

원격 영상 정보 시스템의 개발

Design of a Teleradiology System

김선호*, 유선국**, 김용구**, 박성욱***, 김성림**, 김남현**

* 연세대학교 이과대학 신경외과학 교실

** 연세대학교 의과대학 의용공학 교실, *** 연세대학교 공과대학 전자공학과

Sun-Ho Kim*, Sun-Kook Yoo**, Yong-Goo Kim**,
Seong-Uk Park***, Seong-Rhim Kim** and Nam-Hyun Kim**

Department of Neurosurgery, College of Medicine, Yonsei University

Department of Medical Engineering, College of Medicine, Yonsei University

Department of Electronic Engineering, College of Engineering, Yonsei University

Abstract

In clinical surgery, there are frequent needs for communication between the house staff and the attending physician in an emergency situation. It's often insufficient for the house staff to make a decision through the information which is delivered in the form of only voice through the telephone line. To overcome the limitation of voice communication, we have designed an emergency teleradiology system which can be used for emergency surgical and medical decision making.

The system can transmit the high quality images of CT, MRI, and other X-ray data using a PC attached to a modem through the conventional telephone line. Progressive transmission adopted in the system enables us to efficiently utilize the band-width of telephone line which is typically very low. The iterative residual coding/decoding algorithm compresses various medical images effectively, and thus fast-transmission of images data helps the house staff to perceive the status of emergent patient and make a fast and correct decision about the patient. The system also satisfies design requirements such as low-cost, ease of operation and interactive image communication including voice.

'Teleradiology system' proposed in this paper has been installed and operated in the emergency care unit of Severance Hospital, and as a result, it is very effective in the emergency situations (*Journal of Korea Society of Medical Informatics* 2:87 ~ 97 1996)

Key words: emergency teleradiology system, progressive transmission, interactive residual coding algorithm, medical image transmission

주소: 120-752 서울특별시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 의과대학 신경외과학 교실
TEL: 02)361-5629

* 본 연구는 1994년도 연세대학교 대응연구비의 일부 지원에 의해 이루어졌음.

I. 서론

원격 방사선 영상 전달 시스템(Teleradiology System)은 컴퓨터와 통신 기술의 조합체로서, 방사선 영상의 원격 진단에 필요한 영상 데이터의 전송과 자동화 수단으로 최근 다양한 형태의 시스템들이 제안되고 있다.(1~3) 범용 의료 영상 전산화를 추구하는 PACS와는 달리, 원격 방사선 영상 전달 시스템은 보통 특정한 장소에 특정한 목적을 두고 설계되며, 시스템의 비용과 전송 매체의 유용도에 따라 크게 영향받는다.(4) 현재까지 국내에서 연구된 실적은 그리 많지 않지만, 영상 데이터의 빠른 전송과 함께 전송되어진 영상의 화질이 주요한 시스템 요소로 지적되고 있다.(5~6) 본 논문에서 제안하는 원격 의료 정보 전송 시스템은 병원 응급실과 전문의의 집 사이에 설치하며, 원격 진단이 아니라 응급 상황의 판단에 도움을 주기 위한 것이다.

현재 국내에서는 높은 교통사고 발생률과 환자들이 대단위 종합 병원으로 편중되는 경향으로 인하여 응급 수술을 요하는 수많은 환자들이 응급실을 통해 내원하게 되며 병실에 입원 중 상태가 악화되어 응급 조치를 요하는 환자들이 발생하고 있다. 그러나 이러한 환자들이에 대한 의료적 판단(Medical Decision)이 필요할 때 담당 주치의가 병원에 없거나 전공의들 만으로는 치료 방침의 결정이 어려운 경우가 종종 발생한다. 이러한 경우 지금까지의 통상적인 방법은 전화를 통하여 담당주치의와 상의하여 환자의 치료를 결정하거나 주치의가 병원에 나와 판단하는 것인데, 전자의 경우, 정확하지 못한 상황 설명에 의해 틀린 결정을 내리게 될 가능성이 존재하며, 후자의 경우, 시간적으로 환자가 입는 손실이 클 수 있다.

따라서, 이와 같은 문제에 초점을 맞추어 진단이 가능할 정도의 가능한 최고 화질의 의료 영상을 가능한 가장 빠른 방법으로 전송할 수 있는 적은 투자 비용의

운용이 간편한 시스템의 개발이 요구되었고, 이를 시험운용한 결과 긍정적인 결과를 얻을 수 있었다.

본 논문에서는 이와 같은 목적으로 개발된 원격 의료 정보 전송 시스템을 소프트웨어부와 하드웨어부로 나누어 그 구성을 설명하고, CT, MR, X-ray등의 의료 영상에 대한 실험 결과를 보임으로써 시스템의 유용성을 입증하고자 한다.

II. 시스템 구성

본 시스템은 크게 나누어 소프트웨어 부분과 하드웨어 부분으로 구성되어 있으며, 각 부분의 모듈들은 다음과 같은 설계 전략에 근거한다. 우선, 본 시스템이 병원 응급실과 전문의의 가정에 설치된다는 점을 감안하여 컴퓨터에 익숙하지 못한 의사들도 쉽게 시스템을 운용할 수 있어야 하고, 조작에 의한 시스템 에러를 최소화하여야 한다. 이를 위하여 본 시스템에서는 단 5~6 가지의 키 입력 만으로 시스템이 운용될 수 있도록 사용자 편의성을 극대화 하였다. 또한, 설치 및 운용에 필요한 비용을 최소화하기 위하여, 대부분의 하드웨어 장비들은 현재 병원 내에 있는 것들로 구성하고, 많은 부분을 소프트웨어로 처리할 수 있도록 하였다. 그리고 본 시스템의 목적에 비추어 가장 중요한 것은 우수한 화질의 영상을 낮은 대역폭을 가지는 전화망을 통하여 어떻게 빠른 시간안에 전송하는가 하는 문제인데, 이러한 문제를 해결하기 위해서는 정지 영상 압축 표준인 JPEG의 규약에 근거하여 점진적 전송을 위한 부호화 방식을 채택하고, 전송 에러의 정정 기능이 있는 모뎀을 사용하여 전송 프로토콜에 의한 오버헤드를 최소화하도록 설계하였다.

1. 시스템 하드웨어

본 논문에서 제안하는 원격 의료 정보 전송 시스템은 그

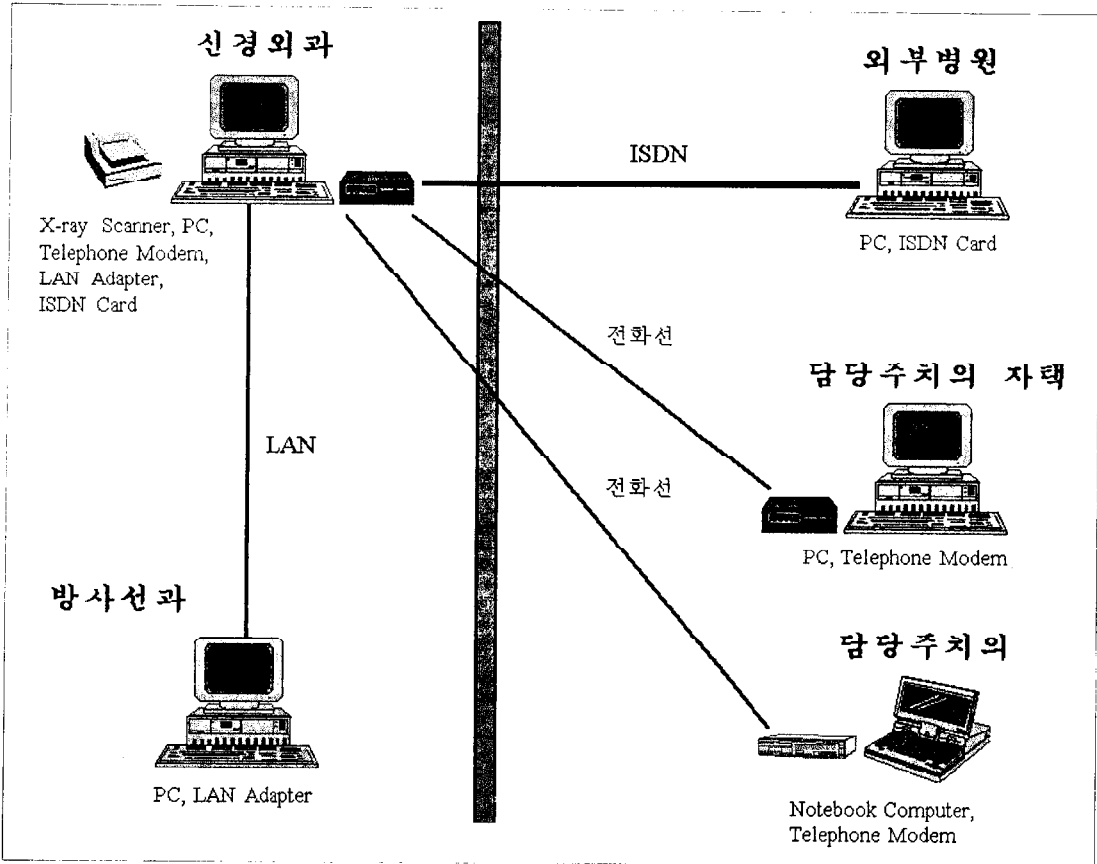


그림 1. Configuration of the proposed system

림 1.에 보이는 바와 같이 응급실의 영상 취득부와 저장 및 전송부 그리고 담당주치의 자택의 수신부로 구성된다.

본 연구의 초기 단계에서는 영상 취득을 위하여 A4 크기의 투과 스캐너(Transparency Scanner)를 사용하였으나 14"×17" 크기의 X-ray 필름을 스캔하는데 문제가 있고, 부분만을 취득하기 위한 조작에 시간이 많이 소요되므로 이러한 문제를 해결하기 위하여 A3 크기의 스캐너를 사용하였다. 응급 환자의 상태를 설명하기 위한 영상은 응급실에 설치된 스캐너를 통하여 스캔하거나, 또는 원내에 설치되어 있는 마이크로 PACS 시스템의 영상 저장부에서 얻는다. 그림 2.는 원내에 설치된 마이크로 PACS 시스템의 구성을 나타내는 것이다.

취득된 영상은 전송을 위하여 처리되는데, 이 영상 처리부의 시스템은 16MB의 RAM을 갖춘 486 DX급 IBM 개인용 컴퓨터를 사용하고, 원내의 마이크로 PACS 시스템과의 접속을 위한 LAN 카드와 담당주치의 자택의 수신부와 통신을 하기위한 9600bps 모뎀으로 구성된다. 마찬가지로, 담당주치의 자택에 설치된 수신부는 IBM 호환기종의 개인용 컴퓨터와, 14" 1,024×768모니터, 그리고 9600bps 전화 모뎀으로 이루어진다.

2. 시스템 소프트웨어

본 제안 시스템에서는 설치 및 운용의 비용을 최소화하기 위하여, 획득한 영상의 처리부나 통신에 필요

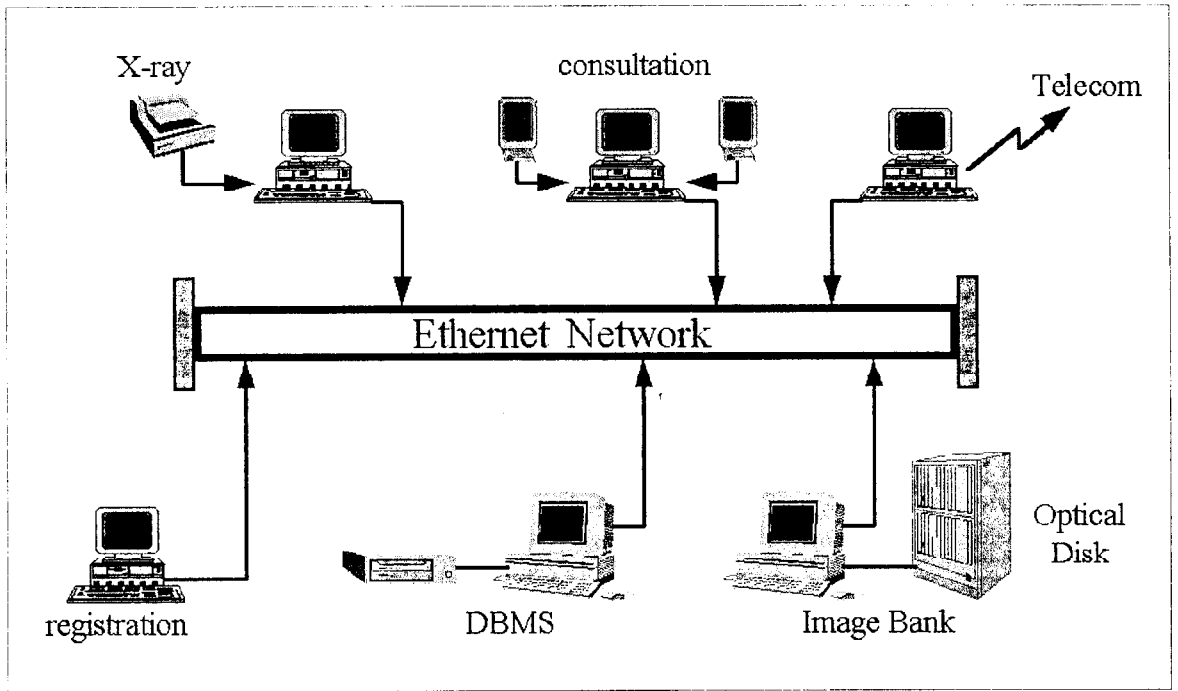


그림 2. Typical M- PACS system

한 부분들을 모두 소프트웨어적으로 개발하였다. 소프트웨어부는 스캐너를 이용하여 CT, MR, X-ray 등의 의료 영상 정보를 입력하는 영상 입력부, 입력된 영상을 디스플레이하고, 압축 부호화를 수행하는 영상 처리부, 그리고 부호화된 데이터를 모뎀을 사용하여 송·수신하는 통신부로 구성되며, 각 부의 세부 사항은 다음과 같다.

1) 영상정보 입력부

응급 환자의 영상 정보는 스캐너를 통해서 입력되는데, 이 영상 정보는 응급상황에서 입력될 수도 있고, 원내 마이크로 PACS에 미리 입력되어있는 영상일 수도 있다. 스캐너의 콘트롤은 시중에서 쉽게 구입할 수 있는 소프트웨어-Micrographix Picture Publisher 4.0, Aldus Photostyler 2.0 등을 사용하였고, 입력 영상의 분해능은 150dpi, 8bit/pixel로 하였으며, 영상정보의 표준화를 위해서 1,024×768 화소로 영상 크기를 조정하였다. 또한 입력된 영상 자료는 압축과 전송 및 다른 응용프로그램과의 호환성을 유지하기 위

하여 그래픽 영상의 기본인 TIFF(Tagged Image File Format)형식으로 저장하였다.

2) 영상 처리부

영상정보 입력부에서 입력되는 영상 데이터는 $1,024 \times 768 \times 8 = 6,291,456$ (bits)의 엄청난 양의 데이터이고, 이와 같은 분해능으로 14"×17" X-ray 필름 1장을 스캔하여 저장한다면, 약 4.1 Megabyte의 기억용량을 필요로한다. 이와 같은 데이터양은 현재 국내 전화선을 통한 안정적 통신 속도인 9600bps(bits per second)를 고려해 볼 때, 담당수치의의 자택이나 외부병원에 전송하는데 약 10.9분의 시간이 소요되므로 응급상황에서 실제로 사용하기에는 많은 무리가 따른다.

따라서 본 시스템의 개발에서는 이러한 의료영상의 정보량을 줄이는 압축방식으로, 영상정보압축에 우수한 성능을 가지는 것으로 알려져 있는, JPEG(Joint Photographic Experts Group)의 영상압축에 대한 권고안에 기반하여 영상 처리 프로그램을 개발하였다.

JPEG에서 제안하는 영상 압축 부호화 기법에는 연속 DCT 기반 모드, 점진적 DCT 기반 모드, 계층적 모드, 무손실 모드의 4경우가 있는데(7), 본 시스템의 영상 처리부에서는 연속 DCT 기반 모드의 장점과 계층적 모드 기법의 장점을 모두 포함할 수 있는 재귀적 차영상 부호화 알고리즘을 사용한다.

즉, 영상정보 입력부에서 입력된 영상 정보는 우선 다운 샘플링을 통해 원래 크기의 1/4로 축소된다. 축소된 영상의 각 8×8 블럭에 대해서는 JPEG의 연속 DCT 기반 모드 기법을 적용하여 부호화하고, 이를 1번째 영상으로 전송한다. 전송한 첫번째 영상은 양자화 단계를 크게 조정하여 낮은 비트율을 가지는 화질의 열화가 심한 영상이므로, 다운 샘플링된 원 영상으로부터의 차영상을 구하여, 이를 다시 부호화한다. 이와 같은 재귀적 부호화를 2번 수행하여, 전송 영상의 화질을 어느정도 높인후에는 이를 업 샘플링하여 원 영상 크기의 차 영상을 구하고, 이 차영상을 부호화하여 통신부에 넘겨주므로써 영상 처리를 마친다.

이와 같이, 다운 샘플링과 업 샘플링을 통하여 분해능을 조절하고, 재귀적으로 차영상을 부호화하여 전송하므로써 영상의 화질을 점진적으로 증진시키는 이유는 응급 상황을 고려하여 영상을 전송하는 어느 순간든지 담당주치의의 판단이 서면 영상 전송을 포기하고 음성 모드로 전환하여 상황에 대한 조치를 취하기 위함이며, 대역폭이 매우 좁은 전화망을 효율적으로 이용하기 위함이다.

3) 통신부

통신부에서는 송신단의 영상 처리부에서 데이터를 넘겨받아 이를 모뎀을 통해 담당주치의의 자택에 전송될 수 있도록하고, 반대로 수신단에서는 모뎀을 통해 수신된 데이터를 영상 처리부에 넘겨주는 역할을 한다. 국내 전화선은 그 선로 상태가 열악한 형편이어서, 현재 안정적으로 데이터를 송수신할 수 있는 속도는

9600 bps 정도에 불과하다. 따라서, 의료 영상과 같은 막대한 양의 데이터를 영상 처리부에서 10:1 정도의 압축 효과를 거둘 수 있다고 하더라도, $6,291,456/10 = 629,145$ (bits)가 되고, 이를 전송 에러가 생기지 않도록 송·수신 하려면 1분이 훨씬 더 걸리게 된다. 따라서, 본 시스템의 통신부에서는 ITU-T (International Telecommunication Union : Telecommunication Standardization Sector)의 권고안 V.42나 V.42 bis를 지원하는 모뎀을 사용하여, 전송 에러에 대한 문제는 모뎀이 하드웨어적으로 알아서 처리하도록 하고(8~9), 통신을 위한 소프트웨어에서는 특정한 프로토콜을 사용하지 않으므로써 프로토콜에 의한 오버헤드를 없애도록 하였다. 또한 본 시스템의 사용자는 컴퓨터에 전문지식이 없는 일반 의사들이기 때문에 2~3번의 키 조작에 의해 송·수신이 이루어지도록 하였고, 응급 상황을 고려하여 1번의 키 조작으로 수신 대기 상태와 음성 모드 상태를 토글링할 수 있게 하였으며, 특히 수신단에서는 병원에서 걸려온 전화에 의해 응급환자가 있다는 것을 알고 30초~1분 내에 컴퓨터를 수신 대기 상태로 들어갈 수 있도록 하기 위하여 DOS 기반으로 소프트웨어를 설계하였다.

다음의 그림 3.은 본 시스템 소프트웨어부 전반의 콘트롤 다이아그램을 나타내는 것인데, 프로그램이 수행

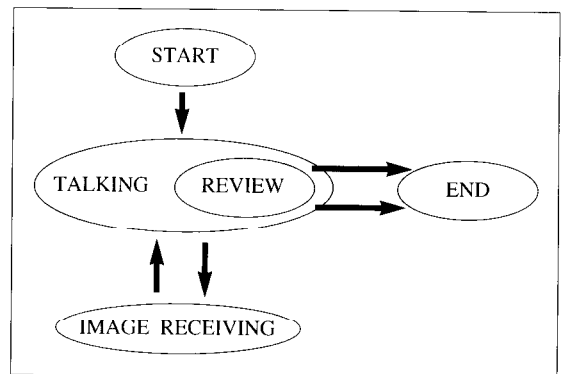


그림 3. Control diagram of software part

되면 음성 모드와 데이터 수신 모드 사이를 토글링할 수 있고, 수신받은 데이터는 계속적으로 저장했거나 선로상태가 악화되어 연결이 끊기더라도 연결이 끊기기 전까지의 수신 데이터는 다시 볼 수 있도록 하였다.

III. 실험 및 결과

제안 시스템의 성공 여부에 가장 중요한 요인은 실제 의사들이 쉽게 제안 시스템을 사용할 수 있느냐 하는 것이다. 대부분의 의사들은 컴퓨터에 전문가가 아니고, 단지 워드 프로세서나 데이터 베이스 응용 소

프트웨어 정도를 다룰수 있는 수준이기 때문에 본 개발 시스템은 연세 의료원의 응급실에 시험 설치하고, 주로 외과 응급 환자를 다루는 일반외과나 신경외과의 레지던트들에게 2-3회 정도의 간단한 조작 교육을 실시하였다. 이들은 대개 약 30분 정도의 짧은 조작 교육 만으로도 별 문제없이 응급 환자의 의료 영상 데이터를 전송할 수 있었다. 다음의 그림 4.는 본 시스템을 사용하여 응급 환자의 데이터를 전송한 실례를 나타내는 것이다.

그림 4.의 환자는 밤 12시경에 응급실에 도착했으며, 도착 당시 반 혼수상태로 좌측에 마비 증세를 보였

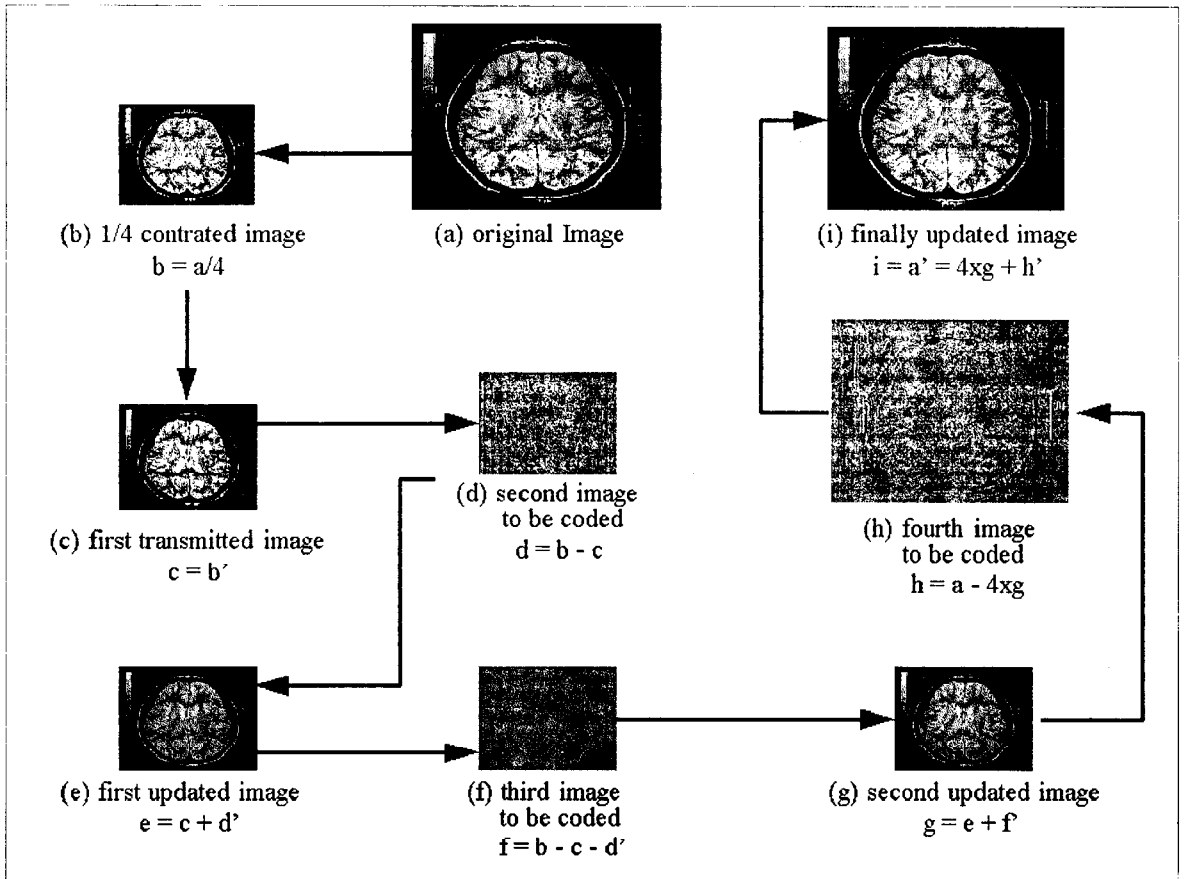
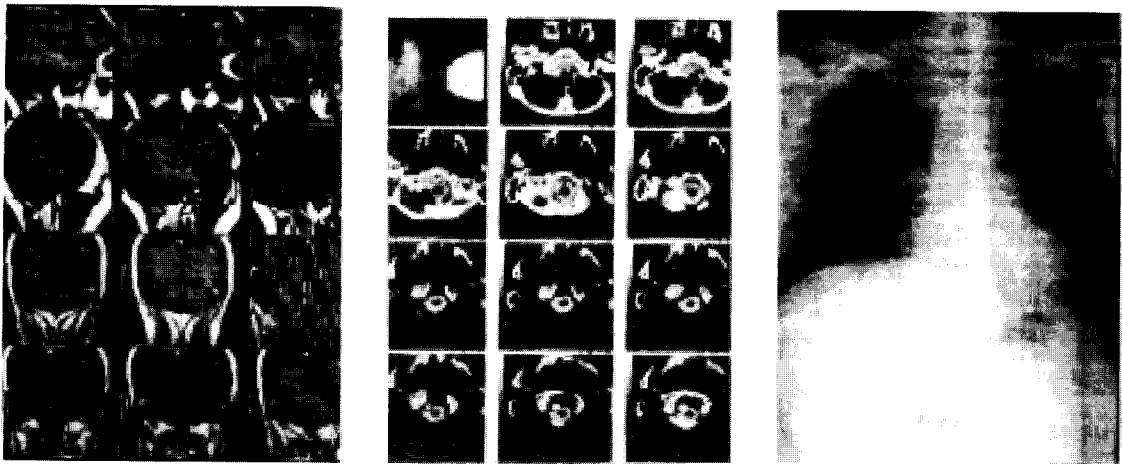


그림 4. Example of CT image transmission for a patient in emergency state

었다. 신경외과의 레지던트는 환자를 검사하고 뇌의 CT scan을 지시했다. CT 촬영 결과 환자는 간뇌의 시상부에 심한 뇌출혈이 있음을 보여주었고, 따라서 레지던트는 환자의 치료 계획에 대해 논의하기 위하여 귀가한 신경 외과 스태프에게 전화를 걸었다. 전화를 걸기전 그 레지던트는 응급실에 설치된 컴퓨터 시스템

를 하고, 환자의 상태에 대해 이야기 하면서 영상 수신 상태를 준비하는데 약 2분의 시간이 소요되었다. 응급실의 레지던트가 전송한 첫번째 영상을 약 6초후에 스태프가 받아볼 수 있었으며, 계속해서 두번째, 세번째, 네번째 영상이 전송되어 영상의 화질이 증진되었다. 영상의 전송이 끝나면 호출된 스태프는 환자의 상태에



(a) Test image (MR)

(b) Test image (CT)

(c) Test image (X-ray)

그림 5. Test images for the evaluation of efficiency of the proposed system

표 1. Simulation results for MR test image

	영상의 크기 (Bytes)	부호화 시간 (초)	복호화 시간 (초)	부호화된 코드수 (Bytes)	복원 영상의 화질 (dB)
1번째 영상	156,672	2	1	6,439	24.39
2번째 영상	156,672	3	1	7,719	26.62
3번째 영상	156,672	5	1	8,558	27.87
4번째 영상	626,688	6	5	82,098	34.38

를 구동 시키고, 환자의 의료 영상을 스캐닝 했는데, 이에 약 3분의 시간이 소요되었다. 전화를 받은 스태프에게 자신의 집에 있는 컴퓨터 시스템을 구동 시키도

대해 이야기하기 위해 음성 모드로 토클링하거나 또는 필요한 다른 영상을 계속해서 수신할 수 있다. 수신된 영상 데이터와 응급실 레지던트와의 대화를 통해 호출

된 스테프는 환자에 대한 의료 처리를 지시할 수 있었으며, 이 전 과정이 수행되는데 약 10분의 시간이 소요되었다. 이는 스테이 집에서 병원으로 달려와 진단하고 치료하는데 걸리는 시간을 생각해 볼 때 매우 효율적인 것임에 틀림없다.

그림 4.에서 (a)는 전송하고자 하는 원래의 영상이고, JPEG의 계층적 부호화 기법을 적용하기 위하여 원 영상의 가로, 세로의 각 축에 대해 1/2 다운 샘플링을 수행하여 그림 (b)를 얻는다.

즉, 초기 3번째까지의 전달 영상인 그림 (g)까지는 영상 (b)의 차 영상을 계속해서 전송하여 전송을 개선해 나가고, 마지막 4번째에서는 전송하고자 하는 원래 영상 (a)와의 차영상을 부호화하여 전송한다. 시험 설치, 운용의 결과, 보통 두 번째까지의 전송 영상인 그림 (e)정도에서 판단이 가능하였고, 따라서 이와 같이 계층적 구조로 시스템을 설계하는 것이 매우 바람직하다는 결론을 확인할 수 있었다.

그림 (c)의 첫번째 전송 영상은 63.9 : 1로 압축 부호화되었으며, 이를 전송하는데까지 총 6초 정도의 시간이 소요되었고, 복원된 영상의 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)값으로 25.03 (dB)를 얻을 수 있었다. 이어 두번째까지의 전송 영상 (e)를 얻을 때까지도 6초 정도의 시간이 소요되었으며, 그림 (d)

의 두번째로 전송할 영상과 비교해 볼 때 51.8 : 1의 압축비를 얻을 수 있었다. 또한, 두번째 까지 전송된 영상인 그림 (e)는 27.31 (dB)의 화질을 보여주었다. 세번째로 부호화된 영상인 그림 (f)에서도 이와 비슷한 결과인 6초 정도의 부호화 및 전송 시간과 47.0 : 1의 압축비. 그리고 28.40 (dB)의 복원 영상 (g)를 얻을 수 있게 해주었다. 마지막으로 부호화할 영상 (h)에서는 이제까지 부호화했던 영상들 (b), (d), (f)와는 달리 그 크기가 4배로 커졌으며, 또한 처음 3번의 계층적 부호화를 통하여 각 화소들 사이의 상관 관계가 많은 부분 없어졌기 때문에 압축 부호화의 효율이 높지 못하며, 부호화 및 전송에도 많은 시간을 요구하게 된다. 실제로, 마지막 영상인 그림 (i)를 얻기까지 약 1분의 부호화 및 전송 시간이 소요되었고, 그 압축비도 9.4 : 1로 이전의 부호화에 비해 낮은 부호화 효율을 보였다. 그러나, 이는 4배로 커진 원 영상과의 차이를 부호화한 것이기 때문에 그 복원 화질 면에서는 많은 오차를 복구하여 35.21 (dB)의 높은 복원 화질을 얻게 해주었다.

다음은 이상에서 설명한 제안 시스템의 효율성을 보다 효과적으로 입증하기 위하여 MR, CT, X-ray 영상들을 각각 본 시스템을 통하여 전송하는 것을 모의 실험한 결과이다. 모의 실험에서는 전송할 영상의 부호화 및 복호화 시간, 복원 영상의 화질, 그리고 전송 시

표 2. Simulation results for CT test image

	영상의 크기 (Bytes)	부호화 시간 (초)	복호화 시간 (초)	부호화된 코드수 (Bytes)	복원 영상의 화질 (dB)
1번째 영상	59,200	1	0	2,929	22.13
2번째 영상	59,200	1	0	3,613	24.06
3번째 영상	59,200	2	1	3,939	25.00
4번째 영상	236,800	3	3	38,345	31.66

간과 직접적으로 관계가 있는 부호화된 코드의 수 및 부호화 효율을 압축비로 계산하여 결과를 산출했다.

$$PSNR = -10 \log_{10} \frac{\frac{1}{N \times M} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} \{O(i, j) - R(i, j)\}^2}{255^2}$$

표 1에서 영상의 크기와 부호화된 코드수는 각각 Byte단위를 말하고, 복원 영상의 화질은 PSNR을 의미하는 것으로 다음과 같이 정의된다.

여기서 M, N은 영상의 크기를 말하고, O(·)는 원 영상을 R(·)은 복원 영상을 의미하는 것이다. 따라서, 복원 영상의 화질이 33.63 dB라고 하는 것은 위의 PSNR에 대입하여 복원 영상의 평균 에러 값을 계산

$$MSE = \frac{1}{N \times M} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} \{O(i, j) - R(i, j)\}^2 = 23.72$$

해 볼때즉, 화소당 평균 오차가 4.87에 불과하다는 것을 의미하는 것이다.

또한 표 1에서의 부호화 시간과, 복호화 시간은 제안 시스템의 압축 부호화를 수행하는데 필요한 시간을 말하는 것이다. 따라서, 전송단에 입력된 MR 실험 영상, 그림 5.(a)는 4/1로 다운 샘플된 첫번째 영상이 2

초 동안 부호화 되고, $6,439 \times 8 / 9,600 = 5.37$ 초 동안 전송되며, 1초 동안 복원되어 총 8.37초 만에 수신단에서 모니터에 나타나는 첫번째 영상을 볼 수 있게 된다는 뜻이다.

뿐만 아니라, 부호화된 코드수로 부터 부호화의 효율을 계산할 수 있는데, 이는 그림 5.(a)의 두번째 영상의 경우 부호화할 영상의 크기가 156,672 Byte인데 반하여, 부호화된 코드수가 7,719 Byte이므로 $156,672 / 7,719 = 20.3 : 1$ 의 압축율을 가진다는 것을 알 수 있다는 뜻이다. 전체적으로 보면, 부호화할 영상은 626,688 Byte의 MR 영상이고, 부호화된 데이터는 표.1에서와 같이 4번에 걸쳐서 $6,439 + 7,719 + 8,558 + 82,098 = 104,814$ Byte의 크기를 가진다. 따라서, 실험 영상 그림 5.(a)의 MR 영상은 $626,688 / 104,814 = 5.68 : 1$ 의 압축율을 부호화 효율로 가지게 된다.

표 2와 표 3에서도 각 계수의 의미는 위의 설명과 같다. 즉, 그림 5.(b)의 CT 영상이 송신단에 입력된 뒤 첫번째, 두번째, 세번째, 그리고 네번째 영상을 수신단의 모니터에서 받아보는데에는 각각 3.44초, 4.01초, 6.28초, 37.95초가 소요되며 따라서 51.68초 만에 CT 영상 한 장의 전송을 마치는 셈이다. 또한 표 3의 부호화된 코드수를 보면, 그림 5.(c)의 X-ray 영상은 총 16.4 : 1의 압축비를 나타내며, 평균 화소당 에러가

표 3. Simulation results for X-ray test image

	영상의 크기 (Bytes)	부호화 시간 (초)	복호화 시간 (초)	부호화된 코드수 (Bytes)	복원 영상의 화질 (dB)
1번째 영상	62,400	1	0	1,067	31.32
2번째 영상	62,400	1	0	1,354	34.54
3번째 영상	62,400	2	1	1,503	35.85
4번째 영상	249,600	2	2	11,312	42.20

1.98에 불과함을 알 수 있다. 이는 어떠한 의료 처치를 위한 판단을 하는데에는 물론이고, 진단을 하기에 도 충분할 만한 화질이다.

IV. 고찰 및 결론

지금까지 외국에서 개발되어 사용되고 있는 원격 방사선 영상 전송 시스템의 대부분은 완전한 PACS의 일부분으로 사용되거나, 원거리에 떨어져 있는 방사선과 전문의에게 영상의 판독을 의뢰할 목적으로 개발된 시스템이 주종을 이루고 있다.(10~13) 따라서 대부분의 시스템이 3 : 1 미만의 압축율을 가지는 무손실 부호화 기법을 사용하며, 이로 인한 방대한 데이터량의 전송을 위해 인공 위성 혹은 광케이블등의 비규격 데이터 전송양에 구애받지 않는 선로를 사용한다.

그러나 본 논문에서 제안하는 원격 의료 정보 전송 시스템은 응급 상황에 의료적 판단을 도울 목적으로 설계된 것으로, 전송 선로 역시 데이터 전송율이 매우 낮은 전화망을 사용하며, 따라서 일부 데이터의 손실을 감수하더라도 빠른 시간 안에 데이터를 전송하게 하여 종합적인 의료 판단이 가능할 수 있도록 하였다.

스캐너를 통하여 영상을 입력하는 문제에 있어서 가장 중요한 점은 환자의 상태를 설명하는 원 영상이 가지고 있는 정보를 가급적 손실 없이, 그리고 빠른 데이터 전송을 위하여 될 수 있는 한 작은 크기로 얻을 수 있어야 한다는 것이었다. 여러 경우의 많은 실험을 통하여 CT, MRI등의 영상 정보는 본래의 영상이 256×256 또는 512×512 크기로 구성되어 있기 때문에 150 dpi로 스캐닝할 경우 데이터의 양을 최소화하면서 거의 완벽한 영상을 얻을 수 있다는 것을 확인할 수 있었고, 또한 여러 상용 그래픽 소프트웨어와의 호환을 고려하여 스캐닝한 영상을 저장할 때에는 표준화된 영상 포맷인 TIFF 형식을 따르도록 하였다.

현재까지의 무손실 데이터 압축 기법은 3 : 1 정도

의 압축이 최대인 것으로 알려져 있으며(14), 3장의 모의 실험 결과에서도 볼 수 있듯이 10 : 1 정도의 압축을 수행하려 할 때에는 약 5% 정도의 데이터 손실을 감수해야만 한다. 그러나 이 정도의 압축을 수행한 모의 실험의 결과 영상들은 약 8배까지 확대하여야만 원영상과의 차이를 구분할 수 있을 정도였으므로, 이 10 : 1의 압축율을 압축의 한계로 정하고 본 시스템을 설계하였다. 그러나, 이와 같이 영상을 압축하여 빠른 시간내에 이를 전송한다 하더라도, 현재 국내 전화선의 상태로 볼 때, 9600 bps 이상의 속도로 데이터를 전송하는 것은 안정적이지 못하기 때문에, 이 영상 데이터를 받아보기 까지는 상당히 많은 시간이 걸리게 된다. 따라서, 일단 수신이 시작된 후에는 빈 화면을 쳐다보고 있는 시간을 단축하기 위해 재귀적 차영상 부호화 기법을 사용하여 점진적으로 영상을 전송하였고, 송수신 중간에 양측간의 음성 신호 전달이 가능하도록 송수신을 임의로 차단하고 음성 모드로 전환할 수 있도록 하였다. 이 방법은 실제로 사용하여 본 결과 완벽한 영상을 한꺼번에 보내는 것보다 응급 상황에 훨씬 유용한 것이 증명되었다.

본 논문에서 제안하고 있는 원격 의료정보 전달 시스템은 연세 의료원 응급실에 시범 설치 운용하여 본 결과, 신경외과 뿐 아니라 다른 의료 영역에서도 응급상황시에 환자에 대한 종합적인 의료 판단에 도움이 될 것이며, 앞으로 설치될 고속 통신망인 ISDN망이나 ATM망에서 사용하게 되면 원격 진단 장비로서의 활용 가능성도 충분히 있는 것으로 사료된다. 따라서, 본 연구의 결과를 보다 발전시키기 위해서는 광대역 통신망의 특성에 부합되는 원격 의료 정보 전달 시스템을 설계하는 것이 필요하다.

참고 문헌

1. David D.S., John V.C., "Remote Diagnosis Raises Efficiency of Radiology", *Diagnostic Imaging* 91, pp. 91~179, 1993.
2. Lyche D.K., DeTreville R.E., Norton G.S., Leckie R.G., "MDIS Early Experience and Efficiency of Wide Area International Teleradiology.", *Proc. SPIE* 2165, pp. 271~282, 1994.
3. Rodney L., Lewis E.B., George R.T., "Design Considerations for Wide Area Distribution of Digital X-ray Images", *Proc. SPIE* 1899, pp. 383~394, 1993.
4. Whitman R.A., Blaine G.J., Jost R.G., Sigarto T.M., Moore S.M., Leith T.R., Beecher D.E., Madden B.R., "Performance of a Teleradiology Medical Doctor's Workstation Supported by N-ISDN", *Proc. SPIE* 2165, pp. 262~270, 1994.
5. Kim J.T., Lee S.W., Park K.S., Min B.K., Kang H.S., Han M.C., "The Development and Application of Teleradiology System", *Proc. KOMBE* 91, pp. 1~4, 1991.
6. Choi B.Y., Lee H.J., Yoo D.J., Huh W, "A Study on Implementation of Telemedicine System", *Proc. KOMBE* 14, pp. 105~108, 1992.
7. ISO/IEC 10918-1, CCITT Recommendation T.81 - The JPEG Still Picture Compression Standard.
8. ITU-T CCITT Recommendation V.42 - Error-Correcting Procedures for DCEs Using Asynchronous to Asynchronous Conversion, 1991.
9. ITU-T CCITT Recommendation V.42 bis - Data Compression Procedures for DCEs Using Error Correction Procedure, 1991.
10. Carey LS, "Teleradiology : Part of a Comprehensive Telehealth System", *Radiol Clin North Am* 23(2), pp. 357~362, 1985.
11. Duchene J, Lerallut JF, Gong N and Danz R, "Micro PACS : a PC-based small PACS implementation", *Medical & Biological Engineering & Computing*, vol. 31, pp. 268~276, 1993.
12. Bakker AR, "HIS, RIS, and PACS", *Comput. Medical Imag. & Graphics* vol. 15, No. 3, pp. 157~160, 1991.
13. Chan KK and Taira PK, "System Integration for PACS", *Comput. Medical Imag. & Graphics*, vol. 15, pp. 177~181, 1991.
14. Kuduvalli G. R., Rangavyan R. M., "Performance Analysis of Reversible Image Compression Techniques for High-Resolution Digital Teleradiology", *IEEE Trans. on Medical Engineering*, vol. 11, pp. 430~445, 1992.
15. Jae S. Lim "Two-Dimensional and Image Processing", pp.620-622, Prentice-Hall INC., 1990
16. A Zakhor, "Iterative Procedures for Redution of Blocking Effects in Transform Image Coding", *IEEE Trans on Circuits and Systems and Video Technology*, vol. 1, pp.91~95, March 1992