

Εθνικό Δίκτυο Έρευνας & Τεχνολογίας

Σύστημα Διαχείρισης Ιατρικών Εικόνων σε Περιβάλλον Cloud με Χρήση Ανοιχτού Λογισμικού

Ηλίας Μαγκλογιάννης
ΕΔΕΤ / Πανεπιστήμιο Πειραιώς

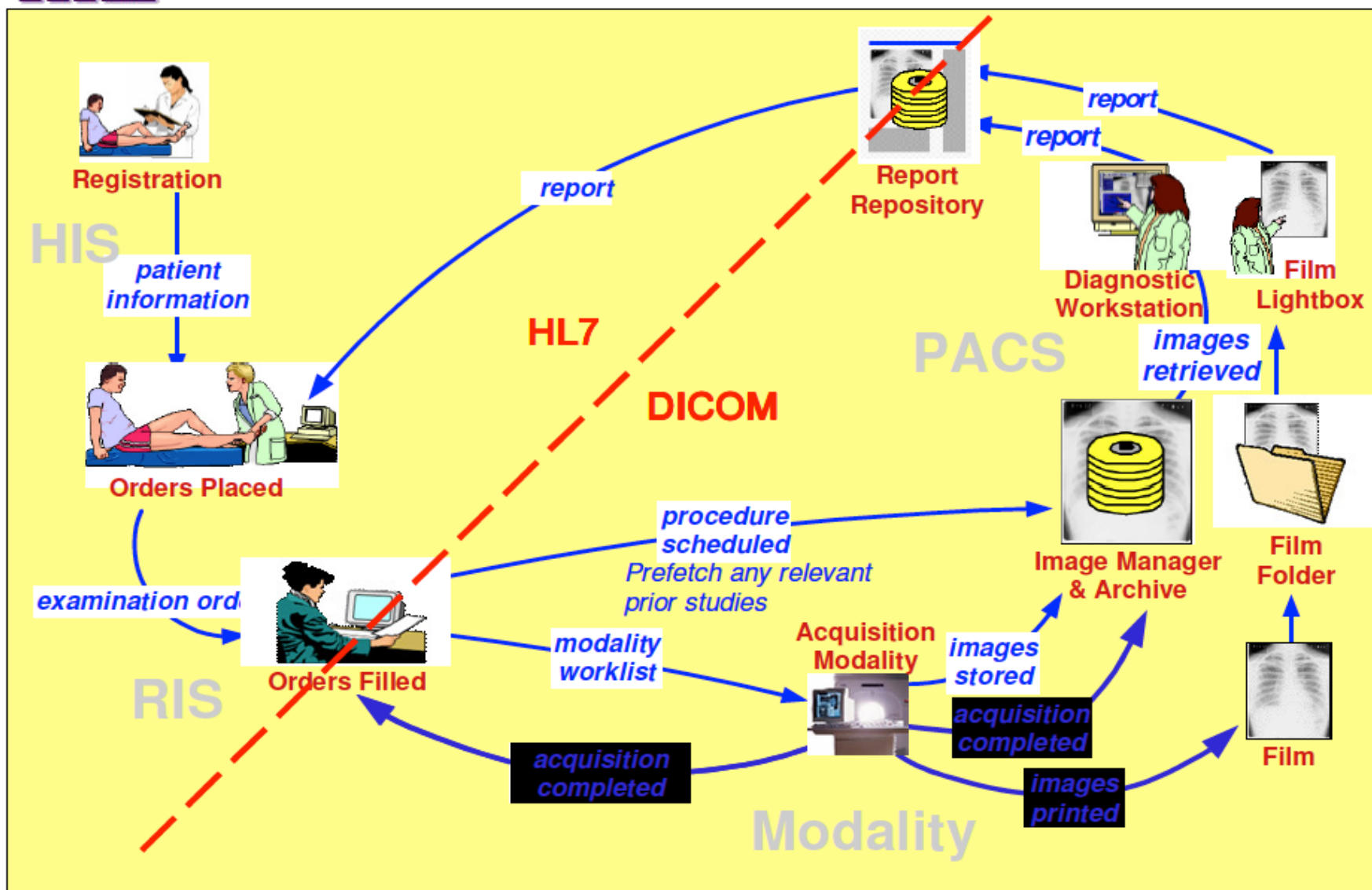
Στόχοι του έργου

- Παροχή σε Νοσοκομεία προηγμένων δικτυακών και νεφοϋπολογιστικών υπηρεσιών (Cloud Computing)
- Ανάπτυξη υπηρεσίας εφεδρικής αποθήκευσης απεικονιστικών ιατρικών δεδομένων σε Κέντρο Δεδομένων της ΕΔΕΤ
- Απομακρυσμένη πρόσβαση μέσω διαδικτυακού πληροφοριακού συστήματος – web portal
 - για το ιατρικό προσωπικό (για επισκόπηση, όχι για διάγνωση)
 - για το διοικητικό προσωπικό (στατιστικές αναφορές)
- Με ανοικτά πρότυπα, ανοικτό λογισμικό, VNA neutrality

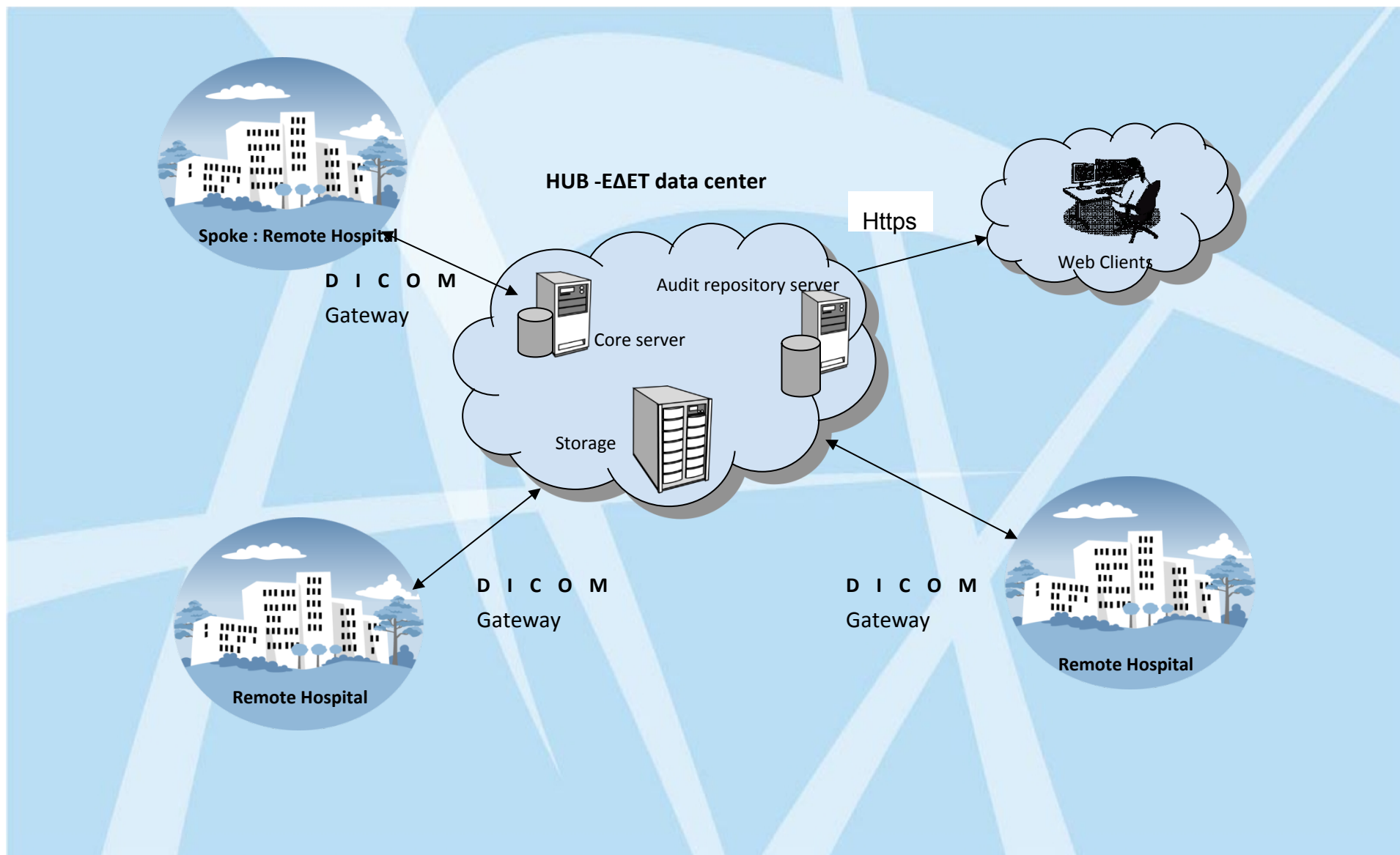
Υφιστάμενη κατάσταση

- Τα απεικονιστικά δεδομένα των νοσοκομείων καταλαμβάνουν μεγάλο και ολοένα αυξανόμενο όγκο.
- Ανάγκη για προμήθεια αποθηκευτικού εξοπλισμού ή films.
- Απώλεια δεδομένων σε όσα νοσοκομεία δεν διαθέτουν τοπικό σύστημα PACS.
- Έλλειψη στατιστικών στοιχείων που θα επέτρεπαν παρακολούθηση της υγείας σε ατομικό επίπεδο/επίπεδο πληθυσμού.
- Πρόσβαση στις απεικονιστικές εξετάσεις μόνο εντός των Νοσοκομείων.
- **Απαιτήσεις: Να μην επηρεάζεται η λειτουργία των τοπικών συστημάτων του νοσοκομείου, να μην επέρχεται καμία μεταβολή στα δεδομένα και να τηρούνται κανόνες ασφαλείας**
- Τεχνική Λύση: Αξιοποίηση του λογισμικού ανοικτού κώδικα της κοινότητας dcm4che

Imaging Scheduled Workflow

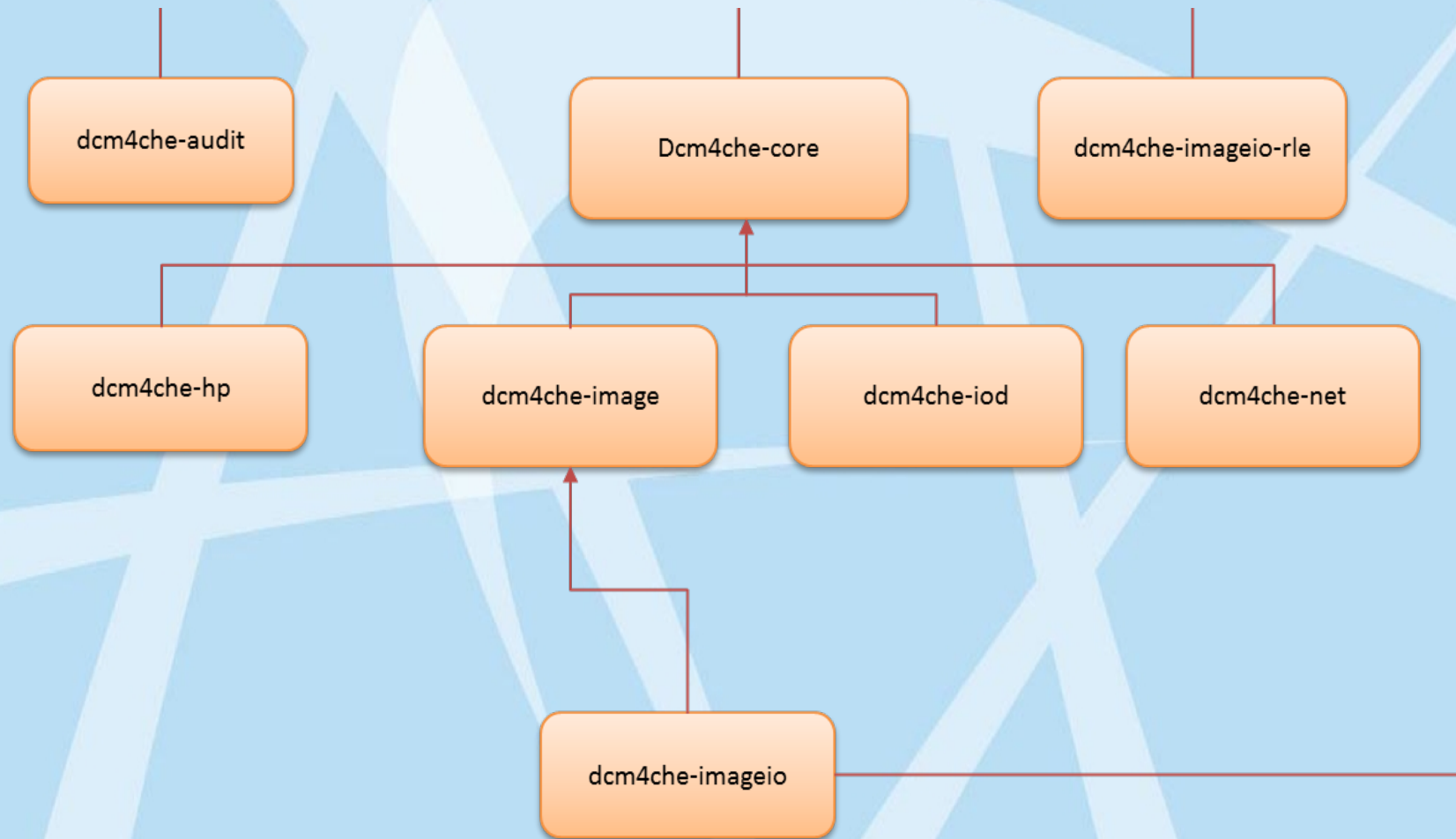


HARMONI – Γενική Αρχιτεκτονική



- Dcm4che is a collection of open source applications and utilities for the healthcare enterprise that consists of two parts:
 - **Dcm4che2 toolkit**, an open source implementation of the DICOM standard, and
 - **Dcm4chee**, an archive and image manager
- The dcm4che is used worldwide by several health providers, research bodies and open source applications and commercial applications (dcm4che.atlassian.net/wiki/pages/viewpage.action?pageId=950315).
- The code is hosted and available in github repository (<https://github.com/dcm4che/dcm4che>)
- In the website (<http://dcm4che.org/>) there is documentation, wiki, support group, and monitoring / recording issues through JIRA.

DCM4CHE Packages

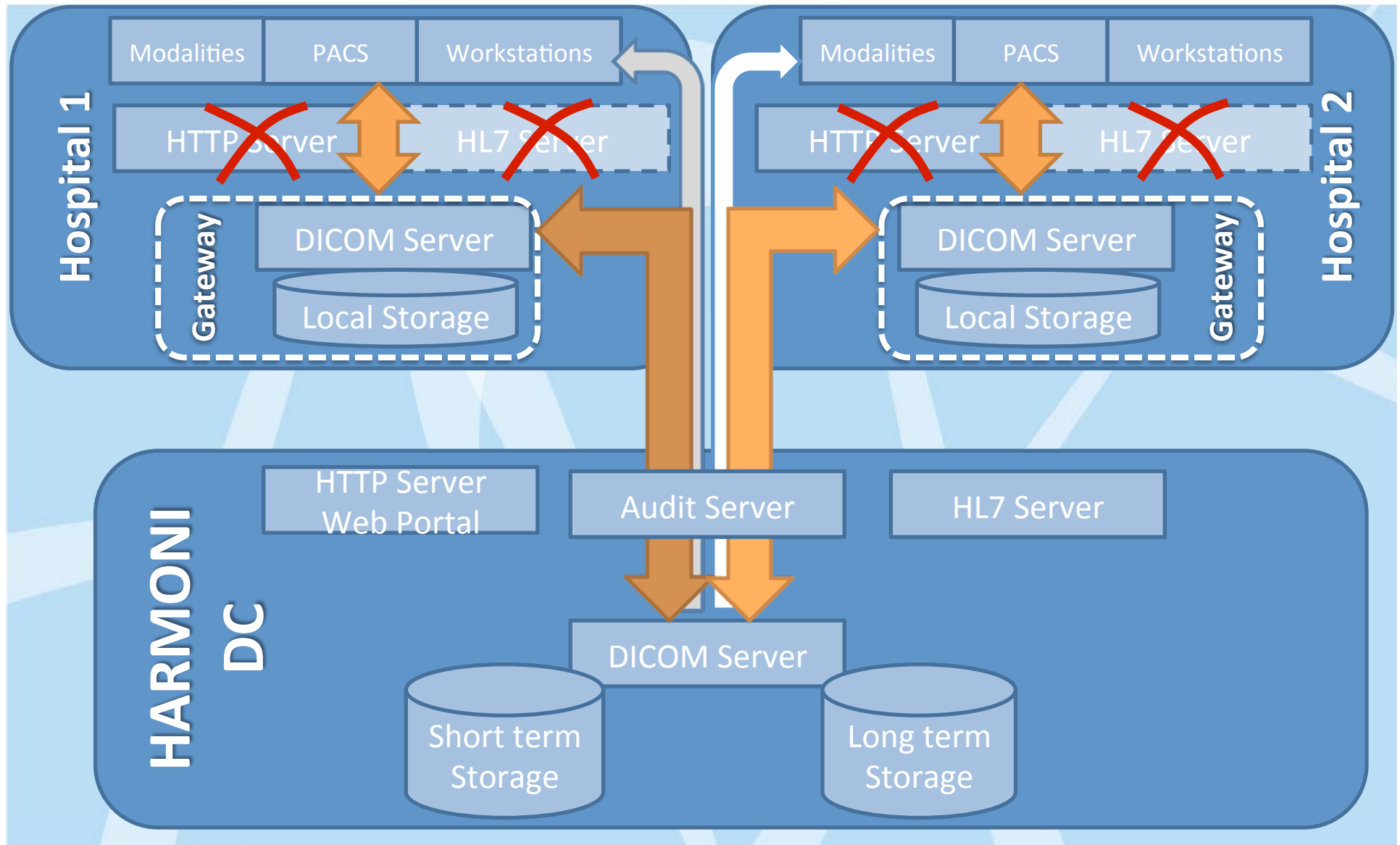


DCM4CHE Main Features

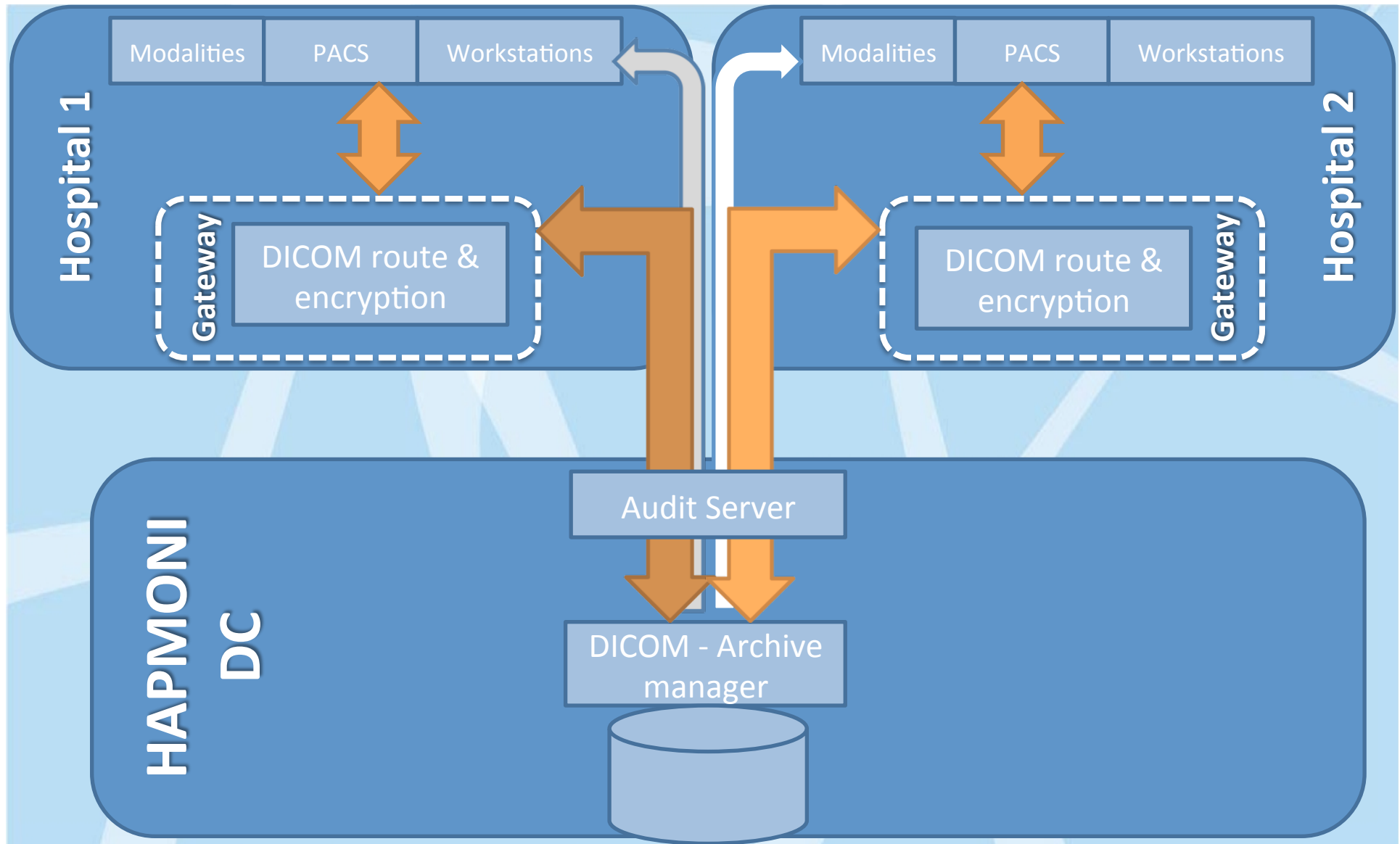


- **dcm4che & IHE Profiles**
 - support the workflow requirements of an imaging environment as described in the IHE profiles
- **Interoperability**
 - Compliance with DICOM & HL7 standards
- **Efficiency**
- **Security**
 - IP address of receiving server, Port on the receiving server, Application Entity Title (AE Title)
- **Portability**
 - The dcm4che project is written in Java, a program language known for its mantra of “Write Once, Run Anywhere”

Αρχιτεκτονική



Αρχιτεκτονική



Δύο σενάρια λειτουργίας

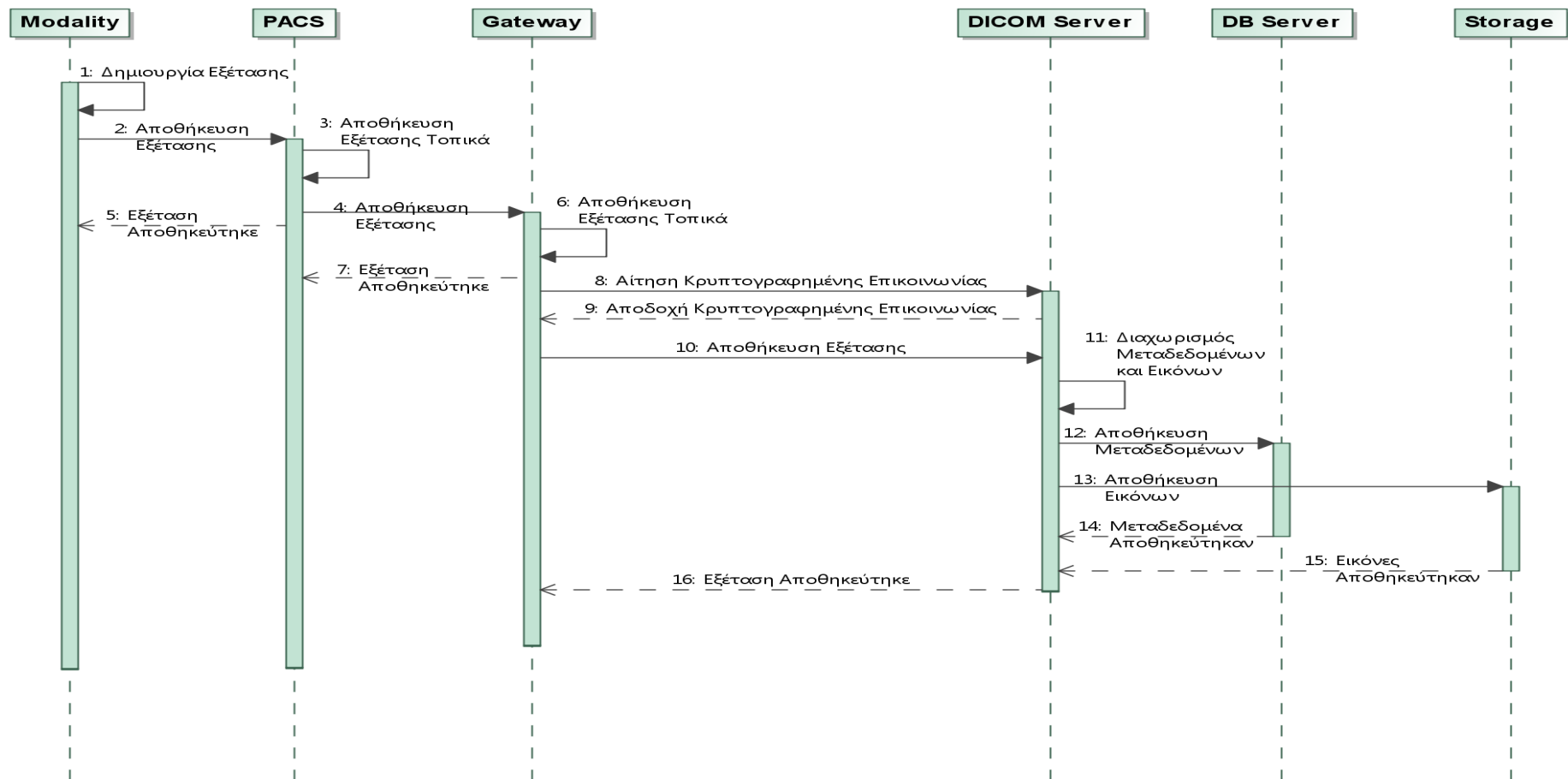
- Στην περίπτωση που το νοσοκομείο διαθέτει ήδη σύστημα για την αρχειοθέτηση των απεικονιστικών εξετάσεων (Local PACS):
 - Η σύνδεση θα γίνει με τον υπάρχοντα εξυπηρετητή PACS Server, ο οποίος θα παραμετροποιηθεί κατάλληλα για να προωθεί και να ανακαλεί με διάφανο τρόπο αυτόματα τις εικόνες
 - Η πρόσβαση στα απεικονιστικά δεδομένα θα εξακολουθεί να γίνεται αποκλειστικά μέσω του τοπικού συστήματος εξετάσεων (Local PACS).
- Στην περίπτωση που το νοσοκομείο δεν διαθέτει Local PACS:
 - Η αποστολή των εξετάσεων θα γίνεται απευθείας από τις διαγνωστικές μονάδες (modalities), χρησιμοποιώντας πάλι το πρότυπο DICOM.

Ροές Εργασίας Δεδομένων (Data Workflows)

- Ροή εργασίας κατά την αρχειοθέτηση
 - Οι εξετάσεις που εκτελούνται στις διαγνωστικές μονάδες που υποστηρίζουν DICOM store δρομολογούνται είτε εφόσον υπάρχει τοπικά εγκατεστημένο PACS μέσω αυτού, είτε απευθείας στο Gateway από το τερματικό του απεικονιστικού μηχανήματος.
 - Εκεί θα συγκεντρώνονται αντίγραφα των εξετάσεων του νοσοκομείου και θα αποστέλλονται με κανόνες δρομολόγησης και ασφάλειας προς το ΚΠΣ μέσω της διασύνδεσης που θα υπάρχει μεταξύ Νοσοκομείου και Datacenter.
 - Η μετάδοση των εικόνων γίνεται κρυπτογραφημένα σύμφωνα με το πρότυπο DICOM (DICOM TLS).
 - Επίσης κατά την αρχειοθέτηση χρησιμοποιούνται μηχανισμοί διασφάλισης ταυτότητας με συνδυασμό χαρακτηριστικών IP, Application Entity title, port, και MAC address.

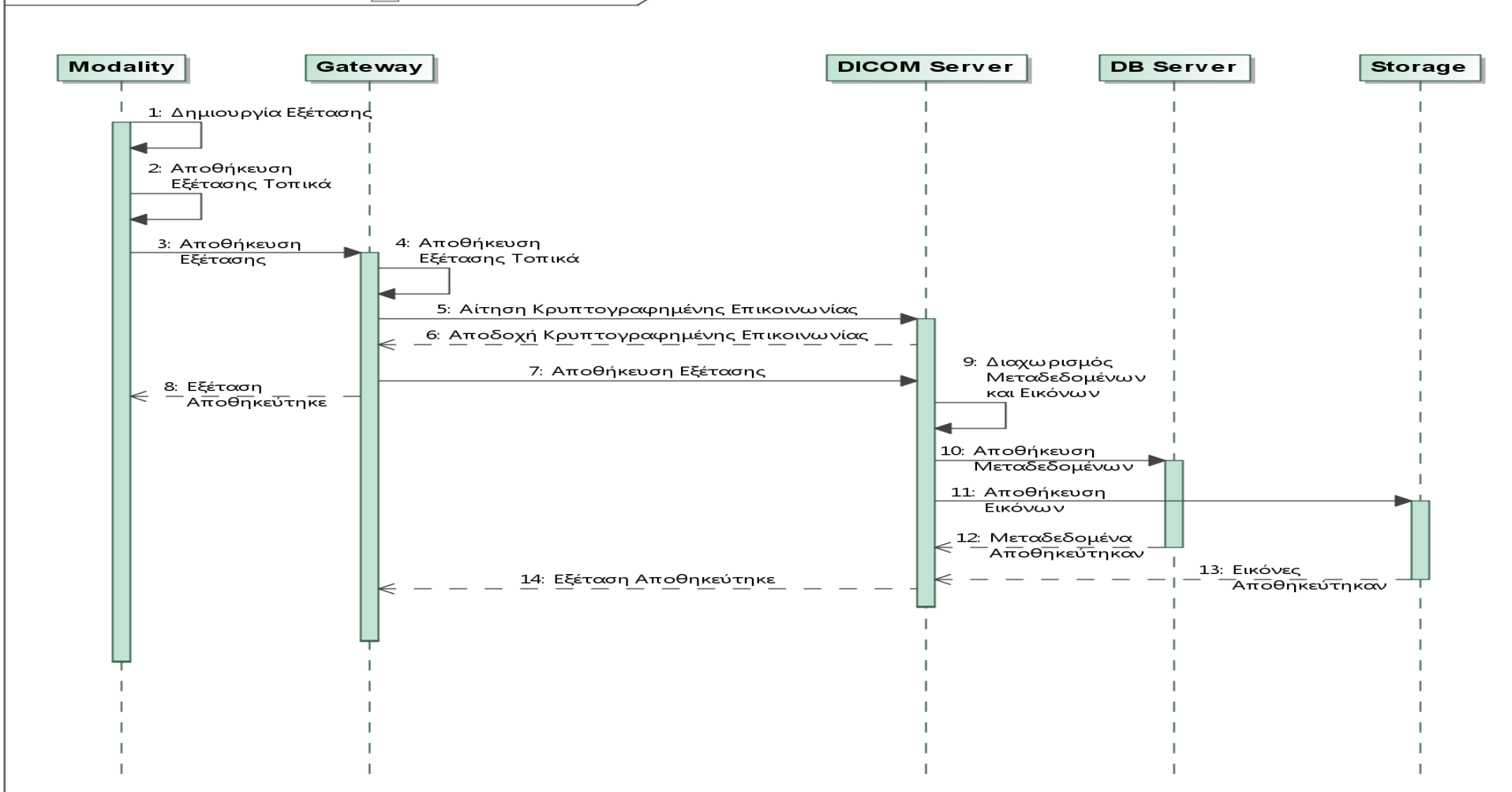
Sequence Diagram για αρχειοθέτηση απεικονιστικής εξέτασης με PACS

Interaction Store Study with PACS [Store Study with PACS]



Sequence Diagram για αρχειοθέτηση απεικονιστικής εξέτασης χωρίς PACS

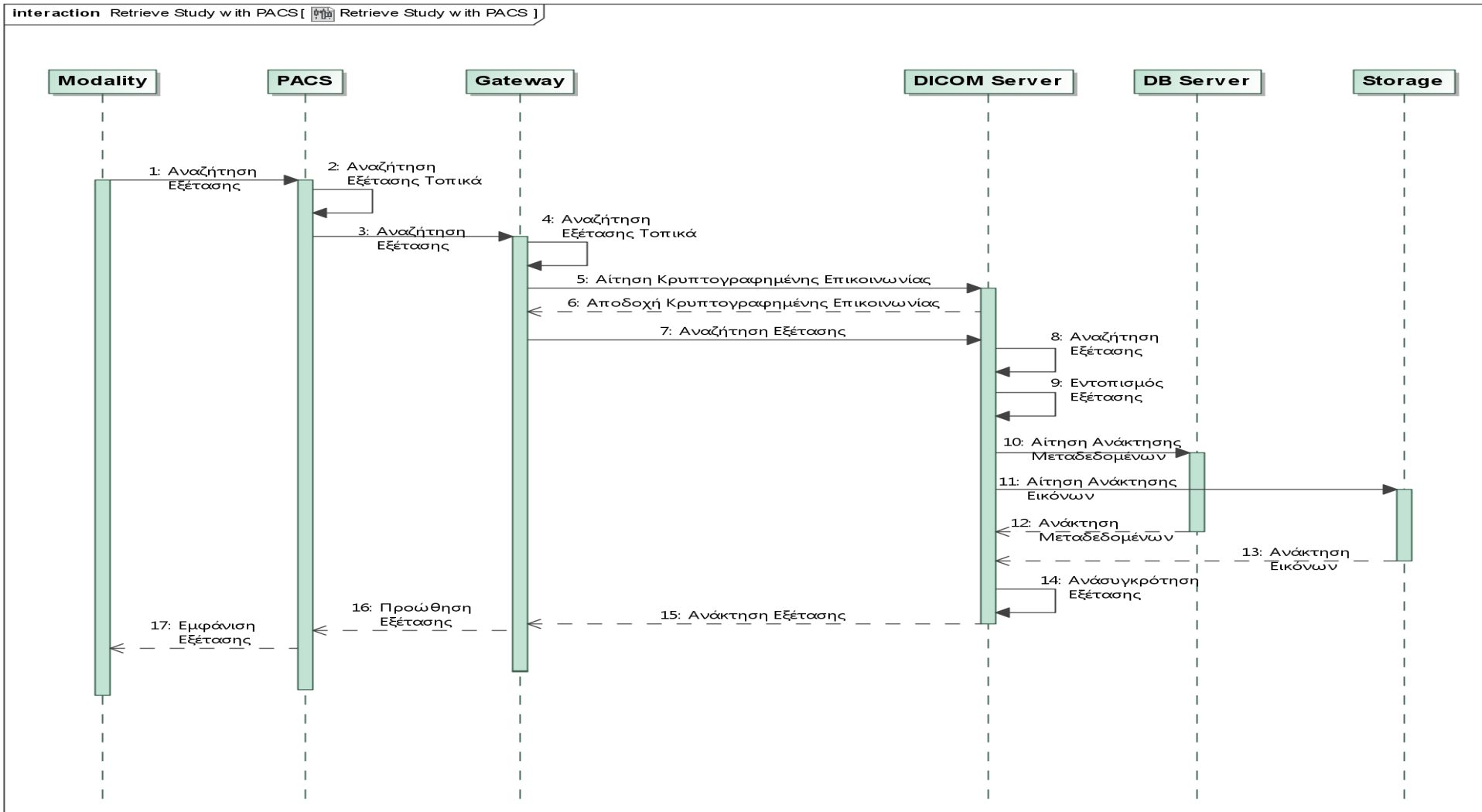
Interaction Store Study without PACS [ Store Study without PACS]



Ροή εργασίας κατά την ανάκτηση

- Οι εξετάσεις που έχουν αρχειοθετηθεί στο ΚΠΣ μπορούν να ανακτηθούν από αιτήματα (DICOM Q/R) που θα διατυπωθούν είτε στις διαγνωστικές μονάδες είτε από το τοπικό PACS.
- Τα αιτήματα εξυπηρετούνται αρχικά από το gateway αν υπάρχει το αντίγραφο της εξέτασής διαθέσιμο εκεί ή από το κεντρικό σύστημα στο datacenter μέσω της διασύνδεσης που θα υπάρχει μεταξύ Νοσοκομείου και Datacenter.
- Η ανάκτηση των εικόνων γίνεται κρυπτογραφημένα (DICOM TLS).
- Επίσης και κατά την ανάκτηση χρησιμοποιούνται μηχανισμοί διασφάλισης ταυτότητας με συνδυασμό χαρακτηριστικών IP, Application Entity title, port, και MAC address.

Sequence Diagram για ανάκτηση απεικονιστικής εξέτασης με PACS

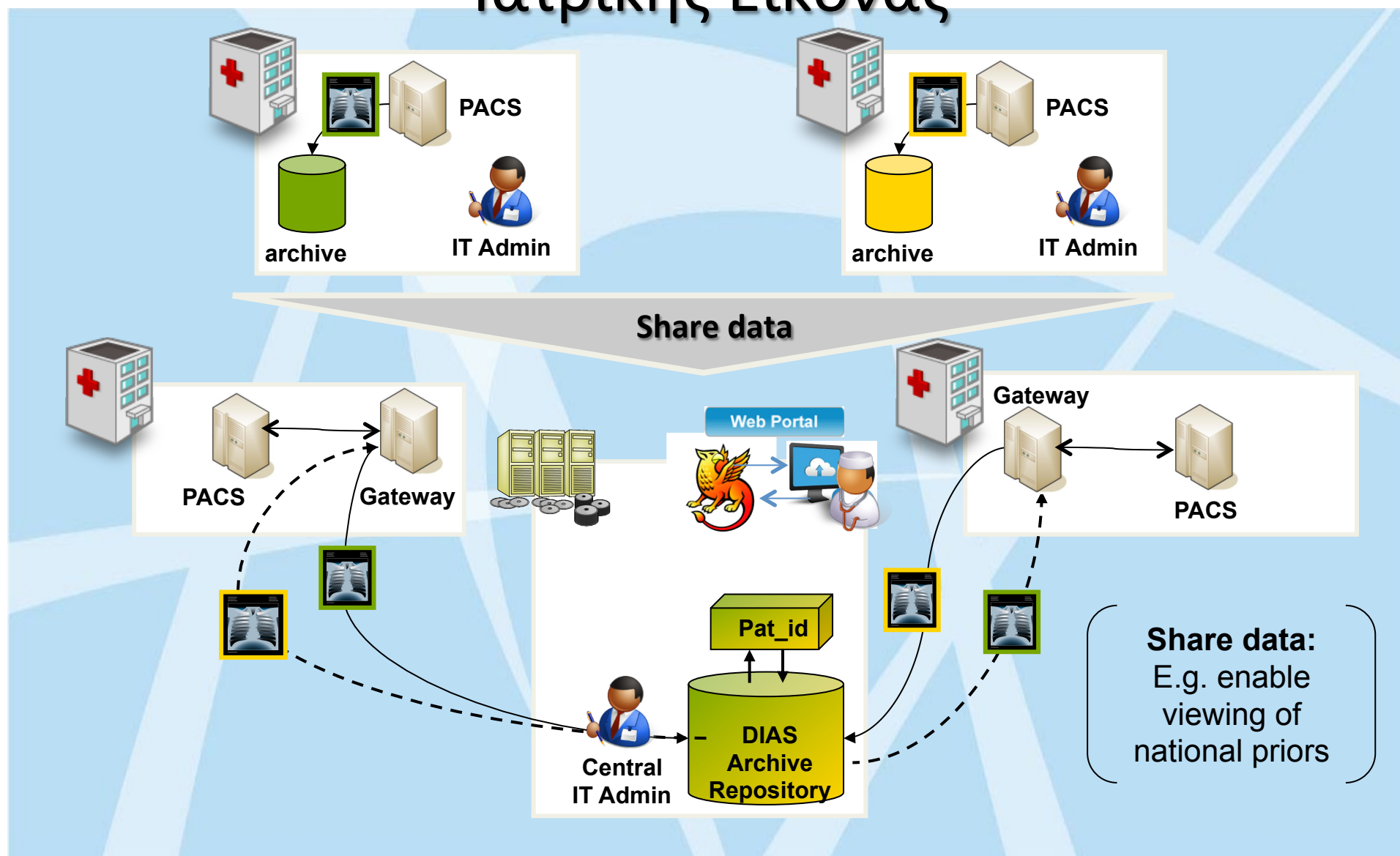


Σύστημα αρχείων

- Η δομή του καταλόγου και το σύστημα ονοματοδοσίας των αρχείων βασίζεται στην καταχώριση με την ημερομηνία διεξαγωγής της εξέτασης
- Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται όπως ακριβώς έρχονται από τα τοπικά PACS ή τους διαγνωστικούς σταθμούς σε native συμπιεσμένη μορφή του τοπικού PACS εάν έρχονται συμπιεσμένα, ή σε συμπιεσμένα αρχεία JPEG χωρίς απώλειες εάν έρχονται ασυμπίεστα, όπως ορίζει το πρότυπο DICOM.
- Σε καμία περίπτωση δεν θα επέρχεται μεταβολή ή άλλος χειρισμός των πρωτογενών δεδομένων.



Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Διαχείρισης Ιατρικής Εικόνας



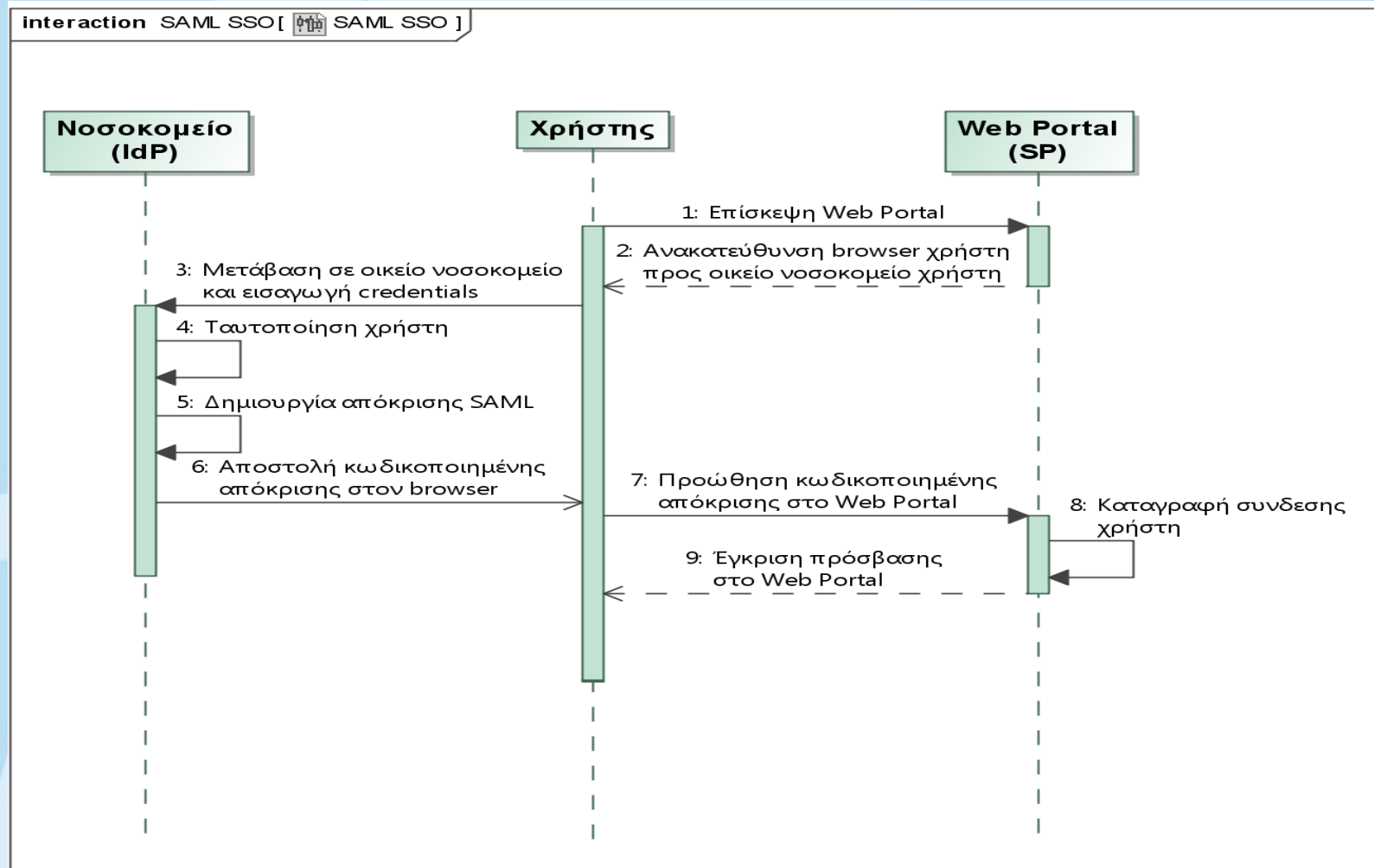
Διαδικτυακή Πύλη

- Απομακρυσμένοι χρήστες του νοσοκομείου αποκτούν πρόσβαση σε εξετάσεις, εισερχόμενοι μέσω Shibboleth
- Με βάση ρόλους έχουν πρόσβαση σε υποσύνολο εξετάσεων ανάλογα με δικαιώματα που καθορίζονται από το νοσοκομείο:
 - Ιατρικό Προσωπικό: επισκόπηση εικόνων
 - Υπεύθυνος Πληροφορικής: απόδοση δικαιωμάτων
 - Διοικητικό Προσωπικό: στατιστικές αναφορές
- Οι εικόνες διανέμονται μέσω πρωτοκόλλου WADO (Web Access to DICOM Objects) και δεν είναι διαγνωστικού σκοπού.
- Η επισκόπηση των εικόνων γίνεται σε ειδικό web viewer για desktop / tablet / smartphone (BYOD)
- Διασφάλιση μέσω VPN

Διαδικτυακή Πύλη

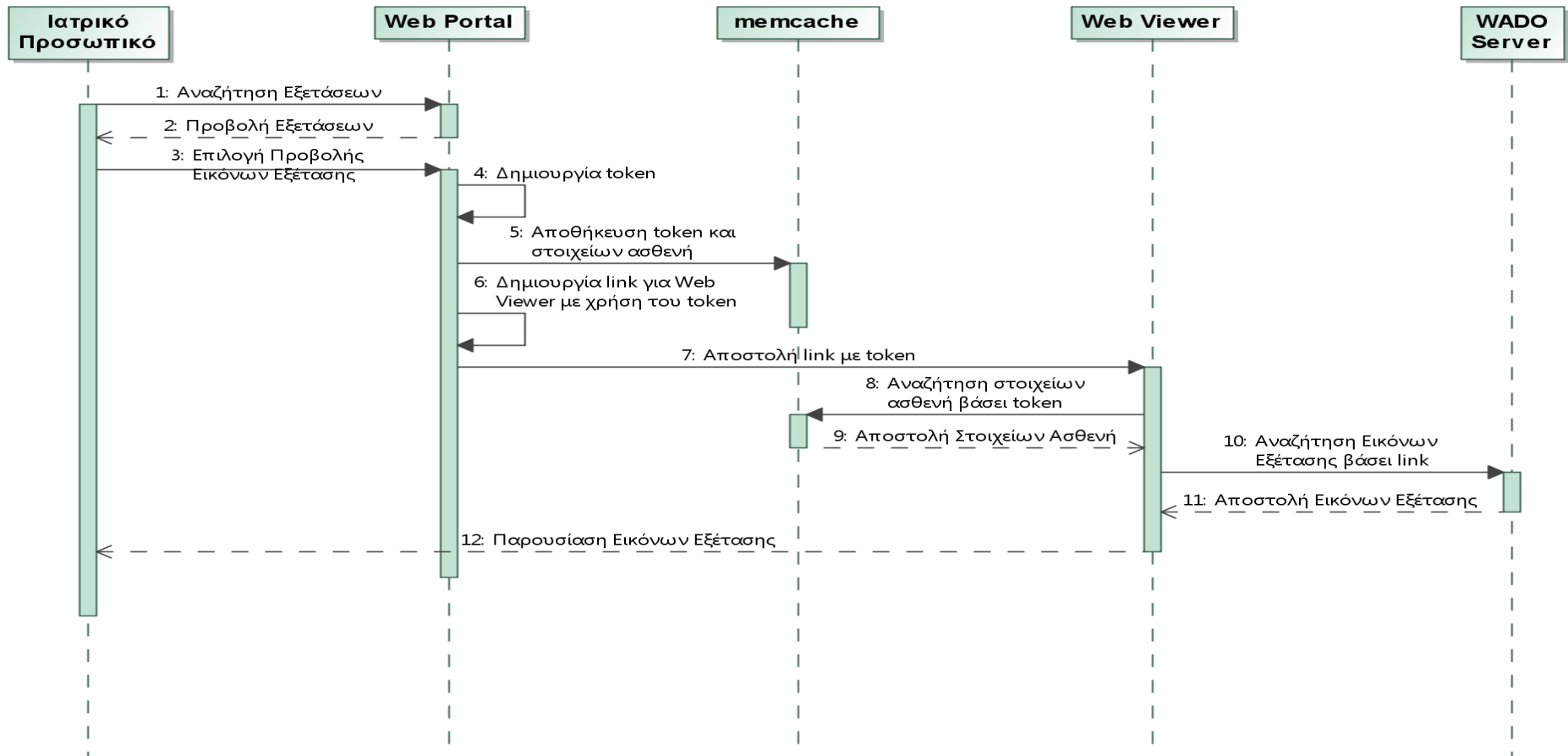
- Αναζήτηση εξετάσεων
 - Ονοματεπώνυμο, κωδικός ασθενούς, ημερομηνία
 - Ένα ή περισσότερα πεδία (AND)
- Ανάκτηση εξετάσεων
 - Σε πίνακα με όλα τα μεταδεδομένα
- Επισκόπηση εικόνων
 - Και προηγμένες δυνατότητες μετρήσεων, zoom
- Διαχείριση προφίλ
- Απόδοση δικαιωμάτων
 - Περιορισμός ως προς απεικονιστικά μηχανήματα και μέρη σώματος

Διαδικασία ταυτοποίησης και εξουσιοδότηση χρήστη

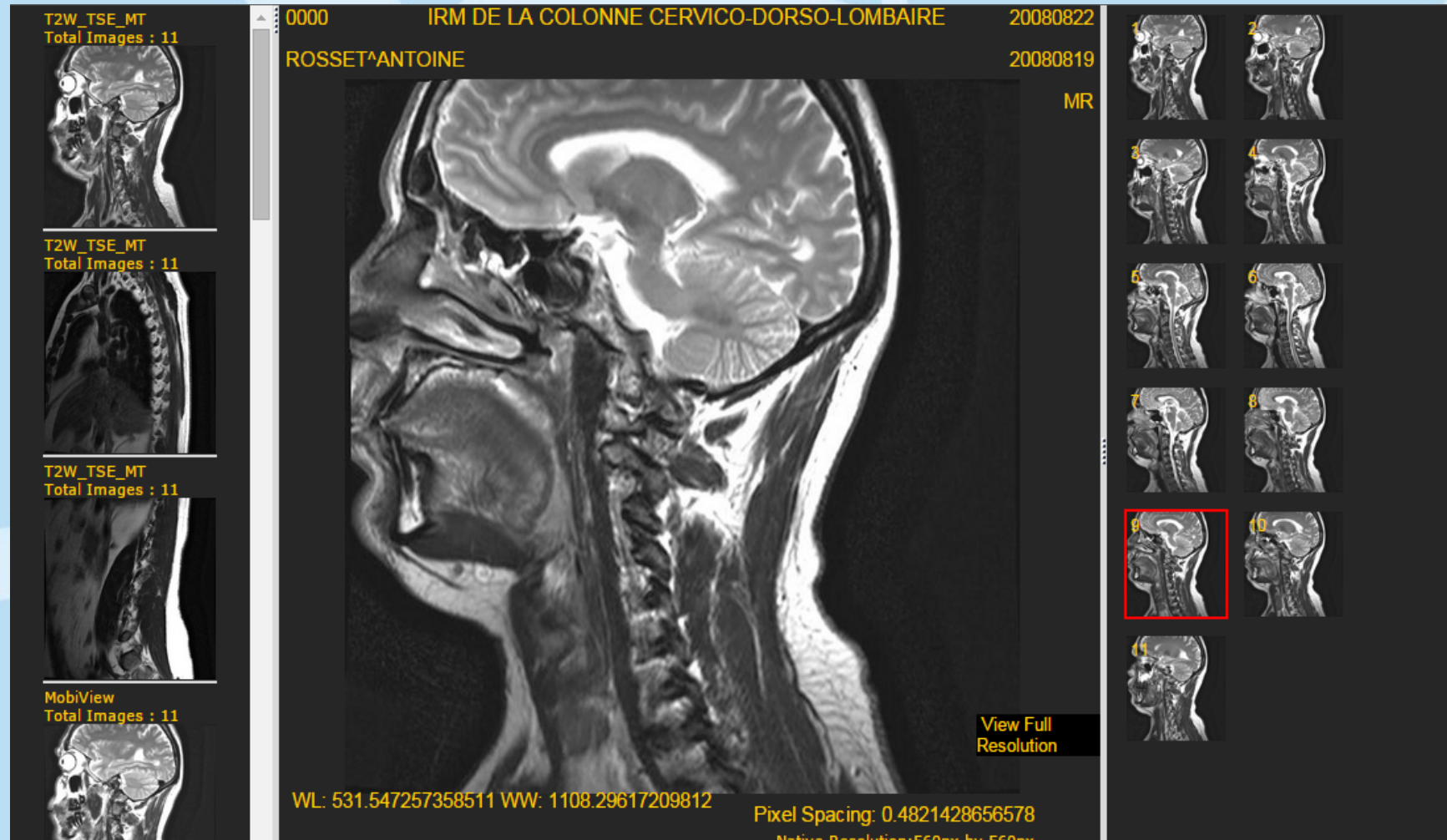


Παρουσίαση εικόνων εξέτασης στο Web Portal

interaction View Diagnostic Images [View Diagnostic Images]



Διαδικτυακή Πύλη



Λειτουργία Υπηρεσίας

- Χρησιμοποιούν καθημερινά την υπηρεσία 17 νοσοκομεία και στο DC υπάρχουν αποθηκευμένες 240,892 εξετάσεις που αντιστοιχούν σε 8,989.82 GB δεδομένων (24 Οκτ. 2016)
- Νέα νοσοκομεία συνεχώς υπο ένταξη
- Disaster Recovery σε φάση υλοποίησης σε δεύτερο DC

Πλατφόρμα Συνεργασίας

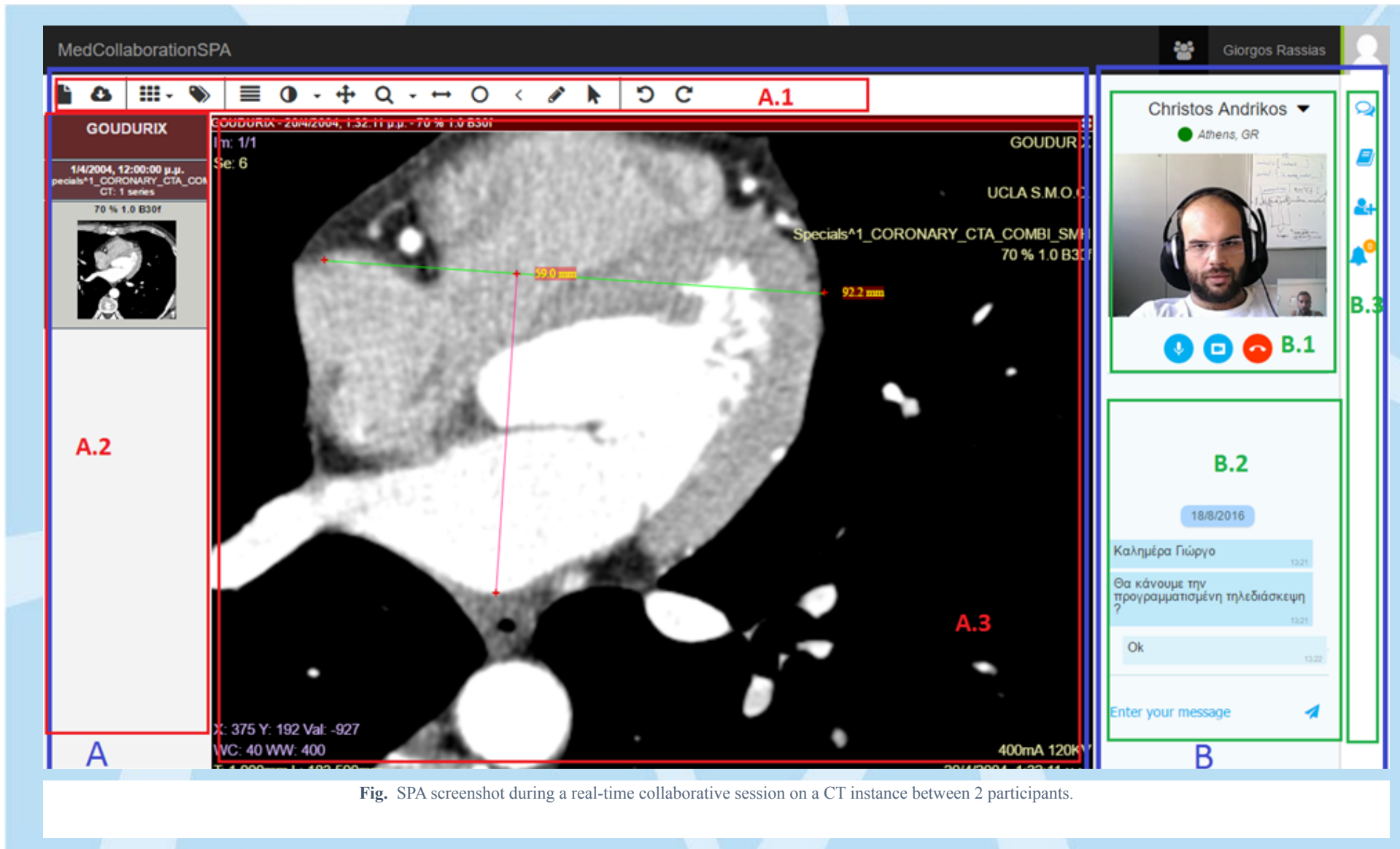


Fig. SPA screenshot during a real-time collaborative session on a CT instance between 2 participants.

Συμπεράσματα

- Χρησιμοποίηση αποκλειστικά ανοικτού λογισμικού
- Δημιουργία λύσης back up για τα απεικονιστικά δεδομένα νοσοκομείων τα οποία καταλαμβάνουν μεγάλο όγκο.
- Δημιουργία δημόσιου αρχείου ιατρικών απεικονιστικών εξετάσεων σύμφωνα με την διεθνή πρακτική
- Καμία παρέμβαση στο workflow των νοσοκομείων
- Αξιοποίηση της υψηλής τεχνογνωσίας του ΕΔΕΤ για την διασφάλιση των δεδομένων