

디지털 내시경 데이터 management system의 개발

송철규, 이상민, 이영목, 김원기
삼성생명과학연구소 임상공학센터

Development of Digital Endoscopic Data Management System

C. G. Song, S. M. Lee, Y. M. Lee, and W. K. Kim
Biomedical Engineering Center, Samsung Biomedical Research Institute

Abstract

Endoscopy has become a crucial diagnostic and therapeutic procedure in clinical areas. Over the past three years, we have developed a computerized system to record and store clinical data pertaining to endoscopic surgery of laparoscopic cholecystectomy, peviscopic endometriosis, and surgical arthroscopy.

In this study, we are developed computer system, which is composed of frame grabber, sound board, VCR control board, LAN card and EDMS(endoscopic data management software). Also, computer system has controled over peripheral instruments as a color video printer, video cassette recorder, and endoscopic input/output signals(image and doctor's speech). Also, we are developed one body system of camera control unit including an endoscopic miniature camera and light source.

Our system offer unsurpassed image quality in terms of resolution and color fidelity. Digital endoscopic data management system is based on open architecture and a set of widely available industry standards, namely: windows 3.1 as a operating system, TCP/IP as a network protocol and a time sequence based database that handles both an image and doctor's speech synchronized with endoscopic image.

I. 서론

현대 내시경 기술의 기원은 1805년 Bozzini[1]가 방광의 결석을 관찰하기 위해 램프, mirror, 그리고 candle로 구성된 원시적인 방광경(cyctoscope)을 고안한 이후로 Desormeaux, Sein[2] 등의 노력에 힘입어 내시경 광학계, 내시경 수술기구 및 인체삽입 probe의 발전을 거듭해 왔다. 1983년 Welch-Allyn사에서 초소형 CCD chip이 내장된 내시경 endoscopy의 개발은 내시경 기술 발전에 대전환점이 되었다. 미국의 경우 10여년 전부터 산부인과 복강경 수술(laparoscopic surgery)에 응용되도 있으며, 내

시경 수술의 장점은 기존 수술과 달리 약 1cm 부위만 절제함으로 환자의 입원 및 회복기간이 단축되고, 미용효과의 장점이 있다.

본 연구에서는 기존 아날로그 방식 시스템을 디지털 방식으로 개선하기 위해 내시경 수술영상 및 의사의 음성코멘트를 실시간 압축,저장,재생 및 신호 변환을 처리하고, 수술시 의료진이 신속, 편리하게 주변장치인 VCR과 칼라 비디오 프린터 제어를 할 수 있도록 하는 내시경 데이터 management 시스템을 제안하였다.

II. 시스템의 하드웨어 구성도

본 연구에서 구현된 전체시스템의 하드웨어 구성도는 그림 1과 같으며 기존 시스템에 추가로 개발된 부분은 다음과 같다. 첫째, 시술중의 중요한 이미지와 그 이미지에 대한 집도의사의 음성 메시지를 실시간 압축저장, 재생할 수가 있도록 설계하고, 둘째, 수술영상을 필름보관 대신 디지털화함으로써 데이터의 저장 보관을 광디스크(640MB, 3.5"disk)와 CD-R에 담았고, 진단시 저장된 데이터의 on-line networking이 가능하도록하였다. 셋째, PC base로 주변장치를 제어할 수 있도록 제어보드와 인터페이스부를 개발하였다.

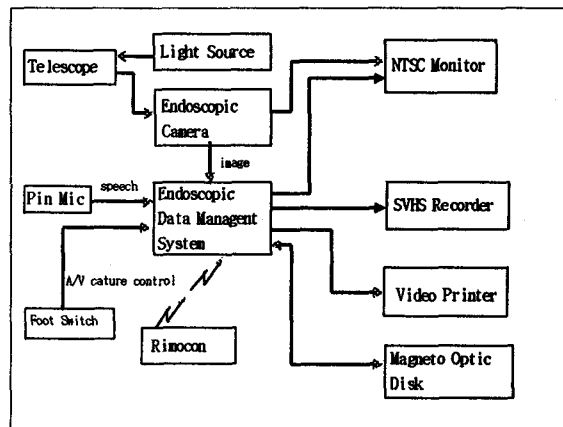


그림 1 전체 시스템의 하드웨어 구성도

III. 내시경 데이터 Management 시스템

내시경 데이터 management system의 전체적인 구조와 데이터 흐름도는 그림 2와 같이 구성되어 있고, 크게 첫째, 입력데이터인 영상,음성, 그리고 환자 데이터 처리부와 둘째, 주변기기 인터페이스부로 이루어지며 이들의 제어는 data manager에서 실행이 된다.

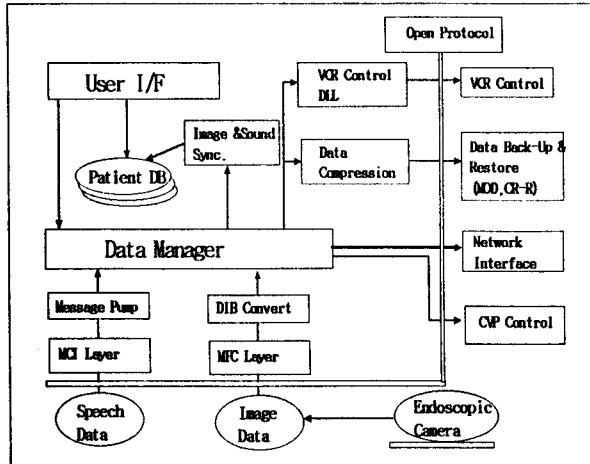


그림 2 소프트웨어 구성 및 데이터 흐름도

프로그램을 개발하는 데 있어 본 시스템이 여러 하드웨어를 동작시키는 관계로 각각의 하드웨어를 지원하는 library가 필요하게 되었고 그 내용은 다음과 같다.

- 1) MMDK(microsoft multimedia development kit)
- 2) SDK(software development kit)
- 3) MFC(microsoft foundation class)
- 4) Targa+ Tool Kit
- 5) VFWDK(video for windows development kit)

1. 초기화면 및 menu 구성도

내시경 데이터 management system의 초기화면은 그림 3과 같이 시술,진단,환경 그리고 종료 모드로 구성이 된다.

시술모드는 수술사 사용되며 true color의 내시경 동화상을 디스플레이 하며 임상적으로 중요한 image capture와 집도의사의 음성 comment는 이 모드에서 foot 스위치 제어에 의해 이루어진다. 입력되는 내시경 영상신호는 RGB와 SVHS로서 TGA 포맷 [3](640*480 해상도의 24 bit color)으로 디지털이징 되고 음성신호는 16 bit의 데이터로서 11.025KHz의 sampling rate를 갖는 WAV파일 형태를 갖는다. 데이터 저장은 풋스위치에서 enable신호가 들어올 때마다 영상은 00000000.TGA에서 부터, 그리고 음성은 00000000.WAV에서 부터 시작하여 파일 이름이 순차적으로 증가하며 ID를 주소로 저장된다. 이와 함께 시술모드에서는 VCR 녹화시작,종료의 제어 및 비디오 프린터로의 hard copy를 처리하게 된다.

진단모드는 내시경 수술 DB를 재생하는 부분이다. 수술장 환경에서 컴퓨터 시스템이 갖추어야 하는 필수적인 요구사항은 ①작동이 편리성, ② 고속처

리, ③ 입력의 최소화, ④ 신속한 데이터 저장과 출력, ⑤시스템의 신뢰성, ⑥진료를 위한 데이터의 활용성을 우선적으로 고려해야 한다. 본 연구에서는

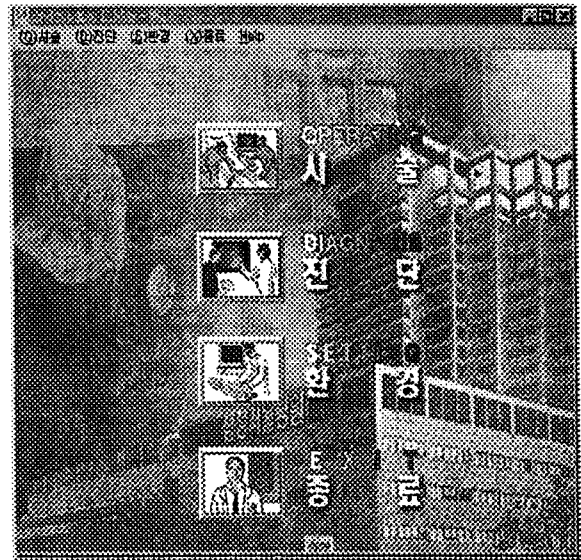


그림 3 내시경 데이터 처리 system의 초기화면

상기와 같은 요구사항과 ASGE(american society for gastrointestinal endoscopy)[4]가 제안한 수술 report를 기반으로 하는 문진정보와 더불어 디지털 수술영상 그리고 영상과 동기된 집도의사의 음성 데이터를 포괄적으로 저장하고 재생시 효율을 고려한 계층적 database를 구현하였고 그 DB의 내용은 환

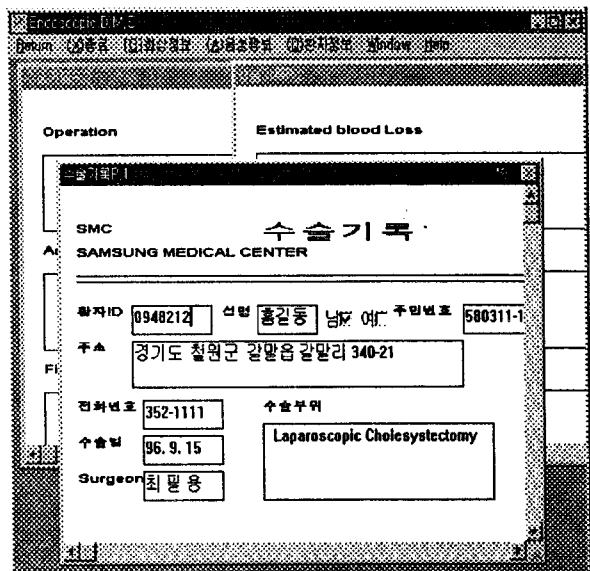


그림 4 환자 문진정보 DB

자 초진기록(I,II,III)과 환자 재진기록(I,II,III)으로 구분하였고 환자문진 데이터와 초진기록,재진기록의 입력저장 및 재생은 그림 4에서와 같이 구현하였다.

환경모드에서는 데이터 back-up과 restore, VCR 녹화설정 setting을 하게된다. data back-up설정으로 프로그램 시작 또는 종료후 현재 하드 디스크의 남은용량을 체크하고, 디렉토리를 선택하여 back-up할

주변장치인 MOD로 back-up을 실행시켜 준다. 이때 백업의 진행과정을 알 수 있도록 퍼센트와 bar 막대표시 기능을 추가하였다.

2. 수술영상과 집도의 음성 capture

수술영상을 capture할 때 집도의사의 음성메세지를 동기시키기 위해 본 프로그램에서는 foot 스위치로 capture할 때 저장할 수술영상의 화일명과 음성메세지의 파일명을 동일하게 하여 저장하도록 함으로서 사용자가 수술영상을 메뉴에서 retrieve하면 수술영상의 display뿐 아니라 그 상황의 음성메세지도 play되도록 하였다. 이와 같은 내용의 제어는 수술장에서의 환경을 고려하여 foot 스위치를 이용하였고, windows의 MCI(multimedia control interface) 명령으로 처리 하였다.

3. VCR Ccontroller

내시경 데이터 management 시스템에서 VCR을 콘트롤 하기위해서 본 연구에서는 PC의 ISA 버스 slot에 설치될 수 있도록 VCR용 remote-controller 칩을 탑재한 보드를 설계하였다. 따라서 VCR 인터페이스 보드의 적외선 구동출력을 유선으로 VCR에 근접시킨후, 종단에 적외선 LED를 달아 VCR의 remote-controller수신부에 밀착시켜 사용하도록 하였다. 또 설계된 remote contro 신호발생 카드를 drive할 DLL(Dynamic Link Library)를 작성하여 프로그래밍하였다.

VCR 제어방법은 1) remote-controller를 이용한 캡처로서 키보드 대신 리모콘을 사용하여 시술시에 캡처를 사용할 수 있다. 리모콘의 '3'키를 누르면 캡처가 시작되고 space bar를 누르면 캡처동작을 멈춘다. 이는 키보드에서도 같은 키를 쓰게 되어있다. 2) 메뉴기능으로 본 프로그램에서 VCR을 직접 play, stop, review, ff 등 콘트롤 할 수 있다. 시술화면으로 들어가면 메뉴에 forward, stop, rew, play, record의 메뉴가 있는데 직접 마우스로 제어가 되도록 하였다.

IV. 고찰

환자 DB의 내용은 초진기록, 수술기록 등의 문진정보와 병리 데이터들에 대한 문서화일, 그리고 수술시 저장된 영상, 음성화일들로 구성을 하였다. 또한 저장된 데이터를 주변기기로 자동적인 입,출력을 하기 위해 PC의 메뉴환경에서 수술시 신속한 조작이나 정확한 데이터 보관이 되도록 하였다.

기존 시스템에서는 수술화면 출력을 위한 프린터 제어, 수술부위 촬영, 그리고 VCR 녹화를 위한 제어를 각각의 제어장치를 이용하므로 불편함이 있고 주변기기의 setting도 각각 해야하므로 본 개발된 내시경 시스템에서는 사용자의 편리성과 통합성을 고려 각 주변장치의 제어와 setting을 foot 스위치와 리모콘으로 할 수 있도록 하였다.

각각의 주변기기들을 통합하여 전체시스템을 구성하므로 전체적인 전기안전도 문제 해결이 필수적이다. 본 연구에서는 접지누설전류, 환자누설전류 그리고 새시 누설전류문제를 해결하기 위해 IEC[7],

VDE규격의 집적된 Troidal 방식의 분리변압기 전원부 회로를 개발하여 전기안전도 문제를 해결하였다. 전기안전도 측정기(Dynatec Nevada 234A)로 시스템의 정상상태(NC)와 단일고장장치(SFC)상태에서 측정된 결과 접지누설전류는 측정된 결과 각각 허용규격 이내인 0.4 mA와 0.75 mA였고 새시누설전류와 환자누설전류는 각각 0.1 mA와 0.5 mA로 허용치 내의 값을 나타냈다.

V. 결론

본 연구를 수행하여 이루어진 결과는 다음과 같다. 첫째, 기존 내시경 시스템의 구성 이외에 내시경 데이터 management system을 개발, Integration 함으로서 시술 중에 중요한 영상을 실시간으로 압축, 저장,재생할 수가 있으며 각 주변장치들을 PC에서 제어할 수 있도록 하였다.

둘째, 수술영상을 필름보관 대신 digitizing하게 됨으로 온라인 네트워크 가능하도록 시스템 구성을 했다. 따라서 의료진이 신속, 편리하게 통합된 환자의 문진정보와 영상정보 DB를 검색, 재생 그리고 편집이 간편하도록 하였다.

셋째, 환자정보와 내시경 데이터를 진단 및 교육 자료로 활용할 수 있도록 CD-R과 MOD등 다양한 저장매체의 이용이 가능하도록 했고, 곧바로 표준 슬라이드를 만들 수 있도록 지원된다.

넷째, 주변장치들을 integration하는 데 따른 전기안전 문제를 IEC와 VDE규격으로 설계하여 electrical safty문제를 해결하였다.

앞으로 지속적인 임상적용을 바탕으로 시스템을 업그레이드하며 고해상도 동화상 내시경시스템의 연구와 병행할 것이다. 향후 연구계획은 no goggle 방식의 3D 내시경 수술시스템 개발과 아울러 MPP(massive parallel processing)방식의 디지털 동화상 비디오망 구축에 관한 연구가 필요할 것이다.

본 시스템은 여러차례의 동물실험을 통해 수술 환경에서의 문제점을 검토 보완하였고 본 시스템을 적용하여 현재 삼성 의료원의 각과에서 임상적용이 진행되고 있다.

[참고문헌]

[1] C.J.Davis, "A History of Endoscopic Surgery," Surgical Laparoscopy and Endoscopy, Vol.2, No.1, pp.16-23,1992
 [2] A.T.R. Axon, G.M. Sobala, "Computers in Endoscopy-Scientific Aspect and Research," Endoscopy, Vol.24, No.2, pp.532-533, 1992
 [3] C.Pino, J.Soaers, J.Baptista, R.Abreu, "A Computerized System for Recording Data in Gastrointestinal Endoscopy," Endoscopy, Vol.24, No.2, pp.461-466, 1992
 [4] Cote RA and col., "Progress in medical information management. SNO-MED, J. Am. Med. Ass. Vol.243, pp.756-762
 [5] 의료용 전기기기 안전규칙(IEC 601-1), 한국기계연구소, 1981