醫工學會誌 : 第 9 卷, 第 2 號, 1988
J. of KOSOMBE : Vol. 9, No. 2

研 究 論 文
88-2-08

의료용 화상정보의 저장 및 전송 시스템 개발

이태수* · 백승권* · 임용규* · 민병구** · 연경모 · 한만청***

= Abstract =

Development of Medical Picture Archiving and Communication System

T.S.Lee*, S.K.Paek*, Y.G.Lim*, B.G.Min, K.M.Yeon, M.C.Han***

We build up distributed database of medical picture and design and realize H/W & S/W of special image workstation.

We build up high speed image transmission system for distributed database and retrieval of various medical pictures in ward through image transmission system and realize integrated image diagnosis.

This system improves medical service by speedy diagnosis and enables more precise diagnosis by integrated image diagnosis through distributed database. In economical view this system curtails huge cost of film processing and transmission, which make medical expense cheaf, because it does not use film.

We built up PACS in pediatric hospital of Seoul National University Hopital and tested the system with various medical pictures and showed that speedy integrated image diagnosis is possible.

1. 서 론

Medical Picture Archiving and Communication System(MPACS)은 화상발생 의료장비, 화상 기록 보관장치, 화상단말기 및 컴퓨터를 상호 연결하는 시스템을 말하는 것으로, 지금까지는 진찰실 및 판독실까지 사람에 의하여 필름을 직접 운반함으로써 필름의 보관관리, 운반에 따른 인적, 물적 손실이 클뿐만 아니라 촬영후 판독을 위하여 환자가 다시 병원에 와야하는 등의 번거로움이 있다. 이러한 손실을 줄이고, 필름의 소모량을 현저하게 감소시키기 위하여 화상 발생의료 장비로부터 직접 화상을 진찰실 또는 판독실로 전송하는 시스템이 구축되어야 한다.

요구하는 시간내에, 즉 환자가 촬영후 진찰실에서 의사의 진단을 받는 시간이내에 촬영한 고품질의 화상을 진찰실의 화상단말기로 전송함으로서 신속한 전달에 이바지 할 수 있으며, 환자에 대한

<접수 : 1988년 12월 6일>
* 서울공대 제어계측공학과
* Dept. of Control and Instrumentaion Eng, College of Engineering
** 서울의대 의공학교실
** Dept. of Biomedical Eng., College of Medicine
***서울의대 방사선학교실
***Dept. pf Radiology, College of Medicine Seoul National University
본 연구는 88년도 서울대학교 병원 특진연구비의 보조로 이루어짐

의료서비스를 향상하고, 나아가서 필름소모, 보관, 운반 관리등에 따른 경제적 이득을 얻을 수 있다. 이러한 시스템을 구성하기 위하여는 의료화상에 대한 특성, 화상전송 시스템, 화상단말기, 화상의 기록 보관장치, 화상처리방법등 고도의 기술을 필요로 하고 있다. 또한 모든 화상을 각 병동으로 직접 전송하기에는 어려우므로, 압축된 화상을 근거리 통신망을 통해 전송하여, 화상 워크스테이션에서 화상을 복원하여야 하므로 LAN(local area network)및 분산 처리 시스템에 대한 지식도 갖고 있어야 한다.

현재 미국내에서 제일 큰 병원중의 하나인 UCLA 병원의 진단방사선과 같은 경우는, 방사선과 내에 있는 모든 장비의 디지탈화라는 판단아래 화상 저장 및 전송시스템을 계획하여 그 일부는 이미 연구가 완료되어 효과를 보고있다. 이 UCLA병원의 경우는 X선 촬영 장비외에 CT촬영기, 투시촬영기, 초음파촬영기등 그 범위가 넓다.

UCLA의 경우는 이미 경제적인 관점에서도 분석을 마쳤는데, 시스템의 개발 및 설치상의 경비를 감안하더라도 시스템활용시에 오는 필름 소모량 감소, 필름처리, 비용감소, 인원절감등으로 인한 경비절감 효과때문에 그 경제성도 충분함이 분석되었으며, 의료진단의 신속화및 정확성등 정량적으로 파악할 수 없는 효과를 감안할때 그 효용성은 매우 크다.

서울대학교 병원에서도 MPACS의 필요성을 절감하고, 또한 병원의 종합시스템의 구현을 위해 병원 정보 시스템을 계획, 실천해 나가고 있으며, 방사선과의 경우는 현재 HIMS/RAD을 운영하여 판독결과 등 진료정보의 전산화를 이루었으며, 임상병리 분야에서는 검사 장비와 연결하여 효과적으로 환자의 정보를 유지, 보관 및 검사 할 수 있는 시스템을 개발하여 운용중에 있다.

화상 정보의 특징중에 하나는 다른 문자 형태의 데이타에 비해 그 양이 방대하다는 것이다. 특히 첨단의 디지탈 화상진단용 의료기기가 많이 사용되는 병원의 경우에, 현재 진단용 화상중에 30%가 디지탈 형태의 데이타이며, 또한 곧 등장하게 될 것으로 기대되고 있는 디지탈 흉부 촬영기가 본격적으로 사용될 경우 50%이상의 의료용 화상이 디지탈 형태로 획득될 것으로 기대되고 있어, 그 데이타 량은 엄청나다(표 1 참조).

표 1 서울대학교 병원의 화상 데이타 양
(본 데이타는 1986년 기준이며, 화상당 256 KByte로 하여, 디지탈 데이타 양은 총 데이타 양의 30%로 산정함)

	본 원	소아병원
병상수	1250	258
병상이용율	81.5%	80.0%
연외래환자수	827, 212	137.332
연입원화자수	455, 039	79,166
연검사 건수	210,974	64,530
연필름수	364,138	111,378
연데이타 양	93.2 Gbyte	28.5 Gbyte
연디지탈 데이타 양	28.0 Gbyte	8.6 Gbyte

MAPCS는 필름을 사용하지 않는 시스템으로 필름의 처리 및 운반에 드는 인적, 물적인 비용을 절감하는 막대한 경제적 이점을 가지고 있을 뿐 아니라, 의료적인 측면에서 볼때에도 진단용 화상의 종합화가 가능하여, 종합적인 화상진단으로 더 효율적이고 정확한 진단을 가능하게 한다. 실제로 환자의 특정부위의 진단을 위해 각종 진단용 화상을 얻을 경우, 필름을 통한 종합적 진단을 하고자 한다면, 각 화상기기의 출력 필름을 다 모아 라이트박스상에서 진단할 때 시간적으로, 경제적으로 엄청난 낭비일 뿐 아니라, 진단의사의 요구에 맞는 영상 처리도 불가능하지만 MPACS를 사용하면, 이러한 모든 문제를 해결할 수 있다.

본 연구에서는 의료용 화상 정보를 디지탈 형태로 획득하여 저장, 처리하고 고속으로 압축, 전송하는 시스템을 설계 및 구현하고 화상정보의 재생을 위한 전용화상 워크스테이션을 통해 병동에서의 화상진단이 가능한 시스템으로 연구 개발한다. 따라서 의료용 화상정보의 분산 데이타베이스를 구축하고, 이를 위한 전용 화상 워크스테이션을 설계해서 H/W 및 S/W로 구현한다, 분산 데이타베이스를 위한 화상정보의 고속전송 시스템을 구축하고, 이를 이용해서 각종 의료장비의 화상을 전송시스템을 통해 병동에 설치된 화상 워드스테이션에서 재생하고, 종합적인 화상진단을 실현한다.

2. 시스템의 구성

의료용 화상정보의 저장 및 전송 시스템 (Medical PACS)의 설계는 먼저 의료적인 측면에서 정확하고 신속한 진단을 가능하도록 해야 할 것이며, 경제적인 측면에서 볼 때 기존의 필름을 사용한 시스템보다 비용이 저렴하게 해야 한다. 또한 시스템적인 측면으로 볼 때 시스템의 확장이 용이하여야 하며, 구조가 모듈화되어 다양한 구성으로 변경 가능하여야 할 것이다. 본 연구에서는 이 세가지 측면을 고려해서 가장 합리적인 구성을 하였다. MPACS의 기본적인 구성요소는 진단용 디지탈 화상기기, 화상저장기, 화상전송기, 화상처리기 그리고 워크스테이션으로 구성된다. 전형적인 MPACS의 기본 개요도는 그림 1과 같다.

2-1 전체시스템의 개요

MPACS는 환자의 검사 결과 화상을 관리하는 시스템으로, 화상진단 의료기기에서 화상 및 관련 정보를 획득하며, 저장된 화상정보는 환자에 대한 진료 정보와 밀접한 관계를 가지고 있다. 따라서 RIS/HIS(방사선 정보 시스템/병원정보시스템) 및 의료기기와의 관계는 그림 2와 같다.

2-1-a H/W의 구조

병원내에서의 MPACS의 개발은 기존의 의료장비들을 시스템을 연결시켜야 하므로 일반적인 시스템의 개발과는 다르다. 또한 의료용 화상을 저장하는 데에는 방대한 용량의 저장능력을 갖춘 저장기가 필요하고, 병동에서 필요한 화상을 즉시 재생시키려면 초고속의 전송기가 필요하므로 현 기술수준에서 완벽한 MPACS를 개발한다는 개념보다는 융통성과 확장성이 풍부하게 해서 장래의 시스템으로 고급화가 용이하도록 설계하는 것이 매우

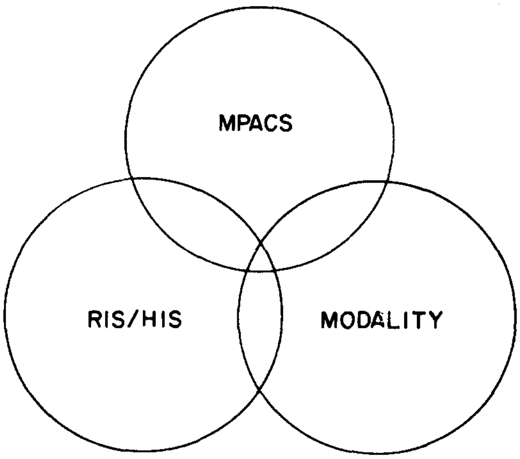


그림 2 MPACS의 상호 작용

중요하다. 시스템의 개발은 단계적으로 진행해서 초보적인 단계로부터 점차 고급의 단계로 진행하는 것이 바람직하다.

MACS의 화상전송기는 정지화상정보의 고속전송을 위해서 동축 케이블을 사용한 LAN(local area network)의 표준사양의 하나인 Ethernet를 선택하였다. Ethernet는 버스형의 CSMA/CD(carrier sense multiple access and collision detect) 방식으로 IEEE 802.3 근거리 통신망 표준통신규범과 일치하며, 각종 전송 S/W 및 H/W가 개발되어 있어 본 연구에서의 화상정보의 전송 목적에 가장 부합한 것이다. 화상의 획득은 서울대학교 병원에 기설치된 진단용 디지탈화상 의료기기들(CT, Ultrasound, DSA, Gamma-Camera)과 당 병원 의공학과에서 개발중인 디지탈 래디오그래피(Digital X-선 흉부촬영기)에서 하였으며, 획득된 화상은 Ethernet을 통해서 화상 저장기인 중형 컴퓨터의 디스크에 전송

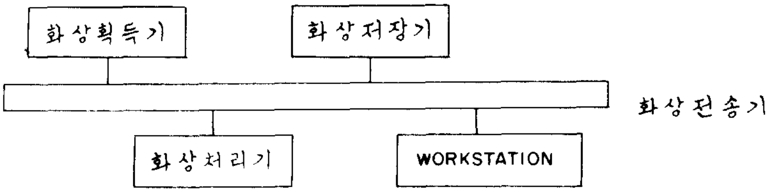


그림 1 시스템 개요도

하여, 전용 화상처리기 및 압축기에서 처리, 압축하여 저장하였다. 저장된 화상은 진단하고자 할 때, 병동에 설치된 화상 워크스테이션에서 전송기를 통해 호출하여 재생, 처리하도록 하였으며, 워크스테이션은 개인용 컴퓨터를 기준으로 설계하였다.

2-1-b S/W의 구조

MPACS의 S/W는 분산 데이타베이스의 형태를 취하며, 두 개의 다른 O/S에서 화일을 송수신하게 되어 있다. 즉 화상 저장기능을 가진 중형 컴퓨터인 호스트와 화상 획득 및 재생 전용의 워크스테이션사이에 근거리 통신망을 통하여, 화상정보 및 관계된 환자의 정보가 전송되면서 동작한다. 화상 워크스테이션은 진단하는 의사, 혹은 방사선 기사가 직접 대하는 곳인 만큼, 사용하기에 편리하도록 메뉴방식으로 환자관계 정보 (환자등록번호, 환자성명, 의뢰처명, 검사코드, 검사일자)등을 입력하면, 원하는 화상 및 검사결과가 나타나도록 되어 있다. 시스템의 호스트－워크스테이션의 링크는 그림 4 와 같다.

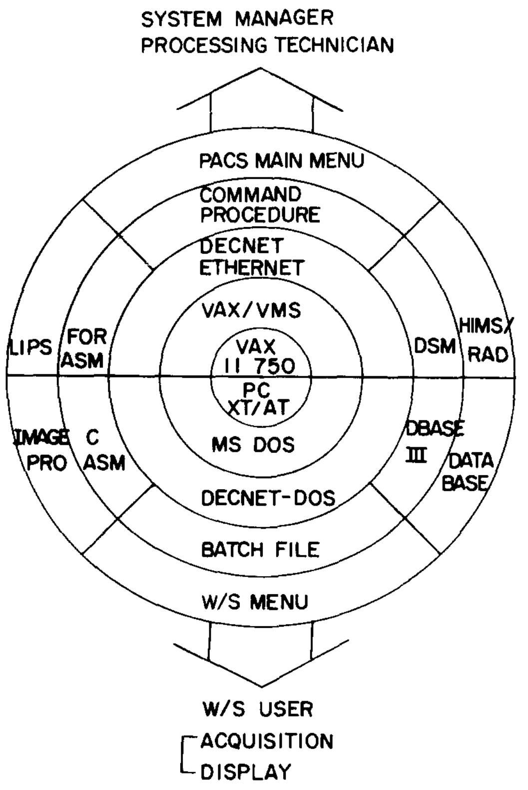


그림 4 호스트－워크스테이션 링크

화상저장 기능을 가지고 있는 호스트의 사용자 인터페이스는 VAX/VMS의 명령어 프로시져로 되어 있으며, 환자관계 정보처리 S/W는 DSM으로 프로그램해서 현재 진단 방사선과에서 운용 중인 HIMS/RAD와 연결되어 있고, 영상처리 S/W는 포트란과 어셈블러로 되어 있는 LIPS와 어레이 처리기 전용 포트란으로 프로그램한 영상압축 소프트웨어로 구성되어 있다.

통신용 소프트웨어는 Decnet－Ethernet을 기본으로 해서 워크스테이션들과 맞물려 동작하고 있고, 워크스테이션에서는 Decnet을 MS－DOS에서 사용할 수 있도록 한 Decnet－Dos의 응용프로그램을 사용하였다. 워크스테이션의 화상 데이타베이스는 dBASE III로 프로그램되어 있고, 화상 재생 및 처리기의 제어는 고속으로 해야 하므로 C와 어셈블러 수준의 언어로 프로그램하였다.

2-1-C 데이타의 흐름

환자가 진료를 받기 위해 예약 및 접수등 필요한 절차를 끝내면, 진단에 요구되는 검사를 받게 되고, 화상진단인 경우 해당 의료기기의 스케쥴에 따라 의사가 촬영을 하면, 의료용 화상이 의료기기에서 발생한다. 발생된 의료화상은 화상획득기에 입력되어, 관계된 환자 정보와 함께 화상 데이타베이스로 들어가게 된다. 이와 동시에 화상은 방사선의사에 의해 판독되어 판독 결과가 화상 데이타베이스와는 별도의 방사선 정보시스템에 입력된다. 두 개의 데이타베이스는 화상 워크스테이션에서 화상을재생하려 할때, 혹은 매일의 배치(batch) 작업에 의해 환자와 관계된 외래진료과 혹은 병동의 화상워크스테이션으로 근거리 통신망을 통해 다운 로드(Download)된다. 다운로드된 두개의 데이타베이스는 화상 워크스테이션에서 관계 데이타베이스가 되어, 화상을 화면에 재생시켜 놓고 동시에, 화상의 판독결과를 볼 수 있게 된다. 상술한 바와 같이 시스템에서 의료용 화상이 관리되는 순서도는 그림5와 같다.

2-2 ㅏ W의 구성

2-2-a 화상 전송기

화상 전송기는 시스템의 각 구성요소들을 서로

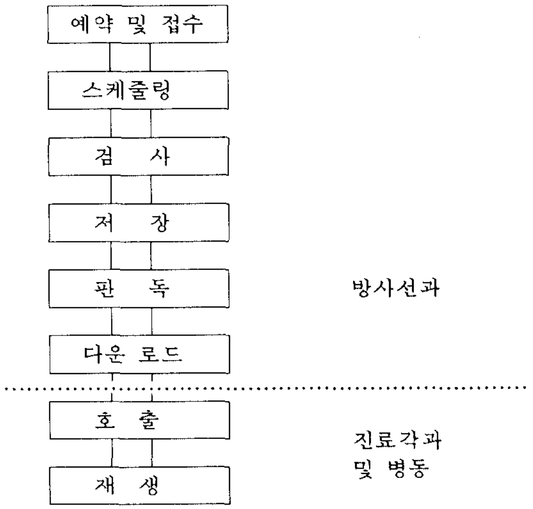


그림 5 의료용화상의 관리 순서도

연결해서 고속의 화상전송이 가능하도록 하는 장치로서, 본 연구에서는 근거리 통신망의 표준사양의 하나인 이더네트(Ethernet)를 사용하였다. Ethernet는 10Mbps의 전송속도를 가지는 고속의 근거리통신망으로 전송 케이블, 통신망 어텝더, 및 통신망 S/W로 구성된다.

· 전송 cable

MPACS의 각 구성요소(node)들을 물리적으로 연결시켜주는 전송매체로서, 본 시스템에서는 이더네트의 표준 케이블을 사용했다. 이더네트의 전송케이블에는 표준 케이블 뿐 아니라, thin Ethernet 케이블이 있어서 표준케이블에 비해 비용이 저렴할 뿐 아니라, 통신망 어텝터도 간단해지는 장점이 있으며, 개인용 컴퓨터를 기준으로 설계한 워크스테이션에 적합한 전송 매체이다.

· 트랜시버(transceiver)와 트랜시버 케이블 (transceiver cable)

전송케이블과 통신망 어텝터를 연결시켜 주는 부분으로서, 표준 이더네트 케이블을 사용한 근거리 통신망의 경우는 한 세그멘트(segment)내에 최대 100개의 노드(node)까지 설치 가능하고, 노드 간 최소거리는 2.5m이며, 트랜시버 케이블은 최대50m 등, 각종 제한이 있다. thin Ethernet의 경우는 한 세그멘트내에 29개의 노드가 설치 가능하다. Ethernet케이블의 경우는 BNC T 콘넥터로 직접 통신망 어텝터에 연결하므로 트랜시버 케이블이 필요치 않다.

통신망 어텝터

통신망 어텝터는 각종 화상기기 및 워크스테이션등이 통신망을 통해 화상 전송을 할 때, 통신망을 제어하기 위한 장치이다. 본 시스템에서는 중컴퓨터용으로 DEUNA(Unibus용), DEQNA(Q-bus용)을 사용하고, 워크스테이션 용으로서는 3C-501 및 NI5010을 사용하였다.

· 통신망 S/W

통신망 S/W는 이더네트의 표준통신규범에 따라 실제로 화상정보를 통신망을 통해 전송하기 위한 S/W로서 어텝터를 제어하는 역할 등 하위 레벨의 통신규범을 보조하며, 화일 전송, 터미날 에뮬레이션 등 상위레벨의 통신규범을 보조하는 역할을 한다.

본 시스템에서는 Decnet-Ethernet을 기초로 하여, 워크스테이션이 중형 컴퓨터에 있는 화상정보 및 환자 관련 정보를 호출 혹은 저장하기 위해서는 PC운영체계인 MS-DOS상에서 Decnet을 호출할 수 있는 Decnet-DOS를 사용하였다.

2-2-b 화상 획득기

화상획득기는 화상정보를 획득하는 부분으로 본 시스템에서는 서울대학교 병원내에 기설치되어 있는 컴퓨터 단층 촬영기(Computed tomography),디지탈 혈관조영 장치(Digital Subtraction Angiography),초음파 영상장치(US),핵의학 영상기기(NM) 및 현재 당대학 의공학과에서 개발중인 디지탈 흉부촬영 장치(Digital Radiography)로부터 화상을 획득한다. 이 중에서 DSA, US, NM은 비데오 신호가 출력되므로 프레임 그래버(Frame grabber)로 디지탈화하여 획득하였다. 현재 소아병원 방사선과에 설치되어 운영중인 PC를 기준으로 한 화상획득기의 구성은 그림6과 같다.

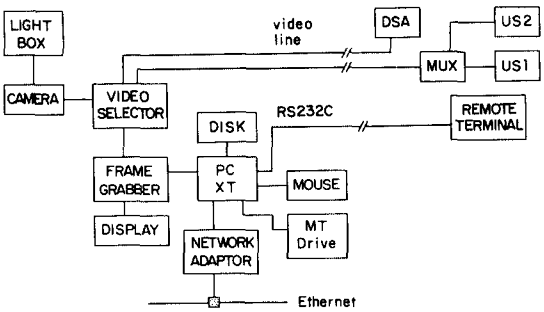


그림 6 화상획득기의 구성

화상획득 워크스테이션은 초음파진단기(Diasonic) 2대, 디지탈 혈관조영기(Philips DVI) 1대로 부터 화상을 받아 들이도록 되어 있는데, 워크스테이션은 회의실에(Conference Room)설치되어 있고, 초음파진단기와 DSA는 각각 다른 검사실에 설치되어 있으며, 검사실이 있는 의료 기사가 화상을 획득하기 위해서는 원격조정이 필요하다. 이것은 PC의 비동기 통신방식인 RS232C를 사용해서 원격단말에서 워크스테이션을 조종하도록 하였다. 워크스테이션은 라이트박스위에 놓은 X선 흉부촬영 필름도 비데오 카메라를 통해 화상획득이 가능하며, 3개의 비데오선 중에서 한선이 선택되어 입력된다. CT는 원화상 자체가 디지탈 형태의데이타화일이며, 자기테이프에 보관되고 있으므로, 테이프를 읽어냄으로써 화상을 획득할 수 있다. 물론 CT의 기초가 되는 컴퓨터가 통신망에 연결되어 서로 전송로를 통해서 통신할 수 있게 되면 이러한 작업은 필요치 않게 될 것이다.

DR은 흉부 화상을 필름을 사용하지 않고 광다이오드와 화상증폭스크린을 사용해서 디지탈화된 화상을 획득하는 장치로서, 본 연구팀이 개발한 DR용의 화상획득 W/S의 개요도는 그림 7과 같다. 흉부화상은 정확한 조기진단을 위해서는 고해상도가 요구되며, 미세한 명암의 차이도 구별할 수 있도록 해야한다.

본 DR시스템은 1024×1024의 고해상도를 가지며, FAN빔 형태의 X선으로 선형 화상을 입력하므로, 선명도가 아주 뛰어난 장점이 있다. 이외에도 진단방사선과에서 운영중인 MRI도(Magnetic Resonance Imaging)시스템에 연결할 계획이며, 이것은 마이크로 백스를 컴퓨터로 하고 있으므로, 전송장비만 갖추면 간단히 해결될 것이다.

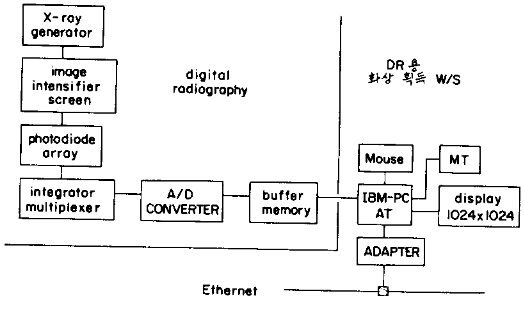


그림 7 D.R용 화상획득기의 개요도

2-2-c 화상 처리기

화상 처리기는 의료용 화상 정보를 진단하는 의사의 목적에 적합하도록 화상을 재구성 혹은 처리하는 부분으로, 본 시스템에서는 중형컴퓨터 VAX11-750을 기초로 해서 IP-8400(Gould사제품) 화상처리 시스템으로 그림 8, 그림 9와 같이 구성하였다.

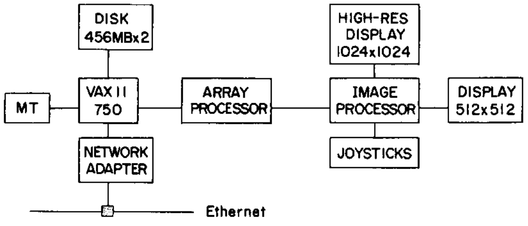


그림 8 화상처리 및 저장 시스템의 구성도

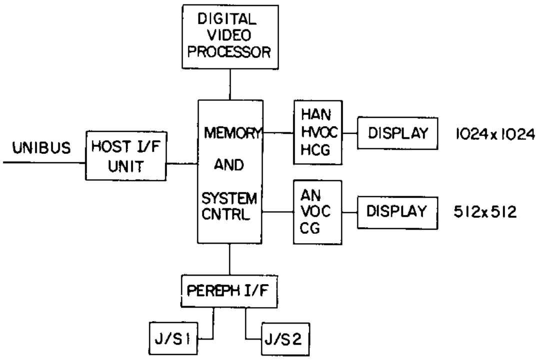


그림 9 화상처리기의 구성

화상처리기는 각종 화상기기에서 획득한 의료용 화상을 처리할 수 있어야 하므로, 화상들은 화상처리기에서 처리할 수 있는 양식으로 변환시켜야 하는데 화상획득기에서 획득한 화상의 양식이 CT를 제외하고는 모두 PC의 화일형태이고, 단지 화상처리기에서는 Ethernet을 통해서 전송한 것이므로, VMS(VAX의 OS)상에서 처리기의 화상처리 S/W에 맞도록 해주면 된다. 화상처리기의 처리기능은 표 2와 같다.

의료용 화상의 처리에 있어서 중요한 점은 진단하기에 편리하도록 하기 위해서는 화상을 처리하

표 2 화상처리기의 기능

Enhancement : Lut Transform, Histogram Equalization
Zooming and Scrolling
Filtering : Spatial convolution, Frequency Filter, Wiener filter etc.
Arithmetic and logic operation
Movie looping
Editing and composition
Graphics
Warping
Alphanumeric generation

고 해석해서 생리적 매개변수를 추출해 낼 수 있어야 한다는 것이다. 따라서 화상 처리 알고리즘은 상술한 기본적인 처리 이외에도 화상에 따라서 적합한 것이 포함되어야 하며, 본시스템에서는 DR용으로서는 이중 에너지 촬영기법 및 이중센서 촬영기법을, DSA용으로는 심혈관 디지탈 처리기법을 연구 개발 중이다.

2-2-d 화상 워크스테이션

화상 워크스테이션은 의사가 병동에서 화상 저장기에 저장되어 있는 화상을 전송로를 통해서 직접 호출하고, 처리해서 환자의 상태를 진단하는 장치로서, 본 연구에서는 개인용 컴퓨터를 기준으로 제작하였다. 화상 워크스테이션은 그 기능면으로 볼 때 통신망기능, 화상 처리 및 압축 재생 기능, 그리고 화상 및 환자 정보 데이타베이스기능을 갖추어야 한다. 워크스테이션의 구성도는 그림10과 같다.

2-3 NETWORK기능

화상 워크스테이션은 화상저장기의 데이타베이스에서 원하는 화상을 검색해서 호출해야하므로, 호스트 컴퓨터인 화상저장기의 단말기를 에뮤레이션해서 원하는 화상을 검색하고, 전송로를 통해서 전송할 수 있어야 한다. 또한 호스트의 디스크나 프린터등 주변기기를 공유하고 서로 신호를 주고 받는 기능 및 화상저장기의 환자 데이타와 같은 유효정보만을 추출하기 위해서는 레코드단위로 호출가능한 화일공유의 기능이 있어야 한다. 본 시스템의 화상 워크스테이션이 가진 통신망기능은 표3과 같다.

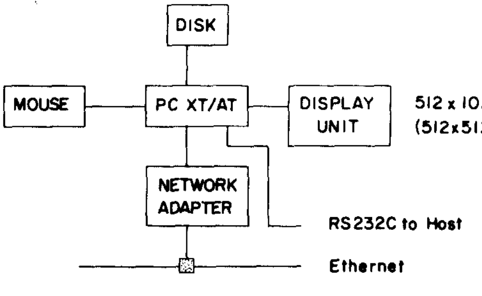


그림 10 화상 워크스테이션의 구성도

표 3 화상 워크스테이션의 통신망 기능

Terminal emulation
File transfer
Network test
Disk and printer share
Mail
File share

2-4 화상처리 및 재생기능

워크스테이션은 전송되어 온 화상을 재구성해서 진단이 용이하도록 처리하고, 이를 이용해서 환자의 생리적 매개변수를 추출해내는 화상분석 기능 및 종합적인 화상 진단을 위한 각종 의료용화상들의 복합재생기능이 필요하며 화상내에 그래프나 환자 데이타등 화상 관계데이타를 삽입하는 기능등이 필요하다. 본 시스템의 워크스테이션은 표4와 같은 기능을 가지고 있다.

2-5 데이타베이스 기능

화상 데이타이베스를 분산형의 구조를 가지고 있어 화상 워크스테이션내에 있는 디스크에는 그 병동 환자들의 화상데이타들을 데이타베이스로 저

표 4 화상 워크스테이션의 화상 처리 및 재생기능

Compression and Decompression
Analysis
Enhancement : Lut Transform, Histogram Equalizaion Zooming and scrolling
Filtering : spatial convolution, frequency filter
Arithmetic and logic operation
Multi image composition
Graphics
Alphanumeric generation

장하고, 환자데이타와 화상데이타를 서로 연결해서 검색을 용이하게 한다.

3. S/W의 구성

3-1 화상 데이타베이스

본 시스템의 화상 데이타베이스는 분산 데이타베이스로 워크스테이션의 데이타베이스들과 호스트의 데이타베이스가 상호 연결되어 동작하도록 구성하였다. 따라서 워크스테이션에서 화상을 재생할 때 마다, 호스트의 데이타베이스로 부터 전송해 오는 것이 아니라, 먼저 다운로드해 놓은 자체의 데이타베이스를 호출하게 된다. 또한 화상 데이타베이스는 환자 정보 데이타베이스와도 연결되어 있어, 본 시스템과는 별도로 진단 방사선과에서 운용중인 진료 정보 시스템인 HIMS/RDA에서 단말기를 통해 입력한 환자에 대한 진료 및 업무 정보를 데이타베이스 다운로딩을 통해, 워크스테이션에서 호출 가능하다.

3-1-a 워크스테이션 데이타베이스

워크스테이션에서 화상을 환자정보를 통해 관리하기 위해서는 화상 데이타 화일과는 별도로 데이타베이스가 필요하다. 본 연구에서는 환자 성명, 검사 일자, 환자등록번호, 의뢰처 코드, 검사명 코드 및 화상 일련번호로 이루어진 데이타베이스를 기준으로 각 레코드에 대한 화상이 대응되어 화상 데이타 화일의 이름이 정해지면, 해당 화상을 입출력하도록 되어 있다.

환자등록번호는 8자리 숫자로 구성되며, 마지막 자리는 오입력에 대한 검사를 목적으로 한 체크 디지트이다.

의뢰처 및 검사명에 대한 코드는 각각 3바이트의 자체서 정한 코드이다. 화상일련번호는 같은 환자가 같은 날짜에 같은 검사를 여러번의 촬영했을 경우 화상에 대한 일련번호로서, 1225장까지의 화상을 같은 레코드에 둘 수 있다. 화상 데이타베이스의 구조와 화일명 지정방법은 표5와 같다.

화상에 대응되는 환자의 판독 결과는 호스트의 데이타베이스에서 다운로드해서 워크스테이션 내에 자체로 보관하고 있으며, 데이타베이스의 중복만을 고려 한다면, 화상데이타베이스에 포함되어야 할 것으로 생각되지만, 실제로는 화상만 있고 판독

표 5 화상 데이타베이스 구조

필 드 명	길이(byte)	비 고
환자 성명	20	영문 혹은 국문
검사 일자	8	MM/DD/YY(19YYMMDD)
환자등록번호	8	IIIIIIIC (C는 체크)
의뢰처 코드	3	ex. 261은 소아동6병동
검사명 코드	3	검사항목의 자체코드
화상일련번호	2	1225까지 가능

'화상의 화일명' = '환자등록번호(8)' + '.' + '검사코드(1)' + '화상일련코드(2)'
└→ DOS 화일명상의 '.'까지 합쳐 12 byte로 구성

표 6 환자정보 데이타베이스의 구조

필 드 명	길이(byte)	비 고
환자등록번호	9	IIIIIIIC_
검사 일자	7	YYMMDD_
환자 성명	10	국문
ACR 코드	18	검사결과 국제공용코드
판독의사성명	24	다수의 의사가 판독
판독 결과	3555	45 라인까지 가능

결과는 아직 없는 경우가 많으므로, 별도의 데이타베이스를 만드는 것이 관리하기에 용이하며, 디스크의 용량도 적게 든다. 환자등록환자, 검사 일자, 환자 성명등은 화상 데이타베이스와 중복되는 부분이며, ACR코드는 판독 결과에 대한 국제공용코드이다. 판독의사의 성명은 다수인 경우는 전부 나타난다. 판독결과는 45개의 레코드로 구성되어, 3555자까지 가능하다. 환자정보 데이타베이스의 구조는 표 6과 같다.

3-1-b 호스트 데이타베이스

화상 획득 워크스테이션에서 획득한 화상은 화상 저장기인 호스트의 화상 데이타베이스로 입력되며, 호스트의 환자정보 데이타베이스와 연결되어, 화상을 재생 할 때에 화상처리기인 IP8500의 영상메모리에는 화상이 저장되고, 문자 및 수자 메모리에는 데이타베이스의 내용이 저장되어, 화상 모니

표 7 호스트의 화상 데이타베이스

필 드 명	길이(byte)	비 고
환자등록번호	8	IIIIIIIC
화상일련번호	2	31까지 가능
검사 일자	6	YYMMDD
의뢰처코드	3	의뢰처별 자체코드
ACR 코드 1	8	다수의 코드 가능
ACR 코드 2	8	다수의 코드 가능
ACR 코드 3	8	다수의 코드 가능

화상 화일명=검사코드(1)+환자등록번호(8)+검사일(6)+화상일련코드(1)+의뢰처코드(3)
→ VMS 화일명상의 '.'까지 합쳐 20byte로 구성

터 화면에는 화상과 함께 환자정보가 동시에 나타난다. 화상의 데이타화일명은 검사코드, 등록번호, 검사일, 일련번호, 의뢰처코드로 이루어 지는데 그 구조는 표7과 같다.

3-2 워크스테이션 S/W

MPACS용 워크스테이션은 화상획득 워크스테이션과 병동용의 화상 재생 워크스테이션의 (이하W/S) 두 가지 종류가 있다. 이 두 W/S의 기능은 화상 데이타베이스 업로딩 부분과 화상 획득 부분만 제외하고는 그 기능이 일치한다.

3-2-a 화상 획득

영상 획득은 W/S에서 직접 이루어 지는 것과 W/S와 RS-232C 비동기통신으로 연결되어 있는 원격 단말기에서 이루어 지는 것으로 분류 할 수 있다. W/S에서 직접 영상 획득을 할 경우는 X-선 필름을 뷰박스에 놓고 비데오 카메라를 통해 비데오 신호로 바꾼 후, 이것을 W/S의 프레임 그래버를 통하여 W/S에 저장한다. 이때 영상에 대한 환자성명, 등록번호, 검사일자, 검사명, 의로처, 영상일련번호를 W/S에서 입력하면, 그 데이타는 W/S에 내장되어 있는 데이타베이스에 들어간다.

초음파 진단기(US), 디지탈 혈관 조영장치(DSA) 등의 영상은 각각 W/S에 연결되어 있는 원격 단말기로부터 얻게 된다. 즉 W/S에서 원격 단말기를 RS-232C를 통해 호출하면, 단말기가 동작하게 되고, 여기서 영상 획득시, 환자정보를 입력한 후, 원하고자 하는 영상을 스냅하면 비데오 라인을 통해 W/S에 저장되고, 동시에 환자 정보는 데이타베이스에 들어간다.

3-2-b 화상 및 판독 결과 재생

W/S의 비데오 프레임 그래버를 통해 비데오 모니터에는 영상을 재생함과 동시에, W/S의 모니터에서는 그 영상에 해당하는 환자의 판독 결과를 나타나게 함으로써 의사의 진단을 용이하게 한다.

화상재생

영상 획득시 입력한 데이타를 이용한 화상 데이타베이스(W/S에 내장)로 부터, 원하고자 하는 영상을 쉽게 찾을 수 있도록 W/S 모니터에서 메뉴형식으로 작동한다. 따라서 사용자는 W/S의 모니터에 메뉴형식으로 나타나는 화상 데이타베이스의 내용을 보고, 원하는 영상을 선택한 후, 그 영상을 비데오 모니터에 재생할 수 있다. 이때 W/S모니터에는 현재 W/S의 화상 데이타베이스에 저장되어 있는 영상에 대한 정보만 나타나므로, 원하고자 하는 영상에 대한 정보가 W/S모니터에 나타나지 않으면, 다음에 설명한 데이타 베이스 다운로드를 통해 원하는 영상을 호스트의 데이타베이스로부터 W/S의 데이타베이스로 전송해 온 후에야 재생할 수 있다.

판독 결과 검색

환자의 판독 결과는 VAX에서 사용되는 언어의 일종인 DSM(digital standard MUMPS)으로 작성된 데이타베이스에 저장되어 있다. 그러므로 W/S에서 환자의 판독결과를 보기위해서는 W/S에 내장되어 있는 환자정보 데이타베이스로 다운로드할 필요가 있다. 이러한 과정은 호스트 데이타베이스 중에서 화상에 해당하는 판독결과 부분만 추출하여, 화일전송해 온 후, W/S의 데이타베이스 변환 프로그램에 의해 W/S의 형식에 맞도록 변경되므로써 이루어 진다. 데이타베이스 변경 작업은 W/S에서 필요한 환자를 일정표에 맞춰 미리 선정함으로써 배치작업으로써도 가능하다. 이와같이 구성된 W/S의 데이타베이스를 이용하여 재생하고자하는 영상에 대한 환자 정보(이것은 화상 데이타베이스에 저장되어 있음)와 일치하는 환자의 판독 결과를 찾고, 원하는 환자의 판독결과를 W/S의 모니터에 나타낸다.

3-2-C 화상 데이타 베이스 업로드(Up-load)

W/S의 기억장치는 한정되어 있으므로 US, DSA, X-선 필름등에서 얻은 영상은 호스트로 전송할 필요가 있다. 이러한 작업을 각각의 영상마다 매번 반복할 경우 사용자에게 매우 번거로운 작업이 되므로 환자 번호, 검사일자, 의뢰처별로 사용자가 원하는 항목을 선택하고 그 항목에 해당하는 영상을 한꺼번에 전송할 수 있도록 배치작업화 하였다.

3-2-d 화상 데이타베이스 다운로딩

W/S에 저장되어 있지는 않지만, 호스트의 저장장치에 저장되어 있는 화상을 W/S으로 전송해와 재생해 볼 필요가 있다. 이때는 W/S의 화상 데이타 베이스를 사용하여 호스트에 저장되어 있는 영상에 대한 정보를 얻고 이로부터 원하는 환자의 영상을 선택하면 자동적으로 W/S으로 영상이 전송되어 온다. W/S으로 전송되어 온 영상은 화상 데이타베이스에 W/S에 저장되어 있는 것으로 인식되고, 따라서 앞에서 설명한 영상 재생에 의해 전송되어 온 영상이 W/S의 모니터에 나타난다.

MAIN MENU

- IMAGE PROCESSING
- NETWORK INITIALIZE
- REMOTE TERMINAL EMULATION
- DATABASE PROGRAM
  - -- IMAGE DATABASE PROGRAM
  - -- LAB DATABASE PROGRAM
- IMAGE STORE(at remote terminal)
- TAPE BACKUP & RESTORE
- END OF JOB

그림 11. 화상 워크스테이션의 소프트웨어

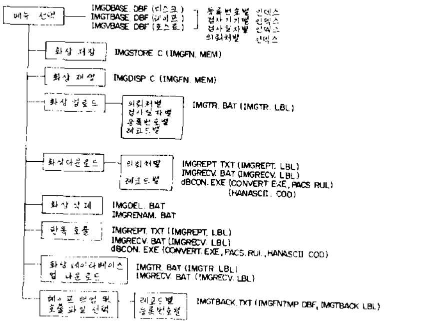


그림 12 화상 테이타 베이스 프로그램 구조 및 관계 파일

3-2-e 화상 데이타베이스 테이프 저장

화상 데이타베이스는 호스트의 디스크에 저장하는 이외에도 워크스테이션의 테이프 백업장치에도 저장할 수 있어, 병동 및 진료각과에서 즉시 필요한 화상이외에는 따로 백업을 해 둔다. 백업된 화상을 필요시 호출해서 호스트의 저장기에 업로드 시킨다. 저장 및 호출방식의 사용자 인터페이스는 호스트의 저장기에 업로드 및 다운로드 방식과 동일하다.

3-2-f 호스트 S/W

호스트는 화상의 처리 및 저장, 그리고 전체 시스템의 통신망을 관리하고, 워크스테이션의 화상 전송 요구가 있을 때, 통신망 서버의 역할을 수행하고 있다. 또한 워크스테이션의 환자 데이타베이스와는 별도로, 터미날 에뮤레이션으로 워크스테이션이 동작할 때, 환자의 등록사항 및 판독결과에 대한 조회를 제공한다. MPACS의 호스트 컴퓨터인 VAX용의 S/W는 6항목으로 구성되는데, 화상 처리는 Lips(Library of Image Processing Software)의 명령어를 이용해서 Unsharp Masking, Histogram equalization등 의료용 화상처리에 상용하는 알고리듬을 구현하였다. 화상 재생은 검사명, 환자 등록번호, 의뢰처 및 검사일을 입력하면 화상 및 환자정보(ACR 판독결과 코드 포함)가 같은 모니터에 오버랩되어 동시에 재생된다. 화상 압축 및 복원은 적응 DCT 변환 코딩알고리듬을 VAX용 어레이 처리기에(Array Processor : Mini-Map)수행되는 전용언어를 사용하여 FFT 처리하므로써 구현하였기 때문에, 고속 압축 및 복원이 가능하다.

데이타베이스의 분산처리를 위한 호스트의 워크스테이션 호출은 워크스테이션에서 FAL(Far Acc-

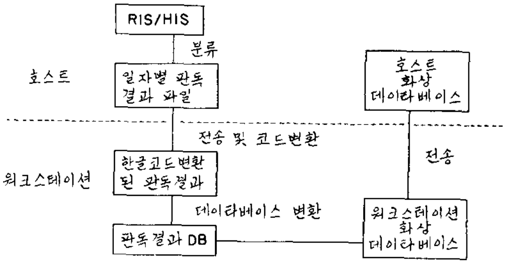


그림 13 판독 결과 데이타 베이스 다운로드

ess Listener)을 수행하고 있을 때에 가능한데, 우선 워크스테이션의 디렉터리를 살펴 본 다음, 화상이나 판독결과를 다운로드 한다. 화상 데이타베이스 구축을 위한 화일형태 변경은 LIPS의 ANNOTATION화일을 이용하였다. 워크스테이션 다운로드를 위한 판독화일 형식 변경은 DSM을 이용하여 프로그램하였다. 호스트의 단말을 통해 입력된 환자정보중 환자등록 및 판독결과에 대한 조회는 워크스테이션의 터미날 에뮬레이션을 통해 가능하도록 DSM언어로 코딩되어 있다.

시스템의 관리는 화상처리기에 대한 관리를 포함해서, 각종 프로세서가 원하는대로의 상태에 있도록 하여주며, 통신망 관리등은 DECNET의 NCP를 이용하여 시스템 레벨에서 가능하도록 하였다. S/W의 구조는 그림 14와 같다.

4. 시험가동 및 결과

본 연구에서는 병원내에 고속 근거리 통신망(LAN)을 구축하고, 이를 이용해서 각종 의료용화상을 병동으로 전송해서, 의사가 병동에서 동일 환자의 여러 검사 화상을 보면서, 종합적인 화상진단을 가능하도록 하였다.

그림15는 서울대학교병원에 구축한 MPACS의 구성도이다. 그림16은 원격단말기에서 의료기사가 화상을 획득하고 있는 화면이다. 그림17은 화상획득 워크스테이션에서 흉부 X-선 화상을 획득하고 있는 모습이다. 그림18은 소아병원의 방사선과내에

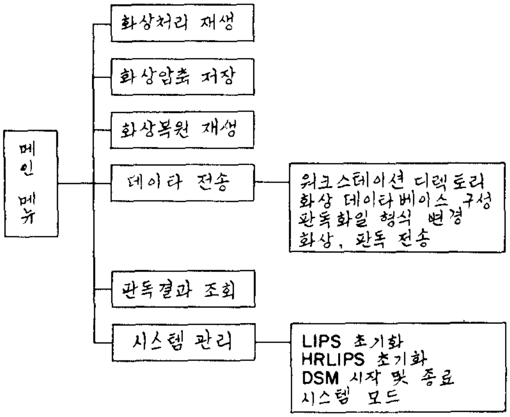


그림 14 호스트 S/W 구성

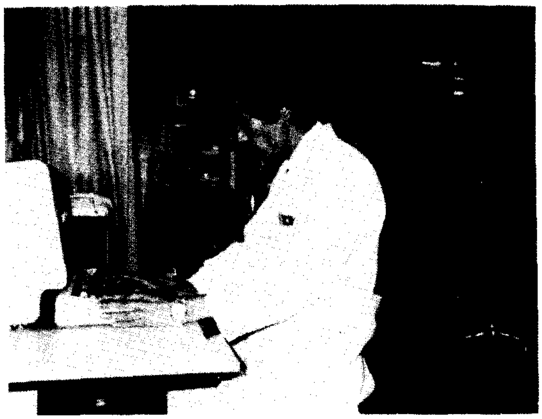


그림 16 Image Acquistition of US using Remote Terminal

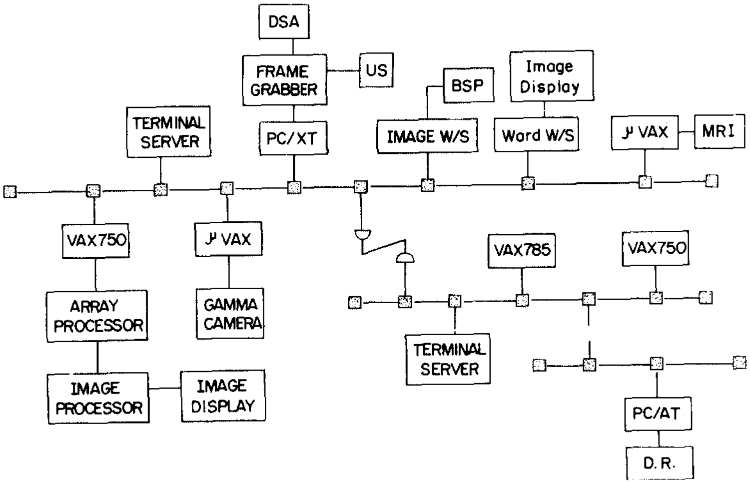


그림 15 MPACS의 구성도(서울대학교병원)

그림 17 Image Acquistition of Chest X－Ray using Image Workstation

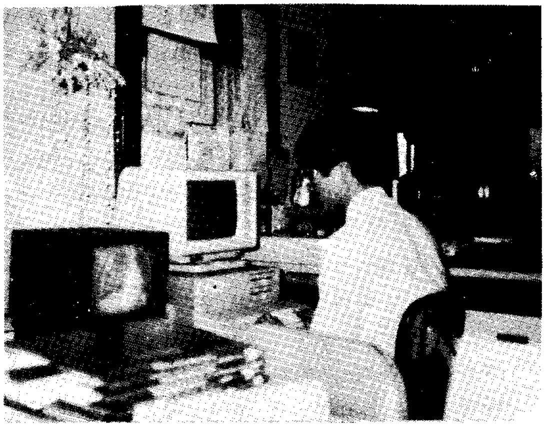


그림 19 Image Diagnosis in Ward using Image Workstation

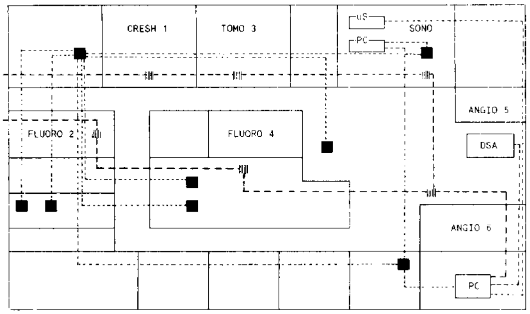


그림 18 Overview of Image Acquistion Workstation

설치된 화상획득 워크스테이션의 배치도이다. 그림 중 굵은 점선을 따라서는 의료용 화상이 전송되며, 가는 점선을 따라서는 화상 획득 명령 또는 환자 정보등이 전송된다.

그림19는 병동에 설치된 화상 워크스테이션을 이용해서, 화상 진단을 하고 있는 모습이다. 화상 모니터에는 초음파 화상이 나타나 있고, 컴퓨터의 모니터에는 이미 판독한 내용이 나타나 있다.

그림20는 화상 워크스테이션에 재생한 DSA 화상이다. a, b, c, d는 심운동의 각 위상에 따른 시간적 변화를 순서대로 획득한 것이며, e는 a, b, c, d의 네 화상을 한 화면에 Zooming하여 동시에 나타낸 것이다. 화상 워크스테이션의 화상 기억 메모리는 두 화면을 기억하는데, 한 화면에는 다수의

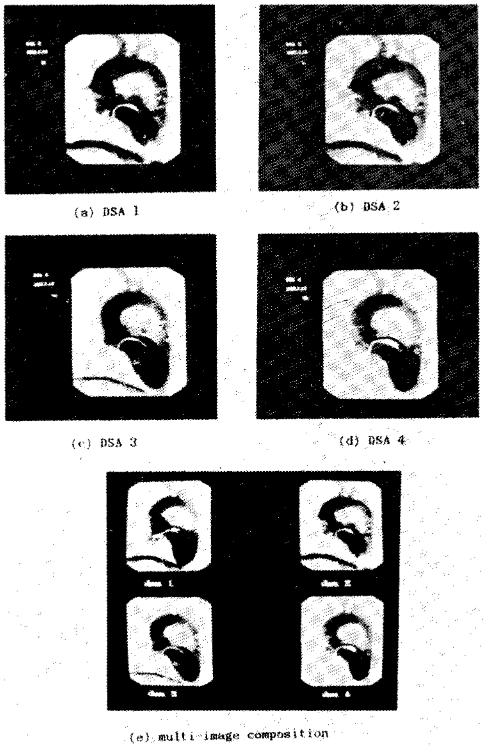


그림 20 DSA image (cardiac)

화상을 줌하여 나타내고, 또 다른 화면에는 자세히 진단하고자 하는 한 화상을 지정하여 전화면에 나타나도록 하므로써, 진단의 편의를 도모하였다.

그림21은 Digital Radiography 화상으로 흉부를 촬영한 것이고, 그림22화상을 한 화면에 동시에 display한 것으로서, 좌측 위로부터 DR, DSA, US,

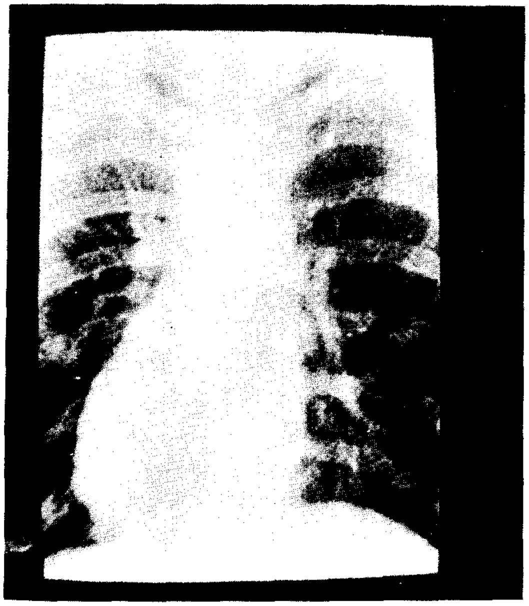


그림 21 DR image (chest)

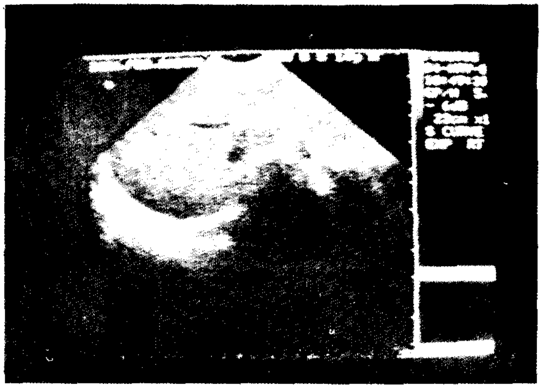


그림 22 US image

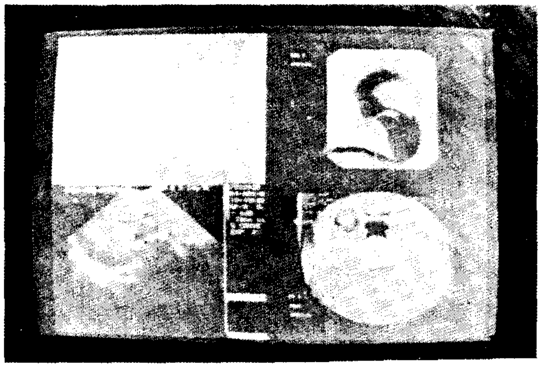
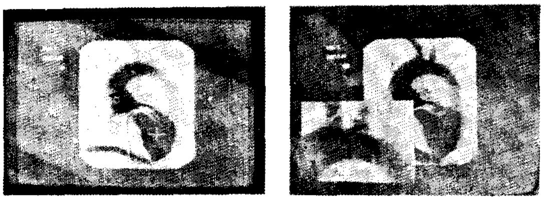
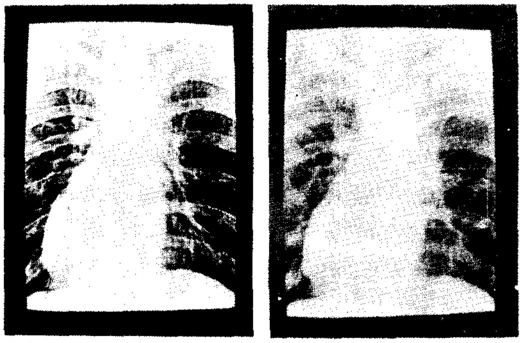


그림 23 multi—modal image composition



(a) cardiac area calculation (b) zoomed image in ROI

그림 24 analyzed DSA image



(a) image filtered by unsharp masking (b) high pass filtered image in ROI

그림 25 processed DR image

CT image이다. 그림24(a)는 화상으로부터 생리적 매개변수를 구하는 예를 보인 것으로서, cardiac DSA 화상에서 심장부분의 면적을 계산해 내는 것이다. 그림24(b)는 화상중의 임의의 일부분을 좀 더 세밀히 관찰하기 위해서 zoomimg한 것이다. 그림25는 digital radiography 화상을 처리한 것으로, a는 unsharp masking처리를 한 것이며, b는 화상중 관심있는 영역만을 high pass filtering 처리를 한 것이다. 이상은 근거리 통신망을 통해 화상 데이타베이스를 워크스테이션으로 다운로드하여, 재생 및 처리한 결과이다.

그림25는 화상처리기에서 digital radiography 화상을 처리하는 것을 보인 것으로 고해상도(1024×1024)의 네장의 DR imge를 한 화면에 동시에

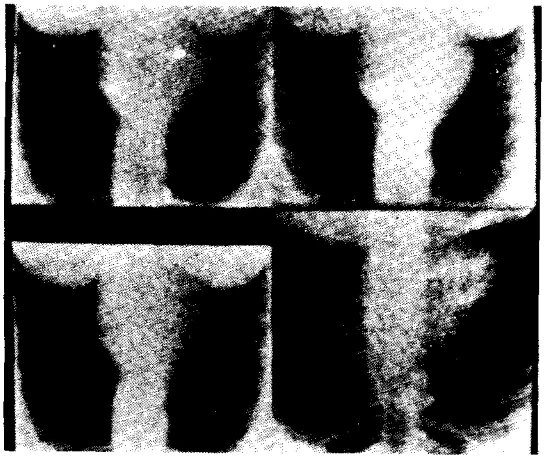


그림 26 multi DR image displayed on high resolution monitor(1024×1024) of Image Processor System

재생시킨 것이다. 좌측 상단의 화상은 그림 24의 화상을 뼈의 edge 부분을 강조해서 처리한 화상이며, 우측 상단의 화상은 chest phantom을 DR로 촬영한 원화상이고, 우측하단의 화상은 원화상의 noise부분을 제거하기 위해 low pass filtering처리를 한것이며, 좌측 하단의 화상은 LPF 처리된 화상을 wiener filitering 처리한 것이다.

5. 결과 고찰

5-1 화상의 전송방식 개선

본 연구에서 화상 전송기로 사용한 Ethernet은 병원 및 office의 목적에 가장 부합하는 것으로 알려져 있으나, 화상 데이타 자체가 다른 데이타에비해 원래 방대하므로 압축을 해서 전송하는 경우 화상획득기에서 화상 저장기로 가는 데는 문제가 없으나, 각 병동에서 의사가 필요할 때마다 화상을 저장기로부터 호출하는데는 그 속도에 문제 있다. MPACS의 목적에 충분한 정도의 전송속도는 Ethernet의 10배 정도로 알려져 있으며, 최근 활발히 연구되고 있는 optical fiber를 전송매체로 하는 network이 일반화된다면 해결되리라 기대된다.

단지 현 기술수준으로 전송속도의 문제를 해결하는 방안으로 아래의 세가지를 들 수 있다. 화상을 전송함에 있어 digital network뿐 아니라 analog 방식의 video cable을 적절히 사용하는 방법이 그 하나이다. 또한 화상 워크스테이션에 local disk를 활용하는 방법이 그 다음으로 화상 획득기에서 획득된 화상을 화상처리기에서 처리하고, 화상저장기에 저장시켜 둠과 동시에 워크스테이션의 local disk로 옮겨 병동의 의사는 분석하고자 하는 화상을 저장기에서 전송시켜 오지 않고 local disk에서 읽어오게하는 것이다. 이 방식은 화상이 획득된 날로부터 호출하는 시기는 일정 기간내에 있을 확율이 많음을 이용한 것이다. 다음은 좀더 고압축율의 화상압축 알고리즘을 연구해서 구현하는 방법이다. 이 방식에서는 화상에 포함된 정보를 잃지 않게 하는데 유의할 필요가 있다. 의료용화상은 여타의 화상과 달라서 고압축율만이 중요한 것이 아니라 화상내에 있는 환자의 병변에 대한 정보가 매우 중요하므로 알고리듬 연구시에 이점에 주의 해야 한다. 이상의 세가지 방식외에도 progressive image transfer와 같이 전송 속도가 실제로는 느리더라도 그것을 실제로 느끼지 않게 하는 새로운 방식들이 활발히 연구되고 있다.

5-2 화상 저장방식 개선

MPACS의 장점중의 하나가 film을 사용하지 않고, 화상데이타를 디지탈형태로 저장한다는 것인데, 본 연구에서는 화상처리 및 저장기인 VAX750의 DISK와 MT에 화상을 압축하여 저장하였는데, 현재로는 한 병동만의 데이타만을 저장하므로, 현 저장능력으로도 충분하지만, 병원 전체로 확장할 경우에는 용량에 문제가 있다. 최근 대용량의 저장기인 optical disk가 개발되어 일반화 단계에 까지와 있으나, 아직은 WORM(write once read many) 방식으로 속도도 불충분하다. 현재 고속의 read/write 방식의 optical disk가 개발되고 있어 상품화되면 본 연구의 저장기로 가장 적당할 것으로 기대된다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 화상 데이타를 분산저장 및 관리함으로서 각병동의 화상 데이타는 각 병동의 local storage에 저장하는 방식으로 일부 해결하였다.

6. 결 론

본 MPACS는 각종 의료 장비에서 발생되는 의료용 화상을 디지탈화하여, 점차 저렴해 지고 있는 디지탈 기억장치에 저장하므로써, 필름의 처리에 드는 막대한 비용과 인원을 절감할 수 있을 뿐아니라, 입원환자의 화상진단을 하고자 할 때에, 병동에

설치된 화상 워크스테이션에서 근거리 통신망을 통해 화상 및 판독결과를 볼 수 있으므로, 수습의가 직접 필름이나 챠트를 찾으러 다니던 불편을 들 수 있다. 또한 본 시스템은 데이타베이스 언어를 사용하여 프로그램을 작성하고, 사용자의 편의를 최대한으로 반영하였기 때문에 컴퓨터에 대한 전문지식이 없는 의사나 의료기사들도 손쉽게 사용이 가능하다. 즉 워크스테이션에 나타난 메뉴화면을 보고 환자의 등록번호, 검사일자, 검사명 및 의뢰처만 입력시키면 즉시 진단 결과 화상과 판독결과가 동시에 나타난다. 시스템 측면에서 볼 때, 본 시스템은 분산 처리 시스템으로, 시스템의 호스트 컴퓨터에 온라인으로 항상 연결되어 있는 것이 아니라, 필요할 때만 정보를 다운로드해서 화상워크스테이션 자체의 데이타베이스에 보관해서 출력하므로, 호스트의 처리능력에 부담을 주지 않는 장점이 있다. 의료적인 관점에서 볼 때, 본 시스템은 각종 의료장비에서 발생되는 의료용화상을 동시에 재생시켜 놓고 진단하는 소위 총합적인 화상진단을 용이하게 하므로써, 진단의 효율과 정확성을 증대할 수 있다.

의료용 화상의 집중 관리를 통해, 환자의 대기시간을 절감하는 등 의료써비스의 고 품질화가 가능하며, 이러한 전산화는 장래에는 원거리 통신망을 통해 무의촌 보건소에 설치된 화상 워크스테이션에서 전문지식이 없는 보건소 직원이 종합병원의 전문의가 내린 환자에 대한 진단결과를 볼 수 있도록 한다면 전반적인 국민보건의 지대한 향상을 이룰 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

1) Allan I. Edwin, Robert B. Diederich : "*Multi"－Modality image and communication system : design and architecture considerations*", *SPIE. Vol. 454, 1984 ; pp.* 86－90

2) P. Elms, E. Gorkic, D. Gudaitis, A.P. Rothlauf : "*Evaluation of several architecture for PACS systems*", *SPIE, Vol. 536. 1985 ; pp.* 26－36

3) G.R, Lawrance, G.A. Marin, S.E. Navon : "*Hospital PACS*", *SPIE, Vol.* 626, 1986 ; pp. 729－739

4) R.Gilbert Jost, R.L. Hill, G.S. Blaine, J.R. Cox: "*PACS experience as a motivation for a campus picture network*" *SPIE, Vol.626,* 1986 ; pp. 549－756

5) C.F.C. Greinache, D.Fuchs, K. Muller : "*PACS－A topic of the future becomes reality*", *Electromedica Vol. 53,* 1985 ; No.3, pp. 96－103

6) J.R. Perry, R.E. Johnston, E.V Staab, B.G. Thompson, B.C. Yankankas B.C. Brenton : " "*Digital imape display console design issues*", *Proceedings ISMII, IEEE Comp.* 1984 ; pp. 18－22

7) M. Komori, K. Minato, A. Hirakawa etc : "*Electronic Viewbox : An integrated image diagnistic workstation for PACS*"

8) Shih Chung Lo, H.K. Huang : "*Compression of Rediolgical images with* 512, 1024 *and* 2048 *matrix*", *Radiology, Vol.* 161, 1984 ; pp. 519－525

9) G. Robert Lawerence : *ACR/NEMA digital image interface standard (an illustrated protocol overview)*", *SPIE, Vol.* 516, 1985 ; pp. 139－147

10) Y.Wang, G.S Lodwick, J.S.Eielonka etc : "*Overview of ACR/NEMA digital imaging and communication standard*", *SPIE, Vol.* 536, 1985 ; pp. 132－138

11) D.K. Guru Pavasad : "*A hierarchical storage and imaging display system for PACS*", *SPIE, Vol.* 454, 1984 ; pp. 99－102

12) H.G. Rutherfork, A. Reese, Ilm, Glay, P.J. Ziona : "*The role of an image processing realtime digital disk in a PACS system*" *Proceedings ISMII, IEEE Comp.*, 1984 ; pp. 54－56

13) C. Stockbridger, C.E. Ravin : "*Phased implementation of AT & PACS at Duke University medical center*", *SPIE, Vol.* 626. 1986 ; pp. 570－573

14) S.S. Hedge, A.O. Gale, J.A. Gianta : "*AT & T PACS architecture*", *SPIE, Vol.* 626. 1986 ; pp. 618－625

15) M.J, Gray, H. Ruther Ford : "*Functional specification of a useful digital multimodality*

image workstation", *Proceedings ISMII, IEEE Comp.*, 1984 ; pp. 8－12

16) S.K.Mun, P.Choke, A. Fuevihnckx, P.Wang. F.Fahey etc : "*Developemnt of PACS at Goergepetown University Radiology department*", *SPIE, Vol.* 516, 1985, pp. 229－236

17) C.FC. Greinacher, E.Bach, K. Muller, K. Patzelt : "*A realistic approach to evaluating digital imaging systems*", *SPIE, Vol.* 454, 1984 ; pp. 229－236

18) H.K. Huang, N.J. Mankovich, Z. Barbaric, H. Kanganloo etc : "*Design and implementation of multiple digital viewing stations*", *SPIE, Vol.* 418, 1983 ; pp. 189－197

19) I. Okabe, K, Sato : "*Experimental systems for diagnostic image mangement*", *SPIE, Vol.* 536, 1985, pp. 199－204

20) D. Ouimette, S. Nudelman, G.Ramsby, F.Speakman : "*A total information management system for all medical images*", *SPIE, Vol.* 536, 1985 ; pp. 206－213

21) Carey Mann : "*The implementation of a commercially available PACS through distributed processing*", *Proceedings ISMII*, 1984, *IEEE Comp.* ; pp. 46－51

22) N. Ahmed, T. Natarajan, K.R. Rao : "*Discrete cosine transform*" *IEEE Trans. Comp. C*-23, pp. 90－93, 1974