PEGASO

Università Telematica

"IL PACS"

PROF. GIOVANNI PINTO

Indice

1 PACS ---------- 3

1.1 DEFINIZIONE DI ARCHIVIO DIGITALE ---------- 10
1.2NASTRO MAGNETICO ---------- 10
1.3RISCHI MAGNETICI ---------- 12

2 LE INTERFACCE STANDARD NELLA TRASMISSIONE DIGITALE DI IMMAGINI E DATI -------- 15

2.1. HL7 INTERFACE STANDARD E MIB ---------- 15
2.2. DICOM 3.0 (DIGITAL IMAGING AND COMMUNICATION IN MEDICINE) ---------- 16
2.3 PRINCIPALI DIFFERENZE TRA DICOM 3.0 E LE VERSIONI PRECEDENTI ---------- 18
2.4. L'ARCHITETTURA DI DICOM 3.0 ---------- 18
2.5. LA STRUTTURA DELLO STANDARD ---------- 21
2.6. SICUREZZA IN DICOM E HL7 ---------- 23
2.7 WORKSTATION (STAZIONI DI LAVORO) ---------- 25

3 LE TIPOLOGIE DI PACS ---------- 28

3.1. INSTALLAZIONE DEL PACS ---------- 29
3.2 BENEFICI POTENZIALI SULL'UTILIZZO DEL PACS ---------- 30

BIBLIOGRAFIA ---------- 32

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

1 PACS

Il recente sviluppo delle apparecchiature diagnostiche è stato in gran parte legato alla evoluzione della loro componente informatica. L'introduzione della TC spirale e lo sviluppo delle nuove sequenze ultra - veloci in RM per fare solo due esempi non sarebbe stato possibile se non fossero stati disponibili computer di adeguate capacità elaborative. Ma anche in questo settore il progresso tecnologico ha avuto diverse fasi: in un primo tempo le apparecchiature digitali di diagnostica per immagini sono state inserite nelle Radiologie in un modo simile ai primi "mini-elaboratori" nell'informatizzazione. Le macchine eseguivano le loro funzioni ma erano isolate dal resto della radiologia e dell'ospedale: per tale ragione la visualizzazione delle immagini, la loro elaborazione e archiviazione venivano eseguite sulla stessa apparecchiatura utilizzata per l'acquisizione. La tecnologia delle reti informatiche ha rivoluzionato anche questo settore dando un impulso nuovo all'integrazione fra le varie apparecchiature. Per questo, negli anni '80 si iniziò a delineare il concetto di PACS, come sistema integrato per la gestione digitale delle immagini diagnostiche, finalizzato all'eliminazione delle pellicole radiografiche. Naturalmente per ottenere questo scopo il sistema doveva garantire il trasferimento delle immagini su sistemi di archiviazione digitali, nei quali fosse possibile reperire, in ogni momento e da ogni luogo, le informazioni desiderate. L'architettura del PACS è stata perciò basata su una rete in grado di connettere le apparecchiature di acquisizione delle immagini, le stazioni di visualizzazione e l'archivio digitale. Le motivazioni economico - organizzative alla base dell'introduzione del PACS sono le seguenti: ■ aumentare la produttività delle apparecchiature (eseguendo l'analisi e l'elaborazione delle immagini su consolle secondarie); ■ realizzare un archivio digitale di tutte le immagini prodotte, riducendo il rischio di perdita delle informazioni; ■ distribuire le immagini diagnostiche ai reparti in forma digitale con risparmio di tempo e di pellicole. La prima conferenza internazionale con oggetto il Picture Archiving and Communication System si tenne in Newport Beach, California, nel gennaio 1982. In Giappone, nel

luglio 1982, si tenne invece il primo Simposio Internazionale sul PACS; da allora questa conferenza è divenuta un evento annuale. Meetings sullo sviluppo del PACS in Europa sono tenuti annualmente dal 1984. In tutto quest'arco di tempo, si sono sviluppati ed evoluti in vari paesi differenti modelli di PACS e numerosi progetti di ricerca. Quindi il sistema che tratta la generazione,

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

visualizzazione, distribuzione, archiviazione e riproduzione delle immagini digitali va sotto il nome di: PACS (Pictures Archiving and Communication System).

Architettura

Per realizzare le funzioni tipiche del PACS sono necessari vari componenti hardware e software che possono essere classificate come segue:

A) dispositivi di acquisizione delle immagini provenienti dalle differenti modalità diagnostiche

(o imaging systems). Sono fondamentalmente rappresentati dai computer di acquisizione

B) dispositivi di archiviazione delle immagini diagnostiche su supporti digitali (archive system)

C) dispositivi di visualizzazione, elaborazione e stampa delle immagini, rappresentati dalle stazioni di lavoro (o workstations) e dalle loro periferiche.

Dispositivi di acquisizione delle immagini

Gli imaging systems (ovvero le modalità diagnostiche) sono rappresentati fondamentalmente dalla TC, dalla RM, dalla ECO, dalla RX digitale. I computer di acquisizione delle immagini sono invece computer di collegamento tra gli imaging systems e il PACS. La necessità di avere dei computer di collegamento deriva dal fatto che gli imaging systems non possiedono i necessari programmi di comunicazione e di coordinazione che sono invece standardizzati all'interno del PACS.

I computer di acquisizione delle immagini hanno tre primarie funzioni:

acquisiscono le immagini dagli imaging systems, le convertono in un formato standard (formato ACR-NEMA o DICOM) e le trasferiscono al PACS vero e proprio. Per stabilire un collegamento tra i computer di acquisizione e le modalità diagnostiche si utilizzano due tipi di interfaccia di connessione: con il primo tipo di interfaccia di rete, denominato "pari a pari (che si avvale del protocollo TCP/IP ETHERNET), il processo di trasferimento delle immagini può essere iniziato sia dagli imaging systems medesimi (push operation), oppure dal computer di acquisizione (pull operation). Il "pull mode" è più vantaggioso perché se al computer di acquisizione si verifica un guasto tecnico, le immagini possono essere ritrasferite nel RIS fintanto che il computer riacquisti la piena efficienza o, in alternativa, possono essere inviate su un computer secondario di acquisizione in

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

rete, in assenza del primario. Il primo tipo di interfaccia, permette solo un trasferimento unidirezionale dei dati e delle immagini (dagli imaging systems al computer di acquisizione), con il rischio di perdita delle informazioni in caso di malfunzionamento del computer di acquisizione. Molti fattori possono portare a un malfunzionamento dei computer di acquisizione; per questa ragione è stato previsto un dispositivo di sicurezza, che riporta automaticamente il sistema di acquisizione al trend operativo consueto se interviene un'avaria. Sempre a tutela dell'effettiva integrità e completezza del processo di acquisizione delle immagini, è stata pure prevista un'attivazione permanente di uno "stato d'allerta", durante il quale il computer esamina lo stato del processo in corso, pronto a ricominciare dall'inizio l'intera operazione se viene riscontrata qualche anomalia.

Dispositivi di archiviazione

I dispositivi di archiviazione (archive system) sono costituiti fondalmentalmente da un archive server, da un database system, da una libreria a dischi ottici, e da una rete (o network) di comunicazione; tramite quest'ultima l'archive system è collegato ai computer di acquisizione ed alle

stazioni di lavoro (workstations o display stations). Le immagini radiologiche fornite dagli imaging systems sono acquisite dai computer di acquisizione e quindi trasmesse all'archive server, dal quale sono appunto archiviate nella libreria a dischi ottici e successivamente inviate alle workstations che ne fanno richiesta.

Archive server

Un archive server dovrebbe essere dotato di capacità di archivio notevoli, con multiple unità centrali di processori (CPU), con numerose interfacce per sistemi di computer ed interfacce di rete (Ethernet e ATM). Con questa vasta dotazione di hardware, l'archive server può supportare numerosi processi che avvengono in contemporanea. In aggiunta alla sua primaria funzione, di archivio delle immagini, l'archive server ha il compito di gestire il flusso delle immagini che provengono al PACS dai computer di acquisizione e di inviarle alle varie workstations.

Database System

Innanzitutto, le informazioni presenti nel database devono essere codificate in un linguaggio standard. Il sistema poi dovrebbe avere in memoria due copie dei dati presenti nel database. Questi possono essere richiesti da qualche computer presente nella struttura tramite la rete di comunicazione. Il fatto di avere due copie di dati assicura il sistema dalla possibilità che la trasmissione delle informazioni non vada a buon fine e che vadano irrimediabilmente perdute.

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

Oltre a questa funzione principale, di supporto alla richiesta di immagini in archivio, il database system dovrebbe essere interfacciato con il Radiology Information System (RIS) e con l'Hospital Information System (HIS), in modo così da acquisire addizionali informazioni del paziente dai loro rispettivi database.

La libreria a dischi ottici

La libreria dovrebbe essere ingegnata con dispositivi atti a gestire e direzionare secondo le necessità i dischi ottici, che consentano le opportune operazioni di archivio e di trasmissione delle immagini operando sui dischi. La libreria dovrebbe pure essere fornita di un'ampia capacità di archivio.

La rete di comunicazione

Il PACS archive system dovrebbe essere in grado di connettersi sia alla rete locale (LAN) che a quella vasta (WAN). La rete locale e quella vasta sono connesse al PACS mediante tecnologie Ethernet e ATM networks (reti ad alta velocità per poter trasmettere l'ampio volume di immagini provenienti dall'archive server e diretto alle workstations). Questo argomento sarà trattato più approfondito nel terzo volume.

Software

Tutti i sistemi di software dovrebbero essere implementati nell'archive server codificati in un linguaggio standard. Nell'archive server avvengono simultaneamente varie operazioni indipendenti le une dalle altre, e si stabiliscono comunicazioni, come ad esempio con le workstations, anch'esse

indipendentemente le une dalle altre; per fare questo ci si avvale di software o programmi definiti "client-server ".

Funzioni principali dell'archive server

Le funzioni principali dell'archive server sono: il ricevimento delle immagini, la registrazione delle immagini nei dischi ottici, l'archiviazione delle immagini, il raggruppamento degli esami relativi ad un paziente, l'attivazione del "platter management", l'aggiornamento del PACS database, la ricerca di immagini, il recupero di immagini radiologiche eseguite nei tempi passati, l' autorouting e il prefetching delle immagini.

Ricevimento di immagini

Le immagini acquisite dai computer di acquisizione dagli imaging systems vengono convertite nel formato DICOM op (ACR-NEMA). Da questi le immagini sono quindi trasmesse via

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

rete all'archive server utilizzando software client-server e avvalendosi del protocollo standard TCP\IP. L'archive server può stabilire nello stesso tempo varie connessioni atte a gestire e direzionare secondo le necessità i dischi ottici, che consentano le opportune operazioni di archivio e di trasmissione delle immagini operando sui dischi. La libreria dovrebbe pure avere un'ampia capacità di archivio (per almeno di 1000 miliardi di byte).

Registrazione delle immagini

Le immagini giunte presso l'archive server dai computer di acquisizione, sono registrate nei dischi magnetici locali. La capacità di questi dischi magnetici di contenere immagini è di circa 10-30 Gbyte (attualmente la capacità è notevolmente aumentata). Durante la degenza di un paziente, le immagini degli esami relativi sono mantenuti in archivio fintanto che il paziente verrà dimesso o trasferito. Tutte le immagini più recenti che non sono ancora presso l'archivio locale delle workstations, possono essere ricercate dall'archive server nei dischi magnetici ad alta velocità invece che nei dischi ottici a bassa velocità. Questo risulta particolarmente utile per i radiologi quando devono richiedere immagini da differenti workstations.

Invio delle immagini

Le immagini pervenute all'archive server dai vari computer di acquisizione sono immediatamente indirizzate alle workstations di destinazione. Questo processo di "routing" è regolato da vari parametri: il tipo di esame, il sito della workstation, il radiologo che ne fa richiesta. Tutte le immagini sono classificate secondo il tipo di esame (es: CT - capo, CT - total body etc.) così com'è definito nel RIS, mentre le workstations di destinazione sono indicate con la loro locazione. Il programma di base per quest'operazione, tiene conto di tutti questi parametri e determina le destinazioni delle immagini. Le immagini sono trasmesse alle workstations locali tramite Ethernet o ATM LAN, alle workstations remote mediante ATM WAN.

Archivio delle immagini

Le immagini acquisite dall'archive server attraverso i computer di acquisizione sono registrate temporaneamente sui dischi magnetici e poi sui dischi ottici per un archivio di lungo termine. Quando il trasferimento sui dischi ottici è completato, l'archive server informerà del buon esito dell'operazione al computer di acquisizione corrispondente, permettendo così a quest'ultimo di procedere alla cancellazione dell'immagine dal suo archivio locale. In questo modo, il PACS possiederà sempre due copie di una stessa immagine, impressa in due dischi magnetici distinti fintanto che questa venga trasmessa nel disco ottico presso l'archive server.

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

Raggruppamento degli esami del paziente

Durante la degenza il paziente può essere sottoposto ad esami differenti e in giorni diversi. Ciascuno di questi esami può consistere di studi multipli. Fino alla dimissione o al trasferimento del paziente, le immagini di questi esami sono raggruppate e conservate in un singolo WORM disk (disco ottico di libreria per un archivio permanente, vedi dopo).

Platter management (sistema a piatto)

Il raggruppamento delle immagini relative agli esami di un determinato paziente, permette come visto in precedenza, che le stesse siano archiviate contiguamente in un unico disco ottico. Il "platter management", invece, consiste nel preservare per un determinato paziente uno spazio predefinito all'interno del WORM disk per le immagini future di esami a cui lo stesso paziente sarà eventualmente sottoposto. In questa maniera si possono riunire in un unico disco ottico le immagini di un paziente provenienti pure da più ospedali, con sensibile riduzione del tempo relativo alla ricerca delle stesse. Risulta comunque molto costoso preallocare uno spazio su un disco ottico per un singolo paziente; per tale motivo esistono software ad hoc, per minimizzare lo spazio richiesto all'interno del disco per l'archiviazione di una serie di immagini. In aggiunta a ciò si possono raccogliere più dischi ottici consecutivi entro un volume ridotto, al fine di ridurre i tempi morti che si vengono a produrre nel passaggio da un disco all'altro nella visione delle immagini, e per facilitare.

Aggiornamenti del database del PACS

I dati nel PACS database, sono archiviati in tabelle predefinite, ognuna delle quali descrive solo un particolare tipo di informazioni. Per esempio, la tabella definita come "patient description table", consiste nell'insieme delle notizie principali relative al paziente, nella quale sono archiviati i dati anagrafici; la "study description table" (tabella di descrizione degli esami) consiste nelle annotazioni degli esami radiologici effettuati dal paziente; “l'archive directory table", nella descrizione di singole immagini; la "diagnosis history table", nei referti diagnostici dei singoli esami. Queste tabelle sono continuamente aggiornate da processi autonomi e indipendenti intercorrenti all'interno dell'archive server unitamente alle informazioni estratte dalle annotazioni presenti in testa alle immagini o dall'interfaccia con il RIS.

Ricerca di immagini

L'intera operazione ha inizio a livello della workstation, che è connessa all'archive system tramite le reti di comunicazione. La libreria a dischi ottici così com'è configurata nell'archive system,

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d’autore (L. 22.04.1941/n. 633)

può fare fronte a multiple richieste di ricerca delle immagini ivi impresse. Queste ultime vengono trasmesse dalla libreria a dischi ottici all'archive server. L'archive server gestisce le richieste di ricerca delle immagini, provenienti dalle workstations, stabilendo un livello di priorità nel soddisfare queste singole richieste. Questa priorità viene accordata ad una singola workstation e a singoli utenti, basandosi su differenti gradi di necessità. Per richiedere le immagini dalla libreria a dischi ottici, l'utente, dalla workstation, può attivare la cosiddetta "funzione di richiesta" (vedi dopo nel paragrafo dedicato al DICOM 3.0), e ricercare il numero di immagini volute dal sistema di archivio.

Recupero di immagini remote

L'operazione viene avviata quando all'archive server giunge l'ADT message (admission discharge transfert message = messaggio di immissione, dismissione e trasferimento) da parte dell'HIS \ RIS. Le immagini remote selezionate, le notizie anagrafiche del paziente, e i referti diagnostici rilevanti sono recuperati dalla libreria a dischi ottici e dal database del PACS. Queste informazioni sono inviate alle workstations a completamento dell'iter diagnostico e clinico relativo al paziente. Il software relativo alle procedure operative per eseguire il tutto è basato su parametri predefiniti, come il tipo di esame, la classificazione della malattia, il nome del radiologo, il nome del medico che deve essere portato a conoscenza del referto, la localizzazione della workstation interessata, il numero e la datazione delle immagini archiviate relative all'esame del paziente. Tutti questi parametri determinano quali immagini remote devono essere selezionate. L'archive system dovrebbe essere operativo per 24 ore al giorno e 7 giorni su 7. Tutte le operazioni dovrebbero essere dirette da software che vengono inseriti automaticamente; il sistema non dovrebbe richiedere alcun intervento manuale.

Autorouting e prefetching delle immagini

Il PACS riceve dal RIS le informazioni relative al luogo esatto dove verrà eseguito l'esame del paziente, il reparto dove il paziente è ospedalizzato e altre notizie circa lo stato del paziente. Una volta effettuato l'esame, tutte le immagini relative vengono trasmesse dalle modalità diagnostiche direttamente all'archivio del PACS. Sulla base delle informazioni di carattere amministrativo fornite dal RIS, l'archive server dà avvio ad un processo di "routing" automatico delle immagini, inviandole selettivamente solo ad alcune determinate workstations. Il "prefetching" (precaricamento) delle immagini, consiste invece in un set di funzioni per mezzo delle quali l'archive server predispone e successivamente trasmette una serie ben determinata di immagini (per esempio le ultime due radiografie al torace relative a uno stesso paziente) in un preciso momento ed ad una determinata

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

workstation (o a più determinate workstations). Il prefetching, per esempio, può essere attivato a seguito dell'ingresso in ospedale del paziente, o in ordine alla programmazione di un esame del paziente. L'algoritmo, in seguito valuterà in base ad alcuni parametri prestabiliti quali immagini di esami precedentemente eseguiti dovranno essere estrapolate dall'archivio.

1.1 Definizione di archivio digitale

In rapporto ai tempi di conservazione delle immagini diagnostiche, si distinguono quattro livelli di archivio: archivio a brevissimo termine: limitato al tempo che intercorre tra l'acquisizione e la refertazione; archivio a breve termine: corrisponde alla durata della degenza in ospedale del paziente, in cui la possibilità di frequenti consultazioni è elevata; archivio a medio termine: della durata di un anno a partire dal momento in cui un paziente viene dimesso; archivio storico: di durata superiore ad un anno. L'archiviazione sistematica degli esami è di fondamentale importanza in radiologia, per consentire l'accesso agli esami precedenti, per adempiere ad un preciso obbligo legale, e per creare e mantenere un archivio didattico. Con l'introduzione nelle diagnostiche dei primi apparecchi digitali TC, ha avuto inizio l'era dell'archiviazione su un supporto digitale, ma è stato solo con il PACS, che si è delineato l'obiettivo di un archivio digitale unico per la radiologia, in sostituzione dell'archivio di pellicole. Tale obiettivo fino a qualche anno fa non era realistico nel nostro Paese, per gli obblighi legali concernenti la conservazione della documentazione radiografica (che poteva avvenire esclusivamente su pellicola o microfilm). Da qualche tempo invece è stata legalmente ammessa nel nostro Paese la possibilità di un'archiviazione sostitutiva su un supporto ottico non cancellabile. Questa evoluzione legislativa avvenuta in Italia rispecchia l'evoluzione tecnologica dei supporti fisici utilizzati per l'archiviazione, che negli anni hanno beneficiato dei progressi dell'elettronica di consumo, passando dai primi nastri magnetici agli attuali compact disk. I diversi supporti digitali per l'archiviazione si differenziano in funzione del tempo di permanenza dei dati archiviati, della capacità, della velocità di accesso e del costo.

1.2Nastro magnetico

Il nastro magnetico è stato il primo supporto utilizzato per l'archiviazione dei dati digitali in radiologia. Il principio fisico che caratterizzava questo sistema di archiviazione era simile a quello usato per le musicassette: il dispositivo era composto da una struttura denominata "tape recorder" e da due bobine raccoglitrici il nastro magnetico. Nel "tape recorder" erano presenti le testine di

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

scrittura e di lettura e l'elettronica per gestire il sistema. I dati digitali venivano registrati sequenzialmente in modo binario, cioè come successione di zero (nastro non magnetizzato) ed uno (nastro magnetizzato). Questo tipo di archiviazione aveva notevoli inconvenienti fra i quali:

* lentezza nel recupero delle informazioni: per recuperare un esame registrato in coda al nastro occorreva leggere per intero il nastro; ■ ingombro; ■ smagnetizzazione graduale dei nastri con perdita delle informazioni contenute; ■ scarsa capacità di memorizzazione.

Attualmente le tecnologie a nastro si sono evolute con la crescita dei dati per cui la densita' di scrittura sul nastro e' aumentata considerevolmente.

la capacita' massima del nastro nel 1995 era di 1,6 GB in modalita' compressa, mentre oggi siamo arrivati a 200 GB considerando la superficie del nastro, questo significa un aumento della densita' di memorizzazione per millimetro quadrato di circa 70 volte. molti ritengono che non si sia ancora raggiunto il 50% della densita' di scrittura possibile sul nastro. esistono diverse soluzioni che si distinguono per gli aspetti tecnologici e realizzativi. la distinzione in base alla modalita' di registrazione e' la seguente:

Tecnologia AIT

Il formato AIT (Advanced Intelligent Tape) è l'ultima innovazione nella tecnologia di memorizzazione su nastro ad alta densità e accesso veloce. La capacità di memorizzare grandi quantità di dati e di richiamare velocemente le informazioni ricopre un ruolo cruciale nelle applicazioni moderne. Può accadere, infatti, dover recuperare da un nastro che contiene decine di GB un solo file; in casi come questi, il tempo di attesa per il restore di un singolo file può arrivare anche a durare alcune ore quando quest'ultimo è registrato in prossimità della fine del nastro. La tecnologia AIT apporta un miglioramento eccezionale nelle operazioni di ricerca del file. Il nastro è suddiviso in blocchi logici presenti su tutta la lunghezza del nastro, gli indici dei blocchi ei files registrati sono memorizzati in una EPROM, denominata MIC (Memory In Cassette), inserita in ogni cartridge AIT. La MIC consiste quindi di un chip di memoria incorporato in una cartuccia dati contenente il log di sistema ed altre informazioni definibili dall'utente. Oltre al tradizionale backup non presidiato AIT risulta particolarmente adatto a un ampio numero di applicazioni, tra le quali:

l'archiviazione e il recupero di immagini e di file multimediali

l'aquisizione di dati in tempo reale

video server

il film editing

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

lo storage rimovibile e la gestione gerarchica dello storage

1.3Rischi magnetici

Dai nastri si passò rapidamente ai dischi magnetici, nei quali la lettura era eseguita da una testina che si muoveva sulla superficie magnetizzata del disco. I dati potevano essere letti con accesso casuale e non più sequenziale come nei nastri magnetici. Anche per questo genere di dispositivo, la magnetizzazione di una zona del disco corrispondeva a uno, mentre l'assenza di magnetizzazione corrispondeva a zero. I dischi magnetici consentivano un rapido accesso alle informazioni ed avevano un ingombro trascurabile. Del resto, anche i dischi magnetici presentavano il rischio di perdita delle informazioni, dipendente dal fatto che essi potevano essere cancellati per una successiva riscrittura. La tecnologia dei dischi magnetici ha portato all'adozione di due famiglie di prodotti: la prima, costituita dagli "hard disk" (dischi rigidi), contenuti all'interno del computer (definiti per questo dischi "fissi"), e la seconda in un primo tempo rappresentata dai "floppy disk" (dischi flessibili), usati come dispositivo di scambio fra un computer e l'altro di dati memorizzati; in un secondo tempo, anche i dischi del secondo tipo sono divenuti "rigidi" con l'impiego di dischetti di alta e media densità e poi penne USB che oggi conosciamo, ma la denominazione di "floppy" è rimasta. La capacità di memorizzazione era dell'ordine dei Mbyte nei floppy e dell'ordine dei Gbyte nei dischi fissi.

Dischi a tecnologia magnetico-ottica (MOD)

Un supporto di archivio, con caratteristiche specificatamente orientate alla memorizzazione sicura e affidabile di una grande mole di dati, unitamente alle dimensioni ridotte, è rappresentato dai dispositivi di registrazione magneto-ottici. Con questo tipo di dischi si possono cancellare i dati in essi archiviati. Il principio di funzionamento si basa sulla modificazione reversibile dello stato fisico di una pellicola magnetica impressa sulla superficie di un disco ottico. La variazione dello stato fisico è portata a termine da un sottilissimo fascio laser che incide la superficie del disco. La capacità di questi dispositivi è variabile a seconda della casa costruttrice, ma essa è generalmente nell'ordine dei Gbyte. I dischi magneto-ottici hanno una velocità di trasferimento ed un tempo di accesso circa uguale a quello dei dischi ottici. Il loro impiego è limitato dall'assenza di formati standard per la precocità della tecnologia. Questo mezzo di archiviazione offrirebbe il vantaggio di poter cancellare le immagini e riutilizzare i dischi stessi dopo che siano passati i tempi prescritti dalla legge per la conservazione dei dati.

Disco magneto-ottico rimovibile

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

Dichi ottici (WORM)

I dischi ottici presentano un'elevata capacità di memoria e sono allo stato attuale il mezzo più indicato per la memorizzazione definitiva dei dati digitali. I dischi attualmente impiegati sono costituiti da una superficie sensibile sulla quale i dati sono memorizzati sotto forma di piccole perforazioni superficiali realizzate da un raggio laser focalizzato. L'informazione è pertanto conservata in maniera definitiva e non vi è possibilità di cancellare i dati. Vengono comunemente definiti come dischi a scrittura singola e lettura multipla (WORM, Write Once Read Many). La capacità dei dischi ottici più usati, con 5,25 pollici di diametro, è di 600 Mbyte per lato. Sono stati anche proposti dischi da 14 pollici, con capacità di memorizzazione di 3-4 Gigabyte. I dischi ottici hanno lo svantaggio di una ridotta velocità di trasferimento dei dati (0,3 Mbit\sec.) e di un tempo di accesso di 200-300 msec. Esistono sistemi di seconda generazione che permettono di velocizzare le suddette operazioni, con velocità di trasferimento di 5 Mbit\sec. e tempo di accesso di 100-120 msec. Tuttavia, allo stato attuale la tecnologia dei dischi ottici è l'unica che può essere proposta per la memorizzazione definitiva dei dati digitali in Radiologia. Infatti, esiste la possibilità di tenere in linea più dischi con un assemblaggio definito a "Jukebox", e così si può raggiungere una dimensione dell'archivio fino a circa 1 Terabyte. L'accesso ad una immagine richiede un tempo massimo di

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

ricerca 12 secondi e un successivo tempo di lettura proporzionale alle dimensioni della immagine stessa. Si può ovviare ai lunghi tempi di attesa recuperando le immagini richieste, ed effettuandone il temporaneo trasferimento su dischi magnetici per una veloce consultazione.

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

2 Le interfacce standard nella trasmissione digitale di immagini e dati

Le trasmissioni di immagini e comunicazioni testuali tramite i vari HIS sono stati da sempre ostacolate dal fatto che i componenti di questi sistemi differiscono nelle piattaforme, e che sono stati costruiti da industrie differenti. Con l'emergere degli standard industriali queste difficoltà si sono a poco a poco appianate. Per interfacciare due apparecchi occorrono due requisiti: un comune formato per i dati e un protocollo di comunicazione (per quest'ultimo si veda nel paragrafo dedicato, nel capitolo sulle networks).

I due maggiori standard industriali usati sono l'Health Level Seven (HL7) e il Medical Information Bus (MIB) per la comunicazione testuale, e il DICOM per la trasmissione di immagini. Nell'ambito del HL7 standard, è possibile scambiare informazioni di carattere medico tra HIS, RIS, e PACS; mentre le immagini prodotte con varie modalità e da varie industrie, a loro volta, sono state adattate con DICOM per poter essere convertite in un formato standard.

2.1. *HL7 interface standard e mib*

Usato dal 1987, fu ideato con lo scopo di sviluppare una procedura standard per lo scambio di dati per via telematica nei centri di cura, in particolare per le applicazioni ospedaliere. Si tratta di un formato standard di dati e protocolli con i quali HIS, RIS e PACS possono comunicare tra loro agevolmente. Nel HL7 standard l'unità base dei dati è un messaggio. Ciascun messaggio è a sua volta comprensivo di segmenti multipli. Il primo segmento del messaggio è il "segmento di testa", che definisce l'intento, il tipo di ricerca, e altre rilevanti informazioni. Gli altri segmenti rappresentano eventi collegati.

All'interno di ogni segmento, altri pezzi di informazione sono raggruppati insieme basandosi sul HL7 protocollo. A titolo di esempio, un tipico messaggio, come l'ammissione di un paziente, può contenere i segmenti seguenti:

MSH segmento di testa del messaggio

EVN segmento che qualifica il tipo di caso (evento)

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

PID segmento relativo all'identificazione del paziente

NK1 segmento relativo al parente più prossimo

PV1 segmento relativo alla visita del paziente

La comunicazione dei dati tra un HIS e un RIS è un evento guidato Quando un evento nuovo accade al paziente l'HIS invia un messaggio in formato HL7 al RIS. Il RIS procede all'analisi del messaggio e a modificare a seconda dell'evento il database relativo a quel paziente. Inoltre il RIS invierà in un secondo tempo sempre in formato HL7 il messaggio al PACS, il quale a sua volta aggiornerà il database alla nuova situazione, predisponendosi all'esecuzione delle necessarie azioni che gli sono state richieste dal RIS medesimo. Quindi ricapitolando possiamo dire che questo standard è diffuso solo in alcune aree geografiche e quasi assente in Italia, ed è stato progettato per facilitare la comunicazione tra applicazioni diverse che effettuano transazioni di tipo clinico ed amministrativo (dall'accettazione del paziente, agli ordini e alla fatturazione). Mentre il MIB è ancora uno standard scarsamente utilizzato, ed è indirizzato specificatamente alla comunicazione tra dispositivi elettronici presenti in area paziente, soprattutto nelle zone più critiche (ad esempio monitor, pompe di infusione e ventilatori polmonari).

La mancanza di standard universalmente riconosciuti dai produttori delle apparecchiature è stata una delle cause principali delle iniziali lentezze nella introduzione dei sistemi PACS all'interno delle strutture sanitarie.

Tali prime installazioni erano basate su standard proprietari, il che portava a diversi svantaggi:

Impossibilità di scambiare dati se non tra apparecchiature dello stesso produttore; nell'eventualità di un cambio dei sistema c'era il rischio di ritrovarsi con interi archivi di immagini digitali pressochè inservibili; Inoltre il lavoro di apertura di simili archivi era molto difficoltoso e richiedeva lo studio approfondito dello standard proprietario utilizzato, sempre che tali informazioni fossero disponibili.

2.2. *DICOM 3.0 (digital imaging and communication in medicine)*

Nell'integrazione tra le diverse componenti del PACS e tra PACS e RIS o HIS, un problema di rilievo è costituito dalla necessità di interfacciare le diverse apparecchiature. Macchine differenti, costituite da varie industrie, devono poter dialogare con un unico interlocutore e i diversi reparti devono potersi scambiare direttamente le informazioni. Ciò può essere reso possibile dallo Standard

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

ACR/NEMA di codificazione delle immagini e dei dati, più conosciuto con il nome di DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine). Esso è uno standard mondiale per il trasferimento e la gestione delle immagini mediche attraverso apparecchiature di venditori diversi. E' stato sviluppato dall'ACR (American College of Radiology) e dalla NEMA (National Electrical Manufacturers Association).

La chiave del successo di DICOM 3.0 è stata la possibilità di far dialogare apparecchiature di produttori diversi che con il loro standard proprietari lo impedivano; questo ha gettato le basi per uno sviluppo su larga scala del PACS e lo ha reso più fluente e meno laborioso. DICOM nasce e si sviluppa nel settore della Radiologia, ma le sue proprietà e la sua versatilità lo hanno reso rapidamente esportabile anche in altri settori d'imaging quali: Ultrasonografia, RMN, Medicina Nucleare , Endoscopia, ecc. L'industria biomedicale ha quindi adottato rapidamente DICOM per consentire l'apertura di nuove ed interessanti opportunità per l'organizzazione sanitaria poiché integrandosi nell'operatività diagnostica ha generato dei notevoli incrementi nella qualità dei servizi e riduzioni nella gestione dei costi. Con l'avvento di DICOM 3.0 ha potuto finalmente decollare un'architettura PACS (Picture Archiving and Communication System) più fluente, in quanto libera da intoppi generati da standard proprietari installati su apparecchiature di marche diverse; e più completa, nella gestione totale dell'imaging radiologico e delle informazioni ad esso associate. La realizzazione del primo standard DICOM risale al 1983 quando la ACR (American College of Radiology) e la NEMA iniziarono una proficua collaborazione mirata allo sviluppo di uno standard che potesse superare le diversità esistenti tra i vari costruttori. Partendo da queste basi nel 1985 venne presentata alla RSNA (Radiological Society of North America) la prima versione dello standard denominata ACR/NEMA 300-1985 conosciuta a livello industriale come ACR/NEMA Versione 1.0.

Questa non ebbe un immediato successo commerciale a causa del lento sviluppo del PACS. Inoltre per ovviare ad alcuni errori riscontrati, seguì nel 1988 la pubblicazione della nuova versione ACR/NEMA 300-1988 Versione 2.0. Anche questo nuovo standard, non era esente da problemi, infatti non prevedeva specifiche sulla connessione in rete delle macchine, non era quindi possibile trasmettere i risultati di uno studio d'imaging verso sistemi ed architetture diversi da quelle che lo avevano generato. Con l'adozione di una particolare architettura software chiamata OBJECT-ORIENTED si arrivò quindi alla nuova versione denominata DICOM 3.0. Nel settembre del 1993 le specifiche vennero quindi completate e presentate ufficialmente alla RSNA di Chicago. Lo sviluppo

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

di DICOM non è comunque terminato ed a partire dalla prima base pubblicata sono seguiti ulteriori sviluppi mirati ad una più dettagliata definizione dello standard ed alla ricerca di una migliore efficienza funzionale. Il superamento delle difficoltà della connessione in rete, hanno decretato il successo dello standard DICOM 3.0.

Questo è stato possibile con l'adozione del modello di riferimento IS0-OSI e del protocollo TCP/IP visto precedentemente.

2.3 *Principali differenze tra dicom 3.0 e le versioni precedenti*

Lo standard DICOM 3.0 differisce dalle precedenti versioni su pochi ma fondamentali punti:

1.E' uno standard che supera i problemi di connessione in rete mentre le precedenti versioni erano progettate solo per le connessioni point-to-point.

2.Vengono definite specifiche norme di conformità verso DICOM 3.0 alle quali i costruttori devono attenersi a differenza delle precedenti versioni che descrivevano solamente i livelli minimi di conformità.

3.Lo standard DICOM 3.0 è strutturato come un documento multi-parte ed è quindi facile sia da aggiornare che da integrare.

4.Specifica la sintassi e la semantica dei comandi e dei dati associati.

5.Le SERVICE/CLASSES definiscono specifiche operazioni (*send, *query) nella modalità client/server.

* In italiano send significa trasmettere e query significa interrogare

2.4. *L'architettura di dicom 3.0*

DICOM 3.0 è uno standard basato sull'architettura OBJECT-ORIENTED che ne costituisce l'ossatura fondamentale. L'OBJECT-ORIENTED software è tutto quello che riguarda gli oggetti. Per meglio comprendere l'argomento useremo la metafora della "scatola nera". Un OBJECT è una "scatola nera" la quale riceve e manda messaggi. La "scatola nera" contiene codici (sequenze di

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

istruzioni per il computer) e dati (le informazioni sulle istruzioni stesse). Nella programmazione OBJECT-ORIENTED codici e dati si fondono in un'unica indivisibile unità: l'OBJECT.

Concetti di base

Nella sua logica operativa DICOM 3.0 realizza un dettagliato modello di descrizione di una serie di oggetti (immagine, paziente, ecc.) che sono tra loro collegati nella costruzione di una struttura informativa utilizzabile quale standard nella comunicazione delle immagini mediche e delle informazioni associate. Alla base di DICOM 3.0 esiste un modello funzionale che si lega al mondo reale, cioè alle modalità con cui le diverse attività ospedaliere si svolgono nell'ambiente operativo.

Le varie informazioni del mondo reale (paziente, ricovero, immagini) vengono modellate come oggetti informativi: IOD (Information Object Definition). Definiti gli oggetti e le loro caratteristiche, DICOM fornisce le specifiche delle operazioni denominate: DIMSE (DICOM Message Service) che possono essere eseguite su questi oggetti. Tali operazioni prendono il nome di "Service Class". La combinazione di una Information Object e di una Service Class prende il nome di: SOP (Service Object Pair). L'insieme delle SOP relative ad un unico oggetto formano una SOP Class, che è l'unità funzionale di DICOM 3.0. Nel protocollo di comunicazione DICOM 3.0 utilizza un approccio client/server e quindi, ogni volta che due applicazioni decidono di connettersi per scambiarsi informazioni, una delle due svolge il ruolo di fornitore del servizio (SCP: Service Class Provider) mentre l'altra svolge il ruolo di utente (SCU: Service Class User).

Vediamo ora singolarmente quelle che sono le basi logico-operative di DICOM 3.0.

Information Object

La struttura informativa di base è costituita da oggetti informativi (IO: Information Object) che sono divisi in due classi:

- Normalizzati: i quali includono unicamente gli attributi inerenti all'entità reale rappresentata. Per esempio l'oggetto Studio contiene gli attributi data, ora, modalità ecc., cioè inerenti unicamente all'esame effettivo.

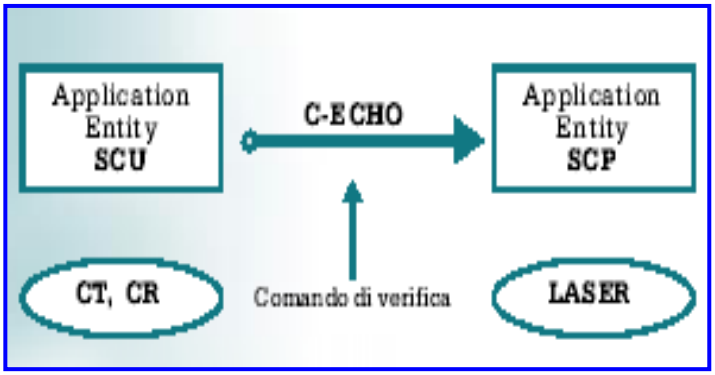
Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

• Composti: gli oggetti composti possono invece contenere anche attributi che non sono inerenti all'entità reale pur essendo collegati con essa; per esempio l'oggetto Immagine Radiologica potrebbe contenere l'attributo data immagine (inerente all'immagine stessa) e l'attributo nome paziente (inerente all'oggetto Paziente, collegato con l'oggetto immagine, ma non direttamente inerente ad esso).

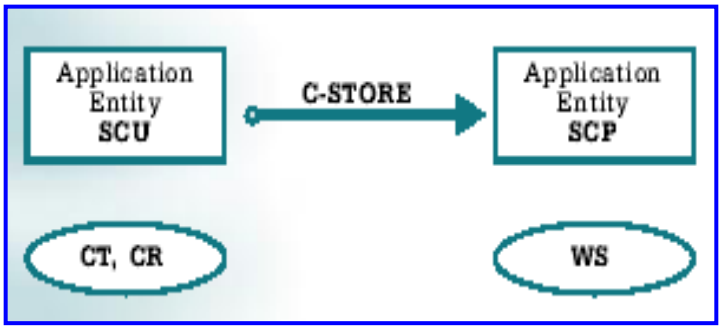
Service Classes

Le operazioni sugli oggetti sono costituite da un'insieme di funzioni che sono denominate Service Classes. Vediamo ora le più importanti:

• Verification: controlla e risolve i problemi relativi ai protocolli di implementazione dei servizi.Questa Service Class è l'unica che non è associata ad un oggetto informativo in quanto verifica semplicemente le comunicazioni usando il comando "ECHO", come illustrato nello schema seguente:



• Storage: contiene funzioni per il trasferimento e l'archiviazione di immagini tra dispositivi DICOM come semplificato dallo schema seguente:



Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

• Query/Retrieve: gestisce le operazioni legate all'accesso e al movimento delle immagini su un criterio di ricerca semplice. Abbiamo 3 importanti comandi:

- C-FIND per eseguire ricerche
- C-MOVE e C-GET per eseguire trasferimenti

• Study Content Notification: contiene le funzioni che permettono ad un'applicazione DICOM di notificare ad un'altra le informazioni inerenti ai contenuti e la locazione della sorgente di uno studio.

• Print Management: gestisce le comunicazioni tra un'applicazione DICOM e la stampante provvedendo anche alla gestione della coda di stampa. Le Service Class, che analizzeremo di seguito, lavorando assieme, supportano la comunicazione tra applicazioni DICOM all'interno di un'architettura PACS che prevede anche l'integrazione RIS/HIS.

• Patient Management: gestisce l'emissione, scarico e trasferimento di informazioni inerenti al paziente.

• Study Management: raccoglie le funzioni che permettono la creazione, la catalogazione, l'esecuzione ed il monitoraggio di uno studio. Si differenzia dalla Class Storage in quanto gestisce anche le informazioni del paziente.

• Results Management: svolge un ruolo simile allo Study Management per i risultati degli studi.

2.5. *La struttura dello standard*

La pubblicazione delle specifiche dello standard DICOM 3.0 è stata strutturata in un documento multi-parte, questo per renderlo flessibile a future modifiche e/o integrazioni.

Vediamole:

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

• Parte 1 Introduction: contiene una descrizione generale dello standard e dei principi che sono alla base della sua progettazione ed inoltre definisce i termini usati nelle successive sezioni.

• Parte 2 Conformance: vengono descritte le norme di conformità a DICOM 3.0.

• Parte 3 Information Object: definisce gli oggetti informativi, sia normalizzati che composti.

•Parte 4 Service Classes: definizione e descrizione di Service Class e SOP.

• Parte 5 Data Structure and Semantics: definisce la codifica dei dati e dei relativi processi di formazione.

• Parte 6 Data Dictionary: è una specie di dizionario in cui ci sono tutti gli elementi dei dati associati ai loro valori numerici ed alfanumerici.

• Parte 7 Messaging: definisce l'interazione del software applicativo con i protocolli di comunicazione di DICOM.

• Parte 8 Network protocols: descrive i supporti di comunicazione in rete utilizzati dallo standard DICOM 3.0 (OSI, TCP/IP).

• Parte 9 Point to Point Protocol: descrive le modalità di interfacciamento verso i vecchi protocolli punto-punto.

• Parte 10 Media Storage and File Format: definisce i vari supporti di memorizzazione delle informazioni DICOM e i formati dei relativi file.

• Parte 11 Application Profiles: definisce le modalità con cui le applicazioni gestiscono lo scambio informativo attraverso i supporti di memorizzazione.

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

• Parte 12 Physical Media Representation: descrive le specifiche per la scelta e la formattazione dei supporti di memorizzazione.

• Parte 13 Print Management Point-to-Point Communications Support: definisce matematicamente le funzioni visualizzazione dei sistemi conformi allo standard.

Da quanto detto abbiamo visto che lo standard DICOM 3.0 ha dunque permesso l'integrazione e la comunicazione tra apparecchiature di produttori diversi che altrimenti erano impossibilitate a comunicare in quanto dotate di sistemi proprietari con specifiche di rete ben diverse una dall'altra.

Ciò ha permesso di gettare le basi per l'ampliamento e lo sviluppo su larga scala del PACS (Picture Archiving and Communication System) con sistemi che prevedono una gestione globale delle immagini mediche e delle informazioni ad esse associate.

Ricordiamo che la dichiarazione di conformita' DICOM e' un documento molto importante che deve essere studiato attentamente durante la fase di progettazione del PACS, per evitare che vi siano dispositivi non collegabili fra loro o privi di alcune importanti funzioni. quindi le case produttrici di apparecchiature rilasciano dei documenti di conformità, nei quali sono presenti tutti i riferimenti alle parti dello standard DICOM implementati sull'apparecchiatura.

2.6. *Sicurezza in dicom e HL7*

Attualmente, per quanto riguarda la "sicurezza" dei dati medici trasmessi in rete, lo standard DICOM non prevede alcuna procedura per la protezione delle informazioni durante il trasferimento da una piattaforma ad un'altra. Tuttavia, sia il mondo informatico che quello medico si sono resi conto della particolare rilevanza che questo aspetto ha nello sviluppo di uno standard che deve supportare il trasporto dei dati medici in rete. Per questo motivo, molti ricercatori stanno concentrando i loro studi per cercare di sviluppare nuove parti dello standard relative alla sicurezza. Quindi lo standard DICOM può fornire meccanismi che potrebbero essere usati per garantire un certo livello di "security", uno potrebbe essere rappresentato dai livelli di accesso controllato.

Le Application Entities sviluppate in DICOM devono seguire particolari procedure di sicurezza

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

come:

Verifiche Accesso controllato

Verifiche durante il collegamento

Protezioni fisiche al sistema

Meccanismi che permettono l'identificazione dell'utilizzatore

Procedure di controllo che consentono solo a determinate persone l'accesso ai dati (responsabilità)

Tutto questo deve poter avvenire garantendo la CONFIDENZIALITA' e L'INTEGRITA' DEI DATI.

Anche per quanto riguarda lo standard HL7 (V 2.2) attualmente non è supportato da alcun protocollo che garantisca la "security" nella trasmissione dei dati medici. Esso costituisce un semplice protocollo che standardizza la natura dei messaggi trasferiti tra differenti sistemi. Pertanto, fatta questa premessa, risulta evidente che la sicurezza nella trasmissione dei dati dipende dal programmatore o dall'organizzazione che ha sviluppato l'interfaccia del sistema utilizzando lo standard HL7. In questo caso per l'integrazione nello standard di un protocollo di sicurezza sarà necessario tenere presenti le disposizioni sulle normative locali, nazionali ed internazionali. Il problema della sicurezza nel trasporto dei dati è molto sentito, per cui l'attenzione di molti ricercatori è rivolta verso la realizzazione di un protocollo di sicurezza da implementare nella nuova versione dell'HL7.

Ritornando al PACS le caratteristiche tecnologiche su cui si basa il sistema è quello di utilizzare:

L'ARCHITETTURA E.O.L. (Everything On Line)

Che consente di mantenere "in linea" su RAID le immagini mediamente prodotte in un anno dalla radiologia (ca. 180.000 esami). Statisticamente si è visto che l'accesso alle immagini superato l'anno appare piuttosto raro. Certamente questo modello degli archivi permette un rapido recupero e visualizzazione degli esami dalle stazioni di refertazione senza dover accedere alla memoria legale a lungo termine costituita da Jukebox di dischi DVD.

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

Inoltre il sistema può essere architettato in modo da permettere una funzionalità Unattended affinché non si renda necessario l'intervento di operatori per il salvataggio del file manager e dei dati sensibili del sistema. A tale proposito e per garantirne la funzionalità in caso di gravi eventi accidentali, possono essere predisposte due sale server con la separazione fisica dell'archivio legale su DVD dal server centrale e dal RAID. La distribuzione di referti e immagini ai reparti afferenti al servizio di radiologia viene realizzato mediante i PC aziendali. Attraverso un sistema chiamato "WEB BASED" con accesso a referti ed immagini attraverso la comune intranet ospedaliera. Le immagini in formato DICOM, sono gestite dal WEB SERVER e disponibili sui PC aziendali secondo la modalità usualmente denominata "PIXEL STREAMING" (cioè: la risoluzione delle immagini trasmesse è dinamicamente adattata alla risoluzione della scheda video del pc client collegato).

2.7 Workstation (stazioni di lavoro)

Le stazioni di lavoro o workstations, sono i luoghi deputati alla interpretazione dell'esame e alla elaborazione delle immagini; sono dotate di un sistema di monitor nei quali vengono visualizzate le immagini radiologiche. Le workstations possono configurarsi all'interno di tre campi di azione:

1-Refertazione

2-Consultazione

3-Teleradiologia

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

Workstation di refertazione

La refertazione consiste fondalmentalmente nella formulazione della diagnosi. Per una buona riuscita la qualità delle immagini deve essere paragonabile a quella riportata con la pellicola, una condizione che purtroppo ancora poco diffusa. A tal fine su tutte le stazioni si dovrebbero teoricamente installare 1-2 monitor con grandezza compresa tra 17 e 19 pollici e lato maggiore verticale, circa 1Gbyte di memoria locale (per contenere tutte le immagini di un unico esame), un software mirato alla gestione delle immagini, cursori diretti manualmente (Trackball o Mouse). Con particolare riferimento al software, al fine di ottenere un valido supporto alla diagnosi, sono state avanzate le seguenti caratteristiche: ■ variazione dei livelli di grigio; ■ inserzione di annotazioni di testo; ■ inserimento di annotazioni grafiche; ■ salvataggio dei dati; ■ modifica dell'orientamento dell'immagine; ■ misurazione di linee, aree, angoli; ■ accentuazione dei contorni; ■ visualizzazione in contemporanea di tutte le immagini dell'esame; ■ facoltà di modificare l'ordinamento sequenziale delle immagini; ■ inversione video dei livelli di grigio; ■ visualizzazione delle informazioni tecniche relative alle immagini (regione anatomica, numero di immagini, data e ora di esecuzione dell'esame); ■ elenco delle immagini disponibili; ■ messaggi di errore; ■ help in linea, presente ad ogni livello; ■ opzioni software aggiuntive, quali stampa, ricerca paziente, elaborazione testi. Per quanto concerne il salvataggio dei dati, questo dovrebbe avvenire nei tempi e nei modi stabiliti dall'utente della workstation, per consentire di effettuare eventualmente revisioni successive dei dati alfanumerici e delle immagini, per la possibilità di un errato inserimento dei dati anagrafici o della archiviazione delle immagini di qualità scadente. Per questo fine è utile un archivio a lungo termine (dischi ottici) alla conclusione di una sessione giornaliera di lavoro, solo al comando di colui che ha eseguito la refertazione. Le caratteristiche del software gestionale elencate in precedenza, sono state ad oggi implementate nei pacchetti applicativi per la refertazione. Il difficile aspetto della conformità del software alle esigenze del radiologo sta assumendo sempre maggiore rilievo, e porta ad una costruttiva collaborazione tra informatico e radiologo. In questo rapporto di collaborazione il radiologo propone miglioramenti ed evidenzia eventuali carenze del software, espone esigenze attuali e future, permettendo al programmatore di rendere migliore il prodotto. Del resto il programmatore fornisce al radiologo gli strumenti di lavoro, assicurando un'assistenza in tempo reale sia sul prodotto finito, anche per eventuali aggiornamenti.

Workstation di consultazione

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

Le workstations di consultazione sono adibite allo scambio di informazioni tra il radiologo e il clinico. Frequentemente, il paziente che viene sottoposto ad un accertamento diagnostico è accompagnato unicamente dalla richiesta dell'esame e dalla cartella clinica personale (se si tratta di paziente ricoverato). Ciò che spesso manca al radiologo è l'interscambio informativo con il clinico che ha indirizzato il paziente verso quel tipo di esame, in modo da condurre un'indagine più mirata su un particolare quesito diagnostico o eventualmente modificare gli orientamenti dell'esame mentre viene eseguito, riducendo tempi e costi della prestazione. Del resto, per il clinico una risposta diagnostica rapida e certa rappresenta un valido contributo per la realizzazione di un piano terapeutico efficace e tempestivo. In questo modo la consultazione telematica può dispensare il clinico a muoversi dal proprio reparto per raggiungere il reparto radiologico, una pratica che nella maggioranza degli ospedali è ancora di routine.

Workstation di teleradiologia

Le workstations di teleradiologia sono deputate alla trasmissione/ricezione di immagini diagnostiche. Gli elementi costitutivi di una stazione di teleradiologia sono: dispositivo di acquisizione delle immagini, variabile in funzione delle modalità diagnostiche richieste; stazione di lavoro con i seguenti requisiti: monitor con risoluzione minima di 1024 x 1280 pixel, cpu potenti (soprattutto in termini di velocità), sistema operativo multi-tasking che consente l'elaborazione di più informazioni simultaneamente, memoria locale di massa con buone capacità nel caso in cui la stazione venga utilizzata come "image server"; compressore/decompressore immagini, con un algoritmo di elaborazione configurato in modo da non alterare la qualità dell'informazione; Software di gestione che assolva alle seguenti funzioni: gestione delle periferiche (stampante, scanner, telecamera), gestione della trasmissione, gestione sincronizzata di un cursore sulle due stazioni, gestione dell'archivio temporaneo delle immagini da trasmettere e di quelle ricevute, gestione dell'archivio permanente delle immagini ricevute, elaborazione locale dell'immagine.

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

3 Le tipologie di PACS

In relazione all'estensione e al numero delle apparecchiature diagnostiche connesse, una classificazione dei sistemi PACS distingue le seguenti tipologie:

PACS parziale
PACS a sviluppo intermedio
PACS globale
PACS parziale

Il PACS parziale ("modality cluster" o "mini-PACS), è limitato all'acquisizione, la visualizzazione, l'archiviazione e la trasmissione di immagini provenienti da un'unica modalità diagnostica. E' la forma più semplice da un punto di vista funzionale: i dati trasmessi non devono percorrere distanze molto elevate. Inoltre il software gestionale della workstation è a impegno limitato finalizzato soprattutto alla archiviazione ed elaborazione delle immagini.

PACS a sviluppo intermedio

Il PACS a sviluppo intermedio, è ancora confinato all'istituto o al reparto di radiologia come nel caso del PACS parziale, ma rispetto ad esso gestisce più modalità diagnostiche (es: TC, RM, ECO). Questo tipo di configurazione, quindi, permette una gestione unitaria delle immagini acquisite.

PACS globale

Il PACS globale, non è solo in grado di connettere tutte le apparecchiature presenti in radiologia ma dovrebbe consentire l'integrazione con i sistemi informatici radiologico ed ospedaliero (RIS e HIS) e con il mondo esterno all'ospedale tramite teleradiologia. Il possibile passaggio dal PACS parziale ai successivi è realizzabile con l'aumento delle apparecchiature collegate e con l'ampliamento dell'area di influenza del sistema.

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

3.1. *Installazione del PACS*

Il più importante aspetto da tenere in considerazione nell'installazione di un PACS standard è quello di usare dei sistemi di computer (hardware) standard e dei programmi (software) standard in modo da agevolare l'interconnessione ed il collegamento ad altre piattaforme di computer. Gli altri vantaggi, certo non secondari, nell'utilizzare sistemi standardizzati nell'architettare un PACS sono i seguenti: ■ risulta facilitato in un secondo tempo l'inserimento opportuno di un nuovo componente nella stessa struttura; ■ ne risulta semplificata l'assistenza tecnica poiché ogni modulo è simile all'altro; ■ risulta diminuito il numero di computer all'interno del sistema, poiché non vi è necessità di usare computer che codificano per altri. Se due PACS nello stesso ospedale non possono comunicare tra loro, divengono due sistemi isolati, ciascuno con proprie informazioni e immagini dei pazienti, e non possono collegarsi con gli altri sistemi in modo da costituire un PACS complessivo integrato con l'intero ospedale. Un progetto di reti aperte che consenta con un metodo standardizzato uno scambio di dati e messaggi tra sistemi eterogenei è dunque essenziale. D'altra parte se un modulo PACS deve essere in grado di trasmettere immagini agli altri sistemi e viceversa, deve usare necessariamente un formato standard per dati ed immagini, e deve usare un

protocollo di comunicazione standard. Altri fattori notevoli che vanno osservati nell'installazione di un PACS sono rappresentati dall'affidabilità e dalla riservatezza. L'affidabilità è una priorità per un PACS per due ragioni: innanzitutto, poiché un PACS è costituito da molte apparecchiature e la probabilità che una di queste abbia un guasto tecnico è alta; la seconda perché il PACS gestisce e visualizza informazioni relative a pazienti che possono anche trovarsi in uno stato critico, ed estesi periodi di malfunzionamento non possono essere tollerati. Nel progettare un PACS è quindi importante adottare misure anti default. La riservatezza infine è un elemento importante nel progettare un PACS, specie nelle questioni medico - legali, al fine di tutelare la privacy del paziente. I tre maggiori meccanismi per garantire un grado di privacy accettabile sono rappresentati dal "controllo accordato", dal "controllo privilegiato", e dal "riconoscimento a vista". I più sofisticati sistemi di controllo ed organizzazione dei dati hanno meccanismi di identificazione e di autorizzazione che si avvalgono di permessi e di passwords. Le applicazioni di software ad hoc possono completare il sistema di protezione ed accesso dei dati e delle immagini. Un addizionale misura di sicurezza è l'uso del criptaggio durante la trasmissione delle informazioni.

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

Con l'irresistibile evoluzione dei sistemi digitali in radiologia, tra i quali appunto il PACS, si è reso necessario il perfezionamento di un sistema efficace di rete (network) di collegamento tra i vari sistemi. Storicamente il mondo delle telecomunicazioni ha seguito due linee di sviluppo: * la prima, rivolta alla realizzazione di efficienti reti telefoniche nazionali ed internazionali che fossero completamente interoperative; * l'altra, orientata alla trasmissione dei dati. Attualmente, le reti per dati sono utilizzate per trasferire un insieme molto vario di informazioni generate da calcolatori o da altri apparati, sotto forma di unità informative strutturate in funzione delle diverse architetture e protocolli.

3.2 benefici potenziali sull'utilizzo del PACS

I potenziali benefici che l'implementazione di un PACS porta in una struttura ospedaliera sono vari e di ordine differente. Innanzitutto, consente la graduale sostituzione della pellicola radiografica come strumento per la visualizzazione e la documentazione delle immagini; il sistema perciò porta ad un prevedibile risparmio di tempo e riduce lo spazio d' immagazzinamento necessario per gli esiti degli esami; consente di produrre molte copie di un'immagine in modo che esse possano essere immesse in circolazione, mentre l'immagine originale resta in archivio, fornisce un archivio unificato di tutte le immagini radiologiche, permette una totale integrazione e gestione dei file di documenti relativi al paziente. Viene risolto inoltre il problema dello smarrimento delle immagini e delle cartelle cliniche; se un'immagine va perduta, prima che essa venga esaminata, l'esame deve essere ripetuto. Questo comporta per il paziente un'ulteriore rischio connesso all'esame medesimo, come può essere ad esempio un'addizionale somministrazione di un agente di contrasto per via endovenosa, o come una nuova esposizione a una fonte radioattiva. Oltre a ciò, si viene a creare una perdita di tempo evitabile nonché un consumo ulteriore di pellicola. Secondariamente, una volta perduti gli esiti di un' esame, non vi può essere un eventuale confronto con quelli di esami effettuati in precedenza; quest'ultimo aspetto può arrecare ritardi nella diagnosi finale del radiologo o può perfino inficiarne una corretta valutazione. L'utilizzo di un PACS consente un accesso più rapido alle informazioni, da cui, deriva una rapida consultazione clinica, migliora i processi radiologici, permettendo una riduzione dei tempi di attesa per il paziente abbreviando i tempi di visionamento delle immagini, rendendo più rapida la diagnosi, e riducendo quindi i tempi di refertazione; aumenta la flessibilità delle tecniche di acquisizione delle immagini (le immagini possono essere ingrandite, allargate, e ruotate per un'analisi dettagliata; le immagini possono essere trasmesse inoltre via

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

telefono, cavo, e via satellite per una consultazione radiologica su scala mondiale e stampate su pellicola o visualizzate su monitors nei reparti di radiologia. E' possibile una visione simultanea della medesima immagine radiologica in luoghi diversi all'interno dell'ospedale; questo aspetto, anche se non incide grandemente sul risparmio dei costi, modifica il rapporto tra clinici e radiologi. Il miglioramento e lo sviluppo di nuovi canali di comunicazione, porta ad una diminuzione delle ripetizioni degli esami, aumenta l'efficienza della pratica clinica e migliora l'accuratezza dell'interpretazione diagnostica dell'immagine (dovuta ad una dettagliata informazione storica disponibile al radiologo al momento dell'interpretazione); riducendo il tempo che intercorre tra la produzione dell'immagine e la sua acquisizione da parte del clinico, si può, in alcuni casi, operare in maniera tempestiva ed efficace e migliorare così la prognosi del paziente. Infine si riscontra un aumento della produttività del personale medico e tecnico unitamente a un apprezzabile miglioramento della qualità del servizio per i medici e i pazienti. Tutti i predetti potenziali benefici e vantaggi che l'impiego di un PACS può comportare, non deve però fare dimenticare che all'inizio, vi sono dei costi da sopportare per acquisire tutte le apparecchiature digitali che fanno parte del sistema, la rete di comunicazione, l'organizzazione delle stazioni di lavoro. Per queste ragioni, secondo vari studi effettuati, e sulla serie di esperienze già acquisite, può essere opportuno procedere gradualmente all'implementazione del PACS nell'ospedale, non architettando immediatamente un PACS su larga scala nell'intera struttura ospedaliera, ma cominciando a livello del reparto di radiologia da un tipo di PACS modulare o parziale per poi sequenzialmente ampliare nel tempo il sistema. Altri studi hanno poi documentato il fatto che i costi originariamente sopportati per un PACS globale possono venire ammortizzati solo in un certo numero di anni. Il fatto di programmare e pianificare un'implementazione graduale di un PACS totalmente integrato nella struttura ospedaliera deve comunque presupporre una conoscenza esatta della configurazione finale della struttura. Negli ultimi tempi, sempre al fine di ridurre i costi iniziali, si tende a considerare sufficiente l'organizzazione del PACS a livello del reparto di radiologia; i collegamenti con gli altri reparti vengono instaurati semplicemente mediante l'uso di personal computer locali che si connettono al PACS della Radiologia.

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)

Bibliografia

- Titolo Produrre ed elaborare immagini diagnostiche
- Autori E. Neri, Paolo Marcheschi, Davide Caramella Editore Springer, 2008
- Titolo PACS and Imaging Informatics: Basic Principles and Applications,
- Edition - Basic Principles and Applications
- Autore H. K. Huang
- Editore Wiley & Sons Ltd.

Attenzione! Questo materiale didattico è per uso personale dello studente ed è coperto da copyright. Ne è severamente vietata la riproduzione o il riutilizzo anche parziale, ai sensi e per gli effetti della legge sul diritto d'autore (L. 22.04.1941/n. 633)