

WWW 기반과 위성 데이터 통신을 이용한 원격 PACS의 개발

황선철^{†*}, 정태섭^{**}, 김희중^{**}, 이명호^{*}

연세대학교 공과대학 전기공학과^{*}, 연세대학교 의과대학 진단방사선과^{**}

[†] Email Address : sthwang@hanmail.net

Development of TelePACS using World-Wide-Web and Satellite Data Communication System

S.C.Hwang^{†*}, T.S.Jeong^{**}, H.J.Kim^{**}, M.H.Lee^{*}

Department of Electrical Engineering, Yonsei University^{*}, Department of Radiology, Yonsei University^{**}

[†] Email Address : sthwang@hanmail.net

ABSTRACT

In this paper, we present the WWW (World-Wide-Web)-based TelePACS, which uses the communication network as Asymmetric Satellite Data Communication System (ASDCS). Web-based TelePACS is implemented with JAVA Language. Through the Internet, Web-based TelePACS can make it possible for remote hospital or doctor to access PACS data and information easily and cheaply. The ASDCS uses receive-only satellite links for data delivery and PSTN (Public Switched Telephone Network) modem or N-ISDN (Narrow band Integrate Services Digital Network) for communication. The satellite communication linking shows the very high-speed performance such as 10 - 30 times faster than the modem linking. To solve the speed limits of Internet, JPEG and Wavelet compression methods were adapted in WWW-based TelePACS and were evaluated by PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) and by radiological experts that 10:1 or less JPEG and Wavelet compression may be acceptable for diagnostic purposes. Consequently, we get the conclusion that our system is suitable for tele-radiology and telemedicine world widely.

1. 서 론

멀티미디어 기술과 이를 이용한 정보통신의 발달은 의

료분야의 정보화 및 자동화 기술 발전에 커다란 영향을 주어 의료 영상 및 각종 의료정보를 고속의 네트워크를 통해 전송할 수 있는 PACS의 개발을 가능하게 해주었다. PACS에 대한 연구는 최근 들어 활발하게 이루어져 많은 성과를 얻으며 실제 임상에 도입하는 의료원이 증가하고 있는 추세이다. 그런데 이제까지의 PACS에 대한 연구는 대개 LAN을 이용하여 특정 의료원을 내부적으로 연결하는 것이었으나 최근에 와서는 원격 의료시스템에 관심이 기울어지고 있고 원격 PACS에 대한 연구와 새로운 시도들이 행해지고 있다. 원격 PACS의 주요 구성요소는 의료원에 설치되어 있는 PACS와 컨설팅 및 의료정보를 검색할 수 있는 영상도구 그리고 고속의 WAN이다. PACS는 의료원에서 의료영상데이터를 획득하고 저장한 후 이들 정보를 검색하고 열람할 수 있는 시스템으로서 PACS에 대한 연구 개발은 활발히 진행되어 많은 성과를 올리고 있다. 그러나 원격 의료에 있어서 실제로 원격 PACS를 필요로 하는 대상은 지방의 소규모 의료시설로서 PACS를 열람할 수 있는 전용 의료 영상 도구는 고가이거나 설치된 PACS에 따라 다를 수 있기 때문에 원격 의료의 혜택을 받기 어렵다. 또한 정보통신 기술이 눈부시게 발달하고 있지만 통신 인프라 구조의 취약성 때문에 본격적인 원격의료에 필요한 고속 WAN의 구축은 극히 제한적이고 비용이 매우 많이 들게 된다. 실질적인 원격 의료 시스템에 있어서 대개의 경우 56Kbps급 이하의 WAN을 사용하고 있으며 경우에 따라 초고속망을 사용하는 경우도 있지만 시험 운영중인 선도망을 사용하는 등 극히 실험적인 시도에 그치고 있다. 또한 초고속망은 소규모 병원이나 벽지나 오지 등

에서는 사용할 수 있는 가능성이 희박하다고 볼 수 있다.

이러한 의료용 영상도구와 WAN 전송속도에 대한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 별도의 영상도구를 사용하지 않고도 Internet Web 브라우저를 사용하여 원격 PACS에 접속하여 정보를 검색하고 열람할 수 있는 Web 기반 원격 PACS를 개발하고 위성 방송 채널을 사용하여 데이터 통신을 할 수 있는 비대칭 위성 데이터 통신 시스템을 개발한 후 원격 PACS에 적용하여 성능을 평가하고자 한다. 성능 평가 방법으로는 Web 브라우저용 영상압축 방식인 JPEG과 향후 도입하게 될 Wavelet방식의 압축이 어느 수준까지가 의학적으로 타당한가를 PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio)과 진단방사선과 전문의들의 평가를 통해 비교 분석해 보고, 지상망과 위성 데이터 통신망의 전송속도를 비교 평가하기로 한다. 위성 데이터 통신을 위한 위성 채널의 서비스는 한국통신에서 준비중에 있으며 예상되는 전송속도는 평균 수백 Kbps - 수 Mbps로 지역에 상관없이 동일한 통신 품질을 보장받게 될 것으로 예상된다.

2. 시스템의 구성

본 연구에서 사용하게 될 비대칭 위성 데이터 통신 시스템은 건설팅을 담당하는 서버측과 건설팅을 요청하는 클라이언트측으로 이루어지며 이들간의 통신방법은 서로 다른 통신채널을 사용하는 비대칭 통신을 수행하게 된다. 비대칭 통신이란 데이터의 흐름이 서로 다른 통로를 이용하는 것을 말하는데 본 연구에서 사용하는 통신 통로로는, 서버에서 클라이언트 방향으로 정보를 전송할 때는 위성을 통한 고속 통신 채널을 사용하고 있으며, 클라이언트에서 서버방향으로 정보를 요청하거나 데이터를 보낼때는 일반전화선을 이용한 28.8kbps 이상의 모뎀통신 또는 N-ISDN을 사용하고 있다. 시스템 구성에 있어서 서버측은 멀티미디어서버와 데이터베이스, 위성용 Up-Link 장비등으로 구성되며 클라이언트측은 멀티미디어 PC와 Down- Link를 위한 위성용 안테나 및 PC board 로 구성되어진다.

위성통신용 프로토콜은 DVB 표준을 사용하여 Up-Link와 Down-Link가 수행되며, 모뎀 또는 ISDN을 통한 통신은 PPP (Point-to-Point Protocol)를 통한 전화접속 네트워킹을 이용한 인터넷 접속이 수행된다.

전체적인 데이터 전송 프로토콜은 TCP/IP를 사용하고 있는데 현재는 전형적인 TCP/IP를 사용하고 있지만 이 프로토콜의 전송률 한계를 개선하기 위해 TCP Spoofing Algorithm이 연구중에 있다. 본 시스템의 구성도는 그림 1과 같다.

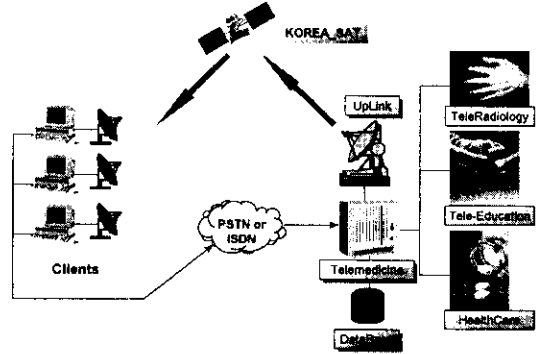


그림 1. 시스템 구성도
Fig.1 A Diagram of System Architecture

3. Web 기반 PACS 구축

World-Wide Web (WWW) 기술은 인터넷이 연결된 곳이라면 세계 어느 곳이라도 연결하여 각종 정보를 검색하고 교환할 수 있게 해준다. 특히 HTTP를 이용하는 Web 브라우저를 통하면 손쉽게 별도의 영상도구 없이도 멀티미디어 정보를 검색, 전송, 열람 할 수 있다. 본 연구에서는 (주)메디베이스와 공동으로 연세의료원내에 PACS를 구축하면서 Web 기반의 원격 PACS인 InterView™를 개발하였다. InterView™는 이처럼 별도의 의료용 영상도구 없이도 전세계 어느 곳에서든 원하는 환자의 의료영상과 진단 결과 및 각종 정보를 검색, 열람 할 수 있게 하였다. 물론 환자의 신상정보의 보호를 위해 방화벽을 설치하여 허가된 사용자만이 열람할 수 있도록 하였지만 열람 권한만 갖는다면 사용자가 세계 어디에 있던 별도의 PACS 열람도구를 갖지 않아도 손쉽게 Web 브라우저를 통해 의료영상 및 정보를 검색, 열람할 수 있는 커다란 장점을 가지고 있다. 원격 의료의 주요 사용자는 기술적으로 낙후된 지방의 소규모 의료시설일 경우가 많고 또한 재정적으로도 열악한 경우가 대부분이어서 고가의 의료영상도구를 별도로 구입한다는 것은 커다란 부담이 될 수 있고 또한 대형 의료원마다 서로 다른 영상도구를 사용할 수 있으므로 Web 기반의 원격 PACS 개발의 필요성은 매우 크다고 할 수 있다. Web 기반의 원격 PACS의 일반적인 용도 및 목적은 다음과 같다. InterView™의 구성도는 다음 그림 2와 같다. InterView™는 CT, MR, EBT, X-Ray 등에서 얻은 의료정보를 DICOM 프로토콜에 맞춰 영상정보는 Storage Device에 검사/환자의 정보 및 영상에 대한 정보는 DB에 저장한다. 의료영상은 데이터의 크기가 매우 크므로 인터넷을 통해 전송할 경우 속도의 제한으로 인해 원활한 전송이 이루어지지 못한다. 그러므로 InterView에서는 의료영상을 JPEG 압축을 통해 저장한

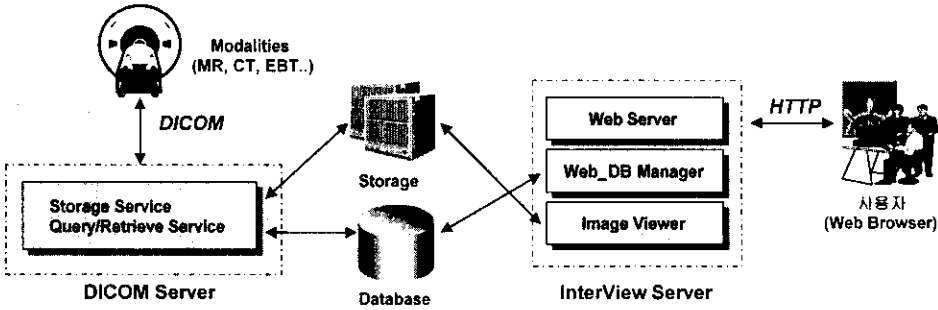


그림 2 WWW 기반 원격 PACS 구조도

Fig.2 A Diagram of Architecture of WWW based TelePACS

후 압축된 상태로 전송한다. 각 사용자로부터 Web 서버를 통해 자료 요청이 들어올 경우 CGI(Common Gateway Interface) 기법을 사용하여 정보를 교환한다. CGI 프로그램은 DB 검색 결과를 가공하여 HTML 형식의 자료로 만들어 WWW 서버에 전달하여 사용자에게 제공한다.

정보의 검색은 여러 가지 조건 즉, 환자명, 검사일시, 환자 ID등으로 검색할 수 있으며 검색된 검사/환자의 영상 정보는 Java Applet을 통해 조회한다. InterView에는 검사/환자 정보 이외에도 각종 통계자료 및 검사에 대한 세부 정보도 제공된다.

한 현재 의료 영상 압축용 알고리즘으로 Wavelet 방식의 압축이 다양하게 연구되고 있으며 JPEG에 비해 성능이 앞서는 것으로 나타나 본 연구에서는 Wavelet 방식을 채택하여 JPEG과의 성능 비교를 해 보았다. 본 연구에서 개발한 Web 브라우저용 의료영상 도구는 다음 그림 3과 같다.

4. 실험 및 결과고찰

본 연구에서는 기존 유선망의 속도 한계를 극복하기 위해 위성 통신 시스템을 구축하고 웹 기반의 원격PACS를 설치한 후 성능평가를 수행하였다. Web 기반의 PACS용 영상도구에는 인터넷 전송속도의 제한을 극복하기 위해 JPEG 방식으로 영상압축을 수행하였으며 새로운 의료 영상 압축용 알고리즘인 Wavelet 방식을 사용하여 영상압축을 실행하여 JPEG과의 성능평가 및 전문의들의 진단 적합성 평가 실험도 수행하였다. 성능평가는 JPEG 경우 5:1, 10:1, 30:1로 압축/복원된 영상을 원영상과의 PSNR (Peak-to-peak Signal to Noise Ratio)를 계산하여 실시하였으며 Wavelet 영상도 동일 방법으로 평가하였다. 또한 진단방사선과 전문의들로부터 진단 적합성 여부를 평가받았다. 다음 표1에 SNR의 평균값과 전문의들의 적합성 여부가 나타나있다.

본 연구에서는 위성 데이터 통신 시스템을 개발하여 유선망과의 성능평가를 수행하여 그림 4와 같은 결과물을 얻을 수 있었다. 성능평가를 위해 사용된 위성 채널은 현재 상용서비스를 실시하고 있는 AsiaSat2 위성을 사용하였다. 본 연구에서 개발된 위성 데이터 수신 시스템은 PC의 Add-On board 형태로 개발되었으며 Ku 대역을 사용하는 무궁화 위성과 C 대역을 사용하는 AsiaSat2의 신호를 모두 수신할 수 있도록 개발되었다. 그러므로 무궁화 위성이 상용서비스를 개시하면 그림 4의 결과 값 이상의 성능이 예상된다. 성능평가 결과 유선망에 비해 약 10 - 30배의 속도 향상이 가능했다.

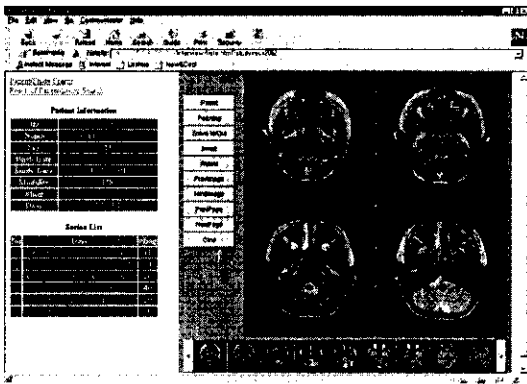


그림 3 WWW기반 원격 PACS (InterView™)

Fig.3 WWW-based TelePACS (InterView™)

Image Viewer에서는 검사/환자 영상을 Series 단위로 전송한다. Image Viewer는 Java Applet으로 Web 브라우저에서 이미지 프로세싱이 용이하도록 만들어졌다. InterView와 같은 Web 기반의 PACS용 영상도구에는 인터넷 전송속도의 제한을 극복하기 위해 영상 압축을 수행한다. 영상 압축방식으로는 여러 가지 방식이 있을 수 있으나 본 연구에서는 JPEG 방식을 채용하였다. 또

표 1 JPEG과 Wavelet 방식에 대한 PSNR 값과 전문가들의 평가

Table 1. Comparison of the evaluation values for JPEG and Wavelet Compression by PSNR and Visual Evaluation of Radiological Experts

| | JPEG | | |
|-----------------------|-------|-------|---------|
| | 5:1 | 10:1 | 30:1 |
| PSNR(dB) | 43.04 | 38.41 | 32.48 |
| Evaluation of Experts | D.A.* | D.A.* | N.A.*** |

| | Wavelet | | |
|-----------------------|---------|-------|--------|
| | 5:1 | 10:1 | 30:1 |
| PSNR(dB) | 45.80 | 40.73 | 35.59 |
| Evaluation of Experts | D.A.* | D.A.* | D.A.** |

*D.A. : Diagnostically Acceptable
 **C.A. : Conditionally Acceptable
 ***N.A. : Not Acceptable

5. 결 론

본 연구에서는 비대칭 위성 데이터 통신 시스템을 이용하여 웹 기반의 원격 PACS를 개발하고 그 성능을 평가하였다. 실험 결과에서 제한된 인터넷 전송속도를 극복하기 위해 JPEG을 이용하여 영상압축을 실시하였고 성능평가를 통해 약 10:1로 압축하는 것이 가장 좋음을 알 수 있었다. Wavelet을 이용하면 더 좋은 결과를 얻을 수 있었으며 웹 브라우저에 Wavelet을 Plug-In 하는 기술을 조속히 개발해야할 것으로 사료된다. 또한 위성을 통한 전송속도는 기존의 56Kbps 전용선을 통한 전송보다 평균 2-6배 이상의 전송속도를 얻을 수 있었다. 본 시스템은 통신 인프라 구축이 미비한 산간오지나 도서벽지 등에서도 대도시와 동일한 의료서비스를 받게되어 의료수준의 편중현상이 상당부분 해소될 수 있으리라 예상된다.

이 연구는 학술진흥재단의 '97 학제간 연구 지원에 의해 수행되었음.

6. References

[1] P.K. Andleigh, K. Thakrar, *Multimedia Systems Design*, Prentice Hall PTR, 1996.
 [2] Duk Woo Ro, Joong Mo Ahn, Kyung Soo Lee, et al.,

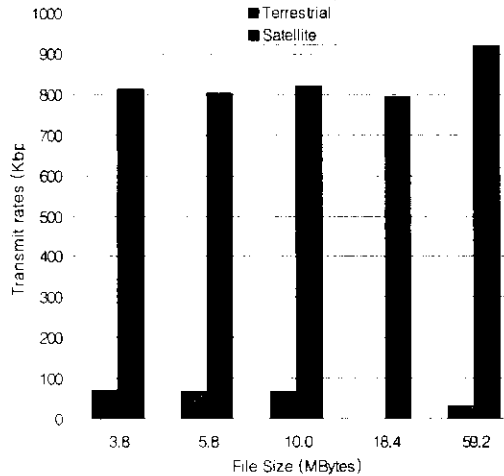


그림 4 대용량 멀티미디어 파일에 대한 전송율
 Fig.4 Comparison of the Transmission rates for large multimedia files

"Image Management in High-Volume PACS", *Journal of the Korea Society of PACS*, Vol.1, No.1, pp.11-15, 1995
 [3] Hwang, H.K., "High performance testbed network with ATM technology for teleradiology", *Proc. SPIE Medical Imaging*, 1995.
 [4] Allman, M., et al., "TCP Performance over Satellite Links", Ohio Univ., 1997.
 [5] Falk, A.D., "A System Design for a Hybrid Network Data Communications Terminal Using Asymmetric TCP/IP to Support Internet Applications," *Institute for Systems Research Technical Report M.S.*, 1994.
 [6] Vivek Arora, et al., "Effective Extensions of Internet in Hybrid Satellite-Terrestrial Networks", *ISR, Univ. of Maryland*, 1993.
 [7] Seoncheol Hwang, Myoungho Lee, et al., "A Study on the Development of Tele-Consulting System of Radiology using Asymmetric Satellite Data Communication System. *Proceedings of the Korea Society of Medical and Biological Engineering*, Vol.19, No.2, 1997. 11.
 [8] Akram Aldroubi, Michael Unser, *WAVELETS in Medicine and Biology*, CRC Press, 1996.
 [9] Ning Lu, *FRactal Imaging*, Academic Press, 1997.