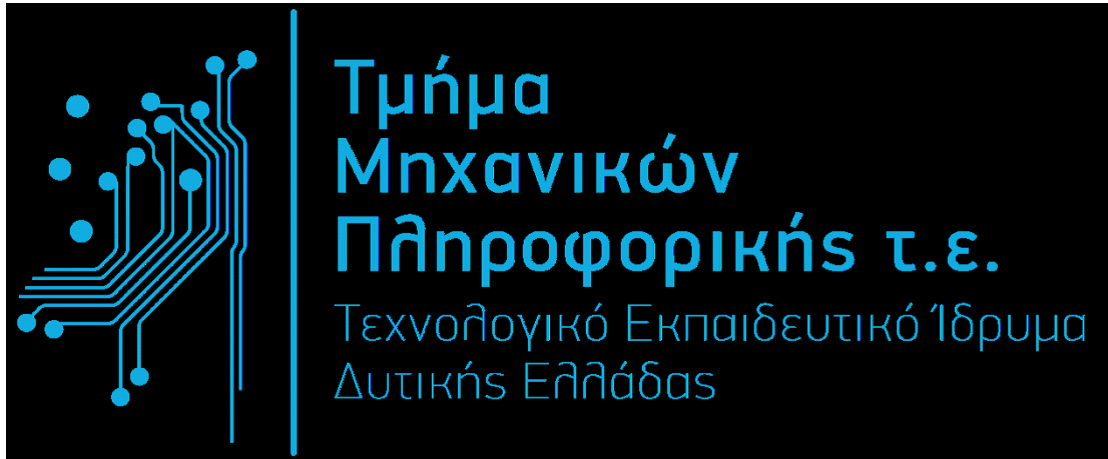


+



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ΣΥΜΒΑΤΟ ΜΕ
ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ DICOM**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ

ΚΑΝΤΙΔΑΚΗΣ ΣΩΤΗΡΗΣ Α.Μ. 0427

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΛΕΦΡΑΓΚΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΑΝΤΙΡΡΙΟ 2015

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή

Αντίρριο, Ημερομηνία.....

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

- **Αλεφραγκής Παναγιώτης**
-
-

Ευχαριστίες

Στο αυτό σημείο αισθάνομαι την ανάγκη να απευθύνω ευχαριστίες στα άτομα που με βοήθησαν και χωρίς τη βοήθειά τους πιθανόν να μην ήταν δυνατή η εκπόνησή της πτυχιακής αυτής.

Καταρχάς, θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου κ. Αλεφραγκή Παναγιώτη Καθηγητή Εφαρμογών της Σχολής Μηχανικών Πληροφορικής, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος, για την επίβλεψη της εργασίας, τις πολύτιμες συμβουλές του και την συμπαράστασή του ώστε να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία.

Επίσης τον κ. Μαρή Θωμά Αναπλ. Καθηγητή Ιατρικής Φυσικής του Πανεπιστημίου Κρήτης για την πολύτιμη βοήθεια του, τον κ. Καρατζάνη Ιωάννη, επιστημονικό συνεργάτη στο εργαστήριο Υπολογιστικής Βιο-Ιατρικής του ΙΤΕ για την καθοδήγηση στα πλαίσια τις πρακτικής μου όπου ήταν και το έναυσμα για αύτην την εργασία.Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Ειρήνη Γενιτσαρίδη,επίσης από το εργαστήριο Υπολογιστικής Βιο-Ιατρικής του ΙΤΕ για την πολύ σημαντική βοήθεια της στην διαδικτυακή εφαρμογή.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια όλο και πιο πολλά Νοσοκομεία εγκαθιστούν εξειδικευμένα συστήματα διαχείρισης και επικοινωνίας ιατρικών εικόνων τα οποία βοηθούν σε πολλούς τομείς στην ιατρική.

Το PACS System είναι ένα δικτυακά διασυνδεδεμένο σύστημα Η/Υ και περιφερειακών με κατάλληλα σχεδιασμένο υλικό και λογισμικό για την λήψη, την αρχειοθέτηση και γενικά τη διαχείριση ιατρικών εικόνων και των σχετικών δεδομένων τους με σκοπό την διάγνωση. Το DICOM πρότυπο είναι το πλέον διαδεδομένο πρότυπο επικοινωνίας ιατρικών εικόνων κατά το οποίο οι ιατρικές εικόνες συλλέγονται από τα ακτινολογικά μηχανήματα και διαχειρίζονται από το PACS σύστημα με πρότυπο τρόπο ώστε να είναι κοινός για όλους.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία αναπτύσσονται 2 εφαρμογές για την υποστήριξη ενός PACS συστήματος. Η πρώτη εφαρμογή είναι ένα διαδικτυακό PACS. Η υλοποίηση της εν λόγω εφαρμογής στηρίζεται στην παρουσία των υπάρχοντων συστημάτων PACS και περιέχει τις βασικές λειτουργίες ενός σύγχρονου PACS όπως διαχείριση, αποθήκευση και προβολή των ιατρικών εικόνων. Η δεύτερη εφαρμογή είναι μια Desktop DICOM Viewer. Η υλοποίηση της εν λόγω εφαρμογής στηρίζεται στις υπηρεσίες επεξεργασίας που προσφέρουν οι εφαρμογές επεξεργασίας-προεπισκόπησης της ιατρικής εικόνας και έχω δημιουργήσει ένα περιβάλλον επεξεργασίας καθώς και αρκετές κατάλληλες λειτουργίες-εργαλεία για την επεξεργασία αυτήν.

Abstract

In recent years, more and more hospitals have been installing specialized systems of medical pictures management and communication, which are of great help to many fields of medicine.

The PACS System is a network-linked system of both a PC and peripherals with appropriately designed hardware and software for the reception, archiving and general management of medical pictures and their associated data for the purpose of the diagnosis. The DICOM standard is the most widely used communication standard of medical pictures in which the pictures are collected by the medical radiological equipment and adjusted by the PACS system in a standard way, common to everybody.

Two applications, regarding the support of a PACS system, are developed in this thesis. The first application is a web-based PACS. The implementation of this application is based on the presence of the existing PACS systems and includes the basic functions of a modern PACS such as management, storage and viewing of medical pictures. The second one is a Desktop DICOM Viewer. The implementation of this application is based on the process services offered by the medical picture Preview-processing applications. Also, I have created an editing environment and several suitable functions-tools for this process.

Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	3
Περίληψη.....	4
Πίνακας Εικόνων	7
Κεφάλαιο 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1. Πρωτόκολλο DICOM.....	9
1.1.1 Ιστορική αναδρομή	9
1.1.2Επικοινωνία DICOM	10
1.1.3 Πληροφοριακές οντότητες του DICOM.....	11
1.1.4 Τι προσφέρει το DICOM	12
1.1.5 DICOM Tags	12
1.1.6 Διαχείριση DICOM Ιατρικών Εικόνων μέσω του PACS.....	13
1.2.PACS Σύστημα αρχειοθέτησης και επικοινωνίας εικόνων	14
1.2.1Τι είναι το PACS	14
1.2.2 Η επικοινωνία PACS-RIS	15
1.2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του PACS.....	16
1.2.4 Εργαλεία του PACS	17
1.3. Δομή Εγγράφου Πτυχιακής	18
Κεφάλαιο 2. Σχετικές υπάρχουσες εφαρμογές.....	19
Κεφάλαιο 3.ΜyRIA PACS (My Radiation Internet application)	21
3.1.ΜyRIA PACS Web	21
3.1.1.Λειτουργία της εφαρμογής	21
3.1.2. Λεπτομέρειες υλοποίησης	28
3.2 MyRIA DICOM Viewer	38
3.2.1 Λειτουργία της εφαρμογής	38
3.2.2. Λεπτομέρειες εφαρμογής	46
Κεφάλαιο 4. Συμπεράσματα και μελλοντικές εργασίες	49
Κεφάλαιο 5. Βιβλιογραφία.....	50

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1. Πληροφοριακές οντότητες DICOM	11
Εικόνα 2. DICOM Tags – Πληροφορίες Ιατρικής Εικόνας.....	13
Εικόνα 3. Η επικοινωνία του PACS-RIS.....	15
Εικόνα 4. Sante Dicom editor	19
Εικόνα 5. RemoteEyeSuite DICOM viewer	19
Εικόνα 6. LogiPacs server	20
Εικόνα 7. OsiriX Imaging Software	20
Εικόνα 8. Login page.....	22
Εικόνα 9. Sign up page.....	22
Εικόνα 10. Home page.....	23
Εικόνα 11. Series page.....	24
Εικόνα 12. Instances page	25
Εικόνα 13. Image view page	26
Εικόνα 14. Upload page.....	27
Εικόνα 15. Παράθυρο επιλογής αρχείων.....	27
Εικόνα 16. Αρχιτεκτονική του Spring web MVC.....	30
Εικόνα 17. Process Controllers.....	31
Εικόνα 18. MyRIASHome controller.....	32
Εικόνα 19. SaveFile Controller.....	34
Εικόνα 20. 4 Controllers and the association with browselist class.....	35
Εικόνα 21. Βάση δεδομένων της web εφαρμογής.....	37
Εικόνα 22. MyRIA DICOM viewer παράθυρο εφαρμογής	38
Εικόνα 23. Επιλογή φακέλου ή αρχείων	39
Εικόνα 24 Μπάρα εργαλείων	39
Εικόνα 25. Πεδία πληροφοριών πάνω στην εικόνα.....	40
Εικόνα 26. Slider, Next, Previous and Play	40
Εικόνα 27. Basic Tags Text box.....	41
Εικόνα 28. Παράδειγμα εργαλείου γραμμής.....	42
Εικόνα 29. Παράδειγμα εργαλείου συνεχής γραμμή	43
Εικόνα 30. Εργαλείο παραλληλόγραμμο	43
Εικόνα 31. Εργαλείο αντιστροφής της εικόνας.....	44
Εικόνα 32. Εργαλείο αλλαγής της αντίθεσης.....	44
Εικόνα 33. Παράθυρο των πληροφοριών της ιατρική εικόνας	45

Κεφάλαιο 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ιστορία , χρήση από γιατρούς , νοσοκομεία, πλεονεκτήματα χρήσης του DICOM.

1.1. Πρωτόκολλο DICOM

Το DICOM[5] είναι ένα διεθνές πρότυπο επικοινωνίας ιατρικών εικόνων και των σχετικών πληροφοριών τους, το οποίο προσφέρει στους χρήστες την ανάκτηση και την διαχείριση των ιατρικών εικόνων και των συναφών πληροφοριών τους με πρότυπο τρόπο ώστε να είναι ο ίδιος για όλα τα απεικονιστικά μηχανήματα τα παραγωγής-λήψης ιατρικών εικόνων ανεξαρτήτως μοντέλου η κατασκευαστή και επιτρέπει την «κυκλοφορία» τους από τις πηγές παραγωγής-λήψης και τους τερματικούς ιατρικούς σταθμούς μιας ιατρικής μονάδας.

1.1.1 Ιστορική αναδρομή

Πριν το 1983, οι κατασκευαστές απεικονιστικών μηχανημάτων, εφάρμοζαν «ατομικά» πρωτόκολλα καταγραφής δεδομένων και εικόνων κατά την εξέταση, απαγορεύοντας έτσι ουσιαστικά τη μεταφορά, αποθήκευση και προβολή των ιατρικών εικόνων διαφορετικών κατασκευαστών σε ένα σύστημα δικτύου PACS.

Το 1983 λόγω της ανάγκης να εξελιχθεί η μέθοδος μεταφοράς των ιατρικών εικόνων και τις σχετιζόμενης πληροφορίας, Το πρόβλημα λύθηκε με την παρέμβαση της ACR (American College of Radiology) και της NEMA[15] (National Electrical Manufacturers' Association), που συνεργάστηκαν και αυτό είχε ως αποτέλεσμα το πρότυπο ACR/NEMA 1.0 δημοσιεύτηκε το 1985. Το πρότυπο αυτό αναφερόταν σε συνδέσεις από σημείο σε σημείο.

Στη συνέχεια δημιουργήθηκε η μεταγενέστερη έκδοση ACR/NEMA 2.0 που περιείχε διάφορες αναθεωρήσεις και δημοσιεύτηκε το 1988. Το πρότυπο DICOM εκδόθηκε το 1993 και είναι η εξέλιξη του προτύπου ACR/NEMA 2.0 .

Το πρότυπο DICOM χρησιμοποιείται ευρέως έως και σήμερα, βέβαια στην πορεία, έχουν προστεθεί συμπληρώματα λόγω των τεχνολογικών αλλαγών και αναγκών που έχουν προκύψει. Έχει καταφέρει να κυριαρχήσει στη μεταφορά των ιατρικών εικόνων και έχει ενσωματώσει τις απαιτήσεις των ήδη υπαρχόντων δικτύων.

1.1.2 Επικοινωνία DICOM

Παρέχει κανόνες για ανταλλαγή δεδομένων και σωστή επικοινωνία μεταξύ: μηχανημάτων, υπολογιστών και νοσοκομείων, σύμφωνα με οδηγίες της National Electronic Manufacturer's Association, NEMA <http://medical.nema.org/>

Οι κανόνες αυτοί παρέχουν τη δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας που:

- ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο των «συγκρούσεων»
- βοηθά-προωθεί τη δυνατότητα εξέλιξης και αναβάθμισης του συστήματος

Η επικοινωνία στο DICOM λειτουργεί σε τέσσερα επίπεδα:

- προετοιμασία (π.χ. έλεγχος ότι υπάρχει ανοικτός δρόμος)
- διαχείριση δεδομένων για ασθενή και εξέταση
- ποιότητα εικόνας (επεξεργασία)
- ασφάλεια πρόσβασης

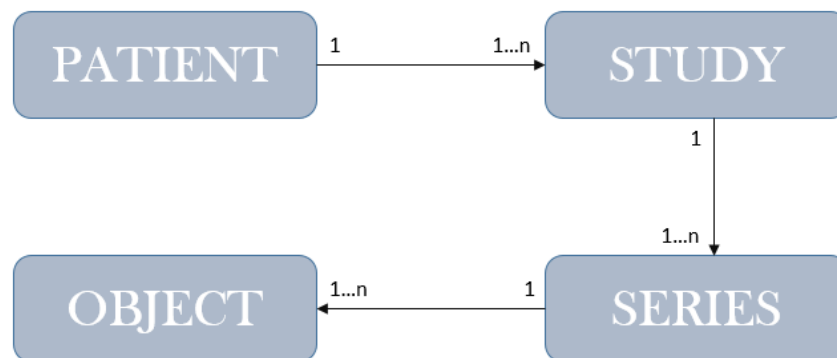
Το DICOM επίσης, επιτρέπει μόνο πρότυπες (standard) υπηρεσίες που πιθανόν να ζητηθούν, όσον αφορά τα πιο πάνω αναφερόμενα αντικείμενα:

- βρες (find),
- μετέφερε (move),
- αποθήκευσε (store) και
- πάρε (get)
- Εκτύπωσε (Print)

1.1.3 Πληροφοριακές οντότητες του DICOM

Το DICOM ορίζει συγκεκριμένες πληροφοριακές οντότητες και η ιεραρχία τους έχει ως εξής:

- Ασθενής (Patient)
- Διαγνωστική εξέταση (Study)
- Σειρά εξέτασης (Series)
- Στοιχείο εξέτασης (Objector Instance)



Εικόνα 1. Πληροφοριακές οντότητες DICOM

Οι σχέσεις μεταξύ τους είναι οι εξής: (Εικόνα 1: ο ασθενής έχει από 1 μέχρι n διαγνωστικές εξετάσεις, η διαγνωστική εξέταση περιέχει 1 μέχρι n Series και 1 Series διαθέτει από 1 έως n DICOM objects.

1.1.4 Τι προσφέρει το DICOM

Προσφέρει λύσεις με:

- σαφείς ορισμούς των χρησιμοποιούμενων όρων
- τυποποίηση της ψηφιακής εικόνας
- περιγραφή των δυνατοτήτων διασύνδεσης
- καθορισμό προδιαγραφών για μεταφορά εικόνας
- περιγραφή προσυμφωνημένων κανόνων επικοινωνίας
- έγγραφη συμφωνία από όσους αποδέχονται και υιοθετούν το πρότυπο
- διευκολύνει τη διαχείριση και διανομή των ψηφιακών εικόνων και των δεδομένων που τα συνοδεύουν, μέσα στο δίκτυο.

1.1.5 DICOM Tags

Το DICOM μπορεί να περιέχει διάφορες σχετικές με την ιατρική εικόνα πληροφορίες(DICOM Tags or Attributes) κάποιες από αυτές είναι: πληροφορίες για τον ασθενή(όνομα,χρονολογία γέννησης, φύλλο), τον τύπο της εξέτασης(MRI,CT,US e.t.c.),το μοντέλο του μηχανήματος της εξέτασης, ο αριθμός εξέτασης (Series Number) ,την ημερομηνία που έγινε η εξέταση, διάφορες πληροφορίες για τα pixel της εικόνας όπως τα δεδομένα της εικόνας (pixel data) και διάφορα άλλα.

Παρακάτω βλέπουμε τα DICOM Tags όπως τα εμφανίζει η Desktop DICOM Viewer εφαρμογή μου:

(TAGID)είναι ο κωδικός αναγνώρισης του κάθε πληροφοριακού πεδίου,(VR)είναι το είδος της πληροφορίας που περιέχει το TAG, στη στήλη <Attribute>αναφέρεται το όνομα της πληροφορίας που περιέχει το TAG και στη στήλη <Value>αναφέρεται η τιμή της πληροφορίας που περιέχει το TAG.

Tag id	VR	Attribute	Value
(0008,0005)	CS	Specific Character Set	ISO_IR 100
(0008,0008)	CS	Image Type	ORIGINAL
(0008,0012)	DA	Instance Creation Date	20061201
(0008,0013)	TM	Instance Creation Time	145338.000000
(0008,0014)	UI	Instance Creator UID	1.3.46.670589.11.8743.5
(0008,0016)	UI	SOP Class UID	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.4
(0008,0018)	UI	SOP Instance UID	1.3.46.670589.11.0.0.11.4.2.0.8743.5...
(0008,0020)	DA	Study Date	20061201
(0008,0021)	DA	Series Date	20061201
(0008,0022)	DA	Acquisition Date	20061201
(0008,0023)	DA	Content Date	20061201
(0008,0030)	TM	Study Time	141645.000000
(0008,0031)	TM	Series Time	143958.890000
(0008,0032)	TM	Acquisition Time	143958.890000
(0008,0033)	TM	Content Time	143958.890000
(0008,0050)	SH	Accession Number	0
(0008,0060)	CS	Modality	MR
(0008,0070)	LO	Manufacturer	Philips Medical Systems
(0008,0080)	LO	Institution Name	7GEFF0GbzqCNo43Yd0,Ibu,zQSSX
(0008,0090)	PN	Referring Physician's Name	dAEvNTxZJO0E
(0008,1010)	SH	Station Name	intera
(0008,1030)	LO	Study Description	IRM cérébrale, neuro-crâne

Εικόνα 2. DICOM Tags – Πληροφορίες Ιατρικής Εικόνας

1.1.6 Διαχείριση DICOM Ιατρικών Εικόνων μέσω του PACS

Οι DICOM Ιατρικές εικόνες χρειάζονται ένα σύστημα διαχείρισης και αρχειοθέτησης εικόνων για να καταχωρηθούν και να αποθηκευτούν στο σύστημα αυτό, ώστε να μπορούν στη συνέχεια να διατεθούν στον εκάστοτε γιατρό, φυσικό, ακτινολόγο, ασθενή κλπ. Για προβολή και επεξεργασία με στόχο την ιατρική διάγνωση και την γρηγορότερη εξυπηρέτηση του ασθενή. Αυτό το σύστημα είναι το PACS(Picture Archive and Communication System)- Σύστημα αρχειοθέτησης και επικοινωνίας εικόνων.

1.2.PACS Σύστημα αρχειοθέτησης και επικοινωνίας εικόνων

1.2.1Τι είναι το PACS

Το PACS είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα για την αντικατάσταση των ρόλων των συμβατικών ακτινολογικών φιλμ όπως την συλλογή των εικόνων και των δεδομένων, την αποθήκευσή τους, την διαβίβασή τους σε δίκτυο και την εμφάνισή τους ψηφιακά, είναι ένα δικτυακά διασυνδεδεμένο σύστημα Η/Υ και περιφερειακών με κατάλληλα σχεδιασμένο υλικό(Hardware) και λογισμικό(Software) για την λήψη, την αρχειοθέτηση και γενικά τη διαχείριση ιατρικών εικόνων και των σχετικών δεδομένων τους με σκοπό την διάγνωση/θεραπεία.

Η αξιοπιστία και η απλότητα αυτής της λειτουργίας εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες, που ξεκινούν από εξειδικευμένα εξαρτήματα υπολογιστών και δικτύων (hardware) και φτάνουν στην ανάπτυξη έξυπνων και ευέλικτων προγραμμάτων υπολογιστών (software).

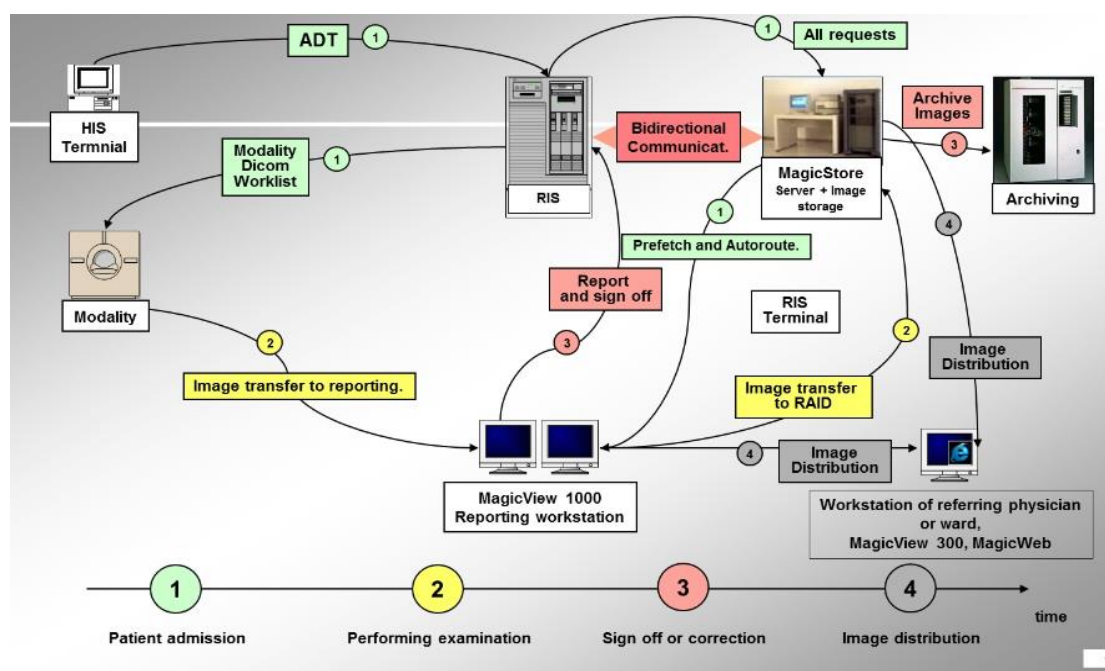
Το λογισμικό μέρος του PACS αναλαμβάνει την μεταφορά και αρχειοθέτηση των ιατρικών εικόνων από τα ιατρικά μηχανήματα σε κατάλληλα αποθηκευτικά μέσα και πρέπει να υποστηρίζει πλήρως το DICOM πρωτόκολλο ώστε να είναι εύκολη η επικοινωνία του με όλα τα ιατρικά μηχανήματα ανεξαρτήτως κατασκευαστή. Το λογισμικό του PACS επίσης είναι υπεύθυνο για την κατάλληλη κατανομή των χρηστών(users),των δικαιωμάτων των τους και ανάλογα με τον όγκο των δεδομένων που καλείται να διαχειριστεί παραμετροποιείται κατάλληλα. Η απόδοσή του εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από το υλικό (hardware) με το οποίο καλείται να συνεργαστεί.

Το λογισμικό του PACS παρέχει συμβατότητα με τους περισσότερους υπολογιστές που είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται στην ιατρική και οι οποίοι συνεργάζονται με το πληροφοριακό σύστημα του νοσοκομείου (HIS) και το πληροφοριακό σύστημα του ακτινολογικού τμήματος (RIS).

Το λογισμικό του PACS πρέπει να συνεργάζεται αρμονικά με το λογισμικό του διαγνωστικού κέντρου προκειμένου ο ακτινολόγος να μπορέσει να κάνει τελικά την διάγνωσή του αλλά και το πληροφοριακό σύστημα του ακτινολογικού Τμήματος (RIS).

1.2.2 Η επικοινωνία PACS-RIS

Η επικοινωνία ανάμεσα στο PACS και στο IRS(πληροφοριακό σύστημα του ακτινολογικού τμήματος ενός Νοσοκομείου), και κατά συνέπεια την δημιουργία του συστήματος PACS-RIS με την αμφίδρομη συνεργασία που έχουν μεταξύ τους ,το HIS Terminal(τερματικό του πληροφοριακού συστήματος του Νοσοκομείου) στέλνει τα στοιχεία για τον ασθενή, στο IRS. Αυτό κάνει όλα τα αιτήματα (REQUESTS) που χρειάζεται για την εξέταση, παίρνει τις πληροφορίες και τις δίνει στο αρμόδιο μηχάνημα για την συγκεκριμένη εξέταση. Όταν ολοκληρωθεί η εξέταση μεταφέρονται οι ιατρικές εικόνες στο reporting workstationγια ιατρική γνωμάτευση, αναφορά στο (IRS) και αποστολή πίσω στον PACS όπου θα γίνει η αποθήκευση τους για να μπορούν να ανακτηθούν, διαβαστούν.



Εικόνα 3. Η επικοινωνία του PACS-RIS

1.2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του PACS

Πλεονεκτήματα από το PACS σύστημα είναι τα εξής:

- Καλύτερη ποιότητα εικόνας
- Ψηφιοποίηση ιατρικών εικόνων από άλλο νοσοκομείο
- Εικόνες από προηγούμενες εξετάσεις μπορούν να διατεθούν άμεσα για σύγκριση.
- Οι ιατρικές εικόνες μπορούν να είναι σε διαφορετικά σημεία την ίδια στιγμή, γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα τη γρηγορότερη διάγνωση και θεραπεία.
- Καλύτερη εξυπηρέτηση του ασθενή.
- Η μεταφορά και η ταξινόμηση των φιλμ δεν γίνεται δια χειρός, και έτσι αποφεύγεται η συμφόρηση στο χώρο της δουλειάς.
- Δεν υπάρχουν χαμένα φιλμ και δεν χρειάζεται η εκτύπωσή τους
- Χαμηλότερο κόστος στα φιλμ και εξοικονόμηση χρόνου
- Προσφέρει ψηφιακή προβολή, αποθήκευση, ανάκτηση, επικοινωνία και διαχείριση-επεξεργασία των ιατρικών ψηφιακών εικόνων και των σχετικών πληροφοριών τους.

Μειονεκτήματα από το PACS σύστημα είναι τα εξής:

- Συμβατικά PACS υποφέρουν από διάφορα μειονεκτήματα, ιδιαίτερα στους τομείς της δρομολόγησης, την ανάκτηση και την εμφάνιση εικόνων. Όταν ο PACS λαμβάνει μια εικόνα από ενός ασθενή, η εικόνα δρομολογείται σε ένα αρχείο που αποθηκεύεται.

Στην συνέχεια ο χρήσης σε ένα σταθμό εξέτασης πρέπει να ανακτήσει την εικόνα από το αρχείο για να την δει, δηλαδή απαιτεί από το χρήστη να ανακτήσει τις εικόνες. Από την άποψη αυτή, όταν το δίκτυο είναι απασχολημένο PACS, διαφορετικοί χρήστες συχνά ανταγωνίζονται για πόρους του συστήματος, με αποτέλεσμα την αργή απόκριση του συστήματος και ως εκ τούτου την περαιτέρω αύξηση του χρόνου που απαιτείται για την ολοκλήρωση της διαδικασίας αναθεώρησης.

- Επίσης ένα άλλο μειονέκτημα μπορεί να είναι στο κόστος της αγοράς και της συντήρησής του PACS αλλά και οι διαρκείς τροποποιήσεις.

1.2.4 Εργαλεία του PACS

Το PACS μπορεί να περιέχει διάφορα εργαλεία επεξεργασίας και διαχείρισης της εικόνας όπως:

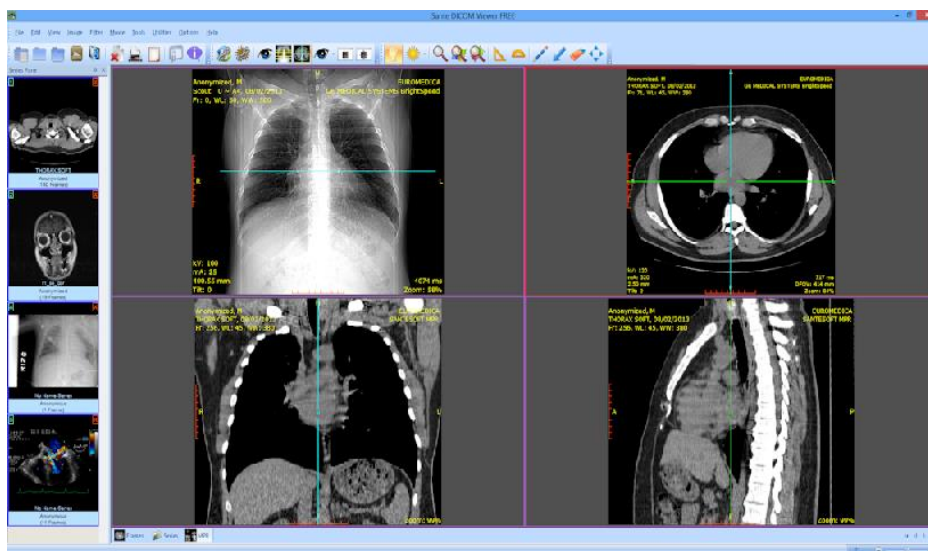
- Διαδραστικά από την κίνηση του χρήστη με το ποντίκι να γίνεται μέτρηση απόστασης και σχηματισμού γραμμής ορθογωνίου, έλλειψη κ.λ.π.
- Αλλαγή της αντίθεσης της εικόνας. Μεγέθυνση, σμίκρυνση, περιστροφή της εικόνας.
- Προβολή διπλής οθόνης ώστε να συγκρίνονται διαφορετικές εικόνες.
- Μαγικό ραβδί (magik wand) όπου σε όποιο pixel κάνει click ο χρήστης με το ποντίκι επιλέγονται όλα τα pixel με την συγκεκριμένη τιμή απόχρωσης pixel (pixel value).
- Τρισδιάστατη απεικόνιση όπως και τρισδιάστατη μέτρηση διαδραστικά με την κίνηση του χρήστη στο ποντίκι.

1.3. Δομή Εγγράφου Πτυχιακής

Η δομή του κειμένου είναι ως εξής. Στο 2^ο κεφάλαιο αναλύονται σχετικές δουλείες σε σχέση με αυτήν την εργασία. Στο 3^ο κεφάλαιο περιγράφουμε αναλυτικά το εργαλείο που αναπτύχθηκε και το οποίο αποτελείται από μια webκαι μια desktop εφαρμογή. Τέλος, στο τελευταίο κεφάλαιο περιγράφουμε τα συμπεράσματα μας και πιθανές βελτιώσεις και επεκτάσεις που μπορούν να γίνουν στο μέλλον.

Κεφάλαιο 2. Σχετικές υπάρχουσες εφαρμογές

Ο Sante DICOM Editor[1]είναι ένας DICOM viewer που προσφέρει στους χρήστες του (γιατρούς ακτινολόγους, φυσικούς, κ.λπ.) τελευταίας τεχνολογίας δυνατότητες προβολής ιατρικών εικόνων ακόμα και 3Dπροβολή.



Εικόνα 4. Sante Dicom editor

Το ιδανικότερο παράδειγμα είναι η δουλειά της εταιρίας,Neologica που έχει αναπτύξει 2 εφαρμογές που μοιάζουν να είναι οι καλύτερες εκδόσεις των δύο αντιστοιχών δικών μου,την εφαρμογή LogiPACS server[2] και την RemoteEyeSuite DICOM viewer[3]

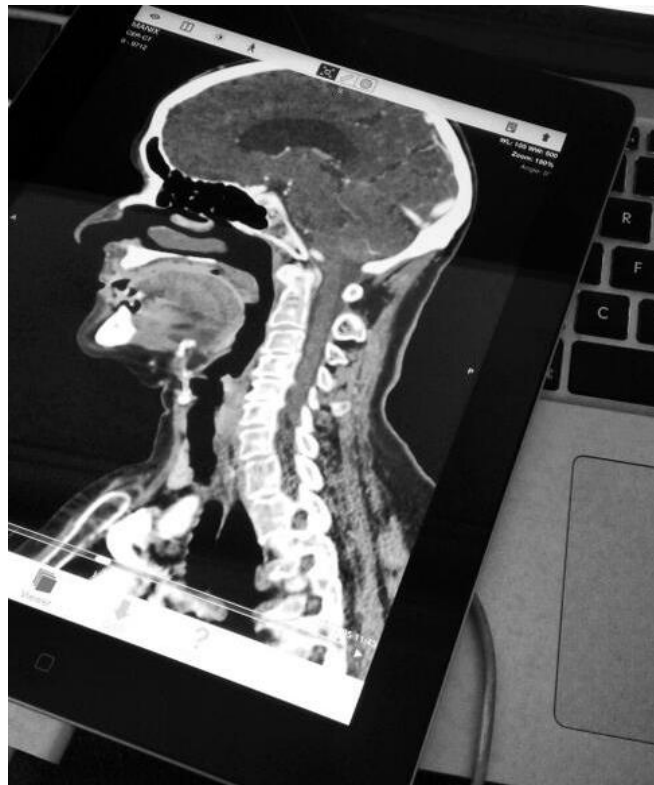


Εικόνα 5. RemoteEyeSuite DICOM viewer



Εικόνα 6. LogiPacs server

Εξειδικευμένος ανοιχτού κώδικα PACS workstation, DICOM Viewer είναι το OsiriX Imaging Software[4]. Αλλά είναι προσβάσιμο μόνο από “Mac” λογισμικό.



Εικόνα 7. OsiriX Imaging Software

Κεφάλαιο 3. MyRIA PACS (My Radiation Internet application)

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται το MyRIA PACS σύστημα που αποτελείται από δύο εφαρμογές. Η πρώτη εφαρμογή παρέχει τις λειτουργίες της αποθήκευσης, της αρχειοθέτησης των ιατρικών εικόνων, καθώς και τον διαμοιρασμό και την προβολή τους. Η δεύτερη εφαρμογή αναλαμβάνει τις λειτουργίες της ψηφιακής προβολής των ιατρικών εικόνων μαζί με τις σχετικές πληροφορίες τους και της επεξεργασίας τους.

3.1. MyRIA PACS Web

3.1.1. Λειτουργία της εφαρμογής

Το MyRIA PACS διαδικτυακή (web) εφαρμογή μου περιέχει τις λειτουργίες της επικοινωνίας και της αποθήκευσης ενός PACS για ιατρικές εικόνες και των σχετικών πληροφοριών τους σύμφωνα με το πρότυπο DICOM. Επίσης μπορεί να προβάλλει τις Ιατρικές εικόνες ψηφιακά στον χρήστη, εφόσον έχει γίνει η μετατροπή των DICOM εικόνων σε Jpeg εικόνες-αρχεία στο Upload της εφαρμογής και έχουν αποθηκευτεί αναλόγως με τις ονομασίες των DICOM αρχείων.

Η εφαρμογή από τη μεριά του χρήστη.

Η εφαρμογή μου ξεκινάει με την σελίδα πρόσβασης (Login page) η οποία περιέχει τα πεδία όνομα χρήστη (username) και κωδικό (password). Τα οποία συμπληρώνει ο εγγεγραμμένος χρήστης και πατάει το κουμπί “Sign in” για να μπει στην εφαρμογή, εάν ο χρήστης δεν είναι εγγεγραμμένος υπάρχει το κουμπί “Sign up” που τον μεταφέρει στη σελίδα εγγραφής ενός χρήστη στο σύστημα.

Στην συνέχεια εμφανίζονται οι δύο προαναφερθείσες σελίδες.

MyRIA PACS

Login

Username:

Password:

The provided username and password is invalid. Please try again!

Sign in

Sign Up

Εικόνα 8. Login page

MyRIA PACS

Sign Up

Username:

Password:

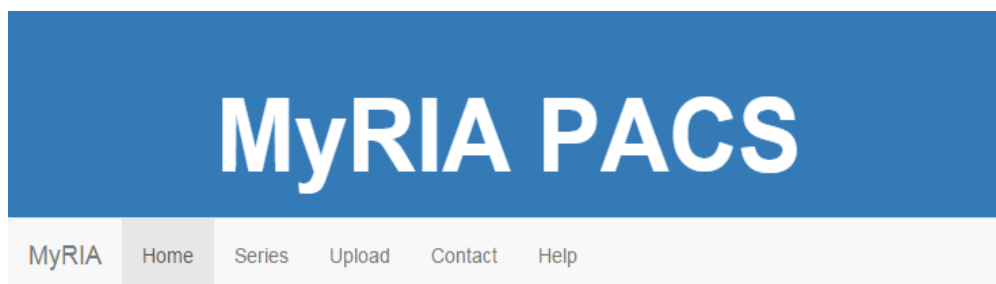
Full Name:

e-mail:

Submit

Εικόνα 9. Sign up page

Εφόσον τα στοιχεία στην Login page είναι σωστά θα μεταφερθεί ο χρήστης στην αρχική σελίδα. Η (Homepage) αρχική σελίδα της διαδικτυακής εφαρμογής περιέχει ένα μενού πλοήγησης για την μετάβαση στις σελίδες της εφαρμογής.



Home page



Εικόνα 10. Home page

Το μενού αυτό περιέχει το κουμπί “Series” το οποίο όταν πατηθεί η εφαρμογή θα μεταφέρει τον χρήστη από την αρχική σελίδα στη σελίδα όπου εμφανίζονται σε πίνακα όλα τα (series) σειρές εξετάσεων, που διαθέτει το PACS και δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να κατεβάσει (Download) τα DICOM αρχεία των ιατρικών εικόνων που περιέχει ένα series ή να γίνει η προβολή (view) των ιατρικών εικόνων.

MyRIA PACS

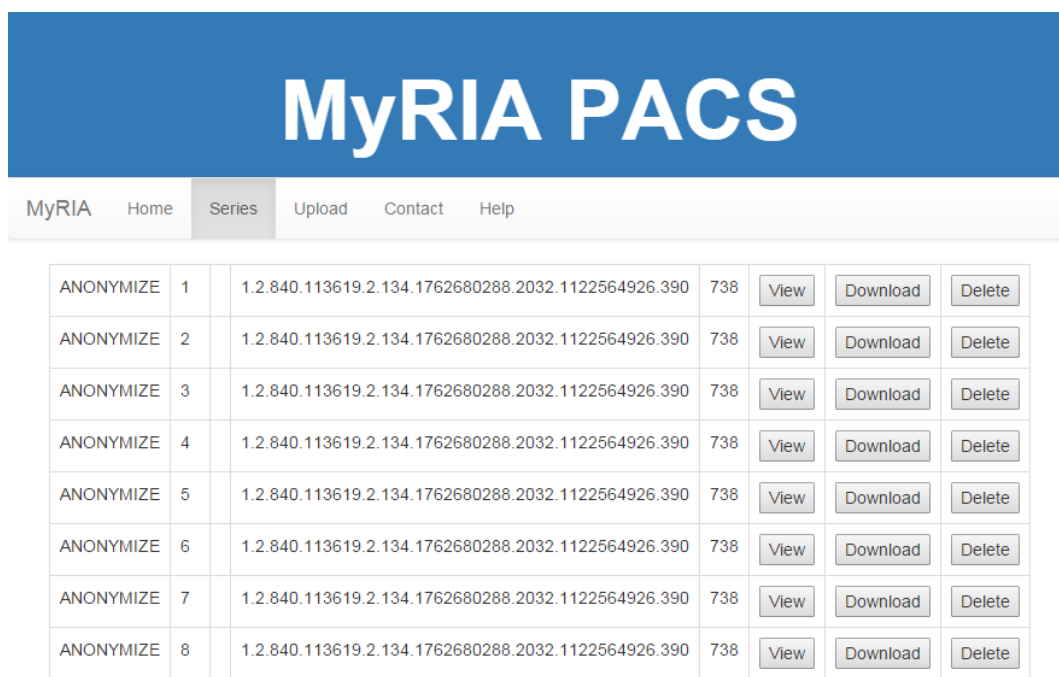
MyRIA Home Series Upload Contact Help

Patient	StudyID	SeriesUID	View	Delete	Download
ANONYMIZE	738	1.2.840.113619.2.134.1762680288.2032.1122564926.390	View Series	Delete Series	Download Series
ANONYMIZE	738	1.2.840.113619.2.134.1762680288.2032.1122564926.275	View Series	Delete Series	Download Series
ANONYMIZE	738	1.2.840.113619.2.134.1762680288.2032.1122564926.291	View Series	Delete Series	Download Series
BRAINIX	218211405	1.3.46.670589.11.0.0.11.4.2.0.8743.5.5396.2006120114395892620	View Series	Delete Series	Download Series
BRAINIX	218211405	1.3.46.670589.11.0.0.11.4.2.0.8743.5.3800.2006120117110979000	View Series	Delete Series	Download Series

Εικόνα 11. Series page

Η δεύτερη σελίδα της εφαρμογής μου εμφανίζει σε πίνακα όλες τις σειρές εξετάσεις(series) που διαθέτει ο PACS. Για κάθε μια από αυτές τις σειρές εξετάσεων (series) οπίνακας εμφανίζει το (Patient's name) όνομα του ασθενή της εξέτασης, τον μοναδικό κωδικό της σειράς εξέτασης (Series UID) και τον κωδικό της διαγνωστικής εξέτασης (Study UID) από την διαγνωστική εξέταση (Study) που περιλαμβάνεται η εκάστοτε σειρά εξέτασης (Series), το κουμπί "Download series" το οποίο διανέμει στον χρήστη τον φάκελο της επιλεγμένης εξέτασης με τα αρχεία DICOM που περιέχει και το κουμπί "view series" το οποίο μεταφέρει τον χρήστη στη σελίδα όπου εμφανίζονται όλες οι εικόνες από την επιλεγμένη εξέταση.

Η σελίδα της εφαρμογής μου εμφανίζει σε πίνακα βασικές πληροφορίες για τις εικόνες από την επιλεγμένη εξέταση(series) εμφανίζεται στην συνέχεια.



ANONYMIZE	Instance ID	Series UID	Instance Count	View	Download	Delete
ANONYMIZE	1	1.2.840.113619.2.134.1762680288.2032.1122564926.390	738	View	Download	Delete
ANONYMIZE	2	1.2.840.113619.2.134.1762680288.2032.1122564926.390	738	View	Download	Delete
ANONYMIZE	3	1.2.840.113619.2.134.1762680288.2032.1122564926.390	738	View	Download	Delete
ANONYMIZE	4	1.2.840.113619.2.134.1762680288.2032.1122564926.390	738	View	Download	Delete
ANONYMIZE	5	1.2.840.113619.2.134.1762680288.2032.1122564926.390	738	View	Download	Delete
ANONYMIZE	6	1.2.840.113619.2.134.1762680288.2032.1122564926.390	738	View	Download	Delete
ANONYMIZE	7	1.2.840.113619.2.134.1762680288.2032.1122564926.390	738	View	Download	Delete
ANONYMIZE	8	1.2.840.113619.2.134.1762680288.2032.1122564926.390	738	View	Download	Delete

Εικόνα 12. Instances page

Όπως επίσης διαθέτει και τα κουμπιά:

(View)προβολή εικόνας, το οποίο μεταφέρει τον χρήστη στη σελίδα που απεικονίζεται ψηφιακά η επιλεγμένη εικόνα,(Download) Διανομή εικόνας το οποίο κατεβάζει από τον PACS το DICOM αρχείο της εικόνας στον υπολογιστή του χρήστη και τέλος προερευτικά υπάρχει το κουμπί διαγραφής(Delete) της εικόνας από τον PACS.

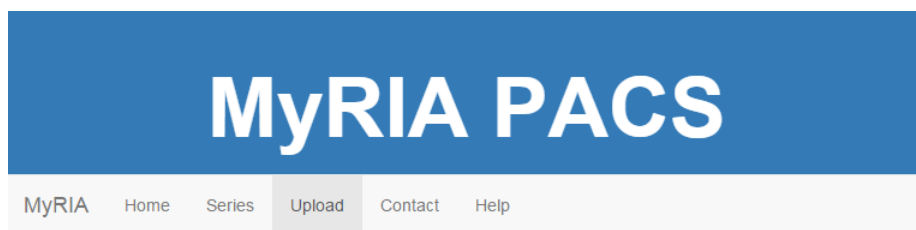
Η σελίδα ψηφιακής απεικόνισης εμφανίζεται στην συνέχεια.



Εικόνα 13. Image view page

Η (Upload page) είναι η σελίδα που μπορεί ο χρήστης να καταχωρήσει ιατρικές εικόνες στο MyRIA PACS. Από το κουμπί «επιλογή αρχείων» ο χρήστης επιλέγει από τον υπολογιστή τα αρχεία-ιατρικές εικόνες DICOM που επιθυμεί να καταχωρηθούν στον PACS.

Στην επόμενη σελίδα εμφανίζεται η Upload page.



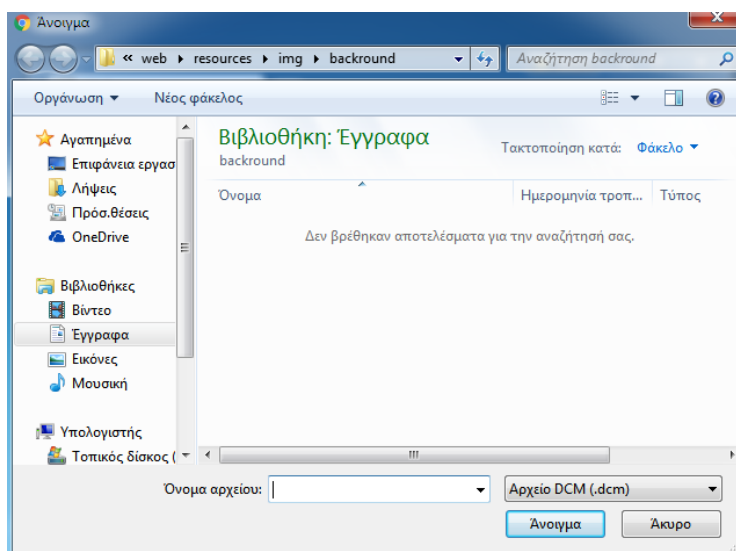
Upload

Επιλογή αρχείων Δεν επιλέχθηκε κανένα αρχείο.

Υποβολή

Εικόνα 14. Upload page

Δίπλα από το κουμπί της επιλογής αρχείων αναγράφεται ο αριθμός των αρχείων που έχουν επιλεγεί. Στην συνέχεια υπάρχει το κουμπί «Υποβολή» όπου χρειάζεται να πατηθεί για να καταχωρηθούν-αποθηκευτούν τα επιλεγμένα DICOM αρχεία αλλά και οι Jpg εικόνες-αρχεία τους ώστε να μπορεί να γίνει η απευθείας ψηφιακή απεικόνιση τους από το PACS.



Εικόνα 15. Παράθυρο επιλογής αρχείων

3.1.2. Λεπτομέρειες υλοποίησης

3.1.2.1 Εργαλεία, γλώσσες προγραμματισμού για την υλοποίηση

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγκεκριμένη εφαρμογή όπου πραγματοποιήθηκε την πλατφόρμα εργασίας Spring[13] MVC είναι οι παρακάτω: Στην πλευρά του server χρησιμοποιήθηκαν η Java[9], Jsp[10],Jstl[11]. Ενώ απο την πλευρά του χρήστη χρησιμοποιήθηκε η Javascript[12] και επίσης για τον σχεδιασμό του γραφικού περιβάλλοντος τοθ χρήστη χρησιμοποιήθηκαν οι Html και η Css.Χρησιμοποίησα MYSQL για την SQL βάση της MyRIA Web PACS εφαρμογής μου

SPRING FRAMEWORK-SPRING WEB MVC FRAMEWORK

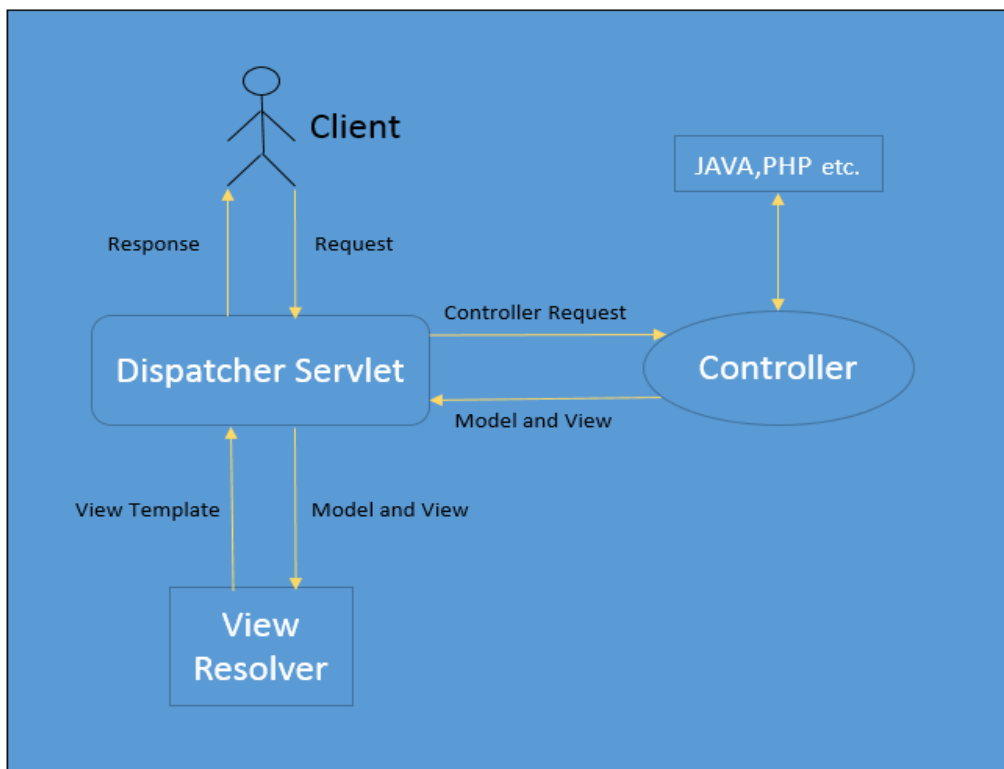
Το SPRING είναι μια πλατφόρμα εργασίας στην Java, που παρέχει ολοκληρωμένη υποστήριξη στην υποδομή για την ανάπτυξη εφαρμογών Java. Το SPRING είναι μια ελαφριά Java/J2EE πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα που αρχικά δημιουργήθηκε από τον Rod Johnson και περιγράφεται στο βιβλίο του «Expert One-on-One J2EE Design and Development». Το SPRING δημιουργήθηκε για την αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας στην ανάπτυξη εφαρμογών για επιχειρήσεις και καθιστά πιθανή την χρησιμοποίηση (plain-vanilla Java beans) για την επίτευξη πραγμάτων που προηγουμένως μπορούσαν να γίνουν μόνο με EJBs¹, κάθε εφαρμογή Java μπορεί να επωφεληθεί από το Spring όσον αφορά την απλότητα, την δυνατότητα πραγματοποίησης δοκιμών και τις ευλύγιστες σχέσεις ανάμεσα στα στοιχεία του.

Το SPRING μπορεί να κάνει πολλά πράγματα αλλά τα κύρια χαρακτηριστικά της είναι, το DI (Dependency Injection) και ο AOP (Aspect-Oriented Programming), επίσης μεγάλο προνόμιο είναι ότι το SPRING διαθέτει το δικό του Web MVC, το οποίο έχω χρησιμοποιήσει στην διαδικτυακή εφαρμογή μου.

Το SPRING Web MVC είναι το εργαλείο του Spring για την δημιουργία δυναμικών διαδικτυακών εφαρμογών, προσφέρει πλούσια λειτουργικότητα για την δημιουργία ισχυρών εφαρμογών στο διαδίκτυο. Το Spring MVC (Model-View-Controller) είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε κάθε κομμάτι της λειτουργικότητας του να είναι εξαιρετικά διαμορφώσιμο. Η αρχιτεκτονική του Spring MVC είναι βασισμένη γύρω από τον Dispatcher servlet που λειτουργεί ως ο αρχικός ελεγκτής(front controller) και διαχειρίζεται τη ροή της εφαρμογής.

¹ EJB σημαίνει Enterprise Java Bean. Το EJB είναι ένα βασικό εξάρτημα (component) μιας πλατφόρμας J2EE. Οι πλατφόρμες J2EE έχουν αρχιτεκτονική βασισμένη στα στοιχεία-εξαρτήματα(components) για την παροχή βαθμίδων διάταξης, την διανομή και την υψηλή συναλλαγή ή δεδομένων στις λειτουργίες της εφαρμογής.

Η λειτουργικότητα του SPRING WEB MVC αναλύεται και απεικονίζεται στη συνέχεια.



Εικόνα 16. Αρχιτεκτονική του Spring web MVC

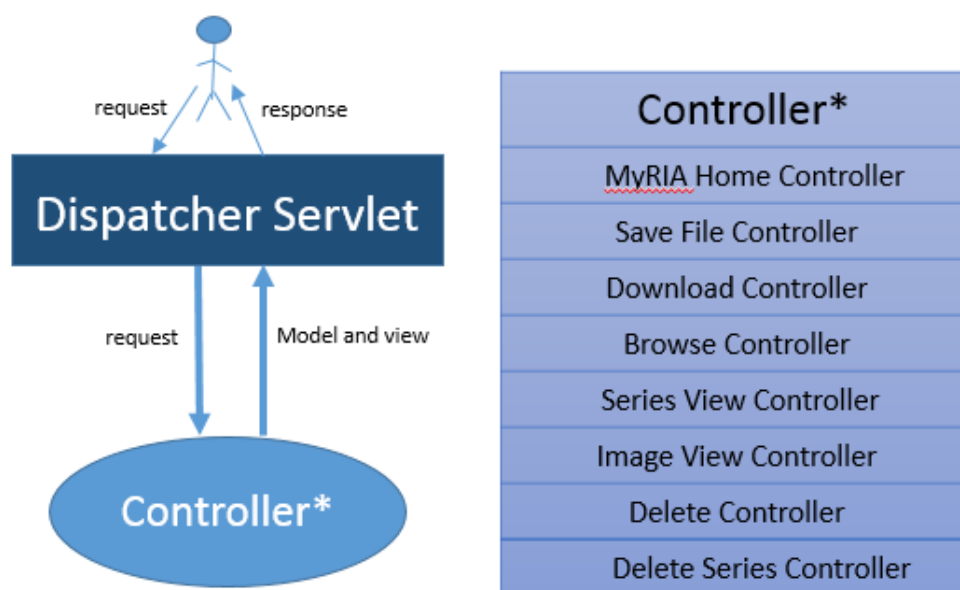
Όταν δέχεται ένα αίτημα (request) ο αρχικός ελεγκτής (Dispatcher Servlet) από τον χρήστη(Client), βρίσκει τις ενδεδειγμένες αντιστοιχίες χειρισμού και στέλνει ένα αίτημα διεργασίας (process-request) στον κατάλληλο ελεγκτή διεργασιών (process-controller) έτσι ώστε να γίνουν εγκεκριμένες λειτουργίες. Ο ελεγκτής διεργασιών θα εκτελέσει τις λειτουργίες (functions) που χρειάζεται για να παραχθούν τα δεδομένα για το αντικείμενο(object) “ModelandView” το οποίο στέλνει ως απάντηση στον αρχικό ελεγκτή (Dispatcher Servlet). Ο Dispatcher Servlet θα βρει την κατάλληλη απεικόνιση(View) μέσα από τον View Resolver, ο οποίος από το όνομα της απεικόνισης(View Name) βρίσκει πρότυπο απεικόνισης που πρέπει να επιστραφεί στον πελάτη(Client) και το επιστρέφει στον αρχικό controller για να το στείλει στον πελάτη ως απάντηση στο αίτημά του.

3.1.2.2 Η Αρχιτεκτονική υλοποίησης της Web εφαρμογής

Ακολουθώντας την αρχιτεκτονική του SPRING web MVC για κάθε προκαθορισμένο request στην εφαρμογή από τον χρήστη, αντιστοιχεί κάποιο ελεγκτή διεργασιών(process-controller) που είναι υπεύθυνο ώστε να πάρει τα δεδομένα και να κάνει τις απαραίτητες διαδικασίες μέσα από κλάσεις που χρησιμοποιούν server-side γλώσσες προγραμματισμού ώστε να στείλει ως απάντηση στον Front controller(Dispatcher servlet) το αντικείμενο “Modeland View”. Το αντικείμενο “Modeland View” περιέχει το μοντέλο του response και το όνομά του View που είναι υπεύθυνο για αυτό το response. Η δική μου SPRING Web MVC εφαρμογή διαθέτει 8 controller, όπου κάθε ένας τους έχει ένα προκαθορισμένο όνομα αιτήματος (Request-Name).

Ένας ελεγκτής διεργασιών ενεργοποιείται από τον Dispatcher Servlet όταν δεχτεί το όνομα αιτήματος που έχει προκαθορισμένο ο συγκεκριμένος ελεγκτής διεργασιών. Από το URL της σελίδας μεταφέρεται το όνομα του αιτήματος αλλά και διάφορα άλλα δεδομένα που θα χρησιμοποιήσει ο ελεγκτής διεργασιών για να παράγει το μοντέλο.

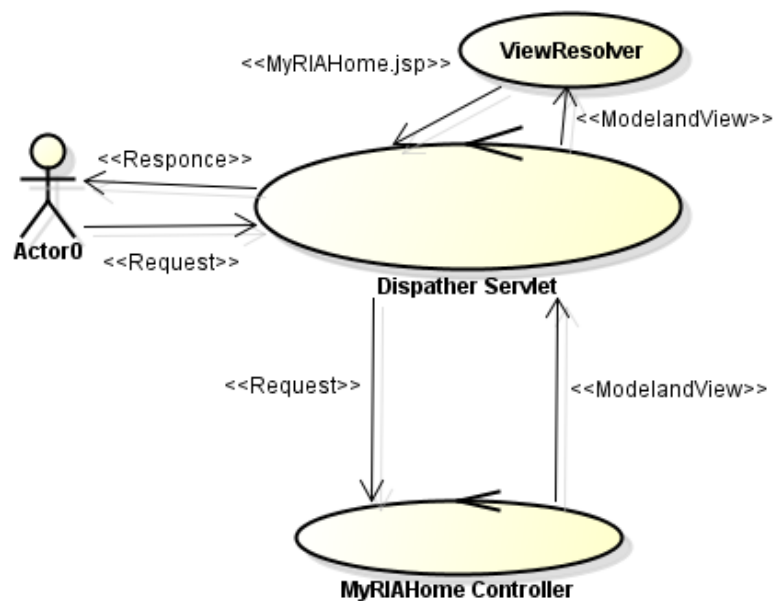
Στο παρακάτω σχήμα αναπαρίστανται οι controllers της εφαρμογής μου και ποια είναι σχέση του με τον Αρχικό Ελεγκτή (Dispatcher Servlet).



Εικόνα 17. Process Controllers

Όταν παραχθεί το μοντέλο θα επιστραφεί στον αρχικό ελεγκτή μαζί με το όνομά του View-Template(όνομα του πρότυπου προβολής) που είναι υπεύθυνο για την κατάλληλη απάντηση(response) στον χρήστη.

Στο παρακάτω διάγραμμα αναπαρίσταται ο “MyRia Home Controller” που είναι υπεύθυνος να επιτρέψει(return) στο “ModelandView” αντικείμενο(object) με το όνομα της αρχικής σελίδας “myriamHome” της εφαρμογής που προβάλλεται μέσα από το Jsp αρχείο ”myriaHome.jsp”.



Εικόνα 18. MyRIAHome controller

Εκτός από τους Controllers που εμφανίζονται στην Εικόνα 17, υπάρχουν και οι Controllers για την είσοδο και την εγγραφή του χρήστη στην εφαρμογή.Ο ελεγκτής “Login Controller” είναι αυτός που ενεργοποιείται στην αρχή της εφαρμογής για να επιστρέψει στον αντικείμενο “Model and View” την σελίδα πρόσβασης της εφαρμογής μου.

Υπάρχει ο ελεγκτής “User Check Controller” ο οποίος είναι υπεύθυνος για την λειτουργία της επικύρωσης ως εγγεγραμμένου χρήστη (User) στην εφαρμογή όταν πατηθεί το κουμπί “Sign in” στη σελίδα πρόσβασης και μέσω της μεθόδου (User Check) από την κλάση « Browse list» αναζητάει για το εκάστοτε όνομα χρήστη (username) και αν ο κωδικός πρόσβασης (password) είναι ο σωστός.

Εφόσον τα στοιχεία πρόσβασης του χρήστη είναι σωστά ο “User Check Controller” θα επιστρέψει στο αντικείμενο “Model and View” το όνομα της JSP σελίδας «MyRiam Home” το οποίο αντιστοιχεί στην αρχική σελίδα της εφαρμογής . Αν όμως τα στοιχεία της πρόσβασης είναι λανθασμένα θα επιστρέψει στο αντικείμενο «Modeland View” το όνομα της JSP σελίδας “Login Page” που αντιστοιχεί στην σελίδα πρόσβασης της εφαρμογής μου όπου θα περιέχει το μήνυμα της μη επιβεβαίωσης των στοιχείων πρόσβασης

Αντίστοιχα υπάρχει ο ελεγκτής “Sign Up Controller” ο οποίος επιστρέφει την σελίδα εγγραφής ενός χρήστη στο σύστημα. Όπως επίσης και ο ελεγκτής “User Record Check” ο οποίος τσεκάρει εάν ήταν επιτυχής η εγγραφή του χρήστη και του ανακοινώνει το κατάλληλο μήνυμα.

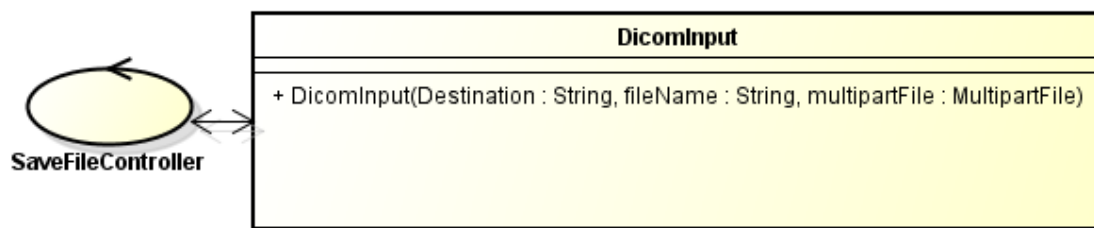
Οι περισσότεροι Controllers επικοινωνούν με 2 κλάσεις που διαθέτει η εφαρμογή για να πραγματοποιηθούν οι διάφορες λογικές διεργασίες που μπορεί να γίνουν όπως περιήγηση των εκάστοτε αρχείων. Όλα αυτά γίνονται σύμφωνα με τα δεδομένα που καταχωρούνται στη βάση δεδομένων της εφαρμογής μου.

Στα παρακάτω UML διαγράμματα εμφανίζονται η επικοινωνία των controller με τις κλάσεις της εφαρμογής, καθώς επίσης και τις μεθόδους που χρησιμοποιούν από αυτές.

Ο “Save File Controller” ελεγκτής ενεργοποιείται από τον Dispatcher Servlet όταν γίνει “upload” αρχείων από τον χρήστη. Ο “Save File Controller” παίρνει και τα DICOM αρχεία WS “Multi Part Files” από τον Dispatcher Servlet και τα δίνει στην κλάση “Dicom Input” , με τις ακόλουθες πληροφορίες (τον προορισμό μέσα στην εφαρμογή του όπου αποθηκεύονται τα αρχεία του PACS και τα πραγματικά ονόματα των DICOM αρχείων για να μπορούν να αποθηκευτούν με αυτά).

Η κλάση “Dicom Input” κάνει όλες τις απαραίτητες διαδικασίες για να αποθηκεύσει τα DICOM αρχεία με το πραγματικό τους όνομα σε ξεχωριστό φάκελο για το “Series” όπου ανήκουν. Επίσης παίρνει τις πληροφορίες της εικόνας και τις εμφωλεύει μέσα σε JPG αρχεία- εικόνας τα οποία αποθηκεύει ακολούθως με το ίδιο όνομα των DICOM αρχείων και τα οποία έχει πάρει από άλλο σημείο όπου αποθηκεύονται οι JPG αντιγραφές των ιατρικών εικόνων ώστε να μπορεί να γίνει η ψηφιακή απεικόνισή τους.

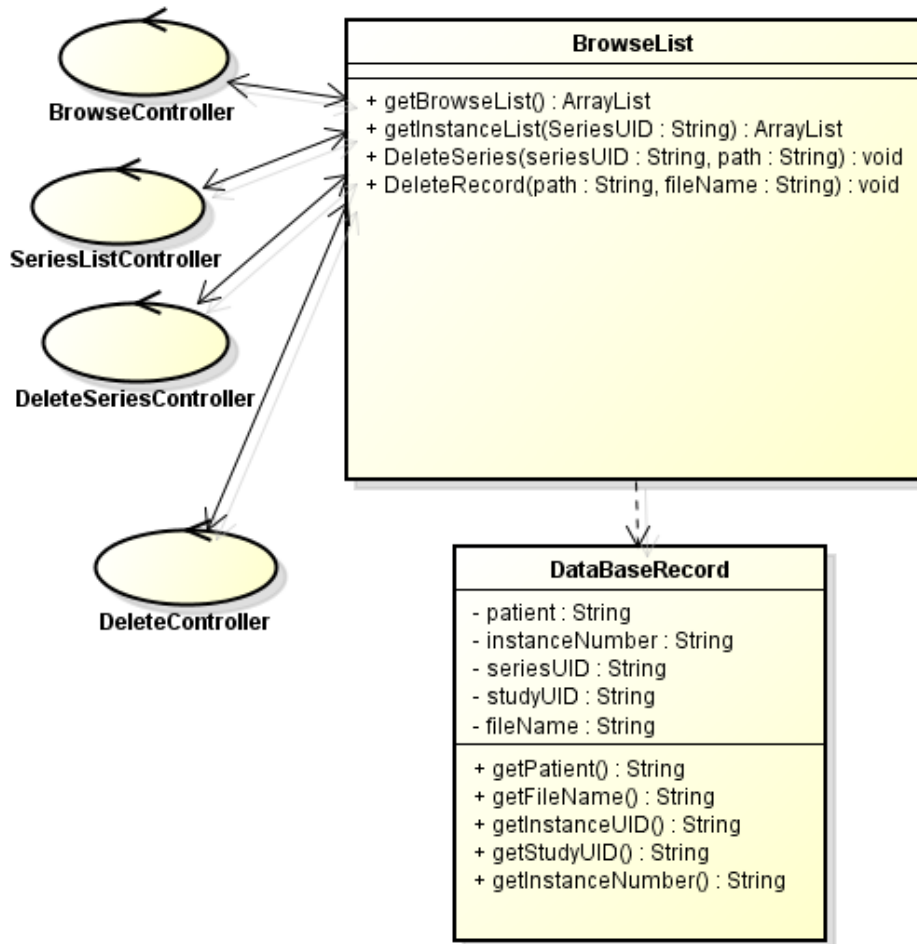
Ο Constructor της DICOM Input κλάσης παίρνει κάποιες απαραίτητες πληροφορίες των ιατρικών εικόνων από τα DICOM αρχεία (Patient Series UID, Study UID etc.) και τα περνάει στην MYSQL βάση της εφαρμογής μου, συγκεκριμένα στον πίνακα που αποθηκεύονται οι πληροφορίες των ιατρικών εικόνων, αλλά και τα πραγματικά ονόματα των συγκεκριμένων DICOM αρχείων, για να μπορεί μετά να διαχειριστεί η εφαρμογή τα ήδη αποθηκευμένα αρχεία.



Εικόνα 19. SaveFile Controller

Στη συνέχεια έχουμε τους 4 ελεγκτές (Controllers) που συνδέονται με την κλάση “Browse list” .

Αναφέρω την μέθοδο από την κλάση που χρησιμοποιεί ο καθένας και αναλύω επιφανειακά τις πληροφορίες που δέχεται η κάθε μέθοδος και πως τις επεξεργάζεται.



Εικόνα 20. 4 Controllers and the association with browselist class

Ο “Browse Controller” ελεγκτής ενεργοποιείται με το όνομα αιτήματος (REQUEST NAME) “browse” το οποίο χρησιμοποιεί όποιος καλεί την μέθοδο “get Browse list” για να βρει όλα τα series που είναι καταχωρημένα στον PACS. Έτσι επιστρέφει τα βασικά στοιχεία τους (series UID, patient, study UID) σε μια λίστα η οποία θα επιστραφεί στον ελεγκτή Browse Controller για να επιτρέψει το αντικείμενο, ως το μοντέλο (model) στο «Model and View» object που θα επιστρέψει στον Dispatcher servlet.

Ο “Series List Controller” ελεγκτής ενεργοποιείται με το όνομα αιτήματος (REQUEST NAME) “instance List” ο οποίος καλεί την μέθοδο “get Instance List” όπου παίρνει ως στοιχεία το «Series UID» μοναδικό αριθμό της εξέτασης για να βρει όλες τις ιατρικές εικόνες της συγκεκριμένης εξέτασης ώστε να επιστρέψει τα βασικά στοιχεία τους (patient, Study UID, Series UID, instance Number, filename).

Ο “Delete Controller” ενεργοποιείται με το όνομα αιτήματος (REQUEST NAME) “delete” ο οποίος καλεί τη “delete Record” για να διαγράψει από τη βάση δεδομένων την επιλεγμένη ιατρική εικόνα ως αρχείο DICOM αλλά και το αντίγραφο JPEG της εικόνα από το αποθηκευμένο series που ανήκει.

Ο “Delete Series Controller” ενεργοποιείται με το όνομα αιτήματος (REQUEST NAME) “delete Series” και καλεί την μέθοδο “Delete Series” από την κλάση “Browse List” όπου βρίσκει τον αριθμό του φακέλου, που είναι αποθηκευμένο το συγκεκριμένο series και το διαγράφει ,επίσης διαγράφει το series και από την βάση του συστήματος.

Ο “Download Controller” ενεργοποιείται με το όνομα αιτήματος (REQUEST NAME) “download” και βρίσκει το εκάστοτε αρχείο DICOM από το όνομα του αρχείου (file name) που στέλνεται μέσω του URL της σελίδας και το στέλνει στον υπολογιστή του χρήστη.

Η ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΟΥ

<u>dbseries</u>	<u>dbdicomtags</u>
Series Key : Integer	Id : Integer
Series UID : String	Patient's name : String
	Instance number : String
	Creation date : String
	Series UID : String
	Study ID :String
	UID : String
	Width : Integer
	Height : Integer
	Pixel width : Float
	Pixel height : Float
	Slice Thickness : Float
	File name : String

<u>user</u>
User id : Integer
User name : String
Password : String
Full name : String
E-mail : String

Εικόνα 21. Βάση δεδομένων της web εφαρμογής

3.2 MyRIA DICOM Viewer

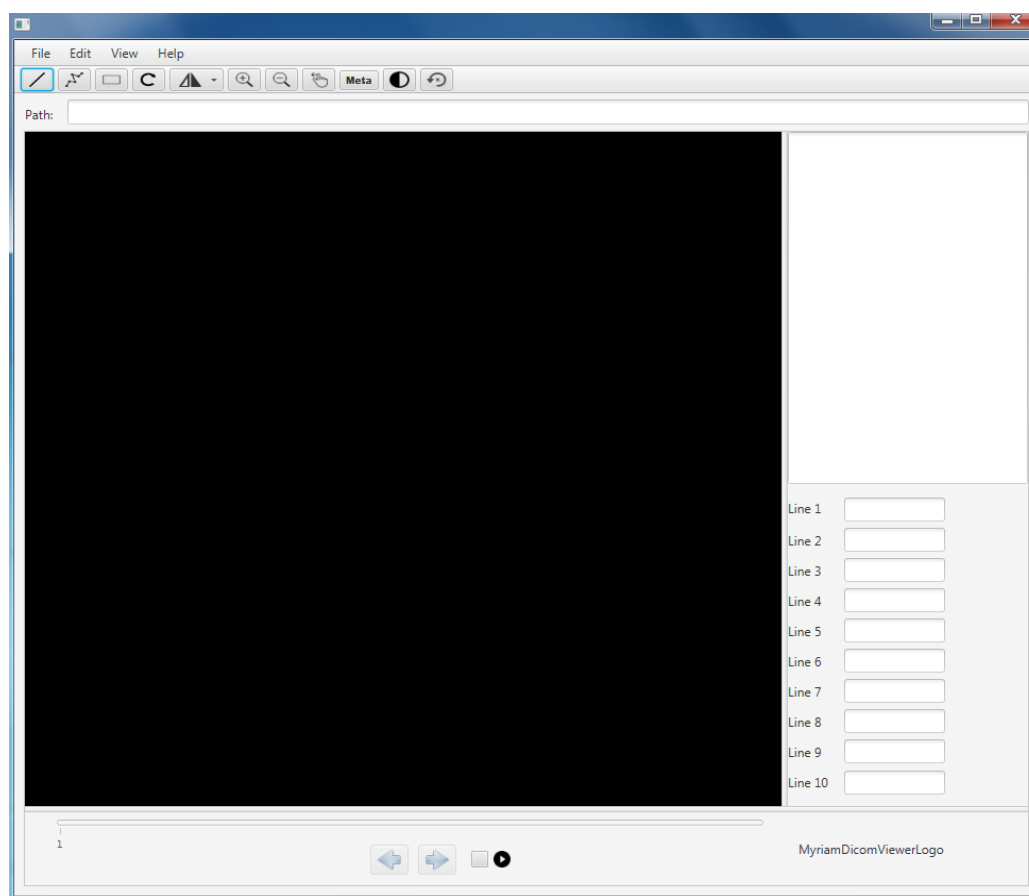
3.2.1 Λειτουργία της εφαρμογής

Η MyRIA DICOM Viewer εφαρμογή, περιέχει τις λειτουργίες της ψηφιακής προβολής και της επεξεργασίας των ιατρικών εικόνων DICOM που χρειάζεται ένα διαγνωστικό κέντρο (diagnostically workstation) με κάποια βασικά εργαλεία.

Η Εφαρμογή από την μεριά του χρήστη

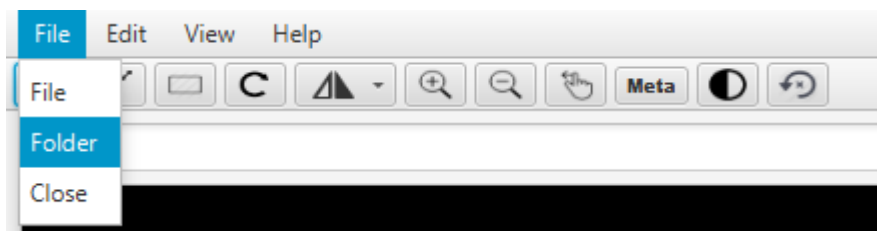
Όταν ο χρήστης ανοίξει το εκτελέσιμο αρχείο JAR της εφαρμογής, θα ανοίξει το προκαθορισμένο παράθυρο εφαρμογής.

Ακολουθεί το παράθυρο της εφαρμογής



Εικόνα 22. MyRIA DICOM viewer παράθυρο εφαρμογής

Το οποίο περιέχει το αρχικό πλαίσιο διαχείρισης της εφαρμογής που διαθέτει τα κουμπιά file ή folder για να μπορεί ο χρήστης να επιλέξει για προβολή μια ιατρική εικόνα DICOM ή ένα Directory που περιέχει πολλές εικόνες.

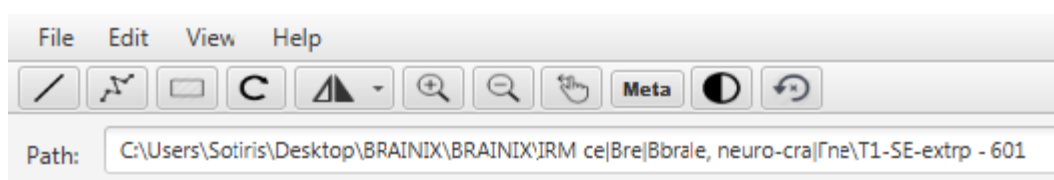


Εικόνα 23. Επιλογή φακέλου ή αρχείων

Επίσης περιέχει τα settings της εφαρμογής και ένα κουμπί return που επιστρέφει την εικόνα στην αρχική κατάσταση της, προ επεξεργασίας. Επίσης το προκαθορισμένο παράθυρο της εφαρμογής συμπεριλαμβάνει μια μπάρα εργαλείων (toolbar) η οποία έχει τα κάτωθι εργαλεία:

- Γραμμή (line)
- Συνεχής γραμμή (polyline)
- Ορθογώνιο (rectangle)
- Αντίθεση (contrast)
- Zoom in Zoom o
- Rotate
- Flip – flip horizontal/vertical
- Μετακίνηση (Hand)
- Κουμπί (meta) γιατις πληροφορίες των ιατρικών εικόνων(tags).

Η μπάρα εργαλείων της εφαρμογής με τα κατάλληλα σχήματα-εικόνες εμφανίζεται στην συνέχεια:



Εικόνα 24 Μπάρα εργαλείων

Κάτω από την μπάρα εργαλείων βρίσκεται το πλαίσιο που αναγράφει το μονοπάτι προέλευσης(path) του DICOM αρχείου ή του Directory που έχει επιλέξει ο χρήστης από τον υπολογιστή του.

Στο κέντρο του παραθύρου της εφαρμογής βρίσκεται το image view όπου απεικονίζονται οι ιατρικές εικόνες, πάνω αριστερά στον image view εμφανίζεται η θέση(x,y) και η τιμή του pixel που έχει το ποντίκι ο χρήστης πάνω στην εικόνα αλλά και οι τιμές window center,window width τα οποία αλλάζουν αναλόγως με την αλλαγή της αντίθεσης της εικόνας.

```
x0 = 135 y0 = 483 Value = 0  
c = 355.349344978166 w = 617.620087336244
```

Εικόνα 25. Πεδία πληροφοριών πάνω στην εικόνα

Κάτω από το image view υπάρχει ένας αριθμημένος slider ο οποίος δείχνει ποιός είναι ο αριθμός της εικόνας (instance number), που εμφανίζεται στο image view από το επιλεγμένο Directory-Series και μπορείς να αλλάξεις την εικόνα πατώντας πάνω του.



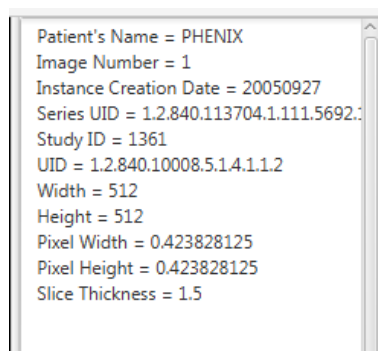
Εικόνα 26. Slider, Next, Previous and Play

Μαζί με τον slider υπάρχουν δυο κουμπιά επόμενο (next) και προηγούμενο (previous) τα οποία εναλλάσσουν την εικόνα που εμφανίζεται στο “image view” και συνδέονται παράλληλα με την μπάρα ολίσθησης (slider).

Υπάρχει ένα “checkbox” με το εικονίδιο του play που είναι ρυθμισμένο όταν τσεκαριστεί να προβάλλει τις εικόνες ως βίντεο. Για το checkbox “play” υπάρχουν στα settings οι επιλογές forward (Μπροστά) και backward (Πίσω), και η επιλογή της αλλαγής του χρόνου (σε mili second) που παρεμβάλλεται ανάμεσα στην αλλαγή των εικόνων.

Στα πλάγια υπάρχει ένα κουτί κειμένου “Text Box” που εμφανίζει κάποιες βασικές πληροφορίες από τα “Tags” του επιλεγμένου DICOM αρχείου όπως :

1. Το όνομα του ασθενή (Patients name),
2. Τον αριθμό της ιατρικής εικόνας (Image number) στο series που ανήκει.
3. Την ημερομηνία δημιουργίας της ιατρικής εικόνας (Instance Creation Date).
4. Τον μοναδικό αριθμό του Series στο οποίο ανήκει η εικόνα (Series UID).



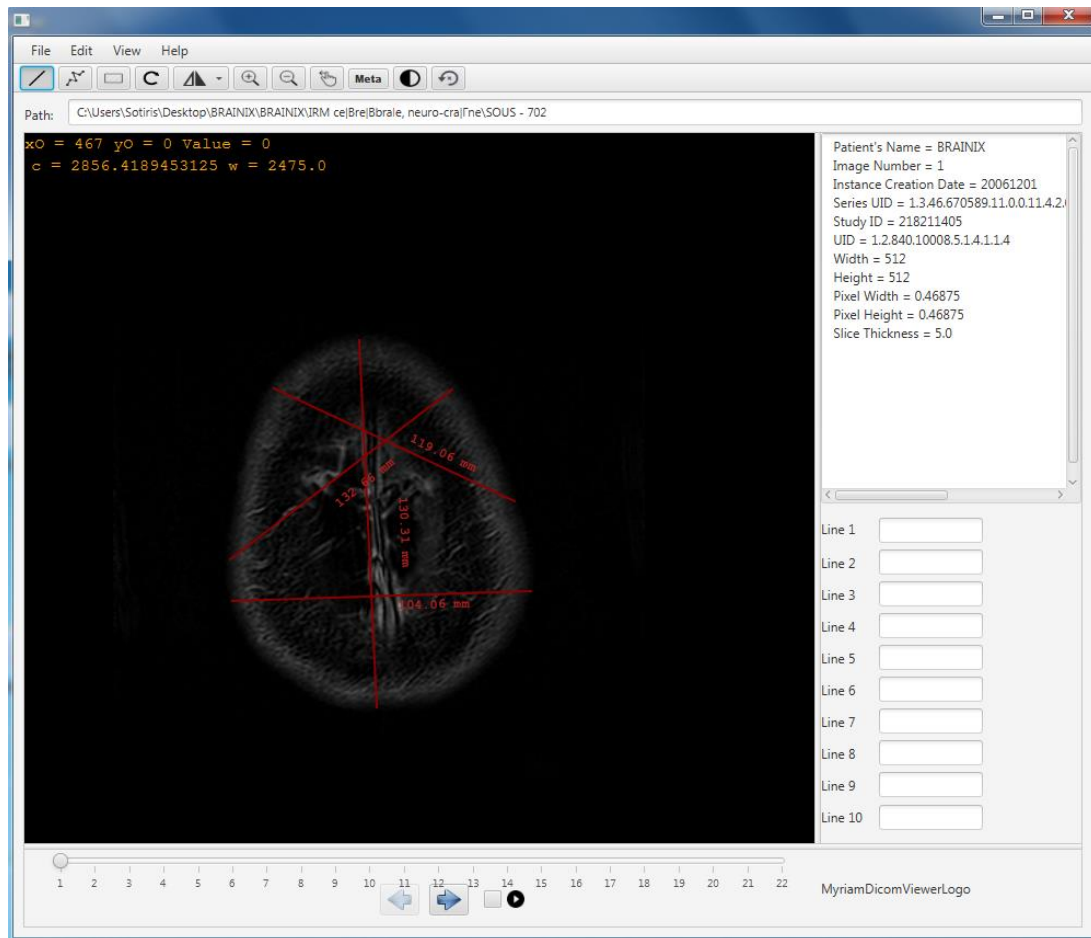
Εικόνα 27. Basic Tags Text box

Στη συνέχεια εξηγώ όλα τα εργαλεία (Tools) που περιέχει η μπάρα εργαλείων (Tool Bar)

Γραμμή (line)

Όταν είναι πατημένο το κουμπί με το εικονίδιο της γραμμής (line) ο χρήστης μπορεί να πάρει μετρήσεις σε γραμμή όσες φορές θέλει και η απόσταση μέτρησης αναγράφεται δίπλα από τη γραμμή και παίρνει την κλίση της γωνίας της.

Στην συνέχεια εμφανίζεται ένα παράδειγμα του εργαλείου της γραμμής.

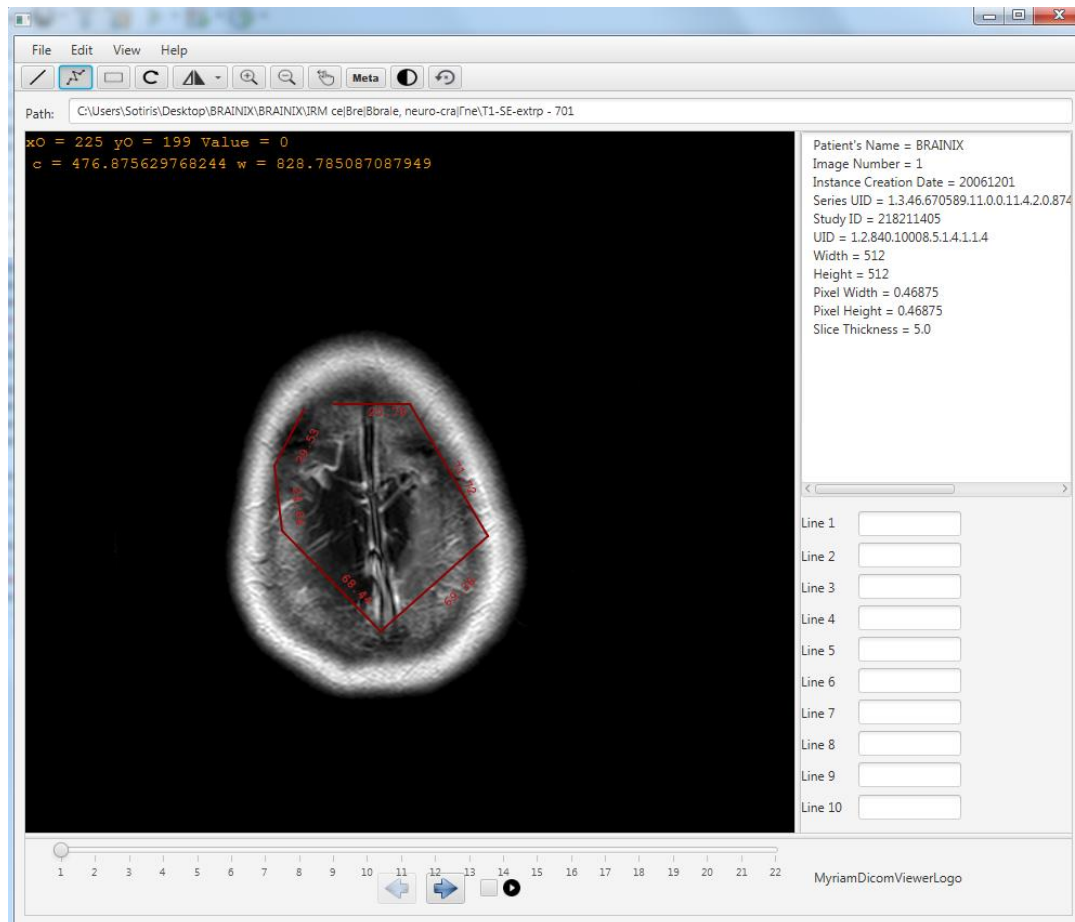


Εικόνα 28. Παράδειγμα εργαλείου γραμμής

Συνεχής γραμμή(POLYLINE)

Όταν ο χρήστης πατήσει το κουμπί (polyline) μπορεί να πάρει μετρήσεις σε συνεχόμενες γραμμές όπου η αρχή της δεύτερης γραμμής είναι το τέλος της πρώτης. Επίσης αναγράφεται η απόσταση της κάθε γραμμής δίπλα από τη γραμμή ανάλογα με τη γωνία κλήσης της.

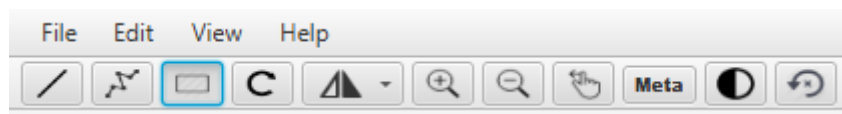
Στην συνέχεια εμφανίζεται ένα παράδειγμα του εργαλείου της συνεχής γραμμής.



Εικόνα 29. Παράδειγμα εργαλείου συνεχής γραμμής

Παραλληλόγραμμο(RECTANGLE)

Αν ο χρήστης πατήσει το κουμπί (rectangle) μπορεί να δημιουργήσει όσα ορθογώνια με το πάτημα πάνω στην εικόνα.



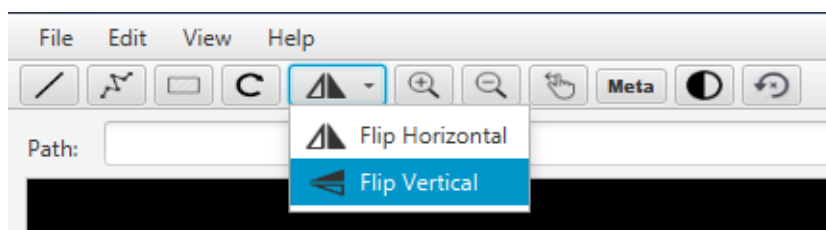
Εικόνα 30. Εργαλείο παραλληλόγραμμο

Περιστροφή (ROTATE)

Το κουμπί (rotate) με το πάτημα του γυρνάει την εικόνα 90 μοίρες δεξιά.

Αντιστροφή (FLIP)

Το κουμπί FLIP όταν πατηθεί ανοίγουν 2 επιλογές η οριζόντια αντιστροφή της εικόνας (Horizontal flip) ή η κάθετη αντιστροφή της (vertical flip). Το κάθε κουμπί όταν πατηθεί αντιστρέφει την εικόνα αναλόγως.



Εικόνα 31. Εργαλείο αντιστροφής της εικόνας

Το κουμπί (MOVEHAND) ουσιαστικά είναι βοηθητικό κουμπί για την περίπτωση που έχει γίνει μεγέθυνση και ο χρήστης με το πάτημα του μπορεί να μετακινήσει, πατώντας πάνω στην εικόνα, το οπτικό πεδίο που έχει ο “Image view” στην μεγεθυμένη ιατρική εικόνα εκείνη τη στιγμή.

Αντίθεση (CONTRAST)

Το κουμπί (CONTRAST) για την αλλαγή της αντίθεσης της εικόνας, όταν είναι πατημένο, θα μπορεί ο χρήστης ανάλογα με την κίνηση του ποντικιού, πατώντας αριστερό κλικ πάνω στην εικόνα να αλλάζει την αντίθεση της συγκεκριμένης εικόνας.

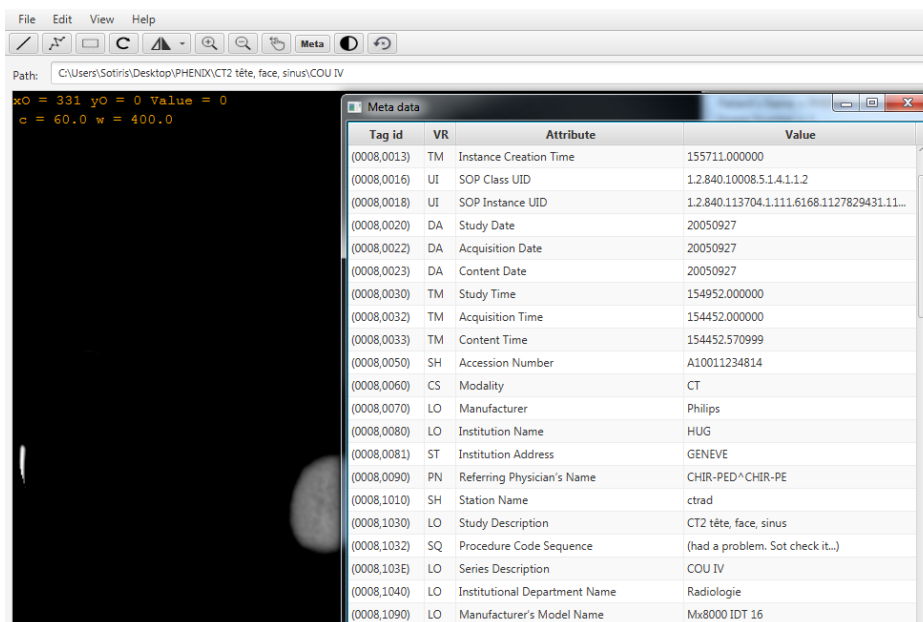


Εικόνα 32. Εργαλείο αλλαγής της αντίθεσης

Δίπλα από το κουμπί για την αλλαγή της αντίθεσης της εικόνας υπάρχει ένα κουμπί (Return) που γυρνάει την εικόνα στην πραγματική της αρχική αντίθεση.

Πληροφορίες ιατρικής εικόνας-DICOM Tags(Meta)

Το κουμπί (Meta) πατώντας το ανοίγει ένα καινούργιο παράθυρο με τα “Tags” του επιλεγμένου αρχείου σε πίνακα όπου περιέχει όλες τις πληροφορίες της ιατρικής εικόνας.



Εικόνα 33. Παράθυρο των πληροφοριών της ιατρική εικόνας

Επίσης υπάρχουν τα κουμπιά (ZOOM IN) και (ZOOM OUT) τα οποία είναι για μεγέθυνση και σμίκρυνση στην εικόνα.

3.2.2. Λεπτομέρειες εφαρμογής

3.2.2.1 Εργαλεία για την υλοποίηση

Η Desktop DICOM Viewer εφαρμογή είναι γραμμένη σε Java FXML. Η Java FXML ή αλλιώς Java FX παρέχει εύκολη μορφοποίηση για το GUI (Graphical User Interface) γραφικό περιβάλλον χρήστη σε HTML που μπορεί να γραφτεί και αυτομάτως μέσω του JavaFX Scene Builder. Επίσης χρησιμοποιώ και έναν XML αρχείο για τις ρυθμίσεις (Settings) της εφαρμογής και το διαχειρίζομαι με JDOM2[14].

3.2.2.2 Η Αρχιτεκτονική υλοποίησης της Desktop εφαρμογής

Η Desktop εφαρμογή μου ξεκινάει από την κύρια κλάση (main class) “MyRIA” η οποία θέτει το “FXML Document.fxml.” ως το κεντρικό παράθυρο το οποίο περιέχει HTML για την διαμόρφωση της εμφάνισης.

Κάθε FXML αρχείο πρέπει να έχει έναν “Controller” ελεγκτή για την σωστή διαχείριση του παραθύρου που εμφανίζει ο FXML Document Controller.java είναι ο διαχειριστής των διαφόρων διεργασιών του FXML Document.fxml. Το Java περιέχει όλες τις μεθόδους, τα ορίσματα και είναι κατάλληλα διαμορφωμένος ώστε να εξυπηρετεί το αρχείο εμφάνισης “FXML Document. Fxml”.

Ο ελεγκτής – διαχειριστής του κεντρικού παραθύρου “FXML Controller.java” για κάθε ένα κουμπί, πεδίο εικόνας (image view), πεδίο κειμένου (text field), slider (μπάρα ρύθμισης) κ.λ.π. του “FXML Document.Fxml” περιέχει την κατάλληλη μέθοδο για να εκτελέσει τις διεργασίες που έχουν προκαθοριστεί.

Παρακάτω αναλύονται οι μέθοδοι της κλάσης του κεντρικού παραθύρου.

Όταν ο χρήστης επιλέξει ένα φάκελο, ενεργοποιείται η μέθοδος “select Directory Action” όπου μετατρέπει τα αρχεία DICOM που περιέχει ο φάκελος αυτός σε DICOM αντικείμενα (Objects) ώστε να μπορεί να τα διαχειριστεί και να τα τοποθετήσει σε μια λίστα σύμφωνα με τους πραγματικούς μοναδιαίους αριθμούς (Instance UID) των ιατρικών εικόνων. Αντίστοιχα όταν ο χρήστης επιλέξει ένα μεμονωμένο αρχείο DICOM προς προβολή ενεργοποιείται η μέθοδος “Dicom Input”

η οποία μετατρέπει αυτό το αρχείο σε DICOM object και το δίνει στη μέθοδο “Image View Handler” για απεικόνιση στον Image View.

Η μέθοδος “Image View Handler” ενεργοποιείται και από την μέθοδο “select Directory Action” παίρνοντας το πρώτο DICOM αντικείμενο (object) από την λίστα και κάνει τις απαραίτητες διαδικασίες ώστε να εμφανίσει την εικόνα από το DICOM αντικείμενο στο Image View. Ακόμα η μέθοδος “Image View Handler” παίρνει και σαν όρισμα το window Width και window Center για να μπορεί δεχτεί αλλαγή στην αντίθεση από τον χειριστή (Handler) του εργαλείου αντίθεσης.

Επόμενο (NEXT) και Προηγούμενο (PREVIOUS)

Οι μέθοδοι που αλλάζουν την εικόνα από τα κουμπιά “next” και “previous” όταν έχει επιλέχθει ένας φάκελος, δίνουν ως τιμή στον “directory Slider” την τιμή που έχει, αφαιρώντας ή προσθέτοντας την μονάδα.δηλαδή τα κουμπιά αυτά αλλάζουν την εικόνα σε επόμενη και προηγούμενη μέσω του slider.

Ο listener “directory Slider listener” του directory Slider όταν αλλάζει η τιμή που είναι στον “slider” θα διαλέξει από την λίστα την εικόνα που ταιριάζει σε αυτή την τιμή και θα την δώσει στον “Image View Handler” για απεικόνιση.

Υπάρχει η μέθοδος “play Check Box Action” που λειτουργεί με “time cycle” και ανάλογα με τις ρυθμίσεις των settings τρέχει εικόνες σαν video όταν επιλέξει το κουτί τσεκαρίσματος του play.Η οποία επίσης λειτουργεί μέσω του DirectorySlider.

ΚΟΥΜΠΙΑ ΕΝΑΛΛΑΓΗΣ (Toggle Buttons) :

Line, Polyline, Rectangle, Move Hand, Contrast

Όταν ένα κουμπί εναλλαγής είναι πατημένο η μέθοδος που είναι συνδεδεμένη ενεργοποιεί τον ανάλογο χρήστη “event Handler” που είναι ρυθμισμένος για τις διεργασίες που κάνει εκάστοτε κουμπί εναλλαγής στην εικόνα για παράδειγμα το κουμπί “Line Button” καλεί την μέθοδο “line Distance Action”, η οποία ενεργοποιεί τον eventHandler “line Drawing Handle” και απενεργοποιεί τα άλλα κουμπιά εναλλαγής και τους χρήστες τους αναλόγως γίνεται και στα υπόλοιπα τέσσερα

Υπάρχει ο event handler “value Reporting Handle” που είναι υπεύθυνος για να εμφανισούν στο Image View την τιμή και την τοποθεσία (x,y) του pixel που βρίσκεται το ποντίκι του χρήστη στην εικόνα.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ

Η μέθοδος της ρύθμισης της εφαρμογής μου (settings) ανοίγει ένα άλλο παράθυρο χρησιμοποιώντας το FXML αρχείο “Settings.fxml” που έχει ως διαχειριστή το java αρχείο “Settings Controller.java” και εμφανίζει τις προκαθορισμένες ρυθμίσεις μέσα από ένα αρχείο XML στο οποίο με το κουμπί αποθήκευσης ”SAVE” θα αλλάξουν οι ρυθμίσεις.

Η μέθοδος για να προβληθούν οι ιατρικές πληροφορίες της εικόνας (METADATA) παίρνει τη λίστα με τα DICOM Tags και τα εμφανίζει σε ένα καινούργιο παράθυρο χρησιμοποιώντας το FXML αρχείο “Meta Data.fxml” που έχει ως διαχειριστή το java αρχείο “Meta Data Controller.java” το οποίο τοποθετεί τα DICOM Tags σε ένα πίνακα κατάλληλα διαμορφωμένο.

Κεφάλαιο 4. Συμπεράσματα και μελλοντικές εργασίες

Η εφαρμογή της πληροφορικής στην ιατρική και συγκεκριμένα στην Ακτινολογία είναι ιδιαίτερα σημαντική. Έχουν εξελιχτεί οι μέθοδοι διαχείρισης και αποθήκευσης των ιατρικών εικόνων σε σχέση με τις μεθόδους αποθήκευσης και διαχείρισης δια χειρός σε εκτυπωμένες ιατρικές εικόνες με πλεονεκτήματα, όπως η εξοικονόμηση χώρου, η καλύτερη ανάκτηση-διαβίβαση εφόσον γίνεται ηλεκτρονικά και η δυνατότητα και η δυνατότητα διαβίβασης διαδικτυακά εκτός του νοσοκομείου.

Οι τεχνολογίες απεικόνισης και επεξεργασίας προσφέρουν καλύτερη ανάλυση εικόνας, πολλαπλή ταυτόχρονη απεικόνιση και επεξεργασία διαφορετικών εικόνων σε διαμοιρασμένη οθόνη υπολογιστή, διάφορα εργαλεία για την επεξεργασία της εικόνας που όλο και αυξάνονται και την τεχνολογία της τρισδιάστατης απεικόνισης ενός ανθρώπινου οργάνου από πολλές εικόνες μιας ιατρικής εξέτασης

Ως αποτέλεσμα των παραπάνω προκύπτει ότι η ιατρική στην πληροφορική βοηθάει στην πιο γρήγορη και καλύτερη γνωμάτευση από τους γιατρούς και κατ' επέκταση στην καλύτερη και πιο γρήγορη εξυπηρέτηση του ασθενούς.

Η συγκεκριμένη εργασία είναι η αρχή για τις εφαρμογές πληροφορικής στις ιατρικές εικόνες και στο μέλλον έχω σκοπό να πραγματοποιήσω καλύτερες εκδόσεις αυτών των δύο εφαρμογών.

Η DICOM Viewer εφαρμογή θα μπορούσε να υπολογίζει το εμβαδόν τις περιμέτρους και να κάνει διάφορες άλλες μετρήσεις από σχήματα όπως παραλληλόγραμμο, κύκλο, έλληψη κ.λ.π. και να τα εμφανίζει σε ένα συγκεκριμένο πεδίο πάνω στην εικόνα το οποίο θα συνδέεται με γραμμή με το σχήμα στο οποίο ανήκει και θα μετακινείται αυτούσιο. Αυτά τα πεδία επεξεργασίας μαζί με τα πεδία από τις αποστάσεις των γραμμών θα μπορούσαν να αποθηκευτούν ως ένα αυτούσιο αρχείο μαζί με την ιατρική εικόνα όπου ανήκει για να μπορούν να καταχωρηθούν μαζί με τις εικόνες στο PACS σύστημα για να μπορούν να προβληθούν μαζί με την εικόνα από τον PACS στην εικόνα μαζί με τα σχήματα τους.

Επίσης θα μπορούσα να κάνω τρισδιάστατες μετρήσεις χωρίς να χρειάζεται να προβάλλω την εικόνα τρισδιάστατη, γιατί τα DICOM Tags περιέχουν την πληροφορία του πάχους του slide της ιατρικής εικόνας.

Η PACS εφαρμογή θα μπορούσε να περιέχει και τις λειτουργίες επεξεργασίας της εικόνας ως η βέλτιστη λύση μιας εφαρμογής που περιέχει όλες τις λειτουργίες των δυο εφαρμογών της παρούσας εργασίας.

Κεφάλαιο 5. Βιβλιογραφία

- [1] Sante DICOM Editor, αναπτύχθηκε από την Sante soft
Επίσημη ιστοσελίδα: http://www.santesoft.com/win/sante_dicom_viewer_free/sante_dicom_viewer_free.html#prettyPhoto
πρόσβαση στη σελίδα: 20/10/2015
- [2] Logi PACS server, αναπτύχθηκε από την Neologica
Επίσημη Ιστοσελίδα: <https://www.neologica.it/eng/Products/LogiPACS>
πρόσβαση στη σελίδα: 05/11/2015
- [3] Remote Eye Suite DICOM viewer, αναπτύχθηκε από την Neologica
Επίσημη Ιστοσελίδα: <https://www.neologica.it/eng/Products/RemotEye>
πρόσβαση στη σελίδα: 05/11/2015
- [4] Osirix Imaging software, Osirix Foundation
Επίσημη Ιστοσελίδα: <http://www.osirix-viewer.com/>
Πρόσβαση στη σελίδα: 20/10/2015
- [5] Γενικές πληροφορίες για τον προγραμματισμό, Stackoverflow
Επίσημη ιστοσελίδα: <http://stackoverflow.com/>
Πρόσβαση στη σελίδα: 20/10/2015
- [6] Software Programming for Medical Applications - Introduction to Dicom , Ronizo.
Επίσημη ιστοσελίδα: <http://dicomiseasy.blogspot.gr/p/introduction-to-dicom.html>
Πρόσβαση στη σελίδα: 20/10/2015

- [7] Πρότυπο DICOM 2015, NEMA
Επίσημη ιστοσελίδα: <http://dicom.nema.org/standard.html>
Πρόσβαση στη σελίδα: 20/10/2015
- [8] ACR (American College of Radiology),
Επίσημη ιστοσελίδα: <http://www.acr.org/>
Πρόσβαση στη σελίδα: 07/11/2015
- [9] Java, Oracle
Επίσημη ιστοσελίδα: <https://www.java.com/en/>
Πρόσβαση στη σελίδα: 20/10/2015
- [10] Jsp, Oracle
Επίσημη Ιστοσελίδα:
<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/jsp/index.html>
Πρόσβαση στη σελίδα: 20/10/2015
- [11] Jstl, (JSP Standard Tag Library), Oracle
Επίσημη Ιστοσελίδα: <http://www.oracle.com/technetwork/java/index-jsp-135995.html>
Πρόσβαση στη σελίδα: 20/10/2015
- [12] JavaScript, Code school
Επίσημη Ιστοσελίδα: <https://www.javascript.com/>
Πρόσβαση στη σελίδα: 20/10/2015
- [13] Spring, The Spring team
Επίσημη Ιστοσελίδα: <https://spring.io/>
Πρόσβαση στη σελίδα: 20/10/2015
- [14] JDOM2, JDOM 2000 along with JDOM project leader Brett McLaughlin
Επίσημη Ιστοσελίδα: <http://www.jdom.org/>
Πρόσβαση στη σελίδα: 20/10/2015
- [15] NEMA - National Electrical Manufacturers Association), the Electric Power Club and the Associated Manufacturers of Electrical Supplies at 1926
Επίσημη Ιστοσελίδα: <http://www.nema.org/pages/default.aspx>
πρόσβαση στη σελίδα: 05/11/2015
- [16] The DICOM Tutorial, Neologica
Επίσημη Ιστοσελίδα : <https://www.neologica.it/eng/Tutorial/TutorialDICOM>
πρόσβαση στη σελίδα: 05/11/2015

- [17] Μοντελοποίηση ανοιχτής αρχιτεκτονικής για επικοινωνία ιατρικών απεικονιστικών εξετάσεων με βάση το πρωτόκολλο Wado του DICOM, Διδακτορική Διατριβή, Γεώργιος Κουτελάκης, December 2008.
- Δημοσιευμένο έγγραφο:
https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAAahUKEwiV0ZO-z_rIAhXGDSwKHblYBEM&url=http%3A%2F%2Fnemertes.lis.upatras.gr%2Fjspsui%2Fbitstream%2F10889%2F2600%2F1%2FPhd_Koutelakis.pdf&usg=AFQjCNGuk1idFSCKIZA1nXb2BKgFWumJ-Q&sig2=F1GtheTYz826Kvk1HH_SGQ
- [18] DICOM – Digital Imaging and Communications in Medicine, Wolfgang Leister April 2007
- Δημοσιευμένο έγγραφο:
<http://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF5081/v07/undervisningsmateriale/mkt12a-dicom.pdf>
- πρόσβαση στη σελίδα: 05/11/2015
- [19] DICOM Wikipedia
- Ιστοσελίδα Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/DICOM>
- [20] PACS Wikipedia
- Ιστοσελίδα Wikipedia:
https://en.wikipedia.org/wiki/Picture_archiving_and_communication_system
- [21] Συστήματα διαχείρισης δεδομένων στην Ιατρική Απεικόνιση (RIS/PACS), Θωμάς Μαρής Αναπλ. Καθηγητής Ιατρικής Φυσικής Πανεπιστημίου Κρήτης(M.Sc, Ph.D).
- [22] Picture Archiving and Communication System, Vaishali Sankale and Dr.Ashok M.Sapkal
- Δημοσιευμένο έγγραφο: <http://www.ijngca.com/Papers/IJNGCA04062013.pdf>
- πρόσβαση στη σελίδα: 05/11/2015
- [23] Picture Archiving and Communication System, Shweta Tripathi July 2013
- Δημοσιευμένο έγγραφο:<http://www.slideshare.net/Shweta0802/picture-archiving-and-communication-system>
- πρόσβαση στη σελίδα: 05/11/2015
- [24] Introduction to Spring MVC web framework web, Krishna Srinivasan Java beat May 2012
- Δημοσιευμένο έγγραφο : <http://www.javabeat.net/introduction-to-spring-mvc-web-framework-web-tier/>
- πρόσβαση στη σελίδα: 05/11/2015

[25] Introduction to Spring 3 MVC Framework, Viral Patel June 2010

Δημοσιευμένο έγγραφο : <http://viralpatel.net/blogs/tutorial-spring-3-mvc-introduction-spring-mvc-framework/>

πρόσβαση στη σελίδα: 05/11/2015

[26] Spring 3.0 MVC tutorial, Java t point

Δημοσιευμένο έγγραφο: <http://www.javatpoint.com/spring-3-mvc-tutorial>

πρόσβαση στη σελίδα: 05/11/2015