

L'INTEGRAZIONE PACS, RIS E HIS

P. Inchingolo

DEEI, Università di Trieste e CRSTBS, Area di Ricerca di Trieste

L'integrazione dei dati clinici costituisce da lungo tempo un obiettivo di primaria importanza per tutte le strutture sanitarie. La comparsa del concetto di Sistema Informativo Ospedaliero, già verso la fine degli anni '60, ha di fatto segnalato l'esigenza di organizzare tutti i dati acquisiti dalle diverse apparecchiature biomediche in una cartella clinica completa [19]. Le limitazioni tecnologiche delle attrezzature disponibili, contrapposte alla complessità ed alla mole dell'informazione, hanno tuttavia rallentato fortemente lo sviluppo di sistemi capaci di operare efficacemente a livello centralizzato, favorendo la diffusione di piccoli sistemi dipartimentali che permettessero di soddisfare alle esigenze delle singole specialità cliniche. Nonostante i progressi tecnologici degli anni '80 e dei primi anni '90, i risultati in direzione di una reale integrazione non sono stati soddisfacenti, a causa della mancanza di standard adeguati per la rappresentazione dei dati clinici [29].

Recentemente, tuttavia, la comparsa di un certo numero di standard sufficientemente evoluti [2,3,35,54] ha consentito di affrontare il problema con strumenti migliori, aprendo la strada per l'identificazione di alcune modalità di interscambio delle informazioni nell'ambito ospedaliero. La rapida diffusione dello standard DICOM (Digital Imaging & Communications in Medicine) [3,10], orientato principalmente alla gestione di immagini, ma facilmente estensibile ai dati di tutte le specialità mediche, ha riportato il problema dell'integrazione ad un ruolo di rilevanza primaria, specialmente nell'ambito dei servizi di radiologia. Il ruolo dello standard non sembra però essere stato valutato nella giusta misura non solo nelle realtà poco informatizzate, ma anche nelle strutture già provviste di sistemi informativi avanzati: il suo impiego è stato limitato, nella maggior parte dei casi, alla soluzione di problemi di piccola o media dimensione, quali la comunicazione tra stazioni di refertazione e modalità per l'imaging digitale. Il fenomeno osservato trova spiegazione nella scarsa coordinazione del processo di informatizzazione durante l'ultimo decennio. Il forte impatto dei sistemi PACS [32,39,51] (Picture Archiving and Communication System) alla fine degli anni '80, terminato con un grande numero di insuccessi dovuti alle carenze tecnologiche ed agli elevati costi di gestione, ha infatti dato origine ad una fase di stallo tecnologico, caratterizzata da una forte avversione all'ingresso di nuove tecniche di informatizzazione e di integrazione all'interno delle strutture ospedaliere [29,30].

In contrapposizione a questa realtà, vi è invece quella sostenuta dalle strutture che sono riuscite a beneficiare dalla tecnologia PACS, per le quali la disponibilità di uno standard affermato potrebbe rappresentare l'eliminazione definitiva degli alti costi dovuti al mantenimento di sistemi efficienti ma difficilmente gestibili [22,23,24]. Nella maggior parte dei casi la limitata espansibilità della tecnologia PACS, basata su standard proprietari, ha infatti favorito la politica dell'*home-made* [5, 22, 24, 25, 55, 56] attraverso lo sviluppo di applicazioni dedicate al potenziamento delle funzionalità dei sistemi disponibili. In molti di questi casi, tuttavia, lo stretto contatto con i problemi specifici di una realtà locale ha portato ad un irrigidimento nei confronti di strategie di integrazione ad ampio raggio. Il problema dell'integrazione RIS (Radiology Information System)/PACS [8, 31, 44, 45, 46, 47, 49, 52, 55, 56, 60, 65, 68], oggi al primo posto negli obiettivi della gran parte degli utilizzatori di DICOM, deve invece essere considerato come un risultato transitorio verso la realizzazione di una nuova generazione di sistemi informativi ospedalieri, basati sull'integrazione di diversi elementi non più distinti per tipologia delle informazioni gestite (immagini, tracciati, ecc.), ma sul ruolo assunto nella distribuzione dell'informazione [66].

In quest'ottica è stato ad esempio intrapreso a Trieste il Progetto DPACS (Data and Picture Archiving and Communication System), con l'obiettivo di realizzare un sistema aperto per la gestione di immagini e dati clinici

e l'integrazione dei servizi sanitari, su una scala variabile e in crescita progressiva dal singolo Dipartimento di Radiologia, ad un Ospedale, ad una Azienda Ospedaliera e/o Sanitaria, ad una realtà metropolitana, comunità rurale o montana, a, infine, un servizio sanitario regionale. In ultima analisi, l'obiettivo diventa quello di fornire al cittadino una "cartella clinica integrata virtuale", i cui elementi, immagini, dati, tracciati, segnali, referti, analisi di laboratorio si ritrovano sparsi su più data-base di un territorio e sono recuperabili via rete da un ospedale, da un medico di base o da un'autoambulanza, grazie ad una oculata organizzazione dell'interazione ed integrazione delle informazioni, anche tra più enti diversi [26,27,28,40,41].

Un progetto di tali dimensioni, specie nella sua particolarità di progetto pilota, richiede una larga compartecipazione di competenze e di enti preposti alla sanità e/o alla sua organizzazione su scala territoriale. A Trieste, ad esempio, il progetto DPACS è stato attivato come Convenzione tra il Dipartimento di Elettrotecnica, Elettronica ed Informatica e l'Istituto di Radiologia dell'Università di Trieste, il Centro Ricerche e Studi Tecnologie Biomediche Sanitarie dell'Area di Ricerca di Trieste, l'Azienda per i Servizi Sanitari n. 1 Triestina e, successivamente, l'Azienda Ospedaliera di Trieste. Ad essi si sono aggiunti, a vario titolo, l'INSIEL S.p.A., la Regione FVG, l'Agenzia regionale della Sanità, l'IRCCS Burlo Garofolo, il Comune di Trieste e varie industrie (Hewlett Packard, Imation, Kodak, Agfa, Philips, Digital, Cabletron, Cisco ed altre).

La prima fase del progetto è stata orientata all'individuazione delle strategie implementative per la realizzazione di un prototipo del sistema DPACS, che costituisca la base per la realizzazione di una struttura distribuita con la quale estendere il servizio prima all'intera struttura di un ospedale (quello di Cattinara), poi all'intera Sanità Triestina, e successivamente anche a livello geografico.

Il progetto è stato sviluppato con criteri del tutto generali, in modo da poter adattare i servizi ed i prodotti realizzati a qualsiasi realtà sanitaria od ospedaliera, al fine di dare allo stesso una forte valenza di penetrazione commerciale a livello sia italiano che internazionale.

La forte informatizzazione dell'Istituto di Radiologia di Trieste ha permesso di operare in un contesto ideale per la verifica delle funzionalità del prototipo, essendo consolidato da tempo il servizio fornito dal RIS Insiel e da un PACS [22,23,24,32] Philips CommView. In particolare, il traguardo a più breve termine stato quello di sostituire tale sistema PACS, ormai obsoleto, con i servizi forniti dal sistema DPACS: questo requisito ha costituito un ulteriore elemento di verifica per il prototipo sviluppato, in quanto doveva essere garantita l'operatività del sistema.

Un progetto di integrazione PACS-RIS-HIS deve partire dal goal iniziale di realizzare un sistema aperto per l'archiviazione e la consultazione remota di immagini e dati clinici nell'ambito delle strutture ospedaliere, con la condizione di essere dal bell'inizio la base per un supporto integrato ed efficiente per tutte le attività di routine che devono essere svolte nell'ambito dei diversi reparti dell'ospedale, permettendo l'unificazione, in una cartella clinica informatizzata e completa, delle informazioni eterogenee associate agli esami delle diverse specialità cliniche.

Particolare attenzione, inoltre, sin dall'inizio deve essere data alla realizzazione (o all'aggiornamento) e ridimensionamento) di una adeguata struttura di rete ospedaliera e metropolitana o territoriale. Non si tratta semplicemente di realizzare una rete veloce o capillare, ma di creare una struttura, anche con organizzazione gerarchica che offra al momento giusto e nel posto giusto la velocità, la sicurezza e la segretezza di comunicazione dei dati che si debbono trasmettere/ricevere da/ad ogni postazione d'utenza (stazione medica client) o postazione strumentale (modalità, apparecchiatura biomedica, apparecchiatura d'analisi di laboratorio, ecc.) o server di archiviazione di grandi moli di informazioni.

Sempre a Trieste, ciò ha sinora portato alla progettazione di una rete locale, nell'ospedale di Cattinara, che ha una banda aggregata di 10 Gb/s (del tutto accettabile, anche economicamente, con le moderne tecnologie), ed una organizzazione in reti virtuali che assicurano una particellizzazione delle reti locali di comunicazione a seconda della loro funzione, con severi ma flessibili strumenti di accesso ed interscambio che assicurano, tra

l'altro un semplice ma completo adeguamento alla legge sulla privacy dei dati (L. 675/96), pur in presenza di alte tecnologie di comunicazione e condivisione di risorse.

La scelta del sistema di gestione per la base dati del sistema integrato costituisce un elemento fondamentale per la filosofia generale del progetto: i notevoli miglioramenti delle prestazioni e dell'affidabilità dei sistemi per la gestione di database relazionali (RDBMS), applicato ad esempio al DPACS ma, ultimamente, anche a svariate nuove realizzazioni commerciali, ne hanno permesso, negli anni recenti, un crescente utilizzo nei settori più disparati, non ultimo quello della sanità [4,13,15,18]. I vantaggi derivanti dall'impiego di un RDBMS nell'ambito ospedaliero sono infatti notevoli, soprattutto considerando le dimensioni degli archivi gestiti e la complessa articolazione delle strutture dati. Le tecniche e le piattaforme utilizzate per l'implementazione di tali basi di dati possono essere estremamente diversificate, partendo dai piccoli sistemi in configurazione Stand-Alone su personal computer, dedicati ad applicazioni locali, per raggiungere le dimensioni dei grandi sistemi per la gestione dell'intero sistema informativo ospedaliero (HIS, Hospital Information System). Nel caso particolare delle grandi strutture, inoltre, le tecniche di implementazione si sono sempre più orientate verso l'utilizzo di architetture Client-Server, permettendo una migliore e più flessibile distribuzione dell'informazione.

Indipendentemente dalle caratteristiche peculiari delle singole strutture sanitarie, quindi, la gestione delle informazioni nell'ambito ospedaliero ha sempre più assunto le caratteristiche di un sistema frammentario, formato da un grande numero di applicazioni indipendenti capaci di soddisfare le esigenze locali a livello dei singoli reparti e solitamente incapaci di colloquiare tra di loro. Un esempio tipico è ancora quello dei reparti di Radiologia, tipicamente serviti da un Radiology Information System (RIS) e dei reparti di Chimica Clinica, dove sono solitamente disponibili dei sistemi informatizzati per la gestione delle analisi [20,21]. L'utilizzo di database server relazionali in queste singole implementazioni permette oggi di realizzare un notevole livello di interoperabilità, utilizzando la filosofia dei database distribuiti [48].

L'utilizzo di questa tecnologia in un progetto di integrazione globale ospedaliera-sanitaria permette l'integrazione trasparente di sistemi autonomi ed indipendenti oggi tra loro non comunicanti, la distribuzione delle operazioni su diversi server, l'accesso trasparente dalle stazioni di lavoro a diversi sottosistemi, favorendo la portabilità di applicazioni e servizi, nonché la riduzione drastica del peso delle comunicazioni di rete.

La gestione delle informazioni nell'ambito di un sistema integrato deve essere suddivisa in più livelli gerarchici, con una chiara distinzione tra compiti amministrativi e compiti clinici, pur in un'ottica di totale interoperabilità tra di essi.

Nel modello del sistema DPACS, ad esempio, l'informazione è articolata in due entità fondamentali: una struttura informativa amministrativa (Hospital Administrative Information System, HAIS) ed una struttura informativa Medica (MIS, Medical Information System). L'interazione tra le strutture avviene al livello di un database di integrazione che realizza, unitamente ai due sistemi specificati, una struttura informativa ospedaliera integrata (Integrated Hospital Information System, IHIS). L'analisi del sistema amministrativo, che deve consentire la gestione di tutte le informazioni relative attività dell'ospedale non esclusivamente di carattere medico è considerata nel progetto DPACS limitatamente agli aspetti concernenti l'integrazione dei dati condivisibili, come nel caso delle informazioni relative alla gestione delle prestazioni e dei DRG. Per quanto riguarda il Medical Information System, invece, si è ipotizzata una ulteriore articolazione in una serie di sottosistemi medici (Medical Information Sub-System, MISS), riconducibili a strutture dipartimentali eterogenee spesso già esistenti. Questa organizzazione, volutamente distribuita e potenzialmente eterogenea, è stata adottata per riflettere già in fase di progetto quelle che risultano essere le realtà più frequenti nelle strutture ospedaliere [26,34,38,69]. Nell'intento di realizzare un progetto di valenza generale, infatti, è indispensabile prevedere la necessità di dover integrare sistemi o sottosistemi specializzati già esistenti, rendendo l'implementazione della struttura proposta più realisticamente attuabile.

La separazione dei servizi in aree funzionali e la relativa implementazione sui sottosistemi dipartimentali presenta inoltre una serie di vantaggi intrinseci rispetto alle implementazioni centralizzate su di un unico server. Nella struttura presentata, infatti, le operazioni che comportano il massimo impiego di risorse, ovvero la gestione dei dati degli esami effettuati, vengono effettuate localmente, senza richiedere il transito massiccio di informazioni sulla rete ospedaliera: una tale soluzione consente l'eventuale ottimizzazione delle infrastrutture nelle singole aree funzionali che necessitano di maggiori risorse.

La distribuzione delle informazioni tra il MIS ed i relativi sottosistemi deve prevedere la gestione dei seguenti dati a livello centralizzato: anagrafica pazienti, gestione prenotazioni, registrazione degli esami, refertazione

Ai sottosistemi dipartimentali viene invece affidata la gestione delle informazioni specifiche relative alle singole specialità, ovvero i dati degli esami veri e propri. Una suddivisione logica per i sottosistemi può prevedere una separazione delle principali aree funzionali, implementando quindi i seguenti servizi: Bioimmagini, Chimica Clinica, Esplorazioni Funzionali ed Intervento Terapeutico.

Appare evidente che, nella suddivisione proposta, il ruolo del sottosistema per le Bioimmagini deve essere costruito sulla base di un eventuale RIS/PACS già esistente nella struttura sanitaria.

L'interazione tra i sottosistemi ed il Medical Information System viene realizzata necessariamente attraverso gli identificatori dei pazienti, che devono essere condivisi da tutti i sottosistemi, e degli esami.

Per realizzare una completa integrazione tra i servizi disponibili a livello locale o remoto, è necessaria l'interoperabilità diretta ad applicazioni residenti sulle diverse apparecchiature per l'acquisizione di dati o per la manipolazione e la gestione dei medesimi richiede la disponibilità di un'interfaccia che sia in grado di scambiare informazioni con le medesime e contemporaneamente di accedere al database. La necessità di disporre di questa interfaccia per il maggior numero di dispositivi possibile rende di fondamentale importanza l'impiego di uno standard per la comunicazione valido per le diverse apparecchiature (nel caso del DPACS il protocollo DICOM).

Uno dei problemi di maggiore rilevanza nella realizzazione di un moderno sistema informativo ospedaliero è rappresentato dalle dimensioni degli archivi nei quali devono essere gestiti i dati relativi agli esami effettuati. A seconda delle specialità cliniche, questi dati si diversificano tanto nella natura, che ormai può definirsi multimediale (vengono effettuati comunemente esami che includono acquisizioni di singole immagini, di sequenze video/audio, ecc..) quanto nelle dimensioni.

Il mantenimento sotto forma digitale degli esami effettuati impone nella maggior parte dei casi il ricorso a supporti di archiviazione di grande capacità, spesso indicati come dispositivi terziari, quali i nastri magnetici ed i dischi ottici [36,64]. Per garantire l'efficienza del sistema di archiviazione adottato, i tempi d'accesso per il recupero delle informazioni necessarie al corretto svolgimento degli esami clinici e delle relative refertazioni devono essere compatibili con quelli riscontrati nelle situazioni di utilizzo critico, che consistono fondamentalmente nei casi di urgenza [33]. Per rispondere a tale esigenza il sistema deve prevedere almeno tre livelli di gestione differenziati, corrispondenti alle caratteristiche di utilizzo nei principali tipi di accesso individuati: normale, urgente, storico.

Infine, si sottolinea che l'implementazione e l'utilizzo estensivo del protocollo DICOM in una realtà ospedaliera complessa presentano odiernamente numerose problematiche irrisolte, confermate dal fatto che lo standard è stato per il momento impiegato prevalentemente a livello dei dipartimenti di radiologia e con la finalità di supporto alle attività base di scambio delle immagini tra le modalità di acquisizione, i sistemi PACS e le stazioni di lavoro diagnostiche.

Solamente in pochi casi, tipicamente circoscritti a realtà sperimentali, il protocollo è stato utilizzato per gestire le comunicazioni a livello più ampio, suggerendo la necessità di integrare lo standard con delle ulteriori specifiche che ne facilitino l'applicazione in un complesso sistema informativo ospedaliero.

L'analisi approfondita del protocollo ha permesso di individuare due punti fondamentali per i quali si ritiene di dover introdurre una nuova strategia di gestione delle informazioni, integrando lo standard DICOM con delle nuove classi di servizi:

- La gestione degli identificativi per i pazienti:
- Distribuzione ed implementazione dei servizi DICOM

Altri problemi che richiedono di essere affrontati e risolti in ogni realizzazione globale sono infine:

- L'amministrazione sicura del paziente e dei suoi dati identificativi e delle associazioni paziente-esami.
- La distribuzione ed organizzazione su larga scala di servizi DICOM e di altri protocolli impiegati
- Il controllo degli accessi
- La gestione centralizzata e la distribuzione dell'informazione

Si sottolinea che è imperativo risolvere questi problemi, se lo scopo dell'operazione non è un puro esercizio, ancorché apprezzabile, di implementazione tecnologica di alto livello, di per sé. Una realizzazione globale, anche solo confinata in un ospedale, ottenuta con mero accorpamento di più informatizzazioni di reparto o settore tra di loro sordinate, non potrà che risultare deviante e persino controproducente per l'attività della struttura ospedaliera e per la sua organizzazione quanto meno nel medio termine, se non già nel breve.

Ringraziamenti: lavoro svolto nell'ambito del Progetto "Dpacs" finanziato dall'Università di Trieste e dagli Enti ad essa convenzionati per il Progetto, in particolare l'Azienda Ospedaliera "Ospedali Riuniti" di Trieste.

Bibliografia

1. Ackerman L.V. *DICOM: the answer for establishing a digital radiology department*. Radiographics, 1994 Jan, 14:1, 151-2
2. American College of Radiology, National Electrical Manufacturers Association. *ACR/NEMA Digital Imaging and Communications Standard: Version 2.0*. In ACR/NEMA Standards Publication No. 300-1988. Washington, DC, 1988.
3. American College of Radiology, National Electrical Manufacturers Association. *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): Version 3.0*. In ACR/NEMA Standards Publication No. PS3. ACR/NEMA Committee, Working Group
4. Annevelink J., Young, C.Y. *Heterogeneous database integration in a physician workstation*. In P.D. Clayton (Ed.), Proceedings of the Fifteenth Symposium on Computer Applications in Medical Care (pp. 368-372). New York: McGraw-Hill, 1992.
5. Azpiroz Leehan J., Lerallut J.F., Magana I. *A multiprocessor architecture for medical image compression in a PACS environment*. Med Prog Technol:101-10.
6. Baur H.J., Saubier F., Engelmann U., Schröter A., Baur U., Meinzer H.P. *Aspects of Data Security and Privacy*. In: Lemke H.U., Vannier M.W., Inamura K., Farman A.G. (Eds): CAR '96: Computer Assisted Radiology, 10th International Symposium and Exhibition, Paris. Amsterdam, 1996
7. Benn D.K., Bidgood W.D. Jr, Pettigrew J.C. Jr *An imaging standard for dentistry. Extension of the radiology DICOM standard*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1993 Sep, 76:3, 262-5
8. Bergstrom S., Karner G. *PACS-RIS interconnection: results of a feasibility study*. Comput Methods Programs Biomed 1994 May;43(1-2):65-9.
9. Best D.E.; Horii S.C.; Bennett W.; Thomson B.; Snively D., *Review of the American College of Radiology-National Electrical Manufacturers' Association standards activity*. Comput Methods Programs Biomed, 1992 May, 37:4, 305-9
10. Bidgood W.D. Jr; Horii S.C., *Introduction to the ACR-NEMA DICOM standard*. Radiographics, 1992 Mar, 12:2, 345-55
11. Bidgood W.D. Jr; Horii S.C., *Modular extension of the ACR-NEMA DICOM standard to support new diagnostic imaging modalities and services*. J Digit Imaging, 1996 May, 9:2, 67-77
12. Bidgood W.D. Jr, Tracy W.R., *In search of the name*. Proc Annu Symp Comput Appl Med Care, 1993, 54-8

Congresso Nazionale A.N.M.D.O.
Gubbio, 1998

13. Bitton D.J., DeWitt C., Turbyfil C. *Benchmarking database systems: A systematic approach*. In Proc. of the Conf. on Very Large Data Bases (VLDB), 1983.
14. Bjerde K. *IPI, MEDICOM and DICOM: relations and possible future*. Int J Card Imaging, 1995, 11 Suppl 3., 165-70
15. Blum R.L. *Displaying clinical data from a time-oriented database*. Computers in Biomedical Research, 11, 197, 1981
16. Borälv E.; Göransson B.; Olsson E.; Sandblad B. *Usability and efficiency. the HELIOS approach to development of user interfaces*. CMPBEK Vol. 45 (Suppl.) 47-64
17. Campioni P., Valentini V.; Vincenzoni M., Marano P., *Standardization of digital radiologic images*. Rays, 1996 Apr-Jun, 21:2, 213-27
18. Ceri S., Pelagatti G. *Heterogeneous Distributed Database Systems*. In Distributed Databases, Principles and Systems (Chapter 15). New York: McGraw-Hill, 1984
19. Collen M.F., *Hospital Computer Systems: How to use computers in medical centres for better patient care*, pp. 3-23. New York: J.Wiley and Sons, 1974
20. Cortese A., Dall'Aglio M., Fioravanti F., Giribona P. *Metodiche innovative per il controllo e la gestione dei reagenti diagnostici nei laboratori di analisi cliniche della regione Friuli-Venezia Giulia*. Biochimica Clinica, suppl. 2/9, Vol. 19, Milano, 1995, pag. 82
21. Cortese A., Fioravanti F., Iacono M., Giribona P. *Clinical chemistry Lab Improvement using the Italian Data Bank of Biomedical Technologies*. Biochimica Clinica, suppl. 1/5-6, Vol. 20, Milano, October 1996, pag. 100
22. Diminich M., Inchingolo P., Magliacca F., Martinolli N., *Sviluppo di strumenti versatili e aperti di comunicazione in area geografica con sistemi PACS*. In Rendiconti 94.a riunione annuale AEI, Vol. 6, pp. 83-90, Ancona, 1993
23. Diminich M., Inchingolo P., Magliacca F., Martinolli N., *Versatile and open tools for LAN, MAN and WAN communications with PACS*. In Computational Medicine, K.D.Held, C.A. Brebbia, R.D.Ciskowsky, H. Power, eds., pp. 309-316, Computational Mechanics Publications, Southampton, 1993
24. Diminich M., Inchingolo P., Martinolli N., Dalla Palma L., Giribona P. Pozzi R., Stacul F. *ARIS: an Autonomous Remote Image Station offering both local and remote IMACS/RIS resources in an open environment*. In Proceed. 3rd European Conf. Engineering and Medicine, p.241, 1995
25. Duchene J., Lerallut J.F., Gong N., Kanz R. *MicroPACS: a pc-based small PACS implementation*. Med Biol Eng Comput 1993;31(3):268-76.
26. F. Fioravanti, G. Valenzin, P. Inchingolo, L. Dalla Palma, The DPACS Project at the University of Trieste. The Europacs NewsLetter, Dicembre 1996
27. F. Fioravanti, G. Valenzin, P. Inchingolo, L. Dalla Palma, Managing a wide DICOM Environment: the DICOM Domain Management Service Class. Proceedings 15th International Europacs Meeting, Eds. C. Bartolozzi, D. Caramella, pp. 187-190, Pisa, Settembre 1997
28. F. Fioravanti, G. Valenzin, P. Inchingolo, L. Dalla Palma, The DPACS Project at the University of Trieste. Medical Informatics, 22, 301-314..
29. Freiherr G. *PACS: a premature paradise. (Pictorial Archiving and Communications Systems)*. Comput Graph World 1990 Apr;13(4):52.
30. Friedenbergl R.M. *Potential clinical problems associated with PACS*. Radiology Oct;189(1):55A-57A. Comment in: Radiology 1994 Mar;190(3):50A-52A.
31. Gell G., Schneider G., Wiltgen M., *PACS-RIS Interfacing: Experiences and Problems*, In: Proc. CAR'89, Springer Verlag, 623-627, June 1989.
32. Giribona P., Bravar D., Stacul F., Ukovich W. *PACS experiences in Trieste*. Int J Biomed Comput 1992 May;30(3-4):285-93.
33. Glass H.I. *The impact of PACS on the information flow*. Int J Biomed Comput 1992 May;30(3-4):229-34.
34. Gur D., Fuhrman C.R., Thaete F.L. *Requirements for PACS: users' perspective*. Radiographics 1993 Mar;13(2):457-60.
35. HL-7 Working Group. *Health Level 7 Interface Standard Version 2.3* Philadelphia, 1996
36. Haas L.M., Carey M.J., Livny M. *Tapes hold data too: challenges of tuples on tertiary store*. In Proc. ACM SIGMOD, pag. 413-417, Washington, D.C., May 1993
37. Horii S.C.; Bidgood W.D. Jr. *PACS mini refresher course. Network and ACR-NEMA protocols*. Radiographics, 1992 May, 12:3, 537-48
38. Hruby W., Mosser H., Urban M., Ruger W. *The Vienna SMZO-PACS-project: the totally digital hospital*. Eur J Radiol 1992 Dec;16(1):66-8.
39. Inamura K. *PACS in Japan*. In: Lemke HU, Rhodes ML, Jaffe CC, Felix R, editors. Computer Assisted Radiology. Proceedings of the International Symposium CAR '91: Computer Assisted Radiology; 1991 Jul 3-6; Berlin, Germany. Berlin (Ger): Springer-Verlag
40. P. Inchingolo, L'evoluzione del PACS (Sistema di archiviazione e comunicazione delle immagini) verso una risorsa aperta, distribuita ed economica per un'efficace ed efficiente gestione della salute del cittadino. In *C'era una volta...*, Conferenza Stampa del 37 Congresso SIRM, Milano, 20 Maggio 1996
41. P. Inchingolo, Technological development of PACS installations in ITALY. Proceedings 15th International Europacs Meeting, Eds. C. Bartolozzi, D. Caramella, pp. 13-17, Pisa, Settembre 1997
42. Kim J. *Software design and implementation for remote consultation in global PACS* [Tesi PhD]. Tucson (AZ): University of Arizona; 1992.
43. Knots M.J., van Erning L.J., Scaf J., Guijt W., Ruijs J.H. *PACS in practice: on-line communications in daily routine*. Med Inf (Lond) 1990 Jan-Mar;15(1):11-4.

Congresso Nazionale A.N.M.D.O.
Gubbio, 1998

44. Levine B.A., Bozarth C. *A guide to PACS-RIS/HIS communication*. *Adm Radiol* 1992 Jan;11(1):43-4, 46-7.
45. Levine B.A., Meissner M., Benson H., Bozarth C., Mun S. *Integration of a RIS with an IMACS*. *SPIE* 1993, Medical Imaging III, 183-191.
46. Lodder H., van Poppel B.M., Wilmink H., Scharnberg B., de Valk J.P., Bakker A.R. *HIS-PACS coupling: BAZIS/ZIS and Philips/MARCOM on speaking terms*. *Med Inf (Lond)* 1988 Oct-Dec;13(4):361-7.
47. Lodder H., van Poppel B., de Valk J., Wilmink H., Ising C., Bakker A., *HIS-PACS coupling in practice*. In: *Proceedings Medical Imaging III Conference, January 1989, Newport Beach, SPIE Vol. 1093*, pp. 301-306.
48. Marrs K.A., Steib S.A., Abrams C.A., Kahn M.G. *Unifying Heterogeneous Distributed Clinical Data in a Relational Database*. In C. Safran (Ed.), *Proceedings of the Symposium on Computer Applications in Medical Care* (pp. 655-648). New York, 1994
49. Martens F.J., van den Broeck R., Dicke P., List-Hellwig E., Ottes F.P., Rechid R., Schulz C.A., Stockmann M., van der Velde R., Verlinden E. *HIPIN--a generic HIS/RIS-PACS interface based on clinical radiodiagnostic procedures*. *Eur J Radiol* 1993 Jun;17(1):38-42
50. Mattheus R. *European standardization efforts: an important framework for medical imaging*. *Eur J Radiol*, 1993 Jun, 17:1, 28-37
51. Meyer-Ebrecht D. *Picture archiving and communication systems (PACS) for medical application*. *Int J Biomed Comput* 1994 Mar;35(2):91-124.
52. Mosser H., Urban M., Durr M., Ruger W., Hrubby W. *Integration of radiology and hospital information systems (RIS, HIS) with PACS: requirements of the radiologist*. *Eur J Radiol* 1992 Dec;16(1):69-73.
53. Nissen S.E. *Evolution of the filmless cardiac angiography suite: promise and perils of the evolving digital era*. *Am J Cardiol*, 1996 Aug 14, 78:3A, 41-4
54. Ostler D.V., Harrington J.J., Hannemyr G. *A common reference model for healthcare data exchange - P1157 MEDIX system architecture*. *Proceedings of the Symposium on Computer Applications in Medical Care Washington, D.C.: IEEE Press, 1990*
55. Ottes F., Dicke P., Martens F., Rechid R., Schulz C., Stockmann M., Van den Broeck R., Van de Velde R., Verlinden R. *Report on the functional specification of the HIPIN interface*. ISBN 90-70690-08-X, BAZIS, 1992
56. Ottes F. *Functional specifications of the HIPIN HIS/RIS-PACS interface*. *Medical imaging VII, Newport Beach, SPIE 1993*
57. Parisot C. *The DICOM standard. A breakthrough for digital information exchange in cardiology*. *Int J Card Imaging*, 1995, 11 Suppl 3: 171-7
58. Prior F.W. *Specifying DICOM compliance for modality interfaces*. *Radiographics*, 1993 Nov, 13:6, 1381-8
59. Ratib O., Hoehn H., Girard C., Parisot C. *PAPYRUS 3.0: DICOM-compatible file format*. *Med Inf (Lond)*, 1994 Apr-Jun, 19:2, 171-8
60. Rienhoff O., Greinacher C.F.G. (eds.) *A General PACS-RIS Interface, an analytical approach to information use in radiology*, Springer Verlag Berlin Heidelberg, *Lecture Notes in Medical Informatics Nr. 37*, 1988.
61. Rishel W. *Pragmatic Considerations in the design of the HL7 protocol*. *Proceedings of the Symposium on Computer Applications in Medical Care*, 687-690, 1988
62. Rowberg A.H., Gillespy T. 3rd *Dr. Browse, a digital image file format Browser*. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care*, 1994, :, 927-30
63. Saranummi N., Inamura K. *Round table discussions: standardisation and its role in PACS and medical imaging*. *Comput Methods Programs Biomed* 1994 May;43(1-2):3-8.
64. Sarawagi Y., Stonebraker M. *Sigle query optimization for tertiary memory*. *Technical Report 45, Univ. of California at Berkeley, Mar. 1994*
65. Soehlke K., Fisher P. *Evaluating of a Generic RIS-PACS interface* *proc. Medical Imaging VI, Newport Beach, 1992, SPIE 1654-455*
66. Taira R.K.; Breant C.M.; Chan H.M. Huang L., Valentino D.J. *Architectural design and tools to support the transparent access to hospital information systems, radiology information systems, and picture archiving and communication systems*. *J Digit Imaging*, 1996 Feb, 9:1, 1-10
67. Thomas J.D. *The DICOM Image Formatting Standard: what it means for echocardiographers*. *J Am Soc Echocardiogr*, 1995 May-Jun, 8:3, 319-27
68. Tsuchiyama S. *Computer links: probing the RIS-HIS interface*. *Adm Radiol* 1991 Oct;10(10):51-4, 56.
69. Walz M., Lehmann K.J., Loose R., Bolte R., Schinkmann M., Georgi M. *Evaluation of new teleradiology systems: Concepts, application areas and requirements*. In: Lemke H.U., Vannier M.W., Inamura K., Farman A.G. (Ed): *CAR '96: Computer Assisted Radiology, 10th International Symposium and Exhibition*. Amsterdam: Elsevier (1996) 549-53.