

분당제생병원의 PACS 구축 및 특징

이래곤 · 강길용 · 한승봉 · 이근배 · 최병선 · 이재호 · 김영래
대진의료재단 분당제생병원 진단방사선과, KCC의료정보

1. 서 론

..... 근래에 대형병원을 주축으로 국내의 여러 병원에서 의료영상 전송시스템(PACS)의 개발에 많은 관심을 두고 연구개발에 투자를 아끼지 않고 있는 것으로 알고 있다. 이는 Conventional film사용과 대비하여 운영상의 이득과 경제성 그리고 무엇보다도 HIS(Hospital Information system)를 중심으로 하는 병원통합전산망에 부합하여 사용될 수 있다는 점에서도 이의 개발에 관심을 집중시키고 있다. 이러한 병원전산시스템 요구에 맞추어 최근 분당지역에 통합의료정보시스템을 근간으로 하여 Full PACS를 갖추고 개원한 분당 제생병원의 시스템 구축사례를 알아 보고자 한다.

분당 제생병원은 1992년 12월 병원설립 추진본부를 구성하면서 환자 서비스 개선의 일환으로 OCS/EMR/PACS 등을 통한 멀티 미디어 병원종합시스템(HIS)를 주축으로 하는 병원정보 통합시스템을 구축하기로 결정하였다. 이에 다년간의 준비와 사례들을 토대로 1995년11월 KCC(한국의료정보시스템)와의 전산시스템 기본계약을 체결함으로써 본격적인 전산시스템 개발에 착수하게 되었다.

초기 전산시스템의 구성 목표를 다음과 같이 설정하

였다.

첫째, 개방형 시스템

둘째, NETWORK화

셋째, UNIX환경 및 Client/Server환경

넷째, 전업무 GUI(Graphic User Interface)를 구현한

윈도우 환경구현

다섯째, 무정지형 시스템(Fault Resilient System)

여섯째, H/W 및 S/W적으로 무정지형 시스템 구현

일곱째, 장애발생에 대한 감시기능 보유

여덟째, 야간등 필요시 무인운영

이러한 목표를 기초로 하여 1년 뒤인 1996년12월 병원정보 시스템 및 Network cable공사를 계약하게 되었고 이후 1997년6월 주전산장비계약과 더불어 주전산장비의 setting에 들어 갔다.

분당제생병원의 전산시스템개발의 특징적인 것은 병원정보시스템(HIS)과 PACS가 연계하여 개발되어 졌다는 것이다.

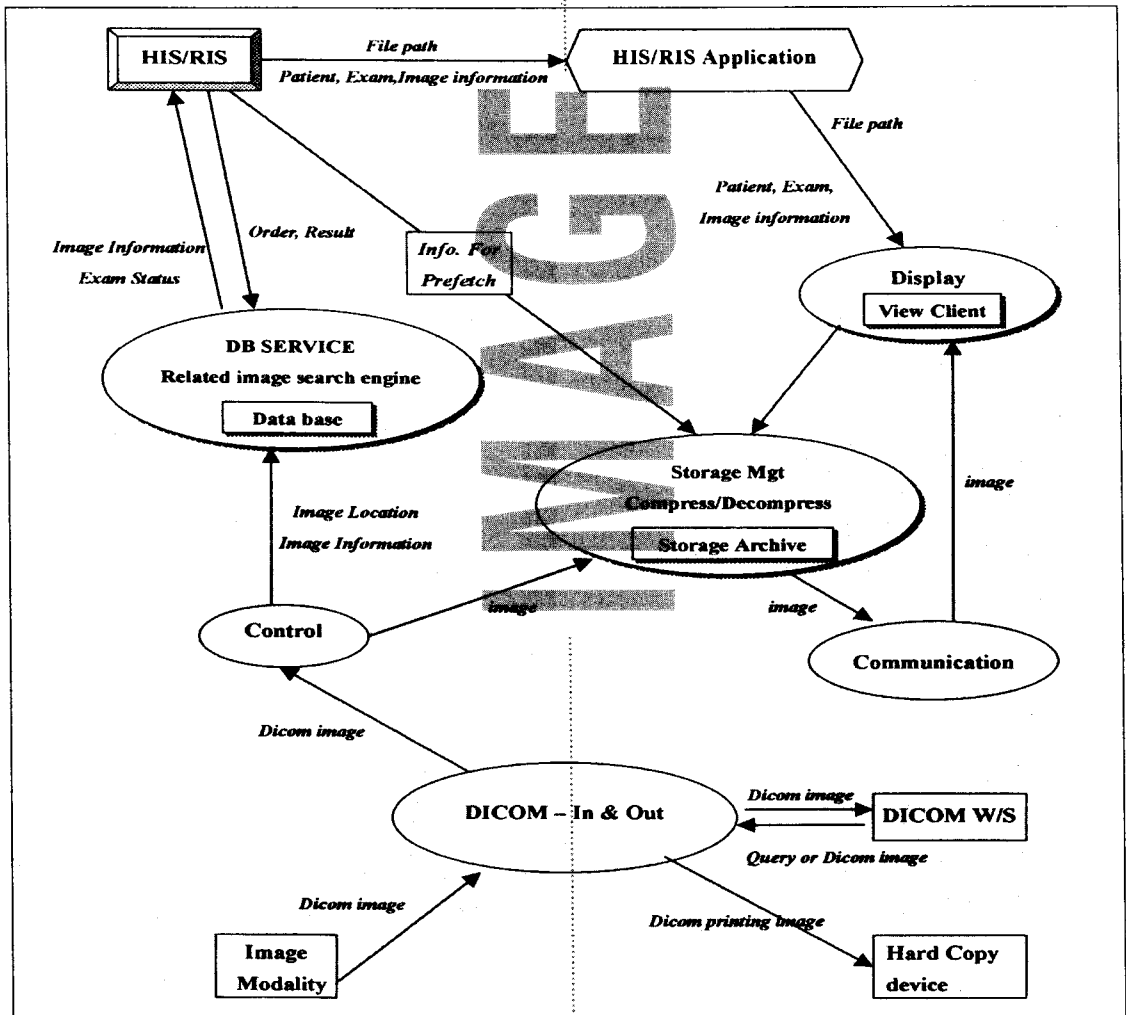


그림 1. 분당제생병원 PACS Concept

이는 병원정보시스템(HIS)과는 별도로 PACS가 개발되어질 때 발생하는 병원정보시스템과의 데이터 교환 및 단일 Client 환경을 가질 수 없는 단점을 없애고 HIS/RIS/PACS 등의 일체성을 보장하여 정보나 의료 영상의 차이가 없이 통합된 환경에서 의료정보를 다루게 하는 장점을 지니고 있다.

2. 본 론

통합의료정보시스템하에서의 분당제생병원 PACS 구성은 보편적으로 Image를 획득, 이를 전송하여 보관하고 필요한 곳에서 띄워 볼 수 있는 부분등의 네가지로 구분하고 있다.

2.1. Image Acquisition

기본적으로 방사선영상의 획득은 Modality로부터

Image Data를 획득, 분석하여 그Data를 DB Sever에 저장하게 된다. 이때 Image Data를 획득하는 방식은 기본적으로 DICOM 3.0 protocol을 이용하게 된다. 따라서, 각 Modality에서는 DICOM 3.0을 기본적으로 지원해 주어야 한다.

분당제생병원에서 사용되는 방사선장비는 모두가 PACS와 연결이 되어있으나 Image Export방식에 있어서는 장비에 따라 차이점을 가지고 있다. CR, MR, NM, US, Film Digitizer, CT(Hitachi) 등과 같은 것은 장비 자체에서 DICOM 3.0을 지원하여 직접 PACS와 연결이 되나 CT(Philips)와 Angio 장비는 장비 자체에서 지원되지 못하고 DICOM gateway(Merge Box)를 거쳐서 Image Data를 획득하고 있다.

분당제생병원의 Image Acquisition은 다음과 같은 형태로 이루어진다.

각 Modality에서 DICOM 3.0으로 보내온 Image는 Dicom Server에서 저장을 시켜준다. Dicom Server는

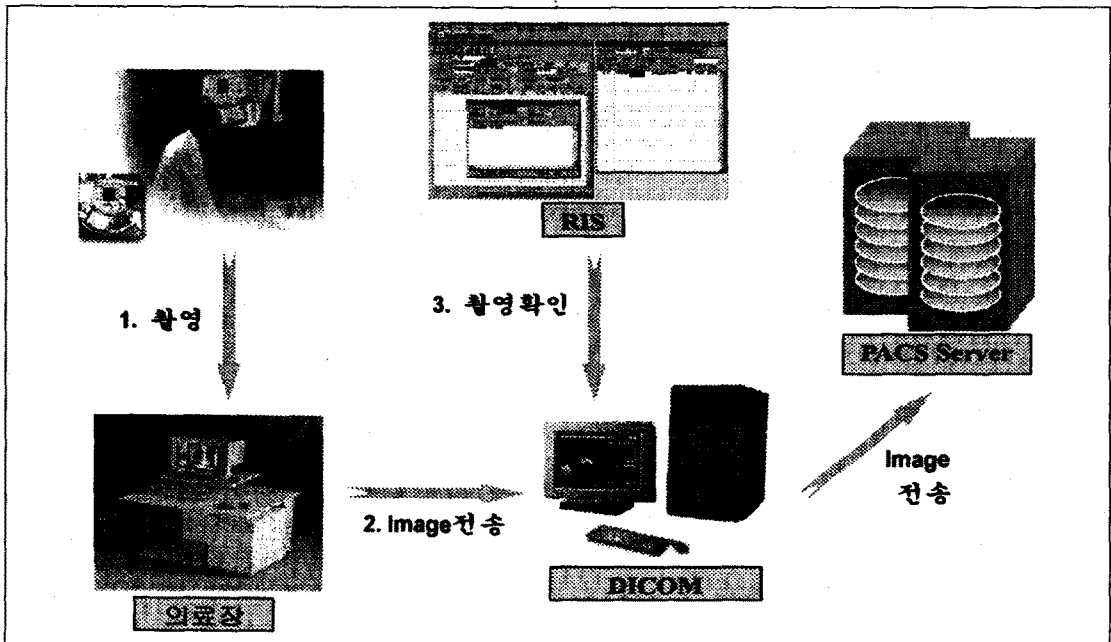


그림 2. Image Acquisition Process

ISG Technologies Inc.의 DcServer를 사용하며, 이곳에서 받아진 Image Data는 일시적으로 서버의 임시저장소(DbServer)에 저장 된다. Image Data가Export 된 후 RIS Program에서 해당 환자의 해당 처방을 “촬영확인” 하면 Image는 Database Server에 정상으로 저장을 하게 된다.

이러한 과정에서 임시 저장소(DbServer)의 설치는 하나의 장비에서 같은 Image를 두 번 이상 보내어도 임시저장소(DbServer)에서는 단 하나의 Image로만 인식하게 되어 Image가 중복되는 것을 없앨 수 있다. 이러한 DcServer는 각 Modality별로 하나씩 있으며 Server의 Failure가 일어났을 경우에 대비해 Backup용으로 또 다른 하나가 설치되어있다. 또한 RIS System에서의 처방정보와 Image간의 연결은 동일한 고유의 접속번호(Accession Number)가 각각에 부여되어 같은 정보를 가지고 DBserver저장되게 된다.

RIS에서 장비로의 처방정보 입력은 두가지 방법을 사용하고 있다. CR이나 DR에서는 RIS와 장비간 Interface가 되어 환자의 이름, ID, 처방정보등이 자동적으로 장비에 입력이 된다. 그러나 기타의 장비는 RIS와의 Interface가 되지않아 환자의 정보를 장비에 직접 입력 해야 한다. 이때 User의 실수로 잘못된 정보를 입력 하게 되면 커다란 문제를 야기시킬 수 있다. 따라서 User의 실수를 방지하기 위하여 Accession Number뿐만 아니라 Patient ID등 기본적인 환자Data를 점검함으로써 이를 방지하고 있다. 만약 A No가 같더라도 기본적인 환자Data가 틀릴 경우 의료장비에서의 Image 전송은 실패를 하게 된다.

2.2. Storage Management System

Storage Management System 은 Modality로 부터 Acquisition 된 Image Data들을 Storage에 체계적으로

저장하고 관리한다. Storage System은 4가지의 단위 Unit으로 나뉘어 지며 각 Storage Unit별로 Image Migration 및 Prefetch, Real-Time Fetch, Deletion Process를 수행함으로써 Image Data의 효율적인 분산, 저장 관리를 수행하고, Image Data에 대한 안정성을 보장한다. 또한 End User의 Client로 부터 Image Data에 대한 접근 요구시 최소의 Access Time을 제공하도록 보장함으로써 PACS System 전반의 운영에 걸친 효율성을 극대화 하도록 한다.

무엇보다도 Image Data들이 Modality 로 부터 Acquisition된 이후 PACS의 운영중이나 기타 시스템 장애등의 상황에 의해 손실될 가능성을 막음으로써 Image Data에 대한 안정성을 절대적으로 보장하는데 최우선의 목표를 두고 설계되었다. Storage는 Hot-Term-Storage(HTS), Short-Term-Storage(STS), Long-Term-Storage(LTS), Permanent Storage(PTS)의 4개 Storage Unit으로 구성된다.

HTS는 240GB Disk Array가 RAID 0+1로 구성되어 있으며 Image Data들이 전혀 압축되지 않은 상태로 보관된다. STS는 160GB의 Diks Array가 RAID 0+1로 구성되며 Image Data들이 User의 선택에 따라 10:1 이상의 Wavelet 압축을 통해 압축되어 보관된다. LTS는 WORM type의 Media들이 들어 있는 JukeBox이며 1.5TB의 용량을 가진다. PTS는 보관 기간이 지난 Image Data들을 LTS로 부터 꺼내어 Disk Shelf의 형태로 보관하게 된다.

최초 Acquisition시 HTS에 보관되는 Image Data들은 Image Migration Process에 의해 STS 및 LTS, PTS로 차례로 이동되게 된다. Image Data들은 Image Migration Process가 수행됨으로 인해 항상 2개 이상의 서로 다른 Storage Unit에 보관되게 되며 이는 하나의 Storage Unit이 시스템 장애등의 원인으로 인해 완전히 파손된 때에라도 언제나 해당 Image Data의 복원이 가

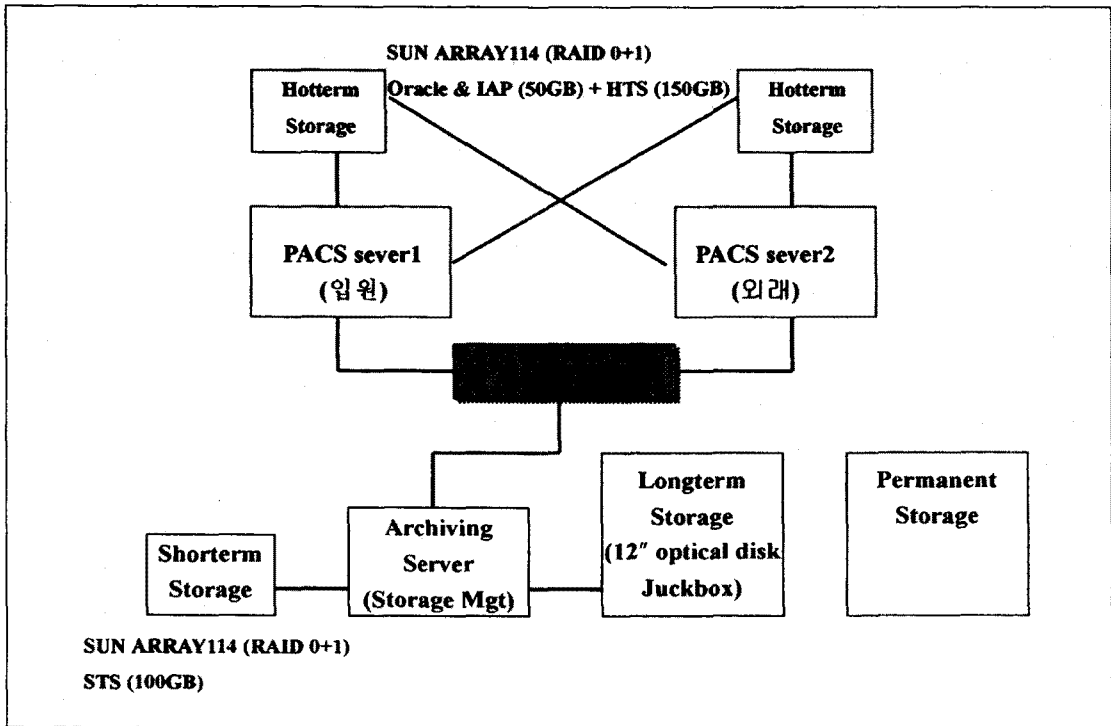


그림 3. PACS storage System 개요

능하게 함으로써 Image Data에 대한 안정성을 높인다. 단 PTS에 저장된 Image Data는 최초 Acquisition일로부터 5년 이상이 경과하게 되면 기타 다른 Storage Unit으로부터 모두 삭제 될 수 있으며 이는 병원의 법적 Image 보관일에 준한 것이다.

HTS 및 STS, LTS에 존재하는 이미지는 관리자에 의한 별도의 작업없이 항상 End User가 On-line 상으로 Image Data에 대한 접근이 가능하지만 Access 속도면에서는 HTS에 저장되어 있는 Image Data에 대한 접근이 가장 빠르다. 따라서 End User로부터의 접근 가능성이 높은 data들은 HTS에 저장되어 있는 것이 유리하며 이를 위해선 필요에 따라 HTS이외의 Storage Unit에 만 존재하는 Image Data들을 HTS에 재저장시켜두고 또한 HTS가 새로이 Acquisition된 Image Data

및 접근 가능성이 높은 Image Data들을 저장하기 위해 기존 Image Data중 접근 가능성이 적은 Image Data들을 HTS에서 삭제 하는 작업이 필요하다. 이러한 일들은 Prefetch 및 Real-Time-Fetch, Image Deletion Process에 의해 수행되게 된다.

Prefetch 및 Real-Time-Fetch는 STS및 LTS, PTS에 존재하는 Image Data들을 HTS에 재저장하는 작업을 담당하게 되는데 Prefetch는 익일 환자에 대한 진단방사선과 예약 정보 및 당일 진단방사선과 촬영 환자의 정보에 따라 해당일의 업무가 끝난 저녁시간에 Bath-Job으로 처리되며 Real-Time-Fetch는 업무중에 예약이 없었던 구환이 다시 내원했을 경우에 일어나게 된다.

Image Deletion Process의 경우는 HTS에 대해서만 작업이 이루어 진다.

PACS System에는 총 3개의 Server가 존재하며 두 대의 Sun Enterprise 5000 Server는 PACS의 Main Server로서 PACS의 각종 Application 및 HTS를 관리 하게 된다. Storage Management 만을 위한 Archiving Server는 Sun Ultra Sparc으로서 STS 및 LTS를 관리 한다. 2대의 Sun Enterprise 5000 Server 는 모두가 DB Server와 File Server의 역할을 수행하며 각각 입원과 외래를 담당하게 된다. 또한 두 Server는 Oracle OPS 및 SUN PDB로 서로 묶여 있어 한 쪽 Server의 기능 정지시 다른쪽 서버가 모든 역할을 자동적으로 수행하도록 함으로써 시스템 장애에 최대한 대처하도록 하였다.

2.3. Image Display

방사선과에서 촬영 및 Acquisition 작업이 끝난 후 의료영상과 이와 관련된 정보들이 서버에 저장된다. 이 후로 부터는 진방과 판독실, 진료실, 병동 및 수술실 등과 같은 모든 PACS Client에서 영상 조회가 가능하게

될 뿐 아니라 환자의 요구가 있을 시(Transfer, 기타 제출용등)에 PACS Server로부터 영상을 조회하여 Flim printer인 DRYSTAR3000을 이용하여 직접 필름 생성 한다.

PACS Client는 사용 목적, 연동되는 시스템, PACS 모니터 사용 유무에 따라 진방과 Client, 진료실 Client, 병동 Client등으로 나누어 볼 수 있다. 각 Client별 사양 및 특성은 (표 1)과 같다.

1) 진방과 판독 시스템

PACS 모니터 4개 혹은 2개를 사용하며 Worklist라는 프로그램을 통하여 OCS 및 RIS에 결과 내용을 등록한다. 코드화된 결과를 이용하여 영상 조회시 즉시 결과 내용을 입력할 수도 있고 Dictation을 통하여 입력할 수도 있다. 또한 RIS에서 판독 업무만을 분리시킨 시스템 으로서 프로그램 사용을 간략화 하여 업무 효율을 증대 시켰다. 특히 개인 폴더라는 창을 통하여 특정 이미지들을 효율적으로 관리함으로써 Conference 및 연구목적 의 료 영상들을 쉽게 찾아 볼 수 있게 하였다. 당일 혹은

표 1. View Client 별 Hardware 사양 및 대수

	진방과 판독실	진료실/병동	병동/ICU/수술실/응급실
CPU	Pentium II 300 Mhz Dual	Pentium II 266 Mhz Single	Pentium II 266 Mhz Single
Main Memory	256 Mbyte	196/128 Mbyte	128 Mbyte
Video Card	Md4 PCI(2k * 2k)	Matrox AGP 4M	Md2 PCI(1k * 1k)
Monitor 및 대수	Image Systems (2K High Bright) 4 * 4대, 2 * 2대	20 Inch Sony Color * 129대	Image Systems (2K Normal) 2 * 13대, 1 * 4대
Network	155Mbps ATM	155Mbps ATM	155Mbps ATM
OS	한글 Windows NT 4.0	한글 Windows NT 4.0	한글 Windows NT 4.0

전날 촬영된 이미지를 판독할 때 기존에 촬영한 과거 영상 및 검사결과를 조회 할 수 있다. 판독파트, Modality, 판독Status등과 같은 다양한 검색 조건으로 당일 Worklist를 조회하며 판독실에서 입력한 결과 내용은 각 진료실의 OCS를 통하여 즉시 조회할 수 있다.

2) 진료실 영상조회 시스템

각 진료실에서는 하나의 모니터를 이용하여 OCS 와 PACS를 동시에 사용하며 두 프로그램은 연동되어 운영된다. 즉 OCS 화면을 통하여 판독실에서 입력된 결과 내용을 조회할 수 있고, 동시에 OCS화면내에 있는 Image View Button을 통하여 해당 검사의 영상을 바로 조회해 볼 수 있다. OCS 프로그램은 EMR을 비롯 여러 프로그램과 연동이 되는 관계로 Client의 메모리가 많이 필요하게 된다. 특히 MRI와 같이 비교적 크기가 큰 영상을 자주 보게되는 곳은 196Mbyte로 메모리를 증가시켰다. 특히 RGB true color format을 생성하는 Color 초음파 영상인 경우에도 이 프로그램에서 조회가 가능하다. 이미지를 타 용도로 사용하기 위해 다양한 파일 포맷(JPG, GIF, PCX)으로의 저장이 가능하다.

3) 병동 영상조회 시스템

병동에서는 PACS 모니터만을 사용하여 영상을 조회한다. 따라서 별도의 OCS와의 연동은 없고 환자이름이나 ID를 통하여 직접 PACS 시스템에 접근한다. "진방과 검사조회"라는 프로그램을 통하여 촬영일자별, 과별, 병동별, 처방의별 등의 조건으로 영상 및 판독결과를 조회 할 수 있다. 진료과에서 PACS 모니터를 사용하고자 할 때는 기존의 컬러 모니터가 있는 시스템과 병동 영상조회 시스템을 네트워크상으로 연계하여 OCS에서 환자를 조회하고 원하는 영상을 선택하여 PACS 모니터로 불러 볼 수도 있다.

4) 영상 Verify 시스템

CR에서 획득된 영상을 제외한 US, MRI, CT, NM, SCANNER 영상들은 Window/Level값이 PACS 시스템으로 넘어 오지 않기 때문에 최초 영상조회시 한번의 밝기 조정과정이 필요하다. 따라서 Verify팀 및 각 촬영실의 방사선사들은 이미지를 PACS Server에 보내고 난 뒤 한번의 보정작업을 한다. (CR제외) 따라서 진방과에 설치된 각 View 프로그램 (그림 4)에서 한번의 Verify과정만을 거치게 되면 이후 다른곳에서 같은 이미지를 조회 할 때도 조정된 밝기로 Display 된다. 또한 필름 프린트 요구가 있을 땐 모든 Client에서 필름 출력을 하는 것이 아니라 Verify Client에서만 권한 체크를 통하여 필름 관리를 한다.

2.4. Database

database의 가장 큰 목적이 방대한 자료를 안정적인고 효율적으로 저장·관리하고, 빠르고 정확하게 조회

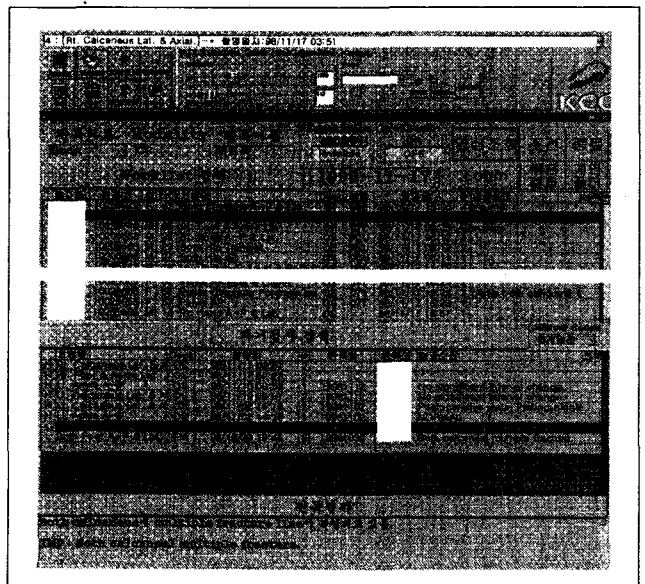


그림 4. Verify 용 GUI

하는 것임을 감안해 보면, 분당제생병원의 PACS는 충분한 분석과 설계를 바탕으로 매우 체계적으로 구성되어 사용자에게 가장 효율적인 검색경로를 제공하면서도 대부분의 사용자가 그 존재를 인식하지 못할 정도로 안정적이다.

ORACLE v7.3.3을 RDBMS로 사용하고 있는 분당제생병원의 DBMS적인 가장 큰 특징은 신설병원이라는 장점을 충분히 활용하여 병원정보시스템(HIS)의 분석·설계 단계에서부터 PACS와의 연동을 고려하여 구현함으로써, 물리적으로는 HIS와 PACS가 분리되어 있으나 논리적으로는 하나의 SYSTEM처럼 통합되어 작동한다는 것이다. 물리적으로 분리되어 있음은 DBMS의 장애가 HIS와 PACS간에 서로 큰 영향을 미치지 않음을 의미하며, 논리적인 통합은 HIS와 PACS간에 완벽한 정보의 공유 및 상호연동관계를 갖는다는 것을 의미한다.

이는 실제 시스템의 운용에 있어 매우 큰 효과로 나타난다. 병원정보시스템(HIS)의 장애로 인한 방사선과 업무의 중지가 없으며, 또한 모든 Client에서는 여전히 PACS 영상의 조회가 가능하다. HIS 업무를 완전히 중지하는 최악의 상황을 가정하더라도 PACS는 무리 없이 운용될 수 있다.

또한 HIS가 정상적으로 작동할 경우 HIS와 PACS는 유기적으로 밀접한 관계를 맺으며 자료를 공유하고 서로에게 제공한다. 타 PACS보다 비교우위의 이러한 체계적인 상호연동은 치밀하고 계획적인 개발의 산물이라 할 수 있다.

두번째 특징은 PACS 자체의 Fail-Safe 기능이다. PACS에서 사용하는 ORACLE은 OPS로 구성되어 2개의 DBMS중 어느 하나에 장애가 일어나더라도 별도의 조작없이 나머지 하나가 그의 기능을 대신하여 처리한다. 아울러 디스크 Mirroring이 되어있어 database에 하나의 정보를

저장하였다면 이 정보는 실제적으로는 4곳에 기록되어 하드디스크의 결함에 의한 정보의 유실이 일어나지 않는다.

만일 두대의 PACS Server중 어느 하나가 갑자기 장애를 일으켰다면, 두개의 서버는 Clustering되어 있으므로 System이 장애를 자동으로 감지하여 장애를 일으킨 서버의 디스크를 정상서버로 옮겨 정상적인 이미지의 조회가 가능하고, 촬영장비에서는 간단한 조작으로 정상적인 Acquisition을 계속할 수 있다. 즉, Clustering, OPS, Mirroring 등의 H/W적인 구성과 S/W의 기술적 구현으로 분당제생병원의 PACS는 완전한 Fault-Tolerant System을 지향한다.

또한 DBMS의 내용과 File System을 매일 2중(CD와 DAT)으로 Backup 하여 각종 장애로 인한 정보의 유실을 방지하였다.

마지막으로 빠른 조회속도를 세번째 특징이라 할 수 있다. 적절한 Indexing과 충분한 기술적 Tuning을 통하여 Access 효율을 최대화하였다. 이미지를 조회하기 위해 해당 자료를 찾는 시간을 영상조회시간 대비 0.1% 이내로 줄여 영상을 찾기 위한 비용을 줄이고, 사용자가 영상의 검색을 편리하게 하도록 다양한 검색경로를 구현하였다. 검색된 List의 표현에 있어서도 사용자의 요구사항을 최대한 반영하여 가장 효과적인 Worklist를 작성할 수 있도록 배려하였다.

표 2. PACS RDBMS 사양

구분	사 양	비 고
DBMS	ORACLE v7.3.3	OPS
Server	SUN Enterprise 5000	2-Node Clustering
Storage	Disk Array 12 GB	Mirroring
Backup (2중)	CD 8mm DAT	Table Backup Disk Backup

이상 HIS와의 연동, Fault-Tolerant, Fast-Access 의 세가지 특징 외에도 향후 분당제생병원과 동두천제생병원, 고성제생병원을 잇는 원거리 Network을 이용한 Remote-DB 기능도 함께 고려하여 설계함으로써 향후 추가개발에 따른 효율을 한층 높였다.

2.5. Network

분당제생병원 Network의 특징이라면 우선 각 외래진료실, 병동등 Image를 Display하는 Workstation까지

155Mbps를 지원하는 ATM을 이용한다는 것이다. Client 까지 155Mbps로 구성된 사례는 본원이 유일하다고 할 수 있다. 즉 ATM을 통하여 PACS File Server로 Transfer된 Image Date를 각 진료실, 병동등에서 ATM을 통해 Image Date를 전송 받는다. (그림 5)

그러나 다른 Data전송, 의료장비 및 타 시스템과의 연동에는 10Mbps의 Ethernet이 이용된다. 그러므로 각 Workstation에서 Image를 불러 보는 것과 장비에서 불러 보는 것에는 시간적 차이가 많다.

또 다른 특징이라면 4개의 ATM Switch를 622Mbps

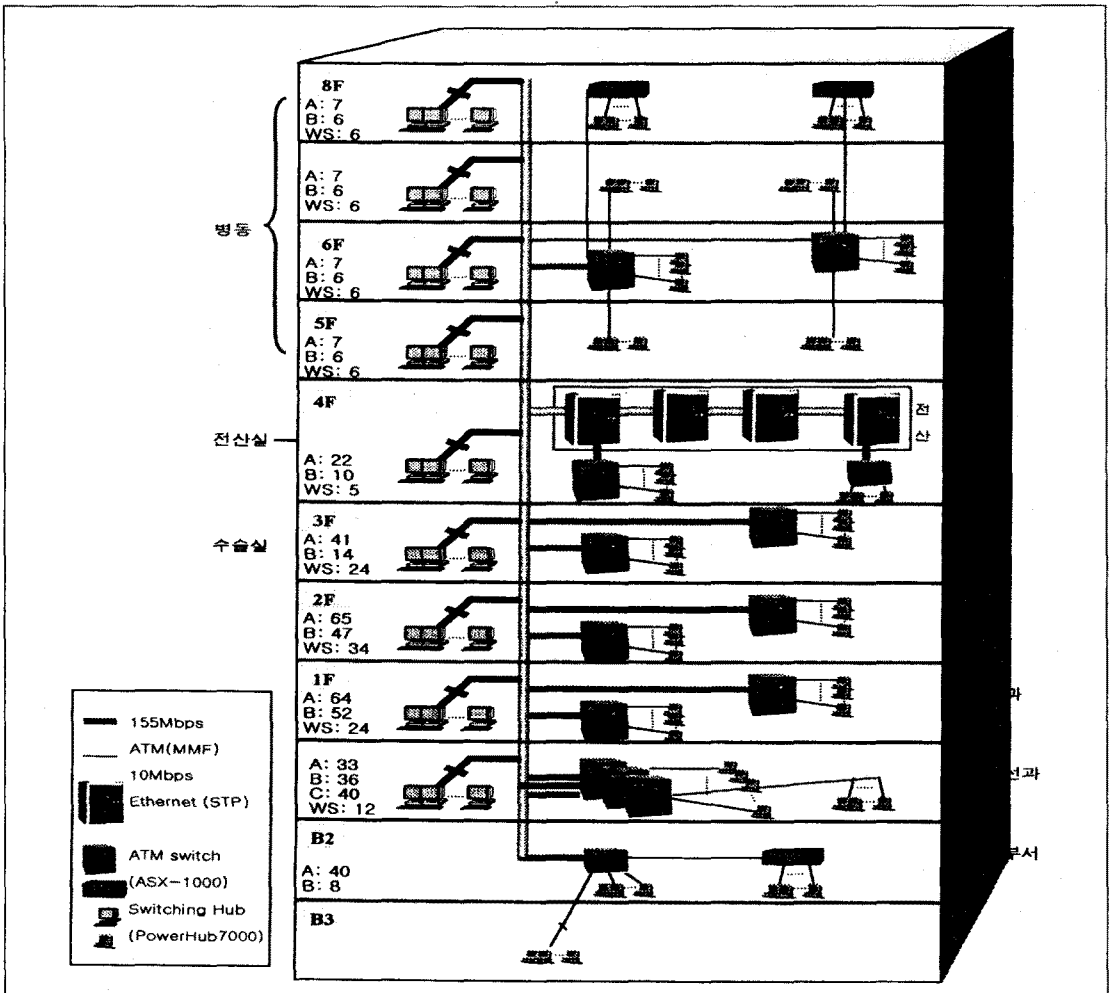


그림 5. 분당제생병원 Network 구성도

링으로 구성, Load Balancing, Failover기능을 들 수 있다. 즉 어떠한 Network장애가 생기는 경우 Network장애의 응급 조치가 용이하며 피해를 최소화 할 수 있는 기능을 한다. 국부적인 장애만 발생하고 전체 Network은 유지가 된다. Load Balancing, Failover가 구성이 되지 않을 경우 장비의 장애로 전체 Network이 Down이 되는 경우도 있다. 이런 면에서 설계서 설치까지 분당제생병원은 안전성에 중점을 두었음을 알 수 있다.

3. 결 어

분당 제생병원은 금년 8월말 개원식과 더불어 유래 없이 Full PACS를 실시하고 있으며 병원정보시스템(HIS), 의료 영상 정보시스템(PACS)이 하나의 System처럼 통합되어 작동하고 있으며 장애시에는 HIS나 PACS간에 서로 큰 영향을 미치지 않는다.

즉 HIS나 PACS의 장애로 인해 모든 병원 업무가 중단 되지는 않는다. 아울러 모든 방사선과 장비에서

나오는 영상은 병원내의 PACS Server에 저장되어 있어 Workstation이 있는 곳이라면 원내 어디에서라도 Image를 검색, 조회 할 수 있는 Film없는 병원을 성공적으로 구축하였다.

본 병원은 전산시스템에서 user의 편리성과 system의 안정성, Data보관의 절대성등을 추구하고 있어 현재로서는 가장 앞선 System을 구축하였다고 생각한다. 그러나 보다 완벽하고 편리한 System의 구축을 위해서는 보다 많은곳에서 이에 대한 연구와 개발, 사용이 있어야 하며 서로의 정보교환이 이루어져야 한다고 생각한다. 본원은 추후에 PACS의 범위를 확장하여 타 지역과의 원격진료를 통한 Teleradiology System을 계획하고 있다. 또한 향후 계획 및 발전방향으로 전자결재, EIS(Executive Information System), 전자도서관, 전사적 OLAP지원 시스템 구축, 이상적인 CDR(Clinical Data Repository)의 완성등을 구상하여 가장 이상적인 전산 System을 구축하고자 한다.