

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ



Σύγχρονες επιχειρήσεις και διαδίκτυο υπηρεσιών

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΚΑΤΣΑΚΟΥ ΝΙΚΟΛΙΤΣΑ
ΣΠΗΛΙΩΤΟΠΟΥΛΟΥ ΦΩΤΕΙΝΗ

Επιβλέπων: Αθανάσιος Καλογεράς

ΠΑΤΡΑ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2012

1. Πρόλογος

Τα τελευταία χρόνια, πολλές νέες τεχνολογίες που αφορούν το χώρο των τηλεπικοινωνιών και του διαδικτύου έχουν ενσωματωθεί σαν εργαλεία για τη διευκόλυνση και την εξυπηρέτηση διαδικασιών αρχικά απλών και αργότερα αυτόκλητων και σύνθετων στην υπηρεσία των επιχειρήσεων. Η ιδέα αυτή μπορεί να συνδυαστεί με τις αυξανόμενες απαιτήσεις της παγκοσμιοποιημένης αγοράς, την ένταση του ανταγωνισμού και την ανάγκη για χρήση των τελευταίων τεχνολογιών προκειμένου να ανταποκριθεί η επιχείρηση αλλά και να δημιουργήσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Η χρήση για παράδειγμα των μεθόδων του ηλεκτρονικού εμπορίου είναι ένα από τα προσφιλή παραδείγματα.

Στην παρούσα εργασία επιχειρούμε να ερευνήσουμε βιβλιογραφικά τα χαρακτηριστικά, την υλοποίηση και τις εφαρμογές των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών και πως αυτά διαρκώς εξελίσσονται. Μάλιστα, δε πρέπει να ξεχνάμε ότι το internet marketplace προέρχεται από τη συνέργια δύο διαφορετικών επιστημών, της Πληροφορικής και της Οικονομίας, αφού χρησιμοποιώντας τα μέσα και τα εργαλεία της πρώτης, ισχύουν οι νόμοι της δεύτερης και εκεί στηρίζεται και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Όσον αφορά τις επιχειρηματικές διεργασίες, με τη χρήση των νέων τεχνολογιών, μπορεί να επιτευχθεί η αυτοματοποίησή τους πλήρως ή μερικώς, ενώ επιπλέον, υπάρχουν οι προϋποθέσεις για την διεύρυνση ακόμα περισσότερο της χρήσης τους, με τα νέα πρότυπα και συμπληρωματικά εργαλεία. Πλέον, η σύγχρονη τάση στην περιοχή των κατανεμημένων εφαρμογών είναι αναμφισβήτητη η υπηρεσιοστρέφεια.

Σύγχρονες επιχειρήσεις και διαδίκτυο υπηρεσιών

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντα της πτυχιακής μας εργασίας καθηγητή, κ. Καλογερά, για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε και για την πολύτιμη καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας. Επίσης, ευχαριστούμε ιδιαίτερα τις οικογένειές μας για την υποστήριξη και την αγάπη τους.

Κατσάκου Νικολίτσα (Α.Μ. 6601)

Σπηλιωτοπούλου Φωτεινή (Α.Μ. 7791)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Βασικές Έννοιες	6
1.1 Εισαγωγή	6
1.2 Η εξέλιξη του internet	8
1.3 Το μοντέλο client-server	11
1.4 Ευρυζωνικότητα	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Υπηρεσίες Ιστού και Σημασιολογικό Διαδίκτυο	21
2.1 Εισαγωγικό σημείωμα	21
2.2 Ο ορισμός των υπηρεσιών ιστού	22
2.3 Το ηλεκτρονικό εμπόριο	27
2.4 Ο σημασιολογικός ιστός: ορισμός, εξέλιξη και διαφορές με τον παγκόσμιο ιστό	29
2.5 Οι σημαντικότερες τεχνολογίες στον σημασιολογικό ιστό	34
2.6 Σημασιολογικές υπηρεσίες διαδικτύου	38
2.7 Οντολογίες	41
2.8 Οι γλώσσες ανάπτυξης οντολογιών DAML+OIL	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υπηρεσιοστραφής Αρχιτεκτονική και Διαδικτυακές Επιχειρήσεις	45
3.1 Η έννοια της υπηρεσιοστραφούς αρχιτεκτονικής	45
3.2 Το πρωτόκολλο SOAP : Το βασικότερο στοιχείο στην υπηρεσιοστραφή αρχιτεκτονική	52
3.3 Η γλώσσα περιγραφής υπηρεσιών διαδικτύου (WSDL)	59

3.4 Το πρότυπο σημασιολογικής περιγραφής UDDI	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Περιγραφή Επιχειρησιακών Υπηρεσιών	69
4.1 Γλώσσα περιγραφής ενοποιημένων υπηρεσιών (USDL)	69
4.2 Χρησιμότητα της USDL	69
4.3 Δομή της USDL	70
4.4 Περιγραφή υπηρεσιών	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Αγορές Υπηρεσιών	78
5.1 Αγορά διαδικτυακών υπηρεσιών: διαδικασία και πλεονεκτήματα	78
5.2 Βασικά επιχειρηματικά μοντέλα και παρεχόμενες υπηρεσίες	80
5.3 Το εκτεταμένο επιχειρησιακό μοντέλο	84
5.4 Επιχειρηματική και επιχειρησιακή δομή: σημασιολογική περιγραφή	88
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα	93
6.1 Προτάσεις στο σημασιολογικό μοντέλο	93
6.2 Εξελίξεις στο μέλλον	95
ΠΗΓΕΣ	98

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Βασικές Έννοιες

1.1 Εισαγωγή

Όπως όλοι γνωρίζουμε, το Διαδίκτυο (**Internet**), είναι ένα παγκόσμιο δίκτυο, που αποτελείται από χιλιάδες μικρότερα δίκτυα υπολογιστών, συνδεδεμένα μεταξύ τους, από και προς τα οποία υπάρχει πρόσβαση πλέον στο μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη. Έχει δηλαδή παγκόσμιο χαρακτήρα. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι και το κύριο καθώς κάθε χρήστης του διαδικτύου μπορεί εύκολα και γρήγορα να περιηγηθεί σε μία τεράστια βάση πληροφοριών ή δεξαμενή γνώσης, όπου μπορεί να αλληλεπιδράσει αποστέλλοντας ή παραλαμβάνοντας αρχεία ή να κάνουν χρήση της ηλεκτρονικής αλληλογραφίας και γενικά να χρησιμοποιήσουν κάποιες από τις πολυάριθμες υπηρεσίες που έχουν στη διάθεση τους.

Από την άλλη πλευρά, οι επιχειρήσεις, βρίσκονται αντιμέτωπες με ποικίλες και σημαντικές προκλήσεις που η πλέον παγκοσμιοποιημένη αγορά επιβάλλει: η διαρκής αλλαγή του εξωτερικού τους περιβάλλοντος και η ένταση του ανταγωνισμού από τη χρήση των νέων τεχνολογιών και καινοτομιών είναι που μια σύγχρονη επιχείρηση θα πρέπει να αντιμετωπίσει ως ευκαιρίες και να τις μετατρέψει σε δυνατά σημεία προκειμένου όχι απλά να επιβιώσει αλλά και να αναδειχθεί σε ηγέτη στον κλάδο της. Προκειμένου η επιχείρηση να ανταποκριθεί στις προκλήσεις αυτές, θα πρέπει να επενδύσει σε νέες τεχνολογίες, και μέσα από τον τομέα της Έρευνας και Ανάπτυξης να αναδείξει τη σημασία της καινοτομίας όχι

πλέον μόνο ως προϊόν αλλά και ως εσωτερική επιχειρηματική διεργασία για τη βελτίωση της λειτουργικότητας και της απόδοσης της επιχείρησης, αξιοποιώντας την υπάρχουσα υποδομή και βελτιώνοντας τις σχέσεις με το εξωτερικό τους περιβάλλον όπως είναι οι πελάτες και οι προμηθευτές.

Σε αυτήν την προσπάθεια των επιχειρήσεων και μέσα από τον συνδυασμό δύο διαφορετικών επιστημών, αυτή της Πληροφορικής και αυτή των Οικονομικών, αναδεικνύονται οι έννοιες του Ηλεκτρονικού Μάρκετινγκ (**E-Marketing**), του Ηλεκτρονικού Εμπορίου (**E-Commerce**) καθώς και η Εξόρυξη Πληροφορίας (**Data Mining**), σαν εργαλείο της διοίκησης πλέον. Μάλιστα, η ανάπτυξη του τελευταίου αυτού κλάδου είναι που πρόσφατα οδήγησε στην δημιουργία των **semantic** πληροφοριών και την καθιέρωσή τους στον ιστό, με τη χρήση των **metadata**, έννοιες που θα αναλυθούν εκτενώς στα αντίστοιχα κεφάλαια.

Με βάση τη σύγχρονη τάση στην περιοχή των κατανεμημένων εφαρμογών την υπηρεσιοστρέφεια, με την πλέον δημοφιλή τεχνολογία τις υπηρεσίες ιστού, σκοπός μιας επιχείρησης είναι ο συνδυασμός των επιχειρησιακών διαδικασιών με υπηρεσίες, πράγμα το οποίο θα περιγραφεί στο αντίστοιχο τρίτο κεφάλαιο. Η γλώσσα **USDL (Universal Service-Semantics Description Language)** χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της υποδομής ώστε να επιτρέπεται στους χρήστες και στις εφαρμογές να ανακαλύψουν, να αναπτύξουν, να συνδυάζουν και να συνεργάζονται με υπηρεσίες αυτόματα. Η ίδια η γλώσσα στηρίχθηκε στην **OWL (Web Ontology Language)**, συμπληρώνει τις άλλες προσεγγίσεις και

περιγράφεται μέσα από συγκρίσεις και παραδείγματα στο κεφάλαιο τέσσερα.

Τέλος, το τελευταίο πέμπτο κεφάλαιο πραγματεύεται τη μετεξέλιξη της αγοράς υπηρεσιών σε διαδικτυακή αγορά. Βασικά μοντέλα που θα σταθούμε είναι το **software-as-a-service** μοντέλο, που παραπέμπει στην **cloud** αρχιτεκτονική, το **one-stop citizen and constituency service** και το **business service marketplace**. Σαν κατακλείδα, διατυπώνονται τα συμπεράσματα και οι προτάσεις για τις εν λόγω αρχιτεκτονικές και υλοποιήσεις.

1.2 Η εξέλιξη του internet

Σε αυτή την ενότητα, γίνεται αναφορά στις βασικές αρχές του **Internet**, που στηρίζεται και που οφείλει τη μεγάλη εξάπλωσή του. Θα παρουσιαστεί επίσης, με ποιο πρωτόκολλο γίνεται η επικοινωνία στο δίκτυο αυτό και στο τέλος θα γίνει αναφορά σε κάποιες από τις σημαντικότερες εφαρμογές. Το **Internet** είναι ένα παγκόσμιο διαδίκτυο από διασυνδεδεμένους υπολογιστές που ανταλλάσσουν μεταξύ τους πληροφορίες γενικής φύσης και χρησιμοποιούν για την επικοινωνία αυτή ένα κοινό είδος πρωτοκόλλων, το **TCP/IP**. Μια τέτοια αναφορά είναι απαραίτητη, καθώς το **World Wide Web** και οι εξυπηρετητές (**servers**) που εγκαθίστανται σε αυτό βασίζονται τη λειτουργία τους σε διαρκώς εξελισσόμενες τεχνολογίες και πρότυπα.

Το **Internet** αρχικά ήταν γνωστό ως δίκτυο **ARPANET** και είναι δημιούργημα της **DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency)**, που είναι η Υπηρεσία Προχωρημένων Ερευνητικών Έργων του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ. Από το τέλος της δεκαετίας του **1960**, η **ARPA** άρχισε να προωθεί την έρευνα με αντικείμενο τα δίκτυα των υπολογιστών, χρηματοδοτώντας τα παραρτήματα των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών των ΗΠΑ, καθώς επίσης και μερικές ιδιωτικές επιχειρήσεις. Η έρευνα αυτή οδήγησε σε ένα πειραματικό δίκτυο τεσσάρων κόμβων, το οποίο ανακοινώθηκε το Δεκέμβριο του **1969**. Το δίκτυο αυτό είναι σε λειτουργία από τότε και σταδιακά άρχισε να αναπτύσσεται με την προσθήκη και άλλων υπολογιστών. Ένα μεγάλο ποσοστό των σημερινών γνώσεων για τα δίκτυα απορρέει από το πρόγραμμα αυτό του **ARPANET**.

Πολύ αργότερα όμως διαμορφώθηκε η σημερινή του μορφή. Σημαντικός σταθμός στην εξέλιξη του όταν στις αρχές της δεκαετίας του **1980**, μια καινούρια οικογένεια πρωτοκόλλων ορίστηκε σαν πρότυπο για το **ARPANET** και για όλα τα υπόλοιπα δίκτυα που ήδη λειτουργούσαν για στρατιωτικούς κυρίως σκοπούς και μόνο στην Αμερική. Αυτή η οικογένεια δεν είναι άλλη από την οικογένεια πρωτοκόλλων **TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol suite)**, ή πιο απλά **TCP/IP**. Το **1987**, το Εθνικό Επιστημονικό Ίδρυμα (**National Science Foundation - NSF**) χρηματοδότησε ένα δίκτυο που ένωσε **6** εθνικούς υπερυπολογιστές μεταξύ τους και το δίκτυο αυτό ονομάστηκε **NSFNET**. Επιπρόσθετα, το **NSF** χρηματοδότησε τη δημιουργία περιφερειακών δικτύων που ήταν εξαπλωμένα στα όρια πολιτειών. Τα περιφερειακά αυτά

δίκτυα ενώθηκαν στο δίκτυο κορμού του **NSFNET**, το οποίο με τη σειρά του συνδέθηκε στο **ARPANET**. Τόσο το **NSFNET**, όσο και τα περιφερειακά δίκτυα χρησιμοποιούν την οικογένεια πρωτοκόλλων **TCP/IP**. Ακολούθησε η διασύνδεση πολλών μεμονωμένων δικτύων με την οικογένεια των πρωτοκόλλων **TCP/IP**. Άλλα από αυτά ήταν Πανεπιστημιακά και άλλα τα είχαν αναπτύξει μεγάλες επιχειρήσεις.

Μερικοί από τους λόγους που οδήγησαν στη στήριξη των πρωτοκόλλων **TCP/IP** κατά την κατασκευή δικτύων και επομένως στη διάδοση του **Internet** είναι οι εξής:

- Ø Η οικογένεια πρωτοκόλλων **TCP/IP** είχε συμπεριληφθεί το **1982** στο **BSD UNIX system**. Έτσι, έγινε ευρέως διαθέσιμη, αφού με το λειτουργικό σύστημα **UNIX**, αποκτούσε κανείς και τα πρωτόκολλα **TCP/IP**. Αυτό το γεγονός έρχεται σε αντίθεση με άλλα πρωτόκολλα όπως η οικογένεια πρωτοκόλλων **ISO/OSI (X.400, X.500 κ.α.)** που δε διαδόθηκε ποτέ σε τέτοιο βαθμό όπως το **TCP/IP**.
- Ø Το **TCP/IP** έχει υλοποιηθεί σε οποιοδήποτε μεγέθους υπολογιστικό σύστημα από προσωπικούς και μικρής ταχύτητας υπολογιστές έως υπερυπολογιστές.
- Ø Η οικογένεια πρωτοκόλλων **TCP/IP**, μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο σε δίκτυα **WAN** (ευρείας περιοχής), όσο και σε δίκτυα **LAN** (τοπικής ζώνης).

- Ø Το **TCP/IP** χρησιμοποιείται τόσο από εμπορικές επιχειρήσεις όσο και από κρατικούς οργανισμούς και όχι μόνο από δίκτυα χρηματοδοτημένα από το **DARPA**.
- Ø Το πρωτόκολλο διαχείρισης του **Internet**, το **SNMP** είναι πολύ ευέλικτο και εύκολα υλοποιήσιμο από μια μεγάλη κατηγορία και ποικιλία συσκευών, από μια γέφυρα και έναν δρομολογητή έως έναν υπερυπολογιστή. Το αντίστοιχο πρωτόκολλο διαχείρισης της οικογένειας πρωτοκόλλων **ISO/OSI**, το **CMIP** είναι πολύ πιο πολύπλοκο και απαιτεί εγκατάσταση σε υπολογιστές μεγάλης ισχύος.

Το **World Wide Web (WWW)**, αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο μπορεί να οριστεί ένα σύνολο πληροφοριών οι οποίες είναι διασπαρμένες και γεωγραφικά κατανεμημένες σε όλο τον κόσμο και οι οποίες μπορεί να είναι προσπελάσιμες από χρήστες. Οι χρήστες μπορεί επίσης να είναι διασπαρμένοι σε όλο τον κόσμο και μπορούν να προσπελάσουν τις πληροφορίες που ορίζονται από το **WWW**.

1.3 Το μοντέλο **client-server**

Το ευρύτερα διαδεδομένο μοντέλο ανάπτυξης εφαρμογών στο διαδίκτυο είναι αυτό του πελάτη – εξυπηρετητή (**client - server**). Με λίγα λόγια θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο εξυπηρετητής είναι μια διεργασία, η οποία μπορεί να εκτελεστεί σε έναν υπολογιστή και αναμένει να συνδεθεί

με κάποιον πελάτη, προκειμένου να του παράσχει υπηρεσίες. Τι είναι όμως μια διεργασία; Η διεργασία ορίζεται με διαφορετικούς τρόπους ως εξής:

- Ø Ένα πρόγραμμα σε εκτέλεση
- Ø Ένα στιγμιότυπο προγράμματος που εκτελείται σε έναν επεξεργαστή
- Ø Η οντότητα η οποία μπορεί να ανατεθεί και να εκτελεστεί από έναν επεξεργαστή
- Ø Μια μοναδική δραστηριότητα που χαρακτηρίζεται από ένα μοναδικό ακολουθιακό νήμα εκτέλεσης, μια τρέχουσα κατάσταση και ένα συνδεδεμένο σύνολο πόρων του συστήματος

Ανεξάρτητα από το ποιος ορισμός μας καλύπτει, σίγουρα, η κάθε διεργασία αφορά ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα, απαιτεί συγκεκριμένους πόρους, όπως είναι ο CPU χρόνος, η μνήμη, τα αρχεία, οι συσκευές I/O, για να ολοκληρώσουν τη συγκεκριμένη εργασία. Εφόσον οι κόμβοι ενός κατανεμημένου συστήματος, δηλαδή οι μηχανές που συμμετέχουν σε αυτό δεν έχουν κοινή μνήμη, οποιαδήποτε επικοινωνία μεταξύ τους πρέπει να βασίζεται σε ανταλλαγή μηνυμάτων μέσω του δικτύου. Όταν μια διεργασία αποστολέας θέλει να επικοινωνήσει με μια διεργασία παραλήπτη που εκτελείται σε διαφορετική μηχανή, τότε η πρώτη κτίζει ένα τοπικό μήνυμα και εκδίδει την κλήση του συστήματος **send**. Η κλήση αυτή έχει σαν αποτέλεσμα την αποστολή του μηνύματος, μέσω του δικτύου προς τον παραλήπτη.

Για να είναι αποτελεσματική η επικοινωνία ο αποστολέας και ο παραλήπτης θα πρέπει να έχουν συμφωνήσει στη σημασία των πληροφοριών που θα ανταλλάξουν μεταξύ τους. Η συμφωνία αυτή πρέπει να λάβει χώρα σε διάφορα επίπεδα, από το κατώτερο, της μετάδοσης των **bits** μέσω των φυσικών συνδέσεων του δικτύου, έως το υψηλότερο της ερμηνείας των μηνυμάτων από τις επικοινωνούσες εφαρμογές. Συνήθως θεωρούμε ότι η επικοινωνία μέχρι και το επίπεδο δικτύου παρέχεται από το **IP**, ενώ όπως προαναφέραμε κίολας, σε ανώτερα επίπεδα χρησιμοποιούνται τα πρωτόκολλα του Διαδικτύου (**TCP** και **UDP**) ή και άλλα πρωτόκολλα.

Στην ουσία το μοντέλο πελάτη εξυπηρετητή αποτελεί μια λογική αφαίρεση των κατανεμημένων συστημάτων. Στο μοντέλο αυτό, όλο το σύστημα δομείται ως ένα σύνολο διεργασιών, οι οποίες προσφέρουν υπηρεσίες στις διεργασίες του χρήστη ή αλλιώς στους πελάτες. Ένα τυπικό σενάριο με βάση το μοντέλο πελάτη - εξυπηρετητή που ακολουθείται συνήθως, είναι το εξής :

- Ø Μια διεργασία στον εξυπηρετητή αρχίζει να εκτελείται. Μετά την αρχικοποίησή της, είναι σε κατάσταση αναμονής ή υπό καταστολή, αναμένοντας μία διεργασία από κάποιον πελάτη για να επικοινωνήσει μαζί της και να της ζητήσει κάποια υπηρεσία.

- Ø Μία διεργασία στον πελάτη πλέον αρχίζει να εκτελείται, είτε στο ίδιο σύστημα, είτε σε κάποιο απομακρυσμένο. Εν συνεχεία, η διεργασία συνδέεται με τον υπολογιστή στον οποίο “τρέχει” ο εξυπηρετητής μέσω του δικτύου. Η διεργασία πελάτη στέλνει μια αίτηση, μέσω του δικτύου, στον εξυπηρετητή, ζητώντας του κάποιου είδους υπηρεσία (π.χ. τη μεταφορά μέρους από κάποιο αρχείο, ή την απομακρυσμένη εκτύπωση και άλλες).
- Ø Μετά τη διεκπεραίωση του μηνύματος του πελάτη, αποστέλλεται πίσω ένα μήνυμα απάντησης. Το μήνυμα αυτό περιέχει τα δεδομένα που ζήτησε ο πελάτης ή την πληροφορία ότι η αίτησή του δεν ήταν δυνατό να διεκπεραιωθεί μαζί με κάποια αιτιολογία ή αλλιώς μήνυμα λάθους.
- Ø Ανεξάρτητα από την εξυπηρέτηση κάποιου πελάτη, ο **server** έχει την δυνατότητα να δέχεται παράλληλα και αιτήσεις άλλων πελατών προς εξυπηρέτηση. Όταν ο εξυπηρετητής τελειώσει με όλους τους πελάτες, τότε περιμένει για μια καινούργια αίτηση και η διαδικασία που προαναφέραμε ξαναρχίζει από την αρχή.

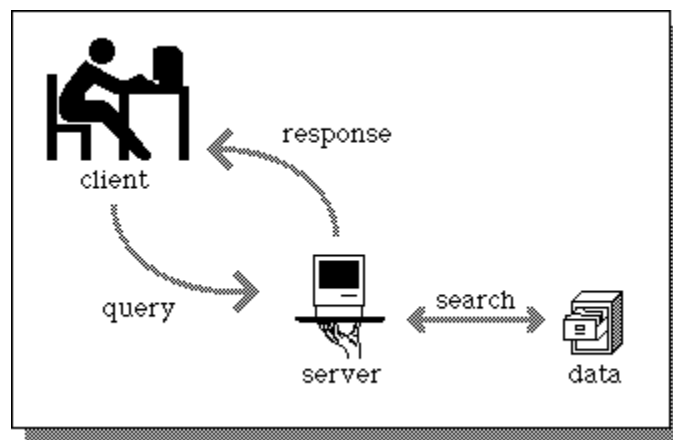
Η επικοινωνία μεταξύ πελάτη-εξυπηρετητή χρησιμοποιεί ένα απλό πρωτόκολλο αίτησης/απάντησης. Από την άλλη πλευρά εάν το χρησιμοποιούμενο δίκτυο είναι αξιόπιστο, όπως για παράδειγμα μπορεί να είναι ένα ενσύρματο τοπικό δίκτυο, η επικοινωνία πελάτη – εξυπηρετητή υλοποιείται χωρίς εγκατάσταση συνδέσεων. Το πλεονέκτημα αυτό συντελεί ουσιαστικά στην απλότητα της επικοινωνίας, αφού ο

πελάτης μπορεί να στέλνει μια αίτηση και να παίρνει πίσω μian απάντηση κατευθείαν.

Η απλότητα αυτή του μοντέλου μπορεί να σημαίνει μικρή επιβάρυνση στο σύστημα, αφού απαιτούνται λιγότερα επίπεδα πρωτοκόλλων. Αν όλες οι μηχανές είναι ίδιες τότε απαιτούνται τέσσερα επίπεδα πρωτοκόλλων, αυτά του φυσικού επιπέδου, του επιπέδου ζεύξης δεδομένων και του επιπέδου δικτύου, που ασχολούνται με τη μετάδοση πλαισίων από τον πελάτη στον εξυπηρετητή και αντιστρόφως, καθώς και το πρωτόκολλο αίτησης/απάντησης στο επίπεδο εφαρμογής.

Ωστόσο, στην περίπτωση που έχουμε ένα καταναμημένο σύστημα στο οποίο οι διάφορες μηχανές είναι απομακρυσμένες γεωγραφικά, η επικοινωνία τότε δεν είναι πλέον αξιόπιστη και το αποτέλεσμα είναι πιθανή παραποίηση ή και απώλεια μηνυμάτων. Σε αυτές τις περιπτώσεις και προκειμένου να αυξηθεί η αξιοπιστία του πρωτοκόλλου, ο πελάτης μπορεί να αναμεταδίδει την αίτησή του, αν δεν λάβει την αντίστοιχη απάντηση μέσα σε κάποιο χρονικό διάστημα. Ένα πρόβλημα είναι ότι δε μπορούμε να διακρίνουμε μεταξύ των περιπτώσεων της απώλειας της αίτησης και απώλειας απόκρισης. Αν χαθεί η αίτηση, η λύση είναι η εκ νέου μετάδοσή της. Αν όμως χάθηκε η απόκριση, ο εξυπηρετητής θα έχει ήδη κάνει κάποιες ενέργειες που αφορούν το εν λόγω αίτημα. Αν θα κάνουμε και σε αυτή τη περίπτωση αναμετάδοση, αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την εκτέλεση δύο φορές των ίδιων ενεργειών. Αυτό μπορεί να προκαλέσει προβλήματα από αδιάφορης σημασίας μέχρι πολύ σημαντικά,

εξαρτάται από τη φύση της αίτησης. Όλα αυτά τα προβλήματα μπορούμε να τα αποφύγουμε τη χρήση αξιόπιστων πρωτοκόλλων στο επίπεδο εφαρμογής όπως είναι το **TCP**.



Εικόνα 1: Το μοντέλο client - server

1.4 Ευρυζωνικότητα

Με τον όρο ευρυζωνική πρόσβαση και ευρυζωνικές υπηρεσίες ή πιο απλά ευρυζωνικότητα, ορίζεται το προηγμένο από πολιτική, οικονομική και τεχνολογική άποψη περιβάλλον που μπορεί να παρέχει γρήγορες συνδέσεις σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος του δικτύου και άρα και κάλυψη του πληθυσμού. Βασικό χαρακτηριστικό είναι ότι δεν υπάρχουν περιορισμοί στα συστήματα μετάδοσης και τον τερματικό εξοπλισμό μεταξύ των επικοινωνούντων άκρων.

Έτσι, πλέον, με την κατάλληλη δικτυακή υποδομή σε οπτικές κυρίως ίνες ή μέσω ασύρματων δικτύων, επιτρέπεται η κατανεμημένη ανάπτυξη υπαρχόντων και μελλοντικών δικτυακών εφαρμογών και πληροφοριακών υπηρεσιών, αφού είναι σε θέση να ικανοποιεί τις εκάστοτε ανάγκες των εφαρμογών σε εύρος ζώνης και διαθεσιμότητα, και είναι ικανή να αναβαθμίζεται συνεχώς και άρα μπορεί να παρακολουθεί τις αλλαγές που επιτάσσονται από την πρόοδο της πληροφορικής και της τεχνολογίας επικοινωνιών. Παρακάτω, περιγράφουμε ορισμένες δύο από τις ευρυζωνικές τεχνολογίες που πολύ συχνά συναντάμε.

Digital subscriber line (DSL): Πρόκειται για την πιο συνηθισμένη ευρυζωνική πλατφόρμα στον κόσμο σήμερα. Η τεχνολογία **DSL** χρησιμοποιεί διαφορετικές συχνότητες για να διαχωρίσει τις υπηρεσίες δεδομένων και φωνής που χρησιμοποιούν την ίδια τυπική τηλεφωνική γραμμή. Αυτό σημαίνει ότι οι χρήστες έχουν την ταυτόχρονη δυνατότητα να κινούνται στο Διαδίκτυο και να μιλούν στο τηλέφωνο, χρησιμοποιώντας μόνο μια τηλεφωνική γραμμή. Όπως όλες οι ευρυζωνικές τεχνολογίες, η **DSL** προσφέρει υψηλότερες ταχύτητες και καλύτερη ποιότητα για τη μετάδοση φωνής, δεδομένων και εικόνων. Η **DSL** είναι μια εξατομικευμένη υπηρεσία, όπου κάθε χρήστης έχει το δικό του κύκλωμα προς το τηλεφωνικό κέντρο. Αυτό σημαίνει ότι το διαθέσιμο στο χρήστη εύρος ζώνης και η ταχύτητα των υπηρεσιών δεν ποικίλουν ανάλογα με τον αριθμό των συνδρομητών/χρηστών σε μια συγκεκριμένη περιοχή.

xDSL: Το “x” στη συγκεκριμένη συντομογραφία σημαίνει την ύπαρξη πολλών και διαφορετικών **DSL** προδιαγραφών, οι οποίες καλύπτουν διαφορετικές ανάγκες. Με τις τεχνολογίες αυτές, η επικοινωνία γίνεται εξ’ ολοκλήρου ψηφιακά με τη χρήση εξελιγμένων τεχνικών διαμόρφωσης σήματος. Έτσι είναι δυνατή η χρήση πολύ μεγαλύτερου εύρους ζώνης σε σχέση με την απλή **DSL** τεχνολογία, γεγονός που συνεπάγεται μεγαλύτερες ταχύτητες για τις ανάγκες που καλύπτει η εκάστοτε “x” τεχνολογία. Οι πιο διαδεδομένες **xDSL** τεχνολογίες είναι οι **ADSL (Asymmetric DSL)**, **HDSL (High Speed DSL)**, **IDSL (ISDN – DSL)**, **RADSL (Rate-adaptive DSL)**, **SDSL (Symmetric DSL)** & **VDSL (Very High Speed DSL)**, η κάθε μία με διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά.

Τέλος, με μια γρήγορη αποτίμηση των αποτελεσμάτων της τεχνολογίας αυτής, μπορούμε να πούμε πως συμβάλλει τα μέγιστα για την υποστήριξη των νέων τάσεων και των λειτουργιών του διαδικτύου προωθώντας τη σοβαρή και ισορροπημένη οικονομική ανάπτυξη, που είναι ικανή να προκύψει από τη γενικευμένη συμμετοχή στην Ευρυζωνικότητα και την Κοινωνία της Πληροφορίας.

Σύμφωνα με τα τελευταία δεδομένα του ΟΟΣΑ, ο αριθμός των συνδρομητών ευρυζωνικών συνδέσεων, έως το Δεκέμβριο του **2007** έφτασε τα **235** εκατομμύρια, σημειώνοντας αύξηση **18%**. Η αύξηση αυτή είχε ως αποτέλεσμα να αυξηθεί και ο αριθμός ευρυζωνικής διείσδυσης σε **20** συνδρομητές ανά **100** κατοίκους ενώ το Δεκέμβριο του **2006** ήταν **16,9**. Η Δανία, η Ολλανδία, η Ισλανδία, η Νορβηγία, η Ελβετία, η Φινλανδία, η

Κορέα και η Σουηδία ηγούνται των χωρών του ΟΟΣΑ παρουσιάζοντας ποσοστό ευρυζωνικής διείσδυσης της τάξης του **30%** (μεγαλύτερο του μέσου όρου). Τη μεγαλύτερη κατά κεφαλή αύξηση συνδρομητών παρουσίασαν το Λουξεμβούργο, η Γερμανία και η Ιρλανδία. Σε κάθε χώρα προστέθηκαν περισσότεροι από **5** συνδρομητές ανά **100** κατοίκους κατά τη διάρκεια του **2007**, ενώ ο μέσος όρος του ΟΟΣΑ ήταν **3** συνδρομητές ανά **100** κατοίκους. Η ανάπτυξη των συνδέσεων μέσω οπτικών ινών συνεχίζεται στις χώρες του ΟΟΣΑ. Οι συνδέσεις μέσω των δικτύων **Fibre-to-the-home (FTTH)** και **Fibre-to-the-building (FTTB)** αντιστοιχούν στο **8%** του συνόλου των ευρυζωνικών συνδέσεων στις χώρες του ΟΟΣΑ. Οι ΗΠΑ έχουν τη μεγαλύτερη ευρυζωνική αγορά στις χώρες του ΟΟΣΑ με **69,9** εκατομμύρια συνδρομητές, αριθμός που αντιστοιχεί στο **30%** όλων των ευρυζωνικών συνδέσεων των χωρών του ΟΟΣΑ.

Και ενώ οι πάροχοι τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών συνεχίζουν να αναβαθμίζουν τα δίκτυά τους, οδηγημένοι από τον έντονο ανταγωνισμό, που στις περισσότερες περιπτώσεις ωφελεί τον τελικό καταναλωτή, η διεθνής οικονομική κρίση, αν και σε γενικές γραμμές δεν επηρέασε σημαντικά τον τομέα, ενδέχεται να αποτελέσει παράγοντα ανάσχεσης για νέους παίκτες, των οποίων η λειτουργία εξαρτάται από την πρόσβαση σε κεφάλαια. Οι τηλεπικοινωνίες συνιστούν μια αγορά **1,2** τρισεκατομμυρίων δολαρίων στον ΟΟΣΑ, με ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης **6%** από το **1990**. Οι υπηρεσίες φωνής παραμένουν η σημαντικότερη πηγή εσόδων για τις εταιρείες, παρά τη μείωση των τιμών τόσο στις σταθερές όσο και στις κινητές συνδέσεις. Επιπλέον, τα έσοδα των παρόχων κινητής τηλεφωνίας αντιστοιχούν στο **41%** του συνόλου των τηλεπικοινωνιακών

Σύγχρονες επιχειρήσεις και διαδίκτυο υπηρεσιών

εσόδων, παρουσιάζοντας αύξηση **22%** σε σχέση με την περασμένη δεκαετία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Υπηρεσίες Ιστού και Σημασιολογικό Διαδίκτυο

2.1 Εισαγωγικό σημείωμα

Η αλματώδης ανάπτυξη της διαδικτυακής υποδομής δημιούργησε ευκαιρίες στις επιχειρήσεις για υπέρβαση μιας σειράς γεωγραφικών, εθνικών, επιχειρησιακών και λοιπών περιορισμών. Καθώς οι πρώτες προσεγγίσεις για την παροχή διεπιχειρησιακών λύσεων (γνωστές και ως **Business to business - B2B**) δεν εκλάμβαναν υπόψιν τους το διαδίκτυο, η αρχική έρευνα στην περιοχή αφορούσε την προδιαγραφή μίας κοινής γλώσσας για εφαρμογές **B2B** που υπερέβαινε την **HTML (Hyper Text Markup Language)** και έδιδε τη δυνατότητα απεικόνισης του πλούτου της διαθέσιμης πληροφορίας.

Η προσπάθεια αυτή κατέληξε στην ανάπτυξη της γλώσσας **XML (eXtensible Markup Language)**. Παρόλα αυτά, η **XML** δεν περιλαμβάνει ούτε σημασιολογική πληροφορία (**semantics**), ούτε περιγραφή της αναγκαίας ακολουθίας ανταλλαγών μηνυμάτων, ούτε ορισμούς της ερμηνείας των ανταλλασσόμενων μηνυμάτων. Το συγκεκριμένο πρόβλημα αντιμετωπίστηκε καταρχήν μέσω του ορισμού βασισμένων σε **XML** πρότυπων διαδραστικών πλαισίων λειτουργίας **B2B** εφαρμογών. Μια παράλληλη προσπάθεια είναι το **Semantic Web** (Σημασιολογικός Ιστός ή Σημασιολογικό Διαδίκτυο). Η ιδέα πίσω από το **Semantic Web** είναι η διαθεσιμότητα περισσότερης σημασιολογικής πληροφορίας στο

διαδίκτυο και η ενεργοποίηση της αυτόματης επεξεργασίας εφαρμογών. Μειζονα ρόλο στην ενεργοποίηση του Σημασιολογικού Ιστού αναμένεται να παίξουν οι Υπηρεσίες Ιστού (**Web Services**).

2.2 Ο ορισμός των υπηρεσιών ιστού

Οι παραδοσιακές εφαρμογές του Παγκοσμίου Ιστού έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να δέχονται είσοδο από έναν χρήστη και να παρουσιάζουν κατόπιν τα αποτελέσματα πάλι σε αυτόν. Ο φυλλομετρητής (**browser**) του χρήστη και ο εξυπηρετητής (**server**) που φιλοξενεί τη διαδικτυακή εφαρμογή ενεργούν ως μεσάζοντες. Η έξοδος της εφαρμογής είναι στις περισσότερες περιπτώσεις κωδικοποιημένες σε κείμενο (γλώσσα) **HTML** και αυτή η επιστήμη αποτελεί ένα ξεχωριστό κομμάτι της Πληροφορικής που ανήκει στο αντικείμενο των Τεχνολογιών του Διαδικτύου.

Η χρήση μίας νέας τεχνολογίας που θα υποστηρίζει προηγμένες υπηρεσίες πληροφοριακών συστημάτων συνδεδεμένες με το διαδίκτυο αποτελεί επιτακτική ανάγκη καθώς οι απαιτήσεις μεγαλώνουν. Οι εταιρίες επενδύουν σημαντικούς πόρους στις Υπηρεσίες Ιστού, μία προσέγγιση που συνδυάζει ένα σύνολο από τεχνολογίες ανεξάρτητες από την πλατφόρμα, σχεδιασμένες για τη διευκόλυνση της ολοκλήρωσης υπηρεσιών στο διαδίκτυο και στα ενδοδίκτυα . Οι Υπηρεσίες Ιστού παρέχουν ένα μέσο

για επικοινωνία μεταξύ εφαρμογών διαφορετικού λογισμικού, τρέχοντας σε μία ποικιλία από πλατφόρμες και πλαίσια εργασίας.

Ο ακριβής ορισμός των υπηρεσιών ιστού (**web services**) είναι ακόμα υπό εξέλιξη. Ένας ορισμός τους είναι ότι μια υπηρεσία ιστού αποτελεί μία επιχειρησιακή συνάρτηση που καθίσταται διαθέσιμη μέσω του διαδικτύου από έναν παροχέα υπηρεσίας (**service provider**) και προσπελάσιμη από πελάτες (**clients**) που θα μπορούσαν να είναι ανθρώπινοι χρήστες ή εφαρμογές λογισμικού. Οι υπηρεσίες ιστού χαρακτηρίζονται ως “χαλαρά” συζευγμένες εφαρμογές που χρησιμοποιούν ανοικτά, ανεξάρτητα πλατφόρμας, πρότυπα και που είναι διαλειτουργικές ξεπερνώντας οργανωτικά και επιχειρησιακά όρια.

Το **W3C (World Wide Web Consortium)** ορίζει μια υπηρεσία ιστού ως μία εφαρμογή λογισμικού (**software application**) που προσδιορίζεται από ένα **URI (Uniform resource identifier)**, με διεπαφές (**interfaces**) και ολοκλήρωση που χαρακτηρίζονται, περιγράφονται και ανακαλύπτονται βάσει **XML** προτύπων και η οποία υποστηρίζει άμεσες αλληλοεπιδράσεις με άλλες εφαρμογές λογισμικού χρησιμοποιώντας μηνύματα βασισμένα σε **XML** μέσω διαδικτυακών πρωτοκόλλων.

Οι προαναφερθέντες ορισμοί μπορεί να θεωρηθούν ως συμπληρωματικοί και κάθε ορισμός δίνει έμφαση σε κάποιο τμήμα των χαρακτηριστικών της υπηρεσίας ιστού. Στο πλαίσιο των σύγχρονων επιχειρήσεων ορίζουμε τις υπηρεσίες ιστού ως επιχειρησιακές λειτουργικότητες που γενικά έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Προσβάσιμες για προγραμματισμό (**programming, software development**): οι υπηρεσίες ιστού σχεδιάζονται κυρίως για να κληθούν από άλλες υπηρεσίες ιστού και εφαρμογές μέσα στο ίδιο το διαδίκτυο, που είναι ένα απέραντο δίκτυο υπολογιστών. Είναι κατανεμημένες στο δίκτυο και προσπελάσιμες μέσω ευρέως διαδεδομένων πρωτοκόλλων όπως π.χ. τα **HTTP** και **SMTP**. Οι υπηρεσίες ιστού πρέπει να περιγράφουν τις δυνατότητές τους σε άλλες υπηρεσίες περιλαμβανομένων των λειτουργιών τους, μηνύματα εισόδου και εξόδου, και τον τρόπο με τον οποίο καλούνται.
- Χαλαρά συνδεδεμένες: η επικοινωνία μεταξύ των υπηρεσιών ιστού είναι βασισμένη σε έγγραφα. Οι υπηρεσίες ιστού γενικά επικοινωνούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας έγγραφα **XML**. Η χρήση ενός επικοινωνιακού μοντέλου βασισμένου στα έγγραφα εξυπηρετεί χαλαρά συνδεδεμένες σχέσεις μεταξύ των **web services**.
- Οι υπηρεσίες ιστού μοιράζονται μερικά χαρακτηριστικά με την προσέγγιση που βασίζεται σε στοιχεία **components**. Ωστόσο, διάφορα χαρακτηριστικά διαφοροποιούν τα **web services** από τα **components**. Κατά πρώτον, οι υπηρεσίες ιστού χρησιμοποιούν επικοινωνίες με έγγραφα. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με πλαίσια λειτουργίας του βασίζονται σε **components** που χρησιμοποιούν επικοινωνίες βασισμένες σε αντικείμενα (π.χ. **agents**), και κατά αυτό τον τρόπο προσιδιάζουν σε συστήματα όπου ζεύξη μεταξύ **components** είναι ισχυρή.

Επιπροσθέτως, χρησιμοποιώντας το **HTTP** ως πρωτόκολλο επικοινωνιών, οι υπηρεσίες ιστού επιτρέπουν πολύ μεγαλύτερη φιλικότητα όσον αφορά σε εξοπλισμό **firewall** (τείχος προστασίας) από ότι τα συστήματα που βασίζονται σε **components**.

Γενικά και από μια δεύτερη προσέγγιση, ο όρος “Υπηρεσίες Ιστού” έχει δύο επίπεδα σημασίας, ένα συγκεκριμένο και ένα σημασιολογικό:

1. Συγκεκριμένα: οι Υπηρεσίες Ιστού είναι μια ομάδα προτύπων που περιγράφουν την αρχιτεκτονική μιας υπηρεσιο-προσανατολισμένης εφαρμογής βασισμένη στα συστατικά
2. Σημασιολογικά: οι Υπηρεσίες Ιστού αναπαριστούν ένα μοντέλο στο οποίο διακριτές διεργασίες μέσα σε επιχειρησιακές διαδικασίες κατανέμονται ευρέως στο δίκτυο.

Οι υπηρεσίες ιστού σαν αναπόσπαστο μέρος των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνία (ΤΠΕ ή **ICT - Information and Communication Technologies**) σε κάθε περίπτωση είναι απαραίτητες διότι οι σύγχρονες ανάγκες είναι:

- Ενοποίηση συστημάτων ανεξάρτητα από την υλοποίησή τους.
- Μετακίνηση από παλιές και συνηθισμένες εφαρμογές σε σύγχρονα και χορογραφημένα συστατικά.

- Ευκινησία και ευκαμψία για να ανασχηματιστούν οι επιχειρησιακές λειτουργίες σε καινούρια επιχειρησιακά μοντέλα, διότι οι απαιτήσεις συνεχώς αυξάνουν.
- Μετακίνηση από ισχυρά συνδεδεμένα συστήματα σε χαλαρά συνδεδεμένα προκειμένου να αντιμετωπιστούν αναπόφευκτες αλλαγές.
- Ένα κατανοητό προγραμματιστικό μοντέλο για σύνδεση επιχειρήσεων μέσω του διαδικτύου.

Από τη μεριά των χρηστών, ο Παγκόσμιος Ιστός οφείλει ένα μεγάλο μέρος της επιτυχίας του στην απλότητά του. Σκοπός των υπηρεσιών ιστού είναι να παρέχουν ενδολειτουργικότητα ανάμεσα σε διαφορετικές εφαρμογές, όπως για παράδειγμα μια **Peer-to-Peer** σύνδεση που συνδυάζει μια εφαρμογή **Multimedia**. Τα **interfaces** που χρησιμοποιούν είναι ανεξάρτητα από τη γλώσσα κι αυτό επιτρέπει εύκολη ενοποίηση ετερογενών συστημάτων. Προς το παρόν, η πλειοψηφία των υπηρεσιών Ιστού περιγράφονται χρησιμοποιώντας ημιδομημένους μηχανισμούς φυσικής γλώσσας, δηλαδή είναι απαραίτητη η ανθρώπινη παρέμβαση για να τις συνδυάσει σε μια τελική εφαρμογή. Ουσιαστικά, οι Υπηρεσίες Ιστού παίρνουν το υπάρχον πρότυπο ανάπτυξης εφαρμογής που βασίζεται στη χρήση των συστατικών και το επεκτείνουν επάνω στον Ιστό.

Τα τοπικά εγκατεστημένα συστατικά είναι σαν βιβλιοθήκες λογισμικού (**libraries**) που δημιουργούνται και καταστρέφονται όπως ταιριάζει σε κάθε εφαρμογή. Αυτά τα συστατικά είναι υπηρεσίες που έχουν δική τους ζωή (κύκλος λογισμικού) και δεν είναι απλές επεκτάσεις

της επιχειρησιακής διαδικασίας. Οι Υπηρεσίες Ιστού επιτρέπουν στις εφαρμογές να ενοποιηθούν γρήγορα, εύκολα και λιγότερο δαπανηρά από πριν. Η ενοποίηση εμφανίζεται σε υψηλό επίπεδο στη στοίβα πρωτοκόλλων (π.χ. στο υψηλό επίπεδο **TCO/IP**) και βασίζεται σε μηνύματα που εστιάζουν περισσότερο στη σημασιολογία υπηρεσιών και λιγότερο στη σημασιολογία πρωτοκόλλων δικτύου, επιτρέποντας κατά συνέπεια χαλαρή ενοποίηση επιχειρησιακών λειτουργιών. Παρέχουν ένα πρότυπο ένωσης έτσι ώστε η ενοποίηση να γίνει χρησιμοποιώντας μια κοινή υποδομή. Η ενοποίηση και η εφαρμογή μπορούν να γίνουν κατά τρόπο επαναλαμβανόμενο, χρησιμοποιώντας υπάρχουσες γλώσσες και πλατφόρμες.

Μια υπηρεσία Ιστού περιγράφεται μέσω της **XML** η οποία καλύπτει όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες για την αλληλεπίδραση με την υπηρεσία. Το **interface** “κρύβει” τις λεπτομέρειες υλοποίησης της υπηρεσίας, επιτρέποντάς της να χρησιμοποιηθεί ανεξάρτητα από την πλατφόρμα υλικού ή λογισμικού στην οποία δημιουργείται και επίσης ανεξάρτητα από τη γλώσσα προγραμματισμού (χρησιμοποιούνται αρκετές) στην οποία γράφεται.

2.3 Το ηλεκτρονικό εμπόριο

Το ηλεκτρονικό εμπόριο ή **electronic commerce** ή σύντομα **e-commerce** είναι ένα μέσο με το οποίο μπορούμε να ανταλλάξουμε

πληροφορίες, αγαθά και υπηρεσίες ανάμεσα σε εταιρείες ή ανάμεσα σε εταιρείες και στους πελάτες τους και όλα αυτά μέσω του **Internet**. Επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα στις εταιρείες να είναι πιο αποδοτικές στις εσωτερικές λειτουργίες τους και να ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες και τις προσδοκίες των πελατών τους.

Οι τεχνολογίες του **e-commerce** δίνουν τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να ανταλλάσσουν πληροφορίες σε μηδενικό χρόνο, να εξαλείψουν τη γνωστή γραφειοκρατία των συμβατικών εγγράφων και να διαφημίσουν τα προϊόντα και τις υπηρεσίες τους σε μια παγκόσμια αγορά. Το **e-commerce** διαιρείται σε δύο βασικές κατηγορίες:

α) **Business-to-consumer (B2C)**

β) **Business-to-business (B2B)**

Στο **business-to-consumer commerce**, ή **B2C** όπως είναι γνωστό, οι εταιρείες δημιουργούν ηλεκτρονικά καταστήματα με πρόσοψη στον δρόμο (**electronic storefronts**) τα οποία προσφέρουν πληροφορίες, αγαθά και υπηρεσίες στους καταναλωτές (**consumers**). Τα εμπορικά κέντρα του **Internet** πουλάνε καταναλωτικά αγαθά από απλά προϊόντα καθημερινής χρήσης (τρόφιμα, χαρτικά, ένδυση, έπιπλα κλπ) έως υπολογιστές και αυτοκίνητα. Ένα παράδειγμα **web site** με **business-to-consumer commerce** είναι το **etoys.com**.

Το **business-to-business commerce**, σε αντίθεση με το ευρύ καταναλωτικό κοινό, περιλαμβάνει **online** χονδρική πώληση, όπου οι

εταιρείες πουλάνε αγαθά και διάφορες υπηρεσίες σε άλλες εταιρείες στο **Internet**. Απευθύνεται δηλαδή στις μεγάλες και μικρομεσαίες επιχειρήσεις με όσο το δυνατόν παγκόσμιες συναλλαγές. Το **business-to-business commerce** διεκπεραιώνεται με τις τεχνολογίες της Ηλεκτρονικής Ανταλλαγής Δεδομένων (**EDI, Electronic Data Interchange**), η οποία ορίζει τη μορφή, τους τύπους δεδομένων και τις εντολές δρομολόγησης για την ηλεκτρονική ανταλλαγή της εμπορικής αλληλογραφίας ανάμεσα στα συστήματα υπολογιστών των εταιρειών. Ένα παράδειγμα **web site** με **business-to-business commerce** είναι το **openmarket.com**.

2.4 Ο σημασιολογικός ιστός: ορισμός, εξέλιξη και διαφορές με τον παγκόσμιο ιστό

Ο Σημασιολογικός Ιστός (**Semantic Web**) είναι το επόμενο βήμα του Παγκόσμιου Ιστού, όπου η πληροφορία αποκτά δομή και σημασιολογία, έτσι ώστε να υποστηριχθεί η αποδοτική αναζήτηση, επεξεργασία και ενοποίηση των δεδομένων. Ο Σημασιολογικός Ιστός είναι ένα όραμα και μια πρόταση για την μετεξέλιξη του αρχικά υπάρχοντος διαδικτύου και ειδικότερα του Παγκόσμιου Ιστού (**World Wide Web, WWW**). Ο όρος **Semantic Web**, καθώς και η αρχιτεκτονική για την υλοποίησή του, προτάθηκαν από τον **Tim Berners-Lee**, τον εφευρέτη του σημερινού Παγκόσμιου Ιστού. Ο Σημασιολογικός Ιστός υιοθετήθηκε από το **World Wide Web Consortium (W3C)**, έναν οργανισμό που στοχεύει στην προώθηση, ανάπτυξη και εξέλιξη του **Web** και των πρωτοκόλλων που το υποστηρίζουν.

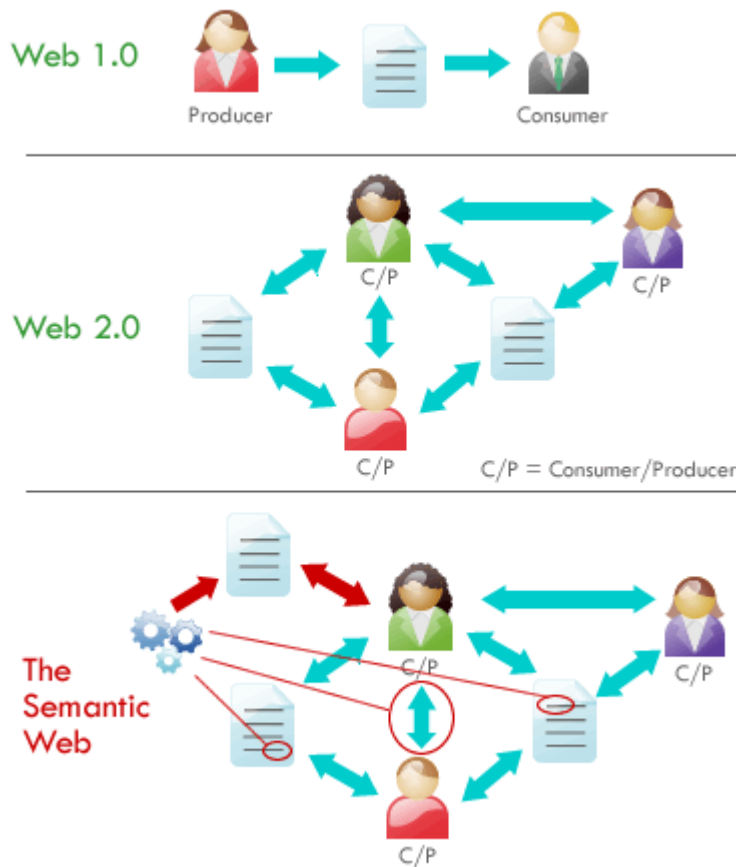
Ο Σημασιολογικός Ιστός λοιπόν, είναι μία επέκταση και βελτίωση του σημερινού **Web** στην κατεύθυνση, κυρίως της δόμησης της πληροφορίας, έτσι ώστε αυτή να είναι προσπελάσιμη από εφαρμογές υπολογιστών, με τελικό στόχο την αυτοματοποίηση πολλών λειτουργιών στο Διαδίκτυο. Η σημερινή αναπαράσταση της πληροφορίας που προορίζεται για χρήση από ανθρώπους θα αντικατασταθεί από μία αναπαράσταση κατανοητή από υπολογιστές. Ο Σημασιολογικός Ιστός προσπαθεί να επιλύσει το πρόβλημα της αναπαράστασης της γνώσης από τους υπολογιστές, κάτι που προσπαθούν να επιτύχουν επιστήμονες του κλάδου της Τεχνητής Νοημοσύνης. Βασικό συστατικό του Σημασιολογικού Ιστού είναι ο μηχανισμός επεξεργασίας της γνώσης που διαχειρίζεται λογικά τις πληροφορίες με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων, τη δημιουργία νέας γνώσης, την υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων και τέλος, την αυτόματη εκτέλεση ενεργειών.

Οι βασικές αρχές του Σημασιολογικού Ιστού είναι:

- α) Η διατήρηση του κατανεμημένου περιεχομένου του Διαδικτύου που ήδη υπάρχει
- β) Η αναπαράσταση και ανάκτηση της πληροφορίας, καθώς οι εφαρμογές των υπολογιστών προσπελούν δομημένες πηγές πληροφορίας και κανόνες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να αιτιολογούν τις σχέσεις μεταξύ των πληροφοριών
- γ) Η αναπαράσταση των εννοιών μιας θεματικής περιοχής (π.χ. του Τουρισμού) επιτυγχάνεται με τη χρήση των οντολογιών (**ontologies**)

δ) Η ύπαρξη πρακτόρων λογισμικού (**software agents**), δηλαδή προγραμμάτων που θα αναλαμβάνουν για λογαριασμό του χρήστη να κινούνται στο Διαδίκτυο και να συλλέγουν την πληροφορία από διάφορες πηγές που διαθέτουν σημασιολογικό περιεχόμενο.

Ενώ στον Παγκόσμιο Ιστό και μέσω της **HTML** η επεξεργασία των πληροφοριών γίνεται από τον άνθρωπο, στο Σημασιολογικό Ιστό η **XML** επεξεργάζεται τα δεδομένα με υπολογιστές και μηχανισμούς που αναφέρονται στην ενότητα **2.5**.



Εικόνα 2: Προσθήκη υπολογιστών και μηχανισμών στο Semantic Web

Με άλλα λόγια, η απλή έκδοση του Ιστού (**1.0**) καθώς και η επόμενη συμβατική (**2.0**) έχουν ως βάση την παρακολούθηση και εξέλιξη των δεδομένων μέσω ανθρώπινης παρέμβασης. Στην **Semantic** έκδοση (**3.0**) βασικό εργαλείο είναι οι υπολογιστές, η αναπαράσταση γνώσης (**knowledge representation**) καθώς και η εκμετάλλευση από αυτούς. Στις δυο επόμενες εικόνες παρατηρούμε τις γενικές διαφορές μεταξύ αυτών των δυο γλωσσών του παγκόσμιου και σημασιολογικού ιστού, καθώς και αντίστοιχα παραδείγματα χρήσης μιας εφαρμογής με τις ετικέτες (**tags**).

HTML: παρουσίαση
XML: δομή
HTML: χρήση από ανθρώπους
XML: χρήση από μηχανές
HTML: καθορισμένα tags
XML: επιπρόσθετα tags

Εικόνα 3: Χρήση και tags των HTML και XML

```
<h1> My Order </h1>
<h2> Tom </h2>
<h3> 22 Nov 2003 </h3>
<table> <tr><td> 500 ml <td> milk
        <tr><td> 1 box <td> biscuits
        <tr><td> 250 grams <td> coffee
</table>
```

Εικόνα 4: HTML tags


```
<Order>
  <to> Tom </to>
  <oderDate> 22 Nov 2003</orderDate>

  <orderItem>
    <product> milk </product>
    <quantity> 500 ml </quantity>
  </orderItem>

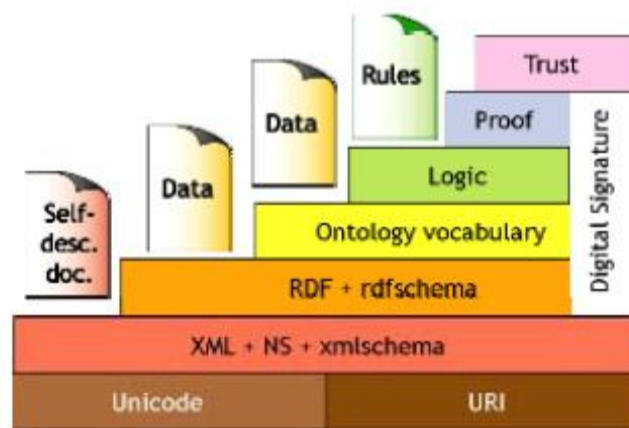
  <orderItem>
    <product> biscuits </product>
    <quantity> 1 box </quantity>
  </orderItem>

  <orderItem>
    <product> coffee </product>
    <quantity> 250 grams </quantity>
  </orderItem>

</Order>
```

Εικόνα 5: XML tags

Τέλος, το βασικό μοντέλο αρχιτεκτονικής του **Semantic Web** απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα, με τον βασικό δημιουργό του (**Tim Berners Lee**) να έχει δηλώσει, ως προς την τελειοποίηση του Σημασιολογικού Ιστού: «Το πρώτο βήμα είναι να βάλουμε τα δεδομένα στο δίκτυο σε μια μορφή όπου οι μηχανές μπορούν αμοιβαία να κατανοήσουν, ή να τα μετατρέψουμε σε αυτή τη μορφή. Αυτό δημιουργεί κάτι το οποίο ονομάζω Σημασιολογικό Δίκτυο – ένα δίκτυο από δεδομένα τα οποία μπορούν να επεξεργαστούν άμεσα ή έμμεσα από τις μηχανές»



Εικόνα 6: Αρχιτεκτονική Semantic Web

2.5 Οι σημαντικότερες τεχνολογίες στον σημασιολογικό ιστό

Οι βασικότερες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στον Σημασιολογικό Ιστό είναι:

1. XML και XML Schema

Η XML (eXtensible Markup Language ή αλλιώς Επεκτάσιμη Γλώσσα Σήμανσης) είναι η επικρατέστερη γλώσσα για την περιγραφή και ανταλλαγή δεδομένων και κειμένων στο διαδίκτυο. Η XML (<http://www.w3.org/XML>) παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας κειμένων με απεριόριστα πολύπλοκη δομή και συντακτικό. Έτσι, μπορούν να δομηθούν οι πληροφορίες που περιέχονται στα κείμενα για να επεξεργάζονται πιο εύκολα από τους υπολογιστές. Στις ιστοσελίδες, τα

υπάρχοντα κείμενα θα αντικατασταθούν με δομημένα κείμενα σε μορφή **XML** και **RDF**. Για παράδειγμα, η πρόταση «Ο Δημήτρης διαβάζει Λογοτεχνία» είναι ένα απλό κείμενο και μπορεί να αποδοθεί σε μορφή **XML** σε κάθετη στοίχιση:

Ο

Δημήτρης

διαβάζει

Λογοτεχνία

Το πρότυπο **XML** συμπληρώνεται από το πρότυπο **XML Schema** (<http://www.w3.org/XML/Schema>), μια γλώσσα με την οποία γράφουμε “λεξικά” και “γραμματικές” για **XML** κείμενα. Το **XML Schema** ορίζει τα επιτρεπόμενα στοιχεία, τις ιδιότητές τους, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο συνδυάζονται μεταξύ τους μέσα στο **XML** κείμενο. Με απλά λόγια, το **XML Schema** αποτελεί το “συντακτικό” του **XML** κειμένου.

2. RDF και RDF Schema

Η γλώσσα **RDF (Resource Description Framework** ή Περιβάλλον Περιγραφής Πόρων) είναι το πρότυπο που υιοθετήθηκε από το **W3C** για την περιγραφή πληροφοριακών πόρων και γενικότερα για την αναπαράσταση της γνώσης στο περιβάλλον του διαδικτύου. Μέσω του **RDF** είναι δυνατή η μετατροπή της πληροφορίας σε σημασιολογική. Πόρος (**resource**) είναι οτιδήποτε θέλουμε να δηλώσουμε ή να περιγράψουμε. Παραδείγματος χάρη, πόρος μπορεί να είναι μία

ιστοσελίδα, ένας δικτυακός τόπος, ένα αντικείμενο, μία έννοια κλπ. Κάθε πόρος προσδιορίζεται με το Καθολικό Αναγνωριστικό Πόρου (**Universal Resource Identifier** ή **URI**). Η γλώσσα **RDF** είναι ένα απλό μοντέλο δεδομένων, στο οποίο όλες οι προτάσεις αποτελούν μια τριπλή φόρμουλα της μορφής:

P(O,V)

όπου **Property** (ιδιότητα), **Object** (αντικείμενο), **Value**(τιμή).

Η συντριπτική πλειοψηφία της γνώσης που θέλουμε να αναπαραστήσουμε στους υπολογιστές μπορεί να αναπαρασταθεί με αυτή την μορφή. Στο περιβάλλον **RDF**, το αντικείμενο και η ιδιότητα δηλώνονται με ένα **URI**. Η τιμή μπορεί να δηλώνεται με ένα **URI** ή μπορεί να είναι ένα αλφαριθμητικό ή μια λέξη. Τέλος, το πρότυπο **RDF** ορίζει το συντακτικό **XML**, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο οι προτάσεις **RDF** εκφράζονται ως **XML** κείμενα. Για παράδειγμα, η πρόταση «Ο Δημήτρης διαβάζει Λογοτεχνία» γράφεται σε μορφή **RDF/XML** όπως βλέπουμε παρακάτω:

**"<http://definitions.semanticweb.gr/actions/reads> =
<http://definitions.semanticweb.gr/reads#Literature>"**

Το **RDF Schema** (<http://www.w3.org/TR/2000/CR-rdf-schema> 20000327/) είναι η οντοκεντρική επέκταση του **RDF**. Είναι μια γλώσσα με

την οποία το μοντέλο δεδομένων του **RDF** εμπλουτίζεται με χαρακτηριστικά αντικειμενοστραφούς αναπαράστασης, όπου ο πόρος αντιστοιχεί σε αντικείμενο. Συγκεκριμένα, το **RDF Schema** ορίζει ένα λεξικό για να εκφράζονται οι κατηγορίες (κλάσεις) των πόρων, οι πόροι, οι ιδιότητές τους και οι μεταξύ τους σχέσεις.

3. OWL και Οντολογίες

Η **OWL (Web Ontology Language** ή Γλώσσα Οντολογιών Ιστού) είναι μία γλώσσα που χρησιμοποιείται για την περιγραφή των οντολογιών που υπάρχουν στο διαδίκτυο. Η οντολογία είναι μία αυστηρή περιγραφή των πόρων και των μεταξύ τους σχέσεων. Συγκεκριμένα, η οντολογία είναι η αποδεκτή σημασιολογικά κωδικοποίηση της πληροφορίας ενός θεματικού χώρου. Οι οντολογίες επιτρέπουν στους χρήστες να έχουν κοινή ονοματολογία και αντίληψη για τα αντικείμενα που δηλώνουν ή χρησιμοποιούν. Βοηθούν τον χρήστη να πλοηγηθεί στον θεματικό χώρο της πληροφορίας που βασίζεται σε σημασιολογικές και όχι σε λεξιλογικές έννοιες. Στις οντολογίες, η δυσκολία εντοπίζεται στο ότι οι κοινότητες χρηστών με κοινά ενδιαφέροντα θα πρέπει να συμφωνήσουν στην οντολογική περιγραφή του θεματικού χώρου ενδιαφέροντος τους. Για την περιγραφή των οντολογιών έχει αναπτυχθεί η γλώσσα **DAML** ενώ μία αξιόλογη υποδομή οντολογιών για τον Σημασιολογικό Ιστό είναι η **OIL (DAML και OIL περιγράφονται πιο κάτω)**

Η χρήση ενός μηχανισμού επαγωγής συμπερασμάτων με τη χρήση της λογικής είναι σημαντική στον Σημασιολογικό Ιστό. Οι οντολογίες

μπορούν να περιέχουν κανόνες επαγωγής, έτσι ώστε ένα πρόγραμμα να “παράγει” νέα γνώση εφαρμόζοντας τους κανόνες αυτούς στα υπάρχοντα δεδομένα βγάζοντας και χρήσιμα συμπεράσματα.

4. Software agents

Οι πράκτορες λογισμικού (**software agents**) είναι προγράμματα που εκτελούν κάποια λειτουργία και παράγουν αποτελέσματα με το πέρας της εκτέλεσης αυτής. Συνήθως, οι πράκτορες λογισμικού περιδιαβαίνουν το διαδίκτυο και επεξεργάζονται τις πληροφορίες που βρίσκουν στις ιστοσελίδες που επισκέπτονται. Συχνά, οι πράκτορες λογισμικού χρησιμοποιούνται για λειτουργίες όπως: εύρεση, ταξινόμηση και επιλογή δεδομένων. Στο ηλεκτρονικό εμπόριο, μερικά παραδείγματα λειτουργιών τους είναι: η σύγκριση τιμών του ίδιου προϊόντος σε πολλά ηλεκτρονικά καταστήματα, η ειδοποίηση για την εμφάνιση νέου περιεχομένου σε δικτυακούς τόπους ειδήσεων και ενημέρωσης και άλλα κοινά.

2.6 Σημασιολογικές υπηρεσίες διαδικτύου

Ο όρος “Σημασιολογικές Υπηρεσίες Διαδικτύου” (**Semantic Web Services**), αναφέρεται στον εμπλουτισμό του τρέχοντος μοντέλου Υπηρεσιών Διαδικτύου με σημασιολογική πληροφορία (**semantic information**). Σκοπός της παραπάνω ενέργειας είναι η πληρέστερη περιγραφή τους, με απώτερο στόχο την αρμονική ενσωμάτωσή τους στο

Σημασιολογικό Ιστό. Με το τρόπο αυτό, η περιγραφή των υπηρεσιών θα είναι επαρκής για την αποδοτικότερη αναζήτηση τους, μέσα στο τεράστιο πλήθος των προσφερόμενων υπηρεσιών στο διαδίκτυο, αφού θα καθίστανται κατανοητές από αυτοματοποιημένο λογισμικό.

Με την μοντελοποίηση σε οντολογίες αντικειμένων του πραγματικού κόσμου και όχι απλώς δεδομένων, με τον τρόπο που υλοποιούνται και στον Σημασιολογικό Ιστό, μια Υπηρεσία Διαδικτύου π.χ. που προσφέρει πληροφορίες για αυτοκίνητα, θα μπορεί να συσχετίσει τον οδηγό με το αυτοκίνητο, χωρίς την ύπαρξη αναφοράς σε αυτοκίνητο ή ακόμα και την φωτογραφία ενός οδηγού με τον αριθμό άδειας κυκλοφορίας του, την φωτογραφία ενός αυτοκινήτου με τον αριθμό κυκλοφορίας του και την οδό κατοικίας του οδηγού. Τα παραπάνω επιτυγχάνονται με την περιγραφή του τι είναι αυτοκίνητο, οδηγός, τι είναι φωτογραφία και πως συσχετίζονται μεταξύ τους. Η “Σημασιολογική Υπηρεσία Διαδικτύου” θα αναλάβει να τα αναλύσει και να παράγει ένα εμπειριστατωμένο αποτέλεσμα, όπως το παραπάνω παράδειγμα. Και όλα αυτά με την ενσωμάτωση έξυπνων μηχανισμών και υπολογιστικών, ή και υπερ-υπολογιστικών μηχανών.

Προς αυτή την κατεύθυνση εργάζονται πολλές ερευνητικές ομάδες ανά τον κόσμο. Η **DARPA Agent Markup Language Services (DAML-S)** δημιούργησε μια γλώσσα περιγραφής Σημασιολογικών Υπηρεσιών Διαδικτύου, η οποία βασίζεται στην **RDF** και στην **RDF Schema**. Η **DAML-S** προσφέρει τα εργαλεία για την περιγραφή των ιδιοτήτων και δυνατοτήτων των υπηρεσιών διαδικτύου, σε μορφή πλήρως κατανοητή

από αυτοματοποιημένο λογισμικό. Παράλληλα, το **2002**, η **Semantic Web Enabled Web Services (SWWS)** αναπτύχθηκε για την παροχή τόσο οντολογικής περιγραφής, αλλά και αναζήτησης. Τέλος, η **OWL (Web Ontology Language)** αποτελεί την μετεξέλιξη της **DAML** και μεγάλο μέρος της δουλειάς για αυτή έχει μεταφερθεί και στην **OWL**.

Κι εδώ τίθεται θέμα συμβατότητας των τωρινών τεχνολογιών με αυτές του Σημασιολογικού Ιστού. Ο παγκόσμιος ιστός, λοιπόν, είναι ανοιχτός με την έννοια ότι νέες ιστοσελίδες, νέα δεδομένα και νέοι πόροι γενικότερα μπορούν να προστεθούν ελεύθερα από τον καθένα χωρίς κάποιο κεντρικό έλεγχο. Και σε αυτή την κατεύθυνση, είναι προφανές πως ο σημασιολογικός ιστός προκειμένου να συμβαδίζει με το τρέχον μοντέλο του παγκόσμιου ιστού πρέπει να ακολουθήσει τις υπάρχουσες ιδέες και προσεγγίσεις του τωρινού μοντέλου:

1. Πρέπει να χρησιμοποιεί τρόπους διευθυνσιοδότησης μέσω **URI**
2. Πρέπει να χρησιμοποιεί πρωτόκολλα με μικρό και κοινά κατανοητό σύνολο εντολών
3. Πρέπει να διατηρεί όσο το δυνατόν λιγότερο ή ακόμη και καθόλου ιστορικό των πληροφοριών του διαδικτύου
4. Πρέπει να είναι όσο το δυνατόν κατανεμημένο
5. Πρέπει να μπορεί να λειτουργεί πάνω σε μεγάλης κλίμακας δίκτυα
6. Πρέπει να επιτρέπει την τοπική αποθήκευση των πληροφοριών ώστε να επιταχύνει την πρόσβαση σε αυτές και να ελαττώνει το φόρτο του δικτύου

7. Τέλος, μα εξίσου σημαντικό, πρέπει να είναι σε θέση να ανταπεξέλθει σε οποιαδήποτε ασυνέπεια συνδέσμων ή ημιτελών πληροφοριών

2.7 Οντολογίες

Οι οντολογίες εμφανίστηκαν ως εναλλακτικός τρόπος αναπαράστασης γνώσης στον κλάδο της Τεχνητής Νοημοσύνης. Στη σύγχρονη εποχή αποτελούν πεδίο ενδιαφέροντος σε διαφορετικούς τομείς έρευνας και η χρησιμότητά τους μπορεί να φανεί σε ένα μεγάλο αριθμό εφαρμογών.

Η οντολογία, σύμφωνα με τους **Studer et al**, οι οποίοι συγχωνεύουν παλαιότερους ορισμούς των **Gruber** και **Borst**, ορίζεται ως εξής: Η οντολογία συνιστά ένα τυπικό και σαφή προσδιορισμό μίας κοινής σύλληψης ενός εννοιολογικού μοντέλου. Με το εννοιολογικό μοντέλο εννοούμε ένα αφηρημένο μοντέλο κάποιου φαινομένου στον κόσμο, το οποίο έχει δημιουργηθεί με την αναγνώριση των εννοιών των σχετικών με το φαινόμενο αυτό. Το “σαφής” σημαίνει ότι το είδος των χρησιμοποιούμενων εννοιών, καθώς και οι περιορισμοί στη χρήση τους είναι σαφώς καθορισμένοι. Το “τυπικός” σημαίνει ότι η οντολογία θα πρέπει να είναι αναγνώσιμη από μηχανές. Το “κοινή” υποδηλώνει το ότι η οντολογία εκφράζει συλλογική γνώση, δηλαδή όχι τη γνώση ενός ατόμου παρά τη γνώση που είναι κοινώς αποδεκτή από μία ομάδα.

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι οι οντολογίες αποτελούν μία κοινή αντίληψη για ένα θεματικό πεδίο και συνίστανται από ένα σύνολο εννοιών, οι οποίες έχουν καθορισμένη σημασία και συσχετίζονται.

Τεχνολογικά, θα μπορούσε κανείς να την παρομοιάσει με μία βάση δεδομένων, η οποία αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία:

- α) το γλωσσικό στοιχείο που αντιπροσωπεύει τις έννοιες
- β) το περιεχόμενο, δηλαδή, το σύνολο των εννοιών που απαρτίζουν την οντολογία (το γνωσιακό μοντέλο ενός συγκεκριμένου θεματικού πεδίου)
- γ) το λογισμικό διαχείρισης της οντολογίας

2.8 Οι γλώσσες ανάπτυξης οντολογιών DAML+OIL

Η γλώσσα **DAML+OIL** (**DARPA Agent Markup Language + Ontology Interchange Language**) βασίζεται στην **RDF** και έχει αναπτυχθεί για το χαρακτηρισμό πόρων στον παγκόσμιο ιστό. Σε αντίθεση με την απλή **OIL**, δε χρησιμοποιεί τη λογική της διαστρωμάτωσης, ενώ η αναπαράσταση γνώσης στην **DAML+OIL** περιγράφεται συνοπτικά παρακάτω.

Οι έννοιες στη **DAML+OIL** ονομάζονται τάξεις, όπως και στις προηγούμενες γλώσσες που αναφέραμε (**RDF, OWL**). Με βάση τη λογική

των **semantics**, που ακολουθεί αυτή η γλώσσα αυτή, υπάρχουν οι εξής τρόποι για να οριστεί μία τάξη:

- Σύνθεση (**conjunction**), διάζευξη (**disjunction**) και αντίθεση (**negation**) μεταξύ ήδη ορισμένων τάξεων.

- Συλλογή από αντικείμενα.

- Περιορισμοί ιδιοτήτων. Οι περιορισμοί αυτοί αναφέρονται σε ιδιότητες και σχετίζονται με τα εξής χαρακτηριστικά τους:

α) Περιορισμός τύπου της τιμής: Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, πρόκειται ουσιαστικά για τον τύπο μίας ιδιότητας. Έτσι οι τάξεις ομαδοποιούνται ανάλογα με το αν η ιδιότητα που σχετίζεται με τον περιορισμό έχει ως τύπο τιμών μία συγκεκριμένη τάξη.

β) Περιορισμός ύπαρξης για τον τύπο μίας τιμής: Καθορίζει το σύνολο των τάξεων για τις οποίες τουλάχιστον μία τιμή της σχετιζόμενης με τον περιορισμό ιδιότητας έχει ως τιμή ένα αντικείμενο μιας συγκεκριμένης τάξης.

γ) Περιορισμός της τιμής: Καθορίζει το σύνολο των τάξεων για τις οποίες η ιδιότητα με την οποία σχετίζεται ο περιορισμός έχει ως τιμή ένα συγκεκριμένο αντικείμενο.

δ) Περιορισμός της πολλαπλότητας της τιμής μίας ιδιότητας: Καθορίζει το σύνολο των τάξεων με βάση τη μέγιστη, ελάχιστη ή και επακριβή πολλαπλότητα των τιμών για την ιδιότητα που σχετίζεται με τον περιορισμό.

ε) Περιορισμός της πολλαπλότητας της τιμής μίας ιδιότητας με βάση μια συγκεκριμένη τάξη: Ίδια ομαδοποίηση με τον προηγούμενο περιορισμό, με την διαφορά ότι η πολλαπλότητα της τιμής αφορά τα αντικείμενα μίας

συγκεκριμένης τάξης και όχι όλα τα αντικείμενα που συνδέονται με την ιδιότητα.

Από τους παραπάνω ορισμούς φαίνεται ότι ουσιαστικά ο ορισμός των κλάσεων γίνεται μέσω των περιορισμών που πρέπει να ισχύουν για να ανήκει ένα αντικείμενο σε μία τάξη. Στη **DAML+OIL** υπάρχει ο ίδιος διαχωρισμός μεταξύ ορισμένων (**defined**) και αρχέτυπων (**primitive**) τάξεων που υπάρχει στην **OIL**, με την ίδια σημασιολογία των όρων αυτών. Στη **DAML+OIL** μπορούν να οριστούν ρητά ταξινομίες, ενώ υποστηρίζεται και η πολλαπλή κληρονομικότητα. Οι ταξινομίες δηλώνονται με διαφορετικό τρόπο για τις οριζόμενες τάξεις από ότι για τις αρχέτυπες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υπηρεσιοστραφής Αρχιτεκτονική και Διαδικτυακές Επιχειρήσεις

3.1 Η έννοια της υπηρεσιοστραφούς αρχιτεκτονικής

Για την καλύτερη κατανόηση του όρου “Υπηρεσιοστραφής Αρχιτεκτονική” (**Service Oriented Architecture, SOA**) πρέπει να αναλύσουμε ξεχωριστά τις λέξεις που τον αποτελούν.

- 1) Η αρχιτεκτονική είναι μια επίσημη περιγραφή ενός συστήματος η οποία καθορίζει το σκοπό, τις λειτουργίες, τις εξωτερικά ορατές ιδιότητες και τις διεπαφές του. Περιλαμβάνει επίσης την περιγραφή των εσωτερικών τμημάτων του συστήματος και των σχέσεών τους, μαζί με τις αρχές που κυβερνούν το σχέδιο, τη λειτουργία και την εξέλιξη του.
- 2) Μια υπηρεσία είναι ένα τμήμα λογισμικού που μπορεί να προσεγγιστεί μέσω ενός δικτύου Η/Υ για να παράσχει τη λειτουργία στον αιτούντα υπηρεσιών.
- 3) Ο όρος Υπηρεσιοστραφής Αρχιτεκτονική αναφέρεται σε ένα ύφος της οικοδόμησης των αξιόπιστων κατανεμημένων συστημάτων που παραδίδουν τη λειτουργία ως υπηρεσία, με έμφαση στη χαλαρή σύζευξη των αλληλεπιδρών υπηρεσιών.

Τεχνικά και κατά επέκταση, ο όρος **SOA** αναφέρεται στο σχέδιο ενός συστήματος και όχι στην εφαρμογή του. Θεωρούμε τα **SOA** ως ένα αρχιτεκτονικό ύφος που εστιάζει στην εφαρμογή των συστατικών ως υπηρεσίες που μπορούν να ανακαλυφθούν και να χρησιμοποιηθούν από τους πελάτες. Οι υπηρεσίες έχουν γενικά τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

α) Οι υπηρεσίες μπορούν να είναι ξεχωριστά χρήσιμες ή μπορούν να ενσωματωθούν και να συνθέσουν υψηλότερου επιπέδου υπηρεσίες. Μεταξύ άλλων ωφελειών, προωθείται η επαναχρησιμοποίηση της υπάρχουσας λειτουργίας.

β) Οι υπηρεσίες επικοινωνούν με τους πελάτες τους με την ανταλλαγή μηνυμάτων. Καθορίζονται από τα μηνύματα που μπορούν να δεχτούν και τις απαντήσεις που μπορούν να δώσουν.

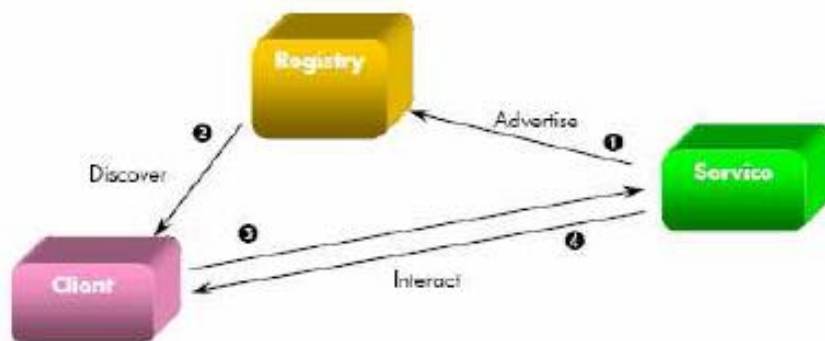
γ) Οι υπηρεσίες μπορούν να συμμετέχουν στη ροή μιας δουλειάς όπου η σειρά με την οποία τα μηνύματα στέλνονται και παραλαμβάνονται έχει επιπτώσεις στην έκβαση των διαδικασιών που εκτελούνται από μια υπηρεσία. Αυτή η έννοια ορίζεται ως “**service choreography**”.

δ) Οι υπηρεσίες μπορούν να είναι απολύτως ανεξάρτητες ή μπορούν να εξαρτηθούν από τη διαθεσιμότητα άλλων υπηρεσιών ή από την ύπαρξη ενός πόρου όπως μια βάση δεδομένων (**Data Base, DB**), κάτι πολύ συνηθισμένο. Στην απλούστερη περίπτωση μια υπηρεσία μπορεί να εκτελέσει έναν υπολογισμό όπως ο υπολογισμός της ρίζας ενός αριθμού χωρίς να πρέπει να αναφερθεί σε οποιοδήποτε εξωτερικό πόρο ή μπορεί να έχει φορτώσει εκ των προτέρων όλα τα στοιχεία που χρειάζεται για τη διάρκεια ζωής της. Αντιθέτως, μια υπηρεσία που εκτελεί για παράδειγμα

τη μετατροπή νομίσματος θα χρειαζόταν σε πραγματικό χρόνο πρόσβαση στις πληροφορίες τιμής συναλλάγματος (**currency exchange rate**) προκειμένου να παραχθούν οι σωστές τιμές.

ε) Οι υπηρεσίες διαφημίζουν τις λεπτομέρειες τους όπως οι ικανότητες, οι διεπαφές, οι πολιτικές και τα υποστηριγμένα πρωτόκολλα επικοινωνιών τους. Λεπτομέρειες της εκτέλεσης όπως η γλώσσα προγραμματισμού και η πλατφόρμα λειτουργίας τους είναι αδιάφορες για τους πελάτες και δεν αποκαλύπτονται.

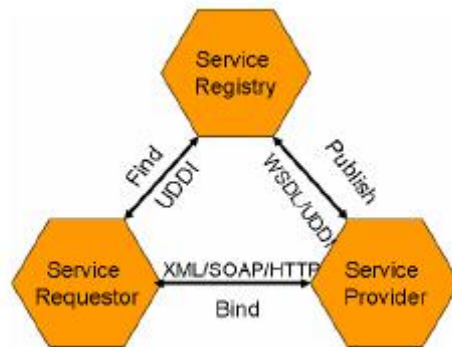
Η παρακάτω εικόνα επεξηγεί έναν απλό κύκλο αλληλεπίδρασης υπηρεσιών ο οποίος αρχίζει με μια υπηρεσία που διαφημίζεται μέσω μιας γνωστής υπηρεσίας καταγραφής με την παρακάτω επεξήγηση. Η όλη διαδικασία μπορεί να αφορά απλή συναλλαγή για έκδοση πληροφοριών σε μη πραγματικό χρόνο (π.χ. την τιμή ενός αγαθού) μέχρι πολύπλοκη εφαρμογή πραγματικού χρόνου με πιστοποιητικά ασφαλείας από τρίτους (π.χ. απόδοση ΦΠΑ στην εφορία μέσω τραπεζικού λογαριασμό του αιτούντος).



Εικόνα 7: Αλληλεπίδραση σε υπηρεσιοστραφές περιβάλλον

1. Ένας πιθανός πελάτης, που μπορεί να είναι μια άλλη υπηρεσία, ρωτά το μητρώο για μια υπηρεσία που τον ενδιαφέρει.
2. Το μητρώο επιστρέφει έναν (ενδεχομένως κενό) κατάλογο κατάλληλων υπηρεσιών και ο πελάτης επιλέγει μία υπηρεσία στέλνοντας ένα μήνυμα αίτησης χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε αμοιβαία αναγνωρισμένο πρωτόκολλο.
3. Σε αυτό το παράδειγμα, η υπηρεσία αποκρίνεται
4. Είτε με το αποτέλεσμα της ζητούμενης λειτουργίας είτε με ένα μήνυμα σφάλματος.

Παρά τις παραπάνω αλληλεπιδράσεις, ο Σημασιολογικός αλλά και ο Παγκόσμιος Ιστός μέσω τις Υπηρεσιοστραφούς Αρχιτεκτονικής, έχουν σαν κύριο στόχο την απόλυτη συνεργασία και διαδραστικότητα και των τριών παραπάνω παραμέτρων-στοιχείων, όπως φαίνεται και στο επόμενο σχήμα και είναι το επιχειρησιακό μοντέλο που χρησιμοποιείται συνήθως από πολλούς οργανισμούς.



Εικόνα 8: Η αρχιτεκτονική της υπηρεσίας

Σύμφωνα με τα παραπάνω, μπορούμε να διακρίνουμε τις οντότητες που απαρτίζουν την τρέχουσα αρχιτεκτονική των υπηρεσιών διαδικτύου. Αυτές είναι η οντότητα που ζητάει την υπηρεσία (**Service Requestor**), η οντότητα που παρέχει την υπηρεσία (**Service Provider**) και τέλος η οντότητα του καταλόγου υπηρεσιών (**Service Registry**).

Με περισσότερη λεπτομέρεια, κάθε μία οντότητα έχει τους ακόλουθους ρόλους:

- 1) Η οντότητα, η οποία ζητάει την υπηρεσία (**Service Requestor**), είναι στην ουσία ο αιτούμενος (**Client**) της υπηρεσίας και πυροδοτεί την έναρξη της όλης διαδικασίας. Αρχικά επιφορτίζεται με το έργο της αναζήτησης της κατάλληλης περιγραφής μιας υπηρεσίας τις καταχωρήσεις της υπηρεσίας καταλόγου. Στη συνέχεια, και ενώ έχει εντοπίσει τον επιθυμητό παροχέα, εγκαθιδρύει σύνδεση με αυτόν, καλεί την υπηρεσία και λαμβάνει τα αποτελέσματα.
- 2) Η οντότητα που παρέχει την υπηρεσία (**Service Provider**), δημοσιοποιεί την περιγραφή της υπηρεσίας ιστού στην οντότητα του καταλόγου υπηρεσιών (**Service Registry**) και ουσιαστικά

παρέχει την υπηρεσία στο διαδίκτυο. Επιπλέον, της ανατίθεται ο ρόλος της λήψης των μηνυμάτων κλήσης για την υπηρεσία από έναν ή περισσότερους αιτούμενους και της παροχής των απαραίτητων αποτελεσμάτων.

3) Τέλος, η οντότητα του καταλόγου υπηρεσιών (**Service Registry**), περιέχει καταχωρήσεις με τις περιγραφές των ήδη δημοσιοποιηθέντων υπηρεσιών διαδικτύου. Για τις υπηρεσίες αυτές παρέχονται τρόποι αναζήτησης ανάμεσα στις διάφορες περιγραφές.

Οι λειτουργίες που παρέχονται μέσω αυτής της αρχιτεκτονικής είναι οι ακόλουθες και πάντα αποτελούν τα χαρακτηριστικά μιας υπηρεσίας:

- 1) Η καταχώρηση των απαραίτητων πληροφοριών για μια υπηρεσία από τη μεριά του παρόχου (**publishing**), η οποία επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης της γλώσσας περιγραφής **WSDL (Web Services Description Language)**.
- 2) Η αναζήτηση και η εύρεση στους καταλόγους της κατάλληλης περιγραφής μιας Υπηρεσίας Διαδικτύου (**finding**). Η επικρατούσα τεχνολογία καταλόγου ονομάζεται **UDDI (Universal Description Discovery and Integration)**.
- 3) Τέλος, έχουμε την εγκαθίδρυση σύνδεσης μεταξύ αιτούμενου και παροχέα (**binding**), κλήση της κατάλληλης υπηρεσίας και αποστολή των αποτελεσμάτων.

Όλα τα παραπάνω επιτυγχάνονται με την ανταλλαγή μηνυμάτων **SOAP (Simple Object Access Protocol)** μεταξύ των τριών εμπλεκόμενων οντοτήτων, η οποία βασίζεται στη γλώσσα μεταδιδόμενων **XML**. Το κλειδί της παραπάνω αρχιτεκτονικής είναι η περιγραφή της Υπηρεσίας Διαδικτύου. Η περιγραφή είναι εκείνη που δημοσιοποιείται από τον παροχέα της υπηρεσίας στον κατάλογο υπηρεσιών και κατά επέκταση είναι το αποτέλεσμα της αναζήτησης του αιτούμενου στον κατάλογο υπηρεσιών. Η περιγραφή, επίσης, είναι εκείνη που λέει στον αιτούμενο όσα ακριβώς πρέπει να γνωρίζει προκειμένου να κάνει κλήση της υπηρεσίας που τον ενδιαφέρει και μπορεί να περιέχει πληροφορία για το τι είδους είναι το αποτέλεσμα που αναμένεται να επιστραφεί ύστερα από την κλήση της υπηρεσίας.

Με την παραπάνω αρχιτεκτονική ήδη υπάρχουσες εφαρμογές μπορούν εύκολα να μετασχηματισθούν σε υπηρεσίες που να εξυπηρετούν άλλες υπάρχουσες ή και νέες εφαρμογές. Πολλές υπηρεσίες μπορούν να συνδυαστούν και να συνεργασθούν για την παραγωγή ενός αποτελέσματος με τρόπο διαφανή προς τον τελικό χρήστη, στον οποίο δίνεται η αίσθηση ότι κλήθηκε μία και μόνο υπηρεσία. Επιπρόσθετα, οργανισμοί και επιχειρήσεις μπορούν ευκολότερα να κατασκευάσουν λογισμικό, που να αλληλεπιδρά με επιχειρησιακές διαδικασίες και να ανταποκρίνεται γρήγορα στις αλλαγές του επιχειρησιακού περιβάλλοντος, σύμφωνα με τα αναφερθέντα. Ας παρουσιάσουμε όμως τα παραπάνω τρία χαρακτηριστικά των υπηρεσιών.

3.2 Το πρωτόκολλο SOAP: Το βασικότερο στοιχείο στην υπηρεσιοστραφή αρχιτεκτονική

Λίγο πριν την παρούσα χιλιετία και συγκεκριμένα το **1997**, μεγάλες εταιρείες, όπως η **Microsoft**, άρχισαν να διερευνούν κατά πόσο ο κατανεμημένος υπολογισμός μπορεί να βασιστεί στη γλώσσα **XML**. Ο σκοπός της έρευνας αυτής ήταν να γίνει εφικτή η επικοινωνία μεταξύ των εφαρμογών μέσω απομακρυσμένων κλήσεων διαδικασιών (**Remote Procedure Calls, RPC**), χρησιμοποιώντας απλά πρωτόκολλα δικτύου, όπως το **HTTP**. Το **1999** έκανε την εμφάνισή του το **SOAP**, ένας **RPC** μηχανισμός βασισμένος σε **XML**. Το **2000** ο οργανισμός **W3C** ασχολείται με την ιδέα αυτή και ύστερα από αρκετές αλλαγές, βελτιώσεις και τροποποιήσεις δυο ολόκληρων χρόνων, το **2003** δηλαδή, το **SOAP** με την έκδοση **1.2** γίνεται η προτεινόμενη προδιαγραφή και το πρωτόκολλο για τις υπηρεσίες διαδικτύου.

Στον πυρήνα του, το **SOAP**, είναι μια προδιαγραφή για ένα απλό αλλά ταυτόχρονα ευέλικτο **XML** πρωτόκολλο δεύτερης γενιάς. Το σημαντικό είναι ότι καθώς η έρευνα ξεκίνησε από τον κατανεμημένο υπολογισμό, το **SOAP** είναι το πλέον κατάλληλο πρωτόκολλο αφού ειδικεύεται σε τέτοια περιβάλλοντα. Το **SOAP** παρέχει τα κάτωθι χαρακτηριστικά και μηχανισμούς:

- α) Μηχανισμός για τον ορισμό της πληροφορίας στην επικοινωνία. Στο **SOAP**, όλη η πληροφορία είναι καταχωρημένη σε ένα ξεκάθαρο και ταυτοποιήσιμο **SOAP** μήνυμα (**SOAP message**). Αυτό γίνεται μέσω ενός **SOAP** φακέλου (**SOAP envelope**), που περικλείει

όλες τις απαραίτητες πληροφορίες. Ένα μήνυμα **SOAP**, μπορεί να έχει σώμα (**body**), το οποίο περιέχει πληροφορία σε **XML** δομή. Επίσης, μπορεί να διαθέτει έναν αριθμό από επικεφαλίδες (**headers**), οι οποίες ενσωματώνουν επιπλέον πληροφορίες έξω από το σώμα του μηνύματος.

β) Διεργασιακό μοντέλο. Αυτό το μοντέλο ορίζει ένα σύνολο κανόνων βάσει των οποίων γίνονται οι διαπραγματεύσεις μεταξύ των **SOAP** μηνυμάτων και του λογισμικού και διακρίνεται από την απλότητά του.

γ) Μηχανισμός για αντιμετώπιση σφαλμάτων. Το **SOAP** παρέχει το μηχανισμό αυτό με τη μορφή των **SOAP faults**, τα οποία όταν χρησιμοποιούνται μπορεί να προσδιοριστεί η πηγή που προκάλεσε το σφάλμα. Επιπλέον, παρέχουν τη δυνατότητα ανταλλαγής διαγνωστικών πληροφοριών μεταξύ των μελών της επικοινωνίας.

δ) Μοντέλο επεκτασιμότητας. Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιεί **SOAP** επικεφαλίδες για την υλοποίηση προεκτάσεων πάνω στο **SOAP**. Οι επικεφαλίδες περιέχουν κομμάτια από δεδομένα με δυνατότητα επέκτασης, τα οποία ταξιδεύουν μαζί με το μήνυμα και μπορούν να γίνουν στόχος για επέκταση σε συγκεκριμένους κόμβους του δικτύου.

ε) Ευέλικτος μηχανισμός για αναπαράσταση δεδομένων. Ο μηχανισμός αυτός επιτρέπει στα δεδομένα σε οποιαδήποτε σειριακή μορφή κι αν βρίσκονται να αναπαρασταθούν σε **XML** μορφή.

στ) Σύμβαση για αναπαράσταση των **RPC's** και των απαντήσεών τους σαν **SOAP** μηνύματα. Οι απομακρυσμένες κλήσεις

διαδικασιών είναι αρκετά διαδεδομένες στον κατανεμημένο προγραμματισμό/υπολογισμό και μπορούν να αναπαρασταθούν καλά μέσω του μηχανισμού αυτού σαν **SOAP** μηνύματα.

§) Πρωτόκολλο εγκαθίδρυσης σύνδεσης - Το πρωτόκολλο αυτό ορίζει μια αρχιτεκτονική για την οικοδόμηση συνδέσεων επικοινωνίας ώστε να είναι εφικτή η ανταλλαγή **SOAP** μηνυμάτων πάνω σε μέσα μεταφοράς και επικοινωνιακά κανάλια. Χρησιμοποιείται το **HTTP** πρωτόκολλο, καθώς είναι το πιο διαδεδομένο και ευρέως χρησιμοποιούμενο στο διαδίκτυο.

Όσον αφορά στα μηνύματα **SOAP**, εφόσον το πρωτόκολλο είναι βασισμένο στην **XML**, είναι αναμενόμενο τα μηνύματα να έχουν μια τέτοια μορφή και ουσιαστικά να μην είναι τίποτε άλλο, παρά **XML** έγγραφα. Το στοιχείο-ρίζα του μηνύματος είναι το **soapenv:Envelope**, το οποίο περικλείει το στοιχείο **soapenv:Body**, που περιέχει πληροφορία σχετιζόμενη με το σκοπό του μηνύματος. Το στοιχείο **soapenv:Body** με τη σειρά του μπορεί να περιέχει άλλα στοιχεία, τα οποία να σχετίζονται ή να αναπαριστούν την απομακρυσμένη κλήση διαδικασίας που πρόκειται να εκτελεστεί. Το όνομα της μεθόδου που θα κληθεί και το όνομα του στοιχείου αυτού περιέχονται μέσα στο σώμα του μηνύματος.

Τα μηνύματα αυτά στέλνονται μέσω πρωτοκόλλου **HTTP**. Η απάντηση σε ένα τέτοιο μήνυμα, που και πάλι μεταφέρεται μέσω **HTTP** είναι και αυτή ένα **SOAP** μήνυμα. Το μήνυμα της απάντησης περικλείεται κι αυτό από το συστατικό **soapenv:Envelope**, που περιέχει το **soapenv:Body**, το οποίο ενσωματώνει και τη βασική πληροφορία του

μηνύματος, στην οποία συγκαταλέγεται και μια κωδικοποιημένη αναπαράσταση του αποτελέσματος της απομακρυσμένης κλήσης που πραγματοποιήθηκε.

Το **SOAP** παρέχει, όπως ήδη αναφέρθηκε, τη δυνατότητα σε ένα μήνυμα να συμπεριλαμβάνονται στοιχεία-επικεφαλίδες. Ο ρόλος τους είναι και ο σημαντικότερος λόγος που χρησιμοποιούμε τα μηνύματα **SOAP** και όχι απλά **XML** έγγραφα. Τα στοιχεία αυτά (**headers**) έχουν την ιδιότητα να αναπαριστούν ένα επιπρόσθετο και επεκτάσιμο είδος πληροφορίας το οποίο μεταφέρεται μαζί με το υπόλοιπο μήνυμα, χωρίς να τροποποιείται ο κυρίως πυρήνας του μηνύματος. Για να γίνει κατανοητό αυτό ας δούμε ένα παράδειγμα της αληθινής ζωής ακριβώς αντίστοιχο με την ιδέα των **SOAP** μηνυμάτων. Ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να στείλουμε ένα έγγραφο αλλά και κάποιες επιπρόσθετες πληροφορίες χωρίς όμως να θέλουμε να μαρκάρουμε το έγγραφο με αυτές. Τοποθετούμε, λοιπόν, το έγγραφο στο φάκελο και στη συνέχεια προσθέτουμε μία ή δύο σελίδες χαρτί, οι οποίες περιγράφουν την επιπλέον πληροφορία που θέλαμε να στείλουμε. Η αντιστοιχία του παραδείγματος αυτού με το πρωτόκολλο που περιγράφουμε είναι ότι ο φάκελος είναι το στοιχείο **soapenv:Envelope**, το έγγραφο που θέλουμε να στείλουμε είναι το στοιχείο **soapenv:Body** και οι σελίδες με την επιπλέον πληροφορία είναι τα στοιχεία επικεφαλίδες (**headers**).

Η χρήση των επικεφαλίδων για την προσθήκη λειτουργικότητας σε ένα μήνυμα **SOAP** είναι γνωστή και σαν κατακόρυφη επέκταση, γιατί τα στοιχεία αυτά τοποθετούνται στην κορυφή του μηνύματος πριν το σώμα

του. Για λόγους ασφάλειας σε περιπτώσεις επεκτασιμότητας χρησιμοποιώντας στοιχεία επικεφαλίδες, η προδιαγραφή του **SOAP** ορίζει μια άλλη μεταβλητή, τη μεταβλητή **mustUnderstand**. Όταν η τιμή της είναι αληθής, τότε ο παραλήπτης του μηνύματος πρέπει να συμφωνήσει ότι αποδέχεται όλους τους όρους της επικεφαλίδας του μηνύματος προκειμένου να συνεχιστεί η επεξεργασία του. Στην περίπτωση που η τιμή της μεταβλητής αυτή είναι ψευδής, τότε η επικεφαλίδα έχει προαιρετικό ρόλο και η επεξεργασία του μηνύματος μπορεί να γίνει και από παραλήπτες που αγνοούν τις προδιαγραφές που θέτει η επικεφαλίδα.

Αντίστοιχα με την κατακόρυφη επεκτασιμότητα, υπάρχει και η οριζόντια, η οποία έχει να κάνει με την αντιστοίχιση διαφορετικών κομματιών του μηνύματος με διαφορετικούς παραλήπτες. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω των μεσολαβητών **SOAP (SOAP intermediaries)**. Αυτές οι εφαρμογές μπορούν να επεξεργάζονται μέρη του μηνύματος **SOAP** καθώς αυτό ταξιδεύει προς τον τελικό του προορισμό. Οι μεσολαβητές μπορούν να αποδέχονται και να προωθούν μηνύματα καθώς κάνουν και κάποιο είδος επεξεργασίας. Σε γενικές γραμμές, στον αληθινό κόσμο σπάνια ξεκινά ένα μήνυμα από κάποια τοποθεσία και φθάνει απευθείας στον προορισμό του. Για παράδειγμα ας πάρουμε το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Όταν στέλνουμε ένα μήνυμα αυτό θα περάσει από διάφορους **servers** και δρομολογητές (**routers**) προτού εντοπίσει τον προορισμό του. Αυτός είναι ένας από τους κυριότερους λόγους που χρειάζονται οι μεσολαβητές στα μηνύματα **SOAP**, καθώς επίσης χάρη σε αυτούς μπορούμε να έχουμε υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας σε καταναεμημένα συστήματα.

Έχοντας περιγράψει αρκετά το **SOAP**, φτάνουμε στα εξής βήματα που τελικά πρέπει να πραγματοποιηθούν από έναν παραλήπτη ή ένα μεσολαβητή κάποιου μηνύματος **SOAP**:

- 1) Πρέπει να κατανοηθεί το σύνολο των κανόνων που περιέχει το μήνυμα που παραλείφθηκε. Τα στοιχεία επικεφαλίδες κυρίως μπορεί να περιέχουν τέτοιο πληροφορία.
- 2) Πρέπει να προσδιοριστούν όλα τα σύνολα που ορίζουν τα στοιχεία επικεφαλίδες με προσοχή.
- 3) Αν κάποιο σημείο δεν είναι κατανοητό, και αυτό έχει να κάνει με τη μεταβλητή **mustUnderstand**, τότε πρέπει να συνταχθεί ένα μήνυμα λάθους (**SOAP fault**). Σε τέτοια περίπτωση η περαιτέρω επεξεργασία του μηνύματος πρέπει να σταματήσει.
- 4) Ακολουθεί επεξεργασία των επικεφαλίδων. Σε περίπτωση που το μήνυμα βρίσκεται στον τελικό παραλήπτη και όχι σε κάποιον ενδιάμεσο, τότε γίνεται και η επεξεργασία του σώματος του μηνύματος.
- 5) Στην περίπτωση που το μήνυμα βρίσκεται σε κάποιον ενδιάμεσο μεσολαβητή και δεν υπάρχει κάποιο πρόβλημα (με την έννοια ότι δεν υπήρξε ανάγκη να συνταχθεί κάποιο μήνυμα λάθους) τότε η πορεία του μηνύματος συνεχίζεται με την προώθησή του στον επόμενο κόμβο, όπου ακολουθείται η ίδια διαδικασία.

Ουσιαστικά η μεταβλητή **mustUnderstand** έχει σα ρόλο να μας δίνει την ευκαιρία να ορίζουμε τι ακριβώς διαδικασίες θα γίνονται σε κάθε κόμβο

από τον οποίο περνάει το μήνυμα μέχρι να φτάσει στον τελικό του προορισμό.

Όσον αφορά στα μηνύματα λάθους, αυτά είναι απλά μηνύματα **SOAP**, τα οποία περιέχουν ένα απλό στοιχείο μέσα στο **soapenv:Body**, το **soapenv:Fault**. Η παρουσία αυτού του στοιχείου σηματοδοτεί ότι κάπου υπήρξε κάποιο λάθος. Το μήνυμα λάθους έχει κάποια συγκεκριμένη και καλά ορισμένη δομή ώστε να παρέχει πληροφορία σχετική με το λάθος που συνέβη. Το στοιχείο **env:Code** περιέχει όλη την απαραίτητη κωδικοποιημένη πληροφορία για το σκοπό αυτό. Από τις πληροφορίες αυτές μπορούμε να διαπιστώσουμε εάν το λάθος προέκυψε λόγω λανθασμένης ή ελλιπούς πληροφορίας από τον αποστολέα, ή λόγω κάποιου λάθους που συνέβη κατά την επεξεργασία του από κάποιον παραλήπτη. Επίσης, το λάθος μπορεί να σχετίζεται με την σχέση κάποιου μεσολαβητή με την τιμή της μεταβλητής **mustUnderstand**.

Τέλος, ο λόγος προελεύσεώς του μπορεί να είναι οι μη συμβατές εκδόσεις του πρωτοκόλλου που χρησιμοποιούνταν από κόμβο σε κόμβο. Τα μηνύματα λάθους, ως κανονικά **SOAP** μηνύματα που είναι, μπορούν να επεκτείνονται με την παρουσία στοιχείων επικεφαλίδων, τα οποία μπορεί να περιέχουν επιπλέον πληροφορία για την ανίχνευση του λάθους και να συμβάλλουν στη συντήρηση των υπηρεσιών πάνω στο δίκτυο.

Ένα εργαλείο για την πραγματοποίηση **SOAP** συναλλαγών είναι ο **Apache Axis**, μια μηχανή **SOAP** ανοιχτού λογισμικού.

3.3 Η γλώσσα περιγραφής υπηρεσιών διαδικτύου (WSDL)

Εξηγήσαμε ότι το **SOAP** είναι βασισμένο στην **XML** και ότι μέσω αυτού του πρωτοκόλλου μπορούν να γίνουν αιτήσεις για απομακρυσμένες κλήσεις διαδικασιών από κάποιον πελάτη σε κάποιον **server**. Από τη μεριά του πελάτη όμως υπάρχουν δυσκολίες στη σύνταξη του μηνύματος **SOAP**, καθώς ο πελάτης δε μπορεί να ξέρει τι ακριβώς μήνυμα να στείλει. Το **SOAP** καθορίζει κάποιους κανόνες και προσφέρει μια συγκεκριμένη φόρμα για τα μηνύματα, αλλά πρέπει να βρεθεί κάποιος άλλος τρόπος ώστε ο πελάτης να είναι σε θέση να γνωρίζει τι μήνυμα να στείλει στον **server** του παροχέα της υπηρεσίας. Επίσης, ο πελάτης πρέπει να γνωρίζει αρκετές λεπτομέρειες προτού στείλει το μήνυμα. Πρέπει να γνωρίζει καταρχήν που ακριβώς να το στείλει, ή ποιες μεθόδους θέλει να καλέσει από την υπηρεσία, ή ποια πρωτόκολλα επικοινωνίας υποστηρίζονται από τον παροχέα της υπηρεσίας.

Προκειμένου λοιπόν να γνωρίζει ο πελάτης όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την κλήση μιας υπηρεσίας διαδικτύου, πρέπει να έχει στην κατοχή του μια περιγραφή (**description**) αυτής. Για να γίνει η όλη διαδικασία ακόμη πιο εύκολη και πιο τυποποιημένη χρειάζεται ένας καθορισμένος μηχανισμός για την περιγραφή των υπηρεσιών διαδικτύου. Αυτός ο μηχανισμός θα παρέχει πληροφορίες για ακριβώς αυτά που χρειάζεται να ξέρει ο χρήστης που θέλει να καλέσει την υπηρεσία. Επιπρόσθετα, χάρη σε αυτόν το μηχανισμό είναι δυνατή η ανάπτυξη εφαρμογών που θα βοηθούν τους προγραμματιστές στην ανάπτυξη των υπηρεσιών μέσω των περιγραφών τους.

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενη ενότητα, ο ρόλος της υπηρεσίας καταλόγου (**Service Registry**) σε μια **SOAP** αρχιτεκτονική είναι πολύ σημαντικός. Ο πελάτης, προκειμένου να ανακαλύψει την υπηρεσία που τον ενδιαφέρει, ψάχνει πρώτα στον κατάλογο αυτό. Το αποτέλεσμα της αναζήτησης δεν είναι τίποτε άλλο από την περιγραφή της υπηρεσίας που ζήτησε. Ο παροχέας της υπηρεσίας διαδικτύου, λοιπόν, δημοσιεύει την περιγραφή της υπηρεσίας του γι' αυτό το λόγο. Για να ξέρει ο κάθε πιθανός πελάτης πώς να εγκαθιδρύσει επικοινωνιακή σύνδεση μαζί του και πώς ακριβώς να καλέσει την υπηρεσία που του παρέχει. Μια καλή περιγραφή μιας υπηρεσίας διαδικτύου πρέπει να αποτελείται από δύο μέρη:

- 1) Τη λειτουργική περιγραφή. Η περιγραφή αυτή περιγράφει ποιες ακριβώς λειτουργίες είναι διαθέσιμες από την υπηρεσία διαδικτύου και ποια είναι η απαιτούμενη σύνταξη που θα πρέπει να έχει το **SOAP** μήνυμα προκειμένου να γίνει με επιτυχία η κλήση. Επίσης, πληροφορίες σχετικές με την τοποθεσία της υπηρεσίας είναι διαθέσιμες ώστε ο χρήστης να έχει το ακριβές **URL** στο οποίο θα γίνει η κλήση. Είναι χρέος της περιγραφής αυτής να δώσει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες στον πελάτη ώστε να καλέσει την υπηρεσία.
- 2) Τη μη-λειτουργική περιγραφή. Η λειτουργική περιγραφή είναι πολύ σημαντική, αφού χωρίς αυτή δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί η κλήση της υπηρεσίας. Η μη-λειτουργική περιγραφή όμως είναι εξίσου σημαντική. Όπως υποδηλώνει και το όνομά της, προσφέρει πληροφορίες που σχετίζονται με μη λειτουργικές απαιτήσεις της

υπηρεσίας. Τέτοιες πληροφορίες μπορεί να περιγράψουν το λόγο που κάποιος πελάτης να επιθυμεί να καλέσει την υπηρεσία. Επίσης, μπορεί να περιγράψουν τον παροχέα της υπηρεσίας με αρκετή λεπτομέρεια. Μπορεί να προσφέρουν προσωπικά του στοιχεία και τηλέφωνα επικοινωνίας. Τέλος, πληροφορίες για την ασφάλεια γύρω από την υπηρεσία και την πολιτική του παροχέα μπορεί να είναι διαθέσιμες μέσω της μη λειτουργικής περιγραφής της υπηρεσίας.

Η ευρέως χρησιμοποιούμενη και καθιερωμένη γλώσσα περιγραφής υπηρεσιών διαδικτύου είναι η **WSDL (Web Services Description Language)**, όπως προαναφέρθηκε. Είναι μια γλώσσα βασισμένη στην **XML** και περιγράφει τρεις σημαντικές ιδιότητες της υπηρεσίας:

- Τι κάνει η συγκεκριμένη υπηρεσία. Εδώ περιγράφονται οι μέθοδοι της υπηρεσίας, οι παράμετροί της και τα αποτελέσματα που επιστρέφει.
- Πώς γίνεται η πρόσβαση στην υπηρεσία. Παρέχονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για τη σύνταξη των **SOAP** μηνυμάτων που θα ανταλλαχθούν, καθώς και τα πρωτόκολλα που υποστηρίζονται από τον παροχέα.
- Που βρίσκεται η υπηρεσία. Παρέχονται πληροφορίες για τη δικτυακή διεύθυνση της υπηρεσίας. Συνήθως είναι ένα **URL**.

Όπως κάθε καλά ορισμένη γλώσσα βασισμένη σε **XML**, έτσι και η **WSDL** ορίζει κάποια βασικά στοιχεία που συναντιούνται σε ένα **WSDL** έγγραφο. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

α) **portType**. Είναι ένας αφαιρετικός ορισμός της διασύνδεσης της υπηρεσίας διαδικτύου. Ουσιαστικά, σκοπός του είναι η περιγραφή αυτής της διασύνδεσης. Όπως γίνεται σε έναν αντικειμενοστραφές (**Object Oriented**) κώδικα, π.χ. στην **Java**, που η διασύνδεση αποτελείται μόνο από τις υπογραφές των μεθόδων, έτσι κι εδώ ο ορισμός του **portType** είναι η συλλογή των λειτουργιών που παρέχει η υπηρεσία διαδικτύου. Ένα τέτοιο στοιχείο μπορεί να έχει ένα απλό όνομα, το οποίο πιθανόν να σχετίζεται με τη λειτουργία που προσφέρει η υπηρεσία. Εάν ένα έγγραφο **WSDL** περιέχει πολλά τέτοια στοιχεία, τότε το κάθε ένα οφείλει να έχει διαφορετικό όνομα.

β) **Message**. Καθορίζει τη μορφή του μηνύματος, καθώς και το σύνολο των παραμέτρων που σχετίζονται με τις μεθόδους της υπηρεσίας. Το στοιχείο αυτό μπορεί να αποσυντεθεί σε πολλά μέρη, που ονομάζονται **parts**. Κάθε στοιχείο **message** μέσα σε ένα **WSDL** έγγραφο πρέπει να έχει ένα μοναδικό όνομα ώστε να ξεχωρίζει από τα υπόλοιπα. Ουσιαστικά, τα στοιχεία αυτά δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον αφού δεν είναι τίποτε άλλο από μια συλλογή από **parts** και κάθε **part** έχει ένα όνομα, που συνήθως αντικατοπτρίζει την πληροφορία που περιέχεται στο **part**.

γ) **Types**. Ορίζει τη συλλογή όλων των τύπων δεδομένων που χρησιμοποιούνται από την υπηρεσία διαδικτύου. Το εξ ορισμού σύστημα των τύπων δεδομένων στην **WSDL** είναι το **XML** σχήμα (**XML Schema**). Το σχήμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει όλους τους τύπους δεδομένων που μπορεί να χρησιμοποιηθούν στα διάφορα μηνύματα που ανταλλάσσονται για

την κλήση της υπηρεσίας. Το στοιχείο **types** είναι ένα μέρος για το **WSDL** έγγραφο στο οποίο ο χρήστης ορίζει τύπους δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν σε άλλα στοιχεία του εγγράφου.

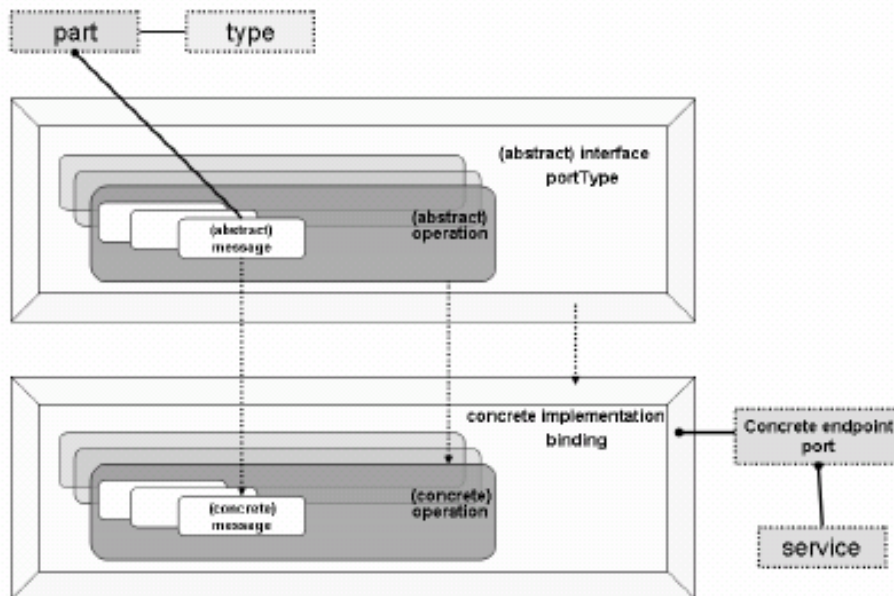
δ) **Binding**. Περιέχει λεπτομέρειες για το πώς τα στοιχεία σε μια αφαιρετική δομή (όπως το **portType**) μπορούν να μετασχηματισθούν σε μια συμπαγή αναπαράσταση των δεδομένων και πρωτοκόλλων που θα χρησιμοποιηθούν για την επικοινωνία μεταξύ του πελάτη και της υπηρεσίας. Ουσιαστικά είναι το στοιχείο που θα πει στον πελάτη πώς ακριβώς να μορφοποιήσει το μήνυμα που θα στείλει για την κλήση της υπηρεσίας. Κάθε στοιχείο **portType** μπορεί να έχει ένα ή περισσότερα στοιχεία **binding** συσχετισμένα με αυτό. Για ένα συγκεκριμένο στοιχείο **portType**, ένα στοιχείο **binding** περιγράφει τον τρόπο που πρέπει να γίνει η κλήση των μεθόδων της υπηρεσίας χρησιμοποιώντας κάποιο καθορισμένο πρωτόκολλο, όπως το **SOAP**, πάνω σε κάποιο επίσης καθορισμένο πρωτόκολλο μεταφοράς, όπως το **HTTP**. Το όνομα του **binding** πρέπει να είναι μοναδικό καθώς πολλά τέτοια στοιχεία μπορεί να υπάρχουν σε ένα **WSDL** έγγραφο.

ε) **Port**. Περιγράφει πώς ακριβώς εκφράζεται ένα **binding** σε μια φυσική θύρα του δικτύου. Ο ρόλος της είναι πολύ απλός αφού δεν κάνει τίποτε άλλο από μια απλή αντιστοιχία. Τα στοιχεία αυτά, όπως και τα προηγούμενα, οφείλουν να φέρουν ένα όνομα, μοναδικό μέσα στο **WSDL** έγγραφο. Συνήθως, τα στοιχεία αυτά υποδεικνύουν το **URL** στο οποίο πρέπει να σταλούν τα μηνύματα **SOAP** ώστε να γίνει η κλήση της υπηρεσίας. Τα στοιχεία αυτά δε

συναντιούνται μόνο τους μέσα στο έγγραφο της περιγραφής της υπηρεσίας. Είναι στοιχεία – παιδιά του συστατικού **service**.

στ) **Service**. Ένα τέτοιο στοιχείο είναι μια συλλογή από **ports**. Το στοιχείο αυτό μπορεί να έχει ένα μοναδικό όνομα μέσα στο έγγραφο. Παρόλο που ο ρόλος του δεν έχει ιδιαίτερη σημασία, είναι καλό τα στοιχεία **port** να ομαδοποιούνται κάτω από ένα στοιχείο **service**. Συνήθως όμως ένα μόνο στοιχείο **port** συναντάται και έτσι καταλήγουμε στο να έχουμε ένα στοιχείο **service**, που να περιέχει ένα στοιχείο **port**.

Το σχήμα που ακολουθεί απεικονίζει τις συσχετίσεις μεταξύ των συστατικών της **WSDL**.



Εικόνα 9: Το WSDL μοντέλο

Η δομή ενός **WSDL** εγγράφου ξεκινά με ένα στοιχείο ορισμών, το οποίο καλείται **definitions**. Το στοιχείο αυτό περιέχει όλα τα υπόλοιπα στοιχεία που μπορεί να συναντηθούν μέσα στο έγγραφο, δηλαδή μπορεί να περιέχει:

- Κανένα ή οσαδήποτε στοιχεία τεκμηρίωσης. Τα στοιχεία αυτά καλούνται **documentation elements** και χρησιμοποιούνται για να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες κατανοητές από τον άνθρωπο γύρω από την υπηρεσία διαδικτύου.
- Κανένα ή οσαδήποτε στοιχεία εισαγωγών. Τα στοιχεία αυτά καλούνται **import elements**. Τα στοιχεία δίνουν τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης ήδη υπάρχοντων **WSDL** εγγράφων επιτρέποντας σε διάφορα στοιχεία να έχουν αναφορές σε άλλα ήδη υπάρχοντα που βρίσκονται σε διαφορετικό έγγραφο σε διαφορετικό αρχείο.
- Προαιρετικά ένα στοιχείο **types**.
- Κανένα ή οσαδήποτε στοιχεία **message**.
- Κανένα ή οσαδήποτε στοιχεία **portType**. Συνήθως μόνο ένα συναντάται.
- Κανένα ή οσαδήποτε στοιχεία **binding**. Συνήθως μόνο ένα συναντάται, το οποίο έχει να κάνει με το στοιχείο **portType**.
- Κανένα ή οσαδήποτε στοιχεία **service**. Και πάλι συνήθως μόνο ένα είναι αρκετό.

3.4 Το πρότυπο σημασιολογικής περιγραφής UDDI

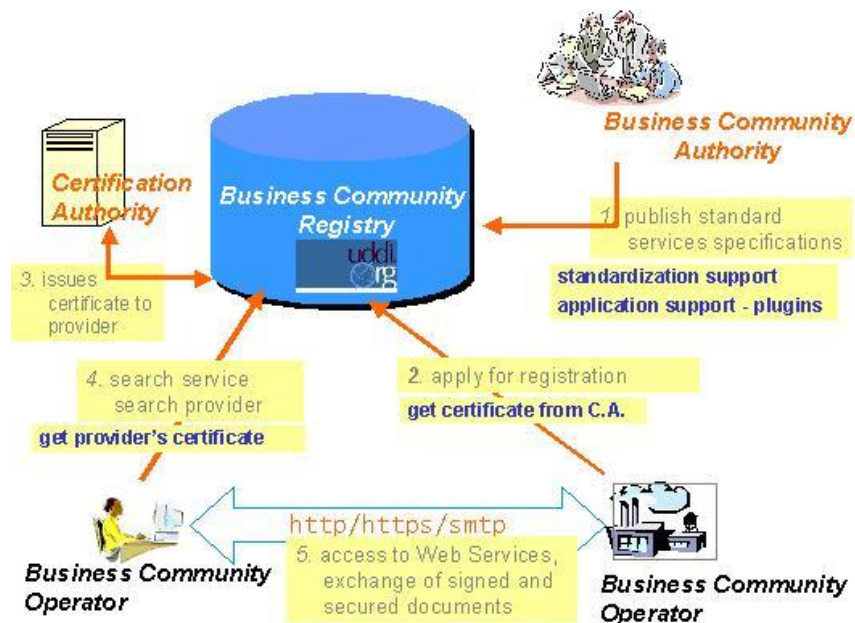
Ένας από τους θεμελιώδεις σκοπούς του **UDDI (Universal Description Discover and Integration)** είναι να διευκολύνει την ανακάλυψη υπηρεσιών και κατά το χρόνο σχεδίασης, και δυναμικά κατά το χρόνο εκτέλεσης. Συνεπώς το **UDDI** λειτουργεί ως ένα κοινό, άμεσα συνδεδεμένο κατάλογο (και των αντιστοιχών υπηρεσιών), το οποίο λειτούργησε για πρώτη φορά τον Μάιο του **2001**. Ο κατάλογος αυτός, συνήθως αναφέρεται ως κατάλογος επιχειρήσεων **UDDI (UDDI Business Registry)**. Ο κατάλογος αυτός, στην πραγματικότητα αποτελείται από δυο πανομοιότυπους καταλόγους, που διατηρούνται αυτή τη στιγμή από δύο εταιρείες (**IBM** και **Microsoft**), οι οποίοι και αποκαλούνται οι διαχειριστές του **UDDI**.

Για να γίνει κάποιος διαχειριστής ενός τέτοιου καταλόγου, πρέπει να ακολουθήσει αυστηρές συμφωνίες για την αντιγραφή των δεδομένων, το απόρρητο των δεδομένων και τις διάφορες πολιτικές. Από την οπτική μιας καταχωρημένης επιχείρησης αλλά και από την οπτική του απλού χρήστη, η απαίτηση είναι να μην υπάρχει διαφορά ανάμεσα στα διαφορετικά αντίγραφα του καταλόγου. Οι επιχειρήσεις μπορούν να κάνουν εγγραφή σε οποιονδήποτε διαχειριστή **UDDI**, και τα δεδομένα τους θα αντιγραφούν σε όλα τα άλλα αντίγραφα του καταλόγου στους άλλους διαχειριστές. Επομένως, οι χρήστες μπορούν να αναζητήσουν στον κατάλογο οποιουδήποτε διαχειριστή για να βρουν τις επιχειρήσεις που αναζητούν, άσχετα με το διαχειριστή που έχει επιλέξει η συγκεκριμένη επιχείρηση για να εγγραφεί. Υπάρχουν όμως κάποια λεπτά

θέματα που έχουν σχέση με την απόφαση σχετικά με το ποιον διαχειριστή να χρησιμοποιήσει μια επιχείρηση για να εγγραφεί. Για παράδειγμα, κάποιος διαχειριστής μπορεί να ζητούν επιπρόσθετες προαιρετικές πληροφορίες που δεν απαιτούνται από το **UDDI**. Αυτή η πληροφορία δεν αντιγράφεται στα αντίγραφα του καταλόγου στους άλλους διαχειριστές. Επιπλέον, αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι από τη στιγμή που μια επιχείρηση επιλέξει κάποιο διαχειριστή για να εγγραφεί, η οποιαδήποτε ενημέρωση και τροποποίηση των στοιχείων θα πρέπει να γίνει από τον ίδιο διαχειριστή. Αυτό πρέπει να γίνεται έτσι δεδομένου ότι ο κάθε διαχειριστής ακολουθεί διαφορετικές πολιτικές πιστοποίησης και ασφάλειας, και επομένως η πληροφορία πιστοποίησης δεν είναι εύκολο να αντιγραφεί στους άλλους διαχειριστές.

Το **UDDI** είναι κάτι παραπάνω από ένα κατάλογο επιχειρήσεων και υπηρεσιών. Ορίζει ένα σύνολο από δομές δεδομένων και διάφορες διαδικτυακές προδιαγραφές, για την προγραμματική αναζήτηση και καταχώρηση εταιρειών, υπηρεσιών, δεσμών, και ειδών υπηρεσιών. Στα τυπικά σενάρια υπηρεσιών διαδικτύου, οι παροχείς υπηρεσιών διαδικτύου θα θελήσουν να δημοσιεύσουν τις περιγραφές των εταιρειών και των υπηρεσιών τους σε ένα κατάλογο, και όσοι αναζητούν υπηρεσίες, είτε κατά τη σχεδίαση, είτε κατά την εκτέλεση, θα θελήσουν να αναζητήσουν στον κατάλογο περιγραφές υπηρεσιών. Οι προδιαγραφές του **UDDI** παρέχουν για αυτό το λόγο ένα σύνολο από προγραμματιστικές διεπαφές (API) δημοσίευσης για την καταχώρηση υπηρεσιών, και αντίστοιχες διεπαφές ερωτήσεων API για την εύρεση υπηρεσιών.

Επιπλέον από την παροχή μιας προγραμματιστικής διεπαφής, οι διαχειριστές του καταλόγου **UDDI**, παρέχουν ένα σύστημα αλληλεπίδρασης με το χρήστη, βασισμένο στο διαδίκτυο, για την καταχώρηση, διαχείριση, ανεύρεση εταιρειών και υπηρεσιών μέσα στον κατάλογο. Παρακάτω φαίνεται μια πιο λεπτομερής αναπαράσταση με συνδυασμό επιχειρησιακών διαδικασιών με υπηρεσίες βάσει της αρχιτεκτονικής υπηρεσίας της εικόνας 8 (σελ. 45). Είναι μια υπηρεσία διαδικτύου σε ένα επιχειρησιακό κοινό δίκτυο (**Business Community Service, BCS**). Η επιχειρησιακή διαδικασία που εφαρμόζεται (**Business Process**) είναι ανεξάρτητη της πλατφόρμας επικοινωνίας και που πάνω στην οποία στηρίζεται μια πληθώρα ιδιωτικών οργανισμών.



Εικόνα 10: Παράδειγμα μοντέλου επιχειρησιακών διαδικασιών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Περιγραφή Επιχειρησιακών Υπηρεσιών

4.1 Γλώσσα περιγραφής ενοποιημένων υπηρεσιών (USDL)

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε μελέτη διάφορων εργαλείων και συγκεκριμένα για γλώσσα περιγραφής υπηρεσιών διαδικτύου. Αν και το πιο συνηθισμένο πρότυπο είναι η γλώσσα **WSDL**, υπάρχει και μια άλλη αντίστοιχη γλώσσα αλλά λίγο πιο γενική, η γλώσσα περιγραφής ενοποιημένων υπηρεσιών (**Unified Service Description Language, USDL**). Η **USDL** είναι και αυτή μια γλώσσα περιγραφής υπηρεσιών στις διαδικτυακές επιχειρήσεις, η οποία είναι επίσης ανεξάρτητη από τις πλατφόρμες επικοινωνίας των εταιρειών.

4.2 Χρησιμότητα της USDL

Όπως και στην **WSDL**, έτσι και μέσω της **USDL** μπορούν να περιγραφούν οι υπηρεσίες διάφορων οργανισμών σε αρχιτεκτονικές **SOA** και όχι μόνο. Επειδή η **USDL** είναι πιο γενικής μορφής και ανάλυσης, μπορεί να περιγράψει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών, στοχεύοντας φυσικά και σε περιγραφές Τεχνολογίας Πληροφορίας (**Information Technology, IT**). Υπάρχουν διάφορα σύνολα περιγραφής, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα, που το καθένα μπορεί να είναι ικανό να περιγράψει

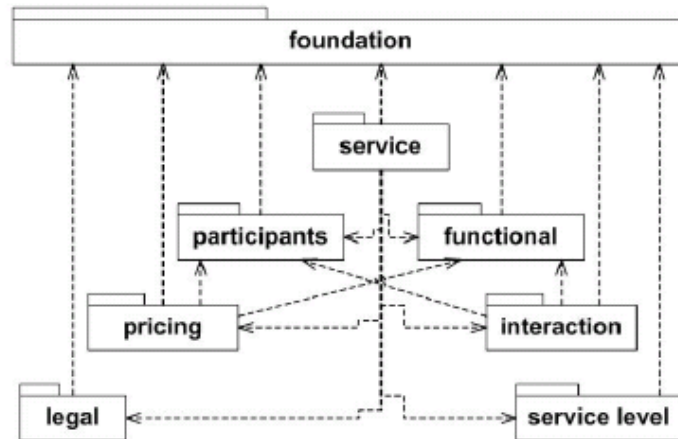
μια διαφορετική γκάμα υπηρεσιών που προσφέρουν οι οργανισμοί με διαφορετικά στοιχεία το καθένα από αυτά.

Strand	Scope	Purpose	Business network	Standardized
SOA efforts	IT	Exchange or Engineering or Reference	No	Various
Semantic Web Service efforts	IT	Automation or Reference	No	No
SaaS efforts	IT	Engineering or Exchange	No	Yes and No
Economic efforts	Business	Reference	No	Yes and No
Service Network efforts	Business	Configuration or Optimization	Yes	No
Service System efforts	System	Reference	No	No
USDL	IT and Business	Reference and Exchange	Yes	Yes

Εικόνα 11: Παραδείγματα περιγραφών από διάφορα μοντέλα

4.3 Δομή της USDL

Η γλώσσα **USDL** αποτελείται , σαν εμπορικό προϊόν, από έτοιμες βιβλιοθήκες, ένα σύνολο από στοιχεία (**modules**) καθώς και πακέτα (**packages**) δεδομένων που εξαρτώνται μεταξύ τους από διάφορες λειτουργίες. Η στοιχειοποίηση (**modularization**) εισήχθη για να υποστηρίξει την συμβατότητα όλων των βιβλιοθηκών και πακέτων στην γλώσσα περιγραφής υπηρεσιών. Παρακάτω απεικονίζεται η εξάρτηση των πακέτων του μοντέλου **USDL**.



Εικόνα 12: Σύνθεση USDL

Όπως και στην γλώσσα **UML** έτσι και εδώ παρόμοιος στόχος είναι το διάγραμμα απαιτήσεων της εκάστοτε υπηρεσίας διαδικτύου, καθώς και η ανάλυση της. Γενικά τα αντικείμενα Πληροφορικής **Software Engineering** και **Software Development** προϋποθέτουν βασικές γνώσεις του κλάδου έτσι ώστε να εξηγηθεί πλήρως και η ανάλυση **USDL**, κάτι που σε αυτή την εργασία δεν γίνεται τόσο λεπτομερή αναφορά. Ο παρακάτω πίνακας δεδομένων δείχνει, σε γενική μορφή, τα στοιχεία που πρέπει να αναλυθούν από τις βιβλιοθήκες ή τα πακέτα της **USDL** στην υπηρεσία που θα παρέχει οποιοσδήποτε οργανισμός. Τα στοιχεία αυτά καθορίζονται από τους οργανισμούς, για να αποδώσουν το είδος της υπηρεσίας αλλά και το τι ακριβώς πρόκειται να περιγραφεί.

Name	Type	Module	Description
IdentifiableElement	Interface EClass	Foundation	Serves as the super type of all elements of USDL that can be uniquely identified, either globally or within a certain namespace
ElementDescription	EClass	Foundation	A generic concept that provides various information elements to describe objects of USDL concepts
Artifact	EClass	Foundation	A generic concept that allows to include links to service metadata outside of USDL, as well as arbitrary documents, files, web pages, etc.
DependencyTarget	Interface EClass	Foundation	Serves as the super type of all elements of USDL that can be the target of a dependency
Resource	EClass	Foundation	A generic concept to represent classes of real-world objects of various types, e.g. an application, a system, a tool used to perform a service, or an object a service is performed on
Classification	EClass	Foundation	A generic concept that can be used to classify description elements into defined taxonomies
Certification	EClass	Foundation	A generic concept that can be used to associate description elements with certifications they hold
Option	Interface EClass	Foundation	A concept to define subsets of service features and characteristics, in order to create variants of a service and thus only offer parts of the service

Εικόνα 13: Γενική περιγραφή υπηρεσιών μέσω USDL

4.4 Περιγραφή υπηρεσιών

Το επόμενο στάδιο, και στα πλαίσια της αναλυτικότερης περιγραφής υπηρεσιών ενός διαδικτυακού οργανισμού, περιλαμβάνει τα εξής κύρια χαρακτηριστικά:

1. Απόδοση ονόματος υπηρεσίας (**Name**)
2. Τύπος υπηρεσίας (**Type**)
3. Πλήθος εξάρτησης (**Cardinality**)
4. Περιγραφή (**Description**)

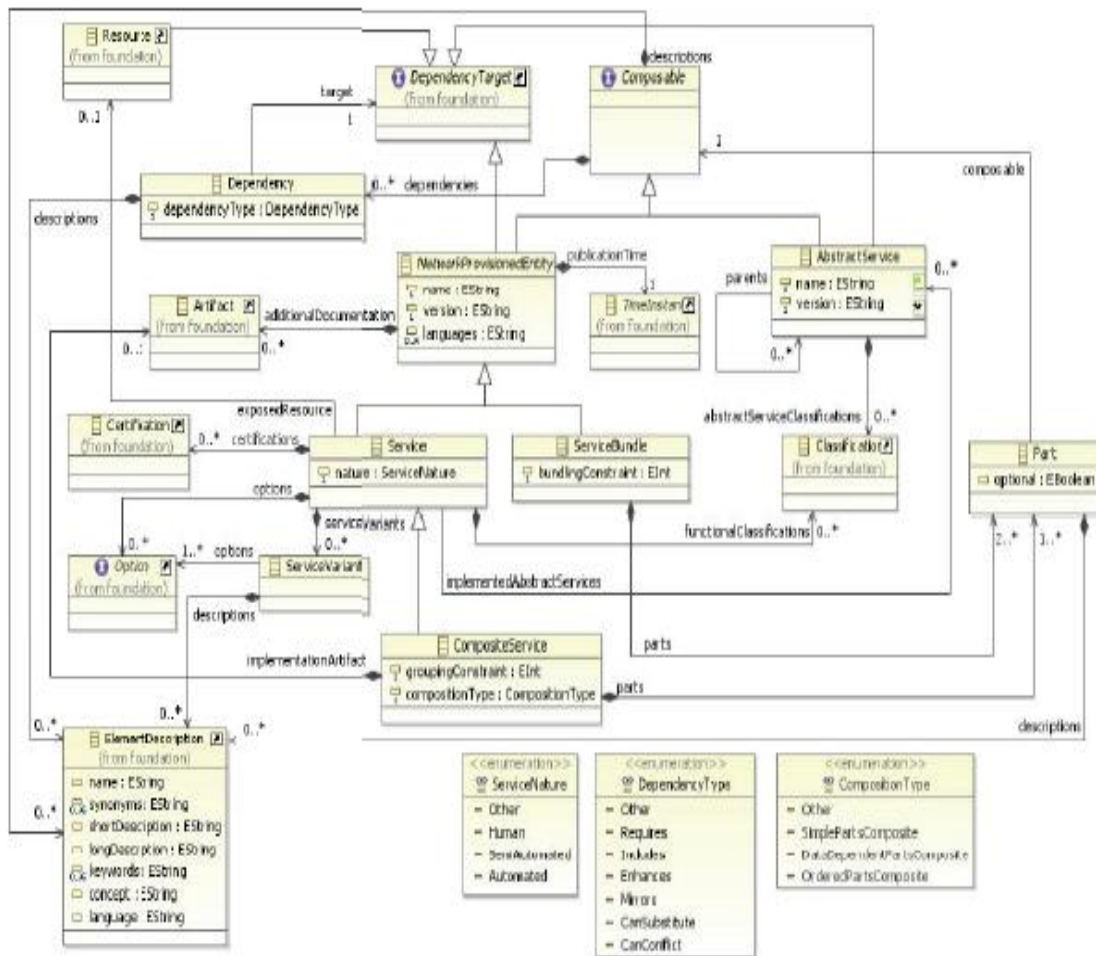
Από αυτά, τα **2** και **3** είναι πολύ σημαντικά, καθώς προσδιορίζουν πως εξαρτάται κάθε υπηρεσία σε σχέση με κάποια άλλη, αλλά και το

πλήθος ατόμων/εφαρμογών που συνδέει την κάθε υπηρεσία με την άλλη. Παρακάτω φαίνεται μια τέτοια περίπτωση.

Name	Type	Cardinality	Description
publicationTime	TimeInstant	1	The time when a specific (functional) version of the service or service bundle was made first available to the service network
additionalDocumentation	Artifact	0..*	The set of optional links to additional information material that gives further description of the service, service demonstrations, reviews, etc.
requestTime	Time	0..*	A time concept describing when the network provisioned entity may be requested
deliveryTime	Time	0..*	A time concept describing when the network provisioned entity can be delivered
requestLocation	Location	0..*	Location from where the network provisioned entity may be requested
deliveryLocation	Location	0..*	Location where the network provisioned entity can be delivered to
pricePlans	PricePlan	0..*	The optional set of price plans that describe the price structure of the service or service bundle (see Pricing module for details)

Εικόνα 14: Σχέσεις υπηρεσιών με USDL

Συνεχίζοντας την ανάλυση, τον προσδιορισμό και την εξάρτηση των υπηρεσιών, τα επόμενα βήματα είναι παρόμοια, για να καθοριστεί τελικά το ολοκληρωμένο πλάνο με μορφή διαγράμματος κλάσεων (το γνωστό **class diagram** στο **software engineering/development**). Με βάση λοιπόν αυτό το πλάνο (παράδειγμα στο επόμενο σχήμα) έχουν περιγραφεί όλες οι υπηρεσίες. Το επόμενο βήμα - κάτι που είναι εκτός αντικειμένου εδώ - είναι η ανάπτυξη αυτού σε κάποιο κώδικα υψηλού επιπέδου (π.χ. **Java**) και η σύνδεση αυτού με βάσεις δεδομένων (π.χ. **ODBC** με **SQL**).



Εικόνα 15: Συνολικό διάγραμμα περιγραφής υπηρεσιών

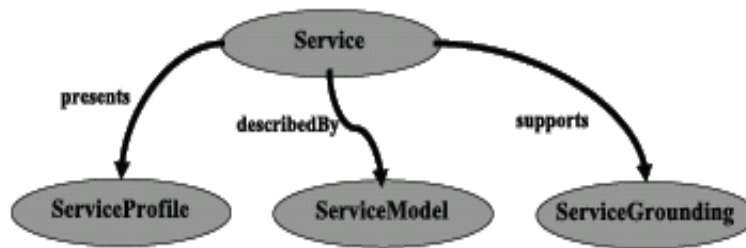
Διευκρινίζεται ότι η παραπάνω περιγραφή, αν τη δούμε και την αναλύσουμε συνολικά παριστάνει μεν την περιγραφή του στοιχείου των υπηρεσιών (**Service Module**) και όχι πως αυτό συνδέεται με άλλες εξωγενείς παραμέτρους, όπως για παράδειγμα την πλατφόρμα επικοινωνίας, το λογισμικό προσαίτιας, το είδος δικτύου πρόσβασης και

άλλα παρόμοια. Δηλαδή η αποστολή αυτής της γλώσσας περιγραφής είναι κατά κύριο λόγο ο προσδιορισμός των υπηρεσιών και πώς αυτές συνδέονται μεταξύ τους. Τα υπόλοιπα στάδια υλοποίησης του οργανισμού είναι θέμα διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων. Εντούτοις, μπορεί η εκάστοτε γλώσσα περιγραφής να συνδυαστεί με κάποια άλλα μοντέλα, εφόσον αυτό επιθυμείται.

Για παράδειγμα, η γλώσσα **OWL-S (Web Ontology Language for Services)** είναι μια γλώσσα περιγραφής Σημασιολογικών Υπηρεσιών Ιστού με το κύριο πλεονέκτημα να είναι στο ότι χρησιμοποιεί μια Ανώτερη Οντολογία (**Upper Ontology**) για σημασιολογική περιγραφή των υπηρεσιών αυτών. Ο σκοπός της οντολογίας είναι να προσφέρει τον τρόπο περιγραφής μιας υπηρεσίας ώστε να απαντώνται ερωτήματα όπως:

- α) τι είναι σε θέση να προσφέρει μια υπηρεσία στους πελάτες της
- β) πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια υπηρεσία και
- γ) πως γίνεται η αλληλεπίδραση με την υπηρεσία.

Έτσι, αν για παράδειγμα αυτή η οντολογία προβλέπει αρχικά την κλάση **Service** (Υπηρεσία) η οποία αναπαριστά μια υπηρεσία ιστού, τότε για κάθε στιγμιότυπο (**Instance** - στοιχείο προγραμματισμού υψηλού επιπέδου) της κλάσης **Service** υπάρχει και μια υλοποίηση της αντίστοιχης υπηρεσίας. Έτσι, και σύμφωνα με τα παραπάνω α, β, γ, η **Service** θα σχετίζεται με τρεις άλλες:



Εικόνα 16: Ανάπτυξη περιγραφής υπηρεσιών με την OWL-S

1) Κλάση **ServiceProfile**. Η οποία αντιπροσωπεύει το τι κάνει μια υπηρεσία. Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα σε έναν έξυπνο διαμεσολαβητή να ανακαλύψει πληροφορίες σχετικά με το τι κάνει η υπηρεσία με ακρίβεια και αυτοματοποιημένα. Στην ανώτερη οντολογία η κλάση **Service** συνδέεται με την κλάση **ServiceProfile** με τη σχέση **presents**, η οποία δείχνει τη σύνδεση.

2) Κλάση **ServiceModel**, που αντιπροσωπεύει το πώς μπορεί σε μια υπηρεσία να χρησιμοποιηθεί και το διεργασιακό μοντέλο (**process model**), που ακολουθείται λεπτομερώς. Δίνεται έτσι η δυνατότητα σε ένα έξυπνο διαμεσολαβητή να αποκτήσει πληροφορίες σχετικά με την είσοδο και την έξοδο που απαιτεί η υπηρεσία, τις προϋποθέσεις και τα αποτελέσματα της χρήσης της. Είναι δυνατή επίσης η παροχή λεπτομερειών σχετικά με τα βήματα που ακολουθούνται ώστε η υπηρεσία να παράγει τα συγκεκριμένα αποτελέσματα. Έτσι, ένας έξυπνος διαμεσολαβητής μπορεί να γνωρίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια εάν η υπηρεσία καλύπτει συγκεκριμένες ανάγκες, εάν μπορεί να συνδυαστεί η χρήση της και με τη χρήση άλλων υπηρεσιών και για να παρακολουθήσει

την εξέλιξη μιας υπηρεσίας κατά τη χρήση της. Η κλάση **Service** συνδέεται με την κλάση **ServiceModel** με τη σχέση **describedBy** (περιγράφεται).

3) Κλάση ServiceGrounding. Αντιπροσωπεύει το πως μπορεί να γίνει αλληλεπίδραση με την υπηρεσία ιστού. Έτσι, ένας έξυπνος διαμεσολαβητής θα είναι σε θέση να έχει περιγραφή του πρωτοκόλλου επικοινωνίας που πρέπει να χρησιμοποιηθεί και του **format** των μηνυμάτων που πρέπει να ανταλλαχθούν για τη χρήση της υπηρεσίας. Επίσης, για κάθε στοιχείο εισόδου ή εξόδου που ορίζεται στην κλάση **ServiceModel**, ορίζεται η τεχνική σειριοποίησης (**serialization**) που πρέπει να ακολουθηθεί. Η κλάση **Service** συνδέεται με την κλάση **ServiceGrounding** και πάλι με τη σχέση **supports**.

Γενικά οι τρόποι περιγραφής μπορούν και υποστηρίζουν ακόμα και ετερογενής υπηρεσίες (π.χ. συνδυασμός για υπηρεσίες Παγκόσμιου Ιστού με Σημασιολογικό), άσχετα με τα λογισμικά επικοινωνίας, το είδος σύνδεσης κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Αγορές Υπηρεσιών

5.1 Αγορά διαδικτυακών υπηρεσιών: διαδικασία και πλεονεκτήματα

Καθώς το **Internet** παρέχει μια ευέλικτη και δυναμική αγορά για την ανταλλαγή αγαθών, υπηρεσιών και πληροφοριών ανάμεσα στους καταναλωτές και τις εταιρείες, γίνεται όλο και πιο επιτακτικό για τις εταιρείες το να χρησιμοποιούν το **Internet** για να έχουν πρόσβαση σε νέες αγορές. Η αγορά υπηρεσιών (**service marketplace**) στο διαδίκτυο είναι μια ανταλλαγή επιχειρηματικών δεδομένων, όπου εμπλέκονται δύο ή και παραπάνω οργανισμοί, με σκοπό την καθίδρυση εμπορίου, προφανώς ηλεκτρονικού εμπορίου.

Όλες οι συναλλαγές από της ανάκτησης πληροφορίας μέχρι και την ηλεκτρονική υποβολή χρημάτων (**e-payment**), γίνονται μέσω πλατφόρμας και λογισμικών που παρέχονται από την εταιρεία κατά κύριο λόγο. Το λογισμικό επικοινωνίας, που δρα ως **software-as-a-service** συνδέει τις ιστοσελίδες **client** και **server** ώστε να ανταλλαχθούν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Αυτό αφορά όλες τις παροχές αγορών υπηρεσιών, ανεξάρτητα από το αν παρεμβαίνει ο ανθρώπινος παράγοντας για την εξόρυξη των αποτελεσμάτων (**data mining**), δηλαδή μέσω Παγκόσμιου Ιστού, ή κάποια υπολογιστική μηχανή, δηλαδή μέσω Σηματολογικού. Σε κάθε περίπτωση όμως, το μεγαλύτερο πλεονέκτημα για μια εταιρεία που είναι **online** είναι η ικανότητα να εμπορεύεται προϊόντα σε τοπικό και σε

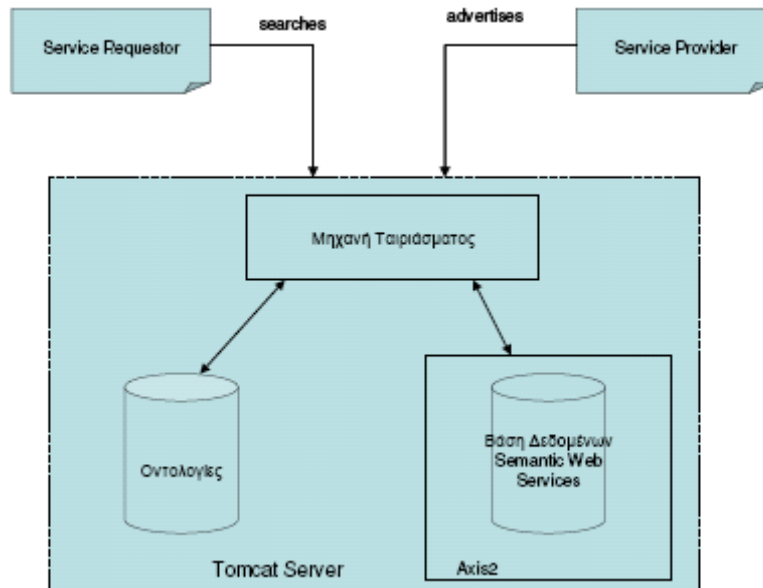
παγκόσμιο επίπεδο και με τα επί μέρους πλεονεκτήματα να έχουν γενικά ως εξής:

1. Χαμηλό κόστος καταχώρισης. Μια εταιρεία μπορεί να καθιερωθεί στο **Internet** και να είναι ανοικτή για συναλλαγές με μια μικρή σχετικά επένδυση. Χιλιάδες επιχειρήσεις διαθέτουν απλά, προσιτά **sites** που είναι επιτυχημένα στους τομείς τους.
2. Μειωμένο κόστος συναλλαγών. Η ενασχόληση με τους πελάτες στο **Web**, είτε πρόκειται για επεξεργασία παραγγελιών ή για υποστήριξη πελατών, είναι φθηνότερη από τις παραδοσιακές μεθόδους της αγοράς. Για παράδειγμα, η μια εταιρεία απλής παροχής διαδικτυακών υπηρεσιών υπολογίζει ότι κερδίζει κατά μέσο όρο οκτώ δολάρια κάθε φορά που ένας πελάτης ελέγχει την πορεία μιας παραγγελίας στο **site** της, αντί να έρχεται σε απευθείας επαφή με την εταιρεία.
3. Πρόσβαση στην παγκόσμια αγορά. Σε μια παραδοσιακή επιχείρηση, η αγορά στόχος είναι συνήθως η τοπική κοινωνία ή με τη δυνατότητα για έναν μεγαλύτερο προϋπολογισμό διαφήμισης, μπορεί να επεκταθεί και σε γειτονικές κοινότητες. Το **Web** επεκτείνει την εμβέλεια και των πιο μικρών επιχειρήσεων δίνοντας τους τη δυνατότητα να εμπορευτούν τα προϊόντα τους σε όλο τον κόσμο.

4. **Online** διανομή. Το **Web** δίνει τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να διανέμουν δεδομένα και λογισμικό (**software**) **online**.
5. Εγγυημένο μερίδιο αγοράς. Το να είναι μια επιχείρηση **online** προστατεύει το τρέχον **offline** μερίδιο που έχει στην αγορά από το να διαβρωθεί από έναν επιχειρηματία που είναι **online**. Αν μια επιχείρηση εισέλθει στην αγορά του **e-commerce** πολύ αργά, οι ανταγωνιστές της που έχουν ήδη εγκαταστήσει μια παρουσία στο **Web** μπορούν να κάνουν ακόμα δυσκολότερη την επιτυχημένη είσοδό της στην αγορά

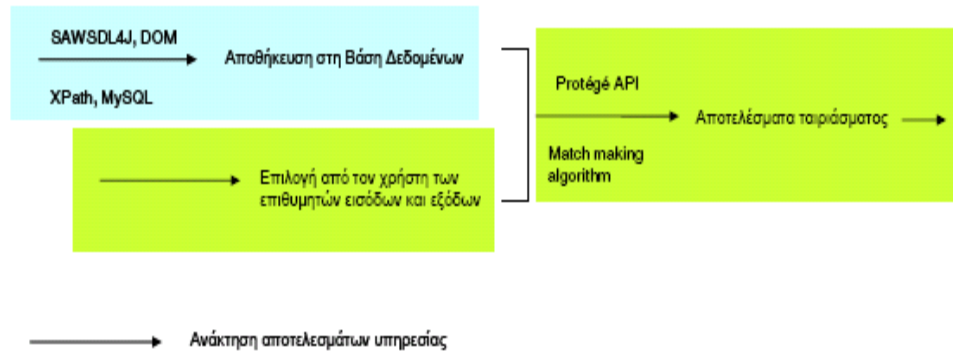
5.2 Βασικά επιχειρηματικά μοντέλα και παρεχόμενες υπηρεσίες

Ένα πολύ απλό μοντέλο επιχειρηματικής διαδικασίας σε επίπεδο **Semantic Services** θα μπορούσε να είναι ένα σύστημα που περιέχει οντολογίες και μια απλή βάση δεδομένων, όπως αυτό του παρακάτω σχήματος, ξεκινώντας αρχικά από τη δημιουργία υπηρεσιών, τη συσχέτιση τους με οντολογίες, την αποθήκευση σε βάση δεδομένων, το ταίριασμα και την ανάκτηση των αποτελεσμάτων. Για τις διαδραστικές λειτουργίες, για το μοντέλο αυτό έχουν επιλεγεί ο **Tomcat Server** και το **Axis 2**, και τα δυο πολύ συνηθισμένα.



Εικόνα 17: Αρχιτεκτονική συστήματος βασικού επιχειρηματικού μοντέλου

Μετά από όλη τη διαδικασία ανάκτησης των επιθυμητών πληροφοριών (επόμενο σχήμα), το μέρος που θα αναλύσει τις οντολογίες και θα δώσει την επιθυμητή έξοδο του συστήματος, θα “δει” όλες τις κλάσεις του συστήματος, εμφανίζοντας τα αποτελέσματα της κάθε μιας. Βέβαια οι πελάτες που επιθυμούν μια συγκεκριμένη υπηρεσία δεν ξέρουν ούτε από οντολογίες αλλά ούτε και από κλάσεις του προγράμματος. Δεν γνωρίζουν επίσης και ποιο επιχειρηματικό μοντέλο εφαρμόζει η κάθε υπηρεσία. Το μόνο που φαίνεται είναι τα κείμενα τις ιστοσελίδας που έχουν μπροστά τους.



Εικόνα 18: Διαδικασία ανάκτησης πληροφοριών

Το μόνο που αναζητούν οι πελάτες και οι αιτούντες οργανισμοί είναι η απλότητα και αποτελεσματικότητα. Ως εκ τούτου, και μέσω των παραπάνω, το βασικό μοντέλο θα πρέπει να παρέχει τουλάχιστον τα επόμενα βασικά στοιχεία, αν πρόκειται για εμπορικές επιχειρήσεις όπου θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται μεταφορά χρημάτων ή πιστώσεων:

- 1) Κατάλληλα περιεχόμενα. Οι επιχειρήσεις που είναι **online** πρέπει να διατηρούν καταλόγους προϊόντων και υπηρεσιών που να εμφανίζουν τις προσφορές τους στους αγοραστές με μια ξεκάθαρη και εύκολα αναζητήσιμη μορφή. Αυτοί οι κατάλογοι πρέπει επίσης να προωθούν ειδικές προσφορές τιμών και προϊόντων.
- 2) Καλάθι αγορών. Πρέπει να παρέχονται καλάθια αγορών (**shopping carts**) μέσα στα οποία μπορούν να

“τοποθετήσουν” τα ψώνια τους οι αγοραστές. Οι αγοραστές θα μπορούν να προσθέτουν ή να αφαιρούν προϊόντα από το καλάθι και να βλέπουν την ποσότητα και το κόστος ανά μονάδα των προϊόντων που βρίσκονται στο καλάθι, καθώς και όλες τις λεπτομέρειες των προϊόντων ανά πάσα στιγμή το θελήσουν.

- 3) Διαχείριση αγοραστή. Οι επιχειρήσεις πρέπει να ενδιαφέρονται για τους καταναλωτές αλλά και για τους εταιρικούς συνεταιίρους που επισκέπτονται και κάνουν αγορές μέσω του **site** που διαθέτουν. Οι επιχειρήσεις μπορούν να συλλέξουν πληροφορίες για τις προτιμήσεις των αγοραστών και για το ποια προϊόντα προτιμούν οι καταναλωτές. Το επόμενο βήμα είναι να δημιουργηθεί ένα προφίλ αγοραστή που να περιέχει το ιστορικό των αγορών του πελάτη και τα περιεχόμενα από τα μέχρι τώρα καλάθια αγορών του. Τέλος, οι επιχειρήσεις μπορούν να βοηθήσουν τους αγοραστές μετά από μια αγορά παρέχοντας αποδείξεις, απαντήσεις σε συχνές ερωτήσεις και πληροφορίες για βελτιώσεις στα προϊόντα.
- 4) Ευέλικτη υποστήριξη πληρωμής. Οι εταιρείες και οι καταναλωτές χρειάζονται **e-commerce sites** που να προσφέρουν ασφαλείς και ευέλικτες διαδικτυακές συναλλαγές. Οι αποτελεσματικές λύσεις **e-commerce** πρέπει να υποστηρίζουν **online** πληρωμή μέσω πιστωτικών καρτών όπως και μεθόδους **offline** πληρωμής με επιταγές ή μετρητά.

- 5) Εγγυημένες συναλλαγές. Τα **sites** του **e-commerce** πρέπει να διαθέτουν χαρακτηριστικά ασφαλείας που να ελέγχουν την πρόσβαση των καταναλωτών, των εταιρικών συνεταιίρων και των χειριστών. Τα **sites** πρέπει να παρέχουν επίσης προστασία για τα στοιχεία των αγοραστών που μεταδίδονται στο **Internet**, όπως είναι τα συνθηματικά (**passwords**) και οι αριθμοί των πιστωτικών καρτών (**credit card numbers**). Αυτό γίνεται συνήθως με το πρωτόκολλο **https** αλλά και τα πιστοποιητικά ασφαλείας **SSL** που διαθέτουν οι ιστοσελίδες.

5.3 Το εκτεταμένο επιχειρησιακό μοντέλο

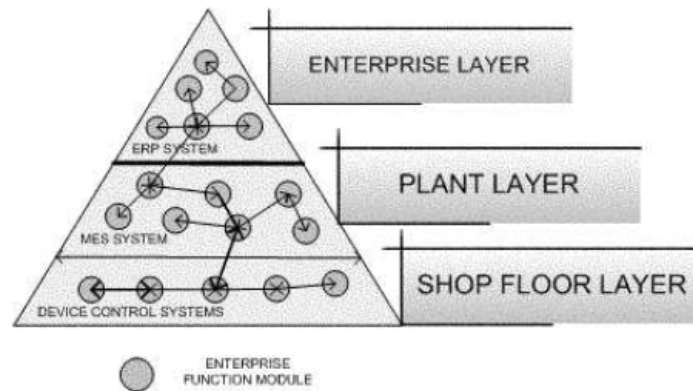
Στο επιχειρησιακό περιβάλλον υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός συστημάτων και εφαρμογών. Το πλήθος των συστημάτων και η πολυπλοκότητα των λειτουργιών που εκτελούν οδήγησε στην σύνθεση ενός ιεραρχικού προτύπου επιχειρησιακών συστημάτων. Αυτό το πρότυπο περιλαμβάνει τέσσερα διαφορετικά επίπεδα:

- επίπεδο μηχανών (**field layer**)
- επίπεδο ελέγχου (**shop floor layer**)
- επίπεδο εκτέλεσης (**plant layer**)
- επίπεδο επιχείρησης (**enterprise layer**).

Τα επίπεδα **field** και **shop floor** είναι τα δύο χαμηλότερα επίπεδα του προτύπου και περιλαμβάνουν τις εφαρμογές και τα συστήματα που συνδέονται με τις επιχειρησιακές διαδικασίες κατασκευής. Οι εφαρμογές σε αυτά τα επίπεδα είναι σχετικές, παραδείγματος χάριν ο διανεμημένος κώδικας ελέγχου που απαιτείται για τις διαδικασίες παραγωγής. Εξαιτίας του γεγονότος ότι αυτά τα δυο χαμηλότερα επίπεδα παρουσιάζουν μεγάλες ομοιότητες σε σχέση με το πεδίο και τους σκοπούς των εφαρμογών και των συστημάτων τους τα θεωρούμε ως ενιαίο επίπεδο και το ονομάζουμε **Shop-Floor Layer**.

Τα επίπεδα **plant and enterprise** καλύπτουν τις εφαρμογές που χαρακτηρίζονται παραδοσιακά ως εφαρμογές ανώτερων επιπέδων και επιπέδων διαδικτυακών υπηρεσιών στη συγκεκριμένη περίπτωση. Πιο συγκεκριμένα το **enterprise** επίπεδο περιλαμβάνει τα συστήματα Προγραμματισμού των επιχειρηματικών πόρων (**Enterprise Resource Programming, ERP**) της επιχείρησης, χρησιμοποιεί τα πληροφοριακά συστήματα και τις εφαρμογές με σκοπό την σύνδεση της επιχείρησης με τους πελάτες και οργανισμούς Το επίπεδο **plant** περιέχει το **Manufacturing Execution System (MES)** της επιχείρησης.

Το **MES** αντιπροσωπεύει συστήματα που διαχειρίζονται την ολοκλήρωση των λειτουργιών μεταξύ του **shop floor** και **enterprise** επιπέδων. Οι λειτουργίες του **MES** περιλαμβάνουν τον προγραμματισμό του συστημάτων στο **shop floor** και της παραγωγής καθώς και την δημιουργία αναφορών σχετικά με την κατάσταση της παραγωγής στα χαμηλά επίπεδα προς τα υψηλότερα επίπεδα.



Εικόνα 19: Εκτεταμένο επιχειρησιακό μοντέλο

Οι σύγχρονες τεχνολογίες επικοινωνίας θέτουν την βάση για την αξιόπιστη ενοποίηση των προαναφερόμενων επιπέδων. Πιο συγκεκριμένα, η ευρύς καθιέρωση των **TCP/IP** δικτύων, όπως το διαδίκτυο και το **Ethernet**, έδωσε την ώθηση στην ανάπτυξη πρωτοτύπων και τεχνολογιών βασισμένες στο διαδίκτυο, όπως είναι οι Υπηρεσίες Ιστού. Θεωρώντας ότι τα επιχειρησιακά αλλά και τα βιομηχανικά δίκτυα είναι μικρογραφία του διαδικτύου, τα οφέλη και οι δυνατότητες της τεχνολογίας των Υπηρεσιών Ιστού μπορούν να υιοθετηθούν και στα συστήματα μιας επιχείρησης ή βιομηχανίας. Σε αυτή την κατάληξη, οι επιχειρησιακές εφαρμογές μπορούν να εκθέσουν τις λειτουργίες τους με ομοιόμορφο τρόπο μέσω της κοινής και πρωτοτυποποιημένης διεπαφής που ορίζουν οι Υπηρεσίες Ιστού - για παράδειγμα μια συγκεκριμένη πλατφόρμα επικοινωνίας ή ένα δίκτυο **Intranet**, με το τελευταίο να συνηθίζεται πολύ σε Πανεπιστήμια και πολυεθνικές εταιρίες.

Επίσης, τα παλιότερα συστήματα μπορούν και αυτά να εκθέσουν τις λειτουργίες τους μέσω κατάλληλης ενδιάμεσης επαφής. Ακολουθώντας την παραπάνω προσέγγιση υπάρχει η δυνατότητα οι επιχειρησιακές εργασίες που εκτελούνται από τα επιχειρησιακά συστήματα να περιγραφούν σε μια ενιαία μορφή ακολουθώντας το **WSDL** πρότυπο, όπως αναφέρθηκε στις σχετικές ενότητες. Αυτό επιτρέπει την ανάπτυξη αρχιτεκτονικών ολοκλήρωσης όπου πλέον ρόλο δεν παίζουν τα συστήματα ή το επίπεδο που βρίσκονται αλλά οι λειτουργίες – υπηρεσίες που προσφέρει το καθένα. Σε αυτή την λογική ορίστηκε και η **Service Oriented Architecture**, η οποία εκτός των άλλων είναι μια αρχιτεκτονική που αρχικά χρησιμοποιήθηκε για την ολοκλήρωση εφαρμογών στο διαδίκτυο (ηλεκτρονικά καταστήματα, ταξιδιωτικοί πράκτορες, κ.τ.λ.) αλλά σύντομα βρήκε απήχηση και στις ενδοεπιχειρησιακές εφαρμογές.

Τεχνολογικά, η αρχιτεκτονική **SOA** βασίστηκε στην τεχνολογία των Υπηρεσιών Ιστού, βλέποντας τις εφαρμογές ως μαύρα κουτιά που προσφέρουν λειτουργικές υπηρεσίες σε τρίτες εφαρμογές μέσω προτυποποιημένου τρόπου. Η υιοθέτηση της **SOA** στις ενδοεπιχειρησιακές διαδικασίες ενισχύθηκε με την εμφάνιση των γλωσσών σύνθεσης υπηρεσιών ιστού. Όπως επισημάνθηκε, οι επιχειρησιακές διαδικασίες είναι πολύπλοκες και ο ορισμός τους δεν προβλέπει μόνο μια ακολουθιακή εκτέλεση υπηρεσιών ιστού. Με την είσοδο των ροών εργασιών που περιλαμβάνουν την εκτέλεση υπηρεσιών ιστού τα πράγματα απλουστεύτηκαν λίγο και πλέον είναι δυνατό να

συνταχθούν ροές επιχειρησιακών εργασιών που να αποτυπώνονται και να εκτελούνται σε μορφή συνθέσεων υπηρεσιών ιστού

Για να είναι δυνατή μια ολοκληρωμένη περιγραφή των επιχειρησιακών διαδικασιών και πόρων μέσω της αποτύπωσης τους σε οντολογίες, είναι απαραίτητο να έχουμε εννοιολογική περιγραφή τόσο της δομής της επιχείρησης όσο και των υπηρεσιών ιστού που παρέχονται από τα συστήματα δηλώνοντας τις λειτουργίες τους. Σε αυτή τη λογική, οι ρόλοι, η ιεραρχία και οι σχέσεις των διαφορετικών δομικών χαρακτηριστικών και συστημάτων μιας επιχείρησης χρειάζεται να περιγραφούν με την χρήση οντολογιών και συνήθως βάση του **WSDL** προτύπου.

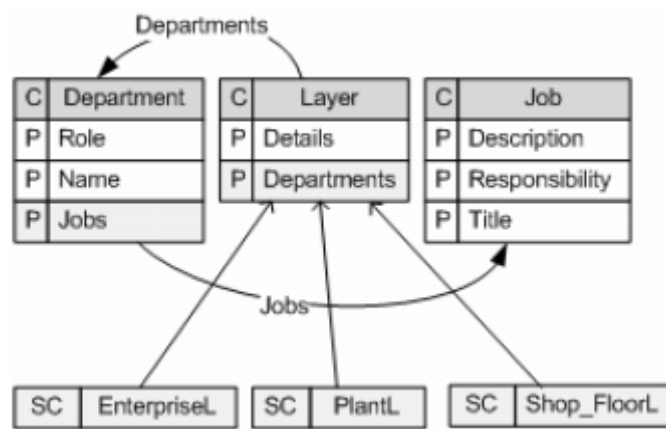
5.4 Επιχειρηματική και επιχειρησιακή δομή: σημασιολογική περιγραφή

Ανάλογα με την επιχειρηματική δραστηριότητα, η δομή της επιχείρησης μπορεί να διαφέρει ουσιαστικά. Αυτές οι διαφορές μπορούν να δικαιολογηθούν από τις διαφορές στα προσφερόμενα και παραγόμενα προϊόντα ή τις υπηρεσίες, ή το ακολουθούμενο επιχειρησιακό πρότυπο. Αυτή η επιχειρηματική ετερογένεια καθιστά αναγκαία την ύπαρξη περισσότερων από μιας οντολογίας για την περιγραφή των διαφορετικών πτυχών της επιχειρηματικής δομής. Αυτή η κατανομημένη προσέγγιση στην επιχειρηματική σημασιολογική αναπαράσταση συμβάλλει επίσης

στην απλότητα και την ευκολία της επαναχρησιμοποίησης του επιχειρησιακού οντολογικού μοντέλου στις διαφορετικές επιχειρήσεις. Η προσέγγιση που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία εισάγει δύο επίπεδα σημασιολογικής περιγραφής, περιλαμβάνοντας μια Υψηλού Επιπέδου Οντολογία (**Top-Level Ontology**) που περιγράφει τα τρία προαναφερθέντα επιχειρηματικά στρώματα, και ένα σύνολο Οντολογιών Περιγραφής Γνωσιακών Πεδίων (**Domain Ontologies**) που περιγράφουν τη δομή, τους ρόλους, την επιχείρηση και τα δεδομένα που ανταλλάσσονται σε κάθε στρώμα.

Στην προσέγγιση που παρουσιάζεται η Υψηλού- Επιπέδου Οντολογία έχει ως στόχο την περιγραφή των γενικών χαρακτηριστικών που συνθέτουν μια επιχείρηση. Γι' αυτό και η δομή της και το περιεχόμενό της βασίζεται στο εκτεταμένο επιχειρησιακό μοντέλο που παρουσιάστηκε προηγουμένως. Η οντολογία αυτή ονομάζεται **Enterprise Ontology** (Επιχειρηματική Οντολογία) και παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα. Η **Enterprise Ontology** περιέχει σημασιολογική πληροφορία για τα προαναφερθέντα τρία επίπεδα της επιχείρησης και αποτελείται από τρεις βασικές κλάσεις που περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά μιας επιχείρησης:

- 1) “**Layer**” που περιέχει μηχανισμούς για την περιγραφή των επιπέδων.
- 2) “**Department**”, που διαθέτει μηχανισμούς για την περιγραφή των τμημάτων.
- 3) “**Job**”, που χρησιμοποιείται για την περιγραφή των θέσεων εργασίας που υπάρχουν σε μια εταιρεία.



Εικόνα 20: Η επιχειρηματική οντολογία

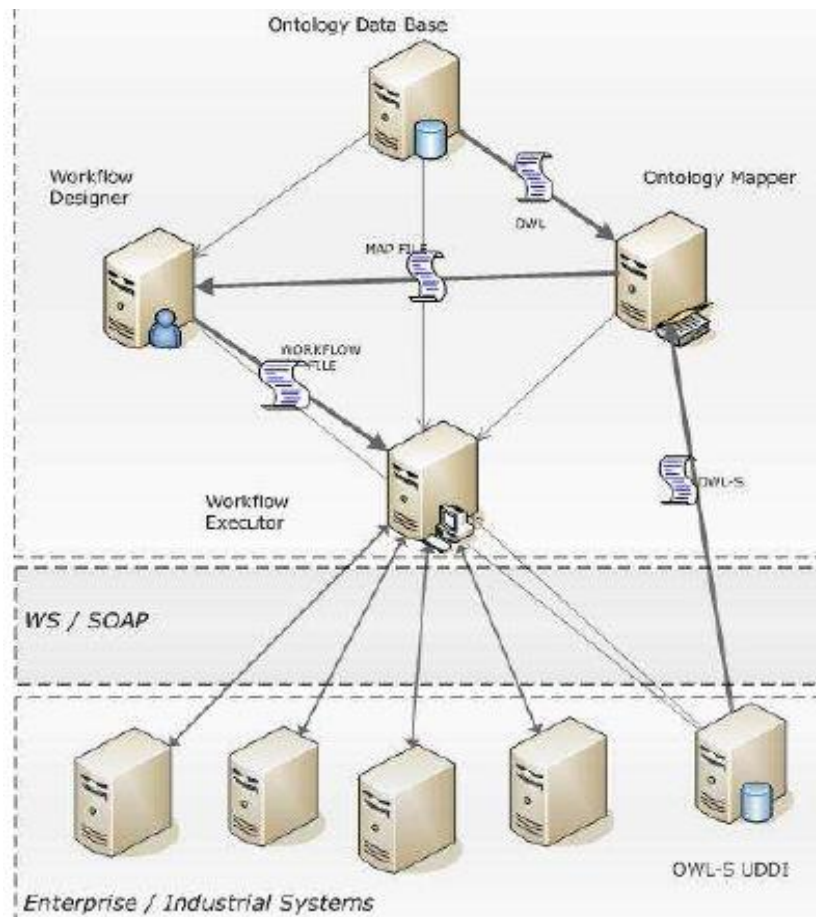
Η κλάση “**Layer**” περιέχει τρεις υποκλίσεις: “**EnterpriseL**”, “**PlantL**” και “**Shop_FloorL**”, που αναφέρονται στα τρία επίπεδα του εκτεταμένου μοντέλου περιγραφής μιας επιχείρησης. Η κλάση “**Layer**” περιγράφεται από τις εξής ιδιότητες:

- α) “**Departments**”, δηλώνοντας τα τμήματα που υπάρχουν στο συγκεκριμένο **Layer** και σημασιολογικά σχετίζονται με τα στιγμιότυπα της κλάσης “**Department**”
- β) “**Details**”, που παρέχει σε ένα κείμενο τη λεπτομερή περιγραφή του ρόλου του επιπέδου στην επιχείρηση.

Η κλάση “**Department**” χαρακτηρίζεται από τις ιδιότητες “**Name**”, “**Role**” και “**Jobs**” που περιγράφουν το προσωπικό που εργάζεται σε κάθε τμήμα. Η ιδιότητα “**Jobs**” σχετίζεται με τα στιγμιότυπα της κλάσης “**Job**”. Η κλάση “**Job**” περιγράφει τις θέσεις εργασίας που υπάρχουν σε μια

επιχείρηση. Η κλάση χαρακτηρίζεται από τις ιδιότητες “**Title**”, “**Description**” and “**Responsibility**”. Όλες οι ιδιότητες είναι περιγραφές σε μορφή κειμένου των βασικών χαρακτηριστικών ενός υπαλλήλου σε μια επιχείρηση.

Η παρούσα μορφή και δομή της **Enterprise Ontology** είναι γενική και περιέχει τα βασικά χαρακτηριστικά που χρειάζονται για την περιγραφή των βασικών χαρακτηριστικών που ισχύουν σε μια επιχείρηση. Είναι επίσης αποδεκτό ότι μπορεί ανάλογα με την περίπτωση εφαρμογής να προστεθούν και άλλες κλάσεις και ιδιότητες ώστε να βοηθήσουν στην καλύτερη ανάπτυξη του προτεινόμενου επιχειρησιακού μοντέλου. Παρόλα αυτά, και αξίζει να σημειωθεί, αυτό το επιχειρηματικό μοντέλο και η περιγραφή του χρησιμοποιούνται ευρύτατα. Τέλος, στο επόμενο σχήμα δίνεται ένα παράδειγμα αρχιτεκτονικής/υλοποίησης αυτού του επιχειρησιακού μοντέλου, με χρήση της οντολογιών, **OWL-S** και **UDDI** ως **Registry**.



Εικόνα 21: Αρχιτεκτονική επιχειρησιακού μοντέλου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα

6.1 Προτάσεις στο σημασιολογικό μοντέλο

Η χρήση της σημασιολογικής περιγραφής τόσο της δομής και των πόρων της επιχείρησης όσο και των διατεθειμένων υπηρεσιών ιστού επιτεύχθηκε, εκτός των άλλων, με την υιοθέτηση διαφορετικών τύπου οντολογιών που συντάσσουν ένα ολοκληρωμένο επιχειρησιακό μοντέλο. Αυτό το μοντέλο είναι ο πυρήνας της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής, επιτρέποντας στον δυνητικό χρήστη να σχεδιάσει τις απαιτούμενες επιχειρησιακές διαδικασίες με δυναμικό τρόπο γνωρίζοντας βασισμένος στην πληροφορία που παρέχει το σημασιολογικό επιχειρησιακό μοντέλο.

Η χρήση των οντολογιών για τη περιγραφή των ρόλων, συστημάτων και των λειτουργιών μιας επιχείρησης προσφέρει έναν εύχρηστο τρόπο για την προσθήκη και αφαίρεση επιχειρησιακών εφαρμογών και συστημάτων, διαμορφώνοντας κατάλληλα την σημασιολογική πληροφορία και τις απαραίτητες συσχετίσεις. Το σημασιολογικό μοντέλο και η αρχιτεκτονική που συνήθως χρησιμοποιείται εισάγει μια νέα αντιμετώπιση στην ολοκλήρωση των επιχειρησιακών συστημάτων με στόχο την αυτοματοποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών με την χρήση οντολογιών, υπηρεσιών ιστού και ροών εργασιών. Η πρόταση πετυχαίνει ως ενός σημείου τον στόχο της αλλά επιδέχεται σε αρκετά σημεία βελτίωση και περισσότερη ερευνητική δουλειά που θα προσθέτανε χαρακτηριστικά και ιδέες ώστε να επιτευχθεί

ο τελικός στόχος που είναι ένα έξυπνο σύστημα επιχειρησιακών συστημάτων. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες πιθανές ερευνητικές περιοχές που ίσως να πρέπει να μελετηθούν από τους ερευνητές.

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολλές προσπάθειες που προσανατολίζονται στην χρήση ευφύων πρακτόρων (**intelligent agents**) που θα αναλαμβάνουν την διαχείριση των πολλών και πολύπλοκων πόρων και λειτουργιών μιας επιχείρησης και τέτοιες προτάσεις είναι τα **HMS (Holonc Manufacturing Systems)** που στοχεύουν εκεί όπου η πολυπλοκότητα των συστημάτων και των διεργασιών είναι μεγαλύτερη. Η χρήση της σημασιολογικής περιγραφής της επιχείρησης με οντολογίες οι οποίες δίνουν μια λογική περιγραφή βασισμένη σε δομές που προέρχονται από την Τεχνητή Νοημοσύνη, επιτρέπουν την υλοποίηση ευφύων πρακτόρων που μπορούν να εξαγάγουν πληροφορία από το σημασιολογικό μοντέλο. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν γλώσσες και εφαρμογές απόφασης και εξαγωγής γνώσης πάνω στις **OWL** οντολογίες, όπως οι **SPARQL**, **RDQL** και **OWL-QL**, ώστε οι πράκτορες να μπορούν να ανακτήσουν την πληροφορία που θέλουν ώστε να εκτελούνται κομμάτια της διεργασίας ανεξάρτητα, και όχι κεντροποιημένα με αποτέλεσμα την αποδοτικότερη εκτέλεση και καλύτερη διαχείριση της εκτέλεσης μιας επιχειρησιακής διαδικασίας.

Ένα άλλο σημείο που θα πρέπει να βελτιωθεί είναι η συμπεριφορά του σημασιολογικού επιχειρησιακού μοντέλου όταν προστίθεται ή αφαιρείται κάποιο επιχειρησιακό σύστημα ή κάποια υπηρεσία. Ο χειροκίνητος τρόπος αλλαγής των συσχετίσεων θα μπορούσε να βελτιωθεί

με ένα πιο αυτοματοποιημένο τρόπο που χρησιμοποιεί **machine learning** αλγόριθμους σε συνδυασμό με λεξικά και κατηγοριοποιήσεις, για την αυτόματη συσχέτιση Υπηρεσιών Ιστού με οντολογίες. Αυτό θα διευκόλυνε την προσθαφαίρεση συστημάτων στην επιχείρηση πλησιάζοντας στον γνωστό ορισμό **plug-n-play**. Τέλος η χρήση ευρετικών αλγορίθμων όπως των γενετικών (**genetic algorithms**) θα βοηθούσε στην βελτιστοποίηση των ροών εργασιών όταν γίνεται αλλαγή κάποιων καιρίων επιχειρησιακών πόρων ή όταν η ροή εργασιών σταματάει λόγω κάποιου τεχνικού λάθους. Μια ιδέα, που θα μπορούσε να αποτελέσει βάση για περαιτέρω έρευνα, για την χρήση των γενετικών αλγορίθμων έχει δοθεί από τους **Binder et al** που προσπάθησαν να εφαρμόσουν γενετικούς αλγορίθμους.

6.2 Εξελίξεις στο μέλλον

Οι εργασίες που έχουν γίνει μέχρι τώρα στην περιοχή των αρχιτεκτονικών υπηρεσιών ιστού και τις υπηρεσίες ιστού φαίνεται να εξασφαλίζουν τυποποιημένους τρόπους επικοινωνίας μέσω μηνυμάτων και περιγραφής υπηρεσιών ιστού. Ιδιαίτερα τα πρωτόκολλα **SOAP** και **WSDL** φαίνεται να τυγχάνουν ευρείας αποδοχής και αρκετά προϊόντα τα χρησιμοποιούν. Ο τομέας που μένει να καλυφθεί επαρκώς είναι αυτός της ανακάλυψης και σύνθεσης υπηρεσιών ιστού λαμβάνοντας υπόψη ότι αυτό πρέπει να γίνεται με ακρίβεια όσον αφορά το μετασχηματισμό δεδομένων και καταστάσεων και σε ευρεία κλίμακα. Γι' αυτό το λόγο η ερευνητική κοινότητα έχει στραφεί προς μια πληθώρα κατευθύνσεων που αφορούν τη

σημασιολογική περιγραφή υπηρεσιών ιστού και επίσης την ανακάλυψη υπηρεσιών ιστού και το ταίριασμα επιθυμητών στόχων και μετασχηματισμών με σημασιολογικές υπηρεσίες ιστού.

Ακόμα όμως υπάρχουν σημαντικά προβλήματα όσον αφορά την απόδοση των προτεινόμενων τεχνικών και την κλίμακα στην οποία θα μπορούν να έχουν εφαρμογή. Όσον αφορά το ταίριασμα (**matchmaking**) με υπηρεσίες ιστού (σύνθετες ή απλές) αυτή τη στιγμή δεν φαίνεται κάποια συγκεκριμένη τεχνική να κερδίζει έδαφος έναντι των άλλων. Επίσης, η σημασιολογική περιγραφή των υπηρεσιών ιστού κληρονομεί όλα τα προβλήματα που έχουν να κάνουν με διαλειτουργικότητα και συσχετισμό εννοιών από διαφορετικές οντολογίες. Μεγαλύτερο βάρος έχει δοθεί μέχρι σήμερα στην ανάπτυξη του θεωρητικού υπόβαθρου για όλα αυτά τα θέματα των σημασιολογικών υπηρεσιών ιστού. Ταυτόχρονα όμως φαίνεται να ωριμάζουν αντίστοιχες πλατφόρμες και πλαίσια ανάπτυξης σημασιολογικών υπηρεσιών ιστού οι οποίες θα είναι σε θέση επιτρέψουν δοκιμές να δώσουν περισσότερα πειραματικά αποτελέσματα όσον αφορά την απόδοση και την κλίμακα ανάπτυξης αυτών των τεχνολογιών.

Οι κυρίαρχες τάσεις που αναμένεται να επικρατήσουν το επόμενο διάστημα θα εστιάζονται σε δυο κατευθύνσεις. Η μία κατεύθυνση αναμένεται να είναι η ανάπτυξη προηγμένων και πλούσιας περιγραφής σημασιολογικών υπηρεσιών ιστού των οποίων η αξία θα πρέπει να αποδειχθεί σε εφαρμογές που αφορούν μικρή κλίμακα, δηλαδή μεταξύ ενός πολύ μικρού αριθμού παρόχων.

Η άλλη κατεύθυνση αναμένεται να αφορά την ανάπτυξη απλούστερων σημασιολογικών υπηρεσιών ιστού, των οποίων η αξία θα πρέπει να δοκιμαστεί και να εδραιωθεί με χρήση σε ευρεία κλίμακα, δηλαδή με τη συμμετοχή ενός μεγαλύτερου αριθμού παρόχων, σε αντίθεση με το προηγούμενο. Αυτή η κατεύθυνση απαιτεί και τους κατάλληλους χειρισμούς από τους οργανισμούς τυποποίησης αφού η ευρεία κλίμακα εφαρμογής απαιτεί συνεννόηση και συνεργασία σε επίπεδο προτύπων, που μπορεί να είναι διαφορετικά.

ΠΗΓΕΣ

[1] <http://infomotions.com/musings/waves/clientservercomputing.html>

[2] <http://broadband.cti.gr/el/evrizonikotita/evrizonikotita.php>

[3] http://broadband.cti.gr/el/news/read_news.php?id=4730

[4] Εφημερίδα “Καθημερινή ” <http://www.kathimerini.gr>

[5] Κέντρο Πλη.Νε.Τ. Ν. Φλώρινας. Εισαγωγή στο ηλεκτρονικό εμπόριο.
<http://dide.flo.sch.gr>

[6] **Wikipedia, the free encyclopedia.** <http://en.wikipedia.org>. Ελληνική Ιστοσελίδα: <http://el.wikipedia.org>

[7] Συνδυασμός τεχνολογιών υπηρεσιών διαδικτύου και κινητών πρακτόρων στο σημασιολογικό ιστό. Β. Σπηλιόπουλος, Ε. Χατζηευσθυμιάδης. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Θετικών Επιστημών, τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών.

[8] Αποδοτικές τεχνικές διαχείρισης Εφαρμογών και Υπηρεσιών Διαδικτύου (**Web Services**) σε Πληροφοριακά Συστήματα Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης (**e - government**). Π. Μερσίνη, Α. Τσακαλίδης. Πανεπιστήμιο Πατρών, Πολυτεχνική σχολή, τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Πληροφορικής.

[9] Διασύνδεση οντολογικής γνώσης με βάσεις δεδομένων σε περιβάλλον αβεβαιότητας. Δ. Μάγκας, Γ. Στάμου. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, τομέας Τεχνολογίας Πληροφορικής και Υπολογιστών.

[10] **Unified Description Service Language (UDSL) Service Module, SAP Research. SAP AD.**

[11] Πρότυπη σημασιολογική μοντελοποίηση & ενορχήστρωση βιομηχανικών διαδικασιών με εκμετάλλευση σύγχρονων τεχνολογιών διαδικτύου. Ι. Γιαελής, Ν. Νιμέρτης. Πανεπιστήμιο Πατρών, τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών.

[12] **Athens Information Technology. Centre of Excellence for Research and Graduate Education.** Σημασιολογικός Ιστός, δυνατότητες, προκλήσεις και εφαρμογές.

[13] Σημασιολογικές Υπηρεσίες Ιστού. Θ. Τυροπάνης.
<http://eprints.ecs.soton.ac.uk>

[14] Ολοκλήρωση Επιχειρησιακών/Βιομηχανικών Συστημάτων βασισμένη σε ροές Εργασίας με χρήση μιας αρχιτεκτονικής Σημασιολογικά Ορισμένων Υπηρεσιών Ιστού. Χ. Αλεξάκος, Σ. Λυκοθανάσης. Πανεπιστήμιο Πατρών, Πολυτεχνική σχολή, τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής

[15] Τεχνητή Νοημοσύνη - Β' έκδοση. Ι. Βλαχάβας, Π. Κεφαλάς, Ν. Βασιλειάδης, Π. Κόκκορας, Η. Σακελλαρίου. Σημασιολογικό Διαδίκτυο.

[16] **Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. The Semantic Web, Scientific American.**

[17] Τα οφέλη του Σημασιολογικού Ιστού στο Ε-Επιχειρείν, Σύγχρονη τεχνική επιθεώρηση. Δ. Κανελλόπουλος.

[18] **Web 2.0 vs. Web 3.0. Joy systems, <http://joysystems.com>**

[19] **Semantic Web Activities, <http://swa.cefriel.it>**

[20] Ανάπτυξη μεθοδολογίας Εκτιμητή Φόρτου Εργασίας σε περιβάλλον υπολογιστικού Πλέγματος. Ε. Λευκίδης, Θ. Βαρβαρίγου. Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, τομέας Τεχνολογίας Πληροφορικής και Συστημάτων Ηλεκτρονικής.

- [21] World Wide Web Consortium Languages. <http://validator.w3.org>
- [22] XML Europe 2002: Getting serious about XML. <http://www.xml europe.com>
- [23] Deployment Experience of a Service Oriented Architecture in the Business Community of the Port of Genoa: Lessons Learned. University of Genoa. <https://ssl.bnt.com/idealliance/papers>
- [24] Διαχείριση Αδειών Χρήσης Λογισμικού σε περιβάλλον Πλέγματος. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Κ. Κιλτένη, Θ. Βαρβαρίγου. Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, τομέας Τεχνολογίας Πληροφορικής και Υπολογιστών.
- [25] Internet of Services. About USDL. [Http://www.internet-of-services.com](http://www.internet-of-services.com)
- [26] Σημασιολογικό σύστημα ανάκτησης και σύνθεσης κατανεμημένων γνωσιακών υπηρεσιών σε περιβάλλον **e-Business**. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων αποφάσεων.
- [27] Service Oriented Architecture Definition. Douglas K. Barry. <http://www.service-architecture.com/web-services>
- [28] India Key Statistics and Telecommunications Market report. <https://www.budde.com.au/Research>
- [29] Υλοποίηση Ανακάλυψης Υπηρεσιών Σημασιολογικού Ιστού με το πρότυπο **SAWSDL**. Χ. Φραντζής, Ε. Χατζηευθυμιάδης. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Θετικών Επιστημών, τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών σπουδών.

[30] The Apache Software Foundation Axis 2.

[Http://ws.apache.org/axis2](http://ws.apache.org/axis2)