

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΑ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ : ΔΙΚΤΥΟΚΕΝΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ανάπτυξη πληροφοριακού συστήματος  
υγείας με βάση την τεχνολογία ροής  
εργασίας»

ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ – ΜΕ/07088

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ : ΜΑΛΑΜΑΤΕΝΙΟΥ ΦΛΩΡΑ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2010

## Περιεχόμενα

Πίνακας εικόνων .....	8
Ευχαριστίες.....	13
Πρόλογος.....	14
Κεφάλαιο 1 .....	15
Ηλεκτρονική υγεία: Επισκόπηση υφιστάμενης κατάστασης.....	15
1.1 Εισαγωγή .....	15
1.2 Ορισμός ηλεκτρονικής υγείας.....	15
1.3 Χαρακτηριστικά της ηλεκτρονικής υγείας.....	18
1.4 Εφαρμογές της ηλεκτρονικής υγείας.....	19
1.4.1 Τηλειατρική.....	19
1.4.2 Τηλε-εκπαίδευση .....	20
1.4.3 Δικτυακές πύλες για την υγεία .....	20
1.4.3 Ηλεκτρονικός φάκελος υγείας.....	21
1.4.4 Δίκτυα πληροφοριών υγείας.....	25
1.4.4 Πληροφοριακά συστήματα υγείας.....	26
Κεφάλαιο 2 .....	28
Συστήματα παροχής ηλεκτρονικών υπηρεσιών υγείας με βάση την υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική .....	28
2.1 Εισαγωγή .....	28
2.2 Εφαρμογές της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής στο εσωτερικό των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας .....	28
2.3 Υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική και ηλεκτρονικός φάκελος υγείας.....	31
2.4 Υλοποιήσεις υπηρεσιών υγείας υγείας με βάση την υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική .	33
2.5 Πρότυπα στον χώρο της παροχής υπηρεσιών υγείας .....	34
2.5.1 HL7 .....	34
2.5.2 Dicom.....	37
2.5.3 Integrating the Healthcare Enterprise (IHE).....	37

2.5.4 LOINC .....	38
2.5.5 SNOMED.....	39
2.5.6 ICD .....	39
2.5.7 Read Codes.....	39
2.6 Ορισμός υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής .....	39
2.7 Μοντέλο υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής.....	41
2.8 Βασικές αρχές υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής .....	42
2.8.1 Καθορισμένα συμβόλαια υπηρεσιών .....	43
2.8.2 Ιδιότητα της αφαίρεσης.....	44
2.8.3 Αρχή της επαναχρησιμοποίησης .....	44
2.8.4 Αρχή της αυτονομίας .....	44
2.8.5 Δυνατότητα εύρεσης.....	45
2.8.6 Ιδιότητα της μη διατήρησης κατάστασης.....	45
2.8.7 Συνθετικότητα .....	45
2.8.8 Χαλαρή σύζευξη.....	46
2.9 Είδη υπηρεσιών.....	47
2.10 Σύνθεση υπηρεσιών.....	47
2.10.1 Σύγκριση προτύπων .....	48
2.10.1.1 Ενορχήστρωση.....	48
2.10.1.2 Χορογραφία .....	49
2.11 Πλεονεκτήματα υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής .....	50
2.12 Υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού.....	51
2.13 Τεχνολογική στοίβα των υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού.....	53
2.13.1 Επίπεδο μεταφοράς.....	53
2.13.2 Επίπεδο επικοινωνίας.....	53
2.13.3 Επίπεδο περιγραφής υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού.....	54
2.13.4 Επίπεδο εύρεσης υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού.....	54
2.13.5 Επίπεδο ποιότητας υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού .....	54

2.13.6 Επίπεδο επιχειρησιακής διαδικασίας .....	54
2.14 WS-BPEL.....	55
2.14.1 Εξέλιξη και στόχοι της WS-BPEL.....	55
2.14.2 Δραστηριότητες WS-BPEL.....	57
2.14.3 Είδη διαδικασιών της WS-BPEL.....	60
2.14.4 Εργαλεία BPEL .....	61
Κεφάλαιο 3 .....	63
Ασφάλεια συστημάτων παροχής ηλεκτρονικών υπηρεσιών υγείας με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο .....	63
3.1 Εισαγωγή .....	63
3.2 Ορισμοί.....	64
3.3 Κύκλος ζωής πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου .....	65
3.4 Εφαρμογές ασφάλειας με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο στο χώρο παροχής υπηρεσιών υγείας.....	66
3.4.1 Ασφάλεια με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο στους μηχανισμούς ελέγχου πρόσβασης .....	66
3.4.2 Ασφάλεια με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο στους μηχανισμούς διαχείρισης εμπιστοσύνης .....	68
3.5 Βασικές έννοιες τεχνολογίας πρακτόρων λογισμικού .....	68
3.6 Αρχιτεκτονική πρακτόρων λογισμικού.....	71
3.7 Συντονισμός πρακτόρων λογισμικού.....	73
3.8 Διαδικασίες προτυποποίησης.....	74
3.9 Επικοινωνία πρακτόρων .....	74
3.10 Διαχείριση πρακτόρων.....	75
3.11 Πλατφόρμα Jade.....	76
3.11.1 Αρχιτεκτονική JADE .....	76
3.11.2 Εργαλεία διαχείρισης και αποσφαλμάτωσης.....	77
3.12 Χρήσεις των πρακτόρων λογισμικού στον τομέα παροχής υπηρεσιών υγείας .....	78
3.12.1 Λειτουργικότητα των πρακτόρων λογισμικού στον τομέα παροχής υπηρεσιών υγείας.....	78

Κεφάλαιο 4 .....	80
Σύστημα ηλεκτρονικού φακέλου υγείας με βάση την τεχνολογία υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής .....	80
4.1 Απαιτήσεις Συστήματος .....	80
4.2 Επιπρόσθετες απαιτήσεις ασφάλειας .....	84
4.2.1 Συγγραφή ακτινολογικής εντολής .....	84
4.2.2 Διόρθωση ακτινολογικής εντολής .....	84
4.2.3 Επιλογή ακτινολόγου προς ανάθεση .....	84
4.2.4 Έκδοση ακτινολογικής αναφοράς .....	84
4.2.5 Διόρθωση ακτινολογικής αναφοράς .....	85
4.2.6 Προβολή ιστορικού ασθενούς .....	85
4.3 Αρχιτεκτονική συστήματος .....	85
4.4 Κατασκευή συστήματος .....	86
4.4.1 Συνοπτική περιγραφή τεχνολογιών υλοποίησης .....	88
4.4.1.2 JSON .....	91
4.4.1.3 JAXB .....	91
4.4.1.3.1 Κύρια συστατικά μιας JAXB υλοποίησης .....	92
4.4.1.4 XML Schema .....	92
4.4.1.5 Java Email Server .....	93
4.4.1.6 Υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού .....	94
4.4.1.7 MVC (Model – View – Controller) .....	94
4.4.1.8 Java Authentication and Authorization Service (JAAS) .....	96
4.4.1.9 CSS .....	96
4.4.1.10 Java Server Pages (JSPs) .....	97
4.4.1.11 Enterprise Java Bean - EJB (Επιχειρησιακά συστατικά λογισμικού) .....	97
4.4.1.12 Java Servlets .....	98
4.4.1.13 Επικοινωνία μεταξύ servlet και πρακτόρων λογισμικού .....	99
4.4.1.14 Δημοσίευση λειτουργιών πρακτόρων ως υπηρεσιών ιστού (WSIG) .....	100
4.5 Λειτουργικότητα συστήματος .....	101

4.5.1 Ιστότοπος κλινικού τμήματος περιφερειακού νοσοκομείου .....	102
4.5.1.1 Αυθεντικοποίηση χρήστη .....	102
4.5.1.2 Κεντρικό Μενού .....	103
4.5.1.3 Οθόνη ανατεθειμένων επισκέψεων .....	103
4.5.1.4 Συγγραφή ακτινολογικής εντολής .....	107
4.5.1.5 Διόρθωση στοιχείων ακτινολογικής εντολής .....	110
4.5.1.6 Αποστολή ακτινολογικής εντολής .....	112
4.5.1.7 Ακύρωση ακτινολογικής εντολής .....	116
4.5.1.8 Οθόνη επισκόπησης ακτινολογικών αναφορών .....	118
4.5.2 Ιστότοπος γραμματείας ακτινολογικού τμήματος περιφερειακού γενικού νοσοκομείου.....	119
4.5.2.1 Προγραμματισμός ακτινολογικής εντολής.....	119
4.5.2.2 Επισκόπηση στοιχείων ακτινολογικής ανάθεσης .....	125
4.5.3 Ιστότοπος ακτινολογικού τμήματος περιφερειακού γενικού νοσοκομείου .....	126
4.5.3.1 Αυθεντικοποίηση χρήστη .....	126
4.5.3.2 Κεντρικό Μενού .....	127
4.5.3.3 Προβολή ανατεθειμένων ακτινολογικών εξετάσεων .....	128
4.5.3.4 Οθόνη έκδοσης ακτινολογικής αναφοράς .....	131
4.5.3.5 Οθόνη αποστολής ακτινολογικής αναφοράς .....	132
4.5.3.6 Προβολή ιατρικού φακέλου ασθενούς.....	134
4.5.3.6.1 Μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης στις ιατρικές πληροφορίες ασθενούς.....	137
4.5.3.6.2 Οθόνη απεικόνισης στοιχείων ιατρικού φακέλου .....	138
4.6 Καταγραφή γεγονότων .....	139
4.7 Διαδικασία προγραμματισμού και εκτέλεσης ακτινολογικής εντολής σε περίπτωση έκτακτου περιστατικού .....	139
4.8 Συμπεράσματα .....	141
Βιβλιογραφία .....	143
Παράρτημα .....	150
Περιγραφή βάσης δεδομένων .....	150

Επιχειρηματική βάση δεδομένων κλινικού τμήματος νοσοκομείου : .....	150
Επιχειρηματική βάση δεδομένων γραμματείας τμήματος νοσοκομείου : .....	152
Επιχειρηματική βάση δεδομένων ακτινολογικού τμήματος νοσοκομείου: .....	152
Βάση δεδομένων ασφαλείας : .....	153

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΙΑ

## Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1 : Δίκτυο ανταλλαγής πληροφοριών οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας .....	17
Εικόνα 2: Δίκτυο πληροφοριών υγείας .....	25
Εικόνα 3: Διασύνδεση ιατρικών συστημάτων .....	31
Εικόνα 4: Διασύνδεση εννοιών .....	41
Εικόνα 5: Αρχιτεκτονικό μοντέλο υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής .....	42
Εικόνα 6 : Αρχές υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής .....	43
Εικόνα 7: Συμβόλαιο υπηρεσίας .....	44
Εικόνα 8: Διατήρηση κατάστασης .....	45
Εικόνα 9: Σύνθεση υπηρεσιών .....	46
Εικόνα 10: Χαλαρή έναντι σφιχτής δόμησης .....	47
Εικόνα 11: Ενορχήστρωση υπηρεσιών .....	49
Εικόνα 12: Χορογραφία .....	50
Εικόνα 13: Καμπύλη αποδοχής υπηρεσιών ιστού .....	53
Εικόνα 14: Τεχνολογική στοίβα υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού .....	55
Εικόνα 15: Διαδικασία σχεδίασης και εκτέλεσης επιχειρησιακής διαδικασίας WS-BPEL ....	62
Εικόνα 16: Κύκλος ζωής πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου .....	65
Εικόνα 17: Μοντέλο ελέγχου πρόσβασης με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο .....	67
Εικόνα 18: Διαστρωματικές αρχιτεκτονικές .....	73
Εικόνα 19: Αρχιτεκτονική πολυπρακτορικού συστήματος .....	76
Εικόνα 20: Αρχιτεκτονική πλατφόρμας JADE .....	77
Εικόνα 21: Διαδικασία υποβολής και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών σε υψηλό επίπεδο	82
Εικόνα 22: Περιπτώσεις χρήσης .....	83
Εικόνα 23: Αρχιτεκτονικό μοντέλο συστήματος λήψης και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών .....	86
Εικόνα 24: Τεχνολογίες υλοποίησης κατά αρχιτεκτονικό επίπεδο του συστήματος ηλεκτρονικού φακέλου υγείας .....	87
Εικόνα 25: Τεχνολογία AJAX .....	90



Εικόνα 26: JAXB .....	92
Εικόνα 27: Model View Architecture .....	95
Εικόνα 28: Τεχνολογίες J2EE.....	98
Εικόνα 29: Αλληλουχία εκτέλεσης Web εφαρμογής .....	99
Εικόνα 30: Επικοινωνία μεταξύ servlet και πρακτόρων λογισμικού .....	99
Εικόνα 31: Αρχιτεκτονική WSIG .....	101
Εικόνα 32: BPEL απεικόνιση της διαδικασίας έκδοσης και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών .....	101
Εικόνα 33: Οθόνη αυθεντικοποίησης ιατρού .....	102
Εικόνα 34: Οθόνη απαγόρευσης εισόδου.....	103
Εικόνα 35: Οθόνη προβολής ανατεθειμένων επισκέψεων .....	104
Εικόνα 36: Επικοινωνία agent - servlet (sequence diagram).....	105
Εικόνα 37: XML Schema αίτησης προσπέλασης .....	106
Εικόνα 38: Οθόνη εκτέλεσης DoctorContextAgent (new action).....	107
Εικόνα 39: Οθόνη συγγραφής ακτινολογικής εντολής .....	108
Εικόνα 40: Οθόνη επιβεβαίωσης διακοπής συνόδου .....	109
Εικόνα 41: Οθόνη προβολής ιστορικού ασθενούς .....	109
Εικόνα 42: Οθόνη απαγόρευσης προσπέλασης ιστορικού ασθενούς.....	110
Εικόνα 43: Agent - servlet (sequence diagram 2) .....	111
Εικόνα 44: Οθόνη εκτέλεσης DoctorContextAgent (edit action) .....	112
Εικόνα 45: Οθόνη προβολής εκκρεμών ακτινολογικών εντολών.....	112
Εικόνα 46: XML Schema 2 .....	113
Εικόνα 47: IssueRadRequest Scope .....	114
Εικόνα 48: Περιγραφή δραστηριότητας Assign1 .....	115
Εικόνα 49: Κωδικοποιημένο XML μήνυμα αποστολής ακτινολογικής εντολής.....	116
Εικόνα 50: Ακύρωση ακτινολογικής εντολής.....	116
Εικόνα 51: Χειριστής γεγονότων BPEL.....	117
Εικόνα 52: Οθόνη επισκόπησης ακτινολογικών αναφορών.....	118
Εικόνα 53: Οθόνη χρονοπρογραμματισμού ακτινολογικών εντολών .....	119

Εικόνα 54: Jade - Servlet επικοινωνία .....	120
Εικόνα 55: Αποστολή ακτινολογικής ανάθεσης.....	121
Εικόνα 56: XML Schema μηνυμάτων ακτινολογικής ανάθεσης.....	123
Εικόνα 57: ScheduleScope .....	123
Εικόνα 58: E-mail ενημέρωσης ασθενούς για τον προγραμματισμό της ακτινολογικής εξέτασης .....	124
Εικόνα 59: Περιγραφή Assign2 .....	125
Εικόνα 60: Οθόνη επισκόπησης στοιχείων ακτινολογικής ανάθεσης.....	126
Εικόνα 61: Οθόνη αυθεντικοποίησης ακτινολόγου .....	127
Εικόνα 62: Αρχική οθόνη ιστότοπου ακτινολογικού τμήματος .....	128
Εικόνα 63 : Επικοινωνία agent - servlet.....	129
Εικόνα 64: XML Schema αίτησης πρόσβασης ακτινολόγου .....	130
Εικόνα 65 : Οθόνη έκδοσης ακτινολογικής αναφοράς .....	131
Εικόνα 66 : Report XML Schema.....	132
Εικόνα 67: Διαδικασία ανάκτησης στοιχείων ιατρικού φακέλου ασθενούς.....	135
Εικόνα 68: Δραστηριότητες Flow.....	136
Εικόνα 69: XML Schema ιατρικού φακέλου ασθενούς .....	137
Εικόνα 70: Προσπέλαση στοιχείων ιατρικού φακέλου .....	138
Εικόνα 71: Οθόνη μη εξουσιοδοτημένης χρήσης ιατρικού φακέλου.....	138
Εικόνα 72 : Οθόνη ανάληψης ακτινολογικής ανάθεσης .....	140
Εικόνα 73 : Απεικόνιση της διαδικασίας ανάθεσης κρίσιμων ακτινολογικών εξετάσεων....	141
Εικόνα 74: Επιχειρηματική βάση δεδομένων κλινικού τμήματος νοσοκομείου 1 .....	154
Εικόνα 75: Επιχειρηματική βάση δεδομένων κλινικού τμήματος νοσοκομείου 2 .....	155
Εικόνα 76: Επιχειρηματική βάση δεδομένων ακτινολογικού τμήματος .....	156
Εικόνα 77: Επιχειρηματική βάση δεδομένων γραμματείας.....	157

## Αρκτικόλεξο ξενόγλωσσων όρων

AJAX	Asynchronous Javascript And XML
API	Application Programming Interface
BPEL	Business Process Execution Language
BPEL4WS	Business Process Execution Language for Web Services
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
CSS	Cascading Style Sheets
DCOM	Distributed Component Object Model
DOM	Document Object Model
EAI	Enterprise Application Integration
EJB	Enterprise Java Beans
HL7	Health Level 7
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IHE	Integrating the Healthcare Enterprise
Java EE	Java Platform, Enterprise Edition
JAXB	Java Architecture for XML Binding
JSON	JavaScript Object Notation
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions
MOM	Message Oriented Middleware
MVC	Model – View - Controller
ORB	Object Request Brokers
OMG	Object Management Group
RBAC	Role-Based Access Control
RPC	Remote Procedure Calls
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SOA	Service Oriented Architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol

UDDI	Universal Description, Discovery and Integration
UML	Unified Modeling Language
WS-BPEL	Web Service Business Process Execution Language
WS-CDL	Web Service Choreography Description Language
WSCI	Web Service Choreography
WSCL	Web Services Conversation Language
WSDL	Web Services Description Language
WSFL	Web Services Flow Language
WSIG	Web Services Integration Gateway
XLANG	XML-based extension of Web Services Description Language
XML	Extensible Markup Language
XPATH	XML Path Language
XSD	XML Schema Definitions
XSLT	Extensible Stylesheet Language Transformations

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επίκουρη Καθηγήτρια κα Μαλαματένιου Φλόρα για την ανάθεση της εργασίας , την παρακολούθηση και παροχή κατευθύνσεων για την υλοποίηση της , την εξασφάλιση ιδανικών συνθηκών εργασίας και μελέτης καθώς και για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα άκρως ενδιαφέρον κεφάλαιο του σύγχρονου και μελλοντικού διαδικτύου. Ευχαριστώ επίσης και τα άλλα δύο μέλη της τριμελούς επιτροπής για τις χρήσιμες παρατηρήσεις τους, κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου, καθώς δίχως την συνεχή συμπαράσταση τους όλα αυτά τα χρόνια και τις πολλές θυσίες που έχω κάνει για την ολοκλήρωση των σπουδών μου , όλα αυτά θα ήταν αδύνατα.

Θεοδωρόπουλος Νικόλαος  
Οκτώβριος 2010

## Πρόλογος

Καθώς οι περισσότεροι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας αναζητούν τρόπους για την βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών, το συντονισμό της διαδικασίας παροχής ιατρικής φροντίδας, την μείωση του κόστους και τη βελτίωση της ασφάλειας των κρίσιμων ιατρικών δεδομένων, βρίσκουν λύσεις σε αυτές τις ανάγκες υιοθετώντας τις σύγχρονες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών(ΤΠΕ).

Οι σύγχρονες Τ.Π.Ε , όπως για παράδειγμα η τεχνολογία υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού(web services technology), η τεχνολογία της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής (Service-oriented architecture – SOA) , και η τεχνολογία ροής εργασίας παρέχουν τη δυνατότητα στους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας για γρήγορη και εύκολη λήψη μιας ολοκληρωμένης άποψης των ιατρικών δεδομένων για κάθε ασθενή.

Επιπλέον οι σύγχρονες ΤΠΕ , δίνουν τη δυνατότητα διασφάλισης της ιατρικής πληροφορίας και της προσπέλασης της μόνο από εξουσιοδοτημένους χρήστες, ανεξαρτήτως του τόπου της φυσικής αποθήκευσης τους. Η τεχνολογία των πρακτόρων λογισμικού (Software agent technology) χρησιμοποιείται για τη διασφάλιση της εμπιστευτικότητας , της ακεραιότητας και της διαθεσιμότητας των ιατρικών δεδομένων.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζεται ένα σύστημα ηλεκτρονικού φακέλου υγείας ασθενούς, εντός του πλαισίου υγειονομικής περιφέρειας ενός περιφερειακού δικτύου υγείας, το οποίο βασίζεται στις παρακάτω αρχές :

1. Έχει σχεδιαστεί για τη διαδικασία που αφορά στη διαχείριση ακτινολογικών εντολών μεταξύ των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας.
2. Έχει σχεδιαστεί κατά την υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική , χρησιμοποιεί την τεχνολογία ροής εργασίας και ειδικότερα τη γλώσσα WS-BPEL για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας διαχείρισης ακτινολογικών εντολών.
3. Έχει σχεδιαστεί λαμβάνοντας υπόψη σύγχρονες ΤΠΕ , όπως είναι οι υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού και η τεχνολογία των πρακτόρων λογισμικού.
4. Έχει σχεδιαστεί λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις ασφαλείας των ιατρικών δεδομένων , υλοποιώντας μηχανισμούς ασφαλείας που βασίζονται στη συνάφεια και το περιεχόμενο (context-aware security).

# Κεφάλαιο 1

## Ηλεκτρονική υγεία: Επισκόπηση υφιστάμενης κατάστασης

### 1.1 Εισαγωγή

Καθώς οι περισσότεροι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας αναζητούν τρόπους για την βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών, το συντονισμό της διαδικασίας παροχής ιατρικής φροντίδας, την μείωση του κόστους, και τη βελτίωση της ασφάλειας των κρίσιμων ιατρικών δεδομένων, βρίσκουν λύσεις σε αυτές τις ανάγκες με την υιοθέτηση των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών[57]. Η εφαρμογή και η χρήση ηλεκτρονικών μέσων στην διαδικασία παροχής υπηρεσιών υγείας, είναι μια συνεχώς εξελισσόμενη διαδικασία , η οποία έχει ξεπεράσει πολλά εμπόδια όπως είναι η αντίσταση στην αλλαγή , η παραπληροφόρηση, και οι τεχνολογικές φοβίες [7]. Οι εξελίξεις στον τομέα αυτό έχουν οδηγήσει στην παροχή υπηρεσιών υγείας προσανατολισμένης στον ασθενή, στην μείωση των λειτουργικών εξόδων αλλά στην εισαγωγή νέων όρων στον τεχνολογικό χάρτη όπως είναι ο όρος Ηλεκτρονική υγεία (e-health).

Η έναρξη της χρήσης του όρου e-health ανάγεται πριν το 1999 , και είχε την έννοια της διαδικτυακής ιατρικής , ωστόσο στη συνέχεια ο όρος αυτός άρχισε να διευρύνεται και να περιλαμβάνει σχεδόν οτιδήποτε σχετίζεται με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και την ιατρική. Η εισαγωγή του όρου e-health ήταν φυσικό επακόλουθο της εμφάνισης ηλεκτρονικών υπηρεσιών (e-commerce, e-business, e-solutions) σε άλλους τομείς, και αποτέλεσε προσπάθεια για την κατάδειξη των δυνατοτήτων που δίνει η χρήση των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών στο χώρο παροχής υπηρεσιών υγείας.

### 1.2 Ορισμός ηλεκτρονικής υγείας

Η δυσκολία στην εύρεση ενός και μόνο ορισμού , για τον όρο ηλεκτρονική υγεία , έγκειται στο γεγονός ότι ο όρος δεν περιλαμβάνει μόνο μια τεχνολογική εξέλιξη αλλά αποτελεί μια γενικότερη πρακτική για την βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας. Επιπρόσθετος παράγοντας που συμβάλλει στην δυσκολία του ορισμού της ηλεκτρονικής υγείας είναι το γεγονός ότι ο όρος χρησιμοποιείται στην διεθνή βιβλιογραφία με διαφορετική σημασία ανάλογα με το περιεχόμενο του κειμένου.

Οι ορισμοί που ακολουθούν, παρότι δεν είναι καθολικά αποδεκτοί δίνουν την δυνατότητα κατάδειξης των βασικότερων χαρακτηριστικών του όρου αυτού. Ο ορισμός που δίνεται για την ηλεκτρονική υγεία από τον Eysenbach[78] είναι ο ακόλουθος:

Η ηλεκτρονική υγεία είναι ένας αναδυόμενος διεπιστημονικός κλάδος της ιατρικής πληροφορικής , της δημόσιας υγείας και της βιομηχανίας της υγείας, ο οποίος αναφέρεται στην παροχή υπηρεσιών υγείας και ιατρικών πληροφοριών μέσω του Internet και άλλων

συναφών τεχνολογιών . Κατά μία έννοια , ο όρος δεν περιλαμβάνει μόνο μια τεχνολογική εξέλιξη αλλά κυρίως ένα τρόπο σκέψης, μια στάση ζωής και την προσήλωση για την βελτίωση της παροχής υπηρεσιών υγείας σε τοπικό, εθνικό και διεθνές επίπεδο χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών.

Ο παγκόσμιος οργανισμός υγείας (WorldHealth Organization–WHO),ορίζει την ηλεκτρονική υγεία ως την χρήση των ψηφιακών δεδομένων στον τομέα της υγείας , τα οποία μεταδίδονται ,αποθηκεύονται και ανασύρονται με σκοπό την υποστήριξη της παροχής υπηρεσιών υγείας τόσο σε τοπικό επίπεδο όσο και σε απομακρυσμένα σημεία[81].

Σύμφωνα με το Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS) η ηλεκτρονική υγεία ορίζεται ως η εφαρμογή του Internet και των άλλων συναφών τεχνολογιών στο χώρο της υγείας με σκοπό την βελτίωση της διαθεσιμότητας, της επάρκειας ,της αποτελεσματικότητας και της ποιότητας των κλινικών και επιχειρησιακών διαδικασιών παροχής ιατρικής φροντίδας που χρησιμοποιούνται από τους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας , τους επαγγελματίες υγείας ,τους ασθενείς, και τους καταναλωτές με σκοπό την βελτίωση της κατάστασης της υγείας των ασθενών[79].

Ο ορισμός του HIMSS καταδεικνύει τους κύριους συμμετέχοντες στο χώρο της ηλεκτρονικής υγείας , και τις πολύπλοκες σχέσεις που δημιουργούνται μεταξύ τους. Πιο συγκεκριμένα , οι κυριότεροι φορείς είναι οι ακόλουθοι [70]:

- **Οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας(Care providers) :**

Οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας περιλαμβάνουν δημόσια και ιδιωτικά νοσοκομεία, ακτινολογικά κέντρα , και λοιπούς οργανισμούς οι οποίοι απασχολούν ιατρονοσηλευτικό προσωπικό.

- **Ασθενείς και πολίτες(Citizens, Clients, Patients) :**

Στην κατηγορία των ασθενών ανήκουν όλοι οι κάτοικοι ή μη μια χώρας οι οποίοι λαμβάνουν υπηρεσίες παροχής ιατρικής φροντίδας από έναν οργανισμό ή από κάποιον ιδιώτη.

- **Χρηματοδοτικοί οργανισμοί(Funding organizations) :**

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι οργανισμοί οι οποίοι παρέχουν χρηματοδότηση στους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας. Οι οργανισμοί αυτοί μπορεί να είναι κρατικοί φορείς , ασφαλιστικές εταιρίες ή φιλανθρωπικές οργανώσεις.

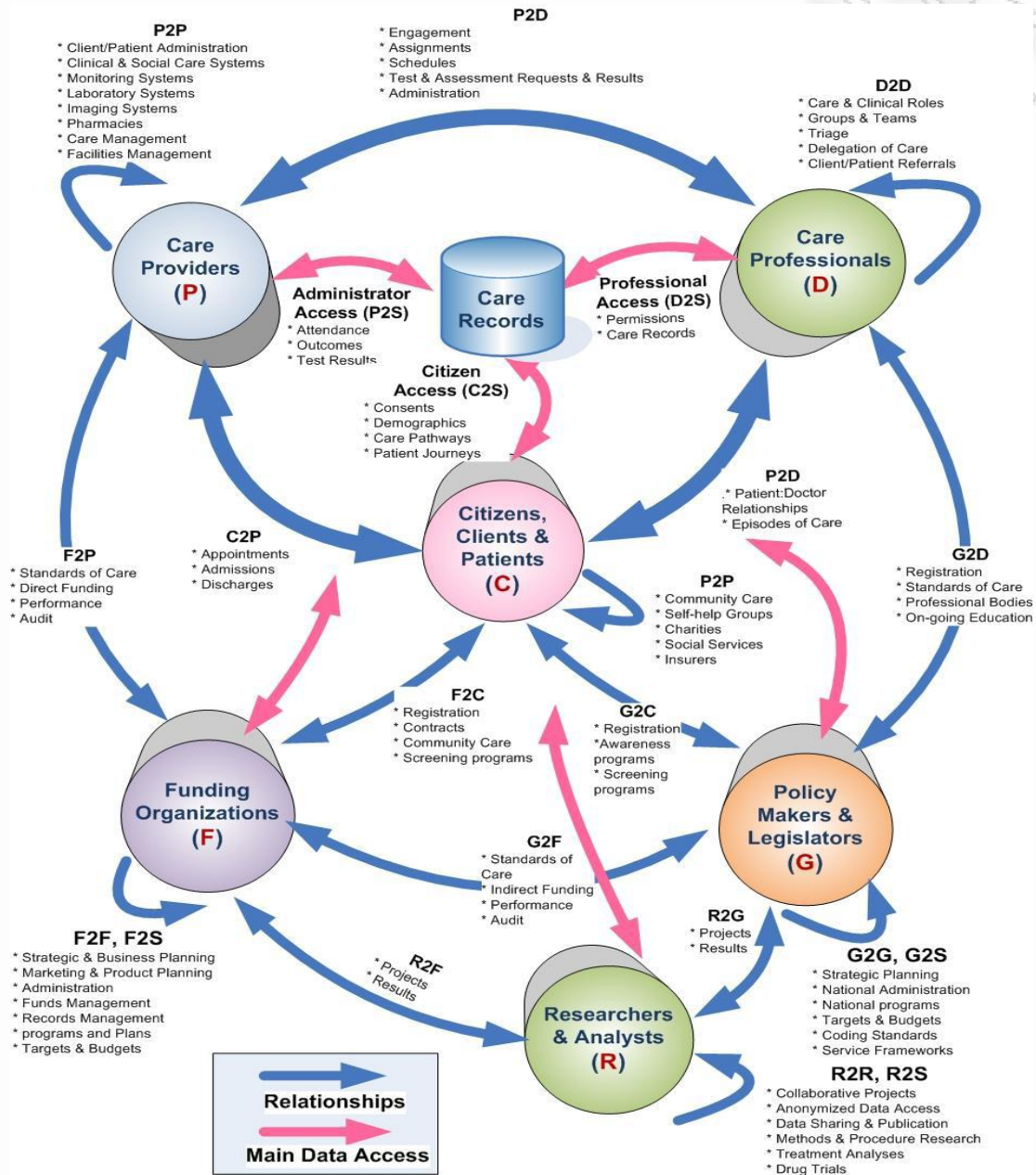
- **Ερευνητικοί οργανισμοί(Researchers and Analysts) :**

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν φορείς και οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας οι οποίοι έχουν ως κύριο μέλημα την ανάλυση της αποτελεσματικότητας των χορηγούμενων θεραπειών , των κλινικών διαδικασιών και των τάσεων με στόχο την βελτίωση της ποιότητας των προσφερόμενων υπηρεσιών.

- **Οργανισμοί που επιβάλλουν περιορισμούς και ελέγχουν την διαδικασία παροχής υπηρεσιών υγείας (Policy Makers & Legislators) :**



Στην κατηγορία αυτή ανήκουν κρατικοί φορείς και οργανισμοί πιστοποίησης οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την διαδικασία επιτήρησης της παροχής υπηρεσιών ιατρικής φροντίδας



Εικόνα 1 : Δίκτυο ανταλλαγής πληροφοριών οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας

Ανάμεσα στους διαφορετικούς φορείς εμφανίζονται ροές πληροφοριών που κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον αποστολέα και τον παραλήπτη. Συνεπώς στη διεθνή βιβλιογραφία συχνά αναφέρονται ροές πληροφοριών μεταξύ παρόχων υπηρεσιών υγείας (Provider to Provider–P2P) , μεταξύ παρόχων υπηρεσιών υγείας και ασθενών ,(Provider to Consumer/Patient–P2C),, αλλά και μεταξύ ασθενών (Consumer /Patient to Consumer/Patient C2C)

### 1.3 Χαρακτηριστικά της ηλεκτρονικής υγείας

Τα κύρια χαρακτηριστικά της ηλεκτρονικής υγείας είναι τα ακόλουθα[78]:

1. **Αποδοτικότητα** : Ένας από τους κυριότερους στόχους της ηλεκτρονικής υγείας είναι η αύξηση της αποδοτικότητας της ιατρικής περίθαλψης, μειώνοντας το ιατρονοσηλευτικό κόστος. Ο κυριότερος τρόπος μείωσης του κόστους είναι η αποφυγή της διεξαγωγής διπλότυπων εξετάσεων και περιττών διαγνωστικών παρεμβάσεων, στόχος ο οποίος μπορεί να επιτευχθεί μέσω της βελτίωσης τόσο της επικοινωνίας μεταξύ των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας όσο και μεταξύ των οργανισμών αυτών και των ασθενών.
2. **Βελτίωση της ποιότητας περίθαλψης** : Η αύξηση της αποδοτικότητας συνεπάγεται και την βελτίωση της ποιότητας περίθαλψης. Ο στόχος αυτός επιτυγχάνεται καθώς μέσω της βελτίωσης της επικοινωνίας μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών υγείας, δίνεται ευκολότερη πρόσβαση στην ιατρική πληροφορία και επιπλέον δίνεται η δυνατότητα διεξαγωγής συγκρίσεων και η ώθηση των πολιτών σε παρόχους υψηλής ποιότητας.
3. **Επιστημονική τεκμηρίωση** : Δημιουργεί τις κατάλληλες προϋποθέσεις , ούτως ώστε η αποδοτικότητα των ιατρικών αποφάσεων να τεκμηριώνεται βάσει επιστημονικών αποδείξεων.
4. **Ενδυνάμωση πολιτών και ασθενών** : Δίνεται η δυνατότητα στους ασθενείς να υποστηρίζουν τις αποφάσεις σχετικά με την κατάσταση υγείας τους στην επιστημονική τεκμηρίωση. Η επιστημονική τεκμηρίωση καθίσταται προσβάσιμη σε αυτούς μέσω των ηλεκτρονικών φακέλων υγείας και των ιατρικών βάσεων δεδομένων. Το γεγονός αυτό ανοίγει νέους δρόμους για την άσκηση ασθενοκεντρικής ιατρικής.
5. **Ενίσχυση της αλληλεπίδρασης** : Ενθαρρύνει την ανάπτυξη μιας νέας μορφής επαγγελματικής σχέσης μεταξύ των ασθενών και των επαγγελματιών υγείας, στην οποία οι ιατρικές αποφάσεις θα λαμβάνονται από κοινού.
6. **Συνεχής Εκπαίδευση** : Επιτρέπει τη συνεχιζόμενη εκπαίδευση των γιατρών ,του παραϊατρικού προσωπικού αλλά και των πολιτών, μέσω διαδικτυακών πηγών εκπαίδευσης.
7. **Διευκόλυνση της ανταλλαγής πληροφορίας** : Διευκολύνει και επιτρέπει την προτυποποίηση της επικοινωνίας ανάμεσα στους υγειονομικούς φορείς.
8. **Επέκταση της εμβέλειας της ιατρικής περίθαλψης**: Επεκτείνει το πεδίο παροχής υπηρεσιών πέραν των συμβατικών ορίων. Δίνεται η δυνατότητα στους πολίτες να χρησιμοποιήσουν διαδικτυακές ιατρικές υπηρεσίες από πλήθος διαφορετικών παρόχων. Οι υπηρεσίες αυτές μπορεί να είναι απλά συμβουλευτικές ή και πιο περίπλοκες, όπως για παράδειγμα η προμήθεια φαρμακευτικών προϊόντων.

9. **Ασφάλεια:** Η ηλεκτρονική υγεία δημιουργεί νέους δεσμούς μεταξύ πολιτών και επαγγελματιών υγείας , για το λόγο αυτό διαμορφώνει πρόσθετες προκλήσεις και απειλές σχετικά με θέματα ηθικής , όπως είναι η ιδιωτικότητα των ιατρικών δεδομένων , και η συναίνεση σε ιατρικές πρακτικές.
10. **Ισότητα:** Μία από τις κυριότερες υποσχέσεις της ηλεκτρονικής υγείας είναι η ισότιμη παροχή υπηρεσιών υγείας σε όλους τους πολίτες.

## 1.4 Εφαρμογές της ηλεκτρονικής υγείας

Λαμβάνοντας υπόψη τους ορισμούς για την ηλεκτρονική υγεία, γίνεται κατανοητό ότι οι εφαρμογές της μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα πλήθος διαφορετικών τομέων, υποστηρίζοντας την παροχή υπηρεσιών υγείας και τη μετάδοση των ιατρικών πληροφοριών. Το πλήθος των διαφορετικών συστημάτων, προϊόντων και υπηρεσιών της ηλεκτρονικής υγείας οφείλεται αφενός στο ότι χρησιμοποιούνται από διαφορετικούς φορείς (υγειονομικές αρχές, παρόχους υπηρεσιών υγείας και πολίτες) και αφετέρου διότι αποτελούν εργαλεία που χρησιμοποιούνται σε διαφορετικά στάδια της διαδικασίας παροχής ιατρικής φροντίδας (κατοίκον περίθαλψη, ενδονοσοκομειακή περίθαλψη)[70]. Μια πρόσθετη κατηγοριοποίηση των εφαρμογών της ηλεκτρονικής υγείας μπορεί να γίνει ανάλογα με το σκοπό τον οποίο επιτελούν , και χωρίζονται στις εφαρμογές για πληροφοριακούς σκοπούς , για εμπορικούς , για λόγους συνδεσιμότητας, και για την βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών ιατρικής φροντίδας.

Κυριότερες εφαρμογές της ηλεκτρονικής υγείας είναι οι ακόλουθες:

- Ηλεκτρονικός φάκελος υγείας (electronic health record)
- Δίκτυα πληροφοριών υγείας (health information networks)
- Υπηρεσίες τηλεϊατρικής (telemedicine services)
- Δικτυακές πύλες για την υγεία (health portals)
- Φορετά και φορητά συστήματα παρακολούθησης ασθενών(wearable and portable monitoring systems)
- Αποδεικτική ιατρική (Evidence-based medicine)
- Πληροφοριακά συστήματα υγείας(Health Information Systems)

### 1.4.1 Τηλεϊατρική

Η Τηλεϊατρική ορίζεται ως η άσκηση και η παροχή ιατρικών υπηρεσιών από απόσταση, με τη χρήση των τεχνολογιών της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών. Περιλαμβάνει την άμεση μετάδοση ιατρικών δεδομένων των ασθενών σε κέντρα λήψης και επεξεργασίας αυτών με σκοπό την αντιμετώπιση των προβλημάτων υγείας , καθώς και τη χορήγηση κατάλληλης θεραπευτικής αγωγής, χωρίς τη μετακίνηση ασθενών[82]. Οι επαγγελματίες του χώρου της

υγείας κάνοντας χρήση της τηλεϊατρικής μπορούν να προσφέρουν υπηρεσίες υγείας ακόμα και σε περιπτώσεις όπου παρεμβάλλεται απόσταση μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών. Κύριοι τομείς στους οποίους βρίσκει εφαρμογή η τηλεϊατρική είναι οι ακόλουθοι:

- Τηλεδιάγνωση και Τηλεσυμβουλευτική
- Κατ' οίκον Περίθαλψη
- Τηλεραδιολογία
- Τηλεκαρδιολογία
- Τηλεπαθολογία
- Τηλεδερματολογία
- Τηλεοφθαλμολογία

#### 1.4.2 Τηλε-εκπαίδευση

Η τηλε-εκπαίδευση στο χώρο της υγείας ορίζεται ως η δυναμική διαδικασία, η οποία μέσω των τεχνολογιών της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών παρέχει τις υπηρεσίες εκείνες που ενισχύουν και μεταβάλλουν τη νοοτροπία, τη γνώση, την πληροφορία και τις ικανότητες των πολιτών, ασθενών και επαγγελματιών της υγείας, με σκοπό την βελτίωση της υγείας. Οι βασικές υπηρεσίες και αρχές της τηλε-εκπαίδευσης συνοψίζονται στα εξής:

- Συνεχής εκπαίδευση
- Προώθηση της υγείας
- Συμμετοχική εκπαίδευση
- Εκπαίδευση πέρα από τα φυσικά όρια

#### 1.4.3 Δικτυακές πύλες για την υγεία

Οι δικτυακές πύλες για την υγεία δίνουν δυνατότητα πρόσβασης σε ιατρική πληροφορία στους πολίτες και στους επαγγελματίες του χώρου της υγείας καθώς επιτρέπουν την [59,71]:

- Εύκολη ανταλλαγή ηλεκτρονικής ιατρικής πληροφορίας κάθε μορφής (π.χ. κείμενο, εικόνες) μεταξύ επαγγελματιών υγείας που βρίσκονται στον ίδιο και/ή σε διαφορετικούς οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας.
- Παροχή μιας κεντρικής πύλης ιστού (web gate) για αναζήτηση και απόκτηση πρόσβασης σε ολοκληρωμένη ιατρική πληροφορία των ασθενών.
- Πρόσβαση σε ψηφιακές ιατρικές βιβλιοθήκες (digital medical libraries).
- Πρόσβαση σε κοινές για όλους τους χρήστες ιατρικές οδηγίες (medical instructions) και κλινικά πρωτόκολλα (clinical guidelines).
- Πρόσβαση σε κοινές για όλους τους χρήστες ιατρικές εφαρμογές.
- Παραπομπή στις ιστοσελίδες ασφαλιστικών οργανισμών, νοσοκομείων, ιδιωτικών φορέων παροχής υπηρεσιών, διοικητικών αρχών υγείας, φαρμακευτικών εταιρειών και οργανισμών και γιατρών
- Δυνατότητα αγοράς και πώλησης ιατρικών ειδών

### 1.4.3 Ηλεκτρονικός φάκελος υγείας

Τα τελευταία είκοσι χρόνια γίνεται εκτεταμένη έρευνα σχετικά με τη δημιουργία ηλεκτρονικών ιατρικών φακέλων αφενός διότι ο όγκος των δεδομένων που αποθηκεύουν οι οργανισμοί σχετικά με την παροχή υπηρεσιών υγείας στους ασθενείς έχει αυξηθεί σημαντικά, αφετέρου διότι υπάρχει η ανάγκη για πρόσβαση στην κρίσιμη ιατρική πληροφορία ανεξαρτήτως του φυσικού χώρου στον οποίο προσφέρονται οι υπηρεσίες υγείας. Η πληροφορία αυτή, η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους πολίτες και τους επαγγελματίες υγείας οι οποίοι προγραμματίζουν, οργανώνουν, διαχειρίζονται και λαμβάνουν υπηρεσίες υγείας, αποθηκεύταν μέχρι πρότινος σε έντυπη μορφή στο φάκελο υγείας των ασθενών. Ωστόσο πλέον είναι έκδηλη η ανάγκη για μετάβαση στον ηλεκτρονικό φάκελο υγείας, λόγω των ακόλουθων χαρακτηριστικών του έντυπου φακέλου υγείας[80]:

- Είναι δύσκολη η δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας.
- Είναι δύσκολη η αναζήτηση και εύρεση των περιεχομένων του.
- Έχει περιορισμένο χρόνο ζωής.
- Είναι διαθέσιμος μόνο σε ένα συγκεκριμένο μέρος σε μια δεδομένη χρονική στιγμή.
- Η ποιότητα των δεδομένων εξαρτάται σημαντικά από την ικανότητα του συγγραφέα να καταγράψει και να αποδώσει σωστά τα στοιχεία που τον αποτελούν.
- Ο φάκελος υγείας περιέχει πλέον νέου τύπου δεδομένα όπως είναι τα αρχεία πολυμέσων(βίντεο, εικόνες)
- Δεν είναι δυνατός ο συνδυασμός των στοιχείων των πληροφοριών που εμπεριέχουν οι ιατρικοί φάκελοι από διαφορετικούς οργανισμούς.

#### 1.4.3.1 Ορισμός του ηλεκτρονικού φακέλου υγείας

Ο οργανισμός ISO ορίζει τον ηλεκτρονικό φάκελο υγείας ως μια αποθήκη ιατρικών στοιχείων ενός ασθενούς σε ψηφιακή μορφή τα οποία καταγράφονται, διακινούνται και ανακτούνται από εξουσιοδοτημένους χρήστες. Περιέχει ιατρικά στοιχεία ιστορικής φύσης αλλά και αναμενόμενα αποτελέσματα και έχει ως κύριο στόχο την υποστήριξη της αποτελεσματικότητας, της ποιότητας και της αποδοτικότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας. Ένας δεύτερος πιο περιεκτικός ορισμός των συστημάτων ηλεκτρονικών φακέλων υγείας δίνεται από τον οργανισμό HIMSS. Ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας είναι μία διαμήκης ηλεκτρονική καταγραφή των πληροφοριών υγείας ενός ασθενούς, οι οποίες έχουν παραχθεί από μία ή περισσότερες επισκέψεις του σε οποιοδήποτε οργανισμό παροχής υπηρεσιών υγείας[83]. Ο ορισμός αυτός συμβάλλει στην αποσαφήνιση του όρου καθώς στη διεθνή βιβλιογραφία ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας συγχέεται με τον ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο(Electronic medical record – EMR). Η βασική διαφορά μεταξύ των δύο εννοιών έγκειται στο ότι τα δεδομένα στον ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο συλλέγονται από ένα συγκεκριμένο φορέα υπηρεσιών υγείας ο οποίος είναι και υπεύθυνος για την τήρηση και λειτουργία του ιατρικού αρχείου. Αντίθετα ο φάκελος υγείας του ασθενούς δημιουργείται

από διάφορες πηγές, από πολλούς φορείς, στους οποίους ο ασθενής έχει λάβει υπηρεσίες υγείας. Ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας στηρίζεται στον ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο, ο οποίος αποτελεί την πηγή των δεδομένων του.

Η πληροφορία που καταγράφεται η οποία αποτελεί μέρος του ιατρικού φακέλου περιλαμβάνει:

- Δημογραφικά στοιχεία.
- Ιατρικό ιστορικό – Παράγοντες κινδύνου (risk factors)
- Κλινικά δεδομένα φυσικής εξέτασης – διαγνώσεις και σημεία
- Νοσηλείες – Εγχειρήσεις
- Ιατροφαρμακευτική περίθαλψη
- Εργαστηριακές εξετάσεις (ανάλυση αίματος, ούρων, κλπ)
- Καταγραφές βιοδυναμικών (ηλεκτροκαρδιογράφημα, ηλεκτρομυογράφημα, κλπ.)
- Ιατρικές πράξεις
- Παραπεμπτικά - Γνωματεύσεις
- Διαγνωστικές εξετάσεις και ιατρικές εικόνες (Ακτινογραφίες, μαγνητικές τομογραφίες, αξονικές τομογραφίες, κλπ)
- Διαχειριστικά – οικονομικά στοιχεία ιατρικών πράξεων και νοσηλείων
- Πιθανά αρχεία παλιών ιατρικών φακέλων

Η πληροφορία του ηλεκτρονικού ιατρικού φακέλου υγείας εντός ενός συγκεκριμένου οργανισμού παροχής υπηρεσιών υγείας αντλείται από τα ακόλουθα υποσυστήματα:

- **Διοικητικοοικονομικό Υποσύστημα:**  
Το Υποσύστημα αυτό φιλοξενεί πληροφορία σχετικά με τα δημογραφικά στοιχεία ασθενών, την διαχείριση εισαγωγών και εξαγωγών ασθενών, τα νοσήλια και την κοστολόγηση ιατρικών πράξεων
- **Πληροφοριακό Σύστημα Φαρμακείου (Pharmacy Information System – PIS) :**  
Η πληροφορία που φιλοξενείται στον ιατρικό φάκελο έχει να κάνει με τις συνταγογραφήσεις φαρμάκων στους ασθενείς.
- **Ιατρικό Υποσύστημα:**  
Η πληροφορία που αντλείται για τον ιατρικό φάκελο από το ιατρικό υποσύστημα αφορά πληροφορία σχετικά με τη διαχείριση των ιατρικών διαγνώσεων και των πορισμάτων, και την παρακολούθηση των νοσηλευόμενων και εξωτερικών ασθενών.
- **Πληροφοριακό Σύστημα Εργαστηρίων (Laboratory Information System - LIS):**  
Η πληροφορία που ανταλλάσσεται περιλαμβάνει εντολές εργαστηριακών εξετάσεων, αποτελέσματα από εργαλεία εργαστηρίου και διοικητικο-οικονομικές πληροφορίες σχετικά με το κόστος, τον τόπο και το χρόνο τέλεσης των εξετάσεων.
- **Πληροφοριακό Σύστημα Απεικονιστικών Εργαστηρίων:**

Αποτελείται από το Πληροφοριακό Σύστημα Ακτινολογικών Εξετάσεων (Radiology Information System - RIS), καθώς και από το Σύστημα Αρχειοθέτησης και Επικοινωνίας Ιατρικών Εικόνων (Picture Archiving and Communication system - PACS). Η πληροφορία που ανταλλάσσεται περιλαμβάνει ακτινολογικές εντολές , ακτινολογικές αναφορές , ακτινολογικές εικόνες

- **Νοσηλευτικό Υποσύστημα:**

Η πληροφορία που ανταλλάσσεται σχετίζεται με τη διαχείριση νοσηλευτικής φροντίδας, την τήρηση της θεραπευτικής αγωγής, καθώς και παρακολούθηση της πορείας της νόσου.

Η πληροφορία που φιλοξενείται στον ηλεκτρονικό φάκελο υγείας χρησιμοποιείται από ασθενείς, ιατρούς, νοσηλευτικό προσωπικό, ακτινολόγους, φαρμακοποιούς, διαχειριστικό προσωπικό, υπάλληλους εργαστηρίων και λοιπούς επαγγελματίες του χώρου παροχής υπηρεσιών υγείας με σκοπό[86] :

1. Την υποστήριξη της ιατρικής έρευνας και εκπαίδευσης
2. Τη μείωση των ιατρικών λαθών και την επιτάχυνση του χρόνου λήψης αποφάσεων
3. Τη διευκόλυνση της συνεργασίας και συνέργειας παρόχων και επαγγελματιών υγείας
4. Τη διαχείριση και αξιολόγηση του κόστους της ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης.
5. Τη διασφάλιση της εμπιστευτικότητας ,ιδιωτικότητας και ακεραιότητας των ιατρικών πληροφοριών που εμπεριέχονται σε αυτόν.

#### **1.4.3.2 Απαιτήσεις ηλεκτρονικού φακέλου υγείας**

Για την υποστήριξη των σκοπών του, ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας θα πρέπει να ικανοποιεί τις κάτωθι απαιτήσεις:

- **Ασφάλεια:** Πρέπει να διασφαλίζεται η ιδιωτικότητα, να πραγματοποιείται πιστή καταγραφή των κλινικών ενεργειών του χρήστη, ταυτοποίηση του χρήστη και έλεγχος πρόσβασης.
- **Διασυνδεσιμότητα:** είναι αναγκαία η δυνατότητα διανομής και ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ των συστημάτων των οργανισμών που φιλοξενούν ιατρική πληροφορία για τον ασθενή. Η διασυνδεσιμότητα ως απαίτηση του ηλεκτρονικού φακέλου υγείας περιλαμβάνει τόσο την δυνατότητα των συστημάτων να ανταλλάσσουν πληροφορία βάσει κοινά κατανοητών δομών(συντακτική διαλειτουργικότητα) , όσο και την απαίτηση η πληροφορία που ανταλλάσσεται να ερμηνεύεται κατά τον ίδιο τρόπο τόσο από τον αποστολέα όσο και από τον παραλήπτη (σημασιολογική διαλειτουργικότητα). Αυτό επιτρέπει όχι μόνο την αναγνωσιμότητα των δεδομένων από ανθρώπους αλλά και την αυτοματοποιημένη επεξεργασία των δεδομένων από άλλα συστήματα

- **Ευρύτητα – Περιεκτικότητα:** Πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα υποστήριξης μιας ευρείας γκάμας πρακτικών στο χώρο της ιατρικής φροντίδας, υποστήριξης πολλών τύπων δεδομένων, υποστήριξης εισαγωγής δεδομένων σε δομημένη μορφή καθώς και σε μορφή ελεύθερου κειμένου.
- **Μεταφερσιμότητα:** Θα πρέπει οι επιμέρους ιατρικοί φάκελοι να είναι μεταφέρσιμοι και συνενώσιμοι μεταξύ ιδρυμάτων, ανεξάρτητα από το υλικό, το λογισμικό και την μητρική γλώσσα που χρησιμοποιεί ο καθένας. Σημαντικό χαρακτηριστικό στην απαίτηση αυτή αποτελεί όλα τα συστήματα να χρησιμοποιούν τον ίδιο μοναδικό κωδικό ασθενούς (Master patient index)
- **Εξέλιξη:** Πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα υποστήριξης ιατρικού φακέλου για μακρά χρονικά διαστήματα, μέσω της συμβατότητας επεξεργασίας του ιατρικού φακέλου από προηγούμενες εκδόσεις συστημάτων λογισμικού EHR.
- **Επεκτασιμότητα**
- **Ευρεία χρήση Προτύπων.**

#### 1.4.3.3 Αρχιτεκτονικές ηλεκτρονικού φακέλου υγείας

Για την σύνθεση του ηλεκτρονικού φακέλου υγείας, και τη συλλογή των δεδομένων από τα καταναμημένα συστήματα των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας έχουν προταθεί διαφορετικά μοντέλα στη διεθνή βιβλιογραφία, ανάλογα με τον τόπο αποθήκευσης της ιατρικής πληροφορίας. Οι διαφορετικές αρχιτεκτονικές λύσεις περιλαμβάνουν μοντέλα στα οποία[85]:

- Όλοι οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας μοιράζονται μια κοινή αποθήκη δεδομένων
- Όλοι οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας έχουν την ίδια πληροφορία αποθηκευμένη τοπικά στα συστήματά τους.
- Υπάρχει ένα κεντρικό ευρετήριο , το οποίο περιέχει καταχωρήσεις που αναφέρεται σε ποια συστήματα φιλοξενείται πληροφορία για τον ηλεκτρονικό φάκελο υγείας.
- Όλοι οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας εμπλουτίζουν τον ηλεκτρονικό φάκελο υγείας στο επίπεδο μιας περιφέρειας. Για την εξαγωγή του συνολικού φακέλου υγείας του ασθενούς , οι φάκελοι υγείας που έχουν συντεθεί στις επιμέρους περιφέρειες συνενώνονται.

#### 1.4.3.4 Εμπόδια στην υλοποίηση του ηλεκτρονικού φακέλου υγείας.

Κυριότερα εμπόδια στη δημιουργία του ηλεκτρονικού φακέλου υγείας είναι τα ακόλουθα[55]:

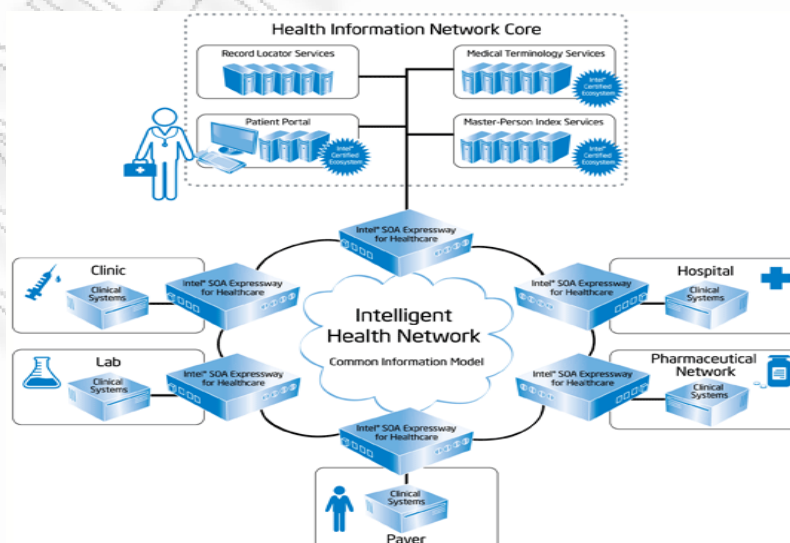
1. Η έλλειψη χρηματικών πόρων στους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας , για τη δημιουργία του ηλεκτρονικού ιατρικού φακέλου



2. Μερίδα των επαγγελματιών υγείας αντιστέκονται στην χρήση του ηλεκτρονικού φακέλου υγείας , καθώς εμφανίζονται διστακτικοί στην καταγραφή των ενεργειών τους για λόγους ανταγωνισμού
3. Η έλλειψη διοικητικής υποστήριξης στο εσωτερικό των οργανισμών
4. Η ύπαρξη μεγάλου αριθμού νομοθετικών περιορισμών, και προτύπων με τα οποία οι υλοποιήσεις θα πρέπει να συμμορφωθούν
5. Η έλλειψη της κατάλληλης τεχνολογικής υποδομής για την υλοποίηση ηλεκτρονικού φακέλου υγείας σε ένα δίκτυο πληροφοριών υγείας μεγάλης έκτασης.

#### 1.4.4 Δίκτυα πληροφοριών υγείας

Η ολοκλήρωση των δεδομένων και η διαλειτουργικότητα μεταξύ των συστημάτων είναι μία κυρίαρχη απαίτηση στο χώρο της παροχής υπηρεσιών υγείας. Τα πληροφοριακά συστήματα που διατηρούν οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας θα πρέπει να έχουν την δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών με άλλα συστήματα, τα οποία βρίσκονται εκτός των ορίων του οργανισμού. Η ανταλλαγή των δεδομένων που αφορούν τον ιατρικό φάκελο ασθενούς είναι αναγκαία αφενός για να συνδράμει στη μείωση των ιατρικών λαθών και αφετέρου για την μείωση του λειτουργικού κόστους των οργανισμών. Ωστόσο η ροή αυτή δεν είναι η μόνη πληροφοριακή ροή που ανταλλάσσεται μεταξύ των οργανισμών . Παραδείγματα άλλων ροών δεδομένων είναι η πληροφορία που αποστέλλεται από τους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας προς ελεγκτικούς φορείς και ερευνητικά κέντρα , η οποία επιβάλλεται από νομοθετικούς περιορισμούς και από την ανάγκη για συνεχή βελτίωση των ιατρικών πρακτικών. Τα δίκτυα ανταλλαγής πληροφοριών τα οποία σχηματίζονται και στα οποία συμμετέχουν οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας ονομάζονται δίκτυα πληροφοριών υγείας (Health Information Networks –HIN ) , και είναι τα συστήματα στα οποία τα προβλήματα ολοκλήρωσης δεδομένων και διαλειτουργικότητας συναντώνται.



Εικόνα 2: Δίκτυο πληροφοριών υγείας

Ένα δίκτυο ανταλλαγής πληροφοριών, δεν συμπεριλαμβάνει μόνο τους πάροχους υπηρεσιών υγείας , όπως είναι τα νοσοκομεία και άλλα νοσηλευτικά ή ιατρικά ιδρύματα , αλλά και ασφαλιστικούς φορείς , φαρμακοβιομηχανίες , κυβερνητικές οργανώσεις οι οποίες ανταλλάσσουν μεταξύ τους πληροφορία για την δόμηση επιχειρησιακών διαδικασιών οι οποίες ξεπερνούν τα στενά όρια ενός οργανισμού.

Οι σκοποί που πρέπει να υπηρετεί ένα δίκτυο παροχής πληροφοριών υπηρεσιών υγείας , είναι[59,71,77]:

1. Η ανταλλαγή δεδομένων σχετικών με τον ηλεκτρονικό φάκελο υγείας ενός ασθενούς.
2. Η ανταλλαγή δεδομένων σχετικά με εργαστηριακές εξετάσεις και συνταγογραφήσεις φαρμάκων
3. Ανταλλαγή δεδομένων με ασφαλιστικά ταμεία και ιδιωτικούς οργανισμούς για την εξακρίβωση στοιχείων σχετικών με την πληρωμή
4. Ανταλλαγή δεδομένων για την προμήθεια φαρμακευτικού και άλλου ιατρικού υλικού στους επιμέρους οργανισμούς
5. Παροχή εξατομικευμένων ιατρικών πληροφοριών στους ασθενείς
6. Παροχή πληροφορίας σχετικής με τους δείκτες υγείας , και της λειτουργίας των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας

#### 1.4.4 Πληροφοριακά συστήματα υγείας

Ως πληροφοριακά συστήματα υγείας ορίζονται τα υπολογιστικά συστήματα τα οποία είναι σχεδιασμένα να διευκολύνουν τη διαχείριση και τη λειτουργία του συνόλου των ιατρικών και διοικητικών δεδομένων του συστήματος υγείας , ενός αριθμού λειτουργικών του μονάδων, μιας μονάδας παροχής υπηρεσιών υγείας , ή ακόμα και ενός τμήματος της μονάδας παροχής υπηρεσιών υγείας.

Παρόλο που σημαντικότερος εκπρόσωπος των πληροφοριακών συστημάτων υγείας είναι τα πληροφοριακά συστήματα νοσοκομείων, εντούτοις τα συστήματα αυτά αποτελούν μόνο ένα στιγμιότυπο των πληροφοριακών συστημάτων υγείας.

Κυριότεροι στόχοι των πληροφοριακών συστημάτων υγείας είναι :

- Η συνεισφορά σε υψηλής ποιότητας και αποτελεσματική φροντίδα υγείας.
- Η υποστήριξη της διαδικασίας παροχής ιατρικής φροντίδας.

#### 1.5 Επιπλέον προκλήσεις

Η ηλεκτρονική υγεία εισάγει νέους οδούς επικοινωνίας και διάδρασης στην παροχή υπηρεσιών υγείας, ενώ ταυτόχρονα μεταβάλλει τον παραδοσιακό ορισμό του ρόλου του ασθενούς και του επαγγελματία υγείας. Τα οφέλη των εφαρμογών της ηλεκτρονικής υγείας είναι ιδιαίτερα σημαντικά , και επηρεάζουν τον τρόπο δράσης των ιατρών , των ασθενών , και των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας. Πέραν της σημαντικής ωφέλειας στην

ποιότητα των παρεχομένων υπηρεσιών η υλοποίηση και η λειτουργία των εφαρμογών της ηλεκτρονικής υγείας καθίσταται πλέον ολοένα και πιο απαραίτητη λόγω των ακόλουθων συνθηκών[51,53,64,71]:

- Της αύξησης της ζήτησης υπηρεσιών υγείας και κοινωνικών υπηρεσιών, λόγω γηράσκοντος πληθυσμού και υψηλότερων επιπέδων εισοδήματος και εκπαίδευσης.
- Των αυξανόμενων προσδοκιών των πολιτών που επιθυμούν να έχουν την καλύτερη δυνατή περίθαλψη με ταυτόχρονη επίτευξη περιορισμού των ανισοτήτων όσον αφορά την πρόσβαση σε καλής ποιότητας υπηρεσίες υγείας.
- Της αυξανόμενης κινητικότητας ασθενών και ιατρονοσηλευτικού προσωπικού στο πλαίσιο βελτιωμένης λειτουργίας της εσωτερικής αγοράς.
- Της ανάγκης για χρήση εφαρμογών τηλεματικής για την εξ αποστάσεως παρακολούθηση ασθενών.

## Κεφάλαιο 2

### Συστήματα παροχής ηλεκτρονικών υπηρεσιών υγείας με βάση την υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική

#### 2.1 Εισαγωγή

Ένας από τους κύριους στόχους των εφαρμογών της ηλεκτρονικής υγείας είναι η παροχή κατάλληλης πληροφορίας σε όλους τους εμπλεκόμενους χρήστες με σκοπό την βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας, τη μείωση του λειτουργικού κόστους, την ενδυνάμωση των ασθενών ούτως ώστε να λαμβάνουν τις βέλτιστες ιατρικές αποφάσεις, και την διασφάλιση της ποιότητας περιθαλψης ανεξάρτητα από το φυσικό χώρο στον οποίο αυτή προσφέρεται.

Κυρίαρχες τεχνικές δυσκολίες για την επίτευξη των παραπάνω στόχων είναι το καταναμημένο περιβάλλον του χώρου παροχής υπηρεσιών υγείας, η ετερογένεια μεταξύ των συστημάτων, ο μεγάλος αριθμός των εμπλεκόμενων φορέων και χρηστών, το ευμετάβλητο περιβάλλον στο οποίο προσφέρονται οι υπηρεσίες υγείας, αλλά και το γεγονός ότι η πληροφορία που ανταλλάσσεται χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό εμπιστευτικότητας.

Τα χαρακτηριστικά αυτά σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η παροχή υπηρεσιών υγείας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα διαθέσιμα δεδομένα, υπαγορεύουν την χρήση ενός αρχιτεκτονικού μοντέλου το οποίο θα αποτελέσει τον υποστηρικτικό ιστό για την διασύνδεση των επιμέρους συστημάτων, και το οποίο θα επιτρέψει να υπερπηδηθούν τεχνολογικά εμπόδια όπως αυτό της τεχνολογικής ετερογένειας.

Η υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική και οι υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού ως υλοποίηση της αρχιτεκτονικής αυτής διαθέτουν τα απαραίτητα εκείνα χαρακτηριστικά τα οποία μπορούν να εκμεταλλευθούν οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας με σκοπό τη διασύνδεση των επιμέρους συστημάτων, ενώ οι κωδικοποιήσεις και τα πρότυπα επιτρέπουν την απρόσκοπτη ανταλλαγή πληροφορίας, βάσει κοινά αποδεκτών και κατανοητών δομών.

#### 2.2 Εφαρμογές της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής στο εσωτερικό των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας

Οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας στην σημερινή εποχή έχουν σε λειτουργία ένα μεγάλο αριθμό διαφορετικών υποσυστημάτων. Το κόστος απόκτησης, ολοκλήρωσης και συντήρησης αυτών των συστημάτων αυξάνεται συνεχώς, όπως ανάλογα αυξάνονται και οι απαιτήσεις των χρηστών. Οι οργανισμοί εκτός από τις διαρκώς μεταβαλλόμενες κλινικές ανάγκες που έχουν να ικανοποιήσουν, θα πρέπει να έχουν σε εφαρμογή μηχανισμούς για τη σωστή διαχείριση και εξασφάλιση του κύκλου κερδοφορίας[57]. Η λύση η οποία προτείνεται

για την υποστήριξη των αναγκών αυτών των οργανισμών είναι η υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική (Service-oriented architecture).

Οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας αρχικά χρησιμοποιούσαν συστήματα τα οποία υποστήριζαν μόνο διοικητικούς και λογιστικούς σκοπούς και ακολουθούσαν μονολιθική αρχιτεκτονική[8,9]. Η εξέλιξη των στρατηγικών στόχων και σκοπών οδήγησαν στην εγκατάσταση συστημάτων στα επιμέρους τμήματα ενός οργανισμού ούτως ώστε να υποστηρίζεται και η διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας[55]. Ορισμένα από τα υποσυστήματα που εγκαταστάθηκαν ήταν τα ακόλουθα:

- 1) **Ιατρικό Υποσύστημα Νοσηλείας Εσωτερικών Ασθενών (Inpatient Care (IC))**
- 2) **Ιατρικό Υποσύστημα Νοσηλείας Εξωτερικών Ασθενών (Outpatient Care (OC))**
- 3) **Διαχείριση Επειγόντων Περιστατικών (Emergency Care Unit (ECU))**
- 4) **Υποσύστημα υποστήριξης Εγχειρητικού Τμήματος (Surgery Unit (SU))**
- 5) **Υποσύστημα Εξωτερικών ιατρείων (Polyclinic (PC))**
- 6) **Υποσύστημα Διαχείρισης Φαρμακείου/Συνταγολογίου**
- 7) **Υποσύστημα Εργαστηρίων (Laboratory (LAB))**
- 8) **Υποσύστημα Ακτινολογικού Τμήματος (Radiology (RD))**
- 9) **Υποσύστημα Διαιτολογίου (Nutritional Unit (NU))**
- 10) **Υποσύστημα Λογιστικό/Οικονομικό (Finance/Accounting (FA))**
- 11) **Υποσύστημα Διαχείρισης Προσωπικού (Staff Administration (SA))**

Τα επιμέρους υποσυστήματα υποστήριζαν σε ικανοποιητικό βαθμό τις λειτουργικές ανάγκες των επιμέρους τμημάτων ωστόσο η λογική ανεξαρτησία των δεδομένων ήταν το κύριο μειονέκτημα για συστήματα τα οποία έχουν σαν βασικό στόχο την συνεργασία και την επικοινωνία[69]. Τα επιμέρους συστήματα αρχικά δεν είχαν τη δυνατότητα επικοινωνίας, αλλά αντίθετα κάθε υποσύστημα διατηρούσε εσωτερικά την δική του πληροφορία, υποβαθμίζοντας έτσι την δυνατότητα ολοκλήρωσης των δεδομένων και την εξαγωγή του ιατρικού φακέλου του ασθενούς. Λύση στο πρόβλημα ολοκλήρωσης έδωσαν πρόσκαιρα τα κεντρικά συστήματα, ωστόσο η προσέγγιση αυτή εμφάνιζε σημαντικά μειονεκτήματα αφενός λόγω του ιδιαίτερα υψηλού κόστους αγοράς των συστημάτων αυτών και αφετέρου λόγω του ότι τα συστήματα αυτά δεν εξυπηρετούσαν επακριβώς τις ανάγκες των επιμέρους τμημάτων[54].

Η υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική δίνει τη δυνατότητα διασύνδεσης των επιμέρους υποσυστημάτων, τα οποία καλύπτουν στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό τους σκοπούς των τμημάτων στα οποία έχουν εγκατασταθεί (best of breed), καθώς η λειτουργικότητα των συστημάτων ενθυλακώνεται και διασπάται σε μικρά διακριτά τμήματα, τις υπηρεσίες, οι οποίες μπορούν να κληθούν από οποιοδήποτε άλλο σύστημα ανεξαρτήτως της τεχνολογίας υλοποίησης. Τα οφέλη από την διασύνδεση των συστημάτων είναι[84]:

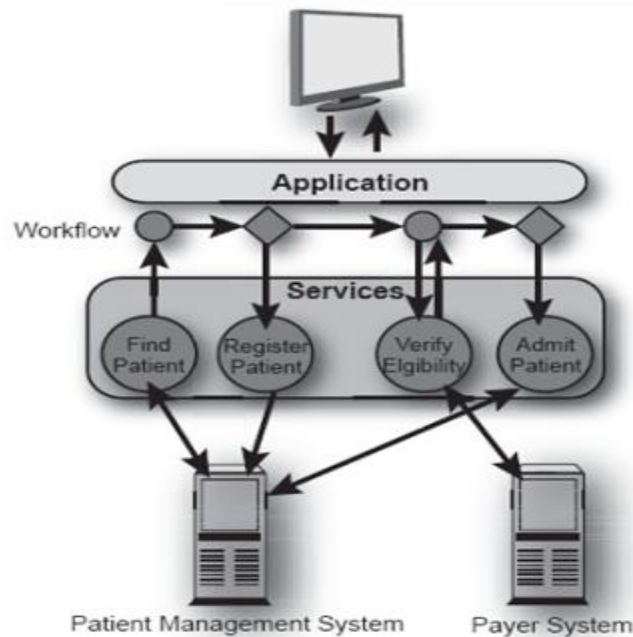
1. Καλύτερη και αποδοτικότερη χρήση και διαχείριση της διαθέσιμης από κάθε πληροφοριακό σύστημα πληροφορίας
2. Ορθή και έγκυρη εκτέλεση των διεργασιών των επιμέρους ιατρικών πληροφοριακών συστημάτων, και των διαδικασιών που διατρέχουν τον οργανισμό
3. Η παραγωγή του ενημερωμένου, ενοποιημένου και έγκυρου ηλεκτρονικού ιατρικού φάκελου.
4. Γρηγορότερη προσαρμογή του συστήματος στις λειτουργικές ανάγκες
5. Αποδοτικότερη διαχείριση και εποπτεία των εσωτερικών διαδικασιών

Οι λειτουργίες όπως η καταγραφή ενός ασθενούς, η δημιουργία κλινικών αναφορών, η παραγγελία ακτινολογικών και εργαστηριακών εξετάσεων, και η χρέωση του λογαριασμού του ασθενούς, μπορούν να εκτεθούν ως υπηρεσίες και να χρησιμοποιηθούν από διαφορετικά υποσυστήματα του οργανισμού, δημιουργώντας τις κατάλληλες προϋποθέσεις για την δημιουργία επιχειρησιακών διαδικασιών που διατρέχουν τον οργανισμό.

No.	FUNCTION	SYSTEM												
		IC	OC	ECU	SU	MR	PC	PH	LAB	RD	LOG	NU	FA	SA
1	Register patient	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		
2	Manage room and bed	X		X	X									X
3	Admit, discharge and transfer patient	X	X	X	X	X	X						X	X
4	Manage visit	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X
5	Manage problem and diagnosis	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
6	Order lab test	X	X	X	X	X		X	X			X	X	X
7	Order medication	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X
8	Order supplies or device procurement	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
9	Aquire image									X				
10	Handle and document charges	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
11	Create clinical notes	X	X	X	X	X	X					X		
12	Create bill and claim	X	X	X	X	X	X					X		
13	Record patient's diet					X						X		

Πίνακας 1: Ιατρικά υποσυστήματα και επιμέρους λειτουργίες

Οι επιχειρησιακές διαδικασίες δομούνται με βάση τις στοιχειώδεις υπηρεσίες οι οποίες ενορχηστρώνονται/χορογραφούνται. Το γεγονός ότι οι στοιχειώδεις υπηρεσίες συνθέτουν την συγκεκριμένη διαδικασία δεν καθιστά απαγορευτική την χρησιμοποίησή τους σε παρόμοιες διαδικασίες όπου και όπου αυτό χρειαστεί, ανάλογα με τις τρέχουσες ανάγκες του οργανισμού παροχής υπηρεσιών υγείας.



Εικόνα 3: Διασύνδεση ιατρικών συστημάτων

### 2.3 Υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική και ηλεκτρονικός φάκελος υγείας

Ο Ηλεκτρονικός φάκελος υγείας, σύμφωνα με τον ορισμό του HIMSS περιέχει πληροφορία που σχετίζεται με την κατάσταση υγείας ενός ασθενούς, η οποία έχει καταγραφεί από μία ή περισσότερες επισκέψεις του σε οποιοδήποτε οργανισμό παροχής υπηρεσιών υγείας. Το γεγονός ότι τα στοιχεία που απαρτίζουν τον ηλεκτρονικό φάκελο υγείας είναι διεσπαρμένα στους διαφορετικούς οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας, καταδεικνύει τη σημασία που έχει η δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ των επιμέρους συστημάτων των παρόχων υπηρεσιών υγείας, και τη σημασία της τήρησης των πρότυπων στην δόμηση τέτοιων συστημάτων.

Κυριότερες τεχνικές δυσκολίες στη δόμηση του ηλεκτρονικού φακέλου υγείας είναι οι ακόλουθες:

**1) Δεδομένα από διαφορετικούς οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας θα πρέπει να είναι διαθέσιμα στους εξουσιοδοτημένους χρήστες**

Ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας χρησιμοποιεί δεδομένα τα οποία βρίσκονται κατακεκοιμημένα στα επιμέρους συστήματα, και τα οποία συγκεντρώνονται και συνενώνονται δυναμικά. Για να καταστεί αυτό δυνατό τα δεδομένα τα οποία συγκεντρώνονται θα πρέπει να βασίζονται σε πρότυπα, ούτως ώστε να υπάρχει κοινός κώδικας επικοινωνίας, και επίσης θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ των επιμέρους συστημάτων.

**2) Ετερογενείς εφαρμογές και συστήματα θα πρέπει να συνενωθούν ώστε τα ιατρικά δεδομένα να ανταλλάσσονται γρήγορα, εύκολα και με ασφάλεια μεταξύ των οργανισμών.**

Κυρίαρχη απαίτηση είναι να μην υπάρχει περιορισμός ως προς την τεχνολογία υλοποίησης των συστημάτων των επιμέρους οργανισμών , ούτως ώστε να μην υπάρχει η ανάγκη για αγορά νέων συστημάτων για τη συμμετοχή τους στο δίκτυο πληροφοριών. Η πληροφορία που παρέχεται από τους οργανισμούς που συμμετέχουν σε αυτό το δίκτυο θα πρέπει να είναι δυνατό να καταναλωθεί υπό κατάλληλες συνθήκες από οποιοδήποτε άλλο πληροφοριακό σύστημα οργανισμού, παρέχοντας την απαίτηση για ακριβή ιατρική πληροφορία όποτε και όπου αυτό χρειαστεί [71]

**3)Θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα απρόσκοπτης προσθαφείρεσης οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας από το δίκτυο πληροφοριών υγείας, αλλά και ταχύτατης προσαρμογής στις απαιτήσεις του περιβάλλοντος**

Η κυρίαρχη πρόκληση στην δόμηση ενός τέτοιου δικτύου είναι ο περιορισμός του κόστους λειτουργίας και συντήρησης του δικτύου σε ένα επιθυμητό επίπεδο, η δυνατότητα απρόσκοπτης εισαγωγής και εξαγωγής οργανισμών από το δίκτυο αυτό.

**4)Θα πρέπει να τεθούν σε λειτουργία οι απαραίτητοι μηχανισμοί ασφαλείας ούτως ώστε να διασφαλίζεται η κρίσιμη ιατρική πληροφορία.**

Οι μηχανισμοί ασφαλείας θα πρέπει να δώσουν λύσεις , ούτως ώστε να διασφαλιστεί η ακεραιότητα, διαθεσιμότητα και η εμπιστευτικότητα των ιατρικών δεδομένων. Επιπλέον θα πρέπει να αναπτυχθούν μηχανισμοί οι οποίοι θα επιτρέπουν την κατεπείγουσα πρόσβαση στην ιατρική πληροφορία.

Η υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική και οι υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού αποτελούν τον κατάλληλο υποστηρικτικό ιστό για τη δόμηση του ηλεκτρονικού φακέλου υγείας καθώς επιφέρουν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Επιχειρησιακό αντίκτυπο	Δυνατότητες υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής
Επιχειρησιακή ευελιξία	Παρέχει την δομή για να επιτρέπει την γρήγορη επαναδιάρθρωση του συστήματος , και την γρήγορη απόκριση στις μεταβαλλόμενες επιχειρησιακές ανάγκες.
Διατήρηση αξίας παλαιότερων επενδύσεων	Η υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική διαθέτει τους μηχανισμούς εκείνους που επιτρέπουν την ενθυλάκωση και χρήση της λειτουργικότητας των κληρονομημένων συστημάτων (legacy systems). Η ενθυλάκωση της λειτουργικότητας των συστημάτων επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ ετερογενών συστημάτων



<b>Παροχή υπηρεσιών εφάμιλλης ποιότητας</b>	Η υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική δίνει την δυνατότητα χρήσης της ίδιας πληροφορίας όπου αυτό απαιτείται κατά μήκος του δικτύου παροχής υπηρεσιών υγείας, διασφαλίζοντας την ποιότητα των υπηρεσιών.
<b>Καλύτερη σύνδεση μεταξύ των συστημάτων και των επιχειρησιακών αναγκών</b>	Η μοντελοποίηση των διαδικασιών , οι οποίες βασίζονται στο υπηρεσιοστρεφές υπόδειγμα βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση του επιχειρηματικού πεδίου και στην ανίχνευση ατελειών.

Πίνακας 2: Συσχέτιση χαρακτηριστικών της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής και επιχειρησιακού αντίκτυπου

## 2.4 Υλοποιήσεις υπηρεσιών υγείας υγείας με βάση την υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική

Ο μη κερδοσκοπικός οργανισμός Health Infoway Inc , ο οποίος προωθεί τις ηλεκτρονικές υπηρεσίες υγείας σε όλη την Καναδική επικράτεια αναγνωρίζοντας τα σημαντικά οφέλη της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής στη δόμηση του ηλεκτρονικού φακέλου υγείας , δημιούργησε ένα σύστημα ηλεκτρονικού φακέλου υγείας , με βάση τις εξής αρχές[83]:

- Επιτρέπει μεγάλο βαθμό ευελιξίας στην αναπροσαρμογή των απαιτήσεων και στην συμμετοχή νέων οργανισμών στο δίκτυο παροχής υπηρεσιών υγείας.
- Επιτρέπει τη διασύνδεση των συστημάτων με το μικρότερο δυνατό κόστος.
- Εξασφαλίζει λύσεις πληροφοριακών συστημάτων που φροντίζουν την ακριβή και ασφαλή μετάδοσή πληροφορίας από και προς τον ασθενή, με στόχο την παροχή κάποιας ιατρικής υπηρεσίας.

Η αρχιτεκτονική του φακέλου ηλεκτρονικής υγείας του HealthInfoway , βασίζεται στην ιδέα ότι οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών υγείας τροφοδοτούν με ιατρική πληροφορία τον κοινό ηλεκτρονικό φάκελο υγείας, στον οποίο έχουν την δυνατότητα πρόσβασης, ενώ υπηρεσίες είναι υπεύθυνες για την υλοποίηση επαναχρησιμοποιήσιμων λειτουργιών όπως είναι ο έλεγχος και η διαμόρφωση των ανταλλασσόμενων πληροφοριών.

Άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας που δημιουργήθηκε στο HYGIEAnet, το πρώτο ολοκληρωμένο περιφερειακό δίκτυο τηλεματικών εφαρμογών στην υγεία, . Πρόκειται για ένα ανοικτό και επεκτάσιμο δίκτυο ευρείας εμβέλειας, το οποίο διασυνδέει τους φορείς όλων των βαθμίδων της ιεραρχίας του ΕΣΥ (πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας παροχής υπηρεσιών υγείας και το οποίο έχει τεθεί πιλοτικά και με μεγάλη επιτυχία σε καθημερινή χρήση από το 1998.

Ο ηλεκτρονικός φάκελος υγείας που συγκροτείται από τους οργανισμούς που συμμετέχουν στο δίκτυο HYGIEAnet βασίζεται στην υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική καθώς απαιτείται η συγκέντρωση ιατρικής πληροφορίας από ετερογενή συστήματα. Στην υλοποίηση αυτή , οι στοιχειώδεις υπηρεσίες όπως είναι η ταυτοποίηση του ασθενούς , ο έλεγχος και η

διαμόρφωση των ανταλλασσόμενων μηνυμάτων υλοποιούνται με τη χρήση της τεχνολογίας των υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού. Παρόμοιες υλοποιήσεις ηλεκτρονικών φακέλων υγείας σε τοπικά δίκτυα μεγαλύτερου ή μικρότερου μήκους αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία.

Ωστόσο εκτός από την χρήση της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής για την δόμηση του ηλεκτρονικού φακέλου υγείας , και για την ολοκλήρωση των συστημάτων εντός ενός οργανισμού , σημαντικά οφέλη επιφέρει και σε άλλες εφαρμογές του χώρου παροχής υπηρεσιών υγείας όπως στα[57,59,60,71]:

- Συστήματα υποστήριξης κλινικών αποφάσεων
- Συμβουλευτικά συστήματα ασθενών
- Συστήματα ηλεκτρονικών προμηθειών
- Συστήματα κατ' επείγουσας ιατρικής φροντίδας
- Συστήματα που υποστηρίζουν την κατ' οίκον νοσηλεία

## 2.5 Πρότυπα στον χώρο της παροχής υπηρεσιών υγείας

Στρατηγικός στόχος των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας είναι η απρόσκοπτη ανταλλαγή ιατρικών πληροφοριών βάσει κανονισμών ασφαλείας, μεταξύ των ιατρικών συστημάτων έτσι ώστε να είναι δυνατή η συνέχιση της παροχής ιατρικής φροντίδας (continuum of care). Τα πρότυπα τα οποία ορίζουν τον τύπο των ανταλλασσόμενων μηνυμάτων και την δομή των μηνυμάτων παρέχουν την κατάλληλη εκείνη υποδομή για την υποστήριξη του στρατηγικού αυτού στόχου και δίνουν τη δυνατότητα για συστηματική, τυποποιημένη και αξιοποιήσιμη καταγραφή πληροφοριών που επιτρέπει την τήρηση ιατρικού ιστορικού, την υποστήριξη της διάγνωσης και τη γενικότερη αναβάθμιση της υγειονομικής περίθαλψης. Η χρήση των προτύπων επιτρέπει επίσης ενδελεχείς αναλύσεις και συγκρίσεις δεδομένων με στόχο τη τήρηση στατιστικών δεδομένων που αφορούν στη δημόσια υγεία.

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιαστούν τα κυριότερα πρότυπα που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία

### 2.5.1 HL7

Ο οργανισμός HL7 έχει αναπτύξει διάφορα πρότυπα , ωστόσο το πρότυπο το οποίο αναφέρεται στην βιβλιογραφία ως πρότυπο HL7 είναι αυτό που καθορίζει τα ανταλλασσόμενα μηνύματα μεταξύ των οργανισμών. Το πρότυπο αυτό εμπεριέχει ακριβείς προδιαγραφές για τα μηνύματα που διευκολύνουν την επικοινωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων οργανισμών. Τα μηνύματα που ανταλλάσσονται είναι κωδικοποιημένα κατά ascii και συνεπώς είναι κατανοητά από ανθρώπους.

Ο οργανισμός HL7 εργάζεται στο πρότυπο HL7 από το 1987 , το οποίο έγινε αποδεκτό από τον οργανισμό ANSI μόλις το 1994. Στην επιτροπή για τον καθορισμό των προδιαγραφών συμμετέχουν τεχνικές επιτροπές και εμπλεκόμενοι οργανισμοί, οι οποίοι δραστηριοποιούνται

στον χώρο της υγείας, και οι οποίοι έχουν ως κοινό σκοπό την διευκόλυνση της ολοκλήρωσης και της επικοινωνίας μεταξύ των ετερογενών συστημάτων. Το πρότυπο HL7 (Health level 7), έχει εμπνευστεί το όνομα του από το έβδομο επίπεδο του μοντέλου OSI, δηλαδή του επιπέδου εφαρμογών. Το πρότυπο αυτό καθορίζει τις προδιαγραφές επικοινωνίας που εμπίπτουν στο επίπεδο εφαρμογών και δεν ασχολείται με θέματα άλλων επιπέδων, όπως πρωτόκολλων επικοινωνίας, ωστόσο συχνά αναφέρονται γενικές κατευθυντήριες γραμμές και στα θέματα αυτά για την διευκόλυνση των οργανισμών που πρόκειται να το υιοθετήσουν. Κύρια λειτουργία του είναι ο ορισμός των κανόνων επικοινωνίας μεταξύ δύο ή περισσότερων ανεξάρτητων εφαρμογών, χωρίς να καθορίζει τον τρόπο ανταλλαγής των μηνυμάτων ούτε και τον τρόπο αποθήκευσης και επεξεργασίας των δεδομένων. Το HL7 καθορίζει μόνο τον τρόπο με τον οποίο θα ολοκληρωθεί η ανταλλαγή των δεδομένων μεταξύ των εφαρμογών. Επιπλέον το πρότυπο HL7, δεν υπαγορεύει την υλοποίηση του βάσει κάποιας τεχνολογίας, για το λόγο αυτό θεωρείται και ανεξάρτητο από οποιαδήποτε τεχνολογία υλοποίησης. Τα πρότυπα HL7 2.x είχαν ως στόχο την υποστήριξη των ροών εργασίας εσωτερικά σε ένα οργανισμό, με τον καθορισμό μηνυμάτων για διοικητικούς, λογιστικούς, οικονομικούς και κλινικούς σκοπούς. Το πρότυπο αυτό επέτρεψε την διαλειτουργικότητα μεταξύ των συστημάτων υποδοχής ασθενών, των εργαστηριακών συστημάτων, των συστημάτων φαρμακείου, αλλά και των ιατρικών φακέλων των ασθενών. Το HL7 v3 έχει ως σκοπό την υποστήριξη των ροών εργασίας οι οποίες μπορεί και να ξεπερνούν τα στενά όρια ενός οργανισμού.

#### 2.5.1.1 Συντακτικό μηνυμάτων

Οι τύποι μηνυμάτων που ορίζονται στους κανόνες κωδικοποίησης του HL7 αποτελούνται από πεδία δεδομένων μεταβλητού μήκους τα οποία διαχωρίζονται με έναν διαχωριστή πεδίων. Οι κανόνες περιγράφουν πώς οι διάφοροι τύποι δεδομένων κωδικοποιούνται μέσα σε ένα πεδίο και πότε ένα μεμονωμένο πεδίο μπορεί να επαναληφθεί.

Τα πεδία δεδομένων ομαδοποιούνται και απαρτίζουν τα αποκαλούμενα τμήματα (segments). Τα τμήματα διαχωρίζονται με τους διαχωριστές τμήματος. Κάθε τμήμα αρχίζει με ένα κωδικό τριών χαρακτήρων που το προσδιορίζει μέσα σε ένα μήνυμα. Τα τμήματα μπορεί να οριστούν ως απαιτούμενα ή προαιρετικά, ενώ μπορεί να είναι επαναλαμβανόμενα. Τα μεμονωμένα πεδία δεδομένων εντοπίζονται στο μήνυμα από τη θέση τους μέσα στα σχετικά τμήματά τους. Όλα τα δεδομένα αναπαριστώνται με ένα επιλεγμένο σύνολο χαρακτήρων.

Τα μηνύματα HL7 χρησιμοποιούν κωδικοποίηση ASCII. Κατά την κατασκευή ενός μηνύματος, οι χαρακτήρες κωδικοποίησης που χρησιμοποιούνται είναι συγκεκριμένοι:

- Διαχωριστής Πεδίων (field separator): Ο διαχωριστής πεδίων του HL7 (|) διαχωρίζει δύο γειτονικά πεδία δεδομένων εντός ενός τμήματος του HL7. Επίσης διαχωρίζει το segment ID από το πρώτο πεδίο δεδομένων.

- Διαχωριστής Υποπεδίων (Component separator): Ο διαχωριστής υποπεδίων ( ^ ) χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό γειτονικών υποπεδίων εντός πεδίου.
- Διαχωριστής επανάληψης (Repetition separator): Ο διαχωριστής επανάληψης ( ~ ) χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό πολλαπλών εμφανίσεων ενός πεδίου.
- Χαρακτήρας Διαφυγής (Escape Character): Ο χαρακτήρας διαφυγής ( \ ) χρησιμοποιείται σε αλφαριθμητικά πεδία κειμένου για να υπερτονίσει (H\Low\N\), για την αποφυγή άλλων οριοθετών (F\), για δεκαεξαδικούς χαρακτήρες (\XOFA3\). Πρέπει να προηγείται και να έπεται των χαρακτήρων που «διαφεύγουν».
- Διαχωριστής υπο-υποπεδίων (Subcomponent Separator): Ο διαχωριστής υπο-υποπεδίων ( & ) χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό γειτονικών υπο-υποπεδίων.
- Ολοκληρωτής τμήματος (Segment Terminator): Ο ολοκληρωτής τμήματος ( <CR> ) είναι ο τελευταίος χαρακτήρας κάθε τμήματος, δεν παραλείπεται ποτέ, δεν μπορεί να ποτέ να αλλαχθεί και είναι πάντα ο ASCII χαρακτήρας CR. Οι κανόνες κωδικοποίησης διευκρινίζουν ότι εάν από μια εφαρμογή λείπει ένα πεδίο δεδομένων (χωρίς αυτό να αντιπροσωπεύεται από διαδοχικούς διαχωριστές), το πεδίο αυτό το πρότυπο διαχειρίζεται ως παρόν αλλά μηδενικό.

Το πρότυπο hl7 βασίζεται στα μηνύματα που ανταλλάσσονται μεταξύ των εφαρμογών. Διάφορα γεγονότα(events), ενεργοποιούν την αποστολή μηνυμάτων , τα οποία περιέχουν τόσο υποχρεωτικά όσο και προαιρετικά πεδία , και τα οποία στέλνονται από την μία εφαρμογή στην άλλη. Ο τύπος των περιεχομένων του μηνύματος εξαρτάται από το συμβάν το οποίο τα ενεργοποιεί, και για την κωδικοποίησή τους χρησιμοποιείται είτε το πρότυπο EDI , είτε η γλώσσα XML. Το πρότυπο καθορίζει τουλάχιστον 150 γεγονότα και μηνύματα τα οποία αναφέρονται στις παρακάτω δραστηριότητες όπως τα ακόλουθα:

- Εισαγωγή , εξαγωγή και μεταφορά ασθενών
- Εισαγωγή εντολών
- Επερωτήσεις , οικονομική διαχείριση
- Αναφορές παρατηρήσεων
- Ιατρικό έγγραφο
- Προγραμματισμός
- Παροχή υπηρεσιών υγείας
- Αυτοματισμός εργαστηρίου
- Διαχείριση προσωπικού

Επίσης καθορίζονται μηνύματα τα οποία διασφαλίζουν την αποστολή και λήψη των παραπάνω μηνυμάτων , δηλαδή μηνύματα Acknowledge ή not acknowledge.

### 2.5.1.2 Έκδοση 3.0 του HL7

Ακόμα και όταν τα πρότυπα των εκδόσεων της σειράς 2 άρχισαν να γίνονται εφαρμόσιμα, οι υπεύθυνοι του προτύπου HL7 ψάχνανε τρόπο να αναπτύξουν νέα πρότυπα. Η έκδοση 2.x χρησιμοποίησε μια προσέγγιση γρήγορου-σχεδιασμού ώστε να ικανοποιήσει τις ανάγκες στο χώρο της ιατρικής φροντίδας, η οποία βασιζόταν περισσότερο σε μια προσέγγιση demand-driven, η οποία έθετε σε κίνδυνο την επιτυχή ολοκλήρωση. Μεταξύ των οργανισμών δεν υπήρχε ένα κοινό μοντέλο αναφοράς, και για το λόγο αυτό τα μηνύματα που ανταλλάσσονταν δεν επέτρεπαν κοινή οπτική μεταξύ του αποστολέα και του παραλήπτη. Η λογική αυτή επιτυγχάνεται στην έκδοση 3.0 του προτύπου και το οποίο επιτρέπει την σημασιολογική δια-λειτουργικότητα, με την χρήση ενός καθολικού μοντέλου αναφοράς του RIM (Reference Information Model).

Το μοντέλο είναι ένα αντικειμενοστρεφές μοντέλο το οποίο βασίζεται σε έξι κλάσεις, ονομαστικά:

1. **Οντότητα (Entity)**: Μια φυσική υπόσταση (αντικείμενο ή φυσική οντότητα) η οποία συμμετέχει στον τομέα της παροχής ιατρικής φροντίδας.
2. **Ρόλος (Role)**: Καθορισμός των ρόλων που μπορεί να έχει μια οντότητα για την εκτέλεση μιας πράξης.
3. **Συμμετοχή (Participation)**: Αναφέρεται στον τρόπο έκφρασης της συμμετοχής σε μια πράξη.
4. **Πράξη (Act)**: Η δραστηριότητα που εκτελείται.
5. **Σχέση ρόλου (Role relationship)**: Αναπαράσταση μιας αλληλεπίδρασης μεταξύ οντοτήτων.
6. **Σχέση πράξης (Act relationship)**: Τρόπος περιγραφής των στοιχειωδών βημάτων που συνθέτουν μια πράξη.

### 2.5.2 Dicom

Το πρότυπο DICOM, υποστηρίζεται από την πλειονότητα των συσκευών οι οποίες χειρίζονται ιατρικές εικόνες. Υποστηρίζει την λειτουργία σε ένα καταναμημένο περιβάλλον, χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο TCP/IP. Το πρότυπο αυτό καθορίζει τον τρόπο αντίδρασης των συσκευών σε εντολές και στα δεδομένα που ανταλλάσσονται. Το DICOM επιτρέπει την ολοκλήρωση των συσκευών όπως είναι οι σαρωτές, εξυπηρετητές, εκτυπωτές και τις υπόλοιπες δικτυακές συσκευές, για την δημιουργία ενός PACS (Picture archiving and communication system)

### 2.5.3 Integrating the Healthcare Enterprise (IHE)

Ο οργανισμός IHE είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός ο οποίος ιδρύθηκε το 1998, με στόχο την ενίσχυση της δραστηριότητας στον τομέα της ολοκλήρωσης των πληροφοριακών

συστημάτων υγείας. Ο ΙΗΕ είναι ένας οργανισμός από επαγγελματίες που συμμετέχουν στις διαδικασίες παροχής υπηρεσιών υγείας , και έχει ως σκοπό την βελτίωση του τρόπου με τον οποία τα συστήματα υγείας μοιράζονται την πληροφορία. Ο οργανισμός αυτός προωθεί την χρήση των καθιερωμένων προτύπων όπως είναι το DICOM και το HL7 για την αντιμετώπιση ορισμένων κλινικών αναγκών, με τελικό σκοπό την βέλτιστη παροχή υπηρεσιών στους ασθενείς. Τα συστήματα που κατασκευάζονται σύμφωνα με τις επιταγές του ΙΗΕ επικοινωνούν με άλλα ευκολότερα , είναι πιο εύκολα στην κατασκευή , και επιτρέπουν στους παρόχους ιατρικών υπηρεσιών να χρησιμοποιούν την ιατρική πληροφορία πιο αποδοτικά. Ο οργανισμός ΙΗΕ έχει την στήριξη πολλών οργανισμών και εταιριών , ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι ο ίδιος δεν εκδίδει κάποιο πρότυπο αλλά μονάχα προτείνει τις βέλτιστες πρακτικές. Μεταξύ άλλων ορίζει τις έννοιες που περιγράφονται στις παραγράφους 2.5.3.1 -2.5.3.3.

### **2.5.3.1 Συμμετέχοντες και συναλλαγές(Actors and transactions)**

Συμμετέχοντες είναι τα πληροφοριακά συστήματα τα οποία παράγουν διαχειρίζονται και επιδρούν στην πληροφορία . Οι ενέργειες που εκτελούν οι συμμετέχοντες , καλούνται συναλλαγές και βασίζονται σε καθιερωμένα πρότυπα όπως το HL7 , το DICOM και οι υπηρεσίες ιστού.

### **2.5.3.2 Τεχνικό υπόβαθρο(Technical framework)**

Το τεχνικό υπόβαθρο βασίζεται σε καθιερωμένα πρότυπα και καθορίζει τους περιορισμούς και τις καθορισμένες υλοποιήσεις αυτών των προτύπων για την διευκόλυνση της διαλειτουργικότητας και της ενδεδειγμένου διαμοιρασμού της πληροφορίας για την υποστήριξη της φροντίδας στους ασθενείς. Το υπόβαθρο αυτό παρέχει ένα σύνολο υλοποιήσιμων συναλλαγών, μεταξύ των συστημάτων και μοντελοποιεί τις συναλλαγές αυτές βάσει ροών εργασίας.

### **2.5.3.3 Προφίλ διαλειτουργικότητας (Integration profiles)**

Τα προφίλ παρέχουν ένα σύνολο ΙΗΕ συμμετεχόντων και συναλλαγών , και καθορίζουν περιπτώσεις χρήσεις , οι οποίες είναι εύκολα υλοποιήσιμες.

### **2.5.4 LOINC**

Η κωδικοποίηση LOINC αφορά στην κωδικοποίηση των εξετάσεων. Η κωδικοποίηση LOINC δεν είναι ευρέως διαδεδομένη λόγω του πλήθους των όρων για κάθε εξέταση , οι οποίοι διαφοροποιούνται ανάλογα με την μέθοδο που πραγματοποιείται η εξέταση.

### 2.5.5 SNOMED

Η κωδικοποίηση SNOMED (Systematized Nomenclature of Human & Veterinary Medicine) προωθείται από το College of American Pathologists (CAP) και χρησιμοποιείται για την περιγραφή αποτελεσμάτων παθολογικών εξετάσεων. Η κωδικοποίηση βάσει SNOMED είναι ιδιαίτερα χρηστική, καθώς επιτρέπει την περιγραφή των αποτελεσμάτων παθολογικών εξετάσεων με την μεγαλύτερη δυνατή σαφήνεια.

### 2.5.6 ICD

Η κωδικοποίηση ICD, χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση των ασθενειών και συντηρείται από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (WHO). Κυριότερα μειονεκτήματα αυτού του προτύπου κωδικοποίησης είναι ότι η επιλογή του κατάλληλου κωδικού είναι αρκετά δύσκολη για άτομα που δεν έχουν εξειδικευμένες ιατρικές γνώσεις, όπως επίσης και ότι οι κωδικοί δεν είναι ιδιαίτερα σαφείς.

### 2.5.7 Read Codes

Οι Read Codes είναι ένα πρότυπο που αναπτύχθηκε στη Μεγάλη Βρετανία και χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση των όρων που χρησιμοποιούνται στην διαδικασία θεραπευτικής αγωγής και περίθαλψης. Οι όροι οι οποίοι καλύπτονται από το πρότυπο περιλαμβάνουν συμπτώματα, εξετάσεις, διαγνώσεις, θεραπευτικές αγωγές, φάρμακα και αρκετές ακόμα περιπτώσεις. Για την ανάπτυξη των Read Codes υπεύθυνο είναι το Κέντρο Κωδικοποίησης και Κατηγοριοποίησης (Centre for Coding and Classification NHS) του Εθνικού Συστήματος Υγείας της Μεγάλης Βρετανίας.

## 2.6 Ορισμός υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής

Στην παράγραφο αυτή δίδονται διάφοροι γενικοί ορισμοί της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής (Service-oriented architecture - SOA) που έχουν προταθεί στην διεθνή βιβλιογραφία, ώστε να γίνουν εμφανή τα βασικά χαρακτηριστικά της προτού αναλυθούν με λεπτομέρεια. Η δυσκολία στην εύρεση ενός και μόνο ορισμού, για την αρχιτεκτονική βασισμένη στις υπηρεσίες, έγκειται στο γεγονός ότι μια τέτοια πρακτική επηρεάζει καθολικά έναν οργανισμό που την υλοποιεί με αποτέλεσμα να προκύπτουν ορισμοί για τον όρο περισσότερο τεχνικοί ή περισσότερο επηρεασμένοι από την επιχειρηματική οπτική. Ο ορισμός που δίνεται από τον οργανισμό OASIS είναι ο ακόλουθος[1]

«Η αρχιτεκτονική SOA είναι ένα παράδειγμα οργάνωσης και χρήσης κατανεμημένων δυνατοτήτων που μπορεί να βρίσκονται υπό τον έλεγχο διαφορετικών τομέων δικαιοδοσίας. Παρέχει ένα ενιαίο μέσο δημοσίευσης, ανεύρεσης, αλληλεπίδρασης και χρήσης των

δυνατοτήτων με στόχο την επίτευξη των επιθυμητών αποτελεσμάτων που είναι συνεπή ως προς τις προϋποθέσεις και τις επιδιώξεις που έχουν τεθεί.»

Στον ορισμό αυτό τονίζεται το κατανεμημένο περιβάλλον που δημιουργείται από την υλοποίηση μιας τέτοιας αρχιτεκτονικής αλλά και τις υποδομές που παρέχει το μοντέλο για την χρησιμοποίηση των υπηρεσιών αυτών. Ένας εναλλακτικός ορισμός που έχει προταθεί από τον οργανισμό CBDI , είναι ο ακόλουθος[2]:

«Η αρχιτεκτονική SOA είναι οι πολιτικές , πρακτικές και οι υποδομές εκείνες οι οποίες επιτρέπουν στην λειτουργικότητα των εφαρμογών να προσφερθούν και να επικληθούν , ως ένα σύνολο υπηρεσιών οι οποίες είναι ανεξάρτητες από την τεχνολογία υλοποίησης και οι οποίες έχουν μια καλά ορισμένη διεπαφή.» .

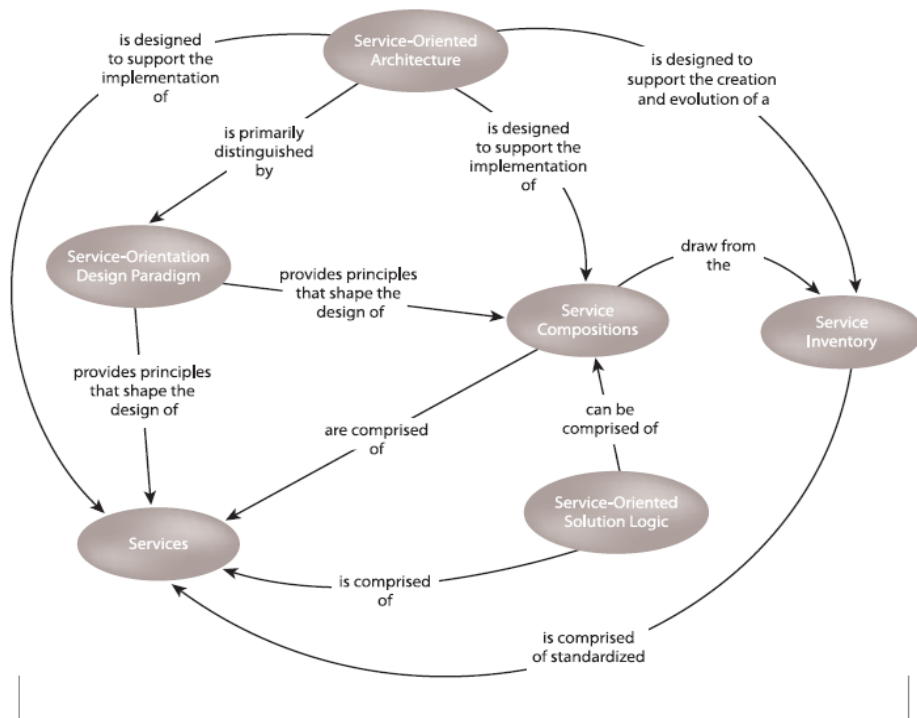
Οι δύο παραπάνω ορισμοί , είναι περισσότερο αφαιρετικοί ως προς τον ορισμό της αρχιτεκτονικής βασισμένης σε υπηρεσίες. Ο ορισμός που δίνεται από τον Thomas Erl , επικεντρώνεται και στα επιχειρηματικά χαρακτηριστικά του όρου αυτού[3].

«Η SOA εδραιώνει ένα αρχιτεκτονικό μοντέλο το οποίο επιδιώκει να βελτιώσει την αποδοτικότητα , την ακρίβεια και την παραγωγικότητα ενός οργανισμού , θέτοντας τις υπηρεσίες ως κύριο μέσο βάσει του οποίου η επιχειρηματική λογική εκπληρώνεται , και η οποία θέτει ως στόχο την πραγμάτωση των στρατηγικών στόχων που συνδέονται με την υπηρεσιοστρεφή λογική ανάπτυξης»

Ο τελευταίος ορισμός μας δίνει την δυνατότητα να εξετάσουμε την συσχέτιση αυτών των όρων (Εικόνα 4):

- **Υπηρεσίες (Services)** : Είναι ανεξάρτητες , αυτοπεριγραφόμενες μονάδες λογισμικού , οι οποίες εξυπηρετούν μια συγκεκριμένη επιχειρηματική λειτουργικότητα, και καθορίζονται από μια καλά ορισμένη διεπαφή.
- **Σύνθεση υπηρεσιών (Service Composition)** : Είναι ένα συντονισμένο σύνολο υπηρεσιών
- **Υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική (Service-oriented architecture)** : Ιδιαίτερο είδος αρχιτεκτονικής η οποία είναι σχεδιασμένη για να υποστηρίξει την υπηρεσιοστρεφή λογική ανάπτυξης. Η αρχιτεκτονική αυτή έχει σχεδιαστεί για την υποστήριξη της υλοποίησης της σύνθεσης υπηρεσιών.
- **Υπηρεσιοστρεφής ανάπτυξη (Service-orientation design paradigm)** : Είναι μία μέθοδος ανάπτυξης η οποία παρέχει πολιτικές και κανόνες για την ανάπτυξη υπηρεσιών και , για την σύνθεση των υπηρεσιών.
- **Υπηρεσιοστρεφές σύστημα (Service-oriented system)**: Σύστημα το οποίο έχει ως θεμέλιο λίθο τις υπηρεσίες.





Εικόνα 4: Διασύνδεση εννοιών υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής

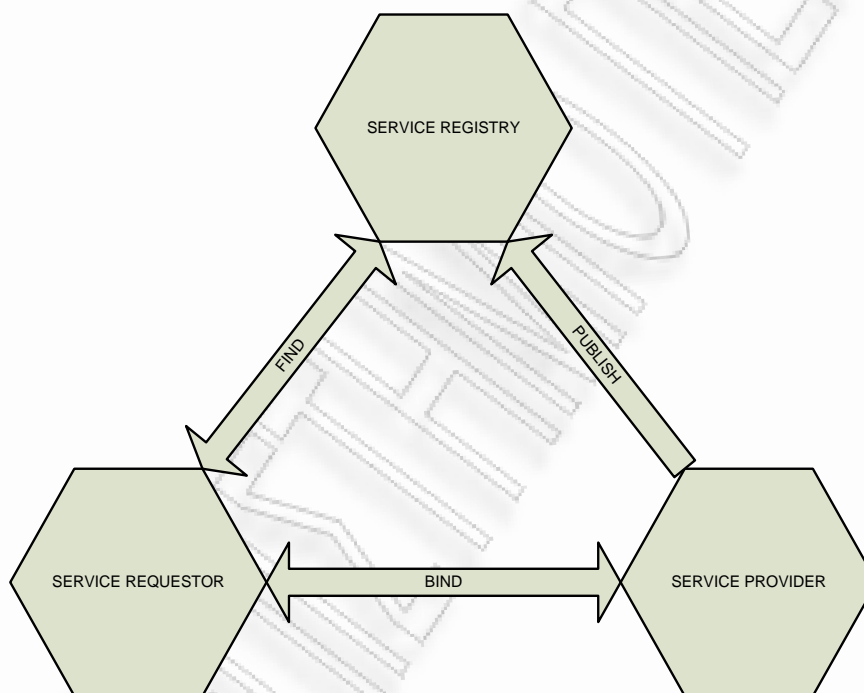
## 2.7 Μοντέλο υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής

Στην υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική (Service-oriented architecture) συνυπάρχουν τρεις διαφορετικοί ρολοί. Ο καταναλωτής της υπηρεσίας (service requestor), ο πάροχος της υπηρεσίας (service provider) και το μητρώο υπηρεσιών (service registry) στο οποίο δημοσιεύονται οι περιγραφές των υπηρεσιών.

- Ο **πάροχος της υπηρεσίας** (service provider) είναι υπεύθυνος για την περιγραφή της υπηρεσίας, για την ανάπτυξη και εγκατάσταση της σε ένα περιβάλλον προσβάσιμο από τους πιθανούς καταναλωτές και για την δημοσίευση της σε ένα ή περισσότερα μητρώα υπηρεσιών ώστε να είναι δυνατή η χρησιμοποίησή της από διαφορετικούς οργανισμούς. Ο service provider παρουσιάζει πολλά κοινά χαρακτηριστικά με τον εξυπηρετητή σε μια client – server αρχιτεκτονική.
- Ο **καταναλωτής της υπηρεσίας** (service requestor) είναι υπεύθυνος για την εύρεση της περιγραφής μιας υπηρεσίας παγκόσμιου ιστού που είναι δημοσιευμένη σε ένα ή περισσότερα μητρώα υπηρεσιών καθώς και για την κλήση μιας εκ των μεθόδων της. Ο καταναλωτής υπηρεσίας χρησιμοποιεί την λειτουργικότητα που εκτίθεται μέσω της υπηρεσίας παγκόσμιου ιστού, για αυτό και στην διεθνή βιβλιογραφία ο καταναλωτής (requestor) παρομοιάζεται με τον client σε μια server – client αρχιτεκτονική.

- Ο **κατάλογος υπηρεσιών** (service registry) είναι το μέσο στο οποίο αποθηκεύονται οι περιγραφές των υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού (web services) που εκθέτουν οι πάροχοι και επιτρέπει στους καταναλωτές την αναζήτηση και εύρεση ανάμεσα στις εγγραφές του την επιθυμητή υπηρεσία. Ουσιαστικά δηλαδή ο κατάλογος υπηρεσιών αποτελεί τον συνδετικό κρίκο ανάμεσα στον καταναλωτή και τον πάροχο της υπηρεσίας.

Οι παραπάνω ρόλοι δεν είναι αμοιβαία αποκλειόμενοι για κάποια εφαρμογή καθώς είναι δυνατόν μια υπηρεσία παγκόσμιου ιστού να είναι ταυτόχρονα και πάροχος και καταναλωτής. Η υπηρεσία παγκόσμιου ιστού σε αυτή την περίπτωση εκθέτει μια λειτουργία, για την επιτυχή εκτέλεση της οποίας απαιτείται η κλήση άλλων υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού.



Εικόνα 5: Αρχιτεκτονικό μοντέλο υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής

## 2.8 Βασικές αρχές υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής

Κυρίαρχο ρόλο στο αρχιτεκτονικό υπόδειγμα της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής διαδραματίζει η έννοια της υπηρεσίας. Οι υπηρεσίες που χρησιμοποιούνται σε μια αρχιτεκτονική αυτού του τύπου, διέπονται από τους κανόνες και τις πολιτικές οι οποίες υπαγορεύονται από το υπηρεσιοστρεφές υπόδειγμα και είναι οι ακόλουθες :

1. Καθορισμένα συμβόλαια υπηρεσιών (Standardized Service Contracts)
2. Ιδιότητα της αφαίρεσης (Service Abstraction)
3. Αρχή της επαναχρησιμοποίησης (Service Reusability)
4. Αρχή της αυτονομίας (Service Autonomy)
5. Δυνατότητα εύρεσης (Service Discoverability)

6. Ιδιότητα της μη διατήρησης κατάστασης (Service Statelessness)
7. Συνθετικότητα (Service Composability)
8. Χαλαρές συνδέσεις (Service Loose Coupling)

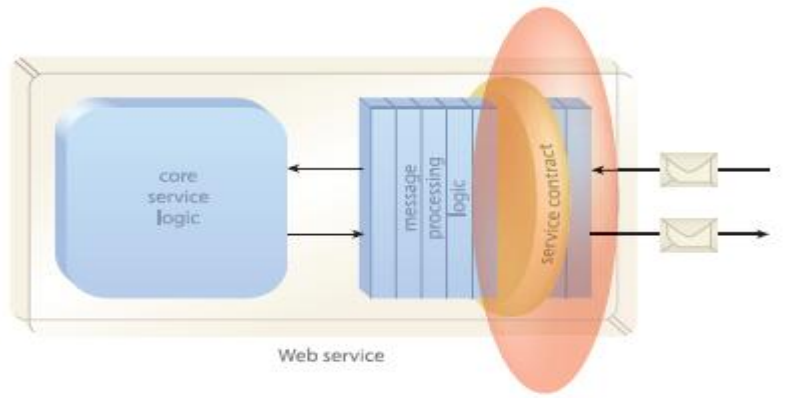


Εικόνα 6 : Αρχές υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής

### 2.8.1 Καθορισμένα συμβόλαια υπηρεσιών

Οι υπηρεσίες που χρησιμοποιούνται για να συνθέσουν μια εφαρμογή, χρησιμοποιούν μια καλά ορισμένη διεπαφή για την περιγραφή του σκοπού και των χαρακτηριστικών τους, που αναφέρεται στην βιβλιογραφία ως συμβόλαιο. Ο περιορισμός αυτός είναι ίσως ο πιο δεσμευτικός για την διαδικασία εφαρμογής μιας υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής καθώς επιβάλλει εξαρχής τον ορισμό της διεπαφής της υπηρεσίας και της λειτουργικότητας η οποία θα εκτεθεί για κατανάλωση.

Το συμβόλαιο μιας υπηρεσίας, μπορεί να καθορίζει και μη λειτουργικά χαρακτηριστικά, όπως είναι προϋποθέσεις ασφάλειας, διαθεσιμότητας και ποιότητας της υπηρεσίας, αλλά ακόμα και πολιτικές προσπέλασης ή οποιαδήποτε άλλη μορφή πολιτικής η οποία μπορεί να χαρακτηρίζει μια υπηρεσία, και η οποία μπορεί να περιέχεται σε ένα συμφωνημένο επίπεδο υπηρεσιών (Service level agreement - SLA).



Εικόνα 7: Συμβόλαιο υπηρεσίας

### 2.8.2 Ιδιότητα της αφαίρεσης

Η αρχή αυτή επιβάλλει σε μια υπηρεσία την απόκρυψη όσο το δυνατό περισσότερων χαρακτηριστικών, έτσι ώστε να διατηρούνται οι χαλαρές συζεύξεις μεταξύ των συνιστωσών. Η αρχή της απόκρυψης, επιβάλλει την απόκρυψη πληροφορίας πρόσθετης από αυτήν που περιέχεται στο συμβόλαιο της διαθέσιμης υπηρεσίας, έτσι ώστε να υποβαθμίζεται η ιδιότητα της επαναχρησιμοποίησης.

### 2.8.3 Αρχή της επαναχρησιμοποίησης

Η επαναχρησιμοποίηση είναι μια από τις σημαντικότερες αρχές της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής, αποτελεί έναν από τους κυριότερους στόχους των οργανισμών οι οποίοι υιοθετούν αυτό το μοντέλο, καθώς υπάρχει στενή συσχέτιση του βαθμού επαναχρησιμοποίησης με τον βαθμό απόδοσης επί της επένδυσης (Return on investment), για την θεμελίωση ενός τέτοιου αρχιτεκτονικού προτύπου. Η επαναχρησιμοποίηση υπηρεσιών, δίνει έμφαση στην κατασκευή υπηρεσιών αγνωστικών ως προς τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην σύνθεση ενός ή περισσότερων επιχειρησιακών διαδικασιών, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του κόστους ανάπτυξης, σχεδιασμού και συντήρησης ενός συστήματος.

### 2.8.4 Αρχή της αυτονομίας

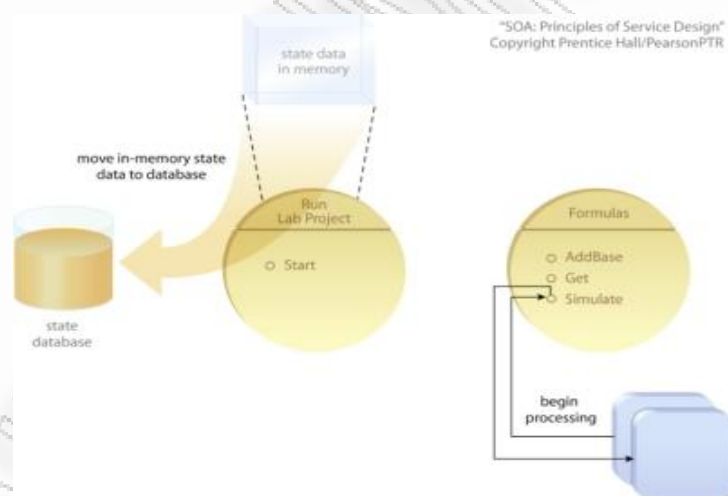
Η αρχή της αυτονομίας μιας υπηρεσίας έγκειται στην ιδιότητα της ανεξαρτησίας από εξωτερικούς δεσμούς, έτσι ώστε να έχει μια προβλέψιμη συμπεριφορά, η οποία θα μπορεί να συντηρηθεί χωρίς να υπάρχει επιπλοκή σε άλλους τομείς της επιχειρησιακής διαδικασίας στην οποία χρησιμοποιείται. Επιπλέον η αυτονομία, επιτρέπει την αποδέσμευση της τεχνολογίας υλοποίησης από την λειτουργικότητα, και την επιλογή εκείνης της τεχνολογίας που θα επιτρέψει την καλύτερη προσαρμογή στην υπάρχουσα υποδομή.

### 2.8.5 Δυνατότητα εύρεσης

Για να θεωρηθούν οι υπηρεσίες οι οποίες συνθέτουν μια επιχειρησιακή διαδικασία , ως αγαθά που έχουν πολλαπλό αντίκτυπο στην απόδοση της επένδυσης για εγκαθίδρυσης μιας υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής , θα πρέπει να είναι εύκολα αναγνωρίσιμες και ανιχνεύσιμες όταν δοθεί η ευκαιρία για επαναχρησιμοποίηση τους, ανεξάρτητα από το αν η περιγραφή τους δημοσιεύεται σε ένα μέσο ανίχνευσης για ευκολότερη αναγνώριση , όπως είναι ο κατάλογος υπηρεσιών. Η σύγχρονη πρακτική των υπηρεσιών που υποστηρίζουν αυτή την ιδιότητα είναι, η ενσωμάτωση μετα-δεδομένων στο συμβόλαιο, πληροφορίας που σχετίζεται με πολιτικές και περιορισμούς που επιβάλλονται στους καταναλωτές αυτής.

### 2.8.6 Ιδιότητα της μη διατήρησης κατάστασης

Η ιδιότητα της έλλειψης διατήρησης κατάστασης είναι μία από τις πιο διαφορούμενες ιδιότητες των υπηρεσιών οι οποίες υπηρετούν μια υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική , καθώς συχνή είναι πλέον η χρησιμοποίηση υπηρεσιών οι οποίες διατηρούν την κατάσταση ανάμεσα σε διαδοχικές κλήσεις. Οι πολέμοι αυτής της ιδιότητας αναφέρουν ότι , τα σύγχρονα προβλήματα που τίθενται σε έναν οργανισμό ,επιβάλλουν αρκετές φορές την σύνθετη αυτή ιδιότητα των υπηρεσιών.



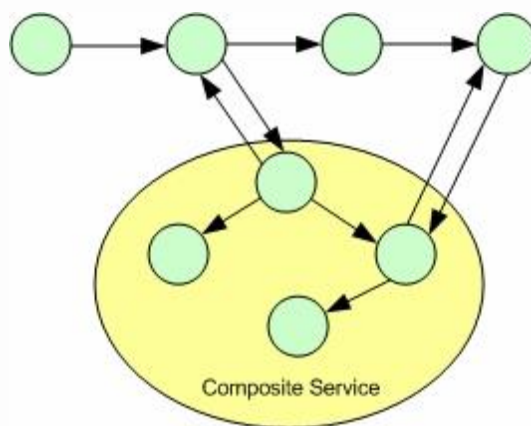
Εικόνα 8: Διατήρηση κατάστασης

Από την άλλη πλευρά η διατήρηση της κατάστασης σε μια υπηρεσία , μπορεί να αποτελέσει τροχοπέδη στην επαναχρησιμοποίηση της , αλλά επίσης μπορεί να δεσμεύει κρίσιμους πόρους του συστήματος (μνήμη , αποθηκευτικό χώρο) , με αποτέλεσμα να υπονομεύει την ποιότητα των τελικών προσφερόμενων υπηρεσιών.

### 2.8.7 Συνθετικότητα

Η ιδιότητα της συνθετικότητας , έχει παραμείνει αναλλοίωτη , από την χρονική στιγμή της αρχικής σύλληψης. Οι υπηρεσίες είναι ουσιαστικά μέλη μιας σύνθεσης , ανεξαρτήτως του μεγέθους και της πολυπλοκότητας που την διακρίνει, αλλά επιπλέον μπορούν με την σειρά

να εμπεριέχουν συνθέσεις υπηρεσιών. Η πρακτική που ενθαρρύνεται από την ιδιότητα αυτή , είναι αυτή του αλγορίθμου διαίρει και βασίλευε , καθώς προωθείται η διάσπαση ενός σύνθετου προβλήματος (επιχειρησιακή διαδικασία) , σε δύο ή περισσότερα υπο-προβλήματα, τα οποία είναι πιο εύκολα υλοποιήσιμα.



Εικόνα 9: Σύνθεση υπηρεσιών

### 2.8.8 Χαλαρή σύζευξη

Η χαλαρή σύζευξη , στην υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική αναφέρεται στους δεσμούς που υπάρχουν μεταξύ των στοιχειωδών μονάδων λογισμικού[4], δηλαδή των υπηρεσιών, οι οποίες συμμετέχουν σε μια επιχειρησιακή διαδικασία. Η χαλαρή σύζευξη είναι μια ιδιότητα των συστημάτων , η οποία είναι αποτέλεσμα μιας συστηματικής διαδικασίας , η οποία έχει ως στόχο την μείωση των εξαρτήσεων μεταξύ των επιμέρους μονάδων και την μείωση του κινδύνου, σε περίπτωση λάθους σε μία από τις μονάδες αυτές[6]. Στόχος της διαδικασίας αυτής είναι η αύξηση της ευελιξίας κατά την πρόσθεση, αφαίρεση ή αλλαγή των στοιχείων που απαρτίζουν ένα σύστημα.

Τα δεδομένα αυτά υποβάλλουν περιορισμούς οι οποίοι επιβάλλουν συγκεκριμένες σχεδιαστικές αρχές σε περισσότερα από ένα επίπεδα της εφαρμογής[5]. Στο επίπεδο της φυσικής σύνδεσης, υπαγορεύεται η χρήση ασύγχρονης επικοινωνίας έναντι του παραδοσιακού μοντέλου των σύγχρονων κλήσεων, η οποία ευνοεί και την ετερογένεια των τεχνολογιών υλοποίησης που θα χρησιμοποιηθούν. Ο τύπος των δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ των επιμέρους υπηρεσιών ακολουθεί την λογική της ενθυλάκωσης, όπως αυτός συναντάται στις αντικειμενοστρεφείς γλώσσες προγραμματισμού σε αντίθεση με την χρήση των στοιχειωδών τύπων δεδομένων που ανταλλάσσονται στην ισχυρή σύζευξη. Επιπλέον, η μορφή των δεδομένων που ανταλλάσσονται βασίζεται στο συμβόλαιο της υπηρεσίας το οποίο αναφέρθηκε προηγουμένως. Η ροή εκτέλεσης των επιμέρους συστατικών είναι ευέλικτη , και δεν απαιτεί αλλαγές στον κώδικα της εφαρμογής, ενώ δίνεται επίσης η

δυνατότητα σταδιακής ανάπτυξης και δοκιμής της εφαρμογής , πρακτική που συνάδει με τις σύγχρονες πρακτικές ανάπτυξης λογισμικού.

	Tightly Coupled	Loosely Coupled
Interaction	Synchronous	Asynchronous
Messaging Style	RPC	Document
Message Paths	Hard Coded	Routed
Technology Mix	Homogeneous	Heterogeneous
Data Types	Dependent	Independent
Syntactic Definition	By Convention	Published Schema
Bindings	Fixed and Early	Delayed
Semantic Adaptation	By Re-coding	Via Transformation
Software Objective	Re-use, Efficiency	Broad Applicability
Consequences	Anticipated	Unexpected

Εικόνα 10: Χαλαρή έναντι σφιχτής δόμησης

## 2.9 Είδη υπηρεσιών

Όσον αφορά τα είδη των Υπηρεσιών που αναπτύσσονται μπορούν να βάσει των διαφορετικών επιπέδων χρησιμοποίησης τους στην υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική [2,16,38] ως εξής:

**Βασικές Υπηρεσίες:** είναι εκείνες που παρέχουν βασικές επιχειρηματικές λειτουργίες και δεν μπορούν να διασπαστούν σε απλούστερες. Οι Υπηρεσίες αυτές εκτελούν μια συγκεκριμένη λειτουργία , και συνήθως χρησιμοποιούνται για την προσπέλαση δεδομένων από μια σχεσιακή βάση δεδομένων , ή για την αναπαράσταση επιχειρηματικών κανόνων.

**Σύνθετες υπηρεσίες** είναι οι υπηρεσίες που προκύπτουν από την σύνθεση των βασικών υπηρεσιών, ή άλλων σύνθετων υπηρεσιών. Οι υπηρεσίες αυτές συνδυάζουν την λειτουργικότητα των επιμέρους υπηρεσιών , για την επίτευξη ενός στόχου , για αυτό και αναφέρεται συχνά στην βιβλιογραφία ότι οι σύνθετες υπηρεσίες αποτελούν αποτύπωση των επιχειρησιακών διαδικασιών ενός οργανισμού. Οι σύνθετες υπηρεσίες χρησιμοποιούν τεχνολογίες ενορχήστρωσης/χορογραφία για την σύνθεση των υπηρεσιών.

## 2.10 Σύνθεση υπηρεσιών

Οι υπηρεσίες ιστού καθορίζουν διεπαφές οι οποίες μπορούν να προσπελαστούν μέσω συγκεκριμένων πρωτοκόλλων. Ωστόσο, η περιγραφή αυτή δεν είναι επαρκής για την επιτυχημένη ολοκλήρωση των επιχειρησιακών διεργασιών (business processes) που βασίζονται σε πολλές διαδικτυακές υπηρεσίες αν δεν συμπληρωθεί με πληροφορίες για την

σειρά εκτέλεσης των λειτουργιών και ανταλλαγής των μηνυμάτων μεταξύ των υπηρεσιών. Για αυτό το λόγο πρέπει να υποστηριχθεί η δυνατότητα σχηματισμού σύνθετων επιχειρησιακών διαδικασιών που περιλαμβάνουν περισσότερες της μιας διαδικτυακές υπηρεσίες η λειτουργικότητα των οποίων καλείται όποτε χρειάζεται. Τον ρόλο αυτό , του συντονισμού και ελέγχου της συνολικής διαδικασίας τον επιτελούν τεχνολογίες γενικευμένης χορογραφίας , τοπικής χορογραφίας ή ενορχήστρωσης[38].

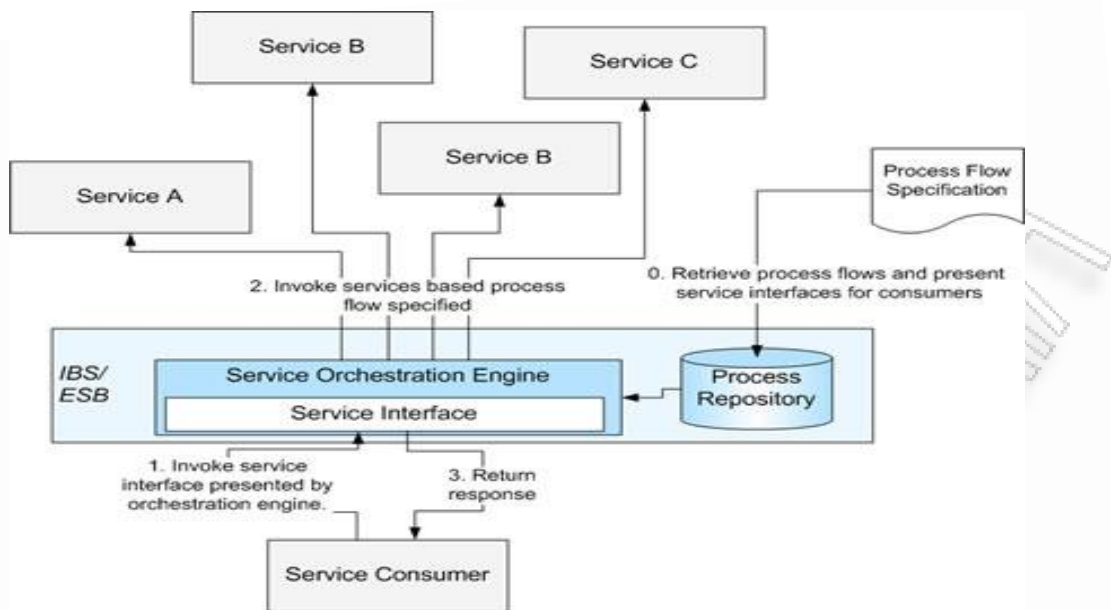
### **2.10.1 Σύγκριση προτύπων**

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα οι οργανισμοί σκοπεύουν στην επιχειρησιακή ευελιξία , έτσι ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις του περιβάλλοντος και των συνθηκών της αγοράς. Ένα κύριο χαρακτηριστικό των επιχειρησιακών διαδικασιών οι οποίες ξεπερνούν τα στενά όρια ενός οργανισμού είναι ότι περιλαμβάνουν αρκετά εμπλεκόμενα μέρη. Οι συνιστώσες αυτές επιτελούν ξεχωριστές λειτουργίες , χωρίς ωστόσο να διατηρούν τον έλεγχο επί της συνολικής διαδικασίας. Τον ρόλο αυτό , του συντονισμού και ελέγχου της συνολικής διαδικασίας τον επιτελούν τεχνολογίες γενικευμένης χορογραφίας , τοπικής χορογραφίας ή ενορχήστρωσης. Τα δύο πρότυπα που συζητούνται στην παράγραφο αυτή είναι δύο, το πρότυπο της ενορχήστρωσης και το πρότυπο της χορογραφίας. Η μη υιοθέτηση των προτύπων αυτών από τους οργανισμούς, για τον συντονισμό των υπηρεσιών, έχει ως αποτέλεσμα την συντήρηση και ανάπτυξη ιδιωτικών πρωτόκολλων συντονισμού και ελέγχου υπηρεσιών, δραστηριότητα που είναι χρονοβόρα και αρκετά δαπανηρή

#### **2.10.1.1 Ενορχήστρωση**

Στο μοντέλο της ενορχήστρωσης των υπηρεσιών τηρείται ένας κεντρικός έλεγχος της διαχείρισης της ροής εργασιών , ο οποίος είναι υπεύθυνος επίσης και για τον συντονισμό της εκτέλεσης των διαφορετικών λειτουργιών της κάθε υπηρεσίας. Η ενορχήστρωση περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο οι υπηρεσίες μπορούν να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, στο επίπεδο μηνυμάτων και την επιχειρησιακή λογική, περιγράφοντας τις λογικές δομές που ενσωματώνει η διαδικασία, και την σειρά εκτέλεσης της κάθε υπηρεσίας. Οι υπηρεσίες οι οποίες ενορχηστρώνονται , δεν είναι ενήμερες για την επιχειρησιακή διαδικασία στην οποία συμμετέχουν , αλλά μόνο εκτελούν την λειτουργία που τους έχει ανατεθεί. Η μόνη οντότητα, η οποία έχει καθολική εικόνα της διαδικασίας είναι η υπηρεσία που έχει τον ρόλο του ενορχηστρωτή. Η διαδικασία που έχει ενορχηστρωθεί μπορεί να εκτεθεί ως μια υπηρεσία , η οποία θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μία μεγαλύτερη επιχειρησιακή διαδικασία, επιτρέποντας έτσι την επαναχρησιμοποίηση και την συνθετικότητα.



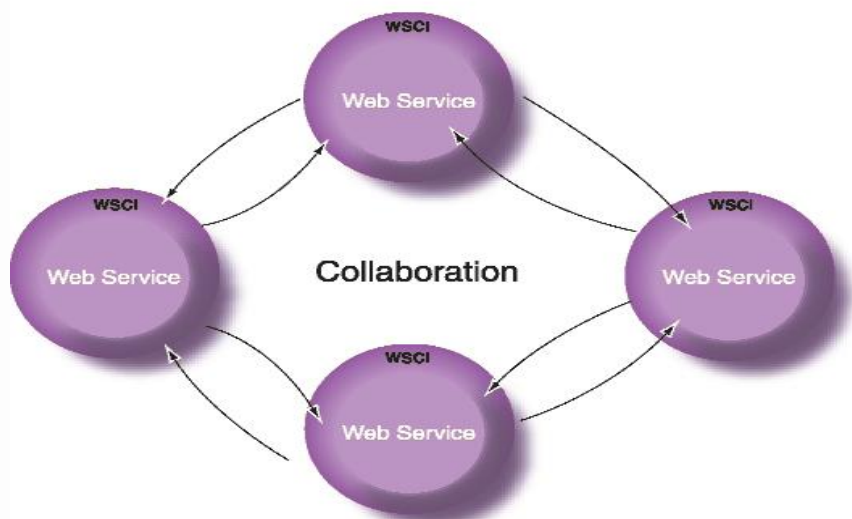


Εικόνα 11: Ενορχήστρωση υπηρεσιών

### 2.10.1.2 Χορογραφία

Η προσέγγιση της σύνθεσης μιας επιχειρησιακής διαδικασίας, με βάση το πρότυπο της χορογραφίας χαρακτηρίζεται από τον κατακευματισμένο έλεγχο της διαδικασίας, καθώς ουσιαστικά εγκαθίσταται ένα πλαίσιο συνεργασίας μεταξύ των υπηρεσιών. Η κάθε υπηρεσία είναι υπεύθυνη για τον συντονισμό και την σειρά εκτέλεσης της με βάση την ροή της διαδικασίας και γνωρίζει τις οντότητες με τις οποίες συναλλάσσεται. Η χορογραφία, είναι ένα πρότυπο περισσότερο συνεργατικό, καθώς οι υπηρεσίες έχουν μια κοινή οπτική πάνω στην διαδικασία και εκτελούν τον ρόλο τους ανεξάρτητα, βασιζόμενες σε αυτή την πεποίθηση. Το πρότυπο ορίζει την ροή των μηνυμάτων που ανταλλάσσει μια διαδικτυακή υπηρεσία, περιγράφοντας έτσι την ορατή συμπεριφορά της, αλλά δεν περιγράφει την εσωτερική συμπεριφορά και τις λειτουργίες της υπηρεσίας. Για αυτό το λόγο το πρότυπο δρα συμπληρωματικά με τις στατικές περιγραφές των λειτουργιών που ορίζει το πρότυπο WSDL, περιγράφοντας τον τρόπο αλληλεπίδρασης μεταξύ τους. Η περιγραφή των αλληλεπιδράσεων των διαδικτυακών υπηρεσιών γίνεται σε δύο επίπεδα. Σε ένα πρώτο επίπεδο το WSCI περιγράφει τα μηνύματα που στέλνει ή λαμβάνει μια διαδικτυακή υπηρεσία στο πλαίσιο μιας διεργασίας, το οποίο αποτελεί μια μονόπλευρη περιγραφή που αφορά μόνο την ίδια την υπηρεσία. Σε ένα δεύτερο επίπεδο, ωστόσο, επιτρέπεται η περιγραφή των εξωτερικά παρατηρούμενων συμπεριφορών των υπηρεσιών, διευκολύνοντας έτσι την έκφραση χρονικών και λογικών εξαρτήσεων των ανταλλαγών μηνυμάτων μεταξύ των διαφορετικών υπηρεσιών, έτσι ώστε μια υπηρεσία μπορεί να επικοινωνήσει με μια άλλη ακολουθώντας τα επιθυμητά πρωτόκολλα συνεργασίας

Τα δύο πρότυπα , εμφανίζουν αρκετές διαφορές , ωστόσο έχουν σχεδιαστεί έχοντας ένα σύνολο κοινών προδιαγραφών , και λειτουργικότητας που πρέπει να προσφέρουν. Συγκεκριμένα :



Εικόνα 12: Χορογραφία

## 2.11 Πλεονεκτήματα υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής

Συνοψίζοντας κύρια πλεονεκτήματα από την χρήση της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής είναι τα ακόλουθα:

1. Ευέλικτα συστήματα [18][19][20] : Η αρχιτεκτονική αυτή επιτρέπει την εύκολη και γρήγορη αλλαγή του συστήματος στην οποία υλοποιείται, όχι μόνο όσον αφορά την λειτουργικότητα αλλά και της τεχνολογικής πλατφόρμας , ακόμα και της γεωγραφικής θέσης.
2. Εύκολη ολοκλήρωση με συστήματα συνεργατών, μειώνοντας το κόστος [18][19][20][21]
3. Επαναχρησιμοποίηση [22][19][18][20] : Η επαναχρησιμοποίηση τόσο σε επίπεδο κώδικα, όσο και στο επίπεδο δεδομένων
4. Μείωση του χρόνου που μεσολαβεί μεταξύ της σύλληψης και της προώθησης στην αγορά ενός προϊόντος
5. Βελτίωση της απόδοσης επί της επένδυσης (Return on Investment) [24][23] , λόγω της μείωσης του κόστους απόκτησης υλικού , και της κατάργησης ακριβών τεχνολογιών διασύνδεσης.
6. Σταδιακή υλοποίηση[25], καθώς ένα πολύπλοκο πρόβλημα μπορεί να διασπαστεί σε πολλά μικρότερα τα οποία υλοποιούνται από τις υπηρεσίες.

7. Υποστήριξη για συστήματα πραγματικού χρόνου[26], λόγω της δυνατότητας που δίνεται για άμεση προσπέλαση των δεδομένων όποτε και όπου αυτό χρειάζεται.
8. Δυνατότητα αλλαγής χρήσης υπηρεσιών από έναν πάροχο σε ένα άλλο[26].
9. Η αναγνώριση των υπηρεσιών βοηθά έναν οργανισμό να αναγνωρίσει ταυτόχρονα τις κύριες δραστηριότητες του.[19]
10. Δημιουργεί μια κοινή οπτική/αρχιτεκτονική των δεδομένων[19]
11. Υπαγορεύει την χρήση προτύπων για την υποστήριξη της διαλειτουργικότητας
12. Αν απαιτηθεί , η γεωγραφική τοποθεσία του παρόχου ή του καταναλωτή της υπηρεσίας μπορεί να αλλάξει
13. Βελτίωση της ποιότητας των δεδομένων , καθώς τα δεδομένα είναι καταναμημένα και δεν εμφανίζουν πλεονασμό , ούτε απαιτείται συγχρονισμός τους
14. Υπαγορεύει την χρήση SLA για τις υπηρεσίες , υπαγορεύοντας παράλληλα και την ευθύνη των οργανισμών.
15. Διευκολύνει την διοίκηση του οργανισμού[26] ,αφού διευκολύνει την καθολική οπτική επί των διαδικασιών που βρίσκονται σε λειτουργία.

## 2.12 Υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού

Οι υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού (Web Services) είναι μία από τις νεότερες τεχνολογίες που εμφανίστηκαν για την υποστήριξη των καταναμημένων συστημάτων ,και ίσως η πιο κατάλληλη τεχνολογία για την υλοποίηση της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής. Οι υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού παρέχουν την τεχνολογική υποδομή για την επίτευξη της διαλειτουργικότητας μεταξύ των εφαρμογών , οι οποίες ενδέχεται να βρίσκονται σε διαφορετικές πλατφόρμες , να είναι εγκατεστημένες σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα , και να είναι υλοποιημένες σε διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού. Οι υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού χρησιμοποιούν XML μηνύματα , για την επικοινωνία μεταξύ τους και έχουν επικρατήσει ως πρότυπο για την ολοκλήρωση των εφαρμογών.

Από τεχνολογικής άποψης , οι υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού υπηρετούν μια καταναμημένη αρχιτεκτονική. Τα καταναμημένα συστήματα αρχικά υλοποιήθηκαν με βάση τις τεχνολογίες DCE (Distributed Computing Environment) και RPC (Remote Procedure Calls), και τα συστήματα ήταν προσανατολισμένα στην ανταλλαγή μηνυμάτων (MQ Series, MSMQ). Στην συνέχεια προτάθηκαν τεχνολογίες ORB (Object Request Brokers) , όπως είναι η CORBA , το DCOM και το RMI , και έπειτα εμφανίστηκε το μοντέλο των components ,με την χρήση τεχνολογιών όπως είναι τα EJB(Enterprise Java Beans) , COM+ (Component Object Model) και οι .NET Enterprise Services. Ύστερα στον τεχνολογικό χάρτη εμφανίστηκαν τα Web Service , τα οποία χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλη κλίμακα.

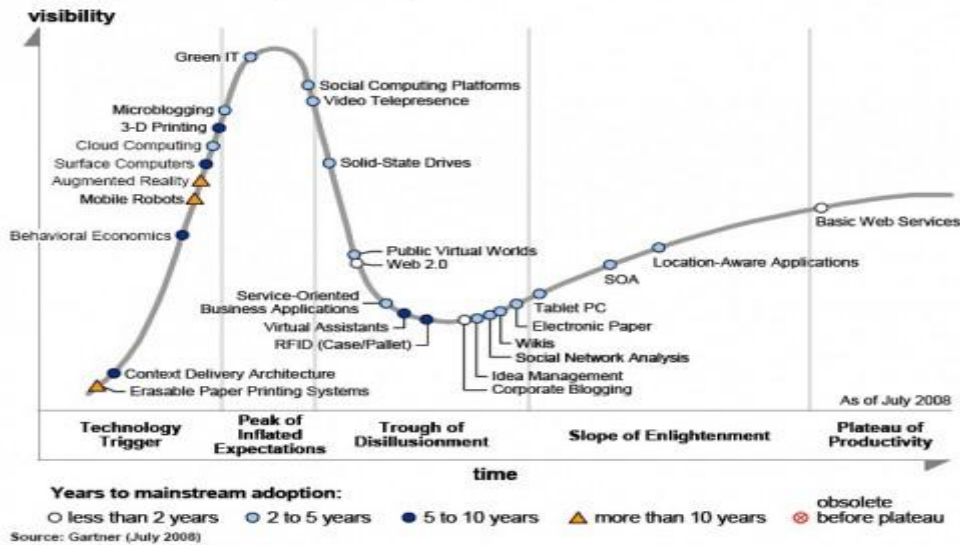
Οι υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού , διακρίνονται από ορισμένα χαρακτηριστικά τα οποία τα καθιστούν την πλέον κατάλληλη τεχνολογία για την υλοποίηση ενός καταναμημένου

συστήματος και κατ' επέκταση μιας υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής. Τα κύρια χαρακτηριστικά τους είναι τα ακόλουθα :

- Διακρίνονται από όλα τα χαρακτηριστικά , που πρέπει να έχει μια υπηρεσία στο υπηρεσιοστρεφές μοντέλο, και κατά συνέπεια διευκολύνουν την σύνθεση μιας χαλαρά συνδεδεμένης αρχιτεκτονικής.
- Βασίζονται στην τεχνολογία XML, καθώς τόσο τα μηνύματα που ανταλλάσσονται όσο και οι τεχνολογίες που τα υποστηρίζουν είναι βασισμένες σε αυτή την γλώσσα, για αυτό και προσφέρουν ανεξαρτησία από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της πλατφόρμας η οποία τα φιλοξενεί.
- Επιτρέπουν τόσο σύγχρονες όσο και ασύγχρονες κλήσεις
- Έχουν καλά ορισμένες διεπαφές. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την περιγραφή των διεπαφών είναι η WSDL.
- Επιτρέπουν την αποστολή μηνυμάτων XML με συνημμένο περιεχόμενο οποιασδήποτε μορφής
- Χρησιμοποιούν πρότυπα διαδικτυακά πρωτόκολλα όπως το HTTP(Hyper Text Transfer Protocol) , το SMTP (Simple mail transfer protocol) , το FTP (File Transfer Protocol) και το Mime, για αυτό και είναι πιο εύκολα ορατά εντός ενός περιβάλλοντος που προστατεύεται με τείχος προστασίας (firewall).
- Έχουν καλά ορισμένες τεχνικές προδιαγραφές , οι οποίες υποστηρίζονται από διάφορους οργανισμούς προτύπων . Οι σημαντικότερες από αυτές είναι:
  1. WS-Security
  2. WS-Notification
  3. WS-Addressing
  4. WS-Policy
  5. WS-Reliable Messaging
  6. WS-I Basic Profile
  7. WS-I Basic Security Profile

Οι υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού (Web Services) θεωρούνται η καταλληλότερη τεχνολογία για την έκθεση της λειτουργικότητας των επιχειρηματικών διαδικασιών ως υπηρεσίες και επομένως αποτελούν την καταλληλότερη επιλογή την υλοποίηση ενός υπηρεσιοστρεφούς μοντέλου. Οι υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού είναι πλέον ένα καθολικά αποδεκτά πρότυπο , καθώς έχουν ξεπεράσει την περίοδο αμφισβήτησης (Gartner hype cycle Εικόνα 13), και οι οργανισμοί έχουν αντιληφθεί τα πλεονεκτήματα που μπορούν να αποκομίσουν από την υιοθέτηση τους.

Figure 1. Hype Cycle for Emerging Technologies, 2008



Εικόνα 13: Καμπύλη αποδοχής υπηρεσιών ιστού

## 2.13 Τεχνολογική στοίβα των υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού

Ο στόχος των υπηρεσιών ιστού είναι η επίτευξη της διαλειτουργικότητας και της ολοκλήρωσης των επιχειρησιακών συστημάτων, έτσι ώστε να μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Για την επίτευξη των δύσκολων αυτών στόχων, είναι αναγκαία η ύπαρξη καλά ορισμένων προτύπων για την περιγραφή των χαρακτηριστικών, της λειτουργικότητας των υπηρεσιών καθώς και τρόπου σύνθεσης τους. Οι τεχνολογίες αυτές περιγράφονται παρακάτω, με αύξουσα σειρά ως προς το επίπεδο που καταλαμβάνουν στην τεχνολογική στοίβα (technology stack).

### 2.13.1 Επίπεδο μεταφοράς

Παρόλο που οι υπηρεσίες ιστού δεν είναι στενά συνδεδεμένες με κάποιο πρωτόκολλο στο επίπεδο μεταφοράς, συχνά για την προσπέλαση τους χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο http, καθώς έτσι δίνεται η δυνατότητα πιο εύκολης κλήσης τους μέσω της υποδομής που προσφέρει το διαδίκτυο. Η τεχνολογία η οποία χρησιμοποιείται από τις υπηρεσίες ιστού για την ανταλλαγή δεδομένων είναι η XML (Extensible Markup Language), καθώς είναι ένα καθολικά αποδεκτό πρότυπο. Για τον ίδιο λόγο η XML χρησιμοποιείται και στα υπόλοιπα επίπεδα της τεχνολογικής στοίβας.

### 2.13.2 Επίπεδο επικοινωνίας

Το SOAP είναι πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων το οποίο βασίζεται στην XML και το οποίο χρησιμοποιείται για την μετάδοση πληροφορίας μεταξύ των υπηρεσιών. Το

πρωτόκολλο SOAP υλοποιεί ένα μοντέλο request/response και χρησιμοποιεί το HTTP ως μέσο για την αποστολή των δεδομένων.

### **2.13.3 Επίπεδο περιγραφής υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού**

Για την περιγραφή των υπηρεσιών χρησιμοποιείται η γλώσσα περιγραφής υπηρεσιών WSDL (Web Service Description Language). Η WSDL είναι μια γλώσσα που και αυτή βασίζεται στην XML και η οποία χρησιμοποιείται για την περιγραφή των χαρακτηριστικών μιας υπηρεσίας, όπως είναι η περιγραφή των λειτουργιών που εκθέτει, το είδος των δεδομένων που ανταλλάσσει, και λοιπών πρόσθετων λειτουργικών και μη χαρακτηριστικών.

### **2.13.4 Επίπεδο εύρεσης υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού**

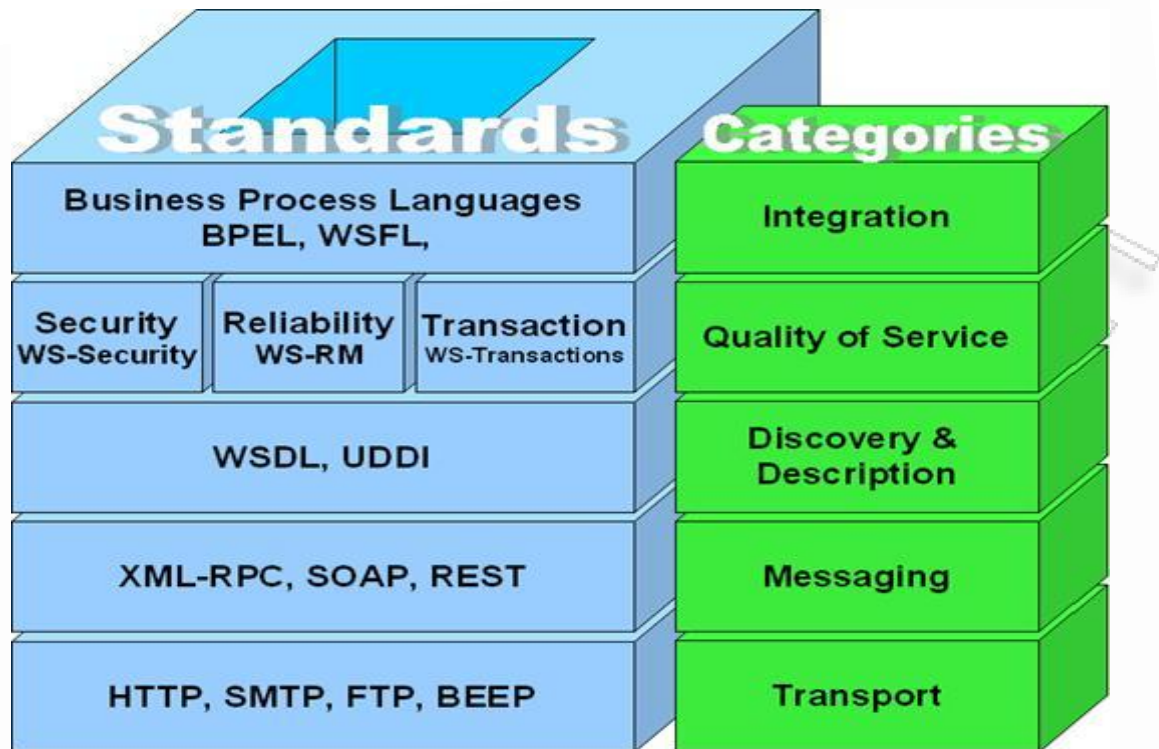
Για την έκθεση και δημοσιοποίηση των υπηρεσιών σε ευρέως προσπελάσιμους καταλόγους, χρησιμοποιείται το UDDI, το οποίο είναι ένα δημόσιος κατάλογος υπηρεσιών ο οποίος διευκολύνει την έκθεση και εύρεση των προσφερόμενων υπηρεσιών. Το UDDI παρέχει την δυνατότητα φιλοξενίας των WSDL αρχείων των υπηρεσιών, για την διαφήμιση των διαθέσιμων υπηρεσιών.

### **2.13.5 Επίπεδο ποιότητας υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού**

Επιπρόσθετα στοιχεία τα οποία υποστηρίζουν την σύνθετη φύση των επιχειρησιακών διαδικασιών, πρέπει να υλοποιηθούν προτού οι υπηρεσίες αυτές χρησιμοποιηθούν σε κρίσιμες επιχειρησιακές διαδικασίες. Υπηρεσίες επιπρόσθετης αξίας όπως είναι μηχανισμοί ασφάλειας, αυθεντικοποίησης, εξουσιοδότησης, εμπιστευτικότητας και διαχείρισης εκδόσεων καθορίζονται από πρότυπα όπως τα WS-Security, WS-Policy, και WS-Management.

### **2.13.6 Επίπεδο επιχειρησιακής διαδικασίας**

Στο επίπεδο αυτό περιγράφεται η σειρά εκτέλεσης των υπηρεσιών που ορίζουν μια επιχειρησιακή διαδικασία, και η οποία έχει ως σκοπό την αυτοματοποίηση της. Τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται για την σύνθεση των υπηρεσιών (ενορχήστρωση ή χορογραφία) είναι το WS-BPEL και το WS-CDL, τα οποία αναλύονται στην παράγραφο 2.14.



Εικόνα 14: Τεχνολογική στοίβα υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού

## 2.14 WS-BPEL

Ο στόχος των υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού είναι η επίτευξη της διαλειτουργικότητας μεταξύ των ετερογενών εφαρμογών χρησιμοποιώντας αναγνωρισμένα Web πρότυπα (WSDL, UDDI, SOAP). Οι υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού, αποτελούν το απαραίτητο εργαλείο για την επιτυχή ολοκλήρωση των συστημάτων, ωστόσο, η αποκλειστική χρήση τους δεν επαρκεί, καθώς είναι έκδηλη η ανάγκη ύπαρξης ενός μοντέλου που θα ορίζει τις αλληλεπιδράσεις των υπηρεσιών, και πιο συγκεκριμένα τον τύπο των μηνυμάτων τα οποία ανταλλάσσονται, την ακριβή ακολουθία των μηνυμάτων αυτών, χωρίς παράλληλα να φανερώνει πληροφορία σχετική με την υλοποίηση της κάθε υπηρεσίας. Η γλώσσα που επιτελεί τον ρόλο αυτό στην υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική είναι η WS-BPEL.

### 2.14.1 Εξέλιξη και στόχοι της WS-BPEL

Η WS-BPEL είναι μία γλώσσα βασισμένη στην XML, η οποία προήλθε από την συνένωση δύο ιδιωτικών γλωσσών περιγραφής ροών εργασίας, της WSFL της IBM και της XLANG της Microsoft. Λόγω του αυξημένου ενδιαφέροντος για την νέα αυτή γλώσσα μοντελοποίησης, και της επανάστασης που επήλθε στο χώρο της πληροφορικής από την έλευση των Web Services, τον Απρίλιο του 2003 η BEA, η IBM, η Microsoft, η SAP και η SIEBEL κατέθεσαν στις πρόταση προτυποποίησης στον οργανισμό OASIS, για το πρότυπο BPEL4WS 1.1. Τον Σεπτέμβριο του 2004 ο οργανισμός OASIS, αποφάσισε να ονομάσει το

πρότυπο WS-BPEL ώστε να υπάρχει ομογένεια στην ονοματοδοσία με τα ήδη υπάρχοντα πρότυπα για τα Web Services. Στην βιβλιογραφία συχνά αυτά τα ονόματα χρησιμοποιούνται αλληλένδετα , ενώ η νεότερη έκδοση του προτύπου είναι η WS-BPEL 2.0 . Η τελευταία εξέλιξη στον χώρο αναγνώρισης του προτύπου, είναι η πρόταση για επέκταση του με το πρότυπο BPEL4People το οποίο σκοπό θα έχει την ενσωμάτωση στην διαδικασία ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Η WS-BPEL ορίζει ένα μοντέλο για τον ορισμό της επιχειρησιακής διεργασίας , μέσω της περιγραφής των αλληλεπιδράσεων με τις υπηρεσίες , τον ορισμό των ανταλλασσόμενων μηνυμάτων και τον καθορισμό των δομών ελέγχου στο εσωτερικό της διαδικασίας. Η διαδικασία BPEL ορίζει τον τρόπο με τον οποίο πολλαπλές αλληλεπιδράσεις υπηρεσιών με τους εταίρους συντονίζονται για να επιτευχθεί ένας επιχειρηματικός στόχος, καθώς επίσης και την κατάσταση και τη λογική η οποία είναι αναγκαία για αυτό το συντονισμό. Δίνεται η δυνατότητα κλήσης των υπηρεσιών με σύγχρονο ή ασύγχρονο τρόπο. Επίσης, επιτρέπει την κλήση λειτουργιών είτε ακολουθιακά είτε ταυτόχρονα, ενώ δίνεται η δυνατότητα διαχείρισης σφαλμάτων με εύχρηστο και καλά τεκμηριωμένο τρόπο. Παράλληλα, η WS-BPEL στηρίζεται σε XML μορφή κώδικα και παρέχει υποστήριξη για μεγάλης διάρκειας διαδικασίες και αποζημίωση των δραστηριοτήτων σε περίπτωση ασυνεπειών. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως , η BPEL είναι μια γλώσσα βασισμένη στην XML , και αυτό ισχύει και για τις προδιαγραφές που χρησιμοποιεί. Τα WSDL αρχεία χρησιμοποιούνται από την BPEL για την περιγραφή της διεπαφής των υπηρεσιών , XML Schemas για την περιγραφή των ανταλλασσόμενων μηνυμάτων και XPATH για την προσπέλαση των τιμών των μεταβλητών.

Συνοπτικά μερικοί από τους κυριότερους σχεδιαστικούς στόχους της WS-BPEL είναι οι ακόλουθοι [75]:

- Οι επιχειρησιακές διαδικασίες ορίζονται με την χρήση της γλώσσας XML
- Οι υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού είναι τα δομικά στοιχεία για την σύνθεση των επιχειρησιακών διαδικασιών
- Οι στοιχειώδεις υπηρεσίες που απαρτίζουν την επιχειρησιακή διαδικασία , μπορεί να είναι σύνθετες ή ανεξάρτητες επιχειρησιακές διαδικασίες.
- Η ενσωμάτωση λογικών δομών όπως αυτές συναντώνται στον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό , όπως οι δομές Sequence, If, While, Repeat until, Pick, Flow, For Each
- Η χρησιμοποίηση της ίδιας γλώσσας τόσο για την αυτοματοποίηση εσωτερικών όσο και εξωτερικών ροών εργασίας
- Η ενσωμάτωση ενός μηχανισμού εντοπισμού του στιγμιότυπου της διαδικασίας κατά την λήψη ενός μηνύματος από έναν συνεργάτη (partner link)
- Η ενσωμάτωση ενός μηχανισμού συναλλαγών για επιχειρηματικές διεργασίες οι οποίες έχουν μεγάλη διάρκεια με σκοπό την αντιμετώπιση των λαθών.



- Η δυνατότητα κλήσης των υπηρεσιών τόσο σύγχρονα όσο και ασύγχρονα
- Η δυνατότητα παράλληλης εκτέλεσης δραστηριοτήτων και καθορισμός του τρόπου με τον οποίο συγχρονίζονται και συγχέουν τη λειτουργία τους

#### 2.14.2 Δραστηριότητες WS-BPEL

Η BPEL περιγράφει τις αλληλεπιδράσεις της διαδικασίας με τις υπηρεσίες ιστού μέσω του στοιχείου <partnerLink>. Το στοιχείο αυτό ορίζει έναν συντάιρο (partner), ο οποίος αλληλεπιδρά με την διαδικασία καθ' οποιοδήποτε τρόπο. Οι απαιτήσεις για ολοκλήρωση και αυτοματοποίηση των διαδικασιών δεν θα μπορούσαν να επιτευχθούν χωρίς την διατήρηση εσωτερικής πληροφορίας από την πλευρά της διαδικασίας. Η πληροφορία αυτή που αποτελεί την κατάσταση της διαδικασίας αποθηκεύεται στις μεταβλητές <variables>, οι οποίες έχουν καθολική, ή μερική εμβέλεια σε τμήματα της διαδικασίας που εμφανίζουν μια λογική συνεκτικότητα και ορίζουν ένα πεδίο(scope). Η γλώσσα για την επιλογή και την μεταβολή της τιμής των μεταβλητών που χρησιμοποιείται από την BPEL είναι η XPath 1.0.

Μια διαδικασία ορίζεται από τις δραστηριότητες της που είναι τα βασικά της δομικά συστατικά. Οι δραστηριότητες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τις βασικές και της δομημένες. Οι βασικές δραστηριότητες αποτελούν τα στοιχειώδη βήματα που εκτελεί μια διαδικασία, επιτελώντας μια ορισμένη λειτουργικότητα., ενώ αντίθετα οι δομημένες δραστηριότητες μπορεί να εμπεριέχουν άλλες δομημένες ή μη δραστηριότητες, και προσδιορίζουν την λογική και τις δομές ελέγχου μιας διαδικασίας.

Οι βασικές δραστηριότητες μιας BPEL διαδικασίας μπορεί να είναι οι ακόλουθες:

- **receive**: Χρησιμοποιείται για την λήψη μηνυμάτων από έναν συνεργάτη της διαδικασίας (partner).
- **reply**: Αποτελεί την απάντηση της διαδικασίας στα δεδομένα που έχει δεχθεί ως είσοδο από την εκτέλεση της τελευταίας δραστηριότητας receive που έχει εκτελεσθεί.
- **invoke**: Χρησιμοποιείται για την κλήση μιας υπηρεσίας ιστού που παρέχεται από ένα συντάιρο. Ο τύπος των υπηρεσιών που μπορεί να κληθούν μπορεί να είναι μονόδρομες (one-way) ή αμφίδρομες (request-response)
- **assign**: Χρησιμοποιείται για την μεταβολή των δεδομένων της διαδικασίας ή για τον ορισμό νέων τιμών στις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται από αυτήν. Η διαδικασία αυτή μπορεί να αντιγράψει τμήμα ή σύνολο των δεδομένων μιας μεταβλητής, σε μια άλλη μεταβλητή.
- **wait**: Χρησιμοποιείται για την αναβολή της εκτέλεσης μια διαδικασίας για κάποιο καθορισμένο χρονικό διάστημα ή μέχρι την έλευση κάποιας χρονικής στιγμής.
- **exit**: Χρησιμοποιείται για τον τερματισμό όλων των δραστηριοτήτων μιας διαδικασίας.

- **empty**: Η εκτέλεση αυτής της δραστηριότητας δεν επιφέρει καμία αλλαγή. Συνήθως χρησιμοποιείται για την εισαγωγή μελλοντικών δραστηριοτήτων
- **extensionActivity**: Χρησιμοποιείται για την εισαγωγή νέων δραστηριοτήτων οι οποίες δεν συμπεριλαμβάνονται στις προδιαγραφές.
- **throw**: Χρησιμοποιείται για την ρίψη ενός σφάλματος , και παρέχει την δυνατότητα χειρισμού του. Έχει την δυνατότητα να περάσει δεδομένα στον χειριστή του σφάλματος για τον καλύτερο χειρισμό του.
- **rethrow**: Χρησιμοποιείται για την επαναληπτική ρίψη ενός σφάλματος , ωστόσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο εσωτερικά ενός χειριστή.

Οι δομημένες δραστηριότητες μιας BPEL διαδικασίας είναι:

- **sequence**: Προδιαγράφει μια σειρά δραστηριοτήτων οι οποίες εκτελούνται ακολουθιακά , ανάλογα με την σειρά εμφάνισης τους μέσα στην διαδικασία.
- **if-else**: Ακολουθεί την λογική που συναντάται στις γλώσσες προγραμματισμού και παρέχει κλάδους για την εκτέλεση των διαφορετικών υπο-δραστηριοτήτων ανάλογα με το αν η συνθήκη που περιέχει γίνεται αληθής στον κλάδο if , elseif , ή else. Η προσπέλαση και εξακρίβωση της συνθήκης των κλάδων γίνεται βάσει της σειράς που εμφανίζονται.
- **while**: Ακολουθεί την λογική που συναντάται στις γλώσσες προγραμματισμού, περιέχει μια συνθήκη η οποία αξιολογείται. Οι δραστηριότητες που εμπεριέχει εκτελούνται επαναληπτικά έως ότου η συνθήκη που αξιολογείται να είναι ψευδής.
- **repeatUntil**: Είναι παρόμοιας λογικής με την εντολή while, ωστόσο η διαφορά έγκειται στο ότι η συνθήκη αξιολογείται στο τέλος της πρώτης επανάληψης. Κάθε φορά που η συνθήκη είναι αληθής δημιουργείται ένας νέος κύκλος εκτέλεσης. Χρησιμοποιείται για εκείνες τις περιπτώσεις , όπου οι δραστηριότητες που εμπεριέχονται πρέπει να εκτελεστούν τουλάχιστον μία φορά.
- **forEach**: Χρησιμοποιείται για την κυκλική εκτέλεση των δραστηριοτήτων που εμπεριέχει, για n φορές.
- **flow**: Χρησιμοποιείται για την παράλληλη εκτέλεση δραστηριοτήτων. Συγκεκριμένα, οι εσωτερικές δραστηριότητές της εκκινούν ταυτόχρονα, όταν ξεκινά η δομημένη δραστηριότητα flow.
- **pick**: Χρησιμοποιείται για την επιλεκτική εκτέλεση δραστηριοτήτων. Περιέχει τουλάχιστον ένα στοιχείο onMessage και προαιρετικά ένα ή περισσότερα στοιχεία
- **onAlarm**. Τα στοιχεία onMessage αφορούν εισερχόμενα μηνύματα από λειτουργίες υπηρεσιών ιστού που σχετίζονται με μια διαδικασία, ενώ τα στοιχεία onAlarm αφορούν κάποια χρονική ειδοποίηση. Κάθε ένα από τα στοιχεία περιέχει μια εσωτερική δραστηριότητα.

Υπάρχουν και δραστηριότητες που δεν ανήκουν συγκεκριμένα σε κάποια από τις παραπάνω κατηγορίες:

- **validate**: Ελέγχει την εγκυρότητα των δεδομένων των μεταβλητών με βάση τον αντίστοιχο XML ορισμό τους. Επειδή ο αναλυτικός έλεγχος των μεταβλητών καταναλώνει επιπλέον πόρους του συστήματος, η BPEL δίνει την δυνατότητα ενεργοποίησης-απενεργοποίησης του ελέγχου, ώστε να χρησιμοποιείται όταν είναι απαραίτητο.
- **scope**: Χρησιμοποιείται για να δηλώσει μια φωλιασμένη δραστηριότητα με τα δικά της στοιχεία και χαρακτηριστικά.
- **compensateScope**: Χρησιμοποιείται για την ανάκληση ενός συγκεκριμένου εσωτερικού τμήματος μιας διαδικασίας (scope) που έχει ήδη εκτελεστεί επιτυχώς. Η `compensateScope` χρησιμοποιείται μόνο στο εσωτερικό ενός χειριστή σφαλμάτων, ανάκλησης ή τερματισμού.
- **compensate**: Χρησιμοποιείται για την ανάκληση όλων των scope τμημάτων μιας διαδικασίας, που έχουν ήδη εκτελεστεί επιτυχώς. Χρησιμοποιείται μόνο στο εσωτερικό ενός χειριστή σφαλμάτων, ανάκλησης ή τερματισμού. Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μιας διαδικασίας μπορεί να συμβούν κάποιες έκτακτες καταστάσεις, όπως η εμφάνιση κάποιου σοβαρού σφάλματος ή η ανάγκη για ακύρωση κάποιων δραστηριοτήτων. Η BPEL έχει τα μέσα για την αντιμετώπιση τέτοιων περιπτώσεων, τους χειριστές. Υπάρχουν συγκεκριμένα οι χειριστές σφαλμάτων, οι χειριστές ανάκλησης και οι χειριστές τερματισμού.

Ένας χειριστής σφαλμάτων (fault handler) μπορεί να αφορά μια ολόκληρη διαδικασία ή ένα τμήμα της (scope). Όταν εκκινεί η διαδικασία ή το συγκεκριμένο τμήμα της, εγκαθίσταται και ο χειριστής, και εάν συμβεί κάποιο σφάλμα, τότε στέλνεται σε αυτόν. Ο χειριστής σφαλμάτων μπορεί να έχει μία τουλάχιστον δομή `catch` και το πολύ μια δομή `catchAll`. Κάθε δομή `catch` επιλαμβάνεται ενός συγκεκριμένου σφάλματος και περιέχει μια δραστηριότητα που το αντιμετωπίζει, ενώ η `catchAll` με τη σειρά της αντιμετωπίζει κάθε σφάλμα που δεν προσδιορίζεται στις `catch`. Κάθε σφάλμα έχει το δικό του όνομα και προαιρετικά μπορεί να φέρει και επιπλέον δεδομένα. Πιθανές αιτίες ενεργοποίησης ενός χειριστή σφάλματος είναι η κλήση κάποιας υπηρεσίας που δεν είναι διαθέσιμη, η σήμανση εσωτερικού λάθους από την `throw` και άλλες.

Ένας χειριστής ανάκλησης (compensation handler), που εφαρμόζεται σε ένα τμήμα μιας διαδικασίας (scope), χρησιμοποιείται για την επαναφορά μιας διαδικασίας σε προηγούμενη κατάσταση. Συνήθως στην BPEL οι επιχειρηματικές διαδικασίες είναι μακράς διάρκειας και συνεπώς δεν διεκπεραιώνονται σε μια μόνο ατομική συναλλαγή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, ακόμα και όταν μια διαδικασία δεν ολοκληρώνεται για κάποιο λόγο, ορισμένες επιμέρους συναλλαγές της να εκτελούνται επιτυχώς. Σε αυτήν την περίπτωση επεμβαίνουν οι χειριστές

ανάκλησης για να ακυρώσουν τις ήδη πραγματοποιημένες συναλλαγές. Ο χειριστής ανάκλησης ενεργοποιείται με τις δραστηριότητες `compensate` και `compensateScope` και περιέχει μια δραστηριότητα που προκαλεί την επαναφορά.

Ένας χειριστής τερματισμού (termination handler) αρχίζει την δράση του, προτού ξεκινήσει την λειτουργία του ο χειριστής σφαλμάτων, τερματίζοντας όλες τις υπόλοιπες τρέχουσες εργασίες μέσα στο τμήμα μιας διαδικασίας (scope). Κατά τον εξαναγκασμένο τερματισμό του τμήματος, απενεργοποιούνται οι χειριστές γεγονότων του, τερματίζεται η κύρια δραστηριότητα του τμήματος και τα τρέχοντα στιγμιότυπα του χειριστή γεγονότων του. Ακολούθως, όλες οι δραστηριότητες εντός του τμήματος διακόπτονται, εκτός των βασικών `assign`, `empty`, `throw`, `rethrow`, `exit` που επιτρέπεται να ολοκληρωθούν. Οι χειριστές τερματισμού μπορεί να περιέχουν οποιαδήποτε δραστηριότητα, συμπεριλαμβανομένων των `compensate` και `compensateScope`. Η BPEL παρέχει επίσης τη δυνατότητα για την ασύγχρονη εκτέλεση μιας διαδικασίας με τη βοήθεια των χειριστών γεγονότων (event handler). Έτσι, σε αντίθεση με τις δραστηριότητες `wait` και `pick` όπου έχουμε διακοπή της διαδικασίας μέχρι την λήψη κάποιου συγκεκριμένου σήματος, εδώ έχουμε συνέχιση των εργασιών κατά την αναμονή κάποιου γεγονότος. Μια διαδικασία ή ένα τμήμα της (scope) μπορεί να έχει ένα σύνολο χειριστών γεγονότων, που λειτουργούν παράλληλα τόσο με αυτήν όσο και μεταξύ τους και καλούνται όταν εμφανιστεί το αντίστοιχο γεγονός. Υπάρχουν δύο τύποι γεγονότων, τα μηνύματα από λειτουργίες υπηρεσιών ιστού (`<onEvent>`) και οι χρονικές ειδοποιήσεις (`<onAlarm>`). Όσο οι χειριστές γεγονότων παραμένουν ενεργοί, οποιοσδήποτε αριθμός γεγονότων μπορεί να συμβεί.

### 2.14.3 Είδη διαδικασιών της WS-BPEL

Η WS-BPEL προσφέρει μια πρότυπη προσέγγιση για την οικοδόμηση κατανεμημένων εφαρμογών. Οι επιχειρησιακές διαδικασίες, οι οποίες ενορχηστρώνονται με βάση την WS-BPEL είναι ένα κύριο χαρακτηριστικό της SOA αρχιτεκτονικής. Οι τεχνικές προδιαγραφές της WS-BPEL, ορίζουν δύο είδους επιχειρησιακών διαδικασιών, τις εκτελέσιμες διαδικασίες και τις αφηρημένες διαδικασίες. Οι εκτελέσιμες διαδικασίες περιλαμβάνουν όλες τις λεπτομέρειες που είναι απαραίτητες για την εκτέλεση τους σε μια μηχανή εκτέλεσης, σε αντίθεση με τις αφηρημένες διαδικασίες οι οποίες δεν είναι εκτελέσιμες και μπορεί να αποτελούνται από μέρη τα οποία δεν είναι ορισμένα ή ακόμα να έχουν χαρακτηριστεί ως κρυφά.

Για τις αφαιρετικές διαδικασίες η BPEL ορίζει δύο πρότυπα τα οποία ουσιαστικά επεξηγούν και τον λόγο ύπαρξής τους. Οι αφαιρετικές διαδικασίες, διαχωρίζονται έτσι στις ακόλουθους δύο τύπους [56]:

- Process Profile for Observable Behavior (APPOB)
- Abstract Process Profile for Templates (APPT)

Στην πρώτη περίπτωση (APPOB) οι αφηρημένες διαδικασίες χρησιμοποιούνται για την περιγραφή του χρησιμοποιούμενου πρωτόκολλου. Παρόλο που οι WSDL διεπαφές ορίζουν υπηρεσίες που δεν διατηρούν την κατάσταση μεταξύ διαδοχικών κλήσεων, οι BPEL διαδικασίες συνήθως υλοποιούν υπηρεσίες ιστού οι οποίες διατηρούν στοιχεία μεταξύ των διαδοχικών κλήσεων, για αυτό το λόγο και προκειμένου μια διαδικασία να αλληλεπιδράσει με τις συνεργαζόμενες υπηρεσίες θα πρέπει να ορίσουμε την σειρά κλήσης και εκτέλεσης των διαδικασιών. Η συμπεριφορά αυτή μπορεί να οριστεί από μια αφαιρετική διαδικασία η οποία καταδεικνύει την εξωτερικά ορατή συμπεριφορά μιας εκτελέσιμης διαδικασίας, αποκρύπτοντας όμως συγκεκριμένα στοιχεία που θα την καθιστούσαν εκτελέσιμη. Ουσιαστικά πρόκειται δηλαδή για μια περιγραφή ενός συμβολαίου υπηρεσίας, το οποίο αποκρύπτει την εσωτερική επιχειρησιακή λογική, και το οποίο επιτρέπει στις υπηρεσίες οι οποίες συνεργάζονται με την διαδικασία να ορίσουν την δική τους διεπαφή και δομή.

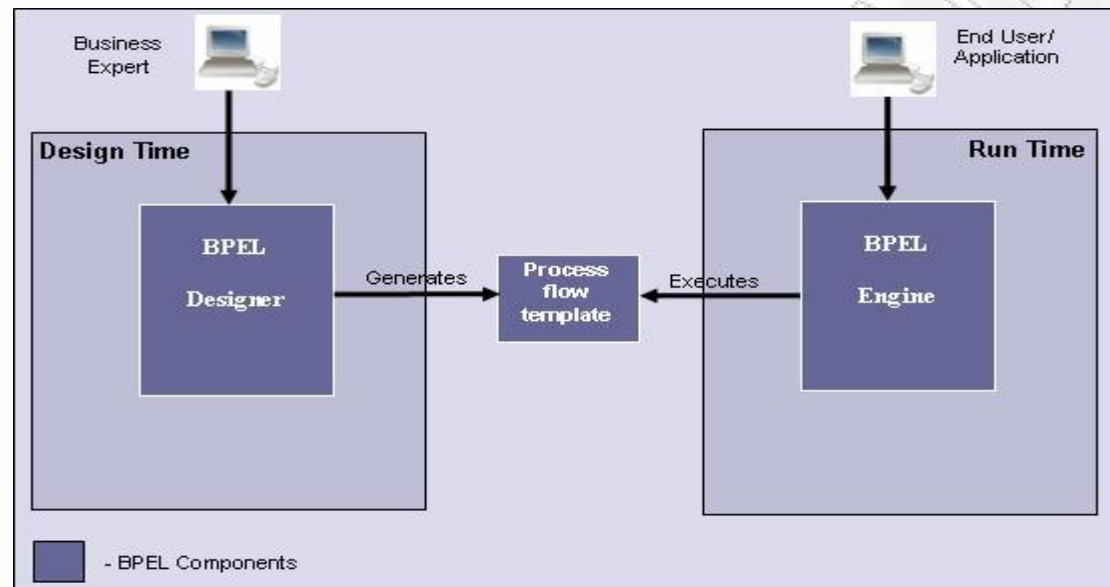
Στην δεύτερη περίπτωση (APPT), μια αφαιρετική διαδικασία προσφέρεται ως ένα πρότυπο για περαιτέρω ανάλυση. Η δομή αυτή της αφηρημένης διαδικασίας χρησιμεύει στην δημιουργία μιας ροής εργασίας σε έναν οργανισμό, μεταξύ ενός business analyst και του τμήματος πληροφορικής, καθώς επιτρέπει στον business analyst το σχεδιασμό της επιχειρησιακής διαδικασίας αποκρύπτοντας τυχόν λεπτομέρειες υλοποίησης, και στο τμήμα πληροφορικής να προσθέσει την λειτουργικότητα εκείνη που θα την μεταβάλλει σε εκτελέσιμη διαδικασία. Το αρχικό πρότυπο της διαδικασίας μπορεί να έχει σχεδιαστεί από ένα εργαλείο μοντελοποίησης είτε από εργαλεία μετατροπής διαγραμμάτων UML σε αφαιρετικές διαδικασίες.

#### 2.14.4 Εργαλεία BPEL

**BPEL Designer** : Ο Σχεδιαστής BPEL είναι μια γραφική διεπαφή χρήστη η οποία χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό μιας επιχειρησιακής διαδικασίας, από τον υπεύθυνο business process analyst. Το εργαλείο αυτό δέχεται ως είσοδο από τον χρήστη τις υπηρεσίες που χρησιμοποιούνται στην σύνθεση της επιχειρησιακής διαδικασίας, τις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για την κλήση των υπηρεσιών και την διατήρηση κατάστασης, και παράγει τον κώδικα της BPEL. Ο BPEL designer μπορεί να χρησιμοποιεί το BPMN (Business Process Modeling Notation (BPMN)), για την απεικόνιση της επιχειρησιακής διαδικασίας, ή οποιοδήποτε άλλη γλώσσα μοντελοποίησης.

**BPEL Engine** : Η μηχανή εκτέλεσης BPEL (παραδείγματα αποτελούν Open ESB, BizTalk Server, Oracle BPEL Process Manager) είναι υπεύθυνη για την εκτέλεση της λογικής η οποία παρέχεται από το επιχειρηματικό πρότυπο της διαδικασίας. Επιπρόσθετα είναι υπεύθυνη για την κλήση των απαραίτητων Web Service, και για σύνθετες λειτουργίες όπως είναι η διαχείριση των εξαιρέσεων, των λαθών και των προδιαγραφών ασφαλείας.

**Πρότυπο ροής διαδικασίας :** Το πρότυπο ροής της διαδικασίας είναι ο ορισμός της διαδικασίας γραμμένη σε BPEL , το οποίο δημιουργείται από τον BPEL Designer και εκτελείται από την μηχανή εκτέλεσης BPEL.



Εικόνα 15: Διαδικασία σχεδίασης και εκτέλεσης επιχειρησιακής διαδικασίας WS-BPEL

# Κεφάλαιο 3

## Ασφάλεια συστημάτων παροχής ηλεκτρονικών υπηρεσιών υγείας με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο

### 3.1 Εισαγωγή

Οι υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού και η υπηρεσιοστρεφής αρχιτεκτονική έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην παρεχόμενη ποιότητα των υπηρεσιών ιατρικής φροντίδας, όπως είναι η ευκολία χρήσης, η δυνατότητα προσπέλασης, επεξεργασίας και διαχείρισης της πληροφορίας που φιλοξενείται σε ετερογενή συστήματα.

Παρόλο που οι τεχνολογίες της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής και των υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού, επιτρέπουν την βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών και την ευκολότερη ολοκλήρωση των συστημάτων, δημιουργούν ένα καταναμημένο περιβάλλον στο οποίο επιβάλλεται η ανάγκη για επιπρόσθετους μηχανισμούς διασφάλισης των κρίσιμων ιατρικών δεδομένων. Οι μηχανισμοί ασφαλείας που τίθενται σε εφαρμογή στον τομέα παροχής υπηρεσιών υγείας θα πρέπει να διέπονται από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Απόδοση ευθυνών
2. Μηχανισμούς συγκατάθεσης
3. Διασφάλιση ακεραιότητας
4. Διασφάλιση εμπιστευτικότητας
5. Διασφάλιση διαθεσιμότητας
6. Μη αποποίηση

Επιπλέον πιέσεις για συμμόρφωση με ενδεδειγμένα πρότυπα, αλλά και η αυξημένη χρήση των κινητών συσκευών για καταγραφή και επεξεργασία ιατρικών δεδομένων θέτει νέους περιορισμούς για την διασφάλιση της ιατρικής πληροφορίας. Πιο συγκεκριμένα[72]:

- Η ανάγκη για ιδιωτικότητα και απόδοση ευθύνης, έχει στρέψει τις ιατρικές εφαρμογές σε πιο ισχυρούς μηχανισμούς αυθεντικοποίησης. Βιομετρικές ή μη μέθοδοι έχουν κάνει την εμφάνιση τους για την εξακρίβωση των στοιχείων των χρηστών.
- Ακόμα και εντός των οργανισμών, υπάρχουν περιορισμοί που δεν μπορούν να μοντελοποιηθούν εύκολα με τις υφιστάμενες τεχνολογίες όπως είναι το πρότυπο RBAC (Role-Based Access Control), καθώς είναι στατικές και δεν συνυπολογίζουν πληροφορίες οι οποίες είναι διαθέσιμες κατά τον χρόνο εκτέλεσης, και οι οποίες μπορεί να επηρεάζουν τα δικαιώματα και τους περιορισμούς που επιβάλλονται στους χρήστες.

- Η δυναμική φύση των μηχανισμών ελέγχου και εξουσιοδότησης υπαγορεύεται και από το γεγονός , ότι στον ιατρικό χώρο είναι συχνή η κατεπείγουσα πρόσβαση σε κρίσιμη πληροφορία , ακόμα και αν αυτό δεν είχε αρχικά προβλεφθεί.

Λόγω των πιέσεων από το εξωτερικό περιβάλλον και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του τομέα παροχής υπηρεσιών υγείας οι υπάρχοντες μηχανισμοί ελέγχου δεν επαρκούν για την κάλυψη των χαρακτηριστικών ασφαλείας, οι οποίοι επιζητούνται από τους σύγχρονους οργανισμούς παροχής ιατρικής φροντίδας. Λύση στις απαιτήσεις ασφαλείας των οργανισμών δίνουν οι μηχανισμοί ασφάλειας οι οποίοι ακολουθούν το υπόδειγμα ασφάλειας με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο (context –aware security)

### 3.2 Ορισμοί

Για να γίνει καλύτερα κατανοητή η έννοια της ασφάλειας με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο , παρακάτω ορίζονται οι βασικές έννοιες που σχετίζονται με το πρότυπο αυτό. Σύμφωνα με τον ορισμό των Dey και Abowd [52]:

«Πληροφορία για ένα σύστημα με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο , είναι οποιαδήποτε πληροφορία μπορεί να χαρακτηρίσει την κατάσταση μιας οντότητας. Μια οντότητα μπορεί να είναι ένα πρόσωπο, μια τοποθεσία, ένα αντικείμενο το οποίο επηρεάζει την αλληλεπίδραση ενός χρήστη και μιας εφαρμογής»

Επιπλέον σαν πάροχος πληροφοριών συνάφειας και περιεχομένου ορίζεται οποιαδήποτε οντότητα , η οποία διανέμει τέτοιου είδους πληροφορία. Τέλος ένα σύστημα ονομάζεται σύστημα που βασίζεται στην συνάφεια και το περιεχόμενο όταν χρησιμοποιεί αυτού του είδους την πληροφορία σε οποιοδήποτε στάδιο του κύκλου ζωής του , και η οποία έχει ως αποτέλεσμα την αναπροσαρμογή του.

Παραδείγματα πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου είναι η τοποθεσία , η θερμοκρασία , ο τύπος μιας χρησιμοποιούμενης συσκευής , η κατάσταση μιας ροής διαδικασίας , και οι δυνατότητες μιας συσκευής. Έχουν προταθεί διάφορες κατηγορίες για τον διαχωρισμό της πληροφορίας αυτής , ανάλογα με το πεδίο αναγνώρισης. Ένα παράδειγμα κατηγοριών είναι το ακόλουθο : [15,16]

**Computing Context** : Η πληροφορία αυτή αφορά πληροφορία σχετικά με ένα υπολογιστικό σύστημα. Η επεξεργαστική ισχύ , το δίκτυο , η διεύθυνση IP και η κατάσταση μιας ροής εργασίας είναι τέτοιες πληροφορίες

**User Context**: Αφορά οποιοδήποτε είδος πληροφορίας συνδέεται με ένα χρήστη. Η πληροφορία αυτή μπορεί να είναι η ηλικία ενός χρήστη , το ιστορικό του , ή η τοποθεσία στην οποία βρίσκεται.



**Physical Context:** Η πληροφορία αυτή αφορά οτιδήποτε έχει να κάνει με το φυσικό περιβάλλον , σε αντίθεση με την πληροφορία που σχετίζεται με το υπολογιστικό σύστημα. Τέτοιου είδους πληροφορία μπορεί να είναι η θερμοκρασία , τα επίπεδα φωτεινότητας, ο βαθμός της φασαρίας.

**Temporal Context :** Η πληροφορία αυτή καθορίζει οποιοδήποτε είδος πληροφορίας σχετίζεται με το χρόνο. Η ώρα και ημερομηνία είναι τυπικά παραδείγματα τέτοιων πληροφοριών.

Ανεξάρτητα από την φύση και τον τομέα , των εισερχόμενων πληροφοριών σε ένα σύστημα με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο , αυτές διέπονται από ορισμένα χαρακτηριστικά.

Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι τα ακόλουθα :

**Προέλευση πληροφορίας :** Η πληροφορία συνάφειας και περιεχομένου μπορεί να προέρχεται είτε από μια εσωτερική είτε από μία εξωτερική πηγή. Ο διαχωρισμός αυτός της πληροφορίας ανάλογα με τον πάροχο είναι σημαντική καθώς επιτρέπει εν μέρει τον προσδιορισμό της ακρίβειας και του βαθμού εμπιστοσύνης στην πληροφορία αυτή.

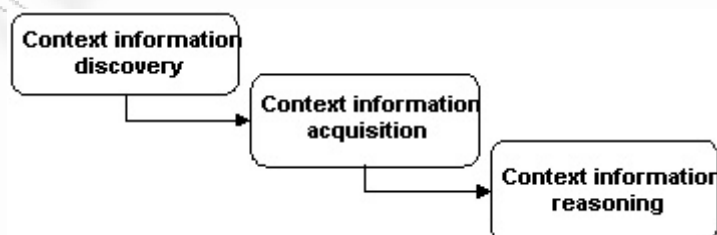
**Ποιότητα πληροφορίας:** Ένα σημαντικό στοιχείο είναι η ποιότητα της παρεχόμενης πληροφορίας . Στην βιβλιογραφία έχουν προταθεί κριτήρια για την αξιολόγηση της πληροφορίας , και μέθοδοι βελτίωσης της , όπως είναι η ανανέωση της σε πιο τακτά χρονικά διαστήματα ή όταν συμβεί κάποιο συγκεκριμένο γεγονός.

**Τρόπος παρουσίασης:** Η πληροφορία συνάφειας και περιεχομένου μπορεί να παρουσιαστεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, λόγω της ύπαρξης διαφορετικών μετρικών συστημάτων , και λόγω του γεγονότος ότι για την αναπαράσταση οντοτήτων που περικλείονται στο περιβάλλον ενός υπολογιστικού συστήματος , δεν είναι πάντα δυνατή η μετρήσιμη αναπαράσταση τους.

**Συνδυασμός πληροφορίας:** Τέλος για πιο σύνθετες πληροφορίες τα υπάρχοντα δεδομένα μπορούν να συνδυαστούν ώστε να σχηματίσουν δεδομένα συνάφειας και περιεχομένου υψηλότερου επιπέδου.

### 3.3 Κύκλος ζωής πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου

Ο κύκλος ζωής της πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου σε ένα σύστημα απεικονίζεται στην εικόνα 16 και αποτελείται από τρία στάδια.



Εικόνα 16: Κύκλος ζωής πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου

**Αναζήτηση πληροφορίας :** Στο βήμα αυτό , ένα σύστημα συνάφειας και περιεχομένου ανακαλύπτει πιθανούς παρόχους πληροφορίας. Η αναζήτηση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε βάσει του μοντέλου push , είτε βάσει του μοντέλου pull[17].

**Απόκτηση πληροφορίας :** Στο στάδιο αυτό , ένα σύστημα ένα σύστημα συνάφειας και περιεχομένου συλλέγει πληροφορία από τους παρόχους και την αποθηκεύει έτσι ώστε να έχει την δυνατότητα συλλογισμού ,.

**Διαδικασία συλλογισμού :** Οι μηχανισμοί συλλογισμού επιτρέπουν στις εφαρμογές να εκμεταλλευθούν τις υπάρχουσες πληροφορίες πλαισίου , και να αντιδράσουν ανάλογα βασιζόμενες σε αυτό το πληροφοριακό πλαίσιο.

### **3.4 Εφαρμογές ασφάλειας με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο στο χώρο παροχής υπηρεσιών υγείας**

Με τον όρο ασφάλεια με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο ,ορίζεται η δυναμική προσαρμογή των πολιτικών ασφαλείας ενός συστήματος βάσει της πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου[72]. Η δυνατότητα της χρήσης πληροφορίας αυτής, για την ασφάλεια ενός συστήματος είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, καθώς αυξάνει την ευχρηστία του συστήματος , κάνοντας το λιγότερο παρεμβατικό. Κυριότεροι τομείς στους οποίους χρησιμοποιούνται οι μηχανισμοί ασφάλειας με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο στο χώρο παροχής υπηρεσιών υγείας είναι οι μηχανισμοί ελέγχου πρόσβασης και τα συστήματα διαχείρισης εμπιστοσύνης.

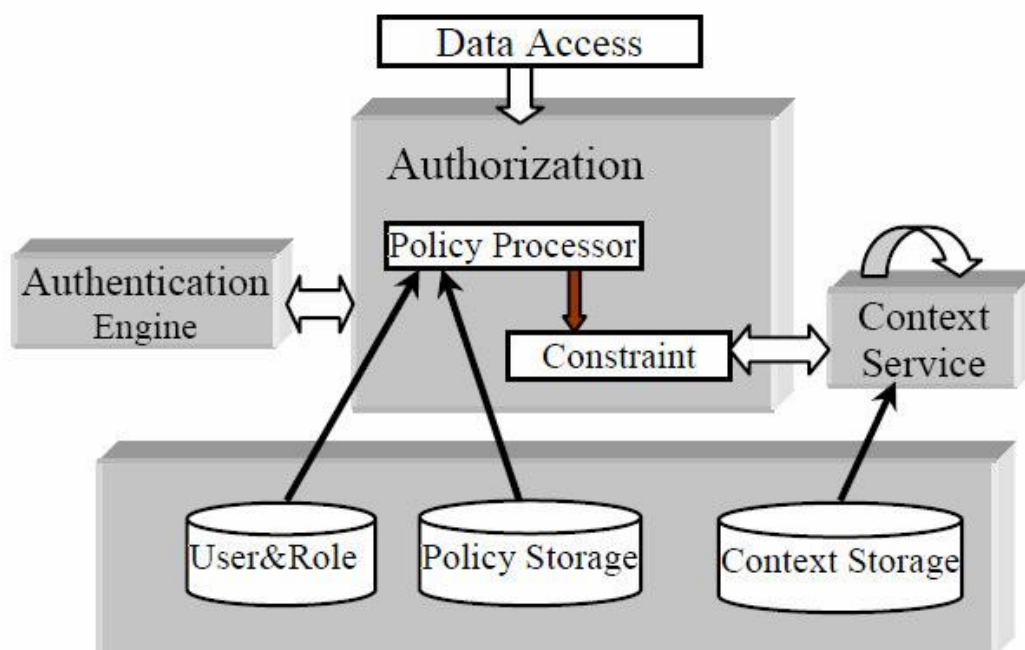
#### **3.4.1 Ασφάλεια με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο στους μηχανισμούς ελέγχου πρόσβασης**

Ο μηχανισμός ελέγχου προσβάσεων είναι ένα σύνολο μηχανισμών και διαδικασιών οι οποίοι έχουν ως στόχο την προστασία των πόρων ενός υπολογιστικού συστήματος, από μη εξουσιοδοτημένη προσπέλαση. Ο μηχανισμός αυτός καθορίζει το αν μια αίτηση για την χρησιμοποίηση ενός πόρου γίνεται δεκτή ή όχι [14]. Οι μηχανισμοί αυτοί έχουν τρεις κύριους στόχους την αυθεντικοποίηση , την εξουσιοδότηση και την απόδοση ευθύνης. Το πιο δημοφιλές μοντέλο για την υλοποίηση ενός μοντέλου ελέγχου μηχανισμού ελέγχου προσβάσεων είναι το μοντέλο RBAC. Το μοντέλο αυτό απαιτεί τη χαρτογράφηση διαφορετικών ρόλων και τον καθορισμό μιας κατανομής δικαιωμάτων προσπέλασης στους πόρους του συστήματος για κάθε ρόλο. Κατόπιν σε κάθε χρήστη εκχωρούνται ένας ή περισσότεροι ρόλοι, παραχωρώντας του, τα δικαιώματα προσπέλασης που καθορίζονται απ' αυτούς τους ρόλους.

Ωστόσο στον τομέα παροχής υπηρεσιών υγείας , ένα στατικό μοντέλο όπως αυτό του RBAC δεν εκπληρώνει τις απαιτήσεις ασφαλείας , καθώς υπάρχει συχνά η ανάγκη για κατεπείγουσα πρόσβαση στην ιατρική πληροφορία, και συγκεκριμένα στους ηλεκτρονικούς φακέλους υγείας των ασθενών[72]. Επιπλέον ακόμα και εντός των οργανισμών εμφανίζεται συχνά η

ανάγκη προσεκτικότερου ορισμού των μηχανισμών ασφαλείας, καθώς η απόφαση για εξουσιοδότηση της πρόσβασης στην ιατρική πληροφορία είναι πολύ-κριτηριακή και χρησιμοποιεί ως μεταβλητές τον χρόνο, τον τόπο, την κατάσταση της επιχειρησιακής διαδικασίας, δηλαδή πληροφορία συνάφειας και περιεχομένου. Στην βιβλιογραφία έχουν προταθεί επεκτάσεις του μοντέλου αυτού για την ισχυροποίηση των κανόνων εξουσιοδότησης, την προσθήκη νέων μη λειτουργικών χαρακτηριστικών, την δυναμική τροποποίηση των δομών ασφαλείας, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος. Οι μηχανισμοί αυτοί χρησιμοποιούνται κυρίως ως μηχανισμοί ελέγχου πρόσβασης των ηλεκτρονικών φακέλων υγείας των ασθενών[87].

Το μοντέλο Dynamic RBAC(DRBAC), επεκτείνει το μοντέλο RBAC χρησιμοποιώντας την πληροφορία συνάφειας και περιεχομένου. Για την διαπίστωση της εξουσιοδοτημένης ή μη χρήσης ενός πόρου, γίνεται ο υπολογισμός μιας συνθήκης, η οποία έχει ως μεταβλητές τον χρήστη που εκδίδει την αίτηση πρόσβασης, το αντικείμενο που επιθυμεί να προσπελάσει, την ενέργεια που θέλει να πραγματοποιήσει στο αντικείμενο, αλλά και το σύνολο των περιορισμών του περιβάλλοντος.



Εικόνα 17: Μοντέλο ελέγχου πρόσβασης με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο

Στο μοντέλο Context RBAC I[13], το οποίο αποτελεί και αυτό μια επέκταση του μοντέλου RBAC, εκτός από τους υπάρχοντες ρόλους, ορίζονται νέοι ρόλοι, οι οποίοι συμπεριλαμβάνουν τις καταστάσεις και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου, κα ονομάζονται environment roles. Οι καινούριοι αυτοί ρόλοι συσχετίζονται με δικαιώματα πρόσβασης, επιτρέποντας την μοντελοποίηση πιο σύνθετων περιορισμών. Αυτή η προσέγγιση ωστόσο δεν είναι εύκολα υλοποιήσιμη στον χώρο παροχής

υπηρεσιών υγείας , όπου η πληροφορία συνάφειας και περιεχομένου είναι πολυσύνθετη , και δημιουργεί την ανάγκη για δημιουργία μεγάλου αριθμού environment ρόλων. Μια υλοποίηση του μοντέλου αυτού είναι το μοντέλο CASA.

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν παρουσιασθεί επίσης μοντέλα τα οποία, συσχετίζουν τα δικαιώματα πρόσβασης ενός ρόλου με την τρέχουσα τοποθεσία στην οποία βρίσκεται. Τα μοντέλα αυτά βρίσκουν εφαρμογή σε καταναμημένα περιβάλλοντα τα οποία χρησιμοποιούνται από κινητούς χρήστες. Κεντρική λογική σε αυτά τα συστήματα αυτά, είναι ο διαχωρισμός των τοποθεσιών από τις οποίες εκδίδει μια αίτηση πρόσβασης ένας χρήστης σε ασφαλείς και μη ασφαλείς ζώνες και ανήκουν στη γενική κατηγορία μηχανισμών Location-Based Access Control. Παραδείγματα χρήσης τους από τους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας αφορούν την εξουσιοδότηση πρόσβασης στον ιατρικό φάκελο ενός ασθενούς μόνο αν ο γιατρός βρίσκεται πλησίον του χώρου περίθαλψης του συγκεκριμένου ασθενούς.

Τέλος στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν προταθεί μηχανισμοί ελέγχου πρόσβασης με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο , οι οποίοι ενσωματώνουν πληροφορία σχετικά με την τρέχουσα δραστηριότητα μιας επιχειρησιακής διαδικασίας παροχής υπηρεσιών υγείας(Task based access control), αλλά και με βάση την ομάδα παροχής υπηρεσιών υγείας ενός ασθενούς (Team based access control). Οι μηχανισμοί αυτοί είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς σε δια-οργανωσιακές διαδικασίες παροχής υπηρεσιών υγείας.

#### **3.4.2 Ασφάλεια με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο στους μηχανισμούς διαχείρισης εμπιστοσύνης**

Οι μηχανισμοί ελέγχου πρόσβασης , ελέγχουν εάν μια οντότητα έχει πρόσβαση στους πόρους ενός συστήματος. Στη διαδικασία αυτή, ο αιτών αναγνωρίζεται από το μοναδικό αναγνωριστικό του. Σε καταναμημένα περιβάλλοντα όπως αυτό του χώρου της παροχής υπηρεσιών υγείας , ο αιτών και ο κάτοχος του πόρου μπορεί να μην είναι εκ των προτέρων γνωστοί , υποβαθμίζοντας την λειτουργικότητα των μηχανισμών ελέγχου πρόσβασης οι οποίοι βασίζονται στα μοναδικά αναγνωριστικά. Για αυτές τις περιπτώσεις στη διεθνή βιβλιογραφία προτείνεται η λύση της διαχείρισης εμπιστοσύνης[72].

Στη διεθνή βιβλιογραφία , αναφέρεται σαν μέθοδος ενδυνάμωσης των μηχανισμών διαχείρισης εμπιστοσύνης η πληροφορία με βάση τη συνάφεια και το περιεχόμενο. Τα επίπεδα εμπιστοσύνης για μια συγκεκριμένη οντότητα μπορούν να προσαρμόζονται δυναμικά βάσει της πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου[88].

### **3.5 Βασικές έννοιες τεχνολογίας πρακτόρων λογισμικού**

Ο όρος πράκτορας ή πράκτορας λογισμικού (software agent), έχει εμφανιστεί σε πολλούς τομείς της επιστήμης της πληροφορικής , όπως είναι για παράδειγμα σε αυτόν της τεχνητής νοημοσύνης, στις βάσεις δεδομένων, στα λειτουργικά συστήματα και στα δίκτυα

επικοινωνιών. Οι ορισμοί που εμφανίζονται στην διεθνή βιβλιογραφία είναι μερικοί από τους ακόλουθους :

«Οι πράκτορες είναι υπολογιστικά συστήματα που δρουν σε ένα πολύπλοκο περιβάλλον, αντιλαμβάνονται και δρουν αυτόνομα πάνω σε αυτό, πετυχαίνοντας έτσι ένα σύνολο από στόχους για τους οποίους έχουν κατασκευαστεί.»[30]

«Οι ευφυείς πράκτορες κάνουν συνεχώς τις εξής λειτουργίες: α) αντιλαμβάνονται τις δυναμικές συνθήκες του περιβάλλοντος β) δρουν πάνω στο περιβάλλον ώστε να το αλλάξουν, γ) συλλογίζονται ώστε να ερμηνεύσουν αυτά που αντιλαμβάνονται, να λύσουν προβλήματα, να συμπεράνουν και να καθορίσουν τη δράση τους»

Παρόλο που δεν υπάρχει ένας μόνο ορισμός για έναν πράκτορα λογισμικού , οι ορισμοί που έχουν δοθεί στην βιβλιογραφία δίνουν τα ακόλουθα κοινά χαρακτηριστικά:

- **Αυτονομία (autonomy)**: ένας πράκτορας μπορεί να λειτουργεί χωρίς καμία άμεση παρέμβαση από ανθρώπους ή από άλλα λογισμικά και έχει τον έλεγχο των πράξεών του και της εσωτερικής του κατάστασης [33]
- **Δυνατότητα κοινωνικής συναναστροφής (social ability)**: μπορεί να αλληλεπιδρά με άλλους πράκτορες (ή ακόμα και ανθρώπους), με την βοήθεια μιας ειδικής γλώσσας επικοινωνίας πρακτόρων [32]
- **Αντιδραστικότητα (reactivity)**: ένας πράκτορας μπορεί να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον στο οποίο κινείται κάθε φορά (ο φυσικός κόσμος, ένας χρήστης μέσω μιας γραφικής διεπαφής, ένα σύνολο από άλλους πράκτορες, το Διαδίκτυο, ή και συνδυασμός όλων αυτών) και να αντιδρά κατάλληλα σε σωστά χρονικά πλαίσια, σε όποιες πιθανές αλλαγές συμβούν.
- **Προληπτικότητα (pro-activeness)**: ένας πράκτορας δεν αντιδρά μόνο σε αλλαγές του περιβάλλοντός του αλλά είναι ικανός να παρουσιάζει συμπεριφορά κατευθυνόμενη από συγκεκριμένο στόχο παίρνοντας πρωτοβουλίες.

Οι ορισμοί που προτάθηκαν παραπάνω ,ουσιαστικά διαχωρίζουν την οπτική της επιστημονικής κοινότητας , πάνω στην έννοια του πράκτορα λογισμικού σε δύο κατηγορίες, στην ισχυρή και την λιγότερη ισχυρή (Strong and weak notion). Πέρα των παραπάνω χαρακτηριστικών ένας πράκτορας λογισμικού σύμφωνα με την ισχυρή θεώρηση, και ιδίως αυτοί που χρησιμοποιούνται σε τομείς της πληροφορικής όπως αυτός της τεχνητής νοημοσύνης , χαρακτηρίζονται και από πρόσθετη λειτουργικότητα. Στην διεθνή βιβλιογραφία [73], παρουσιάζεται μια αντίληψη για τους πράκτορες η οποία είναι πιο περίπλοκη και η οποία δίνει σε έναν πράκτορα στοιχεία τα οποία προσομοιάζουν περισσότερο σε μια ανθρώπινη οντότητα. Τα στοιχεία αυτά είναι τα ακόλουθα:

- **Κινητικότητα (Mobility):** Οι πράκτορες δεν είναι πάντα στατικοί, αλλά μπορούν να κινηθούν σε ένα υπολογιστικό περιβάλλον [74].
- **Ευλικρίνεια (Veracity):** Οι πράκτορες δε δίνουν εσκεμμένα λάθος πληροφορίες [35]
- **Αγαθή Προαίρεση (Benevolence):** Οι πράκτορες προσπαθούν να επιτύχουν πάντα τους στόχους που τους έχουν ανατεθεί [34].
- **Λογικότητα (Rationality):** Οι πράκτορες δρουν για να πετύχουν τους στόχους τους, δηλαδή δεν κάνουν αναίτιες ενέργειες και δεν λειτουργούν εναντίον της επίτευξης των στόχων τους [35].

Υπάρχουν διάφορα είδη πρακτόρων λογισμικού, για αυτό και στην διεθνή βιβλιογραφία χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες [36]:

**Προσωπικοί πράκτορες (Personal agents):** Οι προσωπικοί πράκτορες αλληλεπιδρούν με ένα χρήστη, παρουσιάζοντας μια συγκεκριμένη προσωπικότητα, παρακολουθούν και προσαρμόζονται στις δραστηριότητες του, με σκοπό να αυτοματοποιήσουν και να απλοποιήσουν κάποιες επαναλαμβανόμενες εργασίες.

**Κινητοί πράκτορες (Mobile agents):** Ένας κινητός πράκτορας είναι μια μονάδα λογισμικού η οποία έχει την δυνατότητα της μεταφοράς από ένα περιβάλλον σε ένα άλλο απομακρυσμένο, διατηρώντας ανέπαφα τα δεδομένα του, όντας ικανό να επιτελέσει τους σκοπούς του στο καινούριο αυτό περιβάλλον. Οι κινητοί πράκτορες, αποφασίζουν εσωτερικά, για τον χρόνο και τον τόπο στον οποίο θα κινηθούν, για αυτό η ανίχνευση τους και ο σκοπός που επιτελούν δεν είναι εύκολο να εντοπισθεί σε πραγματικό χρόνο. Για τα κινητά συστήματα πρακτόρων, υπάρχει έντονη βιβλιογραφική δραστηριότητα για τον τομέα της ασφάλειας.

**Συνεργατικοί πράκτορες (Collaborative agents):** Οι συνεργατικοί πράκτορες επικοινωνούν και αλληλεπιδρούν με ένα σύνολο πρακτόρων, οι οποίοι εκπροσωπούν αυτόνομους χρήστες, ομάδες χρηστών, οργανισμούς ή υπηρεσίες. Οι πράκτορες αυτοί ανταλλάσσουν μηνύματα για να διαπραγματευτούν ή για να διαμοιράσουν πληροφορίες. Το σύνολο των συνεργατικών πρακτόρων, μορφοποιεί αυτό που ονομάζεται στην διεθνή βιβλιογραφία ως πολυπρακτορικό σύστημα ή MAS (Multi Agent System). Στα πολυπρακτορικά συστήματα (MAS-Multi Agent Systems), οι πράκτορες μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους είτε άμεσα είτε έμμεσα δρώντας στο περιβάλλον. Επιπλέον μπορούν να συνεργαστούν για την επίτευξη ενός κοινού στόχου είτε να συναγωνίζονται ώστε να επιτύχουν ο καθένας ξεχωριστά τον στόχο που του έχει ανατεθεί. Κυρίαρχα χαρακτηριστικά των πολυπρακτορικών συστημάτων είναι τα ακόλουθα :

- Κάθε πράκτορας έχει ελλειπείς ικανότητες στο να λύσει ένα πρόβλημα.
- Δεν υπάρχει σφαιρικός έλεγχος του συστήματος.
- Τα δεδομένα είναι αποκεντρωμένα.
- Οι υπολογιστικές διεργασίες είναι ασύγχρονες.

Σε ένα τέτοιο καταναμημένο περιβάλλον στο οποίο δρουν οι συνεργατικοί πράκτορες, τίθενται θέματα διαλειτουργικότητας , ασφάλειας , κοινής προσπέλασης δεδομένων και συγχρονισμού. Συγκεκριμένα , τα ανταλλασσόμενα μηνύματα θα πρέπει να είναι κατανοητά , από όλους τους εμπλεκόμενους που συμμετέχουν σε μια κοινή διαδικασία επικοινωνίας, ενώ επίσης θα πρέπει να καθοριστεί το πρωτόκολλο και η γλώσσα που θα χρησιμοποιηθεί για την επικοινωνία. Τα παραπάνω προβλήματα, καθιστούν αναγκαία την προτυποποίηση του τρόπου επικοινωνίας και των ανταλλασσόμενων μηνυμάτων ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη διαλειτουργικότητα. Επιπρόσθετα, τίθενται θέματα συνεργασίας , συντονισμού των ενεργειών και εσωτερικής αναπαράστασης των ενεργειών των άλλων πρακτόρων.

**Έξυπνοι Πράκτορες (Intelligent Agents)** : οι οποίοι συνήθως χρησιμοποιούν τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης (AI) και εμφανίζουν χαρακτηριστικά γρήγορης εκμάθησης και προσαρμογής στο περιβάλλον στο οποίο δραστηριοποιούνται. Οι πράκτορες αυτοί εμφανίζουν συχνά τις περισσότερες από τις «ικανότητες» των προηγούμενων τύπων πρακτόρων, που αναφέρθηκαν.

### 3.6 Αρχιτεκτονική πρακτόρων λογισμικού

Η αρχιτεκτονική για τους πράκτορες είναι ο μηχανισμός ο οποίος υποστηρίζει την λειτουργικότητα και επιτρέπει την ομαλή και λογική λειτουργία τους στα ανοιχτά και δυναμικά περιβάλλοντα στα οποία ανήκουν. Οι προτεινόμενες αρχιτεκτονικές είναι διάφορες και το γεγονός αυτό οφείλεται αφενός στις λειτουργικές απαιτήσεις και αφετέρου στο εύρος των τομέων εφαρμογής των πρακτόρων λογισμικού. Οι προσεγγίσεις αυτές κυμαίνονται μεταξύ των πλήρως reactive, οι οποίες αντιδρούν σε ένα μεμονωμένο γεγονός, μέχρι πιο περίπλοκες οι οποίες βασίζονται σε σύνθετα λογικά γεγονότα για την εκτέλεση των πράξεων τους.

Η Maes καθορίζει μια αρχιτεκτονική πρακτόρων ως:

*«Μια συγκεκριμένη μεθοδολογία κατασκευής πρακτόρων. Καθορίζει πως ένας πράκτορας μπορεί να αποσυντεθεί , σε μια συλλογή από αυτοτελείς συνιστώσες και το πώς αυτές επικοινωνούν μεταξύ τους. Το σύνολο των συνιστωσών και των αλληλεπιδράσεων τους , θα πρέπει να παρέχει μια απάντηση, για τον τρόπο με τον οποίο ο πράκτορας συλλέγει δεδομένα και με το πώς η τρέχουσα εσωτερική του κατάσταση καθορίζει τις πράξεις του. Μια αρχιτεκτονική ενθυλακώνει τεχνικές και αλγόριθμους οι οποίοι υποστηρίζουν αυτή την μεθοδολογία.»*

Σύμφωνα και με τον παραπάνω ορισμό οι αρχιτεκτονικές που έχουν προταθεί είναι οι ακόλουθες[38] :

**Αρχιτεκτονική βασισμένη στη λογική (Logic-based architectures)** : Οι αρχιτεκτονικές αυτές βασίζονται στους παραδοσιακούς μηχανισμούς διαχείρισης γνώσης στους οποίους το περιβάλλον αναπαρίσταται συμβολικά βάσει μηχανισμών αιτιολόγησης. Το πλεονέκτημα

αυτής της προσέγγισης είναι ότι η ανθρώπινη γνώση μπορεί να αναπαρασταθεί συμβολικά , και ένα τέτοιο μοντέλο γίνεται ευκολότερα κατανοητό από τους ανθρώπους. Το κυριότερο πρόβλημα της προσέγγισης αυτής είναι ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν σε ένα πραγματικό περιβάλλον , είναι αρκετά περίπλοκες για να αναπαρασταθούν βάσει τέτοιων μηχανισμών.

**Αρχιτεκτονική δράσης – αντίδρασης (Reactive architectures):** Οι αρχιτεκτονικές αυτές βασίζονται σε ένα μοντέλο δράσης αντίδρασης, το οποίο ενεργοποιείται από την λήψη δεδομένων από το περιβάλλον. Σε αντίθεση με την παραπάνω αρχιτεκτονική , το reactive μοντέλο δεν εμπεριέχει σύνθετους κανόνες μοντελοποίησης. Η γνωστότερη υλοποίηση της αρχιτεκτονικής αυτής είναι η αρχιτεκτονική του Brooks (subsumption). Το μοντέλο που χρησιμοποιεί εσωτερικά ο πράκτορας αποτελείται από ένα διάγραμμα κατάστασης (finite state machine diagrams) , στο οποίο οι μεταβάσεις πραγματοποιούνται από τα δεδομένα τα οποία λαμβάνει ο πράκτορας μέσω αισθητήρων από το εξωτερικό περιβάλλον. Το πρακτικό πλεονέκτημα των αρχιτεκτονικών αυτών είναι ότι μπορούν να κατασκευαστούν ευκολότερα και ότι έχουν μικρότερους χρόνους απόκρισης. Ωστόσο δεν έχουν την δυνατότητα προγραμματισμού. Συγκεκριμένα , σε πολύπλοκα προβλήματα τα δεδομένα που ο πράκτορας παίρνει ως είσοδο από το περιβάλλον δεν είναι αρκετά για τον προσδιορισμό της τρέχουσας ενέργειας και λόγω του ότι δεν υπάρχει μηχανισμός προσαρμογής, δεν είναι δυνατή και η εκμάθηση από προηγούμενες όμοιες καταστάσεις.

**Αρχιτεκτονική BDI (Belief ,desire ,intention) :** Η αρχιτεκτονική αυτή είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη αρχιτεκτονική για την κατασκευή πρακτόρων λογισμικού. Η σύλληψη της έχει τις ρίζες της στην φιλοσοφία, στην οποία καθορίζονται τα πιστεύω, οι επιθυμίες και προθέσεις χρησιμοποιώντας μια τυπική λογική.

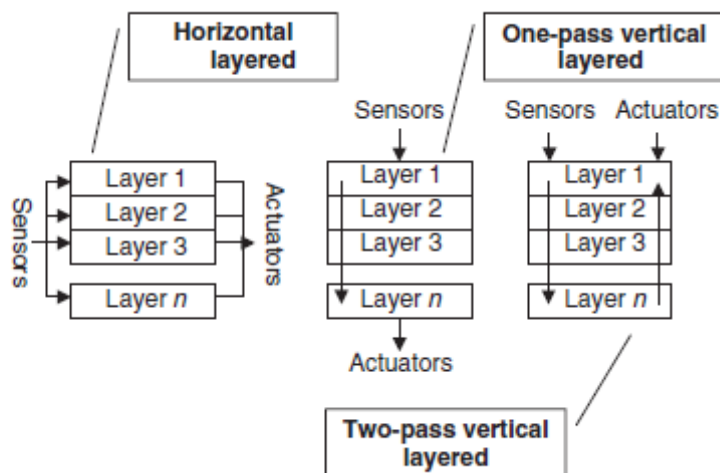
- **Πεποιθήσεις** - πληροφορίες που διαθέτουν οι πράκτορες για τον κόσμο.
- **Επιθυμίες** - κατάσταση στην οποία ο πράκτορας θα επιθυμούσε να καταλήξει.
- **Προθέσεις** - επιθυμίες που ο πράκτορας έχει δεσμευτεί να επιτύχει.

Η διαδικασία αναθεώρησης της πεποίθησης είναι αρμόδια για την αλλαγή της πεποίθησης σύμφωνα με τα εισερχόμενα εντάλματα. Η διαδικασία μελέτης (deliberation process) είναι αρμόδια για τη δημιουργία προθέσεων σύμφωνα με τις επιθυμίες και τις πεποιθήσεις του πράκτορα. Ο εκτελεστής είναι αρμόδιος για την εκτέλεση των σχεδίων που προέρχονται από τις προθέσεις. Πολλά διαφορετικά πρακτορικά συστήματα έχουν προταθεί βάσει αυτής της αρχιτεκτονικής , όπως είναι το JADEX

**Διαστρωματικές αρχιτεκτονικές (Layered architectures):** Οι διαστρωματικές αρχιτεκτονικές επιτρέπουν πράκτορες που βασίζονται είτε στο μοντέλο δράσης αντίδρασης είτε στο μοντέλο λογικής αιτιολόγησης. Οι δύο προσεγγίσεις ελέγχου ροής είναι οι ακόλουθες , οριζόντια ή κάθετη. Η πρώτη προσέγγιση είναι η κάθετη διαστρωμάτωση που αντιπροσωπεύει την αντανακλαστική αρχιτεκτονική, πράγμα που σημαίνει ότι οι εισαγωγές εγχέονται σε κάθε στρώμα και το κάθε στρώμα ενεργεί αναλόγως ξεχωριστά. Η δεύτερη



προσέγγιση είναι η οριζόντια διαστρωμάτωση στην οποία κάθε εισαγωγή πρέπει να διασχίσει όλα τα στρώματα προκειμένου να καθοριστεί η δράση (αυτό μπορεί να θεωρηθεί ως προληπτική-proactive- προσέγγιση).



Εικόνα 18: Διαστρωματικές αρχιτεκτονικές

### 3.7 Συντονισμός πρακτόρων λογισμικού

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των πολυπρακτορικών συστημάτων είναι ο καθορισμός της σειράς εκτέλεσης και του τρόπου επικοινωνίας. Η επικοινωνία των πρακτόρων μεταξύ τους, με τους χρήστες και με τους πόρους του συστήματος είναι επιβεβλημένη καθώς η εισερχόμενη πληροφορία θα επιτρέψει στους πράκτορες να καθορίσουν την λογική εκτέλεσης των δραστηριοτήτων τους. Συγκεκριμένα οι πράκτορες χρησιμοποιούν την εισερχόμενη πληροφορία για να διακριβώσουν :

1. Συγκρούσεις ανάμεσα στις ενέργειες των πρακτόρων στο πολυπρακτορικό σύστημα
2. Εξαρτήσεις μεταξύ των στόχων
3. Την εσωτερική πληροφορία που έχουν οι άλλοι πράκτορες για τις συνθήκες του περιβάλλοντος
4. Αν μπορεί να επιτευχθεί γρηγορότερα ο επιθυμητός στόχος, σε περίπτωση συνεργασίας με άλλους πράκτορες

Για τον συντονισμό των πρακτόρων έχουν προταθεί διάφορες τεχνικές στην διεθνή βιβλιογραφία, οι οποίες δομούν ένα λιγότερο ή περισσότερο χαλαρά δομημένο μοντέλο. Στην οργανωσιακή δομή του Durfee[39], ένας κύριος πράκτορας διακριβώνει την τρέχουσα κατάσταση των υπόλοιπων πρακτόρων και συντονίζει τις ενέργειες τους. Στο μοντέλο contract net του Smith[61], εάν ένας πράκτορας δεν μπορεί να λύσει το πρόβλημα που του έχει ανατεθεί, το χωρίζει σε μικρότερα και αναλαμβάνει να βρει πράκτορες ικανούς να λύσουν τα επιμέρους προβλήματα. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη τεχνική είναι αυτή της

διαπραγμάτευσης[41] , όπου οι πράκτορες επικοινωνούν μεταξύ τους για να καταλήξουν σε μια κοινή λύση. Η διαπραγμάτευση μπορεί να είναι ανταγωνιστική , κάθε πράκτορας επιδιώκει την εκτέλεση του δικού του ανεξάρτητου στόχου , ή συνεργατική , οι πράκτορες συνεργάζονται για την επίτευξη ενός κοινού στόχου.

### 3.8 Διαδικασίες προτυποποίησης

Για να είναι δυνατή η επικοινωνία πρακτόρων που βασίζονται σε διαφορετικές τεχνολογίες υλοποίησης και οι οποίοι βρίσκονται σε ετερογενείς πλατφόρμες , η προτυποποίηση της διαδικασίας είναι απαραίτητη.

Η πρώτη γλώσσα που εμφανίστηκε για την επικοινωνία μεταξύ των πρακτόρων ήταν η KQML[42] , στις αρχές του 1990 , πάνω στην οποία βασίστηκε το πρότυπο FIPA ACL. Το ίδρυμα για τους Ευφυείς Φυσικούς Πράκτορες (FIPA) είναι μια διεπιστημονική ομάδα που επιδιώκει την τυποποίηση της τεχνολογίας πρακτόρων και το οποίο συγκεντρώνει την αποδοχή των περισσότερων ερευνητικών ομάδων του χώρου. Αυτή η οργάνωση έχει παράσχει μια σειρά προδιαγραφών για να κατευθύνει την ανάπτυξη των πολυ-πρακτορικών συστημάτων. Από τις σημαντικότερες συνεισφορές του Ιδρύματος θεωρούνται οι γλωσσικές προδιαγραφές επικοινωνίας και διαχείρισης πρακτόρων (Agent Management, Agent Communication Language). Η προσέγγιση FIPA στην ανάπτυξη των πολυπρακτορικών συστημάτων είναι βασισμένη σε ένα «ελάχιστο πλαίσιο για τη διαχείριση των πρακτόρων σε ένα ανοικτό περιβάλλον». Αυτό το πλαίσιο περιγράφεται χρησιμοποιώντας ένα πρότυπο αναφοράς (που διευκρινίζει το κανονιστικό περιβάλλον μέσα στο οποίο οι πράκτορες υπάρχουν και αναπτύσσουν δραστηριότητες), και μια πλατφόρμα πρακτόρων (που διευκρινίζει την υποδομή για την ανάπτυξη και την αλληλεπίδραση των πρακτόρων).

Το πρότυπο FIPA ασχολείται με τις ακόλουθες πτυχές της τεχνολογίας των πρακτόρων:

1. Ένα σύνολο από πρότυπες προδιαγραφές οι οποίες υποστηρίζουν την επικοινωνία μεταξύ των πρακτόρων.
2. Μια αφηρημένη αρχιτεκτονική η οποία παρέχει τη βάση για την πραγμάτωση όλων των χαρακτηριστικών των πρακτόρων.
3. Μια καλά καθορισμένη γλώσσα επικοινωνίας , και ένα σύνολο πρωτοκόλλων.
4. Ένα μηχανισμό διαχείρισης πρακτόρων στα πολυπρακτορικά συστήματα.

### 3.9 Επικοινωνία πρακτόρων

Για την επικοινωνία των πρακτόρων λογισμικού υιοθετήθηκε από την FIPA η Agent Communication Language (ACL). Η FIPA ACL περιγράφει προδιαγραφές είκοσι-δύο τύπων μηνυμάτων τα οποία έχουν είτε ενημερωτικό χαρακτήρα , είτε αναπαριστούν ενέργειες. Οι πράκτορες λογισμικού οι οποίοι ακολουθούν τις προδιαγραφές της FIPA , θα πρέπει να είναι ικανοί να αναγνωρίζουν, και να επεξεργάζονται αυτά τα μηνύματα , ή τουλάχιστον να

απαντούν με μήνυμα τύπου not-understood , αν το εισερχόμενο μήνυμα δεν είναι δυνατό να επεξεργαστεί.

### 3.10 Διαχείριση πρακτόρων

Οι προδιαγραφές FIPA εκτός από τον καθορισμό των ανταλλασσόμενων μηνυμάτων , έχει καθορίσει πρότυπα για το περιβάλλον διαχείρισης των πρακτόρων, το περιβάλλον μέσα στο οποίο οι πράκτορες καθίστανται διαχειρίσιμοι , και λειτουργικοί. Το περιβάλλον αυτό αποτελείται από τα εξής συστατικά:

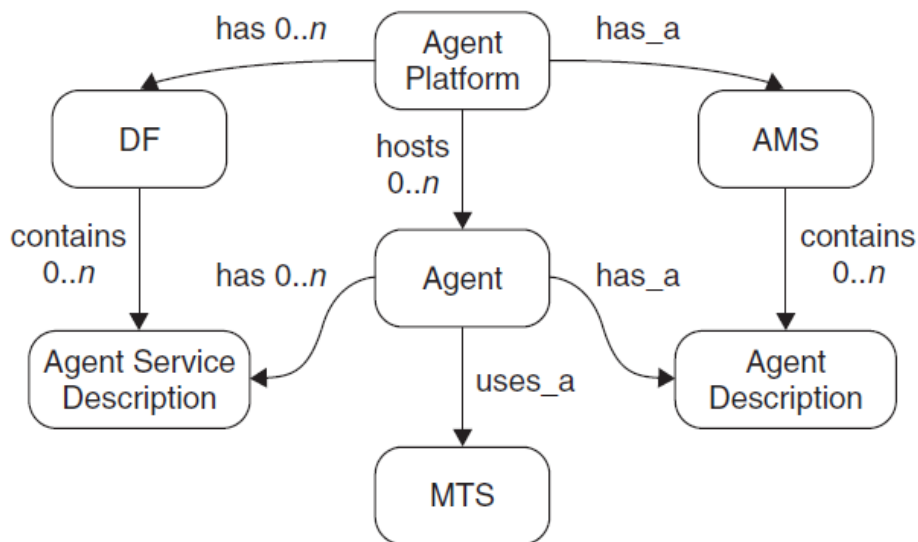
**Agent Platform** : Η πλατφόρμα αυτή παρέχει τις κατάλληλες υποδομές για την φιλοξενία των πρακτόρων, και αποτελείται από τα μηχανήματα , το λειτουργικό σύστημα , τους πράκτορες, οποιοδήποτε υποστηρικτικό λογισμικό και τους συμβατούς με την FIPA , πράκτορες διαχείρισης.

**Agent (Πράκτορας)** : Ένας πράκτορας είναι μια αυτόνομη μονάδα λογισμικού η οποία φιλοξενείται σε μια πλατφόρμα (agent platform) , και η οποία προσφέρει κάποια συγκεκριμένη λειτουργικότητα. Οι πράκτορες που φιλοξενούνται σε μία πλατφόρμα έχουν ένα μοναδικό αναγνωριστικό , το οποίο είναι το AID (FIPA Agent Identifier).

**Directory Facilitator**: Ο Directory facilitator , είναι ένα προαιρετικό τμήμα μια πλατφόρμας , το οποίο εξυπηρετεί τον σκοπό της φιλοξενίας των περιγραφών της λειτουργικότητας των πρακτόρων. Ο κατάλογος αυτός θα πρέπει να περιέχει μια συνεπή λίστα των πρακτόρων , που φιλοξενούνται σε μια πλατφόρμα ώστε να διευκολύνει την μεταξύ τους επικοινωνία. Κάθε πράκτορας , μπορεί να επιτελέσει τις ενέργειες της πρόσθεσης , αφαίρεσης , τροποποίησης και ανεύρεσης των περιγραφών που φιλοξενούνται στον κατάλογο αυτό.

**Agent Management System(AMS)** : Το AMS είναι ένα απαραίτητο συστατικό μιας πλατφόρμας πρακτόρων και είναι υπεύθυνο για την δημιουργία , διαγραφή , και παρακολούθηση της κατάστασης των πρακτόρων στην πλατφόρμα στην οποία ενεργοποιείται. Κατά την δημιουργία ένας πράκτορας , εγγράφεται στον διαχειριστή πρακτόρων και του αποδίδεται το μοναδικό αναγνωριστικό (AID)

**Message Transport Service (MTS)** : Το MTS είναι μια υπηρεσία η οποία είναι υπεύθυνη για την αποστολή μηνυμάτων μεταξύ των πρακτόρων που κατοικοεδρεύουν σε μια πλατφόρμα , ή πρακτόρων οι οποίο βρίσκονται σε διαφορετικές πλατφόρμες.



Εικόνα 19: Αρχιτεκτονική πολυπρακτορικού συστήματος

### 3.11 Πλατφόρμα Jade

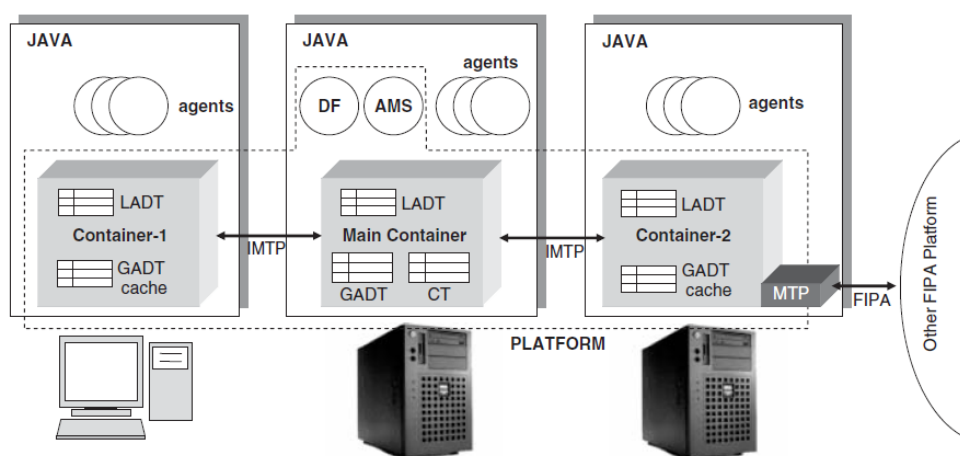
Οι προδιαγραφές που ορίζονται από τον οργανισμό FIPA, περιγράφουν μόνο την εξωτερικά παρατηρίσιμη συμπεριφορά ενός πολυπρακτορικού συστήματος, σκοπίμως αποκρύπτοντας λεπτομέρειες εσωτερικής αρχιτεκτονικής και υλοποίησης, έτσι ώστε να επιτευχθεί η διαλειτουργικότητα η οποία είναι κύριος στόχος. Υπάρχουν αρκετές υλοποιήσεις των προδιαγραφών της FIPA και μία από αυτές είναι και η πλατφόρμα JADE, η οποία επιλέχθηκε στην εργασία αυτή για την υλοποίηση των πρακτόρων. Όλη η επικοινωνία πρακτόρων εκτελείται μέσω της ανταλλαγής μηνυμάτων, η οποία υλοποιείται σε ACL (Agent Communication Language) μια γλώσσα κατά FIPA για την αναπαράσταση και διαχείριση των μηνυμάτων.

Η πλατφόρμα JADE (Java Agent Development Framework) είναι ένα πλαίσιο λογισμικού που χρησιμοποιεί πλήρως τη γλώσσα JAVA και διανέμεται ως λογισμικό ανοιχτού πηγαίου κώδικα υπό LGPL άδεια (Lesser General Public License). Η αρχιτεκτονική της JADE είναι βασισμένη στη συνύπαρξη διάφορων Java Virtual Machines (VM), που επικοινωνούν μέσω της Java RMI (Remote Method Invocation). Κάθε VM είναι ένα πλήρες περιβάλλον για την εκτέλεση ενός πράκτορα και επιτρέπει και ταυτόχρονη εκτέλεση πολλών πρακτόρων.

#### 3.11.1 Αρχιτεκτονική JADE

Στην υλοποίηση JADE, η πλατφόρμα αποτελείται από επιμέρους containers, οι οποίοι μπορεί να είναι διασκορπισμένοι στο δίκτυο και οι οποίοι παρέχουν την κατάλληλη λειτουργικότητα για την φιλοξενία και την εκτέλεση των πρακτόρων τους οποίους φιλοξενούν. Το

πολυπρακτορικό σύστημα αποτελείται από ένα ειδικού τύπου container , ο οποίος είναι ο κεντρικός container και ο οποίος είναι ο πρώτος ο οποίος εκτελείται και στον οποίο εγγράφονται οι άλλοι containers. Επιπλέον είναι υπεύθυνος για την φιλοξενία του AMS, του DF και του πίνακα πρακτόρων (Global Agent Descriptor Table) , ο οποίος παρέχει πληροφορίες για την τρέχουσα θέση και κατάσταση των πρακτόρων του συστήματος. Παρόμοιους πίνακες , φιλοξενούν και άλλοι containers πέραν του κύριου τους οποίους ονομάζουμε LADT (Local Agent Descriptor Table) και οι οποίοι ανανεώνουν την πληροφορία που φιλοξενούν συμβουλευόμενοι τον κεντρικό πίνακα πρακτόρων (GADT). Η αρχιτεκτονική που περιγράφηκε παραπάνω απεικονίζεται στην εικόνα 20.



Εικόνα 20: Αρχιτεκτονική πλατφόρμας JADE

### 3.11.2 Εργαλεία διαχείρισης και αποσφαλμάτωσης.

Η πλατφόρμα JADE παρέχει τα απαραίτητα εργαλεία για την διευκόλυνση της διαδικασίας ανάπτυξης ενός πολυπρακτορικού συστήματος, καθώς παρέχει τα απαραίτητα εκείνα συστατικά για την ευκολότερη διαχείριση και παρακολούθηση της πλατφόρμας. Συγκεκριμένα παρέχει τους:

**Remote monitoring agent** : Ο πράκτορας RMA χρησιμοποιείται για την διαχείριση μιας πλατφόρμας πρακτόρων. Παρέχει γραφική διεπαφή στην οποία απεικονίζονται οι πράκτορες , και οι containers οι οποίοι απαρτίζουν την πλατφόρμα. Δίνεται η δυνατότητα διακοπής , εκκίνησης και διαχείρισης , πρακτόρων και containers.

**Dummy Agent**: Ο πράκτορας αυτός είναι ιδιαίτερα χρήσιμος κατά την διαδικασία της αποσφαλμάτωσης και λειτουργεί ως αποστολέας και λήπτης μηνυμάτων τα οποία ανταλλάσσονται για λόγους ελέγχου των πρακτόρων.

**Sniffer Agent**: Ο πράκτορας αυτός , παρέχει μια γραφική διεπαφή μέσω της οποίας ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει την ροή των ανταλλασσόμενων μηνυμάτων. Ο

πράκτορας αυτός εγγράφεται σε ένα AMS , έτσι ώστε να είναι ενήμερος για οποιοδήποτε γεγονός και οποιαδήποτε ανταλλαγή μηνυμάτων συμβαίνει στην συγκεκριμένη πλατφόρμα.

**Introspector Agent:** Ο συγκεκριμένος πράκτορας , επιτρέπει την ευκολότερη αποσφαλμάτωση μεμονωμένων πρακτόρων , καθώς επιτρέπει την διαχείριση και παρακολούθηση των ουρών των εισερχόμενων και εξερχόμενων μηνυμάτων.

**Log Manager Agent:** Ο πράκτορας αυτός παρέχει μια γραφική διεπαφή μέσω της οποίας , ο χρήστης μπορεί να διαχειριστεί τα επίπεδα καταχώρησης πληροφορίας (logging level) , για κάθε πράκτορα.

### 3.12 Χρήσεις των πρακτόρων λογισμικού στον τομέα παροχής υπηρεσιών υγείας

Το περιβάλλον παροχής ιατρικής φροντίδας είναι ιδιαίτως περίπλοκο, καθώς αποτελείται από δεδομένα τα οποία είναι μη δομημένα , και τα οποία παρουσιάζουν υψηλό βαθμό εντροπίας καθώς βρίσκονται διασκορπισμένα σε ένα πλήθος διαφορετικών πληροφοριακών συστημάτων. Η τεχνολογία των πρακτόρων , μπορεί να έχει ένα σημαντικό αντίκτυπο στην παροχή της ιατρικής πληροφορίας , καθώς επιτρέπει την διαχείριση , προστασία και την διάδοση της πληροφορίας πολύ ευκολότερα.

Η διαχείριση των ασθενών , και η διαχείριση της πληροφορίας ήταν μέχρι πρότινος ο πιο διαδεδομένος τομέας στον οποίο χρησιμοποιούνταν οι πράκτορες λογισμικού , ωστόσο οι εφαρμογές πλέον καλύπτουν όλο το φάσμα της διαδικασίας παροχής ιατρικής φροντίδας.

#### 3.12.1 Λειτουργικότητα των πρακτόρων λογισμικού στον τομέα παροχής υπηρεσιών υγείας

Η διαδικασία παροχής ιατρικής φροντίδας έχει κυρίως να αντιμετωπίσει την κινητικότητα των χρηστών , τόσο των στελεχών παροχής υπηρεσιών υγείας όσο και των ασθενών, ούτως ώστε να παρέχονται υπηρεσίες υγείας διαθέσιμες σε οποιονδήποτε , οπουδήποτε , όποτε χρειάζεται και καθ' οποιοδήποτε τρόπο. Επιπλέον , σε αυτό το περιβάλλον είναι συχνή η συλλογή , μετάδοση και επεξεργασία ιατρικής πληροφορίας από κινητές συσκευές , οι οποίες χρησιμοποιούνται κυρίως για[46]:

1. Την ανεύρεση ιατρικής πληροφορίας για χρήση των παρόχων υγείας.
2. Την συλλογή ιατρικής πληροφορίας για την παρακολούθηση ασθενών σε κατανεμημένα περιβάλλοντα.
3. Την καταγραφή πληροφοριών για τους ασθενείς από το ιατρικό προσωπικό.

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να διέπουν ένα τέτοιο σύστημα είναι η επίγνωση (context awareness) για λόγους ασφαλείας της κρίσιμης ιατρικής πληροφορίας , ανοχή σε σφάλματα και αξιοπιστία , αλλά και σε ορισμένες

περιπτώσεις χρήση διεισδυτικών συστημάτων. Η τεχνολογία η οποία θέτει τις βάσεις για την περιγραφόμενη λειτουργικότητα , είναι η τεχνολογία των πρακτόρων λογισμικού.

Ένα άλλο σημαντικό θέμα στην παροχή υπηρεσιών υγείας είναι η υποστήριξη της διαλειτουργικότητας μεταξύ των ιατρικών συστημάτων έτσι ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της δυνατότητας προσπέλασης των ιατρικών πληροφοριών από όπου αυτό χρειάζεται[46]. Η λογική της χρήσης μίας μόνο τεχνολογίας για την διασύνδεση των υποσυστημάτων έχει εγκαταλειφθεί , ενώ αντίθετα στην βιβλιογραφία εμφανίζεται η σημασιολογική συνένωση των επιμέρους συστημάτων με την χρήση των πρακτόρων λογισμικού.

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των πρακτόρων λογισμικού ενός πολυπρακτορικού συστήματος είναι η δυνατότητα κοινωνικής συναναστροφής (sociability) , ιδιότητα η οποία επιτρέπει την δημιουργία σύνθετων αλληλεπιδράσεων . Οι αλληλεπιδράσεις οι οποίες επιτυγχάνονται μπορεί να λάβουν την μορφή της συνεργασίας για την λύση ενός κοινού προβλήματος ή την μορφή συναγωνισμού. Το χαρακτηριστικό αυτό των πρακτόρων λογισμικού χρησιμοποιείται ευρέως στα συστήματα προγραμματισμού εξετάσεων. Η διαδικασία προγραμματισμού έχει γίνει ιδιαίτερα σύνθετη , καθώς οι συνθήκες που επηρεάζουν αυτή την διαδικασία είναι αρκετές και είναι δύσκολο να μοντελοποιηθούν. Οι εφαρμογές που βασίζονται στα πολυπρακτορικά συστήματα έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμες στον τομέα αυτό. [10, 11, 12,18].

Λόγω των σύνθετων αλληλεπιδράσεων και της περίπλοκης φύσης των προβλημάτων που δημιουργούνται στον τομέα παροχής υπηρεσιών υγείας ,παρουσιάζεται η ανάγκη χρησιμοποίησης αλγορίθμων «διαίρει και βασίλευε» (divide and conquer) . Οι πράκτορες λογισμικού είναι η πλέον κατάλληλη τεχνολογία για την επίλυση αυτών των προβλημάτων , καθώς λόγω της ιδιότητας της κοινωνικής συναναστροφής η οποία τους χαρακτηρίζει επιτρέπουν την διαίρεση του προβλήματος και συντονισμό των επιμέρους εργασιών , ούτως ώστε να επιτευχθεί ο κοινός στόχος.

Οι πράκτορες λογισμικού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παράσχουν ιατρική πληροφορία τόσο στους ασθενείς όσο και στους γιατρούς. Οι πράκτορες λογισμικού που χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς αυτούς ονομάζονται information agents ή Internet agents , και έχουν ως στόχο την συλλογή κατανεμημένης πληροφορίας και το φιλτράρισμα αυτής ούτως ώστε η τελική της μορφή να ανταποκρίνεται στις προτιμήσεις του χρήστη. Το κυριότερο χαρακτηριστικό το οποίο καθιστά τους πράκτορες λογισμικού την καταλληλότερη τεχνολογία για αυτή την χρήση είναι η προληπτικότητα (proactivity) , καθώς δρουν , συγκεντρώνοντας σχετική πληροφορία χωρίς να τους έχει ζητηθεί [51]

Για όλους αυτούς τους λόγους οι πράκτορες είναι μια τεχνολογία η οποία είναι ιδιαιτέρως κατάλληλη για χρήση στο χώρο της υγείας, καθώς συμβάλλει [46] στην μείωση του κόστους , παρέχει υποστηρικτική βοήθεια , και συμβάλλει στην διασύνδεση των συστημάτων

# Κεφάλαιο 4

## Σύστημα ηλεκτρονικού φακέλου υγείας με βάση την τεχνολογία υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής.

### 4.1 Απαιτήσεις Συστήματος

Μια Υγειονομική Περιφέρεια περιλαμβάνει νοσοκομεία και κέντρα υγείας, ενώ ένα από τα νοσοκομεία αποτελεί το περιφερειακό γενικό νοσοκομείο της περιφέρειας. Στο πλαίσιο της Υγειονομικής Περιφέρειας, είναι δυνατή η έκδοση ιατρικών εντολών για εκτέλεση ακτινολογικών πράξεων από τους θεράποντες γιατρούς των ασθενών κατά τους ακόλουθους τρόπους:

- Από ένα κλινικό τμήμα του ΠΓΝ (συμπεριλαμβανομένων των εξωτερικών ιατρείων και του τμήματος επειγόντων περιστατικών) προς το ακτινολογικό τμήμα του ΠΓΝ
- Από ένα κλινικό τμήμα ενός νοσοκομείου (συμπεριλαμβανομένων των εξωτερικών ιατρείων και του τμήματος επειγόντων περιστατικών) προς το ακτινολογικό τμήμα του ίδιου νοσοκομείου
- Από ένα κλινικό τμήμα ενός νοσοκομείου (συμπεριλαμβανομένων των εξωτερικών ιατρείων και του τμήματος επειγόντων περιστατικών) προς το ακτινολογικό τμήμα του ΠΓΝ

Μόλις παραληφθεί μια εντολή από ένα ακτινολογικό τμήμα, προγραμματίζεται (ανατίθεται σε ακτινολόγο και ορίζεται ημέρα και ώρα εκτέλεσης) και ενημερώνεται ο εντελών θεράπων γιατρός και/ή ο ασθενής (εφόσον είναι δυνατό). Όταν εκτελεστεί μια ακτινολογική πράξη, ο υπεύθυνος ακτινολόγος συγγράφει και αποστέλλει στον θεράποντα γιατρό του ασθενούς μια ακτινολογική αναφορά που περιλαμβάνει τις εικόνες και την ακτινολογική γνώμатеυση. Η εντολή και η ακτινολογική αναφορά αποτελούν μέρη του ιατρικού φακέλου του ασθενούς. Η περιγραφείσα διαδικασία φαίνεται στην Εικόνα 21. Μερικές από τις απαιτήσεις ασφάλειας του συστήματος φαίνονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3 : Απαιτήσεις ασφαλείας του συστήματος

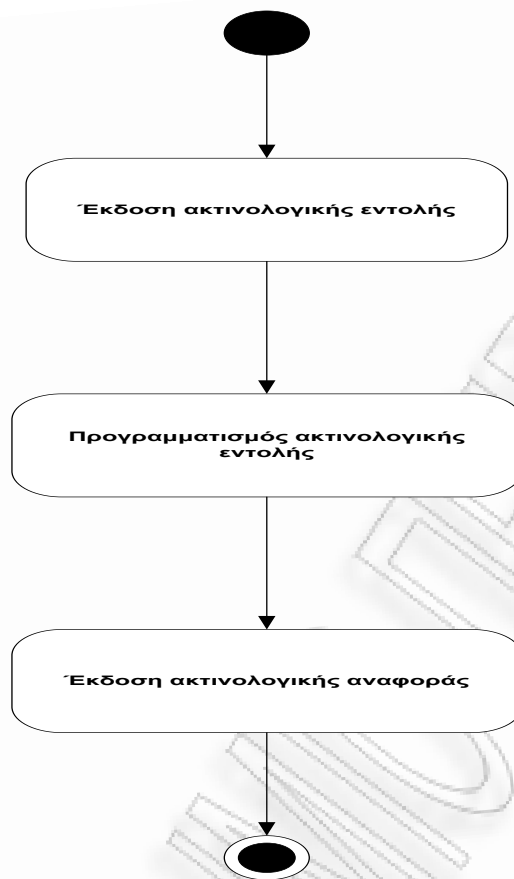
1.	Οι γιατροί μπορούν να εκδώσουν ακτινολογικές εντολές μόνο για τους ασθενείς τους
1.1	Οι γιατροί μπορούν να συγγράψουν ακτινολογικές εντολές μόνο για τους



	ασθενείς τους
<b>1.2</b>	Οι γιατροί μπορούν να τροποποιούν ακτινολογικές εντολές πριν την αποστολή τους.
<b>1.3</b>	Οι γιατροί μπορούν να ακυρώσουν ακτινολογικές εντολές τις οποίες έχουν αποστείλει οι ίδιοι εντός καθορισμένου χρονικού διαστήματος
<b>1.4</b>	Οι γιατροί μπορούν να προσπελάσουν μόνο τον ιατρικό φάκελο των ασθενών τους.
<b>2</b>	Οι γραμματείς αναθέτουν ακτινολογικές εξετάσεις σε ακτινολόγους που διαθέτουν την σχετική ειδικότητα
<b>3</b>	Οι γιατροί μπορούν να διαβάσουν τον ιατρικό φάκελο , μόνο των ασθενών τους.
<b>3.1</b>	Οι ακτινολόγοι μπορούν να διαβάσουν ακτινολογικές εντολές οι οποίες έχουν εκδοθεί από ιατρούς
<b>3.2</b>	Οι ακτινολόγοι μπορούν να διαβάσουν τον ιατρικό φάκελο ασθενών , οι οποίοι υποβάλλονται σε ακτινολογική εξέταση από τους ίδιους.
<b>3.3</b>	Οι ακτινολόγοι μπορούν να εκδίδουν ακτινολογικές αναφορές
<b>3.4</b>	Οι ακτινολόγοι μπορούν να επεξεργάζονται τις ακτινολογικές αναφορές πριν την αποστολή τους.
<b>3.5</b>	Οι ακτινολόγοι μπορούν να στείλουν τις ακτινολογικές αναφορές μόνο στον ιατρό που είχε εκδώσει την ακτινολογική εντολή.

Η διαδικασία υποβολής και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών , παρουσιάζεται συνοπτικά στο διάγραμμα κατάστασης της εικόνας 22. Οι βασικές δραστηριότητες οι οποίες συνθέτουν την επιχειρησιακή διαδικασία είναι οι ακόλουθες :

- Έκδοση της ακτινολογικής εντολής
- Προγραμματισμός ακτινολογικής εξέτασης
- Έκδοση ακτινολογικής αναφοράς



**Εικόνα 21: Διαδικασία υποβολής και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών σε υψηλό επίπεδο**

Στην εικόνα 22, παρουσιάζονται συνοπτικά μέσω του διαγράμματος περιπτώσεων χρήσης (use cases) , οι αλληλεπιδράσεις των διαφορετικών χρηστών με το σύστημα, έτσι ώστε να γίνουν περισσότερο κατανοητές οι λειτουργικές απαιτήσεις. Από το διάγραμμα της εικόνας 23 , γίνονται αντιληπτές οι βασικές ενέργειες που μπορεί να εκτελέσουν οι ακόλουθοι χρήστες.

#### Γιατρός

- Προβολή ιστορικού ακτινολογικών εντολών
- Έκδοση και τροποποίηση ακτινολογικής εντολής
- Προβολή ιατρικού φακέλου ασθενούς
- Προβολή εκκρεμών ακτινολογικών αναφορών

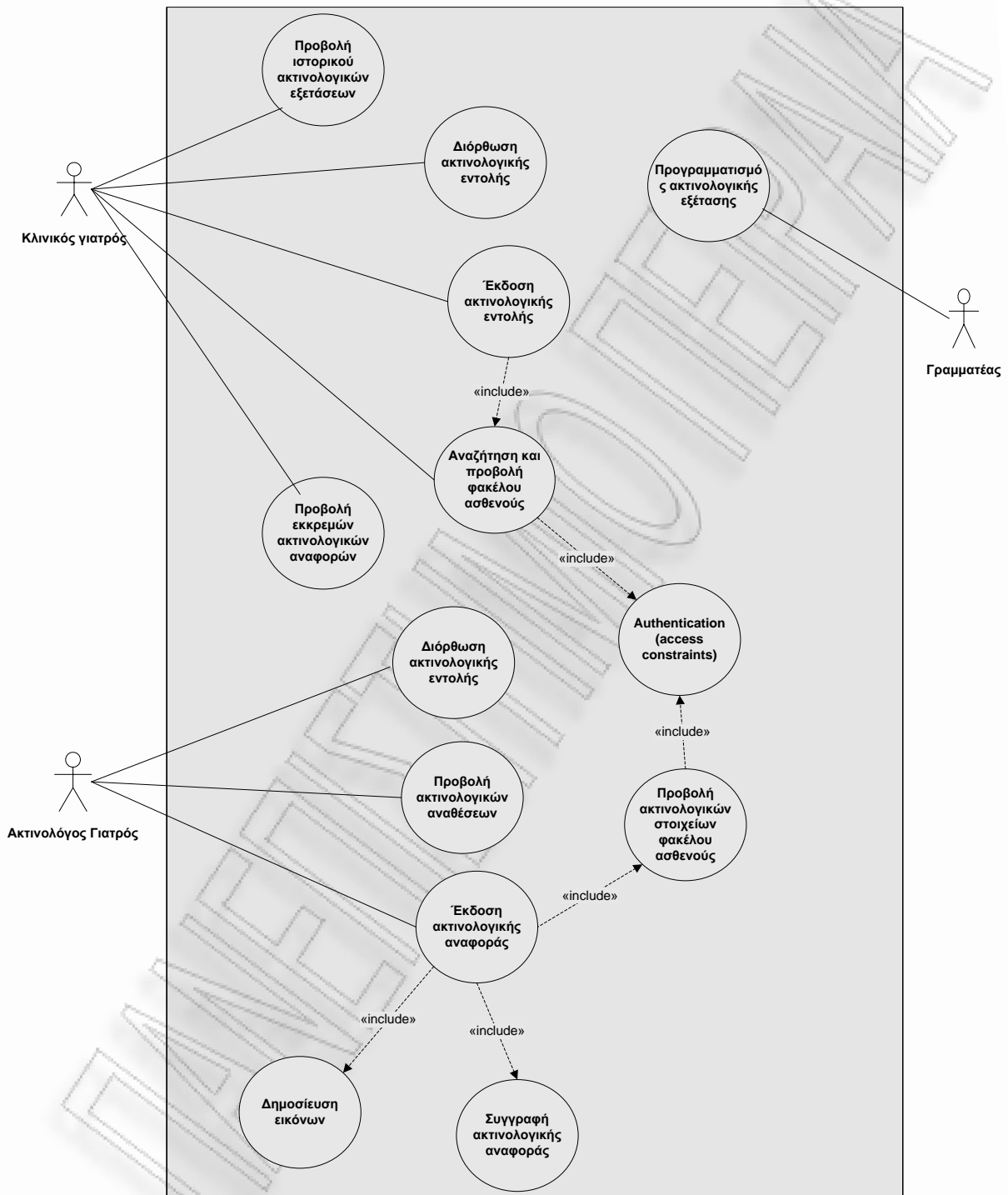
#### Γραμματέας

- Προγραμματισμός ακτινολογικής εξέτασης

#### Ακτινολόγος

- Έκδοση και τροποποίηση ακτινολογικής αναφοράς

- Προβολή εκκρεμών ακτινολογικών αναθέσεων
- Προβολή ιατρικού φακέλου ασθενούς



Εικόνα 22: Περιπτώσεις χρήσης

## 4.2 Επιπρόσθετες απαιτήσεις ασφάλειας

Εκτός από τις παραπάνω συνθήκες που πρέπει να ικανοποιούνται για να επιτρέπεται η εκτέλεση των δραστηριοτήτων , ορίζονται επιπρόσθετες συνθήκες ασφάλειας ως ακολούθως:

### 4.2.1 Συγγραφή ακτινολογικής εντολής

Ο γιατρός μπορεί να συγγράψει μια ακτινολογική εντολή για κάποιον ασθενή ,μόνο εφόσον ο ασθενής αυτός έχει εξεταστεί από τον ίδιο. Επιπλέον η συγγραφή της ακτινολογικής εντολής θα πρέπει να γίνει εντός του καθορισμένου χρονικού διαστήματος της ημέρας , αλλά επίσης και σε μια ημερολογιακή περίοδο , κατά την οποία ο γιατρός έχει δηλώσει ότι είναι διαθέσιμος.

### 4.2.2 Διόρθωση ακτινολογικής εντολής

Ο γιατρός μπορεί να επεξεργαστεί μια ακτινολογική εντολή για κάποιον ασθενή ,μόνο εφόσον η εντολή αυτή έχει συγγραφεί από τον ίδιο. Επιπλέον η διόρθωση της ακτινολογικής εντολής θα πρέπει να γίνει εντός του καθορισμένου χρονικού διαστήματος της ημέρας , αλλά επίσης και σε μια ημερολογιακή περίοδο , κατά την οποία ο γιατρός έχει δηλώσει ότι είναι διαθέσιμος.

### 4.2.3 Επιλογή ακτινολόγου προς ανάθεση

Οι συνθήκες που πρέπει να ικανοποιούνται ούτως ώστε ένας ακτινολόγος να εμπεριέχεται στη λίστα με τους υποψήφιους ακτινολόγους είναι , να έχει δηλωθεί ότι είναι ικανός για την διενέργεια του συγκεκριμένου τύπου της ακτινολογικής εξέτασης , να είναι διαθέσιμος και να μην έχει άλλη ακτινολογική εξέταση προγραμματισμένη την ίδια χρονική περίοδο.

### 4.2.4 Έκδοση ακτινολογικής αναφοράς

Ο ακτινολόγος μπορεί να συγγράψει μια ακτινολογική αναφορά για κάποιον ασθενή , μόνο εφόσον υπάρχει ανατεθειμένη εξέταση, και εφόσον ισχύουν οι χρονικοί και ημερολογιακοί περιορισμοί οι οποίοι τίθενται. Συγκεκριμένα ο ακτινολόγος μπορεί να συγγράψει μια ακτινολογική αναφορά μόνο για το χρονικό διάστημα για το οποίο θεωρείται ενεργός , και μόνο κατά την ημερολογιακή περίοδο για την οποία έχει δηλωθεί ότι είναι διαθέσιμος.

#### 4.2.5 Διόρθωση ακτινολογικής αναφοράς

Ο ακτινολόγος μπορεί να τροποποιήσει μια ακτινολογική αναφορά που έχει συγγράψει για έναν ασθενή πριν προχωρήσει στην αποστολή της , εφόσον είναι ο ίδιος που την έχει συγγράψει και εφόσον τηρούνται οι χρονικές προϋποθέσεις που ισχύουν και για την έκδοση της ακτινολογικής αναφοράς.

#### 4.2.6 Προβολή ιστορικού ασθενούς

Ο γιατρός και ο ακτινολόγος μπορούν να προσπελάσουν τον ιατρικό φάκελο ενός ασθενούς μόνο εφόσον έχουν ανατεθειμένη εξέταση για τον συγκεκριμένο ασθενή , και μόνο για το χρονικό διάστημα που διαρκεί η εξέταση. Μετά το πέρας της εξέτασης δεν έχουν τη δυνατότητα προβολής του ιατρικού φακέλου του ασθενούς.

### 4.3 Αρχιτεκτονική συστήματος

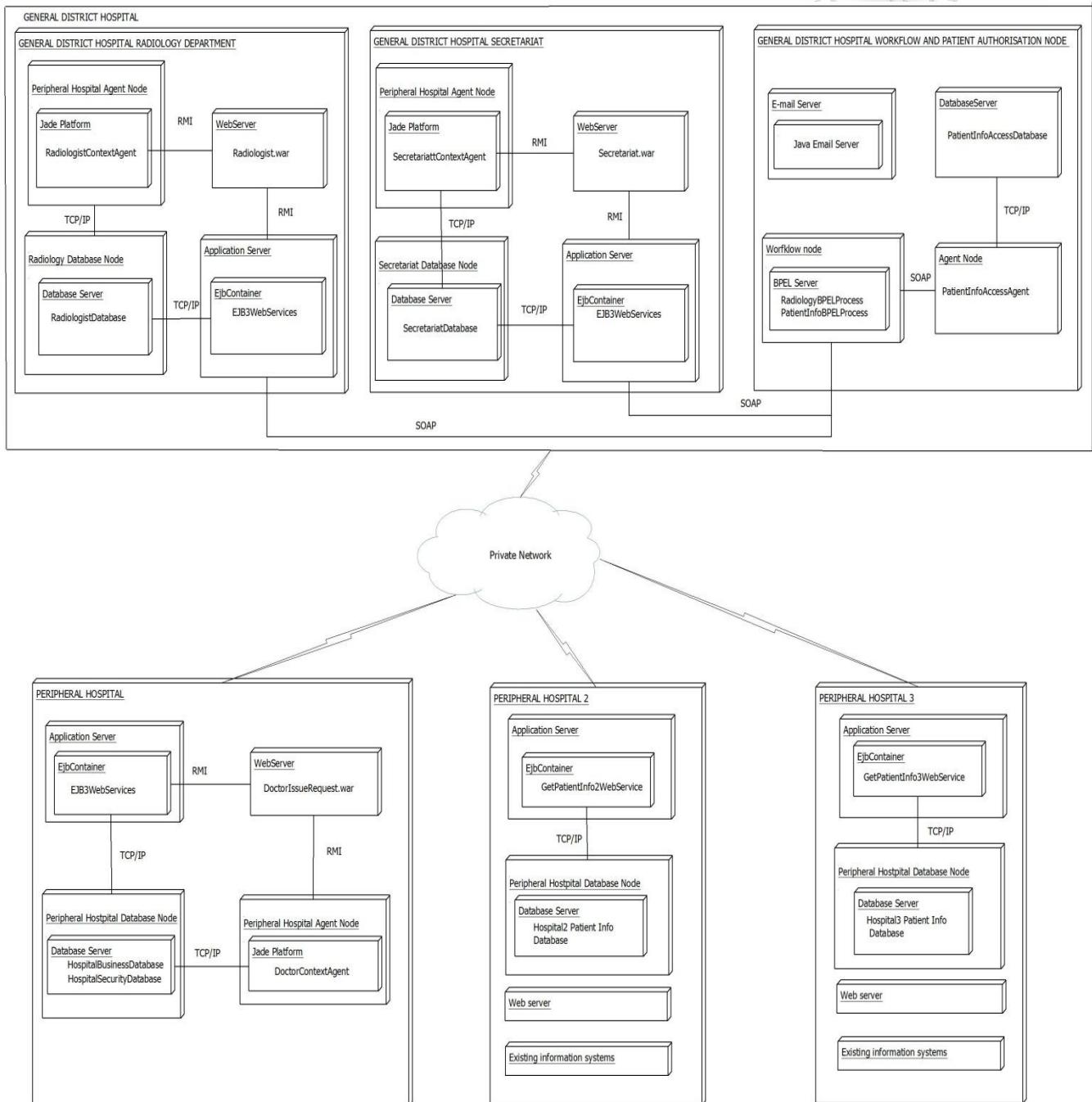
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του συστήματος υποβολής και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών , που έχει ως σκοπό την κατάδειξη των φυσικών σχέσεων μεταξύ του υλικού και του λογισμικού στο υλοποιηθέν σύστημα, αλλά και την παρουσίαση των τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν και το πώς αυτές εντάσσονται στο αρχιτεκτονικό μοντέλο.

Οι κύριοι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή του αρχιτεκτονικού αυτού μοντέλου είναι το γεγονός ότι παρόλο που τα ιατρικά δεδομένα βρίσκονται καταναμεμημένα στους επιμέρους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών υγείας , θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα πρόσβασης σε αυτά από όπου και όποτε ζητηθεί.

Συγκεκριμένα σε κάθε κέντρο υγείας όπως φαίνεται στην εικόνα 23 της περιφέρειας είναι εγκατεστημένος ένας Web/Application Server ο οποίος δέχεται SOAP μηνύματα μέσω του πρωτόκολλου HTTP , ένας Database server , ο οποίος χρησιμεύει για την αποθήκευση της ιατρικής πληροφορίας και τα υπάρχοντα ιατρικά πληροφοριακά συστήματα, μέρους της λειτουργικότητας των οποίων ενθυλακώνεται και εκτίθεται μέσω των υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού.

Στο περιφερειακό γενικό νοσοκομείο θα πρέπει σε κάθε ιατρικό τμήμα (Γραμματεία , Ακτινολογικό) να είναι εγκατεστημένος ένας Web/Application Server ο οποίος δέχεται μηνύματα SOAP μέσω του πρωτόκολλου HTTP και ο οποίος επίσης φιλοξενεί τις ιστοσελίδες που αποτελούν την γραφική διεπαφή του εγκατεστημένου ιατρικού υποσυστήματος. Επίσης στο περιφερειακό γενικό νοσοκομείο είναι εγκατεστημένος ένας Mail Server για την αποστολή και λήψη μηνυμάτων e-mail , αλλά και ένας BPEL Server στον οποίο εκτελείται η BPEL διαδικασία αποστολής και λήψης ακτινολογικών εντολών. Επίσης στα επιμέρους τμήματα είναι εγκατεστημένος ένας κόμβος στον οποίο βρίσκονται οι επιμέρους πράκτορες λογισμικού , οι οποίοι επιτελούν λειτουργίες ελέγχου πρόσβασης, βάσει

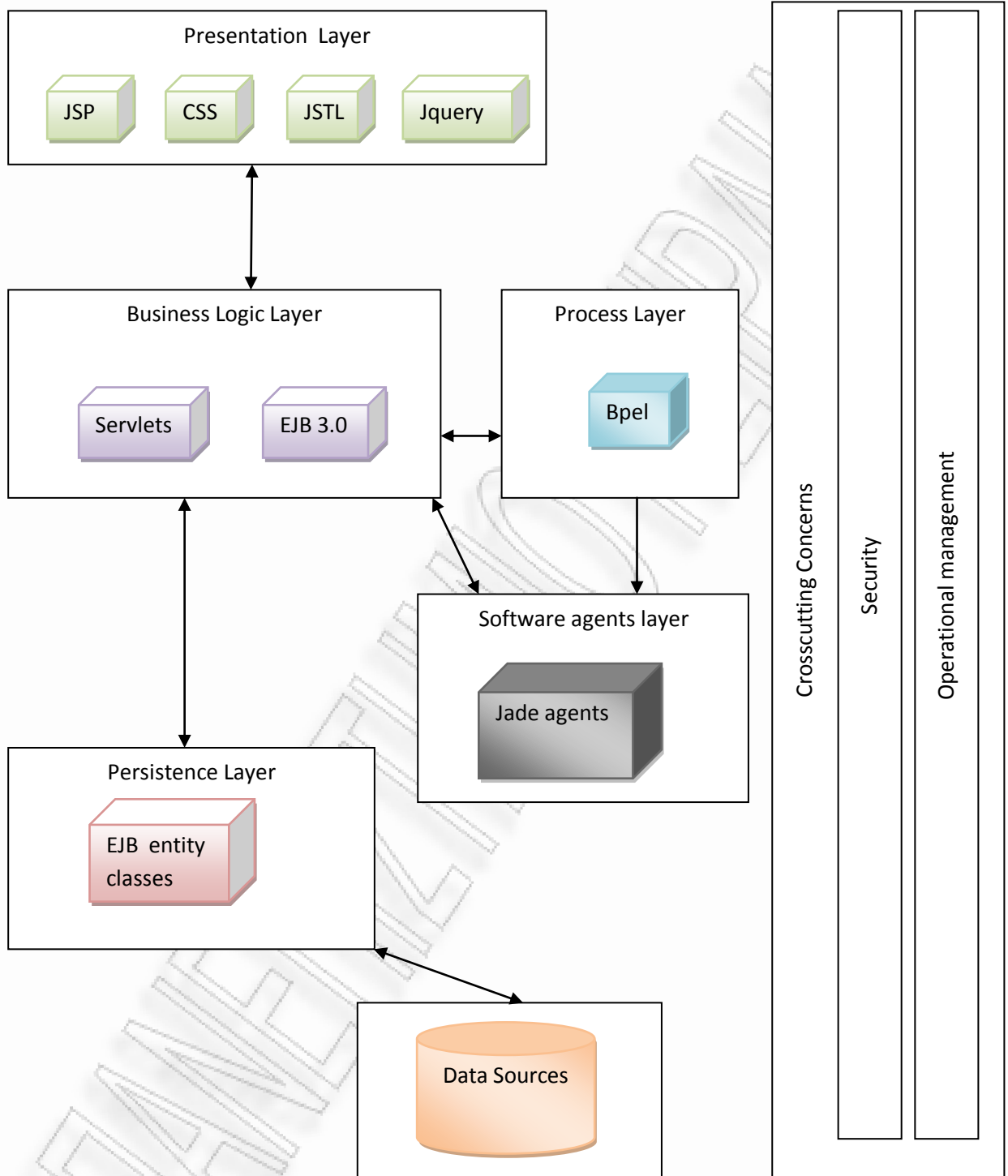
της πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου που βρίσκεται εγκατεστημένη τοπικά στις βάσεις δεδομένων.



Εικόνα 23: Αρχιτεκτονικό μοντέλο συστήματος λήψης και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών

#### 4.4 Κατασκευή συστήματος

Στην Εικόνα 24 παρουσιάζονται οι τεχνολογίες υλοποίησης και σε ποιο λειτουργικό επίπεδο της εφαρμογής λήψης και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών χρησιμοποιούνται.



Εικόνα 24: Τεχνολογίες υλοποίησης κατά αρχιτεκτονικό επίπεδο του συστήματος ηλεκτρονικού φακέλου υγείας

Τα λειτουργικά επίπεδα της εφαρμογής χωρίζονται στο:

- **Επίπεδο παρουσίασης (Presentation Layer)**

Ο χρήστης χρησιμοποιεί ένα φυλλομετρητή ιστού και μέσω της διεπαφής που παρέχεται μπορεί να στέλνει μηνύματα στο επίπεδο business logic, με τελικό στόχο την επεξεργασία των στοιχείων της βάσης δεδομένων και την αλληλεπίδραση με την επιχειρησιακή διαδικασία.

- **Επίπεδο επιχειρησιακής λογικής (Business logic layer)**

Το επίπεδο business logic υλοποιείται από τις τεχνολογίες των Java Servlets , και από Enterprise Java Beans τα οποία εκτίθενται ως υπηρεσίες ιστού. Το επίπεδο αυτό είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία μεταξύ του Presentation Layer και του Process Layer , και επίσης αποτελεί το ενδιάμεσο επίπεδο για την επεξεργασία των δεδομένων.

- **Επίπεδο επιχειρησιακής διαδικασίας (Process Layer)**

Το επίπεδο αυτό χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση της επιχειρησιακής διαδικασίας. Καλεί υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού (Business functionality layer) , και αλληλεπιδρά με τους πράκτορες λογισμικού για την αναδιάρθρωση των δικαιωμάτων πρόσβασης.

- **Επίπεδο δεδομένων (Data Layer)**

Το επίπεδο database παρέχει μια αντικειμενοστραφή όψη της βάσης , με αποτέλεσμα την απομόνωση της υλοποίησης από την τεχνολογική πλατφόρμα που χρησιμοποιείται από την βάση δεδομένων. Το επίπεδο αυτό είναι επιθυμητό να προσπελάζεται μόνο από το επίπεδο επιχειρησιακής διαδικασίας , και όχι από αυτό της παρουσίασης.

#### 4.4.1 Συνοπτική περιγραφή τεχνολογιών υλοποίησης

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του συστήματος είναι οι ακόλουθες:

- Η υλοποίηση της διαδικασίας διαχείρισης ακτινολογικών εντολών έγινε με τη χρήση της πρότυπης γλώσσας WS-BPEL
- Οι στοιχειώδεις υπηρεσίες βάσει των οποίων δομείται η διαδικασία διαχείρισης ακτινολογικών εντολών υλοποιήθηκαν με τη χρήση της τεχνολογία των EJB3
- Οι ιστοσελίδες που κατασκευάστηκαν , υλοποιήθηκαν με την χρήση της τεχνολογίας Java Server Pages(JSP), ενώ μορφοποιήθηκαν με τη χρήση της τεχνολογίας CSS
- Η τεχνολογία των Java Servlets χρησιμοποιήθηκε για την μοντελοποίηση του επιπέδου επιχειρησιακής λογικής (business logic)
- Η βιβλιοθήκη JQuery έχει χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση των λειτουργιών Javascript στις επιμέρους ιστοσελίδες
- Οι πράκτορες λογισμικού έχουν αναπτυχθεί στην πλατφόρμα JADE
- Η δομή των ανταλλασσόμενων μηνυμάτων έχει καθοριστεί βάσει XML Schemas
- Για την αποστολή και λήψη των ενημερωτικών e-mail ανάθεσης χρησιμοποιήθηκε ο JES (Java Email Server).



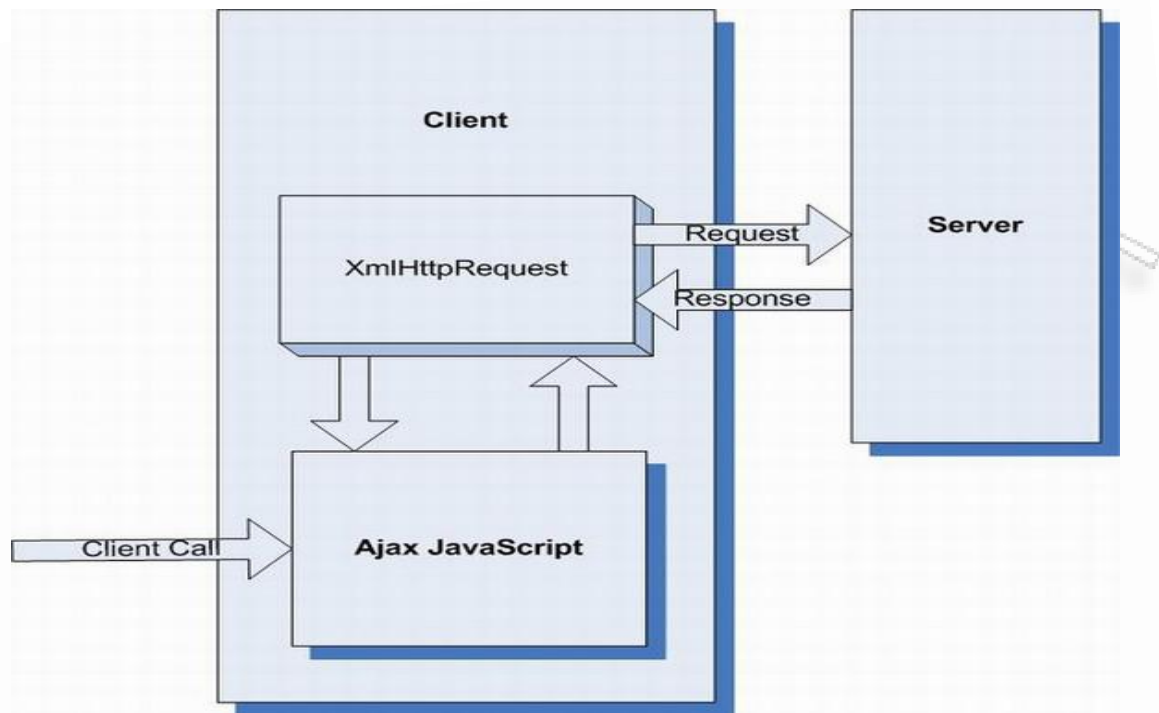
- Η βάση δεδομένων η οποία χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των δεδομένων είναι η MySQL

#### 4.4.1.1 Asynchronous Javascript and XML

Το Asynchronous Javascript and XML (Ajax) δεν είναι μια καινούρια τεχνολογία αλλά ένας συνδυασμός των τεχνολογιών Javascript, CSS, XML, DOM, DHTML. Το όνομα του προέρχεται από το ακρωνύμιο της φράσης Asynchronous JavaScript And XML και έχει ως βασικό χαρακτηριστικό τη δυνατότητα ανανέωσης ενός μόνο μέρους μιας ιστοσελίδας με αναζήτηση δεδομένων σε μορφή XML ή JSON από το server. Η τεχνολογία Ajax ικανοποιεί την ανάγκη για δημιουργία μιας διεπαφής η οποία ανταποκρίνεται γρηγορότερα στις επιλογές του χρήστη και δημιουργεί τις συνθήκες εκείνες για την δημιουργία δυναμικά παραμετροποιήσιμων σελίδων.

Το Ajax δε μπορεί να προσεγγιστεί από μία μόνο πλευρά αφού έχει διττή υπόσταση. Έτσι μπορεί να θεωρηθεί ως:

- **Ένα σύνολο τεχνολογιών :** Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται και οι οποίες συνθέτουν το οικοδόμημα Ajax είναι οι ακόλουθες:
  1. HTML ή XHTML και CSS για το επίπεδο παρουσίασης
  2. Το μοντέλο DOM (Document Object Model) , για την απεικόνιση και τον χειρισμό των δεδομένων
  3. XML ή JSON και XSLT για την ανταλλαγή και την επεξεργασία των δεδομένων.
  4. Javascript για τον συγκερασμό των παραπάνω τεχνολογιών
  5. Το XMLHttpRequest αντικείμενο για να επιτευχθεί η ασύγχρονη επικοινωνία
- **Μια αρχιτεκτονική.** Το Ajax επηρεάζει ακόμη και την αρχιτεκτονική μιας εφαρμογής αφού πλέον δημιουργείται μια σελίδα για κάθε event στην εφαρμογή, κάθε ενέργεια επιστρέφει υποχρεωτικά μια απάντηση στο browser ενώ στη συνέχεια αυτή η σελίδα φορτώνεται στο χρήστη.



Εικόνα 25: Τεχνολογία AJAX

Τα βασικά χαρακτηριστικά των τεχνολογιών Ajax που την έχουν καταστήσει δημοφιλή είναι τα εξής:

1. **Έλεγχος των «τιμών» που εισάγονται σε μία φόρμα σε πραγματικό χρόνο:** Τα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης μπορούν να ελεγχθούν σε πραγματικό χρόνο χωρίς να είναι απαραίτητη η αποστολή των στοιχείων στον εξυπηρετητή
2. **Αυτόματη Συμπλήρωση (Autocompletion):** Ένα τμήμα δεδομένων σε μία φόρμα όπως μια διεύθυνση e-mail, ένα όνομα ή το όνομα μιας πόλης μπορεί να συμπληρωθεί αυτόματα ανάλογα με τα στοιχεία που έχει συμπληρώσει ο χρήστης (π.χ. το ψευδώνυμό του)
3. **Master Details Operations:** Μια σελίδα HTML μπορεί να φέρει λεπτομερείς πληροφορίες για τμήμα των εισαγομένων δεδομένων, χωρίς να χρειάζεται επαναφόρτωση της σελίδας, ως απόκριση μιας «εισαγωγικής» ενέργειας που έκανε ο χρήστης (να «φέρει», για παράδειγμα, όλες τις λέξεις ενός «θησαυρού» που αρχίζουν από «C», τη στιγμή που ο χρήστης πληκτρολογεί «C»).
4. **Εξεζητημένοι έλεγχοι στις διεπαφές του χρήστη:** Μενού και μπάρες παρουσίασης της προόδου μιας διαδικασίας παρέχονται χωρίς να απαιτείται επαναφόρτωση της σελίδας
5. **Ανανέωση της πληροφορίας σε μια σελίδα:** Οι σελίδες HTML μπορούν να ανανεώνουν τα δεδομένα που «παρουσιάζουν», ανατρέχοντας σε κάποια βάση δεδομένων χωρίς να απαιτείται αλληλεπίδραση του χρήστη π.χ. πληροφορία που αφορά δεδομένα χρηματιστηρίου.

#### 4.4.1.2 JSON

Το JSON – JavaScript Object Notation είναι μια μορφή δεδομένων βασισμένη σε κείμενο η οποία διευκολύνει την προσπέλαση από την γλώσσα Javascript των δεδομένων που αποτελούν απάντηση σε μια Ajax κλήση μιας μεθόδου που βρίσκεται στον εξυπηρετητή. Τα δεδομένα προσπελούνται ως αντικείμενα Javascript.

#### 4.4.1.3 JAXB

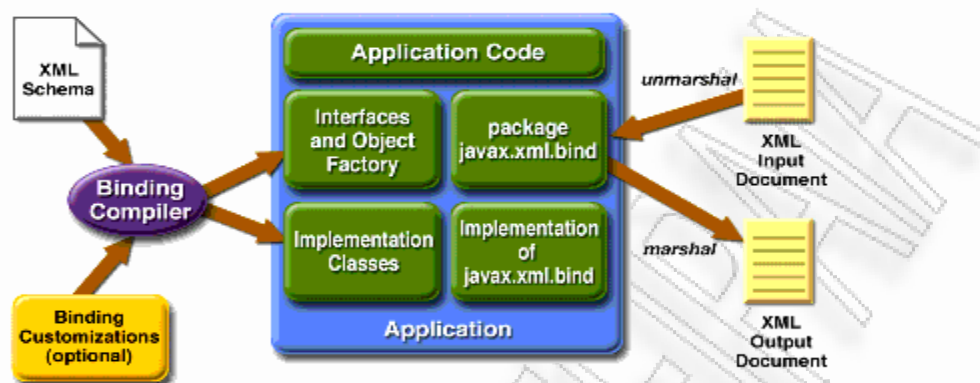
Η JAXB (Java architecture xml binding) είναι μια τεχνολογία η οποία επιτρέπει την επεξεργασία εγγράφων XML με προγραμματιστικό τρόπο αποδοτικά και ευκολότερα αποκρύπτοντας λεπτομέρειες του εγγράφου. Μηχανισμοί για την επεξεργασία των εγγράφων XML είχαν προταθεί και παλαιότερα ωστόσο η τεχνολογία JAXB ενσωματώνει κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που την καθιστούν ιδιαίτερα δημοφιλή:

- Η JAXB επιτρέπει την επεξεργασία XML εγγράφων , με αντικειμενοστρεφή τρόπο, παρέχοντας ανεξαρτησία από άλλες τεχνολογίες.
- Η προσπέλαση των στοιχείων ενός εγγράφου δεν γίνεται ακολουθιακά , με αποτέλεσμα την επιτάχυνση της διαδικασίας
- Η μνήμη του συστήματος χρησιμοποιείται αποδοτικότερα , σε σχέση με παλαιότερες παρόμοιες τεχνολογίες (DOM)
- Επιτρέπει την επικύρωση των εγγράφων έναντι των περιορισμών που επιβάλλονται από ένα XML schema.
- Επιτρέπει την διαμόρφωση της διαδικασίας παραγωγής , και επεξεργασίας των XML εγγράφων
- Ως είσοδος, μπορεί να χρησιμοποιηθούν XML έγγραφα ή η διαδρομή για ένα αρχείο.

Ο μηχανισμός JAXB επιτρέπει την παραγωγή κλάσεων από XML schemas μέσω ενός μηχανισμού που ονομάζεται JAXB binding compiler. Ο μηχανισμός αυτός έχει ως είσοδο το XML schema, και παράγει ένα πακέτο Java κλάσεων και διεπαφών στις οποίες αντικατοπτρίζονται οι κανόνες και οι περιορισμοί που έχουν τεθεί στο αρχικό XML Schema. Οι παραχθείσες κλάσεις και διεπαφές παρέχουν το JAXB binding framework, το οποίο παρέχει τα ακόλουθα :

- Μεθόδους unmarshalling (Μετατροπή XML εγγράφων σε αντικείμενα Java) και marshalling (Μετατροπή αντικειμένων σε XML έγγραφα)
- Μεθόδους επικύρωσης των περιεχομένων ενός XML εγγράφου καθώς αυτό υπόκειται στην διαδικασία μετατροπής.

#### 4.1.3.1.1 Κύρια συστατικά μιας JAXB υλοποίησης



Εικόνα 26: JAXB

Τα βήματα στην διαδικασία χρήσης της τεχνολογίας JAXB σε μια εφαρμογή είναι τα ακόλουθα:

1. Δημιουργία κλάσεων : Ένα xml schema χρησιμοποιείται ως είσοδος στον JAXB binding compiler . Το XML Schema , θέτει κανόνες και περιορισμούς , και αποτελεί ένα πρότυπο για τα XML έγγραφα τα οποία επεξεργάζονται , και τα οποία αποτελούν στιγμιότυπα αυτού του προτύπου. Ο JAXB binding compiler δημιουργεί τις Java κλάσεις, που αναπαριστούν το περιεχόμενο των εγγράφων και αντικατοπτρίζουν τους περιορισμούς που επιβάλλει το XML Schema
2. Μεταγλώττιση κλάσεων : Οι παραχθείσες κλάσεις μεταγλωττίζονται, για να είναι εκτελέσιμες
3. Unmarshal : Τα έγγραφα XML επεξεργάζονται και δημιουργείται ένα δέντρο με τα περιεχόμενα του εγγράφου στην μνήμη, σε μορφή Java αντικειμένων.
4. Επικύρωση του εγγράφου : Προαιρετικά κατά την διαδικασία του unmarshalling γίνεται επικύρωση των δεδομένων του εγγράφου , και εξακριβώνεται η συμμόρφωση του εγγράφου με τους περιορισμούς που έχουν τεθεί στο XML schema.
5. Επεξεργασία δεδομένων : Ο χρήστης μπορεί να τροποποιήσει τα δεδομένα του XML ,εγγράφου μέσω των κλάσεων και διεπαφών που έχουν παραχθεί από τον binding compiler.
6. Marshall : Το τροποποιημένο αντικείμενο, μετατρέπεται σε XML έγγραφο, σύμφωνα με τους κανόνες που επιβάλλει το XML schema.

#### 4.4.1.4 XML Schema

Ένα XML schema είναι μια περιγραφή ενός XML εγγράφου , της δομής , των περιεχομένων του , και των περιορισμών που επιβάλλονται σε αυτό (εκτός των δομικών περιορισμών που

επιβάλλονται από το συντακτικό της XML). Οι περιορισμοί αυτοί εκφράζονται με την μορφή γραμματικών κανόνων οι οποίοι καθορίζουν την σειρά των στοιχείων ενός εγγράφου , με την μορφή συνθηκών οι οποίες επιβάλλουν την παρουσία ή μη ορισμένων στοιχείων , αλλά και πιο ειδικούς περιορισμούς όπως είναι οι referential και integrity constraints. Πιο συγκεκριμένα:

- Ορίζουν το σύνολο των στοιχείων που μπορούν να εμφανίζονται σε ένα XML έγγραφο, καθώς επίσης και τις ιδιότητες (attributes) που μπορούν να εμφανιστούν στο έγγραφο αυτό.
- Καθώς συμμορφώνονται στη δενδρική δομή που επιβάλλει το πρότυπο της XML, τα XML Schemas ορίζουν ποια από τα στοιχεία που εμφανίζονται σε ένα XML έγγραφο είναι child elements και ποιο από αυτά είναι το root element, πόσα είναι τα στοιχεία που είναι child elements, καθώς επίσης και την ακριβή σειρά με την οποία εμφανίζονται στο έγγραφο.
- Καθορίζουν τους τύπους δεδομένων (data types) για τα στοιχεία και τις ιδιότητές τους, καθώς επίσης και επιπλέον πληροφορίες όσον αφορά στα στοιχεία αυτά όπως τυχόν προκαθορισμένες τιμές που μπορούν να λάβουν και τη συχνότητα εμφάνισής τους μέσα στο έγγραφο.

Γλώσσες περιγραφής των XML εγγράφων έχουν εμφανιστεί αρκετές , με πιο δημοφιλή μέχρι πρότινος την γλώσσα DTD , η οποία όμως έχει πιο περιορισμένες δυνατότητες σε σχέση με αυτές του XML schema. Τα XML schemas βασίζονται στη γλώσσα XML και για τον λόγο αυτό κληρονομούν όλα τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής. Υποστηρίζουν χαρακτηριστικά όπως οι τύποι δεδομένων (data types) και οι χώροι ονομάτων (namespaces) και είναι επεκτάσιμα. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του XML Schema είναι ότι δίδεται η δυνατότητα επεξεργασία του schema με οποιοδήποτε επεξεργαστή XML, αλλά και ότι δίνει τη δυνατότητα καθορισμού δεδομένων δικού μας τύπου. Τα XML schemas χρησιμοποιούνται κυρίως κατά την διαδικασία επικύρωσης των εισερχόμενων XML μηνυμάτων , για την διαπίστωση της συντακτικής ορθότητας, αλλά επίσης αποτελούν είσοδο για ένα JAXB binding compiler στην διαδικασία παραγωγής JAVA κλάσεων , για την διευκόλυνση της επεξεργασίας τους.

#### 4.4.1.5 Java Email Server

Για την αποστολή και λήψη των ενημερωτικών e-mail ανάθεσης χρησιμοποιήθηκε ο JES (Java Email Server). Ο Java Email Server είναι ένας JAVA SMTP και POP3 email εξυπηρετητής. Η χρήση του είναι δωρεάν και ελεύθερη. Κυρίαρχο χαρακτηριστικό, είναι η ευκολία εγκατάστασης και τροποποίησης του , αλλά και η υψηλή του αξιοπιστία.

#### 4.4.1.6 Υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού

Οι υπηρεσίες παγκόσμιου ιστού (web services) οι οποίες αναπτύχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία ακολουθούν το εγγραφοκεντρικό πρότυπο (document style). Οι υπηρεσίες αυτές δέχονται και ανταλλάσσουν μηνύματα XML, που έχουν την μορφή εγγράφων, και όχι την μορφή κλήσης απομακρυσμένων υπηρεσιών. Λόγω του γεγονότος αυτού ο αποστολέας και ο παραλήπτης έχουν μια συμφωνία μόνο ως προς τον τύπο των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται και όχι ως προς τις μεθόδους που πρέπει να υλοποιούν βασικοί λόγοι οι οποίοι ωθούν στην χρήση και ανάπτυξη τέτοιων υπηρεσιών ιστού είναι οι ακόλουθοι :

- Για την ευκολότερη επικύρωση των εισερχόμενων μηνυμάτων.
- Για την καλύτερη χρήση των πόρων μνήμης.
- Για την βελτίωση του επιπέδου διαλειτουργικότητας.

Επιπλέον οι υπηρεσίες ιστού έχουν δομηθεί βάσει των αρχών του WSIT (Web Services Interoperability Technology), το οποίο είναι ένα έργο ανοικτού λογισμικού και το οποίο θέτει ως στόχο την επίτευξη του μέγιστου βαθμού διαλειτουργικότητας μεταξύ των υπηρεσιών ιστού οι οποίες υλοποιούνται σε διαφορετικές τεχνολογίες. Συγκεκριμένα στοχεύει στην επίτευξη διαλειτουργικότητας μεταξύ των υπηρεσιών ιστού σε Java, και των αντίστοιχων WCF υπηρεσιών, οι οποίες έχουν υλοποιηθεί σε .NET. Το WSIT έχει να κάνει με την υλοποίηση των παρακάτω προδιαγραφών :

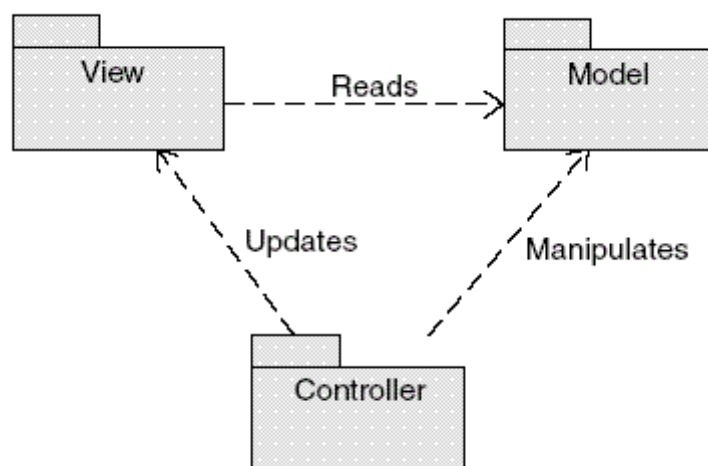
- Bootstrapping and Configuration
- Message Optimization
- Reliable Messaging (WS-RM)
- Web Services Security 1.1 (WS-Security)
- Web Services Trust (WS-Trust)
- Web Services Secure Conversation (WS-Secure Conversation)
- Data Contracts
- Atomic Transactions (WS-AT)
- SOAP/TCP

#### 4.4.1.7 MVC (Model - View - Controller)

Οι ιστότοποι του περιφερειακού κέντρου υγείας, της γραμματείας και του ακτινολογικού τμήματος του περιφερειακού γενικού νοσοκομείου που κατασκευάστηκαν έχουν δομηθεί σύμφωνα με το αρχιτεκτονικό πρότυπο MVC (Model-View-Controller). Το αρχιτεκτονικό αυτό μοντέλο είναι ιδιαίτερα δημοφιλές για την κατασκευή web εφαρμογών, καθώς προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα. Ο βασικός στόχος του αρχιτεκτονικού αυτού προτύπου είναι ο διαχωρισμός της λογικής της web εφαρμογής από το user interface με το οποίο αλληλεπιδρά ο χρήστης, έχοντας έτσι ως αποτέλεσμα μία εφαρμογή πιο ευέλικτη, όπου είναι

ευκολότερο να μεταβάλλει κάποιος είτε τον τρόπο παρουσίασης της εφαρμογής της είτε τον υποκείμενο κώδικα που εφαρμόζει λειτουργίες στα δεδομένα, χωρίς τα επιμέρους τμήματα να αλληλοεπηρεάζονται

1. Το πρώτο επίπεδο (View) αντιστοιχεί στην διαδραστική παρουσίαση της λειτουργικότητας μιας εφαρμογής στους τελικούς χρήστες. Ενσωματώνει τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση των διεπαφών του τελικού χρήστη.
2. Το δεύτερο επίπεδο (Controller) αντιστοιχεί στην λειτουργικότητα που υλοποιεί μια εφαρμογή λογισμικού (Business Logic).
3. Το τρίτο επίπεδο (Model) στο μοντέλο δεδομένων που διαχειρίζεται μια εφαρμογή. Περιλαμβάνει τις τεχνολογίες με τις οποίες υλοποιείται η μοντελοποίηση και η αποθήκευση των δεδομένων που διαχειρίζονται οι εφαρμογές. Στην παρούσα εφαρμογή πρόκειται για μια βάση δεδομένων.



Εικόνα 27: Model View Architecture

Πλεονεκτήματα χρήσης του μοντέλου:

1. Βασικότερο πλεονέκτημα χρήσης του αρχιτεκτονικού αυτού προτύπου είναι η δυνατότητα που δίνει για χρησιμοποίηση πολλαπλών γραφικών διεπαφών, οι οποίες βασίζονται πάνω στο ίδιο μοντέλο, χωρίς να χρειάζονται αλλαγές στα άλλα τμήματα του κώδικα των εφαρμογών. Π.χ. μια εφαρμογή μπορεί να προσφέρεται μέσω μιας WAP διεπαφής, και ταυτόχρονα μέσω μιας FLASH ιστοσελίδας.
2. Επειδή το υποσύνολο του κώδικα που ανήκει στο controller μέρος μιας εφαρμογής δεν εφαρμόζει καμία επεξεργασία πάνω στα δεδομένα, τα ίδια κομμάτια λογισμικού μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, μειώνοντας το κόστος και το χρόνο ανάπτυξης.
3. Επειδή υπάρχει ο διαχωρισμός της ευθύνης ανάμεσα στα κομμάτια λογισμικού, είναι ευκολότερη η αλλαγή μέρους της επιχειρησιακής λογικής, η αποσφαλμάτωση της, ακόμα και η αλλαγή του μοντέλου δεδομένων και του τρόπου αποθήκευσης τους.

4. Τέλος η έννοια του controller δίνει ευελιξία στις ροή βημάτων που πραγματοποιούνται για την εκτέλεση κάποιας ενέργειας.

Το αρχιτεκτονικό μοντέλο MVC , λόγω του διαχωρισμού των λειτουργιών που προσβέβει , δημιουργεί την ανάγκη για λεπτομερέστερο προγραμματισμό και την δημιουργία σαφούς πλάνου , πριν την δημιουργία της web εφαρμογής. Ωστόσο η αυξημένη χρονικά διαδικασία ανάλυσης και σχεδιασμού στον κύκλο ζωής ενός συστήματος , εξισορροπείται από την μείωση του χρόνου αποσφαλμάτωσης και συντήρησης του συστήματος.

#### 4.4.1.8 Java Authentication and Authorization Service (JAAS)

Το JAAS (Java Authentication and Authorization Service) είναι μια υπηρεσία που δίνει τη δυνατότητα σε μια J2EE εφαρμογή, για τη πιστοποίηση (authentication) και εξουσιοδότηση (authorization) χρηστών ή ομάδων χρηστών που έχουν τη δυνατότητα να την χρησιμοποιήσουν. Το JAAS είναι μια έκδοση της γλώσσας προγραμματισμού Java που προτυποποιεί την Pluggable Authentication Module (PAM) πλατφόρμα ανάπτυξης (framework), η οποία επεκτείνει την αρχιτεκτονική ασφάλειας της πλατφόρμας Java 2 για την παροχή εξουσιοδότησης βασισμένη στον χρήστη

#### 4.4.1.9 CSS

Η τεχνολογία CSS (Cascading Style Sheets), χρησιμοποιείται στην κατασκευή ιστοσελίδων, με σκοπό την περιγραφή κανόνων και χαρακτηριστικών για την μορφοποίηση μιας ιστοσελίδας. Η περιγραφή των χαρακτηριστικών γίνεται μέσω ηλεκτρονικών εγγράφων της μορφής CSS τα οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαμορφώσουν:

- Τις ιδιότητες και το μέγεθος διαφόρων στοιχείων της ιστοσελίδας
- Την συμπεριφορά τους σε διάφορες ενέργειες

Η ευελιξία που προσφέρει η χρήση ενός CSS, είναι ότι οι αλλαγές που πραγματοποιούνται σε ένα έγγραφο αυτόματα εφαρμόζονται σε όλες τις σελίδες που το χρησιμοποιούν, προσφέροντας κεντρικό έλεγχο και ευκολότερη παραμετροποίηση της εφαρμογής. Έτσι μία ιστοσελίδα που χρησιμοποιεί CSS, μπορεί πολύ ευκολότερα να αλλάξει όψη. Η περιγραφή των χαρακτηριστικών και των κανόνων που εμπεριέχονται σε ένα ηλεκτρονικό έγγραφο CSS δομούνται βάσει προτύπων , και η εγκυρότητα των εγγράφων μπορεί να πιστοποιηθεί μέσω CSS validator.

Σημαντικό αντίκτυπο στην ευρεία χρήση του προτύπου CSS για την κατασκευή ιστοσελίδων αποτελεί το γεγονός ότι ένα ηλεκτρονικό έγγραφο CSS δεν απαιτεί κάποιο ειδικό πρόγραμμα για την κατασκευή του αλλά αντίθετα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας απλός επεξεργαστής κειμένου (text editor).



#### 4.4.1.10 Java Server Pages (JSPs)

Τα JSP (Java Server Pages) είναι τύπος συστατικού λογισμικού ιστού J2EE και έχει σχέση με την τεχνολογία servlet. Στην πραγματικότητα, τμήματα των JSP μεταφράζονται σε servlets τα οποία στη συνέχεια εκτελούνται εντός του περιβάλλοντος του servlet container. Τα JSP δημιουργήθηκαν για να γίνεται πιο εύκολη η συντήρηση τμημάτων ενός συστήματος, τα οποία υποστηρίζουν το κομμάτι της παρουσίασης ιστού της εφαρμογής, από τα μέλη μιας ομάδας ανάπτυξης τα οποία δεν έχουν προγραμματιστικές γνώσεις. Οι σχεδιαστές σελίδων ιστού (web designers) συντηρούν τον κώδικα παρουσίασης, σε γλώσσα HTML (HyperText Markup Language). Αυτό είναι σαφώς πιο δύσκολο να γίνει όταν η HTML δημιουργείται από εντολές Java που περιέχονται εντός των servlet.

#### 4.4.1.11 Enterprise Java Bean - EJB (Επιχειρησιακά συστατικά λογισμικού)

Η EJB προδιαγραφή αποτελεί τον πυρήνα της πλατφόρμας J2EE. Αυτή ορίζει ένα αναλυτικό μοντέλο συστατικών λογισμικού για αποδοτικό κτίσιμο εφαρμογών και καταναμημένων, από την πλευρά του εξυπηρετητή, επιχειρησιακών συστατικών λογισμικού Java.

Υπάρχουν τρεις τύποι EJB:

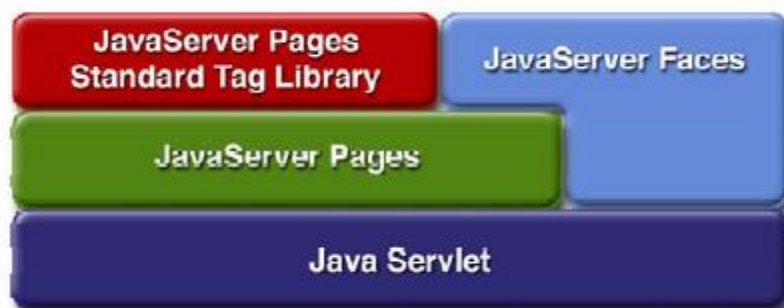
1. Τα **session bean**, προορίζονται για την υλοποίηση υπηρεσιών. Δεν συγκρατούν τη κατάσταση τους (δεν είναι persistent) και συνήθως εμπεριέχουν το μεγαλύτερο επιχειρησιακό κομμάτι σε μία επιχειρησιακή εφαρμογή Java. Τα session bean μπορεί να είναι stateful, πράγμα που σημαίνει ότι διατηρούν τη σχέση τους με έναν πελάτη, μεταξύ αλληπάλληλων επαφών με αυτόν. Ο άλλος τύπος των session beans είναι τα stateless. Στην περίπτωση των stateless session bean κάθε αλληπάλληλη κλήση του ίδιου session bean από τον ίδιο πελάτη εκλαμβάνεται ως νέα διαδικασία, μη συσχετιζόμενη με τυχόν προηγούμενες.
2. Τα **entity bean** χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση πληροφορίας της βάσης δεδομένων σε ένα μόνιμο μέσο αποθήκευσης, δηλαδή αναπαράσταση ενός τμήματος πληροφορίας που βρίσκεται αποθηκευμένη σε ένα πίνακα μιας βάσης δεδομένων. Τα entity bean παρέχουν αυτοματοποιημένες ούτως ώστε η αντικειμενοστραφής απεικόνιση των μόνιμων δεδομένων να παραμένει συγχρονισμένη συνεχώς με τα ενεργά δεδομένα της υποδομής τη βάσης δεδομένων. Επίσης τα entity bean χρησιμοποιούνται για τη μορφοποίηση των δεδομένων των βάσεων δεδομένων, είτε για να βοηθήσουν σε μια εργασία ή απ' την άλλη να προετοιμάσουν τα δεδομένα για παρουσίαση σε μια σελίδα ιστού.
3. Τα **message-driven beans** έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν ασύγχρονη ανταλλαγή μηνυμάτων JMS (Java Messaging Service). Αντίθετα από τα session και τα entity beans, τα message-driven beans δεν έχουν δημοσιευμένες διεπαφές χρήστη. Τα message-driven beans δρουν ανώνυμα στο παρασκήνιο. Τα message-driven beans δεν διατηρούν την κατάσταση τους (είναι stateless) και είναι σχετικά ένας καινούριος

τύπος συστατικού λογισμικού EJB ο οποίος εισήχθη με την έκδοση 1.3 της προδιαγραφής J2EE.

#### 4.4.1.12 Java Servlets

Τα servlets είναι συστατικά λογισμικού ιστού ικανά για τη δημιουργία δυναμικού περιεχομένου. Είναι από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα συστατικά λογισμικού J2EE στον παγκόσμιο ιστό (World Wide Web) σήμερα. Παρέχουν ένα αποδοτικό μηχανισμό, για διάδραση μεταξύ πελάτη που βρίσκεται σε περιβάλλον ιστού και του επιχειρησιακού (business) κομματιού της εφαρμογής που βρίσκεται στον εξυπηρετητή. Επίσης είναι σαφώς πιο «ελαφριά» και περισσότερο εύκολα στη διαχείριση από την παλαιότερων ετών δημοφιλή προσέγγιση CGI.

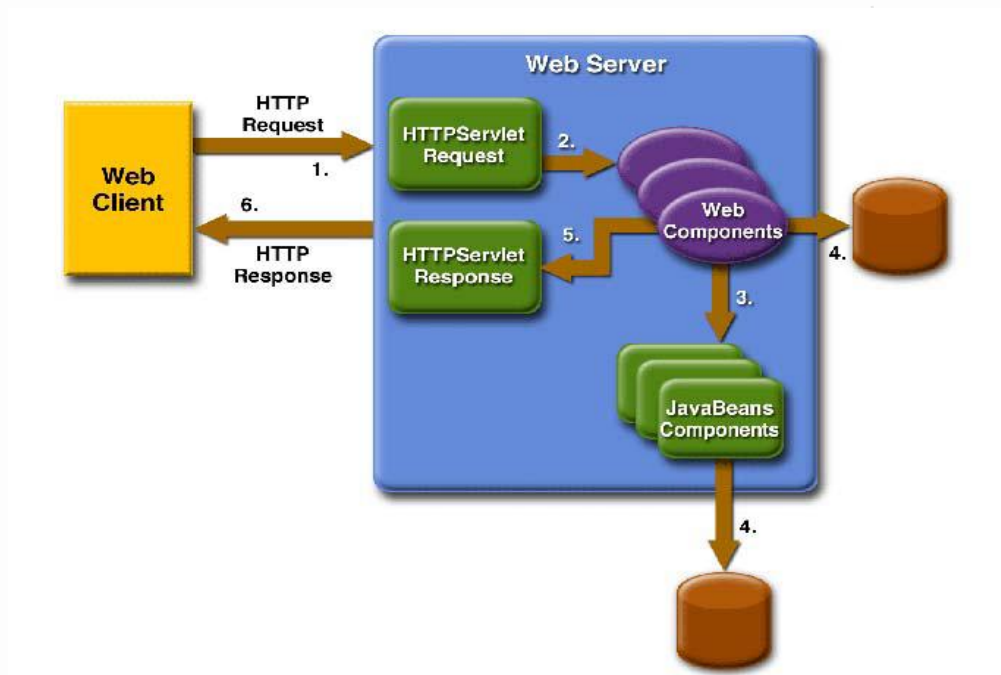
Επειδή τα servlets είναι απλούστερα και χρειάζονται γενικά λιγότερους πόρους, αρκετοί προγραμματιστές προτιμούν να τα χρησιμοποιούν, μαζί με JSPs, σχεδόν αποκλειστικά στις υλοποιήσεις τους από το να κάνουν χρήση των αρκετά πολύπλοκων συστατικών λογισμικού EJB. Η παραπάνω πρακτική είναι αποδοτική για πολύ απλές εφαρμογές, αλλά υπολείπεται όταν απαιτείται υποστήριξη δοσοληψιών (transaction) από την εφαρμογή.



Εικόνα 28: Τεχνολογίες J2EE

Τα servlets είναι πιο αποδοτικά όταν διαχειρίζονται απλές εφαρμογές, όπως η συλλογή παραμέτρων και ο έλεγχος πληροφορίας εισόδου από τα πεδία εισόδου μιας σελίδας ιστού. Όταν οι αρχικοί έλεγχοι γίνουν, η πληροφορία πρέπει να διοχετεύεται σε πιο κατάλληλα συστατικά λογισμικού για εκτέλεση. Τα servlets εκτελούνται μέσα στον υποδοχέα servlet (πολλές φορές μπορεί να αναφέρεται και ως servlet μηχανή-engine) που φιλοξενείται μέσα σε έναν εξυπηρετητή ιστού. Ο υποδοχέας servlet διαχειρίζεται τις κλήσεις ιστού του πελάτη, οι οποίες γίνονται μέσω του πρωτοκόλλου HTTP (Hypertext Transfer Protocol), και τις μετασχηματίζει σε κλήσεις για αντικείμενα (objects). Παρομοίως, ο υποδοχέας servlet μετασχηματίζει τις αποκρίσεις των servlets και τις αντιστοιχεί σε αποκρίσεις για αντικείμενα κατάλληλου πρωτοκόλλου ιστού.

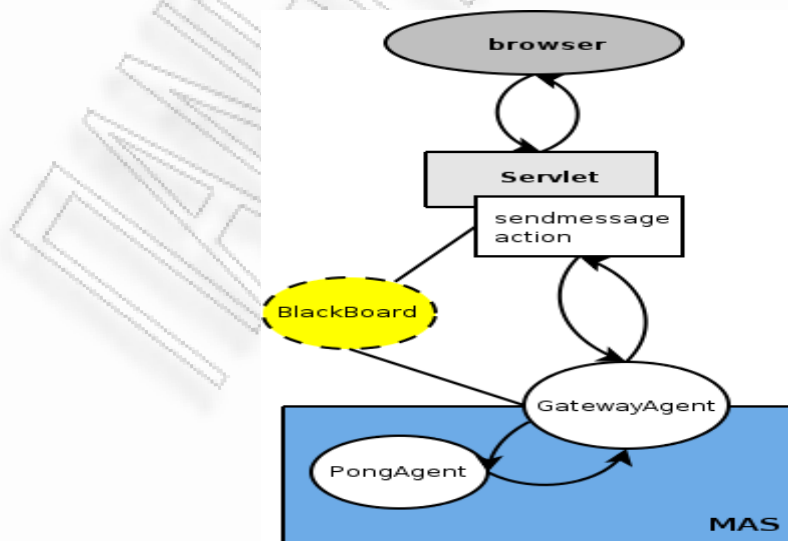
Η αλληλουχία εκτέλεσης ενεργειών σε μια τυπική web εφαρμογή , απεικονίζεται στην εικόνα 29



Εικόνα 29: Αλληλουχία εκτέλεσης Web εφαρμογής

#### 4.4.1.13 Επικοινωνία μεταξύ servlet και πρακτόρων λογισμικού

Για την επίτευξη της επικοινωνίας μεταξύ του πράκτορα λογισμικού και του servlet χρησιμοποιήθηκε , η κλάση JadeGateway , η οποία δίνει την δυνατότητα της αποστολής μηνυμάτων σε ένα πράκτορα , τα οποία περιέχουν πληροφορία η οποία επεξεργάζεται ένα Java Servlet. Ο μηχανισμός βάσει του οποίου λειτουργεί αυτή η διαδικασία αποτυπώνεται στην εικόνα 28.



Εικόνα 30: Επικοινωνία μεταξύ servlet και πρακτόρων λογισμικού

1. Μέσω της γραφικής διεπαφής ένας χρήστης εκτελεί μια ενέργεια η οποία έχει ως αποτέλεσμα την αποστολή ενός Post μηνύματος.
2. Το Java servlet , επεξεργάζεται το μήνυμα και αρχικοποιεί τον gateway πράκτορα (GatewayAgent) , αν αυτός δεν είναι ήδη ενεργός
3. Μετά την επιτυχή αρχικοποίηση του Gateway πράκτορα, στέλνει ένα αντικείμενο στον πράκτορα, μέσω της καθορισμένης μεθόδου sendMessage. Το αντικείμενο το οποίο στέλνεται στην περίπτωση μας είναι ένα αντικείμενο που αναπαριστά την αίτηση πρόσβασης ενός ιατρού στο ιατρικό ιστορικό ενός ασθενούς.
4. Ο πράκτορας Gateway , αφού λάβει το αντικείμενο διαπιστώνει ποιος είναι ο παραλήπτης και στέλνει το μήνυμα στον αντίστοιχο πράκτορα. Η κωδικοποίηση του μηνύματος είναι σε XML.
5. Ο SecurityContextAgent , λαμβάνει την πληροφορία η οποία του παραδίδεται από τον πράκτορα Gateway και διακρίβώνει αν ο συγκεκριμένος χρήστης έχει δικαιώματα πρόσβασης στο συγκεκριμένο πόρο , κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες..
6. Ο SecurityContextAgent , στέλνει το αποτέλεσμα της αίτησης πρόσβασης στον πράκτορα Gateway
7. Ο πράκτορας Gateway, προωθεί το αποτέλεσμα αυτό στο servlet που τον είχε καλέσει αρχικά.
8. Το servlet ανάλογα με το αποτέλεσμα της αίτησης, κατευθύνει τον χρήστη στην αντίστοιχη σελίδα.

#### 4.4.1.14 Δημοσίευση λειτουργιών πρακτόρων ως υπηρεσιών ιστού (WSIG)

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η λειτουργία του WSIG , ενός plug-in στην πλατφόρμα JADE , το οποίο παρέχει την δυνατότητα σε υπηρεσίες πρακτόρων να εκτεθούν ως υπηρεσίες ιστού και να κληθούν από τους καταναλωτές απρόσκοπτα. Η πλατφόρμα WSIG επιτρέπει την έκθεση υπηρεσιών ιστού, είτε βάσει του προτύπου rpc είτε document/literal wrapped για την επίτευξη μεγαλύτερου βαθμού διαλειτουργικότητας. Το WSIG αποτελείται από δύο συνιστώσες , τον WSIG Servlet και τον WSIG πράκτορα.

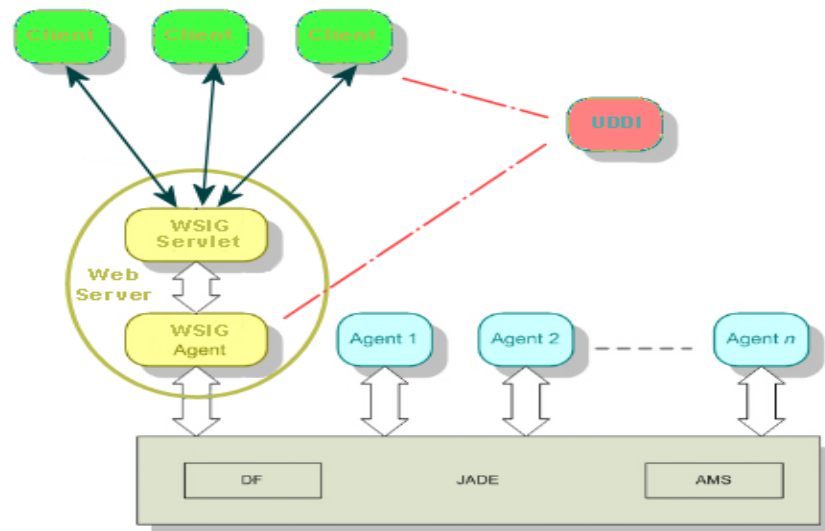
Ο WSIG Servlet είναι υπεύθυνος για την :

- 1) Εξυπηρέτηση των εισερχόμενων HTTP/SOAP αιτήσεων
- 2) Την εξαγωγή του SOAP μηνύματος
- 3) Την μεταβίβαση του ελέγχου στον WSIG πράκτορα
- 4) Την μετατροπή του αποτελέσματος της ενέργειας του πράκτορα σε SOAP μήνυμα
- 5) Την προετοιμασία της HTTP /SOAP απάντησης η οποία θα σταλεί στον καταναλωτή της υπηρεσίας.

Ο πράκτορας WSIG είναι ο συνδετικός κρίκος μεταξύ του WSIG servlet και των πρακτόρων οι οποίοι προσφέρουν τις υπηρεσίες . Συγκεκριμένα ο WSIG agent είναι υπεύθυνος για:

- 1) Την δρομολόγηση των μηνυμάτων στους σωστούς παραλήπτες – πράκτορες

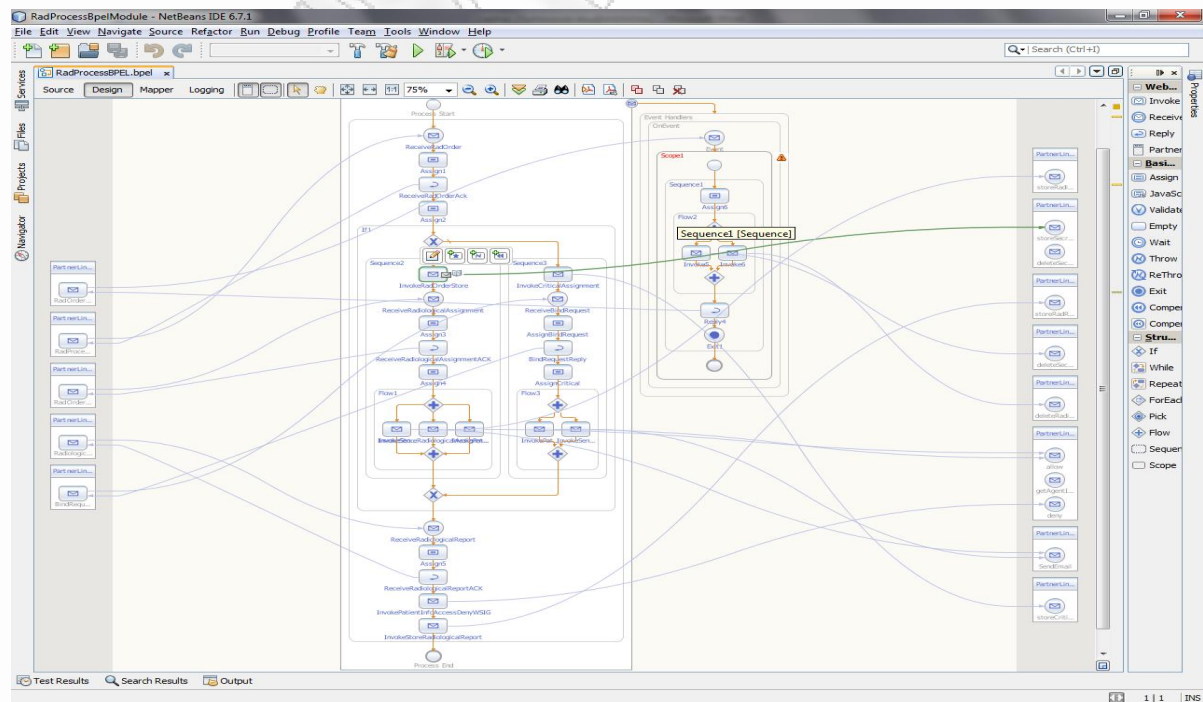
- 2) Για την δημιουργία των WSDL αρχείων , τα οποία περιγράφουν τις προσφερόμενες υπηρεσίες από τους πράκτορες, και την δημοσιοποίησή τους σε καταλόγους UDDI αν αυτό απαιτείται.
- 3) Λήψη δεδομένων από τον Directory Facilitator , σχετικά με τους πράκτορες οι οποίοι εγγράφονται και αποχωρούν από την πλατφόρμα



Εικόνα 31: Αρχιτεκτονική WSIG

## 4.5 Λειτουργικότητα συστήματος

Η εφαρμογή στηρίζεται στην επιχειρησιακή διαδικασία που απεικονίζεται στην εικόνα 32 , τα τμήματα της οποίας αναλύονται στις επιμέρους παραγράφους.

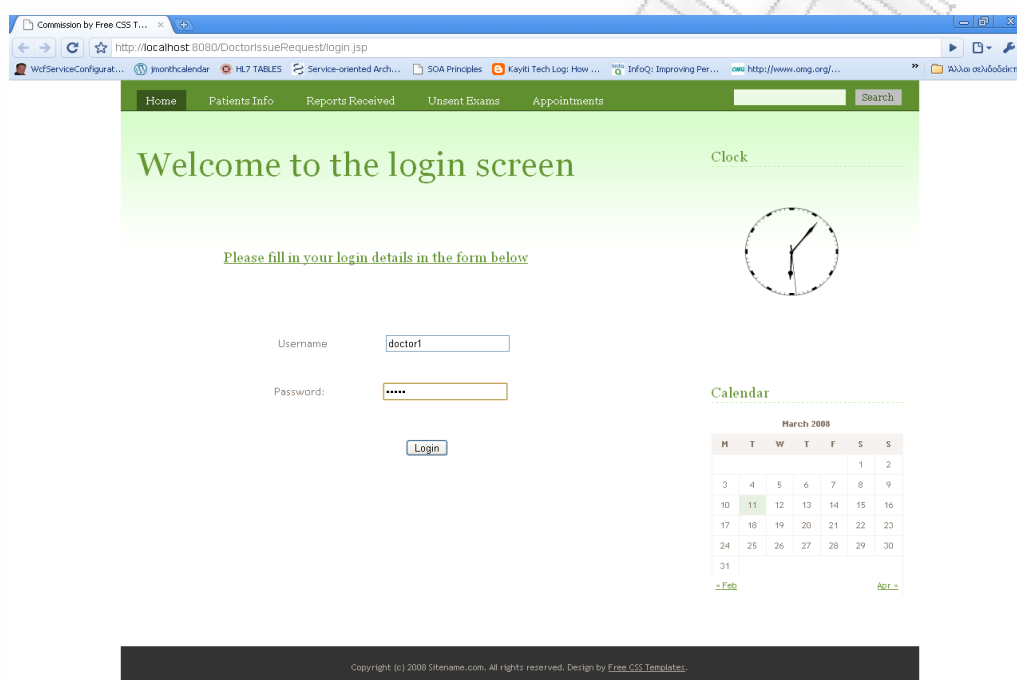


Εικόνα 32: BPEL απεικόνιση της διαδικασίας έκδοσης και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών

## 4.5.1 Ιστότοπος κλινικού τμήματος περιφερειακού νοσοκομείου

### 4.5.1.1 Αυθεντικοποίηση χρήστη

Αρχικό στάδιο αυθεντικοποίησης του χρήστη είναι η οθόνη εισαγωγής στοιχείων. Κάθε γιατρός προσδιορίζεται μοναδικά από ένα όνομα χρήστη και ένα συνθηματικό. Η επιτυχής συμπλήρωση των πεδίων αυτών , έχει ως αποτέλεσμα την μετάβαση του ιατρού στην αρχική οθόνη του συστήματος. Το σύστημα ύστερα από την επιτυχή αυθεντικοποίηση του ιατρού, αποθηκεύει το αναγνωριστικό του (user name) , σε μια μεταβλητή session , για μελλοντική χρήση με σκοπό την απρόσκοπτη πλοήγηση του στον ιστότοπο.

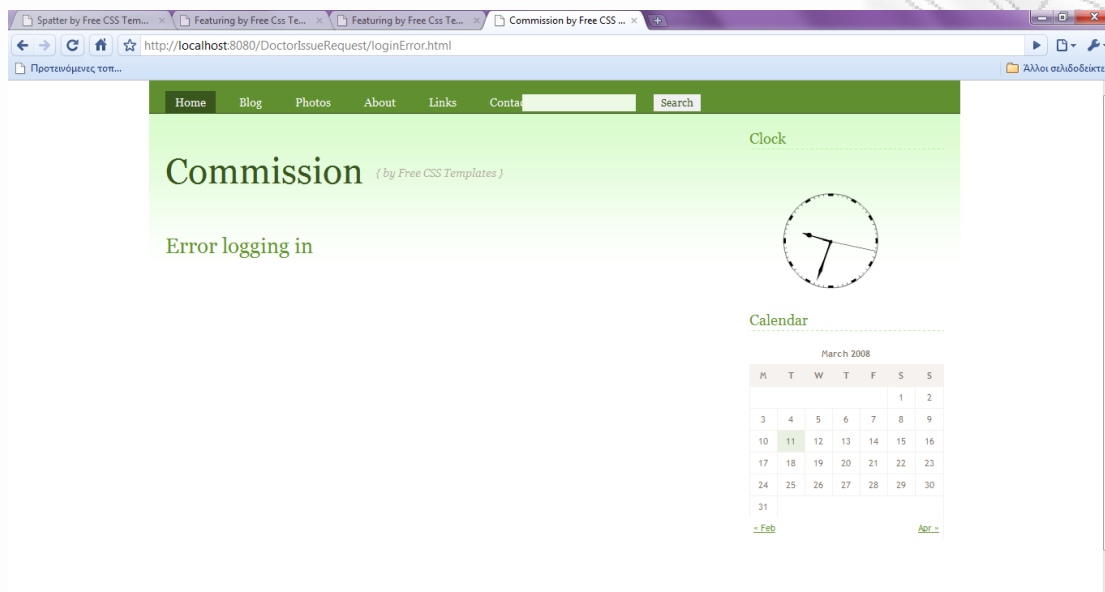


Εικόνα 33: Οθόνη αυθεντικοποίησης ιατρού

Η εισαγωγή λανθασμένων στοιχείων στην οθόνη αυθεντικοποίησης έχει ως αποτέλεσμα την μετάβαση του χρήστη στην οθόνη απαγόρευσης εισόδου (Εικόνα 34). Από την οθόνη αυτή , η μόνη δυνατή επιλογή είναι η μετάβαση πίσω στην αρχική οθόνη εισαγωγής στοιχείων για την εκ νέου αυθεντικοποίηση του χρήστη.

Για την επιβολή περιορισμών πρόσβασης , χρησιμοποιείται το JAAS (Java Authentication and Authorization Service) , το οποίο έχει περιγραφεί στην παράγραφο 4.4.1.8. Σύμφωνα με το JAAS ορίζονται χρήστες και κατανέμονται σε ρόλους , πληροφορία η οποία αποθηκεύεται στην βάση δεδομένων ασφαλείας , στους πίνακες users και groups αντίστοιχα της βάσης securitydb (Παράρτημα Α). Οι επιτρεπτές ενέργειες οι οποίες μπορούν να εκτελέσουν οι χρήστες που ανήκουν σε έναν ρόλο , περιγράφονται στο XML αρχείο web.xml. Το αρχείο

αυτό περιέχει τα servlets που μπορεί να προσπελάσει ο χρήστης ενός ρόλου , και κατά συνέπεια τις ενέργειες που μπορεί να εκτελέσει, καθώς υπάρχει μία προς μία αντιστοιχία των δυνατών ενεργειών και των servlets της εφαρμογής.



Εικόνα 34: Οθόνη απαγόρευσης εισόδου

#### 4.5.1.2 Κεντρικό Μενού

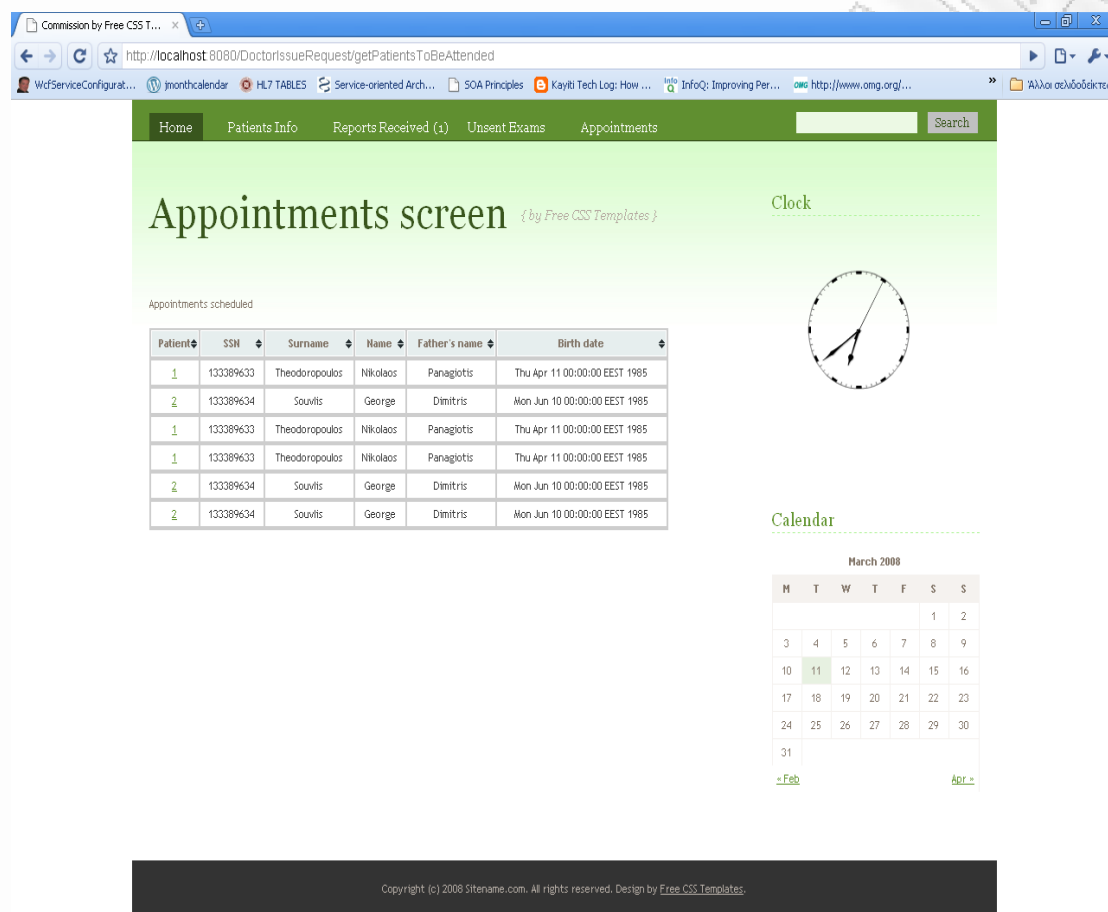
Η αρχική οθόνη δίνει την δυνατότητα στον γιατρό να μεταβεί στις ακόλουθες οθόνες χρησιμοποιώντας το μενού που βρίσκεται στο πάνω μέρος της οθόνης.

- Προβολή εκκρεμών ακτινολογικών αναφορών
- Προβολή ραντεβού
- Προβολή ανατεθειμένων επισκέψεων
- Προβολή ιατρικού φακέλου ασθενούς.

#### 4.5.1.3 Οθόνη ανατεθειμένων επισκέψεων

Η οθόνη των ανατεθειμένων επισκέψεων (Εικόνα 35) , περιέχει τις αναθέσεις του ιατρού που έχει εισαχθεί στο σύστημα. Η λίστα των αναθέσεων μπορεί να ταξινομηθεί βάσει οποιουδήποτε στοιχείου, δηλαδή του κωδικού ασθενή, του αριθμού φορολογικού μητρώου, του επιθέτου, του ονόματος, του ονόματος πατρός ή της ημερομηνίας γέννησης. Η ταξινόμηση του πίνακα γίνεται χωρίς την πλήρη επαναφόρτωση της σελίδας , χάρη στην χρήση της τεχνολογίας Javascript Η επιλογή μίας από τις ανατεθειμένες ακτινολογικές εξετάσεις , έχει ως αποτέλεσμα την μετάβαση στην οθόνη, συμπλήρωσης των σημειώσεων της επίσκεψης και την έκδοση της ακτινολογικής εντολής, εφόσον τηρούνται οι κατάλληλες

προϋποθέσεις ασφαλείας. Για την διακρίβωση της τρέχουσας πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου(context information), χρησιμοποιείται ένας πράκτορας λογισμικού και συγκεκριμένα ο DoctorContextAgent.



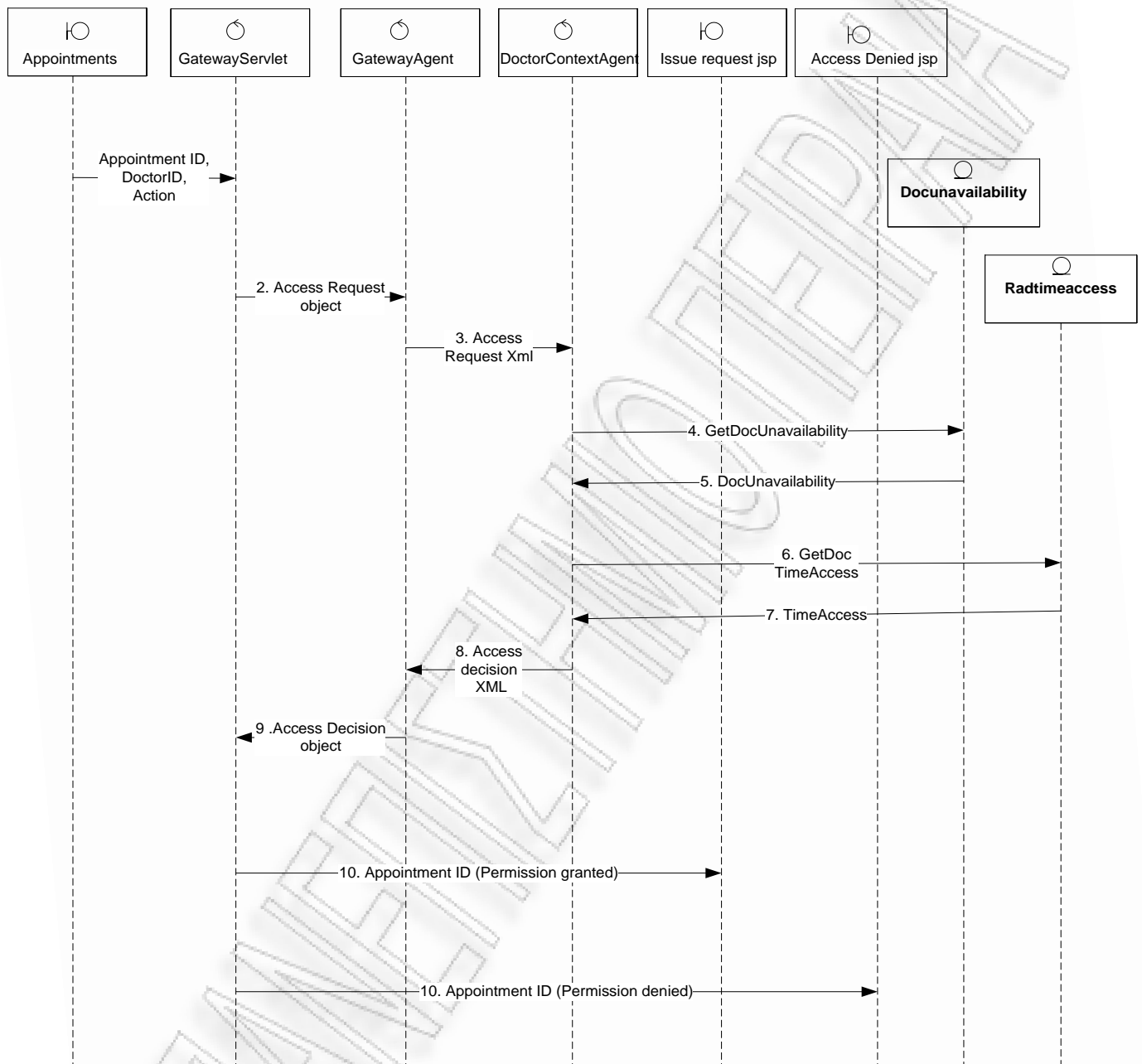
Εικόνα 35: Οθόνη προβολής ανατεθειμένων επισκέψεων

Ο πράκτορας DoctorContextAgent, λαμβάνει ως είσοδο, αυτόματα από το σύστημα, τον μοναδικό κωδικό ασθενούς για τον οποίο ο γιατρός θέλει να εκδώσει μια ακτινολογική εντολή, τον μοναδικό κωδικό ιατρού και την ενέργεια που θέλει να επιτελέσει. Στην συγκεκριμένη περίπτωση ο γιατρός θέλει να συγγράψει μια καινούρια ακτινολογική εντολή για έναν ασθενή. Στην εικόνα 36 παρουσιάζεται η επικοινωνία μεταξύ του DoctorContextAgent, των servlet που δομούν την εφαρμογή και των Entity Beans βάσει ενός διαγράμματος ακολουθίας.

Συγκεκριμένα, ο γιατρός επιλέγει την επίσκεψη ενός ασθενούς για την οποία θέλει να συγγράψει μια ακτινολογική εντολή. Η πληροφορία(κωδικός επίσκεψης, κωδικός ιατρού, επιθυμητή ενέργεια) μεταβιβάζεται στο Gateway servlet, το οποίο λαμβάνει την πληροφορία,

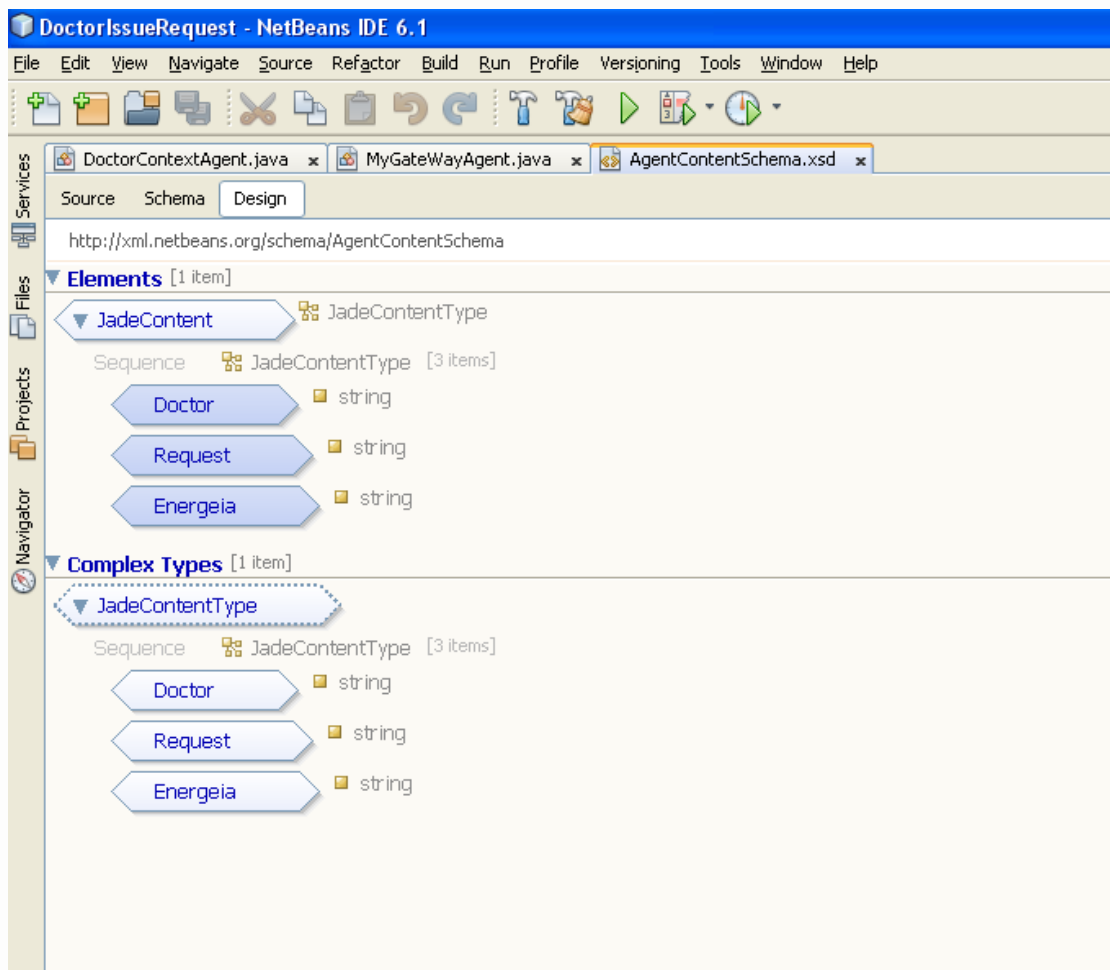


και μεταβιβάζει την πληροφορία αυτή στο GatewayAgent μέσω του αντικειμένου Access Request object.



Εικόνα 36: Επικοινωνία agent - servlet (sequence diagram)

Ο Gateway Agent είναι ένας βοηθητικός πράκτορας λογισμικού ο οποίος χρησιμοποιείται ως διαμεσολαβητής μεταξύ του servlet και του πράκτορα αναγνώρισης πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου(context information). Ο Gateway Agent , μεταφέρει την ληφθείσα πληροφορία αυτή μέσω ACL μηνύματος στον DoctorContextAgent , κωδικοποιημένη σε μορφή XML. Για την αναπαράσταση της αίτησης πρόσβασης μέσω XML μηνύματος χρησιμοποιείται το XML Schema που παρασυσδιάζεται στην εικόνα 37:



Εικόνα 37: XML Schema αίτησης προσπέλασης

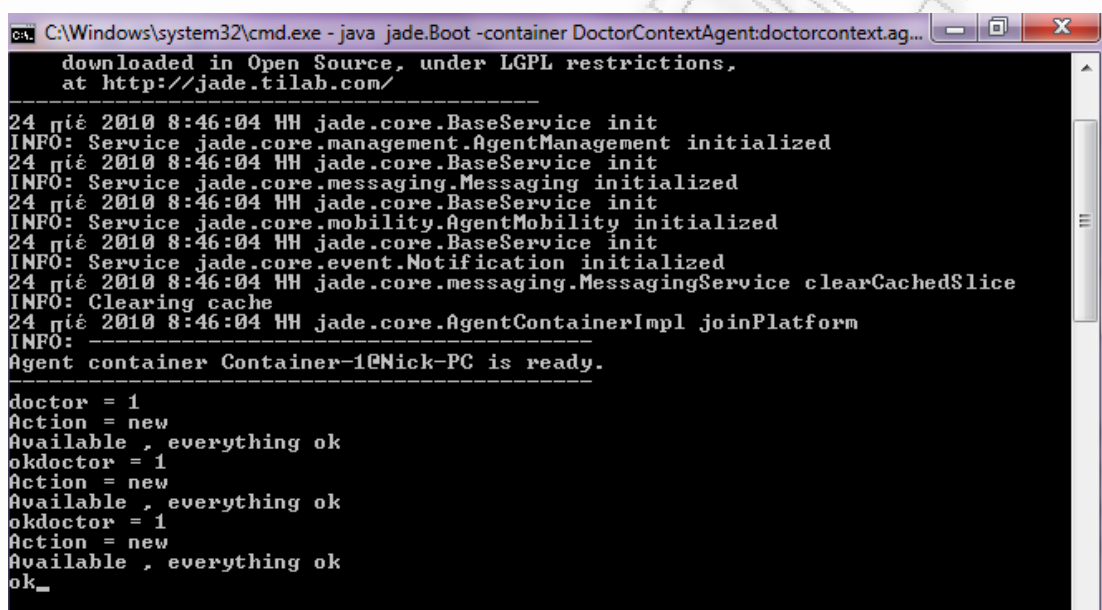
Ο DoctorContextAgent αποκωδικοποιεί την πληροφορία και λαμβάνει την απόφαση για έγκριση ή μη της αίτησης πρόσβασης βάσει των στοιχείων που έχουν αποθηκευθεί στην βάση δεδομένων securitydb(Παράρτημα Α). Συγκεκριμένα ο DoctorContextAgent , ελέγχει εάν :

1. Υπάρχει στο σύστημα καταγεγραμμένος γιατρός με το αναγνωριστικό που δέχεται ως είσοδο από το XML μήνυμα
2. Εάν υπάρχει ασθενής καταγεγραμμένος στο σύστημα με το συγκεκριμένο αναγνωριστικό
3. Εάν υπάρχει συσχέτιση , δηλαδή καταγεγραμμένο ραντεβού στο σύστημα για τον συγκεκριμένο συνδυασμό ασθενή-ιατρού
4. Εάν έχει δηλωθεί κάποια μη διαθεσιμότητα του ιατρού στην συγκεκριμένη χρονική στιγμή

Η απόφαση για την έγκριση ή μη της αίτησης πρόσβασης βασίζεται στα παραπάνω δεδομένα ,και κωδικοποιείται σε XML μορφή , για να την λάβει ο GatewayAgent , και ύστερα μεταβιβάζεται στον GatewayServlet με την μορφή αντικειμένου , έτσι ώστε να γίνει η

δρομολόγηση στην κατάλληλη σελίδα (Οθόνη έκδοσης ακτινολογικής εντολής ή οθόνη περιορισμού πρόσβασης).

Η δρομολόγηση στην κατάλληλη σελίδα γίνεται από τον GatewayServlet , ο οποίος διαβάζει το περιεχόμενο της απάντησης από τον DoctorContextAgent. Σε περίπτωση που η απάντηση του DoctorContextAgent είναι “ok” , η αίτηση πρόσβασης εγκρίνεται και ο γιατρός προωθείται στην οθόνη έκδοσης της ακτινολογικής εντολής (IssueRequest.jsp) , ενώ στην αντίθετη περίπτωση η απάντηση είναι “nok” , και ο γιατρός προωθείται στην οθόνη απαγόρευσης έκδοσης ακτινολογικής εντολής (AccessDenied.jsp) . Η επιβεβαίωση ή μη της αίτησης πρόσβασης γίνεται ορατή και στο παράθυρο εκτέλεσης του πράκτορα DoctorContextAgent , στο οποίο εμφανίζεται η σχετική πληροφορία.



```
C:\Windows\system32\cmd.exe - java jade.Boot -container DoctorContextAgent:doctorcontext.ag...
downloaded in Open Source, under LGPL restrictions,
at http://jade.tilab.com/

24 πτέ 2010 8:46:04 HH jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.management.AgentManagement initialized
24 πτέ 2010 8:46:04 HH jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.messaging.Messaging initialized
24 πτέ 2010 8:46:04 HH jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.mobility.AgentMobility initialized
24 πτέ 2010 8:46:04 HH jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.event.Notification initialized
24 πτέ 2010 8:46:04 HH jade.core.messaging.MessagingService clearCachedSlice
INFO: Clearing cache
24 πτέ 2010 8:46:04 HH jade.core.AgentContainerImpl joinPlatform
INFO: -----
Agent container Container-1@Nick-PC is ready.
-----
doctor = 1
Action = new
Available , everything ok
okdoctor = 1
Action = new
Available , everything ok
okdoctor = 1
Action = new
Available , everything ok
ok_
```

Εικόνα 38: Οθόνη εκτέλεσης DoctorContextAgent (new action)

#### 4.5.1.4 Συγγραφή ακτινολογικής εντολής

Η οθόνη συγγραφής της ακτινολογικής εντολής (Εικόνα 39) δίνει στον ιατρό την δυνατότητα έκδοσης ακτινολογικής εντολής , την συγγραφή σημειώσεων σχετικών με την επίσκεψη , και την καταγραφή συμπτωμάτων και ενδείξεων , στοιχεία τα οποία αποτελούν μέρος του ιατρικού φακέλου του ασθενούς. Οι διαφορετικές οθόνες συμπλήρωσης στοιχείων για τους ασθενείς, χωρίζονται σε καρτέλες, εκ των οποίων η καρτέλα για την καταγραφή συμπτωμάτων και ενδείξεων περιέχει δύο πεδία συμπλήρωσης. Ένα πεδίο χρησιμεύει για την συμπλήρωση του τύπου του συμπτώματος/ένδειξης το οποίο καταγράφεται και ένα για την καταγραφή της τιμής αυτού.

Ο τύπος των δυνατών συμπτωμάτων ,ενδείξεων και ακτινολογικών εντολών που μπορούν να καταγραφούν για έναν ασθενή, υπάρχουν κωδικοποιημένα στην βάση δεδομένων στους

πίνακες Sign ,Symptom και RadType . Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ανεξαρτησία μεταξύ των δεδομένων και του κώδικα της εφαρμογής.

Η πληροφορία που συμπληρώνει ο γιατρός για την ακτινολογική εντολή , τις ενδείξεις και τα συμπτώματα αποθηκεύεται στους πίνακες RadOrders , PatientSign και PatientSymptom της επιχειρηματικής βάσης δεδομένων αντίστοιχα. Επίσης κάθε μία από αυτές τις πληροφορίες , σχετίζεται με μία συγκεκριμένη επίσκεψη ασθενούς, όπως γίνεται κατανοητό και από το διάγραμμα οντοτήτων – συσχετίσεων (Entity Relationship diagram) που απεικονίζεται στο παράρτημα.

The screenshot shows a web browser window with the URL `http://localhost:8080/DoctorIssueRequest/getValues?patient=2&visitID=2`. The page title is "Appointments screen" and it includes a navigation menu with "Home", "Patients Info", "Reports Received (4)", "Unsent Exams", and "Appointments".

The main content area is titled "Issue Rad Request" and contains a form with the following fields:

- Rad Order :
- Radiological Request Type :
- Priority :
- Patient ID :

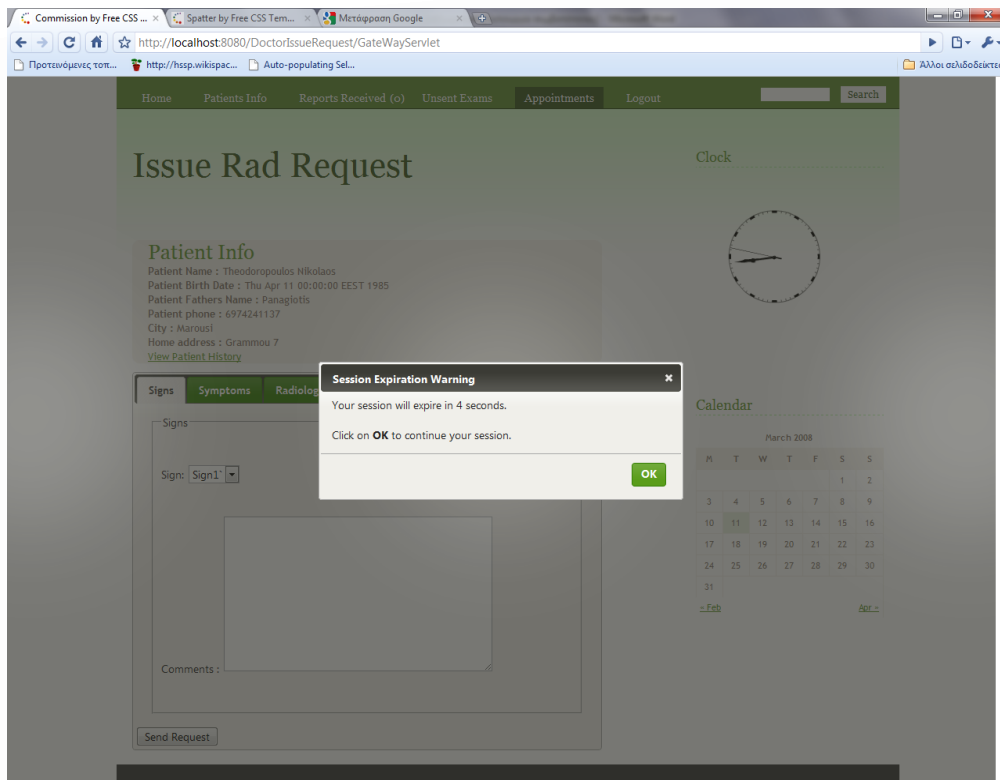
There is a "Send Request" button at the bottom of the form. To the right of the form, there is a "Clock" section with a clock icon and a "Calendar" section showing a calendar for March 2008.

M	T	W	T	F	S	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
					31	

Copyright (c) 2008 Sitename.com. All rights reserved. Design by Free CSS Templates.

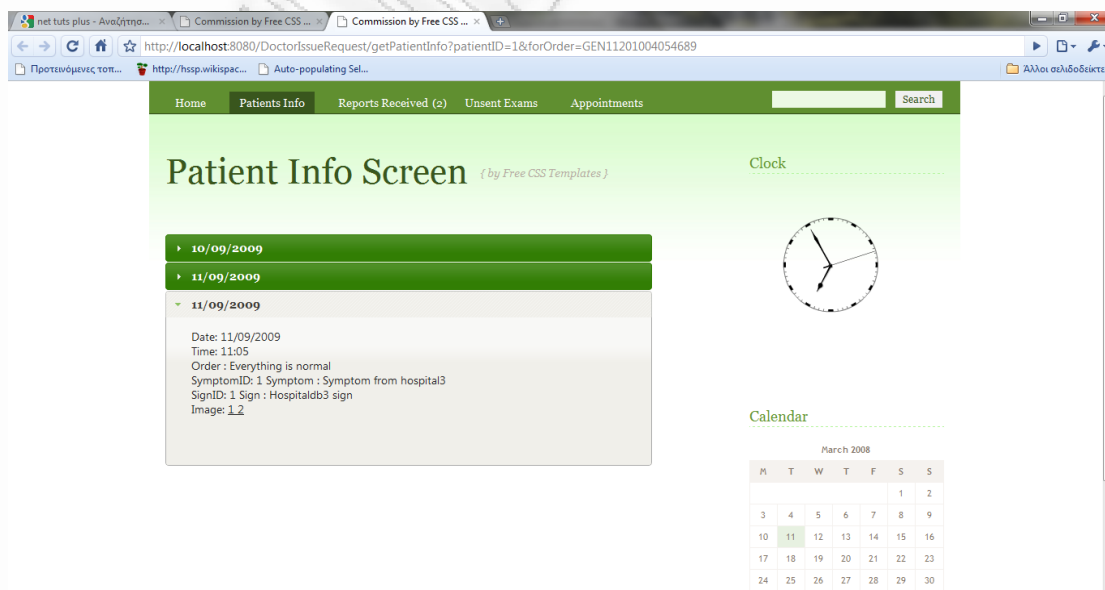
Εικόνα 39: Οθόνη συγγραφής ακτινολογικής εντολής

Κατά την συγγραφή της ακτινολογικής εντολής , και εφόσον παρέλθει το διάστημα των εικοσιπέντε δευτερολέπτων χωρίς να έχει ολοκληρωθεί η ενέργεια της συγγραφής της ακτινολογικής εντολής , το σύστημα εμφανίζει στο συνδεδεμένο γιατρό ένα πλαίσιο διαλόγου το οποίο τον ενημερώνει ότι η παρούσα σύνοδος(session) , θα διακοπεί στην περίπτωση κατά την οποία παραμείνει αδρανής. Στην περίπτωση κατά την οποία η τρέχουσα σύνοδος δεν ανανεωθεί από τον χρήστη , ο χρήστης μεταφέρεται στην οθόνη ανατεθειμένων επισκέψεων (Εικόνα 35) , ενώ στην αντίθετη περίπτωση ο χρήστης παραμένει στην οθόνη συγγραφής της ακτινολογικής εντολής.



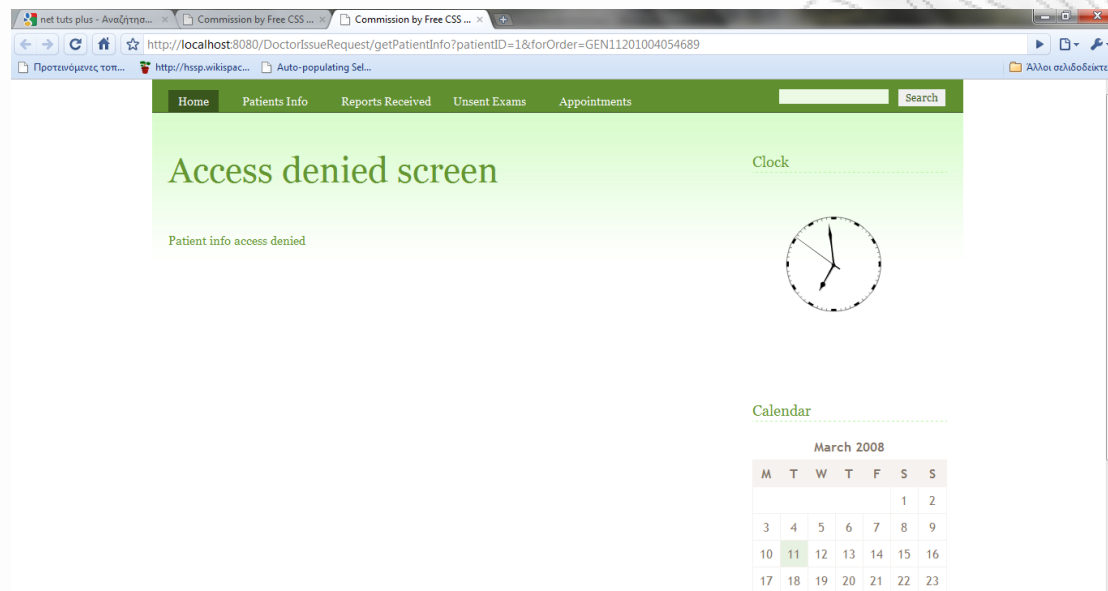
Εικόνα 40: Οθόνη επιβεβαίωσης διακοπής συνόδου

Κατά την διάρκεια της συγγραφής της ακτινολογικής εντολής είναι δυνατή η προσπέλαση του ιατρικού φακέλου του ασθενούς(Εικόνα 39), τα στοιχεία του οποίου απεικονίζεται στην οθόνη, κατά αύξουσα χρονολογική σειρά. Ο γιατρός όπως καθορίζεται και από τις απαιτήσεις ασφαλείας του συστήματος, μπορεί να προσπελάσει τον ιατρικό φάκελο μόνο των ασθενών τους οποίους έχει εξετάσει, και για τους οποίους εκκρεμεί η συγγραφή μιας ακτινολογικής εντολής.



Εικόνα 41: Οθόνη προβολής ιστορικού ασθενούς

Μετά την αποστολή της ακτινολογικής εντολής ,αφαιρείται το δικαίωμα προσπέλασης του ιστορικού του ασθενούς στον ιατρό – εκδότη της ακτινολογικής εντολής. Στην περίπτωση αυτή ο γιατρός μεταφέρεται στην οθόνη απαγόρευσης προσπέλασης ιατρικού ιστορικού. (Εικόνα 42). Οι μηχανισμοί προσπέλασης και οι επιχειρησιακές διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την συγκρότηση του ιατρικού φακέλου περιγράφονται αναλυτικά στην παράγραφο 4.6.6

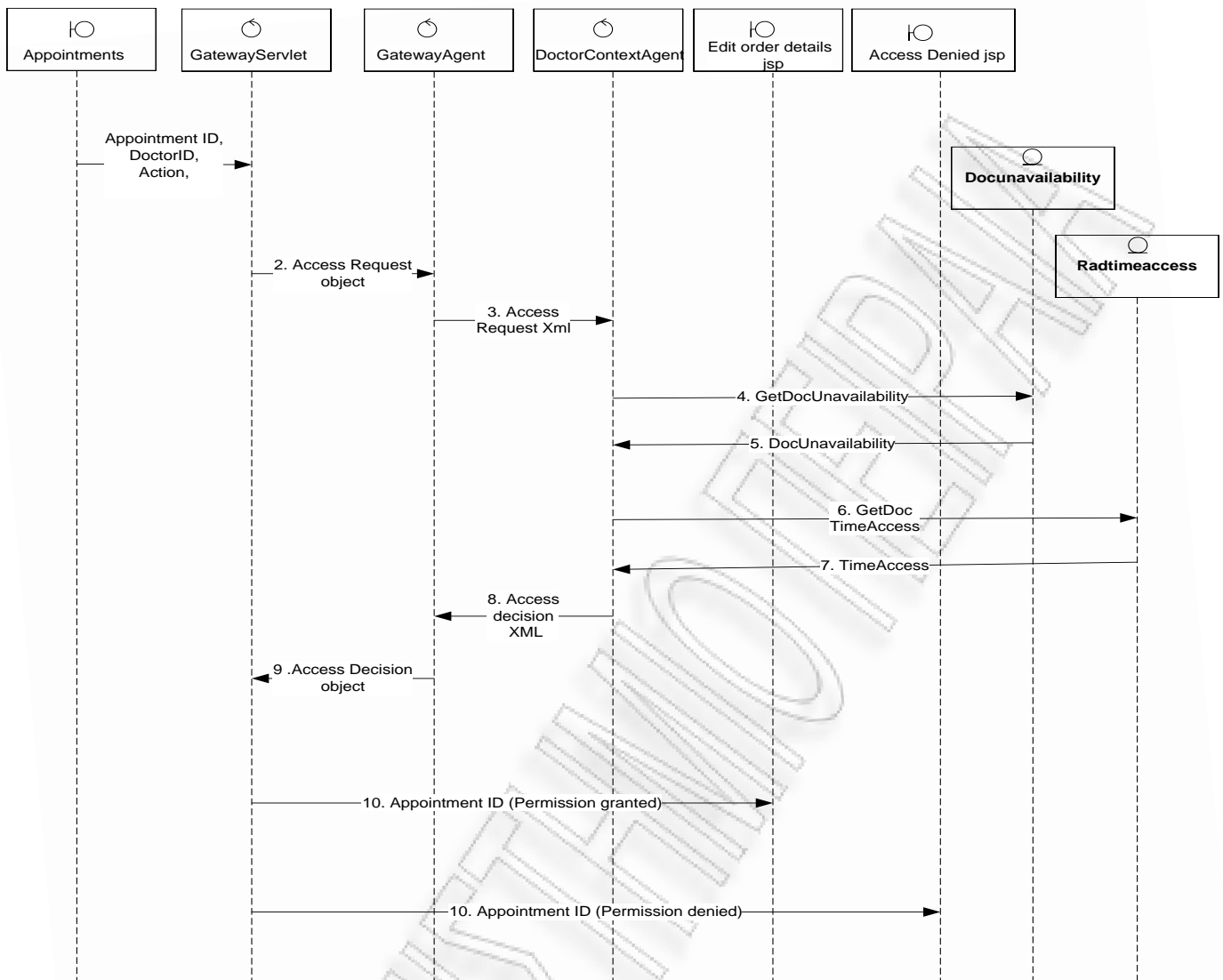


Εικόνα 42: Οθόνη απαγόρευσης προσπέλασης ιστορικού ασθενούς

#### 4.5.1.5 Διόρθωση στοιχείων ακτινολογικής εντολής

Ύστερα από την συγγραφή της ακτινολογικής εντολής , είναι δυνατή η διόρθωση της. Η οθόνη διόρθωσης της ακτινολογικής εντολής επιτρέπει την αλλαγή των στοιχείων σχετικά με την κρισιμότητα της ακτινολογικής εντολής και τον τύπο της ακτινολογικής εξέτασης. Η διόρθωση της ακτινολογικής εντολής επίκειται στους περιορισμούς που θέτει ο πράκτορας DoctorContextAgent. Συγκεκριμένα ελέγχονται εκ νέου οι ακόλουθες συνθήκες :

1. Εάν υπάρχει στο σύστημα καταγεγραμμένος γιατρός με το αναγνωριστικό που δέχεται ως είσοδο από το XML μήνυμα.
2. Εάν υπάρχει ασθενής καταγεγραμμένος στο σύστημα με το συγκεκριμένο αναγνωριστικό.
3. Εάν υπάρχει συσχέτιση , δηλαδή καταγεγραμμένο ραντεβού στο σύστημα για τον συγκεκριμένο συνδυασμό ασθενή ιατρού.



Εικόνα 43: Agent - servlet (sequence diagram 2)

Η αλληλουχία των ανταλλασσόμενων μηνυμάτων μεταξύ των servlets που συνθέτουν την επιχειρησιακή λογική του συστήματος, και των πρακτόρων λογισμικού που διακριβώνουν το τρέχον πλαίσιο συνάφειας και περιεχομένου (information context), εμφανίζεται στην εικόνα 43 ως διάγραμμα ακολουθίας. Και σε αυτή την περίπτωση το παράθυρο εκτέλεσης του DoctorContextAgent, απεικονίζει τις ενέργειες που έχει εκτελέσει ο χρήστης και τις αποφάσεις που αυτός λαμβάνει σχετικά με τις αιτήσεις εξουσιοδότησης.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe - java jade.Boot -container DoctorContextAgent:doctorcontext.ag...
downloaded in Open Source, under LGPL restrictions,
at http://jade.tilab.com/
-----
24 πρβ 2010 8:46:04 HH jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.management.AgentManagement initialized
24 πρβ 2010 8:46:04 HH jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.messaging.Messaging initialized
24 πρβ 2010 8:46:04 HH jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.mobility.AgentMobility initialized
24 πρβ 2010 8:46:04 HH jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.event.Notification initialized
24 πρβ 2010 8:46:04 HH jade.core.messaging.MessagingService clearCachedSlice
INFO: Clearing cache
24 πρβ 2010 8:46:04 HH jade.core.AgentContainerImpl joinPlatform
INFO:
Agent container Container-1@Nick-PC is ready.
-----
doctor = 1
Action = new
Available , everything ok
okdoctor = 1
Action = new
Available , everything ok
okdoctor = 1
Action = new
Available , everything ok
okdoctor = 1
Action = new
Available , everything ok
okdoctor = 1
Action = edit
Available , everything ok
ok

```

Εικόνα 44: Οθόνη εκτέλεσης DoctorContextAgent (edit action)

#### 4.5.1.6 Αποστολή ακτινολογικής εντολής

Ο γιατρός μετά από την αποθήκευση της ακτινολογικής εντολής έχει την δυνατότητα αποστολής στην γραμματεία για τον προγραμματισμό και ανάθεση της στον αρμόδιο ακτινολόγο. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω της οθόνης προβολής εκκρεμών ακτινολογικών εντολών. Το σύστημα παρουσιάζει στον γιατρό μια λίστα με τις ακτινολογικές εντολές οι οποίες έχουν αποθηκευθεί αλλά δεν έχουν ακόμη σταλθεί , και του δίνει την δυνατότητα αποστολής μίας από αυτές.

Η οθόνη αυτή έχει την μορφή που απεικονίζεται στην εικόνα 45. Η επιτυχής αποστολή της ακτινολογικής εντολής , έχει ως αποτέλεσμα την προβολή ενός μηνύματος που ενημερώνει τον ιατρό για την επιτυχή λήψη της ακτινολογικής εντολής με το συγκεκριμένο μοναδικό αναγνωριστικό

Home Patients Info Reports Received (1) Unsent Exams Appointments Search

Pending orders screen { by Free CSS Templates } Clock

Radiological requests not sent

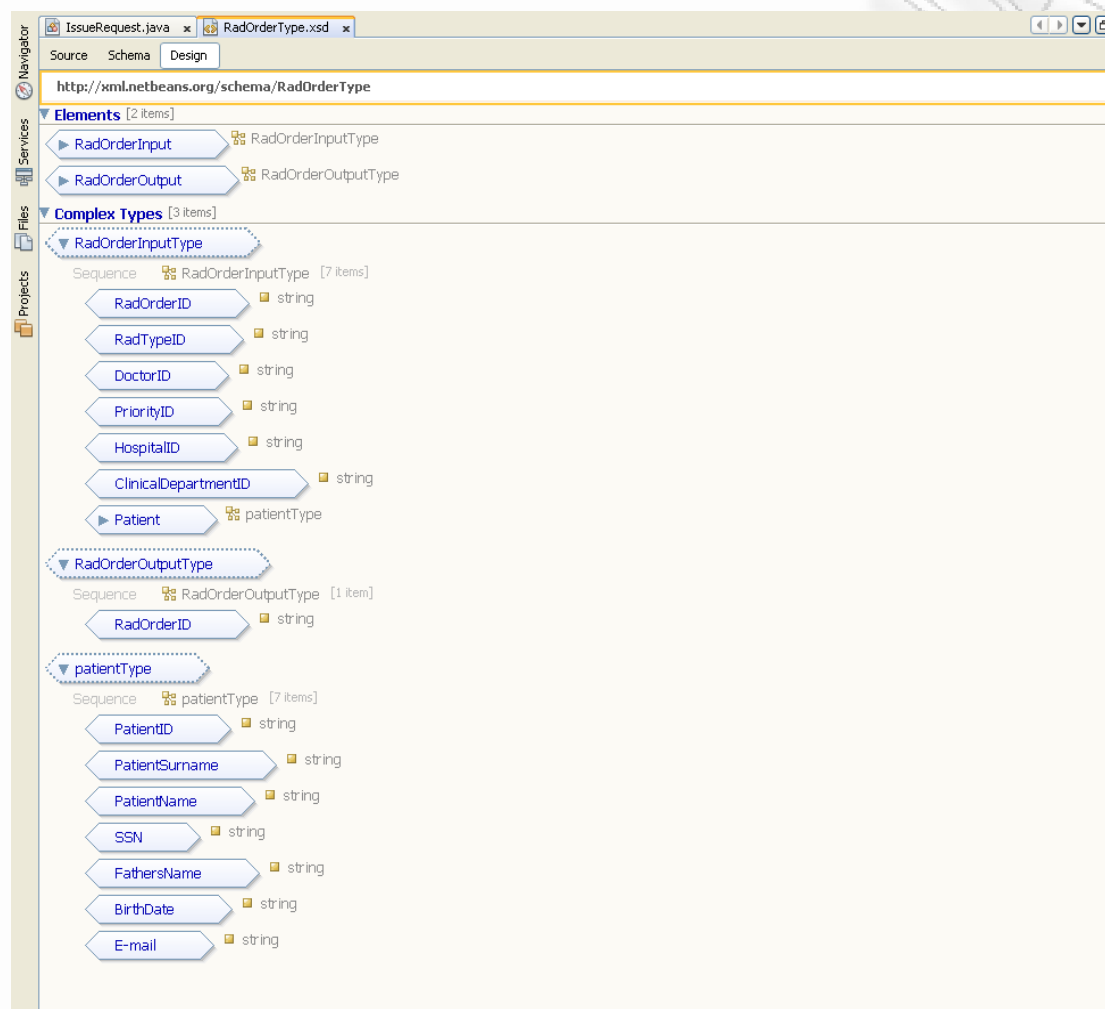
Send Request	Rad Order ID	Priority	Patient id	Patient name	Radiological Exam	Date & Time registered
<input type="checkbox"/>	GEN11201002244658	Critical	2	George Souvits	RADIOLOGY ULTRASOUND	Wed Feb 24 22:01:33 EET 2010

Υποβολή

Εικόνα 45: Οθόνη προβολής εκκρεμών ακτινολογικών εντολών



Η αποστολή της ακτινολογικής εντολής έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία ενός νέου στιγμιότυπου της διαδικασίας έκδοσης και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών . Η μορφή του μηνύματος XML το οποίο χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση της ακτινολογικής εντολής , υπαγορεύεται από το XML Schema το οποίο απεικονίζεται στην εικόνα 46



Εικόνα 46: XML Schema 2

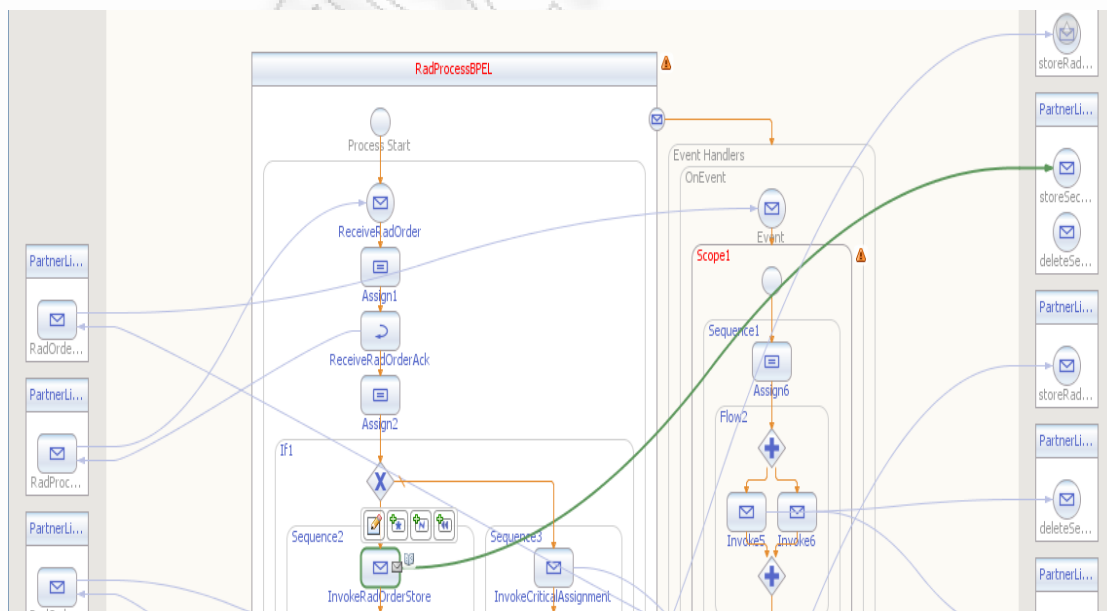
Συγκεκριμένα συμπληρώνονται τα στοιχεία που απεικονίζονται στον πίνακα 4 :

Πίνακας 4: Πίνακας περιγραφής πεδίων XML μηνύματος αποστολής ακτινολογικής εντολής

Όνομα στοιχείου	Επεξήγηση
<b>RadOrderID</b>	Αριθμός ακτινολογικής εξέτασης
<b>RadTypeID</b>	Τύπος Ακτινολογικής εξέτασης
<b>DoctorID</b>	Μοναδικός κωδικός ιατρού

<b>PriorityID</b>	Κωδικός προτεραιότητας
<b>HospitalID</b>	Κωδικός Νοσοκομείου
<b>ClinicalDepartmentID</b>	Κωδικός Κλινικού Τμήματος Νοσοκομείου
<b>PatientID</b>	Κωδικός ασθενούς
<b>PatientSurname</b>	Επίθετο ασθενούς
<b>PatientName</b>	Όνομα ασθενούς
<b>SSN</b>	Κωδικός φορολογικού μητρώου
<b>FathersName</b>	Όνομα πατρός
<b>BirthDate</b>	Όνομα μητρός
<b>E-mail</b>	E-mail ασθενούς

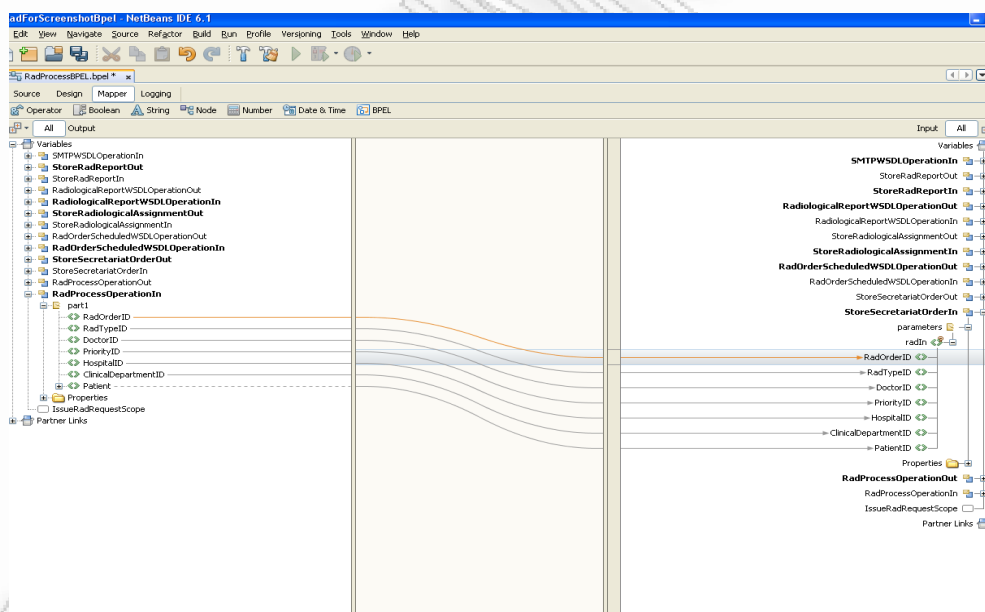
Όταν ο γιατρός εκδώσει την ακτινολογική εντολή, γίνεται η κλήση της υπηρεσίας ιστού με τα δεδομένα που φαίνονται στον παραπάνω πίνακα. Η κλήση αυτής της υπηρεσίας έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία και εκκίνηση ενός στιγμιότυπου της επιχειρησιακής διαδικασίας αποστολής και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών. Το επιμέρους τμήμα της επιχειρησιακής διαδικασίας το οποίο περιλαμβάνει τις ανταλλαγές μηνυμάτων απεικονίζεται στην εικόνα 47:



Εικόνα 47: IssueRadRequest Scope

Αρχικά μέσω της γραφικής διεπαφής αποστέλλονται τα στοιχεία για την ακτινολογική εξέταση, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία και εκκίνηση ενός νέου στιγμιότυπου της επιχειρησιακής διαδικασίας αποστολής και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών. Η δραστηριότητα η οποία είναι υπεύθυνη για την λήψη των στοιχείων είναι η ReceiveRadOrder. Η δραστηριότητα Assign1 είναι υπεύθυνη για την απόδοση τιμής στην μεταβλητή RadOrderID, η οποία αποτελεί το αποτέλεσμα που επιστρέφεται στην δικτυακή διεπαφή του χρήστη. Η επιτυχής λήψη του αριθμού ακτινολογικής εξέτασης, συνεπάγεται ότι η ακτινολογική εξέταση έχει ληφθεί επιτυχώς. Η δραστηριότητα η οποία είναι υπεύθυνη για την αποστολή της απάντησης είναι η ReceiveRadOrderAck.

Η ακολουθία των δραστηριοτήτων που εκτελούνται, συνεχίζεται με τον ορισμό τιμών για την κλήση της υπηρεσίας η οποία είναι υπεύθυνη για την αποθήκευση της ακτινολογικής εξέτασης στη βάση δεδομένων της γραμματείας. Συγκεκριμένα η δραστηριότητα η οποία είναι υπεύθυνη για την ανάθεση των τιμών είναι η Assign2 (Εικόνα 48) ενώ η δραστηριότητα η οποία είναι υπεύθυνη για την κλήση της απομακρυσμένης υπηρεσίας παγκόσμιου ιστού είναι η InvokeStoreRadiologicalAssignment. Η πληροφορία που αποθηκεύεται είναι όμοια με αυτή που έχει ληφθεί από την δραστηριότητα ReceiveRadOrder.

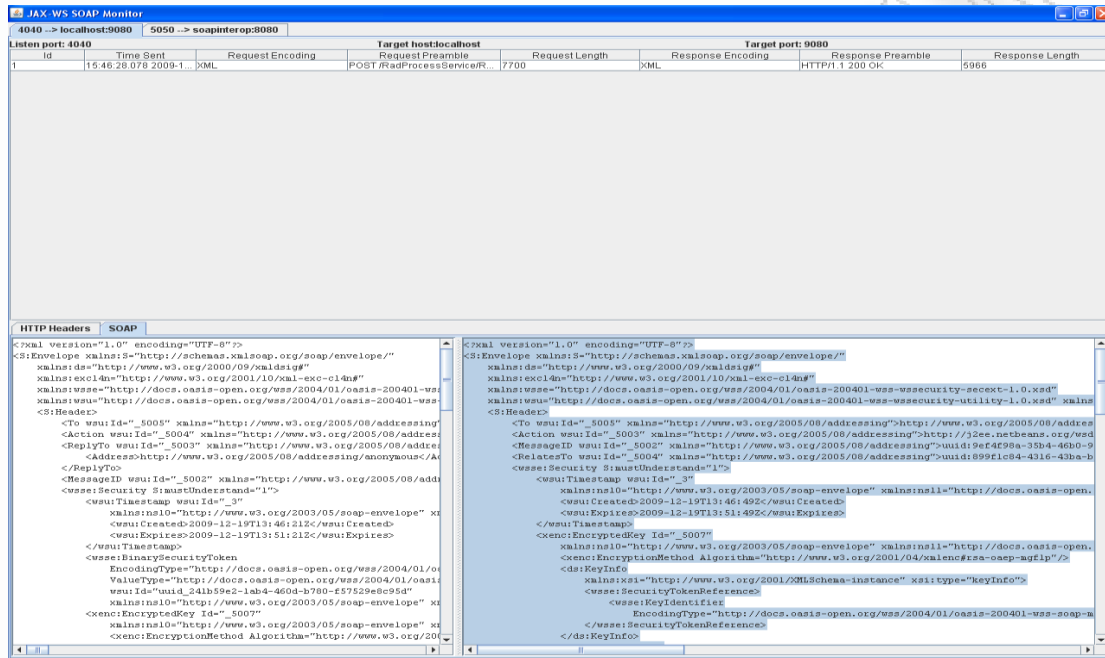


Εικόνα 48: Περιγραφή δραστηριότητας Assign1

Έπειτα από αυτή την δραστηριότητα η επιχειρησιακή διαδικασία αναμένει έως ότου να λάβει την προγραμματισμένη ακτινολογική εξέταση από την γραμματεία.

Τα XML μηνύματα που αποστέλλονται μέσω της διεπαφής που χρησιμοποιεί ο γιατρός, στην επιχειρησιακή διαδικασία αποστολής και εκτέλεσης ακτινολογικών είναι κωδικοποιημένα έτσι ώστε να πληρούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις ασφαλείας του συστήματος. Ως μηχανισμός ασφαλείας έχει ορισθεί το πρότυπο της αμοιβαίας αυθεντικοποίησης με

πιστοποιητικά ασφαλείας, και για το λόγο αυτό τα μηνύματα που ανταλλάσσονται είναι κωδικοποιημένα. Τα περιεχόμενα ενός κωδικοποιημένου μηνύματος που αναπαριστά μια ακτινολογική εντολή , φαίνονται στην εικόνα 49.



Εικόνα 49: Κωδικοποιημένο XML μήνυμα αποστολής ακτινολογικής εντολής

#### 4.5.1.7 Ακύρωση ακτινολογικής εντολής

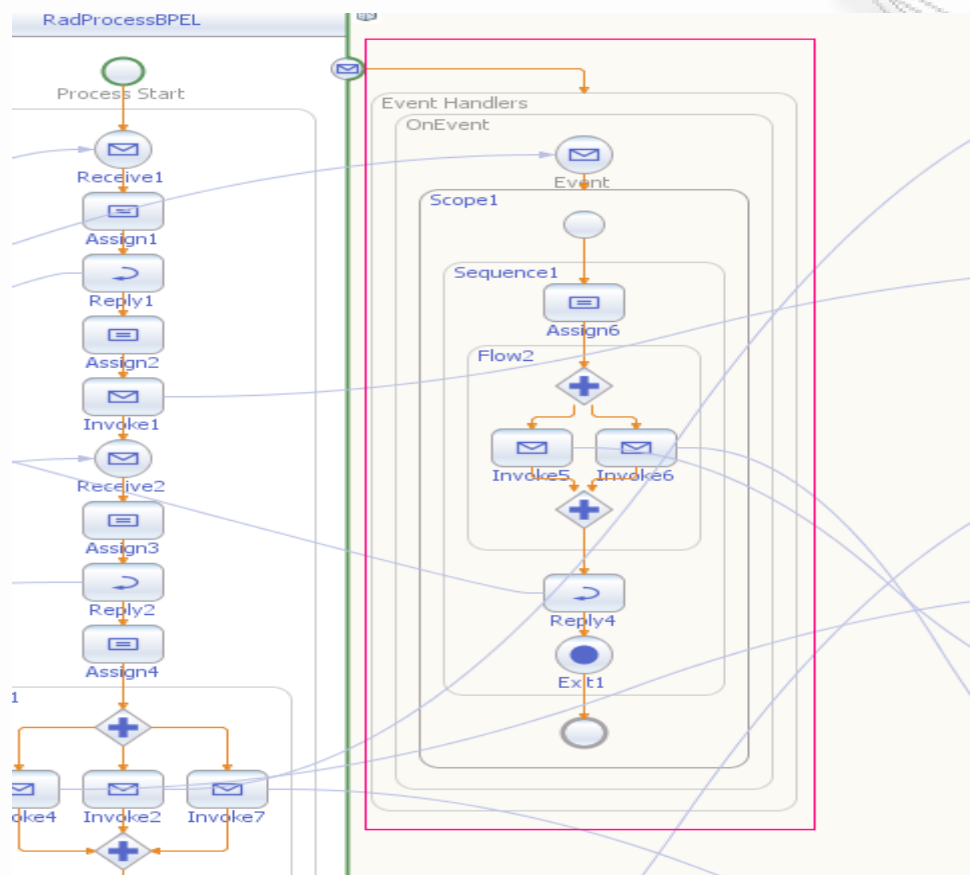
Ο γιατρός έχει την δυνατότητα ακύρωσης της ακτινολογικής εντολής εφόσον δεν έχει παρέλθει συγκεκριμένο χρονικό διάστημα από την αποστολή της . Επιπλέον ο γιατρός μπορεί να ακυρώσει τις ακτινολογικές εντολές που έχει εκδώσει σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή πρωτύτερη της λήψης των αποτελεσμάτων , την στιγμή δηλαδή που τερματίζεται το στιγμιότυπο της επιχειρησιακής διαδικασίας λήψης και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών. Για να καταστεί αυτό δυνατό χρησιμοποιείται ο μηχανισμός χειρισμού γεγονότων της γλώσσας WS-BPEL, ο οποίος αναλύθηκε στην παράγραφο 2.

### Pending radiological requests

Rad Order ID	Priority	Patient id	Patient name	Radiological Exam	Date & Time registered	Cancel request
GEN11201002243086	Critical	1	Nikolaos	RADIOGRAPH	Wed Feb 24 21:04:14 EET 2010	

Εικόνα 50: Ακύρωση ακτινολογικής εντολής

Ο μηχανισμός χειρισμού γεγονότων απεικονίζεται στην εικόνα 51 στο κόκκινο πλαίσιο , ως μέρος του διαγράμματος της συνολικής επιχειρησιακής διαδικασίας αποστολής και λήψης ακτινολογικών εντολών



Εικόνα 51: Χειριστής γεγονότων BPEL

Ο χειριστής γεγονότων ενεργοποιείται κατά την λήψη XML μηνύματος ακύρωσης ακτινολογικής εντολής , το οποίο έχει την δομή που φαίνεται στον πίνακα 5, και συνεπάγεται την εκτέλεση ορισμένων δραστηριοτήτων.

Πίνακας 5: Πίνακας περιγραφής πεδίων XML μηνύματος ακύρωσης ακτινολογικής εντολής

Όνομα στοιχείου	Επεξήγηση
<b>RadOrderID</b>	Αριθμός ακτινολογικής εξέτασης
<b>DoctorID</b>	Μοναδικός κωδικός ιατρού

Η πρώτη δραστηριότητα που εμπεριέχεται στο χειριστή γεγονότων είναι η δραστηριότητα Assign6 , η οποία αρχικοποιεί τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν για την κλήση των

απομακρυσμένων υπηρεσιών , και για την απόδοση της αρχικής τους τιμής. Στην συνέχεια εκτελείται η σύνθετη δραστηριότητα Flow2, η οποία συνεπάγεται την παράλληλη κλήση δύο απομακρυσμένων υπηρεσιών , μέσω των δραστηριοτήτων Invoke5 και Invoke7 αντίστοιχα.

Η δραστηριότητα Invoke5 καλεί την υπηρεσία SecretariatWS, και συγκεκριμένα την λειτουργία deleteSecretariatOrder, η οποία δέχεται ως είσοδο την ακτινολογική εντολή μιας εξέτασης και την διαγράφει από την επιχειρηματική βάση δεδομένων της γραμματείας. Η δραστηριότητα Invoke6 , καλεί την υπηρεσία RadiologicalAssignmentWS, και συγκεκριμένα την λειτουργία DeleteRadiologicalAssignment, η οποία δέχεται ως είσοδο το αναγνωριστικό της ακτινολογικής εξέτασης και έχει ως αποτέλεσμα την διαγραφή της εξέτασης από την επιχειρηματική βάση του ακτινολογικού τμήματος.

Υστερα από την επιτυχή εκτέλεση των δραστηριοτήτων αυτών , εκτελείται η δραστηριότητα Reply , η οποία ενημερώνει τον χρήστη ο οποίος είχε στείλει την αίτηση ακύρωσης ότι η ακτινολογική εξέταση έχει ακυρωθεί επιτυχώς. Επειδή ο τερματισμός εκτέλεσης του χειριστή γεγονότων συνεπάγεται και τον τερματισμό της επιχειρησιακής διαδικασίας (το στιγμιότυπο της επιχειρησιακής διαδικασίας με αναγνωριστικό ίδιο με αυτό της ακτινολογικής εξέτασης δεν θα πρέπει να παραμείνει ενεργό) , ακολουθεί η εκτέλεση της δραστηριότητας Exit η οποία τερματίζει την τρέχουσα επιχειρησιακή διαδικασία.

#### 4.5.1.8 Οθόνη επισκόπησης ακτινολογικών αναφορών

Ο γιατρός έχει την δυνατότητα επισκόπησης των ακτινολογικών αναφορών , μόνο για τις ακτινολογικές εντολές που έχει εκδώσει ο ίδιος. Μέσω της οθόνης επισκόπησης ακτινολογικών αναφορών, ο γιατρός έχει την δυνατότητα επισκόπησης τόσο του κειμένου της ακτινολογικής αναφοράς , όσο και των ακτινολογικών εικόνων. Η οθόνη επισκόπησης ακτινολογικών εικόνων απεικονίζεται στην εικόνα 52.

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://localhost:8080/DoctorIssueRequest/getReports>. The page has a green header with navigation tabs: Home, Patients Info, Reports Received (selected), Unsented Exams, and Appointments. Below the header, the main content area is titled 'Received reports screen' and includes a 'Clock' widget, a 'Pending reports' table, and a 'Calendar' widget for March 2008.

Rad Order ID	Patient Id	Patient name	Radiological Exam	Date & Time registered	Radiological Report	Image
GEN11201004056351	1	Nikolaos Theodoropoulos	RADIOLOGY ULTRASOUND	Mon Apr 05 17:04:17 EEST 2010	Pneumonia	2.
GEN11201004059490	1	Nikolaos Theodoropoulos	RADIOLOGY ULTRASOUND	Mon Apr 05 17:04:51 EEST 2010	No problem	3.

Εικόνα 52: Οθόνη επισκόπησης ακτινολογικών αναφορών

## 4.5.2 Ιστότοπος γραμματείας ακτινολογικού τμήματος περιφερειακού γενικού νοσοκομείου

### 4.5.2.1 Προγραμματισμός ακτινολογικής εντολής

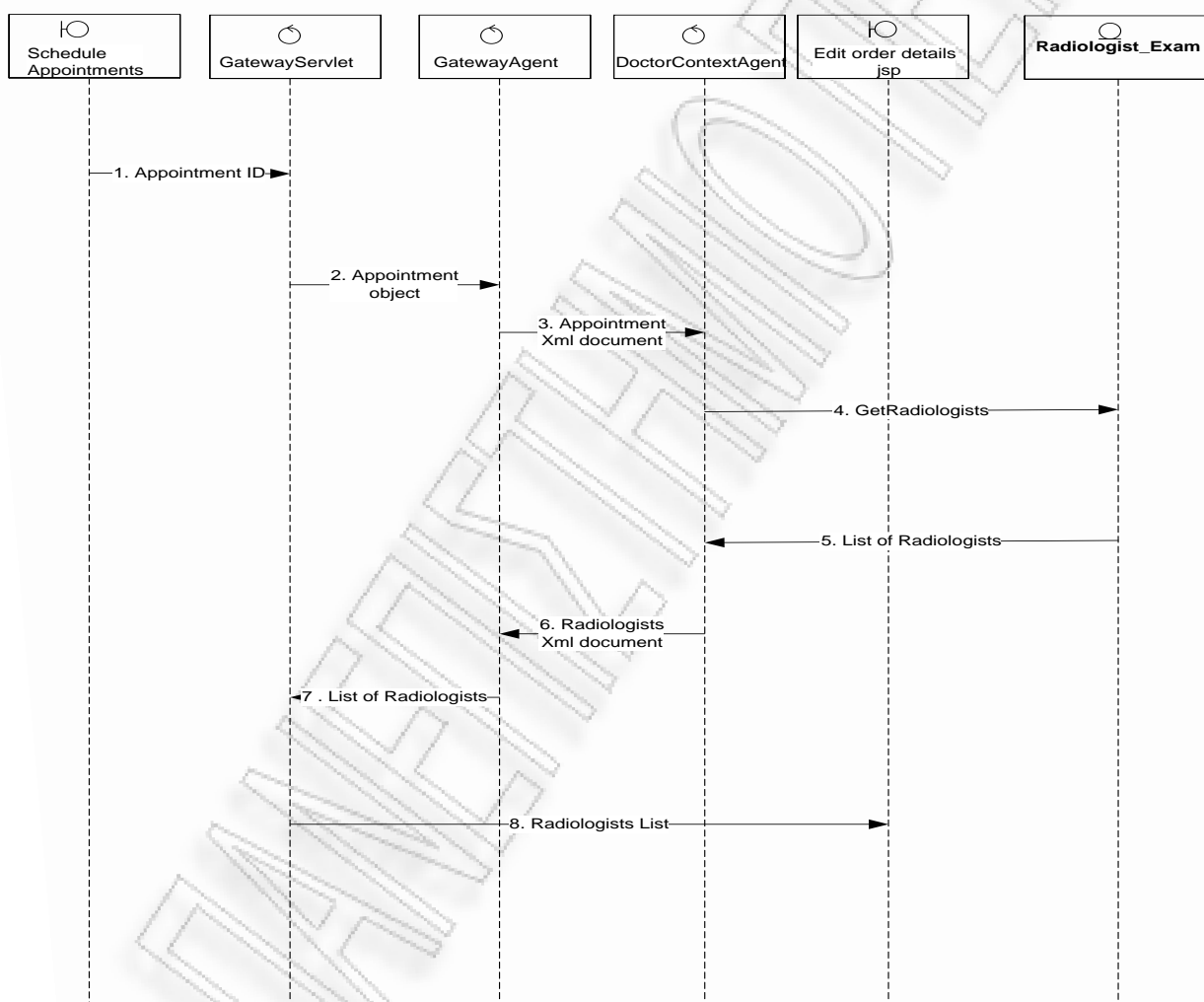
Η αποστολή της ακτινολογικής εξέτασης έχει ως αποτέλεσμα την έναρξη της δραστηριότητας για προγραμματισμό της ακτινολογικής εντολής εφόσον η προτεραιότητα για την ακτινολογική εξέταση δεν είναι επείγουσα. Η γραμματέας είναι υπεύθυνη για την ανάθεση της ακτινολογικής εντολής στον αρμόδιο ακτινολόγο. Η λίστα με τις εκκρεμείς ακτινολογικές εξετάσεις παρουσιάζεται στο αριστερό μέρος της οθόνης ενώ οι ήδη προγραμματισμένες εξετάσεις, παρουσιάζονται στο ημερολόγιο. Ο γραμματέας έχει την δυνατότητα πλοήγησης στους διαφορετικούς μήνες του ημερολογίου για να διαπιστώσει εάν υπάρχουν κενά διαστήματα για τον προγραμματισμό της εξέτασης. Επιπλέον μέσω της διεπαφής δίνεται η δυνατότητα φιλτραρίσματος των ανατεθειμένων ακτινολογικών εντολών βάσει του ανατεθειμένου ακτινολόγου, του τύπου της ακτινολογικής εξέτασης και της προτεραιότητας της ακτινολογικής εξέτασης. Οι προγραμματισμένες εξετάσεις, απεικονίζονται στο ημερολόγιο χωρίς να γίνει ανανέωση της σελίδας χάρη στην χρησιμοποίηση της τεχνολογίας Ajax, η οποία επιτυγχάνει την ασύγχρονη αποστολή και λήψη δεδομένων.

The screenshot displays a web application interface for scheduling radiological orders. The main heading is "Radiological Orders Schedule". Below the heading, there is a navigation bar with "Unscheduled Orders" and "Sort Calendar" sections. The "Unscheduled Orders" section lists details for a specific order: RadType: Radiograph, Priority: Routine, and Doctor: Kremastinos Dimitrios. The "Sort Calendar" section includes three dropdown filters: "Filter by RadType" (set to All), "Filter by Radiologist" (set to All), and "Filter by Priority" (set to All). The calendar itself shows a grid for April 2010, with two orders highlighted: one on April 31 (Wednesday) and another on April 5 (Monday). Each order entry includes the RadOrderID, the patient's name (GEN11201004018797 and GEN11201004014095), the scheduled time, and the number of patients.

Εικόνα 53: Οθόνη χρονοπρογραμματισμού ακτινολογικών εντολών

Η επιλογή μιας εξέτασης προς προγραμματισμό έχει ως αποτέλεσμα την μετάβαση στην οθόνη προγραμματισμού ακτινολογικών εξετάσεων. Στην οθόνη αυτή απεικονίζονται οι

λεπτομέρειες της εξέτασης και υπάρχει δυνατότητα ορισμού ημερομηνίας και ώρας εξέτασης. Επίσης ο υπάλληλος της γραμματείας έχει την δυνατότητα επιλογής ακτινολόγου για την εκτέλεση της εξέτασης, βάσει μιας λίστας που επιστρέφεται από τον πράκτορα λογισμικού SecretariatContextAgent. Ο πράκτορας διαπιστώνει , ποιοι ακτινολόγοι κατέχουν την ειδικότητα εκείνη , έτσι ώστε να εκτελέσουν την συγκεκριμένη εξέταση , αλλά και ποιοι είναι διαθέσιμοι (Διαθέσιμοι ακτινολόγοι είναι εκείνοι οι οποίοι δεν έχουν δηλώσει στο σύστημα κάποια άδεια , και συγχρόνως δεν έχουν αναλάβει την εκτέλεση μιας ακτινολογικής εντολής την ίδια χρονική στιγμή) .Επειτα ταξινομεί την λίστα αυτή κατά αύξουσα σειρά βάσει των συνολικών αναθέσεων ενός ακτινολόγου



Εικόνα 54: Jade - Servlet επικοινωνία

Η εύρεση των κατάλληλων ακτινολόγων από τον πράκτορα γίνεται με τον ακόλουθο τρόπο:



1. Μέσω της Jsp σελίδας στην οποία απεικονίζονται οι μη προγραμματισμένες ακτινολογικές εξετάσεις , στέλνεται η πληροφορία για την ακτινολογική εξέταση που πρέπει να προγραμματισθεί στο Gateway Servlet
2. Η πληροφορία αυτή μεταβιβάζεται στο πράκτορα GatewayAgent ώστε να σταλθεί το μήνυμα στον τελικό παραλήπτη δηλαδή τον SecretariatContextAgent
3. Ο SecretariatContextAgent , επιστρέφει την λίστα με τους ακτινολόγους οι οποίοι μπορούν να εκτελέσουν την συγκεκριμένη ακτινολογική εξέταση
4. Η λίστα των ακτινολόγων επιστρέφεται με την μορφή XML εγγράφου στον GatewayAgent
5. Ο GatewayAgent επιστρέφει την λίστα των ακτινολόγων ως μια λίστα αντικειμένων τύπου Radiologists στο GatewayServlet
6. Ο GatewayServlet , προωθεί την λίστα των διαθέσιμων ακτινολόγων στην σελίδα προγραμματισμού των ραντεβού
7. Η σελίδα προγραμματισμού των ραντεβού λαμβάνει την λίστα των διαθέσιμων ακτινολόγων και μορφοποιεί την πληροφορία αυτή σε μορφή λίστας.

Η αλληλουχία των ανταλλασσόμενων μηνυμάτων απεικονίζεται στο διάγραμμα ακολουθίας εικόνας 54.

**Radiological Orders Schedule**  
By Free CSS Templates

**Unscheduled Orders**

Order ID : GEN112010040565  
 Rad Type : RADIOGRAPH  
 Patient : 2  
 Doctor : Kremastinos Dimitrios  
 Priority : Routine  
 Date : 04/01/2010  
 Time : 10:30  
 Radiologist : Rad1Surname

**Archives**

April 2010							2009	2011
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday		
28	29	30	31	1	2	3		
				RadOrderID : GEN11201004018797 Time scheduled :Thu Jan 01 19:36:26 EET 1970	RadOrderID : GEN11201004014095 Time scheduled :Thu Jan 01 20:00:09 EET 1970			
4	5	6	7	8	9	10		
		RadOrderID : GEN11201004059490 Time scheduled :Thu Jan 01 17:06:00 EET 1970						
11	12	13	14	15	16	17		
18	19	20	21	22	23	24		
25	26	27	28	29	30	1		

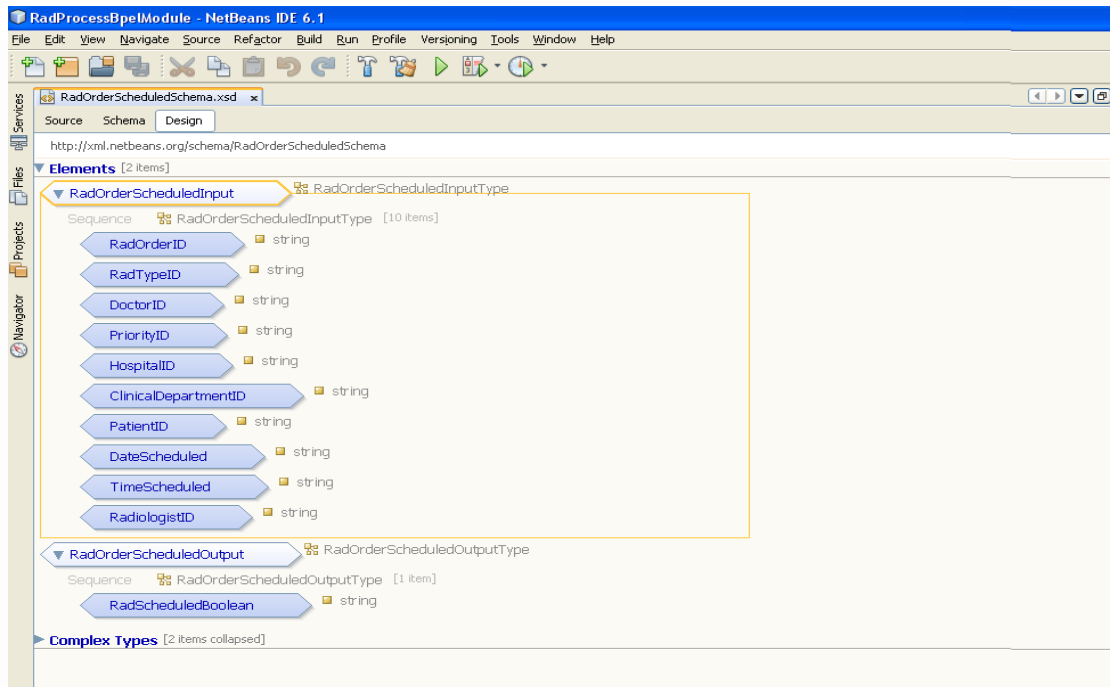
Εικόνα 55: Αποστολή ακτινολογικής ανάθεσης

Όταν όλα τα στοιχεία έχουν συμπληρωθεί επιτυχώς στις αντίστοιχες φόρμες είναι δυνατή η αποστολή της ανάθεσης στον αρμόδιο ακτινολόγο. Για την αποστολή της ακτινολογικής εξέτασης χρησιμοποιείται η τεχνολογία των υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού. Συγκεκριμένα κατά τον προγραμματισμό της ακτινολογικής εξέτασης τα στοιχεία αποστέλλονται με την μορφή XML, και έχουν την δομή που απεικονίζεται στον πίνακα 6.

Πίνακας 6: Πίνακας περιγραφής πεδίων XML μηνύματος αποστολής ακτινολογικής ανάθεσης

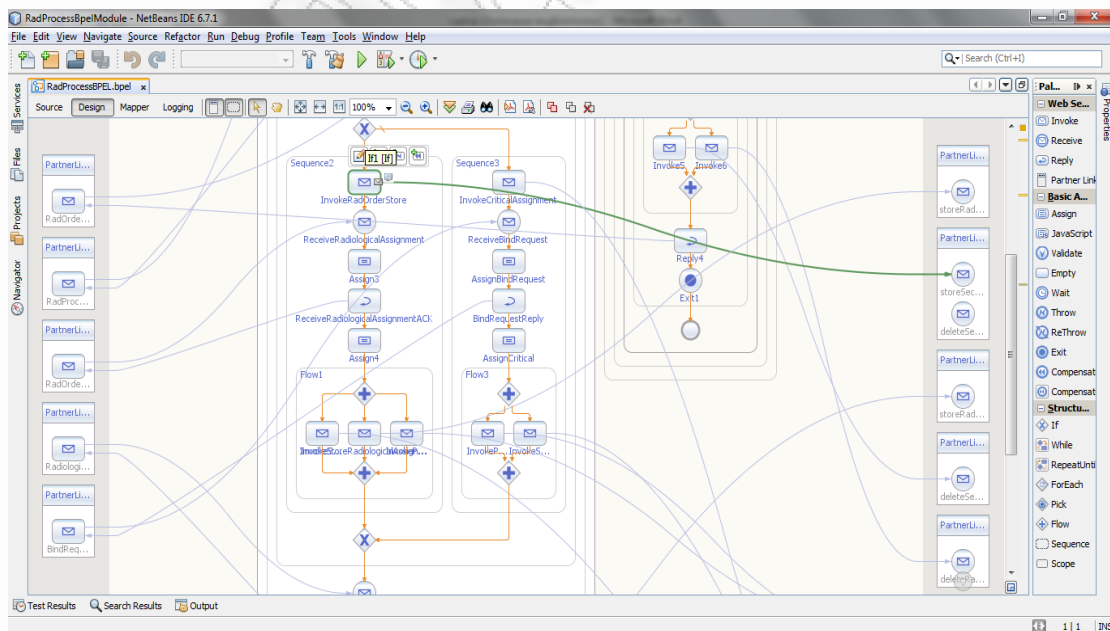
Όνομα στοιχείου	Επεξήγηση
<b>RadOrderID</b>	Αριθμός ακτινολογικής εξέτασης
<b>RadTypeID</b>	Τύπος Ακτινολογικής εξέτασης
<b>DoctorID</b>	Μοναδικός κωδικός ιατρού
<b>PriorityID</b>	Κωδικός προτεραιότητας
<b>HospitalID</b>	Κωδικός Νοσοκομείου
<b>ClinicalDepartmentID</b>	Κωδικός Κλινικού Τμήματος Νοσοκομείου
<b>PatientID</b>	Κωδικός ασθενούς
<b>DateScheduled</b>	Ημερομηνία διενέργειας ακτινολογικής εξέτασης
<b>TimeScheduled</b>	Ωρα διενέργειας ακτινολογικής εξέτασης
<b>RadiologistID</b>	Ακτινολόγος στον οποίο έχει ανατεθεί η ακτινολογική εξέταση

Η δομή των XML μηνυμάτων ακτινολογικής ανάθεσης υπαγορεύεται από το XML schema το οποίο απεικονίζεται στην εικόνα 56:



Εικόνα 56: XML Schema μηνυμάτων ακτινολογικής ανάθεσης

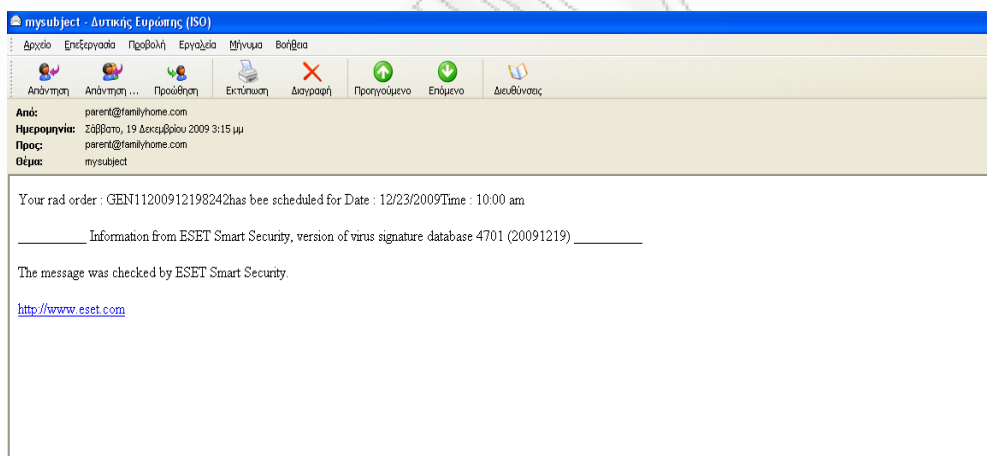
Όταν ο υπάλληλος της γραμματείας του ακτινολογικού τμήματος προγραμματίσει την ακτινολογική εντολή, αποστέλλεται ένα XML μήνυμα στην διαδικασία λήψης και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών. Η λήψη του μηνύματος αυτού δρομολογείται στο κατάλληλο στιγμιότυπο της επιχειρησιακής διαδικασίας από την μηχανή εκτέλεσης bpel, καθώς έχει οριστεί ως αναγνωριστικό συσχέτισης (correlation ID), ο κωδικός της ακτινολογικής εξέτασης. Το επιμέρους κομμάτι της επιχειρησιακής διαδικασίας το οποίο περιλαμβάνει τις ανταλλαγές μηνυμάτων απεικονίζεται στην εικόνα 55:



Εικόνα 57: ScheduleScope

Το XML μήνυμα που αποστέλλεται περιλαμβάνει την ημερομηνία , την ώρα και τον ακτινολόγο ο οποίος έχει οριστεί για την διενέργεια της ακτινολογικής εξέτασης. Η δραστηριότητα η οποία είναι υπεύθυνη για την λήψη των στοιχείων είναι η ReceiveRadAssignment. Η δραστηριότητα Assign3 είναι υπεύθυνη για την απόδοση τιμής στην μεταβλητή RadOrderID , η οποία αποτελεί το αποτέλεσμα που επιστρέφεται στην δικτυακή διεπαφή του χρήστη, και η οποία τον ενημερώνει ότι η ακτινολογική ανάθεση έχει ληφθεί επιτυχώς. Η δραστηριότητα που ακολουθεί στην επιχειρησιακή διαδικασία είναι μια σύνθετη δραστηριότητα η οποία περικλείει τρεις δραστηριότητες κλήσης απομακρυσμένων υπηρεσιών. Οι τρεις αυτές κλήσεις γίνονται ταυτόχρονα , καθώς είναι ανεξάρτητες , και έχουν ως αποτέλεσμα:

- InvokeEmailSender : Την αποστολή e-mail με την ώρα και ημερομηνία ανάθεσης στον ασθενή. Η αποστολή του μηνύματος αυτού έχει ως αποτέλεσμα την ενημέρωση του ασθενή για την επικείμενη εξέταση. Το e-mail , λαμβάνεται στον λογαριασμό που έχει δηλώσει ο πελάτης κατά την εγγραφή του στο σύστημα.

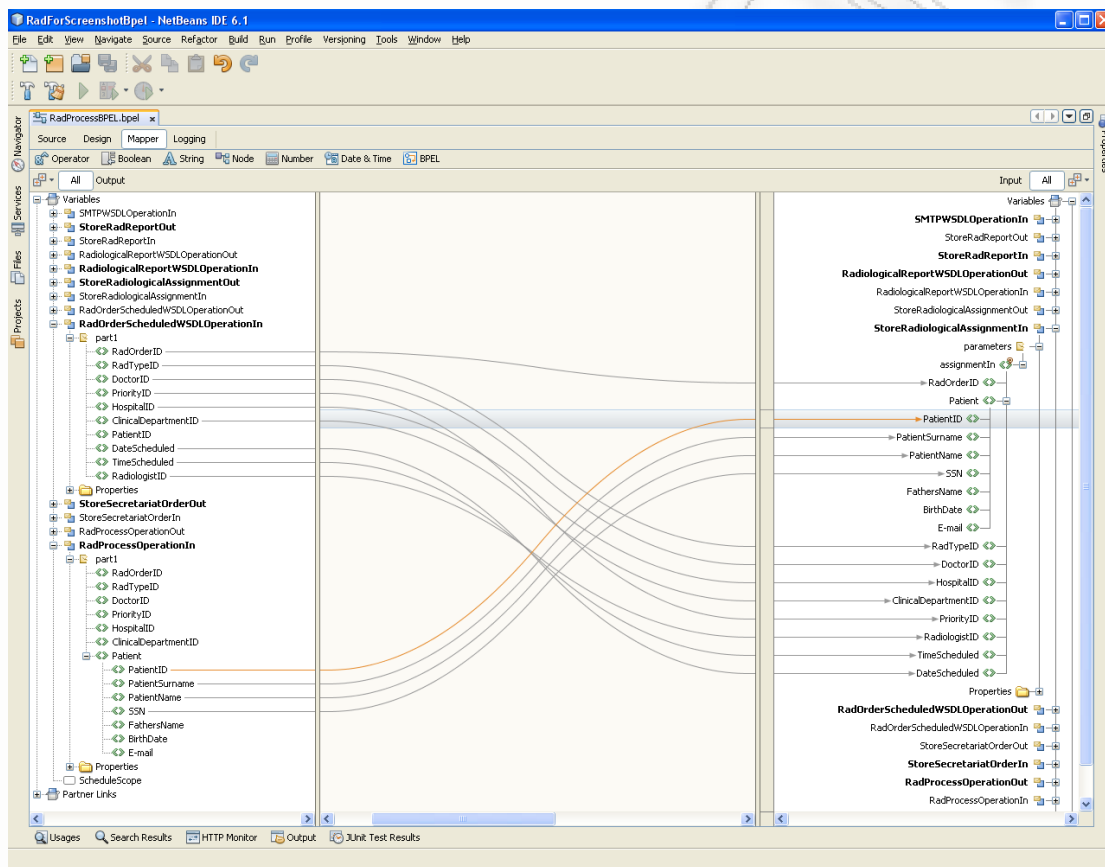


Εικόνα 58: E-mail ενημέρωσης ασθενούς για τον προγραμματισμό της ακτινολογικής εξέτασης

- InvokeAssignmentStore : Την αποθήκευση της εξέτασης στην βάση δεδομένων του ακτινολογικού τμήματος. Τα στοιχεία της εξέτασης αποθηκεύονται στον πίνακα RadOrdersForSchedule της βάσης δεδομένων του ακτινολογικού τμήματος. Στην περίπτωση , την οποία για τον ασθενή δεν υπάρχει καταχώρηση στο σύστημα του ακτινολογικού τμήματος, αποθηκεύονται και τα στοιχεία αυτά τοπικά στην βάση δεδομένων.
- GiveAccessToRadiologist: Την ανανέωση των δικαιωμάτων προσπέλασης του ακτινολόγου ιατρού στον οποίο έχει ανατεθεί η εξέταση. Η ανανέωση των στοιχείων προσπέλασης δεδομένων της πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου, δίνει την δυνατότητα στον ακτινολόγο να προσπελάσει τον ιατρικό φάκελο του ασθενούς κάτω από ορισμένες συνθήκες. Συγκεκριμένα του χορηγείται πρόσβαση για την

προσπέλαση του ιστορικού του ασθενούς στον οποίο θα επιτελέσει την συγκεκριμένη ακτινολογική εξέταση , για το χρονικό διάστημα και την ημερομηνία για την οποία έχει προγραμματιστεί για την εξέταση.

Η δραστηριότητα Assign4 (Εικόνα 59),η οποία προηγείται αυτών έχει ως στόχο την ανάθεση τιμών στις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται ως είσοδο για την κλήση των απομακρυσμένων υπηρεσιών. Η επιχειρησιακή δραστηριότητα , μετά την κλήση των δύο υπηρεσιών αναμένει μέχρι να λάβει την ακτινολογική αναφορά.

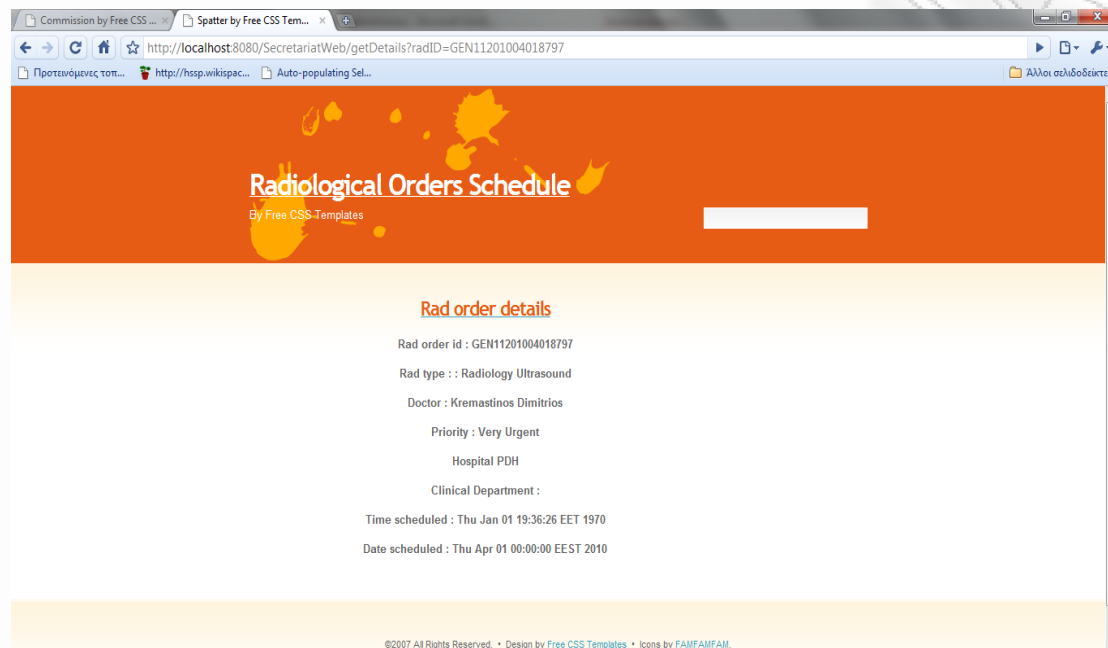


Εικόνα 59: Περιγραφή Assign2

#### 4.5.2.2 Επισκόπηση στοιχείων ακτινολογικής ανάθεσης

Ο υπάλληλος της γραμματείας προγραμματισμού ακτινολογικών εξετάσεων έχει την δυνατότητα επισκόπησης των πληροφοριών οποιασδήποτε ακτινολογικής εξέτασης η οποία έχει προγραμματισθεί , και την διακρίβωση της τρέχουσας κατάστασης της. Η οθόνη επισκόπησης στοιχείων ανάθεσης απεικονίζει , τον μοναδικό κωδικό του ασθενή , τον κωδικό του ιατρού που έχει εκδώσει την ακτινολογική εντολή , τον τύπο της ακτινολογικής εξέτασης , την κρισιμότητα της ακτινολογικής εξέτασης , την ημερομηνία και ώρα προγραμματισμού. Η οθόνη επισκόπησης των στοιχείων απεικονίζεται στην εικόνα 60. Ο υπάλληλος της

γραμματείας έχει την δυνατότητα επισκόπησης των στοιχείων οποιασδήποτε ακτινολογικής εξέτασης, αλλά επίσης έχει την δυνατότητα επιλογής και προβολής μόνο των εξετάσεων συγκεκριμένου τύπου ή την προβολή μόνο των εξετάσεων οι οποίες έχουν ορισθεί σε συγκεκριμένο ακτινολόγο ιατρό.

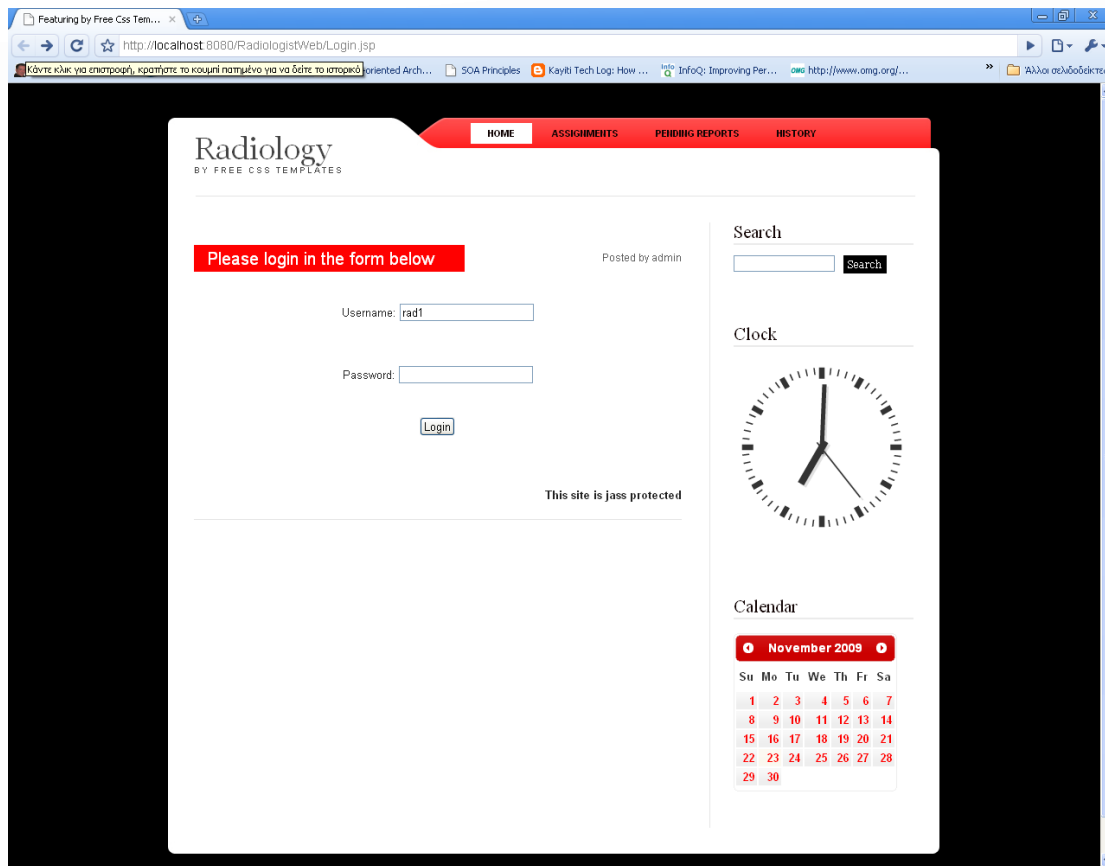


Εικόνα 60: Οθόνη επισκόπησης στοιχείων ακτινολογικής ανάθεσης

### 4.5.3 Ιστότοπος ακτινολογικού τμήματος περιφερειακού γενικού νοσοκομείου

#### 4.5.3.1 Αυθεντικοποίηση χρήστη

Αρχικό στάδιο αυθεντικοποίησης του χρήστη είναι η οθόνη εισαγωγής στοιχείων. Κάθε ακτινολόγος προσδιορίζεται μοναδικά από ένα όνομα χρήστη και ένα συνθηματικό. Ο μηχανισμός ελέγχου προσβάσεων και σε αυτή την περίπτωση, όπως και στον ιστότοπο για την έκδοση ακτινολογικών εντολών έχει υλοποιηθεί με την χρήση του JAAS. Η δομή της βάσης δεδομένων η οποία χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των χρηστών και των ρόλων είναι η ίδια με την αντίστοιχη βάση ασφαλείας που περιγράφεται στο παράρτημα Α. Οι επιτρεπτές ενέργειες για τον κάθε ρόλο ορίζονται και πάλι στο αρχείο web.xml.



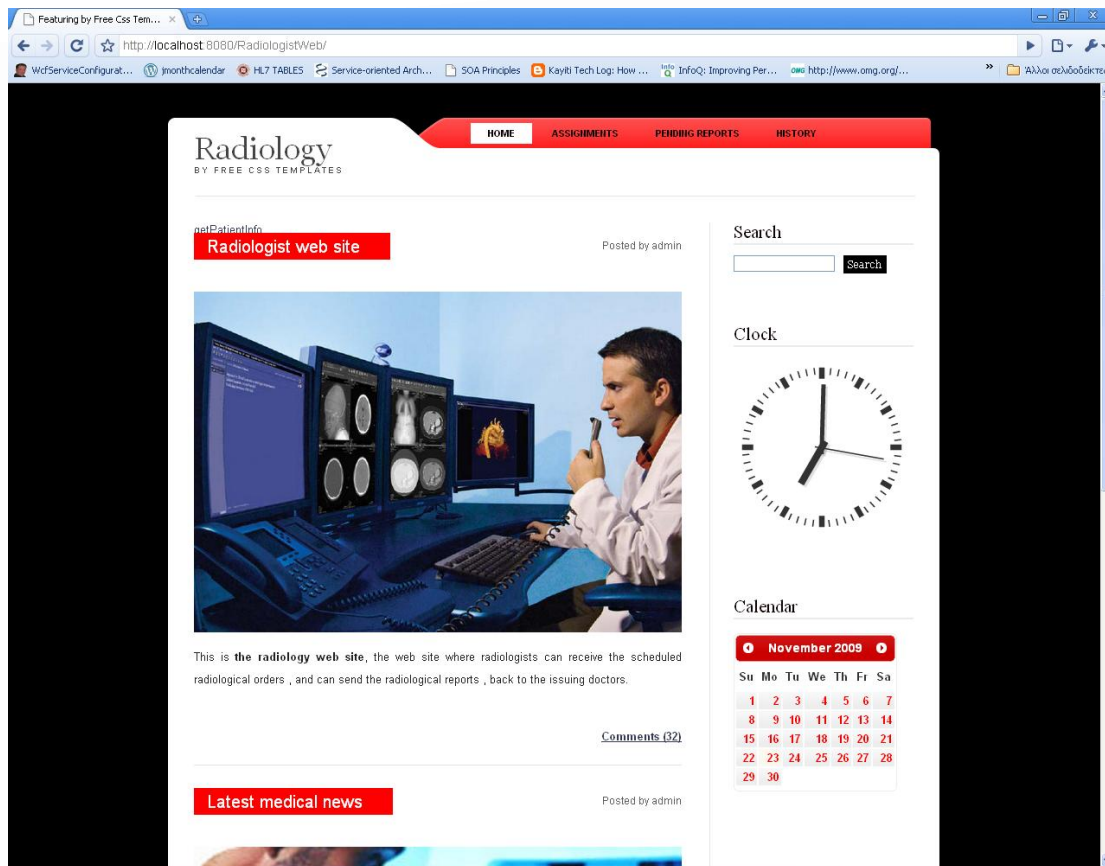
Εικόνα 61: Οθόνη αυθεντικοποίησης ακτινολόγου

Η επιτυχής συμπλήρωση των πεδίων αυτών, έχει ως αποτέλεσμα την μετάβαση του ακτινολόγου στην αρχική οθόνη του συστήματος.

#### 4.5.3.2 Κεντρικό Μενού

Η αρχική οθόνη δίνει την δυνατότητα στον ιατρό να μεταβεί στις ακόλουθες οθόνες χρησιμοποιώντας το μενού που βρίσκεται στο πάνω μέρος της οθόνης.

- Μετάβαση στην αρχική σελίδα
- Προβολή ανατεθειμένων ακτινολογικών εξετάσεων
- Προβολή εκκρεμών ακτινολογικών αναφορών
- Προβολή ιστορικού εξετάσεων



Εικόνα 62: Αρχική οθόνη ιστότοπου ακτινολογικού τμήματος

#### 4.5.3.3 Προβολή ανατεθειμένων ακτινολογικών εξετάσεων

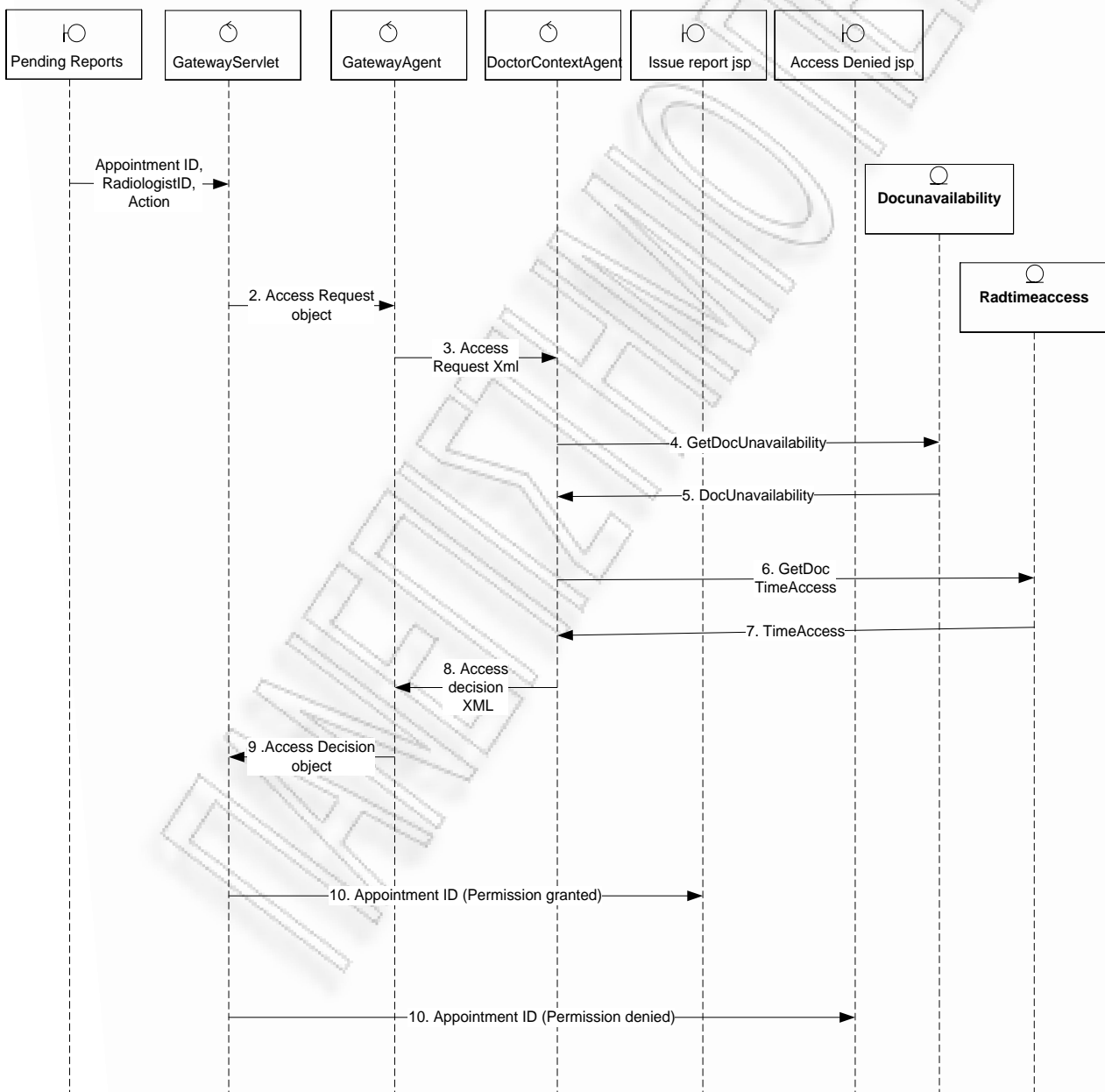
Η μετάβαση στην οθόνη εκκρεμών ακτινολογικών αναφορών , έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση της λίστας με τις εκκρεμείς ακτινολογικές εξετάσεις του αυθεντικοποιημένου ακτινολόγου. Η επιλογή μιας από τις εκκρεμείς ακτινολογικές εξετάσεις έχει ως αποτέλεσμα την αποστολή ενός μηνύματος στον πράκτορα RadiologistContextAgent που είναι υπεύθυνος για την διακρίβωση της πληροφορίας πλαισίου(context information). Ο πράκτορας RadiologistContextAgent διακρίβώνει το αν ο ακτινολόγος έχει δικαιώματα εκτέλεσης για την συγγραφή της ακτινολογικής αναφοράς , και στην περίπτωση που η αίτηση εκτέλεσης εγκριθεί από τον πράκτορα , ο χρήστης (ακτινολόγος) μεταβαίνει στην οθόνη συμπλήρωσης ακτινολογικής αναφοράς. Όμοια με τον πράκτορα DoctorContextAgent , ο πράκτορας RadiologistContextAgent , ανταλλάσσει τα παρακάτω μηνύματα με τα servlets και entity beans της εφαρμογής.

Ο πράκτορας RadiologistContextAgent, λαμβάνει ως είσοδο το αναγνωριστικό του ακτινολόγου που επιθυμεί να εκδώσει μια ακτινολογική αναφορά , το αναγνωριστικό του ασθενούς και την ενέργεια που θέλει να επιτελέσει (δημιουργία ή τροποποίηση ακτινολογικής αναφοράς). Στο παρόν σενάριο χρήσης ο ακτινολόγος θέλει να συγγράψει μια



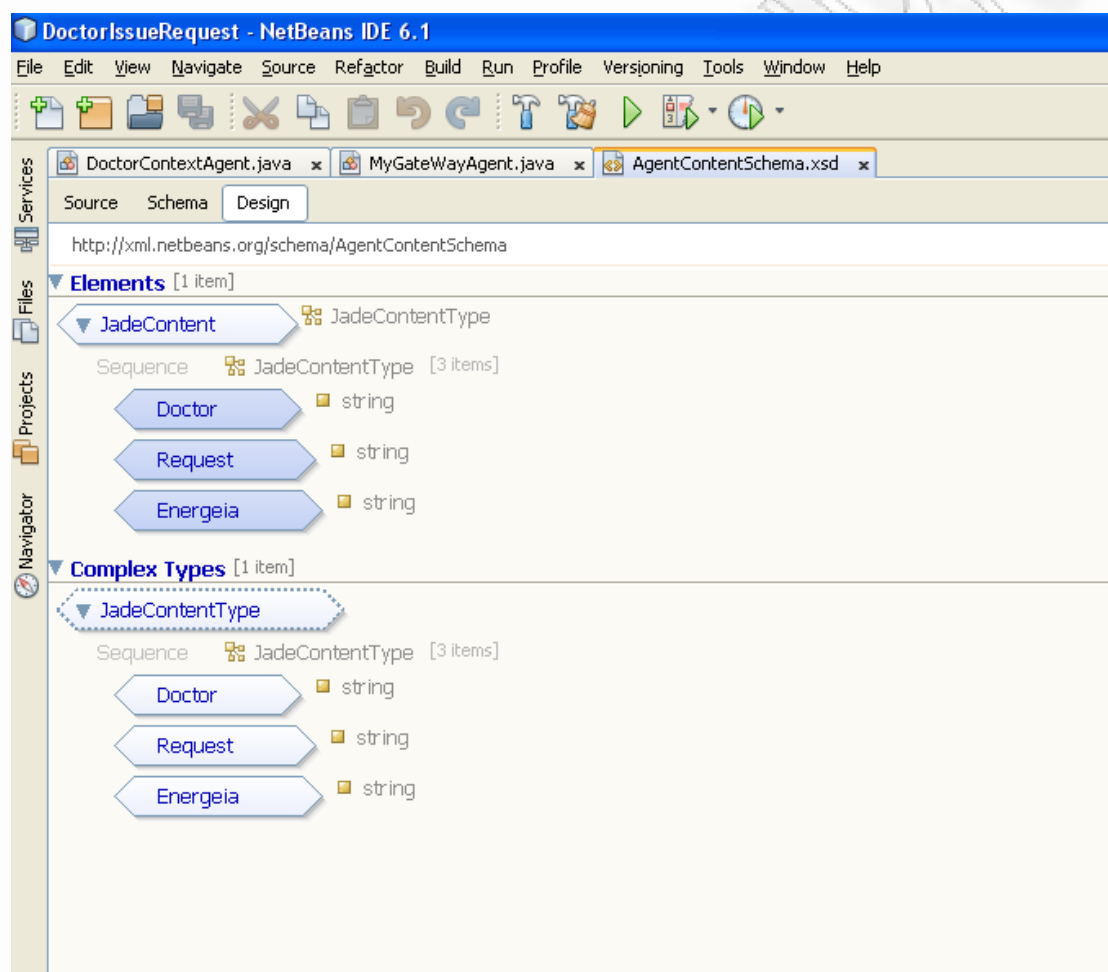
καινούρια ακτινολογική αναφορά για έναν ασθενή. Η πληροφορία αυτή μεταβιβάζεται μέσω XML μηνύματος στον πράκτορα λογισμικού βάσει του ακόλουθου τρόπου.

Ο ακτινολόγος επιλέγει την επίσκεψη ενός ασθενούς για την οποία θέλει να συγγράψει μια ακτινολογική αναφορά. Το Gateway servlet , λαμβάνει ως είσοδο τον κωδικό της ακτινολογικής αναφοράς που επιθυμεί να συγγράψει ο ακτινολόγος , την ενέργεια που θέλει να εκτελέσει (δημιουργία ή τροποποίηση) , και το αναγνωριστικό του ακτινολόγου που επιθυμεί να συγγράψει την ακτινολογική αναφορά. Η πληροφορία αυτή μορφοποιείται κατάλληλα από τον GatewayServlet και μεταβιβάζεται στο GatewayAgent μέσω του αντικειμένου Access Request object.



Εικόνα 63 : Επικοινωνία agent - servlet

Ο Gateway Agent είναι ένας βοηθητικός πράκτορας λογισμικού ο οποίος χρησιμοποιείται ως διαμεσολαβητής μεταξύ του servlet και του πράκτορα αναγνώρισης πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου (context information). Ο Gateway Agent , μεταφέρει την πληροφορία αυτή μέσω ACL μηνύματος στον RadiologistContextAgent , κωδικοποιημένη σε μορφή XML. Το XML μήνυμα το οποίο αναπαριστά την αίτηση πρόσβασης υπαγορεύεται από το XML Schema της εικόνας 64 :



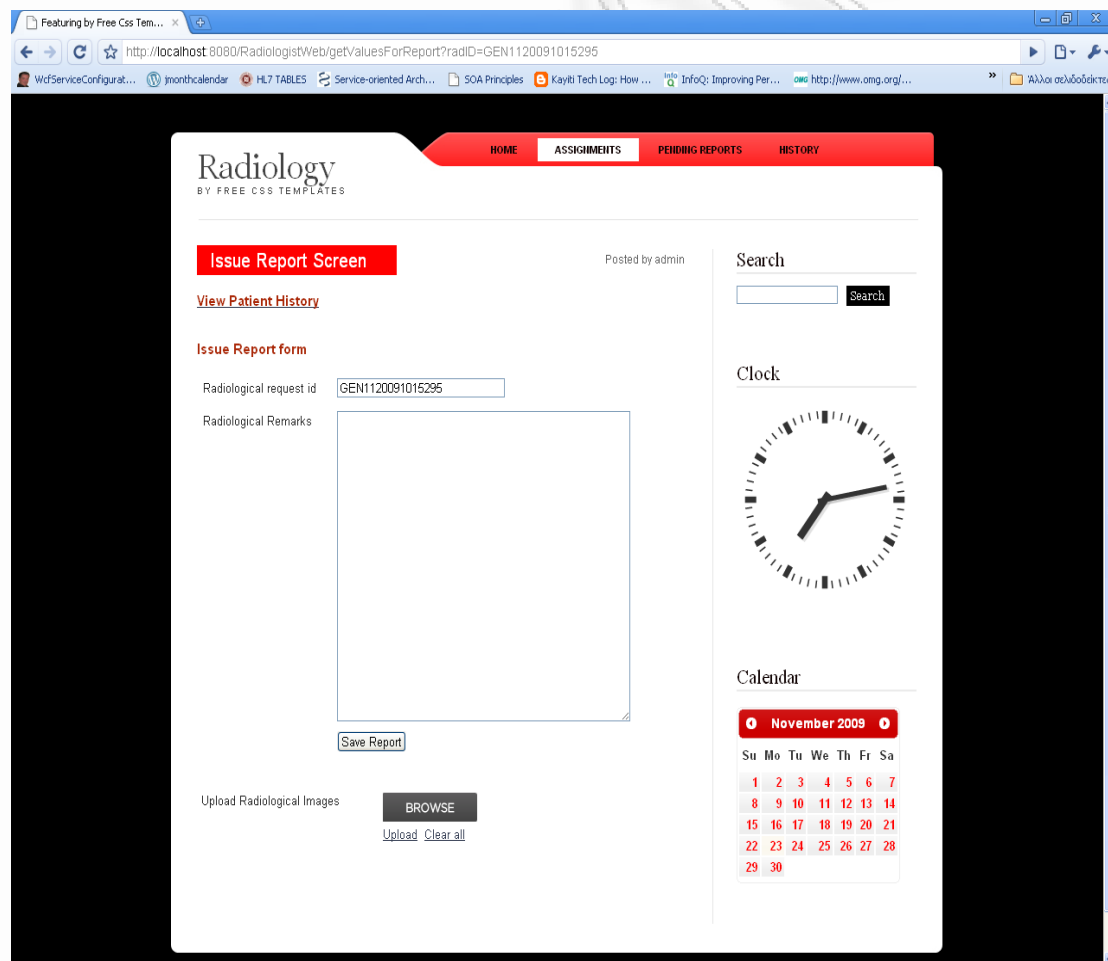
Εικόνα 64: XML Schema αίτησης πρόσβασης ακτινολόγου

Ο RadiologistContextAgent λαμβάνει την αίτηση πρόσβασης και αποφασίζει για την έγκριση ή μη , βάσει των στοιχείων που είναι αποθηκευμένα στην βάση δεδομένων ασφαλείας .Η απόφαση για την έγκριση ή μη της αίτησης πρόσβασης , κωδικοποιείται σε XML μορφή , για να την λάβει ο GatewayAgent , και ύστερα μεταβιβάζεται στον GatewayServlet με την μορφή αντικειμένου , έτσι ώστε να γίνει η δρομολόγηση στην κατάλληλη σελίδα (Οθόνη έκδοσης ακτινολογικής αναφοράς ή οθόνη περιορισμού πρόσβασης)

#### 4.5.3.4 Οθόνη έκδοσης ακτινολογικής αναφοράς.

Εφόσον πληρούνται οι προϋποθέσεις ασφαλείας , ο ακτινολόγος μεταφέρεται στην οθόνη έκδοσης ακτινολογικής εντολής. Στην οθόνη αυτή υπάρχει η δυνατότητα καταγραφής της ακτινολογικής αναφοράς ως ένα κείμενο πεντακοσίων χαρακτήρων, και η αποθήκευση της ακτινολογικής εικόνας. Η επιτυχής αποθήκευση της ακτινολογικής αναφοράς , έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση αυτής στην λίστα με τις εκκρεμείς ακτινολογικές αναφορές , από την οποία μπορεί να σταλθεί στον ιατρό από τον οποίο είχε ζητηθεί.

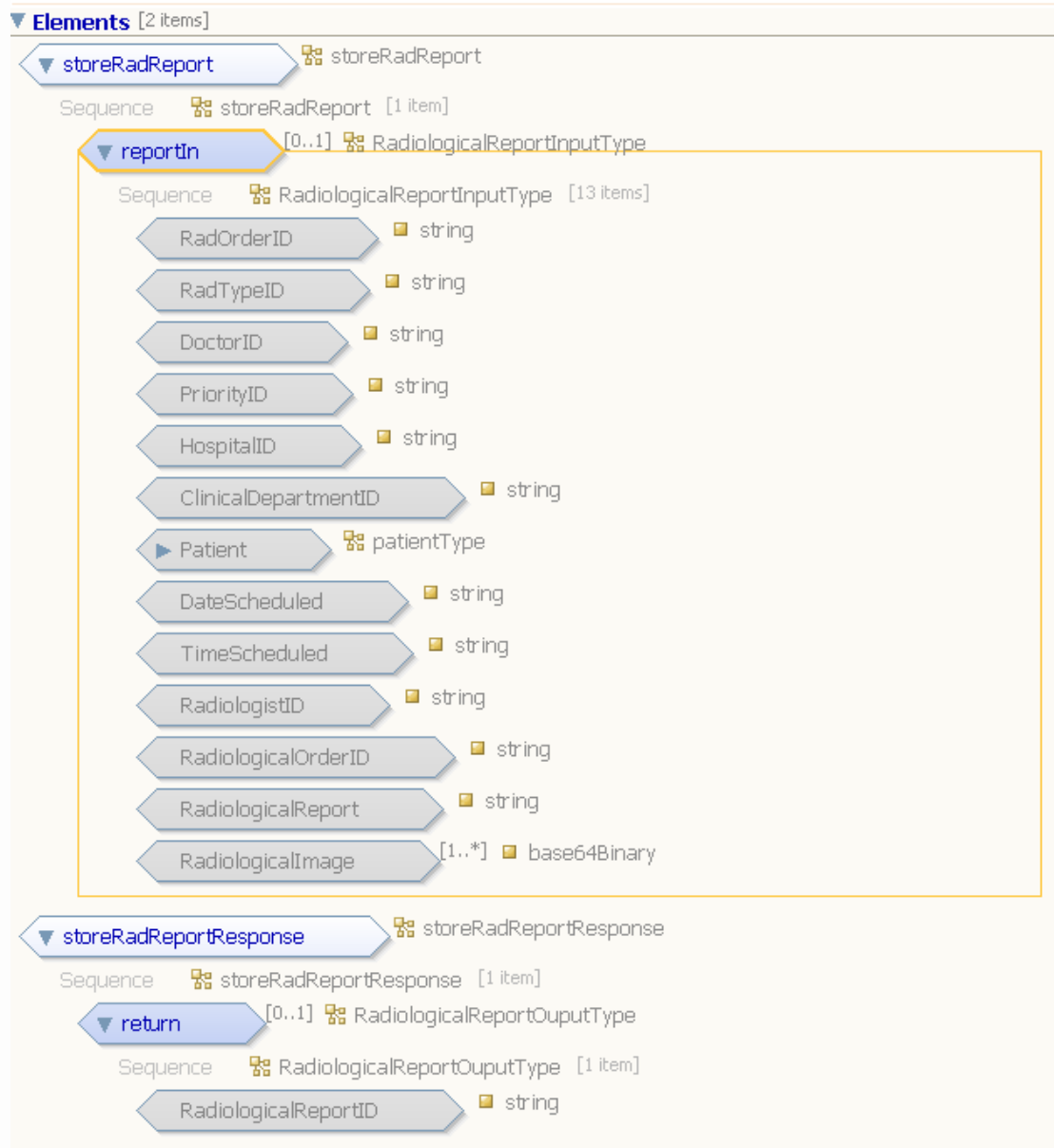
Οι ακτινολογικές εικόνες αποθηκεύονται στην βάση δεδομένων ως πεδία MEDIUMBLOB , με στόχο να καθίσταται γρηγορότερη η προσπέλαση αυτών , αλλά και να είναι αποτελεσματικότερος και ευκολότερος ο μηχανισμός προστασίας τους , από μη εξουσιοδοτημένη χρήση. Για την αποθήκευση των εικόνων στην βάση, χρησιμοποιείται μια επέκταση (plugin) του jquery , σε συνδυασμό με τις βιβλιοθήκες apache commons , για την επεξεργασία και χειρισμό των διαφορετικών τύπων αρχείων.



Εικόνα 65 : Οθόνη έκδοσης ακτινολογικής αναφοράς

#### 4.5.3.5 Θύση αποστολής ακτινολογικής αναφοράς.

Η επιλογή της ακτινολογικής αναφοράς προς αποστολή, έχει ως αποτέλεσμα την αποστολή ενός XML μηνύματος που υπαγορεύεται από το XML Schema της εικόνας 66, και το οποίο περιέχει συμπληρωμένα όλα τα πεδία της ακτινολογικής εξέτασης



Εικόνα 66 : Report XML Schema

Συγκεκριμένα συμπληρώνονται τα στοιχεία που περιέχονται στον πίνακα 5:

Πίνακας 5 : Πίνακας περιγραφής πεδίων XML μηνύματος αποστολής ακτινολογικής αναφοράς

Όνομα στοιχείου	Επεξήγηση
<b>RadOrderID</b>	Αριθμός ακτινολογικής εξέτασης
<b>RadTypeID</b>	Τύπος Ακτινολογικής εξέτασης
<b>DoctorID</b>	Μοναδικός κωδικός ιατρού
<b>PriorityID</b>	Κωδικός προτεραιότητας
<b>HospitalID</b>	Κωδικός Νοσοκομείου
<b>ClinicalDepartmentID</b>	Κωδικός Κλινικού Τμήματος Νοσοκομείου
<b>PatientID</b>	Κωδικός ασθενούς
<b>PatientSurname</b>	Επίθετο ασθενούς
<b>PatientName</b>	Όνομα ασθενούς
<b>SSN</b>	Κωδικός φορολογικού μητρώου
<b>FathersName</b>	Όνομα πατρός
<b>BirthDate</b>	Όνομα μητρός
<b>E-mail</b>	E-mail ασθενούς
<b>RadiologistID</b>	Μοναδικός κωδικός ακτινολόγου
<b>RadiologicalReport</b>	Ακτινολογική αναφορά
<b>RadiologicalImage</b>	Ακτινολογική εικόνα

Η επιτυχής αποστολή της ακτινολογικής αναφοράς έχει ως αποτέλεσμα τις ακόλουθες αλληλεπιδράσεις με την επιχειρησιακή διαδικασία λήψης και εκτέλεσης ακτινολογικών εντολών :

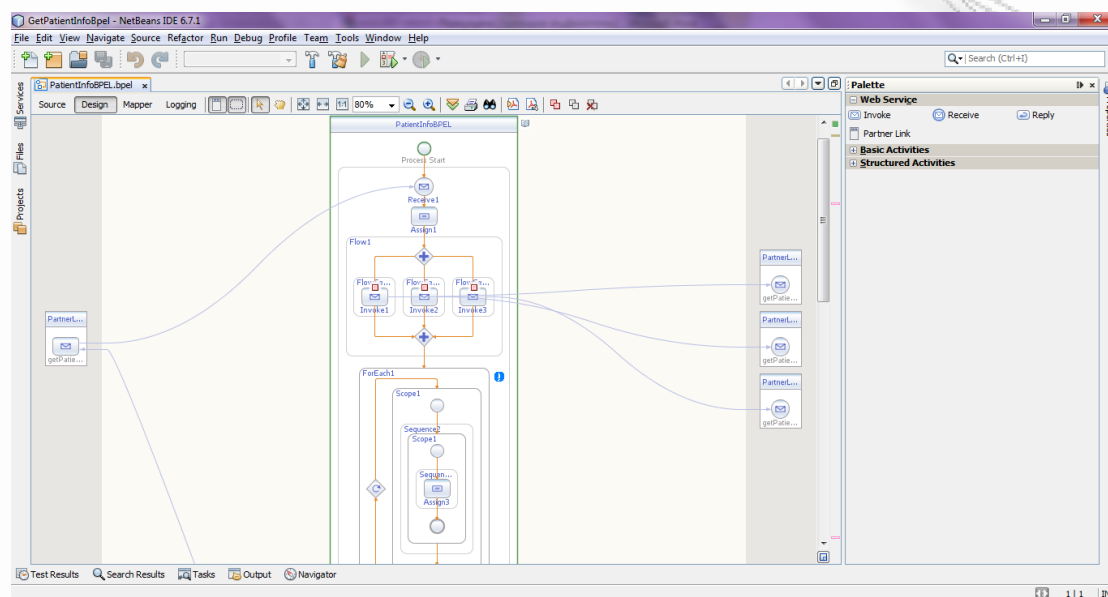
- Η δραστηριότητα ReceiveRadiologicalReport είναι υπεύθυνη για την λήψη του XML μηνήματος το οποίο περιέχει την ακτινολογική αναφορά και τις ακτινολογικές εικόνες.
- Η δραστηριότητα AssignRadiologicalReport χρησιμοποιείται για την αρχικοποίηση μεταβλητών και για τον ορισμό τιμών στις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται ως είσοδο για την κλήση των απομακρυσμένων υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού.
- Την δραστηριότητα AssignRadiologicalReport ακολουθεί μια σύνθετη δομή Flow (FlowRadiologicalReport) , η οποία περιέχει δύο κλάδους έναν για την δραστηριότητα UpdateAccessDetails , και ένα για την δραστηριότητα InvokeRadiologicalReport.
  - Η δραστηριότητα UpdateAccessDetails, καλεί την λειτουργία RemoveAccessDetails του πράκτορα RightsAgent, η οποία εκτίθεται ως υπηρεσία ιστού μέσω του WSIG (Web Services Integration Gateway) , και έχει ως αποτέλεσμα την αφαίρεση των δικαιωμάτων προσπέλασης του ιατρού που αποστέλλει την ακτινολογική αναφορά στον ιατρικό φάκελο του ασθενούς για τον οποίο έχει συγγράψει την αναφορά.
  - Η δραστηριότητα InvokeRadiologicalReport, καλεί την απομακρυσμένη υπηρεσία παγκόσμιου ιστού RadiologicalReportWS , και συγκεκριμένα την λειτουργία StoreRadiologicalReport. Η λειτουργία αυτή λαμβάνει ως είσοδο τα στοιχεία της ακτινολογικής αναφοράς και τα αποθηκεύει στην επιχειρηματική βάση δεδομένων, τόσο σε μορφή XML εγγράφου όσο και σε μορφή δεδομένων στη βάση.

#### 4.5.3.6 Προβολή ιατρικού φακέλου ασθενούς

Πριν την αποθήκευση της ακτινολογικής αναφοράς ο ακτινολόγος έχει την δυνατότητα προβολής επιλεγμένων στοιχείων από τον ιατρικό φάκελο του ασθενούς. Η οθόνη απεικόνισης του ιατρικού φακέλου ασθενούς , απεικονίζει τα στοιχεία που απαρτίζουν τον ιατρικό φάκελο κατά αύξουσα χρονολογική σειρά (Εικόνα 70). Τα στοιχεία που παρουσιάζονται , και τα οποία συγκροτούν τον ιατρικό φάκελο στον οποίο έχει πρόσβαση ο ακτινολόγος είναι τα ακόλουθα:

- Συμπτώματα και σχόλια τα οποία έχει καταγράψει ο γιατρός που έχει εξετάσει τον ασθενή
- Λοιπές μετρήσεις και σχόλια , για μια συγκεκριμένη επίσκεψη του ασθενούς.
- Οι ακτινολογικές εξετάσεις οι οποίες έχει κάνει ο ασθενής , τα αποτελέσματα αυτών και οι ακτινολογικές εικόνες που τις συνοδεύουν.

Για την συγκέντρωση των πληροφοριών οι οποίες απαιτούνται για την συγκρότηση του ιατρικού φακέλου του ασθενούς καλείται μια δεύτερη επιχειρησιακή διαδικασία η οποία εκτίθεται ως μια υπηρεσία ιστού και έχει την παρακάτω μορφή.



Εικόνα 67: Διαδικασία ανάκτησης στοιχείων ιατρικού φακέλου ασθενούς

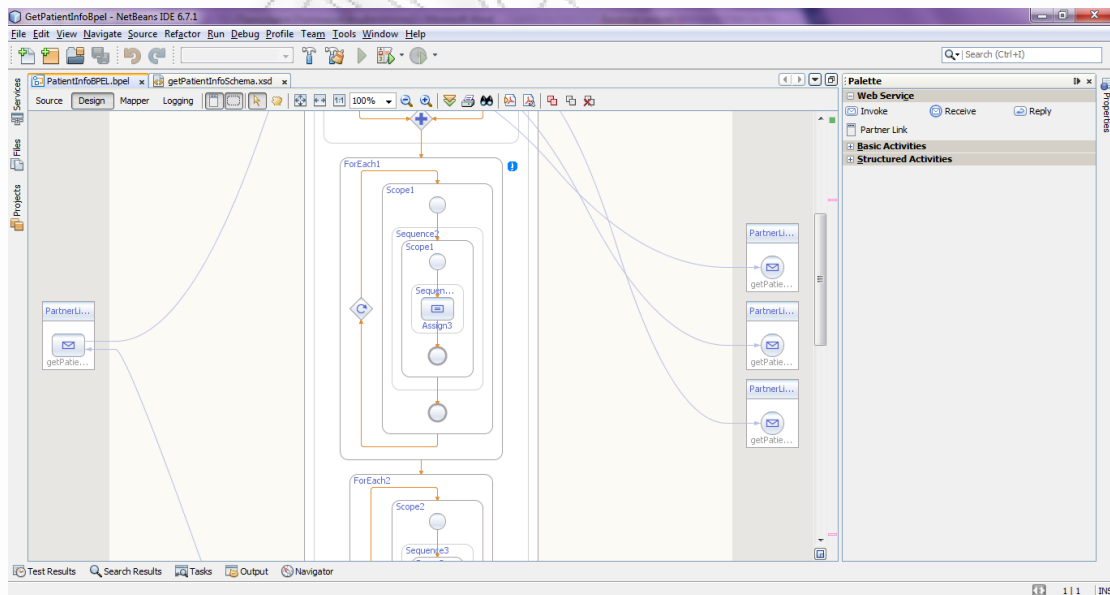
Η διαδικασία αυτή παίρνει ως είσοδο το μοναδικό αναγνωριστικό του ασθενούς, του οποίου τον ιατρικό φάκελο θέλουμε να προσπελάσουμε και το αναγνωριστικό του ακτινολόγου ο οποίος θέλει να προσπελάσει την πληροφορία αυτή. Στην συνέχεια και με βάση τα στοιχεία εισόδου γίνεται η κλήση των απομακρυσμένων υπηρεσιών για την ανεύρεση των ιατρικών πληροφοριών από τα επιμέρους νοσοκομεία ή ιατρικά κέντρα τα οποία συμμετέχουν σε αυτό το δίκτυο ανταλλαγής πληροφοριών (Health Information Network).

Στο σχήμα 65 απεικονίζεται η επιχειρησιακή διαδικασία η οποία αποτελείται από 7 βασικές δραστηριότητες.

1. Η πρώτη δραστηριότητα η οποία ονομάζεται ReceivePatientInfoRequest, λαμβάνει τον κωδικό του ασθενούς του οποίου τον ιατρικό φάκελο θέλουμε να προσπελάσουμε.
2. Η δεύτερη δραστηριότητα η οποία ονομάζεται AssignPatientInfoRequest, είναι υπεύθυνη για την αρχικοποίηση των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται εσωτερικά στην επιχειρησιακή διαδικασία και για την απόδοση τιμών στις μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν ως είσοδο στην κλήση των απομακρυσμένων υπηρεσιών των επιμέρους νοσοκομείων.
3. Την δραστηριότητα AssignPatientInfoRequest ακολουθεί η σύνθετη δραστηριότητα Flow (Flow1) η οποία περιλαμβάνει τρεις επιμέρους δραστηριότητες Invoke και οι οποίες χρησιμοποιούνται για την λήψη των επιμέρους στοιχείων που συγκροτούν τον ιατρικό φάκελο του ασθενούς. Οι δραστηριότητες αυτές καλούν τις υπηρεσίες ιστού

που εκτίθενται στα επιμέρους ιατρικά κέντρα και νοσοκομεία και αντλούν τα στοιχεία εκείνα από τα οποία θα συγκροτηθεί ο ιατρικός φάκελος. Συγκεκριμένα, οι επιμέρους υπηρεσίες ιστού οι οποίες καλούνται δίνουν ως έξοδο ένα μήνυμα SOAP, το οποίο υπαγορεύεται από το ακόλουθο XML Schema (Εικόνα 61, XML Schema 5)

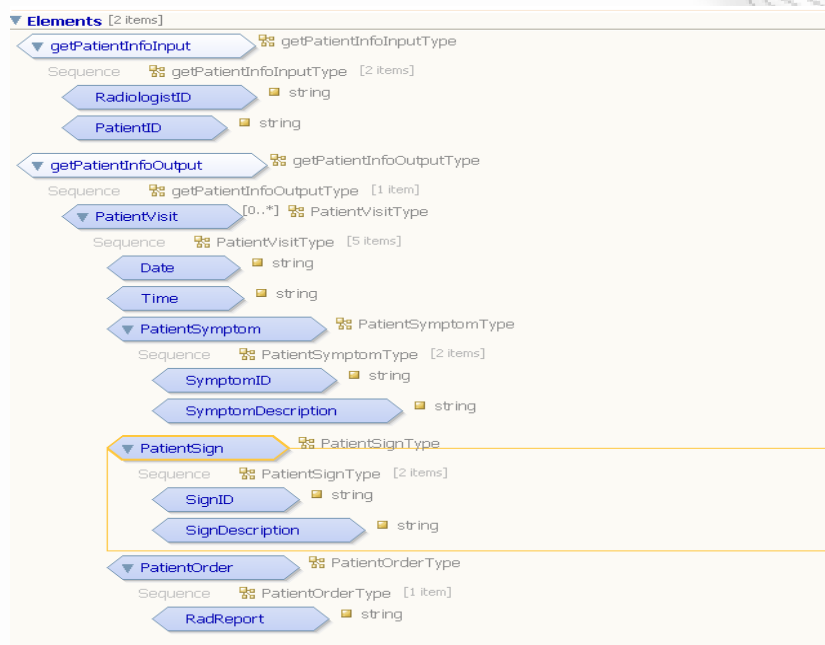
4. Η δραστηριότητα που ακολουθεί μετά την ολοκλήρωση εκτέλεσης του βρόχου Flow1 είναι η δραστηριότητα AssignPatientInfoRequestReply1, η οποία μορφοποιεί τα αποτελέσματα της κλήσης της πρώτης υπηρεσίας ιστού (κλήση στο πρώτο ιατρικό κέντρο) σε μορφή κατάλληλη για να χρησιμοποιηθούν από τον καταναλωτή της υπηρεσίας. Ο επαναληπτικός βρόχος ο οποίος χρησιμοποιείται στην περίπτωση αυτή είναι για την απόδοση τιμών στις μεταβλητές οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των ακτινολογικών εικόνων.
5. Η σύνθετη δραστηριότητα που ακολουθεί μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης του πρώτου βρόχου είναι η Flow2 η οποία επιτελεί τις κατάλληλες ενέργειες για την μορφοποίηση των αποτελεσμάτων από την κλήση της δεύτερης υπηρεσίας, σε μορφή κατάλληλη για να χρησιμοποιηθούν από τον καταναλωτή. Για να καταστεί αυτό δυνατό, και για να μην υπάρχει επικάλυψη με τα στοιχεία που έχουν ληφθεί ως αποτέλεσμα της κλήσης της πρώτης υπηρεσίας, χρησιμοποιείται ο μηχανισμός των XPath predicates, τα οποία επιτρέπουν την δημιουργία μιας δεύτερης προσωρινής λίστας πανομοιότυπης με την λίστα που έχει δημιουργηθεί από την πρώτη κλήση.
6. Η σύνθετη δραστηριότητα η οποία ακολουθεί (Flow3), ακολουθεί την ίδια λογική και χρησιμοποιείται για την μορφοποίηση των αποτελεσμάτων από την κλήση της τρίτης υπηρεσίας.



Εικόνα 68: Δραστηριότητες Flow



7. Η δραστηριότητα ReplyPatientInfoRequest , είναι η δραστηριότητα η οποία αποστέλλει την πληροφορία που έχει ζητηθεί στον καταναλωτή της υπηρεσίας. Το αποτέλεσμα το οποίο επιστρέφεται είναι ο ιατρικός φάκελος του ασθενούς ο οποίος ακολουθεί την δομή που παρουσιάζεται στο XML schema της εικόνας 67.



Εικόνα 69: XML Schema ιατρικού φακέλου ασθενούς

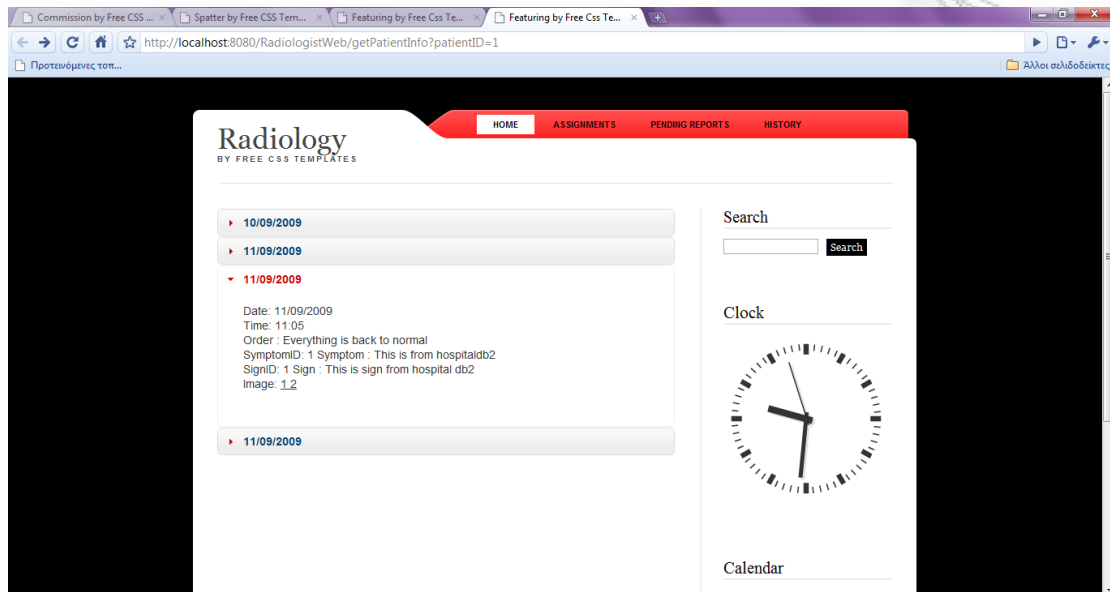
#### 4.5.3.6.1 Μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης στις ιατρικές πληροφορίες ασθενούς.

Για την επιτυχή προσπέλαση των πληροφοριών του ιατρικού φακέλου του ασθενούς , ο ακτινολόγος θα πρέπει να διαθέτει τα κατάλληλα δικαιώματα προσπέλασης του. Τα δικαιώματα αυτά έχουν εκχωρηθεί στον ακτινολόγο κατά την ανάθεση της ακτινολογικής εξέτασης και αφαιρούνται μετά από την εκτέλεση και αποστολή της ακτινολογικής αναφοράς.

Για την διακρίβωση της τρέχουσας πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου και την επικύρωση της πρόσβασης στην ιατρική πληροφορία , χρησιμοποιείται η υπηρεσία ιστού PatientInfoAccess , η οποία ελέγχει εάν ο ακτινολόγος έχει δικαιώματα πρόσβασης στην ιατρική πληροφορία. Σε περίπτωση που ο ακτινολόγος έχει δικαιώματα προσπέλασης, η κλήση προς την υπηρεσία αυτή προωθείται προς την επιχειρησιακή διαδικασία συγκέντρωσης πληροφοριών ιστορικού ασθενούς (Εικόνα 65) και τα αποτελέσματα αυτής προωθούνται στον τελικό καταναλωτή ο οποίος είναι ο ακτινολόγος . Στην αντίθετη περίπτωση, όπου ο ακτινολόγος δεν έχει δυνατότητα επισκόπησης του ιατρικού φακέλου η υπηρεσία παγκόσμιου ιστού επιστρέφει κατάλληλο μήνυμα το οποίο ενημερώνει τον ακτινολόγο για την έλλειψη δικαιωμάτων προσπέλασης.

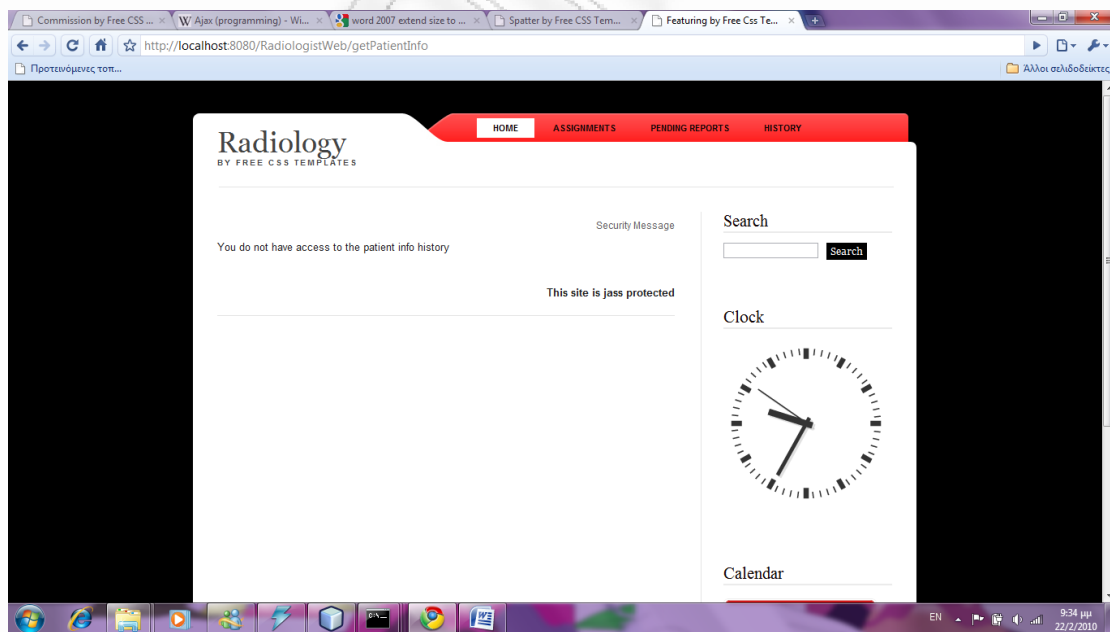
#### 4.5.3.6.2 Οθόνη απεικόνιση στοιχείων ιατρικού φακέλου

Στην περίπτωση της επιτυχούς προσπέλασης των πληροφοριών, τα στοιχεία που απαρτίζουν τον ιατρικό φάκελο απεικονίζονται όπως στην εικόνα 68.



Εικόνα 70: Προσπέλαση στοιχείων ιατρικού φακέλου

Σε περίπτωση προσπάθειας προσπέλασης του ιατρικού φακέλου από ένα μη εξουσιοδοτημένο χρήστη ο ακτινολόγος μεταφέρεται στην ακόλουθη οθόνη, όπου το σύστημα τον πληροφορεί ότι δεν έχει τα κατάλληλα δικαιώματα προσπέλασης.



Εικόνα 71: Οθόνη μη εξουσιοδοτημένης χρήσης ιατρικού φακέλου

## 4.6 Καταγραφή γεγονότων

Οι πράκτορες λογισμικού DoctorContextAgent και RadiologistContextAgent, εκτός από την διακρίβωση της τρέχουσας πληροφορίας συνάφειας και περιεχομένου, και την αποτροπή ή όχι μιας ενέργειας ενός χρήστη εκτελούν επιπλέον πρόσθετη λειτουργικότητα. Αποθηκεύουν στους πίνακες logaction , στις βάσεις δεδομένων ασφαλείας του ακτινολογικού τμήματος και του κλινικού τμήματος , τις ενέργειες που έχουν κάνει οι χρήστες και την ώρα που αυτές έχουν επιτελεσθεί.

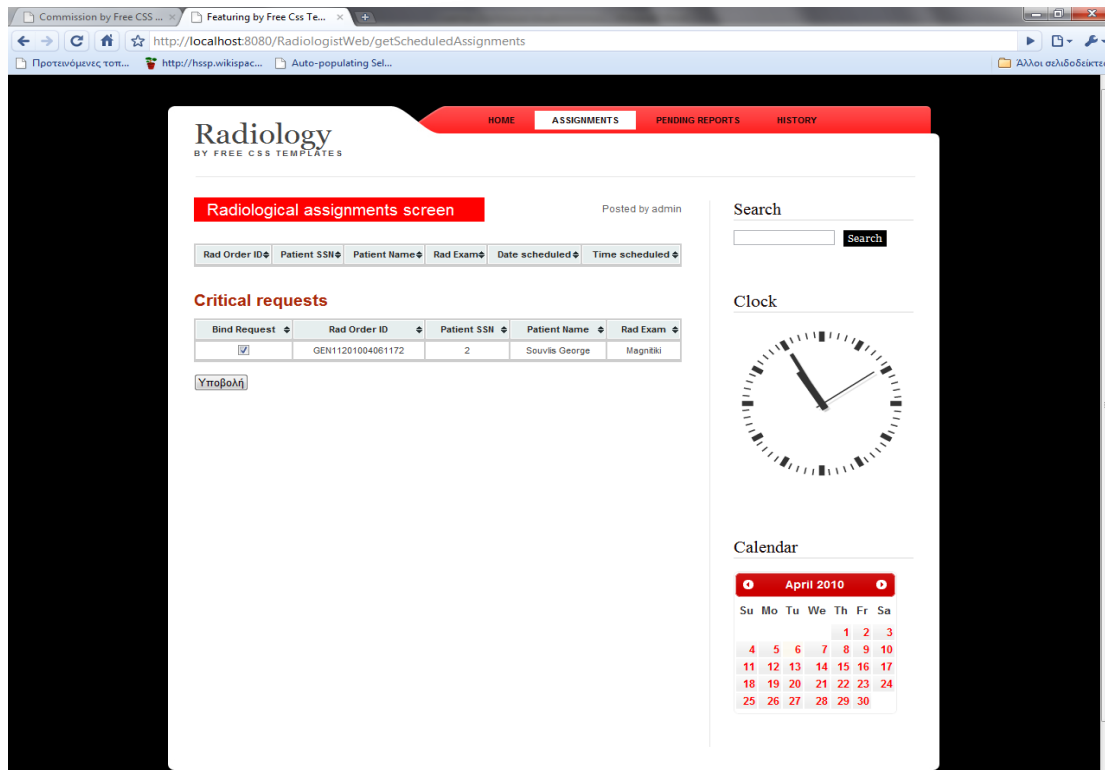
Η πληροφορία η οποία καταγράφεται στην βάση ασφαλείας είναι οι ακόλουθες :

1. Η ώρα κατά την οποία προσπέρασε ο γιατρός τον ιατρικό φάκελο ενός συγκεκριμένου ασθενούς.
2. Η ώρα κατά την οποία ο γιατρός τροποποίησε μέρος της πληροφορίας του ιατρικού φακέλου.
3. Η ώρα κατά την οποία ο ακτινολόγος άρχισε την εκτέλεση της ακτινολογικής πράξης.
4. Η ώρα της τελευταίας τροποποίησης των στοιχείων του ιατρικού φακέλου.

## 4.7 Διαδικασία προγραμματισμού και εκτέλεσης ακτινολογικής εντολής σε περίπτωση έκτακτου περιστατικού

Στην περίπτωση κατά την οποία η ακτινολογική εντολή έχει κρίσιμη προτεραιότητα, η διαδικασία που ακολουθείται είναι διαφορετική από αυτήν που περιγράφηκε. Συγκεκριμένα όταν ο γιατρός συγγράψει και αποστείλει την ακτινολογική εντολή , δεν μεσολαβεί το στάδιο της ανάθεσης ακτινολόγου και ώρας διεξαγωγής από την γραμματεία του περιφερειακού γενικού νοσοκομείου αλλά αντίθετα απεικονίζεται άμεσα στην οθόνη κρίσιμων αναθέσεων(Critical requests) σε όλους τους ακτινολόγους οι οποίοι μπορούν να εκτελέσουν την συγκεκριμένη ακτινολογική εξέταση.

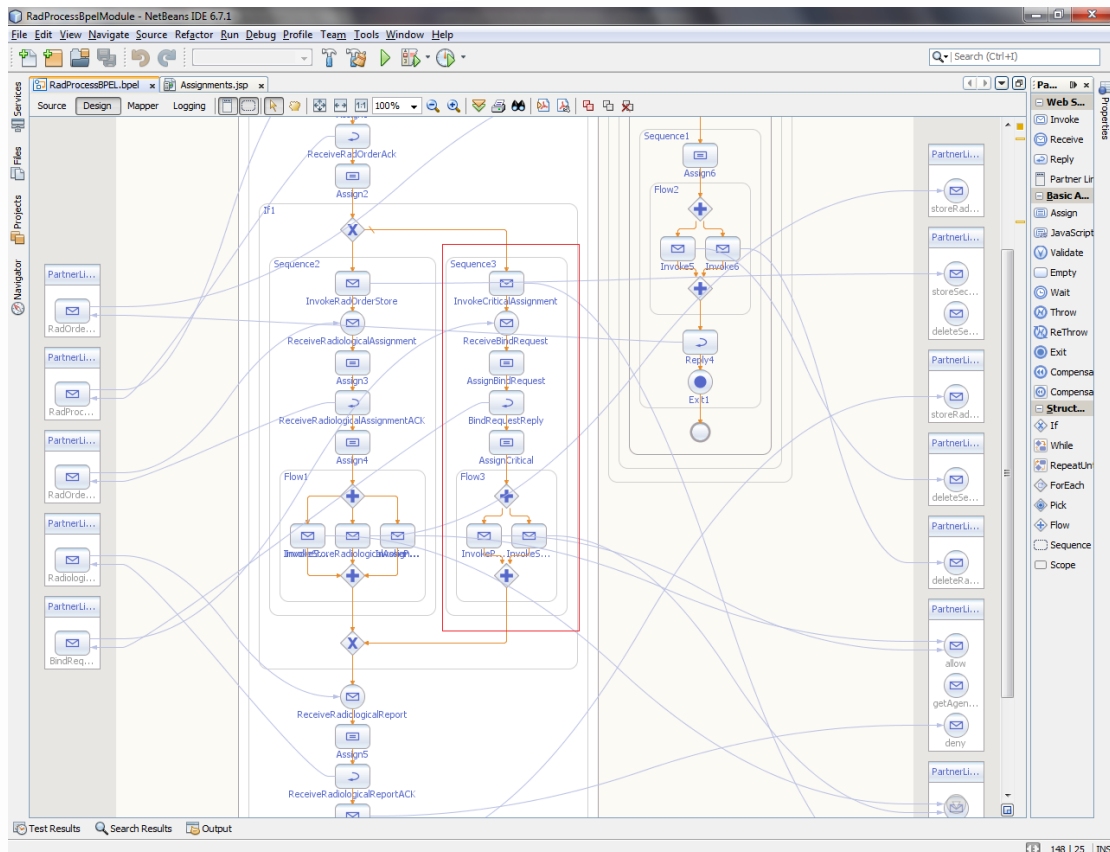
Ο ακτινολόγος που επιθυμεί να αναλάβει την συγκεκριμένη ακτινολογική εξέταση έχει τη δυνατότητα ανάληψης της ανάθεσης , μέσω της επιλογής Bind Request. Η επιτυχής ανάληψη της ακτινολογικής ανάθεσης έχει ως αποτέλεσμα την προσθήκη της ακτινολογικής εντολής στις αναθέσεις του συγκεκριμένου ακτινολόγου , και την διαγραφή της από την λίστα των κρίσιμων ακτινολογικών εντολών προς ανάθεση (Critical requests) , από την οθόνη του ακτινολόγου που ανέλαβε την ανάθεση όσο και από την οθόνη των ακτινολόγων οι οποίοι μπορούσαν να αναλάβουν την συγκεκριμένη εξέταση.



Εικόνα 72 : Οθόνη ανάληψης ακτινολογικής ανάθεσης

Η ανάληψη της ανάθεσης ακολουθείται από την διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω (Παράγραφο 4.5.3.4) για την συγγραφή της ακτινολογικής αναφοράς. Η επιτυχής ανάληψη της ακτινολογικής ανάθεσης, από έναν συγκεκριμένο ακτινολόγο συνεπάγεται την ενημέρωση των δικαιωμάτων προσπέλασης του ακτινολόγου, στον ιατρικό φάκελο του ασθενούς στον οποίο αφορά η εξέταση. Το επιμέρους τμήμα της επιχειρησιακής διαδικασίας το οποίο περιλαμβάνει την λειτουργικότητα για την ανάθεση μιας κρίσιμης ακτινολογικής εντολής σε έναν ακτινολόγο απεικονίζεται στην εικόνα 71

Η δραστηριότητα ReceiveBindRequest λαμβάνει με την μορφή XML μηνύματος την ανάληψη ανάθεσης από ένα συγκεκριμένο ακτινολόγο. Η ορθή λήψη του μηνύματος ανάθεσης επιβεβαιώνεται από τον αποστολέα, με την λήψη του μηνύματος επιβεβαίωσης το οποίο αποστέλλεται από την δραστηριότητα BindRequestReply της επιχειρησιακής διαδικασίας. Την δραστηριότητα αυτή ακολουθεί η δραστηριότητα InvokePatientInfoWSIG, η οποία είναι υπεύθυνη για την κλήση της απομακρυσμένης υπηρεσίας ιστού και την εκχώρηση των δικαιωμάτων προσπέλασης του ακτινολόγου στον ιατρικό φάκελο του ασθενούς. Παράλληλα με την κλήση αυτή, αποστέλλεται ένα e-mail στον ακτινολόγο το οποίο επιβεβαιώνει την επιτυχή ανάληψη της ανάθεσης. Η διαδικασία έπειτα από αυτό το σημείο ακολουθεί την ίδια ροή με την διαδικασία που τηρείται για τις μη κρίσιμες ακτινολογικές εξετάσεις.



Εικόνα 73 : Απεικόνιση της διαδικασίας ανάθεσης κρίσιμων ακτινολογικών εξετάσεων

## 4.8 Συμπεράσματα

Οι σύγχρονες εξελίξεις και οι σύνθετες αλληλεπιδράσεις που εμφανίζονται μεταξύ των διαφορετικών εταιρών στον τομέα παροχής υπηρεσιών υγείας απαιτούν την επίτευξη της διαλειτουργικότητας μεταξύ των συστημάτων που βρίσκονται σε λειτουργία τόσο στο εσωτερικό του οργανισμού όσο και με τα συστήματα που βρίσκονται εκτός των ορίων του οργανισμού. Ο στρατηγικός στόχος που επιβάλλει την διαλειτουργικότητα των συστημάτων είναι η βελτίωση της ποιότητας των προσφερόμενων υπηρεσιών με επίκεντρο τον πολίτη/ασθενή, η καθολική πρόσβαση στην κρίσιμη ιατρική πληροφορία και ο συντονισμός της διαδικασίας παροχής υπηρεσιών υγείας, μεταξύ ενός η περισσότερων οργανισμών.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναπτύχθηκε ένα σύστημα ηλεκτρονικού φακέλου υγείας ασθενούς το οποίο έχει ενισχυθεί με την τεχνολογία ροής εργασιών, των υπηρεσιών παγκόσμιου ιστού και της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής, δίνοντας έμφαση στην ασφάλεια των ιατρικών πληροφοριών. Το σύστημα αφορά στη διαχείριση ακτινολογικών εντολών μεταξύ των οργανισμών παροχής υπηρεσιών υγείας μιας περιφέρειας, έχει σχεδιαστεί κατά την υπηρεσιοστρεφή αρχιτεκτονική, και χρησιμοποιεί την τεχνολογία WS-BPEL για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας διαχείρισης ακτινολογικών εντολών. Λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις ασφαλείας των ιατρικών δεδομένων, στο σύστημα έχουν υλοποιηθεί μηχανισμοί ασφαλείας που βασίζονται στη συνάφεια και το περιεχόμενο, με τη

χρήση της τεχνολογίας των πρακτόρων λογισμικού οι οποίοι ελέγχουν την πρόσβαση στους ηλεκτρονικούς φακέλους υγείας των ασθενών , και οι οποίοι καθορίζουν τις επιτρεπτές ενέργειες των χρηστών.

Η μελλοντική επέκταση του συστήματος ηλεκτρονικού φακέλου υγείας της παρούσας διπλωματικής εργασίας , μπορεί να αφορά την εξέλιξη και εφαρμογή του πέραν των ορίων της μιας περιφέρειας, ούτως ώστε να παρέχεται στους επαγγελματίες του χώρου της υγείας και στους ασθενείς/πολίτες πληρέστερη εικόνας της κατάστασης υγείας ενός ασθενούς.

Μια δεύτερη πιθανή μελλοντική εξέλιξη του υλοποιηθέντος συστήματος , είναι η ενσωμάτωση μιας μηχανής εκτέλεσης κανόνων , η οποία θα επιτρέπει την ταχεία αναδιάρθρωση της διαδικασίας διαχείρισης ακτινολογικών εντολών, σύμφωνα με τις λειτουργικές απαιτήσεις που επιβάλλονται από το εξωτερικό περιβάλλον.

Τέλος, η υιοθέτηση μιας πολιτικής εξουσιοδοτήσεων η οποία βασίζεται στην XACML , θα επέτρεπε ένα πιο σαφή καθορισμό των πολιτικών ασφαλείας και ταχύτερη απόκριση στις αλλαγές των απαιτήσεων ασφαλείας.

## Βιβλιογραφία

- (1) MacKenzie M , Laskey K , McCabe F, Brown P, Metz R , Hamilton A. Reference Model for Service Oriented Architecture. OASIS. Available from : <http://www.oasis-open.org/committees/download.php/19679/soa-rm-cs.pdf>
- (2)David Sprott. The SOA Maturity Model . CBDI Forum .1999. Available from : [http://www.cbdiforum.com/report\\_summary.php3?page=/secure/interact/2005-12/The\\_SOA\\_Maturity\\_Model.php&area=silver](http://www.cbdiforum.com/report_summary.php3?page=/secure/interact/2005-12/The_SOA_Maturity_Model.php&area=silver)
- (3) Thomas Erl. SOA Principles of Service Design:New York: Prentice Hall;2007
- (4) Dirk Krafzig, Karl Banke, Dirk Slama. Enterprise SOA. Service Oriented Architecture Best Practices:New York:Prentice Hall;2004
- (5) Doug Kaye. Loosely Coupled: The Missing Pieces of Web Services:New York:RDS Press;2003
- (6) John A. Perspectives, Loosely Coupled: A Term Worth Understanding [[blog on the internet];2005 Available from : <http://www.johnhagel.com/blog20021009.html>
- (7) Kirkley D, Stein M. Nurses and clinical technology: sources of resistance and strategies for acceptance. Nursing Economics;2004 22(4):216-22
- (8) Monolithic application [document on the Internet] Wikipedia. Available from [http://en.wikipedia.org/wiki/Monolithic\\_application](http://en.wikipedia.org/wiki/Monolithic_application)
- (9) Deri L . Droplets: Breaking Monolithic Applications Apart [document on the Internet] . IBM Zurich Research Laboratory;2000 Available from : <http://eprints.kfupm.edu.sa/35890/1/35890.pdf>
- (10) Sun Microsystems. JSR 208: Java Business Integration;2005 . Available from : <http://jcp.org/en/jsr/detail?id=208>
- (11)Wrona K,Gomez L . Context-aware security and secure context-awareness in ubiquitous computing environments. XXI Autumn Meeting of Polish Information Processing Society Conference Proceedings;2005;255-265
- (12) Michael J ,Covington F , Ahamad M, A context-aware security architecture for emerging applications, in Proceedings of the Annual Computer Security Applications Conference (ACSAC), Las Vegas Nevada USA, 2002.
- (13) Matthew M C , Matthew Y , Moyer J, Mustaque A . Generalized Role-Based Access Control for Securing Future Applications:Georgia:Georgia Institute of Technology;2000

- (14) Pierangela Samarati , Sabrina De Capitani di Vimercati . Access Control: Policies, Models, and Mechanisms, Revised versions of lectures given during the IFIP WG 1.7 International School on Foundations of Security Analysis and Design on Foundations of Security Analysis and Design: Tutorial Lectures, p.137-196, September 01, 2000
- (15) Schilit B, Adams N, Want R. Context-aware computer applications, Proceedings of the 1994 First Workshop on Mobile Computing Systems and Applications;1994.
- (16) Chen G, Kotz D . A survey of context-aware mobile computing research;2000 Dartmouth College.
- (17) Siljee B, Bosloper I, Nijhuis A. A classification framework for storage and retrieval of context, Proceedings of First International Workshop on Modeling and Retrieval of Context; 2004.
- (18) Ronald Schmelzer. The ROI of SOA[document on the Internet]. Zapthink, 2005 27 January. Available from : <http://www.zapthink.com/2005/01/27/the-roi-of-soa/>
- (19) Yefim N . Service-Oriented Architecture Scenario, Gartner Research ID Number:AV-19-6751, 2003 April 16 Available from : <http://www.gartner.com/resources/114300/114358/114358.pdf>
- (20) Allen P,Higgins S, McRae P, Schlamann H .Service Orientation: Winning Strategies and Best Practices.Cambridge:Cambridge University Press;2006
- (21) Mark Colan . SOA "So what" How SOA expands the Web Services vision. IBM , 2005 August . Available from: <ftp://www6.software.ibm.com/software/developer/library/mcolan/050805%20Colan%20SOA%20So%20What.pdf>
- (22) Wood Lamont. The Costs and Benefits of SOA [document on the internet];2006. Available from: <http://www.managingautomation.com/maonline/magazine/read.jsp?id=1245185>
- (23) Martin Keen, Amit Acharya, Susan Bishop, Alan Hopkins, Sven Milinski, Chris Nott, Rick Robinson, Jonathan Adams, Paul Verschueren . Patterns: Implementing an SOA Using an Enterprise Service Bus IBM.Com/Redbooks;2004.
- (24) Sun Microsystems Inc. Assessing Your SOA Readiness[document on the Internet]. Sun Microsystems;2004. Available from: [http://www.sun.com/software/whitepapers/webservices/soa\\_ready.pdf](http://www.sun.com/software/whitepapers/webservices/soa_ready.pdf)



- (25) Foody D .SOA Command and Control, taking SOA to the Next Level. 2005 March  
Available from : <http://soa.sys-con.com/node/48744>
- (26) Sprott David . SOA: An Introduction for Managers[document on the Internet]. CBDI  
Forum, 2004 July . Available from : <http://www-1.ibm.com/services/us/bcs/pdf/soa-cbdi-report-2004-july.pdf>
- (27) Luftman J.N. , Lewis P.R.,Oldach S.H. : Transforming the enterprise : The alignment of  
business and information technology strategies. IBM Systems Journal ;1993;32(1):198-221
- (28) Aalst W. Loosely coupled inteorganizational workflows: modeling and analyzing  
workflows crossing organizational boundaries. Information and management. 2000;37:67-
- (30) Maes Pattie.Artificial life meets entertainment: lifelike autonomous agents  
Communications of the ACM. 1995;38(11):108-114
- (31) Hayes-Roth B. An architecture for adaptive intelligent systems. Artificial Intelligence:  
Special Issue on Agents and Interactivity. 1995;72(1-2):329-365
- (32) Genesereth M,Steven K . Software Agents. Communications of the ACM. 1994;37(7):  
48 - ff.
- (33) Castelfranchi C. Guarantees for autonomy in cognitive agent architecture. Proceedings of  
the workshop on agent theories, architectures, and languages;1995; Springer:56-70
- (34) Rosenschein J. Rational Interaction: Cooperation Among Intelligent Agents. PhD  
[dissertation]. Stanford:Stanford University;1985
- (35) Galliers, J. A Theoretical Framework for Computer Models of Cooperative Dialogue,  
Acknowledging Multi-Agent Conflict. PhD [dissertation]. London: Open University, UK;  
1988
- (36) Griss M. Component-based software engineering: putting the pieces together. Boston:  
Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc;2001 p. 641-57
- (37) Chira O, Chira C, Tormey, D Brennan A, Roche.T.A Multi-agent Architecture for  
Distributed Design. HoloMAS 2003:213-224
- (38) Wooldridge M, Jennings R. Software Engineering with Agents: Pitfalls and Pratfalls.  
IEEE Internet Computing,1999;3(3):20 - 27
- (39) Durfee E. Practically Coordinating. AI Magazine 1999;20(1):99-116

- (40) Smith, Reid G, Davis R. Frameworks for Cooperation in Distributed Problem Solving  
IEEE Trans. On Systems, Man and Cybernetics:1981;11(1):61-70
- (41) Bussmann S., Müller J. A Negotiation Framework for Cooperating Agents. Proceedings.  
of the CKBS-SIG (CKBS'92) DAKE Centre, Univ. of Keele;1992: 1-17
- (42) Weiß G. . Agent orientation in software engineering. Knowledge Engineering Review  
2002 16(4):349-373
- (43) Bergenti F, Poggi A . Università degli Studi di Parma. Multi-Agent Systems for e-  
Health:Recent Projects and Initiatives[document on the Internet] ;2009. Available from :  
<http://cmt.math.unipr.it/woa09/papers/Bergenti2.pdf>
- (44) Annicchiarico R, Cortés U, Urdiales C. Agent Technology and eHealth Berlin:  
Birkhäuser Basel;2008
- (45) Moreno, A., Nealon, J. Applications of Software Agents Technology in the Health Care  
Domain. Birkhauser;2004
- (46) Bergenti F, Poggi A . Università degli Studi di Parma. Multi-Agent Systems for e-  
Health:Recent Projects and Initiatives[document on the Internet] ;2009. Available from :  
<http://cmt.math.unipr.it/woa09/papers/Bergenti2.pdf>
- (47) Barnes G , Uncapher M.. Getting to e-Health: The Opportunities for Using IT in the  
Health Care Industry[document on the Internet]. Information Technology Association of  
America (ITAA). Retrieved March 15, 2009. Available from  
<http://www.itaa.org/isec/ehealth/ehealthfinal.pdf>
- (48) Decker, K, Li J. Coordinated hospital patient scheduling. Proceedings of the  
3rd International Conference on Multi-Agent Systems;1998
- (49) Kumar A, Kumar R, Kekre S, Prietula J. Multi-agent systems and organizational  
structure: the support of hospital patient scheduling. Leading Edge in Production and  
Operations Management;1989; South Carolina, USA, (1989)
- (50) Catherine C Marinagi, Constantine D Spyropoulos, Christos Papatheodorou , Stavros  
Kokkotos . Continual planning and scheduling for managing patient tests in hospital  
laboratories. Artificial Intelligence in Medicine 2000;20(2):139-154
- (51) Klusch, M. Information agent technology for the Internet: a survey. Data and Knowledge  
Engineering 2001;36 (3):337-372

- (52) Anind K. Dey. Understanding and Using Context. Personal and Ubiquitous Computing 2001;5:4-7
- (53) Κοινωνία της πληροφορίας ΑΕ . Μελέτη για τη χρήση τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών στον τομέα υγείας και πρόνοιας , παραδοτέο Π2 : καταγραφή και ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης.[document on the Internet] . Available from : <http://www.observe.gr/files/meletes/Υγεία%20%20Π2%20Υφισταμενη%20κατάσταση%20έκδοση%205.pdf>
- (54) Haux R, Ammenwerth E, Herzog W, Knaup P. Health Care in the Information Society: a prognosis for the year 2013. International Journal of Medical Informatics;2002;66:3-21
- (55) Joseph Tan. E-Health Care Information Systems: An Introduction for Students and Professionals , London:Jossey-Bass;2005
- (56) König D , Lohmann N, Moser S, Stahl C, Wolf K . Extending the compatibility notion for abstract WS-BPEL processes. WWW 2008: Proceedings of the 17th International Conference on World Wide Web; 2008; Beijing, China; ACM; 2008 p.p 785-794
- (57) Marcos Da Silveira, Nicolas Guelfi: Exploiting Service Oriented Architectures for the Design of E-Health Systems. HEALTHINF 2008(2):219-224
- (58) Kemafor Anyanwu, Amit P. Sheth, Jorge Cardoso, John A. Miller, Krys Kochut. Healthcare Enterprise Process Development and Integration. Journal of Research and Practice in Information Technology 2003;35(2):83-98
- (59) Πολυμενοπούλου Μ .Ανάπτυξη ολοκληρωμένων δικτυοκεντρικών πληροφοριακών συστημάτων υγείας προσανατολισμένων σε διαδικασίες και υπηρεσίες. PhD[dissertation] .Πανεπιστήμιο Πειραιώς;2005
- (60) Wozak F .Medical Data Grids as a Base-Architecture for Interregional Shared Electronic Health Records PhD [dissertation], Institute for Health Information Systems University for Health Sciences, Medical Informatics and Technology (UMIT):2007
- (61) IEEE Std 1471-2000 IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems -Description [homepage on the Internet]. IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.; c2000 [cited 2006 May 12]. Available from: <http://standards.ieee.org/reading/ieee/std/se/1471-2000.pdf>.
- (62)Haux R, Winter A. , Ammenwerth E., BRIGL, B. (2004). Strategic Information Management in Hospitals. An Introduction to Hospital Information Systems. New York: Springe

- (63) Lehmann T. Handbuch der Medizinischen Informatik. 2nd ed. .Vienna: Hanser Fachbuch;2005
- (64) Braun A, Constantelou A, Karounou V, Ligoet J, Burgelman C . Prospecting e-health in the context of a European Ageing Society: Quantifying and qualifying needs. Final report;2003.European Science and Technology Observatory
- (65) Meltem O, Ozge S. Implementation Difficulties of Hospital Information Systems. Information Technology Journal 2006;5(5):892-899
- (66) Τσαλουκίδης Ν, Παπαγεωργίου Δ . Ο ρόλος των πληροφοριακών συστημάτων υγείας στην οργάνωση και διεκπεραίωση της νοσηλευτικής πρακτικής. Νοσηλευτική 2008;47(3);313-319
- (67) Κολοβού Λ .Μοντελοποίηση και υλοποίηση συστήματος μηνυματοδοσίας για υπηρεσίες τηλεματικής στο χώρο της υγείας. Phd[dissertation]. Πανεπιστήμιο Πατρών:2007
- (68) Shortliffe E, Perreault L. Medical Informatics: Computer applications in healthcare:Addison Wesley;1990
- (69) Reichertz L .Hospital information systems—Past, present, future.Internation Journal of Medical Informatics:2006;75:282-299
- (70) Microsoft Connected Health Framework Architecture and Design Blueprint , A Stable Foundation for Agile Health and Social Care [document on the Internet] . Available from : <http://download.microsoft.com/download/D/8/A/D8ABEB74-27CF-4DD6-B150-0A5685E82D1A/CHF%20ADB%20v2%20Part%201%20Introduction%20and%20Overview>.
- (71) Μπερλέρ Αλέξανδρος. Εφαρμογές των τεχνολογιών της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών στην επεξεργασία και τη μετάδοση βιολογικών σημάτων με έμφαση στη τηλεϊατρική: Μοντέλο υπηρεσιών διαχείρισης ιατρικής πληροφορίας σε περιβάλλον περιφερειακού πολιτοκεντρικού δικτύου υγείας. [Phd Dissertation] Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο – Πανεπιστήμιο Πατρών:2009
- (72) Hu J , Weaver A . Dynamic, Context-Aware Access Control for Distributed Healthcare Applications. Pervasive Security, Proceedings of Privacy and Trust (PSPT2004) 2004, Boston MA, August 2004
- (73) Woolridge M , Jennings N . Intelligent Agents: Theory and Practice. Knowledge Engineering Review:1995
- (74) Bieszczad A., Pagurek B., White T. Mobile Agents for Network Management . IEEE Communication Surveys:1998;1(1):2-9

(75) Sarang P , Jennings F, Juric M , Loganathan R . SOA Approach to Integration: XML, Web services, ESB, and BPEL in real-world SOA projects:New York:Packt Publishing;2007

(76)Raghupathi W, Umar A . Integrated digital health systems design : towards a service-oriented soft systems methodology. International Journal of Information Technology and the Systems Approach:2009

(77) Open Source and The Nationwide Health Information Network. Sun Microsystems:2007 [document on the Internet] . Available from : <http://www.propelmg.com/sun/nhin-ebook/nhin-opensource-ebook.pdf>

(78)Eysenbach G. What is e-health? . Journal of Medical Internet Research: 2001;3(2)

(79) HIMSS E-Health SIG White Paper . Available from : [http://www.himss.org/content/files/ehealth\\_whitepaper.pdf](http://www.himss.org/content/files/ehealth_whitepaper.pdf)

(80) Enrico Coiera (1997) Guide to Medical Informatics: The Internet and Telemedicine", Oxford University Press;1997

(81)World Health Organization . Available from : [http://www.who.int/eh/en/eHealth\\_HCD.pdf](http://www.who.int/eh/en/eHealth_HCD.pdf)

(82)UK Telemedicine and E-health Information Service . Available from : <http://www.teis.nhs.uk>

(83) Healthcare Information and Management Systems Society. HIMSS Electronic Health Record Definitional Model Version 1.0 . Available from : [http://www.providersedge.com/ehdocs/ehr\\_articles/HIMSS\\_EMR\\_Definition\\_Model\\_v1-0.pdf](http://www.providersedge.com/ehdocs/ehr_articles/HIMSS_EMR_Definition_Model_v1-0.pdf)

(84) Itala T, Ukkola j, Virtanen A, Mykkanen J. SOA approach for integration of departmental systems. Stud Health Technol Inform. 2008;136:723-8.

(85) EHRS Blueprint. Canada Health Infoway:2008 [document on the Internet] . Available from : [http://www.omg.org/news/meetings/workshops/HC-2008/15-06\\_Giokas.pdf](http://www.omg.org/news/meetings/workshops/HC-2008/15-06_Giokas.pdf)

(86) Τσακώνα Α. Εκπαίδευση επαγγελματιών υγείας και ορθή εισαγωγή του Φακέλου υγείας σε Δημόσια Νοσηλευτικά Ιδρύματα στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση. [MSC thesis] Πανεπιστήμιο Πατρών:2009

(87) Moonian O, Cheerkoot-Jalim S, Nagowah S, Khedo K, Doomun R, Cadessaib Z . HCRBAC – An Access Control System for Collaborative Context-Aware HealthCare Services in Mauritius. Journal of Health Informatics in Developing Countries:2008;2(2)

(88) Gritzalis D, Lambrinoudakis K . A security architecture for interconnecting health information systems. International Journal of Medical Informatics:2004;73: 305-309

## Παράρτημα

### Περιγραφή βάσης δεδομένων

Για την εφαρμογή χρησιμοποιούνται τρεις βάσεις δεδομένων για την καταγραφή των στοιχείων και δύο βάσεις δεδομένων για την εφαρμογή των κανόνων ασφαλείας.

#### Επιχειρηματική βάση δεδομένων κλινικού τμήματος νοσοκομείου :

Όνομα	Πεδία	Περιγραφή
clinical_department	(clinicalDepartmentID,clinicalDepartmentDescription, clinicalDepartmentName, clinicalDepartmentSurname, clinicalDepartmentTelephone)	Καταγράφει πληροφορίες για τα κλινικά τμήματα του νοσοκομείου
doctor	(doctorID,doctorSurname, doctorName, specialty, clinicalDepartmentID)	Καταγράφει πληροφορίες για τους ιατρούς
patient	(patientID,SSN,name,surname,fathersName, birthDate)	Καταγράφει πληροφορίες για τους ασθενείς
patient_contact	(patientContactID, patientID, phone, mobile, homeAddress, city, postal)	Καταγράφει στοιχεία επικοινωνίας για τους ασθενείς
patient_sign	(patientVisitCode, signId, signComments, signTime, patientID)	Καταγράφει ενδείξεις για συγκεκριμένη επίσκεψη ασθενούς
patient_symptom	(patientVisitCode, symptomid , symptomComments, symptomTime, patientID)	Καταγράφει συμπτώματα για συγκεκριμένη επίσκεψη ασθενούς

patient_visit	(patientVisitCode, patientID, doctorID, datetimeVisited, clinicalDepartmentID, attended)	Καταγράφει επισκέψεις ασθενών
Priority	(priorityID,priorityDescription)	Πίνακας καταγραφής τύπων προτεραιότητας
radiological_exam	(radiologicalExamID, radiologicalExamDescription)	Πίνακας καταγραφής τύπων ακτινολογικών εξετάσεων
radiological_image	(radiologicalImageID, radiologicalImage, RadiologicalReportID)	Καταγράφει τις ακτινολογικές εικόνες για μια ακτινολογική εξέταση
report_xml	(radOrderID,XMLResult)	Καταγράφει την ακτινολογική αναφορά σε μορφή XML εγγράφου
sign	(signID,signDescription)	Πίνακας καταγραφής τύπων ενδείξεων
symptom	(symptomID,symptomDescription)	Πίνακας καταγραφής τύπων συμπτωμάτων
radiological_order	(radiologicalOrderID, patientID,doctorID, datetimeRadiologicalOrder, clinicalDepartmentID, priorityID, radiologicalExamID, radiologicalReport, sentToRadiologist,patientVisitCode)	Καταγράφει τις ακτινολογικές εντολές που εκδίδονται

**Επιχειρηματική βάση δεδομένων γραμματείας τμήματος νοσοκομείου :**

Όνομα	Πεδία	Περιγραφή
priority	(priorityID, priorityDescription)	Πίνακας καταγραφής τύπων προτεραιότητας
radiological_exam	(radiologicalExamID, radiologicalExamDescription)	Πίνακας καταγραφής τύπων ακτινολογικών εξετάσεων
radiologist	(radiologistID, radiologistSurname, radiologistName, specialty)	Καταγράφει πληροφορία για τους ακτινολόγους
radiologist_exam	(radiologistExamID, radiologicalExamID, radiologistID)	Καταγράφει πληροφορία για το ποιες ακτινολογικές εξετάσεις μπορούν να εκτελέσουν οι ακτινολόγοι
radordersfor schedule	(radOrderID, radType , doctor, priority, hospital , clinicalDepartment , patientID , scheduled , dateScheduled, timeScheduled, radiologistID)	Καταγράφει τις ακτινολογικές εντολές που έχουν ληφθεί

**Επιχειρηματική βάση δεδομένων ακτινολογικού τμήματος νοσοκομείου:**

Όνομα	Πεδία	Περιγραφή
patient	(patientID,SSN,name,surname,fathersName,birthDate)	Καταγράφει πληροφορία για τους ασθενείς
patient_contact	(patientContactID,patientID,phone,mobile,homeAddress,city,postal)	Καταγράφει στοιχεία επικοινωνίας για

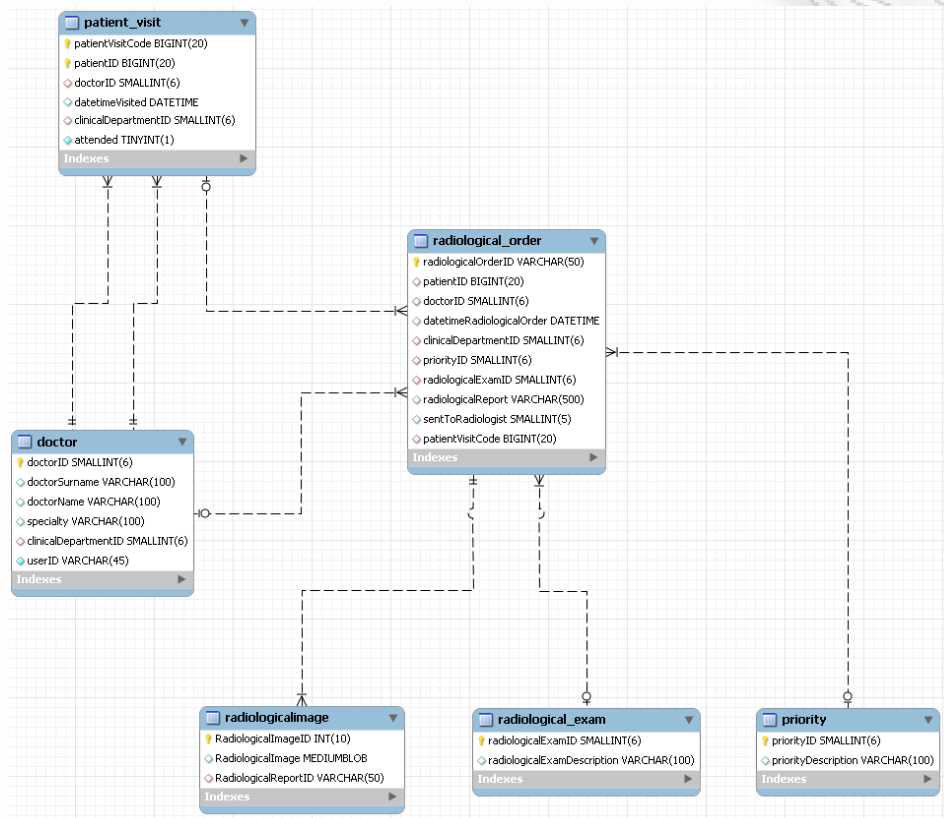


		τους ασθενείς
priority	(priorityID,priorityDescription)	Πίνακας καταγραφής τύπων προτεραιότητας
radiological_exam	(radiologicalExamID,radiologicalExamDescription)	Πίνακας καταγραφής τύπων ακτινολογικών εξετάσεων
radiological_image	(radiologicalImageID, RadiologicalImage , RadiologicalReportID )	Πίνακας καταγραφής ακτινολογικών εικόνων
radiologist	(radiologistID, radiologistSurname, radiologistName,specialty)	Καταγράφει πληροφορία για τους ακτινολόγους

#### Βάση δεδομένων ασφαλείας :

Όνομα	Πεδία	Περιγραφή
docUnavailability	(unavailabilityID , userID , dateFrom , dateTo , description , expirationDate )	Καταγράφει τις περιόδους κατά τις οποίες ο γιατρός είναι ανενεργός
groups	(userid , groupid )	Καταγράφει τους ρόλους που κατέχουν οι χρήστες
logAction	(logID , radOrderID , radiologistID , time_start, time_end , expired , time_of_last_edit )	Καταγράφει πληροφορία σχετικά με τις ενέργειες που εκτελούνται στον ιατρικό φάκελο ασθενούς
radTimeAcc	(radTimeAccessID, userID , timeFrom , timeTo )	Καθορίζει την χρονική περίοδο

ess		κατά την οποία ο γιατρός μπορεί να προσπελάσει πληροφορία
-----	--	---

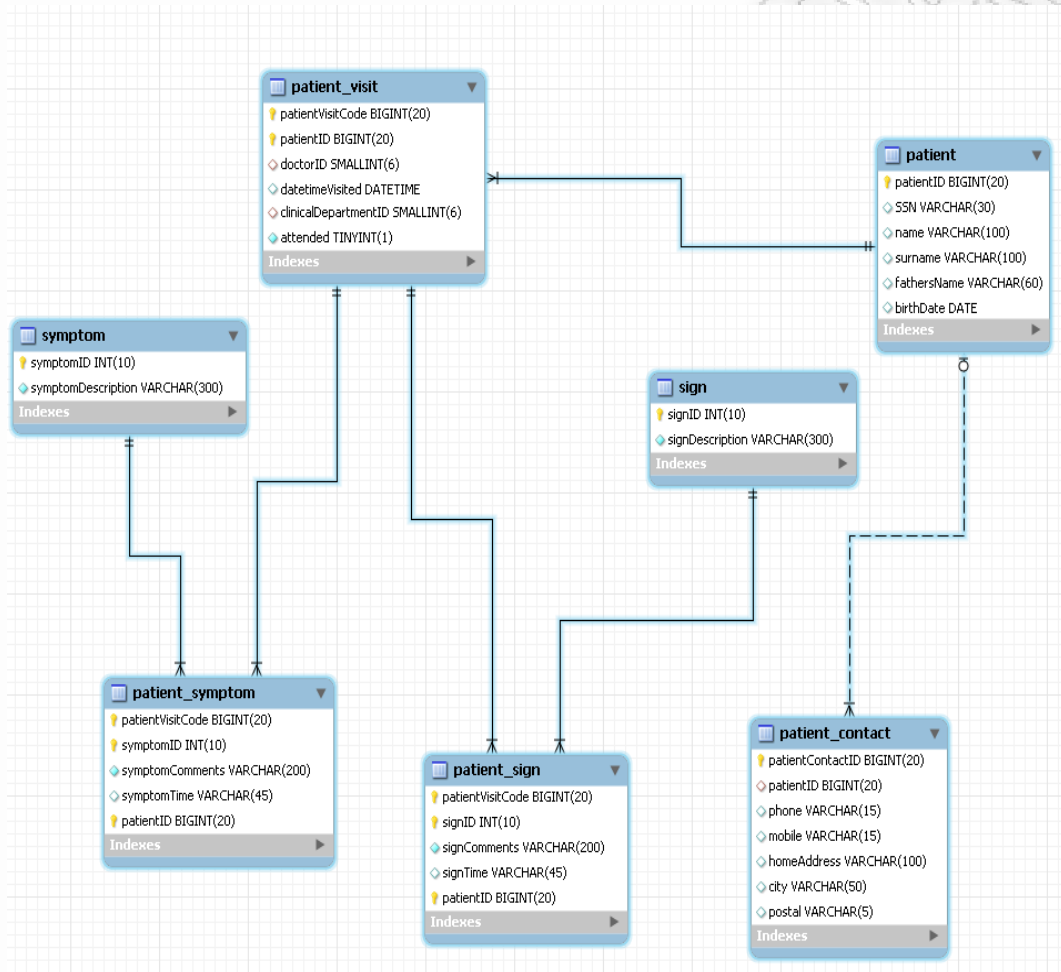


Εικόνα 74: Επιχειρηματική βάση δεδομένων κλινικού τμήματος νοσοκομείου 1

Από το διάγραμμα οντοτήτων συσχετίσεων της εικόνας 72 προκύπτουν οι ακόλουθες σχέσεις για την επιχειρηματική βάση δεδομένων του κλινικού τμήματος του περιφερειακού νοσοκομείου:

- Μια ακτινολογική εντολή συγγράφεται από έναν ιατρό , ωστόσο ένας γιατρός μπορεί να έχει συγγράψει μηδέν ή περισσότερες ακτινολογικές εντολές.
- Μια ακτινολογική εντολή περιλαμβάνει μία ή περισσότερες ακτινολογικές εικόνες. Ωστόσο μία ακτινολογική εικόνα αντιστοιχίζεται μόνο σε μία ακτινολογική εντολή.
- Μια ακτινολογική εντολή περιλαμβάνει ένα και μόνο ένα τύπο ακτινολογικής εξέτασης , ωστόσο ο ίδιος τύπος ακτινολογικής εξέτασης μπορεί να έχει εκτελεσθεί για μηδέν ή περισσότερες ακτινολογικές εντολές.

- Μια ακτινολογική εντολή έχει μια και μόνο μια καθορισμένη προτεραιότητα, ενώ ένας τύπος προτεραιότητας μπορεί να αντιστοιχίζεται σε μηδέν ή περισσότερες ακτινολογικές εντολές.
- Τέλος μία ακτινολογική εντολή αποτελεί αποτέλεσμα μίας και μόνο μίας νοσοκομειακής επίσκεψης , ωστόσο μια νοσοκομειακή επίσκεψη μπορεί να περιλαμβάνει μηδέν ή περισσότερες ακτινολογικές εντολές.

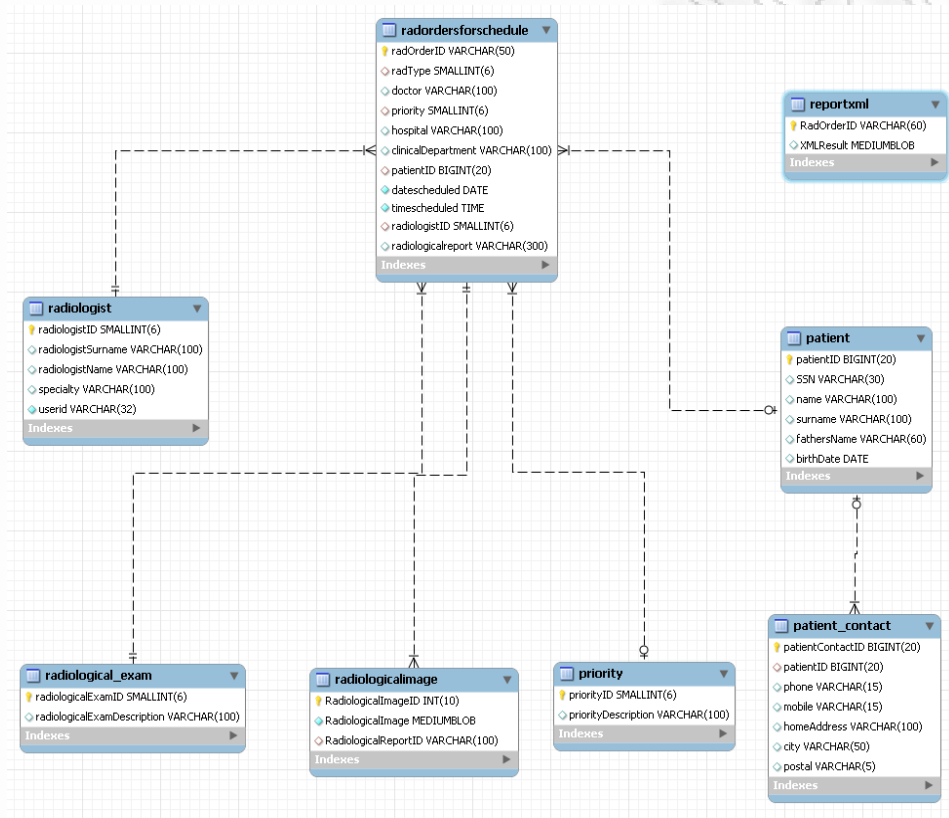


Εικόνα 75: Επιχειρηματική βάση δεδομένων κλινικού τμήματος νοσοκομείου 2

Από το διάγραμμα οντοτήτων συσχετίσεων της εικόνας 73 προκύπτουν οι ακόλουθες σχέσεις για την επιχειρηματική βάση δεδομένων του κλινικού τμήματος του περιφερειακού νοσοκομείου:

- Σε κάθε επίσκεψη ασθενούς αντιστοιχούν μία ή περισσότερες ενδείξεις , ενώ μία κωδικοποιημένη τιμή ένδειξης μπορεί να αντιστοιχίζεται σε μηδέν ή περισσότερες επισκέψεις.

- Σε κάθε επίσκεψη ασθενούς αντιστοιχούν ένα ή περισσότερα συμπτώματα , ενώ ένα κωδικοποιημένο σύμπτωμα μπορεί να αντιστοιχίζεται σε μηδέν ή περισσότερες επισκέψεις.
- Μια επίσκεψη πραγματοποιείται από έναν ασθενή , ωστόσο ο ίδιος ασθενής μπορεί να έχει πραγματοποιήσει μία ή περισσότερες επισκέψεις .
- Κάθε ασθενής έχει μια καρτέλα καταχώρησης στοιχείων που αναγράφονται τα στοιχεία επικοινωνίας του , και κάθε καρτέλα επικοινωνίας αντιστοιχίζεται σε έναν μόνο ασθενή.

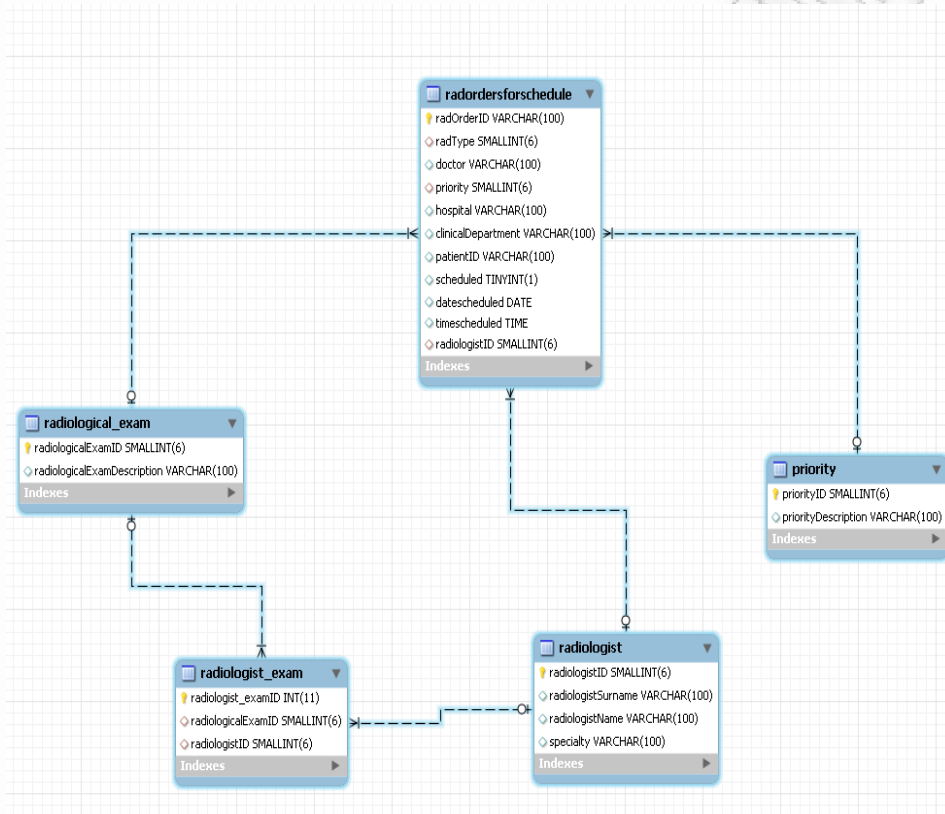


Εικόνα 76: Επιχειρηματική βάση δεδομένων ακτινολογικού τμήματος

Η εικόνα 74 απεικονίζει το διάγραμμα οντοτήτων συσχετίσεων της επιχειρηματικής βάση του ακτινολογικού τμήματος του περιφερειακού γενικού νοσοκομείου και καταδεικνύει τις ακόλουθες σχέσεις :

- Μια ακτινολογική εντολή περιλαμβάνει μία ή περισσότερες ακτινολογικές εικόνες. Ωστόσο μία ακτινολογική εικόνα αντιστοιχίζεται μόνο σε μία ακτινολογική εντολή.
- Μια ακτινολογική εντολή περιλαμβάνει ένα και μόνο ένα τύπο ακτινολογικής εξέτασης , ωστόσο ο ίδιος τύπος ακτινολογικής εξέτασης μπορεί να έχει εκτελεσθεί για μηδέν ή περισσότερες ακτινολογικές εντολές.

- Μια ακτινολογική εντολή έχει μια και μόνο μια καθορισμένη προτεραιότητα, ενώ ένας τύπος προτεραιότητας μπορεί να αντιστοιχίζεται σε μηδέν ή περισσότερες ακτινολογικές εντολές.
- Ένας ασθενής μπορεί να έχει υποβληθεί σε μηδέν ή περισσότερες ακτινολογικές εξετάσεις , ωστόσο μια ακτινολογική εξέταση αντιστοιχεί μόνο σε έναν ασθενή.
- Τέλος μία ακτινολογική εντολή εκτελείται από έναν μόνο ακτινολόγο ωστόσο ένας ακτινολόγος μπορεί να έχει εκτελέσει μηδέν ή περισσότερες ακτινολογικές εντολές.



Εικόνα 77: Επιχειρηματική βάση δεδομένων γραμματείας

Το διάγραμμα οντοτήτων συσχετίσεων της εικόνας 75 απεικονίζει τις σχέσεις που δημιουργούνται μεταξύ των οντοτήτων της επιχειρηματικής βάσης δεδομένων της γραμματείας του περιφερειακού γενικού νοσοκομείου :

- Μια ακτινολογική εντολή ανατίθεται σε ένα ακτινολόγο , ωστόσο σε ένα ακτινολόγο μπορεί να έχουν ανατεθεί μηδέν ή περισσότερες ακτινολογικές εξετάσεις.
- Μια ακτινολογική εντολή έχει ένα καθορισμένο τύπο εξέτασης , ωστόσο ένας τύπος εξέτασης μπορεί να έχει εκτελεστεί σε μηδέν ή περισσότερες ακτινολογικές εντολές
- Τέλος μια ακτινολογική εντολή έχει ένα καθορισμένο τύπο προτεραιότητας, ωστόσο ένας τύπος προτεραιότητας μπορεί να αντιστοιχίζεται σε μηδέν ή περισσότερες ακτινολογικές εντολές