

보건의료분야에서의 멀티미디어 응용

박 현 옥, 최 형 식*

(한국과학기술원 정보 및 통신공학과, *메디칼 인터페이스)

□ 차 례 □

- | | |
|--|-----------------------|
| I. 기존 병원에서의 의료정보관리 | IV. 차세대 멀티미디어 응용시스템 예 |
| II. Picture Archiving and Communication System(PACS) | V. 멀티미디어 응용의 문제점 |
| III. 원격의료 | VI. 결 론 |

멀티미디어의 등장으로 기존의 텍스트와 그래픽스, 음성, 오디오, 영상, 비디오등의 모든 정보를 디지털정보화 하고, 이 모든 정보를 컴퓨터를 이용하여 저장, 처리, 전송하게 되었다. 특히, 영상과 비디오정보를 컴퓨터를 이용하여 처리하고 관리하는 개념은 지금까지 영상정보를 많이 취급해오고 있던 의료분야에 큰 개념의 변경과 업무의 변화를 요구하게 되었다. 또한 다양한 그래픽스 데이터가 많이 이용되고, 기술의 발달에 따라 많은 진단용 의료장비들이 개발됨으로서 의료정보의 양은 날로 증가하고 있으며, 환자들의 의식이 개화되감으로 인해 의료분쟁의 가능성 또한 증가하고 있다. 따라서 의료정보의 관리는 그만큼 중요하게 되고, 일반 사무실용의 정보전산화와 구별되고 있다.

자동차를 비롯한 교통의 발달은 공간적인 거리를 단축하는데 많은 기여를 하여 많은 사람이 대도시의 현대식 의료혜택을 받을 수 있게 하였다. 하지만 인간의 갈망은 더 빠르고 우수한 의료혜택을 필요로 하고 있다. 이의 해결은 보다 발달된 통신기술을 활용하여 원격진단과 원격수술등의 첨단 멀티미디어의 활용으로 가까운 미래에 가능하게 될것이다.

이 논문에서는 기존의 병원에서 활용하고 있는 정보의 종류와 처리방법에 대해서 설명하고, 이러한 정보들을 디지털화 하여 멀티미디어 정보시스템을 활

용한 의료시스템에 대하여 소개한다. 또한 지금은 연구단계지만 곧 실현이 될것으로 기대되는 의료용 멀티미디어 시스템에 대해서 간단히 언급을 하고 끝으로 멀티미디어를 의료분야에 응용할 때 발생하는 문제점에 대해 정리하고 결론을 맺기로 한다.

I. 기존 병원에서의 의료정보관리

오늘날 종합병원정보시스템의 주종은 이른바 처방전달 시스템(Order entry system)으로서 문자정보를 처리하는데 그치고 있다. 그러나 병원내에서 발생하는 정보는 환자나 검사및 질병 그리고 수가및 보험에 관련된 문자 정보 뿐만 아니라, X-ray, CT, MR등의 방사선과 영상과 현미경사진, 피부변화, 수술및 외상 사진등 많은 영상들이 사용되고 있다. 또한 심장박음, 호흡음, 태아음, 혈류흐름등의 청진을 통한 많은 음성들이 진료에 이용되나 이를 기록으로 관리하는데 있어 많은 어려움이 있다. 따라서 미래 병원정보 시스템은 이러한 문자, 음성, 영상들을 모두 포괄적으로 처리하는 멀티미디어 시스템이 도입되어야만 가능하다고 본다.

의료영상분야를 중점적으로 살펴보면, 의료진단 시스템의 발달에 따라 일차원 신호를 이용한 진단 뿐만 아니라 이차원 이상의 다차원 영상정보가 의료진단

에 큰 역할을 하게 되었다. 지금까지 이 영상정보는 X-Ray 필름에 기록되어 View Box나 Alternator를 통하여 판독이 되어 왔고 판독된 필름은 창고에 저장되어 다음에 언제든지 찾아 볼 수 있도록 하고 있다.

대표적인 의료진단시스템으로는 X-ray, CT, MRI, 초음파시스템, 방사성 동위원소를 이용한 단층촬영, 등이며, 여기서 얻어지는 영상은 컴퓨터에 의해 복원된 디지털 영상과 X-ray와 같은 아날로그 영상이 있다. 이 의료진단영상 촬영은 각 전공의 의사 요구를 받아 기사들에 의해 실시된후에 X-ray 필름에 기록되어 환자의 파일에 들어간다. 환자파일에 들어 있는 X-ray 필름은 대개 레지던트들에 의해 Alternator라는 View Station에 설치된 후에 진단방사선과 의사들에 의해 판독이 된다. 이때 판독의 결과는 음성으로 녹음이 되어 전문 Typist에게 전달되어 문서로서 프린트되고 판독의사의 확인을 거친 후, 검사를 의뢰한 의사에게 전달되어 검사결과가 환자에게 알려진다. 그후 X-ray 필름과 판독결과는 창고에 저장된다. 이처럼 처음에 의사에 의해 촬영이 요구되고 나서 부터, 그 결과가 환자에게 전달되는데 약 1주일 이상의 기간이 소요된다. 이러한 촬영에서 부터 판독 까지 긴 기간은

환자의 입원 일자를 늘리는 결과를 초래하고, 결국 환자의 불편과 병원의 수입에도 영향을 주게 된다.

X-ray 필름을 이용한 의료영상 진단에서 고려되는 문제점으로, 필름을 저장하고 찾는데 소요되는 인력과 저장창고의 확보, 필름 소모비 등을 들 수 있다. 약 1000 병상을 가지고 있는 국내 대학병원을 예로 들면 필름저장을 위하여 매년 약 32평이 필요하게 되며 매일 평균 6.45명의 수련의들이 필름을 찾는데 약 48분을 소모하고 있는것으로 조사되었다. [1] 필름 소모비로는 국내 1000 병상 규모의 대학병원이 91년에 약 5억원을 사용하였고, 미국의 경우 350 병상 규모의 대학병원에서 약 7십만불을 매년 사용하고 있다. [2] 또한 필름은 원본이 오직 한장만 존재하므로 여러사람이 보기위해선 원본으로부터 복사를 하여야한다. 이때 복사본은 원본에 비해 영상의 질이 떨어지므로 진단에 영향을 줄 수 있으며, 원본을 분실하였을 경우 재촬영이 필요하여 예산상으로도 환자에게 부담이 증가하게 된다. 이와같은 여러 문제들은 진단방사선과 의사가 신속한 진단을 하는데 영향을 주어 결국 환자가 병원에 체류하는 시간을 연장하게 된다.

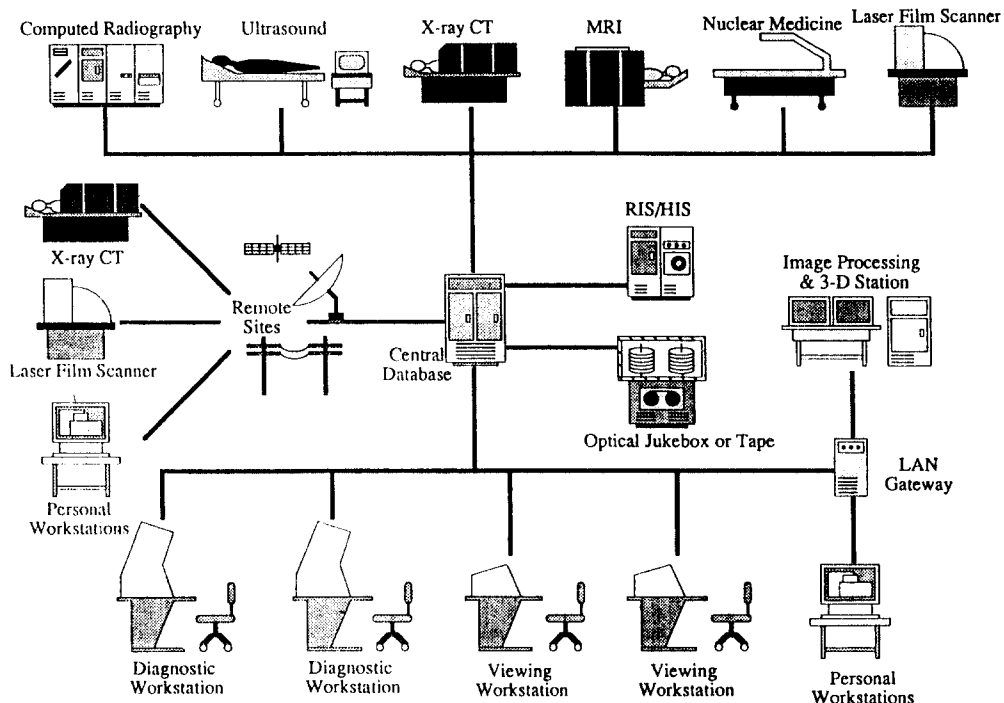


Fig. 1. A schematic diagram showing major PACS components and connections

II. Picture Archiving and Communication System (PACS)

X-ray 필름을 기본으로 하는 영상의료진단의 문제점들을 해결하기 위하여 제안된 시스템이 Picture Archiving and Communications Systems 즉 약자로 PACS이다. 그림1에 보여준 PACS 개념도에서 알 수 있는 것과 같이 PACS는 빠른 Network으로 연결된 컴퓨터 시스템이다. PACS는 원본과 동일한 여러개의 복사본이 존재할 수 있도록 하며, 여러 장소에서 동시에 같은 영상을 PACS의 워크스테이션을 통해 볼 수 있다. 특히 영상의 분실을 거의 없앨 수 있으며 궁극적으로 필름 소모비를 없앨 수 있게 한다. 필름을 저장하는데 소요되는 공간에 비해 극히 적은 위치를 차지하는 PACS 설치 공간만 필요하여 소요 공간을 줄일 수 있으며, 기존 필름을 이용하여 할 수 없는 영상처리와 영상 질의 향상, 컴퓨터를 이용한 진단, 등을 PACS 워크스테이션 또는 Gateway를 통한 외부 컴퓨터를 이용하여 할 수 있다. 또한 전화선이나 전용선을 이용하여 의료영상을 다른 병원으로 신속히 전송할 수 있어서 대형 병원과 소형 병원간의 협력에 의해 전문가의 정확한 진단을 기대할 수 있게 된다. 이러한 시스템을 특히 Teleradiology라고 한다.

미국의 MDIS(Medical Diagnostic Imaging Support) Project에 의해 Madigan 육군병원 등 몇몇 군병원에 병원 전체 PACS를 단계별로 설치하여 사용하고 있다. [3] 병원 일부에서 이용하는 PACS는 미국 일본 등의 대학병원 등에서 80년대 중반부터 연구 개발하여 활용하고 있다.

대형병원 전체에서 활용할 수 있는 PACS는 빠른 Network을 통한 거의 실시간의 영상 전송과 고해상 Display가 이루어 져야 하며, 동시에 많은 사용자가 시스템을 사용할 때에 영상 전송 속도 등의 성능이 크게 저하되어서는 안된다. 여기에 필요한 기술, 즉 고해상 Display 시스템, 빠른 Network, 양질의 영상 획득 시스템, 대용량 고속 데이터 저장 장치 등의 기술이 대형 PACS에 이용할 수 있는 수준이 되고 있으며, 그 가격도 수요의 증가와 기술의 발달에 따라 하락한 것으로 기대된다. 여기서는 PACS의 여러 요소와 기능에 대해서 간단히 알아보기로 한다.

2.1 영상 Display

PACS는 X-ray 필름을 이용하는 시스템을 대신하기 위한 새로운 컴퓨터 시스템이므로 필름을 이용하는 진단시스템보다 모든 면에서 우수하거나 최소한 비

슷하여야 기존의 것을 성공적으로 대체 할 수 있게 된다. 특히 여러가지 면에서 PACS가 장점을 가지고 있다 하여도 진단의 정확도나 진단의 효율에 있어서 기존의 필름 시스템에 비하여 성능이 떨어진다면 성공적인 PACS가 되기 힘들다.

의료영상의 크기는 영상시스템의 종류에 따라 다르다. X-ray CT의 경우 512 x 512가 대부분이며, MRI와 초음파 영상의 경우 256 x 256 이 주로 이용된다. 핵의학 영상의 경우 그 해상도가 떨어지므로 64 x 64에서 256 x 256 정도의 저해상도 영상으로 충분하다. Contrast 해상도는 MRI와 CT는 Pixel당 12bit나 경우에 따라 16bit가 쓰이며, 초음파나 핵의학 영상은 8bit가 일반적이다. 의료영상 진단에서 가장 많은 부분을 차지하는 일반 X-ray 영상은 CR(Computed Radiography) 또는 Laser Scanner로 디지털 데이터화 하는데 필요한 해상도가 약 2000 x 2000이며 Contrast는 12bit이다. X-ray 영상을 2000 x 2000으로 디지털화 하였을 때, Mammography와 같이 초고해상도를 필요로 하는 경우를 제외 하고는 필름을 통한 판독과 워크스테이션을 통한 판독의 정확도가 비슷하다. [4]

각 임상 Study 마다 촬영한 영상의 장 수가 차이가 있으므로 Study 당 영상 데이터의 양을 정의하기는 어렵지만 대체로 5~20 MByte 정도의 데이터가 한 Study에 해당 한다. 이는 일반 X-ray의 경우 2~4장을 촬영하고 MRI나 CT는 10~100장 경우에 따라 100장 이상도 촬영한다고 하였을 때 얻어지는 결과이다. 의료영상의 Format이나 의료영상에 포함되어야 할 정보 (환자에 대한 정보, 진단시스템에 대한 정보 등)의 종류 및 Format에 대한 표준안을 ACR-NEMA(the American College of Radiology and the National Electrical Manufacturers Association)에서 준비하여 모든 의료진단 시스템과 PACS에서 사용하도록 하고 있다. [5]

영상의 Display에서 가장 중요한 것이 해상도이다. MRI나 CT와 같이 영상시스템으로부터 디지털 영상이 얻어질 경우는 얻어진 영상을 원래대로 Display할 수 있으면 된다. MRI와 CT의 필요한 해상도는 512 x 512 이하 이므로 대부분 Display시스템에서 문제가 없다. 원래의 영상을 Analog 상태의 신호로부터 X-ray 필름에 저장하는 일반 X-ray의 경우 필름에 수록되는 영상의 해상도가 현재 가능한 Digitize 기술을 초과하므로 영상의 종류와 용도에 따라 디지털 영상의 해상도를 결정하여야 한다. X-ray 영상은 고해상도가 필요치 않은 경우 1k 즉 1000 x 1000 pixel의 일반 해상도로 Digitize되고 고해상도의 경우 2k 즉 2000 x 2000

pixel로 Digitize된다. Mammography와 같이 특별한 경우 4000 x 4000 정도의 해상도가 필요한 것으로 제한되고 있지만 4k Monitor가 아직 고가이며 PACS에 쓰이는 것은 아직 시간이 필요하다.

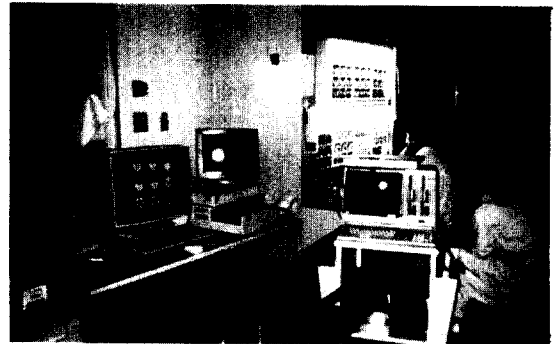
X-ray 영상을 Digitize하는데 필요한 해상도에 대한 연구가 많이 실행되어 왔으며 특히 필름을 통한 판독과, Digitize하여 Monitor에 Display해서 판독한 결과를 비교하는 ROC(Receiver-Operating Characteristic) 연구가 수행되어 Monitor의 해상도에 대한 요구 정의에 도움이 되었다. [6, 7] 이 연구들의 결과에 의하면 일반 X-ray 필름을 통한 판독의 정확도와 비슷한 판독을 위해서는 최소한 2k 해상도의 Monitor가 필요하며 필름도 2k x 2k 이상으로 Digitize 되어야 한다. 1k Monitor의 경우는 2k 영상을 원래의 해상도대로 Zoom하여 Display 할 수 있어야 한다.

Monitor의 스크린 크기는 기존의 X-ray 필름 크기와 차이가 크지않고 여러 영상을 한 스크린에 Display하여 비교할 수 있도록 19 인치 이상이 바람직하다. 스크린의 밝기도 사용자의 피로도나 판독의 정확도, 주위의 조명 등을 고려하여 정해져야 한다. 현재 X-ray 필름을 판독할 때 사용하는 View Box나 Alternator의 밝기는 200~400 foot-Lamberts로 일반 워크스테이션의 스크린 밝기인 20~30 foot-Lamberts에 비하여 크게 차이가 있다. Monitor의 경우 밝기를 너무 높일 경우 Monitor의 수명이 단축되므로 이에 대한 연구개발이 진행되고 있다. 주위의 조명을 조절하였을때 정확한 판독을 할 수 있고 현재의 기술수준이 고려된 밝기로 최소한 60 foot-Lamberts의 Monitor가 필요하다. [8]

X-ray 영상이나 MRI, CT 영상들의 Contrast 해상도는 10~12 bit (즉 1024~4096 Level)이다. Monitor가 Display가능한 Contrast 해상도는 8 bit (즉 256 Level)이 가장 일반적이며, 이 정도가 실제 Monitor를 통해 구별할 수 있는 범위를 포함한다. Monitor로 Display 가능한 256 Level로서 1024 또는 4096 Level의 영상이 갖는 모든 정보를 정확히 보여주기 위하여 Contrast와 밝기를 실시간에 조절할 수 있는 기능인 Window/Level이 가능하여야 한다.

필름을 이용하여 판독을 할 때 한장의 필름만으로 모든 정보를 알 수 없으므로 한 환자에게서 촬영한 여러장의 필름을 함께 비교 검토하여 판독한다. 또 경우에 따라서는 다른 환자의 필름을 참고로 하는 경우도 있다. 그래서 View Box와 Alternator는 필름을 4~8장을 동시에 볼 수 있도록 설계되어 있다. 이러한 기

존의 기능을 만족시키기 위하여 하나의 워크스테이션에 Monitor가 4~8개가 설치 되어야 한다. 이때 여러개의 Monitor 들은 하나의 통일된 User Interface에 의해 제어될 수 있어야 하며, 대부분의 필름이 세로축이 긴쪽이 되게 촬영이 되므로 Monitor도 일반적인 경우와는 달리 "Portrait" 모양이어야 한다. 여러개의 Monitor를 설치할 때, 각 Monitor의 특성, 즉 스크린의 밝기, Color 특성, Phosphor의 시간 특성 등이 모두 일치하여야 정확한 판독에 영향을 미치지 않는다. 또한 Monitor 가장자리의 두께가 얇아서 스크린과 스크린 사이의 거리가 가까워야 여러개의 스크린에 걸쳐 하나의 큰 영상을 Zoom 하여 Display 할 때 크게 어색하지 않게 된다.



(a)



(b)

그림 2. 방사선과 판독실과 PACS용 워크스테이션

그림 2(a)는 80년대 후반에 일본에서 가장 먼저 PACS를 개발하여 실제 임상에 응용한 홋카이도 대학병원의 방사선과 판독실 사진이다. 이 사진의 오른쪽에 있는 전경은 Alternator에 X-ray 필름을 8장 설치하

여 의사들이 판독을 하는 기존의 방사선과 판독 장면이다. 이 사진의 왼편에 있는 두개의 모니터는 의료영상 디스플레이용의 워크스테이션인데 초기의 시스템이라서 디스플레이 속도가 느리고 해상도가 떨어져서 자주 사용하지 않고 있다. 그림 2(b)는 최근에 개발된 PACS의 진단용 워크스테이션으로 디스플레이 속도와 해상도(각 모니터 당 2kx2k)가 우수하여 실제 임상에 사용하고 있다. 따라서 Alternator를 통한 X-ray 필름 판독은 이 진단용 워크스테이션에 의하여 완전히 대체되는 셈이다. 그림 2(b)에서 보이는 것처럼 인간공학적 측면도 많이 고려가 되어 있다.

스크린의 크기가 키치고 동시에 한 사용자가 보는 스크린의 갯수가 많아짐에 따라 Monitor의 깜박거림 현상이 눈에 잘 인지되게 된다. 이는 눈의 중심보다는 외곽부분이 움직임에 민감한 사실과 관련이 있다. TV는 60Hz (Interlaced)로서 실제로는 30Hz 에 해당한다고 할 수 있다. 또한 일반 워크스테이션은 60Hz (Noninterlaced) 여서 TV에 비하여 깜박거림을 훨씬 적게 느끼게 된다. 진단용 워크스테이션은 Monitor의 갯수가 많아지므로 70Hz이상의 스크린 Refresh가 되어야 깜박거림을 느끼지않게 하여 눈의 피로를 줄일 수 있다.

여러개의 Monitor에 영상을 Display 하는데 소요되는 시간은 첫번째 Monitor에 영상이 Display되는 것은 2초 이내에, 그 다음번째 Monitor부터는 각 1초 이내에 Display 되어야 판독의 효율을 떨어뜨리지 않게 된다. [9] 2k Monitor에 영상을 Display 하려면 6MBytes (pixel 당 12 bit 일 때)의 데이터를 Disk나 Network을 통해 읽어와야 한다. 이는 현재 일반적으로 사용하는 Hard Disk를 사용하여서는 불가능하며 RAID (Redundance Array of Inexpensive Disks)와 같은 Parallel Disks를 이용하여야 한다. Network을 이용하여 데이터를 전송하여 올 때도 최소한 100 Mbps 이상의 Optical Fiber Network이 활용되어야 한다.

2.2 영상데이터의 저장

PACS의 Network 속도와 판독하고자 하는 의료영상의 크기에 따라 워크스테이션이 갖추어야 할 Memory와 Disk의 용량이 결정된다. 예를 들어 Network의 속도가 느린 경우에는 한 워크스테이션에서 하루에 판독하고자 하는 모든 영상을 시스템을 사용하지 않는 밤 시간에 그 워크스테이션의 Disk에 미리 옮겨 놓아야 다음날 Network을 통하지 않고 그 워크스테이션 자체만으로 판독을 수행할 수 있다. 반대로 Network

의 속도가 충분히 빠르면 워크스테이션의 자체 Disk가 없어도 중앙저장장치에서 Network을 통하여 판독시 필요한 때마다 영상데이터를 전송하여 올 수 있다. 이때 Network의 속도는 앞에서 말한 영상 Display 속도를 만족시킬 수 있어야 하며, 또한 여러 사용자가 동시에 사용할 경우도 고려되어 Network이 설계되어야 한다.

Network의 속도가 느릴 때, 진단용 워크스테이션에 설치되어야 할 Disk의 용량은 최소한 그 워크스테이션으로 부터 하루에 판독할 수 있는 영상을 저장할 수 있어야 하므로 약 500~1000 MBytes 정도는 갖추어야 하며 이 자체 Disk도 속도가 빨라야 하므로 Parallel Disk가 이용되는 것이 바람직하다. 이때 느린 Network을 사용하고 자체 Disk를 사용하는 시스템과 빠른 Network을 사용하며 자체 Disk를 갖지 않는 시스템에 대한 성능 및 소요 비용에 대한 비교는 시스템 설계시 이루어 져야 한다. [10]

한 Study의 영상 데이터 양이 5~20 MBytes에 해당하므로, 판독할 때 많게는 약 세개의 Study를 비교하면서 판독할 수 있게 하려면, 40~60 MBytes의 고속 Memory가 필요하다. 이때 세 Study의 영상들은 실시간에 서로 바뀌어 Display가 될 수 있을 만큼 신속히 Display 되어야 하므로 Display에 1초 이상이 소요되는 Disk 보다는 반도체 Memory가 이용되어야 한다.

2.3 영상 처리

기존의 X ray 필름을 이용한 판독과 비교하여 가장 큰 PACS의 장점이 영상처리를 자유롭게 쉽게 할 수 있다는 점이다. 주로 판독에 이용될 수 있는 영상처리는 비교적 간단한 것 들이며 3차원 영상 구성이나 영상 인식과 같은 복잡한 영상 처리는 특정 워크스테이션에서만 실행될 수 있으면 된다. PACS 워크스테이션에 필요한 영상 처리 기능을 정리하면 다음과 같다.

밝기 및 Contrast 조절 (Window/Level) : X-ray 필름이 수록할 수 있는 넓은 Dynamic Range를 8 bit 만으로 스크린에 정확히 Display 할 수 없다. 또한 어느 국한된 Contrast 부분을 확대하여 정확히 보기 위해선 새로 촬영을 하거나 필름을 다시 현상하여야 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 스크린의 밝기와 Contrast를 쉽고 빠르게 바꿀 수 있게 해야 한다. 이러한 기능을 Window/Level 기능이라 하며, Display 하고자 하는 Contrast의 범위를 Window라 하고 이 때 영상의 전체 밝기를 조절하는 것이 Level이다. 이 기능은 영상의 판독 시 가장 많이 사용할 기능이며 사용자의

조절에 따라 실시간에 실행되어야 한다. 많은 영상 데이터가 10~12 bit 의 Contrast 해상도를 가지고 있으며 워크스테이션은 8 bit 만 Display가 가능하므로, 영상이 처음 Display될 때 10 bit나 12 bit 중에서 Display될 8 bit에 대한 정리가 이루어져야 한다. 일반적으로 이에 대한 Default Window/Level 값은 영상의 종류에 따라 미리 정해져 있으며 필요에 따라 Default 값을 다시 정의할 수 있어야 한다.

확대 및 축소 (Zoom): 영상을 크게 보고자 할 때나, 영상의 크기가 스크린의 크기에 비하여 클 때 또는 여러 영상들을 한 스크린에 Display 하고자 할 때에 영상의 확대 및 축소 기능이 필요하다. 일반적으로 2배나 3배와 같이 정수배 만큼 확대하거나 정수의 역수배로 축소하는 것이 시스템 구현시 간단하여 쉽고 빠르게 구현이 가능하다. 확대할 경우 대개 2가지 방법을 사용할 수 있는데, 예를 들어 2배로 확대할 때 가로축으로는 한 Pixel을 두번씩 중복하여 Display하고 세로축으로는 한줄을 복사하여 두줄에 Display하는 0-차 보간법(Zeroth Order Interpolation) 과 두 Pixel의 중간 값을 취하여 두 Pixel 사이 마다 새로운 값을 Display하는 1-차 보간법(First Order Interpolation)이 쓰인다. 0-차 보간법이 구현하기는 간단 하지만 1-차 보간법이 영상의 질에 있어서 우수하다. 특히, 확대율이 4배나 8배와 같이 클 때에 0-차 보간법에 의한 확대 영상에서는 Pixel의 비연속성이 눈에 띈다. 특별한 경우 정수배가 아닌 소숫점 확대, 즉 1.3배 확대나 0.7배로의 축소와 같은 기능이 필요할 수 있는데 이를 실시간에 수행하기 위해선 특별한 구조의 Hardware가 필요하게 된다. 영상의 크기가 Display 하고자 하는 스크린의 크기보다 클 경우는 스크린에 Display된 영상의 위치를 쉽게 움직일 수 있어야 한다. 이러한 기능을 Roam이라고 한다. Roam은 확대된 영상이나 고해상도 영상을 Display 하였을 때, 보고자 하는 부분이 스크린의 중앙에 올 수 있도록 움직일 때 사용하는 기능이며, 실시간에 수행되어야 한다.

영상의 방향 조절: 촬영시 방향이 바뀌었다거나 위아래가 바뀌었을 경우 이를 수정할 수 있게 워크스테이션에서 영상의 좌/우, 위/아래를 바꾸거나 90도씩 좌/우로 회전을 하는 기능이 있어야 한다. 또한 수정된 영상의 방향이 기록될 수 있어서 다음에 다시 영상을 Display 하였을 때 정상적으로 Display 되도록 한다.

디지털 확대경: 사용자가 크기를 정의할 수 있는 정사각형이나 원 모양의 디지털 확대경 기능을 갖추어 이 원이나 사각형 내의 영상은 2배 또는 4배로 확

대된 영상을 Display하게 한다. 이 때 확대경의 위치는 Roam 기능을 가능케 하여 자유롭게 필요한 부분으로 움직일 수 있어야 한다. 3.2절의 확대 및 축소 기능과 다른점은 영상의 전체가 아닌 일부인 확대경이 위치한 부분만 확대를 하는 점이다.

영상의 통계 측정: 사용자가 정의한 위치나 부위 즉 ROI (Region of Interest)에 대한 통계값을 구하거나 이를 그래프로 그릴 수 있어야 한다. 워크스테이션이 갖추어야 할 측정기능을 다음과 같이 정리하였다. i)두 점 사이의 거리: 거리에 대한 단위는 사용자가 주거나 Default값을 취한다. ii)두 선 사이의 각도.

ROI에 대한 평균값, 표준 편차, Pixel 수, Histogram, 가장자리 길이, 장축, 단축, 방향 등. iv)사각형과 원, 타원, 사용자가 그리는 임의의 모양으로 된 ROI 설정 가능

3차원 영상화: 3차원 물체를 2차원 Monitor를 통하여 보면, 정보의 부족으로 인하여 정확한 실제의 정보를 상상하기가 어려울 때가 있다. 예를 들어 수술을 한다거나 방사선 치료를 하려고 할 때, 2차원 영상들만으로 환자의 몸 속에 있는 병소의 위치나 모양을 정확하게 3차원으로 유추하기가 쉽지 않다. CT 영상과 MRI와 같은 여러 단층촬영 영상을 이용하여 3차원 영상을 재구성하고 이 재구성된 3차원 정보를 Monitor에 Display 할 수 있다면 수술이나 방사선 치료를 위한 계획을 세울 때 효율적으로 활용될 수 있다. Monitor에 3차원으로 보이게 하는 방법으로 두가지가 있는데, 첫째로 물체의 표면만을 재구성하여 3차원 그래픽스 기법을 이용하여 실제 우리가 3차원 물체를 보는 것 처럼 보여주는 방법이다. 이를 Surface Rendering이라고 하며, 다른 방법으로 물체의 표면 뿐만 아니라 전체 3차원의 정보를 보여주는 방법으로 배속의 창자가 들여다 보이는 투명한 물고기를 보는 것과 같이 물체의 표면과 내부의 조직이 다 보이게 하는 Volume Rendering이라고 하는 방법이 있다.

동영상화 (Cine Viewing): 심장과 같이 주기적으로 움직이는 부위는 어느 한 순간에 촬영된 정지 영상 정보 보다, 움직이는 정보가 진단에 더 많은 도움을 줄 수 있다. MRI로 부터 심장 부위의 Cine 영상을 얻었을 때 이를 주기적으로 동영상화 하여 움직이는 모습을 보여주는 기능이 Cine Viewing 이다. 이 기능을 활용하여 여러장의 단층영상을 동영상으로 볼 수도 있다. 이 기능을 구현하기 위하여 워크스테이션의 Display 시스템은 1초에 약 30장의 영상을 스크린의 같은 위치에 Display하여 움직임을 구현시킨다. 영상

의 크기가 512 x 512 이고 각 Pixel이 12bit로 되어 있다면 1초에 11.25 MBytes의 영상 데이터가 Display되는 셈이다.

기타: 영상에 너무 잡음이 많거나 영상의 섬세한 변화를 강조하여 보기 위하여 Filtering과 같은 기능이 필요하다. 의료 영상에서 섬세한 부위를 강조하면서 동시에 잡음을 크게하지 않는 방법으로 Unsharp Masking이라는 Filter를 많이 사용한다. 그 밖에 Histogram Equalization, Segmentation 등 복잡한 영상처리 기법들이 의료영상에 적용될 수 있으나 실제 의료 진단에 이용되는 경우가 많지 않으므로 많은 PACS 워크스테이션 중에서 특정 몇개 만 이러한 기능을 구현하면 된다. 의료 영상들이 PACS에 의해 처리됨으로써 가능하게 되는 분야로 컴퓨터를 이용한 진단(Computer Aided Diagnosis)이다. 이 분야는 현재 많은 연구가 진행되고 있으며 여러가지 알고리즘들이 소개되고 있다. 이 기능은 대체로 고성능 워크스테이션에 구현되어 PACS와 Network으로 연결되어 영상 데이터 및 진단 정보를 공유할 수 있도록 하면 앞으로 PACS의 발전에 크게 기여할 것으로 보인다.

2.4 영상 데이터의 압축/복원

PACS는 영상 데이터를 획득, 전송, 저장, Display 하는 시스템이다. 이 시스템의 실제 구현에 가장 어려운 점은 영상 데이터의 양이 너무 많아서 전송이나 저장하는데 시간이 너무 많이 소모되고 저장장치도 많이 필요한 점이다. 전자공학을 비롯한 모든 분야의 발전에 따라 보다 빠르고 대용량을 수용할 수 있는 Network과 Parallel Optical Disk와 같은 저장장치가 개발되고 있다. 하지만 이러한 발전은 급증하는 정보의 양과 신속한 결과를 원하는 사용자의 욕구를 수용할 만큼 충분하지는 않다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 여러가지 방법의 영상 데이터 압축 기법이 PACS에 적용될 수 있다. Disk에 영상을 저장할 때 압축된 상태로 보관한다면 같은 Disk에 더 많은 영상을 저장할 수 있으며 한장의 영상을 Disk에 쓰거나 읽는데 시간이 절약된다. 특히 Network을 통하여 영상 데이터가 전송될 때 압축 데이터를 이용하면 전송 시간을 줄일 수 있다. 압축된 데이터는 Monitor에 Display되기 위하여 원래의 영상으로 복원되어야 하는데 이때 복원하는데 걸리는 시간이 너무 길면 Network으로 전송하거나 Disk에서 읽을 때 절약된 시간을 회생하게 되어 영상압축을 사용하는데 큰 장점을 잃게 된다. 따라서 영상의 압축과

복원은 실시간에 실행될 수 있도록 구현이 간단한 알고리즘을 이용하고 또한 Hardware로 구현이 되어 워크스테이션의 다른 프로세서에 영향을 주지 않도록 해야 한다. 다른 PACS나 의료영상 시스템들과 서로 압축된 영상데이터를 교환할 수 있기 위해서 압축 및 복원에 대한 표준안의 결정이 필요하다.

의료 영상 압축에 사용되는 방법을 크게 분류하면 무손실 압축 (Lossless Compression)과 손실 압축 (Lossy Compression)으로 나눌 수 있는데 이에 대해 각각 기능을 설명하면 다음과 같다. [11]

무손실 압축 (Lossless Compression): 의료 영상은 영상의 섬세한 변화로부터 진단을 위한 결정을 내리게 되므로, 영상 압축으로 인하여 영상 정보가 틀려짐으로서 판독에 오류가 생기지 않아야 한다. 무손실 압축은 데이터의 정보를 잃지 않고 데이터의 양을 줄이는 방법이므로 의료영상을 압축하는데 적합한 방법이다. 다만, 데이터의 압축비가 높지 않아 (일반적으로 2:1 에서 3:1 이하임) 높은 압축률을 요구하는 분야에는 사용치 못한다. 영상을 X-ray나 MRI, CT 등 영상시스템으로부터 얻어서 PACS의 저장장치에 저장할 때 무손실 압축을 하여 저장하고 워크스테이션에 Display 할 때 원래 영상으로 복원한다. 이때 모든 영상 압축 및 복원은 실시간에 구현되어야 한다. 무손실 압축에 이용되는 알고리즘들은 Huffman Coding과 Arithmetic Coding으로 대표되는 Entropy Coding, DPCM (Difference Pulse Code Modulation), Run-Length Coding 등이 있다.

손실 압축 (Lossy Compression): 이 방법은 데이터의 양을 크게 줄일 수 있으나 압축률에 비례하여 데이터의 정보를 잃는다. 손실 압축을 의료 영상에 적용할 때 영상의 판독에 영향을 미치지 않도록 하여야 하므로 높은 압축률로 압축할 수는 없으며 일반적으로 10:1 정도를 사용할 수 있는 것으로 연구되고 있다. [12] 이상적인 방법은 진단방사선과 의사의 판독이 이루어 질 때까지는 손실 압축을 적용하지 않고 무손실 압축만을 이용하며, 판독이 끝난 후 영상을 장기간 보관해 두기 위하여 Optical Disk나 Magnetic Tape에 보관 할 때 손실 압축을 이용하여 X-ray 영상은 10:1 정도, MRI나 CT 영상은 5:1 정도로 데이터 양을 줄인다. 손실 압축이나 복원은 실시간에 구현이 되지 않아도 판독에 지장을 주지 않으므로 Hardware로의 구현이 필수적이지는 않지만, 많은 장수의 영상을 압축하여야 하므로 빠른 속도의 구현이 가능한 알고리즘의 개발이 필요하다. 손실 압축의 경우 압축률

과 압축 방법이 최적화 되어 가능한 모든 판독에 관련된 정보를 잃지 않도록 ROC 연구가 선행되어야 한다. 주로 사용되는 알고리즘으로 DCT를 비롯한 Transform Coding, Quantization, Vector Quantization, Subband Coding 등이 있다.

2.5 User Interface

아무리 시스템의 속도가 빠르고 많은 기능을 가지고 있어도 사용자가 사용하지 않으면 쓸모가 없는 시스템이 된다. 이러한 관점에서 PACS 워크스테이션의 User Interface는 컴퓨터를 모르는 사용자도 쉽게 배우고 사용할 수 있도록 설계가 되어야 한다. 대부분의 기능들을 구현시킬 때 Key Board를 사용하는 것 보다는 Mouse나 Trackball을 사용하여 그래픽으로 처리된 메뉴를 선택하는 방식으로 사용할 수 있어야 한다. 현재 진행 중인 Process를 저장하였다 다른 일을 수행한 후에 다시 저장된 Process를 불러 계속 진행할 수 있는 기능이 있어야 의사가 판독 중에 다른의사의 Consulting에 응할 수 있게 된다. PACS 워크스테이션에서 고려되어야 할 User Interface에 대하여 정리하면 다음과 같다.

Logon과 Logoff: 아무나 워크스테이션을 이용할 수 없게 하기 위하여 등록된 사용자만 User Name과 Password를 이용하여 시스템에 들어 올 수 있게 한다. 또한 시스템을 사용하다 일정 시간 동안 시스템을 사용하지 않을 경우는 자동으로 워크스테이션이 Logout 되어야 시스템에 등록되지 않은 사용자가 시스템을 사용하는 것을 방지할 수 있다. 이 때 수행 도중이었던 일에 대한 과정은 기록이 남도록 해야 한다. 환자의 정보에 대한 보안과 시스템의 안전을 위하여 사용자의 등록과 Password의 관리는 철저히 이루어 지도록 한다.

Study 선택: 영상시스템으로 부터 촬영된 영상 데이터가 PACS의 중앙 데이터 베이스에 저장이 되면 각 진단용 워크스테이션에서 판독하고자 하는 Study의 영상 데이터들을 Network을 통해 읽어 간다. 워크스테이션에서 중앙 데이터 베이스에 있는 Study들 중 판독하고자 하는 Study를 선택하는 방법으로, 환자의 이름이나, ID 숫자, 촬영 부위 등을 선택하는 방법이 가능토록 하여야 한다. 한 환자의 한 Study를 선택하였을 때 이 환자에 대한 다른 영상 시스템의 Study 결과도 있으면 이 Study들에 대한 정보도 알려주어야 이를 종합하여 판독을 할 수 있다. 이를 쉽게 실현시키기 위하여 환자마다 Folder를 만들어 그 환자의 모

든 Study에 대해 촬영 일시, 촬영 부위, 촬영 시스템 등에 따라 분류하여 기록하여 두면 사용자가 이 Folder를 먼저 봄으로서 판독에 대한 계획을 세울 수 있다. [13] 진단방사선과 의사가 판독을 하기 위한 Study들의 순서 (Worklist)가 미리 정해져 있을 때는 각 Study마다 선택하지 않아도 한 Study에 대한 판독이 끝나면 자동으로 다음 Study가 Display 되도록 하여야 판독의 효율을 높일 수 있다. 이는 필름을 이용한 진단 시스템에서 Alternator를 사용하여 효율을 높이는 것과 같다.

영상의 배치: 대개 한 Study는 여러 장의 영상들로 구성이 되어 있다. 한 Study를 선택하였을 때 이 여러 장의 영상을 Monitor에 Display 하기 위한 배치는 판독을 하기 쉽게 고려되어야 한다. 각 영상 시스템에 따라서 다른 배치를 정의할 수 있으며 사용자가 임의로 정의한 Default 배치를 사용할 수 있어야 한다. 처음 Study가 선택될 때의 영상 배치는 사용자가 필요에 따라 임의로 바꿀 수 있도록 한다. 영상의 배치와 함께 Window/Level, 영상의 방향, 확대 및 축소 등에 대해서도 Study가 선택되어 영상이 처음 Display될 때 사용될 Default 값이 정의될 수 있도록 한다. 한 Study의 영상 갯수가 많으면 축소된 영상이 워크스테이션의 스크린들에 모두 Display되도록 하여 사용자가 필요한 영상을 선택하여 확대해서 볼 수 있도록 한다. 이 때 축소된 영상 중 한 영상을 선택하면 그 영상의 원래 해상도대로 크게 Display가 되어야 하며, 축소된 영상과 고해상도 영상은 단순한 Toggle로 선택될 수 있어야 한다. 모든 영상을 Display할 때 Study가 몇개의 영상들 Series로 구성되어 있으면 각 Series 별로 나누어 Display 되게 하고 각 Series에 있는 영상들은 영상 시스템에서 촬영할 때 부여된 일련 번호대로 순서가 정해져서 Display되도록 하면 효율적이다.

주석 및 마크 (Image Annotation and Marking): 진단방사선과 의사가 판독을 할 때 영상에 표시를 할 수 있다면 이 표시된 영상을 보는 임상외에게는 환자의 상태를 쉽게 파악하는데 도움이 될 것이다. 이를 위하여 영상 Overlay Memory를 두면 영상의 원래 정보에 손상을 주지 않고 영상 위에 필요한 표시나 글씨를 쓸 수 있고 필요에 따라 이 표시를 지우고 원래의 영상을 볼 수 있게 된다. 따라서 영상에 표시된 주석이나 마크는 수정할 수도 있고, 간단한 조작으로 Display되게 하거나 화면에서 지울 수 있어야 한다.

판독 자문 (Consultation): 진단방사선과 의사가 판독 중이거나 후에 임상외와 판독에 대한 협의를 하고

진단을 위한 자문을 할 수 있는 기능을 PACS 워크스테이션이 가지고 있어야 한다. 첫째로 판독 중에 임상 의의 자문 요청이 있으면 진행 중이던 과정을 모두 기록시키고 자문하고자 하는 영상을 Display하여 자문에 응할 수 있어야 하고, 자문이 끝나면 다시 원래의 판독으로 돌아갈 수 있는 기능이 있어야 한다. 둘째로 여러 사람이 참석하는 회의에서 영상 판독에 대해 협의하기 위하여 영상을 여러 사람이 볼 수 있도록 대형 스크린에 Display할 수 있는 시스템을 갖추면 회의를 효율적으로 진행할 수 있다. 셋째로 같은 장소가 아닌 서로 떨어진 장소에서 자문에 응할 때, 각각의 워크스테이션에 같은 영상을 Display하고 전화를 통해서 자문하게 된다. 이때 한 사람이 영상에 표시를 하면 상대방의 화면에도 같은 표시가 나타나는 기능이 있으면 원격 자문이 쉬어 진다. 이러한 기술은 멀티미디어 관련 기술의 발달로 그룹웨어라는 이름으로 PACS 뿐 아니고 일반 사무실에서도 사용할 수 있는 회의 방법이다.

35-mm Slide 및 필름 제작 : 특별한 Study의 경우 의료영상이 교육에 이용되거나 세미나 또는 논문 발표에 이용될 수도 있다. 워크스테이션에서 영상에 주석이나 표시를 한 후 화면에 Display되어 있는 모양 그대로 35-mm Slide를 만들 수 있는 기능을 갖추면 PACS의 장점을 더욱 살릴 수 있다. [14] 또한 PACS를 갖추고 있지 않은 병원에 영상을 보낼 필요가 있을 때를 위하여 필름을 만들 수 있는 시스템을 갖추어야 하고, 특정 워크스테이션에서 이 필름 시스템을 제어 할 수 있는 기능을 갖추어야 한다. 이러한 필름과 Slide를 만드는 기능은 PACS의 모든 워크스테이션에서 가능하게 하는 것 보다는 특별히 지정된 워크스테이션에서만 가능하게 하는 것이 시스템의 운영 면에서 효율적일 수 있다. 특히 PACS의 장점으로 의사가 각자가 교육이나 논문에 관련된 영상들을 개인 File로 관리하고 저장할 수 있는 것을 꼽을 수 있다. 이는 관심있는 필름을 복사하여 질이 떨어진 영상을 각자 보관하는 현재의 필름 시스템과 비교하여 경제적으로나 영상의 질, 효율 면에서 훨씬 우수하다.

음성 인식 : 대부분의 판독은 음성으로 이루어지며, 이는 녹음기에 기록이 되거나 Dictaphone을 통하여 전문 Typist에게 전달되고 문서화 된다. 이러한 과정을 거쳐 문서화 된 후에 임상이나 환자에게 판독의 결과가 알려지게 되므로 판독 후에도 환자에게 판독 결과가 전달되기까지는 여러 과정과 시간이 필요하다. 만약 의사가 음성으로 판독을 할 때 컴퓨터가 바

로 인식을 할 수 있다면 여러 단계의 시간을 줄일 수 있게 된다. 하지만 현재의 음성인식 기술은 이를 실제에 사용하는데 여러 제약 조건이 있으므로 실제 PACS에 활용하기는 힘들다. 다만 판독의 결과를 Typist가 PACS에 입력시킨다면 PACS의 워크스테이션에서 영상과 판독 결과를 같이 참조할 수 있는 장점이 있어서 효율적인 운영이 될 수 있다.

RIS (Radiology Information System)와의 결합 : 최근의 병원들은 HIS (Hospital Information System)이라는 Text 중심의 의료정보 전산화 시스템을 갖추고 있다. HIS의 완성된 시스템은 환자의 병원 방문 시 부터 진료, 입원, 수술, 처방, 식사, 퇴원, 외래 진료에 이르기 까지 모든 업무를 컴퓨터에 기록하고 서류가 아닌 컴퓨터를 통하여 업무가 진행되도록 한다. 이는 병원의 많은 일반 업무를 효율적으로 처리할 수 있도록 한다. RIS (Radiology Information System)는 HIS의 일부라고 볼 수 있는데 주로 진단방사선과의 진단에 관한 Text 위주의 컴퓨터 시스템이다. PACS와 HIS, RIS는 병원 전체의 전산화라는 측면에서 앞으로 시스템의 통합이 이루어 져야 할 것이다. 이 시스템들이 통합 되어 있지 않으면, 세 시스템의 워크스테이션 세개를 한 테이블 위에 올려놓고 의료 영상의 판독을 수행해야 할 경우도 발생한다. 처리하는 데이터의 유사성으로 볼 때, HIS와 RIS의 결합은 큰 어려움 없이 진행될 수 있겠지만, PACS와 RIS의 결합, 나아가서 HIS와의 결합은 Monitor의 해상도 차이, 영상 데이터와 Text 위주의 데이터 사이의 용량 차이 등의 문제점을 해결할 수 있는 방법이 우선되어야 한다.

Color : 대부분의 의료 영상은 Color가 필요 없으나, 핵의학 영상, 초음파의 Doppler 영상, 내시경, 전자현미경 영상 등의 Color 영상과 또 Pseudo Color 영상도 PACS에 포함시킬 수 있을 것이다. 이 영상들은 다른 흑백 영상에 비하여 많지 않으므로 PACS에 몇개의 Color 워크스테이션을 추가함으로써 Color의 기능을 갖춘 수 있다.

2.6 임상 전용 워크스테이션

의료 영상을 판독하는 일은 일차적으로 진단방사선과에서 수행이 되며, 이 결과가 임상에게 전달이 되어 다른 검사 결과들과 종합하여 진단을 내리게 된다. 이 때 임상들이 의료영상을 검토할 수 있도록 임상들에게도 PACS 워크스테이션이 준비되어야 하는데 이 워크스테이션은 앞에서 언급한 고해상도와 고성능의 기능을 갖추지 않아도 된다. 이 경우 전

체 PACS 예산을 절감할 수 있으며 고성능 워크스테이션으로 진단방사선과에서 일차 판독이 되었으므로 진단에 영향을 미치지도 않는다. [10]

임상 전용 워크스테이션의 갯수는 병원의 크기와 예산에 따라 정 해질 것이다. 예를 들어 국내 1000 병상 규모의 병원은 100~150 정도의 임상용 워크스테이션을 갖추면 병원 전체의 PACS로 사용할 수 있다. [1]

Ⅲ. 원격의료

원격의료는 대화식 원격통신(Telecommunication)을 이용해 진단, 진료, 검사 등의 의료행위, 자문행위, 의료교육, 의료정보나 환자정보의 전송등을 행하는 것을 말한다. 원격의료 (Telemedicine)는 화상회의(Teleconferencing)와 원격의료 영상전송시스템 (Tele-radiology)의 두가지 기술이 복합되어 사용된다. 그외 원격학습 (Teleproctoring), 원격현존 (Telepresence)등의 개념이 새로 도입되고 있다. 원격의료에 관한 개념은 1950년 후반 부터 발전되기 시작했다. 1959년 University of Nebrask에서 신경병동의 자문, 병동 관리, 교육과 연구등을 위해 일방향 화상회의를 이용하는 프로젝트를 실시했고, 얼마후 NASA(national Aeronautics and Space Administration)는 Papago 인디안 보호구역에서 X-ray나 심전도등의 전송을 테스트 했다.

원격의료에서 가장 중요한 부분이 화상회의이며, 점차 화상회의의 기술이 발달되고 그 경제적인 측면이 실효성을 보이기 시작하면 원격의료의 사용도 활발해 질 것이다. 원격의료에서 사용되는 화상회의의 관련 응용 분야를 보면 다음과 같다. 격리지역 환자의 검진및 검사, 중환자실용 환자 관찰(monitring), 의사와 환자간의 자문(consulting) 행위, Teleradiology와 Telepathology, 간호원 교육, 의료 교육 및 훈련, 의사들간의 토론회, 병원 관리자 회의, 장비 판매상들과의 회의, 의료진 모집활동, 신문사와의 회의, 공공 건강 관련 정보의 공개등이다. 이 중에서 대표적인 몇가지에 대해서 알아보면 다음과 같다.

Remote Consultation : 병원이 문을 닫거나 전문의료진들의 부족으로 양질의 의료 행위를 원하는 많은 사람들에게 어려움을 주고 있다. 이럴때 원격의료는 대화식의 쌍방향 화상회의를 이용한 진료 행위를 통해서 환자가 거주하는 지역에서는 누리기 힘든 양질의 진료 행위를 제공해 줄수 있다. 이외에도, 진료를 받기위한 여행 경비등의 절감 효과도 나타나는데, 미국 Texas에서는 Austin이란 마을과 Texas Telemedicine in

Austin이란 프로젝트를 실행한 결과, 1년에 걸쳐 실제 최소한 14%의 절감효과를 보였다. 여행경비 절약과 함께 또다른 절약 요소는 잘못된 진료 행위를 제거함에 따른 것이다. 즉, 환자는 오직 단 한 의사의 결정에 따를 필요 없이, 쉽게 다른 의사들과도 접촉할 수 있기 때문이다.

원거리 교육 (Distance Learning) : 의사들은 회의에 참석하거나, 의료관련잡지를 읽거나, 혹은 다른의사들과의 토의등을 통해서 새로운 기술에 대한 정보를 접하게되며, 이런행위는 반듯이 필요하다. 실제 예로, American Society for Cardiovascular Interventionists Conference가 미국 캔사스의 Wichita에서 열렸는데, 참석자들은 Wichita Heart Center에서 보여주는 데모자료들을 45인치 TV와 8피트 프로젝션 스크린을 통해 보면서 회의했다. 회의는 회의장에 있는 참석자와 Wichita Heart Center에있는 연구팀간의 대화식 토론으로 진행되었다. 원거리교육은 미국의 경우 회의를 위한 연간 경비를 약 1억3백만 달러를 감소 시켰다고 한다. 미국 조지아(Georgia)의 Medical College of Georgia는 원격 통신 기능을 이용해 130마일 떨어진 지방도시 Eastman의 한 병원인 Dodge County Hospital에 있는 환자들을 검진했는데, 전자정진기, 디지털화된 X-ray, EKG, 대화식 화상장비등의 장비들을 이용해서 실제로 심장박동을 듣거나, X-ray나 임상실험결과를 연구하고, 또 41명의 환자들 혀를 관찰하기도 했다. 보통 전문의들은 2개의 모니터를 사용하는데, 한개는 환자나 지방의사들과의 대화를 위해, 다른 한개는 영상들을 관찰하는데 사용했다.

원격 진단 (Teleradiology) : CT-MR Teleradiology 도입으로 첫째, 도시와 농어촌간에 혹은 교통이 혼잡한 서울 부산등의 대도시내의 병원들간에 영상정보 교환 가능하고, 둘째, 의사가 퇴근한 후에도 응급환자의 수술여부 결정과 필요한 조치를 자택에서 지시 가능하며, 셋째, 자병원의 진단 및 환자관리의 질적 향상. 즉, 자병원에 방사선과 수련의를 파견하더라도 모병원의 방사선과 전문인력 이 CT/MR 판독을 지원 가능하여, 자병원의 의료교육의 질적 향상을 꾀할 수 있고, 방사선과 의사들간의 정보 교류 향상을 도모한다. 넷째, 정년퇴직한 전문 방사선과의사들의 자택 판독 근무를 가능케 한다.

우리나라에서는 1994년에 원격의료에 대한 시범사업을 시작하여 현재 경북대학병원과 울산보건의료원, 전남대학병원과 구례보건의료원 사이에서 사용하고 있다. 정부는 이 시범사업을 보다 확장하여 실시

할 계획이며, 이처럼 원격의료는 초고속정보통신망의 큰 수요분야로 기대되고 있는 분야이다.

IV. 차세대 멀티미디어 응용시스템 예

4.1 가상 수술

컴퓨터 그래픽스와 영상 기술의 발달은 지금까지의 사용자 인터페이스 개념을 바꾸어 놓고 있다. 즉, 컴퓨터와 사람의 별개 개체를 단순히 연결만 시켜주는데서 컴퓨터속에 사람이 들어가는 가상현실의 사용자 인터페이스가 소개되었다. 이를 이용한 대표적인 시스템이 Flight Simulator로서 비행시뮬을 컴퓨터를 이용하여 실제와 똑같은 상황을 실현시키는 시스템이다. 이 시스템은 고속의 계산능력과 3차원 디스플레이, 실제상황과 유사한 그래픽스 구현 등의 고도의 기술이 필요하다. 이 가상현실의 응용분야는 게임을 비롯하여 모든 분야에서 응용될 수 있는데, 특히 교육이나 훈련용으로 그 가치가 인정되고 있다. 그 중에서 인간의 생명과 관련된 의학분야는 인간을 대상으로 실험이나 Try and Error의 시도를 해 볼 수 없으므로 의학 분야에서의 가상현실은 그 중요도가 한층 더하다.

요즘 한창 가상현실을 이용한 의료수술이 연구되고 있는데, 이의 기반이 되고 있는 분야가 3차원 영상 구성과 3차원 디스플레이 기술이다. 3차원 영상 구성은 CT나 MRI등의 단층촬영기로 부터 얻어진 2차원 영상을 컴퓨터로 조합하여 (Volume rendering 또는 Surface rendering) 3차원 영상을 만들어 낸다. 3차원 디스플레이 방법은 Holography나 편광 안경을 이용한 동기 방식, Lenticular를 이용한 방법 등 여러가지 방법들이 연구되어 실험 중에 있다. 이 밖에도 글러브를 이용한 촉감의 실현 등이 연구 중이며 이러한 모든 과정이 실시간에 구현되어야 가상 수술시스템이 가능하게 된다.

또한 영상촬영술의 발달에 따라, 실제 수술중에 실시간 3차원 영상촬영을 할 수 있게 된다면, 지금과 같이 환자의 내부를 직접 보면서 수술을 수행할 필요가 없게 되어 수술시 환자에게 상처를 최소한으로 하면서 병소를 완전히 절개해 낼수 있게 될 것이다. 이러한 가상현실을 이용한 수술시스템과 실시간 3차원 영상촬영법 들은 아직은 초보적인 실험 단계지만 가까운 장래에 실현될 영상응용시스템이다.

가상현실을 이용한 수술과 함께 통신의 발달에 따라 원격수술도 새로운 분야로 소개되고 있다. 원격수

술의 실험적인 시도가 이루어 졌는데, 27-40 GHz 광대역 위성통신망을 이용하여 하와이 대학병원에서 보내온 방사선 영상들을 조지타운 대학병원에서 관측하여 그 결과를 하와이로 보내는 원격 방사선 수술 계획 시스템이 시연되었다. [15] 이후 오하이오 슈퍼 컴퓨터 센터와 연결하여 3차원 입체영상을 구성하여 그 결과를 하와이로 되돌려 보내 실제 수술에 참여케 하였다. 이러한 고성능 컴퓨터와 첨단 의학을 통신시스템으로 엮어 실시간 수술계획 토의 및 전문분야 간의 연결이라는 새로운 분야를 개척하게 되었다.

4.2 Nationwide Medical Information System

지금까지의 PACS는 한 병원내의 모든 의료영상과 이에 관련된 정보를 저장, 전송, 검색하는 것을 목표로 개발되고 있으며 병원외부로의 의료영상 전송은 Teleradiology라고 하는 소규모적인 개념이 이용되고 있다. Teleradiology는 영상과 그관련 정보를 원격지로 부터 받아서 진단을 하여 그 결과를 다시 원격지에 보내는 역할을 한다. 이러한 병원 내에 국한 되는 PACS와 공간적으로는 넓은 지역을 포함하지만 기능면에서 PACS에 훨씬 못미치는 Teleradiology의 개념을 통합하여 전국적 의료기관 어디에서든, 어느때든 지 의료영상과 그정보를 검색할 수 있는 시스템과 체계를 갖춘다면 모든 국민의 의료, 보건에 큰 도움을 줄 수 있을 것이다. 이러한 시스템은 초고속 정보통신망의 실현으로 가능해질 수 있으며, 또한 초고속 정보통신망의 가장 큰 활용분야로서 공공의 이익에 이바지할 수 있다.

병원들이 설치하는 각 병원내의 PACS는 그 시스템의 구조와 기능, Software등이 모두 달라서 이를 접속하여 통합운영하는데 문제점이 많을 것이다. 각 시스템을 통합하기 위한 접속방법, 이의 표준화, 통신 프로토콜의 결정이 필요하며, 또한 분산 의료영상시스템에 적합한 통합데이터베이스를 구축하여 어디에서든 초고속 정보통신망이 접속된 곳에서는 의료영상정보를 검색할 수 있어야 한다. 그림3은 국가 PACS의 개념도이다. 이 그림에서 처럼 중앙 디터베이스 서버는 모든 환자들의 인적 사항과 거래하는 병원에 대한 정보를 가지고 있으며 각 병원에서 요구되는 정보를 그 정보를 가지고 있는 병원으로부터 가져와서 보내주는 역할을 한다. 물론 각 병원들은 병원내의 PACS를 완벽하게 구동시켜야 하며 병원마다의 PACS 방식이 다를 수가 있으므로 모든 PACS는 Gateway를 거쳐서 연결된다. 모든 원격통신을 앞으로 설치될 초

Conceptual Diagram of Nation-Wide PACS

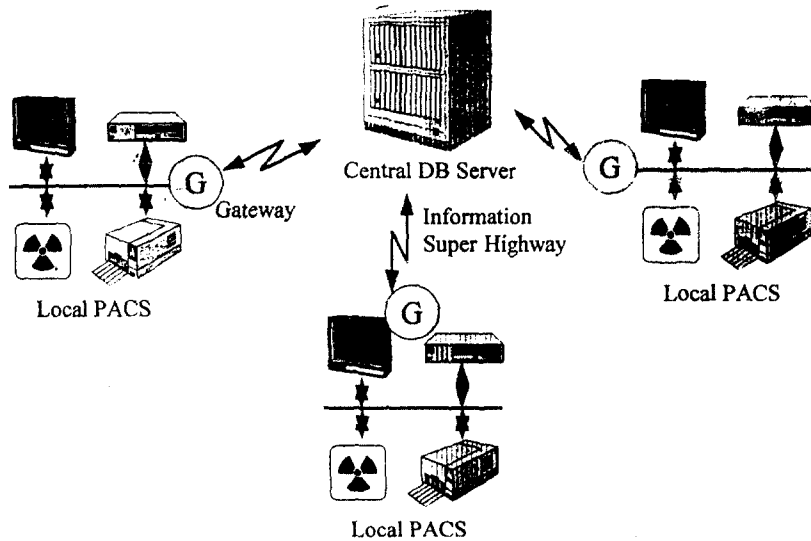


그림 3. 국가 PACS의 개념도

고속 정보통신망을 통하여 전송된다. 따라서 이 시스템이 완성되면, 긴급상황에 가장 가까운 병원에 입원하여도 지금까지의 그 환자의 질환 내력을 이 시스템을 통하여 환자가 다니던 병원으로부터 얻어낼 수 있으므로 짧은 시간에 최적의 치료를 할 수 있다.

국가 PACS로서 갖추어야할 시스템의 요구사항을 정립하고 시스템이 설치된후에 이에대한 임상학적인 평가와 공학적인 시스템의 평가도 이루어져서 최종적으로 시스템의 사양을정립하는 것이 지금 하여야 할 과제이다. 컴퓨터 Network의 발달과 광범위한 활용에 따라 발생한 정보의 보호 (Security)가 큰 문제점으로 대두되고 있다. 의료영상도 개인의 비밀유지와 생명과 관련된 중요한 정보들이므로 정보관리는 아주 중요하게 다루어져야 한다. 이를 위한 연구도 수행하고 법적인 예방방안을 준비하여 이를 정부에 제안하도록 해야 한다.

V. 멀티미디어 응용의 문제점

5.1 표준안

정보화시대, 세계화시대를 살고있는 우리들은 모든면에 있어 국제교류라는 면을 간과 할 수 없다. 더구나 위성통신시대의 도래로 세계와의 교류는 더욱 쉬워졌으며 또한 필수적인 일이 되고 있다. 이는 의료

계에서도 예외일 수 없는 문제이다. 그러나 아쉽게도 현재 한국 의료계의 실정은 국내 병원들간의 정보교류는 물론 한 병원 내에서의 의학영상정보 교환도 힘든 형편이다.

질병 판단에 있어 CT, MR 영상들은 그 중요성이 점점 더 커지고 있다. 그러나 이 의학영상데이터에 대한 이용방법은 아직도 거의 전부 필름에 의존하고 있어 낙후성을 벗어나지 못하고 있는 형편이다. 국내에서 진행되는 PACS와 Teleradiology 개발은 DICOM 표준방식을 따르지 않아 타 표준형 개방형 시스템과의 호환은 물론 국제교류를 전혀 고려하지 않은채 개발되었기 때문에 근본적인 문제점을 안고 있다. 이런 상태에서 개발된 Teleradiology는 개발한 업체의 의학영상 프로토콜 외에 다른 의학영상들(DICOM을 이용한 영상들 조차)은 인식할 수 없기 때문에 사용범위가 극히 제한적일 수 밖에 없다. 그러므로 국제적 의학영상 표준 프로토콜인 DICOM에 관한 연구는 장기적인 안목으로 볼때 반드시 이루어져야 한다.

DICOM이란 Digital Imaging and Communications in Medicine의 약칭으로, 의료영상의 표준적 처리를 위해 고안된 protocol을 말한다. 따라서, DICOM사용의 장점으로는 1) 현재 DICOM 지원이 안되는 장비들간의 연결이 가능, 2) 국제적으로 공인된 표준 PACS protocol이므로 높은 호환성을 보장, 3) 최근 GE,

Siemens, Philips, Picker, Toshiba, 3M, Acuson, ATL, DeJarnette, Agfa, DuPont 등의 유수 의료영상장비 제조회사들이 DICOM을 지원하기 시작, 4) 일본과 유럽도 DICOM을 따르기로 결정, 5) Open & Standard PACS와 Teleradiology와의 호환성 유지, 등을 들 수 있다.

이러한 국제적 표준인 DICOM을 따르지 않는 시스템의 경우, 다음과 같은 어려움이 예상된다. 1) Open PACS & Teleradiology와의 연결과 확장 불가능, 따라서 현재의 원격의료 시스템은 국내외의 타사 제품과 호환성이 결여되어 있음, 2) 시스템 확장시 업체선정에 많은 제한을 받으며, 만일 그 업체가 사업 포기시 시스템의 유지 보수가 불가능, 3) 타 의료기관과의 정보 교류가 힘들, 4) DICOM을 지원하지 않는 X-ray 장비 연결을 위한 상용용 DICOM gateway를 이용할 수 없음, 5) 향후 DICOM을 지원하는 장비로 부터의 자료를 받은후 다시 자기 고유의 형태로 데이터 전환해야 하므로 비효율적임, 6) 향후 대부분 원격의료로 확장시 장비의 교체없이 그대로 사용할 수 있어야 함.

5.2 정책의 보완 및 제정

복수 모델을 사용할 경우 통신선의 안정성이 우려가 되므로, 현재 멀티미디어를 필요로 하는 원격의료에서 실질적으로 사용가능한 국내 통신망은 T1이다. 그러나 현재의 통신 가격은 진료비에 비하여 매우 고가이므로 병원에 큰 부담이 되므로 보급에 문제가 있다.

또한 지역 의료기관에서 대도시 의료기관으로 원격진료를 의뢰할 경우 진료비를 의료보험으로 지원하는 제도적 장치가 없어 보급에 문제점이 된다. 즉 진료비는 한번 밖에 주지않는 현행 제도에서 어느 병원이 사가가 받을 진료비를 얻어 고가의 원격진료 시스템을 도입하고 고가의 통신비를 지불하면서 타병원에서 의뢰할 수 있을지 의심된다. 따라서 대국민 건강에 관련된 문제이므로 정부 차원에서 의료보험기관과 의료계의 의견을 들어 원격진료비 책정을 할 필요가 있다.

또한 응급환자의 경우는 원격진료가 매우 큰 도움이 된다 하더라도 정밀 진단을 원격진료를 이용할 경우 의료분쟁의 소지가 있는데, 분쟁발생시 의료진의 책임과 시스템 제작 기술진 또는 통신회사가 책임소재 역시 모호한 점이 있어 앞으로 많은 협의와 법 제정이 필요하리라 생각된다.

현재 국내 많은 업체들이 원격의료에 표준방식을 따르지 않아 향후 상호간 호환성에 문제점이 예상된다. 따라서 국내 표준방식에 대한 방향이 필요한 시점

이다. 또한 의료정보에 대한 보안과 법적인 증거자료로서의 인정 등에 대한 보완도 필요하다.

VI. 결 론

모든 정보가 디지털 데이터로 변환되어 가면서 여러가지 정보 즉, 텍스트, 그래픽스, 음성, 오디오, 영상, 비디오 등이 통합되고 동기화된 멀티미디어 기술이 발달하고 있다. 이런 현상은 새로운 정보화 사회를 일게 하였으며, 정보화 사회에서의 가장 큰 무기는 바로 정보 그 자체이며 이와 아울러 그 정보를 얼마나 빠른 속도로 전달하느냐에 달려있다. 따라서 많은 선진국들이 경쟁적으로 초고속 통신망 사업을 진행하고 있는 것이다. 우리나라도 계획에 따르면 2015년이 될 모든 사람들이 초고속 통신망을 통하여 많은 정보를 대하게 될 것이다.

초고속 통신망을 통하여 전송될 가장 많은 정보보다 바로 영상정보일 것은 쉽게 예측 가능하다. 이 중에서도 의료영상이 차지하는 비율은 상당할 것으로 예상하고 있다. 2000년대에 의료영상이 초고속 통신망 활용의 상당 부분을 활용할 것으로 예상되는 이유는 90년대에 들어서 병원내의 모든 의료영상을 디지털 데이터로 변환하고 이를 컴퓨터로 관리, 저장하는 PACS가 개발되어 빠른 속도로 보급되는 데 있다. 또한 HDTV와 멀티미디어가 소개되기 이전에는 영상처리 분야는 곧과 의료 분야에서 주도해오고 있었을 정도로 영상 분야의 의료분야에 미치는 영향은 컸다.

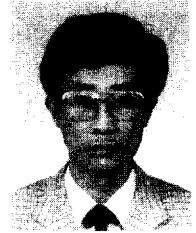
통신의 발달에 따라 모든 분야에서 검토 있는 문제로서 표준화가 있다. 표준화가 이루어 지지 않으면 모든 사람들이 사용하는데 많은 문제가 발생하며, 발전에 큰 장애가 된다. 또한 새로운 시스템의 개발은 새로운 개념의 인식과 새로운 법률 제정을 필요로 하게 한다. 이러한 것들이 적극적으로 실현이 될때 새로운 기술은 우리에게 그만큼 혜택을 부여할 것이다.

참 고 문 헌

1. "SMC PACS Master Plan," 삼성의료원 건립추진본부, 1992.
2. D. R. Haynor, D. V. Smith, H. W. Park, and Y. Kim, "Hardware and Software Requirements for a Picture Archiving and Communication System's Diagnostic Workstations," J. of Digital Imaging, Vol. 5(2), pp. 107-117, 1992.

3. F. Goeringer, "Medical Diagnostic Imaging Support Systems for Military Medicine," SPIE Medical Imaging V, Vol. 1444, pp. 340-350, 1991.
4. R. L. Arenson, D. P. Chakraborty, et al., "The Digital Imaging Workstation," Radiology, Vol. 176, pp. 303-315, 1990.
5. "ACR-NEMA-Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)," ACR-NEMA Committee Working Group VI S-225, 1993.
6. G. G. Cox, L. T. Cook, et al., "Chest Radiography : Comparison of High-Resolution Digital Displays with Conventional and Digital Film," Radiology, Vol. 176, pp. 771-776, 1990.
7. B. S. Slasky, D. Gur, et al., "Receiver Operating Characteristic Analysis of Chest Image Interpretation with Conventional, Laser-Printed, and High-Resolution Workstation Images," Radiology, Vol. 174, pp. 775-780, 1990.
8. V. V. Erdekian, S. P. Trombetta, "Display Systems for Medical Imaging," SPIE Medical Imaging V, Vol. 1444, pp. 151-158, 1991.
9. D. Beard, R. Cromartie, et al., "Experiment Comparing Image-Locating on Film and the Film-Plane Workstation," SPIE Medical Imaging II, Vol. 914, pp. 933-937, 1988.
10. D. Beard, D. Parrish, D. Stevenson, "A Cost Analysis of Film Image Management and Four PACS Based on Different Network Protocols," J. of Digital Imaging, Vol. 3, pp. 108-118, 1990.
11. A. K. Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall, NJ, 1989.
12. H. MacMahon, et al., "Data Compression : Effect on Diagnostic Accuracy in Digital Chest Radiography," Radiology, Vol. 178, pp. 175-179, 1991.
13. E. Roger, M. Goldberg, R. F. Dillon, "Image Organization and Navigation Strategies for Radiological Workstation," J. of Digital Imaging, Vol. 2, pp. 229-244, 1989.
14. P. L. Apicella, G. J. Blaine, R. G. Jost, "A Prototype of A High-Resolution Computerized Radiology Teaching File," J. of Digital Imaging, Vol. 4, pp. 43-50, 1991.
15. D. Y. Yun, H. C. Garcia, "High-performance medical image communications via ACTS-HDR," Proc

SPIE medical Imaging, 1995



박 현 옥

- 1981년 2월 : 서울대학교 전기공학과 학사
 - 1983년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사
 - 1988년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사
 - 1983년 3월 ~ 1986년 2월 : 금성통신연구소 연구원
 - 1988년 3월 ~ 1989년 6월 : 한국과학기술원 연구원
 - 1989년 7월 ~ 1992년 3월 : 미국 워싱턴대학교 연구원
 - 1992년 5월 ~ 1993년 7월 : 삼성전자 정보컴퓨터연구소 수석연구원
 - 1993년 8 ~ 현재 : 한국과학기술원 정보및통신공학과 부교수
- ※ 연구분야 : 디지털영상처리, 의료영상시스템, 영상 압축



최 형 식

- 1982년 2월 : 연세대학교 의과대학 졸업
- 1986년 : 진단방사선과 전문의
- 1989년 ~ 1991년 : 연세의대 진단방사선과 전임강사
- 1992년 ~ 1993년 : 미국 워싱턴대학교 교환교수
- 1993년 ~ 1994년 : 삼성의료원 PACS 팀장
- 1995년 ~ 현재 : 메디칼 인터페이스 대표