

위성인터넷통신을 이용한 Web 기반 원격의료시스템 개발

Development of Web-based Telemedicine using Satellite Internet Communication System

황 선 철*
Seon Cheol Hwang

요 약

일반적으로 유선망을 통한 인터넷 접속은 의료영상과 같이 대용량의 데이터를 전송하기에는 전송속도가 매우 낮다. 인터넷의 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 고속의 위성 인터넷 통신을 위한 비대칭 위성 데이터 통신 시스템을 개발하였다. 비대칭 위성 데이터 통신은 데이터 경로가 비대칭인 것으로 데이터의 요청은 유선망을 통해 대용량 데이터의 수신은 위성을 통하는 방식이다. 본 비대칭 위성 데이터 통신 시스템은 기존의 유선망에 비해 약 10-30배의 전송속도 향상의 결과를 얻을 수 있었다. 또한 인터넷을 통해 인증된 모든 병원으로부터 원격 의료를 수행할 수 있는 웹 기반의 원격의료시스템을 개발하였다. 이 시스템은 Java를 이용하여 개발하였으며 별도의 도구를 구입하지 않더라도 넷스케이프와 같은 웹 브라우저를 통해 세계 어디에서나 의료 영상과 정보를 접속하고 검색할 수 있는 기능을 가지고 있다. 원격의료시스템의 전송 속도를 향상시키기 위해 JPEG을 통해 영상을 압축하였다. 결론적으로 우리는 제안한 비대칭 위성기술과 웹 기술을 이용하여 고속의 범용 원격의료시스템을 개발할 수 있었으며 이를 이용하여 의료영상시스템을 병원내부용도에서 범용의 원격의료시스템으로 그 범위를 확장시킬 수 있었다.

Abstract

In general cases, the conventional Internet connected to a terrestrial network is too slow to transmit large medical images. To overcome this low speed problem of the Internet, we have developed asymmetric satellite data communication system (ASDCS) as a fast satellite Internet communication method. The ASDCS uses a receive-only satellite link for data delivery and a terrestrial network for control communication. The satellite communication link we implemented showed the very high-speed performance compared to the terrestrial link. Using ASDCS, the satellite Internet communication was 10-30 times faster than the conventional terrestrial Internet link. Also we have developed a Web-based Telemedicine system that can access every permitted server of hospital via the Internet. Java programming techniques were used to make our system and it can access and retrieve medical information and images through only public web browser such as Netscape™ without additional specific tools. To increase the transmitting speed of our Telemedicine system, JPEG method was used. In conclusion, we were able to develop a fast and public Telemedicine system using the proposed ASDCS and Web technology. ASDCS technology increased the speed of the conventional Internet and Web technology extended the scope of use for Telemedicine system from intrahospital to public use.

1. 서 론

인터넷과 관련기술의 발달은 우리의 생활을 더욱 편리하고 윤택하게 해주었다. 또한 인터넷을

통한 멀티미디어 통신 기술과 이를 이용한 정보통신의 발달은 우리 생활 전 분야에 걸쳐 많은 기여를 하였으며 특히 의료분야의 정보화 및 자동화 기술 발전에 커다란 영향을 주어 의료 영상 및 각종 의료정보를 고속의 네트워크를 통해 전송할 수 있는 원격의료시스템의 개발을 가능하게 해주었다[1]. 원격의료시스템에 대한 연구는 최근

* 정회원 : 인덕대학 방송정보통신계열
sthwang@mail.induk.ac.kr

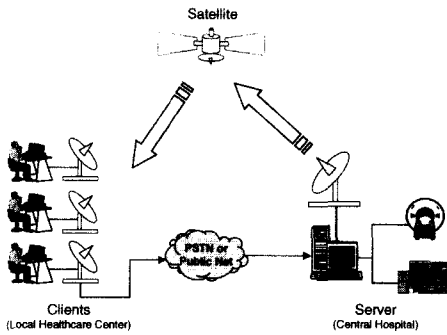
들어 활발하게 이루어지고 있으며 그간 많은 성과가 나타났고, 실제 임상에 원격의료시스템을 도입하는 의료원이 증가하고 있는 추세이다[2-4]. 원격의료시스템의 주요 구성요소는 의료원에 설치되어 있는 원격의료용 서버와 원격지에서 컨설팅을 수행하거나 의료정보를 검색할 수 있는 영상도구 그리고 고속의 WAN (Wide Area Network)으로 이루어져있다. 이 중에서 원격의료용 서버와 영상도구에 대한 연구가 활발히 진행되어왔는데 지금까지의 연구는 대부분 병원의 내부사용 목적으로 개발되어왔다. 그러므로 이들 시스템은 원격의료용으로는 부적합하다. 원격의료를 수행하기 위한 또하나의 요소가 고속의 WAN인데 현재 우리나라에서는 초고속 통신망의 인프라가 부족하기 때문에 이 부분에서의 연구는 기본적인 단계에 머물고 있다. 즉 ATM (Asynchronous Transfer Mode)이나 B-ISDN (Broadband ISDN)등 전국적으로 구축하기에는 현실적으로 어려운 100Mbps 급 이상의 초고속 통신망에 대한 연구가 진행중이다[5-7]. 최근 이러한 문제를 다소 해결할 수 있는 통신망식인 ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)이 보급되고 있지만 이것은 현재 인구 밀집지역을 중심으로 보급되고 있기 때문에 전국적인 망을 형성하기는 어렵다. 특히 원격의료가 절실히 필요한 도서지방이나 산간벽지 등 오지에서의 초고속 통신은 기존의 유선망으로는 한계가 있다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 이미 보유하고 있는 무궁화 위성을 통한 고속의 데이터통신을 할 수 있는 위성데이터통신시스템을 개발하고 이를 원격의료시스템에 적용하고자 한다. 또한 가격이 비싸고 일반화되어있지 못한 대형병원의 전용 의료영상시스템의 단점을 보완하기 위해 인터넷 웹 브라우저를 통해 쉽고 편리하게 어느 지역에서나 접속이 용이한 웹기반의 원격의료시스템을 개발하여 임상에 적용해보고자 한다. 이를 위해서 본 논문에서는 위성방송채널을 사용하여 데이터 통신을 할 수 있는 비대칭 위성 데이터 통신 시스템[12-14]을 개발하고 원격 의료영상시

스템(Picture Archiving and Communication System: PACS)에 적용하여 성능을 평가하고자 한다. 또한 별도의 의료영상도구를 사용하지 않고도 인터넷 웹 브라우저를 사용하여 원격 의료서버에 접속하여 의료영상 및 각종 정보를 검색하고 열람할 수 있는 웹 기반 원격 의료영상시스템[15]을 개발하고 임상실험을 하고자 한다. 임상실험에는 기존의 공중망을 이용한 전송실험과 비대칭 위성데이터 통신 시스템을 이용한 전송실험의 결과 비교를 수행하고 전송 속도를 향상시키기 위해 JPEG과 Wavelet 방식으로 의료영상의 압축을 실시한 후 임상적으로 허용 가능한 압축률을 결정하고자 한다[16,17].

2. 시스템의 구성

2.1 비대칭 위성인터넷통신시스템 개발

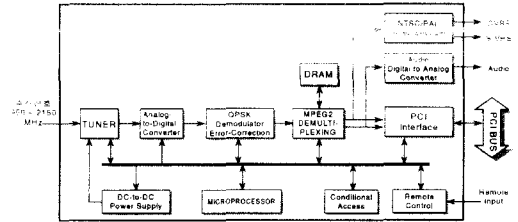
위성 통신 시스템에 대한 연구는 크게 두 가지로 나뉘어진다. 그중 하나는 위성을 통한 양방향 통신이고 다른 하나는 위성 방송처럼 단방향 통신이다. 전자의 양방향 통신은 통신의 일반적인 특성을 가지면서 많은 장점을 가지고 있다. 그러나 위성의 채널을 전적으로 사용하게 되므로 사용비용이 매우 비싸다는 점이 단점이다[6]. 그러므로 위성을 통한 양방향 통신은 특수 목적으로 사용하는 것 외에는 현실적으로 매우 어려운 문제이다. 다른 하나의 방식인 단방향 위성통신은 통신 데이터의 흐름이 단방향 통신이므로 통념상의 통신은 불가능하고 대부분 위성 방송을 위한 통신채널로 사용하고 있다. 이런 방식을 사용하면 정보통신의 일반적인 특성인 양방향통신이 불가능하다. 그러나 최근 이러한 단점을 해결하기 위해서 유선망과 혼합형의 통신을 수행하기 위한 비대칭 위성통신 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[12-14]. 이 개념은 “데이터의 요청은 아주 적은 정보량으로, 데이터의 수신은 대용량으로”라는 인터넷 통신의 특성을 이용한 것이



(그림 1) 비대칭 위성통신 개요도

다. 일반적으로 인터넷의 주요 이용형태는 필요한 데이터를 서버에 요청하고 서버에서는 요청 데이터를 사용자에게 전송하는 방식을 주로 사용하게 된다. 이때 서버에 대한 데이터 요청은 클릭정보를 포함한 매우 적은 정보량이 필요하다. 하지만 서버로부터 사용자에게 제공되는 데이터는 대부분 멀티미디어 데이터와 같이 대용량의 데이터가 주종을 이루게 된다. 이러한 개념은 ADSL의 개념과 같은 것이다. 또한 이러한 개념은 원격의료시스템에서도 잘 적용되는 개념이다. 많은 원격의료 요청자들은 대도시에 있는 대형 병원으로부터 많은 의료정보를 원하고 있다. 그러므로 이러한 비대칭 위성 데이터 통신 시스템은 매우 좋은 솔루션을 제공할 수 있을 것으로 예상된다. 비대칭 위성 데이터 통신 시스템의 개요도가 그림 1에 나타나 있다.

본 논문에서는 비대칭 위성 데이터 통신용 수신시스템을 개발하였다. 수신시스템의 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. 본 시스템은 무궁화 위성의 Ku 대역폭(10.11GHz - 12.75GHz)을 사용하고 심볼률



(그림 2) 위성 방송 및 데이터 수신용 PC 보드의 블록도

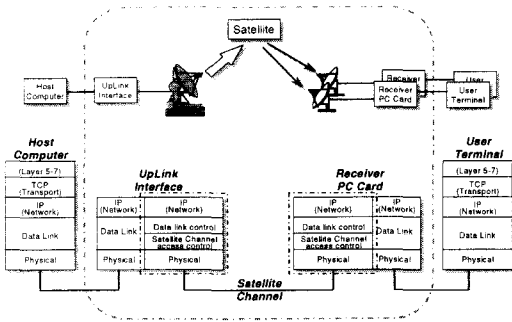
(Symbol Rate)는 21.3 Mbps이다. 수신카드의 구조는 크게 위성신호를 수신하는 튜너부 및 QPSK Demodulator 부분과 압축 신호를 복원하는 MPEG2 Demodulator 부분 및 컴퓨터와 인터페이스 부분으로 나눌 수 있다. 수신된 신호 중 위성방송 데이터는 각각 Video Encoder와 Audio DAC를 거쳐 TV 시청용 응용프로그램으로 보내지고 데이터 부분은 PCI 인터페이스를 통해 Network Device로 보내어진다. 위성방송 및 데이터 수신용 통합보드의 블록도가 그림 2에 나타나 있다.

2.2 비대칭 위성 통신용 프로토콜

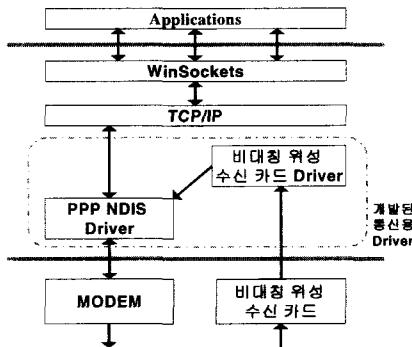
본 연구에서 설계하고 개발한 비대칭 위성 데이터 통신 시스템은 전체적인 통신프로토콜로 TCP/IP를 사용하고 있다. ISO에서 제안한 7계층의 OSI 모델을 사용한 개방시스템을 지향하는 것이 바람직하겠지만 현재 인터넷에서 전세계적으로 사용하고 있는 통신 프로토콜이 TCP/IP 이기 때문에 이 프로토콜의 사용은 불가피하다. 다음 그림 3은 OSI 모델을 근간으로 한 TCP/IP를 이용한 비대칭 위성 통신 시스템의 통신 프로토콜의 전체적인 개요도이다.

5~7 계층은 개발자가 직접 개발하여 사용하도록 권고하는 부분이다. 본 시스템은 Windows 95 환경에 맞게 설계되었으며 5, 6계층은 WinSockets 으로 제공되고 여기에 개발자들이 각기 응용프로그램에 맞게 개선하여 구성하고 있다.

비대칭 위성 데이터 통신은 데이터의 흐름 경로가 서로 다른 경로를 사용하고 있다. 즉 데이터



(그림 3) 비대칭 위성용 통신프로토콜 구조



(그림 4) 비대칭 위성통신 전용 드라이버 구조도

를 요청하기 위한 클릭 (Click), 보안 시스템 인증을 위한 ID/PassWord, 간단한 텍스트 정보 등을 서버에 보내면 서버에서는 요청 받은 영상데이터와 같은 대용량의 데이터를 클라이언트에게 위성을 통해서 보내준다. 그러므로 데이터 통신을 위한 하드웨어도 데이터 수신용과 요청 송신용으로 서로 다른 것을 사용하고 이들 하드웨어를 적절하게 조합시켜서 통신을 원활하게 해주는 드라이버를 특수하게 개발하여야 한다. 그림 4에 전용 통신 Driver의 구조도를 나타내었으며 흐름의 순서는 다음과 같다.

- ① 응용 프로그램에서 사용자가 원격 의료시스템 화면상에 나타난 환자의 이름 혹은 진료번호를 클릭하면 환자의 정보가 WinSocket으로 보내진다.

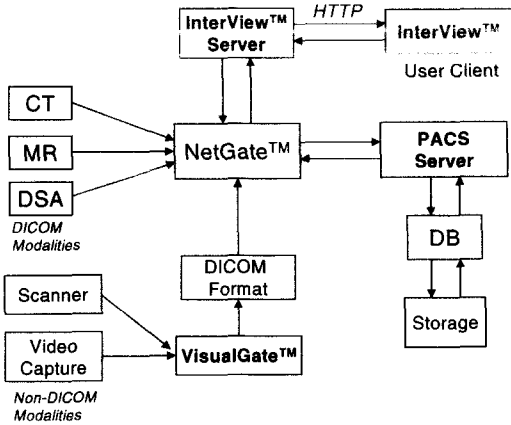
- ② 보내진 정보는 WinSocket 계층에서 Remote connection 절차를 수행한 후 TCP/IP 계층으로 데이터를 보낸다.
- ③ TCP/IP에서는 전송을 위한 Header 등을 첨가하여 Driver로 보낸다.
- ④ PPP NDIS Driver에서는 Modem을 통해서 데이터를 통신망을 거쳐 상대방에게 전송한다.
- ⑤ 비대칭 위성 수신 카드를 통해 들어온 데이터는 수신카드용 Driver를 거쳐 비대칭 위성 전용으로 개발된 NDIS Driver를 통해 TCP/IP로 데이터를 보내어진다.
- ⑥ TCP/IP 계층으로 들어온 데이터는 ①~③의 역순으로 응용 프로그램으로 데이터를 전달한다.

2.3 Web 기반의 원격의료시스템의 개발

웹 기술의 발전으로 인해 인터넷이 연결되어있으면 세계 어디에서든지 정보를 교환하고 정보를 검색할 수 있게 되었다. 본 연구에서는 웹기반의 원격의료시스템 서버, 의료영상을 전송하는 Inter-View™ 서버와 웹 기반 의료영상시스템 (Web-based PACS) InterView™를 JAVA를 이용하여 개발하였다.

2.3.1 웹 기반 원격의료시스템 서버

대부분의 웹기반의 자료검색 시스템은 클라이언트-서버 개념으로 개발되고 있다. 본 연구에서 개발한 웹기반의 원격의료시스템 또한 이러한 개념으로 개발되었다. 클라이언트-서버의 일반적인 형태는 하나의 웹 서버와 여러 개의 데이터베이스 서버로 구성되어있으며 여기에 사용자가 네트워크로 연결되어있다[15]. 이 경우 데이터베이스로부터 얻어지는 대부분의 정보는 웹 환경에 맞지 않는 형태이다. 그러므로 웹 서버에서는 이들 정보를 Hypertext Transfer Protocol (HTTP)이라는 형태에 맞게 가공하여 인터넷을 통해 제공하고



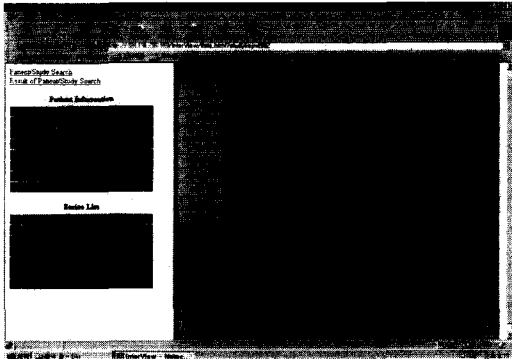
(그림 5) 웹 기반의 원격의료시스템 개요도

있다. 본 연구에서 개발한 웹기반의 원격의료시스템을 포함한 많은 웹 기반의 정보시스템들은 웹지향적으로 개발되어있기 때문에 기존의 정보시스템이나 기존의 전용 의료정보시스템들은 병원 인트라넷 (Intranet)과 웹을 통한 전송을 분리해서 운영하는 단점을 갖게되었다. 그러므로 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해서 그림 5와 같이 통합관리시스템 (consolidator: NetGate™)을 개발하였다. 이 통합관리시스템은 병원 내부에서 사용하는 전용 시스템과 원격의료를 수행하는 웹기반 시스템을 연결할 수 있도록 고안되었다. 즉 의료영상획득장치로부터 얻어진 데이터는 통합관리시스템인 Netgate를 통해서 전용시스템과 웹서버(InterView™ Sever)로 보내어진다. 이때 모든 데이터는 DICOM v3.0 표준에 맞춰서 가공된다. DICOM은 미국의 ACR-NEMA에 의해 제정된 의료영상 저장 및 통신용 표준안이다[18]. 만일 외부 사용자로부터 의료영상 데이터를 요청받으면 통합관리시스템인 Netgate는 필요한 데이터를 찾기 위해 웹 서버와 의료정보시스템을 연결하고 적절한 데이터를 검색하여 웹 서버로 전송한다. 웹 서버는 자기가 가지고 있는 데이터 혹은 의료정보시스템으로부터 받은 데이터를 HTTP 형태에 맞춰 가공 후 전송하게 된다. 이때 전송효율을 높이기 위해서 웹 서버는 의료영상데이터를 JPEG

형태로 압축하여 전송한다. 의료영상압축용 프로그램은 Plug-In 형태로 동작하게 된다. 본 연구에서는 Wavelet 방식으로 압축하는 프로그램도 개발중이며 Plug-In 형태로 개발 중에 있다.

2.3.2 의료영상 시스템

의료영상시스템은 일반적으로 PACS(Picture Archiving and Communication System)라 부르는데 원격지에서 의료정보시스템 서버에 접속하여 필요한 영상데이터를 전송 받아 검색하거나 볼 수 있는 도구이다. 전용시스템 환경에서는 원격지 사용자는 전용 시스템용 영상도구를 별도로 구입하고 전용 통신선을 설치해야만 한다[6]. 이러한 문제는 원격의료가 일반화되는데 저해요소가 되고 있다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해서 웹 브라우저를 이용하여 의료영상시스템 기능을 수행하는 InterView를 개발하였다(그림 6). 사용자는 별도의 전용 프로그램을 구입하거나 전용선을 설치하지 않고도 InterView를 이용하여 인터넷을 통해서 세계 어디에서나 원하는 원격의료용 서버에 접속하여 정보를 검색하거나 데이터를 전송 받아서 의료에 활용할 수 있게 되었다. Interview는 JAVA 프로그램을 통해 개발되었다. Interview의 사용자 인터페이스 (UI: User Interface)는 간편한 계층 구조로 이루어져있어서 강력하고 다양한 기능을 제공한다. Interview는 환자의 기초 정보와 환자의 의료영상 데이터를 출력하여주며 중앙병원의 수준 높은 전문의사들의 진단과 컨설팅 자료를 받아볼 수 있는 구조로 되어있다. 의료영상 데이터는 1개의 큰 영상 또는 작은 4개의 영상을 한번에 보여줄 수 있으며 하단에 Thumbnail 형태의 작은 영상을 위치시켜서 손쉽게 원하는 영상을 선택할 수 있게 하였다. 또한 Zoom 기능과 역상(Inverse) 기능, 회전 기능, 다음 영상으로의 스킵의 기능이 있으며 여러 개의 MRI 및 CT 영상을 연속적으로 보여주어 비디오 영상을 보는 것 같은 효과를 주는 'cine'(cinema) 기능을 제공하여준다.



(그림 6) 원격의료영상시스템

2.4 원격의료로 위한 영상압축

본 연구에서는 전송효율을 높이기 위해서 영상 압축을 사용하였다. 본 연구에서 사용한 압축방식은 JPEG방식[16]과 Wavelet 방식[17]이며 이중 JPEG 방식은 웹 브라우저의 영상 압축방식으로 사용중이다. 대개의 경우 의료계에서는 진단방사선과에서 행해지는 전문 진단을 위해서는 무손실 압축 또는 압축하지 않은 영상을 사용하고 있지만 임상 의사들의 진료나 컨설팅에서는 압축을 허용하고 있다. 하지만 허용 압축률에 대해서는 아직 권고안이나 표준이 없는 상태이다. 그러므로 본 연구에서는 진단 방사선과 의사들을 대상으로 가장 적당한 압축율을 결정하는 실험을 실시하였다. 본 실험에서 사용한 영상의 수는 875개의 각종 의료 영상이며 각 영상은 영상획득장치에 따라 단층촬영(CT), 자기공명(MR), plain X-Ray, 초음파 (Ultrasonic) and DSA (Digital Subtraction Angiography) 등으로 분류할 수 있으며 각 장치별로 획득한 신체부위는 뇌, 목, 가슴, 복부, 척추등이 있다. 각 영상의 압축율은 각각 5:1, 10:1, 15:1, 20:1, 30:1, 40:1, 50:1 이다.

실험 방법은 각 영상별로 원영상과 압축된 영상을 섞어서 진단 방사선과 전문의들에게 무작위로 보여주고 가장 진단에 알맞는 영상을 선택하게 하는 방법을 사용하였으며 보조수단으로 PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) 방식을 사용하여 전문

(표 1) 영상별 임상적용 가능 압축율

Modality	Organ	JPEG	Wavelet
CT	Neck	20:1	20:1
	Chest	15:1	20:1
MR	All Organ	10:1	10:1
Ultrasonic	All Organ	10:1	10:1
Plain x-ray	All Organ	40:1	40:1
DSA	Femoral	30:1	30:1

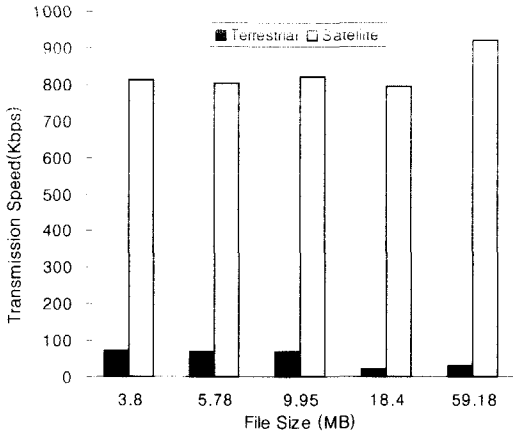
의들의 시각 평가 실험과 비교하였다. 실험 결과 임상적으로 사용이 가능한 압축률을 각 의료영상 획득장치별, 신체부위별로 표 1에 나타내었다. 결과에서 볼 수 있듯이 최소한의 압축율은 10:1이며 그 이상의 압축율도 허용할 수 있지만 의료영상의 민감성을 고려하여 10:1을 최대 압축율로 결정하였다. 결과에서 보면 Wavelet의 결과가 JPEG보다 다소 좋은 것으로 나타났으며 향후 웹브라우저용 Plug-In 형태의 Wavelet 압축 프로그램의 개발이 필요할 것으로 판단되었다.

3. 실험 및 결과 고찰

본 논문에서는 비대칭 위성데이터통신 시스템의 자체 전송실험을 실시하여 그 결과를 고찰하였고 이 시스템을 웹 기반의 원격의료영상시스템 (Web-based PACS)에 적용시켜서 그 성능을 평가하였다. 이 실험에서는 세브란스병원의 내부용 의료영상시스템인 전용 의료영상시스템과 웹 기반 의료영상시스템을 이용하여 10Mbps의 LAN과 56Kbps의 전용선 및 ASDCS를 통한 전송 성능비교가 실시되었다.

3.1 비대칭 위성데이터통신시스템을 통한 FTP 서버 연결 실험 결과

본 연구에서 개발된 위성통신용 수신시스템의 전송속도를 실험하기 위해서 비대칭 위성 데이터 통신 서비스 업체의 FTP 서버에 연결하여 전송실



(그림 7) 위성인터넷과 공중망을 통한 전송실험결과

험을 실시하였다. 이 실험에서는 일반적인 유선망을 통한 인터넷 접속 평균전송속도와 비대칭 위성통신망을 통한 평균전송속도가 비교되었다. 전송받는 파일의 크기는 각각 3.8Mbytes, 5.8Mbytes, 9.9Mbytes, 18.4Mbytes, 59.2Mbytes였다.

실험 결과는 그림 7에 나타나있다. 3.8Mbytes의 전송 실험에서는 유선망을 통할 때 71.2kbps, 비대칭 위성망을 통할 때 812.3kbps의 전송율을 나타내었다. 또한 5.8Mbytes의 경우 유선망을 통하면 68.0kbps, 비대칭 위성망을 통하면 803.2kbps, 9.9Mbytes의 경우 유선망 67.2kbps, 위성망 819.4kbps의 전송속도가 각각 나왔다. 18.4Mbytes에 대해서는 유선망의 경우 21.4kbps의 매우 낮은 전송속도가 나왔으며 전송도중 끊어지는 문제가 발생한 반면 비대칭 위성망에 대해서는 793.7kbps의 전송속도로 어려없이 전송되었다. 매우 큰 파일크기인 59.2Mbytes의 경우 유선망에서 29.6kbps의 전송속도를 나타내었고 비대칭 위성망의 경우 매우 높은 속도인 919.4kbps의 전송속도를 기록하였다.

3.2 원격의료시스템을 통한 임상실험

임상실험은 다음의 두 가지 방법으로 실험을 실시하였다.

3.2.1 전용 의료영상시스템(Dedicated PACS)에 대한 실험

이 실험은 신촌 세브란스병원 진단방사선과에서 내부사용을 목적으로 구축한 의료영상 시스템인 전용 의료영상시스템(π -ViewTM)에 대한 전송 실험으로 병원 내부 환경실험을 위해서 10Mbps LAN을 사용하여 전송 실험을 하였다. 또한 전용 의료영상시스템을 원격의료에서 사용할 때의 전송속도를 측정하기 위해서 56kbps급 전용선을 이용한 원격지 전송 실험을 실시하였다.

3.2.2 웹 기반 의료영상시스템(Web-based PACS)에 대한 실험

이 실험에서는 본 연구에서 개발한 비대칭 위성통신 시스템을 이용한 전송 성능을 평가하기 위해서 기존의 56kbps 전용선을 통한 전송 실험과 함께 비교 실험을 실시하였다. 웹 기반의 의료영상시스템은 전송 효율을 높이기 위해서 10:1 JPEG 영상압축이 선행되었다. 두 실험은 같은 크기의 파일을 두 가지 전송로에서 전송하는 실험을 통해 성능을 평가하였다.

이 실험결과는 표 2와 그림 8에 나타내었다. 우선 전용 의료영상시스템에 대한 실험 결과를 살펴보면 LAN을 통한 전송 속도가 56kbps 전용선을 통한 전송에 비해 4.5~27배 빠르게 나타났다. 이 결과를 통해서 전용 의료영상시스템은 내부 LAN망에 더욱 적합하고 원격의료에는 부적합함을 알 수 있다. 두 번째 실험인 웹 기반 원격 의료영상시스템에 대한 실험 결과를 살펴보면 비대칭 위성데이터통신 시스템을 통한 전송이 56kbps 전용선을 통한 전송속도에 비해 22.8~31.25배 더 빠르다는 것을 알 수 있다. 두 결과 중에서 전송속도가 빠른 두 경우를 다시 비교해보면 비대칭 위성데이터통신시스템을 통한 웹 기반 원격 의료영상시스템의 전송속도가 LAN을 통한 전용 시스템의 전송 속도보다 3.3~3.8배 빠른 결과를 보여주고 있다. 이 이유는 LAN이 10Mbps의 고속 전송

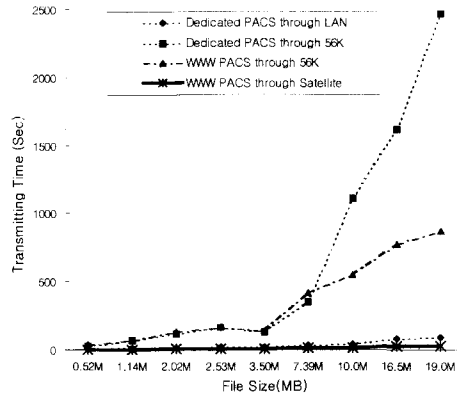
(표 2) 임상실험 결과표

File Size	Transmission Time (Sec) in Dedicated PACS		Transmission Time (Sec) in Web-based PACS	
	10Mbps LAN	56kbps WAN	56kbps WAN	Satellite
0.52MB	6.68	30.06	31.72	1.39
1.14MB	10.56	68.90	65.32	2.49
2.02MB	14.42	115.36	127.14	3.54
2.53MB	17.38	161.63	163.65	4.32
3.50MB	19.88	133.20	134.73	5.76
7.39MB	31.60	347.60	421.23	11.87
10.00MB	44.40	1110.00	547.14	16.26
16.50MB	79.46	1620.98	778.80	25.88
19.00MB	91.52	2471.04	870.20	27.84

특성을 가지고 있지만 많이 사용하는 시간대에서는 전송율이 매우 떨어지기 때문이다. 이에 비해 비대칭 위성 데이터통신은 전송율의 변화가 적고 상당히 안정적임을 알 수 있다. 또한 웹 기반의 원격 의료영상시스템은 전송 효율을 증가시키기 위해 영상압축을 실시하였기 때문에 속도가 더욱 향상되었다. 위의 결과를 통해 살펴볼 때 원격의료를 위해서는 웹 기반의 원격 의료영상시스템과 이를 위한 비대칭 위성데이터통신 시스템이 더욱 효과적이라는 결과를 얻을 수 있었다. 특히 비대칭 위성데이터통신 시스템은 통신 인프라가 열악한 오지에서 안정적인 고속의 통신 품질을 제공할 수 있음을 알 수 있다. 특히 인구가 넓게 산재되어있는 지역이나 통신 인프라가 미비한 나라에서는 매우 효과적인 방법일 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 논문에서는 웹 기술을 적용하여 적은 비용으로 고속의 원격의료를 수행할 수 있는 범용 원격의료시스템의 개발에 대해 설명하였다. 본 연구를 통해 웹을 기반으로 한 범용 원격 의료영상전송시스템을 개발하여 임상에 적용하였고 그 성능을 평가하였다. 또한 인터넷의 낮은 전송 속도를 개선하기 위해서 고속의 비대칭 위성데이터통신



(그림 8) 임상실험 결과 그래프

시스템을 개발하고 임상에 적용하여 그 성능을 평가하였다. 그 결과 본 논문에서 제안한 비대칭 위성데이터통신 시스템을 통한 웹 기반의 원격의료시스템은 매우 성공적인 결과를 보여주었고 경제성과 편의성 및 고속 전송이 가능한 범용 원격 의료 시스템 개발의 좋은 솔루션을 제공할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 본 논문에서 개발된 비대칭 위성데이터통신 시스템은 평균 전송속도 800~900kbps의 고속 데이터 통신이 가능하였다.
- (2) 본 논문에서 개발된 통합관리시스템인 Net-Gate는 내부망 전용으로 개발된 전용 의료영상시스템을 원격의료용으로 그 범위를 확대할 수 있었다.
- (3) 본 논문에서 개발된 웹 기반의 원격의료시스템은 인터넷을 통해서 세계 어느 곳에서도 연결하여 정보를 검색하고 전송할 수 있는 저가의 범용 원격의료시스템의 개발을 가능하게 할 수 있음을 보여주었다.
- (4) 본 논문에서 제안된 방법은 원격의료 뿐만 아니라 인터넷 통신분야에서 광범위하게 응용될 수 있을 것으로 예상된다.

향후 연구과제로는 위성채널의 단점인 상대적으

로 긴 RTT(Round-Trip Time) 문제를 해결하기 위한 다중 패킷 전송방식 및 Selective Acknowledge 방식의 연구와 고속통신망에 적합한 Extended TCP 구현에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다. 본 연구에서는 이 중 다중 패킷 전송방식으로서 Spoofing 방식에 대한 연구를 진행 중에 있다.

ACKNOWLEDGEMENT

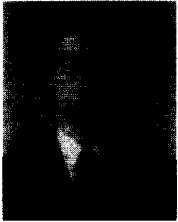
본 연구는 인덕대학 학술연구비 일부지원에 의하여 수행되었음.

참 고 문 헌

- [1] Woobin Lee, Yongmin Kim, "Applying Multimedia to Medical Imaging", IEEE Engineering in Medical and Biology, Vol.15, No.2, pp.79-85, 1996.
- [2] F. Aubry, Y. Bizais, B. Gibaud, A.M. Forte, V. Chameroy, R.D. Paola, and J.M. Scarabin, "An object-oriented model for medical image data," Proc. SPIE, Vol.1446, pp.168-178, 1991
- [3] D.A. Perednia, A. Allen, "Telemedicine technology and clinical applications," Journal of the American Medical Association, Vol.273, pp.483-488, 1995
- [4] B. Gibaud, H. Garfagni, F. Aubry, A.T. Pokropek, et al. "Standardization in the Field of Medical Image management : The Contribution of the MIMOSA Model," IEEE Trans. On Medical Imaging, Vol.17, pp. 62-73, 1998
- [5] H.K. Huang, R.L. Arenson, et al. "High performance testbed network with ATM technology for teleradiology," Proc. SPIE, Vol.2435, pp.146-153, 1995
- [6] Hiroshi Takeda, Kotaro Minato, Takashi Takahasi, "High quality image oriented telemedicine with multimedia," International Journal of Medical Informatics, Vol.55, pp.23- 31, 1999
- [7] Yutaka Ando, Masayuki Kitamura, Nobuhiro Tsukamoto, et al., "Inter-Hospital PACS designed for Tele-radiology and Tele- conference Using a Secured High Speed Network," Proceedings of the Medical Imaging 1999 PACS design and Evaluation: Engineering and Clinical Issues, pp.420-429, Feb. 1999
- [8] F. Bartsch, M. Gemeth, R. Schosser, "Digital image communication in the EC-project TELEMED," Proc. SPIE, Vol.1899, pp.326- 331, 1993
- [9] M.A. Golberg, "Teleradiology and telemedicine," Radiologic Clinics of North America, Vol.34, pp. 647-665, 1996
- [10] Milan Jankovic, "Provision of Multimedia Services: The Key to deployment of Access Network Architectures in Developing Countries," IEEE Communications Magazine, pp.106-113, 1998
- [11] Henry Chasia, "Satellites and Developing Countries," IEEE Communications Magazine, pp.110-112, Sep. 1995
- [12] A.D. Falk, "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.
- [13] Vivek Arora, N. Suphasindhu, et al., "Effective Extensions of Internet in Hybrid Satellite-Terrestrial Networks," Technical Research Report, CSHCN TR96-2, ISR, Univ. of Maryland, <http://www.isr.umd.edu/CSHCN/>, 1993
- [14] S.C. Hwang, J.W. Lee, et al. "Development of a Web-based picture archiving and communication system using satellite data communication", Journal of Telemedicine and Telecare, Vol.6, pp. 91-96, 2000
- [15] Michael D. Cooper, "Design Considerations in Instrumenting and Monitoring Web-Based Information Retrieval Systems," Journal of the American Society for Information Science,

- Vol.49, No.10, pp.903-919, 1998
- [16] W.A. Baker, S.E. Hearne, L.A. Spero, et al. "Lossy (15:1) JPEG compression of digital coronary angiograms does not limit detection of subtle morphological feature," *Circulation*, Vol.96, pp. 1157-1164, 1997
- [17] W.B. Richardson Jr., "Applying wavelets to mammograms," *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, Vol.14, pp. 551-560, 1995
- [18] ACR-NEMA Committee Working Group VIS. ACR-NEMA V3.0 : Digital Image and Communications in Medicine (DICOM), 1993

● 저자 소개 ●



황 선 철

1986. 2 : 연세대학교 전기공학과 공학사
1988. 8 : 연세대학교 대학원 전기공학과 공학석사
1991. 8 : 연세대학교 대학원 전기공학과 공학박사수료
1991. 9 ~ 1998. 2 : LG전자 미디어통신연구소 선임연구원
1999. 2 : 연세대학교 대학원 전기공학과 공학박사
1999. 3 ~ 현재 : 인덕대학 방송정보통신계열 교수
주 관심분야 : 영상 통신, 영상 압축, 인터넷 방송, 디지털 방송, 원격의료시스템