

위성 통신을 이용한 고속 인터넷 기반의 원격 PACS 개발

최인귀, 김상진, 이준영, 황선철, 이명호
연세대학교 공과대학 전기공학과

Development of Fast Internet based TelePACS using Satellite Channel

I. K. Choi, S. J. Kim, J. Y. Lee, S. C. Hwang, M. H. Lee
Department of Electrical Engineering, Yonsei University

Abstract - In this paper, we present the Tele-PACS of radiology, which uses the communication network as asymmetric satellite data communication system. The asymmetric satellite data communication system uses receive-only satellite links for data delivery and PSTN(Public Switched Telephone Network) modem or N-ISDN(Integrate Services Digital Network) for communication. The satellite communication linking shows the very high-speed performance than terrestrial linking such as 28.8 kbps modem linking and 56Kbps linking. The satellite linking is 5 - 10 times faster than the 56Kbps linking. We conclude that 1) Satellite networking is currently the cheapest and fastest solution for internet access. 2) Web-based Image-Viewer enables small size hospitals in rural area to connect to central PACS easily and to retrieve the image data reliably. 3) The suggested teleradiology system using satellite networking could be adequate to fast telemedicine and telecare for rural hospitals especially located in geographically isolated areas such as islands.

1. 서 론

통신기술의 발전에 힘입어 의료분야에서도 원격의 의료기관간에 원격 의료 시스템 개발이 활발히 진행되고 있다. 하지만 대개의 원격 의료 시스템은 현재, 2000년대 초반 이전에는 실현 가능성이 희박한 초고속 통신망을 근간으로

하고 있거나, 아니면 기존에 구축되어있는 저속망 예컨대 일반전화망 또는 N-ISDN망 등을 사용함으로써 제기능을 충분히 발휘하기 어려운 상황이다.

이러한 문제를 해결하기 위해 한국통신에서는 이미 보유중인 무궁화 위성을 통한 비대칭 위성 데이터 통신서비스를 준비중에 있으며 현재 사업자를 선정중에 있다. 본 연구에서는 한국통신의 위성 데이터 통신 서비스 개시를 대비하여 위성을 통한 비대칭 데이터 통신 시스템을 구축하고 이를 이용하여 초고속 멀티미디어 통신기술을 이용한 원격 진단 방사선 컨설팅 시스템을 개발하고자 한다. 예상되는 전송속도는 평균 수백kbps ~ 수Mbps급의 전송속도로 지역 상관없이 위성을 통해 수신할 수 있을 것으로 예상되며 이 시스템의 개발이 완료되면 통신인프라가 취약한 벽지, 오지 및 도서지방에서도 대도시와 동일한 통신품질을 보장받게 될 것으로 예상된다.

2. 본 론

2.1 시스템의 구성

본 연구에서 사용하게 될 비대칭 위성 데이터 통신 시스템은 컨설팅을 담당하는 서버측과 컨설팅을 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 전송할때는 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 PPP를 통한 전화접속 네트워크를 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.

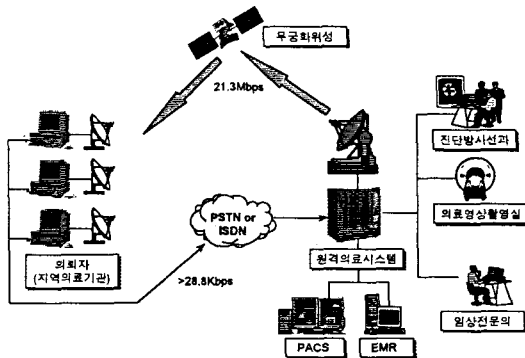


그림 1. 전체 시스템 구성도

2.2 원격 진단 방사선 컨설팅 시스템 개발

본 논문에서는 원격 컨설팅 시스템을 개발하고 위성 시스템을 통해 원격지간에 PACS를 연결하는 원격 진단방사선 컨설팅 시스템을 구축하였다. 컨설팅 시스템은 On-Line 방식이 아닌 Off-Line 방식으로 운영된다. 그 이유는 클라이언트측의 컨설팅 요청이 예측 가능하지 않고 수시로 진행되며, 따라서 서버측에서 대기시간 대기하고 있는 것은 불합리하기 때문이다. 그러므로 요청하는 측에서는 컨설팅 시간을 미리 예약하고 그 이전에 데이터를 서버측에 전송해야 하며 서버측에서는 취합하여 전문가끼리 협의

하여 진단을 내린 후 그 결과를 데이터베이스에 저장하여 열람케 한다. 이것은 양측에게 모두 효율적이다. 본 시스템은 Web Browser를 이용하여 병원 인터넷 구조로 구성하였다. 컨설팅 요청자는 미리 서버측과 협의 및 등록이 되어 사용자 ID와 Password를 부여받고 시간 약속을 한 후 데이터를 서버로 전송한다. 이때는 모뎀 또는 ISDN을 통하여 전송이 이루어진다. 약속된 시간에 클라이언트는 다시 인터넷을 이용하여 결과를 검색한다. 이 경우는 위성을 통하여 신속히 결과를 검색할 수 있게 된다. 원격 진단 방사선 컨설팅 시스템의 구조는 그림 2와 같다.

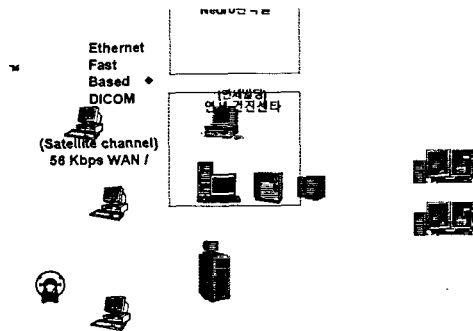


그림 2. 원격 PACS 및 컨설팅 시스템

2.3 실험 및 결과고찰

본 연구는 현재 위성 통신 시스템 구축 및 성능평가가 수행중이며 이를 위해서 다양한 크기의 의료영상 File의 전송시간 및 각각의 전송속도(bps)를 측정하였다. 실험은 세가지 경우로 나누어 실시하였다. 첫 째 범용 서버 연결 실험, 둘째 위성사업자 제공 FTP (File Transfer Protocol) 서버 연결실험 마지막으로 임상실험을 실시하였다. 범용 서버는 하이텔의 자료실에 연결하여 여러 가지 크기의 파일을 다운로드 받을 때의 전송속도를 측정하였고, 위성사업자 제공 FTP 서버 연결실험은 AsiaSat2을 이용하여 이미 서비스를 제공하고 있는 ZAK_SAT이라는 외국회사의 서버를 연결하여 실험하였다. 그 이유는 현재 무궁화 위성을 이용한 위성 데이터 통신 서비스를 한국 통신이 준비중에 있지만 아직 상용화되지 않았기 때문에 현재로서는 실험이 불가능하기 때문

이다. 마지막으로 임상실험은 56Kbps 전용선을 이용한 실험과 비대칭 위성 데이터 통신 채널을 이용한 실험으로 동일시간대의 크기별 소요시간의 측정실험을 실시하였다. 임상실험은 신촌에 위치하는 연세대학교 의과대학 세브란스 병원 PACS와 서울역앞에 위치하고 있는 연세재단 빌딩내의 건강검진센터간의 원격 진단방사선 컨설팅 실험으로 실시하였다.

(1) 범용 서버 연결 실험 결과 (Hitel 자료실 연결)

이 실험은 기존의 인터넷 유선망을 통해 하이텔 자료실을 연결하여 그곳에 비치된 각종 크기의 파일들을 다운로드 받을때의 전송속도를 일정시간간격에 따른 전송속도의 평균으로 실험하였다. 실험 결과 기존망인 학교망을 통한 전송속도와 비대칭 위성 데이터 통신 채널을 통해 동일한 실험을 한 결과가 다음 표 1.에 나타나있다. 기존망에 비해 위성통신망이 약 5 - 14배 빠른 것으로 나타났다.

표 1. 통신방식에 따른 전송속도 비교표
(하이텔 자료실)

파일크기 (KByte)	통신방식에 따른 전송속도 (Kbps)		성능향상비
	기존망	위성통신	
366	16.8	116.0	6.90
590	21.3	121.2	5.69
703	13.1	75.4	5.76
3,600	17.8	253.4	14.23
4,800	38.6	203.1	5.26
7,200	19.5	201.4	10.33

(2) 위성사업자 제공 FTP 서버 연결 실험 결과 (ZAK_SAT사 FTP 서버 연결)

이 실험은 기존의 인터넷 유선망을 통해 ZAK_SAT사의 FTP 서버에 연결하여 그곳에 비치된 각종 크기의 파일들을 다운로드 받을때의 전송속도를 일정시간간격에 따른 전송속도의 평균으로 실험하였다. 현재 우리나라에서는 한국통신이 무궁화 위성을 이용한 비대칭 위성 데이터 통신 서비스를 준비중에 있기 때문에 실험이 불가능하여 AsiaSat2를 이용하여 서비스를 제공하고 있는 외국 회사의 채널을 이용하여 실험을 실시하였다. 본 연구에서 개발한

비대칭 위성 데이터 통신용 수신보드는 AsiaSat2가 사용하는 C대역과 무궁화 위성이 사용하는 Ku대역을 모두 수신할 수 있도록 설계되어있기 때문에 향후 무궁화 위성을 이용한 상용서비스 제공시에도 즉시 사용할 수 있다. 기존망인 학교망을 통한 전송속도와 비대칭 위성 데이터 통신 채널을 통해 동일한 실험을 한 결과를 다음 그림에 나타내었다. 기존망에 비해 위성통신망이 약 11 - 31배 빠른 것으로 나타났다.

표 2. 통신방식에 따른 전송속도 비교표
(ZAK_SAT FTP Server)

파일크기 (KByte)	통신방식에 따른 전송속도 (Kbps)		성능향상비
	기존망	위성통신	
3,800	71.2	812.3	11.41
5,780	68.0	803.2	11.81
9,950	67.2	819.4	12.19
18,400	-	793.7	-
59,180	29.6	919.4	31.06

(3) 임상 실험 결과

(신촌 세브란스 ~ 서울역앞 건강검진센터)

현재 신촌에 위치한 연세의료원 세브란스 병원과 서울역 앞에 위치하고 있는 연세재단 빌딩내의 세브란스 부설 건강검진센터간에 원격 의료가 활발하게 진행되고 있다. 두 진료기관간에는 56Kbps 전용선으로 연결되어 원격 진료 및 컨설팅에 관련된 데이터를 송수신 하고 있으며 진단방사선과를 중심으로 다방면에서 원격 컨설팅과 데이터의 교환이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 개발된 원격 컨설팅시스템을 이용하여 56Kbps 전용선과 비대칭 위성 데이터 통신 시스템을 통한 원격 데이터 전송 및 컨설팅 시스템에 대한 성능 실험을 실시하였으며 실험 결과는 다음과 같이 나타났다.

56Kbps 전용선과 비대칭 위성 데이터 통신 시스템을 통한 실험을 실시한 결과 위성을 통한 실험결과가 전용선을 통한 실험결과보다 약 1.35배에서 6.08배 빠른 것으로 나타났다. 이때 파일 크기가 작을때에는 전송효율이 작고 파일의 크기가 클수록 전송효율이 높은 것으로 나타났다.

표 3. 크기별 소요시간 비교표 (동일시간대)

파일크기 (MByte)	56K 전용선 (Kbps)	Satellite (Kbps)	성능 향상비
0.91	28.03	37.82	1.35
1.38	19.12	40.51	2.12
2.02	17.37	47.18	2.72
2.52	16.98	47.37	2.79
3.03	21.50	57.45	2.67
3.54	28.77	52.10	1.81
5.05	20.12	54.10	2.69
5.31	17.93	50.67	2.83
13.50	19.68	113.3	5.76
14.00	23.49	142.73	6.08

3. 결 론

본 연구에서는 비대칭 위성 데이터 통신 시스템을 이용하여 원격지간의 진단방사선 컨설팅 시스템을 개발하고 그 성능을 평가하였다. 실험 결과에서 볼 수 있듯이 위성을 통한 전송속도는 기존의 일반전화선을 통한 전송보다 평균 5-10배 이상의 전송속도를 얻을 수 있었다. 원격의료를 포함하여 대부분의 정보통신의 대상은 그 크기가 수Mbytes에서 수십Mbytes에 이르는 방대한 데이터를 전송해야하는데 실험 결과에서 볼 수 있듯이 기존의 유선망으로는 전송시간이 매우 길고 복구불가능한 데이터 블록이 다수 발생하므로 신뢰성이 극히 저조한 편이므로 위성데이터 통신의 이용이 절실한 것으로 나타났다. 본 연구에서는 기존의 TCP/IP를 이용하였으나 다음 연구에서 계획중인 TCP/IP 성능개선 Algorithm이 개발되면 현재의 전송도보다 월등히 빠를것으로 예상되어 본 시스템은 원격진료 뿐만 아니라 원격교육, 산업체 전반, 국방등 다방면에서 사용될 수 있을 것으로 예상된다. 또한 본 시스템은 전국 어디에서나 동일한 통신품질을 보장해 줄뿐만 아니라 통신 인프라 구축이 미비한 산간오지나 도서벽지 등에서도 대도시와 동일한 의료서비스를 받게되어 의료수준의 편중현상이 상당부분 해소될 수 있으리라 예상된다.

(참고문헌)

- (1) Allman, M., et al., "TCP Performance over Satellite Links", Ohio Univ., 1997.
- (2) 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.
- (3) Hwang, H.K., "High performance testbed network with ATM technology for teleradiology", Proc. SPIE Medical Imaging, 1995.
- (4) Prabhat K. Andleigh, Kiran Thakrar, Multimedia Systems Design, Prentice Hall PTR, 1996.
- (5) Vivek Arora, et al., "Effective Extensions of Internet in Hybrid Satellite-Terrestrial Networks", ISR, Univ. of Maryland, 1993.
- (6) 김인식, "원격진료사업 추진방향", 제8차 의료정보학회 학술대회지, 1994. 7.
- (7) 대한 PACS학회, 대한 PACS학회 춘계학술대회 초록집, 1994.
- (8) 이태수 외, "의료용 화상정보의 저장 및 전송 시스템의 개발", 의공학회지, 제9권, 제2호, 1988.
- (9) 최봉열 외, "원격 진단 시스템 구현에 관한 연구", 의용생체 학술대회 논문지, 제 14권 2호, 1992.

이 연구는 학술진흥재단의 '97 학제간 연구 지원에 의해 수행되었음.