

ActiveX Controls를 이용한
웹 기반 실시간
원격 진료 시스템의
의료 영상분석 및 평가

연세대학교 정보대학원
의료정보전공
김 동 근

ActiveX Controls 이용한
웹 기반 실시간
원격 진료 시스템의
의료 영상분석 및 평가

지도 김 남 현 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2002년 12월 일

연세대학교 정보대학원

의료정보전공

김 동 근

김동근의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 정보대학원

2002년 12 월 일

감사의 글

배움의 길을 갈 수 있도록 해주신 하나님께 이 모든 영광을 돌립니다.

짧기만 한 석사 생활동안 많은 저에게 사랑과 관심을 보여주신 모든 분들에게 감사드립니다. 우선 저에게 학업의 길을 지도해주시고 이 논문이 이루어지기까지 세심한 지도와 자상한 배려를 아끼지 않으신 김남현 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 또한 논문을 위해 조언을 아끼지 않으신 유선국 교수님, 진단방사선과 김희중 교수님, 논문 진행에 필요한 자료를 주신 진단방사선과 김은경 교수님께도 진심으로 감사드립니다.

정보대학원에서 새로운 학문의 분야를 알려주시고 연구방법을 지도해주신 정보대학원의 이중정 교수님, 대학원 과정을 어려움 없이 마칠 수 있도록 배려해주신 이정우 교수님께 감사드리며 항상 친절하게 해주신 교학과 이경숙 선생님께도 감사드립니다.

연구실 생활하는 동안 불편함이 없도록 배려해주신 광민형, 학업에 많은 조언을 해주신 석명형, 늘 자상함으로 해주신 경하형님에게 감사의 마음을 전합니다. 그리고 같이 공부하며 저의 어려움을 친히 들어주었던 의학교실의 선영누나와 영일형, 혜정, 계동, 새롬, 준, 병수, 혜란에게도 고맙다는 말을 전합니다. 또한 같이 연구하며 조언해주셨던 의학교실의 창용형, 수찬형, 기창형, 재성, 선희에게도 감사의 마음을 전합니다.

대학원 수업하며 부족한 저에게 항상 도움을 주시고 함께 과제하느라 고생했던 정보대학원의 성기형님, 유영누나, 윤정, 영, 치훈, 은경에게도 감사드립니다.

성실한 대학원 생활을 위해서 기도해주셨던 윤영배 목사님과 논문이 나오기 까지 같이 기도해주셨던 남현교회 청년회 중보기도단에게도 감사드립니다.

마지막으로 새벽마다 아들을 위해 기도해주시는 어머니와 항상 자상함으로 격려해주시는 아버지, 형의 부족함을 뒷받침해주는 믿음직한 동생에게 이 논문을 바칩니다.

주후 2002년 12월

김 동 근 드림

차 례

그림 차례	iii
표 차례	v
약어표	vi
국문 요약	vii
제1장 서론	1
제2장 원격 진료 시스템 문헌 연구	4
제3장 원격 진료 시스템	7
3.1. 의료 동영상	7
3.2. 인터넷 프로그래밍	14
3.3. 응용 프로그래밍	15
3.4. 네트워크 환경	18
제4장 시스템 구성	23
4.1. 하드웨어 구성	25
4.2. 소프트웨어 구성	28
4.3. 네트워크 구성	34
제5장 실험	35
5.1. 영상 압축률에 따른 영상 품질 비교 실험	37
5.2. 영상 압축률에 따른 전문의들의 비교 평가 실험	39
5.3. 통신망에 따른 전송율 비교 실험	40
제6장 실험결과	44
제7장 결론	53
참고 문헌	56
영문 요약	58

그림 차례

그림 1. 초음파 영상장비	8
그림 2. MPEG 비디오 표준화	11
그림 3. COM개체와 인터페이스	16
그림 4. 원격화상회의 시스템 내부 필터 구성도	16
그림 5. 비디오 전송 시스템 내부 필터 구성도	17
그림 6. ADSL 통신망 구성도	18
그림 7. VDSL 통신망 구성도	22
그림 8. WEBRETA의 전체 구성도	23
그림 9. ActiveX Controls 실행 및 구성	25
그림 10. IEEE 1394 테스트 탭 인터페이스	27
그림 11. IEEE 1394 노트북 인터페이스	28
그림 12. WEBRETA의 데이터 전송 블록 다이어그램	29
그림 13. WEBRETA의 사용자 인터페이스	30
그림 14. WEBRETA의 실행 순서도	33
그림 15. WEBRETA 실험환경	35
그림 16. 원본 초음파 영상과 프레임율별 MPEG-4 압축 영상 비교	36
그림 17. 원본 수술 영상과 프레임율별 MPEG-4 압축영상 비교	37
그림 18. 영상의 압축률과 PSNR 비교	39
그림 19. 압축률에 따른 전문의 영상 평가 점수별 영상	40
그림 20. 병원 내부 LAN을 이용한 실험 환경	42
그림 21. 프레임율과 전문의 주관적 평가 점수	47
그림 22. PSNR값과 전문의 주관적 평가 점수	47
그림 23. 프레임율 압축률 PSNR값에 따른 전문의 주관적 평가	48

그림 24. LAN환경에서 WEBRETA 전송율 실험	49
그림 25. VDSL환경에서 WEBRETA전송율 실험	50
그림 26. ADSL & Cable Modem환경에서 WEBRETA 전송율 실험	51

표 차 례

표 1. MPEG-4 응용서비스 분야	12
표 2. 인터넷 프로그래밍 언어 특성 비교	15
표 3. ADSL 통신망의 장단점	21
표 4. 원격 진료 시스템의 데스크탑 모델의 하드웨어 구성표	26
표 5. 원격 진료 시스템의 노트북 모델의 하드웨어 구성표	26
표 6. WEBRETA 전송실험 네트워크 구성 비교표	34
표 7. 압축률에 따라 측정된 PSNR 결과값	44
표 8. LAN 환경에서 프레임율에 따른 PSNR값	45
표 9. VDSL 환경에서 프레임율에 따른 PSNR값	45
표 10. ADSL & Cable Modem 환경에서 프레임율에 따른 PSNR값	46

약 어 표

ADSL : Asynchronous Digital Subscriber Loop

ATM : Asynchronous Transfer Mode

CIF : Common Intermediate Format

ISDN : Integrated Services Digital Network

JPEG : Joint Picture Expert Group

LAN : Local Area Network

MPEG : Motion Picture Expert Group

MRI : Magnetic Resonance Imaging

NEMA : National Electrical Manufacturers Association

PC : Personal Computer

PCM : Pulse Coding Modulation

PDA : Personal Digital Assistant

PSTN : Public Switched Telephone Network

QCIF : Quadrant CIF

TCP/IP : Transmission Control Protocol/Internet Protocol

USB : Universal Serial Bus

국문요약

ActiveX Controls을 이용한 웹 기반 실시간 원격진료시스템의 의료영상분석 및 평가

본 연구에서는 의료 동영상의 압축 전송 시스템과 원격화상회의 시스템이 통합된 웹 기반 원격 진료 시스템인 WEBRETA를 구현하였다. WEBRETA에서 압축된 의료 동영상의 객관적인 품질 평가를 위해 PSNR을 측정하였고 이와 병행하여 전문의들부터 직접 영상을 판독하게 한 후 평가 점수를 기록하는 주관적 평가 방법을 수행하여 의료 동영상의 임상적인 판독 및 진단의 수준을 연구하였다.

또한 WEBRETA를 LAN를 비롯하여 VDSL, ADSL, CableModem등과 같이 저렴하고 값싼 통신망에서 MPEG-4 압축률을 가지고 실시간으로 전송하여 원격 진료 시스템으로써의 성능과 앞으로 원격 진료 시스템이 가정 채택 진료의 목적으로 또한 원격리의 의원급 원격 진료의 목적으로 병원내에서는 진찰실, 수술실 판독실 등의 장소적인 제약을 넘어서는 고품질의 편리한 의료 동영상 전송을 목적으로 두고 실험 평가하였다.

한국에서 사용되고 있는 다양한 상용 통신망에서 WEBRETA를 실제적으로 전송 실험하여 실시간으로 MPEG4 기반의 의료 동영상 데이터를 압축하고 전송하여 출력되는 영상의 품질이 압축률과 프레임율을 변경했을 때 주관적 기준과 객관적 수치에 따른 임상적으로 결과를 바탕으로 전체적인 WEBRETA시스템의 품질을 평가하여 우수한 결과를 얻었다. 이러한 결과는 웹 기반 원격 진료 시스템이 가정으로 보급되어 사용할 수 있는 가능성을 충분히 뒷받침 하고 있다.

WEBRETA는 웹 기반 시스템이기 때문에 인터넷이 연결된 어느 곳에서나 사용

가능하다. 실험을 통해 WEBRETA의 전체적인 만족도와 원격 진료 시스템의 필요성은 만족하게 평가되었고 WEBRETA를 통하여 전문의가 실시간으로 환자의 상태를 진단하는데 원격 진료 시스템으로써의 역할을 충분히 가진다.

본 연구에서는 유선 기반의 원격 진료 시스템을 구현하고 실험 평가하였으나 앞으로는 무선인터넷(Wireless Network)환경이나, 모바일, 개인휴대용단말기(PDA) 등의 무선 기반의 원격 진료 시스템의 연구가 필요하며 그 필요성 또한 무궁무진 할 것이다.

핵심되는 말: Telemedicine, Evaluation, ActiveX, MPEG-4, PSNR

제 1 장 서론

원격 진료는 원거리의 환자를 진료 및 처치하기 위해서 필요한 정보통신과, 의학, 정보공학 분야의 집합체라고 할 수 있다[1]. 최근의 정보통신 기술 및 컴퓨터의 급격한 발달은 각 산업분야에서 정보화 기술의 고급화를 이루고 있을 뿐 아니라, 각종 영상, 음성, 정보통신용 표준안을 제정하고 정보교류의 보편화를 통하여 단말기 장치의 일반화 및 정보이용의 극대화를 추구하고 있다. 여기에 더하여 최근의 의료기술은 점차 전문화되어 가고 있고 이러한 전문화에 따라 한 병원에 모든 전문 의료진의 수용이 현실적으로 어렵게 되었으며, 시공간적인 문제점으로 원격 진료의 필요성이 더욱 강조되고 있다. 이렇듯 원격 진료 시스템의 연구의 필요성이 강조되고 정보기술의 발전과 원격 진료의 필요성이 부합되어 원격 진료 시스템의 연구 가치가 더욱 높아지고 있다. 또한 원격 진료 연구의 영역은 최근 급속도로 성장한 인터넷의 보급 및 확산에 따라 인터넷 기반의 원격 진료 시스템에 대한 연구로 점차 그 연구영역이 확장되고 있으며 연구가 활발히 진행되고 있다. 인터넷을 사용한 원격 진료 시스템의 경우, 가정에서도 원격 진료 시스템을 사용할 수 있는 범용성과 저가의 원격 진료 시스템을 구현할 수 있는 장점이 있기 때문에 원격 진료 시스템의 응용 연구가 더욱더 활발하다[2-4]. 인터넷을 통해 환자의 상태를 확인하고 적절한 진단 및 처치를 할 수 있기 때문에 가정에서 지속적인 관리가 필요한 환자들에게 낮은 가격으로 매우 유용하게 제공될 수 있다.

병원에서 인터넷을 이용한 원격 진료 시스템이 사용될 경우, 원격 진료 시스템은 진단 보조시스템의 역할을 충분히 수행하게 될 것이다. 원격 진료 시스템은 멀티미디어 데이터를 다루기 때문에 가능한 높은 데이터 전송율을 가진 네트워크를 이용하는 것이 바람직하다. 병원 내의 통신망을 이용한 연결은 충분한 대역폭을 가지고 있기 때문에 멀티미디어 데이터 전송에는 별다른 무리가 없다. ADSL, VDSL, Cable Modem 같은 한정되고 비교적 낮은 전송대역폭을 가진 네트워크 환경의 경우에는 멀티미디어 데이터 전송 압축 효율 및 전송 과정이 원격 진료

시스템의 품질을 결정한다. 원격 진료 시스템의 품질이라 하면 제공되는 환자의 영상이 임상적으로 판독 가능하며 진단이 가능한 수준인지의 여부와, 영상의 적절한 압축률을 선택하여 낮은 전송 대역폭에서도 전송이 원활한가가 중요한 요소이다. 이러한 연구를 위해서 본 논문에서는 원격 진료 시스템에서 사용될 의료 동영상의 특징을 살펴보고, 동영상 압축에 대한 기법과 종류들에 관해 연구하였다. 또한 임상적으로 판독 가능한 의료 영상의 압축률을 결정하고, 압축되어 전송되는 영상에 대한 품질을 평가하기 위한 객관적인 영상 평가 방법과 전문의들의 참여를 통해 주관적인 진단 평가 방법을 연구하였다. 또한 실제 원격 진료 시스템을 한국에서 인터넷 접속 환경에 따라 실험 및 평가하여 임상적으로 진단 가능한 의료 동영상의 압축률의 적정선 한계를 연구하였으며 실험을 통해 나온 결과로써 임상적으로 진단 가능한 압축률의 범위에서의 의료 동영상을 원격지로 전송할 수 있는 원격 진료 시스템을 연구하였다. 여기에 웹 기술을 적용하여, 인터넷이 연결되는 곳이면 어디서나 사용할 수 있는 형태의 웹 기반 형태의 원격 진료 시스템을 연구하였고, 네트워크 전송 대역폭에 제한을 최대한 적게 받기 위하여 네트워크 전송시 데이터양 및 전송 속도 실험을 통해 낮은 대역폭을 가지는 네트워크 전송 환경에서도 동작할 수 있는 원격 진료 시스템을 연구하였다.

본 연구에서는 병원에서 사용되는 다양한 의료 동영상을 입력받아 인터넷 망을 통해 의료 동영상의 재생, 압축, 전송의 기능을 가지는 비디오 전송 컴포넌트와 전문의와 의사들이 서로 협진 가능하도록 영상회의 컴포넌트가 포함된 웹 기반 실시간 원격 진료 시스템인 WEBRETA(Web based Real-Time Telemedicine Application)을 설계하였다. 구현된 WEBRETA는 구현 방식 중에서 동기화 방식으로써 진료 등의 목적으로 원격지 양단의 상태를 동일하게 유지시켜주는 웹 기반 원격 진료 시스템의 방식으로써 실시간 비디오 전송 컴포넌트의 사용으로 진료 시간을 단축 할 수 있으며 화상회의 컴포넌트 사용으로 인한 상호 의견 교환으로 환자 진료의 정확성을 높일 수 있는 장점이 있다[2].

본 연구에서 WEBRETA의 비디오 전송 컴포넌트의 임상 데이터로 의료 동영상 중에서 초음파 동영상과 수술영상을 선택하였다. 초음파 동영상과 수술 동영상의 실시간 압축 전송을 통해 임상적으로 판독을 가능하게 하고 압축률에 따른 의료 동영상

의 품질을 연구하고 실제적으로 전송 실험을 통해 연구에서 제시한 네트워크 환경에 따라 구현된 웹 기반의 실시간 웹 기반 원격 진료 시스템의 품질을 평가하며, 진료 가능한 의료 영상의 기준을 살펴보는 것이 본 연구의 목적이다.

논문의 구성은 제 2 장에서는 문헌 고찰을 통해 원격진료 시스템이 진단 보조 시스템으로 사용되는 사례를 살펴보고 3 장에서는 의료 동영상의 특성과 압축방법에 대해서 기술하였으며, 4 장에서는 웹 기반 원격 진료 시스템의 구성과 전송 테스트를 위한 네트워크 전송 환경에 대해 설명하였다. 5장에서는 웹 기반 원격 진료 시스템을 이용한 의료 동영상의 임상적 평가 방법과 평가를 위한 실험 설계에 대해 설명하였고, 6 장에서는 실험 결과를 기술하였고, 마지막으로 결론에서는 본 연구에서 사용된 웹 기반 원격 진료 시스템의 한계점과 임상적 평가의 한계점에 대해 기술하고 앞으로의 원격 진료 시스템의 발전 방향에 대해 논하는 것으로 끝을 맺는다.

제 2 장 원격 진료 시스템 문헌 연구

1970년부터 기초적인 연구를 시작한 미국과 유럽에서는 컴퓨터와 정보통신 기술의 의료분야에 접목을 위하여 다각적으로 응용범위를 넓혀가며 연구하고 있다. 초창기의 원격 진료 시스템은 PSTN(Public Switched Telephone Network)망을 통해 이루어졌으며, PSTN망은 최대 64Kbps밖에는 지원해 줄 수 없으므로, 다양한 멀티미디어 데이터를 이용한 원격 진료 형태보다는 방사선 정지영상의 판독을 위한 의사결정 시스템의 형태로 사용되었다. 그 이후 원격 진료 시스템에 대한 연구는 통신과 기타 기반 기술의 응용분야로 함께 발전해 왔다. 방사선 영상을 전송하는 방식(teleradiology)을 중심으로 연구가 시작되어 영상회의 모듈을 이용한 원격 회의 중심의 원격 진료 시스템이 연구되었다[6]. 또 다른 연구로는 병원 내에서 필름을 없앴으로 예산의 절감 및 병원 이용 효율의 극대화를 추구하는 PACS 시스템의 응용 연구가 있다. 계속되는 원격 진료 시스템에 관한 연구는 1994년 이후 ATM 교환기와 광통신 전송망 확대에 의해 따라 통신망 속도가 155Mbyte까지 광대역으로 증가됨에 따라 단순 방사선영상의 전송을 뛰어넘어 의료용 동영상, 음성, 방사선 영상, 화상 회의 시스템이 동시에 이루어지는 의료용 멀티미디어 원격 진료 및 진단 시스템, 원격 교육 시스템의 연구로 확대되어 오고 있다. 최근에 새롭게 연구된 원격 진료 시스템 방향 중에서 일본에서는 연구된 원격 진료 시스템은 인공위성을 이용하여 멀티미디어 데이터를 전송하는 형태로 구현된 원격 진료 시스템을 소개하고 있다. 인공위성을 이용한 전송 대역폭이 약 4Mbps를 가지는 멀티미디어 데이터를 충분히 전송할 수 있는 원격 진료 시스템이 구현되었다. 이렇듯 원격 진료 시스템이 많은 연구를 거쳐 응용되어 사용되고 있지만 ATM 전송망을 이용한 원격 진료 시스템의 경우 네트워크를 설치하고 운영하는데 많은 비용이 소요되기 때문에 큰 병원간 원격 진료 시스템의 형태로는 적당하지만, 병원내에서 사용되는 원격 진료 시스템으로는 비용측면에서 적절하지 않다고 볼 수 있다. 인공위성을 이용한 원격 진료 시스템의 경우 비용이 상당히 비싸고 국가적 차원의 연구 지원을 받아 구현된 시스템이라 병원 내에서 통

신하며 사용하기에는 한계가 있다고 할 수 있다.

우리나라의 경우 통신망의 확대와 기술의 진보에 따라 미국이나 유럽에서의 원격 진료 시스템에 관한 연구, 적용 및 응용 기술의 확대를 위한 노력 및 그 동안의 결과에 비하여 국내의 상황은 아직 기초적인 연구 단계이다. 하지만 급속히 발전하는 정보통신의 기반 기술의 발전이 원격 진료 시스템의 새로운 연구 방향을 제시하고 있다. 구체적으로는 인터넷의 보급과 함께 인터넷을 이용한 원격 진료 시스템 연구가 활발히 진행되어 PC를 이용하여 정지영상, 동영상, 문자, 음성 등 각종 멀티미디어 데이터의 조작과 더불어 다양한 형태의 원격 진료 시스템이 제안되어지고 있다. 또한 인터넷 및 무선 통신 등 네트워크 통신기반 구조가 발전하고 점차 보편화됨에 따라 원격 진료 시스템의 형태도 가정과 무선 환경에서 사용할 수 있도록 발전하고 있는 실정이다.

원격 진료 시스템은 사용하는 목적, 네트워크 환경, 통신 환경, 지역의 특성에 따라 원격 자문(teleconsultation), 원격 진단(telediagnosis), 원격 교육(teleeducation)의 형태로 사용 될 수 있는데, 본 연구에서는 앞에서 살펴본 원격 진료 시스템의 필요성을 바탕으로 원격 자문(teleconsultation)의 형태의 웹 기반 원격 진료 시스템으로써 환자의 의료 동영상을 실시간으로 전송하고 모니터링하는 기능을 제공함으로써 원격지의 전문의와 상의하는 형태이다[1]. 즉, 환자가 있는 쪽의 의사가 환자의 질병에 대한 진단을 미리 해놓은 상태에서 전문의에게 자문을 구하는 형태이다. 따라서 전문의가 정확한 자문을 해줄 수 있도록 고품질의 환자 의료 동영상 데이터를 전송해주는 것이 필요하다[7].

원격 진료 시스템에서 가장 중요한 멀티미디어 데이터는 환자의 걸모습을 고품질의 영상으로 제공해 줄 수 있는 의료 동영상이다. 이러한 의료 동영상은 보통 640*480의 화질을 가지며, 이 경우에는 $640*480*24\text{Bit}*30\text{frames} = 221\text{Mbps}$ 의 대역폭이 제공되어야 한다. 하지만 현실적으로 이러한 대역폭으로 전송할 수 없기 때문에, 압축방법을 이용하게 된다. 정지영상 전송 위주의 원격 진료 시스템의 경우는 정지영상 압축 기법인 JPEG을 이용하여 128Kbps 속도를 가지는 ISDN 전송망에서 전송하는 연구도 있었으며 동영상 전송의 경우에는 H.261 압축방식으로 영상을 전송하는 원격 진료 시스템의 연구도 있었다[8-9]. 하지만

H.261 압축방식은 QCIF(176*144)포맷의 영상을 전송에 적합하기 때문에 높은 해상도(640*480)를 가진 고품질의 의료 동영상을 전송하기에는 적합하지 않다. QCIF는 화상회의 시스템에서 사용되는 비디오 형식으로서, NTSC(미국표준 TV 신호 방식)와 PAL(유럽표준 TV신호 방식) 방식의 신호 모두를 쉽게 지원하며 전화 회선을 이용한 화상회의 시스템에 적합한 방식이다.

지금까지 살펴본 원격 진료 시스템의 문헌 연구를 통해 앞으로 원격 진료 시스템의 형태는 우리나라에 보편적으로 보급되어 있는 인터넷 통신망을 이용한 원격 진료 시스템의 연구가 필요하다고 생각하고 낮은 전송 대역폭을 갖는 인터넷 망에서도 고품질의 의료 동영상을 전송할 수 있는 원격 진료 시스템의 연구가 필요하다. 또한 전송되는 의료 동영상의 적합한 평가 방법을 선택하여 원격 진료 시스템의 유용성을 뒷받침 할 수 있는 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 이러한 원격 진료 시스템을 설계하고 평가하는데 목적이 있다고 하겠다.

제 3 장 원격진료시스템

3.1 의료 영상

의료 영상은 환자의 진단 및 처치를 위한 내시경 영상, 초음파 영상, 수술현미경 영상 등을 들 수 있다. 이러한 의료 동영상은 의료 장비에서 출력되어 전문의가 동영상을 볼 수 있도록 모니터에 직접 디스플레이 된다. 또한 필요하다면 의료 동영상을 녹화하여 환자 정보를 기록하여 보관하게 된다. 보관된 자료들은 다른 의사에게 전달되고, 추후에 진단 및 처치에 대한 환자에 대해 진단 및 처치에 관해서 의견교환의 자료로 사용 되게 된다. 원격 진료 시스템에서 사용되는 의료동영상은 보관으로써의 목적 뿐 만 아니라 진단의 기본 자료가 되는 환자의 현재 모습을 실시간으로 파악하기 위한 목적으로 사용될 수 있다.

3.1.1 의료 동영상의 특성

의료 동영상을 다루는데 있어서 고려해야할 특성은 크게 두 가지가 있다. 우선 의료 동영상의 데이터의 형태이다. 병원에서 사용되는 거의 모든 의료 동영상 데이터가 아날로그 형태이기 때문에, 디지털로 변환하는 단계가 있어야 한다. 이러한 아날로그 동영상 데이터를 디지털 형태로 바꾸기 위해서는 데스크탑 PC의 경우에는 비디오 캡처를 지원하는 하드웨어 장비를 사용해야 한다. 또한 랩탑 컴퓨터를 사용할 경우는 아직까지 랩탑 컴퓨터에서 직접 동영상을 캡처 할 수 있는 하드웨어 보드가 내장되어 있지 않는 경우가 많기 때문에 의료 동영상을 입력받는 부분에서 소형의 아날로그/디지털 비디오 컨버터 장비를 사용하게 된다. 입력된 의료 동영상은 IEEE 1394 인터페이스를 통해 전송되어 디지털화 된다. 이런 방식으로 비디오 캡처 하드웨어나 컨버터 장비를 통해 입력된 의료영상은 디지털 데이터 형태를 가지지만 그 용량이 매우 크다는 문제가 있다. 그 다음으로 고려해야할 사항이 바로 데이터 압축이다. 큰 용량의 데이터를 다루기 위해서 압축 과정이 필요하게 된다. 데이터의 압축 방법으로는 동영상 압축 방법인 H.261, H.263, MPEG1, MPEG2, MPEG4, MPEG7 등이 있다. 다양한 동영상 입력 장치나 소스로부터 얻어진 디지털 의료 동영상 데이터는 최소 초당

10frames를 디스플레이 할 수 있어야 한다. 대용량의 디지털 동영상은 압축없이 640*480 해상도의 24bits 칼라를 가지는 대용량 디지털 동영상을 30frames/sec로 보여주기 위해서는 220Mbps 이상 보장되어야 하고, 10frames/sec로 보여주기 위해서도 70Mbps 이상 보장되어 한다. 따라서 의료 동영상의 장기간 보관, 처리, 전송을 위해서는 동영상 압축 기법이 필수사항이라고 할 수 있다.

3.1.2 의료 영상의 종류

병원에서 사용되는 의료 영상들은 각종 의료 영상 장비를 사용하여 전문의들이 직접 관찰할 수 없는 장기관이나 신체 내부를 관찰하여 환자의 진단 및 처치의 직간접적인 데이터로 활용하기 위해 사용되고 있다. 의료 영상의 종류를 간략히 소개하면 다음과 같다.

가) 초음파 영상 (Ultrasound)

초음파를 인체에 투사시켜 반사파를 검출함으로써 초음파 영상을 얻는다. 일정 용적속의 moving target (RPC number)의 수를 기록하는 DPI를 가지며 복부 장기나 혈관 등 연부 조직의 진단에 사용된다. 초음파 영상이 갖는 특징을 몇 가지로 살펴보면 작은 용적 속의 적은 혈류를 측정하는데 유리하며, 혈류 속도나 방향에 관한 정보가 없고, 조직의 움직임에 민감하다.



그림 1. 초음파 영상장비

나) 자기 공명 촬영 (MRI)

강력한 자장에 의한 자기핵공명을 이용하여 여러형태의 MRI영상을 만든다. 기존의 MRI는 신체나 장기의 해부학적 구조와 이 구조의 이상을 기초로 한다. Functional MRI 경우는 어떤 장기의 기능이 있는가 없는가, 정상인가 비정상인가를 영상으로 나타내는 방법이다.

다) 컴퓨터 단층 촬영 (CT)

CT 이미지는 컴퓨터 단층촬영장치에 의해 단층 영상이나 3차원적 입체 영상을 만들어 진단에 이용된다.

마) 수술 내시경 영상

수술을 하지 않고 신체 내에 가는 관을 넣어서 속을 들여다보며 검사하거나 치료하는 장치이다. 내시경은 현미경처럼 고배율일 필요는 없지만 아주 깊숙한 신체 내부에서 영상을 뽑아내야 하므로 고화질의 영상을 얻어내야 한다.

내부를 관찰하는 주요부분은 광섬유이다. 내시경의 관 속에는 광파이버뿐 아니라 필요에 따라서 갖가지 도구가 내장되게 된다. 환부(患部)조직을 채취하나, 점막에 생긴 작은 혹을 제거하는 일도 환부를 관찰하면서 직접 이루어진다. 관의 맨 끝에 원격카메라를 부착하여 영상을 컴퓨터로 해석하는 전자내시경이나, 초음파 진단장치를 부착한 초음파 내시경 등도 쓰이고 있다. 혈관용 내시경으로는 지름이 1~2mm 정도의 아주 가는 관을 가진 내시경이 실용화되고 있다.

의료 동영상은 거의 대부분 영상 출력 장비를 이용하여 출력되게 된다. 장비에서 출력되는 영상은 640*480 크기(NTSC 최대치)의 NTSC 비디오 아날로그 영상신호를 가진다. 따라서 거의 모든 의료영상 진단기는 NTSC 출력이 가능하도록 설계되어 있다.

이러한 의료 영상 출력의 특징을 고려하여 본 연구에서의 웹 기반 원격 진료 시스템은 AV단자, RCA단자나 S-Video 단자 또는 BNC단자로부터 영상을 입력 받아 실시간으로 처리할 수 있도록 구성하였다.

3.1.3 의료 동영상의 압축

초기의 원격진료 시스템에서부터 영상 전송을 위해 압축 기법이 사용되었으며 그 품질을 향상하기 위한 노력이 계속되고 있다. 초창기의 원격진료 시스템에서는 전체 영상을 무손실 압축 방법을 사용하여 압축하거나, ROI(Region of Interest)만을 구분하여 무손실 방식으로 압축하고, 나머지 부분은 손실 압축을 하여 데이터의 전송 시간을 줄이거나, 단계적 영상 압축 방법을 이용하여 영상을 압축하고, 압축된 단계별로 영상을 전송하여 낮은 단계의 영상으로도 빠른 의사결정을 할 수 있도록 하는 방법들이 사용되었다. 그러나 압축 기술 및 PC 성능의 낙후로 영상을 압축하는데 걸리는 시간이나 전송하는데 걸리는 시간이나 큰 차이가 없었다. 최근 들어 대역폭의 확대와 PC의 성능 및 압축 기술의 증가로 전송에 필요한 시간을 수분에서 수초까지 줄일 수 있었다.

의료 동영상은 환자의 상태를 검사하는 자료이므로 최대한 임상적으로 손실 없이 전송되어야 한다. 그런데 손실압축이 아닌 에러가 없는 무손실 압축의 경우 최대 3:1 정도 밖에는 데이터의 용량을 줄일 수 없는 한계점이 있다. 동영상을 압축 기법을 통해 압축할 경우, 요구되는 사항이 바로 고해상도, 고화질의 동영상 데이터를 제공하는 것이다. 이러한 요구 사항은 의사가 환자를 원활하게 진단 및 처치하는데 필수적인 원격 진료 시스템의 요건이라고 할 수 있다. 그러나 현실적으로는 압축 없는 원본 동영상의 경우 데이터 전송 대역폭이 수백 Mbps를 필요로 된다. 이러한 요구사항을 만족시키기 위해서는 시스템의 설치 및 운영비의 측면을 고려해야 하기 때문에 임상적으로 진단 및 판독이 가능한 수준의 적절한 동영상 압축 기법의 사용이 중요하며 필수적이라고 강조할 수 있다.

3.1.4 압축 방법 종류

1988년에 종래 통신 분야에 한정되어 있던 압축 부호화 분야에 저장장치를 대상으로 한 동영상/음성 부호화 방식의 표준화 분위기에 맞추어 탄생한 것이 MPEG-1이다. 실시간 처리를 전제로 한 영상 압축 부호화 방식 대신에 새롭게 등장한

MPEG-1은 부호화에 반드시 실시간 처리를 요구하지 않았던 것이 큰 가능성을 가지게 했고 새로운 멀티미디어의 흐름을 만들었다고 볼 수 있다. MPEG-1을 시작으로 표준화를 거쳐 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, MPEG-7 등이 등장하였다[10].

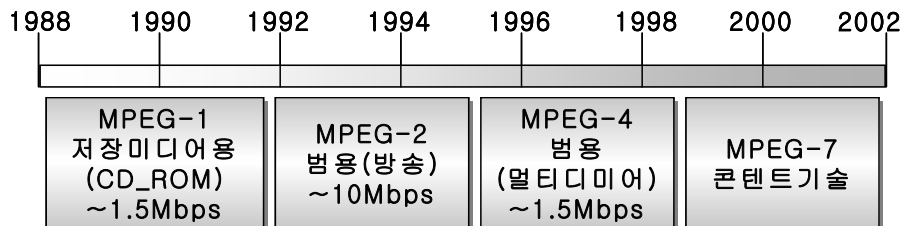


그림 2. MPEG 비디오 표준화

가) MPEG-1

MPEG1은 CD-ROM기반의 1.5Mbps의 전송율을 만족시키는 것을 목적으로 하였으며 입력 포맷이 352*240 크기 이상은 지원하지 않으므로, 그 이상의 고화질로 보낼 수 없는 한계가 있다.

나) MPEG-2

MPEG-2는 방송, 통신 분야에서 응용할 수 있으며 최근에는 실시간인코딩을 위해서 전용 하드웨어를 사용할 뿐 만 아니라 소프트웨어를 이용한 실시간 인코딩이 가능하다. 영상 입력 포맷은 프로파일과 레벨에 따라 다양하게 나타나며 Main 프로파일의 Main 레벨에서는 720*576의 30frames/sec의 높은 품질로 보내기에 적합하다. 하지만 MPEG-2의 경우 3~5Mbps 정도의 대역폭을 요구하기 때문에 낮은 비트율의 전송 대역폭에는 적합하지 못하다.

다) MPEG-4

급증하고 있는 인터넷 통신과 이동통신 환경에서의 멀티미디어 데이터 서비스를 제공하려면 표준 멀티미디어 데이터를 코딩할 수 있는 코덱 엔진이 필수적이다. 최근 다양한 통신 환경에서 멀티미디어 데이터 스트림을 제공할 수 있도록 제

정된 MPEG-4 국제 표준에 완벽하게 호환하는 MPEG-4 코덱 엔진을 개발하여 인터넷 화상전화, IMT-2000 단말기, VOD 서비스, DVR(Digital Video Recorder) 등에서 사용할 수 있도록 하였다. 이와 같이 MPEG4는 MPEG-1,2와 달리 인터넷과 같이 대역폭이 낮은 전송환경에서의 동영상 전송을 목적으로 개발되었다. 단지 초저비트율의 기능뿐 만 아니라, 널리 보급되고 있는 인터넷과 컴퓨터상에서의 멀티미디어 데이터를 자유롭게 취급하기 위한 범용 부호화 표준으로서의 성격을 가진다.

대상분야	응용서비스의 예
영상전화	개인간 통신
실시간 영상/음향통신	다자간 영상회의
멀티미디어	대화형 멀티미디어 데이터베이스
영상/음향 프로그램 재생 및 검색	멀티미디어 비디오 텍스트
	멀티미디어 발표
원격감시	가정, 빌딩 학교의 모니터링
영상/음향 데이터의 획득 및 감시	교통상황모니터링
	현장 전문가의 영상 입력
	이동 차량 및 로봇트
비디오 저장 및 전송	멀티미디어 전자우편
	영상 전화 응답기
교육	자습용 / 교육용 비디오
	수업 응용 및 대화형 훈련
오락	오락 비디오, 여행자 오락

표 1 MPEG-4 응용서비스 분야

과일에 따라 5Kbps에서 150Mbps까지 단계별로 지원하도록 되어있으며, 각 단계에 따라 다양한 영상 형식을 지원한다. MPEG-4의 주 적용 대상 분야 대상 분야를 요약 하면 표1과 같다. MPEG-4는 디지털 TV나 애니메이션, WWW의 페이지와 같은 내용을 다루는데 있어서 훨씬 재사용성이 높고 유연한 작업이 가능하도록 하였으며, 서비스 제공자들은 MPEG-4를 이용해 서비스 제공 지역에 따라 적합하게 해석된 서비스가 제공될 수 있도록 투명한 정보의 활용이 가능하도록

하였다. MPEG-4에서는 많은 압축 요소들을 표준 메뉴형식으로 수용하여 응용에 따라 선택할 수 있도록 하였다. 즉, 압축에 필요한 도구들을 정하고, 이 도구들을 결합해 여러 압축 알고리즘을 만들며, 하나 이상의 알고리즘과 프로파일을 MSDL(MPEG-4 Syntactic Description Language)이라는 언어를 새로 만들어 정의한다. 따라서 MPEG-4 응용 프로그램간의 데이터 송수신은 우선 상대가 어떤 프로파일, 알고리즘, 도구의 복호기를 가지고 있는지 확인해 복호 가능한 모드로 교신하고 필요한 경우, 복호에 필요한 프로그램을 먼저 다운로드한 후, 내용물을 전송한다. 이러한 MPEG-4는 실시간 영상, 음향 통신이 중요 기술이 되는 영상 전화, 영상 회의 등의 분야에 가장 쉽게 적용될 수 있다. 또한 영상, 음향 프로그램 재생, 대화형 멀티미디어 데이터베이스, 멀티미디어 비디오텍스, 슬라이드 쇼 등에도 응용될 수 있다. 그 밖에 가정, 학교 등에서 모니터링을 위해 사용될 수 있으며, 멀티미디어 전자 우편, 교육용 비디오, 대화형 훈련, 오락 등 매우 많은 응용 범위를 가진다.

동영상 압축 종류에서 살펴본 것과 같이 대용량의 영상을 압축하여 전송하기 위해서는 낮은 대역폭으로도 전송 가능한 MPEG-4 압축 방법을 선택하는 것이 최선이라 할 수 있겠다. 본 연구의 웹 기반 원격 진료 시스템은 MPEG-4 압축 방식을 사용하여 실시간 소프트웨어로 고화질의 의료 동영상 전송이 가능하도록 구현하였다. 또한 의료 영상 진단으로부터 객체기반 Window Graphic User Interface 환경에서 손쉽게 의료 동영상을 저장, 재생, 향상 시킬 수 있는 웹 기반 원격 진료 시스템 (WEBRETA)을 개발하였다.

3.1.5 원격 화상 회의

원격 화상 회의는 전화품질의 음성으로 상대방의 얼굴을 보면서 동시에 대화를 할 수 있는 도구이다. 원격 진료 시스템에서 화상 회의는 필수적인 요소이다. 원격 화상 회의는 환자의 진단에 사용되어 어떤 일을 수행해야 하는지 적절하게 처치 및 진료할 수 있는 장점이 있다.

또한 원격 화상 회의는 비디오 전송 시스템과 다르게 좀 더 낮은 해상도인

176*144를 가지며 전화 품질의 음성을 제공하여 실시간으로 진단하는데 어려움이 없도록 하였다. 또한 최근에 많이 사용되고 있으며, 개인용 컴퓨터에 쉽게 장착할 수 있는 저가의 인터넷 화상회의용 카메라를 사용하여 비용 절감의 장점도 있다.

영상회의는 음성 데이터와 영상 데이터로 나누어진다. 영상 데이터는 영상회의 표준안인 H.261을 사용하여 영상을 압축, 전송하며 음성 데이터는 영상회의 표준안인 G.711을 사용하여 압축하여 전송한다.

WEBRETA에 사용된 H.261은 영상회의 시스템의 영상 압축 전송을 위한 표준안으로, ISDN 이상의 전송매체에서 동작할 수 있도록 64Kbps에서 1920Kbps의 전송 대역폭을 가지고 있다. 압축 및 복원을 위한 시간 지연을 최소화하도록 설계되었으며, 초당 10frames 또는 29.97frames, 칼라나 흑백을 선택하여 전송할 수 있다. 해상도는 176×144의 QCIF(Quadrant CIF)을 기본으로 제공하고 있으며, 선택사항으로 352×288의 CIF(Common Intermediate Format)를 지원할 수 있다.

G.711은 영상회의에서 음성 압축 전송을 위한 표준안으로, 전화 대화 코딩을 위한 표준 방식으로 8bit PCM(Pulse Coding Modulation)을 정의한다. PCM은 약간의 시간 지연 성질을 가지고 있어, 영상 데이터와의 동기(synchronization)를 맞추어 주어야 한다.

3.2 인터넷 프로그래밍

웹 기반 원격 진료 시스템을 구현하기 위해서는 웹 브라우저에서 동작을 컨트롤 할 수 있는 적절한 웹 프로그래밍 언어의 선택이 중요하다. 웹 상에서 클라이언트 측 즉, 웹 브라우저 상에서 프로그래밍이 가능한 대표적인 기술로는 스크립트언어(JavaScript, VBscript)와 자바 애플릿(Java Applet) 그리고 ActiveX 컨트롤(Controls)등을 고려할 수 있다.

WEBRETA에서는 수행속도가 빠르고 현재 가장 많이 사용되고 있는 재사용성을 강조한 ActiveX를 사용하였다. ActiveX의 특징을 나열하면 적은 용량과 인터넷 환경에서 사용이 적합하도록 개선된 기술이며 인터넷 표준을 그대로 따르기

때문에 웹 환경에서 동적이고 상호 작용이 가능한 인터넷 문서 제작이 가능하다는 것이다[11].

특성	기술	Script 언어	Java Applet	ActiveX
수행 속도		낮음	보통	빠름
N회 방문 시		N회 다운로드	N회 다운로드	1회 다운로드
운영 시스템		독립적	독립적	의존적
브라우저종류		의존적	독립적	독립적

표 2. 인터넷 프로그래밍 언어 특성 비교

3.3 응용 프로그래밍

프로그램은 Microsoft사에서 제공하는 DirectX 8.1 Direct Show를 이용하여 구현하였다. Direct Show에서는 단계별로 진행되는 작업을 필터라는 이름의 컴포넌트로 제작하고, 단계별로 적당한 필터들을 조합하여 비디오나 오디오의 플레이, 코덱을 이용한 압축 파일 생성 등의 기능을 수행할 수 있다. 각 필터들은 COM 기술을 기반으로 제작된다. COM(Component Object Model)은 단위 애플리케이션으로서 컴포넌트의 통합 및 커뮤니케이션 방법에 대한 표준을 정의한 사양이다. COM의 특징은 하나의 어플리케이션을 여러 개의 컴포넌트로 분할하여 각 컴포넌트에 비교적 간단하고 고유한 기능을 부여하고, 이들 컴포넌트들을 하나의 어플리케이션에 통합하는 것이다. 또한 재사용성과 유지보수의 용이성이 특징이라고 하겠다[11].

제작된 필터의 값이나 함수들을 외부 프로그램에서 조작하기 위해서는 Interface를 사용해야 한다. Interface란 COM 개체가 자신의 기능을 클라이언트에 노출시키는 기본적인 방법이며 하나의 인터페이스는 서비스를 제공하는 하나 이상의 기능을 정의하게 된다. 또한 각 COM 개체는 반드시 하나의 IUnknown 인터페이스를 제공해야 하며, 그 외에도 COM 개체의 고유한 기능을 노출하는 하나 이상의 인터페이스를 제공할 수 있다[11].

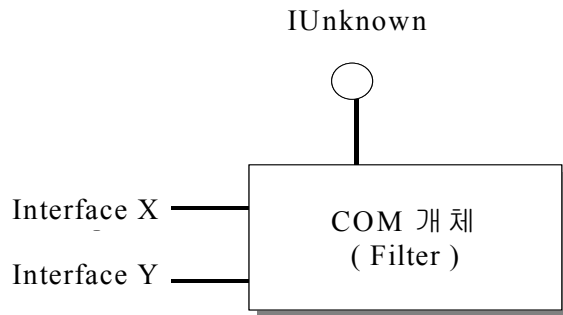


그림 3. COM개체와 인터페이스

각 필터의 동작은 Direct Show Filter Graph Manager에서 모듈을 제어하고 필요한 메시지들을 교환하는 방식으로 구현되었다. 본 연구에서는 실시간으로 프레임율을 조절할 수 있게 하기 위해 Frame Rate Control 필터를 직접 제작하였다. 따라서 이 필터가 가진 프레임 값을 조절함으로써 실시간으로 전송되는 동영상의 프레임율을 조절할 수 있다. 그림은 원격 진료 시스템의 비디오 전송 시스템과 원격화상회의 시스템의 내부 필터 구성도이다.

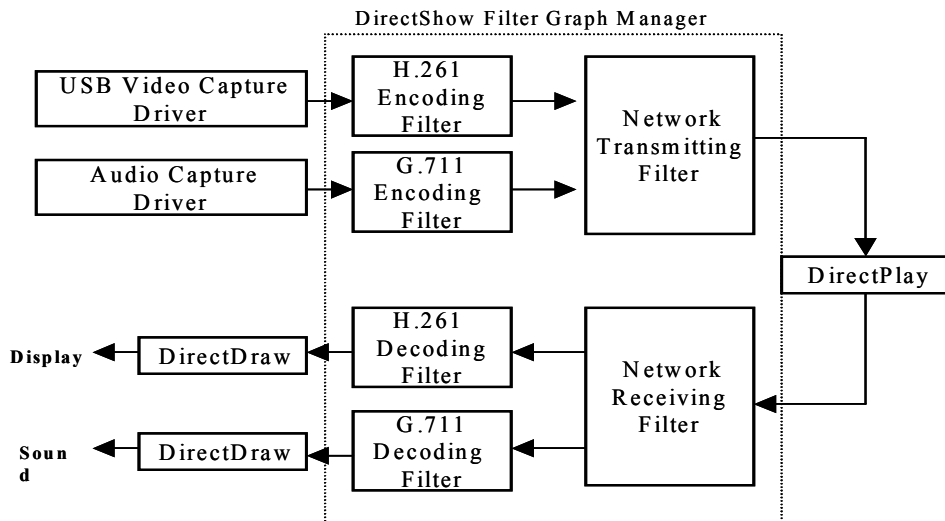


그림 4. 원격화상회의 시스템 내부 필터 구성도

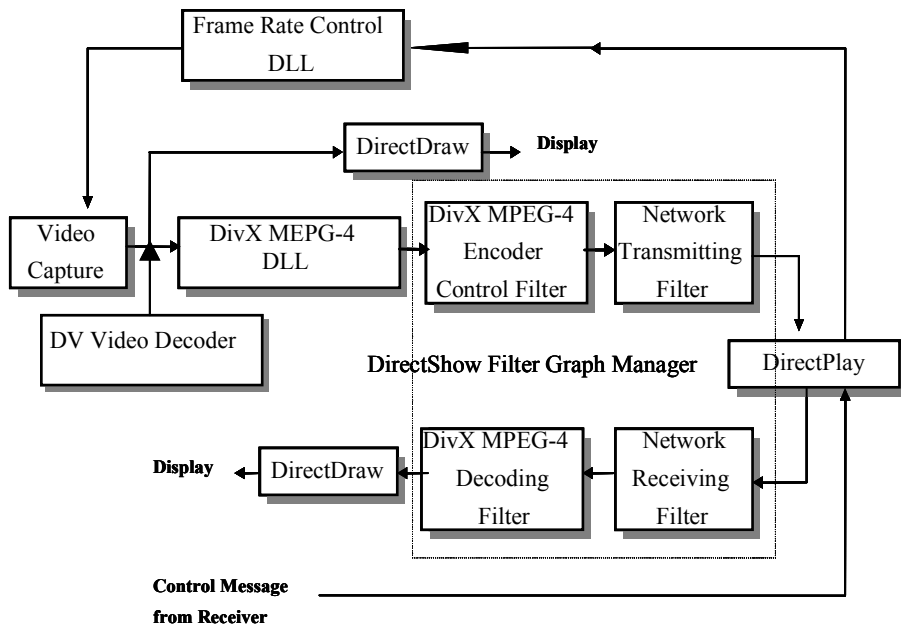


그림 5. 비디오 전송 시스템 내부 필터 구성도

3.4. 네트워크 환경

컴퓨터가 등장한 초기에는 메인프레임(Mainframe)이라고 부르는 대형시스템에서 배치업무(Batch Processing)를 컴퓨터 혼자 수행하다가 작업의 효율성이 낮아 하나의 자원을 여러 사람이 공유하여 사용할 수 있도록 멀티태스킹(Multitasking)이라는 개념이 컴퓨터에 도입되어 많은 스테이션을 직접 포트로 연결하여 사용하게 되었다. 80년대 들어오면서 LAN이 등장하였고, 클라이언트(Client)와 서버(Server) 환경도 이 시기에 나타나게 되었다. TCP/IP를 기반으로 한 인터넷이 확산되면서 정보통신 환경이 다운사이징(Downsizing)과 분산시스템(Distribute System)이 이슈로 등장하면서, 본격적인 네트워크의 발전기를 맞게 된다. 그 후 90년대 후반에는 대용량 서버로 업무가 집결되는 모습들이 나타나기 시작하였다. 또한 멀티미디어가 확산되면서 데이터의 크기가 비대해지기 시작하였고, 인터넷의 확산으로 WEB을 기반으로 한 다양한 솔루션들이 등장하였다.

이러한 인터넷과 네트워크의 발달에 따라 원격 진료의 연구도 활발히 진행되었다. PSTN, ISDN이나 초고속 통신망이라 일컫는 ATM을 이용한 연구도 진행될바 있다. ATM 전송망을 이용한다면 다양한 데이터를 고속으로 동시에 보내고 받을 수 있으나 설치비용 및 유지비용이 매우 비싸기 때문에 일반적으로 사용하기는 어렵다. 또한 PSTN과 같은 전화망은 현재 모든 지역에서 이용이 가능하며, 최근 들어 크게 확산되고 있는 이동통신 역시, 지역에 상관없이 쉽게 사용할 수 있는 장점이 있다. 그러나 PSTN은 64Kbps의 대역폭을 가지고 있으며, 현재의 이동통신의 대역폭 역시 전화망의 대역폭을 벗어나지 못하고 있어 데이터 전송을 위한 시간이 많이 드는 단점이 있다. PC방 등에서 주로 사용하는 1.5Mbps의 T1 내지 2.0Mbps의 E1급의 전용선 등은 넓은 대역폭을 가지고 있어 폭넓은 데이터 송수신이 가능하지만 보급지역의 제한 및 설치하는데 추가비용이 적지 않기 때문에 일반적으로 사용하기에 조금은 제한적이라고 할 수 있다. 그 이외에도 ISDN을 이용한 원격 진료의 연구가 활발히 진행되었다. ISDN은 128Kbps의 전

송 속도를 제공할 수 있으나 이것 또한 네트워크를 이용하고 설치하는데 많은 비용이 발생하고, 전송 선로를 설치하는 과정도 쉽지 않으며, 사용자의 수용 정도가 높지 않아 원격 진료의 범용성을 고려한다면 인터넷과 더불어 널리 보급되어 있는 값싸고 고속의 서비스를 제공해주는 ADSL이나 Cable Modem처럼 가정에서도 쉽게 사용할 수 있는 상용망을 이용한 연구가 필요하다.

특히 인터넷에 접속하기 위한 네트워크 환경을 분석해 보면 가정 내 PC환경 중 통신수단으로는 ADSL, Cable Modem 등 초고속 통신망이 82.7%에 달했다. 일반 다이얼업 모뎀을 통한 접속은 16.5% 수준. 기타 ISDN, 전용선, 중소 기업 통신망은 극히 일부에 불과했다는 결과로 볼 때 이러한 전송망을 이용한 원격 진료 시스템의 연구는 그 필요성이 한층 더 높다고 하겠다.

본 연구에서 WEBRETA는 이러한 다양한 전송망에서 사용할 수 있도록 클라이언트/서버의 형태로 시스템을 구현하여 의료 동영상의 입력 및 디스플레이, 압축, 전송의 기능 등이 구현되었다. 본 절에서는 연구를 위한 기반으로써, 이러한 ADSL, VDSL, Cable Modem 등의 네트워크 환경의 특성을 살펴보도록 하겠다.

가. LAN (Local Area Network, Fast Ethernet)

LAN(Local Area Network)는 비교적 근거리의 제한된 영역 내의 스테이션 사이에 통신을 하는 것으로서, 주로 건물 내부나 단지 내 네트워크를 구성하는 것을 말한다. 하지만 기술의 발달로 인해 그 한계가 넓어지고 있다. 그리고 다른 네트워크에 비해 고속의 서비스를 제공한다.

본 연구에서 실험된 전송망 가운데 병원 내부 전송망은 100~10Mbps 전송속도를 가지고 있다. 이러한 환경에서는 WEBRETA의 의료 동영상 데이터를 전송함에 있어서 전송속도를 보장해주므로 안정적인 송수신이 가능하도록 할 수 있다.

나. ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)은 Twist Pair선을 이용하여 데이터를 전송하는데, 상향(Upload)과 하향(Download) 전송속도가 다른 비대칭

성을 갖는다. 이것은 가정에서 인터넷을 사용하는 경우, 인터넷에서 데이터를 가지고 오는 것이 데이터를 업로드(Upload) 것보다 많다는 점에 착안하여 개발된 기술이다. 따라서 ADSL 사업자의 상향 데이터 전송속도는 하향 데이터 전송속도보다 느리게 구성된다. 전송거리에 따라 최대 서비스 속도의 차이가 있지만 3Km이내에서는 하향 최대 속도는 8Mbps까지 가능하다. ADSL 기술은 기존 전화선에서 음성에 사용되지 않는 대역폭을 사용하므로 음성 통화와 데이터 통신을 동시에 할 수 있는 장점을 가진 통신망이다.

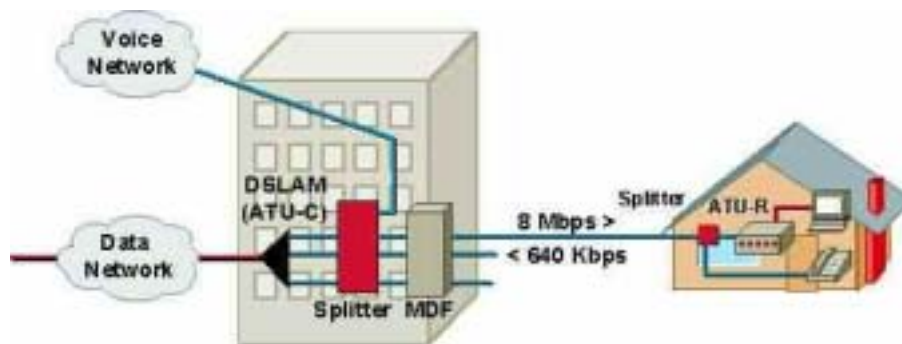


그림 6. ADSL 통신망 구성도

ADSL의 이론적으로 사용자로부터 보내는 속도는 최고 640kbps가 가능하고 사용자가 받는 속도는 6Mbps 이상이 된다. 그러나 이러한 이론적 대역폭을 항상 보장해줄 수 없기 때문에 WEBRETA에서 프레임과 압축률을 변화하여 안정적인으로 송수신을 할 수 있도록 연구해야 한다.

특히 ADSL망과 같이 가정에 널리 보급되어 있는 통신망을 사용할 경우 앞으로 원격 진료 시스템의 범용성이 범용화 될 수 있으며 임상의사가 가정이나 ADSL 환경이 구축된 지역이나 전용선이 설치되지 않은 작은 규모의 의원에서도 안정적이고 높은 품질의 영상을 제공할 수 있기 때문에 WEBRETA의 효과성과 효율성은 상당히 크다고 볼 수 있다. ADSL의 장단점을 정리하면 다음과 같다[12].

장점	단점
인터넷 서비스 비용이 저렴하다	표준화가 미흡
충분한 멀티미디어 서비스가 가능	설치비용이 높다
인터넷에 접속 되어 있는 시스템의 보 거리에 제약이 있다	
안 설정이 우수	(약 55.Km 이내 서비스)
다른 전송망과 통합하여 사용 가능	사용자 급증으로 인한 선로 확대

표 3. ADSL 통신망의 장단점

본 연구에서 구현된 시스템은 의료 동영상 데이터를 MPEG4로 비디오 포맷으로 압축하여 전송하기 때문에 평균 720Kbps ~ 1Mbps의 전송속도를 요구한다. 따라서 실험을 통한 적절한 프레임과 압축률을 설정한다면 충분히 ADSL 전송망에서 고품질의 영상을 제공할 수 있다. 실험에 사용된 ADSL 망은 K통신사의 망을 이용하였다.

다. VDSL (Very-High-Data-Rate Digital Subscriber Line)

VDSL은 여러 개의 VDSL 가입자 접속을 하나로 묶어서, ONU(Optical Network Unit)에서 광케이블을 이용하여 데이터를 전송 한다. 즉, 가입자는 전화선을 이용하여 데이터를 전송하고, 여러 가입자의 VDSL 접속회선을 모아서 광케이블을 이용하여 사업자 망까지 데이터를 전송하게 된다[12].

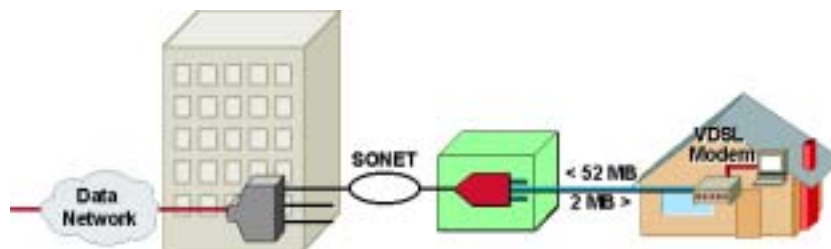


그림 7. VDSL 통신망 구성도

속도는 기존 ADSL과 큰 차이가 없으나 내려받는 속도는 10배이상 (이론상 다운로드시 2Mbps, 업로드시 10~50Mbps의 속도) 빨라 대용량 파일을 주고받거나 VOD(주문형 비디오) 방식으로 고화질 동영상 콘텐츠를 즐기는데 적합하기 때문에 인터넷 생중계, 사이버 교육, 화상 회의, 원격 진료 등 첨단 멀티미디어 서비스를 지원할 수 있다. 또한 여분의 대역폭으로 HDTV 프로그램을 전송할 수 있는 장점을 가지고 있다. 현재는 ADSL 전송망과 더불어 서비스를 제공하고 있다. 실험에 사용된 VDSL 망은 K통신사의 망을 이용하였다.

라. 케이블 모뎀 (Cable Modem)

케이블 모뎀(Cable Modem)은 Cable TV 망을 이용하여 고속의 인터넷 서비스를 제공한다. 케이블 모뎀의 전송 속도 범위는 256Kbps ~ 10Mbps이다. 이는 ISDN 보다 80배가 넘는, 전용 T1라인보다 6배가 넘는 속도를 가진다. 케이블 모뎀이 광섬유와 동축케이블을 이용하는 케이블 TV 네트워크로 인터넷 접속을 하기 때문에 전화선을 이용하는 모뎀보다는 훨씬 빠르다. 그러나 설치비가 ADSL 비용보다 다소 비싸서 ADSL보다는 사용자가 적은 편이다. 또한 케이블모뎀 역시 공유 LAN의 한계를 그대로 가지고 있기 때문에, 사용자가 늘어날수록 속도가 저하되는 문제를 가지고 있다. 실험에 사용된 케이블 통신망은 D 통신사의 망을 이용하였다.

제 4 장 시스템 구성

본 장에서는 지금까지 살펴본 의료 동영상의 특성을 고려하여 다양한 의료 동영상 데이터가 요구하는 기본 조건들을 충족시키며 필요한 성능을 낼 수 있는 PC 기반의 원격 진료 시스템의 구성을 소프트웨어, 하드웨어 모듈별로 살펴보도록 하겠다. 앞 절에서 언급한 것처럼 원격진료 시스템의 요구사항 중에서 다양한 의료 동영상 데이터에서 환자의 모습을 의사로 하여금 정확하게 파악할 수 있도록 하는 것이 원격 진료

시스템의 핵심 조건이라고 하겠다. 이러한 요건을 만족시키기며 설계된 웹 기반 원격 진료 시스템은 Windows 2000을 OS(Operating System)로 하여 Microsoft 사에서 제공하는 DirectX 8.1과 인터넷 기반 프로그램을 위한 ActiveX Controls을 기반으로 한다.

Windows는 운영체제의 범용성을 고려하여 선택하였고 소프트웨어 개발툴은 Microsoft에서 제공하는 Visual C++ 6.0을 사용하였다. 설계된 웹 기반 원격 진료 시스템은 하드웨어와 소프트웨어의 두 부분으로 나눌 수 있다. 하드웨어 부분은 환자로부터 진료에 필요한 데이터를 획득하기 위한 장비들과 획득된 데이터를 저장, 전송, 디스플레이하는 장비들로 구성된다. 환자로부터 데이터를 얻을 수 있는 장비들을 선정하고, 필요한 장비로부터 데이터를 입력받기 위한 인터페이스 방법을 설계하였다.

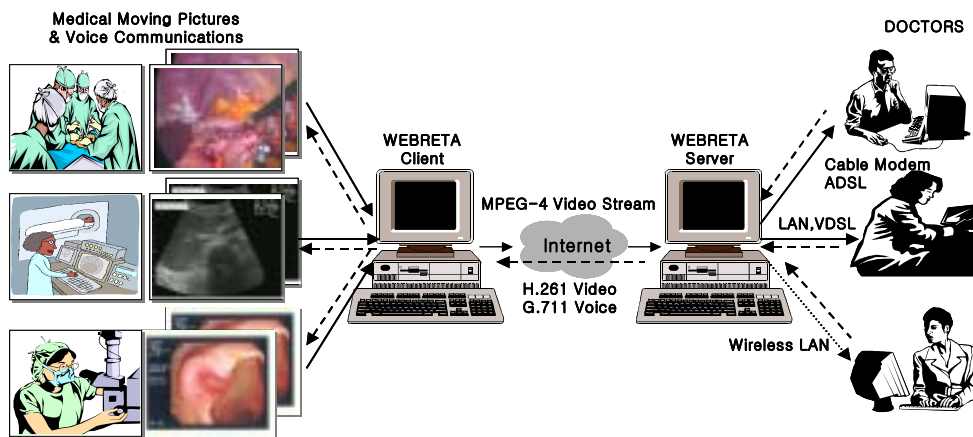


그림 8. WEBRETA의 전체 구성도

수술실이나 초음파실, 수술내시경 영상 등을 시스템이 입력받아 압축하여 전송망을 통해 압축된 영상이 전문의 연구실이나 방사선 영상 판독실, 수술실 등으로 전송되고 복원되어, 전문의들이 영상들을 확인할 수 있다. 또한 원격 화상 회의 시스템을 사용하여 실시간으로 음성과 전문의들이 서로 얼굴을 보면서 진료에 필요한 정보를 공유함으로써 효과적으로 진단 할 수 있다. 전송을 위해 사용되는 네트워크도 LAN, ADSL, Cable Modem 등 다양한 전송환경에서 작동 할 수 있도록 구성하였다. 그림 8은 연구에서 구현된 웹 기반 원격 진료 시스템의 전체적인 구성도이다. 시스템 구성

에 필요한 요소 기술을 간략히 살펴보면 다음과 같다.

가. ActiveX Controls

인터넷 환경에 적합하도록 구현하기 위해 ActiveX Controls technology를 사용하였다. ActiveX는 Microsoft 사에서 제공하는 객체지향 컴포넌트 개발 프로그래밍 기술이며 따라서 기존의 EXE 형태로 만들어진 Stand-alone 애플리케이션과는 다르게 웹 환경에 포함하기 적합하도록 작고 가벼운 모듈 형태의 DLL로 구현된다. 또한 각 모듈별 개발이 가능한 COM을 기반으로 하기 때문에 재사용성이 뛰어나며 모듈의 인터페이스를 노출시켜서 프로그램 내부의 속성을 프로그램 외부에서 접근할 수 있는 프로그래밍 기술이다[11]. ActiveX Controls을 실행방식은 인터넷으로 연결된 웹 브라우저에서 해당되는 웹 페이지를 방문할 경우, 시스템 소프트웨어를 PC에 다운로드하여 설치 및 실행하도록 하는 형태이다.

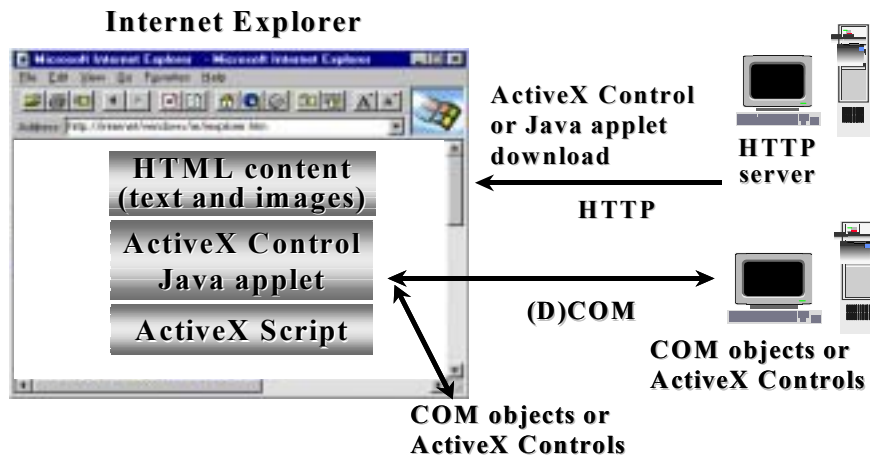


그림 9 ActiveX Controls 실행 및 구성

나. MPEG-4

환자의 정확한 진단을 위해 의료 동영상의 디스플레이 및 전송은 손상되지 않은 고화질의 비디오 품질을 요구한다. 이러한 높은 품질의 의료 동영상이 전송될때는 정확한 진단을 위해서 영상이 손상되지 않도록 하는 것이 중요하다. 전송 대역폭이 제한

된다. 여러 네트워크 환경에서는 고화질의 의료 동영상 데이터 전송을 위해서는 데이터의 압축기법이 필요하다. 또한 적절한 압축률을 선택하는 것도 필요하다[13].

MPEG-4는 극히 낮은 대역폭에서도 전송가능하기 때문에 인터넷을 이용한 동영상 전송에 많이 활용되고 있다. 본 연구에서 설계된 WEBRETA는 프레임율을 사용자가 실시간으로 조정이 가능하기 때문에, 네트워크 전송대역폭에 따른 적정 수준으로의 조정이 가능하다.

4.1 하드웨어 구성

본 연구에서 설계한 웹 기반 원격 진료 시스템은 하드웨어 구성에 있어서 간결성과 수익성, 그리고 사용하기 쉬운 점을 강조했다. 시스템의 하드웨어 구성은 일반 데스크탑 컴퓨터 모델과 활동성을 강조하고 장소의 제약성을 극복하기 위한 랩탑 컴퓨터 모델의 두 가지로 나누어 구성하였다.

Hardware 1 (Desktop PC)	
CPU & RAM	Intel Pentium-IV 2GHz with 512M RAM
MPEG4 Video Capture Board	All-in-Wander (ATI Co)
Medical Moving Picture	NTSC Video Signal Analog / (640 * 480)
MPEG4 Video Source	Ultrasound (Medison Co)
Sound Capture Board	Creative VIABRA 128
Teleconference Video Camera	USB Web Camera (Samsung Co)

표 4. 원격 진료 시스템의 데스크탑 컴퓨터 모델의 하드웨어 구성표

Hardware 2 (Note PC)	
CPU & RAM	Intel Pentium-IV 1.7GHz with 512M RAM
DV Converter	ADVC-100 (HanaDV Co)
Converter Port	IEEE 1394
Medical Moving Picture	NTSC Video Signal / Analog / (640 * 480)
MPEG4 Video Source	Ultrasound (Medison Co)
Sound Capture Board	PCI Interface on NoteBook
Teleconference Video Camera	USB Web Camera (Samsung Co)

표 5. 원격 진료 시스템의 랩탑 컴퓨터 모델의 하드웨어 구성표

각각의 장치에서 획득된 멀티미디어 데이터 중 의료 동영상 모듈의 비디오 데이터는 PC를 통해 디지털 데이터로 저장되어 전송된다. PC와 각 데이터 획득 장치와의 데이터 교환은 IEEE 1394, AV Video, S-Video 등으로 사용된다. 이렇게 획득된 의료 동영상 데이터들은 통신망을 통해 수신부로 전송된다.

송신부를 구성하기 위한 PC는 Pentium-IV 2GHz, RAM 512Mbytes, HDD 40Gbytes, ATI 비디오 캡처 겸용 그래픽 카드, 100M Ethernet LAN card, 사운드 카드로 구성된 것을 사용하였다. 수신부의 PC는 송신부와 비슷하게 구성되고 송신부와 달리 비디오 입력을 받아야 할 필요가 없으므로, 비디오 캡처 기능은 필요가 없다. 그림 10은 데스크 탑 컴퓨터 모델에서의 IEEE 1394 캡처 카드의 사용 모습이다.

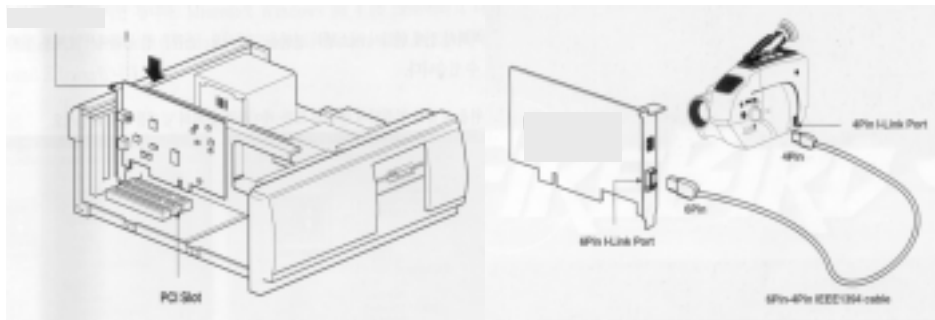


그림 10. IEEE 1394 데스크 탑 인터페이스

송신부를 구성하기 위한 랩탑 컴퓨터는 Pentium-IV 1.7GHz, RAM 512Mbytes, HDD 40Gbytes, 그리고 랩탑 컴퓨터로 입력되는 비디오 신호의 아날로그/디지털 변환을 위한 컨버터로 ADVC-100 (HanaDV Co) 변환기를 사용하였다.

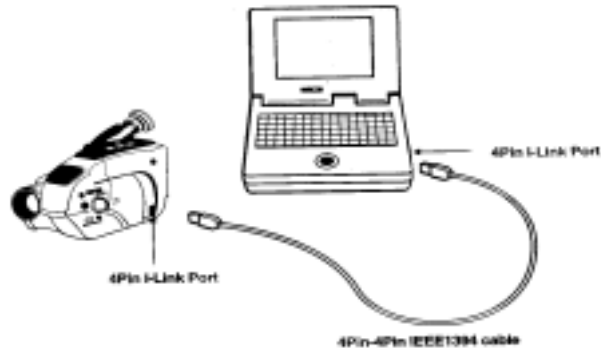


그림 11. IEEE 1394 랩탑 컴퓨터 인터페이스

WEBRETA에서 진단이 필요한 임상적 환자의 상태를 파악하기 위해 의료영상 장비로부터 출력되는 의료동영상 데이터를 입력받아 디지털로 변환하고 압축 및 디스플레이하는 의료 동영상 처리 시스템을 설계하였다. 초음파 장비로부터 나오는 의료 동영상 데이터는 아날로그 형태로 출력되는데 이것을 ATI사에서 제공하는 비디오 캡처 카드를 통해 디지털 데이터로 획득하게 된다. 랩탑 컴퓨터 경우는 입력되는 의료 동영상을 아날로그/디지털 컨버터 장치를 통해 디지털 타입으로 바꾸어 주도록 하였다. 디지털 비디오데이터의 압축 및 전송은 DirectX 8.1 기술을 기반으로 한 소프트웨어를 이용하였다. S-Video 타입의 입력을 받으므로 다양한 비디오 소스로부터 데이터를 획득할 수 있다.

랩탑 컴퓨터에 사용되는 웹 기반 원격진료 시스템의 경우 IEEE 1394의 포트를 이용하여 아날로그 의료 동영상 데이터를 노트북으로 전달하도록 구성되어 있다. IEEE 1394는 일반 USB 1.1 기준으로 30배가 넘는 전송속도를 가지고 있고 사용에 편리하므로 널리 사용되게 되었다. 처리되는 데이터 용량은 디지털캠코더를 사용할 경우 720*480 해상도에 30frames/sec의 속도로 300Mbps로 데이터를 발생시키며, 약 5:1의 Digital Video 압축을 거쳐 데이터를 전송하므로, IEEE 1394의 최대 전송

속도가 400Mbps이기 때문에 이렇게 발생된 데이터를 전송하는데 충분하다.

원격화상회의 경우는 USB 포트를 사용하는 웹 카메라를 사용하였다. 또한 PCI 형태로 PC나 랩탑 컴퓨터에 부착된 사운드카드를 사용하여, 음성을 캡처하여 송수신 하기 때문에 하드웨어 구성이 용이하다.

4.2 소프트웨어 구성

소프트웨어 구성은 PC를 통해 생성된 의료 동영상 데이터를 획득하고, 획득된 데이터를 실시간으로 디스플레이와 전송하며 임상 의사들이 웹 기반 원격 진료를 할 수 있도록 한다.

WEBRETA의 의료 동영상 시스템은 ATI에서 제공하는 그래픽카드를 통해 캡처를 받아 DivX MPEG-4로 인코딩을 하고 이를 전송하면, 수신부에서는 전송받은 데이터를 디코딩하여 화면에 디스플레이하게 된다. 프로그램은 Microsoft사에서 제공하는 DirectX 8.1의 DirectShow 개념을 이용하여 구현하였다.

DirectShow에서는 단계별로 진행되는 작업을 필터라는 이름의 컴포넌트로 제작하고, 단계별로 적당한 필터들을 조합하여 비디오나 오디오의 플레이, 코덱을 이용한 압축 파일 생성 등의 기능을 수행하게 된다. 그림은 웹 기반 실시간 원격 진료 시스템의 데이터 전송 블록 다이어그램이다.

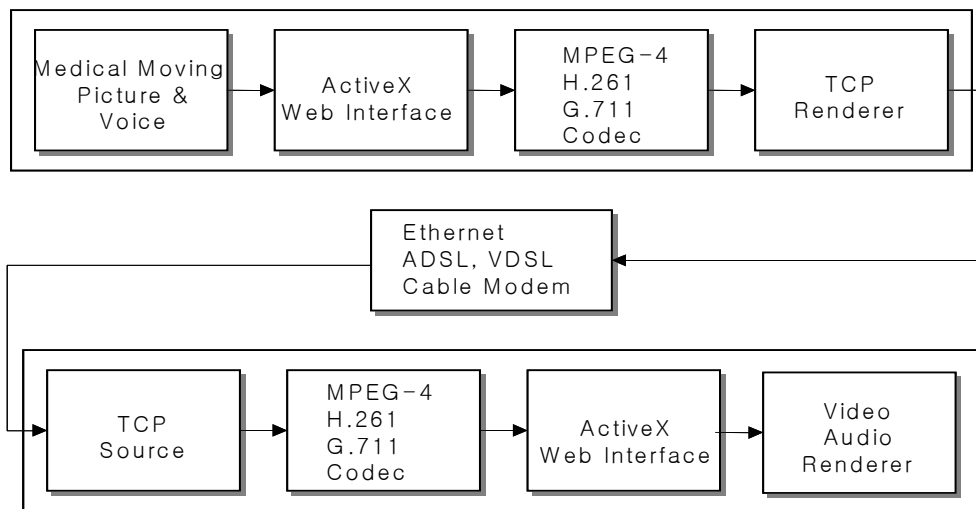


그림 12. WEBRETA의 데이터 전송 블록 다이어그램

가. 사용자 인터페이스 (User Interface)

WEBRETA는 웹 브라우저에서 실행 가능 하도록 구현되었고 비디오 크기는 640*480 사이즈에 맞게 설계하였다. 제공되는 기능은 의료 동영상 모듈의 재생, 정지, 일시 정지, 종료 등이며 버튼으로 조작할 수 있다. 또한 원격 영상회의 모듈도 버튼으로 연결 및 종료의 기능을 조작할 수 있다.

비디오 전송을 위한 연결은 입력 상자에 IP 입력을 받도록 되어 있고 비디오 화면 하단에 있는 입력 상자에는 프레임율과 비트율을 설정할 수 있도록 구성되어 있다. ActiveX Controls 컴포넌트(Component)를 이용하여 시스템 모듈이 웹 페이지에서 동작하도록 하였다. 웹을 통해 동작을 컨트롤 하는 방법은 웹 페이지 스크립트 언어인 JavaScript Language를 사용하여 사용자로부터 명령을 입력할 수 있도록 하였다. 또한 시스템의 하단부에 있는 입력창을 통해서 원하는 프레임을 실시간으로 설정할 수 있다. 비트율의 경우는 실시간으로 반영되지는 않으나 시스템을 시작하기 전에 값을 미리 입력하여 등록할 수 있도록 구현되어 있다. 그러므로 입력된 비트율에 맞게 압축하여 전송할 수 있도록 구현되어 있다. 따라서 초기값만 변화시켜서 변동있는 전송 대역폭의 전송망에서도 실시간으로 프레임을 조절하여 영상을 재생하고 전송 구현 가능하다는 장점이 있다.

원격 화상 회의는 320*240 크기를 가지며 연결 버튼과 화상 회의 시작과 종료 버튼이 있다. 웹 페이지 하단부에는 프레임 설정과 비트율 설정을 위한 입력상자를 구성하였다.



그림 13. WEBRETA의 사용자 인터페이스

나. 실시간 의료 동영상 입력과 전송

동영상 입력부는 의료 영상장비로부터 입력되는 비디오 신호를 PC에서 처리 가능하도록 전달하는 부분과 입력된 비디오 신호를 전송에 적합한 동영상표준으로 변환하는 비디오 압축 부분으로 구분된다. 본 연구에서는 비디오 캡처 보드를 사용하여 의료 영상 장비의 NTSC 신호를 획득한다. 랩탑 컴퓨터의 경우에는 아날로그/디지털 변환기를 사용하여 의료 동영상을 입력 받게 된다. 획득된 비디오 신호는 MPEG-4 인코딩 모듈 입력단의 DivX MPEG-4 Encoder Filter를 통해 MPEG-4 포맷으로 변환되어 전송부로 전달된다. 랩탑 컴퓨터의 경우는 디지털 형태의 비디오 신호를 해석하기 위한 Digital Video Filter가 비디오 캡처 필터 뒤에 첨가하였다. 이 필터는 아날로그/디지털 변환기를 거쳐서 출력되는 비디오 데이터를 다루는데 사용된다. 전송

부는 TCP/IP 네트워크 프로토콜에 맞도록 원활한 전송을 하기 위한 기능을 구현하는 Direct Play 기반으로 제작된 전송 Filter를 사용하여 획득된 압축된 비디오 신호를 네트워크로 전송하게 된다. 획득된 디지털 의료 동영상은 화면에 디스플레이 한다. 또한 실시간으로 프레임율을 조절할 수 있는 Filter를 제작하여 사용자로 하여금 전송되는 영상의 프레임율을 조절 가능하도록 하였다. 이렇게 함으로써 전송망의 대역폭이 충분한 경우에는 프레임율을 높여 좀 더 부드러운 영상을 볼 수 있고 전송망의 대역폭이 작을 경우에는 다소 부드럽지 못하더라도 프레임율을 낮추어서 영상을 전송하도록 구현되어 있다. 따라서 전송망의 대역폭에 크게 제한을 받지 않고 의료 동영상 데이터의 전송을 가능하도록 하였다.

다. 실시간 의료 동영상 출력

실시간 의료 동영상 출력 부분은 네트워크를 통하여 전송된 비디오 신호를 받아 압축된 신호를 복원하는 모듈과 디코딩된 화면을 디스플레이 하는 부분으로 구성된다. 전송된 비디오 신호를 받는 부분 역시 전송 Filter를 사용하였고 DivX Decoder Filter를 사용하여 인코딩된 비디오 신호를 복원하는 기능을 구현하도록 하였다. 그림 14는 WEBRETA의 실행 순서도이다.

라. 원격 화상 회의

원격화상회의 모듈은 음성과 영상으로 구분되는데 음성은 마이크로 음성이 입력되어 G.711 코덱으로 음성이 압축 전송되며 영상은 USB 인터페이스를 가지는 웹 카메라를 통해서 입력되고 H.261의 압축 코덱을 사용하여 압축 전송 가능하도록 하였다. 원격화상회의 영상은 고해상도를 가지는 의료 동영상 모듈과는 다르게 전송 대역폭의 사용을 최소화하기 위해 저해상도의 영상을 가지고 의사소통을 하게 된다. 원격화상회의는 양방향 모두를 지원해야 하므로, 송신부와 수신부에서 동일하게 위치한다.

다. 네트워크 송수신 필터

네트워크 전송부와 수신부에 DirectX의 Direct Play를 이용하여 스트리밍 (Streaming) 데이터를 송수신하는 필터를 제작하였다. 데이터 복원 및 화면 디스플레이는 Microsoft에서 제공하는 필터를 사용하였다. Direct Play는 전송망의 종류에 관계없이 일정한 방식으로 데이터를 전송하고 수신할 수 있으며, 상대방의 IP 주소를 입력받아 연결하고 정해진 버퍼에 데이터를 넣어 전송하는 역할을 한다.

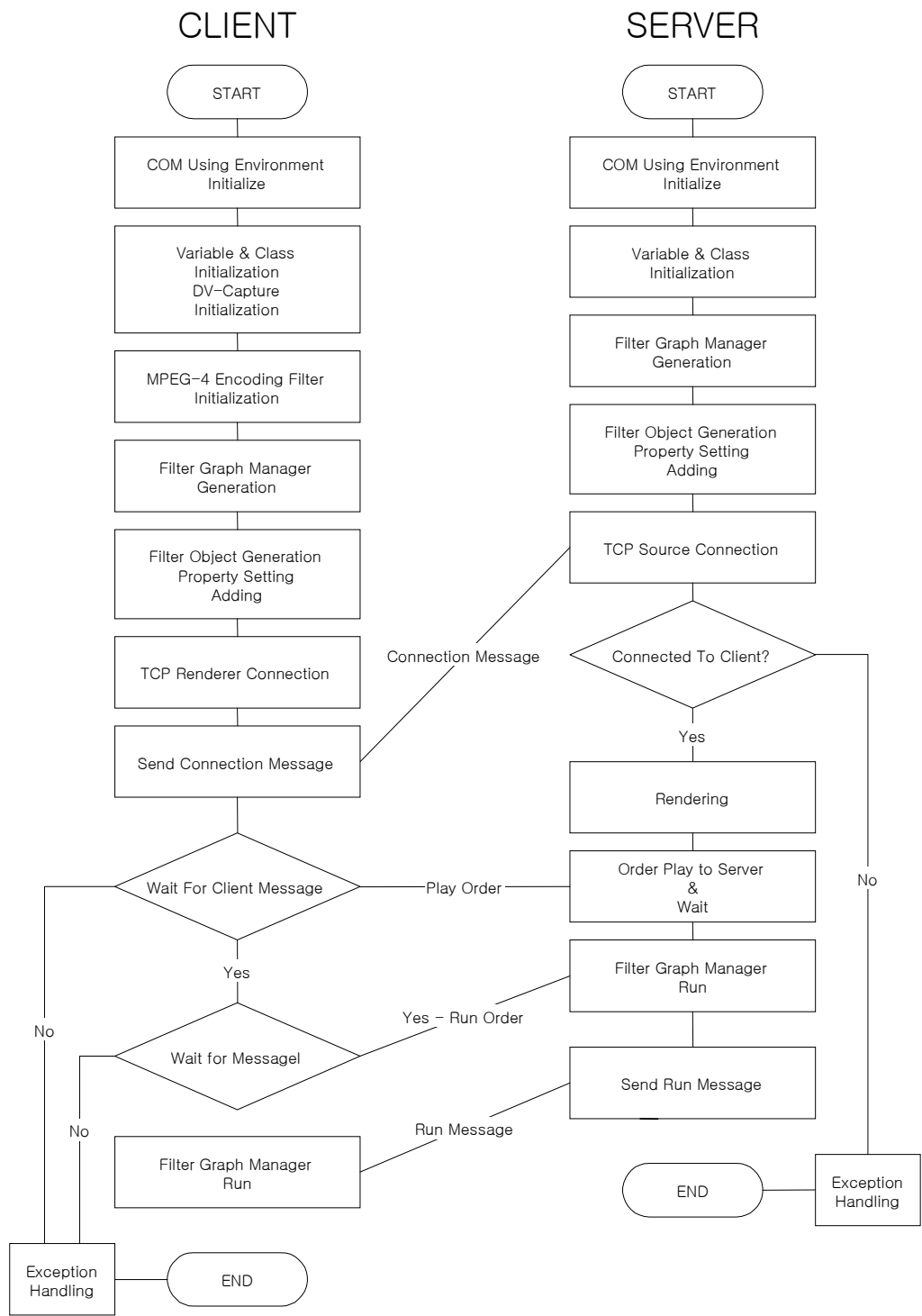


그림 14. WEBRETA의 실행 순서도

4.3 네트워크 구성

본 연구에 필요한 네트워크 구성은 병원 내부 전송망을 이용한 Fast Ethernet 100Mbps 전송망과 원격 진료 시스템의 범용성을 고려하여 가정에서 사용가능한 ADSL, VDSL, Cable Modem 등으로 구성하였다.

네트워크	속도	특징
LAN	양방향: 10 ~ 100Mbps	안정적인 송수신이 가능
ADSL	역방향: 0.64Mbps 전방향: 6.8Mbps	가정에 널리 보급되어 있으며 음성 통화와 데이터 통신을 동시에 사용 가능
VDSL	양방향: 144Kbps	ADSL 전송망보다는 보다 넓은 역방향 대역폭을 보장
Cable Modem	256Kbps ~ 10Mbps	동축케이블을 이용하는 케이블 TV 네트워크

표 6. WEBRETA 전송실험 네트워크 구성 비교표

제 5 장 실험

본 연구에서 구현된 시스템은 웹 기반 실시간 원격 진료 시스템으로써 원격 화상회의 기능과 의료 동영상 압축 전송 및 재생의 기능을 가진 시스템이다. 이 시스템의 소프트웨어는 Visual C++로 구현한 클라이언트/서버 구조의 프로그램이며 ActiveX Controls을 이용하여 웹 기반 프로그램으로 제작하여 실험하였다. 실험에 서는 초음파 의료 동영상과 심장 수술 동영상을 제공받아 재생, 압축, 전송, 디스플레이 기능을 가지는 시스템으로 구성하여 실험하였다.

실험 방법은 본 연구에서 제안된 각각 네트워크 전송 대역폭을 측정하고 그 결과에 따라 영상 압축률을 설정하고 WEBRETA를 이용하여 영상을 전송하여 압축된 영상과 원본 영상을 비교하여 영상 품질 비교 실험을 하고 압축률에 따른 전문의들의 비교 평가 실험하였다. 최종적으로 네트워크 통신망에 따라 설정된 압축률과 프레임별로 의료 동영상과 원격화상회의 시스템의 음성과 화상 데이터를 전송하여 네트워크 별로 전송되는 영상의 품질과 원격화상회의 품질을 평가하여 원격 진료 시스템의 효과에 대한 결론으로 실험을 마무리 한다. 이러한 실험의 전체적인 목적은 WEBRETA가 실시간으로 판독 가능한 영상을 제공하는 수준 정도와 영상을 모니터링 하는데 적합한지를 연구하는데 있다. 그림 15는 심장수술영상 전송을 위한 실험 환경과 초음파 영상 전송을 위한 실험 환경이다.



그림 15. WEBRETA 실험환경

또한 구현된 WEBRETA에서 보조적인 역할을 하는 원격화상회의 시스템의 안전한 음성전송과 화상회의 영상 전송 대역폭도 연구하여 의료 동영상 시스템과 원격화상회의 시스템을 포함하는 WEBRETA가 제한된 네트워크 대역폭 환경에서 안정적인 동작을 실험한다.

우선 WEBRETA를 이용하여 전송 실험을 하였다. 그림 16은 초음파 장비에서 직접 입력받은 원본 이미지와 WEBRETA의 MPEG-4 의료 동영상 모듈에서 제공되는 출력 화면이다. 구현된 시스템에서 실시간으로 프레임율을 변경했을 경우 출력되는 영상을 나열하였다.

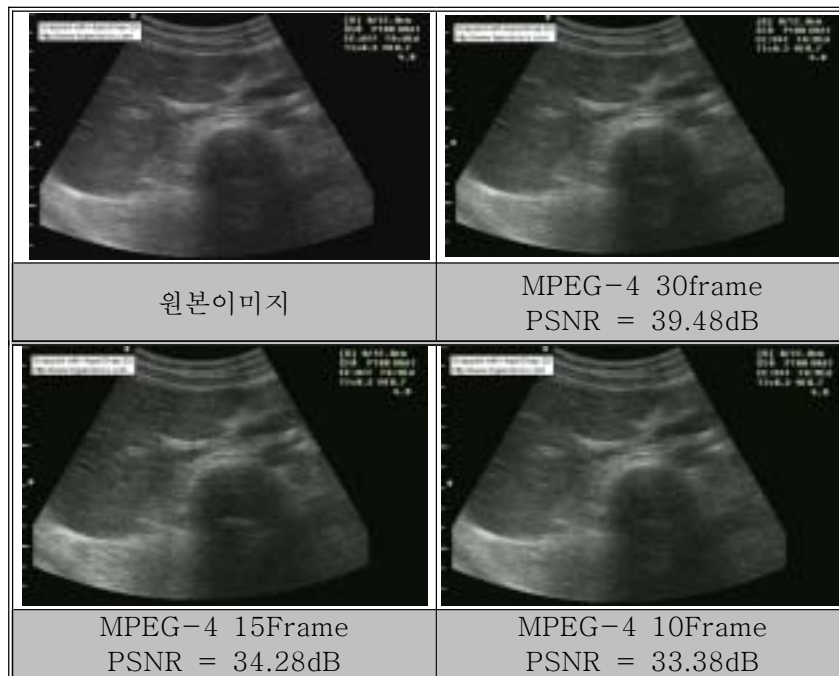


그림 16. 원본 초음파 영상과 프레임율별 MPEG-4 압축 영상 비교

그림 17은 수술 영상장비에서 입력받은 의료 동영상의 원본 이미지와 WEBRETA의 MPEG-4 의료 동영상 모듈에서 제공되는 출력 화면을 나열하였다.

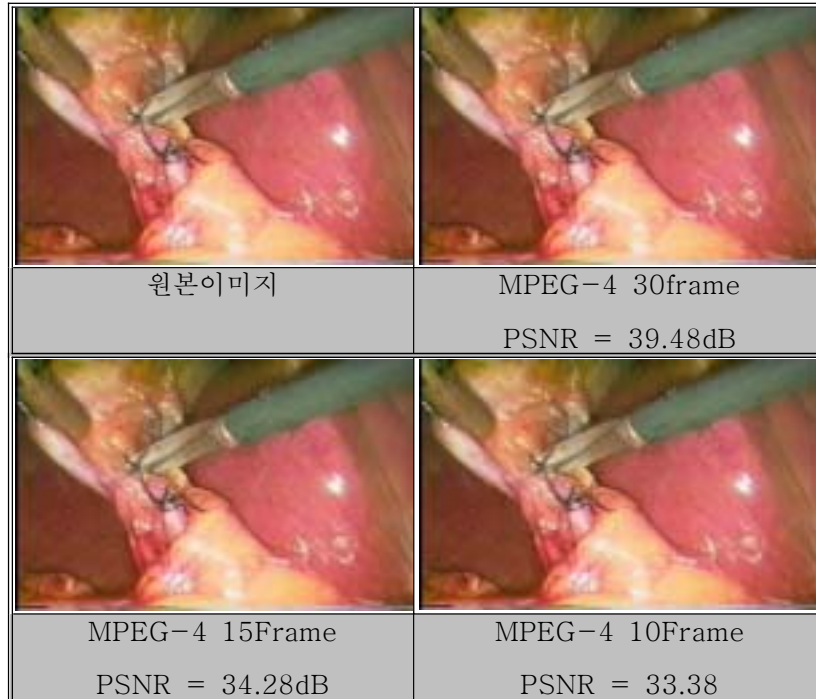


그림 17. 원본 수술 영상과 프레임율별 MPEG-4 압축영상 비교

5.1 영상 압축률에 따른 영상 품질 비교 실험

본 연구에서는 초음파 의료 동영상과 심장 수술 의료 영상을 수집한 후 수집된 영상을 압축률에 따라 압축하여 압축된 영상의 압축 비율을 기술하고 전문의 사로부터 두 영상을 관찰하도록 하여 임상적인 판독 및 진단이 가능하지를 평가하였다. 객관적인 영상 평가 방법으로 압축된 영상이 가지는 객관적인 영상 품질을 비교 실험을 하기로 하였고, 이를 위하여 PSNR기법을 사용하였다.

가. PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)

압축된 각각의 영상에 대해 원본 영상과의 PSNR(Peak Signal to Ratio)을 구하

였다. 원래 영상을 압축하고 복원하면 Lossless 알고리즘이 아니고서는 본래의 영상을 동일하게 복원하지 못한다. 대개의 경우 Lossless 알고리즘이 최대 4:1 이하의 압축률 밖에는 내지 못하는 반면 Lossy 알고리즘으로 압축할 경우 그 이상도 가능하다. MPEG-4는 Lossy 알고리즘을 사용하여 낮은 비트율에서도 전송이 가능하도록 압축할 수 있다. Lossy 알고리즘의 경우 원래 영상을 x , 압축된 영상을 y 라고 하고 원래 영상과 비교해 차이가 있는 경우는 잡음으로 간주하여 n 이라 하면 압축된 영상 y 는

$$y = x + n$$

이 때 영상의 폭과 높이가 M, N 일 때 PSNR을 구하는 식은 다음과 같다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left[\frac{MN (255)^2}{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \{X(m, n) - Y(m, n)\}^2} \right]$$

연구의 영상 압축률에 따른 영상 품질 비교 실험에서는 ADSL, VDSL, Cable Modem의 네트워크 환경에서 실제 전송 대역폭을 측정하고 그 결과를 바탕으로 네트워크 환경을 설정하였다. 또한 의료 동영상 전송하는 쪽을 클라이언트로 하여 네트워크로 영상을 동영상 신호를 전송하는 경우로 설정하여 업로드 속도를 측정하였다.

LAN환경에서는 속도가 7M~10Mbps로 측정되었고 ADSL에서는 0.6M~1Mbps로 케이블모뎀에서는 0.8M~1.2Mbps, VDSL에서는 1.5~2.0M 수준으로 측정되었다. 전송 대역폭의 범위를 0.4~10M까지 간격을 나누어 설정하고 전송 대역폭에 따라 영상을 압축하여 압축비율을 구하고 압축비율과 PSNR값을 비교 측정하였다.

PSNR을 이용한 영상 평가 연구결과에 따르면 PSNR값이 20~40dB 사이에 분포하며 40dB에 가까울수록 원본 이미지와 차이가 없다고 판단된다. 본 실험에서 측정된 결과값이 40dB 이하이기 때문에 원본과 차이가 있다고 볼 수 있다. 하

지만 이러한 객관적인 평가에서 나오는 작은 수치의 차이는 육안으로 구별하기 힘들기 때문에 객관적인 데이터를 뒷받침 할 수 있는 주관적 평가 방법이 필요하다. 주관적 평가 방법이란 전문가들의 직접 참여 하여 영상에 대한 평가를 내리는 것이다. 본 연구에서는 동영상의 실시간으로 전송되고 재생되기 때문에 영상에 대한 품질의 평가와 더불어 실시간으로 프레임이 변화 되어 전송되는 영상에 대한 평가도 병행해야 하므로 동영상의 프레임수를 조절하여 PSNR을 측정하여 평가하여 실험 하였다.

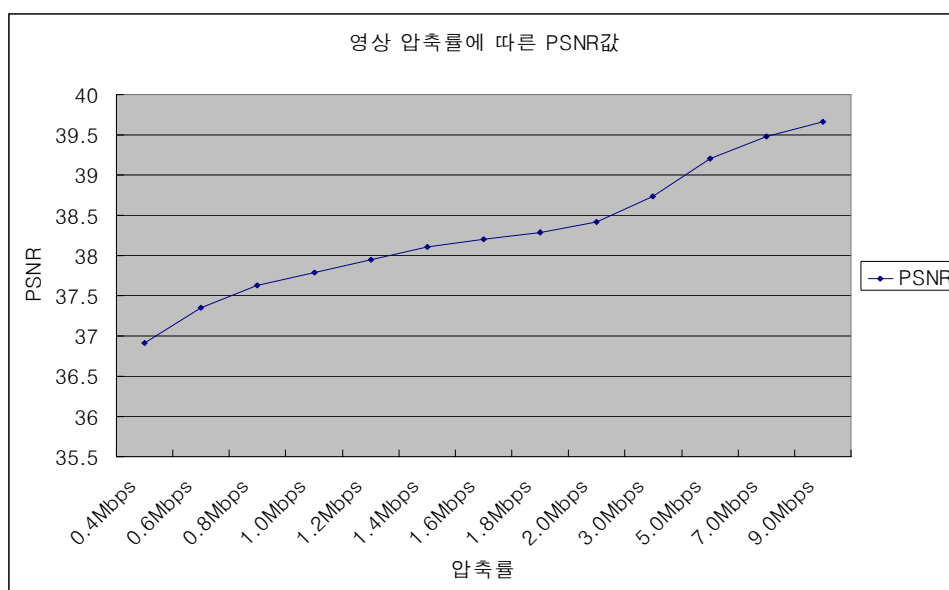


그림 18. 영상의 압축률과 PSNR 비교

5.2 영상 압축률에 따른 전문의들의 비교 평가 실험

PSNR을 이용하여 평가에서 시용된 영상 데이터를 출력하여 의료원내 전문의 3명으로부터 진단에 사용할 수 있는지의 여부에 대한 평가 실험을 실시하였다. 압축된 실험 동영상을 무작위로 추출하여 실험하였고 원본 영상을 먼저 제시하였다. 실험에 임하기 전에 어떠한 정보도 주지 않고 데이터를 측정하였다. 이러한 실험 환경에서 진단 적합성 여부를 5점 척도를 사용하여 측정하였다. 가장 적합할 경우 5점, 대체로 적합

할 경우 4점, 진단에는 적합하지 않지만 보조용으로는 사용하면 3점, 부적합하면 2점, 매우 부적합하면 1점을 주도록 하였다.

재생되는 영상의 압축된 품질 뿐만 아니라 재생되는 프레임율도 의료 동영상의 관독 및 진단의 결과에 영향을 줄 수 있기 때문에 이 실험에서는 실시간으로 재생되는 동영상의 품질에 대한 평가와 압축률에 따른 프레임율의 평가도 포함하였다. 프레임율은 5~30Frame 수준으로 설정하여 측정하였다.

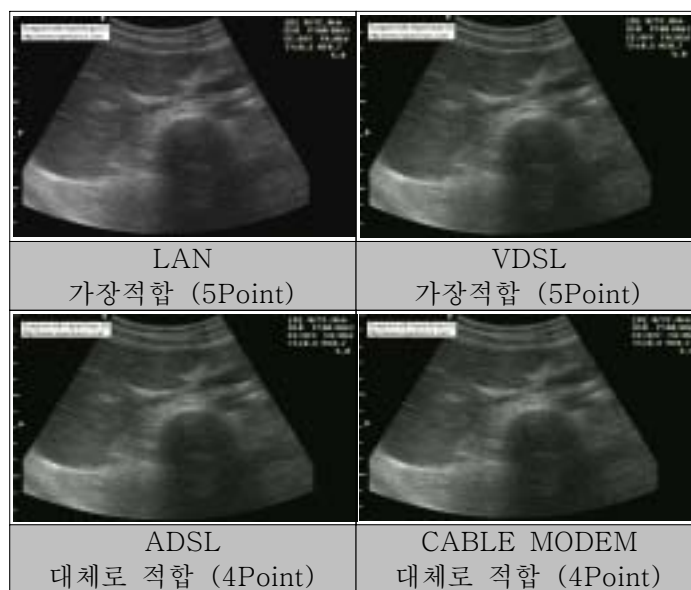


그림 19. 압축률에 따른 전문의 영상 평가 점수별 영상

5.3 통신망에 따른 전송율 비교 실험

지금까지 앞 절에서 측정한 실험 결과를 데이터 값을 근거로 하여 의료 동영상 시스템과 원격화상회의가 통합된 웹 기반 원격 진료 시스템인 WEBRETA를 각 네트워크 전송환경에서 실험하여 송수신되는 데이터량을 측정하는 실험을 설계하였다. 이 실험에서 송수신 데이터의 전송 대역폭을 확인하기 위해 ICB라는 Shareware 소프트웨어를 사용하였다. 이 소프트웨어는 순간순간 데이터의 송수신에 따라 변화

하는 수신량과 전송량을 숫자로 표시하고, 지난 시간들의 데이터를 그래프로 나타내주어 사용자로 하여금 현재의 네트워크 상황을 쉽게 파악할 수 있도록 해준다. 이 후에 나오는 대역폭 측정 데이터는 이 소프트웨어를 사용한 결과로 나온 데이터들이다.

WEBRETA의 구성에서 의료 동영상 시스템은 비디오 송신부와 수신부로 나누어서 구현하였다. 송신부는 수신부로 연결을 시도하게 되며, 연결이 설정되면 초음파 영상 데이터를 전송하게 된다. 수신부는 송신부로부터 연결을 기다리고 있다가 송신부에서 연결을 요구하면, 연결을 허가하고 전송되는 데이터를 화면에 보여지게 된다.

WEBRETA의 정확한 네트워크 전송 실험을 위해서 의료 동영상 시스템과 원격화상회의 시스템의 전송 대역폭을 나누어서 측정하였다. 각 실험에서 웹 기반 원격 진료 시스템을 시연하고 네트워크 전송율을 매 5초마다 20회 기록하였다. 네트워크별 실험 환경은 다음과 같다.

가. 병원내부 LAN (Local Area Network, Fast Ethernet) 전송실험

LAN 환경의 경우 10~100Mbps 전송속도를 가지고 있기 때문에 이러한 환경에서는 웹 기반 원격 진료 시스템의 의료 동영상 데이터 전송시 전송속도가 보장되어 안정적인 송수신이 가능하다. 병원 내부 LAN을 이용한 실험 목적은 병원 내부의 고속의 안정적인 네트워크를 이용하기 때문에 안정적으로 동작할 수 있으며 병원 내부 고정된 장소에 제약을 받지 않고 원격 진료를 할 수 있다는 장점을 부각시키기 위함이다. 또한 웹 기반으로 구현되기 때문에 병원 내에서 인터넷이 접속되는 연구실이나 수술실, 판독실 등의 공간에서도 충분히 원격 진료 시스템을 사용하여 영상을 전송하고 원격화상회의 모듈을 이용하여 전송되는 영상에 판독 및 진단에 도움을 줄 수 있기 때문이다. 따라서 병원 내에 부서간의 의료 동영상 데이터 교환을 목적으로 하는 원격상담(Tele-consulting)의 경우에는 웹 기반 원격 진료 시스템이 뛰어난 효과를 발휘할 수 있다.

전송되는 원격 진료 시스템의 전송 대역폭을 측정하기 위한 실험 설계 방법으로



그림 20. 병원 내부 LAN을 이용한 실험 환경

우선 원격 화상 회의 시스템의 전송속도와 의료 동영상 시스템의 전송속도를 각각 따로 측정하고 모듈의 전체적인 전송 대역폭을 측정하였다. 또한 의료 동영상의 경우 전송되는 영상의 프레임율을 30프레임과 5프레임으로 실시간 변화시켜 실험한 결과 값을 측정하였다. 병원 내부망은 안정적인 전송망을 가지고 있기 때문에 720*480의 고해상도의 의료 동영상 포맷으로도 전송 실험을 하였다.

나. ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) 전송실험

ADSL을 이용한 연구 실험 목적은 앞으로 활용될 재택 진료의 개념으로 보편적으로 가정에서 많이 사용되는 통신망을 선택하여 전용선이나 고속의 네트워크 환경이 갖추어져 있지 않는 가정이나 의원, 진료소 등에서도 원격 진료가 가능할 수 있도록 하는 원격 진료 시스템의 범용성을 고려하였다. 실험을 통해 이러한 통신망에서도 안정적이고 높은 품질의 영상을 제공하는 원격 진료 시스템을 연구한다면 그 효과성과 효율성은 상당히 크다.

본 연구에서 구현된 시스템은 의료 동영상 데이터를 MPEG4로 압축하여 전송하기 때문에 평균 720Kbps ~ 1Mbps의 전송속도를 요구한다. 이론적으로 볼 때 ADSL 통신망이 가지는 대역폭에서 무리없이 영상을 전송할 수 있다. 따라서 임상적으로 수용 가능한 의료 동영상의 압축률을 연구한다면 ADSL 전송망에서도 고품질의 영상을 제공할 수 있다. 실험에 사용된 ADSL망은 KT통신사의 망을 이용하였고 전송 지역은 연세대학교 세브란스 병원과 서울 지역과 연결하여 실험하였다.

다. VDSL (Very-high-data-rate Digital Subscriber Line)

의료 동영상을 출력하는 송신부를 VDSL 모뎀과 연결시키고 의료 영상을 받는 수신부는 원격지의 LAN으로 연결되어 있는 PC에 의료 동영상을 전송하여 그 결과를 기록하는 실험을 하였다. 실험에 사용된 VDSL망은 KT통신사의 망을 이용하였다.

라. Cable Modem

케이블 모뎀은 ADSL보다는 사용자가 적은 편이지만 ADSL과 같이 적은 비용으로 인터넷에 접속할 수 있다. 케이블 모뎀 실험에서도 의료 동영상을 출력하는 송신부를 케이블 모뎀과 연결시키고 의료 영상을 받는 수신부는 원격지의 PC에 의료 동영상을 전송하였다. 수신부는 건물 내부 LAN으로 연결되었다. 실험에 사용된 케이블 통신망은 D통신사의 망을 이용하였다.

제 6 장 실험 결과

실험 결과들을 차례대로 살펴보면 다음과 같다. 우선 영상 압축에 따른 PSNR값의 측정 결과로 실제 전송한 네트워크 대역폭에 맞추어 영상을 압축하고 압축된 영상의 PSNR값을 비교 측정하였다.

영상압축 비교 실험 결과 압축률이 높을수록 PSNR 값의 수치가 낮아졌다. 결과를 분석해보면 5.0Mbps ~ 9.0Mbps에 해당하는 LAN환경에서의 압축률에 따른 PSNR 값은 39dB이상의 높은 값을 가지며 0.4Mbps~3.0Mbps에 해당하는 ADSL, VDSL, Cable Modem 환경에서의 압축률에 따른 PSNR값은 36.5~38.5dB 사이의 값을 가지며 LAN환경에 비해 화질이 떨어진다. 따라서 39.0dB 이상의 높은 값을 가지는 LAN 환경에서 제공되는 영상이 원본 이미지와 가깝다고 판단된다.

	Size	Ratio	PSNR (dB)
Original	162 MB	1:1	1
0.4Mbps	430 KB	376:1	36.92 dB
0.6Mbps	516 KB	317:1	37.35 dB
0.8Mbps	620 KB	261:1	37.63 dB
1.0Mbps	736 KB	221:1	37.79 dB
1.2Mbps	852 KB	190:1	37.95 dB
1.4Mbps	974 KB	167:1	38.11 dB
1.6Mbps	1.096 KB	162:1	38.20 dB
1.8Mbps	1.220 KB	132:1	38.29 dB
2.0Mbps	1.342 KB	120:1	38.41 dB
3.0Mbps	1.974 KB	82:1	38.73 dB
5.0Mbps	3.256 KB	49:1	39.20 dB
7.0Mbps	4.542 KB	35:1	39.48 dB
9.0Mbps	5.702 KB	28:1	39.66 dB

표 7. 압축률에 따라 측정된 PSNR 결과값

두 번째 실험 결과는 영상 압축률에 따른 전문의들의 비교 평가 실험으로 영상 압축이 다른 영상을 전문의들에게 보여주고 점수를 얻은 후 이미 측정된 PSNR값과 비교하여 신뢰성 있는 의료 동영상의 압축 수준을 연구한 결과이다. 이 실험에서는 첫 번째 실험의 결과를 바탕으로 프레임율에 따른 영상의 재생 품질도 평가 항목에 포함하였다. 결과를 정리하면 다음 표8,9와 같다.

Network	Bandwidth	Frame	Size	PSNR	Score
Original	100Mbps	30Frame	162MB	1	5
LAN	9.0Mbps	30Frame	1,996 KB	39.66 dB	5
		15Frame	5,702 KB	33.22 dB	5
		10Frame	2,910 KB	33.32 dB	5
		5Frame	978 KB	33.30 dB	5
	7.0Mbps	30Frame	4,542 KB	39.48 dB	5
		15Frame	2,312 KB	34.24 dB	4
		10Frame	1,560 KB	33.38 dB	4
		5Frame	754 KB	33.36 dB	3

표 8. LAN 환경에서 프레임율에 따른 PSNR값

Network	Bandwidth	Frame	Size	PSNR	Score
VDSL	5.0Mbps	30Frame	3,256 KB	39.20 dB	5
		15Frame	1,654 KB	33.32 dB	4
		10Frame	1,140 KB	33.43 dB	4
		5Frame	754 KB	33.39 dB	3
	3.0Mbps	30Frame	1,974 KB	38.73 dB	5
		15Frame	1,008 KB	33.40 dB	4
		10Frame	698 KB	33.56 dB	3
		5Frame	370 KB	33.49 dB	2

표 9. VDSL 환경에서 프레임율에 따른 PSNR값

Network	Bandwidth	Frame	Size	PSNR	Score
ADSL & CABLE MODEM	2.0Mbps	30Frame	1,544 KB	38.47 dB	5
		15Frame	706 KB	33.51 dB	4
		10Frame	506 KB	33.61 dB	3
		5Frame	270 KB	33.48 dB	2
	1.8Mbps	30Frame	1,220 KB	38.29 dB	5
		15Frame	654 KB	33.59 dB	5
		10Frame	472 KB	33.66 dB	5
		5Frame	258 KB	33.48 dB	5
	1.6Mbps	30Frame	1,076 KB	38.20 dB	5
		15Frame	596 KB	33.65 dB	4
		10Frame	436 KB	33.66 dB	3
		5Frame	250 KB	33.48 dB	2
	1.4Mbps	30Frame	974 KB	38.11 dB	5
		15Frame	540 KB	33.64 dB	4
		10Frame	404 KB	33.67 dB	3
		5Frame	246 KB	33.47 dB	2
	1.2Mbps	30Frame	852 KB	37.95 dB	4
		15Frame	488 KB	33.64 dB	4
		10Frame	376 KB	33.66 dB	3
		5Frame	246 KB	33.43 dB	2
	1.0Mbps	30Frame	730 KB	37.97 dB	4
		15Frame	432 KB	33.57 dB	3
		10Frame	344 KB	33.64 dB	2
		5Frame	238 KB	33.41 dB	2
	0.8Mbps	30Frame	620 KB	37.63 dB	4
		15Frame	400 KB	33.63 dB	3
		10Frame	328 KB	33.62 dB	2
		5Frame	246 KB	33.43 dB	2
0.6Mbps	30Frame	516 KB	37.35 dB	4	
	15Frame	364 KB	33.56 dB	3	
	10Frame	314 KB	33.59 dB	2	
	5Frame	246 KB	33.43 dB	2	

표 10. ADSL&Cable Modem 환경에서 프레임율에 따른 PSNR 값

영상 압축률에 따른 전문가들의 주관적 평가 실험에 대한 결과를 기록한 분석하면 첫 번째로 압축률과 PSNR의 객관적인 수치와 상관없이 재생되는 영상의 프레임이 10Frame 이상 되어야 임상적으로 판독가능하다는 점수를 얻을 수 있다.

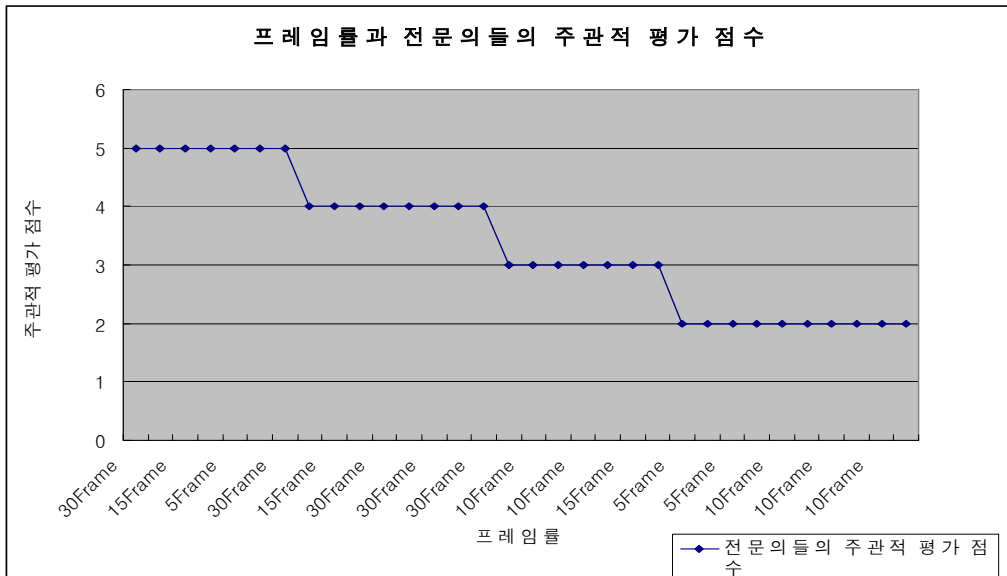


그림 21. 프레임율과 전문의의 주관적 평가 점수

PSNR값과 주관적 평가 점수를 비교분석하면 주관적 평가 점수가 4점 이상일 경우 즉 적합하다고 판정되는 영상의 PSNR값의 범위는 실험에서 38.47 ~ 33.64dB로 측정되었다.

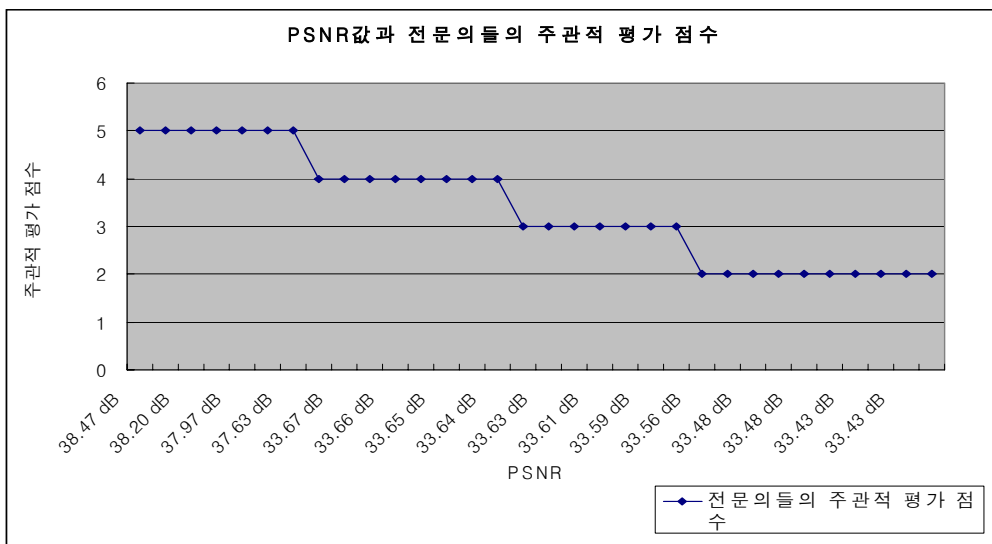


그림 22. PSNR값과 전문의의 주관적 평가 점수

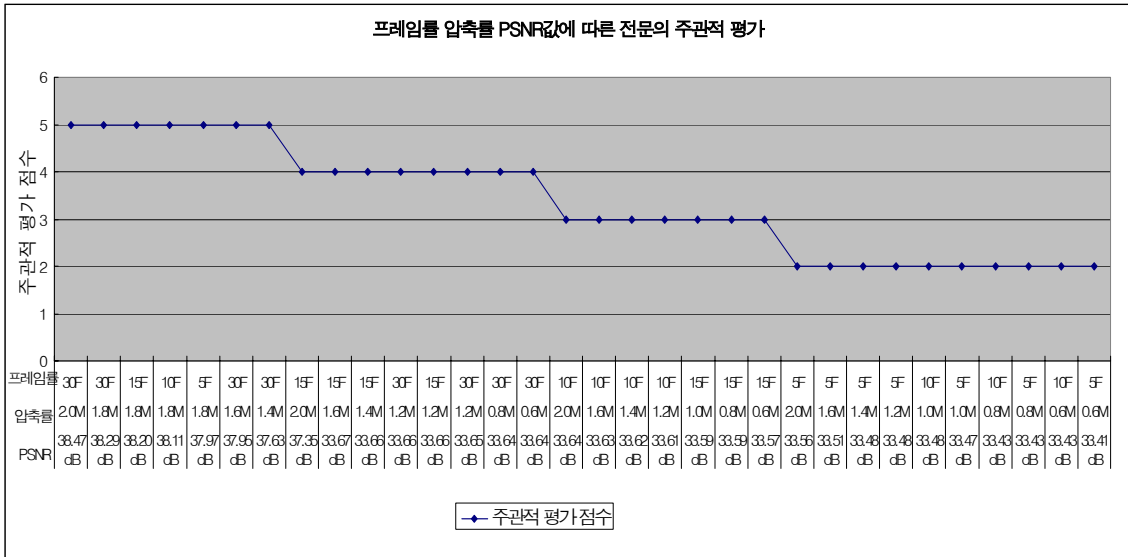


그림 23. 프레임률 압축률 PSNR값에 따른 전문의 주관적 평가

전문가의 주관적 평가 점수와 프레임 압축률 PSNR값을 측정된 실험의 전체적인 결과를 분석해 보면 프레임 기준으로 5Frame이하의 영상은 높은 점수를 얻지 못했기 때문에 임상적으로 판독하기 어렵다고 판단되며 압축률을 고려하면 0.6Mbps 이상의 대역폭에 맞게 압축한 영상이 임상적으로 판독가능하다는 결과가 나왔다. 측정된 PSNR수치를 고려하면 33dB이상의 값을 가진 영상을 제공해야 임상적으로 판독 가능한 수준으로 나타났다.

다음은 통신망에 따른 전송율 실험에 대한 결과이다. 지금까지 실험 및 결과는 의료 동영상에 대한 영상 품질 및 주관적인 점수가 원격영상회의시스템 영상에 대한 품질보다 우선순위가 높기 때문에 실험단계에서 원격영상회의 시스템을 제외시켰으나 통신망에 따른 전송율 실험에서는 의료 동영상과 원격화상회의 시스템의 대역폭을 각각 측정하여 전체적으로 사용되는 대역폭을 연구하였다.

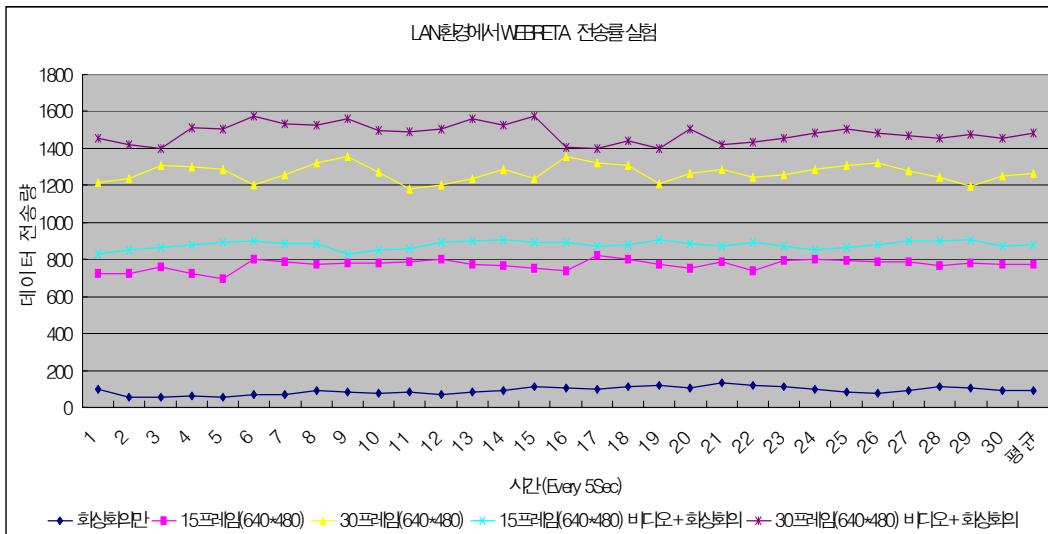


그림 24. LAN환경에서 WEBRETA 전송율 실험

LAN환경의 경우 15~30Frame 까지 충분히 전송 가능하다. 전송되는 영상의 해상도는 640*480이다. 실제로 WEBRETA를 측정한 결과 평균 데이터 전송량은 의료 동영상 시스템의 비디오 프레임을 15Frame으로 전송할 경우 평균 데이터 전송량이 771Kbps로 측정되었으며 의료 동영상을 30Frame으로 전송할 경우는 평균 데이터 전송량이 1.22Mbps로 측정되었다. 여기에 원격화상회의 시스템을 동시에 사용하여 측정한 값은 전송되는 의료 동영상이 15Frame일 경우 전체 평균 880Kbps로 측정되고 30Frame일 경우는 전체 평균 1.48Mbps로 측정되었다.

이러한 전송 대역폭의 상태에서 WEBRETA를 사용하여 30Frame으로 의료 동영상을 전송할 경우 의료 동영상에 대한 전문의 주관적 평가 점수는 5점이고 전체 평균 대역폭에 해당하는 PSNR값은 38.11dB로 나타나 임상적으로 판독 가능하며 매우 적합한 것으로 평가 할 수 있다.

이러한 결과로 볼 때 LAN환경이 설치된 경우 병원 내에서 부서간의 의료 동영상 데이터 교환의 경우에는 WEBRETA 시스템이 뛰어난 효과를 발휘할 수 있다. 그러나 전송 환경의 고려사항으로 LAN의 특성상 병원 안에서만 전송 가능하다는 한계가 있다.

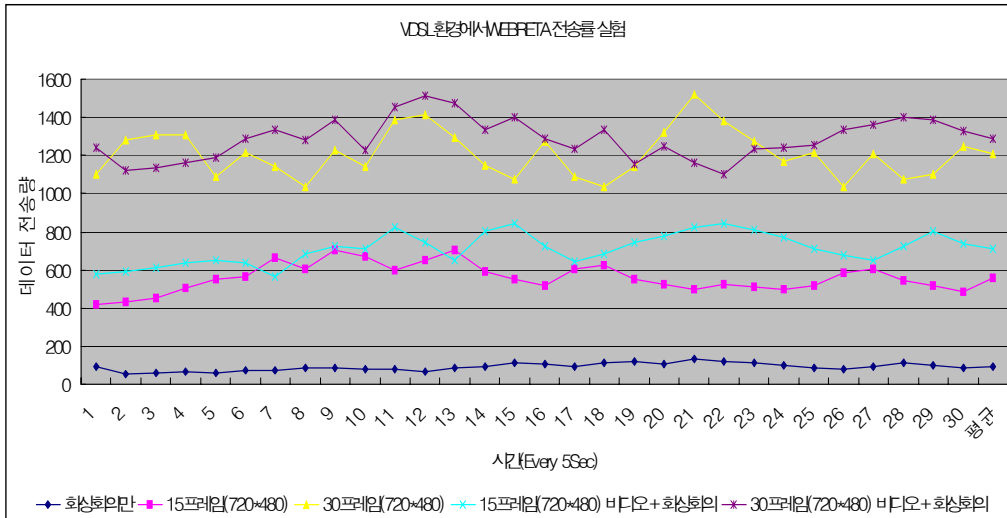


그림 25. VDSL 환경에서 WEBRETA 전송률 실험

VDSL 환경에서 WEBRETA를 측정된 결과 평균 데이터 전송량은 의료 동영상 시스템의 비디오 프레임 15Frame으로 전송할 경우 평균 데이터 전송량이 566Kbps로 측정되었으며 의료 동영상을 30Frame으로 전송할 경우는 평균 데이터 전송량이 1.20Mbps로 측정되었다. 여기에 원격화상회의 시스템을 동시에 사용하여 측정된 값은 15Frame일 경우 평균 712Kbps로 측정되고 30Frame일 경우는 평균 1.28Mbps로 측정되었다.

따라서 VDSL망에서 WEBRETA를 이용해 의료 동영상을 30Frame으로 전송하고 원격화상회의를 동시에 이용할 경우 WEBRETA의 의료 동영상의 품질에 관한 전문가의 주관적 평가 점수는 4점이고 전체 평균 대역폭에 해당하는 PSNR값은 38.03dB로 나타나 임상적으로 판독 가능하며 대체적으로 적합한 것으로 평가 할 수 있다.

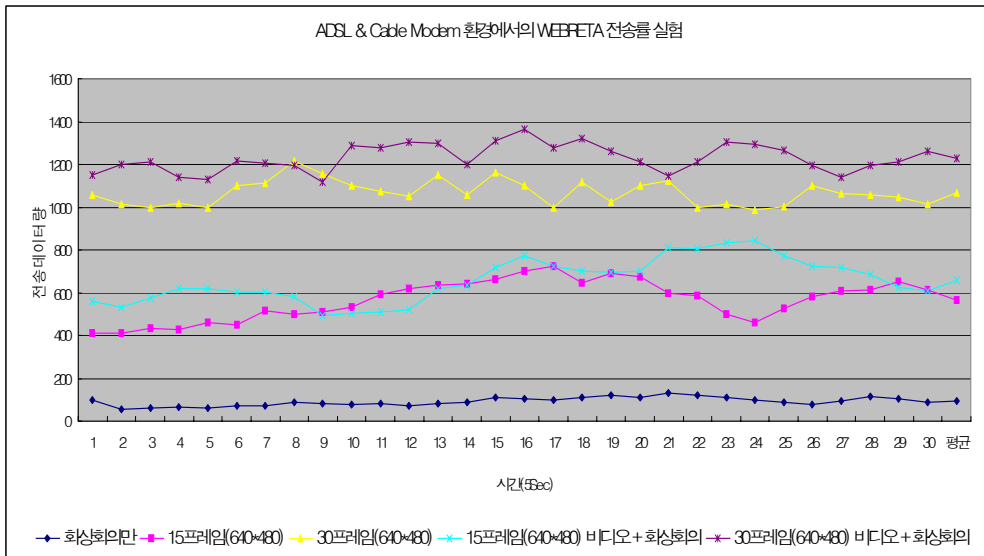


그림 26 ADSL & Cable Modem 환경에서 WEBRETA 전송률 실험

마지막으로 ADSL 환경과 Cable Modem 환경에서는 측정결과 서로 전송되는 데이터 전송량이 비슷하기 때문에 이 두 통신망의 평균적인 결과를 나타내었다. dfml 량은 15Frame으로 전송할 경우 평균 데이터 전송량이 558Kbps로 측정되었으며 30Frame으로 전송할 경우는 평균 1.0Mbps로 측정되었다. 여기에 원격화상회의 시스템을 동시에 사용하여 측정한 값은 15Frame일 경우 평균 657Kbps로 측정되고 30Frame일 경우는 평균 1.15Mbps로 측정되었다.

WEBRETA를 사용하여 30Frame의 의료 동영상 전송할 경우 의료 동영상에 대한 전문의 주관적 평가 점수는 4점이고 평균 대역폭에 해당하는 PSNR값은 37.97dB로 나타나 임상적으로 판독 가능하며 대체로 적합한 것으로 평가할 수 있다.

ADSL과 Cable Modem 전송 실험 결과로 볼 때 VDSL 환경에서와 비슷하게 WEBRETA 시스템이 가정이나 ADSL, Cable Modem의 통신망이 설치된 가정에서도 원격 진료 시스템으로 가치가 있다.

본 연구에서 가지는 실험의 한계는 우선 LAN 실험에서 9Mbps까지 전송 대역폭을 충분히 사용하여 의료 동영상과 원격화상회의 시스템을 실험하지 못한 한계가 있다.

다. 또한 VDSL의 경우도 아직까지 VDSL의 속도가 이론적인 속도로 서비스를 제공하고 있지 못하기 때문에 10Mbps 이상의 환경에서 실험하지 못한 것이라 하겠다.

상용망의 경우는 측정 시간에 따라서 전송 대역폭의 차이가 발생할 수 있는데 이 연구에서는 충분히 시간대별로 나누어 측정하지 못한 것이 또한 본 실험 연구의 한계라고 하겠다.

전체적인 결과를 간략하게 종합해 보면 LAN환경에서의 관독이 가장 용이하며 그 다음로는 VDSL이며 ADSL과 Cable Modem이 비슷한 순으로 나타났다. 따라서 LAN환경 뿐만 아니라 ADSL, VDSL, Cable Modem을 이용하는 상용 통신망에서도 WEBRETA의 원격 진료 시스템으로써의 기능을 충분히 가진다고 볼 수 있다.

제 7 장 결 론

본 연구에서는 PC를 이용하여 Windows를 기반으로 하는 웹 기반 원격 진료 시스템을 구현함으로써, 컴퓨터에 익숙지 않은 의사들도 마우스를 이용해서 쉽게 사용할 수 있도록 하였다. 또한 인터넷에서 동작하도록 구현되어 있기 때문에 인터넷이 접속되는 곳이면 어느 곳이나 가능하도록 되어 있다. 구현된 시스템은 실시간 의료 동영상 데이터를 전송할 수 있는 웹 기반 원격 진료 시스템인 WEBRETA를 구축하였다. 본 연구에서 구현한 시스템은 의료 동영상을 전송망에 따라 비트율과 압축률을 다르게 적용하여 실시간으로 전송할 수 있도록 설계하였다. 또한 구현한 시스템을 초음파 영상과 수술 영상을 실험으로 하여 임상적인 관독 가능성을 테스트하였다. 먼저 오프라인 상태에서 영상의 압축률을 측정하여 비교하였고 측정 결과를 바탕으로 실제 시스템에서 전송결과를 연구하는 순서로 진행하였다.

WEBRETA는 다양한 네트워크 환경에서 MPEG-4 압축률을 가지고 실시간으로 전송할 수 있는 시스템이다. 이 시스템이 가지는 의미는 저속의 네트워크 환경을 가진 환경에서 실시간으로 원격 진료 상담 및 원격 진단을 가능하게 하는 것이라 하겠다. 또한 이 시스템의 가장 중요한 기능인 의료 동영상 압축 전송에 대한 연구를 결과를 중심으로 의료 동영상 전송의 한계를 찾고 앞으로의 발전 방향과 요구되는 사항들을 정리하는 것으로 연구의 목적을 두었다.

다양한 네트워크 환경에서 행해진 웹 기반 원격 진료 시스템의 실험 결과를 요약하면 병원 전송망을 이용한 WEBRETA는 실시간으로 의료 동영상 데이터를 전송하는데 높은 만족도를 보였다. 그러나 기능적으로는 의료 동영상 데이터 저장, 정지 화면 캡처 등 사용자가 원하는 부가적 사항이 요구된다. 이러한 요구 사항을 추가한다면 더욱 효율적인 원격 진료 시스템으로 활용 가치가 높을 것이다.

ADSL, VDSL 전송망의 경우 의료 동영상의 품질이 LAN 환경에 비해서 별다른 차이점을 보이지 않았다. 100K~2Mbps 정도의 낮은 대역폭에서도 전송이 가

능하도록 압축 표준을 제공하는 MPEG-4 비디오 포맷을 사용하여 압축하여 전송하였기 때문에 평균 1~1.5M 전송율을 가지는 ADSL망에서도 충분히 사용가능하다고 결론을 내렸다. 더욱이 업로드 전송 대역폭이 훨씬 더 넓은 VDSL의 경우는 만족할 만한 결과를 얻었다. 현재 ADSL과 VDSL, Cable Modem 통신망이 가정에 많이 보급되어 사용되고 있기 때문에 이러한 형태의 웹 기반 원격 진료 시스템이 가정으로 보급되어 사용할 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

본 연구에서 구현된 WEBRETA의 특징은 MPEG4 기반의 비디오 전송 시스템을 통하여 의료 영상을 전송하여 저속의 네트워크 환경에서 고화질의 영상을 전송하여 의료 영상 판독의 신뢰성을 높였다. 컴포넌트 형태로 제작된 비디오 전송 시스템과 원격화상회의 시스템을 통합하여 제공함으로써 원활한 진료를 위한 원격 진료 시스템의 모델을 제시하였으며 Web 기반 시스템이기 때문에 인터넷이 연결된 어느 곳에서나 사용가능하다. 마지막으로 다양한 의료 동영상 입력 인터페이스를 가지고 있기 때문에 병원에서 다양한 분야에서 사용하는 의료용 동영상 데이터를 다룰 수 있다.

본 연구에 대한 결론을 정리하면 다음과 같다.

1. 의료 동영상을 MPEG-4 비디오 포맷으로 압축할 경우 영상의 압축률과 프레임율이 의료 동영상의 임상적 판독 수준을 결정한다.
2. 통신망의 대역폭에 따라 전송되는 의료 동영상의 임상적 판독 수준이 달라진다.
4. 5Frame 이하의 프레임율을 가지는 MPEG-4 비디오 포맷의 영상은 품질이 저하되므로 의료용 영상으로 사용하기에는 부적절하다.
5. 의료 동영상의 객관적 평가 뿐만 아니라 주관적 평가도 임상적 판독 수준의 의료 동영상은 객관적인 영상 평가 뿐만 아니라 주관적 평가도 동시에 필요하다.

이러한 결론을 통해 전체적으로 WEBRETA의 전체적인 만족도는 우수한 것으로 평가되었고 WEBRETA를 통하여 전문의가 실시간으로 환자의 상태를 진단하는데 많은 도움을 줄 것이라 예상할 수 있다.

현재의 원격 진료 시스템은 유선망을 중심으로 구현되어 있다. PC를 중심으로 인터페이스가 되어 있어, 전원 및 네트워크 연결 등의 문제로 정해진 위치에서만 사용이 가능하다. 그러나 환자가 있는 송신부의 시스템은 환자 진료에 방해가 되지 않도록 이동이 자유로워야 하며, 최소한의 선들로 구성되어 이동에 불편을 주지 않아야 한다. 따라서 궁극적으로 시공간의 제약을 완전히 벗어난 원격 진료 서비스를 위해서는 유선망이 아닌 모바일(mobile)을 이용한 원격진료 시스템이 필요하다.

현재까지의 무선 데이터 서비스의 규격은 수백에서 2.4Mbps까지 가능한 것으로 되어있으나, 실제 사용되는 무선 장비들의 대역폭은 100Kbps 이내로 한정되어 유선망의 비해 매우 작은 상황이다. 그러나 차후에 무선 통신 장비들이 그 규격에 맞게 수 Mbps까지의 데이터 송수신이 가능해지면 무선 통신망을 통해 환자가 어느 곳에 있는가에 관계없이 고품질의 의료 서비스를 제공해 줄 수 있게 될 것이다.

Reference

1. Nihal Fatma Guler, and Eliff Derya Ubeyli "*Theory and Applications of Telemedicine*" The journal of Medical systems Vol 26. No3. pp199–220 June 2002.
2. Frederick B Rogers, Michael Ricci, Michael Caputo, Steven Shackford, Ken Sartorelli, Peter Callas, Jay Dewell, Suhail Daye "*The use of Telemedicine for Real–Time Video Consultation between Trauma Center and Community Hospital in a Rural Setting Improves Early Trauma Care: Preliminary Results*" The journal of TRUMA injury, Infection, and Critical Care pp1037–1041 No51 2001
3. Osman Ratib, Maggie Dahlbom, Jamie M. Zucek, Kinchi Kong, Michael McCoy, and Daniel J. Valentino "*Web–based Video for Real–time Monitoring of Radiological Procedures*", IEEE Trans on Information Technology in Biomedicine, Vol 4. No 2. pp.108–115, June 2000
4. Cynthia Lerouge, Monica J. Garfiled, and Alan R. Hevner, "Quality Attributes in Telemedicine Video Conferencing ", IEEE Proceedings of the 35th Hawaii International Confernece on System Science. 2002
5. Jing Bai, Younghong Zhang, and Bing Dai, "Design and Development of an Interactive Medical Teleconsultation Sysytem over the World Wide Web ", IEEE Trans on Information Technology in Biomedicine Vol 2. No 2. pp74–79 June 1998
6. Johannes N. stahl, Jianguo Zhan, Christian Zellner, Eugene V. Pomerantsev, Tony M. Chou, and H.K Huang "*Teleconferencing with Dynamic Medical Images*"IEEE Trans on Information Technology in Biomedicine Vol4. No 2. pp88–96 June 2000.

7. Hiroshi Takeda, Kotaro Minato, Takashi Takahashi *"High Quality Image Oriented Telemedicine with Multimedia Technology"* International Journal of Medical Informatics Vol55 pp23-31. 1999
8. Angelo S. Milazzo Jr, J, Rene Herlong, Jennifer S. Li, Stephen P. Senders, Mary Barrington, A. Resai Bengur *"Real-Time transmission of echocardiograms using a single ISDN Line"*, Computer and biology and Medicine CBM 388. pp1-10, 2001
9. P.K Klutke, J.G Gsstomzyk, P.Mattiolo, F.baruffaldi, A.Plasencea, C.Borrell, M.Pasarin, E.Di Crecenzo, E.Pipitone, M.G Strintzis and K-H Englmeier. *"Practical evaluation of standard-based low-cost video conferencing in telemedicine and epidemiological applications"*, Medical Information & The Internet in Medicine Vol.24. No 2. pp135-145, 1999
10. 영풍문고 *"MPEG-4의 세계"* 1997
11. Tom Armstrong *"ActiveX Controls Designing and Using"* Provisor Press 1997
12. David C. Yen, David C. Chou,, Jyun-Cheng Wang. "DSL: the promising standard for new Internet era" Computer standard & Interfaces 23 (2001) 29-37
13. Yuen-Wen Lee, Fauzi Kossentini, Rabab Ward, Mark Smith *"Towards MPEG-4: An Improved H.263-based Video Coder"* Signal Processing: Image Communication Vol 10 pp143-158. 1997

Abstract

Evaluation of Web based Real–Time Telemedicine Application using ActiveX Controls Technology for Medical Moving Picture Analysis

Telemedicine is described as combination of topics from the fields of telecommunication, medicine, and informatics and literally telemedicine means medicine at a distance.

In this study, we present a web based telemedicine real–time telemedicine application (WEBRETA) that was designed for patients who needs diagnosis on the Internet. The WEBRETA system is supporting transmitting of MPEG–4 video format (640 * 480) that was appropriate for Internet and designed with ActiveX technology that is also suitable for ADSL , VDSL and Cable Modem which are very popular communication networks in Korea. To improve the reliability and the usefulness of this prototype we involved the PSNR method and method of measuring subjective score from specialist. Furthermore, we will evaluate the WEBRETA with various communication network environment to improve how this system can contribute the diagnosis of patients and to analysis the needs of users on this application in hospitals.

Keywords: Telemedicine, Evaluation, ActiveX, MPEG–4, PSNR