



Teleradiologia: la larga banda nei servizi di rete per la telemedicina

Mario Magliulo - Marco Salvatore

IBB - Consiglio Nazionale delle Ricerche
Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Computers e “medical imaging”

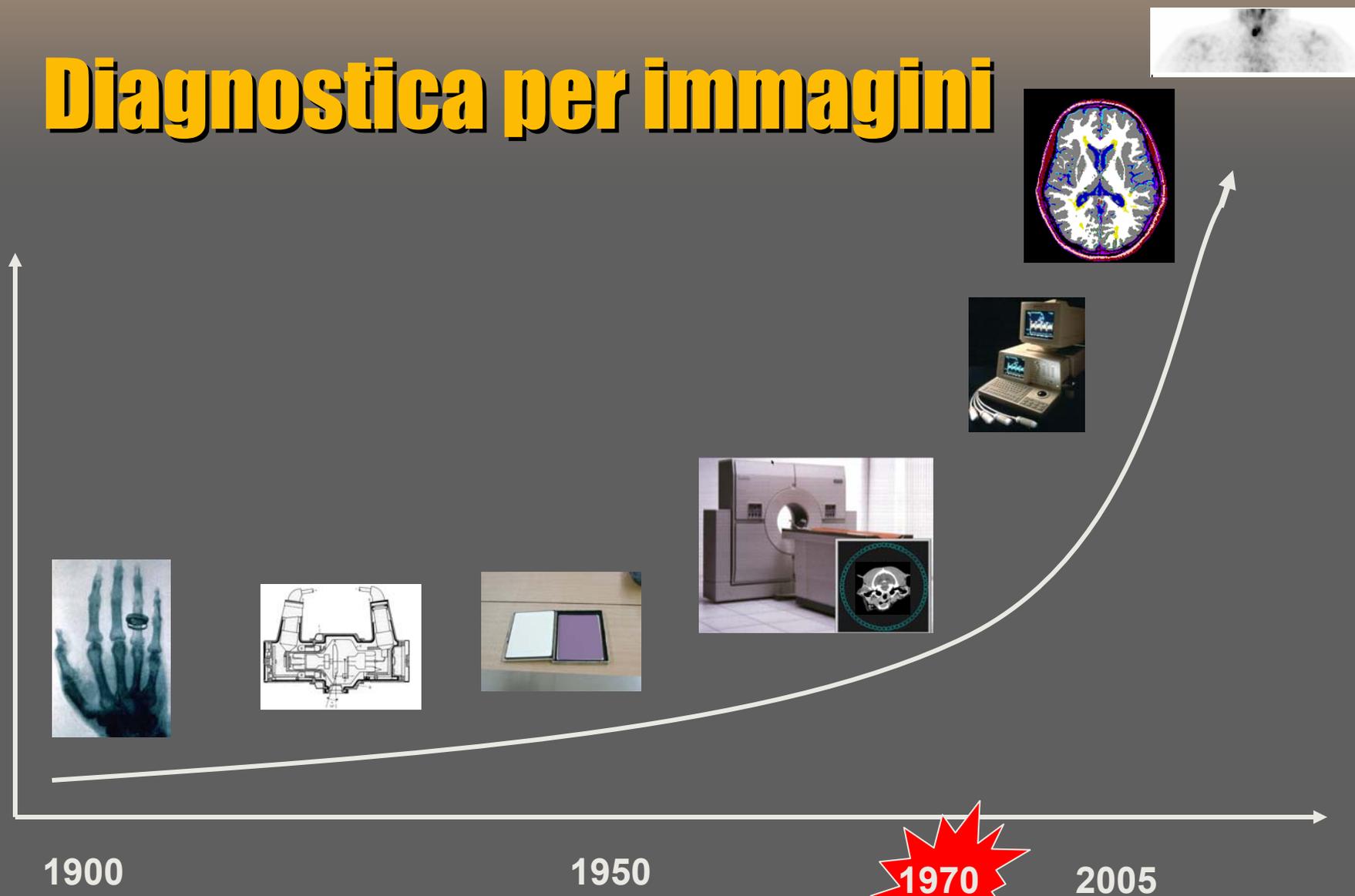
- Tra le diverse branche e specialità mediche, la Diagnostica per Immagini è forse quella che ha tratto maggiori vantaggi dai progressi dell'informatica
- L'adozione di tecnologie, normalmente utilizzate nel mondo “Internet”, ha dato una spinta notevole alle potenzialità della Diagnostica per Immagini

Computers e “medical imaging”

- Sviluppo di nuove tecniche
- Avanzamento delle tecniche tradizionali

- Gestione dei dati
- Organizzazione del Servizio
- Teleconsulto
- Telediagnosi

Diagnostica per immagini



Cosa ha apportato l'informatica

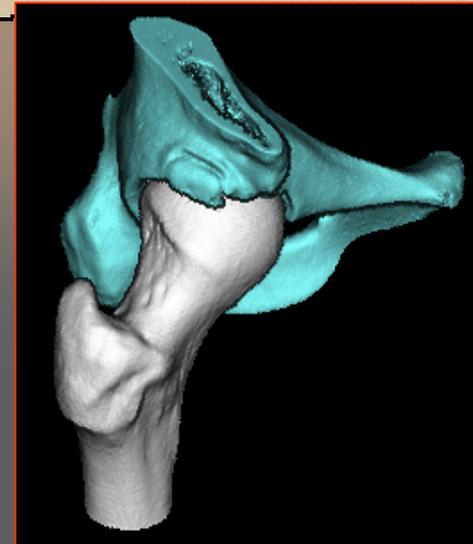
- ⇒ Miglioramento della qualità e possibilità di elaborazione delle immagini
 - Aumento della risoluzione temporale e spaziale
 - Modifiche contrasto, scala grigi e colore
 - Ricostruzioni tridimensionali
 - Fusione delle immagini
- ⇒ Gestione e Trasmissione delle Immagini
 - **PACS** **P**icture **A**rchiving and **C**ommunication **S**ystem
 - Possibilità di avere in linea tutta la storia del paziente
 - Possibilità di richiedere consulenze a distanza
- ⇒ Possibilità di teleprenotazione degli esami tra strutture regionali
- ⇒ CAD (Computed Aided Diagnosis)
- ⇒ Guida di procedure interventistiche, chirurgia, radioterapia

Elaborazione delle immagini

- ⇒ MIP (Maximum Intensity Projection)
- ⇒ Shaded Surface Display
- ⇒ Volume Rendering
- ⇒ Endoscopia Virtuale

Algoritmi 3D

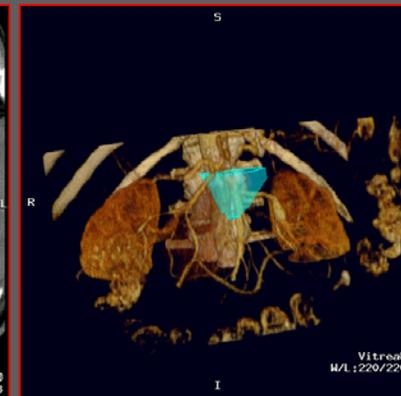
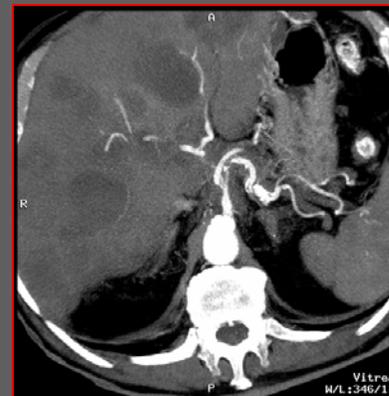
Shaded Surface Display



Maximum Intensity Projection



Volume Rendering



Gestione delle Immagini

ARCHIVIAZIONE, GESTIONE E
TRASFERIMENTO IN RETE TRA STRUTTURE
DIFFERENTI SUL TERRITORIO

PACS

TELERADIOLOGIA
TRASMISSIONE DELLE IMMAGINI

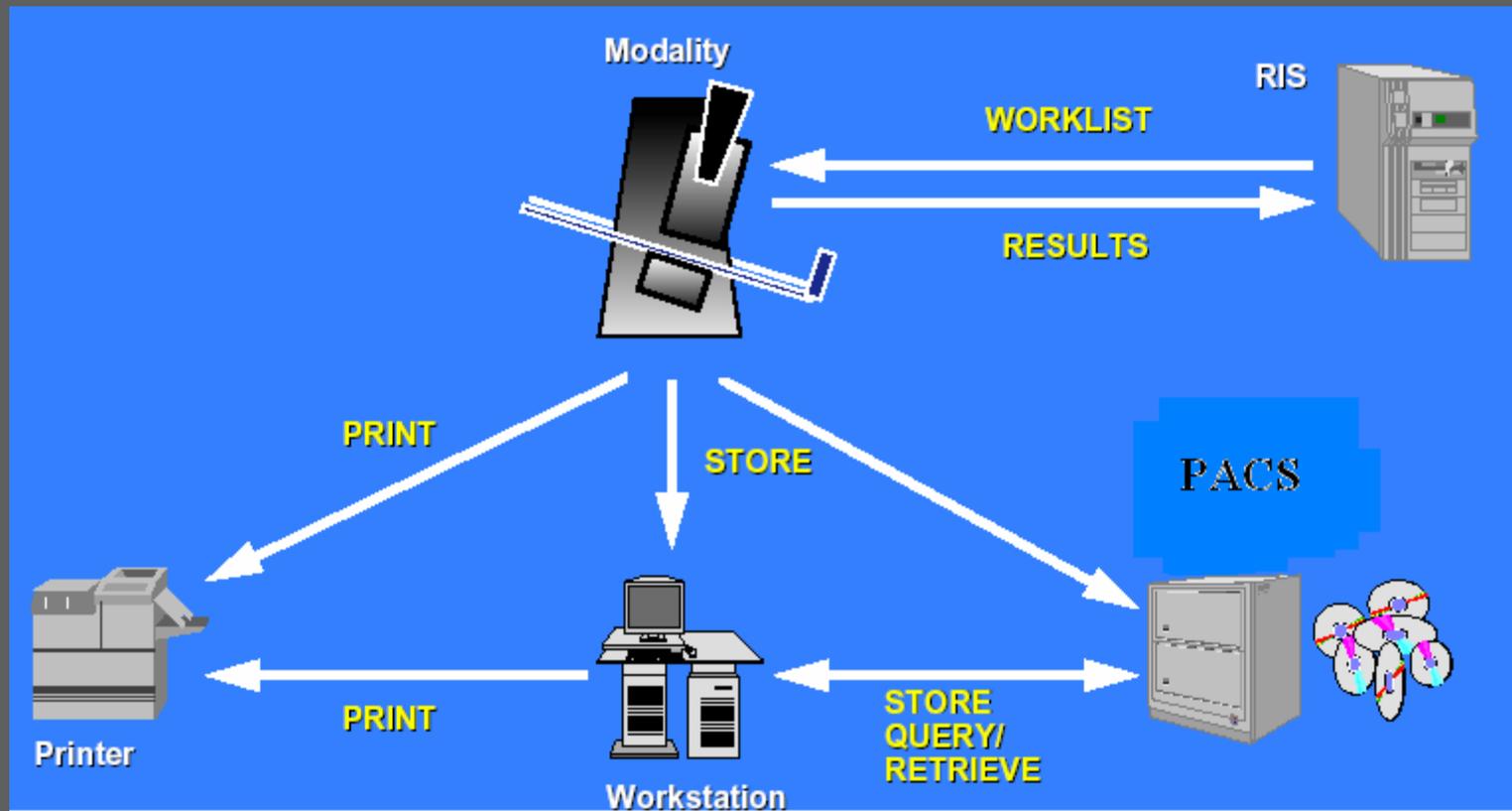
DICOM

Scambio di dati tra apparecchi diversi

- ⇒ *Standard DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine*
- ⇒ *Consente il trasferimento di immagini e informazioni fra i diversi componenti del reparto (diagnostiche, PC accettazione, PC refertazione, PACS..) indipendentemente dal costruttore e consente l'integrazione col sistema informativo sanitario*

ACR NEMA 1993

PACS: Picture Archiving and Communication System



Vantaggi organizzazione digitale

- ⇒ Risparmio pellicole
- ⇒ Ottimizzazione dei tempi
- ⇒ Disponibilità di tutta la “storia” del paziente
- ⇒ Rapida disponibilità dei dati per il Post-processing
- ⇒ Riduzione spazio necessario per l'archivio
- ⇒ Possibile intercomunicazione tra centri distanti
- ⇒ Teleconsulto e telediagnosi

INTEGRAZIONE delle IMMAGINI ***coregistrazione e fusione***

La disponibilità delle immagini in formato digitale permette anche una più facile l'integrazione delle diverse metodiche tra loro, non solo come confronto tra immagini, ma anche e soprattutto come fusione di metodiche morfologiche e funzionali

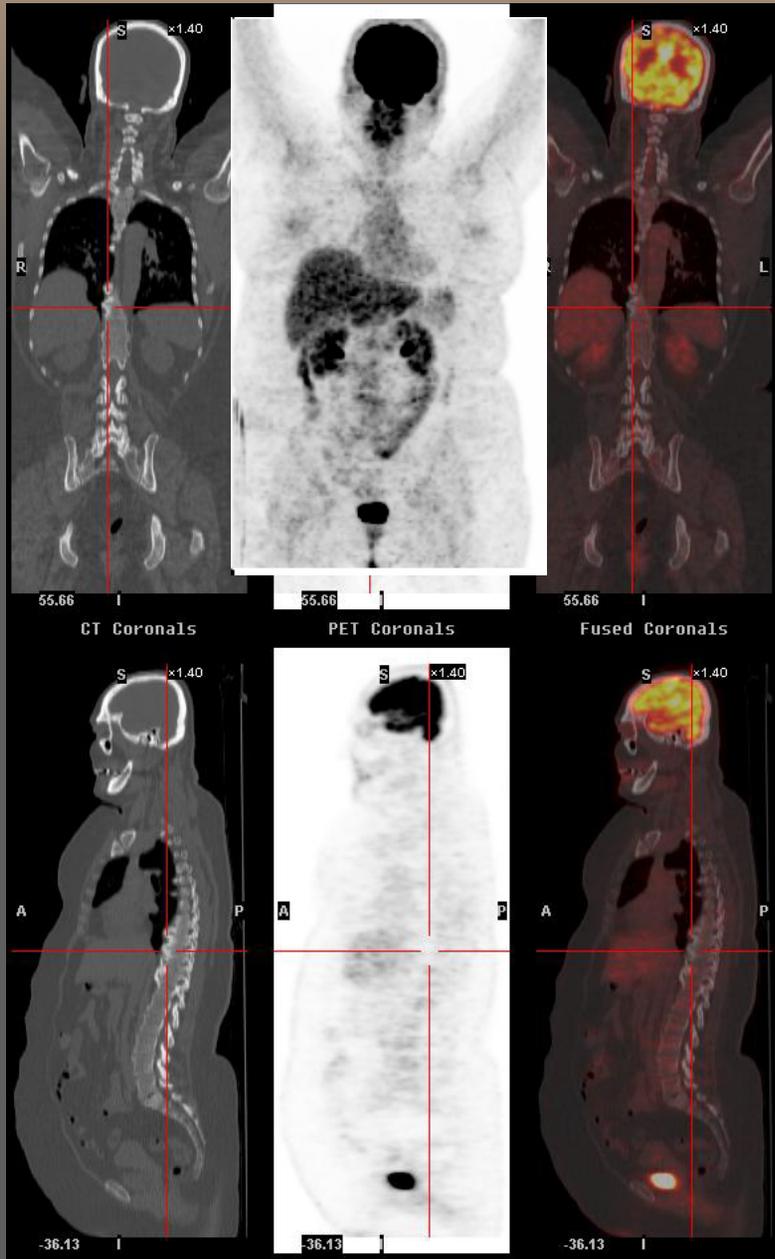
PET-TC

Come paradigma dell'imaging integrato

- ⇒ Consente di abbinare alle immagini di elevato dettaglio anatomico, fornite dalla TC, le informazioni metaboliche della PET con ^{18}F FDG, radiofarmaco che è stato largamente validato nella pratica clinica oncologica.

Nuovi tomografi: PET/TC

- Aumenta la confidenza diagnostica e migliora la qualità dell'immagine PET
- Riduce la durata dell'indagine PET (> 33% rispetto a sorgenti trasmissive) con aumento della produttività
- Migliora la programmazione della radioterapia e della chirurgia





Integrazione dei sistemi informativi

È ancora raro avere una completa integrazione in un ospedale e ciò è dovuto alla presenza di sistemi non sempre aggiornati e quindi difficilmente “integrabili”

In generale esistono 4 livelli di integrazione

- ⇒ Level 1: Integrazione RIS_Modality per condividere le Worklist
- ⇒ Level 2: Integrazione RIS-PACS-Modality in un filmless Hospital
- ⇒ Level 3: Integrazione HIS-RIS-PACS-MODALITY, questa integrazione permette statistiche complesse, gestione ottimizzata dei consumi e dei reagenti, previsione dei trend, gestione della manutenzione ecc...
- ⇒ Level 4: Integrazione completa dei sistemi informativi in un ambiente intra-extra regionale

Causa della mancata integrazione in molte strutture

- ⇒ **Tecnologiche:** le grosse strutture ospedaliere sono state interessate da interventi di “Informatizzazione ad Isole” e per l’integrazione di tutte le informazioni spesso non è di facile attuazione
- ⇒ **Economici:** sono necessari ingenti investimenti in termini di risorse umane ed economiche per selezionare le informazioni per la loro integrazione
- ⇒ **Commerciali:** il fornitore utilizza tecnologie proprietarie con relativa interfacciabilità come metodo di fidelizzazione dell’utente
- ⇒ **Culturale:** l’accesso alle informazioni, in ambito sanitario, viene spesso considerato un vantaggio da mantenere piuttosto che un’opportunità da condividere

Primo livello di integrazione:

PRO's

- ⇒ Il timbro digitale apposto sulle immagini è privo di errori di digitazione, non è necessario inserire i dati in maniera manuale nella modality;
- ⇒ È possibile un controllo dell'accesso agli esami, solo i pazienti regolarmente accettati accedono alla sala esami;
- ⇒ Se il sistema ha il controllo degli esami eseguiti in tempo reale (caratteristica della modality e del RIS), è possibile monitorare in tempo reale la situazione del reparto (esami eseguiti, produttività media, approvvigionamento materiali...)
- ⇒ Ogni studio è legato stabilmente al tecnico, al medico e al paziente;
- ⇒ Le statistiche sono quasi prive di errori;
- ⇒ Il flusso cartaceo è drasticamente ridotto.

Secondo livello di integrazione: PRO's

In aggiunta ai vantaggi del primo livello

- ⇒ Integrazione con il database delle immagini (PACS).
- ⇒ Gestione degli studi in maniera filmless. Lo studio è sulla rete e può essere visualizzato solo sulle stazioni e dai medici autorizzati. Il referto una volta creato viene unito allo studio e il tutto è archiviato in maniera digitale.
- ⇒ Disponibilità di software di "image processing" di ausilio alla refertazione.

Terzo livello di integrazione: PRO's

In aggiunta ai vantaggi del primo e secondo livello

- ⇒ Integrazione con il database ospedaliero
- ⇒ Gestione dei dati aggregati (statistiche avanzate) attraverso strumenti del mondo Internet :PORTALI
- ⇒ Integrazione delle cartelle cliniche → → DOSSIER CLINICO

Quarto livello di integrazione: PRO's

In aggiunta ai vantaggi del primo, secondo e terzo livello

- ⇒ Condivisione delle esperienze e delle attrezzature in un ambiente multiregionale;
- ⇒ Fruibilità delle informazioni da parte dei cittadini;
- ⇒ Creazione di Portali ad alto contenuto informativo con forti capacità di interazione con l'utente;
- ⇒ Possibilità di interazione con i centri di prenotazione per mettere a disposizione dei cittadini un CUP a livello regionale
- ⇒ Disponibilità di enormi quantità di dati per ottenere precise statistiche ed informazioni di tipo previsionale;
- ⇒ Moltissime informazioni a disposizione dei medici di base.

Possibili percorsi di integrazione

Quando in una struttura sono presenti diversi sistemi informativi, i percorsi possibili per realizzare la loro integrazione sono:

1. Organizzare un Team di specialisti (generalmente delle case produttrici) per creare un protocollo comune di integrazione tra i vari sistemi (molto spesso il protocollo realizzato non è standard)
2. Creare moduli software che integrino, a livello di protocolli, tutti i sistemi informativi presenti

Prima soluzione: Realizzazione di un Team di specialisti

Pro's:

Tutti i problemi sono a carico del team, l'ospedale non è coinvolto nei problemi tecnici, l'ospedale chiede dei risultati e non si interessa della metodologia adottata. Il progetto è "Results oriented" ovvero orientato ai risultati

Contro:

I Costi sono molto alti, la replicabilità in ambienti simili non è assicurata, se cambia uno dei sistemi informativi l'integrazione potrebbe non essere più garantita. In genere il software prodotto è proprietario e non disponibile ad altri.

Seconda Soluzione: Creazione di moduli software di interfaccia

⇒ Pro: .

- Ogni Sistema è connesso al modulo software e non ad un altro sistema, in questo modo il singolo sistema non conosce la complessità di tutto il sistema integrato che può essere modificato senza impattare sugli altri sistemi.,
- L'interconnessione dei sistemi è "orientata alla metodologia" e seguendo le regole degli "Open Software" e dei "Web Services" è replicabile in altri ambienti
- I costi sono fortemente variabili ma il software così ottenuto è altamente portabile e scalabile e quindi può essere utilizzato quasi immediatamente in altre realtà

Contro:

- L'ospedale ha la necessità di avere un gruppo di esperti proprio e molto spesso queste risorse non sono disponibili internamente
- Gli investimenti sono convenienti solo dove se la struttura ha al suo interno molti sistemi di produttori differenti perchè se no il prodotto di integrazione è presente sempre a listino della ditta produttrice

Il risultato del Progetto

Telemedicina: Il GateWay software

- ⇒ Il software oggetto del progetto è stato chiamato RadGate ed è in grado di interconnettere vari sistemi, standard o meno

- ⇒ Il software è in grado di aggiungere al sistema nuove funzionalità ed interfacce (per statistiche trend ecc.) che non sono presenti nelle interfacce dei singoli sistemi perchè è in grado di aggregare dati
 - La complessità del sistema è invisibile all'utente che vede solo un'interfaccia.
 - Se qualcosa cambia nel sistema, ad esempio viene aggiunta una nuova modality o un altro PACS, l'interfaccia non cambia, ha solo piu' funzionalità.
 - RadGate ha accesso ai dati di tutti gli altri sistemi quindi ha delle capacità di aggregazione dati molto piu' potenti.
 - Essendo stato scritto in linguaggi tipici del mondo Internet beneficia di una serie di funzionalità tipiche dell'ambiente.

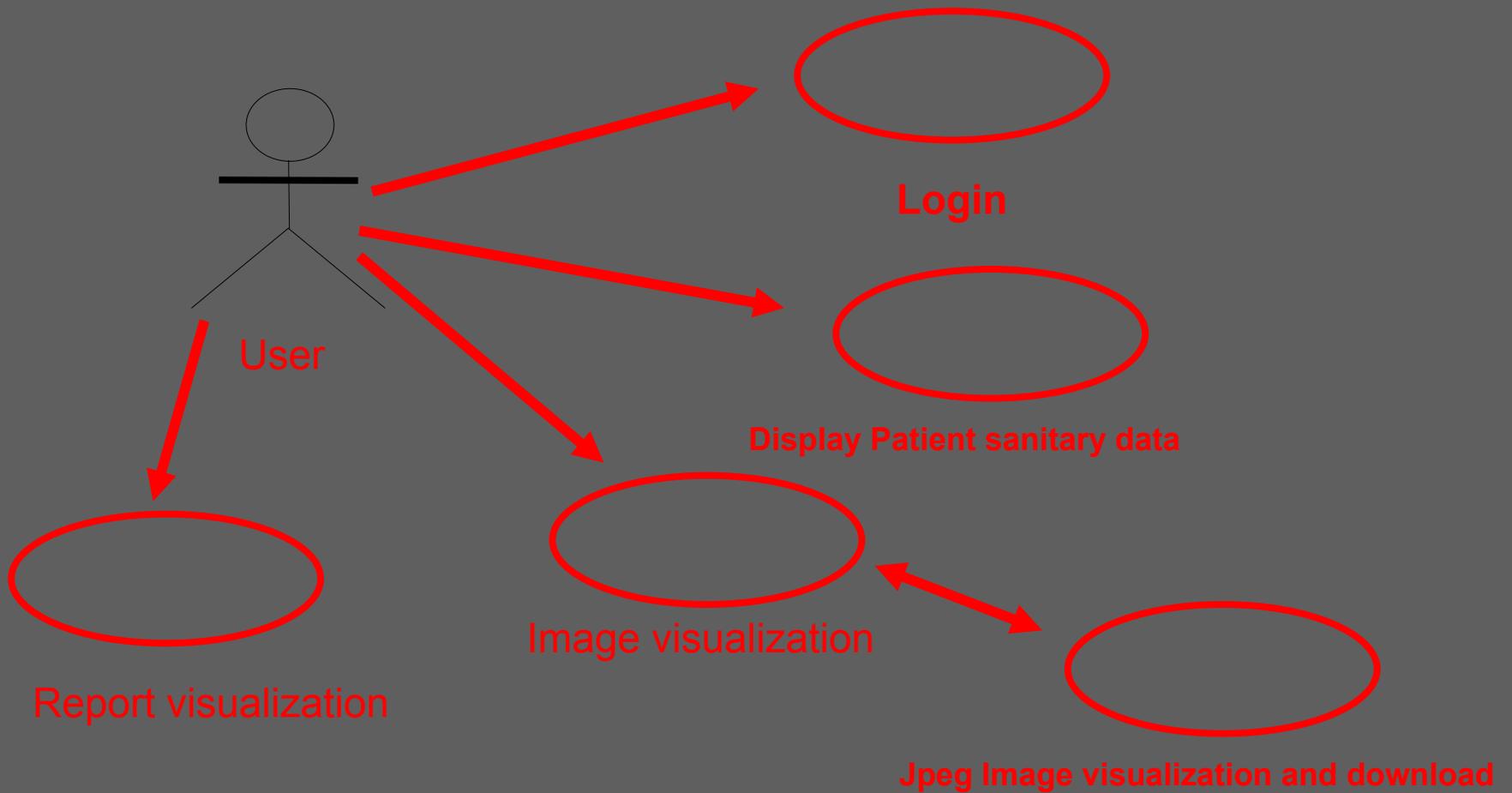
Dimensioni degli studi

Modality	Dimensioni	Dimensione media studio
TAC	512x512x16bit (0.5 MB)	100 MByte
RM	256x256x16bit fino a 1024x300x16bit	Da 25 a 100 MByte
RX	2320x2826x16bit fino a 3480x4240x16bit	Da 25 a 60MByte

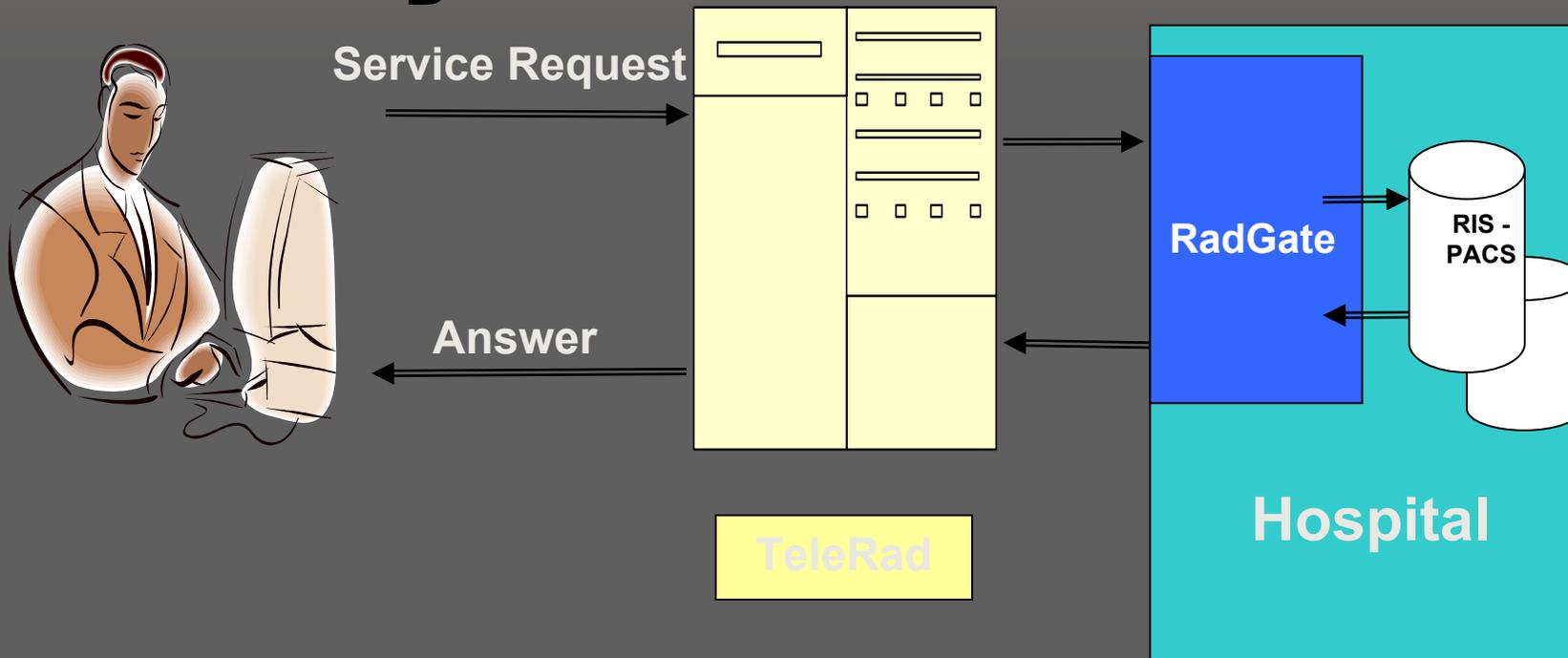
Numero di studi medio per modality

Modality	Numero di studi medio	Dimensione media giornaliera degli studi
TAC	4~5 studi/ora	4 GByte
RM	3~4 studi/ora	Da 1GB a 4GB
RX	10~15 RX/ora	Da 4GB a 10GByte

Gateway: Use Case Diagram



Gateway



Esempi di interfaccia (1)

Ricerca Paziente - Microsoft Internet Explorer

Indirizzo <http://192.168.0.134/telemedicina/search.jsp>

Ricerca Paziente

Codice Fiscale

Cognome **Nome** **Data di Nascita** **Da data**

6 DIC 2004 6 DIC 2004

Tecnico **Medico refertante** **Responsabile della Diagnostica** **A data**

6 DIC 2004

Modalità **Nome Stazione** **Patologia**

Tutte Tutte Tutte

Struttura

Tutte
Policlinico Il Monaldi

Invia

Operazione completata Internet

Esempi di interfaccia (2)

Lista Pazienti

Risultati 7 di 7

Codice Fiscale	Cognome	Nome	Data di nascita	Sesso
hncmra41a21q218d	Bianchi	Maria	10/11/1949	F
sptmrc65f15d864a	Caputi	Marco	25/11/1932	M
sptomr72a11f839a	Esposito	Gennaro	18/10/1973	M
rssmrt80r31f839p	Rossi	Marta	1/2/1949	F
trzsra45c25f839l	Terzi	Sara	1/8/1963	F
vnrpla20a01d864q	Venere	Paolo	5/3/1931	M
zlogsp79e13f839a	Zola	Giuseppina	26/9/1976	F

Per effettuare una nuova ricerca cliccare [qui](#).

Operazione completata Risorse del computer

Esempi di interfaccia (III)

PAZIENTE

Codice Fiscale	Cognome	Nome	Data di nascita	Sesso
sptgnr72s11f839e	Esposito	Gennaro	18/10/1973	M

Risultati 4 di 4

STUDI

ID	Descrizione	Data di esecuzione	Data della richiesta	Motivo	Modalità	Nome Stazione	Responsabile della Diagnostica	Tecnico	Medico Refertante	Patologia	Struttura	Referto
1	RX colonna cervicale	18/9/2004	7/9/2004	Dolori intercostali	CT	TAC Toshiba	Marra	Rossi	Marra	spondiloartrosi	Polidivico Secondo	Consultazione
2	TAC total body	17/10/2004	5/10/2004	Dolori lombari	MR	MR Philips	Maresca	Verdi	Maresca	colangiocarcinoma	Polidivico Secondo	Consultazione
3	RX colonna cervicale	17/10/2004	12/10/2004	Dolori intercostali	CT	TAC Hitachi	Mannini	Neri	Mannini	spondiloartrosi	Monaldi	Consultazione
4	Rx torace standard	10/11/2004	8/11/2004	Problemi respiratori	PET	PET (PT)	Bocchetti	Bianchi	Bocchetti	ernia	Monaldi	Consultazione

Per effettuare una nuova ricerca cliccare [qui](#).

Operazione completata Risorse del computer

Esempi di interfaccia (IV)

Dettaglio Studio - Microsoft Internet Explorer

File Modifica Visualizza Preferiti Strumenti ?

Indietro Cerca Preferiti

Indirizzo <http://192.168.0.134/telemedicina/series.jsp?i=0> Vai



Dettaglio Studio



STUDIO		
Identificativo studio	Descrizione studio	Data di esecuzione
1	RX colonna cervicale	19/9/2004

Risultati 4 di 4

SERIE		
	Descrizione	Numero di immagini
<input checked="" type="radio"/>	OsteonecrosSURVEY/SBC	8
<input type="radio"/>	OsteonecrosSURVEY/SBC	9
<input type="radio"/>	OsteonecrosSTIR-TSE/COR	14
<input type="radio"/>	OsteonecrosT1/Cor/SPIR	16

DICOM JPEG Preview

Per effettuare una nuova ricerca cliccare [qui](#).

Risorse del computer

Esempi di interfaccia (V)

DICOM Viewer Demo Page2 (129KB x4) - Microsoft Internet Explorer

File Modifica Visualizza Preferiti Strumenti ?

Mouse Manipulation

- WLWWW(All images)
- WLWWW(Single)

Default WLWWW

Reverse

- Move
- Zoom

Reset Move/Zoom

- Loupe

Reset Angle

Rotate L Rotate R

Flip RL Flip UD

Cine Mode

<< < > >>

ImageNo 1

LessFrame MoreFrame

Patient Info.

9

MR/ANGIO/PCA/256

none F

Study Info.

4052

1994-11-22

19:34:38.7200

Annotation

Show Tag Info

211/383 1 118/221 1

4 234 1933

MR/ABDO/UTSE/256 1995-06-30 15:22:08.0000 M

MR/HEART/FE EPI/128 1995-02-23 07:36:40.0000 M

530/1052 1 238/471 1

9 4052 1994-11-22 19:34:38.7200 F

5 18 1994-10-26 00:00:00.0000 M

Copyright (C) 2000 Nagoya Institute of Technology, Iwata lab. & KTC

Dicom Data Load Done. Internet

Esempio di referto (explorer interface)

