

ΚΟΣΜΑΣ ΓΑΒΡΑΣ

ΟΙ ΔΟΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΚΟΙΝΩΝ

ΑΘΗΝΑ
2016

Αφιερώνεται στη μνήμη του Δασκάλου Δ. Παπαλεξόπουλου,
στον Πατέρα μου
και στην Χριστίνα.

ΟΙ ΔΟΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΚΟΙΝΩΝ

- I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ...7
- II. ΔΙΚΤΥΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ...11
 - Οντολογία δικτύου
 - Βασικές μετρικές ιδιότητες
 - Εμπειρική μελέτη δικτύων
 - Generative Network Models
- III. ΝΟΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΜΕΤΡΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ...49
 - Ηγεσία – Έλεγχος
 - Πλήθος – Πόροι – Παραλληλισμός
 - Μεταβλητότητα
 - Συνέχεια
- IV. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΠΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ...78
 - Μηχανισμοί Ετερογένειας στη Μακροκλίμακα
 - Μηχανισμοί Ομοιογένειας στη Μικροκλίμακα
 - Πρωτογενείς Τοπολογικές Μεταβολές
 - Μηχανισμοί Ιδιοποίησης
- V. ΨΗΦΙΑΚΑ ΚΟΙΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ...95
 - Κώδικας
 - Κοινότητα
 - Πλατφόρμα
- VI. ΕΠΙΛΟΓΟΣ...110

I. __ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μετάβαση από την αναλογική αναπαράσταση στον διαφορικό ορισμό του αντικειμένου του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού ως κυρίαρχο παράδειγμα με σημεία αναφοράς τόσο τον σχεσιακό ορισμό του αντικειμένου (B.I.M.) όσο και τον αλγοριθμικό ορισμό της διαδικασίας, οδηγεί στην ανάγκη μελέτης των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού. Πώς όμως ορίζονται τα ψηφιακά κοινά σχεδιασμού και για ποιο λόγο δεν έχουν την επικράτηση που έχουν αντίστοιχα ψηφιακά κοινά σε άλλα πεδία γνώσης, όπως για παράδειγμα τα προγράμματα ανοικτού κώδικα; Σε έναν διευρυμένο ορισμό των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού θα μπορούσε να περιληφθεί: η ψηφιοποιημένη σειρά σχεδίων ενός ιστορικού αρχιτεκτονικού αρχείου, η ψηφιακή αναπαράσταση μιας σύγχρονης κατασκευής ή και το ψηφιακό αρχείο (g-code) για την κοπή ενός αντικειμένου σε cnc. Τίποτα όμως από τα παραπάνω δεν έχει δημιουργήσει μια ενεργή κοινότητα γνώσης, παρά τα σχετικά εγχειρήματα.

Αντικείμενο της παρούσας έρευνας δεν είναι ο ανοικτός σχεδιασμός που επικεντρώνεται στην ανοικτή πρόσβαση σε αρχιτεκτονικά αρχεία και blueprints (π.χ. Open Architecture Network¹), αλλά ούτε και στην δημιουργία βάσεων δεδομένων με αρχεία ψηφιακής κατασκευής (π.χ. Opendesk²). Παρόλο που η ιδέα της ανοικτής κατασκευής είναι αρκετά ενδιαφέρουσα και συνέχεια σε σημαντικό βαθμό με τον ανοικτό σχεδιασμό, εντούτοις η ουσία των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού δε βρίσκεται στην κοινοποίηση των αναπαραστατικών (κατόψεις, όψεις, τομές) ή κατασκευαστικών (fabrication data) δεδομένων ενός τεχνήματος. Ειδικότερα, το ορθογραφικό, αναλογικό, αναπαραστατικό μοντέλο που θεμελιώθηκε στην Αναγέννηση και όρισε το αντικείμενο του Αρχιτέκτονα όπως

¹ Πρωτοβουλία ανοικτού σχεδιασμού για τη διάδοση καινοτόμων και αειφόρων πρακτικών στο σύνολο της κοινωνίας και ιδιαίτερα σε περιοχές που βρίσκονται σε ανθρωπιστική κρίση. Η αρχική ιδέα του Cameron Sinclair πήρε το βραβείο TED το 2006 και επιχορηγήθηκε με ένα εκατομμύριο δολάρια. Ξεκίνησε την διαδικτυακή λειτουργία του το 2007 και σήμερα είναι ανενεργό.

² < <https://www.opendesk.cc/>>, τελευταία επίσκεψη: 10/11/2016. Πλατφόρμα σύνδεσης ανοικτού σχεδιασμού επίπλων και ανοικτής κατασκευής. Δημιουργία βάσης δεδομένων με κεντρικό έλεγχο αποτελούμενη από κατασκευαστικά σχέδια επίπλων, δηλαδή περιγράμματα κοπής για CNC σε ψηφιακά αρχεία. Τα περισσότερα ψηφιακά αρχεία κατασκευής είναι ελεύθερα για μη εμπορική χρήση με άδεια Creative Commons.

είναι αντιληπτό μέχρι σήμερα, προσφέρει πληροφορία για το τέχνημα η οποία όμως δεν έχει πολλαπλασιαστική ισχύ στα πλαίσια των κοινοτήτων ψηφιακών κοινών, γιατί αφορά την περιγραφή των ιδιοτήτων του τελικού αντικειμένου ενώ ο «κώδικας» της διαδικασίας στην πράξη παραμένει κλειστός. Όσον αφορά την ανοικτή πρόσβαση σε σχέδια εργαλειομηχανών CNC (πρωτοβουλίες τύπου OpenDesk) ή δεδομένων rapid prototyping (STL files) παρόλο που είναι το πρώτο βήμα στην λογική της ανοικτής κατασκευής, στην πράξη η επίδρασή τους στον ανοικτό σχεδιασμό είναι ελάχιστη και περιορίζεται στην ελεύθερη δυνατότητα αναπαραγωγής ενός συγκεκριμένου κάθε φορά τέλειου και περαιωμένου αντικειμένου.

Επομένως, ποιο είναι το περιεχόμενο των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού αν δεν είναι το ίδιο το αντικείμενο του σχεδιασμού; Οι κοινότητες προγραμμάτων ανοικτού κώδικα³ αποτελούν ουσιαστικό σημείο άμεσης αναφοράς για τον ανοικτό σχεδιασμό στην κατεύθυνση του αλγοριθμικού ορισμού της διαδικασίας. Η διαφορά του πηγαίου κώδικα (source code) με ένα αρχιτεκτονικό σχέδιο, παρόλο που και τα δύο εντάσσονται σε αντίστοιχες γλώσσες είναι θεμελιώδης. Ο σκοπός του σχεδίου είναι ο μονοσήμαντος ορισμός του αντικειμένου ενώ του πηγαίου κώδικα ο πολλαπλός ορισμός του. Με μια αναδρομική⁴ προσέγγιση, το αντικείμενο του ανοικτού σχεδιασμού είναι το ίδιο το σχεδιαστικό μέσο. Σχεδιασμός ανοικτού κώδικα συνεπάγεται πρώτα και κύρια την ελεύθερη πρόσβαση στον προγραμματιστικό κώδικα των παραμετρικών εργαλείων και συνεπακόλουθα στην ανοικτή διαδικασία σχεδιασμού. Οι αναπτυσσόμενες κοινότητες γνώσης με αντικείμενο παραμετρικά εργαλεία σχεδιασμού (Grasshopper) ακόμη και ως επεκτάσεις εμπορικών προγραμμάτων (Rhino)

³ Στην παρούσα δεν θα γίνει διάκριση ανάμεσα σε ελεύθερο λογισμικό και λογισμικό ανοικτού κώδικα παρά τις σημαντικές διαφορές στην εξέλιξη και το περιεχόμενο των δύο αντιλήψεων καθώς σημαντικό μέρος της ανάλυσης θα έπρεπε να αφιερωθεί στις άδειες και το περιεχόμενο τους. Με τον όρο ανοικτού κώδικα εφεξής νοούνται τα ψηφιακά κοινά γνώσης για τα οποία είναι απροϋπόθετη η συμμετοχή στην κοινότητα, ελεύθερη η επεξεργασία και η διανομή ενώ δεν επιτρέπεται η εμπορική εκμετάλλευση των παραγώγων τους.

⁴ Η αναδρομή εδώ χρησιμοποιείται με την προγραμματιστική και μαθηματική σημασία του όρου δηλαδή ως μια διαδικασία που εμπεριέχει τον εαυτό της. Η αναδρομή έχει την έννοια της αυτοαναφορικότητας. Επομένως, εάν το αντικείμενο του σχεδιασμού είναι το τέχνημα, τότε το αντικείμενο του ανοικτού σχεδιασμού θα πρέπει να είναι ο ίδιος ο σχεδιασμός. Απο τον σχεδιασμό του αντικειμένου στον σχεδιασμό της διαδικασίας σχεδιασμού.

επιβεβαιώνουν τη δυναμική της παραπάνω διάστασης του ορισμού του ανοικτού σχεδιασμού. Ωστόσο, ακόμη και σήμερα οι κοινότητες παραμετρικών εργαλείων σχεδιασμού δεν έχουν αποκτήσει την κρίσιμη μάζα προκειμένου να αποτελέσουν το σώμα της έρευνας για λόγους που συνδέονται τόσο με το κλειστό *modus operandi* του επαγγέλματος (βασισμένο στην ιδέα του πρωτότυπου τεχνήματος), όσο και στο πρόσφατο χρονικό σημείο της εισόδου του αλγοριθμικού ορισμού του αντικειμένου του σχεδιασμού. Αξιωματική αρχή της έρευνας είναι η παραδοχή ότι η προοπτική ανάπτυξης ψηφιακών κοινών σχεδιασμού συνδέεται με την εν εξελίξει μετάβαση σε έναν ανοικτό αλγοριθμικό ορισμό της διαδικασίας σχεδιασμού βασισμένου στις αρχές των κοινοτήτων Π.Α.Κ.⁵ Το αναδυόμενο παράδειγμα των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού θα μελετηθεί αναλύοντας τις κοινότητες προγραμμάτων ανοικτού κώδικα που αποτελούν ήδη ένα δυναμικό σε έκταση και εμπεδωμένο στο χρόνο φαινόμενο.

Σύμφωνα με τον Melvin Conway⁶ κάθε κοινότητα συνθέτει και σχεδιάζει συστήματα τα οποία αναπόφευκτα μιμούνται την δομή της κοινότητας. Όπως διαφαίνεται από την παραπάνω θεώρηση τα προγράμματα ανοικτού κώδικα δεν μπορεί παρά να διαφέρουν δομικά από τα εμπορικά προγράμματα, εφόσον διαφέρουν και οι οργανώσεις που τα παράγουν. Επεκτείνοντας το «νόμο» του Conway στην κατεύθυνση της διαμόρφωσης ενός πλαισίου για τον ανοικτό σχεδιασμό, συμπεραίνουμε πως ο προσδιορισμός «ανοικτός» δεν αναφέρεται απλώς στην κοινοποίηση του συμβατικού αντικειμένου του σχεδιασμού, αλλά σε ένα άλλο αντικείμενο και ένα δομικά διαφορετικό σχεδιασμό. Συνεπώς, η μελέτη του σχεδιασμού ανοικτού κώδικα προϋποθέτει την ανάλυση των τοπολογικών δομών των κοινοτήτων γνώσης. Βασική υπόθεση εργασίας είναι η αναλυτική επιβεβαίωση ότι οι δομικές ιδιότητες τόσο των κοινοτήτων γνώσης, όσο και των ψηφιακών κοινών (ειδικότερα των Π.Α.Κ.) προκύπτουν από την αναφορά στο δικτυακό παράδειγμα το οποίο είναι σε ευθεία αντίθεση με το ιεραρχικό η κεντρικό μοντέλο του οργανογράμματος. Δεδομένου ότι το γνωσιολογικό υπόβαθρο της επιστήμης των δικτύων «δανείζεται» από πολλές επιστήμες αλλά κυρίως από τα μαθηματικά και συγκεκριμένα τη θεωρία γραφημάτων, κατά την

⁵ Π.Α.Κ. εφεξής θα αναφέρεται στα Προγράμματα Ανοικτού Κώδικα.

⁶ Melvin E. Conway, «How do Committees Invent?», *Datamation*, 14 (5) April 1968, σσ 28–31

οποία το γράφημα (δίκτυο) περιλαμβάνει ως υποκατηγορία ακόμη και τα ιεραρχικά δίκτυα («δένδρα»), είναι χρήσιμο να αποσαφηνιστεί ότι με τον όρο δικτυακό παράδειγμα στην παρούσα εργασία νοούνται ειδικότερα τα κατανεμημένα δίκτυα όπως περιγράφονται τα μεγάλης κλίμακας συνεργατικά δίκτυα στη σχετική βιβλιογραφία.

Στο πλαίσιο της έρευνας, θα διερευνηθούν οι προσομοιώσεις συνεργατικών δικτύων χαρακτηριστικών κοινοτήτων προγραμμάτων (ανοικτού) κώδικα, αλλά και γενικότερα εμπειρικά δεδομένα από τη μελέτη των δικτύων με σκοπό να συσχετιστούν τα μετρικά δεδομένα της κατανεμημένης οργάνωσης με έννοιες όπως :

- Ανάδυση Ηγεσίας
- Αυτονομία – Αυτοδιάθεση - Αυτοοργάνωση
- (Ιεραρχικός) Έλεγχος
- Πλήθος
- Καινοτομία
- Προτυποποίηση - Εξατομίκευση
- Ιδιοποίηση - Πατέντα - Copyright
- Χρονικότητα
- Μεταβλητότητα
- Τοπικότητα και Συνεκτικότητα

Ειδικότερα, ποιες παράμετροι οδηγούν κάποιες κοινότητες ανοικτού κώδικα στην ανάπτυξη, ενώ άλλες στη διάλυση ή την κανονικοποίηση; Πώς εκφράζεται στη δομή του δικτύου η αυτονομία των κόμβων σε αντίθεση με την κεντρική οργάνωση. Πώς μια κοινότητα χωρίς κεντρική οργάνωση μπορεί να λειτουργεί στη βάση κοινού σκοπού χωρίς να διαλύεται από τις επιμέρους τοπικότητες;

II. __ ΔΙΚΤΥΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Στο πλαίσιο αυτού του κεφαλαίου θα επιχειρηθεί μια ανατομία της δικτυακής δομής και της σημασίας της διανυσματικής διάστασης των δικτύων στο πλαίσιο των κοινοτήτων ομότιμης παραγωγής. Ακολούθως, θα γίνει σύντομη αναφορά στις βασικές μετρικές ιδιότητες των δικτύων, τις εμπειρικές παρατηρήσεις και τα θεωρητικά μοντέλα ώστε να είναι εφικτό να συσχετιστούν νοηματικά στα επόμενα κεφάλαια με έννοιες με τις οποίες έχουν ταυτιστεί τα συνεργατικά δίκτυα και η ομότιμη παραγωγή.

II.A ΟΝΤΟΛΟΓΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ

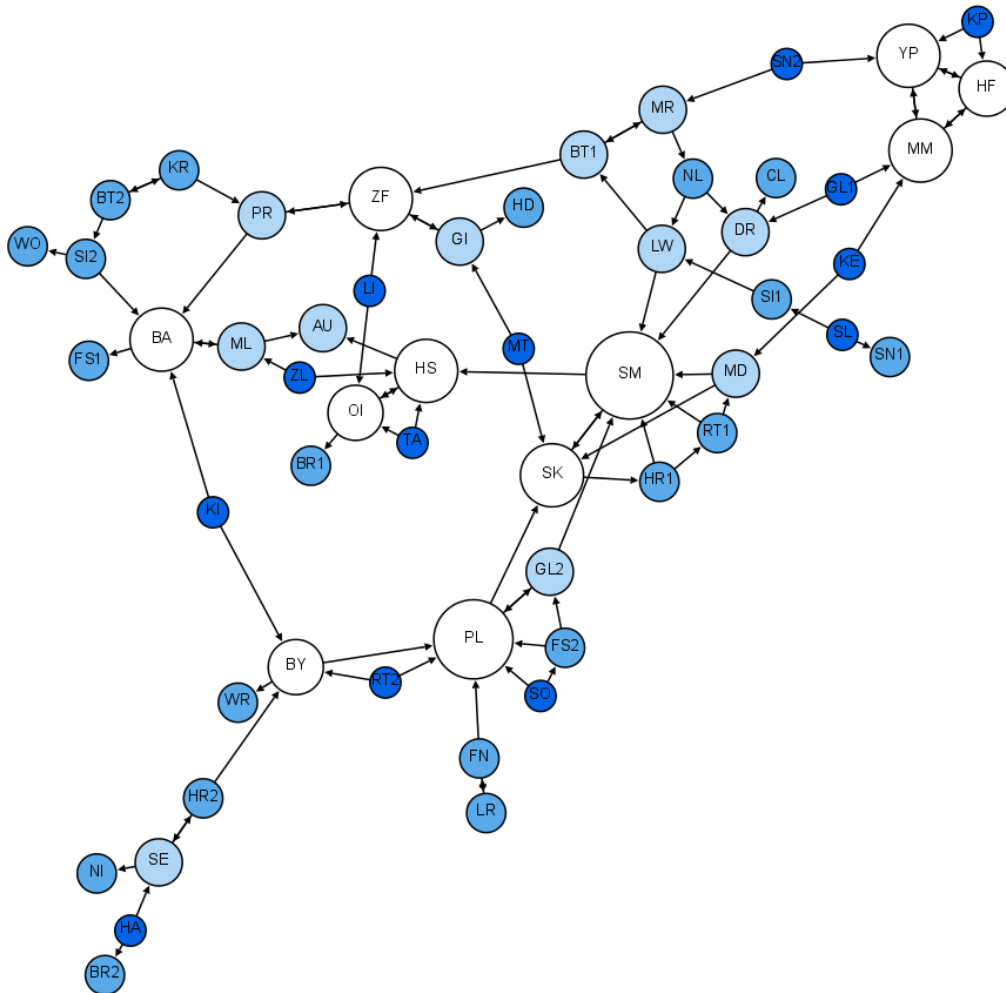
Εξέλιξη και αντίληψη της δικτυακής οργάνωσης.

Το δίκτυο (εικόνα 1) δεν είναι μια νέα μορφή οργάνωσης, δεδομένου ότι σχετικές αναφορές στη βιβλιογραφία υπάρχουν τουλάχιστον από τη δεκαετία του 60⁷, ενώ το μεθοδολογικό της υπόβαθρο έχει θεμελιωθεί από τον 18^ο αιώνα με τον Euler και την θεωρία γραφημάτων⁸. Για ποιο λόγο όμως, τα δίκτυα είναι τόσο επίκαιρα σήμερα; Σύμφωνα με τον Manuel Castells⁹ το δικτυακό παράδειγμα υστερούσε κατά το παρελθόν σε σχέση με τα ιεραρχικά και κεντροποιημένα συστήματα, όσον αφορά τη διαχείριση των πεπερασμένων διαθέσιμων πόρων για την εκτέλεση ενός συγκεκριμένου έργου, ειδικά όταν αυτό ξεπερνούσε ένα βαθμό πολυπλοκότητας. Ειδικότερα, κατά τη βιομηχανική εποχή, η δικτυακή οργάνωση δεν μπορούσε να ανταγωνιστεί την καθιερωμένη ιεραρχία και την γραμμική παραγωγή, στην παραγωγή ενός πολύπλοκου αλλά προτυποποιημένου προϊόντος. Συνεπώς, τα πλεονεκτήματα της δικτυακής οργάνωσης περιορίζονταν στην ευκολία ενθυσιασμού της μεταβολής ως εκ της δομής τους.

⁷ Jacob L. Moreno, *Sociometry, Experimental Method and the Science of Society: An Approach to a New Political Orientation*. New York: Beacon House, 1951.

⁸ Η αρνητική απάντηση στο μαθηματικό πρόβλημα που έμεινε γνωστό ως «οι επτά γέφυρες του Königsberg» και δημοσίευσε ο Leonhard Euler το 1736 θεωρείται η απαρχή της θεωρίας γραφημάτων.

⁹ Manuel Castells, «Toward a Sociology of the Network Society», *Contemporary Sociology*, American Sociological Association, Vol. 29, No. 5., 2000, σσ. 695.



εικόνα 1: Κοινωνιόγραμμα (sociogram). Όσο αυτονόητο και εάν φαίνεται στην εποχή των μέσων κοινωνικής δικτύωσης το κοινωνιόγραμμα, δηλαδή η δικτυακή οργάνωση ως μέσο αναπαράστασης και ανάλυσης των κοινωνικών σχέσεων εφευρέθηκε απο τον Jacob Moreno στις αρχές της δεκαετίας του 30' και συστηματοποιήθηκε αργότερα. Οι πρώτες γραφικές αναπαραστάσεις όπως η ανωτέρω περιέχονται στο «Who Shall Survive» που εκδόθηκε το 1934 (Πηγή: Wikipedia)

Η ανάπτυξη όμως του διαδικτύου και η μετάβαση σε μια νέα χωρικότητα¹⁰ σε συνδυασμό με τον πολλαπλασιαστικό¹¹ χαρακτήρα των ψηφιακών κοινών, ανέδειξε το δικτυακό παράδειγμα σε κυρίαρχο μοντέλο οργάνωσης και λειτουργίας των κοινωνικών και συνεργατικών δικτύων. Συγκεκριμένα, το δικτυακό παράδειγμα αναδείχθηκε ως κυρίαρχη δομή με αφορμή την ανάδυση και μελέτη μιας σειράς (ψηφιακών) «οικοσυστημάτων» όπως ενδεικτικά τα κατωτέρω:

- peer to peer δίκτυα διαμοιρασμού αρχείων όπως το gnutella και το napster
- κοινότητες γνώσης όπως Wikipedia
- κοινότητες blog μέσω των μεταξύ τους συνδέσμων
- επιστημονική κοινότητα μέσω των βιβλιογραφικών αναφορών
- κοινωνικά δίκτυα όπως twitter, facebook κ.α.
- κοινότητες προγραμμάτων ανοικτού κώδικα όπως linux, perl, apache κ.α.

Όπως θα φανεί σε επόμενα κεφάλαια, δε μοιράζονται όλα τα παραπάνω δίκτυα τα ίδια δομικά χαρακτηριστικά. Από τις παραπάνω κοινότητες, κυρίως αυτές που αφορούν τον προγραμματισμό ανοικτού κώδικα και τις κοινότητες γνώσης, περιέχονται σε αυτό που ο Benkler ορίζει ως μια τρίτη μέθοδο παραγωγής¹² και βασίζεται στην ανοικτή πρόσβαση ως βασικό μηχανισμό δημιουργίας νέας γνώσης. Η πρόσφατη μελέτη των παραπάνω κοινοτήτων έχει διαμορφώσει ένα εύρος ιδεολογικού, θεωρητικού πλαισίου¹³ όσον αφορά τη λειτουργία τους, τη μελλοντική προοπτική ανάπτυξής τους και την εμπειρική ταύτιση τους με το δικτυακό παράδειγμα, αλλά σε μικρότερο βαθμό έχει ερευνηθεί η αναλυτική αντιστοίχιση των μετρικών ιδιοτήτων πραγματικών συνεργατικών δικτύων με τις

¹⁰ Στο ίδιο σσ.696

¹¹ Michel Bauwens, «Peer-to-Peer Governance, Production And Property: P2P As A Way Of Living», *Master New Media*, 2007, < http://www.masternewmedia.org/information_access/p2p-peer-to-peer-economy/peer--to-peer-governance-production-property-part-1-Michel-Bauwens-20071020.htm>, τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016.

¹² Yochai Benkler, «Coase's Penguin, or, Linux and The Nature of the Firm», *Yale Law Journal*, Vol. 112, 2002, σσ. 369-446.

¹³ Michel Bauwens, «From the Theory of Peer Production to the Production of Peer Production Theory», *Journal of Peer Production*, Vol. 1, 2012

δομικές ιδιότητες του δικτυακού παραδείγματος και κατ' επέκταση των ψηφιακών κοινών, που είναι και το αντικείμενο της παρούσας έρευνας.

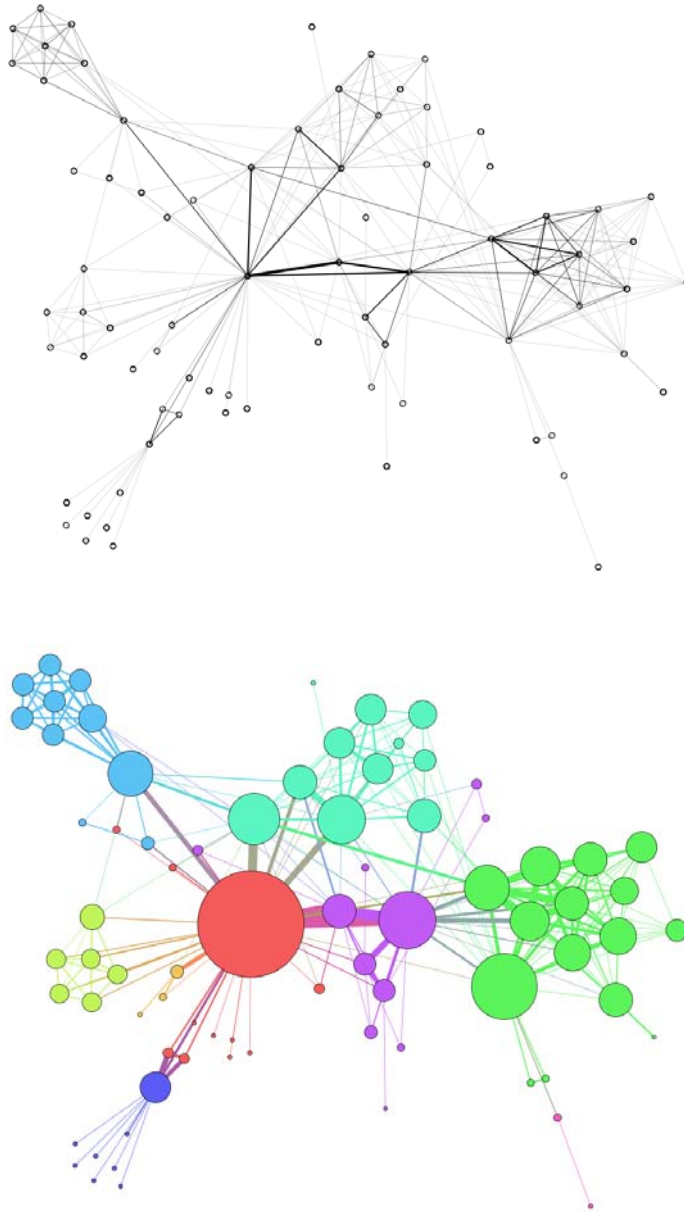
Το δίκτυο ως γράφημα.

Το δίκτυο είναι μια αφαιρετική αναπαράσταση της δομής ενός συστήματος ή κοινότητας. Ειδικότερα, το δίκτυο μπορεί να περιγράψει ένα ευρύτατο φάσμα συστημάτων όπως ενδεικτικά: κοινωνικά, επιστημονικά, τεχνολογικά, πληροφοριακά δίκτυα, καθώς και δίκτυα ενέργειας, μεταφορών κ.α. Η μαθηματική έκφραση του δικτύου είναι το γράφημα. Η οντολογία του γραφήματος στην απλούστερη μορφή του αποτελείται από κόμβους και συνδέσεις μεταξύ των κόμβων. Δεδομένης της διεπιστημονικής διάστασης των δικτύων, αναλόγως του επιστημονικού πεδίου μπορεί στη σχετική βιβλιογραφία οι κόμβοι να αναφέρονται ως κορυφές, σημεία, και οι συνδέσεις ως σύνδεσμοι, πλευρές, ακμές, γραμμές, σχέσεις κ.α.. Πώς όμως ένα τόσο απλό σχήμα αναπαράστασης αποτελούμενο από δύο μόνο δομικά στοιχεία μπορεί να περιγράψει με τέτοια καθαρότητα και σαφήνεια τόσο πολύπλοκα και διαφορετικά μεταξύ τους συστήματα; Η απάντηση βρίσκεται στον ορισμό του δικτύου ως μια αφαιρετική αναπαράσταση της δομής ενός συστήματος. Εκ των πραγμάτων, όπως εκτενώς θα αναδειχθεί και σε επόμενα κεφάλαια, δεν υπάρχει πραγματικό «οικοσύστημα» που να μπορεί να αποτυπωθεί πλήρως σε ένα ή ακόμη και σε περισσότερα γράφημα. Η αφαίρεση της πληροφορίας είναι μια υποκειμενική σύμβαση που επιτρέπει την αναπαράσταση των δομικών στοιχείων ενός συστήματος σε μια γενική γλώσσα όπως αυτή των γραφημάτων. Ποιες είναι οι πληροφορίες και ιδιότητες μιας κοινότητας που μπορούν να αναπαρασταθούν σε γράφημα, εφόσον δεν είναι εφικτό να αποτυπωθούν όλες; Σύμφωνα με τον Scott¹⁴, κάθε κοινότητα περιέχει δυο βασικές ομάδες πληροφοριών: τα δεδομένα που περιγράφουν τις ιδιότητες (attributes) των μελών ή των ομάδων της κοινότητας και τα δεδομένα που περιγράφουν τις σχέσεις (relational data) που συνδέουν τα μέλη της κοινότητας. Τα δεδομένα που αφορούν την πρώτη κατηγορία μπορεί ενδεικτικά να είναι η ηλικία του μέλους, η γεωγραφική του θέση, ο χρόνος συμμετοχής του στην κοινότητα, η ποσοτική περιγραφή της συνεισφοράς του κ.α. Τα δεδομένα που περιγράφουν τις ιδιότητες των μελών της

¹⁴ John Scott, *Social Network Analysis*, London: Sage, 2000, σσ. 2-5.

κοινότητας δεν μπορούν να αναπαρασταθούν σε ένα γράφημα μέσω κόμβων και συνδέσεων. Ακριβέστερα, αυτού του είδους τα δεδομένα μπορούν να αναπαρασταθούν με έμμεσο, δηλαδή μη δομικό τρόπο, σε πιο σύνθετα γραφήματα που θα αναφερθούν παρακάτω. Η πληροφορία που περιγράφουν τα γραφήματα είναι κατεξοχήν τοπολογική και σχεσιακή (relational data) και για αυτό περιέχει ως πρωτογενείς οντότητες τις συνδέσεις και μετά τους κόμβους. Οι σχέσεις μεταξύ των κόμβων έχουν μεγαλύτερη σημασία από ότι οι ίδιοι οι κόμβοι. Συνηθέστερα, στην αναπαράσταση ενός συνεργατικού δικτύου οι κόμβοι αναπαριστούν τα μέλη μιας κοινότητας και οι συνδέσεις τις σχέσεις συνεργασίας ανάμεσα στα μέλη. Κάθε κόμβος είναι μέλος της κοινότητας στο βαθμό που συνδέεται με αυτή. Η κοινότητα συντελείται μέσω ενός πλέγματος σχέσεων που συμβατικά αναπαριστάται με συνδέσεις. Στο δικτυακό μοντέλο η δομική πληροφορία δεν είναι οι μεμονωμένες ιδιότητες ενός αντικειμένου, κόμβου ή ατόμου, αλλά οι σχέσεις που συνδέουν κάθε μέλος ατομικά στην κοινότητα και κατ' επέκταση σε γενικό επίπεδο συγκροτούν την κοινότητα και τον σκοπό της.

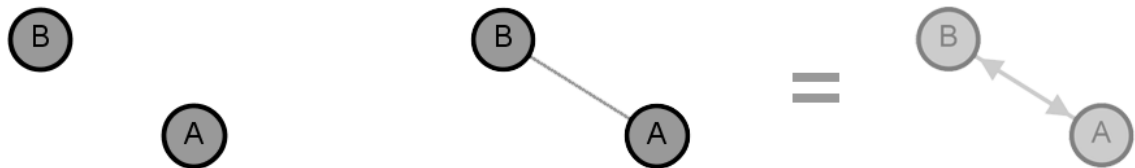
Η απλουστευμένη μορφή του γραφήματος που περιγράφηκε ανωτέρω, μπορεί να γίνει πιο πολύπλοκη εάν φανταστούμε διαφορετικά είδη κόμβων και συνδέσεων με σκοπό να αναπαρασταθούν δεύτερα και τρίτα και ούτω καθ' εξής επίπεδα (layers) πληροφορίας. Για παράδειγμα, μπορεί οι κόμβοι να έχουν διαφορετικό μέγεθος, χρώμα και αντίστοιχα οι συνδέσεις διαφορετικό πάχος γραμμής, κατεύθυνση (εικόνα 2). Γενικά, με αυτόν τον τρόπο διαφοροποίησης των κόμβων και συνδέσεων, μπορεί να αναπαρασταθεί μετα-πληροφορία που προκύπτει από την ανάλυση της πρωτογενούς δομικής πληροφορίας του δικτύου ή ακόμα και εξωγενής με το δίκτυο πληροφορία που αφορά ιδιότητες των κόμβων. Η πρώτη περίπτωση μπορεί να κάνει εμφανή κάποια μοτίβα, ιδίως σε πολύ μεγάλα δίκτυα με την περιγραφή των μετρικών ιδιοτήτων που προκύπτουν από την ανάλυση της συνδεσιμότητας, ενώ η δεύτερη να συσχετίσει τη δομή του δικτύου με εξωτερικές παραμέτρους.



εικόνα 2: Τα δύο δίκτυα είναι δομικά όμοια δεδομένου ότι οι περιγραφόμενες σχέσεις μεταξύ των κόμβων καθώς και ο αριθμός των κόμβων ταυτίζονται. Η διαφοροποίηση στο δεύτερο παράδειγμα έγκειται στην χρήση γραφικών μέσων για την αναπαράσταση: α) δομικής μετα-πληροφορίας δηλαδή πληροφορίας που προέρχεται από την επεξεργασία της πρωτογενούς σχεσιακής πληροφορίας, β) μη δομικής πληροφορίας που αφορά εξωγενείς ιδιότητες των κόμβων. (Επεξεργασία στο λογισμικό δικτυακής ανάλυσης Gephi.)

Διατεταγμένα και μη διατεταγμένα γραφήματα.

Η διαφοροποίηση των συνδέσεων μεταξύ κόμβων που αφορά την κατεύθυνση της σύνδεσης είναι σκόπιμο να αναλυθεί περαιτέρω. Ειδικότερα, η συνηθέστερη και απλούστερη μορφή της αναπαράστασης ενός δικτύου, είναι ένα μη διατεταγμένο γράφημα (undirected graph) στο οποίο ανάμεσα σε δύο κόμβους είναι δυνατές δύο μόνο καταστάσεις: είτε να είναι συνδεδεμένοι, είτε να μην είναι. Σε αυτή την περίπτωση, η σχέση μεταξύ των κόμβων είναι αμφίδρομη ή αλλιώς ισότιμη (εικόνα 3). Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι τα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα, όπου η φιλία ανάμεσα σε δύο χρήστες είναι θεωρητικά και στα πλαίσια του κοινωνικού δικτύου αμφίδρομη. Είναι αδύνατον να είναι φίλος ο κόμβος «Α» με τον «Β» χωρίς να είναι και ο «Β» με τον «Α».

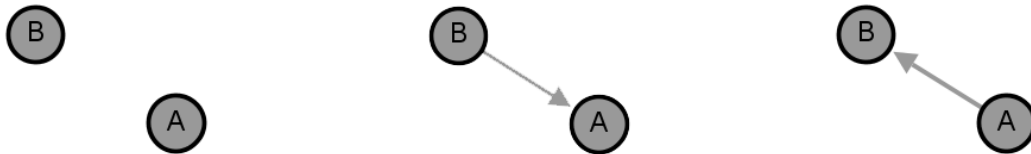


εικόνα 3: Τυπολογία μη κατευθυνόμενων σχέσεων ως συστατικό στοιχείο των ισότιμων δικτύων

Ωστόσο, στην πραγματικότητα αυτό δεν ισχύει σε όλες τις ομάδες ψηφιακών «οικοσυστημάτων» που συγκροτούν το δικτυακό παράδειγμα και αναφέρθηκαν ανωτέρω. Ενδεικτικά, όσον αφορά τα peer to peer δίκτυα, τις κοινότητες γνώσης και τα συνεργατικά δίκτυα, πολλές φορές μια σχέση ισχύει για τον κόμβο «Α» σε σχέση με τον «Β», αλλά δεν ισχύει και αντίστροφα από τον «Β» προς τον «Α». Το «κατέβασμα» ενός αρχείου, μια βιβλιογραφική αναφορά, η συμπλήρωση ενός

λήμματος της Wikipedia, είναι πράξεις οι οποίες δεν μπορούν να περιγραφούν έξω από τη διανυσματική τους κατεύθυνση. Ειδικότερα, μια κοινότητα ανοικτού κώδικα αποτελείται τουλάχιστον από το δίκτυο συνεργασίας, το δίκτυο επικοινωνίας και το δίκτυο ελέγχου, με βασικότερο για τη λειτουργία της κοινότητας το πρώτο εξ αυτών. Η συγγραφή κώδικα στο πλαίσιο αυτών των κοινοτήτων, όπως έχει περιγράψει ο Raymond¹⁵ στις περισσότερες περιπτώσεις αφορά τη βελτίωση και επέκταση υφιστάμενου κώδικα, ενώ πολύ σπάνια και τοπικά είναι μια διαδικασία που συμβαίνει εκ του μηδενός και επομένως αφορά έναν μόνο κόμβο. Συνεπώς, η βελτιστοποίηση από ένα μέλος της κοινότητας του κώδικα που έχει γράψει ένα άλλο μέλος, δεν είναι από μόνη της μια πράξη ισότιμη ούτε αμφίδρομη, αλλά έχει σαφή κατεύθυνση από τον ένα κόμβο του γραφήματος προς τον άλλο. Αυτά τα δίκτυα ανήκουν στην κατηγορία των διατεταγμένων δικτύων (directed networks) και οι σχέσεις μεταξύ των κόμβων είναι κατευθυνόμενες. Στα διατεταγμένα γραφήματα ανάμεσα σε δύο κόμβους είναι δυνατές τρεις καταστάσεις: είτε δεν είναι συνδεδεμένοι, είτε συνδέεται ο «Α» με τον «Β», ή ο «Β» με τον «Α» (εικόνα 4). Αντίστοιχα με τα κατευθυνόμενα συνεργατικά δίκτυα και μια καθετοποιημένη ιεραρχική δομή δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς κατευθυνόμενες σχέσεις. Εφόσον, τόσο το δικτυακό παράδειγμα όσο και το ιεραρχικό δομούνται από κατευθυνόμενες σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων, τότε ποια είναι η ειδοποιός διαφορά; Η απάντηση δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς την ανάλυση της δομής των συνδέσεων του δικτυακού παραδείγματος που θα μας οδηγήσει στον ορισμό της έννοιας του ομότιμου δικτύου. Τα ομότιμα δίκτυα δεν πρέπει να συγχέονται με τα ισότιμα (αμφίδρομα) δίκτυα καθώς η σχέση τους είναι τόση όσο των κοινωνικών δικτύων με τα συνεργατικά. Η διαφορά μεταξύ αμφίδρομων και κατευθυνόμενων γραφημάτων δεν είναι τεχνική αλλά θεμελιακή, τόσο για τη δομή όσο και την ανάλυση ενός δικτύου. Αρκεί να αναλογιστεί κανείς, πως η αναπαράσταση της σχέσης παραγωγού – καταναλωτή, ή δημιουργού – χρήστη συνίσταται σε μια μονόδρομη (κατευθυνόμενη) σχέση μεταξύ των κόμβων σε ένα διατεταγμένο δίκτυο. Η συνεργασία του δημιουργού με το χρήστη σε μια συνεχή ανάδραση είναι κεφαλαιώδης στον ορισμό της λειτουργίας των ψηφιακών κοινών.

¹⁵ Eric S. Raymond, *The Cathedral and the Bazaar*, <<http://www.catb.org/~esr/writings/cathedral-bazaar/>> τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016



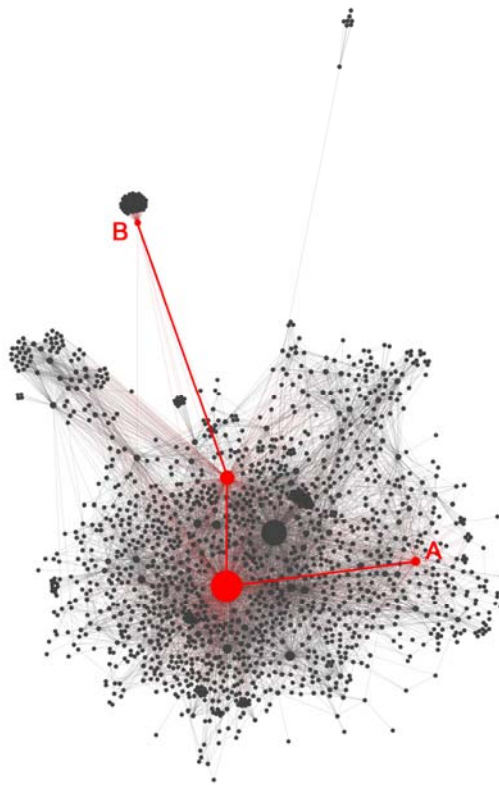
εικόνα 4: Τυπολογία κατευθυνόμενων σχέσεων ως συστατικό στοιχείο τόσο των ομότιμων (κατανεμημένων) δικτύων όσο και των ιεραρχικών δομών. (Επεξεργασία στο λογισμικό δικτυακής ανάλυσης Gephi)

II.B ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Η αναφορά στις βασικές μετρικές ιδιότητες των δικτύων είναι καθοριστική για την κατανόηση τόσο της δομής όσο και της εξέλιξης τους. Επιπλέον, η αναπαράσταση και μελέτη πραγματικών δικτύων ομότιμης παραγωγής θα οδηγήσει στην σύνδεση των μετρικών ιδιοτήτων, που αναλύονται στην παρούσα, με τις θεωρητικές έννοιες με τις οποίες έχουν ταυτιστεί τα συνεργατικά δίκτυα και οι κοινότητες γνώσης στη σχετική βιβλιογραφία. Οι περισσότερες μετρικές ιδιότητες έχουν τυποποιηθεί από την επιστήμη της κοινωνιολογίας, αλλά αντλούν το τεχνικό υπόβαθρο τους από τα μαθηματικά και ειδικότερα τη θεωρία γραφημάτων.

Γεωδαιτικό μονοπάτι

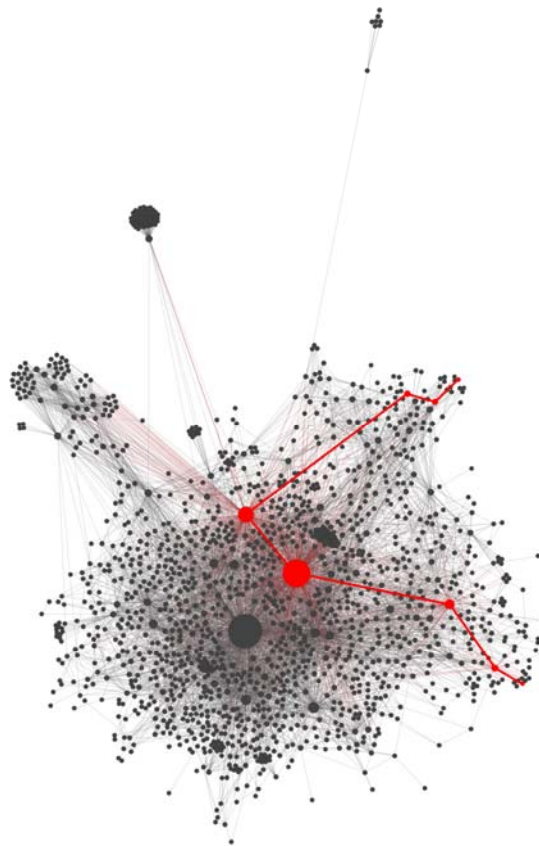
Το γεωδαιτικό μονοπάτι ορίζεται ως η ελάχιστη δυνατή απόσταση ανάμεσα σε δύο σημεία του δικτύου (εικόνα 5). Πώς όμως ορίζεται η έννοια της απόστασης; Η απόσταση εντός των δικτύων μετριέται με βάση τον αριθμό των συνδέσεων που πρέπει να διατρέξουμε για να μεταβούμε από ένα σημείο σε ένα άλλο. Συνεπώς, τα μήκη των συνδέσεων δεν επηρεάζουν τον υπολογισμό της απόστασης και λογίζονται όλα ως μοναδιαία, δεδομένου ότι το δίκτυο είναι μια τοπολογική δομή στην οποία απεικονίζονται σχέσεις και όχι θέσεις σημείων. Σε περίπτωση κατευθυνόμενων δικτύων, η φορά των συνδέσεων επηρεάζει τα πιθανά μονοπάτια αντιστοίχως.



εικόνα 5: Γεωδαιτικό μονοπάτι ανάμεσα στους κόμβους A και B με μήκος 4. (Επεξεργασία στο λογισμικό δικτυακής ανάλυσης Gephi)

Διάμετρος

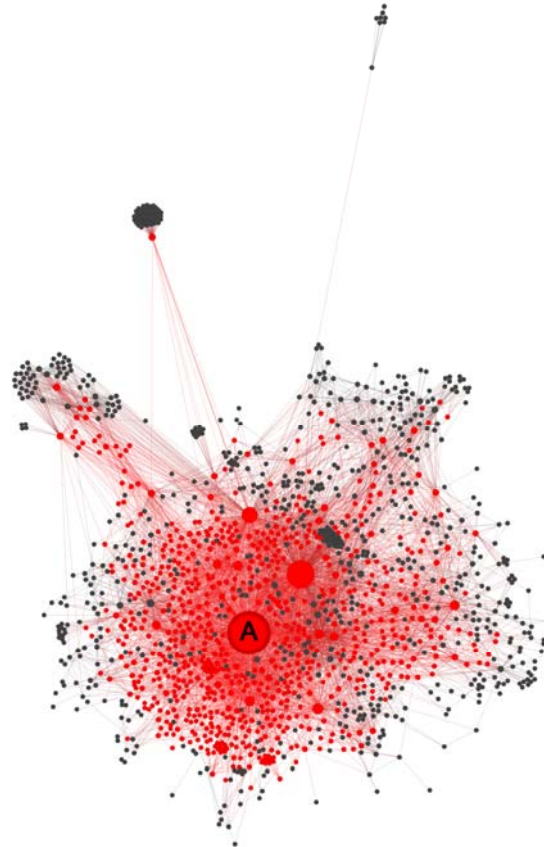
Η διάμετρος ενός δικτύου ορίζεται ως το μεγαλύτερο γεωδαιτικό μονοπάτι που υπάρχει ανάμεσα σε όλους τους πιθανούς συνδυασμούς ζευγών σημείων του δικτύου (εικόνα 6). Η διάμετρος δεν είναι πάντα χαρακτηριστικό μέτρο για το μέγεθος του δικτύου, δεδομένου ότι αφορά ένα και μόνο (μέγιστο) γεωδαιτικό μονοπάτι με συνέπεια να είναι ιδιαίτερα ευμετάβλητος δείκτης και σε πολλές περιπτώσεις πλασματικός. Συγκεκριμένα, το μέγεθος της διαμέτρου δεν είναι αντιπροσωπευτικό όταν τα αμέσως επόμενα γεωδαιτικά μονοπάτια είναι πολύ μικρότερα από το μέγιστο (διάμετρος). Για αυτόν το λόγο, πολλές φορές αντί της διαμέτρου χρησιμοποιείται το μέσο γεωδαιτικό μονοπάτι ή χαρακτηριστικό μονοπάτι σαν ένδειξη για το μέγεθος του δικτύου.



εικόνα 6: Διάμετρος με μέγεθος 7 σε ένα δίκτυο 1538 κόμβων. (Επεξεργασία στο λογισμικό δικτυακής ανάλυσης Gephi)

Βαθμός

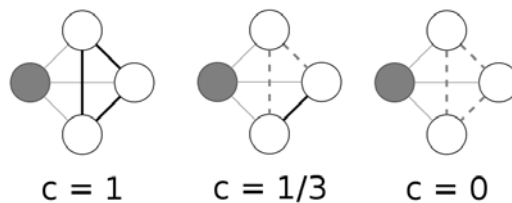
Ο βαθμός ενός σημείου είναι ο αριθμός των συνδέσεων του με άλλους κόμβους του δικτύου (εικόνα 7). Στην περίπτωση κατευθυνόμενων συνδέσεων (directed networks) κάθε σημείο έχει δύο βαθμούς, έναν όσον αφορά τις συνδέσεις από το υπόλοιπο δίκτυο προς αυτό και έναν από αυτό προς τους κόμβους του υπόλοιπου δικτύου.



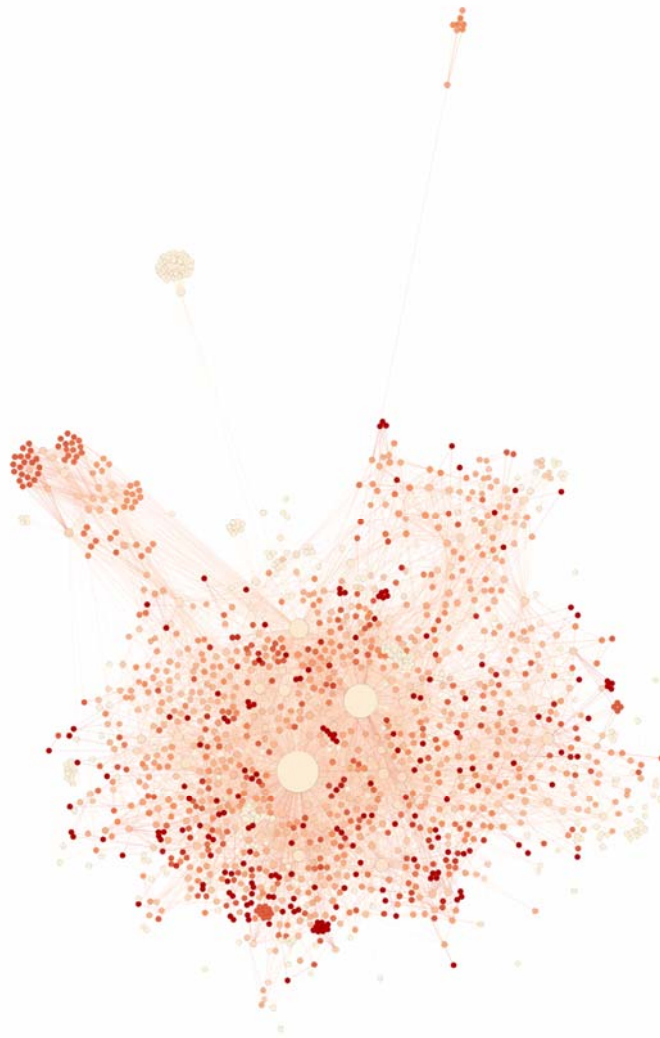
εικόνα 7: Ο κόμβος A έχει τον μεγαλύτερο βαθμό με 755 συνδέσεις από τους 1538 κόμβους του δικτύου. Το κόκκινο χρώμα αναφέρεται στους κόμβους που συνδέονται άμεσα με τον κόμβο A. (Επεξεργασία στο λογισμικό δικτυακής ανάλυσης Gephi)

Συνεκτικότητα (Clustering)

Γενικά στα δίκτυα και ειδικότερα στα κοινωνικά δίκτυα, εάν ο Α κόμβος συνδέεται με τον Β και με τον Γ τότε είναι πολύ πιθανό ο Β να συνδέεται με τον Γ. Το παραπάνω παράδειγμα σχηματίζει ένα δομικό τρίγωνο το οποίο εκφράζει την ελάχιστη δομική συνεκτική μονάδα ενός δικτύου. Ο δείκτης clustering εκφράζει το βαθμό συνεκτικότητας ενός δικτύου. Αναλυτικά, ο δείκτης συνεκτικότητας ενός δικτύου υπολογίζεται ως το ποσοστό των πραγματοποιημένων τριγωνισμών προς το σύνολο των δυνητικών τριγωνισμών. Ο δείκτης μπορεί να υπολογιστεί και για τμήμα δικτύου ή έναν κόμβο με αντίστοιχη λογική (εικόνα 8, εικόνα 9).



εικόνα 8: Υπολογισμός δείκτη συνεκτικότητας για τον σκιασμένο κόμβο ενός δικτύου. Στην πρώτη περίπτωση ο δείκτης λαμβάνει την μέγιστη δυνατή τιμή δεδομένου ότι όλοι οι γειτονικοί του εξεταζόμενου κόμβοι συνδέονται. (Πηγή: wikipedia.org)



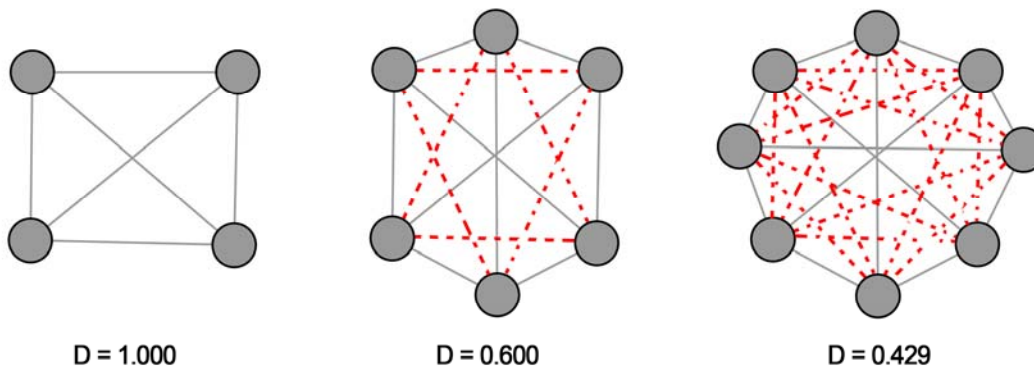
εικόνα 9: Το μέγεθος των κόμβων εκφράζει το βαθμό, δηλαδή την συνδεσιμότητα τους. Η κλίμακα του κόκκινου χρώματος εκφράζει το δείκτη συνεκτικότητας κάθε κόμβου, δηλαδή το μέτρο στο οποίο η «γειτονιά» κάθε κόμβου σχηματίζει τριγωνισμούς (πληρότητα). Επομένως, ο βαθμός κάθε κόμβου μπορεί να είναι ανεξάρτητος από το δείκτη συνεκτικότητας του. (Επεξεργασία στο λογισμικό δικτυακής ανάλυσης Gephi)

Πυκνότητα

Η πυκνότητα ενός γραφήματος είναι από τις πιο απλές και συχνά χρησιμοποιούμενες μετρικές ιδιότητες των δικτύων. Η πυκνότητα περιγράφει το γενικό ή τοπικό επίπεδο της συνδεσιμότητας ενός γραφήματος. Πλήρες γράφημα είναι αυτό στο οποίο κάθε σημείο συνδέεται με όλα τα υπόλοιπα σημεία του γραφήματος ή αλλιώς δεν υπάρχει δυνατή σύνδεση κόμβων του γραφήματος που να μην έχει ήδη συναφθεί. Γενικά, δεν υπάρχουν πραγματικά δίκτυα στα οποία παρατηρείται πληρότητα, παρά μόνο συγκεκριμένα θεωρητικά δικτυακά μοντέλα (generative network models) στα οποία η πληρότητα του γραφήματος από ένα στάδιο και έπειτα δηλώνει το τέλος της ανάπτυξής του. Σε κάθε περίπτωση, το μέτρο της πυκνότητας εκφράζει την απόσταση του συστήματος από μια κατάσταση πληρότητας και στασιμότητας ή αλλιώς την ωριμότητα του, καθώς ένα σύστημα με υπερβολικά χαμηλή πυκνότητα δεν είναι ακόμη λειτουργικό ούτε η μελέτη του μπορεί να αποδώσει αξιόπιστα συμπεράσματα. Η πυκνότητα εκφράζεται ως το κλάσμα των υφιστάμενων προς τις μέγιστες δυνατές συνδέσεις και μπορεί είτε να υπολογιστεί τοπικά για έναν κόμβο ή μια ομάδα κόμβων ή συνολικά για όλο το γράφημα.

Παρόλο που η πυκνότητα είναι σχετικό και όχι απόλυτο μέγεθος, δεδομένου ότι ορίζεται σχετικά με τον μέγιστο δυνητικό αριθμό συνδέσεων, εντούτοις διαμορφώνεται σε μεγάλο βαθμό από δύο κύριες παραμέτρους που σε πολλές περιπτώσεις επηρεάζουν τη σύγκριση των πυκνοτήτων ανάμεσα σε ανισομεγέθη γραφήματα. Συγκεκριμένα, η πυκνότητα επηρεάζεται από τη σχέση μεταξύ των κόμβων που αναπαρίστανται στο γράφημα και από το μέγεθος του γραφήματος, δηλαδή το συνολικό αριθμό των κόμβων. Αναλυτικά, εάν υποθέσουμε ότι για κάθε κόμβο σε ένα πραγματικό δίκτυο υπάρχει ένα άνω όριο συνδέσεων με τα υπόλοιπα μέλη της κοινότητας, τότε όσο αυξάνει το μέγεθος (ο αριθμός των κόμβων) του δικτύου τόσο θα μειώνεται η συνολική πυκνότητα του γραφήματος. Για παράδειγμα, εάν γίνει αποδεκτό ότι για μια κατηγορία γραφημάτων κάθε κόμβος μπορεί να έχει μέχρι 1 σύνδεση, συνεπάγεται ότι ένα γράφημα με 3 κόμβους θα θεωρείται πλήρες (πυκνότητα=1,0), ένα γράφημα με 4 κόμβους θα έχει πυκνότητα ίση με 0,66, ένα γράφημα με 5 κόμβους θα έχει πυκνότητα ίση με 0,50 και ούτω καθ' εξής. Αντίστοιχα, το παραπάνω παράδειγμα ισχύει για οποιοδήποτε δεδομένο μέγιστο αριθμό συνδέσεων υποθέσουμε ότι ισχύει για μια

οποιαδήποτε κατηγορία γραφημάτων (εικόνα 10). Επομένως, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι δεν είναι αξιόπιστη η σύγκριση των πυκνοτήτων ανάμεσα σε διαφορετικές κατηγορίες ή μεγέθη γραφημάτων. Η παραδοχή ενός κατά περίπτωση δεδομένου μέγιστου αριθμού συνδέσεων βασίζεται τόσο στις διαφορετικές σχέσεις που αναπαριστούν τα γραφήματα, όσο και στην πεπερασμένη διάσταση του διαθέσιμου χρόνου που έχει κάθε μέλος της κοινότητας. Ειδικότερα σε δραστηριότητες που εξαρτώνται από την πεπερασμένη παράμετρο του χρόνου, όπως αυτή της συνεργασίας, υπάρχει θεωρητικά ένας μέγιστος αριθμός δυνατών σχέσεων ανάμεσα σε ένα μέλος και τα υπόλοιπα μέλη μιας κοινότητας. Η παραπάνω διαπίστωση μπορεί να ισχύει σε μικρότερο βαθμό για ένα δίκτυο ελέγχου ή σε ελάχιστο βαθμό για ένα δίκτυο επικοινωνίας όπου είναι τεχνολογικά δυνατή η υπό όρους ταυτόχρονη επικοινωνία με δυνητικά απεριόριστο αριθμό ατόμων. Το είδος της σχέσης που μορφοποιείται σε ένα γράφημα επηρεάζει και την επίδραση της πεπερασμένης παράμετρου του χρόνου¹⁶ στα επίπεδα της συνδεσιμότητας του δικτύου.



εικόνα 10: Με δεδομένη την παραδοχή πως σε κάποια δίκτυα υπάρχει ανώτατο όριο συνδέσεων ανά κόμβο (στο συγκεκριμένο παράδειγμα το όριο είναι 3 συνδέσεις) και παρατηρείται η μείωση της πυκνότητας του δικτύου όσο αυξάνονται οι κόμβοι. Με κόκκινο χρώμα επισημαίνονται οι συνδέσεις που απομένουν να συναφθούν για να χαρακτηριστεί το δίκτυο πλήρες σε κάθε περίπτωση. (Επεξεργασία στο λογισμικό δικτυακής ανάλυσης Gephi)

¹⁶ John Scott, *οπ.αν.*, σσ.74-76.

Κεντρικότητα

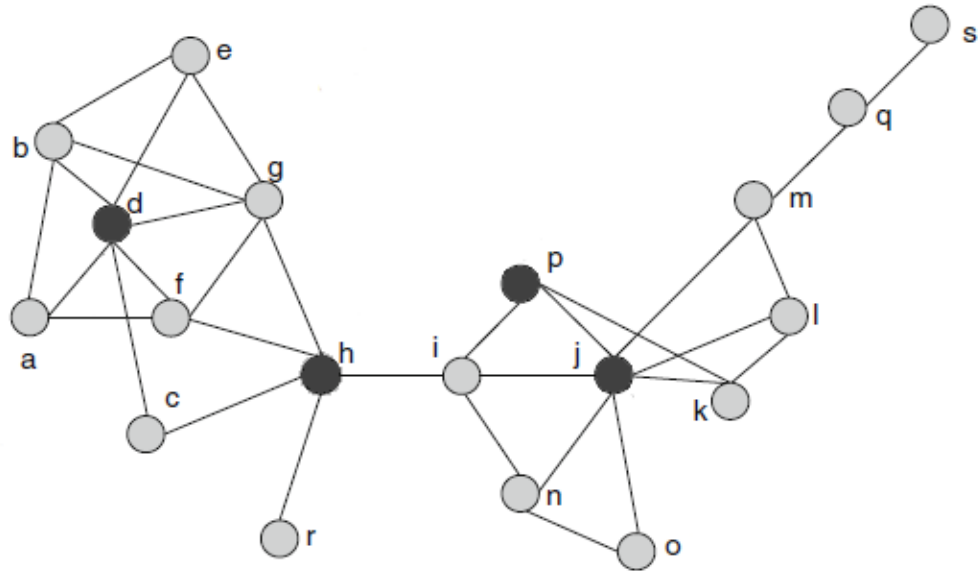
Μια από τις πρώτες έννοιες που προσεγγίστηκαν μέσω της ανάλυσης κοινωνικών δικτύων ήταν η έννοια της κεντρικότητας που απαντάει στο ερώτημα ποιοι κόμβοι είναι πιο σημαντικοί για το δίκτυο. Πώς όμως ορίζεται η σημασία ενός κόμβου για το δίκτυο; Πλήθος ορισμών έχουν προταθεί για την ιδιότητα της κεντρικότητας, οι οποίοι συχνά αποκλίνουν σημαντικά, όμως γενικά μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο κύριες κατηγορίες. Η κεντρικότητα μπορεί να είναι είτε τοπική (local centrality) και να αφορά την συνδεσιμότητα ενός κόμβου με το άμεσο του περιβάλλον, είτε γενική (global centrality) και να αφορά τη θέση του κόμβου στην συνολική δομή της κοινότητας (εικόνα 11). Είναι κατανοητό, ότι οι προσεγγίσεις της κεντρικότητας στο πλαίσιο της δικτυακής ανάλυσης δεν είναι απλά αποκλίνουσες, αλλά πολλές φορές αναφέρονται σε δύο τελείως διαφορετικές ιδιότητες. Και στις δύο προαναφερθείσες περιπτώσεις, πρέπει να αποσαφηνιστεί ότι η ιδιότητα της κεντρικότητας αφορά αποκλειστικά και ατομικά τους κόμβους ενός δικτύου και όχι το βαθμό στον οποίο ένα σύστημα είναι κεντροποιημένο, δηλαδή έχει κεντρική δομή. Δεν υπάρχει καμία αιτιοκρατική σύνδεση ανάμεσα στα κεντροποιημένα συστήματα και την τοπική ή γενική κεντρικότητα των κόμβων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα κατανεμημένα δίκτυα τα οποία, ενώ εξ ορισμού δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως κεντροποιημένα, εντούτοις περιέχουν υπο-ομάδες κόμβων με κεντρική οργάνωση σε άλλη κλίμακα.

Όσον αφορά την τοπική κεντρικότητα υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι προσδιορισμού με το δεύτερο να είναι μετεξέλιξη του πρώτου. Η απλούστερη μέθοδος υπολογισμού είναι μέσω του βαθμού (degree centrality), δηλαδή του αριθμού των άμεσων συνδέσεων κάθε κόμβου. Όσο περισσότερες συνδέσεις έχει ένας κόμβος με το άμεσό του περιβάλλον, τόσο κεντρικότερη θέση κατέχει στο πλαίσιο της τοπικά διαμορφωμένης ομάδας. Σημειώνεται ότι στην περίπτωση κατευθυνόμενων δικτύων, ο ανωτέρω υπολογισμός γίνεται ξεχωριστά για τις συνδέσεις από και προς τον κάθε κόμβο, δεδομένου ότι η κατεύθυνση της σύνδεσης είναι δομικό στοιχείο του δικτύου. Επομένως, είναι σύνηθες σε μια υπο-ομάδα του δικτύου άλλος κόμβος να είναι πιο κεντρικός όσον αφορά τις εισερχόμενες συνδέσεις και άλλος όσον αφορά τις εξερχόμενες. Μια πολύ γνωστή επέκταση της προαναφερθείσας μεθόδου (degree centrality) για τον υπολογισμό

της κεντρικότητας ενός κόμβου είναι η μέθοδος eigenvector centrality βάση της οποίας δεν υπολογίζεται ισότιμα ο αριθμός των συνδέσεων ενός κόμβου. Με τη μέθοδο eigenvector centrality σε κάθε σύνδεση δίνεται βαρύτητα αναλογικά αντίστοιχη με την κεντρικότητα του γειτονικού κόμβου στον οποίο καταλήγει. Σε κάθε περίπτωση, δεδομένου ότι το απόλυτο μέγεθος της κεντρικότητας επηρεάζεται από το μέγεθος του δικτύου, θα πρέπει σε περίπτωση σύγκρισης ανισομεγέθων δικτύων να σταθμίζεται βάση του συνολικού αριθμού των κόμβων κάθε δικτύου.

Η δεύτερη λογική υπολογισμού της κεντρικότητας ενός κόμβου είναι η γενική κεντρικότητα κατά την οποία δεν εξετάζεται το πλήθος των τοπικών συνδέσεων, αλλά η θέση του κόμβου στη συνολική δομή της κοινότητας. Ο υπολογισμός της γενικής κεντρικότητας ενός κόμβου γίνεται στη βάση δύο εννοιών: της εγγύτητας (closeness centrality) και της ενδιάμεσότητας (betweenness centrality). Με βάση τον πρώτο τρόπο, υψηλότερη κεντρικότητα εμφανίζουν οι κόμβοι οι οποίοι είναι εγγύτερα στο σύνολο των υπολοίπων κόμβων του δικτύου. Αναλυτικά, η ελάχιστη απόσταση (γεωδαιτικό μονοπάτι) ανάμεσα σε δύο κόμβους του δικτύου ορίζεται ως το ελάχιστο δυνατό πλήθος συνδέσεων που μεσολαβεί ανάμεσα στους δύο κόμβους. Επομένως, ο δείκτης κεντρικότητας με βάση την εγγύτητα υπολογίζεται ως η μέση ελάχιστη απόσταση ενός κόμβου από το υπόλοιπο δίκτυο. Ο δεύτερος τρόπος υπολογισμού της γενικής κεντρικότητας βασίζεται στην ιδέα της ενδιάμεσότητας ως το μέτρο στο οποίο ένας κόμβος είναι ενδιάμεσο βήμα ανάμεσα σε δύο άλλα σημεία του δικτύου. Σε ένα ακραίο παράδειγμα, εάν φανταστούμε ένα δίκτυο το οποίο είναι χωρισμένο σε δυο μεγάλες ομάδες, οι οποίες επικοινωνούν μόνο μέσω ενός σημείου «γέφυρα», τότε ακόμη και εάν αυτό το σημείο έχει δύο μόνο συνδέσεις, παραμένει στρατηγικής σημασίας κόμβος για τη συνέχεια του δικτύου. Επομένως, η ενδιάμεση κεντρικότητα διαφέρει ουσιαστικά από τις άλλες μεθόδους υπολογισμού της κεντρικότητας, δεδομένου ότι η συνδεσιμότητα (βαθμός) ενός κόμβου δε συμμετέχει στον υπολογισμό στο βαθμό που συμμετέχει το κατά πόσον αυτός ο κόμβος είναι ενδιάμεσος άλλων. Συγκεκριμένα, η κεντρικότητα βάση της ενδιάμεσότητας υπολογίζεται ως το ποσοστό των γεωδαιτικών μονοπατιών του δικτύου, που περιέχουν ως ενδιάμεσο τον εξεταζόμενο κόμβο, σε σχέση με το σύνολο των γεωδαιτικών μονοπατιών. Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου βρίσκεται στον

αξιωματικό προσδιορισμό βάση των γεωδαιτικών μονοπατιών, ενώ στα πραγματικά δίκτυα η συνεργασία και η διάχυση της πληροφορίας δεν ακολουθούν πάντα την συντομότερη διαδρομή εντός του δικτύου.



εικόνα 11: Ενδεικτικό παράδειγμα των διαφόρων μέτρων υπολογισμού της γενικής ή τοπικής κεντρικότητας ενός κόμβου. Αναλυτικά οι κόμβοι με την υψηλότερη κεντρικότητα αναλόγως της μεθόδου: d) Eigenvector centrality, h) Betweenness Centrality, p) Closeness Centrality, j) Degree Centrality. (Πηγή: Daniel Ortiz-Arroyo, «Discovering Sets of Key Players in Social Networks», Springer, 2010)

II.Γ. ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

Από τις μετρικές ιδιότητες που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα, κάποιες όπως η διάμετρος, ο βαθμός και το μονοπάτι προέρχονται απευθείας από τα μαθηματικά και τη θεωρία γραφημάτων, ενώ άλλες, όπως οι έννοιες της κεντρικότητας και της πυκνότητας, έχουν τυποποιηθεί από την επιστήμη της κοινωνιομετρίας, όπως θεμελιώθηκε αρχικά από τον Moreno¹⁷ αντλώντας βέβαια το τεχνικό τους υπόβαθρο από τα μαθηματικά. Τα εμπειρικά κοινωνιογράμματα (sociograms) του Moreno, ήδη από τη δεκαετία του 30' είναι προάγγελος της σύγχρονης ανάλυσης κοινωνικών δικτύων και αποδεικνύουν την ύπαρξη σχετικής επιστημονικής έρευνας πολλές δεκαετίες πριν την εφεύρεση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, του διαδικτύου και τη συγκρότηση του αυτόνομου επιστημονικού πεδίου της επιστήμης δικτύων. Πώς όμως συγκροτείται η επιστημονική έρευνα των δικτύων, τμήμα της οποίας είναι η εμπειρική μελέτη τους και πώς επηρεάζεται από τις σύγχρονες εξελίξεις, τόσο στα μέσα, όσο και στο αντικείμενο της έρευνας;

Γενικά τα κοινωνικά δίκτυα, αλλά και ειδικότερα τα δίκτυα των κοινοτήτων Π.Α.Κ. που εντάσσονται στο αντικείμενο της έρευνας είναι πολύπλοκα, μεγάλης κλίμακας, μη ντετερμινιστικά συστήματα τα οποία προκύπτουν με bottom-up διεργασίες και παρουσιάζουν δυναμική συμπεριφορά στο χρόνο. Η απουσία κεντρικού ελέγχου και σχεδιασμού καθιστά σχεδόν στο σύνολο των περιπτώσεων αόρατο το συνολικό ίχνος της δομής και ανάπτυξης αυτών των κοινοτήτων που προσομοιάζουν περισσότερο στη λογική του «σμήνους», παρά σε αυτή ενός κεντροποιημένου συστήματος. Συνήθως, αντιληπτό είναι μόνο ένα πολύ περιορισμένο τμήμα της συνολικής δομής του δικτύου. Η αναπαράσταση της «μεγάλης εικόνας» αυτών των σχηματισμών και η μοντελοποίηση της ανάπτυξής τους είναι απαραίτητες, τόσο για να επιβεβαιώσουν θεωρητικές έννοιες με τις οποίες έχουν εμπειρικά ταυτιστεί οι κοινότητες γνώσης, όσο και για να αναδειχθούν οι δομικές ιδιότητες οι οποίες καθιστούν τα ψηφιακά κοινά και τα συνεργατικά δίκτυα ένα κυρίαρχο παράδειγμα.

¹⁷ Jacob L. Moreno, *οπ.αν.*

Η έρευνα για την κατανόηση της δομής και ανάπτυξης των κοινωνικών δικτύων επικεντρώνεται σε δύο αντιθετικές, αλλά συμπληρωματικές κατευθύνσεις:

A. Η πρώτη κατεύθυνση ακολουθεί την εμπειρική παράδοση της κοινωνιομετρίας και είναι μάλλον αναλυτική παρά συνθετική, καθώς σε πολύ ελάχιστες περιπτώσεις σχεδιάζονται θεωρητικά δικτυακά μοντέλα. Αντικείμενο της έρευνας, είναι τα πραγματικά κοινωνικά δίκτυα και σκοπός η περιγραφή των ιδιοτήτων τους. Η περιγραφή των ιδιοτήτων τις προηγούμενες δεκαετίες γινόταν σχεδόν αποκλειστικά μέσω της αναλυτικής διάστασης της ανθρώπινης όρασης¹⁸. Προκειμένου να είναι δυνατή η οπτική ανάλυση των κοινωνικών δικτύων, πρώτα προηγείτο η συλλογή δεδομένων και μετά η επεξεργασία τους, με σκοπό την αφαιρετική και συνήθως στατική απεικόνιση του δικτύου. Τα μέσα συλλογής σχεσιακών δεδομένων για την αναπαράσταση του δικτύου ήταν τα παραδοσιακά εργαλεία της κοινωνικής επιστήμης, δηλαδή ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις και σπανιότερα άμεση παρατήρηση ή έρευνα αρχείου. Η παραπάνω πρακτική παρά τη σημαντική συνεισφορά στην κατανόηση δομικών ιδιοτήτων των δικτύων κατά τις προηγούμενες δεκαετίες, έχει ένα κύριο μειονέκτημα και έναν βασικό περιορισμό. Το κύριο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου ήταν η έλλειψη ακρίβειας και η υποκειμενική διάσταση που υπεισέρχεται, λόγω του τρόπου συλλογής των δεδομένων πεδίου. Για παράδειγμα, στην περίπτωση των κοινωνικών δικτύων η εξεταζόμενη σχέση μεταξύ της κοινότητας (π.χ. φιλία, συνεργασία κ.α.) δεν μπορεί μέσω της έρευνας πεδίου να οριστεί αντικειμενικά και ομοιότροπα σε συλλογικό επίπεδο. Ο περιορισμός της εμπειρικής μεθόδου αφορούσε το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του εξεταζόμενου συστήματος. Ειδικότερα, η αποδοτικότητα της εμπειρικής μεθόδου ελαχιστοποιούνταν όταν το δείγμα ξεπερνούσε κάποιες εκατοντάδες άτομα και πρακτικά ήταν ανεφάρμοστη σε δίκτυα με περισσότερες από μερικές χιλιάδες άτομα, καθώς τόσο η συλλογή, όσο και η επεξεργασία των δεδομένων ήταν αδύνατη. Η ανάπτυξη του διαδικτύου μετέβαλε το σώμα της έρευνας, καθώς πλέον τα ψηφιακά «οικοσυστήματα» αριθμούν από μερικές χιλιάδες μέχρι εκατομμύρια κόμβους. Μια τρίτη παράμετρος που οδήγησε στην ανάγκη αναθεώρησης των

¹⁸ Marc E. J. Newman, «The structure and function of complex networks», *Society for Industrial and Applied Mathematics Review*, Vol.45 No2, 2003, σσ.170-171

παραδοσιακών μεθόδων συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων, είναι η εγκατάλειψη της θεώρησης του δικτύου ως μια στατική αναπαράσταση. Η παράμετρος του χρόνου εντάχθηκε στο πλαίσιο της περιγραφής πολλών δομικών ιδιοτήτων των δικτύων και η δυναμική αναπαράσταση πραγματικών κοινοτήτων θεωρείται πλέον απαραίτητη για την πληρέστερη κατανόηση των μηχανισμών εξέλιξης τους.

Η συλλογή της πρωτογενούς πληροφορίας για τη μελέτη πραγματικών κοινωνικών δικτύων, πλέον γίνεται από το διαδίκτυο με αυτοματοποιημένες μεθόδους όπως data crawling και data mining. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η συλλογή μεγαλύτερου όγκου δεδομένων πεδίου με χρονική πληροφορία και με μικρότερο σφάλμα σε σχέση με τη μέθοδο των ερωτηματολογίων. Σε κάθε περίπτωση, εξακολουθεί να είναι καθοριστική η επιλογή των πρωτογενών πληροφοριών που διαμορφώνουν τη δομή της αναπαράστασης, καθώς μια κοινότητα γνώσης αποτελείται από πολυεπίπεδες δικτυακές διαστρωματώσεις¹⁹ (δίκτυο συνεργασίας, δίκτυο επικοινωνίας, δίκτυο ελέγχου κ.α.), οι οποίες δεν είναι εφικτό να αποτυπωθούν στο σύνολο τους σε μια αναπαράσταση. Τα πρώτα παραδείγματα της παραπάνω μεθόδου που αφορούν μεγάλης κλίμακας δίκτυα (όχι μόνο συνεργατικά), είναι η αναπαράσταση του δικτύου αναφορών στις επιστημονικές δημοσιεύσεις ενός συγκεκριμένου πεδίου²⁰, της τοπολογίας ενός τμήματος του Διαδικτύου²¹ κ.α.. Όσον αφορά την επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων, είναι προφανές πως είναι αδύνατον να γίνει μέσω της οπτικής αντίληψης της «μεγάλης» εικόνας αυτών των σχηματισμών, αλλά πλέον χρησιμοποιούνται στατιστικές μέθοδοι. Σε δίκτυα δεκάδων χιλιάδων ατόμων δεν έχουν νόημα ερωτήματα του τύπου ποιός κόμβος είναι πιο καθοριστικός για τη λειτουργία του «οικοσυστήματος», μιας και κανένας κόμβος δεν επηρεάζει από μόνος του τόσο δραστικά τη λειτουργία της κοινότητας. Με τη στατιστική ανάλυση μπορούν να απαντηθούν ερωτήματα όπως, τι ποσοστό των κόμβων εάν αποκοπεί, θα επηρεάσει τη λειτουργικότητα του δικτύου; Η (εμπειρική)

¹⁹ Francesca Musiani, «Caring about the Plumbing: On the Importance of Architectures in Social Studies of (Peer to Peer) Technology», *Journal of Peer Production*, Vol. 1, 2012

²⁰ Derek J. de Solla Price, «Networks of Scientific Papers», *Science*, Vol. 149(3683), 1965, σσ.510-515.

²¹ Reka Albert, Hawoong Jeong, Albert-Laszlo Barabasi, «Diameter of the World-Wide-Web», *Nature*, Vol. 401, 1999, σσ.130.

αναλυτική κατεύθυνση της έρευνας θα αποτελέσει το αντικείμενο αυτής της ενότητας.

B. Η δεύτερη κατεύθυνση της έρευνας ακολουθεί την παράδοση των μαθηματικών και ειδικότερα της θεωρίας γραφημάτων και είναι κατεξοχήν συνθετική. Αντικείμενο της έρευνας, είναι η κατασκευή θεωρητικών γενετικών δικτυακών μοντέλων (generative network models) με σκοπό την κατανόηση του μηχανισμού ανάδυσης και της σημασίας των δομικών ιδιοτήτων του δικτυακού παραδείγματος. Απαραίτητη προϋπόθεση βέβαια, είναι ο προσδιορισμός πρώτα των δομικών ιδιοτήτων, το οποίο είναι αντικείμενο της αναλυτικής εμπειρικής μεθόδου που περιγράφηκε ανωτέρω. Η εμπειρική μέθοδος απαντάει στο ερώτημα *Τι* και τα θεωρητικά μοντέλα στοχεύουν στο να εξηγήσουν το *Πως*. Για παράδειγμα, είναι γνωστό από την εμπειρική μελέτη ότι σε ευρύ φάσμα πραγματικών κοινωνικών, τεχνολογικών και άλλων δικτύων σχηματίζονται σε συγκεκριμένη κατανομή υπερ-κόμβοι με πολύ μεγαλύτερο αριθμό συνδέσεων από τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου. Η συνθετική προσέγγιση θα «χτίσει» ένα θεωρητικό μοντέλο ανάπτυξης δικτύου, βασισμένο σε αξιωματικές παραδοχές οι οποίες θα πρέπει να παράγουν ένα δίκτυο που να εμφανίζει τις συγκεκριμένες ιδιότητες όσον αφορά τους υπερ-κόμβους. Συνήθως, οι αξιωματικές παραδοχές αφορούν bottom-up τοπικούς κανόνες αναπαραγωγής του δικτύου που αφορούν την εξέλιξη της συνδεσιμότητας του δικτύου σε μικροκλίμακα. Μια απλουστευτική περίπτωση τέτοιων κανόνων, είναι η αξιωματική παραδοχή ότι οι νέοι κόμβοι σε ένα δίκτυο συνδέονται σε έναν υφιστάμενο κόμβο αναλόγως του αριθμού των υφιστάμενων συνδέσεων του. Επομένως, είναι σαφές ότι οι δυο κατευθύνσεις της έρευνας είναι αλληλοσυμπληρωματικές στην κατανόηση της δομής και ανάπτυξης των δικτύων. Δεν είναι τυχαίο που η γένεση και των δύο κατευθύνσεων τοποθετείται χρονικά στη δεκαετία 50'-60' και όπως θα διαφανεί παρακάτω σε πολλά στάδια της έρευνας, η εξέλιξη ανάμεσα στη θεωρητική και την εμπειρική διάσταση ήταν αλληλένδετη. Η έρευνα στην κατεύθυνση των *θεωρητικών γενετικών δικτυακών μοντέλων* θα αποτελέσει το αντικείμενο της επόμενης ενότητας (II.Δ).

Όσον αφορά τις δομικές ιδιότητες που έχουν αναδειχθεί από την εμπειρική μελέτη πραγματικών δικτύων, οι κυριότερες αφορούν: το είδος της κατανομής

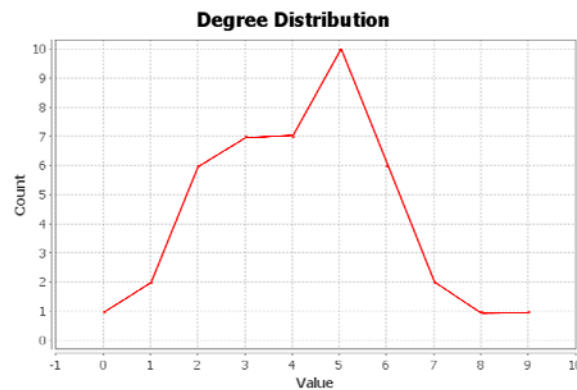
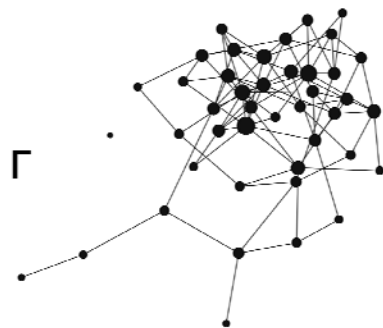
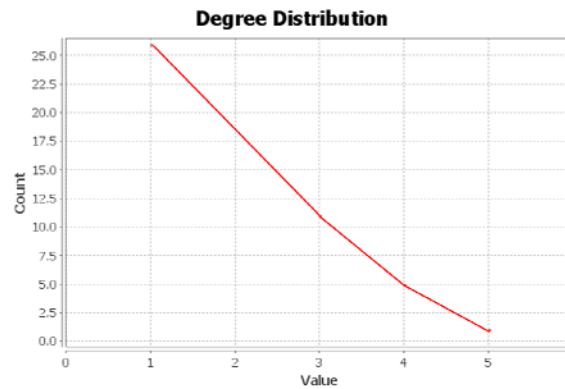
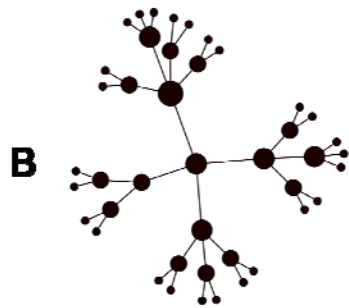
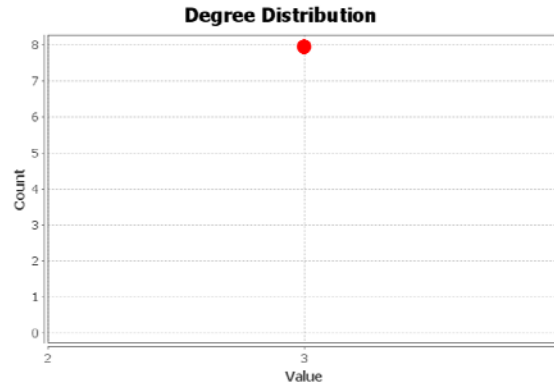
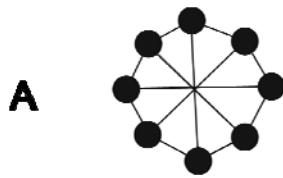
βαθμών και τη δημιουργία υπερ-κόμβων (hubs), το μήκος του γεωδαιτικού μονοπατιού και το φαινόμενο του μικρού κόσμου (small-world effect) και το σχηματισμό συνεκτικών υποσυνόλων του δικτύου (community structure). Από τις παραπάνω ιδιότητες, σχεδόν μόνο το φαινόμενο του μικρού κόσμου έχει αναδειχθεί με τα κλασσικά εργαλεία (ερωτηματολόγια) της επιστήμης της κοινωνιολογίας, ενώ οι υπόλοιπες ιδιότητες έχουν προκύψει από την προσομοίωση και ανάλυση μεγάλης κλίμακας δικτύων με σύγχρονα μέσα. Επιπλέον, πολλές ιδιότητες όπως η κατανομή βαθμών και η ανάδυση υπερ-κόμβων έχουν παρατηρηθεί σε πολλά πραγματικά δίκτυα με ευρύ φάσμα αντικειμένου (WWW, φυσική υποδομή διαδικτύου, επιστημονικές αναφορές κ.α.)

Κατανομή βαθμών

Μια από τις πιο βασικές μετρικές ιδιότητες των δικτύων, καθώς σχετίζεται και με άλλες έννοιες (π.χ. κεντρικότητα) είναι ο βαθμός κάθε κόμβου του δικτύου, δηλαδή ο αριθμός των συνδέσεων του με άλλους κόμβους. Ο μέσος βαθμός ενός δικτύου είναι ένα απλουστευτικό μέτρο, αντίστοιχο της πυκνότητας, ως ένδειξη για το γενικό επίπεδο συνδεσιμότητας του δικτύου. Ο μέσος βαθμός όμως, δεν περιέχει πληροφορία για την διακύμανση των βαθμών του δικτύου. Στην πραγματικότητα, για την κατανόηση της δομής ενός κοινωνικού δικτύου είναι απαραίτητο το πλήρες εύρος της κατανομής των βαθμών όλων των κόμβων του δικτύου. Η κατανομή των βαθμών είναι ένα ιστόγραμμα (γραφική παράσταση) που στην οριζόντια στήλη απεικονίζονται οι βαθμοί και στην κατακόρυφη ο αριθμός των κόμβων σε απόλυτο μέγεθος ή ως ποσοστό επί του συνόλου. Με άλλα λόγια, η κατανομή βαθμών έχει και στατιστική διάσταση, δεδομένου ότι περιέχει την πληροφορία για την πιθανότητα εφόσον επιλεγεί ένας τυχαίος κόμβος να έχει έναν συγκεκριμένο βαθμό. Σε κάθε περίπτωση, η κατανομή των βαθμών δεν περιέχει το σύνολο της πληροφορίας για τη δομή ενός δικτύου. Χαρακτηριστικά, μπορούν να υπάρξουν περισσότερα του ενός δίκτυα με πανομοιότυπη κατανομή βαθμών.

Για ποιο λόγο όμως, η κατανομή των βαθμών είναι τόσο σημαντική στην κατανόηση της λειτουργίας των κοινωνικών και συνεργατικών δικτύων; Αναλύοντας τρεις χαρακτηριστικές δομές θα γίνει συγκριτικά κατανοητό, γιατί η κατανομή βαθμών διαφοροποιεί το κατανεμημένο δικτυακό παράδειγμα από τις

άλλες μορφές οργάνωσης της γνώσης ή των ανθρώπινων πόρων (εικόνα 12). Σε ένα κανονικοποιημένο δίκτυο κάθε κόμβος έχει τον ίδιο βαθμό και ως εκ τούτου δεν υπάρχει η έννοια της κατανομής. Σε μια ιεραρχική οργάνωση, με εξαίρεση τα κατώτερα και τα ανώτερα μέλη της ιεραρχίας, τα υπόλοιπα μέλη έχουν ανεξαρτήτως θέσης τον ίδιο περίπου αριθμό άμεσων προϊσταμένων και υφισταμένων, με αποτέλεσμα η κατανομή των βαθμών να είναι σχετικά ομοιόμορφη. Όταν σε ένα γράφημα οι συνδέσεις μεταξύ των κόμβων γίνονται τυχαία, τότε η κατανομή των βαθμών που προκύπτει ακολουθεί σε γενικές γραμμές τον κανόνα Poisson, δηλαδή υπάρχει ετερογένεια στη συνδεσιμότητα των κόμβων, αλλά γενικά δεν υπάρχουν πάρα πολύ μεγάλες διακυμάνσεις άνω και κάτω του μέσου βαθμού.



εικόνα 12: A) κανονικό γράφημα, B) ιεραρχική δομή, Γ) δίκτυο με τυχαίες συνδέσεις. Το μέγεθος των κόμβων σε όλες τις περιπτώσεις είναι ανάλογο του βαθμού τους. Το κοινό χαρακτηριστικό και των τριών παραδειγμάτων είναι οι μηδενικές ή σχετικά μικρές διακυμάνσεις στην συνδεσιμότητα μεταξύ των κόμβων του ίδιου παραδείγματος το οποίο είναι εμφανές από τη μικρή διαφοροποίηση στο μέγεθος των κόμβων. Ενδεικτικά οι μέσοι βαθμοί συνδεσιμότητας ανά γράφημα είναι: A) 3, B) 2, Γ) 4. Η περαιτέρω ποσοτική ανάπτυξη και των τριών παραδειγμάτων δε μεταβάλλει ουσιαστικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της παρατήρησης. (Επεξεργασία στο λογισμικό δικτυακής ανάλυσης Gephi)

Δεδομένου ότι τόσο τα κανονικά, όσο και τα τυχαία γραφήματα αποτελούν θεωρητικές κατασκευές, σημασία έχει η εμπειρική ανάλυση πραγματικών δικτύων για την επιβεβαίωση των παραπάνω μοντέλων. Ο Price πρώτος παρατήρησε το 1965²², αναλύοντας πραγματικά δίκτυα επιστημονικών δημοσιεύσεων, ότι η κατανομή των βαθμών ακολουθούσε τον κανόνα Pareto (power law). Από τη σχετική βιβλιογραφία^{23 24} όσο και από την ανάλυση της κοινότητας της PERL²⁵ (εικόνα 13) αποδεικνύεται ότι αντίστοιχη μορφή έχει και η κατανομή των κοινοτήτων ομότιμης παραγωγής και ειδικότερα των κοινοτήτων προγραμμάτων ανοικτού κώδικα. Αναλυτικά, σύμφωνα με την κατανομή power law (εικόνα 14), ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό των κόμβων έχει 1, 2 ή 3 συνδέσεις με άλλους κόμβους, ένα μικρό αλλά υπολογίσιμο ποσοστό των κόμβων έχει πολύ μεγάλο αριθμό συνδέσεων. Οι πιο διασυνδεδεμένοι κόμβοι ονομάζονται υπερκόμβοι (hubs). Ο ρόλος τους στα συνεργατικά δίκτυα, όσο και ο μηχανισμός ανάδυσής τους, θα αναδειχθεί σε επόμενα κεφάλαια. Η διαφορά της συνδεσιμότητας των hubs από το μέσο βαθμό είναι πολύ μεγάλη και δεν μπορεί να συγκριθεί με τις διακυμάνσεις που παρουσιάζουν τα τυχαία ή τα κανονικά δίκτυα. Συνεπώς, η συνδεσιμότητα στη μικροκλίμακα των συνεργατικών δικτύων διαμορφώνεται με bottom-up διεργασίες οι οποίες δεν είναι τυχαίες, αλλά στηρίζονται σε τοπικούς κανόνες²⁶ που απο κάποιο σημείο και έπειτα δημιουργούν ασυνήθιστα υψηλά επίπεδα ετερογένειας σε σχέση με τις υπόλοιπες δομές οργάνωσης. Νεότερες αναλύσεις πραγματικών δικτύων σε πολλούς τομείς (δίκτυα e-mails, φυσική υποδομή διαδικτύου, ψηφιακή υποδομή διαδικτύου,

²² Derek J. de Solla Price, *οπ.αν.*

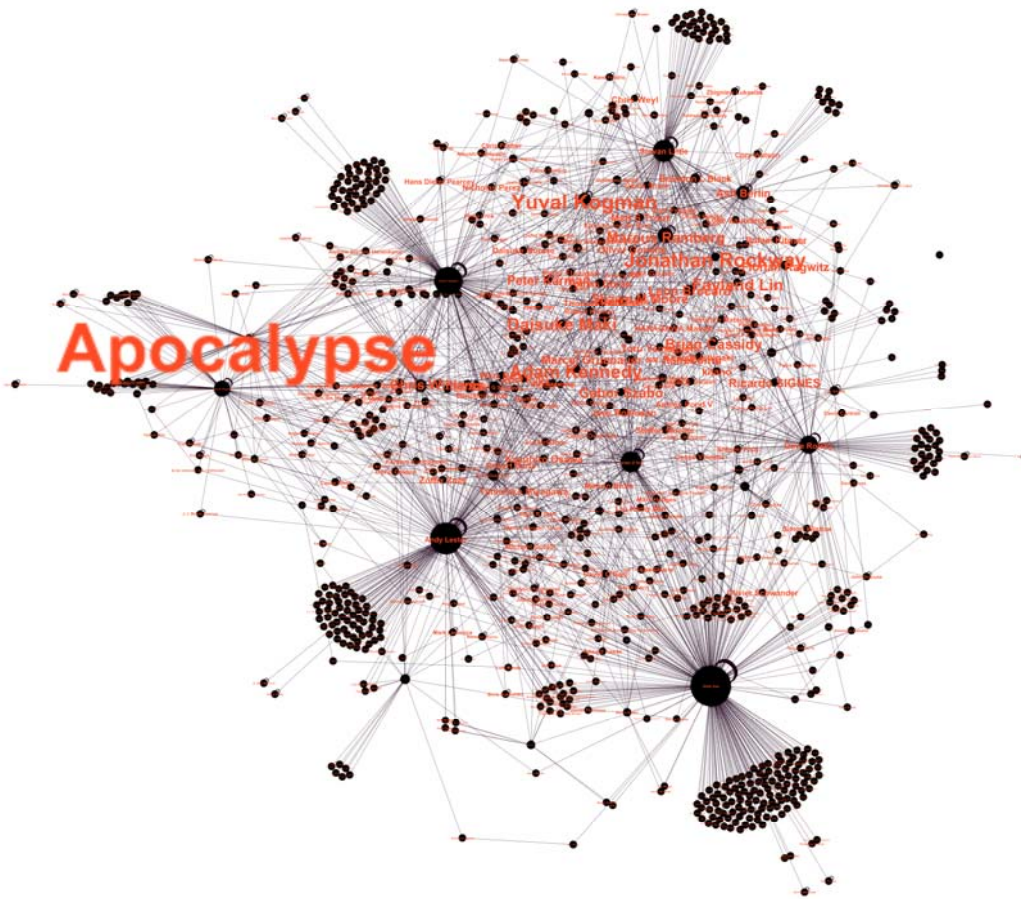
²³ Oliver Arafat, Dirk Riehle, «The Commit Size Distribution of Open Source Software», *HICSS-42*, IEEE Press, 2009

²⁴ Gregory Madey et al., «Modelling the Free/Open Source Software Community: A Quantitative Investigation», στο Stefan Koch (eds.), *Free/Open Source Software Development*, IGI, 2005, σσ.203-222.

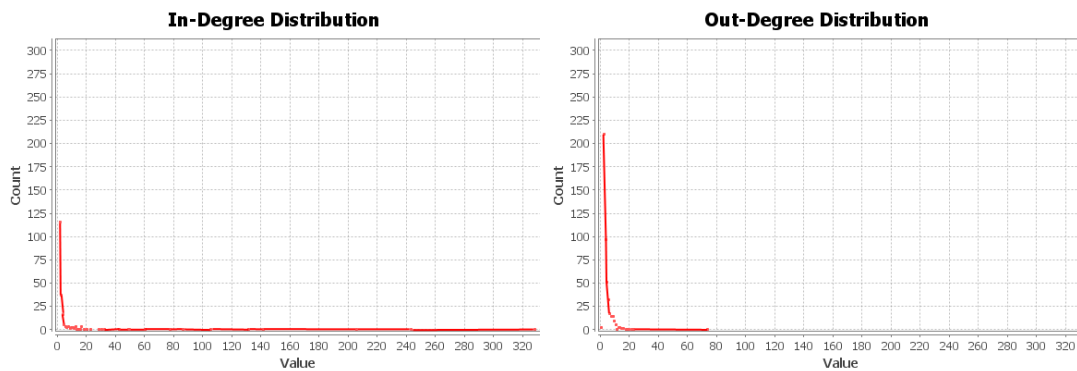
²⁵ PERL είναι τα αρχικά του «Practical Extraction and Reporting Language» και είναι μια γλώσσα προγραμματισμού ανοικτού κώδικα.

²⁶ Η ανάπτυξη των κοινοτήτων γνώσης στηρίζεται σε τοπικούς κανόνες με τον ίδιο τρόπο που ένα σμήνος σχηματίζεται απο τοπικούς κανόνες αλληλεπίδρασης. Άλλωστε στο πλαίσιο της συγκριτικής εξέτασης της μορφής της κατανομής βαθμών είναι σαφής η διαφοροποίηση ανάμεσα στα συστήματα που στηρίζονται στην τυχειότητα και αυτά που δομούνται στη βάση της αυτοοργάνωσης.

δίκτυο ηθοποιών-ταινιών κ.α.) αποδεικνύουν την ύπαρξη κατανομής βαθμών με παρόμοια μορφή (power law) σε ευρύ φάσμα δικτύων.



εικόνα 13: Δικτυακή αναπαράσταση της κατανεμημένης συνεργατικής δομής της κοινότητας ανάπτυξης της PERL. Η κοινότητα αποτελείται από 840 μέλη (κόμβους). Το δίκτυο είναι κατευθυνόμενο όπως όλα τα συνεργατικά δίκτυα. Το μέγεθος κάθε κόμβου είναι ανάλογο των συνδέσεων που καταλήγουν σε αυτόν δηλαδή του πλήθους των επεξεργασιών-τροποποιήσεων που έχουν συντελεστεί από άλλους κόμβους στα modules γνώσης που έχει δημιουργήσει ο συγκεκριμένος κόμβος. Αντίστοιχα το μέγεθος των nicknames κάθε μέλους εκφράζει τις συνδέσεις που εκκινούν από τον συγκεκριμένο κόμβο δηλαδή το πλήθος των επεξεργασιών που έχει ολοκληρώσει το συγκεκριμένο μέλος σε modules γνώσης που έχουν παραχθεί από άλλους χρήστες. Αξίζει η παρατήρηση ότι οι δυο ιδιότητες που περιγράφηκαν ανωτέρω δεν συνυπάρχουν σε υπερθετικό βαθμό σχεδόν σε κανένα από τα εξέχοντα μέλη της κοινότητας. Με άλλα λόγια τα μέλη με το μεγαλύτερο όγκο τροποποιήσεων γνώσης που έχει παραχθεί από άλλα μέλη δεν έχουν μεγάλο όγκο γνώσης που έχει παραχθεί πρωτογενώς από τα ίδια. Το παράδειγμα είναι αποκαλυπτικό για την ουσία της διανυσματικής διάστασης της συνεργασίας που αναλύθηκε στην αρχή του κεφαλαίου. (Δεδομένα: < <http://cran-explorer.org/> >, τελευταία επίσκεψη: 10/11/2016, Επεξεργασία στο λογισμικό δικτυακής ανάλυσης Gephi)



εικόνα 14: Κατανομές βαθμών των μελών της κοινότητας ανάπτυξης της PERL. Οι κατανομές τόσο των εισερχόμενων όσο και των εξερχόμενων βαθμών των κόμβων ταυτίζονται με τον κανόνα Pareto (power law) και είναι ποιοτικά διαφοροποιημένες από τις κατανομές του κανονικοποιημένου, ιεραρχικού και τυχαίου δικτυακού παραδείγματος. Είναι χαρακτηριστικό το πολύ μεγάλο εύρος διακύμανσης της συνδεσιμότητας μεταξύ των μελών της κοινότητας. Ενα πολύ μικρό ποσοστό των μελών συνεργάζεται με πάνω από 320 από τα συνολικά 840 μέλη ενώ ένα ευρύ ποσοστό έχει συνεργαστεί με λιγότερα από 10 μέλη. Εάν δεχτούμε μια κάποια βαθμού αντιστοιχία ανάμεσα στις σχέσεις συνεργασίας και την παραγωγικότητα τότε σε κάποιον ιεραρχικό μοντέλο οργάνωσης δεν θα ήταν αποδεκτά αυτά τα επίπεδα ετερογένειας. (Δεδομένα: < <http://cran-explorer.org/> >, τελευταία επίσκεψη: 10/11/2016, Επεξεργασία στο λογισμικό δικτυακής ανάλυσης Gephi)

Small World Phenomenon

Ο ψυχολόγος Stanley Milgram διεξήγαγε τη δεκαετία του 60' ένα ασυνήθιστο κοινωνικό πείραμα που τα αποτελέσματα του στα κοινωνικά δίκτυα είναι γνωστά ως το φαινόμενο του μικρού κόσμου. Ο Milgram ενδιαφερόταν να ποσοτικοποιήσει την τυπική απόσταση μεταξύ των κόμβων σε πραγματικά κοινωνικά δίκτυα. Ήδη στον Milgram ήταν γνωστό²⁷ αυτό που ήθελε να επιβεβαιώσει και εμπειρικά, ότι δηλαδή για τα περισσότερα ζεύγη κόμβων στην πλειονότητα των δικτύων η απόσταση μεταξύ τους είναι ασυνήθιστα μικρή σε σχέση με το μέγεθος του δικτύου. Το πείραμα περιελάμβανε την αποστολή 96 πακέτων σε πολίτες της πολιτείας Νεμπράσκα, η επιλογή των οποίων είχε γίνει τυχαία από τον τηλεφωνικό κατάλογο. Τα πακέτα περιείχαν ένα διαβατήριο και ζητούσαν στους παραλήπτες να το παραδώσουν σε ένα χρηματιστή στην πολιτεία της Μασαχουσέτης για τον οποίο ήταν γνωστό το όνομα και η διεύθυνση του. Ωστόσο, δεν μπορούσαν να το ταχυδρομήσουν στη διεύθυνση του παραλήπτη, αλλά να το αποστείλουν σε όποιο γνωστό τους πρόσωπο μέσω του

²⁷ Marc E. J. Newman, Networks An Introduction, New York: Oxford University Press, 2010, σσ.54-55.

οποίου και με την ίδια διαδικασία θεωρούσαν ότι θα μπορούσε να φθάσει στον παραλήπτη με τον συντομότερο δρόμο. Για παράδειγμα, θα μπορούσαν να το στείλουν σε κάποιο γνωστό τους στην Μασαχουσέτη ή στο Χρηματιστήριο. Θεωρητικά, η διαδοχική αποστολή του διαβατηρίου εκφράζει την γεωδαιτική απόσταση ανάμεσα στον αρχικό αποστολέα και στον τελικό παραλήπτη εντός ενός πραγματικού κοινωνικού δικτύου. Στην πράξη, η διαδρομή του διαβατηρίου δεν ακολουθεί την ελάχιστη απόσταση, καθώς η βήμα-βήμα διαδρομή βασίζεται στην τοπική αντίληψη του δικτύου κάθε κόμβου και όχι σε κάποια γενική χαρτογράφηση. Τελικά, από τα 96 πακέτα του πειράματος τα 18 έφθασαν στον προορισμό τους. Η μέση απόσταση των διαδρομών ήταν 5,9 βήματα. Από εκεί προκύπτει η διάσημη εικασία ότι δυο οποιαδήποτε άτομα στον κόσμο απέχουν μόνο 6 βήματα (six degrees of separation).

Παρά το γεγονός ότι οι παραδοχές του πειράματος το καθιστούν σε μεγάλο βαθμό προσεγγιστικό, εντούτοις είναι αποδεκτό πλέον ότι σε πολλές κατηγορίες δικτύων και ειδικότερα στα κοινωνικά δίκτυα, οι κόμβοι τείνουν γενικά να συνδέονται με πολύ σύντομες διαδρομές. Το μήκος των διαδρομών ενός δικτύου σε σχέση με το μέγεθος του, είναι σημαντικό μέτρο για την απόδοση και την λειτουργία του. Αξιοσημείωτο είναι, ότι από την έρευνα που έκανε ο Milgram στις επιτυχείς διαδρομές, οι περισσότερες από αυτές φθάνουν στον τελικό παραλήπτη μέσω τριών μόνο επαφών του. Αυτές οι επαφές έχουν την δομή των υπερκόμβων που περιγράφηκαν στην κατανομή βαθμών κατά Pareto ή έχουν υψηλή ενδιάμεση κεντρικότητα. Πρόσφατα παραδείγματα παρόμοιων πειραμάτων με e-mail αντί για ταχυδρομείο, είχαν σε γενικές γραμμές παρόμοια αποτελέσματα όσον αφορά την απόσταση μεταξύ αρχικού αποστολέα και τελικού παραλήπτη. Συμπερασματικά, στα δίκτυα που εμφανίζουν το φαινόμενο του μικρού κόσμου, οι αποστάσεις εντός του δικτύου τείνουν να αυξάνονται με βραδύτερους ρυθμούς από ότι το μέγεθος του δικτύου, λόγω της δομής των συνδέσεων. Ειδικότερα, όσον αφορά τα δίκτυα ομότιμης παραγωγής αξίζει να αναφερθεί ότι στο παράδειγμα που εξετάστηκε (κοινότητα ανάπτυξης της PERL) η διάμετρος του δικτύου είναι 9 συνδέσεις, ενώ ο μέσος όρος των γεωδαιτικών μονοπατιών ανάμεσα σε όλα τα μέλη είναι 4,35 συνδέσεις, οι οποίες είναι εξαιρετικά μικρές αποστάσεις εάν ληφθεί υπόψιν ότι η κοινότητα αριθμεί 840 μέλη.

Modularity – Components – Cores - Cliques

Έχει εμπειρικά παρατηρηθεί ότι τα περισσότερα κοινωνικά δίκτυα έχουν κατανομημένη δομή κοινοτήτων, δηλαδή το συνολικό δίκτυο αποτελείται από επιμέρους μικρότερης κλίμακας συνεκτικές δικτυακές οντότητες. Η συγκρότηση των κοινωνικών δικτύων στη βάση συνεκτικών άτυπων υπο-ομάδων είναι κεντρική θεωρητική κατασκευή των πρώτων εμπειρικών αναλύσεων κοινωνικών δικτύων στο πλαίσιο ανθρωπολογικών ερευνών που έγιναν κατά τη δεκαετία του 30²⁸. Ένας βασικός στόχος της ανάλυσης πραγματικών κοινωνικών δικτύων είναι η αποκωδικοποίηση και ερμηνεία της υποδιαίρεσης του δικτύου σε υπο-ομάδες. Η συγκρότηση συνεκτικών υπο-ομάδων μπορεί, είτε να βασίζεται σε άτυπες κοινωνικές σχέσεις ή σε τυπική κοινωνική δομή και ιεραρχία. Στη δεύτερη περίπτωση, η δομή του δικτύου έχει κεντρικό σχεδιασμό καθώς επιβάλλεται από πάνω προς τα κάτω και συνεπώς δεν έχει ερευνητικό ενδιαφέρον, καθώς συνήθως είναι εμφανής. Οι κοινότητες γνώσης που αποτελούν το αντικείμενο αυτής της έρευνας, όπως θα αναλυθεί και σε επόμενα κεφάλαια, συγκροτούνται στη βάση άτυπων σχέσεων και bottom-up διεργασιών. Συνεπώς, η αποκρυστάλλωση των επιμέρους υπο-ομάδων δεν είναι πάντα ορατή όπως και η ερμηνεία τους.

Ο βαθμός στον οποίο ένα σύστημα δομείται από επιμέρους κοινότητες εκφράζεται από το μέτρο του δείκτη modularity. Γενικά, υπάρχουν δύο διαφορετικές αλλά σε κάποιο βαθμό συμπληρωματικές λογικές υποδιαίρεσης του δικτύου σε ομάδες. Το στοιχείο που τις διαφοροποιεί είναι εάν το κριτήριο της διαίρεσης είναι οι ιδιότητες των κόμβων (attributes) ή τα σχεσιακά δεδομένα (relational data) που δομούν το δίκτυο.

A. Στην πρώτη περίπτωση η διαίρεση γίνεται βάση εξωγενών δεδομένων, δηλαδή πληροφορίας που δεν προκύπτει από τη δομή του δικτύου αλλά εισάγεται από τον ερευνητή προκειμένου να επιβάλλει μια τεχνητή διαίρεση του δικτύου. Σε αυτή την περίπτωση η διαίρεση του δικτύου σε επιμέρους διακριτές

²⁸ Ενδεικτικά η μελέτη των κοινωνικών σχέσεων και των άτυπων υπο-ομάδων στην πόλη Newburyport (Yankee city) από τον William Lloyd Warner ή των άτυπων σχέσεων στο εργοστάσιο Hawthorne από τον Elton Mayo. Αργότερα το 1948 αντίστοιχες μελέτες έγιναν για την ανάλυση των δικτύων επισκεψιμότητας ανάμεσα σε δύο χωριά στην περιοχή Turrialba της Costa Rica.

ομάδες μπορεί να γίνει μόνο βάση ιδιοτήτων με διακριτές τιμές. Για παράδειγμα, δεν μπορεί να γίνει κανενός είδους διαίρεση του δικτύου βάση ιδιοτήτων με συνεχείς τιμές όπως η ηλικία των μελών της κοινότητας, ο χρόνος συμμετοχής στην κοινότητα κ.α. Συνήθως, η διαίρεση της κοινότητας με βάση εξωγενείς (μη δομικές) παραμέτρους γίνεται από τον ερευνητή για να ερμηνεύσει συγκριτικά την μορφή της δομικής, φυσικής διαίρεσης του δικτύου.

Β. Η δομική διαίρεση του δικτύου σε υπο-ομάδες δεν είναι πάντα εμφανής, παρά το γεγονός ότι προκύπτει από την ίδια τη δομή του δικτύου. Σε δίκτυα με δεκάδες χιλιάδες κόμβους δεν είναι δυνατή η οπτική αναγνώριση των υπο-ομάδων που απαρτίζουν το δίκτυο. Οι μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί για αυτό το σκοπό είναι τόσες όσες περίπου και οι ονομασίες που έχουν δοθεί στις επιμέρους υπο-ομάδες (components, cores, cliques, clusters). Δεδομένου ότι κάθε μέθοδος έχει διαφορετικό τεχνικό και θεωρητικό υπόβαθρο αναλύονται παρακάτω οι βασικότερες:

Components

Η λογική διαίρεσης του δικτύου σε στοιχεία (components) βασίζεται στην ιδιότητα της συνδεσιμότητας. Η κάθε συνιστώσα ορίζεται ως το μέγιστο σύνολο των κόμβων για τους οποίους υπάρχει σύνδεση από τον ένα κόμβο στον άλλο, διατρέχοντας κόμβους που βρίσκονται αποκλειστικά εντός των ορίων του στοιχείου. Συνεπώς, ένα δίκτυο στο οποίο όλοι οι κόμβοι συνδεούνται άμεσα ή έμμεσα αποτελείται από ένα στοιχείο. Στην περίπτωση των κατευθυνόμενων δικτύων στα οποία περιλαμβάνονται και τα δίκτυα κοινοτήτων Π.Α.Κ., τα στοιχεία διαφοροποιούνται σε ισχυρά (strong component) και ασθενή (weak component) βάση του αν οι συνδέσεις που ορίζουν τα components διατηρούν ή όχι την κατεύθυνση τους αντίστοιχα. Η τεχνική διάσταση του αλγορίθμου βάση του οποίου υπολογίζονται τα στοιχεία και οι λοιπές υπο-ομάδες δεν προσφέρει στην κατανόηση της δομής των δικτύων και δε θα αναλυθούν στο πλαίσιο της παρούσας. Στο παράδειγμα της κοινότητας ανάπτυξης της PERL διακρίνεται ο σχηματισμός 11 επιμέρους ομάδων – στοιχείων βάση της κατευθυντικότητας των σχέσεων συνεργασίας (εικόνα 15). Η διάρθρωση τόσο της κοινότητας, όσο και των

κοινών από επιμέρους components²⁹ είναι καθοριστική για τη λειτουργία της ομότιμης παραγωγής.

Cores και Cliques

Οι πυρήνες (cores) είναι δομικά μέρη των στοιχείων (components) και ορίζονται βάση του ελάχιστου βαθμού ενός υποσυνόλου κόμβων που εντάσσεται σε ένα component. Ένα υποσύνολο ορίζεται ως $3k$ -core εάν όλοι οι κόμβοι έχουν βαθμό 3 και πάνω, $4k$ -core εάν έχουν βαθμό 4 και πάνω κ.ο.κ. Το υποσύνολο clique ορίζεται βάση της πυκνότητας ενός τμήματος του δικτύου. Αναλυτικά, περιγράφεται ως το σύνολο σημείων για το οποίο υπάρχει άμεση σύνδεση ανάμεσα σε κάθε πιθανό ζεύγος σημείων και δεν τέμνεται με άλλη κλίκα. Τόσο οι πυρήνες, όσο και οι κλίκες είναι εργαλεία εντοπισμού τμημάτων μεγαλύτερης συνεκτικότητας εντός των στοιχείων.

²⁹ Steven Weber, *The Success of Open Source*, Cambridge MA: Harvard University Press, 2004, σσ.59-60.



εικόνα 15: Υπολογιστική ανάλυση της συγκρότησης από επιμέρους ομάδες - στοιχεία της κοινότητας ανάπτυξης της γλώσσας προγραμματισμού PERL. Κάθε χρώμα αντιπροσωπεύει ένα διαφορετικό στοιχείο.

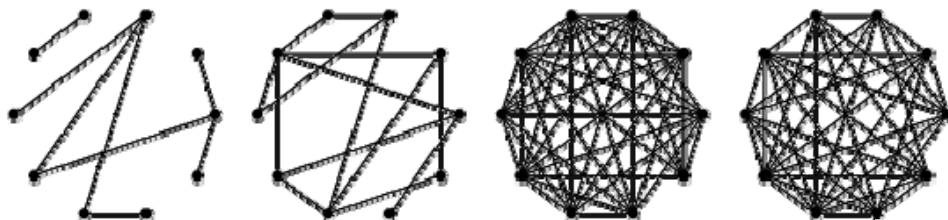
(Δεδομένα: < <http://cran-explorer.org/> >, τελευταία επίσκεψη: 10/11/2016, Επεξεργασία στο λογισμικό δικτυακής ανάλυσης Gephi)

II.Δ GENERATIVE NETWORK MODELS

Μετά την ανάλυση στην προηγούμενη ενότητα των βασικών σημείων της συνεισφοράς της εμπειρικής ανάλυσης στην κατανόηση των δικτύων, είναι σκόπιμη η αναφορά των βασικών θεωρητικών γενετικών δικτυακών μοντέλων (generative network models) που έχουν κατασκευαστεί μέχρι σήμερα, καθώς η πορεία των δυο κατευθύνσεων εν πολλοίς είναι συμπληρωματική. Επιπλέον, τα θεωρητικά δικτυακά μοντέλα που περιγράφονται σε χρονολογική σειρά είναι ενδεικτικά της εξέλιξης της συνθετικής αντίληψης των δικτύων από την επιστημονική κοινότητα.

Erdős–Rényi Model (1959, 1960)

Το κατασκευαστικό μοντέλο των Erdős–Rényi³⁰ ανήκει στην ευρύτερη κατηγορία των equilibrium networks. Τα equilibrium networks χαρακτηρίζονται από τον προκαθορισμένο αριθμό κόμβων και είναι ενδεικτικά της στατικής αντίληψης των δικτυακών δομών. Ο αλγόριθμος κατασκευής του δικτύου επιλέγει τυχαία δύο κόμβους από το σύνολο των διαθέσιμων, τους οποίους εν συνεχεία συνδέει (εικόνα 16). Η κατανομή των βαθμών των κόμβων ακολουθεί τον κανόνα Poisson και δεν παρουσιάζει μεγάλο εύρος. Το δίκτυο μπορεί να χαρακτηριστεί συνεκτικό, μόνο μετά από ένα πεπερασμένο αριθμό συνδέσεων. Γενικά, στην τοπική μικροκλίμακα κατασκευάζει δενδροειδείς συνδέσεις χωρίς να σχηματίζει τριαδικούς βρόγχους (clustering). Βέβαια, ο δεδομένος αριθμός κόμβων συνεπάγεται πεπερασμένο αριθμό συνδέσεων και ως εκ τούτου, το δίκτυο από κάποιο χρονικό σημείο και έπειτα θεωρείται όχι μόνο συνεκτικό, αλλά πλήρες και παρουσιάζει τριαδικούς βρόγχους.

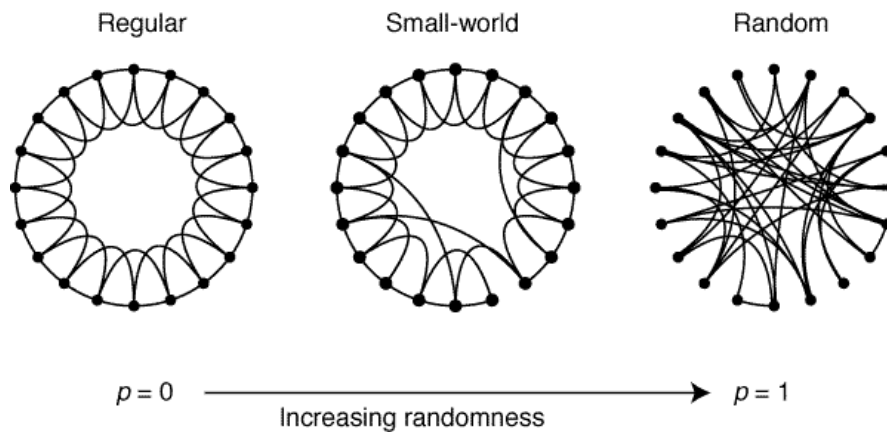


εικόνα 16: Erdős–Rényi Model, (Πηγή: <<http://mathworld.wolfram.com/RandomGraph.html>>, τελευταία επίσκεψη: 10/11/2016)

³⁰ Sergey N. Dorogovtsev, Jose F.F. Mendes, *Evolution of Networks: From Biological Nets to the Internet and WWW*, New York: Oxford University Press, 2003, σσ.22.

Watts - Strogatz Model (1998)

Και το μοντέλο των Watts – Strogatz³¹ θεωρείται δίκτυο που εξελίσσονται οι συνδέσεις, ενώ ο αριθμός των κόμβων παραμένει αμετάβλητος. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός πως το W-S μοντέλο είναι μια τομή του E-R μοντέλου και των κανονικών n -διάστατων δομών (regular lattice) (**εικόνα 17**). Οι περισσότερες ιδιότητες προσομοιάζουν με αυτές του E-R μοντέλου, με εξαίρεση την ύπαρξη τριαδικών βρόγχων λόγω της υψηλής συνδεσιμότητας στην τοπική μικροκλίμακα που είναι χαρακτηριστικό των κανονικών n -διάστατων δομών.



εικόνα 17: Watts - Strogatz Model, (Πηγή:

<<http://www.nature.com/nature/journal/v393/n6684/full/393440a0.html#B1>>, τελευταία επίσκεψη: 10/11/2016)

Barabasi – Albert Model (1999)

Το μοντέλο των Barabasi και Albert³² ορίζει την κατηγορία των non-equilibrium networks και είναι η πρώτη απόπειρα να περιγραφεί η εξέλιξη και η μεταβολή του δικτυακού παραδείγματος ως μια ανοιχτή δυναμική δομή. Το αρχικό B-A μοντέλο χαρακτηρίζεται από δύο βασικές αρχές. Πρώτη είναι η δημιουργία νέων κόμβων και συνδέσεων σε κάθε βήμα του αλγορίθμου, δηλαδή η συνεχής ανάπτυξη του δικτύου. Δεύτερον, το βασικότερο χαρακτηριστικό του μοντέλου των Barabasi - Albert είναι ο μηχανισμός που περιγράφει τη σύνδεση κάθε νέου κόμβου με τους υφιστάμενους. Η πιθανότητα διασύνδεσης κάθε νέου κόμβου με τους υφιστάμενους είναι ανάλογη του βαθμού τους, δηλαδή της συνδεσιμότητας

³¹ στο ίδιο, σσ.22-23.

³² στο ίδιο, σσ.23.

τους³³. Επομένως οι καλά διασυνδεδεμένοι κόμβοι τείνουν να διατηρούν και να αυξάνουν τη συνδεσιμότητα τους. Το αποτέλεσμα από την εφαρμογή αυτής της τοπικής αξιωματικής παραδοχής στη μεγάλη τοπολογική κλίμακα είναι κάποιοι κόμβοι να εμφανίζουν ασύγκριτα μεγαλύτερο αριθμό συνδέσεων από τους υπόλοιπους. Συγκεκριμένα, προκύπτει κατανομή βαθμών που ακολουθεί τον κανόνα power law και η οποία έχει παρατηρηθεί εμπειρικά σε πλήθος πραγματικών δικτύων συμπεριλαμβανομένων και των κοινοτήτων γνώσης. Αυτοί οι κόμβοι κατά τον Barabasi έχουν πρωτεύοντα ρόλο στη λειτουργία του δικτύου και ορίζονται ως hubs. Η ονομασία «scale-free networks» του μοντέλου των Barabasi και Albert πηγάζει από τη βασική διαφορά του σε σχέση με τα equilibrium networks, που είναι η υπο προϋποθέσεις σταθερή ανάδυση δομών τύπου hub ανεξαρτήτως μεγέθους (κλίμακας³⁴) και χρονικότητας. Η σταθερή ποιοτική μορφή της κατανομής βαθμών δε συνεπάγεται μια σταθερή δικτυακή γεωμετρία, αλλά μάλλον μια σταθερή τυπολογία τοπολογικών δομικών ιδιοτήτων που νοηματοδοτεί τα ανοικτά ερωτήματα που προκύπτουν από τη λειτουργία των ομότιμων δικτύων. Σε αντίθεση με τα scale-free δίκτυα, τα δίκτυα που περιγράφουν τα E-R και W-S μοντέλα έχουν μεταβαλλόμενες δομικές ιδιότητες, αναλόγως της χρονικής στιγμής της ανάπτυξής τους (π.χ. μη συνεκτικό, συνεκτικό, πλήρες). Επιπλέον, ενώ τα equilibrium networks (E-R, W-S) περιγράφουν τοπολογικές μεταβολές (σύναψη νέων συνδέσεων), δεν προβλέπουν την εισαγωγή νέων κόμβων και ως εκ τούτου δεν μπορούν να περιγράψουν στοιχειωδώς τη μεταβολή και την ανοικτή δομή των συνεργατικών δικτύων.

Ακόμα και αν τα scale-free δίκτυα περιγράφουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τους μηχανισμούς των συνεργατικών δικτύων και των κοινοτήτων γνώσης, εντούτοις το αρχικό μοντέλο που περιγράφηκε παραπάνω παρουσιάζει και αυτό εγγενείς αδυναμίες. Η κυριότερη εντοπίζεται στον τρόπο που περιγράφεται η τοπολογική μεταβολή. Η μεταβολή έγκειται στην προσθήκη νέων κόμβων και στη σύνδεση

³³ Ο μηχανισμός σύνδεσης των νέων κόμβων με υφιστάμενους βάση των βαθμών τους είναι γνωστός ως η αρχή της επιλεκτικής προσκόλλησης (preferential attachment) όπως ορίστηκε από τον Barabasi ή cumulative advantage από τον Price.

³⁴ Albert Barabasi, Reka Albert, «Emergence of scaling in random networks», *Science* 286, 1999, σσ.509–512

αυτών με υφιστάμενους. Όμως, σε ένα πραγματικό συνεργατικό δίκτυο μπορούν να συνάπτονται συνεργατικές σχέσεις και μεταξύ των υφιστάμενων μελών ή μπορεί υφιστάμενα μέλη της κοινότητας να εγκαταλείπουν τον κοινό σκοπό και να καθίστανται ανενεργά. Οι παραπάνω τοπικές μεταβολές δεν εκφράζονται από το βασικό B-A μοντέλο. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι το αρχικό B-A μοντέλο αποτυγχάνει να δημιουργήσει συνεκτικές δομές, δηλαδή δομικά τρίγωνα, ενώ η συνεκτικότητα είναι βασικό χαρακτηριστικό των περισσότερων πραγματικών δικτύων.

Διάφορες παραλλαγές του αρχικού μοντέλου έχουν αναπτυχθεί με σκοπό την κάλυψη των παραπάνω αδυναμιών. Το πιο γνωστό παράδειγμα είναι η κατασκευή ενός διευρυμένου μοντέλου από τον Barabasi που περιλαμβάνει όλο το φάσμα των τοπικών μεταβολών, το οποίο κατέδειξε τη σημασία της ανάπτυξης του δικτύου³⁵. Χαρακτηριστικά, απέδειξε ότι όταν η συρρίκνωση του δικτύου υπερβαίνει τις τάσεις ανάπτυξής του, τόσο σε επίπεδο κόμβων όσο και συνδέσεων, τότε η κατανομή κατά κανόνα power law τείνει να κανονικοποιείται και αντίστοιχα οι κόμβοι hub να ομογενοποιούνται³⁶. Όσον αφορά την έλλειψη συνεκτικότητας οι Dorogovtsev, Mendes, Samukhin³⁷ πρότειναν το 2011 ένα θεωρητικό μοντέλο που συνδυάζει την κατανομή βαθμών του A-B μοντέλου και τη συνεκτικότητα του W-S μοντέλου. Σε κάθε περίπτωση, τα scale-free δίκτυα με τις παραλλαγές τους περιγράφουν με μεγάλη πιστότητα πολλές εμπειρικά διαπιστωμένες ιδιότητες των ομοτίμων δικτύων.

³⁵ Reka Albert, Albert Barabasi, «Topology of Evolving Networks: Local Events and Universality», *Physical Review Letters* 85, 5234–5237, 2000, σσ.5234-5235

³⁶ Gourab Ghoshal et al., «Uncovering the role of Elementary processes in Network Evolution», *Scientific Reports*, 3:2920, 2013.

³⁷ Sergey N. Dorogovtsev, Jose F.F. Mendes, *οπ. αν.*, σσ.121-122.

III. __ ΝΟΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΜΕΤΡΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Στο πλαίσιο αυτού του κεφαλαίου θα συσχετιστεί η μετρική διάσταση των δικτύων που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο με θεωρητικές έννοιες και ανοικτά ερωτήματα, τα οποία συνδέονται με τις κοινότητες γνώσης και ειδικότερα με τις κοινότητες προγραμμάτων ανοικτού κώδικα. Ανοικτά ερωτήματα όσον αφορά τις κοινότητες γνώσης και γενικότερα τα καταναμημένα συστήματα οργάνωσης είναι η τοπολογική έκφραση της ηγεσίας και του ελέγχου συγκριτικά με τα κεντροποιημένα και ιεραρχικά συστήματα, η σημασία του πλήθους στη συγκρότηση της κοινότητας, οι μηχανισμοί ενσωμάτωσης της μεταβολής κ.α.. Πολλές φορές είναι δύσκολη η ανατομική εξέταση και ανάλυση του φαινομένου των συνεργατικών δικτύων, καθώς οι περισσότερες έννοιες συνδέονται σε τέτοιο βαθμό που είναι απαραίτητη μια ισορροπία μεταξύ εξειδίκευσης και γενίκευσης.

III.A ΗΓΕΣΙΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ

Τα συνεργατικά δίκτυα όπως αναφέρθηκε, είναι πολύ μεγάλης κλίμακας δυναμικά συστήματα στα οποία δεν υπάρχει κεντρικός σχεδιασμός, έλεγχος και ηγεσία με τον τρόπο που υπάρχει στις ιεραρχικές δομές. Το πλεονέκτημα των συνεργατικών δικτύων εντοπίζεται ακριβώς στη δομική διαφοροποίηση του δικτυακού παραδείγματος από τα κεντροποιημένα συστήματα. Πώς όμως είναι δυνατόν συστήματα αυτού του μεγέθους να συγκροτούνται, να αναπτύσσονται και να παραμένουν συνεκτικά χωρίς κεντρικό έλεγχο και συγκεκριμένη ιεραρχία; Η πλατφόρμα συνεργασίας των συνεργατικών δικτύων είναι στοιχείο ελέγχου; Οι υπερ-κόμβοι (hubs) είναι μια νέου τύπου ιεραρχία; Μπορεί να είναι ισότιμη η σχέση κόμβων με τόσο μεγάλες διαφορές; Οι κατευθυνόμενες σχέσεις μεταξύ των κόμβων δεν εκφράζουν μη ισότιμες σχέσεις; Μπορεί ένα σύστημα να έχει κόμβους με υψηλή κεντρικότητα χωρίς να είναι το ίδιο κεντροποιημένο; Στο πλαίσιο αυτής της ενότητας θα επιχειρηθεί η νοηματική ένταξη των τεχνικών ανάλυσης δικτύων στο περιβάλλον των κοινοτήτων Π.Α.Κ. και της ομότιμης παραγωγής, με έμφαση στον έλεγχο του δικτύου και στην ανάδυση ηγεσίας. Ο βαθμός ενός κόμβου, η κατανομή των βαθμών στο σύνολο του δικτύου, η έννοια

της κεντρικότητας και η διάμετρος του δικτύου, η έννοια της διανυσματικής σχέσης μεταξύ των κόμβων άπτονται των θεμάτων της ηγεσίας και του ελέγχου ενός συνεργατικού δικτύου.

Η διανυσματική διάσταση της συνεργασίας

Στην ενότητα της οντολογίας των δικτύων περιγράφηκαν οι διαφορές ανάμεσα στα κατευθυνόμενα ή διατεταγμένα και μη διατεταγμένα δίκτυα. Συστατικό στοιχείο άσκησης δύναμης στα ιεραρχικά συστήματα είναι η κατευθυντικότητα των σχέσεων που προσδιορίζει το υποκείμενο και το αντικείμενο της εξουσίας. Ένα τυπικό ιεραρχικό σύστημα όπως το οργανόγραμμα υφίσταται στη βάση, της από πάνω προς τα κάτω διοίκησης, ελέγχου και καταμερισμού εργασίας (κάθετη ιεραρχία). Τυπικά, δεν μπορεί να οριστεί ιεραρχικό σύστημα με αμφίδρομες (ισότιμες) σχέσεις μεταξύ των κόμβων. Το ανοικτό ερώτημα που τέθηκε στην ενότητα της οντολογίας των δικτύων είναι: η διανυσματική διάσταση των συνδέσεων, που είναι στοιχείο ελέγχου και ηγεσίας στα ιεραρχικά συστήματα, δεν έχει παρόμοια λειτουργία και στα συνεργατικά δίκτυα δεδομένου ότι και αυτά συγκροτούνται στη βάση κατευθυνόμενων σχέσεων;

Θεωρητικά, κάποιος θα μπορούσε να υποθέσει ότι τα συνεργατικά δίκτυα, όπως κάποια κοινωνικά δίκτυα συγκροτούνται στη βάση ισότιμων δηλαδή αμφίδρομων και μη κατευθυνόμενων σχέσεων. Στην πράξη όμως, η συνεργασία εντός των κοινοτήτων προγραμμάτων ανοικτού κώδικα είναι πάντα μια σχέση με σαφή κατεύθυνση από ένα κόμβο προς ένα άλλο. Αναλυτικά, η πρακτική συγγραφής κώδικα εντός των κοινοτήτων προγραμμάτων ανοικτού κώδικα είναι συνήθως προσθετική και τροποποιητική διαδικασία και πολύ σπανιότερα είναι γένεση εκ του μηδενός για λόγους που συνδέονται με τη δομή των κοινοτήτων Π.Α.Κ. αλλά δεν θα μας απασχολήσουν σε αυτή την ενότητα. Επομένως, τόσο η διαδικασία της προσθήκης κώδικα, όσο και της τροποποίησης ενός υφιστάμενου module γνώσης είναι μια σχέση μεταξύ δυο προγραμματιστών που αν δεν αφαιρεθεί δομική πληροφορία κατά την αναπαράσταση έχει συγκεκριμένη διεύθυνση κάθε φορά.

Η «μεγάλη εικόνα» δείχνει ότι η διαφοροποίηση στην ηγεσία και την άσκηση ελέγχου ανάμεσα στα κατανεμημένα και τα ιεραρχικά συστήματα δεν έγκειται

στην αμφίδρομη ή μονόδρομη συστατική δομική σχέση του δικτύου, αλλά στη συνολική διάταξη των μονόδρομων συνδέσεων του δικτύου. Αναλυτικά, σε ένα τυπικό ιεραρχικό σύστημα όπως το οργανόγραμμα, οι συνδέσεις δεν είναι απλά κατευθυνόμενες, αλλά έχουν καθολικά συγκεκριμένη κατεύθυνση που άρχεται από ένα συνήθως κεντρικό κόμβο. Είτε προκειται για κάθετη είτε για οριζόντια³⁸ ιεραρχική δομή, όλες οι συνδέσεις έχουν φορά απο πάνω προς τα κάτω. Αντίθετα, στα συνεργατικά δίκτυα όπως και στην περίπτωση της κοινότητας ανάπτυξης της PERL, η συνολική δομή των συνδέσεων δεν ακολουθεί κάποιο κεντρικά προκαθορισμένο μοτίβο αλλά δομείται bottom-up³⁹ στη βάση της αυτοδιάθεσης των κόμβων. Σύμφωνα με τον Raymonds στο κλασικό πλέον *The Cathedral and the Bazaar*⁴⁰, η αυτοδιάθεση των μελών του δικτύου είναι συστατικό στοιχείο των κοινοτήτων προγραμματισμού ανοικτού κώδικα. Σε ένα ιεραρχικό σύστημα ελέγχου ένας κόμβος δυνητικά συνδέεται αποκλειστικά με τους αμέσως ιεραρχικά κατώτερους. Σε ένα συνεργατικό δίκτυο ένας κόμβος δυνητικά συνδέεται με όλους τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου (equipotency), ανεξαρτήτως λοιπών προϋποθέσεων. Οι κόμβοι σε ένα τέτοιο δίκτυο χαρακτηρίζονται ομότιμοι (equipotent). Συμπερασματικά, στα δίκτυα προγραμματισμού ανοικτού κώδικα η διανυσματική διάσταση των συνδέσεων δεν αποδίδει a priori συγκεκριμένη θέση σε κάθε κόμβο βάση του προηγούμενου ή βάση κεντρικού σχεδιασμού. Το δίκτυο διαμορφώνεται στην πράξη, βάση των εισερχόμενων και εξερχόμενων συνδέσεων κάθε κόμβου που δυνητικά μπορεί να είναι οποιεσδήποτε.

Μπορεί να υπάρξει έλεγχος σε ένα πλαίσιο ομότιμων σχέσεων; Ο Bawens υποστηρίζει ότι οι ομότιμες σχέσεις δεν αποκλείουν τον έλεγχο γενικά αλλά μόνο τον ιεραρχικό, κεντρικό και προκαθορισμένο έλεγχο⁴¹. Με άλλα λόγια, τα

³⁸ Γενικά η οριζόντια ιεραρχική δομή τείνει να έχει λιγότερα ιεραρχικά επίπεδα και συνεπώς μεγαλύτερη διάχυση της εξουσίας. Συνήθως οι σχέσεις εντός της οριζόντιας ιεραρχίας είναι λιγότερο άκαμπτες και τυπικές.

³⁹ Adam Fish et al., «Birds of the Internet: Towards a Field Guide to the Organization and Governance of Participation», *Journal of Cultural Economy*, 4 (2), 2011, σσ.157-187.

⁴⁰ Eric S. Raymond, *οπ. αν.*

⁴¹ Michel Bauwens, *P2P and Human Evolution: peer to peer as the premise for a new mode of civilization*, 2005, <

συνεργατικά δίκτυα δεν μπορεί να είναι ισότιμα δίκτυα, δηλαδή να συγκροτούνται με αμφίδρομες σχέσεις που δεν εμπεριέχουν τη διάσταση του ελέγχου, αλλά ούτε και ιεραρχικά, δηλαδή με κεντρικά οργανωμένες μονόδρομες σχέσεις. Συνεπώς, οι ομότιμες σχέσεις παραγωγής εκφράζουν μια διάσταση των πιθανών μορφών ελέγχου που αναπτύσσονται εντός των κοινοτήτων Π.Α.Κ. μέσω της αυτοδιάθεσης των μελών της κοινότητας που καθιστούν κάθε κόμβο, ελέγχων και ελεγχόμενο ταυτόχρονα σε μια μη ιεραρχική βάση. Ακόμη και η κατευθυνόμενη σχέση μεταξύ ομότιμων κόμβων που εκφράζει την πράξη της τροποποίησης, διόρθωσης ή επέκτασης ενός τμήματος κώδικα ή ενός λήμματος είναι μια έμμεση μορφή ελέγχου. Σε κάθε περίπτωση, η έννοια του καταμερισμού εργασίας η οποία είναι κύρια μέθοδος ελέγχου και οργάνωσης των διαθέσιμων πόρων στα ιεραρχικά συστήματα, δεν απαντάται στα ομότιμα δίκτυα παραγωγής. Συνοπτικά, βάση των παραπάνω είναι συγκριτικά κατανοητή η διάσταση του ελέγχου που εμπεριέχεται στη δικτυακή έκφραση της έννοιας των ομότιμων σχέσεων παραγωγής.

Η μη ιεραρχική διάσταση των hubs

Μια μορφή ηγεσίας και κατ'επέκταση ελέγχου είναι η ανάδυση δομών υπερκόμβων (hub), όπως εκφράζεται από την κατανομή βαθμών του δικτύου και η οποία όπως προαναφέρθηκε έχει παρατηρηθεί σε πολλά κοινωνικά και συνεργατικά δίκτυα. Σε αυτό το κεφάλαιο δεν θα μας απασχολήσουν αναλυτικά οι μηχανισμοί ανάδυσης και τα μοντέλα που έχουν προταθεί, αλλά η ερμηνεία του φαινομένου σε σχέση με το αντικείμενο της ηγεσίας και του ελέγχου των συνεργατικών δικτύων και ειδικότερα των κοινοτήτων Π.Α.Κ.. Γενικά, είναι παραδεκτό ότι οι δομές τύπου hub αναδύονται με bottom-up λογική μέσω τοπικών κανόνων που ρυθμίζουν τη μεταβολή του δικτύου στην μικροκλίμακα και οι οποίοι δεν είναι αντικείμενο κεντρικού σχεδιασμού. Κατά συνέπεια, η ανάδυση των υπερκόμβων δεν είναι σε πρώτη ανάγνωση αντίθετη στην ομότιμη φύση των συνεργατικών δικτύων, όπως αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα.

Η ανακάλυψη των δομών υπερκόμβων τύπου hub στα scale-free δίκτυα αρχικά δημιούργησε την πεποίθηση σε μεγάλο τμήμα της επιστημονικής κοινότητας πως

[http://www.altruists.org/static/files/P2P%20and%20Human%20Evolution%20\(Michel%20Bauwens\).pdf](http://www.altruists.org/static/files/P2P%20and%20Human%20Evolution%20(Michel%20Bauwens).pdf), τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016

πρόκειται για μια νέου τύπου ιεραρχία με πολλές αντιστοιχίες με τις τυπικές ιεραρχίες⁴². Ο υψηλός βαθμός κεντρικότητας (degree centrality) αυτών των υπερ-κόμβων και η πολύ υψηλή συνδεσιμότητα σε σχέση με τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου καθιστά τα συνεργατικά δίκτυα εξαιρετικά ετερογενή. Δομές υπερ-κόμβων δεν παρατηρούνται μόνο στα δίκτυα Π.Α.Κ., αλλά και στα δίκτυα των blogs. Έχουν κοινά σημεία τα blogs με το σύστημα μαζικής ενημέρωσης και οι κοινότητες ανοικτού κώδικα με τις κάθετες εταιρικές ιεραρχίες; Ο Clay Shirky υποστηρίζει ότι η εμφάνιση υπερ-κόμβων είναι αναμενόμενη όταν σε ένα σύστημα υπάρχει ταυτόχρονα πληθώρα επιλογών και ελευθερία επιλογής. Οσον αφορά ειδικότερα τα blogs⁴³ υποστηρίζει ότι η δομή των δικτύων blog δεν είναι ούτε ιεραρχική ούτε άνιση γιατί:

- έχει μηδενικό κόστος το να φτιάξει κάποιος το δικό του blog και δεν υπάρχει κάποια διαδικασία επιλογής ή αποκλεισμού. Αντίστοιχα, η εκκίνηση ενός εγχειρήματος ανοικτού κώδικα είναι ελεύθερη, η επιτυχία του όμως βασίζεται σε πολλές άλλες παραμέτρους.
- το blogging είναι μια σχεδόν καθημερινή δραστηριότητα που απαιτεί συνεχή συμμετοχή. Αντίστοιχως στις κοινότητες Π.Α.Κ. η ανάδειξη των υπερ-κόμβων είναι μια συνεχής δυναμική διαδικασία και όχι ένα ex officio αξίωμα.
- οι υπερ-κόμβοι (hubs) διαμορφώνονται όχι βάση κάποιας κλειστής συμφωνίας ή εσωτερικής επιλογής, αλλά βάση των προτιμήσεων (links) από το σύνολο των blogs. Αντίστοιχα στις κοινότητες γνώσης, ο προσδιορισμός ενός κόμβου είναι η συνισταμένη της ατομικής του αυτοδιάθεσης όσο και του ετεροκαθορισμού του, βάση της αυτοδιάθεσης των υπολοίπων μελών.
- δεν υπάρχει αντικειμενικός τρόπος ορισμού των υπερ-κόμβων (hubs), αφού δεν υπάρχει ασυνέχεια στον αριθμό συνδέσεων των κόμβων.

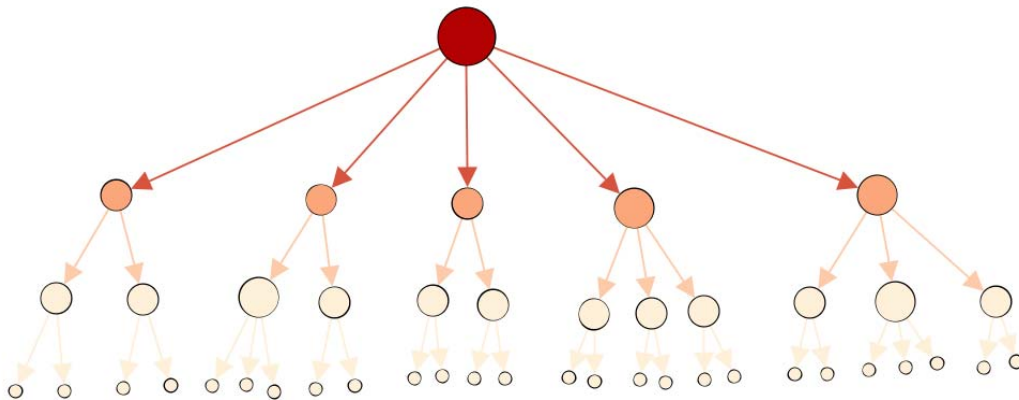
⁴² Yochai Benkler, *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*, New Haven: Yale University Press, 2006, σσ.241.

⁴³ Clay Shirky, *Power laws, Weblogs and Inequality*, 2003, <http://www.shirky.com/writings/herecomeseverybody/powerlaw_weblog.html>, τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016

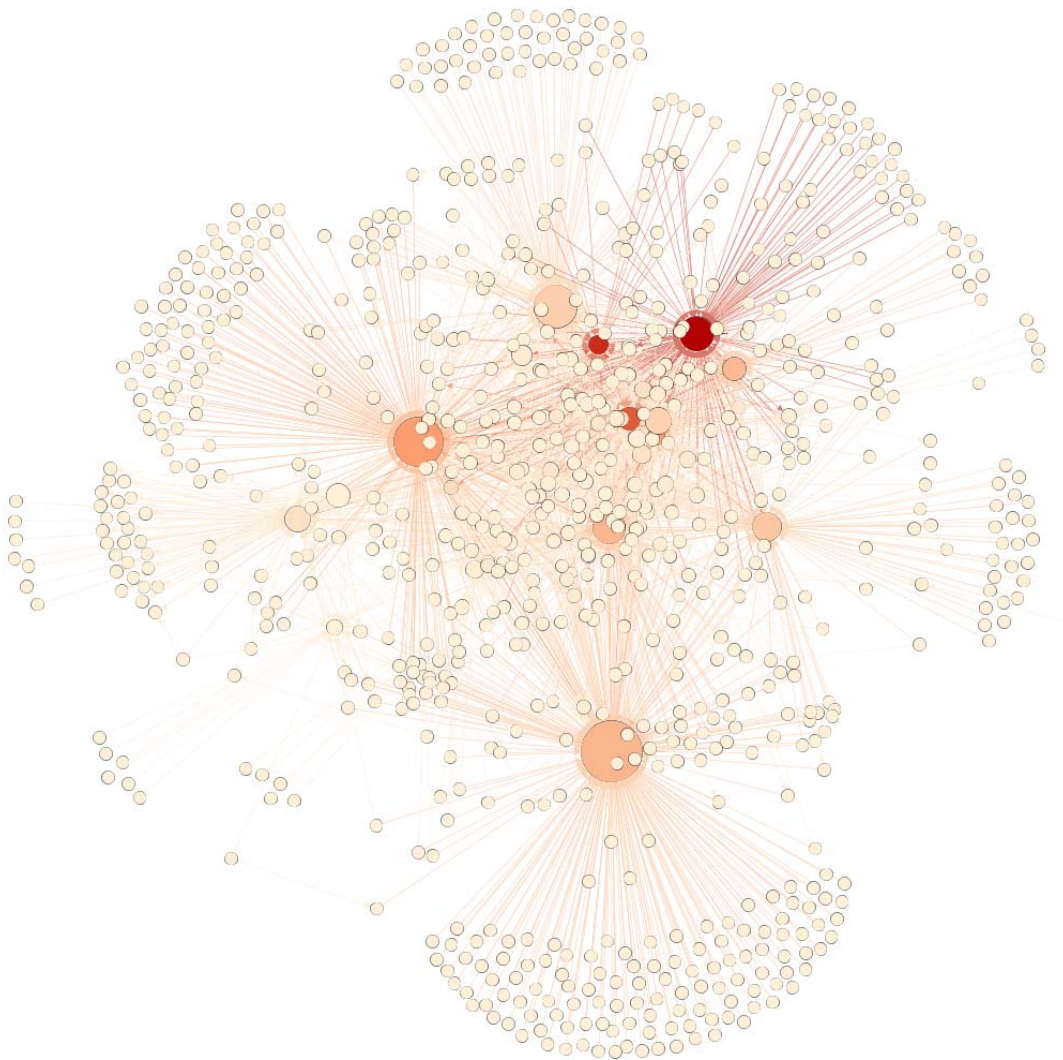
Συνεπώς, το όριο από το οποίο ένας κόμβος κατηγοριοποιείται ως hub είναι σε κάποιο βαθμό αυθαίρετο και υποκειμενικό.

Τα παραπάνω σημεία για το blogging ισχύουν με παρόμοιο τρόπο και για τις κοινότητες ανοικτού κώδικα και τις διαφοροποιούν δομικά από τις προκαθορισμένες στατικές κάθετες ιεραρχίες. Επιπλέον, θα μπορούσε να προστεθεί ότι οι υπερ-κόμβοι σε ένα μεγάλης κλίμακας συνεργατικό δίκτυο μπορεί να είναι δεκάδες ή εκατοντάδες, σε βαθμό που να προσομοιάζουν περισσότερο σε κατανεμημένα παρά σε κεντρικά σημεία ελέγχου όπως φάνηκε και από την ανάλυση της κοινότητας ανάπτυξης της PERL. Άλλωστε, όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα για τη μετρική ιδιότητα της κεντρικότητας, αυτή αφορά αποκλειστικά και ατομικά τους κόμβους ενός δικτύου και όχι τον βαθμό στον οποίο ένα σύστημα είναι κεντροποιημένο, δηλαδή έχει κεντρική δομή. Είναι σύνηθες σε ένα κατανεμημένο δίκτυο να υπάρχουν κόμβοι με υψηλή κεντρικότητα (π.χ. degree centrality), αλλά δεν είναι ικανή και αναγκαία συνθήκη για να χαρακτηριστεί το σύστημα ως κεντροποιημένο. Τυπικό παράδειγμα κεντροποιημένων συστημάτων είναι οι ιεραρχικές δομές οι οποίες στην γλώσσα των γραφημάτων χαρακτηρίζονται ως δένδρα (εικόνα 18). Συνοψίζοντας, κεντρικός ιεραρχικός έλεγχος σε ένα δίκτυο υπάρχει όταν από την μετρική του ανάλυση προκύπτει:

- υποσύνολο περιορισμένου αριθμού κόμβων με υψηλή κεντρικότητα με βάση τη συνδεσιμότητα και κλιμάκωση της έντασης της κεντρικότητας εντός του υποσυνόλου.
- κεντροβαρική θέση του υποσυνόλου στη συνολική δομή του δικτύου, δηλαδή υψηλή κεντρικότητα με βάση την ενδιαμεσότητα. Η κεντροβαρική θέση ενός κόμβου προκύπτει εφόσον ο κόμβος βρίσκεται στο μέσον των περισσότερων γεωδαιτικών μονοπατιών του δικτύου. Αντίστοιχα, η κλιμάκωση του μέτρου της ενδιάμεσης κεντρικότητας είναι δομικό στοιχείο των τυπικών ιεραρχικών συστημάτων.



εικόνα 18: Τυπική ιεραρχική δομή. Το μέγεθος των κόμβων εκφράζει το μέτρο της κεντρικότητας βάση της συνδεσιμότητας. Η ένταση του χρώματος αναπαριστά το μέτρο της κεντρικότητας βάση της ενδιαμεσότητας μη υπολογιζομένου της διανυσματικής διάστασης των συνδέσεων για την εξαγωγή συμπερασμάτων αποκλειστικά όσον αφορά την κεντροβαρική θέση των κόμβων. Η ανάλυση του ιεραρχικού συστήματος καταδεικνύει την συνύπαρξη σε ένα υποσύνολο κόμβων υψηλής κεντρικότητας με βάση την συνδεσιμότητα και την ενδιαμεσότητα αλλά και την σαφή κλιμάκωση αυτών των μεγεθών. (Επεξεργασία στο λογισμικό δικτυακής ανάλυσης Gephi)



εικόνα 19: Αντίστοιχη ανάλυση με την εικόνα 18 με αντικείμενο την κοινότητα ομότιμης παραγωγής της PERL. Δεν διαφαίνεται απόλυτη ταύτιση του υποσυνόλου με υψηλή κεντρικότητα με βάση τη συνδεσιμότητα σε σχέση με τους κεντρικούς κόμβους με βάση την ενδιαμεσότητα. Η κλιμάκωση είναι πιο ήπια και δεν διακρίνεται ένα και μοναδικό κέντρο. (Δεδομένα: < <http://cran-explorer.org/> >, τελευταία επίσκεψη: 10/11/2016, Επεξεργασία στο λογισμικό δικτυακής ανάλυσης Gephi)

Συνεπώς, η ανάλυση του ομότιμου δικτύου παραγωγής της PERL καταδεικνύει πως η δομή των hubs δεν είναι ιεραρχική (εικόνα 19). Μπορεί μια κοινότητα γνώσης να λειτουργεί στη βάση ενός κοινού σκοπού χωρίς κάποια μορφή ιεραρχικού ελέγχου; Σε κάθε περίπτωση δεν μπορούμε να παραβλέψουμε

κάποιου τύπου ηγετικό ρόλο και έλεγχο που αποδίδεται στους υπερ-κόμβους εκ της δομής ενός δικτύου και να τους θεωρήσουμε δομικά ισότιμους με τους υπόλοιπους κόμβους. Εάν λοιπόν γίνει αποδεκτή η μη ιεραρχική αλλά ταυτόχρονα ηγετική διάσταση των hubs, τότε με ποιόν τρόπο αυτή νομιμοποιείται από μια κοινότητα ομότιμων εταίρων; Η ανάπτυξη και μεγέθυνση της κοινότητας και η εξέλιξη του κοινού σκοπού με ποιό τρόπο επηρεάζει την δομή της ηγεσίας; Ο Dafermos⁴⁴ αλλά και άλλοι ερευνητές⁴⁵ προσεγγίζουν το πρόβλημα όσον αφορά την «διακυβέρνηση» ενός προγράμματος ανοικτού κώδικα με οδηγό το αναλυτικό πλαίσιο του Max Weber. Εφόσον η άσκηση δύναμης στα συνεργατικά δίκτυα δεν είναι εξαναγκαστική, θα πρέπει να έχει κάποια μορφή νομιμοποίησης. Ο Max Weber ορίζει τρεις τύπους κοινωνικά νομιμοποιημένης εξουσίας εννοώντας αυτές τις μορφές εξουσίας που μπορούν να γίνουν αποδεκτές, τόσο από τον εξουσιαστή όσο και από τον εξουσιαζόμενο.:

- Νόμιμη εξουσία: Η εξουσία που νομιμοποιείται από το Σύνταγμα, το νομικό πλαίσιο ή άλλο κώδικα. Είναι γραφειοκρατική και περιγράφεται από γραπτούς τυπικούς κανόνες.
- Παραδοσιακή εξουσία: Η εξουσία που πηγάζει από την αίσθηση ότι πάντοτε υπήρχε. Είναι φεουδαρχικού τύπου εξουσία και κληρονομείται.
- Χαρισματική εξουσία: Η εξουσία που ανάγεται στην προσωπικότητα και τις ικανότητες ενός ατόμου.

Η τυπολογία του Weber δεν μπορεί να περιγράψει επακριβώς το μοντέλο ελέγχου των κοινοτήτων ανοικτού κώδικα, καθώς δεν υφίσταται εξουσία με την μορφή εκτελεστέων αποφάσεων. Όμως σε κάθε περίπτωση είναι ένα χρήσιμο σχήμα ανάλυσης των πηγών νομιμοποίησης του ελέγχου και της εξέλιξης τους. Το μοντέλο της παραδοσιακής εξουσίας δεν έχει εφαρμογή στις κοινότητες γνώσης, πιθανόν καθώς εκλείπει ο απαραίτητος ιστορικός χρόνος για να μπορέσει να θεμελιωθεί. Τα πιο διαδεδομένα μοντέλα νομιμοποίησης του ελέγχου επί των

⁴⁴ George Dafermos, «Authority in Peer Production: The Emergence of Governance in the FreeBSD project», *Journal of Peer Production*, Vol. 1, 2012

⁴⁵ Steven Weber, «The Political Economy of Open Source Software», *Berkeley Roundtable on the International Economy*, U.C. Berkeley, 2000, <<http://escholarship.org/uc/item/3hqg16dc>>, τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016.

κοινοτήτων προγραμμάτων ανοικτού κώδικα βασίζονται είτε στα χαρισματικά χαρακτηριστικά ενός ατόμου ή ομάδας, είτε στη νόμιμη εξουσία που αποδίδεται σε μια ομάδα με όρους αντιπροσωπευτικότητας. Όταν για κάποιους λόγους η κοινότητα δεν αποδέχεται πλέον τον εφαρμοζόμενο τύπο εξουσίας και ελέγχου τότε χάνεται η νομιμοποίηση και το επόμενο βήμα είναι ο επαναπροσδιορισμός του τύπου νομιμοποίησης της εξουσίας. Σε κάθε περίπτωση, η εφαρμοζόμενη μορφή ελέγχου επηρεάζει αποφασιστικά τα επίπεδα αυτονομίας των κόμβων και συνεπώς την ανάπτυξη της κοινότητας. Πώς όμως εξελίσσεται ο έλεγχος μιας τυπικής κοινότητας γνώσης; Γενικά, δεν υπάρχει μια μοναδική πορεία καθώς κάθε κοινότητα γνώσης απαιτεί διαφορετικό βαθμό ελέγχου, αναλόγως του ειδικότερου αντικειμένου της (π.χ. wikipedia, linux κ.α.) και του βαθμού ανάπτυξής της. Ωστόσο, θα ήταν δυνατό να αποτυπωθεί σε γενικές γραμμές η πορεία «διακυβέρνησης» που ακολουθούν οι περισσότερες κοινότητες προγραμμάτων ανοικτού κώδικα.

Αντιμεταθέτονας μια γνωστή ρήση του Raymonds⁴⁶, παρόλο που τα μεγάλα προγράμματα δημιουργούνται από κοινότητες, η συγγραφή κώδικα παραμένει μια μοναχική δραστηριότητα. Επεκτείνοντας τη σκέψη του Raymonds και λαμβάνοντας υπόψιν τα πιο γνωστά παραδείγματα προγραμμάτων ανοικτού κώδικα, μπορεί κανείς να υποστηρίξει ότι ξεκίνησαν στις περισσότερες περιπτώσεις από χαρισματικές μονάδες και σε κάποιες περιπτώσεις από πολύ μικρές ομάδες. Επομένως, στα πρώτα βήματα ενός τέτοιου εγχειρήματος η χαρισματική προσωπικότητα ή ο στενός ηγετικός πυρήνας πείθει και δημιουργεί μια ευρύτερη ομάδα σχετικά μικρού ακόμα μεγέθους, η οποία λειτουργεί με άτυπους κανόνες. Σε αυτό το στάδιο, η ηγεσία της ομάδας έχει ακόμα κεντρικά χαρακτηριστικά και η συγκρότηση της θα μπορούσε να βασίζεται στη χωροχρονική εγγύτητα των χρηστών. Είναι γνωστό από την ανάλυση πραγματικών δικτύων, ότι η κατανομή βαθμών κατά κανόνα power law και συνεπώς οι δομές υπερ-κόμβων, δεν μπορούν να εμφανιστούν σε δίκτυα κάτω από μια κρίσιμη μάζα. Πρακτικά δεν έχει σχηματιστεί σε αυτό το στάδιο κοινότητα ομότιμης παραγωγής.

⁴⁶ Eric S. Raymond, *οπ. αν.*

Το επόμενο βήμα, είναι η ανάπτυξη μιας μεγαλύτερης ενεργής κοινότητας από την οποία αναδεικνύονται τα ηγετικά μέλη στη βάση της αριστοκρατίας, δηλαδή με άλλα λόγια της συμβολής τους στον κοινό σκοπό της κοινότητας. Η ανάδειξη υπερ-κόμβων τύπου hub είναι ένδειξη συμβολής στην κοινότητα, δεδομένου ότι ο αριθμός των συνδέσεων κάθε κόμβου σε ένα συνεργατικό δίκτυο, εκφράζει το μέτρο της προσφοράς του. Η ανάπτυξη του δικτύου και η χωροχρονική απόσταση των μελών οδηγεί στη θέσμιση περισσότερων κανόνων όσον αφορά την επικοινωνία, τη συγγραφή κώδικα, την τεχνική υποστήριξη των χρηστών κ.α.. Μέχρι και σε αυτό το στάδιο, στην πράξη η εξουσία και ο έλεγχος νομιμοποιείται στη βάση των χαρισμάτων και των ικανοτήτων κάποιων ατόμων. Όμως, η νομιμοποίηση της ηγεσίας και του σχήματος ελέγχου μιας κοινότητας γνώσης δεν μπορεί παρά να συναρτάται με την κλίμακα και την ωριμότητα της ανάπτυξής της.

Σε πολύ μεγάλα ψηφιακά «οικοσυστήματα» που αριθμούν χιλιάδες μέλη, είναι πολύ δύσκολη η αυθόρμητη και νομιμοποιημένη αυτο-επιλογή ενός ηγετικού πυρήνα στη βάση της συμβολής τους στην κοινότητα. Η περαιτέρω ανάπτυξη της κοινότητας συνήθως οδηγεί στην ανάδειξη αντιπροσωπευτικής ηγεσίας με ψήφους ή και τακτικές συνελεύσεις στη λογική μιας άμεσης ή έμμεσης δημοκρατίας. Η νομιμοποίηση της «διακυβέρνησης» πλέον πηγάζει από τους τυπικούς κανόνες και την έννοια της αντιπροσωπευτικότητας. Η συμβολή των κόμβων στην κοινότητα εξακολουθεί να είναι ετερογενής και να αναδύονται δομές τύπου hub, χωρίς αυτό να σημαίνει απαραίτητα ότι αντιπροσωπεύουν και την ομάδα ελέγχου. Σε όλες τις περιπτώσεις «διακυβέρνησης» διατηρείται η κατανομημένη δομή του δικτύου στη βάση της αυτοδιάθεσης, χωρίς καμιά μορφή κεντρικού καταμερισμού εργασίας. Σε περίπτωση που η παραπάνω αρχή παύσει να ισχύει, πλέον το δίκτυο έχει κανονικοποιηθεί και δε χαρακτηρίζεται από τα δομικά χαρακτηριστικά του κατανομημένου δικτυακού παραδείγματος.

Εφόσον η έννοια του καταμερισμού εργασίας ή της κεντρικά επιβαλλόμενης στοχοθεσίας δεν απαντάται σε ομότιμα δίκτυα παραγωγής, τότε ποιό είναι το περιεχόμενο της εξουσίας ή της ηγεσίας και του ελέγχου που ασκούν τα μέλη της κοινότητας που νομιμοποιούνται με κάποιον από τους παραπάνω τρόπους προς τούτο; Το βασικό αντικείμενο του ελέγχου των κοινοτήτων γνώσης είναι η ισορροπία ανάμεσα στην αυτοδιάθεση των μελών, όπως εκφράζεται με την

ατομική συνεισφορά κάθε μέλους και στη συνοχή της κοινότητας, όπως εκφράζεται από τον κοινό σκοπό. Ο μηχανισμός ελέγχου της παραπάνω ισορροπίας είναι η κοινή πλατφόρμα συνεργασίας.

Κοινή πλατφόρμα

Αρχικά, πρέπει να αναφερθεί ότι ο προσδιορισμός της πλατφόρμας ως κοινής σε κάποιες περιπτώσεις (π.χ. github) δεν ανταποκρίνεται στον ορισμό των ανοικτών ψηφιακών κοινών, αλλά στην κοινή χρήση από τα μέλη της κοινότητας. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι Κωστάκης και Bawens⁴⁷ έχουν αναλύσει επαρκώς τον μηχανισμό εμπορευματοποίησης των παράγωγων των ψηφιακών κοινών, όπως για παράδειγμα, η επισκεψιμότητα της πλατφόρμας (youtube, github κ.α.). Γενικά, οι πλατφόρμες συνεργασίας των κοινοτήτων Π.Α.Κ. μπορούν να είναι είτε κεντροποιημένες, είτε κατακευματισμένες και συνήθως επιτελούν τις περισσότερες από τις παρακάτω λειτουργίες:

- A. ενημέρωση - επικοινωνία
- B. αποθήκευση (backup) και διανομή κώδικα
- Γ. έλεγχος εκδόσεων, διακλαδώσεων και ενσωμάτωσης κώδικα (version control, fork and push management)

A. Ενδεικτικά, η πλατφόρμα ενημέρωσης - επικοινωνίας περιλαμβάνει την αναφορά δυσλειτουργιών του κώδικα (bugs), τον προγραμματισμό επιδιόρθωσης των δυσλειτουργιών, τη δυνατότητα ομαδικών συζητήσεων (forum), καθώς και την τεχνική υποστήριξη για το εκάστοτε πρόγραμμα (documentation). Βέβαια, οι περισσότερες από τις ανωτέρω λειτουργίες μπορούν να συντελεστούν και από ανεξάρτητες εφαρμογές όπως με την χρήση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (mailing list) ή άλλων μορφών ομαδικής τηλεπικοινωνίας (π.χ. IRC). Ωστόσο, η ενιαία ανοικτή πλατφόρμα επικοινωνίας σε πολλές περιπτώσεις καθιστά αμεσότερη την επικοινωνία και ενισχύει τον εξωστρεφή ανοικτό χαρακτήρα της κοινότητας.

⁴⁷ Vasilis Kostakis, Michel Bauwens, *Network Society and Future Scenarios for a Collaborative Economy*, Palgrave Macmillan, 2014, σσ.23-29.

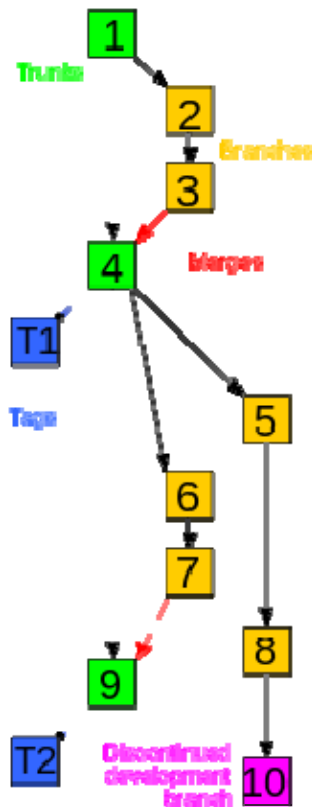
Β. Η αποθήκευση αντιγράφων ασφαλείας (backup) του κώδικα μπορεί είτε να γίνεται σε κεντρικό server (centralized control systems), είτε να αποκεντρωθεί με χρήση κατανεμημένου συστήματος ελέγχου (distributed control systems). Τα κατανεμημένα συστήματα αντικαθιστούν τη λειτουργία κεντρικού server για την αποθήκευση του κώδικα (source code repository), μέσω των τοπικών αντιγράφων εργασίας κάθε μέλους της κοινότητας. Κάθε τοπικό αντίγραφο λειτουργεί ταυτόχρονα και ως «κεντρικό» λειτουργικό αποθετήριο στο οποίο αποθηκεύεται ο κώδικας. Στην περίπτωση αυτή η κεντρική αποθήκευση του κώδικα μπορεί να εκπληρωθεί πλήρως από το δίκτυο συνεργασίας. Αντίστοιχα, η διανομή του κώδικα μπορεί είτε να γίνει κεντρικά μέσω ενός server (central repository), είτε μέσω δικτύων διαμοιρασμού αρχείων peer to peer το οποίο όμως είναι σχετικά σπάνιο για προγράμματα ανοικτού κώδικα.

Γ. Η τελευταία λειτουργία είναι ο κύριος μηχανισμός ελέγχου των συνεργατικών δικτύων και ο βασικός λόγος ύπαρξης της πλατφόρμας. Στην προηγούμενη ενότητα, αναφέρθηκε η πλατφόρμα ως το μέσο της ηγεσίας για την εξασφάλιση εξισορρόπησης ανάμεσα στις ατομικές συνεισφορές των μελών και τη συνολική συνεκτικότητα του εγχειρήματος. Σύμφωνα με τον Aaron Crowne ⁴⁸ η αποδοτικότητα και συνεκτικότητα των ομότιμων δικτύων παραγωγής εξασφαλίζεται όταν σε κάθε κοινότητα οι ατομικές θετικές συνεισφορές είναι σημαντικά περισσότερες από τις αρνητικές. Ως αρνητικές συνεισφορές ορίζει αυτές που δε συμβάλλουν στον κοινό σκοπό. Στην πραγματικότητα το ειδικότερο αντικείμενο της κάθε κοινότητας γνώσης επηρεάζει το βαθμό και το μηχανισμό ελέγχου, χωρίς πάντα αυτό να συνιστά κανόνα. Για παράδειγμα, αν συγκρίνουμε την κοινότητα γνώσης της wikipedia σε σχέση με αυτή του linux, είναι πιθανό ότι σε μια διαδικτυακή εγκυκλοπαίδεια απαιτείται μικρότερος βαθμός συνεκτικότητας, σε σχέση με ένα λειτουργικό σύστημα του οποίου τα επιμέρους modules αλληλεπιδρούν σε ένα ενιαίο σύνολο. Αν η αρνητική συνεισφορά αφορά ένα λήμμα στην Wikipedia, είναι πιθανόν να αστοχήσει μόνο αυτό και όσα άλλα έχουν άμεσες παραπομπές σε αυτό, ενώ εάν αστοχήσει μια βασική λειτουργία ενός προγράμματος είναι πιθανόν να αστοχήσει όλο το πρόγραμμα.

⁴⁸ Aaron Crowne, Ahmed Bazaz, «Authority Models for Collaborative Authoring», *HICSS-37*, IEEE Press, 2004

Γενικά, τα περισσότερα προγράμματα ανοικτού κώδικα αναπτύσσονται με μια παράλληλη δομή αποτελούμενη από τον κώδικα του κεντρικού μοντέλου εργασίας, τον κώδικα των δοκιμαστικών εκδόσεων (alpha version, beta version κ.α.) και τον κώδικα των λειτουργικών εκδόσεων. Αρχικά, τα μέλη της κοινότητας τροποποιούν τον κώδικα ο οποίος εν συνεχεία ενσωματώνεται στο κεντρικό μοντέλο εργασίας (trunk source code). Ακολούθως, οι αλλαγές του κεντρικού μοντέλου εργασίας ανά τακτά διαστήματα κοινοποιούνται σε διαδοχικά ευρύτερο κοινό με σκοπό τη δοκιμαστική λειτουργία και τον εντοπισμό δυσλειτουργιών (bugs) και έπειτα αφού επιλυθούν τα πιθανά προβλήματα κοινοποιείται η τελική έκδοση του προγράμματος. Η πορεία του προγράμματος είναι παράλληλη και όχι γραμμική (επακριβώς είναι ένα κατευθυνόμενο ακυκλικό δίκτυο), καθώς η επόμενη διαδικασία δεν άρχεται στο πέρας της προηγούμενης, αλλά εξελίσσονται παράλληλα (εικόνα 20). Για παράδειγμα, την περίοδο της δοκιμαστικής λειτουργίας (beta testing), μπορούν να προστίθενται νέες αλλαγές στον κώδικα του μοντέλου εργασίας οι οποίες θα ενσωματωθούν σε επόμενη δοκιμαστική έκδοση. Η ανάπτυξη και υποστήριξη (επικαιροποίηση, επέκταση) ενός προγράμματος είναι μια συνεχής διαδικασία. Σύμφωνα με τον Raymonds,⁴⁹ η υποστήριξη και λειτουργία ενός προγράμματος απαιτεί πάνω από το 40% των πόρων που απαιτήθηκαν για την ανάπτυξη του.

⁴⁹ Eric S. Raymond, *οπ. αν.*



εικόνα 20: Διάγραμμα ανάπτυξης, ενσωμάτωσης και ελέγχου κώδικα, (Πηγή: Wikipedia.org)

Το περιεχόμενο του ελέγχου που ασκεί η ηγεσία της κοινότητας στα προγράμματα ανοικτού κώδικα, εντοπίζεται σε δύο σημεία της διαδικασίας από τη συγγραφή του κώδικα μέχρι την διανομή σταθερών και λειτουργικών εκδόσεων του προγράμματος:

- Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει τον έλεγχο επί των αλλαγών που ενσωματώνονται στο κεντρικό μοντέλο εργασίας (trunk source code) και δεν εφαρμόζεται σε όλες τις περιπτώσεις.
- Το δεύτερο στάδιο αφορά την απόφαση για δοκιμαστική (alpha version, beta version κ.α.) ή λειτουργική έκδοση (production ή release version) του προγράμματος. Η συχνότητα διανομής και η ωριμότητα των εκδόσεων

του προγράμματος, σχετίζεται και με άλλες παραμέτρους της πρακτικής συγγραφής ανοικτού κώδικα που θα αναλυθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

Το δεύτερο σημείο ελέγχου είναι αρκετά κατανοητό και σαφές, αλλά το πρώτο χρήζει περαιτέρω ανάπτυξης. Για ποιό λόγο να υπάρχει κεντρικός έλεγχος των αλλαγών που εφαρμόζονται στον προγραμματιστικό κώδικα εφόσον όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, δεν υπάρχει κεντρικός καταμερισμός εργασίας, δεν υπάρχει κεντρική στοχοθεσία, δεν υπάρχει ούτε κεντρική διοίκηση των διαθέσιμων πόρων, αλλά ούτε και επιλογή του ανθρωπίνου δυναμικού, όπως όλα αυτά υπάρχουν σε μια τυπική εταιρική ιεραρχία. Η απάντηση είναι σχετικά απλή και έχει δύο άξονες:

- Πρώτον τα προγράμματα ανοικτού κώδικα ανήκουν σε εκείνη την κατηγορία ψηφιακών κοινών, για την οποία απαιτείται ο μεγαλύτερος βαθμός συνοχής και συνεπώς κάποιος ποιοτικός έλεγχος πρέπει να υπάρχει. Υπάρχουν βέβαια και εξαιρέσεις όσον αφορά τα προγράμματα ανοικτού κώδικα ακόμη και από αυτόν τον κανόνα⁵⁰.
- Ο δεύτερος λόγος συνδέεται με το μέγεθος των κοινοτήτων Π.Α.Κ.. Όπως είναι ανέφικτο να συνεργάζονται σε μια αρχιτεκτονική μελέτη πάνω από 1.000 άνθρωποι ταυτόχρονα (αυτό είναι το μέγεθος των ενεργών προγραμματιστών του linux kernel), με τον ίδιο τρόπο είναι ανέφικτο και στις κοινότητες γνώσης. Το βασικό πρόβλημα είναι ότι χωρίς κεντρικό καταμερισμό εργασίας, είναι αδύνατον δύο ή παραπάνω προγραμματιστές να μην τροποποιήσουν τις ίδιες γραμμές κώδικα. Σε αυτή την περίπτωση ή θα πρέπει να γίνει κάποια επιλογή ή αλλιώς να διακλαδωθεί το πρόγραμμα και κατά συνέπεια και οι λειτουργικές του εκδόσεις, το οποίο είναι πρακτικά ανέφικτο και διαλυτικό.

⁵⁰ Στην περίπτωση του προγράμματος ανοικτού κώδικα Free BSD δεν υπάρχει άμεσος ή κεντρικός έλεγχος για την ενσωμάτωση αλλαγών στο κεντρικό αποθετήριο κώδικα. Βέβαια η απόδοση του δικαιώματος ενσωμάτωσης αλλαγών σε ένα υποσύνολο της κοινότητας αναλόγως της εμπειρίας και της προσφοράς στον κοινό σκοπό είναι ένα έμμεσο μέτρο ποιοτικού ελέγχου της ομότιμης παραγωγής.

Δύο είναι οι κύριοι μηχανισμοί ενσωμάτωσης των αλλαγών στον κώδικα⁵¹:

- free form model ή subversion style model
- owner centric model ή integration control model

Στην πρώτη περίπτωση υπάρχει ένα κοινό κεντρικό αποθετήριο κώδικα στο οποίο έχουν απομακρυσμένη πρόσβαση όλα τα μέλη της κοινότητας και στο οποίο τροποποιούν και κάνουν προσθήκες στον κώδικα χωρίς να υπάρχει έλεγχος αυτών, καθώς σε κάθε περίπτωση πιθανής σύμπτωσης αντικειμένου, δικαίωμα τροποποίησης έχει μόνον αυτός ο οποίος πρώτος ξεκίνησε να επεξεργάζεται το συγκεκριμένο τμήμα (module) του προγράμματος. Το κλειδί στο free form μοντέλο βρίσκεται στο κεντρικό αποθετήριο (central server repository). Συνεπώς, η επεξεργασία του κώδικα γίνεται κεντρικά και με αυτόν τον τρόπο είναι εφικτός ο έλεγχος του δικαιώματος επεξεργασίας και ο συγχρονισμός των αλλαγών. Το πλεονέκτημα είναι κυρίως η ταχύτητα ενσωμάτωσης αλλαγών, καθώς πρακτικά δεν υπάρχει άμεσος ποιοτικός έλεγχος. Το μειονέκτημα εντοπίζεται στην πιθανή μειωμένη συνοχή του κώδικα και στην αδυναμία παράλληλης επεξεργασίας του ίδιου module από διαφορετικούς προγραμματιστές. Το free form μοντέλο εφαρμόζεται στη Wikipedia και με κάποιες παραλλαγές στο λειτουργικό σύστημα FreeBSD. Στην περίπτωση της Wikipedia, το πλήθος των λημμάτων εγγυάται τη στατιστικά μικρή πιθανότητα ανάγκης παράλληλης επεξεργασίας. Στην περίπτωση του FreeBSD, ο έλεγχος πρακτικά γίνεται σε προηγούμενο στάδιο καθώς τα μέλη της κοινότητας έχουν διαβαθμισμένα δικαιώματα τροποποίησης. Υπάρχει ένας δυναμικός πυρήνας περίπου 500 προγραμματιστών, οι οποίοι έχουν δικαίωμα επεξεργασίας καθώς και έγκρισης ενσωμάτωσης στον κώδικα τροποποιήσεων προερχόμενων από άλλη κατηγορία μελών χωρίς σχετικό δικαίωμα.

Ο δεύτερος μηχανισμός ενσωμάτωσης βασίζεται στα κατανεμημένα συστήματα ελέγχου σε μια λογική peer to peer. Συγκεκριμένα, κάθε προγραμματιστής εργάζεται σε ένα τοπικό αντίγραφο το οποίο επικαιροποιείται (pull) σε κάθε εγκεκριμένη τροποποίηση του κώδικα. Αντίστροφα, για κάθε τροποποίηση που

⁵¹ Aaron Krowne, Ahmed Bazaz, *οπ. αν.*

γίνεται τοπικά, πρέπει να ζητηθεί έγκριση από το μέλος ή την ομάδα που είναι επιφορτισμένη με αυτό προτού ενσωματωθεί στον κώδικα ενός «κεντρικού» αντιγράφου. Σε πρώτη ανάγνωση, το μειονέκτημα σαφώς είναι η μειωμένη ταχύτητα καθώς παρεμβάλλεται ανθρώπινος έλεγχος, το οποίο όμως σε κάποιο βαθμό μπορεί να υπερκεραστεί από τη δυνατότητα πολλών προγραμματιστών, να επεξεργάζονται παράλληλα τμήματα του κώδικα με μικρό βαθμό αλληλοτομίας. Επιπλέον, παρεμβάλλεται ένα στάδιο ποιοτικού ελέγχου πριν την κοινοποίηση δοκιμαστικών εκδόσεων, το οποίο μειώνει την πιθανότητα εμφάνισης δυσλειτουργιών.

Πέρα από το στοιχείο του ελέγχου, η έμμεση συνεισφορά της κοινής πλατφόρμας είναι η απελευθέρωση του δικτύου από χωροχρονικές δεσμεύσεις και κατά συνέπεια η εκρηκτική αύξηση του μεγέθους των κοινοτήτων. Η έννοια του πλήθους, όπως θα αναλυθεί στην επόμενη ενότητα, είναι καθοριστική στην εξέλιξη του δικτυακού παραδείγματος.

III.B ΠΛΗΘΟΣ – ΠΟΡΟΙ – ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΣ

Η έννοια του πλήθους έχει καθοριστική σημασία στη συγκριτική ανάλυση των ομότιμων δικτύων. Οι Hardt και Negri⁵² ορίζουν το πλήθος ως «το ανοικτό δίκτυο αποτελούμενο από μοναδικότητες (singularities) που συνδέονται στη βάση των κοινών που μοιράζονται και των κοινών που παράγουν». Η δικτυακή σύνδεση δε συγκροτείται στη βάση της εξομοίωσης ή της ένωσης και δεν ομογενοποιεί τις μοναδικότητες. Το πλήθος είναι ο βασικός συντελεστής της ομότιμης παραγωγής. Σύμφωνα με τον Bawens⁵³, οι δύο προϋποθέσεις για την ανάδυση ομότιμων δικτύων, είναι η αφθονία των πόρων και η κατανομή τους. Είναι γνωστό ότι επί περιορισμένων πόρων ο κεντρικός ιεραρχικός έλεγχος ήταν και παραμένει ο αποδοτικότερος τρόπος οργάνωσης των μέσων παραγωγής. Η τυπική ιεραρχία όμως παύει να είναι ο αποδοτικότερος τρόπος διαχείρισης στην περίπτωση που οι διαθέσιμοι πόροι είναι απεριόριστοι και μεταβαλλόμενοι, καθώς κεντρικές διαδικασίες όπως ο καταμερισμός της εργασίας είναι χρονοβόρες και χωρίς νόημα. Το φαινόμενο του μικρού κόσμου είναι μία εξήγηση για την αναποτελεσματικότητα των ιεραρχικών δομών να διαχειριστούν την αφθονία των πόρων. Στα ιεραρχικά δίκτυα, η μέση απόσταση μεταξύ των μελών της οργάνωσης αυξάνεται αναλογικά με την ανάπτυξη του δικτύου. Αντίθετα στα scale-free δίκτυα, οι υπερ-κόμβοι hubs λειτουργούν ως συντομεύσεις (shortcuts), με αποτέλεσμα τη μικρή μέση απόσταση ανάμεσα στα μέλη της κοινότητας. Ενδεικτικά από την ανάλυση της κοινότητας PERL στο προηγούμενο κεφάλαιο, προέκυψε ότι σε σύνολο 840 μελών, η μέση απόσταση μεταξύ τους ήταν 4,35 συνδέσεις (βήματα) και η μέγιστη 9.

Παρά την πολυεπίπεδη σημασιολογία του πλήθους, η διάσταση της αφθονίας είναι βασική στη συγκρότηση του, χωρίς αυτό να σημαίνει πως η έννοια του πλήθους μπορεί να αναχθεί σε ένα αυστηρά ποσοτικό μέγεθος. Η αφθονία των πόρων εκφράζεται τεχνικά από το μέγεθος των συνεργατικών δικτύων, δηλαδή από τον αριθμό των κόμβων – μελών της κοινότητας. Διασταυρώνοντας τη

⁵² Michael Hardt, Antonio Negri, *Multitude: War and Democracy in the Age of Empire*, New York: The Penguin Press 2004, σσ.129.

⁵³ Michel Bauwens, *Peer-to-Peer Governance, Production And Property: P2P As A Way Of Living*, σπ. αν.

θεωρητική διάσταση του πλήθους, δηλαδή τη θεωρία της ομότιμης παραγωγής, με την τεχνική έκφραση της αφθονίας, δηλαδή με τα αναλυτικά εργαλεία της επιστήμης των δικτύων, αναδεικνύεται ένα ενδιαφέρον σημείο τομής. Εάν η αφθονία των πόρων (κόμβων) και ο ανοικτός χαρακτήρας των δικτύων, είναι συστατικό στοιχείο του πλήθους, τότε δεν μπορεί να είναι τυχαίο που τα περισσότερα δομικά χαρακτηριστικά του δικτυακού παραδείγματος τα οποία εξετάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, αναδύονται σε μεγάλης κλίμακας δίκτυα. Για παράδειγμα, η ανάδυση δομής scale-free δικτύων και η δημιουργία υπερ-κόμβων τύπου hub δεν παρατηρείται σε μικρού μεγέθους δίκτυα ή σε δίκτυα χωρίς δυναμική ανάπτυξης. Αντίστοιχα, το φαινόμενο του μικρού κόσμου και ο σχηματισμός υπο-ομάδων (components, cores, cliques), δεν έχουν περιεχόμενο σε ολιγάριθμες ή στατικές κοινότητες στις οποίες ούτως η άλλως οι αποστάσεις μεταξύ των κόμβων είναι μικρές.

Όπως προαναφέρθηκε, η δεύτερη προϋπόθεση κατά τον Bawens για τη διαμόρφωση ομότιμων δικτύων, είναι η κατανεμημένη δομή των πόρων. Η τοπολογική έκφραση της κατανεμημένης δομής των πόρων, περιγράφηκε αναλυτικά ως η διανυσματική έκφραση της συνεργασίας, στη σχετική υποενότητα του πρώτου κεφαλαίου. Πώς όμως νοηματοδοτείται η κατανεμημένη δομή των συνεργατικών δικτύων πέραν των ομότιμων (equipotent) σχέσεων παραγωγής; Η κατανεμημένη δομή απαντάει τόσο στο πρόβλημα της αφθονίας των πόρων, όσο και στο πρόβλημα της μεταβολής αυτών. Η αφθονία και η μεταβολή των πόρων πηγάζει από την εθελοντική συμμετοχή και την αυτοδιάθεση των μοναδικοτήτων (singularities) που συγκροτούν το πλήθος. Η κατανομή των πόρων στα συνεργατικά δίκτυα Π.Α.Κ. έχει δύο μηχανισμούς, απώτερος στόχος των οποίων είναι ο παραλληλισμός της διαδικασίας συνεργασίας. Ο πρώτος μηχανισμός είναι τοπικός και στοχεύει στην παράλληλη επεξεργασία ενός τμήματος του προγράμματος από δύο ή περισσότερους προγραμματιστές, ενώ ο δεύτερος είναι γενικός και επιτυγχάνει την παράλληλη, ταυτόχρονη επεξεργασία όλων των τμημάτων του προγράμματος.

- Αναλυτικά, ο πρώτος αφορά την πλατφόρμα συνεργασίας και συγκεκριμένα τα κατανεμημένα συστήματα ελέγχου. Όπως αναλύθηκε

στην προηγούμενη ενότητα, τα κατανεμημένα συστήματα ελέγχου δίνουν την δυνατότητα παράλληλης επεξεργασίας των ίδιων modules κώδικα από περισσότερους του ενός προγραμματιστές. Μια απλουστευτική κριτική αυτού του modus operandi θα υποστήριζε ότι ο παραλληλισμός των εργασιών, γενικά είναι μια μη αποδοτική οργάνωση για την επίτευξη του κοινού σκοπού. Όμως, η απόδοση δεν ορίζεται με τον ίδιο τρόπο στα ιεραρχικά συστήματα και τα ομότιμα δίκτυα. Στα μεν πρώτα, η απόδοση ορίζεται ως το κλάσμα του συνολικού έργου προς τους διαθέσιμους πόρους. Στην περίπτωση των άφθονων πόρων, η απόδοση ορίζεται ως το μέτρο επίτευξης του κοινού σκοπού. Συνεπώς, όπως αναφέρει και ο Raymond⁵⁴ ο παραλληλισμός της επίλυσης ενός δύσκολου προβλήματος δε μειώνει την πολυπλοκότητα του, αλλά αυξάνει την πιθανότητα να υπάρχει κάποιος που να μπορεί να το επιλύσει.

- Ο δεύτερος μηχανισμός είναι αυτό που ο Benkler αποκαλεί modularity ή granularity⁵⁵ και είναι η δυνατότητα ορισμού του κοινού σκοπού, από τις περισσότερες και επομένως μικρότερες δυνατές ημι-ανεξάρτητες «μονάδες» γνώσης. Τι διαφορετικό χαρακτηρίζει την παραπάνω διαδικασία από τον κεντρικό καταμερισμό εργασίας; Η διαφορά βρίσκεται στη σχεσιακή δομή των «μονάδων» εργασίας. Στα κατανεμημένα συστήματα οι μονάδες αρθρώνονται συνθέτοντας τον κοινό σκοπό, ενώ στα ιεραρχικά συστήματα το έργο επιμερίζεται (διαιρείται) από το όλον σε επιμέρους στοιχεία. Συμπερασματικά, το πρόγραμμα ανοικτού κώδικα έχει τη σχηματική μορφή ενός κατανεμημένου δικτύου, ενώ ένα εμπορικό πρόγραμμα έχει τη δομή ενός ιεραρχικού συστήματος. Είναι εμφανής η αντιστοιχία της δομής των κοινών με την αρθρωτή δομή των κοινοτήτων, αποτελούμενη από στοιχεία, υπο-ομάδες και πυρήνες. Επομένως, επανέρχεται ο νόμος του Conway, σύμφωνα με τον οποίο κάθε κοινότητα συνθέτει και σχεδιάζει συστήματα τα οποία αναπόφευκτα μιμούνται τη δομή της κοινότητας. Το πρόβλημα των ιεραρχικών δομών στη διαχείριση του πλήθους, πέραν της κλίμακας και του μεγέθους είναι κυρίως η

⁵⁴ Eric S. Raymond, *οπ. αν.*

⁵⁵ Yochai Benkler, *οπ. αν.*, σσ.100-101

αδυναμία διαχείρισης της μεταβολής που είναι συστατικό στοιχείο της αυτοδιάθεσης των μοναδικοτήτων. Οι ιεραρχικές δομές δεν μπορούν να ενσωματώσουν τη μεταβολή, γιατί είναι top-down δομές και η μεταβολή του αντικειμένου, συνεπάγεται το συνολικό επαναπροσδιορισμό της οργάνωσης. Χαρακτηριστικά ο Raymond⁵⁶ παρομοιάζει μια κοινότητα ανοικτού κώδικα με μια λαϊκή αγορά (bazaar) και την τυπική ιεραρχία με έναν καθεδρικό ναό. Ένα παζάρι μπορεί να μεταβάλλει τμήματα του χωρίς κρίσιμες συνέπειες στη λειτουργικότητα του. Όμως, ένας καθεδρικός ναός έχει σχεδιαστεί ως τελικό προϊόν εξ αρχής και δεν είναι εύκολη, ούτε η δραστική μεταβολή της μορφής του, καθώς εξελίσσεται η ανέγερσή του, ούτε η ταυτόχρονη κατασκευή των θεμελίων του με τη στέγαση.

Η κατανεμημένη δομή και η δυνατότητα ενθυλάκωσης της μεταβολής σε σχέση με την αρθρωτή λογική, θα αναλυθεί ειδικότερα στην επόμενη ενότητα.

III.Γ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ

Η ιδιότητα της μεταβλητότητας, δε συνδέεται μόνο με τη δομή της κοινότητας, δηλαδή τους μεταβαλλόμενους πόρους (πλήθος) που οδηγούν όπως αναλύθηκε ανωτέρω σε ένα νέο πρότυπο συνεργασίας με τον παραλληλισμό της διαδικασίας. Η ιδιότητα της μεταβλητότητας μπορεί να αναφέρεται και στο ίδιο το προϊόν της συνεργασίας (π.χ. πρόγραμμα ανοικτού κώδικα). Με άλλα λόγια, αυτή η ενότητα επικεντρώνεται στην δυνατότητα ενθυλάκωσης της μεταβολής στα ψηφιακά κοινά και ειδικότερα στα προγράμματα ανοικτού κώδικα, σε αντίθεση με τα εμπορικά προγράμματα. Η τοπολογική έκφραση της μεταβολής στο αντικείμενο της ομότιμης παραγωγής δηλαδή τα ψηφιακά κοινά εμφανίζεται με:

- το modularization, δηλαδή το σχηματισμό επιμέρους modules με αρθρωτή λογική όπως αντίστοιχα συμβαίνει στις κοινότητες με τα components, cores και cliques.

⁵⁶ Eric S. Raymond, *οπ. αν.*

- την προσθήκη ή αφαίρεση modules από τη συνολική δομή του προγράμματος.
- τη διακλάδωση των δομών των ψηφιακών κοινών με σκοπό τη δημιουργία παραλλαγών.

Πώς όμως νοηματοδοτείται η μεταβλητότητα των ψηφιακών κοινών; Η δυνατότητα μεταβολής των ψηφιακών κοινών συνδέεται έμμεσα ή άμεσα με μια σειρά αντιθετικών σχημάτων, όπως ενδεικτικά:

- εξατομικευμένος ή παραμετρικός σχεδιασμός vs μαζικός σχεδιασμός
- ανοιχτή ή κατανεμημένη καινοτομία vs κλειστή ή κεντροποιημένη καινοτομία
- δημιουργοί-καταναλωτές vs τελικοί χρήστες
- τα κοινά ως διαδικασία vs το προϊόν ως τέλος

Είτε πρόκειται για ανταγωνιστικά υλικά αγαθά, είτε για μη ανταγωνιστικά άυλα αγαθά όπως είναι τα ψηφιακά κοινά, η χρήση τους καλύπτει κάθε φορά κάποιες συγκεκριμένες ανάγκες. Όμως, οι ανάγκες των χρηστών και στις δύο περιπτώσεις είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό ετερογενείς⁵⁷. Συνεπώς, είναι εξαιρετικά δύσκολο να καλυφθούν επακριβώς οι ανάγκες μεγάλου μέρους των χρηστών με όρους κεντρικού σχεδιασμού και μαζικής παραγωγής. Για παράδειγμα, μπορούν ένα ή δύο εμπορικά λειτουργικά συστήματα να καλύπτουν τις ανάγκες του συνόλου των χρηστών; Η μαζική παραγωγή στοχεύει στο σχεδιασμό προϊόντων που απευθύνονται στα μέγιστα δυνατά μερίδια αγοράς με ομοιογενείς ανάγκες. Ο σχεδιασμός του προϊόντος και η καινοτομία είναι κεντροποιημένες λειτουργίες, που παραμένουν εντός της ιεραρχικής εταιρικής δομής. Ο διαχωρισμός δημιουργού και χρήστη, παραγωγού και καταναλωτή είναι απόλυτος και προϋπόθεση για την εμπορική εκμετάλλευση. Η εμπορευματοποίηση των άυλων αγαθών δε θα ήταν δυνατή χωρίς αυτό το διαχωρισμό δημιουργού χρήστη και χωρίς τον κεντρικό έλεγχο της καινοτομίας. Τα αγαθά για να έχουν εμπορικό χαρακτήρα πρέπει να είναι τέλεια δηλαδή τελειωμένα. Τα εμπορεύσιμα άυλα αγαθά δομούνται ως τέλεια αντικείμενα με τον ίδιο τρόπο που μπορεί να

⁵⁷ Eric von Hippel, *Democratizing Innovation*, Cambridge MA, The MIT Press, 2005, σσ.33-45.

χαρακτηριστεί τέλειο ένα φυσικό αντικείμενο ή ένας καθεδρικός ναός, αφού τίποτα δεν μπορεί να προστεθεί ή να αφαιρεθεί, χωρίς να επηρεάσει αποφασιστικά το σύνολο.

Αντίθετα, τα ψηφιακά κοινά προσομοιάζουν περισσότερο με μια εν εξελίξει διαδικασία, παρά σε ένα τελειωμένο αντικείμενο. Για παράδειγμα, το περιεχόμενο ενός τυχαίου λήμματος στην wikipedia (π.χ. distributed version control⁵⁸), έχει τροποποιηθεί και αναθεωρηθεί εκατοντάδες φορές, ακόμη και εάν περιγράφει μια τόσο σύγχρονη έννοια, όπως στο παρόν παράδειγμα. Ακόμα και η ριζική τροποποίηση ενός λήμματος της wikipedia ή ενός module ενός προγράμματος ανοικτού κώδικα, είναι σπάνιο να επηρεάσει τη συνολική λειτουργικότητα, γιατί όπως προαναφέρθηκε τα ψηφιακά κοινά δομούνται με μια αρθρωτή λογική. Ο Raymond στο κλασικό πλέον *The Cathedral and the Bazaar*⁵⁹ περιγράφει ότι το Linux ήταν από τα πρώτα γνωστά προγράμματα ανοικτού κώδικα που ακολούθησε την αρχή «release early, release often». Για να γίνει κατανοητή η διαφορά σε σχέση με αντίστοιχο λογισμικό προερχόμενο από ιεραρχικές δομές (π.χ. windows), αρκεί να αναλογιστεί κανείς ότι δεν ήταν σπάνιο να βγαίνουν εκδόσεις του linux πιο συχνά από κάθε μέρα. Επομένως, κάθε δυσλειτουργία ή ανακρίβεια των ψηφιακών κοινών είναι αυτόματα πιο επιλύσιμη και λιγότερο κρίσιμη, σε σχέση με ένα ορισμένο ως τέλειο αντικείμενο. Σε αυτή τη διαδικασία είναι καθοριστικός ο ρόλος των χρηστών και η ανάδραση της πληροφορίας στην κοινότητα. Τόσο στα προγράμματα ανοικτού κώδικα, όσο και σε μια διαδικτυακή εγκυκλοπαίδεια, εξίσου σημαντική εργασία με τη δημιουργία του κώδικα ή ενός λήμματος, είναι ο εντοπισμός μιας δυσλειτουργίας σε μια διεργασία ή μιας ανακρίβειας ενός λήμματος. Επιπλέον, η ιδέα για μια καινοτομία ή μια νέα λειτουργία συχνά προέρχεται από τους χρήστες του προγράμματος μέσω της κοινής πλατφόρμας επικοινωνίας. Οι κοινότητες ανοικτού κώδικα είναι ο κατεξοχήν τόπος εφαρμογής αυτού που ο Hippel ορίζει ως καινοτομία χρηστών (user innovation⁶⁰) και στην πράξη είναι μια κατανεμημένη μορφή καινοτομίας.

⁵⁸ < https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Distributed_version_control&action=history>, τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016

⁵⁹ Eric S. Raymond, *οπ. αν.*

⁶⁰ Eric von Hippel, *οπ. αν.*, σσ.165-177

Αξίζει σε αυτό το σημείο να επανέλθουμε στην ανάλυση της διανυσματικής διάστασης της συνεργασίας, ως βασικό σχήμα κατανόησης της έννοιας της ομότιμης παραγωγής. Η ανάδυση του φαινομένου που περιγράφει ο Hippel, δε συνεπάγεται ότι όλοι οι χρήστες ενός προγράμματος ανοικτού κώδικα είναι αυτομάτως και προγραμματιστές ή συμμετέχουν στην ανάδραση που αφορά τη βελτιστοποίηση των κοινών. Η πλήρης ταύτιση προγραμματιστή και χρήστη δεν είναι ποτέ εφικτή συνολικά, αλλά δυνητική σε ατομικό επίπεδο με τον ίδιο τρόπο που οι ομότιμες σχέσεις παραγωγής είναι δυνητικά ισότιμες, αλλά ποτέ ένα δίκτυο Π.Α.Κ. δεν είναι καθολικά ισότιμο. Η πλήρης, a priori ταύτιση προγραμματιστή-χρήστη, παραγωγού-καταναλωτή ακόμη και ως ιδεατό σχήμα είναι έξω από τη φύση των ομότιμων δικτύων.

Σε κάθε περίπτωση, στις κοινότητες γνώσης η καινοτομία δεν είναι αντικείμενο μιας κλειστής μικρής ομάδας, αλλά μιας πολύ μεγαλύτερης δεξαμενής ατόμων. Σε αντίθεση, με την παραγωγή εμπορικών άυλων αγαθών, οι χρήστες δε βρίσκονται στο τέλος μιας γραμμικής πορείας, αλλά είναι ένα ενδιάμεσο στάδιο μιας κυκλικής πορείας με παράλληλες διακλαδώσεις. Οι διακλαδώσεις εκφράζουν έναν ακόμη μηχανισμό προσαρμογής των ψηφιακών κοινών στην ετερογένεια των αναγκών. Βασική διάσταση των κοινοτήτων γνώσης, είναι ο πολλαπλασιαστικός χαρακτήρας της γνώσης που προκύπτει από τη διανομή της. Εάν η ανοικτή καινοτομία οφείλεται στην ελεύθερη διανομή της γνώσης στους «χρήστες», τότε η συνέχεια του ανοικτού χαρακτήρα των κοινών οφείλεται στην ελεύθερη διανομή και επεξεργασία στους προγραμματιστές ή γενικότερα παραγωγούς. Η δυνατότητα ενός προγράμματος ανοικτού κώδικα να διακλαδωθεί, εκφράζει στην πράξη το δικαίωμα οποιουδήποτε να επεξεργαστεί τα ψηφιακά κοινά και να τα διανείμει εκ νέου κατευθύνοντας την υφιστάμενη γνώση σε έναν νέο κοινό σκοπό, χωρίς απαραίτητα να επηρεάζεται η λειτουργία του «μητρικού» αποθετηρίου και της αντίστοιχης κοινότητας. Η αφθονία των πόρων οδηγεί στη διακλάδωση για τη δημιουργία πολλαπλών κοινών γνώσης καλύπτοντας μεγαλύτερο εύρος αναγκών. Η δυνατότητα διακλάδωσης των αποθετηρίων γνώσης θα εξεταστεί αναλυτικότερα στην επόμενη ενότητα, καθώς συνδέεται με τους μηχανισμούς συνέχειας που αναπτύσσονται στα ψηφιακά κοινά.

III.Δ ΣΥΝΕΧΕΙΑ

Το δικαίωμα επεξεργασίας των ψηφιακών κοινών εκφράζεται είτε εντός της κοινότητας, με σκοπό την ενσωμάτωση στο κεντρικό αποθετήριο γνώσης, είτε εκτός της κοινότητας μέσω του μηχανισμού της διακλάδωσης. Στην πρώτη περίπτωση, για λόγους συνεκτικότητας και λειτουργικότητας ως προς τον κοινό σκοπό εφαρμόζονται οι μέθοδοι ελέγχου που περιγράφηκαν αναλυτικά στη σχετική ενότητα. Στη δεύτερη περίπτωση, η διακλάδωση (forking) ενός κεντρικού αποθετηρίου γνώσης και η επεξεργασία του, είναι εντελώς απροϋπόθετη, τουλάχιστον στις περιπτώσεις πραγματικών κοινοτήτων ανοικτού κώδικα. Ομότιμη παραγωγή και ψηφιακά κοινά, ορίζονται μόνο εάν είναι ελεύθερη η χρήση, επεξεργασία και διανομή της γνώσης και υποχρεωτική η εξασφάλιση των ίδιων δικαιωμάτων, σε κάθε παράγωγη κατάσταση. Χαρακτηριστικά, άδειες τύπου SCSL⁶¹ οι οποίες κοινοποιούν τον κώδικα, αλλά δεν επιτρέπουν την ελεύθερη χρήση, επεξεργασία και διανομή του δεν εμπίπτουν στην κατηγορία του ανοικτού κώδικα, αλλά αυτού που ο Raymond χαρακτηρίζει ως εμφανούς κώδικα (viewable source).

Πώς όμως εξασφαλίζεται χωρίς κεντρικό σχεδιασμό και έλεγχο η συνεκτικότητα και η συνέχεια μιας ενεργής κοινότητας γνώσης εφόσον είναι απολύτως απροϋπόθετη η διακλάδωση και κατάτμηση της σε άπειρα στοιχεία μέχρι του σημείου διάλυσης της κοινότητας και του κοινού σκοπού. Στην πράξη, το δικαίωμα στη διακλάδωση είναι αυτό που εξασφαλίζει τη συνοχή και τη συνέχεια των ψηφιακών κοινών. Ο φόβος προς τη διακλάδωση, πηγάζει από το συμβατικό γραμμικό κληρονομικό μοντέλο εξέλιξης των άυλων αγαθών, το οποίο είναι στενά συνδεδεμένο με την πνευματική ιδιοκτησία (copyright) και την κατοχύρωση ευρεσιτεχνίας (patent). Η διακλάδωση ενός κοινού αποθετηρίου γνώσης εκτός της αρχικής κοινότητας, εκφράζεται ως η παράλληλη επεξεργασία των κοινών σε άλλη κατεύθυνση, χωρίς απαραίτητο στόχο συγχώνευσης στο αρχικό αποθετήριο. Στην πρόσφατη ιστορία των προγραμμάτων ανοικτού

⁶¹ Η συντομογραφία SCSL αναφέρεται στην Sun Community Source License άδεια χρήσης που σχεδιάστηκε από την Sun Microsystems για τον κώδικα της Java. Δεν θεωρείται άδεια εντός του πνεύματος των ψηφιακών κοινών καθώς η επεξεργασία και η διανομή της γνώσης υπόκεινται σε περιορισμούς.

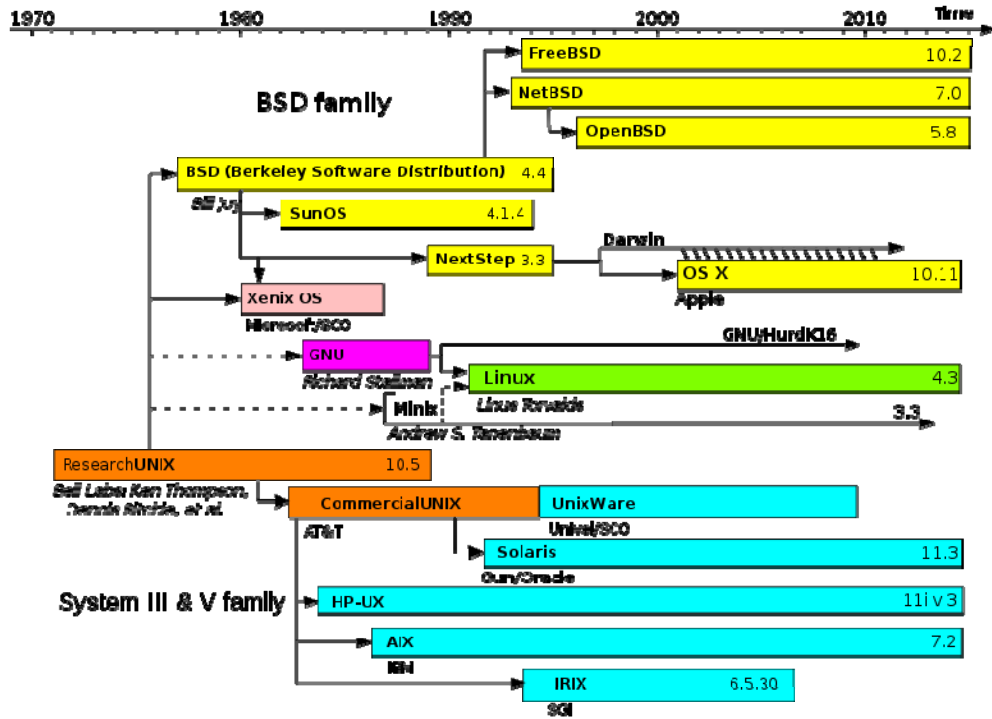
κώδικα έχουν εμφανιστεί αρκετά διαφορετικοί μηχανισμοί για τη διακλάδωση ενός αποθετηρίου ανοικτού κώδικα. Η αιτιολογική βάση των κυριότερων είναι:

- Διάρθρωση της κοινότητας λόγω αποδυνάμωσης του υφιστάμενου μοντέλου νομιμοποίησης της ηγεσίας ή προσπάθειας μεταβολής του ανοικτού χαρακτήρα των κοινών. Στις περισσότερες περιπτώσεις η αποδυνάμωση του μοντέλου ηγεσίας οδηγεί σε αλλαγή παραδείγματος, με συνέπεια τη συνέχεια της κοινότητας και του κοινού σκοπού υπό άλλη μορφή ηγεσίας και σπανιότερα τη διάρθρωση και διακλάδωση. Στην περίπτωση μεταβολής του ανοικτού χαρακτήρα της παραγωγής, όπως στο παράδειγμα του SecureShell⁶², είναι δυνατή η συνέχεια του εγχειρήματος από την τελευταία ελεύθερη έκδοση, εφόσον υπάρχει ενεργό τμήμα της αρχικής ή άλλης κοινότητας που μπορεί να το υποστηρίξει. Συνεπώς, σε αυτές τις περιπτώσεις η δυνατότητα διακλάδωσης διασφαλίζει τη συνέχεια των ψηφιακών κοινών, απέναντι σε προσπάθειες ιδιοποίησης και ελέγχου που εμφανίζονται συνήθως όταν μια αρχική ομάδα εξελίσσεται σε κοινότητα.
- Εξειδίκευση του αντικειμένου της ομότιμης παραγωγής πέραν του κοινού σκοπού. Εφόσον υπάρχει αναγκαιότητα προσανατολισμού του κοινού σκοπού σε διαφορετικές, αλλά αλληλοαποκλειόμενες κατευθύνσεις, είναι σκόπιμη η διακλάδωση των κοινών και των κοινοτήτων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η εξέλιξη των FreeBSD, OpenBSD και NetBSD από ένα ανενεργό σήμερα πρόγραμμα το 386BSD. Η εξειδίκευση κάθε προγράμματος σε διαφορετικό κλάδο, επιτρέπει την κάλυψη μεγαλύτερου εύρους αναγκών, ενώ στα τμήματα του κώδικα που είναι κοινά υπάρχει συνέργεια μεταξύ των κοινοτήτων όπως στο παραπάνω παράδειγμα. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται προσαρμογή των ψηφιακών κοινών στις μεταβαλλόμενες και ετερογενείς ανάγκες των χρηστών.
- Συνέχεια των κοινών στην περίπτωση που η «μητρική» κοινότητα καταστεί ανενεργή. Σε πολλές περιπτώσεις, η χρήση ενός εργαλείου

⁶² Το Secure SHell (SSH) είναι ένα πρωτόκολλο κρυπτογράφησης που αναπτύχθηκε αρχικά από την Tatu Ylönen ερευνήτρια στο Πανεπιστήμιο του Ελσίνκι το 1995 ως λογισμικό ανοικτού κώδικα αλλά σταδιακά ιδιοποιήθηκε από την εταιρεία που ίδρυσε η Ylönen. Το 1999 η κοινότητα ανάπτυξης του OpenBSD προχώρησε σε επεξεργασία της τελευταίας έκδοσης του SSH υπό την ονομασία OpenSSH το οποίο το 2005 ήταν η πιο δημοφιλής εφαρμογή του πρωτοκόλλου. <https://en.wikipedia.org/wiki/Secure_Shell>, τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016

μπορεί να επανεφευρεθεί υπό νέες συνθήκες ή υπό νέα κοινότητα. Με άλλα λόγια, τα κοινά εκτείνονται πέραν της κοινότητας από την οποία δημιουργήθηκαν. Άλλωστε, όπως υποστηρίζει ο Raymond και αποδεικνύει η ιστορία των Π.Α.Κ., κανένα γνωστό πρόγραμμα ανοικτού κώδικα δεν εκκίνησε από μηδενική βάση. Οι περισσότερες κοινότητες συγκροτήθηκαν πάνω σε μια αρχική βάση, στην οποία έδωσαν μια νέα κατεύθυνση και σταδιακά αναπτυσσόμενες έφθασαν στο σημείο να μην περιέχουν ούτε μια γραμμή κώδικα από το αρχικό αποθετήριο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το Unix (εικόνα 21), από το οποίο έχουν εξελιχθεί τα περισσότερα λειτουργικά συστήματα που είναι γνωστά σήμερα (Linux, OS X, Solaris, FreeBSD, OpenBSD και NetBSD).

Επομένως, ο μηχανισμός διακλάδωσης όχι μόνο συμβάλλει στη συνέχεια και τον ανοικτό χαρακτήρα των ψηφιακών κοινών, αλλά δεν μπορεί να λειτουργήσει διαλυτικά ως προς τη συνεκτικότητα των κοινοτήτων γνώσης για δύο λόγους. Πρώτον, γιατί όσο εύκολο είναι να αντιγραφεί (διακλαδωθεί) ένα πολύ γνωστό πρόγραμμα ανοικτού κώδικα με κακόβουλη πρόθεση από οποιονδήποτε άλλο, τόσο δύσκολο είναι να υποστηριχθεί το νέο πρόγραμμα χωρίς την αντίστοιχη κοινότητα. Δευτερευόντως, ακόμη και εάν το εγχείρημα υποστηριζόταν από μια ευρύτατη ομάδα προγραμματιστών, εφόσον το «μητρικό» πρόγραμμα διανέμεται με άδεια ανοικτού κώδικα (π.χ. GPL), κάθε ωφέλιμη μεταβολή που τυχόν θα πραγματοποιείτο στο νέο πρόγραμμα, θα μπορούσε άμεσα να ενσωματωθεί στο «μητρικό» αποθετήριο εκμηδενίζοντας το όποιο συγκριτικό πλεονέκτημα. Επομένως, όσο και αν φανεί παράδοξο, ο ανοικτός χαρακτήρας των ψηφιακών κοινών διασφαλίζει τη συνέχεια τους, την πολλαπλασιαστική εφαρμογή και την προστασία από προσπάθειες αντιγραφής και ιδιοποίησης.



εικόνα 21 Όλα τα προγράμματα που έχουν προέλθει απο το Unix (Πηγή: Wikipedia)

IV. __ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΠΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ

Στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάστηκαν οι ιδιότητες των δικτύων και η νοηματοδότηση τους όσον αφορά την ομότιμη παραγωγή με ειδικότερο αντικείμενο τις κοινότητες ανοικτού κώδικα. Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξεταστούν οι μηχανισμοί ανάδυσης των ιδιοτήτων που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια. Για παράδειγμα, ποια είναι η σχέση της αρχής επιλεκτικής προσκόλλησης ή της αρχής της ομοφιλίας με τις κοινότητες γνώσης; Πώς επηρεάζουν οι πρωτογενείς δομικές πράξεις την εξέλιξη του δικτύου; Πώς εκφράζονται οι προσπάθειες ιδιοποίησης των ψηφιακών κοινών με δικτυακούς όρους; Το βέλος του χρόνου επηρεάζει την συνδεσιμότητα ενός συνεργατικού δικτύου; Τα δίκτυα και ειδικότερα τα ομότιμα δίκτυα παραγωγής είναι δυναμικά συστήματα και οι στατικές ιδιότητες τους είναι μια μόνο όψη για την κατανόηση τους. Η άλλη όψη είναι οι μηχανισμοί που οδηγούν στην ανάδυση των ιδιοτήτων, καθώς και η εξέλιξη των ιδιοτήτων στο περιβάλλον του δικτύου.

IV.A ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΑΣ ΣΤΗ ΜΑΚΡΟΚΛΙΜΑΚΑ

Στο δεύτερο κεφάλαιο συσχετίστηκαν οι κατανομές κατά κανόνα power law με την ανάδυση των hubs ως υπερ-κόμβων ελέγχου, ηγεσίας και επικοινωνίας των κατανεμημένων δικτυακών συστημάτων. Πώς όμως τόσο διαφορετικά μεταξύ τους συστήματα έχουν τόσο όμοιες κατανομές βαθμών (συνδεσιμότητας); Τι κοινό έχει η κατανομή της συχνότητας των λέξεων σε ένα κείμενο⁶³, η κατανομή των συνδέσεων του WWW και η κατανομή των βιβλιογραφικών αναφορών σε ένα επιστημονικό δίκτυο; Δεδομένου ότι το ειδικότερο αντικείμενο καθενός από τα ανωτέρω συστήματα δε σχετίζεται με κάποιο άλλο θα πρέπει κάποιος αρκετά γενικός μηχανισμός να οδηγεί στην ανάδυση κατανομών κατά κανόνα power law.

⁶³ Η παρατήρηση της ετερογενούς κατανομής της συχνότητας των λέξεων στην ανθρώπινη γλώσσα που ακολουθεί τον κανόνα power law είναι γνωστή ως νόμος του Zipf. George K. Zipf, *Human Behaviour and the Principle of Least Effort: An Introduction to Human Ecology*, Addison-Wesley Press, 1949.

Ένας από τους πρώτους μηχανισμούς με τον οποίο επιχειρήθηκε να μεταφερθούν παρατηρήσεις από την εμπειρική μελέτη των δικτύων στους κανόνες ανάπτυξης θεωρητικών μοντέλων είναι ο μηχανισμός επιλεκτικής προσκόλλησης (preferential attachment). Πρώτος περιέγραψε αυτόν τον μηχανισμό ο Price⁶⁴ το 1976, αλλά έγινε ευρύτερα γνωστός από τον Barabassi με την ταύτιση του με τα scale-free δίκτυα. Ο Price μελετώντας το δίκτυο των επιστημονικών αναφορών διατύπωσε την υπόθεση ότι μια δημοσίευση έχει πιθανότητα να έχει νέες αναφορές στο μέλλον ανάλογη με τις αναφορές που ήδη έχει. Με διαφορετική διατύπωση κάθε νέα δημοσίευση αναφέρεται σε παλαιότερες με πιθανότητα ανάλογη των αναφορών που ήδη έχουν. Συνεπώς, διατύπωσε έναν αρκετά γενικό και απλουστευτικό μηχανισμό βασισμένο στην αρχή του σωρευτικού πλεονεκτήματος (cumulative advantage) όπως ο ίδιος την περιέγραψε. Αντίστοιχα ο Barabassi μελετώντας τον παγκόσμιο ιστό (WWW) υποστήριξε ότι οι συνδέσεις μεταξύ των ιστοσελίδων, στατιστικά γίνονται βάση του υφιστάμενου βαθμού της συνδεσιμότητας κάθε κόμβου και βασίζονται στην αρχή της επιλεκτικής προσκόλλησης. Δηλαδή, κάθε νέα ιστοσελίδα συνδέεται με υφιστάμενες αναλόγως του αριθμού των συνδέσεων τους. Η κυριότερη διαφορά ανάμεσα στους δύο μηχανισμούς είναι ότι ο Price αναφέρεται σε ένα κατευθυνόμενο δίκτυο, ενώ ο Barabassi μελέτησε το WWW ως μη κατευθυνόμενο. Στην πράξη όμως ο μηχανισμός ανάδυσης μορφών υπερκόμβων (hubs) είναι και στα δύο μοντέλα παρόμοιος.

Ο μηχανισμός επιλεκτικής προσκόλλησης είναι ιδιαίτερα δημοφιλής στα θεωρητικά δικτυακά μοντέλα γιατί: είναι αρκετά γενικός⁶⁵, μπορεί να οδηγήσει στην ανάδυση μορφών *power law* που έχουν παρατηρηθεί εμπειρικά σε πλήθος μεγάλης κλίμακας πραγματικών δικτύων και στηρίζεται σε μια μαθηματική βάση. Η επιλογή με βάση τον βαθμό των υφιστάμενων κόμβων μπορεί να μετασχηματιστεί μαθηματικά ως η τυχαία επιλογή ανάμεσα σε όλα τα άκρα κάθε

⁶⁴ Derek J. de Solla Price, «A General Theory of Bibliometric and other Cumulative Advantage Processes», *Journal of the American Society of Information Sciences*, 27(5-6), 1976, σσ.292-306.

⁶⁵ Ο μηχανισμός επιλεκτικής προσκόλλησης βασίζεται σε σχεσιακά δηλαδή δομικά δεδομένα του δικτύου και όχι στην ειδικότερη λειτουργία του συνεπώς μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε δικτυακή δομή.

υφιστάμενης σύνδεσης⁶⁶. Για παράδειγμα, είναι γενικά αποδεκτό πως μια νέα επιστημονική δημοσίευση είναι εξαιρετικά πιθανόν να αναφερθεί στις πιο δημοφιλείς από τις παλαιότερες επιστημονικές δημοσιεύσεις με τον ίδιο τρόπο που μια νέα ιστοσελίδα είναι πιθανότερο να περιέχει συνδέσμους προς τις πιο δημοφιλείς υφιστάμενες ιστοσελίδες. Σε κάθε όμως περίπτωση ο μηχανισμός, παραμένει σε πολύ μεγάλο βαθμό απλουστευτικός, καθώς δεν λαμβάνει υπόψιν του πολλές παραμέτρους που επηρεάζουν την διαμόρφωση των δικτύων. Η ανάλυση της δομής του μηχανισμού *επιλεκτικής προσκόλλησης* αποδεικνύει πως η απλουστευτική φύση του οφείλεται στον αφαιρετικό ορισμό της ετερογένειας του δικτύου. Αναλυτικά, ο μηχανισμός *επιλεκτικής προσκόλλησης* δεν είναι τίποτε άλλο από μια πολύ συγκεκριμένη μορφή ετερογενούς κατανομής των συνδέσεων ενός δικτύου. Σύμφωνα με τον μηχανισμό *επιλεκτικής προσκόλλησης* η ετερογένεια των σχέσεων εντός ενός δικτύου εκφράζεται αποκλειστικά σε συνάρτηση του χρόνου. Επομένως, το ανάπτυγμα του μηχανισμού στον χρόνο οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι κόμβοι του δικτύου που έχουν δημιουργηθεί παλαιότερα έχουν στατιστικά περισσότερες συνδέσεις, ενώ οι νεότεροι λιγότερες. Είναι αποδεκτό ότι ο χρόνος είναι μια βασική παράμετρος εισαγωγής ετερογένειας σε ένα πραγματικό δίκτυο. Δεδομένου ότι οι περισσότεροι κόμβοι ενός δικτύου ή πιο συγκεκριμένα τα μέλη μιας κοινότητας δε συμμετέχουν σε αυτήν εξ αρχής, είναι αναμενόμενο να αντιστοιχεί μεγαλύτερος όγκος παραγωγής, άρα και συνδέσεων σε κάποια παλαιότερα μέλη. Ακόμα και εάν τα μέλη της κοινότητας ήταν δυναμικά ισότιμα η παράμετρος του χρόνου θα οδηγούσε το σύστημα σε ετερογενή μορφή.

Όμως στην πράξη, ο χρόνος δεν είναι η μοναδική πηγή ετερογένειας για ένα συνεργατικό δίκτυο. Η ετερογένεια σε ένα συνεργατικό δίκτυο μπορεί να αναδυθεί λόγω της συμμετοχής στη βάση της αυτοδιάθεσης. Κάθε μέλος της κοινότητας επιλέγει τόσο το σημείο στο οποίο θα συνεισφέρει στην κοινότητα, όσο και το βαθμό στον οποίο θα αφιερώσει τους προσωπικούς του πόρους στο συνεργατικό εγχείρημα.

⁶⁶ Ο αριθμός των άκρων των συνδέσεων που καταλήγουν σε έναν κόμβο στην πράξη είναι ο βαθμός του κόμβου. Η τυχαιότητα ως μηχανισμός διαμόρφωσης συνδέσεων ενός αυτοοργανωμένου συστήματος πιθανώς είναι πιο πειστικός από την ντετερμινιστική αρχή ότι ο πιο διασυνδεδεμένος κόμβος θα εξακολουθήσει να απορροφά τις περισσότερες νέες συνδέσεις.

Δεδομένου ότι απουσιάζει οποιαδήποτε μορφή κεντρικού καταμερισμού εργασίας, το κάθε μέλος της κοινότητας επιλέγει το module γνώσης το οποίο θα επεξεργαστεί. Η ελευθερία επιλογής ανάμεσα σε ένα πλήθος επιλογών δεν οδηγεί σχεδόν ποτέ σε μια ισόρροπη κατανομή. Ειδικότερα, όταν το πλήθος των επιλογών είναι ετερογενώς φορτισμένο είναι πιθανότερο να προκύψει μια ετερογενής κατανομή. Είναι φυσικό κάποια modules γνώσης να είναι πιο δημοφιλή⁶⁷ από κάποια άλλα, χωρίς αυτό να αιτιολογείται πάντα στη βάση της χρονικότητας στην οποία βασίζεται ο μηχανισμός επιλεκτικής προσκόλλησης. Το ερώτημα που με φυσικό τρόπο προκύπτει είναι πώς είναι δυνατόν ένα μέλος να έχει έστω και μερικώς εποπτική εικόνα του συνόλου ενός δικτύου, αφού αυτό αναπτύσσεται με bottom-up διαδικασίες έξω από την λογική του κεντρικού προκαθορισμένου σχεδιασμού; Η πλατφόρμα συνεργασίας είναι το μέσο με το οποίο οι επιμέρους τοπικότητες μπορούν να έχουν μεγαλύτερη εικόνα του δικτύου από αυτή που προκύπτει εκ της δομικής τους θέσης στο δίκτυο.

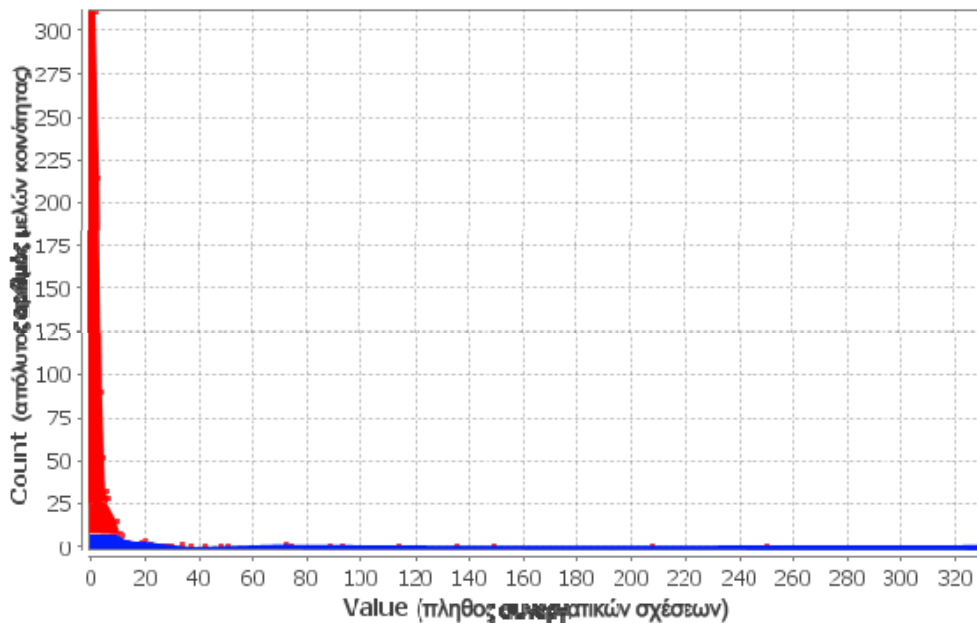
Δεύτερον, οι πόροι μιας κοινότητας γνώσης μπορεί να είναι άφθονοι και ταυτόχρονα αυτό να αποτελεί δομικό στοιχείο των δικτύων ομότιμης παραγωγής, αλλά δεν ισχύει το ίδιο και με τους ατομικούς πόρους κάθε μέλους. Ειδικά στα συνεργατικά δίκτυα, οι πόροι που αφιερώνει ατομικά κάθε μέλος της κοινότητας είναι πεπερασμένοι, καθώς η ομότιμη παραγωγή είναι μια διαδικασία η οποία απαιτεί χρόνο και σχεδόν ποτέ δε δύναται να αυτοματοποιηθεί. Ακόμη και ο σχεδιασμός της διαδικασίας που στην εισαγωγή αντιπαραβλήθηκε με τον σχεδιασμό του αντικειμένου, στην πράξη δε μεταφράζεται ως μια μορφή

⁶⁷ Η δημοφιλία είναι σημαντική πηγή ετερογένειας ανάμεσα σε ένα πλήθος επιλογών. Ισως το πιο γνωστό παράδειγμα είναι το πείραμα του Salganik. Ο Salganik και οι συνεργάτες του οργάνωσαν έναν ιστότοπο διαμοιρασμού σχετικά «άγνωστων» ψηφιακών μουσικών αρχείων στον οποίο συμμετείχαν 14.341 χρήστες. Κάθε χρήστης μπορούσε να κατεβάσει κάποιο μουσικό αρχείο αφού πρώτα το ακούσει και βαθμολογήσει σε μια κλίμακα. Τα πραγματικά αποτελέσματα της αξιολόγησης κάθε μουσικού αρχείου ήταν ορατά σε μια ομάδα χρηστών ενώ σε μια άλλη ομάδα ήταν ορατή μια πλασματική αξιολόγηση. Αποδείχθηκε ότι τα ψευδή αποτελέσματα επηρέασαν σε κάποιο βαθμό την επιλογή των χρηστών παρόλο που δεν ανέστρεψαν τελείως την πραγματική εικόνα. Συνεπώς η δημοφιλία κάποιων ειδικότερων αντικειμένων γνώσης ή κάποιων χρηστών της κοινότητας είναι παράγων ετερογένειας της συνδεσιμότητας του δικτύου.

Matthew J. Salganik et al., «Experimental Study of Inequality and Unpredictability in an Artificial Cultural Market», *Science*, Vol.311, 2006, σσ.854-856.

αυτοματοποίησης του σχεδιασμού, αλλά ως ο σχεδιασμός ενός διαφορετικού πολλαπλού αντικειμένου. Για παράδειγμα, αντίθετα με τα συνεργατικά δίκτυα, τα δίκτυα διαμοιρασμού αρχείων συγκροτούνται από σχέσεις που μπορούν να αυτοματοποιηθούν και να περαιωθούν έξω από οποιοδήποτε χρονικό περιορισμό. Το «κατέβασμα» αρχείων μουσικής από άλλους χρήστες σε ένα peer to peer δίκτυο διαμοιρασμού αρχείων, δυνητικά περιορίζεται μόνο από τα τεχνολογικά όρια του μέσου που αφορούν την ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων. Ο όγκος και η ταχύτητα της επικοινωνίας στο διαδίκτυο περιορίζεται μόνο από τις εκάστοτε τεχνολογικές δυνατότητες του ίδιου του διαδικτύου. Επομένως, εφόσον οι προσωπικοί πόροι κάθε μέλους είναι πεπερασμένοι, δε θα ήταν ποτέ δυνατόν όλα τα μέλη να αφιερώνουν τους ίδιους πόρους παρά μόνο εάν εξέλειπε τελείως το συστατικό στοιχείο της αυτοδιάθεσης από τη συνεργασία. Ο βαθμός συμμετοχής ορίζεται bottom-up και όπως αποδεικνύεται από τη μορφολογία της κατανομής power-law της κοινότητας ανάπτυξης της PERL που αναλύθηκε στο πρώτο κεφάλαιο, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό μελών συνεισφέρει στην κοινότητα σε πολύ μικρότερο βαθμό από ότι συνεισφέρει ένα μικρό ποσοστό των μελών (εικόνα 22).

Degree Distribution



εικόνα 22: Κατανομή εισερχόμενων και εξερχόμενων βαθμών των μελών της κοινότητας ανάπτυξης της PERL. Ένα πολύ μικρό ποσοστό (μπλέ) των μελών έχει πολύ μεγάλο ατομικό όγκο συνεργατικών

σχέσεων ενώ ένα ευρύ ποσοστό (κόκκινο) της κοινότητας έχει συγκριτικά ελάχιστη ατομική συνεισφορά. (Δεδομένα: < <http://cran-explorer.org/> >, τελευταία επίσκεψη: 10/11/2016, Επεξεργασία στο λογισμικό δικτυακής ανάλυσης Gephi)

Η παραπάνω διαπίστωση όχι μόνο δε διασπά τη λειτουργία της ομότιμης παραγωγής, αλλά αντίθετα την ενισχύει. Πρώτον, γιατί ο όγκος και η πυκνότητα των συνεργατικών σχέσεων δεν είναι απόλυτος δείκτης της σημασίας της ατομικής συνεισφοράς. Δεύτερον, γιατί το άθροισμα της ελάχιστης συνεισφοράς μιας ευρύτατης πλειοψηφίας καταλήγει να είναι παραπάνω από υπολογίσιμο στην εξέλιξη των ψηφιακών κοινών. Σε αντίθεση με τη συμβατική παραγωγή, η σημασία της συνεισφοράς στην ομότιμη παραγωγή δεν υπολογίζεται με όρους απόδοσης των διαθέσιμων πόρων, γιατί όπως προαναφέρθηκε οι πόροι είναι δυνητικά απεριόριστοι. Το ευρύ ποσοστό μελών με την ατομικά ελάχιστη συνεισφορά, δηλαδή η «ουρά» της γραφικής παράστασης δε θα μπορούσε ποτέ να ενσωματωθεί σε ένα ιεραρχικό σύστημα παραγωγής, πρώτα και κύρια για λόγους οικονομικής απόδοσης. Η ετερογένεια της συμμετοχής αναδεικνύεται ως συγκριτικό πλεονέκτημα της ομότιμης παραγωγής σε σχέση με το ιεραρχικό παράδειγμα.

Ίσως το χαρακτηριστικότερο παράδειγμα για να γίνει απολύτως κατανοητό το μέγεθος της ετερογένειας που ενθυλακώνεται στις κοινότητες γνώσης είναι η Wikipedia. Η κοινότητα της Wikipedia σήμερα αριθμεί περίπου 30 εκατομμύρια εγγεγραμμένα μέλη εκ των οποίων μόνο τα 120.000 συνεισφέρουν τακτικά, δηλαδή κατ' ελάχιστον μηνιαίως και ακόμη λιγότερα συμμετέχουν στο δίκτυο επικοινωνίας με τακτικές συζητήσεις⁶⁸. Εάν τα 30 εκατομμύρια μέλη κατατάσσονταν με βάση την παραγωγικότητα, το πρώτο μέλος θα έχει συνεισφέρει σε περίπου 2.000.000 σημεία⁶⁹, ενώ το δέκατο χιλιοστό στη σειρά σε 7.000 σημεία⁷⁰ και ένας πολύ μεγάλος αριθμός μελών μέχρι το τελευταίο σε μόλις

⁶⁸ <<https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Wikipedians>>, τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016

⁶⁹ Η λέξη «σημεία» εκφράζει οποιαδήποτε ενέργεια εντός της κοινότητας γνώσης από την δημιουργία ενός νέου λήμματος μέχρι την τροποποίηση ή επικύρωση ενός υφιστάμενου. <https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:List_of_Wikipedians_by_number_of_edits#4001.E2.80.935000>, τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016

⁷⁰ <https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:List_of_Wikipedians_by_number_of_edits/5001%E2%80%9310000>, τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016

1 σημείο. Αυστηρά με όρους αποδοτικότητας το μεγαλύτερο υποσύνολο των μελών, δηλαδή αυτό που έχει συνεισφέρει μόνο 1 λήμμα δε θα μπορούσε να ενσωματωθεί σε καμία κεντροποιημένη ιεραρχική δομή συμβατικής παραγωγής. Συνεπώς, καμία μορφή συμβατικής παραγωγής δε θα μπορούσε να ενσωματώσει και την αντίστοιχη γνώση που προκύπτει από την εθελοντική συμμετοχή εκατομμυρίων εθελοντών σε παγκόσμιας κλίμακας κοινότητες γνώσης.

IV.B ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΑΣ ΣΤΗ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΚΑ

Σε κάθε συνεργατικό δίκτυο υπάρχουν τοπικοί μηχανισμοί αντιρρόπησης της κοινωνικής εντροπίας οι οποίοι δρουν παράλληλα με τους μηχανισμούς που περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Συγκεκριμένα, η διατήρηση του συστήματος σε μια κατάσταση δυναμικής ισορροπίας εκφράζεται τόσο με την συνολικά ετερογενή κατανομή της συνδεσιμότητας, όσο και με την ανάδυση υπο-ομάδων με υψηλή εσωτερική συνεκτικότητα και ομοιογένεια. Ο σχηματισμός υπο-ομάδων στο πλαίσιο μιας κοινότητας γνώσης έχει παρατηρηθεί εμπειρικά σε πλήθος συνεργατικών δικτύων⁷¹, όπως και στην περίπτωση της κοινότητας ανάπτυξης της PERL που αναλύθηκε στο πρώτο κεφάλαιο. Πώς μια κοινότητα γνώσης αρθρώνεται από επιμέρους ομάδες εφόσον αυτές δεν προκαθορίζονται στο πλαίσιο μιας κεντροποιημένης δομής; Η ανάδυση διακριτών ομάδων στην μακροκλίμακα μπορεί να εξηγηθεί από τη σωρευτική συμβολή του μηχανισμού βάσης του οποίου συνδέονται δύο μέλη της κοινότητας στην μικροκλίμακα. Ίσως ο πιο διαδεδομένος και προφανής μηχανισμός σχηματισμού ομάδων στηρίζεται στην αρχή της ομοφιλίας⁷². Η ομοφιλία περιγράφεται ως η τάση των ατόμων να συνδέονται με άλλα άτομα στη βάση της ομοιότητας (επιλεκτική ομοφιλία) ή να προσομοιάζουν με τα άτομα με τα οποία έχουν δομική εγγύτητα (επαγωγική ομοφιλία). Στην πρώτη περίπτωση, η ομοφιλία στηρίζεται στην ατομική αυτοδιάθεση και επιλογή, ενώ στη δεύτερη, στη θεσμικά επιβαλλόμενη κοινωνική ομοιογένεια. Γενικά, οι κοινότητες γνώσης χαρακτηρίζονται από την

⁷¹ Jose Teixeira et al., «Lessons Learned from Applying Social Network Analysis on an Industrial Free/Libre/Open Source Software Ecosystem», *Journal of Internet Services and Applications*, 2015.

⁷² Gueorgi Kossinets, Duncan Watts, «Origins of homophily in an Evolving Social Network», *American Journal of Sociology*, Vol.115, 2009, σσ.405-450.

εθελοντική συμμετοχή των μελών τους, συνεπώς η ομοφιλία προκύπτει εξ επιλογής. Ακόμα και η επιρροή του άμεσου περιβάλλοντος κάθε μέλους της κοινότητας είναι μια έμμεση μορφή επιλεκτικής ομοφιλίας, δεδομένου ότι κάθε μέλος επιλέγοντας συνεργάτες στην πράξη επιλέγει και το μικρό-περιβάλλον στο οποίο εντάσσεται.

Με ποιό τρόπο ορίζεται η ομοιότητα των μελών μιας δικτυακής κοινότητας γνώσης; Η ομοιότητα μπορεί είτε να είναι δομική και να βασίζεται στα εγγενή χαρακτηριστικά του δικτύου, είτε να είναι εξωγενής και να βασίζεται σε εξωτερικά μη σχεσιακά δεδομένα που συνήθως δεν περιέχονται στη δικτυακή αναπαράσταση όπως ηλικία, φύλο, κοινά ενδιαφέροντα, κοινές πεποιθήσεις κ.α. Σε αντίθεση με τις τυπικές ιεραρχικές δομές, οι κοινότητες γνώσης δεν μπορούν να συγκροτηθούν σε συνθήκες χωροχρονικής εγγύτητας, καθώς υπό αυτούς τους περιορισμούς εκλείπουν δομικά συστατικά όπως η έννοια του πλήθους. Επομένως, η συγκρότηση των κοινοτήτων γνώσης στηρίζεται κυρίως στην ασύγχρονη τηλεπικοινωνία με αποτέλεσμα την εξάλειψη των συνηθέστερων παραγόντων ομοφιλίας μεταξύ των μελών. Για παράδειγμα η επίδραση του φύλου, της ηλικίας, της εθνότητας, του χώρου ελαχιστοποιείται στα ψηφιακά «οικοσυστήματα». Αντίθετα, βασικές παράμετροι για τη διαμόρφωση υποομάδων σε μια κοινότητα γνώσης είναι:

- η εμπειρία ή ο χρόνος συμμετοχής στην κοινότητα
- η ικανότητα συμμετοχής στον κοινό σκοπό
- το ειδικότερο αντικείμενο της συνεργασίας

Η εμπειρία είναι ένα μέγεθος που δεν είναι ισότιμα κατανομημένο στα μέλη μιας κοινότητας γνώσης, κυρίως λόγω του ότι η κοινότητα δε συγκροτείται εφάπαξ, αλλά είναι ένα ανοικτό και δυναμικό σύστημα στο οποίο προστίθενται συνεχώς νέα μέλη και αδρανοποιούνται υφιστάμενα. Συνεπώς, είναι στατιστικά πιθανότερο δύο παλαιότερα μέλη να συμμετέχουν στην ίδια υπο-ομάδα γιατί χρονικά υπάρχουν περισσότερες πιθανότητες να έχουν αναπτύξει κάποιες μορφής συνεργασία στο παρελθόν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η υψηλή συνδεσιμότητα μεταξύ των υπερκόμβων ενός δικτύου που παρατηρείται σε αρκετά κοινωνικά δίκτυα. Επομένως, η δικτυακή «ηλικία» έχει παρόμοια

επίδραση στις κοινότητες γνώσης με αυτή που έχει η βιολογική ηλικία στις κοινωνικές ομάδες. Εξαίρεση του κανόνα αποτελεί η συνδεσιμότητα μεταξύ των νέων μελών καθώς εισέρχονται σε ένα διαμορφωμένο περιβάλλον στο οποίο είναι πιο πιθανόν να συνεργαστούν με κάποιο πιο έμπειρο μέλος παρά με ένα όμοιας, δηλαδή ελάχιστης εμπειρίας. Η εξαίρεση δεν προκύπτει μέσω κάποιας συνειδητής ατομικής συνεργασίας καθώς η δικτυακή «ηλικία» δεν είναι πάντα εμφανής, αλλά απλώς από την ύπαρξη περισσότερων υφιστάμενων παρά νεοεισερχόμενων μελών σε μια ήδη ανεπτυγμένη κοινότητα γνώσης. Άλλωστε, η παραπάνω εξαίρεση στην πράξη αναφέρεται στην αιτιολογική βάση του μηχανισμού επιλεκτικής προσκόλλησης που περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα. Σε κάθε περίπτωση, η δικτυακή «ηλικία» εκφράζει την πιθανότητα συμμετοχής όμοιων (έμπειρων) μελών στην ίδια ομάδα, αλλά δεν μπορεί να αποτελέσει πρωτογενή και απόλυτη παράμετρο ανάδυσης υπο-ομάδων, καθώς ο χρόνος είναι ένα συνεχές μέγεθος. Η συγκρότηση (διακριτών) υπο-ομάδων βάσει της αρχής της ομοφιλίας μπορεί να αιτιολογηθεί μόνο από ιδιότητες που λαμβάνουν διακριτές τιμές.

Η ικανότητα συμμετοχής στον κοινό σκοπό δεν πρέπει να συγχέεται με την εμπειρία στην κοινότητα. Το παράδειγμα της Wikipedia στην οποία ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των μελών έχει συνεισφέρει από ένα μόνο λήμμα δεν οδηγεί στη διαπίστωση ότι αυτά τα λήμματα δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικά. Τα λήμματα μιας εγκυκλοπαίδειας, όπως και ο κώδικας των modules ενός προγράμματος, δεν έχουν πάντα τον ίδιο βαθμό δυσκολίας. Δεν είναι απίθανο ένα νέο μέλος της κοινότητας να μπορεί να συνεργαστεί σε πτυχές των ψηφιακών κοινών στις οποίες αδυνατεί ένα παλαιότερο μέλος. Επομένως, η ικανότητα του κάθε μέλους είναι μια παράμετρος που επηρεάζει την συνδεσιμότητα των κόμβων. Δεν είναι ιδιαίτερα πιθανό ένα σύνθετο προγραμματιστικό πρόβλημα να απασχολήσει ένα μέλος με πολύ μικρή γνώση προγραμματισμού. Σε κάθε περίπτωση και το μέτρο της ικανότητας δεν μπορεί να κατηγοριοποιηθεί και να εκφραστεί σε διακριτές τιμές.

Η πρωτογενής αιτία ανάδυσης υπο-ομάδων βάσει της αρχής της ομοφιλίας στα συνεργατικά δίκτυα είναι η άρθρωση του κοινού σκοπού από επιμέρους ειδικότερα αντικείμενα γνώσης. Ο κοινός σκοπός στις κοινότητες γνώσης δεν

ορίζεται ως μια ενιαία, στατική και αδιαίρετη οντότητα. Η άρθρωση του κοινού σκοπού από επιμέρους διακριτές οντότητες είναι καθοριστική για τη δυνατότητα ενθυσιασμού της μεταβολής. Κάθε μέλος της κοινότητας, ανάλογα με το γνωσιακό του υπόβαθρο, επιλέγει να συνεισφέρει σε διαφορετικό αντικείμενο. Επομένως, σε κάθε κοινότητα γνώσης είναι πιθανό να εμφανιστεί μεγαλύτερη συνδεσιμότητα ανάμεσα στα μέλη με παρόμοια εξειδίκευση. Το αποτέλεσμα είναι κάθε module γνώσης να οδηγεί στον σχηματισμό υπο-ομάδων με υψηλή εσωτερική ομοιογένεια. Ο βασικός μηχανισμός από τον οποίο προκύπτει ο τοπολογικός μετασχηματισμός που οδηγεί στην ανάπτυξη «νησίδων» με υψηλή συνεκτικότητα είναι ο ακόλουθος:

1. Το μέλος Α έχει συνεισφέρει σε ένα module του μέλους Γ.
2. Το μέλος Β έχει συνεισφέρει σε ένα module του μέλους Γ.
3. Είναι πολύ πιθανόν το μέλος Α να (έχει) συνεισφέρει σε κάποιο module του μέλους Β ή αντίστροφα.

Τα μέλη ενός συνεργατικού δικτύου που είναι σε μεγάλο βαθμό δομικά όμοια είναι πολύ πιθανόν να συνεργαστούν ή να συνεργάζονται. Δομικά όμοιοι είναι οι κόμβοι ενός δικτύου που έχουν την ίδια θέση στο δίκτυο, δηλαδή συνδέονται με τους ίδιους υπόλοιπους κόμβους. Τα τοπολογικά αποτελέσματα του παραπάνω μηχανισμού στη μικροκλίμακα είναι ο σχηματισμός τριγωνικών συνδέσεων που με την εξέλιξη του χρόνου οδηγούν αθροιστικά στο σχηματισμό συνεκτικών υπο-ομάδων.

IV.Γ ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΙΣ ΤΟΠΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

Στις προηγούμενες ενότητες αναλύθηκαν οι κυρίαρχες λογικές στις οποίες βασίζεται η ανάπτυξη των συνδέσεων ενός συνεργατικού δικτύου. Όμως, η μεταβολή των δικτύων δεν περιορίζεται μόνο στην ανάπτυξη των συνδέσεων. Η εξέλιξη των δικτύων μπορεί να αναλυθεί μέσω μιας τυπολογίας μεταβολών που περιλαμβάνει τόσο την προσθήκη, όσο και την αφαίρεση κόμβων και συνδέσεων. Επιπλέον, η τυπολογία των μεταβολών ενός δικτύου εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τη λειτουργία και το ειδικότερο αντικείμενο του δικτύου. Ένα απλό

παράδειγμα για να γίνει κατανοητή η επίπτωση της φύσης του δικτύου στην τυπολογία των δυναμικών μεταβολών προκύπτει από τη σύγκριση του δικτύου του WWW και του δικτύου συνεργασίας μιας κοινότητας Π.Α.Κ. όσον αφορά την αφαίρεση ενός κόμβου από την δικτυακή αναπαράσταση. Στο δίκτυο που περιγράφει το WWW θα αφαιρεθεί ο κόμβος που αναπαριστά έναν ιστότοπο εφόσον αυτός παύσει να λειτουργεί, με συνέπεια να αφαιρεθούν και όλες οι υφιστάμενες συνδέσεις από και προς αυτόν. Σε ένα δίκτυο ομότιμης παραγωγής, ακόμη και εάν ένα μέλος της κοινότητας αποχωρήσει, δεν αφαιρείται ο κόμβος από την αναπαράσταση καθώς η μέχρι τότε συνεισφορά του (συνδέσεις) εξακολουθεί να εντάσσεται στη συνέχεια της κοινότητας.

Ακόμη και εσωτερικά στις κοινότητες γνώσης είναι διαφορετική η τυπολογία των πρωτογενών μεταβολών του δικτύου συνεργασίας, από το δίκτυο επικοινωνίας ή από το διαγραμματικό δίκτυο των ψηφιακών κοινών. Γενικά, οι πρωτογενείς τοπολογικές πράξεις σε ένα δίκτυο είναι οι ακόλουθες:

- Προσθήκη ενός νέου κόμβου και αντίστοιχων συνδέσεων. Στην περίπτωση των συνεργατικών δικτύων η προσθήκη ενός νέου κόμβου ταυτίζεται με την προσθήκη ενός νέου μέλους και συνεπώς τη μεγέθυνση της κοινότητας. Η ποσοτική ανάπτυξη της κοινότητας συχνά καθορίζει την επίτευξη του κοινού σκοπού ή/και τη μετάβαση σε ένα νέο μοντέλο ελέγχου.
- Προσθήκη μιας νέας σύνδεσης μεταξύ υφιστάμενων κόμβων. Είναι η πιο κοινή πράξη στα ομότιμα δίκτυα παραγωγής και περιγράφει την πρακτική της συνεργασίας ανάμεσα σε υφιστάμενα μέλη της κοινότητας. Είναι δείκτης του βαθμού στον οποίο η κοινότητα παραμένει ενεργή. Η ανάπτυξη των συνδέσεων δεν προϋποθέτει απαραίτητα τη μεγέθυνση της κοινότητας.
- Αφαίρεση ενός κόμβου και των εξαρτώμενων συνδέσεων. Δεν είναι δυνατή η αφαίρεση ενός κόμβου στα δίκτυα ομότιμης παραγωγής με την έννοια της διαγραφής των σχέσεων συνεργασίας στις οποίες είχε συμμετάσχει. Το βέλος του χρόνου δεν είναι το ίδιο και προς τις δυο κατευθύνσεις και συνεπώς δεν μπορούν να αντιστραφούν οι ενέργειες που έχουν ήδη συντελεστεί. Συνεπώς, η αποχώρηση ενός μέλους από την

κοινότητα συνεπάγεται την μελλοντική αδράνεια του αντίστοιχου κόμβου.

- Αφαίρεση μιας σύνδεσης χωρίς να επηρεάζονται οι αντίστοιχοι κόμβοι. Αντίστοιχα, όσον αφορά τα δίκτυα ομότιμης παραγωγής ισχύει ότι και για την αφαίρεση των κόμβων. Εάν ήταν δυνατή η αναίρεση των σχέσεων μεταξύ των κόμβων θα ήταν διαλυτική ως προς τον κοινό σκοπό των κοινοτήτων γνώσης. Αντίθετα, η κατάργηση ενός συνδέσμου από έναν ιστότοπο σε έναν άλλο είναι απολύτως εφικτή και έχει μηδενική επίδραση στη λειτουργία του διαδικτύου καθώς απουσιάζει η έννοια του κοινού σκοπού.

Η προσθήκη νέων κόμβων (μελών) σε μια κοινότητα γνώσης εκφράζει την αφθονία των πόρων η οποία είναι δομικό συστατικό της ομότιμης παραγωγής. Από εμπειρικές αναλύσεις πραγματικών δικτύων είναι γνωστό ότι τα δίκτυα με στάσιμο ή μειούμενο μέγεθος έχουν την τάση να ομογενοποιούνται και να αποδυναμώνονται τα δομικά τους χαρακτηριστικά⁷³. Τα δίκτυα δεν είναι αυτοαναφορικά συστήματα. Η συγκρότηση του δικτύου από το πλήθος, τοπολογικά εκφράζεται από τη διαδικασία της αυθόρμητης ώσμωσης ανάμεσα στο εσωτερικό και το εξωτερικό της κοινότητας, η οποία δεν μπορεί να υπάρξει στα σαφώς οριοθετημένα ιεραρχικά συστήματα. Βέβαια, η συνεχής μεγέθυνση των κοινοτήτων γνώσης δεν είναι ένα νομοτελειακό βήμα στην εξέλιξη της ομότιμης παραγωγής. Επομένως, τί καθορίζει την ανάπτυξη κάποιων κοινοτήτων γνώσης και όχι κάποιων άλλων; Η προσθήκη κόμβων δεν είναι απλά μια προσθετική πράξη, αλλά εκφράζει το μέτρο απόκρισης του εξωτερικού περιβάλλοντος της κοινότητας στον εσωτερικά καθορισμένο κοινό σκοπό.

Σε αντίθεση με την προσθήκη νέων κόμβων, η ανάπτυξη νέων συνδέσεων μεταξύ υφιστάμενων κόμβων έχει σημαντικά μικρότερη επίδραση στην κοινότητα. Ειδικά τα δίκτυα μικρής κλίμακας, σε βάθος χρόνου και εφόσον το μέγεθος της κοινότητας παραμένει στάσιμο, οδηγούνται σε εξομάλυνση των παραμέτρων που καθιστούν το δίκτυο ετερογενές. Όσον αφορά την «αφαίρεση» κόμβων - μελών, η αθροιστική λογική δόμησης των κοινοτήτων γνώσης διατηρεί

⁷³ Gourab Ghoshal et al., *οπ. αν.*

τη συνεκτικότητα των ψηφιακών κοινών ακόμα και στην περίπτωση αδρανοποίησης ενός αριθμού κόμβων. Η συνεισφορά των μελών στον κοινό σκοπό παραμένει και μετά την αποχώρησή τους από την κοινότητα. Γενικά, τα ψηφιακά κοινά είναι ανθεκτικότερα στις μεταβολές σε σχέση με τις κοινότητες ομότιμης παραγωγής.

IV.Δ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΙΔΙΟΠΟΙΗΣΗΣ

Με ποιό τρόπο είναι δυνατόν να ιδιοποιηθεί ο ανοικτός προσδιορισμός των ψηφιακών κοινών και να κανονικοποιηθεί η λειτουργία του δικτύου; Η άδεια με την οποία μεταβάλλονται και διαμοιράζονται τα ψηφιακά κοινά είναι επαρκής μέθοδος προστασίας από την ιδιοποίηση τους; Η πραγματικότητα αποδεικνύει ότι τα ψηφιακά κοινά μπορούν υπό συγκεκριμένες συνθήκες να ιδιοποιηθούν ή να περιοριστεί η ανάπτυξή τους. Οι προσπάθειες ιδιοποίησης δεν αφορούν μόνο τα προγράμματα ανοικτού κώδικα για τα οποία θα απαιτείτο ξεχωριστό κεφάλαιο για να αναλυθούν, αλλά ακόμη και τις κοινότητες γνώσης με μικρό υπόβαθρο στην ομότιμη παραγωγή, όπως τα ψηφιακά κοινά σχεδιασμού.

Γενικά, σε σημαντικό τμήμα των θεωρητικών προσεγγίσεων⁷⁴ διαμορφώνεται η άποψη ότι η χρήση και επεξεργασία (διακλάδωση) των ψηφιακών κοινών δε θα πρέπει να είναι ανοικτή στις δομές της αγοράς και ευρύτερα σε δυνάμεις έξω από το χώρο της ομότιμης παραγωγής. Αναλυτικότερα, ο Kleiner προτείνει έναν τύπο ιδιοκτησίας των κοινών από τις κοινότητες και οι Caffentzis και De Angelis προτείνουν τη ριζική διχοτόμηση των κοινών γνώσης σε αυτά που συντηρούν το σύστημα και σε αυτά που στοχεύουν στην ανατροπή του⁷⁵. Από τη μέχρι τώρα δομική ανάλυση των ιδιοτήτων των ψηφιακών κοινών, προκύπτει ότι και οι δύο προσεγγίσεις ανατρέπουν θεμελιακές ιδιότητες της συγκρότησης αυτού που σήμερα γνωρίζουμε ως ψηφιακά κοινά. Όσο περιορίζεται ο ανοικτός χαρακτήρας των κοινών, τόσο τα κοινά θα αποτελούν κάποιου τύπου πνευματική ιδιοκτησία και επομένως δε θα είναι πλέον κοινά. Η διχοτόμηση που προτείνουν οι Caffentzis

⁷⁴ Michel Bauwens, «From the Theory of Peer Production to the Production of Peer Production Theory», *οπ. αν.*

⁷⁵ Στο ίδιο.

και De Angelis προϋποθέτει έναν απόλυτο και αδιαμφισβήτητο πολιτικό διαχωρισμό της γνώσης, ο οποίος δε διαφαίνεται να μπορεί να προκύψει με bottom-up διαδικασίες. Οι δομικές ιδιότητες των κοινών προκύπτουν από τον ανοικτό προσδιορισμό τους και δεν είναι ο ανοικτός προσδιορισμός τους το σημείο το οποίο επιτρέπει την ιδιοποίηση τους. Η συγκριτική ανάλυση της ομότιμης παραγωγής σε σχέση με το ιεραρχικό μοντέλο αποδεικνύει ότι η δυναμική των ψηφιακών κοινών υπερβαίνει τις προσπάθειες για την προστασία τους. Στην πραγματικότητα, εφόσον η άδεια διάθεσης⁷⁶ των ψηφιακών κοινών εξασφαλίζει παράλληλα με το δικαίωμα επεξεργασίας την υποχρέωση ελεύθερης διάθεσης κάθε παράγωγης γνώσης, τότε δεν είναι εφικτή η διακλάδωση των ψηφιακών κοινών σε ιδιοποιούμενη κατεύθυνση όπως αναλύθηκε και στην ενότητα III.Δ. Επομένως, εάν τα ψηφιακά κοινά δε χρειάζονται μεγαλύτερη προστασία από μια άδεια χρήσης (π.χ. GPL) που θα ρυθμίζει τη χρήση, επεξεργασία και διανομή τους, τότε υπό ποιές συνθήκες μπορούν να ιδιοποιηθούν τα ψηφιακά κοινά ή να περιοριστεί η ανάπτυξή τους;

Οι περιπτώσεις στις οποίες δύναται να κανονικοποιηθεί η λειτουργία των κοινοτήτων γνώσης και να περιχαρακωθούν τα ψηφιακά κοινά εντάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

Στην πρώτη περίπτωση, η τάση για ιδιοποίηση και εμπορική εκμετάλλευση των κοινών προκύπτει από το εσωτερικό της κοινότητας. Ο ηγετικός πυρήνας της κοινότητας αποφασίζει να μεταβάλλει το καθεστώς αδειοδότησης χρήσης, επεξεργασίας και διανομής των κοινών. Δεν έχει νόημα να εξεταστούν αναλυτικά όλες οι άδειες που υπάρχουν και οι λεπτομέρειες που ορίζουν αυτή τη δυνατότητα σε κάποιες από αυτές, ούτε ο τρόπος επίλυσης αυτών των διαφορών. Στην πράξη έχουν παρατηρηθεί σε αρκετές περιπτώσεις προσπάθειες για ιδιοποίηση των κοινών από τμήματα της κοινότητας, ειδικά σε ανεπτυγμένες κοινότητες. Σε κάθε τέτοια περίπτωση έχουν παρατηρηθεί αντίστοιχες κινήσεις

⁷⁶ Είναι ασαφές τι γίνεται στην περίπτωση που το σύνολο της κοινότητας ανάπτυξης ενός προγράμματος ανοικτού κώδικα αποφασίσει την τροποποίηση της άδειας διάθεσης στην κατεύθυνση της εμπορευματοποίησης των ψηφιακών κοινών. Σε κάθε περίπτωση δεν είναι ιδιαίτερα συνηθισμένη η ομόφωνη αλλαγή πολιτικής ανεπτυγμένων κοινοτήτων γνώσης προς την κατεύθυνση εμπορευματοποίησης των κοινών.

για τη διαφύλαξη του ανοικτού χαρακτήρα των κοινών από την ενεργή πλειοψηφία της κοινότητας, η οποία συνεχίζει την επεξεργασία και διανομή των κοινών από την τελευταία ελεύθερη έκδοση. Τα κοινά δεν μπορούν να αναπτυχθούν με τον ίδιο τρόπο έξω από μια ενεργή κοινότητα ομότιμης παραγωγής και αυτό απ'ό μόνο του προστατεύει τη συνέχεια του ανοικτού χαρακτήρα τους. Τα ψηφιακά κοινά όσο και αν φανεί παράδοξο δεν καταργούν την πνευματική ιδιοκτησία, αλλά την αποδίδουν δυνητικά σε όλους. Ο καθένας μπορεί να αντιγράψει και στιγμιαία να «οικιοποιηθεί» τα κοινά γνώσης, αλλά κανένα περιορισμένο σύνολο ανθρώπινων πόρων δεν μπορεί να υποστηρίξει τη συνέχεια τους.

Η δεύτερη περίπτωση δεν αφορά απαραίτητα την άμεση ιδιοποίηση των κοινών, αλλά κυρίως τον περιορισμό της ανάπτυξής τους. Σε πολλές περιπτώσεις, τα διάφορα μέσα κατοχύρωσης πνευματικής ιδιοκτησίας (copyright, patents) έχουν αρνητική επίδραση στη γέννηση ή ανάπτυξη των κοινοτήτων γνώσης. Το αξιοσημείωτο είναι ότι δε θα αναλύσουμε ένα από τα πολλά παραδείγματα της επίδρασης των πατεντών στην ανάπτυξη των κοινοτήτων Π.Α.Κ., αλλά στο σχεδιασμό. Μέχρι τώρα, ήταν γνωστό ότι η αρχιτεκτονική παραγωγή ως πρωτότυπο πολιτιστικό τέχνημα προστατευόταν σύμφωνα με τις διατάξεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Τί σχέση μπορεί να έχει η προστασία πατέντας, η οποία είναι πολύ πιο περιοριστική από το copyright, με το σχεδιασμό; Το παράδειγμα που θα εξεταστεί αποδεικνύει τόσο την σταδιακή μεταστροφή του *modus operandi* του επαγγέλματος, όσο και γιατί το σώμα της έρευνας (κοινότητες ανοικτού κώδικα) φαντάζει ως η όχι και τόσο μακρινή προβολή του ψηφιακών κοινών σχεδιασμού.

Όταν το 2011 η Eolute GmbH επέστησε την προσοχή στον Daniel Piker, αρχιτέκτονα και δημιουργό του plugin Kangaroo, εν όψει της κατοχύρωσης πατεντών της πρώτης, λίγοι φαντάστηκαν τις συνέπειες ενός τόσο μεμονωμένου γεγονότος το οποίο δεν πήρε μεγαλύτερη έκταση, πέραν ενός μικρού υποσυνόλου των ασχολούμενων με τον παραμετρικό σχεδιασμό. Η Eolute GmbH είναι η εταιρεία που εκμεταλλεύεται εμπορικά την έρευνα στο αντικείμενο της υπολογιστικής αρχιτεκτονικής γεωμετρίας του καθηγητή Helmut Pottmann στο Πολυτεχνείο της Βιέννης. Ο Daniel Piker είναι ένας νεαρός αρχιτέκτονας ο

οποίος έχει δημιουργήσει το Kangaroo, μια επέκταση του εμπορικού σχεδιαστικού προγράμματος Rhino, την οποία διαθέτει ελεύθερα στο διαδίκτυο χωρίς να πληρεί επακριβώς τις προϋποθέσεις αυτού που ορίζουμε ανοικτό κώδικα ή ψηφιακά κοινά⁷⁷. Το αντικείμενο του Kangaroo μεταξύ άλλων, είναι η γεωμετρική ανάλυση και κανονικοποίηση μορφών διπλής καμπυλότητας. Ομοίως, οι πατέντες της Evolute περιγράφουν μια μέθοδο ανάλυσης και επιμερισμού διπλά καμπύλων επιφανειών σε επίπεδες επιφάνειες ή επιφάνειες μονής καμπυλότητας (εικόνα 23). Αξίζει να αναφερθεί ότι η Evolute και ο Piker χρησιμοποιούν σε κάποιο βαθμό διαφορετική πορεία για να καταλήξουν σε παρόμοιο αποτέλεσμα. Συγκεκριμένα, το Kangaroo εφαρμόζει μια bottom-up λογική δημιουργώντας επιφάνειες με αυτές τις ιδιότητες, ενώ η Evolute χρησιμοποιεί μια μαθηματική μέθοδο για να επιμερίσει υφιστάμενες επιφάνειες σε επίπεδα πάνελ. Όμως η Evolute δεν έχει πατεντάρει τη μαθηματική μέθοδο βελτιστοποίησης, παρόλο που και αυτό από μόνο του θα ήταν περιοριστικό και εχθρικό για την ανάπτυξη μιας κουλτούρας ψηφιακών κοινών σχεδιασμού. Η Evolute έχει πατεντάρει την κατασκευασιμότητα διπλά καμπύλων επιφανειών μέσω επίπεδων ή αναπτυσσόμενων επιφανειών (developable surfaces), δηλαδή τα αποτελέσματα της διαδικασίας ή αλλιώς την ίδια την γεωμετρία.

Τί μπορεί να σημαίνει για το σχεδιασμό η δυνατότητα εμπορικής εκμετάλλευσης ενός τύπου γεωμετρικών μορφών από μια εταιρεία; Εάν το copyright προστατεύει το τέχνημα ως τελικό αντικείμενο, η περίπτωση της πατέντας είναι ποιοτικά διαφορετική, καθώς είναι σαφώς πιο περιοριστική και οδηγεί στην ιδιοποίηση πολλαπλών αντικειμένων. Η επίδραση της πλατφόρμας στη δυνατότητα ιδιοποίησης των ψηφιακών κοινών θα εξεταστεί αναλυτικότερα στο επόμενο κεφάλαιο.

⁷⁷ Το Kangaroo δεν διατίθεται με άδεια χρήσης ανοικτού κώδικα. Ακριβέστερα δεν επιτρέπεται οποιαδήποτε επεξεργασία στον πηγαίο κώδικα του προγράμματος και επαναδιανομή του. Επιτρέπεται μόνο η χρήση για εμπορικούς ή μη εμπορικούς σκοπούς και μέχρι την συγγραφή της παρούσης διατίθετο δωρεάν. Συνεπώς η απόσταση παρόμοιων πρωϊμων εγχειρημάτων απο τα ψηφιακά κοινά που απαντώνται στις κοινότητες Π.Α.Κ. είναι ακόμα μεγάλη.

Fig. 6

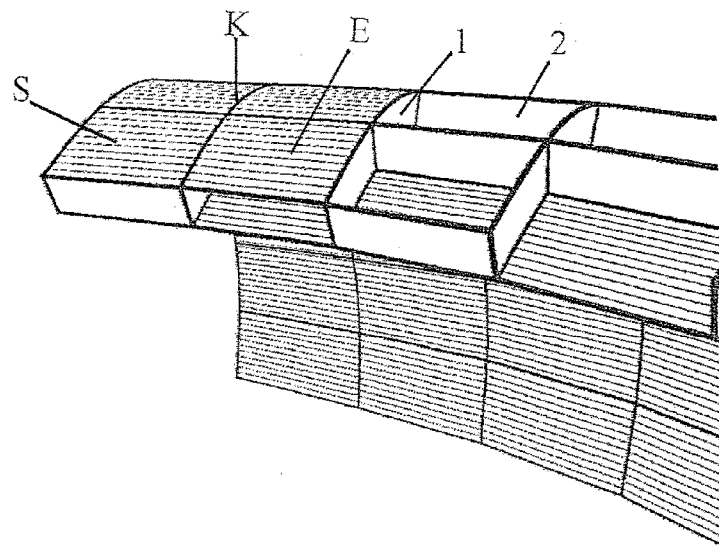
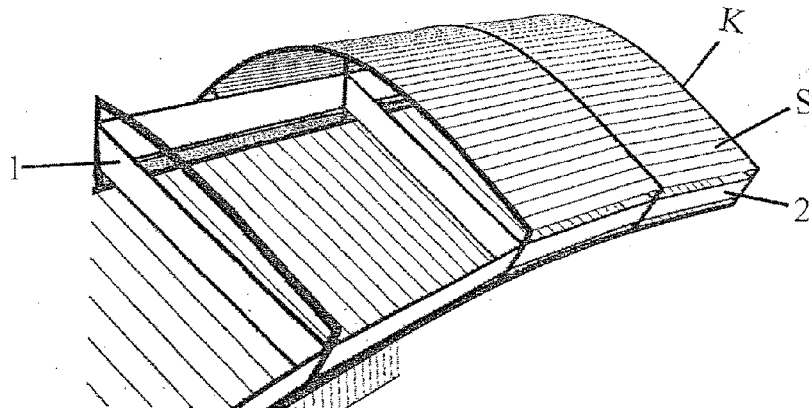


Fig. 7



εικόνα 23: Σχεδιαγράμματα από την κατοχύρωση μιας από τις δύο εν λόγω πατέντες της Evolute GmbH και RFR S.A.S. στο U.S. Patent Office με αριθμό US2011/0179723 A1.

V. __ ΨΗΦΙΑΚΑ ΚΟΙΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η διαμάχη μεταξύ του Kangaroo και της Evolute είναι αποκαλυπτική για την εξέλιξη των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού και επιβεβαιώνει τη βασική υπόθεση εργασίας. Οι προσπάθειες ιδιοποίησης των πρώιμων ψηφιακών κοινών σχεδιασμού δεν επικεντρώνονται στην αναλογική ή ψηφιακή αναπαράσταση του αντικειμένου του σχεδιασμού, αλλά στον αλγοριθμικό ορισμό του αντικειμένου. Γιατί όμως προσπάθειες όπως το Kangaroo δε συνιστούν ακόμη ολοκληρωμένα παραδείγματα ψηφιακών κοινών σχεδιασμού; Ποιες συνθήκες δεν έχουν ακόμη ωριμάσει για τη διαμόρφωση των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού σε αντιστοιχία με την έκταση των προγραμμάτων ανοικτού κώδικα;

V.A ΚΩΔΙΚΑΣ

Η αρχιτεκτονική πρακτική μέχρι σήμερα χαρακτηρίζεται σε μεγάλο βαθμό από το ορθογραφικό (*veris angulis*), αναλογικό (*dimensionibus*) μοντέλο σχεδιασμού που εισήγαγε ο Alberti κατά την Αναγέννηση. Ορθογραφικό, γιατί συστηματοποιεί τις ορθές προβολές ως τον πιο πιστό γεωμετρικό μηχανισμό για την αναπαράσταση και τον έλεγχο του τεχνήματος και αναλογικό, γιατί η αναπαράσταση οφείλει να σχεδιάζεται σε αναλογία (κλίμακα) με το τέχνημα. Η συστηματοποίηση της αναπαράστασης από τον Alberti κατέστησε την αρχιτεκτονική μια αλλογραφική τέχνη με την αυτονόμηση του αρχιτέκτονα από τον οικοδόμο⁷⁸. Η συστηματοποίηση του σχεδιασμού και η αυτονόμηση του σχεδιάζειν από το οικοδομείν, μετέβαλλε δραστικά το απαραίτητο γνωσιολογικό υπόβαθρο. Με την εισαγωγή του ψηφιακού σχεδιασμού στα τέλη του 20^{ου} αιώνα, ψηφιοποιήθηκε η διαδικασία αλλά δε μεταβλήθηκε ουσιαστικά η καθιερωμένη πρακτική και το αντικείμενο του σχεδιασμού. Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα εμφανίστηκαν δυο εν πολλοίς αλληλοσυμπληρωματικές κατευθύνσεις: η παραμετροποίηση του τεχνήματος και ο (αλγοριθμικός) προγραμματισμός της διαδικασίας του σχεδιασμού. Το μέγεθος της επίδρασης αυτών των κατευθύνσεων στο σχεδιασμό μπορούν να συγκριθούν μόνο με τη συστηματοποίηση των αναπαραστατικών

⁷⁸ Mario Carpo, *The Alphabet and the Algorithm*, Cambridge MA: MIT Press, 2011, σσ.16

μέσων από τον Alberti. Εάν η συστηματοποίηση της αναπαράστασης αυτονόμησε τον αρχιτέκτονα χωροχρονικά και εννοιολογικά από την κατασκευή του τεχνήματος, ο αλγοριθμικός σχεδιασμός μπορεί να αυτονομήσει τον σχεδιασμό από το ίδιο το τέχνημα με τον τρόπο που είναι συνδεδεμένα μέχρι σήμερα.

Το περιεχόμενο του αλγοριθμικού σχεδιασμού είναι ο προγραμματισμός της διαδικασίας είτε με γραφικό προγραμματισμό, είτε με συμβατικό προγραμματισμό, δηλαδή συγγραφή κώδικα. Ο γραφικός ή συμβολικός προγραμματισμός είναι πιο απλός και ταυτόχρονα πιο περιοριστικός όσον αφορά τις δυνατότητες του⁷⁹. Η συγγραφή κώδικα παραδοσιακά ήταν εκτός τόσο των συμβατικών αρχιτεκτονικών εργαλείων, όσο και του γνωσιολογικού υπόβαθρου των αρχιτεκτόνων. Συνεπώς, η ενσωμάτωση της συγγραφής κώδικα στην αρχιτεκτονική πρακτική και κατ' επέκταση η δημιουργία ενός ικανού corpus ψηφιακών κοινών σχεδιασμού δεν μπορεί να είναι αυτόματη. Ήδη την τελευταία δεκαετία παρατηρείται η ενσωμάτωση σχετικών μαθημάτων στις περισσότερες αρχιτεκτονικές σχολές. Πώς όμως η μετάβαση από το συμβατικό αναπαραστατικό μοντέλο στον προγραμματιστικό κώδικα μεταβάλλει το αντικείμενο του σχεδιασμού και επηρεάζει τη δυνατότητα συγκρότησης ψηφιακών κοινών σχεδιασμού;

Όπως και στην περίπτωση των προγραμμάτων ανοικτού κώδικα, βασική διάσταση για τη συγκρότηση των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού είναι η διαμόρφωση μιας κουλτούρας διαμοιρασμού τους. Όμως, η πνευματική ιδιοκτησία είναι κεντρική στη μέχρι σήμερα αρχιτεκτονική πρακτική και στηρίζεται στην ιδέα του πρωτότυπου τεχνήματος. Το τέχνημα ορίζεται ως το αντικείμενο του σχεδιασμού. Η πνευματική ιδιοκτησία επί του τεχνήματος προκύπτει από την ομοιότητα και την αντιστοιχία σχεδίων και τεχνήματος. Κάθε σχεδιασμός αντιστοιχεί σε ένα τέχνημα και κάθε τέχνημα σε έναν καθολικό σχεδιασμό. Πριν τη συστηματοποίηση των αναπαραστατικών μέσων, η

⁷⁹ Ο συμβατικός προγραμματισμός ή αλλιώς η συγγραφή κώδικα είναι ένα βήμα εγγύτερα στη γλώσσα μηχανής σε σχέση με τον γραφικό ή συμβολικό προγραμματισμό. Ο συμβολικός προγραμματισμός επιτελείται με την συναρμολόγηση προ-προγραμματισμένων γραφικών οντοτήτων και συνεπώς έχει μικρότερο εύρος δυνατοτήτων. Το Grasshopper και το Generative Components είναι τα πιο γνωστά και ίσως και τα μοναδικά περιβάλλοντα γραφικού προγραμματισμού με αντικείμενο τον σχεδιασμό.

πνευματική ιδιοκτησία προέκυπτε από την ίδια τη χειρωνακτική κατασκευή του τεχνήματος που το καθιστούσε πρωτότυπο, δηλαδή διαφορετικό από όλα τα άλλα. Σε αντίθεση με τα παραπάνω, ο αλγοριθμικός σχεδιασμός δεν αφορά το συμβατικό αντικείμενο του σχεδιασμού, δηλαδή το τέχνημα, αλλά την ίδια τη διαδικασία του σχεδιασμού. Συνεπώς, ο αλγοριθμικός σχεδιασμός ή αλλιώς η συγγραφή κώδικα δεν αφορά ένα μόνο αντικείμενο, αλλά δυνητικά πολλαπλά αντικείμενα, καθώς οι ιδιότητες του αντικειμένου ορίζονται παραμετρικά. Επομένως, η έννοια του πρωτότυπου τεχνήματος δεν έχει πλέον περιεχόμενο, καθώς δεν μπορούν να οριστούν εκ των προτέρων όλα τα πιθανά αντικείμενα που μπορεί να προκύψουν από μια παραμετροποιημένη αλγοριθμική διαδικασία. Είναι δυνατόν να οριστεί ως πρωτότυπο ένα αντικείμενο που μεταβάλλει τις ιδιότητες του με μη ντετερμινιστικό τρόπο, δηλαδή ένα αντικείμενο του οποίου δε γνωρίζουμε τις εκτατικές ή εντατικές ιδιότητες του;

Πολλές φορές, όπως στην περίπτωση του Kangaroo, η συγγραφή κώδικα δεν έχει σκοπό τον ορισμό και την κατασκευή κάποιου αντικειμένου, αλλά είναι μια πλήρως αυτόνομη διαδικασία κατασκευής ενός εργαλείου, του οποίου ο τελικός δημιουργός διαμορφώνει την χρήση του. Ο σχεδιασμός του τελικού αντικειμένου πιστώνεται σε αυτόν που σχεδίασε τη διαδικασία ή σε αυτόν που όρισε τις παραμέτρους που παρήγαγαν ένα συγκεκριμένο αντικείμενο ως «στιγμιότυπο», συνδυάζοντας ενδεχομένως και άλλες διαδικασίες και κοινά γνώσης; Η μετάβαση από την προστασία copyright στην προστασία πατέντας, είναι ενδεικτική της μετάβασης από το σχεδιασμό του τεχνήματος στην κωδικοποίηση της διαδικασίας. Επομένως, η αυτονόμηση του σχεδιασμού από το τέχνημα αντικειμενικοποίησε⁸⁰ τη γνώση του σχεδιασμού και την απεξάρτησε σε έναν βαθμό, από την ιδέα της πρωτότυπης καλλιτεχνικής δημιουργίας.

Ο Παπαλεξόπουλος ορίζει τα ψηφιακά κοινά σχεδιασμού ως στοιχεία μερικού σχεδιασμού που ενεργοποιούνται σε μεγαλύτερους σχηματισμούς⁸¹. Ο μερικός σχεδιασμός δεν ερμηνεύεται μόνον ως ο μη απόλυτος ορισμός των ιδιοτήτων του αντικειμένου, αλλά και κυριολεκτικά ως ο τμηματικός σχεδιασμός του

⁸⁰ Dimitris Papalexopoulos, «Digital Design Commons», *Symposium: Computational Politics and Architecture: From the Digital Philosophy to the End of Work*, 2011, σσ.2.

⁸¹ Στο ίδιο, σσ.1.

αντικειμένου. Συνεπώς, έχει απολεσθεί η αμφίδρομη αντιστοιχία ένα προς ένα που υπήρχε ανάμεσα στη διαδικασία του σχεδιασμού και το τέχνημα, όχι μόνο λόγω του σχεδιασμού πολλαπλών αντικειμένων, αλλά και λόγω του πολλαπλού ορισμού της διαδικασίας του σχεδιασμού. Δηλαδή, το τελικό τέχνημα μπορεί να συντελείται από μια συναρμολόγηση⁸² ψηφιακών κοινών σχεδιασμού ή συνδυασμού αλγοριθμικού σχεδιασμού με συμβατικά στοιχεία σχεδιασμού.

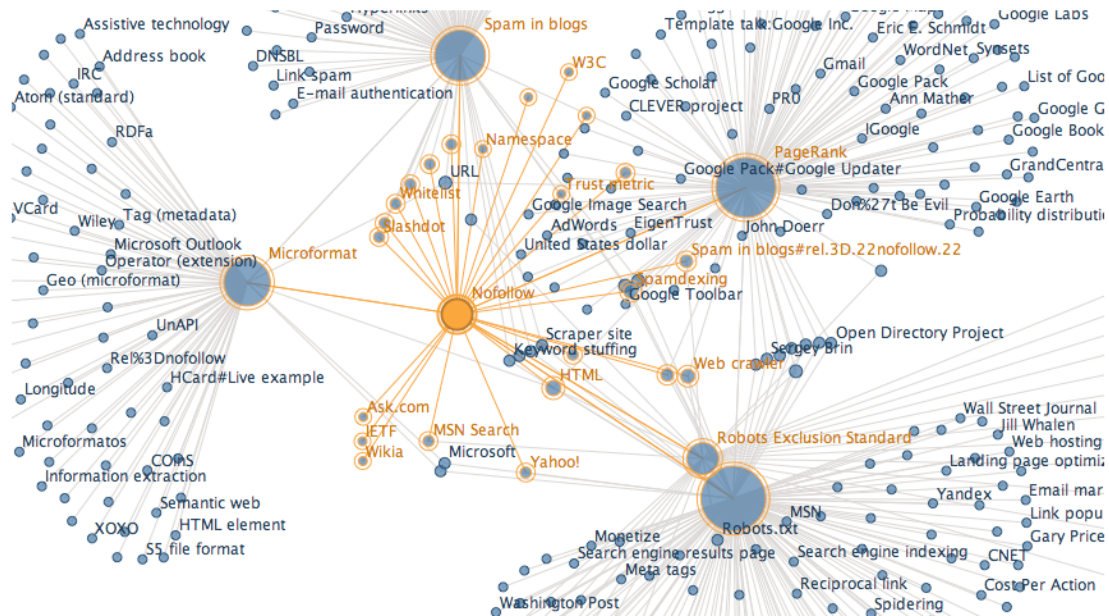
Η ουσιαστικότερη διαφορά μεταξύ των σχεδίων και του προγραμματιστικού κώδικα βρίσκεται στο είδος και τη δομή της γνώσης που περιέχουν, η οποία αναπόφευκτα επηρεάζει και τις δυνατότητες συγκρότησης κοινών γνώσης. Τα σχέδια εμπεριέχουν περιγραφική, ρητή, κατηγορηματική γνώση που αφορά τις εκτατικές και υλικές ιδιότητες ενός συγκεκριμένου τεχνήματος. Γενικά, ο προγραμματιστικός κώδικας μπορεί να περιέχει διαδικαστική και σχεσιακή ή συναρτησιακή γνώση. Τα σχέδια απαντούν στο Τί, ενώ ο προγραμματιστικός κώδικας στο Πώς. Είναι εφικτό να συγκροτηθούν ψηφιακά κοινά σχεδιασμού από στοιχεία περιγραφικής γνώσης; Διευρύνοντας το ερώτημα μπορούν να συγκροτηθούν ψηφιακά κοινά περιγραφικής γνώσης σε οποιοδήποτε πεδίο; Με μια πρώτη ανάγνωση, η Wikipedia είναι ένα παράδειγμα κοινών αποτελούμενο από στοιχεία περιγραφικής γνώσης. Βέβαια, η λειτουργία μιας εγκυκλοπαίδειας είναι ουσιαστικά διαφορετική από το σχεδιασμό, δεδομένου ότι εξ αρχής καλείται να απαντήσει στο ερώτημα Τί. Αντίθετα, η παραγωγή και ειδικότερα ο σχεδιασμός εκ της λειτουργίας τους δίνουν έμφαση στη διαδικασία. Για παράδειγμα, το συμβατικό σχέδιο ενός συστήματος σκίασης, ενώ περιέχει πληροφορία για τις διαστάσεις και τα υλικά δεν περιέχει πληροφορία για τη διαδικασία του σχεδιασμού και συνεπώς για το πως αυτό θα έπρεπε να μεταβληθεί εφόσον είχε άλλο προσανατολισμό ή άλλη χρήση κτλ. Αντίθετα, ο προγραμματιστικός κώδικας μπορεί να ορίσει σχεσιακά το προφίλ του σκιάστρου, τις γωνίες κλίσης και τις αποστάσεις μεταξύ τους σε σχέση με τον προσανατολισμό⁸³. Συνεπώς, η περιγραφική γνώση δεν έχει πολλαπλασιαστική

⁸² Ο τμηματικός σχεδιασμός δεν προϋποθέτει την κατάτμηση του αντικειμένου του σχεδιασμού αλλά μια θεωρία συναρμολόγησης του απο στοιχεία γνώσης.

Manuel DeLanda, *A New Philosophy of Society: Assemblage Theory and Social Complexity*, London: Continuum, 2006, σσ.25-31.

⁸³ Dimitris Papalexopoulos, *οπ. αν.*, σσ.2-4.

εφαρμογή στο πλαίσιο των κοινοτήτων γνώσης. Άλλωστε, με μια αναλυτικότερη ανάγνωση ακόμη και η γνώση που περιέχεται στην Wikipedia είναι σχεσιακή, εάν ληφθούν υπόψιν οι σύνδεσμοι ανάμεσα στα λήμματα (εικόνα 24). Η σχεσιακή (δικτυακή) συγκρότηση του περιεχομένου της Wikipedia δε συμβάλλει μόνο στην κατανόηση του περιεχομένου από τους χρήστες, αλλά είναι καθοριστική για όλες τις λειτουργίες της κοινότητας (επεξεργασία, έλεγχος, κ.α.).



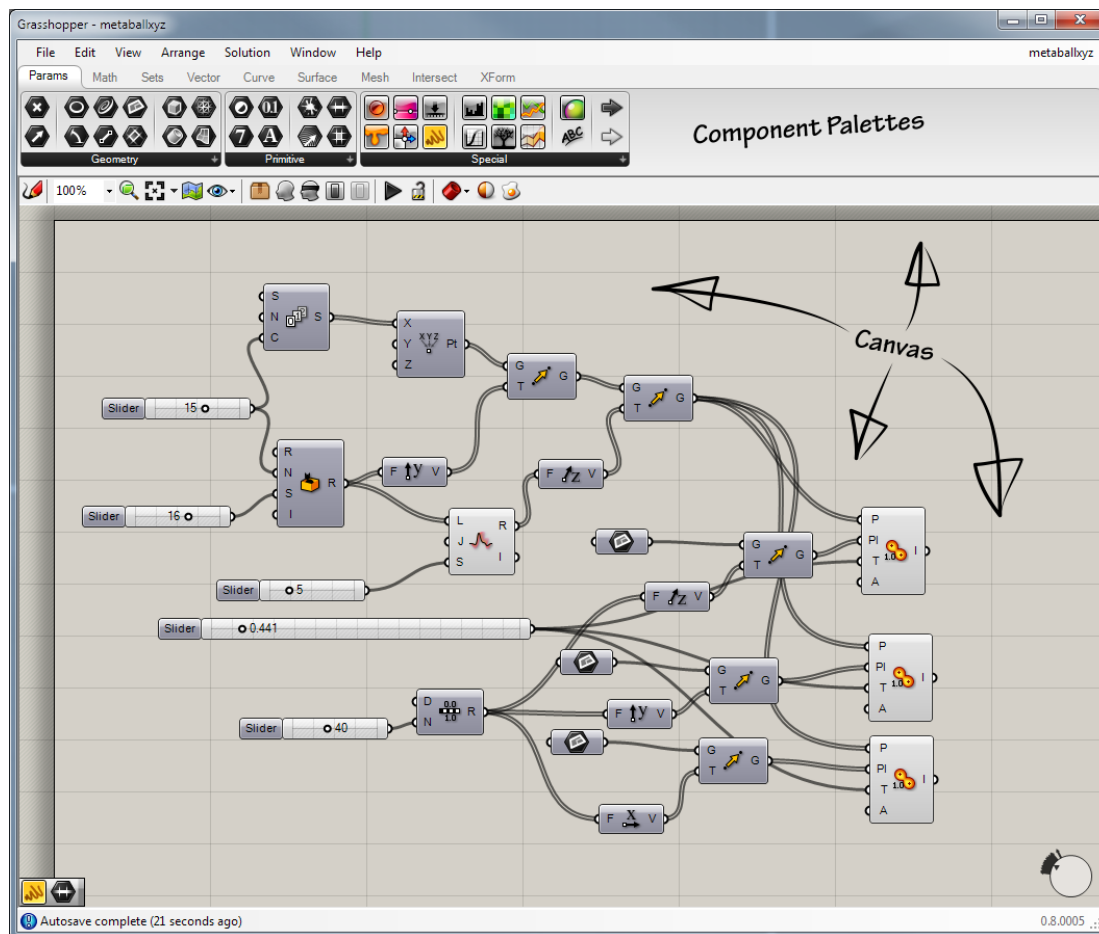
εικόνα 24: Σχεσιακή δομή του λήμματος «nofollow», < <https://en.wikipedia.org/wiki/Nofollow> >. Το «nofollow» είναι μια προγραμματιστική μεταβλητή που ορίζεται σε συνάρτηση με άλλες προγραμματιστικές έννοιες. Τελικά η Wikipedia έχει δομή αρχείου όπως μια συμβατική εγκυκλοπαίδεια ή δικτυακή δομή;

(Πηγή: <https://wiki.digitalmethods.net/Dmi/WikipediaAnalysis>, τελευταία επίσκεψη: 10/11/2016)

Ο σχεσιακός ορισμός των αντικειμένων του σχεδιασμού στο πλαίσιο της συγγραφής κώδικα, ουσιαστικά είναι μια δικτυακή αναπαράσταση το οποίο επιβεβαιώνεται και από τη δομή των συμβολικών διαγραμμάτων του γραφικού προγραμματισμού (εικόνα 25). Άλλωστε, συνδυαστικά από την προηγηθείσα ανάλυση των προγραμμάτων ανοικτού κώδικα και από τον «νόμο» του Conway, προκύπτει ότι η δομή των ψηφιακών κοινών προσομοιάζει με τη δικτυακή δομή των κοινοτήτων γνώσης. Ο Παπαλεξόπουλος αναφέρει ότι τα ψηφιακά κοινά

σχεδιασμού είναι ένα πλήθος μικρο-αρχιτεκτονικών επιλύσεων⁸⁴. Η αναπαράσταση των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού ως μια δικτυακή δομή, στην πράξη είναι μια άρθρωση μικρο-αντικειμένων γνώσης. Η ιδιότητα των κοινών να αναλύονται σε επιμέρους αυτόνομα στοιχεία είναι καθοριστική, όπως αποδείχθηκε στις κοινότητες προγραμμάτων ανοικτού κώδικα, καθώς σχετίζεται μεταξύ άλλων με τον παραλληλισμό της συνεργασίας όσο και με την μεταβλητότητα και την πολλαπλασιαστική εφαρμογή των κοινών. Συνεπώς, η ανάγνωση του προβλήματος του σχεδιασμού ως ένα πλήθος μικρο-αρχιτεκτονικών επιλύσεων είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την συγκρότηση των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού. Το σχέδιο όμως ως αναπαράσταση, δεν είναι εφικτό να αναλυθεί σε επιμέρους αντικείμενα τα οποία θα διατηρούν την αυτοδυναμία τους. Αντίθετα, ο προγραμματιστικός κώδικας από τη φύση του έχει αρθρωτή δομή αποτελούμενος από επιμέρους components-modules, τα οποία είναι εφικτό να αποσπαστούν από την συνολική κατασκευή. Η συγκρότηση των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού από τις μικρότερες δυνατές μονάδες γνώσης (granularity) αυξάνει το βαθμό αυτονόμησης τους από ένα συγκεκριμένο αντικείμενο.

⁸⁴ Στο ίδιο, σσ.3.



εικόνα 25: Διάγραμμα συμβολικού προγραμματισμού με το Grasshopper. (Πηγή: wikipedia.org)

V.B ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ

Αρκεί η μετάβαση από τον ορισμό του αντικειμένου στον ορισμό της διαδικασίας για τη συγκρότηση των ψηφιακών κοινών; Η συγκρότηση των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού δεν εξαρτάται μόνο από την κατασκευή της γνώσης, αλλά σε έναν μεγάλο βαθμό στηρίζεται στη συγκρότηση και ανάπτυξη των κοινοτήτων. Είναι εφικτό τα ψηφιακά κοινά σχεδιασμού να προκύψουν μόνο από τη συσσώρευση και ελεύθερη χρήση της ατομικά παραγόμενης γνώσης; Η ηγεμονία του δικτυακού μοντέλου της ομότιμης παραγωγής βασίζεται χωρίς αμφιβολία, μεταξύ άλλων και στην παραγωγή των ψηφιακών κοινών από ομάδες μεγάλης κλίμακας πέραν των χωροχρονικών δεσμεύσεων. Άλλωστε, δεν μπορεί να εξεταστεί η σχέση της έννοιας του πλήθους και των άφθονων πόρων της ομότιμης παραγωγής ξεχωριστά από την κοινότητα και το συνεργατικό δίκτυο.

Οι πρώιμες προσπάθειες συγκρότησης ψηφιακών κοινών σχεδιασμού σχετίζονται κυρίως με ατομικές προσπάθειες ή μικρές ομάδες στη βάση της χωροχρονικής εγγύτητας. Το μέγεθος των όποιων ομάδων καθιστά ανέφικτη οποιαδήποτε αναφορά σε κατανομημένη ή ιεραρχική οργάνωση. Η συντριπτική πλειοψηφία των σύγχρονων ψηφιακών «κοινών» σχεδιασμού ταυτίζεται με το όνομα του δημιουργού της, με αντίστοιχο τρόπο με τον οποίο το πρωτότυπο τέχνημα ταυτίζεται με τον αρχιτέκτονα. Ένα πολύ μικρό ποσοστό αυτών των εγχειρημάτων εκπληρώνει τις βασικές προϋποθέσεις για να περιληφθεί στην κατηγορία των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού. Για παράδειγμα, όσον αφορά τα στοιχεία γνώσης που δομούνται στην πλατφόρμα Grasshopper, το οποίο είναι από τα πιο διαδεδομένα προγράμματα γραφικού προγραμματισμού, η πλειονότητα των στοιχείων γνώσης διανέμεται ελεύθερα, ένα μικρό ποσοστό αυτών είναι ανοικτού κώδικα και ένα πολύ μικρότερο τμήμα αυτών επιτρέπει την επεξεργασία του κώδικα και την επαναδιανομή. Με βάση την εμπειρία των προγραμμάτων ανοικτού κώδικα δεν μπορεί να στοιχειοθετηθεί σε αυτή τη φάση η ύπαρξη ψηφιακών κοινών σχεδιασμού, καθώς το υφιστάμενο τοπίο προσομοιάζει περισσότερο σε ένα δίκτυο διαμοιρασμού, παρά σε ένα ουσιαστικά συνεργατικό δίκτυο. Βέβαια, και στην περίπτωση των προγραμμάτων ανοικτού κώδικα όλα τα εγχειρήματα εκκινούν από άτομα ή μικρές ομάδες, αλλά έπειτα αναπτύσσονται σε μεγαλύτερης κλίμακας κοινότητες. Ο Linus Torvalds

υποστηρίζει ότι το μεγαλύτερο βήμα για το Linux ήταν η μετάβαση απο την ατομική παραγωγή στην ομάδα των 10-100 ατόμων και όχι η μετάβαση απο τα 100 άτομα στις χιλιάδες προγραμματιστών που συμμετέχουν στην ανάπτυξη του Linux σήμερα.

Η συνεισφορά της ελεύθερης χρήσης της γνώσης ως μια μορφή ανάδρασης και ποιοτικού ελέγχου του κώδικα αναλύθηκε επαρκώς στο πλαίσιο των προγραμμάτων ανοικτού κώδικα και είναι δομική ιδιότητα των κοινών, αλλά σε κάθε περίπτωση δεν είναι αρκετή για την ανάπτυξη των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού. Η ανάπτυξη πραγματικών συνεργατικών δικτύων στη βάση της αυτοδιάθεσης των μελών, θα οδηγήσει σε ευρύτερες συνέργειες με αποτέλεσμα την ανάπτυξη σύνθετων στοιχείων έντασης γνώσης. Βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη συνεργατικών δικτύων είναι η δυνατότητα ελεύθερης επεξεργασίας των κοινών, δηλαδή η διάθεσή τους με άδειες παρόμοιες με αυτές των προγραμμάτων ανοικτού κώδικα. Όμως, η δυνατότητα ελεύθερης επεξεργασίας δεν οδηγεί από μόνη της στην ανάπτυξη κοινοτήτων παρόμοιων με αυτές των προγραμμάτων ανοικτού κώδικα. Με άλλα λόγια, η δυνατότητα επεξεργασίας των κοινών δεν εξασφαλίζει την ενσωμάτωση της νέας γνώσης στο κοινό αποθετήριο. Επομένως, πρωτίστως είναι απαραίτητη η διαμόρφωση μιας κοινής κουλτούρας ομότιμης παραγωγής, με την οποία δεν ήταν εξοικωμένη η αρχιτεκτονική πρακτική μέχρι σήμερα. Η μετάβαση από το μοντέλο του μοναδικού δημιουργού ή της ολιγάριθμης ιεραρχικά δομημένης ομάδας, στα ομότιμα συνεργατικά δίκτυα είναι απαραίτητο βήμα για τη συγκρότηση των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού.

Η ανάδυση συνεργατικών κοινοτήτων από το σημερινό τοπίο των ατομικά παραγόμενων ψηφιακών κοινών σχεδιασμού είναι συμβατή με τον ορισμό τους ως μικρο-αρχιτεκτονικά στοιχεία γνώσης⁸⁵ ή θα οδηγήσει στην σύμπτυξη του πλήθους των στοιχείων σε λίγα ενιαία και συμπαγή σώματα γνώσης; Η μελέτη των προγραμμάτων ανοικτού κώδικα κατέδειξε ότι η δομή των κοινών τείνει να προσομοιάζει στη δομή της κοινότητας. Επομένως, η σημερινή δομή των στοιχείων γνώσης στη λογική του αρχείου είναι ακόλουθη με την ατομική

⁸⁵ Στο ίδιο.

παραγωγή τους. Επακόλουθα, η διαμόρφωση κατανεμημένων κοινοτήτων δε συνεπάγεται την συνένωση των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού σε ένα ενιαίο αντικείμενο, αλλά την διαμόρφωση ενός συντακτικού⁸⁶ συναρμολόγησης ετερογενών αντικειμένων γνώσης.

Ποιές είναι οι συνέπειες της μετάβασης του σχεδιασμού στο μοντέλο της ομότιμης παραγωγής; Η παραγωγή ψηφιακών κοινών σχεδιασμού μέσω κατανεμημένων συνεργατικών δικτύων θα οδηγήσει στην κατάρρευση των ορίων του γνωσιολογικού υπόβαθρου του σχεδιασμού. Η απροϋπόθετη συμμετοχή στα ομότιμα δίκτυα παραγωγής στη βάση της αυτοδιάθεσης συνεπάγεται τη διεύρυνση της δεξαμενής των δυνητικών μελών της κοινότητας, από τη διεπιστημονική συνεργασία μέχρι του σημείου της αποθέσμησης του γνωσιολογικού πεδίου. Χαρακτηριστικά, η συμμετοχή στο flickr δεν περιορίζεται στους επαγγελματίες φωτογράφους, ούτε περισσότερο στους έχοντες σχετική τυπική εκπαίδευση, με τον ίδιο τρόπο που η επεξεργασία ενός λήμματος της Wikipedia απευθύνεται σε οποιονδήποτε είναι διαθέσιμος και θεωρεί ότι μπορεί να συνεισφέρει. Επομένως, όπως και στην περίπτωση των προγραμμάτων ανοικτού κώδικα η συμμετοχή στην κοινότητα δεν μπορεί να εξαρτάται από την αφετηρία του κάθε μέλους, αλλά κρίνεται από την ίδια την πράξη της συνεργασίας και της συνεισφοράς στο κοινό αποθετήριο γνώσης.

Εάν η συγγραφή κώδικα απεξάρτησε το σχεδιασμό από τον έλεγχο του τεχνήματος, η ομότιμη παραγωγή μπορεί να αντικειμενικοποιήσει περαιτέρω τη γνώση των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού με την αυτονόμηση τους από τον κεντρικό έλεγχο του ενός δημιουργού. Η μετάβαση από τον μοναδικό δημιουργό ή την μικρή ομάδα στα συνεργατικά δίκτυα ταυτίζεται με την μετάβαση από τον κεντρικό στον κατανεμημένο έλεγχο. Ο Παπαλεξόπουλος αναφέρει ότι τα κοινά παράγουν και παράγονται⁸⁷. Παράγονται από ενικότητες, αλλά ταυτόχρονα με έναν αναδρομικό ορισμό παράγουν κοινά. Η εξέλιξη των κοινών γνώσης δεν μπορεί να προβλεφθεί ντετερμινιστικά, ούτε να προγραμματιστεί όπως ένας στόχος σε μια ιεραρχική οργάνωση. Ο κοινός σκοπός δεν έχει την έννοια του

⁸⁶ Manuel DeLanda, *οπ. αν.*, σσ.25-31.

⁸⁷ Dimitris Papalexopoulos, *οπ. αν.*, σσ.4.

τέλους, αλλά είναι μια δυναμική διαδικασία η οποία μεταβάλλεται στο βαθμό που μεταβάλλεται η κοινότητα και η σχέση της με το εξωτερικό περιβάλλον. Επομένως, τα ψηφιακά κοινά διαγράφουν τη δική τους πορεία, πέρα από τις συμβατικές μορφές ελέγχου.

Στην προηγούμενη ενότητα εξετάστηκε η σχέση του προγραμματιστικού κώδικα με την πνευματική παραγωγή, το τέχνημα και την έννοια της πρωτοτυπίας χωρίς να ληφθούν υπόψιν οι συνεργατικές δομές παραγωγής. Μπορεί να αποδοθεί πνευματική ιδιοκτησία στην ομότιμη παραγωγή, ακόμη και εάν αυτό αντιβαίνει τον ανοικτό χαρακτήρα της λειτουργίας της; Ο κεντρικός έλεγχος της παραγωγής είναι βασικό στοιχείο της έννοιας της πνευματικής ιδιοκτησίας. Στην περίπτωση των κατανεμημένων δικτύων δεν μπορεί να αποδοθεί πνευματική ιδιοκτησία σε συγκεκριμένα μέλη, παρά μόνο γενικά στο σύνολο της κοινότητας. Τα όρια της κοινότητας όμως είναι ρευστά, όσο είναι και το μέτρο της συμβολής κάθε μέλους. Πέραν της κοινότητας προγραμματισμού που συμβάλλει ενεργά στην άμεση παραγωγή κοινών γνώσης, η πληροφορία που προκύπτει ως ανάδραση από τη χρήση των κοινών δε συμβάλλει σε κάποιο βαθμό στη διαμόρφωση τους; Εάν η μετάβαση από το σχέδιο στον κώδικα κατέλυσε την έννοια της πρωτοτυπίας, η αλλαγή του ατομικού *modus operandi* με τα συνεργατικά δίκτυα θα οδηγήσει στη διάχυση της έννοιας της πνευματικής ιδιοκτησίας.

V.Γ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ

Οι πλατφόρμες συνεργασίας είναι δομικό στοιχείο για την ανάπτυξη των συνεργατικών δικτύων. Η ασύγχρονη συνεργασία θα ήταν ανέφικτη χωρίς τις διαδικτυακές πλατφόρμες συνεργασίας. Αντίστροφα, η πλατφόρμα συνεργασίας δεν επιτελεί καμία από τις λειτουργίες που αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, όταν δεν υπάρχει ενεργή κοινότητα που να υποστηρίζει την ανάπτυξη των ψηφιακών κοινών. Επομένως, δεν είναι τυχαίο που από τον σημερινό τρόπο ανάπτυξης των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού, ουσιαστικά εκλείπει η πλατφόρμα συνεργασίας. Αντίθετα, στη θέση της πλατφόρμας συνεργασίας υπάρχει ένα διαδικτυακό αποθετήριο γνώσης με δομή αρχείου στο οποίο καταχωρούνται τα ατομικώς παραγόμενα κοινά σχεδιασμού. Η μετάβαση από το σχέδιο στον

κώδικα και από το δημιουργό στη συλλογική νοημοσύνη θα καταστήσει απαραίτητη τη χρήση πλατφόρμας συνεργασίας με τον τρόπο που λειτουργεί στην παραγωγή προγραμμάτων ανοικτού κώδικα.

Τόσο όσον αφορά τα ατομικά όσο και τα συλλογικά παραγόμενα κοινά σχεδιασμού, πέραν της πλατφόρμας συνεργασίας, είναι απαραίτητη η χρήση μιας ψηφιακής πλατφόρμας προγραμματισμού, δηλαδή μιας γλώσσας με την οποία θα περιγράφουν τα ψηφιακά κοινά. Στην περίπτωση του γραφικού προγραμματισμού απαιτείται μια υποδομή νοηματοδοτημένων συμβόλων, η συναρμολόγηση των οποίων κατασκευάζει μια αλγοριθμική διαδικασία. Ακόμα όμως και στην περίπτωση της συγγραφής κώδικα είναι προαπαιτούμενη η υποδομή μιας γλώσσας προγραμματισμού, προκειμένου να κατασκευαστούν τα ψηφιακά κοινά σχεδιασμού. Στις περισσότερες περιπτώσεις υπάρχει μια ενοποιημένη πλατφόρμα προγραμματισμού που δίνει την δυνατότητα τόσο της συγγραφής κώδικα, όσο και της συναρμολόγησης οντοτήτων γραφικού προγραμματισμού. Η πλατφόρμα προγραμματισμού σε ποιό βαθμό επηρεάζει την ανάπτυξη των ψηφιακών κοινών σχεδιασμού; Ανήκει η πλατφόρμα προγραμματισμού ή η πλατφόρμα συνεργασίας στην κατηγορία των ψηφιακών κοινών, δηλαδή μπορεί να παραχθεί από την κοινότητα στο πλαίσιο της ομότιμης παραγωγής;

Οι δύο πιο διαδεδομένες πλατφόρμες γραφικού προγραμματισμού όσον αφορά το σχεδιασμό είναι τα Generative Components (GC) και το Grasshopper, τα οποία συνδέονται με τις εμπορικές πλατφόρμες σχεδιασμού Microstation και Rhinoceros αντίστοιχα. Το GC ήταν η πρώτη πλατφόρμα γραφικού προγραμματισμού όσον αφορά το σχεδιασμό και από το 2003 έως το 2007 απευθυνόταν αποκλειστικά σε έναν κλειστό κύκλο εταιρειών και ερευνητικών κέντρων, όχι τόσο για λόγους δοκιμαστικής λειτουργίας του προγράμματος, όσο για λόγους αποκλειστικής χρήσης των δικαιωμάτων του. Μόνο μετά το 2007 διατέθηκε εμπορικά στο ευρύ κοινό ως πλατφόρμα προγραμματισμού ή αλλιώς το πρώτο πρόγραμμα αλγοριθμικού αρχιτεκτονικού σχεδιασμού⁸⁸. Το Grasshopper διατέθηκε το 2007

⁸⁸ < <https://en.wikipedia.org/wiki/GenerativeComponents>>, τελευταία επίσκεψη: 10/11/2016.

ως πλατφόρμα γραφικού προγραμματισμού τρισδιάστατης γεωμετρίας⁸⁹. Οι διαφορές ανάμεσα στις δύο πλατφόρμες δεν ήταν ουσιαστικές, αλλά σε κάθε περίπτωση, με την πάροδο του χρόνου, οι δύο πλατφόρμες τείνουν να εξομοιωθούν σε επίπεδο δυνατοτήτων ενσωματώνοντας η κάθε μια τα διαφορετικά χαρακτηριστικά της άλλης. Ωστόσο, το Grasshopper έχει πολύ μεγαλύτερη δυνάμει τόσο στον ακαδημαϊκό χώρο, όσο και στην επαγγελματική πρακτική με αποτέλεσμα τη σταδιακή δημιουργία ενός αποθετηρίου γνώσης, κυρίως από ατομικά παραγόμενα ψηφιακά «κοινά» σχεδιασμού⁹⁰. Η αυθόρμητη δημιουργία ενός πρώιμου corpus από ασύνδετα στοιχεία γνώσης είναι ένα βήμα στην κατεύθυνση της μελλοντικής διαμόρφωσης ψηφιακών κοινών σχεδιασμού, παρόλο που ακόμη εκλείπουν αρκετές προϋποθέσεις από αυτό που ορίζεται ως ομότιμη παραγωγή. Αντίθετα, στην περίπτωση της πλατφόρμας GC, ακόμη και τα ατομικά παραγόμενα στοιχεία γνώσης δεν ενσωματώνονται σε κάποιο κοινό αποθετήριο γνώσης. Η βασική υπόθεση για την ερμηνεία της εξέλιξης των δύο πλατφορμών δε στηρίζεται τόσο στις όποιες επιμέρους τεχνικές διαφορές, αλλά στον τρόπο διάθεσής τους. Συγκεκριμένα, η «ελεύθερη» διάθεση της πλατφόρμας Grasshopper δημιούργησε γρήγορα μια μεγάλη και διαρκώς αναπτυσσόμενη «κοινότητα» με κουλτούρα διαμοιρασμού της παραγόμενης γνώσης. Αντίθετα, όσον αφορά την πλατφόρμα GC, η αρχικά ελιτίστικη πολιτική διάθεσης και μετέπειτα η κατεύθυνση άμεσης εμπορικής εκμετάλλευσης της ίδιας της πλατφόρμας οδήγησε στην περιορισμένη και φθίνουσα χρήση της ως εργαλείο αλγοριθμικού σχεδιασμού, με συνέπεια την αδυναμία ανάδυσης ακόμη και πρώιμων ψηφιακών κοινών σχεδιασμού.

Συνεπώς, η πλατφόρμα Grasshopper μπορεί να θεωρηθεί ότι πληροί τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την ομότιμη παραγωγή ψηφιακών κοινών σχεδιασμού; Ασχέτως της πολιτικής διάθεσης των προαναφερόμενων προγραμματιστικών υποδομών και οι δυο πλατφόρμες ως προϊόντα δεν ανήκουν στο χώρο της ομότιμης παραγωγής, αλλά της ιεραρχικής και κεντροποιημένης εμπορικής παραγωγής. Στην περίπτωση της πλατφόρμας GC, το εμπορικό προϊόν είναι η ίδια η υποδομή της πλατφόρμας, ενώ στην περίπτωση του Grasshopper το

⁸⁹ < https://en.wikipedia.org/wiki/Grasshopper_3D>, τελευταία επίσκεψη: 10/11/2016.

⁹⁰ < <http://www.food4rhino.com/>>, τελευταία επίσκεψη: 10/11/2016.

εμπορικό προϊόν δεν είναι η πλατφόρμα, αλλά οι χρήστες της. Η εμπορική λειτουργία του Grasshopper δε διαφέρει ουσιαστικά από αυτή του Youtube ή του Flickr. Μπορεί να είναι ελεύθερη η χρήση της πλατφόρμας, αλλά η εμπορική αξία προκύπτει από τα κοινά που περιέχονται σε αυτή και από το πλήθος των χρηστών. Με τον ίδιο τρόπο το Grasshopper λειτουργεί υποστηρικτικά προς το εμπορικό πρόγραμμα σχεδιασμού Rhinoceros του οποίου αποτελεί λειτουργική επέκταση (plugin). Ο Bauwens ορίζει τις πλατφόρμες ως δικτυαρχικές δομές⁹¹ καθώς δεν αποτελούν δίκτυα, ούτε κοινά, αντίθετα στοχεύουν στον έλεγχο των κοινών. Ακριβέστερα, η ανάπτυξη συμμετοχικών πλατφορμών συνεργασίας είναι αποτελεσματικότερο μέσο ελέγχου της ομότιμης παραγωγής από τους μηχανισμούς προστασίας της πνευματικής ιδιοκτησίας. Οι συμμετοχικές υποδομές δεν έχουν αυταξία, αλλά η αξία τους προκύπτει από την αφθονία της ομότιμης παραγωγής και των ανθρώπινων πόρων⁹².

Επομένως, παρόλο που η πλατφόρμα συνεργασίας δεν είναι μέσο άμεσης ιδιοποίησης των ψηφιακών κοινών, εντούτοις είναι μια δυνητική μορφή κεντρικού ελέγχου. Βέβαια, η λειτουργία της πλατφόρμας προγραμματισμού σε σχέση με την πλατφόρμα συνεργασίας είναι πολύ πιο δεσμευτική για την ανάπτυξη των ψηφιακών κοινών. Η αλλαγή πλατφόρμας συνεργασίας είναι σχετικά συχνό φαινόμενο για μια κοινότητα προγραμμάτων ανοικτού κώδικα, για λόγους που συνδέονται με την ανάπτυξη της κοινότητας ή τη μεταβολή της πλατφόρμας κ.α.. Αντίθετα, η πλατφόρμα προγραμματισμού είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τα ψηφιακά κοινά σχεδιασμού, καθώς είναι η «γλώσσα» στην οποία είναι κατασκευασμένα. Για παράδειγμα, τα ψηφιακά κοινά σχεδιασμού που αναπτύσσονται στο Grasshopper ή σε οποιαδήποτε άλλη κλειστή εταιρική πλατφόρμα, όχι μόνο πριμοδοτούν την αντίστοιχη εμπορική εφαρμογή, αλλά το χειρότερο είναι ότι είναι άμεσα συνδεδεμένα με την ίδια την ύπαρξη της πλατφόρμας. Η μεταγλώττιση ενός ανεπτυγμένου σώματος ψηφιακών κοινών σχεδιασμού σε μια άλλη προγραμματιστική γλώσσα είναι από μόνη της μια πολύ δύσκολη διεργασία με αμφίβολα αποτελέσματα. Συνεπώς, η ανάπτυξη των

⁹¹ Vasilis Kostakis, Michel Bauwens, *Network Society and Future Scenarios for a Collaborative Economy*, σπ. αν..

⁹² Michel Bauwens, *P2P and Human Evolution: peer to peer as the premise for a new mode of civilization*, σπ. αν..

ψηφιακών κοινών σχεδιασμού προϋποθέτει την υποδομή μιας ανοικτής προγραμματιστικής πλατφόρμας. Σήμερα, οι διατιθέμενες πλατφόρμες ανοικτού κώδικα (Processing, Blender κ.α.) δεν έχουν δυνατότητα γραφικού προγραμματισμού του σχεδιασμού, το οποίο είναι βασική προϋπόθεση για την εισαγωγή στον προγραμματισμό χρηστών από άλλα γνωσιολογικά πεδία.

VI. __ ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Εάν με την ψηφιοποίηση της κατασκευής και τη διάχυση ή ακριβέστερα την κατανομή των μέσων παραγωγής βρισκόμαστε στο μέσον της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης⁹³, τότε δεν είναι καθόλου πρώιμο να ορίσουμε σε αυτό το περιβάλλον τον ανοικτό σχεδιασμό. Η ανοικτή κατανεμημένη κατασκευή είναι μόνον το ένα μέρος στο συνεχές σχεδιασμού-κατασκευής. Χωρίς τον ανοικτό σχεδιασμό η επίδραση της ανοικτής κατασκευής θα περιοριστεί στην κατανεμημένη παραγωγή πανομοιότυπων αντικειμένων. Σίγουρα δεν είναι μικρό βήμα η μετάβαση από τη γραμμή παραγωγής στην κατανεμημένη παραγωγή, αλλά σε κάθε περίπτωση ο πυρήνας της ανοικτής κατασκευής είναι η διαφοροποιημένη παραγωγή. Μπορεί ο ανοικτός σχεδιασμός να οριστεί ως μια γενεαλογία αντί μιας τυπολογίας⁹⁴ επιλύσεων; Σήμερα, οι περισσότερες προσπάθειες για τον ορισμό του ανοικτού σχεδιασμού γίνονται με βάση τα συμβατικά εργαλεία του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Το σχέδιο όμως αποδεικνύεται ήδη ένα τέλειο αντικείμενο. Το σημερινό πλήθος ατομικά παραγόμενων εργαλείων παραμετρικού σχεδιασμού μπορεί να προβληθεί στο μέλλον, με βάση τις κοινότητες προγραμματισμού ανοικτού κώδικα και την ομότιμη παραγωγή; Είναι έτοιμη η αρχιτεκτονική κοινότητα να απεμπολήσει την ιδέα του πρωτότυπου τεχνήματος και του μοναδικού δημιουργού; Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός μπορεί να εδραστεί σε ένα περιβάλλον συλλογικής νοημοσύνης και συναρμολόγησης στοιχείων γνώσης ή είναι απαραίτητο να ξεκινάει απο λευκό χαρτί;

Είναι εφικτή η ανατροφοδότηση της ομότιμης παραγωγής ψηφιακών κοινών σχεδιασμού και η επιβίωσή τους στο σύγχρονο οικονομικό περιβάλλον ως βασική μέθοδος παραγωγής γνώσης, τόσο συνολικά όσο και ατομικά; Συνολικά, η ποσοτική και ποιοτική ανάλυση των κατανεμημένων συνεργατικών δικτύων αποδεικνύει την ηγεμονία του δικτυακού παραδείγματος έναντι του ιεραρχικού μοντέλου. Αντίθετα, η ομότιμη παραγωγή σε ατομικό επίπεδο απέχει από το να

⁹³ Mario Hermann et al., «Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios», *HICSS-49*, IEEE Press, 2016.

⁹⁴ Τυπολογία «ανοικτού» σχεδιασμού με σκοπό την δόμηση με μεθόδους ανοικτής κατανεμημένης κατασκευής <<https://www.wikihouse.cc>>, τελευταία επίσκεψη: 10/11/2016.

θεωρηθεί πλήρης και αυτάρκης. Εάν η μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα της κοινότητας σε ατομικό επίπεδο συνδέεται με την οριοθέτηση της χρήσης και της επεξεργασίας των στοιχείων γνώσης εντός της κοινότητας ή με την εμπορική εκμετάλλευσή τους από την κοινότητα, τότε καταλύεται ο ανοικτός χαρακτήρας των ψηφιακών κοινών. Η ιδιοκτησία είναι ένας από τους μηχανισμούς ελέγχου. Όμως, ο ανοικτός χαρακτήρας των κοινών και των συνεργατικών δικτύων είναι δομικό στοιχείο της συγκρότησής τους και συνδέεται άρρηκτα, τόσο με τους μηχανισμούς διασύνδεσης, όσο και με τη συνέχεια και την πολλαπλασιαστική ισχύ των ψηφιακών κοινών. Η αυτοδιάθεση των μελών μιας κατανεμημένης οργάνωσης μπορεί να είναι συμβατή με την κατά παραγγελία παραγωγή; Πώς ορίζεται ο κοινός σκοπός στο πλαίσιο της εμπορικής παραγωγής; Η ανάλυση των δομικών ιδιοτήτων του δικτυακού παραδείγματος απέδειξε την αμφίδρομη σχέση της δομής της κοινότητας και της δομής των κοινών. Είναι αδύνατον να περιοριστούν τα κοινά ή να οριστούν κεντρικά οι ιδιότητες τους, χωρίς να μεταβληθεί η δομή της κοινότητας και αντίστροφα, δεν είναι εφικτό να περιγραφούν τα όρια της κοινότητας ή να οργανωθεί κεντρικά χωρίς να μεταβληθούν τα κοινά γνώσης.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Albert Reka, Barabasi Albert, **Topology of Evolving Networks: Local Events and Universality**, *Physical Review Letters* 85, 5234–5237, 2000, σσ.5234-5237.
- Albert Reka, Jeong Hawoong, Barabasi Albert, **Diameter of the World-Wide-Web**, *Nature*, Vol. 401, 1999, σσ.130-131.
- Arafat Oliver, Riehle Dirk, **The Commit Size Distribution of Open Source Software**, 42nd Hawaii International Conference on System Science, IEEE Press, 2009.
- Barabasi Albert, Albert Reka, **Emergence of scaling in random networks**, *Science* 286, 1999, σσ.509–512.
- Bauwens Michel, **From the Theory of Peer Production to the Production of Peer Production Theory**, *Journal of Peer Production*, Vol. 1, 2012 .
- Bauwens Michel, **P2P and Human Evolution: peer to peer as the premise for a new mode of civilization**, 2005.
<[http://www.altruists.org/static/files/P2P%20and%20Human%20Evolution%20\(Michel%20Bauwens\).pdf](http://www.altruists.org/static/files/P2P%20and%20Human%20Evolution%20(Michel%20Bauwens).pdf)>, τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016.
- Bauwens Michel, **Peer-to-Peer Governance, Production And Property: P2P As A Way Of Living**, *Master New Media*, 2007,
<http://www.masternewmedia.org/information_access/p2p-peer-to-peer-economy/peer--to-peer-governance-production-property-part-1-Michel-Bauwens-20071020.htm>, τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016.
- Benkler Yochai, **Coase 's Penguin, or, Linux and The Nature of the Firm**, *Yale Law Journal*, Vol. 112, 2002, σσ. 369-446.

- Benkler Yochai, **The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom**, New Haven: Yale University Press, 2006.
- Carpo Mario, **The Alphabet and the Algorithm**, Cambridge MA: MIT Press, 2011.
- Castells Manuel, **Toward a Sociology of the Network Society**, *Contemporary Sociology*, American Sociological Association, Vol. 29, No. 5., 2000, σσ. 693-699.
- Conway E. Melvin, **How do Committees Invent?**, *Datamation*, 14 (5) April 1968, σσ 28–31.
- Dafermos George, **Authority in Peer Production: The Emergence of Governance in the FreeBSD project**, *Journal of Peer Production*, Vol. 1, 2012.
- DeLanda Manuel, **A New Philosophy of Society: Assemblage Theory and Social Complexity**, London: Continuum, 2006.
- Dimitris Papalexopoulos, **Digital Design Commons**, Symposium: Computational Politics and Architecture: From the Digital Philosophy to the End of Work, 2011.
- Dorogovtsev N. Sergey, Mendes F.F. Jose, **Evolution of Networks: From Biological Nets to the Internet and WWW**, New York: Oxford University Press, 2003.
- Fish Adam, Kelty Christopher, Murillo F.R. Luis, Nguyen Lilly, Panofsky Aaron, **Birds of the Internet: Towards a Field Guide to the Organization and Governance of Participation**, *Journal of Cultural Economy*, 4 (2), 2011, σσ.157-187.

- Gourab Ghoshal, Chi Liping, Barabasi Albert, **Uncovering the role of Elementary processes in Network Evolution**, *Scientific Reports*, 3:2920, 2013.
- Hardt Michael, Negri Antonio, **Multitude: War and Democracy in the Age of Empire**, New York: The Penguin Press 2004.
- Hermann Mario, Pentek Tobias, Otto Boris, **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios**, 49th Hawaii International Conference on System Science, IEEE Press, 2016.
- Hippel von Eric, **Democratizing Innovation**, Cambridge MA, The MIT Press, 2005.
- Jose Teixeira, Robles Gregorio, Gonzalez-Barahona M. Jesus, **Lessons Learned from Applying Social Network Analysis on an Industrial Free/Libre/Open Source Software Ecosystem**, *Journal of Internet Services and Applications*, 2015.
- Kossinets Gueorgi, Watts J. Duncan, **Origins of homophily in an Evolving Social Network**, *American Journal of Sociology*, Vol.115, 2009, σσ.405-450.
- Kostakis Vasilis, Bauwens Michel, **Network Society and Future Scenarios for a Collaborative Economy**, Palgrave Macmillan, 2014.
- Krowne Aaron, Bazaz Ahmed, **Authority Models for Collaborative Authoring**, 37th Hawaii International Conference on System Science, IEEE Press, 2004.
- Madey Gregory, Freeh Vincent, Tynan Renee, **Modelling the Free/Open Source Software Community: A Quantitative Investigation**, στο Stefan Koch (eds.), *Free/Open Source Software Development*, IGI, 2005, σσ.203-222.

- Moreno L. Jacob, **Sociometry, Experimental Method and the Science of Society: An Approach to a New Political Orientation**. New York: Beacon House, 1951.
- Musiani Francesca, **Caring about the Plumbing: On the Importance of Architectures in Social Studies of (Peer to Peer) Technology**, *Journal of Peer Production*, Vol. 1, 2012.
- Newman E. J. Marc, **Networks: An Introduction**, New York: Oxford University Press, 2010.
- Newman E. J. Marc, **The structure and function of complex networks**, *Society for Industrial and Applied Mathematics Review*, Vol.45 No2, 2003, σσ.167-256.
- Price de Solla J. Derek, **A General Theory of Bibliometric and other Cumulative Advantage Processes**, *Journal of the American Society of Information Sciences*, 27(5-6), 1976, σσ.292-306.
- Price de Solla J. Derek, **Networks of Scientific Papers**, *Science*, Vol. 149(3683), 1965, σσ.510-515.
- Raymond S. Eric, **The Cathedral and the Bazaar**, <<http://www.catb.org/~esr/writings/cathedral-bazaar/>> τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016
- Salganik J. Matthew, Dodds Sheridan Peter, Watts J. Duncan, **Experimental Study of Inequality and Unpredictability in an Artificial Cultural Market**, *Science*, Vol.311, 2006, σσ.854-856.
- Scott John, **Social Network Analysis**, London: Sage, 2000.

- Shirky Clay, **Power laws, Weblogs and Inequality**, 2003, <http://www.shirky.com/writings/herecomeseverybody/powerlaw_weblog.html>, τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016
- Weber Steven, **The Political Economy of Open Source Software**, *Berkeley Roundtable on the International Economy*, U.C. Berkeley, 2000, <<http://escholarship.org/uc/item/3hq916dc>>, τελευταία επίσκεψη: 12/11/2016.
- Weber Steven, **The Success of Open Source**, Cambridge MA: Harvard University Press, 2004.
- Zipf K. George, **Human Behaviour and the Principle of Least Effort: An Introduction to Human Ecology**, Addison-Wesley Press, 1949.