

## 디지털 영상 전송 시스템을 이용한 원격진료

함, 준수

Departments of Internal Medicine, Hanyang University College of Medicine

清水, 周次

Department of Endoscopic Diagnostics and Therapeutics, Kyushu University Faculty of Medicine

中島, 直樹

Department of Endoscopic Diagnostics and Therapeutics, Kyushu University Faculty of Medicine

변, 태준

Departments of Internal Medicine, Hanyang University College of Medicine | Division of  
Electrical Engineering, Hanyang University College of Engineering

他

<https://hdl.handle.net/2324/8536>

---

出版情報 : 대한소화기학회지. 43, pp.370-375, 2004. 大韓消化器學會

バージョン :

権利関係 :

## 디지털 영상 전송 시스템을 이용한 원격진료

한양대학교 의과대학 내과학교실, 신경외과학교실\*, 외과학교실<sup>†</sup>, 비뇨기과학교실<sup>†</sup>,  
한양대학교 공과대학 전자공학과<sup>§</sup>, 일본 규슈대학 내시경과<sup>‡</sup>

함준수 · Shuji Shimizu<sup>||</sup> · Naoki Nakashima<sup>||</sup> · 변태준 · 이항락 · 최호순 · 고 옹\*  
이경근<sup>†</sup> · 김선일<sup>†</sup> · 김태은<sup>§</sup> · 윤지원<sup>§</sup> · 박용진<sup>§</sup>

### Telemedicine with Digital Video Transport System

Joon Soo Hahm, M.D., Shuji Shimizu, M.D.<sup>||</sup>, Naoki Nakashima, M.D.<sup>||</sup>, Tae Jun Byun, M.D.,  
Hang Lak Lee, M.D., Ho Soon Choi, M.D., Yong Ko, M.D.\*, Kyeong Geun Lee, M.D.<sup>†</sup>, Sun Il Kim<sup>‡</sup>,  
Tae Eun Kim<sup>§</sup>, Jiwon Yun<sup>§</sup>, and Yong Jin Park, Ph.D.<sup>§</sup>

Departments of Internal Medicine, Neurosurgery\*, General Surgery<sup>†</sup>, and Urology<sup>‡</sup>, Hanyang University College of Medicine, Seoul;  
Division of Electrical Engineering, Hanyang University College of Engineering<sup>§</sup>, Korea;  
Department of Endoscopic Diagnostics and Therapeutics, Kyushu University Faculty of Medicine<sup>||</sup>, Fukuoka, Japan

**Background/Aims:** The growth of technology based on internet protocol has affected on the informatics and automatic controls of medical fields. The aim of this study was to establish the telemedical educational system by developing the high quality image transfer using the DVTS (digital video transmission system) on the high-speed internet network. **Methods:** Using telemedicine, we were able to send surgical images not only to domestic areas but also to international area. Moreover, we could discuss the condition of surgical procedures in the operation room and seminar room. The Korean-Japan cable network (KJCN) was structured in the submarine between Busan and Fukuoka. On the other hand, the Korea advanced research network (KOREN) was used to connect between Busan and Seoul. To link the image between the Hanyang University Hospital in Seoul and Kyushu University Hospital in Japan, we started teleconference system and recorded image-streaming system with DVTS on the circumstance with IPv4 network. **Results:** Two operative cases were transmitted successfully. We could keep enough bandwidth of 60 Mbps for two-line transmission. The quality of transmitted moving image had no frame loss with the rate 30 per second. The sound was also clear and the time delay was less than 0.3 sec. **Conclusions:** Our study has demonstrated the feasibility of domestic and international telemedicine. We have established an international medical network with high-quality video transmission over internet protocol. It is easy to perform, reliable, and also economical. Thus, it will be a promising tool in remote medicine for worldwide telemedical communication in the future. (**Korean J Gastroenterol 2004;43:370-375**)

**Key Words:** Telemedicine; Digital video transmission system

접수: 2003년 11월 29일, 승인: 2004년 5월 25일  
연락처: 함준수, 471-701, 경기도 구리시 교문동 249-1  
한양대학교 의과대학 내과학교실  
Tel: (031) 560-2200, Fax: (031) 555-2998  
E-mail: hamjs@hanyang.ac.kr

\*본 논문은 정보통신부 산하 한국전산원 연구비의 지원하에 이루어 졌음.

Correspondence to: Joon Soo Hahm, M.D.  
Department of Internal Medicine, Hanyang University College of  
Medicine  
249-1 Gyeongmun-dong, Guri-si, Gyeonggi-do 471-701, Korea  
Tel: +82-31-560-2200, Fax: +82-31-555-2998  
E-mail: hamjs@hanyang.ac.kr

서 론

인터넷과 관련된 기술의 발달은 우리 생활 전 분야에 걸쳐 많은 기여를 하며, 특히 의료 분야의 정보화 및 자동화에 큰 영향을 끼쳐 의료 영상 및 각종 의료 정보를 초고속 네트워킹을 통해 전송할 수 있는 원격진료 시스템의 개발이 가능해졌다. 원격진료란 멀리 떨어진 상태에서의 의료 행위로<sup>1</sup> 이와 같은 원격의료 시스템에 대한 연구는 최근 활발히 이루어지고 있고 국내 병원간의 원격진료는 많은 성과가 있었다.<sup>2</sup> 또한 의사와 의과대학생들의 원격 교육에도 도움을 줄 수 있다. 그러나 현재 전송되고 이용되고 있는 동영상 화질은 의학적 목적에 사용하기에는 질적으로 다소 부족함이 있다. 따라서 정확한 진단을 하거나 인체를 상세히 인식하기 위해서는 고품질 화상 전송, 전송 지연 시간의 최소화, 음성이나 다양한 콘텐츠를 위한 다중 채널의 구비 등이 전제되어야 하며, 아직까지는 일반적이고 국제적인 기준이 부족한 상황이다. 이런 상황에서 2001년에 국제협력사업의 일환으로 한-일 케이블 네트워크(Korea-Japan cable network, KJCN)라 일컬어지는 한-일간 광대역 광케이블 시스템이 구축되었다(Fig. 1). KJCN의 연결 전에는 프레임 손실 없이 두 나라 사이에 고품질의 영상을 전송해 줄 만한 네트워크가 없었다.

따라서 본 연구에서는 초고속망에서의 DVTS (digital video transmission system; 디지털 영상 전송 시스템)을 이용하여 국내 및 국제적인 원격 화상 의료 교육을 실현하고 고품질 영상 처리 기술을 통해 원격진료의 새로운 비전을

제시하고자 연구를 시작하였다.

대상 및 방법

1. 네트워크 구성

본 프로젝트는 정보통신부 산하 한국전산원의 지원으로 구축된 KJCN, KOREN (Korea advanced research network)의 활용을 위해 현해/겐카이 프로젝트의 부프로젝트로 시작하였고 일본과의 네트워크를 위해 부산과 후쿠오카 사이 300 km에 KJCN 케이블을 해저에 설치하였다. 부산과 서울 한양대학교 간의 약 300 km 거리는 KOREN을 이용하여 연결하였다(Fig. 1). 수술실의 인원과 환경에 대한 전반적인 영상을 전송할 목적으로 digital camcorder, 수술대 전반에 대한 영상을 얻기 위해 아날로그 카메라, 영상 4분할기를 수술실과 세미나실에 설치하여 수술 현황을 세미나실에서 토의할 수 있도록 하였으며, 일본 후쿠오카의 큐슈대학병원과 네트워크를 연결하였다. 2003년 2월 12일 최초로 한양대학교 병원과 일본 큐슈대학병원 사이의 화상회의로 시작하였다.

2. 시스템 설계

본 연구에서 설계된 원격진료 시스템은 양방향 통신을 기본으로 하였다. 기존의 통신 시스템은 단순히 정보만을 주고 받을 수 있었으나 본 시스템에서는 단순 화상 교류뿐만 아니라 의료진간에 원활한 토의가 가능하게 하였다. 특히 한국과 일본과의 화상회의를 위해 각각 양국의 언어로 번역할 수 있도록 한국어-일본어 자동번역 시스템의 사용자 환경을 구축하였으며 환자의 보안 유지를 위하여 보안 프로그램(Focus system coporation, C4VPN Ver 3.0, Japan)을 도입하여 원격진료에 사용하였다.

3. 원격진료를 위한 영상 시스템

기존의 영상 시스템을 향상시키기 위해 본 연구에서는 디지털 비디오 화상을 구축하였으며 이 시스템은 디지털 비디오 카메라와 IEEE1394 인터페이스 환경이 구축된 개인용 컴퓨터로 구축하였다. 한양대학교 공과대학 네트워크 연구소에서 콘텐츠를 개발하여 병원과 연구소, 병원과 세미나실, 또는 병원과 병원 간의 화상회의에 이용하였다. 본 연구에서 사용된 KJCN은 광섬유를 통한 데이터 전송 방식으로 2 Gbps의 대역폭을 제공하며 한국의 부산과 일본의 후쿠오카 사이를 연결하였다.

서울 한양대학교병원과 일본 후쿠오카의 큐슈대학과 영상 연결을 위해 네트워크상의 IPv4 주소체계 기반 위에 양방향성을 갖춘 디지털 비디오 시스템으로 원격회의 시스템과 녹화된 영상 이미지 스트리밍을 시작하였다(Fig. 2).

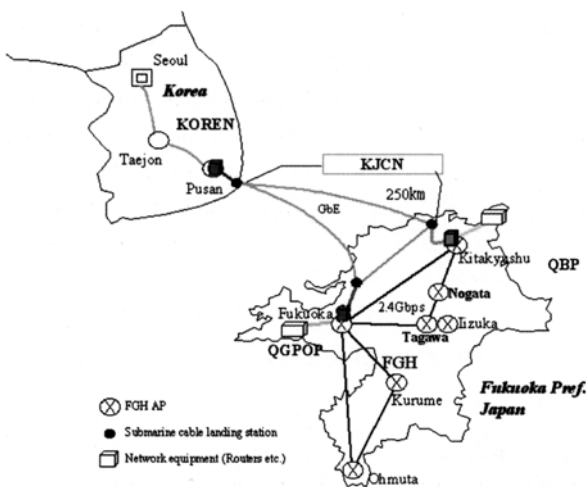
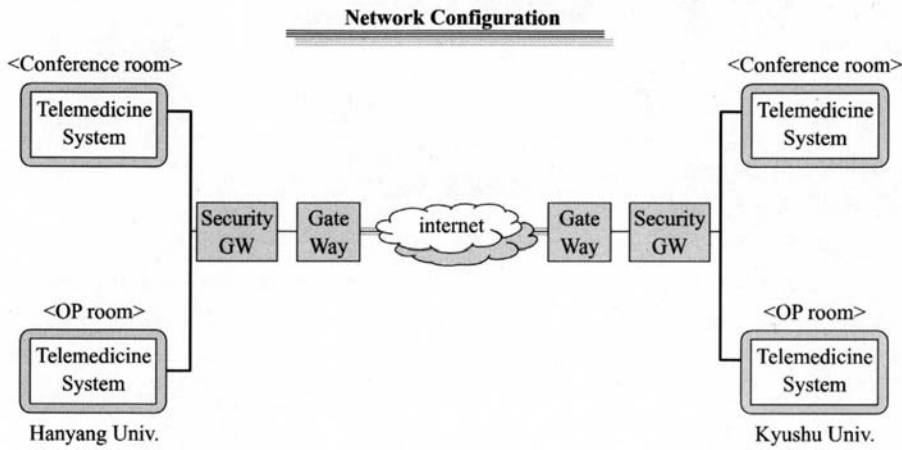


Fig. 1. Korea-Japan cable network configuration between the Hanyang University Hospital in Seoul and Kyushu University Hospital in Japan, Fukuoka. KOREN is used to connect between Busan and Seoul.



**Fig. 2.** Schematic network configuration between the Hanyang University Hospital in Seoul and Kyushu University Hospital in Japan, Fukuoka. GW, gateway.

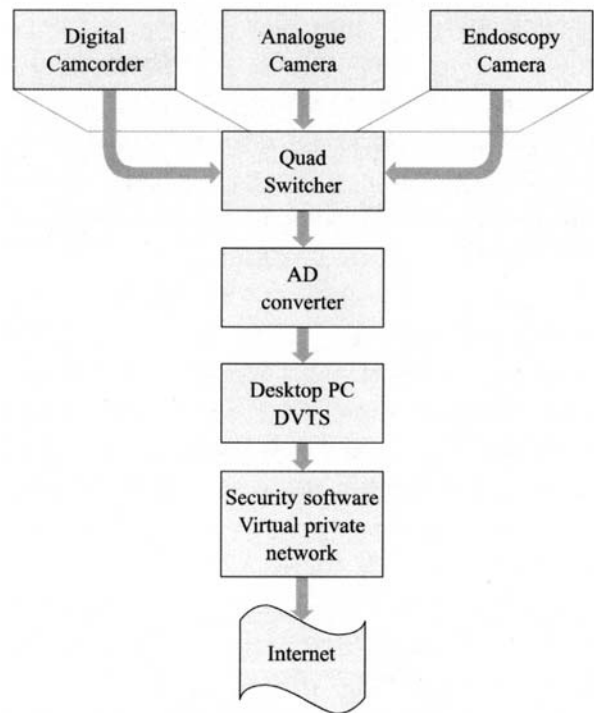
**결 과**

**1. 사전 실험**

한양대학교병원과 일본의 규슈대학 의학부간에 한일 간호사 교류 및 전송 실험을 시행하였다. 광대역 네트워크와 DVTS 시스템을 이용해 쌍방향 동영상을 실시간 전송하며 자체 구현한 강의 시스템과 한일, 일한 자동 번역 채팅 프로그램을 이용하여 의사 소통에 큰 문제 없이 각종 기자재 현황 등을 소개하고 서로 질문을 주고받으며 정보를 교환하였다. 또한 사전에 제작한 실제 내시경 수술 장면 영상을 전송함으로써 서로 의견을 제시하였다.

**2. 수술 실황 전송**

수술실에서 수술하는 장면을 실시간으로 세미나실로 전송하고 일본과의 수차례 사전 실험을 하였다. 전 의료진이 모인 가운데 수술실에서 실시간 수술 장면을 방영하고 의료진간 토의에 성공하였다. 수술의 녹화된 디지털 영상은 영상 합성 분배기, 디지털 변환기, DVTS와 보안 프로그램 및 가상 사선망(virtual private network, VPN)을 거쳐 실시간으로 일본 후쿠오카의 규슈대학병원으로 전송하였으며 (Fig. 3) 이 때 세미나실의 참여자 영상은 다른 경로를 통해 양방향으로 전송하였다. 한양대학교 세미나실에 한양대학교 의과대학 교수진 10여 명과 의과대학 학생들 30여 명이 참여했으며 수술은 오전 8시부터 10시까지 이루어졌고 수술실 현황을 세미나실로 전송해 의견을 공유하였다. 한편 의료진들은 각 회의에서 1~2시간 동안 외과적 과정에 대해 서로 토론했고 이미지의 질은 원본 디지털 영상과 비교하여 차이가 없었으며 일반 영상보다 뛰어났다. 수술시 해부 구조를 명확하게 인식할 수 있었고 그 과정도 또한 잘 이해할 수 있었으며 실시간 전송에 이용된 수술은 복강경 담낭



**Fig. 3.** Terminal system organization between the Hanyang University Hospital in Seoul and Kyushu University Hospital in Fukuoka, Japan. AD, analogue digital; DVTS, digital video transmission system.

제거술과 전립선제거술이었다(Fig. 4). 이와 같이 인터넷 프로토콜 기반의 DVTS를 이용한 동영상 전송은 성공리에 진행되었고 환자의 병력과 수술 전의 상태 또한 정지 화상으로 볼 수 있었다. 영상 전송은 30 Mbps의 전송 속도를 얻을 수 있었으며 느려짐 없이 매끄럽게 전송하였고 진행 과정 내내 음성 또한 거의 떨림이나 잡음 없이 명확하였다. 네트워크 양단 사이의 전송 지연 시간은 0.3 sec 미만이었다.



**Fig. 4.** (A) Screen image of laparoscopic prostatectomy, which shows a clear image of surgical view, (B) Operation room in Hanyang University Hospital, which shows a surgical team during laparoscopic prostatectomy, (C) Conference room in Hanyang University Hospital. Many medical staffs discussed about the surgery with Kyushu University Hospital staffs through DVTS, (D) Conference room in Kyushu University Hospital in Japan. Medical staffs also discussed about the surgical view from Korea.

**고 찰**

원격진료 서비스로 인한 효과는 첫째, 원격진료 및 상담이 가능하게 되어 장소에 구애받지 않는 의료 서비스를 할 수 있고 둘째, 원격 검사가 가능하게 되어 병원마다 고가의 장비를 갖추는 필요가 없어지고 병원간 환자 진료기록 공유가 가능하며 셋째, 원격 회의가 가능해 의사간의 의학 지식의 공유가 저렴한 비용으로 가능해져 의사와 의과대학생간의 원격 교육이 가능해진다. 그러나 의료 분야에 네트워킹을 실현하는 데 있어서는 여러 가지 조건들이 선행되어야 하며, 이 중 가장 중요한 것은 화상의 질이다. 예를 들면, 상부위장관내시경에서 조기 위암의 진단은 환자의 생존율에 많은 영향을 미치므로, 화상의 질이 떨어져 이런 조기 위암을 오진하게 된다면 큰 문제의 소지가 있고 그 외에 전송 속도, 음성 전달에서의 소음 등의 문제가 해결되어야 한다.<sup>3</sup>

이러한 문제들을 가지고 있는 의료 분야에서의 네트워킹을 실현하기 위해서 다양한 방식이 시도되었다. 첫째, ISDN (integrated services digital network) 즉 종합정보통신망은 아날로그 신호인 음성 전송을 위한 기존 전화선을 이용하여 음성 및 데이터 등 모든 통신 서비스를 통합하여 제공하기 위해 만들어 놓은 서비스망으로서 기존 전화선에 디지털 신호의 전송이 가능하다. 한 개의 전화회선을 이용

하여 64 Kbps (음성1회선급) 2회선과 16 Kbps (데이터급) 1회선을 동시에 제공할 수 있다. 지금까지는 여러 종류의 통신 서비스를 제공하려면 음성, 문자, 영상, 데이터 등을 송수신하는 방식이 제각기 다르기 때문에 각각 별도의 통신망이 필요했다. 그러나 ISDN은 서로 다른 형태의 정보를 모두 디지털로 변환하여 한 회선으로 전송할 수 있다. 이러한 장점에도 불구하고, ISDN의 최대 접속 가능 속도는 384 Kbps 정도이고 ISDN을 이용해 전송되는 영상의 질이 의료 분야에서 정확한 진단을 내리기에는 부족하기 때문에 내시경 화상의 전송을 위해 ISDN을 사용한 연구는 다소 미흡하다.<sup>4</sup> 둘째, ADSL (asymmetric digital subscriber line)은 비대칭 디지털 가입자망이라고 하는 것으로 전화국과 각 가정에 직접 1:1로 연결되며 전화국에서 사용자로 하향 데이터 전송은 최저 1.5 Mb 이상의 고속 데이터 통신이 가능하고, 반대로 사용자로부터 전화국까지의 상향 신호 전송은 느리다. 비대칭 디지털 가입자망의 장점은 전화선이나 전화기를 그대로 사용하면서도 고속 데이터 통신이 가능할 뿐만 아니라 한 전화선으로 일반 전화 통신과 데이터 통신을 모두 처리할 수 있다는 점이다. 기존 ISDN과의 차이점은 기존 2선식 아날로그 전화선에 음성과 고속의 데이터를 서로 다른 주파수로 보낸 후 저주파 대역의 음성은 기존의 전화기로 사용하고 고주파 대역의 데이터 정보는 ADSL 모뎀에서 수신하여 디지털 정보로 변환하여 개인용 컴퓨터에

서 사용한다. 그러나 ADSL이 8-12 Mbps의 속도를 제공하지만, 네트워크 사용이 좋아도 영상 스트림 데이터 양을 감소시키기 때문에 여전히 의료 분야의 원격진료에 활용하기에는 부적합하다.

원격진료에 있어 저속과 소음은 커다란 장애 요인인데 현재 네트워크 흐름에 의해 나타나는 이러한 문제점은 ADSL 사용시 빈번하게 발생할 수 있다. 해외로 연결되는 네트워크의 경우 이러한 장애 요인 때문에 동영상의 단절과 이미지가 왜곡되며 심하면 정보 손실, 이미지 정지, 전 영상 스트림을 할 수 없게 된다.<sup>5,6</sup> 정확한 내시경 소견을 전송해 진단하기 위해서는 40 Mbps 정도의 전송속도가 필요하다.<sup>7</sup>

그 외 네트워크에 있어 전송 부하를 줄일 수 있는 다양한 형식의 비디오 압축 기술이 발전해 왔다.<sup>8</sup> MPEG (moving picture expert group)은 동영상 압축 표준안으로 MPEG1 시스템은 CD-rom 등의 저장 미디어용을 전제로 표준화된 것이고, 이것을 기반으로 통신이나 방송에 응용하는 것까지를 고려한 것이 MPEG2 시스템이다. MPEG4는 약 64 Kbps 정도의 저속에서 고능률로 비디오와 오디오를 압축하는 부호화 방식이다. 일반적인 동영상 압축 표준인 MPEG1 또는 MPEG4의 대역폭은 1 Mbps 미만 정도로 작고 그 화상의 질은 의학적 용도로는 부적합하다.<sup>9</sup> 이상과 같은 다양한 방식들이 시도되었지만 아직까지 확실히 임상적으로 효과 있다고 증명되고 국제적 기준으로 채택된 방식은 없는 상황이다.

본 연구에서는 새롭고 매우 흥미로운 인터넷 기반의 비디오 전송 분야인 디지털 영상 전송 시스템을 시도하였고 여기에는 많은 이점들이 있다. 첫째, 의료 통신에 있어 가장 중요한 것은 전송된 영상이 정확히 원본과 동일한 질을 유지해야 하는데 디지털 영상 전송 시스템의 장점은 우선 원본과 전송된 영상 사이의 질적인 면에서의 차이가 거의 없다는 것과 음성데이터 또한 토론 내내 명확하게 전송된다는 것이다. 둘째, 디지털 영상 전송 시스템은 압축 알고리즘이나 번복조의 복잡한 과정을 필요로 하지 않기 때문에 그만큼 전송 시간 지연이 최소화된다. 셋째, 이 시스템은 단지 디지털 비디오 카메라와 IEEE1394 인터페이스 환경이 구축된 개인용 컴퓨터만으로도 구축할 수 있다. IEEE1394 인터페이스는 전송 속도가 매우 빠르며 모드에 따라 100 Mbps, 200 Mbps, 400 Mbps 등 세 가지의 속도를 낼 수 있다. 이런 속도는 디지털 오디오나 동화상 정보를 전송하기에는 무리가 없기 때문에 스캐너, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라 등과 같은 멀티 미디어 주변기기를 연결해 사용할 수 있고 쌍방향 통신이 뛰어나다. 본 연구에서 사용된 KJCN은 광섬유를 통한 데이터 전송 방식으로 2 Gbps의 대역폭을 제공하며 한국의 부산과 일본의 후쿠오카 사이를

연결하였다. 현재 프로젝트는 동일한 자원에 대한 경쟁적인 다른 프로젝트의 수평적 전송 데이터를 보호하면서 두 개의 영상 스트림에 대해 100 Mbps에 달하는 독보적인 자원을 확보하였고 두 나라 사이에 처음으로 두 개의 디지털 영상 DVTS 스트림을 이용한 고화질의 의료 동영상 전송이 실현되었다. 그러나 이러한 DVTS의 최대 단점은 한 채널당 30 Mbps 정도를 갖춘 광대역의 기반 설비가 필요하다는 점이고 아직 시험 단계이다.

최근 내시경을 이용한 진단과 치료의 영역은 많은 범주에서 수술적 치료를 대체하고 있다. 고화질의 on-line 시술이 가능해지면 신기술 습득을 위하여 외국과 다른 병원을 방문할 필요가 없고, 모든 곳에서 똑같은 시술을 시행할 필요가 없이 각 병원을 특성화시켜서 전국 각지 혹은 세계 각국의 전문가가 함께 참여하여 시술을 시행하므로 내시경 시술의 발전을 도모할 수 있을 것으로 기대한다. 또한 일반적인 수술과는 달리 내시경 시술과 치료는 각각 실제 상황에 따라서 수기가 달라질 수도 있으므로 경험이 많은 여러 내시경 의사가 함께 시술을 공유하면 훨씬 성적이 높아질 수 있다. 그러나 본 연구에서는 이 시스템에 대한 객관적인 분석이 이루어지지 못했다는 제한점이 있다.

결론적으로, 현재 국제적 기준이 없으며 임상적으로 입증된 원격진료 시스템이 없는 상황에서 디지털 영상 전송 시스템은 고화질의 동영상을 표준화하고 의료 통신을 하는데 있어서의 장벽을 제거하는 데 도움을 줄 것이다. 비록 시험 단계이지만 앞으로 국내뿐 아니라 전세계의 원격진료를 위한 네트워크의 매우 유용한 도구가 될 것이라고 생각한다.

## 요 약

**목적:** 인터넷에 기초한 기술의 발달이 사회 전 분야의 발전을 가능하게 하였으며 특히 의료 분야의 자동화와 정보화가 이루어졌다. 많은 임상 의사가 원격 교류를 통해서 원격진료가 가능하게 되었으나 아직은 많은 제한점이 있다. 이 연구의 목적은 디지털 영상 전송 시스템을 사용함으로써 고화질의 영상을 가능하게 해 결국 원격진료 교육에 도움을 주고자 시작하였다. **대상 및 방법:** 본 프로젝트는 정보통신부 산하 한국전산원의 지원으로 구축된 KJCN, KOREN (Korea advanced research network)의 활용을 위해 현해/젠카이 프로젝트의 부프로젝트로 시작되었다. 일본과의 네트워크를 위해 KJCN의 케이블을 부산과 후쿠오카 사이 300 km 거리의 해저에 설치하였으며, 부산과 서울 한양대학교 사이의 약 300 km 거리는 KOREN을 이용하여 연결하였다. 기본적인 장비를 수술실과 세미나실에 설치하여 수술 현황을 세미나실에서 토의할 수 있도록 하였으며, 일

본 후쿠오카의 큐슈대학병원과 네트워크를 연결하였다. 2003년 2월 12일 최초로 한양대학병원과 일본 큐슈대학병원간의 화상회의로 시작하였다. **결과:** 수술 영상을 전송하여 의료진들은 각 회의에서 한 시간 또는 두 시간 동안 외과적 과정에 대해 서로 토론했고 이미지의 질은 원본 디지털 영상과 비교하여 차이가 없었고 일반 영상보다 뛰어났다. 수술시 해부 구조를 명확하게 인식할 수 있었고 그 과정도 잘 이해할 수 있었으며 실시간 전송에 이용된 수술은 복강경 담낭제거술과 전립선제거술이었다.

이와 같이 인터넷 프로토콜 기반의 DVTS를 이용한 동영상의 전송은 성공리에 진행되었고 환자의 병력과 수술 전의 상태 또한 정지 화상으로 볼 수 있었다. **결론:** 본 연구는 인터넷을 통해 해외의 고화질의 영상 전송 시스템을 개발하였으며 이 시스템은 경제적이며 시행하기 쉬우므로 향후 원격진료에 유용한 방법이 될 것으로 생각한다.

**색인단어:** 원격진료, 디지털 영상 전송 시스템

### 참고문헌

1. Telemedicine: fad or future? Lancet 1995;345:73-74.
2. Broderick TJ, Harnett BM, Doarn CR, Rodas EB, Merrell RC. Real-time Internet connections: implications for surgical decision making in laparoscopy. Ann Surg 2001;234:165-171.
3. Heatley DJ, Bell GD. Telemedicine in gastrointestinal endoscopy. Endoscopy 2003;35:624-626.
4. Kim CY, Etemad B, Glenn TF, et al. Remote clinical assessment of gastrointestinal endoscopy (tele-endoscopy): an initial experience. Proc AMIA Symp 2000:423-427.
5. Broderick TJ, Harnett BM, Merriam NR, Kapoor V, Doarn CR, Merrell RC. Impact of varying transmission bandwidth on image quality. Telemed J E Health 2001;7:47-53.
6. Lemaire ED, Boudrias Y, Greene G. Technical evaluation of a low-bandwidth, internet-based system for teleconsultations. J Telemed Telecare 2000;6:163-167.
7. Rabenstein T, Maiss J, Naegele-Jackson S, et al. Tele-endoscopy: influence of data compression, bandwidth and simulated impairments on the usability of real-time digital video endoscopy transmissions for medical diagnoses. Endoscopy 2002;34:703-710.
8. Kim CY. Compression of color medical images in gastrointestinal endoscopy: a review. Medinfo 1998;9:1046-1050.
9. Boudier T, Shotton DM. Video on the internet: an introduction to the digital encoding, compression, and transmission of moving image data. J Struct Biol 1999; 125:133-155.