

# CT-MR Teleradiology (원격의료영상전송시스템)

최 형 식  
메디칼 인터페이스

## 1. 서론

..... 물질문명이 발달함에 따라 인간의 건강에 대한 관심이 날로 높아가고있다. 이와 더불어 좀더 편하고 값싼 양질의 의료혜택을 누리려고 하는 욕망도 점차 커지고 있다. 컴퓨터 주변기기 및 H/W, S/W 기술의 발달은 이러한 욕구를 어느정도 충족시킬 수 있을 정도로 발전에 발전을 거듭하고 있으며, 따라서 이젠 미래세계에서나 가능하리라고 생각되었던 많은 일들이 실제로 선진국에서는 보편화되고 있다.

의료분야에서도 이러한 컴퓨터 정보통신기술이 도입되고 있으며, 구미 대학병원과 연구소 중심으로 원격의료(Telemedicine)에 대한 연구가 꾸준히 진행되어 왔다. 원격의료는 도시에서 멀리 떨어진 격지촌과 도시병원을 연결, 환자나 의사들이 먼거리를 여행할 필요없이 서로 화면을 통해 대화하면서 상담을하거나, 필요한 자료들(특히 방사선 촬영 자료들)을 주고받는것을 가능하게 하는 시스템이다.

원격의료에 대한 경제성 및 실용성은 이미 입증되고 있다. 최근 미국에서는 일일 의료비 지출이 20억불 정도로 국민총생산의 13% 가량된다. 이 의료비용은 계속 상승되어 왔으며, 따라서 수백만 미국민이 의료혜택을 받기 어렵게 되고, 도시와 농어촌 병원들이 진료의 질과 경영관등으로 폐업하기에 이르고 있다. 따라서 대부

분 미국 기업들의 최대 관심사중 하나가 의료비용 조절이며, 동시에 주와 연방 정부는 의료청구비용을 조절하기에 고전분투하고 있다. 이러한 문제를 극복하는 방법 중 하나로 원격의료(Telemedicine) 도입이 검토되고 있다. 원격의료란 원격에서 협의진료, 전문 의료진 교육, 환자 정보 관리와 전송, 전자 의료비 청구와 처리 및 전자 재고관리 시스템을 지원하는 시스템을 말하는데, 이 시스템 도입을 통하여 연간 360억불 이상의 의료비용을 절감할 수 있다고 한다(1).

이와같은 원격의료의 경제적, 실용적 효용성은 몇가지 기본기술의 경제성이나 실용적인 면이 뒷받침되었기 때문이다. 국내 기술력도 이미 상당한 수준에 와 있기 때문에 Telemedicine의 기본기술인 Teleradiology나 Teleconferencing을 상품화하기에 큰 무리는 없다고 본다. 이에 따라 메디칼 인터페이스는 저가격이면서 성능 면에서 손색없는 Teleradiology와 mini-PACS의 상품화를 구상하고 있으며, 앞으로 의료업계 또한 세계화에 대비해야한다는 예견하에 국제적 영상 표준안인 DICOM을 따르는 시스템 개발을 추구하고 있다.

Hospital Information System(HIS), Radiology Information system(RIS), Picture Archiving and Communications System(PACS), Telemedicine, Teleradiology, Teleconferencing 등 많은 전산관련 용어들이 구미와 유럽에서 점차 일반화 되기 시작했으나, 국내에서는 급속한 도입 과정 중, 이들 용어들에 대한 번역이 표준화되지 않고 사용되었기 때문에, 일반인은 물론 의료인들과 정보시스템 개발자들간에도 혼돈이 심하다. 따라서, 저자는 우선 용어와 개념의 이해를 돕고자 HIS, RIS와 PACS간의 차이점, PACS와 Teleradiology간의 차이점, Telemedicine과 Teleradiology의 차이점을 우선 설명하고자 한다. 그 다음 Teleradiology에서 사용되는 통신선과 의료 영상간의 관계를 설명하고, 메

디칼 인터페이스가 CT-MR teleradiology를 사업화한 배경과 시스템 구성 및 기대효과등에 관하여 다루고자 한다.

## 2. 용어 설명

### 2-1. HIS, RIS 와 PACS간의 차이

HIS는 주로 문자 정보를 취급하며, 전반적인 병원 관련 업무를 처리하는 시스템이다. 예를 들어 환자의 도착부터 의사면담, 방사선 촬영, 진료 및 처방등의 환자 진료 흐름관련 정보라든가, 병원관리와 관련된 정보, 의료보험 관련 정보등을 다루게 된다. 반면 RIS는 의료영상 획득, 의료영상 분석, 의료영상 관리, 의료정보 관리 등 주로 방사선과에서 방사선 촬영에 의한 의료영상에 관련된 문자정보를 다룬다. PACS는 주로 의료 영상, 특히 방사선학적 영상들을 취급하게 되는데, 다음 "2-2. PACS와 Teleradiology의 차이"에서 설명하는바와 같이 의료영상의 획득, 저장, 재생등을 빠른 속도로 취급하는 고성능의 시스템을 말한다.

### 2-2. PACS와 Teleradiology의 차이

PACS는 한 의료기관내의 X-ray 영상, 초음파영상, 전산화단층촬영(CT)과 자기공명영상(MR) 및 핵의학 영상에서 얻어지는 디지털 진단 영상들을 컴퓨터와 2km 이내의 근거리 통신망(local area network)을 이용하여 저장 및 전송을 하는 시스템을 말한다(Fig. 2). 반면에 Teleradiology는 2km이상의 원거리에 떨어져 있는 의료기관간에 원거리 통신망(wide area network)을 통하여 디지털 진단 영상들을 전송하여 협의진료에 이용하는 시스템을 의미한다. 이와 같은 PACS 및 Teleradiology 시스템은 1980년대 부터 약 20년간 연구

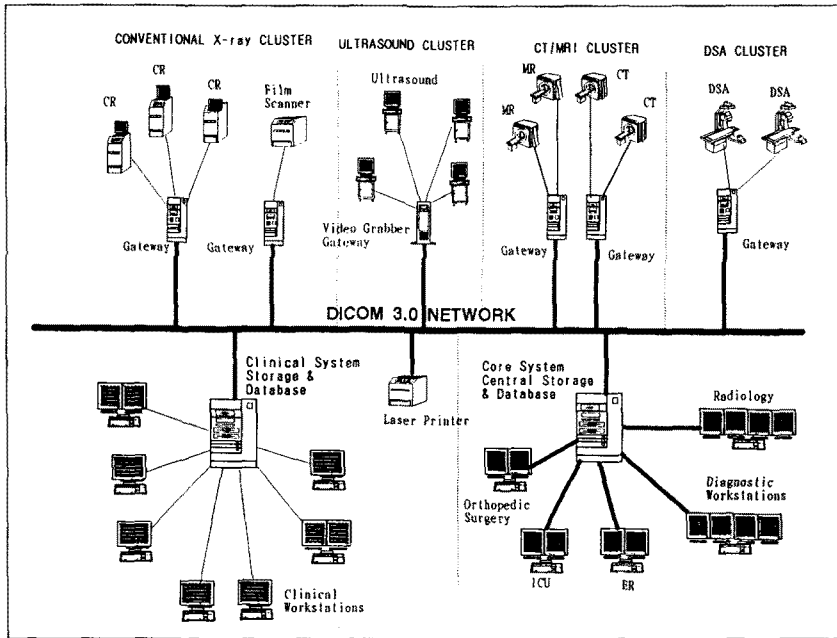


그림 1. PACS 구성 예

개발 되어 왔으며, 주로 미국, 서유럽, 일본등 선진국을 중심으로 연구가 진행되어 왔다.

일건 먼거리상의 디지털 전송을 수행하는 Teleradiology가 PACS보다 기술적으로 어려울 것으로 오해할 수 있다. 그러나, Teleradiology는 통신회사에서 제공하는 원거리 통신망에 두대의 단말기가 연결되어, 일일 30여건 이내의 매우 제한된 영상들만을 전송하여 판독을 의뢰하는 시스템인 반면에, PACS는 병원 규모에 따라 수십에서 수백대의 영상조회용 워크스테이션(Workstation)들이 하나의 근거리 통신망에 연결되어 운영되어야 하며, 연간 수십에서 수백만건에 달하는 방사선 검사들을 데이터베이스화하여 저장,관리하는 시스템으로 Teleradiology보다 더 고성능의 시스템을 요구한다.

### 2-3. Telemedicine(원격의료)과 Teleradiology의 차이

원격의료란 대화식 원격통신(Telecommunication)을 이용해 진단, 치료, 각종검사 등의 환자진료행위, 자문 행위, 의학교육, 의료정보나 환자정보의 전송등을 행하는 것을 말한다. 원격의료는 기본적으로 화상회의(Teleconferencing)와 원격의료영상 전송 시스템(Teleradiology)의 두가지 기술이 복합되어 사용되며, 추가로 PACS와 HIS까지 연결이 가능하다(Fig. 2). 원격의료는 의료업계에서 지향하는 미래의 병원 시스템이라 할 수 있으며, Teleradiology는 원격医료를 만드는 기본기술중 하나로 서로 떨어진 지역 사이의 의료영상 전송을 담당하는 시스템인 것이다.

## 3. Teleradiology의 기술적 측면

### 3-1. 공중통신망과 Teleradiology

Teleradiology는 공중통신망을 사용하게 된다. 현재

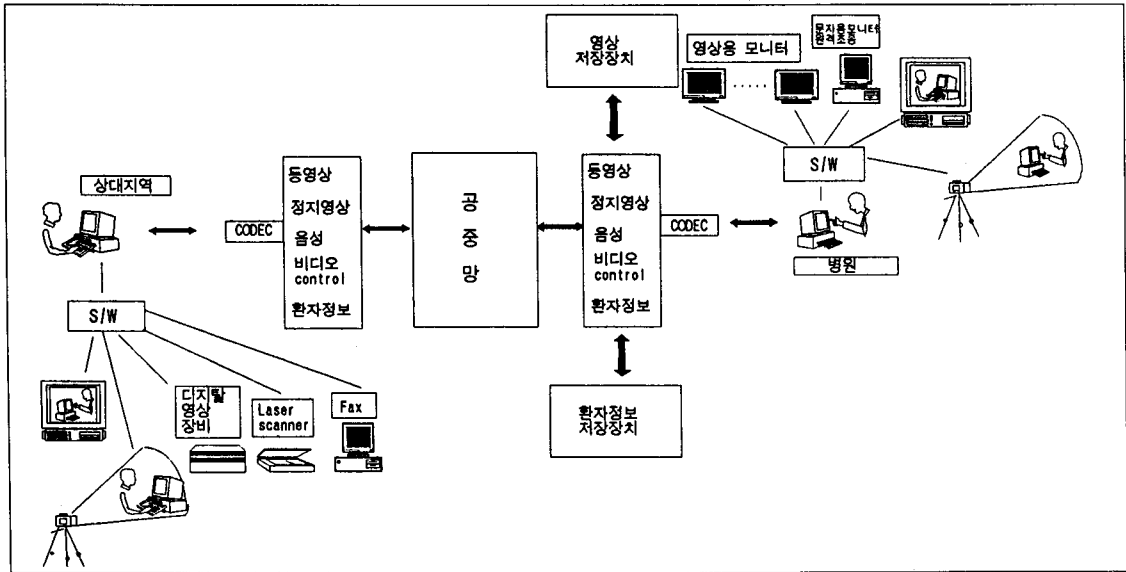


그림 2. 원격의료시스템의 기본 개념도

국내에서는 Modem (28.8 kbps), DSU (56 kbps), T1 (DS1) (1.544 Mbps), N-ISDN (128 kbps) 등의 서비스가 제공되고 있으며, 2000년대 중반에나 B-ISDN (155 Mbps)이 보급될 전망이다.

적용 한것은 512 × 512 × 8-bit digital image data를 만들 수 있는 TV camera video digitizer가 나왔고 9600 bits/sec의 디지털 전송이 가능했을 때였다. 비록 이때의 시스템은 필름과 비교해볼때 부적합했지만, 그 결과는 상당히 고무적이었다(2). 그후 계속적인 발전을 통하여 T1 전용선은 물론 인공위성을 이용한 전송까지

디지털화된 영상 데이터를 맨처음 Teleradiology에

표 1. 영상별 전송속도

Modality	Resolution and depth	MB/img	Images/exam	MB/exam	T1 line (second/exam)	Modem (second/exam)
US	512×512×8	0.26	36	9.36	48.4	2594.7
Nuclear Medicine	128×128×8	0.016	26	0.416	2.15	115.3
CR*	2K×2K×10	5	4	20	103.6	5554
Digitized film	2K×2K×12	6	4	24	124.3	6663.7
CT	512×512×12	0.4	30	12	62.1	3329.2
MR	256×256×12	0.1	50	5	25.9	1388.5
DSA	1K×1K×8	1	20	20	103.6	5554
Digital Fluoro	1K×1K×8	1	15	15	77.7	4165.5

\* CR: computed radiography  
T1:1.544 Mbps, Modem=28.8 kbps (53.61배/T1)

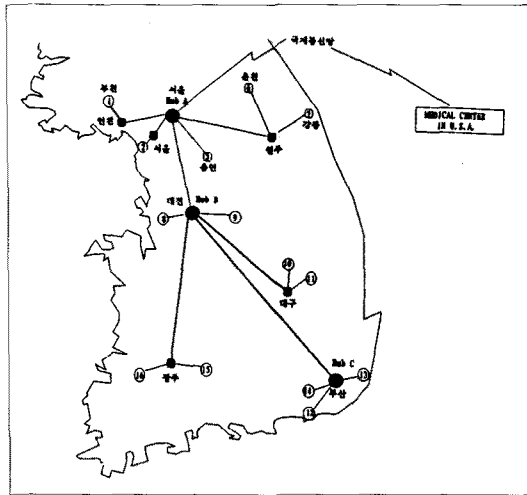


그림 3. Teleradiology Network의 일례

가능하게 되었다.

Teleradiology에서 영상별로 T1전용선을 이용하여 전송하는 경우에 소요되는 시간에 대한 비교는 표 1과 같다. 일반적으로 CT는 한 영상당  $512 \times 512 \times 12$ 으로 0.4 Mbytes가 되며, 보통 30매의 CT slices를 보낼때, T1 전용선이 62.1초, dual modem이 417초 가량 걸린다. MR은 한영상당  $256 \times 256 \times 12$ 로 약 0.1 Mbytes이며 보통 50장의 slices를 보낼때 T1은 25.9초 dual modem은 174초 가량 소요된다. 영상 데이터 압축 알고리즘은 전송시간과 저장장치의 공간을 줄일 수 있다 (3).

현재까지 T1전용선은 사용료가 고가이므로 현재로는 CT나 MR 검사가 경제성이 높으며, 2005년 정도에 B-ISDN이 보급되면 Teleradiology는 전격적으로 보편화될 전망이다. 그림 3은 Teleradiology 네트워크 구성의 한 예를 보여준다.

### 3-2. T1 전용선과 Modem 전화선간의 장단점 비교

표 2는 Teleradiology에서 사용할 수 있는 T1 전용선과 Dial-up Modem을 이용한 전화선을 비교한 것이다.

일반적으로 의료영상은 크기가 커서 일반 전화선을 사용하기보다는 T1 전용선을 사용하는것이 효과적이라 하겠다.

## 3-3. 영상 획득과 출력

시스템에서 진단하는 영상의 질(quality)은 영상 획득과 영상 디스플레이에서 결정된다. 따라서 본 절에서는 영상획득장치와의 인터페이스(Modality Interface), 영상출력용 workstation, 필름 스캐너에 대하여 설명하고자 한다.

### 3-3-1. 영상획득장치와의 인터페이스(Modality Interface)

Teleradiology를 위한 적합한 영상 데이터로는 CT, US, DSA, Nuclear Medicine, MR, 디지털화된 fluoroscopy, CR(computed radiographic), 디지털화된 radiography등이다(4). 이러한 영상들은 의료영상 장치로 부터 획득되는데, 이러한 장치로 부터 발생하는 인체의 해부학적인 영상들을 획득하기 위해서는 영상 장비와의 인터페이스가 필요하다. 인터페이스 하기 위해서는 의료영상 표준안이 필요하다. 1982년 ACR-NEMA (American college of Radiology - National Electronic Manufacturing Association) 위원회가 발족되어 이에 대한 연구가 진행되어 왔는데, 1985년 1차 표준안이 나온 이후 최근 1993년에 3차 표준안인 DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine)이 발표되어 현재 이 표준안을 채택한 PACS, Teleradiology 시스템이 보편화 추세이다.

그러나 대부분의 의료영상장비 제조회사들이 인터페이스에 필요한 영상데이터 포맷에 대한 정보를 공개하지 않아 직접적인 디지털 영상 인터페이스(Direct

표 2. T1과 Dial-up Modem 비교

	T1 전용선 Telerad.	Dial-up Modem Telerad.
특장점	전화선에 비하여 100배이상 빠른 전용선이라 안정성이 뛰어나고, 자료압축(compression)이 필요없고, 자료전송에 따른 데이터 훼손이 없어 만일의 의료사고를 예방할 수 있다.	전화선이라 통화(송신)중 잡음이 들어갈 경우 영상훼손이 우려되며 의료사고로 이어질 가능성 있고, 송신중에 끊어지면 일일이 다시 확인하여 재전송하는 불편이 따름.
통신환경	전용선 신청과 설치를 요하므로, 예약신청이 필요함.	일반전화선 신청과 같으므로 설치 절차가 간편함. 14.4 kbps
통신속도	1544 kbps (107배)	39321600/14400 = 2730.6 초
일건 MR 50 images기준 = 39321600 bits (256 × 256 × 12 bit = 786432 bit = 98.3 bytes/image)	39321600/1544000 = 25.5 초	(2:1압축시 1365초=22분) (3:1 압축시 15분) 그이상 압축은 손실가능하므로 의료사고 발생 우려됨.
통신료 (월 MR 100건 전송기준시)	서울은 사용시간에 관계없이 월 45-60만원	약 6-7만원
시스템 구성	(설치료 80만원)	(설치료 25만원)
압축기술		
DICOM	필요없음	필요함
미래 정보통신	지원됨. 타회사 제품과 호환성 과 확장성 우수함. 또한 확장시 기존장비 그대로 사용할 수 있음.	지원안됨. 타회사 제품과 호환성없으므로 확장시 기존장비 사용할 수 없게 되어 재구입하게 됨.
	Ethernet 연결되어 고속의 접속 가능.	Dial modem이라 속도나 안정성이 매우 떨어짐

Digital Interface)는 매우 어렵다. 현재, 일부 인터페이스 전문업체들이 의료영상 제조업체와 계약을 통하여 인터페이스 장치들을 공급하고 있는 실정이다. 영상 획득방법을 크게 3가지로 나누어 설명하면 다음과 같다.

(1) 직접적인 디지털 영상 인터페이스(Direct Digital Interface)

Siemens의 PACSnet 과 GE사의 IDnet 등의 네트워크 프로토콜이나 Point-to-Point(50 pin cable) 방식을 이용하여 영상장비로부터 직접적으로 디지털 영상 데이터를 획득하는 방법이다.

(2) 비디오 획득 (Video Frame Grabber)

영상 데이터포맷을 공개하지 않는 디지털 영상장비나 초음파 장비와 같이 근본적으로 아날로그 형태의 영상 데이터를 획득하기 위해 비디오 신호를 잡아 디지털 영상을 얻는 방법이다.

(3) 필름 스캐너

필름으로 인화된 의료영상들을 획득하기 위한 방법으로 필름 스캐너를 이용하여 디지털 영상을 획득하는 방법이다. 필름 스캐너의 해상도는 14 × 17, 14 × 14, 10 × 12 인치 필름의 경우는 2048 × 2560 룰, 8 × 10 인치 필름의 경우는 1936 × 2420 정도 되며, gray scale이 12 비트가 되어야 한다.

표 3. 모니터 종류

모니터 종류별 구분	관련 영상장비	사용부서및 운영면
2K 고해상도	1) 필름스캐너 영상 진단용 2) CR(Computed radiography) 영상 진단용 3) CT, MR 영상 진단용 4) 초음파등의 Frame Grabbing 통한 영상 진단용	1) 2K × 2K 고해상도 흑백모니터 2) 방사선과
1K 고해상도	1) CT, MR 영상 진단용 2) 초음파등의 Frame Grabbing 통한 영상 진단용 3) 임상참조용 사진	1) 1K × 1K 고해상도 흑백모니터 2) 영상의회의용
일반 칼라 모니터	1) 초음파, 내시경, 피부질환등의 칼라 영상 display 용	1) 1K × 1K 칼라 모니터 2) 진료의뢰나 결과지 등의 문자처리용 단말기
일반 흑백 모니터	1) 영상획득및 전송용 단말기	1) VGA급이상의 흑백 모니터 2) 필름스캐너용 단말기 모니터 3) 진료의뢰나 결과지 등의 문자처리용 단말기

### 3-3-2. 영상출력용 WORKSTATION

Workstation은 크게 Diagnostic Workstation (WS)과 clinical Workstation으로 나눌 수 있다.

Diagnostic Workstation이란 CT-MR Teleradiology에 있어, 진단방사선과 의사들이 필름대신에 컴퓨터화면을 보고 판독을 하기위한 일차진단용(primary diagnosis) Workstation으로, 가능한 한 약 2K × 2K 고해상도 모니터(실제 CT,MR은 1K × 1K 해상도로도 가능), 사용자 편의성등을 제공하여 사용자가 진단업무를 성공적으로 수행하도록 보조할 수 있는 요구조건과 특성을 갖추어야 한다 (표 3).

Clinical Workstation은 상기의 Diagnostic Workstation이외의 임상과에서 쓰이는 Workstation으로, 이미 방사선과의사에 의하여 판독된 영상들을 외래나 병실등에서 환자 진료에 참조하기 위하여 사용되는

참조용 Workstation을 의미한다. 따라서 방사선과 일차 판독용보다는 떨어지는 모니터 해상도(약 1K)와 저속의 워크스테이션을 사용하게 된다. 시스템 성능은 Diagnostic Workstation보다 떨어지므로 현재의 국내 기술로도 국산화가 가능하며, 대부분의 단말기가 이에 속하므로 국산화할 경우 도입비용 절감에 크게 이바지하게 될 것이다.

CR(Computed Radiography)과 필름스캐너 영상을 위한 Diagnostic Workstation은 표 3의 약 2K × 2K 고해상도 흑백모니터가 사용되고, 나머지 CT, MR, Ultrasound등은 1K x 1K 해상도 흑백모니터로도 가능하다 (표 1, 3).

이와 같은 모니터 상에 디스플레이되는 영상들을 이용하여 진단하기 위해서는 Window와 level 조정(Lookup 표 이용), 확대 및 이동(Zoom and roam), 영상 재배치(Image reorientation), 디지털 확대경(Digital

magnifying glass), 영상 측정 기능(Image mensuration : 거리, 각도, 면적과 둘레, 히스토그램, 픽셀(pixel)의 수 평균치와 범위), 3차 입체 영상(Three-dimensional viewing)등 방사선과의사 및 임상인들이 진단 및 수술 계획들을 지원할 수 있는 여러 가지 영상처리(Image

Processing)기법이 제공되어야 한다.

다음은 미국방부의 PACS Project에서 요구한 Workstation 의 기능 (표 4) 과 Display 특성 요구사항 (표 5)이다.

**표 4. Workstation Functions**

Workstation Functions	Diagnostic WS	Clinical WS
Pictorial Image Directory	Yes	Yes
Worklist/Patient list	Yes-Worklist	Yes-Patient list
Display on single monitor	Multi-images	Multi-images
Image Rearrangement within & between monitors	Yes	Yes
Paging within Exam	Yes	Yes
Edge Enhancement	Process/Display	Display
Window/Level Adjustment	Yes	Yes
Inverse Video	Yes	Yes
Image Room	Yes	Yes

(\* Clinical Workstation 은 해상도만 1000 × 1000 모니터를 사용하고 software 기능은 Diagnostic Workstation 에 서와 동일하다.)

**표 5. Workstation Requirements**

Attribute	Diagnostic WS	Clinical WS
Number of displays	2-8 monitors	1-2 monitors
Spatial resolution (pixels)	약 2000 × 2000 혹은 1000 × 1000	약 1000 × 1000
Viewable raster diagonal	17" to 23"	17" to 23"
Data set	Full data set	Full data set
Brightness (luminance)	> 60 ft-lamberts	> 60 ft-lamberts
Viewable grayscale display	8 bits	8 bits
Refresh rate	Flicker free	Flicker free
Monitor calibration	Yes	Yes
Brightness uniformity	< 15%	< 15%
Linear distortion	< 3%	< 3%
Geometric distortion	< 3%	< 3%
Spot size variation	< 50%	< 50%
Frame buffer	12 bits	
Auxiliary output for slave monitors	Yes	Yes



⊙Display 특성

1) 해상도

: Diagnostic workstation 은 2,000 × 2,000 의 high resolution display를 지원하고, clinical workstation은 1,000 × 1,000 의 medium resolution display를 지원한다.

임상적 적용성에 대한 workstation 의 image quality 를 통계학적으로 판단하기 위하여 ROC (Receiver Operating Characteristic) analysis 가 이용된다. 다음은 필름과 고해상도 digital image 간의 ROC studies 를 비교한 것이다.

2) 화면 크기:

적어도 19인치가 되어서 다수의 영상을 표시할수 있어야 함

3) 발광도(Luminance): 적어도 60 foot-lamberts 가 요구됨. (기존의 형광등 viewbox 의 밝기가 약 200 foot-lamberts 정도임.)

4) Dynamic range: (256:1 이상)

5) Window and level (contrast and brightness) values 조절: Interactive 속도로 빨리 실행되어야 함.

6) Frame buffer: 12 bits/pixel에다, graphics overlays (annotations, cursor, region of interest 등)을 위하여 2-4 bit planes이 추가로 필요함

7) 화면표시 (Display):

화면떨림 (flicker) 를 최소화하기 위하여 최소한 60 Hz noninterlaced refresh rate 가 필요하며, 모니터화면이 여러개 일때는 refresh rate 가 70 Hz

이상이어야 한다. Brightness, phosphor color, phosphor decay time 등도 조화를 이루어야 함.

8) 모니터 수량:

진단용 Workstation: 2-8 Monitors

임상용 Workstation: 1-2 Monitors

3-4. Teleradiology를 위한 필수 조건

1) DICOM 표준방식 채택

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 가능함.

2) 국제적으로 공인된 표준 PACS protocol이므로 높은 호환성을 보장함.

3) 최근 GE, Siemens, Philips, Picker, Toshiba, 3M, Acuson, ATL, DeJarnette, Agfa, DuPont 등의 우수 의료영상장비 제조회사들이 DICOM을 지원하기 시작함.

4) 일본과 유럽도 DICOM을 따르기로 결정함.

5) Open & Standard PACS와 Teleradiology와의 호환성 유지 등을 들수 있다.

이러한 국제적 표준인 DICOM을 따르지 않는 시스템의 경우, 다음과 같은 어려움이 예상된다.

1) Open PACS & Teleradiology와의 연결과 확장 불가능. 따라서 현재의 원격의료 시스템은 국내의 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 상업용 DICOM gateway를 이용할 수 없음.
- 5) 향후 DICOM을 지원하는 장비로 부터의 자료를 받은후 다시 자기 고유의 형태로 데이터 전환해야 하므로 비효율적임.
- 6) 향후 대규모 원격의료로 확장시 장비의 교체없이 그대로 사용할 수 있어야 함.

## 2) Direct digital interface

CT/MR 장비로 부터의 Direct digital interface가 필요한 이유는 첫째, CT/MR 에서 제공하는 12 bit image window/level 을 지원하므로, frame grab시 8 bit image 조작보다 훨씬 좋은 window/level 지원이 보장되며, 둘째, CT/MR console 에서 입력한 환자 기본 정보를 영상의 header file에서 직접 불러 오므로써, 환자정보 재입력에 따른 불편과 에러를 막을 수 있기 때문이다. DICOM 영상들은 문자정보를 담고있는 헤더부분과 영상데이터를 담고 있는 영상데이터 부분으로 구성된다. 헤더부분에는 환자이력, 검사기관, 검사내영및 촬영조건과 정보시스템과 통신을 위한 문자정보들이 보관된다. 그 뒤에 영상데이터부분이 따라오게 된다.

DICOM을 지원한다는 일부 업체들은 CT/MR 등의 영상을 받아 헤더파일을 모두 이해하지 못한채, 헤더파일 전체를 무시하거나, 일부 환자 성명, 성별, 진찰권번호 등의 몇가지 필드만 해독하고 대부분을 무시한채, 영상데이터만 받아 화면에 display 하면서 마치 DICOM 영상을 취급한다고 하기도 한다. 이러한 경우 시스템 운용상 많은 문제점이 생길 수 있다. 일례로 이 영상을 타 시스템으로 보낼 경우 window/level에 관한 조건이 헤더부분에 없으므로, 매번 조회시 일일이 window/level을 재조정해야 하는 번거로움이 생긴다.

## 3) 장비교체없이 대규모 PACS로의 확장성

Teleradiology와 개방형 표준형 PACS와의 연결은 물론 향후 병원 전체로의 대규모 PACS로 확장시 장비의 교체없이 그대로 사용할 수 있어야 한다.

## 4) System reliability & security 보장

환자의 생명을 다루는 병원에서 취급되는 의료영상들을 취급관리하는 Teleradiology는 일반적인 컴퓨터 통신장치와는 달리 데이터 오류를 용납되지 않는다. 만일 오진에 따른 의료분쟁 발생시 의료진 뿐 아니라 시스템 개발자에게도 책임이 있다. 이처럼 환자진료에 이용되는 중요한 시스템이므로 시스템의 안정성(reliability)과 보안성 (security)과 영상정보 교환시 완벽성이 요구된다. 미국에서는 이들 시스템의 안정성과 보안성을 위하여 FDA 등록을 필요로 하고 있다.

## 3-5. Teleradiology 도입시 기대효과

### Teleradiology 도입으로

첫째, 도시와 농어촌간에 혹은 교통이 혼잡한 서울 부산등의 대도시내의 병원들간에 영상정보 교환이 가능하고,

둘째, 의사가 퇴근한 후에도 응급환자의 수술여부 결정과 필요한 조치를 자택에서 지시할 수 있으며,

셋째, 자병의원의 진단 및 환자관리의 질적 향상, 즉 자병원에 방사선과 수련의를 파견하더라도 모병원의 방사선과 전문인력이 CT/MR 판독을 지원 할 수 있어, 자병의원 의료교육의 질적 향상을 꾀할 수 있고, 방사선과 의사들간의 정보 교류 향상을 도모하며,

넷째, 정년퇴직한 전문 방사선과의사들의 자택 판독근무를 가능케 하여 의료인력의 활용도를 높일 수 있다.

## 4. CT-MR Teleradiology

### 4-1. CT-MR Teleradiology 사업 배경

전통적인 필름 시스템에서 방사선진단을 하기 위해서는 필름이 준비 될 때까지 기다려야만 하고, 반드시 방사선전문가가 필름과 같은 장소에 있어야만 했다. 예를 들면, 응급환자의 경우에도 필름이 현상될 때까지 기다려야 하며, 담당의사가 퇴근한 경우는 수술등의 중대한 결정을 위하여 필름을 보러 다시 병원에 나와야 하며, 그로 인한 수술 지연등으로 환자의 생명이 더 위독해 질수 있다. 환자로서는 방사선검진을 받기 위해 방사선전문가가 있는곳을 찾아 가든지, 아니면 외부 방사선전문가가 판독한 결과를 알려 줄 때까지 오랜시간을 기다려야만 했다.

Teleradiology가 도입되면 필름 시스템이 안고있는 이러한 시,공간의 문제를 해결할 수 있으며, 이로인한 혜택은 병원이나 환자 모두에게 막대할 것이다.

국내에서는 서울대학병원과 연천보건소 간의 Teleradiology가 처음 사업으로 시행되었으며, 정부주도로 경북대학병원과 울진보건원, 전남대학병원과 구례보건원간에 Telemedicine(원격의료) 사업이 실시되었다. 이 시범사업의 모든 경비는 국가에서 지원되고 의료원은 실질적 부담이 없다. 그러나 이들 사업을 상용화를 고려할 때는 표 1과 2에서 보듯이 일반촬영(CR, Digitized film)검사의 경우 CT나 MR 검사에 비하여 영상크기가 너무 커서 통신 소요시간과 통신비용이 많이 들게 되므로, 많은 기술적 경제적 어려움이 따른다. 또한 일반촬영에 대한 관독료가 1,000 ~ 2,000원대로 저가이므로(5) 시스템 운영과 장비도입에 큰 도움이 되지 못한다. 따라서, 현실적으로 장비 구입비용, 통신비용, 관독자문료, 유지보수및 운영 비용들을 감안할때 CT-MR Teleradiology가 상업화될 가능성이 있다고 생각된다.

앞으로 Teleradiology에 관련된 전자, 컴퓨터, 통신 기술등이 발달되고, 시스템 보급이 활성화 되면, CT/MR

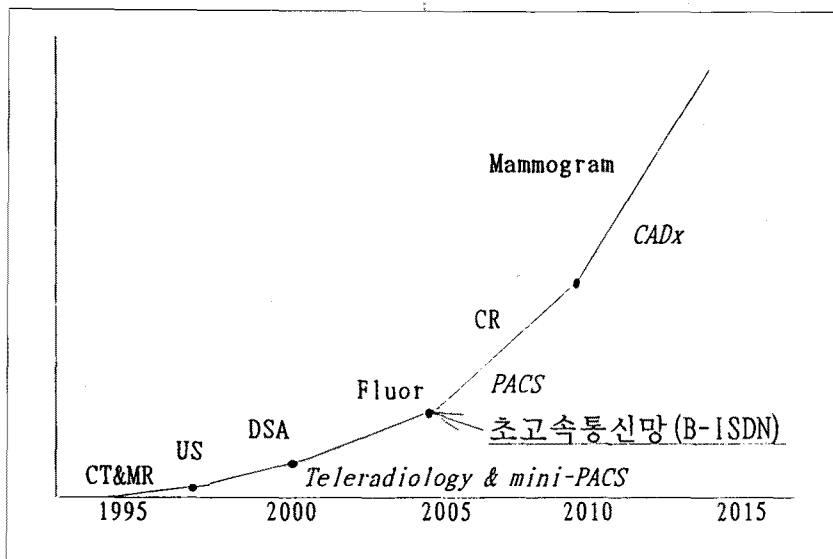


그림 4. 미래에 예상되는 Teleradiology 발달

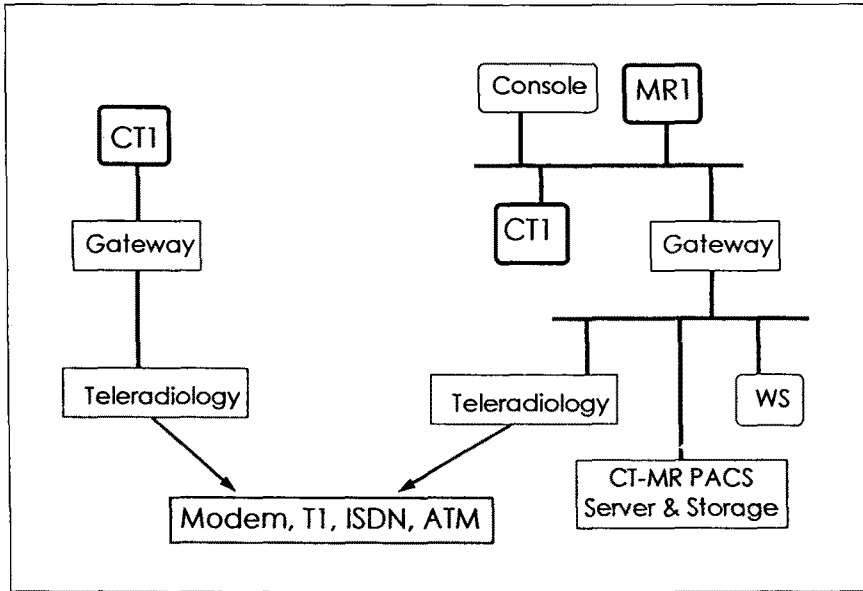


그림 5. CT-MR Teleradiology 시스템 예

에 이어 초음파, 혈관조영술, 투시촬영 등을 지원하는 시스템이 보급될 것으로 생각되며, 국내 초고속 통신망이 완성되는 2005년 이후 부터는 일반촬영도 지원하는 상업용 Teleradiology 시스템이 보편화되리라 생각된다. 또한 여기에 computer aided diagnosis 같은 인공지능 기법이 영상진단에 이용되기 시작하면 디지털 영상 시대로 접어들면서 Teleradiology는 병의원과 의료기관의 필수장비로 인정되리라 생각된다 (그림 4).

또한 CT/MR 영상은 이미 디지털 영상으로 컴퓨터를 사용할 경우 다시 필름으로 만들 필요가 없으며, 임상적으로 가장 중요한 방사선학적 검사들로, 필름스캐너나 CR을 사용하여 디지털화한 일반 X-선 사진보다 영상 메모리 크기가 작으므로, 시스템 성능면등에서 저가형 Teleradiology 개발이 가능하다. 향후 병원내의 다른 초음파, 혈관촬영, CR 등의 개방형 표준형 mini-PACS와의 호환성과 연결을 통하여 장차 병원전체 대 규모 PACS로의 확장이 가능하다.

#### 4-2. CT-MR Teleradiology 시스템 구성

CT-MR Teleradiology는 전술한대로 공중통신망을 이용한 Network으로 연결되어 구성된다. 이외에 CT나 MR의 영상을 필요시 DICOM 표준안으로 변환하기 위한(또는 그 반대로 DICOM 영상을 CT나 MR의 format에 맞게 변환하기 위한) Gateway가 요구되며, 전문가가 전송된 영상을 보기 위한 1K (혹은 2K) 해상도 모니터를 장착한 workstation이 필요하다(참조: 3-3-3. 영상출력용 Workstation). 그림 5는 CT-MR Teleradiology 구성의 한 예로 CT-MR PACS server와 storage를 덧붙인 구성도이다.

### 5. 결론

이제 우리나라도 초고속 정보통신망사업이 활발히 진행되고 있다. 의료분야에서도 이를 활용하기 위한 여러 가지 방법을 모색하고 있으며, 그 중 Teleradiology 활

용방안이 적극 검토되고 있다.

Teleradiology를 구축할 경우 다음 몇가지 사항들을 고려해야 한다.

첫째, 향후 시스템의 확장과 이기종 제품간의 호환성을 유지하기 위하여, Teleradiology는 국제적 표준 protocol인 DICOM Standard를 따라야 하며,

둘째, CT와 MR로부터 Direct digital interface를 함으로써 12 bit window/level을 지원하고, 불필요한 환자 정보를 재입력하는 불편을 없애야 하고,

셋째, 향후 개방형 표준형 PACS와 Teleradiology와의 연결은 물론 대규모 시스템으로 확장시, 전혀 장비 교체없이 그대로 사용할 수 있어야 하며,

넷째, 시스템의 안정성과 보안성은 물론 데이터 교환시 영상정보의 완벽성이 유지되어야 한다.

아직은 Teleradiology 시스템이 상용화되고 보편화되려면 많은 문제점과 어려움이 있으나, 사회가 정보화되고 문명이 발달함에 따라 Teleradiology의 시대적 요구는 분명하며, 정부와 학계 및 의료계의 많은 연구와 협조를 통하여 Teleradiology 시스템 도입이 확산 및 정착되리라 본다. 또한 Teleradiology 활용을 극대화하기 위해서는 병원내의 PACS와의 연결을 통한 영상데이터베이스를 구축하고, 장차 전자 보험 청구 시스템, 예약 스케

줄 관리 시스템, 원격리 교육 시스템, Telepathology 시스템, Telecardiology 시스템, Teleconsultation 시스템, Telepharmacy 시스템 등의 하부기능들이 추가되어야 하며, 그밖의 병원내 많은 정보시스템들과 연계되는 미래의 의료정보 시스템으로 발전될 필요가 있다고 생각한다.

## 참고 문헌

1. Peterson J. The telemedicine handbook Improving health care with interactive video. telemedicine Interactive Consultative Services, Inc. Austin Texas, first ed 1993 Chapter3 Economics
2. Gayler BW, Gitlin JN, Rappaport W, Skinner FL, Cerva J. Teleradiology:an evaluation of a microcomputer-based system. Radiology 1981; 140:355-360.
3. Abramson JR, Krasner BH. Data compression in the PACS environment. Proc SPIE 1989; 1091:42-49.
4. Huang HK. Elements of digital radiology:a professional handbook and guide. Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall, 1987
5. 의료보험 요양급여기준 및 진료수가기준. 92년도 보건사회부