

비대칭 위성 데이터 통신 시스템 개발과 기존 유선망과의 성능비교 - PACS 응용프로그램을 중심으로 -

Development of Asymmetric Satellite Data Communication System and Evaluation Compared to Conventional Terrestrial Network

이 명 호*, 황 선 철*, 정 대 섭***, 김 용 만**, 최 형 식****, 김 희 중***

연세대학교 공과대학 전기공학과*, (주)텔레리맨*,
연세대학교 의과대학 진단방사선과***, (주)메디페이스****

Myoung Ho Lee*, Sun Cheol Hwang*, Ta Sub Jeong*,
Yung Man Kim**, Hyung Sik Choi****, Hee Joong Kim*****

Department of Electrical Engineering, Yonsei University*, Telemann Co., Ltd.**,
Department of Radiology, Yonsei University***, Mediface Co., Ltd.****

Abstract

We developed 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(Narrow-band Integrate Services Digital Network) for communication. The satellite communication linking we implemented showed the very high-speed performance compared to the terrestrial linking such as 28.8 kbps modem linking or 56Kbps linking. The satellite linking was 5 - 10 times faster than the terrestrial linking on the average. We developed the down-link system of satellite and the medical collaborative tools and the Web-based Image-Viewer. We concluded 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 the central PACS easily and to retrieve the image data reliably. 3) The suggested teleradiology system using satellite networking could be adequate to the fast telemedicine and telecare for rural hospitals especially located in geographically isolated areas such as islands. (*Journal of Korean Society of Medical Informatics 4-1, 47-56 1998*)

Key words : Asymmetric Satellite Data Communication System, Tele-PACS, Teleradiology, Medical Collaborative tools,
Web-based Image-Viewer

주소: 서울특별시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 공과대학 전기공학과
전화: (02)361-2770 FAX: (02)392-4677 E-mail: sthwang@hanmail.net

* 본 논문은 1997년도 학술진흥재단의 학제간 연구지원사업 연구비에 의해 연구하였음.

1. 서 론

원격 의료시스템의 기본구조는 대용량의 데이터베이스를 포함하고 있는 PACS(Picture Archiving and Communications System)와 대량의 의료영상데이터를 전송할 수 있는 고속의 전송채널, 우수한 건설링 의료진과 그들이 의견 교환과 정보처리를 원활히 해주는 사용이 편리한 컨설팅 시스템으로 이루어진다. PACS에 대한 연구는 최근 들어 활발한 연구가 지속되고 있으며 많은 성과가 나타나고 있고 실제 임상에 사용하고 있는 의료원이 많아지고 있다. 그리고 의료진들은 세계적으로도 많은 성과를 인정받고 있으며 PACS를 통해 많은 진단을 행하고 있다(1,2). 컨설팅 시스템은 원격지간 또는 의료원 내부의 의사간의 공동작업 또는 회의, 컨설팅 결과의 열람을 위해 필요한 시스템으로 파일전송 기능, 전자질판, 원격 프레젠테이션 도구 및 CSCW (Computer Supported Collaborative Work) 등의 편리한 도구들에 대한 연구가 진행 중에 있으나 의료용 접근에 있어서는 PACS에 부속된 이미지 도구개념을 벗어나지 못하고 있다(3,4).

원격의료 시스템은 정확한 진단을 위하여 고해상도의 영상을 대량 전송하기 때문에 넓은 대역폭의 전송채널이 필수적이다. 그러나 데이터 통신 기술이 그 서비스 면이나 속도 면에서 비약적인 발전을 이룩하였음에도 불구하고 현재 구축되어있는 통신 인프라 구조인 통신망은 그 낙후성을 면치 못하고 있는 실정이다. 더욱이 대부분의 연구와 시범사업에서 한정적으로 초고속 통신망을 이용한 원격의료시스템이 소개되었을 뿐이고 대부분의 사용자들은 33.6 Kbps 이하의 일반 전화선을 사용하고 있으며 속도가 향상된 ISDN은 보급률이 낮아 일부 대도시의 대형 단체나 연구소등 일부에서만 사용 가능한 실정이다(5,6,7,8). 현재 정부에서 의욕적으로 구상중인 정보 고속도로는 여러 가지 사회여건상 그 시기가 다소 늦춰질 전망이다. 구축되더라도 소규모 의.병원이나 일반인 또는 벽지, 오지 등에서는 사용 가능성이 희박할 것으로 예상된다. 이러한 한계를 극복할 수 있는 통신 시스템으로 기존에 보유하고 있는 위성을 이용한 데이터 통신이 가장 좋은 해답인데, 위성을 이용

하면 넓은 대역폭을 갖고 있기 때문에 고속의 데이터 전송이 가능하며 지역에 상관없이 동일한 통신 서비스가 가능하기 때문이다(9,10,11,12). 현재 한국통신이 채널의 심볼률(Symbol Rate) 21.3 Mbps급의 무궁화 위성을 통해 비대칭 위성 데이터 통신을 위한 위성 채널 서비스를 준비중에 있다.

본 연구에서는 한국통신의 위성 데이터 통신 서비스 개시에 대비하여 위성을 통한 비대칭 위성 데이터 통신 시스템을 개발하고 이를 이용하여 초고속 멀티미디어 통신기술을 적용한 원격 진단 방사선 컨설팅 시스템을 개발한 후 그 성능을 평가하고자 한다. 예상되는 전송속도는 평균 수백kbps ~ 수Mbps 급의 전송속도로 지역에 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.

II. 재료 및 방법

1. 전체 시스템의 구성

본 연구에서 구축한 전체 시스템은 서버측과 클라이언트측 그리고 이들을 연결해 주는 비대칭 위성 데이터 통신채널로 크게 나눌 수 있다. 서버측은 의료 영상 데이터를 획득하는 장치, 이들 의료 영상 데이터를 저장 관리해주는 데이터베이스 및 PACS (Picture Archiving and Communication System), 의료 영상데이터를 이용해서 진단과 컨설팅을 해주는 진단 방사선과 및 각과 전문의, 환자 데이터 및 진단 결과 등을 위성으로 전송해주는 Up-Link 장비들로 이루어져있다. 이중 Up-Link 장비는 병원이 보유할 수도 있고 Up-Link 전문업체가 대행해줄 수도 있다. 클라이언트측은 각 지역 의료원 및 의사들과 이들이 위성으로부터 데이터를 Down-Link 할 수 있는 장비인 위성통신용 안테나와 위성수신용 PC Board, 수신받은 데이터를 볼 수 있는 영상출력프로그램 (Image Viewer)으로 이루어져있다. 그리고 이들 서버와 클라이언트간의 대규모 통신방법으로는 서로 다른 통신채널을 사용하는 비대칭 통신에 의해 수행하게 된

다. 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 보낼 때는 일반전화선을 이용한 28.8kbps 이상의 모뎀통신, N-ISDN 혹은 인터넷을 사용하고 있다. 시스템 구성 장비에 있어서 서버측은 멀티미디어 서버와 데이터베이스, 의료영상 획득장치, 10Mbps /100Mbps Ethernet을 포함한 PACS, 위성용 Up-Link 장비 등으로 구성되며 클라이언트측은 멀티미디어 PC와 Down-Link를 위한 위성용 접시 안테나 및 위성통신용 PC board, 의료영상출력프로그램으로 구성되어진다.

위성통신용 프로토콜은 DVB(Digital Video Broadcasting) 표준을 사용하여 Up-Link와 Down-Link가 수행되며, 유선망을 이용한 통신용 프로토콜로는 모뎀 또는 ISDN을 통한 인터넷 통신 방법중의 하나인 PPP (Point-to-Point Protocol)를 통한 전화 접속 네트워킹을 이용한 인터넷 접속 또는 Ethernet을 통한 인터넷 접속이 수행된다.

전체적인 데이터 전송 프로토콜은 TCP/IP를 사용하고 있는데 현재는 전형적인 TCP/IP (Classical TCP/IP)를 사용하고 있지만 이 프로토콜의 전송률 한계를 개선하기 위해 차기연구에서는 Extended TCP와 TCP Spoofing Algorithm을 연구할 계획이다.

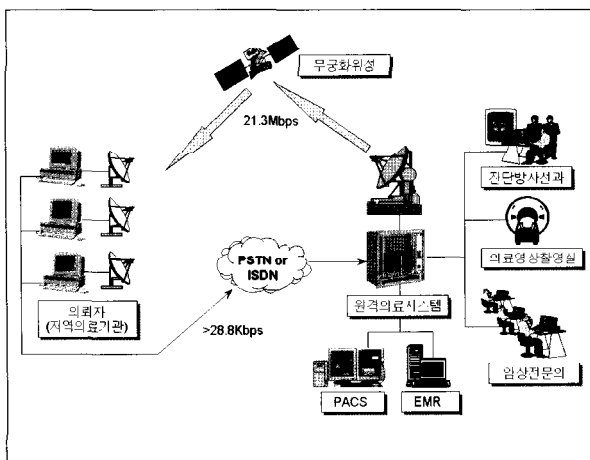


Fig 1. Teleradiology System Architecture using Asymmetric Satellite Data Communication system

본 시스템의 구성도는 Fig. 1과 같다.

2. 비대칭 위성 데이터 통신 시스템

본 연구에 사용된 비대칭 위성 데이터 통신 시스템은 (주)텔리맨과 공동으로 개발, 구축 중에 있는 시스템으로 본 연구에서는 수신자용 시스템을 개발하였다. Up-Link를 위한 위성 게이트웨이용 시스템은 현재 한국통신에서 서비스를 준비중에 있다.

수신자용 하드웨어 구조는 위성방송 및 데이터 수신용 통합보드와 위성수신용 접시 안테나로 이루어져 있다. 본 시스템은 별도의 위성용 셋톱박스가 필요 없이 PC용 수신보드와 안테나로서 위성 TV 시청 및 위성 데이터 수신이 가능하게 설계하였다. 데이터 통신 프로토콜은 TCP/IP를 사용하고 있으며 위성 통신 프로토콜로는 DVB (Digital Video Broadcasting) 표준을 사용하고 있다. 98년 한국통신에서 무궁화 위성을 이용한 비대칭 위성 데이터 통신 서비스를 준비중에 있으며 무궁화 위성은 Ku 대역폭(10.11GHz - 12.75GHz)을 사용하고 심볼률 (Symbol Rate)는 21.3 Mbps이다. 수신카드의 구조는 크게 위성신호를 수신하는 튜너부 및 QPSK Demodulator 부분과 압축 신호를 복원하는 MPEG2 Demodulator부분 및 컴퓨터와 인터페이스 부분으로 나눌 수 있다. 수신된 신호 중 위성방송 데이터는 각각 Video Encoder와 Audio DAC를 거쳐 TV 시청용 응용프로그램으로 보내지고 데이터 부분은 PCI 인터페이스를 통해 Network Device로 보내어진다. 위성 방송 및 데이터 수신용 통합보드의 블록도가 Fig. 2에 나타나 있다.

비대칭 위성 데이터 통신 시스템은 고속의 단방향 위성채널과 저속의 지상망 채널을 사용하는 시스템으로서 정보의 요청은 적은 데이터가 필요하지만 정보의 수신은 대용량의 데이터가 사용된다는 기본 개념에서 출발한다. 그러므로 본 시스템은 원격 의료 시스템 중에서 원격 컨설팅이나 원격 의료 교육 및 원격 Healthcare등에 매우 적합하다. 특히 이러한 원격의료의 대상자들은 소규모 병원이나, 벽지 및 오지의 의료원 또는 일반인들이기 때문에 고속 유선망의 경우 구축된다고 해도 그 시기가 멀고, 사용비용 또

한 매우 비쌀 것으로 예상되므로 원격의료용 통신망 설치에 상당히 많은 부담을 갖게 될 것이다. 반면 추가 구축비용이 들지 않는 기존의 위성채널을 이용한 비대칭 위성 데이터 통신 시스템은 초고속망 추가 구축비용에 비해 상대적으로 훨씬 저렴한 Up-Link 장비의 구축만으로 고속 무선통신이 가능하므로 소규모 의료원 또는 일반 사용자들의 통신망 사용에 따르는 비용 부담을 크게 낮출 수 있을 것으로 예상되므로 소규모 원격의료 부분에서의 이용에 가장 적합할 것으로 예상된다.

3. PACS의 구축과 원격 PACS 구현

현재 세브란스 병원에서는 (주)메디페이스와 공동으로 PACS (Picture Archiving and Communications System)를 구축하여 진단 및 외래에 적극 활용하고 있다. PACS는 DICOM 규격에 따라 이미지 데이터를 저장, 관리하고 있으며 10Mbps와 100Mbps급의 Ethernet을 통해 의료영상획득기기들, 진단방사선과, 각 임상 의사들을 하나로 연결하고 있다. PACS는 관계형 데이터 베이스를 이용하여

의료영상을 지장하거나 요청에 따라 검색하여 전송해주는 일을 한다. 데이터베이스에는 최근 약 2주간의 환자데이터가 저장되어있고 2주 이상 되는 의료영상데이터들은 장기간 저장장치에 의해 영구 보존된다. PACS Server는 DICOM 규격을 준수하여 설계되었으며 의료영상획득장치와 데이터베이스 및 판독실, 외래 등을 Ethernet으로 연결하여 의료영상의 저장과 요청, 제공 등의 기능을 수행하며 최적의 조건으로 의료영상을 관리하여준다. 각 영상획득장치에서는 각 제작사에서 지원하는 DICOM 표준의 저장 프로그램에 의해 별도의 인터페이스 장치 없이 직접 PACS 서버에 의료영상을 전송 및 저장할 수 있으며 판독실이나 외래의사 및 진단방사선과 의사들은 GUI (Graphic User Interface)로 개발된 Image Viewer인 π -View™를 이용하여 자신의 연구실 또는 회의실에서 저장된 의료영상데이터를 전송 받아 판독하고 즉시 저장할 수 있다. π -View™에는 기본적인 영상처리기능을 제공하여 판독 또는 열람 중에 전송 받은 영상을 원하는 기능으로 처리하여 볼 수 있게 되어 판독에 정확성을 기할 수 있게 하였다. 또한 Internet Web Server인

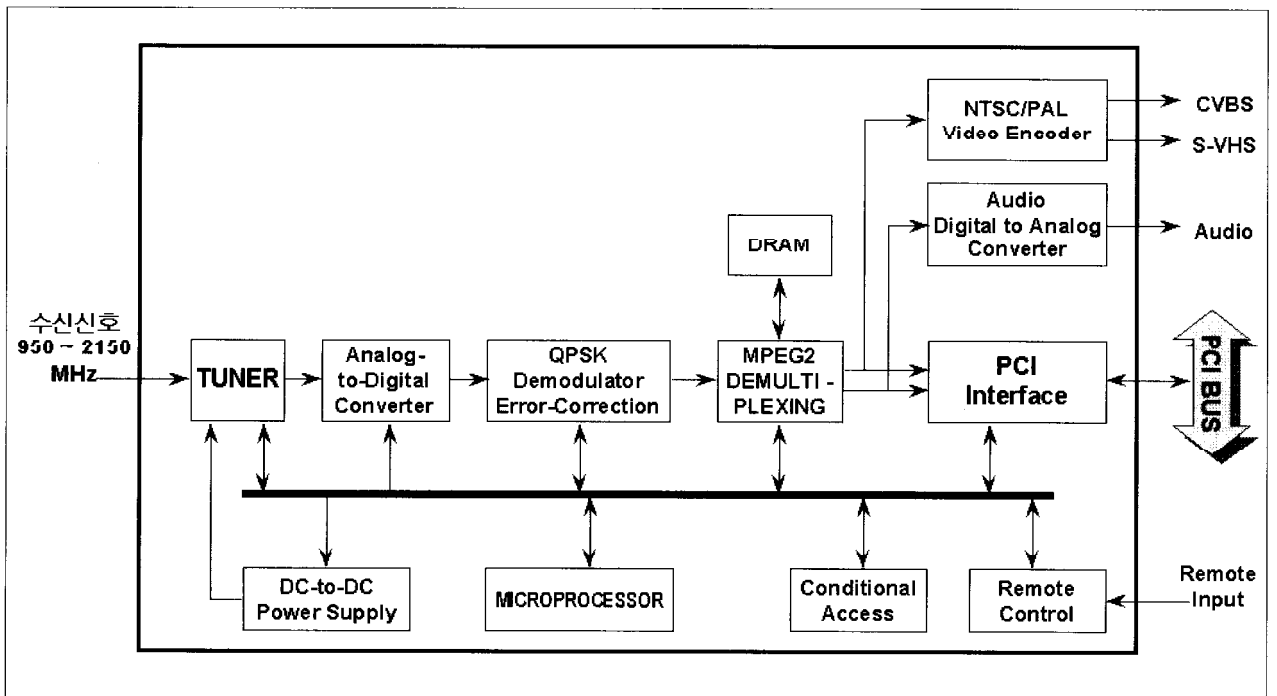


Fig 2. Block Diagram of Integrated PC Board for Satellite Broadcast and Data Receiving

InterView™를 구축하여 사용자가 언제 어느 곳에서나 Web Browser를 이용하여 손쉽게 의료영상을 열람할 수 있게 하여 별도로 Image Viewer를 갖고 있지 않는 사용자도 Netscape™등을 이용하여 쉽게 열람이 가능하게 하였다. 다만 환자의 비밀을 보장하기 위해 허가된 사용자만이 사용자 ID와 Password를 입력해야만 열람이 가능하게 하였다.

PACS에는 MRI와 EBT 및 DSA 등 방사선 의료영상장치 뿐만 아니라 초음파나 X-Ray 내시경 영상 등도 일부 저장되고 있다. 현재 각 의료영상획득장치들의 하루 데이터 발생량은

- 1) EBT : 900MBytes
- 2) MRI : 510MBytes
- 3) DSA : 240MBytes

정도이며 이들 데이터의 전량이 PACS에 의해 저장되어 관리되고 있다. 신촌 세브란스는 각 지역의 세브란스병원들과 긴밀히 협조하고 있는데 특히 서울여 앞에 위치하고 있는 연세재단 세브란스빌딩내의 연세 건강검진센터와는 현재 56Kbps 전용선이 설치되어 원격 PACS 및 원격 컨설팅이 이루어지고 있다. 현재 구성되어있는 PACS와 원격 PACS의 구조는 다음 Fig. 3과 같다.

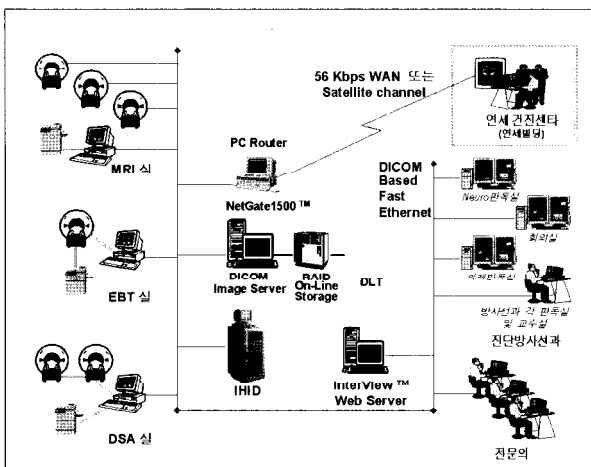


Fig 3. PACS Architecture of Yonsei Medical Center

4. 원격 진단방사선 컨설팅 시스템 개발

본 논문에서 개발한 원격 진단 방사선 컨설팅 시스

템은 On-Line 방식이 아닌 Off-Line 방식으로 운영된다. 그 이유는 클라이언트측의 컨설팅 요청이 예측 가능하지 않고 수시로 진행되며, 따라서 서버측에서 매시간 대기하고 있는 것은 불합리하기 때문이다. 그러므로 요청하는 측에서는 컨설팅 시간을 미리 예약하고 그 이전에 데이터를 서버측에 전송해야하며 서버측에서는 취합하여 전문가간에 협의하여 진단을 내린 후 그 결과를 데이터베이스에 저장하여 열람케 하였다. 이것은 양측에게 모두 효율적이다. 본 시스템은 크게 컨설팅을 수행하는 공유작업 시스템과 컨설팅 결과를 열람할 수 있는 영상도구의 두 가지 요소로 구성하였다. 공유작업 시스템은 컨설팅 센터 혹은 컨설팅을 수행하는 의료원 내부적으로 관련 전문가간의 정보 커뮤니케이션을 위한 시스템으로 영상처리 기능을 갖춘 의료영상뷰어(Image Viewer) 프로그램과 멀티미디어 회의를 지원할 수 있도록 멀티미디어 PC 및 전자철판 프로그램으로 구축하였다.

본 연구에서 개발한 전자철판은 임의의 의료영상 데이터를 양단에서 네트워크를 통해 공유하며 마치 동일 공간에서 동일 영상을 놓고 회의하는 것처럼 상호 영상과 그래픽을 이용하여 진단 및 협의할 수 있도록 해주는 도구로서 모든 데이터는 공유되고 편집 기능, 펜, 형광펜 기능과 직선, 시각형 그리기, 원 그리기 등 표기 기능들을 제공하며 미리 프레젠테이션 파일을 작성한 후 나중에 이를 이용하여 회의를 원활하게 진행할 수 있도록 해주며 회의가 끝난 후 내용을 저장할 수 있게 하였다. 전자철판은 Microsoft사의 Visual C++ 4.0으로 개발하였고 통신 프로토콜은 TCP/IP를 사용하였으며, TCP/IP와의 인터페이스는 Windows95의 Socket 프로그램인 WINSOCK을 사용하였다. 전자철판은 Fig. 4에 나타내었다.

컨설팅 결과를 열람할 수 있는 영상도구는 별도의 Image Viewer를 제공하거나, Web Browser를 통해서 열람할 수 있는 두 가지 형식의 영상도구가 개발되었는데, 본 논문에서는 원격의료라는 특성상 별도의 도구 없이 범용 인터넷 웹 브라우저를 통해 열람할 수 있는 도구에 대해서 실험하였다. 이 도구는 JAVA Programming Language도 개발되었고 PACS와 웹서버를 연결하여 병원 내부에서나 인터넷이 연결된 세계 어느 곳에서든 열람이 가능하도록 하였다.

이때 보안 시스템을 두어 환자의 비밀보장에 힘썼다. 보안시스템은 두 가지로 사용자 ID와 Password를 부여함과 동시에 방화벽을 설치하였는데 방화벽은 궁극적으로 모든 사용자에게 개방될 수 없다는 단점이 있어 보안을 필요하지만 현재상태에서는 공공 서비스를 목적으로 하는 것이 아니므로 가장 최선의 보안 시스템으로 판단된다. 웹 브라우저를 통한 컨설팅 결과의 열람 예제는 Fig. 5에 나타나 있다.



Fig 4. An Example of Consultation using Electronic Whiteboard

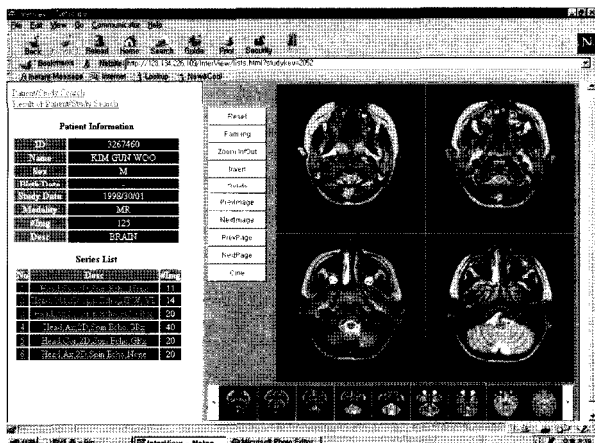


Fig 5. Viewing the Results of Consultation through Web Browser

5. 실험

실험은 세 가지 경우로 나누어 실시하였다. 첫째 범용 서버 연결실험, 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 Asiasat2를 이용하여 이미 서비스를 제공하고 있는 ZAK_SAT라는 외국회사의 서버를 연결하여 실험하였다. 그 이유는 현재 무궁화 위성을 이용한 위성 데이터 통신 서비스를 한국통신이 준비중에 있지만 8월로 예정하고 있기 때문에 현재로서는 실험이 불가능하기 때문이다. 마지막으로 임상실험은 5GKbps 전용선을 이용한 실험과 비대칭 위성 데이터 통신 채널을 이용한 실험으로 동일시간대의 크기별 소요시간의 측정과 동일크기의 파일에 대한 시간대별 소요시간의 측정실험을 실시하였다. 임상실험은 신촌에 위치하는 연세대학교 의과대학 세브란스 병원 PACS와 시울역 앞에 위치하고 있는 연세재단 빌딩내의 건강검진센터간의 원격 진단방사선 컨설팅 실험으로 실시하였다.

III. 결과

1. 범용 서버 연결 실험 결과 (Hitel 자료실 연결)

이 실험은 기존의 인터넷 유선망을 통해 하이텔 자료실을 연결하여 그곳에 비치된 각종 크기의 파일들을 다운로드 받을 때의 전송속도를 일성시간단격에 따른 전송속도의 평균으로 실험하였다. 실험 결과 기존망인 학교망을 통한 전송속도와 비대칭 위성 데이터 통신 채널을 통해 동일한 실험을 한 결과가 다음 Fig. 6에 나타나있다. 기존망에 비해 위성통신망이 약 5 - 14배 빠른 것으로 나타났다.

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 받을 때의 전송속도를 일정시간간격에 따른 전송속도의 평균으로 실험하였다. 현재 우리 나라에서는 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 설계되어 있기 때문에 향후 무궁화 위성을 이용한 상용서비스 제공 시에도 즉시 사용할 수 있다. 기존망인 학교망을 통한 전송속도와 비대칭 위성 데이터 통신 채널을 통

해 동일한 실험을 한 결과를 다음 Fig. 7에 나타내었다. 기존망에 비해 위성통신망이 약 11 - 31배 빠른 것으로 나타났다.

3. 임상 실험 결과 (신촌 세브란스~서울역 앞 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 송수신하고 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 다음 Fig. 8과 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 특기할만한 사항은 파일의 크기가 커지면 전송효율이 월등히 증가한다는 사실이다. 파일 크기가 5MBytes 대와 14MBytes대의 전송률은 큰 차이를 보이고 있다. 본 실험에서 사용된 영상들은 JPEG을 사용하여 평균 7:1 정도로 압축한 후 전송하였으므로 원래의 영상을 전송할 때와 비교해볼 때 전송률의 차이가 다소 발생할 수 있다. 그러나 동일 조건의 동일 파일에 대한 실험이므로 전송률 향상비를 나타내는 결과에 대한 차이점은 없다.

N. 고찰

본 연구에서 개발된 비대칭 위성 데이터 통신 시스템과 56Kbps 전용선을 이용하여 다양한 실험이 실시되었다. 우선 학교망과 위성 채널을 통해서 범용 서버 연결실험을 실시한 결과 위성 채널이 기존망에 비해 약 5-14배 빠른 것을 알 수 있었는데 파일의

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

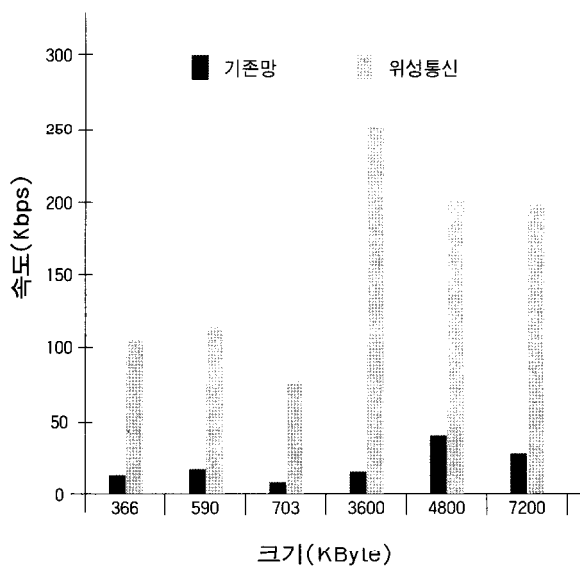


Fig 6. Comparison of the Transmission Rates for Hitel Server using Internet or Satellite

크기가 큰 것은 작은 것에 비해 월등한 향상비를 나타내었다. 이것은 TCP의 특성으로서 처음 전송 시작시에는 작은 크기의 패킷전송이 이루어지다가 선로에 에러발생이 없으면 시간이 지날수록 전송 패킷 크기가 커지므로 점차 전송속도도 증가한다. 그런데 기존망의 경우는 전송속도의 변화가 거의 없는 것은 계속되는 트래픽과 충돌현상에 기인하며 반면 채널 상태가 좋은 위성의 경우 전송할 파일 크기가 커짐에 따라 전송속도도 향상됨을 알 수 있었다.

위성사업자 제공 FTP 서버 연결실험의 경우는 본 연구의 목적에 매우 적합한 결과를 보여주었는데 이

경우 기존망에 비해 11-31배까지의 성능향상이 나타났다. 여기서 특기할 사항은, 하이텔 실험의 경우 하이텔 서버에서 외국의 위성 사업자 서버까지 우회해야하므로 그 구간에서의 병목이 필연적이어서 성능향상이 크지 못한 반면, 위성사업자 서버에서 직접 전송하는 경우는 우회로가 배제되기 때문에 가장 바람직한 실험이 되어 성능향상폭이 두드러지게 나타났다.

두 실험에서 나타난 수치를 미루어 예상할 수 있는 결과는 국내 위성을 이용할 경우 (2)번의 실험과 유사한 성능향상 결과가 기대된다. 특히 기존망으로 실

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

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

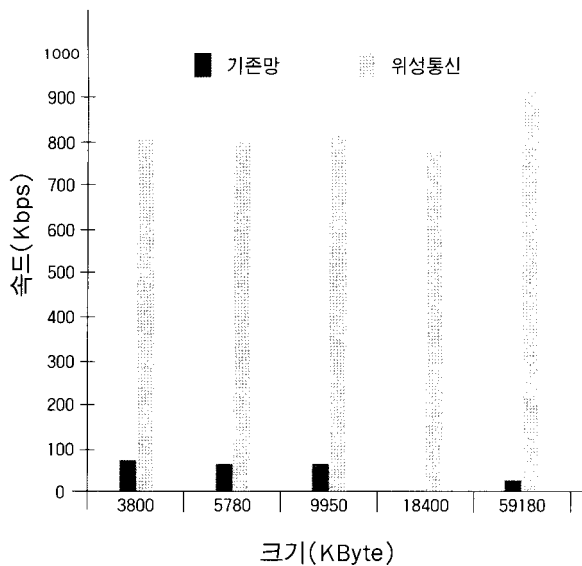


Fig 7. Comparison of the Transmission Rates for ZAK_SAT's Server using Internet or Satellite

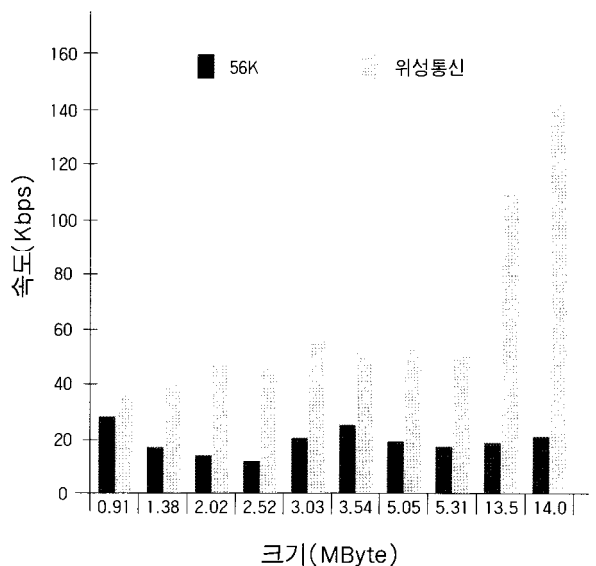


Fig 8. Comparison of the Transmission Rates for the Clinical Test of TelePACS using 56Kbps Terrestrial line or Satellite

험할 때 18MB나 59MB 같은 대용량 파일은 수신 실패 확률이 매우 높고, 전송이 완료되었다 해도 복구되지 못한 패킷이 존재하므로 완벽한 파일을 얻을 수 없었다. 반면 위성 채널을 통한 실험의 경우 59MB 파일을 약 8분 이내에 완전한 파일로 수신할 수 있었다.

· 임상실험의 경우는 약 1.3-6배의 성능향상을 얻을 수 있었다. 이 경우에서도 마찬가지로 파일이 클수록 성능 향상비 설치하여 크게 나타났다. 임상실험의 경우에서도 현 단계에서는 위성채널 이용시 외국서비스 업체로 우회하기 때문에 외국회사까지의 병목현상으로 인해 성능향상에 한계가 있었다.

· 전체적인 실험 결과 위성채널을 이용할 경우 성능 향상이 두드러지게 높았고 특히 파일이 클 경우 성능향상비는 월등하게 나타났다. 의료 영상 데이터의 경우와 같이 파일 크기가 대용량일 경우 위성을 이용한 데이터의 전송이 탁월한 성능을 발휘함을 실험을 통해 알 수 있었으며 특히 무궁화 위성을 통한 경우 더욱 향상된 성능을 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

V. 결론

본 연구에서는 비대칭 위성 데이터 통신 시스템을 개발하고 구축한 후 이를 이용하여 원격지간 진단 방사선 컨설팅 시스템을 개발하여 그 성능을 평가하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 범용 유선망과의 비교 실험을 실시해본 결과 본 시스템이 3배 이상의 높은 전송속도를 보였으며 특히 위성 사업자 서버와의 연결 실험에서는 약 10-30배의 성능향상 결과가 나타나 향후 무궁화 위성을 이용한 서비스가 본격화될 경우 유사한 성능 향상이 예상된다.

2) 웹 브라우저를 통해 컨설팅 결과의 열람 기능을 제공함으로써 별도의 프로그램 제공 없이 언제 어디서나 손쉽게 컨설팅 결과 열람과 신속한 질의 응답이 가능하게 되었다.

3) TCP/IP 기반의 전자철관을 개발하여 제공함으로써 전문의간의 협의 시 공유작업 공간으로 활용케 하여 이동에 따른 시간과 비용을 줄일 수 있게 되었다.

4) 본 시스템은 위성 채널을 이용함으로써 지역에 상관없이 동일 전송 품질을 제공함으로써 벽 오지의 본격적인 원격의료의 실현을 가능케 할 수 있으리라 예상된다.

이상의 결론을 종합해 볼 때 본 시스템은 원격의료에 실질적으로 필요한 농어촌 및 벽 오지에 본격적인 원격 의료 시스템 구축에 기여할 것으로 보이며, 교육, 산업, 국방 등 적용범위가 광범위하리라 예상된다. 향후 지연시간이 큰 위성통신에서의 TCP/IP 성능 제한성을 극복하기 위해 TCP/IP의 성능향상과 원격 교육 및 재택 건강관리 등 다양한 응용 시스템의 연구를 계속해 나갈 계획이다.

참고문헌

1. 대한의용생체공학회, Picture Archiving and Communications System, 1997, 11.
2. 대한 PACS학회, 대한 PACS학회 춘계학술대회 초록집, 1994.
3. Liu, C., Xie, Y., et al., "Multipoint Multimedia Teleconference System with Adaptive Synchronization", IEEE J. On Selected Areas in Communications, Vol.14, No.7, Sept, 1996.
4. 이태수 외, "의료용 화상정보의 저장 및 전송 시스템의 개발", 의공학회지, 제9권, 2호, 1988.
5. 최진욱, 김영한, 이상구 외, "초고속망 원격진단 시스템의 개발", 대한의료정보학회지, 제3권 2호, 1997.
6. 최봉열 외, "원격 진단 시스템 구현에 관한 연구", 의용생체 학술대회 논문지, 제 14권 2호, 1992.
7. Hwang, H.K., "High performance testbed network with ATM technology for telemedicine", Proc. SPIE Medical Imaging, 1995.

8. 김인식, "원격진료사업 추진방향", 제8차 의료정보학회 학술대회지, 1994, 7.
9. 황선철, 김용만, 김희중, 이명호, "비대칭 위성 데이터 통신 시스템을 이용한 원격 진단 방사선 컨설팅 시스템 개발에 관한 연구", 대한의용생체공학회 추계학술대회지, 제19권 제2호, 1997, 11.
10. Allman, M., et al., "TCP Performance over Satellite Links", Ohio Univ., 1997.
11. 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.
12. Vivek Arora, et al., "Effective Extensions of Internet in Hybrid Satellite-Terrestrial Networks", ISR, Univ. of Maryland, 1993.
13. Prabhat K. Andleigh, Kiran Thakrar, Multimedia Systems Design, Prentice Hall PTR, 1996.
14. Spragins, J.D., Hammond, J.L., Pawlikowski, K., Telecommunications Protocols and Design, Addison-Wesley Publishing Company, 1994.