



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Προηγμένες Υπηρεσίες Μεσολάβησης για Συστήματα  
Ηλεκτρονικών Αγορών Βασισμένες σε Οντολογίες και  
Τεχνικές Πρακτόρων**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Αικατερίνη Η. Τσιάρα

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2008





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Προηγμένες Υπηρεσίες Μεσολάβησης για Συστήματα  
Ηλεκτρονικών Αγορών Βασισμένες σε Οντολογίες και  
Τεχνικές Πρακτόρων**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

Αικατερίνη Η. Τσιάρα

**Συμβουλευτική Επιτροπή :** Θεοδώρα Βαρβαρίγου  
Γεώργιος Στασινόπουλος  
Εμμανουήλ Πρωτονοτάριος

Εγκρίθηκε από την επταμελή εξεταστική επιτροπή την 30<sup>η</sup> Σεπτεμβρίου 2008.

.....  
Θ. Βαρβαρίγου  
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

.....  
Γ. Στασινόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Β. Λούμος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Δ. Ασκούνης  
Επ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Ε. Καγιάφας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Ι. Ψαρράς  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Α. Δουλάμης  
Επίκουρος Καθηγητής  
Πολυτεχνείο Κρήτης

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2008

.....  
Αικατερίνη Η. Τσιάρα

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

Copyright © Αικατερίνη Η. Τσιάρα, 2008.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Το αντικείμενο της διατριβής άπτεται της ανάπτυξης προηγμένων υπηρεσιών μεσολάβησης για συστήματα Ηλεκτρονικών Αγορών.

Από τη μία, έχει γίνει έρευνα προς την κατεύθυνση ανάπτυξης αρχιτεκτονικών με τη χρήση ευφυών πρακτόρων για τον τομέα των Ηλεκτρονικών Αγορών. Οι αρχιτεκτονικές αυτές ήταν αποτέλεσμα μελέτης πάνω στη τεχνολογία των ευφυών πρακτόρων σε συνδυασμό με τις προκλήσεις που έχουν ανακύψει στο τομέα του Ηλεκτρονικού Εμπορίου λόγω της Παγκοσμιοποίησης. Επιλέγεται η χρήση τεχνολογίας ευφυών πρακτόρων η οποία αποτελεί μια νέα μεθοδολογία στην ανάπτυξη λογισμικού. Τα χαρακτηριστικά αυτής της τεχνολογίας (αυτονομία, κινητικότητα, προσαρμοστικότητα κλπ.) την καθιστούν ικανή για την ανάπτυξη λύσεων που αφορούν τον τομέα των Ηλεκτρονικών Αγορών.

Από την άλλη, έχει πραγματοποιηθεί έρευνα πάνω στην παροχή υπηρεσιών μεσολάβησης στα πλαίσια μιας Ηλεκτρονικής Αγοράς με τη χρήση Οντολογιών. Επιλέγεται η προσέγγιση της χρήσης οντολογιών, ως επιμέρους λύση στο πρόβλημα της σημασιολογικής ετερογένειας. Στα πλαίσια αυτά προτείνεται η αρχιτεκτονική μιας πλατφόρμας Μεσολάβησης για Ηλεκτρονικές Αγορές η οποία χρησιμοποιεί προτυποποιημένες διεπαφές με τα συνεργαζόμενα υποσυστήματα και οντολογίες και για την εξασφάλιση της δια-λειτουργικότητας των συστημάτων. Ο πυρήνας του συστήματος είναι ο Μεσολαβητής, το υποσύστημα λογισμικού που ενώνει τα υπόλοιπα υποσυστήματα και γεφυρώνει το κενό ανάμεσα σε ερωτήματα χρηστών και σε διαθέσιμες υπηρεσίες στα πληροφοριακά συστήματα των προμηθευτών, παρέχοντας υπηρεσίες μεσολάβησης και προς τις δύο εμπλεκόμενες πλευρές. Ο ρόλος των οντολογιών είναι πολλαπλός. Από την μία αποτελούν το σημασιολογικό λεξικό που χρειάζεται, ώστε να ερμηνευθούν ερωτήματα σε φυσική γλώσσα, από την άλλη κωδικοποιούν το πολύπλοκο επιχειρησιακό μοντέλο και τους κανόνες λογικής που είναι απαραίτητοι για την παροχή μιας σειράς «έξυπνων» υπηρεσιών μεσολάβησης

προς τον τελικό χρήστη. Οι υπηρεσίες αυτές περιλαμβάνουν τη σύνθεση πακέτων υπηρεσιών, τις υπηρεσίες καταλόγου, τη διαχείριση διαλόγου και το σημασιολογικό προφίλ χρήστη.

**Λέξεις Κλειδιά:** Οντολογίες, Ευφυείς Πράκτορες, Ηλεκτρονικές Αγορές, Υπηρεσίες Μεσολάβησης.

# ABSTRACT

---

The subject of the thesis concerns the development of advanced mediation services for E-Markets.

On the one hand, research has been done in the direction of developing architectures using intelligent agents for the field of E-Markets. These architectures were the result of study on the technology of intelligent agents combined with the challenges that have arisen in the field of E-Commerce due to Globalization. The characteristics of this technology (autonomy, mobility, adaptability, etc.) make it capable of developing solutions related to the field of E-Markets.

On the other hand, research has been carried out on the provision of ontology-based mediation services in the context of E-Markets. The approach of using ontologies is chosen to address the problem of semantic heterogeneity. An architecture of a Mediation framework for E-Markets is proposed which uses standardized interfaces with the cooperating subsystems and ontologies to ensure the interoperability of the systems. The core of the system is the Mediator, the software subsystem that unites the rest of the subsystems and bridges the gap between user queries and available services in suppliers' IT systems, providing mediation services to both parties involved. The role of ontologies is multiple. They constitute the semantic dictionary needed to interpret requests in human language. Additionally, they form the sophisticated business model and the reasoning rules, necessary for the provision of "intelligent" mediation services to end user. These services include a rule-based service combination layer, cataloguing services, dialogue management and semantic user profiling.

**Keywords:** Ontologies, Intelligent Agents, E-Markets, Mediation services





*Στους γονείς μου, Ηλία και Παρασκευή*



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>7</b>
<b>ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....</b>	<b>15</b>
<b>ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ .....</b>	<b>17</b>
<b>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>18</b>
1.1 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ .....	18
1.2 ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΑΓΟΡΩΝ .....	21
1.3 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΕΙΜΕΝΟΥ.....	23
<b>2 ΕΥΦΥΕΙΣ ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ .....</b>	<b>26</b>
2.1 ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΑΚΤΟΡΑ ΣΤΟΝ ΕΥΦΥΗ ΠΡΑΚΤΟΡΑ - ΟΡΙΣΜΟΙ .....	26
2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΑΚΤΟΡΩΝ .....	29
2.3 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΡΑΚΤΟΡΩΝ.....	31
2.4 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΠΡΑΚΤΟΡΩΝ .....	32
2.5 ΠΡΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ .....	34
2.5.1 <i>KQML</i> .....	34
2.5.2 <i>Προδιαγραφές FIPA</i> .....	38
2.5.3 <i>OMG MASIF</i> .....	42
2.6 ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΠΡΑΚΤΟΡΩΝ.....	46
2.6.1 <i>Κινητικότητα</i> .....	49
2.6.2 <i>Διαχειρισιμότητα</i> .....	51
2.7 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ .....	52
2.7.1 <i>Ηλεκτρονικό Εμπόριο</i> .....	53
2.7.2 <i>Ολυμπιακοι ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ</i> .....	55
<b>3 ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....</b>	<b>56</b>

3.1	ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ .....	56
3.2	Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ.....	59
3.2.1	Οντολογίες και Πληροφοριακά Συστήματα.....	60
3.3	ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ .....	65
3.3.1	Κριτήρια Σχεδίασης .....	66
3.3.2	Στάδια Ανάπτυξης.....	68
3.3.3	Δομικά Συστατικά .....	69
3.3.4	Μεθοδολογίες Ανάπτυξης Οντολογιών.....	70
3.3.5	Πρότυπα .....	78
3.3.6	Βιβλιοθήκες .....	79
3.3.7	Γλώσσες Αναπαράστασης Οντολογιών .....	79
3.3.8	Εργαλεία .....	85

#### **4 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΚΛΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΙΕΘΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ**

#### **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ ΜΕ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΡΑΚΤΟΡΩΝ ..... 90**

4.1	ΟΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ .....	91
4.1.1	Προώθηση υπηρεσιών .....	91
4.1.2	Δυναμική ανάκτηση πληροφοριών .....	92
4.1.3	Κοινός τρόπος αναπαράστασης της πληροφορίας.....	93
4.1.4	Εξατομίκευση και Εντοπιότητα.....	94
4.1.5	Ασφάλεια.....	95
4.2	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΑΤΦΟΡΜΩΝ ΠΡΑΚΤΟΡΩΝ .....	95
4.2.1	Διαχείριση.....	96
4.2.2	Κινητικότητα .....	96
4.2.3	Ασφάλεια.....	96
4.2.4	Διατήρηση Κατάστασης.....	97
4.2.5	Επικοινωνία .....	98
4.2.6	Πρότυπα .....	98
4.3	ΟΙ ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ ΠΩΛΟΥΝ ΚΑΙ ΑΓΟΡΑΖΟΥΝ .....	98

4.3.1	Τοπολογίες.....	99
4.3.2	Εγγραφή Προμηθευτών στην Ηλεκτρονική Αγορά.....	101
4.3.3	Ανάκτηση Υπηρεσιών .....	102
4.3.4	Αναπαράσταση της Πληροφορίας.....	103
4.3.5	Εξατομίκευση στο Ηλεκτρονικό Εμπόριο.....	104
4.3.6	Ασφάλεια στο Ηλεκτρονικό Εμπόριο.....	105
4.4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	106

**5 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ ΜΕ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΜΕΣΟΛΑΒΗΣΗΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΕΣ ΣΕ ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ..... 107**

5.1	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ .....	108
5.2	Ο ΠΟΛΥΔΙΑΣΤΑΤΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ .....	111
5.3	ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΝΩΣΗΣ ΣΤΟ ΜΕΣΟΛΑΒΗΤΗ.....	114
5.4	ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	116
5.5	ΕΠΕΚΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑ .....	120

**6 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ..... 121**

6.1	ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΟΙ ΧΡΗΣΤΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΕΧΟΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ.....	122
6.1.1	Υποψήφιος Πελάτης .....	123
6.1.2	Διαχειριστής Περιεχομένου.....	124
6.1.3	Διαχειριστής Συστήματος .....	125
6.2	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ .....	126
6.2.1	Τα Συνεργαζόμενα Υποσυστήματα.....	127
6.3	Ο ΠΥΡΗΝΑΣ.....	131
6.3.1	Πράκτορας Λογικής (Rational Agent).....	131
6.3.2	Ομοσπονδία Καταλόγων.....	134
6.4	ΣΕΝΑΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ.....	137
6.4.1	Σενάριο Πολυγλωσσικού Ερωτήματος .....	137
6.4.2	Σενάριο Εισαγωγής Υπηρεσίας στον Κατάλογο .....	141

<b>7</b>	<b>ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΜΕΣΟΛΑΒΗΣΗΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΕΣ ΣΕ ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ .....</b>	<b>144</b>
7.1	ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ CSL .....	145
7.1.1	Παρουσίαση επιπέδου .....	145
7.1.2	Μοντέλοποίηση του CSL .....	148
7.1.3	Σενάρια Χρήσης .....	154
7.1.4	Αρχικοποίηση .....	155
7.1.5	Ενσωμάτωση στην Ηλεκτρονική Αγορά.....	156
7.2	ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ .....	160
7.2.1	Εισαγωγή .....	160
7.2.2	Οριοθέτηση .....	163
7.2.3	Περιγραφή Καταλόγου .....	164
7.3	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΑΛΟΓΟΥ.....	166
7.4	ΕΞΑΤΟΜΙΚΕΥΣΗ.....	169
7.4.1	Εισαγωγή .....	169
7.4.2	Συστήματα Συστάσεων.....	173
7.4.3	Οντολογικό Προφίλ Χρήστη.....	176
7.4.4	Συμπεράσματα .....	181
<b>8</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>183</b>
	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>186</b>

# ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

---

ΣΧΗΜΑ 1 Το οράμα μιας διεθνοποιημένης ηλεκτρονικής αγοράς	20
ΣΧΗΜΑ 2 Ένας πρακτορας σε αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του	28
ΣΧΗΜΑ 3 Επίπεδα ενός KQML μηνύματος	35
ΣΧΗΜΑ 4 Παραδειγμα μηνύματος σε KQML	37
ΣΧΗΜΑ 5 Μοντελο αναφοράς για τη διαχείριση πρακτορων [FIPA, 2000Α]	40
ΣΧΗΜΑ 6 Παραδειγμα μηνύματος σε ACL	42
ΣΧΗΜΑ 7 Αρχιτεκτονική MASIF	45
ΣΧΗΜΑ 8 Κατηγοριοποίηση οντολογιών βάση βαθμού ανεξαρτησίας [Guarino, 1997]	58
ΣΧΗΜΑ 9 Είδη οντολογιών βάσει του τρόπου αναπαράστασης [Uschold, 2004]	80
ΣΧΗΜΑ 10 Η σωρος των διαδικτυακών γλωσσών οντολογιών [Corcho, 2003]	85
ΣΧΗΜΑ 11 Προτεινόμενη αρχιτεκτονική πρακτορων για ηλεκτρονική αγορά 1	99
ΣΧΗΜΑ 12 Προτεινόμενη αρχιτεκτονική πρακτορων για ηλεκτρονική αγορά 2	100
ΣΧΗΜΑ 13 Προτεινόμενη αρχιτεκτονική πρακτορων για ηλεκτρονική αγορά 3	101
ΣΧΗΜΑ 14 Μοντελο αρχιτεκτονικής της ηλεκτρονικής αγοράς	109
ΣΧΗΜΑ 15 Αρχιτεκτονική ομοσπονδίας οντολογιών του συστήματος	112
ΣΧΗΜΑ 16 Ιεραρχία οντολογίας υλικών	113
ΣΧΗΜΑ 17 Βασικές κλάσεις αναπαράστασης γνώσης, ερωτημάτων και προϊόντων/υπηρεσιών.	115
ΣΧΗΜΑ 18 Παραδειγμα τυποποίησης διεπαφών επικοινωνίας ανάμεσα στα υποσυστήματα	117
ΣΧΗΜΑ 19 Σενάρια χρήσης και εμπλεκόμενοι ρόλοι στην ηλεκτρονική αγορά.	122
ΣΧΗΜΑ 20 Η αρχιτεκτονική του πειραματικού συστήματος	126
ΣΧΗΜΑ 21 Ιεραρχία κλάσεων στον Rational Agent	133
ΣΧΗΜΑ 22 Επικοινωνία Rational Agent με υπολοίπα συστήματα	134
ΣΧΗΜΑ 23 Ομοσπονδία καταλόγων συστήματος	135
ΣΧΗΜΑ 24 Διαγραμμα κλάσεων του συστήματος καταλόγων	136

ΣΧΗΜΑ 25 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΝΤΟΤΗΤΩΝ-ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
ΚΑΤΑΛΟΓΩΝ	137
ΣΧΗΜΑ 26 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ UML ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΠΟΛΥΓΛΩΣΣΙΚΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ	138
ΣΧΗΜΑ 27 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΦΥΣΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ	141
ΣΧΗΜΑ 28 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΑΤΑΛΟΓΟ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ	143
ΣΧΗΜΑ 29 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ CSL ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΜΕ ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗ	146
ΣΧΗΜΑ 30 ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ – Ένα Παράδειγμα	148
ΣΧΗΜΑ 31 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΝΟΝΑ ΣΕ XML ΚΑΙ ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΚΑΝΟΝΑ	154
ΣΧΗΜΑ 32 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ CSL	157
ΣΧΗΜΑ 33 ΣΧΕΣΗ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΚΑΤΑΛΟΓΟ ΚΑΙ ΟΝΤΟΛΟΓΙΑ	165
ΣΧΗΜΑ 34 ΡΟΗ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ ΣΕ ΚΑΤΑΛΟΓΟ	166
ΣΧΗΜΑ 35 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΙ ΕΡΩΤΗΜΑ ΧΡΗΣΤΗ ΩΣ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	
ΕΞΑΤΟΜΙΚΕΥΣΗΣ	178
ΣΧΗΜΑ 36 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΟ ΠΡΟΦΙΛ ΧΡΗΣΤΗ ΚΑΙ ΤΙΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	179



# ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

---

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΑΣΘΕΝΗΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΡΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ ΠΡΑΚΤΟΡΑΣ	27
ΠΙΝΑΚΑΣ 2 ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΑΚΤΟΡΩΝ [GEORGAKARAKOU, 2007].	31
ΠΙΝΑΚΑΣ 3 ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΥΛΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΠΡΑΚΤΟΡΩΝ [AGENTLINK, 2002]	49
ΠΙΝΑΚΑΣ 4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ [ESCORCIO, 2007]	87
ΠΙΝΑΚΑΣ 5 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΈΝΝΟΙΑΣ ΣΤΟ CSL	149
ΠΙΝΑΚΑΣ 6 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ (ΣΥΝΘΕΤΗΣ) ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΣΤΟ CSL	149
ΠΙΝΑΚΑΣ 7 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ CSL	150
ΠΙΝΑΚΑΣ 8 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΕΣΗΣ ΣΤΟ CSL	152
ΠΙΝΑΚΑΣ 9 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΥΡΟΥΣ ΤΙΜΩΝ ΣΤΟ CSL	152
ΠΙΝΑΚΑΣ 10 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	155

# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

## 1.1 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΗΣ

### ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ

Τα τελευταία χρόνια υπήρξε μία θεαματική ανάπτυξη και χρήση του Παγκόσμιου Ιστού Πληροφοριών (World Wide Web). Μέχρι το τέλος του 2008 υπολογίζεται ότι οι χρήστες του διαδικτύου θα ξεπερνούν τα 1,5 δισεκατομμύρια παγκοσμίως, μία αύξηση δηλαδή της τάξης του 305% σε σύγκριση με αντίστοιχους δείκτες του 2000 (Internet World Stats, 2008). Την ίδια όμως στιγμή βιώνουμε μία εντυπωσιακή και ραγδαία αύξηση των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα με διαφορετικές μορφές στο διαδίκτυο. Η ανομοιογένεια στις διάφορες πηγές πληροφορίας καθιστά δύσκολη την αναζήτηση, εύρεση, οργάνωση, και συντήρηση της αιτούμενης πληροφορίας από τους χρήστες. Οι λόγοι που κρύβονται πίσω από αυτό το πρόβλημα είναι πολλαπλοί, εντούτοις μια από τις σημαντικότερες αιτίες βρίσκεται στο μεγάλο χάσμα ανάμεσα στην αντίληψη των πληροφοριών, όπως αυτή πραγματοποιείται από τον τελικό χρήστη, και την οργάνωση, αποθήκευση και διάθεση των πληροφοριών στο υπολογιστικό σύστημα που τις παρέχει. Από την άλλη, η ανάγκη για παγκοσμιοποίηση σε όλους τους τομείς, έχει επηρεάσει άμεσα και τα πληροφοριακά συστήματα, ειδικά αυτά που δρουν μέσω του διαδικτύου. Οι εφαρμογές αυτές καλούνται να αντιμετωπίσουν πλέον και θέματα όπως είναι η αδιαφανής από τη γλώσσα και την κουλτούρα κάθε χρήστη παροχή υπηρεσιών.

Οι Ηλεκτρονικές Αγορές αποτελούν μία από τις σημαντικότερες κατηγορίες εφαρμογών στο διαδίκτυο. Οι προκλήσεις που παρουσιάζει ερευνητικά ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη τέτοιων αγορών είναι πολλές [Schmid, 1997]. Μία από τις βασικότερες είναι η αναζήτηση προϊόντων/υπηρεσιών σε ετερογενή συστήματα προμηθευτών ή βλέποντας το αντίστροφα, η ολοκλήρωση των πληροφοριακών συστημάτων των προμηθευτών με το σύστημα της ηλεκτρονικής αγοράς. Πέρα όμως από το θέμα της

ολοκλήρωσης των πηγών δεδομένων το σύστημα μιας ηλεκτρονικής αγοράς παρουσιάζει και άλλες προκλήσεις. Η αυτόματη δημιουργία και διαχείριση καταλόγων, η υποστήριξη πολυγλωσσικότητας σε όλα τα στάδια ροής της πληροφορίας, η χρήση φυσικής γλώσσας για τα ερωτήματα των χρηστών, η εξατομικευμένη παροχή υπηρεσιών, η παροχή σύνθετων υπηρεσιών, η διαχείριση διαλόγου, είναι μερικές μόνο από τις προκλήσεις αυτές. Όλες αυτές οι προκλήσεις έχουν ως βασικό στόχο να φέρουν με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο σε επαφή τις απαιτήσεις των δύο βασικών εμπλεκόμενων ρόλων, αυτό του πελάτη/αγοραστή και αυτό του προμηθευτή/πωλητή. Γι αυτό το λόγο και οι προκλήσεις αυτές μπορούν να αναφέρονται και ως προκλήσεις μεσολάβησης. Τροχοπέδη σε αυτές τις προκλήσεις αποτελούν η ανάπτυξη κλειστών Ηλεκτρονικών Αγορών, με ασύμβατες εφαρμογές που δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν ή μια τις υπηρεσίες της άλλης.

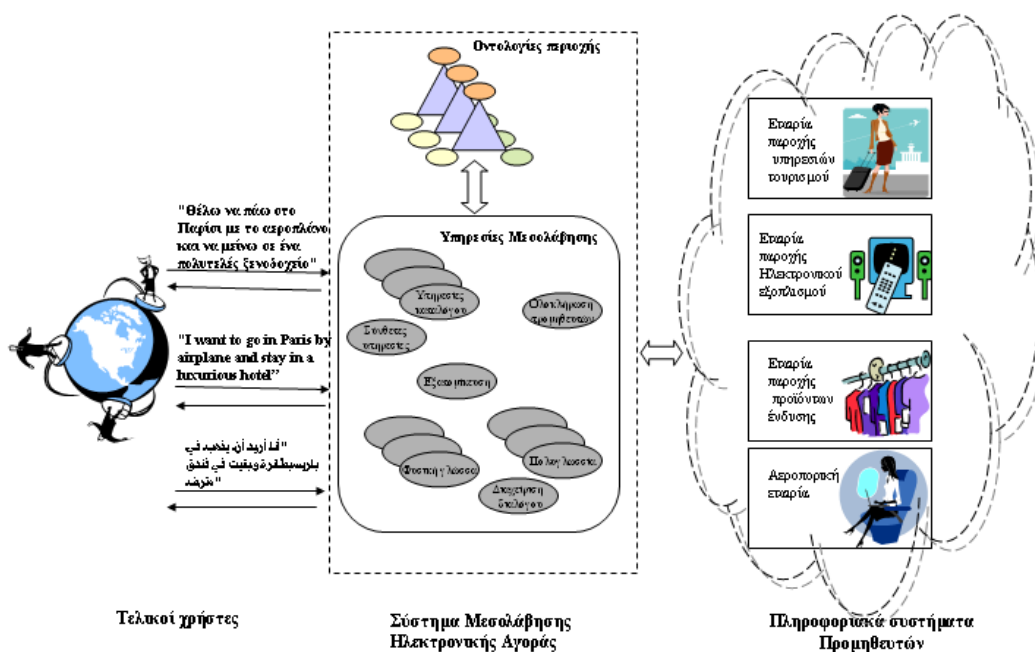
Οι προσεγγίσεις που υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία αντιμετωπίζουν μονομερώς τις προκλήσεις μεσολάβησης των Ηλεκτρονικών Αγορών και παρουσιάζουν προβλήματα όπως είναι η ανελαστική αρχιτεκτονική, η ετερογένεια στην αναπαράσταση της διακινούμενης γνώσης, η έλλειψη δια-λειτουργικότητας μεταξύ των συνεργαζόμενων συστημάτων, που με τη σειρά τους δημιουργούν περιορισμούς όπως στην επεκτασιμότητα των αναπτυσσόμενων συστημάτων. Στα πλαίσια αυτά δημιουργείται η ανάγκη για την υιοθέτηση νέων προσεγγίσεων που θα χρησιμοποιούν σημασιολογικά αξιοποιήσιμη γνώση για την ανάπτυξη υπηρεσιών, με σκοπό να παρέχουν προηγμένες υπηρεσίες και να προάγουν την δια-λειτουργικότητα μεταξύ των συνεργαζόμενων συστημάτων. Προς αυτήν την κατεύθυνση, τεχνολογίες όπως είναι οι οντολογίες και οι ευφυείς πράκτορες, φαίνεται να διαδραματίζουν σημαντικότερο ρόλο μέσα στο συνολικό όραμα του σημασιολογικού διαδικτύου.

Οι οντολογίες περιγράφουν κοινές εννοιολογικές αντιλήψεις (conceptualisations) για συγκεκριμένες περιοχές ενδιαφέροντος υιοθετώντας ένα υψηλό επίπεδο αφαίρεσης. Οι οντολογίες διευκολύνουν το διαμοιρασμό και την επαναχρησιμοποίηση της γνώσης, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ ετερογενών και

καταμεμημένων συστημάτων εφαρμογών. Αποτελούν, λοιπόν, ένα από τα βασικότερα εργαλεία σημασιολογικής δια-λειτουργικότητας (semantic interoperability), γιατί προσφέρουν λεξιλόγια για την περιγραφή των εννοιών και των σχέσεών τους και λειτουργούν ως εργαλεία αυτόματης "διερμηνείας" και συσχέτισης των μεταδεδομένων που χρησιμοποιούνται από διάφορες εφαρμογές και υπηρεσίες πληροφόρησης.

Οι ευφυείς πράκτορες (intelligent agents) έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια ένα δημοφιλέστερο εργαλείο στην ανάπτυξη λογισμικού καθώς χρησιμοποιούνται σε όλο και περισσότερα είδη εφαρμογών [Skarameas, 2006]. Τα χαρακτηριστικά αυτής της τεχνολογίας (αυτονομία, κινητικότητα, κλπ) την καθιστούν ικανή για την ανάπτυξη λύσεων που αφορούν την επικοινωνία και ολοκλήρωση ετερογενών συστημάτων πληροφορίας και ένα βασικό εργαλείο στην προώθηση της δια-λειτουργικότητας μεταξύ των συστημάτων.

Ένα ζήτημα που γεννάται είναι η χρησιμοποίηση της τεχνολογίας πρακτόρων και των οντολογιών για την ανάπτυξη συστημάτων ηλεκτρονικών αγορών που θα ανταποκρίνονται στις νέες απαιτήσεις της παγκοσμιοποίησης.



**Σχήμα 1 Το όραμα μιας Διεθνοποιημένης Ηλεκτρονικής Αγοράς**

## 1.2 ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

### ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΑΓΟΡΩΝ

Στην παγκόσμια επιστημονική βιβλιογραφία υπάρχει πλήθος εργασιών που αναφέρονται στη θεματική περιοχή του ηλεκτρονικού εμπορίου ή στην ευρύτερη επιστημονική περιοχή της ανάκτησης περιεχομένου από ετερογενής πηγές πληροφορίας. Μεγάλο μέρος από τις υπάρχουσες προσεγγίσεις ασχολείται με τη χρησιμοποίηση ευφύων πρακτόρων ή/και σημασιολογικής γνώσης από οντολογίες για την αντιμετώπιση των σύγχρονων προκλήσεων που έχουν προκύψει λόγω της πληθώρας δεδομένων και της παγκοσμιοποίησης. Εντούτοις, οι περισσότερες προσεγγίσεις ασχολούνται μονοδιάστατα με το πρόβλημα, αναπτύσσοντας μία συγκεκριμένη πτυχή του αγνοώντας τον πολυδιάστατο χαρακτήρα των σύγχρονων διεθνοποιημένων ηλεκτρονικών αγορών.

Εστιάζοντας σε προσεγγίσεις που ασχολούνται με μεσολάβηση (brokerage approaches) στο χώρο του ηλεκτρονικού εμπορίου αναφέρονται στη συνέχεια μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα.

Το *OFFER* [Bichler, 1999] είναι ένα ερευνητικό έργο το οποίο εστιάζει στις ηλεκτρονικές υπηρεσίες μεσολάβησης στο B2B ηλεκτρονικό εμπόριο. Το OFFER ορίζει πρότυπα για διεπαφές με σκοπό να επιτύχει δια-λειτουργικότητα μεταξύ του ηλεκτρονικού μεσολαβητή και των υπολοίπων υποσυστημάτων στην ηλεκτρονική αγορά. Ο ηλεκτρονικός διαμεσολαβητής του OFFER εξυπηρετεί το χρήστη με δύο τρόπους. Πρώτον τον βοηθά στην αναζήτηση προμηθευτών σε απομακρυσμένους καταλόγους. Δεύτερον, παρέχει μηχανισμούς για να υποστηρίξει διαπραγματεύσεις τιμών μεταξύ αγοραστών και πωλητών.

Το *Smart-EC* [Sygkouna, 2002] [Bellido, 2002] είναι μία πλατφόρμα διαμεσολάβησης για την παροχή σύνθετων υπηρεσιών ηλεκτρονικού εμπορίου στο Διαδίκτυο. Η πρόσβαση στις σύνθετες υπηρεσίες λαμβάνει χώρα, είτε μέσω

προηγμένων WWW διεπαφών, είτε μέσω GSM τερματικών. Η πλατφόρμα παρέχει υποστήριξη για τη διαχείριση του κύκλου ζωής σύνθετων υπηρεσιών (συμπεριλαμβανομένης και της φάσης συναλλαγής μεταξύ χρήστη και προμηθευτή).

Το *ABROSE* [Athanassiou, 1999] είναι ένα σύστημα πολλαπλών πρακτόρων το οποίο υλοποιεί υπηρεσίες μεσολάβησης σε περιβάλλοντα ηλεκτρονικού εμπορίου. Οι υπηρεσίες αυτές είναι στην ουσία αναζήτηση του κατάλληλου αγοραστή ή πωλητή ώστε να επιτευχθεί μία επιθυμητή συμφωνία. Οι αγοραστές και οι πωλητές αντιπροσωπεύονται από αυτόνομους και συνεργαζόμενους πράκτορες οι οποίοι επικοινωνούν σύμφωνα με τα πρότυπα της FIPA ACL [FIPA, 2000b].

Εστιάζοντας σε προσεγγίσεις που ασχολούνται με τη χρήση οντολογιών ως μέσο ολοκλήρωσης στα συστήματα ανάκτησης πληροφοριών μπορούμε να αναφέρουμε τα ακόλουθα παραδείγματα.

Το *Ontobroker* [Fensel, 1998], [Decker, 1999] είναι ένα σύστημα ανάκτησης πληροφοριών στο διαδίκτυο το οποίο βασίζεται στον εμπλουτισμό των σελίδων περιεχομένου με οντολογική πληροφορία. Ο χρήστης εισάγει το ερώτημα του μέσω κατάλληλης διεπαφής το οποίο στη συνέχεια εκφράζεται σε οντολογικούς όρους. Βασίζεται σε frame-logic και περιλαμβάνει μια μηχανή αιτιολόγησης (reasoning engine), που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία ερωτήσεων και αποτελεσμάτων.

Το *InfoSleuth* [Bayardo, 1997] είναι ένα σύστημα βασισμένο σε ευφυείς πράκτορες για την ανάκτηση πληροφοριών σε εταιρικά δίκτυα. Βασίζεται στο προγενέστερο σύστημα Carnot [Woelk, 1993] που αναπτύχθηκε με σκοπό την ενοποίηση ετερογενών πηγών πληροφοριών. Το Carnot ανέπτυξε τεχνικές σημασιολογικής μοντελοποίησης που επιτρέπουν την περιγραφή των πηγών πληροφοριών και πρωτοστάτησε στην χρήση ευφυών πρακτόρων για την παροχή διαλειτουργικότητας μεταξύ αυτόνομων συστημάτων. Το InfoSleuth διερευνά τη χρήση του Carnot σε ένα δυναμικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον, όπως το Διαδίκτυο. Χρησιμοποιεί σημασιολογικούς πράκτορες που πραγματοποιούν αναζητήσεις και συνεργάζονται μεταξύ τους για την ενσωμάτωση των ανακτημένων δεδομένων σε κατανοητές

πληροφορίες. Οι πράκτορες επικοινωνούν μεταξύ τους με τη βοήθεια μιας εξειδικευμένης οντολογίας υπηρεσιών.

Το σύστημα *OBSERVER* [Mena, 2000] είναι ένα σύστημα που βασίζεται σε οντολογίες για την ανάκτηση πληροφοριών από ετερογενείς πηγές δεδομένων δίνοντας έμφαση στη συνεργασία των πολλαπλών οντολογιών. Οι οντολογίες αντιπροσωπεύουν τις πηγές δεδομένων και συσχετίζονται μεταξύ τους με οντολογικές σχέσεις (*synonyms*, *hyponyms*, *hypernyms*) μεταξύ των όρων στις διαφορετικές οντολογίες. Τα ερωτήματα των χρηστών ξαναγράφονται χρησιμοποιώντας αυτές τις σχέσεις με σκοπό την αποσαφήσιμη χρησιμοποιώντας όλο το εύρος των οντολογιών. Έχει μια κατανεμημένη αρχιτεκτονική που αποτελείται από κόμβους συστατικών (*component nodes*), όπου κάθε συστατικό περιέχει την δική του αποθήκευση στοιχείων, τις οντολογίες και τον επεξεργαστή ερωτήσεων (*query processor*) του. Η συνεργασία μεταξύ των κόμβων ρυθμίζεται από τους εξυπηρετητές οντολογίας τους, μέσω ενός κεντρικού συστατικού.

Η παρούσα εργασία πέρα από το πρόβλημα του να γεφυρώσει το χάσμα ανάμεσα σε πελάτες και προμηθευτές προϊόντων/υπηρεσιών καταπιάνεται και με άλλα ζητήματα που αφορούν το ολοκληρωμένο περιβάλλον μιας ηλεκτρονικής αγοράς, ακολουθώντας και σε αυτά μία σημασιολογική προσέγγιση χρησιμοποιώντας τις οντολογίες του προτεινόμενου συστήματος. Στη βιβλιογραφία μπορεί κανείς να βρει αναφορές σχετικά με αυτά τα ζητήματα χωρίς βέβαια να εντάσσονται σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα. Η εξατομίκευση με χρήση οντολογιών [Lee, 2007] [Middleton, 2004][Eirinaki, 2004] [Anand, 2007] [Mobasher, 2007], η δημιουργία καταλόγων προϊόντων βασισμένων σε οντολογίες [Shim, 2006], η σύνθεση υπηρεσιών [Bellido, 2002], είναι μερικά από αυτά τα ζητήματα.

### **1.3 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΕΙΜΕΝΟΥ**

Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται μια ανασκόπηση στις τεχνολογίες ευφυών πρακτόρων. Σκοπός είναι να παρουσιαστούν τα χαρακτηριστικά και οι δυνατότητες

της τεχνολογίας, και να εξεταστεί ο ρόλος τους στην ανάπτυξη εφαρμογών που προάγουν τη δια-λειτουργικότητα.

Στο Κεφάλαιο 3 δίνεται ο ορισμός των οντολογιών και παρουσιάζεται ο ρόλος τους στη σχεδίαση και λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων. Επίσης εξετάζονται τα πρότυπα, οι μεθοδολογίες, οι γλώσσες και τα εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη οντολογιών.

Στο Κεφάλαιο 4 αναλύονται οι ιδιαίτερες απαιτήσεις σε συστήματα Ηλεκτρονικών Αγορών που έχουν προκύψει εξαιτίας της παγκοσμιοποίησης. Προτείνονται λύσεις βασισμένες σε αρχιτεκτονικές πρακτόρων και παρουσιάζεται η εφαρμογή τους για την επίλυση των απαιτήσεων που προέκυψαν από την ανάλυση.

Στο Κεφάλαιο 5 παρουσιάζεται σε επίπεδο σχεδίασης η προτεινόμενη εφαρμογή ηλεκτρονικής αγοράς με υπηρεσίες μεσολάβησης βασισμένες σε οντολογίες. Οριοθετούνται οι λειτουργικές απαιτήσεις και παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική, ο ρόλος των οντολογιών, το μοντέλο αναπαράστασης της γνώσης στο Μεσολαβητή και η τυποποίηση της επικοινωνίας μεταξύ των υποσυστημάτων.

Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζεται η πειραματική υλοποίηση του συστήματος της Ηλεκτρονικής Αγοράς, στα πλαίσια του ερευνητικού έργου MKBEEM, βάση των σχεδιαστικών αρχών που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 5. Αρχικά παρουσιάζονται οι εμπλεκόμενοι ρόλοι και η λειτουργικότητα του συστήματος. Στη συνέχεια δίνεται η αρχιτεκτονική του συστήματος και η εσωτερική υλοποίηση του πυρήνα του συστήματος.

Στο κεφάλαιο 7 παρουσιάζονται υπηρεσίες μεσολάβησης για Ηλεκτρονικές Αγορές που βασίζονται σε οντολογίες. Παρουσιάζεται το επίπεδο σύνθετων υπηρεσιών (Complex-Services Layer CSL) που βασίζεται σε οντολογίες προκειμένου για να συνδυάζει υπηρεσίες από διαφορετικούς προμηθευτές και να τις χειρίζεται ως μία σύνθετη υπηρεσία. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η έννοια του Σημσιολογικού Καταλόγου και αξιολογείται στα πλαίσια της πειραματικής εφαρμογής. Τέλος,



εξετάζεται η εμπλοκή των οντολογιών στη διαχείριση του διαλόγου στο πειραματικό σύστημα καθώς και στην ανάπτυξη και την εκμετάλλευση προφίλ χρηστών.

Το κεφάλαιο 8 περιέχει τη σύνοψη και τα συμπεράσματα.

## 2 ΕΥΦΥΕΙΣ ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ

---

*"An agent is a software thing that knows how to do things that you could probably do yourself if you had the time."*

### 2.1 ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΑΚΤΟΡΑ ΣΤΟΝ ΕΥΦΥΗ ΠΡΑΚΤΟΡΑ -

#### ΟΡΙΣΜΟΙ

Οι ευφυείς πράκτορες (intelligent agents) έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια ένα δημοφιλές εργαλείο στην ανάπτυξη λογισμικού καθώς χρησιμοποιούνται σε όλο και περισσότερα είδη εφαρμογών. Ήδη σε τομείς όπως είναι η αναζήτηση πληροφοριών στο διαδίκτυο, η υλοποίηση φιλικών διεπαφών και η διαχείριση αλληλογραφίας, η τεχνολογία έξυπνων πρακτόρων έχει εφαρμοστεί με επιτυχία. Από μία άποψη η τεχνολογία πρακτόρων, μπορεί να θεωρηθεί ως επέκταση της αντικειμενοστραφούς λογικής, δεδομένου ότι προσπαθεί να διαμορφώσει ένα σύστημα λογισμικού σε ανεξάρτητες ενότητες λογισμικού. Οι πράκτορες λογισμικού προτιμούν να επιλέγουν οι ίδιοι το τι θα κάνουν, το πότε και με ποιον τρόπο και έχουν ένα βαθμό αυτονομίας σε ότι αφορά τις αποφάσεις των ενεργειών τους.

Παρά τη μεγάλη δημοτικότητα που ήδη έχουν αποκτήσει οι ευφυείς πράκτορες, στη βιβλιογραφία δεν υπάρχει σαφής και μονοσήμαντος ορισμός της έννοιας "πράκτορας" αλλά ούτε συγκεκριμένη λίστα για τα χαρακτηριστικά που πρέπει να περιλαμβάνει. Μέχρι σήμερα, αντί ενός πλήρους ορισμού, η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα έχει καταλήξει ότι η έννοια της αυτονομίας είναι καθοριστική στην θεώρηση ενός πράκτορα. Ένα σημαντικό μέρος της δυσκολίας υιοθέτησης ενός ορισμού για την έννοια του πράκτορα είναι ότι τα διάφορα χαρακτηριστικά συσχετιζόμενα με ένα πράκτορα και την λειτουργία του είναι εντελώς διαφορετικής σημασίας για διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς.

Στην παγκόσμια ερευνητική βιβλιογραφία θα βρει κανείς πολλούς ορισμούς για την έννοια του πράκτορα. Ενδεικτικά αναφέρω τους ακόλουθους:

- Ο Russel [Russel, 1995] ορίζει έναν πράκτορα ως την οντότητα που μπορεί να αντιληφθεί το περιβάλλον της μέσω αισθητήρων και να αντιδράσει πάνω στο περιβάλλον μέσω μηχανισμών αντίδρασης.
- Σύμφωνα με τη Maes [Maes, 1995] οι πράκτορες είναι υπολογιστικά συστήματα που δρουν σε ένα πολύπλοκο περιβάλλον, αντιλαμβάνονται και δρουν αυτόνομα πάνω σε αυτό, πετυχαίνοντας με αυτόν τον τρόπο στόχους για τους οποίους έχουν κατασκευαστεί.
- Ο Coen [Coen, 1995] ορίζει τους πράκτορες λογισμικού ως προγράμματα που συμμετέχουν σε διαλόγους, διαπραγματεύονται και συντονίζουν τη ροή της πληροφορίας.
- Ο Smith [Smith, 1994] ορίζει έναν πράκτορα ως μια επίμονη οντότητα λογισμικού αφιερωμένη σε έναν συγκεκριμένο σκοπό. Ο χαρακτηρισμός "επίμονη" διακρίνει τους πράκτορες από τις υπορουτίνες. Οι πράκτορες έχουν τις δικές τους ιδέες για το πώς να ολοκληρώσουν τις εργασίες, τις δικές τους ατζέντες. Ο "συγκεκριμένος σκοπός" διακρίνει τους πράκτορες από μεγάλες πολυλειτουργικές εφαρμογές. Οι πράκτορες είναι συνήθως πολύ μικρότεροι σε μέγεθος.
- Ο Woolbribge [Wooldridge, 1995] διαχωρίζει δύο θεωρήσεις του όρου «πράκτορα», την ασθενή θεώρηση, και την ισχυρή θεώρηση. Σε κάθε μία περίπτωση ο όρος πράκτορας ορίζεται από μία σειρά χαρακτηριστικών που πρέπει να έχει όπως φαίνεται στον Πίνακας 1.

<b>Ασθενής θεώρηση πράκτορα</b>	<b>Ισχυρή θεώρηση πράκτορα</b>
Αυτονομία	Δυνατότητα μετακίνησης
Κοινωνικότητα	Καλές προθέσεις
Δυνατότητα αντίδρασης	Ορθολογικότητα
Προσανατολισμός σε στόχο	Προσαρμοστικότητα

**Πίνακας 1 Ασθενής και ισχυρή θεώρηση της έννοιας πράκτορας**

Σε μια απλοϊκή θεώρηση, ένας πράκτορας έχει τη δυνατότητα μέσω αισθητήρων να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον, και να αντιδρά στα ερεθίσματα που δέχεται από αυτό με μηχανισμούς δράσης (Σχήμα 2).



**Σχήμα 2 Ένας πράκτορας σε αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του**

Έχοντας ορίσει την έννοια του πράκτορα το επόμενο ερώτημα που γεννιέται είναι τι είναι ο «ευφυής» πράκτορας. Σύμφωνα με τον Wooldridge [Wooldridge, 1995] ευφυής πράκτορας είναι αυτός που έχει την ικανότητα ευέλικτης αυτονομίας δράσης προκειμένου να διεκπεραιώσει τους σκοπούς σχεδίασης του, όπου ευελιξία σημαίνει τρία πράγματα:

- Δυνατότητα αντίδρασης (reactivity): οι ευφυείς πράκτορες είναι ικανοί να αντιλαμβάνονται το περιβάλλον και να ανταποκρίνονται με έγκαιρη διαμόρφωση των αλλαγών, που προκύπτουν, προκειμένου να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις σχεδίασης.
- Προνοητικότητα (pro-activeness): οι ευφυείς πράκτορες είναι ικανοί να επιδεικνύουν συμπεριφορά προσανατολισμένη στον σκοπό τους με δικές τους πρωτοβουλίες.

- Κοινωνικότητα (social ability): οι ευφυείς πράκτορες είναι ικανοί να επικοινωνούν με άλλους πράκτορες (και πιθανόν ανθρώπους), προκειμένου να φτάσουν στους στόχους τους.

Στην εργασία [Wooldridge, 1995] παρουσιάζεται ένα σενάριο για το τι θα μπορούσε ενδεχομένως να κάνει ένας ευφυής πράκτορας. «Διαχειρίζεσαι ένα αρχείο όταν το προσωπικό σου PDA ζητά την προσοχή σου: ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου έχει φθάσει που περιέχει την ειδοποίηση για μια εργασία που έστειλες σε ένα σημαντικό επιστημονικό συνέδριο και το PDA σωστά πρόβλεψε ότι θα ήθελες να το δεις το συντομότερο δυνατόν. Η εργασία έχει γίνει αποδεκτή και το PDA, χωρίς να του ζητηθεί, αρχίζει να αναζητά ταξιδιωτικές υπηρεσίες συμβουλευόμενο ένα σύνολο από βάσεις και πηγές πληροφόρησης. Λίγο αργότερα σου παρουσιάζει μία σύνοψη από τις οικονομικότερες και πιο βολικές ταξιδιωτικές επιλογές, με σκοπό να επιλέξεις και να αποδεχτείς κάποια από αυτές».

## **2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΑΚΤΟΡΩΝ**

Οι περισσότεροι ορισμοί για πράκτορες, όπως αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, συσχετίζουν την οντότητα του πράκτορα με ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει. Στις δύο θεωρήσεις του πράκτορα (ισχυρή και ασθενή θεώρηση) [Wooldridge, 1995] αναφέρονται χαρακτηριστικά όπως η αυτονομία, η κοινωνικότητα, η δυνατότητα μετακίνησης, οι καλές προθέσεις, η δυνατότητα αντίδρασης. Ο Smith [Smith, 1994] εστιάζει στο χαρακτηριστικό της επιμονής ενός πράκτορα ενώ ο Coen [Coen, 1995] στην κοινωνικότητα.

Στη παγκόσμια βιβλιογραφία, κάποιος μπορεί να βρει ποικίλες ιδιότητες και ικανότητες για τους πράκτορες. Επίσης βάσει συγκεκριμένων χαρακτηριστικών ή/και συμπεριφορών οι πράκτορες είναι δυνατό να ταξινομηθούν με διάφορους τρόπους σε ιεραρχίες κατηγοριών. Ο [Nwana, 1996] ταξινομεί τους πράκτορες βάσει των τριών βασικών χαρακτηριστικών που θεωρεί ότι πρέπει να έχουν όλοι οι πράκτορες: Αυτονομία, Συνεργατικότητα, Δυνατότητες Μάθησης.

Στο πίνακα που ακολουθεί παρατίθεται μια συγκεντρωτική λίστα από χαρακτηριστικά πρακτόρων και των ορισμών τους που εμφανίζονται στη διεθνή βιβλιογραφία και παρουσιάζονται μαζί με τις αντίστοιχες πηγές στο [Georgakarakou, 2007]. Έχει γίνει απόδοση των χαρακτηριστικών και των ορισμών στα ελληνικά.

<b>Χαρακτηριστικό</b>	<b>Ορισμός</b>
Αυτονομία	Ο πράκτορας μπορεί να ενεργήσει χωρίς άμεση επέμβαση από ανθρώπους ή άλλους πράκτορες και έχει τον έλεγχο των δικών του ενεργειών και της εσωτερικής του κατάστασης.
Αντιδραστικότητα	Ο πράκτορας δέχεται κάποια ρεθίσματα από το περιβάλλον και εκτελεί κάποια ενέργεια που αλλάζει το περιβάλλον του με κάποιο τρόπο.
Προνοητικότητα	Ο πράκτορας δεν ενεργεί απλώς ως απάντηση στο περιβάλλον του αλλά είναι σε θέση να επιδείξει συμπεριφορά προκειμένου να πετύχει το στόχο του αναλαμβάνοντας πρωτοβουλία.
Κοινωνικότητα	Ο πράκτορας αλληλεπιδρά και αυτή η αλληλεπίδραση χαρακτηρίζεται από φιλικότητα ή ευχάριστες κοινωνικές σχέσεις. Δηλαδή ο πράκτορας είναι ευγενικός, συντροφικός ή φιλικός.
Δυνατότητα Συντονισμού	Ο πράκτορας μπορεί να εκτελέσει κάποια δραστηριότητα σε ένα περιβάλλον που μοιράζεται με άλλους πράκτορες. Οι δραστηριότητες συχνά συντονίζονται μέσω σχεδίων, ροών εργασιών ή κάποιου άλλου μηχανισμού διαχείρισης διαδικασιών.
Συνεργασία	Ο πράκτορας είναι σε θέση να συντονιστεί με άλλους πράκτορες για να επιτύχει ένα κοινό σκοπό.
Ευκαμψία	Ο πράκτορας να αντιλαμβάνεται το δικό του περιβάλλον και ανταποκρίνονται έγκαιρα στις αλλαγές που συμβαίνουν σε αυτό.
Δυνατότητα Εκμάθησης ή Προσαρμοστικότητα	Ο πράκτορας είναι ικανός να αντιδρά με ευελιξία στις αλλαγές του περιβάλλοντός, να αναλαμβάνει πρωτοβουλίες όταν χρειάζεται, και να μαθαίνει από τη δική του εμπειρία, το περιβάλλον του και τις αλληλεπιδράσεις με άλλους.
Κινητικότητα	Ο πράκτορας μπορεί να μεταφερθεί από το ένα μηχάνημα στο άλλο σε διαφορετικές αρχιτεκτονικές και πλατφόρμες συστημάτων
Χρονική Συνέχεια	Ο πράκτορας είναι μια διαδικασία που εκτελείται συνεχώς, δεν είναι στιγμιαίος υπολογισμός που αντιστοιχίζει μια παράμετρο εισόδου σε μια παράμετρο έξοδο και στη συνέχεια τερματίζει.
Προσωπικότητα ή Χαρακτήρας	Ο πράκτορας έχει μια καθορισμένη «προσωπικότητα» και μια συναισθηματική κατάσταση
Επαναχρησιμοποίηση	Διεργασίες ή μεταγενέστερα στιγμιότυπα μπορεί να απαιτούν τη διατήρηση στιγμιότυπων της κλάσης «πράκτορας» για μεταφορά πληροφοριών ή για έλεγχο και ανάλυσή σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους.
Έλεγχος πόρων	Ένας πράκτορας μπορεί να ενεργήσει μόνο εφόσον έχει πόρους στη διάθεσή του.
Φιλαλήθεια	Ο πράκτορας δεν θα επικοινωνήσει εν γνώσει του ψευδείς πληροφορίες .
Καλοσύνη	Είναι η υπόθεση ότι οι πράκτορες δεν έχουν αντικρουόμενους στόχους, επομένως ο πράκτορας θα προσπαθεί πάντα να κάνει ό,τι του ζητείται.
Ορθολογισμός	Ο πράκτορας θα ενεργήσει με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτύχει τους στόχους του και όχι με τρόπο που θα εμποδίσει την επίτευξη αυτών των στόχων — στο μέτρο που το επιτρέπουν οι πεποιθήσεις του
Συμπερασματική ικανότητα	Ο πράκτορας μπορεί να ενεργήσει χρησιμοποιώντας προηγούμενη γνώση σε γενικούς στόχους και προτιμώμενες μεθόδους για την επίτευξη ευελιξίας. Δηλαδή δεν αρκείται στις πληροφορίες που του

	δίνονται, και μπορεί να έχει μοντέλα δικά του, χρηστών, καταστάσεων, και/ή άλλων πρακτόρων.
Δυνατότητα επικοινωνίας σε επίπεδο γνώσης	Η ικανότητα επικοινωνίας με άτομα και άλλους πράκτορες με μια γλώσσα που παρομοιάζει την ανθρώπινη αντί για τα τυπικά πρωτόκολλα επικοινωνίας μεταξύ προγραμμάτων.
Προ-γνωστικότητα	Ο πράκτορας είναι προγνωστικός εάν το μοντέλο του για το πώς λειτουργεί ο κόσμος είναι αρκετά ακριβές για να του επιτρέψει να προβλέψει σωστά πώς μπορεί να επιτύχει μία εργασία.
Ερμηνευτική ικανότητα	Ο πράκτορας είναι ερμηνευτικός εάν μπορεί να ερμηνεύσει σωστά τις μετρήσεις των αισθητήρων του.
Δυνατότητα Μεσολάβησης	Ο πράκτορας μπορεί να ενεργεί εκ μέρους κάποιου ως αντιπρόσωπός του και προς το συμφέρον του
Ευφυΐα	Η κατάσταση του πράκτορα διαμορφώνεται από τη γνώση και την αλληλεπίδραση με άλλους πράκτορες χρησιμοποιώντας συμβολική γλώσσα.
Απρόβλεπτος	Ένας πράκτορας είναι σε θέση να ενεργεί με τρόπους που δεν είναι πλήρως προβλέψιμοι, ακόμα κι αν όλες οι αρχικές συνθήκες είναι γνωστές.
Φερεγγυότητα	Ο πράκτορας έχει μια πιστευτή προσωπικότητα και μία συναισθηματική κατάσταση.
Διαφάνεια και Λογοδοσία	Ένας πράκτορας πρέπει να είναι διαφανής όταν απαιτείται, αλλά πρέπει να παρέχει αρχείο καταγραφής των δραστηριοτήτων του όταν του ζητηθεί.
Ανταγωνιστικότητα	Ο πράκτορας είναι σε θέση να συντονιστεί με άλλους πράκτορες. Σε αυτή την περίπτωση η επιτυχία του ενός πράκτορα συνεπάγεται την αποτυχία άλλων .
Ανθεκτικότητα	Ο πράκτορας είναι σε θέση να αντιμετωπίσει λάθη και ελλιπή δεδομένα με σθεναρό τρόπο.
Αξιοπιστία	Ο πράκτορας τηρεί τους νόμους της ρομποτικής και είναι ειλικρινής.

**Πίνακας 2 Λίστα με Χαρακτηριστικά Πρακτόρων [Georgakarakou, 2007].**

## 2.3 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΡΑΚΤΟΡΩΝ

Οποιαδήποτε υλοποίηση πράκτορα, ιδιαίτερα αν πρόκειται για κινητό πράκτορα, πρέπει να παρέχει τους μηχανισμούς ασφάλειας σε δύο τομείς:

1. Να αποφευχθεί ζημιά , η οποία μπορεί να προκληθεί από τον πράκτορα στο σύστημα που τον φιλοξενεί, και αντίστροφα. Σε ορισμένες εφαρμογές αυτό θα μπορούσε να περιλαμβάνει ζητήματα όπως ένας κακόβουλος πράκτορας να καταστρέφει τις πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες στο μηχάνημα που το φιλοξενεί, ή η πλατφόρμα που φιλοξενεί τον πράκτορα να επηρεάζει κακόβουλα την εκτέλεση του. Εντούτοις, σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι δεν υπάρχει κίνδυνος για τη λειτουργία της πλατφόρμας εξαιτίας ενός πράκτορα που ενεργεί 'ύπουλα' και αντίστροφα.

- Το μηχάνημα που φιλοξενεί την πλατφόρμα θα πρέπει να είναι απρόσβλητο σε ανεπιθύμητες εισβολές από πράκτορες, και αντίστροφα. Η προστασία του μηχανήματος απαιτεί λύσεις που σχετίζονται με το λειτουργικό σύστημα. Η προστασία του πράκτορα από την άλλη απαιτεί προηγμένες κρυπτογραφικές μεθόδους.
  - Η πιστοποίηση ταυτότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτο βήμα σε αυτήν την περιοχή. Εάν η πηγή ενός πράκτορα μπορεί να πιστοποιηθεί, η πλατφόρμα μπορεί να αποδέχεται μόνο τους πράκτορες που προέρχονται από γνωστές, ασφαλείς πηγές.
2. Να αποφευχθεί ζημιά στην πλατφόρμα που φιλοξενεί τους πράκτορες ή στους ίδιους τους πράκτορες από τρίτους. Αυτό είναι μια κλασική περίπτωση όπου η επικοινωνία μεταξύ απομακρυσμένων οντοτήτων πρέπει να προστατευθεί. Για το σκοπό αυτό, θα πρέπει να υποστηρίζονται και να χρησιμοποιούνται πρότυπες κρυπτογραφικές μέθοδοι. Η κρυπτογράφηση στοιχείων πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να διασφαλίσει τη μυστικότητα και την ακεραιότητα της διακινούμενης πληροφορίας ενώ μπορεί να κριθεί απαραίτητη και η πιστοποίηση ταυτότητας των εμπλεκόμενων στην επικοινωνία μερών.

## **2.4 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΠΡΑΚΤΩΡΩΝ**

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά ενός πράκτορα είναι η αλληλεπίδραση. Με άλλα λόγια, οι πράκτορες αλληλεπιδρούν για να μοιραστούν πληροφορίες και να εκτελέσουν εργασίες για να επιτύχουν τους στόχους τους. Η αλληλεπίδραση και η συνεργασία των πρακτόρων είναι αδύνατη χωρίς τυποποιημένους τρόπους μετάδοσης της γνώσης.

Στα πλαίσια της επικοινωνίας και ανταλλαγής πληροφορίας λογισμικού έχουν αναπτυχθεί διάφορα πρωτόκολλα. Τέτοια πρωτόκολλα επικοινωνίας περιλαμβάνουν το RPC (Remote Procedure Call), το RMI (Remote Method Invocation) σε Java, το



DCOM (Distributed Component Object Model) και το CORBA(Common Object Request Broker Architecture). Αυτά τα πρωτόκολλα επιτρέπουν την μεταφορά πληροφορίας με την ανταλλαγή μηνυμάτων αλλά είναι ανεπαρκή να προάγουν τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των πρακτόρων. Η ανάγκη για μια υψηλού επιπέδου επικοινωνία και ανταλλαγή γνώσης μεταξύ των πρακτόρων οδήγησε στο να αναπτυχθούν οι γλώσσες επικοινωνίας πρακτόρων (Agent Communication Languages ή ACLs). Οι γλώσσες επικοινωνίας πρακτόρων επιτρέπουν την ανταλλαγή γνώσης μέσω πολύπλοκων αντικειμένων [Labrou, 1999] όπως είναι κοινά σχέδια, κοινοί στόχοι, ή ακόμα και κοινές εμπειρίες και μακροπρόθεσμες στρατηγικές. Βρίσκονται ένα επίπεδο πάνω από πρωτόκολλα όπως το CORBA γιατί [Labrou, 1999]:

- χειρίζονται προτάσεις, κανόνες και ενέργειες αντί για απλά αντικείμενα
- το μήνυμα σε ACL εκφράζει μια επιθυμητή κατάσταση σε μια δηλωτική γλώσσα αι όχι με μια διαδικασία ή μέθοδο.

Σε τεχνικό επίπεδο, όταν χρησιμοποιείτε μια γλώσσα επικοινωνίας πρακτόρων, οι πράκτορες μεταφέρουν μηνύματα μέσω του δικτύου χρησιμοποιώντας κάποιο πρωτόκολλο χαμηλότερου επιπέδου (SMTP, TCP/IP, IIOP, HTTP κ.α.).

Η έρευνα πάνω στην ανάπτυξη γλωσσών επικοινωνίας για πράκτορες εμπνεύστηκε από το έργο του φιλοσόφου John Austin και τη θεωρία του Speech Act [Searle, 1969] [Austin, 1962]. Ο Austin δήλωσε ότι μια συγκεκριμένη κατηγορία εκφράσεων στην επικοινωνία θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ενέργειες, οι οποίες μπορούν να αλλάξουν την κατάσταση του κόσμου. Αυτές οι εκφράσεις αναφέρονται ως λεκτικές πράξεις (speech acts). Οι λεκτικές πράξεις μπορούν να αντιπροσωπεύουν την κατάσταση και την πρόθεση των πρακτόρων ή να επηρεάσουν τα σχέδιά τους και την κατανόησή τους για το περιβάλλον. Υπάρχουν πολλά είδη λεκτικών πράξεων με τα πιο γνωστά να είναι αυτά που παρέχουν τις βασικές πράξεις επικοινωνίας όπως:

- Παροχή νέας πληροφορίας, π.χ. μέσω μηνυμάτων του τύπου TELL(fact).

- Ερώτηση, απάντηση, π.χ. μέσω μηνυμάτων του τύπου ASK(query) και REPLY(answer).
- Αίτηση για πραγματοποίηση συγκεκριμένων ενεργειών, π.χ. μέσω μηνυμάτων του τύπου REQUEST, CONFIRM, και DISCONFIRM.

Οι πιο διαδεδομένες και προτυποποιημένες γλώσσες επικοινωνίας πρακτόρων είναι η KQML [Finin, 1997] και η ACL της FIPA [FIPA, 2000b]. Η FIPA αποτελεί την πρώτη οργανωμένη προσπάθεια που εστιάζει στην ανάπτυξη προτύπων στην ευρύτερη περιοχή της τεχνολογίας των πρακτόρων. Η KQML είναι ίσως η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη γλώσσα επικοινωνίας πρακτόρων. Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζονται παραδείγματα μηνυμάτων και στις δύο γλώσσες. Εκτός από αυτές τις γλώσσες υπάρχουν και άλλες προσπάθειες [Kone, 2000] όπως είναι η γλώσσα ARCOL που χρησιμοποιήθηκε από το σύστημα ARTIMIS, η ICL, η OAA, η COOL, η LOGOS.

## **2.5 ΠΡΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ**

Υπάρχουν τρεις βασικές προσπάθειες για την προτυποποίηση των συστημάτων πρακτόρων. Αυτές είναι οι προδιαγραφές της FIPA [FIPA, 2000a], η KQML [Finin, 1997] και το MASIF από την OMG [OMG, 2000a] και παρουσιάζονται τα βασικά τους χαρακτηριστικά στις επόμενες ενότητες.

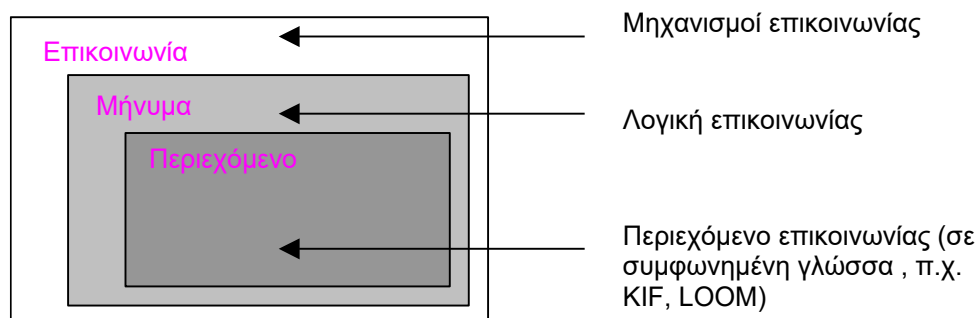
### **2.5.1 KQML**

Η KQML (Knowledge Query and Manipulation Language) [Finin, 1997], είναι μια γλώσσα και ένα πρωτόκολλο για την ανταλλαγή της γνώσης. Είναι μέρος της ευρύτερης προσπάθειας ARPA (Knowledge Sharing Effort), η οποία στοχεύει στην ανάπτυξη των τεχνικών και της μεθοδολογίας για την οικοδόμηση των μεγάλης κλίμακας βάσεων γνώσεων, οι οποίες είναι κοινές για πολλές εφαρμογές και επαναχρησιμοποιήσιμες. Η KQML είναι συγχρόνως ένα πρότυπο για μηνύματα και ένα πρωτόκολλο διαχείρισης μηνυμάτων για την υποστήριξη της ανταλλαγής γνώσης μεταξύ των πρακτόρων. Η KQML μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως γλώσσα από ένα

πρόγραμμα εφαρμογής για να αλληλεπιδράσει με ένα ή περισσότερα ευφυή συστήματα με σκοπό τη συνεταιριστική επίλυση ενός προβλήματος. Η KQML εστιάζει σε ένα επεκτάσιμο σύνολο ενεργειών (performatives), το οποίο καθορίζει τις επιτρεπόμενες διαδικασίες που οι πράκτορες μπορούν να επιχειρήσουν ο ένας στα δεδομένα του άλλου. Τα performatives αποτελούν ένα υπόστρωμα πάνω στο οποίο μπορούν να αναπτυχθούν τα υψηλότερου επιπέδου μοντέλα της αλληλεπίδρασης των πρακτόρων όπως είναι τα δίκτυα συμβάσεων και διαπραγμάτευσης. Επιπλέον, η KQML παρέχει τη βασική αρχιτεκτονική για τη διανομή της γνώσης μέσω μιας ειδικής τάξης πρακτόρων, αποκαλούμενων βοηθοί επικοινωνίας (communication facilitators), οι οποίοι συντονίζουν τις αλληλεπιδράσεις άλλων πρακτόρων. Οι ιδέες που κρύβονται κάτω από το σχεδιασμό της KQML έρχονται στην επιφάνεια και αξιολογούνται μέσω των πειραματικών συστημάτων που αναπτύσσονται για να υποστηρίξουν διάφορες δοκιμές, σε περιοχές όπως είναι ο ευφυής σχεδιασμός και ο ευφυής προγραμματισμός.

### Η δομή της KQML

Η KQML είναι μία γλώσσα που χωρίζεται σε επίπεδα. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3, ένα τυπικό μήνυμα σε KQML αποτελείται από το στρώμα του περιεχομένου (content layer), το στρώμα του μηνύματος (message layer) και το στρώμα της επικοινωνίας (communication layer).



**Σχήμα 3 Επίπεδα ενός KQML μηνύματος**

Το **στρώμα περιεχομένου** ενός KQML μηνύματος είναι το πραγματικό περιεχόμενο του μηνύματος στη γλώσσα αναπαράστασης της εφαρμογής. Η KQML

δεν αναλαμβάνει καμία υποχρέωση για τον τρόπο αναπαράστασης του περιεχομένου. Η KQML μπορεί να χρησιμοποιήσει οποιαδήποτε γλώσσα αναπαράστασης. Εντούτοις, η γλώσσα KIF [Genesereth, 1991] είναι μια καλή επιλογή. Η γλώσσα που χρησιμοποιείται σε κάποιο μήνυμα διευκρινίζεται στο στρώμα μηνυμάτων.

Το **στρώμα επικοινωνίας** προσθέτει τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα στο μήνυμα που περιγράφουν τις παραμέτρους επικοινωνίας σε χαμηλότερα επίπεδα. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι η ταυτότητα του αποστολέα και του παραλήπτη, και ένας μοναδικός κωδικός που συνδέεται με την επικοινωνία. Αυτά τα στοιχεία χρησιμοποιούνται από το στρώμα δικτύων για να παρέχουν την αξιόπιστη μεταφορά των δεδομένων μεταξύ των διαδικασιών μέσα σε ένα δίκτυο. Η επικοινωνία βασίζεται σε πακέτα και όχι στη σύνδεση. Ως εκ τούτου, οι πράκτορες ανταλλάσσουν πακέτα δεδομένων. Το στρώμα επικοινωνίας έχει αναπτυχθεί βασισμένο στο TCP/IP πρωτόκολλο, στην CORBA και στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, αλλά θα μπορούσε επίσης να αναπτυχθεί πάνω σε RPC, σε UDP ή σε άλλα μέσα επικοινωνίας πακέτων.

Το **στρώμα μηνύματος** διαμορφώνει τον πυρήνα της γλώσσας. Είναι ανεξάρτητο από την γλώσσα αναπαράστασης του περιεχομένου και το στρώμα επικοινωνίας. Καθορίζει τα είδη αλληλεπιδράσεων που μπορεί να υπάρξουν με έναν άλλο πράκτορα που χρησιμοποιεί την KQML ως μέσω επικοινωνίας. Η πρωταρχική αρμοδιότητα του στρώματος μηνύματος είναι να προσδιοριστεί το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για την παράδοση του μηνύματος και να παρέχει την ενέργεια (performative) που ο αποστολέας συνδέει με το περιεχόμενο.

Η ενέργεια δηλώνει ότι το περιεχόμενο είναι ένας ισχυρισμός, μια ερώτηση, μια εντολή, ή οποιοδήποτε από ένα σύνολο γνωστών performatives. Επειδή το περιεχόμενο ενός μηνύματος είναι αδιαφανές στην KQML, το στρώμα μηνύματος προσθέτει ένα σύνολο χαρακτηριστικών που περιγράφουν το περιεχόμενο, π.χ. τη γλώσσα αναπαράστασης του περιεχομένου, την οντολογία που χρησιμοποιείται. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν δυνατό στο πρωτόκολλο επικοινωνίας να αναλύσει, να δρομολογήσει και να παραδώσει κατάλληλα τα μηνύματα.

Το στρώμα μηνύματος της KQML είναι βασισμένο σε ένα επεκτάσιμο σύνολο καθορισμένων με σαφήνεια ενεργειών. Αυτό δεν είναι ένα απαραίτητο ή ελάχιστο σύνολο. Ένας KQML πράκτορας μπορεί να επιλέξει να χειριστεί μόνο μερικές (ίσως μία ή δύο) από αυτές. Εντούτοις, οποιαδήποτε υλοποίηση των συγκεκριμένων ενεργειών πρέπει γίνεται με τυποποιημένο τρόπο. Μια κοινότητα πρακτόρων μπορεί να επιλέξει να χρησιμοποιήσει επιπρόσθετες ενέργειες εάν συμφωνούν σχετικά με την ερμηνεία τους και με το πρωτόκολλο που συνδέεται με κάθε ένα.

Τα KQML πρωτόκολλα επικοινωνίας περιλαμβάνουν :

- Απλές σύγχρονες συναλλαγές, π.χ. query/reply, assert/acknowledge
- Performatives πολλαπλού σκοπού, π.χ. generators
- Ασύγχρονες απαντήσεις, π.χ. subscriptions, monitoring
- Υπηρεσίες επικοινωνίας, π.χ. forwarding, broadcasting

Εννοιολογικά, ένα KQML μήνυμα αποτελείται από την ενέργεια, το περιεχόμενο του μηνύματος, ένα σύνολο προαιρετικών στοιχείων που περιγράφουν το περιεχόμενο και ίσως στοιχεία για τον αποστολέα και τον παραλήπτη. Για παράδειγμα, ένα μήνυμα που αντιπροσωπεύει μια ερώτηση για την τιμή ενός μεριδίου του αποθέματος της IBM θα κωδικοποιηθεί ως εξής [Finin, 1997] (Σχήμα 4):

(Ask-one ————— Ενέργεια (performative)  
: sender joe  
: content (PRICE IBM ?price) ————— Τιμή  
: receiver stock-server  
: reply-with ibm-stock ————— Παράμετρος  
: language LPROLOG  
: ontology NYSE-TICKS)

#### Σχήμα 4 Παράδειγμα μηνύματος σε KQML

#### Υπηρεσίες Διευκόλυνσης

Ένα από τα κριτήρια σχεδιασμού για την KQML ήταν να παραχθεί μια γλώσσα που θα μπορούσε να υποστηρίξει ένα μεγάλο φάσμα αρχιτεκτονικών για πράκτορες. Η

προσέγγιση της KQML σε αυτό ήταν να εισαχθεί ένας μικρός αριθμός ενεργειών που θα χρησιμοποιούνται από τους πράκτορες για να περιγράψουν τα μεταδεδομένα τα οποία προσδιορίζουν τις απαιτήσεις και τις ικανότητες της πληροφορίας και έπειτα να εισαγάγουν μια ειδική κατηγορία πρακτόρων που αποκαλούνται βοηθοί επικοινωνίας (communication facilitators). Οι βοηθοί επικοινωνίας είναι πράκτορες που χειρίζονται τη γνώση για τις υπηρεσίες και τις απαιτήσεις άλλων πρακτόρων. Μπορούν να προσφέρουν υπηρεσίες όπως είναι η αποστολή, η μεσολάβηση ή και η δρομολόγηση. Αν και οι βοηθοί προβλέπονται στην KQML, δεν υπάρχει καμία επίσημη προδιαγραφή για την υλοποίησή τους.

### **KQML υλοποιήσεις**

Η γλώσσα KQML καθώς και υλοποιήσεις του πρωτοκόλλου έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορα πρωτότυπα συστήματα. Μερικές από τις υπάρχουσες υλοποιήσεις της KQML είναι οι εξής:

- JATLite (Stanford).
- Jackal (UMBC).
- TKQML/TACKAL (UMBC).
- MAGENTA (Stanford).
- JKQML (IBM).
- JAFMAS
- KAPI (Lockheed/EIT/Stanford).

### **2.5.2 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ FIPA**

Η FIPA είναι ένας διεθνής οργανισμός που αφιερώνεται στην προώθηση της βιομηχανίας των ευφυών πρακτόρων αναπτύσσοντας προδιαγραφές που ενισχύουν τη δια-λειτουργικότητα μεταξύ των πρακτόρων και των εφαρμογών που βασίζονται σε αυτούς. Αυτό πραγματοποιείται μέσω της ανοικτής συνεργασίας μεταξύ των μελών της, τα οποία είναι επιχειρήσεις και πανεπιστήμια που είναι ενεργά στον τομέα των

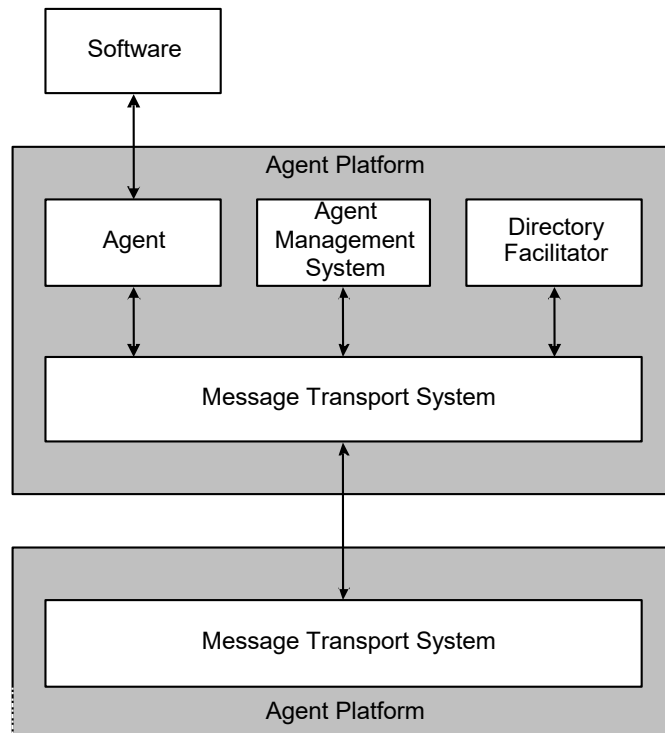
πρακτόρων. Η FIPA καθιστά τα αποτελέσματα των δραστηριοτήτων της διαθέσιμα σε κάθε ενδιαφερόμενο και σκοπεύει να παρέχει τα αποτελέσματά της στους αρμόδιους επίσημους οργανισμούς προτύπων.

Οι προδιαγραφές της FIPA αποτελούν μια συλλογή προτύπων με σκοπό την προώθηση της δια-λειτουργικότητας των ετερογενών πρακτόρων και των υπηρεσιών που μπορούν αυτοί να αντιπροσωπεύσουν.

### **Σύστημα Διαχείρισης Πρακτόρων**

Το σύστημα διαχείρισης πρακτόρων αφορά τον έλεγχο και τη διαχείριση των πρακτόρων μέσα στις πλατφόρμες πρακτόρων και αποτελεί το αντικείμενο του πρώτου μέρους των προδιαγραφών της FIPA [FIPA, 2000a]. Η διαχείριση πρακτόρων παρέχει το πρότυπο πλαίσιο μέσα στο οποίο οι πράκτορες υπάρχουν και αναπτύσσουν δραστηριότητες. Καθιερώνει το λογικό πρότυπο αναφοράς για τη δημιουργία, την εγγραφή, την επικοινωνία, τη μετανάστευση και την αποχώρηση των πρακτόρων.

Οι λεπτομέρειες της υλοποίησης μιας πλατφόρμας πρακτόρων ή ενός πράκτορα αφορούν τις επιλογές σχεδιασμού των υπεύθυνων για την ανάπτυξη συστημάτων πρακτόρων.



**Σχήμα 5 Μοντέλο αναφοράς για τη διαχείριση πρακτόρων [FIPA, 2000a]**

Το μοντέλο αναφοράς (Σχήμα 5) της διαχείρισης πρακτόρων αποτελείται από τα πιο κάτω μέρη το καθένα από τα οποία αντιπροσωπεύει ένα σύνολο δυνατοτήτων:

- Ο Πράκτορας είναι η θεμελιώδη οντότητα που δρα σε μια πλατφόρμα πρακτόρων. Συνδυάζει μια ή περισσότερες υπηρεσίες σε ένα ενοποιημένο μοντέλο εκτέλεσης, που μπορεί να περιλαμβάνει την πρόσβαση σε εξωτερικό λογισμικό, σε εξωτερικούς χρήστες και σε εγκαταστάσεις επικοινωνιών. Ένας πράκτορας μπορεί να έχει ικανότητες μεσολάβησης σε πόρους για την πρόσβαση σε λογισμικό. Ένας πράκτορας πρέπει να έχει τουλάχιστον έναν 'ιδιοκτήτη' και να μπορεί να υποστηρίξει διάφορες έννοιες ταυτότητας. Κάθε πράκτορας έχει ένα μοναδικό κωδικό (AID: Agent Identifier) που τον χαρακτηρίζει στον κόσμο πρακτόρων.
- Ο Βοηθός Καταλόγου (DF: Directory Facilitator) είναι ένα υποχρεωτικό τμήμα της πλατφόρμας πρακτόρων. Ο DF παρέχει τον κατάλογο (yellow pages) για τις υπηρεσίες των πρακτόρων. Οι πράκτορες μπορούν να εγγραφούν τις υπηρεσίες τους στον DF ή να ρωτήσουν τον DF για υπηρεσίες που



προσφέρονται από άλλους πράκτορες. Μπορούν να υπάρχουν περισσότεροι από ένα DF σε μια πλατφόρμα πρακτόρων.

- Ένα Σύστημα Διαχείρισης Πρακτόρων (AMS: Agent Management System) είναι υποχρεωτικό σε μια πλατφόρμα πρακτόρων. Το AMS ελέγχει την πρόσβαση και τη χρήση της πλατφόρμας. Μόνο ένα AMS μπορεί να υπάρχει σε μια πλατφόρμα πρακτόρων. Το AMS διατηρεί έναν κατάλογο με τα AIDs που περιέχουν τις διευθύνσεις μεταφοράς (μεταξύ άλλων) για τους πράκτορες που εγγράφονται στην πλατφόρμα. Το AMS προσφέρει τις white pages για τις υπηρεσίες των πρακτόρων. Κάθε πράκτορας πρέπει να καταχωρηθεί σε ένα AMS προκειμένου να αποκτήσει ένα έγκυρο AID.
- Το Σύστημα Μεταφοράς Μηνυμάτων (MTS: Message Transport System) αποτελεί τον μέσο επικοινωνίας μεταξύ των πρακτόρων που βρίσκονται σε διαφορετικές πλατφόρμες.
- Μια Πλατφόρμα Πρακτόρων (AP: Agent Platform) παρέχει τη φυσική υποδομή στην οποία οι πράκτορες μπορούν να αναπτυχθούν. Μια AP αποτελείται από το μηχάνημα (ή τα μηχανήματα), το λειτουργικό σύστημα, το λογισμικό υποστήριξης πρακτόρων, τα διαχειριστικά τμήματα της FIPA (DF, AMS και MTS) και τους πράκτορες.
- Το Λογισμικό περιγράφει το σύνολο του εκτελέσιμου λογισμικού στο οποίο έχουν πρόσβαση οι πράκτορες. Οι πράκτορες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε λογισμικό, παραδείγματος χάριν, για να προσθέσουν νέες υπηρεσίες, να αποκτήσουν νέα πρωτόκολλα επικοινωνιών, να αποκτήσουν νέα πρωτόκολλα/αλγορίθμους ασφάλειας, να αποκτήσουν νέα πρωτόκολλα διαπραγμάτευσης, να έχουν πρόσβαση σε εργαλεία που υποστηρίζουν τη μετανάστευση, κλπ

## Περιγραφή μηνύματος σε ACL

Σε ένα σύστημα πολύ-πρακτόρων, οι πράκτορες μπορούν να επιτύχουν τους στόχους τους μέσω της συνεργασίας τους με άλλους πράκτορες. Οι πράξεις που οι πράκτορες εκτελούν για να επηρεάσουν τις ενέργειες άλλων πρακτόρων καλούνται επικοινωνιακές πράξεις (*communicative acts*). Ένα παράδειγμα ενός μηνύματος σε ACL παρουσιάζεται πιο κάτω (Σχήμα 6):



**Σχήμα 6** Παράδειγμα μηνύματος σε ACL

### 2.5.3 OMG MASIF

Από την έναρξη των εντατικών ερευνητικών δραστηριοτήτων στις αρχές του 1990, η τεχνολογία κινητών πρακτόρων έχει κερδίσει έδαφος σε διάφορους τομείς εφαρμογών, όπως είναι το ηλεκτρονικό εμπόριο, η διαχείριση ροής εργασίας, και οι τηλεπικοινωνίες. Οι λόγοι για αυτό είναι τα διάφορα οφέλη αυτής της νέας τεχνολογίας, όπως η ασύγχρονη εκτέλεση, η μείωση της κυκλοφορίας των δικτύων, η κατανομημένη επεξεργασία, και η δυναμική παροχή υπηρεσιών. Εντούτοις, οι τεχνολογίες υπολογιστών όπως είναι το παραδοσιακό μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή

(client-server), θεωρούνται ακόμα ικανοποιητικές λύσεις για πολλές κατακευματισμένες εφαρμογές. Μια στοχευμένη ερευνητική προσπάθεια έχει εστιάσει στο να συνδυαστούν αυτές οι δύο προσεγγίσεις προκειμένου να αναπτυχθεί ένα ενοποιημένο κατακευματισμένο λογισμικό, που θα υποστηρίζει τόσο το μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή όσο και τους κινητούς πράκτορες. Η προσπάθεια της OMG [OMG, 2000a] MASIF μπορεί να θεωρηθεί ως μία από τις σημαντικότερες στο δρόμο προς ένα τέτοιο ενοποιημένο λογισμικό.

Σήμερα, τα πρότυπα της CORBA κερδίζουν την υψηλή αποδοχή του κατακευματισμένου προγραμματισμού. Οι προδιαγραφές υπηρεσιών που έχουν αναπτυχθεί, παρέχουν τυποποιημένες, ανεξάρτητες από εφαρμογές διεπαφές και ένα κοινό πρωτόκολλο. Επιτρέπουν έτσι έναν υψηλό βαθμό διαλειτουργικότητας μεταξύ των διαφορετικών εφαρμογών. Σε αντίθεση με αυτό, η τεχνολογία κινητών πρακτόρων ακολουθεί ποικίλες διαφορετικές προσεγγίσεις σχετικά με τις γλώσσες εφαρμογής, τα πρωτόκολλα, τις αρχιτεκτονικές πλατφόρμων και τη λειτουργία. Προκειμένου να επιτευχθεί μια ικανοποιητική ολοκλήρωση με CORBA, απαιτείται η ανάπτυξη προτύπων για την τεχνολογία κινητών πρακτόρων. Αυτά τα πρότυπα πρέπει να χειριστούν τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των διαφορετικών πλατφόρμων πρακτόρων και της δυνατότητας χρησιμοποίησης των ήδη υπάρχοντων υπηρεσιών CORBA από τις λειτουργικές μονάδες που βασίζονται σε πράκτορες.

### **Αρχιτεκτονική MASIF**

Η OMG εισήγαγε για πρώτη φορά το αίτημα για την ανάπτυξη προδιαγραφών για κινητούς πράκτορες το Νοέμβριο του 1995 (Common Facilities RFP3) [OMG, 2000b]. Το MASIF που υλοποιήθηκε από τις εταιρίες Crystaliz, General Magic, GMD FOKUS, IBM, και Open Group, υιοθετήθηκε από την OMG το Φεβρουάριο του 1998. Η πρώτη συμβατή με τα πρότυπα της MASIF πλατφόρμα πρακτόρων ήταν η Grasshopper από την IKV++ [Dearle, 1994].

Η ιδέα πίσω από τα πρότυπα MASIF ήταν να επιτευχθεί ένας ορισμένος βαθμός διαλειτουργικότητας μεταξύ των κινητών πλατφόρμων πρακτόρων των διαφορετικών

κατασκευαστών χωρίς την επιβολή ριζικών τροποποιήσεων στις πλατφόρμες. Η MASIF δεν έχει προοριστεί να χτίσει τη βάση για οποιαδήποτε νέα κινητή πλατφόρμα πρακτόρων. Αντ' αυτού, οι παρεχόμενες προδιαγραφές χρησιμοποιούνται ως "πρόσθετες" στα ήδη υπάρχοντα συστήματα. Ο ακόλουθος κατάλογος περιλαμβάνει τις υποχρεωτικές απαιτήσεις που προσδιορίστηκαν μέσα στο MASIF RFP:

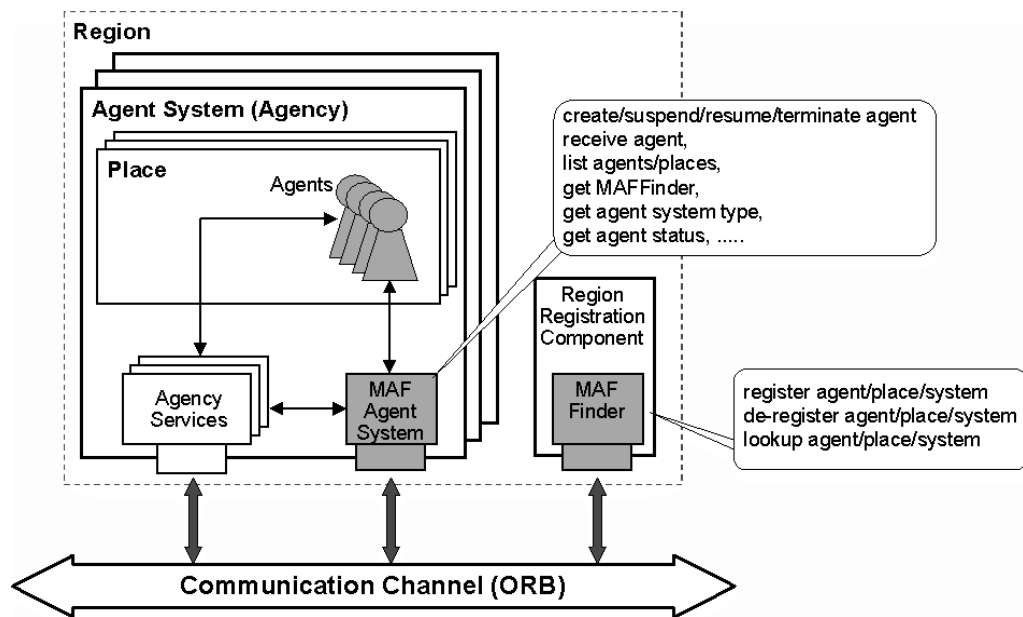
- Marshalling και un-marshalling των προγραμμάτων πρακτόρων.
- Κωδικοποίηση των πρακτόρων για τη μεταφορά.
- Μεταφορά πρακτόρων
- Εγγραφή και εκτέλεση των παρεχόμενων από τους πράκτορες υπηρεσιών σε πραγματικό χρόνο.
- Αναζήτηση ενός συγκεκριμένου πράκτορα σε πραγματικό χρόνο.
- Ασφάλεια των πρακτόρων σε πραγματικό χρόνο.

Επιπλέον, διάφορες προαιρετικές απαιτήσεις καθορίστηκαν από το RFP, που καλύπτουν μεταξύ των άλλων τον προσδιορισμό και τον εντοπισμό των πρακτόρων, την αρχικοποίηση, τον τερματισμό, την αναστολή της εκτέλεσης ενός πράκτορα, και τον έλεγχο του χρόνου εκτέλεσης των πρακτόρων μέσω των ονομάτων ή των χαρακτηριστικών τους. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 7, το MASIF έχει υιοθετήσει τις έννοιες *σύστημα πρακτόρων*, *θέση*, και *περιοχή* που χρησιμοποιούνται επίσης και από άλλες πλατφόρμες πρακτόρων.

Μία *θέση (Place)* ομαδοποιεί τις λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα μέσα σε ένα σύστημα πρακτόρων περιλαμβάνοντας επίσης κάποιες δυνατότητες και κάποιους περιορισμούς για τους πράκτορες που βρίσκονται σε αυτή. Κάθε σύστημα πρακτόρων διαθέτει τουλάχιστο μία θέση όπου εκτελούνται οι πράκτορες της.

Μία *περιοχή (Region)* διευκολύνει την διαχείριση της πλατφόρμας ομαδοποιώντας τα συστήματα πρακτόρων.

Δύο διεπαφές αναπαριστούν τον πυρήνα του προτύπου MASIF: η διεπαφή MAFAgentSystem συνδέεται με κάθε σύστημα πρακτόρων και παρέχει τις λειτουργίες για την διαχείριση και την μεταφορά των πρακτόρων. Η διεπαφή MAFFinder συνδέεται με μία περιοχή. Είναι μέρος της λειτουργίας που υποστηρίζει τον εντοπισμό των πρακτόρων, των συστημάτων πρακτόρων και των θέσεων στα πλαίσια μιας περιοχής.



**Σχήμα 7 Αρχιτεκτονική MASIF**

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του MASIF, η βασική λειτουργικότητα που πρέπει παρέχεται είναι η εξής:

#### Διαχείριση πρακτόρων

Η διαχείριση πρακτόρων αφορά τη δημιουργία, τον τερματισμό, την αναστολή, και την επανάληψη των πρακτόρων. Η διεπαφή MAFAgentSystem παρέχει διάφορες μεθόδους για αυτόν το σκοπό, όπως είναι οι μέθοδοι `create_agent`, `terminate_agent`, `suspend_agent`, και `resume_agent`.

#### Εντοπισμός πρακτόρων

Τα συστήματα πρακτόρων, οι θέσεις, και οι πράκτορες εγγράφονται σε ένα σύστημα εγγραφής περιοχής μέσω της διεπαφής MAFFinder. Ενώ τα συστήματα πρακτόρων και οι θέσεις εγγράφονται μια φορά κατά τη διάρκεια της ζωής τους, οι κινητοί πράκτορες

διαγράφονται πριν από κάθε μετανάστευση και εγγράφονται πάλι (στη νέα θέση τους) μετά από τη μετανάστευση. Κατ' αυτό τον τρόπο, το σύστημα εγγραφής περιοχής ξέρει την τρέχουσα θέση κάθε πράκτορα οποιαδήποτε στιγμή. Αυτές οι πληροφορίες θέσης μπορούν να ανακτηθούν μέσω lookup μεθόδων που παρέχονται από τη διεπαφή MAFFinder.

#### Μεταφορά πρακτόρων

Η διεπαφή MAFAgentSystem προσφέρει δύο μεθόδους για να υποστηρίξει τη μετανάστευση πρακτόρων. Τη μέθοδο receive\_agent για τη μεταφορά της κατάστασης και άλλων απαραίτητων στοιχείων ενός πράκτορα, και τη μέθοδο fetch\_class για την ανακτήση του κώδικα ενός πράκτορα, εάν αυτό είναι απαραίτητο.

#### Ονομασία πρακτόρων και συστημάτων πρακτόρων

Η χρήση τυποποιημένης σύνταξης και σημασιολογίας στα ονόματα των πρακτόρων και των συστημάτων πρακτόρων επιτρέπουν τον προσδιορισμό τους από άλλους πράκτορες ή συστήματα πρακτόρων αλλά και από πελάτες.

#### Τύπος συστήματος πρακτόρων και σύνταξη θέσης

Οι τύποι συστημάτων πρακτόρων παρέχουν τις πληροφορίες για τις σημαντικές πτυχές συγκεκριμένων συστημάτων πρακτόρων, όπως η γλώσσα υλοποίησης της εφαρμογής. Προτού να μπορέσει να μεταναστεύσει ένας πράκτορας, πρέπει να καθορίσει το επιθυμητό σύστημα προορισμού που υποστηρίζει την εκτέλεση του πράκτορα. Η θέση είναι τυποποιημένη προκειμένου να μπορούν τα συστήματα πρακτόρων να εντοπίσει το ένα το άλλο.

## **2.6 ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ**

### **ΠΡΑΚΤΟΡΩΝ**

Το πολύ-πρακτορικό σύστημα (MAS: Multi-Agent System) ορίζεται ως «ένα σύνολο από πράκτορες που αλληλεπιδρούν σε ένα κοινό περιβάλλον προκειμένου να επιτύχουν είτε κοινούς είτε ατομικούς στόχους» [Wooldridge, 1995].

Οι πράκτορες σε ένα MAS συνήθως μπορούν να συνεργάζονται προκειμένου να λύσουν προβλήματα που κάποιος πράκτορας μόνος του δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσει επιτυχώς. Συχνά, οι πράκτορες σε ένα MAS επιχειρούν να επιτύχουν συνολικούς (global), σε επίπεδο συστήματος, στόχους σαν να ήταν δικοί τους τοπικοί στόχοι. Προκειμένου να γίνει κάτι τέτοιο, είναι απαραίτητο να μπορούν να ανακαλύψουν ο ένας τον άλλο και φυσικά να επικοινωνήσουν μεταξύ τους.

Τα πολύ-πρακτορικά συστήματα είναι σημαντικά επειδή φαίνεται να έχουν ευρύ πεδίο εφαρμογών. Οι Stone και Veloso [Stone, 2000] περιγράφουν πιθανούς λόγους που μας οδηγούν στη χρήση πολύ-πρακτορικών συστημάτων:

- Μερικές περιοχές εφαρμογής σχεδόν το απαιτούν – Συχνά υπάρχουν πολλές εργασίες σε μικρή χρονική περίοδο.
- Παραλληλισμός – Εργασίες μπορούν να εκτελούνται ταυτόχρονα από πολλούς πράκτορες.
- Ευρωστία – Αν ένας πράκτορας αποτύχει/τερματιστεί, το σύστημα συνεχίζει τη λειτουργία του.
- Κλιμάκωση – Νέοι πράκτορες μπορούν να προστεθούν στο σύστημα κατά τη διάρκεια εκτέλεσης.
- Απλούστερος προγραμματισμός – Λόγω ύπαρξης προτύπων και επαναχρησιμοποίησης πρακτόρων.
- Γεωγραφική κατανομή – Πολλοί πράκτορες μπορεί να συνεργαστούν κάνοντας το ίδιο πράγμα.

Με τον όρο πολυ-πρακτορική πλατφόρμα εννοούμε μια υποδομή λογισμικού που χρησιμοποιείται ως περιβάλλον εκτέλεσης πρακτόρων. Συνήθως, υποστηρίζει διάφορες υπηρεσίες, όπως διαχείριση κύκλου-ζωής (life-cycle) των πρακτόρων, διαχείριση οντολογιών, υπηρεσίες καταλόγου κ.α. Όλες αυτές οι υπηρεσίες είναι διαθέσιμες τόσο στους πράκτορες όσο και στους προγραμματιστές. Επίσης, η πλατφόρμα παίζει το ρόλο του ενδιάμεσου μεταξύ του λειτουργικού συστήματος και

των πρακτόρων που τρέχουν σε αυτό. Με αυτό τον τρόπο, είναι δυνατό να μετακινούνται οι πράκτορες (με τον ίδιο κώδικα φυσικά) σε οποιοδήποτε σύστημα υποστηρίζει την πλατφόρμα. Επειδή η επικοινωνία μεταξύ των πρακτόρων γίνεται μέσω της πλατφόρμας, οι προγραμματιστές δε χρειάζεται να δηλώνουν κάποιο συγκεκριμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας. Κατά την εκτέλεση, η πλατφόρμα μπορεί να επιλέξει συγκεκριμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας κατά βούληση, πιθανόν εξαρτώμενο από το ποια πρωτόκολλα είναι διαθέσιμα κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Η FIPA έχει δημιουργήσει κάποια πρότυπα που αφορούν στο πώς θα έπρεπε να είναι δομημένη μια πολυ-πρακτορική πλατφόρμα [FIPA, 1999]. Αυτά τα πρότυπα, επιτρέπουν σε πράκτορες από διαφορετικές πλατφόρμες να συνεργάζονται ανταλλάσσοντας πληροφορία.

Μια γενική αποτίμηση των πολυ-πρακτορικών πλατφορμών μπορεί κανείς να βρει στη δουλειά του Altman [Altman, 2001], όπου συγκρίνονται 30 πολυ-πρακτορικές πλατφόρμες με βάση, για παράδειγμα, την ασφάλεια, τη διαθεσιμότητα, την τεκμηρίωση, τις δυνατότητες εκσφαλμάτωσης (debugging). Παρόμοιας φύσης είναι και η εργασία των Giang και Tung [Giang, 2001]. Ο [Bordini, 2006] επικεντρώνεται σε πλατφόρμες πρακτόρων που δεν είναι δεμένες με μία συγκεκριμένη γλώσσα επικοινωνίας.

Το AgentLink είναι ένα Ευρωπαϊκό δίκτυο ερευνητών και προγραμματιστών, με κοινό το ενδιαφέρον για τεχνολογίες σχετικές με πράκτορες. Το δίκτυο συντονίζεται από το Πανεπιστήμιο του Southampton. Στη συνέχεια (Πίνακας 3), παρατίθεται κατάλογος από 19 πολυ-πρακτορικές πλατφόρμες που συντάχθηκε στα πλαίσια του AgentLink [AgentLink, 2002].



<b>ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ</b>	<b>ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ</b>	<b>ΓΛΩΣΣΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ</b>
ADK	Tryllian	Java
AgentSheets	AgentSheets Inc.	Java
AgentTool	Kansas State University	Java
Bee-gent	Toshiba Corporation	Java
CABLE	Logica UK Ltd.	C++
Comet Way	Comet Way Ltd.	Java
CORMAS	CIRAD	Smalltalk (Visual work)
Cougaar	DARPA	Java
DECAF	University of Delaware	Java
FIPA-OS	Emorphia Ltd.	Java
Grasshopper	IKV++ Technologies AG	Java
JACK	Agent Oriented Software Pty. Ltd.	Java
JADE/LEAP	Motorola, ADAC, Broadcom, BT, TILabs, UniParma, Siemens	Java
JIVE	University of Cincinnati	Java
Kaariboba	Other	Java
Living Markets	Living Systems AG	Java
MASSIVE KIT	Federal University of Santa Catarina	C++
RETSINA	Carnegie Mellon University	C++
ZEUS	BTexact Technologies	Java

**Πίνακας 3 Λίστα με υλοποιημένες πλατφόρμες πρακτόρων [AgentLink, 2002]**

### **2.6.1 ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ**

Κινητικότητα είναι η ικανότητα ενός πράκτορα να μεταναστεύει σε μια άλλη πλατφόρμα πρακτόρων, όταν θεωρεί ότι αυτό τον οδηγεί σε πλεονεκτική θέση εν όψει των εκάστοτε στόχων του. Η κινητικότητα είναι ένα από τα πιο ελπιδοφόρα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της τεχνολογίας πρακτόρων και υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός πιθανών εφαρμογών που στηρίζονται σε αυτό, κυρίως εφαρμογές που σχετίζονται με την κατανεμημένη επεξεργασία και με κατανεμημένες βάσεις δεδομένων.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της έννοιας είναι ο κινητός πράκτορας αναζήτησης στο διαδίκτυο. Θα μπορούσε κάποιος να τον φανταστεί ως ένα πράκτορα που δημιουργείται στον υπολογιστή ενός χρήστη που θέλει να εκτελέσει μια αναζήτηση στο διαδίκτυο. Κατ' αρχάς, ο χρήστης φορτώνει τις παραμέτρους αναζήτησης στον πράκτορα. Κατόπιν ο κινητός πράκτορας ταξιδεύει μέσω του Διαδικτύου, και "κάθεται" σε διάφορες πλατφόρμες που προσφέρουν τις υπηρεσίες αναζήτησης. Σε κάθε πλατφόρμα, ο πράκτορας μπορεί να χρησιμοποιήσει τα τοπικά υπολογιστικά στοιχεία

συμπεριφοράς και τις πληροφορίες, όπως τις καθυστερήσεις ή τους περιορισμούς του εύρους ζώνης. Τέλος, όταν ο πράκτορας είναι ικανοποιημένος με τις πληροφορίες που έχει συλλέξει επιστρέφει στην αρχική πλατφόρμα και παρουσιάζει τις πληροφορίες στο χρήστη. Φυσικά, αυτό το παράδειγμα θεωρεί ότι ο πράκτορας αναζήτησης κατέχει υψηλού βαθμού αυτονομία και ικανότητα άμεσης αντίδρασης.

Η τεχνολογία κινητών πρακτόρων μπορεί να προσφέρει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Απόδοση. Όταν μια αναζήτηση πρέπει να εκτελεσθεί σε μια απομακρυσμένη πηγή στοιχείων, η αποστολή ενός κινητού πράκτορα για να εκτελέσει την αναζήτηση μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την απόδοση σε σχέση με τον παραδοσιακό τρόπο γιατί ανακτά όλα τα απαραίτητα στοιχεία από την πηγή στοιχείων και εκτελεί την αναζήτηση τοπικά. Το πλεονέκτημα στην απόδοση περιλαμβάνει τόσο το χρόνο που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η αναζήτηση όσο και το φόρτο από την κυκλοφορία στο δίκτυο.
- Ασφάλεια. Όταν πραγματοποιούνται απομακρυσμένες αναζητήσεις με τη χρήση των κινητών πρακτόρων ο κινητός πράκτορας εγκαθίσταται στην πηγή των στοιχείων κατά τη διάρκεια της αναζήτησης. Αυτό του επιτρέπει να έχει πρόσβαση σε δεδομένα περιοχών που δεν είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο, για τους γνωστούς λόγους ασφάλειας. Επιπλέον, οι τοπικές διαδικασίες έχουν συχνά πρόσβαση σε υπολογιστικά στοιχεία που δεν είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο.
- Ευελιξία. Η κινητικότητα πρακτόρων σημαίνει ότι το μοντέλο κατανομής ενός συστήματος λογισμικού δεν χρειάζεται να καθοριστεί κατά τη διάρκεια σχεδιασμού ή ακόμα και κατά τη διάρκεια επέκτασης του συστήματος. Ένας κινητός πράκτορας είναι σε θέση να το καθορίσει κατά το χρόνο εκτέλεσης και να πραγματοποιήσει τη μετακίνηση διαφανώς. Στις περισσότερες πλατφόρμες πρακτόρων, ένα σύστημα πολύ-πρακτόρων που τρέχει σε ένα μηχάνημα μπορεί να ρυθμιστεί να τρέχει μερικώς στο μηχάνημα αυτό, και μερικώς σε έναν άλλο μηχάνημα, χωρίς να χρειάζεται καν να επανεκκινηθεί.

## **2.6.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΙΜΟΤΗΤΑ**

Οι πλατφόρμες πρακτόρων χρησιμοποιούνται αυτήν την περίοδο σε πολλά Συστήματα Διαχείρισης. Η διαχείριση είναι το σύνολο δραστηριοτήτων που αφιερώνονται στον έλεγχο και την παρακολούθηση των στοιχείων συμπεριφοράς ενός συστήματος. Ο βασικός στόχος είναι να εγγυηθεί το επίπεδο υπηρεσιών των διαχειριζομένων στοιχείων με το ελάχιστο κόστος. Κατά συνέπεια, η επιδεξιότητα στη διαχείριση ενός συστήματος πρακτόρων μπορεί να είναι μια σημαντική πτυχή που λαμβάνεται υπόψη για να βελτιώσει την ποιότητα της υπηρεσίας που δίνεται στους τελικούς χρήστες.

Η FIPA έχει εκδώσει προδιαγραφές για τη διαχείριση πρακτόρων [FIPA, 2000a], στις οποίες έχει ορίσει ένα Σύστημα Διαχείρισης Πρακτόρων (Agent Management System ή AMS). Το AMS είναι αρμόδιο για τη διαχείριση της λειτουργίας μιας πλατφόρμας πρακτόρων. Οι αρμοδιότητές του περιλαμβάνουν τη δημιουργία και τη διαγραφή πρακτόρων, τον έλεγχο εάν ένας πράκτορας μπορεί δυναμικά να καταχωρηθεί σε μία πλατφόρμα και την επιτήρηση της μετανάστευσης των πρακτόρων από πλατφόρμα σε πλατφόρμα.

Είναι επίσης πολύ ενδιαφέρον να ρυθμιστεί το σύστημα πρακτόρων όχι μόνο με τον τρόπο που ορίζουν η FIPA ή οι OMG προδιαγραφές, αλλά και σε όλους τους λειτουργικούς τομείς του OSI συστήματος διαχείρισης: Βλάβη, ρύθμιση, λογιστική, απόδοση και ασφάλεια. Με τον τρόπο αυτό, ο διαχειριστής του συστήματος θα μπορούσε να ειδοποιηθεί για μια βλάβη στο σύστημα, να εκτελέσει τις αλλαγές που απαιτούνται για να διορθωθεί, να λάβει τα στατιστικά στοιχεία χρήσης, να μετρήσει τους χρόνους απόκρισης ή να αλλάξει το επίπεδο πρόσβασης ενός συγκεκριμένου χρήστη. Μερικές από αυτές τις απαιτήσεις σχετίζονται με τα στοιχεία συμπεριφοράς δικτύων και συστημάτων και θα ήταν πολύ χρήσιμο να γίνει η διαχείριση και των δύο μέσω της ίδιας διεπαφής, η οποία θα μπορούσε να εμφανίσει τη συνολική συμπεριφορά ολόκληρου του συστήματος.

Όπως έχει αποδειχθεί, οι καθορισμένες διαχειριστικές πληροφορίες είναι μια βασική πτυχή για τη διαχείριση μιας υπηρεσίας: αποφασίζουν από πριν τι πρέπει να ελεγχθεί και να ρυθμιστεί. Άλλες σημαντικές απαιτήσεις σχετικές με τη διαχείριση μιας υπηρεσίας είναι η διεπαφή διαχείρισης (πώς παρέχεται πρόσβαση σε τέτοιες πληροφορίες) και η οργάνωση της διαχείρισης (πώς οργανώνονται τέτοιες πληροφορίες στους πράκτορες).

## 2.7 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Σύμφωνα με τον [Luck, 2003] οι εφαρμογές συστημάτων που βασίζονται σε πράκτορες μπορούν να χωριστούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

**Πράκτορες βοηθοί.** Είναι οι πράκτορες που ασχολούνται με τη συλλογή πληροφοριών ή την εκτέλεση συναλλαγών στο διαδίκτυο εκ μέρους κάποιου χρήστη. Οι πράκτορες που επιδιώκουν να κάνουν κράτηση σε ξενοδοχεία ή να οργανώσουν ταξίδια για τους εντολείς τους αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτής της κατηγορίας.

**Συστήματα αποφάσεων πολλαπλών πρακτόρων.** Οι πράκτορες που συμμετέχουν στο σύστημα πρέπει να λάβουν αποφάσεις από κοινού. Για παράδειγμα, ένα σύστημα πρακτόρων που αντιπροσωπεύει τα διάφορα στοιχεία ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου μπορεί να επιδιώξει από κοινού να κατανείμει τους πόρους σε όλο το δίκτυο, όπως συνδέσεις κλήσεων, και έτσι να διαχειριστεί τη λειτουργία του δικτύου. Ο μηχανισμός κοινής λήψης αποφάσεων που χρησιμοποιείται από τους εμπλεκόμενους πράκτορες μπορεί να είναι ένας οικονομικός μηχανισμός, όπως μια δημοπρασία.

**Συστήματα προσομοίωσης πολλαπλών πρακτόρων.** Το σύστημα πολλαπλών πρακτόρων χρησιμοποιείται ως μοντέλο για την προσομοίωση κάποιου τομέα του πραγματικού κόσμου. Τυπικά, τα μοντέλα πολλαπλών παραγόντων χρησιμοποιούνται για τομείς με πολλά διαφορετικά δομικά συστατικά, που αλληλοεπιδρούν με διάφορους και πολύπλοκους τρόπους και όπου οι ιδιότητες σε επίπεδο συστήματος δεν

συνάγονται εύκολα από τις ιδιότητες των συστατικών. Παραδείγματα τέτοιων τομέων περιλαμβάνουν: ανθρώπινες οικονομίες, κοινωνίες ανθρώπων και ζώων, βιολογικούς πληθυσμούς, συστήματα οδικής κυκλοφορίας, δίκτυα υπολογιστών και παιχνίδια.

Χωρίς να προσδιορίζεται κάποια κατηγορία, οι πράκτορες λογισμικού εφαρμόζονται σε πολλαπλούς τομείς [Luck, 2003] [Jennings, 1998]: κατασκευή, έλεγχος διαδικασιών, διαχείριση επιχειρηματικών διαδικασιών, διαχείριση ανθρώπινου κεφαλαίου, συστήματα τηλεπικοινωνιών, έλεγχος εναέριας κυκλοφορίας, διαχείριση κυκλοφορίας και μεταφορών, φιλτράρισμα και συλλογή πληροφοριών, ηλεκτρονικό εμπόριο, άμυνα, ψυχαγωγία, ιατρική περίθαλψη, διεπαφές ανθρώπου-υπολογιστή, εκπαίδευση.

Όπως αντιλαμβάνεται κανείς δεν έχουν απομείνει πολλοί τομείς εφαρμογών στους οποίους δεν έχουν δοκιμαστεί ή εφαρμοστεί η τεχνολογία των πρακτόρων λογισμικού.

### **2.7.1 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΕΜΠΟΡΙΟ**

Το ηλεκτρονικό εμπόριο είναι ένας τομέας που έχει γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη λόγω της δημοτικότητας του διαδικτύου. Οι χρήστες που θέλουν να κάνουν αγορές μέσω ενός τέτοιου συστήματος μπορούν να αναζητήσουν πληροφορίες για τα προϊόντα που τους ενδιαφέρουν, ενώ οι πωλητές μπορούν να αναζητήσουν υποψήφιους αγοραστές για να τους δώσουν πληροφορίες για τα προϊόντα τους. Ένας έξυπνος πράκτορας θα μπορούσε να βοηθήσει τους αγοραστές ψάχνοντας πληροφορίες για προϊόντα και ελέγχοντας τις τιμές, τις προδιαγραφές και γενικά όλα τα χαρακτηριστικά τους. Με βάση αυτά τα στοιχεία ο πράκτορας θα είναι σε θέση να προτείνει την άριστη ή τις άριστες αγορές. Ένας πράκτορας επίσης θα μπορούσε να λειτουργεί για λογαριασμό των πωλητών προτείνοντας υποψήφιους αγοραστές και ακόμα δίνοντας συμβουλές για το προϊόν σε άτομα που το έχουν ήδη αγοράσει. Αυτά όλα είναι σενάρια που όπως φαίνεται δεν απέχουν πολύ από την πραγματικότητα.

Το ηλεκτρονικό εμπόριο περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα θεμάτων όπως είναι η ασφάλεια, εμπιστοσύνη, νομικά πλαίσια, μηχανισμοί πληρωμής, διαφήμιση,

κατάλογοι προϊόντων, μεσάζοντες, εμπειρίες αγορών, αξιολόγηση κ.α. Όλα αυτά αποτελούν ένα πλούσιο πεδίο εφαρμογής για τις τεχνολογίες ευφυών πρακτόρων.

Σύμφωνα με τον [Guttman, 1998] είναι χρήσιμο να διερευνηθούν οι ρόλοι των πρακτόρων ως διαμεσολαβητών στο ηλεκτρονικό εμπόριο στο πλαίσιο ενός κοινού μοντέλου. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο έξι θεμελιώδη στάδια καθοδηγούν την αγοραστική συμπεριφορά των καταναλωτών [Guttman, 1998]:

1. Αναγνώριση ανάγκης: Σε αυτό το στάδιο ο καταναλωτής συνειδητοποιεί κάποια ανάγκη που έχει.
2. Προϊοντική διαμεσολάβηση. Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει την ανάκτηση πληροφοριών που θα καθορίσει τι θα αγοράσει ο καταναλωτής. Αυτό περιλαμβάνει την αξιολόγηση εναλλακτικών προϊόντων βάσει κριτηρίων που παρέχονται από τον καταναλωτή.
3. Εμπορική διαμεσολάβηση. Αυτό το στάδιο συνδυάζει το "σύνολο θεώρησης" από το προηγούμενο στάδιο με εμπορικές πληροφορίες που θα βοηθήσουν τον καταναλωτή να επιλέξει συγκεκριμένο έμπορο. Αυτό περιλαμβάνει την αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων βάσει κριτηρίων που παρέχονται από τον καταναλωτή (π.χ. τιμή, εγγύηση, διαθεσιμότητα, χρόνος παράδοσης, φήμη κτλ.).
4. Διαπραγμάτευση. Αυτό το στάδιο αφορά τον τρόπο καθορισμού των όρων της συναλλαγής. Η διαδικασία της διαπραγμάτευσης μπορεί να ποικίλει σε διάρκεια και σε πολυπλοκότητα ανάλογα με το είδος της αγοράς.
5. Αγορά και παράδοση. Η αγορά και η παράδοση ενός προϊόντος μπορεί είτε να σηματοδοτούν τον τερματισμό του σταδίου των διαπραγματεύσεων ή λαμβάνουν χώρα κάποια στιγμή μετά.
6. Εξυπηρέτηση και αξιολόγηση. Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει την εξυπηρέτηση του προϊόντος, την εξυπηρέτηση του πελάτη και την αξιολόγηση της συνολικής εμπειρίας αγοράς.

Τα χαρακτηριστικά των πρακτόρων όπως είναι η εξατομίκευση, η αυτονομία, η συνέχεια στην εκτέλεση, τους καθιστούν ως μία ικανή και πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για την παροχή υπηρεσιών μεσολάβησης στα πλαίσια των αγοραστικών συμπεριφορών που προαναφέρθηκαν. Τέτοιες υπηρεσίες περιλαμβάνουν την ανάκτηση και το φιλτράρισμα πληροφοριών, εξατομικευμένες αξιολογήσεις, σύνθετους συντονισμούς, συναλλαγές με χρονικά πλαίσια κ.α

### **2.7.2 ΟΛΥΜΠΙΑΚΟΙ ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ**

Η μελέτη πρακτόρων στα πλαίσια της παρούσας έρευνας, οδήγησε σε μια πρωτότυπη αρχιτεκτονική σχεδίαση [Skarameas, 2006] πάνω στην οποία βασίστηκε η διαδικτυακή πύλη των Ολυμπιακών Αγώνων της Αθήνας του 2004. Πρόκειται για μια αρχιτεκτονική μεσαίου επιπέδου προσανατολισμένη σε πράκτορες (middle-tier, agent-oriented architecture). Χρησιμοποιήσαμε τεχνολογίες πρακτόρων για την ασύγχρονη λήψη μηνυμάτων, τη δημιουργία πολύπλοκων μετασχηματισμών δεδομένων και την επικοινωνία με εξωτερικά συστήματα.

# 3 ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

---

*For AI systems, what "exists" is that which can be represented.*

*[Gruber, 1995]*

## 3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ

Οι ρίζες του όρου οντολογία βρίσκονται στην Αρχαία Ελληνική φιλοσοφία. Ο Αριστοτέλης τον υιοθέτησε για να περιγράψει την ύπαρξη των οντοτήτων στον κόσμο. Πιο πρόσφατα, οι ερευνητές τεχνητής νοημοσύνης (AI) υιοθέτησαν τον όρο οντολογία για να περιγράψουν ότι μπορεί να αντιπροσωπευθεί υπολογιστικά για τον κόσμο σε ένα πρόγραμμα και να διευκολύνουν τη διανομή και την επαναχρησιμοποίηση της γνώσης.

Μέχρι τώρα στην παγκόσμια βιβλιογραφία έχουν δοθεί πολλοί ορισμοί για τον όρο οντολογία. Μία οντολογία είναι η κοινή κατανόηση μιας θεματικής περιοχής, η οποία μπορεί να επικοινωνηθεί ανάμεσα σε ανθρώπους και υπολογιστές [Gruber, 1995] [Guarino, 1995]. Με αυτόν τον τρόπο οι οντολογίες μπορούν να μοιράζονται και να επαναχρησιμοποιούνται ανάμεσα σε διαφορετικές εφαρμογές. Ο Gruber [Gruber, 1993] ορίζει μια οντολογία ως την 'προδιαγραφή των συλλήψεων ("An ontology is a specification of a conceptualization")', που χρησιμοποιείται για να βοηθήσει τα προγράμματα και τους ανθρώπους να μοιραστούν τη γνώση. Οι οντολογίες στοχεύουν στη σύλληψη της γνώσης ενός θεματικού τομέα με έναν γενικό τρόπο και παρέχουν μια κοινά αποδεκτή κατανόηση του συγκεκριμένου τομέα, η οποία μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί και να μοιραστεί ανάμεσα σε εφαρμογές και ομάδες [Chandrasekaran, 1999].

Στην απλούστερη περίπτωση, μια οντολογία περιγράφει μια ιεραρχία οντοτήτων που σχετίζονται μεταξύ τους ενώ κατάλληλα αξιώματα προστίθενται προκειμένου να



εκφραστούν άλλες σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων και να περιορίσουν την ερμηνεία τους.

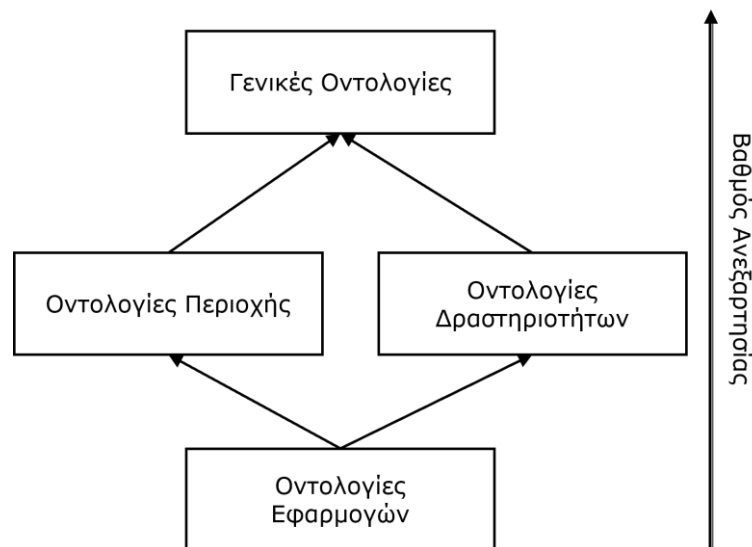
Μία οντολογία, σύμφωνα με το βαθμό τυπικότητας (formality) της αναπαράστασής της, μπορεί να είναι [Uschold, 1996]:

- Άτυπη (highly informal), εκφρασμένη δηλαδή σε μια φυσική γλώσσα.
- Ήμι-άτυπη (semi-informal), διατυπωμένη σε ένα περιορισμένο και δομημένο υποσύνολο κάποιας φυσικής γλώσσας.
- Ήμι-τυπική (semi-formal), διατυπωμένη σε μια τεχνητή και αυστηρά ορισμένη γλώσσα.
- Αυστηρά τυπική (rigorously formal): ορισμοί όρων με αυστηρή σημασιολογία, θεωρήματα και αποδείξεις ιδιοτήτων.

Ανάλογα με το βαθμό της γενικότητάς τους και ανεξαρτησίας τους, μπορούν να οριστούν διαφορετικά είδη οντολογιών τα οποία ικανοποιούν διαφορετικούς ρόλους στη διαδικασία ανάπτυξης ενός συστήματος γνώσης [Guarino, 1998] [Van Heijst, 1997]. Οι πιο χαρακτηριστικοί τύποι οντολογιών είναι οι εξής:

- Οι γενικές οντολογίες (general ontologies) ή οντολογίες κοινής λογικής έχουν σκοπό να συγκεντρώσουν πληροφορίες γενικού περιεχομένου για τον κόσμο, παρέχοντας βασικές έννοιες για το χρόνο, το χώρο, τα χρώματα, κ.α. [Fridman-Noy, 1997]. Αυτού του είδους οι οντολογίες μπορούν να εφαρμοστούν σε περισσότερες από μία θεματικές περιοχές. Για παράδειγμα μία γενική οντολογία για την μετεωρολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διάφορες τεχνικές περιοχές [Borst, 1997].
- Οι οντολογίες περιοχής (domain ontologies) περιέχουν τη γνώση για μια συγκεκριμένη περιοχή ενδιαφέροντος (π.χ. ηλεκτρονικά είδη, ιατρική, μηχανική).

- Οι οντολογίες δραστηριοτήτων (task ontologies) [Mizoguchi, 1995] παρέχουν το λεξιλόγιο των όρων που χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων που αφορούν δραστηριότητες μιας θεματικής περιοχής ή και διαφορετικών θεματικών περιοχών. Χρησιμοποιούν συνήθως γενικά ονόματα (π.χ. πλάνο, στόχος), γενικά ρήματα (π.χ. ταξινομώ, επιλέγω), γενικά επίθετα (π.χ. ανατεθειμένος) για τον ορισμό των δραστηριοτήτων.
- Οι οντολογίες εφαρμογών (application ontologies) περιγράφουν έννοιες που εξαρτώνται ταυτόχρονα από μία θεματική περιοχή και μία δραστηριότητα και είναι συνήθως εξειδικεύσεις των αντίστοιχων οντολογιών (Σχήμα 8).



**Σχήμα 8 Κατηγοριοποίηση Οντολογιών βάση βαθμού ανεξαρτησίας**

**[Guarino, 1997]**

- Οι οντολογίες μεταδεδομένων (metadata ontologies), όπως είναι η οντολογία που περιγράφεται στην εργασία [Weibel, 1995], παρέχουν το λεξιλόγιο για την περιγραφή του περιεχομένου πηγών δεδομένων που είναι on line.
- Οι οντολογίες αναπαράστασης παρέχουν οντότητες αναπαράστασης χωρίς να προσδιορίζουν τι συγκεκριμένο αναπαριστούν. Ένα παράδειγμα είναι η Frame Ontology [Gruber, 1993] η οποία ορίζει έννοιες όπως frames, slots, slot constraints και άλλες.

## 3.2 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ

### ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Στις μέρες μας βιώνουμε μία εντυπωσιακή και ραγδαία αύξηση των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα με διαφορετικές μορφές στο διαδίκτυο. Η ανομοιογένεια στις διάφορες πηγές πληροφορίας καθιστά δύσκολο έως σχεδόν αδύνατο στους τελικούς χρήστες να ενημερωθούν σε σχέση με την τοποθεσία, τη δομή και οργάνωση, τις γλώσσες και το συντακτικό των δεδομένων. Στα πλαίσια αυτά η σχετική με τις οντολογίες έρευνα γίνεται όλο και περισσότερο διαδεδομένη στην κοινότητα της πληροφορικής. Παρά το ότι αυτός ο κλάδος είχε περιοριστεί στη φιλοσοφική σφαίρα στο παρελθόν, σήμερα κερδίζει έναν συγκεκριμένο ρόλο σε πολλούς τομείς της πληροφορικής.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα ερευνητικών περιοχών, όπως αναφέρονται από τον Guarino [Guarino, 1998], και εξετάζουν την περίπτωση χρήσης οντολογιών, περιλαμβάνουν την μηχανική γνώσης, την αναπαράσταση γνώσης, τη γλωσσική επεξερασία, το σχεδιασμό βάσεων δεδομένων, τη μοντελοποίηση και ολοκλήρωση της πληροφορίας, την αντικειμενοστραφή ανάλυση, την εύρεση και εξαγωγή πληροφοριών, το σχεδιασμό συστημάτων βασισμένων σε ευφυείς πράκτορες.

Το πρόγραμμα MKBEEM [Lehtola, 2003a] [Lehtola, 2003b] [Leger, 2001] [Leger, 2000] χρησιμοποιεί τις οντολογίες για να εξαγάγει το νοηματικό περιεχόμενο από μια ερώτηση που διαμορφώθηκε σε φυσική γλώσσα και για την ολοκλήρωση βάσεων δεδομένων των διάφορων προμηθευτών υπηρεσιών [Stavroulas, 2002a] [Stavroulas, 2002b].

Συστήματα όπως το Infosleuth [Bayardo, 1997] και το OBSERVER [Mena, 2000] χρησιμοποιούν τις οντολογίες για να διαμορφώσουν τη σημασιολογική δομή των διαφορετικών πηγών πληροφοριών καθώς επίσης και για να περιγράψουν τα μοντέλα γνώσης μιας θεματικής περιοχής που είναι ανεξάρτητο από οποιαδήποτε πηγή πληροφοριών. Οι προκλήσεις για αυτά τα συστήματα είναι να υποστηρίξουν την

κατασκευή ερωτημάτων χρηστών χρησιμοποιώντας οντολογίες περιοχών και να επιτρέψουν τα ερωτήματα αυτά να εκτείνονται σε πολλαπλές πηγές πληροφοριών, αναπαριστώντας και υπολογίζοντας τις συσχετίσεις μεταξύ των οντολογιών περιοχών και των οντολογιών που υποστηρίζονται από τις πηγές πληροφοριών.

Αν και υπάρχουν πολλές υλοποιήσεις συστημάτων βασισμένα σε οντολογίες, η συντριπτική πλειοψηφία τους έχει ενσωματωμένους περιορισμούς που αποτρέπουν τη συγχώνευση και την κοινή χρησιμοποίηση τους με άλλα συστήματα.

### **3.2.1 ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

Κάθε πληροφοριακό σύστημα αποδίδει συγκεκριμένο νόημα σε διάφορα σύμβολα που μπορεί να χρησιμοποιεί. Υπό αυτή την έννοια, μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι ένα πληροφοριακό σύστημα μπορεί να αντιστοιχισθεί με μια οντολογία. Αυτό που παρουσιάζει ενδιαφέρον, είναι να διερευνήσει κανείς το ρόλο που μπορεί να παίξει μια ρητά διατυπωμένη οντολογία, η οποία δηλαδή υπεισέρχεται στο πληροφοριακό σύστημα από σχεδιασμού και έχει κάποιο σαφή ρόλο είτε κατά τη φάση σχεδιασμού και ανάπτυξης είτε κατά τη φάση εκτέλεσης. Σε αυτές τις περιπτώσεις, όπου η οντολογία είναι από άποψη αρχιτεκτονικής ένα σημαντικό και σαφές συστατικό του πληροφοριακού συστήματος, μπορούμε πραγματικά να υποστηρίξουμε ότι έχουμε συστήματα βασισμένα σε οντολογίες. Αν μάλιστα, η οντολογία παίζει τόσο καθοριστικό ρόλο, ώστε να καθοδηγεί πολλές πτυχές του συστήματος, τότε κάνουμε λόγο για πληροφοριακά συστήματα οδηγούμενα από οντολογίες. Ο Guarino [Guarino, 1998] αναλύει το ρόλο των οντολογιών σε ένα πληροφοριακό σύστημα κατά τη φάση ανάπτυξης και λειτουργίας καθώς και τον τρόπο που επηρεάζουν τα βασικά δομικά συστατικά του πληροφοριακού συστήματος.

Ένα πληροφοριακό σύστημα (IS) αποτελείται από τριών ειδών δομικά συστατικά: τα προγράμματα εφαρμογής, τις πηγές πληροφορίας, όπως είναι οι βάσεις δεδομένων και οι βάσεις γνώσεων, και τις διεπαφές χρήστη. Τα συστατικά αυτά αλληλεπιδρούν και ολοκληρώνονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να εξυπηρετήσουν συγκεκριμένες επιχειρησιακές ανάγκες. Στην επίδραση που μπορεί να έχει η ύπαρξη οντολογιών σε

ένα πληροφοριακό σύστημα μπορεί να διακρίνουμε δύο διαστάσεις. Η πρώτη διάσταση έχει να κάνει με χρόνο και αφορά τη χρονική εμπλοκή των οντολογιών στο πληροφοριακό σύστημα, είτε κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, είτε κατά τη διάρκεια της λειτουργίας. Η δεύτερη διάσταση αφορά τον τρόπο με τον οποίο οι οντολογίες μπορούν να επηρεάσουν τα βασικά δομικά συστατικά ενός πληροφοριακού συστήματος. Και οι δύο διαστάσεις αναλύονται στις επόμενες ενότητες [Guarino, 1998]

### **Οντολογίες και Ανάπτυξη Πληροφοριακών Συστημάτων**

Μπορούμε να διακρίνουμε δύο σενάρια στη χρήση οντολογιών κατά τη φάση ανάπτυξης ενός πληροφοριακού συστήματος [Guarino, 1998].

Στο πρώτο σενάριο έχουμε ένα σύνολο από επαναχρησιμοποιούμενες οντολογίες οργανωμένες σε βιβλιοθήκη που αποτελούνται από οντολογίες περιοχής (domain ontologies) και οντολογίες δραστηριοτήτων (task ontologies). Το σημασιολογικό περιεχόμενο που εκφράζουν οι οντολογίες που έχουν επιλεγεί από την βιβλιοθήκη μετασχηματίζεται σε ένα συστατικό του πληροφοριακού συστήματος μειώνοντας έτσι το κόστος για εννοιολογική ανάλυση και εξασφαλίζοντας την οντολογική αρτιότητα του συστήματος. Σε ένα 'παραδοσιακό' πληροφοριακό σύστημα το περιεχόμενο θα ενσωματωθεί στα υπάρχοντα συστατικά του συστήματος. Αν το σύστημα που θα αναπτυχθεί είναι βασισμένο σε οντολογίες τότε το αποτέλεσμα της φάσης ανάπτυξης είναι μία νέα οντολογία εφαρμογής (application ontology) που είναι εξειδίκευση των οντολογιών περιοχής και δραστηριοτήτων. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης μιας οντολογίας κατά το χρόνο ανάπτυξης είναι ότι επιτρέπει στον προγραμματιστή να εξασκήσει ένα "υψηλότερο" επίπεδο επαναχρησιμοποίησης από ό,τι συμβαίνει συνήθως στη μηχανική λογισμικού (δηλαδή επαναχρησιμοποίηση γνώσης αντί για επαναχρησιμοποίηση λογισμικού). Επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα στον προγραμματιστή να επαναχρησιμοποιήσει και να μοιραστεί τη γνώση του τομέα εφαρμογών χρησιμοποιώντας ένα κοινό λεξιλόγιο σε ετερογενείς πλατφόρμες λογισμικού. Επιτρέπει επίσης στον προγραμματιστή να επικεντρωθεί στη δομή της περιοχής και στην εργασία που έχει να κάνει και να μην ασχοληθεί με τις λεπτομέρειες

υλοποίησης. Δυστυχώς, η διαθεσιμότητα των οντολογιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με αυτόν τον τρόπο είναι σήμερα εξαιρετικά περιορισμένη. Οι περισσότερες οντολογίες δεν είναι αρκετά γενικές για να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν από διαφορετικές εφαρμογές.

Στο δεύτερο σενάριο, ο βαθμός επαναχρησιμοποίησης είναι πολύ περιορισμένος, καθώς έχουμε μόνο μια πολύ γενική οντολογία, που αποτελείται από γενικευμένες διακρίσεις μεταξύ των βασικών οντοτήτων της περιοχής και διακρίσεις σε μετα-επίπεδο σχετικά με τα είδη της τάξης και τα είδη των σχέσεων. Η ποσότητα της διαθέσιμης οντολογικής γνώσης μπορεί να είναι περιορισμένη, αλλά είναι η ποιότητά της, δηλαδή η φύση ορισμένων θεμελιωδών οντολογικών διακρίσεων που μπορεί να βοηθήσει τον σχεδιαστή στο έργο της εννοιολογικής ανάλυσης. Στην πράξη, ο ρόλος της οντολογίας σε αυτή την περίπτωση δεν είναι ο ρόλος ενός δομικού στοιχείου που πρόκειται να προσαρμοστεί και να επαναχρησιμοποιηθεί, αλλά μάλλον ένα ισχυρό εργαλείο που μπορεί να αυξήσει την ποιότητα της διαδικασίας ανάλυσης. Με άλλα λόγια, μπορούμε να σκεφτούμε σε αυτήν την περίπτωση να αναπτύξουμε μια οντολογία εφαρμογών με τη βοήθεια μιας οντολογίας ανώτατου επιπέδου, χωρίς απαραίτητα να έχουμε μια ήδη ανεπτυγμένη οντολογία περιοχής.

Στα πλαίσια της ανάπτυξης ενός πληροφοριακού συστήματος που βασίζεται σε οντολογίες, οι οντολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης για τον ανασχεδιασμό του πληροφοριακού συστήματος, προκειμένου να αυξηθεί η επαναχρησιμοποίηση και η συντήρησή του. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να αξιοποιηθούν μεγάλες επενδύσεις σε λογισμικό που έγιναν στο παρελθόν.

### **Οντολογίες και Λειτουργία Πληροφοριακών Συστημάτων**

Τα πληροφοριακά συστήματα που χρησιμοποιούν οντολογίες διακρίνονται σε αυτά που απλά ένα συστατικό τους είναι ενημερωμένο για την ύπαρξη κάποιας οντολογίας (πιθανά απομακρυσμένης) και μπορεί να την χρησιμοποιήσει, και σε αυτά που η οντολογία είναι ενσωματωμένο συστατικό του συστήματος που συνεργάζεται με τα υπόλοιπα κατά τη φάση λειτουργίας.

Ένας σημαντικός λόγος για τη χρήση μιας οντολογίας κατά τη φάση λειτουργίας είναι η ενεργοποίηση της επικοινωνίας μεταξύ πρακτόρων λογισμικού. Οι πράκτορες λογισμικού επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω μηνυμάτων που περιέχουν εκφράσεις διατυπωμένες με όρους οντολογίας. Προκειμένου ένας πράκτορας λογισμικού να κατανοήσει τη σημασία αυτών των εκφράσεων, χρειάζεται να έχει πρόσβαση στην οντολογία που έχει συμφωνηθεί.

Μπορούμε και εδώ να διακρίνουμε δύο γενικές προσεγγίσεις. Σύμφωνα με την πρώτη, η οντολογία είναι ένα εξωτερικό, πιθανώς απομακρυσμένο συστατικό, το οποίο απλά χρησιμοποιούμε για κάποιο πολύ συγκεκριμένο σκοπό. Σύμφωνα με τη δεύτερη, η οντολογία είναι ενσωματωμένη στο σύστημα ως βασικό δομικό του στοιχείο και αποτελεί ένα λειτουργικό υποσύστημα του. Στη συνέχεια, παρουσιάζουμε κάποιες βασικές χρήσεις οντολογιών στο χρόνο λειτουργίας ενός συστήματος.

Η χρήση οντολογίας κατά την εκτέλεση του συστήματος, μπορεί να «επιβάλλεται» αν έχουμε ευφυείς πράκτορες. Οι πράκτορες, επικοινωνούν μεταξύ τους με κάποιο «λεξιλόγιο» το οποίο χρησιμοποιεί όρους μιας οντολογίας [FIPA, 2000a]. Για να κατανοήσει ένας πράκτορας την έννοια των «λέξεων» που ανταλλάσσονται, χρειάζεται να έχει πρόσβαση στη σχετική οντολογία (ή οντολογίες).

## **Επίδραση Οντολογιών στα συστατικά των Πληροφοριακών Συστημάτων**

Κάθε ένα από τα συστατικά ενός πληροφοριακού συστήματος – προγράμματα εφαρμογών, βάσεις δεδομένων, διεπαφές χρήστη – μπορεί να χρησιμοποιεί μια οντολογία με τον δικό του συγκεκριμένο τρόπο.

Η προφανής χρήση μιας οντολογίας είναι σε σχέση με τις *βάσεις δεδομένων* του συστήματος. Μια οντολογία μπορεί να συγκριθεί με το σχήμα μιας βάσης δεδομένων.

Κατά το χρόνο ανάπτυξης, μια οντολογία μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στη φάση ανάλυσης και εννοιολογικής μοντελοποίησης, ειδικά εάν ενσωματωθεί με λεξιλογικούς όρους όπως στην περίπτωση του WordNet [Miller, 1995], προκειμένου να

υποστηριχθεί η ανάλυση των άτυπων προδιαγραφών φυσικής γλώσσας. Ένα άλλο παράδειγμα χρήσης των οντολογιών κατά το χρόνο ανάπτυξης είναι η ολοκλήρωση πληροφοριών: ένα κοινό εννοιολογικό σχήμα μπορεί να δημιουργηθεί (ημι-αυτόματα) αντιστοιχίζοντας ετερογενή εννοιολογικά σχήματα σε μία κοινή γενική οντολογία. Κατά το χρόνο εκτέλεσης, υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους οι οντολογίες και οι βάσεις δεδομένων μπορούν να συνεργαστούν. Η διαθεσιμότητα ρητά ορισμένων οντολογιών για πηγές πληροφοριών βρίσκεται στον πυρήνα της προσέγγισης που βασίζεται στη διαμεσολάβηση για την ολοκλήρωση πληροφοριών. Οι οντολογίες μπορούν να υποστηρίξουν «ερωτήματα» σχετικά με το περιεχόμενο μιας συγκεκριμένης βάσης δεδομένων ή δυναμική διαχείριση των ερωτημάτων που αφορούν πολλαπλές βάσεις δεδομένων.

Ίσως όχι τόσο προφανής, αλλά εντούτοις πολύ σημαντική, είναι η χρήση οντολογίας στο επίπεδο *διεπαφής* με τον χρήστη. Δεδομένου ότι οι οντολογίες ενσωματώνουν σημασιολογικές πληροφορίες στους περιορισμούς που επιβάλλονται στις κλάσεις και τις συσχετίσεις που χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουν μια θεματική περιοχή ή δραστηριότητα, έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στο έργο Protégé [Protégé, 2000] για τη δημιουργία διεπαφών που βασίζονται σε φόρμες και ελέγχουν για παραβίαση περιορισμών. Κατά το χρόνο εκτέλεσης, ο πρώτος ρόλος που μπορεί να διαδραματίσει μια οντολογία στη διεπαφή χρήστη είναι να επιτρέπει στο χρήστη να κάνει ερωτήματα και να περιηγηθεί. Σε αυτήν την περίπτωση, ο χρήστης γνωρίζει την οντολογία, και τη χρησιμοποιεί ως μέρος της συνήθους χρήσης του πληροφοριακού συστήματος, όντας σε θέση να διατυπώνει ερωτήματα στο επιθυμητό επίπεδο εξειδίκευσης. Αν η οντολογία είναι αρκετά μεγάλη και «ανώτατου επιπέδου» όπως το WordNet [Miller, 1995] τότε μια άλλη χρησιμότητα, στο πλαίσιο μιας διεπαφής χρήστη, είναι η αποσύνδεση λεξιλογίου: ο χρήστης είναι ελεύθερος να υιοθετήσει τους δικούς του όρους φυσικής γλώσσας, οι οποίοι αντιστοιχίζονται (μετά από ένα πιθανό βήμα αποσαφήνισης) στο λεξιλόγιο του πληροφοριακού συστήματος με τη βοήθεια της οντολογίας.



Τα προγράμματα εφαρμογής ενός πληροφοριακού συστήματος συνήθως ενσωματώνουν γνώση μιας περιοχής η οποία για διάφορους λόγους δεν αποθηκεύεται ρητά στη βάση δεδομένων. Μέρος αυτής της γνώσης κωδικοποιείται στο στατικό μέρος του προγράμματος με τη μορφή δηλώσεων τύπου ή κλάσης, ενώ άλλα μέρη (όπως για παράδειγμα οι επιχειρησιακοί κανόνες) αποθηκεύονται στο διαδικαστικό μέρος του προγράμματος. Κατά τη φάση της ανάπτυξης, ένας προγραμματιστής μπορεί να δημιουργήσει το στατικό τμήμα ενός προγράμματος με τη βοήθεια μιας οντολογίας. Επιπλέον, οντολογίες ολοκληρωμένες με γλωσσικούς πόρους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη της ανάπτυξης αντικειμενοστρεφούς λογισμικού.

### **3.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ**

Πολλά από τα οφέλη των συστημάτων αναπαράστασης γνώσης εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδίασης μιας οντολογίας. Είναι γενικά αποδεκτό ότι δεν υπάρχει μόνο ένας σωστός τρόπος για την σχεδίαση μιας οντολογίας. Υπάρχουν διάφορες εναλλακτικές προσεγγίσεις. Για παράδειγμα, μπορεί κανείς να αναπτύξει διαφορετικά είδη οντολογίας ανάλογα με το επίπεδο της γενικότητας τους ή την ιεραρχία των κλάσεων τους. Η γενική πάντως παρατήρηση είναι ότι η ανάπτυξη μιας οντολογίας είναι απαραίτητως μια επαναληπτική διαδικασία.

Στο πρώτο βήμα αποφασίζεται για ποιο σκοπό πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε την οντολογία και το πόσο λεπτομερής ή γενική πρόκειται να είναι. Μεταξύ διάφορων εναλλακτικών λύσεων, θα πρέπει να καθορίσουμε ποια θα λειτουργούσε καλύτερα για το συγκεκριμένο στόχο, ποια θα είναι πιο επεκτάσιμη και πιο συντηρήσιμη. Πρέπει επίσης να σκεφτούμε ότι μια οντολογία είναι ένα πρότυπο της πραγματικότητας του κόσμου και οι έννοιες στην οντολογία πρέπει να απεικονίζουν αυτήν την πραγματικότητα. Από τη στιγμή που έχουμε καθορίσει μια αρχική έκδοση της οντολογίας, μπορούμε να την αξιολογήσουμε και να την διορθώσουμε με τη χρησιμοποίηση της σε εφαρμογές και σε μεθόδους επίλυσης προβλημάτων ή με

συζήτηση της με τους ειδικούς στον τομέα. Κατά συνέπεια, είναι σχεδόν σίγουρο ότι θα πρέπει να αναθεωρήσουμε την αρχική οντολογία. Αυτή η διαδικασία είναι επαναληπτική και θα συνεχιστεί πιθανώς κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής της οντολογίας.

Η επαναχρησιμοποίηση των υπάρχουσών οντολογιών μπορεί να είναι απαίτηση εάν το σύστημά μας πρέπει να αλληλεπιδράσει με άλλες εφαρμογές που χρησιμοποιούν ήδη συγκεκριμένες οντολογίες ή ελεγχόμενα λεξιλόγια. Πολλές οντολογίες είναι ήδη διαθέσιμες σε ηλεκτρονική μορφή και μπορούν να εισαχθούν σε περιβάλλοντα ανάπτυξης οντολογιών. Ο τρόπος αναπαράστασης μιας οντολογίας είναι ένα ζήτημα, παρόλα αυτά πολλά συστήματα αναπαράστασης γνώσης μπορούν να εισαγάγουν και να εξαγάγουν τις οντολογίες. Ακόμα κι αν ένα σύστημα αναπαράστασης γνώσης δεν μπορεί να λειτουργήσει άμεσα με ένα τρόπο αναπαράστασης, η μετάφραση μιας οντολογίας από ένα τρόπο αναπαράστασης σε ένα άλλο δεν είναι συνήθως δύσκολη υπόθεση.

### **3.3.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ**

Όταν επιλέγουμε πώς να αναπαραστήσουμε κάτι σε μία οντολογία, λαμβάνουμε κάποιες σχεδιαστικές αποφάσεις. Για να καθοδηγήσουμε και να αξιολογήσουμε τις αποφάσεις μας χρειαζόμαστε αντικειμενικά κριτήρια που βασίζονται στον σκοπό του προκύπτοντος αντικειμένου, παρά σε a priori έννοιες όπως της φυσικότητας ή της αλήθειας. Ο [Gruber, 1995] έχει εξάγει ένα σύνολο από κριτήρια σχεδιασμού για οντολογίες των οποίων ο σκοπός είναι η ανταλλαγή γνώσης και η διαλειτουργικότητα μεταξύ προγραμμάτων που βασίζονται σε μια κοινή αντίληψη (shared conceptualization).

Σαφήνεια: Μια οντολογία θα πρέπει να επικοινωνεί αποτελεσματικά το επιδιωκόμενο νόημα των καθορισμένων όρων. Οι ορισμοί πρέπει να είναι αντικειμενικοί. Παρόλο που το κίνητρο για τον ορισμό μιας έννοιας μπορεί να προκύψει από κοινωνικές καταστάσεις ή υπολογιστικές απαιτήσεις, ο ορισμός θα πρέπει να είναι ανεξάρτητος από το κοινωνικό ή υπολογιστικό πλαίσιο. Ο φορμαλισμός είναι ένα μέσο

για το σκοπό αυτό. Όταν ένας ορισμός μπορεί να δηλωθεί με λογικά αξιώματα, αυτό είναι το προφανές. Όπου είναι δυνατόν, ένας πλήρης ορισμός πρέπει να προτιμάται έναντι ενός μερικού ορισμού. Όλοι οι ορισμοί θα πρέπει να τεκμηριώνονται με φυσική γλώσσα.

Συνοχή: Μια οντολογία πρέπει να είναι συνεκτική: δηλαδή να εγκρίνει τα συμπεράσματα που συνάδουν με τους ορισμούς. Κατ' ελάχιστο, τα καθοριστικά αξιώματα θα πρέπει να είναι λογικά συνεπή. Η συνοχή θα πρέπει επίσης να ισχύει για τις έννοιες που ορίζονται ανεπίσημα, όπως αυτές που περιγράφονται στην τεκμηρίωση της φυσικής γλώσσας και σε αντίστοιχα παραδείγματα. Αν μια πρόταση που μπορεί να συναχθεί από τα αξιώματα έρχεται σε αντίθεση με ένα ορισμό ή παράδειγμα που δίνεται ανεπίσημα, τότε η οντολογία είναι δεν έχει συνοχή.

Επεκτασιμότητα: Μια οντολογία θα πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να προβλέπει τις χρήσεις του κοινόχρηστου λεξιλόγιου. Θα πρέπει να προσφέρει μια εννοιολογική βάση για μια σειρά αναμενόμενων εργασιών, και η αναπαράσταση θα πρέπει να είναι φτιαγμένη έτσι ώστε να μπορεί κανείς να επεκτείνει και να εξειδικεύσει την οντολογία όταν απαιτηθεί. Με άλλα λόγια, θα πρέπει να μπορεί κανείς να ορίσει νέους όρους για ειδικές χρήσεις με βάση το υπάρχον λεξιλόγιο, με τρόπο που δεν απαιτεί την αναθεώρηση των υφιστάμενων ορισμών.

Ελάχιστη μεροληψία κωδικοποίησης: Η εννοιολόγηση θα πρέπει να προσδιορίζεται στο επίπεδο γνώσης χωρίς να εξαρτάται από μια συγκεκριμένη κωδικοποίηση σε επίπεδο συμβόλου. Η μεροληψία κωδικοποίησης προκύπτει όταν οι επιλογές αναπαράστασης γίνονται καθαρά για την ευκολία της υλοποίησης. Η μεροληψία κωδικοποίησης πρέπει να ελαχιστοποιηθεί, επειδή οι πράκτορες ανταλλαγής γνώσεων μπορούν να υλοποιηθούν σε διαφορετικά συστήματα αναπαράστασης.

Ελάχιστη οντολογική δέσμευση: Μια οντολογία θα πρέπει να απαιτεί την ελάχιστη οντολογική δέσμευση που είναι επαρκής για την υποστήριξη της επιδιωκόμενης ανταλλαγής γνώσης. Μια οντολογία θα πρέπει από σχεδιασμού να κάνει όσο το δυνατόν λιγότερους ισχυρισμούς για τον κόσμο, επιτρέποντας στα μέρη που είναι

δεσμευμένα στην οντολογία την ελευθερία να εξειδικεύσουν και να δημιουργήσουν την οντολογία όπως απαιτείται. Αφού η οντολογική δέσμευση βασίζεται στη συνεπή χρήση λεξιλογίου, η οντολογική δέσμευση μπορεί να ελαχιστοποιηθεί προσδιορίζοντας την πιο αδύναμη θεωρία και ορίζοντας μόνο εκείνους τους όρους που είναι ουσιαστικοί για την επικοινωνία της γνώσης.

### **3.3.2 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

Στο [Noy, 2001b] αναφέρεται η βάση για την ανάπτυξη Οντολογιών και απαριθμούνται τα βήματα που εμπλέκονται στην ανάπτυξη τους.

1. Προσδιορισμός της περιοχής και του εύρους της Οντολογίας: Αυτό το βήμα θα πρέπει να καθορίσει την θεματική περιοχή που θα καλύψει η οντολογία, να καθορίσει τους τύπους ερωτήσεων για τους οποίους η οντολογία θα πρέπει να παρέχει απαντήσεις και να προσδιορίσει ποιοι θα είναι οι τελικοί χρήστες της οντολογίας.
2. Εξέταση για επαναχρησιμοποίηση υπαρχουσών Οντολογιών: Σε αυτό το βήμα θα πρέπει να προσδιοριστεί εάν το σχετικό σύστημα χρειάζεται να αλληλεπιδρά με άλλες εφαρμογές που έχουν ήδη 'δεσμευτεί' σε συγκεκριμένες Οντολογίες ή περιορισμένα λεξιλόγια (βιβλιοθήκη Ontolingua, βιβλιοθήκη DAML, κ.λπ.). Επιπλέον, αυτό το βήμα επαληθεύει εάν υπάρχει απαίτηση βελτίωσης και επέκτασης των υφιστάμενων οντολογιών για μια συγκεκριμένη περιοχή.
3. Καθορισμός βασικών όρων: Αυτό το βήμα θα πρέπει να προσδιορίσει τη λίστα με τους όρους που πρέπει να αναπαρασταθούν. Επιπλέον, θα πρέπει να προσδιορίσει τις ιδιότητες που περικλείονται στους όρους και την ερμηνεία τους.
4. Ορισμός κλάσεων: Σε αυτό το βήμα θα γίνει η επιλογή της διαδικασίας ανάπτυξης με τρεις πιθανές προσεγγίσεις: διαδικασία ανάπτυξης από πάνω προς τα κάτω (top-down) ξεκινώντας από τους πιο γενικούς εννοιολογικούς

όρους, διαδικασία ανάπτυξης από κάτω προς τα πάνω (bottom-up) ξεκινώντας με τους πιο συγκεκριμένους εννοιολογικούς όρους.

5. Ορισμός ιδιοτήτων κλάσεων: Αυτό το βήμα ξεκινά με τον ορισμό των κλάσεων και της εσωτερικής δομής τους (ιδιότητες) από τη λίστα που δημιουργήθηκε στο προηγούμενο βήμα. Επιπλέον, σε αυτό το βήμα γίνεται η οργάνωση των κλάσεων σε ιεραρχική δομή (Ταξονομία).

6. Καθορισμός του τύπου και εύρους τιμών: Σε αυτό το βήμα ορίζεται ο τύπος της τιμής κάθε ιδιότητας, οι επιτρεπόμενες τιμές, η πολλαπλότητα και άλλα χαρακτηριστικά που μπορεί να έχει η τιμή μιας ιδιότητας.

7. Δημιουργία στιγμιότυπων: Αυτό το βήμα αφορά τη δημιουργία στιγμιότυπων από τις κλάσεις της ιεραρχίας με την ακόλουθη σειρά: επιλογή κλάσης, δημιουργία στιγμιότυπου, ορισμός τιμών.

### **3.3.3 ΔΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ**

Σύμφωνα με τον Genesereth [Genesereth, 1987], το σώμα της γνώσης που είναι εκφρασμένη με τυπικό τρόπο βασίζεται στην αντίληψη εννοιών: αντικείμενα, έννοιες και άλλες οντότητες που υπάρχουν (ή υποθέτουμε ότι υπάρχουν) σε μια περιοχή ενδιαφέροντος και οι σχέσεις μεταξύ τους. Για τον Neches [Neches, 1991] μια οντολογία ορίζει τους βασικούς όρους και τις σχέσεις που περιλαμβάνουν το λεξιλόγιο μιας θεματικής περιοχής, καθώς και τους κανόνες για το συνδυασμό όρων και σχέσεων για τον ορισμό επεκτάσεων στο λεξιλόγιο. Οι συγκεκριμένοι ορισμοί υποδεικνύουν κατά κάποιο τρόπο και τις προδιαγραφές για τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να είναι δομημένη μία οντολογία.

Η γνώση σε μια οντολογία τυποποιείται χρησιμοποιώντας πέντε διαφορετικά δομικά στοιχεία : έννοιες, σχέσεις, συναρτήσεις, αξιώματα και αντικείμενα. [Corcho, 1999]:

- Οι *έννοιες* χρησιμοποιούνται με την ευρεία έννοια. Μπορούν να είναι αφηρημένες ή συγκεκριμένες, στοιχειώδεις ή σύνθετες. Μια έννοια μπορεί να είναι το οτιδήποτε για το οποίο μπορεί κάποιος να πει κάτι. Θα μπορούσε επίσης

να είναι η περιγραφή μιας εργασίας, μιας λειτουργίας, μιας δράσης, μιας στρατηγικής, μιας διαδικασίας συλλογισμού κλπ

- Οι *σχέσεις* αντιπροσωπεύουν ένα είδος αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε έννοιες της γνωστικής περιοχής. Ορίζονται με τυπικό τρόπο ως το υποσύνολο οποιουδήποτε καρτεσιανού γινομένου  $n$  συνόλων, δηλαδή:  $R: C_1 \times C_2 \times \dots \times C_n$ .
- Οι *συναρτήσεις* είναι μια ειδική περίπτωση σχέσεων, όπου το  $n$ -οστό στοιχείο της σχέσης είναι μοναδικό όταν τα πρώτα  $n-1$  είναι γνωστά. Τυπικά, οι συναρτήσεις ορίζονται ως εξής:  $F: C_1 \times C_2 \times \dots \times C_{n-1} \rightarrow C_n$ .
- Τα *αξιώματα* είναι προτάσεις που αληθεύουν πάντα.
- Τα *αντικείμενα* αντιπροσωπεύουν τα πραγματικά στιγμιότυπα των εννοιών που αναπαριστούν τη θεματική περιοχή.

### **3.3.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ**

Είναι γενικά αποδεκτό ότι δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός σωστός τρόπος για την κατασκευή οντολογιών. Επιπρόσθετα η κατασκευή μιας οντολογίας είναι απαραίτητως μια επαναληπτική διαδικασία.

Η ανάπτυξη μεθοδολογίας για την κατασκευή μιας οντολογίας στοχεύει στην παραγωγή οντολογιών που είναι χρησιμοποιήσιμες, επαναχρησιμοποιήσιμες και εύκολες στη συντήρηση. Η [Gómez-Pérez, 1999] διευκρίνισε ότι μια τέτοια μεθοδολογία αποτελείται από μεθόδους, τεχνικές, διαδικασίες και δραστηριότητες.

Στα πλαίσια της υιοθέτησης μιας μεθοδολογίας για την ανάπτυξη οντολογιών έχουν αναφερθεί διάφορες προσεγγίσεις [Corcho, 2003]. Το 1990, ο Lenat και ο Guha δημοσίευσαν τα γενικά βήματα [Lenat, 1990] και μερικά ενδιαφέροντα σημεία σχετικά με την ανάπτυξη του Cyc. Μερικά χρόνια αργότερα, το 1995, με βάση την εμπειρία που συγκεντρώθηκε στην ανάπτυξη της οντολογίας Enterprise Ontology [Uschold, 1995] και της οντολογίας του έργου TOVE (TOronto Virtual Enterprise) [Grüninger, 1995] (και τα δύο στον τομέα της μοντελοποίησης επιχειρήσεων), οι πρώτες κατευθυντήριες γραμμές προτάθηκαν και αργότερα βελτιώθηκαν στο [Uschold, 1996].

Στο 12ο Ευρωπαϊκό Συνέδριο για την Τεχνητή Νοημοσύνη (ECAI 96), παρουσιάστηκε [Bernaras, 1996] μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για την κατασκευή μιας οντολογίας στον τομέα των ηλεκτρικών δικτύων ως μέρος του έργου KACTUS [KACTUS, 1996]. Το ίδιο χρονικό διάστημα εμφανίστηκε και η μεθοδολογία METHODOLOGY [Gómez-Pérez, 1996] η οποία στην συνέχεια επεκτάθηκε σε μεταγενέστερες εργασίες. Το 1997, προτάθηκε μια νέα μέθοδος για την κατασκευή οντολογιών που βασίζεται στην οντολογία SENSUS [Swartout, 1997].

Όλες οι προηγούμενες μέθοδοι και μεθοδολογίες προτάθηκαν για την κατασκευή οντολογιών. Ωστόσο, στην παγκόσμια βιβλιογραφία υπάρχει πλήθος από μεθόδους και μεθοδολογίες που έχουν προταθεί για άλλες εργασίες, όπως είναι ο ανασχεδιασμός μιας οντολογίας [Gómez-Pérez, 1999], η εκμάθηση οντολογίας [Ausseau-Gilles, 2000], η αξιολόγηση οντολογίας [Guarino, 2000], η συγχώνευση οντολογίας [Noy, 2000], κ.λπ. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι πιο γνωστές μεθοδολογίες για την κατασκευή οντολογιών.

## **Cyc**

Ο κύριος στόχος των δημιουργών της Cyc υπήρξε η δημιουργία μιας τεράστιας βάσης γνώσης κοινής λογικής. Η Cyc μπορεί να αντιμετωπισθεί ως οντολογία, αφού ο στόχος της είναι να αποτελέσει το υπόβαθρο για την κατασκευή διαφόρων συστημάτων, καθώς και για την ολοκλήρωση και επικοινωνία τους.

Η μεθοδολογία Cyc ορίζει τα ακόλουθα βήματα [Lenat, 1990]:

1. Κωδικοποίηση της βασικής, ρητά ή έμμεσα εκφρασμένης γνώσης που μπορεί να αντληθεί από τις σχετικές πηγές χωρίς τη βοήθεια συστημάτων αυτόματης μάθησης ή επεξεργασίας ανθρώπινης γλώσσας.

2. Κωδικοποίηση γνώσης με τη βοήθεια εργαλείων αυτόματης μάθησης ή επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, τα οποία βασίζονται στην ήδη αποκτηθείσα γνώση από την πρώτη φάση. Η εκτέλεση αυτής της φάσης δεν ήταν εφικτή κατά την

ανάπτυξη της Cys λόγω της ανωριμότητας των απαιτούμενων τεχνολογιών, αλλά και μέχρι σήμερα δεν έχει εφαρμοστεί στην πράξη.

3. Σχεδόν πλήρης αυτοματοποίηση της συλλογής νέας γνώσης. Ο ανθρώπινος ρόλος θα περιοριστεί στην επιλογή κειμένων για επεξεργασία και στην επεξήγηση των πολυπλοκότερων τμημάτων τους.

Σε κάθε φάση προβλέπεται η εκτέλεση δύο δραστηριοτήτων. Η πρώτη αφορά την ανάπτυξη μιας οντολογίας αναπαράστασης γνώσης, η οποία περιέχει τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την μοντελοποίηση της γνώσης (κλάσεις, αντικείμενα, συναρτήσεις κλπ). Η δεύτερη αφορά την αναπαράσταση της γνώσης με χρήση αυτών των στοιχείων.

### **Μεθοδολογία Uschold και King (Enterprise Ontology)**

Η μεθοδολογία Uschold και King είναι αποτέλεσμα της εμπειρίας που αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της Enterprise Ontology [Uschold, 1995] που περιλαμβάνει ένα σύνολο οντολογιών για την μοντελοποίηση επιχειρήσεων.

Στα πλαίσια τη συγκεκριμένης μεθοδολογίας προτείνονται τα ακόλουθα βήματα [Fernandez-Lopez, 1999b]:

1. Αναγνώριση του σκοπού (purpose identification): Είναι σημαντικό να είναι ξεκάθαρος ο λόγος για τον οποίο κατασκευάζεται μια οντολογία και ποιοι είναι οι προτιθέμενοι χρήστες της.
2. Κατασκευή της οντολογίας (ontology build): Σε αυτό το βήμα γίνεται η σύλληψη (capture) της οντολογίας. Αναγνωρίζονται οι βασικές έννοιες και οι μεταξύ τους σχέσεις στο πεδίο ενδιαφέροντος. Δημιουργούνται σαφείς και μονοσήμαντοι ορισμοί κειμένου για αυτές τις έννοιες και τις σχέσεις και ορίζονται οι όροι που θα αναφέρονται σε αυτές. Στη συνέχεια γίνεται η κωδικοποίηση (coding) της γνώσης που αποκτήθηκε με χρήση τυπικής γλώσσας. Το βήμα ολοκληρώνεται με την Ολοκλήρωση (integration) υπάρχοντων οντολογιών. Εισάγεται το ερώτημα για το αν και με ποιο τρόπο



θα χρησιμοποιηθούν οντολογίες που προϋπάρχουν. Στην πραγματικότητα όμως δεν ορίζεται με σαφήνεια η διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί για την ολοκλήρωση.

3. Αξιολόγηση (evaluation): Αξιολόγηση των οντολογιών, του περιβάλλοντος ανάπτυξης οντολογιών, και των κειμένων τεκμηρίωσης, σε σχέση με ένα πλαίσιο αναφοράς.

4. Τεκμηρίωση (documentation): Τελική τεκμηρίωση των οντολογιών

Παρόλο που πρόκειται για την πρώτη μεθοδολογία που προτάθηκε για την ανάπτυξη οντολογιών, δεν περιγράφει επακριβώς τις τεχνικές και τις ενέργειες που πρέπει να ακολουθηθούν [Fernandez-Lopez, 1999].

### **Μεθοδολογία Grüninger και Fox (TOVE)**

Η μεθοδολογία Grüninger και Fox είναι αποτέλεσμα της εμπειρίας που αποκτήθηκε κατά τη διάρκεια ανάπτυξης της οντολογίας για το έργο TOVE [Grüninger, 1995] στον τομέα των επιχειρήσεων. Η μεθοδολογία εστιάζει πρώτα στην σύλληψη των απαιτήσεων της οντολογίας μέσω ανεπίσημων περιγραφών. Στη συνέχεια, η άτυπη περιγραφή μετατρέπεται σε επίσημη γλώσσα. Σενάρια κινήτρων χρησιμοποιούνται για την αποτύπωση της άτυπης επιδιωκόμενης σημασιολογίας που θα πρέπει εισαχθεί στην οντολογία.

Τα βήματα που προτείνονται είναι τα εξής:

1. Σύλληψη των σεναρίων κινήτρων (motivation scenarios capture): η ανάπτυξη των οντολογιών παρακινείται από σενάρια που εμφανίζονται στην εφαρμογή. Πρόκειται για προβληματικά σενάρια ή παραδείγματα που δεν έχουν αντιμετωπιστεί με τις υπάρχουσες οντολογίες. Ένα τέτοιο σενάριο επίσης παρέχει ένα σύνολο από διαισθητικά πιθανές λύσεις στα προβλήματα του σεναρίου. Αυτές οι λύσεις παρέχουν μία άτυπη σημασιολογία για τα αντικείμενα και τις σχέσεις τους που αργότερα θα συμπεριληφθούν στην οντολογία. Κάθε πρόταση για καινούργια οντολογία ή για προέκταση

υπάρχουσας θα πρέπει να περιγράφει ένα ή περισσότερα σενάρια κινήτρων καθώς και το σύνολο των προτιθέμενων λύσεων για τα προβλήματα που παρουσιάζονται στα σενάρια.

2. **Τυποποίηση των άτυπων ερωτημάτων επάρκειας (formulation of competency questions):** Τα σενάρια που έχουν δημιουργηθεί στο προηγούμενο βήμα μπορούν να θεωρηθούν ως απαιτήσεις εκφραστικότητας που έχουν τη μορφή ερώτησης. Μία οντολογία πρέπει να μπορεί να απαντήσει σε αυτές τις ερωτήσεις χρησιμοποιώντας την ορολογία της, και να μπορεί να χαρακτηρίσει τις αντίστοιχες απαντήσεις χρησιμοποιώντας τα αξιώματα και τους ορισμούς της. Σε αυτό το στάδιο οι ερωτήσεις επάρκειας δεν έχουν εκφραστεί στην τυπική γλώσσα της οντολογίας. Οι ερωτήσεις επάρκειας τοποθετούνται σε ιεραρχία έτσι ώστε η απάντηση σε μία ερώτηση να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να απαντηθούν πιο γενικές ερωτήσεις από την ίδια ή από άλλη οντολογία, με το μηχανισμό της σύνθεσης και αποσύνθεσης. Αυτός είναι ένας τρόπος και για την επαναχρησιμοποίηση και ενοποίηση των οντολογιών. Οι ερωτήσεις παίζουν περισσότερο το ρόλο των περιορισμών για το τι μπορεί να περιγράψει μία οντολογία και δεν καθορίζουν ένα συγκεκριμένο σχεδιασμό και τις αντίστοιχες οντολογικές δεσμεύσεις. Δεν υπάρχει μία μοναδική οντολογία που να είναι συνδεδεμένη με ένα σύνολο από ερωτήσεις επάρκειας. Αντίθετα, οι ερωτήσεις επάρκειας χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των οντολογικών δεσμεύσεων και του αν αυτές τηρούνται από την οντολογία.
3. **Ορισμός της ορολογίας της οντολογίας με τυπική γλώσσα (Ontology specification with formal language).** Το βήμα αυτό χωρίζεται σε δύο μικρότερα. Το πρώτο είναι η αναζήτηση είναι η εξαγωγή της άτυπης ορολογίας. Από τις άτυπες ερωτήσεις επάρκειας που δημιουργήθηκαν στο προηγούμενο βήμα εξάγεται το σύνολο των όρων.. Αυτοί οι όροι αποτελούν την βάση για τον ορισμό της ορολογίας σε μία τυπική γλώσσα. Το δεύτερο

βήμα είναι ο ορισμός της τυπικής ορολογίας. Αφού έχουν διατυπωθεί οι άτυπες ερωτήσεις επάρκειας, η ορολογία της οντολογίας ορίζεται με τη χρήση μίας τυπικής γλώσσας όπως είναι η KIF [Genesereth, 1991]. Αυτή η ορολογία θα επιτρέψει να εκφραστούν οι ορισμοί και οι περιορισμοί αργότερα με τη χρήση αξιωμάτων.

4. Τυποποίηση των τυπικών ερωτήσεων επάρκειας με τη χρήση της ορολογίας της οντολογίας. Αφού οι ερωτήσεις επάρκειας έχουν διατυπωθεί με άτυπο τρόπο και η ορολογία της οντολογίας έχει οριστεί, οι ερωτήσεις επάρκειας ορίζονται τώρα με τυπικό τρόπο.
5. Καθορισμός αξιωμάτων και ορισμών για τους όρους της οντολογίας με τυπική γλώσσα. Τα αξιώματα καθορίζουν τους ορισμούς των όρων της οντολογίας και περιορίζουν την ερμηνεία τους. Ορίζονται ως πρώτης τάξης (first order) προτάσεις που χρησιμοποιούν αξιώματα για να ορίσουν τους όρους και τους περιορισμούς για τα αντικείμενα της οντολογίας. Εάν τα προτεινόμενα αξιώματα δεν επαρκούν για να αναπαραστήσουν τις τυπικές ερωτήσεις επάρκειας και να χαρακτηρίσουν τις απαντήσεις των ερωτήσεων, τότε πρέπει να προστεθούν συμπληρωματικά αξιώματα ή αντικείμενα στην οντολογία. Η ανάπτυξη των αξιωμάτων για την οντολογία με βάση τις ερωτήσεις επάρκειας είναι μία επαναληπτική διαδικασία.
6. Καθορισμός πλαισίου για την αξιολόγηση της πληρότητας της οντολογίας (ontology completeness). Όταν οι ερωτήσεις επάρκειας έχουν και τυπικά οριστεί, πρέπει να οριστούν οι συνθήκες κάτω από τις οποίες οι απαντήσεις στις ερωτήσεις είναι επαρκείς.

## **METHODOLOGY**

Η μεθοδολογία METHODOLOGY δημιουργήθηκε στο εργαστήριο Τεχνητής Νοημοσύνης στο

Πολυτεχνείο της Μαδρίτης με στόχο την κατασκευή οντολογιών είτε από την αρχή με την επαναχρησιμοποίηση άλλων οντολογιών ή με μια διαδικασία ανασχεδιασμού τους. Το σύστημα της METHODOLOGY [Gómez-Pérez, 1998], [Fernandez-Lopez, 1997] επιτρέπει την κατασκευή οντολογιών σε επίπεδο γνώσης και περιλαμβάνει: τον καθορισμό της διαδικασίας ανάπτυξης της οντολογίας, ένα κύκλο ζωής που βασίζεται στα εξελισσόμενα πρότυπα, και τεχνικές για την διεκπεραίωση κάθε ενέργειας.

### **Διαδικασία Ανάπτυξης**

Η διαδικασία ανάπτυξης [Fernandez-Lopez, 1997] ορίζει ποιες δραστηριότητες εκτελούνται κατά την κατασκευή μιας οντολογίας. Ειδικά σε περιπτώσεις που πρέπει να επιτευχθεί συμφωνία για τις οντολογίες που πρόκειται να κατασκευαστούν από γεωγραφικά απομακρυσμένες ομάδες, οι διαδικασίες αυτές πρέπει να είναι καλά ορισμένες για να διασφαλιστεί το επίπεδο ορθότητας και πληρότητας.

Προκειμένου να αποφευχθεί μία άναρχη κατασκευή της οντολογίας προτείνεται να ακολουθούνται οι ακόλουθες ενέργειες:

- **Διαχείριση έργου:** Περιλαμβάνει το σχεδιασμό, τον έλεγχο και τη διασφάλιση ποιότητας. Ο σχεδιασμός, προσδιορίζει ποιες εργασίες θα εκτελεστούν, πώς θα είναι οργανωμένες, πόσος χρόνος και ποιοι πόροι απαιτούνται για την ολοκλήρωσή τους. Ο έλεγχος εγγυάται ότι οι προγραμματισμένες εργασίες ολοκληρώνονται με τον τρόπο που προορίζονταν να εκτελεστούν. Τέλος, η διασφάλιση ποιότητας εξασφαλίζει ότι η ποιότητα του καθενός προϊόντος που εξάγεται (οντολογία, λογισμικό και τεκμηρίωση) είναι ικανοποιητική.
- **Ανάπτυξη:** Οι ενέργειες που προσανατολίζονται στην ανάπτυξη περιλαμβάνουν τον καθορισμό προδιαγραφών, τον εννοιολογικό σχεδιασμό, την τυποποίηση, την ανάπτυξη και τη συντήρηση. Κατά τον καθορισμό των προδιαγραφών διευκρινίζονται ο σκοπός της κατασκευής της οντολογίας, οι προβλεπόμενες χρήσεις της και οι τελικοί χρήστες. Ο εννοιολογικός

σχεδιασμός δομεί τη γνώση της περιοχής με τη μορφή μοντέλων στο επίπεδο γνώσης. Η τυποποίηση μετασχηματίζει το εννοιολογικό μοντέλο σε ένα τυπικό (formal) μοντέλο. Η υλοποίηση δημιουργεί υπολογιστικά μοντέλα σε μια γλώσσα προγραμματισμού. Τέλος, η συντήρηση αφορά ενημερώσεις και διορθώσεις στην οντολογία.

- **Υποστήριξη:** Πρόκειται για ενέργειες που εκτελούνται ταυτόχρονα με τις ενέργειες ανάπτυξης. Περιλαμβάνουν την απόκτηση γνώσεων, την αξιολόγηση, την ολοκλήρωση, τη τεκμηρίωση και τη διαμόρφωση. Η απόκτηση γνώσης αφορά την κατάκτηση της γνώσης μια συγκεκριμένης περιοχής. Η αξιολόγηση αξιολογεί τεχνικά τις οντολογίες, το λογισμικό που σχετίζεται με αυτές, βάσει ενός πλαισίου αναφοράς, σε κάθε φάση του κύκλου ζωής. Η ολοκλήρωση είναι απαραίτητη κατά την κατασκευή μιας νέας οντολογίας με επαναχρησιμοποίηση άλλων οντολογιών που είναι ήδη διαθέσιμες. Λεπτομερής τεκμηρίωση, ξεκάθαρη και εξαντλητική, πρέπει να υπάρχει για όλες τις φάσεις και για όλα τα προϊόντα που ολοκληρώνονται. Η ενέργεια διαμόρφωσης καταγράφει όλες τις εκδόσεις της τεκμηρίωσης και του λογισμικού για τον έλεγχο των αλλαγών.

### **Κύκλος ζωής**

Ο κύκλος ζωής στη μεθοδολογία METHODOLOGY προσδιορίζει το σύνολο των σταδίων μέσω των οποίων κινείται η οντολογία κατά τη διάρκεια της ζωής της. Περιγράφει τις δραστηριότητες που θα εκτελεστούν σε κάθε στάδιο και πώς σχετίζονται τα στάδια μεταξύ τους. Ο κύκλος ζωής μιας οντολογίας πρέπει να βασίζεται σε εξελισσόμενα πρωτότυπα.

### **KACTUS**

Η μεθοδολογία KACTUS είναι αποτέλεσμα της εμπειρίας που αποκτήθηκε κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του έργου KACTUS [KACTUS, 1996]. Ένας από τους στόχους του KACTUS ήταν να διερευνήσει την εφικτότητα επαναχρησιμοποίησης γνώσεων σε

πολύπλοκα τεχνικά συστήματα και το ρόλο των οντολογιών για την υποστήριξη αυτής της διαδικασίας.

Η προσέγγιση στην ανάπτυξη οντολογιών που ακολουθεί είναι ότι κάθε φορά που αναπτύσσεται μια εφαρμογή τότε κατασκευάζεται και η αντίστοιχη οντολογία. Η οντολογία αυτή μπορεί να αναπτυχθεί με την επαναχρησιμοποίηση άλλων αλλά και η ίδια να ενσωματωθεί σε οντολογίες μεταγενέστερων εφαρμογών.

Για την ανάπτυξη μιας νέας εφαρμογής γίνονται τα ακόλουθα βήματα:

1. Ορισμός προδιαγραφών. Παρέχει το πλαίσιο (context) της εφαρμογής και μία εικόνα για τα συστατικά της εφαρμογής που θα μοντελοποιηθούν.
2. Πρώιμος σχεδιασμός. Γίνεται βάσει των σχετικών οντολογικών κατηγοριών υψηλού επιπέδου, όπου ο κατάλογος των όρων και των εργασιών που αναπτύχθηκε κατά την προηγούμενη φάση χρησιμοποιείται ως δεδομένο εισόδου για τη λήψη πολλών όψεων του συνολικού μοντέλου σύμφωνα με το ανώτατο οντολογικό επίπεδο.
3. Τελειοποίηση οντολογίας. Σκοπός είναι η κατάληξη στον οριστικό σχεδιασμό. Αρχές όπως αυτές της ελάχιστης σύζευσης (minimum coupling) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διασφαλίσουν ότι τα δομικά στοιχεία είναι συνεπή, ομοιογενή και δεν έχουν μεγάλη εξάρτηση μεταξύ τους.

### **3.3.5 ΠΡΟΤΥΠΑ**

Ένα μέρος των προδιαγραφών της FIPA [FIPA 98, 1998] εξετάζει τεχνολογίες που επιτρέπουν στους πράκτορες να διαχειριστούν οντολογίες. Περιγράφει μια υπηρεσία οντολογίας που παρέχεται σε μια κοινότητα πρακτόρων από έναν εξειδικευμένο πράκτορα που αποκαλείται Πράκτορας Οντολογίας (Ontology Agent).

### **3.3.6 ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ**

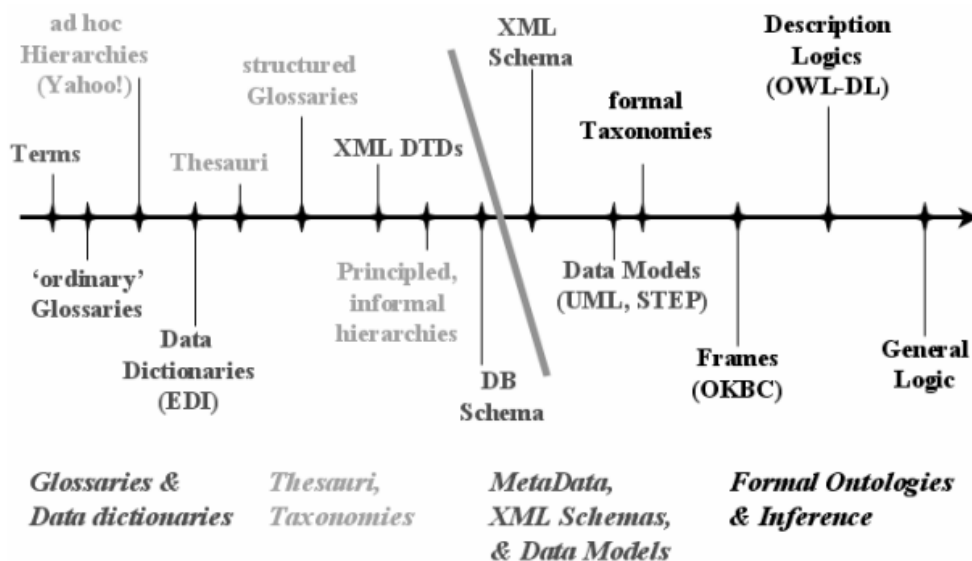
Τα συστήματα βιβλιοθηκών οντολογίας είναι ένα σημαντικό εργαλείο στην ομαδοποίηση και την αναδιοργάνωση των οντολογιών για την περαιτέρω επαναχρησιμοποίηση, την ολοκλήρωση, τη συντήρηση και τη χαρτογράφηση τους.

Ένα σύστημα βιβλιοθηκών οντολογίας είναι ένα σύστημα βιβλιοθηκών που προσφέρει τις απαραίτητες λειτουργίες για τη διαχείριση, την προσαρμογή και την τυποποίηση των ομάδων οντολογιών [Ding, 2001]. Έχει σκοπό να εκπληρώσει τις ανάγκες για την επαναχρησιμοποίηση των οντολογιών. Από αυτή την άποψη, ένα σύστημα βιβλιοθηκών οντολογίας πρέπει να είναι ευπρόσιτο και να προσφέρει υποστήριξη για την επαναχρησιμοποίηση των υπάρχουσών οντολογιών και την τυποποίηση τους, παρέχοντας οντολογίες υψηλού επιπέδου που βασίζονται σε πρότυπες γλώσσες αναπαράστασης.

Τα σημαντικότερα συστήματα βιβλιοθηκών οντολογίας είναι τα εξής: WebOnto [Domingue, 1996] (Knowledge Media Institute, Open University, UK), Ontolingua [Gruber, 1991], [Farquhar, 1996] (Knowledge Systems Laboratory, Stanford University, USA), DAML Ontology library system (DAML, DAPAR, USA), SHOE (University of Maryland, USA) [Luke, 1996], [Luke, 1997].

### **3.3.7 ΓΛΩΣΣΕΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ**

Το στοιχείο που διακρίνει τις διαφορετικές προσεγγίσεις στις οντολογίες είναι ο τρόπος προσδιορισμού της σημασίας των όρων. Αυτό γεννά ένα είδος συνέχειας στον προσδιορισμό των ειδών οντολογιών [Uschold, 2004]. Στο ένα άκρο, έχουμε πολύ ελαφριές οντολογίες που αποτελούνται μόνο από όρους με ελάχιστες έως καθόλου προδιαγραφές για την ερμηνεία των όρων. Στο άλλο άκρο του φάσματος έχουμε αυστηρά τυποποιημένες λογικές θεωρίες που αναφέρονται στις οντολογίες. Όσο πάμε από το ένα άκρο στο άλλο, ο βαθμός τυπικότητας αυξάνεται (μειώνοντας έτσι την ασάφεια) καθώς και η υποστήριξη για αυτοματοποιημένη συλλογιστική (automated reasoning).



### Σχήμα 9 Είδη Οντολογιών βάσει του τρόπου αναπαράστασης [Ushold, 2004]

Κατά την επιλογή μιας γλώσσας αναπαράστασης για οντολογίες δεν αρκεί να εξεταστεί μόνο η ευκολία με την οποία η γλώσσα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει μια θεματική περιοχή. Είναι επίσης απαραίτητο να εξεταστούν οι τύποι αυτοματοποιημένων συλλογισμών που μπορεί να απαιτηθούν για τις οντολογίες. Υπάρχει μια αντίφαση μεταξύ της δύναμης αναπαράστασης ενός φορμαλισμού και του πόσο εύκολα διαχειρίσιμος είναι [Levesque, 1985].

Οι οντολογίες όπως αναφέρθηκε ήδη, μπορούν να υπάρξουν σε διάφορα επίπεδα πολυπλοκότητας:

- Ένα ελεγχόμενο λεξιλόγιο είναι μια οντολογία που απαριθμεί απλά ένα σύνολο όρων.
- Μια ταξινόμια είναι ένα σύνολο όρων που τοποθετούνται σε μια ιεραρχία από τον πιο γενικό στον πιο ειδικό. Μια ταξινόμια δεν καθορίζει τις ιδιότητες αυτών των όρων, ούτε καθορίζει τις σχέσεις μεταξύ των όρων.
- Ένα αντικειμενοστραφές σχήμα βάσεων δεδομένων καθορίζει μια ιεραρχία κλάσεων, τις ιδιότητες και τις σχέσεις μεταξύ τους.



- Ένα σύστημα αναπαράστασης γνώσης βασισμένο στην πρώτου βαθμού (first-order) λογική, μπορεί να εκφράσει όλες τις προηγούμενες σχέσεις, καθώς επίσης και την άρνηση και την αποσύνδεση.

Η διαφορές μεταξύ οντολογιών και σχημάτων βάσεων δεδομένων περιγράφεται στο [Klein, 2000]. Συνοπτικά:

- Μια γλώσσα για την αναπαράσταση των οντολογιών είναι συντακτικά και σημασιολογικά πλουσιότερη από τις συνήθεις προσεγγίσεις για βάσεις δεδομένων.
- Οι πληροφορίες που περιγράφονται από μια οντολογία είναι ημι-δομημένα κείμενα φυσικής γλώσσας και όχι πληροφορίες με τη μορφή πεδίου.
- Μια οντολογία πρέπει να είναι μια κοινά αποδεκτή ορολογία επειδή χρησιμοποιείται για τη την ανταλλαγή γνώσης.
- Μια οντολογία παρέχει τη θεωρία περιοχής γνώσης και όχι τη δομή ενός αποθηκευτικού χώρου δεδομένων.

Οι γλώσσες αναπαράστασης οντολογιών μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι οι κλασικές γλώσσες. Είναι γλώσσες που βασίζονται στη λογική κατηγορήματος πρώτης τάξης (first-order predicate logic ) (KIF, CycL), γλώσσες που βασίζονται σε πλαίσια (Ontolingua, F-logic και OCML), γλώσσες που βασίζονται στη λογική περιγραφής (DL) και άλλες. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις γλώσσες που βασίζονται σε πρότυπα Διαδικτύου (web standards).

### **Γλώσσες που βασίζονται σε Predicate Logic**

Η CycL και η KIF [Genesereth, 1991] είναι αντιπρόσωποι των fist order predicate γλωσσών.

Η CycL έχει αναπτυχθεί για το πρόγραμμα Cyc [Lenat, 1990] με σκοπό να περιγράψει μία μεγάλη οντολογία που έπρεπε να αναπτυχθεί στα πλαίσια του προγράμματος. Η σύνταξη του CycL εκφράζει έναν αριθμό επεκτάσεων στη λογική

κατηγορήματος πρώτης τάξης. Περιλαμβάνει ένα μηχανισμό σχολιασμού που επιτρέπει τη διαφοροποίηση μεταξύ της γνώσης που περιλαμβάνει μια έννοια και της γνώσης σχετικά με τον όρο που εκφράζει την έννοια. Κύρια χαρακτηριστικά είναι η ύπαρξη ποσοτικοποίησης για τα κατηγορήματα, οι συναρτήσεις και οι προτάσεις. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα τα κατατηγορήματα να έχουν ως τιμές κατηγορήματα.

Η KIF (Knowledge Interchange Format) είναι μια γλώσσα ανταλλαγής γνώσης που σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιηθεί στην ανταλλαγή γνώσης μεταξύ διαφορετικών υπολογιστικών συστημάτων και να λύσει το πρόβλημα της ετερογένειας της αναπαράστασης. Επιτρέπει τον καθορισμό οντοτήτων, συναρτήσεων και σχέσεων. Η KIF έχει δηλωτική σημασιολογία και επιτρέπει την αναπαράσταση μεταγνώσης και μη μονοτονικών κανόνων συλλογισμού.

### **Γλώσσες που βασίζονται σε πλαίσια**

Οι προσεγγίσεις που βασίζονται σε πλαίσια [Kifer,1995] και σε αντικείμενα έχουν διαφορετική προσέγγιση. Οι βασικές οντότητές τους είναι οι κλάσεις (ή τα πλαίσια) οι οποίες έχουν κάποια χαρακτηριστικά. Δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα γλωσσών που βασίζονται σε πλαίσια είναι η Ontolingua [Farquhar, 1996] και η FLogic [Kifer, 1995].

Η Ontolingua είναι βασισμένη στη γλώσσα KIF και στην οντολογία Frame Ontology [Gruber, 1993]. Επιτρέπει τη δημιουργία οντολογιών ακολουθώντας τρεις τρόπους: (1) χρησιμοποιώντας αποκλειστικά το λεξιλόγιο της Frame Ontology (τα αξιώματα δεν μπορούν να αναπαρασταθούν) (2) χρησιμοποιώντας εκφράσεις KIF. (3) χρήση και των δύο γλωσσών ταυτόχρονα.

Η FLogic είναι μια σαφής γλώσσα, που αντιμετωπίζει με περιγραφικό και ευανάγνωστο τρόπο τις περισσότερες δομικές έννοιες του αντικειμενοστραφούς και του βασισμένου σε πλαίσια μοντέλου. Υποστηρίζει κληρονομικότητα, πολυμορφισμό, σύνθετα αντικείμενα, απομόνωση (encapsulation) και άλλα χαρακτηριστικά.

## **Description Logics**

Οι γλώσσες αναπαράστασης που βασίζονται σε λογικές περιγραφές (Description Logics) είναι μια οικογένεια γλωσσών αναπαράστασης γνώσης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναπαραστήσουν τη γνώση ενός τομέα εφαρμογής με έναν δομημένο και τυπικά καλά κατανοητό τρόπο. Περιγράφουν τη γνώση από την μεριά των εννοιών και των περιορισμών ρόλου και χρησιμοποιούνται για να παράγουν αυτόματα τις ταξονομίες. Προκύπτουν από την εργασία που έχει γίνει πάνω στα σημασιολογικά δίκτυα και καθορίζουν μια επίσημη και λειτουργική σημασιολογία για αυτά. Τα πιο χαρακτηριστικά υλοποιημένα συστήματα είναι τα BACK [Peltason, 1991], CLASSIC [Patel-Schneider, 1991], CRACK [Bresciani, 1995], K-REP [Mays, 1991], KL-ONE [Brachman, 1985], KRIS [Baader, 1991], LOOM [MacGregor, 1991].

## **Web Standards**

Ο παγκόσμιος ιστός σημειώνει συνεχώς μιας εκρηκτική ανάπτυξη. Η ποσότητα πληροφορίας που είναι αποθηκευμένη και διακινείται σε συνεχή βάση είναι τεράστια. Σε αυτό το πλαίσιο, οι οντολογίες φαίνεται ότι μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο, δίνοντας «νόημα» στα δεδομένα του ιστού, αφού έχουν τη δυνατότητα να κωδικοποιήσουν τη σημασιολογία τους και να επιτρέψουν έτσι την ανταλλαγή γνώσης ανάμεσα σε ετερογενή συστήματα. Για τις εφαρμογές διαδικτύου είναι σημαντικό να υπάρξει μια γλώσσα με μια τυποποιημένη σύνταξη.

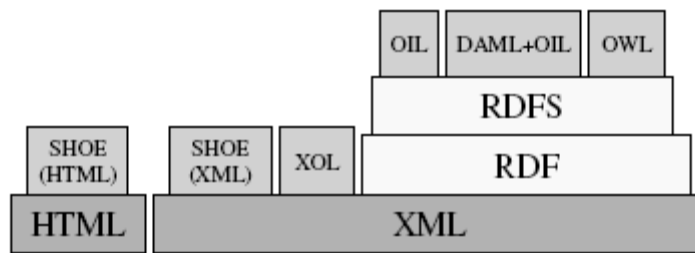
Η XML (eXtensible Markup Language) [Bray, 1998], μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τον ορισμό οντολογιών. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται εξαιρετικά μεγάλη αναγνωσιμότητα, αφού ο χρήστης χρησιμοποιεί ένα υπάρχον, διαδεδομένο πρότυπο και δεν χρειάζεται να μάθει μια νέα γλώσσα. Τα δομικά υλικά μιας οντολογίας μπορούν να οριστούν με χρήση DTD ή XSD, ενώ η περιγραφή της οντολογίας μπορεί να μεταδοθεί σε XML μέσω του παγκόσμιου ιστού χωρίς προβλήματα κωδικοποίησης, ασφαλείας κλπ. Από την άλλη, ο, από σχεδιασμού, ημι-δομημένος χαρακτήρας της XML καθιστά δύσκολη την αναζήτηση οντολογικών όρων σε ένα έγγραφο.

Επειδή η XML [Bray, 1998] προκύπτει να είναι η τυποποιημένη γλώσσα για την ανταλλαγή δεδομένων στο διαδίκτυο, είναι επιθυμητό να γίνεται ανταλλαγή οντολογιών που χρησιμοποιούν σύνταξη σε XML, απλοποιώντας έτσι την συγγραφή προγραμμάτων γραμματικής ανάλυσης (parsers) . Αυτή η απαίτηση οδηγεί στην υλοποίηση γλωσσών που βρίσκονται πάνω από την XML, και είναι βασισμένες σε αυτή. Παραδείγματα τέτοιων γλωσσών περιλαμβάνουν το SHOE, τη γλώσσα XOL [Karr, 1999], την OML, την CKML, και την RDFS. Όλες αυτές οι υλοποιήσεις χρησιμοποιούν τη σύνταξη XML, αλλά με ελαφρώς διαφορετικά ονόματα ετικετών.

Η RDF [Klyne, 2004] και η RDFS [Brickley, 2004] είναι γλώσσες που χρησιμοποιούνται ήδη. Η RDF παρέχει το μηχανισμό για τη προσθήκη σημασιολογίας σε ένα έγγραφο χωρίς να χρειάζεται να γίνουν υποθέσεις για τη δομή του εγγράφου. Η εκφραστική όμως δυνατότητα της RDF και της RDFS φαίνεται να είναι περιορισμένη: η RDF περιορίζεται σε δυαδικά ground predicates, ενώ η RDFS περιορίζεται σε μία ιεραρχία υπό-κλάσεων και μία ιεραρχία ιδιοτήτων (properties), με ορισμούς για αυτές τις ιδιότητες που αφορούν την περιοχή (domain) και το εύρος (range).

Η ομάδα εργασίας της W3C πάνω σε θέματα οντολογιών στο διαδίκτυο, όρισε μία σειρά από χαρακτηριστικά σενάρια τα οποία απαιτούν μεγαλύτερη εκφραστικότητα από αυτή που παρέχει η RDF και η RDFS. Στα πλαίσια αυτά δημιουργήθηκε μια νέα πιο πλούσια γλώσσα η OIL [Horrocks, 2000] που επεκτείνει την RDF [Lassila, 1999] και στη συνέχεια η διάδοχος η DAML+OIL [Horrocks, 2002], που αναπτύχθηκε από κοινού από μια ομάδα ευρωπαίων και αμερικανικών επιστημόνων. Η DAML+OIL αποτέλεσε τη βάση για τη δημιουργία γλώσσας OWL [Dean, 2004] της W3C που φιλοδοξεί να γίνει η τυποποιημένη γλώσσα που θα χρησιμοποιείται καθολικά στο σημασιολογικό διαδίκτυο [Antonίου, 2005].

Στο Σχήμα 10 φαίνονται οι γλώσσες αναπαράστασης οντολογιών που απευθύνονται στο διαδίκτυο και η συσχέτιση μεταξύ τους.



**Σχήμα 10 Η σωρός των διαδικτυακών γλωσσών οντολογιών [Corcho, 2003]**

### **3.3.8 ΕΡΓΑΛΕΙΑ**

Τα τελευταία χρόνια, έχει εμφανιστεί ένας μεγάλος αριθμός εργαλείων για την κατασκευή και τη χρήση οντολογιών. Η υποστήριξη των εργαλείων αυτών είναι πραγματικά σημαντική τόσο για τη διαδικασία ανάπτυξης μιας οντολογίας όσο και για τη χρήση της οντολογίας από διαφορετικού τύπου εφαρμογές.

#### **Εργαλεία Ανάπτυξης**

Αυτή η ομάδα περιλαμβάνει τα εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη μιας νέας οντολογίας από την αρχή ή με επαναχρησιμοποίηση των υπάρχουσών οντολογιών. Εκτός από την λειτουργία της επεξεργασίας και της πλοήγησης, αυτά τα εργαλεία περιλαμβάνουν συνήθως λειτουργίες όπως είναι η τεκμηρίωση της οντολογίας, η εξαγωγή της οντολογίας, η εισαγωγή οντολογιών με διαφορετικές μορφές αναπαράστασης, η δημιουργία γραφικών απόψεων των οντολογιών, η ύπαρξη βιβλιοθηκών οντολογιών, κλπ.

Ο κατάλογος των εργαλείων ανάπτυξης οντολογιών είναι αρκετά μεγάλος. Θα γίνει αναφορά μόνο σε αυτά που πληρούν τα περισσότερα από τα ακόλουθα κριτήρια [Escórcio, 2007].

- είναι εύρωστα και έτοιμα να χρησιμοποιηθούν
- είναι λογισμικού ανοιχτού κώδικα
- παρέχουν υποστήριξη για τις περισσότερες ενέργειες που αφορούν την ανάπτυξη οντολογιών

- υποστηρίζουν το Resource Description Framework (RDF), το Resource Description Framework Schema (RDFS) και τη γλώσσα οντολογιών για το web (OWL).
- Παρέχουν περιβάλλον για πολλαπλές οντολογίες
- Προσφέρουν περιβάλλον βασισμένο σε εξυπηρετητή για έλεγχο συνέπειας
- Προσφέρουν εύκολη δημιουργία και διαχείριση μέσω γραφικού περιβάλλοντος
- Προσφέρουν εργαλείο ανάπτυξης ερωτημάτων
- Υποστηρίζουν συγκεκριμένη μεθοδολογία
- Υποστηρίζουν τη διαχείριση αξιωμάτων και κανόνων
- Υποστηρίζουν την ανάπτυξη και επέκταση μεγάλης κλίμακας οντολογιών
- Υποστηρίζουν εκδόσεις (versioning)
- Προάγουν την εύκολη και γρήγορη πλοήγηση μεταξύ των εννοιών
- Προσφέρουν τεκμηρίωση

Με βάση τα παραπάνω διακρίνουμε τα ακόλουθα εργαλεία ανάπτυξης οντολογιών: Protégé [Noy, 2001], OntoEdit [Sure, 2002], DOE (Differential Ontology Editor), IsaViz, Ontolingua, Altova SemanticWorks 2006, OilEd, WebODE, pOWL και SWOOP.

Ο ακόλουθος πίνακας (Πίνακας 4) παρουσιάζει συνοπτικά τις δυνατότητες των εργαλείων ανάπτυξης οντολογιών βάση των χαρακτηριστικών τους που θεωρούνται πιο σημαντικά για την επιλογή τους [Escórcio, 2007].

Χαρακτηριστικά	DOE	IsaViz	Ontolingua	Semantic Works 2006	OilED	SWOOP	pOWL	WebODE
Εκδόσεις	X	X	X	X	X	✓	X	X
Γραφική Ταξονομία για έννοιες	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Γραφικό δέντρο	X	✓	✓	✓	✓	X	X	✓
Ανάπτυξη οντολογιών μεγάλης κλίμακας	X	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓

Εργαλείο ανάπτυξης ερωτημάτων	X	X	X	X	X	X	✓	X
Πολύγλωσσο/διαισθητικό GUI	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Έλεγχος συνέπειας	X	X	X	X	✓	X	✓	✓
OWL συντάκτης	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓

**Πίνακας 4 Χαρακτηριστικά εργαλείων ανάπτυξης οντολογιών [Escórcio, 2007]**

### Εργαλεία Συσχέτισης

Τα εργαλεία συσχέτισης έχουν εμφανιστεί για να λύσουν το πρόβλημα της συγχώνευσης και της ολοκλήρωσης διαφορετικών οντολογιών στην ίδια περιοχή και να προάγουν τη δια-λειτουργικότητα.

Τη συσχέτιση οντολογιών μπορούμε να τη διαχωρίσουμε στις ακόλουθες κατηγορίες:

1. Συσχέτιση ανάμεσα σε μία καθολική ολοκληρωμένη οντολογία και σε τοπικές οντολογίες. Σε αυτήν την κατηγορία μπορούμε να διακρίνουμε τα ακόλουθα εργαλεία:
  - a. LSD (Learning Source Description) [Doan, 2003a]
  - b. MOMIS (Mediator Environment for Multiple Information Sources) [Beneventano, 2003]
2. Συσχέτιση ανάμεσα σε τοπικές οντολογίες.
  - a. GLUE [Doan, 2003b]
  - b. CTXMATCH [Bouquet, 2003]
  - c. MAFRA [Silva, 2003]
  - d. LOM (Lexicon-based Ontology Mapping) [Li, 2004]
  - e. QOM (Quick Ontology Mapping) [Ehrig, 2004]
  - f. ONION (ONtology compositiON system) [Mitra, 2002]
3. Συσχέτιση κατά τη συγχώνευση και τακτοποίηση (alignment)

- a. PROMPT [Noy, 2003]
- b. OntoMorph [Chalupsky, 2000]
- c. FCA-Merge [Stumme, 2001]
- d. CHIMAERA [McGuinness, 2000]

## **Εργαλεία Αξιολόγησης**

Η ανάγκη για μεθόδους αξιολόγησης στο πεδίο της ανάπτυξης και επαναχρησιμοποίησης οντολογιών εμφανίστηκε το 1994 και από τότε συνεχίζει να γίνεται όλο και πιο επιτακτική [Sure, 2004]. Η εξασφάλιση της ποιότητας είναι εξαιρετικά σημαντική για να αποφευχθούν προβλήματα στην ολοκλήρωση οντολογιών και στις τεχνολογίες που βασίζονται σε οντολογίες στις βιομηχανικές εφαρμογές. Στο μέλλον, αυτή η προσπάθεια μπορεί επίσης να οδηγήσει σε τυποποιημένες συγκριτικές μετρήσεις επιδόσεων και σε πιστοποιήσεις.

Η αξιολόγηση σε ότι αφορά τη θεματική περιοχή των οντολογιών έχει δύο διαστάσεις [Gómez-Pérez, 2003]: αξιολόγηση των ίδιων των οντολογιών και του περιεχομένου τους και αξιολόγηση των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξή τους.

Οι οντολογίες αξιολογούνται για:

1. την συμμόρφωση με τους κανόνες και τη σύνταξη της γλώσσας
2. τη συνέπεια τους

Τα εργαλεία αξιολογούνται με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους όπως είναι η διαλειτουργικότητα, η απόδοση, η κατανομή μνήμης, η εξελιξιμότητα και η διεπαφή χρήστη που διαθέτουν.

Παραδείγματα εργαλείων για την αξιολόγηση οντολογιών είναι τα Ontoanalyzer, OntoClean, One-T, ενώ εργαλείο για την αξιολόγηση εργαλείων ανάπτυξης οντολογιών είναι το OntoGenerator.



## **Εργαλεία Σχολιασμού**

Πρόκειται για εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούν μία ήδη υπάρχουσα οντολογία προκειμένου να εισαγάγουν σήμανση (markup) σε μία ιστοσελίδα ή άλλο έγγραφο. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιούνται για την ενημέρωση μια βάσης γνώσης (knowledge base) μέσω της μεσολάβησης ενός εγγράφου.

Τα κύρια χαρακτηριστικά τέτοιων εργαλείων είναι:

- Η γλώσσα στην οποία αποθηκεύονται οι σχολιασμοί
- Η γλώσσα χειρισμού των οντολογιών
- Ο βαθμός αυτοματισμού της διαδικασίας σχολιασμού
- Στατικός/δυναμικός σχολιασμός σελίδας
- Σχολιασμός κειμένου/εικόνας

Τα πιο αντιπροσωπευτικά εργαλεία σχολιασμού είναι τα ακόλουθα:

- AeroDAML
- COHSE
- MnM
- SHOE Knowledge Annotator
- OntoAnnotate

## **Εργαλεία Ερώτησης και Αποθήκευσης**

Αυτά τα εργαλεία έχουν δημιουργηθεί για να επιτρέψουν την εύκολη χρήση των οντολογιών αλλά και για την υποβολή ερωτημάτων προς αυτές. Λόγω της ευρείας αποδοχής και της χρήσης του διαδικτύου ως πλατφόρμας για την επικοινωνία της γνώσης, έχουν κάνει την εμφάνισή τους νέες γλώσσες για την υποβολή ερωτημάτων προς τις οντολογίες.

Ενδεικτικά εργαλεία ερώτησης και αποθήκευσης είναι τα VERSA RDF Query Language και DAML+OIL Query Language.

# 4 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΚΛΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΙΕΘΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ ΜΕ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΡΑΚΤΟΡΩΝ

---

Η παγκοσμιοποίηση είναι μια κοινή λέξη στις ημέρες μας. Η πρόοδος στον τομέα των επικοινωνιών, των μεταφορών αλλά και σε πολλά άλλα πεδία δίνουν τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να λειτουργήσουν παγκοσμίως. Οι προμηθευτές προϊόντων και υπηρεσιών ανακαλύπτουν τους πιθανούς πελάτες τους, που βρίσκονται οπουδήποτε στον κόσμο, μέσω του διαδικτύου. Κατά συνέπεια, τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει μια εκθετική αύξηση στον αριθμό εφαρμογών ηλεκτρονικού εμπορίου σε όλο τον κόσμο, η οποία προωθεί ακόμη περισσότερο την παγκοσμιοποίηση του εμπορίου.

Οι νέες ηλεκτρονικές αγορές που εμφανίζονται στο διαδίκτυο είναι διαφορετικές από τις παραδοσιακές αγορές. Νέες στρατηγικές αγορών και επιχειρησιακή λογική απαιτείται. Το περιβάλλον έχει γίνει πολύ ανταγωνιστικό, οι επιχειρησιακοί-κανόνες και οι ισορροπίες αλλάζουν με πολύ γρήγορους ρυθμούς ενώ νέοι ανταγωνιστές προκύπτουν καθημερινά. Μια τεράστια ποσότητα υπηρεσιών και προϊόντων είναι τώρα διαθέσιμη μέσω του Διαδικτύου. Το πρόβλημα είναι ότι η ποσότητα αυτή είναι διασπαρμένη σε όλο τον δικτυακό ιστό και η προσπέλαση της αποτελεί ένα πραγματικό γρίφο για τους τελικούς χρήστες.

Το νέο σκηνικό που έχει διαμορφωθεί δημιουργεί την ανάγκη για αλλαγές σε πολλούς τομείς που συσχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με το ηλεκτρονικό εμπόριο. Τέτοιοι τομείς εκτός από τεχνολογικοί είναι νομικοί, κοινωνικοί, οικονομικοί και πολιτικοί. Οι διεθνοποιημένες αγορές έχουν έναν πολυεθνικό και πολύγλωσσο χαρακτήρα, ο οποίος δεν φαίνεται να έχει ληφθεί υπόψη στις παρούσες προσεγγίσεις.

Η τεχνολογία πρακτόρων είναι η νέα τάση στα κατανεμημένα συστήματα και επηρεάζει πολλές πτυχές του λογισμικού. Θα μπορούσε ενδεχομένως να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για τις πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου. Μερικές προσπάθειες έχουν γίνει σε αυτήν την κατεύθυνση αλλά χωρίς πειστικά αποτελέσματα. Οι περισσότερες από αυτές τις προσπάθειες ασχολούνται μερικώς με το πρόβλημα χωρίς να το εξετάζουν και να ασχολούνται σφαιρικά με αυτό. Θα μπορούσαν οι τεχνολογίες πρακτόρων να βοηθήσουν στην ανάπτυξη ενός ηλεκτρονικού εμπορίου που θα ανταποκρίνεται στις νέες απαιτήσεις της παγκοσμιοποίησης; Προκειμένου να αξιολογηθεί μια τεχνολογία πρέπει να έχουμε μια καλή κατανόηση του τομέα ενδιαφέροντος στον οποίο αυτή η τεχνολογία θα εφαρμοστεί. Αυτή η γνώση θα βοηθήσει στον προσδιορισμό των κρίσιμων και πιο ενδιαφερόντων ζητημάτων από τα οποία μπορούμε να εξαγάγουμε τα κριτήρια της εξέτασης και της σύγκρισης.

## **4.1 ΟΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ**

Σε αυτόν τον κεφάλαιο προσπαθούμε να προσδιορίσουμε τις κύριες προκλήσεις που έχουν προκύψει στην περιοχή του ηλεκτρονικού εμπορίου στα πλαίσια της διεθνοποίησης [Tsiara, 2002]. Η ανάλυση είναι βασισμένη στην εμπειρία που αποκτήθηκε κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και της ανάπτυξης του ευρωπαϊκού προγράμματος ΜΚΒΕΕΜ<sup>1</sup>, το οποίο εστιάζει στο βασικό ζήτημα της παγκοσμιοποίησης στο ηλεκτρονικό εμπόριο. Ο επιστημονικός και τεχνικός στόχος του ΜΚΒΕΕΜ ήταν η διαφανή προσφορά υπηρεσιών σε διαφορετικές γλώσσες και κοινωνικά και νομικά πλαίσια. Αναφέρεται στον στρατηγικό τομέα του ηλεκτρονικού εμπορίου και υποστηρίζει τρεις διαφορετικές γλώσσες (αγγλικά, γαλλικά και φινλανδικά).

### **4.1.1 ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ**

Μια από τις βασικές ανησυχίες των προμηθευτών είναι η προώθηση των υπηρεσιών τους. Αυτό αφορά κυρίως τη δημοσιοποίηση των υπηρεσιών τους σε όσο το δυνατόν ευρύτερο αγοραστικό κοινό. Στο διαδίκτυο αυτό μπορεί να επιτευχθεί με το να διασφαλιστεί ότι όλοι οι πιθανοί πελάτες μπορούν εύκολα να ανακαλύψουν όλη την

γκάμα των υπηρεσιών τους. Μέχρι τώρα η πιο συνηθισμένη λύση για έναν προμηθευτή ήταν είτε να δημιουργεί τον προσωπικό του χώρο στο διαδίκτυο ή να συμμετάσχει σε δικτυακούς χώρους-ηλεκτρονικές αγορές.

Η εγγραφή σε τέτοιες αγορές είναι εν τούτοις μία μη – τετριμμένη διαδικασία. Οι πλατφόρμες αυτές συλλέγουν συνήθως τις πληροφορίες περιοδικά από ένα πλήθος πηγών πληροφοριών και δημιουργούν τα στοιχεία που μπορούν να αναλυθούν, να υποβληθούν σε επεξεργασία και να παρουσιαστούν στους τελικούς χρήστες με έναν στατικό τρόπο όπως είναι οι δενδρικοί κατάλογοι. Σε όλες τις περιπτώσεις πρέπει να δημιουργηθεί μια διαδικασία δαίμονα (daemon) η οποία επικοινωνεί με τη βάση δεδομένων του προμηθευτή και μετασχηματίζει τα αποτελέσματα σε μια συμφωνηθείσα μορφή. Μια σημαντική δυσκολία που πρέπει να υπερνικηθεί είναι ότι τα χαρακτηριστικά μιας υπηρεσίας ή ενός προϊόντος μπορούν να διαφέρουν σε έναν μεγάλο βαθμό από τον έναν προμηθευτή στον άλλο. Οι προμηθευτές δεν ακολουθούν τις ίδιες συμβάσεις για την περιγραφή των προϊόντων ή των όρων πώλησής τους.

Μια πραγματική πρόκληση θα ήταν για τους φορείς παροχής υπηρεσιών να μπορούν να εγγραφούν ή να εγκαταλείψουν οποιαδήποτε αγορά και να είσαι σε θέση επίσης να αλλάξουν τις προσφορές και τις απαιτήσεις τους οποιαδήποτε χρονική στιγμή και με το ελάχιστο κόστος υλοποίησης. Το OZONE [Stavroulas, 2002a] [Stavroulas, 2002b] εξετάζει το κρίσιμο πρόβλημα της ολοκλήρωσης βάσεων δεδομένων. Παρέχει μία λύση για το πως νέες βάσεις δεδομένων μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν και να ολοκληρωθούν με ένα σύνολο άλλων βάσεων δεδομένων με την υλοποίηση μιας διαπροσωπείας βάσεων δεδομένων. Η αρχιτεκτονική του OZONE έχει εφαρμοστεί και έχει αξιολογηθεί στον τομέα της ανάκτησης πληροφοριών για το ηλεκτρονικό εμπόριο.

#### **4.1.2 ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**

Στο διαδίκτυο μπορεί κανείς να βρει ένα μεγάλο αριθμό υπηρεσιών σε διάφορες μορφές και σε διάφορα επίπεδα πολυπλοκότητας. Με τον όρο δυναμική ανάκτηση πληροφορίας εννοούμε την ικανότητα που παρέχεται σε έναν τελικό χρήστη να ανακαλύψει αποτελεσματικά τις επιθυμητές υπηρεσίες. Αυτό περιλαμβάνει τόσο την

επιτυχή ανάκτηση των πληροφοριών με βάση τα κριτήρια του χρήστη όσο και το φιλτράρισμα τους. Οι σύγχρονες τάσεις όπως είναι οι ηλεκτρονικές αγορές, οι μηχανές αναζήτησης, οι έξυπνοι κατάλογοι κ.α., δεν ανταποκρίνονται στα νέα πρότυπα που η παγκοσμιοποίηση έχει επιβάλλει.

Η βασική δυσκολία για έναν χρήστη ή ακόμα και για μια μηχανή αναζήτησης είναι να ανακαλυφθούν όλοι οι διαθέσιμοι προμηθευτές υπηρεσιών. Οι υπάρχουσες τεχνικές δεν ενσωματώνουν αρκετά εκφραστικές γλώσσες, αναπαραστάσεις και εργαλεία για να περιγράψουν επαρκώς τις διαθέσιμες υπηρεσίες και να μπορούν να αποφανθούν για τις λειτουργίες και τις δυνατότητες κάθε υπηρεσίας. Τα περισσότερα συστήματα χρησιμοποιούν διαδικασίες σημασιολογικού ταιριάσματος κατά την αναζήτηση υπηρεσιών και έτσι δεν είναι ικανά να δώσουν αποτελέσματα για παρεμφερείς υπηρεσίες αν τέτοιες είναι διαθέσιμες. Αυτό δεν είναι φυσικά αποδεκτό, δεδομένου ότι σύμφωνα με τις αρχές του εμπορίου πρέπει πάντα να εμφανίζεται κάτι στο χρήστη που να πλησιάζει τα αιτήματά του, από τίποτα. Αυτές οι τεχνικές αποτυγχάνουν επίσης να ικανοποιήσουν την ανάγκη για σύνθετες υπηρεσίες που συνίσταται από περισσότερες από μία απλές υπηρεσίες, πιθανότατα από διαφορετικούς προμηθευτές, οι οποίες ενσωματώνονται και παρουσιάζονται ως ένα αποτέλεσμα.

#### **4.1.3 ΚΟΙΝΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ**

Οι σημερινές ηλεκτρονικές αγορές συγκεντρώνουν πολλούς προμηθευτές και αγοραστές, από πολλές χώρες, με διαφορετικές γλώσσες και διαφορετικούς πολιτισμούς. Οι δεδομένα των υπηρεσιών πρέπει να γίνουν κατανοητά και να συμφωνηθούν μεταξύ των διάφορων συμβαλλόμενων μερών. Κάθε μεμονωμένος συμμετέχων μπορεί ενδεχομένως να χρησιμοποιεί το δικό του τρόπο (που δεν συμμορφώνεται με κάποιο πρότυπο) για να αναπαραστήσει τις υπηρεσίες του και να τις παρουσιάσει σε κάποιο κατάλογο. Ένα ανοιχτό και δύσκολο πρόβλημα είναι η ενσωμάτωση αυτών των καταλόγων σε έναν κεντρικό κατάλογο που θα είναι υπερέννολο τους. Οι περίπλοκες υπηρεσίες απαιτούν τρόπους για κοινή αναπαράσταση της πληροφορίας και ορισμό κανόνων για επιτυχή ολοκλήρωση.

Οι προσπάθειες να αντιμετωπιστεί αυτή η δυσκολία είναι συνήθως βασισμένες σε λύσεις κατά περίπτωση οι οποίες έχουν ελάχιστη ή καμία εκλεξιμότητα και κατά συνέπεια μικρό κύκλο ζωής. Μία καλύτερη αντιμετώπιση, όσον αφορά την αναπαράσταση των δεδομένων των υπηρεσιών, είναι η χρήση των προτύπων όπως οι προδιαγραφές XML που σχεδιάζονται συγκεκριμένα για τη χρήση ηλεκτρονικού εμπορίου. Μία ακόμη γενικότερη λύση, που δεν υιοθετείται όμως ευρέως, είναι η χρήση οντολογιών [Léger, 2000].

#### **4.1.4 ΕΞΑΤΟΜΙΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΝΤΟΠΙΟΤΗΤΑ**

Η εξατομίκευση (personalization) συνεπάγεται την παρουσίαση μιας ηλεκτρονικής αγοράς στους μεμονωμένους πελάτες ή σε ομάδες πελατών βάση των δεδομένων στο προφίλ τους, βάση δημογραφικών στοιχείων ή βάση του ιστορικού των συναλλαγών κάθε πελάτη. Ο στόχος της εξατομίκευσης είναι η προώθηση και πώληση από έναν προς έναν, ενισχύοντας την εμπειρία του χρήστη και δημιουργώντας ένα κλίμα εμπιστοσύνης που θα οδηγήσει τον πελάτη να επιστρέψει πάλι στην αγορά. Αυτό σημαίνει ότι η πλατφόρμα ηλεκτρονικού εμπορίου πρέπει πάντα να παρουσιάζει τις πιο κατάλληλες "υπηρεσίες και με τον πιο κομψό τρόπο που θα προσελκύσει την προσοχή του πελάτη. Οι πιο ευρέως διαδεδομένες λύσεις στηρίζονται στη κατηγοριοποίηση των πελατών βάσει κάποιων χαρακτηριστικών τους, στη δημιουργία στατικών και δυναμικών προφίλ και στη χρήση των τεχνικών εξόρυξης δεδομένων. Οι επιχειρήσεις θέλουν να ξέρουν τα ενδιαφέροντα και τις προτιμήσεις των πελατών τους, και είναι αποφασισμένοι να κάνουν πολλά προκειμένου να συγκεντρώσουν αυτές τις πληροφορίες.

Αυτό είναι τώρα, περισσότερο από ποτέ, ένα κρίσιμο ζήτημα καθώς οι εμπορικές επιχειρήσεις δραστηριοποιούνται διεθνώς και στοχεύουν σε πελάτες από όλο τον κόσμο. Είναι σημαντικό οι τεχνικές εξατομίκευσης να λαμβάνουν υπόψη όλες πτυχές, τις κοινωνικές, τις οικονομικές και ιδιαίτερα τις νομικές πτυχές. Η ποικιλία των νομικών κανόνων που ισχύουν στις διαφορετικές χώρες, η διαφορετική κουλτούρα και οι

γλωσσικοί ιδιωτισμοί πρέπει να αναλυθούν, να ταξινομηθούν και να συγχωνευθούν στην επιχειρησιακή λογική της εξατομίκευσης.

#### **4.1.5 ΑΣΦΑΛΕΙΑ**

Η ασφάλεια στο ηλεκτρονικό εμπόριο αποτελεί ένα ζήτημα μεγάλης σημασίας και έχει πολλές πτυχές. Η σημαντικότερη φάση είναι η διαδικασία πληρωμής. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης υπάρχουν απαιτήσεις τόσο από την πλευρά του πελάτη όσο και από την πλευρά του προμηθευτή. Τέτοιες είναι η αξιοπιστία, η εγγυημένη λήξη της διαδικασίας πληρωμής, η απόκρυψη των ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων (π.χ., αριθμοί πιστωτικών καρτών) και η ύπαρξη της νομικής απόδειξης για τα αποτελέσματα. Αυτό το σύνολο απαιτήσεων διευρύνεται ακόμη περισσότερο όταν εξετάζονται σύνθετες αλληλεπιδράσεις στις οποίες ένας πελάτης αγοράζει προϊόντα που προέρχονται από διαφορετικούς προμηθευτές μέσα στην ίδια συναλλαγή, ειδικά εάν αυτοί οι προμηθευτές προέρχονται από διαφορετικές χώρες.

Η πλειοψηφία των πλατφόρμων ηλεκτρονικού εμπορίου χρησιμοποιεί τα πρωτόκολλα κρυπτογράφησης (SSL, HTTPS) και τεχνικές συστήματος κρυπτογραφίας. Αυτά τα πρωτόκολλα εξασφαλίζουν την ασφαλή διαβίβαση στοιχείων μεταξύ των πελατών και των κεντρικών υπολογιστών. Εντούτοις, δεν παρέχουν την προστασία από τις επιθέσεις ενάντια στους κεντρικούς υπολογιστές και τα συστήματα των πελατών.

## **4.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΑΤΦΟΡΜΩΝ ΠΡΑΚΤΩΡΩΝ**

Στο κεφάλαιο 2 έγινε ανασκόπηση στα χαρακτηριστικά των ευφυών πρακτόρων και στα υπάρχοντα πρότυπα και τεχνολογίες που έχουν αναπτυχτεί για την τεχνολογία πρακτόρων. Ειδική αναφορά έγινε στις πλατφόρμες πλατφόρμων και στις αντίστοιχες υλοποιήσεις. Όπως έχει ήδη αναφερθεί μία πλατφόρμα πρακτόρων είναι μια υποδομή λογισμικού που χρησιμοποιείται ως περιβάλλον για την δημιουργία και την εκτέλεση των πρακτόρων. Οι πλατφόρμες πρακτόρων περιλαμβάνουν συνήθως ένα σύνολο από χαρακτηριστικά. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αυτά τα χαρακτηριστικά με σκοπό

να εξεταστεί κατά πόσο μία πλατφόρμα πρακτόρων είναι ικανή να φιλοξενήσει εφαρμογές ηλεκτρονικού εμπορίου που ανταποκρίνονται στις προκλήσεις του διεθνοποιημένου εμπορίου.

#### **4.2.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ**

Κάθε πλατφόρμα πρακτόρων πρέπει να είναι σε θέση να γνωρίζει όλους τους πράκτορες που φιλοξενούνται μία δεδομένη στιγμή σε αυτή, αφ' ενός για εξωτερικούς λόγους διαχείρισης και αφ' ετέρου προκειμένου να μπορούν να ενημερωθούν οι πράκτορες για τους υπόλοιπους πράκτορες που φιλοξενούνται στην πλατφόρμα. Δύο είδη υπηρεσιών εγγραφής αναπτύσσονται για να το επιτύχουν αυτό. Το πρώτο είδος παρέχει τον κατάλογο (yellow pages) σε άλλους πράκτορες. Οι πράκτορες μπορούν να εγγράψουν τις υπηρεσίες τους ή να ρωτήσουν την πλατφόρμα για να ανακαλύψουν τις υπηρεσίες που προσφέρονται από άλλους πράκτορες. Το δεύτερο είδος διατηρεί ένα κατάλογο, ο οποίος περιέχει τις ηλεκτρονικές διευθύνσεις για όλους τους πράκτορες που φιλοξενούνται στην πλατφόρμα. Αυτές οι δύο υπηρεσίες αποτελούν το λογικό πρότυπο αναφοράς για τη δημιουργία, την εγγραφή, τη θέση, την επικοινωνία, τη μετανάστευση και την αποχώρηση των πρακτόρων

#### **4.2.2 ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ**

Η χαρακτηριστικό της κινητικότητας σε μια πλατφόρμα πρακτόρων επιτρέπει σε έναν πράκτορα να μεταναστεύσει στις πλατφόρμες άλλων πρακτόρων. Η κινητικότητα είναι σαφώς ένα από τα πιο ελπιδοφόρα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της τεχνολογίας πρακτόρων. Συσχετίζεται κυρίως με τη κατανεμημένη επεξεργασία και υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός πιθανών εφαρμογών που μπορεί να εφαρμοστεί.

#### **4.2.3 ΑΣΦΑΛΕΙΑ**

Η ασφάλεια είναι ένα πολύ κρίσιμο ζήτημα για τις περισσότερες εφαρμογές και είναι ακόμα δυσκολότερο να αντιμετωπιστεί στην περίπτωση μιας πλατφόρμας κινητών πρακτόρων. Εκτελώντας διαδικασίες με τη χρήση των κινητών πρακτόρων υπονοείται ότι ο κινητός πράκτορας κατοικεί μέσα στην απομακρυσμένη πλατφόρμα. Αυτό



επιτρέπει την πρόσβαση σε δεδομένα που δεν είναι προσπελάσιμα από το διαδίκτυο, για τους γνωστούς λόγους ασφάλειας, και επομένως μπορούν να μην είναι κατάλληλα προφυλαγμένα. Δεδομένου ότι η πλατφόρμα είναι ανοικτή στο διαδίκτυο, οι πράκτορες είναι επίσης τρωτοί στις επιθέσεις κατά τη διάρκεια της μεταφοράς τους από μια πλατφόρμα σε μία άλλη. Μια πλατφόρμα πρακτόρων πρέπει να είναι σε θέση να επικυρώσει όλα τα συμβαλλόμενα μέρη με τα οποία επικοινωνεί και να περιέχει τους κατάλληλους μηχανισμούς προστασίας των δεδομένων έτσι ώστε κανένας 'κακόβουλος πράκτορας' να μην απειλεί τα δεδομένα. Η χρήση των ψηφιακών υπογραφών είναι ένας κοινός τρόπος να λυθεί το πρόβλημα επικύρωσης. Μια άλλη σημαντική πτυχή είναι η απώλεια εμπιστευτικών πληροφοριών. Τα μηνύματα μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών πρέπει να κρυπτογραφούνται διότι μπορούν να περιέχουν και εμπιστευτικές πληροφορίες π.χ. πληροφορίες πιστωτικών καρτών.

#### **4.2.4 ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**

Η *διατήρηση κατάστασης* (persistence) είναι ένα σημαντικό θέμα στον τομέα των κατανεμημένων εφαρμογών. Τα δεδομένα στέλνονται από έναν υπολογιστή σε άλλο και έχουν συχνά μια εκτεταμένη διάρκεια ζωής. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα στην περίπτωση των κινητών πρακτόρων. Τα ακόλουθα ανεπιθύμητα σενάρια πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- Η μετάδοση αποτυγχάνει ενώ ένας πράκτορας κινείται από μια πλατφόρμα προς μια άλλη έτσι ώστε ο πράκτορας να μη φθάσει ποτέ στον προορισμό του.
- Ένας πράκτορας κατοικεί μέσα σε μια πλατφόρμα της οποίας το υπολογιστικό σύστημα διακόπτεται απροσδόκητα.
- Υπάρχουν πολλοί πράκτορες που κατοικούν μέσα σε ένα σύστημα. Οι περισσότεροι από αυτούς δεν εκτελούν κάποια διαδικασία απλά περιμένουν κάποιο εξωτερικό γεγονός σπαταλώντας πόρους του συστήματος. Επομένως, το σύστημα θα μπορούσε να ξεμείνει από πόρους (ειδικά μνήμη)

εάν περισσότεροι πράκτορες θέλουν να μεταναστεύσουν στη συγκεκριμένη πλατφόρμα.

#### **4.2.5 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ**

Ένα σύνολο από γλώσσες επικοινωνίας έχουν αναπτυχθεί με σκοπό να επιτρέψουν στους πράκτορες επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Μια γλώσσα επικοινωνίας πρακτόρων είναι βασισμένη στα δακτυλογραφημένα μηνύματα. Πρέπει να περιέχει τους τύπους μηνυμάτων που αντιπροσωπεύουν τις πιο βασικές πράξεις επικοινωνίας όπως είναι η παροχή νέων πληροφοριών, η απάντηση σε ερωτήσεις, η απαίτηση για την πραγματοποίηση ορισμένων ενεργειών. Σε αντίθεση με τα οριζόμενα από την εφαρμογή μηνύματα στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό, οι τύποι μηνυμάτων των γλωσσών επικοινωνίας των πρακτόρων παρέχουν ένα πιο αφηρημένο επίπεδο που μπορεί να αντιμετωπιστεί σύμφωνα με μια γενική σημασιολογία της επικοινωνίας. Τέτοια σημασιολογία είναι βασισμένη στη φιλοσοφική θεωρία φιλοσοφική θεωρία λεκτικών πράξεων (speech act theory).

#### **4.2.6 ΠΡΟΤΥΠΑ**

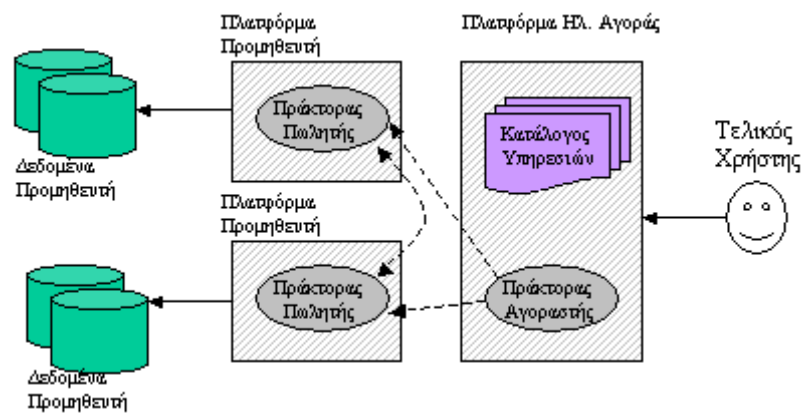
Αυτό το χαρακτηριστικό υπονοεί ότι ένας πράκτορας ή ένα σύστημα πρακτόρων υλοποιείται βασισμένο πλήρως ή μερικώς σε πρότυπα. Υπάρχουν τρεις κύριες προσπάθειες εν εξελίξει για την τυποποίηση των συστημάτων πρακτόρων. Αυτές είναι οι προδιαγραφές FIPA [FIPA, 2000a], η KQML [Finin,1997] και το MASIF από την OMG [OMG, 1999].

### **4.3 ΟΙ ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ ΠΩΛΟΥΝ ΚΑΙ ΑΓΟΡΑΖΟΥΝ**

Σε αυτό το κεφάλαιο εξετάζεται το πώς η τεχνολογία πρακτόρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής ηλεκτρονικού εμπορίου που λαμβάνει υπόψη τα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας πρακτόρων που συζητήθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο και εστιάζει στις προκλήσεις που προσδιορίζονται στην παράγραφο 4.1.

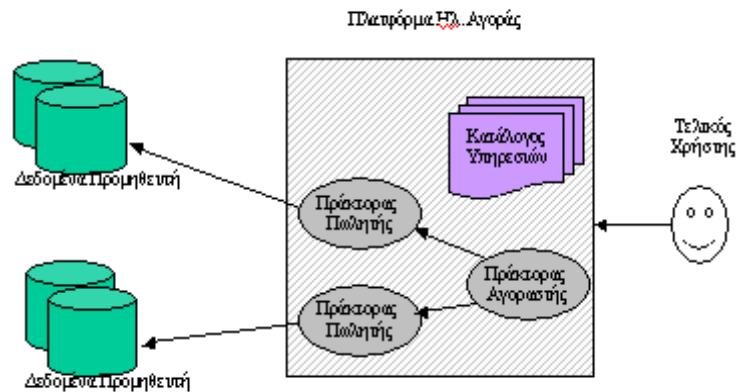
### 4.3.1 ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ

Σε μια απλουστευμένη μορφή, μπορούμε να διακρίνουμε μεταξύ δύο βασικών ρόλων πρακτόρων στην περιοχή του ηλεκτρονικού εμπορίου, του Πωλητή και του Αγοραστή. Εντούτοις σε μια πιο λεπτομερή ανάλυση θα μπορούσαμε να εισαγάγουμε περισσότερους ρόλους και αντίστοιχα πράκτορες όπως ο Μεσολαβητής, ο Διαπραγματευτής, ο Αξιολογητής κ.α. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρεις πιθανές αρχιτεκτονικές ηλεκτρονικού εμπορίου που εκμεταλλεύονται αυτούς τους ρόλους πρακτόρων και χρησιμοποιούν τις πλατφόρμες πρακτόρων.



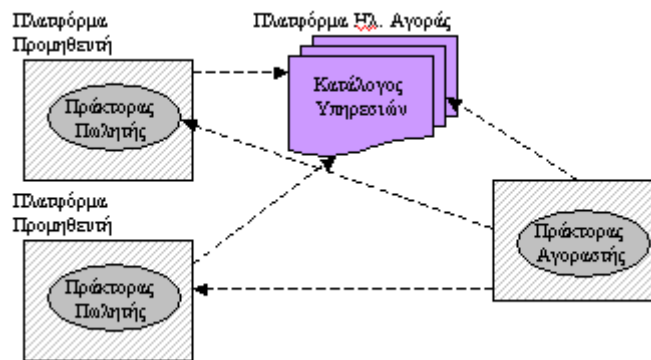
**Σχήμα 11 Προτεινόμενη Αρχιτεκτονική πρακτόρων για Ηλεκτρονική Αγορά 1**

Το Σχήμα 11 περιγράφει την αρχιτεκτονική που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα MEMPHIS [MEMPHIS, 2000] [MEMPHIS, 2003]. Στη συγκεκριμένη αρχιτεκτονική η Ηλεκτρονικής Αγορά και κάθε Προμηθευτής διαθέτουν τη δική τους πλατφόρμα πρακτόρων. Ο χρήστης εισάγεται στο διαδίκτυο και πλοηγείται στην Ηλεκτρονική Αγορά. Ένας πράκτορας Αγοραστής δημιουργείται εξ ονόματος του χρήστη στην πλατφόρμα της Ηλεκτρονικής Αγοράς. Ο πράκτορας αγοραστής είναι σε θέση να έρθει σε επαφή (ή να μεταναστεύσει) με τις πλατφόρμες των προμηθευτών σύμφωνα με το αίτημα του χρήστη. Οι αντίστοιχοι πράκτορες Πωλητές αναπτύσσονται στην πλατφόρμα κάθε προμηθευτή και έχουν τοπική πρόσβαση στις βάσεις δεδομένων των προμηθευτών.



## Σχήμα 12 Προτεινόμενη Αρχιτεκτονική πρακτόρων για Ηλεκτρονική Αγορά 2

Η αρχιτεκτονική που παρουσιάζεται στο Σχήμα 12 χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος MKBEEM [Leger, 2001]. Εδώ υπάρχει μία πλατφόρμα πρακτόρων, αυτή της Ηλεκτρονικής Αγοράς. Σε αυτό το μοντέλο οι πράκτορες Πωλητές, που δημιουργούνται εξ' ονόματος κάθε προμηθευτή εισάγονται στην Ηλεκτρονική Αγορά και παραμένουν στην πλατφόρμα κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Όταν ο χρήστης προσπελάζει την αγορά μέσω του διαδικτύου και ζητά μια υπηρεσία, ο πράκτορας Αγοραστής επικοινωνεί με τους αντίστοιχους πράκτορες Πωλητών για την ανάκτηση της ζητούμενη υπηρεσίας. Ο πράκτορας Πωλητής έρχεται σε επαφή με τη βάση δεδομένων του προμηθευτή για να παρέχει τις λεπτομέρειες των υπηρεσιών, την τιμή, τη διαθεσιμότητα κλπ. Το μειονέκτημα αυτής της αρχιτεκτονικής είναι η εξ' αποστάσεως πρόσβαση στις βάσεις δεδομένων του προμηθευτή, η οποία επηρεάζει αρνητικά την απόδοση και την ταχύτητα της αναζήτησης. Το πλεονέκτημα, από την άλλη, είναι η έλλειψη μετανάστευσης πρακτόρων, η οποία καθιστά τις πολιτικές ασφάλειας ευκολότερο να εφαρμόσουν, καθώς μόνο τα δεδομένα των υπηρεσιών και όχι ο κώδικας μεταφέρονται μέσα από το διαδίκτυο.



**Σχήμα 13 Προτεινόμενη Αρχιτεκτονική πρακτόρων για Ηλεκτρονική Αγορά 3**

Στην τρίτη αρχιτεκτονική που παρουσιάζεται στο Σχήμα 13 κάθε προμηθευτής έχει εγκατεστημένη την πλατφόρμα πρακτόρων όπου ζουν και αναπτύσσονται οι πράκτορες Πωλητές. Ο χρήστης πρέπει επίσης να εγκαταστήσει τοπικά μια πλατφόρμα πρακτόρων καθώς επίσης και το λογισμικό των πρακτόρων Αγοραστών. Αυτή η αρχιτεκτονική δεν απαιτεί την ύπαρξη ενός κεντρικού σημείου πρόσβασης (πλατφόρμα πρακτόρων Ηλεκτρονικής Αγοράς). Το μειονέκτημα αυτής της αρχιτεκτονικής είναι ότι ο πράκτορας Αγοραστής πρέπει να είναι συμβατός (έχει τη δυνατότητα να μεταναστεύσει) με τις πλατφόρμες όλων των προμηθευτών και όταν αναβαθμίζεται η έκδοση ενός πράκτορα Αγοραστή όλοι οι χρήστες πρέπει να επανεγκαταστήσουν την ενημερωμένη έκδοση.

Στη συνέχεια εξετάζεται το πως οι προκλήσεις ηλεκτρονικού εμπορίου που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 4.1, αντιμετωπίζονται με τεχνολογίες πρακτόρων με αναφορές στις προηγούμενες αρχιτεκτονικές.

#### **4.3.2 ΕΓΓΡΑΦΗ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ**

Σχετικά με την εγγραφή και τη δημοσίευση των υπηρεσιών, οι πλατφόρμες πρακτόρων παρέχουν το περιβάλλον διαχείρισης πρακτόρων. Οι πράκτορες Πωλητές όπως αναφέρθηκαν πιο πάνω αντιπροσωπεύουν τους φυσικούς προμηθευτές. Χρησιμοποιώντας τις ικανότητες διαχείρισης που παρέχουν οι πλατφόρμες πρακτόρων, και ιδιαίτερα τους καταλόγους (yellow pages), μπορούν να κάνουν γνωστές τις υπηρεσίες τους στην πλατφόρμα. Το γεγονός ότι έχουν καταχωρηθεί ότι παρέχουν

κάποιες υπηρεσίες δε τους υποχρεώνει να ικανοποιήσουν οποιοδήποτε εισερχόμενο αίτημα σχετικό με αυτές τις υπηρεσίες. Ο πράκτορας Αγοραστής έχει πάντα τη δυνατότητα να αλλάξει τις καταχωρημένες πληροφορίες ή ακόμα και να διαγραφεί από τον κατάλογο με τους πράκτορες της πλατφόρμας

Στην πρώτη αρχιτεκτονική οι προμηθευτές εγγράφουν τις υπηρεσίες τους στην απομακρυσμένη πλατφόρμα και είναι σε θέση να αλλάξουν τις τεχνικές διαπραγμάτευσης των πρακτόρων τους δεδομένου ότι αυτοί βρίσκονται στη δική τους πλατφόρμα. Στη δεύτερη αρχιτεκτονική (μετανάστευση των πρακτόρων προμηθευτών στην πλατφόρμα αγορών) οι πράκτορες Πωλητές περιέχουν όλες τις πληροφορίες που απαιτούνται για να προσφέρουν και να διαπραγματευτούν τις υπηρεσίες τους. Αφού μεταναστεύσουν στην Ηλεκτρονική Αγορά εγγράφουν εκεί τις υπηρεσίες που προσφέρουν. Αν και 'ζουν' στην πλατφόρμα της Ηλεκτρονικής Αγοράς μπορούν οποιαδήποτε στιγμή να επικοινωνήσουν με το σύστημα του προμηθευτή και να αλλάξουν σε πραγματικό χρόνο τα στοιχεία των προσφερόμενων υπηρεσιών. Στη τρίτη αρχιτεκτονική, οι ικανότητες εγγραφής στην πλατφόρμα δεν αξιοποιούνται δεδομένου ότι οι υπηρεσίες δημοσιεύονται σε ένα εξωτερικό από την πλατφόρμα κατάλογο υπηρεσιών. Από εκεί ο πράκτορας Αγοραστής που προέρχεται από την πλατφόρμα του χρήστη μπορεί να εντοπίσει τις διευθύνσεις των πλατφόρμων των προμηθευτών και να συνδεθεί απευθείας μαζί τους για την ανάκτηση υπηρεσιών.

#### **4.3.3 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ**

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, ο πράκτορας είναι μια διαδικασία που μπορεί να λειτουργήσει ανεξάρτητα χωρίς την ανάγκη από εξωτερική επέμβαση. Ένας χρήστης αντιπροσωπεύεται από έναν πράκτορα Αγοραστή. Αφού επισκεφτεί την πλατφόρμα πρακτόρων μιας Ηλεκτρονικής Αγοράς ο πράκτορας μπορεί εύκολα να ανακαλύψει τις προσφορές και να διαπραγματευτεί με τους αντίστοιχους πράκτορες Πωλητές για αυτές που σχετίζονται άμεσα με τις προτιμήσεις των χρηστών (όπως στην αρχιτεκτονική 2). Επιπλέον ο πράκτορας Αγοραστής μπορεί να ενημερωθεί για τη διαθεσιμότητα υπηρεσιών σε άλλες γειτονικές πλατφόρμες. Εκμεταλλευόμενος το

χαρακτηριστικό της *κινητικότητα*ς ένας πράκτορας μπορεί να επισκεφτεί όλες τις σχετικές πλατφόρμες πρακτόρων (όπως φαίνεται στην αρχιτεκτονική 1 και 3). Γενικά ο πράκτορας Αγοραστής ανάλογα με τις αρχικές οδηγίες του μπορεί να συγκρίνει τις διάφορες προσφορές και να ανακαλύψει την καλύτερη, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις πληροφορίες που έχει συγκεντρώσει μέχρι τότε. Ένα πλεονέκτημα απόδοσης είναι το εύρος ζώνης που κερδίζεται με το να εκτελεί τις αναζητήσεις τοπικά σε κάθε πλατφόρμα, παρά να μεταφέρει όλα τα στοιχεία σε μια κεντρική θέση και να τα φιλτράρει εκεί.

Ανάλογα με τη νοημοσύνη ενός πράκτορα αγοραστή υπάρχει επίσης η δυνατότητα να συνδυάζει υπηρεσίες από τους διαφορετικούς προμηθευτές. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι οι πράκτορες που συμπεριφέρονται αντενεργά μπορούν να περιμένουν για μια καλή συμφωνία (που θα ικανοποιεί όλα τα κριτήρια που ο χρήστης έχει θέσει) χωρίς την επικοινωνία πίσω με το χρήστη και παρέκκλιση της προσοχής του. Θεωρητικά ένας πράκτορας θα μπορούσε να λειτουργήσει ασταμάτητα για άπειρο χρονικό διάστημα. Το χαρακτηριστικό της *διατήρησης κατάστασης* που παρέχεται σε όλους τους πράκτορες από τις πλατφόρμες πρακτόρων είναι επίσης πολύ σημαντικό ειδικά όταν γίνεται η αναζήτηση σε πολλούς προμηθευτές.

#### **4.3.4 ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ**

Για να μπορέσουν οι πράκτορες να ανταλλάξουν πληροφορία θα πρέπει να είναι σε θέση να επικοινωνήσουν μεταξύ τους με ένα κατανοητό τρόπο. Αυτό προϋποθέτει ότι μιλάνε την ίδια γλώσσα. Οι πράκτορες που ζουν και αναπτύσσονται στην ίδια πλατφόρμα μιλούν την γλώσσα επικοινωνίας της πλατφόρμας που τους φιλοξενεί. Οι πράκτορες στην αρχιτεκτονική 2 έχουν αυτό το πλεονέκτημα. Στις άλλες δύο αρχιτεκτονικές (αρχιτεκτονική 1 και 3) η επικοινωνία μεταξύ των πρακτόρων από διαφορετικές πλατφόρμες δεν μπορεί να ικανοποιηθεί αν η υποδομή λογισμικού που χρησιμοποιείται ως περιβάλλον για την δημιουργία και την εκτέλεση των πρακτόρων δεν είναι ίδια ή αν δεν ακολουθούν τα ίδια πρότυπα.

Η υιοθέτηση *προτύπων* από τις πλατφόρμες πρακτόρων είναι απαραίτητη ώστε να αξιοποιηθούν τα χαρακτηριστικά των πρακτόρων, να προωθηθεί η διαλειτουργικότητα και να υπερνικηθεί το χάσμα της επικοινωνίας και της αναπαράστασης της πληροφορίας μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών.

Τα μηνύματα που οι πράκτορες ανταλλάσσουν, ακόμη και όταν μιλάνε την ίδια γλώσσα, είναι σημασιολογικά αδύναμα. Τα μηνύματα αυτά μπορούν να θεωρηθούν ως ένα είδος κλήσης απομακρυσμένων μεθόδων. Η επικοινωνία γίνεται συνήθως με τη χρήση διεπαφών (interfaces) σε κάποια αντικειμενοστραφή γλώσσα προγραμματισμού (συνήθως java) και των αντίστοιχων υλοποιήσεων τους που είναι αντικείμενα της γλώσσας (instances). Προκειμένου η επικοινωνία μεταξύ των πρακτόρων να μετατραπεί από ανταλλαγή πληροφοριών σε ανταλλαγή γνώσης πρέπει οι πλατφόρμες πρακτόρων να ενσωματώσουν τεχνολογίες αναπαράστασης γνώσης όπως είναι οι οντολογίες.

#### **4.3.5 ΕΞΑΤΟΜΙΚΕΥΣΗ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΕΜΠΟΡΙΟ**

Οι πράκτορες αγοραστών λειτουργούν εξ ονόματος των χρηστών τους, και ως εκ τούτου μπορούν να ενσωματώσουν πληροφορίες από το προφίλ τους για να απεικονίσουν καλύτερα τις προτιμήσεις τους. Οι παράμετροι χρήστη μπορούν να αποθηκευτούν στην ηλεκτρονική αγορά, στην πλατφόρμα του προμηθευτή ή στον υπολογιστή του χρήστη. Όταν ο πράκτορας Αγοραστής αρχικοποιηθεί οι προσωπικές πληροφορίες του χρήστη (ενδεχομένως) φορτώνονται σε αυτόν. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους όπως είναι ο πιο ξεκάθαρος καθαρισμός της ερώτησης του χρήστη, το φιλτράρισμα και η ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων που παρέχονται από τους πράκτορες πωλητές. Το πόσο μακριά ένας πράκτορας αγοραστής μπορεί να πάει εκμεταλλευόμενος το προφίλ του χρήστη εξαρτάται από τη νοημοσύνη του. Εκτός από τις στατικές πληροφορίες ο πράκτορας αγοραστής μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει τις πληροφορίες που συγκεντρώνονται δυναμικά από την πορεία πλοήγησης του χρήστη στο δικτυακό χώρο. Εκμεταλλευόμενος το χαρακτηριστικό της *κινητικότητας* ένας πράκτορας μπορεί



να κινηθεί από πλατφόρμα σε πλατφόρμα ψάχνοντας τις υπηρεσίες που ανταποκρίνονται καλύτερα στο αίτημα του χρήστη, πάντα σε συνδυασμό με τις προσωπικές του πληροφορίες. Οι πράκτορες Πωλητές έχουν επίσης τη δυνατότητα να διατηρούν δεδομένα για τον χρήστη βασισμένα στο ιστορικό των συναλλαγών του και στα δεδομένα που παρέχονται από τον πράκτορα αγοραστή. Επομένως και ο πράκτορας πωλητής και οι πράκτορες αγοραστές εκμεταλλεύονται τα δεδομένα αυτά του χρήστη από τη μία για να προσαρμόσουν και να προωθήσουν τις υπηρεσίες και από την άλλη για να φιλτράρουν και να συγκρίνουν τα αποτελέσματα της αναζήτησης.

#### **4.3.6 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΕΜΠΟΡΙΟ**

Υπάρχει μια συζήτηση σχετικά με το εάν θα πρέπει να προσδιοριστεί ένα γενικό επίπεδο ασφάλειας που θα μπορεί να εφαρμοστεί στους διαφορετικούς τύπους εφαρμογών πρακτόρων. Επιχειρήματα ενάντια στην ανάπτυξη προδιαγραφών για την ασφάλεια των συστημάτων πρακτόρων μπορούν να βρεθούν στο [Poslad, 1997]. Εν συντομία αναφέρουμε ότι η ασφάλεια σε σύνθετα συστήματα πρέπει να αναπτυχθεί από τους ειδικούς στην ασφάλεια και όχι από τους υπεύθυνους για την ανάπτυξη συστημάτων πρακτόρων. Επιπλέον η ασφάλεια είναι ήδη μέρος της υποδομής λογισμικού στην οποία συνήθως μια πλατφόρμα πρακτόρων ενσωματώνεται έτσι αυτό είναι έξω από το πεδίο της αρχιτεκτονικής πρακτόρων. Τις περισσότερες φορές ένα ασφαλές περιβάλλον εξαρτάται από την συγκεκριμένη εφαρμογή και έτσι δεν θα μπορούσε να υπάρξει μια γενική αρχιτεκτονική ασφάλειας πρακτόρων κατάλληλη για όλες τις εφαρμογές. Στο [Yannopoulos, 2002] παρουσιάζεται μια προσέγγιση για τον τρόπο με τον οποίο η ασφαλής ανάκτηση πληροφοριών θα μπορούσε να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας τους κινητούς πράκτορες. Στο πρόγραμμα MKBEEM για παράδειγμα η τελική συναλλαγή μεταξύ του πελάτη και του προμηθευτή αφέθηκε να αντιμετωπιστεί από την πλατφόρμα του προμηθευτή.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι το επίπεδο ασφάλειας μιας εφαρμογής που βασίζεται σε πράκτορες επηρεάζεται άμεσα από το βαθμό *κινητικότητας*. Η απόφαση για υιοθέτηση μόνο στατικών πρακτόρων σε συνδυασμό με την υιοθέτηση προτύπων στους

μηχανισμούς ασφάλειας μειώνει τις απειλές. Μια συμβιβαστική λύση θα μπορούσε να είναι να διαχωριστούν οι ενέργειες μεταξύ των στατικών και κινητών πρακτόρων έτσι ώστε οι μη-κινητοί πράκτορες να πραγματοποιούν τις συναλλαγές που απαιτούν ασφάλεια.

## 4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο Κεφάλαιο 4 διερευνήθηκε ο τομέας του διεθνοποιημένου ηλεκτρονικού εμπορίου και εντοπίστηκαν οι βασικές προκλήσεις. Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά των πλατφόρμων πρακτόρων και οι προσπάθειες τυποποίησης στη συγκεκριμένη περιοχή. Ο σκοπός ήταν να διερευνηθεί το κατά πόσο οι τεχνολογίες πρακτόρων είναι ικανές να αντιμετωπίσουν αυτές τις προκλήσεις.

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας πρακτόρων είναι η ευελιξία, χαρακτηριστικό που επιτρέπει στους κατασκευαστές υπηρεσιών να σχεδιάζουν *αρχιτεκτονικές* και τοπολογίες που καλύπτουν τις ανάγκες τους. Η χρήση προτύπων από την άλλη επιτρέπει τη συνεργασία μεταξύ πλατφόρμων ηλεκτρονικού εμπορίου. Επιπρόσθετα, η προτυποποίηση δίνει το κίνητρο σε προμηθευτές περιεχομένου να αναπτύξουν πράκτορες 'Πωλητές' αφού θα έχουν τη δυνατότητα αυτοί οι πράκτορες να φιλοξενηθούν σε ένα μεγάλο αριθμό πλατφόρμων. Επίσης τα χαρακτηριστικά όπως είναι η κινητικότητα, η αυτονομία και η κοινωνικότητα των πρακτόρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή προηγμένων τεχνικών διαπραγμάτευσης, ανάκτησης και φιλτραρίσματος της πληροφορίας.

Αν και υπάρχουν προσπάθειες στην προτυποποίηση των πρακτόρων, με τη FIPA και την KQML να είναι οι πιο σημαντικές, η τρέχουσα κατάσταση δεν είναι ακόμη ικανοποιητική. Υπάρχουν ζητήματα, όπως είναι η ασφάλεια, τα οποία δεν έχουν πλήρως προδιαγραφεί από τα υπάρχοντα πρότυπα. Επίσης, τα τρέχοντα πρότυπα δεν έχουν δοκιμαστεί σε μεγάλα εμπορικά συστήματα όπως είναι οι ηλεκτρονικές αγορές.

# 5 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ ΜΕ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΜΕΣΟΛΑΒΗΣΗΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΕΣ ΣΕ ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ

---

Η διεθνοποίηση στον τομέα των Ηλεκτρονικών Αγορών είναι φυσικό να οδηγεί προς την ανάπτυξη συστημάτων με διαφορετικές απαιτήσεις. Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάστηκαν οι κύριες προκλήσεις που έχουν προκύψει στην περιοχή του ηλεκτρονικού εμπορίου στα πλαίσια της διεθνοποίησης [Tsiara, 2002]. Οι προκλήσεις αυτές εμπορικά συνοψίζονται στην ανάγκη να μειωθεί η απόσταση ανάμεσα σε πελάτες και προμηθευτές. Τεχνολογικά αφορά την ολοκλήρωση ανάμεσα στα συστήματα που εμπλέκονται, εστιάζοντας σε προηγμένες τεχνολογίες φυσικής γλώσσας, δημιουργώντας πιο φυσικές διασυνδέσεις με τις ψηφιακές υπηρεσίες.

Ο όρος της Μεσολάβησης αφορά τη δραστική παρεμβολή σε μια διαδικασία με σκοπό να καθοριστεί η εξέλιξή της. Στα Πληροφοριακά Συστήματα η έννοια της Μεσολάβησης αναφέρθηκε αρχικά στις αρχιτεκτονικές πελάτη-διακομιστή (client-server) για να ορίσει το επιπλέον στρώμα λογισμικού που υπάρχει ανάμεσα στο επίπεδο παρουσίασης και το επίπεδο δεδομένων [Wiederhold, 1995]. Πολλές φορές η Μεσολάβηση αναφέρεται στην ολοκλήρωση πηγών δεδομένων στον τομέα της Ανάκτησης Πληροφοριών από ετερογενή συστήματα. Σε ένα Πληροφοριακό Σύστημα όπως είναι οι Ηλεκτρονικές Αγορές, η Μεσολάβηση μπορεί να αφορά πολλές πτυχές στη διαδικασία γεφύρωσης του χάσματος ανάμεσα στα εμπλεκόμενα συστήματα για την επίτευξη των επιδιωκόμενων αποτελεσμάτων.

Στη συνέχεια προτείνεται σχεδιαστικά ένα σύστημα μεσολάβησης, προσανατολισμένο στις Ηλεκτρονικές Αγορές. Σκοπός του προτεινόμενου συστήματος είναι να παρέχει υπηρεσίες μεσολάβησης μεταξύ συστημάτων πελατών και προμηθευτών αξιοποιώντας τη σημασιολογική αναπαράσταση οντολογιών και την ερμηνευτική ικανότητα συστημάτων επεξεργασίας φυσικής γλώσσας.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της προτεινόμενης πλατφόρμας μεσολάβησης είναι:

- Αρθρωτή αρχιτεκτονική για την απομόνωση των οντολογιών και του επεξεργαστή φυσικής γλώσσας
- Αντικειμενοστραφές μοντέλο για την αναπαράσταση γνώσης, ερωτημάτων και αποτελεσμάτων
- Τυποποίηση των διεπαφών επικοινωνίας προς τις οντολογίες, τις πηγές δεδομένων, τις εφαρμογές και τον επεξεργαστή φυσικής γλώσσας
- Διατήρηση της επιχειρησιακής λογικής και της αναπαράστασης καταλόγων στον πυρήνα του συστήματος

## 5.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

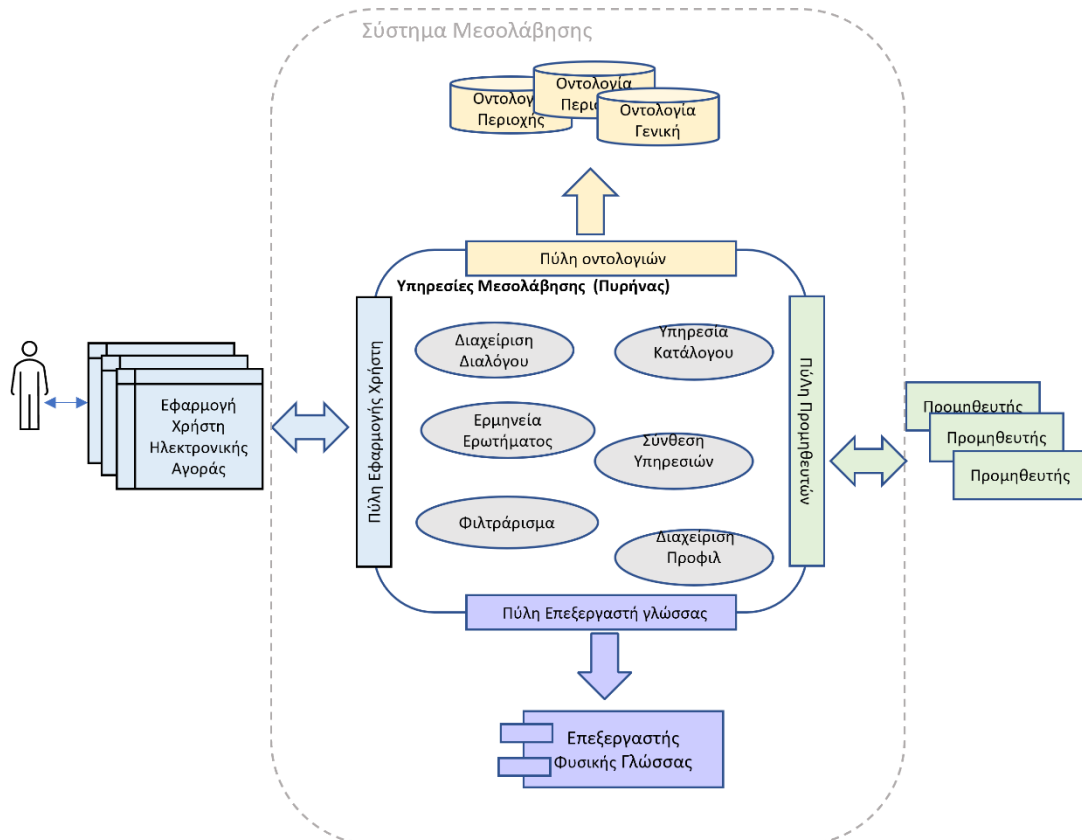
Στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική για Ηλεκτρονικές Αγορές (Σχήμα 14) διακρίνουμε τις Εφαρμογές Χρήστη, το Σύστημα Μεσολάβησης, και τις Εφαρμογές των Προμηθευτών.

Οι *Εφαρμογές Χρήστη* αποτελούν το σημείο εισόδου για τα ερωτήματα των πελατών. Πρόκειται για τις εφαρμογές που χειρίζονται την αλληλεπίδραση με το χρήστη, και είναι υπεύθυνες για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων και την πραγματοποίηση των τελικών συναλλαγών. Μια Εφαρμογή Χρήστη αλληλοεπιδρά μόνο με το Σύστημα Μεσολάβησης προκειμένου να εξυπηρετήσει τα διαφορετικά σενάρια χρήσης της εκάστοτε Ηλεκτρονικής Αγοράς.

Οι *Εφαρμογές Προμηθευτή* αντιπροσωπεύουν τα Πληροφοριακά Συστήματα των προμηθευτών όπου βρίσκονται αποθηκευμένα τα τελικά προϊόντα προς πώληση. Μια Εφαρμογή Προμηθευτή αλληλεπιδρά μόνο με το Σύστημα Μεσολάβησης με αμφίδρομο τρόπο. Στη γενική περίπτωση το Σύστημα Μεσολάβησης προωθεί κατάλληλα μορφοποιημένα ερωτήματα προς τις πηγές δεδομένων των προμηθευτών για να ανακτήσει πληροφορίες όπως διαθεσιμότητα και χαρακτηριστικά προϊόντων.

Αντίστροφα, μια Εφαρμογή Προμηθευτή προωθεί αιτήματα προς το Σύστημα Μεσολάβησης για τη διαχείριση του καταλόγου του.

Το Σύστημα Μεσολάβησης περιλαμβάνει όλη την επιχειρησιακή λογική που αφορά την παροχή των υπηρεσιών μεσολάβησης προς τα εμπλεκόμενα μέρη. Η λογική αυτή εκμεταλλεύεται τη γνώση που κωδικοποιείται σε Οντολογίες και την ερμηνευτική ισχύ ενός Επεξεργαστή Φυσική Γλώσσας και είναι κωδικοποιημένη στον πυρήνα του συστήματος. Ο σαφής καθορισμός των διεπαφών προς τα συστήματα των Οντολογιών και του Επεξεργαστή Φυσική Γλώσσας αρχιτεκτονικά μπορεί να εξωτερικεύσει τα συστήματα αυτά από τον πυρήνα του Συστήματος Μεσολάβησης. Θεωρητικά, κάθε σύστημα Οντολογίας και Επεξεργαστή Φυσική Γλώσσας που υλοποιεί την προβλεπόμενη διεπαφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Φυσικά ανάλογα από την τεχνολογική ισχύ κάθε τέτοιου συστήματος (π.χ. reasoning) θα επηρεαστεί αντίστοιχα και η συνολική ευφυΐα και αποδοτικότητα του Συστήματος Μεσολάβησης και κατ' επέκταση της Ηλεκτρονικής Αγοράς.



**Σχήμα 14 Μοντέλο αρχιτεκτονικής της Ηλεκτρονικής Αγοράς**

Στον πυρήνα του Συστήματος Μεσολάβησης βρίσκεται όλη η λογική των παρεχόμενων υπηρεσιών μεσολάβησης. Τέσσερις προκαθορισμένες πύλες αλληλεπίδρασης καθορίζουν την επικοινωνία του πυρήνα με τα υπόλοιπα υποσυστήματα της Ηλεκτρονικής Αγοράς. Σε αντίθεση με άλλα συστήματα που χτίζονται πάνω στις οντολογίες και όλα τα υποσυστήματα τους είναι εξαρτημένα από αυτές υιοθετώντας την δική τους αναπαράσταση και το δικό τους προγραμματιστικό μοντέλο για να μπορέσουν να κατασκευάσουν ερωτήματα και να διαχειριστούν δεδομένα, στο προτεινόμενο σύστημα οι οντολογίες δε βρίσκονται σε άμεση επαφή ούτε με τις εφαρμογές ούτε με τα συστήματα των προμηθευτών. Η σημασιολογική διαμεσολάβηση επιτυγχάνεται μέσω του πυρήνα με τη χρήση αντικειμενοστραφών μεθόδων αναπαράστασης. Η πύλη προς τον Επεξεργαστή Φυσικής Γλώσσας επιτρέπει την επικοινωνία του πυρήνα μαζί του, μέσω προκαθορισμένης διεπαφής που υλοποιείται από την μεριά του επεξεργαστή. Η επικοινωνία αυτή δίνει τη δυνατότητα στον πυρήνα για την παροχή πολυγλωσσικών, βασισμένων σε φυσική γλώσσα, υπηρεσιών ανάκτησης δεδομένων και διαχείρισης καταλόγων. Στο εξής ο πυρήνας θα αναφέρεται ως "ο Μεσολαβητής".

Στην προτεινόμενη προσέγγιση, ο Μεσολαβητής λειτουργεί ως η διεπαφή ανάμεσα στα ερωτήματα των χρηστών μέσω των εξωτερικών εφαρμογών και τις υπάρχουσες πηγές πληροφορίας των παρόχων υπηρεσιών (προμηθευτών). Ο σαφής καθορισμός των συγκεκριμένων διεπαφών ανά πύλη, είναι που καθιστά τον Μεσολαβητή ως ένα ανεξάρτητο συστατικό που μπορεί να αποτελέσει τον πυρήνα οποιασδήποτε Ηλεκτρονικής Αγοράς. Ο Μεσολαβητής χαρακτηρίζεται από ευελιξία και επεκτασιμότητα: δε πρόκειται για απλή ομαδοποίηση των υπηρεσιών μεσολάβησης που προτείνονται, αλλά προσφέρει την υποδομή στην οποία στηρίζονται οι υπηρεσίες μεσολάβησης προκειμένου να διαδραματίσουν κάποιο ρόλο στη συνολική Ηλεκτρονική Αγορά. Νέες υπηρεσίες μεσολάβησης μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν στην πλατφόρμα μεσολάβησης.

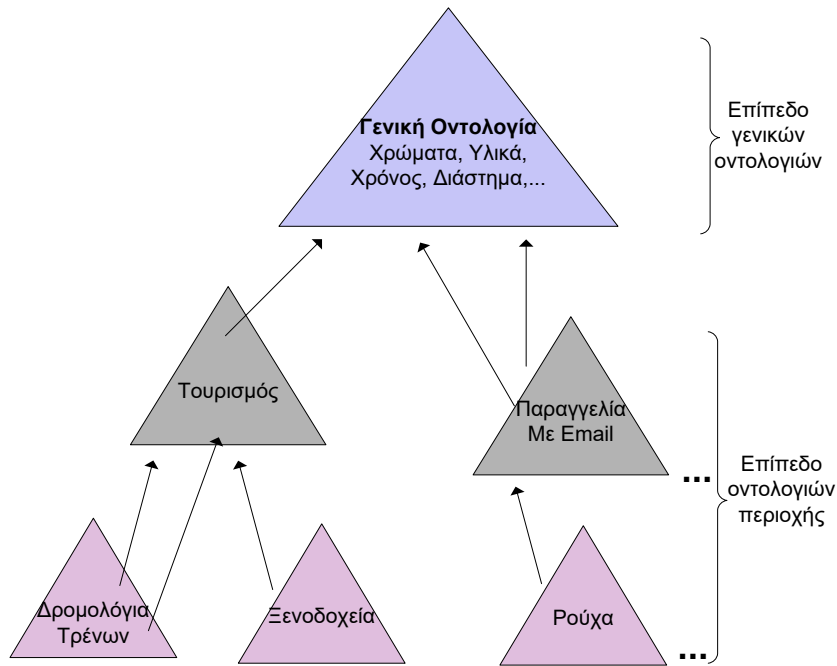
## **5.2 Ο ΠΟΛΥΔΙΑΣΤΑΤΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ**

Το προτεινόμενο σύστημα εκμεταλλεύεται τη γνώση που βρίσκεται κωδικοποιημένη στις οντολογίες, ώστε να παρέχει μία εννοιολογική αλλά και πρακτική αναπαράσταση του ηλεκτρονικού εμπορίου. Σημαντική προϋπόθεση για την παροχή έξυπνων υπηρεσιών βασισμένων στη γνώση είναι η παρουσία πλούσιων σημασιολογικά, ενημερωμένων και καλά ορισμένων οντολογιών.

Στο προτεινόμενο σύστημα οι οντολογίες χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη έξυπνης, ανεξάρτητης από γλώσσα, και εύκολα επεκτάσιμης επιχειρησιακής λογικής. Παρέχουν την υποδομή για τη δημιουργία έξυπνων υπηρεσιών καταλόγου, για το φιλτράρισμα των ερωτημάτων των χρηστών, για τη διευκόλυνση του διαλόγου ανθρώπου-μηχανής ανάμεσα στους χρήστες και τους πράκτορες λογισμικού, και για την ανάκτηση πληροφορίας που σχετίζεται με τα ερωτήματα των χρηστών.

### **Σύστημα οντολογιών**

Το Σύστημα Οντολογιών περιλαμβάνει όλη τη γνώση που απαιτείται για την εξαγωγή συμπερασμάτων (reasoning) σχετικά με τα ερωτήματα των χρηστών και όλες τις παρεχόμενες υπηρεσίες που βασίζονται σε σημασιολογία. Η αρχιτεκτονική ενός τέτοιου συστήματος ακολουθεί την δομή που παρουσιάζεται στο Σχήμα 15.



**Σχήμα 15 Αρχιτεκτονική ομοσπονδίας οντολογιών του συστήματος**

Σε αυτήν την αρχιτεκτονική, η γενική οντολογία προορίζεται για να περιγράψει τους κοινούς όρους που χρησιμοποιούνται σε ολόκληρη την πλατφόρμα, και παρέχει ένα ενοποιημένο λεξιλόγιο για όλα τα υποσυστήματα που έχουν πρόσβαση στη βάση γνώσεων του συστήματος. Παραδείγματα τέτοιων οντολογιών που χρησιμοποιήθηκαν και στο πειραματικό σύστημα είναι τα ακόλουθα:

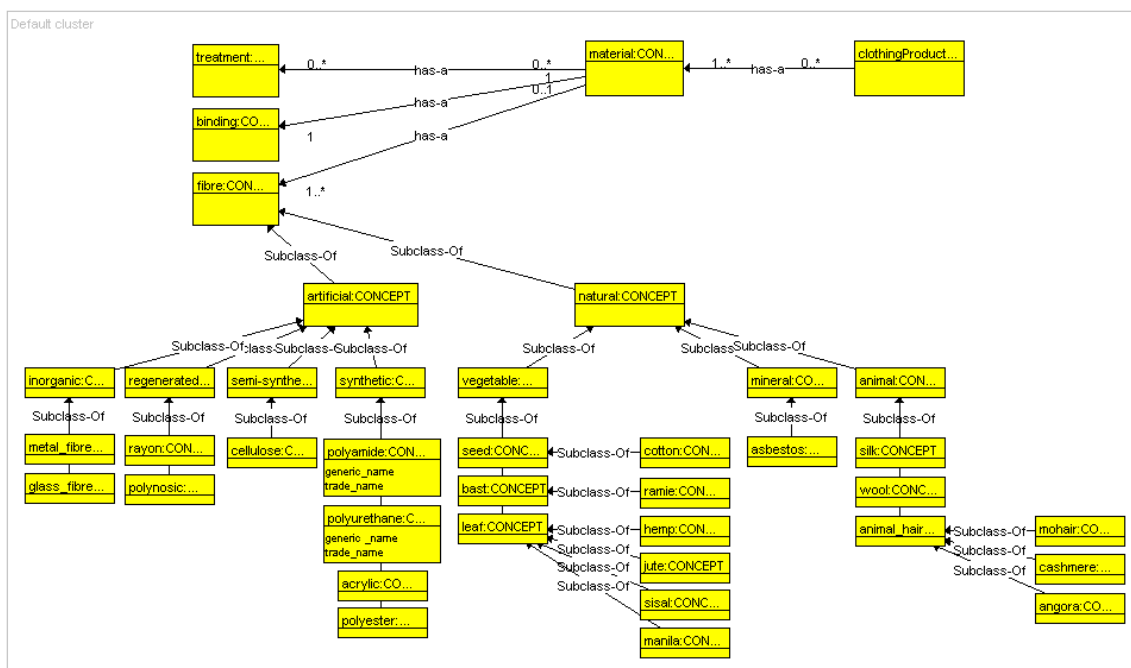
- Η **οντολογία διαστήματος** θεωρεί ότι μια θέση είναι ένα σημείο. Η χώρα, η πόλη, η στάση λεωφορείου, ο αερολιμένας κ.λπ. είναι θέσεις. Για παράδειγμα, μια περιήγηση μέσω διάφορων πόλεων θα μπορούσε να θεωρηθεί ως συνδέσεις μεταξύ των σημείων, και μια περιήγηση μέσα σε μια πόλη θα μπορούσε να θεωρηθεί επίσης ως συνδέσεις μεταξύ των σημείων.
- Στην περίπτωση της **οντολογίας χρόνου** ένα λεπτό, μία ημέρα, ένας μήνας κλπ είναι χρονικά διαστήματα που αποτελούνται από χρονικές στιγμές (χρονικά σημεία). Ο χρόνος έχει μήνες, οι μήνες έχουν χρόνια κ.λπ.
- Η **οντολογία χρωμάτων** παρέχει κοινούς όρους οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των χρωμάτων. Πολλές φορές κατά την ανάπτυξη



εφαρμογών που χρησιμοποιούν οντολογίες, τα χρώματα αποτελούν ιδιότητες στις έννοιες μιας οντολογίας περιοχής. Σε εφαρμογές όμως όπως είναι οι ηλεκτρονικές αγορές είναι επιτακτική η ανάγκη δημιουργίας ξεχωριστής οντολογίας για τα χρώματα. Η οντολογία χρωμάτων παρέχει στους πελάτες τη δυνατότητα να αναφέρονται με ελαστικότητα σε χρώματα κατά τη διάρκεια των ερωτημάτων τους.

- Η **οντολογία υλικών** παρέχει κοινούς όρους οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των υλικών.

Στο Σχήμα 16 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα για την ιεραρχία της οντολογίας υλικών:



**Σχήμα 16 Ιεραρχία οντολογίας υλικών**

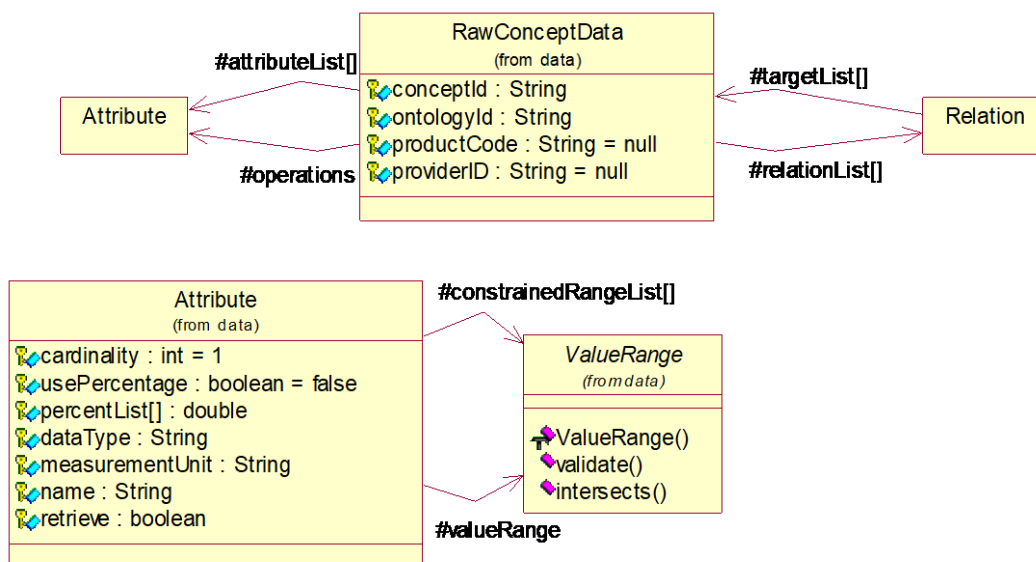
Ένα επίπεδο πιο κάτω από τις γενικές οντολογίες είναι οι οντολογίες περιοχής. Κάθε οντολογία περιοχής περιέχει τις έννοιες που αντιστοιχούν σε κάθε μία από τις θεματικές περιοχές της ηλεκτρονικής αγοράς (ένδυση, ταξίδι με αεροπλάνο, κ.α).

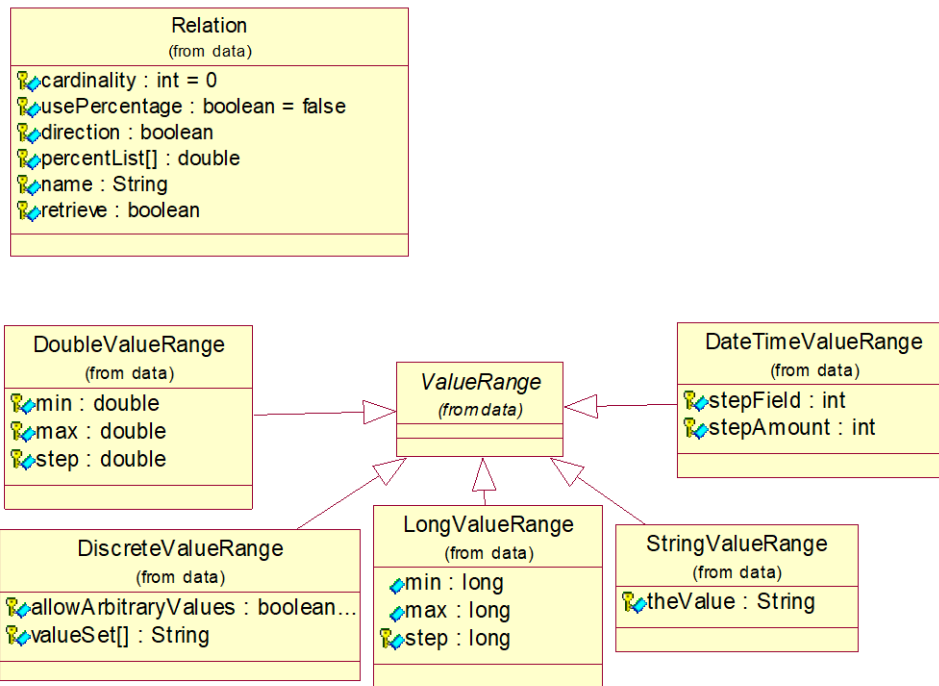
Στο χαμηλότερο επίπεδο βρίσκονται οντολογίες που αφορούν πιο εξειδικευμένες περιοχές μιας θεματικής περιοχής.

### 5.3 ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΝΩΣΗΣ ΣΤΟ ΜΕΣΟΛΑΒΗΤΗ

Η μοντελοποίηση της πληροφορίας στο Μεσολαβητή βασίζεται στο αντικειμενοστραφές μοντέλο αναπαράστασης (Object-oriented modeling OOM) για τον ορισμό και την επικοινωνία των βασικών οντοτήτων. Η έννοια της κλάσης αποτελεί μία αυτοτελή και αφαιρετική αναπαράσταση μιας εννοιολογικής οντότητας. Στην ουσία, διαφορετικά στιγμιότυπα κάθε κλάσης αναπαριστούν γνώση, σχετικά με προϊόντα/υπηρεσίες και ερωτήματα που συνδέονται με οντολογικές έννοιες.

Στα πλαίσια της πειραματικής υλοποίησης σε Java, παρουσιάζονται στο Σχήμα 17 οι βασικές κλάσεις που χρησιμοποιήθηκαν σε UML αναπαράσταση.





**Σχήμα 17 Βασικές κλάσεις αναπαράστασης γνώσης, ερωτημάτων και προϊόντων/υπηρεσιών.**

Η βασική οντότητα στο μοντέλο γνώσης του Μεσολαβητή είναι η RawConceptData η οποία αναπαρίσταται με την ομώνυμη κλάση. Αυτή περιλαμβάνει όλη την πληροφορία για τον ορισμό μιας έννοιας. Η κλάση RawConceptData συμπληρώνεται με τον ορισμό της κλάσης Attribute, για την αναπαράσταση των ιδιοτήτων μιας έννοιας και της κλάσης Relation, για την αναπαράσταση των σχέσεων της έννοιας.

Η κλάση Attribute αναπαριστά τα βασικά χαρακτηριστικά μιας ιδιότητας όπως είναι η ονομασία (name), ο τύπος (dataType), η μονάδα μέτρησης (measurementUnit), πολλαπλότητα τιμών (cardinality), το ποσοστό συμμετοχής (usePercentage).

Η κλάση ValueRange αναπαριστά το εύρος τιμών μιας ιδιότητας. Στην πραγματικότητα, ανάλογα με τον τύπο της ιδιότητας δημιουργείται στιγμιότυπο συγκεκριμένης υποκλάσης της ValueRange. Η κλάση Attribute έχει ένα ValueRange αντικείμενο που ορίζει το εύρος τιμών για τη συγκεκριμένη ιδιότητα βάση του οντολογικού ορισμού της και μία λίστα από ValueRange αντικείμενα που

αναπαριστούν τις επιθυμητές (ερώτημα πελάτη) ή πραγματικές τιμές (διαθεσιμότητα προμηθευτή).

Βασικές υποκλάσεις της `ValueRange` είναι οι ακόλουθες:

`DoubleValueRange-LongValueRange`: χρησιμοποιούνται για να ορίσουν διάστημα αριθμητικών τιμών με τη δυνατότητα να καθοριστεί το βήμα (`step`) μεταξύ των τιμών μέσα στο διάστημα. Για παράδειγμα τα νούμερα της ιδιότητας διοπτρία των φακών επαφής έχουν εύρος από -10 έως +6 με βήμα 0,25.

`DateTimeValueRange`: χρησιμοποιείται για να ορίσει διάστημα ημερομηνιών με τη δυνατότητα να καθοριστεί το βήμα (`stepAmount`) μεταξύ των τιμών μέσα στο διάστημα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ορίζεται και το πεδίο στο οποίο εφαρμόζεται το βήμα (`stepField`) το οποίο μπορεί να είναι δευτερόλεπτο, λεπτό, ώρα, μέρα κλπ.

`StringValueRange`: χρησιμοποιείται για να ορίσει μία αλφαριθμητική τιμή.

`DiscreteValueRange`: χρησιμοποιείται για να ορίσει λίστα επιτρεπών\επιθυμητών τιμών (`valueSet`). Δίνεται επίσης η δυνατότητα να καθοριστεί (`AllowArbitraryValues`) αν το σύνολο των τιμών της λίστας είναι αυστηρά ορισμένο ή επιδέχεται προσθήκες.

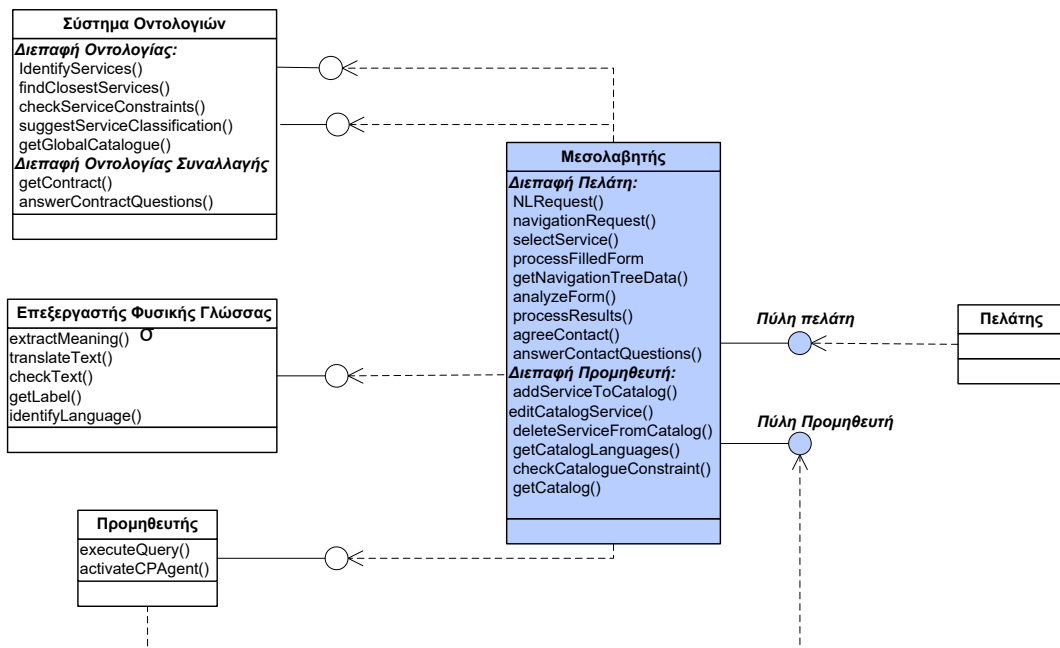
Η κλάση `Relation` ορίζει τις συσχετίσεις μεταξύ των στιγμιότυπων της `RawConceptData`. Ένα στιγμιότυπο `RawConceptData` συσχετίζεται με 0 ή περισσότερα στιγμιότυπα `RawConceptData`. Κάθε στιγμιότυπο της κλάσης `Relation` εκτός από την έννοια στην οποία αναφέρεται, περιέχει πληροφορίες για την κατεύθυνση της συσχέτισης(`direction`), την πολλαπλότητα (`cardinality`) κ.α.

## **5.4 ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΜΕΤΑΞΥ**

### **ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

Η επικοινωνία του πυρήνα (Μεσολαβητή) με τα εξωτερικά δομικά συστατικά γίνεται, όπως έχει αναφερθεί, μέσω τεσσάρων 'πυλών'. Οι βασικοί εμπλεκόμενοι στο προτεινόμενο σύστημα είναι οι εφαρμογές χρηστών που θέλουν να χρησιμοποιήσουν τις δυνατότητες του συστήματος και οι εφαρμογές των προμηθευτών που επιδιώκουν

να κάνουν γνωστά τα προϊόντα/υπηρεσίες τους στο σύστημα. Το σύστημα θα πρέπει να παρέχει προς κάθε εμπλεκόμενο μια απλή και σαφώς ορισμένη διεπαφή προκειμένου να επικοινωνήσει με το σύστημα. Επίσης προκαθορισμένη διεπαφή θα πρέπει να υπάρχει και για την επικοινωνία του Μεσολαβητή με τα συστήματα οντολογιών καθώς και με τον επεξεργαστή φυσικής γλώσσας.



**Σχήμα 18 Παράδειγμα Τυποποίησης διεπαφών επικοινωνίας ανάμεσα στα υποσυστήματα**

### Διεπαφή Πελάτη

Η Διεπαφή Πελάτη ορίζει τη λειτουργικότητα η οποία παρέχεται από το σύστημα μεσολάβησης στις εφαρμογές χρηστών που επιθυμούν να αλληλεπιδράσουν με το σύστημα. Παρέχει στις εφαρμογές το μηχανισμό για πρόσβαση σε λειτουργίες όπως:

- ✓ Πρόσβαση και εγγραφή
- ✓ Πλοήγηση σε καταλόγους
- ✓ Εισαγωγή ερωτήματος
- ✓ Προβολή φορμών επικοινωνίας

- ✓ Προβολή αποτελεσμάτων
- ✓ Προβολή συμβολαίων αγοράς και φορμών διαπραγμάτευσης

### **Διεπαφή Προμηθευτή**

Η Διεπαφή Προμηθευτή ορίζει τη λειτουργικότητα από το σύστημα μεσολάβησης προς στις εφαρμογές προμηθευτών που επιθυμούν να αλληλεπιδράσουν με το σύστημα. Από τη μία αυτό περιλαμβάνει τον ορισμό της διεπαφής για την επικοινωνία των εφαρμογών προμηθευτών με το σύστημα με σκοπό τη διαχείριση των καταλόγων προϊόντων/υπηρεσιών τους. Από την άλλη η διεπαφή αυτή χρησιμοποιείται για την επικοινωνία με τα πληροφοριακά συστήματα των προμηθευτών κατά το σενάριο υποβολής ερωτήματος από το χρήστη. Στη δεύτερη περίπτωση η επικοινωνία γίνεται με εφαρμογές (Wrappers) υλοποιημένες πάνω από τα πληροφοριακά συστήματα και τις βάσεις δεδομένων των προμηθευτών. Οι εφαρμογές αυτές υλοποιούν τη συγκεκριμένη λειτουργικότητα που ορίζεται από τη διεπαφή προμηθευτή και αφορά την ανάκτηση των προϊόντων και των λεπτομεριών τους από το τοπικά συστήματα αποθήκευσης των προμηθευτών.

Η τυποποίηση της Διεπαφής Προμηθευτή κάνει το έργο ανάπτυξής της (wrappers) να περιοριστεί στο σχεδιασμό και την υλοποίηση, αποφεύγοντας τον κόπο αλλά και τους κινδύνους που εισέρχονται στην ανάλυση αναγκών. Ο Stavroulas [Stavroulas 2002a] [Stavroulas 2002b] προτείνει μία διαδικασία υλοποίησης της διεπαφής προς σχεσιακές βάσεις δεδομένων (Ozone), που μπορεί να υποστηριχθεί από εργαλεία λογισμικού τα οποία την αυτοματοποιούν σε σημαντικό ποσοστό, με αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση της ανάγκης παραγωγής κώδικα για την παραγωγή της παραμετροποιημένης και προσαρμοσμένης στα πλαίσια της συγκεκριμένης βάσης δεδομένων διεπαφής προς το σύστημα. Με μόνη υπόθεση το ότι η βάση είναι σχεσιακή, αναγνωρίζει τις ακόλουθες ομάδες εργασιών που προαπαιτούνται για την υλοποίηση της διεπαφής:

- Προσαρμογή της αναπαράστασης δεδομένων από το τοπικό σχήμα της βάσης στο κεντρικό του Ozone.
- Αντιστοίχιση των οντολογικών εννοιών της ομοσπονδίας σε έννοιες του τοπικού σχήματος της βάσης.
- Μετασχηματισμός των ερωτημάτων από την κεντρική αναπαράσταση, στην τοπική γλώσσα ερωτημάτων της βάσης

### **Διεπαφή Οντολογίας**

Η Διεπαφή Οντολογίας ορίζει τη λειτουργικότητα που πρέπει να υλοποιηθεί από τα συστήματα οντολογιών προκειμένου ο Μεσολαβητής να επικοινωνήσει μαζί τους και εξάγει την πληροφορία που απαιτείται για να υλοποιήσει τις υπηρεσίες μεσολάβησης. Αυτή η λειτουργικότητα μπορεί να περιλαμβάνει:

- ✓ Προσδιορισμό ενός όρου
- ✓ Αναζήτηση παρόμοιων όρων
- ✓ Ανάκτηση πληροφορίας για ένα όρο
- ✓ Δενδρικές αναζητήσεις όρων (`getParentConcepts()`, `getChildrenConcepts(),...`).

### **Διεπαφή Επεξεργαστή Φυσικής Γλώσσας**

Η Διεπαφή Επεξεργαστή Φυσικής Γλώσσας ορίζει τη λειτουργικότητα που πρέπει να υλοποιηθεί προκειμένου ο Μεσολαβητής να επικοινωνήσει με τον Επεξεργαστή Φυσικής Γλώσσας για να ερμηνεύσει ερωτήματα σε φυσική γλώσσα. Η βασική λειτουργικότητα που πρέπει να παρέχεται περιλαμβάνει μεταξύ άλλων:

- ✓ Εξαγωγή νοήματος από ερώτημα σε φυσική γλώσσα
- ✓ Μετάφραση κειμένου
- ✓ Έλεγχος ορθότητας κειμένου
- ✓ Προσδιορισμός γλώσσας

## 5.5 ΕΠΕΚΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑ

Στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική, ο πυρήνας του συστήματος περιλαμβάνει τους ορισμούς για τη δημιουργία των κατάλληλων διεπαφών με τα συνεργαζόμενα υποσυστήματα και την υλοποίηση όλης της επιχειρησιακής λογικής. Ο σχεδιασμός του πυρήνα εξασφαλίζει τη επεκτασιμότητα του συστήματος:

- Το σύστημα είναι χτισμένο αρθρωτά. Όλα τα συστατικά του συστήματος είναι ανεξάρτητα και επικοινωνούν μεταξύ τους με καλά ορισμένες διεπαφές (APIs).
- Κάθε επιθυμητή βελτίωση στη λειτουργικότητα του Μεσολαβητή γίνεται χωρίς να εμπλακούν τα άλλα συστατικά του συστήματος. Αυτό επιτυγχάνεται διατηρώντας τις εξωτερικές διεπαφές (APIs) σταθερές ακόμη και αν γίνονται αλλαγές βελτίωσης στον πυρήνα του συστήματος.
- Οι εξωτερικές διεπαφές είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε εύκολα να μπορούν να επεκταθούν με νέα λειτουργικότητα. Στην περίπτωση που ο μεσολαβητής επιθυμεί να επεκτείνει προς τα έξω την προσφερόμενη λειτουργικότητά του αυτό δεν επηρεάζει ποτέ τις υπάρχουσες μεθόδους των διεπαφών αλλά προστίθενται νέες με βάση πάντα την όλη φιλοσοφία της δομής των διεπαφών.



## 6 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ

---

Η αρχιτεκτονική της Ηλεκτρονικής Αγοράς που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 5 υλοποιήθηκε στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος ΜΚΒΕΕΜ<sup>1</sup>. Συγκεκριμένα αναπτύχθηκε και δοκιμάστηκε ένα σύστημα Ηλεκτρονικής Αγοράς η οποία χρησιμοποιεί οντολογίες για την αναπαράσταση των εννοιών του ηλεκτρονικού εμπορίου σε τρεις διαφορετικές θεματικές περιοχές. Η πρώτη αφορούσε ταξιδιωτικές υπηρεσίες με έμφαση στα σιδηροδρομικά εισιτήρια, η δεύτερη είδη ένδυσης και η τρίτη έπιπλα και είδη γραφείου. Υποστηρίζει τρεις διαφορετικές γλώσσες (αγγλικά, γαλλικά και φινλανδικά). Για κάθε γλώσσα, ένας επεξεργαστής φυσικής γλώσσας αναλαμβάνει τη σημασιολογική ερμηνεία της εισόδου των χρηστών. Στον πυρήνα του συστήματος βρίσκεται ο Πράκτορας Λογικής (Rational Agent), το υποσύστημα λογισμικού που ενώνει τα υπόλοιπα υποσυστήματα και γεφυρώνει το κενό ανάμεσα στην οντολογική αναπαράσταση των αιτημάτων των χρηστών, και την ψηφιακή αναπαράσταση των πληροφοριών στις βάσεις δεδομένων των προμηθευτών.

Το πειραματικό σύστημα αναπτύχθηκε σε γλώσσα Java και συγκεκριμένα επιλέχθηκε η υποδομή java 2 Enterprise Edition (J2EE) application server η οποία επιτρέπει την κατανομή και επαναχρησιμοποίηση των συστατικών υποσυστημάτων της εφαρμογής καθώς και την εύκολη ολοκλήρωση με εξωτερικά συστήματα. Η εμπλοκή ειδικών υπήρξε απαραίτητη στην ανάπτυξη των οντολογιών και στην ανάπτυξη των εργαλείων επεξεργασίας φυσικής γλώσσας. Τόσο ο πυρήνας του συστήματος όσο και η εφαρμογή δεν απαιτήσαν καθόλου οντολογικές ή γλωσσολογικές γνώσεις κατά την ανάπτυξή τους.

---

<sup>1</sup> Το πρόγραμμα ΜΚΒΕΕΜ χρηματοδοτήθηκε εν μέρει από το πρόγραμμα IST της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με το συμβόλαιο με αριθμό IST-1999-10589.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου παρουσιάζονται η λειτουργικότητα του συστήματος, η αρχιτεκτονική που ακολουθήθηκε, η εσωτερική δομή του πυρήνα (Μεσολαβητή), και τα βασικά σενάρια χρήσης.

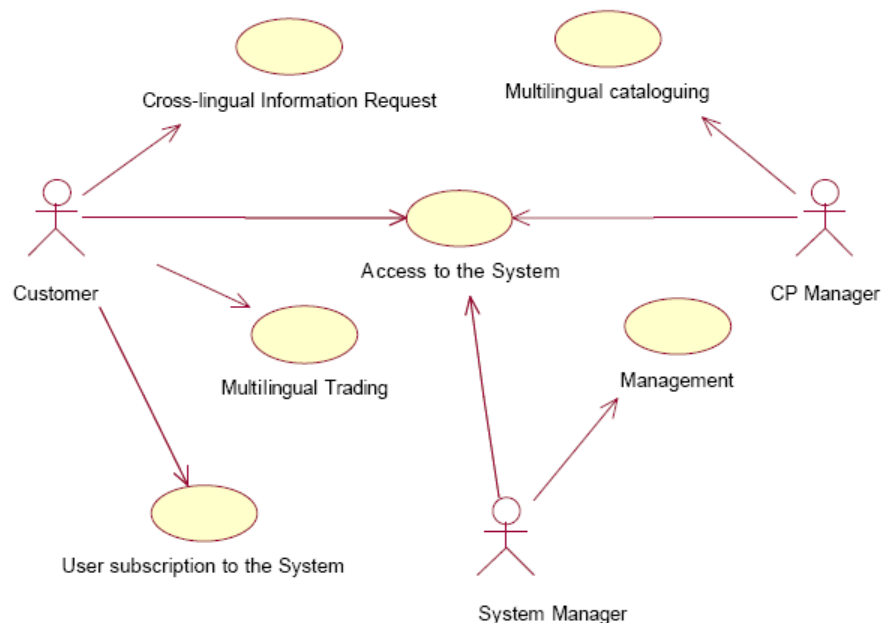
## 6.1 ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΟΙ ΧΡΗΣΤΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΕΧΟΜΕΝΕΣ

### ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Οι εμπλεκόμενοι χρήστες σε ένα σύστημα Ηλεκτρονικών Αγορών μπορεί να είναι αρκετοί. Στην υπό εξέταση ηλεκτρονική αγορά διακρίνουμε τρεις βασικούς εμπλεκόμενους:

- Τον υποψήφιο πελάτη (Customer)
- Το διαχειριστή περιεχομένου από την πλευρά του προμηθευτή προϊόντων/υπηρεσιών (CP Manager)
- Το διαχειριστή του συστήματος της ηλεκτρονικής αγοράς (System Manager)

Στο Σχήμα 19 παρουσιάζονται σε υψηλό επίπεδο τα βασικά σενάρια χρήσης για τους εμπλεκόμενους χρήστες στο σύστημα με τη μορφή UML διαγράμματος.



**Σχήμα 19** Σενάρια χρήσης και εμπλεκόμενοι ρόλοι στην ηλεκτρονική αγορά.

### **6.1.1 ΥΠΟΨΗΦΙΟΣ ΠΕΛΑΤΗΣ**

Στα πλαίσια του συστήματος ο πελάτης έχει τη δυνατότητα να υποβάλει ερωτήματα αλλά και να πραγματοποιεί συναλλαγές στη φυσική του γλώσσα.

Συγκεκριμένα μπορεί να πραγματοποιήσει τα ακόλουθα:

**1. Αναζήτηση προϊόντων/υπηρεσιών.** Αυτό μπορεί να γίνει τρεις τρόπους:

- Εισαγωγή ερωτήματος σε φυσική γλώσσα
- Πλοήγηση σε καταλόγους προϊόντων/υπηρεσιών.
- Συνδυασμό των δύο προηγούμενων περιπτώσεων

Το σύστημα αναλύει το ερώτημα του χρήστη και αν πρόκειται για ερώτημα σε φυσική γλώσσα προσπαθεί να καταλάβει τι θέλει ο πελάτης. Στις ακόλουθες περιπτώσεις το σύστημα θα ζητήσει επιπλέον πληροφορίες από τον πελάτη:

- Δεν υπάρχουν αποτελέσματα για το συγκεκριμένο ερώτημα
- Υπάρχουν πάνω από μία ερμηνείες για το τι έχει ζητήσει ο πελάτης.

Όπου χρειαστεί το σύστημα το σύστημα ανοίγει διάλογο με το χρήστη, με τη χρήση φορμών προς συμπλήρωση με σκοπό την ολοκλήρωση του σεναρίου ερωτήματος. Στο τέλος το σύστημα παρουσιάζει στο χρήστη τα αποτελέσματα των προϊόντων/υπηρεσιών που βρέθηκαν.

Οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ερωτήματος που προαναφέρθηκε ο πελάτης μπορεί:

- Να επιβεβαιώσει την επιλογή του
- Να εγκαταλείψει το διάλογο
- Να ξεκινήσει νέο ερώτημα
- Να εγκαταλείψει το σύστημα

**2. Διαδικασία συναλλαγής σε πολυγλωσσικό περιβάλλον**

Υπάρχουν δύο περιπτώσεις:

- Ο πελάτης επιλέγει προϊόντα – από ένα ή περισσότερους προμηθευτές – και του δίνεται η δυνατότητα να διαπραγματευτεί τους όρους αγοράς για κάθε προϊόν ξεχωριστά με τον αντίστοιχο προμηθευτή.
- Δίνεται η δυνατότητα στον πελάτη να διαπραγματευτεί τους όρους αγοράς για μια ενιαία προσφορά η οποία αποτελείται από προϊόντα διαφορετικών προμηθευτών.

Δηλαδή, ο κύριος στόχος είναι ο πελάτης να αποκτήσει πρόσβαση στους όρους πώλησης των προϊόντων (ή των πακέτων προϊόντων ) που έχει επιλέξει. Στη συνέχεια μπορεί να διαπραγματευτεί (να αποδεχθεί ή να απορρίψει τμήματα ενός συμβολαίου) και στο τέλος να υπογράψει το συμβόλαιο που θα διαμορφωθεί.

Η όλη διαδικασία θα έπρεπε να περιλαμβάνει και σύνδεση του πελάτη με την πλατφόρμα αγοράς του προμηθευτή, αλλά αυτό είναι έξω από το σκοπό της συγκεκριμένης υλοποίησης και στα πλαίσια της πειραματικής ανάπτυξης προσομοιώθηκε.

### **6.1.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ**

Ο διαχειριστής περιεχομένου δρα από την πλευρά του προμηθευτή με σκοπό να ορίσει τα δεδομένα στο σύστημα που αφορούν τον προμηθευτή. Έτσι, είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση των εσωτερικών προς το σύστημα πόρων που χρησιμοποιούνται για την ολοκλήρωση των προμηθευτών με το σύστημα.

Ο ρόλος του διαχειριστή περιεχομένου συνοψίζεται στα ακόλουθα:

- Διαχείριση του μοντέλου της οντολογικής πληροφορίας (ορισμός νέων καταλόγων)
- Διαχείριση καταλόγων. Εισαγωγή νέων προϊόντων στον κατάλογο σύμφωνα με τον ορισμό του καταλόγου και την αναπαράσταση πληροφορίας που ακολουθεί το σύστημα.

- Ορισμό των γλωσσικών πόρων του προμηθευτή σύμφωνα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις για φυσική γλώσσα.

### **6.1.3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

Ο διαχειριστής του συστήματος είναι υπεύθυνος για:

- Εποπτεία της πλατφόρμας
- Διαχείριση της συνολικής οντολογικής βάσης του συστήματος
- Διαχείριση του συνολικού καταλόγου του συστήματος
- Διαχείριση γλωσσολογικών πόρων
- Ορισμό των τύπων συμβολαίων που χρησιμοποιούνται

Ο διαχειριστής του συστήματος ενημερώνει τις οντολογίες του συστήματος όποτε προκύπτει η ανάγκη για τη εισαγωγή μίας νέας θεματικής περιοχής (π.χ. αξεσουάρ στην περιοχή της ένδυσης) ή όταν η υπάρχουσα δομή και περιγραφικότητα μιας οντολογίας περιοχής δεν καλύπτει τις ανάγκες των προμηθευτών. Επίσης ο διαχειριστής του συστήματος είναι υπεύθυνος και για την ενημέρωση των γενικών οντολογιών του συστήματος. Ο διαχειριστής μπορεί να προσθέσει, ενημερώσει, διαγράψει περιεχόμενο από τις οντολογίες χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα ειδικά εργαλεία που δεν αφορούν την πλατφόρμα της ηλεκτρονικής αγοράς και αποτελούν back-office διαδικασίες.

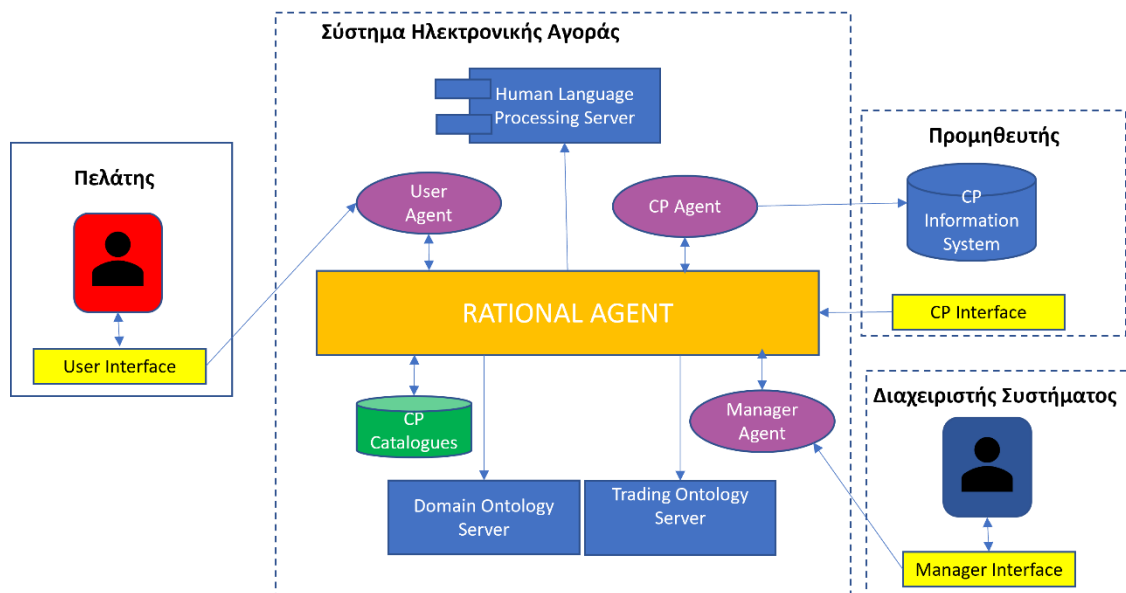
Ο διαχειριστής του συστήματος είναι υπεύθυνος για τον ορισμό των γλωσσολογικών πόρων και εργαλείων που είναι διαθέσιμα στην πλατφόρμα χρησιμοποιώντας ειδικά εργαλεία που και αυτά δεν αποτελούν μέρος του περιγραφόμενου συστήματος. Με αυτά τα εργαλεία έχει τη δυνατότητα να ορίζει τη γραμματική κάθε γλώσσας, συντακτικό και κανόνες μετάφρασης που χρησιμοποιούνται από το σύστημα.

Ο διαχειριστής του συστήματος είναι υπεύθυνος για τον ορισμό των γενικών όρων που εφαρμόζονται στις συναλλαγές και των περιορισμών που ορίζουν τους

επιχειρησιακούς κανόνες που είναι διαθέσιμοι στο σύστημα. Τα εργαλεία για τον ορισμό αυτών των όρων είναι εκτός των ορίων του συστήματος και η ενημέρωση είναι μία back-end διαδικασία.

## 6.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Στο Σχήμα 20 παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του πειραματικού συστήματος. Το σύστημα ακολουθεί το μοντέλο αρχιτεκτονικής που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ο Πράκτορας Λογικής (Rational Agent) περιέχει όλη τη λογική λειτουργίας τους συστήματος καθώς και το ρόλο του μεσολαβητή επιτρέποντας την διαλειτουργικότητα των υποσυστημάτων. Έχοντας κοινοποιήσει τις προδιαγεγραμμένες διεπαφές προσφέρει διαφανώς πρόσβαση στις υπηρεσίες του συστήματος τόσο στην εφαρμογή χρήστη (User Agent) όσο και στις εφαρμογές προμηθευτών (CP Agent). Από την άλλη ο ίδιος επικοινωνεί με το υποσύστημα οντολογιών (Ontology Server και Trading Ontology Server) και με το υποσύστημα επεξεργαστή φυσικής γλώσσας (Human Language Processing Server) μέσω των αντίστοιχων προδιαγεγραμμένων διεπαφών που έχουν κοινοποιηθεί από αυτά τα υποσυστήματα.



Σχήμα 20 Η αρχιτεκτονική του πειραματικού συστήματος

## **6.2.1 ΤΑ ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΑ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

### **Σύστημα Οντολογιών (Domain Ontology Server)**

Το σύστημα οντολογιών (Domain Ontology Server, DOS) είναι το σύστημα που είναι υπεύθυνο για:

- Τη συγκέντρωση όλων των οντολογιών που χρησιμοποιούνται από το μεσολαβητή.
- Ανάπτυξη συλλογιστικής βασισμένη σε αυτές τις οντολογίες.
- Υλοποίηση της διεπαφής (πύλης) που έχει οριστεί κατά το σχεδιασμό με σκοπό την επικοινωνία του Μεσολαβητή μαζί του.

Η εμπλοκή ειδικών στις οντολογίες υπήρξε απαραίτητη στην ανάπτυξη των οντολογιών και της αντίστοιχης διεπαφής. Ωστόσο, ο πυρήνας του συστήματος αναπτύχθηκε χωρίς καθόλου οντολογικές γνώσεις.

### **Πράκτορας Εφαρμογής (User agent)**

Ο Πράκτορας εφαρμογής (User Agent, UA) αναπαριστά τους πελάτες στο σύστημα της Ηλεκτρονικής Αγοράς. Ο UA δημιουργείται με το που ο πελάτης αποκτήσει πρόσβαση στο σύστημα και καταστρέφεται μόλις ο πελάτης σταματήσει την αλληλεπίδρασή του με το σύστημα. Ο UA λαμβάνει ερωτήματα από τον πελάτη και τα προωθεί στον μεσολαβητή (RA) για να τα επεξεργαστεί ανάλογα.

Ο UA μπορεί να ζητήσει από το μεσολαβητή τα ακόλουθα:

- Να διαχειριστεί το ερώτημα του πελάτη είτε είναι σε φυσική γλώσσα είτε από πλοήγηση σε κατάλογο.
- Να παρέχει πληροφορία σχετικά με τη δομή και το περιεχόμενο.
- Την επεξεργασία ερωτήματος με τη μορφή συμπληρωμένης φόρμας.

- Την επεξεργασία της διαδικασίας αγοράς επιλέγοντας τους κατάλληλους επιχειρησιακούς κανόνες.
- Την αποστολή δεδομένων πώλησης στους προμηθευτές.

Ο UA είναι επίσης υπεύθυνος για την κατάλληλη παρουσίαση προς τον πελάτη:

- Της σελίδας ερωτήματος με καταλόγους για πλοήγηση και πεδίο κειμένου όπου ο πελάτης μπορεί να εισάγει το ερώτημα του σε φυσική γλώσσα.
- Των φορμών που δημιουργούνται από το μεσολαβητή με σκοπό την εισαγωγή δεδομένων από το χρήστη.
- Των αποτελεσμάτων που παρέχει ο μεσολαβητής από τα πληροφοριακά συστήματα των προμηθευτών.
- Των φορμών και των κειμένων που παράγει ο μεσολαβητής με σκοπό να γίνουν οι διαπραγματεύσεις συμβολαίου με τον πελάτη.

### **Επεξεργαστής Φυσικής Γλώσσας**

Ο Επεξεργαστής Φυσικής Γλώσσας (Human Language Processing server, HLP) έχει σκοπό να παρέχει πολυγλωσσικότητα:

- Στους πελάτες της ηλεκτρονικής αγοράς.
- Στους διαχειριστές των προμηθευτών για τη διαχείριση των καταλόγων.

Το σύστημα επιτρέπει στον πελάτη να χρησιμοποιήσει τη φυσική του γλώσσα για να εκφράσει το ερώτημά του. Σε αυτήν τη περίπτωση ερωτήματος, ο HLP μετατρέπει τις εκφράσεις κειμένου που εισάγει ο χρήστης σε οντολογικές φόρμουλες με σκοπό να γίνει κατανοητό τι θέλει ο χρήστης. Επίσης ο HLP είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία ετικετών στην γλώσσα που θα ζητηθεί. Οι ετικέτες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στους διαλόγους του χρήστη με το σύστημα όπου γίνεται δυναμική δημιουργία περιεχομένου στη γλώσσα του χρήστη.

Το σύστημα δίνει τη δυνατότητα στους διαχειριστές περιεχομένου να διαχειρίζονται τους καταλόγους τους και να πραγματοποιούν μεταφράσεις με σκοπό να παρέχουν



εκδόσεις των προϊόντων/υπηρεσιών τους σε διάφορες γλώσσες. Ο HLP σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιείται για την μετατροπή των κειμένων που περιγράφουν τα προϊόντα/υπηρεσίες σε οντολογικές φόρμουλες κατά τη διαδικασία εισαγωγής τους στον κατάλογο. Επίσης, ο HLP ελέγχει τις περιγραφές των προϊόντων για τη συμβατότητα τους με τη γλώσσα στην οποία έχουν γραφτεί.

Ο HLP καλείται μόνο από το μεσολαβητή μέσω της διεπαφής (πύλης) που έχει οριστεί κατά το σχεδιασμό και έχει υλοποιηθεί για το σκοπό αυτό.

### **Σύστημα Οντολογιών Συναλλαγής (Trading Ontology Server)**

Το Σύστημα Οντολογιών Συναλλαγής (Trading Ontology Server, ECOS) αποθηκεύει το σύνολο των όρων και των περιορισμών που εφαρμόζονται στις συναλλαγές των πελατών με τους παρόχους περιεχομένου. Το σύνολο των κανόνων και των περιορισμών είναι στη μορφή οντολογικής αναπαράστασης και ανακτώνται από το μεσολαβητή (RA) με σκοπό να ενημερωθούν ο υποψήφιος πελάτης και το πληροφοριακό σύστημα του παρόχου.

Ο ECOS επίσης αποθηκεύει την πληροφορία σχετικά με τους επιχειρησιακούς κανόνες που διατηρεί στις γλώσσες που υποστηρίζονται από το σύστημα. Αυτή η πληροφορία παρουσιάζεται στον πελάτη (στη κατάλληλη γλώσσα) όταν αυτός θέλει να ενημερωθεί για τις επιλογές που έχει προκειμένου να πραγματοποιήσει μια συναλλαγή.

### **Πράκτορας Προμηθευτή (Content Provider Agent)**

Ο Πράκτορας προμηθευτή (Content Provider Agent, CPA) αναπαριστά τον προμηθευτή στην ηλεκτρονική αγορά.

Ο CPA παραλαμβάνει ένα πλάνο ερωτήματος από το μεσολαβητή και το προωθεί στο απομακρυσμένο πληροφοριακό σύστημα του προμηθευτή μέσω κάποιου πρωτόκολλου επικοινωνίας (π.χ. SQL, http). Ο CPA είναι επίσης υπεύθυνος να παραλάβει τις απαντήσεις από τα πληροφοριακά συστήματα των προμηθευτών και να τα επεξεργαστεί στην κατάλληλη μορφή που απαιτεί ο μεσολαβητής.

Ο CPA καλείται μόνο από το μεσολαβητή μέσω της διεπαφής (πύλης) που έχει οριστεί κατά το σχεδιασμό και έχει υλοποιήσει για το σκοπό αυτό. Η ανάπτυξη της επιχειρησιακής λογικής εσωτερικά στο CPA και της επικοινωνίας του με τα πληροφοριακά συστήματα των προμηθευτών δεν αφορά τη συγκεκριμένη υλοποίηση.

### **Πράκτορας Διαχειριστή (Manager Agent)**

Ο Πράκτορας διαχειριστής (Manager Agent, MA) αποτελεί το σημείο επαφής στο συνολικό σύστημα προκειμένου να πραγματοποιηθούν διαχειριστικές λειτουργίες. Ο MA έχει τη δυνατότητα επικοινωνίας με τα συστατικά στοιχεία του συστήματος, μέσω του μεσολαβητή, προκειμένου να ανακτά ή/και τροποποιεί διαχειριστική πληροφορία του συστήματος. Η διαχειριστική πληροφορία επεξεργάζεται από τον MA και διατίθεται στον διαχειριστή του συστήματος μέσω του γραφικού περιβάλλοντος διαχείρισης (Manager Interface). Η πληροφορία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για παράδειγμα, για τον έλεγχο της συμπεριφοράς του συστήματος παρέχοντας δεδομένα για: στατιστικά χρήσης των πόρων του συστήματος, ζητήματα ασφάλειας, απόδοση, τρέχουσα παραμετροποίηση, κλπ

### **Επίπεδο παρουσίασης**

Το επίπεδο παρουσίασης περιλαμβάνει το γραφικό περιβάλλον που χρησιμοποιείται από τους πελάτες προκειμένου να αλληλεπιδράσουν με το σύστημα της ηλεκτρονικής αγοράς. Μέσω αυτού ο πελάτης έχει πρόσβαση σε όλη τη λειτουργικότητα που παρέχεται από το σύστημα, όπως:

- Πρόσβαση και φόρμες εγγραφής
- Πλοήγηση σε καταλόγους
- Εισαγωγή ερωτήματος σε φυσική γλώσσα
- Παρουσίαση φορμών πληροφορίας ως αντίδραση του συστήματος σε ενέργειες του χρήστη
- Παρουσίαση αποτελεσμάτων

- Παρουσίαση των κειμένων των συμβολαίων και φόρμες για διαπραγμάτευσης των συμβολαίων.

Επίσης παρέχει λειτουργικότητα για ακύρωση ερωτήματος και έξοδο από το σύστημα. Το γραφικό περιβάλλον είναι υπεύθυνο μόνο για την παρουσίαση του περιεχομένου και των δομών αλληλεπίδρασης με το σύστημα. Είναι χτισμένο πάνω από την διεπαφή χρήστη η οποία παρέχει όλες τις απαραίτητες μεθόδους για την επεξεργασία των δεδομένων (π.χ. ταξινόμηση αποτελεσμάτων) και την επικοινωνία με το Μεσολαβητή.

## **6.3 Ο ΠΥΡΗΝΑΣ**

Ο πυρήνας του συστήματος περιέχει την επιχειρησιακή λογική του συστήματος και τις υποδομές που την υποστηρίζουν.

### **6.3.1 ΠΡΑΚΤΟΡΑΣ ΛΟΓΙΚΗΣ (RATIONAL AGENT)**

Ο πράκτορας λογικής (Rational Agent, RA) είναι ουσιαστικά το συστατικό που περιέχει όλη τη λογική του πυρήνα του συστήματος. Είναι ο συνδεδεμένος κρίκος ανάμεσα στα δομικά συστατικά του συνολικού συστήματος. Ο ρόλος του είναι διπλός:

- Ελέγχει τη συμπεριφορά του συστήματος
- Μεσολαβεί ανάμεσα στη περιοχή του Πελάτη και την περιοχή του προμηθευτή.

Ο πρώτος ρόλος του RA είναι να συνδυάζει και να διαχειρίζεται τους πόρους του συστήματος με σκοπό να επιτύχει κάθε φορά το στόχο του συστήματος για ένα συγκεκριμένο σενάριο χρήσης. Η απόκριση του συστήματος σε κάθε σενάριο χρήσης είναι κωδικοποιημένη στον RA. Περιέχει δηλαδή όλη τη λογική – όπως την αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος – που αντανακλάται στη συμπεριφορά του συστήματος.

Οι διαθέσιμοι πόροι του συστήματος περιλαμβάνουν τους καταλόγους, τα πληροφοριακά συστήματα των προμηθευτών, τις οντολογίες και τους γλωσσικούς πόρους. Οι βασικές λειτουργίες που παρέχονται από το σύστημα είναι:

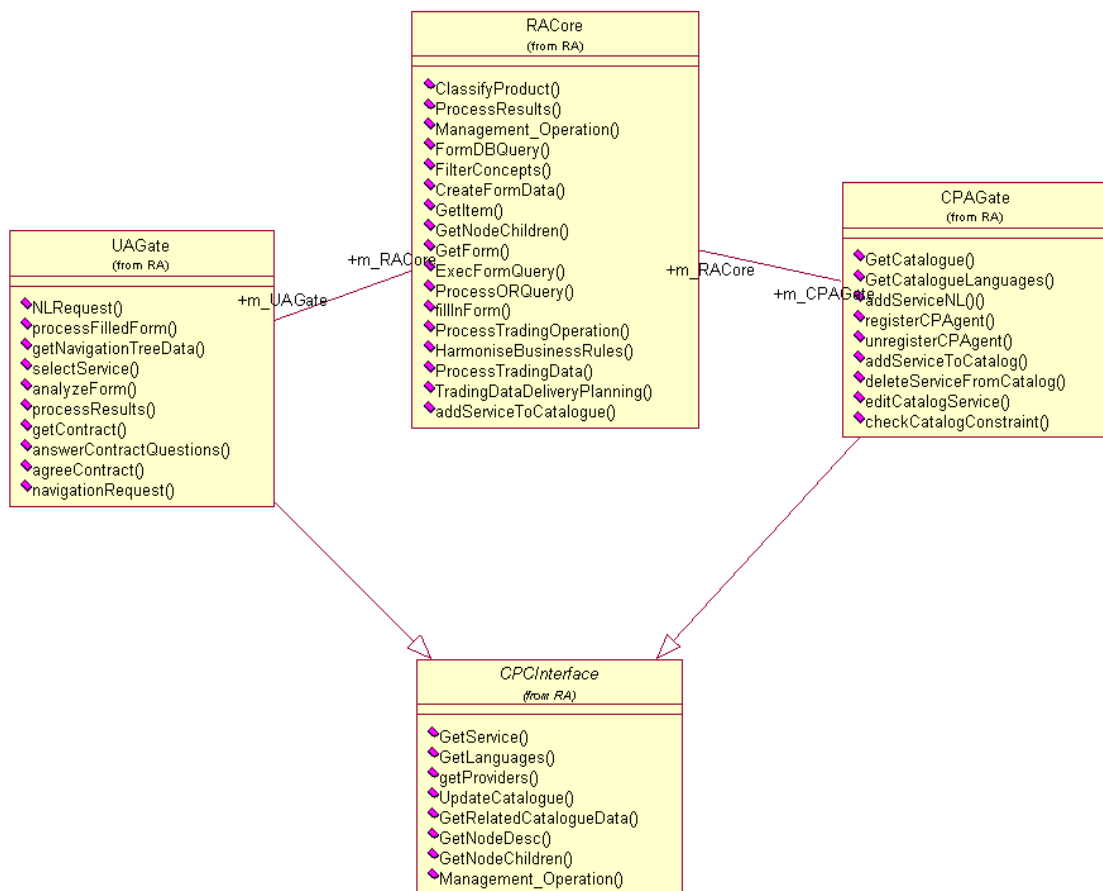
- Επικοινωνία με τον πελάτη και εξαγωγή ερμηνείας από την εισαγωγή φράσεων σε φυσική γλώσσα.
- Υπηρεσίες εξαγωγής συμπεράσματος διαθέσιμες από το σύστημα οντολογιών που επιτρέπουν συλλογιστικές βασισμένες στη γνώση που είναι αποθηκευμένα στις οντολογίες.
- Αναζήτηση προμηθευτών και προϊόντων που προσφέρονται μέσω καταλόγων ή μέσω του CPA.
- Επιχειρησιακοί κανόνες που ορίζουν τους αποδεκτούς όρους και τις αποδεκτές συνθήκες συναλλαγών, αποθηκευμένα στο σύστημα οντολογιών συναλλαγών.

Όλα τα παραπάνω συγκροτούν το σύνολο εργαλείων από το οποία ο RA πρέπει να διαλέξει και να συνδυάσει για να ικανοποιήσει τις ανάγκες όλων των σεναρίων χρήσης. Επίσης στον ίδιο ρόλο υπάγεται και ο έλεγχος του διαλόγου ανάμεσα στον πελάτη και το σύστημα.

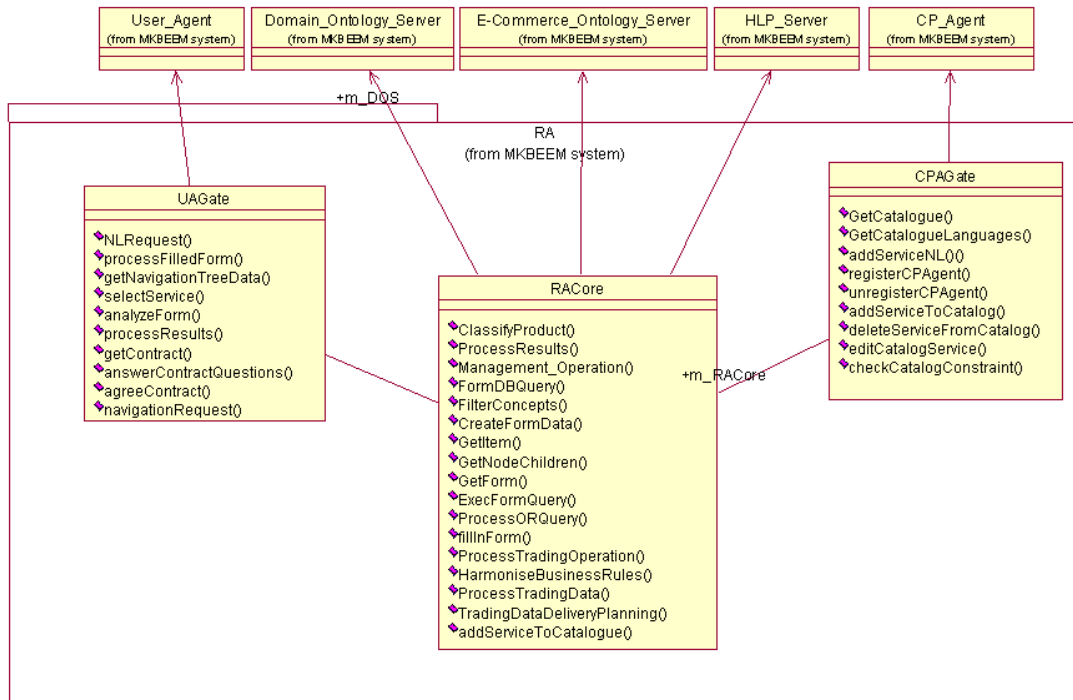
Ο δεύτερος ρόλος του RA είναι να μεσολαβεί ανάμεσα στη περιοχή του Πελάτη και του Προμηθευτή. Αυτές οι δύο περιοχές χρησιμοποιούν διαφορετικές γλώσσες και μοντέλα πληροφορίας για να αναφερθούν σε προϊόντα/υπηρεσίες. Η γεφύρωση του χάσματος είναι δυνατή με τη χρήση μιας κοινής οντολογικής αναπαράστασης και με τη παροχή αντιστοιχίσεων προς και από τις αναπαραστάσεις των περιοχών του Πελάτη και του Προμηθευτή. Ο HLP Server και ο CPA πραγματοποιούν αυτές τις αντιστοιχίσεις και στα δύο σημεία.

Κατά τη διαδικασία σχεδιασμού του RA, έγινε προσπάθεια έτσι ώστε να ανεξαρτητοποιηθεί η λειτουργικότητα του πυρήνα από το υπόλοιπο βοηθητικό περιβάλλον του. Η βασική λειτουργικότητα του RA βρίσκεται στην κλάση RACore. Η κλάση αυτή είναι κρυμμένη από το περιβάλλον έξω από τον RA. Τα ερωτήματα για τη παροχή κάποιας λειτουργίας που έρχονται από τον UA και τον CPA πρέπει να περάσουν από τις κλάσεις UAGate και CPAGate αντίστοιχα. Οι κλάσεις αυτές εκτός από διακίνηση

μηνυμάτων από και προς τον RA, χειρίζονται πολλαπλά στιγμιότυπα των UA και CPA δρομολογώντας μηνύματα στο κατάλληλο στιγμιότυπο, δημιουργούν διαδικασίες, κλπ. Επίσης, απομονώνουν τον πυρήνα από λεπτομέρειες που αφορούν την επικοινωνία διαδικασιών η οποία εξαρτάται από τη πλατφόρμα που χρησιμοποιείται (π.χ. CORBA, πλατφόρμα πρακτόρων)



**Σχήμα 21 Ιεραρχία κλάσεων στον Rational Agent**



**Σχήμα 22 Επικοινωνία Rational Agent με υπόλοιπα συστήματα**

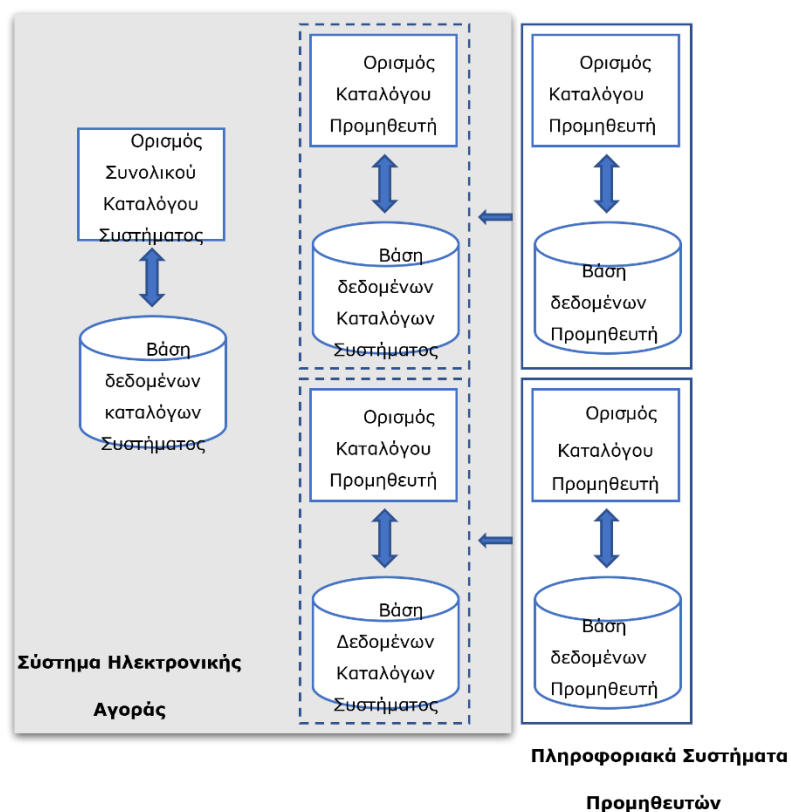
Η κλάση *UAGate* αποτελεί τη διεπαφή που συνδέει τα εσωτερικά συστατικά του RA με τον UA. Παρέχει πρόσβαση σε όλη τη λειτουργικότητα του RA που χρειάζεται ο UA, γι αυτό είναι και η μόνη κλάση που γνωρίζει ο UA.

Η κλάση *CPAGate* αποτελεί τη διεπαφή που συνδέει τα εσωτερικά συστατικά του RA με τον CPA. Παρέχει πρόσβαση σε όλη τη λειτουργικότητα του RA που χρειάζεται ο CPA, γι αυτό είναι και η μόνη κλάση που γνωρίζει ο CPA.

### 6.3.2 ΟΜΟΣΠΟΝΔΙΑ ΚΑΤΑΛΟΓΩΝ

Ένα από τα βασικά συστατικά του πυρήνα που χρησιμοποιεί ο RA είναι το σύστημα της ομοσπονδίας καταλόγων. Αυτό το σύστημα είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση:

- Των συνολικών καταλόγων του οι οποίοι παράγονται αυτόματα με τη χρήση των οντολογιών του συστήματος.
- Των καταλόγων των διαφορετικών προμηθευτών οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι στο σύστημα. Αυτοί οι καταλόγοι είναι αποθηκευμένοι σε βάση δεδομένων και περιέχουν τις περιγραφές των προϊόντων που διαθέτει κάθε πάροχος.

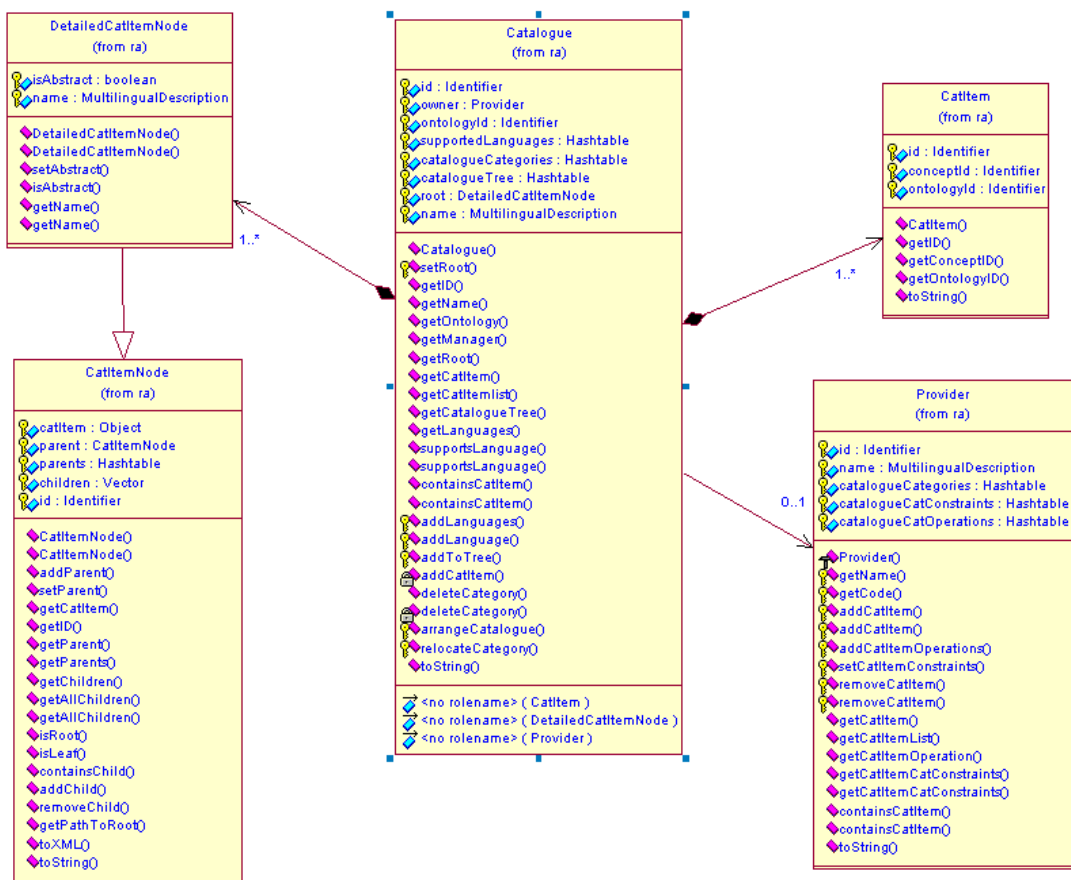


**Σχήμα 23 Ομοσπονδία καταλόγων συστήματος**

Ένας προμηθευτής που επιθυμεί να προσφέρει προϊόντα σε πελάτες και ο οποίος έχει συγκεκριμένα στιγμιότυπα αυτών των προϊόντων διαθέσιμα στην τοπική πληροφοριακή υποδομή, πρέπει να προσθέσει τις περιγραφές αυτών των προϊόντων στους καταλόγους του συστήματος. Η περιγραφή των προϊόντων αυτών που προσθέτονται στους καταλόγους δεν είναι ανεξάρτητη αλλά είναι σε άμεση σύνδεση με την οντολογία περιοχής (π.χ. ένδυση) που διαχειρίζεται ο εξυπηρετητής οντολογιών περιοχής (DOS) του συστήματος. Αν κάποια από τα χαρακτηριστικά των προϊόντων δεν περιέχονται στην οντολογία, δεν μπορούν να ενσωματωθούν στον κατάλογο, εκτός αν βέβαια ενημερωθεί πρώτα η οντολογία.

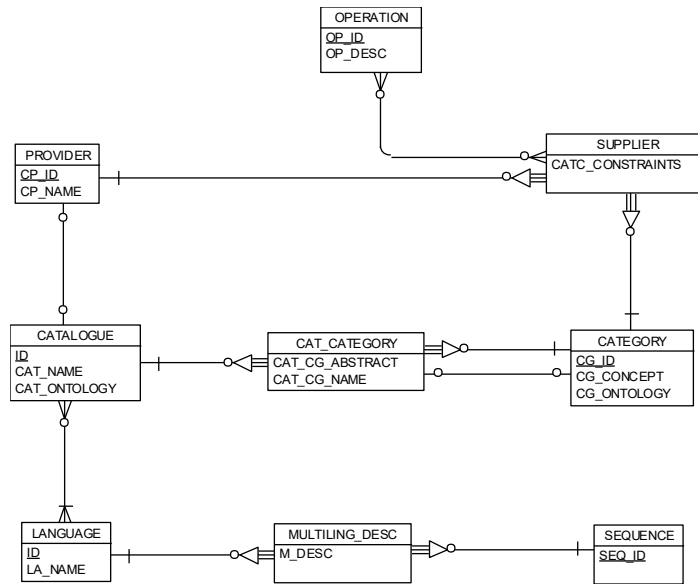
Ο κατάλογος ενός προμηθευτή μπορεί επίσης να περιέχει κάποιους περιορισμούς ή συγκεκριμένες τιμές για χαρακτηριστικά προϊόντων που παρέχει. Το σύστημα καταλόγων είναι προσβάσιμο από τον RA με σκοπό την εξυπηρέτηση ερωτημάτων πελατών πάνω σε διαθέσιμα προϊόντα και τη διαχείριση του διαλόγου με τους προμηθευτές οι οποίοι επιθυμούν να διαχειριστούν τους καταλόγους του.

Στο Σχήμα 24 παρουσιάζεται το διάγραμμα κλάσεων του καταλόγου όπως είναι υλοποιημένο μέσα στον πυρήνα του συστήματος. Η κλάση Catalogue αναπαριστά τον κατάλογο ενώ οι κλάσεις CatItem και DetailedCatItemNode αναπαριστούν τα αντικείμενα και τους κόμβους του δέντρου του καταλόγου αντίστοιχα. Η κλάση Provider αναπαριστά τον Πάροχο. Στο Σχήμα 25 παρουσιάζεται το διάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων (ER) του συστήματος καταλόγων για οποιοδήποτε σχεσιακό σύστημα βάσεων δεδομένων (RDBMS).



**Σχήμα 24 Διάγραμμα κλάσεων του συστήματος καταλόγων**





**Σχήμα 25** Διάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων για την αναπαράσταση του συστήματος καταλόγων

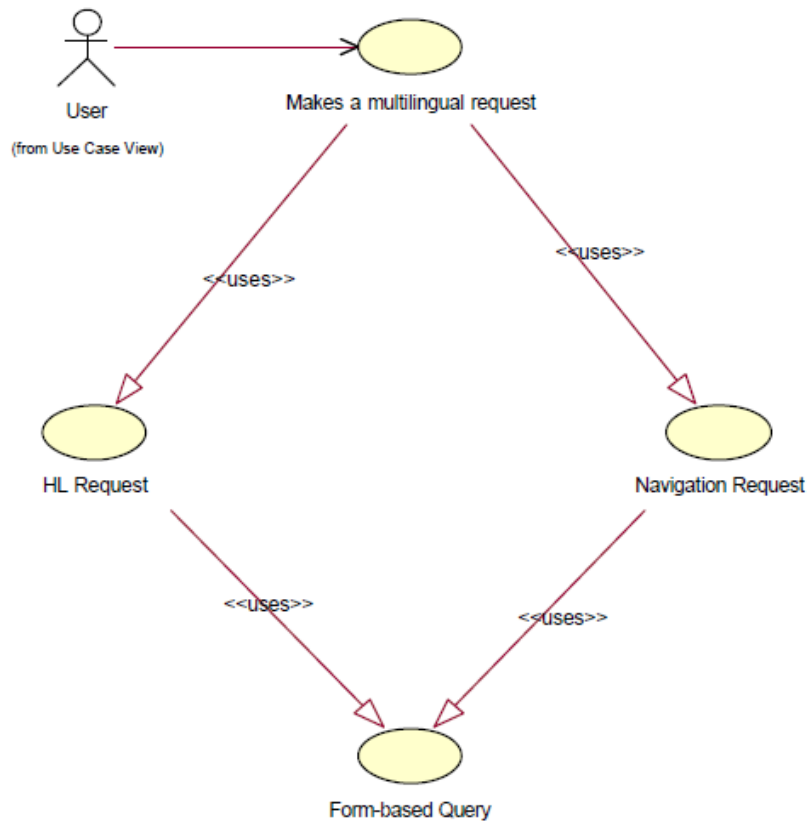
## 6.4 ΣΕΝΑΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά δύο βασικά σενάρια χρήσης, το πολυγλωσσικό ερώτημα και η εισαγωγή σε κατάλογο.

### 6.4.1 ΣΕΝΑΡΙΟ ΠΟΛΥΓΛΩΣΣΙΚΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ

Η λειτουργικότητα του πολυγλωσσικού ερωτήματος (Multilingual Request) επιτρέπει στους χρήστες να πλοηγηθούν (Navigation Request) σε καταλόγους και να αποκτήσουν πρόσβαση σε προϊόντα και υπηρεσίες που παρέχονται από το σύστημα. Η ίδια λειτουργικότητα δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να εκφράσουν σε φυσική γλώσσα τα ερωτήματα τους (HLRequest), ενώ μπορεί να γίνει και συνδυασμός ερωτήματος σε φυσική γλώσσα με πλοήγηση σε κατάλογο. Σαν απόκριση σε αυτά τα ερωτήματα, το σύστημα μπορεί να αλληλεπιδράσει με το χρήστη και να ζητήσει πληροφορίες όπου χρειάζεται. Είτε χρησιμοποιώντας ερώτημα σε φυσική γλώσσα, είτε ερώτημα με πλοήγηση, η διαπραγμάτευση με το χρήστη τελικά καταλήγει σε τελικό ερώτημα μέσω φόρμας (Form-based Query). Κάποια από τα πεδία της φόρμας μπορεί να συμπληρώνονται είτε αυτόματα από το σύστημα (π.χ. βάση του προφίλ του χρήστη)

είτε μέσω διαλόγου του συστήματος με τον τελικό χρήστη. Μετά τη συμπλήρωση των απαραίτητων στοιχείων της φόρμας είτε από χρήστη είτε από το σύστημα, η φόρμα προωθείται στον RA ο οποίος στη συνέχεια θα συμβουλευτεί το σύστημα καταλόγων για να εντοπίσει τους προμηθευτές που παρέχουν το προς αναζήτηση προϊόν/υπηρεσία. Ο RA στη συνέχεια θα δημιουργήσει τα κατάλληλα μορφοποιημένα ερωτήματα και θα τα προωθήσει στους αντίστοιχους CPA. Τα ερωτήματα που προωθούνται στους CPA στο τέλος μετασχηματίζονται σε ερωτήματα στη γλώσσα ερωτήσεων τους συστήματος βάσης δεδομένων του προμηθευτή. Τέλος, τα αποτελέσματα συγκεντρώνονται και επιστρέφουν πίσω μέσω του RA στον UA ο οποίος τα παρουσιάζει στο χρήστη.



**Σχήμα 26 Διάγραμμα UML για το σενάριο πολυγλωσσικού ερωτήματος**

## **Εμπλοκή συστατικών αρχιτεκτονικής**

- Ο **UA** έχει τον έλεγχο της διεπαφής του τελικού χρήστη. Επίσης χειρίζεται την αρχικοποίηση της επεξεργασίας ενός ερωτήματος και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων.
- Ο **HLP** χρησιμοποιείται για την εξαγωγή νοήματος από τα ερωτήματα σε φυσική γλώσσα. Επίσης παρέχει υπηρεσίες δημιουργίας γλώσσας όταν η απόκριση του συστήματος κατά το διάλογο με το χρήστη το απαιτεί.
- Ο **DOS** έχει το ρόλο να διατηρεί και να διαχειρίζεται τα μοντέλα των θεματικών περιοχών και υποστηρίζει ερωτήματα πάνω σε αυτά τα μοντέλα.
- Ο **RA** είναι υπεύθυνος για την επικοινωνία με τον HLP και τον DOS για την αποσαφήνιση του ερωτήματος του χρήστη. Επίσης είναι υπεύθυνος για το χειρισμό του διαλόγου σε όλη τη διάρκεια του σεναρίου ερωτήματος. Τέλος είναι υπεύθυνος για την αποστολή των ερωτημάτων στις απομακρυσμένες βάσεις μέσω των αντίστοιχων CPAs, και την επιστροφή των αποτελεσμάτων.
- Ο CP **Catalogue** χρησιμοποιείται από τον RA για την αναζήτηση προϊόντων και των προμηθευτών που τα παρέχουν.
- Ένας **CPA** ανά προμηθευτή χρησιμοποιείται για την επικοινωνία ανάμεσα στο σύστημα και στα συστήματα των προμηθευτών. Εκτελεί τα απομακρυσμένα ερωτήματα, μεταφράζοντάς τα σε κατάλληλα ερωτήματα για τα σχήματα βάσεων των προμηθευτών.

Ακολούθως παρουσιάζεται η ροή γεγονότων στο πιο χαρακτηριστικό σενάριο ερωτήματος που είναι το ερώτημα σε φυσική γλώσσα.

### **Ερώτημα σε φυσική γλώσσα-Ροή γεγονότων**

#### *Προσδιορισμός υπηρεσίας*

1. Ο χρήστης αναζητά ένα προϊόν/υπηρεσία χρησιμοποιώντας φυσική γλώσσα κειμένου στη γλώσσα της επιλογής του.

2. Ο HLP λαμβάνει το ερώτημα του χρήστη από τον RA και του επιστρέφει ένα σύνολο από οντολογικές φόρμουλες (OFs).

3. Ο RA στέλνει τις OFs στο σύστημα οντολογιών (DOS) το οποίο απαντά με ένα σύνολο από προϊόντα/υπηρεσίες που αντιστοιχούν σε κάθε φόρμουλα. Στην περίπτωση που οι OF(s) αντιστοιχούν σε ένα μόνο προϊόν/υπηρεσία το επόμενο βήμα που εκτελείται είναι το 6.

4. Ο RA μπορεί να στείλει την απάντηση του DOS στον HLP προκειμένου να κάνει καλύτερο το αποτέλεσμα της εμφάνισης στο χρήστη.

5. Ο χρήστης είτε επιλέγει ένα προϊόν είτε τα απορρίπτει όλα και επιστρέφει στο βήμα 1. **(τέλος της φάσης αποσαφήνισης).**

#### *Παροχή προ-συμπληρωμένης φόρμας*

6. Ο DOS επιστρέφει τα χαρακτηριστικά των οποίων οι τιμές μπορούν να συμπληρωθούν από το χρήστη και ένα σύνολο από υποχρεωτικά χαρακτηριστικά (mandatory sets) επιτρέποντας στον RA να μεταβεί απευθείας στο επόμενο βήμα, εφόσον πληρούνται συγκεκριμένες συνθήκες επάρκειας των δεδομένων που έχουν συγκεντρωθεί μέχρι εκείνο το σημείο από το χρήστη.

7. Ο RA δημιουργεί ένα αντικείμενο φόρμας και το προωθεί στον UA. Ο UA το επιστέφει πίσω αφού συμπληρωθεί από το χρήστη.

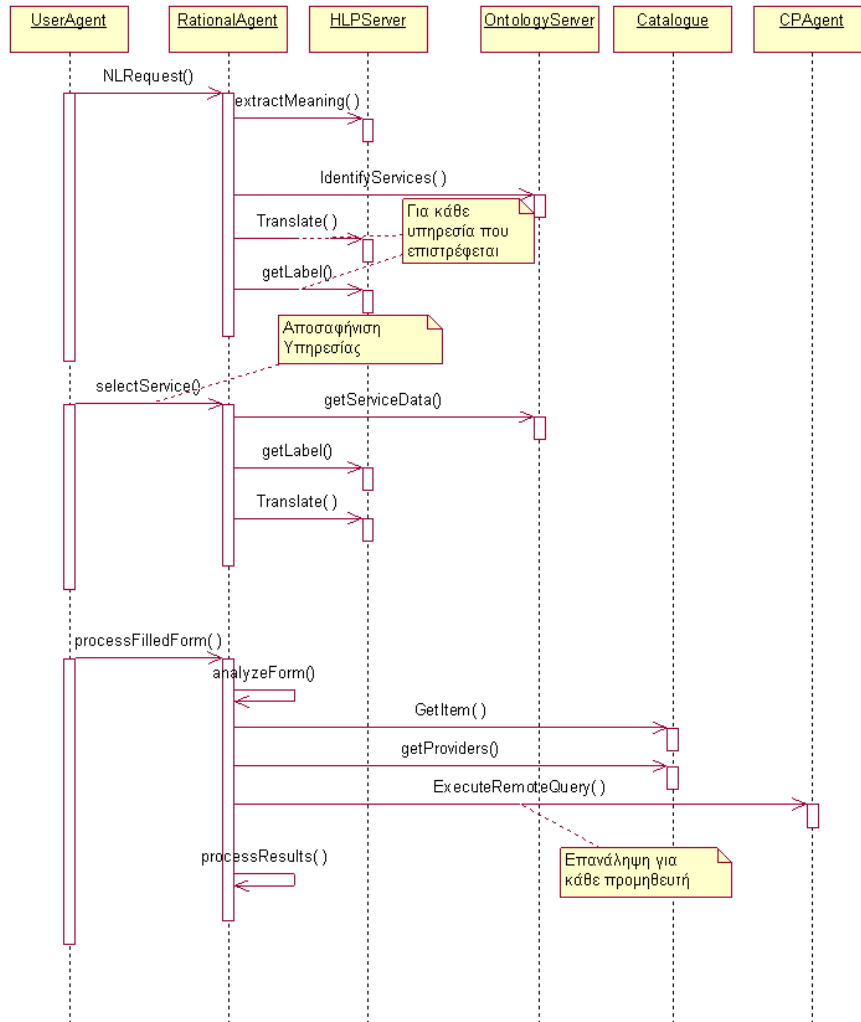
#### *Αποστολή ερωτήματος με φόρμα*

8. Ο RA συμβουλευέται τον κατάλογο σχετικά με την υπηρεσία που ζήτησε ο χρήστης και με τους προμηθευτές που την παρέχουν.

9. Ο RA αποστέλλει τα ερωτήματα προς εκτέλεση στους κατάλληλους προμηθευτές μέσω των CP Agents.

10. Ο RA λαμβάνει τα αποτελέσματα, τα επεξεργάζεται όπου χρειάζεται, τα ομαδοποιεί, και τα αποστέλλει στον UA.

Στο Σχήμα 27 παρουσιάζεται το διάγραμμα αλληλουχίας του ερωτήματος σε φυσική γλώσσα.



**Σχήμα 27 Επεξεργασία ερωτήματος σε φυσική γλώσσα: διάγραμμα αλληλουχίας**

### 6.4.2 ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΑΤΑΛΟΓΟ

#### Εμπλοκή συστατικών αρχιτεκτονικής

- Ο **CPA** χρησιμοποιείται για την επικοινωνία ανάμεσα στο σύστημα και στα συστήματα των προμηθευτών στα πλαίσια της διαχείρισης των καταλόγων.

- Ο **HLP** χρησιμοποιείται για την εξαγωγή νοήματος από τα ερωτήματα σε φυσική γλώσσα. Επίσης παρέχει υπηρεσίες δημιουργίας γλώσσας όταν η απόκριση του συστήματος κατά το διάλογο με το χρήστη το απαιτεί.
- Ο **DOS** έχει το ρόλο να διατηρεί και να διαχειρίζεται τα μοντέλα των θεματικών περιοχών που αντικατοπτρίζουν και τα προϊόντα των προμηθευτών.
- Ο **RA** είναι υπεύθυνος για την επικοινωνία με τον HLP και τον DOS για την αποσαφήνιση του ερωτήματος (όταν είναι σε φυσική γλώσσα) των διαχειριστών των καταλόγων και την πραγματοποίηση των κατάλληλων ενεργειών πάνω στους καταλόγους.
- Ο CP **Catalogue** αποτελεί τη βάση δεδομένων των προμηθευτών μέσα στο σύστημα της ηλεκτρονικής αγοράς. Παρέχει αντιστοίχιση των εννοιών από οντολογίες σε προϊόντα προμηθευτών.

Ακολούθως παρουσιάζεται η ροή γεγονότων στο πιο χαρακτηριστικό σενάριο ερωτήματος που είναι η προσθήκη στον κατάλογο με τη χρήση φυσικής γλώσσας.

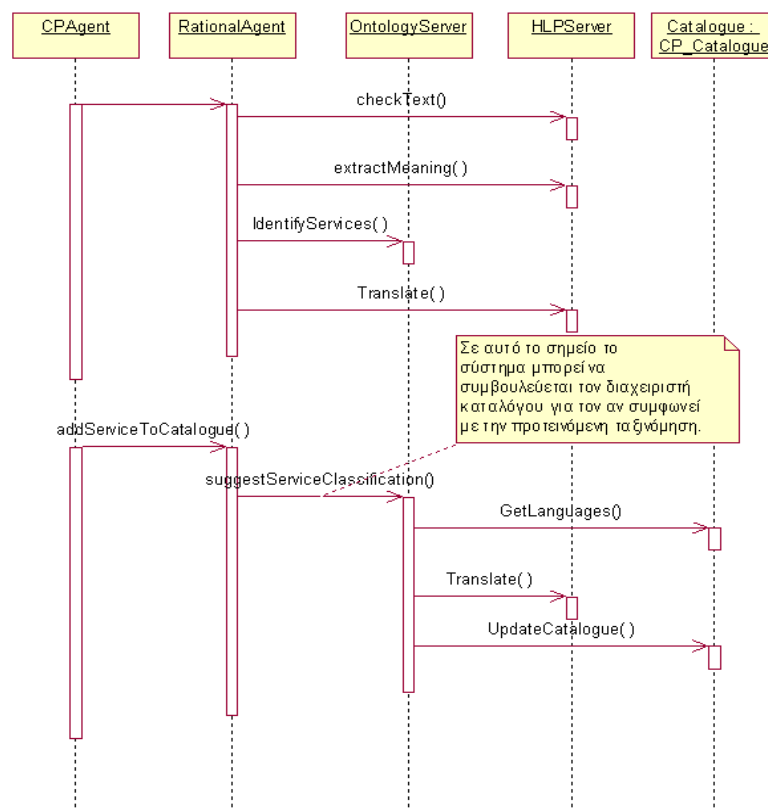
### **Προσθήκη στον κατάλογο-Ροή γεγονότων**

1. Ο προμηθευτής ζητά την προσθήκη ενός νέου προϊόντος με τη χρήση γραπτής φυσικής γλώσσας.
2. Ο επεξεργαστής φυσικής γλώσσας (HLP) λαμβάνει το ερώτημα του χρήστη από τον RA και επιστρέφει ένα σύνολο από οντολογικές φόρμουλες (OFs).
3. Ο RA στέλνει τις οντολογικές φόρμουλες στο σύστημα Οντολογιών (DOS) το οποίο απαντά με ένα σύνολο από έννοιες που αντιστοιχούν σε κάθε φόρμουλα
4. Ο RA μπορεί να στείλει την απάντηση του DOS στον HLP προκειμένου να κάνει καλύτερο το αποτέλεσμα της εμφάνισης στο χρήστη.
5. Ο προμηθευτής επιλέγει ένα προϊόν είτε τα απορρίπτει όλα και επιστρέφει στο βήμα 1. (**τέλος της φάσης αποσαφήνισης**).

6. Ο RA ζητά από τον DOS να του προτείνει ταξινόμηση για το προϊόν.
7. Ο RA αποθηκεύει την πληροφορία στους καταλόγους του προμηθευτή και στο συνολικό κατάλογο του συστήματος (αν δεν υπάρχει ήδη). Στο συγκεκριμένο βήμα ο RA μπορεί να χρειαστεί να επικοινωνήσει αρκετές φορές με τον DOS προκειμένου να τοποθετήσει τη νέα κατηγορία του καταλόγου σύμφωνα με τη δομή της οντολογίας.

Αν μια υπηρεσία είναι ορισμένη ως συνδυασμός δύο (ή περισσότερων) 'υπό-υπηρεσιών' τότε όλες αυτές οι υπό-υπηρεσίες περιγράφονται στον κατάλογο σαν ξεχωριστές υπηρεσίες.

Στο Σχήμα 28 παρουσιάζεται το διάγραμμα για την εισαγωγή υπηρεσίας στον κατάλογο.



**Σχήμα 28 Εισαγωγή υπηρεσίας στον κατάλογο: διάγραμμα αλληλουχίας**

# 7 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΜΕΣΟΛΑΒΗΣΗΣ

## ΒΑΣΙΣΜΕΝΕΣ ΣΕ ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ

---

Στην αρχιτεκτονική της Ηλεκτρονικής Αγοράς που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 5 αλλά και της πειραματικής υλοποίησης στα πλαίσια του έργου MKBEEM που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 6, ο πυρήνας του συστήματος μεσολάβησης (Rational Agent RA) είναι το συστατικό εκείνο που είναι υπεύθυνο για την υλοποίηση υπηρεσιών μεσολάβησης ανάμεσα στους τελικούς χρήστες και στους προμηθευτές προϊόντων/υπηρεσιών. Ένα σημαντικό στοιχείο στο σχεδιασμό του RA είναι η εκμετάλλευση των προηγμένων δυνατοτήτων των άλλων συστατικών του συστήματος και κυρίως των οντολογιών, με σκοπό την ικανοποίηση των απαιτήσεων των χρηστών που αφορούν τις υπηρεσίες μεσολάβησης. Σε αυτό το επίπεδο, ο RA δεν είναι ένα ανεξάρτητο συστατικό. Αντιθέτως εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από:

- ✓ Την εκφραστικότητα και τις δυνατότητες εξαγωγής αποτελέσματος των οντολογιών.
- ✓ Την ορθότητα και σαφήνεια των οντολογικών φόρμουλων που παράγονται για το ερώτημα που έθεσε ο χρήστης.

Στην πειραματική υλοποίηση ο κύριος ρόλος των οντολογιών ήταν καταλυτικός για την αποσαφήνιση των ερωτημάτων των χρηστών σε φυσική γλώσσα και τη σύνδεσή τους με προϊόντα και υπηρεσίες από τα συστήματα των προμηθευτών. Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να αναδείξω την πρόσθετη αξία των οντολογιών στις υπηρεσίες μεσολάβησης του συστήματος και να προτείνω την εμπλοκή τους και σε άλλες περιοχές (πάντα στα πλαίσια μίας Ηλεκτρονικής Αγοράς) που αφορούν τη μεσολάβηση.

Συγκεκριμένα παρουσιάζεται το επίπεδο σύνθετων υπηρεσιών (Complex-Services Layer CSL) που βασίζεται σε οντολογίες προκειμένου για να συνδυάζει υπηρεσίες από διαφορετικούς προμηθευτές και να τις χειρίζεται ως μία σύνθετη υπηρεσία. Μια

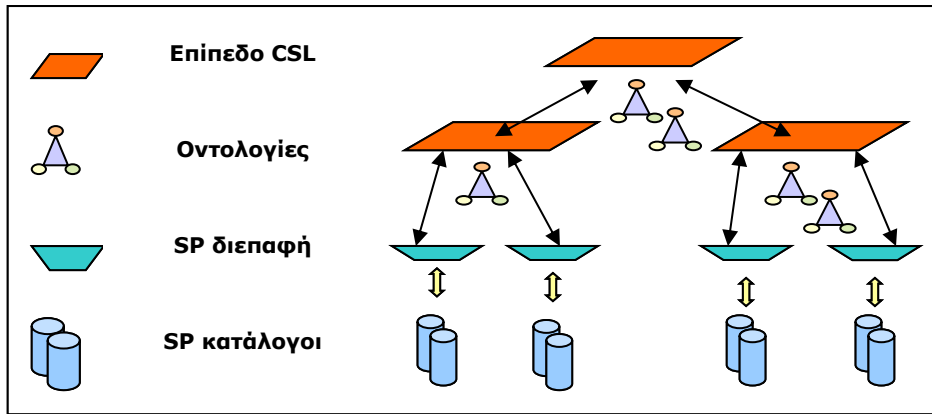


δοκιμαστική υλοποίηση που πραγματοποιήθηκε προσαρμόστηκε στο πειραματικό σύστημα της Ηλεκτρονική Αγοράς. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η έννοια του Σηματολογικού Καταλόγου και αξιολογείται στα πλαίσια της πειραματικής εφαρμογής. Τέλος, εξετάζεται η εμπλοκή των οντολογιών στη διαχείριση του διαλόγου στο πειραματικό σύστημα καθώς και στην ανάπτυξη και την εκμετάλλευση προφίλ χρηστών.

## **7.1 ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ CSL**

### **7.1.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ**

Τα επίπεδο σύνθετων υπηρεσιών (Complex-Services Layer CSL) δίνει την δυνατότητα στις ηλεκτρονικές αγορές να βελτιώσουν την ικανότητα τους να ικανοποιούν σύνθετα ερωτήματα πελατών, επιτρέποντας την ομαδοποίηση προϊόντων ή/και υπηρεσιών με σκοπό τη δημιουργία νέων προϊόντων/υπηρεσιών. Αντίστροφα, η λειτουργικότητα του συγκεκριμένου επιπέδου μπορεί να θεωρηθεί ως η ικανότητα να αποσυνθέτει το ερώτημα ενός χρήστη σε ένα συνδυασμό μικρότερων ερωτημάτων, έτσι ώστε κάθε υπό-ερώτημα να μπορεί να αντιμετωπιστεί με το βέλτιστο τρόπο, π.χ. χρησιμοποιώντας διαφορετικούς προμηθευτές για κάθε υπό-ερώτημα. Η βασική ιδέα είναι ότι όλα τα προϊόντα υπηρεσίες περιγράφονται ως έννοιες μέσα στο σύστημα οντολογιών. Η βάση του CSL είναι μια οντολογία που παρέχει τα πρότυπα για τις υπηρεσίες, και τις ιδιότητες, οι οποίες πρόκειται να συσχετιστούν. Περισσότερα του ενός CSL επίπεδα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μια εφαρμογή διαφανώς. Αυτό δίνει στους επιχειρησιακούς αναλυτές την ελευθερία να 'πακετάρουν' και να εμπορευτούν τις υπηρεσίες που ταιριάζουν καλύτερα στα ενδιαφέροντά τους χωρίς να πρέπει να ακολουθηθεί η πολιτική μεσαζόντων ή των φορέων παροχής υπηρεσιών. Στο Σχήμα 29 παρουσιάζεται η συσχέτιση των CSL επιπέδων με τις οντολογίες και τις προσφερόμενες υπηρεσίες από του προμηθευτές (Service Providers, SP)



**Σχήμα 29 Συσχέτιση CSL επιπέδων με οντολογίες και υπηρεσίες προμηθευτή**

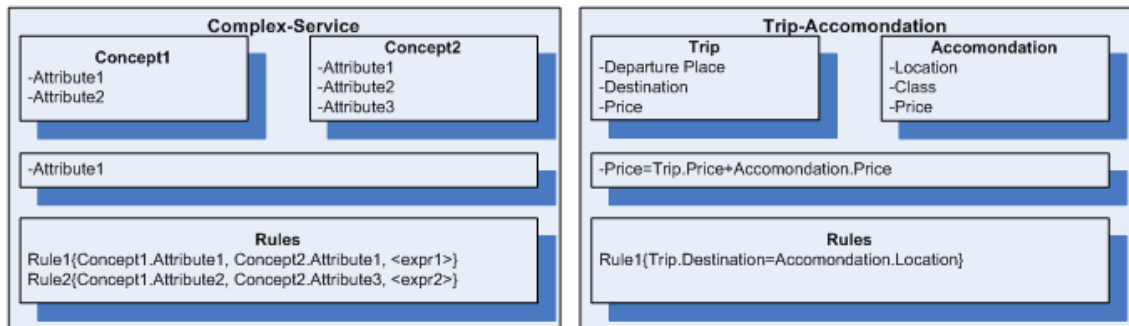
Το CLS έχει το πλεονέκτημα να παρέχει πολύτιμη βοήθεια σε όλους τους ρόλους που συμμετέχουν στις εφαρμογές ηλεκτρονικού εμπορίου. Από την πλευρά του προμηθευτή, το επίπεδο των σύνθετων υπηρεσιών (CSL) προσφέρει ένα εργαλείο για τη σύνθεση προϊόντων/υπηρεσιών, ατομικά (ή μη), με ένα παραμετροποιήσιμο τρόπο αυξάνοντας έτσι την αξία υπηρεσιών που αντιλαμβάνεται ο τελικός χρήστης. Συνδυασμοί προϊόντων και υπηρεσιών από παραπάνω από ένα προμηθευτές, μπορούν να παράγουν σύνθετα προϊόντα/υπηρεσίες. Το CSL αυξάνει την ικανότητα του πελάτη να επιλέγει τα 'καλύτερα' προϊόντα/υπηρεσίες ανάμεσα σε ένα μεγάλο πλήθος από προμηθευτές. Αυτό βελτιώνει τον ανταγωνισμό ανάμεσα στους προμηθευτές, οδηγεί σε καλύτερη συνολικά εξυπηρέτηση των πελατών και κατ' επέκταση αυξάνει την αξία και την απόδοση των ηλεκτρονικών αγορών.

Η νέα σύνθετη υπηρεσία που δημιουργείται περιλαμβάνει όλα τα χαρακτηριστικά των υπό-υπηρεσιών που περιέχει και μπορεί να εμπλουτιστεί και με τον ορισμό νέων χαρακτηριστικών που αφορούν πλέον τη σύνθετη υπηρεσία. Σε αυτό το σημείο, το CSL παρέχει τη δυνατότητα (με τη χρήση κανόνων) της συσχέτισης των τιμών των νέων χαρακτηριστικών με τις τιμές των υπαρχόντων χαρακτηριστικών. Με αυτό τον τρόπο γίνεται δυνατός ο αυτόματος υπολογισμός των τιμών χαρακτηριστικών της σύνθετης υπηρεσίας. Επιπρόσθετα, στα πλαίσια της νέας σύνθετης υπηρεσίας ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά των υπό-υπηρεσιών που συμμετέχουν σε αυτή μπορεί να συσχετίζονται ως προς τις τιμές τους με κανόνες κατάλληλους για τους

συγκεκριμένους τύπους χαρακτηριστικών. Οι κανόνες έρχονται με τη μορφή βιβλιοθήκης που εγκαθίσταται στο σύστημα. Επίσης, μπορούν να αλλαχθούν, όπου κρίνεται αναγκαίο, πριν εφαρμοστούν σε κάποια χαρακτηριστικά, ενώ είναι εύκολο να δημιουργηθούν νέοι κανόνες.

Η δύναμη της συσχέτισης συνόλου χαρακτηριστικών με ένα κανόνα έγκειται στο ότι επιτρέπει το χειρισμό αυτών των χαρακτηριστικών σε ότι αφορά την τιμή τους. Ανάλογα με τη φύση του κανόνα, είναι εύκολο να γίνει ο υπολογισμός ενός 'ελεύθερου' χαρακτηριστικού (του οποίου η τιμή δεν έχει τεθεί) με βάση την τιμή ενός 'εξαρτημένου' χαρακτηριστικού (ή χαρακτηριστικών).

Για να δώσουμε ένα παράδειγμα, μία νέα σύνθετη υπηρεσία σχεδόν βέβαια θα έχει μία νέα τιμή. Η τιμή αυτή μπορεί να υπολογιστεί από τις τιμές των υπό-υπηρεσιών που περιλαμβάνει εφαρμόζοντας τον κατάλληλο κανόνα (π.χ. στην περίπτωση ενός πακέτου προσφοράς, η τιμή της σύνθετης υπηρεσίας υπολογίζεται ως επί τοις εκατό ποσοστό του αθροίσματος των τιμών των υπό-υπηρεσιών). Ως ένα δεύτερο παράδειγμα μπορούμε να πάρουμε την σύνθετη υπηρεσία [Trip + Accommodation]. Οι δύο υπό-υπηρεσίες έχουν τα χαρακτηριστικά Σημείο Αναχώρησης, Σημείο Προορισμού για το Ταξίδι και Τοποθεσία, Κατηγορία για τη Διαμονή. Σε αυτήν την περίπτωση υπάρχει κανόνας ο οποίος συσχετίζει το Σημείο Προορισμού του Ταξιδιού με την Τοποθεσία της Διαμονής (`Trip.destination==Accommodation.location`). Στο σενάριο του ερωτήματος από το χρήστη (τυπικό σενάριο ερωτήματος σε φυσική γλώσσα από το Κεφάλαιο 6), όταν θα έρθει το σημείο στο οποίο εμφανίζεται η φόρμα στο χρήστη, μόνο τα χαρακτηριστικά `Trip.source`, `Trip.destination` και `Accommodation.class` θα εμφανιστούν προς συμπλήρωση. Το χαρακτηριστικό `Accommodation.location` είναι 'εξαρτημένο' και δεν θα εμφανιστεί. Στο Σχήμα 30 παρουσιάζεται η δομή μιας σύνθετης υπηρεσίας και μαζί το συγκεκριμένο παράδειγμα της σύνθετης υπηρεσίας [Trip + Accommodation].



**Σχήμα 30 Ορισμός σύνθετης υπηρεσίας – Ένα παράδειγμα**

### **7.1.2 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ CSL**

Για την αναπάσταση της γνώσης του CLS στο μεσολαβητή έχει υιοθετηθεί το αντικεινοστραφές μοντέλο. Η συγκεκριμένη επιλογή παρέχει την απαραίτητη εκφραστικότητα για την αναπαράσταση των οντοτήτων και των συχετίσεων όπως περιγράφονται πιο κάτω, καθώς και ευκολία και απλότητα στην υλοποίηση. Κατά την ανάπτυξη του πειραματικού συστήματος χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Java καθώς και XML πρότυπα.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι βασικές οντότητες του CLS υπό τη μορφή τυποποιημένων διεπαφών (Interfaces) που ορίζουν τη λειτουργικότητα των οντοτήτων.

#### **Έννοιες**

Η έννοια (Concept) (Πίνακας 5) είναι μια από τις κύριες οντότητές του CSL. Κατά τη φάση δημιουργίας του CSL δημιουργείται ένα αντικείμενο τύπου Concept για κάθε έννοια της οντολογίας που επιθυμούμε να συμπεριλάβουμε στο CSL (σχέση 1-1). Η δημιουργία αυτών των αντικειμένων γίνεται ημι-αυτόματα, δεδομένου ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια προκαθορισμένη προς την οντολογία διεπαφή. Οι έννοιες αποτελούνται κυρίως από ιδιότητες, οι οποίες επίσης δημιουργούνται με ημι-αυτόματο τρόπο, με βάση τις ιδιότητες των αντίστοιχων οντολογικών εννοιών.

Interface Concept: Σύνοψη μεθόδων	
Attribute[]	<b>attributes()</b> Επιστέφει τις ιδιότητες της έννοιας.
java.lang.String	<b>getName()</b> Επιστέφει το όνομα της έννοιας.
Ontology	<b>ontology()</b> Επιστρέφει την οντολογία από την οποία η συγκεκριμένη έννοια προέρχεται.
Operation[]	<b>operations()</b> Επιστρέφει τις ενέργειες που μπορούν να γίνουν στη συγκεκριμένη έννοια.
Relation[]	<b>relations()</b> Επιστρέφει τις σχέσεις στις οποίες συμμετέχει η συγκεκριμένη έννοια

## Πίνακας 5 Μοντελοποίηση Έννοιας στο CSL

### (Σύνθετες) Υπηρεσίες

Μια υπηρεσία (Service) (Πίνακας 6) μπορεί να αποτελείται είτε από μια έννοια είτε ένα σύνολο από έννοιες. Κατά την ομαδοποίηση εννοιών σε μια υπηρεσία πρέπει να καθορίσουμε τις αλληλεπιδράσεις-συσχετίσεις που ισχύουν μεταξύ τους.

Interface Service: Σύνοψη μεθόδων	
boolean	<b>includes(Concept c)</b> Ελέγχει αν μια συγκεκριμένη έννοια περιλαμβάνεται μέσα στην υπηρεσία.
Concept[]	<b>includes(Concept[] concepts)</b> Ελέγχει αν ένα σύνολο από έννοιες περιλαμβάνονται μέσα στην υπηρεσία.
boolean	<b>includes(Service s)</b> Ελέγχει αν η συγκεκριμένη υπηρεσία εμφανίζεται ως υπό-υπηρεσία της υπηρεσίας.
Service[]	<b>includes(Service[] services)</b> Ελέγχει αν ένα σύνολο από υπηρεσίες εμφανίζονται ως υπό-υπηρεσίες της υπηρεσίας.
Concept[]	<b>involves()</b> Παρέχει όλες τις έννοιες που εμπλέκονται στην υπηρεσία.
boolean	<b>isIncludedIn(Service s)</b> Ελέγχει αν η συγκεκριμένη υπηρεσία είναι υπό-υπηρεσία της παρεχόμενης υπηρεσίας.
Service[]	<b>participatesIn()</b> Παρέχει όλες τις υπηρεσίες στις οποίες η υπηρεσία συμμετέχει.

## Πίνακας 6 Μοντελοποίηση (Σύνθετης) Υπηρεσίας στο CSL

### Ιδιότητες

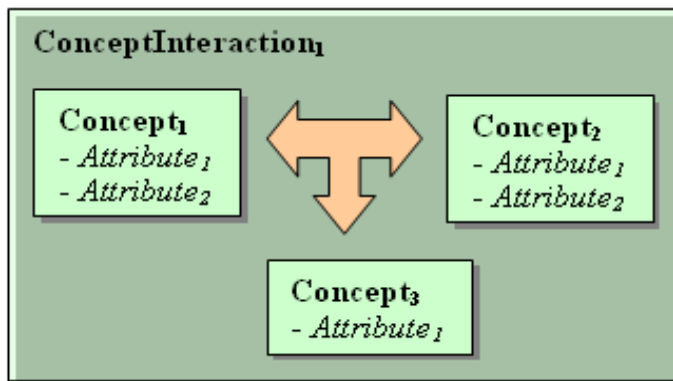
Οι ιδιότητες (Attribute) (Πίνακας 7) είναι μέρος των εννοιών ή των υπηρεσιών. Μια ιδιότητα μπορεί να είναι μια έννοια επίσης (AttributeConcept). Οι απλές ιδιότητες (που δεν είναι ιδιότητες εννοιών) χαρακτηρίζονται κυρίως από τον τύπο τους και από το εύρος τιμή τους (value-range).

<b>Interface Attribute: Σύνοψη μεθόδων</b>	
java.lang.String	<b>getName()</b> Επιστρέφει το όνομα της ιδιότητας.
java.lang.String	<b>type()</b> Επιστρέφει τον τύπο της ιδιότητας.
ValueRange	<b>valueRange()</b> Επιστέφει το εύρος τιμής της ιδιότητας.
Unit	<b>unit()</b> Επιστρέφει τη μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιείται για την τιμή της ιδιότητας.

**Πίνακας 7 Μοντελοποίηση Ιδιότητας στο CSL**

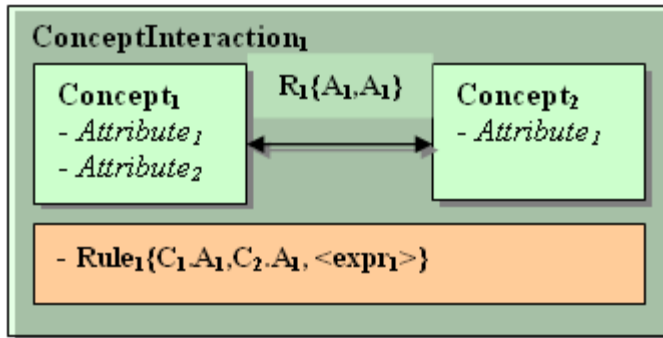
### Συσχετίσεις εννοιών

Στο CSL μοντέλο μία ή περισσότερες έννοιες είναι δυνατό να σχετίζονται μεταξύ τους (ConceptInteraction).

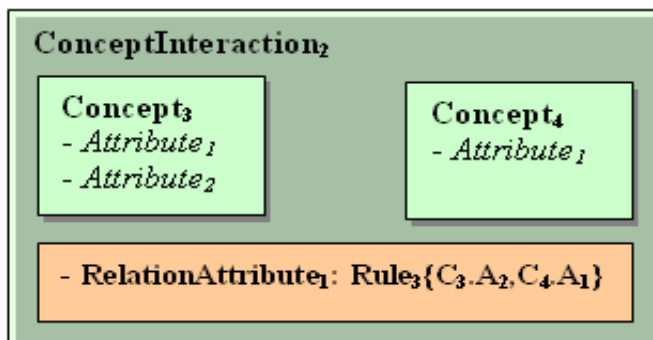


Ο τρόπος συσχέτισης είναι διττός ή συνδυαστικός:

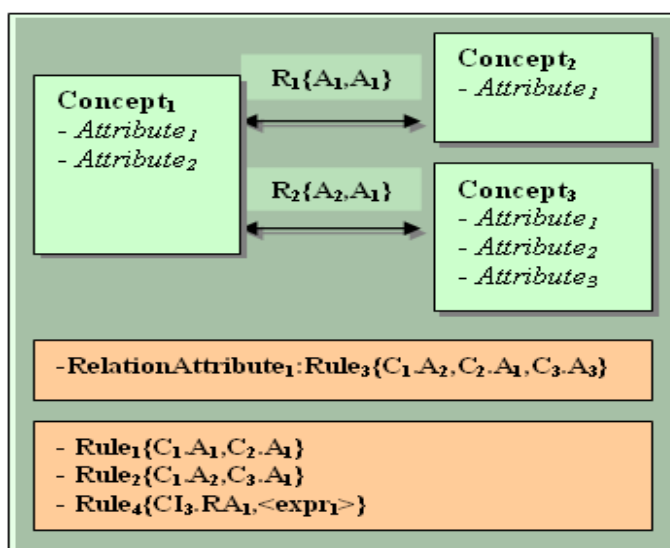
1. Συσχέτιση ιδιοτήτων: Ορίζεται κανόνας (Rule) πάνω σε ιδιότητες των εννοιών που εμπλέκονται.



2. Συσχέτιση με ορισμό κοινής ιδιότητας: Ορίζεται νέα κοινή ιδιότητα (RelationAttribute) στο στιγμιότυπο της σχέσης των εννοιών που εμπλέκονται.



3. Προφανώς σε ένα στιγμιότυπο μιας σχέσης (Rule) (Πίνακας 8) στο μοντέλο αναπαράστασης του CSL συμμετέχουν και τα δύο είδη συσχετίσεων και με πολλαπλότητα 0:n.



Interface Relation: Σύνοψη μεθόδων	
java.lang.String	<b>getName()</b> Επιστρέφει το όνομα της σχέσης.
java.lang.String	<b>getType()</b> Επιστρέφει τον τύπο της σχέσης.
Service[]	<b>getServices()</b> Επιστρέφει τις υπηρεσίες που εμπλέκονται στη σχέση.
Attribute[]	<b>getAttributes()</b> Επιστρέφει το σύνολο των νέων ιδιοτήτων που έχουν οριστεί για τη σχέση.
Rule[]	<b>getRules()</b> Επιστρέφει το σύνολο των κανόνων που έχουν οριστεί για τη σχέση.

## Πίνακας 8 Μοντελοποίηση Σχέσης στο CSL

### Value-Ranges

Το εύρος τιμών μιας ιδιότητας αναπαρίσταται με στιγμιότυπα υπό-κλάσεων της abstract κλάσης ValueRange (Πίνακας 9).

Abstract class ValueRange :: Σύνοψη μεθόδων	
boolean	<b>addRange(ValueRange range)</b> Προσθέτει το ζητούμενο εύρος τιμής.
boolean	<b>adjustRange(java.util.Dictionary params)</b> Προσαρμόζει το εύρος τιμής βάση των παραμέτρων που δίνονται.
ValueRange	<b>getInterSection(ValueRange range)</b> Επιστρέφει την τομή του εύρους τιμής με το παρεχόμενο εύρος τιμής.
ValueRange	<b>getRemains()</b> Επιστρέφει τη διαφορά του εύρους τιμής με το παρεχόμενο εύρος τιμής.
ValueRange	<b>getUnion(ValueRange range)</b> Επιστρέφει την ένωση του εύρους τιμής με το παρεχόμενο εύρος τιμής.
boolean	<b>isCompatible(ValueRange range)</b> Ελέγχει αν μπορεί να γίνει σύγκριση του εύρους τιμής με το παρεχόμενο εύρος τιμής.
boolean	<b>removeRange(ValueRange range)</b> Αφαιρεί το παρεχόμενο εύρος τιμής από το εύρος τιμής.
boolean	<b>validate(ValueRange range)</b> Ελέγχει αν το παρεχόμενο εύρος τιμής είναι υποσύνολο του εύρους τιμής.

## Πίνακας 9 Μοντελοποίηση εύρους τιμών στο CSL



## Κανόνες

Ένας κανόνας (Rule) είναι στην πραγματικότητα μία δήλωση που εμπλέκει μία ή περισσότερες ιδιότητες των αντίστοιχων εννοιών σε μία σχέση. Εκφράσεις (expressions) χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισόδου για τον έλεγχο εγκυρότητας του κανόνα. Οι βασικές λειτουργίες των κανόνων είναι οι ακόλουθες:

- *αυτό-συμπλήρωση*: χρησιμοποιώντας ένα κανόνα και έχοντας μερικές παραμέτρους εισόδου (εκφράσεις) είναι δυνατό να αμβλυνθεί το εύρος τιμής των 'ελεύθερων' ιδιοτήτων που συμμετέχουν στον κανόνα έτσι ώστε να γίνει ο κανόνας εφαρμόσιμος στα πλαίσια της συσχέτισης των εννοιών (ConceptInteraction).

- *έλεγχος εγκυρότητας*: γίνεται ο έλεγχος για το αν ένας κανόνας είναι έγκυρος δεδομένου του εύρους τιμής των ιδιοτήτων που εμπλέκονται.

- *ταξινόμηση*: χρησιμοποιώντας ένα κανόνα, ο οποίος επιστρέφει ένα συγκρίσιμο αντικείμενο που χαρακτηρίζει μια υπηρεσία, είναι δυνατό να γίνει εύκολη ταξινόμηση των υπηρεσιών.

- *φιλτράρισμα*: αυτή η λειτουργικότητα επιτρέπει το φιλτράρισμα ενός συνόλου υπηρεσιών βάση συγκεκριμένων κριτηρίων.

Ο ορισμός των κανόνων (Βιβλιοθήκη) καθώς και των στιγμιότυπων αυτών των κανόνων μπορεί να γίνει σε μια ημι-δομημένη γλώσσα, όπως η XML και η αποθήκευσή τους να γίνει σε βάση δεδομένων. Το φόρτωμα των κανόνων μέσω των εγγράφων xml γίνεται χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες ανάκλασης (reflection) της γλώσσας Java. Ένα παράδειγμα ορισμού κανόνα και ένα στιγμιότυπο κανόνα παρουσιάζονται στο Σχήμα 31.

Βιβλιοθήκη Κανόνων –Ορισμός Κανόνα	Στιγμιότυπο Κανόνα
<pre> &lt;Rules_Library&gt;   &lt;rule&gt;     &lt;name&gt;StringEqual&lt;/name&gt;     &lt;cardinality&gt;2&lt;/cardinality&gt;     &lt;definition type="java"&gt;       &lt;className&gt;ntua.rules.StringComparator&lt;/className&gt;       &lt;methodName&gt;compare&lt;/methodName&gt;       &lt;params&gt;         &lt;param name="ignoreCase" type="Boolean"&gt;           &lt;default&gt;False&lt;/default&gt;         &lt;/param&gt;       &lt;/params&gt;     &lt;/definition&gt;   &lt;/rule&gt; &lt;/Rules_Library&gt; </pre>	<pre> &lt;Rules_instances&gt;   &lt;Rules_instance&gt;     &lt;id&gt;1&lt;/id&gt;     &lt;name&gt;Trip_Restaurant_Location&lt;/name&gt;     &lt;rule_type&gt;StringEqual&lt;/rule_type&gt;     &lt;rule_input&gt;       &lt;concept&gt;Trip&lt;/concept&gt;       &lt;attribute&gt;location&lt;/attribute&gt;     &lt;/rule_input&gt;     &lt;rule_input&gt;       &lt;concept&gt;Restaurant&lt;/concept&gt;       &lt;attribute&gt;location&lt;/attribute&gt;     &lt;/rule_input&gt;     &lt;rule_input&gt;       &lt;param name="ignoreCase"&gt;         &lt;value&gt;True&lt;/value&gt;       &lt;/param&gt;     &lt;/rule_input&gt;   &lt;/Rules_instance&gt; &lt;/Rules_instances&gt; </pre>

**Σχήμα 31 Ορισμός κανόνα σε XML και στιγμιότυπο κανόνα**

### **Εκφράσεις**

Οι εκφράσεις (expressions) είναι κυρίως παράμετροι εισόδου σε κάποιο κανόνα. Αυτές οι παράμετροι μπορεί να είναι σταθερές ή μπορεί να αφορούν τιμές ιδιοτήτων που αξιολογούνται κατά τον χρόνο εκτέλεσης. Για παράδειγμα, σε μία υπηρεσία trip-trip, που αφορά ένα ταξίδι με δύο σκέλη, ο χρόνος άφιξης του πρώτου μέρους του ταξιδιού πρέπει να είναι τουλάχιστον μία ώρα νωρίτερα από την αναχώρηση του επόμενου. Σε αυτήν την περίπτωση το 'μία ώρα' είναι η έκφραση.

#### **7.1.3 ΣΕΝΑΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ**

Ο χρήστης ζητά μία υπηρεσία από το σύστημα (με φυσική γλώσσα, με λέξεις κλειδιά, με πλοήγηση σε καταλόγους). Έστω ότι το σύστημα παρέχει τις ακόλουθες επιλογές: i) υπηρεσία2 ii) υπηρεσία3 iii) υπηρεσία4. Ο χρήστης επιλέγει μία, έστω την υπηρεσία3. Το σύστημα στη συνέχεια θα προτείνει στο χρήστη σύνθετες υπηρεσίες αν υπάρχουν. Οι συνθέτες υπηρεσίες είναι υπηρεσίες στις οποίες η υπηρεσία3 είναι μία από τις υπο-υπηρεσίες τους. Έστω ότι βρέθηκαν δύο συνθέτες υπηρεσίες, η υπηρεσία31 και η υπηρεσία32. Στο επόμενο βήμα το σύστημα θα προτείνει στο χρήστη αυτές τις υπηρεσίες συν την αρχική υπηρεσία υπηρεσία3. Αν ο χρήστης αποφασίσει

ότι κάποια από τις υπηρεσία31 και υπηρεσία32 ικανοποιεί τις ανάγκες του μπορεί να επιλέξει κάποια από αυτές. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να μην υπάρχουν πλέον άλλες διαθέσιμες συνθέτες υπηρεσίες ή μέχρι ο χρήστης να δηλώσει ότι τον ικανοποιεί μία συγκεκριμένη επιλογή.

Στη συνέχεια το σύστημα θα ζητήσει από το χρήστη να συμπληρώσει τις τιμές των ιδιοτήτων της υπηρεσίας που επέλεξε. Το τελικό ερώτημα θα προωθηθεί σε όλους τους προμηθευτές που υποστηρίζουν την υπηρεσία ή κάποια από τις υπό-υπηρεσίες της. Εάν κάποιος πάροχος υποστηρίζει τόσο τη σύνθετη υπηρεσία όσο και κάποια υπο-υπηρεσία της, θα ερωτηθεί και για τις δύο. Στο τέλος ο χρήστης πρέπει να επιλέξει μία από τις γραμμές (Πίνακας 10) που αναπαριστά τα αποτελέσματα για μια σύνθετη υπηρεσία. Ειδικά για την τρίτη γραμμή του πίνακα ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει ένα αποτέλεσμα από τη στήλη 1 και ένα από τη στήλη 2.

• <b>υπηρεσία_32</b> [περιγραφή] [από πάροχο-A]	
• <b>υπηρεσία_32</b> [περιγραφή] [από πάροχο-B]	
• <b>υπηρεσία_3</b> [από πάροχο-A] • <b>υπηρεσία_3</b> [από πάροχο-B] • <b>υπηρεσία_3</b> [από πάροχο-C]	• <b>υπηρεσία_2</b> [από πάροχο-B] • <b>υπηρεσία_2</b> [από πάροχο-D]

**Πίνακας 10 Πίνακας αποτελεσμάτων με υποστήριξη σύνθετων υπηρεσιών**

#### **7.1.4 ΑΡΧΙΚΟΠΟΙΗΣΗ**

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, η πιο σημαντική λειτουργία του CSL είναι η δημιουργία σύνθετων υπηρεσιών από το συνδυασμό υπαρχόντων υπηρεσιών. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί αυτό πρέπει να γίνουν τα ακόλουθα:

Το σύστημα φορτώνει όλα τα στιγμιότυπα των υπαρχόντων υπηρεσιών και εννοιών από εξωτερική μονάδα αποθήκευσης (βάση δεδομένων, οντολογία, σύστημα αρχείων). Ο διαχειριστής του συστήματος μέσω γραφικού περιβάλλοντος έχει τις εξής επιλογές:

- Δημιουργία νέας έννοιας. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την παροχή του ονόματος της έννοιας, της οντολογίας στην οποία ανήκει και τη δημιουργία των ιδιοτήτων της.
- Δημιουργία νέας υπηρεσίας. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συσχέτιση υπαρχόντων υπηρεσιών. Η συσχέτιση γίνεται είτε ορίζοντας μία σχέση συσχέτισης ανάμεσα σε μία ή περισσότερες ιδιότητες των εννοιών που εμπλέκονται (AttributeInteraction), είτε ορίζοντας μία νέα ιδιότητα πάνω στη συσχέτιση των δύο εννοιών. Αυτή η νέα ιδιότητα ορίζεται με τη χρήση κάποιου κανόνα.
- Προσθήκη ή ενημέρωση των συσχετίσεων των εννοιών.

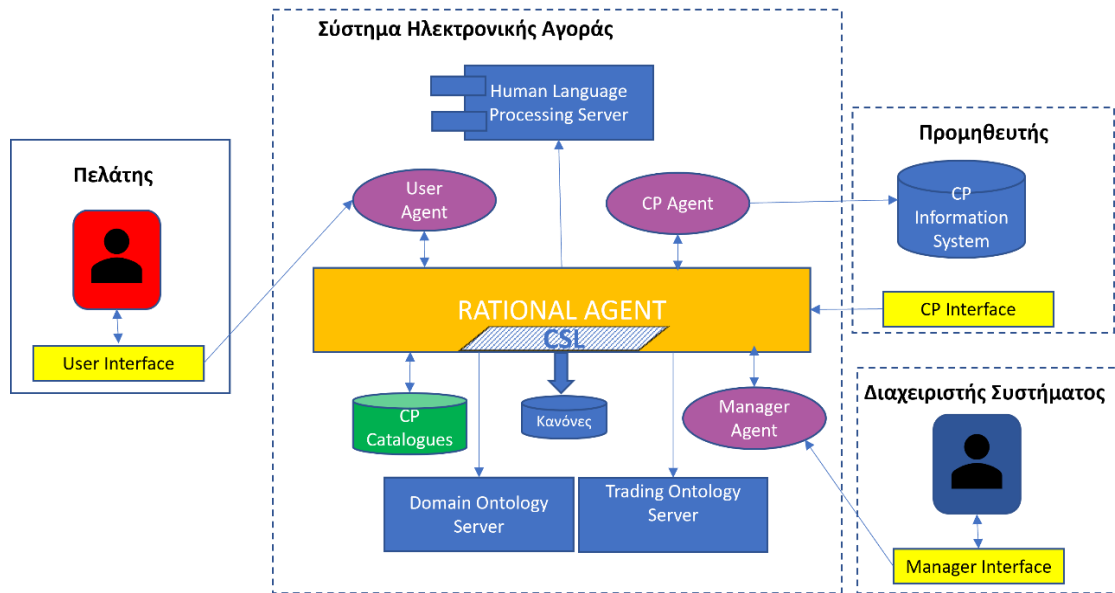
Η αρχικοποίηση του CSL γίνεται από βάση δεδομένων. Η φάση αρχικοποίησης αφορά κυρίως τη φόρτωση των εννοιών και των κανόνων που τις συνδέουν.

### **7.1.5 ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ**

Η ενσωμάτωση του CSL στο σύστημα Ηλεκτρονικής Αγοράς που περιέγραψα στα κεφάλαια 5 και 6 αφορά μόνο τροποποιήσεις στον πυρήνα του συστήματος. Τα υπόλοιπα συνεργαζόμενα υποσυστήματα (DOS, HLP, UA) δεν επηρεάζονται και δεν απαιτούνται τροποποιήσεις ούτε στην εσωτερική υλοποίηση τους αλλά ούτε στην επικοινωνία τους με τον πυρήνα (μεσολαβητή).

Η προσθήκη του CSL περιλαμβάνει προσθήκη του μοντέλου γνώσης και της λογικής του στον RA καθώς και προσθήκη της βάσης δεδομένων που περιέχει τους κανόνες.

Στο ακόλουθο Σχήμα 32, παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική της Ηλεκτρονικής Αγοράς όπως διαμορφώνεται μετά την προσθήκη του CSL.



**Σχήμα 32 Αρχιτεκτονική Ηλεκτρονικής Αγοράς με χρήση CSL**

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το σενάριο υποβολής ερωτήματος σε φυσική γλώσσα, πρώτα στην απλή του μορφή και στη συνέχεια με τη χρήση του CSL.

### **Τυπικό σενάριο χωρίς CSL**

#### **Προσδιορισμός υπηρεσίας**

1. Ο χρήστης αναζητά ένα προϊόν/υπηρεσία χρησιμοποιώντας φυσική γλώσσα κειμένου στη γλώσσα της επιλογής του.
2. Ο HLP λαμβάνει το ερώτημα του χρήστη από τον RA και του επιστρέφει ένα σύνολο από οντολογικές φόρμουλες Formulas (OFs).
3. Ο RA στέλνει τις OFs στο σύστημα οντολογιών (DOS) το οποίο απαντά με ένα σύνολο από προϊόντα/υπηρεσίες που αντιστοιχούν σε κάθε φόρμουλα. Στην περίπτωση που οι OF(s) αντιστοιχούν σε ένα μόνο προϊόν/υπηρεσία το επόμενο βήμα που εκτελείται είναι το 6.
4. Ο RA μπορεί να στείλει την απάντηση του OS στον HLP προκειμένου να κάνει καλύτερο το αποτέλεσμα της εμφάνισης στο χρήστη.
5. ο χρήστης είτε επιλέγει ένα προϊόν είτε τα απορρίπτει όλα και επιστρέφει στο βήμα 1. (τέλος της φάσης αποσαφήνισης).

### **Παροχή προ-συμπληρωμένης φόρμας**

6. Ο DOS επιστρέφει τα χαρακτηριστικά των οποίων οι τιμές μπορούν να συμπληρωθούν από το χρήστη και ένα σύνολο από υποχρεωτικά χαρακτηριστικά (mandatory sets) (επιτρέποντας στον RA να μεταβεί απευθείας στο επόμενο βήμα, εφόσον πληρούνται συγκεκριμένες συνθήκες επάρκειας των δεδομένων που έχουν συγκεντρωθεί μέχρι εκείνο το σημείο από το χρήστη).

7. Ο RA δημιουργεί ένα αντικείμενο φόρμας και το προωθεί στον UA. Ο UA το επιστέφει πίσω αφού συμπληρωθεί από το χρήστη.

### **Αποστολή ερωτήματος**

8. Ο RA δημιουργεί ένα σύνολο από πλάνα ερωτήματος (query plans).

9. Ο RA στέλνει τα ερωτήματα στους κατάλληλους προμηθευτές (μέσω των CPAs)

10. Ο RA λαμβάνει τα αποτελέσματα, τα επεξεργάζεται όπου χρειάζεται, τα ομαδοποιεί, και τα αποστέλλει στον UA.

### **Σενάριο με τη χρήση του CLS**

Ύστερα από την εισαγωγή του ερωτήματος σε φυσική γλώσσα από το χρήστη, ξεκινά η **φάση αποσαφήνισης**. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, το σύστημα προσδιορίζει μονοσήμαντα τα προϊόντα/υπηρεσίες τα οποία έχει ζητήσει ο χρήστης.

Στο σημείο αυτό η ροή δεδομένων τροποποιείται σε σχέση με το τυπικό σενάριο χωρίς CLS και εισάγεται μία νέα φάση που την ονομάζω **φάση διευκρίνισης (clarification phase)**. Κατά τη φάση διευκρίνισης, το σύστημα βοηθά/προτείνει στο χρήστη να επιλέξει μεταξύ διάφορων προϊόντων/υπηρεσιών που επεκτείνουν αυτά που προσδιόρισε το σύστημα στην προηγούμενη φάση. Η φάση διευκρίνισης είναι αποτέλεσμα της εισαγωγής του επιπέδου των σύνθετων υπηρεσιών και έχει πολλές ομοιότητες με τη φάση αποσαφήνισης. Η διαφορά τους έγκειται στα ακόλουθα δύο:

1. Το σύστημα ακολουθεί μία από πάνω προς τα κάτω (top-down) στρατηγική στη φάση αποσαφήνισης ενώ η στρατηγική που ακολουθείται στην φάση

διευκρίνησης είναι καθαρά από κάτω προς τα πάνω (bottom-up). Αυτό αυξάνει σημαντικά την δυνατότητα μάθησης του συστήματος, γιατί μπορεί να χρησιμοποιεί τόσο εξειδίκευση όσο και γενίκευση προκειμένου να καταλήξει σε συμπέρασμα για το τελικό στόχο του χρήστη.

2. Το σύστημα ενεργεί παθητικά στη φάση αποσαφήνισης, προσπαθώντας να ανακαλύψει το στόχο του χρήστη. Αντίθετα, στη φάση διευκρίνισης το σύστημα παίρνει έναν ενεργό ρόλο, και προτείνει τα 'εκτεταμένα' αποτελέσματα στο χρήστη, τα οποία μπορεί να θελήσει τελικά να επιλέξει. Αυτό επιτρέπει να καταργήσουμε την ενδεχόμενη υπόθεση ότι ο χρήστης γνωρίζει καλά την περιοχή ενδιαφέροντος την οποία το σύστημα προσπαθεί να ανακαλύψει. Αντίθετα, χρησιμοποιείται ένα συνεργατικό μοντέλο μάθησης όπου το σύστημα προσπαθεί να μάθει για το τελικό στόχο του χρήστη ενώ παράλληλα προσφέρει γνώση για την περιοχή ενδιαφέροντος.

### **Ροή Γεγονότων:**

#### ***Προσδιορισμός υπηρεσίας***

1. Ο χρήστης αναζητά ένα προϊόν/υπηρεσία χρησιμοποιώντας φυσική γλώσσα κειμένου στη γλώσσα της επιλογής του.
2. Ο HLP λαμβάνει το ερώτημα του χρήστη από τον RA και του επιστρέφει ένα σύνολο από οντολογικές φόρμουλες Formulas (OFs).
3. Ο RA στέλνει τις OFs στο σύστημα οντολογιών (DOS) το οποίο απαντά με ένα σύνολο από προϊόντα/υπηρεσίες που αντιστοιχούν σε κάθε φόρμουλα. Στην περίπτωση που οι OF(s) αντιστοιχούν σε ένα μόνο προϊόν/υπηρεσία το επόμενο βήμα που εκτελείται είναι το 6.
4. Ο RA μπορεί να στείλει την απάντηση του DOS στον HLP προκειμένου να κάνει καλύτερο το αποτέλεσμα της εμφάνισης στο χρήστη.
5. ο χρήστης είτε επιλέγει ένα προϊόν είτε τα απορρίπτει όλα και επιστρέφει στο βήμα 1. (τέλος της φάσης αποσαφήνισης).

6. Ο RA αναζητά μέσω του CSL σύνθετες υπηρεσίες για την υπηρεσία/προϊόν που επέλεξε ο χρήστης (**Έναρξη της φάσης διευκρίνησης**).

π.χ. Αν ο χρήστης έχει επιλέξει την υπηρεσία **'Trip'** (στο βήμα 5) ο DOS απαντά με τα ακόλουθα:

- **[Trip + Accommodation]**
- **[Trip + Trip]** (Aller retour)
- **[Trip + Sightseeing]**
- **Trip + Restaurant]**
- ΚΟΚ

Αν ο χρήστης επιλέξει ένα από τα παραπάνω το σύστημα μπορεί να προσφέρει ακόμη πιο συνθέτες υπηρεσίες όπως είναι οι ακόλουθες:

- **[Trip + Accommodation + Restaurant]**
- **[Trip + Trip (return ticket) + Restaurant]**
- **[Trip + Sightseeing + Restaurant]**
- Κοκ

Στη συνέχεια η ροή γεγονότων συνεχίζεται όπως και στο τυπικό σενάριο χωρίς CSL.

## **7.2 ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ**

### **7.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Στο πεδίο των ηλεκτρονικών αγορών μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις είναι η παροχή μια ενιαίας εικόνας προσφερόμενων υπηρεσιών προς τους τελικούς καταναλωτές ανεξάρτητα από τη δομή και τη λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων κάθε προμηθευτή. Κατά πρώτον, ο τελικός χρήστης θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να βλέπει μια ενοποιημένη εικόνα των προϊόντων. Κάτι τέτοιο, είναι για τον υποψήφιο αγοραστή μια υπηρεσία προστιθέμενης αξίας, αόρατη μάλιστα σε αυτόν, η οποία θα πρέπει να παρέχεται από το σύστημα ηλεκτρονικής αγοράς διαφανώς. Κατά δεύτερο, η διαχείριση των υπηρεσιών/προϊόντων των πολλαπλών προμηθευτών, θα



πρέπει να γίνεται με ενιαίο τρόπο, προκειμένου οι πολυπλοκότητες ολοκλήρωσης να κρατούνται στο ελάχιστο. Σε αυτό το σημείο εμπλέκονται οι ηλεκτρονικοί κατάλογοι προϊόντων (e-catalogs ή EPCs). Οι ηλεκτρονικοί κατάλογοι προϊόντων ενσωματώνουν πληροφορία σχετικά με τα διαθέσιμα προϊόντα/υπηρεσίες και τους προμηθευτές που τα παρέχουν και μπορούν να αυτοματοποιήσουν πολλές από τις διαδικασίες που αφορούν την ηλεκτρονική αγορά. Εντούτοις, οι προμηθευτές έχουν συχνά τους δικούς τους τρόπους να δημιουργήσουν τις εκδόσεις των καταλόγων τους χρησιμοποιώντας τις δικές τους ταξινομήσεις και τους δικούς τους κώδικες προσδιορισμού για να περιγράψουν τα προϊόντα. Αυτή η ετερογένεια καθιστά πολύ δύσκολο για τους διαχειριστές των ηλεκτρονικών καταλόγων να παγιώσουν σημασιολογικά τους καταλόγους που προέρχονται από το διαφορετικούς προμηθευτές [Lee, 2007].

Ένα σημαντικό ζήτημα στο σχεδιασμό και την υλοποίηση εφαρμογών ηλεκτρονικού εμπορίου, υπήρξε πάντα η μοντελοποίηση των προϊόντων. Ο Fensel [Fensel, 2001] απαριθμεί τις δύσκολες πτυχές της δημιουργίας, διαχείρισης και ολοκλήρωσης της πληροφορίας για προϊόντα και προτείνει μια οντολογική προσέγγιση ως απάντηση. Ο Obrst [Obrst, 2001] προτείνει την υιοθέτηση πρότυπων τυποποιημένων σχημάτων ταξινόμησης όπως είναι τα UNSPSC (United Nations Standard Products and Services Code, [www.unspsc.org](http://www.unspsc.org)) και eCI@ss ([www.eclass-online.com](http://www.eclass-online.com)) για την περιγραφή των προϊόντων σε υψηλό επίπεδο και κατά περίπτωση ταξινομήσεις για την περιγραφή σε χαμηλό επίπεδο. Μια σύγκριση μεταξύ πρότυπων τυποποιημένων σχημάτων ταξινόμησης μπορεί να βρεθεί στο [Beneventano, 2004b]. Ο Leukel αναφέρεται στην προσπάθεια να υιοθετηθεί το πρότυπο του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης (International Standards Organization, ISO) για βιβλιοθήκες προϊόντων [Leukel, 2004].

Σε μια διεθνοποιημένη ηλεκτρονική αγορά τα προϊόντα παρέχονται από μια πληθώρα προμηθευτών, ο καθένας εκ των οποίων μπορεί να έχει μια δική του κατηγοριοποίηση. Ακόμα δε και σε παρόμοια ή ίδια προϊόντα, η αναπαράσταση και

μοντελοποίηση ανά προμηθευτή είναι δυνατό να διαφέρει σημαντικά. Συνήθως ο ηλεκτρονικός κατάλογος κάθε επιχείρησης οργανώνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύψει τις απαιτήσεις ενός ή περισσότερων ανταγωνιστικών πρότυπων. Ένα πρόβλημα που παρουσιάζεται είναι η είναι η συσχέτιση ενός προϊόντος ενός προμηθευτή με μία ή περισσότερες κατηγορίες ενός καταλόγου. Το πρόβλημα αυτό είναι πιο δύσκολο σε συστήματα που φιλοδοξούν να έχουν ενιαίο μοντέλο αναπαράστασης για την κατηγοριοποίηση των προϊόντων (όπως είναι οι ηλεκτρονικές αγορές). Σε αυτό το σημείο έρχονται τα συστήματα ταξινόμησης. Τα συστήματα ταξινόμησης στο χώρο του ηλεκτρονικού εμπορίου έχουν αναπτυχθεί, «για να συσχετίσουν κάθε προϊόν σε μια ομάδα προϊόντων που αντιστοιχεί σε κοινές ιδιότητες ή τομείς εφαρμογής» [Leukel, 2002]. Τα συστήματα ταξινόμησης μπορούν είτε να καθοριστούν μέσα στον ίδιο τον κατάλογο προϊόντων είτε μπορούν να καθοριστούν εξωτερικά.

Ένα άλλο πρόβλημα που παρουσιάζεται είναι η επαναταξινόμηση των καταλόγων από το πρότυπο του ενός προμηθευτή σε αυτό ενός άλλου προμηθευτή. Αυτή η διαδικασία δεν είναι καθόλου εύκολη και η κατάσταση που προκύπτει είναι γνωστή ως «το πρόβλημα της επαναταξινόμησης (reclassification)» [Beneventano, 2004a] [Abels, 2006]. Σύμφωνα με τον Beneventano [Beneventano, 2004a] πρόκειται για τη διαδικασία κατά την οποία ένα ήδη ταξινομημένο προϊόν πρέπει να επαναταξινομηθεί. Αυτό κρίνεται απαραίτητο όποτε ένας κατάλογος προϊόντων έχει ταξινομηθεί χρησιμοποιώντας ένα σύστημα ταξινόμησης που δεν είναι ίδιο με το σύστημα ταξινόμησης που απαιτείται για την περαιτέρω επεξεργασία. Κατά την εξέταση των υπάρχουσών προσεγγίσεων και των εφαρμογών τους για την εκτέλεση μιας αυτόματης επαναταξινόμησης, δύο διαφορετικοί τύποι μπορούν να προσδιοριστούν [Abels, 2006]: Προσεγγίσεις βασισμένες σε μια χαρτογράφηση των συσχετίσεων μεταξύ των δύο συστημάτων ταξινόμησης και προσεγγίσεις βασισμένες στην ανάλυση των στοιχείων προϊόντων (κυρίως περιγραφές).

Για να αντιμετωπιστούν θέματα που αφορούν στην ολοκλήρωση υπηρεσιών καταλόγων, σημαντική έρευνα έχει γίνει με την εισαγωγή οντολογιών, προκειμένου να περιγραφούν οι σχετικές οντότητες/έννοιες και οι μεταξύ τους σχέσεις [Shim, 2006].

### **7.2.2 ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ**

Όπως παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ένα από τα βασικά συστατικά του πυρήνα που χρησιμοποιεί ο πράκτορας λογικής RA στο προτεινόμενο σύστημα ηλεκτρονικής αγοράς, είναι το σύστημα της ομοσπονδίας καταλόγων.

Στα πλαίσια της πειραματικής εφαρμογής αναπτύχθηκε ένα σύστημα καταλόγων που:

- Ενσωματώνει σημασιολογική γνώση για τα προϊόντα η οποία είναι κωδικοποιημένη στις οντολογίες περιοχής
- Παρέχει τη δυνατότητα για δημιουργία περισσότερων από ενός καταλόγων ανά προμηθευτή.
- Παρέχει την αυτόματη δημιουργία συνολικών (global) καταλόγων για μία θεματική περιοχή.
- Παρέχει δυνατότητα για ημι-αυτόματη ταξινόμηση στον κατάλογο με τη χρήση φυσικής γλώσσας.
- Παρέχει σταθερή και καλά ορισμένη διεπαφή προς εξωτερικές εφαρμογές προμηθευτών
- Παρέχει δυνατότητες ταξινόμησης ανεξάρτητα από τη γλώσσα του προμηθευτή (Αγγλικά, Ελληνικά, κλπ)

Αν και το αντικειμενοστραφές μοντέλο και το μοντέλο οντοτήτων-συσχετίσεων του συστήματος καταλόγων παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, στην συνέχεια δίνεται η εννοιολογική περιγραφή του καταλόγου και η συσχέτιση του με τις οντολογίες περιοχής της Ηλεκτρονικής Αγοράς.

### **7.2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΛΟΓΟΥ**

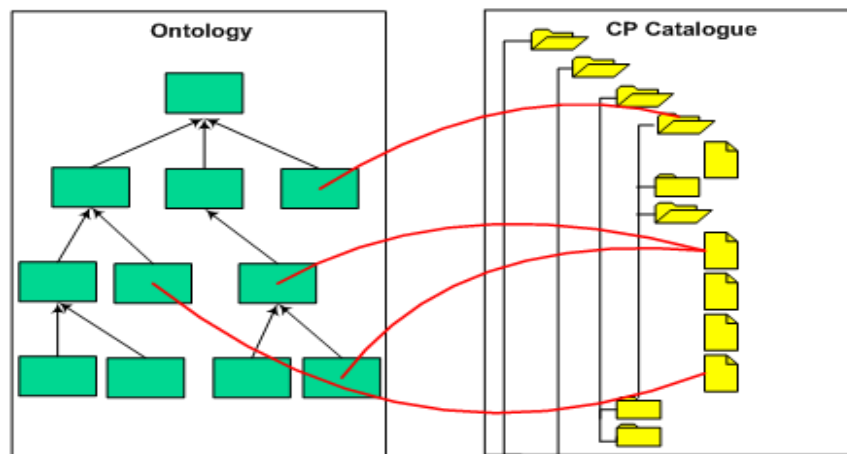
Ο κατάλογος είναι η βασική οντότητα που περιλαμβάνεται στο σύστημα καταλόγων. Κάθε στιγμιότυπο καταλόγου μπορεί να είναι γενικό ή να ανήκει σε έναν συγκεκριμένο προμηθευτή. Η δομή του καταλόγου σημασιολογικά και οργανωτικά ακολουθεί το πρότυπο γνώσης του συστήματος. Πρόκειται για μια ιεραρχία κατηγοριών που αντιστοιχούν σε έννοιες από μια συγκεκριμένη οντολογία και η δομή αυτής της ιεραρχίας είναι σύμφωνη με αυτή της οντολογία. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι υπάρχει μια αντιστοίχιση 1-1 μεταξύ των κατηγοριών των καταλόγων και των οντολογικών εννοιών.

Αυτή είναι μια σημαντική πτυχή που καθιστά δυνατή την αποθήκευση περιεχομένου στον κατάλογο ανεξάρτητα από τη γλώσσα και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε προμηθευτή. Η δημιουργία σημασιολογικών καταλόγων δίνει επίσης τη δυνατότητα για διαχείριση, και αλληλεπίδραση με τον κατάλογο κάνοντας χρήση φυσικής γλώσσας.

Μια κατηγορία καταλόγου μπορεί να αντιστοιχιστεί με περισσότερους από ένα καταλόγους. Οι κατηγορίες έχουν μερικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα που τις χαρακτηρίζουν, όπως είναι οι αντίστοιχες οντολογικές έννοιες, αλλά και άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που καθορίζονται ανά κατάλογο, όπως είναι οι υποκατηγορίες τους. Η κατηγορία ενός καταλόγου μπορεί να δηλωθεί ως 'γενική' (abstract) ή ως 'τελική' (instantiatable) σύμφωνα με τον κατάλογο στον οποίο αντιστοιχίζεται. Τα προϊόντα/υπηρεσίες δεν μπορούν να ταξινομηθούν κάτω από μια γενική κατηγορία. Κατά συνέπεια μια γενική κατηγορία περιέχει μόνο τις υποκατηγορίες. Οι κατηγορίες που χαρακτηρίζονται ως τελικές μπορούν να περιέχουν προϊόντα καθώς επίσης και κατηγορίες προϊόντων. Μια γενική κατηγορία δεν μπορεί να προσφερθεί από το σύστημα ως υπηρεσία, σε αντίθεση με μια τελική κατηγορία που μπορεί να έχει προμηθευτές που την προσφέρουν. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα πραγματικά προϊόντα δεν αποθηκεύονται στο σύστημα καταλόγων, αλλά στις ιδιόκτητες βάσεις δεδομένων των προμηθευτών. Ο κατάλογος περιέχει μόνο αναφορές

σε προϊόντα με σκοπό να τα ταξινομήσει και να τα συσχετίσει με τους αντίστοιχους προμηθευτές.

Όλες οι συσχετίσεις των κατηγοριών σε ένα κατάλογο αποτελούν το δέντρο καταλόγου. Όλες οι ενέργειες πάνω στο δέντρο καταλόγου (προσθήκη, διαγραφή κατηγορίας) εκτελούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε η δομή του καταλόγου παραμένει πάντα σύμφωνη με τη δομή της οντολογίας.



**Σχήμα 33 Σχέση ανάμεσα σε κατάλογο και οντολογία**

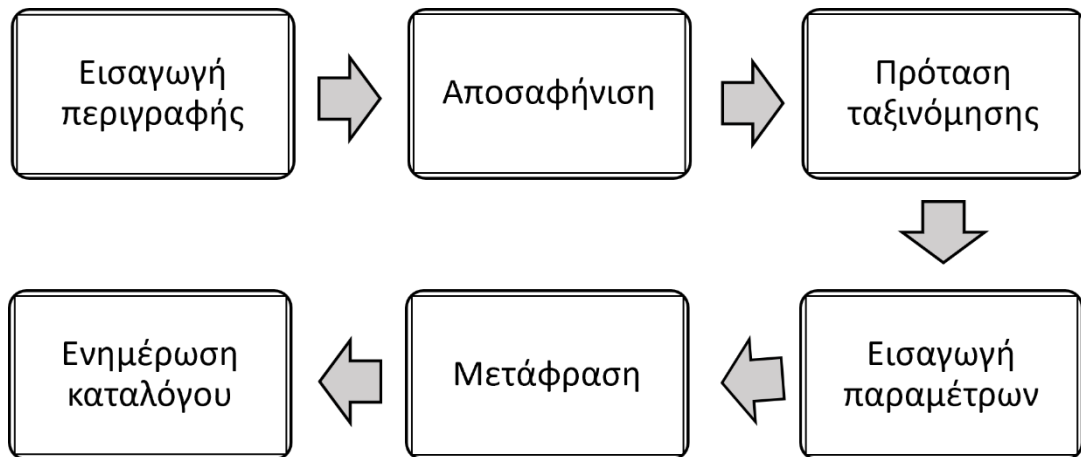
Κάθε προμηθευτής μπορεί να δηλώσει τους περιορισμούς του πάνω στις τιμές των ιδιοτήτων των προϊόντων ή των κατηγοριών προϊόντων που παρέχει. Οι περιορισμοί για κάθε κατηγορία που παρέχεται από έναν προμηθευτή αποθηκεύονται στο σύστημα καταλόγων.

Εκτός από τους περιορισμούς, ο προμηθευτής μπορεί επίσης να διευκρινίσει τις διαδικασίες εμπορικών συναλλαγών που υποστηρίζονται για μια κατηγορία που παρέχει. Για παράδειγμα, εάν ένας προμηθευτής έχει μια συσχέτιση με την κατηγορία «τζιπ», πρέπει να δηλωθεί εάν αυτός ο προμηθευτής πωλεί το τζιπ ή ενοικιάζει το τζιπ ή και τα δύο.

Ένας κατάλογος μπορεί να υποστηρίξει πολλές γλώσσες (πολυγλωσσία). Για αυτόν τον λόγο το σύστημα καταλόγων έχει την ικανότητα να αποθηκεύσει όλες τις κειμενικές πληροφορίες για τους καταλόγους και τις κατηγορίες τους σε όλες τις γλώσσες που υποστηρίζει. Αν μια υπηρεσία είναι ορισμένη ως συνδυασμός δύο (ή

περισσότερων) 'υπό-υπηρεσιών' τότε όλες αυτές οι υπό-υπηρεσίες περιγράφονται στον κατάλογο σαν ξεχωριστές υπηρεσίες.

Η ροή καταχώρησης στον κατάλογο χρησιμοποιώντας τη γραπτή φυσική γλώσσα, όπως υλοποιήθηκε στο ΜΚΒΕΕΜ.



**Σχήμα 34 Ροή καταχώρησης σε Κατάλογο**

### **7.3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΑΛΟΓΟΥ**

Ένα θέμα κλειδί στην αλληλεπίδραση ανάμεσα στον χρήστη και την εκάστοτε εφαρμογή είναι ο «διάλογος» μεταξύ τους. Στον τομέα του ηλεκτρονικού εμπορίου, αυτός ο διάλογος πρέπει έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που προέρχονται από τις αναλύσεις που έχουν γίνει στον του τομέα Μάρκετινγκ.

Η αλληλεπίδραση με το χρήστη πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σύντομη. Η διαδικασία αναζήτησης για μια υπηρεσία/προϊόν πρέπει να ολοκληρωθεί σε μερικά βήματα. Το σύστημα πρέπει να είναι αρκετά ευφυές και να έχει την δυνατότητα να μαντέψει τι θέλει ο πελάτης χωρίς να ζητάει επανειλημμένα διευκρινίσεις από αυτόν. Επίσης, εάν ο χρήστης φαίνεται αναποφάσιστος, ή η υπηρεσία που ψάχνει δεν είναι διαθέσιμη, το σύστημα πρέπει να είναι σε θέση να προτείνει εναλλακτικές λύσεις ή/και παρόμοιες/σχετικές υπηρεσίες. Η βασισμένη στη γνώση προσέγγιση που ακολουθείται

στην πειραματική υλοποίηση (κεφάλαιο 6) επιτρέπει την ικανοποίηση των πιο πάνω απαιτήσεων σε καλά δομημένες περιοχές εφαρμογών.

Όλη η λογική διαχείρισης διαλόγου κωδικοποιείται στον RA, ο οποίος είναι αρμόδιος για την αλληλεπίδραση του χρήστη με το σύστημα. Ο RA εκμεταλλεύεται τη γνώση που είναι κωδικοποιημένη στις οντολογίες περιοχών για να χειριστεί αυτήν την αλληλεπίδραση. Στη φάση αποσαφήνισης, ο RA χρησιμοποιεί τις οντολογίες για να ανακτήσει όλες τις πιθανές έννοιες/υπηρεσίες που μπορεί να αναζητά ο χρήστης και του ζητά να επιλέξει μία από αυτές.

Μετά από τη φάση αποσαφήνισης, εάν τα στοιχεία που παρέχονται από το χρήστη είναι επαρκή να προωθήσουν την ερώτηση προς τις βάσεις δεδομένων των προμηθευτών, το σύστημα παραλείπει το βήμα της παροχής προς το χρήστη φόρμας για να συμπληρώσει τις τιμές ιδιοτήτων – και προχωρά στο επόμενο βήμα που είναι η παραγωγή των ερωτήσεων και η υποβολή τους στον προμηθευτή. Ο χρήστης σε αυτήν την φάση έχει πρόσβαση σε αποτελέσματα μετά από την ελάχιστη αλληλεπίδραση με το σύστημα.

Η δυνατότητα του συστήματος να καθορίσει πότε το ερώτημα που υποβάλει ο χρήστης είναι επαρκές για την τελική παραγωγή ερώτησης προς τους προμηθευτές είναι βασισμένη στα υποχρεωτικά σύνολα (mandatory sets). Ένα υποχρεωτικό σύνολο είναι μια ελάχιστη συλλογή των ιδιοτήτων που είναι επαρκείς για οποιοδήποτε προμηθευτή προκειμένου να επεξεργαστεί ένα συγκεκριμένο αίτημα χρηστών. Κάθε υπηρεσία μπορεί να έχει ένα ή περισσότερα υποχρεωτικά σύνολα. Τα υποχρεωτικά σύνολα χρησιμοποιούνται επίσης όταν ο τελικός χρήστης υποβάλει μια συμπληρωμένη φόρμα. Η φόρμα πριν την αποστολή ελέγχεται εάν ικανοποιεί τουλάχιστον ένα από τα υποχρεωτικά σύνολα. Σε αυτή την περίπτωση, η φόρμα αποστέλλεται στους CPA. Διαφορετικά, ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει τις συγκεκριμένες ιδιότητες που εκκρεμούν.

Έστω ότι θέλουμε να περιγράψουμε στο σύστημα μία υπηρεσία για ταξίδι (trip). Προκειμένου το σύστημα να επεξεργαστεί ένα ερώτημα για ταξίδι χρειάζεται

πληροφορία για τον τόπο αναχώρησης (depPoint) και τον τόπο άφιξης (arrPoint) ή/και την ημέρα και ώρα αναχώρησης και την ημέρα και ώρα άφιξης. Έτσι ορίζουμε ουσιαστικά για την υπηρεσία ταξίδι δύο περιπτώσεις το Trip\_dep και Trip\_arr ως εξής:

**Trip\_dep:**

(move)(X),(ATLEAST 1 depPoint)(X), (ALL depPoint point)(X),  
(ATLEAST 1 arrPoint)(X), (ALL arrPoint point)(X),  
(ATLEAST 1 depDate)(X), (ALL depDate date)(X),  
(ATLEAST 1 depTime)(X), (ALL depTime hTime)(X).

**Trip\_arr:**

(move)(X),(ATLEAST 1 depPoint)(X), (ALL depPoint point)(X),  
(ATLEAST 1 arrPoint)(X), (ALL arrPoint point)(X),  
(ATLEAST 1 arrDate)(X), (ALL arrDate date)(X),  
(ATLEAST 1 arrTime)(X), (ALL arrTime hTime)(X).

Στη συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε δύο διαφορετικά υποχρεωτικά σύνολα που ουσιαστικά διακρίνουν την υπηρεσία `Trip` ως δύο υπηρεσίες, τις Trip\_dep και Trip\_arr. Στην πραγματικότητα αυτές οι υπηρεσίες δεν υφίστανται σαν έννοιες ούτε στην οντολογία ούτε στους καταλόγους του συστήματος αλλά ο διαχωρισμός τους μέσω των υποχρεωτικών συνόλων διευκολύνει το διάλογο με το χρήστη.

Ερώτημα χρήστη : *"I want to go from Athens to Thessaloniki"*

Μετά στην επεξεργασία του ερωτήματος από τον HLP προκύπτει η ακόλουθη οντολογική φόρμουλα (OF):

OF: "(move)(X), (depPoint)(X,Y), athens(Y), (arrPoint)(X,Z), thessaloniki(Y)"

Η οντολογική φόρμουλα μέσω του RA προωθείται στον DOS με σκοπό να εντοπίσει τις αντίστοιχες έννοιες. Ο DOS τελικά αναγνωρίζει την υπηρεσία Trip την επιστρέφει στον RA μαζί με τα υποχρεωτικά σύνολα έχοντας βέβαια συμπληρώσει τις τιμές των



ιδιοτήτων για τις οποίες έχει δώσει πληροφορία ο χρήστης μέσω του ερωτήματός του. Χρησιμοποιώντας αυτήν την πληροφορία ο RA ζητά μέσω του UA από το χρήστη να ολοκληρώσει το ερώτημα του δίνοντας είτε πληροφορία για την ημερομηνία και ώρα αναχώρησης είτε για την ημερομηνία και ώρα άφιξης.

Σημαντικό ρόλο στην διεξαγωγή του διαλόγου θα μπορούσε να παίξει και το Επίπεδο Σύνθεσης Υπηρεσιών (CSL). Προτείνοντας εναλλακτικά αποτελέσματα στο χρήστη, ειδικά σε περιπτώσεις που ο χρήστης δε γνωρίζει καλά την περιοχή ενδιαφέροντος, μπορεί να μειώσει την αλληλεπίδραση του χρήστη με το σύστημα. Επίσης, σε περίπτωση σύνθετων υπηρεσιών, η προ-συμπλήρωση των τιμών ιδιοτήτων συσχετιζόμενων προϊόντων/υπηρεσιών βάσει των κανόνων που έχουν οριστεί στο CLS, μειώνει τη διάρκεια της φάσης αποσαφήνισης και αποτρέπει τυχόν λάθη κατά την συμπλήρωση από το χρήστη.

Η χρήση των οντολογιών, και η υποστήριξή τους για γενίκευση (generalisation) και την ειδίκευση (specialisation), επιτρέπουν επίσης στο σύστημα να χειριστεί τις περιπτώσεις όπου ο χρήστης υποβάλλει ένα ερώτημα που είναι πάρα πολύ γενικό ή τόσο συγκεκριμένο που κανένα προϊόν/υπηρεσία δεν αντιστοιχίζεται σε αυτό. Αυτό διευκρινίζεται καλύτερα με ένα παράδειγμα: εάν το ερώτημα του χρήστη είναι η λέξη 'ένδυση', αυτό αντιστοιχίζεται με μια υψηλού επιπέδου οντολογική έννοια, που δεν αντιστοιχίζεται σε παρεχόμενη υπηρεσία, και το σύστημα προσφέρει απλά στο χρήστη μια επιλογή από υπό-έννοιες διαθέσιμες στον κατάλογο.

## **7.4 ΕΞΑΤΟΜΙΚΕΥΣΗ**

### **7.4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Στο πρόσωπο-με-πρόσωπο εμπόριο, οι άνθρωποι των πωλήσεων προσαρμόζουν τις προσφορές τους ανάλογα με το προφίλ του πελάτη. Διαισθητικά, καταλαβαίνουν τι ζητά ο πελάτης βγάζοντας συμπεράσματα από αυτό που βλέπουν. Τα συστήματα ηλεκτρονικού εμπορίου, προκειμένου να επιτύχουν τέτοια ποιότητα εξυπηρέτησης

πρέπει να είναι σε θέση να ερμηνεύσουν ένα ερώτημα πελάτη χρησιμοποιώντας αυτοματοποιημένους συλλογισμούς βασισμένους σε ηλεκτρονικά προφίλ χρηστών

Μια ερώτηση που δεν διευκρινίζεται πλήρως (γεγονός όχι σπάνιο στην ανθρώπινη γλώσσα) πρέπει να εμπλουτιστεί, λαμβάνοντας υπόψη πληροφορίες από το προφίλ χρήστη. Με άλλα λόγια, το προφίλ χρήστη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποσαφηνίσουν μερικώς το ερώτημα του χρήστη. Αυτό εκτός από ένα τέχνασμα με σκοπό να επιλύσει την ασάφεια είναι και μια μέθοδος για να προσωποποιήσει τη συμπεριφορά του συστήματος.

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη μοντέλων για το προφίλ χρηστών στο ηλεκτρονικό εμπόριο και γενικά στην ανάκτηση πληροφορίας στο διαδίκτυο αφορά το γενικό ερευνητικό τομέα της Εξατομίκευσης (Personalization). Οι τεχνικές εξατομίκευσης αποτελούν μία εναλλακτική λύση, προσανατολισμένη στο χρήστη, για την επίλυση του προβλήματος της πληθώρας πληροφορίας που υπάρχει στο διαδίκτυο.

Ένας από τους παράγοντες κλειδιά στην εξατομίκευση είναι το περιβάλλον ενδιαφέροντος του χρήστη (context). Τα περιβάλλον ενδιαφέροντος χρήστη αναπαριστά την πρόθεση του χρήστη στην αναζήτηση πληροφορίας. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες οι οποίοι μπορούν να συνεισφέρουν στη σκιαγράφηση/απεικόνιση ενός περιβάλλοντος χρήστη. Ο [Sieg, 2007] θεωρεί τρία θεμελιώδη στοιχεία που συλλογικά διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εξατομικευμένη αναζήτηση πληροφορίας. Αυτά τα τρία ανεξάρτητα αλλά αλληλένδετα στοιχεία είναι η βραχυπρόθεσμη ανάγκη του χρήστη όπως είναι ένα ερώτημα, η σημασιολογική γνώση για τη θεματική περιοχή στην οποία γίνεται η αναζήτηση και το προφίλ του χρήστη που συλλαμβάνει μακροπρόθεσμα ενδιαφέροντα.

Κάθε χρήστης έχει ένα συγκεκριμένο σκοπό όταν αναζητά πληροφορία. Πολλές φορές όμως αυτό που ζητά ο χρήστης μέσω ενός ερωτήματος είναι ασαφές και διφορούμενο. Τα τελευταία χρόνια, η εξατομίκευση έχει αποτελέσει αντικείμενο ενδιαφέροντος στην ερευνητική κοινότητα ως ένα μέσο για την μείωση της ασάφειας

και την παροχή αποτελεσμάτων που είναι πιθανό να ενδιαφέρουν ένα χρήστη με σκοπό την πιο αποτελεσματική πρόσβαση σε πληροφορίες [Singh, 2005] [Boydell, 2006].

Η εξατομίκευση έχει ως σκοπό να παρέχει στους χρήστες αυτό που θέλουν χωρίς να απαιτείται να το ζητήσουν πρώτα οι ίδιοι με συγκεκριμένο τρόπο [Mulvenna, 2000]. Αυτό επιτυγχάνεται είτε μέσω ανάκτησης δεδομένων που βασίζεται στο περιεχόμενο (content-based) ή μέσω τεχνικών ανάκτησης δεδομένων που βασίζονται στην συνεργασία με το χρήστη (collaborative). Και στις δύο περιπτώσεις δημιουργείται ένα μοντέλο για το χρήστη βασισμένο σε δεδομένα που συλλέγονται είτε ρητά, είτε εν δυνάμει, σχετικά με τα ενδιαφέροντα του χρήστη.

Τα τελευταία χρόνια η έρευνα στην περιοχή έχει στραφεί στο συνδυασμό τεχνικών και αλγορίθμων από διάφορες επιστημονικές περιοχές (π.χ. Web Usage Mining) και έχει οδηγήσει σε υβριδικά μοντέλα [Taghipour, 2008] [Dai, 2003] [Jung, 2004] τα οποία προσπαθούν να συνδυάσουν και τις δύο τεχνικές και να μειώσουν έτσι τα προβλήματα που δημιουργούνται από κάθε μία τεχνική χωριστά. Μια πρόκληση σε τέτοιου είδους τεχνικές αποτελεί η ενσωμάτωση σημασιολογικής γνώσης. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν κάποιες προσεγγίσεις για συστήματα συστάσεων που χρησιμοποιούν σε κάποιο βαθμό τη σημασιολογική γνώση. Εντούτοις, αυτά τα μοντέλα, δεν λαμβάνουν υπόψη τους τη σημασιολογική γνώση (semantic knowledge) για την περιοχή που εφαρμόζονται.

Η Eirinaki [Eirinaki, 2004] προτείνει μια αρχιτεκτονική για συστήματα συστάσεων που συνδυάζει τη σημασιολογία του περιεχομένου ενός δικτυακού τόπου και τα δεδομένα πλοήγησης των χρηστών σε αυτόν προκειμένου να τον εξατομικεύσει. Η τεχνική χρησιμοποιεί τους όρους μιας οντολογίας περιοχής προκειμένου να περιγράψει ομοιόμορφα το περιεχόμενο και τα δεδομένα πλοήγησης των χρηστών, ώστε να παραχθεί με αυτό τον τρόπο ένα σύνολο συστάσεων που συσχετίζονται σημασιολογικά με την τρέχουσα επίσκεψη του χρήστη. Στα πλαίσια αυτά αναπτύχθηκε το σύστημα εξατομίκευσης SEWeP [Eirinaki, 2003]. Ο Middleton [Middleton, 2004] αντιμετωπίζει το πρόβλημα της σύστασης ακαδημαϊκών ερευνητικών εγγράφων χρησιμοποιώντας

μια οντολογική προσέγγιση για το προφίλ χρήστη. Τα έγγραφα αυτά ταξινομούνται χρησιμοποιώντας οντολογικές κατηγορίες. Συνεργατικοί και βασισμένοι στο περιεχόμενο αλγόριθμοι σύστασης χρησιμοποιούνται για να συστήσουν σε ένα χρήστη εργασίες που έχουν δει άλλοι χρήστες που ανήκουν στην ίδια κατηγορία σε σχέση με τα τρέχοντα ενδιαφέροντά τους. Ο Mobasher [Mobasher, 2004] εισάγει μία προσέγγιση για συνεργατικό φιλτράρισμα, σημασιολογικά ενισχυμένο, στο οποίο η σημασιολογική γνώση για τα αντικείμενα εξάγεται αυτόματα από το διαδίκτυο βάση μιας συγκεκριμένης οντολογίας περιοχής, και χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τις αξιολογήσεις (ratings) του χρήστη για τη δημιουργία ενός συνδυαστικού μέτρου σύγκρισης αντικειμένων για τη δημιουργία προβλέψεων. Ο Anand [Anand, 2007] παρουσιάζει μία προσέγγιση για την ολοκλήρωση διανυσμάτων αξιολογήσεων χρηστών, με μία οντολογία αντικειμένων με σκοπό την δημιουργία συστάσεων. Μια προσέγγιση η οποία απευθύνεται στο χώρο του ηλεκτρονικού εμπορίου, και συγκεκριμένα σε B2B ηλεκτρονικές αγορές είναι του Lee [Lee, 2007]. Η συγκεκριμένη προσέγγιση βασίζεται στο σύστημα συστάσεων σε οντολογίες.

Στο κεφάλαιο αυτό προτείνεται μια προσέγγιση για εξατομίκευση η οποία μπορεί να ενσωματωθεί στην αρχιτεκτονική της ηλεκτρονικής αγοράς ως υπηρεσία μεσολάβησης και να επεκτείνει τις δυνατότητες εξατομίκευσης βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητά της. Η υπό διερεύνηση προσέγγιση αφορά την ενσωμάτωση σημασιολογικής γνώσης τόσο για την αναπαράσταση των προτιμήσεων του χρήστη (ρητά εκφρασμένων ή μέσω δυναμικών διαδικασιών εξόρυξης) όσο και για τα χαρακτηριστικά του χρήστη (επάγγελμα, ηλικία, ...).

Συγκεκριμένα, η δομή στη συνέχεια του κεφαλαίου είναι η ακόλουθη. Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζονται οι βασικές κατηγορίες των συστημάτων συστάσεων (RSs) και καταγράφεται το state-of-the-art της περιοχής καθώς και προβλήματα και περιορισμοί που υφίστανται στις υπάρχουσες προσεγγίσεις. Ακολουθεί η περιγραφή και η αξιολόγηση του προτεινόμενου υβριδικού μοντέλου προφίλ χρήστη που βασίζεται

στην εκμετάλλευση της σημασιολογικής γνώσης που είναι κωδικοποιημένη στις οντολογίες του συστήματος Μεσολάβησης.

#### **7.4.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΑΣΕΩΝ**

Τα συστήματα συστάσεων (recommendations systems ή recommender systems ή RSs) αποτελούν ίσως την πιο δημοφιλή μορφή εξατομίκευσης. Τα RSs μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες [Balabanovic, 1997] [Adomavicius, 2005]: τα βασισμένα σε περιεχόμενο (content based), τα συνεργατικά (collaborative) και τις υβριδικές προσεγγίσεις (hybrid).

Οι προσεγγίσεις που βασίζονται στο περιεχόμενο βασίζονται στις ερευνητικές περιοχές της ανάκτησης πληροφορίας (information retrieval) [Baeza-Yates, 1999] και του φιλτραρίσματος της πληροφορίας (information filtering) [Belkin, 1992]. Οι τεχνικές συστάσεων που βασίζονται στο περιεχόμενο προϋποθέτουν την ύπαρξη περιγραφών για κάθε αντικείμενο προς αναζήτηση και χτίζουν το μοντέλο του χρήστη βάση αυτών των περιγραφών και των επιλογών του χρήστη. Το μοντέλο στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να μαντέψει την πιθανότητα αντικειμένων, που δεν έχει ζητήσει ρητά ο χρήστης, να ανήκουν σε αντικείμενα που τον ενδιαφέρουν. Οι περιγραφές των αντικειμένων προς αναζήτηση ποικίλουν από αδόμητο κείμενο όπως στα [Lang, 1995] και [Lieberman, 1995] σε πιο δομημένα και πολυδιάστατα μοντέλα. Το πλεονέκτημα των τεχνικών εξατομίκευσης που βασίζονται στο περιεχόμενο είναι ότι δεν χρειάζονται κατά τη φάση αρχικοποίησης κάποια βάση με προτιμήσεις χρηστών, αφού δε βασίζονται σε προφίλ άλλων χρηστών. Επίσης προσαρμόζονται αμέσως σε τυχόν αλλαγές στα ενδιαφέροντα του χρήστη γιατί δεν εξαρτώνται από τις παρελθοντικές προτιμήσεις του χρήστη. Το βασικό μειονέκτημα τέτοιων συστημάτων είναι η έλλειψη ποικιλίας στα αποτελέσματα αφού προτείνουν αντικείμενα που είναι παρόμοια με αντικείμενα που έχει ήδη ζητήσει ο χρήστης [Mooney, 1999]. Επίσης τα συστήματα που βασίζονται στο περιεχόμενο, προκειμένου να καταλάβουν τις προτιμήσεις ενός χρήστη και να του παρουσιάσουν έγκυρα αποτελέσματα, θα πρέπει ο χρήστης να έχει βαθμολογήσει ένα σημαντικό αριθμό αντικειμένων. Συνεπώς ένας νέος χρήστης, ο

οποίος έχει ελάχιστες αξιολογήσεις, δε είναι δυνατό να παίρνει αξιόπιστα αποτελέσματα.

Οι συνεργατικές (collaborative) τεχνικές εξατομίκευσης αφορούν προσεγγίσεις που στηρίζονται στη μνήμη. Δε χρησιμοποιούν τις περιγραφές των αντικειμένων. Η βασική ιδέα είναι ότι ένας χρήστης προτιμά επιλογές που προτιμούν άλλοι χρήστες με τα ίδια χαρακτηριστικά. Σε αντίθεση με τις τεχνικές που βασίζονται στο περιεχόμενο, τα συνεργατικά συστήματα προσπαθούν να προβλέψουν τη χρησιμότητα των αντικειμένων για ένα συγκεκριμένο χρήστη λαμβάνοντας υπόψη τα αντικείμενα που έχουν βαθμολογηθεί προηγουμένως από άλλους χρήστες. Το μοντέλο χρήστη είναι συνήθως στη μορφή ενός πίνακα η διαστάσεων με την κατάταξη των αντικειμένων που έχει ζητήσει ο χρήστης. Οι συνεργατικές τεχνικές εξατομίκευσης δρουν ανακαλύπτοντας τη 'γειτονιά' του χρήστη και κάνουν προβλέψεις για ένα χρήστη βάση της ομοιότητας ανάμεσα στο προφίλ ενδιαφέροντος του χρήστη και στα προφίλ άλλων χρηστών, δηλαδή άλλους χρήστες με παρόμοιο πίνακα κατάταξης [Greening, 1998]. Σύμφωνα με τον Breese [Breese, 1998], τα συνεργατικά συστήματα συστάσεων χωρίζονται σε δυο κατηγορίες: τα ευριστικά και αυτά που βασίζονται σε μοντέλο. Τα ευριστικά συστήματα κάνουν προβλέψεις βασισμένα σε μια ολόκληρη συλλογή από προηγούμενα βαθμολογημένα αντικείμενα από τους χρήστες. Οι μέθοδοι που βασίζονται σε μοντέλο στηρίζονται αρχικά σε ένα σύνολο δεδομένων για να εκπαιδεύσουν ένα μοντέλο, το οποίο χρησιμοποιούν στη συνέχεια για να κάνουν τις προβλέψεις [Hofmann, 2003], [Marlin, 2003], [Pavlov, 2002]. Αν και εμπορικά, οι συνεργατικές τεχνικές εξατομίκευσης είναι πιο διαδεδομένες, διότι έχουν πολύ καλά αποτελέσματα, παρουσιάζουν ένα σημαντικό μειονέκτημα το οποίο είναι γνωστό στη βιβλιογραφία ως «ψυχρή εκκίνηση» (cold start) [Maltz, 1995] [Resnick, 1997]. Το πρόβλημα αυτό αφορά την χαμηλή αποτελεσματικότητα που παρουσιάζεται κατά το ξεκίνημα της διαδικασίας εκμάθησης των ενδιαφερόντων των χρηστών λόγω της έλλειψης πληροφορίας. Άλλο πρόβλημα είναι ότι απαιτείται η ύπαρξη μιας μεγάλης βάσης δεδομένων με προτιμήσεις χρηστών κατά την αρχικοποίηση προκειμένου να

βγάλουν χρήσιμα αποτελέσματα [Terveen, 2001]. Επίσης αν εμφανιστεί ένα νέο αντικείμενο δεν υπάρχει περίπτωση να προταθεί σε κάποιο χρήστη αν πρώτα δεν υπάρξει κάποια πληροφορία γι αυτό. Το τελευταίο πρόβλημα αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως πρόβλημα «πρόωρης αξιολόγησης» (early-rater problem) [Montaner, 2003].

Αρκετά συστήματα συστάσεων ακολουθούν μία υβριδική προσέγγιση συνδυάζοντας δυνατότητες και από τις δύο προηγούμενες προσεγγίσεις με σκοπό να αντιμετωπίσουν προβλήματα και περιορισμούς που δημιουργούνται από τη χρήση κάθε προσέγγισης μεμονωμένα [Claypool, 1999] [Schein, 2002] [Soboroff, 1999]. Οι βασικοί τρόποι με τους οποίους μπορούν να συνδυαστούν οι δύο προσεγγίσεις (content-based και collaborative) είναι οι ακόλουθοι:

- Υλοποίηση των δύο προσεγγίσεων ξεχωριστά και συνδυασμός των αποτελεσμάτων τους [Pazzani, 1999].
- Ενσωμάτωση κάποιων χαρακτηριστικών της προσέγγισης που βασίζεται στο περιεχόμενο στη συνεργατική προσέγγιση [Melville, 2002].
- Ενσωμάτωση κάποιων χαρακτηριστικών της συνεργατικής προσέγγισης στην προσέγγιση που βασίζεται στο περιεχόμενο.
- Κατασκευή ενός ενοποιημένου μοντέλου που περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά και των δύο προσεγγίσεων [Schein, 2002].

Ο Adomavicius [Adomavicius 2005] κάνει μια συγκριτική παρουσίαση των τεχνικών συστάσεων και δίνει αντιπροσωπευτικά ερευνητικά παραδείγματα.

### **Προβλήματα και περιορισμοί**

Οι τεχνικές συστάσεων που χρησιμοποιούνται παρουσιάζουν σημαντικά προβλήματα και περιορισμούς [Markellou, 2005]. Τα πιο βασικά συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- ❖ Έλλειψη πληροφορίας ή περιορισμένη πληροφορία.

- ❖ Ανακριβή πληροφορία.
- ❖ Νέο περιεχόμενο
- ❖ Νέοι χρήστες.
- ❖ «Cold start problem». Ένα σύστημα την πρώτη μέρα λειτουργίας δεν έχει καθόλου δεδομένα.
- ❖ «Banana problem». Συχνές επιλογές χρηστών επαναλαμβάνονται στις συστάσεις.
- ❖ Υποκειμενικότητα των βαθμολογήσεων.
- ❖ Μονοδιάστατες προτάσεις.

### **7.4.3 ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΧΡΗΣΤΗ**

#### **Δομή προφίλ**

Η δημιουργία προφίλ χρηστών είναι η διαδικασία συλλογής πληροφοριών που αφορούν στα χαρακτηριστικά, τις προτιμήσεις και τις δραστηριότητες των χρηστών. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί είτε άμεσα είτε έμμεσα. Η άμεση συλλογή δεδομένων προφίλ χρηστών πραγματοποιείται μέσα από τη χρήση online αιτήσεων εγγραφής, ερωτηματολογίων κ.λπ. Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται για την έμμεση συλλογή δεδομένων προφίλ χρηστών ποικίλουν από τη χρήση cookies ή παρόμοιων τεχνολογιών μέχρι και την ανάλυση της συμπεριφοράς πλοήγησης του χρήστη που μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας τεχνικές εξόρυξης γνώσης.

Η εξατομίκευση των αποτελεσμάτων μιας αναζήτησης μπορεί να οριστεί ως η διαδικασία προσαρμογής των αποτελεσμάτων που επιστρέφονται από μια αναζήτηση ενός χρήστη στις συγκεκριμένες απαιτήσεις και ανάγκες του συγκεκριμένου χρήστη, χρησιμοποιώντας δεδομένα που προκύπτουν από τη συμπεριφορά πλοήγησης του χρήστη. Τα βήματα αυτής της διαδικασίας περιλαμβάνουν: α) τη συλλογή δεδομένων, β) τη μοντελοποίηση και την κατηγοριοποίηση αυτών των δεδομένων (φάση προ-



επεξεργασίας), γ) την ανάλυση των δεδομένων αυτών, και δ) τον καθορισμό των ενεργειών που πρέπει να γίνουν.

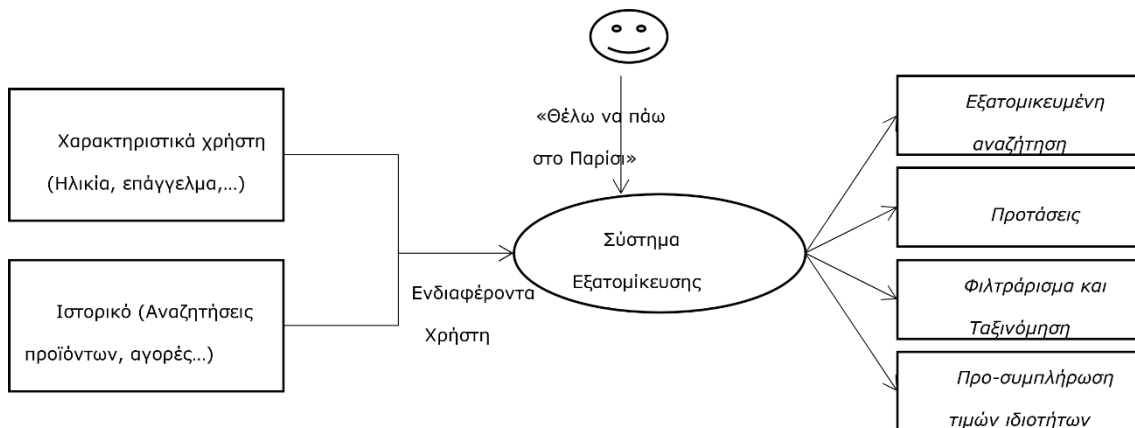
Το προτεινόμενο μοντέλο προφίλ χρηστών περιλαμβάνει σημασιολογικά εκμεταλλεύσιμη γνώση συσχετίζοντας τις οντότητες του προφίλ με οντολογικές έννοιες και ιδιότητες. Η βασική ιδέα περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός σημασιολογικού μοντέλου προφίλ χρήστη που από τη μία θα περιέχει τα χαρακτηριστικά του χρήστη και από την άλλη θα αντικατοπτρίζει τα ενδιαφέροντα του βάσει του ιστορικού αλληλεπίδρασης με το σύστημα και του σημασιολογικού περιεχομένου του συστήματος που εκφράζεται μέσω των οντολογιών περιοχής.

Το ακόλουθο μοντέλο είναι αποτέλεσμα της άποψης ότι η εξατομίκευση στα ερωτήματα που γίνονται στον τομέα των ηλεκτρονικών αγορών πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις ακόλουθες διαστάσεις:

1. Το ερώτημα του χρήστη, είτε από αναζήτηση σε φυσική γλώσσα είτε από πλοήγηση σε κατάλογο
2. Το ιστορικό των ενεργειών του χρήστη στην ηλεκτρονική αγορά
3. Το μοντέλο γνώσης της θεματικής περιοχής που γίνεται η αναζήτηση
4. Τα χαρακτηριστικά του χρήστη

Προκειμένου να υποστηριχθεί η προτεινόμενη λύση πρέπει να υπάρχουν οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

- ✓ Ύπαρξη συστήματος οντολογιών των θεματικών περιοχών
- ✓ Δυνατότητες αντιστοίχισης του ερωτήματος του χρήστη με έννοιες των ανωτέρω οντολογιών.



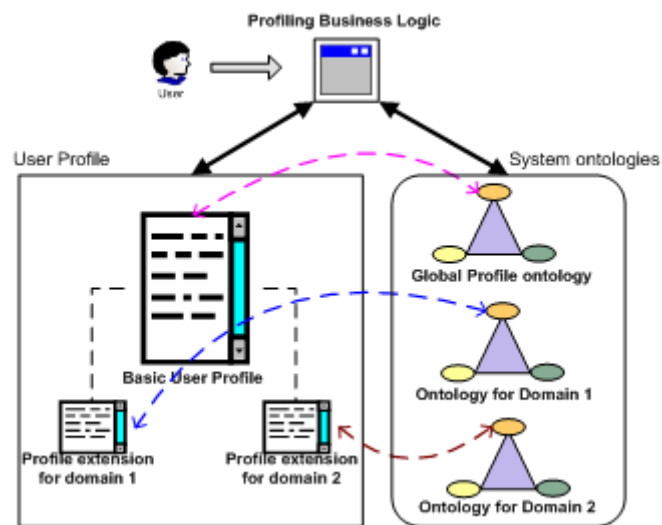
### Σχήμα 35 Χαρακτηριστικά, ιστορικό και ερώτημα χρήστη ως δεδομένα εισόδου στο σύστημα εξατομίκευσης

Ο βασικός κορμός του προφίλ αφορά γενικά χαρακτηριστικά του χρήστη (ηλικία, επάγγελμα, επίπεδο μόρφωσης, κλπ). Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι βασισμένα σε μια οντολογία 'Προφίλ' η οποία περιέχει τη συσχετίσεις εννοιών που αφορούν τους χρήστες και είναι μέρος των οντολογιών γενικής χρήσης (global ontology) του συστήματος. Η χρησιμοποίηση οντολογίας για τη μοντελοποίηση των προφίλ χρηστών έχει προταθεί σε διάφορες εφαρμογές όπως είναι οι εφαρμογές ανάκτησης πληροφορίας [Lawrence, 2000] [Trajkova, 2004]. Η ενημέρωση του προφίλ που αφορά αυτά τα χαρακτηριστικά γίνεται από τη φόρμα εγγραφής στην ηλεκτρονική αγορά, είτε από ερωτηματολόγια που καλείται να συμπληρώσει ο χρήστης. Το μοντέλο δεν αποκλείει την αυτόματη ενημέρωση αυτών των χαρακτηριστικών μέσω συλλογιστικών συστημάτων εξόρυξης δεδομένων.

Επιπρόσθετα, τα προφίλ χρήστη μπορούν να επεκταθούν με την παραπομπή τους σε περιεχόμενο των οντολογιών περιοχής. Αυτό γίνεται με την παροχή στο χρήστη μιας διεπαφής με την οποία μπορεί να επιλέξει τις περιοχές ενδιαφέροντος και να εισαγάγει ρητά τις τιμές ιδιοτήτων για συγκεκριμένες έννοιες. Πρέπει να σημειώσουμε ότι ένα έμπειρο σύστημα ή ένας ευφυής πράκτορας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να χτίσει δυναμικά ένα τέτοιο σχεδιάγραμμα με την παρατήρηση της συμπεριφοράς του χρήστη στις αλληλεπιδράσεις με το σύστημα. Στη συνέχεια παρουσιάζεται μία

μεθοδολογία για την εκμετάλλευση του ιστορικού των κινήσεων του χρήστη στην ηλεκτρονική αγορά και την ενσωμάτωση των αποτελεσμάτων στο προφίλ του χρήστη.

Το Σχήμα 36 συνοψίζει τη δομή του προφίλ χρήστη και τη συσχέτισή του με τις οντολογίες του συστήματος. Η δομή που προτείνεται δεν περιορίζει την παράλληλη χρήση των ήδη γνωστών αλγορίθμων για δημιουργία και εκμετάλλευση προφίλ χρηστών.



**Σχήμα 36 Συσχέτιση ανάμεσα στο προφίλ Χρήστη και τις οντολογίες του συστήματος**

### **Σημασιολογική αναπαράσταση ενδιαφερόντων βάση ιστορικού**

Γενικά, η μέθοδος που προτείνεται ακολουθεί τα παρακάτω βήματα. Με δεδομένο το ιστορικό του χρήστη στην ηλεκτρονική αγορά και το σημασιολογικό περιεχόμενο των οντολογιών, προ-επεξεργάζομαστε τα δεδομένα του ιστορικού με στόχο την αυτόματη εξαγωγή των ενδιαφερόντων του χρήστη. Για να επιτευχθεί αυτό, αντιμετωπίζουμε την επεξεργασία των δεδομένων του ιστορικού από πλευράς εννοιών της οντολογίας και αντιστοιχίζουμε σε κάθε έννοια του ιστορικού ένα βάρος που μπορεί να προκύπτει με διάφορες αλγόριθμους/συλλογιστικές διαδικασίες. Για παράδειγμα θα μπορούσαμε να ορίσουμε ένα σύνολο από ενέργειες που

πραγματοποιούνται στα προϊόντα/υπηρεσίες (και εν δυνάμει στις έννοιες της οντολογίας) της ηλεκτρονικής αγοράς, σε κάθε ενέργεια να την ποσοτικοποιήσουμε δίνοντάς της ένα βάρος που θα αντικατοπτρίζει την σχέση της με το χρήστη. Στον ακόλουθο πίνακα φαίνεται ένα τέτοιο παράδειγμα.

<b>Ενέργειες</b>	<b>Βάρος</b>	<b>Συσχέτιση με χρήστη</b>
Αποτέλεσμα Αναζήτησης από κατάλογο	0,7	Μέτρια
Αποτέλεσμα αναζήτησης από ελεύθερο κείμενο	0,6	Μέτρια
Προσθήκη στο καλάθι	0,8	Υψηλή
Αγορά	1	Πολύ Υψηλή

Στη συνέχεια οι έννοιες που εμφανίζονται να ενδιαφέρουν περισσότερο το χρήστη επιλέγονται για να συμπεριληφθούν στο προφίλ του.

Σε ένα ενδεχόμενο ερώτημα χρήστη, έχοντας υπολογίσει τα ενδιαφέροντα του χρήστη, προχωράμε με την επεξεργασία του σημασιολογικού περιεχομένου της ηλεκτρονικής αγοράς για να διασαφηνίσουμε το ερώτημα του χρήστη (όταν είναι ασαφές), να του προτείνουμε σχετικά προϊόντα, με τη σειρά που τον ενδιαφέρουν.

### **Ορισμός πιθανότητας ενδιαφέροντος με χρήση κανόνων**

Προκειμένου να γίνει παράλληλη εκμετάλλευση των στατικών χαρακτηριστικών του προφίλ χρήστη στη διαμόρφωση των ενδιαφερόντων του, απαιτείται ο ορισμός κανόνων που θα συνδέουν χαρακτηριστικά χρηστών με πιθανότητες ενδιαφέροντος για χαρακτηριστικά προϊόντων. Δεδομένου ότι τόσο τα χαρακτηριστικά των χρηστών όσο και τα προϊόντα στο προτεινόμενο σύστημα αναπαριστώνται από οντολογικές έννοιες, αρκεί ο κανόνας να εφαρμοστεί πάνω σε συσχετίσεις των εννοιών από τις οντολογίες.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα απλό παράδειγμα βασισμένο σε κανόνες προκειμένου να τονιστεί η δομή που ακολουθούν τα προφίλ χρηστών παρά η λογική

πίσω από τους κανόνες. Στο παράδειγμα αυτό, το επάγγελμα του χρήστη συνδέεται με μία πιθανότητα ενδιαφέροντος με κατηγορίες εισιτηρίων. Το γεγονός ότι για μία τιμή μιας έννοιας υπάρχει ορισμένος κάποιος κανόνας δεν προϋποθέτει την ύπαρξη κανόνων για όλες τις τιμές της έννοιας. Στο παράδειγμα με το επάγγελμα δεν έχει νόημα να οριστεί κάποιος κανόνας για τις κατηγορίες εισιτηρίων όταν το επάγγελμα του χρήστη είναι «Ιδιωτικός υπάλληλος». Οι κανόνες καθορίζονται από ειδικούς στο τομέα του Μάρκετινγκ και κωδικοποιούνται από ειδικούς στις οντολογίες πάνω στο σύστημα οντολογιών.

### **Παράδειγμα κανόνα**

IF user.profession = "student" THEN

    probability(ticket.class = "ISIC") = 0.8

    probability(ticket.class = "Economy") = 0.18

    probability(ticket.class = "First") = 0.02

### **7.4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Τα οντολογικά προφίλ χρήστη μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στα τρία κύρια βήματα του σεναρίου χρήσης του ερωτήματος σε φυσική γλώσσα (Ενότητα 6.4.1):

- *Αποσαφήνιση*: Το πρώτο βήμα της επεξεργασίας ερωτήματος αναλύει μία οντολογική φόρμουλα για να ανακαλύψει το προϊόν που ο χρήστης ψάχνει. Συχνά, αυτό οδηγεί σε περισσότερες από μια έννοιες προϊόντων, και σε αυτήν την περίπτωση ο επόμενος στόχος του συστήματος είναι να αποφασιστεί ποια από αυτές είναι ο πραγματικός στόχος του ερωτήματος του χρήστη. Το σύστημα προφίλ λαμβάνει μια αυτόματη απόφαση όποτε τα δεδομένα που περιέχονται στο προφίλ του χρήστη το επιτρέπουν, ειδάλλως ταξινομεί τον κατάλογο εναλλακτικών λύσεων και ζητά από το χρήστη να πάρει την τελική απόφαση.
- *Προ-συμπλήρωση τιμών ιδιοτήτων*: Μόλις προσδιοριστεί το προϊόν ενός ερωτήματος, πρέπει να καθοριστούν τιμές για κάποια χαρακτηριστικά του (τουλάχιστο ένα υποχρεωτικό σύνολο χαρακτηριστικών). Οι τιμές για τα

χαρακτηριστικά που δεν έχουν προσδιοριστεί από το ερώτημα του χρήστη θα μπορούσαν να προσδιοριστούν από την αξιοποίηση του προφίλ. Ο χρήστης ελέγχει και όπου κρίνει αναγκαίο αλλάζει τις προκαθορισμένες τιμές στη φόρμα του προϊόντος πριν αυτή υποβληθεί στους προμηθευτές.

- *Φιλτράρισμα και ταξινόμηση*: Η εκμετάλλευση του Προφίλ σε αυτό το βήμα είναι ένα μίγμα των μεθόδων που χρησιμοποιούνται στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις. Τα αποτελέσματα ερώτησης μπορούν να περιέχουν στιγμιότυπα μιας ή περισσότερων εννοιών προϊόντων, καθώς επίσης και στιγμιότυπα με διαφορετικές τιμές ιδιοτήτων. Όπως πριν, οι πιθανότητες υπολογίζονται, τώρα για τις διαφορετικές τιμές ιδιοτήτων καθώς επίσης και τις διαφορετικές έννοιες προϊόντων. Αυτές οι πιθανότητες αποτελούν ένα μέτρο για το πόσο πιθανό είναι να ικανοποιεί το χρήστη ένα συγκεκριμένο προϊόν ή κάποια τιμή χαρακτηριστικού του. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μια φιλική προς το χρήστη παρουσίαση των αποτελεσμάτων όπου τα 'καλύτερα' παρουσιάζονται πρώτα (ή τονίζονται σε έναν κατάλογο που είναι ταξινομημένος με άλλο κριτήριο, π.χ. ανά προμηθευτή).

## 8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Στην παρούσα διατριβή διερευνήθηκε ο τομέας των Ηλεκτρονικών Αγορών και παρουσιάστηκαν αρχιτεκτονικές και προσεγγίσεις για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που έχουν διαμορφωθεί λόγω της παγκοσμιοποίησης. Στα πλαίσια αυτά εξετάστηκαν οι τεχνολογίες των ευφυών πρακτόρων και των οντολογιών ως τεχνολογίες επιλογής για την ανάπτυξη συστημάτων Ηλεκτρονικών Αγορών.

Οι υπάρχουσες υλοποιήσεις πλατφόρμων πρακτόρων δίνουν το πλεονέκτημα της ευελιξίας, χαρακτηριστικό που επιτρέπει τη σχεδίαση αρχιτεκτονικών και τοπολογιών που καλύπτουν τις σύγχρονες ανάγκες στο χώρο του ηλεκτρονικού εμπορίου. Η χρήση προτύπων από την άλλη επιτρέπει τη συνεργασία μεταξύ πλατφόρμων ηλεκτρονικού εμπορίου και δίνει το κίνητρο σε προμηθευτές περιεχομένου να αναπτύξουν πράκτορες 'πωλητές' αφού θα έχουν τη δυνατότητα να φιλοξενηθούν σε ένα μεγάλο αριθμό πλατφόρμων. Η κινητικότητα, η αυτονομία και η κοινωνικότητα των πρακτόρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή προηγμένων τεχνικών διαπραγμάτευσης, ανάκτησης και φιλτραρίσματος της πληροφορίας. Εντούτοις η προτυποποίηση δεν καλύπτει επαρκώς ζητήματα όπως είναι η ασφάλεια των εφαρμογών, ενώ δεν υπάρχει ακόμη εκτενής εφαρμογή σε μεγάλα εμπορικά συστήματα που να βρίσκονται σε επιχειρησιακή λειτουργία.

Η παρούσα εργασία επικεντρώθηκε στη σχεδίαση μιας υποδομής ηλεκτρονικής αγοράς που θα ανταποκρίνεται στις προκλήσεις του παγκοσμιοποιημένου εμπορίου εκμεταλλευόμενη τη σημασιολογία που εμφωλεύει σε οντολογίες. Ο στόχος ήταν διπλός.

Ο πρώτος στόχος αφορούσε το σχεδιασμό μιας υποδομής ηλεκτρονικής αγοράς που θα αντιμετώπιζε τα γνωστά προβλήματα της ανελαστικής αρχιτεκτονικής, της ετερογένειας της αναπαράστασης και της επικοινωνίας ανάμεσα στα συνεργαζόμενα συστήματα. Στα πλαίσια αυτά σχεδιάστηκε ένα πλαίσιο αλληλεπίδρασης που περιλαμβάνει ένα σύνολο από διεπαφές και κανόνες αλληλεπίδρασης που επιτρέπουν

και ελέγχουν την επικοινωνία ανάμεσα στα υποσυστήματα. Ο Rational Agent αποτελεί τον πυρήνα του πλαισίου αλληλεπίδρασης και είναι το υποσύστημα που περιέχει κωδικοποιημένους τους κανόνες αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα υποσυστήματα αλλά και όλη την επιχειρησιακή λογική του συστήματος. Η τυποποίηση των διεπαφών διευκολύνει την επέκταση του συστήματος. Έτσι η προσθήκη μίας νέας θεματικής περιοχής ή μιας νέας γλώσσας μεταφράζεται στο χρόνο που απαιτείται από τα υποσυστήματα του συστήματος οντολογίας και του επεξεργαστή φυσικής γλώσσας να δημιουργήσουν τις κατάλληλες υποδομές (σημασιολογικά λεξικά, μοντέλα προϊόντων) και να υλοποιήσουν τις τυποποιημένες διεπαφές. Από τη μεριά του προμηθευτή, η τυποποίηση της διεπαφής διευκολύνει την προσθήκη νέων προμηθευτών ελαχιστοποιώντας το κόστος υλοποίησης. Εντούτοις, η ολοκλήρωση ετερογενών συστημάτων δεδομένων σε μια ηλεκτρονική αγορά είναι ένα ανοιχτό ερευνητικά πρόβλημα.

Ο δεύτερος στόχος αφορούσε το επίπεδο υπηρεσιών. Η πρόκληση ήταν ο σχεδιασμός της εφαρμογής έτσι, ώστε να καλύπτει μεγάλο φάσμα υπηρεσιών μεσολάβησης προς τους εμπλεκόμενους χρήστες. Συγκρίνοντας την παρούσα προσέγγιση με άλλες υπάρχουσες προσεγγίσεις σε επίπεδο υπηρεσιών, μπορούμε να διακρίνουμε τις ακόλουθες καινοτομίες. Τη χρήση φυσικής γλώσσας για τα ερωτήματα των χρηστών, τη χρήση φυσικής γλώσσας για διαχείριση του καταλόγου, την δυναμική σύνθεση υπηρεσιών, την εξατομίκευση βασισμένη σε σημασιολογικό προφίλ χρήστη. Η καινοτομία των εν λόγω υπηρεσιών έγκειται στη χρήση των οντολογιών ως εργαλείο αναπαράστασης της γνώσης, είτε ως εργαλείο εξαγωγής συμπερασμάτων. Σε επίπεδο υπηρεσιών το επόμενο βήμα είναι η εισαγωγή τεχνολογιών αναγνώρισης φωνής με σκοπό τα ερωτήματα των χρηστών να εκφράζονται με προφορικό λόγο. Σε αυτήν τη περίπτωση θα χρειαστούν ελάχιστες αλλαγές στον πυρήνα της εφαρμογής ενώ οι διεπαφές προς τα υπόλοιπα υποσυστήματα δε θα αλλάξουν.

Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική υλοποιήθηκε και δοκιμάστηκε σε πειραματικό σύστημα που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος MKBEEM. Σε



επίπεδο υλοποίησης το επόμενο βήμα θα ήταν η μεταφορά του συστήματος ηλεκτρονικής αγοράς σε μια πλατφόρμα πρακτόρων με σκοπό να διευθετηθούν θέματα όπως είναι η ασφάλεια η οποία δεν εξετάστηκε στην παρούσα προσέγγιση.

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

- [Abels, 2006] Sven Abels, Axel Hahn, Reclassification of Electronic Product Catalogs: The "Apricot" Approach and Its Evaluation Results, *Informing Science Journal*, 2006, Volume 9
- [Adomavicius, 2005] Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2005). Toward the Next Generation of Recommender Systems: a Survey of the State-of-the-art and Possible Extensions. *IEEE Transactions on Knowledge Management and Data Engineering*, 17(6): 734-749.
- [AgentLink, 2002] Review of software products for multi-agent systems. Survey, AgentLink, 2002 <http://www.agentlink.org/resources/software-report.html>, 2002.
- [Altman, 2001] Altman J., Gruber F., Klug L., Stockner W. and Weippl E.: "Using Mobile Agents in Real Word: A Survey and Evaluation of Agent Platforms", 2nd workshop on Infrastructure for Agents, MAS and Scalable MAS, Montreal, Canada, 2001.
- [Anand, 2007] Anand, S. S., Kearney, P., and Shapcott, M. 2007. Generating semantically enriched user profiles for Web personalization. *ACM Trans. Intern. Tech.* 7, 4, Article 21 (October 2007), 26 pages.
- [Antoniou, 2005] Grigoris Antoniou, E. Franconi, F. van Harmelen, Introduction to Semantic Web Ontology Languages, 2005, Reasoning Web, LNCS 3564, Springer 2005: 1-21.
- [Athanassiou, 1999] Eleutherios Athanassiou, Peter Barrett, Delia Chirichescu, Marie-Pierre Gleizes, Pierre Glize, Dimitrios Katsoulas, Alain Léger, José Ignacio Moreno, Hans Schlenker, Abrose: A Cooperative Multi-agent Based Framework for Marketplace. *IATA 1999*: 175-189
- [Aussenac-Gilles, 2000] N. Aussenac-Gilles, B. Biebow, S. Szulman, Revisiting ontology design: a methodology based on corpus analysis, in: 12th

- International Conference in Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW00), Lecture Notes in Artificial Intelligence, vol. 1937, Springer, Berlin, 2000, pp. 172–188.
- [Austin, 1962] Austin, J.A.: How to do things with words. Harvard University Press, Cambridge (1962)
- [Baader, 1991] Franz Baader and Bernhard Hollunder. KRIS: Knowledge Representation and Inference System. SIGART Bull., 2(3):8–14
- [Baeza-Yates, 1999] R. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto, Modern Information Retrieval. Addison-Wesley, 1999.
- [Balabanovic, 1997] Balabanovic, M., & Shoham, Y. (1997). Fab: Content-Based, Collaborative Recommendation. Communication of ACM, 40(3): 66-72.
- [Bayardo, 1997] Bayardo R J, Bohrer W, et. al., InfoSleuth: Agent-Based Semantic Integration of Information in Open and Dynamic Environments. In Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, Vol. 26,2. ACM Press, New York, 1997.
- [Bellido, 2002] Luis Bellido, Enrique Vázquez, Francisco Valera: Modeling Complex Services in an E-Commerce Brokering System. ICWI 2002: 81-88
- [Belkin, 1992] N. Belkin and B. Croft, "Information Filtering and Information Retrieval," Comm. ACM, vol. 35, no. 12, pp. 29-37, 1992.
- [Beneventano, 2004a] Beneventano, D., & Magnani, S. (2004). A framework for the classification and the reclassification of electronic catalogs. ACM Symposium on Applied Computing.
- [Beneventano, 2004b] Beneventano, D., Guerra, F., Magnani, S. & Vincini, M. (2004). A web service based framework for the semantic mapping amongst product classification schemas. Journal of Electronic Commerce Research, 5(2).

- [Beneventano, 2003] Domenico Beneventano, Sonia Bergamaschi, Francesco Guerra, Maurizio, "Synthesizing an Integrated Ontology", IEEE Internet Computing, September, October 2003.
- [Bernaras, 1996] Bernaras, A.; Laresgoiti, I.; Corera, J. Building and Reusing Ontologies for Electrical Network Applications. Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'96). ECAI 96. 1996.
- [Bichler, 1999] M. Bichler and A. Segev, A Brokerage Framework for Internet Commerce Distributed and Parallel Databases, vol. 7, pp. 133-148, 1999.
- [Bordini, 2006] Bordini, R.H., Braubach, L., Dastani, M., El Fallah Seghrouchni, A., Gomez-Sanz, J.J., Leite, J., O'Hare, G., Pokahr, A., Ricci, A.: A survey of programming languages and platforms for multi-agent systems. *Informatica* 30, 33-44 (2006)
- [Borst, 1997] Borst, W. N., Akkermans, J. M., and Top, J. L. 1997. Engineering Ontologies. *International Journal of Human-Computer Studies*, 46: 365-406.
- [Bouquet, 2003] Paolo Bouquet, Luciano Serafini, Stefano Zanobini, "Semantic Coordination: A New Approach and an Application", ISWC 2003, LNCS 2870, pp.130-145, 2003.
- [Boydell, 2006] O. Boydell and B. Smyth. Capturing community search expertise for personalized web search using snippet-indexes. In Proceedings of the 15th ACM International Conference on Information and Knowledge Management, CIKM 2006, pages 277-286, Arlington, VA, November 2006.
- [Brachman, 1985] R. J. Brachman and J. G. Schmolze. An overview of the KL-ONE knowledge representation system. *Cognitive Science*, 9(2):171-216, 1985

- [Bray, 1998] Bray, T., Paoli, J., Sperberg, C. Extensible Markup Language (XML) 1.0. W3C Recommendation. Feb 1998. <http://www.w3.org/TR/REC-xml>
- [Bresciani, 1995] Paolo Bresciani, Enrico Franconi, and Sergio Tessaris. Implementing and Testing Expressive Description Logics: Preliminary Report. In Proc. of the 1995 Description Logic Workshop (DL'95), pages 131–139, 1995.
- [Breese, 1998] Breese, J.S., Heckerman, D., & Kadie, C. (1998). Empirical Analysis of Predictive Algorithms for Collaborative Filtering. Proceedings of the 14th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence.
- [Brickley, 2004] Brickley Dan, Guha RV. RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema. <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-schema-20040210/>; 2004.
- [Chalupsky, 2000] H. Chalupsky, OntoMorph: A translation system for symbolic knowledge. In Proceedings of Seventh International Conference on Knowledge Representation and Reasoning (Morgan Kaufmann, San Francisco, California, 2000) 471-482.
- [Chandrasekaran, 1999] Chandrasekaran, B.; Johnson, T. R.; Benjamins, V. R. Ontologies: what are they? why do we need them? IEEE Intelligent Systems and Their Applications. 14(1). Special Issue on Ontologies. 1999. Pp. 20-26.
- [Claypool, 1999] M. Claypool, A. Gokhale, T. Miranda, P. Murnikov, D. Netes, and M. Sartin, "Combining Content-Based and Collaborative Filters in an Online Newspaper," Proc. ACM SIGIR '99 Workshop Recommender Systems: Algorithms and Evaluation, Aug. 1999.
- [Coen, 1995] Coen, M.H., SodaBot: A Software Agent Construction System, MIT AI Lab, USA, 1995.

- [Corcho, 1999] Corcho, O., Gómez-Pérez, A. Guidelines to Study Differences in Expressiveness between Ontology Specification Languages: A Case of Study, Proceedings of the 12th Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management, KAW 1999
- [Corcho, 2003] Corcho, O., Lopez, M. F., and Perez, A. G. (2003), "Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point?", *Data & Knowledge Engineering* 46 (2003), pp. 41-46
- [Dai, 2003] Dai, H. and Mobasher, B. 2003. A road map to more effective Web personalization: Integrating domain knowledge with Web usage mining. In Proceedings of the International Conference on Internet Computing. 58-64.
- [Dean, 2004] Dean Mike, Schreiber Guus. OWLWeb Ontology Language Reference. <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-ref-20040210/>; 2004.
- [Dearle, 1994] Dearle, A., Di Bona, R., Farrow, J., Henskens, F., Lindstr Om, A., Rosenberg, J., and Vaughan, F. 1994. Grasshopper: An orthogonally persistent operating system. *Computing Systems* 7, 3 (Summer), 289--312.
- [Decker, 1999] Decker, S.; Erdmann, M.; Fensel, D.; Studer, R. Ontobroker: Ontology Based Access to Distributed and Semi-Structured Information. In R. Meersman (eds.): *Semantic Issues in Multimedia Systems. Proceedings of DS-8*. Kluwer Academic Publisher, Boston, 1999, 351-369.
- [Ding, 2001] Ontology Library Systems: The key to successful Ontology Reuse. Proceedings of SWWS'01, The first Semantic Web Working Symposium, Stanford University, California, USA, July 30 - August 1, 2001

- [Doan, 2003a] AnHai Doan, Pedro Domingos, Alon Halevy, "Learning to Match the Schemas of Data Sources: A Multistrategy Approach", *Machine Learning*, 50 (3): 279-301, March 2003.
- [Doan, 2003b] AnHai Doan, Jayant Madhavan, Pedro Domingos, Alon Halevy, "Learning to Map between Ontologies on the Semantic Web", *VLDB Journal*, Special Issue on the Semantic Web, 2003.
- [Domingue, 1996] Domingue, J. (1998). *Tadzebao and WebOnto: Discussing, Browsing, and Editing Ontologies on the Web*. In B. Gaines and M. Musen (editors), *Proceedings of the 11th Knowledge Acquisition Workshop*, April 18th-23th, Banff, Canada.
- [Ehrig, 2004] Marc Ehrig, Steffen Staab, "QOM – Quick OntologyMapping", In: *Proceedings of 3rd International Semantic Web Conference*, LNCS 3298, Springer. pp. 683-697. 2004
- [Eirinaki, 2003] Eirinaki, M., Vazirgiannis, M., Varlamis, I. *SEWeP: Using Site Semantics and a Taxonomy to Enhance the Web Personalization Process*, in *Proc. of the 9th SIGKDD Conf.* 2003.
- [Eirinaki, 2004] Eirinaki, M., Lampos, C., Paulakis, S., Vazirgiannis, M. *Web Personalization Integrating Content Semantics and Navigational Patterns*. In *Proceedings of the sixth ACM workshop on Web Information and Data Management WIDM*, 2004
- [Escórcio, 2007] L. Escórcio and J. Cardoso, "Editing Tools for Ontology Construction," *Semantic Web Services: Theory, Tools and Applications*, IGI Global, 2007, pp. 71–95.
- [Farquhar, 1996] Farquhar A., Fikes R., Rice J., *The Ontolingua Server: A Tool for Collaborative Ontology Construction*, *Proceedings of the 10th Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop*, Banff, Alberta, Canada, PP. 44.1-44.19, 1996.

- [Fensel, 2001] Fensel, D.; Ding, Y.; Omelayenko, B.; Schulten, E.; Botquin, G.; Brown, M.; and Flet, A. Product data integration in B2B e-commerce, *IEEE Intelligent Systems*, 16, 4 (2001), 54–59.
- [Fensel, 1998] Fensel D, Stefan Decker, Michael Erdmann, and Rudi Studer. Ontobroker: The Very High Idea. In *Proceedings of the 11th International Flairs Conference (FLAIRS-98)*, Sanibal Island, Florida, May 1998.
- [Fernandez-Lopez, 1997] Fernandez, M.; Gomez-Perez, A.; Juristo, N. METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering. Symposium on Ontological Engineering of AAAI. Stanford (California). March 1997.
- [Fernandez-Lopez, 1999] Fernandez-Lopez, M.; Gomez-Perez, A.; Pazos-Sierra, A.; Pazos-Sierra, J. Building a Chemical Ontology Using Methontology and the Ontology Design Environment. *IEEE Intelligent Systems & their applications*. January/February 1999. PP. 37-46.
- [Fernandez-Lopez, 1999b] Fernandez-Lopez, Overview Of Methodologies For Building Ontologies, *International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 1999
- [Finin, 1997] T. Finin, Y. Labrou, and J. Mayfield: KQML as an agent communication language. In Jeff Bradshaw (ed.), *Software Agents*, MIT Press, Cambridge, 1997.
- [FIPA 98, 1998] Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA): FIPA 98 Specification, Part 12, Ontology Service, October 1998. <http://www.fipa.org>.
- [FIPA, 1999] Foundation for Intelligent Physical Agents. <http://www.fipa.org>.
- [FIPA, 2000a] Foundation for Intelligent Physical Agents, Agent Management. FIPA 2000 Specification, Available at <http://www.fipa.org>.



- [FIPA, 2000b] Foundation for Intelligent Physical Agents, FIPA ACL Message Structure Specification. FIPA 2000 Specification, Available at <http://www.fipa.org>.
- [Fridman-Noy, 1997] N. Fridman-Noy and C.D. Hafner: The State of the Art in Ontology Design, *AI Magazine*, 18(3):53-74, 1997.
- [Genesereth, 1991] M. R. Genesereth: Knowledge Interchange Format. In Proceedings of the Second International Conference on the Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR-91), J. Allen et al., (eds), Morgan Kaufman Publishers, 1991, pp 238-249.
- [Genesereth, 1987] M. R. Genesereth and N. J. Nilsson. Logical Foundations of Artificial Intelligence. Morgan Kaufmann, Los Altos, CA, 1987
- [Georgakarakou, 2007] Georgakarakou, C. E. & Economides, A. A. (2007). Software Agent Technology: an Overview Application to Virtual Enterprises In P. F. Tiako (ed.) *Software Applications: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, GI-Global ISBN: 978-1-60566-060-8.
- [Giang, 2001] Giang, N. T. and Tung, D.T.: Agent platform evaluation and comparison, Technical Report, Pellucid Project 5FP IST-2001-34519, 2001.
- [Gómez-Pérez, 1996] Gomez Perez, A.; Fernandez-Lopez, M.; de Vicente, A. Towards a method to conceptualize domain ontologies. Workshop on Ontological Engineering. European Conference of Artificial Intelligence (ECAI). 1996. Budapest (Hungary) Pp. 41-52.
- [Gómez-Pérez, 1998] Gomez Perez, A. Knowledge Sharing and Reuse. In J. Liebowitz (Editor) *Handbook of Expert Systems*. CRC. 1998.
- [Gómez-Pérez, 1999] Gomez-Perez, A; Rojas, M. D. Ontological Reengineering and Reuse. European Knowledge Acquisition Workshop (EKAW). 1999.
- [Gómez-Pérez, 2003] Gómez-Pérez A.: "Ontology Evaluation", in *Handbook on Ontologies*, S. Staab and R. Studer, eds., Springer-Verlag, 2003, pp. 251-274.

- [Grasshopper] The Grasshopper home page: <http://www.grasshopper.de>.
- [Greening, 1998] D. R. Greening. Collaborative filtering for web marketing efforts. Papers from The AAAI Workshop on Recommender Systems WS-98-08, AAAI Press, Menlo Park, California, 1998.
- [Gruber, 1991] Gruber, T. (1991). Ontolingua: A mechanism to support portable ontologies. KSL Report KSL-91-66, Stanford University.
- [Gruber, 1993] Gruber, T. R. 1993. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5: 199-220.
- [Gruber, 1995] Gruber, T. R. 1995. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. *International Journal of Human and Computer Studies*, 43(5/6): 907-928.
- [Grüninger, 1995] Grüninger, M.; Fox, M. S. Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies. Proceedings of IJCAI95's Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. 1995.
- [Guarino, 1995] Guarino N., Formal Ontology, Conceptual Analysis and Knowledge Representation. *International Journal of Human and Computer Studies* 43(5/6), 1995, pp. 625-640
- [Guarino, 1997] Semantic Matching: Formal Ontological Distinctions for Information Organization, Extraction, and Integration. In M. T. Pazienza (ed.) *Information Extraction: A Multidisciplinary Approach to an Emerging Information Technology*. Springer Verlag: 139-170.
- [Guarino, 1998] Guarino, Nicola (ed.) 1998. *Formal Ontology in Information Systems*, Amsterdam, Berlin, Oxford: IOS Press. Tokyo, Washington, DC: IOS Press (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications), 1998.
- [Guarino, 2000] N. Guarino, C. Welty, Ontological analysis of taxonomic relationships, in: 19th International Conference on Conceptual Modeling (ER00), Lecture Notes in Computer Science, vol. 1920, Springer, Berlin, 2000, pp. 210-224.

- [Guttman, 1998] Guttman, R. H., Moukas, A. G., and Maes, P., "Agents as Mediators in Electronic Commerce", *Electronic Markets*, Vol. 8, No. 1, 1998, pp. 22-2
- [Hofmann, 2003] Hofmann, T. (2003). Collaborative Filtering via Gaussian Probabilistic Latent Semantic Analysis. Proceedings of the 26th Annual Intelligent ACM SIGIR Conference.
- [Horrocks, 2002] Horrocks Ian, Patel-Schneider Peter F, van Harmelen Frank. Reviewing the Design of DAML+OIL: An Ontology Language for the Semantic Web. In: Eighteenth National Conference on Artificial Intelligence. Menlo Park, CA, USA: American Association for Artificial Intelligence; 2002. p. 792–797.
- [Horrocks, 2000] Horrocks, I., Fensel, D., Harmelen, F., Decker, S., Erdmann, M, Klein, M. OIL in a Nutshell. 2000.
- [Jennings, 1998] Jennings N.R., Wooldridge M. (1998). Applications of Intelligent Agents. In: Jennings N.R., Wooldridge M.J. (eds) *Agent Technology*. Springer, Berlin, Heidelberg
- [Jung, 2004] Jung, K.; Park, D.; and Lee, J. Hybrid collaborative filtering and contentbased filtering for improved recommender system. In M. Bubak, G.D. Albada, P.M.A. Sloot, and J. Dongarra (eds.), *Proceedings of the 4th International Conference on Computational Science*. Kraków: Springer, 2004, pp. 295–302.
- [KACTUS, 1996] The KACTUS Booklet version 1.0. Esprit Project 8145. September, 1996.
- [Karp, 1999] Karp, R.; Chaudhri, V.; Thomere, J. XOL: An XML-Based Ontology Exchange Language. Technical Report. July, 1999.
- [Kifer, 1995] M. Kifer, G. Lausen, and J. Wu: Logical Foundations of Object-Oriented and Frame-Based Languages, *Journal of the ACM*, 42, 1995.
- [KIF] <http://logic.stanford.edu/kif/>

- [Klein, 2000] M. Klein, D. Fensel, F. van Harmelen, and I. Horrocks: The relation between ontologies and schema-languages: Translating OIL-specifications in XML-Schema. In Proceedings of the Workshop on Applications of Ontologies and Problem-solving Methods, 14th European Conference on Artificial Intelligence ECAI'00, Berlin, Germany August 20-25, 2000.
- [Klyne, 2004] Klyne Graham, Carroll JeremyJ. Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Syntax. <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-concepts-20040210/>, 2004.
- [Kone, 2000] M. Kone, Akira Shimazu, T. Nakajima: The State of the Art in Agent Communication Language. Computer Science Knowledge and Information Systems
- [Lang, 1995] Lang, K. (1995). Newsweeder: Learning to Filter Netnews. Proceedings of the 12th International Conference on Machine Learning.
- [Labrou, 1999] Labrou, Y., Finin, T., & Peng, Y., The current landscape of agent communication languages IEEE Intell. Syst., vol. 14, no. 2, pp. 45–52, 1999
- [Lassila, 1999] Lassila, O., Swick, R. Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification. W3C Proposed Recommendation. January, 99. <http://www.w3.org/TR/PR-rdf-syntax>.
- [Lawrence, 2000] S. Lawrence, (2000). Context in web search. IEEE Data Engineering Bulletin, 23(3):25-32
- [Lee, 2007] Taehee Lee, Jonghoon Chun, Junho Shim, and Sang-goo Lee, An Ontology-Based Product Recommender System for B2B Marketplaces. International Journal of Electronic Commerce, Volume 11, Number 2, Winter 2006-07, pp. 125.

- [Leger, 2001] MKBEEM - Developing Multilingual Knowledge-Based Marketplace by: Leger Alain, Lehtola Aarno and Villagra Victor. In: ERCIM News, No 46, July 2001. European Research Consortium for Informatics and Mathematics.
- [Leger, 2000] Ontology Domain Modeling Support for Multi-lingual Services in E-commerce: MKBEEM by: Leger Alain, Michel Geraldine, Barrett Peter, Gitton Sylvain, Gomez-Pere Asuncion, Lehtola Aarno, Mokka Kristiina, Rodrigez Santiago, Sallantin Jean, Varvarigou Theodora, Vinesse Jerome. In: Proc. 14th European Conference on Artificial Intelligence ECAI'00. Berlin, DE, 20-25 August 2000. 4p.
- [Lehtola, 2003a] Intelligent Human Language Query Processing in Mkbeem by: Lehtola, Aarno, Heinecke, Johannes, Bounsaythip, Catherine. In: C. Stephanidis (ed), Universal Access in HCI, Vol. 4 of the Proceedings of HCI International, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Mahwah, New Jersey, 2003, pp. 750-754.
- [Lehtola, 2003b] Multilingual Cataloguing of Product Information of Specific Domains: Case Mkbeem System by: Lehtola, Aarno, Tenni, Jarno, Käpylä, Tuula. In: the Proceedings of the Joint Conference combining the 8th International Workshop of the European Association for Machine Translation and the 4th Controlled Language Applications Workshop, EAMT-CLAW 03, May 15-17, 2003, Dublin, pp. 79-85.
- [Lenat, 1990] Lenat, D.B., Guha, R.V. Building Large Knowledge-based systems. Representation and Inference in the Cyc Project. Addison-Wesley. Reading. Massachusetts. 1990.
- [Leukel, 2004] Leukel, J. Standardization of product ontologies in B2B relationships— On the role of ISO 13584. In N. Romano (ed.), Proceedings of the 10th Americas Conference on Information Systems. Atlanta: Association for Information Systems, 2004, pp. 4084-4091.

- [Leukel, 2002] Leukel, J., Schmitz, V. & Dorloff, F.-D. (2002): Modeling and exchange of product classification systems using XML. Proceedings of the 4th IEEE International Workshop on Advanced Issues of E-Commerce and Web-based Information Systems.
- [Levesque, 1985] Levesque, H.J., and R.J. Brachman (1985). A Fundamental Tradeoff in Knowledge Representation and Reasoning (Revised Version), Readings in Knowledge Representation, R.J. Brachman, and H.J. Levesque (eds.), pp.42-70, Morgan Kaufmann, San Mateo, California, United States.
- [Li, 2004] Li, J. 2004. LOM: A Lexicon-based Ontology Mapping Tool. In Proceedings of the Information Interpretation and Integration Conference (I3CON) and the Performance Metrics for Intelligent Systems (PerMIS) Workshop, Gaithersburg, MD
- [Lieberman, 1995] H. Lieberman, Letizia: An Agent That Assists Web Browsing, Proceedings of the 1995 International Joint Conference on Artificial Intelligent, Montreal, Canada, August 1995
- [Luke, 1996] S. Luke, L. Spector, and D. Rager: Ontology-Based Knowledge Discovery on the World-Wide Web. In Proceedings of the Workshop on Internet based Information Systems at the AAAI-96, Portland, Oregon, August 4-8, 1996.
- [Luke, 1997] S. Luke, L. Spector, D. Rager, and J. Hendler. Ontology-based Web agents. In First International Conference on Autonomous Agents (AA'97), 1997.
- [Luck, 2003] M. Luck, P. McBurney, C. Priest and the AgentLink community, 2003, Agent Technology: Enabling Next Generation Computing - A Roadmap for Agent-Based Computing
- [MacGregor, 1991] R. MacGregor. The evolving technology of classification-based knowledge representation systems. In John F. Sowa, editor,

- Principles of Semantic Networks, pages 385–400. Morgan Kaufmann, Los Altos, 1991.
- [Maes, 1995] Maes, P. (1995) Artificial Life Meets Entertainment: Lifelike Autonomous Agents, Communications of the CAN, Special Issue on Novel Applications of AI.
- [Maltz, 1995] Maltz, D. and Ehrlich, E. 1995. Pointing the way: Active collaborative filtering. In Proceedings of the CHI'95 Human Factors in Computing Systems. ACM. New York.
- [Markellou, 2005] P. Markellou, Τεχνικές και Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης στο Διαδίκτυο, PhD thesis, Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής, November 2005
- [Marlin, 2003] Marlin, B. (2003). Modeling User Rating Profiles for Collaborative Filtering. Proceedings of the 17th Annual Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS'03).
- [Mays, 1991] E. Mays, R. Dionne, and R. Weida. K-REP system overview. SIGART Bulletin, 2(3), 1991.
- [McGuinness, 2000] D. McGuinness, R. Fikes, J. Rice, and S. Wilder. The Chimaera Ontology Environment. In Proceedings of the 17th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI), 2000.
- [Melville, 2002] Melville, P., Mooney, R.J., & Nagarajan, R. (2002). Content-Boosted Collaborative Filtering for Improved Recommendations. Proceedings of the 18th National Conference on Artificial Intelligence.
- [MEMPHIS, 2000] MEMPHIS Technical Annex. Project Reference IST-2000- 25045.
- [MEMPHIS, 2003] <http://www.ist-memphis.org/> (Jul. 2003).
- [Mena, 2000] Mena E, Illarramendi A, Vipul K, Sheth A. "OBSERVER: An Approach for Query Processing in Global Information Systems Based on Interoperation Across Pre-existing Ontologies". In Distributed and Parallel Databases, 8. Kluwer Academic Publishers, 2000.

- [Middleton, 2004] Middleton, S.E. Shadbolt, N.R. De Roure, D.C. "Ontological User Profiling in Recommender Systems", ACM Transactions on Information Systems (TOIS), Volume 22, Issue 1, January [36]
- [Miller, 1995] WORDNET: A Lexical Database for English. Communications of ACM(11): 39-41
- [Mitra, 2002] Mitra, P and Wiederhold, G, "Resolving Terminological Heterogeneity in Ontologies", Proceedings of the ECAI'02 workshop on Ontologies and Semantic Interoperability, 2002.
- [Mizoguchi, 1995] R. Mizoguchi, J. Vanwelkenhuysen, and M. Ikeda. Task ontology for reuse of problem-solving knowledge. In N. J. I. Mars, editor, Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building & Knowledge Sharing., pages 46–57. IOS Press, Amsterdam, NL, 1995.
- [Mobasher, 2004] B. Mobasher, Y. Z. X. Jin, Semantically Enhanced Collaborative Filtering on the Web, Lecture Notes on Artificial Intelligence, Vol. 3209, 2004, pp. 57--76.
- [Montaner, 2003] M. Montaner, B. Lopez, and J. L. Dela. A taxonomy of recommender agents on the internet. Artificial Intelligence Review, 19:285–330, 2003.
- [Mooney, 1999] Mooney, R.J., & Roy, L. (1999). Content-Based Book Recommending Using Learning for Text Categorization. Proceedings of the ACM SIGIR'99 Workshop on Recommender Systems: Algorithms and Evaluation.
- [Mooney, 1998] Mooney, R.J., Bennett, P.N., & Roy, L. (1998). Book Recommending Using Text Categorization with Extracted Information. Proceedings of the Recommender Systems Workshop, Technical Report WS-98-08.
- [Mulvenna, 2000] Mulvenna, M., Anand, S. S., and Bunchner, A. G. 2000. Personalization on the net using Web mining. Commun. ACM 43, 8



- [Neches, 1991] Neches, R., Fikes, R., Finin, T., Gruber, T., Patil, R., Senator, T., & Swartout, W. R. (1991). Enabling technology for knowledge sharing. *AI Magazine*, 36-55.
- [Noy, 2000] N.F. Noy, M.A. Musen, PROMPT: Algorithm and Tool for Automated Ontology Merging and Alignment, in: 17th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI00), Austin, 2000.
- [Noy, 2001] Noy, N.F., Sintek, M., Decker, S., Crubezy, M., Ferguson, R.W., & Musen, M.A.: Creating Semantic Web Contents with Protege-2000. *IEEE Intelligent Systems*, 200116, 60--71.
- [Noy, 2001b] Ontology Development 101: a guide to creating your first ontology, <http://wwwksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noymcguinness.pdf>
- [Noy, 2003] N. F. Noy and M. A. Musen. The PROMPT suite: Interactive tools for ontology merging and mapping. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(6):983–1024, 2003.
- [Nwana, 1996] Nwana, H. S. (1996). "Software Agents: An Overview". *Knowledge Engineering Review*. 21 (3): 205–244. CiteSeerX 10.1.1.50.660.
- [Obrst, 2001] Obrst, L.; Wray, R.E.; and Liu, H. Ontological engineering for B2B e-commerce. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Formal Ontology in Information Systems*. New York: ACM Press, 2001, pp. 117–126.
- [OMG, 2000a] Object Management Group, Agent Technology, Green Paper. OMG Document ec/00-03-01, March 2000.
- [OMG, 2000b] Object Management Group. Common Facilities rfp3. Request for Proposal OMG TC Document 95-11-3, Object Management Group, Framingham, MA, November 1995.
- [Patel-Schneider, 1991] P. F. Patel-Schneider, D. L. McGuinness, R. J. Brachman, L. A. Resnick, and A. Borgida. The CLASSIC knowledge representation

- system: Guiding principles and implementation rational. SIGART Bulletin, 2(3):108–113, 1991
- [Pavlov, 2002] Pavlov, D., & Pennock, D. (2002). A Maximum Entropy Approach to Collaborative Filtering in Dynamic, Sparse, High-Dimensional Domains. Proceedings of Annual Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS'02).
- [Pazzani, 1999] Pazzani, M. (1999). A Framework for Collaborative, Content-Based, and Demographic Filtering. Artificial Intelligence Review, 393-408.
- [Peltason, 1991] C. Peltason. The BACK system — an overview. SIGART Bulletin, 2(3):114–119.
- [Poslad, 2002] S. Poslad, M. Calisti "Towards improved trust and security in FIPA
- [Protégé, 2000] The Protege Project. [http://protege.stanford.eduagent platforms](http://protege.stanford.eduagent%20platforms)".
- [Resnick, 1997] P. Resnick and H. R. Varian. Recommender systems. Communications of the ACM, 40(3):56–58, 1997.
- [Russel, 1995] Russell, S. and Norvig, P. (1995) Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [Schein, 2002] A.I. Schein, A. Popescul, L.H. Ungar, and D.M. Pennock, "Methods and Metrics for Cold-Start Recommendations," Proc. 25th Ann. Int'l ACM SIGIR Conf., 2002.
- [Searle, 1969] Searle, J. R. (1969). Speech acts. Cambridge: Cambridge University Press.
- [Shim, 2006] Shim, J. and Shim, S. S. Y. "Ontology-based e-Catalog in e-commerce: Special Section," Electronic Commerce Research and Applications (5:1), 2006, pp. 1.
- [Sieg, 2007] A. Sieg, B. Mobasher, R. Burke. Web Search Personalization with Ontological User Profiles. Proceedings of the 16th ACM Conference

on Information and Knowledge Management (CIKM 2007). Lisboa, Portugal, November 2007.

- [Silva, 2003] Nuno Silva, Joao Rocha, "MAFRA – An Ontology Mapping FRamework for the Semantic Web", Proceedings of the 6th International Conference on Business information Systems; UCCS, Colorado Springs, CO, May 2003.
- [Singh, 2005] A. Singh and K. Nakata. Hierarchical classification of web search results using personalized ontologies. In Proceedings of the 3rd International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction, HCI International 2005, Las Vegas, NV, July 2005.
- [Schmitz, 2003] V. Schmitz, J. Leukel, A Step towards Multilingual Electronic Product Catalogues, Proc. of the 10th ISPE Intl. Conf. on Concurrent Engineering, CE 2003
- [Schmid, 1997] Schmid, B. (1997). "Requirements for Electronic Markets Architecture." *Electronic Markets* 7(1):3-6.
- [Skarmeas, 2006] N. Skarmeas, C. K.K. Loverdos, K. Tsiara, A. Bassakidis, A. Tzoumas, D. Livas: Olympic Agents, Proc. 2nd International Conference on Trends in Enterprise Application Architecture, TEAA, 2006, pp: 298-310, LNCS 4473, ISBN 978-3-540-75911-9.
- [Smith, 1994] Smith, D. C., A. Cypher and J. Spohrer (1994), "KidSim: Programming Agents Without a Programming Language," *Communications of the ACM*, 37, 7, 55-67
- [Soboroff, 1999] I. Soboroff and C. Nicholas, "Combining Content and Collaboration in Text Filtering," Proc. Int'l Joint Conf. Artificial Intelligence Workshop: Machine Learning for Information Filtering, Aug. 1999.
- [Stavroulas, 2002a] Yiannis Stavroulas and Theodora Varvarigou. A Technique for Semi-automatic Database Integration in Database Federations. Proceedings of the IASTED International Conference on Information

Systems and Databases (ISDB 2002), Tokyo, Japan, 25-27 September 2002.

- [Stavroulas, 2002b] Y. Stavroulas, T. Varvarigou, Y. Kouroupis, K. Tsiara. Ozone: An Insulating Layer between ontologies, Databases and Object-Oriented Applications. In Proceedings of the Xth European Conference on Information Systems (ECIS2002), Gdansk, Poland, 6-8 June 2002. Gdansk University Press, Gdansk, 2002.
- [Stone, 2000] P. Stone and M. Veloso: Multi-Agent Systems: A Survey from a Machine Learning Perspective, *Autonomous Robots*, 8(3), 2000, p. 345 – 383.
- [Stumme, 2001] G. Stumme, A. Maedche, FCA-MERGE: bottom-up merging of ontologies, in: Proceedings of International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), Seattle, USA, 2001, pp. 225-234.
- [Sure, 2002] Sure, Y., Angele, J., & Staab, S. (2002), OntoEdit: Guiding Ontology Development by Methodology and Inferencing, In Proceedings of the International Conference on Ontologies, Databases and Applications of Semantics ODBASE 2002, University of California, Irvine, USA, volume 2519 of LNCS, pp. 1205-1222.
- [Sure, 2004] Sure Y. (ed.), 2004: "Why Evaluate Ontology Technologies? Because It Works!", *IEEE Intelligent Systems* 1541-1672.
- [Swartout, 1997] Swartout, B.; Ramesh P.; Knight, K.; Russ, T. Toward Distributed Use of Large-Scale Ontologies. Symposium on Ontological Engineering of AAAI. Stanford (California). Mars, 1997.
- [Sygkouna, 2002] I. Sygkouna, M. Strimpakou, F. Valera, A. Kaltabani, L. Bellido, E. Vazquez, M. Anagnostou, "Seamless incorporation of agents in an E-commerce intermediation platform", *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 2521, pp. 292-301, 2002.

- [Taghipour, 2008] Nima Taghipour, Ahmad Kardan: A hybrid web recommender system based on Q-learning. SAC 2008: 1164-1168
- [Terveen, 2001] L. Terveen and W. Hill. Beyond recommender systems: Helping people help each other. In HCI in the New Millennium, J. Carroll, Ed. Addison Wesley, 2001.
- [Trajkova, 2004] J. Trajkova, S. Gauch, Improving Ontology-based User Profiles, Proc. of RIAO 2004, University of Avignon (Vaucluse), France, April 26-28, 2004, pp. 380-389
- [Tsiara, 2002] Katerina Tsiara, Yiannis Kouroupis, Theodora Varvarigou, Yiannis Stavroulas. Addressing the Challenges of International e-Commerce Using Agent Technologies. In Proceedings of the 8th International Conference on Distributed Multimedia Systems, San Francisco, USA, 26-28 September 2002, ISBN: 189170611X.
- [Uschold, 1995] Uschold, M. King, M. Towards a Methodology for Building Ontologies. Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. 1995.
- [Uschold, 1996] Uschold, M. and Gruninger, M. 1996. Ontologies: Principles, Methods and Applications. The Knowledge Engineering Review, 11(2): 93-136.
- [Uschold, 2004] Uschold, M. and Gruninger, Ontologies and semantics for seamless connectivity, ACM SIGMOD 33, Issue 4, pp 58-64
- [Van Heijst, 1997] Van Heijst, G., Schreiber, A. T., and Wielinga, B. J. 1997. Using Explicit Ontologies in KBS Development. International Journal of Human and Computer Studies, 46: 183-292.
- [Yannopoulos, 2002] A. Yannopoulos, Y. Stavroulas, N. Papadakis, D. Halkos, T. Varvarigou "A method which enables the assessment of private data by an untrusted third party using arbitrary algorithms but prevents disclosure of their content"6th WSEAS CSCC, Crete Island, Greece July, 2002.

- [Weibel, 1995] S. Weibel, J. Godby, E. Miller, and R. Daniel. Metadata Workshop Report. Dublin, Ohio, March 1995.
- [Wiederhold, 1995] Wiederhold, G. Mediation in Information Systems. *ACM Computing Surveys*, 27(2), 265-267.
- [Woelk, 1993] D. Woelk, P. Cannata, M. Huhns, Wei-Min Shen, C. Tomlinson, Using Carnot for enterprise information integration, *Proceedings of the Second International Conference on Parallel and Distributed Information Systems*, 1993
- [Wooldridge, 1995] Wooldridge, M. and Jennings, N.R. (1995) Intelligent Agents: Theory and Practice, *The Knowledge Engineering Review*, 10(2), pp.115-152