

Υπολογιστές στην Ιατρική Απεικόνιση

Δίκτυα – PACS και Τηλε-ακτινολογία

**Σημειώσεις για το κατ' επιλογήν μάθημα
«Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές στην Ιατρική»**

της

Σοφίας Κόττου

Φυσικός Ιατρικής

Επίκουρη Καθηγήτρια
Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής
Ιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Αθηνών

Μάρτιος 2006

Υπολογιστές στην Ιατρική Απεικόνιση Δίκτυα – PACS και Τηλε-ακτινολογία

Σοφία Κότπου

Περιεχόμενα

ΕΙΚΟΝΑ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΟ	3
1. Δίκτυα υπολογιστών.....	3
1.1. Τοπικό Δίκτυο - LAN (Local Area Network) (απλό ή εκτεταμένο).....	3
1.2. Δίκτυο Ευρείας Περιοχής - WAN (Wide Area Network).....	4
1.3. Δομή και λειτουργία των δικτύων.....	5
2. PACS (Picture Archiving and Communications Systems)	7
2.1. PACS και Τηλε-ακτινολογία.....	7
2.2. Πρότυπο ACR	9
2.3 Πρότυπο DICOM	10
2.4. PACS και δυνατότητες.....	11
2.5. Ψηφιακή Αποθήκευση Εικόνων στο σύστημα PACS.....	14
2.6. Πλεονεκτήματα των PACS	15
2.7. Μειονεκτήματα των PACS	15
2.8. Ασφάλεια στο PACS.....	16

ΕΙΚΟΝΑ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΟ

1. Δίκτυα υπολογιστών

Επιτρέπουν τη μεταφορά πληροφοριών μεταξύ δύο ή περισσότερων τερματικών. Επιτρέπουν στους υπολογιστές να μοιράζονται από κοινού περιφερειακές μονάδες, όπως εκτυπωτές, σαρωτές ή laser συσκευές λήψης.

Στηρίζουν υπηρεσίες:

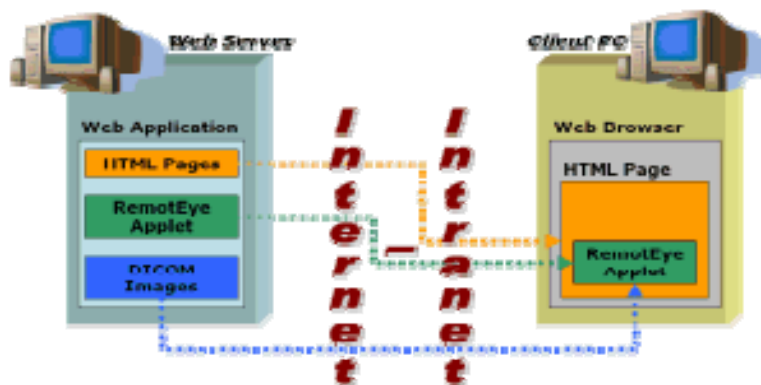
- ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (e-mail),
- μεταφοράς ηλεκτρονικών φακέλων
- και αξιοποίησης απομακρυσμένων τερματικών

Τα δίκτυα διακρίνονται σε :

- τοπικά (local area) και
- ευρείας περιοχής (wide area)

Τα τοπικά δίκτυα (**LAN** -local area network- ή extended **LAN**) αφορούν και συνδέουν τους υπολογιστές μέσα σε ένα εργαστήριο ή το πολύ σε ένα νοσοκομείο, ενώ τα δίκτυα ευρείας περιοχής (**WAN** wide area network) συνδέουν υπολογιστές που απέχουν μεταξύ τους μεγάλες αποστάσεις.

Ένας υπολογιστής μπορεί να ανήκει σε WAN χωρίς απαραίτητα να ανήκει σε LAN. Όμως συνήθως κάθε WAN αποτελείται από πολλά LAN. Το μεγαλύτερο -- πιο ευρύ-- WAN είναι το INTERNET!



1.1. Τοπικό Δίκτυο - LAN (Local Area Network) (απλό ή εκτεταμένο)

Μορφή: αστέρας, κύκλος, δίαυλος

Χρησιμοποιεί repeaters και bridges

Πρότυπο: κυρίως το internet ακολουθεί το

TCP/IP = transmission control protocol (τεμαχίζει τις πληροφορίες σε πακέτα) /
internet protocol (δρομολογεί τις πληροφορίες προς τον προορισμό)

Μέσο: καλώδιο, οπτικές ίνες, αέρας

Ethernet:

- διαμοιρασμένο bandwidth
- switched – full duplex
- 10, 100, 1000 και 10.000 Mbps

ATM: asynchronous transfer mode (γρήγορη μεταφορά μικρών πακέτων ομοιόμορφου μεγέθους)

SONET: synchronous optical network

1.2. Δίκτυο Ευρείας Περιοχής - WAN (Wide Area Network)

Επικοινωνία σε μεγάλες αποστάσεις

Χρησιμοποιεί routers

Οι σύνδεσμοι παρέχονται από εταιρείες τηλεπικοινωνιών

(A)DSL: (asymmetric) digital subscriber line (1500 kbps)

ISDN: integrated services digital network (128 kbps) (προσαρμογέας τερματικού και όχι modem !!)

ISP: internet service provider

OC: optical carrier (μεταφορά με οπτικές ίνες για μεγαλύτερες ταχύτητες)

URL universal resource locator: σειρά χαρακτήρων που εισάγεται από το χρήστη, για να δεχτεί υπηρεσία από άλλον υπολογιστή μέσω internet

Π.χ.: **http://**(το πρωτόκολλο) [www \(world wide web\).ucdmc.ucdavis.edu/](http://www.worldwideweb.ucdmc.ucdavis.edu/) (ο άλλος υπολογιστής) **physics/text** (τόπος της πληροφορίας)

www: το γρηγορότερα αναπτυσσόμενο μέρος του internet. Αποτελείται από servers (συνδεδεμένους στο internet), όπου υπάρχουν αποθηκευμένα έγγραφα (web pages), γραμμένα στη γλώσσα HTML (hypertext markup language). Τα έγγραφα αυτά μπορούν με τη σειρά τους να περιέχουν διάφορα URLs.

1.3. Δομή και λειτουργία των δικτύων

Οι «δομικοί λίθοι» των δικτύων είναι **και** υλικό (hardware) **και** λογισμικό (software)

Τα καλώδια μεταφοράς της πληροφορίας από έναν υπολογιστή σε έναν άλλο μπορεί να είναι

- ομοαξονικά (coaxial)
- απλά χαλκού ή
- οπτικές ίνες,
- συχνά όμως παρεμβαίνουν και **μικροκύματα**
- ή/και **συνδέσεις μέσω δορυφόρου** (ενσύρματες ή ασύρματες συνδέσεις)

Τα ομοαξονικά και τα καλώδια χαλκού μεταφέρουν **ηλεκτρικά** σήματα, ενώ οι οπτικές ίνες (από γυαλί ή πλαστικό) μεταφέρουν **οπτικά** σήματα που παράγονται από laser ή διόδους εκπομπής φωτός

Τα οπτικά σήματα στηρίζονται σε πιο *ακριβή* τεχνολογία, αλλά είναι απαλλαγμένα από ηλεκτρικά παράσιτα και ηλεκτρικές παρεμβολές

Ο **ρυθμός μεταφοράς** των δεδομένων σε ένα δίκτυο μετριέται σε:

- mega bits ανά δευτερόλεπτο (10^6 bps = **1Mbps**) ή
- giga bits ανά δευτερόλεπτο (10^9 bps = **1Gbps**)

και **δεν** πρέπει να συγχέεται με το ρυθμό μεταφοράς των δεδομένων από έναν χώρο του υπολογιστή σε έναν άλλο ή σε μαγνητικές ή οπτικές δισκέτες:

- mega bytes per sec – **MBps** ή
- giga bytes per sec – **GBps**

(υπενθύμιση: 1 byte = 8 bits)

Ο **μέγιστος ρυθμός** μεταφοράς δεδομένων σε μια επικοινωνία συχνά καλείται: **«bandwidth»**.

Στην πράξη όμως ο ρυθμός μεταφοράς (**throughput**) παραμένει μικρότερος του μεγίστου, λόγω ατελειών σε σημεία του software ή του hardware.

Στα περισσότερα δίκτυα, ομάδες υπολογιστών μοιράζονται τους δρόμους επικοινωνίας.

Τα πρωτόκολλα των δικτύων διευκολύνουν αυτή την «κοινοκτημοσύνη» διαιρώντας την πληροφορία σε **πακέτα!**

Μερικά πρωτόκολλα επιτρέπουν τη μεταφορά πακέτων μεταβλητού μεγέθους, ενώ άλλα επιτρέπουν τη μεταφορά **μόνον** πακέτων συγκεκριμένου μεγέθους.

Κάθε πακέτο περιέχει πληροφορία που **ταυτοποιεί τον προορισμό** του και συχνά περιέχει πληροφορίες και για τον αποστολέα.

Ο υπολογιστής – προορισμός ενώνει τα πακέτα φτιάχνοντας την αρχική πληροφορία και μπορεί να απαιτήσει επαναμετάδοση, εάν διαπιστώσει χαμένα ή χαλασμένα πακέτα.

Τα μεγάλα δίκτυα συχνά περιέχουν «έξυπνους διακόπτες» (**switches**) που υποβοηθούν τα πακέτα στο πέρασμά τους από το ένα τμήμα του δικτύου στο επόμενο ή ακόμη και μεταξύ δύο δικτύων.

Κάθε συσκευή σε ένα δίκτυο, είτε είναι υπολογιστής είτε διακόπτης, λέγεται κόμβος (**node**) και επικοινωνούν μεταξύ τους με τους συνδέσμους (**links**).

Κάθε υπολογιστής συνδέεται στο δίκτυο με ένα προσαρμογέα δικτύου (**network adapter**), που λέγεται και **network interface card**, μια κάρτα επέκτασης της πύλης εισόδου/εξόδου **I/O** του υπολογιστή.

Κάθε σύνδεσμος – επαφή (**interface**) μεταξύ ενός κόμβου και του δικτύου, ταυτοποιείται με έναν μοναδικό αριθμό που καλείται ηλεκτρονική διεύθυνση δικτύου (**network address**).

Κάθε υπολογιστής συνήθως έχει μόνο έναν σύνδεσμο – επαφή, αλλά ένας διακόπτης (**switching device**) που συνδέει δύο ή περισσότερα δίκτυα μπορεί να έχει μία διεύθυνση σε κάθε δίκτυο.

Σήμερα σε πολλά μικρά LAN, οι υπολογιστές συνδέονται μεταξύ τους απ' ευθείας, που σημαίνει ότι όλα τα πακέτα φτάνουν σε όλους του υπολογιστές.

Σε μεγαλύτερα όμως δίκτυα αυτό θα προκαλούσε συμφόρηση και κρίθηκε απαραίτητη η χρήση των διακοπών για πακέτα (**packet switching**).

Βοηθητικά εξαρτήματα του δικτύου (**bridges** – γέφυρες, **switches** – έξυπνοι διακόπτες, **routers** - δρομολογητές) αποθηκεύουν προσωρινά τα πακέτα, διαβάζουν τη διεύθυνση προορισμού και τα στέλνουν προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση.

Σε πολύ μεγάλα δίκτυα τα πακέτα μιας ομάδας δεδομένων μπορεί να ακολουθήσουν διαφορετικούς δρόμους και να φτάσουν στον προορισμό τους με ανακατεμένη σειρά.

Τα **πρωτόκολλα** του δικτύου περιγράφουν μεθόδους επικοινωνίας και κυκλοφορίας των δεδομένων στο δίκτυο.

Το υλικό (hardware) και το λογισμικό (software) πρέπει να ταιριάζουν, να είναι συμβατά, με το πρωτόκολλο επικοινωνίας.

Ο όρος **server** αναφέρεται σε έναν υπολογιστή στο δίκτυο, που παρέχει μια ΥΠΗΡΕΣΙΑ στους άλλους υπολογιστές του δικτύου.

Ένας υπολογιστής με μια σειρά μαγνητικών δίσκων που παρέχει **χώρο αποθήκευσης** αρχείων για άλλους υπολογιστές, λέγεται «**file server**».

Υπάρχουν ακόμη servers **εκτύπωσης**, servers **εφαρμογής**, servers **βάσης δεδομένων**, servers **ηλεκτρονικού ταχυδρομείου**, servers **διαδικτύου** και άλλοι.

2. PACS (Picture Archiving and Communications Systems)

Το PACS είναι ένα σύστημα με στόχο να αρχειοθετεί, διαχειρίζεται, διανέμει και αποθηκεύει **ιατρικές εικόνες και δεδομένα** (που συχνά έχουν μεγάλο όγκο), με τρόπο ώστε η **πρόσβαση** σε αυτά, μέσα σε κατάλληλα διαμορφωμένο δίκτυο, από εξουσιοδοτημένα τερματικά, να είναι **βατή**.

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).

Οι εικόνες με τη βοήθεια του συστήματος PACS μπορούν να προβληθούν σε ηλεκτρονικές συσκευές (οθόνες) όπως:

- **σωλήνες καθοδικών ακτίνων** (CRT – Cathode ray tube)
- ή σε **flat panel**

Είναι επίσης εφικτό να καταγραφούν, με video ή laser camera, σε **φωτογραφικό φιλμ** που μετά τη χημική επεξεργασία μπορεί να προβληθούν σε κατάλληλες οθόνες.

Όπου χρειαστεί, η ψηφιακή εικόνα μετατρέπεται σε αναλογική με ένα DAC (digital to analog converter)

2.1. PACS και Τηλε-ακτινολογία

PACS: Picture archiving and communications systems

Πρότυπα:

- ACR για τηλε-ακτινολογία
- DICOM (digital imaging and communications in medicine)

Αφορούν δίκτυα για μεταφορά εικόνας και δεδομένων.

Παρεμβαίνουν:

- στην πρόσληψη των δεδομένων για τη δημιουργία ψηφιακών εικόνων
- στην αποθήκευσή τους
- στην παρουσίασή τους για ερμηνεία και γνωμάτευση

Το PACS είναι ένα σύστημα για την **αποθήκευση, διαχείριση και διανομή** ακτινολογικών εικόνων.

Τηλε-Ακτινολογία είναι η Ακτινολογία η εξοπλισμένη με τη δυνατότητα μεταφοράς αυτών των εικόνων σε πολλά τερματικά της νοσοκομειακής (συνήθως) μονάδας, και

μάλιστα σε τερματικά που μπορεί να είναι αρκετά απομακρυσμένα από το ακτινολογικό μηχάνημα.

Το σύστημα PACS και η Τηλε-Ακτινολογία συνδέονται πολύ στενά, δεν έχουν όμως την αποκλειστικότητα χρήσης το καθένα για το άλλο.

Όταν «συνεργάζονται» ο στόχος είναι να παρέχουν την όσο το δυνατόν καταλληλότερη εικόνα στο χρήστη του τερματικού, συνήθως τον διαγνώστη ακτινολόγο.

Το σύστημα PACS διαφέρει σημαντικά σε μέγεθος και σε ειδικότερο στόχο από Νοσοκομείο σε Νοσοκομείο και από Κλινική σε Κλινική.

Μπορεί να είναι σε αποκλειστική χρήση μιας μονάδας Πυρηνικής Ιατρικής ή του τμήματος Υπερήχων.

Μπορεί να εμπεριέχει και τις μονάδες Επεμβατικής Ακτινολογίας, Μαγνητικού Συντονισμού ή /και Αξονικής Τομογραφίας.

Μπορεί επίσης, να εμπεριέχει αντίστοιχες μονάδες πολλών Ιατρικών Κέντρων.

Μπορεί να επεκτείνεται και στις μονάδες Εντατικής Θεραπείας, Άμεσης επέμβασης, ή και Παθολογίας.

Για την εύρυθμη λειτουργία του PACS (αποφυγή συμφορήσεων) συστήνεται να συνδέονται πιο στενά μεταξύ τους τα μέρη ενός δικτύου που ανταλλάσσουν συχνά εικόνες και σχετικά δεδομένα.

Η **Τηλε – Ακτινολογία** μπορεί να παρέχει την πρόσβαση και επικοινωνία μικρών ιατρικών κέντρων σε μεγάλες Ακτινολογικές Κλινικές και σε ειδικούς ακτινολόγους. Θα πρέπει βέβαια, το μικρό ιατρικό κέντρο, να είναι εφοδιασμένο τουλάχιστον με **ψηφιοποιητές ακτινογραφιών** και να υπάρχει **ειδική γραμμή επικοινωνίας** με την Κεντρική Μονάδα, όπου οι εικόνες θα εμφανίζονται σε συγκεκριμένα τερματικά.

Η Τηλε- Ακτινολογία επιτρέπει επιπλέον την πρόσβαση στις ψηφιακές εικόνες, ενός ειδικού ακτινολόγου που επιθυμεί να τις μελετήσει στο **σπίτι** του.

Αυτό, βέβαια, απαιτεί να έχει στο σπίτι του ο ακτινολόγος ένα κατάλληλο σύστημα για την προβολή και επεξεργασία της ψηφιακής ακτινογραφίας, **με σύνδεση:**

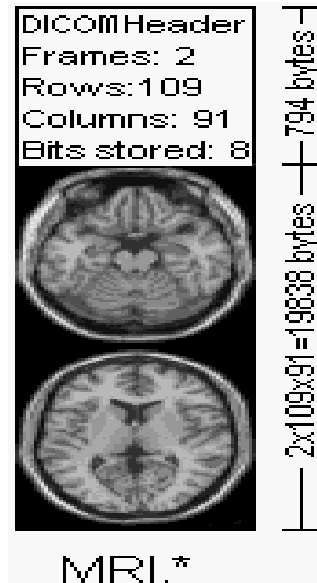
- **ISDN** (Integrated Services Digital Network)
- **ή DSL** (Digital Subscriber Lines)

που προμηθεύει η τοπική εταιρεία τηλεπικοινωνιών.

Η Ακτινολογική Κλινική θα πρέπει από τη μεριά της να είναι συνδεδεμένη με συμβατό σύστημα επικοινωνίας.

Αλλά, για να είναι αποδεκτό σήμερα ένα σύστημα PACS θα πρέπει να προσαρμοστεί – συμμορφωθεί με τις αρχές ενός νεότερου συστήματος – πρωτοκόλλου (standard): του **DICOM** [(Digital Imaging Communications in Medicine) «Πρότυπο μεταφοράς ιατρικών ψηφιακών εικόνων»]. Πρόκειται για ομάδα **πρωτοκόλλων** που θέτουν κανόνες:

- στην ψηφιακή απεικόνιση (ανάκτηση και διαμόρφωση εικόνων και σχετιζομένων πληροφοριών από απεικονιστικά μηχανήματα με προτυποποιημένο τρόπο)
- και την «κυκλοφορία» της από τις πηγές παραγωγής (λήψης) (απεικονιστικά συστήματα) στα τερματικά μιας ιατρικής μονάδας.



Στο παρελθόν, οι κατασκευαστές απεικονιστικών μηχανημάτων, εφαρμόζαν «ατομικά» πρωτόκολλα καταγραφής δεδομένων και εικόνων κατά την εξέταση, **απαγορεύοντας** έτσι ουσιαστικά τη μεταφορά, αποθήκευση και προβολή των εικόνων διαφορετικών κατασκευαστών σε **ένα** σύστημα δικτύου PACS.

Το πρόβλημα λύθηκε με την παρέμβαση της ACR (American College of Radiology) και της NEMA (National Electrical Manufacturers' Association) <http://medical.nema.org/>, που επιχορήγησαν τη δημιουργία ενός κοινού πρωτοκόλλου, το οποίο και ονομάστηκε **DICOM** (Digital Imaging and Communications in Medicine).

2.2. Πρότυπο ACR

Η τηλε-ακτινολογία είναι εξοπλισμένη με σύστημα μεταφοράς των εικόνων σε απομακρυσμένα δωμάτια από αυτό στο οποίο δημιουργούνται, και σύστημα επιστροφής της ιατρικής αναφοράς (medical report).

Το πρότυπο ACR πρωτοδημοσιεύτηκε το 1994 και ακολούθησαν βελτιωμένες «εκδόσεις» το 1996, 1998, 2002.

Το πρότυπο ACR περιγράφει:

- τα προσόντα που πρέπει να έχει το προσωπικό κάθε εμπλεκόμενης ειδικότητας
- τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού
- τις συνθήκες και προϋποθέσεις αδειοδότησης και πιστοποίησης
- την περιοδικότητα και το είδος των ελέγχων καλής λειτουργίας
- τη διαχείριση των δεδομένων των ψηφιακών εικόνων (παρέχει τα χαρακτηριστικά και διαχωρίζει τις εικόνες αναλόγως της επιφάνειάς τους)
 - large matrix images (CT, projection film)
 - spatial resolution > 2.5 lp/mm στην είσοδο του ανιχνευτή
 - βάθος > 10 bits / pixel

π.χ. chest radiography 35*43 cm²:

vertical lines = 35cm * 2.5 lp/mm * 2 l/lp = 1750 lines

horizontal lines = 43cm * 2.5 lp/mm * 2 l/lp = 2150 lines

άρα pixel format > 1750 * 2150 (με pixel size = 200 μm περίπου)

2.3 Πρότυπο 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

Κυριάρχησε στη μεταφορά των ιατρικών εικόνων.

Έχει ενσωματώσει τις απαιτήσεις των ήδη υπάρχοντων δικτύων.

Πρόκειται για χιλιάδες σελίδες παρόλο που περιορίζεται στις απολύτως απαραίτητες διευκρινίσεις.

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 **διευκολύνει** τη διαχείριση και διανομή των ψηφιακών εικόνων και των δεδομένων που τα συνοδεύουν, μέσα στο δίκτυο.

Το πρωτόκολλο DICOM διαχωρίζει τα δεδομένα σε 3 κύρια **αντικείμενα**, (το καθένα με τη δική του φόρμα - μορφή):

- ασθενείς,
- μελέτες,
- εικόνες

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)

Στο DICOM περιγράφονται και κωδικοποιούνται και τα απεικονιστικά μηχανήματα ανάλογα με τη χρήση τους (καρδιολογικών εξετάσεων, μαστογραφίας, υπερήχων).

2.4. PACS και δυνατότητες

Σήμερα, τα περισσότερα «προϊόντα» των κατασκευαστών απεικονιστικών μηχανημάτων και συστημάτων PACS «υπακούουν» στις απαιτήσεις DICOM και μάλιστα συνυποβάλλουν επίσημη δήλωση με διευκρινίσεις με ποια ακριβώς σημεία του πρωτοκόλλου DICOM είναι εναρμονισμένα.

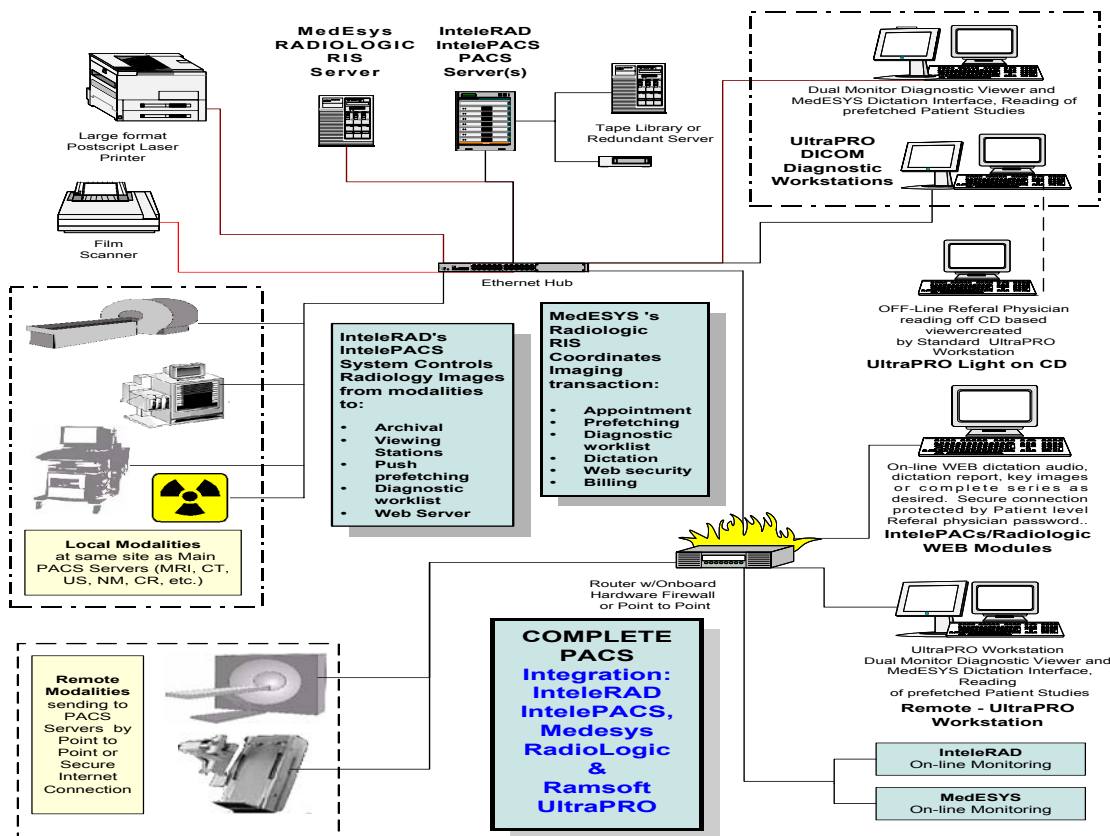
Στην πράξη, βέβαια, η ταυτόχρονη υποστήριξη υπηρεσιών του DICOM, από δύο διαφορετικά μηχανήματα, δεν σημαίνει απαραίτητα ότι τα δύο αυτά μηχανήματα μπορούν να συνεργαστούν στο ίδιο δίκτυο.

Πριν την παραλαβή κάθε μηχανήματος, πρέπει να γίνεται ο απαραίτητος έλεγχος στη **συμβατότητα** με το σύστημα επικοινωνίας.

Μετά τη σωστή εναρμόνιση (στο πρότυπο DICOM), ο «κατασκευαστής» των PACS θα πρέπει να «κτίσει» το έργο του με πολλή προσοχή, ώστε να ανταποκρίνεται στις εκάστοτε απαιτήσεις των χειριστών.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στους «**κόμβους**» των **λεωφόρων επικοινωνίας** του δικτύου, που συνδέουν τους «**τόπους**» **δημιουργίας** των ψηφιακών εικόνων και δεδομένων, με τους «**τόπους**» **αναζήτησης και επεξεργασίας** αυτών.

Το PACS είναι ένα πολυσύνθετο, κατακεντρωμένο, ηλεκτρονικό σύστημα και κάθε **κόμβος** έχει το δικό του ρόλο στη ροή των εικόνων.



Το σύστημα PACS δημιουργήθηκε πριν μερικές δεκαετίες, όταν ακόμη δεν υπήρχε η ψηφιακή εικόνα.

Η **αναλογική** όμως εικόνα (film) έθετε (και θέτει) **περιορισμούς** στη διαθεσιμότητα, πρόσβαση, μεταφορά και αρχειοθέτησή της στο σύστημα.

Τα τελευταία χρόνια η εξέλιξη του PACS ήταν ραγδαία, βασισμένη στην **ψηφιακή τεχνολογία** και τη **σημαντική πτώση τιμών** αφενός και αφετέρου στην **βελτίωση των δυνατοτήτων**:

- στα **δίκτυα** υπολογιστών,
- στα **αποθηκευτικά μέσα** και
- στις **μονάδες εμφάνισης** των εικόνων και των δεδομένων που τις συνοδεύουν.

Τώρα πια, το σύστημα PACS μπορεί:

- να αναπαραγάγει ψηφιακές εικόνες **ταυτόχρονα σε πολλά τερματικά**, π.χ. σε αυτό του ακτινολόγου και σε αυτό του παθολόγου του υπεύθυνου για το συγκεκριμένο ασθενή

- να κρατήσει πολλές εικόνες **αποθηκευμένες** για μεγάλο χρονικό διάστημα
- να δημιουργήσει ένα “filmless” περιβάλλον, όπου «**η απώλεια ακτινογραφιών**», ένα από τα κυριότερα προβλήματα στα μεγάλα Νοσοκομεία, τείνει πλέον να εκλείψει
- να βοηθήσει τα **απομακρυσμένα αγροτικά ιατρικά κέντρα** να επικοινωνούν με νοσοκομεία των μεγάλων πόλεων, να στέλνουν ακτινογραφίες, να ανταλλάσσουν γνώμες και πληροφορίες, που στηρίζουν τη σωστή διάγνωση και τρόπο θεραπείας

Το σύστημα PACS ελέγχει:

- **interfaces:**
 - απεικονιστικών συσκευών, που παράγουν ψηφιακές εικόνες (και ψηφιοποιητών)
 - ψηφιακών συσκευών αποθήκευσης εικόνων
 - τερματικών μονάδων με πολλές οθόνες
- και το **δίκτυο** των υπολογιστών, που συνδέει όλες αυτές τις συσκευές.

Το σύστημα PACS εμπεριέχει:

- ένα εξειδικευμένο λογισμικό διαχείρισης βάσεων δεδομένων, ώστε να υπάρχει δυνατότητα καταχώρησης και εντοπισμού των εικόνων
- και ένα εξειδικευμένο λογισμικό που να δίνει τη δυνατότητα στο διαγνώστη ακτινολόγο να διαλέγει και να επεξεργάζεται τις εικόνες.

Είναι ακόμη εφικτή και χρήσιμη η δυνατότητα που προσφέρει το σύστημα PACS για

- πολλαπλή πρόσβαση και
- δυνατότητα σύνδεσης με άλλα δίκτυα, όπως το πληροφοριακό σύστημα Νοσοκομείου (**HIS** – hospital information system) και το πληροφοριακό σύστημα της ακτινολογίας (**RIS** – radiology information system)

Το **RIS** χρησιμοποιείται κυρίως

- για εντολές και προγραμματισμό εξετάσεων,
- για διατήρηση του αρχείου των ασθενών,
- για περιγραφές,
- ιατρικές αναφορές και
- ετοιμασία λογαριασμού

Συνήθως το RIS είναι **μέρος του HIS** ή περιλαμβάνεται **μέσα στο PACS** και δεν είναι αυτόνομο, για να αποφεύγονται οι εισοδοί των ιδίων δεδομένων περισσότερο από μια φορά.

Το PACS και το RIS πρέπει να παρέχουν στο χειριστήριο του υπεύθυνου των απεικονιστικών μηχανημάτων σειρά δεδομένων σχετικών με την περιγραφή του εξεταζόμενου και των αιτούμενων εξετάσεων, ώστε κάθε μελέτη – εικόνα – προβολή να συνοδεύεται **απαραίτητα** από όλα τα στοιχεία, για μια σωστή ταυτοποίηση

Ένα απλό παράδειγμα που μπορεί να δημιουργήσει μεγάλο πρόβλημα, είναι ο τρόπος καταγραφής του ονόματος του ασθενή.

Το σύστημα RIS ή HIS θα πρέπει να μην αφήνει ο ασθενής Γιάννης Δελαπόρτας να καταχωρηθεί με περισσότερο από έναν τρόπο:

- π.χ. Ιωάννης Δελαπόρτας και όχι Γιάννης Δελαπόρτας
- ή Ι. Δελαπόρτας ή Δελαπόρτας Γιάννης κλπ.

Και μόνον αυτό το φίλτρο θα διευκολύνει την αναζήτηση παλαιότερων εξετάσεων για άμεση σύγκριση με τη νεότερη, όπως και την ανάκληση εξετάσεων άλλου τμήματος για τον ίδιο ασθενή για παράλληλη μελέτη.

Στο σύστημα PACS συνήθως «κυκλοφορεί» μια «περίληψη» των εξετάσεων του κάθε ασθενή, για λόγους αποφυγής μεγάλου φόρτου στο δίκτυο.

Υπάρχει όμως η δυνατότητα να δοθεί στον ενδιαφερόμενο (πχ. υπεύθυνος παθολόγος) αναλυτικότερη αναφορά, εφόσον το ζητήσει.

2.5. Ψηφιακή Αποθήκευση Εικόνων στο σύστημα PACS

Στο σύστημα PACS η αποθήκευση των εικόνων γίνεται συνήθως με «ιεραρχικές» μεθόδους, όπου

- οι πιο πρόσφατες εικόνες είναι διαθέσιμες σε σειρές μαγνητικών σκληρών δίσκων
- και υπάρχει συνεχής μεταφορά των παλαιότερων εικόνων σε μικρότερης ταχύτητας αλλά μεγαλύτερης χωρητικότητας μέσα αποθήκευσης, όπως οι οπτικοί δίσκοι και οι μαγνητικές ταινίες.

Η απαιτούμενη **συνολική χωρητικότητα** των δεδομένων μιας μονάδας εξαρτάται

- από το σύστημα PACS που διαθέτει
- και από το φόρτο εργασίας.

Για παράδειγμα ένα τμήμα πυρηνικής ιατρικής μεσαίου μεγέθους (για τα αμερικάνικα δεδομένα) «παράγει» μερικά gigabytes (10^9) εικόνων το χρόνο.

Ένας μόνο μαγνητικός δίσκος μεγάλης χωρητικότητας και λίγοι επανεγγραφόμενοι οπτικοί δίσκοι θεωρούνται αρκετοί).

Όμως ένα τμήμα ακτινολογίας και πάλι μεσαίου μεγέθους, με CT, MRI, ψηφιακό ακτινογράφο, μπορεί να παράγει μερικά terabytes (10^{12}) το χρόνο, όπως και ένα τμήμα καρδιακού καθετηριασμού – επεμβατικής καρδιολογίας.

Υπάρχει η αποθήκευση **«on line»**, που χρησιμοποιεί μαγνητικούς δίσκους και παρέχει άμεση πρόσβαση στα αρχεία.

Η αποθήκευση μπορεί να είναι «**near – line**» που αναφέρεται σε «jukeboxes» οπτικών δίσκων (πιο γρήγοροι) ή μαγνητικών ταινιών (πιο φθηνές) και η πρόσβαση απαιτεί περίπου 1 λεπτό, χωρίς παρέμβαση του ανθρώπινου παράγοντα.

Η αποθήκευση «**off – line**» χρησιμοποιεί επίσης οπτικούς δίσκους ή μαγνητικές κασέτες τοποθετημένες σε ράφια. Η ανθρώπινη παρέμβαση εδώ, είναι απαραίτητη.

Η αποθήκευση μπορεί να γίνει σε έναν υπολογιστή (storage server) ή μπορεί να κατανεμηθεί σε περισσότερους, μέσα στο δίκτυο.

2.6. Πλεονεκτήματα των PACS

- άμεση πρόσβαση σε πλήθος εικόνων, από πολλούς χρήστες (επιτάχυνση της κλινικής διαδικασίας)
- δυνατότητα επεξεργασίας της εικόνας και σύγκρισής της με παλαιότερες
- μείωση της απώλειας εξετάσεων-φιλμ
- μείωση χώρου αποθήκευσης των εξετάσεων-αναφορών (πρώην film)
- δυνατότητα διάγνωσης με τη βοήθεια λογισμικού

2.7. Μειονεκτήματα των PACS

- συχνή ανανέωση εξοπλισμού (κυρίως του βοηθητικού) (εκτός από την πρώτη «μεγάλη» αλλαγή)
- ανάγκη συνεχούς παρουσίας τεχνικού προσωπικού υποστήριξης του συστήματος
- χαμηλότερο δυναμικό εύρος σε σχέση με το φιλμ
- και χειρότερη διακριτική ικανότητα στην οθόνη σε σχέση με το φιλμ (κάτω από ορισμένες συνθήκες)
- χρόνος προσαρμογής των ακτινολόγων στη νέα τεχνολογία
- ασφάλεια και αξιοπιστία (πιθανή πρόσβαση μη εξουσιοδοτημένων ατόμων)

2.8. Ασφάλεια στο PACS

Για την καλύτερη δυνατόν ασφάλεια σε σύστημα PACS, απαιτούνται τουλάχιστον:

- ασφαλές περιβάλλον
- αυτόματο back up σε περίπτωση φωτιάς, πλημμύρας, διακοπής ρεύματος
- προστασία από κλοπή ή υποκλοπή
- εμπιστευτικότητα στην μεταφορά πληροφοριών
- εγγυημένη προστασία των δεδομένων
- ασφαλείς δοκιμές και βελτιώσεις
- μόνιμη επισήμανση των εικόνων με δεδομένα που τη συνοδεύουν