



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

**Αρχιτεκτονικές και Αλγόριθμοι πρόσβασης
και παροχής υπηρεσιών πολυμέσων
σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Σταύρος Ι. Παπαπαναγιώτου

Αθήνα, Ιούλιος 2013



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Αρχιτεκτονικές και Αλγόριθμοι πρόσβασης και παροχής υπηρεσιών πολυμέσων σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Συμβουλευτική Επιτροπή:

Ιάκωβος Στ. Βενιέρης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Γεώργιος Ι. Στασινόπουλος, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Δήμητρα-Θ. Ι. Κακλαμάνη, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την επταμελή Εξεταστική Επιτροπή την

.....
Ιάκωβος Στ. Βενιέρης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Γεώργιος Ι. Στασινόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δήμητρα-Θ. Ι. Κακλαμάνη
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

.....
Νικόλαος Κ. Ουζούνογλου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Συμεών Χρ. Παπαβασιλείου
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Μιχαήλ Ε. Θεολόγου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Χαράλαμπος Ζ. Πατρικάκης
Επίκ. Καθηγητής Τ.Ε.Ι. Πειραιά

.....

Σταύρος Ι. Παπαπαναγιώτου

Διδάκτωρ Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Σταύρος Ι. Παπαπαναγιώτου, 2013.
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Στον πατέρα μου
Στρατηγό (Τεχνικού Σώματος) ε.α. Ιωάννη Σταύρου Παπαπαναγιώτου
Διπλωματούχο Μηχανολόγο – Ηλεκτρολόγο Ε.Μ.Π.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εκπόνηση της συγκεκριμένης διδακτορικής διατριβής, ήταν για μένα μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις στη ζωή μου. Η επιστροφή στα θρανία μετά από 23 χρόνια εργασιακής εμπειρίας, ήταν ιδιαίτερα επίπονη. Φυσικά δεν θα τα είχα καταφέρει αν δεν είχα την συμπαράσταση των καθηγητών μου.

Έχοντας φοιτήσει σε Πανεπιστημιακά ιδρύματα του Ηνωμένου Βασιλείου και έχοντας εργασιακή εμπειρία σε θέσεις ευθύνης σε εταιρείες τηλεπικοινωνιών και πληροφορικής, προσπάθησα να προσεγγίσω το θέμα με βάση και από την επιχειρηματική του διάσταση.

Η παρούσα διατριβή δεν θα ήταν εφικτή, αν δεν είχα την αμέριστη υποστήριξη του καθηγητού κου Ιάκωβου Βενιέρη και της καθηγήτριας κας Δήμητρας Κακλαμάνη, τους οποίους ευχαριστώ εκ βάθους καρδιάς. Είναι το λιγότερο που μπορώ να εκφράσω.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου τη σύζυγο μου, το γιό μου, τον πατέρα μου και τη μητέρα μου για την υπομονή τους και την συμπαράσταση τους.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επ. Καθηγητή κο Χαράλαμπο Πατρικάκη, ο οποίος αποτέλεσε για μένα πρότυπο ερευνητή και ακαδημαϊκού. Χωρίς τις συμβουλές και τις υποδείξεις του δεν θα είχα φτάσει στο επιθυμητό αποτέλεσμα, στην εκπόνηση της διατριβής.

Σταύρος Ι. Παπαπαναγιώτου

Ιούλιος 2013

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διαδικτυακή τηλεόραση έχει αναπτυχθεί τεχνολογικά και βρίσκεται σε πλήρη επιχειρηματική ανάπτυξη την τελευταία δεκαετία. Παράλληλα τεχνολογίες διανομής πολυμεσικού περιεχομένου και κυρίως διαδικτυακού βίντεο παρέχονται στους χρήστες μέσω πολλαπλών αλγορίθμων, αρχιτεκτονικών σε πλατφόρμες διαδικτυακής τηλεόρασης. Όσο η τηλεόραση «μεταναστεύει» προς το διαδίκτυο, τόσο μεγαλύτερη είναι η ώθηση για την παροχή προηγμένων εξατομικευμένων υπηρεσιών στους χρήστες. Το ζητούμενο της σημερινή εποχή είναι η μετάδοση πολυμεσικού περιεχομένου σε οποιαδήποτε συσκευή, οποιαδήποτε στιγμή, οπουδήποτε. Αυτή η ανάγκη διαμορφώνει και το νέο οικοσύστημα της διαδικτυακής τηλεόρασης λαμβάνοντας υπόψη πλέον τις προτιμήσεις και την εξατομίκευση του χρήστη. Οδηγούμαστε στην τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης (Social TV) που ο χρήστης σαν μέλος μίας κοινωνικής ομάδας μπορεί να παρεμβαίνει και να διαμορφώνει την τηλεοπτική εμπειρία.

Η παρούσα διατριβή εξετάζει τους αλγορίθμους και τις αρχιτεκτονικές πρόσβασης και παροχής υπηρεσιών πολυμέσων σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης. Παρουσιάζει όλο το μοντέλο από την IPTV 1.0 στην IPTV 3.0, που αποτελεί και το νέο μοντέλο μετάδοσης πολυμεσικού περιεχομένου. Η εξατομίκευση της διαδικτυακής τηλεόρασης και η διαμόρφωση ενός νέου μοντέλου ενημερωμένων τεχνολογικά και καταρτισμένων χρηστών χωρίς γεωγραφικά, κοινωνικά και οικονομικά όρια οδηγεί την νέα εμπειρία της τηλεόρασης. Εξετάζονται αλγόριθμοι μετάδοσης πολυμεσικού περιεχομένου σε αρχιτεκτονικές παροχής τριπλής υπηρεσίας αναλύοντας τα αποτελέσματα απόδοσης σε προσομοιωμένο περιβάλλον. Εξετάζει τα νέα πρότυπα στην λειτουργία και αξιοποίηση των συστημάτων δικτύων επικεντρωμένων στην πληροφορία για την διανομή πολυμεσικού περιεχομένου. Παράλληλα εξετάζεται το ζήτημα της ψηφιακής διαχείρισης των δικαιωμάτων που αποτελεί και προτείνεται με βάση το υφιστάμενο ρυθμιστικό κανονιστικό πλαίσιο, η θέσπιση ενός κατ'αποκοπή τέλους για την κάλυψη των συλλογικών δικαιωμάτων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Διαδικτυακή τηλεόραση, Τηλεόραση Κοινωνικής Δικτύωσης, Μετάδοση πολυμεσικού περιεχομένου, αρχιτεκτονική παροχής τριπλής υπηρεσίας, Ψηφιακή Διαχείριση Δικαιωμάτων, Δίκτυα επικεντρωμένα στην πληροφορία, συλλογικά δικαιώματα, κατ'αποκοπή τέλος.

ABSTRACT

Internet Protocol Television (IPTV) has been deployed commercially for close to 10 years now. That time has seen an avalanche of other, Internet Protocol (IP) based video services delivered to users through multiple algorithms, architectures in IPTV environments. As more and more TV content migrates to the Internet, “personal” video choices are becoming the norm, not the exception, for IPTV as well as Internet Video. What is important nowadays, is the transformations in how media are managed and delivered promise a world of personalized content and services delivered to any device, anytime, anywhere. This concept shapes the new ecosystem of IPTV. These transformative capabilities taken together enable Social TV, where the user as a member of a social community can exchange viewing habits, preferences etc. Simply the user can “control” and influence the TV experience.

This dissertation examines the algorithms and the architectures of delivering multimedia content in IPTV environments. It presents the whole concept from IPTV 1.0 to IPTV 3.0, which represents the new model of provisioning and delivering personalized multimedia content to user anywhere on any combination of devices. The personalization of IPTV and the moulding of a new model of well – informed users without any geographical, social and financial limits, leads the new TV experience. It examines algorithms for delivery of multimedia content on triple play networks and the testbed, the simulation network and the selected parameters for the collection of the results are presented. It examines the new models of delivery multimedia content based on Information Centric Networks. Also provides all the surrounding blocks in refer to Digital Rights Management, based on the existing European Regulatory Framework of Electronic Communication and recommends a flat rate fee in order to cover the issue of protection of the related rights.

KEYWORDS: IPTV, Social TV, Multimedia Content, Triple Play Services, Digital Rights Management, Information Centric Networks, Related Rights, flat – rate fee.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	9
ABSTRACT.....	11
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	13
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	20
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	21
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	23
1.1. Κίνητρο και Ερευνητική Προσέγγιση.	23
1.2. Το οικοσύστημα της τηλεόρασης.....	27
Σύντομο Ιστορικό Τηλεόρασης.....	28
1.3. Διάρθρωση της Διατριβής.....	30
Αναφορές	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 . ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ – ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΗΣ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ	38
Εισαγωγή	38
2.1 Η Διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV) σήμερα.....	38
2.1.2. Ανταγωνιστικοί Πάροχοι Υπηρεσιών.	40
2.1.3. Αλυσίδα Αξίας.	41
2.1.4. Τυποποίηση Διαδικτυακού Βίντεο.....	41
2.1.5. Τυποποίηση IPTV.....	43
2.1.6. Διαδικτυακή Τηλεόραση (IPTV) και Βίντεο από παρόχους προστιθεμένων υπηρεσιών (OTT βίντεο).....	45
2.2. Απεικόνιση αρχιτεκτονικής οικοσυστήματος IPTV.	46
2.3. Δομικά στοιχεία πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV).....	48
2.4. Απεικόνιση των Δομικών Στοιχείων μετάδοσης πολυμεσικού υλικού και υπηρεσιών σε πλατφόρμα IPTV.....	51
2.5. Δομικά Συστατικά για την Παροχή Υπηρεσιών διαδικτυακής Τηλεόρασης σε πλατφόρμες IPTV.....	54
2.5.1. Επιμέρους Υπηρεσίες για την Διαδικτυακή Τηλεόραση (IPTV).	55
2.5.1.1. Υπηρεσίες μετάδοσης τηλεοπτικού σήματος (Broadcast services)- Μετάδοση τηλεοπτικού σήματος (TV BROADCASTING)	56

2.5.1.2. Μετάδοση ήχου (audio services)	56
2.6 Διαδραστικές κατ' απαίτηση Υπηρεσίες Βίντεο.....	58
2.6.1. Βίντεο κατ' απαίτηση (VoD)	58
2.6.2. Θέαση με χρονική ολίσθηση (Time Shifted TV (TSTV))	58
2.6.3. Θέαση αποθηκευμένου περιεχομένου με χρονική ολίσθηση (Catchup TV (CUTV)).....	59
2.6.4. Προσωπικοί Ψηφιακοί Καταγραφείς Βίντεο (Personal Video Recorder (PVR))	59
2.7 Διάφορες Υπηρεσίες Προστιθέμενης Αξίας	60
2.7.1. Αναζήτηση στο διαδίκτυο (internet browsing / Mail / Chat/ Κοινωνικά δίκτυα (Social Networks)	60
2.7.2. Τηλεφωνία.....	60
2.8. Συστήματα διανομής και αρχιτεκτονικές διανομής πολυμέσων σε πλατφόρμες Διαδικτυακής Τηλεόρασης	60
2.9 Σύνοψη	61
Αναφορές	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	63
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ.....	63
Εισαγωγή	63
3.1. Η αρχιτεκτονική IP & τηλεόραση.....	63
3.2. Δημιουργία Υπηρεσίας διαδικτυακής τηλεόρασης	63
3.3. Διάγραμμα δημιουργίας υπηρεσίας	65
3.4. Βασική Περίπτωση Χρήσης	67
3.5. Άλλες πηγές περιεχομένου	71
3.6. Εξατομίκευση Συνδρομητικής Ταυτότητας.....	72
3.7. Υπό συνθήκη πρόσβαση και Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων	75
3.8. Εναλλακτική Αρχιτεκτονική Υπηρεσιών	77
3.8.1. Αρχιτεκτονική Δικτύων Νέας Γενιάς.....	77
3.8.2. Αρχιτεκτονική υπηρεσιών ιστού.	78
3.9. Μεταφορά υπηρεσίας IPTV.....	78
3.9.1. Δίκτυα Διανομής (Delivery Networks)	79
3.9.1.1. Τμήμα Δικτύου Πρόσβασης	79
3.9.1.2. Τμήμα Δικτύου Κορμού.....	79
3.9.1.3. Τμήμα Οικιακού δικτύου.....	80
3.9.2. Χρήση πρωτοκόλλων διαδικτύου.....	80
3.9.2.1. Κοινά Πρωτόκολλα	80

3.9.2.2. Γρήγορη αλλαγή καναλιού	81
3.9.2.3. Κωδικοποίηση δικτύου	82
3.10. Ασύρματη Ευρυζωνικότητα και IPTV	82
3.11. Τερματικές συσκευές χρήστη	84
3.12. Τερματικές συσκευές χρήστη Διαδικτυακής Τηλεόρασης.....	84
3.13. Μεσισμικό τερματικών συσκευών χρήστη	85
3.14. Το οικοσύστημα της IPTV.....	86
3.15. Διαδραστικότητα	87
3.15.1. Ιστορικό Διεπαφής χρήστη.....	87
3.15.2. Υποστήριξη Διεπαφή χρήστη για Διαδραστικότητα και εξατομίκευση.....	88
3.15.3. Εξατομικευμένη Εμπειρία	89
3.15.4. Νέα Γραφική Διεπαφή Χρήστη.....	90
3.15.5. Νέοι Τύποι Φυσικής Διασύνδεσης.....	92
3.16. Σύνοψη.....	92
Αναφορές	93
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΠΟΛΥΜΕΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΣΕ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ	
ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ ΜΕΣΩ ΟΜΟΤΙΜΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ (P2P TV)	98
Εισαγωγή	98
4.1. Μετάδοση Πολυμεσικού Περιεχομένου σε πλατφόρμα Διαδικτυακής τηλεόραση μέσω Ομότιμων δικτύων (P2P TV).....	98
4.1.1. Δίκτυα Ομότιμων Κόμβων.....	98
4.1.2. Ιστορικό	100
4.1.3. Τοπολογίες Δικτύων ομότιμων κόμβων.....	102
4.1.4. Εύρεση και αναζήτηση πόρων στα P2P υπερκείμενα δίκτυα.....	102
4.1.5. Μη- δομημένα υπερκείμενα δίκτυα	103
4.1.6. Δομημένα υπερκείμενα δίκτυα.....	104
4.1.7. Τρόπος λειτουργίας δικτύων ομότιμων κόμβων.	105
4.2. Ροή βίντεο σε δίκτυα ομότιμων κόμβων (P2P streaming video)	107
4.2.1. Η εξέλιξη της ροής βίντεο σε δίκτυα ομότιμων κόμβων.	108
4.2.2. Επίπεδο Εφαρμογής Πολυεκπομπής (Multicast) έναντι Πολυεκπομπής IP (IP Multicast).....	111
4.2.3. Πολυεκπομπή IP (IP Multicast).....	111
4.2.4. Επίπεδο Εφαρμογής Πολυεκπομπής (multicast)	113
4.2.5. Κωδικοποίηση βίντεο σε P2P συστήματα για εξυπηρέτηση ροών δεδομένων.	116
4.2.6. Επιλογή ομότιμου κόμβου σε P2P σύστημα για εξυπηρέτηση ροών δεδομένων	117

4.2.7. Μηχανισμοί Προγραμματισμού σε P2P σύστημα για την εξυπηρέτηση ροών δεδομένων.	117
4.2.8. Κατασκευή υπερκειμένου δικτύου.	118
4.2.9. Λύσεις Διασφάλισης της Ποιότητας στην Ροή Μέσων	120
4.3. Υπηρεσίες και Μετάδοση Πολυμέσων	120
4.3.1. Κίνητρα, Ανταλλαγή και Φήμη των ομότιμων κόμβων.....	122
4.3.2. Πρότυπα Κινήτρων.	122
4.3.3. Μοντέλα Κινήτρων για P2P συστήματα για εξυπηρέτηση ροών δεδομένων.	125
4.3.4. Η διαπραγμάτευση εύρους ζώνης (bandwidth) ως κίνητρο.....	128
4.3.5. Κίνητρα για τελικούς χρήστες	128
4.3.6. Ανταμοιβή με βάση το Σχέδιο Κινήτρων.....	130
4.3.7. Τιμωρία με βάση τους μηχανισμούς κινήτρων.....	131
4.3.8. Υβριδικοί μηχανισμοί κινήτρων	132
4.4. Ασφάλεια και διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων σε ροή Peer-to-Peer	132
4.5. Κλιμακωτή και Πολλαπλή Κωδικοποίηση Βίντεο στην ροή δεδομένων σε δίκτυα ομότιμων κόμβων (SVC and MDC in Peer-to-Peer streaming).....	137
4.6. Επιχειρηματικά μοντέλα δικτύων ομότιμων κόμβων για την συνεχή ροή οπτικοακουστικού υλικού	139
4.7. Επισκόπηση των τρεχουσών Peer-to-Peer Συστημάτων Διανομής Βίντεο	142
4.7.1. Εμπορικά Mesh-based Δίκτυα για ζωντανή μετάδοση βίντεο.	143
4.8. Ερευνητικές προκλήσεις, προσπάθειες τυποποίησης και έργα σχετικά με την P2P ροή βίντεο (P2P streaming video)	144
4.8.1. Προκλήσεις Έρευνας	144
4.8.2. Προσπάθειες τυποποίησης	146
4.8.3. Ερευνητικά έργα της Ευρωπαϊκής Ένωσης FP7 που αφορούν τις P2P συστήματα για εξυπηρέτηση ροών δεδομένων	148
4.9. Συμπεράσματα.....	151
4.10. Σύνοψη.....	151
Αναφορές.....	152
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ (Social TV).....	162
Εισαγωγή	162
5.1. Ορισμός Τηλεόρασης Κοινωνικής δικτύωσης (Social TV).....	163
5.2. Παράγοντες που διαμορφώνουν το μοντέλο της τηλεόρασης κοινωνικών δικτύων (Social TV).	165
5.2.1. Η συνεισφορά της κοινωνικής ομάδας	165
5.2.2. Η υιοθέτηση της δεύτερης οθόνης.	166

5.2.3. Η άνοδος του Twitter TV	166
5.2.4. Facebook & Τηλεόραση Κοινωνικής δικτύωσης	167
5.2.5. Εφαρμογές Κοινωνικής Τηλεόρασης (Social TV apps).....	168
5.2.6. Η Συνδεδεμένη τηλεόραση (Connected TV)	169
5.3. Προβλέψεις εσόδων Τηλεόρασης κοινωνικής Δικτύωσης (Social TV).....	171
5.4. Το μέλλον της τηλεόρασης –τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης.....	172
5.4.1. Κοινωνικότητα και Τηλεόραση.....	172
5.4.2. Διαλογή και επιλογή (Pick and Choose).....	174
5.4.3 Online συνομιλία (on line chats).....	174
5.5. Πως θα είναι η τηλεόραση το 2020.....	178
5.6. Σύνοψη	179
Αναφορές	179
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΡΙΠΛΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ (TRIPLE PLAY).....	183
Εισαγωγή	183
6.1. Ευρυζωνικά δίκτυα και πάροχοι υπηρεσιών με την χρήση διαδικτύου.....	184
6.2. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ.....	186
6.3. Θέματα που αφορούν την παροχή υπηρεσιών τριών επιπέδων (triple-play).....	191
Α. Κωδικοποίηση βίντεο και ήχου για υπηρεσία τριών επιπέδων (Triple Play).....	191
Β. Διαχωρισμός υπηρεσιών και προώθησης πακέτων	194
Γ. Ποιότητα Υπηρεσιών	194
Δ. Διαφορική μεταχείριση - χρονοδρομολόγηση	195
6.4. Σύγκριση Αλγορίθμων ουράς.....	196
6.4.1. Αλγόριθμος Αναμονής με Προτεραιότητες.....	196
6.4.2. Αλγόριθμος Δίκαιης Αναμονής με Βάρη	197
6.4.3. Αλγόριθμοι διαχείρισης ενταμιευτών.....	197
6.4.4. Τεχνική Απόρριψης από το Τέλος της Ουράς	198
6.4.5. Τεχνική Τυχαίας Έγκαιρης Ανίχνευσης.....	198
6.5. Υπηρεσία Τριών Επιπέδων (.....)	199
6.5.1. Υπηρεσία Τριών Επιπέδων (Triple Play).....	199
6.5.2. Αρχιτεκτονική Προσομοίωσης	201
6.5.3. Σενάρια προσομοίωσης	202
6.5.4. Αξιολόγηση και Επιδόσεις.....	203
6.6. Συμπέρασμα – Εργασία στο μέλλον.....	208
6.7. Σύνοψη	209

Αναφορές	209
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΡΟΗΣ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ ΣΕ ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΓΕΝΙΑΣ ΔΙΚΤΥΑ, ΣΤΟΧΕΥΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ	212
Εισαγωγή	212
7.1. Θέματα προστασίας περιεχομένου και δικαιωμάτων	214
7.2. Οικοσύστημα Διανομής Βίντεο	216
7.3. Δικτύωση Στοχευμένη στην Πληροφορία (Information Centric Networking)	220
7.4. Κρυπτογράφηση Βάσει Χαρακτηριστικών (ABE).....	223
7.5. Προτεινόμενη Αρχιτεκτονική.....	224
7.5.1. Απόκτηση Αδείας – Ένα Σενάριο Πολλαπλών Αρχών	225
7.5.2. Διανομή Αδειών και Περιεχομένου	230
7.5.3. Ανάκληση Χρηστών	232
7.6. Συμπεράσματα – Αξιολόγηση Επίδοσης προτεινόμενης Αρχιτεκτονικής.....	236
7.7. Σύνοψη	238
Αναφορές	238
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ	243
Εισαγωγή	243
8.1. Ιστορική αναδρομή	243
8.2. Ορισμός ηλεκτρονικής επικοινωνίας.....	245
8.3. Κανονιστικό Πλαίσιο	246
8.4. Βασικές αρχές του κανονιστικού πλαισίου περί ηλεκτρονικών επικοινωνιών.....	246
8.5. Κανονιστικό πλαίσιο περί ηλεκτρονικών επικοινωνιών.....	247
8.6. Οδηγία Πλαίσιο	250
8.7. Βασικές αρχές για τις Εθνικές Ρυθμιστικές Αρχές (ΕΡΑ).....	252
8.8. Οδηγία Αδειοδότησης	253
8.9. Οδηγία Καθολικής Υπηρεσίας	256
8.10. Οδηγία προστασίας πληροφοριών και δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα.....	256
8.10.1 Απόρρητο των επικοινωνιών.....	257
8.10.2 Κατακράτηση των δεδομένων	257
8.10.3 Δημόσιοι κατάλογοι συνδρομητών.....	257
8.10.4 Αυτόκλητα ηλεκτρονικά μηνύματα («spamming»).....	258
8.10.5 Cookies	258
8.11. Νόμοι 3431/2006 & 3592/2007	259
8.11.1. Ρυθμίσεις σχετικά με την αδειοδότηση και θέματα περιεχομένου	259

8.12. Παροχή Υπηρεσιών σε πλατφόρμες Διαδικτυακής Τηλεόρασης.....	263
8.13. Κατ' αποκοπή τέλος περιεχομένου.....	264
8.13.1. Ανασκόπηση της μουσικής βιομηχανίας	265
8.13.2. Ανασκόπηση της κινηματογραφικής και οπτικοακουστικής βιομηχανίας.....	266
8.13.3. Εξέλιξη της πειρατείας: επιπτώσεις και πρόσφατες τάσεις	267
8.13.4. Βασικά νομικά μέτρα και μηχανισμοί για την καταπολέμηση της πειρατείας	268
8.13.5. Βασικά ζητήματα όσον αφορά το κατ' αποκοπήν τέλος περιεχομένου.....	269
8.13.6. Το κατ' αποκοπήν τέλος περιεχομένου.	270
8.13.7. Κοινωνική διάσταση του κατ' αποκοπή τέλους.....	271
8.13.8. Τα αξιόπιστα σενάρια για την αντιμετώπιση του ζητήματος της ανταλλαγής αρχείων	272
8.13.9. Συμπεράσματα: τι πρέπει να ληφθεί υπόψη προκειμένου να υλοποιηθεί το σύστημα κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου;	273
8.13.10. Βασικοί παράγοντες επιτυχίας για τη δυνατότητα υλοποίησης ενός κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου	275
Πολιτική βούληση	275
Δυνατότητα υλοποίησης από οικονομικής άποψης.....	277
8.14. Συμπεράσματα	278
Αναφορές	279
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	283
9.1. Το μέλλον: IPTV σε έναν κόσμο κινητό, κοινωνικό μέσω διαδικτυακού βίντεο (IP Βίντεο).....	283
9.2. Τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης και τηλεόραση P2P.....	284
9.3. Εικονικός Πάροχος	285
9.4. Θεμελιώδες Δίκτυο	286
9.5. Ταυτότητα και ιδιωτικότητα.....	286
9.6. Ποιότητα υπηρεσίας από την πλευρά του χρήστη	287
Αναφορές	288

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2-1:	Προηγμένη Αλυσίδα αξίας Διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV value chain)	42
Σχήμα 2-2:	Αναλυτική απεικόνιση αρχιτεκτονικής δικτύου triple play που παρέχει και υπηρεσίες IPTV	47
Σχήμα 2-3:	Βασικά συστατικά πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης.....	48
Σχήμα 2-4:	Περιοχές απόκτησης, επεξεργασίας περιεχομένου, αποθήκευσης και ελέγχου (Domains Acquisition, Processing Storage, Control and Distribution)	52
Σχήμα 2-5:	Domains IPTV Distribution, Network Edge & Access and Customer Premises	53
Σχήμα 2-6:	Αρχιτεκτονικό διάγραμμα εξοπλισμού τελικού χρήστη (IPTV Set-top-Box Architectural Diagram)	54
Σχήμα 2-7:	«Τυπική» δομή παρόχου Tier -1 που προσφέρει υπηρεσίες μετάδοσης πολυμεσικού περιεχομένου (Hypothetical Tier-1 Operator with National (Super) Head-End, Regional and Local Video Facilities)	55
Σχήμα 3-1:	Προηγμένη Αρχιτεκτονική Διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV)	64
Σχήμα 3-2:	Μεσοσμικό Διαδικτυακής τηλεόρασης	66
Σχήμα 3-3:	Ροή διαδικασιών για την δημιουργία υπηρεσίας σε πλατφόρμες διαδικτυακής τηλεόρασης.	68
Σχήμα 3-4:	Δόμηση Κοινής Διεπαφής / Υπό συνθήκη πρόσβαση	76
Σχήμα 6-1:	Αρχιτεκτονική δικτύου διαφοροποιημένων υπηρεσιών για παροχή υπηρεσιών τριπλής υπηρεσίας (triple play)	190

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 4-1:	Ταξινόμηση των πρότυπων κινήτρων	123
Εικόνα 4-2:	Κατηγοροποίηση των πρόσφατα ολοκληρωμένων έργων στις περιοχές οι οποίες σχετίζονται με την μετάδοση πολυμεσικού περιεχομένου πάνω από τεχνολογίες διαδικτύου.....	149
Εικόνα 5-1:	Δομικά στοιχεία που απαρτίζουν την τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης (Social TV) [πηγή: MIT Technology Review Ιούνιος 2010]	164
Εικόνα 5-2:	Twitter TV Καλύτερες πρακτικές [πηγή: Nielsen Digital Agency report Δεκέμβριος 2012]	167
Εικόνα 5-3:	Αναφορά συνδεδεμένων συσκευών, Nielsen Group – Mobile Connected Device Report- Q1/2011]	169
Εικόνα 6-1:	Τα αποτελέσματα των ροών βίντεο	205
Εικόνα 6-2:	Αποτελέσματα VoIP Ροών	207
Εικόνα 6-3:	Τα αποτελέσματα των ροών δεδομένων	208
Εικόνα 7-1:	Αρχιτεκτονική Βίντεο κατ' απαίτηση (VoD).....	216
Εικόνα 7-2:	(a) Παραδοσιακό Σενάριο – (b) Στοχευμένο στην Πληροφορία Σενάριο.....	220
Εικόνα 7-3:	Παραδοσιακή Απόκτηση Αδείας	226
Εικόνα 7-4:	Απόκτηση αδείας με την χρήση Μονής Αρχής	227
Εικόνα 7-5:	Διαδικασία Απόκτησης αδείας με την χρήση Πολλαπλών Αρχών	229
Εικόνα 7-6:	Αρχιτεκτονική Διανομής περιεχομένου	230
Εικόνα 7-7:	Αρχιτεκτονική Δικτύου	231
Εικόνα 7-8:	Διάγραμμα Αλληλεπιδράσεων	233
Εικόνα 7-9:	Ανάκληση χρήστη	235

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 6-1: Στατιστικές ιδιότητες του αρχείου ιχνών για το αρχείο «ίχνος»	206
---	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μία εισαγωγή στην διδακτορική διατριβή μέσω της περιγραφής του ερευνητικού προβλήματος που μελετάται και της σύντομης περιγραφής της προτεινόμενης προσέγγισης, ενώ αναφέρεται και η διάρθρωση των κεφαλαίων της διατριβής. Για να μπορέσει να γίνει περισσότερο κατανοητή η ερευνητική περιοχή της διατριβής και να γίνει αντιληπτό το προς αντιμετώπιση πρόβλημα, δίνονται βασικοί ορισμοί που το επεξηγούν.

1.1. Κίνητρο και Ερευνητική Προσέγγιση.

Η μετάδοση διαδικτυακού βίντεο δηλαδή πολυμεσικού περιεχομένου μέσω του πρωτοκόλλου IP (IP Video), έχει ουσιαστικά πάρει δύο μορφές: Την διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV)[2][5], η οποία είναι απλά η μετάδοση τηλεοπτικού σήματος (TV) πάνω από ευρυζωνικά δίκτυα χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο IP και την διανομή πολυμεσικού περιεχομένου βίντεο μέσω του πρωτοκόλλου IP δηλαδή το διαδικτυακό βίντεο (Internet Video), όπου επιλογές μετάδοσης πολυμεσικού περιεχομένου βίντεο μέσω του διαδικτύου, μπορούν να αναπαραχθούν από τον χρήστη στο διαδίκτυο μέσω ιστοσελίδων και υπηρεσιών πάνω από διαδικτυακές τεχνολογίες όπως το YOUTUBE[7], HULU[7], NETFLIX[7] κ.α.

Η Διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV) και η διανομή διαδικτυακού βίντεο, παρέχουν δυνατότητες οι οποίες οδηγούν την νέα εμπειρία της τηλεόρασης. Όσο περισσότερο η τηλεόραση «μεταναστεύει» προς το διαδίκτυο, οι εξατομικευμένες προτιμήσεις των χρηστών τείνουν να γίνουν πρότυπο για το οικοσυστήματα της διαδικτυακής τηλεόρασης που περιλαμβάνει και την διανομή διαδικτυακού βίντεο. Το ζητούμενο την σημερινή εποχή είναι οι μεταμορφώσεις που συμβαίνουν στα media, ώστε να μπορούν να κάνουν πράξη την πραγματικότητα που είναι η μετάδοση εξατομικευμένου περιεχομένου σε οποιαδήποτε συσκευή, οποιαδήποτε στιγμή, οπουδήποτε (any device, anytime, anywhere)[2][4][7][27].

Η Διαδικτυακή τηλεόραση έχει αναπτυχθεί τεχνολογικά και βρίσκεται σε πλήρη επιχειρηματική ανάπτυξη εδώ και μία δεκαετία τουλάχιστον. Όλο αυτό το διάστημα έχουμε γίνει μάρτυρες μίας χιονοστιβάδας τεχνολογικών

αναπτύξεων διαφόρων αρχιτεκτονικών και ανάπτυξης υπηρεσιών (μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με άλλες υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών), που ουσιαστικά έχουν αλλάξει όχι μόνο τεχνολογικά αλλά και επιχειρηματικά το μοντέλο της διαδικτυακής τηλεόρασης.

Η διαδικτυακή τηλεόραση χρησιμοποιεί διαφορετική μέθοδο μετάδοσης του τηλεοπτικού σήματος από ότι η κλασσική – παραδοσιακή τηλεόραση. Ωστόσο, δεν είναι τόσο αυτό που την διαφοροποιεί και την καθιστά έως και απαραίτητη για την οικιακή ψυχαγωγία και όχι μόνο. Το θέμα είναι ότι προσφέρει «εξατομικευμένες» σε αρκετά μεγάλο βαθμό λειτουργίες, προσφέροντας παράλληλα και την καθολική υπηρεσία της μετάδοσης του τηλεοπτικού σήματος αλλά και υπηρεσίες κατ' απαίτηση. Την ίδια στιγμή, μέσω των ευρυζωνικών δικτύων, παρέχει μια σειρά υπηρεσίες όπως η ηλεκτρονική αλληλογραφία και η τηλεφωνία, υπηρεσίες παιγνίων και εξατομικευμένης οικιακής ψυχαγωγίας, χρησιμοποιώντας συσκευές αναπαραγωγής πολυμεσικού περιεχομένου όπως οι συσκευές κλασσικής τηλεόρασης, ο προσωπικός ηλεκτρονικός υπολογιστής, οι ταμπλέτες και τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα[7][6][19].

Το πρώτο επίτευγμα της διαδικτυακής τηλεόρασης ήταν ότι έβαλε και άλλους παίκτες στον τομέα της αναμετάδοσης τηλεοπτικού σήματος, αφού κατά κύριο ρόλο επέκτεινε το οικοσύστημα της τηλεόρασης[2][3][12]. Ουσιαστικά, επέτρεψε στις εταιρείες παροχής τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, να εισέλθουν στην βιομηχανία «αναμετάδοσης τηλεοπτικού σήματος» και κατ' επέκταση στην διανομή πολυμεσικού περιεχομένου, και να μπορέσουν να μεγιστοποιήσουν τα οφέλη τους ως επιχειρηματικές οντότητες, προσφέροντας συνδυασμένες υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας ηλεκτρονικών επικοινωνιών στους πελάτες τους.

Επίσης η διαδικτυακή τηλεόραση εισήγαγε και έναν νέο παίκτη στην αλυσίδα αξίας της τηλεόρασης: Τους παρόχους μεσισμικού[7][9]. Η διαδικτυακή τηλεόραση απέδειξε σε σχέση με την κλασσική τηλεόραση όπου ο παραγωγός προγράμματος και ο παροχέας ουσιαστικά ταυτίζονται (έστω και χωροταξικά), νέες μορφές επιχειρηματικών οντοτήτων μπορούν να συνεργαστούν σε αντικείμενα που μέχρι πριν λίγα χρόνια φαινόταν αδύνατο. Εταιρείες Τηλεοπτικών παραγωγών, πάροχοι μεσισμικού, κινηματογραφικοί παραγωγοί, διανομείς ταινιών, λειτουργοί του Δικτύου, πάροχοι υπηρεσιών τηλεόρασης, συνεργάζονται για να μπορέσουν να φέρουν το τηλεοπτικό σήμα στην συσκευή του καταναλωτή μέσω

διαχειρίσιμου, ασφαλούς δικτύου βασισμένο στο πρωτόκολλο IP. Είναι κατανοητό ότι η διαδικτυακή τηλεόραση ευνοεί τα μοντέλα συνεργασίας μεταξύ των διαφόρων επιχειρηματικών οντοτήτων, καθιστώντας την κατ' αυτό τον τρόπο ηγέτη επιχειρηματικών και τεχνολογικών εξελίξεων.

Παρόλα αυτά, η διαδικτυακή τηλεόραση διατηρεί τον ρόλο της στην μετάδοση και όχι μόνο του τηλεοπτικού σήματος με αυξανόμενες τάσεις σε επίπεδο συνδρομητών, που δείχνει καθαρά ότι θα συνεχίσει τον ρόλο της στην βιομηχανία της τηλεόρασης εν γένει[1][25].

Παράλληλα η μεγάλη ανάπτυξη της αναπαραγωγής πολυμεσικού περιεχομένου μέσω διαδικτύου (IP Video), όπου ο χρήστης μπορεί μέσω εξατομικευμένων επιλογών να έχει πρόσβαση σε πολυμεσικό περιεχόμενο, έχοντας μόνο μία απλή σύνδεση στο διαδίκτυο, δημιούργησε και συνεχίζει να δημιουργεί νέα δεδομένα στα όποια μοντέλα επιχειρηματικής αλλά και τεχνολογικής ανάπτυξης της διαδικτυακής τηλεόρασης[25][29]. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι η διαδικτυακή τηλεόραση και οι άλλες μορφές υπηρεσιών μετάδοσης πολυμεσικού περιεχομένου βίντεο μέσω διαδικτύου, ανήκουν στο ίδιο οικοσύστημα, όπου σε επιχειρηματικό επίπεδο η διαδικτυακή τηλεόραση προτυποποιεί[5][7] και υποστηρίζει νέες τεχνολογίες για την προώθηση και παραλαβή περιεχομένου μέσω του πρωτοκόλλου IP, ενώ οι υπηρεσίες που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο IP, δίνουν την δυνατότητα πρόσβασης σε περιεχόμενο βίντεο με διαδραστικό τρόπο οπουδήποτε βρίσκεται ο τελικός χρήστης.

Η διαδικτυακή τηλεόραση με την «κλασσική» της μορφή ή την «γραμμική» της μορφή, ήταν το πρώτο βήμα. Ήταν η **IPTV 1.0** που εμπλούτισε το οικοσύστημα της τηλεόρασης με την ευρεία εμπλοκή τεχνολογικών παρόχων καθώς και παρόχων προστιθεμένων υπηρεσιών (Over The Top - OTT providers) με την συμβολή στρώματος εφαρμογής με την χρήση του διαδικτύου. Αυτό είναι και η **IPTV 2.0** [19][27], που εμπλέκει αρχιτεκτονικές ομότιμων δικτύων (P2P) στην διανομή διαδικτυακού πολυμεσικού περιεχομένου στο οικοσύστημα της τηλεόρασης. Η ευρεία εξάπλωση του διαδικτύου, οι προσπάθειες τυποποίησης αρχιτεκτονικών και πρωτοκόλλων μεταφοράς, και η συνεχής προσπάθεια επίλυσης θεμάτων στον ρυθμιστικό τομέα, οδηγεί σε νέες επιχειρηματικές και τεχνολογικές συμπεριφορές και το κυριότερο την αλλαγή στην κοινωνική συμπεριφορά.

Η «εμπορική IPTV»[3] τυποποιεί τεχνολογίες για την εμπορία και την παράδοση περιεχομένου IP, ενώ το μεγαλύτερο σύνολο των υποστηριζόμενων υπηρεσιών IP φέρνουν την πρόσβαση στο διαδίκτυο «παντού» και την διαδραστικότητα της IPTV σαν της διαδικτυακής πύλης [27]. Η εξελισσόμενη υπηρεσία δημιουργίας μεσισμικού και οι προηγμένες οθόνες Γραφικής Απεικόνισης Διεπαφής και ελέγχου, συντελούν σε αυτό[29]. Η εξατομίκευση της διαδικτυακής τηλεόρασης επίσης. Οδηγεί και προσαρμόζει τους χρήστες στις νέες εξατομικευμένες εμπειρίες, αλλά επίσης οδηγεί και σε ευκαιρίες αύξησης εσόδων για την αλυσίδα αξίας της διαδικτυακής τηλεόρασης, μέσω της στοχευμένης διαφήμισης [28][29] με βάση την αναγνώριση των χρηστών και των προτιμήσεων τους.

Όλα τα ανωτέρω διαμορφώνουν ένα νέο μοντέλο ενημερωμένων και τεχνολογικά καταρτισμένων χρηστών χωρίς γεωγραφικά, κοινωνικά, οικονομικά όρια οδηγεί την αγορά της τηλεόρασης, στην δημιουργία της τηλεόρασης κοινωνικής δικτύωσης (social TV) που αποτελεί την μετεξέλιξη της διαδικτυακής τηλεόρασης της διαδραστικής τηλεόρασης (iTV), της τηλεόρασης ομότιμων κόμβων (P2PTV)[16][17] και της τηλεόρασης διαδικτύου (internet TV ή web TV). Αυτή είναι και η **IPTV 3.0**.

Μερικές από τις αλλαγές στην διαδικτυακή τηλεόραση, που εξετάζονται στην παρούσα διατριβή, είναι οι εξής:

1. Το πολυμεσικό περιεχόμενο βίντεο είναι πλέον προσβάσιμο από συσκευές πολλαπλών χρήσεων όπως (προσωπικός υπολογιστής, φορητός υπολογιστής, συσκευές αναπαραγωγής μουσικής και video, κινητά τηλέφωνα, tablets κ.α. [1] [19] [23].
2. Δεύτερον, η οπτική εμπειρία δεν είναι πλέον σύμφωνη με προκαθορισμένα προγράμματα ή κανάλια. Η εξατομίκευση του περιεχομένου που λαμβάνει ο χρήστης παίζει πια τον πρώτο ρόλο στις επιλογές μετάδοσης και αναμετάδοσης περιεχομένου. Αυτό καταλαβαίνουμε ότι απαιτεί εξελιγμένες διαδραστικές διεπαφές (user interfaces)[9], που να ανταποκρίνονται με σαφήνεια και ευελιξία στην διαχείριση των τηλεοπτικών και όχι μόνο των προτιμήσεων του χρήστη.
3. Τρίτον, η μετάδοση του τηλεοπτικού σήματος δεν είναι περιορισμένη στο το σπίτι του θεατή ή την τοποθεσία που καλύπτει ο πάροχος υπηρεσιών και δικτύου. Το περιεχόμενο πρέπει να είναι προσβάσιμο[19][27][29][31], από οποιαδήποτε τοποθεσία που έχει

σύνδεση στο διαδίκτυο. Αυτό σημαίνει προηγμένη ασφάλεια, δυνατότητες για την παροχή πρόσβασης υπό όρους (CA), διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων (DRM), προστασία της ιδιωτικότητας καθώς και ποιότητα υπηρεσίας πολύ υψηλή (QoS), που λειτουργεί πέρα από τα δίκτυα αποκλειστικής πρόσβασης που διαχειρίζονται από έναν πάροχο υπηρεσιών.

4. Τέταρτον, η τηλεοπτική εμπειρία δεν περιορίζεται πλέον μόνο στην επιλογή ενός καναλιού και στην παθητική προβολή του περιεχομένου. Αντ' αυτού, οι διεπαφές και οι αντίστοιχες εφαρμογές επιτρέπουν την διαδραστικότητα στις συσκευές και οι χρήστες μπορούν να προσαρμόσουν την οθόνη προβολής, τα διαφημίσεις και ανακοινώσεις τύπου πανό (banners) και την διάταξη των εικόνων κ.α. Η διαδικτυακή τηλεόραση επιτρέπει την προς τα μπροστά (lean forward) και την προς τα πίσω (lean back) εμπειρία βίντεο[31][41]. Αυτές οι λειτουργικές δυνατότητες απαιτούν προηγμένα διαδραστικά εργαλεία, πολύ πιο εξελιγμένα σε σχέση με ένα τηλεχειριστήριο (remote control) καθώς και έξυπνες συσκευές εισόδου (intelligent gateways), που μπορούν να πραγματοποιούν ανταλλαγές μηνυμάτων μεταξύ της συσκευής ελέγχου του χρήστη και του μεγαλύτερου δικτύου.

Τελικά, όλες αυτές οι μεταμορφώσεις και οι μετατροπές δημιουργούν την κοινωνική τηλεόραση (Social TV)[41]. Οι θεατές μπορούν να εξατομικεύσουν τα menu τους και την εγγραφή τους στα δίκτυα κοινωνικής δικτύωσης, να ανταλλάσσουν συνήθειες ακρόασης και τηλεθέασης. Το πολυμεσικό περιεχόμενο (media) μπορεί να παραδοθεί και να αναμεταδοθεί οπουδήποτε και σε οποιαδήποτε μέλος του κοινωνικού δικτύου ή ομάδας, σε οποιαδήποτε συνδυασμό συσκευών που προτιμούν τα μέλη.

1.2. Το οικοσύστημα της τηλεόρασης

Η τηλεόραση ευρυεκπομπής ξεκίνησε τις δεκαετίες του 1930 με 1940 και ορίστηκε ως ένα μοντέλο προβολής με το οποίο τώρα πια είμαστε πλήρως εξοικειωμένοι. Κάθε πάροχος ευρυεκπομπής όρισε ένα γραμμικό πρόγραμμα, βασιζόμενος στο πρόγραμμα ραδιοφώνου, το συγκεντρωμένο τηλεοπτικό περιεχόμενο και την διαφήμιση πριν την Over-The-Air-OTA, μετάδοση στις ομάδες των κεραιών πάνω στις στέγες των σπιτιών. Στην αρχή το περιεχόμενο ήταν ζωντανό, με ζωντανές διαφημίσεις, αλλά καθώς η

τεχνολογίες εγγραφής βελτιώνονταν, οι ζωντανές εκπομπές σχεδόν εξαφανίστηκαν εκτός των αθλητικών, των τελετών απονομής βραβείων και την περιγραφή διαφόρων γεγονότων (καταστροφές, πολιτικές εξελίξεις κ.α.). Ωστόσο καθώς η ευρυεκπομπή άρχισε να γίνεται εθνική, η διαχείριση του προγραμματισμού του προγράμματος και των διαφημίσεων άρχισε να γίνεται κεντρικά.

Η τηλεόραση ευρυεκπομπής πέρασε από μία σειρά αναμορφώσεων και σημαντικών αλλαγών οι οποίες άλλαξαν τελείως τον τρόπο αντιμετώπισης και των προσδοκιών για την μελλοντική τηλεοπτική εμπειρία.

Σύντομο Ιστορικό Τηλεόρασης

Ουρά και Πλέγμα τηλεοπτικού προγράμματος.

Το πρώτο από αυτά ήταν η καλωδιακή τηλεόραση. Εμφανίστηκε στα τέλη του 1950 και αρχές του 1960. Η καλωδιακή τηλεόραση εισήγαγε τον όρο (long tail/short tail) και τον προγραμματισμό πλέγματος. Αυτές οι καινοτομίες έκαναν πιο προσιτά στο ευρύ κοινό τα πιο εξειδικευμένου περιεχομένου κανάλια μέσω της εύκολης σε χρήση διεπαφής χρονοδιαγράμματος του προγράμματος. Το αποτέλεσμα ήταν περισσότερες επιλογές σε τύπους περιεχομένου και σε διαφορετικό χρόνο.

Προσωπική τηλεόραση.

Την ίδια περίπου περίοδο οι φθηνότεροι τηλεοπτικοί δέκτες και η ανάπτυξη του οικιακού δικτύου οδήγησαν τις οικογένειες να έχουν κάποιες φορές περισσότερες τηλεοράσεις από τα μέλη της οικογενείας. Τα μέλη της οικογενείας έτσι είχαν την δυνατότητα να παρακολουθήσουν την προσωπική επιλογή του επιθυμητού προγράμματος μεμονωμένα, χωρίς να ενοχλούν ο ένας τον άλλο.

Χρονική μετατόπιση και αναπαραγωγή με τέχνασμα.

Το επόμενο βήμα στην εξέλιξη, το οποίο θεωρήθηκε και επανάσταση εκείνη την εποχή, ήταν η έλευση του μηχανήματος Μαγνητικής Εγγραφής Βιντεοκασέτας (VCR). και ανεξαρτήτου χρόνου προβολής περιεχομένου, έγινε πραγματικότητα. Οι λειτουργίες της αναπαραγωγής με τέχνασμα όπως: η δυνατότητα παύσης, γυρίσματος προς τα πίσω και γρήγορης κίνησης προς τα μπροστά του προβαλλόμενου περιεχομένου επέτρεψαν στους τηλεθεατές να παρακάμψουν κάποια μέρη του περιεχομένου και να δημιουργήσουν προσωπική εμπειρία θέασης. Τα έσοδα από την ενοικίαση ή

αγορά πήγαιναν σε επιχειρηματικές οντότητες οι οποίες δεν ήταν μέρος της παραδοσιακής αλυσίδας αγοράς. Κατ'αυτό τον τρόπο, οι πάροχοι περιεχομένου είχαν ακόμα ένα τρόπο να πλησιάσουν το τηλεοπτικό κοινό χωρίς να συναλλάσσονται με τον πάροχο δικτύου. Από τη άλλη πλευρά, η βιντεοκασέτα προκάλεσε το φαινόμενο της πειρατείας τηλεοπτικού περιεχομένου, η οποία ήταν και είναι ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα για τους παρόχους περιεχομένου. Η αντίδραση των παρόχων ήταν να προσπαθήσουν να αναπληρώσουν τα χαμένα έσοδα με περισσότερες προσφορές εκπομπών με θέαση κατ'απαίτηση ή πληρωμή ανά θέαση. Το Βίντεο κατ' απαίτηση (VoD) που προσφέρεται από τους παρόχους βίντεο επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση στο αποθηκευμένο περιεχόμενο του παρόχου όποτε το θελήσουν, χωρίς να χρειάζεται να αναμένουν για να το δουν ή να το καταγράψουν.

Προσωπική επιλογή Βίντεο.

Οι συσκευές μαγνητικής και ψηφιακής εγγραφής βίντεο επιτρέπουν στον χρήστη να καταγράφει και να αποθηκεύει τα προγράμματα τα οποία προτιμά και να δημιουργεί εξατομικευμένες επιλογές. Επιπλέον, ορισμένοι κατασκευαστές μηχανημάτων ψηφιακών εγγραφών, ορισμένες συσκευές που έχουν πρόσβαση μέσω διαδικτύου παρέχουν αυτοματοποιημένες προτάσεις οι οποίες βασίζονται στις συνήθειες παρακολούθησης του χρήστη, τις προηγούμενες επιλογές παρακολούθησης και προτιμήσεις για παρόμοια προγράμματα από μία μεγάλη μερίδα τηλεθεατών.

Επίγεια Ψηφιακή Τηλεόραση (Digital Terrestrial TV-DTV) - Διαχείριση περιεχομένου.

Η DTV, όπως ορίζεται από την τυποποίηση Ψηφιακού Βίντεο Ευρυεκπομπής (DVB), εκπέμπει ελεύθερα υψηλής ποιότητα περιεχόμενο μέσω της ατμόσφαιρας και των δορυφόρων. Έδωσε την δυνατότητα στους παρόχους να προστατέψουν το περιεχόμενο με ψηφιακές υπογραφές και να δημιουργήσουν την υφιστάμενη τηλεοπτική αγορά, με τους παρόχους να τροφοδοτούν τους χρήστες με «κλειστές» τερματικές συσκευές (STB). Η ψηφιακή τηλεόραση και η ευρεία διάδοση των σκληρών δίσκων των υπολογιστών με την παράλληλη μείωση του κόστους και της αύξησης της χωρητικότητας δημιούργησαν την επόμενη επανάσταση, την ψηφιακή εγγραφή περιεχομένου (DVR). Όπως και η συσκευή μαγνητικής εγγραφής, έτσι και η ψηφιακή επιτρέπει την εγγραφή του τηλεοπτικού περιεχομένου. και έχει δυνατότητα τεχνασμάτων αναπαραγωγής σε ζωντανή τηλεόραση. Προσφέρει λειτουργίες όπως η παράκαμψη διαφημίσεων ή γυρίσματος προς

τα πίσω για επανάληψη της σκηνής, καλύτερες μηχανές αναζήτησης, αξιολογήσεις και προτάσεις που είναι μέρος πια της τηλεοπτικής εμπειρίας.

Ψηφιακή Τηλεόραση - Υψηλής Ποιότητας Βίντεο

Η ψηφιακή τηλεόραση έχει επιδράσει στην βελτίωση της ποιότητας του βίντεο και μειώνει τον αναλογικό θόρυβο. Επιπλέον, οι εξελίξεις στον τομέα των συσκευών τηλεόρασης τόσο σε επίπεδο προτυποποίησης και πρωτοκόλλων, όσο και εμπορικών λύσεων και τεχνικών καινοτομιών (DLNA, HBB TV, Smart TV, OLEDTV)[30][31] αποτελούν έναν ακόμα παράγοντα ανάπτυξης. Επίσης η τεχνολογία τρισδιάστατης απεικόνισης (3D) αναπτύσσεται και βελτιώνεται συνεισφέροντας στην αύξηση της τηλεοπτικής εμπειρίας.

1.3. Διάρθρωση της Διατριβής

Η παρούσα διδακτορική διατριβή παρουσιάζει τις εφαρμόσιμες τεχνολογικές εξελίξεις στην διαδικτυακή τηλεόραση, μέσα από την «ολοκληρωτική» επιχειρηματική τους εφαρμογή σε παγκόσμιο επίπεδο την τελευταία δεκαετία. Παρουσιάζει αρχιτεκτονικές διανομής πολυμεσικού περιεχομένου βίντεο, την αρχιτεκτονική παροχής τριπλής υπηρεσίας (triple play), που είναι η πιο τεχνολογικά εφαρμόσιμη σε επιχειρησιακό επίπεδο, σήμερα από τους παρόχους υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης. Επίσης θίγονται θέματα σε όλο το φάσμα των συστημάτων χώρου που αποτελούν την πλατφόρμα της διαδικτυακής τηλεόρασης, κάνοντας προτάσεις για την βέλτιστη και την αντιμετώπιση ζητημάτων όπως η ψηφιακή διαχείριση περιεχομένου κ.α. Τέλος, παρουσιάζεται το μοντέλο IPTV 3.0, το οποίο οδηγεί την τηλεόραση του 2020.

Πιο συγκεκριμένα η διδακτορική διατριβή, έχει την εξής δομή:

1. Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί μία εισαγωγή – τοποθέτηση σχετικά με την διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV) και τα νέα δεδομένα σχετικά με την διανομή διαδικτυακού βίντεο. Αναφέρεται η «μετεξέλιξη» της διαδικτυακής τηλεόρασης από το μοντέλο κλειστού κυκλώματος μετάδοσης τηλεοπτικών προγραμμάτων και παροχής πολυμεσικού υλικού, στην νέα πραγματικότητα που είναι η μετάδοση εξατομικευμένου περιεχομένου σε οποιαδήποτε συσκευή, οποιαδήποτε στιγμή, οπουδήποτε (any device, anytime, anywhere).

Αυτό είναι και το ζητούμενο την σημερινή εποχή, το οποίο πραγματεύεται η διατριβή, δηλαδή τις Αρχιτεκτονικές και τους αλγορίθμους πρόσβασης και παροχής πολυμεσικού υλικού σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης. Επίσης γίνεται μία συνοπτική περιγραφή όλων των κεφαλαίων της διατριβής, το περιεχόμενό τους, και επεξηγείται η δομή της και η σειρά αντιμετώπισης του προβλήματος μετάδοσης και παροχής πολυμεσικού υλικού στα σύγχρονα περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης περιλαμβάνοντας όλες τις «νέες» μορφές όπως η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης και το διαδικτυακό βίντεο από παρόχους προστιθέμενης αξίας (OTT providers).

2. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η Διαδικτυακή Τηλεόραση ως Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Πρόσβασης και παροχής Πολυμέσων όπως ακριβώς λειτουργεί από τους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους σε όλο τον κόσμο. Παρουσιάζεται η αλυσίδα αξίας της διαδικτυακής τηλεόρασης και αναλύονται οι νέοι παράγοντες που παίζουν ρόλο στην παροχή πολυμεσικού υλικού, όπως οι πάροχοι μερισμικού. Επίσης παρουσιάζονται όλα τα δομικά συστατικά που αποτελούν την διαδικτυακή τηλεόραση (βάση της ITU) [2] και οι υπηρεσίες που παρέχουν.
3. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο αναλύεται σε επίπεδο αρχιτεκτονικής η εκδοχή της «εμπορικής» ή «γραμμικής» μορφής της διαδικτυακής τηλεόρασης, ήτοι η IPTV 1.0. Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται και αναλύονται οι αρχιτεκτονικές μεταφοράς και διανομής πληροφορίας με την συμβολή του στρώματος εφαρμογής με χρήση διαδικτύου σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης. Αναλύεται η επίδραση του πρωτοκόλλου διαδικτύου στην παροχή ολοκληρωμένων υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης, τα διαγράμματα δημιουργίας υπηρεσιών με την εμπλοκή των διαφόρων συστατικών μερών της πλατφόρμας και οι αρχιτεκτονικές παροχής πολυμεσικού υλικού. Επίσης γίνεται αναφορά στην ασύρματη ευρυζωνικότητα, την διαδραστικότητα και στις εξατομικευμένες υπηρεσίες, καθώς και στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής για υπηρεσίες διαδικτυακής τηλεόρασης και παροχής πολυμεσικού υλικού σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης.

Τέλος, παρουσιάζονται οι αλγόριθμοι και οι αρχιτεκτονικές που οδηγούν στο IPTV 2.0.

4. Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται όλες οι αρχιτεκτονικές που αφορούν στην μετάδοση πολυμεσικού περιεχομένου για πλατφόρμες διαδικτυακής τηλεόρασης σε δίκτυα ομότιμων κόμβων: Οι τοπολογίες δομημένων και μη δομημένων δικτύων ομότιμων κόμβων και η αναζήτηση και εύρεση πόρων σε αυτά, καθώς και τα αντίστοιχα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται. Στόχος είναι να παρουσιαστεί το πλαίσιο πάνω στο οποίο μπορεί να βασιστεί η ροή βίντεο στα δίκτυα αυτά, με έμφαση στην παροχή πολυμεσικού υλικού σε πλατφόρμες διαδικτυακής τηλεόρασης.
5. Το πέμπτο κεφάλαιο αναλύει την Τηλεόραση Κοινωνικών Δικτύωσης (Social TV). Ορίζεται ο όρος IPTV 3.0 με την συμμετοχή των εφαρμογών και μηχανισμών κοινωνικής δικτύωσης στο οικοσύστημα της διαδικτυακής τηλεόρασης που περιλαμβάνει την διαδραστικότητα, την κοινωνική δικτύωση, και την αλληλεπίδραση τους με την κοινωνία στο σύνολό της. Παρέχονται οι ερευνητικές προσπάθειες για την τηλεόραση του 2020 και αναλύονται και τα προβλήματα που αφορούν το ζήτημα των συλλογικών δικαιωμάτων, τα οποία αναλύονται εκτενέστερα στο κεφάλαιο οκτώ, όπου προτείνεται και η λύση του κατ' αποκοπή τέλους.
6. Το έκτο κεφάλαιο διαπραγματεύεται την αρχιτεκτονική τριών ενοποιημένων υπηρεσιών (triple play). Η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική ακολουθήθηκε και εξακολουθεί να ακολουθείται από τους περισσότερους παρόχους για την ανάπτυξη πλατφορμών διαδικτυακής τηλεόρασης σε παγκόσμιο επίπεδο, λόγω της ύπαρξης πόρων εξοπλισμού. Παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική διαφοροποιημένων υπηρεσιών (DiffServ) και η επίδοση /αξιολόγηση αλγορίθμων τεχνικών χρονοπρογραμματισμού πακέτων στην συγκεκριμένη αρχιτεκτονική διάταξη. Η αξιολόγηση επίδοσης των χρονοπρογραμματιστών βασίζεται σε προσομοιώσεις που πραγματοποιήθηκαν σε triple play δίκτυα με xDSL συνδέσεις καθώς και στα αρχεία ιχνοστοιχείων που χρησιμοποιούνται για την

προσομοίωση των ροών βίντεο. Παρουσιάζεται επίσης η σύγκριση αλγορίθμων ουράς, όπως ο αλγόριθμος αναμονής με προτεραιότητες (PQ), ο αλγόριθμος Δίκαιης Αναμονής με βάρη (WFQ) καθώς και οι αλγόριθμοι ενταμιευτών ανάλογα με την λειτουργικότητά τους. Αποδεικνύεται ότι ο αλγόριθμος δίκαιης αναμονής με βάρη με ουρά χαμηλής καθυστέρησης είναι η πιο αξιόπιστη λύση για τις δύο κατηγορίες πακέτων.

7. Στη συνέχεια, το έβδομο κεφάλαιο εξετάζει την εξέλιξη στην παροχή υπηρεσιών πολυμέσων μέσα στο πλαίσιο της πρότασης για τη νέα γενιά Δικτύων Στοχευμένων στη Πληροφορία (Information Centric Networks –ICN) τα οποία εξασφαλίζουν διαθεσιμότητα, ασφάλεια και ανεξαρτησία τοποθεσίας για την αποθήκευση της πληροφορίας και του πολυμεσικού περιεχομένου. Το περιβάλλον των Δικτύων Στοχευμένων στη Πληροφορία, μπορεί να υποστηρίξει την επόμενη γενιά υπηρεσιών διανομής διαδικτυακού βίντεο, δίνοντας τη δυνατότητα για αξιοπιστία και κωδικοποίηση βάσει φυσικών ιδιοτήτων με στόχο την προστασία του παρεχόμενου πολυμεσικού περιεχομένου. Ως αποτέλεσμα, η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική μπορεί να δώσει τη δυνατότητα σε παρόχους προστιθεμένων υπηρεσιών (OTT providers) να παρέχουν αξιόπιστα και αδειοδοτημένα το πολυμεσικό περιεχόμενο σε τελικούς καταναλωτές χωρίς την χρήση τερματικών συσκευών πελάτη (Set Top Box) αλλά με την χρήση συστημάτων ψηφιακής διαχείρισης δικαιωμάτων με συγκεκριμένες τεχνικές κωδικοποίησης. Τέλος, στο κεφάλαιο αυτό εξετάζεται το «παραδοσιακό» μοντέλο διανομής πολυμεσικού περιεχομένου με την χρήση Συστημάτων Διανομής Περιεχομένου (CDNs) σε αντιδιαστολή με το μοντέλο των Δικτύων Στοχευμένων στη Πληροφορία (ICN). Προτείνεται συγκεκριμένη αρχιτεκτονική και μελετάται η επίδοσή της.
8. Στο όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζεται το κανονιστικό και ρυθμιστικό πλαίσιο που διέπει τις ηλεκτρονικές επικοινωνίες στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Επικεντρώνεται στην παροχή οπτικοακουστικού πολυμεσικού περιεχομένου και στην κείμενη νομοθεσία που έχει καταρτισθεί και «θεσπιστεί» για την συγκεκριμένες διαδικασίες. Τα νομικά και κανονιστικά θέματα που έχουν τεθεί σε προηγούμενα κεφάλαια της διδακτορικής διατριβής

παρατίθενται με βάση την νομική τους υπόσταση, ενώ εξετάζεται το θέμα των συλλογικών δικαιωμάτων, το οποίο αποτελεί το πιο ακανθώδες ζήτημα για την ροή πολυμεσικού περιεχομένου σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης. Προτείνεται η θέσπιση ενός κατ' αποκοπή τέλους το οποίο θα μπορέσει να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της συλλογικής διαχείρισης των δικαιωμάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αναλύονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την εφαρμογή ενός τέτοιου μέτρου και διατυπώνονται προτάσεις για την εφαρμογή του. Παράλληλα εξειδικεύονται τα ζητήματα σχετικά με την συλλογική διαχείριση και τονίζεται ότι δεν μπορεί να αγνοηθούν ζητήματα ιδιωτικότητας και «ελευθερίας» στο διαδίκτυο με έμφαση στην παροχή πολυμεσικού περιεχομένου.

9. Στο ένατο κεφάλαιο, συνοψίζονται τα συμπεράσματα, και οι προτάσεις στα πλαίσια της διδακτορικής διατριβής.

Αναφορές

- [1] IPTV Global Forecast 2010 to 2014, MRTG Report, June 2010.
- [2] Marie – Jose Montpetit, Thomas Mirlacher, Michael Ketcham, “IPTV: An End to End Perspective, IEEE, Journal of Communications, May 2010.
- [3] Sherazi Zeadally, Hassnaa Mustafa, “Internet Protocol Television (IPTV): Architecture, Trends and Challenges”, IEEE System Journal, December 2011.
- [4] Khalid Ahmad, Ali C. Begen, “IPTV and Video Networks in the 2015 Timeframe: The Evolution to medianets”, IEEE Communications Magazine, December 2009.
- [5] Amal Punchihewa, Ann Maslha De Silva, “ Tutorial on IPTV and its latest Developments”, IEEE 5th International Conference on Information and Automation for Sustainability, 17-19 Dec. 2010, pages 45-50.
- [6] J. Altgeld and J.D. Zeeman2 " Whitepaper IPTV/VoD: The IPTV/VoD Challenge - Upcoming Business Models", IBM Paper for the International Engineering Consortium (IEC), 2005.
- [7] Sherazi Zeadally, Hassnaa Mustafa, “Internet Protocol Television (IPTV): Architecture, Trends and Challenges”, IEEE System Journal, December 2011.
- [8] Ramirez David, “IPTV Security”, Wiley, UK March 2008.
- [9] Held Gilbert, “Understanding IPTV”, Auerbach Publications, New York 2007.

- [10] O'Driscoll Gerard, "Next Generation IPTV Services and Technologies", Wiley, Canada 2008.
- [11] Minoli Daniel, "IP Multicast with Applications to IPTV and Mobile DVB-H", Wiley, Canada April 2008.
- [12] James She, Fen Hou, Pin-Han Ho,, Liang-Liang Xie, " IPTV over WIMAX", IEEE Communications Magazine, August 2007.
- [13] Peng Tan, Jim Stevinsky, "Multiscreen IPTV: Enabling Technologies and Challenges", IEEE, ICCE 2011.
- [14] M. Gawlinski, Interactive Television production, Focal Press, Mar. 2003.
- [15] H. Jenkins, Convergence Culture: Where Old and New Media Collide, New YorkU Press 2008.
- [16] EBU TECHNICAL. (2010). Peer-to-Peer (P2P) Technologies and Services. Geneve, Switzerland.
- [17] Gheorghe, G., Lo Cigno, R. & Montresor, A. (2011). Security and Privacy Issues in P2P Streaming Systems: A Survey. Peer-to-Peer Networking and Applications, Springer, Vol. 4, June 2011.
- [18] Gnutella. (2001). The Gnutella Protocol Specification. Retrieved from <http://wiki.limewire.org/>
- [19] Bukeley, W., Social TV: Relying on relationships to rebuild TV audiences. MIT Technology Review, 10, 2010, Gartner Report (2011). Social Media and Social TV, May 2011. Available online: <http://www.technologyreview.com/communications>. Last accessed : 28 June 2013.
- [20] Cisco Corporation, IP Video The big Picture, Report, January 2013, available online: <http://www.digitaltveurope.net/31512/ip-video-the-big-picture-2/> Last accessed : 28 June 2013.
- [21] Henry Holtzman and Marie Jose Montpetit, 2010 IEEE Consumer Communications and Networking Conference, MIT Media Lab.
- [22] Social TV and the Emergence of Interactive TV - Multimedia Research Group - November 2010 <http://www.mrgco.com/iptv/socialtv10.html>. Last accessed : 28 June 2013.
- [23] Gartner Report (2011), Social media and Social TV, May 2011.
- [24] Jonietz E. (2010), Making TV social, virtually, MIT Technology Review (11.01.10)
- [25] Informa telecoms & media, "OTT Video Revenue Forecasts, 2011-2017, research report, November 2012
- [26] Peng T, Slevinsky J., Multi-Screen IPTV: Enabling Technologies and Challenges, IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), 2011.
- [27] Futurescape, Social TV, Forecasting and innovation, Research Report, January 2013.
- [28] Futurescape, How Connected Television Transforms the Business of TV", white paper, January 2013.

- [29] Z-punkt, The Future of Television: TV2020, research Report, February 2013.
- [30] Richard Kastelein, Wired Magazine, Reports of Social TV's Death Have Been Greatly Exaggerated, available on line: <http://www.wired.com/insights/2013/05/reports-of-social-tvs-death-have-been-greatly-exaggerated/>, 17 May 2013. Last accessed : 28 June 2013.
- [31] Montpetit M., Merard M., Social Television: Enabling Technologies and Architectures, Proceedings of IEEE, Vol. 100, May 13th, 2012.
- [32] FaceBook Corporation, <http://facebook.com>
- [33] Twitter Corporation, <http://twitter.com>
- [34] Joost TV Project, <http://www.joost.com>
- [35] Boxee Project, <http://www.boxee.tv>
- [36] Current TV, <http://current.com>
- [37] Starling TV app, <http://starling.tv>
- [38] TV chatter app, <http://tvchartter.tv/>
- [39] Deloitte Touche Tohmatsu Limited, Technology Media & Telecommunications Predictions 2013, Analysis complete report, 02/2013.
- [40] Nielsen Corporation, The Cross-Platform Report, March 2012, available on line: <http://www.nielsen.com/content/dem/corporate/us/en/reports-downloads/2012-Reports/Nielsen-Cross-Platform-Report-Q2-2012-final.pdf>. Last accessed 28 June 2013.
- [41] Federico Casalegno, Marco Susani, Alberto Frigo, Colleen Kaman, and Nicholas Wallen, “ Understanding Television as a Social Experience”, Research project MIT Mobile Experience Lab NextTV project, <http://mobile.mit.edu/research/next-tv/next-tv.>, 2010. Last accessed : 28 June 2013.
- [42] Google Corporation, <http://google.com>
- [43] Akamai Corporation, <http://akamai.com>
- [44] MTV Corporation, <http://mtv.com>
- [45] Syzygy GmbH, GOAB Project, <http://lab.syzygy.de>
- [46] NoSQL organization, <http://nosql-database.org>
- [47] VMA Awards, <http://www.mtv.com/ontv/vma/>
- [48] NBC Corporation, <http://www.nbc.com>
- [49] Google Corporation, The New Multiscreen World, Analysis – Report, August 2012.
- [50] Pinterest Corporation, <http://pinterest.com>
- [51] Cisco Systems Inc, Managing Delay in IP video Networks; 2005, White Paper
- [52] Cisco Systems Inc, Wireline video/IPTV solution design and implementation guide, 2006a
- [53] Cisco Systems Inc., Web site: <http://www.cisco.com>, Congestion Management Overview; 2006b.
- [54] Cisco Systems Inc., IP next-generation network requirements for scalable and reliable broadcast IPTV services: 2006c, White paper.

- [55] Altgeld J., Zeeman J., "Whitepaper IPTV/VoD: The IPTV/VoD Challenge – Upcoming Business Models", IBM Paper for the International Engineering Consortium (IEC), 2005, p 3-16.
- [56] Sandvine: Global Internet Phenomena Report, Fall 2011.
<http://www.sandvine.com/downloads/documents/10-26-2011phenomena/Sandvine%20Global%20Internet%20Phenomena%20Report%20-%20Fall%202011.PDF>,
- [57] Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2011-2016.
http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/whitepaper_c11481360.pdf,
- [58] IHS Electronics & Media Research, OTT Providers Must Address Delivery Network Access to Remain Competitive, <http://www.isuppli.com/MediaResearch/News/Pages/OTT-Providers-Must-Address-Delivery-Network-Access-to-Remain-Competitive.aspx>, Press Release, 18th September 2012.
- [59] Announcing the Netflix Open Connect Network
[.http://blog.netflix.com/2012/06/announcing-netflix-open-connectnetwork.html](http://blog.netflix.com/2012/06/announcing-netflix-open-connectnetwork.html)
- [60] Business Insider, The Future of Digital, 27/11/12, available online:
<http://www.businessinsider.com/>.
- [61] Paul Ganley, "Copyright and IPTV", Science Direct, Elsevier, Computer Law & Security Report, 2007, 248-261
- [62] Paul Nihoul, Peter Rodford, "EU Electronic Communication Law" - Competition and Regulation in the European Telecommunications Market, Oxford University Press, 1st edition, 2004.
- [63] Nikos Nikolinakos, "EU Competition Law and Regulation in the Converging Telecommunications, Media and IT Sectors", Kluwer Law International, 2006.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 . ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ - ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΗΣ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ

Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV), όπως λειτουργεί στην «εμπορική» της μορφή. Αναφερόμαστε για την «κλασσική» ή «εμπορική» ή «γραμμική» διαδικτυακή τηλεόραση όροι που κατά καιρούς έχουν προταθεί στην βιβλιογραφία και όπως συνηθίζονται να χρησιμοποιούνται σήμερα σε αντίστοιχες μελέτες και εργασίες.

Δηλαδή την IPTV 1.0, όπως την ορίσαμε στο Κεφάλαιο 1.

2.1 Η Διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV) σήμερα

Στα πλαίσια της ιστορίας της τηλεόρασης, η διαδικτυακή τηλεόραση συμπεριλαμβάνει όλα τα εξελικτικά στάδια της τηλεόρασης που προηγήθηκαν. Αν και η IPTV, χρησιμοποιεί διαφορετική τεχνολογία παράδοσης από την εναέρια, καλωδιακή ή δορυφορική ευρυεκπομπή, δεν είναι ένα επαναστατικό τεχνολογικό βήμα αλλά προσφέρει δοκιμασμένες και πετυχημένες υπηρεσίες προς τους χρήστες. Η IPTV μπορεί να θεωρηθεί ως ισοδύναμο καλωδιακής ή δορυφορικής τηλεόρασης η οποία παραδίδεται μέσω IP, προσφέροντας στους συνδρομητές της μετάδοση ευρυεκπομπής και κατ' απαίτηση, χρησιμοποιώντας ψηφιακούς εγγραφείς περιεχομένου και οικιακά δίκτυα, μέσω ψηφιακών συνδρομητικών γραμμών (DSL) ή οπτικών δικτύων. Η IPTV ανταγωνίζεται επιθετικά στην τηλεοπτική αγορά επεκτείνοντας το οικοσύστημα τηλεόρασης προσθέτοντας νέους παίκτες στην αλυσίδα αξίας μετάδοσης βίντεο.

Η διαδικτυακή τηλεόραση IPTV είναι η μετάδοση τηλεοπτικού σήματος μέσω ευρυζωνικής σύνδεσης που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο επικοινωνίας IP [1]. Διακρίνεται από την ευρύτερη κατηγορία Internet Television καθώς χρησιμοποιεί ένα «κλειστό» δίκτυο και όχι το δημόσιο Internet [1][2][3]. Οι Υπηρεσίες διαδικτυακής τηλεόρασης παρέχονται πάνω σε μια DSL

πρόσβαση, ή πάνω από συνδέσεις οπτικών ινών, ή από ασύρματη ζεύξη (WiMAX).

Οι υπηρεσίες διαδικτυακής τηλεόρασης παρέχονται από τηλεπικοινωνιακούς παρόχους ή άλλες εταιρείες παροχής προστιθέμενων υπηρεσιών στο διαδίκτυο (value added services providers), συνήθως σε συνδυασμό με ευρυζωνική σύνδεση και σε αρκετές περιπτώσεις με υπηρεσίες τηλεφωνίας με την χρήση του πρωτοκόλλου IP.

Η παροχή υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης συμπεριλαμβάνει την παροχή:

- ψηφιακού τηλεοπτικού περιεχομένου
- καινοτόμων υπηρεσιών τηλεόρασης (τηλεοπτικό πρόγραμμα με χρονική ολίσθηση (time shifted TV), γονικό έλεγχο προγράμματος (parental control), πληρωμή με την θέαση (pay-per-view), προσωπικό καταγραφέα βίντεο (personal video recording) κ.α.)
- Βίντεο κατ'απαίτηση (Video on demand) με δυνατότητες ίδιες με αυτές που προσφέρει μία συσκευή αναπαραγωγής/εγγραφής DVD (Γρήγορη κίνηση (fast forward), επανεκκίνηση, παύση, κ.α.)
- άλλων υπηρεσιών ψυχαγωγίας / περιεχομένου (μουσική, παιχνίδια, πρόσβαση στο διαδίκτυο)

Κάνοντας χρήση των δυνατοτήτων που προσφέρει το πρωτόκολλο IP, μπορούν και προσφέρονται μια σειρά από λειτουργίες προστιθέμενης αξίας, όπως δυνατότητες εξατομίκευσης, ποικιλία περιεχομένου και ευκολία πρόσβασης σε αυτό, καθιστώντας έτσι την παροχή υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης μια αναβαθμισμένη και ολοκληρωμένη εμπειρία ψυχαγωγίας, που παρέχεται στον τελικό χρήστη μέσω της τερματικής συσκευής (Set Top Box - STB) στην συσκευή της τηλεόρασης. Παράλληλα η χρήση του πρωτοκόλλου IP, παρέχει την δυνατότητα για παροχή διαδραστικών υπηρεσιών με υπηρεσίες όπως διαμοιρασμός περιεχομένου (sharing), μηνύματα βίντεο (video messaging), συνομιλίες (chatting), κ.α. ολοκληρώνοντας τις υπηρεσίες ψυχαγωγίας και όχι μόνο, που μπορεί να απολαύσει ο τελικός χρήστης.

Θα μπορούσαμε να πούμε σε γενικές γραμμές ότι η παροχή υπηρεσιών διαδραστικής τηλεόρασης ανήκει στην ευρύτερη κατηγορία τηλεοπτικής

ψυχαγωγίας στο χώρο της οικιακής ψυχαγωγίας (home entertainment) κατά βάση αλλά και σε άλλους δημόσιους ή ιδιωτικούς χώρους εκτός του κινηματογράφου, όπως café, αεροδρόμια, εμπορικά κέντρα κ.α.

2.1.2. Ανταγωνιστικοί Πάροχοι Υπηρεσιών.

Η IPTV τάραξε το τηλεοπτικό τοπίο επιτρέποντας στις Εταιρείες Παροχής Τηλεπικοινωνιακών Υπηρεσιών (Telcos) να εισέλθουν στην επικερδή τηλεοπτική αγορά. Αυτό δημιούργησε ανταγωνιστικούς παρόχους προσφοράς υπηρεσιών «τηλεόρασης» (TV operators) στις περισσότερες αγορές, με αποτέλεσμα να δεχθούν πίεση οι πάροχοι να προσφέρουν εμπλουτισμένο περιεχόμενο, με προηγμένες υπηρεσίες και δυνατότητες οι οποίες είχαν σκοπό να εδραιώσουν την παραμονή των συνδρομητών στα δίκτυα τους. [1][2][5].

Παράλληλα, η αλματώδης εξέλιξη των τεχνολογιών διαδικτύου την τελευταία δεκαετία έχει αλλάξει πλήρως το επιχειρηματικό σκηνικό σε παγκόσμιο επίπεδο. Πριν μερικά χρόνια υπήρχε ένας σαφής διαχωρισμός μεταξύ της μετάδοσης πολυμεσικού περιεχομένου (broadcast) που αφορούσε την κλασσική μετάδοση καθολικού τηλεοπτικού σήματος και της μετάδοσης περιεχομένου μέσω ευρυζωνικών υποδομών (broadband). Τα τελευταία χρόνια ο κόσμος του broadband και ο κόσμος του broadcast ανταγωνίζονται ο ένας τον άλλο προσπαθώντας να βρουν τον ρόλο τους στην νέα τάξη πραγμάτων. Τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι άρχισαν να μπαίνουν δυναμικά στον χώρο της παροχής τηλεοπτικού σήματος έχοντας σαν όπλο τους την εξέλιξη του διαδικτύου και δημιουργώντας το δικό τους περιεχόμενο (ή νοικιάζοντας περιεχόμενο)[1][6][7]. Από την άλλη πλευρά, τα δίκτυα τηλεοπτικών παραγωγών και οι εταιρείες Ραδιοφωνίας και τηλεόρασης βρέθηκαν μπροστά στο δίλημμά ή να μετατραπούν καθαρά σε παροχείς περιεχομένου (content providers[3][4]) ή να ακολουθήσουν τις εξελίξεις υλοποιώντας και προσφέροντας υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας στους πελάτες τους με όπλο την νέα τεχνολογία. Παράλληλα η σύγκλιση δικτύων και συσκευών εντείνει το όλο σκηνικό αντιπαράθεσης και η πρώτη μάχη δίνεται στην παροχή υπηρεσιών οικιακής ψυχαγωγίας [1][10].

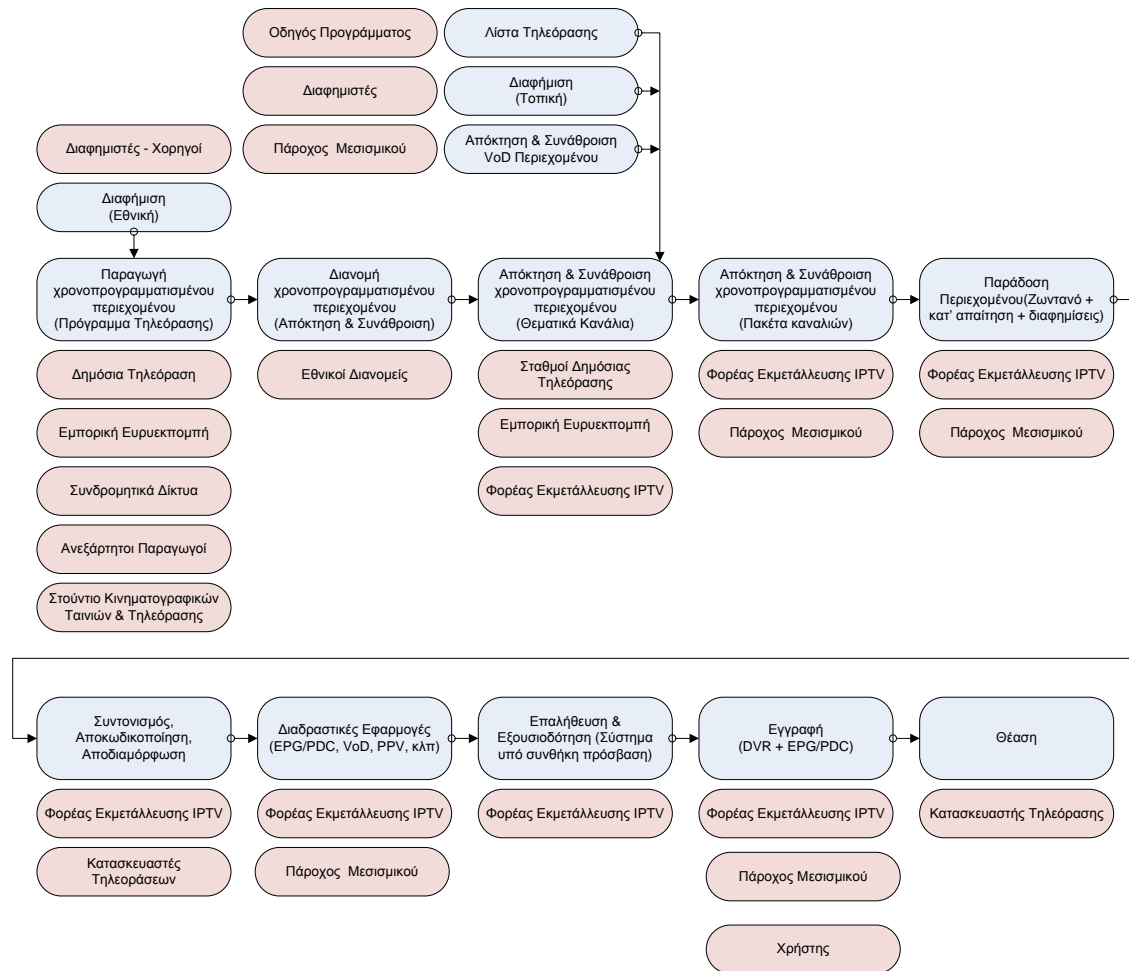
2.1.3. Αλυσίδα Αξίας.

Η IPTV δημιούργησε ακόμα έναν νεοεισερχόμενο στην αλυσίδα αξίας της τηλεόρασης, τον πάροχο μερισμικού [2][5]. Στην παραδοσιακή τηλεόραση, η τερματική συσκευή, τα τυποποιημένα προγράμματα (firmware) και η διαχείριση περιεχομένου ήταν όλα υπό τον έλεγχο μιας ενιαίας οντότητας. Η διαδικτυακή τηλεόραση, έχει δείξει ότι το λογισμικό της τερματικής συσκευής και της σχετικής υποστήριξης καθώς και των εξυπηρετητών βίντεο μπορούν να παρέχονται από διαφορετικό προμηθευτή από αυτόν που παρέχει τις τερματικές συσκευές χρήστη. Όσον αφορά την αλυσίδα αξίας, τα σημεία ελέγχου της διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV) υπάρχουν σε σαφώς καθορισμένα σημεία συγκέντρωσης και διανομής, τα οποία μπορούν να παρέχονται από μία ποικιλία εναλλακτικών συνεργατών οικοσυστήματος. Το σχήμα 2-1 δείχνει μία λογική ροή εργασιών για την παράδοση του περιεχομένου της διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV). Όπως φαίνεται στο σχήμα 2-1, αυτό διασχίζει πολλαπλές λειτουργίες του μερισμικού και σημείων ελέγχου, καθένα από τα οποία προσθέτει στο οικοσύστημα και την αλυσίδα αξίας της υπηρεσίας που προσφέρει η διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV services creation).

2.1.4. Τυποποίηση Διαδικτυακού Βίντεο.

Κατά τα προηγούμενα πέντε χρόνια, η τεχνολογία της διαδικτυακής τηλεόρασης έχει εμπλακεί σε όλα τα επίπεδα παροχής υπηρεσιών λόγω του ότι οι πάροχοι τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, σε παγκόσμιο επίπεδο προσφέρουν υπηρεσίες τριπλής υπηρεσίας (triple play), ήτοι Δεδομένα, Φωνή, Βίντεο. Σε μερικές περιπτώσεις προσφέρονται και υπηρεσίες τετραπλής υπηρεσίας (quad play) που συμπεριλαμβάνουν και τις υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας, με την έννοια της «ολοκληρωμένης» παροχής σε επίπεδο ενιαίου κυρίως λογαριασμού. Η ραγδαία ανάπτυξη δικτύων και υποδομών που έχουν την δυνατότητα υποστήριξης τέτοιου είδους υπηρεσιών οδήγησε γρήγορα όλες τις επιμέρους τεχνολογίες με αποτέλεσμα την αντίστοιχα ραγδαία ανάπτυξη υποδομών[8][9].

Κεφ. 2 Διαδικτυακή τηλεόραση-Ολοκληρωμένο περιβάλλον πρόσβασης και παροχής πολυμέσων



Σχήμα 2-1: Προηγμένη Αλυσίδα αξίας Διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV value chain)

Πιο συγκεκριμένα σε πολλούς τομείς υπήρξαν ραγδαίες εξελίξεις όπως[6]:

- Δίκτυα δεδομένων υψηλής ταχύτητας
- Επεξεργασίας σήματος και κωδικοποίησης βίντεο (MPEG 4 AVC σε σύγκριση με το MPEG 2.
- Ψηφιοποίηση της τηλεόρασης.
- Χαμηλό κόστος του εξοπλισμού και εξέλιξη του εξοπλισμού του τελικού χρήστη.
- Τεχνολογική εξέλιξη για την κινητή τηλεόραση (mobile TV).
- Εξελίξεις στο επίπεδο των πολυμεσικών εφαρμογών για την διαδικτυακή τηλεόραση, με βάση τις τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις

όπως η κλιμακωτή κωδικοποίηση (SVC, MDC) κ.α., οι οποίες έχουν άμεσο αποτέλεσμα την εξέλιξη των προσφερόμενων υπηρεσιών.

Η αγορά της παροχής ψηφιακού περιεχομένου και πολυμεσικών εφαρμογών επίσης έχει δραματικά αλλάξει. Οι παραδοσιακοί πάροχοι τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, προσπαθούν να παρέχουν υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας στον τομέα του βίντεο και των πολυμεσικών εφαρμογών, έχοντας να ανταγωνιστούν τον παλιό εαυτό τους και τους νεοεισερχόμενους στην αγορά, οι οποίοι επίσης προσφέρουν μια ποικιλία υπηρεσιών. Από την άλλη πλευρά πάροχοι περιεχομένου, οι οποίοι ήταν στο καθαρό τηλεοπτικό πεδίο αρχίζουν να μεταμορφώνονται σε παροχείς ολοκληρωμένων λύσεων στο επίπεδο των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας.

Η τυποποίηση της IPTV [10-11] έχει επίσης επεκτείνει το οικοσύστημα παρόχου εξοπλισμού ώστε να περιλαμβάνει κατασκευαστές δρομολογητών και εξοπλισμού δεδομένων, παρόχους λογισμικού από μεγάλες εμπορικές αγορές και εξειδικευμένους παρόχους μεσισμικού διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV mediation providers). Αυτό σημαίνει ότι οι πάροχοι υπηρεσιών μπορούν να επεκτείνουν τα δίκτυα τους σε οποιασδήποτε μορφής διαδικτυακού βίντεο (IP δίκτυο). Η πρόσβαση μπορεί αποκτηθεί από οποιαδήποτε συμβατή τυποποίηση περιεχομένου, από οπουδήποτε στο διαδίκτυο, με τις κατάλληλες επιχειρηματικές συμφωνίες.

2.1.5. Τυποποίηση IPTV.

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για την προτυποποίηση της διαδικτυακής τηλεόρασης. Η πιο γνωστή προσπάθεια είναι του Digital Video Broadcasting (DVB) και του Open Forum (OPF)[6].

Με την ραγδαία ανάπτυξη της διαδικτυακής τηλεόρασης και λόγω της γρήγορης εξάπλωσης των συστημάτων IPTV σε παγκόσμιο επίπεδο, υπήρξε και η ανάλογη κινητικότητα για την τυποποίηση επιμέρους συστατικών που αποτελούν ένα σύστημα διαδικτυακής τηλεόρασης. Υπήρξε λοιπόν και συνεχίζει να υφίσταται μια έντονη δραστηριότητα στους Οργανισμούς Ανάπτυξης Τυποποιήσεων και στα βιομηχανικά forums, ωθούμενη από την ανάπτυξη και την εξάπλωση της IPTV. Το αποτέλεσμα είναι η τυποποίηση αρχιτεκτονικών αλλά και των συστατικών του συστήματος IPTV σε διάφορες

πτυχές της αλυσίδας διανομής από την απόκτηση, κωδικοποίηση και παράδοση. Η αρχική τυποποίηση της IPTV έγινε από τον οργανισμό DVB [10], ο οποίος είχε συμπεριλάβει τις προδιαγραφές για Υποδομή Πρωτοκόλλου Διαδικτύου DVB (DVB-IPI), οι επανομαζόμενες τώρα Διαδικτυακό Πρωτόκολλο IP τηλεόρασης DVB (DVB-IPTV)[10][11]. Το DVB-IPTV ορίζει μια ολοκληρωμένη «λύση» IPTV η οποία χρησιμοποιεί γνωστά Πρωτόκολλα του Internet Engineering Task Force (IETF[6]) και τις ιδέες της ψηφιακής τηλεόρασης.

Οι προδιαγραφές αυτές ορίζουν:

- Την μετάδοση της Ροής μεταφοράς MPEG (MPEG-2 TS)[2] που ενθυλακώνεται στο πακέτα UDP, με προαιρετικό το Πρωτόκολλο RTP[2].
- Την χρήση του RTSP, για τον έλεγχο του κατ' επιλογή περιεχομένου με χρήση τεχνασμάτων αναπαραγωγής.
- Και την ανακάλυψη περιεχομένου που βασίζεται σε υλοποιήσεις της Open-TV[13].

Επίσης «βοηθητικές» υπηρεσίες όπως οι Ηλεκτρονικό οδηγό προγραμμάτων, καθώς και η προστασία περιεχομένου έχουν τυποποιηθεί [10][11][12][13]. Επίσης το Open IPTV forum[13], εργάζεται στο καθορισμό της αρχιτεκτονικής μεσισμικού. Το Broadband Forum (πρώην DSL forum)[2] έχει αντιμετωπίσει τα ζητήματα μετάδοσης της IPTV και εξασφάλισης της παράδοσης στο τελευταίο μίλι (last mile). Με την τηλεόραση να γίνεται κινητή, το 3rd Generation Partnership Project (3GPP) [6], εξετάζει τις πτυχές της κινητότητας που επιτρέπουν στην τηλεόραση και τις υπηρεσίες IPTV, όπως πολυεκπομπή, διαχείριση πολιτικής και σύγκλιση κινητής-σταθερής. Άλλες τυποποιήσεις για τα Πρωτόκολλα IPTV και την παράδοση δικτύου περιλαμβάνουν αυτές από το IETF, World Wide Web Consortium (W3C), Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών Τομέας Τυποποίησης (ITU-T), Ινστιτούτο Ευρωπαϊκών Τηλεπικοινωνιών και Τυποποίησης (ETSI), Τηλεπικοινωνίες & Σύγκλιση Υπηρεσιών Διαδικτύου & Πρωτόκολλο Προχωρημένων (TISPAN) και το Forum Συμμαχίας Τηλεπικοινωνιακών Βιομηχανιών και Λύσεων Διαλειτουργικότητας IPTV (ATIS IIF)[10][11][12][13].

2.1.6. Διαδικτυακή Τηλεόραση (IPTV) και Βίντεο από παρόχους προστιθεμένων υπηρεσιών (OTT βίντεο)

Από τις σημαντικότερες εξελίξεις των τελευταίων ετών υπήρξε η έκρηξη στην παράδοση του διαδικτυακού βίντεο από παρόχους υπηρεσιών προστιθεμένης αξίας (OTT providers).

Η εμπορική ανάπτυξη της διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV), έχει προωθήσει την υιοθέτηση των τυποποιημένων λύσεων για την παράδοση βίντεο που ωφελούν το OTT βίντεο στο Διαδίκτυο[5]. Οι λύσεις που προτείνονται από την εμπορική IPTV περιλαμβάνουν: την ευρεία υιοθέτηση της κωδικοποίησης βίντεο MPEG-4, την ψηφιακή διαχείριση περιεχομένου (DRM) για την προστασία του περιεχομένου, και πιο αξιόπιστα δίκτυα για το βίντεο με την χρήση ποιότητας υπηρεσίας (QoS), μεταξύ όλων των άλλων. Στο πλαίσιο της εξέλιξης IPTV[5], τώρα υπάρχει ανταγωνισμός από νεοεισερχόμενους παρόχους. Κάθε εβδομάδα όλο και περισσότερο περιεχόμενο διακινείται στους ιστοτόπους, διαμορφώνοντας ένα πλαίσιο αναγκών που περιλαμβάνει:

- Το OTT βίντεο (που περιλαμβάνει περιεχόμενο που παράγεται από το χρήστη στο YouTube με την εμπορική προγραμματισμού και ταινίες από το Amazon, κ.α.)
- Τη κινητή τηλεόραση
- Τη Τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης (social TV) και την άνοδο του «εικονικού παρόχου» (virtual provider), και
- Την ιδιαίτερα αυξανόμενη ζήτηση για περιεχόμενο.

Οι πάροχοι τηλεόρασης αλλά και οι πάροχοι προστιθεμένων υπηρεσιών ανταποκρίνονται προσφέροντας τις δικές τους OTT δικτυακές πύλες, ικανοποιώντας παράλληλα την αρχή της μετάδοσης πολυμεσικού περιεχομένου οπουδήποτε, οποτεδήποτε σε οποιαδήποτε συσκευή. Παράλληλα, εξειδικευμένοι πάροχοι υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας (OTT providers)[4][5], όπως Netflix (ΗΠΑ, Ηνωμένο βασίλειο, Καναδά, Ιρλανδία), UStream (Ιαπωνία), Time Warner (ΗΠΑ, Καναδά), Hulu (ΗΠΑ, Καναδά, Ιαπωνία), Google με το YouTube (παγκόσμια κάλυψη), France Telecom με την υπηρεσία Daily Motion (παγκόσμια κάλυψη), η Apple με το iTunes (παγκόσμια κάλυψη), κ.α., μπορούν και διανέμουν το περιεχόμενο τους με

αποτέλεσμα ο τελικός καταναλωτής να έχει όλες τις επιλογές για την μορφή υπηρεσίας που θέλει να λαμβάνει[15][16].

Η πραγματικότητα πλέον είναι ότι ένα κοινό σύνολο πρωτοκόλλων μοιράζονται κοινούς μηχανισμούς μεταφοράς μέσα στο οικοσύστημα του internet αλλά και σε συνδυασμό με το οικοσύστημα του ιστού (web ecosystem). Αυτό αποτελεί από μόνο του την μεγάλη πρόκληση για την διαδικτυακή τηλεόραση και οδηγεί στην τηλεόραση του μέλλοντος κάνοντας πράξη την αρχή: τηλεόραση οπουδήποτε, οποτεδήποτε σε οποιαδήποτε συσκευή [1][15][16][17]. Καταλαβαίνουμε την δυναμική της διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV), να αναπτύξει προστιθέμενες δυνατότητες ενσωματωμένες με νέες εφαρμογές, όπως η ενσωμάτωση στις οθόνες με εκτελέσιμα για φόρτωση εφαρμογών γραφικών στοιχείων (widget) που θα παρέχουν διάφορες επιθυμητές πληροφορίες και η ενσωμάτωση του περιεχομένου με τα κοινωνικά δίκτυα. Παραδείγματα[4], περιλαμβάνουν τις καταχωρήσεις τηλεόρασης στα έξυπνα τηλέφωνα, τη ενσωμάτωση του Facebook και του MySpace, καθώς και την αναγνώριση κλήσης στην τηλεόραση.

Τέλος, το όριο μεταξύ της «παραδοσιακής διαδικτυακής τηλεόρασης(IPTV)» και των νέων υπηρεσιών ροής με βάση την συνδρομή γίνεται ολοένα και πιο θολό, καθώς η διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV) αναγκάζεται να εξελιχθεί σε ένα μοντέλο υπηρεσίας οποτεδήποτε, οπουδήποτε, σε οποιοδήποτε συσκευή[1][17].

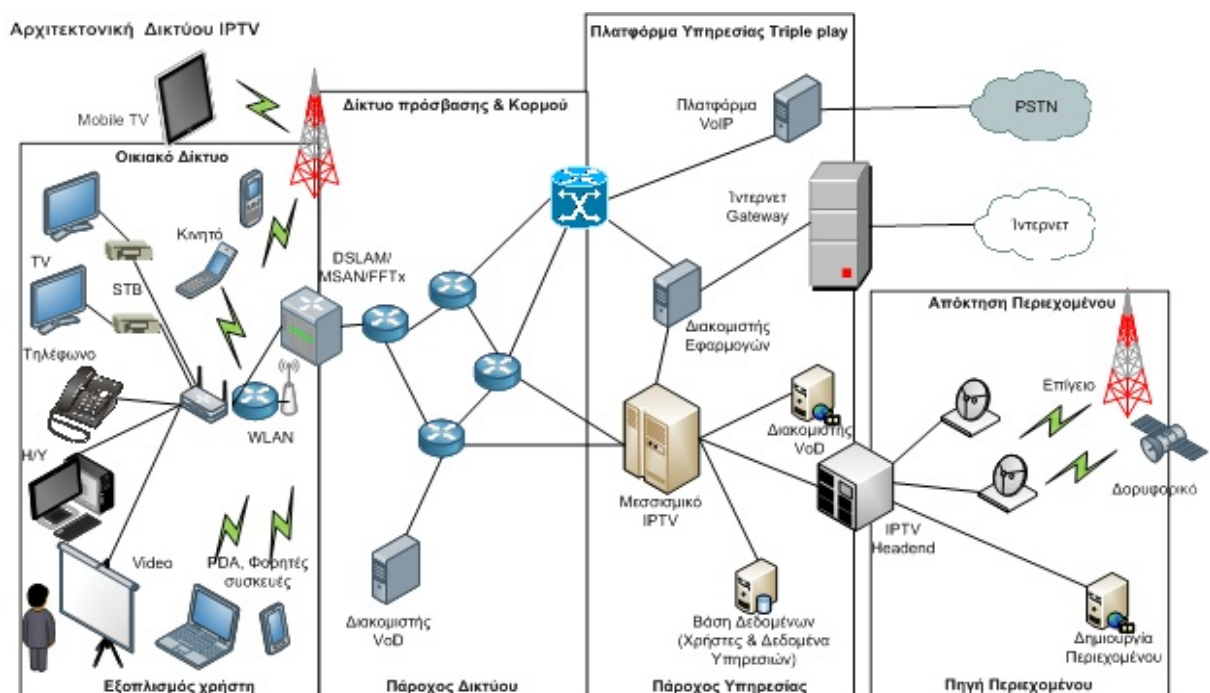
Σε αυτό συνεισφέρει και το διαδίκτυο, καθώς και η ραγδαία ανάπτυξη των εφαρμογών κοινωνικής δικτύωσης που οδηγούν πλέον το μοντέλο μετάδοσης σε άλλο πλαίσιο λειτουργίας. Το πλαίσιο αυτό ονομάζεται Τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης (social TV) και ενσωματώνει όλη την εξέλιξη του οικοσυστήματος της διαδικτυακής τηλεόρασης από το IPTV 1.0 στο IPTV 2.0 [18].

2.2. Απεικόνιση αρχιτεκτονικής οικοσυστήματος IPTV.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, στόχος μίας πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης είναι η παροχή τηλεοπτικού περιεχομένου και άλλων υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας διαμέσου της υποδομής που

υφίσταται για τον τελικό χρήστη (access network)[1][2]. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων είναι η υποδομή δικτύου χαλκού ή οπτική ίνα. Η λειτουργία των υπηρεσιών αυτών επικεντρώνεται στην προώθηση βίντεο καθώς και μίας σειράς διαφορετικών τύπων περιεχομένου προς το συνδρομητή. Οι αρχιτεκτονικές των πλατφορμών διαδικτυακής τηλεόρασης έχει άμεση σχέση με τα ειδικά χαρακτηριστικά των υπηρεσιών που προσφέρονται τους καταναλωτές. Στις περισσότερες περιπτώσεις ανάπτυξης δικτύων και υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης από παρόχους παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας και όχι μόνο, τα δίκτυα παρέχουν υπηρεσίες τριπλής υπηρεσίας - triple play, δηλαδή φωνή, δεδομένα, πολυμεσικό περιεχόμενο.

Μια τυπική διάταξη αρχιτεκτονικής «πλατφόρμας» τριπλής υπηρεσίας - triple play, που παρέχει και υπηρεσίες διαδικτυακής τηλεόρασης απεικονίζεται με λεπτομέρεια στο σχήμα 2-2, που ακολουθεί.



Σχήμα 2-2: Αναλυτική απεικόνιση αρχιτεκτονικής δικτύου triple play που παρέχει και υπηρεσίες IPTV.

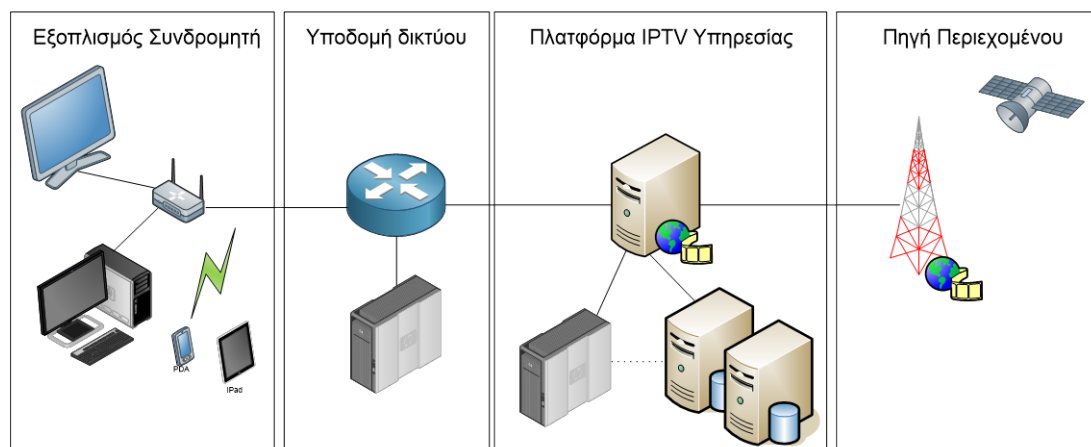
Πολλοί παράγοντες είναι υπεύθυνοι για την παράδοση του περιεχομένου από τους παραγωγούς όπως τα τηλεοπτικά στούντιο, τους τηλεοπτικούς

σταθμούς αλλά και από άλλους χρήστες, στους τελικούς χρήστες της διαδικτυακής τηλεόρασης.

2.3. Δομικά στοιχεία πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV).

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστεί μία «τυπική» αρχιτεκτονική των διαφόρων επιμέρους περιοχών (domains) που αναφέρεται στην διαδικτυακή τηλεόραση, η οποία μας δίνει ένα ξεκάθαρο πλαίσιο για την περιγραφή των τεχνικών δυνατοτήτων της και την επεκτασιμότητα της [3][4].

Τα βασικά συστατικά μιας πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης παρουσιάζονται στο Σχήμα 2-3.



Σχήμα 2-3: Βασικά συστατικά πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης.

Όπως μπορούμε να διακρίνουμε και από το σχήμα 2-3, η από άκρη σε άκρη αλυσίδα για την μετάδοση του περιεχομένου της διαδικτυακής τηλεόρασης στους τελικούς χρήστες περιλαμβάνει τέσσερις περιοχές οι οποίες είναι απαραίτητες για την διάθεση των υπηρεσιών της διαδικτυακής τηλεόρασης.

Αυτές οι περιοχές είναι:

- Παροχής περιεχομένου (content provider)
- Παροχής Υπηρεσίας (Service Provider)
- Παροχή δικτύου (network provider)

- Τελικού χρήστη – Καταναλωτή (end user)

Στις τέσσερις αυτές βασικές περιοχές, μπορούμε να ορίσουμε υποπεριοχές, για μία πιο λεπτομερή κατανόηση των λειτουργιών της πλατφόρμας παροχής διαδικτυακών εφαρμογών [3][4].

Πιο συγκεκριμένα ορίζουμε τα παρακάτω:

- **Περιοχή Ανάκτησης “Acquisition domain”:** είναι τα σημεία εκείνα στα οποία το περιεχόμενο του video αποκτάται από την πηγή του και μεταβιβάζεται στο σύστημα κεντρικής επεξεργασίας “Head-End”. Η περιοχή αυτή μπορεί επίσης να αναφέρεται σαν πεδίο λήψης ή υποδοχής (Ingest ή Reception). Το πεδίο απόκτησης ξεκινά εκεί που το πεδίο παροχής περιεχομένου τελειώνει και ξεκινά το πεδίο παροχής υπηρεσίας.
- **Περιοχή Επεξεργασίας Περιεχομένου “Content Processing domain”:** αποτελείται από τα συστήματα που επεξεργάζονται το ανακτώμενο περιεχόμενο και το προετοιμάζουν για απ’ ευθείας διανομή ή σε ορισμένες περιπτώσεις για αποθήκευση. Τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι αποκωδικοποιητές “Integrated Receiver Decoders - IRDs, Integrated Receiver Transcoders – IRTs”, μετατροπείς video, κωδικοποιητές και συστήματα κρυπτογράφησης του περιεχομένου.
- **Περιοχή Ελέγχου “Control domain”:** αποτελείται από τα πληροφοριακά συστήματα (βασισμένα κυρίως σε βάσεις δεδομένων) που καθορίζουν τη συνολική διεπαφή με το χρήστη, διαχειρίζονται και πακετάρουν το IPTV περιεχόμενο, διαχειρίζονται τους συνδρομητές και τις συναλλαγές τους και επικοινωνούν με εξωτερικά συστήματα λειτουργίας και υποστήριξης. Τέτοια συστήματα είναι η ενδιάμεση υποδομή ή εξοπλισμός μεσισμικού – “middleware” για IPTV, η πολιτική διαχείρισης, συστήματα υποστήριξης λειτουργιών “Operational Support Systems – OSS”, συστήματα υποστήριξης της επιχειρηματικής πολιτικής “Business Support Systems – BSS”, συστήματα διαχείρισης δεδομένων συνδρομητών και εμπορικών πολιτικών, για προστασία περιεχομένου και πολλά άλλα. Οι πόροι για έλεγχο (testing) και μέτρησης απόδοσης (measurement) ανήκουν επίσης στο πεδίο ελέγχου.
- **Περιοχή Αποθήκευσης “Storage domain”:** αποτελείται από τα συστήματα που φυλάσσουν το περιεχόμενο που λαμβάνεται από

τοπικούς κωδικοποιητές ή από αρχεία που παραλαμβάνονται μέσω φυσικών μέσων με τη μορφή μεγάλων ψηφιακών αρχείων. Το αποθηκευμένο περιεχόμενο διανέμεται ανάλογα σε διάφορες εφαρμογές για κατ' απαίτηση περιεχόμενο (video on demand, personal video recorder). Σε αρχιτεκτονικές παροχής πολλαπλών υπηρεσιών, η περιοχή αυτή μπορεί να είναι κατανεμημένη σε πολλαπλά επίπεδα (π.χ. σε κεντρικούς, περιφερειακούς ή τοπικούς επεξεργαστές).

- **Περιοχή Διανομής “Distribution domain”:** είναι τα βασικά συστήματα διανομής περιεχομένου και τα δίκτυα επικοινωνιών τα οποία μεταφέρουν συσσωρευμένα ή διακριτά περιεχόμενο video έξω από τα πεδία επεξεργασίας περιεχομένου και αποθήκευσης, για παράδοση στα σημεία πρόσβασης δικτύου.
- **Περιοχή Πρόσβασης στο Δίκτυο “Network Edge and Access domain”:** κεντρικά και απομακρυσμένα στοιχεία δικτύου (DSLAMs, OLTs, B-RAS) που λαμβάνουν μέσω πολλαπλών καναλιών (multicast) ή μεμονωμένων (unicast) καναλιών ροές περιεχομένου και τις κατευθύνουν στα κτίρια των συγκεκριμένων συνδρομητών.
- **Περιοχή Οικίας του Πελάτη “Customer Premises domain”:** είναι το πεδίο που συμπεριλαμβάνει την επαφή του δικτύου πρόσβασης με τις ηλεκτρονικές συσκευές του πελάτη (Set-top-Boxes, PCs). Οι συσκευές αυτές αποκωδικοποιούν το εισερχόμενο περιεχόμενο, έτσι ώστε να είναι έτοιμο για παρουσίαση κατευθείαν σε κάποια οθόνη ή για την επιπλέον διανομή του σε άλλες ηλεκτρονικές συσκευές που είναι συνδεδεμένες σε ένα οικιακό τοπικό δίκτυο “Home Network”.

Επίσης είναι σημαντικό να αναφερθούν δύο ακόμα επιμέρους περιοχές οι οποίες συμπληρώνουν το οικοσύστημα της διαδικτυακής τηλεόρασης

- **Περιοχή Ανάπτυξης και Παραγωγής Περιεχομένου “Content Development & Production domain”:** είναι το αποτέλεσμα της δημιουργικής διαδικασίας που παρέχει το περιεχόμενο που παραδίδεται στο πεδίο απόκτησης.
- **Περιοχή Προβολής “Screen domain”:** είναι οι συσκευές τηλεόρασης ή άλλες οθόνες που παρουσιάζουν το περιεχόμενο του video στο χρήστη.

2.4. Απεικόνιση των Δομικών Στοιχείων μετάδοσης πολυμεσικού υλικού και υπηρεσιών σε πλατφόρμα IPTV.

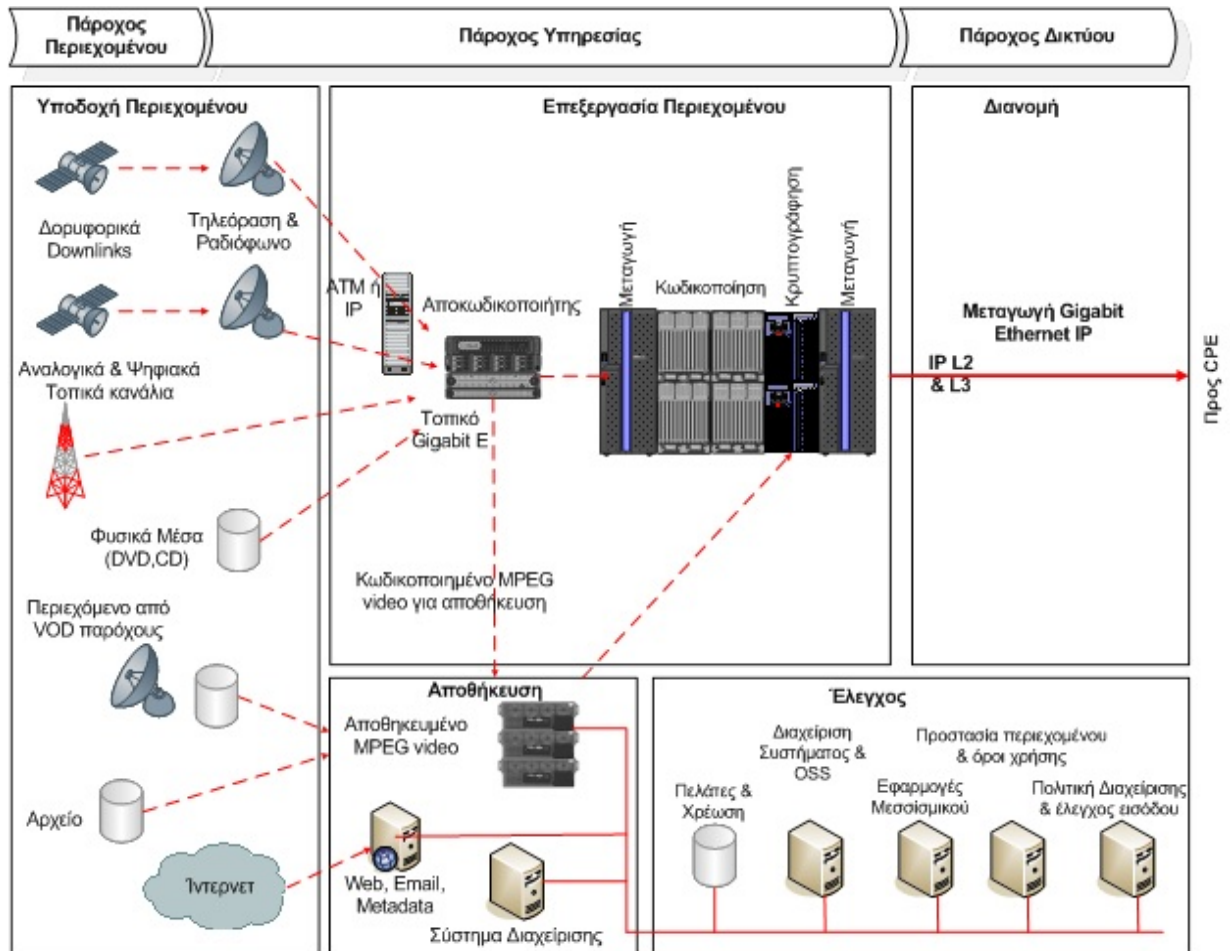
Στην ενότητα αυτή απεικονίζεται με λεπτομέρεια το δίκτυο για παροχή video κάνοντας χρήση των επτά περιοχών που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Το σχήμα 2-4 απεικονίζει τις περιοχές απόκτησης “Acquisition domain”, επεξεργασίας περιεχομένου “Content Processing domain”, αποθήκευσης “Storage domain” και ελέγχου “Control domain” και ένα μέρος της περιοχής διανομής.

Το περιεχόμενο ανακτάται από διάφορες πηγές και παραλαμβάνεται από τα συστήματα επεξεργασίας. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αυτής, το περιεχόμενο video από μερικές πηγές μπορεί να αποπολυπλεχθεί από μαζικές ροές που μεταφέρουν πολλαπλά προγράμματα, σε μια ροή για το συγκεκριμένο πρόγραμμα, να αποκρυπτογραφηθεί, να αποκωδικοποιηθεί και τελικά να μετατραπεί σε ένα κοινό τύπο περιεχομένου βίντεο “video format”, ο οποίος μπορεί να κωδικοποιηθεί και να συμπιεστεί ώστε να είναι κατάλληλος για διανομή. Το αποτέλεσμα της περιοχής επεξεργασίας περιεχομένου, πηγαίνει στην περιοχή διανομής, δηλαδή, στο δίκτυο κορμού και διανομής.

Η περιοχή ελέγχου παρέχει μια κεντρική ευκολία για τον έλεγχο της τηλεόρασης, η οποία μπορεί να μην είναι συν-εγκατεστημένη με το δίκτυο

παροχής ή τις συσκευές και το λογισμικό του τελικού χρήστη στο σπίτι. Το πεδίο αυτό όπως αναφέρθηκε, μπορεί να περιλαμβάνει συστήματα κρυπτογράφησης, προστασίας περιεχομένου, ελέγχου πρόσβασης, διαχείρισης δικτύου κλπ.

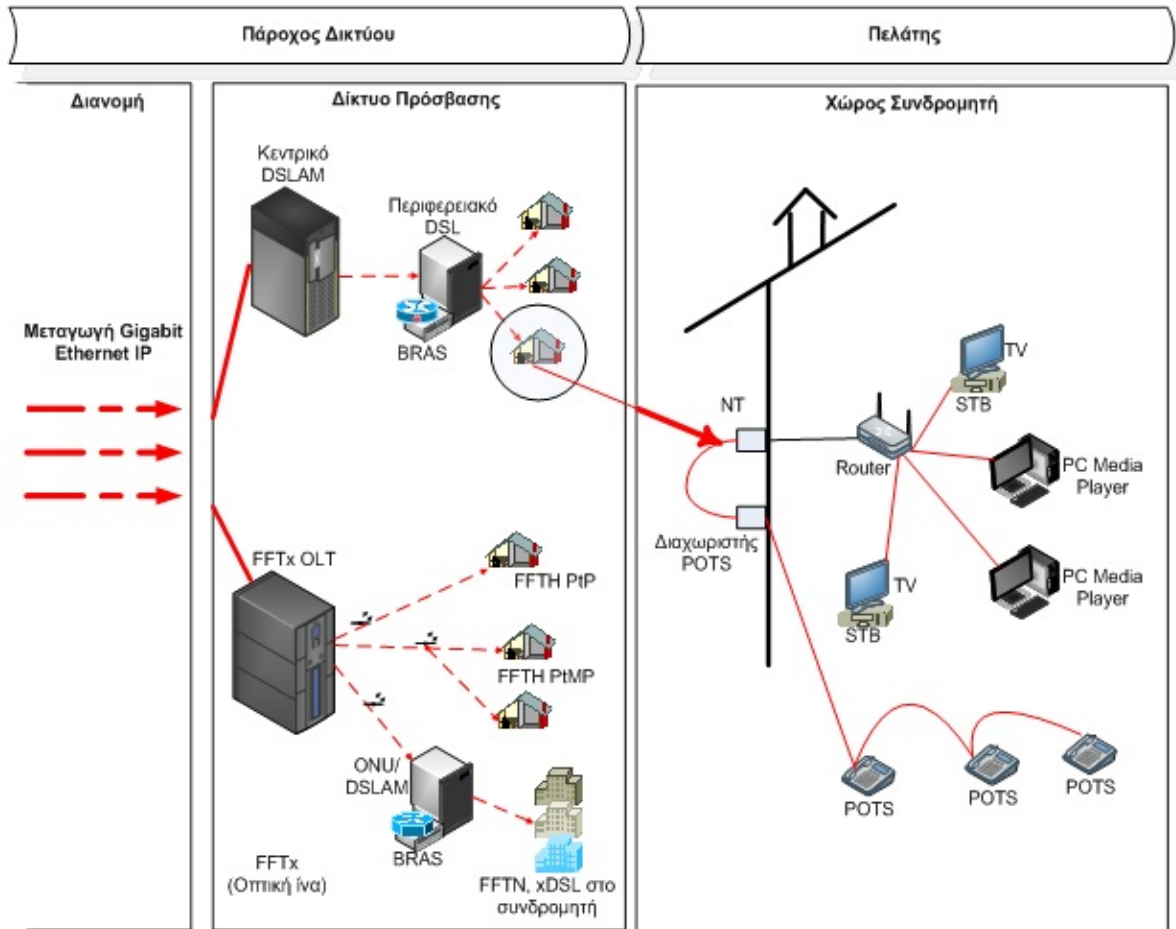
Το περιεχόμενο IPTV, παραδίδεται μέσω του δικτύου διανομής του παρόχου στο σημείο πρόσβασης του δικτύου με τις συσκευές του τελικού χρήστη. Το σχήμα 2- 5 απεικονίζει την “εξωτερική” πλευρά του δικτύου διανομής



Σχήμα 2- 4: Περιοχές απόκτησης, επεξεργασίας περιεχομένου, αποθήκευσης και ελέγχου (Domains Acquisition, Processing Storage, Control and Distribution)

“Distribution domain”, την περιοχή του δικτύου πρόσβασης “Access domain” και την περιοχή στην οικία του τελικού χρήστη “Customer Premises domain”.

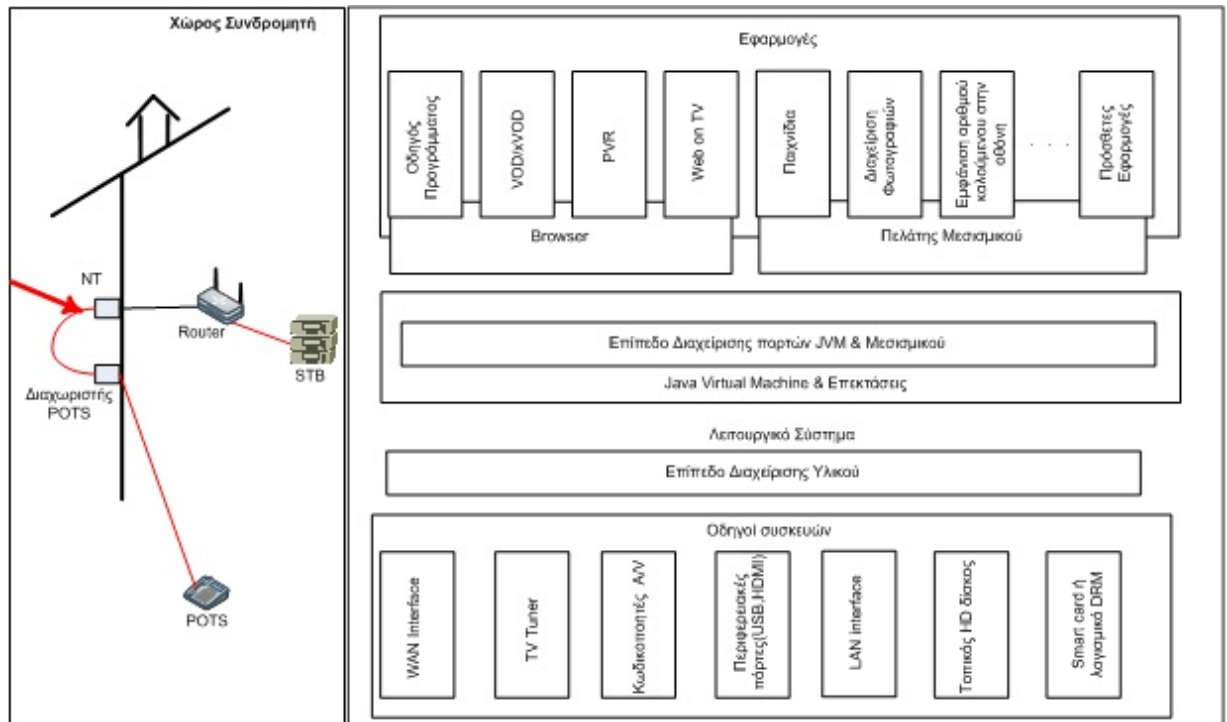
Και τα δύο σχήματα (2-4 και 2-5) αναπαριστούν μια απλουστευμένη αρχιτεκτονική του IPTV οικοσυστήματος. Για παράδειγμα, υποθέτουν ότι ο πάροχος έχει ένα μοναδικό κεντρικό σύστημα επεξεργασίας [19], που στις περισσότερες περιπτώσεις ανάπτυξης παρόχων διαδικτυακής τηλεόρασης ταυτίζεται με το κέντρο λήψης και διαβίβασης εντολών “Head-End” . Σε πολλές αρχιτεκτονικές υπάρχουν και κατακευματισμένα κέντρα διανομής βίντεο, τα οποία ονομάζονται είτε regional head ends, είτε video head office (επικεφαλής διανομής βίντεο).



Σχήμα 2-5: Domains IPTV Distribution, Network Edge & Access and Customer Premises

Το πεδίο οικίας πελάτη “Customer Premises domain” δεν περιέχει μόνο τη συσκευή τεματισμού του δικτύου του παρόχου της υπηρεσίας, το IPTV Set-top-Box (STB) και την τηλεόραση. Περιλαμβάνει επίσης τους προσωπικούς υπολογιστές και το οικιακό τοπικό δίκτυο. Το σχήμα 2-6 απεικονίζει μια τυπική αρχιτεκτονική STB.

Οι μεγάλοι πάροχοι, συμπεριλαμβανομένων πολλών του πρώτου επιπέδου (Tier 1) χτίζουν πολλαπλά κεντρικά συστήματα επεξεργασίας “Head-Ends”. Το κυρίαρχο κεντρικό σύστημα, που γενικότερα αναφέρεται σαν “Super Head-End”, μπορεί να χτιστεί για την απόκτηση προγράμματος μέσω του εθνικού δικτύου και άλλου περιεχομένου που προτίθεται να διατεθεί στο σύστημα.

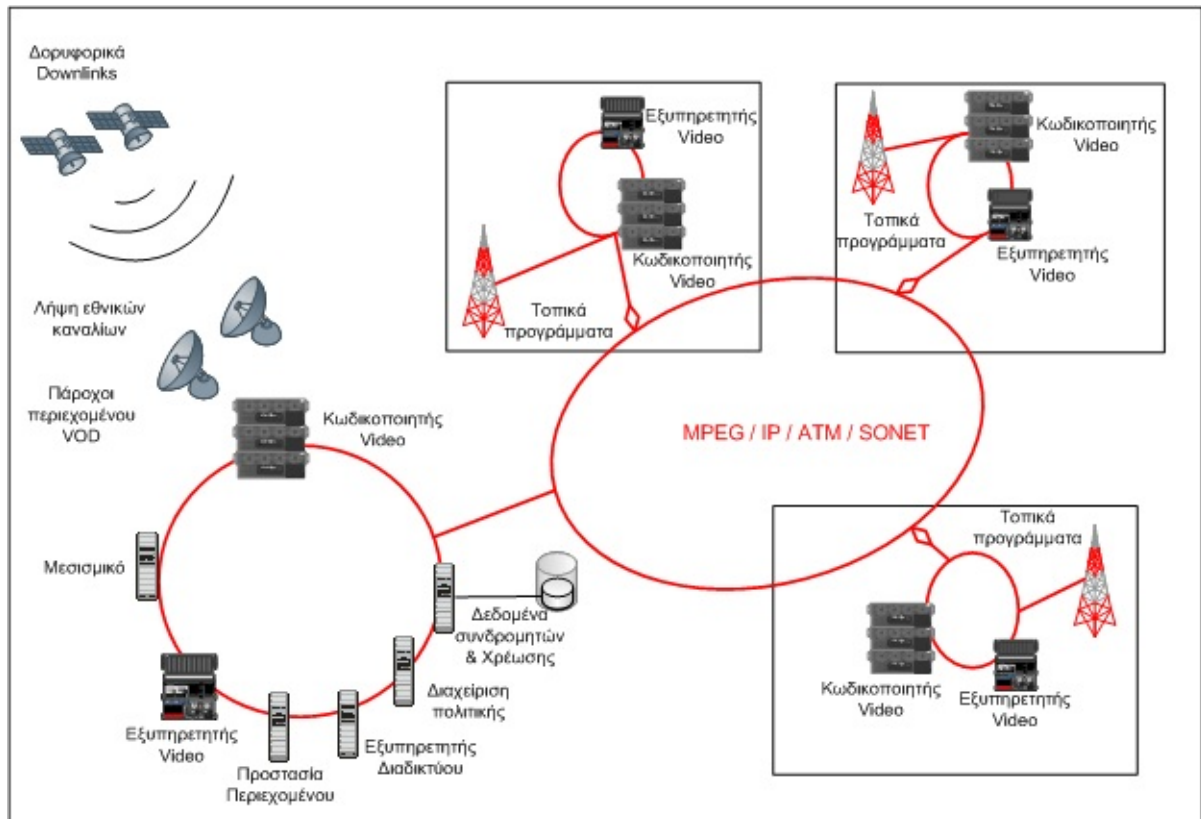


Σχήμα 2-6: Αρχιτεκτονικό διάγραμμα εξοπλισμού τελικού χρήστη (IPTV Set-top-Box Architectural Diagram)

Εκτός από το Super Head-End, υπάρχουν τα περιφερειακά κεντρικά συστήματα “Regional Head-Ends” ή τα video head offices,, που μπορούν να λειτουργούν για την απόκτηση περιφερειακών προγραμμάτων. Σε μερικές περιπτώσεις, υπάρχει και ένα επιπλέον επίπεδο για μικρές τοπικές εφαρμογές που μπορεί να λειτουργούν για τις ανάγκες π.χ. τοπικής διαφήμισης ή να απευθύνονται σε μικρές και συγκεκριμένες κατηγορίες συνδρομητών. Το σχήμα 2 -7 παρουσιάζει τη δομή ενός τυπικού Tier 1 παρόχου και των πολλαπλών επιπέδων της IPTV αρχιτεκτονικής που μπορεί να ακολουθεί.

2.5. Δομικά Συστατικά για την Παροχή Υπηρεσιών διαδικτυακής Τηλεόρασης σε πλατφόρμες IPTV.

Βασική παράμετρος για την αρχιτεκτονική μιας πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης είναι η παροχή των υπηρεσιών που θα πρέπει η πλατφόρμα να προσφέρει στους καταναλωτές.



Σχήμα 2-7: «Τυπική» δομή παρόχου Tier -1 που προσφέρει υπηρεσίες μετάδοσης πολυμεσικού περιεχομένου (Hypothetical Tier-1 Operator with National (Super) Head-End, Regional and Local Video Facilities)

2.5.1. Επιμέρους Υπηρεσίες για την Διαδικτυακή Τηλεόραση (IPTV).

Το κύριο χαρακτηριστικό της IPTV, είναι η δυνατότητα παροχής ενός συνόλου από «ετερογενείς» υπηρεσίες με δυνατότητες παροχής υπηρεσιών κατ'απαίτηση (on demand) και επίσης παροχή διαδραστικών υπηρεσιών (interactive). Η παροχή τέτοιου είδους υπηρεσιών την διαφοροποιεί και από την παροχή «κλασσικών» υπηρεσιών τηλεόρασης δηλαδή την καθολική μετάδοση τηλεοπτικού σήματος.

Μια κατηγοριοποίηση των υπηρεσιών που προσφέρει η διαδικτυακή τηλεόραση είναι η εξής:

- Υπηρεσίες εκπομπής τηλεοπτικού σήματος (broadcast υπηρεσίες): Υλοποιούνται με την ταυτόχρονη μετάδοση περιεχομένου στο σύνολο

των χρηστών της πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης, έχοντας ως πλεονέκτημα την μικρότερη επιβάρυνση για το δίκτυο. Είναι αυτές οι οποίες βρίσκονται πιο κοντά στο παραδοσιακό μοντέλο του “broadcast TV”.

- Υπηρεσίες κατ'απαίτηση (On demand υπηρεσίες): Χαρακτηρίζονται από την ξεχωριστή μετάδοση του περιεχομένου στην κατεύθυνση του χρήστη και μόνο μετά από απαίτηση του ίδιου.

Και στις δύο κατηγορίες υφίσταται μετάδοση διαφορετικών τύπων δεδομένων προς την πλευρά του χρήστη. Ο χρήστης λαμβάνει τα δεδομένα μέσω του εξοπλισμού Set-top-Box. Ο εξοπλισμός Set-top-Box είναι εγκατεστημένος στις εγκαταστάσεις του χρήστη. Ο συγκεκριμένος εξοπλισμός, ο οποίος είναι ο τελικός αποδέκτης του περιεχομένου αναλαμβάνει την παρουσίαση των υπηρεσιών είτε μέσω της κλασσικής συσκευής τηλεόρασης είτε μέσω άλλων συσκευών (προσωπικός υπολογιστής, υπολογιστής παλάμης κ.α.).

2.5.1.1. Υπηρεσίες μετάδοσης τηλεοπτικού σήματος (Broadcast services)- Μετάδοση τηλεοπτικού σήματος (TV BROADCASTING)

Η μετάδοση τηλεοπτικού σήματος (TV Broadcasting) αφορά την παραδοσιακή υπηρεσία διανομής ψηφιακών τηλεοπτικών καναλιών τα οποία μπορεί να είναι είτε ελεύθερα κανάλια, είτε συνδρομητικά. Τα κανάλια είναι οργανωμένα σε κατηγορίες σύμφωνα με κριτήρια τα οποία καθορίζει ο πάροχος. Ο συνδρομητής μπορεί να επιλέξει ποια/ποιες υπάρχουσες κατηγορίες θέλει να παρακολουθεί ή και να φτιάχνει δικά του μπουκέτα καναλιών. Παρέχεται η δυνατότητα επιβολής κλειδώματος σε κανάλια που ο ίδιος δεν επιθυμεί (parental lock).

2.5.1.2. Μετάδοση ήχου (audio services)

Οι υπηρεσίες ήχου παρέχουν στους συνδρομητές τη δυνατότητα να ακούσουν μουσική χρησιμοποιώντας την τηλεόραση. Αυτές οι υπηρεσίες περιλαμβάνουν τις υπηρεσίες ραδιοφώνου καθώς και τις υπηρεσίες μουσικής κατ'απαίτηση του συνδρομητή “music on demand” υπηρεσίες, όπου ο συνδρομητής επιλέγει από μια βιβλιοθήκη την μουσική που θέλει να ακούσει. Είναι κατανοητό ότι οι υπηρεσίες ήχου μπορεί να είναι είτε unicast

(κατ'απαίτηση), είτε χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο πολυεκπομπής για ζωντανές ραδιοφωνικές μεταδόσεις.

2.5.1.2.1. Υπηρεσίες παρακολούθησης με πληρωμή (Pay Per View-PPV)

Η υπηρεσία παρακολούθησης με πληρωμή (Pay Per View) δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να παρακολουθήσουν ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα, όπως ένα ποδοσφαιρικό αγώνα ή κάποιο άλλο πρόγραμμα ταινιών) χωρίς να έχουν εγγραφεί στην συγκεκριμένη υπηρεσία. Ο χρήστης καταβάλλει το χρηματικό αντίτιμο ανάλογα με την επιλογή που θέλει να κάνει για την διάρκεια της παρεχόμενης υπηρεσίας.

2.5.1.2.2. Υπηρεσία σχετικής προβολής βίντεο κατ'απαίτηση (Near Video on Demand (NVoD))

Η συγκεκριμένη υπηρεσία είναι σχεδόν πανομοιότυπη με την υπηρεσία παρακολούθησης με πληρωμή . Η διαφορά τους έγκειται στο ότι στην υπηρεσία σχετικής προβολής βίντεο κατ' απαίτηση τα κανάλια δημιουργούνται κεντρικά από τον διαχειριστή της πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης αλλά με τέτοιο τρόπο ώστε στο κάθε κανάλι γίνεται μετάδοση του ίδιου περιεχομένου μετατοπισμένο χρονικά αλλά σε σταθερά χρονικά διαστήματα.

Τα κανάλια που προσφέρουν υπηρεσία σχετικής προβολής βίντεο κατ' απαίτηση (Near Video on Demand) δημιουργούνται και προγραμματίζονται από τον διαχειριστή του συστήματος IPTV. Σε κάθε τέτοιο κανάλι γίνεται μετάδοση το ίδιο περιεχόμενο αλλά μετατοπισμένο χρονικά σε σταθερά χρονικά διαστήματα (staggering time). Έτσι όταν κάποιος συνδρομητής επιθυμεί την λειτουργία γρήγορης προώθησης (fast forward) ή επαναφοράς (rewind), στην ουσία αλλάζει κανάλι και βλέπει κάποιο άλλο που έχει το ίδιο περιεχόμενο αλλά μετατοπισμένο χρονικά.

Η συγκεκριμένη υπηρεσία είναι χρήσιμη σε περιπτώσεις που ένας πολύ μεγάλος αριθμός συνδρομητών επιθυμεί να παρακολουθήσει το ίδιο περιεχόμενο που υπό φυσιολογικές συνθήκες θα ήταν διαθέσιμο για μετάδοση.

2.6 Διαδραστικές κατ'απαίτηση Υπηρεσίες Βίντεο.

2.6.1. Βίντεο κατ' απαίτηση (VoD)

Η συγκεκριμένη υπηρεσία παρέχει την δυνατότητα στους χρήστες να επιλέξουν την ταινία ή άλλο τηλεοπτικό υλικό που θέλουν να παρακολουθήσουν. Η επιλογή γίνεται μέσω ενός διαδραστικού υποσυστήματος και ουσιαστικά ο χρήστης έχει πρόσβαση σε μία πληθώρα επιλογών από τις ψηφιακές βιβλιοθήκες του παρόχου. Παράλληλα προσφέρει όλες τις κλασσικές λειτουργίες μίας βίντεο συσκευής όπως παύση (pause), προώθηση (forward), γρήγορη προώθηση (fast forward), επαναφορά (rewind).

Όπως αναφέρθηκε, τα βίντεο είναι διαθέσιμα στους συνδρομητές με χρέωση (ανάλογα με την τιμολογιακή πολιτική του παρόχου), για συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Ο χρήστης επιλέγει από τον ηλεκτρονικό κατάλογο, μέσω του ηλεκτρονικού οδηγού και η απαίτηση του στέλνεται στο συγκεκριμένο συστατικό της πλατφόρμας που είναι ο Εξυπηρετητής βίντεο κατ'απαίτηση (VOD Server). Από το σημείο εκείνο στέλνεται μέσω μετάδοσης σήματος στην τερματική συσκευή του χρήστη (Set top Box) του χρήστη για να το παρακολουθήσει. Η συγκεκριμένη υπηρεσία αποτέλεσε για αρκετά χρόνια τον κύριο λόγο που ανάγκασε τους παρόχους να αναπτύξουν υποδομές για διαδικτυακή τηλεόραση. Είναι από τις πρώτες υπηρεσίες μαζί με την μετάδοση τηλεοπτικού σήματος που προσφέρουν κατά κόρον οι πάροχοι υπηρεσιών [1][2][17].

2.6.2. Θέαση με χρονική ολίσθηση (Time Shifted TV (TSTV))

Η Υπηρεσία θέασης με χρονική ολίσθηση (Time Shifted TV) αποτελεί έναν συνδυασμό από την Υπηρεσία μετάδοσης τηλεοπτικού σήματος (TV Broadcasting) και της υπηρεσίας παρακολούθησης βίντεο κατ'απαίτηση. Στην ουσία ο συνδρομητής μπορεί να παρακολουθήσει το τηλεοπτικό πρόγραμμα που επιθυμεί όποια στιγμή είναι βολική γι' αυτόν. Αυτό σημαίνει ότι όλες οι λειτουργίες όπως παύση (pause), προώθηση (forward), γρήγορη προώθηση (fast forward), επαναφορά (rewind), είναι διαθέσιμες και για τα τηλεοπτικά κανάλια.

Ουσιαστικά με το που ο χρήστης χρησιμοποιεί κάποια από τις συγκεκριμένες λειτουργίες, το περιεχόμενο της τηλεοπτικής μετάδοσης που παρακολουθεί την συγκεκριμένη χρονική στιγμή αποθηκεύεται προσωρινά είτε σε κάποιο εξυπηρετητή ή στην τερματική συσκευή του χρήστη, αν η συγκεκριμένη συσκευή έχει αυτή την δυνατότητα.

2.6.3. Θέαση αποθηκευμένου περιεχομένου με χρονική ολίσθηση (Catchup TV (CUTV))

Η θέαση αποθηκευμένου περιεχομένου με χρονική ολίσθηση (Catchup TV) είναι μία επέκταση της υπηρεσίας χρονικής ολίσθησης TSTV. Δίνει την δυνατότητα για αποθήκευση ενός ζωντανού καναλιού και την παρακολούθηση του από τον χρήστη σε μεταγενέστερη στιγμή όταν αυτός επιλέξει μέσα σε συγκεκριμένα χρονικά περιθώρια. Ένα ζωντανό κανάλι δηλαδή, γίνεται διαθέσιμο στον χρήστη σαν ένα στοιχείο βίντεο κατ'απαίτηση.

Το ποια κανάλια ή ποιο μέρος του προγράμματος θα αποθηκευτεί, αποφασίζεται από τον πάροχο. Η αποθήκευση γίνεται σε έναν κεντρικό εξυπηρετητή και το περιεχόμενο μέσω μετάδοσης φτάνει στον συνδρομητή.

2.6.4. Προσωπικοί Ψηφιακοί Καταγραφείς Βίντεο (Personal Video Recorder (PVR))

Ο Προσωπικός Καταγραφέας Βίντεο παρέχει την δυνατότητα στον συνδρομητή να παρακολουθήσει το πρόγραμμα με χρονική ολίσθηση αυτού. Όπως και οι καταγραφείς βιντεοκασέτας, ο προσωπικός καταγραφέας βίντεο καταγράφει τα προγράμματα τα οποία επιθυμεί να παρακολουθήσει ο χρήστης αργότερα. Το περιεχόμενο μπορεί να αποθηκευτεί είτε στην τερματική συσκευή χρήστη (set top box -client based PVR), αν υπάρχει αυτή η δυνατότητα, είτε σε κεντρικό εξυπηρετητή (nPVR server) ο οποίος ουσιαστικά είναι ο ψηφιακός διαδικτυακός καταγραφέας βίντεο.

2.7 Διάφορες Υπηρεσίες Προστιθέμενης Αξίας

2.7.1. Αναζήτηση στο διαδίκτυο (internet browsing / Mail / Chat/ Κοινωνικά δίκτυα (Social Networks)

Μεσω της πλατφόρμας της διαδικτυακής τηλεόρασης δίνεται η δυνατότητα για πρόσβαση στο διαδίκτυο (Internet, στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και σε κανάλια συνομιλιών μέσω του STB και της τηλεόρασης.

Επίσης με την ανάπτυξη των τεχνολογιών και των υποδομών, βασικό ρόλο στην νέα τηλεοπτική εμπειρία διαδραματίζουν οι εφαρμογές κοινωνικών δικτύων [4][5]. Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι το Facebook, Twitter, Linkedin, Google +, Pinterest [5] κ.α. Άλλες υπηρεσίες περιλαμβάνουν την χρήση του Skype και άλλες μορφές τηλεπικοινωνίας .

2.7.2. Τηλεφωνία

Η ενοποίηση της τηλεφωνίας και της τηλεόρασης δίνει την δυνατότητα προσφοράς μιας πληθώρας υπηρεσιών μερικές από τις οποίες είναι η αναγνώριση κλήσης στην τηλεόραση, η κλήση με επιλογή, βιντεοκλήση και συνδιάλεξη.

2.8. Συστήματα διανομής και αρχιτεκτονικές διανομής πολυμέσων σε πλατφόρμες Διαδικτυακής Τηλεόρασης .

Τα υποσυστήματα μιας πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης εξυπηρετούν την ανάγκη διαμόρφωσης του περιεχομένου για την μεταφορά αυτού στον τελικό χρήστη.

Τα δομικά υποσυστήματα ανήκουν σε δύο κατηγορίες.

- Στις υποδομές Συστημάτων. Οι υποδομές αυτές περιλαμβάνουν το σύνολο των διακομιστών/servers, οι οποίοι θα υλοποιούν την υπηρεσία IPTV. Το περιεχόμενο της υπηρεσίας για να φτάσει στον τελικό χρήστη θα πρέπει να περάσει από διάφορα στάδια επεξεργασίας τα οποία υλοποιούν οι υποδομές συστημάτων της IPTV.
- Στις υποδομές δικτύων. Οι δικτυακές υποδομές έχουν σαν στόχο να μεταφέρουν το περιεχόμενο της υπηρεσίας IPTV στον τελικό χρήστη. Χωρίζονται στις εξής επιμέρους ομάδες:

- Δίκτυο Πρόσβασης
- Δίκτυο Κατανομής/Κορμού

2.9 Σύνοψη

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάσαμε την διαδικτυακή τηλεόραση ως ολοκληρωμένο περιβάλλον πρόσβασης και παροχής πολυμέσων, όπως ακριβώς λειτουργεί από τους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους σε όλο τον κόσμο. Παρουσιάσαμε την αλυσίδα αξίας της διαδικτυακής τηλεόρασης και αναλύσαμε τους νέους παράγοντες που παίζουν ρόλο στην παροχή πολυμεσικού υλικού. Παρουσιάζονται επίσης τα δομικά συστατικά που αποτελούν την διαδικτυακή τηλεόραση και οι υπηρεσίες που παρέχουν. Συνοπτικά στο παρόν κεφάλαιο αναλύεται σε επίπεδο αρχιτεκτονικής η IPTV 1.0.

Στο επόμενο κεφάλαιο, θα δούμε με λεπτομέρεια την συμβολή του στρώματος εφαρμογής με χρήση διαδικτύου σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης, δηλαδή την IPTV 2.0.

Αναφορές

- [1] IPTV Global Forecast 2010 to 2014, MRTG Report, June 2010.
- [2] Marie – Jose Montpetit, Thomas Mirlacher, Michael Ketcham, “IPTV: An End to End Perspective, Journal of Communications, May 2010.
- [3] Sherazi Zeadally, Hassnaa Mustafa, “Internet Protocol Television (IPTV): Architecture, Trends and Challenges”, IEEE System Journal, December 2011.
- [4] Khalid Ahmad, Ali C. Begen, “IPTV and Video Networks in the 2015 Timeframe: The Evolution to medianets”, IEEE Communications Magazine, December 2009.
- [5] Amal Punchihewa, Ann Maslha De Silva, “ Tutorial on IPTV and its latest Developments”, IEEE 5th International Conference on Information and Automation for Sustainability, 17-19 Dec. 2010, pages 45-50.
- [6] Julien Maisonneuvre, Muriel Deschanel, Juergen Heils, Wei Li, Hong Liu, Randy Sharpe, Yiyang Wu, “An Overview of IPTV Standards Development”, IEEE Transactions on Broadcasting, June 2009.
- [7] J. Altgeld and J.D. Zeeman " Whitepaper IPTV/VoD: The IPTV/VoD Challenge - Upcoming Business Models", IBM Paper for the International Engineering Consortium (IEC).

- [8] Ralf Schäfer, Thomas Wiegand and Heiko Schwarz, "The emerging H.264/AVC standard
- [9] Julien Maisonneuve, Muriel Deschanel, Juerg Heiles, Wei Li, Hong liu, Randy Sharpe and Tiyan Wu, "An Overview of IPTV Standards Development", IEEE Transactions on Broadcasting, Vol. 55, no2, June 2009.
- [10] "Open IPTV Forum, Services and Functions for Release 1, Version 1.0" [online]. Available http://www.openiptvforum.org/docs/Open_IPTV_Forum_Services_and_Functions_for_release_1_V10.pdf.
- [11] "Open IPTV Forum, Functional Architecture, Version 1.1. [Online] Available: http://www.openiptvforum.org/docs/OpenIPTV-Functional_Architecture_V1_1-2008-01-15_APPROVED.pdf.
- [12] Lu Tianbo, Xie Feng, Peng Yong, Xie Jim, "Analysis of Security Standardization for IPTV", IEEE 3rd International Conference on Advances Computer Control (ICACC 2011).
- [13] Bruce Chen, "Simulation and Analysis of Quality of Service Parameters in IP Networks with video traffic"
- [14] K. Thompson, G. Miller, and R. Wilder, "Wide area internet traffic patterns and characteristics", IEEE/ACM Trans. Networking, pp. 10-23, Nov. 1997.
- [15] K.C. Claffy, G. Miller, and K. Thompson, "The nature of the beast: recent traffic measurements from an Internet backbone," Proc. INET'98, Geneva, Switzerland, July 1998.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ

Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια, η διαδικτυακή τηλεόραση «μετακινείται» «προς το διαδίκτυο. Η συμβολή του στρώματος εφαρμογής με χρήση διαδικτύου στο μοντέλο της διαδικτυακής τηλεόρασης είναι καταλυτική, οδηγώντας την νέα τηλεοπτική εμπειρία που βασικό της συστατικό είναι οι εξατομικευμένες εμπειρίες στο επίπεδο του χρήστη.

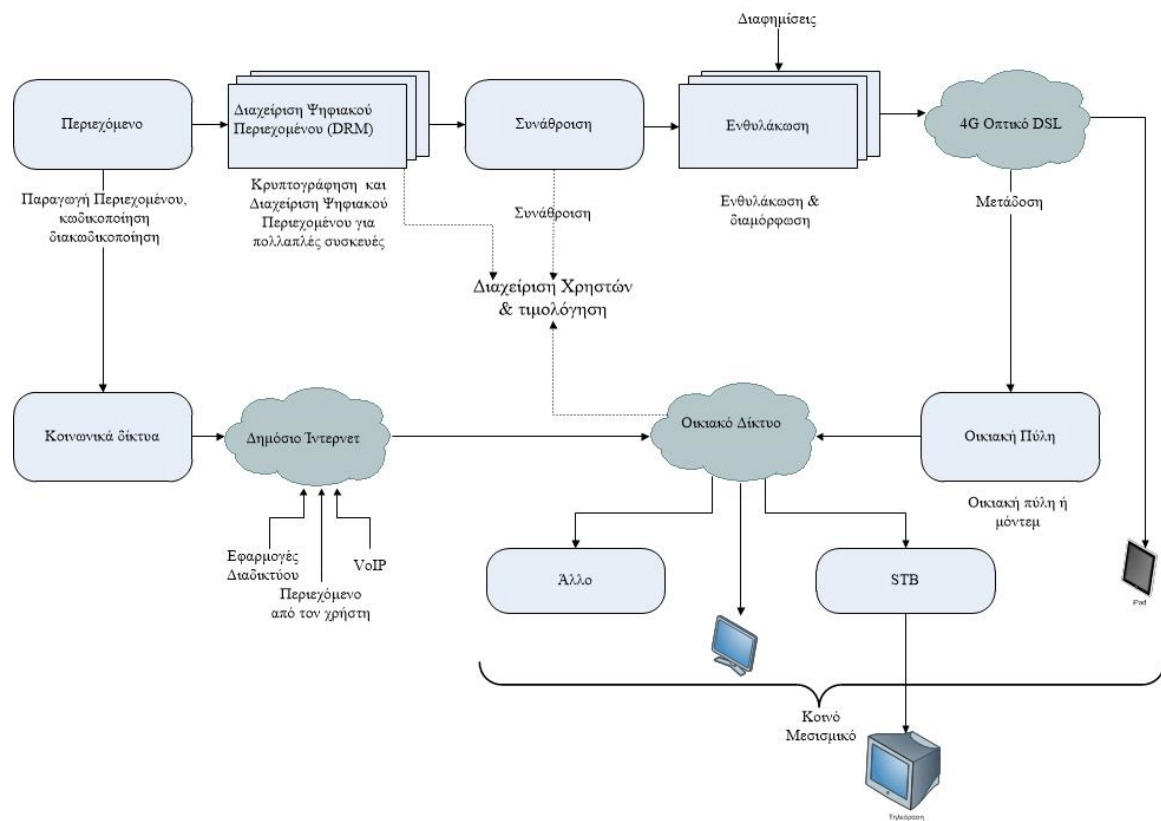
3.1. Η αρχιτεκτονική IP & τηλεόραση

Μια προηγμένη αρχιτεκτονική IPTV, περιλαμβάνει από την διαχείριση του περιεχομένου, στην Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων (DRM), την συγκέντρωση, την μεταφορά και, τέλος, παράδοση αυτού, σε διαφορετικούς τύπους τελικών συσκευών. Είναι κατανοητό ότι η IPTV, απαιτεί μεγάλο αριθμό πολύπλοκων υποσυστημάτων. Κατ' αυτό τον τρόπο, έχουμε την διαίρεση τις IPTV διανομής σε δύο μέρη. Το ένα μέρος είναι η διαχείριση περιεχομένου και τη δημιουργία υπηρεσιών, το οποίο είναι αποστολή του μερισμικού διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV) και το άλλο μέρος το οποίο καλύπτει την διανομή, το πώς δηλαδή θα μεταφερθεί το βίντεο από την πηγή στον προορισμό του. Στο σχήμα 3-1, αποτυπώνεται μία προηγμένη αρχιτεκτονική IPTV.

3.2. Δημιουργία Υπηρεσίας διαδικτυακής τηλεόρασης .

Σε κάθε σύστημα διανομής τηλεοπτικού σήματος οι κυριότερες λειτουργίες είναι η δημιουργία υπηρεσίας και η διαχείριση περιεχομένου. Παρακάτω αναλύεται πώς μπορεί να αναπτυχθεί μία ασφαλής υπηρεσία διαδικτυακής

Κεφ. 3 Αρχιτεκτονικές μεταφοράς διανομής πληροφορίας με την συμβολή στρώματος εφαρμογής με χρήση διαδικτύου σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης



Σχήμα 3-1: Προηγμένη Αρχιτεκτονική Διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV).

τηλεόρασης, με κύρια στοιχεία την προσαρμογή μέσων (media adaptation), την συνάθροιση και δεσμοποίηση περιεχομένου (content bundling and aggregation), την διαχείριση ταυτότητας (identity management), και την διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων (digital rights management).

Η δημιουργία υπηρεσίας διαδικτυακής τηλεόρασης προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα τα οποία συνοψίζονται στην συνέχεια:

- Με την υπηρεσία διαδικτυακής τηλεόρασης, η προσαρμογή περιεχομένου μπορεί να επιτευχθεί και να ελεγχθεί σε αρκετά μεγάλο βαθμό, έτσι ώστε το περιεχόμενο να μπορεί να εξατομικευθεί για συγκεκριμένους θεατές και συσκευές. Αυτό είναι εφικτό καθώς η IPTV έχει κληρονομήσει την διαχείριση δεδομένων και τις δυνατότητες της διεπαφής χρήστη από τις Εφαρμογές δικτύου (Web applications).
- Ως υπηρεσία IP, μπορεί να παραδοθεί σε οποιαδήποτε συσκευή με δυνατότητα IP σύνδεσης η οποία μπορεί να εμφανίσει το σχετικό

περιεχόμενο τις οικιακό STB, Η/Υ, smartphone, έξυπνη συσκευή τηλεόρασης, ή σύστημα εικόνας – ήχου αυτοκινήτου με ασύρματη πρόσβαση.

- Η εξέλιξεις στην διαχείριση ταυτότητας, επιτρέπουν στην ίδια ταυτότητα χρήστη μαζί με τις προτιμήσεις της, να συσχετισθεί με πολλαπλές συσκευές ανεξαρτήτως με την συσκευή που χρησιμοποιείται.
- Οι διαφημιστικές καταχωρίσεις μπορούν να εξατομικευθούν για μεμονωμένους θεατές, να πολυπλεχθούν σε μία ροή (stream) IP σε πολλά σημεία στην αλυσίδα παράδοσης.
- Η εξατομικεύση (personalization) της διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV) μπορεί να αυξήσει την συμμετοχή του χρήστη στις υπηρεσίες, προωθώντας ουσιαστικά τις υπηρεσίες κατ' απαίτηση (customized services – tailored services) και καταυτό τον τρόπο δημιουργείται μία νέα κατηγορία υπηρεσιών που οδηγούν την αγορά και κατ' επέκταση τους παρόχους υπηρεσιών σε νέα μονοπάτια αύξησης της εμπορικής αξίας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την υψηλή ποιότητα υπηρεσιών, προσαρμόζοντας τις υπηρεσίες και τις προτιμήσεις των μεμονωμένων θεατών. Μέσα από αυτή την διαδικασία οδηγούμαστε στην διατήρηση και αύξηση των συνδρομητών συσχετίζοντας τις εξατομικευμένες υπηρεσίες με τον πάροχο, με μεγάλη παράλληλη μείωση των λειτουργικών εξόδων καθώς επίσης με μείωση του ποσοστού απώλειας συνδρομητών.

Μια μελλοντική δυνατότητα για την IPTV θα είναι η δυνατότητα αναγνώρισης του χρήστη ή τις ομάδας χρηστών σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή τηλεθέασης σε συγκεκριμένο πρόγραμμα τηλεόρασης. Η αναφερόμενη δυνατότητα, αναλύεται πιο διεξοδικά στις επόμενες ενότητες.

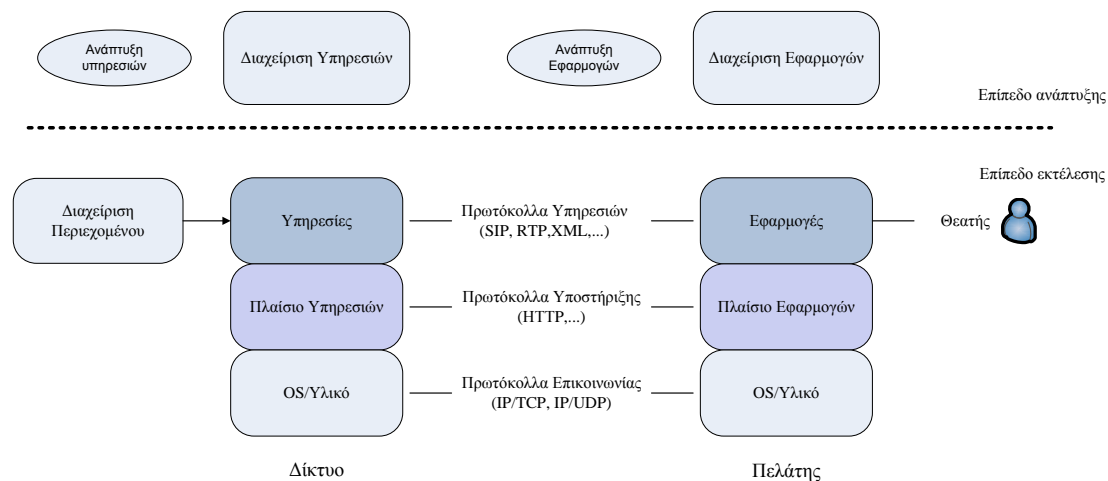
3.3. Διάγραμμα δημιουργίας υπηρεσίας

Το μεσομικό της δημιουργίας υπηρεσίας διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV service creation middleware) διαχειρίζεται την ροή περιεχομένου από τον πάροχο περιεχομένου στον καταναλωτή. Κατά την πορεία το μέσο περιεχομένου καθώς και το μορφότυπο αυτού μπορεί να:

1. Προσαρμόζεται σε διαφορετικές δυνατότητες της συσκευής ή των αναλύσεων της οθόνης.
2. Παρουσιάζεται στους θεατές ως μέρος μιας δεσμοποιημένης υπηρεσίας ή ως προσφορά εμπορικής προώθησης.
3. Κωδικοποιημένο ώστε να επιβάλλεται έλεγχος πρόσβασης και διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων.
4. Εξατομικευμένο στις προτιμήσεις των θεατών, τα δικαιώματα ή και τις δημογραφικές ιδιαιτερότητες αυτών.

Αυτές οι τέσσερις μορφές προσαρμογής παρουσιάζονται στις επόμενες ενότητες, μέσα από τις περιπτώσεις χρήσης που δείχνουν τις πιο κοινές ροές εργασιών στη δημιουργία υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης.

Όπως και με άλλα συστήματα λογισμικού, κάθε στρώμα στη στοίβα πρωτοκόλλου (protocol stack) στους διακομιστές μεσισμικού επικοινωνεί με το αντίστοιχο στρώμα του πελάτη σε ένα STB, υπολογιστή, έξυπνη κινητή συσκευή (smartphone) ή άλλη συσκευή του χρήστη όπως φαίνεται στο Σχήμα 3-2.



Σχήμα 3-2: Μεσισμικό Διαδικτυακής τηλεόρασης

Ωστόσο σε αντίθεση με το προαναφερόμενο σχήμα η επεξεργασία στον διακομιστή μεσισμικού περνά μέσα από πολλά βήματα προσαρμογής, όπως αναφέρεται στο Σχήμα 3-1.

Επιπλέον, τα μηνύματα ελέγχου ταξιδεύουν μέσω ενός μονοπατιού επιστροφής (backchannel) από τον πελάτη προς τον διακομιστή στα αντίστοιχα επίπεδα της στοίβας πρωτοκόλλου IPTV[1][4].

Τα μηνύματα ελέγχου χρησιμοποιούνται για να ενώσουν ομάδες ευρυεκπομπής, να επιλέξουν το περιεχόμενο βίντεο για βίντεο κατ' απαίτηση, να προσδιορίσουν μορφότυπα, να ελέγξουν την αναπαραγωγή της ροής βίντεο ή να διαχειριστούν τις προτιμήσεις του χρήστη, μεταξύ άλλων λειτουργιών ελέγχου[1][5].

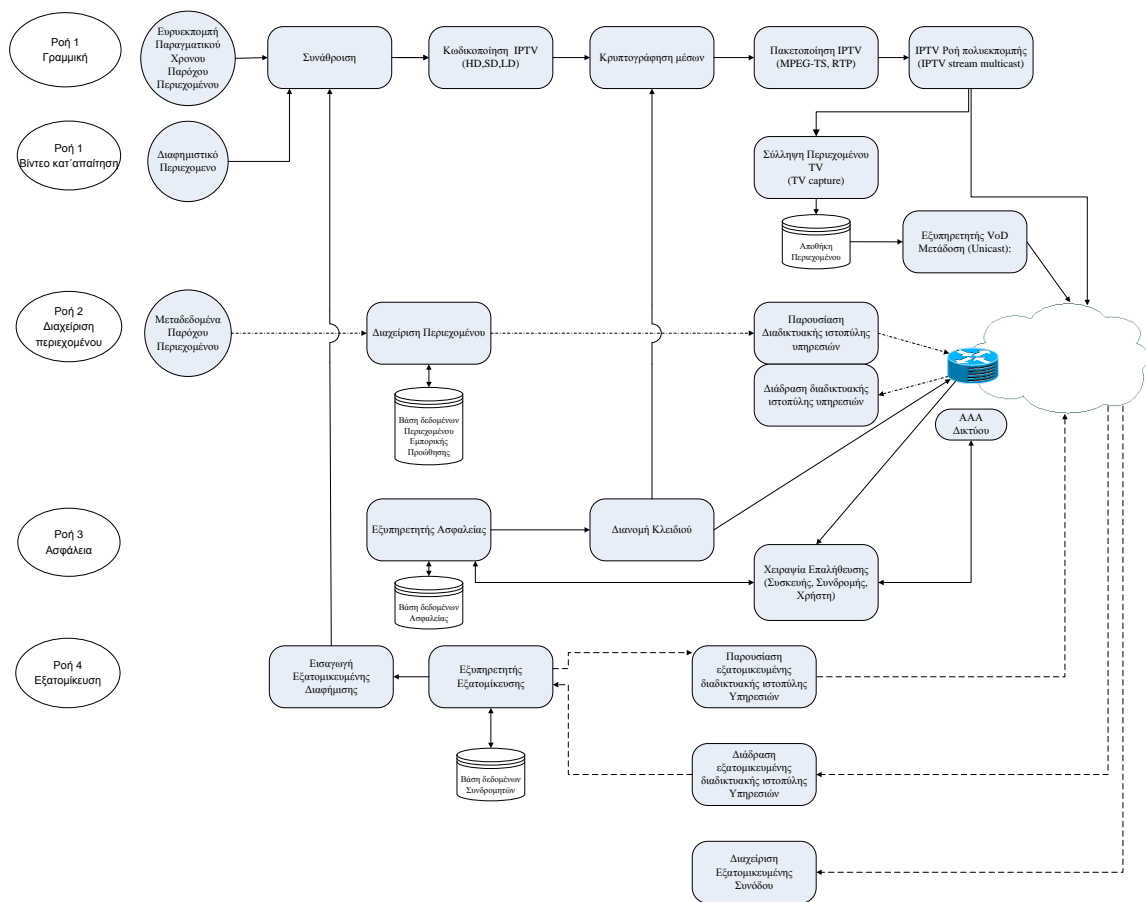
3.4. Βασική Περίπτωση Χρήσης

Η βασική περίπτωση χρήσης της IPTV, περιλαμβάνει την ευρυεκπομπή διαδικτυακής τηλεόρασης. Αναφέρεται σαν παράδοση «γραμμικής τηλεόρασης IPTV»[2][3][4]. Όλες οι περιπτώσεις είναι παραλλαγές ή επεκτάσεις της βασικής περίπτωσης χρήσης ή αναφοράς.

Στο Σχήμα 3-3, ροή εργασίας «1-Γραμμική» δείχνει την προσαρμογή της τηλεόρασης ευρυεκπομπής για παράδοση ως διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV).

Στα Κεντρικά γραφεία, ο εξοπλισμός του παρόχου υπηρεσίας συναθροίζει το περιεχόμενο από τους ευρυεκπομπείς τηλεοπτικών καναλιών συμπεριλαμβάνοντας το απαραίτητο για μεταφορά περιεχόμενο από τα παραδοσιακά κανάλια, καθώς επίσης και από τα θεματικά κανάλια. Όσον αφορά τα θεματικά κανάλια οι φορείς εκμετάλλευσης της IPTV δημιουργούν επιχειρηματικές σχέσεις με τους παρόχους περιεχομένου για το δικαίωμα μεταφοράς αυτού του περιεχομένου. Στα Κεντρικά γραφεία το περιεχόμενο αποκτάται και κωδικοποιείται όταν αυτό είναι απαραίτητο (για παράδειγμα από MPEG-2 σε κωδικοποίηση MPEG-4[6], η οποία χρησιμοποιείται ευρέως στην IPTV). Τα Κεντρικά γραφεία φιλοξενούν το μεγαλύτερο μέρος των υποδομών βίντεο καθώς εκεί γίνεται η σύλληψη του βίντεο, η κωδικοποίηση του και η δεσμοποίησή του [9]. Στο ίδιο μέρος υπάρχουν και οι συνδέσεις με τους βίντεο κατ' απαίτηση εξυπηρετητές, οι υποδομές διαχείρισης περιεχομένου και του γραφείου υποστήριξης διαχείρισης χρηστών όσον αφορά την χρέωση, την τιμολόγηση και την εξυπηρέτηση πελατών.

Κεφ. 3 Αρχιτεκτονικές μεταφοράς διανομής πληροφορίας με την συμβολή στρώματος εφαρμογής με χρήση διαδικτύου σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης



Σχήμα 3-3: Ροή διαδικασιών για την δημιουργία υπηρεσίας σε πλατφόρμες διαδικτυακής τηλεόρασης.

Η ροή ευρυεκτομπίης κωδικοποιείται ως Moving Pictures Expert Group 2 (MPEG-2), MPEG-4 Advanced Video Coding (MPEG-4 AVC) ή VC-1 [1]. Η κωδικοποίηση ως σημαντικός παράγοντας της εξατομικευμένης IPTV, μπορεί να χρησιμοποιήσει διαφορετικά μορφότυπα προσαρμοσμένα στις διαφορετικές δυνατότητες των διαφόρων ειδών οθονών[37]. Οι επιλογές εξοπλισμού, περιλαμβάνουν τη χρήση εναλλακτικών κωδικοποιητών, διαφορετικών τύπων αναλύσεων οθόνων (Υψηλής ανάλυσης, Βασικής ανάλυσης, Χαμηλής ανάλυσης), διαφορετικό ρυθμό πλαισίου, διαφορετικό λόγο διαστάσεων (16:9, 4:3) και διαφορετικό ακουστικό κωδικοαποκωδικοποιητή (audio codecs)[9][8]. Έπειτα η κωδικοποιημένη ροή ενθυλακώνεται για διαφορετικούς μηχανισμούς παράδοσης τις το MPEG-2 TS ή το RTP [5][24].

Η γραμμική τηλεόραση διανέμεται μέσω πολυεκπομπής. Ένας τηλεθεατής για να παρακολουθήσει ένα πρόγραμμα χρειάζεται να έχει εξοπλισμό, ο οποίος να χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο διαχείρισης ομάδων διαδικτύου (IGMP) έτσι ώστε να έχει την δυνατότητα να συνδεθεί με μια ομάδα πολυεκπομπής για το συγκεκριμένο επιλεγμένο πρόγραμμα [24]. Ο εξοπλισμός, μαθαίνει την διεύθυνση πολυεκπομπής μέσω των μηχανισμών ανακάλυψης υπηρεσίας. Ο πάροχος περιεχομένου εκτός από το περιεχόμενο λαμβάνει και μεταδεδομένα, όπως αποτυπώνεται στη ροή εργασίας «2- Διαχείριση Περιεχομένου» [8][9][10]. Τα μεταδεδομένα περιγράφουν το περιεχόμενο με χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως ο τίτλος προγράμματος, οι ηθοποιοί, η κατάταξη καταλληλότητας του προγράμματος, η διάρκεια, η γλώσσα, οι υπότιτλοι, και άλλα διάφορα δεδομένα. Τα μεταδεδομένα επεξεργάζονται από έναν Διαχειριστή Περιεχομένου της IPTV ώστε να δημιουργηθούν δέσμες υπηρεσιών και να είναι οπτικά ανακαλύψιμος ο Ηλεκτρονικός Οδηγός Προγραμμάτων (EPG) [8][9]. Η δέσμη υπηρεσιών περιλαμβάνει προσφορές για διαφορετικές αγορές ή τύπους συνδρομών, όπως κύριες δέσμες συνδρομών, τοπικές δέσμες, αγορά ταινιών βίντεο κατ' απαίτηση, δέσμες για εξειδικευμένα ενδιαφέροντα π.χ. αθλητικά ή ταινίες.

Τα συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου του παρόχου μπορούν να είναι εθνικά, περιφερειακά ή τοπικά γραφεία και να εκτελούν επιμέρους λειτουργίες διαχείρισης περιεχομένου.

Παρότι το μεγαλύτερο ποσοστό διαφήμισης γίνεται από τους φορείς ευρυεκπομπής, εντούτοις υπάρχει η δυνατότητα στοχευμένης διαφήμισης από τους παρόχους υπηρεσίας, με βάση τα γεωγραφικά ή δημογραφικά χαρακτηριστικά τις κάθε περιοχής. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα να προσφερθεί ως δέσμη υπηρεσιών σε τηλεθεατές με εξειδικευμένα ενδιαφέροντα. Με την μελλοντική εξατομικευμένη IPTV, η διαφήμιση μπορεί να προσαρμοστεί για συγκεκριμένους τύπους τηλεθεατών με βάση τα προσωπικά ενδιαφέροντα και τις προτιμήσεις. Τα συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου δίνουν την δυνατότητα να εφαρμοστούν τεχνικές προσωρινής διακοπής σήματος σε αθλητικές εκδηλώσεις και εξουσιοδότησης πρόσβασης σε συγκεκριμένες συσκευές χρηστών. Τα κεντρικά γραφεία των παρόχων υπηρεσιών είναι υπεύθυνα για την σωστή λειτουργία των συστημάτων έκτακτης ανάγκης τα οποία ενεργοποιούν αυτόματα κανάλια έκτακτης

ανάγκης με σκοπό την προειδοποίηση των τηλεθεατών για κάποιο σημαντικό έκτακτο μήνυμα[8][9][5].

Όταν γίνει η λήψη του περιεχομένου, συναθροίζεται και κωδικοποιείται και ενθυλακώνεται για IP παράδοση είτε για προσχεδιασμένη ευρυεκπομπή είτε αποθηκεύεται για βίντεο κατ' απαίτηση.

Μηχανισμοί ασφαλείας στην ροή εργασίας «3-Ασφάλεια» [9]:

1. Αναγνώριση των συσκευών οι οποίες χρησιμοποιούνται για πρόσβαση στο δίκτυο, επαλήθευση (AuthN) των συσκευών και επιβεβαίωση ότι αυτές είναι εξουσιοδοτημένες (AuthZ) για πρόσβαση στο δίκτυο και την υπηρεσία IP.
2. Αναγνώριση της συνδρομής, η οποία συσχετίζεται με την συγκεκριμένη συσκευή και εξακρίβωση της δέσμης υπηρεσιών και περιεχομένου, τα οποία με την συγκεκριμένη συνδρομή έχει δικαίωμα πρόσβασης.
3. Αναγνώριση και επαλήθευση του μεμονωμένου τηλεθεατή (για εξατομικευμένη IPTV) και εξακρίβωση των εξουσιοδοτήσεων για τον συγκεκριμένο τηλεθεατή.
4. Διανομή των κλειδιών κρυπτογράφησης, στον εξυπηρετητή μέσω κρυπτογράφησης και διανομή των συσχετιζόμενων κλειδιών αποκρυπτογράφησης στην εξουσιοδοτημένη συσκευή.

Οι λειτουργίες επαλήθευσης και εξουσιοδότησης (AuthN) και (AuthZ) επιβάλλουν περιορισμούς και υπο συνθήκη πρόσβαση στην υπηρεσία IPTV.

Τα βήματα κρυπτογράφηση / αποκρυπτογράφηση, οδηγούν στη Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων, τα οποία δεν επιτρέπουν στο περιεχόμενο να αντιγραφεί ή να προβληθεί χωρίς τα απαραίτητα δικαιώματα από τον ιδιοκτήτη του περιεχομένου.

Στην ροή εργασίας «4-Εξατομίκευση», οι διαδράσεις του τηλεθεατή ελέγχουν την πρόσβαση στα μέσα.

Στην βασική μορφή διάδρασης, όπως φαίνεται στη ροή εργασίας «2- Διαχείριση Περιεχομένου», [1][9], ο πελάτης IPTV, ο οποίος βρίσκεται στο STB αντλεί την πληροφορία του Ηλεκτρονικού Οδηγού Προγράμματος από την διαδικτυακή πύλη Διαχείρισης Περιεχομένου (content management portal),

και οι χρήστες επιλέγουν το προτιμώμενο περιεχόμενο από τον Ηλεκτρονικό Οδηγό Προγράμματος. Επιπλέον, οι πελάτες STB μπορούν να τραβήξουν δεδομένα διάρθρωσης και εκτελέσιμα για φόρτωση εφαρμογών γραφικών στοιχείων (widget) τα οποία δίνουν την δυνατότητα εμφάνισης διαφόρων πληροφοριών από τις καιρικές συνθήκες, την κυκλοφοριακή κίνηση μέχρι και ειδικές διαφημιστικές προσφορές. Στην «εξατομικευμένη IPTV», οι χρήστες μπορούν να εξατομικεύουν τις προτιμήσεις περιεχομένου, τις προτιμήσεις παρουσίασης, ομαδικές συνδρομές, ρυθμίσεις συνδρομής και τις δυνατότητες που μπορεί να παρέχονται από την υπηρεσία.

Στην περίπτωση που η πρόσβαση στην υπηρεσία IPTV γίνεται μέσω εναλλακτικής συσκευής, όπως ένα έξυπνο κινητό τηλέφωνο, μία ταμπλέτα ή ένας προσωπικός υπολογιστής, η πρόσβαση της υπηρεσίας γίνεται ανάλογα με τις προτιμήσεις τους, λόγω του ότι οι προτιμήσεις των χρηστών και η διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων συνδέονται με τον μεμονωμένο χρήστη και όχι με την συσκευή ή την συνδρομή.

3.5. Άλλες πηγές περιεχομένου

Η δημιουργία υπηρεσίας με περιεχόμενο από άλλες πηγές εκτός από την γραμμική τηλεόραση απαιτεί διαφορετικές ροές εργασίας. Όπως είδαμε και στο κεφάλαιο 2, οι υπηρεσίες που συσχετίζονται με άλλες πηγές περιεχομένου, είναι οι ακόλουθες :

- Τηλεόραση χρονικά μετατοπισμένη.
- Βίντεο κατ' απαίτηση .
- Διαδικτυακό βίντεο / βίντεο από παρόχους ΟΤΤ.

Η Τηλεόραση μέσω διαδικτύου είναι διαφορετική από την IPTV. Η IPTV, συνήθως διανέμεται μέσω ενός υπο διαχείριση δικτύου, και αποκτάται μέσω προστατευμένης πρόσβασης [1][2][3]. Η εξέλιξη της δημιουργίας υπηρεσίας και τις υπηρεσίες βίντεο κατ' αίτηση θα επέλθει με την εξατομικευμένη IPTV, οδηγώντας στην IPTV 2.0 που περιγράφεται στο κεφάλαιο 3 & 4. Με την εξατομικευμένη IPTV, οι τηλεθεατές έχουν την δυνατότητα να έχουν πρόσβαση στο προτιμώμενο και εξουσιοδοτημένο περιεχόμενο από οπουδήποτε ακόμα και όταν βρίσκονται σε διαφορετική χώρα. Αυτό σημαίνει ότι τα προστατευμένα χαρακτηριστικά της IPTV, πρέπει να προσαρμοστούν

στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της τηλεόρασης μέσω διαδικτύου με τρόπους οι οποίοι ακόμα ορίζονται και αναπτύσσονται[1][2][4].

3.6. Εξατομίκευση Συνδρομητικής Ταυτότητας.

Μεταξύ των δυνατοτήτων της IPTV, είναι ότι επιτρέπει την εξατομίκευση της συνδρομητικής ταυτότητας (identity management personalization) και την εξατομίκευση της υπηρεσίας, η οποία δίνει την δυνατότητα στους τηλεθεατές να έχουν πρόσβαση και να δουν περιεχόμενο προσαρμοσμένο στις ιδιαίτερες προτιμήσεις τους [1][3][9]. Στο πλαίσιο της εξατομικευμένης IPTV, η Εξατομικευμένη Συνδρομητική Ταυτότητα περιλαμβάνει την αναγνώριση του τηλεθεατή, την επαλήθευση του χρήστη όταν θέλει πρόσβαση σε ειδικές υπηρεσίες, την διαχείριση μεμονωμένων προτιμήσεων, των δικαιωμάτων και των ομαδικών συνδρομών. Τα χαρακτηριστικά αυτά πρέπει να διασυνεργαστούν με τις υποδομές του παρόχου IPTV για την ασφάλεια, την κωδικοποίηση, την προστασία ιδιωτικότητας και τις υπηρεσίες λειτουργιών που είναι η χρέωση και η τιμολόγηση [5]. Η εξατομικευμένη διαδικτυακή IPTV, επιτρέπει τον λεπτομερή έλεγχο στην δημιουργία της υπηρεσίας και την προσαρμογή της εμπειρίας που θα αποκτηθεί από το μέσο, με βάση τις ιδιαίτερες προτιμήσεις, το ιστορικό παρακολούθησης, τα δικαιώματα πρόσβασης, την τοποθεσία, την παρουσία, την διάθεση και την δυνατότητα επιλογών τις οποίες έχει η συσκευή. Η επέκταση για την εξατομικευμένη δημιουργία υπηρεσίας μπορεί να περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Το μοντέλο δεδομένων για την υπηρεσία IPTV επεκτείνεται στην μοναδικότητα της κατατομής του μεμονωμένου τηλεθεατή[3][4].
- Για να ενεργοποιηθεί το «οπουδήποτε» στην υπηρεσία εξατομίκευσης, οι εξουσιοδοτήσεις τηλεθεατών, οι προτιμήσεις και η κατάσταση συνόδου διατηρούνται σε μια βάση συνδρομητών από τον εξυπηρετητή εξατομίκευσης. Αυτά μπορούν να ανακτηθούν από οποιαδήποτε εξουσιοδοτημένο εξοπλισμό του πελάτη, έτσι ώστε να μπορεί να αναπαραχθεί μια εξατομικευμένη εμπειρία σε διαφορετικές συσκευές.

- Ένας εξυπηρετητής εξατομίκευσης IPTV, προστίθεται για την διαχείριση των δεδομένων εξατομίκευσης και για να οργανώσει τον ηλεκτρονικό οδηγό προγράμματος και τον κατάλογο βίντεο βασιζόμενο στις προτιμήσεις των τηλεθεατών.[3]
- Μια εξατομικευμένη λειτουργία διαχείρισης συνόδου διαχειρίζεται συγκεκριμένες συνόδους IPTV. Οι σύνοδοι προσαρμόζονται για κάθε συνδυασμό τηλεθεατή και συσκευής.

Για μεμονωμένους χρήστες,, ο ιδιοκτήτης της συνδρομής προσδιορίζει τους χρήστες οι οποίοι είναι εξουσιοδοτημένοι να χρησιμοποιούν την υπηρεσία. Το κάθε άτομο συσχετίζεται με στοιχεία δεδομένων τα οποία το αντιπροσωπεύουν. Μερικά από αυτά τα στοιχεία είναι: οι προτιμήσεις για το περιεχόμενο (είδος, ηθοποιοί, κλπ), οι προτεινόμενες συσκευές και οι ρυθμίσεις αυτών, το ιστορικό προβολών του, το σημείο περιεχομένου σε παύση, η εξουσιοδότηση για πρόσβαση περιεχομένου (τα γονικά δικαιώματα για παρακολούθηση περιεχομένου ενηλίκων), τα προνόμια για διαχείριση του λογαριασμού, η παρουσία, η διάθεση, το περιβάλλον παρακολούθησης (με οικογένεια, μεταμεσονύκτια, σε ταξίδι) κ.α. [8][9]. Ο διαχειριστής συνόδου αποστέλλει μηνύματα για έλεγχο κωδικοποίησης, κρυπτογράφησης και παράδοσης για συγκριμένες συσκευές του απαιτούμενου λογισμικού για την προβολή του περιεχομένου. Σε προηγμένα συστήματα ο Διαχειριστής Συνόδου μπορεί να συμμετέχει στις ανταλλαγές με ένα Μεσίτη Υπηρεσιών (Service Broker) για την ελαχιστοποίηση των συγκρούσεων με άλλες υπηρεσίες εκτός της διαδικτυακής τηλεόρασης, τις οποίες ο τηλεθεατής μπορεί τις χρησιμοποιεί την ίδια χρονική στιγμή [9][4].

Οι τηλεθεατές έχουν την δυνατότητα να ενταχθούν σε ομάδες κοινών ενδιαφερόντων αντί να είναι μεμονωμένοι τηλεθεατές. Οι ομάδες αυτές συγκεντρώνουν τηλεθεατές οι οποίοι έχουν κοινά ενδιαφέροντα ή ανήκουν σε παρόμοια κοινωνικά δίκτυα, όπως φίλοι κινηματογράφου, φίλαθλοι ή άλλες ομάδες κοινών ενδιαφερόντων. Στην τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης (Social TV), η τηλεοπτική εμπειρία μπορεί να διαμορφωθεί για διαφορετικές ομάδες και να κοινοποιηθεί (shared) στα μέλη της ομάδας [9].

Τέλος, με την εξατομικευμένη IPTV, η ταυτότητα χρήστη είναι αποσυνδεδεμένη από οποιαδήποτε συσκευή ή δίκτυο πρόσβασης. Ο τηλεθεατής μπορεί να έχει πρόσβαση στο περιεχόμενο από οποιαδήποτε

συσκευή καθώς το σύστημα IPTV έχει την δυνατότητα να αναγνωρίσει τα δικαιώματα και τις προτιμήσεις του χρήστη από οποιοδήποτε μέσο-εξοπλισμό.

Με την δυνατότητα της IPTV, να μπορεί να προβληθεί σε οποιαδήποτε συσκευή, η δημιουργία υπηρεσίας υποστηρίζει ένα άλλο επίπεδο ανάπτυξης της υπηρεσίας όσον αφορά την προσαρμογή των μορφότυπων των μέσων για τις συσκευές ή λογισμικού προβολής σε αυτές. Για το λόγο αυτό, η διαδικτυακή πύλη εξατομικευμένης υπηρεσίας (personalized service portal) ανταλλάσσει μηνύματα με την Αποθήκευση Περιεχομένου ή με τον κωδικοποιητή, ώστε να ανακτηθεί το σωστό μορφότυπο του μέσου για την συγκεκριμένη συσκευή.

Οι μηχανισμοί αναγνώρισης συσκευών από το Ψηφιακό Δυναμικό Δίκτυο Συμμαχίας (Device Discovery Mechanisms in Digital Living Network Alliance - DLNA) και το Υποσύστημα Πολυμέσων IP (IP Multimedia Subsystem-IMS), προσφέρει τα μέσα για να καθοριστούν τα χαρακτηριστικά της κάθε συσκευής. Ειδικότερα το υποσύστημα πολυμέσων IP, θα επαληθεύει τις συσκευές οι οποίες είναι εξοπλισμένες με το δομοστοιχείο αναγνώρισης συνδρομητή (IMS Subscriber Identification Module- ISIM). Τα μηνύματα του πρωτόκολλου εκκίνησης συνόδου (Session Initiation Protocol-SIP) [6] μπορούν να κοινοποιήσουν τις δυνατότητες της κάθε συσκευής. Επιπλέον, το υποσύστημα Πολυμέσων IP επιτρέπει τις πελάτες να καταχωρίσουν μια ή περισσότερες δημόσιες ταυτότητες (IMS Public Identities -IMPUs) έτσι ώστε η κίνηση IPTV, να μπορέσει να δρομολογηθεί σε οποιαδήποτε συσκευή ο καταχωρημένος τηλεθεατής χρησιμοποιεί. Μια συσκευή μπορεί να καταχωρήσει πολλαπλές δημόσιες ταυτότητες όπως σε μία συσκευή -STB η οποία χρησιμοποιείται από πολλά μέλη τις οικογένειας. Επιπλέον η ίδια δημόσια ταυτότητα μπορεί να καταχωρηθεί σε πολλαπλές συσκευές για τον λόγο ότι ένας τηλεθεατής δύναται να μπορεί να έχει πρόσβαση από ένα STB, ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή ή ένα smartphone την ίδια χρονική στιγμή.

Πρόσθετα στοιχεία στην εξατομικευση [9][3], μπορούν να περιλαμβάνουν:

- *Εξατομικευση* για τους τηλεθεατές με βάση χαρακτηριστικά ατομικά, οικογενειακά ή κοινωνικών ομάδων. Παραμένει σε ερευνητικό επίπεδο το σημείο τομής όπου η εξατομικευση της εμπειρίας συναντά την κοινωνικοποίηση[1][2].

- Διαπραγμάτευση μεταξύ των προτιμήσεων των τηλεθεατών όπου το ίδιο περιεχόμενο παρακολουθείται από μια οικογένεια ή μία ομάδα χρηστών.
- Φιλτράρισμα «τεραστίων ποσοτήτων» πληροφορίας για υποστήριξη της εξατομίκευσης και φιλτράρισμα βασιζόμενο σε συνδρομές σε κοινωνικά δίκτυα (flocking).
- Απόρρητο και ασφάλεια της ατομικής αναγνώρισης και της εξατομίκευσης, συμπεριλαμβάνοντας και την παιδική προστασία.

3.7. Υπό συνθήκη πρόσβαση και Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων

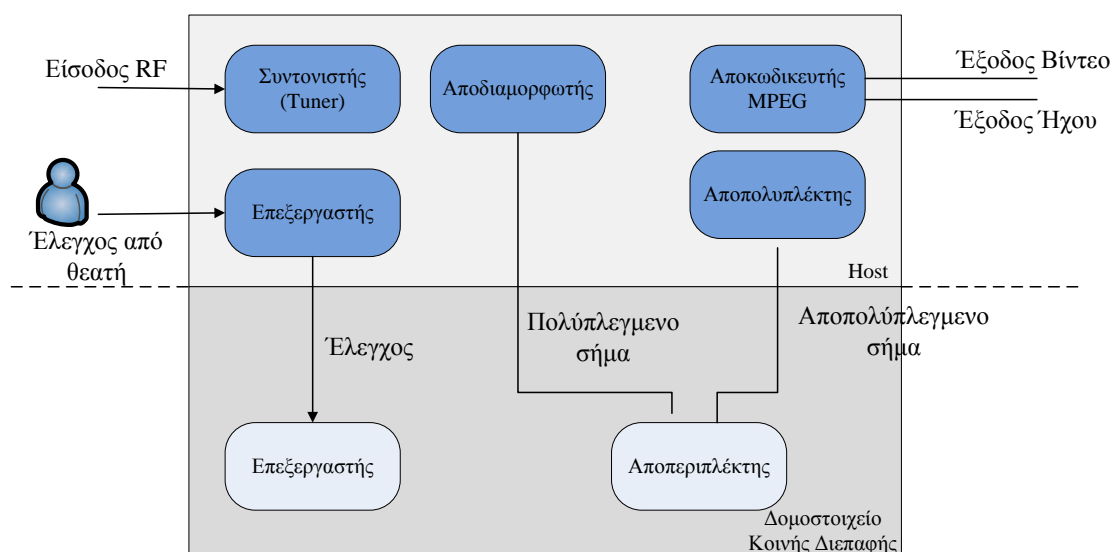
Ένα από τα σημαντικότερα θέματα στην IPTV είναι η υπό συνθήκη πρόσβαση και η Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων.

Όπως και οι προκάτοχοι της, η καλωδιακή ψηφιακή και η τηλεόραση δορυφορικής εκπομπής, η IPTV χρειάζεται να ορίσει την πρόσβαση των συσκευών στο δίκτυο. Η υπό συνθήκη πρόσβαση ορίζεται ως το σύνολο των μηχανισμών οι οποίοι παρεμποδίζουν την παρακολούθηση περιεχομένου από μη εξουσιοδοτημένες συσκευές[5][19]. Στην Ευρώπη η υπό συνθήκη πρόσβαση ακολουθεί τα πρότυπα DVB[19].

Όλα τα συστήματα τις υπό συνθήκης πρόσβασης βασίζονται στην ίδια αρχή: το περιεχόμενο περιπλέκεται με τυχαία δημιουργούμενο δυναμικό κλειδί, το οποίο κλειδί από μόνο του κρυπτογραφείται και εκπέμπεται σε κάθε STB.[19]. Η κρυπτογράφηση του κλειδιού γίνεται στο STB συνήθως χρησιμοποιώντας έναν αποκωδικοποιητή υλικού. Στην γλώσσα της υπό συνθήκη πρόσβασης το κλειδί ονομάζεται κλειδί ελέγχου, το οποίο αποστέλλεται μέσω του μηνύματος ελέγχου εξουσιοδότησης (Entitlement Control Message-ECM) και είναι διαχειρίσιμο μέσω του μηνύματος διαχείρισης εξουσιοδότησης (Entitlement Management Message-EMM), του οποίου ο ρόλος είναι να εξουσιοδοτήσει την αποκρυπτογράφηση βασιζόμενη στην εξουσιοδότηση του χρήστη.[19]

Μία περίληψη ροής του μηχανισμού της υπό συνθήκη πρόσβασης σε ένα STB παρουσιάζεται στο Σχήμα 3-4 .

Κεφ. 3 Αρχιτεκτονικές μεταφοράς διανομής πληροφορίας με την συμβολή στρώματος εφαρμογής με χρήση διαδικτύου σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης



Σχήμα 3-4: Δόμηση Κοινής Διεπαφής / Υπό συνθήκη πρόσβαση

Η διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων σχετίζεται με τα παραπάνω αλλά είναι διαφορετική. Κύριος στόχος της είναι η αποτροπή της παράνομης χρήσης του ψηφιακού περιεχομένου από τους τελικούς χρήστες και την προστασία από παράνομη αντιγραφή. Η διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων εφαρμόζεται στις περισσότερες ψηφιακές συσκευές αναπαραγωγής βίντεο και μουσικής καθώς και στους αναγνώστες ηλεκτρονικών βιβλίων. Πολλές πλατφόρμες διαχείρισης ψηφιακών δικαιωμάτων έχουν υλοποιηθεί και χρησιμοποιούνται, αλλά το αντικείμενο της διαχείρισης ψηφιακών δικαιωμάτων αποτελεί το βασικότερο πρόβλημα για την διανομή περιεχομένου. Προσπάθειες όπως το Coral Consortium[20], για την παροχή συμβατότητας μεταξύ των σχημάτων ώστε να επιτευχθεί μία πιο διαφανής διανομή για τις εξουσιοδοτημένες συσκευές δεν έχουν ευοδωθεί. Πολλοί μηχανισμοί Διαχείρισης Ψηφιακών Δικαιωμάτων είναι υβριδικοί, με περίπλεξη περιεχομένου μέσω λογισμικού και κωδικοποίησης - κρυπτογράφησης με την χρήση δημόσιων και ιδιωτικών κλειδιών και συσκευών με την χρήση των υλικών χαρακτηριστικών τους (hardware features) . Έτσι τόσο η υπό συνθήκη πρόσβαση όσο και η Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων επιβάλουν περιορισμούς παρακολούθησης περιεχομένου και σιγά σιγά συγχωνεύονται. [19][3]. Όλο και περισσότερο η πλευρά του STB του υπό συνθήκη πρόσβασης συστήματος υλοποιείται μέσω λογισμικού σε συνδυασμό με ειδικό πλινθίο ασφαλείας (STB-specific security chip) εντός του STB. Ένα Καταφορτωμένο - διαβιβάσιμο σύστημα (downloadable) υπό συνθήκη Πρόσβασης (Downloadable Conditional Access System -DCAS)[2][5] έχει προταθεί το οποίο επιτρέπει την εγκατάσταση τις

νέου υπό συνθήκη πρόσβασης σε περίπτωση παραβίασης ασφαλείας και επιτρέπει την φορητότητα του STB από έναν πάροχο σε κάποιον άλλο[5][8][9]. Το λογισμικό από μόνο του, μπορεί να αποσταλεί ως ενσωματωμένο μήνυμα διαχείρισης ψηφιακών δικαιωμάτων στην ροή του βίντεο, το οποίο με την σειρά του επιτρέπει στους παρόχους περιεχομένου να χρησιμοποιούν ένα διαφορετικό υπό συνθήκη πρόσβασης σχήμα για κάθε βίντεο ροής.

Η τελευταία αυτή δυνατότητα έχει πολύ ενδιαφέρον στην IPTV, καθώς το περιεχόμενο IP μπορεί να μεταφέρει από άκρη σε άκρη την διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων. Σε ένα συνηθισμένο δίκτυο διανομής ο πάροχος του οικιακού εξοπλισμού - STB θα είναι διαφορετικός από το πάροχο του μεσισμικού και ως εκ τούτου ο διαχωρισμός της εξουσιοδότησης υλισμικού (συνδεδεμένο στο πλινθίο ασφαλείας) και της εξουσιοδότηση περιεχομένου μέσω της διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων παρέχει μία πιο ευέλικτη λύση [5][25]. Ειδικότερα την δεδομένη χρονική στιγμή, που η IPTV κινείται σε νέες πλατφόρμες και τα μηνύματα διαχείρισης ψηφιακών δικαιωμάτων μπορούν να συνδεθούν σε νέους μηχανισμούς ασφαλείας που συνδέονται με την διαχείριση ταυτότητας, όπως π.χ. στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας [7].

3.8. Εναλλακτική Αρχιτεκτονική Υπηρεσιών

Μια σημαντική προσπάθεια τυποποίησης της IPTV [3][9][6], ή οποία έχει και αμφιλεγόμενο αποτέλεσμα, είναι η τυποποίηση της αρχιτεκτονικής για την δημιουργία υπηρεσίας IPTV. Μέχρι στιγμής δεν έχει αναδειχτεί κάποιο σαφές αποτέλεσμα. Επί του παρόντος ATISIIIF, TISPAN και η ομάδα εστίασης (FG) ITU-T, στην IPTV έχουν συμφωνήσει σε δύο εναλλακτικές αρχιτεκτονικές. Το μοντέλο Δικτύων Νέας Γενιάς (Next generation network-NGN) [2][3], τα οποία είναι δημοφιλή σε τηλεφωνικές εταιρείες και κατασκευαστές δικτύων υποσυστημάτων πολυμέσων IP (IMS) και από την άλλη το μοντέλο των υπηρεσιών ιστού (web services model) το οποίο προωθείται κυρίως από την Microsoft και το οποίο είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο εναλλακτικό [2].

3.8.1. Αρχιτεκτονική Δικτύων Νέας Γενιάς.

Στο εναλλακτικό μοντέλο Δικτύων Νέας Γενιάς [3], τα δυναμικά στοιχεία της IPTV, φιλοξενούνται στο δίκτυο. Αυτά τα δυναμικά στοιχεία είναι: οι υπηρεσίες επαλήθευσης συσκευής, οι υπηρεσίες παρουσίας και θέσης, οι υπηρεσίες διαχείρισης συνόδου, η διαχείριση κατατομής χρηστών, η χρέωση και η τιμολόγηση. Έτσι μια κοινή υποδομή μπορεί να είναι προσβάσιμη από

οποιαδήποτε υπηρεσία IPTV και να συντονιστεί με τις υπηρεσίες που φιλοξενούνται στο δίκτυο.

3.8.2. Αρχιτεκτονική υπηρεσιών ιστού.

Εναλλακτικά στις υπηρεσίες ιστού όλη η λειτουργική νοημοσύνη παραμένει εκτός του δικτύου και πιο συγκεκριμένα στις συσκευές-πελάτες και στους εξυπηρετητές μεσισμικού της διαδικτυακής τηλεόρασης IPTV. Το περιεχόμενο γίνεται προσβάσιμο και παραδίδεται χρησιμοποιώντας IP και πρωτόκολλα W3C τις HTML και XML [2][3]. Η επικοινωνία μεταξύ των λειτουργικών οντοτήτων του εξυπηρετητή ακολουθεί τις προδιαγραφές W3C Υπηρεσιών ιστού (WS). Έτσι η δημιουργία υπηρεσίας διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV) είναι ανεξάρτητη των υπηρεσιών οι οποίες παρέχονται από το δίκτυο και μπορούν να εφαρμοστούν με ευρέως χρησιμοποιούμενα πλαίσια λογισμικού υπηρεσιών ιστού.

3.9. Μεταφορά υπηρεσίας IPTV

Στην παράγραφο αυτή αναλύονται συνοπτικά το δίκτυο και οι τρόποι μετάδοσης της IPTV. Είναι πολύ εύκολο να υπάρξει σύγχυση μεταξύ της διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV) και της ψηφιακής μετάδοσης βίντεο μέσω τις καλύτερης προσπάθειας πάνω από το διαδίκτυο (over the best effort internet). Και οι δύο μοιράζονται ένα κοινό σύνολο πρωτοκόλλων και αντίστοιχο εξοπλισμό δικτύου. Η κύρια διαφορά είναι ότι η διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV) είναι μία ελεγχόμενη υπηρεσία η οποία παρέχεται μέσω ενός διαχειριζόμενου δικτύου. Από αυτή την άποψη είναι πιο κοντά στη καλωδιακό ή δορυφορικό ισοδύναμο παρά στο ίντερνετ βέλτιστης προσπάθειας. Αυτό αποτελεί και την IPTV 1.0, μοντέλο που χρησιμοποιούν πάροχοι υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης παγκοσμίως. Όπως αναφέραμε και στο Κεφάλαιο 2, το οικοσύστημα της διαδικτυακής τηλεόρασης έχει μετεξελιχτεί σε μία ευρεία οντότητα που περιλαμβάνει και την ψηφιακή μετάδοση βίντεο μέσω του στρώματος εφαρμογής του διαδικτύου που οδηγεί στην IPTV 2.0 που με την σειρά της οδηγεί με την προσθήκη τις κοινωνικότητας και της διαδραστικότητας στην IPTV 3.0. Τα περισσότερα συστήματα διαδικτυακής IPTV, χρησιμοποιούν MPEG-4 για την συμπίεση του βίντεο. [1][8][4].

3.9.1. Δίκτυα Διανομής (Delivery Networks)

Η «γραμμική» ή «εμπορική» IPTV, χρησιμοποιεί τρία διαφορετικά τμήματα του δικτύου: το τμήμα πρόσβασης για να μετακινεί το περιεχόμενο προς το τμήμα δικτύου κορμού και το οικιακό δίκτυο το οποίο χρησιμοποιείται για την διανομή του τηλεοπτικού προγράμματος στα STB καθώς και σε άλλες συσκευές λήψης και προβολής

3.9.1.1. Τμήμα Δικτύου Πρόσβασης

Η IPTV αρχικά ακολούθησε την ανάπτυξη της ευρυζωνικής πρόσβασης στα τηλεφωνικά δίκτυα χρησιμοποιώντας τεχνολογίες Ψηφιακής Γραμμής Συνδρομητή (DSL). Αρχικά η ευρυζωνική πρόσβαση στηρίχθηκε στην Ασύμμετρη Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή (ADSL) αλλά κινείται γρήγορα προς την Πολύ Υψηλής Ταχύτητας DSL (VDSL) ή την Πολύ Υψηλής ταχύτητας DSL έκδοση 2 (VDSL2) ώστε να παρέχει τις ταχύτητες που απαιτούνται για μια σωστή υπηρεσία IPTV. Οι τεχνολογίες DSL συνυπάρχουν με το τηλεφωνικό σήμα πάνω στα συνεστραμμένα ζεύγη χαλκού. Δεδομένα υψηλής ταχύτητας μεταδίδονται ψηφιακά σε υψηλότερες συχνότητες από την συνηθισμένη μετάδοση φωνής.

Με την ταχέως αυξανόμενη ζήτηση για περιεχόμενο υψηλής ανάλυσης (HD), οι υλοποιήσεις συστημάτων διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV), χρησιμοποιούν μια ποικιλία από άλλα δίκτυα ευρυζωνικής πρόσβασης κυρίως Fiber To The Home-FTTH.

Σε κάποιες χώρες η IPTV έχει αναπτυχθεί στο δίκτυο πρόσβασης μέσω ομοαξονικού καλωδίου (coax) χρησιμοποιώντας καλωδιακό modem, το οποίο προσθέτει δυνατότητες για “διαδραστική” τηλεόραση και συγκλίνουσες υπηρεσίες IP για τους συνδρομητές. Υβριδικά STB έχουν την δυνατότητα να λαμβάνουν τις παραδοσιακές επίγειες ή δορυφορικές ευρυεκπομπές και παράλληλα την εκπομπή IPTV. Επιπροσθέτως η IPTV, όλο και περισσότερο συνδέεται με την μελλοντική διανομή περιεχομένου μέσω ασυρμάτων ευρυζωνικών δικτύων.

3.9.1.2. Τμήμα Δικτύου Κορμού

Η IPTV, είναι μια διαχειριζόμενη υπηρεσία η οποία παρέχει ποιότητα υπηρεσίας (Quality of Service-QoS)[43] και συνήθως μεταδίδεται στο δίκτυο κορμού μέσω οπτική ίνας και χρησιμοποιώντας τεχνολογία MPLS. Η κατακόρυφη αύξηση τις κίνησης βίντεο με την πάροδο του χρόνου θα αναγκάσει ακόμα και το δίκτυο κορμού να αποκτήσει πιο αποτελεσματικούς τρόπους διανομής της βίντεο πληροφορίας [3][9]. Αν και αυτό εξακολουθεί να είναι αντικείμενο έρευνας, οι επιλογές περιλαμβάνουν την καλύτερη

χρήση του υφιστάμενου εύρους ζώνης μέσω μηχανισμών κωδικοποίησης δικτύου καθώς και πιο αποτελεσματικές οπτικές συσκευές.

3.9.1.3. Τμήμα Οικιακού δικτύου

Τα οικιακά δίκτυα αρχικά σχεδιάστηκαν για σύνδεση υπολογιστών στο σπίτι, ενώ σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως για την διανομή τηλεοπτικού σήματος σε STB και άλλες συσκευές. Βασικό ρόλο έχει παίξει και η πιστοποίηση με DLNA[4] μεγάλου αριθμού μηχανισμών για συσκευές και εξοπλισμό. Όταν το DLNA υποστηρίζεται από την μία οικιακή πύλη (home gateway), επιτρέπει σε εξωτερικές συσκευές να συνδεθούν στο οικιακό δίκτυο, επεκτείνοντας ταυτόχρονα και την ακτίνα εμβέλειας του.

Επίσης, η HPNA[4][33] είναι μία από τις πολλές τεχνολογίες, οι οποίες είναι διαθέσιμες για δικτύωση IPTV. Η συγκεκριμένη τεχνολογία περιλαμβάνει 802.11 WI-Fi και HDMI (High Definition Multimedia Interface) δυνατότητες.

3.9.2. Χρήση πρωτοκόλλων διαδικτύου

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα βασικά πρωτόκολλα τα οποία χρησιμοποιούνται για την διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV) καθώς επίσης και μια ιδιοταγής επέκταση η οποία ονομάζεται αλλαγή καναλιού (channel change)[3][4].

3.9.2.1. Κοινά Πρωτόκολλα

Η μετάδοση πληροφορίας πραγματικού χρόνου στο διαδίκτυο γίνεται παραδοσιακά με την χρήση του πρωτοκόλλου UDP. Το UDP δεν απαιτεί γνωστοποίηση λήψης και έως εκ τούτου μπορεί να χαρακτηριστεί «αναξιόπιστο». Για το λόγο αυτό το πρωτόκολλο μεταφοράς πραγματικού χρόνου (RTP) προσθέτει ακολουθία αριθμών και χρονισμό στα πακέτα, έτσι ώστε η αυξομείωση διεργασίας και η απώλεια πακέτων να μπορεί να αποδοθεί στα υψηλότερα στρώματα και στα μηνύματα ελέγχου. Το πρωτόκολλο ελέγχου RTP (RTCP) παρέχει τα μηνύματα ελέγχου σαν κανάλι επιστροφής, από τον πελάτη, έτσι ώστε ο εξυπηρετητής ροής πολυμεσικού υλικού (streaming server) να μπορεί να προσαρμόσει την ροή RTP για την εξουδετέρωση προβλημάτων μεταφοράς. Παρά το γεγονός ότι το πρότυπο DVB [6] προτείνει πακετοποίηση MPEG-2 TS με το RTP, το RTP είναι προαιρετικό. Μια σειρά από εφαρμογές ενσωματώνουν απευθείας το βίντεο εντός των UDP δεδομενογραμμάτων, ειδικά για παράδοση μέσω δικτύων οπτικών ινών τα οποία παρουσιάζουν ελάχιστες απώλειες ή άλλα προβλήματα.

Η δρομολόγηση πολυεκπομπής IP, χρησιμοποιείται για να αποσταλεί μια απλή ροή βίντεο σε πολλαπλούς προορισμούς (δέκτες). Το IGMP και το MLD στο Ipv6 επιτρέπει τις πελάτες να ενωθούν σε ομάδες πολυεκπομπής, το IP ισοδύναμο ενός απλού τηλεοπτικού καναλιού. [6][8]. Η τεχνική πολυεμπόμπη πηγής (Source-Specific Multicast – SSM) χρησιμοποιείται για να παραδώσει πακέτα πολυεκπομπής στο συνδρομητή της ροής βίντεο. Το βίντεο κατ'απαίτηση, χρησιμοποιεί μετάδοση IP, καθώς είναι ο συνηθέστερος τρόπος μεταφοράς πληροφορίας σε έναν προορισμό. Το πρωτόκολλο ροής πραγματικού χρόνου (RTSP) είναι το τυπικό πρωτόκολλο το οποίο χρησιμοποιείται στο βίντεο κατ' απαίτηση, για την εφαρμογή των λειτουργιών «εκτέλεσης, προσωρινής παύσης και παύσης» καθώς και των πιο ιδιαίτερων όπως «ταχυπροωθούμενη αναπαραγωγή και επιστροφή σε προγενέστερο τμήμα αναπαραγωγής». Οι εταιρείες που παρέχουν υπηρεσία βίντεο κατ'απαίτηση, έχουν χρησιμοποιήσει το πρωτόκολλο ροής πραγματικού χρόνου (RSTP) για να αναπτύξουν επεκτάσεις οι οποίες θα παρέχουν ειδικές υπηρεσίες σχετιζόμενες με το περιεχόμενο και την διαχείριση λογαριασμού συνδρομητή [9]. Τέλος βοηθητικές πληροφορίες για την επαλήθευση χρήστη του STB, των συνοδευτικών δεδομένων, των χαρτών καναλιών, της διαδραστικότητας, κλπ στέλνονται μέσω του πρωτοκόλλου ελέγχου μετάδοσης (TCP) ή μέσω του πρωτοκόλλου μεταφοράς υπερκειμένου (HTTP) για λόγους αξιοπιστίας και ενσωμάτωσης τους με συχνά χρησιμοποιούμενες εφαρμογές.

3.9.2.2. Γρήγορη αλλαγή καναλιού

Η καθυστέρηση αλλαγής καναλιού υπήρξε το αρχικό εμπόδιο για την ανάπτυξη της IPTV, δεδομένου ότι ο χρόνος απόκρισης των αναλογικών συστημάτων λήψης σήματος ήταν πάρα πολύ δύσκολο να αναπαραχθούν στο ψηφιακό τομέα λήψης. Συντελεστές στην καθυστέρηση αλλαγής του ψηφιακού καναλιού είναι οι καθυστερήσεις μηνυμάτων μεταξύ της συσκευής του πελάτη και του εξυπηρετητή του επικεφαλής βίντεο (HO) ή του δρομολογητή άκρης στην περίπτωση σύνδεσης σε πολυεκπομπή και ιδιαίτερα τα διαστήματα της ομάδας εικόνων (GOP) μεταξύ των πεδίων I (I-frames) στις ροές MPEG-2 και MPEG-4 οι οποίες επιτρέπουν στην τηλεοπτική συσκευή να συγχρονίζει με την πλήρη εικόνα του βίντεο [10].

Έτσι σαν αποτέλεσμα αναπτύχθηκαν οι τεχνολογικές λύσεις για την γρήγορη αλλαγή καναλιού και έχουν υποβληθεί για την απόκτηση τυποποίησης[3][5]6]. Ορισμένες χρησιμοποιούν το άνω στρώμα κυκλοφορίας και διαχείρισης περιεχομένου, για τροποποίηση συντελεστών και λόγων συμπίεσης ή σήμανση πακέτων υψηλής προτεραιότητας. Άλλες προσεγγίσεις αφορούν την προσθήκη νοημοσύνης στις συσκευές ώστε να

επεξεργάζονται την αλλαγή καναλιών στην συσκευή του συνδρομητή και να επωφελούνται από τα τοπικά στατιστικά στοιχεία τηλεθέασης. Άλλη λύση είναι η απευθείας συνεργασία του πρωτοκόλλου μεταφοράς πραγματικού χρόνου (RTP) και του πρωτοκόλλου ελέγχου για την βελτίωση της απόδοσης τις γρήγορης αλλαγής καναλιού[10].

3.9.2.3. Κωδικοποίηση δικτύου

Η ύπαρξη και η δυνατότητα συνδυασμού συσκευών χρήστη διαφορετικών αναλύσεων και κωδικοαποκωδικοποιητών, συνήθως απαιτεί είτε πολλαπλές μεταδόσεις είτε κωδικοποίηση για την κάθε ροή δεδομένων, είτε και τα δύο. Ενώ οι τεχνικές συμπίεσης βίντεο όπως η Κλιμακωτή Κωδικοποίηση Βίντεο (Scalable Video Coding-SVC)[53] και οι κωδικές διαγραφής, παρέχουν λύσεις στην εισόδους και εξόδους του δικτύου, αφήνοντας όμως ανοιχτά ζητήματα σχετικά με το τι μπορεί να γίνει στους ενδιάμεσους κόμβους εσωτερικά του δικτύου [3].

Η κωδικοποίηση του δικτύου συμπεριφέρεται στα πακέτα σαν είναι πληροφορία και όχι μόνο σαν bit, συνδυάζοντας τα με αλγεβρικές δομές ώστε να παρέχει πλεονασμό στοιχείων πληροφορίας. Για την IPTV αυτή η μείξη μπορεί να γίνει πάνω από το IP πρωτόκολλο, δημιουργώντας ένα στρώμα κάτω από το Πρωτόκολλο Ελέγχου Μεταφοράς (TCP) και του πρωτοκόλλου δεδομενογραμμάτων χρήστη (UDP). Για την κυκλοφορία ελέγχου μεταφοράς TCP αυτή η προσέγγιση είναι πολλά υποσχόμενη και αναμένεται να προωθηθεί τις μεταδόσεις πραγματικού χρόνου[3].

Μία άλλη προσέγγιση είναι [25][26] η χρήση πολλαπλής ανάλυσης κωδικών στην κωδικοποίηση δικτύου, σε ροές που έχουν τον ίδιο κόμβο προορισμού, έχοντας ως στόχο να παράσχει ένα αποτελεσματικό μηχανισμό κωδικοποίησης, τόσο στην πηγή όσο και εντός του δικτύου. Χρησιμοποιεί την ιδέα του pushback για να βοηθήσει το δίκτυο να προσαρμοστεί στις υπάρχουσες συνθήκες δικτύου και να οδηγήσει στο επίπεδο του αναγκαίου πλεονασμού στοιχείων πληροφορίας.

3.10. Ασύρματη Ευρυζωνικότητα και IPTV

Εκτός από τα ενσύρματα δίκτυα, η IPTV μπορεί να διανεμηθεί και μέσω ασυρμάτων ευρυζωνικών δικτύων. Το απαιτούμενο εύρος ζώνης για την τηλεόραση υψηλής ανάλυσης (HD) μπορεί να εξασφαλιστεί από τις παρακάτω δύο τεχνολογίες: το Worldwide Inter-operability for Microwave Access (WiMAX), το οποίο έχει προτυποποιηθεί σαν IEEE 802.16 και από την Long Term Evolution (LTE), η οποία έχει προτυποποιηθεί από την 3GPP [2][6]. Επιπροσθέτως και οι δύο τεχνολογίες χρησιμοποιούν ενιαίες IP (all-IP)

υποδομές με πολύ λίγα εξειδικευμένα στοιχεία δικτύου για ραδιοσυνδέσεις, κινητότητα και επαλήθευση συσκευής. Ως αποτέλεσμα, τα ασύρματα ευρυζωνικά δίκτυα μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν σε κάθε υποδομή διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV) για πρόσβαση στην υπηρεσία οπουδήποτε και οποτεδήποτε[9][23][24].

Οι δοκιμές πάνω σε LTE [58], έχουν καταγράψει ταχύτητες βίντεο κατερχόμενης ζεύξης πάνω από 100Mbps σε οχήματα που κινούνται με κανονικές ταχύτητες και πάνω από 300Mbps σε εργαστηριακές συνθήκες σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ταχύτατης αναμετάδοσης δεδομένων. Πολλοί αναλυτές θεωρούν το βίντεο, μαζί με τις πολυμεσικές υπηρεσίες σαν την εφαρμογή με την μεγάλη προστιθέμενη αξία, η οποία θα δικαιολογούσε την εμπορική ανάπτυξη τις ταχύτατης αναμετάδοσης δεδομένων πέρα από τα σημερινά όρια των υψηλών ταχυτήτων δεδομένων [1][7].

Επιπλέον πρότυπα υποστηρίζουν την ασύρματη μετάδοση βίντεο. Ένα είναι η διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV) MPEG-4 IPTV, με κλιμακωτή κωδικοποίηση (SVC)[57], που παρέχει κλιμακωτά μορφότυπα (scalable formats), τα οποία μπορούν να φιλοξενήσουν διάφορες ταχύτητες ασύρματης σύνδεσης και ποιότητας. Για την μείωση του φορτίου των πόρων για υπηρεσίες πολυεκπομπής, το 3GPP έχει καθορίσει Πολυμεσική Ευρυεκπομπή/Υπηρεσία Πολυεκπομπής (Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS)) [58], για τις ασύρματες υπηρεσίες, αν και οι προδιαγραφές του MBMS για την ταχύτατη αναμετάδοση δεδομένων (LTE) είναι ακόμη υπό ανάπτυξη. Ακόμα ένα είναι το IMS[3] το οποίο χρησιμοποιεί, πρωτόκολλο SIP /SDP, παρέχοντας ένα πλαίσιο έναρξης και ελέγχου πολυμεσικών συνεδριών IP, συμπεριλαμβανομένων και εφαρμογών που μπορούν να εμφανιστούν σε οποιαδήποτε οθόνη [24]. Οι μέθοδοι επαλήθευσης της 3GPP καθώς και οι κατατομές χρηστών παρέχουν μία υποψήφια υποδομή για μελλοντικές εξατομικευμένες υπηρεσίες, για IPTV οπουδήποτε [1][9]. Οι οικιακοί σταθμοί βάσης, femtocell, έχουν περίπου τον ίδιο παράγοντα μορφής όπως η Wi-Fi πρόσβαση, αλλά παρέχουν μια LTE ασύρματη σύνδεση. Οι οικιακοί σταθμοί βάσης (femtocells)[57] παρέχουν υψηλής ταχύτητας συνδεσιμότητα LTE σε μια μικρή γεωγραφική περιοχή, όπως μία κατοικία, και μπορούν να ελέγχουν την παράδοση περιεχομένου σε μια λίστα εξουσιοδοτημένων χρηστών. Η κυκλοφορία πραγματοποιείται από και προς τον οικιακό σταθμό βάσης (femtocell) μέσω μιας ενσύρματης ευρυζωνικής σύνδεσης, όπως FTTH[23].

Επί του παρόντος, η επεκτασιμότητα, η εμπορική βιωσιμότητα και η ενσωμάτωση της τεχνολογίας για την ταχύτατη αναμετάδοση δεδομένων σε μια πλήρη υποδομή IPTV, δεν έχει πραγματοποιηθεί. Επιπλέον η κινητή διαδικτυακή τηλεόραση (mobile IPTV) εισάγει τις επίκαιρες και υποσχόμενες έννοιες για την IPTV, το «οπουδήποτε και οποτεδήποτε» [23] Με τη κινητή

διαδικτυακή τηλεόραση, οι χρήστες θα περιάγονται σε δίκτυα διαφορετικών παρόχων. Με την περιαγωγή η υπηρεσία θα χρησιμοποιεί τα δίκτυα και άλλων παρόχων. Καθώς το βίντεο και ειδικότερα το υψηλής ανάλυσης βίντεο, θα είναι συνάρτηση του ποιότητας της πηγής, της μηχανικής κυκλοφορίας, της εγγύησης ποιότητας υπηρεσίας (QoS), των πολιτικών υπό συνθήκη πρόσβασης (CA), και των συμφωνιών περιαγωγής θα είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη διαδικασία ανάπτυξης[23].

3.11. Τερματικές συσκευές χρήστη

Η διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV) αρχικά όταν εμφανίστηκε ακολούθησε τον παραδοσιακό τρόπο εμπειρίας της τηλεόρασης. Αν και αυτός εξακολουθεί να είναι ο κύριος τρόπος παράδοσης αρχίζουν και αναπτύσσονται υπηρεσίες διαδραστικής εμπειρίας.

Στην συνέχεια, παρουσιάζονται οι τρέχουσες και μελλοντικές συσκευές τερματισμού για διαδραστική εμπειρία. Ενώ η επιλογή της τερματικής συσκευής μπορεί να μην φαίνεται και τόσο σημαντική, εντούτοις έχει σημαντικές επιπτώσεις σε πολλά υποσυστήματα όπως τους κωδικοποιητές και αποκωδικοποιητές βίντεο, την διαχείριση δικαιωμάτων την πρόσβαση υπό όρους και άλλα στοιχεία.

3.12. Τερματικές συσκευές χρήστη Διαδικτυακής Τηλεόρασης.

Τα κλασσικά τυπικά χαρακτηριστικά μίας συσκευής τερματικού εξοπλισμού χρήστη για παροχή υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης περιλαμβάνουν: βιντεοκωδικοποιητές MPEG-4, με δυνατότητες επεξεργασίας μεταφοράς σε πραγματικό χρόνο (real time protocol – RTP) για πολυεκπομπή γραμμικής τηλεόρασης και μετάδοση για βίντεο κατ'απαίτηση [1][2]. Επίσης παρέχουν υποστήριξη για διαδραστικότητα και ανατροφοδότηση, μέσω του πρωτοκόλλου ροής πραγματικού χρόνου (RTSP) για βίντεο κατ'απαίτηση (VoD) και μέσω του πρωτοκόλλου διαχείρισης ομάδων διαδικτύου (IGMP) για πολυεκπομπή γραμμικής τηλεόρασης. Επίσης πραγματοποιούν χρήση RTCP για ανατροφοδότηση της μεταφοράς σε πραγματικό χρόνο (RTP). Η συσκευή διαθέτει υποδοχές για υψηλής και βασικής ευκρίνειας τηλεόραση (πχ HDMI για HD) και προστασία περιεχομένου.

Μεγάλη ποικιλία προδιαγραφών βίντεο και ήχου υποστηρίζεται από τις συσκευές αυτές, καθώς και την διασύνδεσή τους στο οικιακό δίκτυο. Οι συσκευές αυτές όμως δεν είναι προσωπικοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Είναι, κεντρικές μονάδες επεξεργασίας (CPU) οι οποίες έχουν ως αποκλειστικό ρόλο την επεξεργασία βίντεο και γραφικών και οι οποίες έχουν το μέγιστο 512 MB μνήμης [1]. Όσον αφορά το Λειτουργικό Σύστημα (OS),

χρησιμοποιείται ευρέως το Linux καθώς και μία έκδοση των Windows, τα οποία υποστηρίζουν διάφορες λύσεις μεσισμικού, παρότι η αγορά κυριαρχείται από λύσεις σε Microsoft [4]. Συσκευές με μεγαλύτερη μνήμη και υποστήριξη σε νέα πρότυπα με βάση την προηγμένη κωδικοποίηση βίντεο (Advanced video Coding - AVC) και την κλιμακούμενη κωδικοποίηση βίντεο (SVC) βρίσκονται σε εμπορική διάθεση από εταιρείες όπως η Motorola, η CISCO, η Broadcom [4][7]. Μέχρι σήμερα ο κύριος τρόπος διαδραστικότητας είναι η χρήση υπέρυθρων τηλεχειριστηρίων αλλά όπως θα αναφέρουμε και στις επόμενες παραγράφους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα μέσα αλληλεπίδρασης.

3.13. Μεσισμικό τερματικών συσκευών χρήστη

Για τους περισσότερους χρήστες και σε κάποιους προγραμματιστές το μεσισμικό IPTV είναι συνώνυμο με το λογισμικό της συσκευής μέσα από το οποίο παραδίδεται ή εμπειρία στον τελικό χρήστη. Χαρακτηριστικές πλατφόρμες μεσισμικού [7][9] είναι:

- Mediaroom - Microsoft
- Myrio - Nokia-Siemens
- KreaTV – Motorola
- Διαφορετικές υλοποιήσεις του προτύπου MHP
- Υλοποιήσεις OpenIPTV forums

Οι πλατφόρμες αυτές μας δίνουν τα κύρια χαρακτηριστικά τις διαδραστικής IPTV.

Ο ηλεκτρονικός οδηγός προγράμματος (EPG) είναι το ορατό τμήμα του μεσισμικού. Εμφανίζει το διαθέσιμο περιεχόμενο σε μορφή πίνακα με τον χρόνο στον άξονα-x και τα κανάλια στον άξονα-y. Έχει την δυνατότητα να τραβά τα συνοδευτικά δεδομένα για περίοδο μιας εβδομάδας περίπου από τους εξυπηρετητές που έχουν βάσεις δεδομένων με τα στοιχεία της ροής του προγράμματος. Ο ηλεκτρονικός οδηγός προγράμματος παρέχει και την διεπαφή για τις επιλογές ψηφιακής εγγραφής προγράμματος (DVR), το βίντεο κατ'απαίτηση (VoD) και την πληρωμή με την θέαση (PPV). Όλο και περισσότεροι οδηγοί μπορούν να είναι εξατομικευμένοι και έχουν την δυνατότητα να εμφανίζουν τα αγαπημένα πρώτα ακολουθούμενα από προτεινόμενα με βάση την συμπεριφορά θέασης των τηλεθεατών. Έχουν την δυνατότητα αναζήτησης με βάση την βαθμολογία και τους συνδέσμους σε ιστότοπους Κοινωνικής δικτύωσης. Όλο και περισσότερες εφαρμογές εμφανίζονται στον ηλεκτρονικό οδηγό προγράμματος περιέχοντας στοιχεία σχετικά με τις πληροφορίες καιρού, αθλητικά και αναγνώριση καλούμενου

για υπηρεσίες τηλεφωνίας. Η Apple TV δείχνει τον δρόμο για τις πρόσθετες αυτές υπηρεσίες[1][2][7].

Πίσω από την οθόνη που βλέπει ο συνδρομητής, το μεσομικό εκτελεί και άλλες σημαντικές λειτουργίες όπως την διαχείριση της συσκευής, τον έλεγχο πρόσβασης στο περιεχόμενο και την εξατομίκευση. Το μεσομικό επικοινωνεί με το σύστημα ελέγχου πρόσβασης για να διαφυλάξει την προστασία του περιεχομένου. Ελέγχει το πώς το ληφθέν περιεχόμενο δρομολογείται στο σωστό αποκωδικοποιητή και στις εξωτερικές διασυνδέσεις με τον υπόλοιπο εξοπλισμό (Τηλεόραση, ηχοσύστημα, ψηφιακούς εγγραφείς). Επαληθεύει τους λογαριασμούς των χρηστών επικοινωνώντας με τους εξυπηρετητές στο Κέντρο Λήψης και Διαβίβασης εντολών και αποθηκεύει όπως και επαληθεύει, τα διαθέσιμα επίπεδα πρόσβασης της υπηρεσίας. Επικοινωνεί με υπηρεσίες τρίτων για την πληρωμή ανά θέαση, και τις νομισματικές συναλλαγές που σχετίζονται με αγορές μέσω τηλεόρασης. Διαχειρίζεται τους ψηφιακούς εγγραφείς: επιτρέποντας εγγραφές, ελέγχοντας την ενδιάμεση μνήμη και αποστέλλοντας ειδοποιήσεις όταν ο δίσκος έχει γεμίσει. Επιπροσθέτως υποστηρίζει την επιγραμμική (online) διάγνωση προς τους παρόχους για την ανίχνευση σφαλμάτων πριν την επίσκεψη ενός τεχνικού.

Το μεσομικό των τερματικών συσκευών χρήστη εκτελεί τις μετατροπές των μέσων που διαχειρίζονται τις συνεδρίες πολυεκπομπής, αποενθυλακώνει (decapsulate) το IP και μετατρέπει τα ψηφιακά MPEG μορφότυπα, σε αναλογική μορφή όπως απεικονίζεται στα χαμηλότερα στρώματα του σχήματος 3-4.

Η τερματική συσκευή αποκρυπτογραφεί και αποκωδικοποιεί το βίντεο και τον ήχο, συσχετίζει και συγχρονίζει το βίντεο και τον ήχο σε διαφορετικά προγράμματα και τα παραδίδει στις ψηφιακές (HDMI) καθώς και στις αναλογικές εξόδους, S-Video, Scart και σε άλλες συνδέσεις.

3.14. Το οικοσύστημα της IPTV

Η εξέλιξη της IPTV οδηγείται και από το νέο οικοσύστημα που δημιουργείται στον τομέα των συσκευών. Το ζητούμενο πλέον, δεν είναι οι οθόνες, αλλά το περιεχόμενο που παρακολουθούν οι συνδρομητές. [1][24]. Τα όρια μεταξύ των STB, των ηλεκτρονικών και φορητών υπολογιστών, των έξυπνων κινητών τηλεφώνων και ταμπλετών, των παιχνιδομηχανών και των τηλεοπτικών συσκευών με υποστήριξη διαδικτύου είναι πολύ συγκεχυμένα. Η ανάπτυξη του οικοσυστήματος οδηγείται από πολλούς παράγοντες όπως, οι πολλαπλοί τύποι δικτύων πρόσβασης, οι κινητές συσκευές με δυνατότητες αναπαραγωγής βίντεο, η κινητικότητα των χρηστών και η σχεδόν καθολική ενσωμάτωση υπηρεσιών διαδικτύου. Το εξελισσόμενο οικοσύστημα δίνει

μεγαλύτερη έμφαση στο πώς να συνδέει συσκευές και χρήστες σε μοναδικούς λογαριασμούς (IdM), καθώς και πώς να εξασφαλίσει ότι το περιεχόμενο αποστέλλεται στην σωστή μορφή για κάθε τύπο συσκευής (διαχείριση περιεχομένου) προστατεύοντας παράλληλα τα δικαιώματα του ιδιοκτήτη περιεχομένου (DRM)

3.15. Διαδραστικότητα

Ερωτήσεις και προβλήματα για την διεπαφή χρήστη (UI) στην διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV) παραμένουν άλυτα, καθώς οι υπάρχουσες διεπαφές χρήστη έχουν σχεδιαστεί συντηρητικά. Νέα θέματα διαδραστικότητας της IPTV εμφανίστηκαν από την χρήση της πολυμεσικής πληροφορίας σε παραδοσιακές και μη συσκευές.

3.15.1. Ιστορικό Διεπαφής χρήστη

Οι πρώτες προσπάθειες δημιουργίας του μέσου αλληλεπίδρασης σε ιστοτόπους IPTV, είχε την εμφάνιση και λειτουργικότητα ενός κακού φυλλομετρητή ιστού [3]. Λόγω της έλλειψης υπολογιστικής ισχύος και της χαμηλής ανάλυσης της τηλεοπτικής εικόνας (625 γραμμές), τα αποτελέσματα της γραφικής διεπαφής χρήστη (GUI) περιορίστηκαν απλά στην παροχή πληροφοριών μέσω της εμφάνισης πάνω στη Οθόνη (OSD). Καθώς η υποστηριζόμενη ανάλυση της τηλεόρασης έχει βελτιωθεί και έχει αναπτυχθεί και η χρήση της ψηφιακής εγγραφής περιεχομένου για την διαδραστικότητα με την τερματική συσκευή χρήστη (STB), η διεπαφή χρήστη IPTV, μοιάζει ακόμα με τις διεπαφές των παραδοσιακών συσκευών απεικόνισης [5]. Ωστόσο οι εξελίξεις στον τομέα του υλικού και του λογισμικού των υπολογιστικών συστημάτων και των καλύτερων ενσωματωμένων επεξεργαστών γραφικών στα STB, τώρα επιτρέπουν στην Γραφική Διεπαφή Χρήστη να εμφανίζεται είτε σε πλέγμα είτε σε μωσαϊκό για να αξιοποιήσει χαρακτηριστικά όπως η διαφάνεια (με ανάμειξη άλφα ανά πίξελ) και τα 3D εφέ. Όλα αυτά έχουν αρχίσει να εμφανίζονται σε κάποιες εμπορικές εφαρμογές [2][7].]

Οι αξιοποίηση των δυνατοτήτων του υλικού και του λογισμικού, επιτρέπουν στις γραφικές διεπαφές χρήστη να προσαρμόζονται καλύτερα στις απαιτήσεις του τελικού χρήστη των υπηρεσιών. Επίσης βοηθά στην βελτίωση της εμπειρίας του χρήστη (UX) και ενισχύει την αλληλεπίδραση, η οποία θα οδηγήσει στην εκπλήρωση του στόχου της IPTV που είναι η αλλαγή της παραδοσιακής τηλεοπτικής εμπειρίας.

3.15.2. Υποστήριξη Διεπαφή χρήστη για Διαδραστικότητα και εξατομίκευση

Ως διαδραστικότητα μπορεί να οριστεί οτιδήποτε οδηγεί τον χρήστη πέρα από την παθητική εμπειρία παρακολούθησης και τον αφήνει να κάνει επιλογές και να ενεργεί όπως επιθυμεί[61]. Η διαδραστική διαδικτυακή τηλεόραση έχει μετατοπίσει την παρακολούθηση της τηλεόρασης από μια καθαρά παθητική δραστηριότητα σε μια εντελώς ενεργητική δραστηριότητα. Οι υπηρεσίες αυτές οι οποίες αναπτύσσονται, οδηγούν όλο και πιο κοντά στην εξατομίκευση των παρεχομένων υπηρεσιών.

Η εξατομίκευση απαιτεί επεκτάσεις[1][2][9][10] για την συσκευή του πελάτη και την διεπαφή χρήστη πέρα από τις υπηρεσίες της συμβατικής τηλεόρασης όπως:

- Οι δυνατότητες της συσκευής του πελάτη και η διεπαφή χρήστη χρειάζεται να αναπτυχθούν για διάφορες κατηγορίες συσκευών με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε όλοι οι χρήστες να έχουν μια αξιόπιστη και χωρίς διαφοροποιήσεις εμπειρία θέασης ακόμα και σε διαφορετικούς τύπους συσκευών.
- Κάθε συσκευή, θα πρέπει να έχει την λειτουργικότητα να αναφέρει τις δυνατότητες της οθόνης που διαθέτει, έτσι ώστε το περιεχόμενο να μπορεί σωστά να προσαρμοστεί κάθε φορά.
- Κάθε συσκευή θα πρέπει να επιτρέπει στον κάθε συνδρομητή-χρήστη να αναγνωρίζεται και να επαληθεύεται ή αλλιώς να επιτρέπει την αυτόματη αναγνώριση και επαλήθευση από τον πελάτη. Επίσης θα πρέπει να επιτρέπει την ανωνυμία του χρήστη.
- Εκτός από την επαλήθευση του χρήστη, η συσκευή θα πρέπει να έχει την δυνατότητα αναγνώρισης και επαλήθευσης της IPTV υπηρεσίας.
- Η συσκευή θα πρέπει να συμμετέχει στην ανταλλαγή κλειδιών και στην διαδικασία αποκωδικοποίησης, η οποία απαιτείται για την CA και DRM. Ειδικότερα με την εξατομικευμένη IPTV, τα δικαιώματα ψηφιακής διαχείρισης περιεχομένου θα πρέπει να συνδέονται με τον χρήστη και όχι με την συσκευή, έτσι ώστε ο πελάτης να συμμετέχει σε ανταλλαγές πιστοποιητικών τα οποία θα μεταφέρουν τα δικαιώματα από συσκευή σε συσκευή του ίδιου με βάση τα δικαιώματα του ως χρήστης.
- Οι συσκευές θα πρέπει να έχουν την δυνατότητα δήλωσης της παρουσίας χρήστη ή της θέσης του.
- Οι συσκευές θα πρέπει να προσαρμόζονται στις εκάστοτε προτιμήσεις του χρήστη. Σαν παράδειγμα η διεπαφή χρήστη για έναν έφηβο μπορεί να προσαρμοστεί διαφορετικά από αυτό του ενηλίκου.

- Όλα αυτά πρέπει να γίνουν όσο το δυνατόν σε διαφανές πλαίσιο, ώστε να μην διαταραχθεί η τηλεοπτική εμπειρία.

3.15.3. Εξατομικευμένη Εμπειρία

Η μελλοντική εξατομίκευση θα ενισχυθεί με την ατομική αναγνώριση, η οποία είναι η διαδικασία αναγνώρισης του ατόμου ή του συνόλου μπροστά από ένα τηλεοπτικό δέκτη, προκειμένου να προσαρμοστεί η οθόνη στα ενδιαφέροντα και τις προτιμήσεις του εκάστοτε χρήστη [1][2][8]. Η εξατομίκευση περιλαμβάνει γραφική διεπαφή χρήστη, η οποία αντανακλά τις προτιμήσεις-επιθυμίες του, χρησιμοποιώντας τα αγαπημένα για να προσαρμόσει το περιεχόμενο, φιλτράροντας και ετοιμάζοντας αυτές για να απολαύσει το περιεχόμενο εντός και εκτός της οικίας του. Η εξατομίκευση της γραφικής διεπαφής χρήστη και του περιεχομένου μπορεί να επιτευχθεί σε κάποιο βαθμό μέσω των προηγμένων γραφικών, την εμφάνιση της επιφάνειας της διεπαφής και τα αγαπημένα στοιχεία ενσωματωμένα στον ηλεκτρονικό οδηγό προγράμματος [3]. Το πιο σημαντικό στοιχείο είναι ότι η ατομική αναγνώριση θα βοηθήσει στην καλύτερη και πιο στοχευμένη διαφήμιση, βελτιώνοντας την ικανοποίηση τόσο των συνδρομητών όσο και των διαφημιστών.

Η αλληλεπίδραση του χρήστη με την διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV) εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την συμπεριφορά θέασης αυτού. Σύμφωνα με τον Jenkin [62] προσδιορίζονται τρία διαφορετικά είδη θεατών: τους χρήστες εναλλαγείς (Zappers), τους πιστούς χρήστες (Loyals) και τους περιστασιακούς χρήστες (Casuals). Οι χρήστες εναλλαγείς κάνουν συνεχώς εναλλαγή καναλιών και παρακολουθούν κυρίως αποσπάσματα των εκπομπών. Για αυτούς, η γρήγορη εναλλαγή από κανάλι σε κανάλι ή από ένα τύπο περιεχομένου σε κάποιον άλλο είναι ζωτικής σημασίας. Οι πιστοί χρήστες επιλέγουν ενδιαφέρον περιεχόμενο και περνάνε περισσότερο χρόνο σχολιάζοντας και αναλύοντας με άλλα άτομα το περιεχόμενο των εκπομπών. Είναι τακτικοί θεατές σειρών και είναι πιο πιθανό να καταγράφουν τις εκπομπές σε ψηφιακούς εγγραφείς. Ως εκ τούτου η ικανότητα τους να κάνουν εγγραφή εκπομπών και να πλοηγούνται εντός του καταγεγραμμένου περιεχομένου, μπορεί να αντιπροσωπεύει σημαντική αξία, καθώς δίνεται η δυνατότητα με ένα αργό τρόπο να δημιουργήσουν εξατομικευμένα κανάλια τηλεόρασης. Οι περιστασιακοί χρήστες έχουν κοινά χαρακτηριστικά και με τους δύο: θέλουν να μείνουν μακριά από

βαρετές εκπομπές και έχουν την τάση να αλλάζουν τα κανάλια μέχρι να βρουν κάποια εκπομπή που να τους κεντρίσει το ενδιαφέρον.

Το ερώτημα που δημιουργείται είναι, με ποιόν τρόπο η γραφική διεπαφή χρήστη και το κάθε τηλεχειριστήριο μπορεί να αναγνωρίσει τους θεατές και να αντιμετωπίσουν τις απαιτήσεις που εμφανίζονται από την ποικιλομορφία των χρηστών.

Μια σειρά από προσεγγίσεις αναπτύσσονται και δοκιμάζονται. Τα παραδοσιακά στοιχεία όνομα χρήστη και κωδικού πρόσβασης είναι δύσχρηστα και ακατάλληλα για την αμεσότητα που απαιτεί η τηλεοπτική εμπειρία [3][5]. Έχουν σχεδιαστεί και άλλοι μηχανισμοί, όπως αντιστοίχιση ειδικών χαρακτήρων – οντοτήτων (avatars), αυτόματη ανίχνευση αριθμού και ταυτότητας ατόμων σε ένα δωμάτιο (μέσω κάμερας ή αναγνώρισης κινητών τηλεφώνων) τα οποία ικανοποιούν τα νέα δεδομένα. Η ατομική ταυτοποίηση θα συνδυάζει στατιστικά στοιχεία, βιομετρικά και στοιχεία κοινής λογικής, όπως π.χ. μια εργάσιμη μέρα στις 16:00 σε μία οικογένεια με παιδιά και παρότι ένας ενήλικος κάνει χρήση του τηλεχειριστηρίου, είναι πολύ πιθανό να χρησιμοποιηθεί ο προγραμματισμός για παιδιά για κάποια εύρεση πληροφορίας.

Επιπροσθέτως οι διεπαφές αναμένεται να ενσωματώνουν στοιχεία κοινωνικής δικτύωσης, να καθορίζουν ενδιαφέρον περιεχόμενο ανάλογα με τα ενδιαφέροντα της ομάδας και πέρα από τα ατομικά ενδιαφέροντα. Αυτά βρίσκονται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο καθώς η ατομική αναγνώριση αποτελεί θέμα έρευνας.

3.15.4. Νέα Γραφική Διεπαφή Χρήστη

Μετά την επιτυχία στην παροχή εξατομικευμένων πληροφοριών στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και στον κινητό κόσμο, τα εκτελέσιμα για φόρτωση εφαρμογών γραφικών στοιχείων (widget) εισβάλλουν σιγά σιγά και την αγορά της τηλεόρασης [3][61][62]. Στην τηλεόραση τα στοιχεία αυτά παραδίδουν παρόμοια πληροφορία μέσω των μικρών και εξειδικευμένων εφαρμογών. Επί του παρόντος τα εκτελέσιμα για φόρτωση εφαρμογών γραφικών στοιχείων της IPTV είναι υπό τον έλεγχο των παρόχων ή των κατασκευαστών του τηλεοπτικού δέκτη, οι οποίοι τις βλέπουν σαν μέσο

αύξησης εσόδων μέσω της διαφήμισης και της τοποθέτησης προϊόντων. Σε πιο προχωρημένες εφαρμογές, τα εκτελέσιμα για φόρτωση εφαρμογών γραφικών στοιχείων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν διεπαφές συνοχής (contextual interfaces)[1][62], λαμβάνοντας υπόψη το χρήστη, το περιεχόμενο, τις συσκευές, την ώρα και τον χώρο, τόσο για τις συνδεδεμένες εφαρμογές (αυτές που συνδέονται με το περιεχόμενο που παρακολουθείται) όσο και με τις ασύνδετες εφαρμογές (EPG, πρόγνωση τοπικού καιρού, κίνησης κλπ). Για τους εναλλαγείς, οι εφαρμογές αυτές μπορούν να συνοψίσουν ότι πληροφορία υπάρχει για τα υπόλοιπα κανάλια. Οι Πιστοί θα μπορούν να έχουν πληροφόρηση για την αγαπημένη τους εκπομπή επιλέγοντας την επιθυμητή εφαρμογή. Οι Περιστασιακοί μπορεί να ενδιαφέρονται περισσότερο για την κοινωνική επικοινωνία. Αλληλοεπιδρούν με τα άμεσα μηνύματα (IM), ενημερώνονται για την κίνηση, τον καιρό και ανταλλάσσουν φωτογραφίες με φίλους.

Σημαντικός παράγοντας για την νέα γραφική διεπαφή χρήστη είναι ότι τα εκτελέσιμα για φόρτωση αρχεία εφαρμογών γραφικών στοιχείων (widgets) καθώς και οι πάροχοι ειδοποιήσεων και ασύγχρονης πληροφορίας πρέπει να ακολουθήσουν κάποιες κατευθυντήριες γραμμές. Ένα από τα σημαντικά στοιχεία είναι να μην προκαλούν ανεπιθύμητες και περιττές διακοπές και να μην αποσπάται η προσοχή του χρήστη όταν παρακολουθεί τηλεόραση. Η ενσωμάτωση του twitter [2][9] στην τηλεόραση για παράδειγμα, χρειάζεται να φιλτράρει την ροή πληροφορίας και να εμφανίζει μόνο αυτά που προέρχονται από φίλους και την οικογένεια και όχι από αγνώστους, καθώς επίσης πρέπει να προβλεφθεί να υπάρχει πρόνοια για προσβλητικά σχόλια τα οποία θα πρέπει να αφαιρεθούν. Ενώ η προσθήκη της κοινωνικής επικοινωνίας στην τηλεοπτική εμπειρία είναι σε γενικές γραμμές πολύ υποσχόμενη εν τούτοις η υλοποίηση της θα πρέπει να αποφεύγει την κατάληψη μεγάλου μέρους της οθόνης έτσι ώστε να μην μπορεί να παρακολουθηθεί η επιθυμητή εκπομπή. Αν και η IPTV προσφέρει δυνατότητες πρόσβασης στο διαδίκτυο, φυλλομέτρησης ιστού και αναζήτησης, αυτές οι δυνατότητες πρέπει επίσης να προσαρμοστούν στην οθόνη της τηλεόρασης και στην τηλεοπτική εμπειρία[8][9]. Σε σύγκριση με τις μηχανές αναζήτησης στο διαδίκτυο, η αναζήτηση και το φιλτράρισμα των πληροφοριών στην IPTV είναι ριζικά διαφορετικό. Ενώ οι μηχανές αναζήτησης του διαδικτύου απαιτούν ένα σύνολο από λέξεις-κλειδιά που

πρέπει να εισαχθούν στο πεδίο αναζήτησης και να επιστραφεί μια λίστα συχνά άσχετων αποτελεσμάτων αυτό δεν είναι εφικτό στο περιβάλλον της IPTV. Οι τεχνικές εξατομίκευσης θα επιτρέψουν στο μεσομικό να φιλτράρει καλύτερα τις μη σχετικές πληροφορίες, παρέχοντας έτσι ένα σύστημα με μεγαλύτερη ακρίβεια πληροφοριών και πιο ισορροπημένη βαθμολόγηση περιεχομένου.

3.15.5. Νέοι Τύποι Φυσικής Διασύνδεσης

Ενώ η γραφική διεπαφή χρήστη κάνει σταθερή πρόοδο, η φυσική διεπαφή εξακολουθεί να αποτελείται από τα τηλεχειριστήρια τα οποία υπάρχουν από την εποχή την τηλεόρασης και του VCR . Η έλευση των έξυπνων τηλεφώνων με οθόνες αφής έχει δημιουργήσει μια νέα κατηγορία διεπαφών απομακρυσμένου ελέγχου (τηλεχειρισμού). Οι διεπαφές αυτές απεικονίζουν μια εικόνα του παλιού τηλεχειριστηρίου που επιτρέπει τον απευθείας έλεγχο του STB ή ακόμα παρέχει περιορισμένη υποστήριξη για συνδέσεις με συντομεύσεις. Το πρόβλημα με αυτά τις διεπαφές αφής είναι η έλλειψη απτής ανάδρασης, η οποία είναι πολύ σημαντική σε ορισμένες ομάδες χρηστών[9][1][2]. Τα κλασσικά τηλεχειριστήρια τα οποία παρέχουν απτή ανάδραση, έχουν πολύπλοκο σύνολο κουμπιών τα οποία ως επί το πλείστον μένουν αχρησιμοποίητα. Η επόμενη γενιά των τηλεχειριστηρίων θα είναι πιο προσωπική, και θα ενσωματώνουν επιλεγμένα χαρακτηριστικά των ελεγκτών παιχνιδιών με επιταχυνσιόμετρα.

3.16. Σύνοψη

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν οι αρχιτεκτονικές μεταφοράς και διανομής πληροφορίας με την συμβολή του στρώματος εφαρμογής με χρήση διαδικτύου σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης. Αναλύθηκε η επίδραση του πρωτοκόλλου διαδικτύου στην παροχή ολοκληρωμένων υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης, τα διαγράμματα δημιουργίας υπηρεσιών , οι αρχιτεκτονικές παροχής πολυμεσικού υλικού καθώς επίσης η ασύρματη ευρυζωνικότητα, η διαδραστικότητα και οι εξατομικευμένες υπηρεσίες. Συνοπτικά παρουσιάστηκαν οι αρχιτεκτονικές που οδηγούν στην IPTV 2.0. Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι αρχιτεκτονικές που αφορούν στην μετάδοση

πολυμεσικού υλικού για πλατφόρμες διαδικτυακής τηλεόρασης σε δίκτυα ομότιμων κόμβων, συμπληρώνοντας το μοντέλο της IPTV 2.0.

Αναφορές

- [1] Sherazi Zeadally, Hassnaa Mustafa, "Internet Protocol Television (IPTV): Architecture, Trends and Challenges", IEEE System Journal, December 2011.
- [2] Khalid Ahmad, Ali C. Begen, "IPTV and Video Networks in the 2015 Timeframe: The Evolution to medianets", IEEE Communications Magazine, December 2009.
- [3] Marie – Jose Montpetit, Thomas Mirlacher, Michael Ketcham, "IPTV: An End to End Perspective, IEEE Journal of Communications, May 2010.
- [4] Amal Punchilhewa, Ann Maslha De Silva, "Tutorial on IPTV and its latest Developments", IEEE 5th International Conference on Information and Automation for Sustainability, 17-19 Dec. 2010, pages 45-50.
- [5] Ramirez David, "IPTV Security", Wiley, UK March 2008.
- [6] Julien Maisonnevire, Muriel Deschanel, Juergen Heils, Wei Li, Hong Liu, Randy Sharpe, Yiyan Wu, "An Overview of IPTV Standards Development", IEEE Transactions on Broadcasting, June 2009.
- [7] IPTV Global Forecast 2010 to 2014, MRTG Report, June 2010.
- [8] Held Gilbert, "Understanding IPTV", Auerbach Publications, New York 2007.
- [9] O'Driscoll Gerard, "Next Generation IPTV Services and Technologies", Wiley, Canada 2008.
- [10] Minoli Daniel, "IP Multicast with Applications to IPTV and Mobile DVB-H", Wiley, Canada April 2008.
- [11] S. Maniatis, E.Nikolouzou, I.S.Venieris "QoS Issues in the Converged 3G Wireless and Wired Networks", IEEE Communications Magazine, August 2002.
- [12] Bruce Chen," Simulation and Analysis of Quality of Service Parameters in IP Networks with video traffic"
- [13] K. Thompson, G. Miller, and R. Wilder, "Wide area internet traffic patterns and characteristics", IEEE/ACM Trans. Networking, pp. 10-23, Nov. 1997.
- [14] K.C. Claffy, G. Miller, and K. Thompson, "The nature of the beast: recent traffic measurements from an Internet backbone," Proc. INET'98, Geneva, Switzerland, July 1998.
- [15] IETF, RTP Payload Format for H.264 Video, RFC 3984, The Internet Society (2005), available on line: <http://ietf.org/rfc/rfc3984.txt>.

- [16] IETF, Recommendations on Queue Management and Congestion Avoidance in the internet, RFC 2309, The Internet Society (1998), available on line: <http://tools.ietf.org/html/rgc2309>. Last accessed : 28 June 2013.
- [17] ISO/IEC MPEG, 2005. SVC Requirements Specified by MPEG. JVT-N026, available at http://ftp3.itu.ch/av-arch/jvt-site/2005_01_HongKong/jvt-n026.doc.
- [18] ITU-T VCEG, 2005. SVC Requirements Specified by VCEG. JVT-N027, available at http://ftp3.itu.ch/av-arch/jvt-site/2005_01_HongKong/jvt-n027.doc
- [19] Benoit Herve, “*Digital Television, Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework*”, Elsevier, Paris 2008.
- [20] “Coral” [online]. Available: <http://www.coral-interop.org>. Last accessed 28 June 2013.
- [21] Brandenburg and Stoll G, “*ISO-MPEG-1 Audio: A Generic Standard for Coding of High Quality Digital Audio*”, Fraunhofer Publica, Germany 1994.
- [22] Perkins C., “*RTP – Audio and Video for the Internet*”, Addison-Wesley, Canada 2003.
- [23] James She, Fen Hou, Pin-Han Ho,, Liang-Liang Xie, “ IPTV over WIMAX”, IEEE Communications Magazine, August 2007.
- [24] Peng Tan, Jim Stevinsky, “Multiscreen IPTV: Enabling Technologies and Challenges”, IEEE, ICCE 2011.
- [25] M. Kim, D. Lucani, X. Shi, F. Zhao and M. Medard, “Network Coding for Multiresolution Multicast”, in infocom 2010,2010
- [26] J. Sundararajun, D. Shah, J. Barros, “network coding meets TCP” in proceedings of IEEE, Infocom 2009, Rio de Janeiro, Brazil, Apr. 2009.
- [27] Andrews Jeffrey, Arunabha Ghosh και Rias Muhamed (2007), *Fundamentals of WiMAX, Understanding Broadband Wireless Networking*, NJ: Pearson Education
- [28] Araujo Marco, Navarro Antonio, Rocha Armando (2009), *Cellular planning of 802.16e WiMAX networks*, [Internet] < www.av.it.pt/conftele2009/Papers/17.pdf>
- [29] Bashir Hayat, Raheel Mansoor και Abdul Nasir (2006), *802.16 2001 MAC Layer QoS*, Ubiquity, 7 (17) < <http://www.acm.org/ubiquity/>>
- [30] Bo Li, Yang Qin, Chor Ping Low και Choon Lim Gwee (2007), *A Survey on Mobile WiMAX*, IEEE Communications Magazine, 45 (12) σελ. 70-75
- [31] Chen, A., Yang G. και Wu Z. (2006), *Hybrid discrete particle swarm optimization algorithm for capacitated vehicle routing problem*. J Zhejiang Univ Sci, A 7(4) σελ. 607-614
- [32] Danzig Peter B., Jamin Sugih (1991), *tcplib: A Library of TCP Internet network Traffic Characteristics*, Eira Joao Pedro, Rodrigues Antonio, *Analysis of*

- WiMAX data rate performance, [Internet]
[http://www.anacom.pt/streaming/Analysis WiMAX.pdf](http://www.anacom.pt/streaming/Analysis%20WiMAX.pdf). Last accessed
28 June 2013.
- [33] 802.16:A Technical Overview of the WirelessMAN™ Air Interface for
Broadband Wireless Access, IEEE Communications Magazine, 40 (6) σελ. 98-
107
- [34] Erceg Vinko, Greenstein Larry, Tjandra Sony, Parkoff Seth, Gupta Ajay,
Kulic Boris, Julius Arthur και Bianchi Renee (1999), *An Empirically Based
Path Loss Model for Wireless Channels in Suburban Environments*, IEEE JSAC,
17(7), σελ. 1205-1222
- [35] Etemad K., (2008), *Overview of mobile WiMAX technology and evolution*,
IEEE Communications Magazine, 46 (10) σελ. 31-40
- [36] Fan Wang, Ghosh Amitava, Sankaran Chandy, Fleming Philip J., Hsieh
Frank και Benes Stanley J.(2008), *Mobile WiMAX Systems: Performance and
Evolution*, IEEE Communications Magazine, 46 (10) σελ 41-49
- [37] Geert Van der Auwera, Prasanth T. David, and Martin Reisslein (2008a),
Traffic Characteristics of H.264/AVC Variable Bit Rate Video, IEEE
Communications Magazine, 46(11) σελ 164-174
- [38] Geert Van der Auwera, Prasanth T. David, and Martin Reisslein (2008b),
*Traffic and Quality Characterization of Single-Layer Video Streams Encoded with
H.264/AVC*
- [39] Advanced Video Coding Standard and Scalable Video Coding Extension, *IEEE
Transactions on Broadcasting*, 54(3), σελ 698-718
- [40] IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Working Group (2001), Channel
Models for Fixed Wireless Applications (IEEE 802.16.3c-01/29r4), [Internet]
<http://www.ieee802.org/16/>> last accessed 28 June 2013.
- [41] IEEE Computer Society και IEEE Microwave Theory and Techniques Society
(2004), IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air
Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access (IEEE Std 802.16™-
2004)
- [42] ITU-T (2001), G.1010, *Quality of service and performance*
- [43] ITU-T (2005), J.241, *Quality of Service ranking and measurement methods for
digital video services delivered over broadband IP Networks, Appendix A.*
- [44] Kwang-Cheng Chen, J. Roberto B. de Marca (2008), *Mobile WiMAX*, West
Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd
- [45] Lakshman T., Ortega A., and Reibman A. (1998), VBR video: Tradeoffs and
potentials, *Proceedings of the IEEE*, 86 (5) σελ 952-973,
- [46] Marks Roger (2003), The IEEE 802.16 WirelessMAN Standard for Broadband
Wireless Metropolitan Area Networks, [Internet],
<<http://www.wirelessman.org>>

- [47] Marks Roger B., Eklund Carl, Stanwood Ken, Wang Stanley (2002), The 802.16 WirelessMAN¹™ MAC: It's Done, but What Is It?, [Internet], <http://www.wirelessman.org/docs/01/80216-01_58r1.pdf>
- [48] Ohtrman Frank (2005), Wimax Handbook Building 802.16 Wireless Networks, Mc-Graw Hill Communications
- [49] Ostermann J., Bormans J., List P., Marpe D., Narroschke M., Stockhammer T and Wedi T. (2004), Video Coding with H.264/AVC: Tools, Performance and Complexity, *IEEE Circuits and Systems Magazine*, 4(1) σελ 7-28,
- [50] Paxson Vern (1994), *Empirically-Derived Analytic Models of Wide-Area TCP Connections: Extended Report*, *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 3(3), σελ. 226-244,
- [51] Reyes-Lecuona A., Gonzalez-Parada E., Casilari E., Casasola J. C. και Diaz-Estrella A. (1999), *A page-oriented WWW traffic model for wireless system simulations*, *Proceedings of the 16th International Teletraffic Congress (ITC 16)*, June 1999, sel. 1271-1280.
- [52] The World Wide Web Consortium (W3C), XML Path Language (XPath) Version 2.0 Specification, W3C Recommendation, January 2007, available on line: <http://www.w3c.org/TR/xpath20/>. Last accessed 28 June 2013.
- [53] Schwarz Heiko, Marpe Detlev, και Wiegand Thomas (2007), Overview of the Scalable Video Coding Extension of the H.264/AVC Standard, *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 17(3), sel. 1103-1120.
- [54] Seveth Framework programme, Deliverable no D3.2 Open Media Web – Standardisation Workshop report 2, June 2011.
- [55] Seeling Patrick, Reisslein Martin και Kulapala Beshan (2004), Network Performance Evaluation Using Frame Size and Quality Traces of Single-Layer and Two-Layer Video: A Tutorial, *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 6(2) σελ 58-78
- [56] Sekercioglu Ahmet, Ivanovich Milosh και Yegin Alper (2009), A survey of MAC based QoS implementations for WiMAX networks, *Computer Networks [Internet]*, 53 (14), σελ 2517-2536 <www.elsevier.com/locate/comnet>
- [57] "Scalable Video Coding over LTE – the key to Mobile Live Streaming" Fraunhofer Heinrich – Hertz-Institut, 2009.
- [58] "MultiMedia Broadcast/Multicast Service (MBMS): Architecture and functional description (Release 9), 3GPP, Mar 2009.
- [59] Shehan Perera, VoIP and Best Effort Service enhancement on Fixed Wimax, Διδακτορική Διατριβή, University of Canterbury, 2008
- [60] Syed Ahson, Ilyas Mohammad (2007), WiMAX Applications, Boca Raton, FL: CRC Press
- [61] M. Gawlinski, *Interactive Television production*, Focal Press, Mar. 2003.

- [62] *H. Jenkins, Convergence Culture: Where Old and New Media Collide, New York U Press 2008.*
- [63] *WiMAX Forum (2004a), Business Case Models for Fixed Broadband Wireless Access based on WiMAX Technology and the 802.16 Standard,*
- [64] *WiMAX Forum (2009), WiMAX Forum™ Mobile System Profile Specification Release 1.5 Common Part WMF-T23-001-R015v01.*
- [65] *Yarali Abdulrahman, Rahman Saifur, Mbula Bwanga (2008), WiMAX: The Innovative Broadband Wireless Access Technology, Journal of Communications, 3 (2),*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΠΟΛΥΜΕΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΣΕ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ ΜΕΣΩ ΟΜΟΤΙΜΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ (P2P TV)

Εισαγωγή

Η μετάδοση περιεχομένου σε μη-πραγματικό χρόνο έχει οδηγήσει στη δημιουργία και ανάπτυξη πολλών πρωτόκολλων ομότιμων κόμβων (Peer-to-Peer), που έχουν βιώσει μεγάλη επιτυχία τα τελευταία χρόνια. Αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζει την τρέχουσα έρευνα και τις εξελίξεις σχετικά με την αρχιτεκτονική μετάδοσης βίντεο συνεχούς ροής μέσω του διαδικτύου σε δίκτυα ομότιμων κόμβων.

4.1. Μετάδοση Πολυμεσικού Περιεχομένου σε πλατφόρμα Διαδικτυακής τηλεόραση μέσω Ομότιμων δικτύων (P2P TV).

4.1.1. Δίκτυα Ομότιμων Κόμβων.

Στα Κεφάλαια 2 & 3 εξετάσαμε την διανομή διαδικτυακού βίντεο από τους παρόχους προστιθεμένων υπηρεσιών που λειτουργούν μέσα στο οικοσύστημα της Διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV). Η αύξηση στη δημοτικότητα της μετάδοσης βίντεο μέσω του διαδικτύου, προέκυψε από τις εξελίξεις στην κωδικοποίηση βίντεο και την αύξηση του εύρους ζώνης που προσφέρονται από τους παρόχους υπηρεσιών διαδικτύου (Internet providers). Επιπλέον, η πρόοδος αυτή έχει δημιουργήσει νέες προκλήσεις στις τρέχουσες εξελίξεις των προτύπων βίντεο λόγω των ετερογενών χαρακτηριστικών των σημερινών τερματικών μέσων και τη διανομή περιεχομένου μέσω ενσύρματων και ασύρματων δικτύων. Η διερεύνηση για την ανάλυση της εικόνας ακολουθείται από μια αύξηση των προσδοκιών των χρηστών για υψηλής ευκρίνειας εικόνα (HD), και αυτό δημιούργησε νέες ανησυχίες σχετικά με τα διαθέσιμο εύρος ζώνης και την επεκτασιμότητα των συστημάτων διανομής.

Η απουσία ενός παγκόσμιου πρωτοκόλλου για την πολυεκπομπή στο διαδίκτυο, έχει οδηγήσει στην εισαγωγή υπερκειμένων δικτύων ιδιωτικής διαχείρισης. Αυτές οι λύσεις τυπικά εφαρμόζουν στο επίπεδο της εφαρμογής πολυεκπομπικές δεντρικές διανομές και είναι υπεύθυνες για την διανομή περιεχομένου από πολλούς δημιουργούς περιεχομένου. Με βάση αυτή την προσέγγιση αποφεύγεται η συμφόρηση στους γειτονικούς κόμβους στο δίκτυο του εξυπηρετητή.

Με τις τεχνολογικές εξελίξεις στο επίπεδο των δικτύων πρόσβασης, και σε συνδυασμό με την υψηλότερη επεξεργαστική ισχύ και τις δυνατότητες αποθήκευσης σε τερματικό εξοπλισμό που προσφέρονται την σημερινή εποχή, μια άλλη λύση σε επίπεδο εφαρμογών έχει επίσης αποκτήσει δημοτικότητα τα τελευταία χρόνια. Η λύση αυτή τροποποιεί το μοντέλο πελάτη – διακομιστή όπου υπάρχει πρόσβαση στον παγκόσμιο ιστό (Internet), για να επιτρέψει την ανταλλαγή των δεδομένων και άλλων πόρων μέσω δικτύων ομότιμων κόμβων. Τα συστήματα αυτά αποτελούν ένα χαοτικό δίκτυο από ομότιμους κόμβους, όπου κάθε κόμβος λειτουργεί τόσο ως διακομιστής (που παρέχει υπηρεσίες για τους άλλους), αλλά και ως πελάτης (που καταναλώνει πόρους από άλλους).

Στον τομέα της κοινής χρήσης αρχείων δικτύου, οι πρώτες εφαρμογές των συστημάτων ομότιμων κόμβων (P2P), όπως το Napster [75], Gnutella [39], και Emule [33], έχουν σημειώσει μεγάλη επιτυχία. Σε αυτές τις λύσεις, ωστόσο, τα αρχεία ανταλλάσσονται μόνο όταν κάποιος από τους ομότιμους κόμβους έχει ολόκληρο το αρχείο. Αυτό οδήγησε στην αξιοποίηση μόνο ενός μικρού κλάσματος της συνολικής δυνατότητας αποστολής των ομότιμων κόμβων, επειδή οι περισσότεροι χρήστες εγκαταλείπουν το σύστημα όταν η λήψη του αρχείου έχει ολοκληρωθεί.

Στην παρούσα χρονική περίοδο, το πρωτόκολλο BitTorrent [16], είναι μία από τις πιο δημοφιλείς λύσεις. Είχε σχεδιαστεί για μεγάλης κλίμακας κοινή χρήση αρχείων μέσω του διαδικτύου, υποστηρίζει επεκτάσιμες ομότιμες (P2P) διανομές. Τα δεδομένα που πρέπει να διανεμηθούν αρχικά διαχωρίζονται σε μικρά ή μεγάλα κομμάτια, τα οποία στη συνέχεια παραδίδονται με ένα μη-διαδοχικό τρόπο. Το πρωτόκολλο BitTorrent θεωρεί την ύπαρξη δύο τύπων ομότιμων κόμβων: Τους seeders και τους leechers. Οι

seeds είναι οι ομότιμοι κόμβοι που έχουν όλα τα κομμάτια, και οι leeches αυτοί που έχουν μόνο μερικά ή κανένα από τα κομμάτια.

Η αρχιτεκτονική περιλαμβάνει επίσης μια κεντροποιημένη διεργασία διαδικασία που ονομάζεται καταγραφέας (tracker) που διατηρεί τις πληροφορίες σχετικά με τους ομότιμους κόμβους που φιλοξενούν το κάθε περιεχόμενο. Ως εκ τούτου, οι leeches που έχουν εισαχθεί στο δίκτυο ομότιμων κόμβων, θέτουν αίτημα στον tracker για να πάρουν μία λίστα από ομότιμους κόμβους, και τυχαία διαλέγουν κάποιους από αυτούς για να είναι οι γειτονικοί τους κόμβοι. Στην συνέχεια ανταλλάσσουν με τους γειτονικούς κόμβους «πακέτα» προσπαθώντας να κάνουν λήψη στο λιγότερο διαθέσιμο «πακέτο», με μια μέθοδο γνωστή ως εξυτηρέτηση του πιο σπάνιου- πρώτου. Επίσης αναφορτώνουν περιεχόμενο σε εκείνους τους ομότιμους κόμβους οι οποίοι συνεισφέρουν με περισσότερα πακέτα, με μια μέθοδο γνωστή και ως Tit-for-Tat -TFT.

Παρ' όλο που τέτοιου είδους διανομή περιεχομένου απειλείται από παράνομο διαμοιρασμό περιεχομένου, που μπορεί προσβάλει τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας του χρήστη, παρέχουν την δυνατότητα για εξισορρόπηση κίνησης, ανοχή σφαλμάτων, αυτοοργάνωση και αυτοπροσαρμογή.

Σήμερα η βασική λύση που παρέχεται για κοινή χρήση αρχείων μέσω δικτύων ομότιμων κόμβων, ενσωματώνει μια μη πραγματικού χρόνου ανταλλαγή περιεχομένου. Στην πραγματικότητα, με κατάλληλες τροποποιήσεις, οι λύσεις που προσφέρουν τα δίκτυα ομότιμων κόμβων, μπορεί να αλλάξει τον τρόπο μετάδοσης του σε πραγματικό χρόνο βίντεο που διανέμεται μέσω του Διαδικτύου. Να σημειωθεί ότι η απουσία δρομολόγησης πολυεκπομπής μέσω IP στο Διαδίκτυο είναι ο κύριος λόγος που έχει εμποδίσει την ευρεία μετάδοση καλής ποιότητας τηλεοπτικών καναλιών σε όλο τον κόσμο μέχρι σήμερα.

4.1.2. Ιστορικό

Τα συστήματα που συμπεριφέρονται με τον ομότιμο τρόπο υπάρχουν από την αρχή του διαδικτύου, αλλά δεν έχουν σχέση με αυτό που σήμερα ονομάζεται P2P. Σε ότι αφορά το P2P "Το Διαδίκτυο ξεκίνησε ως ένα δίκτυο

peer-to-peer σύστημα" [107] και στην πραγματικότητα, ο αρχικός στόχος του ARPANET ήταν να συνδέσει ένα σύνολο κατανεμημένων πόρων, όχι σε μια κυρίου – υποτελή (master-slave) ή πελάτη – διακομιστή (client-server) σχέση, αλλά ως ισότιμοι κόμβοι-υπολογιστές χρησιμοποιώντας διαφορετικές σύνδεσης δικτύου μέσα σε μία κοινή αρχιτεκτονική δικτύου. Τα συστήματα ομότιμων κόμβων (P2P συστήματα) είναι συνέπεια της ανάπτυξης του διαδικτύου. Ένα σύστημα ομότιμων κόμβων (P2P σύστημα) είναι ένα κατανεμημένο περιβάλλον που αποτελείται από ένα υπόστρωμα επικοινωνίας που επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ ομότιμων κόμβων, εφαρμογές που τρέχουν στο κατανεμημένο περιβάλλον δικτύου για την διευθυνσιοδότηση, δρομολόγηση, των υπηρεσιών, καθώς και τους αλγόριθμους για να εντοπιστούν οι πόροι.

Στα ακόλουθα συνοψίζονται τα κύρια χαρακτηριστικά των συστημάτων ομότιμων κόμβων:

- Αποτελούνται από ένα πολύ μεγάλο αριθμό κόμβων που ονομάζονται ομότιμοι .
- Πρέπει να υπάρχει ομαλή κλιμάκωση με την αύξηση του αριθμού των συμμετεχόντων.
- Οι πόροι σε ότι αφορά τους υπολογιστές είναι οι υπολογιστές των χρηστών (συχνά αναξιόπιστοι).
- Κάθε κόμβος μπορεί να αποτύχει ή να αποσυνδεθεί ανά πάσα στιγμή.
- Το εύρος ζώνης (χωρητικότητα) (Bandwidth) θα πρέπει να αντιμετωπίζεται σε γενικές γραμμές ως σπάνιος πόρος.
- Οι περισσότεροι χρήστες μπορούν (και συνήθως είναι πρόθυμοι) να συνεργάζονται κάνοντας κάποιους από τους πόρους τους διαθέσιμους για το σύστημα (π.χ., το εύρος ζώνης τους), προκειμένου να επωφεληθεί το σύστημα, ενώ άλλοι ίσως να μην συνεργάζονται καθόλου.

Οι ακόλουθες ενότητες περιγράφουν το ιστορικό σε ότι αφορά τις έννοιες P2P, τα ζητήματα που σχετίζονται με τα κινητά και ασύρματα περιβάλλοντα, την εξέλιξη στην συνεχή ροή πολυμέσων (streaming media) στα P2P συστήματα. Ένα υπερκείμενο δίκτυο ομότιμων κόμβων (P2P), είναι ως εκ τούτου μια λογική σύνδεση των κόμβων, οι οποίοι μπορούν να διασυνδεθούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας την διεύθυνση του τοπικού τους δικτύου μέσω της διευθυνσιοδότησης, κάνοντας χρήση συγκεκριμένων τρόπων διαχείρισης περιεχομένου και πρωτοκόλλων ανάκτησης περιεχομένου. Στη συνέχεια θα

ασχοληθούμε με μερικά από τα κύρια θέματα που αφορούν τα υπερκείμενα δίκτυα ομότιμων κόμβων.

4.1.3. Τοπολογίες Δικτύων ομότιμων κόμβων.

Τα δίκτυα ομότιμων κόμβων μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τον τύπο του μοντέλου που χρησιμοποιούν, σε "καθαρά", "κεντρικά" ή "υβριδικά" P2P. Σε ένα καθαρό ή αποκεντρωμένο μοντέλο P2P δεν υπάρχει κεντρικός εξυπηρετητής για να μεταφέρει τις μετά-πληροφορίες για το ποιος κόμβος στο δίκτυο έχει αποθηκευμένα ορισμένα κομμάτια πληροφορίας, ή για την επαλήθευση των διαπιστευτηρίων του χρήστη. Σε αυτά τα συστήματα όλοι οι ομότιμοι κόμβοι πρέπει να εκτελούν τις ίδιες εργασίες και ένας «δείκτης» προς ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο μπορεί να αποθηκευτεί σε περισσότερους από έναν κόμβο. Παραδείγματα τέτοιων δικτύων επικάλυψης είναι το Gnutella [39] και το Freenet [122].

Στο υβριδικό P2P δίκτυο υπάρχει μια ιεράρχηση των κόμβων, με διαφορετικούς κόμβους να έχουν διαφορετικά καθήκοντα. Οι υπερκόμβοι είναι σε αυτές τις περιπτώσεις αυτοί που θα ανακαλύψουν τους πόρους για λογαριασμό των άλλων κόμβων, για να απαντήσουν στα αιτήματα τους. Παραδείγματα τέτοιων δικτύων μπορεί να βρεθεί στο FastTrack [67] πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στο Kazaa [59] και στο eDonkey [42].

Στα κεντρικά P2P δίκτυα, ένας κεντρικός εξυπηρετητής χρησιμοποιείται και οι ομότιμοι κόμβοι είναι σε επαφή με αυτόν πριν συνδεθούν απευθείας με άλλους κόμβους. Στα μειονεκτήματα αυτών των λύσεων περιλαμβάνονται η συμφόρηση του διακομιστή και η ευπάθειά του σε επιθέσεις. Παραδείγματα δικτύων που οικοδομούν τέτοια υπερκείμενα δίκτυα είναι το Napster και το BitTorrent.

4.1.4. Εύρεση και αναζήτηση πόρων στα P2P υπερκείμενα δίκτυα

Η μετάδοση και η δρομολόγηση περιεχομένου μεταξύ των ομότιμων κόμβων ενός P2P δικτύου υποστηρίζεται από τους ίδιους μηχανισμούς που διατίθενται και για άλλους τύπους διανομής περιεχομένου, συμπεριλαμβανομένου του στρώματος IP και των πρωτόκολλων μεταφοράς.

Υπάρχουν μέθοδοι για να διευκρινιστεί πότε ένα περιεχόμενο που αναζητείται, μπορεί να βρεθεί μέσα στο υπερκείμενο δίκτυο.

Στα υπερκείμενα δίκτυα ομότιμων κόμβων, δύο τύποι αρχιτεκτονικών έχουν μελετηθεί και εφαρμοστεί: Τα μη-δομημένα και τα δομημένα υπερκείμενα δίκτυα.

Στα μη-δομημένα υπερκείμενα δίκτυα, η αναζήτηση δεδομένων βασίζεται στην τυχαία τοπολογία η οποία στηρίζεται στην θεωρία των απλών γειτονικών κόμβων. Στον τομέα αυτό, η πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι μηχανισμοί δρομολόγησης είναι η «πλημμυρίδα» (flooding)[31] και η «τυχαία διαδρομή» (random walk)[20]. Παρά το γεγονός ότι πολλές εφαρμογές βασίζονται σε αυτούς τους μηχανισμούς των τυχαίων γραφημάτων, έχουν διαπιστωθεί προβλήματα κλιμάκωσης όταν ο αριθμός ομότιμων κόμβων αυξάνεται σημαντικά. Στα μη-δομημένα υπερκείμενα δίκτυα, η αναζήτηση δεδομένων βασίζεται σε έναν πιο ακριβή μηχανισμό δρομολόγησης, ο οποίος τηρείται μεταξύ των ομότιμων κόμβων. Ένα κλειδί-αναγνωριστικό έχει εκχωρηθεί σε κάθε αντικείμενο, από το οποίο προκύπτουν πληροφορίες σχετικά με τον τίτλο, τον συγγραφέα και τη μορφή του. Το σύστημα δρομολογεί κάθε ένα από αυτά τα κλειδιά κατά μήκος του υπερκειμένου και τα αποθηκεύει σε ένα συγκεκριμένο κόμβο, σύμφωνα με την αναγνωριστική διεύθυνση του ομότιμου κόμβου, η οποία θα είναι υπεύθυνη για την απάντηση σε αιτήματα για παρόμοιες αναζητήσεις περιεχομένου. Ενώ αυτές οι λύσεις έχουν δείξει να είναι κλιμακούμενες, είναι πιο επιρρεπείς σε προβλήματα όταν οι κόμβοι εισαχθούν και αποχωριστούν από το δίκτυο.

4.1.5. Μη-δομημένα υπερκείμενα δίκτυα

Στα μη-δομημένα υπερκείμενα δίκτυα ένας ομότιμος κόμβος που θέλει να βρει ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο στο δίκτυο στέλνει ένα αίτημα το οποίο προωθείται με σκοπό να μπορέσει να βρει έναν ή περισσότερους ομότιμους κόμβους που διαμοιράζουν το συγκεκριμένο περιεχόμενο. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος είτε παράγει ένα σημαντικό ποσό κίνησης στο δίκτυο, ή είναι επιρρεπείς στο να αποτύχουν όταν αναζητούν σπάνιο περιεχόμενο[31].

Στην «πλημμυρίδα» κάθε κόμβος που κάνει αναζήτηση στέλνει αίτημα σε όλους τους γειτονικούς κόμβους του υπερκειμένου δικτύου. Κάθε ένας από

τους γειτονικούς κόμβους είτε απαντά στο αίτημα στην περίπτωση που διαθέτει τα δεδομένα που αναζητούνται ή το προωθεί στους δικούς του γειτονικούς κόμβους. Για να αποφευχθεί η επαναπροώθηση στους ίδιους κόμβους, κάθε κόμβος διατηρεί μία λίστα με όλα τα προηγούμενα αιτήματα, και έτσι κάνοντας σύγκριση με τα προηγούμενα αιτήματα αποφασίζει εάν θα επεξεργαστεί το αίτημα ή θα το προωθήσει αλλού. Επιπλέον ο περιορισμός στην διακίνηση του αιτήματος μπορεί να εφαρμοστεί με την χρήση του TTL(Time-To-Live), το οποίο είναι ένα επιπρόσθετο πεδίο στο πακέτο του αιτήματος. Στην περίπτωση αυτή ο κόμβος που αποστέλλει το αίτημα δίνει μία τιμή στο πεδίο TTL, η οποία μειώνεται από κάθε κόμβο από τον οποίο διαπερνά. Όταν κάποιος κόμβος διαπιστώσει ότι η τιμή του πεδίου TTL είναι μηδέν το απορρίπτει.

Μέθοδοι των μη-δομημένων υπερκειμένων δικτύων μπορούν να βρεθούν σε πολλές εφαρμογές P2P όπως το Gnutella [39], Freenet[122] και FastTrack[67].

Η απλότητα των μηχανισμών δρομολόγησης σε μη-δομημένα υπερκείμενα δίκτυα οδηγεί σε προβλήματα κλιμάκωσης που είτε προκύπτουν από μία σημαντική αύξηση στον αριθμό των μεταδιδόμενων και προωθημένων αιτημάτων, ή σε μια αυξημένη πιθανότητα να μην εντοπιστεί το περιεχόμενο στο δίκτυο. Για την επίλυση αυτών των προβλημάτων, σχεδόν όλες οι P2P αρχιτεκτονικές, οι οποίες συνήθως έχουν ξεκινήσει με καθαρό μη δομημένο δίκτυο, έχουν αργότερα βελτιωθεί με την προσθήκη μηχανισμών κλιμάκωσης.

4.1.6. Δομημένα υπερκείμενα δίκτυα

Στα δομημένα υπερκείμενα δίκτυα, δημιουργείται ένας μηχανισμός δρομολόγησης, ώστε να εντοπίζονται πιο εύκολα πληροφορίες των αντικειμένων που είναι κατανεμημένα ομαλά μεταξύ των peers της αρχιτεκτονικής. Παρόμοιοι μηχανισμοί δρομολόγησης χρησιμοποιούνται τόσο στα ερωτήματα διαδρομής όσο και στο να καθορίζουν το που πρέπει να αποθηκεύονται τα αντικείμενα μεταξύ των peers. Με τον καταμερισμό της πληροφορίας που είναι σχετική με το διαθέσιμο περιεχόμενο μεταξύ των peers, δημιουργείται μια κατανεμημένη βάση δεδομένων, που αντιστοιχεί το περιεχόμενο με τις διευθύνσεις των peers, χρησιμοποιώντας

κατανεμημένους πίνακες κατακερματισμού (Distributed Hash Tables - DHTs) γι' αυτόν το σκοπό. Αμέσως μετά ένας μηχανισμός με βάση το κλειδί δρομολόγησης (Key-Based Routing - KBR) μπαίνει σε λειτουργία για να δρομολογήσει τα αιτήματα πάνω από το υπερκείμενο σύμφωνα με το προκαθορισμένο κλειδί, προς τον κόμβο που είναι προκαθορισμένος ως υπεύθυνος για το συγκεκριμένο κλειδί.

Παγκοσμίως οι δομημένες υπερκείμενες, μπορούν να βασιστούν σε γραφήματα σταθερού ή λογαριθμικού βαθμού [98][114]. Στη περίπτωση των γραφημάτων σταθερού βαθμού, ο μέγιστος αριθμός των peers συνδέσεων δεν αλλάζει σε σχέση με τον αριθμό των peers στο υπερκείμενο.

4.1.7. Τρόπος λειτουργίας δικτύων ομότιμων κόμβων.

Οι αρχιτεκτονικές δικτύων ομότιμων κόμβων αποτελούν τον πιο χρήσιμο τρόπο για την διανομή του ίδιου περιεχομένου μέσω του διαδικτύου σε μεγάλο αριθμό χρηστών ταυτόχρονα. Με την χρήση δικτύων ομότιμων κόμβων το ίδιο περιεχόμενο είναι αποθηκευμένο σε ένα μεγάλο αριθμό ομότιμων τερματικών και μοιράζεται αμοιβαία μεταξύ τους.

Η λειτουργία ενός δικτύου ομότιμων κόμβων μπορεί σε γενικές γραμμές να περιγραφεί από την πλευρά του χρήστη καθώς και από αυτήν του υπερκείμενου δικτύου ως ακολούθως:

- **Ο χρήστης:** Ο χρήστης κατεβάζει μία P2P εφαρμογή από μια ιστοσελίδα στο διαδίκτυο και την εγκαθιστά στον προσωπικό του υπολογιστή οποίος διαθέτει ευρυζωνική σύνδεση. Αφού γίνει εκκίνηση στην P2P εφαρμογή αυτή επιχειρεί να συνδεθεί με ορισμένους κεντρικούς υπολογιστές στο διαδίκτυο έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η διαδικασία εκκίνησης συστήματος (bootstrapping). Η εφαρμογή P2P χρησιμοποιεί αυτούς τους κεντρικούς υπολογιστές έτσι ώστε να βρει και άλλα ομότιμα τερματικά για να συνδεθεί με αυτά.
- **Υπερκείμενο δίκτυο:** Για κάθε τύπο υπερκείμενου δικτύου, αρχικά μπορεί να υπάρχουν κάποιοι υπολογιστές στο διαδίκτυο που είναι διαθέσιμοι για να σχηματίσουν το P2P δίκτυο. Αυτοί οι υπολογιστές προσπαθούν κατά κάποιο τρόπο να ανακαλύψουν ο ένας τον άλλον

και να σχηματίσουν το υπερκείμενο δίκτυο, δηλαδή την εκκίνηση του συστήματος (bootstrap). Ο μηχανισμός εκκίνησης συστήματος (bootstrap) επιτρέπει σε ένα νέο- εισερχόμενο ομότιμο κόμβο, να αναγνωρίσει ένα άλλο peer το οποίο συμμετέχει ήδη στο υπερκείμενο δίκτυο έτσι ώστε να μπορέσει να υποβάλλει ένα αίτημα συμμετοχής. Δεδομένου ότι ο νεοεισερχόμενος ομότιμος κόμβος δεν είναι ακόμη μέλος του δικτύου δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει τους μηχανισμούς αναζήτησης του δικτύου έτσι ώστε να εντοπίσει ένα peer με το οποίο θα συνδεθεί. Οι πιθανοί τρόποι για την εκκίνηση συστήματος (bootstrap) περιλαμβάνουν:

- Έναν εξυπηρετητή (server) εκκίνησης: Ένας ή περισσότεροι διακομιστές με γνωστές διευθύνσεις ρυθμίζονται έτσι ώστε να παρέχουν μια λίστα με τις διασυνδέσεις μεταξύ των ομότιμων τερματικών.
- Ένα μηχανισμό αναζήτησης ενός κόμβου αναμετάδοσης ή πολλαπλής διανομής: Οι ομότιμοι κόμβοι που συνδέονται μεταξύ τους αναγνωρίζουν μία γνωστή διεύθυνση ενός κόμβου αναμετάδοσης ή πολλαπλής διανομής και ανταποκρίνονται αποστέλλοντας όλες τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με την διασύνδεση των ομότιμων κόμβων.
- Αποθηκευμένες καταχωρήσεις από προηγούμενες συνεδρίες: Οι ομότιμοι κόμβοι μπορούν να αποθηκεύσουν μια λίστα με τις μεταξύ τους διασυνδέσεις από προηγούμενες συνεδρίες στο δίκτυο.
- Η υπερκείμενη εκκίνηση: Ένα παγκόσμιο υπερκείμενο δίκτυο, στο οποίο μπορεί να είναι μέλος κάθε ομότιμος κόμβος από οποιοδήποτε άλλο υπερκείμενο δίκτυο.

Για τη διαδικασία bootstrapping [103] οι πιο πρόσφατες αρχιτεκτονικές δικτύων ομότιμων κόμβων είναι σε θέση να διακρίνουν συσκευές σε ιδιωτικά περιβάλλοντα, δηλαδή, όταν οι διευθύνσεις IP τους δεν είναι ορατές έξω από το δικό τους τοπικό δίκτυο (LAN), από συσκευές σε δημόσιους χώρους, δηλαδή, όταν οι διευθύνσεις IP τους είναι ορατές στο διαδίκτυο.

4.2. Ροή βίντεο σε δίκτυα ομότιμων κόμβων (P2P streaming video)

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2 η Τηλεόραση, είχε σημαντικό αντίκτυπο στην καθημερινή μας ζωή τα τελευταία 50 χρόνια. Ωστόσο, το συμβατικό μοντέλο παρακολούθησης προγραμματισμένων τηλεοπτικών εκπομπών, μετατρέπεται σε μοντέλο που έχει επίκεντρο τον χρήστη, είναι εξατομικευμένο με δυνατότητα πρόσβασης σε μια μεγάλη ποικιλία ζωντανών τηλεοπτικών προγραμμάτων, με δυνατότητα πρόσβασης σε υπηρεσίες βίντεο κατ'απαίτηση (video on-demand) και εμπλουτισμένα μέσα, διαμέσου οποιοδήποτε τερματικού βίντεο, ανεξάρτητα από το μέγεθος της οθόνης, την επεξεργαστική ισχύ, ή τον τύπο της σύνδεσης με το διαδίκτυο.

Η τεράστια αύξηση της κίνησης IP κατά τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω της αύξησης του αριθμού των τύπων των υπηρεσιών και του πολυμεσικού περιεχομένου, αποτελεί πρόκληση για τους φορείς εκμετάλλευσης ώστε να επωφεληθούν από τις νέες τεχνολογίες και να διαμορφώσουν αποτελεσματικά το δίκτυο τους για την εξασφάλιση της ποιότητας των υπηρεσιών που παρέχονται στους τελικούς χρήστες. Η μεταφορά του εμπλουτισμένου περιεχόμενου, ιδίως των βίντεο και των τηλεοπτικών υπηρεσιών, είναι μια τεράστια ευκαιρία για όλους τους συμμετέχοντες συμπεριλαμβανομένων των τηλεοπτικών καναλιών, των παρόχων περιεχομένου, των παρόχων υπηρεσιών διαδικτύου (ISP), των φορέων εκμετάλλευσης ηλεκτρονικών επικοινωνιών (Telco), όπως και των τελικών χρηστών που ξοδεύουν περισσότερο χρόνο στην κοινωνική δικτύωση και στην περιήγηση στο διαδίκτυο από το να παρακολουθούν τηλεόραση. Οι παραδοσιακοί παίκτες στην αγορά των ραδιοτηλεοπτικών εκπομπών (Εταιρείες παραγωγής και εκπομπής τηλεοπτικού σήματος) κατανόησαν ήδη αυτή την τάση και έχουν αρχίσει την διανομή του περιεχομένου τους μέσω του Διαδικτύου. [Κεφάλαιο 2 σχήμα 2- 1).

Σε αυτή την μετάβαση από την κλασική "μονοπωλίου" γραμμική τηλεοπτική διανομή προς τη μη-γραμμική, κατά απαίτηση, ανά πάσα στιγμή, οπουδήποτε, οποτεδήποτε, οι P2P τεχνολογίες αποτελούν βασικό άξονα ανάπτυξης στην κατεύθυνση της ψηφιακής σύγκλισης και την ψυχαγωγική βιομηχανία. Αυτό ακριβώς προσδίδει και ο όρος **IPTV 2.0** . Ουσιαστικά η «γραμμική» διαδικτυακή τηλεόραση εμπλουτίζεται με την διανομή

διαδικτυακού βίντεο από παρόχους προστιθεμένων υπηρεσιών για να γίνει πράξη η μετάδοση εξατομικευμένου προσωπικού περιεχομένου σε οποιαδήποτε συσκευή, οποιαδήποτε στιγμή, οπουδήποτε (any device, anytime, anywhere).

Μετά την εισαγωγική κατάταξη των τρεχουσών τηλεοπτικών υπηρεσιών μέσω δικτύων IP, οι επόμενοι παράγραφοι θα δώσουν μια γενική εικόνα της εξέλιξης ροών περιεχομένου δικτύων ομότιμων κόμβων, τις προκλήσεις και τις αρχιτεκτονικές.

4.2.1. Η εξέλιξη της ροής βίντεο σε δίκτυα ομότιμων κόμβων.

Παρά το γεγονός ότι το διαδίκτυο και η τηλεόραση σήμερα έχει ενσωματωθεί σε πολλές διαφορετικές πλατφόρμες, κάθε μία από αυτές τις τεχνολογίες έχουν εξελιχθεί ως ξεχωριστές υποδομές τηλεπικοινωνιών. Πριν από την ανάπτυξη του Διαδικτύου, η τηλεόραση ήταν απλά ένα μέσο μετάδοσης χωρίς την αμφίδρομη επικοινωνία που προσφέρει λίγη ελευθερία της επιλογής και ελέγχου [108].

Η άνοδος της χρήσης του διαδικτύου και η ανάπτυξη των τεχνολογιών διαδικτυακού ιστού καθώς και η διανομή περιεχομένου, επέτρεψε τη σύγκλιση των υπηρεσιών δεδομένων σε όλα τα μέτωπα. Λόγω αυτού, φορείς εκμετάλλευσης δικτύων άρχισαν να προσφέρουν υπηρεσίες παροχής τριπλής υπηρεσίας, δηλαδή, φωνής (τηλεφωνία), βίντεο, τηλεόραση και υπηρεσίες δεδομένων, μαζί με κάποιες υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας, χρησιμοποιώντας κοινή τεχνολογία μετάδοσης. Η τηλεόραση μέσω διαδικτυακού πρωτοκόλλου (IPTV), παρέχει σε πραγματικό χρόνο ψηφιακή μετάδοση βίντεο και τηλεοπτικών υπηρεσιών μέσω ιδιωτικών και δικτύων πρόσβασης.

Σήμερα, στα βίντεο συνεχούς ροής και στα βίντεο στα δίκτυα ομότιμων κόμβων, μεταφέρονται δεδομένα, τα οποίων ο όγκος αυξάνεται με γεωμετρική πρόοδο [19]. Η αύξηση του βίντεο συνεχούς ροής στο διαδίκτυο έχει δείξει ότι μελλοντικά θα ξεπεράσει το ποσό της κίνησης του διαμοιρασμού αρχείων σε δίκτυα ομότιμων κόμβων[26]. Στην πραγματικότητα, επί του παρόντος, ενώ τα συστήματα δικτύων ομότιμων κόμβων χρησιμοποιούνται ευρέως για εφαρμογές διαμοιρασμού αρχείων, το

μεγαλύτερο μέρος της κίνησης που ανταλλάσσονται στα P2P δίκτυα ήδη αποτελείται από περιεχόμενο ήχου και βίντεο, όπως μουσική και ταινίες.

Ως εκπρόσωποι των αποκεντρωμένων, κατανεμημένων αρχιτεκτονικών δικτύου, τα δίκτυα ομότιμων κόμβων αποτελούν ελκυστική λύση για τη μεταφορά των δεδομένων μέσω του διαδικτύου και αυτό οφείλεται κυρίως στα εξής:

- Είναι υπερκείμενες στο υπάρχον ευρυζωνικό δίκτυο, και δεν απαιτούν οποιοδήποτε είδος της αλλαγής στην υπάρχουσα υποδομή του δικτύου.
- Έχουν ένα σχετικά χαμηλό κόστος εξυπηρέτησης (ανά GB που έχει παραδοθεί) σε σύγκριση με τα Δίκτυα Παράδοσης Περιεχομένου (CDN).
- Είναι επεκτάσιμες σε εκατομμύρια ταυτόχρονους χρήστες. Κάθε επιπλέον ομότιμος κόμβος προσθέτει δυναμική στους υπάρχοντες πόρους.
- Δεν υπάρχουν αποκλειστικά σημεία αποτυχίας .
- Είναι ανθεκτικές στις αποτυχίες στον κόμβο και στα δίκτυα. Έχουν καθιερώσει ένα χαμηλότερο φορτίο δίκτυου σε σύγκριση με την μετάδοση για τον ίδιο σκοπό.
- Μπορεί να χρησιμοποιήσουν τεχνικές εφαρμογής στο επίπεδο εφαρμογής πολυεκπομπής (Application Layer Multicast) για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της μεταφοράς δεδομένων.
- Έχουν χαμηλό κόστος επένδυσης και συντήρησης (χαμηλό CAPEX, OPEX).

Όπως συνέβη πριν από μερικά χρόνια στην αρχή της μετάδοσης βίντεο μέσω IP, η λύση download-and-play, προηγήθηκε της λύσης του βίντεο κατ'απαίτηση (video-on-demand), και ακολούθησε η σε πραγματικό χρόνο κωδικοποίηση και τέλος οι λύσεις ροών βίντεο. Το ίδιο συνέβη και με τα P2P, όπου η τεράστια επιτυχία των συστημάτων ανταλλαγής αρχείων στα δίκτυα ομότιμων κόμβων, έδωσε κίνητρο για την χρήση συγκεκριμένων δικτύων για ροές δεδομένων [17] κάνοντας πραγματικότητα τις λεγόμενες peercasting υπηρεσίες, όπως π.χ., το P2P που βασίζεται στην τηλεόραση μέσω του Διαδικτύου (P2PTV), το P2P Ραδιόφωνο μέσω Internet και το P2P ροής

μουσικής, που ουσιαστικά θεωρούνται ως εφαρμογές για την μεταφορά περιεχομένου στην πάνω πλευρά (Over The Top (OTT)) του διαχειριστή του δικτύου. Ωστόσο, προκειμένου να καταστεί συνετή η εξέλιξη σε μια πλήρως ανεπτυγμένη ροή P2P, ορισμένες απαιτήσεις πρέπει να πληρούνται, οι οποίες είναι:

- Σαφής προσδιορισμός και θέση του περιεχομένου του βίντεο. Σε σχέση με την λύση που βασίζεται σε αρχείο, σε μία P2P ροή μόνο ένας κόμβος δρα ως πηγή του βίντεο.
- Η Επιλογή του ομότιμου κόμβου: Η επιλογή των βέλτιστων ομότιμων κόμβων για την ροή, είναι ένα δύσκολο έργο, λόγω της ανομοιογένειας και ασυμμετρίας των συνθηκών του δικτύου στα δίκτυα ομότιμων κόμβων, καθώς οι ταχύτητες μετάδοσης κυμαίνονται από ομότιμο κόμβο σε ομότιμο κόμβο, όπως επίσης και οι χρόνοι Round Trip Times (RTT).
- Ποσοστό απώλειας ομότιμων κόμβων (Peer Churn): Η αστάθεια των ομότιμων κόμβων μπορεί να προκαλέσει κενά στην αναπαραγωγή της ροής βίντεο αν ο ομότιμος που είναι η πηγή του επόμενου τμήματος βίντεο εγκαταλείψει ξαφνικά το σύστημα P2P.
- Οι χρονικά μεταβαλλόμενες συνθήκες του δίκτυο: τα ποσοστά απώλειας πακέτων και η ικανότητα μεταφόρτωσης διαφέρει ανάλογα με την εξωτερική κίνηση και από τις διασυνδέσεις των ομότιμων κόμβων.
- Απώλειες πακέτων: τα πακέτα μπορεί να χαθούν, να καθυστερήσουν ή να μειωθούν λόγω το ότι οι ομότιμοι κόμβοι αποσυνδέονται, λόγω της ανταγωνιστικής κίνησης, της συμφόρησης και της αποτυχίας του δικτύου.
- Περιορισμένες καθυστερήσεις από άκρο σε άκρο και χαμηλή καθυστέρηση στην εκκίνηση.
- Προγραμματισμός των δεδομένων: για να ελαχιστοποιηθούν οι καθυστερήσεις (δηλαδή, η ώρα άφιξης) και να αυξηθεί η ανθεκτικότητα των διασυνδέσεων των ομότιμων κόμβων.

- Ετερογενής δέκτες: Η υποστήριξη για διαφορετικές ποιότητες βίντεο με τον ορισμό, μιας προσαρμοστικής μεθόδου κωδικοποίησης βίντεο.

Η επίλυση αυτών των απαιτήσεων, θα πρέπει επίσης να γίνει με την κατάλληλη τυποποίηση των P2P πρωτοκόλλων, τον σχεδιασμό των κατάλληλων αρχιτεκτονικών και τον ορισμό από τον χρήστη-διαχειριστή μηχανισμών αξιολόγησης της ποιότητας.

4.2.2. Επίπεδο Εφαρμογής Πολυεκπομπής (Multicast) έναντι Πολυεκπομπής IP (IP Multicast).

Όπως αναφέραμε και στην προηγούμενη ενότητα, η αρχιτεκτονική ομότιμων κόμβων χρησιμοποιείται για την εξυπηρέτηση ροών δεδομένων πάνω από IP δίκτυα, έχοντας την επεκτασιμότητα ως κύριο πλεονέκτημα. Για την εξυπηρέτηση των ροών δεδομένων, ένα πρωτόκολλο πολυεκπομπής μπορεί να εφαρμοστεί, δηλαδή, μια μέθοδος για τη μετάδοση IP πακέτων δεδομένων από μια πηγή δεδομένων σε μια ομάδα δεκτών, αποφεύγοντας την μόνο-εκπομπή αναπαραγωγής στην πηγή.

Το πρωτόκολλο πολυεκπομπής είναι ένας ειδικός τύπος πρωτοκόλλου που μπορεί να αναπτυχθεί σε διάφορα επίπεδα του δικτύου, και έχει σχεδιαστεί για να προσφέρει ταυτόχρονα κάθε πακέτο σε μια ομάδα δεκτών με τη χρήση αποτελεσματικών στρατηγικών.

Οι πιο κοινές προσεγγίσεις είναι το IP Multicast, που εφαρμόζονται στο επίπεδο δρομολόγησης των IP (IProuting) στους δρομολογητές, και το επίπεδο Εφαρμογής Πολυεκπομπής (Application Layer Multicast -ALM), γνωστό επίσης και ως πολυεκπομπή (multicast) υπερκείμενου P2P (OM), που εφαρμόζονται στο κεντρικό (host) επίπεδο. Στη συνέχεια θα συγκρίνουμε εν συντομία τις δύο λύσεις.

4.2.3. Πολυεκπομπή IP (IP Multicast).

Η πολυεκπομπή IP (IP Multicast) βασίζεται σε ένα ομαδικό μοντέλο επικοινωνίας στο οποίο συγκεντρώνονται σε ομάδες με μία μόνο διεύθυνση IP ανά ομάδα. Οι επισκέπτες μπορούν να στείλουν πακέτα δεδομένων στην ομάδα με τον καθορισμό του προορισμού δηλαδή την διεύθυνση IP της

ομάδας. Αντιγραφή δεδομένων γίνεται μέσα στην υποδομή του δρομολογητή, ο οποίος είναι με τη σειρά του αυτός που ευθύνεται για τη διαχείριση της επικοινωνίας της ομάδας. Ενώ ένας κόμβος στο Διαδίκτυο έχει συνήθως μόνο μία διεύθυνση μονοεκπομπής, μπορεί ταυτόχρονα να είναι μέλος πολλών ομάδων multicast.

Στο IPv4 multicast αυτό είναι προαιρετικό και ο χώρος διευθύνσεων ορίζεται σε μία παγκόσμια D "κλάση" από 224.0.0.0 ως 239.255.255.255 (dot συμβολισμός δεκαδικό). Στο IPv6 multicast είναι υποχρεωτικό και ο χώρος διευθύνσεων είναι δεσμευμένος με το πρόθεμα 0xFF (δεκαεξαδικό). Για την ορθή διαχείριση του χώρου διευθύνσεων που χωρίστηκε σε ζώνες, στα σύνολα διαστημάτων στα οποία έχουν κρατηθεί για κάθε αυτόνομο σύστημα (AS), ο αριθμός του παροχέα υπηρεσιών Internet (ISP) και η αντιστοιχία του με το πρόθεμα AS.

Τα πιο αξιοσημείωτα intra-AS πρωτόκολλα πολυεκπομπής (multicast) περιλαμβάνουν το πρωτόκολλο Ανεξάρτητης πολυεκπομπής (Protocol Independent Multicast'- PIM)[34], το πρωτόκολλο διανύσματος απόστασης δρομολόγησης πολυεκπομπής (Distance Vector Multicast Routing Protocol - DVMRP) [113] και το Core Based Tree (CBT) [13]. Τα πρωτόκολλα αυτά δημιουργούν μια διεύθυνση ανά δεντρική ομάδα πολυεκπομπής (multicast), και κάθε δρομολογητής αποθηκεύει την κατάσταση της κάθε ενεργής διεύθυνσης της ομάδας, πράγμα που σημαίνει ότι ο δείκτης της κατάστασης στο router αυξάνεται με τον αριθμό των ταυτόχρονων ενεργών ομάδων.

Για inter-domain multicast δρομολογήσεις MBGP [15], ένα σύνολο πολλαπλών πρωτοκόλλων επεκτάσεις του Border Gateway Protocol (BGP) [88], έχει υιοθετηθεί, καθώς και όπως το intra-AS πρωτόκολλα multicast από την οικογένεια PIM, το PIM-SM (Sparse Mode) και η παραλλαγή του PIM-SSM [44].

Η εφαρμογή της πολυεκπομπής IP (IP multicast) στο τρέχον μοντέλο και τις εφαρμογές του είναι δύσκολη λόγω κυρίως των εξής:

- Σε ένα ομαδικό μοντέλο η ανάθεση μίας παγκόσμιας μοναδικής διεύθυνσης πολυεκπομπής ανά εφαρμογή είναι απαραίτητη προκειμένου να αποφευχθούν εξωγενείς διασταυρώσεις στην κυκλοφορία μεταξύ των domains.

- Οι τρέχουσες υλοποιήσεις, δεν παρέχουν ένα μέσο για τον περιορισμό των αποστολών που επιτρέπονται, δηλαδή, κάθε κόμβος που φιλοξενείται μπορεί να στείλει σε οποιαδήποτε διεύθυνση πολυεκπομπής IP (IP multicast), και προλαμβάνει τη απόρριψη της υπηρεσίας ή την παρείσφρηση που είναι αρκετά δύσκολο να συμβεί.
- Οι τρέχουσες υλοποιήσεις δεν παρέχουν ένδειξη του μεγέθους της ομάδας (είναι ανέφικτο για έναν πάροχο υπηρεσιών διαδικτύου (ISP) η χρέωση με βάση αυτή τη μέτρηση)
- Δεν υπάρχει μοναδική λύση για τη μεταφορά πολυεκπομπής IP (IP Multicast) με ποιοτική διαβεβαίωση στο σημερινό μοντέλο
- Το κόστος παράδοση μιας ροής μεγάλης κλίμακας πολλαπλής διανομής είναι πολύ υψηλότερο από εκείνο ροής μετάδοσης με τον ίδιο ρυθμό, λόγω του πολύ υψηλότερου λειτουργικού κόστους που απαιτεί το IP Multicast.
- Το μοντέλο εσωτερικής λογιστικής (inter accounting - inter-domain) χρέωσης και τιμολόγησης δεν είναι σαφές .

Οι ανωτέρω περιορισμοί έχουν εμποδίσει την ευρεία εφαρμογή / ανάπτυξη του IP Multicast στο παγκόσμιο επίπεδο του διαδικτύου, και κατ'επέκταση την υιοθέτηση του από τους παρόχους υπηρεσιών διαδικτύου (ISP).

4.2.4. Επίπεδο Εφαρμογής Πολυεκπομπής (multicast)

Η εφαρμογή στο επίπεδο εφαρμογής πολυεκπομπής (Application Layer Multicast - ALM) δεν βασίζεται στην ανάπτυξη των δρομολογητών (routers) και ουσιαστικά χτίζεται πάνω από τις διαθέσιμες υπηρεσίες του δικτύου. Στο ALM, τα ομότιμα τερματικά αυτοοργανώνονται σε κατανεμημένα δίκτυα στο πάνω επίπεδο των IP δικτύων. Η αντιγραφή δεδομένων εκτελείται με τους ακραίους κόμβους που αλληλοσυνδέονται με συνδέσεις μετάδοσης. Οι ακραίοι κόμβοι τέλος είναι οι μόνοι αρμόδιοι φορείς για τη διαχείριση της επικοινωνίας της ομάδας.

Οι λειτουργίες πολυεκπομπής (π.χ., ομάδα διαχείρισης, αντιγραφής δεδομένων και δρομολόγησης πολυεκπομπής (multicast)) γίνεται στο επίπεδο

του υπερκείμενου δικτύου με τη διαμόρφωση μετάδοσης, δέντρων ή πλεγμάτων στο επίπεδο εφαρμογής. Στο επίπεδο υπερκείμενου δικτύου παρέχονται κάποιες βασικές λειτουργίες επικοινωνίας μεταξύ ομότιμων κόμβων, π.χ., συντήρηση και ασφάλεια, ανακάλυψη ομότιμων κόμβων, αναζήτηση αντικείμενων, το μήνυμα δρομολόγησης και υπηρεσίες πολυεκπομπής (επιτυγχάνεται μέσω της προώθησης μηνυμάτων μεταξύ των μελών της ομάδας πολυεκπομπής - multicast). Όλα τα μηνύματα μεταξύ των ομότιμων κόμβων στην πραγματικότητα μεταφέρονται μέσω συνδέσεων μετάδοσης σε όλη την υποκείμενη υποδομή του δικτύου.

Τα πλέγματα του επιπέδου εφαρμογής πολυεκπομπής (Application Layer Multicast) μπορούν να ταξινομηθούν στις ακόλουθες προσεγγίσεις [14]:

- Mesh-first: ένα δίκτυο με λογική τοπολογία πλέγματος (διάγραμμα σύνδεσης) μεταξύ ομότιμων κόμβων είναι εγκατεστημένο αρχικά, ακολουθούμενο από μια κατασκευή με αντίστροφη πορεία πολλαπλής διανομής δεδομένων τοπολογίας δέντρου.
- Tree-first: μια λογική δενδρική τοπολογία δεδομένων κατασκευάζεται πρώτη, ακολουθούμενη από τις συνδέσεις μεταξύ των κόμβων ελέγχου λογικής στο δέντρο.
- Αφανής ή γεωγραφική: οι λογικοί κόμβοι και το λογικό δίκτυο (ελέγχου και δεδομένων διαδρομών) που ορίζονται ταυτόχρονα συνήθως συνδέονται με την υποκείμενη δομή του δικτύου επικάλυψης.
- Τυχαία: η επιλογή των κόμβων λογικής γίνεται μέσω του πρωτοκόλλου διάχυσης (gossip-based πρωτόκολλου).

Το Mesh-first είναι αποτελεσματικό για μικρές ομάδες. Το Tree-first ταιριάζει καλύτερα σε εφαρμογές που απαιτούν υψηλό εύρος ζώνης μεταφοράς. Ο αφανής / γεωγραφικός τύπος ταιριάζει για την υποστήριξη πολύ μεγάλου μεγέθους της ομάδας, καθώς και για εφαρμογές με ευαισθησία στο λάθος και υψηλού εύρους ζώνης. Ο τυχαίος τύπος είναι χαρακτηριστικό των αδόμητων υπερκείμενων δικτύων λόγω της ταχείας και αξιόπιστης διαδικασίας διάχυσης μηνυμάτων (με βάση το gossip)[17]. Η λογική δομή του υπερκείμενου δικτύου κατά την οποία το επίπεδο εφαρμογών πολλαπλής διανομής είναι χτισμένο μπορεί να είναι δομημένου ή αδόμητου τύπου. Ως εκ τούτου, τα ALMs είναι εγκατεστημένα στην κορυφή είτε του δομημένου ή

του αδόμητου υπερκείμενου δικτύου που κατασκευάστηκε πάνω από το IP δίκτυο. Οι ομάδες Πολυεκπομπής (Multicast) σχηματίζονται μεταξύ των ομότιμων κόμβων στο υπερκείμενο δίκτυο.

Το ALM προσεγγίζει τις τοπολογίες που εφαρμόζονται κοντά στο υποκείμενο του υπερκείμενου δικτύου, καθώς αυτές επίσης είναι τοποθετημένες κοντά στο υποκείμενο δίκτυο IP, και είναι συνήθως πολύ αποτελεσματικό. Αυτό είναι κοινό με το ALM που είναι χτισμένο πάνω σε αδόμητα υπερκείμενα δίκτυα, αλλά πιο δύσκολο με προσεγγίσεις δομημένων υπερκειμένων, καθώς αυτές επιβάλλουν μια προκαθορισμένη τοπολογία. Η απόδοση των ALM προσεγγίσεων αξιολογούνται συνήθως με τις ακόλουθες θεμελιώδεις μετρήσεις [17][96]:

- **Stretch:** Ο λόγος της καθυστέρησης μιας μονόδρομης επικάλυψης μεταξύ ενός ζεύγους κόμβων προς την καθυστέρηση μεταξύ των ισοδύναμων κόμβων (λόγος της καθυστέρησης μεταξύ ενός πακέτου που αποστέλλεται μέσω της επικάλυψης προς ένα πακέτο αποστέλλεται απευθείας πάνω από το μονοπάτι μετάδοσης (unicast)).
- **Stress:** Ο αριθμός των φορών που ένα πακέτο διασχίζει ένα υποστρωματικό σύνδεσμο.
- **Control overhead:** Ο αριθμός των μηνυμάτων ελέγχου που θεσπίστηκε στην ALM (και γενικά bandwidth).

Άλλες σημαντικές μετρήσεις που μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν είναι: [17]:

- **Καθυστέρηση εκκίνησης:** Ο χρόνος που αρχίζει η αναπαραγωγή μιας ροής δεδομένων από την ώρα που έγινε η αίτηση αναπαραγωγής
- **Καθυστέρηση Συμμετοχής** Ο χρόνος που λαμβάνεται το πρώτο πακέτο από την ώρα που γίνεται η αίτηση για συμμετοχή.
- **Καθυστέρησης αποκατάστασης απολεσθέντων πακέτων:** Ο χρόνος που γίνεται η ανάκτηση του εσφαλμένου πακέτου από τη στιγμή της ανακάλυψης του λάθους.

- Καθυστέρηση επανασύνδεσης σε περίπτωση αποτυχίας κόμβου: Ο χρόνος που κάνει για να συνδεθεί με ένα νέο κόμβο γονέα από την ώρα που έγινε η ανίχνευση της αποτυχίας του κόμβου.
- Μέσος ρυθμός απώλειας ανά κόμβο: Ο λόγος του αριθμού των πακέτων που έχασε ανά συνεδρία προς τον αριθμό των πακέτων που θα πρέπει να έχουν ληφθεί ανά συνεδρία.
- Ο μέγιστος αριθμός των πολλαπλής διανομής ομάδων: Μέγιστος αριθμός πολλαπλής διανομής ομάδων που εκτελούνται ταυτόχρονα.
- Επεκτασιμότητα ομάδας Πολυεκπομπής (Multicast): Δυνατότητα κλιμάκωσης σε ένα μέγεθος της ομάδας της N.

4.2.5. Κωδικοποίηση βίντεο σε P2P συστήματα για εξυπηρέτηση ροών δεδομένων.

Η συμβολή της κωδικοποίησης βίντεο είναι να εφαρμόσει μια μέθοδο κωδικοποίησης που να μπορεί να εφαρμοστεί στην ποικιλία των τεχνικών απαιτήσεων των τερματικών συσκευών καθώς και στις συνθήκες του δικτύου, λόγω των αυξανόμενων προσδοκιών των χρηστών. Στην πραγματικότητα όσο οι δυνατότητες του τερματικού αυξάνονται, σε ότι αφορά την ποιότητα της εικόνας, την επεξεργαστική ισχύ και τον ρυθμό επικοινωνίας, οι χρήστες τείνουν να απαιτούν υψηλότερες ποιότητες από την λαμβανόμενη ροή βίντεο. Αυτό επιβάλλει την προσαρμογή του περιεχομένου που μεταδίδεται σύμφωνα με το τερματικό σταθμό παραλαβής. Για να ανταποκριθεί σε αυτές τις εξελίξεις, τον Ιανουάριο του 2005, η JVT (Joint Video Team) από το πρότυπο ISO / IEC MPEG και την ITU-T VCEG άρχισαν να αναπτύσσουν μια κλιμακούμενη κωδικοποίηση βίντεο για την επέκταση του H.264/AVC [53] πρότυπου, γνωστό ως H.264. Τυποποιήθηκε το 2007 ως παράρτημα G του προτύπου H.264 [54] [55]. Το H.264 SVC αυξάνει τη λειτουργικότητα του αρχικού κωδικοποιητή να παράγει διάφορα επίπεδα ποιότητας. Τα ενισχυμένα στρώματα μπορούν να ενισχύσουν το περιεχόμενο που αντιπροσωπεύεται στα χαμηλότερα επίπεδα όσον αφορά την χρονική ανάλυση (δηλαδή το frame rate), την ανάλυση εικόνας (δηλαδή μέγεθος εικόνας), ή την αναλογία σήματος προς θόρυβο (π.χ. SNR).

4.2.6. Επιλογή ομότιμου κόμβου σε P2P σύστημα για εξυπηρέτηση ροών δεδομένων

Η επιλογή των ομότιμων κόμβων στην ροή πολυμεσικού περιεχομένου, λαμβάνει υπόψη, την διαθεσιμότητα του γειτονικού ομότιμου κόμβου σε επίπεδο χωρητικότητας, την απόσταση και το περιεχόμενο που είναι αποθηκευμένο. Η έννοια της διαθεσιμότητας περιεχομένου είναι διαφορετική στις ζωντανές απ' ότι στις κατά παραγγελία μεταδόσεις μέσω δικτύου ομότιμων κόμβων, αφού διαφορετικοί ομότιμοι κόμβοι μπορούν να συμμετέχουν και να αποθηκεύουν διαφορετικά κομμάτια δεδομένων. Σε αυτές τις περιπτώσεις μηχανισμοί αναζήτησης ειδικού σκοπού απαιτούνται για να προσδιορίσουν ποιοι γειτονικοί ομότιμοι κόμβοι αποθηκεύουν το περιεχόμενο που απαιτείται για μία ορισμένη αναπαραγωγή. Η πολυπλοκότητα των ομότιμων τερματικών και των μηχανισμών αναζήτησης περιεχομένου αυξάνεται όσο ο αριθμός των ομότιμων κόμβων αυξάνεται, και όσο η δυνατότητα αποθήκευσης που έχουν είναι σημαντικά χαμηλότερη από τον χρόνο διασποράς των χρηστών. Αυτό μπορεί να συμβεί συνήθως σε μεγάλη κλίμακα στις υπηρεσίες για την κατά παραγγελία αναπαραγωγή μέσω δικτύου, που απαιτούν ειδικές λύσεις για την επιλογή των ομότιμων τερματικών ([20][25][28][43] και το περιεχόμενο αναζήτησης [62][114].

4.2.7. Μηχανισμοί Προγραμματισμού σε P2P σύστημα για την εξυπηρέτηση ροών δεδομένων.

Στην P2P ροή, ο στόχος των μηχανισμών χρονοπρογραμματισμού είναι να καθορίσει πότε τα «δέματα» πληροφορίας θα πρέπει να διαβιβάζονται και πόσα διαφορετικά «δέματα» πρέπει να έχουν διαφορετικές προτεραιότητες. Στις ζωντανές και στις κατά παραγγελία μεταδόσεις μέσω P2P απαιτούνται κατάλληλοι τύποι μηχανισμών χρονοπρογραμματισμού σε σύγκριση με τα συμβατικά P2P δίκτυα. Για παράδειγμα, η μέθοδος «Το πιο σπάνιο-πρώτο» που χρησιμοποιείται από το πρωτόκολλο BitTorrent δεν είναι κατάλληλο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου, γιατί η σειρά άφιξης «δεμάτων» δεν σέβεται τη χρονολογική σειρά των γεγονότων στην ροή. Μια από τις πρώτες προσπάθειες για να εξεταστεί αυτό το πρόβλημα ήταν [111], να οριστεί ένα σύστημα δύο επιπέδων, όπου υψηλότερη προτεραιότητα δίνεται σε εκείνες τις ομάδες «δεμάτων» που είναι πιο κοντά στον δείκτη αναπαραγωγής.

4.2.8. Κατασκευή υπερκειμένου δικτύου.

Καθώς νέοι κόμβοι εντάσσονται σε ένα δίκτυο P2P, υπάρχουν διάφοροι τρόποι σύνδεσής τους με το υπάρχον P2P δέντρο ή με το υπερκείμενο πλέγμα δικτύου. Στην ζωντανή P2P μετάδοση οι λύσεις αυτές θα πρέπει να εξετάσουν, την μέγιστη έκταση της καθυστέρησης, που υπολογίζεται μεταξύ της πηγής ροής και της πηγής αναπαραγωγής, καθώς και τον μέσο όρο του εύρους ζώνης μεταμόρφωσης των ομότιμων κόμβων, σε σύγκριση με το εύρος ζώνης του βίντεο. Προκειμένου να μειωθεί η καθυστέρηση της ροής, ο χαμηλότερος αριθμός στάσεων θα πρέπει να χρησιμοποιείται, με κάθε ομότιμο κόμβο, να διανέμει το περιεχόμενο του σε ένα μεγαλύτερο αριθμό ομότιμων κόμβων λήψης. Αυτό, απαιτεί μεγαλύτερη χωρητικότητα αποστολής, το οποίο είναι ένας σημαντικός περιορισμός των P2P δικτύων.

Εκτός από την κατασκευή της υπερκείμενης αρχιτεκτονικής, το σύστημα θα πρέπει επίσης να εξετάσει τη συντήρηση του και ιδιαίτερα τα προβλήματα που συνδέονται με τις κινήσεις των ομότιμων κόμβων. Ο ρυθμός κίνησης εξαρτάται από το είδος της διανομής περιεχομένου που γίνεται, αλλά είναι τυπικά μεγαλύτερος και πιο κρίσιμος, όταν οι χρήστες παρακολουθούν μία ζωντανή μετάδοση συγκριτικά με μία κατά παραγγελία μετάδοση. Από την στιγμή που οποιοσδήποτε από τους ομότιμους κόμβους μπορεί να αφήσει την κατανομή, ανά πάσα στιγμή, όλοι οι απόγονοί του θα αποσυνδεθούν προσωρινά από το υπερκείμενο δίκτυο, χωρίς να μπορούν να λαμβάνουν κάποιο βίντεο. Αυτό απαιτεί ένα γρήγορο μηχανισμό αποκατάστασης της σύνδεσης των πληγεισών ομότιμων κόμβων με αυτά που δεν επηρεάστηκαν.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται από ομότιμους κόμβους για να ενταχθούν και να αποχωρήσουν από ένα υπερκείμενο δίκτυο, εξαρτάται από την υλοποίηση της λύσης. Μπορεί να γίνεται είτε με τη χρήση μιας κεντρικής ή μιας κατανεμημένης λύσης. Σε μια κεντρική λύση, κάθε νέος από τους ομότιμους κόμβους που συνδέονται το υπερκείμενο δίκτυο, αρχικά έρχεται σε επαφή με ένα κεντρικό εξυπηρετητή, που επίσης ονομάζεται διακομιστής καταλόγου, ο οποίος ανάλογα με την τοποθεσία των ομότιμων κόμβων και την υπάρχουσα τοπολογία αποφασίζει με ποιο από τους ομότιμους κόμβους θα πρέπει να συνδέεται. Ο κεντρικός διακομιστής παρακολουθεί επίσης τη διανομή για τον εντοπισμό των ομότιμων κόμβων που αποχωρούν από το υπερκείμενο δίκτυο. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να επανεξεταστεί η

τοπολογία που επηρεάζεται καθώς οι υπόλοιποι ομότιμοι κόμβοι, που σχηματίζουν μια νέα διανομή. Σε μια τέτοια λύση, ο δρομολογητής συντονισμού θα μπορούσε να αποτελέσει ένα σημείο της αποτυχίας ή ακόμη και ένα εμπόδιο, όταν ο αριθμός των ομότιμων κόμβων αυξάνεται.

Για να αποφευχθούν τα προβλήματα που συνδέονται με έναν κεντρικό server, πολλοί αλγόριθμοι διανομής ([109][14], ορίστηκαν έτσι ώστε να μην είναι ανάγκη να χρησιμοποιηθεί ένας κεντρικός διακομιστής για τη διατήρηση μιας τοπολογίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ένα υπερκείμενο δίκτυο με ιεραρχική οργάνωση θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, στην οποία οι νέοι πελάτες ακολουθούν την ιεραρχία των ομότιμων κόμβων, και συνήθως ξεκινούν από την πηγή των δεδομένων. Κάθε επίπεδο της ιεραρχίας αποφασίζει αν ο ομότιμος κόμβος μπορεί να ενταχθεί σε έναν κόμβο, ή να συνεχίζει την ιεραρχία προς κάτω. Οι λύσεις αυτές, ωστόσο προσθέτουν πολυπλοκότητα στον μηχανισμό αναζήτησης περιεχομένου και έτσι είναι πιο κατάλληλο για την ζωντανή ροή (live streaming) από ό, τι για την κατ' απαίτηση των μέσων (Media-on-Demand) [60].

Όσον αφορά την αρχιτεκτονική, τα P2P συστήματα συνεχούς ροής είναι βασικά τριών ειδών, το pull-based, το push-based, και τα υβριδικά push-pull. Στο pull-based, μια λογική tracker (πραγματοποιήθηκε από γεωγραφικά κατανεμημένα κόμβους tracker ή πολλαπλούς κόμβους server σε ένα κέντρο δεδομένων) διατηρεί καταλόγους των ενεργών ομότιμων κόμβων σε σμήνη (ομάδες των ομότιμων κόμβων που αποθηκεύουν και ανταλλάσσουν περιεχόμενο) για να βοηθήσει στην επιλογή των κατάλληλων υποψηφίων από τους ομότιμους κόμβους (peer-list) από τους ομότιμους κόμβους που την ζητούν. Στα Υβριδικά (Hybrid) pull-push συστήματα συνεχούς ροής, οι ομότιμοι κόμβοι εντάσσονται στο σύστημα και ανταλλάσσουν την διαθεσιμότητα περιεχομένου με όμοιους σε αυτούς κόμβους, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να ανακτήσουν τα δεδομένα, όπως ακριβώς και στο pull-based σύστημα. Κάθε κόμβος κεφάλι ανακτά το περιεχόμενο πολυμέσων από έναν κόμβο γονέα και διατηρεί έναν ορισμένο αριθμό κόμβων που συνδέονται με τους γειτονικούς κόμβους. Για τους παρόχους περιεχομένου μια συνεταιριστική λειτουργία χρησιμοποιώντας Δίκτυα Διανομής Περιεχομένου (CDN) είναι επίσης συνήθης. Αυτό το σενάριο χρησιμοποιεί ενδιάμεσους χρήστες που βρίσκονται σε κόμβους που είναι υποκατάστατα των CDN κόμβων. Αυτά οι υποκατάστατοι κόμβοι παρέχουν υπηρεσίες υψηλής

ποιότητας για τους τελικούς χρήστες χρησιμοποιώντας μόνο κοινούς ομότιμους κόμβους.

4.2.9. Λύσεις Διασφάλισης της Ποιότητας στην Ροή Μέσων

Όσον αφορά την αντοχή και την ανάκτηση του χαμένου περιεχομένου, δύο σημαντικές λύσεις υπάρχουν: Η αυτόματη αίτηση επανάληψης (Automatic Repeat Request-ARQ) και η προώθηση διόρθωσης λάθους (Forward Error Correction -FEC), και χρησιμοποιούν την κωδικοποίηση δικτύου. Το ARQ είναι μια τεχνική που απαιτεί την αναμετάδοση των χαμένων πακέτων δεδομένων, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο πάνω από, TCP, όσο και πάνω από UDP.

4.3. Υπηρεσίες και Μετάδοση Πολυμέσων

Οι πιο δημοφιλείς υπηρεσίες που προσφέρονται μέσω δικτύων ομότιμων κόμβων είναι οι εξής [30] : Γραμμική μετάδοση ραδιοφώνου κατά παραγγελία μέσω του Διαδικτύου.

- Γραμμική μετάδοση τηλεόρασης κατά παραγγελία μέσω του Διαδικτύου.
- Διαδραστικές και εξατομικευμένες εφαρμογές.
- Λήψη μουσικής, λήψη ταινιών, εκπομπή πολυμέσων.

Μια σημαντική διάκριση πρέπει να γίνει μεταξύ των λεγόμενων μη-γραμμικών υπηρεσιών, όπως την μετάδοση βίντεο κατά παραγγελία, και τις γραμμικές υπηρεσίες. Οι γραμμικές υπηρεσίες περιλαμβάνουν όλες τις μεταδόσεις που δεν προκαλούνται από τον ίδιο τον καταναλωτή, παραμένοντας έτσι μια πράξη μετάδοσης, όταν η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την πράξη αυτήν βασίζεται στην P2P μετάδοση, μέσω του Διαδικτύου ή κινητών τηλεφώνων, μέσω σημείου των πολλών σημείων (point-to-multipoint) ή με άλλο τρόπο. Οι κανόνες που ισχύουν για τις γραμμικές υπηρεσίες εφαρμόζονται με οριζόντιο τρόπο, ανεξάρτητα από την μορφή του σήματος μεταφοράς (μέσω του αέρα, μέσω δορυφόρου, καλωδιακή, ευρυζωνική, μικροκυμάτων, τηλεφωνική γραμμή, μορφή, ανάλυση οθόνης, το μέγεθος, πρωτόκολλα, κλπ.) [30]. Οι P2P τεχνολογίες είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν κάθε ομότιμο κόμβο που εντάχθηκε σε

ένα υπερκείμενο δίκτυο και ως πελάτη αλλά και ως εξυπηρετητή (το λεγόμενο prosumer, δηλαδή, τόσο ως παραγωγό και ως καταναλωτή). Υπάρχουν δύο σενάρια για μία τυπική εφαρμογή «βάση πλέγματος» P2P ροής:

- Ζωντανή μετάδοση: όταν οι ομότιμοι κόμβοι ενταχθούν στο δίκτυο, μπορούν να χρησιμοποιήσουν μόνο για το μέρος των προγραμμάτων που διανέμονται, και αντιστοιχούν στο ισχύον μελλοντικό χρονοδιάγραμμα. Το περιεχόμενο που διατίθεται σε αυτούς που το αιτούνται εξαρτάται από τη στιγμή που οι ομότιμοι κόμβοι ενταχθούν στο δίκτυο.
- Βίντεο κατά παραγγελία: οι ομότιμοι κόμβοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν όλο το περιεχόμενο που είναι διαθέσιμο όταν θα ενταχθούν στο δίκτυο και, επιπλέον, μπορούν να έχουν διαδραστικές λειτουργίες με το περιεχόμενο (Fast Forward, Rewind, Pause, κλπ.). Στην δεντρική P2P ροή μόνο το σενάριο της ζωντανής μετάδοσης ισχύει. Για την διαδικτυακή τηλεόραση οι κατά παραγγελία μεταδόσεις βίντεο υπηρεσίες έχουν θεωρηθεί ως το βασικό χαρακτηριστικό για να προσελκύσουν τους καταναλωτές, δεδομένου ότι επιτρέπει στους χρήστες την ευελιξία και την ευκολία της παρακολούθησης οποιοδήποτε σημείου του βίντεο ανά πάσα στιγμή. Ωστόσο, η υπηρεσία P2P για κατά παραγγελία βίντεο είναι πιο δύσκολο να σχεδιαστεί από την P2P υπηρεσία ζωντανής μετάδοσης. Ενώ σε ένα σενάριο ζωντανής μετάδοσης ένας πολύ μεγάλος αριθμός χρηστών βλέπουν την ίδια μετάδοση η οποία είναι συγχρονισμένη, στην κατά παραγγελία μετάδοση οι χρήστες μπορούν να παρακολουθούν το ίδιο βίντεο αλλά χωρίς να είναι συγχρονισμένο, δηλ., βλέποντας διαφορετικά σημεία του ίδιου βίντεο σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή [96]. Μια κοινή παραδοχή που πρέπει να γίνει για αυτά τα P2P συστήματα είναι ότι όλοι οι ομότιμοι κόμβοι μπορούν να (και είναι πρόθυμοι να) συνεργάζονται για την αντιγραφή της ροής, δίνοντας κάποιους από τους πόρους τους στη διάθεση του συστήματος (π.χ., το εύρος ζώνης ανάρτησης), προκειμένου να περάσει τα δεδομένα που ήδη κατέχουν σε άλλα ομότιμα τερματικά. Μια άλλη

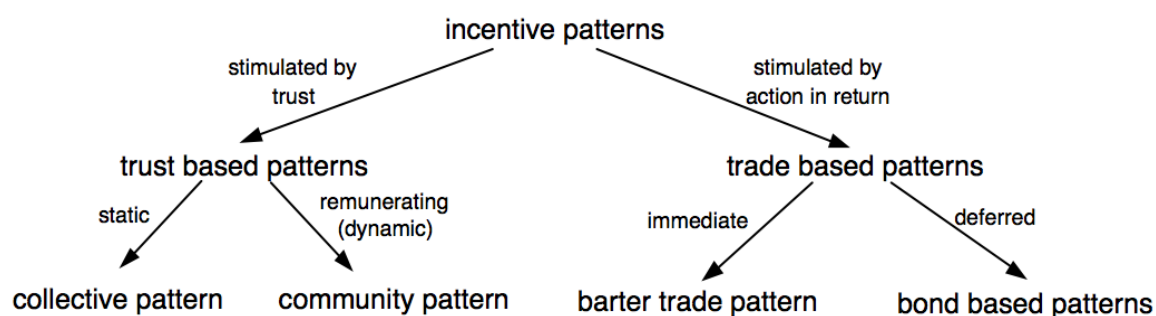
υπόθεση είναι ότι κάθε ροή αντιστοιχεί σε συνεχή ροή κωδικοποιημένων δεδομένων προς την πηγή συνεχούς ροής. Η πηγή χωρίζει την κωδικοποιημένη ροή σε μια σειρά από κομμάτια, που τυπικά περιέχουν λίγα δευτερόλεπτα δεδομένων του βίντεο, και αυτά τα κομμάτια αντιστοιχούν στις μονάδες ροής που θα εξαπλωθεί και θα είναι διαθέσιμη στους ομότιμους κόμβους για την αντιγραφή της ροής.

4.3.1. Κίνητρα, Ανταλλαγή και Φήμη των ομότιμων κόμβων.

Η εφικτότητα των P2P συστημάτων βασίζεται στην αρχή της συνεργατικής συμπεριφοράς, δηλαδή, η αναμενόμενη από κοινού εκμετάλλευση των τοπικών πόρων του κάθε συμμετέχοντα, σε όφελος της αύξησης της χωρητικότητας του όλου συστήματος, παρέχει ένα καλύτερο αποτέλεσμα από ό, τι το απλό άθροισμα των επιμέρους χρηστών. Μία συνεταιρική συμπεριφορά επιβαρύνεται με "κόστος", καθώς οι πόροι καταναλώνονται (εύρος ζώνης, η δύναμη επεξεργασίας, αποθήκευσης, κλπ.), και αυτό το κόστος μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντικό, για παράδειγμα, σε κινητές συσκευές. Μία συνεταιρική συναλλαγή αποτελείται από την φάση των διαπραγματεύσεων, όπου ο «πάροχος» και ο «καταναλωτής» καταλήγουν σε συμφωνία σχετικά με τις υπηρεσίες και τις αντίστοιχες αμοιβές, καθώς και ένα στάδιο επεξεργασίας, όπου σε μια συναλλαγή συνεργασίας πραγματοποιείται η ανταποδοτική διαδικασία.

4.3.2. Πρότυπα Κινήτρων.

Οι μηχανισμοί κινήτρων για μία συνεργασία λαμβάνουν υπόψη την ετερογένεια των συμμετεχόντων και των περιστάσεων, όταν η συνεργασία δεν μπορεί να είναι δυνατή κάτι το οποίο μπορεί να οφείλεται είτε σε μία στατική αιτία, π.χ., περιορισμένη χωρητικότητα, είτε σε μια δυναμική αιτία, π.χ. της κυκλοφοριακής συμφόρησης του δικτύου [96]. Το σύνολο των μηχανισμών σύνοψης παροχής κινήτρων που μπορούν να εφαρμοστούν για την τόνωση της συνεργασίας πληρούν συγκεκριμένα υποδείγματα. Η ταξινόμηση αυτών των κινήτρων γίνεται σε αυτούς που θεωρούνται έμπιστοι ή σε εμπορικούς μηχανισμούς [78][96]. Στην εικόνα 4-1 παρουσιάζεται η ταξινόμηση των προτύπων κινήτρων [77].



Εικόνα 4-1: Ταξινόμηση των πρότυπων κινήτρων.

Σε αυτά που θεωρούνται έμπιστα πρότυπα, οι πάροχοι συνεργάζονται με τους καταναλωτές, επειδή τους εμπιστεύονται. Αυτή η εμπιστοσύνη μπορεί να είναι στατική ή δυναμική, και δεν συνεπάγεται κανενός είδους ρητή αμοιβή.

Στο συλλογικό σχέδιο, οι συμμετέχοντες βοηθούν αμοιβαία ο ένας τον άλλον χωρίς να έχουν ατομικά συμφέροντα. Αυτό το πρότυπο παρουσιάζει μια στατική εμπιστοσύνη, δηλαδή, η φήμη των συμμετεχόντων δεν μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου, ως αποτέλεσμα της συμπεριφοράς τους, και διαθέτει μηχανισμούς αμοιβής. Σε αυτό το μοτίβο, οι συμμετέχοντες θα πρέπει να προσδιορίζουν τον εαυτό τους για να αποδείξουν ότι είναι αξιόπιστοι, κάνοντας την ανωνυμία αδύνατη.

Στο πρότυπο της κοινότητας, οι συμμετέχοντες συνεργάζονται μεταξύ τους με βάση τα ατομικά τους συμφέροντα, και με την συνεργασία και χτίζουν τη φήμη τους, για να απολαύσουν αργότερα την συνεργασία και με τους άλλους συμμετέχοντες. Σε αυτό το μοντέλο η αξιοπιστία είναι δυναμική και αλλάζει με την πάροδο του χρόνου, ως αποτέλεσμα των συμπεριφορών των συμμετεχόντων. Οι αμοιβές σε αυτό το μοντέλο είναι η φήμη, καθώς αντανακλά την ιστορική συμπεριφορά του συμμετέχοντος. Αυτό το πρότυπο μπορεί ωστόσο να υποφέρει από την κακή συμπεριφορά, σε ότι αφορά περιστατικά δυσφήμισης των καλών συνεργατών ή με ψευδή επαίνους για εκείνους που δεν συνεργάζονται. Σε αυτό το μοντέλο, οι συμμετέχοντες πρέπει επίσης να προσδιορίσουν τον εαυτό τους για να αποδείξουν ότι είναι αξιόπιστοι, μετατρέποντας την ανωνυμία σε αδύνατη. Στον τομέα του εμπορίου, με βάση τα πρότυπα, οι πάροχοι δέχονται ρητή αμοιβή από τους καταναλωτές για τη συνεργασία τους. Η αμοιβή αποτελείται από μια

επιστροφή της συνεργασίας, η οποία μπορεί να είναι άμεση (κατά τη διάρκεια της συνεργασίας συναλλαγής), ή μελλοντική, μέσω μιας υπόσχεσης. Αυτή η υπόσχεση μπορεί να τηρηθεί από τον ίδιο τον καταναλωτή ή από τρίτους για λογαριασμό του:

Στο εμπορικό μοντέλο ανταλλαγής, οι συμμετέχοντες αναλάβουν συμμετρικούς ρόλους, συνεργάζονται για να ολοκληρώσουν μια άμεση ανταλλαγή, η οποία συμβαίνει ταυτόχρονα, και δεν αφήνουν καμία υποχρέωση που εκκρεμεί μετά τη λήξη της συναλλαγής συνεργασίας. Οι συμμετέχοντες που αρνούνται να συνεργαστούν δεν λαμβάνουν τίποτα από τους άλλους συμμετέχοντες. Σε αυτό το μοντέλο, οι συμμετέχοντες μπορούν να διατηρήσουν την ανωνυμία τους.

Στο πρότυπο bond-based, οι συμμετέχοντες συνεργάζονται για να εξασφαλίσουν ως αντάλλαγμα ρητή αμοιβή, αλλά με μια χρονική απόκλιση μεταξύ της συνεργασίας και της αμοιβής. Η αμοιβή μπορεί να ληφθεί με μορφή γραμματίων, τραπεζικές επιταγές ή χαρτονομίσματα. Το κίνητρο για τους συμμετέχοντες να συνεργαστούν είναι να αποκτήσουν την αμοιβή, καθιστώντας τους πιστωτές της ομάδας, προκειμένου να απολαύσουν τη συνεργασία στο μέλλον.

Στο bearer notes μοντέλο, είναι ο καταναλωτής που εκδίδει το γραμμάτιο και που πρέπει να πληρώσει αργότερα. Τόσο οι εκδότες όσο και οφειλέτες των bearer notes πρέπει να προσδιορίσουν τον εαυτό τους και να αποδείξουν την αξιοπιστία τους.

Στο bearer bill μοντέλο, είναι ένας διαφορετικός συμμετέχοντας από τους συμμετέχοντες ως καταναλωτές που πρέπει να πληρώσει το γραμμάτιο στο μέλλον. Τόσο οι εκδότες όσο και οι οφειλέτες των bearer bill πρέπει να προσδιορίσουν τον εαυτό τους και να αποδείξουν την αξιοπιστία τους.

Στο μοντέλο με τραπεζική αμοιβή, η αμοιβή παίρνει τη μορφή τραπεζικών επιταγών και κάθε συμμετέχων έχει έναν "τραπεζικό λογαριασμό" (εικονικό). Ο κομιστής παρουσιάζει στην τράπεζα την επιταγή για να πιστωθεί ο λογαριασμός του. Τόσο οι φορείς έκδοσης των check και οι οφειλέτες των check πρέπει να δηλώνουν την ταυτότητά να αποδείξουν την αξιοπιστία τους.

Στο μοντέλο των τραπεζογραμμάτων η αμοιβή παίρνει τη μορφή τραπεζογραμμάτων που προ-εκδίδονται από μια κεντρική αρχή. Η ανωνυμία των συμμετεχόντων καταναλωτών είναι εγγυημένη.

4.3.3. Μοντέλα Κινήτρων για P2P συστήματα για εξυπηρέτηση ροών δεδομένων.

Στα P2P συστήματα για εξυπηρέτηση ροών δεδομένων, η συνεργασία μεταξύ των ομότιμων κόμβων φέρνει τα ακόλουθα οφέλη:

Οι ομότιμοι κόμβοι μπορούν να αποφασίσουν να συνεργαστούν ακόμα και όταν είναι εκτός σύνδεσης (offline), δηλαδή, δεν χρησιμοποιούν την υπηρεσία. Οι ομότιμοι κόμβοι με περιορισμένες δυνατότητες μπορούν να χρησιμοποιούν την ισορροπία τους για να αποκτήσουν μια καλύτερη ποιότητα ροής, κάτι το οποίο θα ήταν πολύ δύσκολο να επιτευχθεί αν υπολογιζόντουσαν μόνο με την δυνατότητα του περιορισμένου σε εύρος ζώνης εξερχομένων ροών τους (λόγω της ασυμμετρίας της τεχνολογίας του δικτύου πρόσβασης)

Οι ομότιμοι κόμβοι μπορούν να επιλέξουν να μην συνεργάζονται για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα, εφόσον έχουν συσσωρεύσει ένα υπόλοιπο έτσι ώστε να μπορούν να πληρώσουν μία μελλοντική κατανάλωση.

Το σύστημα που έχει μια μεγαλύτερη ικανότητα συνεχούς ροής, είναι πιο ανθεκτικό στις επαναλήψεις των αποτυχημένων ομότιμων κόμβων, είναι επεκτάσιμο και πιο οικονομικό από την άποψη των υποδομών (οι πόροι του συστήματος κατανέμονται μεταξύ των ομότιμων κόμβων που συμμετέχουν).

Είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη ότι η απόφαση για συνεργασία, ή όχι, χωρίς κανενός είδους "κίνητρο" μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την αποτελεσματικότητα του συστήματος. Τα μοντέλα κινήτρων συνδυάζουν συνήθως διαφορετικές μορφές παροχής κινήτρων, προκειμένου να ενδυναμώσουν τα πλεονεκτήματά τους, να αντισταθμίσουν τις αδυναμίες τους και να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητά τους, ιδίως όταν τα συστήματα υπόκεινται σε κακόβουλες συμπεριφορές (επιθέσεις). Αυτές οι επιθέσεις, μπορεί να είναι: μη συνεργάσιμες συμπεριφορές, ή παρεμβολές όπως Sybil επιθέσεις (από συνομηλίκους με πλαστές ταυτότητες) και white-

washing (ομότιμοι κόμβοι που εγκαταλείπουν για να προσχωρήσουν ξανά χρησιμοποιώντας μια διαφορετική ταυτότητα) [96].

Ένα πολύ γνωστό σύστημα κινήτρων, το Tit-for-Tat πρωτόκολλο (TFT) που χρησιμοποιείται στο σύστημα BitTorrent, είναι μια άμεση εφαρμογή του μοντέλου ανταλλαγής κινήτρου. Διάφορα προγράμματα παροχής κινήτρων έχουν προταθεί για την άμβλυνση της ελεύθερης πλημμυρίδας (free-riding) ή και των κοινών προβλημάτων σε ένα P2P σύστημα [106][82]:

- Τα Συνεταιριστικά συστήματα[106]: Χρησιμοποιούν βοηθούς για την λήψη αρχείων για λογαριασμό ενός από τους ομότιμους κόμβους
- Τα συστήματα τιμολόγησης[82]: Χρησιμοποιούν το εικονικά νομίσματα ή μικροπληρωμές (micropayment) για να ανταμείψουν την αποστολή και να χρεώσουν την λήψη.
- Διαφορικά μοντέλα υπηρεσιών[82]: Διαφορική αντιμετώπιση ομότιμων κόμβων βάση αξιολογήσεων.

Στα P2P συστήματα συνεχούς ροής το πρόβλημα του παρασιτισμού μπορεί να έχει τεράστιο αντίκτυπο στην αποτελεσματικότητα και την απόδοση του συστήματος, οδηγώντας σε θέματα κλιμάκωσης και της υποβάθμισης των υπηρεσιών. Διάφορα προγράμματα παροχής κινήτρων μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την καταπολέμηση της free-riding και άλλων μορφών παρέμβασης [88], αλλά, ειδικά για τα P2P συστήματα για την εξυπηρέτηση ροών δεδομένων, τα πιο κατάλληλα συστήματα κινήτρων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση την αμοιβαιότητα, με βάση την φήμη (reputation based), την θεωρία των παιγνίων, και την συνεισφορά.

- Αμοιβαιότητα: Αυτό το σύστημα κινήτρων διατηρεί ένα ιδιωτικό ιστορικό με τα χαρακτηριστικά της συναλλαγής και τα οφέλη των ομότιμων κόμβων.
- Με βάση την φήμη (reputation-based): αυτό το μοντέλο χρησιμοποιεί μία παγκόσμια κατάταξη για τους ομότιμους κόμβους για να αποφασίσει τις προτεραιότητες στην επιλογή των ομότιμων κόμβων και στα επιθυμητά τμήματα των δεδομένων

- Θεωρία παιγνίων (Game-theoretic): Αυτό το σύστημα κινήτρων αντλεί την επιστημονική στρατηγική, μέσω της μοντελοποίησης της θεωρίας παιγνίων και την ανάλυση. Ανθεκτικό σε επιθέσεις.
- Την συνεισφορά: Το συγκεκριμένο σύστημα, παρακινεί τους συνομήλικούς τους να συμβάλουν όσο μπορούν για τη βελτίωση του και την βελτίωση της κοινωνικότητας του (η συνολική ποιότητα ροής γίνεται αντιληπτή από όλους τους χρήστες).

Ο τελικός στόχος είναι η ορθολογική διαχείριση και μεγιστοποίηση των πόρων των ομότιμων κόμβων. Ως εκ τούτου, στα P2P συστήματα συνεχούς ροής, είναι απαραίτητο να υπάρχουν αποτελεσματικά κίνητρα προκειμένου να ενθαρρυνθούν οι ομότιμοι κόμβοι να συμβάλουν. Τα ακόλουθα βασικά ζητήματα πρέπει να αντιμετωπίζονται με προσοχή στο σχεδιασμό των συστημάτων παροχής κινήτρων [117]:

- Ασυμμετρία: Τα δεδομένα μεταδίδονται σε γραμμική σειρά που προκαλεί ασυμμετρία μεταξύ των ομότιμων κόμβων (δηλαδή, ένας ομότιμος κόμβος είναι συχνά σε θέση να συνεισφέρει χωρίς αντάλλαγμα)
- Εγγύηση εκπλήρωσης κινήτρων: Θα πρέπει να υπάρχουν αποτελεσματικές μέθοδοι για την πρόληψη της εξαπάτησης από τους ομότιμους κόμβους.
- Τα κίνητρα θα πρέπει να είναι εύκολο να εφαρμοστούν: Αν ένας μηχανισμός κινήτρων είναι υψηλής πολυπλοκότητας, θα είναι δύσκολο να αναπτυχθεί και θα φέρει ενδεχομένως ελαττώματα
- Τα κίνητρα θα πρέπει να δώσουν έμφαση στην άμεση συμβολή των ομότιμων κόμβων: Λόγω της απαίτησης για συνεχή ροή σε πραγματικό χρόνο (real time streaming), οι ομότιμοι κόμβοι θα πρέπει με αυστηρότητα να συμβάλλουν στην συγκεκριμένη διαδικασία συνεχούς ροής και η βάση αξιολόγησης τους είναι η τρέχουσα συνεισφορά τους και όχι η βάση της ιστορικότητας συμβολής τους. Κατ' αυτό τον τρόπο ενθαρρύνονται να συμβάλλουν συνέχεια καθόλη την διάρκεια της διαδικασίας.

- Το μοντέλο βασιζόμενο σε παίγνια (game based): Για να αποδοθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια οι συμπεριφορές των ομότιμων κόμβων, οι στρατηγικές που υιοθετούνται θα πρέπει να μην βασίζονται στο μοιράζω ή σχεδόν μοιράζω μοντέλο αλλά στο πόσο μοιράζω .

4.3.4. Η διαπραγμάτευση εύρους ζώνης (bandwidth) ως κίνητρο.

Οι μηχανισμοί διαπραγμάτευσης εύρους ζώνης (Bandwidth) παρέχουν κίνητρα στους ομότιμους κόμβους με σκοπό να προσφέρουν εύρος ζώνης (χωρητικότητα) και σε άλλους ομότιμους κόμβους στο P2P δίκτυο. Ως αποτέλεσμα, ένα σύστημα διαπραγμάτευσης εύρους ζώνης (χωρητικότητας) προσπαθεί να ελαχιστοποιήσει το πρόβλημα παρασιτισμού, όπου συμμαθητές σε ένα δίκτυο P2P καταναλώνουν τους πόρους, χωρίς να συνεισφέρουν τίποτα στο δίκτυο [31].

4.3.5. Κίνητρα για τελικούς χρήστες

Τα τελευταία χρόνια τα P2P συστήματα έχουν αυξηθεί ραγδαία, και πολλά από αυτά έχουν μεγάλη δημοτικότητα, π.χ., τα συστήματα ανταλλαγής αρχείων όπως το BitTorrent και τα συστήματα VoD όπως το PPLive [83] και το PPStream [84]. Η αρχιτεκτονική τους προσφέρει το πλεονέκτημα της αξιοποίησης των κατανεμημένων πόρων των ομότιμων κόμβων, καθιστώντας το σύστημα πιο επεκτάσιμο και ανεκτικό σε σφάλματα από τις παραδοσιακές client-server αρχιτεκτονικές. Όταν ένας πάροχος περιεχομένου, χρησιμοποιεί P2P πρωτόκολλα, βρίσκεται αντιμέτωπος με το εξής ζήτημα: πώς να παρακινήσει τους πελάτες που έχουν ανεβάσει περιεχόμενο να το κάνουν διαθέσιμο σε άλλους. Το συγκεκριμένο ζήτημα έχει μεγάλη σημασία, επειδή η απόδοση ενός P2P δικτύου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την προθυμία των χρηστών να συμβάλουν το εύρος ζώνης τους. Ωστόσο, οι χρήστες «εγωιστές» τείνουν να μην μοιράζονται το εύρος ζώνης τους, χωρίς να έχουν άλλα κίνητρα [41].

Σε γενικές γραμμές, στα P2P συστήματα, η συνεργασία είναι σημαντική στην επικοινωνία και στο κόστος υπολογισμού, ενώ οι ορθολογικοί χρήστες μπορεί να αρνούνται να συνεισφέρουν το μερίδιο από τους πόρους τους. Ο ορθολογισμός έρχεται σε σύγκρουση με την κοινωνική πρόνοια. Οι χρήστες

που προσπαθούν να επωφεληθούν από τους πόρους των άλλων χωρίς να προσφέρουν τους δικούς τους ονομάζονται "λαθρεπιβάτες". Αυτή η free-riding συμπεριφορά είναι στην πραγματικότητα ένας προβληματισμός που αντιμετωπίζουν όλοι οι χρήστες των συστημάτων αυτών, ακόμη και αν δεν μπορούν να γνωρίζουν την ύπαρξή του. Το ζητούμενο στην προκειμένη περίπτωση είναι ότι όταν μια ομάδα ανθρώπων επιχειρεί να χρησιμοποιήσει ένα κοινό αγαθό χωρίς την παρουσία κάποιας αρμόδια αρχής. Στην περίπτωση ενός συστήματος P2P ένα κοινό αγαθό είναι η παροχή μιας πολύ μεγάλης βιβλιοθήκης περιεχομένου για την κοινότητα των χρηστών. Ένα άλλο ζητούμενο, μπορεί να είναι το κοινόχρηστο εύρος ζώνης του συστήματος. Το ζητούμενο για κάθε άτομο είναι τότε είτε να συμβάλλουν στο κοινό καλό, ή να κερδίσουν με την εργασία των άλλων. Όταν το περιεχόμενο του συστήματος μπορεί να αντιμετωπιστεί σαν ένα δημόσιο αγαθό και οι χρήστες δεν χρεώνονται ανάλογα με τη χρήση τους, φαίνεται λογικό για τους ανθρώπους να αποκτήσουν περιεχόμενο χωρίς να συμβάλλουν κάνοντας το δικό τους περιεχόμενο προσιτό σε άλλους χρήστες. Επειδή κάθε άτομο μπορεί να αιτιολογήσει αυτόν τον τρόπο και «δωρεάν-από τις προσπάθειες των άλλων», η απόδοση του όλου συστήματος μπορεί να υποβαθμιστεί σημαντικά. Ένα άλλο πρόβλημα που προκαλείται από το free-riding σχετίζεται με την αδυναμία του συστήματος, η οποία δημιουργεί από μόνη της μία πηγή κινδύνου για τους ιδιώτες - χρήστες. Αν μόνο λίγα άτομα συνεισφέρουν στο κοινό καλό, αυτά οι λίγοι ομότιμοι κόμβοι ενεργούν ως κεντρικά πρόσωπα που εξυπηρετούν. Οι χρήστες σε ένα τέτοιο περιβάλλον γίνονται ευάλωτοι σε μηνύσεις, επιθέσεις άρνησης υπηρεσίας, και πιθανή απώλεια της ιδιωτικότητας. Μια διάκριση πρέπει να γίνει μεταξύ του τεμπέλη και του λαθρεπιβάτη, που δεν μοιράζονται περιεχόμενο, αφού έχουν τελειώσει με την απόκτηση των δεδομένων, και των σκληροπυρηνικών λαθρεπιβατών, που προσπαθούν να εξαπατήσουν τους πελάτες του συστήματος

Ο πάροχος μπορεί να αντιμετωπίσει το πρόβλημα αυτό μέσω της παροχής κινήτρων προκειμένου να αντιμετωπίσει ή να αποτρέψει τον παρασιτισμό. Ειδικά σε εφαρμογές βίντεο κατ'απαίτηση σε περιβάλλοντα P2P (P2P VoD εφαρμογές), οι πάροχοι περιεχομένου πρέπει να δώσουν κίνητρα στους ομότιμους κόμβους για να αφιερώσουν το εύρος ζώνης και να ανεβάσουν δεδομένα από το ένα στο άλλο, έτσι ώστε να μειωθεί ο φόρτος εργασίας

μεταφόρτωσης των διακομιστών περιεχομένου τους. Σε σύγκριση με τη διανομή αρχείων, οι εφαρμογές βίντεο κατ'απαίτηση (VoD) πρέπει να πληρούν αυστηρότερους χρονικούς και χωρικούς περιορισμούς για τα δεδομένα που μεταφέρονται σε τμήματα και πρέπει να τα λαμβάνει ο χρήστης μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα και σε επαρκή ακολουθία. Ακόμα πιο δύσκολη είναι η πρόβλεψη της ζήτησης των δεδομένων, επειδή οι χρήστες μπορεί να μετακινούνται γρήγορα σε διάφορα τμήματα των δεδομένων του βίντεο.

Ένας πάροχος περιεχομένου με πελάτες που πληρώνουν πρέπει να προσφέρει την καλύτερη ποιότητα και εγγυημένες υπηρεσίες από αυτές που προσφέρονται από τα υφιστάμενα P2P συστήματα διανομής περιεχομένου. Εάν η υπηρεσία παροχής περιεχομένου χρησιμοποιεί ένα πρωτόκολλο που προσφέρει ισχυρά κίνητρα για τη συνεργασία, οι πελάτες με άφθονο εύρος ζώνης μπορεί να γίνουν αξιόπιστοι συντελεστές, που επιτρέπουν στον πάροχο περιεχομένου βίντεο να προσφέρει γρήγορες υπηρεσίες ροής βίντεο στους πελάτες του.

4.3.6. Ανταμοιβή με βάση το Σχέδιο Κινήτρων

Το σχέδιο κινήτρων βασίζεται στις πιστώσεις, όπου οι πελάτες τις κερδίζουν, συμβάλλοντας με τους πόρους τους. Οι μέθοδοι ανταμοιβής για τους τίμιους συνεργάτες έχουν συνήθως δύο μορφές. Κατ'αρχάς, αν οι ομότιμοι κόμβοι δεν είναι σε θέση να επιστρέψουν την εύνοια, οι πάροχοι υπηρεσιών περιεχομένου ανταμείβουν τον πελάτη με πίστωση, η οποία μπορεί να εξαργυρωθεί με εκπτώσεις για την αγορά περιεχόμενου ή άλλου είδους ανταμοιβές. Δεύτερον, εάν οι άλλοι ομότιμοι κόμβοι του πελάτη έχουν περιεχόμενο που τους ενδιαφέρει και έχουν κατάλληλη ικανότητα ανοδικής ζεύξης / μεταφόρτωσης (uplink), ο πελάτης ανταμείβεται με αμοιβαίες προσθήκες από τους άλλους πελάτες. Οι πάροχοι περιεχομένου μπορούν να χρησιμοποιήσουν τους μηχανισμούς κινήτρων για επιβράβευση των πελατών με βάση το κατά πόσο συμβάλλουν στην ικανότητα μεταφόρτωσης.

Η ανταμοιβή μπορεί να έχει διάφορες μορφές, π.χ., η έκπτωση σε πραγματικά χρήματα για την αμοιβή υπηρεσιών ή εικονικές πιστώσεις ή την «φήμη» για προηγμένες υπηρεσίες. Κάθε σύστημα ανταμοιβής μπορεί να εκπροσωπείται από τη ροή «νομίσματος» από τον πάροχο περιεχομένου για

τους συνομήλικους. Ακόμη και για τις ανταμοιβές σε «εικονικό νόμισμα» ή τη φήμη σημαίνει ότι ο P2P-VoD χειριστής πρέπει να επενδύσει χρήματα για την ανάπτυξη προηγμένων υπηρεσιών για τους χρήστες.

4.3.7. Τιμωρία με βάση τους μηχανισμούς κινήτρων

Η κατηγορία αυτή επιχειρεί να προσδιορίσει τους ομότιμους κόμβους που δεν λειτούργησαν σωστά για να τους απομονώσει από το δίκτυο. Οι μηχανισμοί αυτοί υποθέτουν συνήθως ένα σύνολο αξιόπιστων κόμβων που ανιχνεύουν και διακρίνουν τα ομότιμα με κακή συμπεριφορά από αυτά με την εγωιστική, τα οποία στερούνται στη συνέχεια τη συμμετοχή τους στο δίκτυο. Ο φόβος του εντοπισμού και τιμωρίας παρακινεί τα ομότιμα να συνεργαστούν. Ένας τέτοιος μηχανισμός είναι το Tit-for-Tat (TFT), που χρησιμοποιείται στο BitTorrent, ιδιαίτερα επιτυχής όσον αφορά την καταπολέμηση της εγωιστικής και καιροσκοπικής συμπεριφοράς σε P2P συστήματα ανταλλαγής αρχείων. Το TFT χρησιμοποιείται για να εξασφαλίσει ότι μόνο οι ομότιμοι κόμβοι οι οποίοι συμβάλλουν ενεργά είναι εκείνοι που επιτρέπεται να κατεβάσουν αρχεία από τα υπόλοιπα, δηλαδή, κίνητρο η ομότιμη συνεργασία με το φόβο της τιμωρίας.

Ο μηχανισμός αυτός μετριάζει το free-riding αλλά δεν παρέχει σαφή κίνητρα για το διαμοιρασμό των αρχείων. Παρά το γεγονός ότι πολλές εκδόσεις (versions) του BitTorrent βασίζονται στους πελάτες να αναφέρουν με ειλικρίνεια το ιστορικό των αρχείων που έχουν διαμοιράσει [6], χρησιμοποιώντας αυτό το ιστορικό για να αποφασίσουν ποιοι πελάτες μπορούν να ενταχθούν σε μια ομάδα, η πρακτική έχει δείξει ότι οι πελάτες μπορούν να δημιουργήσουν ένα ψεύτικο ιστορικό ανάρτησής ή να συνωμοτήσουν [66]. Αυτοί που διαθέτουν τα αρχεία τους βελτιώνουν τους χρόνους λήψης και ολοκλήρωσης, επειδή αυξάνουν τη διαθεσιμότητα περιεχόμενου και το συνολικό εύρος ζώνης μεταφόρτωσης (upload). Παρ' όλα αυτά, ο μηχανισμός αυτός έχει δύο αδυναμίες. Κατ' αρχάς, δεν ενθαρρύνει τους πελάτες για να διαθέτουν αρχεία προς τα άλλα ομότιμα μετά την ολοκλήρωση της λήψης του αρχείου. Δεύτερον, είναι ευάλωτο σε χειραγώγηση [99][65][92][58], επιτρέποντας στους πελάτες να κάνουν free-ride και να επιτύχουν τιμές λήψεως ίσες ή μεγαλύτερες με αυτές των άλλων ομότιμων πελάτες. Το σύστημα TFT δεν λειτουργεί για βίντεο κατ' απαίτηση

(VoD) ή για μετάδοση σε πραγματικό χρόνο, επειδή η ζήτηση και προσφορά των δεδομένων μεταξύ των ομότιμων είναι εξαιρετικά ευμετάβλητες.

Αντί να χρησιμοποιηθεί μια τιμωρία με βάση το σύστημα TFT, οι πάροχοι θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν μια ανταμοιβή με βάση ένα σύστημα κινήτρων για τα ομότιμα έτσι ώστε να συμβάλουν στην αύξηση της ικανότητας για βίντεο κατά απαίτηση (VoD) ή για μετάδοση σε πραγματικό χρόνο.

4.3.8. Υβριδικοί μηχανισμοί κινήτρων

Η Dandelion [100], είναι ένα νέο υβριδικό σύστημα κινήτρων, που είναι κατάλληλο για την αμειβόμενη P2P διανομή περιεχομένου.

Σε περίπτωση που ο πελάτης έχει περιεχόμενο που ενδιαφέρει έναν από τους άλλους ομότιμους κόμβους, αλλά αυτός ο ομότιμος κόμβος, δεν έχει περιεχόμενο που ενδιαφέρει τον πελάτη, ή ο ομότιμος κόμβος δεν είναι σε θέση να ανταποδώσει με τον ίδιο ρυθμό που ο πελάτη κάνει μεταφόρτωση σε αυτό, το σύστημα προσελκύει τους «εγωιστικούς» πελάτες να διαμοιράσουν το περιεχόμενο τους επιβραβεύοντας τον πελάτη με εικονική πίστωση. Ο διακομιστής διατηρεί μια εικονική οικονομία και διαθέτει στον κάθε πελάτη πιστωτικό υπόλοιπο, το οποίο χρησιμοποιείται για να παρακολουθείτε το εύρος ζώνης που ο πελάτης έχει συμβάλει στο δίκτυο.

4.4. Ασφάλεια και διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων σε ροή Peer-to-Peer

Η ροή P2P (P2P streaming) είναι ευαίσθητη σε διάφορα θέματα ασφάλειας και προστασίας προσωπικών δεδομένων. Οι επιθέσεις μπορούν να προκαλέσουν απώλεια της ποιότητας ή ακόμη και την πλήρη έλλειψη του περιεχομένου σε ορισμένα τμήματα της κατανομής [22]. Με δεδομένη την φύση της εφαρμογής και της μεταφοράς στο εν λόγω δίκτυο επικάλυψης υπάρχουν αρκετές πιθανές ανησυχίες για την ασφάλεια. Ένα από τα προβλήματα που μπορεί να συμβεί είναι ότι οι κακόβουλοι ομότιμοι κόμβοι μπορούν να αλλάξουν το πρωτόκολλο P2P, για παράδειγμα με τη δημιουργία ψευδών μηνυμάτων και ανακοινώνουν περιεχόμενο που δεν έχουν. Μπορούν, επίσης, να καθυστερήσουν ή να μην απαντούν σε μηνύματα αίτησης από άλλα ομότιμα και σκόπιμα να παρουσιάζουν μια τυχαία

συμπεριφορά. Όσον αφορά τα μέσα μετάδοσης, κάποιοι ομότιμοι κόμβοι, μπορούν να καθυστερήσουν την διαβίβαση των δεδομένων ή σκόπιμα να απορρίψουν κάποια κομμάτια, τα οποία σε συνδυασμό με την ευαισθησία στον χρόνο και την αλληλοεξαρτώμενη φύση του βίντεο συνεχούς ροής μπορεί να προκαλέσει σοβαρή υποβάθμιση της ποιότητας του συστήματος, και κατά συνέπεια, την ποιότητα της υπηρεσίας προς τον χρήστη. Μια άλλη σχετική ανησυχία όσον αφορά την ροή σε περιβάλλοντα P2P (P2P streaming) είναι η υπερκείμενη δρομολόγηση. Στην πραγματικότητα, για τις προδιαγραφές του πρωτοκόλλου δρομολόγησης πρέπει να εξεταστεί η δυνατότητα ορισμένων ομότιμων να ανακοινώνουν ψεύτικη διαθέσιμη απόδοση μεταφόρτωσης (uplink), ή ψευδή απόσταση και καθυστέρηση της πηγής [12]. Σε αυτές τις περιπτώσεις, κάποιοι ομότιμοι κόμβοι μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο τη λήψη των δεδομένων από άλλους ομότιμους κόμβους και με την χρήση της μεθόδου αυτής ο κίνδυνος οφείλεται σε αυτούς τους κόμβους. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί εν μέρει με τον περιορισμό του αριθμού των ομότιμων που λαμβάνουν και στέλνουν πληροφορίες σε ένα συγκεκριμένο κόμβο [98]. Στο [23] (Conner, Nahrstedt & Gupta, 2006) οι συγγραφείς παρουσιάζουν ένα πλαίσιο που αποτρέπει τους εγωιστικούς ή κακόβουλους ομότιμους κόμβους από τη λήψη ενός ποσού των P2P media streaming δεδομένων. Η υπερκείμενη δρομολόγηση, θα πρέπει να εξετάσει επίσης τη δυνατότητα κάποιων κακόβουλων ομότιμων κόμβων για την αποστολή μηνυμάτων εκ μέρους άλλων ομότιμων κόμβων, η οποία επιβάλλει την εφαρμογή μιας μεθόδου για την ασφαλή μετάδοση των μηνυμάτων [112].

Σε P2P αρχιτεκτονικές ροής που περιλαμβάνουν υπερκόμβους, ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να γίνει με την παρακολούθηση της συμπεριφοράς τους. Στην πραγματικότητα η μεγαλύτερη ευθύνη τους σχετίζεται με εσφαλμένη συμπεριφορά που μπορεί ενδεχομένως να προκαλέσει περισσότερες ζημιές στην κατανομή των δεδομένων.

Άλλες ανησυχίες για την ασφάλεια περιλαμβάνουν τον κώδικα της εφαρμογής P2P, συμπεριλαμβανομένης της μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης στις πληροφορίες του χρήστη ή ακόμα και την πρόσβαση στο περιεχόμενο που μεταφέρεται από ένα συγκεκριμένο κόμβο. Στην πραγματικότητα, οι P2P εφαρμογές έχουν πρόσβαση τόσο στο δίκτυο διασύνδεσης όσο και στα συστήματα αρχείων [112] και με αυτόν τον τρόπο

μπορεί να χρησιμοποιηθούν καταχρηστικά πληροφορίες που λαμβάνουν για τον. Αυτό απαιτεί τον περιορισμό των προνομίων όσον αφορά την πρόσβαση στα αρχεία συστήματος και να εμποδίζει λειτουργίες που δεν έχουν άμεση σχέση με τον σκοπό της εφαρμογής.

Οι P2P εφαρμογές για το περιεχόμενο και την κοινή χρήση των πόρων του δικτύου μπορούν να εμφανίσουν πιθανά ζητήματα ασφαλείας, αν δεν ληφθούν ειδικά μέτρα για την αποφυγή τους. Πιο συγκεκριμένα, η κατανομή των πόρων σε έναν ανώνυμο υπολογιστή και με άγνωστους χρήστες μέσω του δημόσιου διαδικτύου έρχεται σε αντίθεση με πολλές από τις βασικές αρχές του δικτύου και την ασφάλεια του υπολογιστή.

Στο περιβάλλον των επιχειρήσεων, το δίκτυο συνίσταται να έχει κατευθυντήριες γραμμές ασφαλείας με την χρήση ενός τείχους προστασίας, είτε ενσωματωμένο στον δρομολογητή (router) με το οποίο συνδέεται στο διαδίκτυο. Ακόμη και στους προσωπικούς υπολογιστές, θα πρέπει ένα προσωπικό λογισμικό τείχους προστασίας να χρησιμοποιείται για να απομονώσει και να προστατεύσει τον δικτυωμένο υπολογιστή από ενδεχόμενους εισβολείς. Ωστόσο, σε ένα P2P υπερκείμενο δίκτυο, προκειμένου να μοιράζονται οι πόροι ενός υπολογιστή, ή να αποκτήσει πρόσβαση σε πόρους σε άλλους υπολογιστές συγκεκριμένες θύρες TCP πρέπει να ανοίξουν μέσω του τείχους προστασίας για τα P2P πρωτόκολλα και για την ανταλλαγή δεδομένων. Μόλις ανοίξουν οι θύρες του υπολογιστή δεν μπορεί πλέον να προστατεύεται από κακόβουλα δεδομένα που έρχονται μέσα από αυτά.

Για να αποφευχθεί η κακόβουλη περίπτωση, ο χρήστης θα πρέπει να αποκτήσει εφαρμογές P2P που προέρχονται από αξιόπιστες πηγές, και το αρχείο του πακέτου εγκατάστασης θα πρέπει να παρέχεται από την επίσημη ιστοσελίδα της P2P πλατφόρμας ή, εάν η λήψη γίνεται από τις τοποθεσίες «καθρέφτη», θα πρέπει να διαθέτουν μηχανισμούς επαλήθευσης της ακεραιότητας (MD5, για παράδειγμα).

Οι βασικοί στόχοι για την ασφάλεια της κάθε P2P εφαρμογής και πρωτόκολλου θα πρέπει να είναι:

- Το P2P πρωτόκολλο πρέπει να παρέχει την μέγιστη αντίσταση εναντίον κάθε είδους Denial of Service (DoS) επιθέσεις.

- Η P2P πλατφόρμα πρέπει να παρέχει ασφαλή ανωνυμία.
- Η P2P εφαρμογή ή πρωτόκολλο μεταφοράς πρέπει να παρέχει ασφαλή end-to-end κρυπτογράφηση μεταφοράς, μηχανισμούς επαλήθευσης της ακεραιότητας και της ανωνυμίας.
- Το P2P πρωτόκολλο πρέπει να παρέχει απομόνωση από το Διαδίκτυο, προκειμένου να αποτρέψει παράνομες ή εγκληματικές ενέργειες που διαπράττονται από την IP του χρήστη χωρίς να είναι εν γνώση του.
- Το P2P πρωτόκολλο θα πρέπει να σχεδιαστεί με τη μέγιστη προστασία έναντι της αναγνώρισης της χρήσης του πρωτοκόλλου μέσω μιας απλής ανάλυσης της κυκλοφορίας.
- Η P2P εφαρμογή πρέπει να είναι σε θέση να χειρίζεται μεγάλους όγκους δεδομένων, με αποδεκτή απόδοση.
- Το P2P πρωτόκολλο θα πρέπει να είναι γενικό, με ένα καλό σχεδιασμό, συμβατό με όλα τα νέα και τα υπάρχοντα δίκτυα.

Τα υπερκείμενα δίκτυα ομότιμων κόμβων, συνήθως θεωρούνται ως μια απειλή για το Σύστημα Διαχείρισης Ψηφιακών Δικαιωμάτων (Digital Rights Management -DRM). Σήμερα τα περισσότερα από τα P2P συστήματα διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV), δεν θεωρούνται ότι εκπληρούν τα πρότυπα για την ψηφιακή διαχείριση περιεχομένου. Στην πραγματικότητα, το βίντεο και ο ήχος μπορούν να αποθηκευτούν χωρίς περιορισμούς, να αντιγραφούν ή να αναδιανεμηθούν χωρίς κανένα περιορισμό. Ωστόσο, προκειμένου να εφαρμοστεί πλήρως σε πλατφόρμες διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV), η διαχείριση περιεχομένου απαιτείται, και ως εκ τούτου το P2P πρέπει να την περιλαμβάνει. Στον τομέα του Digital Rights Management (DRM), λύσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της αποθήκευσης και της διανομής του περιεχομένου πολυμέσων, υποστηρίζοντας την κρυπτογράφηση δεδομένων και άλλες τεχνολογίες.

Όσον αφορά τη διανομή δεδομένων πάνω από P2P δίκτυα, έχουν δημοσιευτεί διάφορες προσεγγίσεις. Χαρακτηριστικά αναφέρονται:

Η πρόταση ενός κινητού συστήματος DRM που συνδυάζει μια εφαρμογή-πελάτη με ένα προστατευτικό υλικό για να εξασφαλιστούν τα ψηφιακά δικαιώματα, απαιτώντας από ομότιμους κόμβους την ταυτότητα του υλικού τους [22].

Η εξέταση μηχανισμών κρυπτογράφησης για την παροχή ή την ενίσχυση της ασφάλειας για τα P2P συστήματα [119][9]. Η συγκεκριμένη προσέγγιση

αφορά μόνο εξουσιοδοτημένους κώδικες να εκτελούνται σε ένα σύστημα, με βάση την Trusted Computing (TC) τεχνολογία. Οι λύσεις αυτές, ενώ είναι αποτελεσματικές για να παρέχουν ασφάλεια σε P2P συστήματα, απαιτούν ειδικό εξοπλισμό που συνήθως δεν είναι διαθέσιμοι από πλευρά του πελάτη των περισσότερων συστημάτων διαδικτυακή τηλεόρασης (IPTV).

Ο διαχωρισμός των υφισταμένων DRM αρχιτεκτονικών σε τρεις τύπους: αυτή που βασίζεται σε συμβατικό διακομιστή-πελάτη, αυτή που βασίζεται στην P2P διανομή και στο ημικατανεμημένο P2P [9].

Ανάπτυξη μίας κατ' απαίτηση ροής πολυμεσικού περιεχομένου σε P2P (Multimedia -on-demand P2P stream) με τη διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων. Η αρχιτεκτονική αυτή χρησιμοποιεί ένα κεντρικό εξυπηρετητή (server) που διανέμει ένα μυστικό κλειδί που χρησιμοποιείται τόσο για την κρυπτογράφηση και αποκρυπτογράφηση ενός μπλοκ δεδομένων χρησιμοποιώντας το Windows Media DRM. Το σύστημα είναι δέκτης με γνώμονα το streaming και οι άλλοι ομότιμοι δεν συνεργάζονται κατά τη διάρκεια της υπηρεσία streaming[68].

Ορισμός μίας διαχειρίσιμης peer-to-peer αρχιτεκτονικής[63] για ζωντανή μετάδοση δεδομένων με DRM που επεκτείνει την Video-on-Demand P2P αρχιτεκτονική του [64]. Συνδυάζει τα πλεονεκτήματα μίας κεντρικής κατανεμημένης peer-to-peer δομής, με την data-driven δομή. Η αρχιτεκτονική που προκύπτει αποτελείται από τους συμμετέχοντες, τον και τον δείκτη κόμβο (index servers), τους υπερκόμβους (supernodes) και τα ομότιμα του. Μετά την εγγραφή, τα ομότιμα λαμβάνουν ένα κλειδί και ο δείκτης μια λίστα διακομιστή. Στη συνέχεια, ο διακομιστής δείκτης λαμβάνει περιοδικά δεδομένα σχετικά με την διαθεσιμότητα των πληροφοριών από τα ομότιμα. Οι Υπερκόμβοι χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύουν περισσότερα δεδομένα για την υποστήριξη της ζωντανής μετάδοσης.

Παρόλες τις ανωτέρω προσεγγίσεις το θέμα του DRM και η εφαρμογή του σε P2P τεχνολογίες, είναι ακόμα ένα πεδίο έρευνας με πολλές έρευνες να επικεντρώνονται στον συγκεκριμένο τομέα.

4.5. Κλιμακωτή και Πολλαπλή Κωδικοποίηση Βίντεο στην ροή δεδομένων σε δίκτυα ομότιμων κόμβων (SVC and MDC in Peer-to-Peer streaming).

Το περιβάλλον στο οποίο λειτουργούν πλέον οι εφαρμογές ροής βίντεο ομότιμων (Peer-to-Peer Video Streaming εφαρμογές) χαρακτηρίζεται από τις ασύμμετρες ιδιότητες των δικτύων πρόσβασης σε κάθε ομότιμο κόμβο. Η ικανότητα ανοδικής ζεύξης (uplink) σε κάθε ομότιμο κόμβο είναι ο περιοριστικός παράγοντας για την αποστολή δεδομένων προς άλλους ομότιμους κόμβους. Για τη μεταφορά αρχείων, ο περιορισμός αυτός αφορά μόνο τη διάρκεια της μετάδοσης, αλλά για την συνεχή ροή (streaming) και έχει σημαντικό αντίκτυπο στην ποιότητα και τη μορφή των δεδομένων ροής του ήχου και του βίντεο.

Για τις εφαρμογές ροής σε πραγματικό χρόνο σε αυτά τα ετερογενή δίκτυα, τα συστήματα κωδικοποίησης βίντεο, διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο για την αποτελεσματική διανομή των δεδομένων βίντεο από ένα αποστολέα σε έναν πληθυσμό από δέκτες.

Τα πιο σχετικά συστήματα κωδικοποίησης βίντεο, βασίζονται στις έννοιες της Πολυεπίπεδης Κωδικοποίησης (Layered coding) και της κωδικοποίησης πολλαπλής περιγραφής (Multiple Description Coding). Στην Πολυεπίπεδη κωδικοποίηση (Layered coding), διαφορετικά επίπεδα (στρώματα) μπορούν να ανακτηθούν από μια κλιμακούμενη ροή βίντεο, με την προϋπόθεση ότι κάποιες βασικές πληροφορίες (το λεγόμενο στρώμα βάσης) λαμβάνεται. Στην Κωδικοποίηση Πολλαπλής περιγραφής (MDC), δύο ή περισσότερες αναπαραστάσεις των ίδιων δεδομένων (περιγραφές) παράγονται (που μπορούν να αποκωδικοποιηθούν ανεξάρτητα), έτσι ώστε η ποιότητα του ανακτώμενου βίντεο είναι μόνο μια λειτουργία του αριθμού των περιγραφών που ελήφθησαν.

Το πρότυπο κωδικοποίησης βίντεο H.264, που ονομάζεται επίσης MPEG-4 Advanced Video Coding ή H.264/AVC (ISO / IEC, 2007 ITU-T, 2010) είναι σήμερα το προτιμώμενο σύστημα για την παροχή υπηρεσιών βίντεο σε οργανισμούς σταθερής, ασύρματης και κινητής τηλεφωνίας IP δικτύων, καθώς και στο Digital Video Broadcasting (DVB) - Terrestrial (DVB-T), καλώδιο (DVB-S), Satellite (DVB-S) ή κινητές συσκευές χειρός (DVB-H) [87].

Η ευρεία υιοθέτηση του H.264/AVC έχει οδηγήσει στον καθορισμό μιας επέκτασης (με βάση την πολυεπίπεδη κωδικοποίηση) αυτής της μεθόδου κωδικοποίησης στο Annex G) - το Scalable Video Coding (SVC) - η οποία έχει ως στόχο την αποτελεσματική υποστήριξη της μετάδοσης από διάφορα στρώματα ποιότητας βίντεο, παρέχοντας διάφορα σημεία ρυθμών προσαρμογής τόσο για το σενάριο σημείου του σημείου (point-to-point) όσο και το σημείο σε πολλά σημεία (point-to-multipoint) σενάριο κατανομής [73].

Τόσο το SVC όσο και το MDC είναι βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις για συνεχή ροή βίντεο σε περιβάλλοντα P2P (P2P streaming video). Για αμφότερες τις τεχνικές κωδικοποίησης βίντεο το αντικείμενο δεν είναι απαραίτητο να αποθηκεύεται πλήρως σε ένα ομότιμο κόμβο, αλλά απλές περιγραφές (MDC) ή στρώματα (SVC) του αντικειμένου εικόνας μπορούν να αποθηκεύονται σε διαφορετικούς ομότιμους κόμβους. Αυτό το χαρακτηριστικό και μόνο κάνει τις δύο τεχνικές κωδικοποίησης κατάλληλες για P2P streaming [121]. Αυτό σημαίνει ότι το MDC που δεν ενδιαφέρεται για το ποιές περιγραφές είναι διαθέσιμες μπορούν πάντα να συνδυαστούν για να σχηματίσουν μια έγκυρη ροή βίντεο. Αυτό δεν είναι δυνατό στα SVC στρώματα, εάν ένα στρώμα από κάτω απουσιάζει.

Μια πλατφόρμα που επιχειρεί να συγχωνεύσει τη συνεχή ροή των επεκτάσιμων κωδικοποιημένων δεδομένων στην μεταφορά πολυμεσικού περιεχομένου (multimedia streaming) με τη χρήση νέων τεχνικών P2P στη μεταφορά και εφαρμογή στρωμάτων, αναπτύσσεται στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος FP7 SARACEN [90].

Η σημαντική διαφορά μεταξύ MDC και SVC σχετίζεται με την ιεράρχηση των διαφόρων τμημάτων του βίντεο. Ενώ στην SVC τα επίπεδα φέρουν σαφή ιεραρχία (εξάρτηση από το στρώμα βάσης για την τελευταία στρώση ενίσχυσης), στην MDC όλα τα μέρη (ή περιγραφές) είναι εξίσου σημαντικές και συμβάλλουν στην ίδια ποσότητα με την τελική ποιότητα.

Μία από τις αντιρρήσεις για τη χρήση της MDC στον τομέα P2P streaming είναι ότι τα ομότιμα λαμβάνουν ένα υποσύνολο των περιγραφών και στην ανακτούν γενικά μόνο κατ'επίκληση μία έκδοση από αυτά που χάθηκαν. Μια άλλη ανησυχία είναι ότι η MDC εξαρτάται από τον συμβιβασμό μεταξύ του αριθμού των περιγραφών και των εφικτών ιδιοτήτων, όπως επίσης και

λόγω του μεγάλο αριθμό των περιγραφών η επιβάρυνση που παρουσιάζεται (λόγω πλεονασμού) είναι αρκετά σημαντική.

Για P2P συστήματα για εξυπηρέτηση ροών δεδομένων, το SVC είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνική κωδικοποίησης δεδομένου ότι δημιουργεί τη δυνατότητα να εγγυηθεί τη σωστή και έγκαιρη παράδοση του επιπέδου βάσης (μέσω κεντρικών εξυπηρετητών / υπερκόμβων ή μια αξιόπιστη υποδομή δικτύου), ενώ οι ομότιμοι κόμβοι έχουν βελτιώσει την οπτική ποιότητα του βίντεο με την αποκωδικοποίηση από ενισχυμένα επίπεδα που έλαβαν από άλλους ομότιμους κόμβους. Επιπλέον, το SVC μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξυπηρετήσει τους ομότιμους κόμβους με διαφορετικές απαιτήσεις (π.χ., χαμηλή ποιότητα και χαμηλό εύρος ζώνης, υψηλής ποιότητας και υψηλού εύρους ζώνης).

Υπάρχουν ακόμη προκλήσεις στην χρήση αυτών των τεχνικών κωδικοποίησης σε ένα περιβάλλον P2P [121], όπως

- Για την MDC, η ανάθεση και επιλογή του σωστού αποστολέα για κάθε περιγραφή.
- Για την SVC, δοθέντων 2 επιπέδων ανάλυσης το πως κατανέμεται ο ρυθμός μετάδοσης στα επίπεδα
- Και για τις δύο τεχνικές, τα θέματα που έχουν να κάνουν με την διευθέτηση κίνησης και σήμανσης.

4.6. Επιχειρηματικά μοντέλα δικτύων ομότιμων κόμβων για την συνεχή ροή οπτικοακουστικού υλικού

Οι περισσότεροι φορείς εκμετάλλευσης δικτύων λαμβάνουν τα δίκτυα ομότιμων κόμβων ροής οπτικοακουστικού υλικού και άλλες παρόμοιες εφαρμογές που απαιτούν μεγάλη κατανάλωση εύρους ζώνης, ως απειλή προς τα δίκτυα τους [32]. Ο βασικός λόγος αυτής της αντίληψης είναι το ότι η κίνηση στα δίκτυα ομότιμων κόμβων, μπορεί να εξωθήσει άλλου τύπου κινήσεις δικτύων, επιδεινώνοντας την ποιότητα της εμπειρίας (QoE) των υπόλοιπων παρεχόμενων υπηρεσιών . Ένα τυπικό μέτρο αντιστάθμισης αυτού του φαινομένου είναι ο στραγγαλισμός μείωσης από τους φορείς παροχής του εύρους ζώνης του δικτύου μέσω της βαθιάς επιθεώρησης των

πακέτων που στέλνουν (deep packet inspection).

Απ' την άλλη πλευρά οι τελικοί χρήστες αυτών των φορέων εκμετάλλευσης δικτύων, ίσως θελήσουν να διατηρήσουν (και να πληρώσουν) το σύνολο του δοθέντος εύρους ζώνης για τέτοιου είδους εφαρμογές ώστε να μεγαλώσουν την δική τους ποιότητα εμπειρίας στην παρεχόμενη υπηρεσία (QoE), μιας και οι μηχανισμοί διανομής περιεχομένου μέσω δικτύων ομότιμων κόμβων γίνονται όλο και πιο αναγκαίο συστατικό για την διαδικασία ψηφιακής σύγκλισης η οποία πρόκειται να αλλάξει δραστικά το τοπίο όσων αφορά στο οπτικοακουστικό υλικό.

Η πρόσφατη εξέλιξη της τηλεπικοινωνιακής αγοράς αποτελεί την τρανή απόδειξη έναντι των υπολοίπων τάσεων, δηλαδή ότι η τεχνολογία και οι τελικοί χρήστες ωθούν την κατάσταση προς την ανάπτυξη πανίσχυρων συσκευών πολλών χρήσεων. Σ' αυτό πρωτεύοντα ρόλο έχουν οι οικονομικότερες χρεώσεις στο επίπεδο της παγκόσμιας ευρυζωνικής επικοινωνίας, που είναι διαθέσιμη οποτεδήποτε, απ' οπουδήποτε. Παρόλα αυτά, υπάρχει ισχυρή αντίδραση από «παλιά» επιχειρηματικά μοντέλα και οι πολλές επιχειρήσεις, συνεχίζουν να εφαρμόζουν μέτρα αντιστάθμισης αντί να ενσωματώνουν καινοτόμες λύσεις και τεχνολογίες στα επιχειρηματικά τους πλάνα.

Τόσο οι συνδέσεις δικτύου κορμού όσο και οι σύνδεσμοι πρόσβασης στα σπίτια των χρηστών γίνονται όλο και πιο γρήγορες, με την ανάπτυξη της ευρυζωνικής πρόσβασης να επεκτείνεται ραγδαία παγκοσμίως ώστε να παρέχει αξιόπιστες και χαμηλής λανθάνουσας δίκτυα σε συνδυασμό με μείωση του κόστους μετάδοσης.

Προφανώς και υπάρχουν εξαιρέσεις, όπως επίσης και οι απειλές που περιγράφονται παραπάνω μπορούν να θεωρηθούν επαγγελματικές ευκαιρίες για κάποιους φορείς εκμετάλλευσης δικτύων, εμπλεκόμενοι με τη διανομή πραγματικού περιεχομένου μέσω εφαρμογών P2P over the top.

Μια τέτοια πρωτοβουλία είναι η Proactive network Provider Participation (P4P) [4], η οποία παρέχει στους φορείς εκμετάλλευσης δικτύων επιπλέον επίπεδα ελευθερίας στο επίπεδο των επενδύσεων σε επίπεδο τεχνολογίας, διότι έχει να κάνει με τη δυνατότητα μεταφοράς αλλά και τις τεχνολογίες διανομής περιεχομένου [32]. Η P4P επιτρέπει σε δίκτυα ομότιμων κόμβων να

βελτιστοποιήσουν την κίνηση του κάθε παρόχου υπηρεσιών διαδικτύου, όχι μόνον μειώνοντας τον όγκο των δεδομένων που διέρχονται από την υποδομή του, αλλά επίσης δημιουργώντας μία ευκολία στην διαχείριση της ροής δεδομένων, παρέχοντας παράλληλα επιπρόσθετες πληροφορίες που έχουν να κάνουν με την τοπολογία του δικτύου που τα δίκτυα ομότιμων κόμβων, μπορούν να επιλέξουν να χρησιμοποιήσουν για να βελτιστοποιήσουν την διαδικασία διανομής δεδομένων του δικτύου.

Η χρήση οπτικοακουστικών μέσων από την παθητική και συγκεντρωτική προσέγγιση έως τώρα χαρακτηριζόταν, μετακινείται σε μια προσωπική ενεργή προσέγγιση στο σπίτι αλλά και έξω από αυτό. Την ίδια στιγμή τα πρότυπα χρήσης (usage patterns) μετακινούνται προς μη γραμμικές χρήσεις και μακριά από τα κλασικά μοντέλα της γραμμικής μετάδοσης τηλεόρασης, μία διεργασία η οποία οφείλεται στην λογική εξέλιξη της τεχνολογίας, όπου οι IP τεχνολογίες προσθέτουν ευελιξία και διαδραστικότητα [95].

Η τηλεοπτική συσκευή δεν αποτελεί πλέον μονοπώλιο στην διανομή οπτικοακουστικού υλικού μιας και οι Η/Υ και άλλα σχετικές συσκευές παροχής τέτοιου υλικού όπως κινητά τηλέφωνα, νέες συσκευές όπως τα έξυπνα τηλέφωνα, οι κονσόλες παιχνιδιών, τα notebooks, τα tablets, τα ebook readers, αποτελούν πλέον μία πραγματικότητα για τους χρήστες. Οι ραδιοτηλεοπτικοί οργανισμοί μπορούν να αρχίσουν επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν το P2P επειδή έχει καλή κλιμάκωση όταν παρέχει υπηρεσίες σε μεγάλο αριθμό ταυτόχρονων ομότιμων.

Οι επενδύσεις σε διακομιστές και τα αντίστοιχα έξοδα συντήρησης, καθώς και το εύρος ζώνης που απαιτείται από τους εν λόγω servers, είναι πολύ χαμηλότερα με P2P από ό, τι με άλλους μηχανισμούς διανομής περιεχομένου. Ως εκ τούτου, το P2P μπορεί να είναι πιο προσιτό και αποδοτικό από ό, τι με τα εναλλακτικά συστήματα διανομής περιεχομένου. Επίσης, δεδομένου ότι τα P2P συστήματα είναι γενικά γεωγραφικά κατανεμημένα σε ολόκληρο το διαδίκτυο, δεν υπάρχουν ενιαία σημεία αποτυχίας της παροχής υπηρεσιών.

Με αυτή την τάση νέα επιχειρηματικά μοντέλα βλέπουν το φως της ημέρας. Μερικά από τα μοντέλα που προσδιορίζονται είναι [30]:

- Δωρεάν Διανομή Περιεχομένου: με στόχο την προσέλκυση της προσοχής

και το ενδιαφέρον για άλλες πηγές εσόδων.

- Διαφήμιση που είναι συσχετιζόμενη με την διανομή περιεχομένου. π.χ., διαφήμιση πριν από τη λήψη περιεχομένου, Χορηγικά μοντέλα.
- Διανομή με βάση την πληρωμή (Pay-Per-View)
- Διανομή βάση συνδρομής .
- Κυκλικό Περιεχόμενο: υπέρδιανομή [123] του περιεχομένου ή συστάσεις.

Οι εταιρείες που ασχολούνται με τα Δίκτυα Παράδοσης Περιεχομένου (CDNS) επίσης ενδιαφέρονται για P2P εφαρμογές συνεχούς ροής. Τα CDNS οικοδομούν μια επικάλυψη των εξυπηρετητών (servers) του δικτύου που κατανέμεται κατά μήκος του κόσμου που αναπαράγουν συνεχώς το περιεχόμενο μεταξύ τους. Κατά τη διαδικασία της εξισορρόπησης φορτίου μεταξύ των εξυπηρετητών (servers), οι χρήστες αυτόματα και με διαφάνεια κατευθύνονται προς τον πλησιέστερο διαθέσιμο εξυπηρετητή οπότε το δίκτυο μπορεί να αλλάξει δυναμικά χωρίς να γίνει αντιληπτό από τους τελικούς χρήστες. Μια μετάδοση P2P με CDN, μπορεί να είναι η βέλτιστη λύση για την παράδοση, κερδίζοντας τα πλεονεκτήματα και για τις δύο επικαλύψεις. Σε αυτή τη λύση, το CDN θεωρείται ως ο ομότιμος κόμβος προεπιλογή, έχοντας πάντα όλα τα κομμάτια διαθέσιμα, έτσι ώστε όταν ένα κομμάτι που δεν μπορεί να ανακτηθεί στην ώρα του από το δίκτυο P2P, μπορεί να ανακτηθεί από το ταχύτερο αλλά και πιο δαπανηρό για το δίκτυο CDN. Μερικές επιτυχημένες υπηρεσίες όπως η Abacast [1], χρησιμοποιούν αυτό το είδος της εκπομπής, διότι προσφέρει τη μεταφορά με την αξιοπιστία και διαθεσιμότητα των δικτύων CDN, μειώνοντας παράλληλα το κόστος παράδοσης για το περιεχόμενο με την μεγαλύτερη ζήτηση.

4.7 Επισκόπηση των τρέχουσών Peer-to-Peer Συστημάτων Διανομής Βίντεο

Οι λύσεις, οι εξελίξεις και τα συστήματα για συνεχή ροή βίντεο μέσω ομότιμων δικτύων, έχουν εξαπλωθεί μεταξύ των εμπορικών δικτύων και των πλατφόρμων διανομής, βίντεο και υπηρεσιών μετάδοσης τηλεόρασης (ως επί το πλείστον με ελεύθερη πρόσβαση) και εφαρμογές του τελικού χρήστη.

Όσον αφορά τα δίκτυα και τα συστήματα, λειτουργούν ως με mesh-based ή tree-based μοντέλα διανομής και μπορούν να προσφέρουν τις υπηρεσίες

βίντεο με διάφορους τρόπους, όπως σε ζωντανή ροή (Live Streaming) ή κατ'απαίτηση (On-Demand) . Υπάρχουν επίσης ευρωπαϊκά πλαίσια (FP7) με ερευνητικά προγράμματα που εμπλέκονται στην ανάπτυξη των P2P διανομής πολυμεσικού περιεχομένου συνεχούς ροής και εξετάζουν διάφορες λύσεις ροής.

Στις ενότητες που ακολουθούν τα τρέχοντα και πλέον εξέχοντα παραδείγματα τέτοιων λύσεων ή πρωτοβουλιών που περιγράφονται εν συντομία.

4.7.1. Εμπορικά Mesh-based Δίκτυα για ζωντανή μετάδοση βίντεο.

Τα πιο επιτυχημένα Mesh-based δίκτυα είναι τα PPLive [83], SopCast [101], CoolStreaming [24], UUSEE [110], και TVUnetwork [105].

Η PPLive (www.pptv.com) που είναι η μεγαλύτερη παγκοσμίως κοινότητα με P2P δίκτυα συνεχούς ροής βίντεο και διατηρούν περίπου 600 δημόσια ζωντανά κανάλια καθημερινά. Η πλατφόρμα μπορεί να έχει ζωντανά μετάδοση και βίντεο κατ'απαίτηση (on-demand video).

Χρησιμοποιεί ένα ιδιόκτητο πρωτόκολλο με μία Mesh-based προσέγγιση και με μια μηχανή διανομής παρόμοια με το πρωτόκολλο BitTorrent. Επιλογή καναλιού γίνεται με την επανεκκίνηση (bootstrapped) από ένα Web tracker (ο συντονιστής που παρέχει λειτουργίες στο σημείο συνάντησης), και οι διακομιστές είναι η πηγή εκπομπής για όλο το περιεχόμενο και τα ομότιμα κάνουν download / upload το βίντεο σε μεγάλα πακέτα. Οι ιχνηλάτες χρησιμοποιούνται για τη διατήρηση των πληροφοριών κατάστασης των ομότιμων σε κάθε κανάλι, τις ιδιότητες των ομότιμων (π.χ., ικανότητα εύρους ζώνης και της NAT κατάστασης), καθώς και τη συνολική υγεία των καναλιών. Τα ομότιμα χρησιμοποιούν τους εξυπηρετητές εκπομπής ως ένα από τα ομότιμα της έσχατης ανάγκης. Το PPLive βασίζεται στο TCP.

Το SopCast (www.sopcast.org) είναι μία P2P λύση ροής παρέχοντας τόσο βίντεο κατ'απαίτηση (VoD) όσο και υπηρεσίες ζωντανής μετάδοσης . Το SoP είναι η συντομογραφία για τη ροή πάνω από P2P. Το SopCast χρησιμοποιεί μία Mesh-based προσέγγιση, με ένα ιδιόκτητο πρωτόκολλο παρόμοιο με το πρωτόκολλο PPLive. Μια μελέτη για την απόδοση της SopCast είναι

διαθέσιμο στο [95]. Η κίνηση SopCast στηρίζεται κυρίως στο πρωτόκολλο δεδομενογραμμάτων χρήστη(UDP).

4.8. Ερευνητικές προκλήσεις, προσπάθειες τυποποίησης και έργα σχετικά με την P2P ροή βίντεο (P2P streaming video)

Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα P2P streaming video εξακολουθούν να απέχουν πολύ από το την εκπλήρωση τους . Οι τρέχουσες P2P επικαλύψεις, οι οποίες έχουν σχεδιαστεί για μαζική μεταφορά των αρχείων, δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν σωστά με τις διάφορες προκλήσεις που συνδέονται με την σε πραγματικό χρόνο παράδοσης βίντεο. Στον τομέα της τυποποίησης, υπάρχει σήμερα μια προσπάθεια να οριστούν αρκετά νέα πρωτόκολλα. Αυτό περιλαμβάνει διάφορα πεδία εφαρμογής, όπως η ολοκλήρωση του Voice over IP πρωτόκολλο σηματοδοσίας (SIP) και των P2P μηχανισμών, ο ορισμός των νέων αλγορίθμων ελέγχου συμφόρησης για τα P2P δίκτυα, καθώς και την ανταλλαγή πληροφοριών στην τοπολογία του δικτύου μεταξύ φορέων εκμετάλλευσης δικτύων και των παρόχων υπηρεσιών Διαδικτύου με τις P2P εφαρμογές. Όσον αφορά την τρέχουσα ερευνητική δραστηριότητα σε αυτόν τον τομέα, η Ευρωπαϊκή Ένωση υποστηρίζει τις προσπάθειες για P2P video streaming μέσω διαφορετικών κοινοπραξιών με πολύ μεγάλη συνάφεια. Παρακάτω αναφέρονται περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με το καθένα από αυτά τα στοιχεία.

4.8.1. Προκλήσεις Έρευνας

Παρά τις πρόσφατες προόδους, το peer-to-peer streaming video παραμένει ένα δύσκολο θέμα με πολλά ανοικτά ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν από την ερευνητική κοινότητα. Τα πιο σημαντικά από αυτά είναι:

- i. Η δυναμική, κινητικότητα και η ετερογένεια των ομότιμων κόμβων. Δεδομένου ότι το ποσοστό των κινητών τερματικών στο Διαδίκτυο βιώνει μια σταθερή αύξηση, οι P2P video streaming λύσεις θα πρέπει να χειριστούν όχι μόνο παραδοσιακά θέματα, όπως το να γίνεται η είσοδος και η έξοδος των ομότιμων από το δίκτυο δυναμικά, αλλά θα

πρέπει να εξετάσουν επίσης και τα κινητά τερματικά, που συχνά βιώνουν την προσωρινή αποσύνδεση λόγω της περιαγωγής, καθώς και ότι τα δίκτυα που επισκέπτονται τα τερματικά θα πρέπει να έχουν αρκετά διαφορετικά χαρακτηριστικά όσον αφορά την χωρητικότητα, την καθυστέρηση, την ποιότητα υπηρεσίας (QoS), τις συνθήκες κορεσμού, κλπ. Επιπλέον, οι δυνατότητες ορισμένων κινητών τερματικών μπορεί να είναι σημαντικά χειρότερες από εκείνες των φορητών υπολογιστών και των desktop υπολογιστών, τα οποία, μαζί με τους περιορισμούς μπαταρίας, αποδεικνύουν την ανάγκη για την εισαγωγή τερματικών με διαφορετικό προφίλ κατά την P2P διαδικασία επιλογής.

- ii. Η κατασκευή του υπερκείμενου δικτύου και η παρακολούθηση των συνθηκών του δικτύου. Η δημιουργία και διατήρηση ενός βέλτιστου αποτελεσματικά δικτύου επικάλυψης και με χαμηλή επιβάρυνση είναι ένας σημαντικός στόχος. Ειδικότερα, τα διαφορετικά ομότιμα πρέπει να οργανωθούν σε μια λογική τοπολογία που συνδέεται στενά με την υποκείμενη φυσική τοπολογία ώστε να μεγιστοποιείται η απόδοση. Επιπλέον, το υπερκείμενο δίκτυο που δημιουργήθηκε θα πρέπει να παρακολουθείται συνεχώς, όχι μόνο για την ανίχνευση μεταβολών της τοπολογίας, αλλά επίσης και για να μεγιστοποιηθεί η χρησιμοποίηση των διαθέσιμων πόρων, καθώς επίσης και να ελαχιστοποιήσει τις αναλογίες απώλειας πακέτων σε ορισμένες συνδέσεις.
- iii. Ολοκλήρωση της Αποκέντρωσης - Τοπολογίες στερούμενες καταγραφής (Trackless topologies). Δεδομένου ότι οι καταγραφείς (trackers) είναι διακομιστές που απαιτούν πόρους λειτουργίας και συντήρησης, τα μελλοντικά P2P πρωτόκολλα και αρχιτεκτονικές πρέπει να είναι λειτουργικά, χωρίς την ύπαρξη των καταγραφών (trackers). Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί στην πράξη εάν κάθε πελάτης λειτουργεί σαν ένας «ελαφράς βαρύτητας» καταγραφέας (lightweight tracker).
- iv. Επιλογή ομότιμων κόμβων και κίνητρα. Δεδομένου ότι η από άκρη σε άκρη καθυστέρηση είναι ένα κρίσιμο ζήτημα, ειδικά σε live streaming βίντεο, η επιλογή των ομότιμων κόμβων θα πρέπει να επιδιώξει την βελτιστοποίηση των καθυστερήσεων με την επιλογή των πιο κατάλληλων πηγών βίντεο, καθώς επίσης και με τη μείωση του

αριθμού των ενδιάμεσων ομότιμων κόμβων στο ελάχιστο. Επίσης, στρατηγική κίνητρο θα πρέπει να ληφθεί για να αποφευχθεί ότι ορισμένοι από τους ομότιμους κόμβους απλώς συμπεριφέρονται ως πελάτες, οι οποίοι θα μπορούσαν να έχουν επιπτώσεις στην απόδοση, αν το ποσοστό των εγωιστικών ομότιμων κόμβων είναι υψηλό.

- v. Κωδικοποίηση βίντεο. Παρά το γεγονός ότι οι μεγάλες κωδικοποιητές υποστηρίζουν την κωδικοποίηση των διαφόρων ποιτήτων βίντεο, δεν είναι σαφές πώς αυτές οι ιδιότητες μπορεί να παραδοθούν αποτελεσματικά σε ένα πολύ ευρύ φάσμα ετερογενών τερματικών IP. Η προσπάθεια αυτή έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας ομάδας εργασίας IETF που αυτή τη στιγμή ασχολείται με το συγκεκριμένο θέμα.
- vi. Ψηφιακή διαχείριση δικαιωμάτων. Το θέμα της επιβολής ψηφιακών δικαιωμάτων στις παραδοσιακές επικοινωνίες διακομιστή-πελάτη είναι ένα σύνθετο ζήτημα που λαμβάνει πολλή προσοχή πρόσφατα από τις ψηφιακές κοινωνίες δικαιωμάτων, τις κυβερνήσεις, τους παρόχους και τους χρήστες του Internet, τις περισσότερες φορές με πολλές συγκρούσεις συμφερόντων και όχι μεταξύ αυτών. Στο πεδίο του P2P streaming video, η επιβολή των ψηφιακών δικαιωμάτων με ένα κατανομημένο τρόπο, αποφεύγοντας την εισαγωγή σημαντικών πρόσθετων καθυστερήσεων είναι σίγουρα ένας πολύπλοκος και δύσκολος στόχος που λείπει σήμερα για να δώσει μια οριστική λύση.

4.8.2. Προσπάθειες τυποποίησης

Όπως και σε άλλες περιπτώσεις τεχνολογικών εξελίξεων, τα P2P δίκτυα έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται με ιδιόκτητες λύσεις, που η κάθε μία από αυτές χρησιμοποιεί διαφορετικές αρχιτεκτονικές και πρωτόκολλα. Επί του παρόντος, υπάρχει μια σημαντική προσπάθεια στη δημιουργία P2P πρωτόκολλων, με αρκετές ομάδες εργασίας IETF, που ασχολούνται με τις τεχνολογίες των P2P. Μέρος αυτού του ενδιαφέροντος προκύπτει από το γεγονός ότι οι πάροχοι περιεχομένου και οι φορείς εκμετάλλευσης δικτύων έχουν αρχίσει να αντιμετωπίζουν αυτές τις αρχιτεκτονικές ως λύση για τη γρήγορη ανάπτυξη του περιεχομένου τους, απαιτώντας τυποποιημένες διαδικασίες για την αλληλεπίδραση διαφορετικών υλοποιήσεων.

Σε αυτόν τον τομέα, και από την άποψη του Voice over IP, η P2PSIP [50], εργάζεται πάνω σε ένα πρωτόκολλο για καταναμεμημένα δίκτυα επικάλυψης για την παροχή του Session Initiation Protocol (SIP) και της λειτουργικότητας της δρομολόγησης. Επίσης, το πρωτόκολλο Host Identity Protocol (HIP) [48], καθορίζει την HIP-based υπερκείμενου δικτύου, θέτοντας τις προδιαγραφές για την (HIP BONE) για την ανακάλυψη της τοποθεσίας των πόρων (Research Location and Discovery -RELOAD) σε δίκτυα ομότιμων κόμβων.

Ένα ζήτημα που προκαλεί ανησυχία για την κυκλοφορία που παράγεται στις P2P εφαρμογές λόγω της ανταλλαγής αρχείων είναι ότι προκαλούνται συνήθως απαράδεκτες καθυστερήσεις που σημειώνονται σε εφαρμογές πολυμέσων, που οδηγούν σε σημαντική μείωση στην ποιότητα της εμπειρίας χρήστη. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με τη χαμηλή επιπλέον καθυστέρηση για Μεταφορές που γίνονται στο παρασκήνιο (LEDBAT) [49] που ορίζει έναν νέο αλγόριθμο ελέγχου συμφόρησης για αυτούς τους τύπους των εφαρμογών που αντικαθιστά το TCP ως ένα από τα βασικά πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται. Επί του παρόντος, οι σημαντικές εξελίξεις που έχουν γίνει σε αυτόν τον τομέα έχουν προκύψει από την εκτεταμένη έρευνα με την υλοποίηση της εφαρμογής BitTorrent client.

Δεδομένου ότι πολλές P2P εφαρμογές δημιουργούν επικαλύψεις πάνω από το Internet χωρίς καμία ή με μειωμένη γνώση της τοπολογίας του δικτύου, τα ομότιμα κάνουν συνήθως μη-βέλτιστη ή ακόμη και καθαρά τυχαία επιλογή των άλλων ομότιμων, που είναι πολλές φορές μακριά από το δίκτυο και σε μακρινές γεωγραφικές περιοχές. Στον τομέα αυτό, η Application-Layer Traffic Optimization (ALTO) [46], εργάζεται για να καθορίσει ένα πρωτόκολλο που επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών στην τοπολογία του δικτύου μεταξύ φορέων εκμετάλλευσης δικτύων και τους παρόχους υπηρεσιών Internet με P2P εφαρμογές. Ο σκοπός αυτών των μηχανισμών είναι να επιτρέψει στις P2P εφαρμογές την βελτίωση της διαδικασίας επιλογής των ομότιμων, οδηγώντας σε μια πιο ορθολογική χρήση των πόρων του δικτύου. Το θέμα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για εφαρμογές ροής πολυμέσων (media streaming) λόγω των περιορισμών καθυστέρησης τους.

Από την πλευρά της ροής πολυμέσων (media streaming), η Peer-to-Peer Streaming Protocol (PPSP) ομάδα εργασίας [51], πρόσφατα δημιουργήθηκε για να καθορίσει τα πρωτόκολλα και τις αρχιτεκτονικές για τις σε πραγματικό

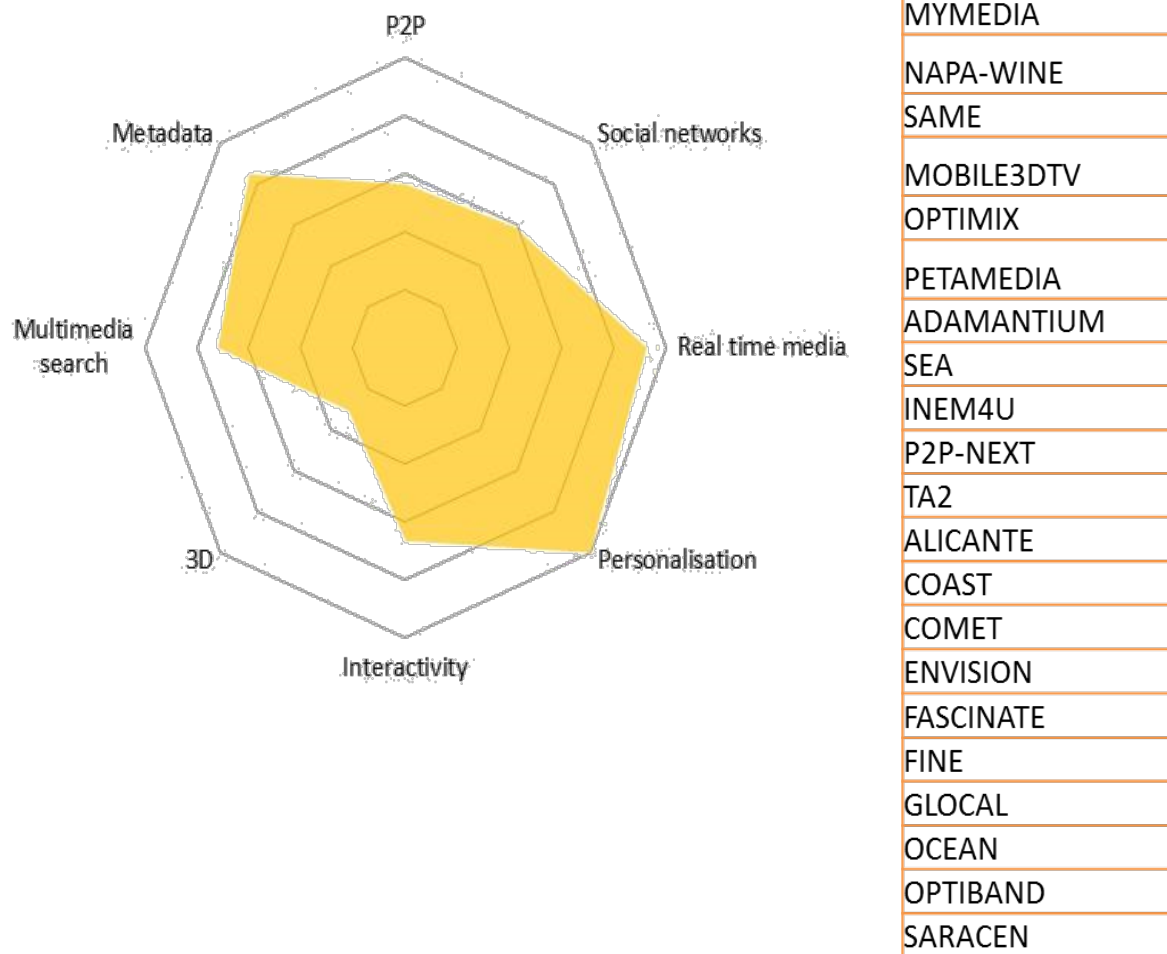
χρόνο διανομές περιεχομένου. Ο κύριος στόχος αυτής της ομάδας είναι να διευκρινιστεί ο τρόπος με τον οποίο κομμάτια δεδομένων βίντεο, η ζωντανή και η ετεροχρονισμένη μετάδοση μπορεί έγκαιρα και αποτελεσματικά διανεμηθούν πάνω από ένα P2P δίκτυο επικάλυψης. Για το σκοπό αυτό, η αρχιτεκτονική εξετάζει δύο τύπους κόμβων: Τα ομότιμα και τους ιχνηλάτες.

Οι καταγραφείς (Trackers) διατηρούν και διαδίδουν την πληροφορία σχετικά με το περιεχόμενο που μοιράζεται κάθε ομότιμος κόμβος, και οι συνομηλικοί του, που εκτός από την αποθήκευση του περιεχομένου, είναι υπεύθυνοι για την εύρεση της θέσης του περιεχομένου που θέλουν, καθώς και για την ανταλλαγή του περιεχομένου με τους συνομηλίκους τους. Η ομάδα σκοπεύει να χρησιμοποιήσει υπάρχοντα πρωτόκολλα, όπως το Real-time Transport Protocol (RTP) [93] ή το πρωτόκολλο Hypertext Transfer Protocol [35], για τα μέσα μετάδοσης μεταξύ δικτύων ομότιμων κόμβων.

Η Decoupled Application Data Enroute (DECADE) [47], όρισε έναν μηχανισμό για τους χρήστες έτσι ώστε να αποθηκεύουν το περιεχόμενο τους στο δίκτυο του παροχέα υπηρεσιών διαδικτύου, πριν από την πρόσβαση και την αρχική συμφόρηση. Θα προσπαθήσει να ορίσει ένα πρωτόκολλο για τη διαχείριση των αρχείων σε αυτό το δίκτυο αποθήκευσης, η οποία μπορεί στο μέλλον να ενταχθεί σε P2P εφαρμογές.

4.8.3. Ερευνητικά έργα της Ευρωπαϊκής Ένωσης FP7 που αφορούν τις P2P συστήματα για εξυπηρέτηση ροών δεδομένων

Πρόσφατα υπάρχει αρκετή ερευνητική δραστηριότητα στον τομέα της μετάδοσης ροών πολυμέσων με την χρήση αρχιτεκτονικών δικτύων ομότιμων κόμβων. Η επόμενη εικόνα 4-2 δείχνει μία κατηγοριοποίηση των πρόσφατα ολοκληρωμένων έργων στον τομέα, στις περιοχές οι οποίες σχετίζονται με τη μετάδοση πολυμεσικού περιεχομένου πάνω από τεχνολογίες διαδικτύου. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αντίστοιχα έργα τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί.



Εικόνα 4-2. Κατηγοριοποίηση των πρόσφατα ολοκληρωμένων έργων στον τομέα, στις περιοχές οι οποίες σχετίζονται με τη μετάδοση πολυμεσικού περιεχομένου πάνω από τεχνολογίες διαδικτύου

Όπως φαίνεται η περιοχή της μετάδοσης πάνω από αρχιτεκτονικές P2P και η αντίστοιχη του συνδυασμού με κοινωνικά δίκτυα είναι ακόμα ανοικτή για έρευνα, και αναμένεται στα επόμενα χρόνια να δοθεί έμφαση σε αυτές.

Εστιάζοντας τώρα στην περιοχή του P2P, μπορούμε να αναφέρουμε κάποια χαρακτηριστικά έργα του EU FP7:

- SEA - Απρόσκοπτη Παροχή Περιεχομένου [91], που είναι μία context-aware πλατφόρμα διανομής δικτύωσης που τοποθετεί τον χρήστη ο οποίος ενεργεί ως καταναλωτής, μεσολαβητής και παραγωγός περιεχομένου. Η αρχιτεκτονική δημιουργεί μία tree-

based επικάλυψη για video streaming με μία καινοτόμα πολλαπλών πλατφορμών και πηγών (multiplatform, multi-source) εφαρμογή διαδικτυακής τηλεόρασης για P2P, ικανή για την ροή υβριδικών SVC / MDC βίντεο μέσω ενός πρωτοκόλλου SEACast [91], που μοιάζει με τον BitTorrent πρωτόκολλο.

- NAPA-WINE - Network-Aware P2P-TV Application over Wise Networks [74], έχει στόχο την μελέτη ενός μελλοντικού συστήματος κατάλληλο για live streaming HQTV που βασίζεται στην τεχνολογία P2P. Αυτό επιτυγχάνεται με την ανάπτυξη ενός κεντρικού σχεδιασμού μοντέλου, επικοινωνίας, και καινοτόμες πρακτικές προγραμματισμού και για μια νέα κατηγορία των P2P δικτύων με επίγνωση περιεχομένου συνεχούς ροής. Το έργο παρουσιάζει τα αποτελέσματα με μία network-aware P2PTV εφαρμογή που ονομάζεται P2PTV, PULSE ++, η οποία ενσωματώνει τις GRAPES (Generic Resource-Aware P2P) βιβλιοθήκες.
- P2P-Next - Η επόμενη γενιάς Peer-to-Peer πλατφόρμα διανομής περιεχομένου [81], έχει ως στόχο είναι να οικοδομήσουμε ένα open-source, αποτελεσματικό, αξιόπιστο, προσωποποιημένο, με επίκεντρο τον χρήστη, με συμμετοχική τηλεόραση και παράδοση δεδομένων σύστημα με κοινωνική και συνεργατική χροιά. Το έργο συνδέεται με τις προσπάθειες ανάπτυξης του Tribler [103] και παράγει το λεγόμενο NextShare SwarmPlayer, ένα web plug-in (για εγκατάσταση σε διαφορετικούς browsers και πλατφόρμες υπολογιστών), μια τροποποιημένη εφαρμογή του BitTorrent που ενσωματώνει αρκετές επεκτάσεις για την κοινωνική δικτύωση, επιλογή ομότιμων και υποστήριξη streaming video SVC βίντεο.
- SARACEN. Στόχος του SARACEN [90], είναι να σχεδιάσει και να εφαρμόσει μια πρωτότυπη πλατφόρμα για την προσφορά ποιότητας εμπειρίας (QoE) σε εξατομικευμένη ροή πολυμέσων (media streaming) μέσω της ενσωμάτωσης των τεχνικών της κλιμακωτής κωδικοποίησης βίντεο (SVC), ένα προηγμένο

πρωτόκολλο μεταφοράς, και P2P τεχνολογίες σε ότι αφορά την προστασία της ιδιωτικότητας των χρηστών.

4.9. Συμπεράσματα

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο παρέχει μία πλήρη επισκόπηση όλων των ζητημάτων που ανακύπτουν για μεταφορά βίντεο περιεχομένου μέσω του διαδικτύου υιοθετώντας παράλληλα ένα peer-to-peer μοντέλο διανομής περιεχομένου.

Το διαδικτυακού βίντεο P2P συνεχούς ροής – P2P streaming video, είναι από τους παράγοντες που επηρεάζουν το οικοσύστημα της τηλεόρασης. Πλατφόρμες διαδικτυακής τηλεόρασης με μέσο μεταφοράς στρώματος το διαδίκτυο αποτελούν το μέλλον στην διανομή περιεχομένου. Παράλληλα η P2P IPTV, ενσωματώνεται στο οικοσύστημα της διαδικτυακής τηλεόρασης. Η ραγδαία αύξηση του OTT βίντεο οδηγεί σε τεχνολογίες και ερευνητικές διεργασίες για την ενσωμάτωση των αρχιτεκτονικών P2P στην IPTV.

Οι έννοιες που περιλαμβάνονται στο συγκεκριμένο κεφάλαιο είναι απαραίτητες για την κατανόηση του IPTV 2.0

4.10. Σύνοψη

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, παρουσιάστηκαν όλες οι αρχιτεκτονικές που αφορούν στην μετάδοση πολυμεσικού περιεχομένου για περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης σε δίκτυα ομότιμων κόμβων. Τα P2P συστήματα για την εξυπηρέτηση ροών δεδομένων αποτελούν μέρος του οικοσυστήματος της διαδικτυακής τηλεόρασης. Συμπληρώνουν το μοντέλο της IPTV 2.0 και δημιουργούν τις προϋποθέσεις για την τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης που περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο, δηλαδή την IPTV 3.0.

Αναφορές

- [1] Abacast. (2010). Abacast Home Page. Retrieved from <http://www.abacast.com/>.
- [2] Aberer, K., Cudré-Mauroux, P., Datta, A., Despotovic, Z., Hauswirth, M., Puceva, M., et al. (2003). Advanced Peer-to-Peer Networking: The P-Grid System and its Applications. *PIK - Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation*, 26(3 (Special Issue on P2P Systems), 86-89.
- [3] Alimal, L. O., El-Ansary, S., Brand, P., & Haridi, S. (2003). DKS(N, k, f): a family of low communication, scalable and fault-tolerant infrastructures for P2P applications. In *Cluster Computing and the Grid*, 2003. Proceedings. CCGrid 2003. 3rd IEEE/ACM International Symposium on (pp. 344-350). doi: 10.1109/CCGRID.2003.1199386.
- [4] Alimi, R., Penno, R., & Yang, Y. (2010). ALTO Protocol. Retrieved from <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-alto-protocol-03.txt>.
- [5] AllCast. (2010). AllCast Home Page. Retrieved from <http://www.allcast.com/>.
- [6] Andrade, N., Mowbray, M., Lima, A., Wagner, G., & Ripeanu, M. (2005). Influences on cooperation in BitTorrent communities. *Proceedings of the 2005 ACM SIGCOMM workshop on Economics of peer-to-peer systems* (pp. 111-115). New York, NY, USA: ACM doi:<http://doi.acm.org/10.1145/1080192.1080198>
- [7] Androutsellis-Theotokis, S. & Spinellis, D. (2004). A survey of peer-to-peer content distribution technologies. *ACM Computing Surveys*, 36(4):335–371, December 2004.
- [8] Apache. (2010). The Apache Software Foundation Home Page. Retrieved from <http://www.apache.org/foundation/>.
- [9] Balfe, S., Lakhani, A.D., & Paterson K.G. (2005). DRM Enabled P2P Architecture. In *Fifth IEEE International Conference on Peer-to-Peer Computing*, Aug-Sept. 2005, pp. 117 -124
- [10] Balfe, S., Lakhani, A. D., & Paterson, K. G. (2005). Trusted Computing: Providing Security for Peer-to-Peer Networks. In *Fifth IEEE International Conference on Peer-to-Peer Computing (P2P'05)*, 2005, pp. 117-124.
- [11] Babelgum. (2010). Babelgum Home Page. Retrieved from <http://www.babelgum.com/>.
- [12] Baccichet, P., Schierl, T., Wiegand, T., & Girod, B. (2007). Low-Delay Peer-to-Peer Streaming Using Scalable Video Coding. In *Packet Video 2007* (pp. 173-181). doi: 10.1109/PACKET.2007.4397039.

- [13] Ballardie, A. (1997). Core Based Trees (CBT version 2) Multicast Routing -- Protocol Specification --. Request for Comments. IETF. Retrieved from <http://www.ietf.org/rfc/rfc2189.txt>.
- [14] Banerjee, S., Bhattacharjee, B., & Kommareddy, C. (2002). Scalable Application Layer Multicast. In Proceedings of the 2002 conference on Applications, technologies, architectures, and protocols for computer communications, SIGCOMM '02 (pp. 205-217). New York, NY, USA: ACM. doi: <http://doi.acm.org/10.1145/633025.633045>.
- [15] Bates, T., Chandra, R., Katz, D., & Rekhter, Y. (1988). Multiprotocol Extensions for BGP-4. Request for Comments. IETF. Retrieved from <http://www.ietf.org/rfc/rfc2283.txt>.
- [16] BitTorrent. (2010). BitTorrent Home Page. Retrieved from <http://www.bittorrent.com/>.
- [17] Buford, J., Yu, H., & Lua, E. K. (2008). P2P Networking and Applications. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- [18] Castro M., Druschel, P., Kermarrec, A.-M., Nandi, A., Rowstron, A. & Singh, A. (2003). SplitStream: High-bandwidth content distribution in a cooperative environment. In Proc. IPTPS'03.
- [19] Cisco. (2010). Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2009–2014. Retrieved from http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-481360.pdf
- [20] Chi, H. & Zhang, Q. (2006). Efficient Search in P2P-based Video-on-Demand Streaming Service. IEEE International Conference on Multimedia & Expo.
- [21] Chi, H., Zhang, Q., Jia J. & Shen, X. (2007). Efficient Search and Scheduling in P2P-based Media-on-demand Streaming Service. IEEE Journal of Selected Areas of Communications (JSAC), Jan. 2007.
- [22] Chu, C.C., Su, X., Prabhu, B.S., Gadh, R., Kurup S., Sridhar, G., & Sridhar, V. (2006). Mobile DRM for multimedia content commerce in P2P networks. Consumer Communications and Networking Conference, 8-10 Jan. 2006, Page(s):1119 – 1123.
- [23] Conner, W., Nahrstedt, K. & Gupta, I. (2006). Preventing DoS Attacks in Peer-to-Peer Media Streaming Systems. In Proc. 13th Annual Conference on Multimedia Computing and Networking, 2006.
- [24] CoolStreaming. (2010). CoolStreaming US Home Page. Retrieved from <http://www.coolstreaming.us/hp.php?lang=en>. 53
- [25] Cui, Y., Li, B. & Nahrstedt, K. (2004). Stream: asynchronous streaming multicast. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 22(1), January 2004.

- [26] Cruz, R. S., Domingues, J., Menezes, L., & Nunes, M. S. (2010). IPTV Architecture for an IMS Environment with Dynamic QoS Adaptation. *Multimedia Tools and Applications*, 1-33. Springer Netherlands. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11042-010-0537-8>.
- [27] Cslive.tv. (2010). CSLive Home Page. Retrieved from <http://www.cslive.tv>.
- [28] Do, T., Hua, K. A. & Tantaoui, M. (2004). P2VoD: Providing fault tolerant video-on-demand streaming in peer-to-peer environment. *Proc. IEEE ICC'04, Paris, June 2004*.
- [29] Do, T., Hua, K. A., Jiang, N. & Liu, F. (2009). PatchPeer: A scalable video-on-demand streaming system in hybrid wireless mobile peer-to-peer networks. In *Peer-to-Peer Networking and Applications Journal*. Springer, Feb. 2009.
- [30] EBU TECHNICAL. (2010). Peer-to-Peer (P2P) Technologies and Services. Geneva, Switzerland.
- [31] Eger, K., & Killat, U. (2006). Bandwidth Trading in Unstructured P2P Content Distribution Networks. *Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Peer-to-Peer Computing, P2P'06* (pp. 39-48). doi:10.1109/P2P.2006.6
- [32] ETSI-TISPAN. (2010). Peer-to-peer for content delivery for IPTV services: analysis of mechanisms and NGN impacts.
- [33] Emule. (2010). The Emule Project Home Page. Retrieved from <http://www.emule-project.net/>.
- [34] Estrin, D., Farinacci, D., Helmy, A., Thaler, D., Deering, S., Handley, M., et al. (1998). Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification. Request for Comments. IETF. Retrieved from <http://www.ietf.org/rfc/rfc2362.txt>.
- [35] Fielding, R., Gettys, J., Mogul, J., Frystyk, H., Masinter, L., Leach, P., et al. (1999). Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1. Request for Comments. IETF. Retrieved from <http://www.ietf.org/rfc/rfc2616.txt>.
- [36] Gallager, R.G. (1962). Low-Density Parity-Check Codes. *IRE Transactions on Information Theory* 8(1) 21–28
- [37] Garbacki, P., Iosup, A., Epema, D., & van Steen, M. (2006). 2Fast: Collaborative Downloads in P2P Networks. *Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Peer-to-Peer Computing, P2P'06* (pp. 23-30). doi:10.1109/P2P.2006.1
- [38] Gheorghe, G., Lo Cigno, R. & Montresor, A. (2011). Security and Privacy Issues in P2P Streaming Systems: A Survey. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, Springer, Vol. 4, June 2011.
- [39] Gnutella. (2001). The Gnutella Protocol Specification. Retrieved from <http://wiki.limewire.org/index.php?>

- [40] GoalBit. (2010). Goalbit-Solutions Home Page. Retrieved from <http://goalbit-solutions.com/>. 54
- [41] Gupta, M., Judge, P., & Ammar, M. (2003). A reputation system for peer-to-peer networks. Proceedings of the 13th international workshop on Network and operating systems support for digital audio and video (pp. 144-152). New York, NY, USA: ACM. doi:<http://doi.acm.org/10.1145/776322.776346>
- [42] Heckmann, O., Bock, A., Mauthe, A., & Steinmetz, R. (2004). The eDonkey File-Sharing Network. Proceedings of the Workshop on Algorithms and Protocols for Efficient Peer-to-Peer Applications, Informatik'04.
- [43] Hefeeda, M., Bhargava, B., and Yau, D. (2004). A hybrid architecture for cost effective on demand media streaming. Journal of Computer Networks, 44(3), pages 353-382, 2004.
- [44] Holbrook, H. & Cain, B. (2006). Source-Specific Multicast for IP. Request for Comments. IETF. Retrieved from <http://www.ietf.org/rfc/rfc4607.txt>.
- [45] Hosseini, M., Ahmed, D. T., Shirmohammadi, S., & Georganas, N. D. (2007). A Survey of Application-Layer Multicast Protocols. IEEE Communications Surveys Tutorials, 9(3), 58-74. doi: 10.1109/COMST.2007.4317616.
- [46] IETF ALTO Working Group. (2010). Application-Layer Traffic Optimization (ALTO). Retrieved from <http://datatracker.ietf.org/wg/alto/charter/>.
- [47] IETF DECADE Working Group. (2010). Decoupled Application Data Enroute (DECADE). Retrieved from <http://datatracker.ietf.org/wg/decade/charter/>.
- [48] IETF HIP Working Group. (2010). Host Identity Protocol (HIP). Retrieved from <http://datatracker.ietf.org/wg/hip/charter/>.
- [49] IETF LEDBAT Working Group. (2010). Low Extra Delay Background Transport (LEDBAT). Retrieved from <http://datatracker.ietf.org/wg/ledbat/charter/>.
- [50] IETF P2PSIP Working Group. (2010). Peer-to-Peer Session Initiation Protocol (P2PSIP). Retrieved from <http://datatracker.ietf.org/wg/p2psip/charter>.
- [51] IETF PPSP Working Group. (2010) Peer to Peer Streaming Protocol (PPSP). Retrieved from <http://tools.ietf.org/wg/ppsp/>.
- [52] iMesh. (2010). iMesh: The world's best P2P file sharing community! Home Page. iMesh Inc. Retrieved from <http://www.imesh.com>.
- [53] ISO/IEC. (2005). Information technology -- Coding of audio-visual objects -- Part 10: Advanced Video Coding. International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission.

- [54] ISO/IEC. (2007). Information technology -- Coding of audio-visual objects -- Part 10: Advanced Video Coding. International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission. 55
- [55] ITU-T. (2010). Advanced video coding for generic audiovisual services. International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector.
- [56] Johannesson, R., Zigangirov, K.S. (1999). Fundamentals of Convolutional Coding. IEEE Press, Series on digital and mobile communication.
- [57] Joost. (2010). Joost Home Page. Retrieved from <http://www.joost.com/>.
- [58] Jun, S., & Ahamad, M. (2005). Incentives in BitTorrent induce free riding. Proceedings of the 2005 ACM SIGCOMM workshop on Economics of peer-to-peer systems (pp. 116-121). New York, NY, USA: ACM. doi:<http://doi.acm.org/10.1145/1080192.1080199>
- [59] KaZaA. (2010). KaZaA Home Page. Retrieved from <http://www.kazaa.com/#/about>.
- [60] Ken, W.-P., Jin, X. & Chan, S.-H. (2007). Challenges and Approaches in Large-Scale P2P Media Streaming," IEEE MultiMedia 14, 2 (April 2007), 50-59.
- [61] Kohler, E., Handley, M., & Floyd, S., (2006). Datagram Congestion Control Protocol (DCCP). IETF RFC 4340, March 2006.
- [62] Kostic, D., Rodriguez, A., Albrecht, J. & Vahdat, A. (2003). Bullet: High Bandwidth Data Dissemination Using an Overlay Mesh, In Proc. of the 19th ACM Symposium on Operating Systems Principles, 2003.
- [63] Lan, X., Xue, J., Tian, T., Hu, W., Xu, T. & Zheng, N. (2009). A Peer-to-Peer Architecture for Live Streaming with DRM. 6th IEEE Consumer Communications and Networking Conference, pp:1-5, Feb. 10-13, 2009.
- [64] Lan, X., Zheng, N., Xue, J., Chen, W., Wang, B. & Ma, W. (2008). Manageable Peer-to-Peer Architecture for Video-on-Demand. Proc. 22nd IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS2008)-10th Workshop of APDCM, April 14-18, 2008, Miami, Florida USA.
- [65] Legout, A., Liogkas, N., Kohler, E., & Zhang, L. (2007). Clustering and sharing incentives in BitTorrent systems. Proceedings of the 2007 ACM SIGMETRICS international conference on Measurement and modeling of computer systems (pp. 301-312). New York, NY, USA: ACM. doi:<http://doi.acm.org/10.1145/1254882.1254919>
- [66] Lian, Q., Zhang, Z., Yang, M., Zhao, B. Y., Dai, Y., & Li, X. (2007). An Empirical Study of Collusion Behavior in the Maze P2P File-Sharing System. Proceedings of the 27th International Conference on Distributed Computing Systems, ICDCS'07 (p. 56). doi:10.1109/ICDCS.2007.84

- [67] Liang, J., Kumar, R., & Ross, K. W. (2006). The FastTrack overlay: A measurement study. *Computer Networks*, 50(6), 842-858. doi: DOI: 10.1016/j.comnet.2005.07.014.
- [68] Liu, X., Huang, T.; Huo, L., & Mou, L. (2007). A DRM Architecture for Manageable P2P Based IPTV System," *Multimedia and Expo, 2007 IEEE International Conference on*, vol., no., pp.899-902, 2-5 July 2007.
- [69] Liu, Y., Guo, Y., & Liang, C. (2008). A survey on peer-to-peer video streaming systems. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 1(1), 18-28. Springer New York. doi: 10.1007/s12083-007-0006-y.
- [70] Liu, Z., Shen, Y., Panwar, S. S., Ross, K. W., & Wang, Y. (2007). P2P Video Live Streaming with MDC: Providing Incentives for Redistribution. *Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia and Expo 2007* (pp. 48-51). doi:10.1109/ICME.2007.4284583
- [71] Locher, T., Moor, P., Schmid, S., & Wattenhofer, R. (2006). Free Riding in BitTorrent is Cheap. *Proceedings of the 5th Workshop on Hot Topics in Networks (HotNets)*.
- [72] Luby, M. (2002). LT-codes. In *Proc. 43rd Annu. IEEE Symp. Foundations of Computer Science (FOCS)*, Vancouver, Canada, Nov. 2002, pp. 271–280.
- [73] Monteiro, J. F. (2010). *Quality Assurance Solutions for Multipoint Scalable Video Distribution over Wireless IP Networks*, PhD Thesis, Instituto Superior Técnico, Technical University of Lisbon, Portugal.
- [74] NAPA-WINE Consortium. (2010). *Network-Aware P2P-TV Application over Wise Networks project Home Page*. Retrieved from <http://www.napa-wine.eu/cgi-bin/twiki/view/Public>.
- [75] Napster. (2009). *Napster Home Page (Web Archive)*. Retrieved from http://web.archive.org/web/*/http://www.napster.com/.
- [76] Nunes, R., Cruz, R. S., & Nunes, M. S. (2010). *Scalable Video Distribution in Peer-to-Peer Architecture*. In *Proc. 10th National Networking Conference - CRC 2010*, Braga, Portugal.
- [77] Obreiter, P., & Nimis, J. (2003). *A Taxonomy of Incentive Patterns -- the Design Space of Incentives for Cooperation*.
- [78] Obreiter, P., & Nimis, J. (2005). *A Taxonomy of Incentive Patterns. Agents and Peer-to-Peer Computing* (Vol. 2872, pp. 89-100). Springer Berlin, Heidelberg. doi:http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-25840-7_10
- [79] OceanStore. (2010). *The OceanStore Project Home Page*. Retrieved from <http://www.oceanstore.org/>.
- [80] Octoshape. (2010). *Octoshape Home Page*. Retrieved from <http://www.octoshape.com/>. 57

- [81] P2P-NEXT Consortium. (2010). Next generation peer-to-peer content delivery platform project Home Page. Retrieved from <http://p2p-next.org/>.
- [82] Park, J., & van der Schaar, M. (2010). A Game Theoretic Analysis of Incentives in Content Production and Sharing Over Peer-to-Peer Networks. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, 4(4), 704-717. doi:10.1109/JSTSP.2010.2048609
- [83] PPLive. (2010). PPTV Home Page. Retrieved from <http://www.pptv.com/>.
- [84] PPStream. (2011). PPS Net TV Home Page. Retrieved from <http://www.pps.tv/en/>
- [85] PeerCast.org. (2010). PeerCast Home Page. Retrieved from <http://www.peercast.org/>.
- [86] Reed, I.S., & Solomon, G.(1960). Polynomial Codes Over Certain Finite Fields. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics* (8) (1960) 300–304.
- [87] Reimers, U. (2004). DVB. (2nd.). Springer Publishing Company, Incorporated.
- [88] Rekhter, Y., Li, T., & Hares, S. (2006). A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4). Request for Comments. IETF. Retrieved from <http://www.ietf.org/rfc/rfc4271.txt>.
- [89] Rekhter, Y., Moskowitz, B., Karrenberg, D., de Groot, G. J., & Lear, E. (1996). Address Allocation for Private Internets. Retrieved from <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1918.txt>.
- [90] SARACEN Consortium. (2010). Socially Aware, collaboRative, scAlable Coding mEdia distributioN project Home Page. Retrieved from <http://www.saracen-p2p.eu/>.
- [91] SEA Consortium. (2010). SEAmless Content Delivery project Home Page. Retrieved from <http://www.ist-sea.eu/>.
- [92] Shneidman, J., Parkes, D. C., & Massoulié, L. (2004). Faithfulness in internet algorithms. *Proceedings of the ACM SIGCOMM workshop on Practice and theory of incentives in networked systems* (pp. 220-227). New York, NY, USA: ACM.
doi:<http://doi.acm.org/10.1145/1016527.1016537>
- [93] Schulzrinne, H., Casner, S., Frederick, R., & Jacobson, V. (2003). RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications. Retrieved from <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3550.txt>.
- [94] Sentinelli, A., Celetto, L., Lefol, D., Palazzi, C., & Pau, G. (2008). A survey on P2P streaming clients: looking at the end-user. In *Proceedings of the 4th Annual International Conference on Wireless Internet, WICON'08* (pp. 1-4). ICST, Brussels, Belgium, Belgium: ICST (Institute

- for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering). doi: 10.4108/ICST.WICON2008.4994.
- [95] Sentinelli, A., Marfia, G., Gerla, M., Kleinrock, L., & Tewari, S. (2007). Will IPTV ride the peer-to-peer stream? [Peer-to-Peer Multimedia Streaming]. *IEEE Communications Magazine*, 45(6), 86-92. doi: 10.1109/MCOM.2007.374424.
- [96] Shen, X., Yu, H., Buford, J., & Akon, M. (2009). *Handbook of Peer-to-Peer Networking* (1st.). Springer Publishing Company, Incorporated.
- [97] Shokrollahi, A. (2006). Raptor Codes. *IEEE Trans. Info. Theory*, vol. 52, no. 6., Jun. 2006, pp. 2551–67.
- [98] Singh, A., Castro, M., Druschel, P., & Rowstron A. (2004) Defending against eclipse attacks on overlay networks. *Proceedings of the 11th workshop on ACM SIGOPS European workshop*, page 21, 2004.
- [99] Sirivianos, M., Han, J., Rex, P., & Yang, C. X. (2007). Free-riding in BitTorrent Networks with the Large View Exploit. *Proceedings of the 6th International Workshop on Peer-to-Peer Systems, IPTPS'07*. Retrieved from <http://research.microsoft.com/en-us/um/redmond/events/iptps2007/>
- [100] Sirivianos, M., Park, J. H., Yang, X., & Jarecki, S. (2007). Dandelion: cooperative content distribution with robust incentives. *Proceedings of the USENIX Annual Technical Conference 2007* (p. 12:1--12:14). Berkeley, CA, USA: USENIX Association. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1364385.1364397>
- [101] SopCast. (2010). SopCast Home Page. Retrieved from <http://www.sopcast.org/>. 59
- [102] Streamcast Networks. (2008). Morpheus Home Page (Web Archive). Retrieved from http://web.archive.org/web/*/http://morpheus.com.
- [103] TU Delft - Tribler. (2010). Tribler project Home Page. Retrieved from <http://tribler.org/trac/wiki>.
- [104] Tu, Y.-C., Sun, J., Hefeeda, M., & Prabhakar, S. (2005). An Analytical Study of Peer-to-Peer Media Streaming Systems. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications and Applications*, Vol. 1, No. 4, November 2005, Pages 354–376.
- [105] TVU networks. (2010). TVU networks Home Page. Retrieved from <http://www.tvunetworks.com/>.
- [106] Tang, Y., Wang, H., & Dou, W. (2004). Trust based incentive in P2P network. *Proceedings of the IEEE International Conference on E-Commerce Technology for Dynamic E-Business* (pp. 302-305). doi:10.1109/CEC-EAST.2004.71

- [107] Taylor, I. J. & Harrison, A. (2009). *From P2P and Grids to Services on the Web: Evolving Distributed Communities* (2nd.). Springer Publishing Company, Incorporated.
- [108] Thompson, G. & Chen, Y. R. (2009). IPTV: Reinventing Television in the Internet Age. *IEEE Internet Computing*, 13(3), 11-14. doi: 10.1109/MIC.2009.63.
- [109] Tran, D. A., Hua, K., & Do, T. (2003). ZIGZAG: An Efficient Peerto-Peer Scheme for Media Streaming". In *Proceedings of IEEE INFOCOM*.
- [110] UUsee. (2010). UUsee Home Page. Retrieved from <http://www.uusee.com/>.
- [111] Vlavianos, A., Iliofotou M. & Faloutsos, M. (2006). BiTos: Enhancing bittorrent for supporting streaming applications. In *Proceedings of the 9th IEEE Global Internet Symposium*, Apr. 2006.
- [112] Wallach, D. S. (2003). A Survey of Peer-to-Peer Security Issues. In *Proceedings of the Mext-NSF-JSPS International Symposium on Software Security – Theories and Systems (ISSS'02)*, volume 2609 of LNCS, pages 42–57, Tokyo, Japan, Nov. 2003. Springer. 60
- [113] Waitzman, D., Partridge, C., & Deering, S. E. (1988). Distance Vector Multicast Routing Protocol. Request for Comments. IETF. Retrieved from <http://www.ietf.org/rfc/rfc1075.txt>.
- [114] Wang D. & Liu, J. (2006). A Dynamic Skip List based Overlay Network for On-Demand Media Streaming with VCR Interactions", *IEEE International Conference on Multimedia & Expo (ICME)*, Toronto, ON, Canada, July 9-12, 2006.
- [115] Wang M., & Li, B. (2007). R2: Random Rush with Random Network Coding in Live Peer-to-Peer Streaming. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 25, no. 9, pp. 1655–1666, Dec. 2007.
- [116] Wang M., & Li, B. (2007). Lava: A Reality Check of Network Coding in Peer-to-Peer Live Streaming. In *IEEE INFOCO*, Anchorage, Alaska, May 2007.
- [117] Xiao, X., Zhang, Q., Shi, Y., & Gao, Y. (2011). How Much to Share: A Repeated Game Model for Peer-to-Peer Streaming under Service Differentiation Incentives. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, PP(99), 1. doi:10.1109/TPDS.2011.167
- [118] Xie, S., Li, B., Keung, G. Y., & Zhang, X. (2007). Coolstreaming: Design, Theory, and Practice. *IEEE Transactions on Multimedia*, 9(8), 1661-1671. doi: 10.1109/TMM.2007.907469.
- [119] Zhang, M., Zhao, L., Tang, Y., Luo, J.-G., & Yang, S.-Q. (2005). Large-Scale Live Media Streaming over Peer-to-Peer Networks through Global Internet. In *Proc. ACM Int. Conference on Multimedia, P2PMMS Workshop*.

- [120] Zhang, X., Liu, J., Li, B., & Yum, T. P. (2005). CoolStreaming/DONet: A Data-driven Overlay Network for Peer-to-Peer Live Media Streaming. In Proceedings of the 24th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, INFOCOM '05. (Vol. 3, pp. 2102-2111 vol. 3). doi: 10.1109/INFCOM.2005.1498486. 61
- [121] Zink, M. & Mauthe, A. (2004). P2P Streaming using Multiple Description Coded Video. In Euromicro Conference, 2004. Proceedings. 30th (pp. 240-247). doi: 10.1109/EURMIC.2004.1333377.
- [122] Clarke, I., Sandberg, O., Wiley, B., & Hong, T. W. (2001). Freenet: a distributed anonymous information storage and retrieval system. In *Proceedings of the International workshop on Designing privacy enhancing technologies* (pp. 46-66). New York, NY, USA: Springer-Verlag New York, Inc.
- [123] Mori, R. & Kawahara, M. (1990). Superdistribution: The Concept and the Architecture. *Transactions of the IEICE, E73(7)*, 1133-1146. Retrieved from <http://www.virtualschool.edu/mon/ElectronicProperty/MoriSuperdist.html>.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ (Social TV).

Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια, την εξέλιξη της διαδικτυακής τηλεόρασης οδηγούν οι εφαρμογές προστιθέμενης αξίας με έμφαση στις εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης.

Το twitter [28], το facebook [27], το Pinterest[58] κ.α. έχουν εισέλθει σε μεγάλο βαθμό στην ζωή των καταναλωτών. Αποτελούν μέρος της ζωής τους.

Αυτό οδηγεί και στην τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης, που εξετάζουμε αναλυτικά στο παρόν κεφάλαιο.

Καθοριστικοί παράγοντες στην εξέλιξη της Τηλεοπτικής αγοράς είναι οι εξής:

- Η εύκολη ελεύθερη πρόσβαση σε περιεχόμενο
- Οι ιδιαίτερα ενεργοί εμπλεκόμενοι τηλεθεατές – χρήστες.
- Η τεχνολογικές εξελίξεις για τον διαμερισμό μεγάλου όγκου περιεχομένου σε συσκευές με δυνατότητα προβολής πολυμεσικού περιεχομένου .
- Η δυνατότητα προβολής και χρήσης του περιεχομένου οπουδήποτε, οποτεδήποτε σε οποιαδήποτε συσκευή.

Η «γραμμική» ή «κλασσική» διαδικτυακή τηλεόραση, ήταν το πρώτο βήμα. Το οικοσύστημα της τηλεόρασης εμπλουτίστηκε με την εμπλοκή των τεχνολογικών παρόχων, των παρόχων προστιθεμένων υπηρεσιών (OTT providers), με βασικό παράγοντα την ευρεία εξάπλωση του διαδικτύου που οδήγησε και οδηγεί σε νέες τεχνολογικές και επιχειρηματικές συμπεριφορές και το κυριότερο την αλλαγή στην κοινωνική συμπεριφορά.

Επίσης η διαμόρφωση ενός νέου μοντέλου ενημερωμένων και τεχνολογικά καταρτισμένων χρηστών χωρίς γεωγραφικά, κοινωνικά, οικονομικά όρια οδηγεί την αγορά της τηλεόρασης, στην δημιουργία της τηλεόρασης κοινωνικής δικτύωσης (social TV) που αποτελεί την μετεξέλιξη της διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV), της διαδραστικής τηλεόρασης (iTV), της

τηλεόρασης ομότιμων κόμβων (P2PTV) και της τηλεόρασης διαδικτύου (internet TV ή web TV).

Σύμφωνα με την έρευνα της εταιρείας Market and Markets [3], το μέλλον της τηλεόρασης είναι η «κοινωνικοποίηση» της, που μπορεί να γίνει πραγματικότητα με την τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης, με βασικό παράγοντα την εξέλιξη της «διαπεραστότητας» των παρεχομένων υπηρεσιών. Ήδη τα τηλεοπτικά δίκτυα παρουσιάζουν εκπομπές εμπλουτισμένες με εφαρμογές κοινωνικών δικτύων. Ουσιαστικά στοχεύουν στη δέσμευση και την εμπιστοσύνη του συνδεδεμένου χρήστη (τηλεθεατή) ώστε να ενισχυθεί το κέρδος τους.

5.1. Ορισμός Τηλεόρασης Κοινωνικής δικτύωσης (Social TV)

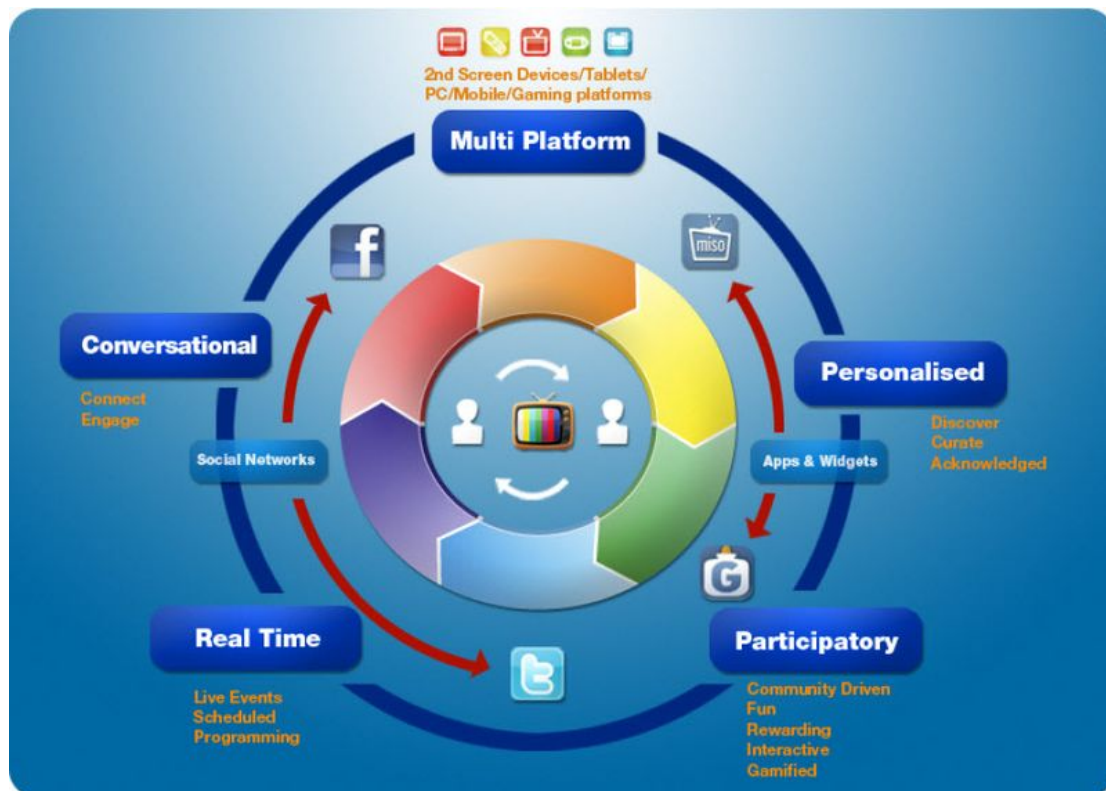
Η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης (Social TV) θεωρείται η εξέλιξη, της διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV) με ενσωματωμένες τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά της διαδραστικής τηλεόρασης (InteractiveTV – iTV), όπως την είχαμε «οριοθετήσει» τα προηγούμενα χρόνια. Μπορούμε να πούμε ότι η Τηλεόραση Κοινωνικής Δικτύωσης (Social TV) είναι η εξέλιξη της διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV), και πιο συγκεκριμένα η IPTV 3.0

Ο όρος Τηλεόραση Κοινωνικής Δικτύωσης (Social TV) παρουσιάστηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT) στις ΗΠΑ (MIT-2010)[1][26], ως μια από τις 10 τεχνολογίες οι οποίες θα αλλάξουν τον τρόπο ζωής μας όπως τον ξέρουμε σήμερα.

Με απλά λόγια, είναι η συγχώνευση των κοινωνικών δικτύων μέσα στην τηλεόραση. Στην ουσία η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης (Social TV) είναι ένας όρος ο οποίος περιγράφει την τεχνολογία που υποστηρίζει την επικοινωνία και την κοινωνική διαδραστικότητα, είτε στο περιεχόμενο της εκπομπής, είτε σε άλλο περιεχόμενο που σχετίζεται με το οικοσύστημα της τηλεόρασης. Οι τηλεθεατές μπορούν να χρησιμοποιούν κοινωνικά δίκτυα για να συνδεθούν με την τηλεόραση και το αντίστοιχο περιεχόμενο που τους ενδιαφέρει. Καταυτό τον τρόπο οι θεατές – χρήστες απασχολούνται σε μαζικές πραγματικού χρόνου συζητήσεις, σχετικά με το περιεχόμενο που εκπέμπεται στην δεδομένη χρονική στιγμή, και ουσιαστικά αποτελούν μέρος της συζήτησης και εξατομικεύουν την όλη θέαση[5][1][12][13][19]. Αυτό

δημιουργεί μία συμμετοχική κουλτούρα (participatory culture) με εξατομικευμένα χαρακτηριστικά [4]. Στην πραγματικότητα η τηλεόραση πάντα ήταν κοινωνική. Αυτός είναι και θα είναι ο ρόλος της. Απλώς με τα δίκτυα κοινωνικής δικτύωσης και την τεχνολογική εξέλιξη ουσιαστικά η τηλεόραση αποκτά την κοινωνικότητα για την οποία σχεδιάστηκε.

Στην παρακάτω εικόνα 5-1, μπορούμε να δούμε τα δομικά στοιχεία που απαρτίζουν την τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης ([πηγή: MIT technology Review Ιούνιος 2010][4]).



Εικόνα 5-1: Δομικά στοιχεία που απαρτίζουν την τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης (Social TV)[4]

Επιγραμματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο στόχος της τηλεόρασης κοινωνικής δικτύωσης (SocialTV) είναι:

- Να καλύψει τον στόχο για ασύγχρονη και σύγχρονη επικοινωνία

- Να υποστηρίξει την άμεση κοινωνικοποίηση
- Να επιτρέψει σε τηλεθεατές σε διαφορετικές τοποθεσίες να επικοινωνούν μεταξύ τους
- Να εκπαιδεύσει τους τηλεθεατές για την χρήση εφαρμογών, ειδικά σε κινητές συσκευές, ώστε να διαμοιράζονται το «δικό τους περιεχόμενο» με αυτούς που έχουν κοινά κοινωνικά στοιχεία.
- Να δημιουργήσει εικονικές κοινότητες
- Να κάνει την τηλεοπτική συσκευή το κέντρο της τηλεοπτικής κοινωνικής εμπειρίας.

5.2. Παράγοντες που διαμορφώνουν το μοντέλο της τηλεόρασης κοινωνικών δικτύων (Social TV).

Αν και η άνοδος του διαδικτύου και συγκεκριμένα, η σύγκλιση διαδικτύου και τηλεόρασης οδηγεί τις εξελίξεις στην τηλεόραση, όπου τα δίκτυα κοινωνικής δικτύωσης αποτελούν την αιχμή του δόρατος για την αναμόρφωση του οικοσυστήματος της προσφέροντας νέες τηλεοπτικές εμπειρίες.

5.2.1. Η συνεισφορά της κοινωνικής ομάδας

Ίσως η πιο σημαντική τάση που καταλύεται από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης είναι η ανάγκη να μοιραστούν τις εμπειρίες τους και τις προσωπικές τους προτιμήσεις και να συμβάλουν στην εμπειρία. Οι άνθρωποι δεν θέλουν μόνο να παρακολουθήσουν και να «καταναλώνουν», αυτό που πραγματικά επιθυμούν είναι να συνδεθούν ενεργά με τους άλλους, ενώ παρακολουθούν κάποιο τηλεοπτική μετάδοση και να ακουστούν (να μπορούν να παρέμβουν) [7][11]. Χρησιμοποιούν έξυπνα κινητά τηλέφωνα (smartphones) και κινητές συσκευές (tablets) για να μοιραστούν τις σκέψεις και τα συναισθήματά τους στο Twitter [28] και στο Facebook[27], ενώ παρακολουθούν τηλεόραση, κατά προτίμηση χρησιμοποιώντας γραπτά μηνύματα ή SMS. Στην ουσία οι θεατές θέλουν να συνεισφέρουν, και να συμμετέχουν στην εξέλιξη της ιστορίας[26].

Πράγματι, μια πρόσφατη έρευνα που διεξήχθη στο Ηνωμένο Βασίλειο[16] σε χρήστες διαδικτύου σε κινητές συσκευές κάτω από την ηλικία των 25 ετών, διαπιστώθηκε ότι: Οι περισσότεροι χρησιμοποιούν την φορητή τους συσκευή (smartphone, tablet) για να μιλήσουν με τους φίλους τους την ώρα που παρακολουθούν ένα τηλεοπτικό show, σχολιάζοντας την συγκεκριμένη μετάδοση. Οι πιο συνηθισμένοι τρόποι επικοινωνίας είναι:

- 72% Twitter
- 56% Facebook
- 34% άλλες κινητές εφαρμογές.

Ενώ το 62% των χρηστών της τηλεόρασης αρέσκονται στο να χρησιμοποιούν συνδυαστικά τις παραπάνω εφαρμογές. Η μελέτη διαπίστωσε επίσης ότι το 34% των ερωτηθέντων χαρακτήρισε την νέα αυτή τηλεοπτική εμπειρία της τηλεόρασης κοινωνικής δικτύωσης ως «αστείο», το 32% δήλωσε ότι πλέον η τηλεόραση αποκτά ενδιαφέρον και το 42% ανέφερε ότι η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης είναι πράγματι πλέον κοινωνική, με τον όρο κοινότητα σε πρώτο πλάνο. Πράγματι η νέα γενιά είναι αυτή που «απαιτεί» την κοινωνικοποίηση της τηλεόρασης μετατρέποντας τα τηλεοπτικά προγράμματα σε πραγματικού χρόνου γεγονότα τα οποία παρακολουθούν και την ίδια ώρα μοιράζονται την εμπειρία με τους φίλους τους και γενικότερα με την «κοινότητα» τους[36].

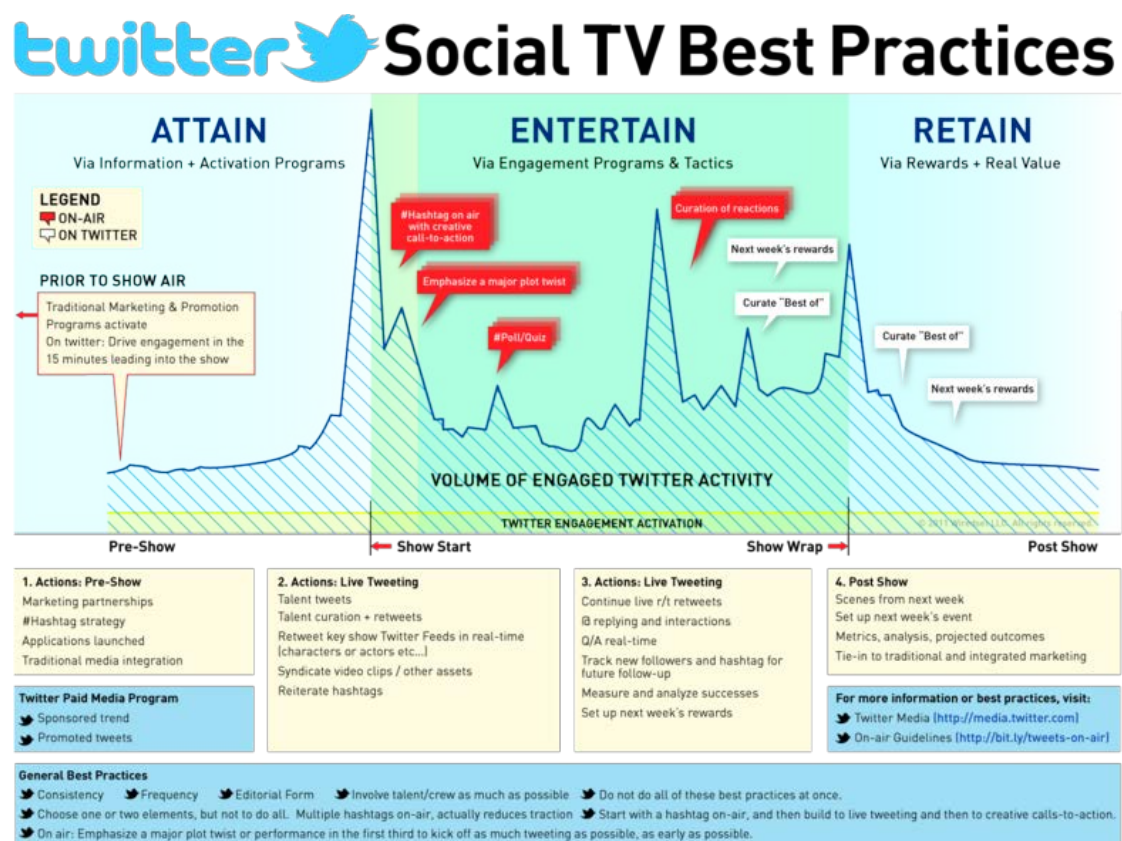
5.2.2. Η υιοθέτηση της δεύτερης οθόνης.

Στην Αυστραλία μια έρευνα της Nielsen Online Consumer[5], σε δείγμα 5800 χρηστών του διαδικτύου, το 77% των ερωτηθέντων δήλωσε ότι χρησιμοποιούν τουλάχιστον δύο μορφές των μέσων ενημέρωσης ταυτόχρονα. Ο ισχυρός συνδυασμός τηλεόρασης και των ιστοσελίδων (σε tablet, smartphone, και φορητό υπολογιστή) . Παράλληλα το 65% δήλωσε ότι η προσοχή του είναι στραμμένη στο διαδίκτυο ενώ το 14% στην τηλεόραση

5.2.3. Η άνοδος του Twitter TV

Το 2012 η άνοδος του Twitter[28] και της τηλεόρασης ήταν αρκετά εντυπωσιακή, σε σημείο που μερικοί ξένοι αναλυτές[3][5][12], χαρακτηρίζουν το twitter σαν μέσο κοινωνικής δικτύωσης «συνώνυμο» με την τηλεόραση. Μερικοί άλλοι [12] έφτασαν στο σημείο να δηλώσουν ότι το Twitter επαναπροσδιορίζει τον όρο «τηλεόραση πραγματικού χρόνου» (real time TV). Αυτό κυρίως λόγω του ότι όχι μόνο το Twitter επιτρέπει την άμεση απόκριση σε τηλεοπτικά γεγονότα, αλλά επιτρέπει στον θεατή να συνδεθεί και να μοιραστεί την τηλεοπτική εμπειρία μέσω της συζήτησης.

Ένας άλλος εξειδικευμένος τομέας, όπου το twitter[28], έχει μεγάλη διείσδυση στην επαφή και την αλληλεπίδραση με τον θεατή είναι τα στούντιο ειδήσεων (newsroom). Πολλά κανάλια ειδήσεων χρησιμοποιούν τα βίντεο που μοιράζονται με τους θεατές τους στο twitter για να προσθέσουν νόημα στην παρουσίαση των γεγονότων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα το Al Jazeera centered πρόγραμμα [37], το οποίο αποτελεί την πιο φιλόδοξη ολοκλήρωση του twitter και κατ'επέκταση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης σε ένα πρόγραμμα ειδήσεων την σημερινή εποχή.



Εικόνα 5-2: Twitter TV Καλύτερες πρακτικές [πηγή: Nielsen Digital Agency report [5]]

5.2.4. Facebook & Τηλεόραση Κοινωνικής δικτύωσης

Και το Facebook[27], με την σειρά του έχει δώσει έμφαση στην τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης.

Η πλατφόρμα MIPTV στο Facebook [38], αποτελεί το όχημα του μέσου στην τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα δίνει έμφαση σε τέσσερις διακριτούς άξονες:

- Δημιουργία κοινοτήτων τηλεθεατών
- Έλεγχοι για τα άλλα μέλη της διαδικτυακής κοινότητας αν παρακολουθούν το συγκεκριμένο πρόγραμμα τηλεόρασης για να μπορέσει να διασυνδεθεί άμεσα.
- Ηλεκτρονικός οδηγός προγράμματος (FaceBook EPG). Ουσιαστικά αποτελεί την πύλη στην ανακάλυψη εξατομικευμένου περιεχομένου.

5.2.5. Εφαρμογές Κοινωνικής Τηλεόρασης (Social TV apps).

Μία από τις βασικές κινητήριες δυνάμεις της κοινωνικής τηλεόρασης υπήρξε η ανεξέλεγκτη εξάπλωση των κινητών κοινωνικών εφαρμογών που εμπίπτουν σε δύο κύριες κατηγορίες:

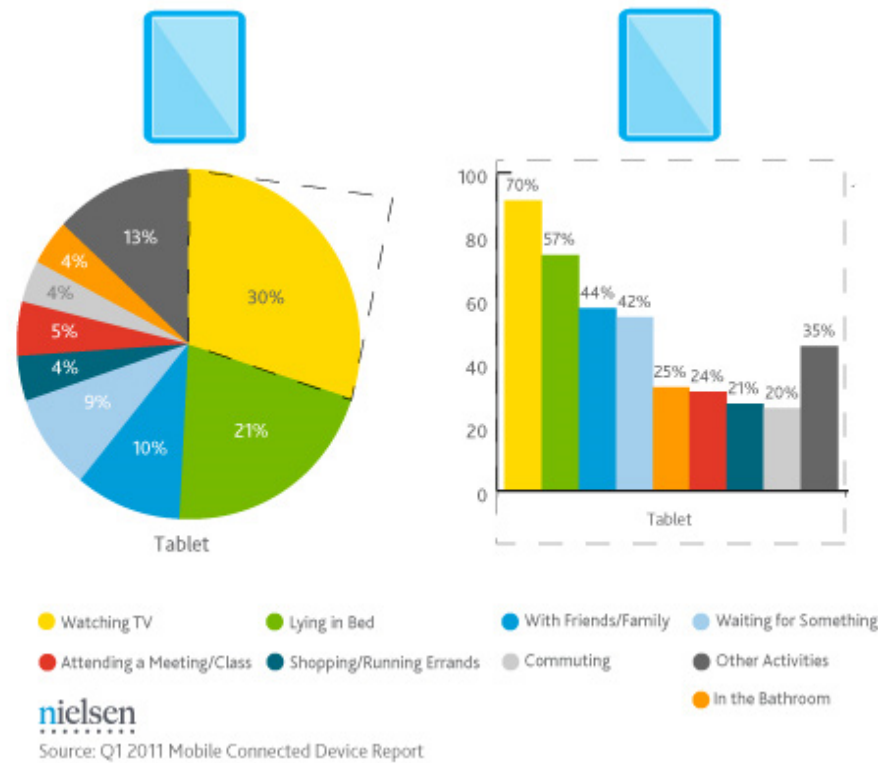
Εφαρμογές ελέγχου (check in) τηλεόρασης: εφαρμογές όπως το Get Glue [39], Miso[40], IntoNOW[41], TV Chatter[42], κ.α.

Αυτού του είδους οι εφαρμογές είναι άμεσα αξιοποιήσιμες εξετάζοντας υπάρχουσες συμπεριφορές του χρήστη σε σχέση με το πρόγραμμα που παρακολουθεί, τον τρόπο που το παρακολουθεί, πόσες φορές έκανε post ή tweet για το πρόγραμμα που παρακολουθεί κ.α. Μία πληθώρα κινητών εφαρμογών κοινωνικής τηλεόρασης (Social TV apps) έχουν αρχίσει να φέρνουν την συμπεριφορά των διασυνδεδεμένων χρηστών (on line behavior) σε μία δεύτερη οθόνη, αξιοποιώντας την εμπειρία των δύο οθονών[19].

Εφαρμογές συγχρονισμού σε iPad. Οι συγκεκριμένες εφαρμογές επιτρέπουν στους χρήστες τους, ενώ παρακολουθούν ένα συγκεκριμένο τηλεοπτικό πρόγραμμα, να μπορούν να έχουν πρόσβαση και σε άλλο πολυμεσικό περιεχόμενο το οποίο σχετίζεται με την συγκεκριμένη τηλεοπτική εκπομπή αξιοποιώντας όλες τις γνωστές λειτουργίες όπως ταχεία προώθηση (fast forward), χρονική ολίσθηση (time shifted) κ.α.

Το iPad ουσιαστικά αποτέλεσε μία μοναδική συσκευή δεύτερης οθόνης και καθιέρωσε πρότυπα για την συγκεκριμένη λειτουργία. Στην ίδια κατηγορία μπορούμε να κατατάξουμε και τα κινητά τηλέφωνα, αλλά και όλες τις κινητές συσκευές (tablets) άλλων κατασκευαστών.

Η μελέτη της εταιρείας Nielsen[5] (εικόνα 5- 3), αποδεικνύει ότι οι χρήστες χρησιμοποιούν τα iPads σαν δεύτερη οθόνη μπροστά στον τηλεοπτικό δέκτη την ώρα που παρακολουθούν κάποιο τηλεοπτικό πρόγραμμα.



Εικόνα 5- 3: Αναφορά συνδεδεμένων συσκευών, Nielsen Group – Mobile Connected Device Report-Q1/2011 [5].

5.2.6. Η Συνδεδεμένη τηλεόραση (Connected TV)

Αυτή την δεδομένη χρονική στιγμή το 50% των συσκευών τηλεόρασης που διατίθεται στο εμπόριο έχουν την δυνατότητα διασύνδεση με το διαδίκτυο (internet capable)[18] με προοπτική αυτό το ποσοστό να ξεπεράσει το 80% τα επόμενα τρία με τέσσερα χρόνια. Η σύγκλιση συμβαίνει την δεδομένη χρονική στιγμή. Στο άμεσο μέλλον δεν θα υπάρχει διάκριση μεταξύ περιεχομένου στο διαδίκτυο (web content) και του περιεχομένου της τηλεόρασης καθώς διαδικτυακές και κινητές εφαρμογές εκμεταλλεύονται την τηλεόραση σαν συσκευή για να παραδώσουν άμεσα περιεχόμενο επί της οθόνης με διαδραστικές ιδιότητες σε συγκεκριμένη διάταξη. Κλασικά παραδείγματα σημαντικοί παίκτες όπως η Google[50] που αναβαθμίζει το Google TV ολοκληρώνοντάς το με την πλατφόρμα Android. Το YouTube αναβαθμίζει τα κανάλια εκπομπής του για να συμπεριλάβει περισσότερο υψηλής ευκρίνειας περιεχόμενο. Η Microsoft με την κοινότητα X-Box live[43] και τις πρόσφατες απορροφήσεις των εταιρειών Skype και Yahoo καθώς και

της κινητής εφαρμογής Into Now [41], προετοιμάζεται για την Τηλεόραση Κοινωνικής Δικτύωσης. Παράλληλα οι κλασικοί κατασκευαστές τηλεοπτικών δεικτών έχουν αρχίσει να προωθούν τις δικές τους εφαρμογές για την τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης προωθώντας με ακόμα πιο γρήγορα βήματα την ολοκλήρωση του οικοσυστήματος της διαδικτυακής και κατ'επέκταση της κοινωνικής τηλεόρασης ή πιο απλά της τηλεόρασης του μέλλοντος. Αν λάβουμε επίσης υπόψη και το γεγονός ότι δραστηριοποιούνται σε παγκόσμιο επίπεδο πάνω από εκατό εταιρείες που προσφέρουν υπηρεσίες διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV), όπως επίσης τους παρόχους καλωδιακών και δορυφορικών υπηρεσιών αλλά και τους παραδοσιακούς παρόχους τηλεοπτικών προγραμμάτων, καταλαβαίνουμε ότι οι εφαρμογές της κοινωνικής τηλεόρασης είναι η συγκεκριμένη συνιστώσα που θα μπορέσει να οδηγήσει στην ολοκλήρωση της τηλεοπτικής εμπειρίας. Μίας τηλεοπτικής εμπειρίας που σίγουρα θα είναι κοινωνική με έμφαση στην πλήρη διαδραστικότητα.

Η Τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης είναι σημαντική, επειδή τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (social media) φέρνουν κοντά την τηλεόραση και τον ψηφιακό κόσμο. Οι τηλεθεατές ήδη χρησιμοποιούν την τηλεόραση θα μπορούσαμε να πούμε «κοινωνικά», είτε για να παρακολουθήσουν μόνοι τους κάποιο τηλεοπτικό πρόγραμμα και να συζητήσουν με άλλους για αυτό αργότερα, είτε να το παρακολουθήσουν με παρέα. Απλά η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης θα προσφέρει την πραγματικού χρόνου διαδραστικότητα στην Τηλεόραση, η οποία είχε χαθεί τα τελευταία χρόνια. Οι τηλεθεατές που παρακολουθούσαν ένα τηλεοπτικό πρόγραμμα καθόντουσαν μπροστά στην τηλεοπτική τους συσκευή και μιλούσαν για τις εμπειρίες τους με συναδέλφους τους και την οικογένεια τους και τους φίλους τους, θα μπορούν να το κάνουν άμεσα την ίδια χρονική στιγμή της τηλεθέασης του προγράμματος. Πιο συγκεκριμένα έχουν πια την δυνατότητα να φτιάξουν ομάδες κοινωνικής δικτύωσης με βάση τις προτιμήσεις τους, να δημιουργήσουν ένα δικό τους κανάλι διανομής πολυμεσικού περιεχομένου, χωρίς γεωγραφικούς περιορισμούς αλλά με περιορισμούς που θα θέτουν οι ίδιοι και μόνο οι ίδιοι[4][20].

5.3. Προβλέψεις εσόδων Τηλεόρασης κοινωνικής Δικτύωσης (Social TV)

Η παγκόσμια αγορά τηλεόρασης κοινωνικής δικτύωσης (Social TV), αποτελεί ήδη μια βιομηχανίας πολλών δισεκατομμυρίων δολαρίων με σημαντικές εταιρείες του τηλεοπτικού χώρου να επενδύουν πόρους σε υπηρεσίες προβολής δεύτερης οθόνης. Σύμφωνα με έρευνα του οίκου Market and Markets [3], η αγορά θα παρουσιάσει ανάπτυξη σε διψήφιο αριθμό μέσα στη προσεχή πενταετία. Σύμφωνα με τον ερευνητικό οίκο αναμένεται η αύξηση από τα 151,74 δισεκατομμύρια \$ που είναι φέτος να εκτινάσσεται στα 256,44 δισεκατομμύρια \$ έως το 2017- αναμενόμενη αύξηση κατά 11,2 % από το 2012 έως το 2017.

Προς το παρόν η Ευρώπη απολαμβάνει το μεγαλύτερο μερίδιο της πίτας των εσόδων από την τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης. Η Markets and Markets[3] υπολογίζει ότι στην Ευρώπη, τα συνολικά έσοδα θα ανέλθουν σε 55,48 δισεκατομμύρια \$ για το 2012, και σύμφωνα με μετρήσεις αναμένεται να αυξηθεί έως το 2017 στα 77,74 δισεκατομμύρια \$ με ποσοστιαία αύξηση λίγο μικρότερης από εκείνη της συνολικής αύξησης.

Όσο η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης ξεκινά να κεντρίζει το ενδιαφέρον μεγάλων επενδυτών στο χώρο των πολυμέσων και της βιομηχανίας ηλεκτρονικής τεχνολογίας τόσο αυξάνονται και οι συνεργασίες μεταξύ των καναλιών και των καθ' αυτό μέσων κοινωνικής δικτύωσης (facebook, tweeter).

Σύμφωνα με έρευνα της Markets and Markets[3] «Υπάρχει ποικιλία παιχτών στο οικοσύστημα της κοινωνικής τηλεόρασης, όσο αυτή η βιομηχανία είναι ανοικτή σε πειραματισμούς και ωθεί σε στενή συνεργασία των τηλεοπτικών δικτύων και των εταιρειών μέσων κοινωνικής δικτύωσης. Παρ' όλο που οι φορείς ευρυεκπομπής ενσωματώνουν την τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης στις πλατφόρμες τους, υπάρχουν πολλοί που δένουν τις πλατφόρμες τους με το Twitter για διευρυμένες κατ' απαίτηση εμπειρίες και την άμεση συμμετοχή των διασυνδεδεμένων χρηστών. Οι παίχτες αυτής της βιομηχανίας, BBC[45], CNN[46] απ' την άλλη έχουν έρθει σε συμφωνία με άλλους παίχτες κοινωνικής δικτύωσης όπως το facebook, κι αυτό θα συνεχίζεται όσο οι εταιρείες μέσων μαζικής δικτύωσης επιθετικά προσπαθούν να επιχειρήσουν μέσα σε αυτόν τον χώρο»

Επίσης προσθέτει ότι «Η κοινωνικότητα αναδύεται ως ο συνδυασμός της τηλεόρασης και μέσω κοινωνικής δικτύωσης, όπου νέα μορφότυπα αναπτύσσονται ώστε να ενισχύεται η δέσμευση με τον χρήστη και να ενθαρρύνονται οι επί πληρωμή συναλλαγές» [3]. Πολλές εταιρείες του κλάδου των θεαμάτων και της τεχνολογίας όπως οι Hearst [47], Time Warner[48], BSkyB[49] και Google[50] υποστηρίζουν διάφορα έργα (projects) για την τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης δαπανώντας μεγάλα χρηματικά ποσά.

5.4. Το μέλλον της τηλεόρασης -τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης.

5.4.1. Κοινωνικότητα και Τηλεόραση

Η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης είναι στα πρόθυρα να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο παρακολουθούμε τηλεόραση. Αντί να στεκόμαστε παθητικά απέναντι στην συσκευή, θα αρχίσουμε να χρησιμοποιούμε τις έξυπνες συσκευές, τους φορητούς υπολογιστές, τις οθόνες αφής, τα έξυπνα τηλέφωνα, για να ανακοινώνουμε και να ανταλλάσσουμε απόψεις με άλλους χρήστες για το τηλεοπτικό πρόγραμμα που παρακολουθούμε μέσω twitter, Facebook, Pinterest, Google + και τα άλλα δίκτυα κοινωνικής δικτύωσης. Σαν αποτέλεσμα, γεγονότα τόσο διαφορετικού περιεχομένου όπως Ολυμπιακοί αγώνες, Grammy ή οι εκλογές θα προσελκύουν περισσότερους επισκέπτες και θα δημιουργείτε ενδιαφέρον και κινητικότητα όσο ποτέ άλλοτε.

Κατά μία έννοια δεν αναφερόμαστε για κάτι πρωτοποριακό. Αν αναλογιστεί κανείς την εποχή όταν η τηλεόραση αποτελούσε μια ριζοσπαστική τεχνολογία, οι λίγες οικογένειες που είχαν τη δυνατότητα να διαθέτουν τηλεόραση μαζεύονταν τριγύρω της για να παρακολουθήσουν τα λίγα τηλεοπτικά προγράμματα που ήταν διαθέσιμα κάθε εβδομάδα. Η προβολή κάποιου προγράμματος ήταν ένα άκρως κοινωνικό δρώμενο, διακαώς αναμενόμενο από τα μέλη της οικογένειας, και ίσως των επισκεπτών που είχαν προσκληθεί μόνο και μόνο γι' αυτόν τον λόγο. Όλοι παρακολουθούσαν

από κοινού και σχολίαζαν κατά τη διάρκεια αλλά και μετά την εκπομπή. Τι μπορεί να θεωρηθεί «πιο» κοινωνικό από αυτό.

Παράλληλα η «κοινωνικότητα» της τηλεόρασης αποτελεί το κυρίαρχο δεδομένο για την αλλαγή στον τρόπο συμπεριφοράς και κατ'επέκταση στον τρόπο ζωής των συνδρομητών – θεατών – χρηστών. Η τεχνολογία και τα ζητήματα που απορρέουν από την χρήση της αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα ανάπτυξης του συγκεκριμένου τομέα. Παράλληλα ουσιαστικά ερευνητικά έργα που βγαίνουν στην παραγωγή οδηγούν την συγκεκριμένη αγορά. Παράδειγμα το έργο (project) της NextTV[36] από το MIT Experience Mobile Laboratory. Το συγκεκριμένο έργο αφορά την διασυνδεδεμένη κοινωνική φύση της τηλεόρασης με την προϋπόθεση ότι οποιαδήποτε τηλεοπτική συσκευή μπορεί να έχει πρόσβαση σε απεριόριστο αριθμό διασυνδεδεμένου περιεχομένου. Συνδυάζοντας εθνογραφικά στοιχεία από κοινωνικά διασυνδεδεμένους θεατές – χρήστες και περιεχόμενο με διαδραστικό σχεδιασμό, το έργο προτείνει ένα πρωτοπόρο περιβάλλον επικοινωνίας βασιζόμενο σε πολλαπλές πλατφόρμες μεταξύ της τηλεοπτικής συσκευής και του θεατή (multiplatform TV interface). Κοιτώντας πέρα από τα στατικά στοιχεία του περιεχομένου, το έργο αφορά τον σχεδιασμό ενός πρωτοποριακού περιβάλλοντος επικοινωνίας (interface) το οποίο συνδυάζει προτάσεις και εισηγήσεις μέσα σε ένα δυναμικό, εξατομικευμένο παλίμψηστο (palimpsest) με κοινωνικά και κριτικά σχόλια. Το αποτέλεσμα οδηγεί σε υψηλό βαθμό κοινωνικότητας επιτρέποντας στο περιεχόμενο να προσελκύσει τον θεατή και να μπορέσει να γίνει το κέντρο της κοινωνικής εμπειρίας.

Σύμφωνα με την έρευνα του MIT Mobile Experience Lab, NextTV project [36], τα συμπεράσματα σχετικά με την συμπεριφορά των χρηστών είναι:

- Οι χρήστες παρακολουθούν τηλεόραση με διάφορους τρόπους μέσω διαφόρων συσκευών και ολοκληρωμένων συστημάτων τηλεόρασης (TV platforms).
- Η επαφή με την τηλεόραση και εν γένει η τηλεοπτική εμπειρία συχνά είναι μια ανταλλαγή πολύ προσωπική μεταξύ φίλων.
- Τα σχόλια των χρηστών και η κατανάλωση περιεχομένου δεν συγχρονίζονται.

5.4.2. Διαλογή και επιλογή (Pick and Choose)

Όπως αναφέραμε και στα προηγούμενα κεφάλαια, με την πάροδο του χρόνου η εξέλιξη της τηλεόρασης είναι αλματώδης. Από την κλασική τηλεοπτική συσκευή έχουμε φτάσει στην τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης. Η τηλεόραση διαδικτύου προσέφερε στον καταναλωτή δυνατότητας που μπορούσε να έχει μόνο με μία συσκευή καταγραφής βίντεο και η σύγκλιση τηλεπικοινωνιών και πληροφορικής εξέλιξε το οικοσύστημα της τηλεόρασης για να μπορεί ο χρήστης να απολαμβάνει απλές παροχές, όπως η προβολή ενός βίντεο οποτεδήποτε, οπουδήποτε σε οποιαδήποτε συσκευή.

Παρόλες τις τεχνολογικές εξελίξεις, η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης (Social TV) καταφέρνει να ξαναδημιουργήσει την κοινωνικότητα παρακολούθησης τηλεοπτικών προγραμμάτων και να μας γυρίσει σε μία πιο παλαιά εποχή και καταφέρνει να φέρει την «κοινωνικότητα» στην τηλεόραση που είναι το ζητούμενο.

Και αυτό ακριβώς συμβαίνει. Για όσο έχει να κάνει με την τηλεόραση, η αύξηση της κοινωνικής δικτύωσης[23] και τα εργαλεία επικοινωνίας μέσω διαδικτύου φέρνουν πίσω τη χαμένη συντροφικότητα. Έρευνες για το πώς χρησιμοποιούμε το διαδίκτυο αποδεικνύουν ότι συχνά φίλοι χρησιμοποιούν υπηρεσίες διαδικτυακής συνομιλίας όπως το skype ενώ παρακολουθούν κάποιο τηλεοπτικό πρόγραμμα παράλληλα.

5.4.3 Online συνομιλία (on line chats)

Είναι μια μορφή εικονικής κοινωνικής εμπειρίας. Οι εξελίξεις στη τεχνολογία έχουν επιτρέψει τη δυνατότητα να διαθέτουμε μια ανοικτή οπτικοακουστική συνομιλία την ίδια στιγμή που παρακολουθούμε ένα πρόγραμμα στο διαδίκτυο, επιτρέποντας στους χρήστες να κουβεντιάζουν κατά το δοκούν και να παρακολουθούν μαζί τηλεόραση, ακόμη και αν τους χωρίζει μεγάλη απόσταση.

Ζητήματα που ανακύπτουν και αποτελούν την τάση για περαιτέρω τεχνολογική ανάπτυξη είναι:

Η ενθουλάκωση της διαδικασίας σε μια διαισθητική και εύκολη στη χρήση διεπαφή που απρόσκοπτα ενώνει την τηλεόραση με όλες τις συσκευές τηλεπικοινωνιών που έχουμε στη διάθεση μας.

Η δημιουργία κοινωνικής συγκίνησης του να παρακολουθείς έναν αγώνα σε κάποιο χώρο και να συμπεριλαμβάνει την κοινωνική επαφή ενώ όλοι παρακολουθούν τηλεόραση;

Η πραγματοποίηση των ανωτέρω χωρίς να είναι υποχρεωμένος ο τηλεθεατής –χρήστης να μεταφέρει τον προσωπικό υπολογιστή, την ταμπλέτα ή το κινητό του ενώ παρακολουθεί κάποιο πρόγραμμα.

Δεν υπάρχουν πια τεχνολογικά όρια για να επιτευχθούν τα ανωτέρω. Το ερώτημα δεν είναι αν η κοινωνική υπόσταση της τηλεόρασης επιστρέψει, αλλά το πότε και το πώς.

Αλήθεια είναι πως τίποτε δεν θα έρθει να αντικαταστήσει την εικόνα των φίλων ή συγγενών να μοιράζονται κάποιο πρόγραμμα μπροστά από την τηλεόραση με τον χρήστη. Αλλά το βήμα του κόσμου μας, τον 21^ο αιώνα, κάνει αυτό το σενάριο πολύ δύσκολα υλοποιήσιμο. Η πραγματικότητα είναι ότι ψάχνουμε να βρούμε νέους τρόπους που απρόσκοπτα θα συνδέσουν την παραδοσιακή εμπειρία παρακολούθησης ενός τηλεοπτικού προγράμματος με τον καινούριο «κοινωνικό κόσμο».

Παρ όλη αυτά και παρόλες τις συζητήσεις που έχουν γίνει γύρω από την τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης ένα μυστήριο παραμένει ανεξιχνίαστο. Γιατί ακόμα δεν έχει διαδοθεί. Γιατί η μοναδική εμπειρία που έχουμε έχει να κάνει με ανατροφοδοτήσεις στο twitter.

Η απάντηση προσδίδεται από το γεγονός ότι αντιμετωπίζουμε πρόβλημα με την διακίνηση μεγάλου όγκου δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Αντιμετωπίζουμε ακόμη πρόβλημα στο να εκπέμψουμε μεγάλο όγκο δεδομένων, αλλά και στο να τα επεξεργαστούμε, να τα δρομολογήσουμε και να τα αντλήσουμε ταυτόχρονα.

Έχετε ποτέ αναλογιστεί πως μπορεί μέσω twitter να ανταλλάσσονται 28 εκατομμύρια μηνυμάτων ταυτόχρονα όταν η lady Gaga στέλνει ένα φιλί προς τους θαυμαστές της; Οι μόνοι που έχουν την απάντηση σε αυτό το ερώτημα είναι μια μικρή ομάδα εργαζόμενων στο twitter και κάποιοι

αντίστοιχα στην CIA. Αλλά το ερώτημα αυτό δεσπόζει στην εξέλιξη της τηλεόρασης κοινωνικής δικτύωσης.

Για τα προηγούμενα 80 χρόνια η τηλεόραση αποτελούσε μια μονόδρομη επικοινωνία ευρυεκπομπής. Αλλά η υπόσχεση που θέτει η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης προς το κοινό της είναι ότι θα καταφέρει να αλληλεπιδρά μαζί τους. Η τηλεοπτική εμπειρία θα σταματήσει να είναι ένα μέσο «μιας κατεύθυνσης».

Αυτή η προοπτική της τηλεόρασης κοινωνικής δικτύωσης είναι μοναδική. Βέβαια το ερώτημα που τίθεται είναι πως θα αντιμετωπίσουμε την δυνητικά μεγάλη, πραγματικού χρόνου διακίνηση κυκλοφοριακού φόρτου; Ακριβώς όπως τα αεροδρόμια έχουν αυξημένη κίνηση κατά την διάρκεια των γιορτών ή των διακοπών, λειτουργούν και οι εξυπηρετητές. Όσον αφορά τη διαχείριση φόρτου, το πόσους χρήστες εξυπηρετείς κάθε μήνα είναι λιγότερο σημαντικό από το πόσους μπορείς να εξυπηρετήσεις ανά λεπτό.

Είναι δύσκολο να διανοηθούμε το πόσους ανθρώπους ταυτόχρονα μπορεί να καθηλώσει η τηλεόραση. Ένα αγαπητό προς τους χρήστες πρόγραμμα μπορεί να το παρακολουθούν ταυτόχρονα άνθρωποι που θα καταλάμβαναν 30 ή και παραπάνω γήπεδα ποδοσφαίρου.

Επί σειρά ετών τα τηλεοπτικά δίκτυα για να αντιμετωπίσουν την αυξανόμενη ταυτόχρονη κίνηση στις ιστοσελίδες τους χρησιμοποιούν υπηρεσίες απόκρυψης (caching), όπως την Akamai[51]. Αλλά αυτή η υπηρεσία δεν λειτουργεί αποτελεσματικά όταν έχουμε συχνές εναλλαγές περιεχομένου. Αν θελήσουν να βάλουν το κοινό τους σε μια διαδραστική διαδικασία ψηφοφορίας ή σχολιασμού θα αντιμετωπίσουν πρόβλημα.

Αν 2,5 εκατομμύρια χρήστες παρακολουθούν ταυτόχρονα το ίδιο πρόγραμμα και το 0,5 % εξ' αυτών αξιοποιήσει τη παρεχόμενη εφαρμογή σχολιασμού, είναι σαν να έχουμε μια (ιδεατή) αίθουσα συζητήσεων 10000 ατόμων[5]. Τα νούμερα θα αυξάνονται όσο διαδίδεται η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης (Social TV).

Άρα λοιπόν γιατί να μην αφήσουμε τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης να αντιμετωπίσουν αυτό το πρόβλημα διακίνησης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο; Μέχρι σήμερα οι τηλεοπτικές εκπομπές κάνουν ακριβώς αυτό. Πέραν κάποιων εφαρμογών όπως η GetGlue[39], η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης

όπως την γνωρίζουμε έως σήμερα είναι ένα διευρυμένο twitter. Το 2010 το δίκτυο MTV[52] έθεσε τον πήχη με την άριστη συνεργασία με την εφαρμογή twitter tracker για την αναμετάδοση των VMA awards[55]. Από τότε έχουμε δει πολλές διαφορετικές προσεγγίσεις στο συγκεκριμένο μοτίβο. Το twitter στην πραγματικότητα το πήγε και κάποια βήματα παρακάτω μέσω της συνεργασίας της με το δίκτυο NBC[56] για την κάλυψη των Ολυμπιακών Αγώνων.

Παρ' όλα αυτά η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης θα ξεπεράσει τα όρια του facebook και του twitter για δύο λόγους. Πρώτον, για να καταφέρει να διεγείρει το κοινό και να παραμείνει ανταγωνιστική σε βάθος χρόνου, πρέπει να ενσωματώσει πιο «φιλόδοξες» εφαρμογές. Αυτές οι εφαρμογές θα πρέπει να είναι διαφοροποιημένες σε σχέση με τις υπάρχουσες, να είναι αλληλένδετες μεταξύ τους και με το γραμμικό περιεχόμενο, να μοιάζουν με παιχνίδια, να διαφημιστούν πιο δημιουργικά και γενικότερα να αποτελούν κεντρικό ζήτημα στην συγκεκριμένη βιομηχανία.

Δεύτερον, όσο η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης εισέρχεται στην τηλεοπτική βιομηχανία, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης αποτελούν ανταγωνιστή και όχι συνεργάτη. Τα ρίσκα είναι μεγαλύτερα όσο η συγκεκριμένη αγορά ξεκαθαρίζει το ποιος θα αναπτύξει την πιο άμεση σχέση με το κοινό. Ήδη το Facebook και το twitter έχουν μεγαλύτερη διορατικότητα και έλεγχο όσων αφορά το τηλεοπτικό κοινό, σε σχέση με τους παραγωγούς και τους διαχειριστές των προγραμμάτων. Για να ξεκλειδωθεί η πλήρης δυναμική της κοινωνικής τηλεόρασης και να διατηρηθεί η αυτονομία της, οι σχεδιαστές των εφαρμογών θα πρέπει να βρουν λύση στο πρόβλημα της χειμαρρώδους ροής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Υπάρχουν δύο λόγοι να είμαστε όμως αισιόδοξοι, που και οι δύο αυτοί έχουν έρθει στην επιφάνεια τα τελευταία χρόνια. Το πρώτο έχει να κάνει με το cloud computing, όπου οι μηχανικοί μπορούν να αναπτύξουν την απόδοση των εξυπηρετητών χωρίς να απαιτείται η εγκατάσταση πραγματικών, φυσικών μηχανημάτων σε κέντρα δεδομένων. Παρ' όλα αυτά δε μπορεί να βοηθήσει αν οι εξυπηρετητές δε μπορούν να συνεργαστούν. Ευτυχώς μια νέα μορφή βάσης δεδομένων γνωστή ως NoSQL[54] μπορεί να εισάγει μια αρχιτεκτονική κατά την οποία τα δεδομένα και ο φόρτος των βάσεων δεδομένων μπορούν να μοιραστούν σε διαφορετικά φυσικά μηχανήματα

εξυπηρετητών. Αυτή η αρχιτεκτονική σε συνδυασμό με το cloud computing μπορεί να ανταποκριθεί στην όλο και μεγαλύτερη ανάγκη εγγραφών σε βάσεις των δεδομένων που δημιουργούν οι χρήστες.

Ολοκληρώνοντας μπορούμε να πούμε ότι δεν είναι στη σφαίρα της επιστημονικής φαντασίας πλέον η δυνατότητα ανάπτυξης συστημάτων που επιτρέπει σε εκατομμύρια χρήστες ταυτόχρονα να αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο. Όσο οι τεχνικοί περιορισμοί εξαλείφονται, οι πιο δημιουργικοί από τους παραγωγούς θα ωθήσουν την τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης σε σημείο που ίσως ακόμη δεν έχουμε φανταστεί.

5.5. Πως θα είναι η τηλεόραση το 2020.

Όπως αναφέραμε και στην προηγούμενη παράγραφο, το μέλλον της τηλεόρασης είναι η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης. Μερικές σκέψεις που μπορούμε να κάνουμε για την τηλεόραση το 2020[15][20][21][22], είναι οι ακόλουθες:

1. Η πλήρη παρακμή του κλασσικού μοντέλου τηλεόρασης. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η παραδοσιακή κλασσική τηλεόραση εξαφανίζεται και το μέλλον ανήκει σε πολλαπλές πλατφόρμες με έμφαση την κοινωνικότητα και την διαδραστικότητα προσφέροντας καινοτόμα εμπειρία τηλεθέασης.
2. Η τηλεόραση θα είναι κατ'επιλογή (a la carte) και θα υπάρχει η δυνατότητα αποφυγής των διαφημίσεων. Η δυνατότητα συνδρομής στην αγαπημένη τηλεοπτική εκπομπή, η επιλογή παρακολούθησης με βάση τις προσωπικές προτιμήσεις του θεατή που θα είναι μέρος του συνδρομητικού πακέτου που θα έχει επιλεγεί και η μετάδοσή σε οποιαδήποτε συσκευή οπουδήποτε, θα είναι πραγματικότητα πολύ σύντομα.
3. Οι παγκόσμιες κοινότητες κοινωνικής δικτύωσης, θα κυριαρχήσουν στα μέσα ενημέρωσης[57]. Οι εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης θα συνεχίσουν να πολλαπλασιάζονται έχοντας ως προϋπόθεση την κοινόχρηστη διαδραστικότητα, την σύσταση - πρόταση σε πραγματικό χρόνο καταργώντας τα γεωγραφικά όρια και δημιουργώντας νέες καινοτόμες εμπειρίες.
4. Κάθε τηλεοπτικό δίκτυο, θα έχει μία ομάδα στελεχών που θα ασχολείται αποκλειστικά με τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Ας

λάβουμε υπόψη ότι πριν από δύο χρόνια δεν υπήρχε απολύτως τίποτα και τώρα αρχίζει να λαμβάνει διαστάσεις επιδημίας η χρησιμοποίηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης και η ολοκλήρωσή τους με την τηλεοπτική μετάδοση πολυμεσικού περιεχομένου.

5. Εξατομίκευση – προσωποποίηση οθονών παρακολούθησης[57][22][25]. Η τηλεοπτική εμπειρία αλλάζει. Οι οθόνες αφής αποτελούν την αιχμή του δόρατος στην επικείμενη σαρωτική αλλαγή.
6. Οι κινητές συσκευές θα αποτελέσουν την πιο κοινή συσκευή παρακολούθησης τηλεοπτικών προγραμμάτων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα στην Ιαπωνία και συγκεκριμένα στην πόλη του Τόκιο, όπου υπάρχουν 1.500.000 συνδρομητές σε υπηρεσία τηλεόρασης σε κινητές συσκευές [21].
7. Θα αναπτυχθεί το κοινωνικό ηλεκτρονικό εμπόριο (social commerce). Κλασσικό παράδειγμα το επιχειρηματικό μοντέλο GOAB[53].
8. Οι συσκευές αφής θα αντικαταστήσουν τα τηλεχειριστήρια, προσφέροντας μεγάλη διαδραστικότητα και νέες δυνατότητες.
9. Όλοι οι τηλεοπτικού δέκτες θα είναι συνδεδεμένοι στο διαδίκτυο.

5.6. Σύνοψη

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, είδαμε την τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης, που αποτελεί και το μοντέλο της IPTV 3.0. Αναφερθήκαμε στον ρόλο που διαδραματίζουν οι εφαρμογές και οι μηχανισμοί κοινωνικής δικτύωσης στο οικοσύστημα της διαδικτυακής τηλεόρασης που περιλαμβάνει την διαδραστικότητα και την αλληλεπίδραση με την κοινωνία. Επίσης είδαμε τους παράγοντες που επηρεάζουν την εξέλιξη της τηλεόρασης για το 2020. Στα επόμενα κεφάλαια θα αναφερθούμε στις ερευνητικές προσεγγίσεις σχετικά με αρχιτεκτονικές μετάδοσης πολυμεσικού περιεχομένου σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης και στο κεφάλαιο 8 θα θέσουμε το θέμα του κανονιστικού – ρυθμιστικού πλαισίου που διέπει την μετάδοση πολυμεσικού περιεχομένου.

Αναφορές

- [1] Bukeley, W., Social TV: Relying on relationships to rebuild TV audiences. MIT Technology Review, 10, 2010, available on line: <http://www.technologyreview.com/communications/>
- [2] Gartner Report (2011). Social Media and Social TV May 2011.
- [3] Market and Markets, «Social TV/Smart TV Market: Global Advancements, Ecosystem, Business Models, Technology Roadmap, Worldwide, Market

- Forecasts & Analysis (2012-2017) », December 2012, Report Code: TC1279.
- [4] Erika Jonietz. "Making TV Social, Virtually" MIT Technology Review. (January 11, 2010), available on line:
<http://www.technologyreview.com/communications/>
- [5] Nielsen Digital Agency, State of the Media, Report 2012, available on line:
<http://www.nielsen.com/us/en/reports/2012/state-of-the-media-the-social-media-report-2012.html>,
- [6] Henry Holtzman and Marie Jose Montpetit, 2010 IEEE Consumer Communications and Networking Conference, MIT Media Lab.
- [7] Lora Oehlberg, Nicolas Ducheneaut, James D. Thornton, Robert J. Moore, Eric Nickell. Social TV: Designing for distributed, sociable television viewing. In Proc. of EuroITV (Athens, Greece, May 2006)
- [8] AmigoTV (Alcatel-Lucent; Coppens et al.) – 2004 www.ist-ipmedianet.org/Alcatel_EuroITV2004_AmigoTV_short_paper_S4-2.pdf
- [9] CollaboraTV: Using Asynchronous Communication to Make Television Social Again. (AT&T Labs-Research; Harrson, Amento) - 2007
- [10] Ambient Social TV: Drawing People into a Shared Experience. (Motorola Labs; Harboe et al.)2008 Facebook meets TV (MIT Media Lab, Baca and Holtzman) - 2008
- [11] P. Cesar, D. Geerts, and K. Chorianopoulos (eds.), Social Interactive Television: Immersive Shared Experiences and Perspectives – 2009
<http://www.igiglobal.com/Bookstore/TitleDetails.aspx?TitleId=916&DetailsType=Description>
- [12] Social TV and the Emergence of Interactive TV - Multimedia Research Group - November 2010 <http://www.mrgco.com/iptv/socialtv10.html>
- [13] Dong-Hee Shin, "Defining sociability and social presence in Social TV, Computers in Human Behaviour 29 (2013) 939-947, content available at SciVerse Science Direct
- [14] Bouman W., Hoogenboom T., Jansen R., de Bruin B. & Huizing A. (2007), The realm of sociality: Notes on the design of social software. In Proceedings of the International Conference on information systems, Montreal Quebec, Canada
- [15] Cesar P., (2009), Social television and user interaction. ACM computer entertainment 6(1), article 4
- [16] Gartner Report (2011), Social media and Social TV, May 2011.
- [17] Jonietz E. (2010), Making TV social, virtually, MIT Technology Review (11.01.10)
- [18] Informa telecoms & media, "OTT Video Revenue Forecasts, 2011-2017, research report, November 2012
- [19] Peng T, Slevinsky J., Multi-Screen IPTV: Enabling Technologies and Challenges, IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE),

- 2011.
- [20] Futurescape, Social TV, Forecasting and innovation, Research Report, January 2013.
- [21] Futurescape, How Connected Television Transforms the Business of TV", white paper, January 2013.
- [22] Z-punkt, The Future of Television: TV2020, research Report, February 2013.
- [23] Richard Kastelein, Wired Magazine, Reports of Social TV's Death Have Been Greatly Exaggerated, available on line:
<http://www.wired.com/insights/2013/05/reports-of-social-tvs-death-have-been-greatly-exaggerated/>, 17 May 2013.
- [24] Ericsson – Consumer Lab Report, TV and VIDEO, August 2012, available on line:
http://www.ericsson.com/res/docs/2012/consumerlab/tv_video_consumerlab_report.pdf
- [25] Montpetit M., Merard M., Social Television: Enabling Technologies and Architectures, Proceedings of IEEE, Vol. 100, May 13th, 2012.
- [26] Cesar P., Geerts D., Past Present and Future of Social TV: A Categorization, in Proceedings of the IEEE Consumer Communications and Networking Conference (IEEE CCNC 2011), Las Vegas (NV), January 9-12, 2011, pp.347-351
- [27] Facebook Corporation, <http://facebook.com>
- [28] Twitter Corporation, <http://twitter.com>
- [29] Joost TV project, <http://www.joost.com>
- [30] Boxee Corporation, <http://www.boxee.tv>
- [31] Current Media Corporation (AlJazeera America Division), <http://current.com>
- [32] Starling TV app, <http://starling.tv>
- [33] Frog Design Corporation, TV chatter app, <http://tvchartter.tv/>
- [34] ReeD Martin, Ana Luisa, Mike Sharfan, Henry Holtzman, Marie Jose Montpetit, neXtream: A Multi-Device, Social Approach to Video Content Consumption, 2010 IEEE Consumer Communications and Networking Conference, Area: Multimedia Communication and Services.
- [35] Foursquare Labs Inc, <https://foursquare.com/>
- [36] Federico Casalegno, Marco Susani, Alberto Frigo, Colleen Kaman, and Nicholas Wallen, " Understanding Television as a Social Experience", 2010 Research project MIT Mobile Experience Lab, available on line: [Next TV project, http://mobile.mit.edu/research/next-tv/next-tv.](http://mobile.mit.edu/research/next-tv/next-tv)
- [37] Al – jazeeras-social-media-experiment-stream, available on-line:
<http://www.fastcompany.com/1748034/al-jazeeras-social-media-experiment-stream-launches-online-today>

- [38] Facebook Corporation, MIPTV project, available on – line: <https://www.facebook.com/pages/MIPTV/29251731799>
- [39] Get Glue, <http://www.getglue.com>
- [40] Gomiso Inc, Miso App, <http://www.gomiso.com>
- [41] SmartName Corporation, IntroNow App, <http://www.intronow.com>
- [42] Frog Design Corporation, <http://www.frogdesign.com>
- [43] Microsoft Corporation, X-Box live, <http://www.xbox.com>
- [44] YouTube Corporation, <http://youtube.com>
- [45] BBC Corporation, <http://www.bbc.co.uk>
- [46] CNN Corporation, <http://cnn.com>
- [47] Hearst Corporation, <http://hearst.com>
- [48] Time Warner Corporation, <http://timewarner.com>
- [49] BSkyB Corporation, <http://corporate.sky.com>
- [50] Google Corporation, <http://google.com>
- [51] Akamai Corporation, <http://akamai.com>
- [52] MTV channel Corporation, <http://mtv.com>
- [53] Syzygy GmbH, GOAB project, <http://lab.syzygy.de>
- [54] NoSQL org, <http://nosql-database.org>
- [55] VMA Awards, <http://www.mtv.com/ontv/vma/>
- [56] NBC Corporation, <http://www.nbc.com>
- [57] Google Corporation, The New Multiscreen World, Analysis – Report, August 2012, available on line: <http://www.slideshare.net/upsearch/google-multi-screen-presentation>
- [58] Pinterest Corporation, <http://pinterest.com>.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΡΙΠΛΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ (TRIPLE PLAY)

Εισαγωγή

Ολοκληρώνοντας την παρουσίαση σε θέματα εξέλιξης και τομείς έρευνας στο χώρο των υπηρεσιών της διαδικτυακής τηλεόρασης, στη συνέχεια θα εξετάσουμε θέματα που σχετίζονται με τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να υποστηριχθεί η διαδικτυακή τηλεόραση και γενικότερα η τηλεόραση νέας γενιάς με έμφαση στην IPTV. Ξεκινάμε από αρχιτεκτονικές οι οποίες εφαρμόζονται ήδη, και εστιάζουμε στον τρόπο με τον οποίο μπορούν να εξελιχθούν πριν περάσουμε σε δίκτυα νέας γενιάς όπως τα δίκτυα στοχευμένα στην πληροφορία.

Όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια, η αρχιτεκτονική που ακολούθησαν και συνεχίζουν να ακολουθούν οι πάροχοι ηλεκτρονικών επικοινωνιών [25], ήταν η *αρχιτεκτονική ενοποιημένων υπηρεσιών φωνής, δεδομένων και βίντεο*, γνωστή και ως *triple play architecture*. Αυτό είναι κατανοητό, γιατί η ανάπτυξη των υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης βασίστηκε σε υπάρχοντες πόρους εξοπλισμού, κάτι το οποίο οδήγησε σε γρήγορη απόσβεση των υπό ανάπτυξη υπηρεσιών και σε επικερδότητα της παροχής των νέων καινοτόμων υπηρεσιών[25]. Αυτό το μοντέλο ανάπτυξης είναι γνωστό σαν μοντέλο τριπλών υπηρεσιών ή *triple play* που παραπέμπει στην φωνή, δεδομένα, βίντεο.[2]. Ακόμα και σήμερα, οι περισσότεροι πάροχοι υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας στην διαδικτυακή τηλεόραση, αντλούν τα περισσότερα έσοδά τους από το μοντέλο *triple play*[19]. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η ανάπτυξη της διαδικτυακής τηλεόρασης στην Ελλάδα, όπου όλοι οι πάροχοι υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης μέσω των πλατφορμών που έχουν αναπτύξει (OTE TV [26], HOL TV[27], ON TV[28], κ.α.) προσφέρουν υπηρεσίες τριών επιπέδων (*triple play*) δηλαδή φωνή, δεδομένα (πρόσβαση στο διαδίκτυο) και βίντεο).

Είναι λογικό λοιπόν, ότι οι πάροχοι δικτύου, υπηρεσιών και περιεχομένου έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για κάθε λογής ψηφιακή διανομή περιεχομένου. Η ταυτόχρονη παροχή περιεχομένου βίντεο ή τηλεόρασης, φωνή και γρήγορου διαδικτύου μέσω του εξοπλισμού των χρηστών και του

εξοπλισμού δικτύου, επίσης γνωστή και ως "υπηρεσία Triple Play", αποτελεί μία από τις σημαντικότερες εξελίξεις στις σύγχρονες τηλεπικοινωνίες. Επιπλέον, η αρχιτεκτονική διαφοροποιημένων Υπηρεσιών (DiffServ) είναι προτιμότερη από την αρχιτεκτονική ολοκληρωμένης υπηρεσίας (IntServ) "Hard Quality of Service" (QoS)[18]. Επιπροσθέτως, οι υλοποιήσεις στον τομέα της κωδικοποίησης εικόνας και ήχου επέβαλλαν από νωρίς νέες προκλήσεις στα συστήματα διανομής περιεχομένου. Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω τεχνολογιών αναμένεται να αυξήσουν επιπλέον τα θέματα που σχετίζονται με την ποιότητα της υπηρεσίας (QoS). Προβλήματα όπως η πλήρης εκμετάλλευση του διαθέσιμου εύρους ζώνης και η παροχή επαρκούς ποιότητας υπηρεσίας (QoS) σε εγγεγραμμένους χρήστες, ικανοποιώντας τις απαιτήσεις και των τριών υπηρεσιών (βίντεο, φωνής και δεδομένων) έπρεπε και πρέπει να αντιμετωπιστούν[17]. Με βάση αυτό το πλαίσιο, το συγκεκριμένο κεφάλαιο, εξετάζει την επίδοση των πιο κοινών τεχνικών, χρονοπρογραμματισμού πακέτων, που χρησιμοποιούνται στην αρχιτεκτονική ενοποιημένων υπηρεσιών τριών επιπέδων (DiffServ triple play). Η απόδοση αυτών των αλγορίθμων χρονοπρογραμματισμού αξιολογείται, προκειμένου να καταλήξουμε στην πιο κατάλληλη λύση για το υποκείμενο δίκτυο. Η αξιολόγηση των χρονοπρογραμματιστών βασίζεται σε προσομοιώσεις είναι σχεδιασμένες με την πραγματική triple play υπηρεσία σε triple play δίκτυα, όπως και τα αρχεία ιχνοστοιχείων που χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση των ροών βίντεο.

6.1. Ευρυζωνικά δίκτυα και πάροχοι υπηρεσιών με την χρήση διαδικτύου

Όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια, το τοπίο για τις υπηρεσίες ψηφιακής τηλεόρασης αλλάζει με ταχείς ρυθμούς[25]. Ενώ οι ψηφιακές καλωδιακές, επίγειες ψηφιακές και δορυφορικές υπηρεσίες συνεχίζουν να αναπτύσσονται σε όλο τον κόσμο, τα ευρυζωνικά δίκτυα από την πρώτη στιγμή αναδύθηκαν ως μια σημαντική πλατφόρμα για υπηρεσίες ψηφιακής τηλεόρασης. Αυτό συνέβη επίσης, επειδή, μετά την τεράστια επιτυχία της πρόσβασης στο Διαδίκτυο και της ευρυζωνικής πρόσβασης σε όλο τον κόσμο, πολλές κυβερνήσεις, εταιρείες τηλεπικοινωνιών, φορείς εκμετάλλευσης δικτύων και οι πάροχοι Internet αντιμετώπισαν μια νέα

πρόκληση στην λήψη υψηλής ταχύτητας πρόσβαση και υπηρεσίες σε ένα υψηλότερο επίπεδο[25]. Οι προφανείς προκλήσεις, που προκύπτουν από την εξέλιξη των ευρυζωνικών δικτύων, αντανακλάται στη μετανάστευση των υπαρχόντων - και συχνά διαχωρισμένων - υπηρεσιών π.χ. σταθερό τηλέφωνο, τηλεόραση, βίντεο και πρόσβαση στο Internet σε μια ανταγωνιστική πολύ-υπηρεσία, τις λεγόμενες υπηρεσίες τριών επιπέδων (triple play υπηρεσίες). Μέσω της υπηρεσίας τριών επιπέδων (triple play), ο χρήστης μπορεί να απολαμβάνει όλες τις προαναφερθείσες υπηρεσίες. Βίντεο κατά παραγγελία (Εκπομπή βίντεο, αλλά και υπηρεσίες διαδικτυακής τηλεόρασης - IPTV), VoIP τηλεφωνία και γρήγορη πρόσβαση στο Internet, όλα την ίδια στιγμή[25][2].

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές προσεγγίσεις για την παροχή υπηρεσιών ενοποιημένων τριών επιπέδων (triple play υπηρεσιών) για τον τελικό χρήστη. Η χρήση των ινών είναι μία εναλλακτική λύση, είτε εξομοιώνοντας μια ενεργή αρχιτεκτονική last mile – ή αλλιώς ενεργό Ethernet – κατά την οποία κάθε χρήστης είναι μια αφιερωμένη σύνδεση ίνας με ένα μεταγωγέα σε ένα γειτονικό σημείο συσσωμάτωσης, ή κληρονομώντας μια παθητικού τύπου last-mile αρχιτεκτονικής βασισμένη στα παθητικά οπτικά δίκτυα. Από την άλλη, τα δίκτυα “χαλκού” υπάρχουν που υπήρχαν και υπάρχουν παντού γύρω μας και πολύ κοντά σε κάθε χρήστη, ενώ την ίδια στιγμή οι επενδύσεις σε συνδρομητικές ψηφιακές γραμμές (xDSL) εξαπλώθηκαν και συνεχίζουν να γίνονται σε παγκόσμιο επίπεδο[25]. Παρόλο που οι χειριστές δικτύων κατάφεραν να μειώσουν το κόστος του κάθε Mbyte στις περισσότερες χώρες, ώστε να παρέχουν υψηλών ταχυτήτων xDSL υπηρεσίες, υπάρχουν ακόμα πολλές περιπτώσεις (όπως στις χώρες της ανατολικής Ευρώπης) όπου οι συνδέσεις 2 Mbps xDSL είναι το ανώτατο όριο, κυρίως λόγω κόστους. Επίσης σε όλα τα πακέτα προσφορών υπηρεσιών τριπλού επιπέδου η πρόσβαση στο διαδίκτυο (internet access) περιλαμβάνει τα 2Mbps και αποτελεί την κύρια επιλογή των πελατών χρηστών.

Έτσι, η αποστολή ενός κλασικού βίντεο με κωδικοποίηση MPEG-2, η οποία απαιτεί μεγάλη κατανάλωση εύρους ζώνης, ήταν ένα πρόβλημα που ήρθε να βελτιωθεί με το πρότυπο κωδικοαποκωδικοποιητή βίντεο, το H264, γνωστό και ως MPEG-4 μέρος 10 Ανεπτυγμένης Κωδικοποίησης Βίντεο (Advanced Video Coding -AVC), το οποίο μειώνει τις ανάγκες σε εύρος ζώνης για ψηφιακό βίντεο τουλάχιστον στο μισό, επιτρέποντας με αυτό το τρόπο τη παράλληλη

πρόβλεψη του βίντεο, VoIP τηλεφωνίας και ευρυζωνικής πρόσβασης στο διαδίκτυο την ίδια στιγμή, ακόμη κι σε “γνωστές σε όλες” αργές DSL συνδέσεις. Ένα επιπλέον πρόθεμα στο προαναφερθέν πρότυπο, γνωστό και ως Κλιμακωτή κωδικοποίηση βίντεο (Scalable Video Coding -SVC)[1], παρέχει επεκτασιμότητα όσων αφορά την παραγωγή της ροής των bit διακριτά στρώματα, που αντιστοιχούν σε διαφορετικές ποιότητες εικόνας, πλαισιορρυθμό και μέγεθος

Στην συνέχεια παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική δικτύων, ειδικά σχεδιασμένη για παροχή υπηρεσιών τριπλής υπηρεσίας (triple play). Η αρχιτεκτονική έχει εξομοιωθεί χρησιμοποιώντας το εργαλείο Opnet[15]. Στη τρίτη ενότητα αναφέρεται μια μελέτη εξομοίωσης, συμπεριλαμβανομένων των σχετικών αυξανόμενων ανησυχιών των απαιτήσεων των ενοποιημένων υπηρεσιών τριών επιπέδων (triple play υπηρεσιών), την διακριτότητα των υπηρεσιών, όπως τους κωδικοαποκωδικοποιητές βίντεο και ήχου που απαιτούνται για τις ενοποιημένες υπηρεσίες τριών επιπέδων (triple-play υπηρεσίες), την διακριτικότητα των υπηρεσιών και προώθηση πακέτων και τις απαιτήσεις ποιότητας υπηρεσίας (QoS). Στη τέταρτη ενότητα αναφέρονται οι αντίστοιχοι αλγόριθμοι χρονοπρογραμματισμού πακέτων. Στη πέμπτη ενότητα παρουσιάζεται ένα τμήμα των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης –επίδοσης που βγαίνουν από την έρευνα εξομοίωσης σε σχέση με διαφορετικά σχέδια χρονοπρογραμματισμού που εφαρμόζονται σε δύο διαφορετικά σχήματα πακετοποίησης, ενώ συμπεράσματα αξιολογήσεις- επιδόσεις παρουσιάζονται στην τελευταία παράγραφο.

6.2. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Όπως αναφέραμε προτύτερα η παροχή υπηρεσιών τριών τριπλής υπηρεσίας (triple play) περιλαμβάνει την παροχή τριών υπηρεσιών: Υψηλή ταχύτητας Internet, τηλεόραση (Video on Demand ή μετάδοσης) και το Voice over IP μέσω της χρήσης μιας ενιαίας ευρυζωνικής σύνδεσης.

Βασικοί παράγοντες για την παροχή υπηρεσιών τριών επιπέδων (triple-play) αποτελούν τα τεχνολογικά επιτεύγματα που απορρέουν από την ανάπτυξη και την τεχνολογική εξέλιξη του κατάλληλου εξοπλισμού όπως οι πύλες για φωνή μέσω διαδικτύου (VoIP gateways), τα συστήματα των ανοιχτών

παραμέτρων διακλάδωσης (soft- switches), που επιτρέπουν την μεταγωγή κυκλώματος-ανά-πακέτο για τις υπηρεσίες φωνής, καθώς και για την VoIP υπηρεσία μεταγωγής αντίστοιχα, τα κέντρα ψηφιακής μεταγωγής βίντεο που προσφέρουν video IP (digital head – ends), και το σύστημα μεταφοράς βρόχου ευρείας ζώνης (Broadband Loop Carrier -BLC σύστημα) που επιτρέπει τη σύγκλιση φωνής, δεδομένων και βίντεο σε μια ενιαία υποδομή του δικτύου πρόσβασης.

Σε ένα ενοποιημένο δίκτυο παροχής «πακέτου υπηρεσιών IP», όπου κάθε υπηρεσία έχει ξεχωριστές απαιτήσεις αναφορικά με την ποιότητα υπηρεσίας, ο διαχωρισμός των υπηρεσιών θεωρείται σημαντικός για το δίκτυο μεταφοράς, ώστε να εξασφαλίζεται η αποδοτική λειτουργία τους (Cisco Systems, 2006b) [10].

Για την επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου, στα πλαίσια των συστημάτων που βασίζονται στο πρωτόκολλο IP για την παροχή ποιότητας υπηρεσίας, υλοποιούνται και εφαρμόζονται κυρίως τεχνικές και μηχανισμοί διαφοροποιημένων υπηρεσιών [2] (RFC 2475 – An architecture for Differentiated Services). Η αρχιτεκτονική διαφοροποιημένων υπηρεσιών προσδιορίζει τη σήμανση και τα χαρακτηριστικά της μετάδοσης των πακέτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διασφαλιστεί ότι μία ροή πολυμέσων συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις ρυθμού μετάδοσης, ρυθμού απωλειών, διακύμανσης καθυστέρησης και καθυστέρησης μετάδοσης, σε περίπτωση που σε μία ζεύξη παρουσιάζεται συμφόρηση, εντός του διαχειριστικού ορίου της περιοχής διαφοροποιημένων υπηρεσιών. Με αυτό τον τρόπο τα πακέτα κάθε ροής (δεδομένα, φωνή και βίντεο) κατηγοριοποιούνται σε κλάσεις (διαφοροποιημένων) υπηρεσιών και αντιμετωπίζονται από τους δρομολογητές, με τρόπο ανάλογο της προτεραιότητάς τους.

Με την χρήση αρχιτεκτονικής διαφοροποιημένων υπηρεσιών, δεν είναι εφικτός ο διαχωρισμός των υπηρεσιών σε επίπεδο διαχείρισης καθώς υφίσταται ένας μοναδικός τομέας διαχείρισης από άκρο σε άκρο. Η αρχιτεκτονική ξεχωρίζει για την απλότητα εφαρμογής /διαχείρισης καθώς δεν διατηρεί πληροφορία κατάστασης (stateless) ανά κόμβο (Cisco Systems, 2006b)[10]. Η αρχιτεκτονική ενός δικτύου διαφοροποιημένων υπηρεσιών είναι επεκτάσιμη με μικρό διαχειριστικό κόστος καθώς είναι ανεξάρτητη από

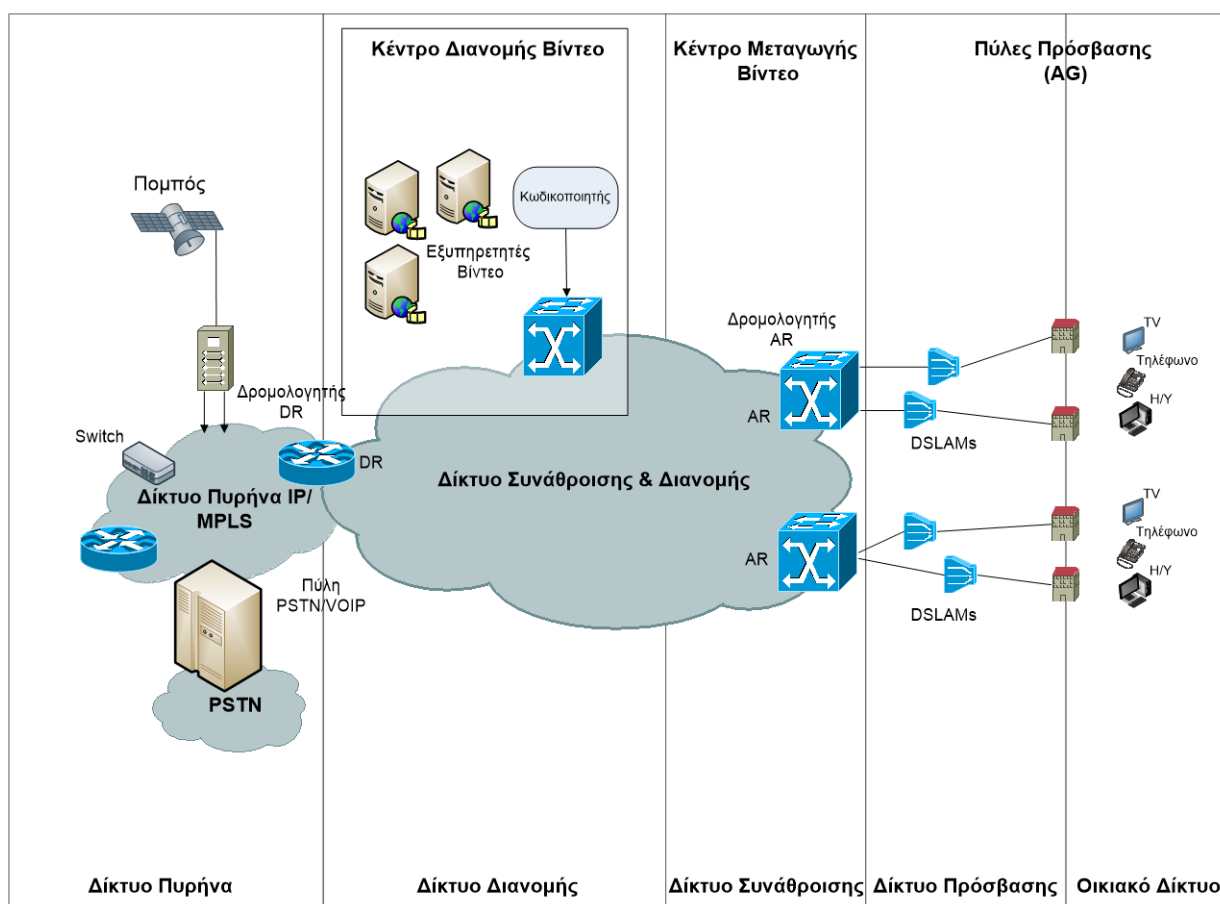
τεχνολογίες επιπέδου – 2. Επιπλέον η αρχιτεκτονική επιτρέπει την ομοιόμορφη και ενιαία εφαρμογή κανόνων για την διασφάλιση της ποιότητας υπηρεσίας από άκρο σε άκρο σε μια διαχειριστική περιοχή. Εκτός των ορίων της διαχειριστικής περιοχής εξασφαλίζει την διαλειτουργικότητα μόνο στο επίπεδο της σήμανσης. Η εφαρμογή της, δίνει την δυνατότητα παροχής υπηρεσιών υψηλής ποιότητας, ακόμα και σε συνθήκες μεγάλου φόρτου κίνησης, με την εφαρμογή τεχνολογιών και τεχνικών μεθόδων για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων επίδοσης, εξασφάλιση ικανοποιητικής χρησιμοποίησης των διαδικτυακών υποδομών, αξιόπιστης μετάδοσης της κίνησης και δυνατότητα διαστασιολόγησης (traffic engineering). Επιπρόσθετα η τεχνολογία πλέον παρέχει ένα προκαθορισμένο πλαίσιο υλοποίησης των επιμέρους μηχανισμών για την δημιουργία υπηρεσιών (RFC 2474 – Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers, (RFC 2475 – An Architecture of the Differentiated Services, [26])(RFC 2597 – Assured Forwarding PHB Group), (RFC 3140 – Per Hop Behavior Identification Codes), (RFC 3246 – An Expedited Forwarding PHB), (RFC 4594 – Configuration Guidelines for DiffServ Services Classes). Παράδειγμα αποτελεί η υπηρεσία νοητής μισθωμένης γραμμής (virtual leased line), η οποία προϋποθέτει την υλοποίηση ταχείας προώθησης ανά – κόμβο (RFC 3246).

Ο διαχωρισμός των υπηρεσιών πραγματοποιείται επίσης με την χρήση διαφορετικών λογικών τοπολογιών [13](TR-101). Συχνά μία αρχιτεκτονική μεταφοράς διαφορετικών ενοποιημένων υπηρεσιών απαιτεί την χρήση διαφορετικών τεχνικών ενθυλακώσεως και κατά συνέπεια διαφορετικών τρόπων προώθησης των πακέτων. Παράδειγμα αποτελεί η προώθηση της κίνησης για την υπηρεσία δεδομένων και την υπηρεσία βίντεο, η οποία συνήθως πραγματοποιείται σε διαφορετικά επίπεδα προώθησης. Σε μία ευρέως διαδεδομένη υπηρεσία μεταφοράς δεδομένων ψηφιακής γραμμής συνδρομητή (xDSL), η αρχιτεκτονική μεταφοράς χρησιμοποιεί σύνοδο PPPoE από τον εξοπλισμό του συνδρομητή στον ευρυζωνικό εξυπηρετητή απομακρυσμένης πρόσβασης, ο οποίος πιστοποιεί τις συνόδους συνδρομητή και επιβάλλει την σύμβαση υπηρεσίας (Service Level Agreement – SLA) με βάση τη μεταφορά που έχει συσχετιστεί με αυτή τη σύνοδο. Καθώς η ενθυλάκωση PPPoE απαιτεί επικεφαλίδα 802.3, τα πακέτα προωθούνται με χρήση μεταγωγής στρώματος ζεύξης δεδομένων ανάμεσα στον πελάτη και τον εξυπηρετητή. Αντίθετα για την υπηρεσία διαδικτυακής τηλεόρασης

(IPTV), η σύμβαση υπηρεσίας είναι συνήθως σύμβαση εφαρμογής[2]. Διαδικασίες όπως η πιστοποίηση χρήστη υλοποιούνται συνεπώς σε επίπεδο εφαρμογής και δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί κάποιο πρωτόκολλο σήραγγας στρώματος ζεύξης δεδομένων, όπως το PPOE ή κάποιο σύστημα πιστοποίησης και επιβολής σύμβασης στρώματος μεταφοράς. Συνεπώς οι υπηρεσίες αυτού του τύπου μπορούν να χρησιμοποιήσουν την ενθυλάκωση IP ανάμεσα στο τερματικό εξοπλισμό του χρήστη και στην υποδομή στο αντίστοιχο περιφερειακό κέντρο. Για να είναι δυνατή η μεταγωγή βίντεο στο στρώμα δικτύου ταυτόχρονα με την μεταγωγή δεδομένων στο στρώμα ζεύξης δεδομένων, το δίκτυο πρέπει να διαμορφωθεί κατάλληλα ώστε να γίνεται η προώθηση των πακέτων σε ξεχωριστές λογικές τοπολογίες με χρήση διαφορετικών ενθυλακώσεων και λειτουργιών προώθησης (επιπέδου 2 και επιπέδου 3). Στην αρχιτεκτονική μεταφοράς αυτές οι λογικές τοπολογίες στα δίκτυα συνάθροισης και διανομής τεχνολογίας Gigabit Ethernet, διαχωρίζονται μεταξύ τους χρησιμοποιώντας 802.1Q VLAN για διαφορετικές υπηρεσίες. Αντίστοιχα στο δίκτυο πρόσβασης χρησιμοποιείται ένα VC με αποτέλεσμα, η ποιότητα των παρεχομένων υπηρεσιών να στηρίζεται σε κατάλληλους μηχανισμούς επιπέδου Ethernet ή IP. Η υπηρεσία φωνής μπορεί να υλοποιηθεί είτε μέσω της υπηρεσίας δεδομένων, είτε μέσω της υπηρεσίας διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV).

Είναι κατανοητό ότι κάθε υπηρεσία χρησιμοποιεί διαφορετική τοπολογία με την χρήση διαφορετικών φυσικών ή εικονικών διεπαφών και μεθόδων προώθησης, γεγονός το οποίο διευκολύνει την διαχείριση ανά υπηρεσία και τον έλεγχο του εύρους ζώνης, αυξάνοντας όμως την πολυπλοκότητα διαμόρφωσης. Για αυτό το σκοπό χρησιμοποιούνται τεχνολογίες όπως VLAN, MPLS κ.α.).

Προκειμένου να αξιολογηθεί η υπηρεσία τριών επιπέδων (triple play) πάνω σε μία ψηφιακή συνδρομητική γραμμή (DSL) για διάφορους αλγόριθμους αναμονής, μέρος της αρχιτεκτονικής δικτύου διαφοροποιημένων υπηρεσιών (DiffServ) που υιοθετήθηκε και συνεχίζει να υιοθετείται και να λειτουργεί από τις σημαντικότερες βιομηχανίες του κλάδου όπως η Cisco[31] και της Alcatel[32] προσομοιώθηκε με βάση το Σχήμα 6 -1.



Σχήμα 6-1: Αρχιτεκτονική δικτύου διαφοροποιημένων υπηρεσιών για παροχή υπηρεσιών τριπλής υπηρεσίας (triple play).

Ο εξοπλισμός της αρχιτεκτονικής που επιτρέπει την μεταφορά video είναι οι επικεφαλής βίντεο (VHO), όπου ο πραγματικός χρόνος και η off-line κωδικοποίηση των πρώτων υλών γίνεται για τις υπηρεσίες της μετάδοσης, το βίντεο κατ' απαίτηση (video on demand), το δίκτυο διανομής περιεχομένου, όπου οι διακομιστές βίντεο διαμένουν και το δίκτυο συγκέντρωσης που βρίσκονται οι δρομολογητές που συγκεντρώνουν την τοπική ή εξ αποστάσεως συνημμένη ψηφιακή συνδρομητική γραμμή πολυπλέκτη πρόσβασης (DSLAM).

Τα σύνορα του δικτύου διανομής είναι ο δρομολογητής διανομής (DR). Ο δρομολογητής διανομής είναι μια συσκευή σύγκλισης στην άκρη του δικτύου, η οποία όχι μόνο παρέχει την ροή πολυμέσων μεταξύ του IP / MPLS δικτύου-

πυρήνα και των στοιχείων του δικτύου διανομής, αλλά επίσης δρομολογεί την κίνηση των δεδομένων και φωνής.

Σύμφωνα με την τοπολογία που απεικονίζεται, ο δρομολογητής διανομής είναι υπεύθυνος για την κατάλληλη σήμανση διαφοροποιημένων υπηρεσιών (DiffServ) της ροής (φωνή, δεδομένα ή πολυμέσα), που διανέμονται με το router συγκέντρωσης (AR). Η πύλη πρόσβασης του οικιακού δικτύου βρίσκεται στην άκρη της περιοχής διαφοροποιημένων υπηρεσιών (DiffServ) και μία από τις λειτουργίες της είναι να σηματοδοτήσει την ροή που έρχονται στην περιοχή με την κατάλληλη ετικέτα ποιότητας υπηρεσίας (QoS). Η DSL 1 επιπέδου (Layer) σύνδεση από την πύλη πρόσβασης τερματίζεται στον πολυπλέκτη συνδρομητικής ψηφιακής γραμμής πρόσβασης (DSLAM). Ο πολυπλέκτης ψηφιακής συνδρομητικής γραμμής πρόσβασης (DSLAM) αλλάζει την ροή προς τον δρομολογητή (router) συγκέντρωσης. Η πύλη πρόσβασης είναι υπεύθυνη για τον εντοπισμό κάθε ροής ώστε να την διαβιβάσει στην κατάλληλη οικιακή συσκευή (π.χ. ροή βίντεο προς την τερματική συσκευή πελάτη (IP set-top box), η ροή φωνή προς τον εξωτερικό σταθμό Ανταλλαγής (Exchange) και στη συνέχεια με την τηλεφωνική γραμμή του σπιτιού, τη ροή δεδομένων προς ένα προσωπικό υπολογιστή). Εναλλακτικά, όταν η παραδοσιακή τηλεφωνία υποστηρίζεται (π.χ. ADSL) αντί για φωνή πάνω από το πρωτόκολλο IP (Voice over IP), η τηλεφωνική υπηρεσία μπορεί να παρασχεθεί μέσω του δημόσιου δικτύου μεταγωγής.

6.3. Θέματα που αφορούν την παροχή υπηρεσιών τριών επιπέδων (triple-play)

A. Κωδικοποίηση βίντεο και ήχου για υπηρεσία τριών επιπέδων (Triple Play)

Μία από τις προκλήσεις που οι πάροχοι υπηρεσίας φωνής πάνω από το πρωτόκολλο IP (VoIP) συνήθως συναντούν στον σχεδιασμό του δικτύου είναι η επιλογή της καταλληλότερης κωδικοποίησης έτσι ώστε να παρέχεται καλύτερη ποιότητα φωνής και επαρκή απόδοση του δικτύου. Από την ασυμπίεστη G.711 στα 64 kbps, την G.726 στα 16Kbps, την G.729 στα 8Kbps και την εξαιρετικά συμπιεσμένη G.723.1 στα 5,3 kbps, οι πάροχοι υπηρεσιών

φωνής μέσω πρωτοκόλλου IP (VoIP) μπορούν να επιλέξουν το επίπεδο της συμπίεσης φωνής που θα εφαρμοστεί στους πελάτες τους. Το G.711[3] είναι το διεθνές πρότυπο για την κωδικοποίηση ήχου τηλεφώνου σε ένα κανάλι 64 kbps. Είναι ένα σύστημα παλμοκωδικής διαμόρφωσης (PCM), που λειτουργεί σε ρυθμό δειγματοληψίας 8 kHz, προκειμένου να κωδικοποιήσει συχνότητες μεταξύ 0 και 4 kHz, με 8 bits ανά δείγμα, χρησιμοποιείται για να μετατρέψει ένα ηχητικό σήμα από την μητρική αναλογική μορφή του σε ψηφιακή. Δύο νόμοι κωδικοποίησης ορίζονται στο συγκεκριμένο πρότυπο, και οι δύο έχουν σχεδιαστεί ως λογαριθμικοί αλγόριθμοι και συνήθως αναφέρονται ως το A-Law και μ-Law. Σύμφωνα με τις δύο παραλλαγές, οι χαμηλότερες τιμές σήματος κωδικοποιούνται χρησιμοποιώντας περισσότερα bits από τις υψηλότερες τιμές των σημάτων που απαιτούν λιγότερα bits. Το G.711 μ-Law [3], συμπιέζει σχηματισμούς από δείγματα των 14-bit γραμμικής PCM σε σχηματισμούς από λέξεις κλειδιά των 8-bit λογαριθμικής PCM. Το G.711 A-Law[3], συμπιέζει δείγματα των 13-bit γραμμικής PCM σε λέξεις κλειδιά των 8-bit λογαριθμικής PCM και είναι το διεθνές σύστημα για την κωδικοποίηση του τηλεφωνικού ήχου στο πρότυπο της παλμοκωδική διαμόρφωση (PCM). Αρχικά το G.711 προτιμήθηκε από το VoIP και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι παρέχει ευελιξία στην δημιουργία πακέτων, αποδοτικότητα και ποιότητα στην ομιλία. Ωστόσο εμφανίζει κακή απόδοση δικτύου, έχει ξεπεραστεί από αλγόριθμους με χαμηλότερο ρυθμό bit για κωδικοποίηση επιλογή των κατάλληλων συστημάτων κωδικοποίησης είναι ζωτικής σημασίας για την εξοικονόμηση εύρους ζώνης σε μια triple play αρχιτεκτονική. Το νέο πρότυπο H.264 για την κωδικοποίηση video έχει υιοθετηθεί από όλους τους σημαντικούς φορείς παροχής υπηρεσιών βίντεο. Το H.264 ή MPEG-4 Part- 10 [4], που αναφέρονται στις ανεπτυγμένες τεχνικές κωδικοποίησης βίντεο (Advanced Video Coding -AVC), είναι ένα ψηφιακό πρότυπο κωδικοποίησης βίντεο, αξιοσημείωτο για την επίτευξη πολύ υψηλής συμπίεσης δεδομένων που αναπτύχθηκε από κοινού από την ITU (VCEG) και την ISO (MPEG). Το H.264 χωρίζεται σε επίπεδα, το επίπεδο κωδικοποίησης video (VCL) και το επίπεδο αφαίρεσης Δικτύου (NAL). Κατά προσέγγιση, το επίπεδο κωδικοποίησης βίντεο (VCL) παράγει μια αποτελεσματική αναπαράσταση των δεδομένων βίντεο και παρέχει πληροφορίες επικεφαλίδας με τρόπο κατάλληλο για την μεταφορά από συγκεκριμένα μέσα μεταφοράς (όπως το πρωτόκολλο αναμετάδοσης πραγματικού χρόνου -Real Time Transport Protocol)[9]. Από την άλλη πλευρά, το επίπεδο αφαίρεσης δικτύου (NAL)

ασχολείται με το πακετάρισμα των κωδικοποιημένων δεδομένων, με βάση τα υποκείμενα χαρακτηριστικά του δικτύου. Το H.264 χρησιμοποιείται σε σταθερά και ασύρματα δίκτυα. Το επίπεδο αφαίρεσης Δικτύου (NAL) ενσωματώνει την έξοδο του επιπέδου κωδικοποίησης βίντεο (VCL) στον κωδικοποιητή στο επίπεδο αφαίρεσης δικτύου (Layer Network Abstraction - NAL units), το οποίο είναι κατάλληλο για την μετάδοση σε δίκτυα πακέτων[6]. Σύμφωνα με τις RTP / UDP / IP κατευθυντήριες γραμμές για το πακετάρισμα H.264 AVC, υπάρχουν τρεις διαφορετικές βασικές δομές σε επίπεδο ωφέλιμου φορτίου, οι οποίες είναι: το απλό επίπεδο αφαίρεσης δικτύου NAL πακέτο, το πακέτο συγκέντρωσης και η μονάδα κατακερματισμού [6]. Το πεδίο επικεφαλίδας στο επίπεδο αφαίρεσης δικτύου (NAL), πρέπει να είναι ίσο με μία αυθεντική NAL μονάδα. Το πακέτο συγκέντρωσης χρησιμοποιείται για να συγκεντρώσει πολλαπλές μονάδες NAL σε ένα ενιαίο RTP ωφέλιμο φορτίο και η μονάδα κατακερματισμού χρησιμοποιείται για τεμαχίσει μία απλή μονάδα NAL σε πολλαπλά πακέτα RTP. Το H.264 έχει αποδειχθεί ότι είναι πιο ανθεκτικό για δίκτυα που είναι επιρρεπείς σε λάθη με τη χρήση ευέλικτων μακροομάδων ταξινόμησης, ασπίδα παρεμβολής και διαχώριση των δεδομένων [7]. Επιπλέον, προκειμένου να προληφθεί από σφάλματα κατά την διάρκεια προβλέψεων, το H.264 παρέχει μηχανισμούς, όπως ένα πλεονάζον τεμάχιο και επιπλέον macroblocks που μεταφέρουν ένα αντίγραφο της πληροφορίας έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί όταν γίνει κάποιο σφάλμα κατά την μεταφορά. Το H.264 είναι σχετικό απλό στην υλοποίησή του. Επιπλέον, επιτυγχάνει βελτιωμένη απόδοση συμπίεσης είναι επομένως ένα «φιλικό» πρότυπο δικτύου. Είναι ικανό να παρέχει καλής ποιότητας εικόνας σε χαμηλότερους ρυθμούς bit από άλλα πρότυπα. Συγκριτικά με το MPEG-2 video, το οποίο είναι το πιο κοινό πρότυπο που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και μετάδοση βίντεο, ρίχνει στο μισό τον ρυθμό μετάδοσης bit, ενώ το κέρδος από την κωδικοποίηση σε σχέση με τα H.263 και H. 263 + κυμαίνεται από 25% έως 47%[5][7]. Εκτός από το κέρδος λόγω της υψηλής συμπίεσης, την τεχνολογία κωδικοποίησης υποστηρίζουν συστήματα πακετάρισματος, προκειμένου να χαλαρώσουν οι υψηλές διακυμάνσεις της κυκλοφορίας που παράγονται στην έξοδο, συμβάλλοντας στην εξομάλυνση. Ο πιο κοινός μηχανισμός βασίζεται στην RTP / UDP / IP ενθυλάκωση [5] [17]. Στην κορυφή του H.264 πρότυπου οι AVC, MPEG και VCEG συμφώνησαν στην ολοκλήρωση από κοινού την δυνατότητα κλιμάκωσης βίντεο Κωδικοποίησης (SVC), το οποίο είναι μία

τροποποίηση του H.264 / MPEG-4 AVC πρότυπου [11], [12]. Η επέκταση στην κλιμάκωση του H.264 / MPEG-4 AVC δημιουργεί ένα H.264 / MPEG-4 AVC συμβατό επίπεδο και ένα ή περισσότερα επίπεδα ενίσχυσης. Ως εκ τούτου, εφαρμόζει ένα πολυεπίπεδο σύστημα κωδικοποίησης με δυνατότητα επιλογής ενός ενδιάμεσου επιπέδου μηχανισμών προβλέψεων, υποστηρίζοντας την δυνατότητα κοκκοποίησης της ποιότητας με τη χρήση προοδευτικών επιπέδων βελτίωσης και την επέκταση με την χρήση της μονάδας NAL H.264 / MPEG-4 AVC. Το H.264 / MPEG SVC δεν χρησιμοποιείται στην προσομοίωση του περιβάλλοντος δικτύου.

B. Διαχωρισμός υπηρεσιών και προώθησης πακέτων

Το θέμα της απομόνωσης κάθε υπηρεσία είναι ζωτικής σημασίας για το δίκτυο μεταφορών της αρχιτεκτονικής triple-play, προκειμένου να εφαρμοστεί σε διαφοροποιημένες τοπολογίες και τη διαχείριση των υποδομών με βάση την υπηρεσία. Η αξιοποίηση των διακριτών αρχιτεκτονικών μεταφοράς ανά υπηρεσία απαιτεί την χρήση διαφορετικών τρόπων ενθυλακώσης και προώθησης πακέτων. Ως εκ τούτου απομόνωση μπορεί να μεταφραστεί ως ξεχωριστό πακέτο προώθησης και δρομολόγησης ανά τύπο υπηρεσίας. Για παράδειγμα, η πρόσβαση στο Διαδίκτυο απαιτεί τη δημιουργία μιας άμεσης σύνδεσης μεταξύ της συσκευής του πελάτη (customer premises equipment – CPE) και του Ευρυζωνικού διακομιστή απομακρυσμένης πρόσβασης με τη χρήση του σημείου προς σημείο (Point-to-Point) πρωτοκόλλου. Τα πακέτα επομένως πρέπει να διαβιβάζονται διαμέσου του επιπέδου 2(Layer 2) επιλογής μεταξύ των δύο κόμβων. Από την άλλη πλευρά η IP ενθυλάκωση χρησιμοποιείται για την υπηρεσία πολυμέσων που απαιτεί επίσης το επίπεδο 3 (Layer 3) επιλογής. Πολυεπίπεδες επιλογές μπορούν επίσης να ενεργοποιηθούν με τη χρήση διακριτών IEEE 802.11 ιδεατών τοπικών δικτύων (virtual private networks), για τις διάφορες υπηρεσίες.

Γ. Ποιότητα Υπηρεσιών

Είναι πολύ σημαντικό για μία αρχιτεκτονική τριών επιπέδων (triple-play), η κάλυψη της καθυστέρησης και ο περιορισμός της απώλειας πακέτων για

κάθε παρεχόμενη υπηρεσία, δεδομένου ότι μοιράζονται την ίδια φυσική σύνδεση. Η προσομοιωμένη αρχιτεκτονική ποιότητας υπηρεσίας (QoS) βασίζεται στην IETF (DiffServ) αρχιτεκτονική και περιγράφεται στο RFC 2475. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη RFC, όλοι οι κόμβοι σε ένα δίκτυο μεταφορών που συνδέονται με φυσικές συνδέσεις, όπου μπορεί να συμβεί συμφόρηση, θα πρέπει να είναι σε θέση να προγραμματίσουν τα πακέτα σε μία βασική υπηρεσία. Σε μία προσομοιωμένη αρχιτεκτονική, στις συνδέσεις ψηφιακών συνδρομητικών γραμμών (DSL) μεταξύ των πυλών πρόσβασης και των ψηφιακών πολυπλεκτών συνδρομητικής γραμμής (DSLAMs), και στις συνδέσεις μεταξύ των πολυπλεκτών ψηφιακής συνδρομητικής γραμμής (DSLAMs) και τους δρομολογητές συγκέντρωσης μπορεί να δημιουργηθεί συμφόρηση. Ως εκ τούτου η περιοχή διαφοροποιημένων υπηρεσιών (DiffServ) πρέπει να περιλαμβάνει πύλες πρόσβασης, πολυπλέκτες ψηφιακών συνδρομητικών γραμμών (DSLAMs) και δρομολογητές συγκέντρωσης. Ο δρομολογητής διανομής λειτουργεί ως σύνορο, όταν τα πολυμέσα που σχετίζονται με στοιχεία της αρχιτεκτονικής δεν είναι σε θέση να εφαρμόσουν την βασική λειτουργία διαφοροποιημένων υπηρεσιών (DiffServ) για την ταξινόμηση των πακέτων μέσω ενός σημείο κωδικοποίησης DiffServ (DSCP) και να εφαρμόσουν την αντίστοιχη per-hop συμπεριφορά[12].

Δ. Διαφορική μεταχείριση - χρονοδρομολόγηση

Σε μια αρχιτεκτονική διαφοροποιημένων υπηρεσιών (DiffServ) οι κατάλληλοι μηχανισμοί που πρέπει χρησιμοποιηθούν για να διασφαλιστεί ότι κάθε κατηγορία έχει την κατάλληλη μεταχείριση. Συνήθως αυτό επιτυγχάνεται μέσω συμπληρωματικών μηχανισμών, όπως της διαχείρισης ουράς και τον προγραμματισμό. Οι αλγόριθμοι διαχείρισης ουράς διαχειρίζονται το μήκος των ουρών των πακέτο με τη διαγραφή πακέτων όταν είναι αναγκαίο ή σκόπιμο, ενώ οι αλγόριθμοι χρονοπρογραμματισμού καθορίζουν την προτεραιότητα μεταξύ των πακέτων που είναι έτοιμα για μετάδοση και παραμένουν στο buffer των δρομολογητών και χρησιμοποιούνται κυρίως για τη διαχείριση της κατανομής του bandwidth μεταξύ των ροών [10].

Σε ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων, κατά κανόνα, τα πακέτα βρίσκονται στην ουρά και έχουν προγραμματιστεί για μετάδοση σε μία Πρώτο – Μέσα Πρώτο – Έξω.(First-In-First-Out -FIFO), η οποία είναι απλή και εύκολη να

εφαρμοστεί . Ο αλγόριθμος Πρώτο – Μέσα πρώτο – Έξω (FIFO), είναι ο απλούστερος αλγόριθμος προγραμματισμού πακέτων Όπως είναι προφανές από το όνομα του, εξυπηρετεί τα πακέτα με βάση τη χρονική σειρά άφιξης τους. Ουσιαστικά πρόκειται για τον πιο απλό αλγόριθμο στοίβας στην υλοποίηση καθώς δεν χρειάζεται να αποσπά κάποια πληροφορία από τα πακέτα σχετικά με την χρονοδρομολογησή τους ο αλγόριθμος αυτός δεν πληροί τις κατάλληλες προϋποθέσεις, ώστε να χρησιμοποιηθεί σε δίκτυα που παρέχουν φωνή και βίντεο, περιλαμβάνεται στην προσομοίωση λόγω της συχνής παρουσίας του σε υπάρχοντα δίκτυα. Όπως αναφέρθηκε ο αλγόριθμος FIFO, δίνει την ίδια προτεραιότητα σε όλα τα πακέτα, ανεξάρτητα από τον στόχο απόδοσης που έχουν. Αρκετοί άλλοι αλγόριθμοι έχουν υλοποιηθεί προκειμένου να καθοριστεί σε ποια ουρά θα δοθεί η ευκαιρία να μεταδώσει ένα πακέτο που είναι αποθηκευμένο στον αποθηκευτικό της χώρο, όπως ο Αλγόριθμος Αναμονής με Προτεραιότητες (priority Queuing – PQ), ο αλγόριθμος Δίκαιης αναμονής με Βάρη (Weight Fair queue – WFQ), ο αλγόριθμος Δίκαιης αναμονής με Βάρη με ουρά μικρής καθυστέρησης (WFQ LLQ), ο αλγόριθμος Τεχνικής απόρριψης από το τέλος της ουράς (drop tail), ο αλγόριθμος έγκαιρης ανίχνευσης (Random Early detection –RED), ο αλγόριθμος χειρότερης-περίπτωσης δίκαιας σταθμισμένης Ουράς, ο αλγόριθμος Round Robin (RR), σταθμισμένη Round Robin (WRR), με πιο σύντομη Προθεσμία κλπ [10].

6.4. Σύγκριση Αλγορίθμων ουράς

Στην συγκεκριμένη παράγραφο παρουσιάζεται μια σύγκριση μεταξύ των κορυφαίων αλγορίθμων ουράς της Cisco, Όπως ο αλγόριθμος αναμονής με προτεραιότητες (PQ), ο αλγόριθμος Δίκαιης Αναμονής με βάρη (WFQ) καθώς και αλγόριθμοι διαχείρισης ενταμιευτών ανάλογα με την λειτουργικότητα τους.

6.4.1. Αλγόριθμος Αναμονής με Προτεραιότητες

Ο αλγόριθμος Αναμονής με Προτεραιότητες (Priority Queuing, PQ) διατηρεί διαφορετική ουρά για κάθε κλάση προτεραιότητας. Σε αυτή τη περίπτωση ο δρομολογητής λαμβάνει υπόψη την τιμή DSCP που έχει το κάθε πακέτο και

ανάλογα με την κλάση προτεραιότητας στην οποία ανήκει το στέλνει στην αντίστοιχη ουρά. Οι δρομολογητές που ενσωματώνουν αυτή τη λειτουργία θεωρείται ότι προσφέρουν ένα είδος διαφοροποιημένων υπηρεσιών. Κάθε μία από αυτές τις ουρές με τη σειρά της εξυπηρετείται με μηχανισμό FIFO και για αυτό η πολιτική PQ είναι αρκετά απλή στην υλοποίηση, έχοντας ως μοναδική επιπρόσθετη δυσκολία τη διατήρηση μεγαλύτερου αριθμού ουρών. Η κάθε ουρά εξυπηρετείται με σειρά προτεραιότητας μόνο εφόσον έχουν αποσταλεί όλα τα πακέτα των ουρών μεγαλύτερης προτεραιότητας.

6.4.2. Αλγόριθμος Δίκαιης Αναμονής με Βάρη

Ο αλγόριθμος Δίκαιης Αναμονής με Βάρη (Weight Fair Queue, WFQ) είναι η παραλλαγή του αλγόριθμου Δίκαιης Αναμονής (FQ) που αναπτύχθηκε από το Nagle και βασίζεται σε κατανομή του εύρους ζώνης με βάση προτεραιότητες. Ο αλγόριθμος λαμβάνει πληροφορία για το επίπεδο προτεραιότητας του κάθε πακέτου από την IP επικεφαλίδα του. Στη συνέχεια προωθεί το πακέτο στην αντίστοιχη ουρά. Το εύρος ζώνης της ζεύξης εξόδου ουσιαστικά διαμοιράζεται μεταξύ των ροών ανάλογα με τα βάρη τους. Εάν μία ουρά κάποια χρονική στιγμή είναι άδεια, τότε το εύρος ζώνης που της αντιστοιχεί μοιράζεται στις υπόλοιπες ουρές ανάλογα με τα βάρη τους. Ο αλγόριθμος εξασφαλίζει ένα ελάχιστο ρυθμό εξυπηρέτησης για κάθε ροή ίσο με το λόγο του βάρους της προς το συνολικό άθροισμα όλων των βαρών των ροών που ανταγωνίζονται για τη συγκεκριμένη ζεύξη πολλαπλασιασμένο με την ταχύτητα της ζεύξης εξόδου.

6.4.3. Αλγόριθμοι διαχείρισης ενταμιευτών

Υπάρχουν δύο κατηγορίες αλγορίθμων διαχείρισης ενταμιευτών ανάλογα με τη λειτουργικότητά τους. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τους αλγόριθμους που αφορούν την αντιμετώπιση της συμφόρησης και η δεύτερη αυτούς που αφορούν την αποφυγή της συμφόρησης. Οι αλγόριθμοι της πρώτης κατηγορίας λαμβάνουν χώρα μόνο όταν επέλθει συμφόρηση. Αντίθετα οι τεχνικές της δεύτερης κατηγορίας υλοποιούνται πριν επέλθει η συμφόρηση και χωρίς να έχει υπερχειλίσει κάποια ουρά. Στην προσομοίωση

χρησιμοποιήθηκαν οι δύο πιο απλοί και ταυτόχρονα πιο ευρέως διαδεδομένοι αλγόριθμοι.

6.4.4. Τεχνική Απόρριψης από το Τέλος της Ουράς

Στην τεχνική Απόρριψης από το Τέλος της Ουράς (drop tail) ο διαχειριστής του δρομολογητή πρέπει να ρυθμίσει ένα μέγιστο μήκος (σε πακέτα) για κάθε ουρά. Κάθε ουρά δέχεται πακέτα μέχρι να φτάσει σε αυτό το μέγιστο μήκος και στη συνέχεια απορρίπτει κάθε πακέτο που φτάνει, έως ότου μειωθεί το μέγεθος της ουράς με την εκπομπή κάποιου πακέτου από την ουρά. Άλλη ονομασία με την οποία συναντάται συχνά αυτός ο αλγόριθμος είναι Complete Partitioning.

6.4.5. Τεχνική Τυχαίας Έγκαιρης Ανίχνευσης

Ο πιο δημοφιλής αλγόριθμος αποφυγής συμφόρησης είναι ο αλγόριθμος Τυχαίας Έγκαιρης Ανίχνευσης (Random Early Detection - RED). Ο δρομολογητής που υλοποιεί την αντίστοιχη τεχνική υπολογίζει το μέσο μήκος της ουράς αναμονής. Ορίζονται δύο όρια. Το ελάχιστο και το μέγιστο μήκος ουράς. Μόλις ξεπεραστεί το ελάχιστο όριο αρχίζει η απόρριψη των πακέτων με κάποια πιθανότητα. Εάν ξεπεραστεί το μέγιστο όριο τότε κάθε πακέτο απορρίπτεται. Επειδή ο αλγόριθμος RED λειτουργεί με βάση το μέσο μήκος ουράς επιτρέπει στιγμιαίες εξάρσεις της κίνηση αλλά όχι συνεχή συμφόρηση.

Το μειονέκτημα του αλγορίθμου RED είναι η πολυπλοκότητα του όσον αφορά την υλοποίηση καθώς απαιτείται χρήση ειδικού κατωδιαβατού φίλτρου για τον υπολογισμό του μέσου μήκους της ουράς αναμονής κάθε χρονική στιγμή. Επίσης είναι υπό συζήτηση το κατά πόσο είναι σκόπιμο και συμφέρον να απορρίπτονται πακέτα προτού υπάρξει συμφόρηση.

Από τα αποτελέσματα που παρήχθησαν από αντίστοιχες έρευνες, αποδείχτηκε ότι ο αλγόριθμος RED με σωστή ρύθμιση των παραμέτρων οδηγεί σε βελτίωση της ποιότητας υπηρεσιών πραγματικού χρόνου (βίντεο και φωνή), όπως την βιώνει ο τελικός χρήστης. Στην περίπτωση του αλγορίθμου RED, οι απώλειες είναι αυξημένες σε σχέση με τους υπόλοιπους

αλγόριθμους, αλλά λόγω της χρήσης της παραμέτρου της μέσης τιμής μήκους ουράς και των ανάλογων ορίων, οι απώλειες ομαλοποιούνται και ανακατανέμονται σε ένα ευρύτερο χρονικό διάστημα. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται οι πιθανότητες τα απορριφθέντα πακέτα να είναι διαδοχικά πακέτα και έτσι μειώνεται η πιθανότητα να χαθεί κρίσιμο κομμάτι της πληροφορίας που απαιτείται για την ανακατασκευή των πλαισίων της ροής πραγματικού χρόνου.

6.5. Υπηρεσία Τριών Επιπέδων (Triple Play) Αξιολόγηση- Επίδοση Απόδοσης

6.5.1. Υπηρεσία Τριών Επιπέδων (Triple Play).

Για την προσομοίωση της υπηρεσίας τριών επιπέδων (triple play) υπηρεσιών πάνω σε αρχιτεκτονική ψηφιακής συνδρομητικής γραμμής (xDSL αρχιτεκτονική), ένα συγκεκριμένο μοτίβο του triple play παρέχεται ανεπίσημα στους προσομοιωμένους χρήστες και συμπεριλαμβάνει διάφορους τύπους ροής.

Ειδικότερα, η προσομοίωση της κυκλοφορίας ροής περιλαμβάνει μία σειρά από εφαρμογές δεδομένων, όπως μεταφορά αρχείων (FTP), ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail), περιήγηση στο διαδίκτυο, τα οποία συνεπάγονται μεγάλες μεταφορές δεδομένων και εφαρμογές πραγματικού χρόνου, όπως φωνή πάνω από πρωτόκολλο IP (Voice Over IP) μονής εκπομπής (unicast), και βίντεο κατ'απαίτηση (Video On Demand). Όσον αφορά την προσομοίωση της τηλεφωνικής υπηρεσίας μέσω της ευρυζωνικής σύνδεσης G.711 κωδικοποίηση ροής δεδομένων είναι προσομοιωμένη με ένα μέσο ρυθμό μετάδοσης των 64kbps, το μέγεθος του πακέτου είναι 32 bytes, ρυθμό των 250 τεμαχίων ανά δευτερόλεπτο και χωρίς ανίχνευση δραστηριότητας φωνής [18]. Προσομοίωση της ροής πολυμέσων πάνω σε ένα συνεστραμμένο ζεύγος εκτελέστηκε με χρήση H.264 κωδικοποιημένων αρχείων. Τα αρχεία παρέχουν μία τεχνολογία (parsing) / αποκωδικοποίηση της ροής των δυαδικών ψηφίων (bitstream) του κάθε κλιπ, στα πεδία ροής δυαδικών ψηφίων (bitstream) που αναφέρονται στο πρότυπο H.264 [1]. Συγκεκριμένα εντοπίσει τα αρχεία από το "Starship Troopers" ταινία χρησιμοποιήθηκαν ως είσοδος στη μηχανή

προσομοίωσης Ornet [15]. Οι στατιστικές ιδιότητες του αρχείου ιχνών (Trace) φαίνονται στον Πίνακα 6-1.

Αριθμός Πλαισίων ανά δευτερόλεπτο (Frames per Second)	25
Ελάχιστο μέγεθος πλαισίου (Minimum Frame Size (bytes))	2818
Μέγιστο μέγεθος πλαισίου (Maximum Frame Size (bytes))	15828
Μέσο μέγεθος πλαισίου (Average Frame Size (bytes))	7916
Μέσος ρυθμός μετάδοσης (Average Transmission Rate (Mbps))	1,35
Εκρηκτικότητα (Burstyness (Max TR / Min TR))	10,49

Πίνακας 6-1: Στατιστικές ιδιότητες του αρχείου ιχνών για το αρχείο «ίχνος»

Επειδή στα αρχεία «ίχνη» MPEG κάθε τεμάχιο είναι ένα κομμάτι, το μέγεθος του κάθε κομματιού είναι συνήθως μεγαλύτερο από τη μέγιστη μονάδα μεταφοράς (MTU) των τυπικών δικτύων, όπου MTU είναι το μέγιστο μέγεθος πακέτου που μπορεί να δεχθεί ένα συγκεκριμένο δίκτυο χωρίς την επιβολή οποιασδήποτε κατακερματισμού. Έτσι, τα μεγαλύτερα πλαίσια κατακερματίζονται, όταν λαμβάνονται από τον δρομολογητή, προκειμένου να συμμορφωθούν με την απαίτηση του MTU. Δύο διαφορετικά συστήματα πακετοποίησης έχουν χρησιμοποιηθεί στις προσομοιώσεις. Η προεπιλογή ορίζεται ως Πλήρης Τεμάχιο (CF) και περιλαμβάνει πακέτα μεταβλητού μήκους, όπως φαίνεται στον Πίνακα 6-1.

Στο δεύτερο σύστημα που ονομάζεται Συνεχές πακετάρισμα (PKZ) [9], κάθε καρέ βίντεο της ροής H.264 είναι κατακερματισμένο πάντα σε πακέτα σταθερού μήκους, δηλαδή 552 bytes, το οποίο είναι μία κοινό μέγιστη μονάδα

μετάδοσης (MTU) σε πραγματικό μέγεθος των δικτύων [6]. Μετά την πακετοποίηση στο στρώμα μεταφοράς, η μετάδοση των πακέτων που ανήκουν στο ίδιο πλαίσιο είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα στο πρώτο ήμισυ της διάρκειας του πλαισίου (διάρκεια κάθε πλαισίου είναι 40 χιλιοστά του δευτερολέπτου, δεδομένου ότι ο ρυθμός πλαισίων είναι 25 καρέ ανά δευτερόλεπτο). Η συνεχής μετάδοση πακέτων βοηθά στο να αποφευχθεί απότομη συμφόρηση στο ρυθμιστικό δρομολογητή, λόγω του προβλήματος του MPEG κομματιού [9]. Η προαναφερθείσα επιλογή του πρώτου ήμισυ της διάρκειας του πλαισίου αποτελεί μια ποιοτική επιλογή, ως αποτέλεσμα της ακόλουθης παρατήρησης. Εάν η διάρκεια της μετάδοσης είναι πολύ μεγάλη, η καθυστέρηση αυξάνεται. Από την άλλη πλευρά, η μικρής διάρκειας μετάδοσης επιβάλλει βαριά κυκλοφορία. Δεδομένου ότι υπάρχει ένας συμβιβασμός μεταξύ της καθυστέρησης και συμφόρησης η επιλογή του μεγέθους πακέτου θα πρέπει να οδηγούν σε μία συμβιβαστική λύση [9]. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να τονίσουμε ότι οι μέθοδοι πακεταρίσματος έχουν σημαντική επίδραση στα αποτελέσματα της προσομοίωσης, διότι επηρεάζεται η ροή της κυκλοφορίας, καθώς και τις στατιστικές του ιδιότητες.

6.5.2. Αρχιτεκτονική Προσομοίωσης

Η προσομοιωμένη αρχιτεκτονική χτίστηκε με βάση την αρχιτεκτονική που περιγράφεται στο σχήμα -1, χρησιμοποιώντας Opnet μηχανή προσομοίωσης. Δεδομένου ότι ο σκοπός της προσομοίωσης ήταν να χαρακτηρίζει την απόδοση των διαφόρων τεχνικών χρονοπρογραμματισμού πακέτων χρησιμοποιώντας διάφορα συστήματα για πακετάρισμα H.264 AVC σε διάφορα φορτία κυκλοφορίας, μόνο βασικές συνιστώσες της υποδομής triple-play χρησιμοποιήθηκαν. Για να προσομοιωθεί η υπηρεσία ενοποιημένων τριών επιπέδων υπηρεσιών (triple play) χρησιμοποιήθηκε ένας δρομολογητής βίντεο για την παροχή των υπηρεσιών βίντεο κατά παραγγελία (on demand), καθώς και μια υπηρεσία VoIP και μια πηγή δεδομένων κίνησης.

Στο Δίκτυο Διανομής υπάρχουν τέσσερις τυπικοί Cisco 7609 δρομολογητές (2 ATM, το Frame Relay 4, 8 και Ethernet 8 θύρες SLIP), ενώ ο δρομολογητής συνάθροισης είναι Cisco 7000 Series μοντέλο (6-θύρα Ethernet 10baseT, 4-port Token Ring, 8 -port και γρήγορη σειριακή θύρα 2-fast Ethernet). Στο δίκτυο πρόσβασης χρησιμοποιήθηκε δεύτερης γενιάς DSL πολυπλέκτης πρόσβασης

(32-port κάρτας γραμμής, Frame Relay WAN interface). Ο εξοπλισμός του τοπικού δικτύου αποτελείται από μία τυπική client-side συσκευή τερματισμού- ένα μόντεμ xDSL (1 Ethernet - 1 θύρα DSL) και ένα 8-θυρών 10/100 Ethernet switch. Το DSLAM συνδέεται με τον δρομολογητή μέσω μιας συγκεντρωτικής T3 γραμμή (45Mbps), ενώ για την διασύνδεση μεταξύ AR και DER ένας OC-3 σύνδεσμος χρησιμοποιείται. Για να υποστηριχτεί η παροχή τριών επιπέδων ενοποιημένων υπηρεσιών triple play, οι χρήστες εξυπηρετούνται με μία 4096 Kbps xDSL σύνδεση.

6.5.3. Σενάρια προσομοίωσης

Μια σειρά από σενάρια προσομοίωσης εκτελέστηκαν κατά την προαναφερθείσα αρχιτεκτονική ενοποιημένων τριών επιπέδων υπηρεσιών (αρχιτεκτονική triple play) με μεταβαλλόμενες συνθήκες κυκλοφοριακού φόρτου. Το κίνητρο για τη διεξαγωγή της μελέτης προσομοίωσης ήταν να διερευνηθεί τον τρόπο με τον οποίο διαφορετικά φορτία κυκλοφορίας, αλγόριθμοι ουράς και συστήματα πακεταρίσματος επηρεάζουν τις σημαντικότερες παραμέτρους (π.χ. απώλεια πακέτων, καθυστέρηση και διακύμανση) ποιότητας της κάθε υπηρεσίας.

Υποθέσαμε ότι η συμφόρηση είναι πιο πιθανό να συμβεί σε όλη την σύνδεση (T3: 44,736 Mbps), που διασύνδεει το δρομολογητή συγκεντρωσης με τα DSLAMs, ενώ η DSL συνδέει κάθε οικιακό δίκτυο με τον πολυπλέκτη ψηφιακής συνδρομητικής γραμμής (DSLAM)συμβάλλει στο να μην υπάρχουν απώλειες σύμφωνα με την προσομοίωση του triple-play συστήματος που χρησιμοποιείται. Συγκεκριμένα, η χρήση της AR-DSLAM σύνδεσης κυμαίνεται από 55% έως 95%. Δεδομένου ότι ο κύριος στόχος είναι να καθοριστεί ποιο αλγόριθμο χρονοπρογραμματισμού και τεχνική πακεταρίσματος ανταποκρίνεται αποτελεσματικά στις απαιτήσεις των υπηρεσιών triple-play κάτω από αντίξοες συνθήκες κυκλοφορίας, παρουσιάζονται μόνο τα αποτελέσματα του σεναρίου προσομοίωσης για την χειρότερη περίπτωση (95% χρησιμοποίηση σύνδεσης).

Η ουρά πακέτων και οι τεχνικές χρονοπρογραμματισμού που διερευνήθηκαν για την παροχή διαφορετικών υπηρεσιών triple play είναι η PQ, και η WFQ WFQ LLQ για τέσσερα διαφορετικά επίπεδα μεγέθους του προσωρινού χώρου αποθήκευσης βίντεο (50, 80, 110, και 220 πακέτα). Το πρόβλημα του

βέλτιστου πακεταρίσματος για το H.264 AVC διευθετήθηκε από την εξέταση των δύο προαναφερθέντων συστημάτων για πακετάρισμα.

6.5.4. Αξιολόγηση και Επιδόσεις

Η απόδοση των δύο συστημάτων πακεταρίσματος (ολόκληρο τεμάχιο και συνεχές πακετάρισμα) για κάθε ένα από τους τρεις αλγόριθμους χρονοπρογραμματισμού (Ουρά προτεραιότητας, Δίκαιη ουρά με βαρύτητα και βεβαρημένη δίκαιη ουρά με καθυστέρηση) αξιολογήθηκε και συγκρίθηκε.

Ο αλγόριθμος Δίκαιης αναμονής με βάρη στην ουρά χαμηλής καθυστέρησης (WFQ LLQ – weight Fair queuing with Low latency Queue), αποτέλεσε το πιο περίπλοκο σενάριο, ενώ η ροή της φωνής έχει απόλυτη προτεραιότητα σε σχέση με τις άλλες δύο ροές κυκλοφορίας (όπως στην PQ), το βίντεο και η ροή δεδομένων υποστηρίζονται από έναν WFQ αλγόριθμο.

Με τον αλγόριθμο WFQ λοιπόν συνδυάζουμε τρία συγκριτικά πλεονεκτήματα:

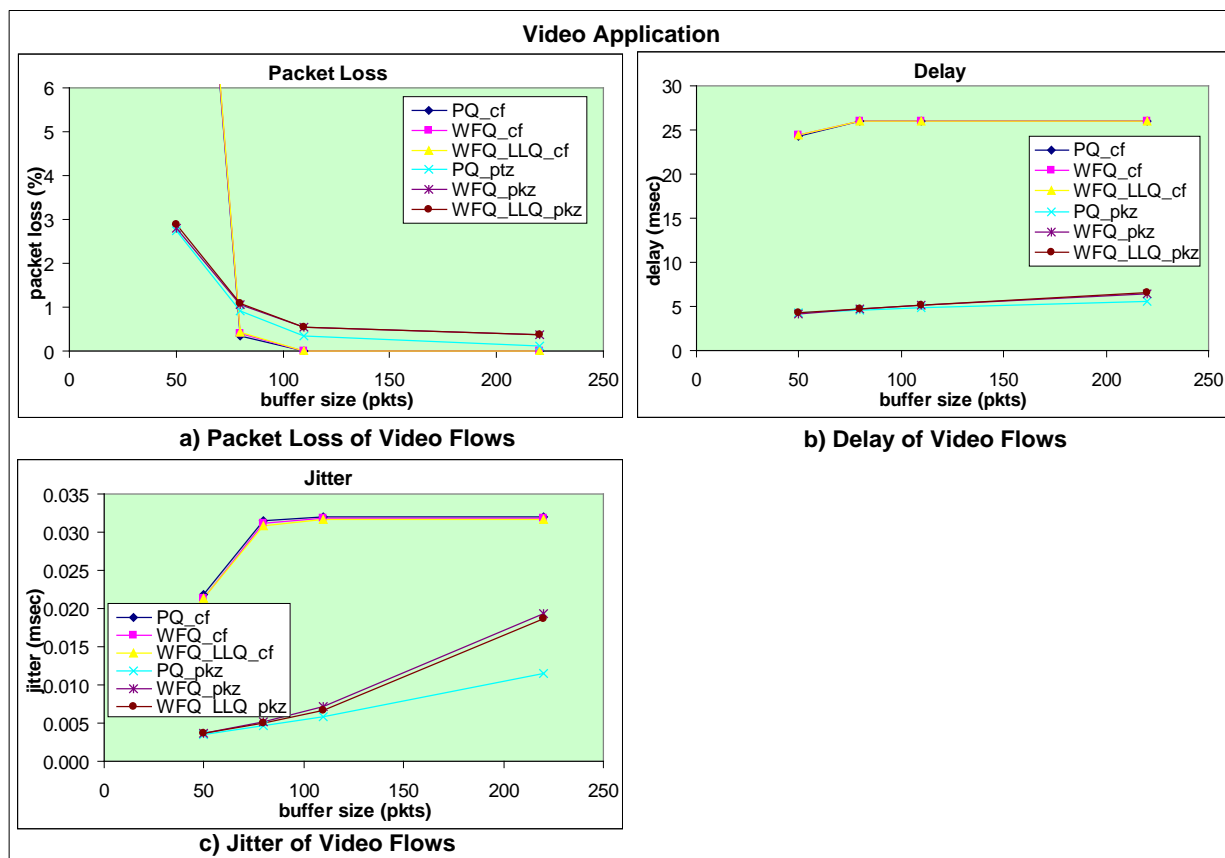
- Έχουμε την εναρμόνιση με την αρχιτεκτονική διαφοροποιημένων υπηρεσιών, καθώς είναι ένας αλγόριθμος προτεραιοτήτων που κατηγοριοποιεί τα πακέτα με βάση πληροφορία από την επικεφαλίδα τους.
- Αντιμετωπίζουμε το κοινό πρόβλημα των δύο άλλων δημοφιλών αλγορίθμων, δηλαδή το πρόβλημα της εκμηδένισης του ρυθμού αποστολής των ροών υπηρεσίας δεδομένων που μπορεί να οφείλεται είτε στο μηχανισμό που διαθέτει το πρωτόκολλο TCP για μείωση ρυθμού αποστολής είτε στον αποκλεισμό από τη διαδικασία εκπομπής λόγω της συνεχούς ύπαρξης πακέτων σε ουρά ανώτερης προτεραιότητας.
- Παρέχοντας ένα σταθερό ποσοστό εύρους ζώνης και αντίστοιχα χρόνου εκπομπής στη ζεύξη καθόδου στις διάφορες υπηρεσίες, εξασφαλίζεται μικρή και προβλέψιμη διακύμανση καθυστέρησης σε αντίθεση με το σενάριο χρήσης αλγορίθμου PQ (όπου κάποια υπηρεσία μπορούσε να αποκλειστεί εντελώς από τη διαδικασία εκπομπής πακέτων από ένα χρονικό σημείο και μετά).

Η ρύθμιση του βάρους που αναλογεί στην κάθε υπηρεσία μπορεί να ποικίλει και ρυθμίζεται από τον διαχειριστή του δικτύου με βάση την αναμενόμενη κίνηση της κάθε υπηρεσίας. Για την ρύθμιση αυτή επιβάλλεται λοιπόν να έχει προηγηθεί κάποια έρευνα και φυσικά η απαραίτητη στατιστική ανάλυση. Έτσι διαφορετικοί παροχείς μπορούν να επιλέξουν διαφορετικά βάρη για τις ίδιες υπηρεσίες. Συνεπώς θα παρέχουν διαφορετική ποιότητα για την κάθε υπηρεσία ανάλογα με το σημείο συμβιβασμού μεταξύ απωλειών των διαφόρων υπηρεσιών στο οποίο έχουν καταλήξει.

Για την σωστή λειτουργία του μηχανισμού αυτού πρέπει να ορισθεί πρώτα ένας μέγιστος αριθμός χρηστών που θα κληθεί να εξυπηρετήσει στη χειρότερη περίπτωση ο δρομολογητής συνάθροισης. Στη συνέχεια μπορούν να ρυθμιστούν τα βάρη αφήνοντας περισσότερο περιθώριο στην υπηρεσία βίντεο και μειώνοντας το ποσοστό που αναλογεί στην υπηρεσία φωνής καθώς όπως έχουμε αναφέρει η υπηρεσία φωνής είναι πιο ανεκτική σε απώλειες πακέτων

Οι Εικόνες 6-1 έως 6-3, απεικονίζουν τα αποτελέσματα προσομοίωσης για τις υπηρεσίες βίντεο, VoIP και δεδομένων αντίστοιχα. Κάθε εικόνα απεικονίζει την απώλεια πακέτων, την καθυστέρηση και την διακύμανση που αντιμετωπίζουν οι ροές κυκλοφορίας για κάθε ένα από τα συστήματα πακεταρίσματος (cf, pkz) και για κάθε διαφορετικό σύστημα χρονοπρογραμματισμού (PQ, WFQ, WFQ_LL), αναθέτοντας τέσσερα διαφορετικά επίπεδα μέγεθος για τον προσωρινό χώρο αποθήκευσης του βίντεο.

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης δείχνουν το γεγονός ότι για την υπηρεσία βίντεο, η καθυστέρηση είναι αντιστρόφως ανάλογη με την απώλεια πακέτων, για κάθε σύστημα πακεταρίσματος, το σύστημα χρονοπρογραμματισμού και το μέγεθος του προσωρινού χώρου αποθήκευσης του βίντεο. Καθώς αυξάνεται ο προσωρινός χώρος αποθήκευσης, η παρουσία των πακέτων n στην ουρά επεκτείνεται, μειώνοντας τον αριθμό των απορριφθέντων πακέτων. Σε ότι αφορά την Ουρά προτεραιότητας, είναι προφανές από το σχήμα 6-1a ότι ειδικά στο σενάριο του συνεχούς πακεταρίσματος, η χρήση της ουράς προτεραιότητας αποκλείει τις ροές δεδομένων από τη χρήση του διαθέσιμου



Εικόνα 6-1. Τα αποτελέσματα των ροών βίντεο

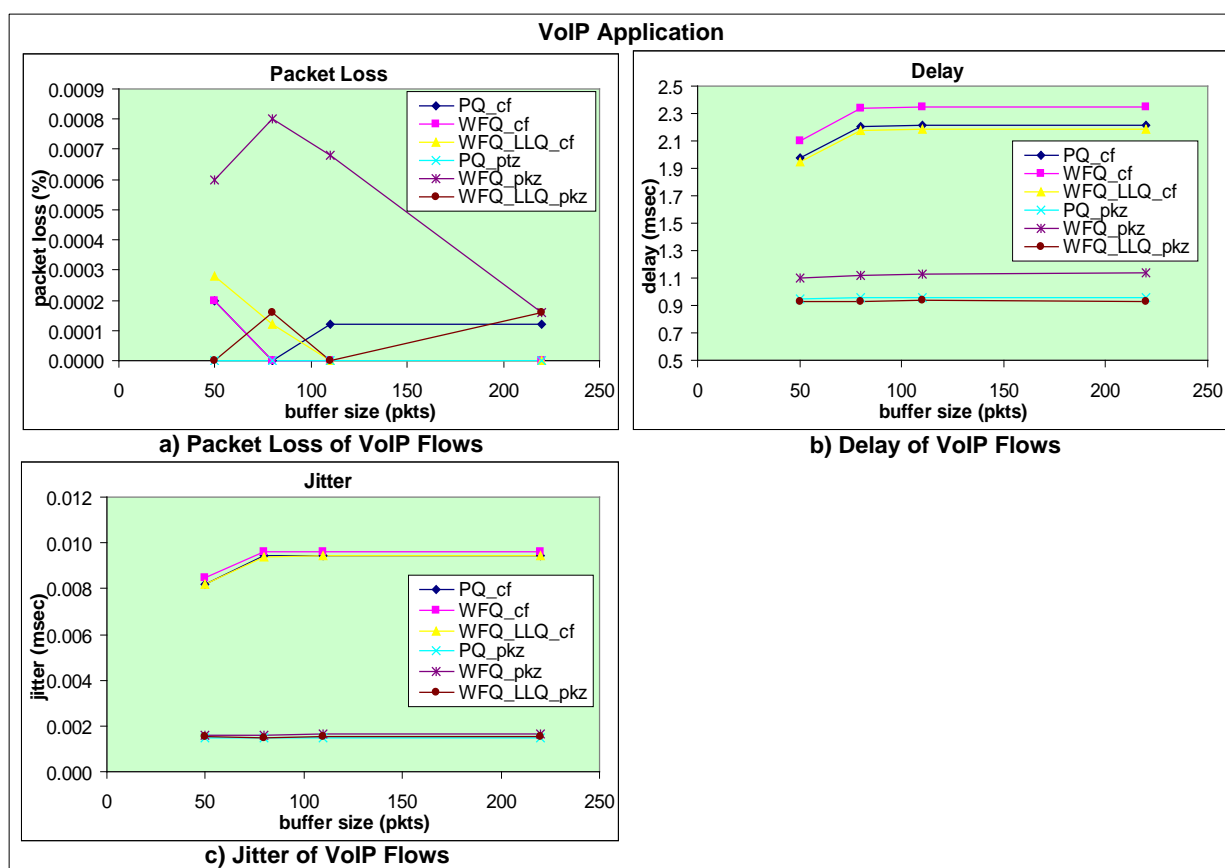
εύρους ζώνης, όπως η υπηρεσία δεδομένων έχει τη χαμηλότερη προτεραιότητα στην ιεραρχία του χρονοπρογραμματισμού. Το πρόβλημα γίνεται σοβαρό για υψηλές τιμές των μεγεθών προσωρινής αποθήκευσης βίντεο (110,220).

Σε ότι αφορά το σύστημα βεβαρημένης δίκαιης ουράς, στα ανατιθέμενα βάρη χορηγείται το 90,5% του διαθέσιμου εύρους ζώνης για τη ροή βίντεο, το 7% στην VoIP υπηρεσία και το 2,5% στην κυκλοφορία TCP. Υποθέτουμε ότι η φωνή της ροής της κυκλοφορίας δεν θα συναντήσει απώλειες, καθώς το βάρος που αποδίδονται στις ροές κίνησης φωνής (3,16 Mbps) διατηρεί επαρκές εύρος ζώνης για τις γενικές απαιτήσεις της φωνητική υπηρεσίας, η οποία είναι περίπου στα 3Mbps για τα συγκεκριμένα σενάρια προσομοίωσης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, όταν το μικρό μέγεθος προσωρινής αποθήκευσης βίντεο χρησιμοποιείται, υπάρχει μόνο μία ελαφρά επιδείνωση

της υπηρεσίας βίντεο που οφείλεται σε μια μικρή αύξηση του ρυθμού της απώλειας πακέτων, ενώ υπάρχει μια σημαντική βελτίωση στην υπηρεσία δεδομένων.

Στα σενάρια Δίκαιης Αναμονής με Βάρη (WFQ), για τα δύο συστήματα πακεταρίσματος, η καθυστέρηση της υπηρεσίας VoIP είναι ελαφρώς χειρότερη από ό, τι στο σύστημα PQ, ενώ η απώλεια πακέτων για την υπηρεσία φωνής αυξάνει ανάλογα με το μέγεθος προσωρινού χώρου αποθήκευσης βίντεο. Ως εκ τούτου ο αλγόριθμος Δίκαιης Αναμονής με Βάρη (WFQ) είναι ένας αλγόριθμος χρονοπρογραμματισμού για διαφοροποιημένες υπηρεσίες (DiffServ) που δεν αποκλείει την TCP κίνηση όταν γίνεται μεγάλη χρήση του δικτύου. Υποθέτοντας ότι έχουμε μια εκ των προτέρων γνώση ή μπορούμε να προβλέψουμε τις πραγματικές στατιστικά απαιτήσεις εύρους ζώνης για κάθε υπηρεσία, ο αλγόριθμος Δίκαιης Αναμονής με Βάρη (WFQ) φαίνεται να είναι η καλύτερη επιλογή και στα δύο συστήματα πακεταρίσματος (όπως υποδεικνύεται από τα διαγράμματα). Ωστόσο, η ανάγκη για εκ των προτέρων γνώση των αναγκών εύρους ζώνης για τις παρεχόμενες υπηρεσίες καθιστά ανέφικτη την εφαρμογή του αλγορίθμου Δίκαιης Αναμονής με Βάρη (WFQ) καθώς είναι πολύ δύσκολο να προσαρμόσει ένα σωστό βάρος για κάθε υπηρεσία.

Μία λύση μπορεί να βρεθεί για την χρήση του αλγορίθμου Δίκαιης αναμονής με βάρη με ουρά χαμηλής καθυστέρησης (WFQ – LLQ) χρονοπρογραμματισμού. Επαρκής εύρος ζώνης μπορεί να διατεθεί μόνιμα στην υπηρεσία φωνής, παρέχοντας υψηλής ποιότητας υπηρεσίας για τους συνδρομητές με σταθερά χαμηλή καθυστέρηση πακέτων. Εγγυάται, επίσης, ότι ποτέ οι κυκλοφοριακές ροές δεδομένων δεν θα εξαιρούνται από τη χρήση εύρους ζώνης. Το αναπόφευκτο κόστος είναι ελαφρώς η αύξηση στην απώλεια πακέτων για το βίντεο και την φωνητική υπηρεσία (εικόνες 6-1.α και 6-2.α). Αυτό μπορεί εύκολα να αντισταθμιστεί με αύξηση του μεγέθους προσωρινής αποθήκευσης βίντεο, καθώς και με σύγχρονα συστήματα βίντεο ανθεκτικά στο λάθος. Σε ότι αφορά τα διάφορα συστήματα πακεταρίσματος, το σύστημα συνεχούς πακεταρίσματος επιτυγχάνει πολύ καλύτερες επιδόσεις σε καθυστέρηση και διακύμανση στις βίντεο και VoIP υπηρεσίες (Εικόνες 6-1.b, 6-1.c, 6-2.b, 6-2c).

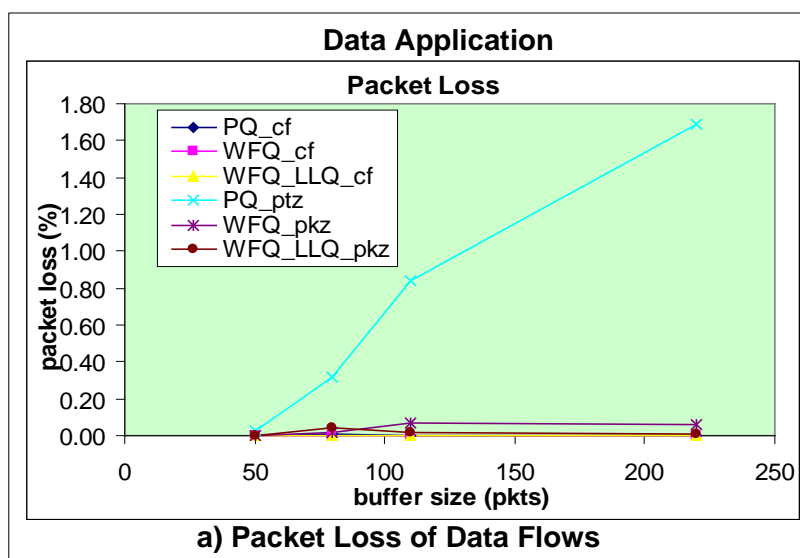


Εικόνα 6-2: Αποτελέσματα VoIP Ροών

Τα αποτελέσματα από την απώλεια πακέτων δείχνουν ότι αποφεύγει μεγάλες απώλειες πακέτων στην υπηρεσίας βίντεο σε χαμηλές τιμές προσωρινού χώρου αποθήκευσης βίντεο, ενώ το σύστημα του πλήρες πλαισίου στέκεται καλύτερα στις μεσαίες και υψηλές τιμές. Και στα δύο συστήματα πακεταρίσματος οι απώλειες πακέτων της υπηρεσίας φωνής παραμένουν αυστηρά κάτω από το 1/105 ρυθμό απώλειας, ενώ για την υπηρεσία των δεδομένων μόνο κάτω από PQ και σε σύστημα συνεχούς πακεταρίσματος έχει εμφανιστεί σημαντική απώλεια πακέτων.

Η σύγκριση όλων των αποτελεσμάτων οδηγεί στην επιλογή του συνδυασμού σταθερού συστήματος πακετοποίησης και του αλγορίθμου Δίκαιης Αναμονής με Βάρη με ουρά Χαμηλής Καθυστερήσης (WFQ_LL) ως την πιο αποτελεσματική λύση. Το σύστημα WFQ_LL_pkz παρουσιάζει πολύ καλύτερες επιδόσεις σε καθυστέρηση και διακύμανση και στις δύο υπηρεσίες, διατηρεί χαμηλές απώλειες πακέτων, ακόμη και κάτω από μικρά

μεγέθη προσωρινού χώρου αποθήκευσης, ενώ διατηρούνται οι απώλειες στις καλύτερες συνθήκες κυκλοφορίας κοντά στο μηδέν.



Εικόνα 6-3. Τα αποτελέσματα των ροών δεδομένων

6.6. Συμπέρασμα – Εργασία στο μέλλον

Η εργασία αυτή παρουσιάζει την αξιολόγηση των επιδόσεων των τριών από τα πιο κοινά συστήματα χρονοπρογραμματισμού (PQ, WFQ, WFQ-LLQ) στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής triple-play. Το πιο σημαντικό σημείο κατά την διάρκεια της προσομοίωσης είναι να αντλήσει αποτελέσματα που έχουν πρακτικό ενδιαφέρον. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του σχεδιασμού μιας προσομοίωσης μίας τοπολογίας που βασίζεται πάνω σε κάποια εμπορική αρχιτεκτονική triple-play, ενώ «ίχνη» αρχεία χρησιμοποιήθηκαν για να προσομοιώσουν τις προβληματικές εφαρμογές video. Επιπλέον ένας ειδικός τύπο πακεταρίσματος χρησιμοποιήθηκε, ο οποίος βασίζεται στην RTP/UDP/IP ενθυλάκωση και η αποτελεσματικότητα της αποδείχτηκε. Υποθέτοντας ότι η συμφόρηση είναι πιο πιθανό να συμβεί στην σύνδεση του δρομολογητή συγκέντρωσης με το DSLAMs, μελετήσαμε την απόδοση του συστήματος χρονοπρογραμματισμού κάτω από συνθήκες με μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση. Εξετάσαμε την συμπεριφορά του συστήματος χρησιμοποιώντας διαφορετικές συνδέσεις και διαμορφώσεις των

δρομολογητών (μέγεθος προσωρινού χώρου αποθήκευσης και αλγόριθμο χρονοπρογραμματισμού) ενώ διατηρήθηκε μια σταθερή σύνθεση της κυκλοφορίας από τις τρεις υπηρεσίες. Κατά τη διάρκεια της φάσης της προσομοίωσης και αξιολόγησης εφαρμόστηκε ο απαραβίαστος νόμος του triple-play δικτύου, ο οποίος είναι να καλυφτούν οι ανάγκες των υποστηριζόμενων υπηρεσιών (βίντεο, φωνή και δεδομένα).

6.7. Σύνοψη

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, την αρχιτεκτονική παροχής τριπλής υπηρεσίας. Η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική αποτέλεσε και αποτελεί το μοντέλο υλοποίησης των παρόχων υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης παγκοσμίως. Παρουσιάστηκε η αρχιτεκτονική διαφοροποιημένων υπηρεσιών και η επίδοση / αξιολόγηση αλγορίθμων τεχνικών χρονοπρογραμματισμού πακέτων σε συγκεκριμένη αρχιτεκτονική διάταξη. Παρουσιάστηκε επίσης η σύγκριση αλγορίθμων ουράς και καταγράφηκαν οι επιδόσεις αυτών.

Στο επόμενο κεφάλαιο, θα αναφερθούμε στην εξέλιξη στην παροχή υπηρεσιών πολυμέσων προτείνοντας αρχιτεκτονικές από αναδυόμενες τεχνολογίες που οδηγούν τις εξελίξεις στην διανομή περιεχομένου, όπως τα συστήματα στοχευμένα στην πληροφορία και η κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών.

Αναφορές

- [1] Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services, ITU-T Rec. H 264 and ISO/IEC 14496-10 (MPEG -4 AVC), ITU-T and ISO/IEC JTC 1, Version 1: May 2003, Version 2: May 2004, Version 3: March 2005, Version 4 Q September 2005, Version 5 and 6: June 2006, Version 7: April 2007, Version 8 (including SVC extension): July 2007
- [2] Altgeld J., Zeeman J., "Whitepaper IPTV/VoD: The IPTV/VoD Challenge – Upcoming Business Models", IBM Paper for the International Engineering Consortium (IEC), 2005, p 3-16.

- [3] ITU-T (International Telecommunication Union –Telecommunication Standardization Sector), “Recommendation G.711 - (STD.ITU-T RECMN G.711-ENGL)”, Geneva: International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector, 1989
- [4] Schäfer R, Wiegand T. and Heiko Schwarz, “The emerging H.264/AVC standard“, EBU Technical Review, Special Issue on “Best of 2003”, January 2003.
- [5] Kamaci N., Altunbasak Y., “Performance comparison of the emerging H.264 video coding standard with the existing standards,” IEEE Int. Conf. Multimedia and Expo, vol.1, pp. 345-348, Baltimore, MD, July 2003.
- [6] Wenger S., Hannuksela M.M., T. Stockhammer, M. Westerlund, D. Singer, "RTP Payload Format for H.264 Video", RFC 384, February 2005
- [7] Schwarz Heiko, Detlev Marpe, and Thomas Wiegand, "Overview of the Scalable H.264/MPEG4-AVC Extension", IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'06), Atlanta, GA, USA, October 2006, Invited Paper.
- [8] Cisco Systems Inc, Managing Delay in IP video Networks; 2005, White Paper
- [9] Cisco Systems Inc, Wireline video/IPTV solution design and implementation guide, 2006a
- [10] Cisco Systems Inc., Web site: <http://www.cisco.com>, Congestion Management Overview; 2006b.
- [11] Cisco Systems Inc., IP next-generation network requirements for scalable and reliable broadcast IPTV services: 2006c, White paper.
- [12] DSL Forum TR-059; 2003
- [13] DSL Forum TR-101, 2006
- [14] Intel Corporation, Overcoming Barriers to High Quality Voice over IP Deployments, 2003.
- [15] Opnet technologies, <http://opnet.com>
- [16] Video trace research group - Arizona State University, Web Site: <http://trace.eas.asu.edu/>
- [17] Bruce Chen, “Simulation and Analysis of Quality of Service Parameters in IP Networks with video traffic”, Thesis, Simon Fraser University, May 06, 2002
- [18] Sotiropoulos J.P. et al., “Triple Play Service Simulation and Packet Scheduling Performance Evaluation”, IEEE International Conference on

Digital Telecommunications (IEEE ICDT '06), 29-31 Aug. 2006, Cap Esterel, Côte d'Azur, France.

- [19] Trace Files Site: <http://trace.eas.asu.edu/mirrors/h26l>
- [20] Bruce Chen, "Simulation and Analysis of Quality of Service Parameters in IP Networks with video traffic"
- [21] Thompson K., Miller G, Wilder R., "Wide area internet traffic patterns and characteristics", IEEE/ACM Trans. Networking, pp. 10-23, Nov. 1997.
- [22] Claffy K.C., G. Miller, and K. Thompson, "The nature of the beast: recent traffic measurements from an Internet backbone," Proc. INET'98, Geneva, Switzerland, July 1998
- [23] ISO/IEC MPEG, 2005. SVC Requirements Specified by MPEG. JVT-N026, available at http://ftp3.itu.ch/av-arch/jvt-site/2005_01_HongKong/jvt-n026.doc.
- [24] ITU-T VCEG, 2005. SVC Requirements Specified by VCEG. JVT-N027, available at http://ftp3.itu.ch/av-arch/jvt-site/2005_01_HongKong/jvt-n027.doc
- [25] IPTV Global Forecast 2010 to 2014, MRTG Report, June 2010.
- [26] OTE A.E., <http://otetv.ote.gr/portal/page/portal/OTETV/>
- [27] HOL A.E., <http://www.hol.gr/gr/home/holmytv/>
- [28] ON TELECOMS A.E., <http://www.on.gr/>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΡΟΗΣ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ ΣΕ ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΓΕΝΙΑΣ ΔΙΚΤΥΑ, ΣΤΟΧΕΥΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ.

Εισαγωγή

Έχοντας παρουσιάσει τεχνικές και προοπτικές στη βελτίωση και εξέλιξη της παροχής υπηρεσιών βίντεο και υποστήριξης ροών πολυμέσων πάνω από δίκτυα IP, θα προχωρήσουμε στο να εξετάσουμε την πιθανή εξέλιξή τους πάνω από νέες προτάσεις στο χώρο των δικτύων, εστιάζοντας στα επόμενης γενιάς δίκτυα, στοχευμένα στην πληροφορία.

Η ροή πληροφοριών κατ' απαίτηση κυριαρχεί στην κυκλοφορία του διαδικτύου. Σύμφωνα με σχετικές αναφορές, οι πάροχοι υπηρεσιών ΟΤΤ, κυρίως οι Netflix και YouTube, ευθύνονταν περίπου για το 40% της ημερήσιας κυκλοφορίας δεδομένων προς τους χρήστες στην Βόρεια Αμερική το 2011, ακολουθώντας μία τάση που αναμένεται να ενισχυθεί [1] [2].

Το You Tube, που φιλοξενεί περιεχόμενο που δημιουργείται από χρήστες και αποτελεί την μεγαλύτερη πηγή της κυκλοφορίας video στο διαδίκτυο παγκοσμίως τόσο στις σταθερές όσο και στις κινητές επικοινωνίες, έχει μελετηθεί ενδελεχώς [3,4]. Οι παραδοσιακές έννοιες πολυεκπομπής (multicast), οι οποίες εξυπηρετούν την διαδικτυακή τηλεόραση, δεν εφαρμόζονται στην περίπτωση του περιεχομένου κατ' απαίτηση. Από την άλλη πλευρά, τα σχήματα μετάδοσης που εφαρμόζονται, δεν κλιμακώνονται αποτελεσματικά στην περίπτωση του δημοφιλούς περιεχομένου. Έτσι για να γίνει αποτελεσματική διανομή περιεχομένου, οι πάροχοι καταφεύγουν στα Δίκτυα Διανομής Περιεχομένου (Content Delivery Networks – CDN), όπως οι Akamai, Limelight [2], κ.λπ. που προσφέρουν μία ευρεία επιλογή υπηρεσιών επί πληρωμή. Όπως αναφέρεται στην δημοσίευση [5] το κόστος των αυτών των δικτύων διανομής περιεχομένου (CDN) γίνεται μη βιώσιμο καθώς αυξάνεται ο αριθμός των χρηστών. Οι εταιρείες Amazon και Netflix αναπτύσσουν τα δικά τους δίκτυα διανομής περιεχομένου (CDN) [6], έτσι ώστε σταδιακά να επεξεργηθούν από τους παρόχους των δικτύων διανομής περιεχομένου (CDN providers).

Επιπλέον αυτών των επικαλυπτικών δικτύων, άλλες μέθοδοι για την ενίσχυση της ποιότητας της εμπειρίας περιλαμβάνουν την πρόσθεση

ευφυΐας στον πελάτη και την διανομή περιεχομένου με μεταβαλλόμενους ρυθμούς ταχύτητας (bit rates) ανάλογα με την ανταπόκριση των πελατών.

Η διανομή περιεχομένου είναι μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που θα πρέπει να αντιμετωπιστεί από το Future Internet. Προσφάτως έχει αναπτυχθεί μια αυξανόμενη ερευνητική κινητικότητα που επικεντρώνεται στα δίκτυα στοχευμένα στην πληροφορία (Information Centric Networking - ICN). Τα δίκτυα στοχευμένα στην πληροφορία, καθοδηγούνται από την κατανόηση ότι η τρέχουσα αρχιτεκτονική του διαδικτύου είναι ξεπερασμένη, καθώς το μοντέλο επικοινωνιών έχει μετακινηθεί από την επικοινωνία σημείου προς το σημείο στον καταμερισμό περιεχομένου. Το βασικό επιχείρημα της προσέγγισης των ICN, είναι ότι το περιεχόμενο θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως «πρωτεύον θέμα». Αρκετά έργα [7-14] εξετάζουν διαφορετικά θέματα των αρχιτεκτονικών δικτύων στοχευμένα στην πληροφορία. Παρά τις βασικές εννοιολογικές τους διαφορές, μερικές ιδέες γίνονται γενικώς αποδεκτές, όπως η δρομολόγηση με βάση το όνομα, το εγγενές caching και το μοντέλο ασφαλείας. Οι αρχιτεκτονικές δικτύων στοχευμένα στην πληροφορία αναπτύσσονται με βάση τα επώνυμα δεδομένα. Θέματα όπως η ταυτότητα και η ασφάλεια διαχωρίζονται από τις θέσεις φιλοξενίας. Το περιεχόμενο παραδίδεται ως αφεαυτού ασφαλές και δεν εξαρτάται από την ασφάλεια των διαδρομών σύνδεσης.

Τα δίκτυα στοχευμένα στην πληροφορία, εμφανίζονται ως μια αξιοπρόσεκτη προσέγγιση ικανή να αντιμετωπίσει διάφορες απαιτήσεις που χαρακτηρίζουν την αρχιτεκτονική του Future Internet. Κάποιος θα μπορούσε να ισχυρισθεί ότι τα ICN είναι μία επικάλυψη κατά την ίδια λογική που το IP είναι μία επικάλυψη όλων των διαφορετικών δικτύων μετάδοσης σήμερα. Αντίθετα με τα δίκτυα διανομής περιεχομένου, τα δίκτυα στοχευμένα στην πληροφορία, δεν περιορίζονται στο ακριβό συμβασιοποιημένο περιεχόμενο. Τα δίκτυα διανομής περιεχομένου δεν συνεργάζονται μεταξύ τους και η απόδοσή τους περιορίζεται από τη δική τους ικανότητα λήψης μηνυμάτων. Παρόλα αυτά, η εκτεταμένη ανάπτυξη των υπηρεσιών δικτύων διανομής περιεχομένου, δίνει έμφαση στην αναπτυσσόμενη ζήτηση για αποτελεσματική διανομή περιεχομένου. Τα δίκτυα στοχευμένα στην πληροφορία ξεπερνούν τα εγγενή ελαττώματα των δικτύων διανομής περιεχομένου και κάνουν πιο δημοκρατική την διανομή του περιεχομένου.

Πριν προχωρήσουμε σε θέματα διανομής ροών πολυμέσων σε δίκτυα στοχευμένα στην πληροφορία, θα κάνουμε μια αναφορά στα δίκτυα αυτά και στις σχετικές τεχνολογίες και πρωτόκολλα.

7.1. Θέματα προστασίας περιεχομένου και δικαιωμάτων

Καθώς οι συσκευές – που μπορούν να καταναλώσουν περιεχόμενο – εξαπλώνονται ραγδαίως, η προστασία του περιεχομένου θέτει μια μεγάλη πρόκληση στους παρόχους υπηρεσιών προστιθέμενων υπηρεσιών - OTT. Οι πάροχοι περιεχομένου θέλουν να είναι διαθέσιμο το περιεχόμενό τους στην ευρύτερη δυνατή ποικιλία συσκευών. Καθώς απομακρυνόμαστε από τα κλειστά οικοσυστήματα, όπου ο πάροχος παρείχε μία τερματική συσκευή χρήστη (Set-top Box), που επέβαλε την πρόσβαση υπό όρους (Conditional Access – CA) στο περιεχόμενο, εμφανίζονται νέες τεχνολογίες προστασίας του περιεχομένου. Η διαφορετικότητα των συσκευών έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη λύσεων διαχείρισης ψηφιακών δικαιωμάτων ιδιοκτησίας (Digital Rights Management – DRM), που έχουν ως στόχο να ικανοποιήσουν τις αυστηρές απαιτήσεις ασφαλείας που προσδιορίζονται από τους Παρόχους Περιεχομένου, για να παραχωρήσουν την άδεια χρήσης του περιεχομένου τους στον πάροχο υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας.

Η κρυπτογραφία βρίσκεται στην βάση της πρακτικής ασφάλειας. Τα παραδοσιακά συστήματα κρυπτογράφησης ωστόσο δεν είναι κατάλληλα για την περίπτωση των δικτύων στοχευμένα στην πληροφορία. Στα συστήματα κρυπτογράφησης δημόσιου κλειδιού, ο χρήστης κωδικοποιεί τα δεδομένα που επιθυμεί να διαμοιραστεί με την χρήση του δημόσιου κλειδιού του χρήστη ο οποίος θα αποκτήσει πρόσβαση στα δεδομένα. Κατά συνέπεια, μόνο ο χρήστης ο οποίος κατέχει το μυστικό κλειδί μπορεί να αποκωδικοποιήσει τα δεδομένα. Αυτή η προσέγγιση είναι ίδια με την επικοινωνία σημείο με σημείο. Στα περιβάλλοντα τεχνολογιών σύννεφου (cloud architectures), τέτοια σχήματα εισάγουν τον πλεονασμό κρυπτογραφημένων δεδομένων και είναι μη αποδοτικά για συστήματα μεγάλης κλίμακας. Παρομοίως, στο σύστημα στοχευμένο στην πληροφορία (ICN), το πλεονάζον κωδικοποιημένο περιεχόμενο αποτρέπει την αποδοτική χρήση της λανθάνουσας μνήμης (cache). Η κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών (Attribute Based

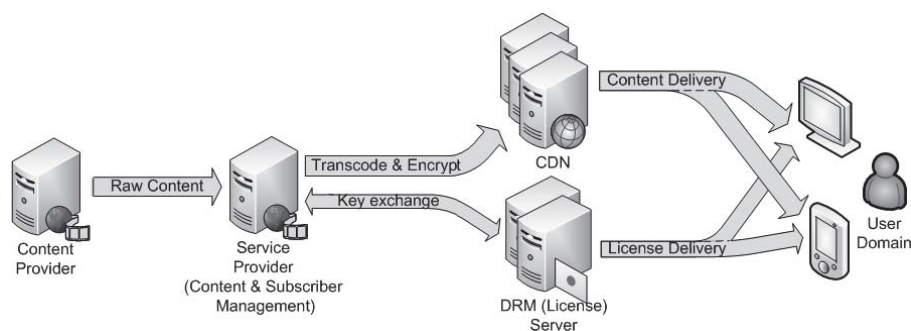
Encryption – ABE) έχει εισαχθεί από τους Sahai και Waters [15] και στοχεύει στην εξάλειψη των πλεονασμών. Στην κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών (ABE), μία Αρχή εκδίδει ιδιωτικά κλειδιά για κάθε χρήστη με βάση τα χαρακτηριστικά των χρηστών. Ο κωδικοποιητής μπορεί να προσδιορίσει μία πολιτική βάσει χαρακτηριστικών και κωδικοποιεί τα δεδομένα ακολουθώντας την ίδια την πολιτική πρόσβασης. Ένας χρήστης θα μπορεί να αποκωδικοποιεί, εάν τα χαρακτηριστικά του ικανοποιούν την πολιτική πρόσβασης. Η κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών (ABE) δεν απαιτεί γνώση των χρηστών που διαθέτουν αυτά τα χαρακτηριστικά, πριν από την κωδικοποίηση. Ένα άλλο ενδιαφέρον στοιχείο της κρυπτογράφησης βάσει χαρακτηριστικών (ABE) είναι η αντίστασή της σε συννομισίες. Δηλαδή, οι χρήστες δεν μπορούν να συνδυάσουν τα ιδιωτικά κλειδιά τους (χαρακτηριστικά) για να αποκωδικοποιήσουν ένα μήνυμα που ο καθένας ξεχωριστά δεν θα μπορούσε να αποκωδικοποιήσει.

Στα στοχευμένα στην πληροφορία δίκτυα, το περιεχόμενο θεωρείται ως το σημαντικότερο στοιχείο, γύρω από το οποίο είναι δομημένη όλη η αρχιτεκτονική, με στόχο την αποδοτική διανομή του. Η εγγενής χρήση των λανθανουσών μνημών των συστημάτων στοχευμένων στην πληροφορία μπορεί να ελαττώσει τη συμφόρηση του δικτύου και ελαχιστοποιήσει τις καθυστερήσεις, χωρίς τη χρήση επικαλύψεων δικτύου (network overlays) όπως τα CDN/MDN, ομότιμων οντοτήτων (Peer-to-peer) [16] ή εξειδικευμένων αλγορίθμων [17]. Ενώ αποφεύγει τις λύσεις με ιδιοκτησιακό καθεστώς, το σύστημα στοχευμένο στην πληροφορία, μπορεί να υποστηρίξει μεγάλους όγκους διανεμημένου περιεχομένου. Εφόσον οι τελικοί χρήστες είναι πιθανόν να λαμβάνουν το ζητούμενο περιεχόμενο από λανθάνουσες μνήμες παρά από τον αρχικό κόμβο φιλοξενίας, ο εκδότης δεν μπορεί να εξαρτάται από οντότητες (φιλοξενούσες λανθάνουσες μνήμες) για να επιβάλει τις πολιτικές του για την πρόσβαση στο περιεχόμενο. Καθώς η ασφάλεια αποδεδμεύεται από τον αρχικό κόμβο φιλοξενίας, οι κλασσικοί μηχανισμοί προστασίας περιεχομένου δεν εφαρμόζονται με βάση τις αρχές δεν κλίνουν με τις αρχές του δικτύου στοχευμένου στην πληροφορία. Μία λύση σε αυτό μπορεί να βασιστεί στην κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών ως την πρωταρχική αρχή κρυπτογράφησης. Η πολιτική πρόσβασης που ενσωματώνεται με τον κώδικα κρυπτογράφησης επιτρέπει την αυτόνομη κρυπτογράφηση προς ένα αριθμό χρηστών, οι οποίοι

επιτρέπεται να αποκρυπτογραφήσουν, προσφέροντας μία λύση για το συγκεκριμένο θέμα. Στις επόμενες ενότητες θα αναφερθούμε στις βασικές συνιστώσες μιας τέτοιας αρχιτεκτονικής.

7.2. Οικοσύστημα Διανομής Βίντεο

Όπως αναφέραμε με λεπτομέρεια στα Κεφάλαια 2-5, το κατ'απαίτηση βίντεο κυριαρχεί στο θέμα της μετάδοσης πολυμεσικού υλικού στο διαδίκτυο. Στην εικόνα 7-1, απεικονίζονται συνοπτικά, όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς σε ένα σενάριο βίντεο κατ'απαίτηση. Οι εμπλεκόμενοι φορείς είναι ο πάροχος περιεχομένου, ο πάροχος υπηρεσιών- OTT, ο πάροχος δικτύου και ο τελικός χρήστης. Ο πάροχος περιεχομένου παρέχει πρωτογενές πολυμεσικό περιεχόμενο στον πάροχο υπηρεσιών- OTT, ο οποίος το κωδικοποιεί, το πακετοποιεί και το κρυπτογραφεί, ενώ διαχειρίζεται και τις συνδρομές και τις τιμολογήσεις των χρηστών. Ο πάροχος δικτύου παρέχει το μέσο, μέσω του οποίου το περιεχόμενο θα φθάσει στους καταναλωτές του περιεχομένου. Οι τελικοί χρήστες είναι εφοδιασμένοι τουλάχιστον με μία συνδεδεμένη συσκευή, έτσι ώστε να μπορούν να καταναλώνουν το ψηφιακό περιεχόμενο.



Εικόνα 7-1: Αρχιτεκτονική Βίντεο κατ'απαίτηση (VoD)

Το ζητούμενο είναι οι καταναλωτές να έχουν πρόσβαση να έχουν πρόσβαση στο περιεχόμενο ανεξάρτητα από τον τύπο της συσκευής, την γεωγραφική τους θέση ή το χρησιμοποιούμενο δίκτυο. Αυτό είναι και το τελικό συμπέρασμα της μετεξέλιξης του οικοσυστήματος της IPTV 3.0, δηλαδή: διαδικτυακή τηλεόραση «οπουδήποτε, οποτεδήποτε με οποιαδήποτε συσκευή». Οι συσκευές διαφέρουν όχι μόνο ως προς τα μεγέθη των οθονών

και την ισχύ επεξεργασίας, αλλά και ως προς τις υποστηριζόμενες τεχνολογίες – για παράδειγμα, οι συσκευές της Apple δεν υποστηρίζουν το Adobe Flash – οδηγώντας σε πολύ διαφορετικά υπολογιστικά περιβάλλοντα. Έτσι, οι Πάροχοι Υπηρεσιών ΟΤΤ, πρέπει να αναπτύσσουν λύσεις πολλαπλών οθονών (multi screens solutions).

Μέσα στο ανωτέρω πλαίσιο, οι Πάροχοι Υπηρεσιών ΟΤΤ, βασίζονται στο σύστημα διανομής περιεχομένου, για να κάνουν αποδοτική διανομή περιεχομένου μέσω της υφιστάμενης αρχιτεκτονικής του διαδικτύου.[Κεφάλαιο 2-3] Η διανομή περιεχομένου που χρησιμοποιεί μόνο τους εξυπηρετητές των Παρόχων Υπηρεσιών ΟΤΤ, περιέχει τόσο τη διαθεσιμότητα του περιεχομένου όσο και την απόδοση. Η επικρατούσα στρατηγική των Παρόχων Υπηρεσιών ΟΤΤ είναι η ανάπτυξη του συστήματος διανομής περιεχομένου, του οποίου το κατανεμημένο δίκτυο παρέχει το περιεχόμενο στους τελικούς χρήστες πιο αποδοτικά. Τελευταία, οι βασικοί Πάροχοι Υπηρεσιών ΟΤΤ (συμπεριλαμβανομένων και των You Tube, Netflix και Amazon)[2] επιλέγουν να αναπτύξουν το δικό τους σύστημα διανομής περιεχομένου. Σε αυτή την κατεύθυνση, οι Πάροχοι Δικτύου επίσης ξεκινούν τα δικά τους ιδιόκτητα Δίκτυα Διανομής Μεσισμικού Περιεχομένου (Media Delivery Networks – MDN) για να ικανοποιήσουν την αυξανόμενη ζήτηση.

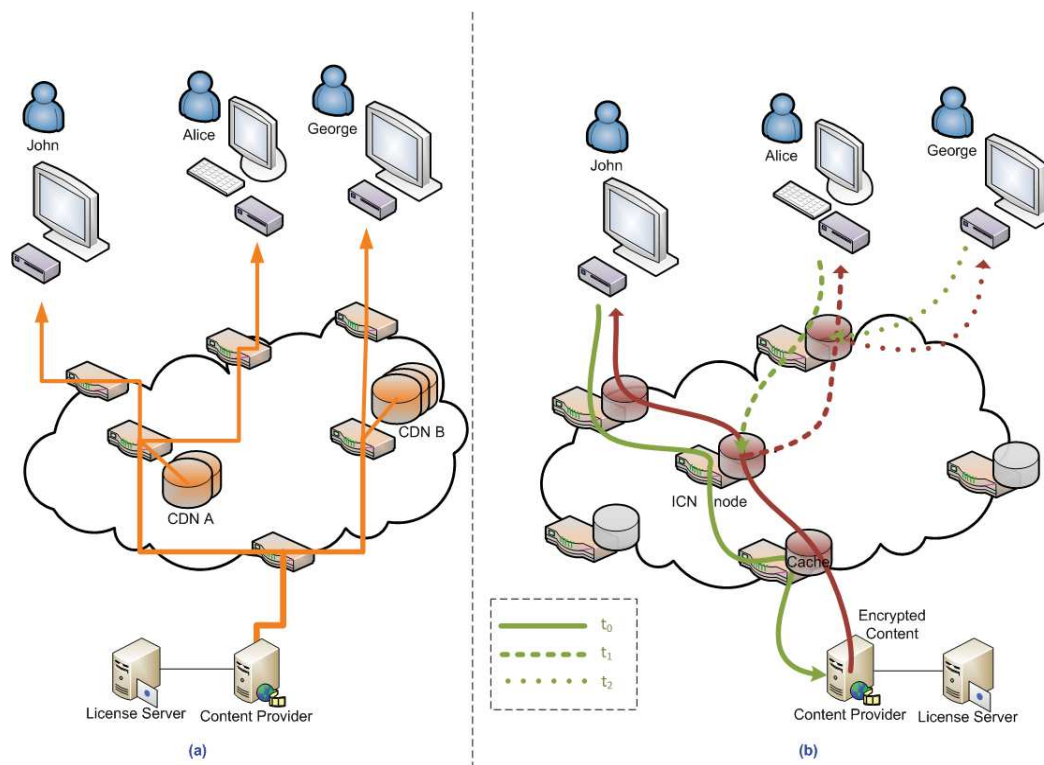
Παραβλέποντας τα θέματα ευρυζωνικότητας, η παροχή κατ'απαιτήση βίντεο(VoD) είναι μια περιοχή που κυριαρχείται από λύσεις ιδιοκτησιακού χαρακτήρα (proprietary solutions). Οι Πάροχοι Υπηρεσιών ΟΤΤ χρησιμοποιούν την τεχνολογία του Προσαρμόσιμου Ρυθμού Μετάδοσης (Adaptive Bit Rate – ABR), κατά την οποία κάθε ροή δεδομένων κωδικοποιείται με διαφορετικούς ρυθμούς μετάδοσης και ανάλυσης και μετά ομαδοποιούνται σε τεμάχια των 2-10 δευτερολέπτων. Ο πελάτης παρακολουθεί συνεχώς την κατάσταση σύνδεσης και την κατανάλωση κεντρικής μονάδας επεξεργασίας (CPU), και προσαρμόζει ανάλογα τον ρυθμό λήψης των Video, ζητώντας το κατάλληλο τεμάχιο. Τα πιο κοινά πρωτόκολλα αυτού του τύπου είναι τα Apples HTTP Live Streaming (HLS) [18], Microsoft Smooth Streaming (MSS) [19] και HTTP Dynamic Streaming (HDS) [20], που έχει αναπτυχθεί από την Adobe. Δυστυχώς, δεν υπάρχει διαλειτουργικότητα μεταξύ αυτών των τεχνολογιών και οι Πάροχοι Υπηρεσιών ΟΤΤ πληρώνουν υψηλό κόστος, αφού το ίδιο περιεχόμενο θα πρέπει να πακετοποιηθεί και να αποθηκευθεί πολλές φορές.

Ένας άλλος σοβαρός παράγοντας για τους Παρόχους Υπηρεσιών OTT είναι η προστασία της σύνδεσης. Οι Πάροχοι Περιεχομένου θέτουν αυστηρές απαιτήσεις ασφαλείας σχετικές με την προστασία του περιεχομένου τους. Οι Πάροχοι Υπηρεσιών OTT πρέπει να ενσωματώσουν διάφορες λύσεις ψηφιακής διαχείρισης δικαιωμάτων (DRM) στα συστήματά τους, εφόσον οι συνδεδεμένες συσκευές – κάποιες εκ των οποίων έρχονται με ανοιχτές πλατφόρμες – θέτουν μία σημαντική πρόκληση. Οι διαφορετικές τεχνολογίες ψηφιακής διαχείρισης δικαιωμάτων, όπως PlayReady της Microsoft [21], Widevine της Google [22], CMLA-OMA v2 [23], κ.λπ., είναι συνδεδεμένες με δημοφιλείς συσκευές τελικής χρήσης και δεν υπάρχει διαλειτουργικότητα μεταξύ τους, καθώς δεν υπάρχει τυποποίηση αλλά μόνο λύσεις με ιδιοκτησιακό καθεστώς. Έτσι ένα πολυμεσικό περιεχόμενο από πάροχο υπηρεσιών –OTT, που στοχεύει σε πολλές τέτοιες συσκευές πρέπει να ενσωματώνει πολλά σχήματα DRM συγχρόνως. Πρόσθετες λύσεις με ιδιοκτησιακό καθεστώς στοχεύουν στην ενορχήστρωση αυτής της πολυπλοκότητας μέσω της διαχείρισης των υποκείμενων πλατφορμών ψηφιακής διαχείρισης δικαιωμάτων. Επιπλέον, οι λύσεις ψηφιακής διαχείρισης δικαιωμάτων δεν ενσωματώνονται πλήρως με τα σχήματα ABR, προσθέτοντας περισσότερη πολυπλοκότητα στην λύση. Η έλλειψη τυποποίησης, ο τεράστιος αριθμός συσκευών και ιδιοκτητών λύσεων συνεπάγονται πολύπλοκες αρχιτεκτονικές και απαιτούν τεράστιους χώρους αποθήκευσης και τεράστια ισχύ επεξεργασίας. Πιο πρόσφατα, οι Πάροχοι διανομής περιεχομένου, άρχισαν να προσφέρουν πλήρεις λύσεις (end-to-end), αλλά αυτές έρχονται με ένα σημαντικό κόστος. Όλο και περισσότερο, το κόστος του εύρους ζώνης, της αποθήκευσης, και των συστημάτων τρίτων μερών, τα οποία δένουν τον πάροχο με ιδιόκτητες λύσεις, ενεργεί ως παράγοντας αναχαίτισης της ανάπτυξης πανταχού παρούσων συσκευών συνεχούς λήψης δεδομένων.

Υπάρχουν αρκετές πρωτοβουλίες που προσπαθούν να διευκολύνουν την κατάσταση αυτή. Το consortium Digital Entertainment content Ecosystem (DECE) στοχεύει στην τυποποίηση όλης της διαδικασίας παροχής περιεχομένου κάτω από την ετικέτα UltraViolet [24], το DVD του διαδικτύου όπως το ονομάζουν. Η DECE προσδιορίζει μία κοινή μορφή αρχείων (Common File Format – CFF) για κάθε συσκευή με την ονομασία UltraViolet. Στο μέτωπο των συστημάτων ψηφιακής διαχείρισης δικαιωμάτων

περιεχομένου(DRM), το Marlin DRM [25], είναι ένα ανοιχτό DRM που στοχεύει στην τυποποίηση της διαχείρισης δικαιωμάτων και καλύπτει πολλές συσκευές. Το UltraViolet υιοθετεί το Marlin μαζί με τέσσερα δημοφιλή σχήματα DRM έτσι ώστε το περιεχόμενο να παίζει ουσιαστικά σε κάθε συσκευή, ανεξάρτητα από το υποκείμενο σχήμα DRM. Στην περίπτωση ABR, ο οργανισμός ISO δημοσίευσε πρόσφατα το πρότυπο MPEG DASH [26]. Το DASH περιλαμβάνει τις καλύτερες πρακτικές HLS, MSS και HDS και υποστηρίζει τόσο τις άμεσες (Live) όσο και τις κατ' απαίτηση υπηρεσίες (On demand). Υποστηρίζει δύο μορφές περιεκτών, δηλαδή, το ISO Base Media File και το MPEG 2 Transport Stream, προσδιορίζει ένα αρχείο δήλωσης περιεχομένου που περιγράφει το περιεχόμενο, καλείται Περιγραφή Παρουσίασης Μεσικού Περιεχομένου (Media Presentation Description) και τέλος προσδιορίζει κοινά δεδομένα σχετικά με την κρυπτογράφηση, τα οποία επιτρέπουν τη διαλειτουργικότητα των DRM (με τον ίδιο τρόπο όπως συμβαίνει με το UltraViolet). Η Εικ.7-2(a) αναπαριστάνει μία τυπική αρχιτεκτονική (για συντομία παραλείπεται ο πάροχος υπηρεσιών OTT και ο πάροχος περιεχομένου διαχειρίζεται το σύνολο των διεργασιών παροχής περιεχομένου).

Η συγκεκριμένη προσέγγισή, βασίζεται στο σύστημα στοχευμένο στην πληροφορία, για την αποδοτική διανομή περιεχομένου και στην κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών (ABE), για την παροχή αυτο-ασφαλιζόμενου περιεχομένου. Η Εικ.7-2 (b) αναπαριστάνει το σενάριο του βίντεο κατ'αποκοπή, μετά από την εφαρμογή της λύσης μας. Δεικνύει την περίπτωση τριών εξουσιοδοτημένων χρηστών που ζητούν το ίδιο περιεχόμενο σε διαδοχικές χρονικές στιγμές (ειδικότερα t_0 , t_1 και t_2). Η πρώτη απαίτηση φθάνει στον Πάροχο Περιεχομένου καθώς θεωρούμε ότι το ζητούμενο περιεχόμενο δεν είναι αρχικώς διαθέσιμο σε καμία ενδιάμεση λανθάνουσα μνήμη. Καθώς το περιεχόμενο διατρέχει για πρώτη φορά το δίκτυο διανομής περιεχομένου, αποθηκεύεται στις λανθάνουσες μνήμες των δρομολογητών από τους οποίους διέρχεται. Οι επακόλουθες απαιτήσεις θα εξετάσουν τις λανθάνουσες μνήμες προτού διοχετευθούν στον Πάροχο Περιεχομένου. Στην περίπτωση που το ζητούμενο περιεχόμενο βρίσκεται ακόμη σε μία λανθάνουσα μνήμη, η απαίτηση δεν προωθείται περαιτέρω. Το



Εικόνα 7-2: (a) Παραδοσιακό Σενάριο – (b) Στοχευμένο στην πληροφορία Σενάριο.

περιεχόμενο αποστέλλεται προς τον αιτούντα και αποθηκεύεται σε λανθάνουσες μνήμες της νέας διαδρομής.

7.3. Δικτύωση Στοχευμένη στην Πληροφορία (Information Centric Networking)

Όπως αναφέραμε και στην προηγούμενη ενότητα, πολλές αρχιτεκτονικές έχουν προταθεί στο πεδίο των συστημάτων δικτύων στοχευμένων στην πληροφορία. Το κοινό τους σημείο αναφοράς είναι ότι το δίκτυο είναι ενήμερο του περιεχομένου και, έτσι, μπορεί να προωθεί και να τοποθετεί περιεχόμενο σε λανθάνουσες μνήμες με βάση ένα μοναδικό αδιαμφισβήτητο αναγνωριστή. Ακόμη κι αν είναι δύσκολο να αναγνωρίσουμε ποια από τις προτεινόμενες προσεγγίσεις θα επικρατήσει στο τέλος, στην προτεινόμενη υλοποίηση, επικεντρωνόμαστε στο CNNx [42], το οποίο είναι το αποτέλεσμα του έργου CCN. Αν και άλλες προσεγγίσεις όπως η υλοποίηση PSIRP [43], η NetInf [44] και η DONA [7] παρουσιάζουν βασικές διαφορές στον σχεδιασμό τους, η βασική ιδέα της προώθησης βάσει ονόματος και της τοποθέτησης σε λανθάνουσες μνήμες παραμένει η ίδια.

Το CCNx εισάγει δύο βασικά μηνύματα: το μήνυμα ενδιαφέροντος και το αντικείμενο περιεχομένου. Το πρώτο αποστέλλεται από την πλευρά του πελάτη κάθε φορά που δημιουργείται στο επίπεδο του δικτύου μία ονομαστική απαίτηση για συγκεκριμένο περιεχόμενο. Μεταξύ άλλων κεφαλίδων (headers) και πληροφοριών απαιτούμενων από τους δρομολογητές του δικτύου, περιέχει το όνομα του περιεχομένου που έχει ζητήσει ο πελάτης. Το αντικείμενο του περιεχομένου είναι ουσιαστικά η απόκριση στο μήνυμα ενδιαφέροντος, καθώς μεταφέρει το περιεχόμενο που φέρει το όνομα που συμπεριλαμβανόταν στην απαίτηση του χρήστη.

Τα συστατικά στοιχεία ενός δρομολογητή CCNx είναι η Βάση Προωθούμενης Πληροφορίας (Forward Information Base – FIB), ο Πίνακας Εκκρεμών Ενδιαφερόντων (Pending Interest Table – PIT) και η Αποθήκη Περιεχομένου (Content Store – CS). Η Βάση Προωθούμενης Πληροφορίας (FIB), είναι πρακτικά το ισοδύναμο ενός πίνακα δρομολόγησης και περιέχει μία αντιστοίχιση (mapping) μεταξύ του ονόματος του περιεχομένου και της διασύνδεσης δικτύου (network interface), που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να προωθήσει το μήνυμα ενδιαφέροντος προς τον κόμβο εξυπηρέτησης περιεχομένου. Ο Πίνακας Εκκρεμών Ενδιαφερόντων (PIT), είναι ένας πίνακας, όπου καταγράφονται όλα τα μηνύματα ενδιαφέροντος, μαζί με πληροφορίες για τη διασύνδεση (Interface) από την οποία ήλθα. Κάθε φορά που φθάνει ένα μήνυμα και το αντίστοιχο περιεχόμενο δεν βρίσκεται στην λανθάνουσα μνήμη, δημιουργείται μία εγγραφή στον Πίνακα Εκκρεμών Ενδιαφερόντων (PIT). Έτσι, όταν το αντικείμενο του περιεχομένου φτάσει στον δρομολογητή, ο τελευταίος θα ελέγξει τον Πίνακα Εκκρεμών Ενδιαφερόντων (PIT), για να βρει από που ήλθε η σχετική απαίτηση. Είναι φανερό ότι με αυτή την προσέγγιση, το αντικείμενο του περιεχομένου θα ακολουθήσει την αντίστροφη διαδρομή του μηνύματος ενδιαφέροντος. Τέλος, η CS είναι η λανθάνουσα μνήμη του δρομολογητή. Κάθε φορά που φθάνει ένα μήνυμα ενδιαφέροντος, ο δρομολογητής εξετάζει πρώτα την λανθάνουσα μνήμη για ένα αντικείμενο περιεχομένου. Η Βάση Προωθούμενης Πληροφορίας (FIB), ελέγχεται μόνο αν δεν υπάρχει κάποιο ταίριασμα με περιεχόμενο της λανθάνουσας μνήμης. Αντιστοίχως, όταν φθάνει ένα αντικείμενο περιεχομένου, μπορεί να αποθηκευθεί στην CS, με βάση την πολιτική αντικατάστασης περιεχομένου της λανθάνουσας μνήμης,

με την Ελάχιστα Πρόσφατα Χρησιμοποιούμενη πληροφορία (Least Recently Used – LRU) να είναι η προκαθορισμένη πολιτική εδώ.

Η επίδοση του συστήματος δικτύου στοχευμένου στην πληροφορία, έχει μελετηθεί εκτενώς. Πρόσφατες εργασίες [45][46][47]εστιάζουν ι στο εύρος ζώνης και την επίδοση της λανθάνουσας μνήμης [45,46], καθώς και την αντικατάσταση της λανθάνουσας μνήμης [47], όπου μία εναλλακτική LRU παρουσιάζεται ως πολιτική αντικατάστασης του περιεχομένου της λανθάνουσας μνήμης. Μια εναλλακτική προσέγγιση δρομολόγησης που ενσωματώνει και τη σημασιολογία προτείνεται στο [48]. Τέλος, στο [49] παρουσιάζεται μία εφαρμογή συνεργατικής ροής video που τρέχει πάνω από το σύστημα στοχευμένο στην πληροφορία (ICN), χρησιμοποιώντας την μορφή HTTP Live Streaming της Apple.

Η ασφάλεια γενικώς και όσον αφορά την προστασία περιεχομένου αποτελεί ένα ανοικτό θέμα στην έρευνα του δικτύου στοχευμένου στην πληροφορία. Οι μηχανισμοί προστασίας του περιεχομένου, που εφαρμόζονται στην τηλεόραση επί πληρωμή (pay TV) δεν είναι συμβατές με το ICN, αφού η κρυπτογράφηση ανά χρήστη καταστρέφει την αποδοτικότητα της χρήσης λανθάνουσας μνήμης. Ένας χρήστης δεν μπορεί να αποκρυπτογραφήσει περιεχόμενο της λανθάνουσας μνήμης που έχει κρυπτογραφηθεί για άλλο χρήστη. Εδώ είναι το σημείο στο οποίο εισάγεται στη συζήτηση η κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών. Η κρυπτογράφηση περιεχομένου για μια ομάδα χρηστών που διαμοιράζονται κοινές χαρακτηριστικές ιδιότητες επιτρέπει την αποδοτική χρήση των λανθανουσών μνημών. Επίσης, στο εννοιολογικό επίπεδο, τόσο η κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών όσο και το δίκτυο στοχευμένο στην πληροφορία, υιοθετούν το σχήμα ένας-προς-πολλούς (one-to-many). Επιπλέον, το δίκτυο στοχευμένο στην πληροφορία προάγει την ιδέα του περιεχομένου που είναι αυτο-εξαρτώμενο. Η κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών, επιτρέπει στο περιεχόμενο να είναι αυτο-εξαρτώμενο συνδέοντας την πολιτική πρόσβασης με το κρυπτογραφημένο περιεχόμενο. Με αυτή την προοπτική ισχυριζόμαστε ότι η προσέγγιση CP-ABE είναι εφαρμόσιμη αφού η πολιτική πρόσβασης ενσωματώνεται στα ονοματισμένα δεδομένα. Διάφορες εισηγήσεις έχουν γίνει για την χρήση του σχήματος κρυπτογράφησης εκπομπής (Broadcast Encryption (BE),) στα σχήματα δικτύων στοχευμένα στην πληροφορία, στο πλαίσιο της δημοσίευσης NDN [9]. Ωστόσο, δεν γνωρίζουμε άλλη εργασία

που να συσχετίζει το δίκτυο στοχευμένο στην πληροφορία με την κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών.

7.4. Κρυπτογράφηση Βάσει Χαρακτηριστικών (ABE)

Η Κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών (ABE), εισήχθηκε από τους Sahai και Waters [15]. Η έννοια ξεκινάει από την Κρυπτογράφηση Βάσει Ταυτότητας (Identity Based Encryption – IBE) [27,28], η οποία στοχεύει στην απλοποίηση της διαχείρισης πιστοποιητικών στα κρυπτογραφικά συστήματα. Ενώ στην κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών (ABE), το δημόσιο κλειδί μπορεί να είναι μία αυθαίρετη αλυσίδα χαρακτήρων, όπως π.χ. η διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου των παραληπτών, η κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών, επεκτείνει την κρυπτογράφηση βάσει ταυτότητας (IBE), βλέποντας τις ταυτότητες σαν ένα σύνολο χαρακτηριστικών ιδιοτήτων του χρήστη. Τα δεδομένα κρυπτογραφούνται με ένα δημόσιο κλειδί που αποτελείται από ένα σύνολο χαρακτηριστικών και μόνο οι χρήστες που διαθέτουν (τα περισσότερα από αυτά) τα κλειδιά μπορούν να τα αποκρυπτογραφήσουν. Ένα ιδιωτικό κλειδί χρήστη αποτελείται από ένα σύνολο συστατικών ιδιωτικού κλειδιού, ενός για κάθε χαρακτηριστική ιδιότητα της ταυτότητας του χρήστη. Για να επιτευχθεί αυτό, χρησιμοποιούνται γραμμικά σχήματα διαμοιρασμού μυστικών, όπως στην κρυπτογραφία κατωφλίου [29] και στην γενικευμένη αμνήμονα μεταφορά [30]. Οι χρήστες παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά τους σε μία Αρχή έκδοσης κλειδιού κι λαμβάνουν το αντίστοιχο κλειδί μετά από μια επιτυχή επαλήθευση. Μία βελτίωση πέρα από την απλή σύγκριση των χαρακτηριστικών ήταν η εισαγωγή τύπων (formulas) για αυτά τα χαρακτηριστικά, ενεργούντων ως πολιτικών πρόσβασης. Σε αυτή την κατεύθυνση έχουν προταθεί δυο εκδοχές της κρυπτογράφησης βάσει χαρακτηριστικών (ABE), οι KP-ABE και CP-ABE [32]. Η πρώτη συμπεριλαμβάνει την πολιτική πρόσβασης στο κλειδί, ενώ το σύνολο των χαρακτηριστικών συσχετίζεται με το κείμενο κρυπτογράφησης. Η CP-ABE υλοποιεί την αντίστροφη ιδέα.

Η έρευνα επί της κρυπτογράφησης βάσει χαρακτηριστικών (ABE) εισέρχεται σε μία εποχή ωρίμανσης, επικεντρωμένη σε θέματα που περιλαμβάνουν τις

Πολλαπλές Αρχές (Multi Authorities) [33,34] και τα σχήματα ανάκλησης [35,36]. Τέτοιες βελτιώσεις είναι ουσιαστικές για να μπορούν να εφαρμοστούν πλήρως τα κρυπτογραφικά συστήματα βάσει χαρακτηριστικών (ABE). Στα συστήματα Πολλαπλών Αρχών, κάθε χρήστης μπορεί απλώς να λειτουργεί ως μία Αρχή κρυπτογράφησης βάσει χαρακτηριστικών (ABE), δημιουργώντας ένα δημόσιο κλειδί και εκδίδοντας ιδιωτικά κλειδιά για άλλους χρήστες που απεικονίζουν τα χαρακτηριστικά τους, εξαλείφοντας έτσι την ανάγκη για μια κεντρική αρχή που θα δημιουργούσε μπουτιλιάρισμα στο σύστημα.

Η έρευνα που επικεντρώνεται στις εφαρμογές της ABE περιλαμβάνει με ευρεία ποικιλία περιοχών, όπως π.χ. η ιδιωτικότητα στα Online κοινωνικά δίκτυα (Online Social Networks- OSN) [37], τα συστήματα πρόσβασης υπό προϋποθέσεις (Conditional Access – CA)[38], η προστασία των Αρχείων Υγείας (Health Records) [39] και τα δίκτυα των οχημάτων [40]. Οι υλοποιήσεις, ωστόσο, βασίζονται στην αρχική δημιουργία μίας CP-ABE [32], η οποία δοκιμάζεται από τα μεγάλα κείμενα κρυπτογράφησης. Τίποτα από τα προηγούμενα δεν εφαρμόζει την κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών (ABE) σε συνεργία με το σύστημα δικτύων στοχευμένων στην πληροφορία (ICN). Στο [38], που είναι το πλησιέστερο στο προτεινόμενο δικό μας πλαίσιο, μελετάται η εφικτότητα της κρυπτογράφησης βάσει χαρακτηριστικών (ABE) στα συστήματα πρόσβασης υπό προϋποθέσεις (CA) και η επικέντρωση βρίσκεται στην επίδοση τέτοιων συστημάτων σε σχέση με τον αριθμό των χρηστών και των χαρακτηριστικών. Από τότε, κάποιες προσεγγίσεις στην δημιουργία κρυπτογράφησης βάσει χαρακτηριστικών [41], έδωσαν μία βελτιωμένη απόδοση επιτυγχάνοντας σταθερό μέγεθος κειμένων κρυπτογράφησης.

7.5. Προτεινόμενη Αρχιτεκτονική

Σε αυτή την παράγραφο, εμβαθύνουμε σε θέματα της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής. Πρώτον, περιγράφουμε το πρωτόκολλο των πολλαπλών αρχών για την απόκτηση αδειάς, ακολουθούμενο από την προτεινόμενη αρχιτεκτονική δικτύου που ενσωματώνει την κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών σε ένα σχήμα διανομής video βασισμένο στο δίκτυο

στοχευμένο στην πληροφορία. Τέλος, εξετάζουμε την ανάκληση (revocation) χρηστών κάτω από το πρίσμα της συνεργίας ABE-ICN και προτείνουμε ένα κατάλληλο σχήμα ανάκλησης.

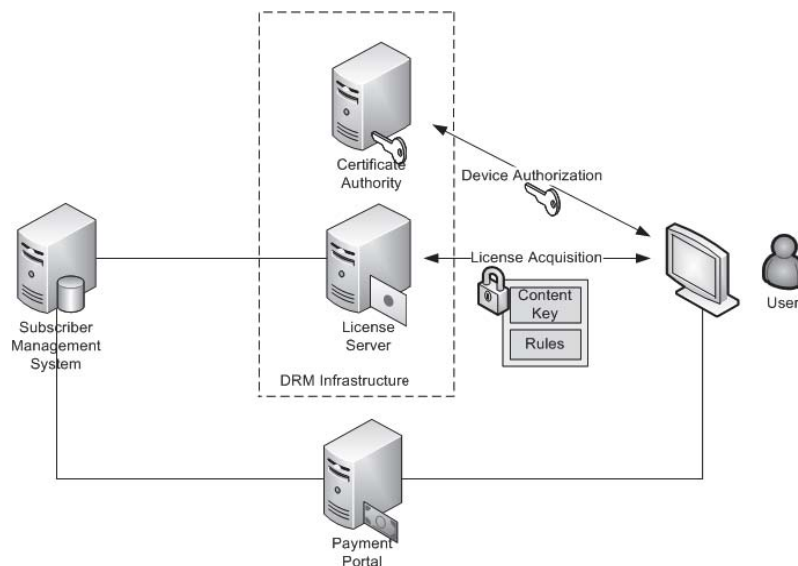
7.5.1. Απόκτηση Αδείας – Ένα Σενάριο Πολλαπλών Αρχών

Ο προτεινόμενος μηχανισμός απόκτησης αδείας είναι πολύ σημαντικό ζήτημα, για την ασφαλή διαχείριση δικαιωμάτων στην διανομή πολυμεσικού υλικού. Η κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών, μπορεί να ενσωματωθεί σε σχήματα ψηφιακής διαχείρισης δικαιωμάτων (DRM), για να δώσει τη δυνατότητα της ασφαλούς απόκτησης αδείας μέσω του δικτύου στοχευμένο στην πληροφορία. Στη συνέχεια δίνεται έμφαση στην βασική διεργασία έκδοσης, κάνοντας ένα σκαρίφημα του πρωτοκόλλου που θα ικανοποιεί τις «ρεαλιστικές απαιτήσεις» των παρόχων.

Προσφάτως, οι Πάροχοι Υπηρεσιών-ΟΤΤ, προσπαθούν να διαφοροποιηθούν και να κερδίσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, προσφέροντας, μεταξύ άλλων και εξατομικευμένες υπηρεσίες σε κάθε χρήστη. Αυτό συνήθως γίνεται με την εισαγωγή διαφόρων πακέτων περιεχομένου, όπως π.χ. Premium Package, Sport Package, κλ., που συσσωρεύουν περιεχόμενο από πέραν του ένα διαφορετικούς Παρόχους Περιεχομένου. Για να υλοποιήσουν τέτοιες προσωποποιημένες υπηρεσίες, οι Πάροχοι - ΟΤΤ χρησιμοποιούν ιδιόκτητα συστήματα διαχείρισης χρηστών και τιμολόγησης, ενώ δημιουργούν συστήματα διαχείρισης ψηφιακών δικαιωμάτων, για την προστασία του περιεχομένου από την πειρατεία και τη διασφάλιση των εσόδων τους. Η τυποποιημένη κρυπτογράφηση είναι η AES CBC.

Οι εξουσιοδοτημένοι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε άδεια μέσω ενός εξυπηρετητή αδειών, που περιλαμβάνει και το κλειδί αποκρυπτογράφησης. Οι άδειες περιλαμβάνουν – πέρα από το κλειδί αποκρυπτογράφησης – κανόνες σχετιζόμενους με το μοντέλο χρήσης – για παράδειγμα, ποιες συσκευές στο πεδίο του χρήστη επιτρέπεται να αναπαράγουν περιεχόμενο και πόσες φορές. Οι συσκευές θα πρέπει να συμμορφώνονται με έμπιστα πρότυπα (trust standards) που προσδιορίζονται από τον πάροχο της ψηφιακής διαχείρισης δικαιωμάτων (DRM), που συνήθως περιλαμβάνουν τα πιστοποιητικά δημοσίου κλασικής υποδομής

(PKI) για τις έμπιστες συσκευές. Οι ευαίσθητες πληροφορίες πρέπει να αποθηκεύονται είτε σε ασφαλές λογισμικό (sandbox) είτε σε ασφαλή εξοπλισμό (Trusted Platform Model) επί της συσκευής. Η Microsoft PlayReady DRM, για παράδειγμα, δημιουργεί ένα στοιχείο ατομικότητας (individualization component) στο Silverlight Sandbox κάθε εξουσιοδοτημένης συσκευής, που χειρίζεται άδειες και άλλες ευαίσθητες πληροφορίες [50]. Το ζητούμενο περιεχόμενο λοιπόν κρυπτογραφείται με το ίδιο κλειδί, το οποίο περιλαμβάνεται στην άδεια επιτρέποντας την αποκρυπτογράφηση. Το κομμάτι DRM ενός Παρόχου Υπηρεσιών- OTT δεικνύεται στην Εικ. 7-3.



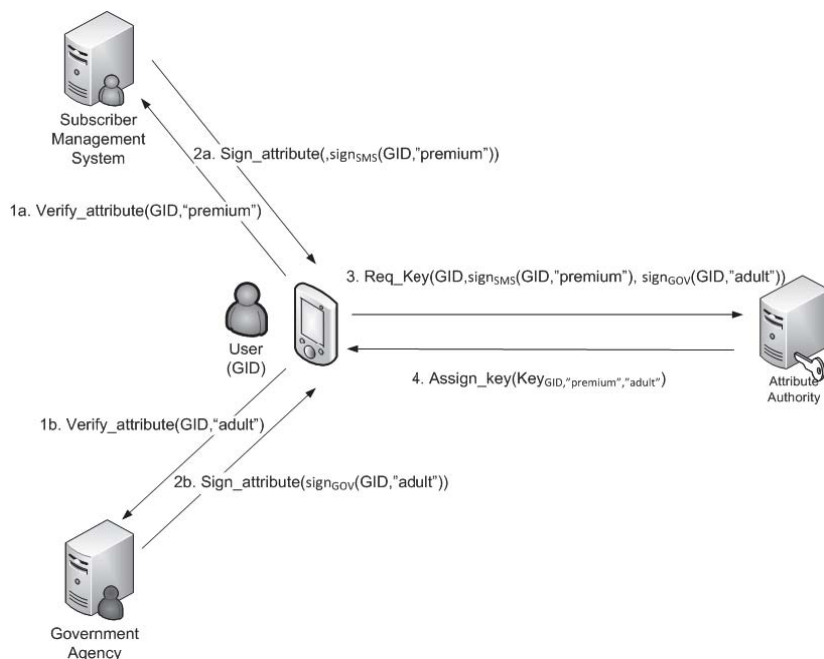
Εικόνα 7-3: Παραδοσιακή Απόκτηση Αδείας

Στην προτεινόμενη λύση, τα πακέτα pay-TV αντιστοιχίζονται με χαρακτηριστικές ιδιότητες. Για παράδειγμα, ένας χρήστης που αγοράζει το Premium Package αποκτά και την σχετική χαρακτηριστική ιδιότητα Premium. Ο χρήστης μπορεί έτσι να επιδείξει αυτό το χαρακτηριστικό σε μία Αρχή Χαρακτηριστικών (Attribute Authority), η οποία μπορεί να αποτελεί μέρος της λύσης DRM, και να αποκτήσει ένα αντίστοιχο κλειδί. Ένας χρήστης μπορεί να αγοράσει πρόσθετα χαρακτηριστικά σε μεταγενέστερο χρόνο και να ενημερωθούν αντίστοιχα και τα κλειδιά του. Τα κλειδιά αποθηκεύονται σε ένα ασφαλές module στη συσκευή του χρήστη. Στον εξυπηρετητή αδειών (License Server), οι άδειες κρυπτογραφούνται αντιστοίχως. Μία άδεια που

αντιστοιχεί στο Premium Package μπορεί να κρυπτογραφηθεί κάτω από το χαρακτηριστικό Premium, επιτρέποντας στους χρήστες που διαθέτουν αυτό το χαρακτηριστικό να την αποκρυπτογραφήσουν

Αυτή η φάση είναι παρόμοια με τα τρέχοντα σχήματα βίντεο κατ'απαίτηση (VoD). Ωστόσο, εφαρμόζεται η κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών (ABE), αντί της κρυπτογράφησης κλασικής υποδομής (PKI), ενώ η υπόλοιπη διαδικασία αδειοδότησης παραμένει η ίδια ελαχιστοποιώντας έτσι τις αλλαγές στις τρέχουσες προσπάθειες τυποποίησης. Ο χρήστης πιστοποιείται μέσω ενός εξυπηρετητή αδειών, η συσκευή ελέγχεται ως προς την ασφάλειά της και εάν και οι δύο έλεγχοι είναι επιτυχείς, παρέχεται η άδεια. Το κλειδί ABE μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αποκρυπτογράφηση της άδειας και το κλειδί αποκρυπτογράφησης AES που εξάγεται από την άδεια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αποκρυπτογραφήσει το σχετικό περιεχόμενο.

Η λεπτομερής διαδικασία της απόκτησης αδειάς αποτελείται από τρία βήματα: χαρακτηριστικά, κλειδί και τέλος λήψη της αδειάς. Η Εικ. 7-4 παρουσιάζει τα πρώτα δύο.



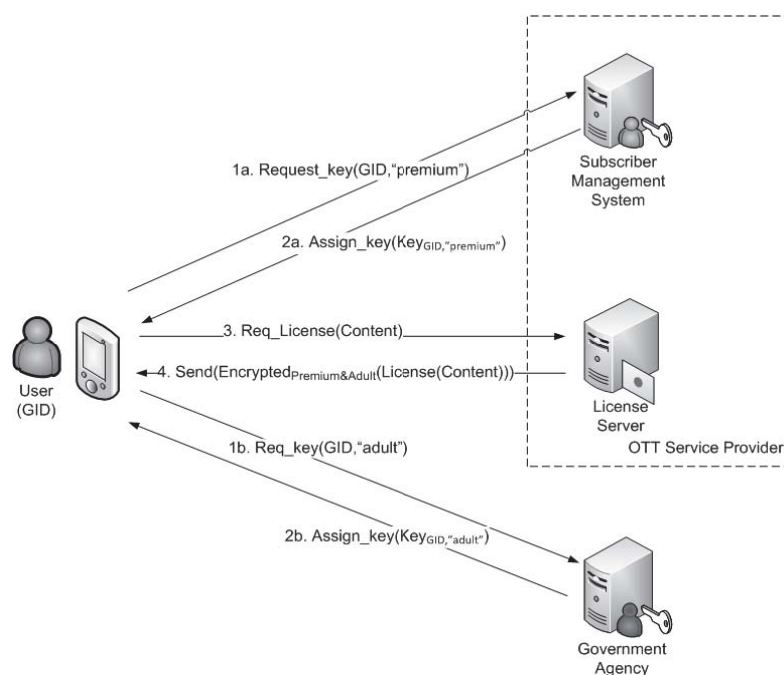
Εικόνα 7-4: Απόκτηση αδειάς με την χρήση Μονής Αρχής

Το αρχικό βήμα σχετίζεται με την απόκτηση των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων. Συνήθως, ένας χρήστης πρέπει να αποκτήσει ένα χαρακτηριστικό. Στην περίπτωση μας, με την αγορά του Premium Package, ο χρήστης αποκτά επίσης και το χαρακτηριστικό Premium από το Σύστημα Διαχείρισης Συνδρομητών (Subscriber Management System – SMS). Εάν το χαρακτηριστικό είναι εγγενές (π.χ. ημερομηνία γέννησης), τότε ο χρήστης θα πρέπει να το επαληθεύσει για να μπορέσει να λάβει το χαρακτηριστικό Adult (ενήλικος) από μία Δημόσια Υπηρεσία. Τα χαρακτηριστικά υπογράφονται ηλεκτρονικά από κάθε εκδότη. Μετά την απόκτηση των χαρακτηριστικών, ο χρήστης μπορεί να αποτανθεί σε μία Αρχή Χαρακτηριστικών (Attribute Authority – AA) για να πάρει το αντίστοιχο κλειδί. Ο χρήστης παρέχει τα υπογεγραμμένα χαρακτηριστικά στην AA, η οποία επαληθεύει τις υπογραφές και, εάν η επαλήθευση είναι επιτυχής, ο χρήστης θα λάβει το κλειδί που σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά του.

Το τελευταίο βήμα αποτελείται από την απόκτηση της άδειας. Ο εξυπηρετητής αδειών κρυπτογραφεί μία άδεια χρησιμοποιώντας τα χαρακτηριστικά του μελλοντικού χρήστη. Εάν το περιεχόμενο θα είναι προσβάσιμο στους χρήστες Premium and Adult, η άδεια περιεχομένου κρυπτογραφείται βάσει της πολιτικής Premium AND Adult. Οι χρήστες χωρίς τα κατάλληλα κλειδιά δεν μπορούν να αποκρυπτογραφήσουν την άδεια και συνεπώς δεν μπορούν να έχουν πρόσβαση στο κλειδί περιεχομένου. Σε εναλλακτικά σενάρια, ο πάροχος προστιθεμένων υπηρεσιών -ΟΤΤ, θα πρέπει να λάβει υπόψη άλλα χαρακτηριστικά των χρηστών, όπως για παράδειγμα την θέση κατοικίας τους για να παρέχει εξατομικευμένο περιεχόμενο.

Ένα μειονέκτημα αυτής της υλοποίησης είναι ότι η AA έκδοσης ενός μοναδικού κλειδιού θα πρέπει να μπορεί να επαληθεύσει τις υπογραφές όλων των άλλων αρχών. Επίσης, σε μεγάλα συστήματα μία μοναδική AA λειτουργεί ως μοναδικό σημείο αποτυχίας και ως σημείο μπουτιλιαρίσματος. Έτσι, ένα ρεαλιστικό σχήμα θα πρέπει να περιλαμβάνει διάφορες AA έκδοσης κλειδιών. Αντί της υπογραφής των χαρακτηριστικών και της ανάθεσης της δημιουργίας κλειδιών σε μια μόνο AA, κάθε αρχή (SMS, Δημόσια Υπηρεσία) μπορεί να λειτουργεί ως AA που έκδοσης κλειδιού. Τέτοια αποκεντροποιημένα συστήματα μπορούν να υλοποιηθούν με τη χρήση πολλαπλών Αρχών. Αποδοτικές τεχνικές, που χρησιμοποιούν στην

κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών, και τυποποιημένα σχήματα υπογραφών, επιτρέπουν την ασφαλή αυτόνομη δημιουργία κλειδιών[33]. Οι ΑΑ δεν επικοινωνούν μεταξύ τους. Μια τέτοια επικοινωνία θα δημιουργούσε θέματα τόσο πρακτικά, όσο και ιδιωτικότητας (π.χ. δημιουργία προφίλ χρήστη). Τα αποκτημένα κλειδιά δένονται με την χρήση ενός Global User Id (GID) που αποτρέπει την δολοπλοκία από μέρος των χρηστών. Στην Ευκ.7- 5 παρουσιάζεται όλη η διαδικασία απόκτησης αδείας με την χρήση Πολλαπλών Αρχών.



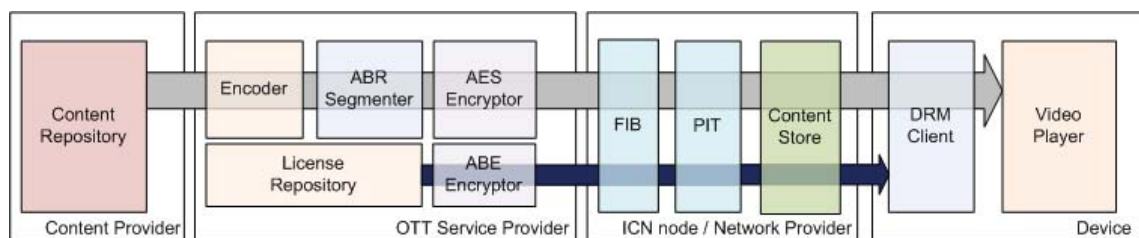
Εικόνα 7-5: Διαδικασία Απόκτησης αδείας με την χρήση Πολλαπλών Αρχών.

Τα εκδιδόμενα κλειδιά μπορούν να αποκρυπτογραφήσουν οποιαδήποτε άδεια, εφόσον αυτή είναι κρυπτογραφημένη με τη χρήση φόρμουλας που ικανοποιείτε από τα χαρακτηριστικά των χρηστών. Ο Εξυπηρετητής Αδειών θα πρέπει να διατηρεί τα δημόσια κλειδιά κάθε συνδρομητή (όπως και με το PKI). Το σχήμα μας επιτρέπει την κρυπτογράφηση χωρίς την a priori γνώση των συγκεκριμένων χρηστών που θα ζητήσουν το περιεχόμενο – είναι αρκετά μόνο τα χαρακτηριστικά τους. Έτσι, οι άδειες μπορούν να κρυπτογραφούνται από ομάδες χρηστών που μοιράζονται τα ίδια χαρακτηριστικά και όχι από κάθε μεμονωμένο χρήστη, μειώνοντας τον φόρτο του Εξυπηρετητή Αδειών. Ανάλογα με το επίπεδο λεπτομερειών των

χαρακτηριστικών, το σύστημα μπορεί να προσφέρει πιο λεπτομερή έλεγχο πρόσβασης. Συνολικά, η πρότασή μας έχει θετικές επιπτώσεις όχι μόνο στις προσπάθειες διαχείρισης αλλά και στην χρήση των υπολογιστικών πόρων, χρησιμοποιώντας δηλαδή μικρότερη υπολογιστική ισχύ και λιγότερο χώρο αποθήκευσης.

7.5.2. Διανομή Αδειών και Περιεχομένου

Τα συμμετρικά κλειδιά που περιλαμβάνονται στις δημιουργημένες άδειες χρησιμοποιούνται για να κρυπτογραφήσουν το περιεχόμενο. Το κρυπτογραφημένο περιεχόμενο αποθηκεύεται αρχικά στους πηγαίους εξυπηρετητές, έτοιμο προς διανομή. Οι άδειες υπόκεινται σε μεταχείριση ως ονοματισμένα δεδομένα και διανέμονται με τον ίδιο τρόπο όπως και το περιεχόμενο. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική, ακολουθεί την αρχή του ICN, για να παρέχει κλιμακούμενη και οικονομικά αποδοτική διανομή περιεχομένου. Το δικτυακό μέρος βασίζεται στην υλοποίηση ανοικτού κώδικα του CCN [42]. Η Εικ. 7-6 παρουσιάζει την διαδρομή του περιεχομένου καθώς περνάει μέσα από τα διάφορα μέρη του συστήματός μας. Ο πάροχος προστιθεμένων υπηρεσιών OTT, κωδικοποιεί το ακατέργαστο περιεχόμενο, το διαχωρίζει σε ομάδες, χρησιμοποιώντας διαφορετικά προφίλ ρυθμού μετάδοσης ανάλυσης και τελικά κρυπτογραφεί τις ομάδες με τη χρήση του κλειδιού AES.

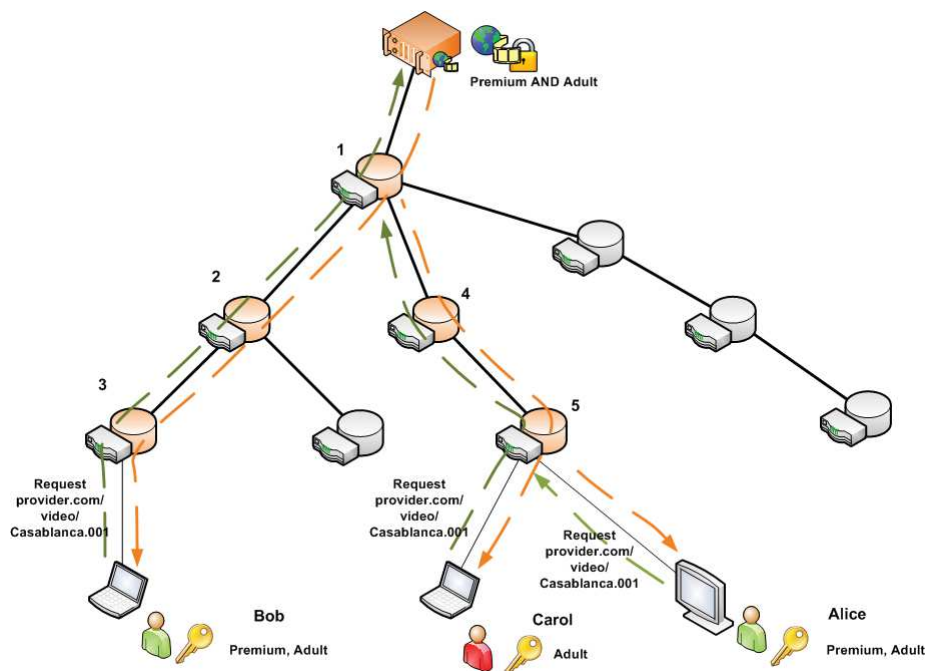


Εικόνα 7-6: Αρχιτεκτονική Διανομής περιεχομένου

Οι κρυπτογραφημένες ομάδες περιεχομένου μεταφέρονται μέσω των κόμβων του δικτύου στοχευμένα στην πληροφορία (ICN), στους χρήστες που τις ζητούν. Εν τω μεταξύ, ακολουθώντας το σχήμα απόκτησης αδειάς που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο εδάφιο, η σχετική άδεια μεταφέρεται

μέσω των κόμβων του δικτύου στοχευμένου στην πληροφορία (ICN), προς τους ζητούντες χρήστες. Η συσκευή του τελικού χρήστη παραλαμβάνει τις ομάδες περιεχομένου και την άδεια, αποκρυπτογραφεί κάθε ομάδα βάσει της DRM του πελάτη χρησιμοποιώντας το κλειδί που λήφθηκε από την άδεια και τελικώς τις αποκωδικοποιεί σε μία μορφή κατάλληλη για αναπαραγωγή.

Στο CCNx, το σχήμα ονοματοδοσίας είναι ιεραρχικό και τα ονόματα είναι αναγνώσιμα από τους ανθρώπους, όπως π.χ. /Netflix/license/Casablanca.xml αντιστοιχεί σε ένα αρχείο αδειών που παράγεται από την Netflix για το κινηματογραφικό έργο Casablanca. Η ιδιότητα δρομολόγηση-βάσει-ονόματος δηλώνει ότι οι απαιτήσεις των χρηστών δρομολογούνται με βάση το όνομα του ζητούμενου περιεχομένου αντί της θέσης του. Όταν ένα αίτημα φτάνει σε ένα κόμβο του δικτύου στοχευμένου στην πληροφορία, η λανθάνουσα μνήμη ελέγχεται για τα αιτούμενα ονοματισμένα δεδομένα και εάν αυτά βρεθούν τοπικά, μεταφέρονται στον χρήστη από αυτό τον κόμβο.



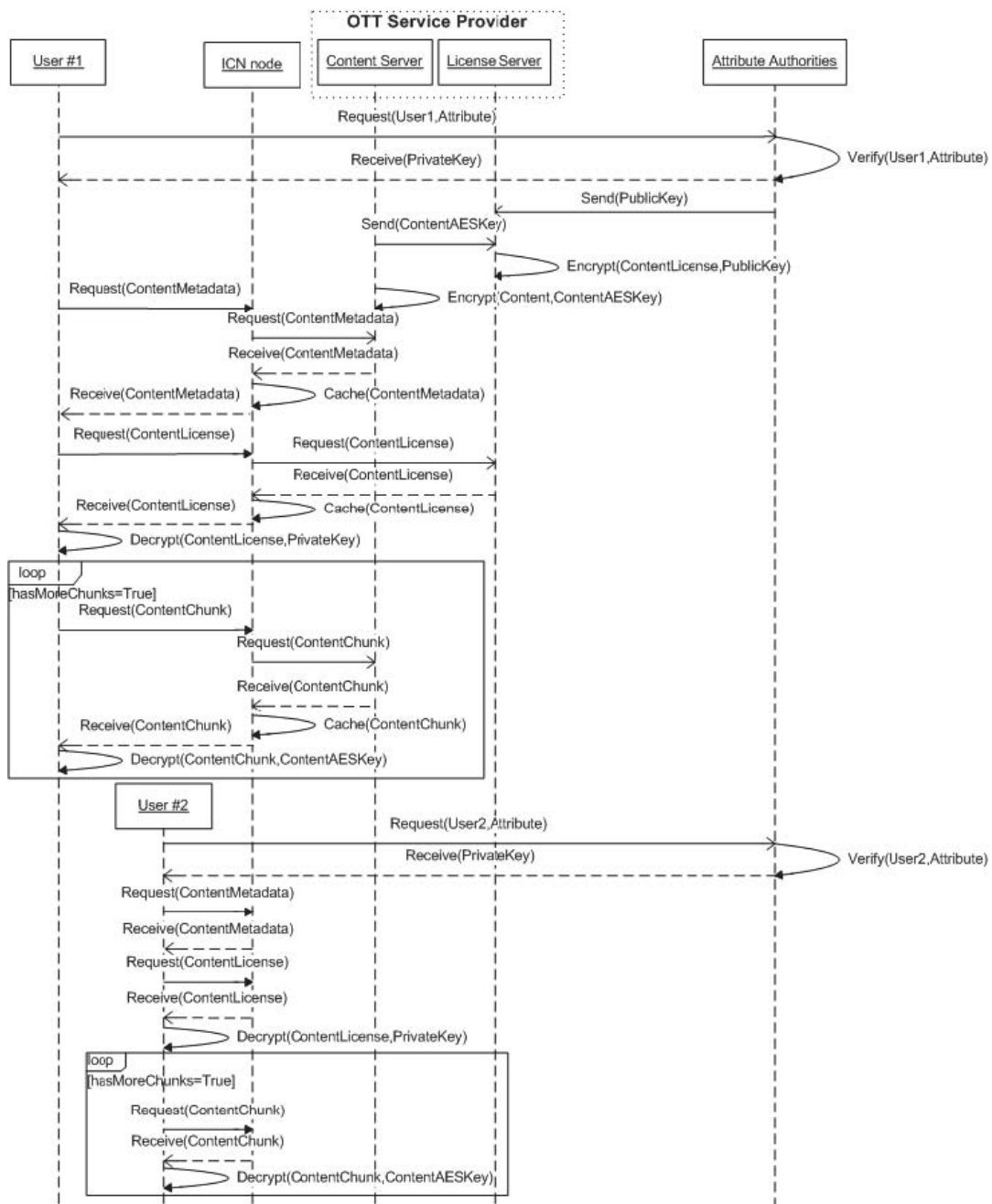
Εικόνα 7-7: Αρχιτεκτονική Δικτύου

Η Εικ. 7-7, παρουσιάζει την προτεινόμενη αρχιτεκτονική δικτύου στην περίπτωση που τρεις χρήστες ζητούν τα ίδια δεδομένα (ομάδα περιεχομένου

ή άδεια). Οι τρεις χρήστες στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι ο Bob, η Alice και η Carol. Ο Bob και η Alice είναι χρήστες που έχουν αποκτήσει μέσω συνδρομής το πακέτο Premium Adult, δηλαδή είναι χρήστες Premium Adult ενώ η Carol, είναι χρήστης Adult. Εδώ να σημειωθεί ότι δίνουμε ονόματα στους χρήστες, ώστε ο αναγνώστης να μπορέσει να παρακολουθήσει καλύτερα τις έννοιες που ακολουθούν και την αρχιτεκτονική που περιγράφεται. Αρχικά ο Bob ζητάει τα ονοματισμένα δεδομένα και εφόσον αυτά δεν βρίσκονται ήδη στην λανθάνουσα μνήμη, το αίτημά του μεταβιβάζεται στον Πάροχο Περιεχομένου. Το περιεχόμενο μεταφέρεται σε λανθάνουσα μνήμη των ενδιάμεσων κόμβων (1,2 και 3) και ταξιδεύει προς τον χρήστη. Συνεπώς, όταν η Carol ζητήσει τα ίδια δεδομένα, το αίτημά της θα βρει τα δεδομένα στην λανθάνουσα μνήμη του κόμβου 1 του δικτύου στοχευμένου στην πληροφορία και στο ταξίδι επιστροφής θα τοποθετηθούν στη λανθάνουσα μνήμη των κόμβων 4 και 5. Τέλος, η Alice μπορεί να πάρει τα δεδομένα από το τερματικό της (5). Εάν οι άδειες χρηστών είχαν κρυπτογραφηθεί ανά χρήστη ο μηχανισμός των λανθανουσών μνημών δεν θα επέφερε κάποια σημαντική βελτίωση, εφόσον κάθε χρήστης θα έπρεπε να φθάσει στον εξυπηρετητή αδειών για να έχει πρόσβαση στην άδειά του. Οι άδειες που κρυπτογραφούνται μέσω κρυπτογράφησης βάσει χαρακτηριστικών επιτρέπουν σε κάθε χρήστη, που ικανοποιεί την φόρμουλα πρόσβασης, να έχει πρόσβαση στις κρυπτογραφημένες άδειες από τις λανθάνουσες μνήμες του δικτύου. Δηλαδή δεν υπάρχει αλληλεπίδραση με τον Πάροχο Περιεχομένου. Έτσι τα πλεονεκτήματα του δικτύου στοχευμένου στην πληροφορία, διατηρούνται, ενώ το περιεχόμενο προστατεύεται. Σημειώστε ότι ο Bob και η Alice ικανοποιούν την πολιτική πρόσβασης (Premium AND Adult), αποκτώντας πρόσβαση στο αποκρυπτογραφημένο περιεχόμενο, ενώ στην Carol δεν επιτρέπεται η πρόσβαση. Όλες οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφορετικών παικτών της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής σκιαγραφούνται στο επόμενο διάγραμμα της Εικ.7- 8.

7.5.3. Ανάκληση Χρηστών

Η ανάκληση χρηστών είναι ένα άλλο θέμα που χρήζει της απαραίτητης προσοχής για να ικανοποιηθούν οι πρακτικές απαιτήσεις της pay-TV. Η ανάκληση είναι ένα προκλητικό θέμα ακόμη και για το παραδοσιακό PKI. Στην προσέγγιση κρυπτογράφησης βάσει χαρακτηριστικών, είναι ακόμη πιο



Εικόνα 7-8: Διάγραμμα Αλληλεπιδράσεων

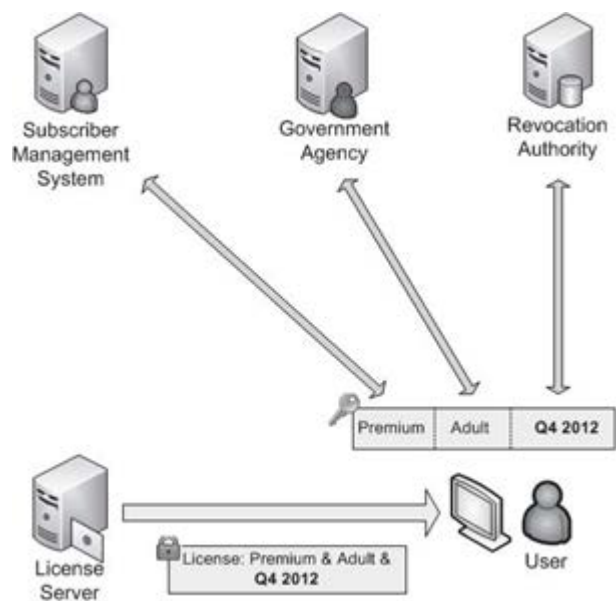
απαιτητικό, λόγω της έλλειψης ατομικοποιημένων κλειδιών. Τα χαρακτηριστικά, βάσει των οποίων εκδίδονται τα κλειδιά και γίνεται η μετέπειτα κρυπτογράφηση, συνήθως διαμοιράζονται μεταξύ μίας ομάδας χρηστών. Στα περισσότερα συστήματα κρυπτογράφησης μέσω ABE, η ανάκληση εστιάζει στο επίπεδο των χαρακτηριστικών, αλλά στα σενάρια της pay-TV ενώ αυτή η προσέγγιση θα μπορούσε να είναι επίσης χρήσιμη, η

επικρατούσα πρακτική είναι η άμεση ανάκληση χρηστών. Υπό αυτή την προοπτική, η ομαδοποίηση που προσφέρεται από την κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών (ABE), εμποδίζει την ανάκληση ενός μεμονωμένου χρήστη, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι άλλοι χρήστες που μοιράζονται τα ίδια χαρακτηριστικά θα έπρεπε να μείνουν ανεπηρέαστοι. Λόγω αυτού, η ανάκληση των ιδιοτήτων που διατηρεί ένας χρήστης δεν είναι εφαρμόσιμη.

Το δίκτυο στοχευμένο στην πληροφορία, θέτει πρόσθετες προκλήσεις καθώς τα ονοματισμένα δεδομένα (συμπεριλαμβανομένων και των αδειών) μπορούν να βρεθούν μέσω των λανθάνουσών μηνυμάτων χωρίς περιορισμούς. Έτσι, οι μηχανισμοί ανάκλησης περιεχομένου θα πρέπει να υλοποιούνται μέσω της επιβολής είτε ανάκλησης περιεχομένου από τους κόμβους του δικτύου στοχευμένου στην πληροφορία, είτε με την λήξη χρονικών ορίων παραμονής του περιεχομένου στις λανθάνουσες μνήμες. Στα σενάρια της pay-TV ένας πάροχος προστιθεμένων Υπηρεσιών OTT υποτίθεται ότι έχει γνώση του καταλόγου ανακλήσεων. Κατά συνέπεια, όπως στα [35,36], θα έπρεπε να ακολουθήσει η επανακρυπτογράφηση του περιεχομένου μέσω μίας ενημερωμένης πολιτικής πρόσβασης που αποκλείει τους ανακλημένους χρήστες από την πρόσβαση στο περιεχόμενο. Ωστόσο, μέσα στο πλαίσιο μας, η επανακρυπτογράφηση του περιεχομένου δεν είναι η πρώτη επιλογή δεδομένου ότι αναιρεί την χρήση της λανθάνουσας μνήμης του δικτύου στοχευμένου στην πληροφορία. Το περιεχόμενο που κρυπτογραφείται βάσει της νεότερης πολιτικής θα έπρεπε να διαδοθεί σε όλο το δίκτυο ICN πριν ενεργοποιηθεί η λανθάνουσα μνήμη. Ένα άλλο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι το μέγεθος του κρυπτογραφημένου περιεχομένου αυξάνεται γραμμικά σε σχέση με τον αριθμό των ανακλημένων χρηστών [36], αυξάνοντας την κυκλοφορία του δικτύου. Άλλες λύσεις προτείνουν τεχνικές Proxy Re-Encryption [51,52] για να κάνουν επανακρυπτογράφηση περιεχομένου και να αποκλείουν τους ανακλημένους χρήστες. Αυτό διευκολύνεται μέσω της χρήσης Semi-trusted proxies, αλλά η επανακρυπτογράφηση περιεχομένου και πάλι επιβαρύνει την ικανότητα της λανθάνουσας μνήμης του ICN.

Στην συγκεκριμένη προτεινόμενη προσέγγιση, η ανάκληση χρηστών γίνονται με την επιβολή στους χρήστες της ανανέωσης των κλειδιών τους ABE. Αυτό μπορεί να γίνει είτε μέσω της πρόσθεσης μίας ημερομηνίας λήξης σε κάθε χαρακτηριστικό όπως στο [32] ή με τη χρήση μία Αρχής Ανάκλησης

(Revocation Authority) που εκδίδει ενημερώσεις των κλειδιών στις οποίες θα μπορούν να έχουν περιοδική πρόσβαση οι μη ανακλημένοι χρήστες. Η δεύτερη επιλογή, η οποία προτιμάται καθώς δεν απαιτεί μη αναγκαίες ενημερώσεις για κάθε χαρακτηριστικό, επιδεικνύεται στην Εικ. 7-9. Η Αρχή Ανάκλησης εκδίδει μία ενημέρωση κλειδιού για όλους το χρήστες που δεν έχουν ανακληθεί κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Ο Εξυπηρετητής Αδειών κρυπτογραφεί τις άδειες λαμβάνοντας υπόψη ένα χαρακτηριστικό το οποίο αντιστοιχεί στην τελευταία ενημέρωση κλειδιού. Μετά, μόνο οι μη ανακλημένοι χρήστες μπορούν να αποκρυπτογραφήσουν την άδεια. Ωστόσο υπάρχει ένα αντάλλαγμα μεταξύ της διάρκειας της αποδοτικής χρήσης λανθανουσών μηνυμάτων του ICN και του χρονικού παραθύρου όπου ένας ανακλημένος χρήστης θα εξακολουθήσει να έχει πρόσβαση στο περιεχόμενο.



Εικόνα 7-9: Ανάκληση χρήστη

Επιπλέον, όταν έρχεται σε επαφή με μία ΑΑ, η συσκευή ενός χρήστη ελέγχεται ως προς την ύπαρξη κακόβουλου λογισμικού και τη συμμόρφωση με τους κανόνες ασφαλείας πριν μεταφερθούν τα κλειδιά. Υιοθετήσαμε αυτή την απλή λύση, καθώς δεν εμποδίζει τη χρήση των λανθανουσών μηνυμάτων του δικτύου και δεν προσθέτει πολυπλοκότητα στο σύστημα μας, με το κόστος των περιοδικών ενημερώσεων των κλειδιών, που μπορεί να

αντιμετωπισθεί με τη χρήση μίας αποκεντρωμένης αρχιτεκτονικής πολλαπλών αρχών.

7.6. Συμπεράσματα – Αξιολόγηση Επίδοσης προτεινόμενης Αρχιτεκτονικής

Όπως αναφέραμε και στις προηγούμενες ενότητες, λόγω του ότι και τα συστήματα στοχευμένα στην πληροφορία και η κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών λόγω του ότι είναι νέες τεχνολογίες δεν προϋπάρχει κάποιο μοντέλο το οποίο να τις συνδυάζει. Αποτελούν αντικείμενα μελλοντικής ερευνητικής προσπάθειας.

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, θα μπορούσαμε να επισημάνουμε τα παρακάτω, ώστε να θέσουμε τις βάσεις για την μελλοντική ανάπτυξη των συγκεκριμένων αρχιτεκτονικών :

Η ΑΒΕ ενισχύει σημαντικά την διαχείριση των χρηστών. Αποτελεί ιδανική λύση για συστήματα pay – TV, διότι προσφέρει το πλεονέκτημα της ομαδοποίησης των χρηστών βάσει κοινών χαρακτηριστικών. Καταυτό τον τρόπο ο πάροχος υπηρεσιών – ΟΤΤ, μπορεί να δημιουργήσει την δική του ΑΑ και να διαχειρίζεται τα χαρακτηριστικά των συνδρομητών του.

Σε περιβάλλον δικτύων στοχευμένα στην πληροφορία, η ΑΒΕ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να θέσει περιορισμούς πρόσβασης. Αυτό μπορεί να συμβεί με την κρυπτογράφηση του περιεχομένου βάσει μιας πολιτικής που περιλαμβάνει γεωγραφικό χαρακτηριστικό, έτσι ώστε μόνο οι χρήστες που διαθέτουν το απαιτούμενο χαρακτηριστικό μπορούν να αποκρυπτογραφήσουν το περιεχόμενο. Το συγκεκριμένο σε συνδυασμό με τα τείχη προστασίας μπορούν να περιορίσουν σημαντικά την μη επιτρεπτή πρόσβαση.

Η επίδοση των κρυπτογραφικών συστημάτων ΑΒΕ είναι επίσης ένα αντικείμενο που χρήζει ιδιαίτερης προσοχής, τόσο από την πλευρά του εύρους ζώνης όσο και από την πλευρά του υπολογιστικού κόστους. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο εντάσσεται και η εμπειρία ποιότητας των χρηστών. Είναι κατανοητό ότι το κείμενο κρυπτογράφησης θα πρέπει να βελτιστοποιηθεί έτσι ώστε να μην ακυρώνει τα πλεονεκτήματα του δικτύου στοχευμένα στην

πληροφορία. Τα περισσότερα συστήματα κρυπτογράφησης ABE, όπως το CP-ABE[32], εισάγουν κείμενα κρυπτογράφησης που έχουν γραμμική σχέση με τον αριθμό των χαρακτηριστικών. Για την αρχική κατασκευή της CP-ABE, η αξιολόγηση δείχνει ότι ο χρόνος αποκρυπτογράφησης είναι μικρότερος του ενός δευτερολέπτου για μέχρι και δέκα χαρακτηριστικά. Ωστόσο, για τις περιπτώσεις λεπτομερούς ελέγχου πρόσβασης για εκατομμύρια χρηστών, ο αριθμός των χαρακτηριστικών του συστήματος μπορεί να αυξηθεί τάχιστα. Οι ομάδες περιεχομένου (Content chunks) που έχουν γραμμική σχέση με τον αριθμό των χαρακτηριστικών δεν αποτελούν κατάλληλη προσέγγιση. Στο [54] οι ερευνητές έχουν επιτύχει ένα σταθερό πρόσθετο μέγεθος κειμένου κρυπτογράφησης (ή δύο διγραμμικές ομάδες στοιχείων που έχουν ως όριο τα 300 bytes), ενώ τα ιδιωτικά κλειδιά αυξάνονται γραμμικά ή λογαριθμικά σε σχέση με τον αριθμό των χρηστών. Αυτό επιτυγχάνεται με τον περιορισμό της εκφραστικότητας των τύπων πρόσβασης (Access Formulas). Στο [54] οι πολιτικές πρόσβασης υλοποιούνται μέσω της χρήσης πυλών AND και κατάλληλων καρτών (wildcards). Αρκετές λύσεις μπορούν να εφαρμοσθούν για να ενισχυθεί η εκφραστικότητα (π.χ. με την αλληλουχία αρκετών AS για να επιτευχθούν οι κατασκευές OR).

Από επιχειρηματικής πλευράς, η προτεινόμενη αρχιτεκτονική (δίκτυα στοχευμένα στην πληροφορία και κρυπτογράφηση ABE), μπορεί να ενισχύσει και τα υπάρχοντα μοντέλα τιμολόγησης. Αυτό θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί λόγω του ότι οι πάροχοι υπηρεσιών –ΟΤΤ, έχουν την δυνατότητα διαμόρφωσης τιμολογιακής πολιτικής εκπλώσεων για την παρακολούθηση βίντεο με το σύστημα pay per view, όταν προέρχεται από την περιοχή του χρήστη λόγω της χρήσης των λανθανουσών μνημών.

Η ταυτόχρονη χρήση συστημάτων στοχευμένων στην πληροφορία και κρυπτογράφηση λόγω χαρακτηριστικών αποτελεί αντικείμενο έρευνας. Υπάρχουν ζητήματα που χρήζουν ερευνητικής διερεύνησης όπως η προέλευση του περιεχομένου, οι υπογραφές του περιεχομένου, η ιδιωτικότητα των ονομάτων και των λανθανουσών μνημών καθώς και η ονοματοδοσία. Γεγονός πάντως είναι ότι αποτελεί μία σημαντική εναλλακτική αρχιτεκτονική για την διανομή πολυμεσικού υλικού προσφέροντας συγκεκριμένα πλεονεκτήματα.

7.7. Σύνοψη

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο εξετάσαμε την εξέλιξη στην παροχή υπηρεσιών πολυμέσων μέσα στα πλαίσια της πρότασης για την νέα γενιά δικτύων στοχευμένων στην πληροφορία, τα οποία εξασφαλίζουν διαθεσιμότητα, ασφάλεια και ανεξαρτησία τοποθεσίας για την αποθήκευση της πληροφορίας. Παράλληλα εξετάσαμε την προτεινόμενη αρχιτεκτονική που βασίζεται στα δίκτυα στοχευμένα στην πληροφορία σε συνδυασμό με την κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών. Αναφέρθηκαν τα πλεονεκτήματα μίας τέτοιας προσέγγισης καθώς και η δυνατότητα της υιοθέτησης από τους παρόχους υπηρεσιών – OTT για την διανομή πολυμεσικού υλικού, χωρίς την χρήση ειδικών τερματικών συσκευών πελάτη. Η κρυπτογράφηση βάσει χαρακτηριστικών ενσωματώνεται στα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου και μπορεί να αποτελέσει μία επιπλέον δυνατότητα για την ασφαλή διανομή περιεχομένου στο διαδίκτυο. Στο επόμενο κεφάλαιο, θα επικεντρωθούμε στο κανονιστικό – ρυθμιστικό πλαίσιο που διέπει την μετάδοση πολυμεσικού υλικού σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης.

Αναφορές

- [1] Sandvine: Global Internet Phenomena Report, Fall 2011.
<http://www.sandvine.com/downloads/documents/10-26-2011phenomena/Sandvine%20Global%20Internet%20Phenomena%20Report%20-%20Fall%202011.PDF>
- [2] Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2011-2016.
http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11481360.pdf
- [3] Ameigeiras P, Ramos-Munoz JJ, Navarro-Ortiz J, Lopez-Soler J. Analysis and modelling of youtube traffic. Transactions on Emerging Telecommunications Technologies 2012; 23(4):360–377, doi:10.1002/ett.2546.
- [4] Cha M, Kwak H, Rodriguez P, Ahn YY, Moon S. I tube, you tube, everybody tubes: analyzing the *Trans*. Proceedings of the 7th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement, IMC '07, ACM: New York, NY, USA, 2007; 1–14, doi:10.1145/1298306.1298309.
- [5] OTT Providers Must Address Delivery Network Access to Remain Competitive. [http://www.isuppli.com/Media Research/News/Pages/OTT-](http://www.isuppli.com/Media%20Research/News/Pages/OTT-)

[Providers-Must-Address-Delivery-Network-Access-to-Remain-Competitive.aspx](#)

- [6] Announcing the Netflix Open Connect Network
<http://blog.netflix.com/2012/06/announcing-netflix-open-connectnetwork.html>
- [7] Koponen T, Chawla M, Chun BG, Ermolinskiy A, Kim KH, Shenker S, Stoica I. A data-oriented (and beyond) network architecture. SIGCOMM Comput. Commun. Rev. Aug 2007; 37(4):181–192, doi:10.1145/1282427.1282402.
- [8] Jacobson V, Smetters DK, Thornton JD, Plass MF, Briggs NH, Braynard RL. Networking named content. Proceedings of the 5th international conference on Emerging networking experiments and technologies, CoNEXT '09, ACM: New York, NY, USA, 2009; 1–12, doi:10.1145/1658939.1658941.
- [9] Named Data Networking (NDN). <http://www.named-data.net/index.html>
- [10] NSF Announces Future Internet Architecture Awards.
http://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp/cntn_id=117611
- [11] Publish-Subscribe Internet Technology (PURSUIT). <http://www.fp7-pursuit.eu/PursuitWeb>
- [12] 4WARD Project Website. <http://www.4wardproject.eu>
- [13] Scalable and Adaptive Internet Solutions (SAIL). <http://www.sail-project.eu>.
- [14] CONVERGENCE Website. <http://www.ictconvergence.eu>
- [15] Sahai A, Waters B. Fuzzy identity-based encryption. Advances in Cryptology EUROCRYPT 2005, Lecture Notes in Computer Science, vol. 3494, Cramer R (ed.). Springer Berlin Heidelberg, 2005; 457–473, doi:10.1007/11426639_27.
- [16] Liu Y, Guo Y, Liang C. A survey on peer-to-peer video streaming systems. Peer-to-Peer Networking and Applications 2008; 1:18–28, doi:10.1007/s12083-007-0006-y.
- [17] Zheng X, Cho C, Xia Y. Optimal swarming for massive content distribution. Parallel and Distributed Systems, IEEE Transactions on June 2010; 21(6):841–856, doi:10.1109/TPDS.2009.133.
- [18] R. Pantos, HTTP Live Streaming Internet draft.
<http://tools.ietf.org/html/draftpantos-http-live-streaming-01>
- [19] Microsoft Smooth Streaming. <http://go.microsoft.com/?linkid=9682896>
- [20] Adobe HTTP Dynamic Streaming.
<http://www.adobe.com/products/httpdynamicstreaming/>
- [21] Microsoft PlayReady. <http://www.microsoft.com/playready/>
- [22] Widevine DRM. <http://www.widevine.com/drm.html> 23. OMA Digital Rights Management V2.0.

http://technical.openmobilealliance.org/Technical/release_program/drm_v2_0.aspx

- [23] UltraViolet website. <http://www.uvu.com/>
- [24] Marlin DRM. <http://www.marlincommunity.com/technology>
- [25] Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH), ISO/IEC 23009. http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/c057623_ISO_IEC_23009-1_2012.zip
- [26] Shamir A. Identity-based cryptosystems and signature schemes. *Advances in Cryptology, Lecture Notes 14 Trans. in Computer Science*, vol. 196, Blakley G, Chaum D(eds.). Springer Berlin Heidelberg, 1985; 47–53, doi:10.1007/3-540-39568-7_5.
- [27] Boneh D, Franklin M. Identity-based encryption from the weil pairing. *Advances in Cryptology CRYPTO 2001, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 2139, Kilian J (ed.). Springer Berlin Heidelberg, 2001; 213–229, doi:10.1007/3-540-44647-8_13.
- [28] Desmedt YG. Threshold cryptography. *European Transactions on Telecommunications* 1994; 5(4):449–458, doi:10.1002/ett.4460050407.
- [29] Tassa T. Generalized oblivious transfer by secret sharing. *Designs, Codes and Cryptography* 2011; 58:11–21, doi:10.1007/s10623-010-9378-8.
- [30] Goyal V, Pandey O, Sahai A, Waters B. Attribute-based encryption for fine-grained access control of encrypted data. *Proceedings of the 13th ACM conference on Computer and communications security, CCS '06*, ACM: New York, NY, USA, 2006; 89–98, doi:10.1145/1180405.1180418.
- [31] Bethencourt J, Sahai A, Waters B. Ciphertext-policy attribute-based encryption. *Security and Privacy, 2007. SP '07. IEEE Symposium on*, May; 321–334, doi:10.1109/SP.2007.11.
- [32] Chase M. Multi-authority attribute based encryption. *Theory of Cryptography, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 4392, Vadhan S (ed.). Springer Berlin Heidelberg, 2007; 515–534, doi:10.1007/978-3-540-70936-7_28.
- [33] Lewko A, Waters B. Decentralizing attribute-based encryption. *Advances in Cryptology EUROCRYPT 2011, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 6632, Paterson K (ed.). Springer Berlin Heidelberg, 2011; 568–588, doi:10.1007/978-3-642-20465-4_31.
- [34] Attrapadung N, Imai H. Attribute-based encryption supporting direct/indirect revocation modes. *Cryptography and Coding, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 5921, Parker M (ed.). Springer Berlin Heidelberg, 2009; 278–300, doi:10.1007/978-3-642-10868-6_17.
- [35] Heidelberg, 2009; 278–300, doi:10.1007/978-3-642-10868-6_17.
- [36] Lewko A, Sahai A, Waters B. Revocation systems with very small private keys. *Security and Privacy (SP), 2010 IEEE Symposium on*, May; 273–285, doi: 10.1109/SP.2010.23.

- [37] Baden R, Bender A, Spring N, Bhattacharjee B, Starin D. Persona: an online social network with user-defined privacy. Proceedings of the ACM SIG- COMM 2009 conference on Data communication, SIGCOMM '09, ACM: New York, NY, USA, 2009; 135–146, doi:10.1145/1592568.1592585.
- [38] Traynor P, Butler K, Enck W, McDaniel P. Realizing massive-scale conditional access systems through attribute-based cryptosystems. Proceedings of NDSS, 2008. URL http://www.isoc.org/isoc/conferences/ndss/08/papers/06_realizing_massivescale.conditional.pdf
- [39] Akinyele JA, Pagano MW, Green MD, Lehmann CU, Peterson ZN, Rubin AD. Securing electronic medical records using attribute-based encryption on mobile devices. Proceedings of the 1st ACM workshop on Security and privacy in smartphones and mobile devices, SPSM '11, ACM: New York, NY, USA, 2011; 75–86, doi:10.1145/2046614.2046628.
- [40] Huang D, Verma M. Aspe: attribute-based secure policy enforcement in vehicular ad hoc networks. Ad Hoc Networks 2009; 7(8):1526–1535, doi:10.1016/j.adhoc.2009.04.011. Privacy and Security in Wireless Sensor and Ad Hoc Networks.
- [41] Herranz J, Laguillaumie F, Rfols C. Constant size ciphertexts in threshold attribute-based encryption. Public Key Cryptography PKC 2010, Lecture Notes in Computer Science, vol. 6056, Nguyen P, Pointcheval D (eds.). Springer Berlin Heidelberg, 2010; 19–34, doi:10.1007/978-3-642-13013-7_2.
- [42] CCNx Website. <http://www.ccnx.org/>
- [43] Dimitrov V, Koptchev V. Psirp project – publish- subscribe internet routing paradigm: new ideas for future internet. Proceedings of the 11th International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing on International Conference on Computer Systems and Technologies, CompSysTech '10, ACM: New York, NY, USA, 2010; 167–171, doi:10.1145/1839379.1839409.
- [44] Ahlgren B, D'Ambrosio M, Marchisio M, Marsh I, Dannewitz C, Ohlman B, Pentikousis K, Strandberg O, Rembarz R, Vercellone V. Design considerations for a network of information. Proceedings of the 2008 ACM CoNEXT Conference, CoNEXT '08, ACM: New York, NY, USA, 2008; 66:1–66:6, doi:10.1145/for internet-scale content-based publish/subscribe networks. Communications (ICC), 2011 IEEE International Conference on, June; 1–5, doi:10.1109/icc.2011.5962666.
- [45] Muscariello L, Carofiglio G, Gallo M. Bandwidth and storage sharing performance in information centric networking. Proceedings of the ACM SIGCOMM workshop on Information-centric networking, ICN '11, ACM: New York, NY, USA, 2011; 26–31, doi: 10.1145/2018584.2018593.

- [46] Detti A, Pomposini M, Blefari-Melazzi N, Salsano S. Supporting the web with an information centric network that routes by name. *Computer Networks* 2012; 56(17):3705 – 3722, doi:10.1016/j.comnet. 2012.08.006.
- [47] Lioudakis G, Anadiotis A, Mousas A, Patrikakis C, Kaklamani D, Venieris I. Routing in content-centric networks: From names to concepts. *New Technologies, Mobility and Security (NTMS), 2012 5th International Conference on, May; 1–5*, doi:10. 1109/NTMS.2012.6208732.
- [48] Detti A, Pomposini M, Blefari-Melazzi N, Salsano S, Bragagnini A. Offloading cellular networks with information-centric networking: The case of video streaming. *World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2012 IEEE International Symposium on a, June; 1–3*, doi:10.1109/WoWMoM. 2012.6263734.
- [49] Microsoft White Paper: Using Silverlight DRM, Powered by PlayReady, with Windows Media DRM Content.
[http://download.microsoft.com/download/7/6/D/76D540F7-A008-427C-8AFC-BE9E0C0D8435/UsingSilverlight with Windows Media DRMWhitepaper.FINAL.doc](http://download.microsoft.com/download/7/6/D/76D540F7-A008-427C-8AFC-BE9E0C0D8435/UsingSilverlight%20with%20Windows%20Media%20DRMWhitepaper.FINAL.doc)
- [50] Yu S, Wang C, Ren K, Lou W. Attribute based data sharing with attribute revocation. *Proceedings of the 5th ACM Symposium on Information, Computer and Communications Security, ASIACCS '10, ACM: New York, NY, USA, 2010; 261–270*, doi:10.1145/ 1755688.1755720.
- [51] Guojun W, Qin L, Jie W, Minyi G. Hierarchical attribute-based encryption and scalable user revocation for sharing data in cloud servers. *Computers & Security* 2011; 30(5):320–331, doi:10.1016/j.cose. 2011.05.006. *Advances in network and system security*.
- [52] Boldyreva A, Goyal V, Kumar V. Identity-based encryption with efficient revocation. *Proceedings of the 15th ACM conference on Computer and communications security, CCS '08, ACM: New York, NY, USA, 2008; 417–426*, doi:10.1145/1455770. 1455823.
- [53] Zhou Z, Huang D. On efficient ciphertext-policy attribute based encryption and broadcast encryption: extended abstract. *Proceedings of the 17th ACM conference on Computer and communications security, CCS '10, ACM: New York, NY, USA, 2010; 753– 755*, doi:10.1145/1866307.1866420.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ

Εισαγωγή

Έχοντας τελειώσει την εκτενή αναφορά μας στο θέμα των αρχιτεκτονικών και των αλγορίθμων σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης τα οποία αναφέραμε στα κεφάλαια 2-7, ολοκληρώνουμε με ένα από τα σημαντικότερα θέματα που άπτονται της ανάπτυξης των τεχνολογιών για την διανομή πολυμεσικού περιεχομένου στο διαδίκτυο και στο οικοσύστημα της διαδικτυακής τηλεόρασης. Αυτό είναι το ζήτημα της προστασίας των δικαιωμάτων, της πνευματικής ιδιοκτησίας και της συλλογικής διαχείρισης αυτών.

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, θα εξετάζουμε το κανονιστικό πλαίσιο που διέπει την διανομή ροών πολυμεσικού υλικού στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση και θα προσεγγίσουμε το ζήτημα της διαχείρισης της συλλογικής διαχείρισης των δικαιωμάτων, που είναι απαραίτητο στα συστήματα DRM.

8.1. Ιστορική αναδρομή

Όταν η Ευρωπαϊκή Κοινότητα άρχισε να σχεδιάζει την τηλεπικοινωνιακή πολιτική της στα πλαίσια της βελτίωσης της εσωτερικής αγοράς (Λευκή Βίβλος του 1985 και Πράσινη Βίβλος του 1987)[12] το νομοθετικό καθεστώς που διέπει τις τηλεπικοινωνίες στην Ελλάδα ήταν παρόμοιο με αυτό που ίσχυε στη συντριπτική πλειοψηφία των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, αυτό δηλαδή του κρατικού Μονοπωλίου.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας, η καινοτομία στην προσφορά υπηρεσιών, η μείωση των τιμών και η βελτίωση της ποιότητας, που επήλθαν με την εισαγωγή του ανταγωνισμού, αποτέλεσαν τη βάση για τη μετάβαση στην κοινωνία των πληροφοριών στην Ευρώπη.

Η σύγκλιση στους κλάδους των τηλεπικοινωνιών, των μέσων επικοινωνίας και της τεχνολογίας των πληροφοριών οδήγησε στην απόφαση ότι όλα τα

δίκτυα και οι υπηρεσίες μετάδοσης θα διέπονται από ενιαίο κανονιστικό πλαίσιο.

Το άνοιγμα της αγοράς των τηλεπικοινωνιών στον ανταγωνισμό είχε καταλυτικά αποτελέσματα σε έναν χώρο όπου παλαιότερα δρούσαν μονοπώλια / ολιγοπώλια. Για την πλαισίωση της εξέλιξης αυτής οι ευρωπαϊκοί θεσμοί που διαθέτουν αποφασιστικές αρμοδιότητες θέσπισαν νομοθετικά μέτρα που συμβαδίζουν με την τεχνολογική πρόοδο και τις απαιτήσεις της αγοράς. Οι εξελίξεις αυτές οδήγησαν στην υιοθέτηση ενός νέου πλαισίου κανονιστικών ρυθμίσεων για τις ηλεκτρονικές επικοινωνίες, των οποίων ο κύριος στόχος είναι να ενισχυθεί ο ανταγωνισμός με τη διευκόλυνση της εμφάνισης νεοεισερχόμενων στον τομέα και την τόνωση των επενδύσεων.

Το πλαίσιο που τελικά υιοθετήθηκε, βάση των Ευρωπαϊκών οδηγιών, κάλυπτε θέματα σχετικά με την απελευθέρωση των Τηλεπικοινωνιών (Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών), αλλά άφηγε έξω σημαντικά θέματα που είχαν σχέση με την ρύθμιση της μετάδοσης περιεχομένου και γενικά του περιεχομένου. Τα συγκεκριμένα θέματα καλύφθηκαν τα επόμενα χρόνια, όπως θα δούμε στην συνέχεια[4]. Άρα το αρχικό πλαίσιο δεν κάλυπτε, επομένως, το περιεχόμενο υπηρεσιών που παρέχονται μέσω δικτύων ηλεκτρονικών επικοινωνιών που χρησιμοποιούν υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών, όπως το ραδιοτηλεοπτικά εκπεμπόμενο περιεχόμενο, οι χρηματοπιστωτικές υπηρεσίες και ορισμένες υπηρεσίες της κοινωνίας της πληροφορίας.

Η εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών στη Ελλάδα, από την απαρχή της και μέχρι και σήμερα, υπήρξε αρκετά περιπετειώδης και ακολουθούσε τις γενικότερες εξελίξεις της ιστορίας της Ελλάδας.

Τα βήματα για την πορεία προσαρμογής της Ελλάδας στον τομέα των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, σύμφωνα με τις εξελίξεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ήταν προκαθορισμένα. Η Ελλάδα υποχρεώθηκε να ακολουθήσει μια πολιτική ανάπτυξης του απελευθερωμένου κλάδου των τηλεπικοινωνιών, η οποία όμως ήταν πολύ δύσκολη. Τα αντικειμενικά προβλήματα ήταν υπαρκτά, αφού η μετάβαση από το κρατικό μονοπώλιο στον ελεύθερο ανταγωνισμό δεν έγινε σταδιακά ύστερα από την υπαγόρευση κοινωνικών αναγκών αλλά ύστερα από πιέσεις προσαρμογής στο ευρωπαϊκό κεκτημένο,

το οποίο ήταν αρκετά πιο εξελιγμένο έναντι του υπάρχοντος στην Ελλάδα. Θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι η πραγματική απελευθέρωση του τηλεπικοινωνιακού τομέα στην Ελλάδα επιτεύχθηκε με μια σειρά νομοθετημάτων, με τα οποία ενσωματώθηκαν οι ρυθμίσεις των οδηγιών [2][3][16].

Η απελευθέρωση της ευρωπαϊκής αγοράς τηλεπικοινωνιών κορυφώθηκε την 1η Ιανουαρίου 1998, με την πλήρη ελευθέρωση όλων των τηλεπικοινωνιακών δικτύων και υπηρεσιών στα περισσότερα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Δεν πρέπει να παραληφθεί η προσπάθεια του Έλληνα νομοθέτη να συστηματοποιήσει όλο το πλαίσιο των νομοθετημάτων σε ένα ενιαίο νομοθέτημα στις αρχές του 2000. Πράγματι η έκδοση του Ν.2367/2000, οποίος άρχισε να ισχύει στις αρχές του 2000, ενοποίησε σε ένα ενιαίο πλαίσιο όλες τις ρυθμίσεις στον απελευθερωμένο τηλεπικοινωνιακό χώρο στην Ελλάδα[17].

8.2. Ορισμός ηλεκτρονικής επικοινωνίας

Ως ηλεκτρονική επικοινωνία ορίζεται: «η αμοιβαία επαφή μεταξύ ατόμων ή ομάδων, και συγκεκριμένα η μεταβίβαση και η ανταλλαγή μηνυμάτων και πληροφοριών από κάποιον που νοείται ως πομπός προς κάποιον που νοείται ως δέκτης μέσω κοινού συστήματος σημάτων, συμβόλων ή τρόπων συμπεριφοράς». Στην περίπτωση όπου ο πομπός και ο δέκτης βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ τους και η επικοινωνία επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικών συσκευών που μεταβιβάζουν και δέχονται σήματα, τότε αντί για τον όρο «επικοινωνία» χρησιμοποιείται ο όρος «τηλεπικοινωνία». Στις μέρες μας, το σύνολο των μέσων (ενσύρματων, ραδιοηλεκτρικών, οπτικών, ηλεκτρομαγνητικών), μέσω των οποίων επιτελείται η επικοινωνία αυτή, έχει επικρατήσει με τον όρο «ηλεκτρονικές επικοινωνίες».

Σύμφωνα με τον Ν. 2246/94, ο οποίος αποτελεί το ρυθμιστικό πλαίσιο για την οργάνωση και λειτουργία του τομέα των τηλεπικοινωνιών στη χώρα μας, ως «Τηλεπικοινωνία» ορίζεται «η μετάδοση, εκπομπή ή λήψη σημείων, σημάτων, γραπτού κειμένου, εικόνων, ήχων ή πληροφοριών κάθε είδους που

πραγματοποιείται με ενσύρματα, οπτικά, ραδιοηλεκτρικά ή άλλα ηλεκτρομαγνητικά συστήματα» [18].

8.3. Κανονιστικό Πλαίσιο

Όπως είδαμε το καθεστώς των τηλεπικοινωνιακών οργανισμών μεταβλήθηκε από το μονοπώλιο σε καθεστώς ελεύθερης αγοράς. Οι δυνάμεις της αγοράς και η σύγκλιση των τεχνολογιών επιβάλλουν την ύπαρξη ενός συστήματος που θα έχει ως στόχο την ομαλή και επί ίσοις όροις είσοδο νέων επιχειρήσεων και τη διασφάλιση ενός δυναμικού ανταγωνιστικού περιβάλλοντος.

Η αλλαγή αυτή του τηλεπικοινωνιακού τοπίου δημιούργησε την ανάγκη για την εφαρμογή ενός κανονιστικού πλαισίου σύμφωνα με το οποίο θα λειτουργούν οι τηλεπικοινωνιακές επιχειρήσεις. Το κανονιστικό πλαίσιο περιλαμβάνει τη θεσμοθέτηση νόμων και κανόνων προκειμένου η τηλεπικοινωνιακή αγορά να λειτουργεί χωρίς προβλήματα μέσα στα πλαίσια του υγιούς ανταγωνισμού. Οι νόμοι αυτοί είναι δυνατό να αλλάζουν ανάλογα με τις συνθήκες και τη λειτουργία της αγοράς. Εάν υιοθετηθεί ένα κανονιστικό πλαίσιο το οποίο δεν είναι ευέλικτο και δεν εγγυάται την ανάπτυξη νέων αγορών, υπάρχει περίπτωση η Ευρωπαϊκή Ένωση να βρεθεί σε μειονεκτική θέση συγκριτικά με τη θέση των ανταγωνιστών της.

8.4. Βασικές αρχές του κανονιστικού πλαισίου περί ηλεκτρονικών επικοινωνιών

Η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών επικοινωνιών βασίζεται σε πέντε βασικές αρχές οι οποίες θα στηρίξουν το νέο κανονιστικό πλαίσιο και θα καθοδηγήσουν την κανονιστική δράση σε κοινοτικό και εθνικό επίπεδο. Σύμφωνα με αυτές, η μελλοντική κανονιστική ρύθμιση θα πρέπει:

- να βασίζεται σε σαφώς καθορισμένους στόχους πολιτικής
- να αντιστοιχεί στο ελάχιστο αναγκαίο για την επίτευξη αυτών των στόχων (εισάγοντας, για παράδειγμα, μηχανισμούς για τον

περαιτέρω περιορισμό των κανονιστικών ρυθμίσεων, σε περιπτώσεις που ο ανταγωνισμός επιτρέπει την επίτευξη των στόχων πολιτικής):

- να ενισχύσει τη νομική βεβαιότητα σε μια δυναμική αγορά·
- να αποσκοπεί στην τεχνολογική ουδετερότητα (να μην επιβάλλει, ούτε να ασκεί διακριτική μεταχείριση υπέρ της χρήσης ενός συγκεκριμένου τύπου τεχνολογίας, αλλά να διασφαλίζει ότι οι υπηρεσίες θα ρυθμίζονται ομοιογενώς, ανεξάρτητα από τα μέσα που χρησιμοποιούνται για την παροχή τους)·
- να εφαρμόζεται στο εγγύτερο δυνατόν επίπεδο στις ρυθμιζόμενες δραστηριότητες (η κανονιστική ρύθμιση δύναται να συμφωνείται σε παγκόσμιο, περιφερειακό ή εθνικό επίπεδο).

8.5. Κανονιστικό πλαίσιο περί ηλεκτρονικών επικοινωνιών

Συνοπτικά η διαδικασία αναθεώρησης και ανασύνταξης της υφιστάμενης κοινοτικής νομοθεσίας πριν το τέλος τις χιλιετηρίδας κατέληξε στην έγκριση ενός νέου ρυθμιστικού πλαισίου για τις ηλεκτρονικές επικοινωνίες το έτος 2002, με έναρξη εφαρμογής τον Ιούλιο του 2003. Το αναθεωρημένο νομικό πλαίσιο δεν γίνεται αναφορά σε "τηλεπικοινωνίες" αλλά σε "ηλεκτρονικές επικοινωνίες". Στόχος της αναθεώρησης ήταν να θεσπιστεί ένα σύνολο κανόνων που θα στοχεύουν στην απορρύθμιση (deregulation). Επιπλέον λαμβάνεται μέριμνα, οι κανόνες να είναι τεχνολογικά ουδέτεροι, αλλά και ευέλικτοι ώστε να ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες αγορές του τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών.

Το νέο κοινοτικό πλαίσιο κανονιστικών ρυθμίσεων για τις ηλεκτρονικές επικοινωνίες ενισχύει τον ανταγωνισμό και παρέχει ένα νομικό περιβάλλον που προωθεί τις επενδύσεις στην αγορά των ηλεκτρονικών επικοινωνιών.

Διευκολύνει την είσοδο στην αγορά και βασίζεται σε μία τεχνολογικά ουδέτερη προσέγγιση λαμβάνοντας υπόψη την τεχνολογική σύγκλιση. Ο τομέας των ηλεκτρονικών επικοινωνιών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε

όλες σχεδόν τις άλλες οικονομικές δραστηριότητες και συνεισφέρει σημαντικά στην ανάπτυξη της παραγωγικότητας της εργασίας.

Το νέο κανονιστικό πλαίσιο της 7ης Μαρτίου 2002, διέπει όλα τα ηλεκτρονικά δίκτυα και τις υπηρεσίες μετάδοσης, είναι πιο ευέλικτο και απλοποιημένο ώστε να ανταποκρίνεται στις πιο σύνθετες και δυναμικές αγορές. Στόχοι του νέου ρυθμιστικού πλαισίου είναι η ενθάρρυνση του

ανταγωνισμού στις αγορές ηλεκτρονικών τηλεπικοινωνιών, η βελτίωση της λειτουργίας της εσωτερικής αγοράς και η διασφάλιση των συμφερόντων των χρηστών. Επιπλέον, ενισχύεται ο ρόλος των εθνικών κανονιστικών αρχών έτσι ώστε να εξακολουθήσουν να είναι ισχυρές και ανεξάρτητες.

Το ρυθμιστικό πλαίσιο περί δικτύων ηλεκτρονικών επικοινωνιών και υπηρεσιών αποτελείται από την Οδηγία 2002/77/EK37 για την απελευθέρωση και πέντε Οδηγίες εναρμόνισης, γνωστές και ως «ειδικές Οδηγίες»[19]:

Πιο αναλυτικά το κανονιστικό πλαίσιο απλοποιεί σημαντικά το προηγούμενο καθεστώς (μείωση των δεσμευτικών νομοθετικών κειμένων από 20 σε 6)

Το κανονιστικό πλαίσιο για τις ηλεκτρονικές επικοινωνίες απαρτίζεται από τις εξής Οδηγίες:

- Οδηγία 2002/58/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 12ης Ιουλίου 2002, σχετικά με την επεξεργασία των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και την προστασία της ιδιωτικής ζωής στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών (Οδηγία για την προστασία ιδιωτικής ζωής στις ηλεκτρονικές επικοινωνίες) [Επίσημη Εφημερίδα L 201, 31.07.2002]
- Οδηγία 2002/21/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 7ης Μαρτίου 2002, σχετικά με κοινό κανονιστικό πλαίσιο για δίκτυα και υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών (Οδηγία πλαίσιο) [Επίσημη Εφημερίδα L 108, 24.04.2002]
- Οδηγία 2002/20/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 7ης Μαρτίου 2002, για την αδειοδότηση δικτύων και υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών (οδηγία για την αδειοδότηση) [Επίσημη Εφημερίδα L 108, 24.04.2002]

- Οδηγία 2002/22/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 7ης Μαρτίου 2002, για την καθολική υπηρεσία και τα δικαιώματα των χρηστών όσον αφορά δίκτυα και υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών (Οδηγία καθολικής υπηρεσίας) [Επίσημη Εφημερίδα L 108, 24.04.2002]
- Οδηγία 2002/19/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 7ης Μαρτίου 2002, σχετικά με την πρόσβαση σε δίκτυα ηλεκτρονικών επικοινωνιών και συναφείς ευκολίες, καθώς και με τη διασύνδεσή τους (Οδηγία για την πρόσβαση) [Επίσημη Εφημερίδα L 108, 24.04.2002]
- Οδηγία του Ανταγωνισμού

Το κανονιστικό πλαίσιο περιλαμβάνει επίσης την Απόφαση αριθ. 676/2002/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 7ης Μαρτίου 2002, σχετικά με ένα κανονιστικό πλαίσιο για την πολιτική του ραδιοφάσματος στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα (Απόφαση ραδιοφάσματος) Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 108 της 24/04/2002

Επιπλέον συμπεριλαμβάνονται και συμπληρωματικά μη δεσμευτικά μέτρα. Όπως:

- α) η σύσταση της Επιτροπής, της 11ης Φεβρουαρίου 2003, για τις αγορές προϊόντων και υπηρεσιών στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών που επιδέχονται εκ των προτέρων ρύθμιση σύμφωνα με την Οδηγία 2002/21/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με κοινό κανονιστικό πλαίσιο για δίκτυα και υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών.
- β) Κατευθυντήριες γραμμές της Επιτροπής για την ανάλυση αγοράς και την εκτίμηση της σημαντικής ισχύος στην αγορά βάσει του κοινοτικού πλαισίου κανονιστικών ρυθμίσεων για τα δίκτυα και τις υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών (Επίσημη Εφημερίδα C 165 της 11.7.2002)
- γ) Σύσταση της Επιτροπής, της 23ης Ιουλίου 2003, για τις κοινοποιήσεις, τις προθεσμίες και τις διαβουλεύσεις που προβλέπονται στο άρθρο 7 της οδηγίας 2002/21/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου

σχετικά με κοινό κανονιστικό πλαίσιο για δίκτυα και υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών.

Οι κανόνες ανταγωνισμού[7] έχουν και αυτοί περιληφθεί στην οδηγία αυτή καθώς το δίκαιο του ανταγωνισμού αποκτά συνεχώς μεγαλύτερη σημασία στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών.

Έχει λοιπόν στόχο να αντικαταστήσει το κύριο μέρος των κανονιστικών ρυθμίσεων των επιμέρους τομέων, μετά την οριστική καθιέρωση του υγιούς ανταγωνισμού στην αγορά.

Έτσι γίνεται συμπληρωματικός ο ρόλος του δικαίου του ανταγωνισμού και μπορεί να γίνει παραδοχή η εφαρμογή αυτή των αρχών του δικαίου του ανταγωνισμού στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών αποτελεί κορυφαία επιλογή του κοινοτικού νομοθέτη.

8.6. Οδηγία Πλαίσιο

Κύρια σημεία

Η «Οδηγία Πλαίσιο» (2002/21/EK) έχει τους εξής στόχους:

- καθιερώνει ένα εναρμονισμένο πλαίσιο για δίκτυα και υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών
- θεσπίζει σύνολο διαδικασιών για την εξασφάλιση της εναρμονισμένης εφαρμογής του κανονιστικού πλαισίου σε ολόκληρη την Κοινότητα.
- προσδιορίζει συγκεκριμένους στόχους πολιτικής για τα Κράτη Μέλη·
- προσδιορίζει τα δικαιώματα και τις ευθύνες, καθώς και την εξουσία και τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων των ΕΚΑ (Εθνικές Κανονιστικές Αρχές)·
- Τονίζει τη σημασία της εφαρμογής του δικαίου του ανταγωνισμού (π.χ. καθιέρωση νέου ορισμού της έννοιας της Σημαντικής Ισχύος στην αγορά).

Το πεδίο εφαρμογής της δεδομένης της τεχνολογικής σύγκλισης και της ανάγκης οριζόντιας ρύθμισης για το σύνολο των υποδομών είναι το παρακάτω:

- το κανονιστικό πλαίσιο δεν περιορίζεται πλέον σε δίκτυα και υπηρεσίες τηλεπικοινωνιών
- καλύπτει και το σύνολο των δικτύων και υπηρεσιών των ηλεκτρονικών επικοινωνιών. Περιλαμβάνονται π.χ. τα σταθερά και κινητά δίκτυα τηλεπικοινωνιών, τα δίκτυα καλωδιακής ή δορυφορικής τηλεόρασης, καθώς και τα ηλεκτρικά δίκτυα, στο βαθμό που χρησιμοποιούνται για υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών.
- Εξαιρείται, αντίθετα, το περιεχόμενο των υπηρεσιών που παρέχονται μέσω των δικτύων ηλεκτρονικών επικοινωνιών, όπως το ραδιοτηλεοπτικά εκπεμπόμενο περιεχόμενο ή οι χρηματοπιστωτικές υπηρεσίες. Το ίδιο ισχύει και για τον τηλεπικοινωνιακό τερματικό εξοπλισμό

Στην Οδηγία Πλαίσιο [20] ορίζονται και οι παρακάτω έννοιες ώστε να γίνονται πιο εύκολα αντιληπτές και να υπάρχουν όσο το δυνατόν λιγότερες παρανοήσεις. Οι έννοιες αυτές είναι οι παρακάτω.

- «δίκτυο ηλεκτρονικών επικοινωνιών»: τα συστήματα μετάδοσης που επιτρέπουν τη μεταφορά σημάτων, με τη χρήση καλωδίων, ραδιοσημάτων, οπτικού ή άλλου ηλεκτρομαγνητικού μέσου, συμπεριλαμβανομένων των δορυφορικών δικτύων, των σταθερών και κινητών επίγειων δικτύων, των δικτύων που χρησιμοποιούνται για ραδιοτηλεοπτικές εκπομπές και των δικτύων καλωδιακής τηλεόρασης.
- «υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών»: υπηρεσίες που παρέχονται συνήθως έναντι αμοιβής, και που συνίστανται στη μεταφορά σημάτων σε δίκτυα ηλεκτρονικών επικοινωνιών. Εξαιρούνται οι υπηρεσίες που παρέχουν περιεχόμενο μεταδιδόμενο με χρήση δικτύων και υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών ή που ασκούν έλεγχο επί του περιεχομένου

- «συναφείς ευκολίες»: οι πόροι που σχετίζονται με δίκτυο ή υπηρεσία ηλεκτρονικών επικοινωνιών και που καθιστούν δυνατή την παροχή των εν λόγω υπηρεσιών μέσω του δικτύου ή της υπηρεσίας αυτής. Περιλαμβάνουν επίσης τα συστήματα υπό όρους πρόσβασης - τεχνικό μέτρο που εξαρτά την πρόσβαση σε προστατευόμενη ραδιοφωνική ή τηλεοπτική υπηρεσία από συνδρομή ή άλλη μορφή προηγούμενης έγκρισης -, καθώς και τους ηλεκτρονικούς οδηγούς προγραμμάτων. Πεδίο εφαρμογής. Δεδομένης της τεχνολογικής σύγκλισης και της ανάγκης οριζόντιας ρύθμισης για το σύνολο των υποδομών

Το κανονιστικό πλαίσιο δεν περιορίζεται πλέον σε δίκτυα και υπηρεσίες τηλεπικοινωνιών καλύπτει και το σύνολο των δικτύων και υπηρεσιών των ηλεκτρονικών επικοινωνιών. Περιλαμβάνονται π.χ. τα σταθερά και κινητά δίκτυα τηλεπικοινωνιών, τα δίκτυα καλωδιακής ή δορυφορικής τηλεόρασης, καθώς και τα ηλεκτρικά δίκτυα, στο βαθμό που χρησιμοποιούνται για υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών[7]. Από την οδηγία εξαιρείται, αντίθετα, το περιεχόμενο των υπηρεσιών που παρέχονται μέσω των δικτύων ηλεκτρονικών επικοινωνιών, όπως το ραδιοτηλεοπτικά εκπεμπόμενο περιεχόμενο ή οι χρηματοπιστωτικές υπηρεσίες. Το ίδιο ισχύει και για τον τηλεπικοινωνιακό τερματικό εξοπλισμό.

8.7. Βασικές αρχές για τις Εθνικές Ρυθμιστικές Αρχές (ΕΡΑ)

Σύμφωνα με την οδηγία πλαίσιο οι Εθνικές Ρυθμιστικές Αρχές έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά τα οποία εναρμονίζονται με την κοινοτική νομοθεσία.

Ανεξαρτησία. Τα κράτη μέλη εγγυώνται την ανεξαρτησία των ΕΡΑ εξασφαλίζοντας ότι είναι νομικά διακριτές και λειτουργικά ανεξάρτητες από όλους τους οργανισμούς παροχής δικτύων, εξοπλισμού ή υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών.

Δικαίωμα προσφυγής. Αποτελεσματικοί μηχανισμοί σε εθνικό επίπεδο παρέχουν τη δυνατότητα σε κάθε χρήστη ή πάροχο δικτύων ή υπηρεσιών

ηλεκτρονικών επικοινωνιών, δικαίωμα υποβολής προσφυγής ενώπιον ανεξάρτητου οργάνου, εφόσον έχει προκύψει διαφορά του με ΕΡΑ.

Αμεροληψία και διαφάνεια. Τα κράτη μέλη είναι υποχρεωμένα να μεριμνούν ότι οι ΕΡΑ ασκούν την εξουσία τους κατά τρόπο αμερόληπτο και διαφανή. Εξασφαλίζουν επίσης ότι οι ΕΡΑ καθιερώνουν μηχανισμούς διαβούλευσης των ενδιαφερομένων μερών εφόσον αποσκοπούν στη λήψη μέτρων που ενδέχεται να έχουν σημαντική επίδραση στην αγορά.

8.8. Οδηγία Αδειοδότησης

Η οδηγία σχετικά με την αδειοδότηση δικτύων και υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών έχει ως στόχο τη σύγκλιση μεταξύ διαφορετικών υπηρεσιών και δικτύων ηλεκτρονικών επικοινωνιών και των τεχνολογιών τους, απαιτεί την εγκαθίδρυση καθεστώτος αδειοδότησης, το οποίο θα καλύπτει όλες τις συγκρίσιμες υπηρεσίες, με ισότιμο τρόπο, ανεξάρτητα από τις χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες.

Με την οδηγία αυτή ρυθμίζεται το καθεστώς των γενικών αδειών για δίκτυα και υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών. Παρακάτω αναφέρονται τα κυριότερα σημεία στα οποία στοχεύει τα οποία είναι τα εξής:

- I. η υλοποίηση της εσωτερικής αγοράς δικτύων και υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών, μέσω της εναρμόνισης και της απλούστευσης των κανόνων και όρων αδειοδότησης.
- II. η δημιουργία νομικού πλαισίου για την εξασφάλιση της ελευθερίας παροχής δικτύων και υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών.
- III. Καλύπτει την αδειοδότηση όλων των δικτύων και υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών, ανεξαρτήτως του εάν παρέχονται ή όχι στο κοινό. Αυτό έχει σημασία για να εξασφαλιστεί ότι, και για τις δύο κατηγορίες φορέων παροχής, μπορούν να ισχύουν αντικειμενικά, διαφανή, αμερόληπτα και αναλογικά δικαιώματα, όροι και διαδικασίες.

Αναφέρεται επίσης στα ειδικά δικαιώματα που παρέχονται με την γενική άδεια και τις αρμοδιότητες τις οποίες δύναται να έχει η Επιτροπή.

Η Επιτροπή επιμένει στην ανάγκη να μειωθούν τα διοικητικά εμπόδια για την είσοδο στην αγορά, ώστε να προωθηθεί ανταγωνιστική ευρωπαϊκή αγορά για τις υπηρεσίες των τηλεπικοινωνιών[4].

Συγκεκριμένα, προτείνει:

- τη χρήση γενικών αδειών ως βάση για την αδειοδότηση δικτύων και υπηρεσιών επικοινωνιών, δεδομένου ότι οι ειδικές άδειες περιορίζονται στην εκχώρηση ραδιοφάσματος και αριθμών·
- την εφαρμογή πλήρους και συνεκτικού πλαισίου πολιτικής στις επικοινωνιακές υποδομές, συμπεριλαμβανομένων των δικτύων ρ/τ εκπομπών·
- τη διασφάλιση ότι τα τέλη αδειών καλύπτουν μόνο αιτιολογημένα και αντίστοιχα διοικητικά κόστη
- τη συνέχιση της χορήγησης αδειών για υπηρεσίες επικοινωνιών που παρέχονται από το Ίντερνετ με ισότιμο τρόπο ως προς τις άλλες υπηρεσίες επικοινωνιών (ήτοι, όχι ειδικές κανονιστικές ρυθμίσεις για το Ίντερνετ).

Θα πρέπει να χρησιμοποιείται το κατά το δυνατόν λιγότερο επαχθές σύστημα αδειοδότησης που καθιστά δυνατή την παροχή δικτύων και υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών, προκειμένου να τονωθεί η ανάπτυξη νέων υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών και πανευρωπαϊκών δικτύων υπηρεσιών και επικοινωνιών

- Οι εν λόγω στόχοι μπορούν να επιτευχθούν με γενική άδεια για όλα τα δίκτυα και υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών, χωρίς να απαιτείται ρητή απόφαση ή διοικητική πράξη των ΕΡΑ αρχής και με περιορισμό των διαδικαστικών απαιτήσεων μόνο στην κοινοποίηση.
- Η κοινοποίηση περιορίζεται στην απλή υποβολή δήλωσης νομικού ή φυσικού προσώπου προς την ΕΡΑ, με την οποία γνωστοποιεί την πρόθεσή του να αρχίσει να παρέχει υπηρεσίες ή δίκτυα ηλεκτρονικών επικοινωνιών, και στην υποβολή των ελάχιστων

πληροφοριών οι οποίες απαιτούνται ώστε η ΕΡΑ να έχει τη δυνατότητα τήρησης μητρώου ή καταλόγου φορέων παροχής δικτύων και υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών.

- Οι εν λόγω πληροφορίες πρέπει να περιορίζονται σε ό,τι είναι απαραίτητο για τον προσδιορισμό του φορέα παροχής, όπως οι αριθμοί μητρώου των επιχειρήσεων, και των προσώπων επαφής του φορέα παροχής, τη διεύθυνση του φορέα παροχής, τη σύντομη περιγραφή του δικτύου ή της υπηρεσίας και την προβλεπόμενη ημερομηνία έναρξης της δραστηριότητας.

Η Εθνική Ρυθμιστική Αρχή έχει την δυνατότητα να χορηγήσει ειδικά (ατομικά) δικαιώματα χρήσης[4]:

- Η χορήγηση ειδικών δικαιωμάτων, ενδεχομένως, να εξακολουθήσει να είναι απαραίτητη για τη χρήση ραδιοσυχνοτήτων και αριθμών, συμπεριλαμβανομένων σύντομων κωδίκων, από το εθνικό σχέδιο αριθμοδότησης.
- Όταν είναι απαραίτητη η χορήγηση ατομικών δικαιωμάτων χρήσης ραδιοσυχνοτήτων και αριθμών, τα Κράτη Μέλη χορηγούν τα δικαιώματα αυτά, κατόπιν αιτήματος, σε κάθε επιχείρηση που παρέχει ή χρησιμοποιεί δίκτυα ή υπηρεσίες βάσει γενικής άδειας.
- Τα εν λόγω δικαιώματα χρήσης παρέχονται μέσω ανοικτών, διαφανών και αμερόληπτων διαδικασιών.
- Οι αποφάσεις για τα δικαιώματα χρήσης λαμβάνονται, ανακοινώνονται και δημοσιοποιούνται, το συντομότερο δυνατό, μετά την παραλαβή της πλήρους αίτησης από την ΕΡΑ και εντός τριών εβδομάδων στην περίπτωση των αριθμών που έχουν χορηγηθεί για συγκεκριμένους σκοπούς, στο πλαίσιο του εθνικού σχεδίου αριθμοδότησης, και εντός έξι εβδομάδων στην περίπτωση των ραδιοσυχνοτήτων που έχουν χορηγηθεί για συγκεκριμένους σκοπούς, στο πλαίσιο του εθνικού προγράμματος συχνοτήτων

Σύμφωνα με την Οδηγία έχει την δυνατότητα να ζητά συμμόρφωση προς τους όρους της γενικής άδειας ή των δικαιωμάτων χρήσης και προς τις ειδικές υποχρεώσεις. Πιο αναλυτικά:

- Οι ΕΡΑ δύνανται να ζητούν από τις επιχειρήσεις που παρέχουν δίκτυα ή υπηρεσίες ηλεκτρονικών υπηρεσιών τα οποία καλύπτονται από τη γενική άδεια ή/και απολαύουν δικαιωμάτων χρήσης ραδιοσυχνοτήτων ή αριθμών, να παρέχουν τις πληροφορίες που απαιτούνται για τον έλεγχο της συμμόρφωσης προς τους όρους της γενικής άδειας ή των δικαιωμάτων χρήσης.
- Συνήθως, εάν η ΕΡΑ διαπιστώσει ότι η επιχείρηση δεν τηρεί έναν ή περισσότερους όρους της γενικής άδειας ή των δικαιωμάτων χρήσης κοινοποιεί στην επιχείρηση την εν λόγω διαπίστωση και παρέχει στην επιχείρηση εύλογη ευκαιρία να εκθέσει τις απόψεις της ή να αποκαταστήσει τη νομιμότητα εντός ενός μηνός από την κοινοποίηση.

8.9. Οδηγία Καθολικής Υπηρεσίας

Με την οδηγία αυτή της καθολικής υπηρεσία καθορίζονται τα δικαιώματα των τελικών χρηστών καθώς και οι υποχρεώσεις των επιχειρήσεων που παρέχουν διαθέσιμα στο κοινό δίκτυα και υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών.

Με τον όρο *Καθολική υπηρεσία* [4] εννοούμε την παροχή καθορισμένης στοιχειώδους δέσμης υπηρεσιών σε όλους του τελικούς χρήστες σε προσιτή τιμή.

8.10. Οδηγία προστασίας πληροφοριών και δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα

Η Οδηγία αποτελεί μέρος της δέσμης ρυθμίσεων για τις τηλεπικοινωνίες και συνιστά τη νέα νομοθετική πράξη που θα καλύψει τον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών και θα αντικαταστήσει την υφιστάμενη νομοθεσία που διέπει τον τομέα των τηλεπικοινωνιών.

Η Οδηγία καταργεί την Οδηγία 97/66/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 15ης Δεκεμβρίου 1997. Σε αυτή προσεγγίζονται ορισμένα

θέματα περισσότερο ή λιγότερο ευαίσθητα, όπως η φύλαξη των δεδομένων σύνδεσης από τα κράτη μέλη για την εξυπηρέτηση της αστυνομικής επιτήρησης (κατακράτηση δεδομένων), η αποστολή αυτόκλητων ηλεκτρονικών μηνυμάτων, η χρήση «cookies» και η αναγραφή προσωπικών δεδομένων στους δημόσιους καταλόγους συνδρομητών.

Έχει ως στόχο την διατήρηση του δικαιώματος στην ιδιωτική ζωή, όσον αφορά την επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών.

Πιο συγκεκριμένα επικεντρώνεται στα παρακάτω πεδία:

8.10.1 Απόρρητο των επικοινωνιών

Η οδηγία υπενθυμίζει ως βασική αρχή ότι τα κράτη μέλη οφείλουν να εγγυώνται μέσω της εθνικής νομοθεσίας το απόρρητο των επικοινωνιών που πραγματοποιούνται μέσω δημοσίου δικτύου ηλεκτρονικών επικοινωνιών. Οφείλουν, ειδικότερα, να απαγορεύουν σε κάθε άλλο πρόσωπο εκτός των χρηστών την ακρόαση, την υποκλοπή, την αποθήκευση των επικοινωνιών χωρίς τη συγκατάθεση των ενδιαφερομένων χρηστών.

8.10.2 Κατακράτηση των δεδομένων

Τα κράτη μέλη δεν επιτρέπεται να αίρουν την προστασία των δεδομένων παρά μόνον όταν πρόκειται για τη διενέργεια ερευνών ποινικού χαρακτήρα ή για τη διαφύλαξη της εθνικής ασφάλειας, της εθνικής άμυνας και της δημόσιας ασφάλειας. Ένα τέτοιο μέτρο μπορεί να θεσπιστεί μόνον όταν αποτελεί «αναγκαίο, κατάλληλο και ανάλογο μέτρο σε μια δημοκρατική κοινωνία».

8.10.3 Δημόσιοι κατάλογοι συνδρομητών

Οι ευρωπαίοι πολίτες πρέπει να παρέχουν τη συγκατάθεσή τους πριν οι αριθμοί τηλεφώνου τους (σταθερού ή κινητού), η ηλεκτρονική διεύθυνσή τους και η διεύθυνση κατοικίας τους αναγραφούν στους δημόσιους καταλόγους συνδρομητών.

8.10.4 Αυτόκλητα ηλεκτρονικά μηνύματα («spamming»)

Η οδηγία πραγματοποιεί μια προσέγγιση «συγκατάθεσης» έναντι των αυτόκλητων ηλεκτρονικών μηνυμάτων εμπορικού χαρακτήρα, σύμφωνα με την οποία οι χρήστες οφείλουν να παρέχουν τη συγκατάθεσή τους προτού λάβουν τα εν λόγω μηνύματα. Το εν λόγω σύστημα συγκατάθεσης καλύπτει επίσης τα σύντομα μηνύματα (SMS) και τα λοιπά ηλεκτρονικά μηνύματα που λαμβάνονται σε οποιοδήποτε σταθερό ή κινητό τερματικό.

8.10.5 Cookies

Τα cookies συνίστανται σε κρυφές πληροφορίες που ανταλλάσσονται μεταξύ χρήστη του Διαδικτύου και ενός διακομιστή ιστού (web server) και αποθηκεύονται σε αρχείο στο σκληρό δίσκο του χρήστη. Οι πληροφορίες αυτές επέτρεπαν αρχικά τη διατήρηση των πληροφοριών. Η οδηγία προβλέπει σχετικά ότι οι χρήστες πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να αρνηθούν την τοποθέτηση κάποιου cookie ή παρόμοιας διάταξης στον τερματικό τους εξοπλισμό. Για να γίνει κάτι τέτοιο, πρέπει να δοθούν στους χρήστες σαφείς και ακριβείς πληροφορίες για τον προορισμό και το ρόλο τους.

Σύμφωνα με τα παραπάνω τα κράτη μέλη θα πρέπει να εναρμονιστούν και να ενσωματώσουν τους κανόνες του νέου κανονιστικού πλαισίου. Οι ειδικές Οδηγίες του νέου κανονιστικού πλαισίου αποτελούν ένα ολοκληρωμένο ρυθμιστικό πλαίσιο που θέτει τις βάσεις για μία υγιή εξέλιξη στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών. Όταν το νέο πλαίσιο μεταφερθεί στο εθνικό δίκαιο των κρατών μελών θα συμβάλει στη δημιουργία ανταγωνιστικού περιβάλλοντος, στην τόνωση της καινοτομίας, στην αύξηση των επιλογών των καταναλωτών και στη μείωση των τιμών.

8.11. Νόμοι 3431/2006 & 3592/2007

8.11.1. Ρυθμίσεις σχετικά με την αδειοδότηση και θέματα περιεχομένου

Ο Νόμος 3431/2006 [3], αποτελεί το νέο Ελληνικό Νόμο για τις Ηλεκτρονικές Επικοινωνίες ο οποίος μεταφέρει στην Ελληνική νομοθεσία τη δέσμη Οδηγιών της ΕΕ του 2002 (Οδηγίες 2002/19/EK, 2002/20/EK, 2002/21/EK, 2002/22/EK και 2002/77/EK)

Ο Νόμος 3592/2007 ο οποίος τέθηκε σε ισχύ την 19η Ιουλίου 2007 συμπλήρωσε και τροποποίησε, μεταξύ άλλων, το Ν. 3431/2006

Με τους δυο αυτούς νόμους παρατηρούμε ότι σημαντικές αλλαγές στη Νομοθεσία που διέπει τα ΜΜΕ επέφερε ο πρόσφατα ψηφισθείς Νόμος 3592/2007 (ΦΕΚ 161 τ. Α΄/19-7-2007) «Συγκέντρωση και αδειοδότηση Επιχειρήσεων Μέσων Ενημέρωσης και άλλες διατάξεις», ο οποίος τέθηκε σε ισχύ στις 19 Ιουλίου 2007.

Ο Νόμος αφενός στοχεύει στη ρύθμιση των Επιχειρήσεων Μέσων Ενημέρωσης, με σκοπό τη διασφάλιση της πολυφωνίας και του υγιούς ανταγωνισμού κατά τη λειτουργία τους, αφετέρου ενσωματώνει τις Οδηγίες 2002/19/EK, 2002/20/EK, 2002/21/EK, 2002/77/EK (την κοινοτική νομοθεσία για τις ηλεκτρονικές επικοινωνίες) κατά το μέρος που αφορούν στην παροχή ραδιοτηλεοπτικών υπηρεσιών. Υπενθυμίζεται ότι σύμφωνα με την παρ. 3 του άρθρου 1 του Νόμου 3431/2006, ο οποίος ενσωματώνει στο εθνικό δίκαιο σε μεγάλο βαθμό τις παραπάνω Οδηγίες, ο Νόμος 3431/2006 δεν εφαρμόζεται στο περιεχόμενο και στην πολιτική του οπτικοακουστικού τομέα. Επομένως, ο Νόμος 3592/2007 [2] έρχεται να καλύψει το νομοθετικό κενό και να λειτουργήσει συμπληρωματικά με το Νόμο 3431/2006.

Ο Νόμος 3592/2007 [2] περιλαμβάνει διατάξεις για την παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών περιεχομένου και ως εκ τούτου, ενδιαφέρει άμεσα της εταιρεία μας για την ανάπτυξη οπτικοακουστικών υπηρεσιών περιεχομένου, όπως η υπηρεσία διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV).

Ειδικότερα, με τον παρόντα Νόμο, μεταξύ άλλων:

- Ρυθμίζεται η μετάδοση ραδιοτηλεοπτικού προγράμματος ελεύθερης λήψης μέσω αναλογικής εκπομπής, η εκπομπή επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης, αλλά και η παροχή ραδιοτηλεοπτικών υπηρεσιών μέσω ευρυζωνικών δικτύων, για την λειτουργία των οποίων είτε δεν απαιτείται συχνότητα είτε απαιτείται συχνότητα, αλλά όχι από εκείνες που έχουν χορηγηθεί για την εκπομπή ραδιοτηλεοπτικού σήματος.
- Εισάγεται η έννοια της συγκέντρωσης ελέγχου των ΜΜΕ στην αντίστοιχη αγορά. Επιδιώκεται να αποφευχθούν οι στρεβλώσεις της αγοράς, οι εναρμονισμένες πρακτικές και η σκόπιμη συγκέντρωση ισχύος. Αρμόδιο όργανο για τη διαπίστωση της συγκέντρωσης ελέγχου, τη λήψη μέτρων και την επιβολή κυρώσεων είναι η Επιτροπή Ανταγωνισμού.
- Ρυθμίζεται το νομικό πλαίσιο που διασφαλίζει τη μετάβαση στην ψηφιακή εποχή. Μέχρι την έκδοση Προεδρικού Διατάγματος οι νομίμως λειτουργούντες σταθμοί, συμπεριλαμβανόμενης της ΕΡΤ έχουν τη δυνατότητα εφόσον το επιθυμούν να μεταδίδουν το αναλογικό τους πρόγραμμα με ψηφιακή τεχνολογία. Με απόφαση του ΕΣΡ καθορίζονται ποιοι και πόσοι σταθμοί θα εκπέμψουν ψηφιακά το αναλογικό τους πρόγραμμα.

Μέγιστο ενδιαφέρον παρουσιάζει το άρθρο με το οποίο ρυθμίζεται το νομικό πλαίσιο για την παροχή ραδιοτηλεοπτικών υπηρεσιών μέσω ευρυζωνικών δικτύων. Οι κυριότερες διατάξεις του άρθρου έχουν ως εξής:

- Υπάρχει σαφής διάκριση μεταξύ παρόχου δικτύου (η επιχείρηση που αναλαμβάνει τη σύσταση, λειτουργία, έλεγχο και διάθεση ενός δικτύου) και παρόχου περιεχομένου (η επιχείρηση που διαθέτει ολοκληρωμένο ραδιοτηλεοπτικό περιεχόμενο προς μετάδοση στο ευρύ κοινό, εικοσιτετράωρης ή μικρότερης χρονικής διάρκειας). Επιχειρήσεις παροχής ραδιοτηλεοπτικών υπηρεσιών μέσω ευρυζωνικών δικτύων μπορούν να είναι πάροχοι δικτύου ή / και πάροχοι υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών, καθώς και πάροχοι περιεχομένου, οι οποίοι μπορεί να είναι ο ίδιος ή διαφορετικοί φορείς.

- Ο πάροχος δικτύου ή/ και πάροχος υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών πρέπει να είναι αδειοδοτημένος υπό καθεστώς Γενικής Αδειας, μετά από δήλωση καταχώρησης στην ΕΕΤΤ.
- Ο πάροχος περιεχομένου πρέπει να λάβει έγκριση του περιεχομένου από το ΕΣΡ, ύστερα από υποβολή σχετικής αίτησης και αναλυτικής παρουσίασης του προγράμματός του. Η παροχή ραδιοτηλεοπτικών υπηρεσιών μπορεί να είναι συνδρομητική ή μη.
- Οι πάροχοι δικτύου μπορούν να μεταδίδουν πρόγραμμα μόνο εφόσον το περιεχόμενο του προγράμματος έχει λάβει έγκριση από το ΕΣΡ ή έχει αδειοδοτηθεί από το ΕΣΡ.
- Οι πάροχοι περιεχομένου μπορούν να συνάπτουν συμβάσεις με παρόχους δικτύου ή/και παρόχους υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών για τη μετάδοση ραδιοτηλεοπτικών υπηρεσιών.

Η ΕΕΤΤ, με τη συνδρομή του ΕΣΡ, εφόσον διαπιστώσει μετά από έρευνα της σχετικής αγοράς 18 «Υπηρεσίες μετάδοσης Ραδιοτηλεοπτικών Εκπομπών και Δίκτυα Διανομής περιεχομένου σε τελικούς χρήστες» ότι πάροχοι δικτύου ή/και πάροχοι υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών έχει σημαντική ισχύ στην εν λόγω αγορά, μπορεί να επιβάλει σε αυτούς τα κατάλληλα μέτρα κατά τη διάθεση του δικτύου ή κατά τη μεταφορά του σήματος σε δίκτυο, με σκοπό να παρέχουν τις υπηρεσίες τους προς όλους ανεξαιρέτως τους αδειοδοτηθέντες παρόχους περιεχομένου επίγειας ψηφιακής ραδιοτηλεοπτικής εκπομπής ελεύθερης λήψης, με ίσους όρους [4].

- Για τη μετάδοση από τους παρόχους δικτύων ραδιοτηλεοπτικού προγράμματος, είναι υποχρεωτική η προηγούμενη υποβολή στο Ε.Σ.Ρ. αντιγράφου της σύμβασης που έχουν συνάψει με επιχείρηση που έχει λάβει άδεια ή έγκριση τηλεοπτικού ή ραδιοφωνικού προγράμματος.
- Παρέχεται εξουσιοδοτική διάταξη στην ΕΕΤΤ να εκδώσει Κανονισμό προκειμένου να καθοριστούν τα δικαιώματα και οι υποχρεώσεις των παρόχων δικτύων όταν παράγουν ή μεταδίδουν ραδιοτηλεοπτικά προγράμματα.

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, μετά την πολιτική συμφωνία Συμβουλίου και Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου που επετεύχθη στα τέλη Μαΐου 2007, είναι σε τελικό στάδιο έγκρισης η τροποποίηση της Οδηγίας «Τηλεόραση Χωρίς Σύνορα» [21], η οποία πρόκειται να μετονομαστεί σε Οδηγία «Οπτικοακουστικών Υπηρεσιών». Με τη νέα οδηγία επιδιώκεται να υποβοηθηθεί η ευρωπαϊκή οπτικοακουστική βιομηχανία ώστε να καταστεί περισσότερο ανταγωνιστική, εφόσον δοθεί η δυνατότητα σε όλες τις υπηρεσίες οπτικοακουστικών μέσων να επωφεληθούν από την ύπαρξη της εσωτερικής αγοράς, ανεξάρτητα από την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία μετάδοσης. Γι' αυτό και το πεδίο εφαρμογής της Οδηγίας επεκτείνεται ώστε να καλύπτει ορισμένες εμπορικές υπηρεσίες του διαδικτύου και το περιεχόμενο κατά απαίτηση (on – demand).

Στο επίκεντρο της συγκεκριμένης οδηγίας βρίσκεται η αρχή της χώρας προέλευσης, σύμφωνα με την οποία στο μέλλον οι πάροχοι υπηρεσιών οπτικοακουστικών μέσων εκτός των ραδιοτηλεοπτικών φορέων (όπως πάροχοι βίντεο κατ' αίτηση, ειδησεογραφικών ή αθλητικών προγραμμάτων κατ' αίτηση ή πάροχοι τηλεφορτώσιμου οπτικοακουστικού περιεχομένου για κινητά) θα πρέπει να συμμορφώνονται μόνον με τη νομοθεσία της χώρας εγκατάστασής τους. Άλλες σημαντικές αλλαγές που επέρχονται με την Οδηγία όταν ψηφιστεί είναι η επιβολή quotas προγραμματισμού (το μεγαλύτερο μέρος του τηλεοπτικού χρόνου πρέπει να καταλαμβάνεται από ευρωπαϊκές παραγωγές, εκ των οποίων 10% πρέπει να είναι προγράμματα ανεξάρτητων παραγωγών), η θέσπιση νέων κανόνων για τις διαφημίσεις και την «γκρίζα» διαφήμιση (product placement), καθώς και η δυνατότητα ελεύθερης πρόσβασης σε σημαντικά γεγονότα (π.χ. τελικός κυπέλου ποδοσφαίρου). Άλλες διατάξεις αφορούν, στην προστασία των ανηλίκων, στην απαγόρευση συγκεκριμένων διαφημίσεων, στην ανεξαρτησία των εθνικών ρυθμιστικών αρχών από τις εθνικές κυβερνήσεις κλπ.

Ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την παροχή της υπηρεσίας διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV) [8] και ιδιαίτερα της υπηρεσίας βίντεο κατ' απαίτηση (VoD) αφορούν στα δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, στην προστασία του απορρήτου, καθώς και ευρύτερα ζητήματα προστασίας των καταναλωτών, τα οποία εξετάζονται στις επόμενες παραγράφους.

8.12. Παροχή Υπηρεσιών σε πλατφόρμες Διαδικτυακής Τηλεόρασης

Όπως αναφέρθηκε και στα κεφάλαια 1,2,3,4 ανακύπτουν αρκετά ζητήματα με την παροχή υπηρεσιών, κυρίως του βίντεο κατ'απαίτηση (VoD) σε πλατφόρμες διαδικτυακής τηλεόρασης.

Το υπάρχον νομικό πλαίσιο, μπορούμε να πούμε, ότι σε μεγάλο βαθμό επιλύει την παροχή πολυμεσικού υλικού σε πλατφόρμες «γραμμικής» ή στο μοντέλο IPTV 1.0, με την χρήση τεχνικών και αρχιτεκτονικών όπως τα συστήματα DRM – Digital Rights Management που διεξοδικά αναλύσαμε στα Κεφάλαια 2 & 3.

Τα P2P δίκτυα επικάλυψης συνήθως θεωρούνται ως μια απειλή για το Σύστημα Διαχείρισης Ψηφιακών Δικαιωμάτων (Digital Rights Management - DRM). Σήμερα τα περισσότερα από τα P2P συστήματα διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV) δεν θεωρούνται ότι εκπληρούν τα πρότυπα για την ψηφιακή διαχείριση περιεχομένου. Στην πραγματικότητα, το βίντεο και ο ήχος μπορούν να αποθηκευτούν χωρίς περιορισμούς, να αντιγραφούν ή να αναδιανεμηθούν χωρίς κανένα περιορισμό. Ωστόσο, πρέπει να εφαρμοστεί πλήρως σε πλατφόρμες διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV), η διαχείριση περιεχομένου απαιτείται και ως εκ τούτου το P2P πρέπει να την περιλαμβάνει. Στον τομέα του Digital Rights Management (DRM) λύσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της αποθήκευσης και της διανομής του περιεχομένου πολυμέσων, υποστηρίζοντας την κρυπτογράφηση δεδομένων και άλλες τεχνολογίες.

Πολλές ερευνητικές προσπάθειες έχουν πραγματοποιηθεί και βρίσκονται σε εξέλιξη, προτείνοντας διάφορες προσεγγίσεις για την 'επίλυση» του θέματος της διαχείρισης ψηφιακών δικαιωμάτων σε δίκτυα ομότιμων κόμβων. Στο Κεφάλαιο 4, αναφέρονται συγκεκριμένες ερευνητικές προσεγγίσεις. Ενδεικτικά αναφέρουμε: Ασφαλή αποθήκευση, δρομολόγηση, επαλήθευση ταυτότητας, έλεγχο πρόσβασης[26], πρόταση κινητού DRM με προστατευτικό υλικό [28], χρήση κρυπτογράφηση των δεδομένων, χρήση της Trusted Computing (TC) τεχνολογίας [27][29], τον διαχωρισμό των υφισταμένων DRM αρχιτεκτονικών [27], ανάπτυξη κατ'απαίτησης ροής πολυμεσικού περιεχομένου σε P2P (Multimedia -on-demand P2P stream) με τη διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων[30], ορισμός μίας διαχειρίσιμης peer-to-

peer αρχιτεκτονικής για ζωντανή μετάδοση δεδομένων με DRM που επεκτείνει την Video-on-Demand P2P αρχιτεκτονικής[31].

Είναι εμφανές ότι ενώ η ψηφιακή διαχείριση δικαιωμάτων - DRM έχει αποκτήσει δημοτικότητα σε άλλους τομείς των επικοινωνιών, η εφαρμογή του σε P2P τεχνολογίες, είναι ακόμα ένα πεδίο έρευνας με πολλές έρευνες να επικεντρώνονται στον συγκεκριμένο τομέα.

Είναι κατανοητό ότι η μετεξέλιξη του οικοσυστήματος της διαδικτυακής τηλεόρασης σε IPTV 2.0 και σε IPTV 3.0, άπτεται των νομικών θεμάτων που ανακύπτουν, τα οποία είναι:

- Διανοητική ιδιοκτησία
- Συλλογικά δικαιώματα
- Προστασία απορρήτου
- Ευρύτερα ζητήματα προστασίας καταναλωτών.

Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι τα νομικά και ρυθμιστικά θέματα αποτελούν «τροχοπέδη» στην ολοκλήρωση του μοντέλου ανάπτυξης του οικοσυστήματος της διαδικτυακής τηλεόρασης και της ανάπτυξης της στο μοντέλο IPTV 3.0.

Για να μπορέσει να επιλυθεί το συγκεκριμένο ζήτημα της διαχείρισης των συλλογικών δικαιωμάτων, παρούσα διδακτορική διατριβή προτείνει την εφαρμογή ενός κατ'αποκοπή τέλους περιεχομένου, όπως περιγράφεται στις επόμενες παραγράφους.

8.13. Κατ' αποκοπή τέλος περιεχομένου

Ένα σύστημα κατ' αποκοπή τέλους περιεχομένου αποτελεί μία «λύση» να παρέχουν οι δικαιούχοι δικαιωμάτων στους καταναλωτές τη δυνατότητα να συμμετέχουν σε νόμιμη «διομότιμη» ανταλλαγή αρχείων στο πλαίσιο εκτεταμένης χορήγησης συλλογικών αδειών για δραστηριότητες που δεν καλύπτονται από συμφωνίες συναλλαγής.

Ένα σύστημα κατ' αποκοπή τέλους περιεχομένου, περιοριζόμενο σε ό,τι είναι αυστηρά απαραίτητο για τη λήψη περιεχομένου από ένα δίκτυο P2P

(δηλαδή, ένα δικαίωμα αναπαραγωγής και ένα πολύ περιορισμένο δικαίωμα διάθεσης στο κοινό ¹), με το τέλος να εισπράττεται από τους παρόχους υπηρεσιών διαδικτύου (ISP) καθώς και τους παρόχους παροχής υπηρεσιών (όπως τους αναφέραμε στο κεφάλαιο 2) και να αναδιανέμεται από ειδική πανευρωπαϊκή εταιρεία συλλογικής διαχείρισης, θα μπορούσε να αποτελέσει ουσιαστική λύση για τη δημιουργία αξίας στη νόμιμη αγορά και τη μείωση τόσο της ελκυστικότητας όσο και της έκτασης της πειρατείας.

8.13.1. Ανασκόπηση της μουσικής βιομηχανίας

Η νομοθεσία περί πνευματικών δικαιωμάτων προσπαθεί, από τότε που θεσπίστηκε, να συμβαδίζει με τις τεχνολογικές αλλαγές [1][5]. Τα συστήματα επιβολής τέλους ιδιωτικής αντιγραφής στην Ευρώπη έχουν επεκταθεί ώστε να περιλαμβάνουν μεγάλο μέρος της δραστηριότητας αντιγραφής και της ικανότητας αποθήκευσης των καταναλωτών [12].

Η μουσική βιομηχανία είναι μια σύνθετη βιομηχανία που εκτείνεται σε πλήθος διαφορετικών, αν και αλληλένδετων, διαύλων. Σε αυτούς περιλαμβάνονται οι ζωντανές εμφανίσεις, η δισκογραφία, οι μεταδόσεις και άλλες μορφές αυτού που αναφέρεται παραδοσιακά ως «δευτερογενής εκμετάλλευση».

Η νομοθεσία περί πνευματικών δικαιωμάτων παρέχει το βασικό νομικό και οικονομικό πλαίσιο εντός του οποίου λειτουργεί η μουσική βιομηχανία. Παρέχει στους δικαιούχους αποκλειστικά δικαιώματα για τον έλεγχο συγκεκριμένων μορφών εκμετάλλευσης των έργων τους.

Όπου υφίστανται αυτά τα αποκλειστικά δικαιώματα, η εκτέλεση μιας πράξης εντός του πεδίου εφαρμογής του δικαιώματος χωρίς την έγκριση του δικαιούχου του δικαιώματος συνιστά παραβίαση, η οποία θεωρείται αστικό αδίκημα ή ποινικό αδίκημα ή και τα δύο.

Το δικαίωμα διάθεσης στο κοινό προστατευομένων αντικειμένων που αναφέρονται στο άρθρο 3, παράγραφος 2, της οδηγίας 2001/29/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 22ας Μαΐου 2001, για την εναρμόνιση ορισμένων πτυχών του δικαιώματος του δημιουργού και συγγενικών δικαιωμάτων στην κοινωνία της πληροφορίας, θα πρέπει να θεωρηθεί ότι καλύπτει όλες τις πράξεις διάθεσης των έργων αυτού του είδους σε κοινό το οποίο δεν παρίσταται στον τόπο όπου διενεργείται η πράξη διάθεσης, και ότι δεν καλύπτει άλλες πράξεις.

8.13.2. Ανασκόπηση της κινηματογραφικής και οπτικοακουστικής βιομηχανίας

Σε αντίθεση με τη μουσική, ο οπτικοακουστικός και ο κινηματογραφικός τομέας (περιλαμβάνεται και η διανομή πολυμεσικού περιεχομένου) παρουσίασαν σταθερή άνθηση και ανάπτυξη τα τελευταία 20 έτη και συνεχίζει να παρουσιάζει, εξαρτώμενοι κυρίως από ιστορικές περιστάσεις, όπως η εξάπλωση του διαδικτύου ως μέσο διανομής πολυμεσικού περιεχομένου.

Ο ευρωπαϊκός κινηματογραφικός τομέας απέκτησε πρόσβαση σε αυτήν την αγορά με νέους τρόπους διανομής και καινοτόμες χρηματοδοτικές δομές. Η χρηματοδότηση αυξήθηκε μέσω δημόσιων πόρων όπως φανερώνουν ο σημαντικός αριθμός κρατικών ενισχύσεων (ευρωπαϊκών, εθνικών, περιφερειακών και τοπικών) κάθε είδους και οι ειδικευμένοι πόροι (συστήματα φορολογικών εκπτώσεων, επενδυτικά κεφάλαια, δέσμες σχεδίων (slates) κ.ά.).

Για τη διανομή οπτικοακουστικού περιεχομένου, η αλυσίδα αξίας ξεκινά με την παραγωγή περιεχόμενου ή την απόκτηση δικαιωμάτων και συνεχίζει μέσω των πωλήσεων στο κοινό. Αυτό φαίνεται ξεκάθαρα και στο Σχήμα-1 του Κεφαλαίου 2 (Αλυσίδα Αξίας Διαδικτυακής τηλεόρασης).

Για την προώθηση οπτικοακουστικών και κινηματογραφικών προγραμμάτων (πολυμεσικού περιεχομένου) απαιτείται η ανάπτυξη συμβατικών και οικονομικών σχέσεων μεταξύ των διαφόρων παραγόντων, οι οποίοι μπορούν να ομαδοποιηθούν σε έξι προσδιορισμένες κατηγορίες: δικαιούχοι δικαιωμάτων και φορείς παροχής περιεχομένου, φορείς συγκέντρωσης περιεχομένου, φορείς εκμετάλλευσης πλατφορμών και υπηρεσιών διαδικτυακού βίντεο κατ'απαίτηση (VoD), φορείς ηλεκτρονικών επικοινωνιών, διανομείς υπηρεσιών πλατφόρμας, κατασκευαστές ηλεκτρονικών συσκευών ευρείας κατανάλωσης και τελικοί χρήστες (καταναλωτές).

Η διανομή από ψηφιακά δίκτυα κατήργησε αυτήν τη γραμμικότητα και πλέον όλοι οι παράγοντες μπορούν να έχουν απευθείας πρόσβαση στο κοινό (συμπεριλαμβανομένων των ίδιων των καλλιτεχνών).

Ενώ η ψηφιακή διανομή διευκολύνει τη διάδοση προς όφελος του καταναλωτή (η θεωρία της «μακριάς ουράς» (long tail)), εξακολουθεί προς το παρόν να είναι δύσκολο να μετασηματιστεί σε πωλήσεις (ακόμη και πέραν των επιπτώσεων της παράνομης διανομής).

8.13.3. Εξέλιξη της πειρατείας: επιπτώσεις και πρόσφατες τάσεις

Η ειρωνεία είναι ότι η πειρατεία με υλικά μέσα μειώνεται σε πολλές αγορές λόγω της αυξανόμενης επίπτωσης της επιγραμμικής πειρατείας: οι καταναλωτές δεν χρειάζεται πλέον να πληρώνουν για να αποκτήσουν οποιοδήποτε υλικό προϊόν όταν μπορούν να βρουν ό,τι θέλουν δωρεάν στο διαδίκτυο.

Η απάντηση της δισκογραφικής βιομηχανίας στην ανάπτυξη της επιγραμμικής πειρατείας υπήρξε πολυεπίπεδη: από την ενίσχυση της νομοθεσίας έως τεχνολογίες σχετικές με τη διαχείριση των δικαιωμάτων της στα προϊόντα που παράγει. Στις τεχνολογίες αυτές περιλαμβάνονται η τεχνολογία διαχείρισης ψηφιακών δικαιωμάτων (DRM) και άλλες τεχνολογικές μέθοδοι που σχετίζονται με συστήματα διαχείρισης δικαιωμάτων όπως οι τεχνολογίες των ψηφιακών αποτυπωμάτων (fingerprinting) και των υδατογραφημάτων[12][1].

Στον οπτικοακουστικό τομέα, η πλειονότητα των νέων τρόπων απόκτησης περιεχομένου χρησιμοποιείται για μη εξουσιοδοτημένους σκοπούς. Το φάσμα των επιλογών για μη εξουσιοδοτημένη χρήση που δημιούργησε η εξέλιξη της ψηφιακής τεχνολογίας, όσον αφορά τη διανομή δημιουργικού περιεχομένου εξηγεί -περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο επιχείρημα- τη δυσκολία να αποδοθεί η θεαματική μείωση των εσόδων σε έναν μόνο λόγο ή σε περιορισμένο αριθμό παραγόντων.

Την τελευταία δεκαετία έχουν διεξαχθεί αμέτρητες μελέτες προκειμένου να εξεταστούν η φύση και οι επιπτώσεις της επιγραμμικής πειρατείας. Πολύ συχνά, οι μελέτες αυτές είναι απλώς ασκήσεις συγκέντρωσης στοιχείων βάσει πολιτικών. Τα μόνα βέβαια στοιχεία είναι ότι τα έσοδα της δισκογραφικής βιομηχανίας μειώνονται συνεχώς, και ότι οι πωλήσεις των DVD αποδυναμώνονται ή ελαττώνονται. Άλλο ένα βέβαιο γεγονός είναι ότι η ευρεία χρήση του διαδικτύου και ιδίως των δικτύων ομότιμων κόμβων, που

δίνουν την δυνατότητα στον χρήστη της απευθείας λήψης αρχείων από το διαδίκτυο, είναι εκτεταμένη και αυξάνεται συνεχώς, δεδομένου ότι αποτελεί επιλογή υψηλού ποσοστού χρηστών του διαδικτύου, και ότι το διαδίκτυο χρησιμοποιείται για πρόσβαση σε προστατευόμενο με δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας περιεχόμενο χωρίς καμία αμοιβή για τους δικαιούχους δικαιωμάτων.

Ωστόσο, η συνύπαρξη αυτών των στοιχείων δεν συνιστά απαραίτητα αδιαμφισβήτητη απόδειξη αιτιώδους σχέσης.

Η εικόνα του «επιγραμμικού πειρατή» γίνεται πολύ συγκεχυμένη μετά από περαιτέρω ανάλυση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του, και οι παγκόσμιοι, συνολικοί αριθμοί αρχίζουν να χάνουν μέρος του αντίκτυπου τους. Ωστόσο, στην κινηματογραφική και μουσική βιομηχανία είναι σημαντικό να γίνεται διάκριση μεταξύ δύο μεγάλων κατηγοριών πειρατών: μεταξύ των πειρατών που είναι σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό οργανωμένοι και αποσκοπούν να κερδίσουν χρήματα μέσω της προώθησης ή/και της διευκόλυνσης της διανομής μη εγκεκριμένων αντιγράφων, και των πειρατών που «κατεβάζουν» από παράνομους ιστοτόπους (μουσικής και κινηματογράφου) τραγούδια ή/και ταινίες και τηλεοπτικές σειρές για προσωπική χρήση.

8.13.4. Βασικά νομικά μέτρα και μηχανισμοί για την καταπολέμηση της πειρατείας

Οι διάφορες κυβερνήσεις έχουν υιοθετήσει πολλές διαφορετικές νομοθετικές προσεγγίσεις για την αντιμετώπιση της επιγραμμικής πειρατείας.

Οι δικαιούχοι δικαιωμάτων άσκησαν επιτυχώς πιέσεις για τη θέσπιση νόμων κλιμακούμενης αντίδρασης σε αρκετές δικαιοδοσίες σε ολόκληρο τον κόσμο. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Γαλλία (Νόμος Hadopi)[22].
- Ταϊβάν
- Ηνωμένο Βασίλειο (νόμος του 2010 για την ψηφιακή οικονομία)
- Νότια Κορέα

- Νέα Ζηλανδία

Έχουν ακολουθηθεί και άλλες νομοθετικοί οδοί, όπως για παράδειγμα στην Ιταλία, όπου η κυβέρνηση ποινικοποίησε την παραβίαση των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας που διαπράττεται μέσω της διάθεσης προστατευόμενων έργων σε δίκτυα υπολογιστών χωρίς άδεια (Decreto Urbani)[23], και στην Ισπανία (Νόμος Sinde)[24], όπου στοχοποιούνται οι μεσάζοντες και όχι οι χρήστες.

Καθώς τα περισσότερα από αυτά τα μέτρα είναι πρόσφατα, είναι ακόμη πολύ νωρίς να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με το ποια προσέγγιση είναι καλύτερη.

8.13.5. Βασικά ζητήματα όσον αφορά το κατ' αποκοπήν τέλος περιεχομένου

Ο ψηφιακός κόσμος τόσο στον οπτικοακουστικό τομέα όσο και στον μουσικό τομέα χαρακτηρίζεται από την ποικιλομορφία των ενδιαφερόμενων μερών. Ο μεγάλος αριθμός των πιθανών τρόπων διανομής έχει αυξήσει σημαντικά τον αριθμό των ενδιαφερόμενων μερών -από τους αρχικούς δικαιούχους έως τους φορείς συγκέντρωσης. Ταυτόχρονα, οι τηλεπικοινωνιακοί φορείς και πιο πρόσφατα οι κατασκευαστές συσκευών που σχετίζονται με τη συνδεδεμένη με το διαδίκτυο τηλεόραση έχουν αναπτύξει στρατηγικές ολοκλήρωσης της αγοράς και διείσδυσης σε αυτήν. Εάν το περιεχόμενο κυριαρχεί περισσότερο από ποτέ άλλοτε, με την παραγωγή, τη διανομή και τον έλεγχο των καταλόγων, η παραδοσιακή αλυσίδα αξίας ενσωματώνει νέους φορείς που ανταγωνίζονται για την κατανομή της αξίας. Η παραδοσιακή οργάνωση της εκμετάλλευσης απειλείται με κατάρρευση από την έλευση των ευρυζωνικών δικτύων επικοινωνιών υψηλής ταχύτητας, της ψηφιακής διανομής ή της διανομής με όλα τα πιθανά μέσα και τρόπους. Εκτός από αυτά τα παραδοσιακά ενδιαφερόμενα μέρη, σήμερα οι καταναλωτές, μέσω του ερασιτεχνικού υποτιτλισμού, του P2P, των ανταλλαγών σε κοινωνικά δίκτυα και του διαδικτυακού βίντεο συνεχούς ροής (streaming video), ασκούν επιρροή στις στρατηγικές εκμετάλλευσης σε κάθε κατηγορία δικαιωμάτων, χρονικών περιθωρίων εκμετάλλευσης και επικρατειών [12][14].

Οι οικονομικές επιπτώσεις της ψηφιοποίησης και του διαδικτύου στη δημιουργία αξίας δεν είναι ίδιες όσον αφορά τη μουσική βιομηχανία και την οπτικοακουστική βιομηχανία: οι συνέπειες και οι επιπτώσεις όσον αφορά τη διάρθρωση και την οργάνωση της αγοράς διαφέρουν όπως και μεταξύ των τομέων.

Συνεπώς, κατά τη δημιουργία ενός συστήματος κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα διαφορετικά συμφέροντα.

8.13.6. Το κατ' αποκοπήν τέλος περιεχομένου.

Ένας από τους οικονομικούς στόχους της επιβολής ενός συστήματος κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου είναι η πρόκληση δευτερογενών επιπτώσεων στην αγορά προκειμένου να πειστούν οι δικαιούχοι δικαιωμάτων για τη χρησιμότητα του συστήματος. Από αυτήν την άποψη, ένα σύστημα που θα προσέφερε στον τομέα έσοδα σχεδόν ίσα με αυτά που προσφέρει το βίντεο κατ' απαίτηση (VoD) και η ιδιωτική αντιγραφή στη σημερινή αγορά (π.χ. 56 εκατομμύρια ευρώ και 28 εκατομμύρια ευρώ αντίστοιχα στη γαλλική αγορά)[25], θα ενίσχυε την αξιοπιστία του, καθώς θα λειτουργούσε συμπληρωματικά στις προσφορές που είναι σημαντικές για την οικονομία του κλάδου.

Ο κοινωνικός και πολιτικός στόχος είναι να δοθεί στους χρήστες του διαδικτύου η δυνατότητα να παραμένουν εντός των ορίων του νόμου κατά την ιδιωτική λήψη και τη «διομότιμη» ανταλλαγή αρχείων, ώστε να υποστηρίξουν το εν λόγω σύστημα όσο το δυνατόν περισσότεροι χρήστες. Κατά συνέπεια, το σύστημα του κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου θα νομιμοποιούσε τη ανταλλαγή αρχείων σε δίκτυα ομότιμων κόμβων πρωτίστως με νομίμως αποκτηθέντα έργα.

Ο καθορισμός του ύψους του κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου πρέπει να αντιμετωπίζει μια τριπλή πρόκληση:

- Πρώτον πρέπει να υποστηρίζει τη «διομότιμη» ανταλλαγή αρχείων, μειώνοντας ταυτόχρονα την πειρατεία·
- Δεύτερον πρέπει να αποτελεί μια επέκταση των νόμιμων προσφορών·

- Τρίτον πρέπει να εξασφαλίζει τη συνεργασία των παρόχων υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης.

Παρομοίως, ο μηχανισμός τιμολόγησης που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να ικανοποιεί αρκετά κριτήρια και να αποφεύγει αρκετές γνωστές παγίδες όπως: καθορισμός λάθος τιμής, παράβλεψη της έννοιας της αναμενόμενης τιμής, αποκοπή από το δίκτυο είσπραξης εσόδων.

Η τιμολόγηση του συστήματος κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου αποτελεί σημαντικό ζήτημα, καθώς διαμορφώνει τις επιπτώσεις στα εμπορικά μοντέλα. Ένα επίσης ζητούμενο που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι το ποσοστό της μετακίνησης καταναλωτών, προκειμένου να προβλεφθεί τυχόν δημιουργία ή απώλεια συνολικής αξίας.

8.13.7. Κοινωνική διάσταση του κατ' αποκοπή τέλους

Ένα σύστημα κατ' αποκοπήν τέλους πρέπει να μπορεί να επιτυγχάνει δύο σημαντικούς κοινωνικούς στόχους:

- τη διασφάλιση δίκαιης αμοιβής των συγγραφέων και της κοινότητας των δημιουργών, με δίκαιη διαδικασία κατανομής·
- την παροχή ενός ασφαλούς καταφύγιου για τον μεμονωμένο χρήστη.

Δεν φαίνεται να είναι εύκολο να επιτευχθεί μια κατάσταση στην οποία όλες οι πλευρές θα είναι κερδισμένες, ή έστω να βρεθεί μια λύση με την οποία η επιβάρυνση θα κατανέμεται ισομερώς σε όλους.

Στο παρελθόν, άλλες προτεινόμενες λύσεις (από την εθελοντική χορήγηση συλλογικών αδειών έως την υποχρεωτική χορήγηση συλλογικών αδειών και την εκτεταμένη χορήγηση συλλογικών αδειών) συνεπάγονται ένα είδος οργανισμού συλλογικής ή κοινής χορήγησης αδειών ο οποίος να εισπράττει τα έσοδα και να τα αναδιανέμει. [12][10][11].

8.13.8. Τα αξιόπιστα σενάρια για την αντιμετώπιση του ζητήματος της ανταλλαγής αρχείων

Δύο σενάρια είναι πιθανά: είτε το σενάριο της διατήρησης της υπάρχουσας κατάστασης (συνήθεις διαδικασίες και νομοθεσία κατά της πειρατείας) είτε το σενάριο του κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου με δύο επιλογές: τη θέσπιση ενός γενικού συστήματος κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου, το οποίο θα συνιστά ένα νέο νόμιμο επιχειρηματικό μοντέλο, ή τη θέσπιση ενός περιορισμένου συστήματος κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου.

Ένα γενικό σύστημα κατ' αποκοπήν τέλους θα αποτελέσει μία μη αποδεκτή λύση λόγω τις εμπλοκής πολλών φορέων κυρίως συλλογικής διαχείρισης δικαιωμάτων. Το περιορισμένο κατ' αποκοπήν τέλος περιεχομένου σε ένα συγκεκριμένο πολιτικό και επιχειρησιακό πλαίσιο θα μπορούσε να αποτελέσει μια λειτουργική λύση.

Η συλλογική διαχείριση αποτελεί αναπόφευκτο εργαλείο όσο μελετάται ένα σύστημα κατ' αποκοπήν τέλους για μη εμπορικές επιγραμμικές χρήσεις των έργων, ανεξαρτήτως του βαθμού κάλυψης του εν λόγω συστήματος.

Ένα σύστημα το οποίο να βασίζεται σε όσα έχουν επιτευχθεί με την οδηγία για τις δορυφορικές ραδιοηλεκτρονικές μεταδόσεις και την καλωδιακή αναμετάδοση² θα μπορούσε να εφαρμοστεί στη «διομότιμη» ανταλλαγή αρχείων. Η εν λόγω οδηγία δεν εισήγαγε νέες εξαιρέσεις και περιορισμούς, ούτε επέβαλε υποχρεωτική άδεια. Περιορίσει την άσκηση των αποκλειστικών δικαιωμάτων σε οργανισμούς συλλογικής διαχείρισης δικαιωμάτων. Για τους λόγους αυτούς, παραμένει συμβατή με τις διεθνείς συνθήκες. Για τη «διομότιμη» ανταλλαγή αρχείων, τα αποκλειστικά δικαιώματα για την εξουσιοδότηση λήψης και ανταλλαγής αρχείων σε πολύ συγκεκριμένες περιπτώσεις και υπό συγκεκριμένους περιορισμούς ανατίθενται σε οργανισμούς συλλογικής διαχείρισης δικαιωμάτων από τους δικαιούχους δικαιωμάτων.

² Οδηγία 93/83/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου 1993 περί συντονισμού ορισμένων κανόνων όσον αφορά το δικαίωμα του δημιουργού και τα συγγενικά δικαιώματα που εφαρμόζονται στις δορυφορικές ραδιοηλεκτρονικές μεταδόσεις και την καλωδιακή αναμετάδοση.

8.13.9 Συμπεράσματα: τι πρέπει να ληφθεί υπόψη προκειμένου να υλοποιηθεί το σύστημα κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου;

Για να μπορέσει να εφαρμοστεί ένα σύστημα κατ' αποκοπή τέλους είναι σημαντικό να προστατευθεί ο τελικός χρήστης, βοηθώντας τον να κατανοήσει σαφώς ποιες πράξεις είναι νόμιμες και ποιες όχι, διευκολύνοντας ταυτόχρονα τη «διομότιμη» ανταλλαγή και την κοινωνική δικτύωση, εφόσον αυτές οι δραστηριότητες παραμένουν μη εμπορικές και δεν υπόκεινται σε συμφωνίες συναλλαγής. Η πραγματικότητα που είναι η μετάδοση εξατομικευμένου προσωπικού περιεχομένου σε οποιαδήποτε συσκευή, οποιαδήποτε στιγμή, οπουδήποτε (any device, anytime, anywhere) δημιουργεί νέα δεδομένα, τα οποία πρέπει να αντιμετωπιστούν.

Επίσης η εκτεταμένη χορήγηση συλλογικών αδειών ή άσκηση δικαιωμάτων πρέπει να προωθηθεί όπου υφίστανται δυνατότητες για εθελοντική χορήγηση αδειών και οι οποίες δεν αποτελούν (ή δεν μπορούν να αποτελέσουν) αντικείμενο εκμετάλλευσης σε μεμονωμένο επίπεδο από τους δικαιούχους δικαιωμάτων. Αυτό άμεσα θα αυξήσει τη νόμιμη αγορά σε βάρος της πειρατείας.

Το σύστημα κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου πρέπει να περιορίζεται στη λήψη υλικού από το διαδίκτυο και σε ένα είδος αποστολής (uploading) προκειμένου να επιτρέπεται η πρόσβαση σε δίκτυα ομότιμων κόμβων (P2P). Το σύστημα θα επιτρέπει την καθολική ανταλλαγή των έργων που διαθέτει ένας τελικός χρήστης στη συλλογή του και θα περιορίζει κάθε μορφή ανταλλαγής, μέσω δικτύων P2P, ιστοτόπων κοινωνικής δικτύωσης, ιστοτόπων αποθήκευσης προσωπικών ψηφιακών αρχείων (cyberlockers κ.λπ.), σε έναν ιδιωτικό κύκλο φίλων και συγγενών. Για παράδειγμα, η εκτεταμένη άδεια του δικαιώματος διάθεσης στο κοινό θα μπορούσε να περιοριστεί στους 50 καλύτερους φίλους του χρήστη, κάτι που σημαίνει ότι οι προσφορές P2P ή DDL (με προσφορά νέου περιεχομένου) πρέπει να επιτρέπονται μόνο εντός του κοινωνικού κύκλου ενός χρήστη (ενδεχομένως μέσω ενός κοινωνικού δικτύου). Το σύστημα κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου θα απαιτεί περιορισμούς στη χωρητικότητα των συστημάτων αποθήκευσης που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο του εξουσιοδοτημένου δικτύου, καθώς και στην ποσότητα των αρχείων που ανταλλάσσουν οι

χρήστες, ανεξάρτητα από τα πρωτόκολλα ή τις εφαρμογές που χρησιμοποιούνται.

Οι πάροχοι υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών διαδικτυακής τηλεόρασης, και διαδικτύου (ISP) θα έχουν την ευθύνη να ενημερώνουν τους συνδρομητές τους όταν η ποσότητα των αρχείων που ανταλλάσσουν οι χρήστες υπερβαίνει το επιτρεπόμενο όριο και στη συνέχεια να παρεμποδίζουν την επιπλέον ανταλλαγή αρχείων όπως πράττουν ήδη στο πλαίσιο των υφιστάμενων συνδρομητικών πακέτων υπηρεσιών διαδικτύου και κινητής τηλεφωνίας.

Ο περιορισμένος, μη εμπορεύσιμος χαρακτήρας του δικτύου κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου πρέπει να ενισχυθεί και το εν λόγω δίκτυο πρέπει να διαχωριστεί σαφώς από οποιαδήποτε εμπορικά δίκτυα. Πρέπει να παρέχεται σαφής ενημέρωση στους δυνητικούς τελικούς χρήστες σχετικά με το πεδίο των δραστηριοτήτων που επιτρέπονται στο πλαίσιο του δικτύου κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου. Οι όροι πρέπει να τυποποιηθούν σε ευρωπαϊκό επίπεδο και ανά κατηγορία έργων (και, κατά συνέπεια, να μην υπόκεινται σε μια προσέγγιση «ένα έργο, ένας αδειοδόχος», ή να οριοθετούνται ανά επικράτεια αδειοδότησης ή ανά τόπο επιχειρηματικής δραστηριότητας του αδειολήπτη ή/και του αδειοδόχου).

Επίσης πρέπει να ληφθεί υπόψη και ο μεγάλος αριθμός εμπλεκόμενων ενδιαφερόμενων μερών.

Η ψηφιακή διάσταση στον οπτικοακουστικό και τον μουσικό τομέα χαρακτηρίζεται από την ποικιλομορφία των ενδιαφερόμενων μερών. (Κεφάλαιο 1 – αλυσίδα αξίας Διαδικτυακής τηλεόρασης) Τα πολυάριθμα μοντέλα και οι δίαυλοι διανομής πολλαπλασίασαν τα εμπλεκόμενα ενδιαφερόμενα μέρη - από τους αρχικούς δικαιούχους έως τους φορείς συγκέντρωσης. Ταυτόχρονα, οι τηλεπικοινωνιακοί φορείς και πιο πρόσφατα οι κατασκευαστές συσκευών που σχετίζονται με τη συνδεδεμένη με το διαδίκτυο τηλεόραση έχουν αναπτύξει τις δικές τους στρατηγικές ολοκλήρωσης της αγοράς και διείσδυσης σε αυτήν. Ενώ το περιεχόμενο κυριαρχεί περισσότερο από ποτέ άλλοτε, τα νέα συστήματα παραγωγής, διανομής και ελέγχου των καταλόγων και οι παραδοσιακές αλυσίδες αξίας περιλαμβάνουν νέους φορείς που ανταγωνίζονται να αποκτήσουν ένα μερίδιο της αγοράς και της αξίας. Τα καθιερωμένα μοντέλα διανομής και

υπηρεσιών απειλούνται με κατάρρευση από την έλευση των υψηλής ταχύτητας ευρυζωνικών υπηρεσιών, των ψηφιακών μορφοτύπων και της ψηφιακής διανομής ή της διανομής 360°. Η καταναλωτική συμπεριφορά προσθέτει άλλο ένα επίπεδο συνθετότητας: ο ερασιτεχνικός υποτιλισμός³, η «διομότιμη» ανταλλαγή αρχείων, οι ανταλλαγές σε κοινωνικά δίκτυα και το βίντεο συνεχούς ροής, μπορούν όλα να επηρεάσουν τις στρατηγικές εκμετάλλευσης σε κάθε κατηγορία δικαιωμάτων, χρονικών περιθωρίων εκμετάλλευσης και επικρατειών.

Η δημιουργία οποιουδήποτε συστήματος κατ'αποκοπήν τέλους περιεχομένου πρέπει να λάβει υπόψη αυτά τα αποκλίνοντα συμφέροντα.

8.13.10. Βασικοί παράγοντες επιτυχίας για τη δυνατότητα υλοποίησης ενός κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου

Πολιτική βούληση

Η προώθηση της θέσπισης ενός συστήματος κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου εγκυμονεί σημαντικούς πολιτικούς κινδύνους, οι οποίοι θα μπορούσαν ενδεχομένως να εκτοπίσουν εξαιρετικά μεγάλο αριθμό διαμεσολαβούμενων από την αγορά ανταλλαγών, φτάνοντας μέχρι το σημείο να παρεμποδίσουν την ανάδυση νέων διαμεσολαβούμενων από την αγορά υπηρεσιών - για να μην αναφέρουμε την εξαιρετικά μεγάλη καταστροφή αξίας.

Ένα σύστημα κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου με έναν αυστηρά περιορισμένο στόχο πρέπει να χαρακτηρίζεται ως τρόπος να αποφευχθεί το ενδεχόμενο να τεθούν σε κίνδυνο οι πολιτικές ελευθερίες μεγάλου αριθμού πολιτών, και το πεδίο εφαρμογής του εν λόγω συστήματος πρέπει να περιορίζεται σε όσα είναι απαραίτητα για την επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου (διασφαλίζοντας, για παράδειγμα, ότι οι άδειες χορηγούνται στους καταναλωτές και όχι στους ISP). Είναι σημαντικό η θέσπιση κατάλληλου Νομικού πλαισίου που θα λαμβάνει υπόψη και όλα τα προαναφερθέντα . Επίσης η προτεινόμενη δομή διαχείρισης από τους οργανισμούς διαχείρισης συλλογικών δικαιωμάτων ίσως αποτελεί και την βέλτιστη λύση [12][15][16].

³ Η πρακτική της προσθήκης υποτίτλων από τους καταναλωτές.

Επίσης θα πρέπει να υπογραμμίσουμε ότι απαιτείται συναίνεση και ισχυρό πολιτικό όραμα και ισχυρή συγκέντρωση προκειμένου να αναπτυχθεί περαιτέρω αυτή η προσέγγιση, δεδομένης της έλλειψης συναίνεσης, καθώς η συναίνεση αποτελεί τη βασική προϋπόθεση για την επιτυχία ενός εγχειρήματος αυτού του είδους.

Θα πρέπει επίσης να λάβουμε υπόψη:

Ένα σύστημα κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου που θα δημιουργήσει αξία για την κοινότητα των δημιουργών. Ο στόχος του συγκεκριμένου συστήματος είναι σαφής: να μειωθεί η γκριζα ζώνη μεταξύ των νόμιμων προσφορών και της πειρατείας και να επιστρέψουν εκατομμύρια άνθρωποι σε νόμιμες πρακτικές.

Το συγκεκριμένο σύστημα κατ' αποκοπήν τέλους δεν θα συνιστά εξουσιοδότηση για την αποστολή στο διαδίκτυο καταλόγων μουσικής και οπτικοακουστικών έργων, αλλά θα προσφέρει στους καταναλωτές τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν νόμιμα το δημιουργικό περιεχόμενο που επιθυμούν.

Το σύστημα κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου δεν είναι ένα νέο επιχειρηματικό μοντέλο που πρόκειται να αντικαταστήσει τα υφιστάμενα. Πρόκειται για ένα συμπληρωματικό σύστημα που θα δημιουργήσει προστιθέμενη αξία για την κοινότητα των δημιουργών.

Οι πολιτικές αρχές πρέπει να διασφαλίσουν ότι η δημόσια πολιτική του συστήματος βασίζεται σε ξεκάθαρο σκεπτικό και στη συναίνεση. Αυτή η πολιτική δίνει μεγάλη προσοχή στην οικονομία των δημιουργικών βιομηχανιών προκειμένου να διατηρηθεί η ικανότητα παραγωγής πολιτιστικού περιεχομένου.

Πρέπει να υιοθετηθούν υφιστάμενες πρακτικές και δομές ώστε να μην εφεύρουμε ξανά τον τροχό. Η εκτεταμένη συλλογική διαχείριση πρέπει, στη βάση αυτή, να αποτελέσει το πρότυπο για τη διαχείριση του συστήματος.

Η υιοθέτηση μιας εκτεταμένης προσέγγισης συλλογικής διαχείρισης πρέπει να προσφέρει τα σημαντικά πλεονεκτήματα της επιδίωξης συναίνεσης μεταξύ των δικαιούχων δικαιωμάτων, της πανευρωπαϊκής εφαρμογής, και συνεπώς να δώσει τη δυνατότητα πολυεδαφικής αδειοδότησης.

Ο περιορισμός της εφαρμογής του συστήματος σε έναν πανευρωπαϊκό οργανισμό συλλογικής διαχείρισης δικαιωμάτων διαφυλάσσει τη συμβατότητα με διεθνείς συμφωνίες και θα αποτρέψει επιπλέον κόστη και δαπάνες.

Είναι σημαντικό να συνεχιστεί ο πόλεμος κατά των εμπορικών μορφών πειρατείας.

Η προώθηση του συστήματος κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου στους καταναλωτές ως εθελοντική πρόταση, που επισημαίνεται σαφώς ως τέτοια («Η αποδοτικότητα των δαπανών μου»), θα βοηθήσει να καταδειχθεί τι είναι νόμιμο και τι όχι

Δυνατότητα υλοποίησης από οικονομικής άποψης

Πρέπει να διεξαχθεί μια μελέτη του επιχειρηματικού μοντέλου η οποία να εξετάζει τα θέματα της τιμολόγησης, του κόστους είσπραξης, του κόστους διαχείρισης, των χρονικών περιθωρίων εκμετάλλευσης κ.λπ.

Σε αυτήν τη μελέτη πρέπει επίσης να εξετάζεται το ζήτημα των κριτηρίων για την κατανομή των εσόδων, ένα ζήτημα καίριας σημασίας για να πειστούν οι σημαντικοί δικαιούχοι δικαιωμάτων να μεταφέρουν τις συλλογές τους στον προτεινόμενο οργανισμό συλλογικής διαχείρισης δικαιωμάτων.

Τέλος, με αυτήν τη μελλοντική έρευνα πρέπει επίσης να διερευνηθεί η ανάγκη μιας πολιτικής πιστοποίησης ή ετικετοποίησης⁴ ως νέου μέσου κατά της πειρατείας και κάθε παράνομης πλατφόρμας.

Προώθηση του έργου προκειμένου να διασφαλιστεί ότι οι περισσότεροι δικαιούχοι θα μεταφέρουν τα δικαιώματά τους στον οργανισμό συλλογικής διαχείρισης δικαιωμάτων προκειμένου να αποκτήσουν τους πιο ενημερωμένους, πρόσφατους και διαφοροποιημένους καταλόγους. Ένα καίριο ζήτημα είναι να διασφαλιστεί η επιτυχία του κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου στην αγορά και μεταξύ των επαγγελματιών.

⁴ Θα μπορούσε να βασιστεί στην εμπειρία του συστήματος πιστοποίησης HADOPI για μουσικές πλατφόρμες που βοηθά τον καταναλωτή να εντοπίσει σαφώς τη νόμιμη προσφορά.

8.14. Συμπεράσματα

Από τη μία πλευρά, υπάρχουν δικαιούχοι δικαιωμάτων που ορίζουν άδειες για χρήσεις που δεν καλύπτονται από τα υφιστάμενα μοντέλα εκμετάλλευσής τους. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν καταναλωτές που γίνονται συνδρομητές σε εθελοντική βάση σε μια νόμιμη προσφορά που περιορίζεται στη λήψη και τη «διομότιμη» ανταλλαγή αρχείων.

Αυτά τα έσοδα συνδρομής εισπράττονται από τους ISP και τους φορείς παροχής υπηρεσιών διανομής πολυμεσικού υλικού στο διαδίκτυο και θα αποδίδονται σε έναν οργανισμό συλλογικής διαχείρισης δικαιωμάτων. Ο εν λόγω οργανισμός θα οργανώσει την κατανομή των εσόδων βάσει ενός μαθηματικού τύπου υπολογισμού που δεν έχει προσδιοριστεί ακόμη. Θα μπορούσε να βασίζεται σε αποτελέσματα της αγοράς όπως οι πωλήσεις DVD ή οι δείκτες λήψης VoD από το διαδίκτυο, αλλά σε κάθε περίπτωση πρέπει να επιτευχθεί συναίνεση.[12]110][11].

Παρατηρείται μια αποσύνδεση μεταξύ των πραγματικών έργων που μοιράζονται μεταξύ τους οι καταναλωτές και του ποσού που καταβάλλεται για τη λήψη και την ανταλλαγή τους. Δεν υπάρχει καμία ανάγκη παραβίασης της ιδιωτικής ζωής του καταναλωτή, καθώς δεν παρακολουθείται η χρήση συγκεκριμένων έργων· το σύστημα θα βασίζεται στον όγκο των έργων που μοιράζονται οι χρήστες.

Η πειρατεία παραμένει μια μάστιγα που πρέπει να αντιμετωπιστεί.

Το συγκεκριμένο σύστημα, με τη μορφή που προτείνεται, θα καλύπτει τα κινηματογραφικά και οπτικοακουστικά έργα. Ο τομέας της μουσικής, λόγω των ιδιοτήτων του, της διαφορετικής αλυσίδας αξίας του, των διαφορετικών καταναλωτικών συνηθειών και της ποσότητας των έργων που περιλαμβάνει, δεν εμπίπτει στο πεδίο όσων προτείνονται εδώ. Θα μπορούσε να εφαρμοστεί ένα παρόμοιο σύστημα για τη μουσική, αλλά πρέπει να διεξαχθεί μια εις βάθος περιπτωσιολογική μελέτη των υφιστάμενων προσφορών προκειμένου να αναπτυχθεί και να βελτιστοποιηθεί ένα λειτουργικό μοντέλο, η αξία του οποίου θα μπορούσε να επαληθευθεί και από τους καταναλωτές και από τους δικαιούχους δικαιωμάτων. Ωστόσο, αυτή η εργασία θα συνιστούσε πολύ μεγαλύτερη πρόκληση από αυτήν που αφορά τα οπτικοακουστικά έργα.

Η θέσπιση ενός συστήματος κατ' αποκοπήν τέλους περιεχομένου οποιουδήποτε είδους, ανεξαρτήτως του πεδίου εφαρμογής του, απαιτεί εις βάθος ανάλυση του συστήματος συλλογικής διαχείρισης. Η δομή των συστημάτων συλλογικής διαχείρισης στην Ευρώπη εγείρει εξαιρετικά αμφιλεγόμενα πολιτικά ζητήματα και πολλές νομικές αβεβαιότητες που δεν έχουν επιλυθεί ακόμη στη νομοθεσία της ΕΕ.

Αναφορές

- [1] Καλλινίκου, Δ., (2008), Πνευματική ιδιοκτησία και συγγενικά δικαιώματα. 3η έκδοση, Αθήνα: Δίκαιο και Οικονομία Π. Ν. Σακκουλας.
- [2] Πρόεδρος της Ελληνικής Δημοκρατίας, Νόμος Υπ' Αριθμ. 3592, Συγκέντρωση και αδειοδότηση Επιχειρήσεων Μέσων Ενημέρωσης και άλλες διατάξεις, Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Αρ. Φύλλου 161, 19/7/2007.
- [3] Πρόεδρος της Ελληνικής Δημοκρατίας, Νόμος Υπ' Αριθμ. 3431 Περί Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών και άλλες διατάξεις, Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Αρ. Φύλλου 13, 3/2/2006.
- [4] Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών & Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ), Απολογισμοί, έτη 2001-2012
- [5] Paul Ganley, "Copyright and IPTV", Science Direct, Elsevier, Computer Law & Security Report, 2007, 248-261
- [6] Paul Nihoul, Peter Rodford, "EU Electronic Communication Law" - Competition and Regulation in the European Telecommunications Market, Oxford University Press, 1st edition, 2004.
- [7] Nikos Nikolinakos, "EU Competition Law and Regulation in the Converging Telecommunications, Media and IT Sectors", Kluwer Law International, 2006.
- [8] Gerard O Driscoll, "Next Generation IPTV Services and Technologies", WileyPublications, 2007.
- [9] Jonah Hjelm, "Why IPTV? Interactivity, Technologies and Services", Wiley Publications, 2008.
- [10] Australian Communication and Media Authority (acma), Communications Report 2008-09, <http://www.acma.org>

- [11] Australian Communication and Media Authority(acma), Communications Report 2009-10, <http://www.acma.org>
- [12] Ευρωπαϊκή Ένωση, Πράσινο Βιβλίο για την διαδικτυακή διανομή οπτικοακουστικών έργων στην Ευρωπαϊκή Ένωση: ευκαιρίες και προβλήματα στην πορεία προς την ενιαία ψηφιακή αγορά. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 13-72011, COM (2011) 427.
- [13] Australian Communications and Media Authority (ACMA), IPTV and internet video delivery models June 2010.
- [14] Stich Michael, “From Vision to Execution: The Rise of the Complete Digital Service Provider”, IEC Publications 2005.
- [15] Ευρωπαϊκή Κοινότητα, Οδηγία 93/83/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου 1993 περί συντονισμού κανόνων όσον αφορά το δικαίωμα του δημιουργού και τα συγγενικά δικαιώματα που εφαρμόζονται στις δορυφορικές ραδιοτηλεοπτικές μεταδόσεις και την καλωδιακή αναμετάδοση, L248, σελ. 0015-0021.
- [16] Ευρωπαϊκή Κοινότητα, Οδηγία 2001/29/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 22ας Μαΐου 2001, για την εναρμόνιση ορισμένων πτυχών του δικαιώματος του δημιουργού και συγγενικών δικαιωμάτων στην κοινωνία της πληροφορίας, L167,σελ. 0010-0019.
- [17] Πρόεδρος της Ελληνικής Δημοκρατίας, Προεδρικό Διάταγμα Υπ’ Αριθμ. 124, Περί κινητών επικοινωνιών σε προσαρμογή προς την οδηγία 90/388/ΕΟΚ όπως αυτή τροποποιήθηκε με την οδηγία 96/2/ΕΚ, Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Πρώτο, Αρ. Φύλλου 103, 15/5/1998. Ν. 2367/2000
- [18] Πρόεδρος της Ελληνικής Δημοκρατίας, Νόμος Υπ’ Αριθμ. 2246, Οργάνωση του Τομέα Τηλεπικοινωνιών, Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Αρ. Φύλλου 172, 20/10/1994.
- [19] Ευρωπαϊκή Κοινότητα, Οδηγία 2002/77/ΕΚ 37 της Επιτροπής της 16^{ης} Σεπτεμβρίου 2002 σχετικά με τον ανταγωνισμό στις αγορές δικτύων και υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών, Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, L 249/21.
- [20] Ευρωπαϊκή Κοινότητα, Οδηγία 2002/21/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 7^{ης} Μαρτίου 2002 σχετικά με κοινό κανονιστικό πλαίσιο για δίκτυα και υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών L 108/33.

- [21] Ευρωπαϊκή Κοινότητα, Οδηγία 89/552/ΕΟΚ της 3^{ης} Οκτωβρίου 1989 για τον συντονισμό ορισμένων νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών σχετικά με την άσκηση τηλεοπτικών δραστηριοτήτων, Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, L 298/23.
- [22] Γαλλική Δημοκρατία, Νόμος Hadopi (<http://www.hadopi.fr>)
- [23] Ιταλική Δημοκρατία, Νόμος Decreto Urbani (<http://www.camera.it>)
- [24] Βασίλειο της Ισπανίας, Νόμος Sinde (<http://spectrum.ieee.org/tech-talk/telecom/internet/spains-sopa-law-how-it-works-and-why-it-wont-work>). Last accessed 28 June 2013.
- [25] Informa Telecoms & Media, OTT Video: 37 bil US \$ land grab, Research report, November 2012
- [26] Androutsellis-Theotokis, S. & Spinellis, D. (2004). A survey of peer-to-peer content distribution technologies. *ACM Computing Surveys*, 36(4):335–371, December 2004.
- [27] Balfe, S., Lakhani, A. D., & Paterson, K. G. (2005). Trusted Computing: Providing Security for Peer-to-Peer Networks. In *Fifth IEEE International Conference on Peer-to-Peer Computing (P2P'05)*, 2005, pp. 117-124.
- [28] Chu, C.C., Su, X., Prabhu, B.S., Gadh, R., Kurup S., Sridhar, G., & Sridhar, V. (2006). Mobile DRM for multimedia content commerce in P2P networks. *Consumer Communications and Networking Conference*, 8-10 Jan. 2006, Page(s):1119 – 1123.
- [29] Zhang, M., Zhao, L., Tang, Y., Luo, J.-G., & Yang, S.-Q. (2005). Large-Scale Live Media Streaming over Peer-to-Peer Networks through Global Internet. In *Proc. ACM Int. Conference on Multimedia, P2PMMS Workshop*.
- [30] Liu, X., Huang, T.; Huo, L., & Mou, L. (2007). A DRM Architecture for Manageable P2P Based IPTV System," *Multimedia and Expo, 2007 IEEE International Conference on*, vol., no., pp.899-902, 2-5 July 2007.
- [31] Lan, X., Zheng, N., Xue, J., Chen, W., Wang, B. & Ma, W. (2008). Manageable Peer-to-Peer Architecture for Video-on-Demand. *Proc. 22nd IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS2008)-10th Workshop of APDCM*, April 14-18, 2008, Miami, Florida USA.
- [32] Lan, X., Xue, J., Tian, T., Hu, W., Xu, T. & Zheng, N. (2009). A Peer-to-Peer Architecture for Live Streaming with DRM. *6th IEEE Consumer Communications and Networking Conference*, pp:1-5, Feb. 10-13, 2009.

- [33] Ευρωπαϊκή Ένωση, Οδηγία 2007/65/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 11^{ης} Δεκεμβρίου 2007, για την τροποποίηση της οδηγίας 89/552/ΕΟΚ για τον συντονισμό ορισμένων νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών σχετικά με την άσκηση τηλεοπτικών δραστηριοτήτων, ΕΕ L 332, σελ. 27-45.
- [34] Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Έκθεση σχετικά με την εφαρμογή των άρθρων 4 και 5 της οδηγίας 89/552/ΕΟΚ «τηλεόραση χωρίς σύνορα», Επιτροπή Πολιτισμού και Παιδείας, 21.6.2005, RR/5771/1477EL.doc.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

9.1. Το μέλλον: IPTV σε έναν κόσμο κινητό, κοινωνικό μέσω διαδικτυακού βίντεο (IP Βίντεο)

Αν και είναι δύσκολο να προβλέψουμε το μέλλον, ιδιαίτερα με την τρέχουσα εξάπλωση των νέων τεχνολογιών και υπηρεσιών μπορούμε να επισημάνουμε τις σημαντικές κατευθύνσεις.

Η διαδικτυακή τηλεόραση με την «κλασική» της μορφή ή την «γραμμική» της μορφή, ήταν το πρώτο βήμα. Ήταν η IPTV 1.0 που εμπλούτισε το οικοσύστημα της τηλεόρασης με την ευρεία εμπλοκή τεχνολογικών παρόχων καθώς και παρόχων προστιθεμένων υπηρεσιών (OTT providers) με την συμβολή στρώματος εφαρμογής με την χρήση του διαδικτύου. Αυτό είναι και η IPTV 2.0 που εμπλέκει αρχιτεκτονικές P2P στην διανομή διαδικτυακού πολυμεσικού περιεχομένου στο οικοσύστημα της τηλεόρασης. Η ευρεία εξάπλωση του διαδικτύου, οι προσπάθειες τυποποίησης αρχιτεκτονικών και πρωτοκόλλων μεταφοράς, και η συνεχής προσπάθεια επίλυσης θεμάτων στον ρυθμιστικό τομέα οδηγεί σε νέες επιχειρηματικές και τεχνολογικές συμπεριφορές και το κυριότερο την αλλαγή στην κοινωνική συμπεριφορά.

Η «εμπορική IPTV» τυποποιεί τεχνολογίες για την εμπορία και την παράδοση IP περιεχομένου, ενώ το μεγαλύτερο σύνολο των IP υποστηριζόμενων υπηρεσιών φέρνουν την πρόσβαση στο διαδίκτυο «παντού» και την διαδραστικότητα της IPTV σαν του ιστοτόπου. Η εξελισσόμενη υπηρεσία δημιουργίας μεσισμικού και οι προηγμένες οθόνες και Γραφικής Απεικόνιση Διεπαφής και ελέγχου θα συνεχιστούν [κεφάλαια 2-3]. Η εξατομίκευση της IPTV θα συνεχιστεί. Είναι το ζητούμενο στην παροχή υπηρεσιών. Θα οδηγήσει και θα προσαρμόσει τους χρήστες στις νέες εξατομικευμένες εμπειρίες, αλλά και θα οδηγήσει σε ευκαιρίες αύξησης εσόδων για τους παρόχους υπηρεσιών που εμπλέκονται για την αλυσίδα αξίας IPTV μέσω της στοχευμένης διαφήμισης με βάση την αναγνώριση των χρηστών και των προτιμήσεων τους [Κεφάλαιο [2-3].

Επίσης η διαμόρφωση ενός νέου μοντέλου ενημερωμένων και τεχνολογικά καταρτισμένων χρηστών χωρίς γεωγραφικά, κοινωνικά, οικονομικά όρια

οδηγεί την αγορά της τηλεόρασης, στην δημιουργία της τηλεόρασης κοινωνικής δικτύωσης (social TV) που αποτελεί την μετεξέλιξη της διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV), της διαδραστικής τηλεόρασης (iTV), της τηλεόρασης ομότιμων κόμβων (P2PTV) και της τηλεόρασης διαδικτύου (internet TV ή web TV). Αυτή είναι και η **IPTV 3.0**

Τα ζητήματα που άπτονται του μοντέλου IPTV 3.0 είναι πολλά.

Όπως είδαμε και στο κεφάλαιο [2-8], ένα από αυτά είναι η διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων (DRM), που επηρεάζει τις τεχνολογικές εξελίξεις. Η τεχνολογία δεν μπορεί να κινηθεί μόνη της, χωρίς να λάβει υπόψη της το κανονιστικό – ρυθμιστικό πλαίσιο που διέπει την λειτουργία της. Αυτό περιπλέκει ακόμα περισσότερο τα ζητήματα, γιατί το διαδίκτυο είναι ένα χώρος που πολλοί παράγοντες, πολιτικοί –οικονομικοί, προσπαθούν να «ελέγξουν». Στο κεφάλαιο 8 θίξαμε και προτείναμε την λύση του κατ'αποκοπή τέλους για την διανομή πολυμεσικού περιεχομένου, κάτι το οποίο αν υλοποιηθεί μπορεί να οδηγήσει τις τεχνολογικές εξελίξεις, χωρίς τον «όποιο» προβληματισμό της παράνομης διανομής περιεχομένου που οδηγεί στην καταπάτηση θεμελιωδών ελευθεριών.

Συνεχίζοντας, στις παρακάτω ενότητες περιγράφονται οι πρόσθετες τάσεις που οδηγούν στην εξέλιξη της διαδικτυακής τηλεόρασης IPTV 3.0, στην μορφή που περιγράψαμε παραπάνω

9.2. Τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης και τηλεόραση P2P

Οι πρόσφατες εξελίξεις στον κλάδο δείχνουν ότι μέσω των εφαρμογών των νέων έξυπνων τηλεφώνων παρατηρείται κίνηση των εμπορικών ιστοτόπων κοινωνικής δικτύωσης σε πληρωμή και παράδοση περιεχομένου. Η τηλεόραση κοινωνικής δικτύωσης (Social TV) [κεφάλαιο 5], είναι μια προσαρμογή των καινοτομιών των ιστοτόπων, στην περίπτωση μας τα κοινωνικά δίκτυα. Είναι χαρακτηριστικό ότι και οι τρεις κύριοι ανταγωνιστές (LG, SAMSUNG, SONY) στο χώρο των τερματικών συσκευών - τηλεοράσεων (ο όρος τηλεόραση πρέπει μάλλον να εγκαταλειφθεί, μια και πλέον οι συσκευές τηλεόρασης έχουν αναβαθμισίμο λογισμικό, τη δυνατότητα εγκατάστασης και εκτέλεσης εφαρμογών, και οι υπολογιστικές δυνατότητές

τους: δι-τετραπύρηνος επεξεργαστής, RAM, κάρτα δικτύου, τις κατατάσσουν την κατηγορία των υπολογιστικών συστημάτων), παρέχουν εργοστασιακά τη δυνατότητα για σύνδεση της συσκευής σε κοινωνικά δίκτυα. Επιπλέον, η δυνατότητα για αναπαραγωγή Βίντεο το οποίο μπορεί να βρίσκεται αποθηκευμένο ή σε κάποια μόνιμη μνήμη της συσκευής ή στη τη μορφή streaming media, μέσω κάποιου πρωτοκόλλου πάνω από ασύρματο τοπικό δίκτυο (UPnP/DLNA, WiFi direct) έχει περάσει πλέον ακόμα και στο τηλεχειριστήριο. Είναι πλέον λοιπόν προφανές ότι η Διαδικτυακή καινοτομία και η εφαρμοσμένη έρευνα για τη από άκρη σε άκρη παράδοση περιεχομένου είτε μέσω ασύρματων είτε μέσω ενσύρματων δικτύων είναι κεντρικής σημασίας και για την ανάπτυξη της IPTV του μέλλοντος. Σε αυτό εμπλέκονται αρχιτεκτονικές και αλγόριθμοι για την μετάδοση πολυμεσικού περιεχομένου και την παροχή υπηρεσιών. Αυτό που ξεκίνησε σαν Τηλεόραση διαδικτύου (Internet TV) – οπουδήποτε, οποτεδήποτε και σε οποιαδήποτε συσκευή – έχει εξελιχθεί σε ένα πιο πλούσιο μίγμα περιεχομένου για την Κοινωνική Τηλεόραση. Αυτός ο συνδυασμός επιτρέπει την άμεση κοινωνική αλληλεπίδραση με τους φίλους, με την υποστήριξη της αμφίδρομης επικοινωνίας.

9.3. Εικονικός Πάροχος

Μια ιδέα για την ανάπτυξη της αλυσίδας αξίας της IPTV είναι ο εικονικός πάροχος, δηλαδή μία ομάδα ή οντότητα που αντικαθιστά ουσιαστικά τις παραδοσιακές λειτουργίες ενός παρόχου παρέχοντας την συγκέντρωση περιεχομένου, τον προγραμματισμό και την διανομή ανεξάρτητα από την IP μεταφορά. Αυτό είναι μία επέκταση της υπηρεσίας Ψηφιακής εγγραφής. Οι ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης είναι ιδανικοί για να εκπληρωθούν οι στόχοι καθώς ένας φίλος μπορεί να προγραμματίσει την Ψηφιακή εγγραφή κάποιου άλλου ή να προτείνει περιεχόμενο για να δομήσει την ροή περιεχομένου ενός άλλου ατόμου. Ο εικονικός πάροχος είναι ένας καταλύτης στην ήδη υπάρχουσα λειτουργία κίνησης ορισμένων σημείων ελέγχου στην αλυσίδα αξίας της IPTV από τους διανομείς και τους ραδιοτηλεοπτικούς φορείς στους δημιουργούς περιεχομένου. Σαν παράδειγμα έχουμε την περίπτωση που οι συνδρομητές έχουν την δυνατότητα να παρακολουθήσουν την αγαπημένη τους ομάδα μέσω

διαδικτύου είτε στο σπίτι είτε στο δρόμο με την εξατομίκευση και με την δυνατότητα διαφόρων γωνιών λήψης. Με τις τηλεοράσεις οι οποίες έχουν την δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο μπορεί κάποιος να παρακολουθήσει το επιθυμητό κανάλι ανεξάρτητα με το χρονοδιάγραμμα προγραμματισμού του παρόχου ή του παρόχου ευρυεκπομπής.

9.4. Θεμελιώδες Δίκτυο

Όλες αυτές οι δυνατότητες απαιτούν ένα αξιόπιστο και λειτουργικό δίκτυο μεταφοράς και διανομής περιεχομένου. Αναφέρθηκε στα κεφάλαια 2-4, ότι η κίνηση προερχόμενη από το βίντεο επιβαρύνει τα υφιστάμενα δίκτυα. Αυτό ακριβώς εξετάσαμε στο κεφάλαιο 7 με τα ICN δίκτυα και την κρυπτογράφηση ABE. Τέτοιες προτεινόμενες αρχιτεκτονικές χρήζουν περαιτέρω ερευνητικής διεργασίας, γιατί αποτελούν τον πυρήνα ανάπτυξης για την πρόσβαση και την μετάδοση υπηρεσιών πολυμέσων. Παίρνοντας υπόψη ότι οι εξελιγμένες και περίπλοκες εφαρμογές χρήστη καθώς και το ότι η εμπειρία του χρήστη είναι πολύ ελκυστικές, είναι πολύ σημαντικό η υποδομή του δικτύου να τα υποστηρίζει.

9.5. Ταυτότητα και ιδιωτικότητα

Σε ένα πλήρως συνδεδεμένο κόσμο της τηλεόρασης και του περιεχομένου υπάρχουν θέματα για την ταυτοποίηση και ιδιωτικότητα. Οι δυνατότητες της Διαχείρισης Ταυτότητας και των συνδεδεμένων απαιτήσεων για την ασφάλεια και ταυτοποίηση δεν έχουν καθοριστεί πλήρως. Συνεχίζεται η μελέτη σχετικά με το ποιος κατέχει την ταυτότητα και πιο είναι το επιχειρηματικό μοντέλο για τον διαχειριστή ταυτότητας. Οι τράπεζες, το PayPal και οι άλλοι παρατάσσονται για να παρέχουν τις υπηρεσίες ταυτοποίησης πέρα από την συνήθη τρόπο με την βάση δεδομένων, όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης. Άλλος ένας τομέας που παίζει σημαντικό ρόλο στην IPTV 3.0 .

Η διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV) έχει την πιο γρήγορη ανάπτυξη στην σύντομη ιστορία της. Ξεκίνησε ανταγωνιστικά των παρόχων της

παραδοσιακής τηλεόρασης και τώρα πια ανταγωνίζεται από τους άλλους νεοεισερχόμενους στο χώρο του βίντεο. Μετακινήθηκε από το STB στο τηλέφωνο, στον υπολογιστή και στις παιχνιδομηχανές. Ενώ η σημερινή μορφή της IPTV ευνοεί την μη ενεργητική εμπειρία, το μέλλον της IPTV είναι στην κοινωνική και την κινητή ανάπτυξη των υπηρεσιών η οποία ήδη αναπτύσσεται.

9.6. Ποιότητα υπηρεσίας από την πλευρά του χρήστη.

Αν και διατριβή αυτή ασχολήθηκε με το θέμα των τεχνολογιών οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν την τηλεόραση (και μάλιστα όπως φαίνεται από τα συμπεράσματα που παρουσιάσαμε, τη διαδικτυακή τηλεόραση), στην εποχή της επόμενης γενιάς υπηρεσιών πολυμέσων, στο σημείο αυτό πρέπει γίνει αναφορά στο θέμα των επιπτώσεων που αναμένεται να έχουν οι εξελίξεις αυτές, όπως ήδη διαφάνεται από τις εξελίξεις στην έρευνα μέχρι τώρα: το πέρασμα από την εποχή της ποιότητας υπηρεσιών (Quality of Service), στην εποχή της ποιότητας της εμπειρίας του τελικού χρήστη (Quality of Experience). Με δεδομένη τη δυνατότητα προσαρμογής της ποιότητας του Βίντεο στις συνθήκες του δικτύου, την εξατομίκευση της εμπειρίας και τη χρήση κοινωνικών χαρακτηριστικών για την εξειδίκευση προτάσεων και περιεχομένου και τις εξελίξεις στο χώρο της τηλεοπτικής εμπειρίας (βλ. 3D), η έννοια του ελέγχου της ποιότητας υπηρεσιών πλέον αρχίζει να γίνεται ξεπερασμένη. Η προσωπική εκτίμηση και επιλογές, το εξατομικευμένο πλαίσιο παροχής υπηρεσιών και η εξειδίκευση του περιεχομένου στα παραπάνω αποκτούν πλέον σημαντικό ρόλο στην αξιολόγηση τόσο των υπηρεσιών που συνδέονται άμεσα με το περιεχόμενο και τον τρόπο με τον οποίο προσφέρεται στο χρήστη. Οι προτάσεις για τα δίκτυα στοχευμένα στο περιεχόμενο άλλωστε είναι άλλη μία απόδειξη γι αυτό.

Σε αυτό το πλαίσιο, κλείνοντας τη διδακτορική αυτή διατριβή, θέλω να τονίσω ότι οι μελέτες και οι προτάσεις οι οποίες παρουσιάστηκαν εδώ, εκτός από το τεχνολογικό πλαίσιο το οποίο παρέχουν για την εξέλιξη της διαδικτυακής τηλεόρασης, μπορούν να αποτελέσουν το εφαλτήριο πάνω στο οποίο θα στηριχθεί η έρευνα πάνω στην ποιότητα εμπειρίας χρηστών, στην οποία θα ήθελα να κάνω την πρόβλεψη ότι στα επόμενα χρόνια θα δοθεί μεγάλη σημασία. Στα πλαίσια αυτά και με τη σκέψη πάντα στο μέλλον και τις εξελίξεις που έρχονται, είναι σημαντικό να αρχίσουμε να αξιολογούμε τον τρόπο με τον οποίο οι τελικοί χρήστες δέχονται και αξιολογούν (και αξιοποιούν) τις τεχνολογικές μας προτάσεις[1].

Αναφορές

[1] Mikołaj Leszczuk, Dawid Juszka, Lucjan Janowski, Michał Grega, Rui Cruz, Mário Nunes, Charalampos Patrikakis, Stavros Papapanagiotou, Quality-aware, Adaptive, 3D Media Distribution over P2P Architectures, submitted at the Globecom 2013 Workshop - Quality of Experience for Multimedia Communications].