

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**Ανάπτυξη ενός περιβάλλοντος στήριξης της ιατρικής
συνεργασίας, βασισμένο σε τεχνολογία XML**

Χρήστος Δήμου

Μεταπτυχιακή Εργασία

Ηράκλειο, Οκτώβριος 2003

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**Ανάπτυξη ενός περιβάλλοντος στήριξης της ιατρικής συνεργασίας, βασισμένο σε
τεχνολογία XML**

Εργασία που υποβλήθηκε από τον
Χρήστο Δήμου

ως μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων
για την απόκτηση
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Συγγραφέας:

Χρήστος Δήμου
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών

Εισηγητική Επιτροπή:

Στέλιος Ορφανουδάκης
Καθηγητής, Επόπτης

Δημήτρης Πλεξουσάκης
Αναπληρωτής Καθηγητής, Μέλος

Μανόλης Τσιγκνάκης
Ερευνητής Ι.Π. Ι.Τ.Ε., Μέλος

Δεκτή:

Δημήτρης Πλεξουσάκης
Αναπληρωτής Καθηγητής,
Πρόεδρος Επιτροπής Μεταπτυχιακών Σπουδών

Ηράκλειο, Οκτώβριος 2003

Στην οικογένειά μου

Ανάπτυξη ενός περιβάλλοντος στήριξης της ιατρικής συνεργασίας, βασισμένο σε τεχνολογία XML

Χρήστος Δήμου

Μεταπτυχιακή Εργασία

Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών
Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η ιατρική συνεργασία αποτελούσε ανέκαθεν καθημερινή πρακτική για τους επαγγελματίες του χώρου της υγείας, κυρίως με τη μορφή της προφορικής συμβούλευσης. Σήμερα, η σύγκλιση της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών καθιστά εφικτή την υποστήριξη της ιατρικής τεχνολογίας με σύγχρονα τεχνολογικά μέσα, επιτυγχάνοντας την αποτελεσματικότερη ολοκλήρωση της ιατρικής εμπειρίας με τη διαθέσιμη υλικοτεχνική υποδομή και καταργώντας γεωγραφικούς και οργανωτικούς περιορισμούς.

Στην παρούσα εργασία, σχεδιάστηκε, υλοποιήθηκε και αξιολογήθηκε ένα ανοικτό, επεκτάσιμο, βασισμένο σε XML περιβάλλον υποστήριξης της ιατρικής συνεργασίας, με σκοπό την διάθεση όλων των απαραίτητων τεχνολογικών μέσων για την αξιόπιστη επικοινωνία επαγγελματιών της υγείας και την αποδοτική συνεργασία τους πάνω σε πραγματικά ιατρικά περιστατικά. Αποτελεί μια κατανεμημένη υπηρεσία που χρησιμοποιεί τον Παγκόσμιο Ιστό, ως μέσο για την ανταλλαγή της πληροφορίας. Στηρίζεται σε ανοιχτές τεχνολογίες και διεθνή πρότυπα σχετικά με το Διαδίκτυο, ώστε να εγγυηθεί την ανοικτότητα, την εύκολη επεκτασιμότητα, καθώς και την διαλειτουργικότητα με άλλες εφαρμογές, που υιοθετούν αντίστοιχες τεχνολογίες. Επιλέχθηκε η XML γλώσσα, ένα ανοικτό και επεκτάσιμο διεθνές πρότυπο για το Διαδίκτυο, τόσο για την αναπαράσταση των μηνυμάτων του πρωτοκόλλου επικοινωνίας, όσο και για την αναπαράσταση της πλειονότητας των ιατρικών εγγράφων και εξετάσεων που ανταλλάσσονται στο πλαίσιο μιας συνόδου συνεργασίας.

Ως βασική πλατφόρμα επικοινωνίας υιοθετήθηκε ένα ανοικτό και επεκτάσιμο σύστημα ανταλλαγής άμεσων μηνυμάτων και πληροφορίας παρουσίας, καθιστώντας άμεσα διαθέσιμη τη δυνατότητα ταχείας επικοινωνίας μεταξύ των μετεχόντων και τη γνώση της παρουσίας και, συνεπώς, της διαθεσιμότητας των υπόλοιπων χρηστών. Το βασικό πρωτόκολλο επεκτάθηκε, ώστε να καλύψει τις συγκεκριμένες λειτουργικές ανάγκες της υπηρεσίας ιατρικής συνεργασίας. Κάθε πραγματικό ιατρικό επεισόδιο μοντελοποιήθηκε με έναν ιδεατό χώρο εργασίας, ο οποίος διαθέτει τη δυνατότητα διατήρησης μιας συλλογής από ιατρικά έγγραφα και εξετάσεις που σχετίζονται με το επεισόδιο αυτό και επιτρέπει το συνακόλουθο διαμοιρασμό τους στους μετέχοντες. Υποστηρίζονται, μεταξύ άλλων, μέθοδοι πιστοποίησης της ταυτότητας των μετεχόντων σε ένα επεισόδιο, προσθήκης και ανάκτησης ψηφιακά υπογεγραμμένων ιατρικών αρχείων, πρόσκλησης άλλων διαθέσιμων επαγγελματιών του χώρου της υγείας για συμμετοχή και λήψης ειδοποιήσεων για μια σειρά από γεγονότα ή δράσεις. Η υπηρεσία επιτρέπει μεθοδικούς ελέγχους και διεξοδικές μελλοντικές αναφορές

χάρη στην πλήρη αποθήκευση όλης της σχετικής με ένα επεισόδιο πληροφορίας, καθώς και του πλήρους ιστορικού των δράσεων όλων των χρηστών, σε βάση δεδομένων.

Η διεπαφή χρήσης της υπηρεσίας είναι βασισμένη σε ανοικτές τεχνολογίες και διεθνή πρότυπα και είναι προσβάσιμη μέσω του Παγκόσμιου Ιστού. Η ανοικτή αρχιτεκτονική της παρούσας υπηρεσίας επέτρεψε την αποδοτική επαναχρησιμοποίηση ενυπόστατων υποδομών, για σκοπούς αναζήτησης, εντοπισμού και χρήσης ανθρώπινων και υλικών πόρων, πιστοποίησης ταυτότητας με καθολικό τρόπο και χρήσης μεθόδων εγγύησης της ασφάλειας, της αυθεντικότητας και της ακεραιότητας των δεδομένων που ανταλλάσσονται. Επιπρόσθετα, μελετήθηκε η ικανότητα διαλειτουργικότητας με υπάρχουσες υπηρεσίες τηλεματικής για την υγεία, όπως ο ολοκληρωμένος ηλεκτρονικός φάκελος υγείας και τα πληροφοριακά συστήματα πρωτοβάθμιας και επείγουσας προνοσοκομειακής φροντίδας.

Τέλος, αξιολογήθηκε η απόδοση του προτεινόμενου περιβάλλοντος, με κατάλληλες πειραματικές μετρήσεις. Είναι αναγκαία η γνώση των ορίων της αποδοτικής λειτουργίας ενός τέτοιου περιβάλλοντος, καθώς αφορά τη μετάδοση και διαχείριση κρίσιμης και ευαίσθητης ιατρικής πληροφορίας. Σε πολλές περιπτώσεις, είναι επίσης αναγκαία η γνώση του χρόνου απόκρισής του, καθώς μερικές πληροφορίες, όπως οι ειδοποιήσεις και η πληροφορία παρουσίας κάποιου μετέχοντα, πρέπει να παραδίδονται με άμεσο και αξιόπιστο τρόπο, επειδή πιθανές καθυστερήσεις μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις. Η παρούσα εργασία αξιολογήθηκε πειραματικά και βρέθηκε ικανοποιητικά αποδοτική για την κλιμακωσιμότητα και την ανθεκτικότητα, ενώ διαπιστώθηκε ότι η χρήση επιπρόσθετων μηχανισμών ασφάλειας δεν επιβαρύνουν σημαντικά την απόδοση.

Implementation of a medical collaboration environment, based on XML technology

Christos Dimou

Master of Science Thesis

Department of Computer Science
University of Crete
Greece

Abstract

Medical collaboration has always been a common practice for healthcare professionals, mainly by means of oral consultation. Nowadays, the convergence of informatics and telecommunications technology has enabled the efficient support of medical collaboration, by utilizing modern technological media, thus achieving a more efficient integration of medical expertise with available infrastructure, while rescinding geographical and organizational borders.

In the context of this work, an open, extensible, based on XML medical collaboration environment has been designed, implemented and evaluated. The proposed environment aims to the provision of all necessary technological means for the reliable communication among healthcare professionals and their effective collaboration over actual medical episodes. This environment is a distributed service that utilizes the World Wide Web, as the medium for information exchange. It is based on open technologies and international standards, in order to ensure openness, extensibility and interoperability with other applications that adopt such technologies. XML, an open and extensible international standard for the Internet, has been chosen in order to represent protocol messages, as well as digitally signed medical documents and examinations that are exchanged in a context of a medical collaboration session.

An instant messaging and presence system has been adopted as the basic communication platform. This platform makes instantly available the ability of rapid communication among participants, as well as the presence awareness and availability of other users. The basic instant messaging and presence protocol has been extended, in order to cover the medical collaboration specific functional needs. Every actual medical episode is modeled as a virtual workspace, which maintains a collection of medical documents and examinations that are relative to the episode and enables the consequent sharing of these documents among the participants. The collaboration environment supports, among others, methods for authentication, storing and retrieval of digitally signed medical files, inviting other healthcare professionals and receiving notifications upon certain events or actions. Auditing and thorough future references are fully supported, due to full storage of all episode related information and history of actions, in a database.

The environment's user interface is also based on open technologies and international standards and it is accessible via the World Wide Web. The open architecture of the proposed environment has enabled the efficient reuse of existing infrastructure, for

purposes of searching, locating and using human and technical resources, for global authentication and for ensuring security, authenticity and integrity of the exchanged data. Moreover, this environment is interoperable with other existing healthcare services, such as the integrated electronic healthcare record and the primary and pre-hospital emergency healthcare information systems.

Finally, the proposed environment has been evaluated for its performance, by contacting proper experimental measurements. It is critical to know the actual limits of such an environment, because it concerns the transmission and manipulation of sensitive medical data. In many cases, it is necessary to know the actual response time of the service, because information such as notifications and presence awareness must be delivered in a reliable and instant manner, as possible delays may have serious consequences. This work has been experimentally evaluated and has been found adequately effective, in terms of scalability and robustness, while it was found that the addition of security mechanisms do not seriously affect the overall performance.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επόπτη της εργασίας, κύριο Στέλιο Ορφανουδάκη, για την καθοδήγηση και την υποστήριξη κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Τον κύριο Δημήτρη Πλεξουσάκη, για τη συμμετοχή του στην εξεταστική επιτροπή της εργασίας, καθώς και για τις πολύτιμες παρατηρήσεις του. Τον κύριο Μανόλη Τσικνάκη, για τη συμμετοχή του στην εξεταστική επιτροπή, αλλά και για την ουσιαστική συμβολή του στη διαμόρφωση της εργασίας και της παρουσίασης.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω την Κατερίνα Χρονάκη, η τρίχρονη συνεργασία με την οποία αποτέλεσε πηγή γνώσης και εμπειρίας. Η συνεχής καθοδήγησή της επηρέασε καθοριστικά την εξέλιξη της εργασίας. Την Εύη Μαυρογιαννάκη, για την άψογη συνεργασία, στα πλαίσια της ανάπτυξης της πλατφόρμας ηλεκτρονικής υγείας. Τους φίλους μου, Αρτέμη, Αλέξανδρο, Βέτα και Μαρία για την αμέριστη συμπαράστασή τους, τις συμβουλές τους και την υποστήριξή τους, τις στιγμές που τους είχα ανάγκη. Τέλος, ευχαριστώ τους γονείς μου, Λευτέρη και Μαρία και την αδελφή μου, Σοφία. Τους χρωστώ τα πάντα.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	I
ABSTRACT.....	III
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	V
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	VII
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	XI
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	XIII
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	1
1.2. ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	2
2. ΥΠΟΒΑΘΡΟ	5
2.1. Η ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ	5
2.1.1. Ηλεκτρονική Υγεία.....	5
2.1.2. Ιστορική αναδρομή.....	6
2.1.3. Δίκτυα τηλεματικών εφαρμογών για την υγεία.....	7
2.1.4. Τηλεματικές υπηρεσίες.....	10
2.1.5. Εφαρμογή 1: Περιφερειακό δίκτυο τηλεματικής για την υγεία στην Κρήτη.....	11
2.1.6. Εφαρμογή 2: Πιλοτικό Δίκτυο Ηλεκτρονικής Υγείας Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου	12
2.2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ	13
2.2.1 Περιβάλλοντα συνεργασία βασισμένα στον παγκόσμιο ιστό	13
2.2.2. Τεχνολογικές υποδομές για τη συνεργασία.....	14
2.2.3 Σχετικές εργασίες.....	15
2.2.4. Προηγούμενο περιβάλλον συνεργασίας στο <i>HYGELANet</i>	17
2.2.4.1. Προφίλ χρηστών και ιδεατοί χώροι εργασίας.....	17
2.2.4.2. Τεχνολογικές υποδομές συνεργασίας που χρησιμοποιούνται στο WebOnColl	18
2.2.4.3. Υλοποίηση του WebOnColl	19
2.2.4.4. Ελλείψεις του περιβάλλοντος WebOnColl.....	20
2.3. ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	20
3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	23
3.1. Η XML ΓΛΩΣΣΑ	23
3.1.1. Ορισμός και σκοποί χρήσης.....	23
3.1.2. Αξιολόγηση της γλώσσας XML	24
3.1.3. Χρήση της XML στην παρούσα εργασία.....	26
3.2. ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΜΕΣΩΝ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ	27
3.2.1. Ορισμός.....	27
3.2.2. Αξιολόγηση των συστημάτων IMP ως πλατφόρμα συνεργασίας.....	28
3.2.3. Χρήση των συστημάτων IMP στην παρούσα εργασία	29
3.3. ΤΟ XMPP ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ	29
3.3.1. Συνοπτική περιγραφή του XMPP πρωτοκόλλου	30
3.3.2. XML Ροές και XML Τμήματα.....	30
3.3.3. Τύποι XML τμημάτων.....	31
3.3.4. XMPP XML Namespaces.....	33
3.4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΛΛΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ	34

3.4.1. SIMPLE και IMPP	34
3.4.2. Microsoft MSN messenger protocol.....	34
3.4.3. Yahoo Messenger protocol	35
3.4.4. ICQ protocol.....	35
3.4.5. Σύνοψη.....	36
4. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ	39
4.1. ΣΕΝΑΡΙΟ ΧΡΗΣΗΣ	39
4.2. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΟΥ XMPP ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ.....	40
4.3. ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ XMPP ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ	40
4.3.1. Προτεινόμενα XML Namespaces	40
4.3.1. Επεισόδια και κατάλογος μετεχόντων.....	41
4.3.2. Διαχείριση ειδοποιήσεων, προσκλήσεων και άμεσων μηνυμάτων.....	45
4.3.3. Μεταφορά και διαχείριση ιατρικών εξετάσεων	47
4.3.4. Ιστορικό όλων των γεγονότων.....	49
4.4. Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ JABBERD.....	49
4.4.1. Συστατικά λογισμικού.....	50
4.4.1.1. Δρομολογητής.....	50
4.4.1.2. Client Connection Manager και Server Connection Manager.....	51
4.4.1.3. Session Manager (JSM)	51
4.4.1.4. Client AutoUpdate	52
4.4.1.5. XML Data API's (XDB).....	52
4.4.1.6. Transports	52
4.4.1.7. User Directory (JUD).....	52
4.4.2. Περιβάλλον Υλοποίησης.....	52
4.4.3. Υλοποίηση των επεκτάσεων.....	53
4.4.3.1. Δωμάτια συνομιλίας	54
4.4.3.2. Βάση δεδομένων	54
4.4.3.3. Το module XDB LDAP	55
4.4.3.4. Το module webOnColl.....	55
4.4.3.5. Μεταφορά αρχείων	55
4.5. ΔΙΕΠΑΦΗ ΧΡΗΣΗΣ.....	56
4.6. ΙΑΤΡΙΚΑ ΈΓΓΡΑΦΑ ΚΑΙ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ	57
4.6.1. Το πρότυπο HL7/CDA.....	57
4.6.2. Ηλεκτροκαρδιογραφήματα.....	60
4.6.3. Ιατρικές εικόνες.....	60
5. ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ – ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ	61
5.1. ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΥΠΟΔΟΜΗ.....	61
5.1.1. Αναζήτηση και χρήση πόρων.....	61
5.1.2. Πιστοποίηση ταυτότητας επαγγελματιών της υγείας και ασθενών	62
5.1.3. Έξυπνες κάρτες, πιστοποιητικά και ψηφιακές υπογραφές.....	64
5.1.4. Ασφάλεια μεταφοράς δεδομένων	65
5.1.5. Ιατρικές συσκευές	66
5.1.5.1. Ηλεκτροκαρδιογράφος.....	66
5.1.5.2. Σπυρόμετρο.....	67
5.1.5.3. Παρακολούθηση ζωτικών παραμέτρων.....	68
5.1.5.4. Στηθοσκόπιο	68
5.2. ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΜΕ ΆΛΛΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	69
5.2.1. Πληροφοριακά συστήματα πρωτοβάθμιας ιατρικής φροντίδας	69

5.2.2. Πληροφοριακά συστήματα προνοσοκομειακής επείγουσας ιατρικής	70
5.2.3. Ολοκληρωμένος ηλεκτρονικός φάκελος ασθενούς.....	71
6. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	73
6.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	73
6.1.1. Στόχος μετρήσεων	73
6.1.2. Μετρικές απόδοσης	74
6.1.3. Παράμετροι του περιβάλλοντος μετρήσεων	75
6.1.3. Περιβάλλον αξιολόγησης.....	75
6.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	77
6.2.1. Καθυστέρηση Απόκρισης	77
6.2.2. Ρυθμός Εξυπηρέτησης	83
6.2.3. Μεταφορά Αρχείων	87
6.2.3.1. XML Session	87
6.2.3.2. Κατανεμημένη Βάση Δεδομένων	90
6.2.3.3. Κεντρική Βάση Δεδομένων	92
6.2.3.4. Ιδιωτικό κανάλι μεταφοράς	94
6.2.3.5. Σύνοψη αξιολόγησης μεθόδων μεταφοράς αρχείων.....	97
6.2.4. Ασφάλεια	97
6.2.5. Μείωση του όγκου των XML μηνυμάτων	99
6.3. ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	101
6.3.1. Συμπεράσματα	101
6.3.2. Μελλοντικές κατευθύνσεις για την πειραματική αξιολόγηση.....	102
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	103
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ CDA ΕΓΓΡΑΦΟΥ.....	105
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	109
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	113
ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ.....	117

Κατάλογος Σχημάτων

ΣΧΗΜΑ 1: ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	9
ΣΧΗΜΑ 2: ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΗΥΓΕΙΑΝΕΤ	11
ΣΧΗΜΑ 3: ΤΟ ΠΛΑΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	12
ΣΧΗΜΑ 4: ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ	15
ΣΧΗΜΑ 5: Η ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ WEBONCOLL	19
ΣΧΗΜΑ 6: Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ JABBERD	50
ΣΧΗΜΑ 7: Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ	53
ΣΧΗΜΑ 8: Η ΑΡΧΙΚΗ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ ΤΗΣ ΔΙΕΠΑΦΗΣ ΧΡΗΣΗΣ	56
ΣΧΗΜΑ 9: Η ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ ΕΝΟΣ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟΥ	57
ΣΧΗΜΑ 10: ΦΟΡΜΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΕΝΟΣ ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΩΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ	59
ΣΧΗΜΑ 11: ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΑΣΘΕΝΟΥΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ PIDS	63
ΣΧΗΜΑ 12: ΛΗΨΗ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ	67
ΣΧΗΜΑ 13: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΠΙΡΟΜΕΤΡΗΣΗΣ	67
ΣΧΗΜΑ 14: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΖΩΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ	68
ΣΧΗΜΑ 15: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΣΤΗΘΟΣΚΟΠΙΟ	69
ΣΧΗΜΑ 16: ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΕ ΤΟΠΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	78
ΣΧΗΜΑ 17 ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΕ ΔΙΚΤΥΟ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ	79
ΣΧΗΜΑ 18: ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ MODEM	79
ΣΧΗΜΑ 19: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΑΠΛΩΝ ΚΑΙ WEBONCOLL ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ	80
ΣΧΗΜΑ 20: ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ SERVER (ΑΠΛΑ ΜΗΝΥΜΑΤΑ)	81
ΣΧΗΜΑ 21: ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ SERVER (WEBONCOLL ΜΗΝΥΜΑΤΑ)	82
ΣΧΗΜΑ 22: ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΑΠΛΩΝ ΚΑΙ WEBONCOLL ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ...	82
ΣΧΗΜΑ 23: ΡΥΘΜΟΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ (ΚΑΛΗΣ)	84
ΣΧΗΜΑ 24: ΡΥΘΜΟΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΙΤΗΣΕΙΣ/SEC (PASIPHAE)	85
ΣΧΗΜΑ 25: ΡΥΘΜΟΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΙΤΗΣΕΙΣ/SEC (WEBONCOLL ΜΗΝΥΜΑΤΑ)	86
ΣΧΗΜΑ 26: ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΡΧΕΙΩΝ ΜΕΣΩ XML SESSION	88
ΣΧΗΜΑ 27: ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΡΧΕΙΩΝ ΓΙΑ ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΡΧΕΙΟΥ (XML SESSION)	89
ΣΧΗΜΑ 28: ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΡΧΕΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	90
ΣΧΗΜΑ 29: ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΡΧΕΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	92
ΣΧΗΜΑ 30: ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΣΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΡΧΕΙΩΝ ΓΙΑ ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΡΧΕΙΟΥ (ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ)	94
ΣΧΗΜΑ 31: ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΡΧΕΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΙΔΙΩΤΙΚΟΥ ΚΑΝΑΛΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	95
ΣΧΗΜΑ 32: ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΣΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΡΧΕΙΩΝ ΓΙΑ ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΡΧΕΙΟΥ (ΙΔΙΩΤΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ)	96
ΣΧΗΜΑ 33: ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΜΕ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΧΡΗΣΗ SSL, ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΩΝ ΑΡΧΕΙΩΝ	98
ΣΧΗΜΑ 34: ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΜΕ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΧΡΗΣΗ SSL ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΩΝ ΑΡΧΕΙΩΝ	98

Κατάλογος Πινάκων

<i>Πίνακας 1: Σύγκριση των πρωτοκόλλων άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας.....</i>	<i>36</i>
<i>Πίνακας 2: Τα κυριότερα XML στοιχεία ενός CDA εγγράφου.....</i>	<i>59</i>
<i>Πίνακας 3: Ποσοστιαία μείωση των XML μηνυμάτων με χρήση FlexML.....</i>	<i>100</i>
<i>Πίνακας 4: Σύγκριση της ποσοστιαίας μείωσης του όγκου των μηνυμάτων με χρήση FlexML, με την αντίστοιχη αύξηση του αριθμού των Επεισοδίων ενός XML μηνύματος.....</i>	<i>101</i>

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, η σημαντική πρόοδος στις τεχνολογίες πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών λειτούργησε ως καταλύτης για σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της ιατρικής φροντίδας. Η εκτεταμένη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και δικτύων επικοινωνίας αποτελεί καθημερινή πρακτική για πολλούς φορείς παροχής ιατρικής φροντίδας, επιτυγχάνοντας την αποτελεσματικότερη ολοκλήρωση της ιατρικής εμπειρίας και της διαθέσιμης υλικοτεχνικής υποδομής. Η αξιοποίηση των σύγχρονων τεχνολογιών στην υγεία καταργεί τα σύνορα μεταξύ διαφορετικών ιατρικών μονάδων, καθιστά εφικτή την άμεση διάθεση και μετάδοση ιατρικών εξετάσεων σε ψηφιακή μορφή και εκμηδενίζει την απόσταση μεταξύ γεωγραφικά απομακρυσμένων περιοχών, μεταφέροντας την ιατρική εμπειρία στο απομακρυσμένο σημείο ανάγκης. Η ιατρική συνεργασία, μια για αιώνες συνήθης πρακτική των επαγγελματιών της υγείας, σήμερα ενισχύεται και απλοποιείται χάρη στην δυνατότητα άμεσης και αξιόπιστης επικοινωνίας των γιατρών, με δυνατότητα χρήσης ασφαλών καναλιών μεταφοράς πολυμεσικού περιεχομένου.

Είναι γεγονός, ότι οι υπηρεσίες υποστήριξης της ιατρικής συνεργασίας αποτελούν ζωτικό τμήμα ενός ολοκληρωμένου δικτύου τηλεματικών υπηρεσιών για την υγεία, καθώς μπορούν να αποτελέσουν τη βασική τεχνολογική πλατφόρμα επικοινωνίας μεταξύ γιατρών σε γεωγραφικά απομακρυσμένα σημεία και μεταξύ ετερογενών υπηρεσιών και πληροφοριακών συστημάτων. Τέτοιες υπηρεσίες παρέχουν ένα πλαίσιο επικοινωνίας, με δυνατότητες εντοπισμού των διαθέσιμων ανθρώπινων και υλικών πόρων, διαμοιρασμού πολυμεσικής πληροφορίας και παράδοσης ειδοποιήσεων για συγκεκριμένα γεγονότα. Επιπρόσθετα, αποτελούν αναπόσπαστο συστατικό ενός συνόλου υπηρεσιών στο πλαίσιο ενός ολοκληρωμένου δικτύου τηλεματικών υπηρεσιών για την υγεία, με δυνατότητες ολοκλήρωσης υπαρχόντων υποδομών και διαλειτουργικότητας με άλλες υπηρεσίες.

1.1. Περίληψη της εργασίας

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένα περιβάλλον στήριξης της ιατρικής συνεργασίας και αξιολογήθηκε η απόδοσή του. Το περιβάλλον αυτό παρέχει όλα τα απαραίτητα τεχνολογικά μέσα για την αξιόπιστη επικοινωνία επαγγελματιών της υγείας και την αποδοτική συνεργασία τους πάνω σε πραγματικά ιατρικά περιστατικά. Αποτελεί μια κατανεμημένη υπηρεσία που χρησιμοποιεί τον Παγκόσμιο Ιστό, ως μέσο για την ανταλλαγή της πληροφορίας. Στηρίζεται σε τεχνολογίες ανοικτού λογισμικού και διεθνή πρότυπα σχετικά με το Διαδίκτυο, ώστε να εγγυηθεί την ανοικτότητα, την εύκολη επεκτασιμότητα, καθώς και την διαλειτουργικότητα με άλλες εφαρμογές, που υιοθετούν αντίστοιχες τεχνολογίες. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας που χρησιμοποιείται στην εφαρμογή είναι βασισμένο σε XML και αποτελεί διεθνές, ανοικτό πρότυπο για το Διαδίκτυο. Οι ιατρικές εξετάσεις και τα ιατρικά έγγραφα που ανταλλάσσονται στο πλαίσιο μιας συνόδου συνεργασίας, ακολουθούν και αυτά μορφές που καθορίζονται από διεθνή, ανοικτά πρότυπα.

Ως βάση επικοινωνίας χρησιμοποιήθηκε ένα ανοικτό σύστημα ανταλλαγής άμεσων μηνυμάτων και πληροφορίας παρουσίας, καθιστώντας άμεσα διαθέσιμη τη δυνατότητα ταχείας επικοινωνίας μεταξύ των μετεχόντων και τη γνώση της

παρουσίας και συνεπώς της διαθεσιμότητας των υπόλοιπων μετεχόντων στην υπηρεσία. Το βασικό πρωτόκολλο επεκτάθηκε, ώστε να καλύψει τις συγκεκριμένες λειτουργικές ανάγκες της υπηρεσίας ιατρικής συνεργασίας. Κάθε πραγματικό ιατρικό επεισόδιο μοντελοποιήθηκε με ένα ιδεατό χώρο εργασίας, ο οποίος διαθέτει τη δυνατότητα διατήρησης μιας συλλογής από ιατρικά έγγραφα και εξετάσεις που σχετίζονται με το επεισόδιο αυτό και επιτρέπει το συνακόλουθο διαμοιρασμό τους στους μετέχοντες. Υποστηρίζονται, μεταξύ άλλων, μέθοδοι πιστοποίησης της ταυτότητας των μετεχόντων σε ένα επεισόδιο, προσθήκης και ανάκτησης ψηφιακά υπογεγραμμένων ιατρικών αρχείων, πρόσκλησης άλλων διαθέσιμων επαγγελματιών του χώρου της υγείας για συμμετοχή και λήψης ειδοποιήσεων για μια σειρά από γεγονότα ή δράσεις. Η υπηρεσία επιτρέπει μεθοδικούς ελέγχους και μελλοντικές αναφορές χάρη στην πλήρη αποθήκευση όλης της σχετικής με ένα επεισόδιο πληροφορίας, καθώς και του πλήρους ιστορικού των δράσεων όλων των χρηστών, σε βάση δεδομένων.

Η διεπαφή χρήσης της υπηρεσίας είναι προσβάσιμη από τον Παγκόσμιο Ιστό και μπορεί να λειτουργήσει σε οποιονδήποτε browser. Η ανοικτή αρχιτεκτονική της παρούσας υπηρεσίας επέτρεψε την αποδοτική επαναχρησιμοποίηση ενυπόστατων υποδομών, για σκοπούς αναζήτησης, εντοπισμού και χρήσης ανθρώπινων και υλικών πόρων, πιστοποίησης ταυτότητας με καθολικό τρόπο και χρήσης μεθόδων εγγύησης της ασφάλειας, της αυθεντικότητας και της ακεραιότητας των δεδομένων που ανταλλάσσονται. Επιπρόσθετα, μελετήθηκε η ικανότητα διαλειτουργικότητας με υπάρχουσες υπηρεσίες ηλεκτρονικής υγείας.

Τέλος, αξιολογήθηκε η απόδοση της προτεινόμενης υπηρεσίας, με κατάλληλες πειραματικές μετρήσεις. Είναι αναγκαία η γνώση των ορίων της αποδοτικής λειτουργίας μιας τέτοιας υπηρεσίας, καθώς αφορά τη μετάδοση και διαχείριση κρίσιμης και ευαίσθητης ιατρικής πληροφορίας. Σε πολλές περιπτώσεις, είναι επίσης αναγκαία η γνώση του χρόνου απόκρισης της υπηρεσίας, καθώς μερικές πληροφορίες, όπως οι ειδοποιήσεις και η πληροφορία παρουσίας κάποιου μετέχοντα, πρέπει να παραδίδονται με άμεσο και αξιόπιστο τρόπο, επειδή πιθανές καθυστερήσεις μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις. Η παρούσα εργασία αξιολογήθηκε πειραματικά για την κλιμακωσιμότητα, την ανθεκτικότητα και την επιβάρυνση της απόδοσης από επιπρόσθετους μηχανισμούς ασφάλειας.

1.2. Δομή της εργασίας

Η παρούσα εργασία δομείται ως εξής: Στο Κεφάλαιο 2, γίνεται μια σύντομη επισκόπηση της ιστορικής εξέλιξης της ιατρικής πληροφορικής, των σύγχρονων τάσεων για το σχεδιασμό υπηρεσιών τηλεματικής για την υγεία καθώς και των διαθέσιμων τεχνολογιών και εργαλείων, που επιτρέπουν τη συνεργασία πάνω από το παγκόσμιο ιστό. Το κεφάλαιο καταλήγει με τις σχεδιαστικές απαιτήσεις της υπηρεσίας για την υποστήριξη της ιατρικής συνεργασίας πάνω από το Παγκόσμιο Ιστό.

Στο Κεφάλαιο 3, παρουσιάζονται οι τεχνολογικές μέθοδοι που επιλέχθηκαν για την ικανοποίηση των σχεδιαστικών απαιτήσεων. Συγκεκριμένα, εξετάζεται η XML γλώσσα, τα συστήματα άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας και το XMPP πρωτόκολλο, που αποτελεί σημείο συνάντησης των δύο παραπάνω τεχνολογιών.

Στο Κεφάλαιο 4, περιγράφονται οι λεπτομέρειες υλοποίησης της προτεινόμενης υπηρεσίας. Το κεφάλαιο περιλαμβάνει την περιγραφή των επεκτάσεων του XMPP πρωτοκόλλου για την προσαρμογή του στις ανάγκες της ιατρικής συνεργασίας, την αρχιτεκτονική λειτουργίας του server της υπηρεσίας και τον προσδιορισμό της μορφής των ιατρικών εγγράφων και εξετάσεων, που ανταλλάσσονται στο πλαίσιο μιας συνόδου συνεργασίας.

Στο Κεφάλαιο 5, η παρούσα υπηρεσία εξετάζεται ως προς την ικανότητά της να λειτουργεί ως αναπόσπαστο συστατικό ενός ολοκληρωμένου δικτύου τηλεματικής για την υγεία. Μελετάται η ικανότητα ολοκλήρωσης υπάρχοντων υποδομών με την παρούσα υλοποίηση, καθώς και η διαλειτουργικότητα με υπάρχουσες υπηρεσίες του δικτύου.

Στο Κεφάλαιο 6, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της θεωρητικής και πειραματικής αξιολόγησης της επίδοσης της προτεινόμενης υπηρεσίας. Γίνεται μια σύγκριση του χρησιμοποιηθέντος πρωτοκόλλου με άλλα αντίστοιχα πρωτόκολλα και εξετάζονται θέματα κλιμακωσιμότητας, ανθεκτικότητας και ασφάλειας.

Τέλος, στο κεφάλαιο 7, συνοψίζονται τα κυριότερα συμπεράσματα από την παρούσα εργασία.

Κεφάλαιο 2

Υπόβαθρο

Στο κεφάλαιο αυτό παραθέτουμε το υπόβαθρο της εργασίας, οργανωμένο σε τρεις ενότητες. Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται οι στόχοι, η ιστορία και οι σημερινές τάσεις στην ιατρική πληροφορική, με σκοπό την ανάδειξη του ευρύτερου πλαισίου, των αναγκών και των γενικών αρχών πάνω στις οποίες βασίζεται η παρούσα εργασία. Στη δεύτερη ενότητα γίνεται μια ειδικότερη αναφορά στα περιβάλλοντα συνεργασίας πάνω από τον Παγκόσμιο Ιστό, σε παλαιότερες σχετικές εργασίες και τα μειονεκτήματά τους. Τέλος, στην τρίτη ενότητα αναφέρονται οι σχεδιαστικές απαιτήσεις για το περιβάλλον συνεργασίας της παρούσας εργασίας.

2.1. Η πληροφορική στην υγεία

Στην ενότητα αυτή παραθέτουμε τον ορισμό, τα οφέλη και την ιστορική εξέλιξη της χρήσης της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών στην υγεία. Στη συνέχεια, περιγράφουμε τις σημερινές τάσεις για σχεδιασμό υποδομών, οι οποίες παρέχουν συνεχιζόμενες και ολοκληρωμένες υπηρεσίες ιατρικής φροντίδας από απόσταση. Ακολούθως, γίνεται μια απαρίθμηση των κυριότερων τέτοιων υπηρεσιών. Η ενότητα ολοκληρώνεται με τη συνοπτική περιγραφή του HYGIEAnet, του περιφερειακού δικτύου τηλεματικής για την υγεία στην Κρήτη και του πιλοτικού δικτύου ηλεκτρονικής υγείας περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου.

2.1.1. Ηλεκτρονική Υγεία

Ευρύτερα γνωστοί συνδυαζόμενοι ως «ηλεκτρονική υγεία», οι όροι τηλε-ιατρική και τηλε-φροντίδα τοποθετούνται στο γενικότερο πλαίσιο της ιατρικής πληροφορικής και αφορούν την παροχή ιατρικής φροντίδας από απόσταση και τη μεταφορά ιατρικής γνώσης με εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών.

Η τηλε-ιατρική μπορεί να οριστεί ως «η χρήση των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής για την παροχή ιατρικών υπηρεσιών και την ανταλλαγή ιατρικής πληροφορίας όταν η απόσταση διαχωρίζει τους μετέχοντες»[1].

Η τηλε-φροντίδα μπορεί να οριστεί ως «η χρήση των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής με σκοπό την πρόσβαση σε ιατρικούς πόρους και πηγές πληροφοριών των ασθενών που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές» [2]

Η ειδοποιός διαφορά των δύο όρων είναι ότι ο πρώτος όρος αναφέρεται συνήθως σε υπηρεσίες που παρέχονται σε επαγγελματίες της υγείας και οργανισμούς, όπως τηλε-συμβούλευση, πρόσβαση σε ιατρικό ιστορικό, πρόσβαση σε ιατρικά πληροφοριακά συστήματα, κ.α., ενώ ο δεύτερος όρος αναφέρεται σε υπηρεσίες που παρέχονται κατευθείαν στον πολίτη, όπως η παρακολούθηση του ασθενούς από το σπίτι του, η πρόσβαση σε ψηφιακές ιατρικές βιβλιοθήκες, κ.α.

Τα τελευταία χρόνια, περισσότερο από ποτέ, ο ρόλος της ιατρικής πληροφορικής είναι να υιοθετήσει την ανάπτυξη της τεχνολογίας για την υποστήριξη και την ανάπτυξη νέων συστημάτων φροντίδας, τα οποία χρησιμοποιούν αποτελεσματικότερα τους περιορισμένους πόρους και παρέχουν τα μέγιστα οφέλη

τόσο για τους ασθενείς όσο και για τους επαγγελματίες στον χώρο της υγείας. Οι πολυάριθμες και συνεχώς επεκτεινόμενες εφαρμογές της ιατρικής πληροφορικής επιτρέπουν στους χρήστες τους να αποκτήσουν ανώτερης ποιότητας ιατρική φροντίδα, ενώ η γεωγραφική απομόνωση δεν είναι πια ένα ανυπέρβλητο εμπόδιο για τις βασικές ανάγκες της έγκαιρης και ποιοτικής ιατρικής φροντίδας. Στο πλαίσιο της αναδυόμενης κοινωνίας της πληροφορίας, η τηλε-ιατρική αποτελεί ένα αναπόσπαστο τμήμα της καθημερινής δραστηριότητας των ανθρώπων. Ο ευρύτερος στόχος των εφαρμογών της τηλε-ιατρικής και τηλε-φροντίδας περιλαμβάνει την παροχή φροντίδας στους ασθενείς, την ενημέρωση των πολιτών για θέματα υγείας, την εκπαίδευση του ιατρικού προσωπικού, τη μελέτη της δημόσιας υγείας, τη μεταφορά και μελέτη από απόσταση ιατρικών δεδομένων και εξετάσεων και την τηλε-συμβούλευση [3]. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν τηλεφωνικές συνδέσεις, το Διαδίκτυο, τοπικά δίκτυα υπολογιστών, πολυμεσικές εφαρμογές, τηλε-συνεδρία, εξειδικευμένο ιατρικό εξοπλισμό υψηλής τεχνολογίας, κ.α., που επιτρέπουν στους επαγγελματίες του χώρου της υγείας να παρέχουν ιατρική φροντίδα μακριά από τον τόπο ανάγκης.

Η παροχή υπηρεσιών ιατρικής φροντίδας με τη βοήθεια της ιατρικής πληροφορικής παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα.

- αυξάνει τη διαθεσιμότητα ειδικών γιατρών σε υποβαθμισμένες αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές.
- μειώνει σημαντικά το κόστος της μεταφοράς του ασθενούς, όταν γίνεται χρήση συστημάτων τηλε-φροντίδας σε απομακρυσμένα κέντρα υγείας, ειδικούς σταθμούς ή στο σπίτι
- αξιοποιεί τα αγροτικά και απομακρυσμένα κέντρα υγείας, καθώς επιτρέπει τη μεταφορά ιατρικών εξετάσεων σε κέντρα για εκτίμηση από απόσταση από ειδικούς γιατρούς
- επιτρέπει σε γιατρούς που κάνουν έρευνα να μοιραστούν ιατρικά δεδομένα και να αποκτήσουν πρόσβαση σε φακέλους ασθενών
- βελτιώνει την εκπαίδευση των γιατρών σε απομακρυσμένες περιοχές
- βοηθά στην ενημέρωση των πολιτών για θέματα υγείας και στην προσπάθειά τους να πάρουν αποφάσεις για την διαχείριση της υγείας τους.

Υπάρχουν μερικοί φραγμοί στην εφαρμογή της τηλε-ιατρικής, όπως:

- η ελλιπής εκπαίδευση
- η επιφυλακτικότητα στην αποδοχή της τεχνολογίας
- η συνήθεια γιατρών και ασθενών για κατ' ιδίαν συνάντηση
- τα κενά στη νομοθεσία
- η απουσία ικανοποιητικών τηλεπικοινωνιακών υποδομών σε όλη την επικράτεια

2.1.2. Ιστορική αναδρομή

Ιστορικά, η κινητήρια δύναμη για την ανάπτυξη της τηλε-ιατρικής ήταν η ανάγκη για πρόσβαση στην υγεία. Σε παγκόσμια κλίμακα, κάτοικοι αγροτικών ή απομακρυσμένων περιοχών έχουν υποτυπώδη πρόσβαση σε υπηρεσίες ιατρικής φροντίδας, κυρίως επειδή οι ειδικοί γιατροί, καθώς και ο αντίστοιχος ιατρικός εξοπλισμός, βρίσκονται κατά κανόνα σε αστικές περιοχές.

Στη δεκαετία του 1920, ραδιοκύματα σε ειδικές συχνότητες χρησιμοποιήθηκαν για να συνδέουν γιατρούς με πλοία σε περιπτώσεις ιατρικής ανάγκης [4]. Στα τέλη της

δεκαετίας του 1920, μηχανικοί της AT&T Bell Laboratories επιχειρούσαν την συνένωση της τηλεοπτικής με την τηλεφωνική συσκευή, για την επίτευξη της αμφίδρομης οπτικής τηλεφωνίας. Παρά τον αρχικό ενθουσιασμό, χρειάστηκαν περίπου 40 χρόνια ακόμη μέχρι να παρουσιαστεί και να λειτουργήσει ένα αντίστοιχο προϊόν. Το 1959 μια τέτοια συσκευή αμφίδρομης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος χρησιμοποιήθηκε για συμβουλευσεις τηλε-ψυχιατρικής στη Nebraska, ΗΠΑ [5]

Η NASA έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της τηλε-ιατρικής. Στις αρχές του 1960, ζωτικά σήματα των αστροναυτών παρακολουθούνταν από απόσταση, κατά τη διάρκεια απόστολων. Στα επόμενα χρόνια, η NASA συνέχιζε να συμβάλει αποφασιστικά στην ανάπτυξη της τηλε-ιατρικής, τόσο με την βελτίωση των τηλεπικοινωνιών όσο και με τη χρήση πρωτοποριακών μεθόδων τηλε-ιατρικής.

Οι πρώιμες αυτές προσπάθειες στο διάστημα εφαρμόστηκαν στις αρχές του 1970 σε διάφορα προγράμματα, όπως σε αγροτικές περιοχές [6], σε ιατρικούς σταθμούς αεροδρομίων [7], σε αρκτικές περιοχές [8]. Στη δεκαετία του 1980, οι προσπάθειες για εφαρμογές τηλε-ιατρικής βασίστηκαν στη δημιουργία προσωρινών συνδέσεων από σημείο σε σημείο, συνήθως με χρήση κλειστών δορυφορικών κυκλωμάτων.

Όλες οι παραπάνω προσπάθειες είτε απέτυχαν, είτε εγκαταλείφθηκαν σύντομα λόγω του υψηλού τηλεπικοινωνιακού κόστους και της περιορισμένης σε διάρκεια παροχής της κάθε υπηρεσίας [9]. Η ανάγκη για συνεχιζόμενη και πάντοτε παρούσα ιατρική φροντίδα από απόσταση άρχισε να διαφαίνεται εφικτή μόνο στη δεκαετία του 1990, μετά από τις ταχείες εξελίξεις στις τηλεπικοινωνίες και στην πληροφορική τεχνολογία, όπως η σημαντική πτώση του κόστους των τηλεπικοινωνιών, η διαθεσιμότητα επαρκούς εύρους ζώνης, η καθιέρωση φθηνών επιτραπέζιων υπολογιστών με δυνατότητες παρουσίασης και διαχείρισης πολυμεσικού περιεχομένου, η συμπίεση δεδομένων και η εξάπλωση του Διαδικτύου. Οι συνθήκες αυτές οδήγησαν εκατοντάδες οργανισμούς και ιδρύματα στην ανάπτυξη μιας πληθώρας νέων πληροφοριακών και τηλεπικοινωνιακών συστημάτων και υπηρεσιών για την υγεία, καθιστώντας την ιατρική πληροφορική έναν ενεργό τομέα της έρευνας και της ανάπτυξης.

Η εκρηκτική αυτή ανάπτυξη, όμως, οδήγησε στη δημιουργία αυτόνομων, μονολιθικών πληροφοριακών συστημάτων, τα οποία παρουσιάζουν μεγάλη ανομοιογένεια και ανικανότητα για συνεργασία και διαμοιρασμό πληροφορίας [10]. Ως αποτέλεσμα, η διαχειριζόμενη πληροφορία κατακερματίζεται και οι διαθέσιμοι πόροι απομονώνονται.

2.1.3. Δίκτυα τηλεματικών εφαρμογών για την υγεία

Σήμερα, έχει γίνει προφανές ότι η δυσκολία στη σύμπραξη ανεξάρτητων ιατρικών πληροφοριακών συστημάτων αντιβαίνει στον ορισμό της τηλε-ιατρικής και αναιρεί πολλά πλεονεκτήματά της. Η επόμενη γενιά πληροφοριακών συστημάτων για την υγεία πρέπει να ολοκληρώνει ένα μεγάλο δίκτυο από ετερογενή, αυτόνομα και καταναμημένα πληροφοριακά συστήματα. Επομένως, μια θεμελιώδης πρόκληση που αντιμετωπίζουν οι ερευνητές και κατασκευαστές συστημάτων είναι η παροχή ενός νέου οργανωτικού πλαισίου που θα ολοκληρώνει αυτή τη ετερογενή συλλογή από πόρους σε μια ομοιογενή συνένωση δεδομένων και γνώσης με σκοπό την αύξηση της διαθεσιμότητας της πληροφορίας, που ήταν προηγούμενα μη προσβάσιμη, και την απάντηση στην ανάγκη για επεξεργασία πληροφορίας στον τομέα της ιατρικής. [11]

Σήμερα διαφαίνεται ότι το οργανωτικό αυτό πλαίσιο συνίσταται από ένα ολοκληρωμένο δίκτυο τηλεματικών υπηρεσιών. Τα δίκτυα τηλεματικών υπηρεσιών για την υγεία και οι ολοκληρωμένες υπηρεσίες τηλε-ιατρικής σχηματίζουν έναν εκτεταμένο ιδεατό οργανισμό ιατρικής φροντίδας, ο οποίος εμπερικλείει διαθέσιμους υλικοτεχνικούς και ανθρώπινους πόρους, σε μια ευρεία περιοχή, με σκοπό την υποστήριξη ιατρικών διαδικασιών εξ' αποστάσεως και τη διαχείριση πληροφοριών του ασθενούς. Οι υπηρεσίες τηλε-ιατρικής παρέχονται μέσω μιας προηγμένης τηλεπικοινωνιακής υποδομής και υποστηρίζονται από διάφορες τεχνολογίες πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, καθώς και από σχετικές εφαρμογές. Ο κύριος στόχος τέτοιων δικτύων είναι να καταστήσει εφικτή την παροχή διαφορετικών επιπέδων υποστήριξης για την εξ' αποστάσεως πρόληψη, διάγνωση και θεραπευτικές ιατρικές διαδικασίες. [11]

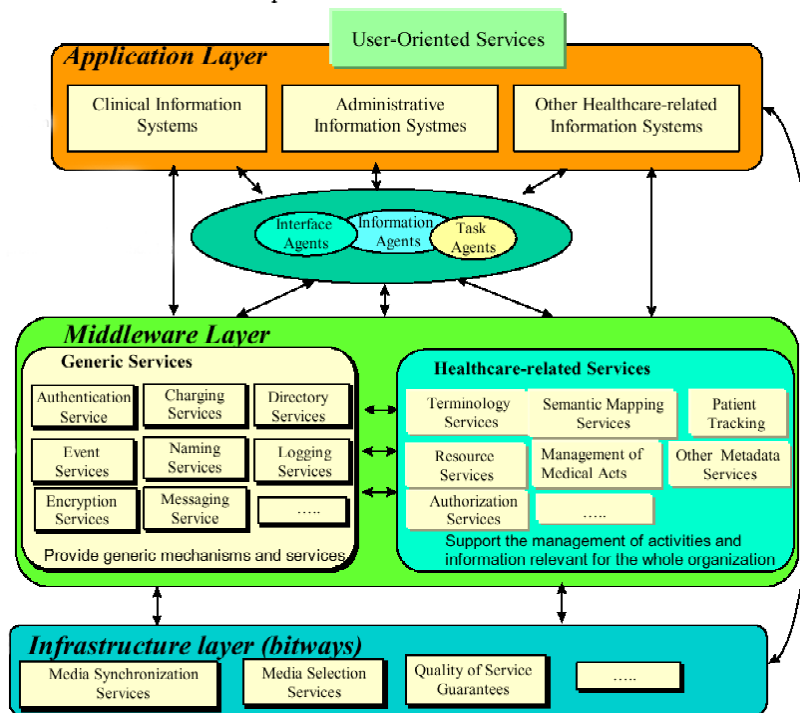
Σε επίπεδο αρχιτεκτονικής, το δίκτυο στο οποίο θα παρέχονται υπηρεσίες τηλε-ιατρικής, είναι διαστρωματωμένο [12] σε πολλαπλά επίπεδα (Σχήμα 1). Το κορυφαίο επίπεδο, το επίπεδο εφαρμογών, αντιστοιχεί στις παρεχόμενες υπηρεσίες αυτές καθαυτές και μπορεί να συμπεριλαμβάνει τηλε-διάγνωση, τηλε-παρακολούθηση, τηλε-συμβούλευση, τηλε-διαχείριση και άλλες υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας.

Το μεσαίο επίπεδο, το επίπεδο middleware, αποτελείται από όλες τις υποδομές που παρέχουν τη βάση για τις εφαρμογές επικοινωνίας και συστατικά που επιτρέπουν τη σύνθεση των εφαρμογών του ανώτερου επιπέδου. Τέτοιες εφαρμογές περιλαμβάνουν την ηλεκτρονική αλληλογραφία, την τηλε-συνεδρία, σύγχρονη και ασύγχρονη συμβούλευση, περιβάλλοντα τηλε-παρουσίας, διαδραστική ανάλυση εικόνων και πολυμεσικών ιατρικών δεδομένων, εργαλεία για εντοπισμό ιατρικών δεδομένων σε κατακευματισμένες βάσεις δεδομένων και μια ποικιλία άλλων εφαρμογών που χρησιμοποιούν υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας.

Το κατώτερο επίπεδο, το επίπεδο τηλεπικοινωνιακής υποδομής αντιστοιχεί στην υλική υποδομή και το λογισμικό που υποστηρίζει τα συστατικά του middleware επιπέδου και αποτελείται κυρίως από ιατρικό εξοπλισμό, σταθμούς εργασίας, τηλεπικοινωνιακά δίκτυα και εργαλεία για διαχείριση του δικτύου και άλλων πόρων. Το τελευταίο επίπεδο μαζί με ορισμένες γενικές εφαρμογές του μεσαίου επιπέδου αποτελούν αυτό που είναι ευρέως γνωστό ως Πληροφοριακή Υποδομή για την Υγεία (ΗΠ).

Ο στόχος μιας αρχιτεκτονικής για την ανάπτυξη μιας πληροφοριακής υποδομής για την υγεία είναι να παρέχει και να καθιστά εφικτά τα ακόλουθα:

- διαλειτουργικότητα. Είναι «η ικανότητα δύο ή περισσότερων συστημάτων ή μονάδων λογισμικού να ανταλλάσσουν πληροφορία και να χρησιμοποιούν την πληροφορία που έχει ανταλλαγή»[13]
- αρθρωτή αρχιτεκτονική, έτσι ώστε η αρχιτεκτονική να συναρμολογείται κομμάτι-κομμάτι
- σταθερότητα, διαχείριση και συντήρηση
- αποδοτικότητα με μείωση του κόστους, με χρήση υπαρχόντων, καθιερωμένων τεχνολογιών και προϊόντων



Σχήμα 1: Πολλαπλών επιπέδων αρχιτεκτονική ενός δικτύου τηλεματικών υπηρεσιών

Βέλτιστα, ένα ΗΠΙ μπορεί να αναπτυχθεί με έναν εξελικτικό τρόπο βασισμένο μόνο σε αρχιτεκτονική συστατικών (components). Ένα συστατικό είναι μια αυτόνομη μονάδα, επαναχρησιμοποιήσιμη κάτω από διαφορετικές συνθήκες και συνδυασμούς και ικανή να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον μέσα από καλά ορισμένες διεπαφές [14]. Χρησιμοποιώντας κατάλληλα συστατικά, μπορούμε να δημιουργήσουμε συνθετότερα συστήματα, επαναχρησιμοποιώντας τα, ενώ μπορούμε να περιορίσουμε τις αλλαγές μόνο σε ένα συστατικό και να διατηρήσουμε το υπόλοιπο σύστημα, ιδανικά, ως είχε.

Η ανάπτυξη ολοκληρωμένων πληροφοριακών συστημάτων για την υγεία πρέπει να βασίζεται στον ορισμό και την υλοποίηση μιας ανοικτής αρχιτεκτονικής, όπου ξεχωριστά συστατικά:

- είναι υπεύθυνα για αυτόνομες και λογικά συγκροτημένες λειτουργικές περιοχές
- διαλειτουργούν με άλλες εφαρμογές μέσα από δημόσιες και ευσταθείς διεπαφές
- είναι ικανά να λειτουργήσουν σε ένα κατακεντρωμένο περιβάλλον και να εξελιχθούν σύμφωνα με συγκεκριμένες, μη προκαθορισμένες απαιτήσεις και χαρακτηριστικά ενός αυτόνομου οργανισμού

Τέλος, η απαιτούμενη ολοκλήρωση και διαλειτουργικότητα των συστημάτων δεν θα μπορεί να επιτευχθεί παρά μόνο μέσα από διεξοδικές προσπάθειες προτυποποίησης. Σήμερα, πολλοί διεθνείς οργανισμοί έχουν εστιάσει τις προσπάθειές τους στον ορισμό και την καθιέρωση ανοικτών προτύπων που αφορούν θέματα όπως τη λεπτομερή περιγραφή των ιατρικών διαδικασιών στα πλαίσια της τηλε-ιατρικής, την οργάνωση και δόμηση της ιατρικής πληροφορίας, τον καθορισμό της μορφής των ιατρικών εγγράφων και των ιατρικών εξετάσεων, την ασφάλεια και εμπιστευσιμότητα των ιατρικών συναλλαγών, κ.α. Τέτοιοι οργανισμοί είναι οι European Committee for Standardization (CEN) TC251 [56], Health Level Seven (HL7) [57], International Organization for Standardization (ISO) TC215 [58], και OMG [59].

2.1.4. Τηλεματικές υπηρεσίες

Η τηλεματική στην υγεία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρέχει ένα ευρύ φάσμα από ολοκληρωμένες υπηρεσίες στις περιοχές της προ-νοσοκομειακής επείγουσας φροντίδας, της πρωτοβάθμιας φροντίδας, της νοσοκομειακής περίθαλψης και της κατ' οίκον φροντίδας. Οι τηλεματικές υπηρεσίες για την υγεία μπορούν να ταξινομηθούν σε πέντε κατηγορίες [15]:

1. υπηρεσίες συνεργασία
2. υπηρεσίες εντοπισμού πόρων
3. εκπαιδευτικές υπηρεσίες
4. υπηρεσίες πρόσβασης στον ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό φάκελο υγείας
5. υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας

Οι υπηρεσίες **συνεργασίας** γεφυρώνουν το κενό που δημιουργείται από την απόσταση που διαχωρίζει φυσικά τους διάφορους χρήστες, ενώ προάγει την κοινωνική αλληλεπίδραση και την ανταλλαγή ζωτικών πληροφοριών. Αυτός ο τύπος των υπηρεσιών περιλαμβάνει την τηλε-συμβούλευση και τηλε-παρακολούθηση ζωτικών σημάτων του ασθενούς. Οι σύνοδοι τηλε-συμβούλευσης ανάμεσα σε επαγγελματίες της υγείας μπορούν να αντισταθμίσουν την έλλειψη εμπειρου ή εξειδικευμένου προσωπικού σε απομακρυσμένους τόπους, στον τόπο ενός ατυχήματος ή σε υπηρεσία πρωτοβάθμιας φροντίδας. Η τηλε-παρακολούθηση ζωτικών σημάτων του ασθενούς εγκαθιστά μια συνεργασία μεταξύ δύο γιατρών ή ενός γιατρού κι ενός ασθενούς με σκοπό την παροχή ιατρικής φροντίδας στο σπίτι του ασθενούς ή σε ένα απομακρυσμένο κέντρο ιατρικών εξετάσεων.

Υπηρεσίες **εντοπισμού πόρων** παρέχουν πληροφορίες στη διαθεσιμότητα φυσικών πόρων, όπως νοσοκομειακές μονάδες και κλινικές, διαγνωστικές μονάδες και άλλες ειδικές συσκευές, κινητές μονάδες άμεσης βοήθειας και τα χαρακτηριστικά τους, μέσω περιφερειακών καταλόγων. Τα τελευταία χρόνια, οι τεχνολογίες του Διαδικτύου ενθάρρυναν τη δημιουργία πολλών τέτοιων καταλόγων από νοσοκομεία, αρχές κ.α., καθιστώντας εφικτή την ανάκτηση πρακτικής πληροφορίας σχετικά με παροχές ιατρικής φροντίδας.

Οι **εκπαιδευτικές** υπηρεσίες είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τις αγροτικές περιοχές, όπου η πρόσβαση σε πηγές πληροφόρησης είναι περιορισμένη. Οι επαγγελματίες της υγείας πρέπει να έχουν πρόσβαση σε εκπαιδευτικό υλικό και σε ψηφιακές ιατρικές βιβλιοθήκες, με σκοπό να αυξήσουν την δημόσια επίγνωση και να υποστηρίξουν αποδοτικά τη συνεχιζόμενη φροντίδα. Με δεδομένο, μάλιστα, ότι η γνώση στον τομέα της ιατρικής αυξάνεται με ταχύτατους ρυθμούς, οι εκπαιδευτικές υπηρεσίες καθίστανται απαραίτητες για το σύνολο των επαγγελματιών της ιατρικής. Όμοια, το κοινό πρέπει να έχει πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με ασθένειες που είναι συνηθισμένες στην περιοχή του. Η γεωγραφική απομόνωση δεν πρέπει να αποτελέσει εμπόδιο στη διάχυση της γνώσης μεταξύ επαγγελματιών, που μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα της παρεχόμενης φροντίδας μέσω αλληλεπίδρασης με βάσεις ιατρικών περιπτώσεων και άλλου εκπαιδευτικού υλικού.

Οι υπηρεσίες **ολοκληρωμένου ηλεκτρονικού φακέλου υγείας** πραγματοποιούν ένα μοναδικό σημείο πρόσβασης σε κλινική πληροφορία τόσο από ασθενείς όσο και από γιατρούς. Παρέχουν έναν ενιαίο τρόπο πρόσβασης σε δεδομένα που μπορεί να βρίσκονται αποθηκευμένα με διαφορετικό τρόπο σε διαφορετικές τοποθεσίες. Αυτό

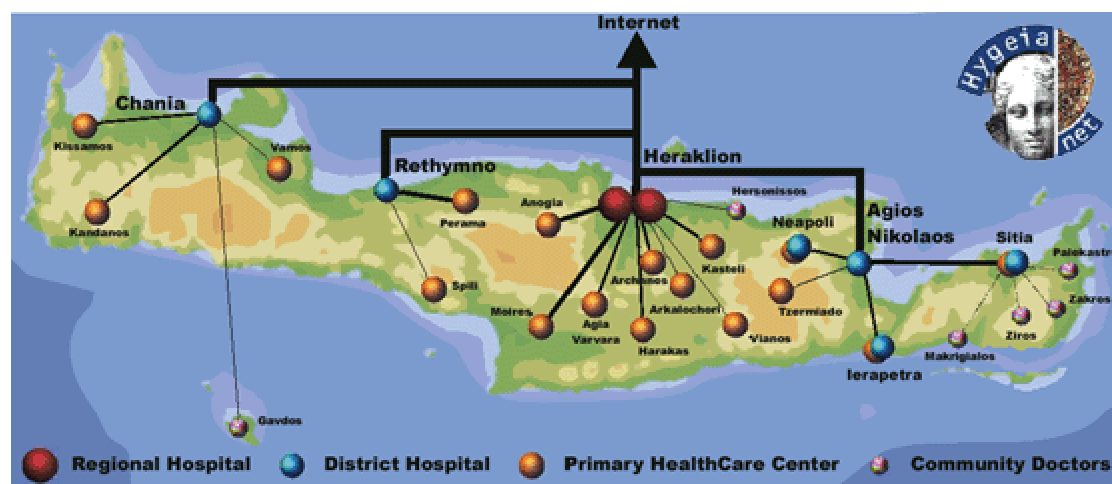
είναι απαραίτητο εξαιτίας του γεγονότος ότι τμήματα αυτού του φακέλου μπορεί να βρίσκονται σε διαφορετικές φυσικές τοποθεσίες που έχει επισκεφθεί ο ασθενής.

Οι υπηρεσίες **προστιθέμενης αξίας** επεκτείνουν όλες τις παραπάνω υπηρεσίες και παρέχουν εξειδικευμένη υποστήριξη σε επαγγελματίες. Υπηρεσίες επεξεργασίας εικόνων, πρόσβαση σε εξειδικευμένα ευρετήρια και μηχανές αναζήτησης, φιλτράρισμα πληροφορίας, ανάκτηση εικόνων με βάση το περιεχόμενο και υποστήριξη απόφασης είναι μερικά παραδείγματα υπηρεσιών που χρησιμοποιούν αποδοτικά τη διαθέσιμη πληροφορία.[15]

2.1.5. Εφαρμογή 1: Περιφερειακό δίκτυο τηλεματικής για την υγεία στην Κρήτη

Το HYGEIANet [60] είναι το περιφερειακό ολοκληρωμένο δίκτυο τηλεματικής για την υγεία στην Κρήτη (Σχήμα 2). Η ανάπτυξή του αποτέλεσε μια συστηματική προσπάθεια με σκοπό την παροχή ενός ολοκληρωμένου περιβάλλοντος για την παροχή ιατρικής φροντίδας, καθώς και εκπαίδευσης του προσωπικού και ενημέρωσης των πολιτών σε θέματα υγείας. Βασική σχεδιαστική αρχή του δικτύου αυτού είναι ότι τα συστήματα και οι τηλεματικές υπηρεσίες θα πρέπει να καθορίζονται από ιατρικές και όχι από τεχνολογικές ανάγκες. Οι ιατρικές ανάγκες οδήγησαν στην ανάπτυξη υπηρεσιών στους παρακάτω τομείς:

- Επείγουσα προνοσοκομειακή φροντίδα
- Πρωτοβάθμια φροντίδα
- Νοσοκομειακή φροντίδα
- Τηλε-συμβούλευση
- Κατ' οίκο φροντίδα
- Ολοκληρωμένος ιατρικός φάκελος



Σχήμα 2: Το δίκτυο HYGEIANet

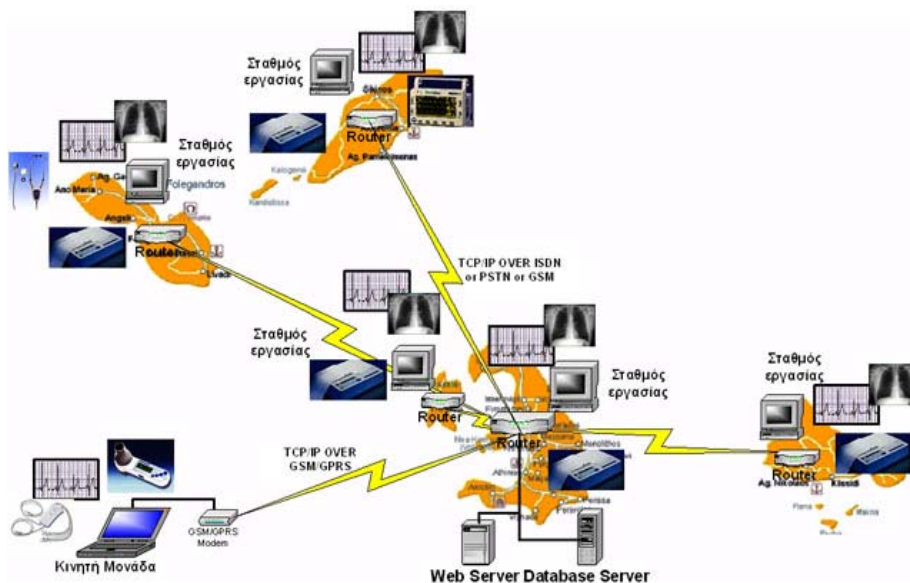
Όλες οι παραπάνω εφαρμογές χρησιμοποιούν τις υπάρχουσες υποδομές του HYGEIANet. Οι υποδομές αυτές περιλαμβάνουν:

- **Πιστοποίηση της αυθεντικότητας.** Επιτρέπει πρόσβαση μόνο σε πιστοποιημένους τελικούς χρήστες ή εφαρμογές, πιστοποιώντας το ρόλο και τα δικαιώματά τους.

- **Κρυπτογράφηση.** Εγγυάται την ασφαλή επικοινωνία ευαίσθητων προσωπικών πληροφοριών πάνω από το δίκτυο του HYGEIANet, όπως επίσης και πάνω από το Διαδίκτυο.
- **Ταυτοποίηση του ασθενούς.** Επιτρέπει την μοναδική αντιστοίχιση διανεμημένων τμημάτων του φακέλου σε ένα κύριο αναγνωριστικό. Επειδή όμως σήμερα δεν υπάρχει κάποιο καθολικό, μοναδικό αναγνωριστικό για κάθε άτομο, η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα δύσκολη και αποτελεί το βασικό φραγμό στην ανάπτυξη ενός αξιόπιστου περιβάλλοντος ολοκληρωμένου φακέλου υγείας.
- **Μεθοδικό έλεγχο.** Καταγράφει όλες τις αλληλεπιδράσεις που λαμβάνουν χώρα ανάμεσα σε υπηρεσίες ή / και τελικούς χρήστες. Τα αρχεία ιστορικού που παράγονται μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν τόσο για τον εντοπισμό παρελθόντων συναλλαγών όσο και για χρέωση.
- **Εντοπισμό πόρων.** Εντοπίζει τους διαθέσιμους νοσοκομειακούς ή υπολογιστικούς πόρους και τους τρόπους για την πρόσβαση σε αυτούς.
- **Υπηρεσίες Προφίλ Χρηστών.** Καταγράφουν τα μακροπρόθεσμα ενδιαφέροντα των χρηστών και τα χρησιμοποιούν για να προσαρμόσουν τις εφαρμογές στις προτιμήσεις τους.
- **Ορολογία.** Αντιστοιχίζει και συνδέει υπάρχοντα σχήματα κωδικοποίησης και συσχετίζει τα εσωτερικά εννοιολογικά ενός κλινικού πληροφοριακού συστήματος.

2.1.6. Εφαρμογή 2: Πιλοτικό Δίκτυο Ηλεκτρονικής Υγείας Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου

Η ολοκληρωμένη προσέγγιση του HYGEIANet μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία σε αντίστοιχες περιφέρειες, με πιθανά διαφορετικά γεωγραφικά και οργανωτικά χαρακτηριστικά. Το Πιλοτικό Δίκτυο Ηλεκτρονικής Υγείας Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου αποτελεί ένα δίκτυο μικρότερης κλίμακας, στο οποίο οι ανάγκες παροχής ολοκληρωμένων τηλεματικών για την υγεία περιορίζονται σε τέσσερα Κέντρα Υγείας, που βρίσκονται σε ισάριθμα νησιά. Στο Σχήμα 3, απεικονίζεται η γεωγραφική κατανομή της απαραίτητης υλικοτεχνικής υποδομής.



Σχήμα 3: Το πιλοτικό δίκτυο ηλεκτρονικής ιατρικής περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου

2.2. Τεχνολογικές πλατφόρμες συνεργασίας

Στα πλαίσια ενός δικτύου τηλεματικών υπηρεσιών για την υγεία, ένας αδιαμφισβήτητος στόχος είναι η μετατροπή της ιατρικής εμπειρίας σε ένα διαμοιραζόμενο πόρο, οποτεδήποτε χρειαστεί και οπουδήποτε και αν βρίσκεται. Επομένως, μια υπηρεσία συνεργασίας των επαγγελματιών της υγείας αποτελεί μια κρίσιμη υπηρεσία τηλε-ιατρικής γύρω από την οποία μπορεί να λειτουργήσει οποιαδήποτε άλλη υπηρεσία. Στην παρούσα εργασία, η προτεινόμενη υπηρεσία συνεργασίας πρέπει να πληροί τις προϋποθέσεις μιας ολοκληρώσιμης υπηρεσίας τηλε-ιατρικής, όπως αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Επιπλέον, η υπηρεσία συνεργασίας πρέπει να είναι προσβάσιμη από τον παγκόσμιο ιστό, με σκοπό την διαθεσιμότητα και καθολική προσβασιμότητα από τους χρήστες της.

Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζουμε το υπόβαθρο για τη βασισμένη στον παγκόσμιο ιστό συνεργασία, σχετικές εργασίες καθώς και τις πιο διαδεδομένες υποδομές συνεργασίας σήμερα. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η υπάρχουσα υπηρεσία συνεργασίας του HYGEIAnet και οι ελλείψεις της.

2.2.1 Περιβάλλοντα συνεργασία βασισμένα στον παγκόσμιο ιστό

Η συνεργασία μεταξύ των μελών μιας ομάδας εργασίας παραδοσιακά συνέβαινε προφορικά, με τηλεφωνικές συσκευές και σε μερικές περιπτώσεις με εξειδικευμένο εξοπλισμό video conferencing ή fax. Μόνο πρόσφατα, με την σύγκλιση της πληροφορικής με τις τηλεπικοινωνίες, η συνεργασία μπορεί να διεξαχθεί με την ανταλλαγή αντικειμενικής πληροφορίας, όπως ψηφιακών εγγράφων, μέσω του παγκοσμίου ιστού. Έτσι, ενώ αρχικά ο παγκόσμιος ιστός είχε χρησιμοποιηθεί ως μέσο για την εύρεση και ανάκτηση πληροφορίας, η καθολικότητά του προώθησε τη χρήση του ως πλατφόρμα για την συνεργασία ομάδων εργασίας που είναι γεωγραφικά απομακρυσμένες. Σε κάθε περίπτωση, ο ορισμός και μόνο του παγκόσμιου ιστού δείχνει ότι είναι μια τεχνολογία συνεργασίας, με την ευρεία έννοια του όρου, αφού επιτρέπει τους χρήστες να μοιράζονται πληροφορία.

Μερικά από τα βασικά θέματα που σχετίζονται με την ανάπτυξη εφαρμογών συνεργασίας πάνω από τον Παγκόσμιο Ιστό, περιλαμβάνουν την αρχιτεκτονική, τη δόμηση της πληροφορίας, την υψηλή διαθεσιμότητα, την ασφάλεια, τη συμβατότητα και την ενημερότητα των συμμετεχόντων για διάφορα γεγονότα [16]. Τα βασικά λειτουργικά στοιχεία ενός περιβάλλοντος συνεργασίας είναι το περιεχόμενο, η επικοινωνία και ο έλεγχος [17][18].

Το περιεχόμενο αναφέρεται στα αντικείμενα πάνω από τα οποία γίνεται η συνεργασία, όπως διαμοιραζόμενα έγγραφα, δείκτες και υπερσύνδεσμοι. Κανονικά, η μονάδα πληροφορίας στον παγκόσμιο ιστό είναι η ιστοσελίδα. Παρόλα αυτά, συστήματα που έχουν κατασκευαστεί για συνεργασία με την υποστήριξη υπολογιστών εμμένουν στην ιεραρχία καταλόγων και φακέλων, οι οποίοι αντιμετωπίζονται όπως οι πίνακες ανακοινώσεων, ως συλλογές δηλαδή σελίδων. Η διαθεσιμότητα και η αντιγραφή του περιεχομένου είναι ζητήματα που χρειάζεται να αντιμετωπιστούν από υπηρεσίες συνεργασίας. Τα αναγνωριστικά πόρων (URI) προσφέρουν έναν εύκολο τρόπο για αναφορά στην μετα-πληροφορία σχετικά με το περιεχόμενο και σχετικές υπηρεσίες. Οι HTML και XML γλώσσες επιλύουν μερικά

από τα θέματα που σχετίζονται με τη δόμηση του περιεχομένου, τη διαθεσιμότητα και την αντιγραφή. [61][19].

Η επικοινωνία μπορεί να είναι σύγχρονη ή ασύγχρονη. Η σύγχρονη με την ασύγχρονη επικοινωνία διαφέρουν σε μερικά σημεία.[20]

- ο τρόπος με τον οποίο οι χρήστες αντιλαμβάνονται τις πιο πρόσφατες ενέργειες
- το χρονικό πλαίσιο στο οποίο οι ενέργειες γίνονται διαθέσιμες στους χρήστες
- η αναθεώρηση των ενεργειών

Στο πλαίσιο μιας συνεργασίας, οι χρήστες αλληλεπιδρούν με αντικείμενα με σκοπό να ελέγξουν την συμπεριφορά τους και να ανανεώσουν την κατάστασή τους. Η ανάδραση, οι ειδοποιήσεις και η ενημερότητα (awareness) είναι βασικές πτυχές του ελέγχου[21][22]. Η ανάδραση αφορά την αντίληψη του χρήστη για τις ίδιες τις πράξεις του. Οι ειδοποιήσεις αφορούν την αντίληψη του χρήστη για τα γεγονότα που συμβαίνουν στο χώρο συνεργασίας. Η ενημερότητα (awareness) αναφέρεται στην αντίληψη του χρήστη για την παρουσία άλλων χρηστών. Εκτός από την ανάδραση, τα υπόλοιπα δεν υποστηρίζονται απευθείας από τον Παγκόσμιο Ιστό και συχνά παρέχονται από ειδικά πρωτόκολλα.

Η υποδομή του παγκόσμιου ιστού αποτελείται από web servers, ένα πρωτόκολλο εφαρμογής (π.χ. HTTP), μορφοποιημένα δεδομένα (π.χ. HTML, XML) και λογισμικό πελατών. Πολλές εφαρμογές συνεργασίας πάνω από το παγκόσμιο ιστό τροποποιούν ή επεκτείνουν τμήματα αυτής της υποδομής στην προσπάθειά τους να ξεπεράσουν τους έμφυτους περιορισμούς της [23][24][25]. Τέτοιες τροποποιήσεις ή επεκτάσεις περιλαμβάνουν προσαρμογή των web servers, βοηθητικές εφαρμογές και applets στην πλευρά του πελάτη και ειδικά πρωτόκολλα για ταχεία αλληλεπίδραση και ειδοποιήσεις.

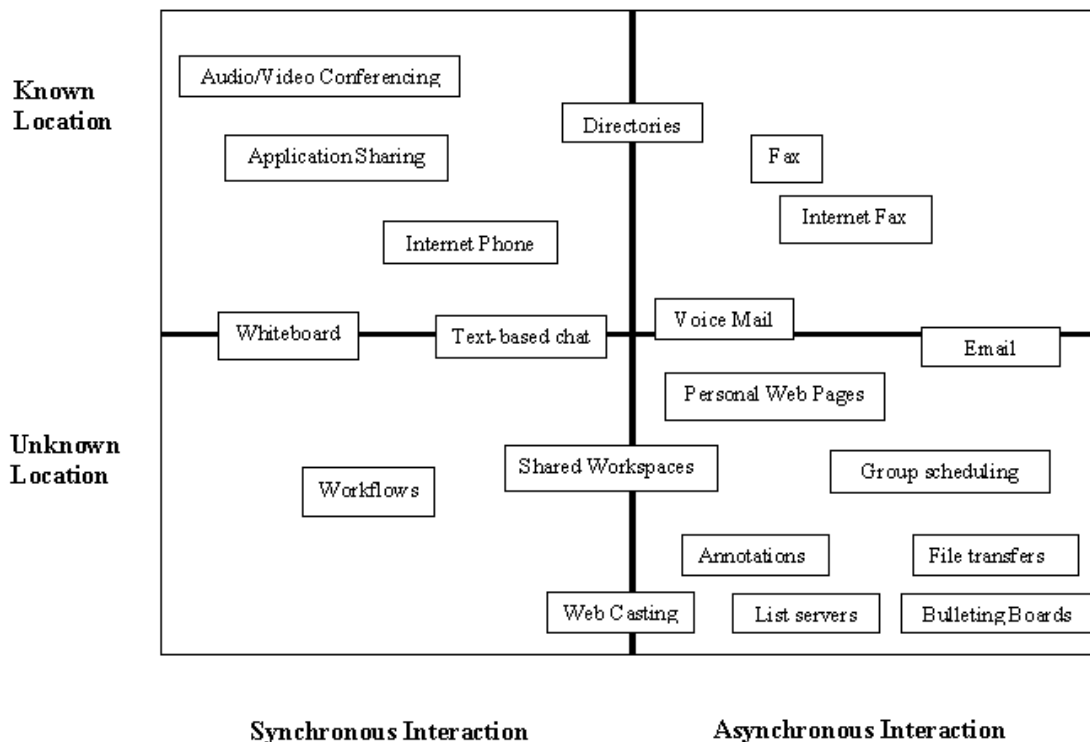
Μια άλλη προσέγγιση στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση περιβαλλόντων συνεργασίας για τον Παγκόσμιο Ιστό είναι η χρήση αυτών των καθιερωμένων τεχνολογιών ως έχουν και η δημιουργία υποδομής επαναχρησιμοποιήσιμων συστατικών συνεργασίας, στο επίπεδο middleware. Η υποδομή αυτή θα επιτρέπει τη σύνθεση εφαρμογών συνεργασίας από τα βασικά δομικά συστατικά.

2.2.2. Τεχνολογικές υποδομές για τη συνεργασία

Τα περιβάλλοντα συνεργασίας που είναι βασισμένα στον παγκόσμιο ιστό χρησιμοποιούν τεχνολογικές υποδομές και εργαλεία που επιτυγχάνουν την αλληλεπίδραση χρηστών και περιεχομένου, ανάλογα με τη στατική ή δυναμική φύση της ανταλλαγής της πληροφορίας, τη σύγχρονη ή ασύγχρονη φύση της συνόδου και τις ιδιότητες των υπολογιστικών συστημάτων των συμμετεχόντων. [26][27][28]. Τα κυριότερα εργαλεία συνεργασίας είναι:

- *Audio/Video conferencing* επιτυγχάνει σύγχρονη συνεργασία στην ομάδα, με τη μεταφορά ήχου/video από άκρο σε άκρο.
- *Text-based chat* επιτρέπει την (near-real time) σύγχρονη ανταλλαγή μηνυμάτων κειμένου.
- *Whiteboard* επιτρέπει σε πολλαπλούς χρήστες την προβολή εικόνων και το σχεδιασμό σε κοινές περιοχές
- *Applications sharing* χρησιμοποιεί μια εφαρμογή που δεν βρίσκεται στον υπολογιστή του χρήστη.

- *E-mail* είναι η πιο διαδεδομένη εφαρμογή για την ανταλλαγή μηνυμάτων και εγγράφων με ασύγχρονο τρόπο.
- *Voice mail* επισυνάπτει ήχο σε ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
- *Shared information spaces, annotations, listservers, and bulletin boards* υλοποιούν δραστηριότητες που αφορούν την αποστολή, οργάνωση και επισκόπηση ηλεκτρονικών μηνυμάτων ή εγγράφων.
- *Group scheduling* βοηθά στην οργάνωση του χρόνου των συμμετεχόντων, ώστε να κανονίσουν συναντήσεις και ραντεβού.
- *Internet fax* είναι η ολοκλήρωση των fax με το email και το Διαδίκτυο.
- *Directories* παρέχουν πρόσβαση σε πληροφορίες για τους ανθρώπους και τις διαθέσιμες υποδομές υλικού και λογισμικού.
- *Webcasting & Information channels* χρησιμοποιούν την τεχνολογία προώθησης για την ενημέρωση των χρηστών, χωρίς να έχει προηγηθεί ειδική αίτηση.



Σχήμα 4: Ταξινόμηση εργαλείων συνεργασίας

Στο Σχήμα 4, φαίνεται μια διδιάστατη ταξινόμηση αυτών των εργαλείων με βάση τη φύση των υπηρεσιών που προσφέρουν. Οι σύγχρονες τάσεις της τεχνολογίας ωθούν τη λειτουργικότητα προς το κάτω μέρος του σχήματος 1, αυξάνοντας την κινητικότητα των μετεχόντων και τη μη αιτιοκρατική αλληλεπίδραση. Σύμφωνα με αυτή την τάση, ο εντοπισμός των συμμετεχόντων είναι ένας περιοριστικός παράγοντας, που λύνεται από υπηρεσίες καταλόγου και εντοπισμού [29][62].

2.2.3 Σχετικές εργασίες

Ένας όρος που έχει συγκεντρώσει αρκετή προσοχή είναι ο όρος Collaboratory, στο οποίο ερευνητές εργάζονται σε ομάδες, ανεξάρτητα από την γεωγραφική τους θέση [63]. Το σύστημα CREW [64] είναι ένα τέτοιο περιβάλλον που υποστηρίζει μια

κοινότητα ερευνητών που είναι διαμοιρασμένη ανάμεσα στο Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν και σε άλλους οργανισμούς και εταιρίες. Το σύστημα CREW παρέχει ένα υπολογιστικό περιβάλλον το οποίο επιτρέπει στα μέλη του την πρόσβαση σε πληροφορίες για άλλα μέλη, σχετικά γεγονότα και σε μια σειρά από κοινόχρηστα έγγραφα. Επίσης, παρέχει σε συνδρομητές πληροφορία για άλλους ερευνητές του CREW, τις δραστηριότητές τους, την τοποθεσία τους, τη διαθεσιμότητα τους, τα ενδιαφέροντά τους. Επιπρόσθετα, εργαλεία συνεργασίας, όπως postable σημειώσεις και email είναι διαθέσιμα.

Στον τομέα της ιατρικής, ερευνητές από νοσοκομεία και ακαδημαϊκά ινστιτούτα συμμετέχουν στο περιβάλλον InterMed, το οποίο στοχεύει στην ιατρική συνεργασία μέσα από τον παγκόσμιο ιστό [65]. Οι βασικοί στόχοι αυτού του συστήματος περιλαμβάνουν την προώθηση της δημιουργίας ιατρικών πληροφοριακών συστημάτων ως συνεργατική δραστηριότητα, την ανάπτυξη ενός ανθεκτικού (robust) πλαισίου για συνεργασία και τη χρήση του Διαδικτύου, ως το βασικό όχημα για τέτοια συνεργασία. Ειδικότερα θέματα αφορούν υπηρεσίες ασφάλειας και εμπιστευσιμότητας, λεξικά όρων, πρόσβαση και διαμοιρασμός κλινικών δεδομένων, καθώς και συνεργατικές πολιτικές, διαδικασίες και οδηγίες.

Μερικά ακόμη συστήματα προσεγγίζουν την παροχή ιατρικής φροντίδας ως συνεργατική δραστηριότητα. Στο πρόγραμμα TeleMed [31], ο ιδεατός φάκελος του ασθενούς αποτελεί τη βάση ενός περιβάλλοντος συνεργασίας, στο οποίο πολλοί γιατροί καθώς και ο ίδιος ο ασθενής, μπορούν να λάβουν μέρος σε μια ηλεκτρονική συζήτηση. Η αρχιτεκτονική του TeleMed περιλαμβάνει τόσο συμβουλευσεις πραγματικού χρόνου, όσο και off-line συνόδους. Ειδικότερα, το σύστημα TeleMed υποστηρίζει συνεργασία πραγματικού χρόνου, ανάμεσα σε πολλαπλούς χρήστες, καθώς αυτοί μπορούν να δουν, να επεξεργαστούν και να προσθέσουν σχόλια σε δεδομένα του ασθενούς. Κάθε γιατρός μπορεί να δει τα δεδομένα που εισήγαγε κάποιος άλλος γιατρός και να παρακολουθήσει μερικές από τις δραστηριότητες άλλων γιατρών.

Το σύστημα ARTEMIS σκοπεύει στην «προώθηση των συνεργατικών δραστηριοτήτων των επαγγελματιών της υγείας για την παροχή ολοκληρωμένης και πραγματικού χρόνου φροντίδας» [30]. Μια διεπιστημονική ομάδα από επιστήμονες πληροφορικής, γιατρούς και ερευνητές της ιατρικής χρησιμοποιούν αρχέτυπα έρευνας και δοκιμασμένες τεχνολογίες για την ανάπτυξη ενός ανοικτού περιβάλλοντος συνεργασίας για τον τομέα της υγείας. Στο ARTEMIS, μια τηλεπικοινωνιακή υποδομή επιτρέπει στους γιατρούς της πρωτοβάθμιας φροντίδας να λάβουν συμβουλεύση από ειδικούς γιατρούς στον τομέα της ραδιολογίας με υποστήριξη υπολογιστή για ακτίνες X, υπέρηχους, φωνητικό σχολιασμό και άλλη πολυμεσική πληροφορία.

Μια άλλη όψη της συνεργασίας στο χώρο της υγείας αφορά την ιδέα του ιδεατού ιατρικού γραφείου. Το ιδεατό γραφείο τηλε-ιατρικής [66] είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον που ενθαρρύνει τους χρήστες του να λάβουν ενεργά μέρος στη διαχείριση και την λήψη αποφάσεων της υγείας τους. Παρέχει πρόσβαση σε ψηφιακές ιατρικές βιβλιοθήκες, καταλόγους και άλλες πηγές.

2.2.4. Προηγούμενο περιβάλλον συνεργασίας στο HYGEIAnet

Ο βασικός σχεδιαστικός στόχος του WebOnColl [32], του περιβάλλοντος συνεργασίας του HYGEIAnet, είναι να παρέχει ένα ολοκληρωμένο σύνολο από τεχνολογίες συνεργασίας στο πλαίσιο ενός ανοικτού περιβάλλοντος συνεργασίας, προσαρμοσμένο στον τομέα της ιατρικής. Για παράδειγμα, ένα δίκτυο ειδικών γιατρών μπορούν να προσφέρουν υπηρεσίες συμβούλευσης πάνω σε περιστατικά. Μέσα στο δίκτυο αυτό, η πληροφορία ανταλλάσσεται με διάφορους τρόπους, όπως με ιδιωτικές συζητήσεις, e-mail, audio and video conferencing, καθώς και προσωπικές ιστοσελίδες.

2.2.4.1. Προφίλ χρηστών και ιδεατοί χώροι εργασίας

Κεντρικές έννοιες στην αρχιτεκτονική του WebOnColl είναι τα προφίλ των χρηστών και οι ιδεατοί χώροι εργασίας. Τα προφίλ των χρηστών επιτρέπουν την προσαρμογή του περιβάλλοντος στις προτιμήσεις, τα καθήκοντα και τα δικαιώματα του χρήστη. Τα προφίλ των χρηστών μπορούν να αλλάξουν δραματικά τη συμπεριφορά της εφαρμογής, καθώς αποθηκεύουν μια πληθώρα σχετικών πληροφοριών, όπως ευρετήριο διευθύνσεων, ιστορικό πλοήγησης στο Διαδίκτυο, υπηρεσίες καταλόγου, πιστοποιητικά, κανάλια, «βοηθητικές» εφαρμογές και προτιμήσεις για τη διεπαφή χρήσης (γραμματοσειρές, χρώματα, γλώσσα κ.α.). Με τη χρήση των προφίλ, κάθε χρήστης διαθέτει μια προσωπική ιστοσελίδα, η οποία αποτελεί τη διεπαφή για τη χρήση του περιβάλλοντος συνεργασίας.

Οι ιδεατοί χώροι εργασίας αποτελούν μια συλλογή από ετερογενή δεδομένα, όπως πληροφορία για τη σύνοδο του χρήστη, αποτελέσματα της υπηρεσίας και πολυμεσικά αντικείμενα τα οποία ο χρήστης δημιουργεί ή επεξεργάζεται. Επίσης, διατηρούν το ιστορικό της αλληλεπίδρασης και επίπεδα πρόσβασης για κάθε χρήστη.

Στο πλαίσιο του *I²Cnet* [33], ενός δικτύου από server εικόνων με δυνατότητες αναζήτησης με βάση το περιεχόμενο, οι ιδεατοί χώροι εργασίας χρησιμοποιήθηκαν για να παρέχουν διαλειτουργικότητα ανάμεσα στις υπηρεσίες, συνεργασία μεταξύ των χρηστών και διαχείριση της συνόδου. Με αυτή την ερμηνεία, η έννοια των ιδεατών χώρων εργασίας πλησιάζει στην έννοια των «collectors» όπως αυτοί ορίστηκαν στο σύστημα Grassroots [34]. Οι «collectors» του Grassroots είναι γενικής χρήσης στοιχεία, που αναπαριστούν συλλογές όπως φάκελοι email, άρθρα, ιστοσελίδες, λίστες αλληλογραφίας, αναγνωριστικά χρηστών κ.α. Οι «collectors» διαθέτουν εισροή και εκροή πληροφορίας καθώς και μερικές λειτουργίες που μπορούν να εφαρμοστούν σε αυτούς. Από αυτή την άποψη, η συνεργασία μεταξύ ατόμων γίνεται με τη διαμεσολάβηση των συλλογών και τη μεταφορά πληροφορίας ανάμεσά τους.

Οι ιδεατοί χώροι εργασίας μπορεί να είναι δημόσιοι, διαμοιραζόμενοι ή ιδιωτικοί. Οι δημόσιοι χώροι εργασίας χρησιμοποιούνται για την ανταλλαγή σχολίων, υπομνημάτων και postings. Οι διαμοιραζόμενοι χώροι εργασίας χρησιμοποιούνται για να παρέχουν το υλικό της συνεργασίας σε μια σύγχρονη ή ασύγχρονη σύνοδο συνεργασίας. Οι ιδιωτικοί χώροι είναι προσωπικές σελίδες, οι οποίες είναι προστατευμένες και διατηρούνται με την πάροδο του χρόνου. Οι ιδιοκτήτες των χώρων εργασίας μπορούν επιλεκτικά να διαμοιραστούν αντικείμενα του χώρου με άλλους χρήστες, προσαρμόζοντας τον έλεγχο πρόσβασης πάνω σε κάθε ένα από τα αντικείμενα του χώρου εργασίας.

Οι ιδεατοί χώροι εργασίας στο WebOnColl υποστηρίζουν προσωπικές ιστοσελίδες, πίνακες ανακοινώσεων και λίστες συζητήσεων, διαμοιραζόμενους χώρους και φακέλους ιατρικών περιστατικών.

- προσωπικές ιστοσελίδες, που αποτελούν σημείο επαφής άλλων χρηστών με τον χρήστη, αλλά και σημείο πρόσβασης σε υπηρεσίες του περιβάλλοντος εργασίας του χρήστη. Για παράδειγμα μέσω της προσωπικής του σελίδας, ο χρήστης μπορεί να λάβει ειδοποιήσεις για διάφορα γεγονότα.
- πίνακες ανακοινώσεων και λίστες συζητήσεων, όπου οι εξουσιοδοτημένοι χρήστες μπορούν να συζητήσουν και να αλληλεπιδράσουν στην λίστα με το κατάλληλο θέμα.
- διαμοιραζόμενους χώρους, όπου έμφαση δίνεται στη διαθεσιμότητα και την οργάνωση της πληροφορίας, τη διαχείριση, την ενημερότητα και τις ειδοποιήσεις. Οι διαμοιραζόμενοι χώροι εργασίας υποστηρίζουν συνεργασία μεταξύ χρηστών και πρόσβαση σε συλλογές από αντικείμενα κοινού ενδιαφέροντος.
- φακέλους ιατρικών περιστατικών, οι οποίοι αποτελούν μια αφαιρετική οργάνωση πολυμεσικής πληροφορίας που σχετίζεται με ένα συγκεκριμένο ιατρικό περιστατικό, σε συνδυασμό με την παροχή «βοηθητικών» εφαρμογών για συνεργασία, όπως τηλε-συμβούλευση, αναφορά και εκπαίδευση. Η πληροφορία που διατηρείται αφορά το ιατρικό ιστορικό, τη φαρμακευτική αγωγή, αναφορές εξέλιξης κτλ. Ο φάκελος αποτελεί έναν ιδεατό χώρο εργασίας όπου ο δημιουργός του μπορεί να εισάγει δεδομένα για τον ασθενή και να διαμοιραστεί σε όσους επαγγελματίες αυτός επιθυμεί.

2.2.4.2. Τεχνολογικές υποδομές συνεργασίας που χρησιμοποιούνται στο WebOnColl

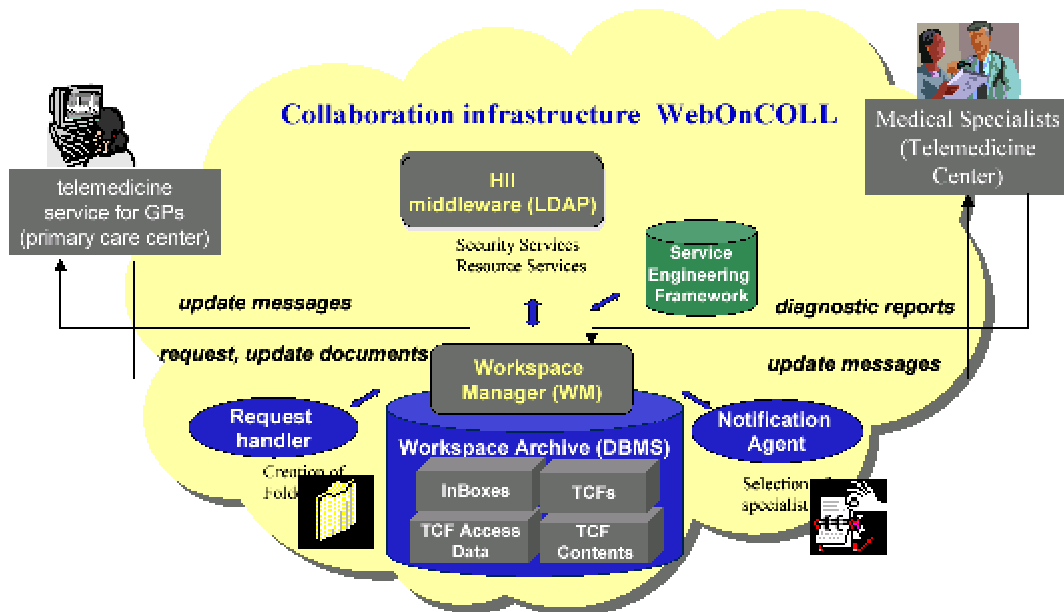
Η πρόσβαση στις ολοκληρωμένες υπηρεσίες του WebOnColl (Σχήμα 5) μέσω web browser. Οι υπηρεσίες περιλαμβάνουν τις σύγχρονες και ασύγχρονες τεχνολογίες συνεργασίας:

- Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο: Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο είναι ένας από τους πιο δημοφιλείς τρόπους επικοινωνίας σήμερα, έχοντας οδηγήσει στη δημιουργία on-line κοινοτήτων που λειτουργούν με ασύγχρονο τρόπο. Έχει καθιερωθεί ως η εφαρμογή που κυριαρχεί [35] στις διεργασίες γραφείου, όπως παράδοση εγγράφων, αρχειοθέτηση, οργάνωση καθηκόντων κ.α. Στο WebOnColl, οι μετέχοντες μπορούν να στείλουν με μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου οποιαδήποτε δεδομένα σε έναν ιδεατό χώρο εργασίας.
- Υπηρεσία υπομνηματισμού (annotation): Η επιτυχία του παγκοσμίου ιστού έχει πυροδοτήσει σημαντική ερευνητική δραστηριότητα στα συστήματα υπομνηματισμού [36][37][38][39]. Οι υπηρεσίες αυτές είναι ιδιαίτερα χρήσιμες επειδή παρέχουν ένα φυσικό τρόπο για τους ανθρώπους να αλληλεπιδράσουν με πολυμεσικό περιεχόμενο. Η υπηρεσία υπομνηματισμού για το WebOnColl, έχοντας αρχικά αναπτυχθεί για την πλατφόρμα *I²Cnet* [33], ολοκληρώνει το πολυμεσικό περιεχόμενο με τα σχόλια, αλλά μόνο για την περίπτωση των σειρών ιατρικών εικόνων. Επιπρόσθετα χρησιμοποιούνται URL σε σχετικά αντικείμενα, όπως έγγραφα, εικόνες, ήχους ή άλλα σχόλια.
- Audio/video conference. Η on-line συνεργασία στα πλαίσια του WebOnColl, μπορεί να γίνει με τη χρήση εμπορικών προϊόντων για σύγχρονη ή ασύγχρονη συνεργασία και αλληλεπίδραση. Τέτοια εργαλεία περιλαμβάνουν εφαρμογές όπως NetMeeting [40], CU-SeeMe [41], CoMed [42], με τα οποία οι μετέχοντες

μπορούν να επικοινωνήσουν στο πλαίσιο ενός ιδεατού χώρου εργασίας, όπως ο φάκελος ιατρικού περιστατικού

2.2.4.3. Υλοποίηση του WebOnColl

Τα βασικά συστατικά της αρχιτεκτονικής είναι ένας web server, ο διαχειριστής των ιδεατών χώρων εργασίας, ο διαχειριστής των προφίλ χρηστών και ο χώρος αποθήκευσης της πληροφορίας, που βρίσκεται σε ένα DBMS και το σύστημα αρχείων.



Σχήμα 5: Η υπηρεσία συνεργασίας WebOnColl

Ο διαχειριστής των ιδεατών χώρων εργασίας ελέγχει όλους τους χώρους εργασίας και παρέχει ειδοποιήσεις και ενημερότητα στους χρήστες. Είναι υλοποιημένος σε Java και επικοινωνεί με τους clients χρησιμοποιώντας TCP/IP. Το applet που βρίσκεται στον client ανακτά το περιεχόμενο των χώρων εργασίας μέσω του Παγκοσμίου ιστού με χρήση πρωτοκόλλου HTTP. Για κάθε χώρο, ο διαχειριστής διατηρεί πληροφορία για τον έλεγχο πρόσβασης, ένα ιστορικό των πράξεων και μια λίστα με τους συνδεδεμένους χρήστες. Κάθε χώρος αντιστοιχεί σε ένα κατάλογο στο σύστημα αρχείων και περιέχει ένα αρχείο περιεχομένων, όλα τα τοπικά αντικείμενα (για off-line επεξεργασία) καθώς και μετα-πληροφορία για κάθε αντικείμενο.

Οι ειδοποιήσεις στέλνονται στο χρήστη μετά από δύο αλλαγές κατάστασης:

- αλλαγή στα περιεχόμενα του χώρου
- αλλαγή στους συνδεδεμένους χρήστες

Ο διαχειριστής των προφίλ χρηστών διατηρεί τις προσωπικές προτιμήσεις των χρηστών και προσαρμόζει το περιβάλλον συνεργασίας σε αυτές. Σε αυτό το πλαίσιο, χρησιμοποιούνται πράκτορες διεπαφών για τη προσαρμογή του περιβάλλοντος στις ανάγκες του χρήστη. Ο σκοπός του διαχειριστή των προφίλ είναι να παρέχει σε κάθε χρήστη μια προσωπική σελίδα και να παρέχει πρόσβαση σε δεδομένα offline, ειδοποιήσεις και ενημερότητα.

2.2.4.4. Ελλείψεις του περιβάλλοντος WebOnColl

Η υπηρεσία του WebOnColl εισάγει στον τομέα της ιατρικής συνεργασίας καινοτόμες τεχνολογίες και αρχιτεκτονικές αρχές, όπως οι ιδεατοί χώροι εργασίας και τα προφίλ των χρηστών. Ωστόσο, η χρήση της σε πραγματικό περιβάλλον ανέδειξε μια σειρά από ελλείψεις, που οδηγούν αναπόφευκτα στην αναθεώρηση ορισμένων σχεδιαστικών αποφάσεων. Επίσης, οι τεχνολογικές εξελίξεις σε τομείς όπως ο Παγκόσμιος Ιστός, προσφέρουν νέα εργαλεία που υπόσχονται λύσεις σε γνωστά προβλήματα. Μερικές βασικές ελλείψεις του WebOnColl είναι οι εξής:

- η παρουσίαση του περιεχομένου, όπως γίνεται στο WebOnColl, δεν μπορεί να προσαρμοστεί σε νέες συσκευές με περιορισμένους πόρους, όπως υπολογιστές παλάμης ή κινητά τηλέφωνα νέας γενιάς
- η πλατφόρμα υλοποίησης και το πρωτόκολλο επικοινωνίας δεν είναι αρκετά lightweight για να είναι αποδοτικά σε περιβάλλοντα χαμηλής διαθεσιμότητας πόρων, όπως τα σύγχρονα συστήματα επικοινωνίας φορητών συσκευών
- η πλατφόρμα Java που χρησιμοποιείται δεν είναι εύκολα επεκτάσιμη
- η διεπαφή επικοινωνίας της υπηρεσίας δεν είναι καθολική και ανοικτή, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνει την ολοκλήρωση με διαθέσιμες υποδομές και τη διαλειτουργικότητα με άλλες υπηρεσίες
- δεν υπάρχει υποστήριξη βάσης δεδομένων, με τις συνεπαγόμενες σύνθετες αναζητήσεις και εγγυήσεις ακεραιότητας
- το σύστημα διαχείρισης της πληροφορίας παρουσίας των χρηστών δεν είναι αρκετά ευέλικτο και αποδοτικό, ώστε να επιτρέπει στους χρήστες να ενημερώνονται άμεσα για την παρουσία των άλλων και να διατηρούν μια λίστα με τα πρόσωπα για την παρουσία των οποίων ενδιαφέρονται. Επίσης, η πληροφορία αυτή δεν είναι αρκετά λεπτομερής, αφού μπορεί να δείχνει κάποιον χρήστη συνδεδεμένο, ενώ αυτός είναι προσωρινά μακριά από τον υπολογιστή του
- το σύστημα διαχείρισης των μηνυμάτων, των ειδοποιήσεων και των προσκλήσεων είναι coarse-grained. Δεν υποστηρίζονται ομαδικές συζητήσεις στο πλαίσιο ενός περιστατικού και αποστολή ειδοποιήσεων για συγκεκριμένα συμβάντα μετά από αίτηση του χρήστη. Επίσης, δεν υποστηρίζεται κάποιος μηχανισμός για την αποθήκευση και διαχείριση όλων των παραπάνω μηνυμάτων.

2.3. Σχεδιαστικές απαιτήσεις του προτεινόμενου συστήματος

Στις προηγούμενες ενότητες περιγράψαμε το γενικό πλαίσιο της ιατρικής πληροφορικής, μέρος του οποίου θα είναι η προτεινόμενη εργασία, και μελετήσαμε τις υπάρχουσες τεχνολογίες συνεργασίας. Στην ενότητα αυτή αναφέρουμε τις σχεδιαστικές απαιτήσεις της προτεινόμενης υπηρεσίας συνεργασίας για την υγεία και τις σχεδιαστικές αποφάσεις που λήφθηκαν.

Ως λειτουργικό και αναπόσπαστο τμήμα μιας περιφερειακής πληροφοριακής υποδομής για την υγεία, το προτεινόμενο σύστημα απαιτείται να είναι ένα συστατικό που:

- είναι διαλειτουργικό με άλλες υπηρεσίες
- επαναχρησιμοποιεί ήδη υπάρχουσες υποδομές
- είναι το ίδιο ένα επαναχρησιμοποιήσιμο, σε διαφορετικά σενάρια χρήσης
- ακολουθεί διεθνή, ανοικτά πρότυπα

Ως μια αυτόνομη και αυτούσια μονάδα λογισμικού, η υπηρεσία πρέπει να είναι:

- ασφαλής και εμπιστεύσιμη
- επεκτάσιμη
- αντικειμενική
- κλιμακώσιμη
- εύρωστη (robust)
- αποδοτική
- αξιόπιστη
- ανοικτή και προσβάσιμη
- ευπροσάρμοστη σε οποιαδήποτε συσκευή πρόσβασης
- ικανή να εγγυάται τη μονιμότητα των δεδομένων

Τεχνικά, ως υπηρεσία συνεργασίας πάνω από το Παγκόσμιο Ιστό, η υπηρεσία αυτή πρέπει:

- να παρέχει τα μέσα για ολοκληρωμένη σύγχρονη και ασύγχρονη επικοινωνία
- να παρέχει τα μέσα για ομαδική ή ιδιωτική επικοινωνία
- να υποστηρίζει άμεση και εγγυημένη ειδοποίηση των μετεχόντων για συγκεκριμένα γεγονότα
- να υποστηρίζει άμεση πληροφορία για την παρουσία των υπόλοιπων μετεχόντων
- να επιτρέπει την οργάνωση ομάδων εργασίας και λίστας συνεργατών για κάθε χρήστη
- να διατηρεί μόνιμα όλα τα αντικείμενα της συνεργασίας
- να διατηρεί πλήρες ιστορικό των πράξεων
- να έχει μια καλά ορισμένη, δημόσια και καθολική διεπαφή
- να χρησιμοποιεί ευέλικτες, ευπροσάρμοστες, επεκτάσιμες και αποδοτικές τεχνολογίες του Διαδικτύου για την επίτευξη των παραπάνω στόχων

Κεφάλαιο 3

Μέθοδοι υλοποίησης

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζουμε και αναλύουμε τις τεχνολογικές μεθόδους που αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε για την παρούσα εργασία. Στην πρώτη ενότητα, παρουσιάζεται η XML γλώσσα, η αξιολόγησή της καθώς και οι λόγοι για τους οποίους επιλέχθηκε και χρησιμοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Στη δεύτερη ενότητα, παρουσιάζονται τα συστήματα ανταλλαγής άμεσων μηνυμάτων και πληροφορίας παρουσίας, που χρησιμοποιήθηκαν ως βάση, σε επίπεδο middleware, για την οικοδόμηση της υπηρεσίας συνεργασίας. Στην τρίτη ενότητα παρουσιάζεται το XMPP πρωτόκολλο, το οποίο συνδυάζει τη XML γλώσσα με τα συστήματα ανταλλαγής άμεσων μηνυμάτων και πληροφορίας παρουσίας. Τέλος, παρουσιάζονται συνοπτικά τέσσερα συναφή δημοφιλή πρωτόκολλα και συγκρίνονται ποιοτικά με το XMPP πρωτόκολλο.

3.1. Η XML γλώσσα

3.1.1. Ορισμός και σκοποί χρήσης

Η Extensive Markup Language (XML) είναι μια γλώσσα περιγραφής δεδομένων. Αποτελεί ανοικτό, διεθνές πρότυπο που προτάθηκε από τον οργανισμό World Wide Web Consortium (W3C) [67] και είναι υποσύνολο της γλώσσας περιγραφής δεδομένων Standard Generalized Markup Language (SGML) [68].

Η περιγραφή δεδομένων έχει τις ρίζες της στις παραδοσιακές εκδόσεις, όπου ήταν αναγκαίο, το κείμενο καθεαυτό να συνυπάρχει με επιπρόσθετες πληροφορίες για το περιεχόμενο καθώς και οδηγίες για την παρουσίασή του [43]. Οι αρχές αυτές εφαρμόστηκαν και στα ηλεκτρονικά έγγραφα, με τη χρήση της SGML, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την προσθήκη μετα-δεδομένων στα ήδη υπάρχοντα δεδομένα, με σκοπό τη λογική δόμηση και την παροχή οδηγιών για την εμφάνιση των δεδομένων.

Εξαιτίας της ταχύτατης εξάπλωσης του Παγκοσμίου Ιστού, έγινε αισθητή η ανάγκη για τον ορισμό μιας γλώσσας περιγραφής που να επιτρέπει τη χρήση και την επεξεργασία της SGML πάνω από τον Παγκόσμιο Ιστό, παρέχοντας ευκολία στην υλοποίηση και διαλειτουργικότητα τόσο με την SGML όσο και με την γλώσσα HTML, την κυρίαρχη γλώσσα παρουσίασης περιεχομένου στον Παγκόσμιο Ιστό. Η ίδια η SGML θεωρήθηκε ιδιαίτερα περίπλοκη και χωρίς ικανό αριθμό εργαλείων για την υποστήριξή της, ενώ η HTML θεωρήθηκε ιδιαίτερα περιορισμένη, λόγω των σταθερών ετικετών που χρησιμοποιεί και της μικρής ευελιξίας στη δόμηση δεδομένων γενικού σκοπού [44].

Η XML ορίστηκε για να συμπληρώσει το κενό μεταξύ των δύο παραπάνω τεχνολογιών. Σύμφωνα με τον ορισμό της [69], η γλώσσα XML περιγράφει μια κατηγορία αντικειμένων που ονομάζονται XML έγγραφα και, εν μέρη, περιγράφει τη συμπεριφορά των εφαρμογών που επεξεργάζονται αυτά τα έγγραφα.

Κάθε έγγραφο XML αποτελείται από ένα ή περισσότερα στοιχεία, τα οποία οριοθετούνται από ετικέτες έναρξης και ετικέτες λήξης. Κάθε στοιχείο περιλαμβάνει

όνομα, τύπο και τιμή και μπορεί να περιλαμβάνει μια σειρά από ιδιότητες, οι οποίες αποτελούν ζεύγη ονόματος και τιμής. Επιτρέπεται το φώλιασμα στοιχείων μέσα σε άλλα, γεγονός που οδηγεί στη δόμηση του εγγράφου και τη συσχέτιση των στοιχείων του εγγράφου με σχέσεις πατέρα-παιδιών. Απαιτείται από τον ορισμό της XML, κάθε έγγραφο XML να είναι καλά σχηματισμένο [45]. Αυτό σημαίνει ότι όλα τα στοιχεία και οι ιδιότητές τους να είναι κατάλληλα ορισμένα και να υπάρχει μοναδικό αρχικό στοιχείο. Ένα παράδειγμα εγγράφου XML είναι το ακόλουθο:

```
<author>
  <firstname>William</firstname>
  <lastname>Shakespear</lastname>
  <work id="29274d423">
    <title>Romeo and Juliet</title>
    <year>1596</year>
  </work>
  <work id="54c3sj901">
    <title>King Lear</title>
    <year>1604</year>
  </work>
</author>
```

Στο παραπάνω παράδειγμα, το `author` είναι το αρχικό στοιχείο, με ετικέτα έναρξης το `<author>` και ετικέτα λήξης το `</author>` και φωλιασμένα στοιχεία τα `firstname`, `lastname` και `work`. Η ιδιότητα `id` προσδιορίζει κάθε στοιχείο `work`.

Η XML εγγυάται την εγκυρότητα και τον καλό σχηματισμό των εγγράφων XML με τη χρήση τυπικών επεκτάσεων που περιγράφουν με μεθοδικό τρόπο τη μορφή που πρέπει να έχει κάθε έγγραφο. Οι επεκτάσεις αυτές είναι:

- Document Type Definition (DTD). Πρόκειται για την αρχική μέθοδο για την περιγραφή της δομής των δεδομένων σε XML. Περιλαμβάνει συντακτικές εντολές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επικύρωση της σειράς εμφάνισης των στοιχείων, το φώλιασμά τους καθώς και τον επιτρεπτό αριθμό επαναλήψεων του κάθε στοιχείου. Η μέθοδος αυτή δεν περιλαμβάνει
- XML Schema Definition (XSD). Πρόκειται για μια νεότερη και πλουσιότερη μέθοδο ορισμού της δομής των δεδομένων σε XML. Το κυριότερο πλεονέκτημά της μεθόδου αυτής έναντι της μεθόδου DTD είναι η δυνατότητα ορισμού τύπων δεδομένων και εύρους τιμών για κάθε στοιχείο. Αυτό επιτρέπει αυστηρότερους ελέγχους για την ορθότητα των δεδομένων και της δομής τους.

Βασικό ρόλο στον ακριβή ορισμό του είδους και της εμβέλειας των ονομάτων των στοιχείων και των ιδιοτήτων που περιλαμβάνονται σε ένα έγγραφο XML είναι η χρήση των XML Namespaces [70]. Πρόκειται για συλλογές από ονόματα, που προσδιορίζονται από αναφορές URI (Uniform Resource Identifier). Λειτουργούν ως λεξικά για τους τύπους των στοιχείων και τα ονόματα των ιδιοτήτων καθώς η χρήση τους επιτρέπει τον μονοσήμαντο ορισμό στοιχείων και την αποφυγή αμφίσημης χρήσης στοιχείων που έχουν οριστεί σε διαφορετικά λεξικά. Για παράδειγμα, το στοιχείο `<title>` μπορεί να αναφέρεται σε τίτλο βιβλίου με βάση ένα συγκεκριμένο XML Namespace, ενώ μπορεί να αναφέρεται στον τίτλο προσφώνησης, με βάση κάποιο άλλο XML Namespace. Ο ορισμός του κατάλληλου XML Namespace μέσα στο έγγραφο λύνει αυτή την αμφισημία.

3.1.2. Αξιολόγηση της γλώσσας XML

Οι βασικοί σχεδιαστικοί στόχοι της γλώσσας, όπως ορίστηκαν από τους σχεδιαστές της [69], απαιτούν από την XML:

- να είναι άμεσα χρησιμοποιήσιμη πάνω από το Διαδίκτυο.
- να υποστηρίζει μεγάλο εύρος εφαρμογών, καθώς είναι υπερσύνολο της ιδιαίτερα δημοφιλούς HTML και είναι ανεξάρτητη από υλικό και λογισμικό.
- να είναι συμβατή με την SGML.
- να επιτρέπει την εύκολη ανάπτυξη εφαρμογών που επεξεργάζονται έγγραφα XML.
- να είναι ευανάγνωστη από ανθρώπους
- ο ορισμός της να είναι τυπικός και συνοπτικός
- τα έγγραφα XML να δημιουργούνται εύκολα

Τα τελευταία χρόνια, η ευρύτατη αποδοχή και χρήση της XML, έκαναν φανερό ότι κατάφερε να εκπληρώσει σε ικανοποιητικό βαθμό τους σχεδιαστικούς της στόχους. Η συστηματική χρήση της, ανέδειξε πολλά πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η γλώσσα XML. Τα κυριότερα είναι τα ακόλουθα [46]:

- προσθέτει και διατηρεί το νόημα των δεδομένων, με την τοποθέτηση του περιεχομένου μέσα σε δομημένο πλαίσιο
- διαχωρίζει το περιεχόμενο και τη δομή από την επεξεργασία και την παρουσίασή τους. Με τον τρόπο αυτό, το ίδιο έγγραφο XML μπορεί να παρουσιαστεί διαφορετικά σε συσκευές με διαφορετικές δυνατότητες παρουσίασης και επεξεργασίας
- είναι εύκολη στη χρήση, ευέλικτη και καθολική
- είναι ευανάγνωστη από ανθρώπους
- είναι ανεξάρτητη από συσκευές και είναι portable
- είναι επεκτάσιμη, καθώς κάθε χρήστης μπορεί να προσθέσει τα δικά του στοιχεία, να ορίσει τα δικά του DTD, XSD και XML Namespaces.
- επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων ανάμεσα σε ετερογενείς εφαρμογές
- διευκολύνει την αναζήτηση πληροφορίας, χάρη στη δόμηση των δεδομένων
- υποστηρίζει πολλαπλές διεθνείς γλώσσες
- υποστηρίζεται από πληθώρα εργαλείων για την επεξεργασία και παρουσίαση εγγράφων XML
- μπορεί να περιγράψει περίπλοκες δομές δεδομένων και υποστηρίζει επικύρωση της δομής των δεδομένων
- αυξάνει την επαναχρησιμοποίηση δεδομένων ανάμεσα σε συστήματα

Μερικά από τα κυριότερα μειονεκτήματα της XML είναι τα εξής:

- απαιτεί μεγαλύτερο όγκο δεδομένων σε σύγκριση με τα δυαδικά δεδομένα
- οι αλληλεξαρτήσεις ανάμεσα σε πρότυπα αποτελεί εμπόδιο στην προτυποποίηση
- υπάρχουν πολλά αλληλοκαλυπτόμενα λεξικά στοιχείων
- η υποστήριξη της γλώσσας από διάφορες βιομηχανίες γίνεται σε διαφορετικό βαθμό
- μπορεί να είναι πολύ πληροφορία, ώστε να είναι δυσανάγνωστη
- υπάρχει πληθώρα σχετικών και παραγόμενων τεχνολογιών, γεγονός που οδηγεί σε σύγχυση
- δεν έχει οριστεί ένα υποσύνολο της γλώσσας για τις ολοένα περισσότερο χρησιμοποιούμενες φορητές συσκευές με τους εγγενείς περιορισμούς σε πόρους (εύρος ζώνης, μνήμη κ.α.)
- δεν υπάρχει τρόπος να οριστεί η σημασιολογία των δεδομένων
- δεν υποστηρίζεται η άμεση διαχείριση δυαδικών δεδομένων, παρά μόνο με χρήση εξωτερικού συνδέσμου ή με κωδικοποίηση των δυαδικών δεδομένων ως κείμενο.

Σήμερα, η γλώσσα XML χρησιμοποιείται ευρύτατα τόσο για εφαρμογές παρουσίασης όσο και για την ανταλλαγή πληροφορίας ανάμεσα σε εφαρμογές. Οι εφαρμογές παρουσίασης περιλαμβάνουν παρουσίαση ανεξάρτητη από μέσο, πλοήγηση και παρουσίαση με βάση φυλλομετρητές, αναζήτηση δεδομένων και δομημένη σύνθεση και επεξεργασία. Οι εφαρμογές που στηρίζονται στην ανταλλαγή μηνυμάτων XML περιλαμβάνουν την ανεξάρτητη από πλατφόρμες ανταλλαγή δεδομένων, προσδιορισμό και χρήση ειδικών δεδομένων ή εγγράφων, ανάλογα με τον τομέα χρήσης (π.χ. χημικές διεργασίες, ιατρικές εξετάσεις, μουσικές νότες κ.α.) και ανταλλαγή, αποθήκευση και διαχείριση ηλεκτρονικών εγγράφων.

3.1.3. Χρήση της XML στην παρούσα εργασία

Η χρήση της XML στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας απαντά ικανοποιητικά σε πολλές από τις σχεδιαστικές απαιτήσεις, όπως αυτές παρατέθηκαν στην παράγραφο 2.3. Πιο συγκεκριμένα, η XML:

- Προσφέρει διαλειτουργικότητα με άλλες υπηρεσίες, μέσω μιας καλά ορισμένης, δημόσιας και καθολικής διεπαφής. Η διεπαφή αυτή ορίζει, με μονοσήμαντο τρόπο, το είδος και τη δομή τόσο των δεδομένων εισόδου για την υπηρεσία, όσο και των δεδομένων που επιστρέφει ως αποτέλεσμα η υπηρεσία. Με τον τρόπο αυτό, οποιαδήποτε εφαρμογή έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει την υπηρεσία, με την προϋπόθεση ότι διαθέτει αυτή τη διεπαφή.
- Αποτελεί διεθνές, ανοικτό πρότυπο. Όπως αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 2, κάθε σύγχρονη εφαρμογή στον τομέα της υγείας πρέπει να ακολουθεί διεθνή και ανοικτά πρότυπα, με στόχο την επίτευξη της διαρκούς παροχής φροντίδας στους ασθενείς και στους επαγγελματίες υγείας. Επιπρόσθετα, η ανοικτότητα του προτύπου καθιστά εφικτή την υλοποίησή του από οποιονδήποτε, χωρίς κόστος.
- Επιτρέπει την υποστήριξη της υπηρεσίας από οποιαδήποτε συσκευή πρόσβασης. Η χρήση της XML αίρει τους περιορισμούς που πιθανόν να θέτουν οι ανάγκες παρουσίασης εγγράφων, σε ότι αφορά τους πόρους που διαθέτουν οι συσκευές παρουσίασης. Ο διαχωρισμός περιεχομένου και παρουσίασης, που προσφέρει η XML, αποδεικνύεται αποδοτική ιδιότητα, όταν ο παραλήπτης του εγγράφου διαθέτει τερματικό σταθμό με περιορισμένους πόρους (π.χ. φορητοί υπολογιστές, υπολογιστές παλάμης, κ.α.).
- Είναι επεκτάσιμη, ευέλικτη και ευπροσάρμοστη. Ως μονάδα λογισμικού, η υπηρεσία συνεργασίας χρειάζεται να επεκτείνεται εύκολα και να προσαρμόζεται σε νέες συνθήκες χρήσης. Η XML είναι πολύ εύκολα επεκτάσιμη, καθώς η προσθήκη νέων χαρακτηριστικών στην υπηρεσία επιτυγχάνεται πολύ απλά, με τον ορισμό νέων στοιχείων (elements) και την υλοποίηση των αντίστοιχων μονάδων λογισμικού (modules) που να τα διαχειρίζονται.

Πέρα από τα παραπάνω, η XML αποδεικνύεται χρήσιμο εργαλείο, όχι μόνο για την ανταλλαγή μηνυμάτων και την διαλειτουργικότητα με άλλες εφαρμογές, αλλά και τη δυνατότητα δημιουργίας, διαχείρισης και επικοινωνίας ιατρικών εγγράφων. Στην παρούσα εργασία, η γλώσσα XML χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει τα δεδομένα των ιατρικών εγγράφων, όπως αιτήση συμβούλευσης, διαγνωστικά σημειώματα, ενημερωτικό σημείωμα για την κατάσταση του ασθενούς, βιοχημική και αιματολογική εξέταση, έγγραφο έκβασης επεισοδίου, αίτημα για συμπληρωματικά στοιχεία και διαγνωστική έκθεση

3.2. Τα συστήματα άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας

3.2.1. Ορισμός

Τα συστήματα άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας (Instant Messaging and Presence – IMP) αποτελούν μια τεχνολογία που επιτρέπει την επικοινωνία πραγματικού χρόνου μεταξύ δύο ή περισσότερων συμμετεχόντων πάνω από ένα δίκτυο υπολογιστών. Η στοιχειώδης επικοινωνία γίνεται με την ανταλλαγή άμεσων μηνυμάτων κειμένου, αν και πολλά συστήματα υποστηρίζουν πλέον και την φωνητική επικοινωνία, την αποστολή video και την ανταλλαγή δυαδικών αρχείων. Επιπλέον, τα συστήματα αυτά χαρακτηρίζονται από την δυνατότητα διάδοσης της πληροφορίας για τη διαθεσιμότητα των χρηστών. Στο πλαίσιο των συστημάτων αυτών, η διαθεσιμότητα των χρηστών ονομάζεται παρουσία. Η πληροφορία παρουσίας αποστέλλεται στους ενδιαφερόμενους, οι οποίοι μπορούν να γνωρίζουν αν ο χρήστης βρίσκεται συνδεδεμένος στην υπηρεσία, πριν ακόμη ξεκινήσουν την επικοινωνία. Η εκλεπτυσμένη πληροφορία παρουσίας μπορεί να προσδιοριστεί είτε από το σύστημα, αν για παράδειγμα ο χρήστης είναι συνδεδεμένος στο σύστημα αλλά απουσιάζει για λίγα λεπτά από το τερματικό του, είτε από τον ίδιο το χρήστη, αν για παράδειγμα δεν επιθυμεί επικοινωνία λόγω φόρτου εργασίας. Με τη λεπτομερή κατάσταση παρουσίας κάθε χρήστη, οι συμμετέχοντες στην υπηρεσία μπορούν να εκτιμήσουν αν ο χρήστης πρόκειται να απαντήσει σύντομα ή όχι.

Αν και η ουσιαστική καθιέρωση των συστημάτων αυτών έγινε μόλις τα τελευταία χρόνια, η ύπαρξη τεχνολογιών που εμπεριέχουν χαρακτηριστικά άμεσης επικοινωνίας και πληροφορίας παρουσίας χρονολογείται από τα τέλη της δεκαετίας του 1980, με την εμφάνιση του IRC (Internet Relay Chat) [71] και της εντολής finger στα λειτουργικά συστήματα Unix. Το IRC επιτρέπει σε χρήστες να συνδεθούν σε κάποιο κεντρικό server και να ανταλλάξουν μηνύματα κειμένου στο πλαίσιο ενός «δωματίου συνομιλίας» (chat room), που απαρτίζεται από μια ομάδα μετεχόντων. Η εντολή finger εμφανίζει είτε την κατάσταση παρουσίας κάποιου συγκεκριμένου χρήστη του συστήματος, μαζί με επιπρόσθετες πληροφορίες για το άτομο αυτό, είτε την πληροφορία για το ποιοι χρήστες είναι συνδεδεμένοι σε κάποιο συγκεκριμένο υπολογιστή ή τοπικό δίκτυο.

Οι τεχνολογίες αυτές ενισχύθηκαν σε λειτουργικότητα και ενσωματώθηκαν σε ένα προϊόν από την εταιρία America On Line, το 1996 [72]. Τον ίδιο χρόνο, εμφανίστηκε ένα παρόμοιο προϊόν με την ονομασία ICQ [73], ενώ τα επόμενα χρόνια μεγάλες εταιρίες της πληροφορικής διένειμαν τα δικά τους αντίστοιχα προϊόντα, με δημοφιλέστερα τα Microsoft MSN Messenger [74] και Yahoo! Messenger [75]. Το 2002, η επικοινωνία με άμεσα μηνύματα αποτελεί βασικό εργαλείο επικοινωνίας για περισσότερους από 80 εκατομμύρια χρήστες, ενώ προβλέπεται ότι ο ετήσιος ρυθμός αύξησης για την επόμενη πενταετία θα είναι της τάξης του 150% [76]. Η παράλληλη ανάπτυξη και δημοτικότητα των τεχνολογιών κινητής τηλεφωνίας και κυρίως των σύντομων γραπτών μηνυμάτων (Short Messages Service – SMS) και της τεχνολογίας WAP (Wireless Application Protocol) οδήγησε στην ολοκλήρωση των δύο τεχνολογιών, με αποτέλεσμα την επέκταση των συστημάτων άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας και σε κινητές συσκευές. Λόγω της ευρείας αποδοχής τους, τα συστήματα αυτά προβλέπεται να συναγωνιστούν σε δημοτικότητα το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, την πιο επιτυχημένη εφαρμογή για το Διαδίκτυο, ενώ θα αποτελέσει βάση για υψηλότερου επιπέδου εφαρμογές, οι οποίες θα στηρίζονται στην παρουσία του

χρήστη, ή κάποιου πράκτορα λογισμικού που να δρα εκ μέρους του και στην ικανότητα του να στέλνει και να λαμβάνει άμεσα μηνύματα [47].

3.2.2. Αξιολόγηση των συστημάτων IMP ως πλατφόρμα συνεργασίας

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζουμε τις βασικές ιδιότητες των συστημάτων άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας ως προς τη χρηστικότητα τους, μέσα από μια σύγκριση με παραδοσιακές μορφές σύγχρονης και ασύγχρονης επικοινωνίας.

Είναι πλέον κοινή πρακτική η συνεργασία ομάδων εργασίας που βρίσκονται σε απομακρυσμένες τοποθεσίες. Σε αντίθεση όμως με την πεποίθηση των σχεδιαστών των υπάρχοντων συστημάτων συνεργασίας, ότι η συνεργασία από απόσταση δεν είναι διαφορετική από την φυσική συνεργασία, η πράξη δείχνει το αντίθετο [48], καθώς αποδεικνύεται ότι οι ανεπίσημες συζητήσεις με συνεργάτες αυτοπροσώπως είναι συνήθως πιο αποδοτικές και ουσιαστικές [49]. Βασικό ρόλο στην απόδοση μιας επικοινωνίας είναι η γνώση της κατάστασης του συνομιλητή, καθώς και των αντιδράσεών του.

Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή επικοινωνίας πάνω από το Διαδίκτυο, το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, έχει περιορισμένες δυνατότητες για την μετάδοση τέτοιας πληροφορίας. Γενικά, τα μηνύματα του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου καθυστερούν στην παράδοσή τους, ενώ δεν υπάρχει τρόπος για τον αποστολέα να γνωρίζει αν ο παραλήπτης έχει λάβει το μήνυμα και αν έχει αντιδράσει. Συνεπώς, το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο θεωρείται ως βασική μορφή ασύγχρονης επικοινωνίας.

Στον αντίποδα, η σύγχρονη επικοινωνία πραγματικού χρόνου, όπως η τηλε-συνεδρία επιτρέπει την άμεση προφορική επικοινωνία με ταυτόχρονη μετάδοση της εικόνας των συνομιλητών. Οι χρήστες τέτοιων τεχνολογιών έχουν γνώση της διαθεσιμότητας των μετεχόντων, με προφανή τρόπο, ενώ παράλληλα διαθέτουν και μια ρεαλιστική εικόνα για τη διάθεση και το ύφος της έκφρασής τους. Ωστόσο, η φύση της άμεσης επικοινωνίας σε πραγματικό περιβάλλον από απομακρυσμένες περιοχές δίνει την αίσθηση της επίσημης και τυπικής επικοινωνίας, ενώ οι χρήστες αναγκάζονται να αφιερώσουν την πλήρη προσοχή τους καθ' όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας. Τέλος, οι επικοινωνία πραγματικού χρόνου είναι κατά κανόνα δαπανηρή σε ότι αφορά τον απαραίτητο εξοπλισμό και τις ανάγκες σε πόρους δικτύου.

Τα συστήματα άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας έρχονται να γεφυρώσουν το χάσμα ανάμεσα στις τεχνολογίες ασύγχρονης επικοινωνίας και τις τεχνολογίες επικοινωνίας πραγματικού χρόνου. Η ανταλλαγή σύντομων μηνυμάτων κειμένου έχει ταυτιστεί στη σκέψη των χρηστών με την ανεπίσημη επικοινωνία μεταξύ φίλων, καθώς τα συστήματα αυτά καθιερώθηκαν για το σκοπό αυτό. Η διάδοση της πληροφορίας παρουσίας καθιστά προσβάσιμη την πληροφορία διαθεσιμότητας κάθε χρήστη. Η πληροφορία αυτή μπορεί να είναι εκλεπτυσμένη, καθώς είναι εφικτός ο διαχωρισμός της παρουσίας ενός χρήστη που είναι συνδεδεμένος στο σύστημα, αλλά απουσιάζει για λίγα λεπτά από τον υπολογιστή του και της παρουσίας ενός χρήστη που είναι συνδεδεμένος αλλά είναι απασχολημένος και επιθυμεί να μην ενοχληθεί. Επιπλέον, ομάδες συνεργασίας μπορούν να συγκροτηθούν, καθώς στα συστήματα αυτά υποστηρίζεται η διατήρηση λίστας επαφών για κάθε χρήστη, καθιστώντας την πληροφορία παρουσίας κάθε χρήστη προσωπική πληροφορία, που διατίθεται σε συγκεκριμένους χρήστες μόνο με την έγκριση του χρήστη. Τέλος, η φύση των συστημάτων αυτών, επιτρέπει στους μετέχοντες την αφιέρωση μέρους της προσοχής

τους, στο πλαίσιο μιας συνεργασίας. Έτσι, ενώ σε μια τηλε-συνεδρία, οι μετέχοντες αφιερώνονται αποκλειστικά σε αυτή για όλη τη διάρκειά της, στη συνεργασία με χρήση άμεσων μηνυμάτων, κάθε χρήστης μπορεί να ασχοληθεί με κάποιο άλλο καθήκον, όπως τη συγγραφή κάποιου κειμένου ή την αναζήτηση σχετικών πληροφοριών, καθ' όσο χρόνο χρειάζεται ο συνομιλητής για να συντάξει και να αποστείλει το μήνυμά του. Επιπρόσθετα, ένας νεοεισελθείς σε μια συνεργασία χρήστης μπορεί να αντιληφθεί το πλαίσιο της συζήτησης, με την εμφάνιση στην οθόνη του των παλαιότερων μηνυμάτων που ανταλλάχθηκαν, κάτι που είναι ανέφικτο σε επικοινωνίες πραγματικού χρόνου. Οι ιδιότητες αυτές έχουν καθιερώσει τον όρο «επικοινωνία σχεδόν πραγματικού χρόνου» (near real-time) για την περιγραφή των συστημάτων αυτών. Τέλος, τα συστήματα αυτά λειτουργούν και ως συστήματα ασύγχρονης επικοινωνίας, καθώς σε περίπτωση που ο παραλήπτης ενός μηνύματος δεν είναι συνδεδεμένος κατά την στιγμή αποστολής του, το σύστημα αναλαμβάνει την προσωρινή αποθήκευση και προώθηση του μηνύματος, κατά την επόμενη σύνδεση του χρήστη στο σύστημα.

Σήμερα, δύο χαρακτηριστικές περιοχές εφαρμογής των συστημάτων αυτών, εκτός από σκοπούς ανεπίσημης επικοινωνίας μεταξύ φίλων, είναι το κλειστό δίκτυο μιας εταιρίας και η εξυπηρέτηση των πελατών μια εταιρίας. Στην πρώτη περίπτωση, η χρήση των συστημάτων αυτών ενισχύει τη συνεργασία μεταξύ εργαζομένων που βρίσκονται σε απομακρυσμένους χώρους, με μικρό κόστος, χωρίς μείωση της παραγωγικότητας και με εξοικονόμηση χρόνου μετακινήσεων και απόσπασης της προσοχής. Στη δεύτερη περίπτωση, μερικοί εξειδικευμένοι εργαζόμενοι μπορούν να παρέχουν άμεση υποστήριξη σε πελάτες, απατώντας σε πολλαπλούς πελάτες παράλληλα. Επιπλέον, αν κάποιος εργαζόμενος δεν γνωρίζει την απάντηση σε κάποιο πρόβλημα, με πολύ μικρή καθυστέρηση μπορεί να στείλει μια άμεση ερώτηση σε κάποιον ειδικό συνάδελφό του και να προωθήσει την απάντηση στον πελάτη.

3.2.3. Χρήση των συστημάτων IMP στην παρούσα εργασία

Η χρήση των συστημάτων άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας απαντά ικανοποιητικά σε πολλές από τις σχεδιαστικές απαιτήσεις, όπως αυτές παρατέθηκαν στην παράγραφο 2.3. Πιο συγκεκριμένα, τα συστήματα αυτά, ως βάση επικοινωνίας της υπηρεσίας, εγγυώνται:

- την παροχή ολοκληρωμένης σύγχρονης και ασύγχρονης επικοινωνίας
- την υποστήριξη ομαδικής και ιδιωτικής επικοινωνίας
- την αποστολή άμεσων ειδοποιήσεων στους μετέχοντες για συγκεκριμένα γεγονότα
- την διάδοση πληροφορίας για την παρουσία των υπόλοιπων μετεχόντων
- την οργάνωση ομάδων εργασίας και λίστας συνεργατών για κάθε χρήστη
- την οικοδόμηση μιας εμπιστευσιμής, αξιόπιστης και αποδοτικής υπηρεσίας
- της προσαρμοσιμότητα σε οποιαδήποτε συσκευή πρόσβασης

3.3. Το XMPP πρωτόκολλο

Το Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP) [77] αποτελεί ένα ανοικτό XML πρωτόκολλο για την ανταλλαγή άμεσων μηνυμάτων, παρουσίας και υπηρεσίες αίτησης-απόκρισης γενικού σκοπού. Τα βασικά συντακτικά και σημασιολογικά χαρακτηριστικά του πρωτοκόλλου αναπτύχθηκαν αρχικά στο πλαίσιο της κοινότητας

λογισμικού ανοικτού κώδικα Jabber [78], το 1999. Το 2002, ο οργανισμός IETF[79], υιοθέτησε το αρχικό πρωτόκολλο και όρισε την ομάδα XMPP WG για την ανάπτυξη του XMPP πρωτοκόλλου και την καθιέρωσή του ως μια ανοικτή και επεκτάσιμη τεχνολογία άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας.

3.3.1. Συνοπτική περιγραφή του XMPP πρωτοκόλλου

Παρά το γεγονός ότι το XMPP πρωτόκολλο δεν περιορίζεται από συγκεκριμένη δικτυακή αρχιτεκτονική, μέχρι σήμερα υλοποιείται με μια τυπική αρχιτεκτονική client-server, όπου ένας client, κάνοντας χρήση του XMPP πρωτοκόλλου, προσπελαύνει έναν server, πάνω από μια TCP σύνδεση.

Η αρχιτεκτονική αυτή σχεδιάστηκε με βάση την αντίστοιχη αρχιτεκτονική του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, καθώς επιτρέπεται να υπάρχει οποιοσδήποτε αριθμός ανεξάρτητων server, οι οποίοι δέχονται συνδέσεις από πελάτες αλλά και από άλλους server.

Τα βασικά καθήκοντα ενός server είναι η διαχείριση των συνδέσεων, η πιστοποίηση των μετεχόντων και η δρομολόγηση των μηνυμάτων του XMPP πρωτοκόλλου που ανταλλάσσονται. Συνήθως, ένας πελάτης συνδέεται σε κάποιον server με μια TCP σύνδεση. Είναι επιτρεπτό, κάθε πιστοποιημένος χρήστης να συνδεθεί σε ένα μοναδικό ή σε διαφορετικούς server από διαφορετικές συσκευές ή τοποθεσίες. Αυτό επιτυγχάνεται χάρη στην χρήση αναγνωριστικών που αποτελούνται από τρία συνθετικά:

- αναγνωριστικό domain: συνήθως αναπαριστά τον βασικό server στον οποίον συνδέεται ο συγκεκριμένος πελάτης και ο οποίος αναλαμβάνει τη δρομολόγηση όλων των σχετικών με τον πελάτη μηνυμάτων
- αναγνωριστικό κόμβου: αναπαριστά το χαρακτηριστικό όνομα του χρήστη. Τοποθετείται πριν από το αναγνωριστικό domain και διαχωρίζεται από αυτό με το σύμβολο «@»
- αναγνωριστικό πόρου: προαιρετικό αναγνωριστικό που διαχωρίζει συνδέσεις που αναφέρονται στα ίδια ζεύγη αναγνωριστικών domain και κόμβου, όταν η σύνδεση προέρχεται από διαφορετικές συσκευές ή τοποθεσίες. Ακολουθεί το αναγνωριστικό domain και διαχωρίζεται από αυτό με το σύμβολο «/».

Για παράδειγμα, ο χρήστης user1, που χρησιμοποιεί ως βασικό server το jabber.org, μπορεί να συνδεθεί στο σύστημα με το αναγνωριστικό "user1@jabber.org/office" από τον υπολογιστή του γραφείου του και με το αναγνωριστικό "user1@jabber.org/mobile" από το κινητό του τηλέφωνο.

3.3.2. XML Ροές και XML Τμήματα

Δυο θεμελιώδεις έννοιες καθιστούν εφικτή την ταχεία ανταλλαγή σχετικά μικρών τμημάτων δομημένης πληροφορίας ανάμεσα σε μετέχουσες οντότητες:

- XML Ροές (XML Streams): Οι XML ροές είναι ένα πλαίσιο που εμπερικλείει την ανταλλαγή XML πληροφορίας ανάμεσα σε δύο οντότητες πάνω από ένα δίκτυο. Μια XML ροή εγκαθίσταται μετά από διαπραγμάτευση μεταξύ μιας εκκινούσας οντότητας και μιας λαμβάνουσας οντότητας, συνήθως πάνω από μια TCP σύνδεση. Η αρχή της ροής δηλώνεται μονοσήμαντα με την αποστολή μιας XML ετικέτας <stream> με τις κατάλληλες δηλώσεις XML Namespace καθώς και των

αντίστοιχων ιδιοτήτων. Το τέλος της ροής δηλώνεται αντίστοιχα με την αποστολή της ετικέτας `</stream>`. Η ροή που εγκαθίσταται είναι μονοκατευθυντική.

- **XML Τμήματα (XML Stanzas):** Ένα XML τμήμα είναι μια διακριτή μονάδα δομημένης XML πληροφορίας, η οποία αποστέλλεται από μια μετέχουσα οντότητα σε μια άλλη, στο πλαίσιο μιας XML ροής. Χρησιμοποιείται για να αναπαραστήσει μια αίτηση ή μια απόκριση, που αποστέλλεται από τη μία οντότητα στην άλλη. Ένα XML τμήμα συνδέεται με το XML στοιχείο `<stream>` με σχέση πατέρα-παιδιού. Κάθε XML τμήμα μπορεί να εμπερικλείει και άλλα XML στοιχεία για να περιγράψει την διαβιβαζόμενη πληροφορία.

Διαισθητικά, μια XML ροή αποτελεί το «φάκελο» μέσα στον οποίο περιλαμβάνονται όλα τα XML τμήματα μιας συνόδου. Συνολικά, από την αρχικοποίηση μιας XML ροής μέχρι τον τερματισμό της, όλη η XML πληροφορία που ανταλλάχθηκε πρέπει να απαρτίζει ένα XML έγγραφο, το οποίο συμμορφώνεται με τον ορισμό των XML εγγράφων. Ακολουθεί μια τυπική διαπραγμάτευση εγκατάστασης της XML ροής:

Βήμα 1: Ο πελάτης αρχικοποιεί την XML ροή προς τον server

```
<stream:stream
  xmlns='jabber:client'
  xmlns:stream='http://etherx.jabber.org/streams'
  to='capulet.com'
  version='1.0'>
```

Βήμα 2: Ο server αποκρίνεται, εγκαθιστώντας την XML ροή

```
<stream:stream
  xmlns='jabber:client'
  xmlns:stream='http://etherx.jabber.org/streams'
  id='12345678'
  from='capulet.com'
  version='1.0'>
```

3.3.3. Τύποι XML τμημάτων

Κάθε XML τμήμα αντιστοιχεί σε ένα μήνυμα, το οποίο προωθεί την πληροφορία ανάμεσα στις συνομιλούσες οντότητες. Στο XMPP πρωτόκολλο, ορίζονται τρεις κατηγορίες τέτοιων μηνυμάτων: τα απλά άμεσα μηνύματα κειμένου, μηνύματα διάδοσης της πληροφορίας παρούσας και μηνύματα αίτησης-απόκρισης γενικού σκοπού. Κάθε τέτοιο μήνυμα χαρακτηρίζεται από την αρχική ετικέτα του XML τμήματος. Πιο αναλυτικά:

1. τα απλά άμεσα μηνύματα ξεκινούν με την ετικέτα `<message>`, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει ιδιότητες που προσδιορίζουν τον αποστολέα και τον παραλήπτη του μηνύματος, καθώς και τα στοιχεία `<subject>` και `<body>`, τα οποία με τη σειρά τους περιλαμβάνουν την επικεφαλίδα και το σώμα του μηνύματος, αντίστοιχα. Παράδειγμα αποτελεί το παρακάτω μήνυμα:

```
<message
  to='romeo@example.net'
  from='juliet@example.com/balcony'>
  <body xml:lang='en'>Wherefore art thou, Romeo?</body>
  <body xml:lang='cz'>Por jsi ty, Romeo?</body>
</message>
```

Η χρήση διαφορετικής τιμής της `xml:lang` ιδιότητας επιτρέπει την πολλαπλή εμφάνιση του `<body>` στοιχείου, καθώς η ερμηνεία του καθενός τέτοιου στοιχείου καθίσταται μονοσήμαντη.

- τα μηνύματα διάδοσης της παρουσίας στηρίζονται στο μοντέλο εκδότη-συνδρομητή, καθώς η διαθεσιμότητα του κάθε μετέχοντα (εκδότης) μεταδίδεται, κατά τη μεταβολή της, σε ένα σύνολο χρηστών (συνδρομητές), οι οποίοι, μετά από άδεια, έχουν γίνει συνδρομητές αυτής της πληροφορίας. Τα μηνύματα αυτά ξεκινούν με την ετικέτα `<presence>`, η οποία περιλαμβάνει, ως ιδιότητες, τα αναγνωριστικά του αποστολέα και του συνδρομητή, καθώς και την ίδια την πληροφορία παρουσίας. Για παράδειγμα, το μήνυμα:

```
<presence
  from='romeo@example.net'
  to='juliet@example.com/balcony'
  type='unavailable' />
```

ενημερώνει το χρήστη 'juliet@example.com' την απουσία του χρήστη 'romeo@example.net' από την υπηρεσία.

Η ίδια ετικέτα χρησιμοποιείται και για την αποστολή αίτησης συνδρομής και την αντίστοιχη έκβαση της αίτησης. Για παράδειγμα, το μήνυμα:

```
<presence    from='romeo@example.net/orchard'
  to='juliet@example.com' type='subscribe' />
```

αναπαριστά την αίτηση του χρήστη romeo@example.net για συνδρομή στην παρουσία του χρήστη 'juliet@example.com'.

Χάρη στα παραπάνω μηνύματα, κάθε μετέχοντας μπορεί να διατηρεί μια λίστα με άλλους χρήστες για τους οποίους έχει αποκτήσει την άδεια συνδρομής, με αποτέλεσμα να γνωρίζει κάθε στιγμή τη διαθεσιμότητά τους. Η λίστα αυτή συνήθως ονομάζεται λίστα επαφών.

- τα μηνύματα αίτησης-απόκρισης γενικού σκοπού επιτρέπουν σε μια μετέχουσα οντότητα να αποστείλει μια αίτηση σε μια άλλη οντότητα και να λάβει την αντίστοιχη απόκριση. Τα μηνύματα αυτά ξεκινούν με την ετικέτα `<iq>` (Info/Query) και μπορούν να περιλαμβάνουν οποιαδήποτε στοιχεία, αρκεί αυτά να ορίζονται από ένα κατάλληλο XML Namespace. Το τελευταίο είναι αυτό που καθορίζει το είδος της συγκεκριμένης αίτησης. Παράδειγμα αίτησης αποτελεί η λήψη της λίστας επαφών ενός χρήστη:

```
<iq type='get' id='roster_1'>
  <query xmlns='jabber:iq:roster' />
</iq>

<iq id='roster_1' type='result'>
  <query xmlns='jabber:iq:roster'>
    <item jid='romeo@example.net'
      name='Romeo'
      subscription='both'>
      <group>Friends</group>
    </item>
    <item jid='mercutio@shakespeare.lit'
      name='Merceutio'
      subscription='both'>
      <group>Friends</group>
    </item>
    <item jid='benvolio@example.org'
```

```

        name='Benvolio'
        subscription='both'>
    <group>Friends</group>
</item>
</query>
</iq>

```

Τα παραπάνω μηνύματα αποτελούν τον κορμό του XMPP πρωτοκόλλου και παρέχουν τη βασική λειτουργικότητα ενός συστήματος άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας. Το πρωτόκολλο, όμως, είναι πλήρως επεκτάσιμο και υποστηρίζει οποιαδήποτε επιπρόσθετη λειτουργικότητα, χάρη στα επεκτεινόμενα XML Namespaces. Στο πλαίσιο μιας επέκτασης, επιτρέπεται ο ορισμός νέων XML Namespaces, τα οποία εξυπηρετούν τις νέες λειτουργίες. Συνεπώς, τα μηνύματα <message>, <presence> και <iq> μπορούν να συμπεριλάβουν ένα ή περισσότερα επιπλέον XML στοιχεία, με οποιοδήποτε όνομα, αρκεί αυτά να περιλαμβάνει μια ιδιότητα με όνομα “xmlns” και τιμή το αντίστοιχο XML Namespace. Αν για παράδειγμα, στο πλαίσιο μιας εφαρμογής, απαιτείται η ανάθεση αναγνωριστικού σε κάθε άμεσο μήνυμα, για σκοπούς επιβεβαίωσης ή αποθήκευσης των άμεσων μηνυμάτων, το νέο μήνυμα θα είναι:

```

<message
  to='romeo@example.net'
  from='juliet@example.com/balcony'>
  <body xml:lang='en'>Wherefore art thou, Romeo?</body>
  <body xml:lang='cz'>Por jsi ty, Romeo?</body>
  <messageStorage xmlns='spy:shakespeare:r_j:store'>
    <messageID>4523</messageID>
  </messageStorage>
</message>

```

όπου το νέο XML Namespace είναι το spy:shakespeare:r_j:store και τα νέα XML στοιχεία είναι τα messageStore και messageID.

3.3.4. XMPP XML Namespaces

Η χρήση των XML Namespaces στο πλαίσιο του XMPP πρωτοκόλλου είναι κρίσιμη, μιας και κάθε XML Namespace χαρακτηρίζει μονοσήμαντα το σκοπό του μηνύματος και πληροφορεί τον παραλήπτη για τον τρόπο ερμηνείας του. Το XMPP πρωτόκολλο απαιτεί από τους μετέχοντες να υποστηρίζουν στο ελάχιστο δύο XML Namespaces, τα «jabber:client» και «jabber:server», τα οποία χρησιμοποιούνται για την εγκαθίδρυση της XML ροής.

Μερικά από τα σημαντικότερα XML Namespaces, που περιλαμβάνονται στα <iq> μηνύματα και ορίζονται στο XMPP πρωτόκολλο, είναι τα ακόλουθα:

- jabber:iq:auth για την πιστοποίηση της ταυτότητας του χρήστη
- jabber:iq:register για την εγγραφή νέου χρήστη στην εφαρμογή
- jabber:iq:roster για τη διαχείριση της λίστας των επαφών του χρήστη
- jabber:iq:vcard για την ανάκτηση των προσωπικών στοιχείων ενός χρήστη

3.4. Σύγκριση με άλλα πρωτόκολλα

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα τέσσερα δημοφιλή πρωτόκολλα άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας, που χρησιμοποιούνται σήμερα στο Διαδίκτυο. Εξετάζονται συνοπτικά τα πρωτόκολλα SIMPLE, IMPP, MSN messenger protocol, Yahoo messenger protocol και ICQ protocol. Στην τελευταία παράγραφο της ενότητας, τα παραπάνω πρωτόκολλα συγκρίνονται ποιοτικά με το XMPP πρωτόκολλο.

3.4.1. SIMPLE και IMPP

Το Session Initiation Protocol (SIP)[84] αποτελεί ανοικτό, προτυποποιημένο πρωτόκολλο του IETF οργανισμού για τη εγκαθίδρυση και διαχείριση συνόδων (session) σε ένα IP δίκτυο. Το SIP for Instant Messaging and Presence Leveraging Extensions (SIMPLE) πρωτόκολλο αποτελεί πρότυπο του ίδιου οργανισμού και χρησιμοποιεί το παραπάνω πρωτόκολλο ειδικά για την υλοποίηση συστημάτων άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας, με έμφαση στη κλιμακωσιμότητα, ασφάλεια και ακεραιότητα των μηνυμάτων. Στηρίζεται στην αξιοποίηση των ικανοτήτων σηματοδότησης (signaling) του SIP πρωτοκόλλου, για σκοπούς μετάδοσης της πληροφορίας παρουσίας. Στη συνέχεια, με την εγκαθίδρυση της συνόδου γίνεται εφικτή η δυνατότητα ανταλλαγής άμεσων μηνυμάτων.

Το Instant Messaging and Presence (IMPP) [85] πρωτόκολλο αποτελεί μια νεότερη και παρεμφερή προσπάθεια προτυποποίησης του IETF οργανισμού για την ανταλλαγή άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας στο Διαδίκτυο. Οι ομάδες εργασίας συνεργάζονται στενά για τη διαλειτουργικότητα των δύο πρωτοκόλλων.

3.4.2. Microsoft MSN messenger protocol

Το πρωτόκολλο, που χρησιμοποιεί το σύστημα MSN της Microsoft, χρησιμοποιεί ASCII χαρακτήρες για τη μετάδοση της πληροφορίας. Οι εντολές και τα μηνύματα μπορούν να διαχωριστούν ή να συνενωθούν σε σταθερού μεγέθους πακέτα. Επειδή κάθε πακέτο μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερα από ένα μηνύματα ή ένα μήνυμα μπορεί να μεταφέρεται σε πολλά πακέτα, χρησιμοποιούνται αναγνωριστικά μηνυμάτων, μήκη μηνυμάτων και έλεγχος του χαρακτήρα αλλαγής γραμμής. Υποστηρίζονται μηνύματα τριών κατηγοριών:

- Εντολές: κάθε εντολή αποτελείται από τρεις χαρακτήρες, ακολουθούμενη από παραμέτρους και τον καταληκτικό χαρακτήρα αλλαγής γραμμής.
- Μηνύματα: τα μηνύματα αποτελούν ειδική περίπτωση εντολών γιατί μπορεί να περιλαμβάνουν χαρακτήρες αλλαγής γραμμής. Για αυτό το λόγο, στην πρώτη γραμμή συμπεριλαμβάνεται το μήκος του συνολικού μηνύματος, ώστε ο παραλήπτης να γνωρίζει τον αριθμό των χαρακτήρων που περιμένει να διαβάσει. Στις παραμέτρους, περιλαμβάνονται, εκτός από το ίδιο το μήνυμα, πληροφορίες για τη μορφοποίηση του κειμένου, καθώς και πληροφορίες για την κωδικοσελίδα των χαρακτήρων.
- Προκλήσεις (challenges): πρόκειται για εντολές που στέλνονται από το server σε κάθε συνδεδεμένο client, σε τυχαία χρονικά διαστήματα. Κάθε client, με τη λήψη μιας τέτοιας εντολής, πρέπει να στείλει απάντηση για να αποδείξει ότι παραμένει συνδεδεμένος.

Επειδή η επικοινωνία είναι ασύγχρονη, απαιτείται ένα αναγνωριστικό για κάθε μήνυμα, ώστε να είναι φανερή η αντιστοίχιση αίτησης-απόκρισης. Οι συνδέσεις μεταξύ server και client είναι TCP συνδέσεις. Υπάρχουν τριών κατηγοριών server:

- Dispatch Server: Αποτελεί το αρχικό σημείο σύνδεσης για κάθε χρήστη, καθώς αναλαμβάνει την πιστοποίηση της ταυτότητας και την παροχή των προσωπικών πληροφοριών.
- Notification Server: Αναλαμβάνει την επεξεργασία το κύριου όγκου των μηνυμάτων, συμπεριλαμβανομένων των μηνυμάτων αλλαγής κατάστασης παρουσίας, ανάκτησης καταλόγων επαφών του χρήστη, ειδοποιήσεων κ.α.
- Switchboard Server: Αποτελεί την πύλη (gateway) ανάμεσα σε δύο χρήστες, κατά τη διάρκεια της συνομιλίας τους, της μεταφοράς αρχείων μεταξύ τους ή τη φωνητική επικοινωνία τους.

Υποστηρίζεται η ενημέρωση για σύνδεση / αποσύνδεση άλλων χρηστών, η ομαδική επικοινωνία, η μεταφορά αρχείων, η φωνητική επικοινωνία και video conferencing.

3.4.3. Yahoo Messenger protocol

Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται από το σύστημα Yahoo messenger είναι υβριδικό, αφού χρησιμοποιεί δυαδική πληροφορία για τη μετάδοση άμεσων μηνυμάτων και πληροφορία παρουσίας και χαρακτήρες για τη μετάδοση της υπόλοιπης πληροφορίας, όπως τη λίστα επαφών. Για την τελευταία κατηγορία μηνυμάτων χρησιμοποιείται το HT TP πρωτόκολλο. Γίνεται επίσης χρήση αρχείων «cookies» για την αποθήκευση, στο τοπικό σύστημα αρχείων του client, πληροφορίας που χρειάζεται ο HTTP server. Για παράδειγμα, η πιστοποίηση ταυτότητας γίνεται με συνδυασμό αποστολή ενός URL ακολουθούμενου από το αναγνωριστικό χρήστη και κωδικό πρόσβασης και την επιπλέον χρήση αρχείου «cookie» για τις επιπρόσθετες πληροφορίες σχετικά με το χρήστη και τις προτιμήσεις του για την υπηρεσία. Όλες οι συνδέσεις είναι TCP συνδέσεις. Υποστηρίζεται ομαδική επικοινωνία, φωνητική επικοινωνία, μηνύματα μόνο προς όλα τα μέλη της λίστας επαφών και χρήση whiteboard.

3.4.4. ICQ protocol

Η ανταλλαγή άμεσων μηνυμάτων μεταξύ δύο χρηστών γίνεται με χρήση TCP σύνδεσης που ενώνει απευθείας τους δύο συνομιλητές. Όλες οι υπόλοιπες επικοινωνίες πραγματοποιούνται με ανταλλαγή UDP πακέτων ανάμεσα στον κεντρικό server και τους clients. Η λήψη κάθε UDP πακέτο πρέπει να επιβεβαιωθεί με την αποστολή της αντίστοιχης επιβεβαίωσης. Σε περίπτωση που δεν ληφθεί επιβεβαίωση, μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, η αποστολή επαναλαμβάνεται. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται και, εφόσον ο παραλήπτης δεν απαντά, θεωρείται αποσυνδεδεμένος. Κάθε πακέτο αποτελείται από χαρακτήρες. Κάθε πακέτο περιλαμβάνει το αναγνωριστικό του πακέτου, τον κωδικό του είδους του μηνύματος και επιπρόσθετες παραμέτρους. Κατά την ανταλλαγή άμεσων μηνυμάτων, εγκαθίσταται μια TCP σύνδεση μεταξύ των δύο χρηστών, η οποία διατηρείται και μετά τη μετάδοση του μηνύματος, μέχρι κάποιος από τους δύο χρήστες να αποσυνδεθεί από την υπηρεσία.

3.4.5. Σύνοψη

Η ευρεία αποδοχή των συστημάτων άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας έχει αναγκάσει τους σχεδιαστές των ανταγωνιστικών πρωτοκόλλων να ενσωματώσουν πλήρως στα πρωτόκολλα αυτά την απαιτούμενη από τον τελικό χρήστη λειτουργικότητα. Ως αποτέλεσμα, τα πρωτόκολλα παρουσιάζονται παρεμφερή στις δυνατότητες που παρέχουν στον τελικό χρήστη. Είναι ενδιαφέρον, όμως, να εξετάσουμε τις δυνατότητες που δίνουν τα πρωτόκολλα στους σχεδιαστές λογισμικού υπηρεσιών άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας, άλλα και τις δυνατότητες επέκτασής τους με σκοπό τη χρήση τους ως βάση για συνθετότερες υπηρεσίες, όπως η παρούσα.

Στον παρακάτω πίνακα συγκρίνονται οι δυνατότητες και οι περιορισμοί των παραπάνω πρωτοκόλλων σε μερικούς κρίσιμους τομείς:

	XMPP	IMP & SIMPLE	MSN	Yahoo	ICQ
Ανοικτότητα	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
Επεκτασιμότητα	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Αναγνωσιμότητα	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι
Δεδομένα	Χαρακτήρες	Χαρακτήρες	Χαρακτήρες	Δυαδικά	Δυαδικά και Χαρακτήρες
XML	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Σύνδεση	TCP	TCP	TCP	TCP	TCP – UDP
ID μηνυμάτων	XML Namespaces	-	3 χαρακτήρες	N bytes	3 bytes
Offline Μηνύματα	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι

Πίνακας 5: Σύγκριση των πρωτοκόλλων άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας

Το κυριότερο συμπέρασμα που παράγεται από τη μελέτη των παραπάνω χαρακτηριστικών είναι ότι απαραίτητη ιδιότητα ενός τέτοιου πρωτοκόλλου είναι η ανοικτότητα. Καθώς οι τεχνολογίες του Διαδικτύου χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα, η ανοικτότητα ενός πρωτοκόλλου είναι προϋπόθεση για την εξάπλωσή του και την υιοθέτησή του από νέες υπηρεσίες. Η κατεύθυνση που ακολουθούν οι διεθνείς οργανισμοί, όπως οι IETF και W3C, έχει αποδείξει ότι η επικράτηση ανοικτών τεχνολογιών στο παρελθόν, όπως η περίπτωση της XML, αποτελεί όφελος για τους σχεδιαστές δικτυακών υπηρεσιών και κατά συνέπεια αποτελεί όφελος για τους τελικούς χρήστες, καθώς διαθέτουν μεγαλύτερο εύρος επιλογών. Το δεύτερο βασικό συμπέρασμα είναι ότι είναι απαραίτητη και η επεκτασιμότητα ενός πρωτοκόλλου. Η προσθήκη νέων μηνυμάτων και η προσαρμογή της χρήσης του πρωτοκόλλου σε κάθε ανάγκη επιτρέπει την ανεμπόδιστη χρήση της τεχνολογίας για οποιονδήποτε σκοπό. Η δυσκολία στην επέκταση ενός πρωτοκόλλου καθιστά την αντίστοιχη τεχνολογία περιορισμένη και ανίκανη να ανταποκριθεί σε νέες ανάγκες.

Από τα παραπάνω, συμπεραίνεται ότι το XMPP πρωτόκολλο, καθώς και τα IMP και SIMPLE πρωτόκολλα, αποτελούν ιδανική λύση για τη χρήση τους ως βάση για τη σύνθεση σχετικών διαδικτυακών υπηρεσιών, όπως η παρούσα. Παρά την αδιαμφισβήτητη επικράτηση των εμπορικών εφαρμογών άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας, που χρησιμοποιούν τα αντίστοιχα κλειστά πρωτόκολλα, τα ανοικτά XMPP, IMP και SIMPLE πρωτόκολλα αποτελούν ευπροσάρμοστα και ευέλικτα

εργαλεία για την ανάπτυξη ανεξάρτητων εφαρμογών. Το XMPP πρωτόκολλο, μάλιστα, που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την εργασία, αποτελεί ακόμη πιο ελκυστική λύση, καθώς χρησιμοποιεί την ευρείας αποδοχής XML γλώσσα, επιτρέποντας τη χρήση πληθώρας έτοιμων εργαλείων για την ανάγνωση, επεξεργασία και δημιουργία XML εγγράφων. Με τον τρόπο αυτό, η επιθυμητή επέκταση του πρωτοκόλλου μπορεί να γίνει με γρήγορο και αποδοτικό τρόπο, γεγονός που επιβεβαιώθηκε κατά τη διάρκεια σχεδιασμού και υλοποίησης της παρούσας υπηρεσίας.

Κεφάλαιο 4

Υλοποίηση

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύουμε τις λεπτομέρειες υλοποίησης της παρούσας εργασίας. Στην πρώτη ενότητα, παρουσιάζεται ένα απλό σενάριο χρήσης, στο οποίο σημειώνονται μερικά χαρακτηριστικά σημεία για την επιθυμητή λειτουργικότητα. Στη δεύτερη ενότητα, αναφέρονται οι κυριότεροι περιορισμοί που επιδεικνύει το XMPP πρωτόκολλο, κατά τη χρήση του στη περίπτωση μιας υπηρεσίας συνεργασίας για την υγεία. Στην τρίτη ενότητα, απαριθμούνται οι απαραίτητες επεκτάσεις που αποφασίστηκε να εφαρμοστούν στο πρωτόκολλο, ώστε να είναι εφικτή η λειτουργία του στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Στην τέταρτη ενότητα, περιγράφεται συνοπτικά η αρχιτεκτονική του συστήματος jabberd, που αποτελεί τη βάση της υλοποίησης της προτεινόμενης υπηρεσίας, καθώς και ο τρόπος υλοποίησης των απαραίτητων επεκτάσεων. Στην πέμπτη ενότητα γίνεται μια συνοπτική περιγραφή της διεπαφής χρήσης της υπηρεσίας. Τέλος, στην έκτη ενότητα, γίνεται αναφορά στα ιατρικά πρότυπα που χρησιμοποιήθηκαν για την αναπαράσταση των ιατρικών εγγράφων και εξετάσεων.

4.1. Σενάριο χρήσης

Είναι συνήθης πρακτική, στο πλαίσιο της ιατρικής συνεργασίας, ένας γενικός γιατρός να ζητήσει τη συμβουλή ενός ειδικού γιατρού, πάνω σε κάποιο συγκεκριμένο περιστατικό. Ο ειδικός γιατρός πρέπει να αποκτήσει πολύ καλή εικόνα για την κατάσταση του ασθενούς, ώστε να καταλήξει σε κάποιο συμπέρασμα με ασφάλεια. Η εικόνα αυτή μπορεί να αποκτηθεί κυρίως με την μελέτη των σχετικών ιατρικών εξετάσεων και άλλων πληροφοριών, όπως το ιστορικό του ασθενούς. Στη συνέχεια, ο γενικός γιατρός μπορεί να χρησιμοποιήσει τη συμβουλή του ειδικού γιατρού, ώστε να διατυπώσει τη γνωμάτευση. Η δυσκολία στην εξ' αποστάσεως συνεργασία έγκειται στον έγκαιρο εντοπισμό του ειδικού γιατρού, ιδίως σε επείγουσες περιπτώσεις, στην επικοινωνία των δύο γιατρών και στον διαμοιρασμό των ιατρικών εξετάσεων και των άλλων σχετικών πληροφοριών γύρω από τον ασθενή.

Οι υπηρεσίες στήριξης της ιατρικής συνεργασίας πρέπει να επιλύουν τις παραπάνω δυσκολίες και να παρέχουν εργαλεία στους χρήστες τους, ώστε η συνεργασία να γίνεται με φυσικό και αποδοτικό τρόπο. Το παρακάτω σενάριο αποτελεί μια ρεαλιστική ροή δράσεων, για την άμεση και αποτελεσματική συνεργασία.

Ας υποθέσουμε ότι ένας γενικός γιατρός, σε κάποιο απομακρυσμένο κέντρο υγείας, δέχεται και εξετάζει ένα καρδιολογικό περιστατικό. Η έναρξη της συνεργασίας σηματοδοτείται από τη δημιουργία ενός πλαισίου συνεργασίας, το οποίο θα αποτελέσει τον ιδεατό χώρο εργασίας των μελών που πρόκειται να συνεργαστούν. Το πλαίσιο συνεργασίας, κατά τη δημιουργία του, περιλαμβάνει τα δημογραφικά στοιχεία του ασθενούς και πληροφορίες για τον τόπο, τον χρόνο και το δημιουργό του πλαισίου συνεργασίας. Στο πλαίσιο προστίθενται ψηφιοποιημένες οι διάφορες ιατρικές εξετάσεις, στις οποίες υποβάλλεται ο ασθενής, όπως π.χ. ένα ηλεκτροκαρδιογράφημα. Ο γενικός γιατρός προσθέτει μια αίτηση συμβούλευσης στην οποία διατυπώνει την υποψία για το περιστατικό και αναφέρει όποια λεπτομέρεια του περιστατικού θεωρεί σημαντική. Στη συνέχεια, μέσω της υπηρεσίας συνεργασίας, αναζητά διαθέσιμους καρδιολόγους. Προσκαλεί έναν από αυτούς, με

την αποστολή ειδικής πρόσκλησης και ενημερώνει την υπηρεσία ότι επιθυμεί άμεση ειδοποίηση, όταν ο παραλήπτης συμμετάσχει για πρώτη φορά στο πλαίσιο συνεργασίας.

Εάν ο παραλήπτης είναι συνδεδεμένος στην υπηρεσία, η πρόσκληση εμφανίζεται στην οθόνη του. Σε διαφορετική περίπτωση, η πρόσκληση εμφανίζεται με την επόμενη είσοδο του προσκληθέντα καρδιολόγου στην υπηρεσία. Ο καρδιολόγος μπορεί να απορρίψει την πρόσκληση, σημειώνοντας τη δικαιολογία στην απάντηση. Σε περίπτωση που αποδεχθεί την πρόσκληση, γίνεται αυτόματα μέλος του πλαισίου συνεργασίας, με δικαιώματα ανάγνωσης των περιεχομένων, προσθήκης αιτήσεων και εγγράφων, δυνατότητα επικοινωνίας με όλα τα υπόλοιπα μέλη και δικαίωμα πρόσκλησης κάποιου άλλου γιατρού. Με την είσοδο του καρδιολόγου στο πλαίσιο συνεργασίας, ο γενικός γιατρός ειδοποιείται με ένα άμεσο μήνυμα. Ο ειδικός γιατρός μελετά τις διαθέσιμες πληροφορίες και εξετάσεις, επικοινωνεί με τον γενικό γιατρό για διευκρινήσεις και εισάγει μια φόρμα διατύπωσης της γνώμης του, σε μορφή συμβούλευσης. Ο γενικός γιατρός μελετά τη φόρμα αυτή και, αν έχει καταλήξει σε γνωμάτευση, την εισάγει στο πλαίσιο. Η τελευταία πράξη στο πλαίσιο της συγκεκριμένης συνεργασίας είναι η αρχειοθέτηση του επεισοδίου. Σε μελλοντικές αναφορές, τα μέλη του πλαισίου αυτού μπορούν να ανατρέξουν σε εξετάσεις ή άλλες πληροφορίες σχετικά με το περιστατικό και να ανακτήσουν μια λίστα με τη σειρά όλων των δράσεων που έλαβαν χώρα στο πλαίσιο αυτού του περιστατικού.

4.2. Περιορισμοί του XMPP πρωτοκόλλου

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 3.3, η χρήση του XMPP πρωτοκόλλου για την υλοποίηση μιας υπηρεσίας συνεργασίας στον τομέα της υγείας, εγγυάται την γνώση της διαθεσιμότητας των μελών της και την άμεση επικοινωνία μεταξύ τους. Στο παραπάνω σενάριο, η χρήση του XMPP πρωτοκόλλου επιτρέπει την αναζήτηση άλλων διαθέσιμων γιατρών, την πρόσκλησή τους, τη γνώση της παρουσίας τους και την ανταλλαγή άμεσων μηνυμάτων. Οι περιορισμοί του πρωτοκόλλου για την περάτωση μιας συνόδου συνεργασίας, όπως αυτή του παραπάνω σεναρίου, είναι οι εξής:

- δεν υποστηρίζεται η έννοια του πλαισίου συνεργασίας. Το πλαίσιο συνεργασίας αποτελεί μια συλλογή από χρήστες και έγγραφα, ενώ υποστηρίζει την ομαδική επικοινωνία και τον έλεγχο πρόσβασης σε αυτό. Το XMPP πρωτόκολλο δεν υποστηρίζει τέτοιες συλλογές, ενώ επιτρέπει μόνο την επικοινωνία κατά ζεύγη
- δεν υποστηρίζει τη μεταφορά εγγράφων, εξετάσεων ή αρχείων γενικού περιεχομένου
- δεν υποστηρίζει την καταγραφή και την ανάκτηση του ιστορικού των δράσεων σε μια σύνοδο, γεγονός που είναι απόλυτα απαραίτητο στο πλαίσιο της ιατρικής συνεργασίας

4.3. Επέκταση του XMPP πρωτοκόλλου

Καθώς το XMPP πρωτόκολλο είναι πλήρως επεκτάσιμο και εύκολα προσαρμόσιμο στις ανάγκες της κάθε εφαρμογής, οι παραπάνω περιορισμοί οδήγησαν στις επεκτάσεις που αναλύονται στις επόμενες παραγράφους.

4.3.1. Προτεινόμενα XML Namespaces

Οι παρακάτω επεκτάσεις αποτελούν νέα μηνύματα, που προστίθενται στο υπάρχον πρωτόκολλο. Τα νέα αυτά μηνύματα πρέπει να υποστηρίζονται από κατάλληλα XML Namespaces, ώστε η υπηρεσία να γνωρίζει τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να τα χειριστεί. Το προτεινόμενο πρόθεμα XML Namespace που καλύπτει τις επεκτάσεις για την υπηρεσία ιατρικής συνεργασίας είναι το

```
jabber:x:webOnColl:*
```

Αυτό σημαίνει ότι κάθε νέο μήνυμα πρέπει να έχει το παραπάνω ως πρόθεμα και ως κατάληξη, το αναγνωριστικό της εκάστοτε λειτουργίας. Γενικά, η λειτουργία `function` πρέπει να χρησιμοποιεί μηνύματα, τα οποία να περιγράφουν σαφώς το XML Namespace: `jabber:x:webOnColl:function`.

4.3.1. Επεισόδια και κατάλογος μετεχόντων

Κάθε πλαίσιο συνεργασίας αντιστοιχεί σε ένα πραγματικό ιατρικό επεισόδιο. Ορισμένοι μόνο χρήστες έχουν δικαίωμα πρόσβασης σε αυτό το πλαίσιο, το οποίο πρέπει να αποτελεί έναν ιδεατό χώρο εργασίας, όπως ορίστηκε στην παράγραφο 2.2. Η επέκταση του XMPP πρωτοκόλλου για την κάλυψη της ανάγκης ύπαρξης πλαισίων εργασίας, βασίζεται στην ιδέα των «chat rooms». Μοντελοποιώντας κάθε επεισόδιο με ένα μοναδικό τέτοιο δωμάτιο, επιτυγχάνουμε άμεσα την ομαδική επικοινωνία. Επιπλέον, κάθε τέτοιο δωμάτιο περιλαμβάνει έναν κατάλογο μετεχόντων, ο οποίος μπορεί να αποτελέσει τη βάση για τον έλεγχο πρόσβασης.

Η κοινότητα ανοικτού λογισμικού Jabber διαθέτει την επέκταση για την υποστήριξη δωματίων. Βασικές έννοιες στην επέκταση αυτή είναι:

- το αναγνωριστικό του δωματίου (room ID)
- το αναγνωριστικό του δημιουργού του δωματίου (owner ID)
- το αναγνωριστικό ενός απλού μέλους του δωματίου (member ID)
- η λίστα μετεχόντων του δωματίου (room roster)
- το θέμα του δωματίου
- το είδος του δωματίου, ανάλογα με το δικαίωμα πρόσβασης, δηλαδή ιδιωτικό για πρόσβαση μόνο από προσκεκλημένα μέλη ή δημόσιο για πρόσβαση από οποιονδήποτε

Οι κυριότερες δράσεις κάποιου μετέχοντα μπορεί να είναι οι παρακάτω:

- δημιουργία δωματίου
- η συμμετοχή στο δωμάτιο (join room)
- η αποχώρηση από το δωμάτιο (leave room)
- αποστολή μηνυμάτων προς όλους ή προς κάποιο μέλος
- αποστολή πρόσκλησης σε άλλο χρήστη για συμμετοχή στο δωμάτιο
- ανάκτηση του καταλόγου συμμετεχόντων

Η επέκταση αυτή ορίζεται από ένα σύνολο από XML Namespaces με βάση το πρόθεμα «jabber:conference». Για παράδειγμα, η ανάκτηση της λίστας επαφών του δωματίου γίνεται με το μήνυμα:

```
<iq type='get' from='romeo@example.net'>  
  <query xmlns='jabber:conference:roster' />
```

</iq>

Στην παρούσα εργασία, κάθε πλαίσιο συνεργασίας ονομάζεται «Επεισόδιο» και αντιστοιχεί σε ένα δωμάτιο. Κάθε Επεισόδιο θεωρείται ιδιωτικό, γεγονός που επιτρέπει την πρόσβαση αρχικά μόνο στο δημιουργό και στη συνέχεια μόνο από μέλη που έχουν λάβει πρόσκληση από αυτόν ή από άλλα προσκεκλημένα μέλη. Η πληροφορία παρουσίας προσδιορίζεται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια, καθώς κάθε στιγμή, ο κάθε χρήστης μπορεί να γνωρίζει ποια μέλη του Επεισοδίου είναι συνδεδεμένα στην υπηρεσία και ποια συμμετέχουν στο Επεισόδιο.

Επιπρόσθετα, για τη μετάβαση από το δωμάτιο στο Επεισόδιο, εμπλουτίστηκε η πληροφορία που σχετίζεται με το ίδιο το δωμάτιο. Προστέθηκε η παρακάτω πληροφορία:

- ημερομηνία δημιουργίας
- ημερομηνία τελευταίας ενημέρωσης
- υποψία για το ιατρικό περιστατικό
- κατάσταση περιστατικού (π.χ. ενεργό, αρχειοθετημένο, κ.α.)
- κατηγορία ιατρικού προβλήματος (π.χ. καρδιολογικό, αναπνευστικό, κ.α.)
- προτεραιότητα (π.χ. κανονικό, επείγον, κ.α.)
- αναγνωριστικό ασθενούς
- αναγνωριστικό συστήματος αναφοράς (system ID)
- δημογραφικά ασθενούς
 - ονοματεπώνυμο
 - όνομα πατέρα
 - φύλλο
 - ύψος
 - βάρος
 - ημερομηνία γέννησης
- σύνολο συνδεδεμένων χρηστών στο Επεισόδιο, την παρούσα στιγμή

Οι βασικές λειτουργίες και τα αντίστοιχα μηνύματα, που προστέθηκαν σε αυτές των δωματίων, είναι οι ακόλουθες:

- ανανέωση των πληροφοριών του δωματίου

XML Namespace: jabber:x:webOnColl:episodeInfo

Περιγραφή: Το μήνυμα αυτό επιτρέπει στον αποστολέα να θέσει για πρώτη φορά ή να ανανεώσει κάποια ή όλα τα μετα-δεδομένα ενός Επεισοδίου. Η υπηρεσία πρέπει να ελέγχει αν ο αποστολέας έχει δικαίωμα αλλαγής αυτών των δεδομένων.

Παράδειγμα:

```
<iq type="set" to="wcs.ics.forth.gr">
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:episodeInfo">
    <episodeID>episode1@episodes</episodeID>
    <suspicion>OEM</suspicion>
    <type>active</type>
    <section>cardiology</section>
    <priority>urgent</priority>
    <familyName>Dimou</familyName>
    <givenName>Christos</givenName>
    <fatherName>Eleftherios</fatherName>
    <gender>M</gender>
    <birthdate>25/03/1977</birthdate>
    <height>186</height>
    <weight>80</weight>
```

```

        <isNew>0</isNew>
        <onLineUsers>3</onLineUsers>
    </x>
</iq>

```

Απόκριση server:

```

<iq type="result" to="evi@139.91.190.138"
from='wcs.ics.forth.gr'>
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:episodeInfo">
    <message>Episode was updated successfully</message>
  </x>
</iq>

```

- ανάκτηση των πληροφοριών του δωματίου
Περιγραφή: Το μήνυμα αυτό επιτρέπει την ανάκτηση της πληροφορίας που είναι σχετική με ένα Επεισόδιο.

XML Namespace: jabber:x:webOnColl:episodeInfo

Παράδειγμα:

```

<iq type="get" to="wcs.ics.forth.gr">
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:episodeInfo">
    <episodeID>episode1@episodes</episodeID>
  </x></iq>

```

Απόκριση server:

```

<iq to='evi@wcs.ics.forth.gr' type='result'
from='wcs.ics.forth.gr'>
  <x xmlns='jabber:x:webOnColl:episodeInfo'>
    <episode>
      <episodeID>episode1@episodes</episodeID>
      <description></description>
      <suspicion>OEM</suspicion>
      <type>active</type>
      <priority>urgent</priority>
      <ownerID>evi@wcs.ics.forth.gr</ownerID>
      <section>cardiology</section>
      <createdAt>20021124215023</createdAt>
      <updatedAt>20021126113215</updatedAt>
      <systemID></systemID>
      <patientID></patientID>
      <visitID></visitID>
      <familyName>Dimou</familyName>
      <givenName>Christos</givenName>
      <fatherName>Eleftherios</fatherName>
      <gender>M</gender>
      <birthdate>25/03/1977</birthdate>
      <height>186</height>
      <weight>80</weight>
      <isNew>0</isNew>
      <onLineUsers>3</onLineUsers>
    </episode></x>
  </iq>

```

- ανάκτηση λίστας επεισοδίων που συμμετέχει ένας χρήστης
Περιγραφή: Το μήνυμα αυτό επιτρέπει την ανάκτηση της λίστας επεισοδίων που έχει δημιουργήσει ο αποστολέας ή που συμμετέχει ως προσκεκλημένος.

XML Namespace: jabber:x:webOnColl:myEpisodes

Παράδειγμα:

```
<iq type="get" to="wcs.ics.forth.gr">
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:myEpisodes">
    <ownerID>evi@wcs.ics.forth.gr</ownerID>
  </x>
</iq>
```

Απόκριση server:

```
<iq to='evi@wcs.ics.forth.gr' type='result'
from='wcs.ics.forth.gr'>
  <x xmlns='jabber:x:webOnColl:episodes'>
    <episode>
      <episodeID>episode1@episodes</episodeID>
      <description></description>
      <suspicion>OEM</suspicion>
      <type>active</type>
      <priority>high</priority>
      <ownerID>evi@wcs.ics.forth.gr</ownerID>
      <section>cardiology</section>
      <createdAt>20021110215023</createdAt>
      <updatedAt>20021126113215</updatedAt>
      <systemID></systemID>
      <patientID></patientID>
      <visitID></visitID>
      <familyName>Dimou</familyName>
      <givenName>Christos</givenName>
      <fatherName>Eleftherios</fatherName>
      <gender>M</gender>
      <birthdate>25/03/1977</birthdate>
      <height>186</height>
      <weight>80</weight>
      <isNew>0</isNew>
      <onLineUsers>3</onLineUsers>
      <isNew>0</isNew>
      <onLineUsers>3</onLineUsers>
    </episode>
    <episode>
      . . .
    </episode>
  </x>
</iq>
```

- αναζήτηση στα επεισόδια με βάση λέξεις-κλειδιά
Περιγραφή: Το μήνυμα αυτό επιτρέπει την ανάκτηση της λίστας επεισοδίων που περιλαμβάνουν πληροφορία που ταιριάζει με τις λέξεις κλειδιά
XML Namespace: jabber:x:webOnColl:episodes

Παράδειγμα:

```
<iq type="get" to="wcs.ics.forth.gr">
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:episodes">
    <keyword>OEM</keyword>
  </x>
</iq>
```

Απόκριση server:


```

<iq to='evi@wcs.ics.forth.gr' type='result'
from='wcs.ics.forth.gr'>
  <x xmlns='jabber:x:webOnColl:episodes'>
    <episode>
      <episodeID>episodel@episodes</episodeID>
      <description></description>
      <suspicion>OEM</suspicion>
      <type>active</type>
      <priority>high</priority>
      <ownerID>evi@wcs.ics.forth.gr</ownerID>
      <section>cardiology</section>
      <createdAt>20021110215023</createdAt>
      <updatedAt>20021126113215</updatedAt>
      <systemID></systemID>
      <patientID></patientID>
      <visitID></visitID>
      <familyName>Dimou</familyName>
      <givenName>Christos</givenName>
      <fatherName>Eleftherios</fatherName>
      <gender>M</gender>
      <birthdate>25/03/1977</birthdate>
      <height>186</height>
      <weight>80</weight>
      <isNew>0</isNew>
      <onLineUsers>3</onLineUsers>
      <isNew>0</isNew>
      <onLineUsers>3</onLineUsers>
    </episode>
    <episode>
      .
      .
      .
    </episode>
  </x>
</iq>

```

4.3.2. Διαχείριση ειδοποιήσεων, προσκλήσεων και άμεσων μηνυμάτων

Το XMPP πρωτόκολλο υποστηρίζει την ανταλλαγή άμεσων μηνυμάτων μεταξύ ζεύγους χρηστών. Η επέκταση για την υποστήριξη του Επεισοδίου επιτρέπει την ανταλλαγή ομαδικών μηνυμάτων και προσκλήσεων, μέσω των δωματίων συνομιλίας. Κρίσιμη επέκταση για την περίπτωση της ιατρικής συνεργασίας, αποτελεί η υποστήριξη ειδοποιήσεων για συγκεκριμένα γεγονότα και η δυνατότητα διαχείρισης όλων των παραπάνω μηνυμάτων.

Οι ειδοποιήσεις είναι απλά άμεσα μηνύματα που αποστέλλει η υπηρεσία σε κάποιους χρήστες, όταν λάβει χώρα κάποιο συγκεκριμένο συμβάν. Στο σενάριο που περιγράφηκε παραπάνω, ο γενικός γιατρός θέλει να ειδοποιηθεί όταν ο ειδικός γιατρός μπει στο Επεισόδιο. Αντίστοιχα, ο ειδικός γιατρός μπορεί να επιθυμεί να ειδοποιηθεί όταν ο γενικός γιατρός καταθέσει τη διάγνωσή του. Η αποστολή ειδοποιήσεων, όμως, προϋποθέτει εγγραφή (subscription) των μετεχόντων σε κάθε είδος συμβάντος. Στο παραπάνω παράδειγμα, ο γενικός γιατρός πρέπει να ενημερώσει την υπηρεσία, ότι επιθυμεί να ειδοποιηθεί σε κάθε εμφάνιση δράσεων αυτού του είδους. Η ενημέρωση της υπηρεσίας γίνεται με την υλοποίηση της λειτουργίας Εγγραφής για Ειδοποιήσεις (register alert). Η επέκταση αυτή ορίζεται από το XML Namespace:

```
jabber:x:webOnColl:registerAlerts
```

και περιλαμβάνει δύο μηνύματα:

- εγγραφή για ειδοποιήσεις

Περιγραφή: Ο χρήστης ενημερώνει την υπηρεσία για το είδος των δράσεων για τις οποίες επιθυμεί ειδοποιήσεις.

Υποστηριζόμενοι τύποι δράσεων:

- είσοδος κάποιου χρήστη στο Επεισόδιο
- έξοδος κάποιου χρήστη από το Επεισόδιο
- είσοδος οποιουδήποτε χρήστη στο Επεισόδιο
- έξοδος οποιουδήποτε χρήστη από το Επεισόδιο
- αποστολή οποιοδήποτε εγγράφου στο Επεισόδιο
- αποστολή εγγράφου συγκεκριμένου τύπου στο Επεισόδιο
- ανάγνωση οποιοδήποτε εγγράφου του Επεισοδίου από οποιονδήποτε χρήστη
- ανάγνωση εγγράφου συγκεκριμένου τύπου του Επεισοδίου από οποιονδήποτε χρήστη

Παράδειγμα:

```
<iq type="set" to="wcs.ics.forth.gr">
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:setRegisteredAlert">
    <episodeID>episodel@episodes</episodeID>
    <userID>evi@wcs.ics.forth.gr</userID>
    <eventType>posted_item</eventType>
  </x>
</iq>
```

Απόκριση server:

```
<iq type="result" to="evi@wcs.ics.forth.gr">
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:setRegisteredAlert"
  from='wcs.ics.forth.gr'>
    <message>Alert was registered successfully</message>
  </x>
</iq>
```

- ανάκτηση των εγγραφών για ειδοποιήσεις

Περιγραφή: Ο χρήστης ανακτά τον κατάλογο με τις ειδοποιήσεις για τις οποίες είναι ήδη εγγεγραμμένος.

Παράδειγμα:

```
<iq type="set" to="wcs.ics.forth.gr">
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:getRegisteredAlert">
    <roomID>episodel@episodes</roomID>
    <userID>evi@wcs.ics.forth.gr</userID>
  </x>
</iq>
```

Απόκριση server:

```
<iq type="result" to="evi@wcs.ics.forth.gr">
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:getRegisteredAlert"
  from='wcs.ics.forth.gr'>
    <registeredAlert>
      <episodeID>episodel@episodes</episodeID>
      <userID>evi@wcs.ics.forth.gr</userID>
    </registeredAlert>
  </x>
</iq>
```

```

        <eventType>posted_item</eventType>
    </registeredAlert>
</registeredAlert>
    <episodeID>episode1@episodes</episodeID>
    <userID>evi@wcs.ics.forth.gr</userID>
    <eventType>opened_Diagnostic_Report</eventType>
</registeredAlert>
</x>
</iq>

```

4.3.3. Μεταφορά και διαχείριση ιατρικών εξετάσεων

Καθώς το XMPP πρωτόκολλο σχεδιάστηκε για την ανταλλαγή σύντομων μηνυμάτων κειμένου, η μεταφορά αρχείων προς τον server δεν υποστηρίζεται. Η προτεινόμενη επέκταση αφορά τόσο τη αποστολή ιατρικών εγγράφων ή εξετάσεων προς των server, όσο και την ανάκτησή τους από αυτόν. Επίσης, υποστηρίζεται και η διαχείριση των αρχείων, δηλαδή η ανάκτηση του καταλόγου των ιατρικών εγγράφων ή εξετάσεων που αποτελούν μέρος ενός Επεισοδίου. Η διαγραφή τέτοιων αρχείων κρίθηκε ως μη επιθυμητή καθώς δεν ενδείκνυται η αφαίρεση στοιχείων από ένα ιατρικό περιστατικό.

Η αποστολή ιατρικών εγγράφων επιτυγχάνεται με τη χρήση των παρακάτω μηνυμάτων και XML Namespace

XML Namespace: jabber:x:webOnColl:itemAdd

Παράδειγμα:

```

<iq type="set" to="wcs.ics.forth.gr">
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemAdd">
    <episodeID>episode1@episodes</episodeID>
    <itemID>Refferal.episode1</itemID>
    <ownerID>evi@wcs.ics.forth.gr</ownerID>
    <description>Evi's consultation note</description>
    <type>ConsultationNote</type>
    <data>/* Τα περιεχόμενα του αρχείου */</data>
  </x>
</iq>

```

Απόκριση server:

```

<iq type="result" to="evi@wcs.ics.forth.gr"
from='wcs.ics.forth.gr'>
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemAdd">
    <message>Item was added successfully</message>
  </x>
</iq>

```

Σημειώνεται ότι, επειδή τα ανταλλασσόμενα μηνύματα είναι XML μηνύματα, δεν είναι δυνατή η αποστολή δυαδικών αρχείων, όπως για παράδειγμα ακτινογραφιών, ως έχουν. Είναι απαραίτητη η κωδικοποίησή τους σε αρχεία χαρακτήρων και στη συνέχεια η ενσωμάτωσή τους στο XML μήνυμα.

Η ανάκτηση ιατρικών εγγράφων επιτυγχάνεται με τη χρήση των παρακάτω μηνυμάτων και XML Namespace

XML Namespace: jabber:x:webOnColl:itemData

Παράδειγμα:

```
<iq type="get" to="wcs.ics.forth.gr">
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemData">
    <episodeID>episode1@episodes</episodeID>
    <itemID>Referral.cdemou.episode1.20021028210154</itemID>
  </x>
</iq>
```

Απόκριση server:

```
<iq type="result" to="evi@wcs.ics.forth.gr"
from='wcs.ics.forth.gr'>
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemData">
    <episodeID>episode1@episodes</episodeID>
    <itemID>Referral.cdemou.episode1.20021028210154</itemID>
    <ownerID>evi@wcs.ics.forth.gr</ownerID>
    <description>Evi's consultation note</description>
    <type>ConsultationNote</type>
    <data>/* Τα περιεχόμενα του αρχείου */</data>
  </x>
</iq>
```

Η ανάκτηση του καταλόγου ιατρικών εγγράφων ή εξετάσεων που περιλαμβάνονται σε ένα Επεισόδιο, επιτυγχάνεται με τη χρήση των παρακάτω μηνυμάτων και XML Namespace

XML Namespace: jabber:x:webOnColl:episodeItems

Παράδειγμα:

```
<iq type="get" to="wcs.ics.forth.gr">
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemList">
    <episodeID>episode1@episodes</episodeID>
  </x>
</iq>
```

Απόκριση server:

```
<iq to='evi@wcs.ics.forth.gr' type='result'
from='wcs.ics.forth.gr'>
  <x xmlns='jabber:x:webOnColl:itemList'>
    <item>
      <episodeID>episode1@episodes</episodeID>
      <itemID>Referral.cdemou.episode1.20021028210154</itemID>
      <ownerID>cdemou@wcs.ics.forth.gr</ownerID>
      <description>Referral for episode1</description>
      <type>Referral</type>
      <signed>yes</signed>
      <size>156293</size>
      <createdAt>20021028210154</createdAt>
      <isNew>0</isNew>
    </item>
    <item>
      <episodeID>episode1@episodes</episodeID>
      <itemID>ECG.cdemou.episode1.20021028211221</itemID>
      <ownerID>cdemou@wcs.ics.forth.gr</ownerID>
      <description>Initial ECG</description>
      <type>Referral</type>
      <signed>no</signed>
      <size>31755</size>
      <createdAt>20021028211221</createdAt>
    </item>
  </x>
</iq>
```

```

        <isNew>0</isNew>
    </item>
</x>
</iq>

```

4.3.4. Ιστορικό όλων των γεγονότων

Η καταγραφή όλων των δράσεων και της πληροφορίας που ανταλλάχθηκε στο πλαίσιο μιας συνόδου ιατρικής συνεργασίας αποτελεί σημαντική λειτουργία, τόσο για την εύκολη διερεύνηση της σειράς των γεγονότων, όσο και για μελλοντικές αναφορές. Η επέκταση του πρωτοκόλλου αφορά τον ορισμό ενός μηνύματος ανάκτησης μιας λίστας των τελευταίων δράσεων, σε ένα Επεισόδιο. Η καταγραφή των δράσεων αποτελεί ευθύνη του server.

XML Namespace: jabber:x:webOnColl:episodeLog

Παράδειγμα:

```

<iq type="get" to="wcs.ics.forth.gr">
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:log">
    <episodeID>episode1@episodes</episodeID>
    <count>2</count>
  </x>
</iq>

```

Απόκριση server:

```

<iq type="result" to="evi@wcs.ics.forth.gr"
from='wcs.ics.forth.gr'>
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:log">
    <logEntry>
      <userID>cdemou@wcs.ics.forth.gr</userID>
      <type>message</type>
      <date>20021126122348</date>
      <message>Evi, please add more data</message>
    </logEntry>
    <logEntry>
      <userID>evi@wcs.ics.forth.gr</userID>
      <type>room</type>
      <date>20021126125519</date>
      <message>evi has added more data</message>
    </logEntry>
  </x>
</iq>

```

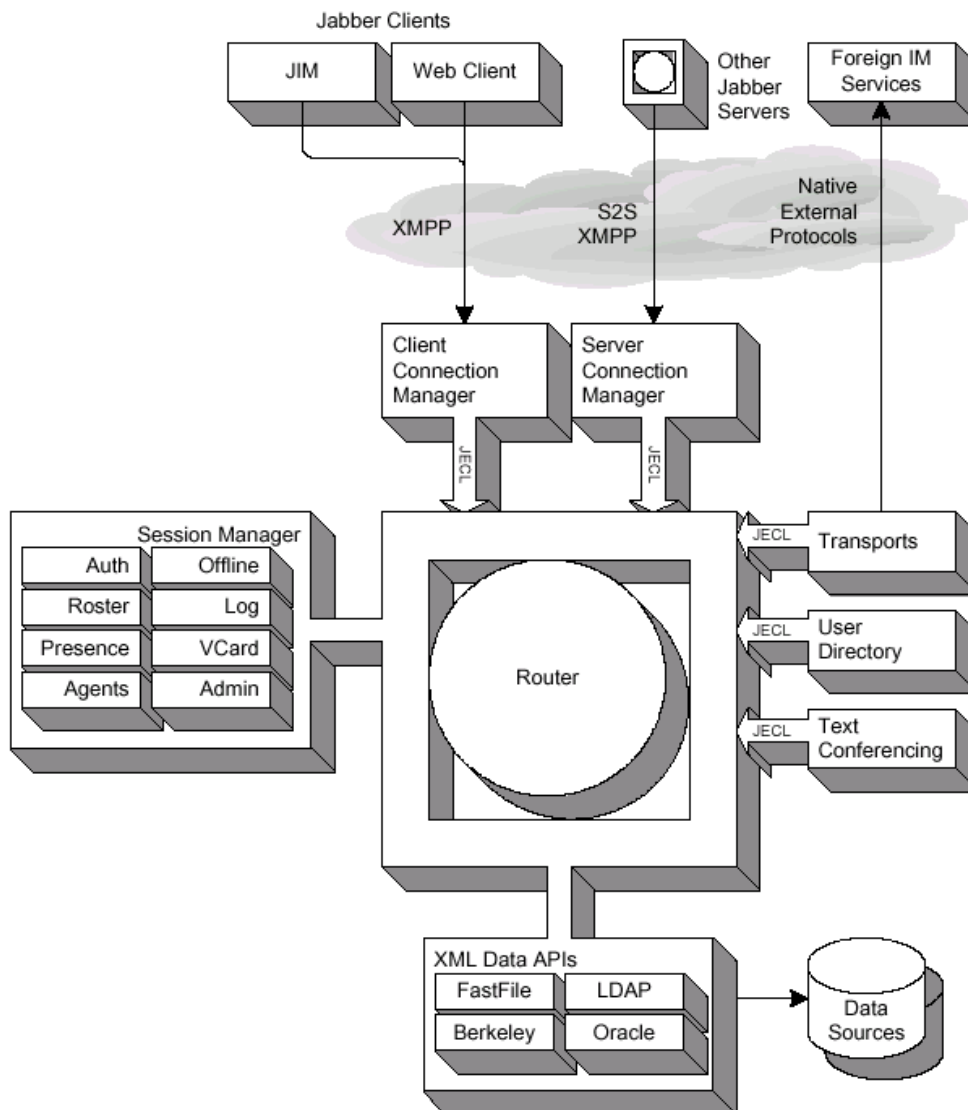
4.4. Η αρχιτεκτονική του συστήματος jabberd

Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του συστήματος jabberd. Πρόκειται για την υλοποίηση ενός server που υποστηρίζει το πρωτόκολλο XMPP, η οποία είναι διαθέσιμη δωρεάν από το δικτυακό τόπο της κοινότητας ανοικτού λογισμικού Jabber [78].

4.4.1. Συστατικά λογισμικού

Ο jabberd server αναλαμβάνει την λήψη μηνυμάτων του πρωτοκόλλου XMPP από πελάτες, την επεξεργασία τους και την αποστολή προς τους πελάτες της αντίστοιχης απόκρισης. Επιπρόσθετα, αναλαμβάνει τη διατήρηση και τη διαχείριση της

πληροφορίας που είναι σχετική με τις συνδέσεις και τα δεδομένα που ανταλλάσσονται. Η συνολική αρχιτεκτονική απεικονίζεται συνοπτικά στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 6: Η αρχιτεκτονική του συστήματος jabberd

4.4.1.1. Δρομολογητής

Το κεντρικό λειτουργικό κομμάτι στην παραπάνω αρχιτεκτονική αποτελεί ο δρομολογητής (router). Πρόκειται για το τμήμα του jabberd που αναλαμβάνει τη λήψη μηνυμάτων από πελάτες και την δρομολόγησή τους στο αντίστοιχο module που είναι κατάλληλο για να το επεξεργαστεί. Κάθε λαμβανόμενο μήνυμα εμπλεκείται σε ένα νέο XML μήνυμα με αρχική ετικέτα <route>. Η παράδοση του μηνύματος στην αντίστοιχη μονάδα λογισμικού γίνεται μέσω τριών δένδρων παράδοσης. Τα δένδρα παράδοσης είναι τα:

- xdb: αναλαμβάνει την αποθήκευση πληροφορίας και την ανάκτηση αποθηκευμένης πληροφορίας
- log: αναλαμβάνει την καταγραφή των λανθασμένων ή αποτυχημένων αιτήσεων

- `service`: αναλαμβάνει τη διαχείριση όλων των μηνυμάτων τύπου `<presence>`, `<message>` και `<iq>` του XMPP πρωτοκόλλου.

Η δρομολόγηση στο κατάλληλο δένδρο παράδοσης γίνεται με τον έλεγχο του στοιχείου του XML μηνύματος, που έπεται του στοιχείου `<route>`. Για παράδειγμα, αν κάποια πληροφορία απαιτείται να αποθηκευθεί, το μήνυμα που στέλνει ο δρομολογητής προς το αντίστοιχο module, έχει τη μορφή:

```
<route from="evi@wcs.ics.forth.gr" to="s73d2255@sessions">
<xdb type="set">
  <params>
    . . .
  </params>
</xdb></route>
```

Κάθε δένδρο παράδοσης αναλύεται περαιτέρω με βάση το όνομα του κόμβου όπου βρίσκονται τα modules. Αν κάποιο module βρίσκεται σε απομακρυσμένο κόμβο, το δένδρο παράδοσης αναλαμβάνει την αποστολή του κατάλληλου μηνύματος, πάνω από το δίκτυο. Τέλος, με τον εντοπισμό του προορισμού του κάθε μήνυμα, το αντίστοιχο module φορτώνεται και καλείται δυναμικά, επεξεργάζεται το μήνυμα και αποστέλλει το αποτέλεσμα στον δρομολογητή.

4.4.1.2. *Client Connection Manager και Server Connection Manager*

Ο Διαχειριστής Συνδέσεων Πελατών διαχειρίζεται ένα μεγάλο αριθμό sockets μακράς διάρκειας, που σχετίζονται με κάθε σύνδεση πελάτη. Η διαχείριση των εισερχόμενων δεδομένων γίνεται με τη χρήση την κλήση συστήματος `select()`. Ο Διαχειριστής Συνδέσεων Εξυπηρετητών επιτρέπει όλους τους Jabber server να επικοινωνούν σε ομότιμη βάση.

4.4.1.3. *Session Manager (JSM)*

Ο Διαχειριστής Συνόδου παρέχει ένα παραμετροποιήσιμο πλαίσιο για την επικοινωνία των modules του server. Τα modules που περιλαμβάνονται στην παρούσα έκδοση του jabberd είναι τα ακόλουθα:

- Πιστοποίηση ταυτότητας (authentication). Υποστηρίζεται η πιστοποίηση της ταυτότητας των χρηστών ή άλλων server με μετάδοση του κωδικού ως απλό κείμενο, με χρήση του αλγορίθμου SHA1 ή με χρήση διαπραγμάτευσης Μηδενικής Γνώσης (Zero Knowledge)
- Λίστα επαφών (roster). Το module λίστας επαφών αναλαμβάνει την προσθήκη, διαγραφή και ανάκτηση καταχωρίσεων της λίστας επαφών.
- Παρουσία(presence): Το module παρουσίας δέχεται την πληροφορία της παρουσίας από κάθε χρήστη και αναλαμβάνει την προώθησή της σε όλους τους εγγεγραμμένους χρήστες.
- Πράκτορες λογισμικού (agents): Αναλαμβάνουν την διαχείριση εξωτερικών υπηρεσιών, όπως της υπηρεσίας Διακίνησης (Transport) και του Καταλόγου Χρηστών (User Directory), που αναφέρονται στη συνέχεια.
- Εκτός σύνδεσης (offline): Το module αυτό αναλαμβάνει την αποθήκευση των μηνυμάτων που προορίζονται σε χρήστες που είναι προσωρινά εκτός σύνδεσης και την αποστολή των μηνυμάτων αυτών, στην πρώτη επανασύνδεση του παραλήπτη.

- Προσωπικά στοιχεία (vcard): Το module αυτό διαχειρίζεται τα προσωπικά στοιχεία του χρήστη, όπως ονοματεπώνυμο, διεύθυνση, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο κ.α.
- Διαχείριση συστήματος (admin): Το module αυτό επιτρέπει στους διαχειριστές του συστήματος να διενεργήσουν πράξεις συντήρησης και διαχείρισης του συστήματος από ένα απλό λογισμικό πελάτη Jabber.

4.4.1.4. Client AutoUpdate

Η υπηρεσία αυτή χρησιμοποιείται από διάφορες υλοποιήσεις λογισμικού πελάτη, που υποστηρίζουν τη μετάδοση ενημερώσεων σχετικές με τις διαθέσιμες ανανεώσεις του λογισμικού.

4.4.1.5. XML Data API's (XDB)

Το υποσύστημα XDB αναλαμβάνει την αποθήκευση πληροφορίας και την ανάκτηση αποθηκευμένης πληροφορίας. Το XDB module προωθεί τις αιτήσεις για εγγραφή και ανάγνωση στο κατάλληλο αποθηκευτικό μέσο. Εξ' ορισμού, όλα τα δεδομένα αποθηκεύονται σε XML μορφή σε απλά αρχεία στο σύστημα αρχείων του δίσκου. Ο ορισμός, όμως, του συστήματος αποθήκευσης είναι αφαιρετικός, με αποτέλεσμα οποιοδήποτε αποθηκευτικό μέσο να μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Με την κατάλληλη υλοποίηση, οι XDB αιτήσεις μπορούν να προωθηθούν σε μια βάση δεδομένων ή σε μια υπηρεσία καταλόγου.

4.4.1.6. Transports

Ο jabberd επεκτάθηκε έτσι ώστε να μπορεί να επικοινωνεί και με άλλα συστήματα άμεσων μηνυμάτων που δεν υποστηρίζουν το XMPP πρωτόκολλο. Αρκεί η υλοποίηση μιας μονάδας διακίνησης, η οποία να μεταφράζει τα μηνύματα από το ένα πρωτόκολλο στο άλλο. Σήμερα, υπάρχουν διαθέσιμες αρκετές τέτοιες μονάδες, που επιτρέπουν στους χρήστες του jabberd να επικοινωνούν και να γνωρίζουν την παρουσία χρηστών των συστημάτων MSN, Yahoo, AOL, IRC και άλλων.

4.4.1.7. User Directory (JUD)

Καθώς η εγγραφή στην παρουσία κάποιου χρήστη γίνεται μόνο μετά από αίτηση, είναι απαραίτητος ένας μηχανισμός αναζήτησης άλλων χρηστών στο σύστημα. Ο κατάλογος χρηστών του Jabber παρέχει τα μέσα για την αναζήτηση και τον εντοπισμό άλλων χρηστών με βάση διάφορα κριτήρια.

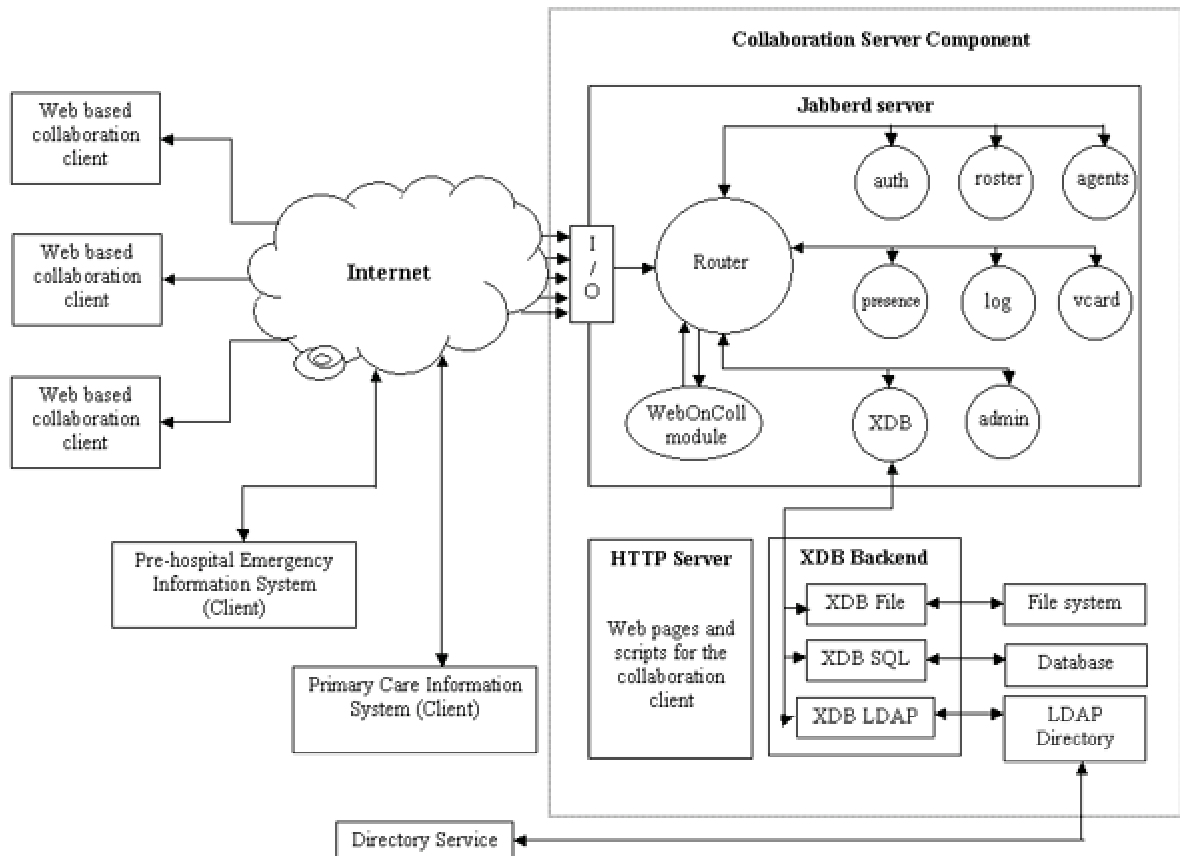
4.4.2. Περιβάλλον Υλοποίησης

Για την υλοποίηση της προτεινόμενης υπηρεσίας, χρησιμοποιήθηκαν ανοικτές τεχνολογίες και πρότυπα, καθώς και λογισμικό ανοικτού κώδικα, όπου ήταν αυτό δυνατό. Πιο συγκεκριμένα, το περιβάλλον λειτουργίας του server περιλαμβάνει:

- Λειτουργικό Σύστημα Red Hat Linux v7.3
- Βάση Δεδομένων MySQL v3.23

- Υπηρεσία καταλόγου OpenLDAP v2.1.22
- jabberd v1.4, μαζί με επεκτάσεις, σε γλώσσα ANSI C
- Apache HTTP Server v2.0.47
- XMPP πρωτόκολλο επικοινωνίας, XML v1.0

Στο Σχήμα 7 φαίνεται η συνοπτική αρχιτεκτονική του προτεινόμενου περιβάλλοντος ιατρικής συνεργασίας.



Σχήμα 7: Η αρχιτεκτονική του προτεινόμενου περιβάλλοντος ιατρικής συνεργασίας

4.4.3. Υλοποίηση των επεκτάσεων

Έχοντας την υλοποίηση του jabberd ως βάση, οι προτεινόμενες επεκτάσεις του πρωτοκόλλου υλοποιήθηκαν ως προσαρτώμενα modules στη βάση αυτή. Η αρθρωτή αρχιτεκτονική του jabberd ενθαρρύνει την ανεξάρτητη ανάπτυξη αφοσιωμένων σε συγκεκριμένες λειτουργίες μονάδων λογισμικού, την ανεξάρτητη δοκιμή τους και τη δυναμική κλήση τους, κατά την εκτέλεση της συνολικής εφαρμογής. Στις επόμενες παραγράφους, περιγράφονται τα modules της υλοποίησης των δωματίων (chat rooms), της αποθήκευσης και ανάκτησης δεδομένων από βάση δεδομένων, της αποθήκευσης και ανάκτησης δεδομένων από υπηρεσία καταλόγου και της διαχείρισης της ειδικής προς την ιατρική συνεργασία πληροφορίας. Τέλος, αναφέρονται και οι τρόποι υλοποίησης της μεταφοράς αρχείων, στο πλαίσιο μιας συνόδου συνεργασίας.

4.4.3.1. Δωμάτια συνομιλίας

Το module υλοποίησης της ομαδικής επικοινωνίας βρίσκεται, στη βασική του μορφή, διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο της κοινότητας ανοικτού λογισμικού Jabber. Υλοποιούνται όλες οι λειτουργίες που περιγράφονται στην ενότητα 4.3, με την υποστήριξη του συνόλου XML Namespaces `jabber:x:conference:*`. Επιπρόσθετα, η δημιουργία και καταστροφή δωματίων, καθώς και η είσοδος και η έξοδος από τα δωμάτια γίνεται με την αποστολή απλών μηνυμάτων παρουσίας. Έτσι, η αποστολή του παρακάτω μηνύματος παρουσίας:

```
<presence from="romeo@example.net" to="Verona_forum@episodes" type="available">
```

έχει ως αποτέλεσμα την είσοδο του χρήστη στο δωμάτιο, αν αυτό υπάρχει ήδη ή τη δημιουργία του δωματίου και την είσοδο του χρήστη, αν αυτό δεν υπήρχε. Αντίστοιχα, η αποστολή του παρακάτω μηνύματος παρουσίας:

```
<presence from="romeo@example.net" to="Verona_forum@episodes" type="unavailable">
```

ισοδυναμεί με την έξοδο του χρήστη από το δωμάτιο και την καταστροφή του δωματίου, αν ο χρήστης αυτός ήταν ο τελευταίος.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας είναι απολύτως αναγκαίο, τα μοντελοποιημένα ως Επεισόδια δωμάτια, να μην καταστρέφονται αλλά να διατηρούνται. Με την καταστροφή ενός δωματίου χάνεται όλη πληροφορία για το περιεχόμενο του δωματίου. Το ίδιο αποτέλεσμα θα είχε μια πιθανή επανεκκίνηση του jabberd, καθώς όλη η σχετική με τα δωμάτια πληροφορία βρίσκεται αποθηκευμένη σε δομές της προσωρινής μνήμης του υπολογιστή.

Η παρέμβαση στο module αυτό έγινε με σκοπό την υποστήριξη Επεισοδίων, που θα διατηρούνται ακόμη και μετά από επανεκκίνηση του jabberd. Οι προσθήκες αφορούσαν κυρίως την αποστολή XML μηνυμάτων τύπου XDB, προς το κατάλληλο module του jabberd, ώστε η πληροφορία να αποθηκευθεί. Εκτός από αυτές τις προσθήκες, υλοποιήθηκε και η πλήρης καταγραφή του ιστορικού των πράξεων σε ένα Επεισόδιο, όπως τα μηνύματα και η είσοδος ή έξοδος κάποιου χρήστη από το Επεισόδιο. Μαζί με την πληροφορία για το ίδιο το συμβάν, αποθηκεύεται και πληροφορία για τον χρήστη, το αναγνωριστικό του Επεισοδίου και ο χρόνος στον οποίο έλαβε χώρα το γεγονός.

4.4.3.2. Βάση δεδομένων

Κανονικά, όλα τα δεδομένα που είναι απαραίτητο να διατηρηθούν αποθηκεύονται σε αρχεία. Είναι προφανές, ότι η χρήση μιας βάσης δεδομένων ως αποθηκευτικό μέσο θα επαυξήσει την απόδοση του συστήματος, καθώς θα επιτρέπει εύκολες σύνθετες αναζητήσεις, έλεγχο ακεραιότητας και συνέπειας των δεδομένων και ταχύτητα ανάκτησης τμήματα πληροφοριών.

Σε αυτή την υλοποίηση, αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί η βάση δεδομένου ανοικτού λογισμικού MySQL [80] για τη διατήρηση όλων των δεδομένων. Η MySQL αποτελεί μια δημοφιλή, χαμηλών απαιτήσεων βάση δεδομένων που υλοποιεί πολύ

γρήγορες ανακτήσεις και αποδίδει καλά σε πολλαπλές ταυτόχρονες προσβάσεις. Το αντίστοιχο module που αναλαμβάνει να προωθεί όλες τα XML μηνύματα τύπου XDB, είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο της κοινότητας ανοικτού λογισμικού Jabber.

4.4.3.3. To module XDB LDAP

Οι υπηρεσίες καταλόγου αποτελούν μια δημοφιλή και ευρέως χρησιμοποιούμενη ειδική περίπτωση βάσεων δεδομένων. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την ταχύτατη ανάκτηση πληροφοριών, που είναι δομημένες με μικρό βάθος. Χάρη στο πρωτόκολλο LDAP, οι υπηρεσίες καταλόγου έγιναν εύκολα προσβάσιμες και πολύ δημοφιλείς, σε χρήση πάνω από το Διαδίκτυο. Στη συγκεκριμένη εργασία, κρίθηκε απαραίτητη η χρήση ενός module που να επιτρέπει ανάκτηση και αποθήκευση πληροφορίας σε κατάλογο, για λόγους ολοκλήρωσης με υπάρχουσες πληροφοριακές υποδομές, όπως εξηγείται στο Κεφάλαιο 5. Το XDB LDAP module είναι διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο της κοινότητας ανοικτού λογισμικού Jabber. Αναλαμβάνει μόνο την διακίνηση πληροφορίας πιστοποίησης της ταυτότητας και των προσωπικών στοιχείων του χρήστη. Ως server του καταλόγου χρησιμοποιήθηκε ο κατάλογος ανοικτού λογισμικού OpenLDAP [81].

4.4.3.4. To module webOnColl

Καθώς ο jabberd και τα παραπάνω επιπρόσθετα modules αναλαμβάνουν την υλοποίηση των άμεσων μηνυμάτων και της παρουσίας, το module webOnColl αποτελεί την οντότητα λογισμικού που υλοποιεί όλες τις λειτουργίες που σχετίζονται με την ιατρική συνεργασία. Το module αυτό προσαρτήθηκε στον jabberd και καλείται δυναμικά σε κάθε ληφθέν μήνυμα με XML Namespace jabber:x:webOnColl, όπως αυτά αναφέρθηκαν στην παράγραφο 4.3. Στη συνέχεια, ανάλογα με την κατάληξη του XML Namespace, καλείται δυναμικά η αντίστοιχη προγραμματιστική συνάρτηση, με τρόπο αντίστοιχο με τη μέθοδο Remote Procedure Call (RPC)[50]. Μετά την επεξεργασία κάθε μηνύματος, εντοπίζονται οι σχετικές πληροφορίες, συνήθως με τη δρομολόγηση ενός μηνύματος προς το module της αποθήκευσης δεδομένων (XDB) και τέλος, αφού συντεθεί το XML μήνυμα της απόκρισης, αποστέλλεται στον κεντρικό δρομολογητή, ο οποίος αναλαμβάνει την αποστολή του στον παραλήπτη.

4.4.3.5. Μεταφορά αρχείων

Η μεταφορά αρχείων ανάμεσα σε δύο οντότητες υποστηρίζεται από την υλοποίηση jabberd, αλλά και από το XMPP πρωτόκολλο, ως μεταφορά «εκτός ζώνης» (out of band). Αυτό σημαίνει ότι ο κεντρικός server δεν εμπλέκεται στη μεταφορά αρχείων και οι δύο μετέχοντες, συμφωνούν για τη μεταφορά ενός αρχείου με τον αποστολέα να τοποθετεί το αρχείο σε κάποιον δημόσιο HTTP server και να στέλνει το κατάλληλο URL στον παραλήπτη. Ο παραλήπτης συνδέεται στην παραπάνω διεύθυνση και μεταφέρει το αρχείο με χρήση του HTTP πρωτοκόλλου.

Είναι προφανές ότι η παραπάνω μέθοδος δεν καλύπτει της ανάγκες της προτεινόμενης υπηρεσίας συνεργασίας. Στη διατύπωση των απαιτήσεων της τελευταίας, έγινε σαφές ότι η ανταλλαγή αρχείων πρέπει να γίνεται στο πλαίσιο ενός

Επεισοδίου, που σημαίνει ότι ο κεντρικός server πρέπει να ενημερωθεί για τη μεταφορά αλλά και για τις λεπτομέρειες του ίδιου του μεταφερόμενου αρχείου.

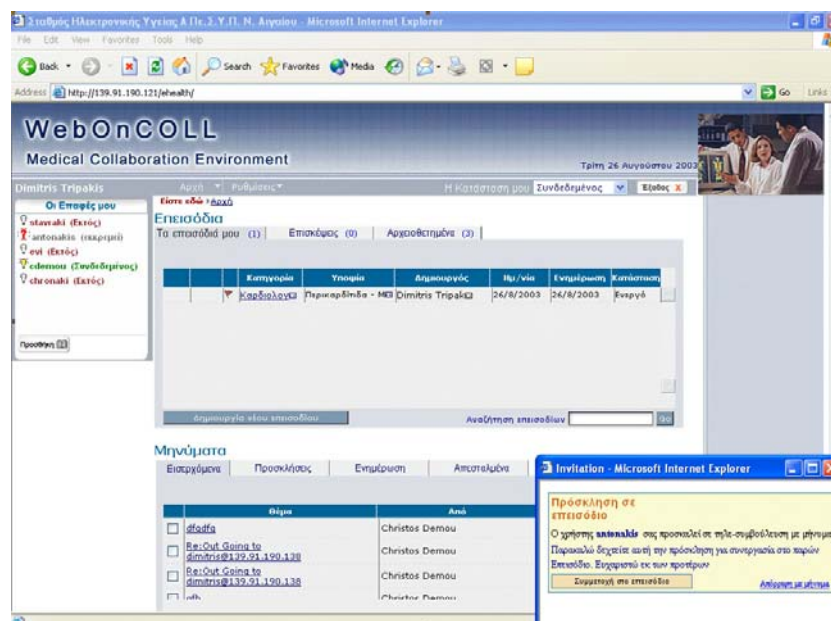
Για την κάλυψη του παραπάνω κενού, προτείνονται τέσσερις εναλλακτικές αρχιτεκτονικές για τη μεταφορά αρχείων:

1. Μεταφορά μέσω της υπάρχουσας συνδεσης: ο πελάτης αποστέλλει όλα τα δεδομένα του αρχείου στο jabber server μέσω της σύνδεσης που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά της XML ροής
2. Μεταφορά μέσω κατανεμημένης βάσης δεδομένων: ο κάθε πελάτης διατηρεί μια προσωπική βάση δεδομένων, τοποθετεί εκεί όλα τα δεδομένα του αρχείου και ενημερώνει το jabberd server
3. Μεταφορά μέσω κεντρικής βάσης δεδομένων: ο πελάτης αποστέλλει όλα τα δεδομένα του αρχείου σε μια κοινόχρηστη βάση δεδομένων
4. Μεταφορά μέσω σύνδεσης εκτός ζώνης με τον jabberd server: μια νέα σύνδεση, παράλληλη με την υπάρχουσα, δημιουργείται μόνο για τους σκοπούς της μεταφοράς του αρχείου. Από την υπάρχουσα XML ροή, μεταδίδονται πληροφορίες για τη διαπραγμάτευση της μεταφοράς.

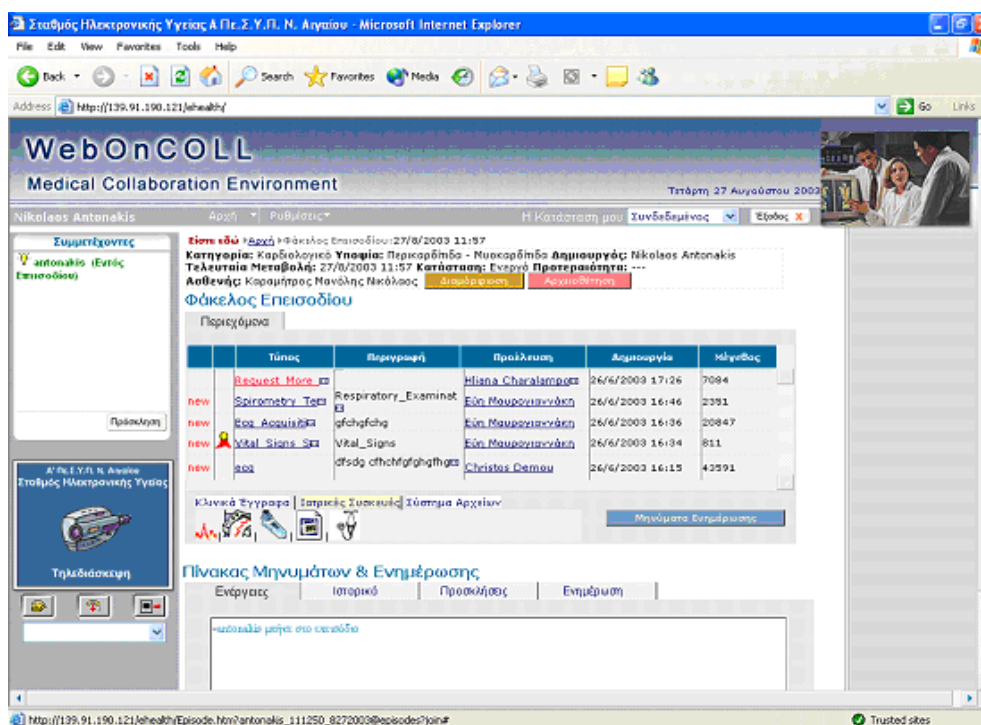
Οι μέθοδοι αυτές υλοποιήθηκαν και δοκιμάστηκαν με συνθετικά δεδομένα. Η αξιολόγησή τους παρουσιάζεται στην παράγραφο 6.2.4.

4.5. Διεπαφή χρήσης

Η διεπαφή χρήσης που χρησιμοποιείται στην πλευρά των πελατών, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε με ανοικτά πρότυπα και τεχνολογίες. Σχεδιάστηκε με την απαίτηση να είναι ικανή να λειτουργεί σε οποιονδήποτε υπολογιστή είναι συνδεδεμένος στο Διαδίκτυο και διαθέτει έναν απλό web browser. Η εφαρμογή του πελάτη είναι γραμμένη σε Dynamic HTML και Javascript. Όλες οι λειτουργίες εκτελούνται με τη διαδοχική επιλογή υπερσυνδέσμων. Για την επικοινωνία της με το server της υπηρεσίας, χρησιμοποιεί το συστατικό JabberCOM [87], που αναλαμβάνει την εγκαθίδρυση της XML ροής και την αποστολή και λήψη XML μηνυμάτων. Στα Σχήματα 8 και 9 φαίνονται δυο στιγμιότυπα της διεπαφής κατά τη διάρκεια χρήσης της.



Σχήμα 8: Η αρχική ιστοσελίδα της διεπαφής χρήσης



Σχήμα 9: Η ιστοσελίδα ενός Επεισοδίου

4.6. Ιατρικά έγγραφα και εξετάσεις

Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζονται οι κατηγορίες των ιατρικών εγγράφων και εξετάσεων που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Όλα τα έγγραφα και οι εξετάσεις αναπαρίστανται με βάση διεθνή και ανοικτά πρότυπα. Για τα ιατρικά έγγραφα χρησιμοποιήθηκε το, βασισμένο σε XML, HL7/CDA πρότυπο, για τα ηλεκτροκαρδιογραφήματα χρησιμοποιήθηκε το SCP-ECG πρότυπο και για τις ιατρικές εικόνες χρησιμοποιήθηκε το DICOM πρότυπο.

4.6.1. Το πρότυπο HL7/CDA

Το πρότυπο Clinical Document Architecture (CDA) είναι βασισμένο σε XML και καθιερώθηκε από το διεθνή οργανισμό ιατρικών προτύπων Health Level 7 (HL7) με σκοπό τον ακριβή ορισμό της δομής και της σημασιολογίας των κλινικών εγγράφων για σκοπούς ανταλλαγής. Ένα κλινικό έγγραφο περιέχει παρατηρήσεις (observations) και υπηρεσίες, παρέχοντας τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Μονιμότητα: Ένα κλινικό έγγραφο συνεχίζει να υφίσταται αναλλοίωτο, για χρονική περίοδο που καθορίζεται από τις ρυθμιστικές απαιτήσεις
- Υπευθυνότητα διαχείρισης: Ένα κλινικό έγγραφο διατηρείται από ένα έμπιστο πρόσωπο ή οργανισμό
- Δυνατότητες πιστοποίησης της ταυτότητας: Ένα κλινικό έγγραφο δομείται από πληροφορία, η οποία πρόκειται να πιστοποιηθεί
- Πληρότητα: Η πιστοποίηση του κλινικού εγγράφου εφαρμόζεται συνολικά στο έγγραφο και όχι σε τμήματά του
- Αναγνωσιμότητα από ανθρώπους

Ένα CDA έγγραφο αποτελείται από την επικεφαλίδα (header), που ονομάζεται «CDA Header» και το σώμα (body), που ονομάζεται «CDA Level One Body». Τα επίπεδα (Levels), στο πλαίσιο του CDA προτύπου, αναπαριστούν ένα σύνολο από διαδοχικές εξειδικεύσεις, στις οποίες μπορούν να εφαρμοστούν περαιτέρω περιορισμοί:

- CDA Level One: πρόκειται για την πιο γενική προδιαγραφή (specification) για τα CDA έγγραφα. Στο επίπεδο αυτό ορίζεται πλήρως η επικεφαλίδα, ενώ το σώμα, αν και επαρκώς δομημένο, χωρίς ιδιαίτερους περιορισμούς.
- CDA Level Two: Θα οριστεί ως μια εξειδίκευση του προηγούμενου επιπέδου. Θα επιτρέψει την επιβολή περιορισμών σε ένα σύνολο επιτρεπτών δομών και σημασιολογίας, με βάση τον τύπο του εγγράφου
- CDA Level Three: Θα οριστεί ως μια εξειδίκευση του προηγούμενου επιπέδου, που θα περιέχει επιπρόσθετα XML στοιχεία και θα επιτρέπει στο κλινικό περιεχόμενο να εκφράζεται με αυστηρό τρόπο.

Το CDA Header ορίζει και ταξινομεί το έγγραφο και παρέχει πληροφορία για το ιατρικό περιστατικό, τον ασθενή και τον γιατρό που συμμετείχε στο περιστατικό. Το σώμα περιέχει την κλινική αναφορά. Κατά την συγγραφή της εργασίας, μόνο το CDA Level One Body έχει οριστεί. Το επίπεδο αυτό απαρτίζεται από φωλιασμένες δομές, τύπου section, paragraph, list και table. Κάθε τέτοια δομή μπορεί να περιλαμβάνει κείμενο ή συνδέσμους σε εξωτερικές πηγές.

Για τον ορισμό της δομής ενός CDA εγγράφου, ορίζεται και χρησιμοποιείται το αντίστοιχο XML DTD. Το CDA Level One και το CDA Level One Body ορίζονται σε διαφορετικά DTD αρχεία, Επιπλέον, ορίζεται το HL7 Version 3 Data Types DTD, το οποίο αντιστοιχίζει τα περιεχόμενα κάθε εγγράφου στους αντίστοιχους τύπους δεδομένων, όπως ορίζονται από το μοντέλο HL7/RIM [82].

Η διαδικασία ενσωμάτωσης CDA εγγράφων στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας περιλαμβάνει τη μελέτη της δομής της CDA Header και του CDA Level One Body, την επιλογή των XML στοιχείων που είναι απαραίτητα για την περιγραφή του κλινικού περιεχομένου μιας συνόδου συνεργασίας και τον αποκλεισμό των προαιρετικών XML στοιχείων. Στον Πίνακα 2 φαίνονται τα στοιχεία που επιλέχθηκαν για την επικεφαλίδα των εγγράφων της υπηρεσίας συνεργασίας της παρούσας εργασίας. Στο Παράρτημα Α υπάρχει, ως παράδειγμα, ένα πλήρες CDA έγγραφο.

Οι τύποι CDA εγγράφων που υποστηρίζονται από την υπηρεσία είναι οι ακόλουθοι:

- Αίτηση Δεύτερης Γνώμης
- Ενημερωτικό σημείωμα για την κατάσταση του ασθενούς
- Βιοχημική εξέταση
- Αιματολογική εξέταση
- Έγγραφο Έκβασης Επεισοδίου
- Αίτηση για συμπληρωματικά στοιχεία
- Διαγνωστική έκθεση

Στο Σχήμα 10, φαίνεται η φόρμα παρουσίασης ενός ενημερωτικού σημειώματος για την πορεία του ασθενούς

XML στοιχείο	Επεξήγηση
id	Το μοναδικό αναγνωριστικό του εγγράφου
set_id	Προσδιορίζει το αναγνωριστικό της ομάδας στην οποία ανήκει το έγγραφο (Επεισόδιο)
document_type_cd	Προσδιορίζει τον τύπο του εγγράφου (π.χ. Διαγνωστική έκθεση)
origination_dttm	Αναφέρει την ημερομηνία δημιουργίας του εγγράφου
confidentiality_cd	Υποδεικνύει το επίπεδο εμπιστευσιμότητας των πληροφοριών που βρίσκονται στο έγγραφο
patient_encounter	Παρέχει πληροφορίες σχετικά με το ιατρικό περιστατικό
authenticator	Προσδιορίζει τον χρήστη που επικυρώνει το έγγραφο
originator	Προσδιορίζει τον συντάκτη του εγγράφου
originating_organization	Προσδιορίζει τον οργανισμό από τον οποίο προέρχεται το έγγραφο
provider	Περιγράφει τον ομότιμο συμμετέχοντα σε αυτή τη σύνοδο συνεργασίας
patient	Προσδιορίζει τον ασθενή που σχετίζεται με το περιστατικό

Πίνακας 6: Τα κυριότερα XML στοιχεία ενός CDA εγγράφου

The screenshot shows a web form titled "Αναφορά προόδου" (Progress Report) in a Microsoft Internet Explorer browser window. The form is organized into several sections:

- Header:** "Αναφορά προόδου" with a small logo on the left.
- Medical Information:**
 - Ιατρός: Ονοματεπώνυμο ασθενούς:
 - Οργανισμός: Διεύθυνση:
 - Ημ/νία: Τηλέφωνο:
 - Περιγραφή:
- Δημογραφικά στοιχεία (Demographic Data):**
 - Φύλο: Ημ. Γεννήσεως:
 - Ύψος: cm Βάρος: kg
- Σχόλια (Comments):** A large empty text area for notes.
- Footer:**
 - Ψηφιακή υπογραφή εγγράφου
 - Buttons: Προεπισκόπηση, Προσθήκη στο Επεισόδιο, [Κλείσιμο](#)

Σχήμα 10: Φόρμα συμπλήρωσης ενός ενημερωτικού σημειώματος για την πορεία του ασθενούς

4.6.2. Ηλεκτροκαρδιογραφήματα

Τα ηλεκτροκαρδιογραφήματα που χρησιμοποιούνται και μεταδίδονται στο πλαίσιο της παρούσας υπηρεσίας ακολουθούν το διεθνές πρότυπο Standard Communication Protocol for Computer-Assisted Electrocardiography (SCP-ECG)[54] [55]. Το πρότυπο αφορά τον καθορισμό μεθόδων αναπράστασης και επικοινωνίας ψηφιακών ηλεκτροκαρδιογραφικών δεδομένων, όπως η προτυποποίηση υπολογισμών προερχόμενοι από ECG μετρήσεις, αναφορές για ποσοτικές αναλύσεις ηλεκτροκαρδιογραφημάτων και ο προσδιορισμός ενός καθολικού πρωτοκόλλου για την ανταλλαγή ηλεκτροκαρδιογραφημάτων.

4.6.3. Ιατρικές εικόνες

Η εμφάνιση της ψηφιακής ιατρικής απεικόνισης, τη δεκαετία του 1970, οδήγησε τον οργανισμό National Electrical Manufacturers Association (NEMA) στον καθορισμό ενός προτύπου για την αναπράσταση και μετάδοση ψηφιακών ιατρικών εικόνων, με σκοπό την υπέρβαση των προβλημάτων διαλειτουργικότητας, λόγω των πολλών διαφορετικών κλειστών μορφών αναπράστασης των εικόνων. Το 1993, παρουσιάστηκε το πρότυπο Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) [86], το οποίο χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο TCP/IP και σχετικούς μηχανισμούς για τη μετάδοση ψηφιακών ιατρικών εικόνων, πάνω από το δίκτυο. Μαζί με την ιατρική εικόνα, σε κάθε DICOM αρχείο υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης μετα-δεδομένων, για ασθενείς, αναφορές κ.α. Στο πλαίσιο της παρούσας υπηρεσίας, υποστηρίζεται η χρήση DICOM εικόνων. Παραδοσιακές ακτινογραφίες μπορούν να ψηφιοποιηθούν με κατάλληλους σαρωτές, να υπογραφούν από τον υπεύθυνο γιατρό και να εισαχθούν σε κάποιο Επεισόδιο. Στη συνέχεια, κάποιο μέλος του Επεισοδίου μπορεί να ανακτήσει τις διαθέσιμες DICOM εικόνες και να τις μελετήσει με τη χρήση ειδικού προγράμματος που φορτώνεται αυτόματα από τη διεπαφή χρήσης της υπηρεσίας.

Κεφάλαιο 5

Ολοκλήρωση – Διαλειτουργικότητα

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζουμε τη λειτουργία της προτεινόμενης υπηρεσίας, ως αναπόσπαστο τμήμα ενός ολοκληρωμένου δικτύου τηλεματικών υπηρεσιών για την υγεία. Στην πρώτη ενότητα, ελέγχεται η ικανότητα ολοκλήρωσης της υπηρεσίας με υπάρχουσες υποδομές υλικών και ανθρώπινων πόρων, πιστοποίησης και ασφάλειας. Στη δεύτερη ενότητα, εξετάζεται η διαλειτουργικότητα της υπηρεσίας με άλλες υπηρεσίες ενός τέτοιου δικτύου, όπως ο ολοκληρωμένος ηλεκτρονικός ιατρικός φάκελος ασθενούς και τα πληροφοριακά συστήματα πρωτοβάθμιας και επείγουσας προνοσοκομειακής φροντίδας.

5.1. Ολοκλήρωση με την υπάρχουσα υποδομή

5.1.1. Αναζήτηση και χρήση πόρων

Στο πλαίσιο της ιατρικής συνεργασίας, κρίσιμο σημείο αποτελεί η αναζήτηση και η χρήση πληροφοριών σχετικά με τους διαθέσιμους πόρους (π.χ. ανθρώπινο δυναμικό, υλικοτεχνική υποδομή κ.α.). Ένας επαγγελματίας του χώρου της υγείας πρέπει να έχει εύκολη και διάφανη πρόσβαση σε καταλόγους πληροφοριών για διαθέσιμους συναδέλφους, ιατρικές συσκευές, κλινικές και μονάδες. Στη συνέχεια, η πληροφορία αυτή πρέπει να παρουσιάζεται στον χρήστη με ολοκληρωμένο τρόπο, ώστε ο τελευταίος να είναι σε θέση να τη χρησιμοποιήσει με όποιο τρόπο αυτός επιθυμεί.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, οι πληροφορίες σχετικά με τους χρήστες της υπηρεσίας είναι το μόνο είδος γενικής πληροφορίας που αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων. Η πληροφορία αυτή περιλαμβάνει, για κάθε χρήστη, το ονοματεπώνυμο, την ειδικότητα, τον οργανισμό στον οποίον εργάζεται, τις διευθύνσεις κατοικίας, εργασίας και ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και τα τηλέφωνα επικοινωνίας. Η συνεπαγόμενες λειτουργίες πάνω σε αυτή την πληροφορία περιορίζονται στην αναζήτηση χρηστών με βάση κάποιο από τα παραπάνω χαρακτηριστικά και η πρόσκληση ενός χρήστη για συμμετοχή σε ένα Επεισόδιο.

Το βασικό μειονέκτημα της παραπάνω προσέγγισης είναι απομόνωση των δεδομένων από το ευρύ πλαίσιο της χρήσης τέτοιων πληροφοριών σε ένα ολοκληρωμένο δίκτυο τηλεματικών υπηρεσιών. Η πληροφορία αυτή βρίσκεται απομονωμένη στη βάση δεδομένων της υπηρεσίας συνεργασίας και δεν χρησιμοποιείται για κανέναν άλλο λόγο πέρα από το στενό πλαίσιο της υπηρεσίας αυτής. Επιπλέον, σχετικές πληροφορίες, που είναι ήδη διαθέσιμες στο ολοκληρωμένο δίκτυο τηλεματικών υπηρεσιών, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν, παρά μόνο αν προστεθούν ρητά στην ίδια τη βάση δεδομένων.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι είναι απαραίτητο, η υπάρχουσα πληροφορία για τους διαθέσιμους πόρους να ενσωματώνεται με αυτοματοποιημένο τρόπο στην υπηρεσία συνεργασίας, επιτρέποντας την τελευταία να προωθεί ανανεώσεις της πληροφορίας στο σύνολο των εφαρμογών του δικτύου τηλεματικών εφαρμογών. Η προσέγγιση που ακολουθήθηκε είναι η χρήση της υπηρεσίας καταλόγου με βάση το πρωτόκολλο

LDAP. Καθώς όλες οι πληροφορίες των νόμιμων χρηστών του δικτύου τηλεματικών εφαρμογών HYGEIAnet βρίσκεται ήδη σε έναν κατάλογο LDAP, επιλέχθηκε η παρακάτω αρχιτεκτονική:

1. Ένας κατάλογος openLDAP εγκαταστάθηκε στον κόμβο του server της υπηρεσίας συνεργασίας
2. Κατά την αρχικοποίηση, όλα τα δεδομένα του βασικού καταλόγου του HYGEIAnet, αντιγράφηκαν στον τοπικό κατάλογο
3. Ορίστηκε ότι κάθε αλλαγή θα προωθείται από το βασικό κατάλογο στον τοπικό, με σχέση πλήρους συγχρονισμού (mirroring). Κάθε αλλαγή στον τοπικό κατάλογο, θα εισάγεται στο βασικό, με ρητή αίτηση εισαγωγής.
4. Χάρη στην επέκταση XDB LDAP, που αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4, ο jabberd παρακάμπτει τη βάση δεδομένων και προωθεί όλες τις αιτήσεις αναζήτησης χρηστών και ανανέωσης των δεδομένων στον τοπικό κατάλογο.

Το παραπάνω σχήμα εγγυάται τη συνέπεια της πληροφορίας σε όλη την επικράτεια του δικτύου τηλεματικών υπηρεσιών και τη χρήση έγκυρης πληροφορίας, στο πλαίσιο της υπηρεσίας ιατρικής συνεργασίας.

5.1.2 Πιστοποίηση ταυτότητας επαγγελματιών της υγείας και ασθενών

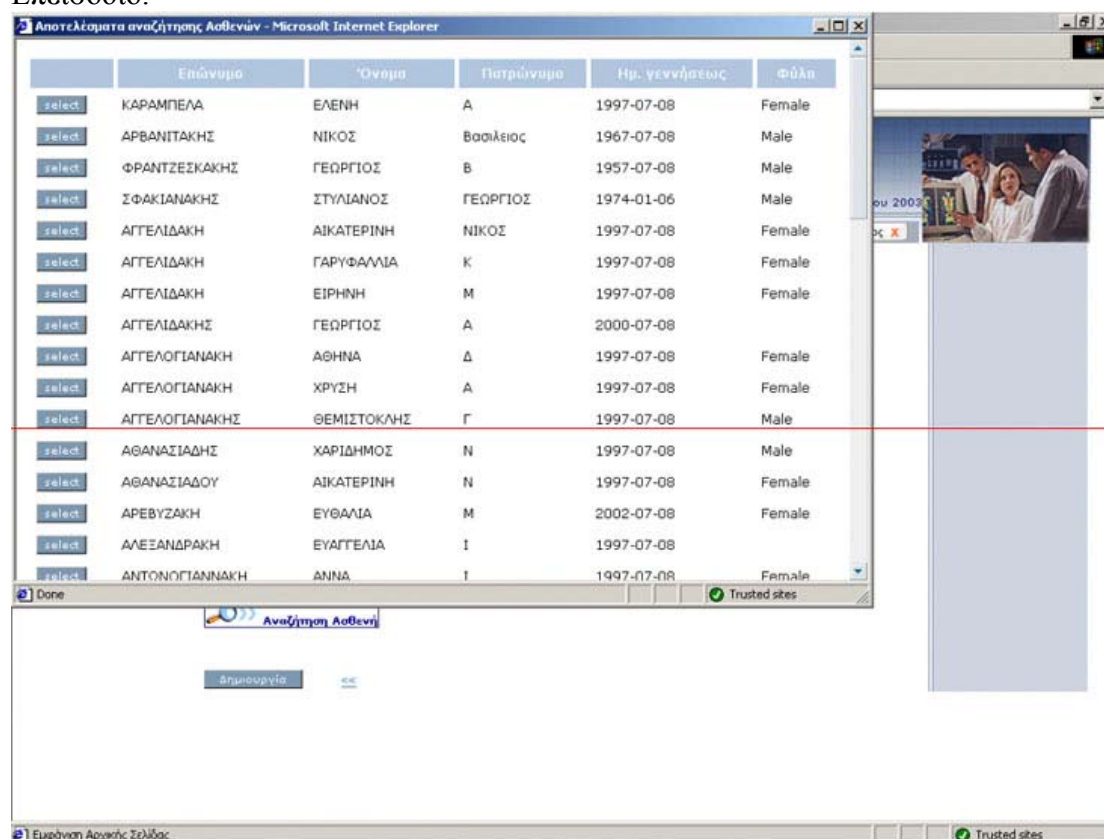
Η πιστοποίηση της ταυτότητας των επαγγελματιών της υγείας που χρησιμοποιούν την υγεία, γίνεται κανονικά με την εισαγωγή αναγνωριστικού και κωδικού πρόσβασης. Στη συνέχεια, τα δεδομένα αυτά συγκρίνονται με το αποθηκευμένο, στην τοπική βάση δεδομένων, ζεύγος τοπικού αναγνωριστικού και του αντίστοιχου κωδικού πρόσβασης. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει τα ίδια μειονεκτήματα με την αναζήτηση και χρήση των πόρων, όπως παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο, καθώς η εμπέλεια της πιστοποίησης παραμένει σε τοπικό επίπεδο, χωρίς να γίνεται χρήση καθολικής πληροφορίας. Ως αποτέλεσμα, οι χρήστες της υπηρεσίας πρέπει να οριστούν εκ νέου στη βάση δεδομένων, ενώ σε κάθε εισαγωγή ή διαγραφή κάποιου χρήστη στο δίκτυο τηλεματικών υπηρεσιών θα πρέπει να γίνεται ρητή ανανέωση της πληροφορίας στην τοπική βάση δεδομένων.

Είναι αναγκαίο, οι χρήστες της υπηρεσίας να είναι νόμιμοι χρήστες του δικτύου τηλεματικών υπηρεσιών και οι ανανεώσεις στα δεδομένα αυτά να γίνονται με καθολική εμπέλεια. Η λύση που υιοθετήθηκε είναι η ολοκλήρωση της πιστοποίησης της ταυτότητας των χρηστών με τη χρήση της υπηρεσίας καταλόγου LDAP. Αυτό είναι εφικτό, καθώς στο καθιερωμένο σχήμα του LDAP προτύπου, για κάθε χρήστη είναι διαθέσιμο και ένα αναγνωριστικό, ένας καθολικός κωδικός πρόσβασης και ένα ψηφιακό πιστοποιητικό, που είναι χρήσιμο για απόδειξη της ταυτότητας σε συνθετότερα σχήματα πιστοποίησης. Η μοναδική επέκταση για την ολοκλήρωση με την παρούσα υπηρεσία συνεργασίας, αποτελεί η προσθήκη του αναγνωριστικού JabberID στο σχήμα του τοπικού καταλόγου LDAP. Αυτό είναι απαραίτητο, επειδή ο jabberd απαιτεί τη χρήση αυτού του αναγνωριστικού για την αποστολή άμεσων μηνυμάτων και πληροφορίας παρουσίας. Η προσθήκη, όμως, δεν πρέπει να μεταβάλλει το σχήμα του τοπικού καταλόγου καθώς αυτό συγχρονίζεται απόλυτα με το σχήμα του βασικού καταλόγου. Για το λόγο αυτό, το αναγνωριστικό JabberID, θεωρούμε ότι ταυτίζεται με το αναγνωριστικό του χρήστη στο βασικό κατάλογο LDAP.

Εκτός από την πιστοποίηση των επαγγελματιών της υγείας που χρησιμοποιούν την υπηρεσία, είναι απαραίτητη και η πιστοποίηση των ασθενών, στους οποίους γίνεται αναφορά, στο πλαίσιο ενός Επεισοδίου, καθώς και η ανάκτηση των σχετικών

δημογραφικών πληροφοριών. Στο πλαίσιο του ολοκληρωμένου δικτύου τηλεματικών εφαρμογών για την υγεία, στην περιφέρεια της Κρήτης, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε η υπηρεσία ταυτοποίησης προσώπων (Person IDentification Service – PIDS). Η υπηρεσία αυτή διατηρεί ένα μοναδικό αναγνωριστικό και τα αντίστοιχα δημογραφικά στοιχεία για κάθε ασθενή που έχει επισκεφθεί κάποιο κέντρο υγείας ή άλλο φορέα υγείας που ανήκει στο παρόν δίκτυο. Η υπηρεσία δημοσιοποιεί μια καλά ορισμένη διεπαφή, η οποία επιτρέπει σε οποιαδήποτε εφαρμογή την αναζήτηση πληροφοριών με βάση μια σειρά από χαρακτηριστικά και επιστρέφει το πλήρες προφίλ του ασθενούς, δηλαδή το μοναδικό αναγνωριστικό και όλα τα δημογραφικά στοιχεία.

Η ολοκλήρωση της υπηρεσίας ταυτοποίησης προσώπων στην υπηρεσία συνεργασίας πραγματοποιήθηκε με σκοπό τον αυτόματο εμπλουτισμό κάθε Επεισοδίου με το πλήρες προφίλ του ασθενούς, καθώς και την δυνατότητα χρήσης με αναμφίβολο τρόπο όλης της πληροφορίας που σχετίζεται με το Επεισόδιο αυτό, σε μελλοντικές αναφορές, στο πλαίσιο του ολοκληρωμένου ηλεκτρονικού φακέλου ασθενούς. Κατά τη δημιουργία ενός Επεισοδίου, ένας γενικός γιατρός μπορεί να εξοικονομήσει τον χρόνο που θα ανάλωνε για την εισαγωγή όλων των δημογραφικών στοιχείων του ασθενούς και, αντί αυτού, να εκκινήσει τη διαδικασία αναζήτησης της επιθυμητής πληροφορίας, με λέξεις-κλειδιά το επώνυμο, το όνομα ή το πατρώνυμο του ασθενούς. Στο Σχήμα 11, απεικονίζεται ένα στιγμιότυπο από τη διεπαφή χρήσης, αμέσως μετά τη διεκπεραίωση μιας αναζήτησης ασθενών. Ο γιατρός που χειρίζεται τον υπολογιστή μπορεί να επιλέξει μια εγγραφή από τη λίστα με τις εγγραφές που επέστρεψε η υπηρεσία, επιτρέποντας την αυτόματη ενσωμάτωση των δεδομένων αυτών στο παρόν Επεισόδιο.



Σχήμα 11: Αναζήτηση ασθενούς από το σύστημα PIDS

Η σύνδεση με την υπηρεσία ταυτοποίησης, η αναζήτηση και η ανάκτηση πληροφορίας πραγματοποιούνται με τη χρήση ενός συστατικού ελέγχου, υλοποιημένο σε Visual Basic, το οποίο εκτελείται στον client της υπηρεσίας.

5.1.3. Έξυπνες κάρτες, πιστοποιητικά και ψηφιακές υπογραφές

Οι έξυπνες κάρτες είναι ιδιαίτερα μικρές συσκευές, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύσουν δεδομένα και εκτελέσουν ορισμένες εντολές. Περιλαμβάνουν ένα μικροϋπολογιστή, μέγεθος της τάξης των 25 τετραγωνικών χιλιοστών. Ο μικροϋπολογιστής είναι πλαισιωμένος από μια πλαστική κάρτα, στο μέγεθος μιας πιστωτικής κάρτας. Οι έξυπνες κάρτες χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο, λόγω του μικρού μεγέθους, της ευκολίας της χρήσης και της ασφάλειας που εγγυώνται οι μέθοδοι κρυπτογράφησης που ενσωματώνουν. Σήμερα, οι συνήθεις χρήσεις μιας έξυπνης κάρτας είναι το «ηλεκτρονικό πορτοφόλι», η χρέωση μονάδων μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας και η πιστοποίηση της ταυτότητας [51].

Στο πλαίσιο ενός δικτύου τηλεματικών υπηρεσιών, έξυπνες κάρτες είναι δυνατό να χορηγηθούν σε επαγγελματίες της υγείας και ασθενείς, με σκοπό να μεταφέρουν τις στοιχειώδεις προσωπικές πληροφορίες, ώστε ο καθένας από αυτούς να μπορεί να συμμετάσχει σε οποιαδήποτε υπηρεσία, από οποιοδήποτε σημείο πρόσβασης. Ο στόχος χρήσης μιας έξυπνης κάρτας, στο πλαίσιο της υπηρεσίας ιατρικής συνεργασίας είναι διττός: να πιστοποιήσει την ταυτότητα του κάθε χρήστη και να χρησιμοποιηθεί ως μέσο για την ψηφιακή υπογραφή ιατρικών εγγράφων και εξετάσεων. Το κλειδί για την επίτευξη των δύο στόχων είναι η χρήση του ψηφιακού πιστοποιητικού που βρίσκεται αποθηκευμένο στην κάρτα. Το ψηφιακό πιστοποιητικό αποτελεί ένα ψηφιακό ανάλογο των παραδοσιακών πιστοποιητικών ταυτότητας ενός προσώπου. Εκδίδονται από μια Αρχή Πιστοποίησης και πλαισιώνονται από κρυπτογραφικές μεθόδους που μπορούν να επικυρώσουν την αυθεντικότητά τους και, κατά συνέπεια, να πιστοποιήσουν την ταυτότητα του ιδιοκτήτη τους. Επιπρόσθετα, οι μέθοδοι αυτές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα για να συνοδεύσουν ένα έγγραφο ως ψηφιακή υπογραφή. Οι ψηφιακές υπογραφές αποτελούν το ψηφιακό ανάλογο των παραδοσιακών υπογραφών, με σκοπό την επικύρωση της ορθότητας του περιεχομένου ενός εγγράφου και της απόδειξης της ταυτότητας του συντάκτη του. Οι ψηφιακές υπογραφές στηρίζονται στη χρήση ενός ζεύγους ασύμμετρων κλειδιών, ενός ιδιωτικού και ενός δημοσίου. Το ιδιωτικό κλειδί είναι αποθηκευμένο με ασφαλή τρόπο στην έξυπνη κάρτα του χρήστη, ενώ το δημόσιο είναι διαθέσιμο σε όλους, μέσω μηχανισμών διαμοιρασμού πόρων, όπως οι υπηρεσίες καταλόγου. Ο συνδυασμός ιδιωτικού και δημοσίου κλειδιού πάνω σε ένα έγγραφο λειτουργεί ως ψηφιακή υπογραφή, καθώς οποιοδήποτε έγγραφο έχει κρυπτογραφηθεί με το ιδιωτικό κλειδί ενός χρήστη μπορεί να αποκρυπτογραφηθεί μόνο με το δημόσιο κλειδί του χρήστη αυτού.

Η παρούσα εργασία χρησιμοποιεί τις έξυπνες κάρτες τόσο κατά την πιστοποίηση της ταυτότητας ενός χρήστη, όσο και για την τοποθέτηση ψηφιακής υπογραφής στα ιατρικά έγγραφα. Στην πρώτη περίπτωση, ο χρήστης εισάγει την κάρτα στη συσκευή ανάγνωσης έξυπνων καρτών και το αντίστοιχο μυστικό αριθμό (PIN). Η πιστοποίηση στην πλευρά του server, δεν επιτρέπει την αποθήκευση του μυστικού αυτού αριθμού σε βάση δεδομένων ή σε κατάλογο, καθώς είναι πολύ πιθανό να αλλάξει, για παράδειγμα μετά την απώλεια της κάρτας και της έκδοσης νέας κάρτας για τον ίδιο χρήστη. Η διαδικασία που εφαρμόστηκε είναι παρεμφερής με την εντολή αλλαγής χρήστη `su` (`set user`), στα λειτουργικά συστήματα Unix. Η διαδικασία έχει ως εξής:

1. Ο χρήστης user1 εισάγει την κάρτα και το μυστικό αριθμό
2. Η συσκευή ανάγνωσης διεξάγει τη διαδικασία πιστοποίησης της ταυτότητας
3. Σε περίπτωση επιτυχούς πιστοποίησης της ταυτότητας, το λογισμικό πελάτη της υπηρεσίας συνεργασίας συνδέεται με το server, με κάποιο αναγνωριστικό συστήματος, με δικαιώματα διαχείρισης (π.χ. administrator)
4. Μετά την εγκατάσταση της XML ροής, ο πελάτης ζητά την αλλαγή χρήστη από administrator σε user1.
5. Το σύστημα υπολογίζει ένα τυχαίο κωδικό πρόσβασης με ημερομηνία λήξης μερικά δευτερόλεπτα.
6. Ο κωδικός πρόσβασης κρυπτογραφείται με το δημόσιο κλειδί του user1, το οποίο είναι διαθέσιμο από την υπηρεσία καταλόγου. Ο κρυπτογραφημένος κωδικός πρόσβασης αποστέλλεται στον πελάτη.
7. Το λογισμικό πελάτη αποκρυπτογραφεί τον κωδικό πρόσβασης με το ιδιωτικό κλειδί που βρίσκεται στην έξυπνη κάρτα. Με τον κωδικό πρόσβασης αυτό, η εφαρμογή συνδέει τον χρήστη user1 στο σύστημα.

Η περίπτωση της ψηφιακής υπογραφής εγγράφων είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς στο πλαίσιο ενός Επεισοδίου είναι απαραίτητο να παρέχονται εγγυήσεις τόσο για το αυθεντικό περιεχόμενο των εξετάσεων, όσο και για την ταυτότητα του δημιουργού, για σκοπούς αυθεντικότητας, εμπιστευσιμότητας και μη άρνησης της υπογραφής (non-repudiation). Για τις ψηφιακές υπογραφές χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο XML Signature του οργανισμού W3C [83]. Η επιλογή αυτή έγινε καθώς τα περισσότερα ιατρικά έγγραφα και εξετάσεις αναπαρίστανται σε μορφή XML. Το πρότυπο XML Signature μπορεί να εφαρμοστεί σε XML έγγραφα, αλλά και σε οποιοδήποτε ψηφιακό αντικείμενο. Εγγυάται ακεραιότητα των δεδομένων και πιστοποίηση του εγγράφου και του υπογράφοντα. Υποστηρίζονται τρεις μορφές ψηφιακών υπογραφών:

- Enveloping: Οι υπογραφές αυτές εμπερικλείουν σε κάποιο XML στοιχείο τους, το έγγραφο προς υπογραφή
- Enveloped: Οι υπογραφές αυτές περιλαμβάνονται σε κάποιο XML στοιχείο του εγγράφου προς υπογραφή
- Detached: Οι υπογραφές αυτές τοποθετούνται σε ανεξάρτητο αρχείο, το οποίο υποδεικνύεται μέσα στο έγγραφο προς υπογραφή, με χρήση URI αναγνωριστικού.

Στην παρούσα εργασία, τα XML έγγραφα χρησιμοποιούν Enveloped υπογραφές, καθώς η χρήση του προτύπου HL7/CDA απαιτεί ως αρχικό XML στοιχείο το <levelone>. Με χρήση Enveloping υπογραφών, η απαίτηση αυτή θα έπαινε να ισχύει, καθώς το στοιχείο <levelone> θα εμπερικλείονταν μέσα στο κάποιο XML στοιχείο της υπογραφής. Για τα μη XML αρχεία και τα δυαδικά δεδομένα, όπως ακτινογραφίες, ηλεκτροκαρδιογραφήματα κ.α., χρησιμοποιήθηκε η Detached μορφή.

5.1.4. Ασφάλεια μεταφοράς δεδομένων

Εκτός από την εγγύηση της ασφάλειας στα άκρα της επικοινωνίας, που αφορά κυρίως την πιστοποίηση της ταυτότητας των χρηστών και την υπογραφή και ακεραιότητα των εγγράφων, σημαντικό ρόλο στην συνολική αξιοπιστία της υπηρεσίας κατέχει η ασφάλεια κατά τη μεταφορά των δεδομένων. Είναι αναγκαίο, καθώς η μεταδιδόμενη πληροφορία είναι ευαίσθητη και εμπιστευτική, να εφαρμοστούν μηχανισμοί για την εξασφάλιση του απορρήτου των συναλλαγών.

Ο μηχανισμός που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την εργασία είναι η εφαρμογή της τεχνολογίας Secure Socket Layer (SSL) [52]. Ο μηχανισμός βασίζεται στη χρήση ζεύγους ασύμμετρων κλειδιών, αυτή τη φορά ανάμεσα στον κόμβο του client και στον κόμβο του server. Ο server διαθέτει ένα ιδιωτικό κλειδί και οι clients το αντίστοιχο δημόσιο κλειδί. Κατά την εγκαθίδρυση μιας σύνδεσης μεταξύ του server και ενός client, λαμβάνει χώρα μια διαπραγμάτευση, κατά την οποία ανταλλάσσονται μηνύματα κρυπτογραφημένα με το ιδιωτικό κλειδί του server, τα οποία αποκρυπτογραφούνται με το αντίστοιχο δημόσιο κλειδί. Μετά από μια επιτυχή τέτοια διαπραγμάτευση, τα δύο άκρα συμφωνούν στα κλειδιά κρυπτογράφησης των δεδομένων που θα ανταλλαχθούν. Από το σημείο αυτό και μέχρι το τέλος της συνόδου, τα δεδομένα που ανταλλάσσονται πάνω από το κανάλι επικοινωνίας είναι κρυπτογραφημένα και κατανοητά μόνο από τα δύο άκρα.

Το βασικότερο μειονέκτημα αυτού του μηχανισμού είναι οι καθυστερήσεις που εισάγει, τόσο κατά τη διαπραγμάτευση, όσο και κατά την κρυπτογράφηση και αποκρυπτογράφηση. Στο κεφάλαιο 6, γίνεται μια αξιολόγηση του κόστους χρήσης της τεχνολογίας SSL.

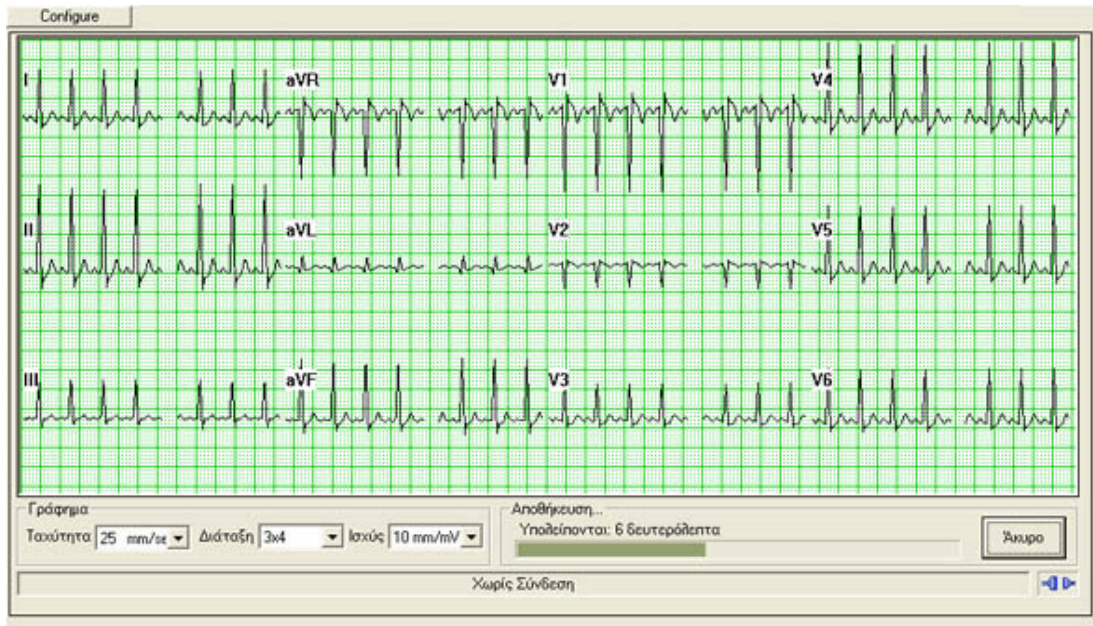
5.1.5. Ιατρικές συσκευές

Διάφορες ιατρικές συσκευές ενσωματώθηκαν στην υπηρεσία συνεργασίας, χάρη στην χρήση σχετικών προτύπων διαλειτουργικότητας, όπως το format των αρχείων των εξετάσεων. Οι υλοποιήσεις του λογισμικού για τον έλεγχο των συσκευών (controls) λειτουργούν ως αυτόνομες μονάδες, που μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν σε οποιαδήποτε εφαρμογή, χάρη στην καλά ορισμένη δημόσια διεπαφή τους. Αυτές οι μονάδες λογισμικού μπορούν να ανακτηθούν μέσω του Διαδικτύου και να εγκατασταθούν στον υπολογιστή, όπου λειτουργεί ο πελάτης της υπηρεσίας συνεργασίας. Στο υπόλοιπο αυτής της παραγράφου, αναφέρονται οι ιατρικές συσκευές που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο της προτεινόμενης υπηρεσίας.

5.1.5.1. Ηλεκτροκαρδιογράφος

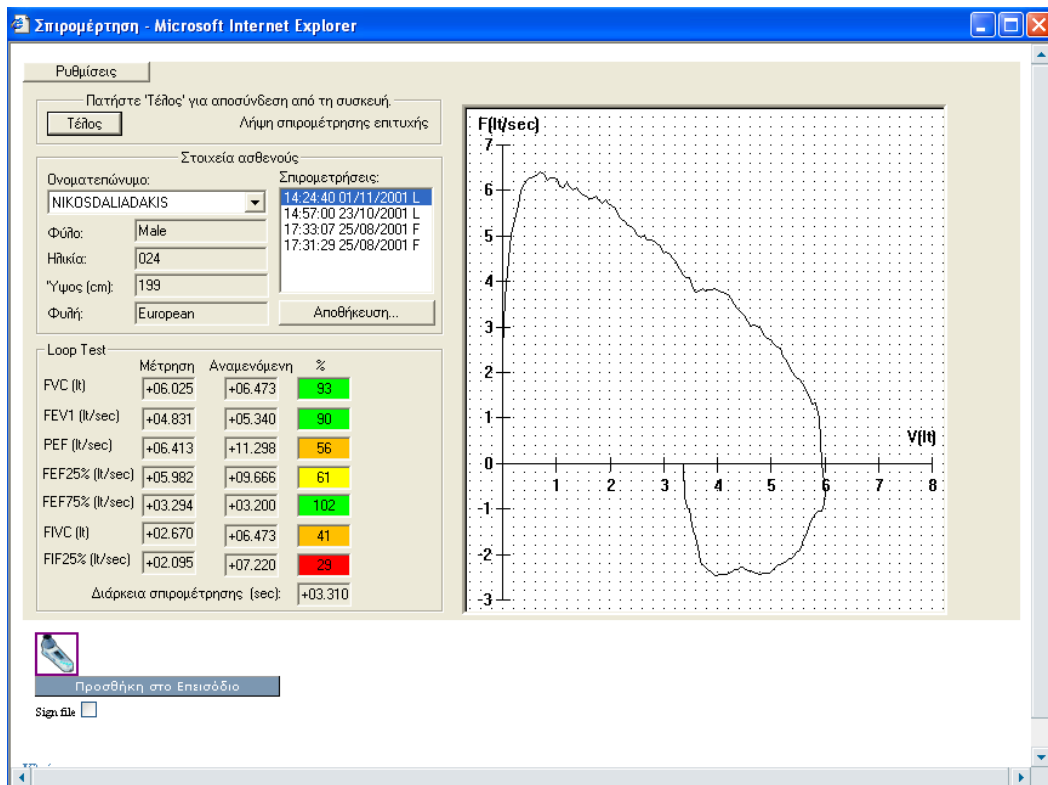
Χρησιμοποιείται ο καρδιογράφος 12 απολήξεων MDX-4 της CardioControl, ο οποίος συνδέεται στη θύρα USB. Κατά τη λειτουργία της συσκευής υπάρχει η δυνατότητα αυτόματης εγγραφής αποσπασμάτων διάρκειας 10 δευτερολέπτων, σε συχνότητα που ο χρήστης επιλέγει. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης πραγματικού χρόνου με απομακρυσμένο σύστημα, μέσω Internet, για τηλεπαρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο του ασθενούς. Επίσης μπορεί να ρυθμίζεται η αναπαράσταση του γραφήματος κατά τρεις τρόπους (ταχύτητα, ισχύς, διάταξη). Τα αποθηκευμένα αποσπάσματα είναι διαθέσιμα για προεπισκόπηση και προσθήκη επεισόδιο.

Κατά τη μετάδοση μέσω δικτύου χρειάζονται 2550 bytes/sec και η καθυστέρηση αναπαραγωγής στον λήπτη είναι της τάξης των 4 δευτερολέπτων (λόγω εσωτερικής αποθήκευσης για εξομάλυνση ανωμαλιών κατά τη μετάδοση) συν την καθυστέρηση μετάδοσης επάνω από το δίκτυο (συνήθως 0.2 – 1.0 δευτερόλεπτο). Το πρόγραμμα διασφαλίζει σε κάθε περίπτωση την ορθότητα και συνέχεια των δεδομένων που λαμβάνονται στον λήπτη. Εάν για οποιοδήποτε λόγο αυτή δεν είναι εφικτή, η σύνδεση διακόπτεται με ενημερωτικό μήνυμα λάθους.



Σχήμα 12: Λήψη ηλεκτροκαρδιογραφήματος σε πραγματικό χρόνο

5.1.5.2. Σπιρόμετρο



Σχήμα 13: Παρουσίαση σπιρομέτρησης

Χρησιμοποιείται το ηλεκτρονικό σπιρόμετρο Hand Held 2120 της Vitalograph. Η συσκευή αυτή συνδέεται σε κάποια από τις σειριακές θύρες του υπολογιστή και εκτελεί σπιρομετρήσεις, των οποίων τα αποτελέσματα αποθηκεύει εσωτερικά. Στη

συνέχεια είναι δυνατή η μεταφορά των αποτελεσμάτων στην εφαρμογή συνεργασίας, η παρουσίασή τους και η προσθήκη τους στο Επεισόδιο.

5.1.5.3. Παρακολούθηση ζωτικών παραμέτρων

Χρησιμοποιείται το ιατρικό μόνιτορ πρόσληψης βιοσημάτων Proraq Encore της Welch Allyn το οποίο συνδέεται σε κάποια από τις σειριακές θύρες του υπολογιστή και δεν απαιτεί την εγκατάσταση επιπλέον οδηγών. Ο ειδικός που χρησιμοποιώντας το ιατρικό μόνιτορ μπορεί να παρακολουθεί τα βιοσήματα του ασθενούς, τα οποία καταγράφονται από την συσκευή, και μεταφέρονται στον υπολογιστή σε πραγματικό χρόνο. Παράλληλα μπορεί να αποθηκεύσει στο τοπικό σύστημα αρχείων τα βιοσήματα που βλέπει, με μέγιστη διάρκεια καταγραφής τις 72 ώρες, από το ίδιο το μόνιτορ. Όπως και στις προηγούμενες συσκευές, τα αποθηκευμένα βιοσήματα μπορούν να αναπαραχθούν και να προστεθούν στο Επεισόδιο.

ID	HR	SpO2	SpO2PR	NIBPMEAN	NIBPPR	NIBPSYS	NIBPDIA	BR	TEMP1	TEMP2	TEMPDELTA	RBR
57 (13.10.21)	72	96	72	55	73	102	39	0	0	0	0	0
56 (13.10.25)	73	96	73	55	73	102	39	0	0	0	0	0
55 (13.10.21)	72	96	72	55	73	102	39	0	0	0	0	0
54 (13.10.15)	72	97	70	55	73	102	39	0	0	0	0	0
53 (13.10.11)	73	97	73	55	73	102	39	0	0	0	0	0
52 (13.10.05)	70	95	70	55	73	102	39	0	0	0	0	0
51 (13.10.01)	68	95	68	55	73	102	39	0	0	0	0	0
50 (13.09.56)	66	94	66	55	73	102	39	0	0	0	0	0
49 (13.09.51)	64	92	64	55	73	102	39	0	0	0	0	0
48 (13.09.45)	71	92	71	55	73	102	39	0	0	0	0	0
47 (13.09.41)	71	93	71	55	73	102	39	0	0	0	0	0
46 (13.09.36)	78	97	78	55	73	102	39	0	0	0	0	0
45 (13.09.31)	78	97	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Κατάσταση Ιατρικού Μόνιτορ Βιοσημάτων
Πρόσληψη Βιοσημάτων...

Κατάσταση Δικτύου
Σύνδεση με 127.0.0.1

Επιλογή ανενεργή

Πρόσκληση σε τηλε-απαγωγή

Κλείσιμο

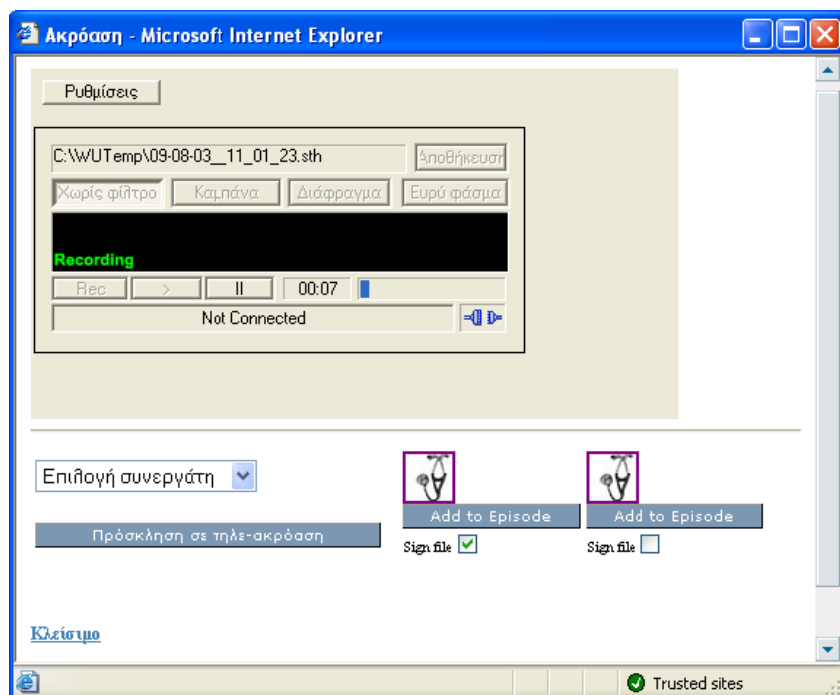
Σχήμα 14: Παρουσίαση ζωτικών παραμέτρων του ασθενούς

Το ιατρικό μόνιτορ παρακολούθησης των ζωτικών παραμέτρων δίνει επίσης τη δυνατότητα για την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, μέσω Internet. Για την μετάδοση χρειάζεται bandwidth 44 Bytes / sec. Η αναπαραγωγή στο λήπτη καθυστερεί ελάχιστα δευτερόλεπτα λόγω των πολύ μικρών σε μέγεθος πακέτων που μεταφέρονται πάνω από το δίκτυο.

5.1.5.4. Στηθοσκόπιο

Χρησιμοποιείται το ηλεκτρονικό στηθοσκόπιο E-Scope 2 της Cardionics, το οποίο προσαρμόζεται στην υποδοχή μικροφώνου της κάρτας ήχου του υπολογιστή, και λειτουργεί όπως οποιοδήποτε μικρόφωνο χωρίς να χρειάζεται την εγκατάσταση επιπλέον οδηγών. Ο ειδικός που ακροάται χρησιμοποιεί το ηλεκτρονικό στηθοσκόπιο σαν ένα κανονικό στηθοσκόπιο και παράλληλα μπορεί να αποθηκεύσει το σήμα που

ακούει. Το ηλεκτρονικό στηθοσκόπιο δίνει επίσης τη δυνατότητα για τηλεπαρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, μέσω Internet. Για την μετάδοση χρειάζεται bandwidth 4 KBytes / sec. Η αναπαραγωγή στο λήπτη καθυστερεί 2 δευτερόλεπτα λόγω ενδιάμεσης αποθήκευσης για εξομάλυνση των ανωμαλιών κατά τη μετάδοση (buffering) συν το χρόνο μετάδοσης επάνω από το δίκτυο (συνήθως 0.2 – 1.0 δευτερόλεπτα). Το πρόγραμμα διασφαλίζει την ορθότητα και συνέχεια της μετάδοσης των δεδομένων. Εάν για οποιοδήποτε λόγο αυτή δεν είναι εφικτή, η σύνδεση διακόπτεται αυτόματα με σχετικό μήνυμα.



Σχήμα 15: Καταγραφή σημάτων με το ηλεκτρονικό στηθοσκόπιο

5.2. Διαλειτουργικότητα με άλλες υπηρεσίες

5.2.1. Πληροφοριακά συστήματα πρωτοβάθμιας ιατρικής φροντίδας

Το πληροφοριακό σύστημα πρωτοβάθμιας ιατρικής φροντίδας (Primary Health Care Center Information System – PHCCIS), το οποίο υλοποιήθηκε και χρησιμοποιείται στο πλαίσιο του ολοκληρωμένου δικτύου τηλεματικών υπηρεσιών για την υγεία HYGEIAnet, διατηρεί και διαχειρίζεται ιατρικά δεδομένα ασθενών που παράγονται κατά την επίσκεψη τους σε κάποιο Κέντρο Υγείας ή άλλη μονάδα του περιφερειακού δικτύου. Όλα τα αποθηκευμένα ιατρικά δεδομένα συγκροτούν ένα γενικό και ευρύ ιατρικό φάκελο, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από γενικούς γιατρούς. Είναι στην επιλογή των γιατρών, τα δεδομένα αυτά να παρουσιαστούν οργανωμένα είτε με βάση τις επισκέψεις, είτε με βάση κάποιο συγκεκριμένο πρόβλημα του ασθενούς.

Ένα σύνηθες σενάριο περιλαμβάνει την επίσκεψη του ασθενούς στο κέντρο υγείας και την άμεση δημιουργία της αντίστοιχης εγγραφής στο παραπάνω σύστημα. Στην εγγραφή προστίθενται ψηφιοποιημένες οι κατάλληλες ιατρικές εξετάσεις, όπως για παράδειγμα ένα ηλεκτροκαρδιογράφημα. Στην συνέχεια, ο γιατρός μπορεί να χρειαστεί τη συμβουλή κάποιου ειδικού καρδιολόγου. Είναι απαραίτητο να μπορεί να μεταβεί στο περιβάλλον της υπηρεσίας συνεργασίας με διαφανή τρόπο. Όλα τα

δεδομένα που υπάρχουν ήδη στο παραπάνω πληροφοριακό σύστημα πρέπει να γίνουν αυτόματα διαθέσιμα στο Επεισόδιο της υπηρεσίας συνεργασίας. Ένα δεύτερο σύνθετο σενάριο αφορά την ανάκτηση παλαιότερων εξετάσεων που βρίσκονται αποθηκευμένες στο παραπάνω πληροφοριακό σύστημα. Κατά τη διάρκεια μιας συνόδου ιατρικής συνεργασίας, κάποιος ειδικός γιατρός πιθανόν να επιθυμεί να αναφερθεί σε κάποια παλαιότερη εξέταση του ασθενούς. Η υπηρεσία συνεργασίας πρέπει να συνδεθεί με διαφανή τρόπο στο πληροφοριακό σύστημα PHCCIS και να ανακτήσει τις αντίστοιχες εξετάσεις.

Η αμφίδρομη ολοκλήρωση και διαλειτουργικότητα των δύο υπηρεσιών, όπως περιγράφηκε από τα δύο παραπάνω σενάρια, κατέστη εφικτή χάρη στα ανοικτά πρότυπα και τις καλά ορισμένες διεπαφές χρήσης, που χρησιμοποιούν. Με την προσθήκη μικρών αυτόνομων control components, η επικοινωνία των δύο υπηρεσιών γίνεται χωρίς την παρέμβαση του χρήστη. Τα δύο παραπάνω σενάρια πραγματοποιούνται με τη χρήση υπερσυνδέσμων, οι οποίοι πραγματοποιούν τη μετάβαση από τη μία υπηρεσία στην άλλη, με το πέρασμα όλων των απαραίτητων παραμέτρων. Οι παράμετροι αυτές χρησιμοποιούνται από την υπηρεσία συνεργασίας για τη δημιουργία ενός νέου Επεισοδίου και την προσθήκη νέων ιατρικών εξετάσεων στο πλαίσιο αυτού του Επεισοδίου.

5.2.2. Πληροφοριακά συστήματα προνοσοκομειακής επείγουσας ιατρικής

Το σύστημα διαχείρισης προνοσοκομειακής επείγουσας ιατρικής (Pre-Hospital Health Emergency Management System - PHEMS) συνεισφέρει στην ανάπτυξη του ολοκληρωμένου περιφερειακού δικτύου τηλεματικών υπηρεσιών HYGEIAnet, με την παροχή λύσεων για τον γεωγραφικό εντοπισμό των ασθενοφόρων και κινητών μονάδων, την απόκτηση, σύγχρονη μετάδοση και αποθήκευση ζωτικών σημάτων του ασθενούς και την αποτελεσματική διαχείριση των διαθέσιμων σχετικών πόρων. Επιπρόσθετα, επιτρέπει την αρχειοθέτηση των επειγόντων περιστατικών για μελλοντικές αναφορές.

Έστω το ακόλουθο σενάριο: αμέσως με τη λήψη μιας κλήσης για αίτηση επείγουσας ιατρικής φροντίδας, δημιουργείται ένας νέος φάκελος, σχετικός με το περιστατικό. Οι πληροφορίες που δίνει ο καλόν, εισάγονται στο φάκελο, από το χειριστή του συστήματος. Κατά τη διάρκεια εξυπηρέτησης του περιστατικού, επιπρόσθετη πληροφορία εισάγεται στο φάκελο, με απόκτηση, σε πραγματικό χρόνο, ζωτικών σημάτων του ασθενούς. Η πληροφορία αυτή μπορεί να μελετηθεί, να αναλυθεί και να επαυξηθεί από το προσωπικό του κέντρου άμεσης βοήθειας και του νοσοκομείου που πρόκειται να αναλάβει το περιστατικό. Πολύ συχνά, το υπεύθυνο προσωπικό για το επειγόν περιστατικό μπορεί να χρειαστεί τη συμβουλή κάποιου ειδικού. Η ολοκλήρωση με την υπηρεσία της ιατρικής συνεργασίας επιτρέπει το διαμοιρασμό των παραπάνω πληροφοριών και την επικοινωνία των επαγγελματιών της υγείας, πάνω σε αυτό το περιστατικό.

Η ολοκλήρωση των δύο υπηρεσιών πραγματοποιείται με την κλήση της υπηρεσίας συνεργασίας από το περιβάλλον PHEMS και τη μεταβίβαση των σχετικών πληροφοριών για τη δημιουργία ενός νέου Επεισοδίου συνεργασίας. Ενώ η υπηρεσία για την υποστήριξη της προνοσοκομειακής επείγουσας φροντίδας φροντίζει για την μεταφορά των ζωτικών σημάτων, η υπηρεσία υποστήριξης της συνεργασίας αναλαμβάνει την παροχή μηχανισμών για τη διαχείριση αυτής της πληροφορίας και την αξιόπιστη επικοινωνία μεταξύ των μετεχόντων.

5.2.3. Ολοκληρωμένος ηλεκτρονικός φάκελος ασθενούς

Το περιβάλλον του ολοκληρωμένου ηλεκτρονικού φακέλου ασθενούς (Integrated Electronic Healthcare Record - IEHR) παρέχει ενιαίες και διαφανείς μεθόδους για την πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικές με παρελθούσες ιατρικές εξετάσεις του κάθε ασθενούς, που πιθανόν να βρίσκονται σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές και σε αυτόνομα και ετερογενή περιβάλλοντα. Επίσης, δίνει τη δυνατότητα για ταχείες και άμεσες όψεις του ιστορικού των εξετάσεων.

Ένας γιατρός, κατά την αναζήτηση πληροφοριών για το ιστορικό του ασθενούς στο περιβάλλον του ολοκληρωμένου ηλεκτρονικού φακέλου, πρέπει να έχει στη διάθεσή του τον πλήρη κατάλογο των εξετάσεων στις οποίες έχει υποβληθεί ο συγκεκριμένος ασθενής στο παρελθόν. Σε αυτές τις εξετάσεις συμπεριλαμβάνονται και οι εξετάσεις που αποτελούν μέρος των Επεισοδίων, που δημιουργήθηκαν στο πλαίσιο της υπηρεσίας ιατρικής συνεργασίας, με την αφορμή της πραγματικής επίσκεψης του ασθενούς σε κάποιο κέντρο υγείας. Επίσης, ο γιατρός επιθυμεί να έχει στη διάθεσή του, τον πλήρη κατάλογο με τα παραπάνω Επεισόδια, ώστε να γνωρίζει το χρόνο στον οποίο συνέβησαν τα περιστατικά, καθώς και τις σχετικές διαγνώσεις και την κατάληξη του περιστατικού.

Για την πραγματοποίηση των παραπάνω, το περιβάλλον ολοκληρωμένου ηλεκτρονικού φακέλου ασθενούς πρέπει να έχει πιστοποιημένη πρόσβαση στους μηχανισμούς αναζήτησης και ανάκτησης της υπηρεσίας συνεργασίας. Στο συγκεκριμένο σενάριο, απαιτείται πρόσβαση στην υπηρεσία αναζήτησης αρχειοθετημένων Επεισοδίων, με λέξεις-κλειδί τα προσωπικά στοιχεία του ασθενούς. Επίσης, απαιτείται η ικανότητα πιστοποιημένης εισόδου στο αρχειοθετημένο Επεισόδιο και ανάκτησης των σχετικών ιατρικών εγγράφων και εξετάσεων. Η υλοποίηση των παραπάνω διεργασιών πραγματοποιήθηκε χάρη στην καλά ορισμένη διεπαφή χρήσης της υπηρεσίας συνεργασίας, στην παροχή μεθόδων αναζήτησης, ανάκτησης και πιστοποίησης και την εύκολη χρήση τους από ένα ετερογενές περιβάλλον, όπως αυτό του ολοκληρωμένου ηλεκτρονικού φακέλου ασθενούς

Κεφάλαιο 6

Αξιολόγηση της απόδοσης

Στο κεφάλαιο αυτό, περιγράφεται η μεθοδολογία, τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα των πειραματικών μετρήσεων, που έλαβαν χώρα για τον έλεγχο της απόδοσης του προτεινόμενου περιβάλλοντος. Το κεφάλαιο ξεκινά με τον προσδιορισμό των στόχων των μετρήσεων, την παράθεση των πειραματικών παραμέτρων και των ποσοτήτων που μετρήθηκαν, καθώς και τη λεπτομερή περιγραφή του περιβάλλοντος των μετρήσεων. Στη συνέχεια, παρατίθενται τα αποτελέσματα και η αντίστοιχη ερμηνεία τους, για τα επιμέρους πειράματα, που αφορούν:

- την καθυστέρηση απόκρισης, όπως παρατηρείται από την πλευρά των πελατών
- το ρυθμό εξυπηρέτησης αιτήσεων, από την πλευρά του server
- την εύρεση της βέλτιστης από τέσσερις προτεινόμενες μεθόδους μεταφοράς αρχείων
- την επιβάρυνση της απόδοσης από προσθήκη μηχανισμών ασφάλειας.
- τη μείωση του όγκου των XML μηνυμάτων.

Στην τελευταία ενότητα, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα των μετρήσεων.

6.1. Μεθοδολογία πειραματικών μετρήσεων απόδοσης

6.1.1. Στόχος μετρήσεων

Το προτεινόμενο περιβάλλον συνεργασίας αποτελεί μια ολοκληρωμένη εφαρμογή, η οποία χρησιμοποιείται ήδη και πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στο μέλλον σε πραγματικές συνθήκες, στο πλαίσιο ολοκληρωμένων δικτύων τηλεματικών εφαρμογών για την υγεία. Για αυτό το λόγο, επιβάλλεται ο διεξοδικός πειραματικός έλεγχος της απόδοσης του προτεινόμενου περιβάλλοντος, ώστε να είναι διαθέσιμη η γνώση των πρακτικών ορίων χρήσης του. Η γνώση αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τους σχεδιαστές και τους διαχειριστές δικτύων τηλεματικών εφαρμογών, καθώς τους επιτρέπει να πάρουν αποφάσεις για τις λεπτομέρειες της εγκατάστασης και της λειτουργίας ενός τέτοιου περιβάλλοντος. Η αναγκαιότητα των μετρήσεων διαφαίνεται ακόμη πιο επιτακτική, καθώς το περιβάλλον συνεργασίας αναλαμβάνει τη διαχείριση και τη μεταφορά κρίσιμης ιατρικής πληροφορίας. Η πληροφορία αυτή πρέπει να μεταδοθεί με μεθόδους που εγγυώνται την ασφάλεια και την ακεραιότητα, ενώ, ταυτόχρονα, πρέπει να παραδοθεί με τον αμεσότερο, χρονικά, τρόπο. Επομένως, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τον ακριβή χρόνο καθυστέρησης της παράδοσης της κρίσιμης πληροφορίας και τον τρόπο μεταβολής αυτού του χρόνου, κάτω από διαφορετικές συνθήκες φορτίου και διαθέσιμων δικτυακών πόρων. Συνοπτικά, ο στόχος των πειραματικών μετρήσεων περιλαμβάνει:

1. τον έλεγχο κλιμακωσιμότητας, δηλαδή την ικανότητα διατήρησης ικανοποιητικού ρυθμού εξυπηρέτησης, ως συνάρτηση του συνεχώς αυξανόμενου αριθμού ταυτόχρονα συνδεδεμένων πελατών.
2. τον έλεγχο κλιμακωσιμότητας υλικού, δηλαδή την ικανότητα βελτίωσης της απόδοσης με αντίστοιχη βελτίωση της υλικής υποδομής, όπως βελτίωση των hardware χαρακτηριστικών μνήμης και υπολογιστικής ισχύος του server.

3. *τη γνώση των απόλυτων τιμών χρόνου απόκρισης του server.* Είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τον ακριβή χρόνο απόκρισης του server του περιβάλλοντος, ως συνάρτηση των συνεχών αυξανόμενων αιτήσεων.
4. *την εύρεση της βέλτιστης μεθόδου για τη μεταφορά αρχείων.* Τέσσερις εναλλακτικές μέθοδοι προτείνονται και δοκιμάζονται πειραματικά, ώστε να εντοπιστεί η βέλτιστη.
5. *τον έλεγχο της επιβάρυνσης της απόδοσης από τη χρήση μηχανισμών ασφάλειας.* Είναι γνωστό ότι οι διαθέσιμοι μηχανισμοί που εγγυώνται την ασφαλή μεταφορά των δεδομένων, εισάγουν επιπλέον καθυστερήσεις και δέσμευση πόρων, με αποτέλεσμα τη σχετική μείωση της απόδοσης. Είναι, συνεπώς, απαραίτητο να ελέγξουμε, εάν η επιβάρυνση της απόδοσης κυμαίνεται σε ανεκτά επίπεδα.
6. *την ικανότητα μείωσης του όγκου των XML δεδομένων.* Καθώς ο πολλαπλασιασμός του όγκου των δεδομένων με τη χρήση των XML στοιχείων οδηγεί σε προφανή αύξηση του όγκου της μεταφερόμενης πληροφορίας, προτείνουμε και εξετάζουμε μια μέθοδο μείωσης του όγκου των XML δεδομένων.

6.1.2. Μετρικές απόδοσης

Οι μετρικές απόδοσης που χρησιμοποιήσαμε στο πλαίσιο των πειραματικών μετρήσεων είναι η Καθυστερήση Απόκρισης, ο Ρυθμός Εξυπηρέτησης, καθώς και η τυπική απόκλιση των παραπάνω ποσοτήτων. Πιο αναλυτικά:

- *Καθυστερήση Απόκρισης* της υπηρεσίας εκπεφρασμένη σε milliseconds, όπως αυτή λαμβάνεται στην πλευρά των πελατών της υπηρεσίας. Ο χρόνος αυτός εκφράζει το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στη στιγμή αποστολής μιας αίτησης, από την πλευρά του πελάτη και την στιγμή άφιξης της αντίστοιχης απόκρισης στον κόμβο του πελάτη. Είναι κρίσιμο να γνωρίζουμε το χρόνο αυτό σε απόλυτες τιμές, ώστε να έχουμε μια καλή εκτίμηση για το χρόνο που χρειάζεται να αναμένει ένας χρήστης για την εξυπηρέτηση μιας αίτησής του, αλλά και τον χρόνο που χρειάζεται για την παράδοση κρίσιμων ειδοποιήσεων και μηνυμάτων. Είναι, τέλος, απαραίτητο να γνωρίζουμε και τον τρόπο μεταβολής αυτού του χρόνου, σε συνάρτηση με την αύξηση των ταυτόχρονα εξυπηρετούμενων πελατών, καθώς και σε συνάρτηση με τη χρήση επιπρόσθετων μηχανισμών ασφάλειας.
- *Ρυθμός Εξυπηρέτησης* της υπηρεσίας, εκπεφρασμένο σε αριθμό αιτήσεων που εξυπηρετούνται από τον server ανά δευτερόλεπτο. Αυτή η ποσότητα μας δείχνει την ικανότητα απόκρισης του server, σε συνάρτηση με την συνεχή αύξηση του αριθμού των αιτήσεων που φτάνουν στον server ανά δευτερόλεπτο. Η μελέτη του ρυθμού εξυπηρέτησης από την πλευρά του server, μάς επιτρέπει να βγάλουμε συμπεράσματα για το όριο του server, σε ότι αφορά αριθμό ταυτόχρονα συνδεδεμένων χρηστών, από το οποίο και μετά παρουσιάζει μείωση της απόδοσης.
- *Τυπική απόκλιση Καθυστερήσης Απόκρισης και Ρυθμού Εξυπηρέτησης*, σε συνάρτηση με τον αριθμό ταυτόχρονα συνδεδεμένων χρηστών. Η τυπική απόκλιση των παραπάνω ποσοτήτων μας επιτρέπει να ελέγξουμε, σε ποιες περιπτώσεις και σε ποιο βαθμό η υπηρεσία παρουσιάζει σταθερότητα και κάτω από ποιες συνθήκες η υπηρεσία παρουσιάζει μεγάλες αποκλίσεις στην απόδοσή της.

6.1.3. Παράμετροι του περιβάλλοντος μετρήσεων

Με σκοπό την μελέτη της μεταβολής της απόδοσης σε διαφορετικές συνθήκες, χρησιμοποιήσαμε, σε κάθε πείραμα, ως πειραματικές παραμέτρους τις εξής ποσότητες:

- Αριθμός ταυτόχρονα συνδεδεμένων χρηστών: Ο αριθμός αυτός κυμαίνεται από 1 έως 800 ταυτόχρονα συνδεδεμένους χρήστες. Με την μεταβολή της παραμέτρου αυτής μπορούμε να ελέγξουμε την κλιμακωσιμότητα του περιβάλλοντος συνεργασίας.
- Είδος μηνυμάτων: Κάθε πείραμα επαναλήφθηκε τόσο για τα λεγόμενα *Απλά* μηνύματα, όσο και για τα λεγόμενα *WebOnColl* μηνύματα. Τα *Απλά* μηνύματα περιλαμβάνουν μηνύματα του βασικού XMPP πρωτοκόλλου και εξυπηρετούνται από τις μονάδες λογισμικού του jabberd server, όπως αυτές διατίθενται στο Διαδίκτυο. Τα *WebOnColl* μηνύματα περιλαμβάνουν μηνύματα επέκτασης του XMPP πρωτοκόλλου, όπως αυτά ορίστηκαν στο Κεφάλαιο 4 και διαχειρίζονται από τη μονάδα λογισμικού που υλοποιήθηκε στο πλαίσιο αυτής της εργασίας. Βασική ειδοποιός διαφορά των δύο κατηγοριών μηνυμάτων είναι η απαίτηση πρόσβασης σε Βάση Δεδομένων, για τα *WebOnColl* μηνύματα. Αντίθετα, τα *Απλά* μηνύματα απαιτούν μικρή επεξεργασία στην προσωρινή μνήμη του server και προώθησή τους στον αιτούντα.
- Χρήση μηχανισμού ασφάλειας: Κάθε πείραμα επαναλήφθηκε τόσο με τη χρήση του SSL πρωτοκόλλου για την ασφαλή μεταφορά δεδομένων, όσο και με απλή μετάδοση δεδομένων.
- Μέγεθος αρχείων: Για την περίπτωση της εύρεσης της βέλτιστης μεθόδου μεταφοράς αρχείων, επιλέχθηκε ένα σύνολο αρχείων τυχαίων χαρακτήρων με μέγεθος από 100 bytes έως 3MB.
- Τύπος δικτυακής σύνδεσης πελάτη – server: Σε κάθε πείραμα, είναι απαραίτητο να ελέγξουμε τον λαμβανόμενο από τον πελάτη χρόνο απόκρισης, κάτω από διαφορετικές συνθήκες δικτυακής σύνδεσης των πελατών με τον server. Οι τύποι δικτυακής πρόσβασης που επιλέχθηκαν ως παράμετροι είναι η πρόσβαση από τοπικό δίκτυο, από ετερογενές δίκτυο με μικρές καθυστερήσεις και η πρόσβαση από modem, με σημαντικές καθυστερήσεις.
- Υλικό server: Κάθε πείραμα επαναλήφθηκε με χρήση ανεξάρτητων server με διαφορετικά χαρακτηριστικά υπολογιστικών πόρων και διαθέσιμης μνήμης. Με τη μεταβολή αυτής της παραμέτρου μπορούμε να ελέγξουμε την κλιμακωσιμότητα υλικού του προτεινόμενου περιβάλλοντος.

6.1.3. Περιβάλλον αξιολόγησης

Οι μετρήσεις απόδοσης διεξάχθηκαν σε εργαστηριακό περιβάλλον και στηρίχθηκαν σε ίχνη (traces) και σε χρονικές σφραγίδες, που χρησιμοποιήθηκαν τόσο στην πλευρά του server, όσο και στην πλευρά των πελατών. Έγινε προσπάθεια προσομοίωσης των συνθηκών που επικρατούν σήμερα στο πραγματικό περιβάλλον χρήσης μιας υπηρεσίας συνεργασίας. Το βασικό χαρακτηριστικό των πραγματικών συνθηκών είναι η διαθεσιμότητα περιορισμένων πόρων μετάδοσης δεδομένων, καθώς τα περισσότερα απομακρυσμένα κέντρα υγείας, που χρησιμοποιούν μια υπηρεσία συνεργασίας, χρησιμοποιούν modem και τηλεφωνικές συνδέσεις για τη μεταφορά των δεδομένων, περιορίζοντας το εύρος ζώνης του καναλιού σε λιγότερα από 56 kbps (kilobits per second). Συνολικά, εγκαταστάθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν δύο κόμβοι,

με το λογισμικό του server και τρεις κόμβοι, με λογισμικό πελάτη, για την αναπαράσταση τριών διαφορετικών περιπτώσεων για τις συνθήκες σύνδεσης ενός πελάτη με την υπηρεσία:

- *κόμβοι server*: ο server της υπηρεσίας εγκαταστάθηκε σε δύο υπολογιστές με διαφορετικά χαρακτηριστικά υλικού. Κάθε μέτρηση πραγματοποιήθηκε δύο φορές, μια φορά για κάθε κόμβο server, με σκοπό την παρατήρηση της κλιμακωσιμότητας σε σχέση με τα χαρακτηριστικά υλικού. Οι κόμβοι server βρίσκονται στο τοπικό δίκτυο του Κέντρου Ιατρικής Πληροφορικής του Ινστιτούτου Πληροφορικής. Πρόκειται για τους υπολογιστές:
 - a. Kalhas:
 - *IP address*: kalhas.ics.forth.gr
 - *CPU*: Intel 733MHz
 - *RAM*: 128 MB
 - b. Pasiphae
 - *IP address*: pasiphae.ics.forth.gr
 - *CPU*: Intel 1,4 GHz
 - *RAM*: 512 MB
- *κόμβος πελάτη σε τοπικό δίκτυο (LAN)*: ο κόμβος αυτός συνδέεται μέσω Ethernet δικτύου με τον server της υπηρεσίας. Χρησιμοποιήθηκε ένας κόμβος του τοπικού δικτύου του Κέντρου Ιατρικής Πληροφορικής του Ινστιτούτου Πληροφορικής. Οι καθυστερήσεις στις μεταδόσεις είναι αμελητέες. Πρόκειται για τον υπολογιστή *diagoras.ics.forth.gr*.
- *κόμβος πελάτη σε ετερογενές δίκτυο, στην ευρύτερη μητροπολιτική περιοχή (MAN)*: ο κόμβος αυτός ανήκει σε άλλο δίκτυο στην ευρύτερη γεωγραφική περιοχή. Ο κόμβος αυτός αναπαριστά με ικανοποιητικό τρόπο έναν κόμβο πελάτη, με υψηλό εύρος ζώνης, σε πιθανή χρήση της υπηρεσίας στο πλαίσιο ενός περιφερειακού δικτύου τηλεματικών υπηρεσιών. Για τις πειραματικές μετρήσεις, χρησιμοποιήθηκε ένας κόμβος του δικτύου του Τμήματος Επιστήμης Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Κρήτης. Οι καθυστερήσεις στις μεταδόσεις είναι μικρές. Πρόκειται για τον υπολογιστή *graegos.csd.uoc.gr*.
- *κόμβος πελάτη με σύνδεση modem*: ο κόμβος αυτός χρησιμοποιεί συσκευή modem για την επικοινωνία με την υπηρεσία. Αναπαριστά ικανοποιητικά τους κόμβους απομακρυσμένων κέντρων υγείας, που δεν διαθέτουν ικανοποιητική δικτυακή υποδομή. Οι καθυστερήσεις στη μετάδοση είναι σημαντικές.

Κάθε server αποτυπώνει σε ένα αρχείο το αναγνωριστικό της αίτησης που λαμβάνει και τις αντίστοιχες χρονικές σφραγίδες άφιξης και αποστολής. Η μετέπειτα επεξεργασία αυτών των χρονικών σφραγίδων θα μας επιτρέψει τον προσδιορισμό του Ρυθμού Εξυπηρέτησης.

Κάθε λογισμικό πελάτη αποτυπώνει σε ένα αρχείο τη χρονική σφραγίδα αποστολής μιας αίτησης και τη χρονική σφραγίδα λήψης της αντίστοιχης απόκρισης. Οι αιτήσεις επιλέγονται τυχαία από ένα σύνολο δώδεκα προκαθορισμένων διαφορετικών αιτήσεων και αποστέλλονται σειριακά. Έξι αιτήσεις αναπαριστούν WebOnColl μηνύματα για τον έλεγχο της μονάδας λογισμικού, που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, ενώ οι υπόλοιπες έξι αιτήσεις χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο της λειτουργίας των υπόλοιπων μονάδων λογισμικού του jabberd server, όπως αυτές διατίθενται στο Διαδίκτυο. Το μέγεθος αυτών των μηνυμάτων και των αντίστοιχων αποκρίσεων (εκτός από την περίπτωση της μεταφοράς αρχείων, που αποτελεί αυτόνομο σύνολο πειραμάτων), κυμαίνεται από 257 έως 612 bytes, με τον μέσο όρο

μεγέθους μηνυμάτων τα 481 bytes. Κάθε αίτηση αποστέλλεται 100 φορές, ενώ κάθε πείραμα με συγκεκριμένες παραμέτρους επαναλήφθηκε 5 φορές. Οι τιμές που εμφανίζονται σε όλα τα ακόλουθα διαγράμματα παρήχθησαν με τον υπολογισμό του μέσου όρου των παραπάνω μετρήσεων.

Τέλος, για την προσομοίωση του αυξανόμενου πλήθους ταυτόχρονα συνδεδεμένων πελατών, χρησιμοποιήθηκε η προσέγγιση της δημιουργίας συνθετικού φορτίου στο server. Για τη δημιουργία του φορτίου αυτού, χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις κόμβοι στο τοπικό δίκτυο του server και το κατάλληλο λογισμικό σε γλώσσα Java, το οποίο έδρασε ως παραγωγός πελατών για την υπηρεσία, προσθέτοντας κάθε φορά νέους πελάτες, οι οποίοι συνδέονται στο server και στέλνουν περιοδικά μια συγκεκριμένη WebOnColl αίτηση, με τυχαίο χρονικό διάστημα ανάμεσα στις αιτήσεις, από 20 έως 60 δευτερόλεπτα. Η επιλογή αυτού του χρονικού διαστήματος είναι ρεαλιστική μιας και κάθε πραγματικός χρήστης της εφαρμογής χρειάζεται κάποιο χρόνο για να επεξεργαστεί τα αποτελέσματα της κάθε αίτησης, πριν στείλει μια νέα αίτηση. Κάθε μέτρηση επαναλήφθηκε τόσο με πλήρη απουσία συνθετικού φορτίου, όσο και με παρουσία 50 έως 800 πελατών που παράγουν τυχαίες αιτήσεις, όπως περιγράφηκε παραπάνω.

6.2. Αποτελέσματα

Στην ενότητα αυτή παρατίθενται τα αποτελέσματα των πειραματικών μετρήσεων και σχολιάζονται τα σχετικά συμπεράσματα. Η ενότητα ξεκινά με τα πειράματα μέτρησης της καθυστέρησης απόκρισης, όπως αυτή παρατηρείται από την πλευρά των πελατών. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα πειράματα για τη μελέτη του ρυθμού απόκρισης του server της υπηρεσίας. Ακολουθούν οι μετρήσεις για την εύρεση της βέλτιστης μεθόδου μεταφοράς αρχείων και η επίπτωση των μηχανισμών ασφάλειας στην απόδοση του προτεινόμενου περιβάλλοντος. Τέλος, ελέγχεται η αποδοτικότητα μιας μεθόδου μείωσης των όγκων των XML μηνυμάτων.

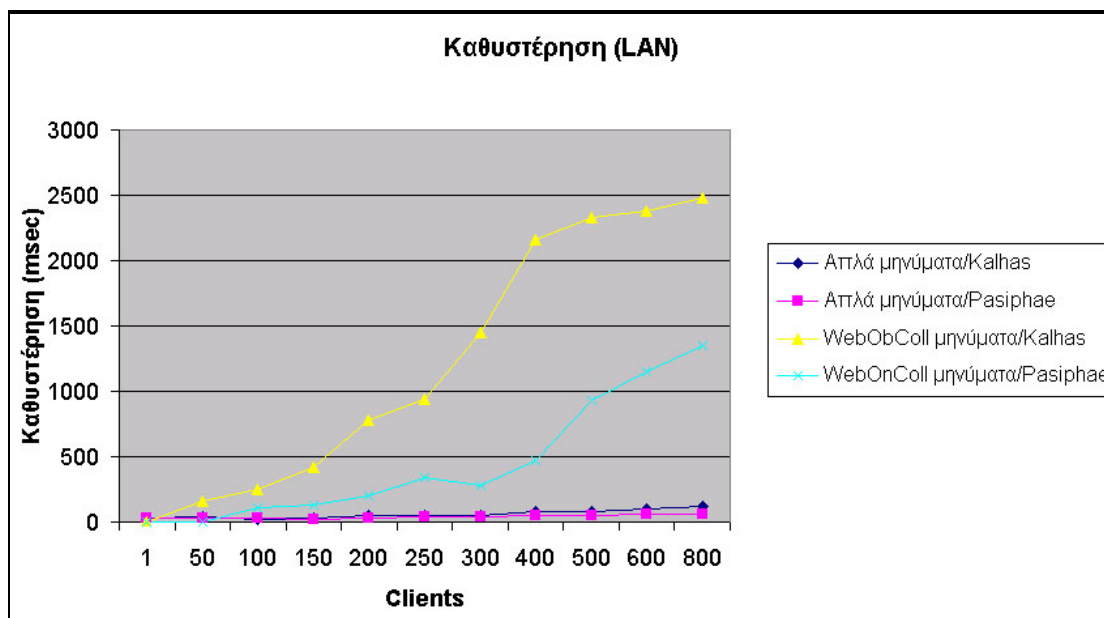
6.2.1. Καθυστέρηση Απόκρισης

Το πρώτο σύνολο πειραμάτων έχει ως στόχο τη μελέτη της καθυστέρησης απόκρισης της υπηρεσίας, ως συνάρτηση του αριθμού των πελατών που εξυπηρετούνται κάθε στιγμή. Είναι λογικό, η καθυστέρηση να αυξάνεται καθώς αυξάνεται ο αριθμός των συνδεδεμένων χρηστών. Παρόλα αυτά, η διεξοδική μελέτη της κλιμακωσιμότητας της υπηρεσίας είναι απαραίτητη για τον εντοπισμό του ορίου ικανοποιητικής λειτουργίας της υπηρεσίας. Η γνώση της ικανότητας ανταπόκρισης σε αυξανόμενο αριθμό και ρυθμό αιτήσεων είναι κρίσιμη, καθώς πρέπει να είναι προβλέψιμη η απόδοση της υπηρεσίας, πριν από την εγκατάστασή της σε πραγματικό περιβάλλον.

Κάθε πείραμα επαναλήφθηκε, με τη μεταβολή των παρακάτω παραμέτρων:

1. Πρόσβαση του πελάτη στο server από τοπικό δίκτυο (LAN), ετερογενές δίκτυο της ευρύτερης μητροπολιτικής περιοχής (MAN) και με χρήση τηλεφωνικής γραμμής (modem)
2. Αποστολή Απλών και WebOnColl μηνυμάτων
3. Χρήση των ανεξάρτητων server Kalhas και Pasipahe
4. Δημιουργία συνθετικού φορτίου, με χρήση 0 έως 800 πελατών

Στο Σχήμα 16 φαίνεται η μεταβολή της καθυστέρησης για απλά μηνύματα και WebOnColl μηνύματα, με χρήση των δύο διαθέσιμων κόμβων server, αντίστοιχα, με τον πελάτη να βρίσκεται στο τοπικό δίκτυο του server.



Σχήμα 16: Καθυστερήση απόκρισης σε τοπικό δίκτυο

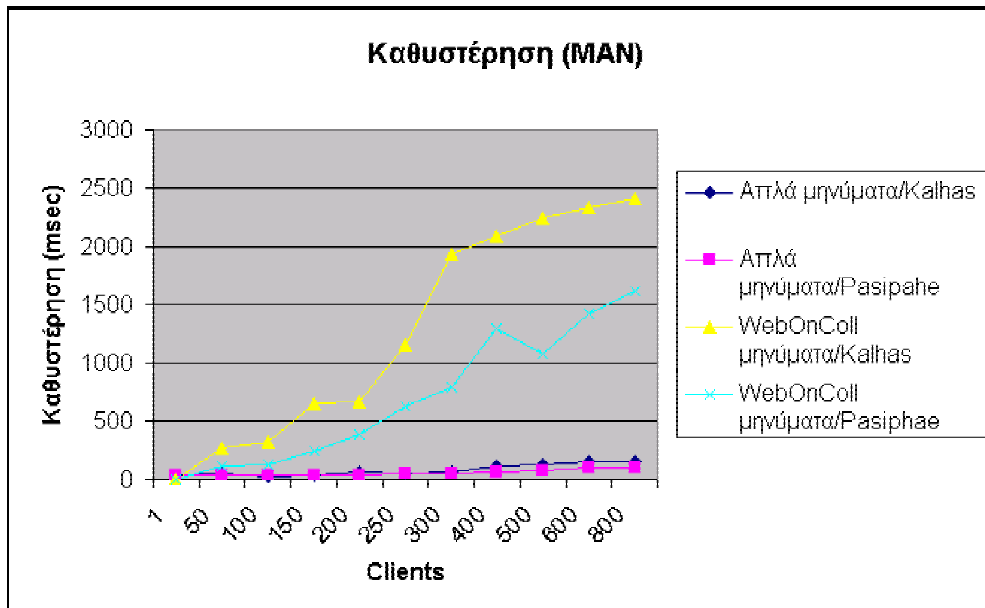
Στο υπόμνημα, υποδεικνύονται ο τύπος των μηνυμάτων και ο server που χρησιμοποιήθηκε. Μελετώντας το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η ουσιαστική διαφορά στην καθυστέρηση που επιδεικνύουν τα απλά μηνύματα και τα WebOnColl μηνύματα. Οι δύο γραμμές των απλών μηνυμάτων παρουσιάζουν πολύ μικρή και ομαλή αύξηση, με την προσθήκη περισσότερων νέων πελατών. Αντίθετα, οι γραμμές των απλών μηνυμάτων αυξάνονται σημαντικά με την αύξηση του φορτίου του server. Το γεγονός αυτό εξηγείται από τις συνδέσεις που συσσωρεύονται στη βάση δεδομένων, εξ' αιτίας των WebOnColl μηνυμάτων, σε αντίθεση με τα απλά μηνύματα, που μετά την άφιξή τους στο server, προωθούνται μετά από μικρή επεξεργασία στον παραλήπτη, χωρίς καμία επιπλέον πρόσβαση σε βάση δεδομένων ή το σύστημα αρχείων. Το μοναδικό αυτό σημείο συσσώρευσης οδηγεί στην αυξανόμενη καθυστέρηση εξυπηρέτησης και στην συνεπακόλουθη συνολική πτώση της απόδοσης του περιβάλλοντος συνεργασίας.

Μια δεύτερη παρατήρηση που μπορεί να γίνει είναι η εμφανής διαφορά των δύο γραμμών των WebOnColl μηνυμάτων. Η διαφορά αυτή υπάρχει σε μικρότερο βαθμό και ανάμεσα στις μετρήσεις για τα απλά μηνύματα. Η διαφορά αυτή υποδεικνύει τη σημαντική βελτίωση της απόδοσης χάρη στη κλιμάκωση του υλικού, γεγονός που δίνει την δυνατότητα βελτίωσης της απόδοσης με αντίστοιχη βελτίωση του υλικού. Η πτώση της απόδοσης είναι αισθητή από την ταυτόχρονη πρόσβαση 250 πελατών για το server Kalhas και 500 πελατών για το server Pasiphae.

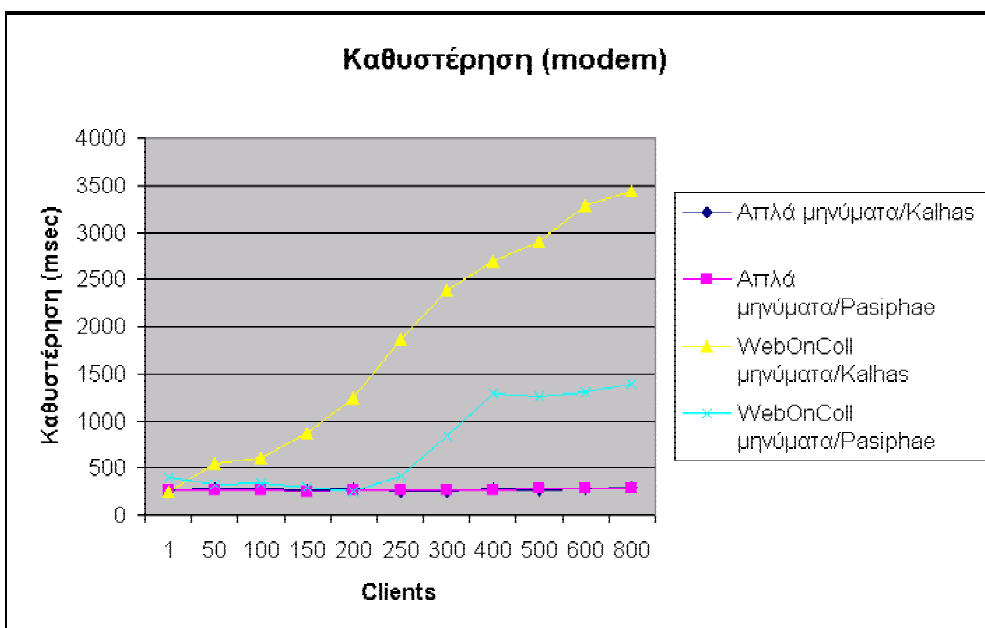
Ο συνδυασμός των δύο παρατηρήσεων μπορεί να μας οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι η μονάδα λογισμικού που διαχειρίζεται τα WebOnColl μηνύματα, υλοποιημένη στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, επιδέχεται πολλές διορθώσεις και βελτιστοποιήσεις τόσο

σε θέματα διαχείρισης των συνδέσεων στη Βάση Δεδομένων, όσο και στη διαχείριση της μνήμης, καθώς η αύξηση της διαθέσιμης προσωρινής μνήμης οδηγεί σε αντίστοιχη βελτίωση της απόδοσης. Το συμπέρασμα αυτό είναι αρκετά λογικό, μιας και η διαχείριση των Απλών μηνυμάτων γίνεται από μια δοκιμασμένη για την κλιμακωσιμότητά της μονάδα λογισμικού, σε αντίθεση με τη διαχείριση των WebOnColl μηνυμάτων, που γίνεται από τη μονάδα λογισμικού που αναπτύχθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας.

Στα Σχήματα 17 και 18 φαίνονται οι αντίστοιχες μετρήσεις, με σύνδεση του πελάτη από το ευρύτερο μητροπολιτικό δίκτυο και με χρήση modem.



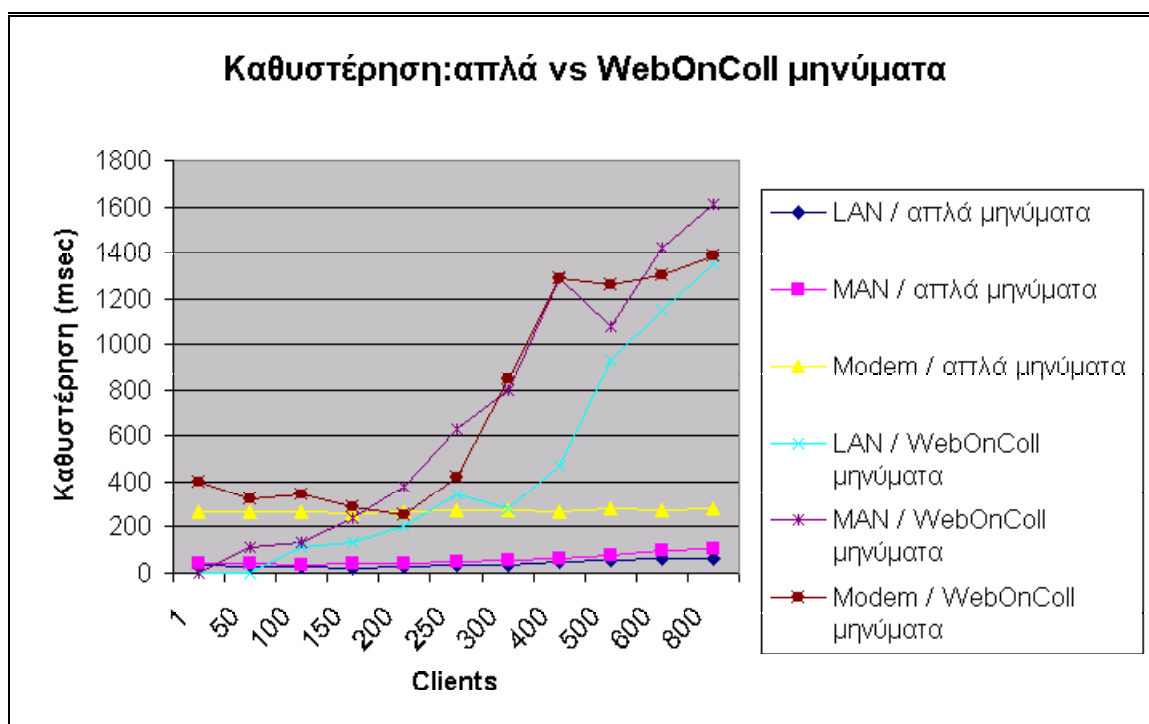
Σχήμα 17 Καθυστέρηση απόκρισης σε δίκτυο μητροπολιτικής ζώνης



Σχήμα 18: Καθυστέρηση απόκρισης με χρήση modem

Στα παραπάνω διαγράμματα, φαίνεται η ίδια τάση για την μεταβολή της παρατηρούμενης καθυστέρησης. Είναι φανερό ότι για την περίπτωση της πρόσβασης από το ευρύτερο μητροπολιτικό δίκτυο ισχύουν τα ίδια συμπεράσματα με την πρόσβαση από το τοπικό δίκτυο, καθώς για τα WebOnColl μηνύματα, η καθυστέρηση της απόκρισης αυξάνεται σημαντικά, με την αύξηση των ταυτόχρονα συνδεδεμένων πελατών. Στην περίπτωση της πρόσβασης από modem, η μεταβολή της καθυστέρησης απόκρισης ακολουθεί τις ίδιες τάσεις, με μοναδική διαφορά τις απόλυτες τιμές χρονικής καθυστέρησης σε milliseconds, οι οποίες είναι μεγαλύτερες από τις δύο προηγούμενες περιπτώσεις τοπικού και ευρύτερου δικτύου.

Η διαφορά στην καθυστέρηση μεταξύ των απλών και των WebOnColl μηνυμάτων απεικονίζεται συνοπτικά στο Σχήμα 19. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με χρήση του κόμβου server Pasiphae.

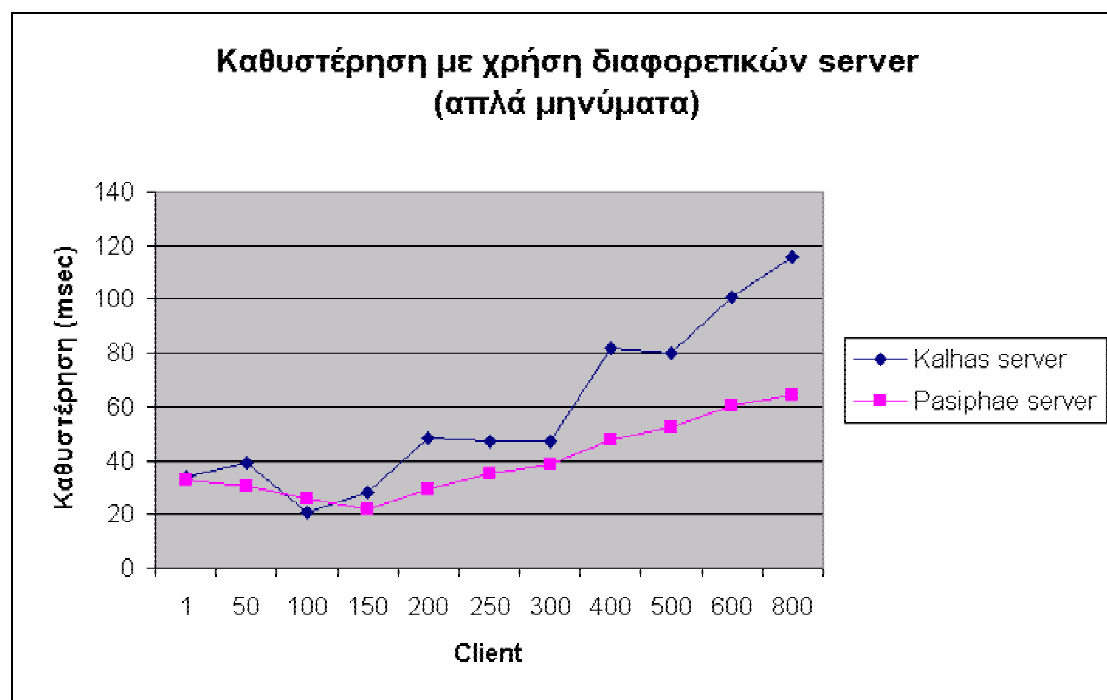


Σχήμα 19: Σύγκριση καθυστέρησης απλών και WebOnColl μηνυμάτων

Στο παραπάνω συνοπτικό σχήμα απεικονίζεται η συνολική τάση απόδοσης του περιβάλλοντος. Από τις καμπύλες των απλών μηνυμάτων, φαίνεται ότι οι μονάδες λογισμικού, τις οποίες διαθέτει η κοινότητα λογισμικού ανοικτού κώδικα Jabber, λειτουργούν πολύ αποδοτικά, χωρίς παρατηρούμενη μείωση της απόδοσης με αντίστοιχη αύξηση του φορτίου. Αντίθετα, η τάση των καμπυλών των WebOnColl μηνυμάτων δείχνει την αδυναμία της μονάδας λογισμικού, που αναπτύξαμε στην παρούσα εργασία, να διαχειριστεί υψηλό εισερχόμενο φορτίο. Είναι εμφανή, σε αυτό το σχήμα, τα συμπεράσματα που διατυπώθηκαν στην αρχή της ενότητας, για την σημαντική μείωση της απόδοσης, από τους 250 πελάτες και άνω. Φαίνεται, τέλος, ότι δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά ανάμεσα στους διαφορετικούς τρόπους δικτυακής πρόσβασης, καθώς και οι τρεις μέθοδοι παρουσιάζουν καθυστέρηση που κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα.

Η καθυστέρηση απόκρισης της υπηρεσίας μπορεί να μελετηθεί ως συνάρτηση της μεταβολής των χαρακτηριστικών του υλικού του server της υπηρεσίας. Στα Σχήματα

19 και 20, απομονώνεται η παρατηρούμενη καθυστέρηση απόκρισης με χρήση των server Kalhas και Pasiphae, για απλά και WebOnColl αντίστοιχα.

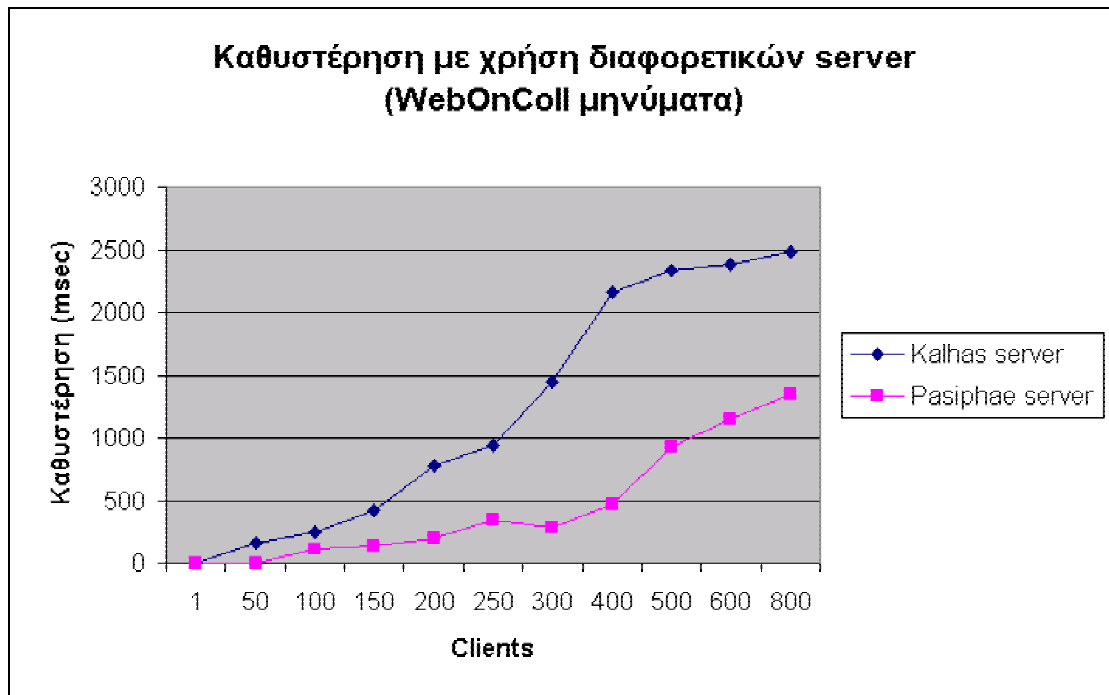


Σχήμα 20: Καθυστέρηση από διαφορετικούς server (απλά μηνύματα)

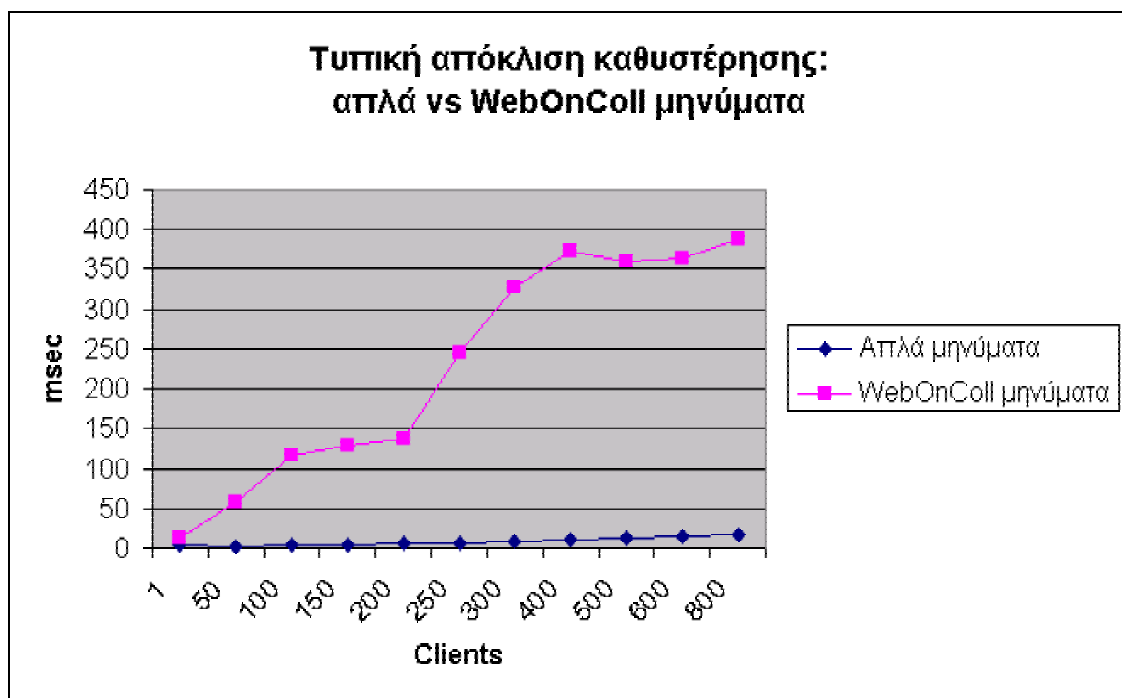
Μελετώντας το Σχήμα 20 μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι η καθυστέρηση για τους δύο server είναι απόλυτα συγκρίσιμη και η βελτίωση είναι αισθητή αλλά όχι ιδιαίτερα μεγάλης κλίμακας, για πάνω από 500 ταυτόχρονα συνδεδεμένους χρήστες. Η μικρή διαφορά στους χρόνους απόκρισης των διαφορετικών server οφείλεται στη δοκιμασμένη ανθεκτικότητα της αντίστοιχης μονάδας λογισμικού και την αποδοτική χρήση των διαθέσιμων υπολογιστικών πόρων και της προσωρινής μνήμης.

Μελετώντας το Σχήμα 21 μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι, ενώ η καθυστέρηση για τους δύο server κυμαίνεται σε σημαντικά υψηλότερες απόλυτες τιμές από τις μετρήσεις για τα Απλά μηνύματα, υπάρχει σημαντική βελτίωση της απόδοσης, με τη χρήση καλύτερου υλικού, από τους 200 ταυτόχρονα συνδεδεμένους χρήστες και άνω. Η βελτίωση αυτή υποδηλώνει ότι η χρήση διπλάσιας μνήμης υποδιπλασιάζει το χρόνο απόκρισης, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η μονάδα λογισμικού, που αναπτύχθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας για τη διαχείριση των WebOnColl μηνυμάτων, υστερεί σε θέματα διαχείρισης της διαθέσιμης μνήμης και, συνεπώς, επιδέχεται αντίστοιχες βελτιστοποιήσεις.

Τέλος, στο Σχήμα 22 παρατίθεται το διάγραμμα μεταβολής της τυπικής απόκλισης της καθυστέρησης, ως συνάρτηση των ταυτόχρονα συνδεδεμένων χρηστών, για τις κατηγορίες Απλών και WebOnColl μηνυμάτων. Χρησιμοποιήθηκε ο server Kalhas και πρόσβαση μέσω τοπικού δικτύου (LAN).



Σχήμα 21: Καθυστέρηση από διαφορετικούς server (WebOnColl μηνύματα)



Σχήμα 22: Τυπική απόκλιση καθυστέρησης απλών και WebOnColl μηνυμάτων

Μελετώντας το Σχήμα 22, μπορούμε να διαπιστώσουμε την αισθητή διαφορά της μεταβολής της τυπικής απόκλισης που παρατηρείται ανάμεσα στα Απλά και τα WebOnColl μηνύματα. Στην περίπτωση των Απλών μηνυμάτων, η τυπική απόκλιση της καθυστέρησης αυξάνεται ομαλά, με την αύξηση των ταυτόχρονα συνδεδεμένων

χρηστών, γεγονός που υποδηλώνει την εύρωστη και σταθερή λειτουργία της αντίστοιχης μονάδας λογισμικού. Στην περίπτωση των WebOnColl μηνυμάτων, όμως, παρατηρείται σημαντική αύξηση της τυπικής απόκλισης της καθυστέρησης. Η αύξηση αυτή, μάλιστα, εντείνεται μετά το όριο των 250 ταυτόχρονα συνδεδεμένων χρηστών. Η μεγάλη απόκλιση στους χρόνους απόκρισης υποδεικνύει ότι η μονάδα λογισμικού που αναλαμβάνει τη διαχείριση των WebOnColl μηνυμάτων δεν είναι ικανή να εξυπηρετήσει τις εισερχόμενες αιτήσεις με σταθερό ρυθμό. Η αστάθεια αυτή μπορεί να αποδοθεί στη συσσώρευση μεγάλου αριθμού αιτήσεων προς τη βάση δεδομένων και την αδυναμία αποτελεσματικής διαχείρισης της διαθέσιμης προσωρινής μνήμης.

6.2.2. Ρυθμός Εξυπηρέτησης

Το δεύτερο σύνολο των πειραματικών μετρήσεων περιλαμβάνει την μέτρηση του ρυθμού εξυπηρέτησης των αιτήσεων. Ο ρυθμός εξυπηρέτησης εκφράζεται σε αριθμό εξυπηρετηθέντων αιτήσεων ανά δευτερόλεπτο. Ο server του περιβάλλοντος αναλαμβάνει την αποθήκευση σε ένα αρχείο των παρακάτω χαρακτηριστικών:

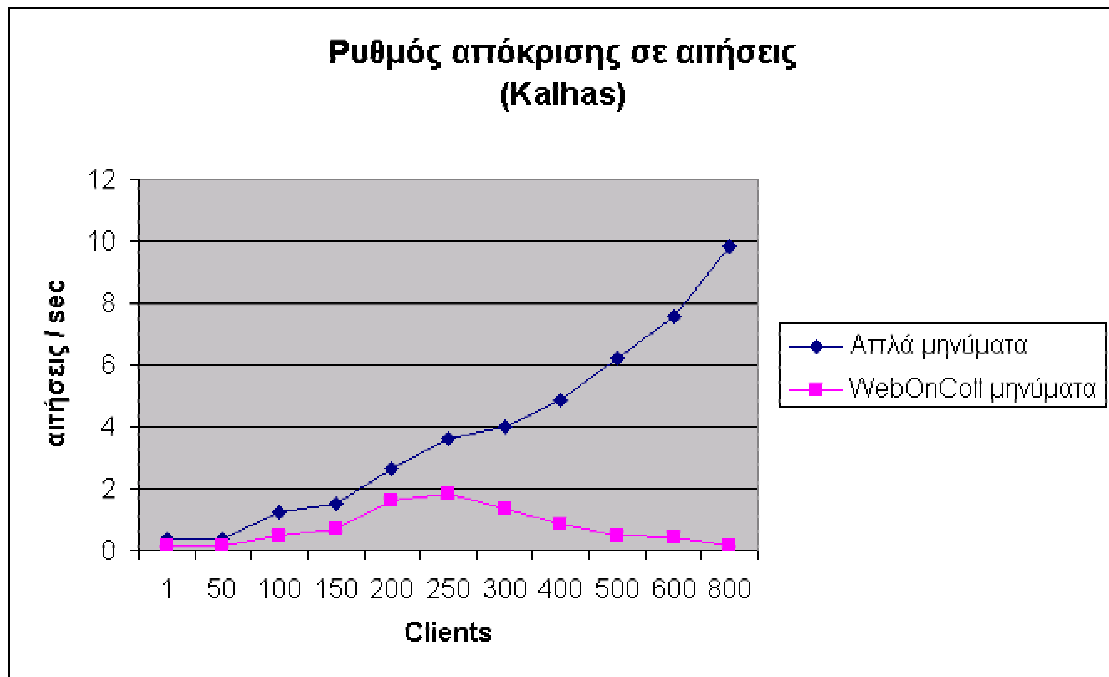
- *αναγνωριστικό αίτησης*. Χρησιμοποιείται ένας αύξων αριθμός για την ταυτοποίηση των αιτήσεων, ώστε να είναι δυνατός ο υπολογισμός του ακριβούς χρόνου επεξεργασίας της αίτησης
- *χρονική σφραγίδα άφιξης*. Αποτυπώνεται η χρονική στιγμή άφιξης κάθε αίτησης
- *χρονική σφραγίδα αποστολής*. Αποτυπώνεται η χρονική στιγμή αποστολής της απόκρισης σε κάθε αίτηση

Κάθε πείραμα επαναλήφθηκε, με τη μεταβολή των παρακάτω παραμέτρων:

1. Πρόσβαση του πελάτη στο server από τοπικό δίκτυο (LAN), ετερογενές δίκτυο της ευρύτερης μητροπολιτικής περιοχής (MAN) και με χρήση τηλεφωνικής γραμμής (modem)
2. Αποστολή Απλών και WebOnColl μηνυμάτων
3. Χρήση των ανεξάρτητων server Kalhas και Pasipahe
4. Δημιουργία συνθετικού φορτίου, με χρήση 0 έως 800 πελατών

Μετά από την ολοκλήρωση των πειραμάτων, υπολογίστηκαν οι αντίστοιχοι μέσοι όροι ρυθμού εξυπηρέτησης, σε αιτήσεις ανά δευτερόλεπτο.

Στο Σχήμα 23 φαίνεται η μεταβολή του ρυθμού εξυπηρέτησης τόσο για Απλά μηνύματα, όσο και για τα WebOnColl μηνύματα, με χρήση του server Kalhas, με τον πελάτη να βρίσκεται στο τοπικό δίκτυο του server.



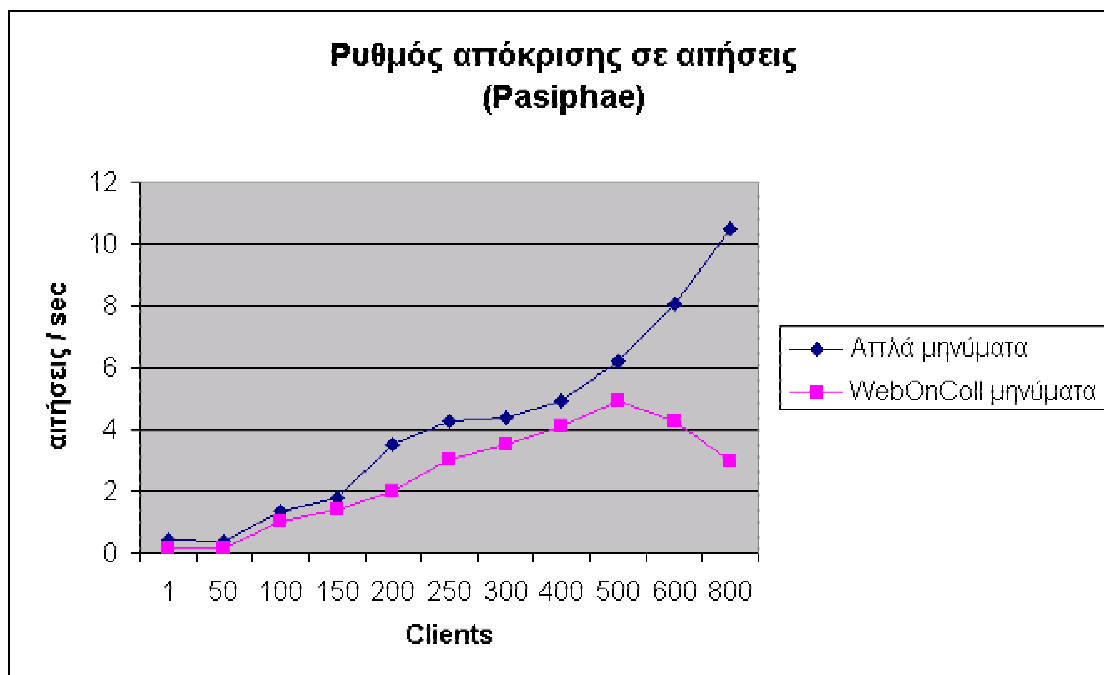
Σχήμα 23: Ρυθμός εξυπηρέτησης (Kalhas)

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η ομαλή λειτουργία της υπηρεσίας, για την εξυπηρέτηση των Απλών μηνυμάτων. Καθώς οι αιτήσεις με Απλά μηνύματα αυξάνονται γραμμικά, αυξάνεται με ομαλό τρόπο και ο ρυθμός εξυπηρέτησής τους από το server, φθάνοντας στην εξυπηρέτηση 10 περίπου αιτήσεων ανά δευτερόλεπτο. Η ανοδική τάση της γραμμής των απλών μηνυμάτων υποδηλώνει ότι το όριο ικανοποιητικής εξυπηρέτησης βρίσκεται πάνω από τους 800 ταυτόχρονα συνδεδεμένων χρηστών.

Αντίθετα, η εξυπηρέτηση των WebOnColl ακολουθεί διαφορετική τάση, καθώς ο ρυθμός εξυπηρέτησης δεν ξεπερνά τις 2 αιτήσεις ανά δευτερόλεπτο, παρά την αντίστοιχη αύξηση των εισερχόμενων αιτήσεων. Η καμπύλη ρυθμού εξυπηρέτησης των μηνυμάτων αυτών, αν και ελαφρώς χαμηλότερα από την αντίστοιχη των Απλών μηνυμάτων, δείχνει ανοδική πορεία μέχρι το σημείο των 250 χρηστών. Για περισσότερους χρήστες διαφαίνεται η αδυναμία του server να εξυπηρετήσει με ικανοποιητικό ρυθμό τις ολοένα και αυξανόμενες σε αριθμό αιτήσεις. Μάλιστα, για πολύ υψηλό αριθμό ταυτόχρονα συνδεδεμένων χρηστών, ο server φθάνει στο σημείο της άρνησης εξυπηρέτησης, καθώς ο αριθμός των εξυπηρετηθέντων αιτήσεων ανά δευτερόλεπτο αγγίζει το 0.

Η εξήγηση για την παραπάνω συμπεριφορά έγκειται στην ειδοποιό διαφορά των δύο κατηγοριών μηνυμάτων. Τα Απλά μηνύματα εξυπηρετούνται από το δοκιμασμένο για κλιμακωσιμότητα λογισμικό του jabberd server. Αντίθετα, τα WebOnColl μηνύματα εξυπηρετούνται από τη μονάδα λογισμικού που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, η οποία απαιτεί πρόσβαση, για κάθε αίτηση, στη Βάση Δεδομένων και δεν έχει βελτιστοποιηθεί σε θέματα διαχείρισης μνήμης. Επομένως, τόσο οι ολοένα αυξανόμενες αιτήσεις που συσσωρεύονται στη Βάση Δεδομένων, όσο και η μη αποτελεσματική διαχείριση μνήμης οδηγεί σε πτώση της απόδοσης, η οποία εκφράζεται στο παραπάνω διάγραμμα, ως μείωση του ρυθμού εξυπηρέτησης, μέχρι την άρνηση εξυπηρέτησης.

Στο Σχήμα 24 απεικονίζεται ο ρυθμός εξυπηρέτησης, ως συνάρτηση του αριθμού ταυτόχρονα συνδεδεμένων πελατών, τόσο για τα Απλά όσο και για τα WebOnColl μηνύματα, για το server Pasiphae.

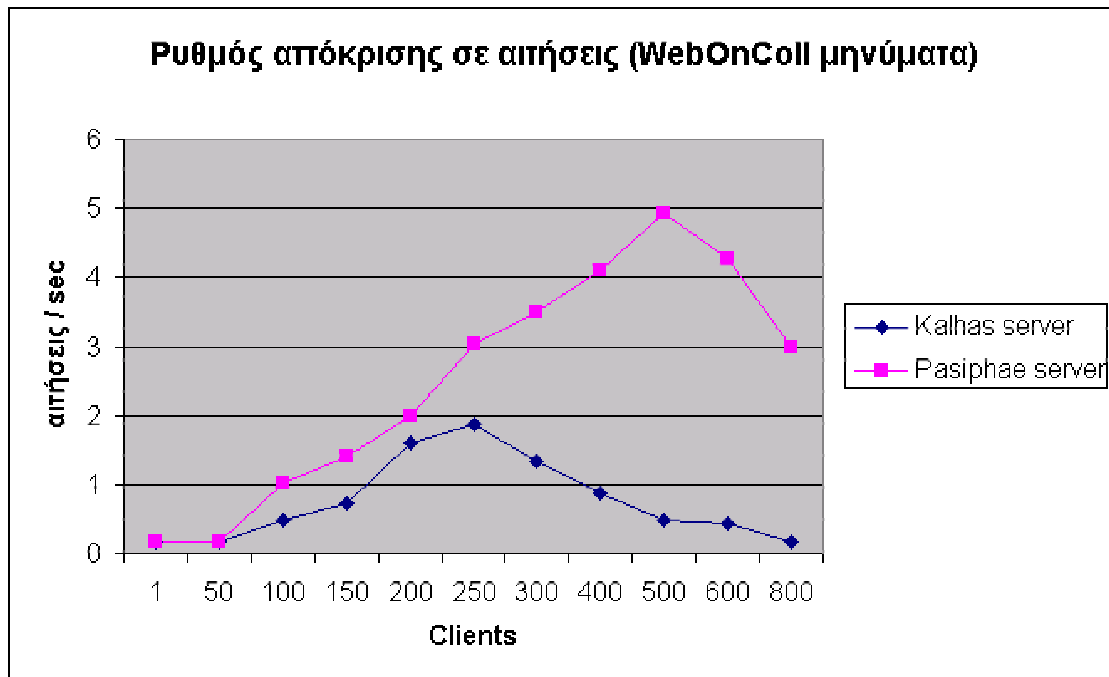


Σχήμα 24: Ρυθμός εξυπηρέτησης σε αιτήσεις/sec (Pasiphae)

Με τη χρήση ενός server με καλύτερο διαθέσιμο εξοπλισμό υλικού, παρατηρούμε ότι ο ρυθμός εξυπηρέτησης των Απλών μηνυμάτων είναι καλύτερος από την περίπτωση του server Kalhas, κατά μια περίπου αίτηση ανά δευτερόλεπτο, καθώς επιτυγχάνει μέγιστη τιμή ρυθμού εξυπηρέτησης τις 10.7 αιτήσεις ανά δευτερόλεπτο. Η μέγιστη τιμή επιτυγχάνεται στο μέγιστο αριθμό ταυτόχρονα συνδεδεμένων πελατών, γεγονός που υποδηλώνει ότι το όριο ικανοποιητικής λειτουργίας πιθανόν να εντοπίζεται για περισσότερους από 800 ταυτόχρονα συνδεδεμένους πελάτες.

Αντίθετα, η καμπύλη των WebOnColl μηνυμάτων παρουσιάζει μέγιστο ρυθμό εξυπηρέτησης τους 500 περίπου πελάτες, ενώ για περισσότερους επιδεικνύει πτωτική πορεία. Η πτωτική πορεία οφείλεται στις συσσωρευμένες αιτήσεις στη Βάση Δεδομένων και στην ποιότητα υλοποίησης της μονάδας λογισμικού που διαχειρίζεται τα WebOnColl μηνύματα. Η αυξητική πορεία του ρυθμού εξυπηρέτησης, από τους 0 έως τους 500 ταυτόχρονα συνδεδεμένους πελάτες, δείχνει την πολύ ικανοποιητική λειτουργία της υπηρεσίας για οποιοδήποτε μήνυμα.

Τέλος, στο Σχήμα 25, παρουσιάζεται η συγκριτική απεικόνιση του ρυθμού εξυπηρέτησης των WebOnColl μηνυμάτων από τους δύο διαθέσιμους servers, μιας και τα Απλά μηνύματα εξυπηρετούνται με ομαλό τρόπο.



Σχήμα 25: Ρυθμός εξυπηρέτησης σε αιτήσεις/sec (WebOnColl μηνύματα)

Στο διάγραμμα αυτό είναι εμφανή τα όρια αντοχής της υπηρεσίας σε σχέση με το διαθέσιμο υλικό των servers. Φαίνεται καθαρά ότι ο φτωχότερος σε διαθέσιμη μνήμη server Kalhas παρουσιάζει μέγιστη τιμή τις 2 αιτήσεις ανά δευτερόλεπτο στους 250 ταυτόχρονα συνδεδεμένους πελάτες. Αντίθετα, ο ισχυρότερος server Pasiphae επιδεικνύει μέγιστη τιμή τις 5 αιτήσεις ανά δευτερόλεπτο, στους 500 ταυτόχρονα συνδεδεμένους χρήστες, ενώ συνολικά η καμπύλη του τελευταίου δείχνει ανώτερη απόδοση σε όλη τη διάρκεια της προσθήκης νέων συνδέσεων. Η παρατήρηση αυτή ενισχύει το επιχείρημα της ανάγκης καλύτερης διαχείρισης των συνδέσεων στη Βάση Δεδομένων και της βελτιστοποίησης της διαχείρισης μνήμης από τη μονάδα λογισμικού που εξυπηρετεί τα WebOnColl μηνύματα.

6.2.3. Μεταφορά Αρχείων

Η παρούσα έκδοση του XMPP πρωτοκόλλου υποστηρίζει μεταφορά αρχείων μόνο μεταξύ δύο ομότιμων πελατών, χωρίς την παρέμβαση του κεντρικού server. Η μεταφορά αυτού του είδους ονομάζεται «Εκτός Ζώνης» (Out Of Band) καθώς δεν αφορά καθεαυτή την ανταλλαγή άμεσων μηνυμάτων και πληροφορίας παρουσίας, αλλά μεταφορά πιθανόν μεγάλου όγκου δεδομένων.

Στην περίπτωση της ιατρικής συνεργασίας, η μεταφορά αρχείων, όπως ιατρικές εξετάσεις και ιατρικά έγγραφα, αποτελεί ζωτική λειτουργία της υπηρεσίας. Κρίνεται απαραίτητη η επέκταση του πρωτοκόλλου και η κατάλληλη αντίστοιχη υλοποίηση για την πραγματοποίηση της μεταφοράς αρχείων. Για το σχεδιασμό ενός σχήματος μεταφοράς αρχείων, στο πλαίσιο της υπηρεσίας ιατρικής συνεργασίας, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι παρακάτω παράγοντες.

- Πιστοποίηση της ταυτότητας: ένας χρήστης πρέπει να αποδείξει την ταυτότητά του για να αποκτήσει δικαίωμα μεταφοράς αρχείου
- Έλεγχος πρόσβασης (access control): ένας χρήστης πρέπει να είναι πιστοποιημένο μέλος ενός Επεισοδίου για να επιτρέπεται να μεταφέρει κάποιο αρχείο
- Ασφάλεια μεταφοράς: οι προτεινόμενες λύσεις πρέπει να απαγορεύουν σε τρίτους τη διαμεσολάβηση και υποκλοπή των αρχείων που μεταφέρονται

Έχοντας λάβει υπόψη τις παραπάνω θεωρήσεις, προτείνουμε τα παρακάτω σχήματα για τη μεταφορά αρχείων:

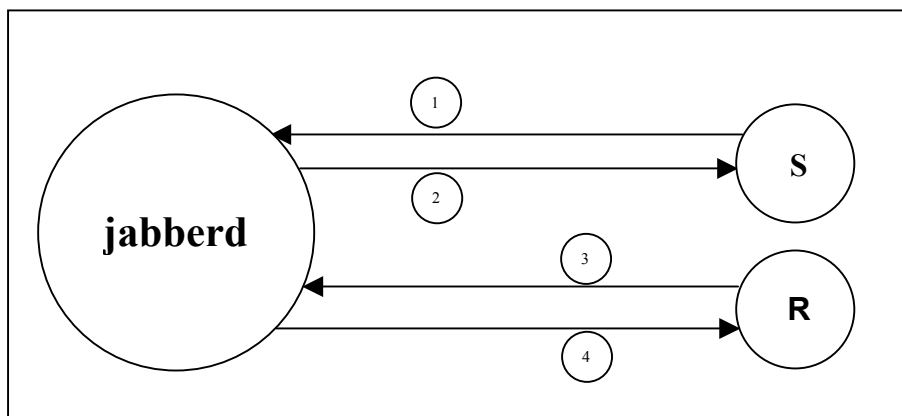
1. XML Session: η μεταφορά του αρχείου γίνεται μέσω της XML ροής που έχει εγκατασταθεί μεταξύ του server και του πελάτη, για σκοπούς μετάδοσης άμεσων μηνυμάτων και πληροφορίας παρουσίας
2. Κατανεμημένη Βάση Δεδομένων ή HTTP server: κάθε πελάτης διατηρεί μια τοπική Βάση Δεδομένων ή έναν τοπικό HTTP server, στους οποίους τοποθετούνται και γίνονται διαθέσιμα όλα τα διαμοιραζόμενα αρχεία
3. Κεντρική Βάση Δεδομένων: ο κεντρικός server διατηρεί μια βάση δεδομένων ή έναν τοπικό HTTP server, τους οποίους προσπελαίνουν ανεξάρτητα οι πελάτες για την ανάκτηση ή αποθήκευση των αρχείων
4. Ιδιωτικό κανάλι μεταφοράς (private socket): για κάθε μεταφορά αρχείου, δημιουργείται μια νέα σύνδεση μεταξύ του πελάτη και του server, με σκοπό τη μεταφορά του αρχείου και μόνο. Μετά τη λήξη της μεταφοράς, η σύνδεση αυτή παύει να υπάρχει.

Στο υπόλοιπο της ενότητας αυτής, περιγράφονται αναλυτικά οι προτεινόμενες μέθοδοι, αξιολογούνται θεωρητικά και συγκρίνονται με βάση τις πειραματικές μετρήσεις της απόδοσής τους.

6.2.3.1. XML Session

Σε αυτό το σχήμα, η μεταφορά του αρχείου γίνεται μέσω της XML ροής που έχει εγκατασταθεί μεταξύ του server και του πελάτη, για σκοπούς μετάδοσης άμεσων μηνυμάτων και πληροφορίας παρουσίας. Το προς μεταφοράς αρχείο κωδικοποιείται με βάση τον κώδικα Base64 [53], τον προτυποποιημένο κώδικα για τη μεταφορά δυαδικής πληροφορίας πάνω από το Διαδίκτυο, συμπεριλαμβάνεται σε κατάλληλο XML μήνυμα και αποστέλλεται στον παραλήπτη. Όλα τα αρχεία αποθηκεύονται σε

μια βάση δεδομένων, που βρίσκεται στον ίδιο κόμβο με το server. Στη συνέχεια, αναφέρονται τα μηνύματα αίτησης και απόκρισης για την προσθήκη ενός αρχείου σε ένα Επεισόδιο και την ανάκτηση ενός αρχείου από ένα Επεισόδιο.



Σχήμα 26: Μεταφορά αρχείων μέσω XML Session

Βήμα	Μήνυμα
Βήμα 1	<pre><iq type="set" to="wcs.ics.forth.gr"> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemAdd"> <episodeID>episode1@episodes</episodeID> <itemID>Refferal.episode1</itemID> <ownerID>evi@wcs.ics.forth.gr</ownerID> <description>Evi's consultation note</description> <type>ConsultationNote</type> <data>/* Τα περιεχόμενα του αρχείου */</data> </x> </iq></pre>
Βήμα 2	<pre><iq type="result" to="evi@wcs.ics.forth.gr" from='wcs.ics.forth.gr'> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemAdd"> <message>Item was added successfully</message> </x> </iq></pre>
Βήμα 3	<pre><iq type="get" to="wcs.ics.forth.gr"> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemData"> <episodeID>episode1@episodes</episodeID> <itemID>Referral.cdemou.episode1.20021028210154</itemID> </x> </iq></pre>
Βήμα 4	<pre><iq type="result" to="evi@wcs.ics.forth.gr" from='wcs.ics.forth.gr'> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemData"> <episodeID>episode1@episodes</episodeID> <itemID>Referral.cdemou.episode1.20021028210154</itemID> <ownerID>evi@wcs.ics.forth.gr</ownerID> <description>Evi's consultation note</description> <type>ConsultationNote</type> <data>/* Τα περιεχόμενα του αρχείου */</data> </x> </iq></pre>

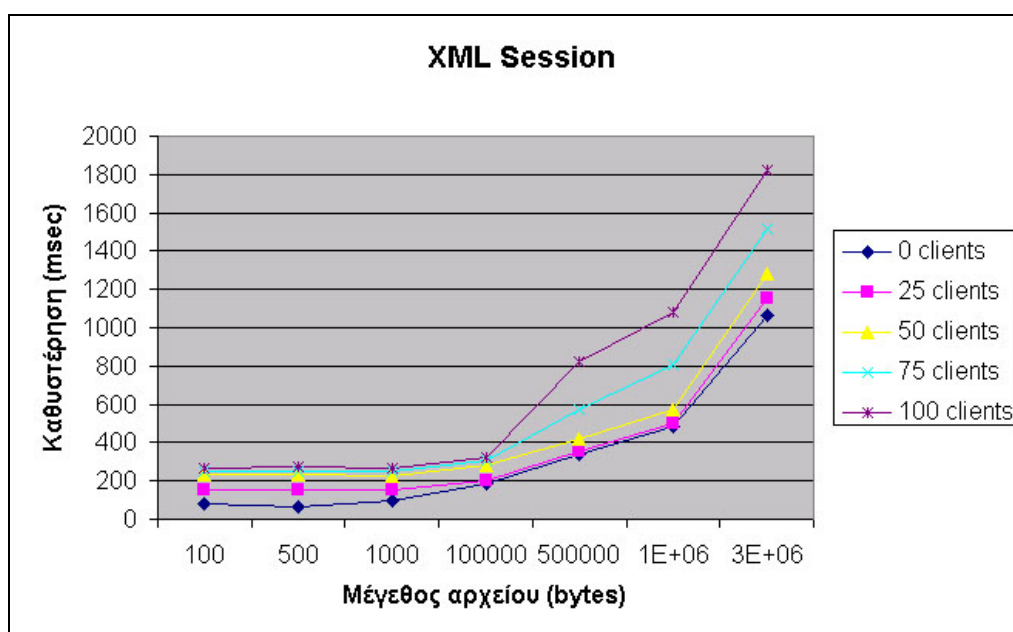
Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι:

- η απλότητα της υλοποίησης
- η μη δέσμευση επιπλέον πόρων
- η εγγύηση για πιστοποίηση, έλεγχο πρόσβασης και ασφάλεια μεταφοράς

Το βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι η δέσμευση της μοναδικής σύνδεσης του πελάτη με την υπηρεσία, για όσο χρονικό διάστημα χρειαστεί η μεταφορά. Με τον τρόπο αυτό καθυστερείται η παράδοση κρίσιμων μηνυμάτων και ειδοποιήσεων, καθώς το κανάλι ελευθερώνεται για αυτά τα μηνύματα, μόνο μετά το τέλος της μεταφοράς τους αρχείου. Αν, μάλιστα, η μεταφορά διαρκέσει αρκετές δεκάδες δευτερόλεπτα, ο server δεν λαμβάνει το ίχνος παρουσίας του πελάτη, με αποτέλεσμα να τον θεωρήσει αποσυνδεδεμένο. Η περίπτωση αυτή είναι αρκετά ρεαλιστική στην περίπτωση που ο πελάτης χρησιμοποιεί modem για τη σύνδεσή του στην υπηρεσία.

Για την πειραματική αξιολόγηση της προτεινόμενης μεθόδου, χρησιμοποιήθηκε ο server Pasipahe και 1 έως 100 ταυτόχρονα συνδεδεμένοι πελάτες, οι οποίοι στέλνουν αιτήσεις ανάκτησης αρχείων από 100 bytes έως 3MB. Η λήψη κάθε αρχείου επαναλήφθηκε 100 φορές, και κάθε ομάδα πειραμάτων επαναλήφθηκε 5 φορές. Μετρήθηκε ο συνολικός χρόνος λαμβανόμενης από τον πελάτη καθυστέρησης, από τη χρονική στιγμή αποστολής της αίτησης, μέχρι την ολοκλήρωση της λήψης του αρχείου. Χρησιμοποιήθηκε σύνδεση τοπικού δικτύου (LAN).

Στο Σχήμα 27 απεικονίζεται η καθυστέρηση για τη μεταφορά αρχείων διάφορων μεγεθών, όπως παρατηρείται από την πλευρά του πελάτη, από την αρχικοποίηση της αίτησης μέχρι την ολοκλήρωση της λήψης του αρχείου.

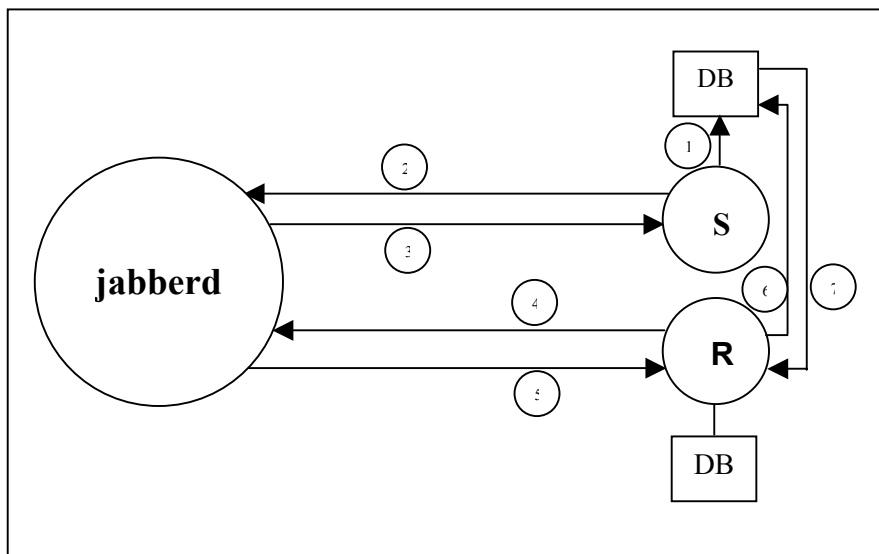


Σχήμα 27: Καθυστέρηση μεταφοράς αρχείων για αυξανόμενο μέγεθος αρχείου (XML Session)

Παρατηρούμε ότι με την αύξηση του αριθμού των ταυτόχρονων αιτήσεων, η αύξηση της καθυστέρησης γίνεται με ομαλό τρόπο. Επίσης, ομαλή είναι και η αύξηση της καθυστέρησης με την αντίστοιχη αύξηση του μεγέθους του μεταφερόμενου αρχείου. Στο παραπάνω διάγραμμα, δεν παρατηρείται η πτώση της απόδοσης από συσσώρευση αιτήσεων στη Βάση Δεδομένων, παρά το γεγονός ότι ο όγκος των δεδομένων που ανταλλάσσονται είναι πολλαπλάσιος. Αυτό συμβαίνει γιατί ο απόλυτος αριθμός των ανοικτών συνδέσεων στη Βάση Δεδομένων, κάθε στιγμή, δεν ξεπερνά το 100. Κάθε ανοικτή σύνδεση στη Βάση Δεδομένων αναλαμβάνει τη μεταφορά μεγάλου όγκου δεδομένων, συνθήκη που φαίνεται να αντιμετωπίζει αποδοτικά η μονάδα λογισμικού για τη διαχείριση των συνδέσεων.

6.2.3.2. Κατανεμημένη Βάση Δεδομένων

Σύμφωνα με αυτή τη λύση, κάθε πελάτης διατηρεί μια τοπική βάση δεδομένων. Οποτεδήποτε ένας μετέχοντας επιθυμεί την αποστολή ενός αρχείου, το τοποθετεί στη βάση δεδομένων και δημοσιοποιεί την τοποθεσία στο server της υπηρεσίας, ο οποίος αναλαμβάνει τη διατήρηση της σχετικής λίστας διαθέσιμων αρχείων. Οποτεδήποτε ένας μετέχοντας επιθυμεί την ανάκτηση ενός αρχείου, ανακτά την τοποθεσία του αρχείου από το server. Στη συνέχεια, πιστοποιεί την ταυτότητά του στη βάση δεδομένων του ιδιοκτήτη του αρχείου και, εφόσον επιτύχει, μεταφέρει το αρχείο. Η λύση αυτή συμμορφώνεται με το XMPP πρωτόκολλο, που επιτάσσει την ανταλλαγή αρχείων μεταξύ ομότιμων, χωρίς την παρέμβαση του server. Στη συνέχεια, αναφέρονται τα μηνύματα αίτησης και απόκρισης για την προσθήκη ενός αρχείου σε ένα Επεισόδιο και την ανάκτηση ενός αρχείου από ένα Επεισόδιο.



Σχήμα 28: Μεταφορά αρχείων με χρήση Κατανεμημένης Βάσης Δεδομένων

Βήμα	Μήνυμα
Βήμα 1	Σύνδεση με τοπική βάση δεδομένων και προσθήκη αρχείου
Βήμα 2	<pre><iq type="set" to="wcs.ics.forth.gr"> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemAdd"> <episodeID>episodel@episodes</episodeID> <itemID>Refferal.episode1</itemID> <ownerID>evi@wcs.ics.forth.gr</ownerID> <description>Evi's consultation note</description> <type>ConsultationNote</type> </x> </iq></pre>
Βήμα 3	<pre><iq type="result" to="evi@wcs.ics.forth.gr" from='wcs.ics.forth.gr'> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemAdd"> <message>Item data were updated successfully</message> </x> </iq></pre>
Βήμα 4	<pre><iq type="get" to="wcs.ics.forth.gr"> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemAddOOB"> <episodeID>episodel@episodes</episodeID> <itemID>Refferal.episode1</itemID> </x> </iq></pre>

Βήμα	Μήνυμα
Βήμα 5	<pre><iq type="result" to="wcs.ics.forth.gr"> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemAddOOB"> <episodeID>episode1@episodes</episodeID> <itemID>Refferal.episode1</itemID> <URI>139.91.190.138:3200</URI> <ownerID>evi@wcs.ics.forth.gr</ownerID> <description>Evi's consultation note</description> <type>ConsultationNote</type> </x> </iq></pre>
Βήμα 6	Σύνδεση με βάση δεδομένων, πιστοποίηση ταυτότητας και αίτηση για ανάκτηση αρχείου
Βήμα 7	Μεταφορά αρχείου

Τα πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η σημαντική μείωση του φορτίου του server, καθώς απαλλάσσεται πλήρως από τη μεταφορά ογκωδών αρχείων.

Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι:

- **Μικρή διαθεσιμότητα:** η λύση αυτή απαιτεί από όλους τους κόμβους με λογισμικό πελατών να είναι συνεχώς διαθέσιμοι, έτσι ώστε να είναι ανά πάσα στιγμή διαθέσιμα τα ιατρικά έγγραφα και οι εξετάσεις. Αυτή η απαίτηση δεν είναι ρεαλιστική, καθώς οποιαδήποτε πιθανή βλάβη ή προσωρινή διακοπή σύνδεσης σε κάποιον πελάτη καθιστά μη διαθέσιμα τα αρχεία που βρίσκονται στον κόμβο αυτό.
- **Υψηλό φορτίο για τους πελάτες:** οι κόμβοι πελατών με κρίσιμα και συχνά προσπελάσιμα αρχεία πιθανόν να διαθέτουν περιορισμένους πόρους ή να παρουσιάζουν άλλα λειτουργικά προβλήματα. υφίστανται. Συνεπώς, πολλαπλές ταυτόχρονες αιτήσεις οδηγούν σε συνολική μείωση της απόδοσης της συνολικής υπηρεσίας και πιθανή άρνηση εξυπηρέτησης.
- **Δυσκολία διαχείρισης:** η κατανομή των αρχείων της υπηρεσίας σε διαφορετικούς κόμβους καθιστά δύσκολη την αποτελεσματική διαχείριση της υπηρεσίας.
- **Η πιστοποίηση της ταυτότητας και ο έλεγχος πρόσβασης πραγματοποιούνται στους κόμβους των πελατών.** Κάθε πελάτης πρέπει να διατηρεί μια λίστα με νόμιμους χρήστες της υπηρεσίας, αλλά και τους νόμιμους χρήστες κάθε Επεισοδίου. Είναι προφανές ότι κάθε αλλαγή στην πληροφορία αυτή θα πρέπει να προωθηθεί σε όλους τους πελάτες για να ανανεώσουν τις λίστες πιστοποίησης ανάλογα. Παράκαμψη σε αυτό το πρόβλημα αποτελεί η αποστολή των στοιχείων κάθε χρήστη στο server για πιστοποίηση, διαδικασία που περιπλέκει και καθυστερεί μια σχετικά απλή λειτουργία. Τα παραπάνω καθιστούν τη λύση αυτή ελάχιστα αποδοτική.

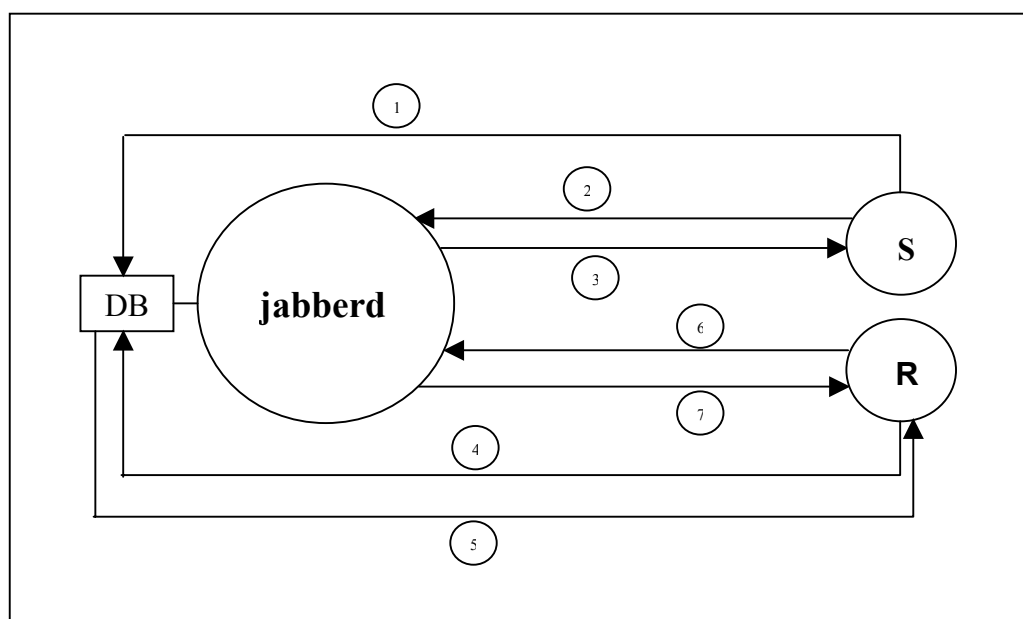
Η λύση του κατανεμημένου HTTP server ακολουθεί το παράδειγμα της προηγούμενης λύσης, με μόνη διαφορά τη χρήση HTTP server ως μέσου για την πρόσβαση στα διαμοιραζόμενα αρχεία. Η προσέγγιση παρουσιάζει τις ίδιες ιδιότητες και μοναδική προσθήκη αποτέλεσε η υλοποίηση μιας μονάδας λογισμικού που αναλαμβάνει την πιστοποίηση της ταυτότητας των χρηστών.

Η προσέγγιση της κατανεμημένης αποθήκευσης αρχείων δεν αξιολογήθηκε πειραματικά, καθώς μια τέτοια πειραματική αξιολόγηση δεν θα προσέγγιζε ρεαλιστικά τις διαφορετικές συνθήκες που επικρατούν στις συνδέσεις διάφορων πελατών με τον κεντρικό server. Σε κάθε περίπτωση, η συγκεκριμένη λύση δεν

καθιστά ικανοποιητική προσέγγιση λόγω των σοβαρών σχεδιαστικών μειονεκτημάτων της, αφού προτάθηκε μόνο για συμβατότητα με το υπάρχον XMPP πρωτόκολλο.

6.2.3.3. Κεντρική Βάση Δεδομένων

Σύμφωνα με αυτή τη λύση, μια κεντρική βάση δεδομένων διατηρεί όλα τα διαμοιραζόμενα αρχεία. Κάθε χρήστης ανακτά και προσθέτει αρχεία κατευθείαν σε αυτή τη βάση δεδομένων. Με σκοπό την εύκολη διαχείριση και την εγγύηση υψηλής διαθεσιμότητας, η βάση δεδομένων τοποθετείται στον ίδιο κόμβο με το server της υπηρεσίας. Στη συνέχεια, αναφέρονται τα μηνύματα αίτησης και απόκρισης για την προσθήκη ενός αρχείου σε ένα Επεισόδιο και την ανάκτηση ενός αρχείου από ένα Επεισόδιο.



Σχήμα 29: Μεταφορά αρχείων με χρήση Κεντρικής Βάσης Δεδομένων

Βήμα	Μήνυμα
Βήμα 1	Σύνδεση με βάση δεδομένων, πιστοποίηση και προσθήκη αρχείου
Βήμα 2	<pre><iq type="set" to="wcs.ics.forth.gr"> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemAdd"> <episodeID>episode1@episodes</episodeID> <itemID>Refferal.episode1</itemID> <ownerID>evi@wcs.ics.forth.gr</ownerID> <description>Evi's consultation note</description> <type>ConsultationNote</type> </x> </iq></pre>
Βήμα 3	<pre><iq type="result" to="evi@wcs.ics.forth.gr" from='wcs.ics.forth.gr'> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemAdd"> <message>Item data were updated successfully</message> </x> </iq></pre>
Βήμα 4	Σύνδεση με βάση δεδομένων, πιστοποίηση ταυτότητας και αίτηση για ανάκτηση αρχείο
Βήμα 5	Μεταφορά αρχείου από βάση δεδομένων

Βήμα	Μήνυμα
Βήμα 6	<pre> Αίτηση για ανάκτηση μετα-δεδομένων για το αρχείο <iq type="get" to="wcs.ics.forth.gr"> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemData"> <episodeID>episode1@episodes</episodeID> <itemID>Referral.cdemou.episode1.20021028210154</itemID> </x> </iq> </pre>
Βήμα 7	<pre> Αποστολή μετα-δεδομένων για το αρχείο <iq type="result" to="evi@wcs.ics.forth.gr" from='wcs.ics.forth.gr'> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemData"> <episodeID>episode1@episodes</episodeID> <itemID>Referral.cdemou.episode1.20021028210154</itemID> <ownerID>evi@wcs.ics.forth.gr</ownerID> <description>Evi's consultation note</description> <type>ConsultationNote</type> </x> </iq> </pre>

Τα πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι:

- η μείωση του φορτίου της διεργασίας του server
- η υψηλή διαθεσιμότητα

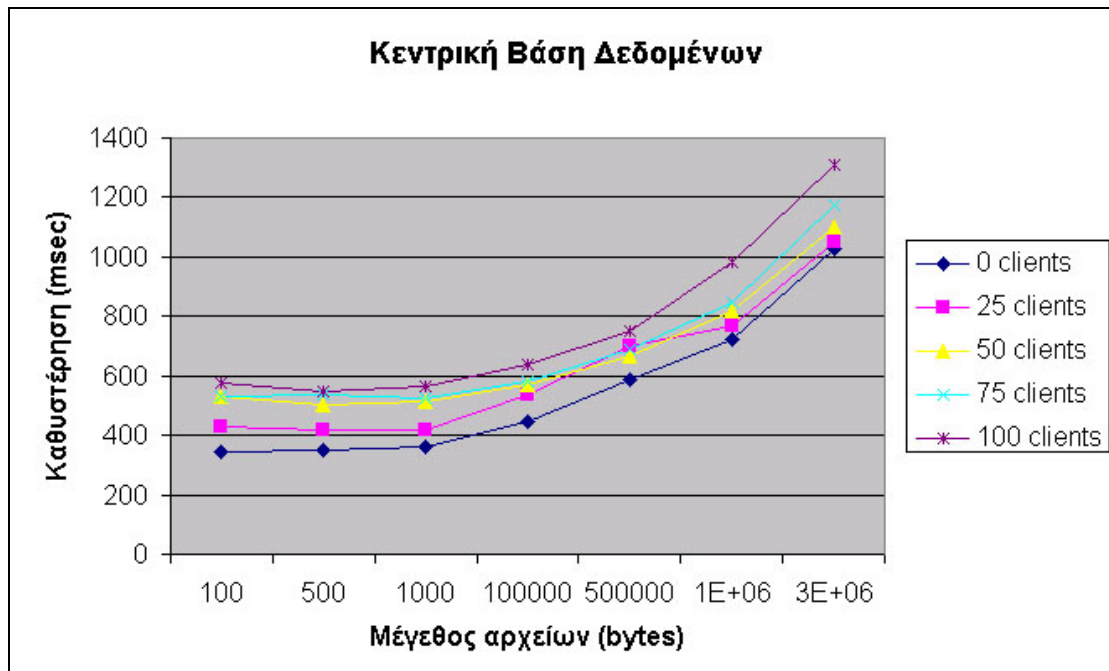
Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι:

- έλλειψη συγχρονισμού: η ανεξάρτητη λειτουργία του server της υπηρεσίας και της βάσης δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε κακό συγχρονισμό. Για παράδειγμα, ένας χρήστης μπαίνει για πρώτη φορά σε ένα Επεισόδιο, στέλνοντας το κατάλληλο XML μήνυμα στο server. Αμέσως, προσθέτει ένα αρχείο σε αυτό το Επεισόδιο, με απευθείας σύνδεση στη βάση δεδομένων. Είναι πιθανό, ο μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης της βάσης δεδομένων να απορρίψει την αίτηση, εξ' αιτίας καθυστερήσεων στη διαδικασία καταχώρησης του χρήστη στο Επεισόδιο.
- απαιτείται επιπρόσθετη προσπάθεια για την υλοποίηση της πιστοποίησης και του ελέγχου πρόσβασης

Η λύση του καταναμημένου HTTP server ακολουθεί το παράδειγμα της προηγούμενης λύσης, με μόνη διαφορά τη χρήση HTTP server ως μέσου για την πρόσβαση στα διαμοιραζόμενα αρχεία. Η προσέγγιση παρουσιάζει τις ίδιες ιδιότητες και μοναδική προσθήκη αποτέλεσε η υλοποίηση μιας μονάδας λογισμικού που αναλαμβάνει την πιστοποίηση της ταυτότητας των χρηστών.

Για την πειραματική αξιολόγηση της προτεινόμενης μεθόδου, χρησιμοποιήθηκε ο server Pasipahe και 1 έως 100 ταυτόχρονα συνδεδεμένοι πελάτες, οι οποίοι στέλνουν αιτήσεις ανάκτησης αρχείων από 100 bytes έως 3MB. Η λήψη κάθε αρχείου επαναλήφθηκε 100 φορές, και κάθε ομάδα πειραμάτων επαναλήφθηκε 5 φορές. Μετρήθηκε ο συνολικός χρόνος λαμβανόμενης από τον πελάτη καθυστέρησης, από τη χρονική στιγμή αποστολής της αίτησης, μέχρι την ολοκλήρωση της λήψης του αρχείου. Χρησιμοποιήθηκε σύνδεση τοπικού δικτύου (LAN).

Στο Σχήμα 30, φαίνεται η καθυστέρηση για τη μεταφορά αρχείων διάφορων μεγεθών, όπως παρατηρείται από την πλευρά του πελάτη, από την αρχικοποίηση της αίτησης μέχρι την ολοκλήρωση λήψης του αρχείου, με χρήση κεντρικής βάσης δεδομένων.



Σχήμα 30: Καθυστέρηση στη μεταφορά αρχείων για αυξανόμενο μέγεθος αρχείου (Κεντρική Βάση Δεδομένων)

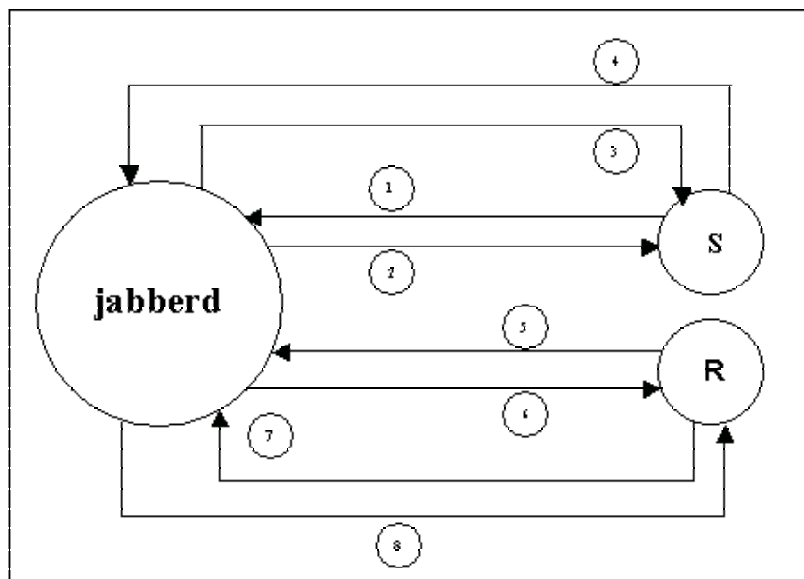
Παρατηρούμε ότι με την αύξηση του αριθμού των ταυτόχρονων αιτήσεων, η αύξηση της καθυστέρησης γίνεται με ομαλό τρόπο. Επίσης, ομαλή είναι και η αύξηση της καθυστέρησης με την αντίστοιχη αύξηση του μεγέθους του μεταφερόμενου αρχείου. Σε σύγκριση με την περίπτωση της μεταφοράς αρχείων με τη μέθοδο XML Session, η παρούσα μέθοδος φαίνεται να αποδίδει καλύτερα για μεγάλα αρχεία σε απόλυτες τιμές, καθώς χρησιμοποιεί κανάλια σύνδεσης με τη Βάση Δεδομένων, που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τη μεταφορά των αρχείων. Αντίθετα, η μέθοδος XML Session χρησιμοποιεί το ίδιο κανάλι επικοινωνίας, τόσο για τη μεταφορά αρχείων, όσο και για τη μετάδοση άλλων απαραίτητων πληροφοριών, με αποτέλεσμα την παρουσίαση μεγαλύτερης καθυστέρησης της τάξης των 600 millisecond, για τα αρχεία των 3MB.

Σε ότι αφορά τα μικρά αρχεία, από 100 bytes έως 100 KB, φαίνεται ότι η μέθοδος XML Session αποδίδει καλύτερα, αφού παρουσιάζει σχεδόν τη μισή καθυστέρηση σε σχέση με τη μέθοδο της κεντρικής Βάσης Δεδομένων. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο κόστος εγκαθίδρυσης μιας νέας σύνδεσης με τη Βάση Δεδομένων, για τη μεταφορά πολύ μικρού όγκου δεδομένων.

6.2.3.4. Ιδιωτικό κανάλι μεταφοράς

Σύμφωνα με αυτή τη λύση, η μεταφορά λαμβάνει χώρα μέσω ενός νέου, ξεχωριστού, ιδιωτικού καναλιού επικοινωνίας, που δημιουργείται για τους σκοπούς αυτής της μεταφοράς. Ο αποστολέας του αρχείου στέλνει ένα XML μήνυμα στον παραλήπτη, πληροφορώντας τον σχετικά με την IP διεύθυνση και τη θύρα (port) της νέας σύνδεσης. Με τη λήψη του μηνύματος, ο παραλήπτης προσπαθεί να συνδεθεί στην παραπάνω διεύθυνση, μέσα σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Με την εγκατάσταση της σύνδεσης, το αρχείο μεταφέρεται στον παραλήπτη. Με το πέρας της μεταφοράς, η σύνδεση τερματίζεται. Όλα τα αρχεία αποθηκεύονται στη βάση

δεδομένων του server. Στη συνέχεια, αναφέρονται τα μηνύματα αίτησης και απόκρισης για την προσθήκη ενός αρχείου σε ένα Επεισόδιο και την ανάκτηση ενός αρχείου από ένα Επεισόδιο.



Σχήμα 31: Μεταφορά αρχείων με χρήση ιδιωτικού καναλιού μεταφοράς

Βήμα	Μήνυμα
Βήμα 1	<pre><iq type="set" to="wcs.ics.forth.gr"> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemAdd"> <episodeID>episode1@episodes</episodeID> <itemID>Refferal.episode1</itemID> <ownerID>evi@wcs.ics.forth.gr</ownerID> <description>Evi's consultation note</description> <type>ConsultationNote</type> <ip>139.91.190.121</ip> <port>5250</port> </x> </iq></pre>
Βήμα 2	<pre><iq type="result" to="evi@wcs.ics.forth.gr" from='wcs.ics.forth.gr'> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemAdd"> <message>Item is being trasfered in a private socket</message> </x> </iq></pre>
Βήμα 3	Σύνδεση
Βήμα 4	Μεταφορά αρχείου
Βήμα 5	<pre><iq type="get" to="wcs.ics.forth.gr"> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemData"> <episodeID>episode1@episodes</episodeID> <itemID>Referral.cdemou.episode1.20021028210154</itemID> </x> </iq></pre>
Βήμα 6	<pre><iq type="result" to="evi@wcs.ics.forth.gr" from='wcs.ics.forth.gr'> <x xmlns="jabber:x:webOnColl:itemData"> <episodeID>episode1@episodes</episodeID> <itemID>Referral.cdemou.episode1.20021028210154</itemID> <ownerID>evi@wcs.ics.forth.gr</ownerID> <description>Evi's consultation note</description> <type>ConsultationNote</type> <ip>139.91.190.18</ip> <port>5250</port> </x> </iq></pre>
Βήμα 7	Σύνδεση

Τα πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι:

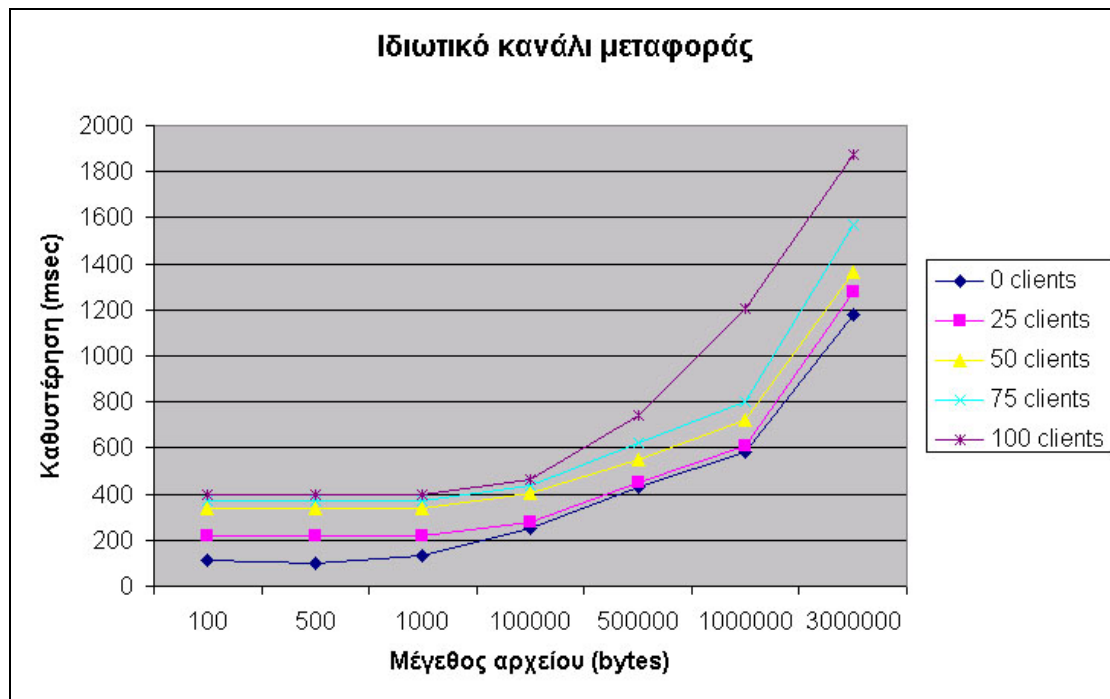
- αποδέσμευση της βασικής XML ροής μεταξύ του πελάτη και του server: το βασικό κανάλι επικοινωνίας συνεχίζει να λειτουργεί, μεταφέροντας κρίσιμα μηνύματα και πληροφορία παρουσίας.
- πιστοποίηση, έλεγχος πρόσβασης και ασφάλεια με προφανή τρόπο
- υψηλή διαθεσιμότητα

Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι:

- Το λογισμικό πελάτη πρέπει να υλοποιήσει την αντίστοιχη μονάδα λογισμικού, που να διαχειρίζεται τις νέες συνδέσεις

Για την πειραματική αξιολόγηση της προτεινόμενης μεθόδου, χρησιμοποιήθηκε ο server Pasirape και 1 έως 100 ταυτόχρονα συνδεδεμένοι πελάτες, οι οποίοι στέλνουν αιτήσεις ανάκτησης αρχείων από 100 bytes έως 3MB. Η λήψη κάθε αρχείου επαναλήφθηκε 100 φορές, και κάθε ομάδα πειραμάτων επαναλήφθηκε 5 φορές. Μετρήθηκε ο συνολικός χρόνος λαμβανόμενης από τον πελάτη καθυστέρησης, από τη χρονική στιγμή αποστολής της αίτησης, μέχρι την ολοκλήρωση της λήψης του αρχείου. Χρησιμοποιήθηκε σύνδεση τοπικού δικτύου (LAN).

Στο Σχήμα 32 φαίνεται η καθυστέρηση για τη μεταφορά αρχείων διάφορων μεγεθών, όπως παρατηρείται από την πλευρά του πελάτη, από την αρχικοποίηση της αίτησης μέχρι την ολοκλήρωση λήψης του αρχείου, με χρήση κεντρικής βάσης δεδομένων.



Σχήμα 32: Καθυστέρηση στη μεταφορά αρχείων για αυξανόμενο μέγεθος αρχείου (Ιδιωτικό Κανάλι Μεταφοράς)

Παρατηρούμε ότι η αύξηση της καθυστέρησης είναι ομαλή, καθώς αυξάνεται τόσο το μέγεθος των αρχείων, όσο και ο αριθμός των ταυτόχρονα συνδεδεμένων χρηστών. Η απόδοση της μεθόδου αυτής κυμαίνεται σε απόλυτες τιμές κοντά στην απόδοση της μεθόδου XML Session. Θα ήταν αναμενόμενο, η χρήση ξεχωριστού καναλιού

μεταφοράς να μειώσει το χρόνο καθυστέρησης μεταφοράς, όπως συνέβη με τη μέθοδο της κεντρικής βάσης δεδομένων. Στην παρούσα μέθοδο, όμως, ο διαχωρισμός της διαδικασίας μεταφοράς σε επιμέρους βήματα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 30, αναιρεί το πλεονέκτημα χρήσης ξεχωριστού καναλιού μεταφοράς.

6.2.3.5. Σύνοψη αξιολόγησης μεθόδων μεταφοράς αρχείων

Στις προηγούμενες παραγράφους, παρουσιάστηκαν και εξετάστηκαν ποιοτικά και πειραματικά τέσσερις μέθοδοι μεταφοράς αρχείων. Η XML Session μέθοδος είναι ιδιαίτερα απλή στην υλοποίηση και εύκολα ενσωματώσιμη στην αρχιτεκτονική του υπόλοιπου περιβάλλοντος. Η χρήση, όμως, του μοναδικού καναλιού μεταφοράς για τη μεταφορά μεγάλων αρχείων καθυστερεί τη μετάδοση άλλης κρίσιμης πληροφορίας. Η μέθοδος της Κατανεμημένης Βάσης Δεδομένων προτάθηκε μόνο για συμβατότητα με το υπάρχον βασικό XMPP πρωτόκολλο, αφού συνολικά δεν συνάδει με τις απαιτήσεις του περιβάλλοντος ιατρικής συνεργασίας. Η μέθοδος της Κεντρικής Βάσης Δεδομένων είναι ιδιαίτερα αποδοτική, καθώς η χρήση ενός ειδικού καναλιού μεταφοράς αποδεικνύεται ιδανική λύση για μεγάλα αρχεία. Παρουσιάζει, όμως, προβλήματα συγχρονισμού με την κύρια εφαρμογή συνεργασίας και απαιτεί υλοποίηση επιπρόσθετων μηχανισμών πιστοποίησης και ελέγχου πρόσβασης σε Επεισόδια. Τέλος, η μέθοδος του Ιδιωτικού Καναλιού Μεταφοράς αποδεικνύεται η ελκυστικότερη, καθώς χρησιμοποιεί ένα ειδικό κανάλι μεταφοράς για κάθε αρχείο, ενώ ολοκληρώνεται στο υπόλοιπο πλαίσιο του περιβάλλοντος με ομοιόμορφο τρόπο. Η μέθοδος αποδίδει καλύτερα από τη μέθοδο Κεντρικής Βάσης Δεδομένων για μικρά αρχεία, ενώ για μεγάλα αρχεία, η απόδοσή της είναι συγκρίσιμη με τη μέθοδο XML Session.

6.2.4. Ασφάλεια

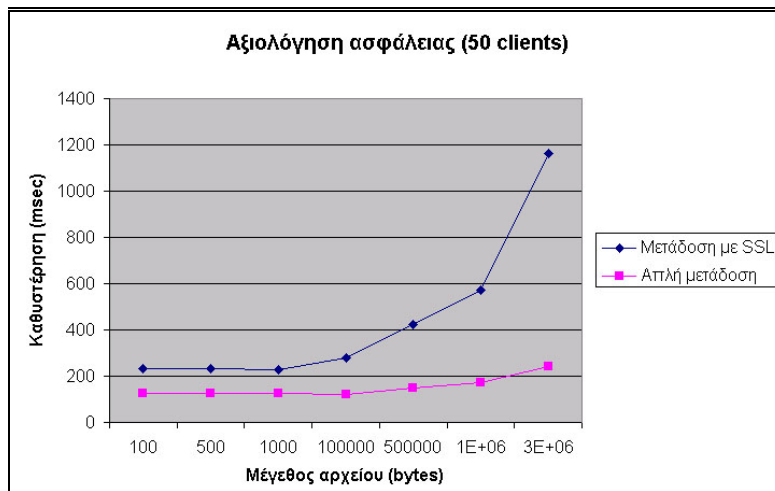
Η χρήση μηχανισμών ασφάλειας, κατά την ανταλλαγή δεδομένων, είναι μια επιτακτική ανάγκη, ιδίως στο πλαίσιο της ιατρικής συνεργασίας, καθώς απαιτείται η μεταφορά πάνω από το δίκτυο ευαίσθητων προσωπικών και απόρρητων δεδομένων. Παράλληλα, είναι αναγκαία η παροχή εγγυήσεων για την ακεραιότητα των μεταφερόμενων ιατρικών εγγράφων και την πιστοποίηση της ταυτότητας του ιδιοκτήτη ή δημιουργού τους. Οι παραπάνω απαιτήσεις υλοποιούνται, στην παρούσα εργασία, με χρήση της τεχνολογίας SSL, για την ασφαλή μεταφορά δεδομένων, και τη χρήση ψηφιακών υπογραφών για την εγγύηση της ακεραιότητας των εγγράφων και την πιστοποίηση της ταυτότητας του ιδιοκτήτη τους.

Η υιοθέτηση αυτών των τεχνολογιών παρέχει τις απαιτούμενες εγγυήσεις, αλλά εισάγει σημαντικές καθυστερήσεις στις συναλλαγές και, κατά συνέπεια, επηρεάζει άμεσα την απόδοση της υπηρεσίας. Οι ακόλουθες μετρήσεις εστιάζονται στη εκτίμηση της απόδοσης του server και της παρατηρούμενες καθυστερήσεις στους πελάτες, με χρήση αυτών των τεχνολογιών και τη σύγκρισή τους με τις αντίστοιχες μετρήσεις που έγιναν απουσία αυτών των τεχνολογιών.

Στο σύνολο πειραμάτων για την ασφάλεια, χρησιμοποιήθηκε ο server Pasipahe και 1 έως 100 ταυτόχρονα συνδεδεμένοι πελάτες, οι οποίοι στέλνουν αιτήσεις ανάκτησης αρχείων από 100 bytes έως 3MB. Η λήψη κάθε αρχείου επαναλήφθηκε 100 φορές, και κάθε ομάδα πειραμάτων επαναλήφθηκε 5 φορές. Μετρήθηκε ο συνολικός χρόνος λαμβανόμενης από τον πελάτη καθυστέρησης, από τη χρονική στιγμή αποστολής της

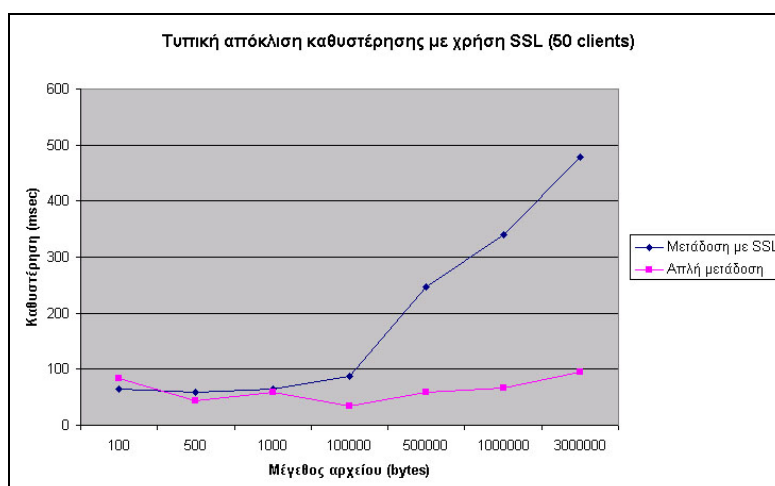
αίτησης, μέχρι την ολοκλήρωση της λήψης του αρχείου. Χρησιμοποιήθηκε σύνδεση τοπικού δικτύου (LAN).

Στο Σχήμα 33 συγκρίνονται οι καθυστερήσεις στη μεταφορά αρχείων, τόσο χωρίς, όσο και με τη χρήση SSL, για 50 ταυτόχρονα συνδεδεμένους πελάτες. Είναι φανερό ότι η επιβάρυνση είναι ανεκτή μέχρι αρχεία μεγέθους 100kbytes, καθώς πάνω από αυτό το όριο η καθυστέρηση γίνεται αισθητά μεγαλύτερη. Μετρήθηκε και αποδείχθηκε ότι, για διαφορετικό αριθμό συνδεδεμένων χρηστών, οι τάσεις παραμένουν οι ίδιες, με κυμαινόμενο το όριο του μεγέθους αρχείου.



Σχήμα 33: Καθυστερήση απόκρισης με και χωρίς χρήση SSL, για διαφορετικά μεγέθη μεταφερόμενων αρχείων

Στο Σχήμα 34 συγκρίνονται οι τυπικές αποκλίσεις για τη ληφθείσα καθυστέρηση με τις δύο μεθόδους μεταφοράς αρχείων, για 50 ταυτόχρονα συνδεδεμένους πελάτες. Είναι εμφανές, ότι η χρήση της SSL μεθόδου επιβαρύνει το server, από ένα όριο αρχείων και άνω, με αποτέλεσμα να επηρεαστεί η σταθερότητα στο χρόνο απόκρισής του. Μετρήθηκε και αποδείχθηκε ότι, για διαφορετικό αριθμό συνδεδεμένων χρηστών, οι τάσεις παραμένουν οι ίδιες, με κυμαινόμενο το όριο του μεγέθους αρχείου.



Σχήμα 34: Τυπική απόκλιση καθυστέρησης απόκρισης με και χωρίς χρήση SSL για διαφορετικά μεγέθη μεταφερόμενων αρχείων

6.2.5. Μείωση του όγκου των XML μηνυμάτων

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 3, η XML γλώσσα αποτελεί ικανοποιητική επιλογή για την ικανοποίηση στόχων διαλειτουργικότητας και επεκτασιμότητας μιας εφαρμογής. Το κυριότερο μειονέκτημά της είναι η αύξηση του όγκου των δεδομένων που ανταλλάσσονται, καθώς προσθέτει δύο ετικέτες (tags) με μετα-πληροφορία πριν και μετά από κάθε κομμάτι πληροφορίας. Επίσης, το φώλιασμα (nesting) των δεδομένων, που επιτυγχάνει την αποτελεσματική δόμηση της πληροφορίας, εισάγει αύξηση του όγκου καθώς περιλαμβάνει πολλαπλές, διαδοχικές ετικέτες. Έχει, τέλος, παρατηρηθεί ότι σε πολλές περιπτώσεις, κατά τις οποίες παρατηρείται επανάληψη προτύπων (patterns) πληροφορίας, η αύξηση του όγκου των δεδομένων είναι σημαντική, καθώς παρατηρείται το φαινόμενο που είναι γνωστό ως «έκρηξη του αριθμού των ετικετών» (Tag Explosion). Τέτοια περίπτωση αποτελεί η ανάκτηση δεδομένων από βάση δεδομένων και η τοποθέτησή τους σε XML έγγραφο. Οι διαδοχικές γραμμές με τα αποτελέσματα της ανάκτησης περιλαμβάνουν μετα-πληροφορία για κάθε στήλη, η οποία επαναλαμβάνεται για κάθε γραμμή.

Είναι φανερό ότι οποιαδήποτε μείωση του όγκου των XML δεδομένων που μεταφέρονται στο πλαίσιο της υπηρεσίας μας, θα οδηγήσει σε βελτίωση της απόδοσής της. Η τεχνική μείωσης των ετικετών και του όγκου της μετα-πληροφορίας, η οποία χρησιμοποιείται από το πρότυπο HL7/CDA ονομάζεται FlexXML και στηρίζεται στη ελαχιστοποίηση χρήσης των ετικετών τέλους (end tags). Αν αναπαραστήσουμε ένα XML έγγραφο με μια δενδρική δομή, η τεχνική αυτή μετατρέπει όλους τους κόμβους-φύλλα σε ιδιότητες του πατρικού κόμβου. Στο παρακάτω παράδειγμα φαίνεται ένα τυπικό μήνυμα πριν από την εφαρμογή της μεθόδου.

```
<iq type="result" to="evi@wcs.ics.forth.gr"
from='wcs.ics.forth.gr'>
  <x xmlns="jabber:x:webOnColl:log">
    <logEntry>
      <userID>cdemou@wcs.ics.forth.gr</userID>
      <type>message</type>
      <date>20021126122348</date>
      <message>Evi, please add more data</message>
    </logEntry>
    <logEntry>
      <userID>evi@wcs.ics.forth.gr</userID>
      <type>room</type>
      <date>20021126125519</date>
      <message>evi has added more data</message>
    </logEntry>
  </x>
</iq>
```

Το ίδιο μήνυμα, μετά την εφαρμογή της μεθόδου μειώνεται σε μέγεθος, ως εξής:

```
<iq type="result" to="evi@wcs.ics.forth.gr"
from='wcs.ics.forth.gr'><x xmlns="jabber:x:webOnColl:log">
  <logEntry userID='cdemou@wcs.ics.forth.gr' type='message'
date='20021126122348' message='Evi, please add more data' />
  <logEntry userID='evi@wcs.ics.forth.gr' type='room'
date='20021126125519' message='evi has added more data' />
</x></iq>
```

Η μέθοδος εντείνει τη μείωση του όγκου με την αφαίρεση των λευκών κενών (αλλαγή γραμμής, κενά, στηλοθέτες) που βρίσκονται μεταξύ δυο διαδοχικών XML ετικετών. Η μέθοδος εφαρμόστηκε στα XML μηνύματα της υπηρεσίας συνεργασίας. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το μέγεθος των απλών XML μηνυμάτων, το αντίστοιχο μέγεθος μετά την εφαρμογή της μεθόδου και η ποσοστιαία μείωση του όγκου. Τα μεγέθη εκφράζονται σε χαρακτήρες.

XML μήνυμα	Όγκος XML (χαρακτήρες)	Όγκος FlexML (χαρακτήρες)	% μείωση
users	268	217	19,02985
episodeRoster	147	133	9,52381
episodes	141	126	10,6383
episodes	499	395	20,84168
myEpisodes	139	124	10,79137
itemList	159	144	9,433962
itemAdd	302	257	14,90066
itamData	200	179	10,5
alerts	162	145	10,49383
alerts	207	179	13,52657
setRegisteredAlerts	238	206	13,44538
getRegisteredAlerts	189	168	11,11111
episodeInfo	510	385	24,5098
episodeLog	152	138	9,210526
messages	170	150	11,76471
all messages	174	154	11,49425
all messages	177	158	10,73446
message	132	108	18,18182
invitation	198	173	12,62626
users	919	675	26,5506
episodeRoster	429	329	23,31002
myEpisodes	3219	2230	30,72383
itemList	1948	1449	25,61602
itemAdd	169	157	7,100592
Μέσος όρος	452	349,125	15,25248

Πίνακας 7: Όγκος και ποσοστιαία μείωση των XML μηνυμάτων με χρήση της FlexML

Τέλος, μελετήθηκε η απόδοση της μεθόδου για συνεχώς αυξανόμενα μηνύματα. Για παράδειγμα, καθώς ένας χρήστης δημιουργεί συνεχώς νέα Επεισόδια, το μήνυμα απόκρισης της υπηρεσίας σε κάθε αίτηση ανάκτησης των Επεισοδίων, θα είναι συνεχώς αυξανόμενο. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το ποσοστό μείωσης του όγκου του XML μηνύματος της απόκρισης σε μια τέτοια αίτησης, για ένα έως εκατό Επεισόδια χρήστη. Παρατηρούμε ότι καθώς αυξάνεται το μέγεθος του μηνύματος η απόδοση αρχικά αυξάνεται και στη συνέχεια σταθεροποιείται σε μια μέγιστη τιμή κοντά στα 32%.

Επεισόδια	Όγκος XML (χαρακτήρες)	Όγκος FlexML (χαρακτήρες)	% μείωση
0	120	102	15
1	740	542	26,75676
5	3219	2230	30,72383
10	6320	4338	31,36076
20	12520	8556	31,66134
40	24920	16992	31,8138
80	49720	33864	31,89059
100	49707	33851	31,89893

Πίνακας 8: Σύγκριση της ποσοστιαίας μείωσης του όγκου των μηνυμάτων με χρήση FlexML, με την αντίστοιχη αύξηση του αριθμού των Επεισοδίων ενός XML μηνύματος

6.3. Σύνοψη των πειραματικών μετρήσεων

6.3.1. Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας τα συμπεράσματα από τις μετρήσεις κλιμακωσιμότητας διαπιστώνουμε ότι υπάρχει σημαντική διαφορά στην εξυπηρέτηση Απλών μηνυμάτων και μηνυμάτων που σχετίζονται με την υπηρεσία ιατρικής συνεργασίας. Τα πρώτα απαιτούν λίγες προσπελάσεις στην προσωρινή μνήμη του server και απλή προώθηση, ενώ τα τελευταία απαιτούν επιπλέον προσβάσεις στη Βάση Δεδομένων. Η συσσώρευση αυξανόμενου αριθμού αιτήσεων στη Βάση Δεδομένων, οδηγεί στην συνολική μείωση της απόδοσης της υπηρεσίας, καθώς μειώνεται σημαντικά ο ρυθμός εξυπηρέτησης αιτήσεων, στην πλευρά του server, ενώ εμφανίζεται και αντίστοιχη αύξηση της καθυστέρησης απόκρισης, στην πλευρά των πελατών. Παρατηρήθηκε, επίσης, ότι με χρήση server καλύτερων προδιαγραφών υλικού, παρατηρείται σημαντική βελτίωση της απόδοσης, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η μονάδα λογισμικού που υλοποιήσαμε για τη διαχείριση των νέων μηνυμάτων επιδέχεται σημαντικές βελτιστοποιήσεις σε θέματα διαχείρισης μνήμης, αλλά και διαχείρισης των συνδέσεων προς τη Βάση Δεδομένων. Το όριο ικανοποιητικής λειτουργίας της υπηρεσίας εντοπίστηκε στους 500 ταυτόχρονα συνδεδεμένους χρήστες, για τον server με το ισχυρότερο υλικό και 250 ταυτόχρονα συνδεδεμένους χρήστες, για τον server με το ασθενέστερο υλικό. Συνολικά, σε όλες τις πειραματικές μετρήσεις, η υπηρεσία επέδειξε πολύ ικανοποιητική λειτουργία, ανεξάρτητα από υλική υποδομή και είδος μηνυμάτων, για λιγότερους από 250 ταυτόχρονα συνδεδεμένους χρήστες.

Σε ότι αφορά τη μεταφορά αρχείων, προτάθηκαν, υλοποιήθηκαν και μετρήθηκαν πειραματικά τέσσερις εναλλακτικές μέθοδοι μεταφοράς αρχείων. Σε απόλυτους αριθμούς, αποδοτικότερη φάνηκε η μέθοδος Κεντρικής Βάσης Δεδομένων, για μεγάλα αρχεία, καθώς χρησιμοποιεί μια σύνδεση αφοσιωμένη στη μεταφορά του αρχείου. Για μικρά αρχεία, οι μέθοδοι XML Session και Ιδιωτικού Καναλιού Μεταφοράς αποδείχθηκαν αποδοτικότερες. Συνολικά, βέλτιστη βρέθηκε η μέθοδος Ιδιωτικού Καναλιού Μεταφοράς, καθώς οι υπόλοιπες μέθοδοι υστερούν είτε σε απόλυτες τιμές απόδοσης, είτε σε ζητήματα ασφάλειας και ελέγχου πρόσβασης σε Επεισόδια. Η μέθοδος αυτή παρέχει εγγυήσεις για τα παραπάνω ζητήματα, καθώς και

για την καθολική πιστοποίηση ταυτότητας, ενώ οι απόλυτες τιμές απόδοσής της είναι συνολικά πολύ ικανοποιητικές.

Μελετήθηκε και η επιβάρυνση της απόδοσης από τη χρήση του πρωτοκόλλου SSL. Φάνηκε ότι η προσθήκη του μηχανισμού αυτού δεν επιβαρύνει σημαντικά την απόδοση. Τέλος, εξετάστηκε η μείωση του όγκου των XML μηνυμάτων με τη χρήση της FleXML μεθόδου. Η μέση μείωση στο σύνολο των νέων μηνυμάτων ήταν της τάξης του 15%, ενώ για μηνύματα που αυξάνουν τον όγκο τους με την πάροδο του χρόνου, όπως τα μηνύματα ανάκτησης λίστας Επεισοδίων, εμφανίζουν σημαντική μείωση μετά από τη χρήση της μεθόδου αυτής, με ανώτερο ποσοστό μείωσης το 32%.

6.3.2. Μελλοντικές κατευθύνσεις για την πειραματική αξιολόγηση

Στην παρούσα εργασία έγινε μια πρώτη προσπάθεια πειραματικής αξιολόγησης του περιβάλλοντος ιατρικής συνεργασίας, με σκοπό τη εξαγωγή βασικών συμπερασμάτων για τα όρια λειτουργίας του. Σε μελλοντικές προσπάθειες πειραματικής αξιολόγησης, θα είχε ενδιαφέρον ο λεπτομερέστερος ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των τμημάτων που ευθύνονται για τη μείωση της απόδοσης για τα WebOnColl μηνύματα και η βελτίωσή τους, με σκοπό την αντοχή του περιβάλλοντος σε αυξανόμενο εισερχόμενο φορτίο. Θα πρέπει να δοθεί έμφαση στα τμήματα του κώδικα του server που σχετίζονται με την προώθηση των μηνυμάτων στη Βάση Δεδομένων και την ανάκτηση δεδομένων από την τελευταία.

Σημαντικά συμπεράσματα θα παραχθούν, εάν επαναληφθούν πειράματα με μεταβολή άλλων παραμέτρων. Πιο συγκεκριμένα, οι πελάτες που δημιουργούν το φορτίο, σήμερα στέλνουν περιοδικά μια συγκεκριμένη WebOnColl αίτηση. Θα είχε ενδιαφέρον ο επαναπρογραμματισμός των πελατών για την αποστολή μιας τυχαίας αίτησης από σύνολα τόσο WebOnColl όσο και απλών αιτήσεων. Θα ήταν, τέλος, χρήσιμη μια λεπτομερής αξιολόγηση της επίπτωσης της μεταφοράς αρχείων, στην παράδοση απλών μηνυμάτων, με συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό εισερχόμενων αιτήσεων και μεταφερόμενων αρχείων.

Κεφάλαιο 7

Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή, σχεδιάστηκε, υλοποιήθηκε και αξιολογήθηκε ένα περιβάλλον στήριξης της ιατρικής συνεργασίας, που λειτουργεί πάνω από τον Παγκόσμιο Ιστό.

Με σκοπό τον καθορισμό των απαιτήσεων για το σχεδιασμό του περιβάλλοντος αυτού, μελετήθηκαν οι σύγχρονες τάσεις σχεδιασμού υπηρεσιών για την εξ' αποστάσεως παροχή συνεχιζόμενης και ολοκληρωμένης ιατρικής φροντίδας, καθώς και οι διαθέσιμες τεχνολογίες για την υποστήριξη της συνεργασίας πάνω από τον Παγκόσμιο Ιστό. Σχεδιάστηκε ένα ανοικτό και επεκτάσιμο περιβάλλον βασισμένο σε XML τεχνολογία, με τη χρήση του XMPP πρωτοκόλλου ανταλλαγής άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας. Έμφαση δόθηκε σε ικανοποίηση αναγκών, όπως η διαλειτουργικότητα με άλλες υπηρεσίες, η επαναχρησιμοποίηση υποδομών και η υιοθέτηση διεθνών, ανοικτών προτύπων, όπου αυτό ήταν εφικτό.

Για την υλοποίηση του περιβάλλοντος συνεργασίας, χρησιμοποιήθηκε ως βάση το επεκτάσιμο σύστημα ανοικτού λογισμικού Jabberd, το οποίο αναλαμβάνει τη διαχείριση της πληροφορίας παρουσίας και των άμεσων μηνυμάτων. Σε αυτή τη βάση, προτάθηκαν και υλοποιήθηκαν επεκτάσεις, με σκοπό την προσαρμογή του συστήματος αυτού στην περίπτωση της ιατρικής συνεργασίας. Κάθε πραγματικό ιατρικό περιστατικό μοντελοποιήθηκε με ένα δωμάτιο επικοινωνίας, το οποίο λειτουργεί τόσο ως ιδεατός χώρος συνάντησης των μετεχόντων, όσο και ως συλλογή των σχετικών, με το ιατρικό περιστατικό, εγγράφων και εξετάσεων. Μεταξύ άλλων, προστέθηκε πλήρης αποθήκευση της πληροφορίας σε βάση δεδομένων και υλοποιήθηκαν μέθοδοι για τη μεταφορά ιατρικών εγγράφων και ιατρικών εξετάσεων. Τα ιατρικά έγγραφα και οι ιατρικές εξετάσεις αναπαραστάθηκαν ψηφιακά με χρήση διεθνών προτύπων. Η διεπαφή χρήσης σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε με τη χρήση κατάλληλων τεχνολογιών, ώστε να είναι εφικτή η πρόσβαση κάθε επαγγελματία του χώρου της υγείας, από οποιοδήποτε σημείο, με τη χρήση οποιασδήποτε συσκευής. Επίσης, μια σειρά από ψηφιακές ιατρικές συσκευές ενσωματώθηκε στην υπηρεσία συνεργασίας, για την αμεσότερη διάθεση και μεταφορά των ιατρικών εξετάσεων.

Χάρη στις ανοικτές και επεκτάσιμες XML τεχνολογίες, που χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, το υλοποιημένο περιβάλλον συνεργασίας αποτελεί ένα ολοκληρώσιμο συστατικό ενός δικτύου τηλεματικών υπηρεσιών για την υγεία. Με τη χρήση καθολικών, δημόσιων διεπαφών, έγινε εφικτή η αποτελεσματική χρήση διαθέσιμων υποδομών ασφάλειας, πιστοποίησης και χρησιμοποίησης υλικοτεχνικών και ανθρώπινων πόρων. Επίσης, το παρόν περιβάλλον σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ικανό να επικοινωνήσει και να λειτουργήσει σε συνεργασία με άλλες υπηρεσίες, όπως τον ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό φάκελο ασθενούς και τα πληροφοριακά συστήματα πρωτοβάθμιας και επείγουσας προνοσοκομειακής φροντίδας.

Τέλος, η παρούσα υλοποίηση αξιολογήθηκε ως προς την αποδοτικότητά της. Δημιουργήθηκε ένα πειραματικό περιβάλλον για τις μετρήσεις, το οποίο προσομοίωσε διαφορετικές συνθήκες δικτυακής υποδομής και παραμετροποίησε το ρυθμό και τον όγκο των αιτήσεων που αποστέλλονται προς την υπηρεσία. Μετρήθηκε η ικανότητα απόκρισης του περιβάλλοντος συνεργασίας για διαφορετικά

περιβάλλοντα δικτυακής υποδομής και υποδομής υλικού. Το περιβάλλον φάνηκε ανθεκτικό και κλιμακώσιμο για ικανοποιητικά μεγάλο αριθμό ταυτόχρονα συνδεδεμένων πελατών. Επίσης, αποδοτική φάνηκε και η κλιμάκωση του υλικού (hardware scalability), καθώς με μικρή βελτίωση του υλικού, παρατηρήθηκε ικανοποιητική βελτίωση της απόδοσης. Τέσσερις διαφορετικές προσεγγίσεις για τη μεταφορά αρχείων προτάθηκαν και αξιολογήθηκαν πειραματικά. Τέλος, μετρήθηκε και αξιολογήθηκε η επίπτωση των μηχανισμών ασφάλειας στη συνολική απόδοση του συστήματος.

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής ανέκυψαν μερικά θέματα για μελλοντική διερεύνηση. Τα περισσότερα αφορούν τη βελτίωση της λειτουργικότητας και την προσθήκη νέων λειτουργιών για την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών των χρηστών της υπηρεσίας. Αυτά τα θέματα θα προσδιοριστούν και θα λυθούν με μια ανατροφοδοτούμενη διαδικασία αξιολόγησης της λειτουργικότητας από τους χρήστες και την υλοποίηση νέων λειτουργιών. Ένα ουσιώδες θέμα αποτελεί η οργάνωση των χρηστών σε ομάδες, με τον καθορισμό αντίστοιχων δικαιωμάτων ομάδας, που θα χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τα δικαιώματα χρήστη. Ο διαχωρισμός αυτός θα επιτρέψει την ευκολότερη και σαφέστερη προσαρμογή της εφαρμογής στις συγκεκριμένες ανάγκες κάθε χρήστη. Διερεύνηση, επίσης, χρίζει η περίπτωση των ψηφιακών υπογραφών, καθώς θα ήταν χρήσιμη μια μελέτη, σύγκριση και αξιολόγηση των διαφορετικών διαθέσιμων μεθόδων ψηφιακής υπογραφής εγγράφων. Τέλος, ενδιαφέρον θέμα για τη διαλειτουργικότητα της υπηρεσίας είναι η χρήση των λεγόμενων Υπηρεσιών Διαδικτύου (Web Services). Χάρη σε αυτές, η υπηρεσία θα μπορούσε να δημοσιοποιηθεί, είτε πλήρης είτε σε στοιχειώδη, αυτόνομα τμήματα σε ένα δημόσιο μητρώο (registry), να κληθεί δυναμικά και να ενσωματωθεί σε μια συνθετότερη υπηρεσία.

Παράρτημα Α

Παράδειγμα CDA εγγράφου

Στο παράρτημα αυτό, παρατίθεται ένα παράδειγμα CDA εγγράφου. Το συγκεκριμένο έγγραφο είναι μια αίτηση για δεύτερη γνώμη. Είναι εμφανής ο διαχωρισμός του εγγράφου σε δύο τμήματα που οριοθετούνται από τις ετικέτες <clinical_document_header> και <body>. Στο πρώτο τμήμα αναφέρονται όλες οι σχετικές με το έγγραφο πληροφορίες, μεταξύ των οποίων:

- αναγνωριστικά (<id>, <document_type_cd>)
- χρονικές σφραγίδες (<encounter_tmr>)
- δημιουργός του εγγράφου (<authenticator>)
- ασθενής στον οποίο αναφέρεται το έγγραφο (<patient>)
- οργανισμός από τον οποίο προέρχεται το έγγραφο (<originating_organization>)

Στο δεύτερο τμήμα του εγγράφου αναφέρονται όλες οι ουσιαστικές ιατρικές παρατηρήσεις και συμπεράσματα, οργανωμένα σε ενότητες, παραγράφους και πίνακες.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-7" ?>
<levelone>
  <clinical_document_header>
    <id EX="a123" RT="2.16.840.1.113883.3.933" />
    <document_type_cd V="11488-4"
      S="2.16.840.1.113883.6.1" DN="Αίτηση δεύτερης
      γνώμης: Καρδιολογία" />
    <origination_dttm V="" />
    <patient_encounter>
      <id EX="KPENC1332" RT="2.16.840.1.113883.3.933"
        />
    <practice_setting_cd V="GIM"
      S="2.16.840.1.113883.5.10588" DN="General
      internal medicine clinic" />
    <encounter_tmr V="" />
  </patient_encounter>
  <legal_authenticator>
    <legal_authenticator.type_cd V="SPV" />
    <participation_tmr V="" />
    <signature_cd V="X" />
    <person>
      <id EX="KP00017"
        RT="2.16.840.1.113883.3.933"/>
      <person_name>
        <nm>
          <GIV V="" />
          <FAM V="" />
          <SFX V="MD" QUAL="PT" />
        </nm>
        <person_name.type_cd V="L"
          S="2.16.840.1.113883.5.200" />
      </person_name>
    </person>
  </legal_authenticator>
```

```

<originator>
  <originator.type_cd V="AUT" />
  <participation_tmr V="2000-04-07" />
  <person>
    <id EX="12345" RT="2.16.840.1.113883.3.933" />
    <person_name>
      <nm>
        <GIV V="" />
        <FAM V="" />
        <SFX V="" />
      </nm>
      <person_name.type_cd V="L"
        S="2.16.840.1.113883.5.200" />
    </person_name>
  </person>
</originator>
<originating_organization>
  <originating_organization.type_cd V="CST" />
  <organization>
    <id EX="M345" RT="2.16.840.1.113883.3.933" />
    <organization.nm V="" />
  </organization>
</originating_organization>
<transcriptionist>
  <transcriptionist.type_cd V="ENT" />
  <participation_tmr V="" />
  <person>
    <id EX="12345" RT="2.16.840.1.113883.3.933" />
    <person_name>
      <nm>
        <GIV V="" />
        <FAM V="" />
        <SFX V="" />
      </nm>
      <person_name.type_cd V="L"
        S="2.16.840.1.113883.5.200" />
    </person_name>
  </person>
</transcriptionist>
<provider>
  <provider.type_cd V="CON" />
  <participation_tmr V="2000-04-07" />
  <person>
    <id EX="KP00017"
      RT="2.16.840.1.113883.3.933"/>
  </person>
</provider>
<patient>
  <patient.type_cd V="PATSBJ" />
  <person>
    <id EX="12345" RT="2.16.840.1.113883.3.933" />
    <person_name>
      <nm>
        <GIV V="" />
        <FAM V="" />
      </nm>
    </person_name>
  </person>
</patient>

```

```

        <SFX V="" />
    </nm>
    <person_name.type_cd V="L"
      S="2.16.840.1.113883.5.200" />
  </person_name>
</person>
<birth_dttm V="" />
<administrative_gender_cd V=""
  S="2.16.840.1.113883.5.1" />
</patient>
<local_header>
  <local_attr name="Weight" value="50kg" />
  <local_attr name="Height" value="171" />
  <local_attr name="Birthdate" value="25/2/1977" />
  <local_attr name="Father" value="" />
  <local_attr name="Address" value="" />
  <local_attr name="Phone" value="" />
  <local_attr name="Descr" value="descr test" />
</local_header>
</clinical_document_header>
<body>
  <section>
    <caption>Γενικές κλινικές πληροφορίες</caption>
    <table>
      <tr>
        <td>
          <content>Πίεση αίματος:</content>
          <content />
          <content />
          <content>mm/Hg</content>
        </td>
      </tr>
      <tr>
        <td>
          <content>Παράγοντες κινδύνου για
            Σ.Ν.:</content>
        </td>
      </tr>
      <tr>
        <td>
          <content>Κάπνισμα</content>
          <content>0</content>
        </td>
      <td>
          <content>Διλιπιδεμία</content>
          <content>0</content>
        </td>
      <td>
          <content>Υπέρταση</content>
          <content>0</content>
        </td>
      <td>
          <content>Οικογενειακό
            ιστορικό</content>
          <content>0</content>
        </td>
      </tr>
    </table>
  </section>
</body>

```

```

</td>
</tr>
<tr>
<td>
<content>Υπερτροφία αριστερής
κοιλίας</content>
<content>0</content>
</td>
<td>
<content>Διαβήτης</content>
<content>0</content>
</td>
<td>
<content>Παχυσαρκία</content>
<content>0</content>
</td>
<td>
<content>Προσωπικότητα τύπου
Α/Ο</content>
<content>0</content>
</td>
</tr>
<tr>
<td>
<content>Φαρμακ. αγωγή:</content>
</td>
<td>
<content />
</td>
</tr>
</table>
</section>
<section>
<caption>Σχόλια</caption>
<paragraph>
<content />
</paragraph>
</section>
</body>
</levelone>

```


Παράρτημα Β

Επεκτάσεις στο σχήμα της Βάσης Δεδομένων

Στο παράρτημα αυτό, απαριθμούνται οι επεκτάσεις στο σχήμα της Βάσης Δεδομένων του jabberd. Αναφέρονται οι πίνακες και τα αντίστοιχα πεδία της Βάσης Δεδομένων, τα οποία προστέθηκαν για την υποστήριξη της ιατρικής συνεργασίας. Με * σημειώνονται τα πρωτεύοντα κλειδιά κάθε πίνακα.

alerts	
alertID*	VARCHAR
userID	VARCHAR
roomID	VARCHAR
eventType	VARCHAR
date	TIMESTAMP
eventInfo	VARCHAR
eventDelivered	BOOLEAN

registeredAlerts	
userID*	VARCHAR
roomID*	VARCHAR
eventType*	VARCHAR

roomItems	
roomID	VARCHAR
itemID*	VARCHAR
ownerID	VARCHAR
description	VARCHAR
type	VARCHAR
createdAt	TIMESTAMP
signed	BOOLEAN
data	BLOB

roomLog	
roomID*	VARCHAR
userID	VARCHAR
date	TIMESTAMP
type	VARCHAR
message*	VARCHAR

oneTimePasswords	
username*	VARCHAR
password*	VARCHAR
expiration	TIMESTAMP
roomRoster	
roomID	VARCHAR
v_ID*	VARCHAR
nick	VARCHAR
presence	VARCHAR
last	TIMESTAMP
private	BOOLEAN
packets	INT
onLine	BOOLEAN

messages	
msgID*	VARCHAR
msgType	VARCHAR
sender	VARCHAR
reccipient	VARCHAR
subject	VARCHAR
body	VARCHAR
dateSent	TIMESTAMP
dateReceived	TIMESTAMP
status	VARCHAR
roomID	VARCHAR
dateOfResponse	TIMESTAMP
isNew	BOOLEAN
hide	BOOLEAN

rooms	
roomID*	VARCHAR
ownerID	VARCHAR
name	VARCHAR
last	INT
private	VARCHAR
secret	VARCHAR
hlast	INT
packets	INT
note_join	VARCHAR
note_leave	VARCHAR
note_rename	VARCHAR
count	INT
hide	BOOLEAN
priority	VARCHAR
type	VARCHAR
createAt	TIMESTAMP
updatedAt	TIMESTAMP

suspicion	VARCHAR
section	VARCHAR
visitID	VARCHAR
patientID	VARCHAR
systemID	VARCHAR
familyName	VARCHAR
fatherName	VARCHAR
givenName	VARCHAR
gender	VARCHAR
birthdate	DATE
height	INT
weight	DECIMAL

Βιβλιογραφία

- [1] R. Elford, “*Telemedicine Activities at Memorial University of Newfoundland: a historical review, 1975-1997*”, *Telemedicine Journal*. 4(3): 207-24, 1998 Fall.
- [2] D. Curry, J. Briggs, “*Telemedicine and telecare: Current perspectives in health informatics*”, British Computer Society Health Informatics Committee, ISBN 953542742, January 2000.
- [3] A. Ausseresses, “*Telecommunications requirements for telemedicine*”, *Journal of Medical Systems*, 19(2), 143-151, 1995.
- [4] F. Williams, M. Moore. “*Telemedicine: its Place on the Information Highway*”, *Window on World Health* 1(6), 1997.
- [5] D. Perednia, A. Allen, “*Telemedicine technology and clinical applications*”, *Journal of the American Medical Association*, 273(6), 483-488, 1995.
- [6] C. Doarn, E. Ferguson, A. Nicogossian, “*Telemedicine and Telescience in the US Space Program*”, 20th International Symposium on Space Technology and Science, Gifu, Japan May 19 - 25, 1996.
- [7] A. Allan, “*Coming: the era of telemedicine*”, *IEEE Spectrum*, Vol 3, No 12, pp.30-35, 1976.
- [8] H. Hudson, “*Communication satellites: their development and impact*”, New York: The Free Press, 1976.
- [9] D.G. Katehakis, S.C. Orphanoudakis, M. Tsiknakis. “*Towards an Integrated Electronic Health Record - Current Status and Challenges*”, *Business Briefing: Global Healthcare 2002*, The Official Publication of the World Medical Association, January 2002
- [10] AIM-1993, “*Research and technology development on telematic systems in healthcare*”, DG XIII Adv. Infor. Med., Commission of the European Union, 1993.
- [11] S. Orphanoudakis, “*Integrated Telemedicine Networks and Added-value services*”, In *Proceedings of VIII Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing, MEDICON '98*, Lemesos, Cyprus, June 14-17 1998.
- [12] S. Orphanoudakis, C. Chronaki, M. Tsiknakis, and S. Kostomanolakis, “*Telematics in Healthcare*”, Chapter 10 in *Biomedical Image Databases*, S. Wong (editor), S. Fletcher, Kluwer Academic Publishers, 1998
- [13] Institute of Electrical and Electronics Engineers, “*IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*”, New York, NY, 1990.

- [14] C. Szyperski, "*Component Software: Beyond Object-Oriented Programming*", Addison Wesley Longman, 1998.
- [15] M. Tsiknakis, D. Katehakis, S. Orphanoudakis, "*Information Infrastructure for an Integrated Healthcare Services Network*", IEEE EMBS 3rd International Conference, Information Technology Applications in Biomedicine (ITAB-ITIS 2000), Arlington, Virginia, USA, pp. 278-283, November 9-10, 2000.
- [16] A. Dix, "*Challenges and Perspectives for cooperative work on the web*", In Proceedings of the ERCIM workshop on CSCW and the web, Sankt Augustin, Germany, February 7-9, 1996.
- [17] G. Calvary, J. Coutaz, L. Nigay, "*From Single-User Architectural Design to PAC*: A Generic Software Architecture Model for CSCW*", In Proceedings of CHI'97.
- [18] C. Ellis, J. Wainer, "*A conceptual model of Groupware*", In Proceedings CSCW'94, ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, R. Furuta and C. Neuwirth, eds., pp. 79-88, 1994.
- [19] D. Connolly, "*XML: Principles, Tools, and Techniques*", World Wide Web Journal: Volume 2, Issue 4, Fall 1997.
- [20] J. Rhyne and C. Wolf, "*Tools for supporting the collaborative process*", In Proceedings UIST'92, the fifth annual ACM symposium on User interface software and technology, pages 161-170, 1992.
- [21] S. McDaniel, "*Providing Awareness Information to Support Transitions in Remote Computer-Mediated Collaboration*", Doctoral Consortium, Presented in CHI'96, 1996.
- [22] O. Sandor, K. Tollman, "*@Work: The Design of a New Communication Tool*", In Proceedings of the ERCIM Worksjop on CSCW and the Web, Sankt Augustin, Germany, February 7-9, 1996.
- [23] R. Bentley, U. Busbach and K. Sikkell, "*The Architecture of the BSCW shared workspace system*", In proceedings of the ERCIM workshop on CSCW and the Web, Sankt Augustin, Germany, Feb. 7-9, 1996.
- [24] K. Holtman, "*The futplex system*", In proceedings of the ERCIM workshop on CSCW and the web, Sankt Augustin, Germany, February 7-9, 1996
- [25] P. De Bra, "*Dress: a simple Document repository service station*", In proceedings of the ERCIM workshop on CSCW and the web, Sankt Augustin, Germany, February 7-9, 1996.
- [26] R.T. Kouzes, J.D. Myers and W.A. Wulf, "*Collaboratories: Doing Science on the Internet*", IEEE Computer, August 1996, page 40-46.
- [27] J. Grudin, "*Computer-Supported Cooperative Work: History and Focus*", IEEE Computer, page 19-26, May 1994.

- [28] W. Reinhard, J. Schweitzer, G. Volksen, and M. Weber, "CSCW Tools: Concepts and Architectures", IEEE Computer Magazine, May 1994, Vol. 27, No. 5, pages 28-36.
- [29] W. Yeong, T. Howes, and S. Kille. "RFC 1777: Lightweight Directory Access Protocol", March 1995
- [30] V. Jagannathan et al., "An overview of the CERC Artemis project", Technical Report CERC-TR-RN-95-002, Concurrent Engineering Research Center, West Virginia University, April 1995.
- [31] D.G. Kilman and D.W. Forslund, "An International Collaboratory Based on Virtual Patient Records", CACM, August 1997, Vol 40, No. 8, pages 111-117.
- [32] C. Chronaki, D.G. Katehakis, X. Zabulis, M. Tsiknakis, S. C.Orphanoudakis, "WebOnCOLL:Medical Collaboration in Regional Healthcare Networks", IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol. 1(4), 257-269, 1997.
- [33] S.C. Orphanoudakis, C.E. Chronaki, and D. Vamvaka, "T²Cnet: Content-based Similarity Search in Geographically Distributed Repositories of Medical Images", Computerized Medical Imaging and Graphics, Vol. 20, No. 4, pp. 193-207, 1996.
- [34] K. Kamiya, M. Roscheisen, and T. Winograd, "Grassroots: A System Providing A Uniform Framework for Communicating, Structuring, Sharing Information, and Organizing People", In Proceedings of the Fifth International World Wide Web Conference, May 6-10, 1996, Paris, France.
- [35] S. Whittaker and S. Candace, "Information overload leads to overloaded e-mail: an empirical study of e-mail usage", In Proceedings of CHI-96 p. 276-283, 1996.
- [36] P. Maes, "Agents that Reduce Work and Information Overload", Communications of the ACM, Vol. 37, No.7,pp. 31-40, 146, ACM Press, July 1994.
- [37] W. Gramlich, "Public Annotations", Workshop on WWW and Collaborative Work, Sept. 11-12, 1995, Cambridge, Ma
- [38] M. Roscheisen, C. Mogensen, and T. Winograd, "Shared Web Annotations as a Platform for Third-Party Value-Added Information Providers: Architecture, Protocols, and Usage Examples", Technical Report STAN-CS-TR-97-1582, Stanford Integrated Digital Library Project, Computer Science Department, Stanford University, April 1995.
- [39] M. A. Schickler, M. S. Mazer, and C. Brooks, "Pan-Browser Support for Annotations and Other Meta-Information on the World Wide Web", In Proceedings of the Fifth International World Wide Web Conference, May 6-10, 1996, Paris, France

- [40] J. Clyman, et. al, “*IE4 vs. Communicator: Face off*”, special issue on The future of the Web, PC Magazine, vol. 16, No. 20, 1997
- [41] T. Dorsey, “*CU-SeeMe Desktop Video Conferencing Software*”, Connexions, Volume 9, No.3, March 1995
- [42] M. Zikos, S. Stephanidis, and S.C. Orphanoudakis, “*CoMed: Cooperation in Medicine*”, Proceedings of EuroPACS'96, Heraklion, Crete, Greece, pp. 88-92, October 3-5, 1996.
- [43] C.F. Goldfarb, “*A Generalized Approach to Document Markup*”, Proceedings of the ACM SIGPLAN/SIGOA Symposium on Text Manipulation, 2, 1 & 2, pp. 68-73, Portland, Oregon, June 8-10, 1981
- [44] D.R. Raymond, D. Wood, “*Markup Reconsidered*”, Proceedings of the First International Workshop on Principles of Document Processing, Washington DC, October 21-23, 1992
- [45] C. Goldfarb and P. Prescod, “*The XML Handbook*”, Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998.
- [46] M. Birbek et al., “*Professional XML*”, Wrox Press Inc, January 2000.
- [47] M. Handel, J.D. Herbsleb, “*What is chat doing in the workplace?*”, In Proceedings of the 2002 ACM conference on Computer supported cooperative work, New Orleans, Louisiana, USA, 2002 pp1 – 10.
- [48] G.M. Olson, J.S. Olson, “*Distance Matters*”, Human Computer Interaction, 15, 139-179, 2000.
- [49] S. Kraut, L. Sproull, “*Patterns of contact and communication in scientific research collaborations*”, In Intellectual Teamwork: Social Foundations of Cooperative Work, J. Galegher, R.E. Kraut and C.Egido, Editors. 1990, Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale, New Jersey. 149-172.
- [50] G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, “*Distributed Systems: Concepts and Design*”, Addison-Wesley Pub Co, 2000, ISBN: 0201619180.
- [51] C. Chatzaki, “*Design and implementation of security services in a healthcare telematics network using cryptographic smart cards*”, Masters Thesis, University of Crete, Department of Computer Science, 2001.
- [52] E. Rescorla “*SSL and TLS: Designing and Building Secure Systems*”, Addison-Wesley , ISBN 0-201-62598-3, March 2001
- [53] RFC 1421 - Privacy Enhancement for Internet Electronic Mail: Part I: Message Encryption and Authentication Procedures
- [54] Standard Communication Protocol for Computer-Assisted Electrocardiography, Version 1.0, CEN –Comité Europeen de Normalisation, 1993

- [55] Proposal for ISO Standard based on CEN prENV1064.00, “*Standard Communications Protocol for Computer-Assisted Electrocardiography with modifications*”, proposed by AAMI SCP-ECG Working Group, Revision 1.3, Draft, AAMI – Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1999

Σύνδεσμοι στο Διαδίκτυο

- [56] European Committee for Standardization-Technical Committee 251 for Health Informatics: <http://www.cent-c251.org/>
- [57] Health Level Seven: <http://www.hl7.org/>
- [58] The International Organization for Standardization, Technical Committee 215 for Health Informatics:
<http://www.iso.ch/iso/en/stdsdevelopment/tc/tclist/TechnicalCommitteeDetailPage.TechnicalCommitteeDetail?COMMID>
- [59] The Object Management Group: <http://www.omg.org/>
- [60] HYGEIANet: <http://www.hygeianet.gr>
- [61] W3C HTML 4.0 Specification, 7-Nov-1997: <http://www.w3.org/TR/PR-html40/>
- [62] ITU X.500 Recommendations: <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/x.html>
- [63] Distributed Collaboratory Experiment Environments: http://www-itg.lbl.gov/~jtchew/DCEE_overview.html
- [64] Collaboratory for Research on Electronic Work at the University of Michigan: <http://www.crew.umich.edu/CREW.home.html>
- [65] InterMed collaboratory: <http://smi-web.stanford.edu/projects/intermed-web/Overview.html>
- [66] Virtual telemedicine Office: <http://www.telemedical.com>
- [67] The World Wide Web Consortium: <http://www.w3c.org>
- [68] The International Organization for Standardization: <http://www.iso.ch>, *SGML ISO 8879:1985*
- [69] Extensible Markup Language: <http://www.w3c.org/XML>
- [70] Namespaces in XML: <http://www.w3.org/TR/REC-xml-names/>
- [71] IRC history: <http://www.chatserver.org/history.asp>
- [72] AOL.com: <http://www.aol.com>

- [73] ICQ instant messenger: <http://web.icq.com/>
- [74] The Microsoft Network Messenger: <http://messenger.msn.com>
- [75] Yahoo! Messenger: <http://messenger.yahoo.com>
- [76] International Data Corp, “Worldwide Messaging Applications Forecast and Analysis, 2002-2006: Getting the Message Out”:
<http://www.idc.com/getdoc.jhtml?containerId=27745>
- [77] Extensible Messaging and Presence Protocol:
<http://www.ietf.org/html.charters/xmpp-charter.html>
- [78] Jabber Software Foundation: <http://www.jabber.org>
- [79] The Internet Engineering Task Force: <http://www.ietf.org>
- [80] MySQL open source database: <http://www.mysql.com>
- [81] OpenLDAP: <http://www.openldap.org>
- [82] HL7 Reference Information Model: http://www.hl7.org/library/data-model/RIM/modelpage_mem.htm
- [83] XML Signature: <http://www.w3.org/Signature/>
- [84] SIP for Instant Messaging and Presence Leveraging Extensions:
<http://www.ietf.org/html.charters/simple-charter.html>
- [85] Instant Messaging and Presence Protocol:
<http://www.ietf.org/html.charters/impp-charter.html>
- [86] Digital Imaging and Communication in Medicine: <http://medical.nema.org/>
- [87] JabberCOM – Win32 COM Jabber Library: <http://jabbercom.sourceforge.net>