

디지털 영상 뇌파계 편집 시스템 개발

김새별 · 이소진 · 김주한* · 이용희** · 김인영 · 김선일

한양대학교 의과대학 의공학교실, *한양대학교 의과대학 신경과, **한라대학교 전기 전자 컴퓨터 공학부
(2000년 1월 7일 접수, 2000년 12월 22일 채택)

Development of Digital Video-EEG Editing System

S.Y. Kim, S.J. Lee, J.H. Kim*, Y.H. Lee**, I.Y. Kim, S.I. Kim

Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

*Department of Neurology, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

**Institute of Technology, Halla University, Kangwon-do, Korea

(Received January 7, 2000. Accepted December 22, 2000)

요약 : 본 연구에서는 디지털 영상 뇌파계(digital video electroencephalogram, Digital VEEG)에서 비디오 영상과 뇌전도 파형의 동기화된 편집 시스템을 구성한다.

이 시스템은 기존 아날로그 영상 뇌파계(analog video electroencephalogram)의 동기화 문제와 디지털 영상 시스템에서의 영상편집 문제를 해결하기 위하여 MPEG-I(이하 MPEG) 고압축 기술을 이용한 MPEG 인코딩 보드(encoding board)와 MPEG 편집 엔진(editing engine)을 각각 사용하였다.

시스템은 디지털 영상뇌파계모듈과 디지털 편집 모듈로 구성되며, 뇌전도모듈에서는 환자에게 연결된 전극을 통해 들어온 뇌파를 생체신호증폭기를 이용하여 증폭한 후 AD 보드(analog to digital board)를 이용 디지털화한다. 디지털 카메라로 촬영된 환자영상의 아날로그 영상신호(NTSC 신호)는 MPEG 인코딩 보드를 이용하여 고압축 디지털화한다. 이후 디지털화된 뇌전도신호와 MPEG 형식의 영상을 시간 동기화하여 두 개의 모니터에 각각보여준다. 편집 모듈에서는 영상신호와 뇌파신호를 어느 부분이든 간단한 조작으로 오려 붙이기(cut and paste) 기능을 이용할 수 있다. 본 시스템은 사용된 데이터 모두 디지털 기술을 이용하여 영상과 뇌파신호의 정확한 동기화 및 각각의 데이터의 오려 붙이기 기능을 가능케 하였으며, 이는 환자의 데이터를 관리 및 보관하는데 있어, 임상자에게 의미 있는 자료만을 모아서 효율적으로 관리할 수 있게 해준다. 이와 같은 장점을 갖는 디지털 영상뇌파계 편집시스템을 구현하였다.

Abstract : We present a full digital video Electroencephalogram(EEG) editing system which synchronizes the video and EEG signals and displays two data on the different monitor and has a editing module for the signals. The video EEG(VEEG) system using patient's video images is important in the diagnosis of brain functional disorder. Also this system stores all data on the extra capacity digital media such as optical disc simultaneously. In this system, video images from video camera are encoded to the MPEG-I structure data. The video and EEG signals are synchronized by calculating video recording time from the recording information and sampling frequency of the recorded EEG signal. The editing module has cut and paste function for the clinician's convenience to get meaningful informations.

This system allows us to maximize EEG diagnostic information and to reduce storage space, costs and time consuming compared with other conventional methods.

Key words : Electroencephalogram, Editing, Synchronization, MPEG-I, Video monitoring

서론

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(98-0403-16-01-3)지원으로 수행되었음

통신저자 : 김인영, (133-606) 서울특별시 성동구 성동우체국 사서함 55
한양대학교 의과대학 의공학교실
Tel. (02)2291-1713, Fax. (02)2296-5943
E-mail. iykim@bme.hanyang.ac.kr

영상 뇌파계시스템은 환자의 뇌파 측정시 뇌파신호와 더불어 폐쇄회로TV(CCTV)나 비디오 카메라와 같은 장비를 이용하여 환자의 영상을 함께 기록 및 검토하는 시스템을 말한다. 뇌파계 분야는 지난 10여 년간 급격한 발전을 보여주고 있는

데, 뇌파계는 기본적으로 환자질병에 대한 인과관계를 진단하는 과정에 이용되며, 현재는 컴퓨터에 연결되어 신경계 기능의 진단에도 이용되고 있다. 뇌파계의 주 이용분야는 간질환자의 진단으로, 우리나라 전체 인구의 약 0.8%가 간질을 가지고 있다[1].

아날로그 뇌파계를 기본으로 하여 디지털 뇌파계의 개발이 이루어졌으며, 디지털 저장매체의 이용과 필터링, 감도 변경 및 몽타주 재구성(montage reformatting) 등의 디지털 신호처리 기능의 추가로 뇌파에 대한 정보의 극대화를 이루었다[2]. 이후에 디지털 뇌파계에 비디오 영상장치를 부착한 영상뇌파계는 뇌파신호와 동기화된 영상을 통해 간질수술을 요하는 환자를 오랜 시간동안(보통 일주일) 감시하여 간질발생위치에 대한 위치확인, 간질장애와 유사발작, 빈혈, 졸도, 심장부정맥장애, 기타 행동장애와 같은 비간질장애를 구분하는데 이용된다[2-3].

수면다원검사(polysomnography)를 측정하여, 환자의 렘수면(REM-sleep)의 특성 파악, 레록스가스타우트 증후군(Lennox-Gastaut syndrome)에서의 다중발작형태와 비간질 정형장애를 구분할 수 있다. 또한 발작성 미소(ictal smile)와 같이 특정부위의 발작과 같은 특징을 이용하여, 환자영상에서 이러한 특징적 증상이 발생할 때 진단자료로 활용가능하다[4-5].

자다 숨이 막혀 일어나는 증상(choking awakenings), 낮시간에 지나친 졸리움 증상(daytime sleepiness), 자는 동안의 비정상 행동(abnormal motor activity)과 같은 증상은 수면중 무호흡증(sleep apnea)과 야간전두엽간질(nocturnal frontal lobe epilepsy)에서 공통적으로 보여지는 증상이기 때문에 이의 구별을 위해서는, 24시간 영상뇌파계 측정이 필수적이다[6]. 이외에 이러한 증상들을 모아서 영상신호를 분석하는 방법에 대한 논문도 나오고 있다[7].

현재 영상뇌파계는 아날로그 비디오와 디지털 뇌파계 사용이 주류를 이루고 있다. 그러나 아날로그 영상과 디지털 뇌파신호와와의 시간동기화가 문제시 되고 있다. 이에 대한 해결책으로 시간 코드 발생기(time code generator)를 디지털 뇌파계와 비디오 사이에 연결하여 시간을 맞추는 방법으로 시간코드에 맞게 어느 정도의 동기화를 이루었으나 원하는 부분을 탐색할 때 비디오 테입을 수동으로 맞추어야 하며, 긴 시간을 검색할 경우 많은 시간이 소요된다. 또한 정밀한 동기화도 이루어지지 않는다. 이러한 문제를 해결한 것이 혼합영상법이다. 혼합영상법은 비디오 테입에 영상과 뇌전도신호를 동시에 녹화하는 것으로 정확한 동기는 이를 수 있으나 이 방법 역시 비디오 테입이라는 매체에서 오는 시간지체를 감수해야만 한다. 또한, 비디오플레이어의 성능에 따라 해상도가 많이 달라지는 단점이 있다. 이상과 같은 방법으로는 두 가지 저장매체를 쓰면서 오는 동기화문제는 완전히 해결되지는 않았다. 그외에도 측정 매체의 부피가 환자의 수에 따라 기하급수적으로 증가하여, 매체의 저장공간 및 유지비용이 문제가 된다.

본 연구에서는 디지털 매체와 MPEG시스템을 이용 디지털 영상 뇌파계 시스템을 구성하고, MPEG 영상과 뇌파 신호간의 동기문제를 해결하였으며, 디지털 비디오 시스템의 문제인 저장용량의 대형화를 영상편집시스템을 통하여 줄이면서 이를 통

해, 임상의학에 의미 있는 자료만을 추려낼 수 있게 하였다.

디지털 뇌파계

1. 디지털 뇌파계의 장점

디지털 방식의 발달로 응급실, 중환자실, 수술실에서 모든 장비들이 디지털화하고 있으며, 뇌파계 분야에서도 기존의 종이에 그려지는 아날로그 뇌파계에서 컴퓨터 모니터상에 보여지는 디지털 뇌파계로 발전을 하였다. 또한 연구소와 상업적 회사들에서 나온 많은 디지털 뇌파계 시스템간에 상호 데이터 교환을 위한 신경생리학 분야 기록에 대한 하드웨어 및 소프트웨어에 대한 표준이 미국 시험 및 재료협회(American Society for Testing and Materials, ASTM)에 의해 제정되었다[8].

디지털 뇌파계의 가장 큰 장점으로서는 몽타주 재구성을 통해 신호해석에 적절한 몽타주를 선택할 수 있다는 것이다[9]. 이외에 필터링, 이득(gain), 감도(sensitivity), 차트속도(chart speed) 같은 파라미터들을 변환하여 뇌파 파형을 보다 해석하기 쉽게 해주는 기능들이 있다. 이외에 기능적 분석을 위한 분광분석, 분광경계 주파수(spectral edge frequency, SEF), 쌍극자 지도화(dipole mapping), 토포그래픽매핑(topographic mapping)과 같은 분석방법을 이용하여 뇌전도 파형의 여러 가지 파라미터들을 추출해 낼 수 있다[10].

2. 영상 뇌파계

영상뇌파계는 특별한 목적을 가지고 환자영상과 뇌전도를 같이 기록하는 것으로 뇌전도 파형상의 특이점을 비디오 테입상의 환자의 모습과 함께 비교하며 진단할 수 있게 도와주는 시스템이다. 영상뇌파계의 기능인 정지화면, 슬로우 모션, 반복 재생을 통해, 일반적인 간호사나 가족에 의한 환자상태에 대한 소견보다 더 정확한 진단을 할 수 있게 해준다. 환자의 영상은 폐쇄회로티브이나 비디오 카메라를 이용하여, 주로 얼굴표정이나 사지의 움직임을 뇌파와 함께 기록하며, 보통 증상에 따라 카메라 하나만으로 측정하나, 경우에 따라서는 상반신과 몸 전체를 두 개의 카메라로 찍기도 한다.

디지털 영상뇌파계 구성

1. 디지털 영상뇌파계 시스템의 구성

디지털 영상뇌파계 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 기존의 아날로그 비디오 부분을 디지털화하였으며, 디지털화된 뇌파와 디지털 비디오영상은 동시에 단일 매체인 하드디스크에 저장하게 된다. 개발 시스템은 디지털 뇌파계부와 디지털 영상부로 나누었으며, 각 부분별 구성은 다음과 같다

1) 디지털 뇌파계부

그림 1. 의 왼쪽 부분이 디지털 뇌파계부로, 32채널 전극을 환자에게 연결하고, 뇌파전용 생체신호 증폭기(biopotential amplifier, Harmonie Multim Electromed Inc)를 이용하여, 두피

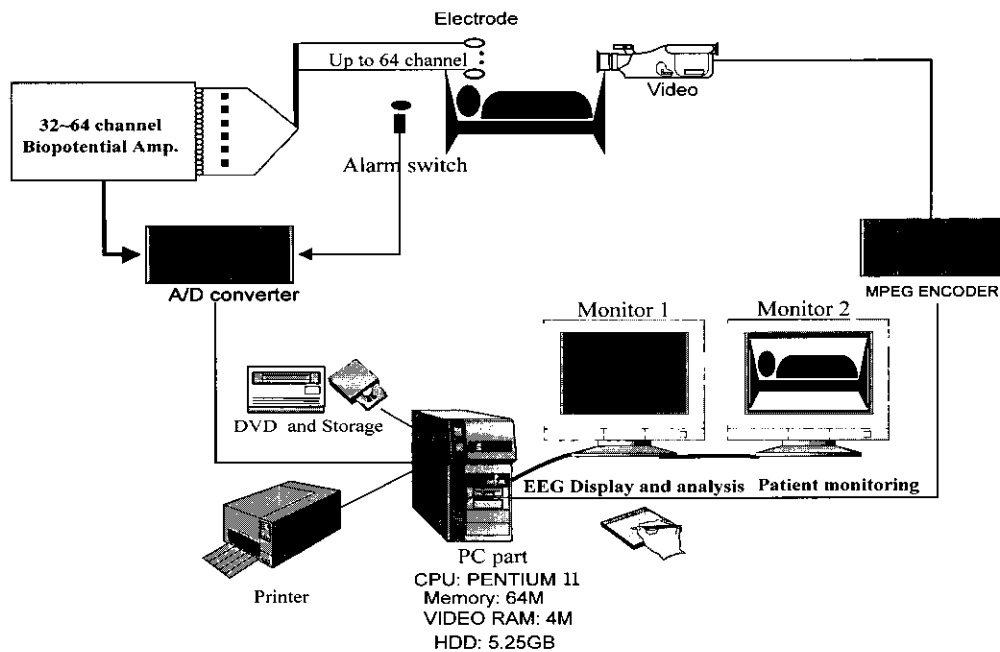


그림 1. 디지털 영상뇌파계 시스템 구성도
 Fig. 1. Block diagram of a digital video EEG system

에서 나오는 미세 신호(5-300 μV)를 1차 증폭한다. 증폭된 신호를 디지털화하기 위하여 AD 보드(Data Translation DT3003)를 사용하였으며, 신호의 입력범위는 -2.5~+2.5V이며, 해상도 12비트, 샘플링주파수 256Hz로 신호를 디지털화하였다. 증폭 변조된 뇌파신호는 1차적으로 컴퓨터의 램(RAM)에 저장된후 1초 단위로 대용량 하드디스크에 저장하며, 동시에 제 1 모니터에 1280×1024 해상도로 표시한다. 백업 저장할 자료의 경우 4.6GByte 광디스크에 저장하게 된다. 디지털 뇌파계는 모니터라는 장비에서 오는 해상도의 한계가 생기는데, 이를 개선하기 위해 특정부분만 고해상도 프린트를 이용한다. 본 시스템에서는 600dpi의 레이저 프린터를 이용하였다. A3 사이즈를 쓸 수 있는 레이저의 프린터의 경우 아날로그 뇌파계와 같은 해상도의 출력물을 얻을 수 있다.

2) 디지털 영상부

그림 1. 에서 오른쪽 부분이 디지털 영상부로, 환자 두부 영역을 디지털카메라(CCD Camera, Toshiba, Inc. IK-M28AV)로 촬영하였다. 촬영된 엔티에스씨(NTSC)방식의 영상신호는 MPEG 인코딩 보드(encoding board, Vitec Multimedia Inc, RT-5)를 이용하여, MPEG 파일 포맷으로 압축 저장한다. 프레임당 16비트/트루컬러/352×240 해상도로 캡처하며, MPEG의 P 프레임은 1초당 8프레임 이상으로 설정한다. 압축되어진 영상은 PC의 대용량 하드디스크에 뇌파신호와 동일한 파일 이름으로 저장되어지며, 이는 데이터관리를 쉽게 하기 위함이다. 저장과 동시에 압축된 영상은 제 2모니터에 800×600 해상도로 보여지며, 간단한 파일 및 시간정보가 표시된다. 다시 보여 줄 때는 저장된 영상파일을 마이크로소프트에서 제공되는 액티브무비(Microsoft Active Movie)라는 소프트웨어 MPEG 드

라이버를 이용하여 재생되어지게 된다. MPEG 인코더보드만 사용하므로, MPEG 디코딩 보드(decoding board)의 사용으로 추가되는 비용을 절감하였다.

2. 영상뇌파계 편집 시스템

영상뇌파계 편집 시스템의 구성은 다음 그림 2.와 같다. 주 프로그램에서 환자영상과 뇌파신호를 제어하며, 편집시 선택된 영역의 시간정보를 편집모듈에 보내게 되며, 이 시간정보를 갖고 MPEG 편집엔진(editing engine, Vitec Multi.)과 뇌전도 편집 모듈(EEG signal editing module)에서 각각의 데이터를 편집(cut, copy, paste)하여 새로운 파일을 생성하게 된다. 생성된 파일은 바로 저장되거나 주프로그램에서 제어를 받게된다.

3. 영상뇌파계 데이터베이스 시스템

영상뇌파계 데이터 베이스 시스템의 구성은 다음 그림 3.와 같다. 데이터베이스 프로그램에서 환자의 정보는 HL7규격으로 구성을 하였으며, 이러한 데이터를 저장 및 다시보기 프로그램과 상호 변경 및 저장을 할 수 있다. 생체신호전반에 관한 규격인 HL7은 향후 병원전산망 연동시 별도의 변환 프로그램 없이 자료교환이 가능하다. 편집 기능과 더불어 데이터베이스 기능을 두어 많은 환자의 데이터 관리도 효율적으로 할수 있게 하였다.

디지털 영상뇌파계에서의 각종 데이터 처리

1. 영상뇌파계에서의 데이터 동기화

디지털 영상뇌파계에서 영상화면과 뇌전도파형과의 시간 동

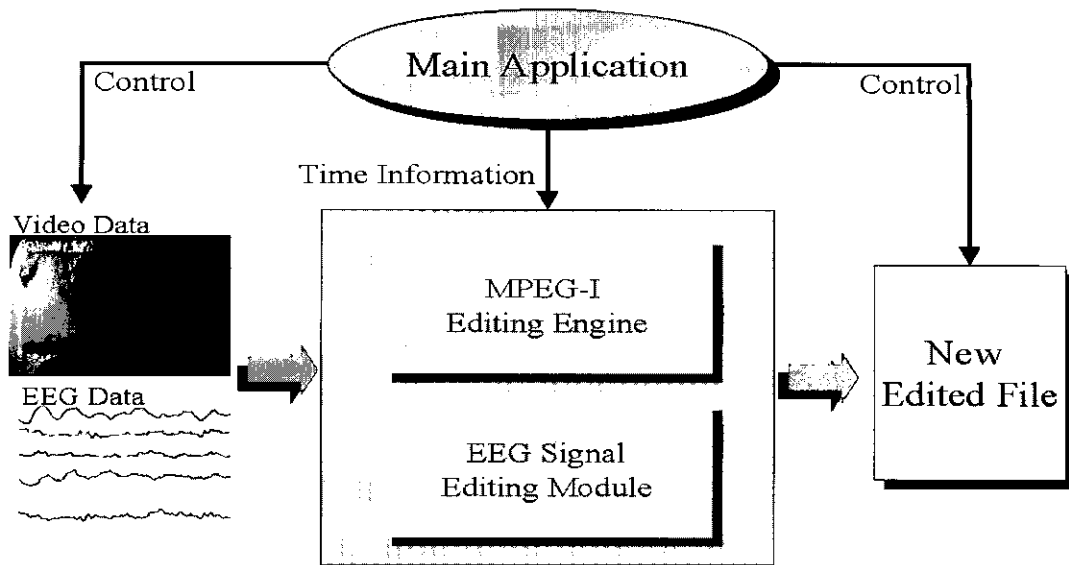


그림 2. 영상뇌파계 편집 시스템 구성도
 Fig. 2. Block diagram of a digital video EEG editing system

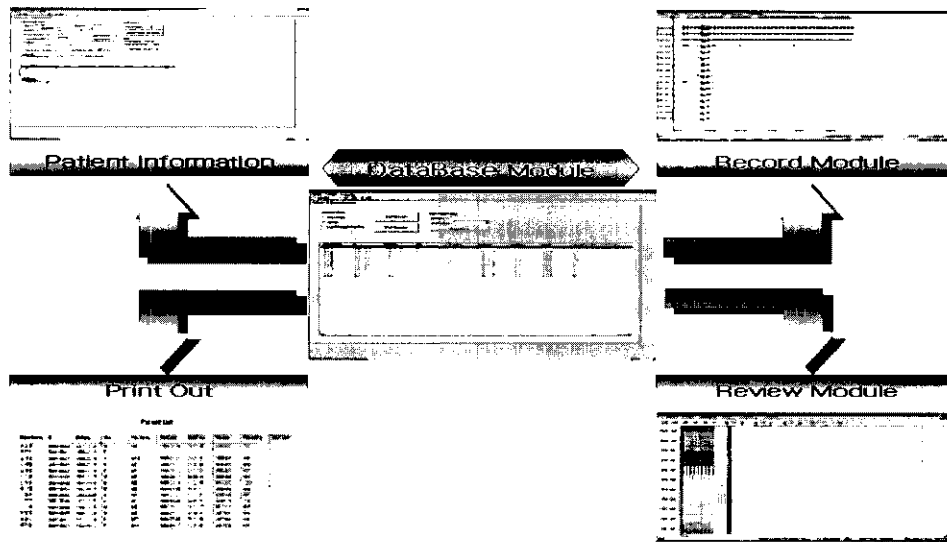


그림 3. 영상뇌파계 데이터베이스 시스템 구성도
 Fig. 3. Block diagram of a digital video EEG Database system

기화를 하기 위해서 뇌파와 표시시간을 중심으로 비디오화면을 제 2모니터에 보여주는 방식을 택하는데, 이러한 시간 동기화를 위한 방법으로 윈도우 95의 MCI(multimedia control interface)를 이용하였다. 마이크로소프트 윈도우 95에서는 프로그래머들이 자신의 의도에 맞는 프로그램을 짜는데 도움을 주기 위한 API(application programming interface)를 제공하는데, 그 중에서 멀티미디어 부분의 프로그래밍을 위한 인터페이스가 MCI이다.

1) 영상제어 저장모드

그림 5. 는 레코드모드에서의 순서도로서 MCI_OPEN에서 MPEG 장비를 활성화시키고, 뇌전도기록의 시작과 동시에 환

자영상 레코드를 시작하여, 환자의 움직임이나 기타 이유로 뇌전도기록을 정지할 때 자동으로 포즈상태로 되었다가 기록재개와 함께 MPEG영상도 기록을 재개하게 설계되었다. 물론 뇌전도기록이 끝남과 동시에 MPEG 영상 기록도 정지하게 된다.

2) 영상제어 다시보기 모드

그림 6.은 기록되어져있는 뇌전도 파형을 다시 리뷰 시에 환자영상의 처리 순서도이다. 다시보기모드는 기본적인 플레이 모드, 한프레임씩 검색하는 스텝모드(step mode), 원하는 프레임으로 바로 가는 씨크모드(seek modc)가 있다. 플레이모드에서는 시간순서대로 뇌전도파형을 재생과 동시에 환자영상을 재생하게 되며, 스텝모드에서는 한프레임씩 보여주게 되며, 이때

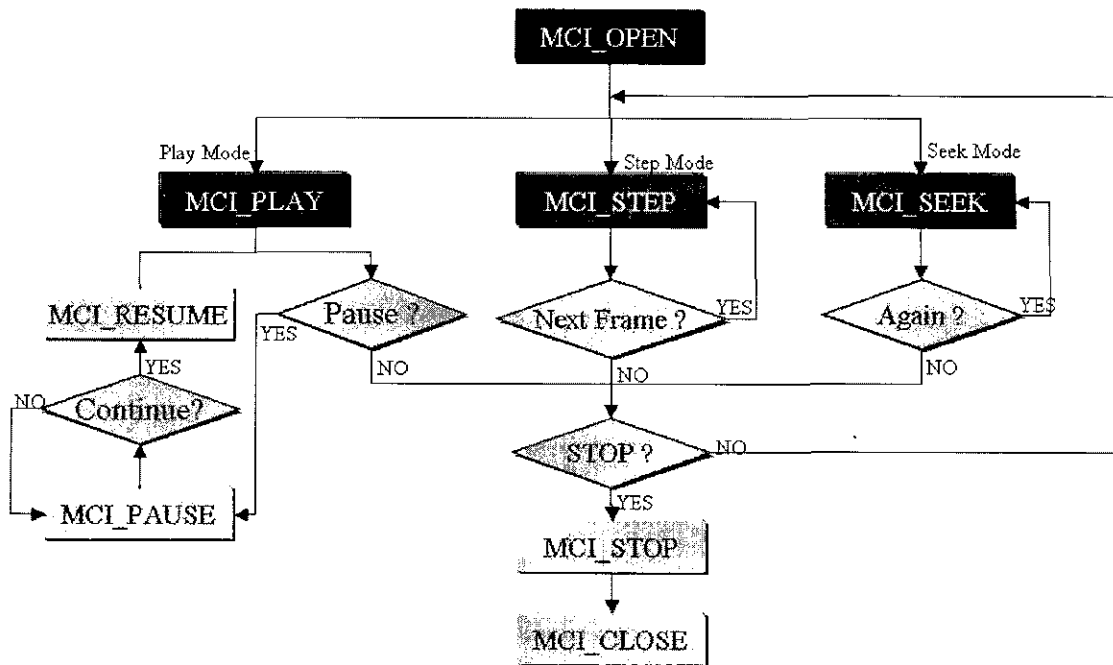


그림 6. MCI 다시보기 모드 순서도
 Fig. 6. MCI Review Mode Flow Chart

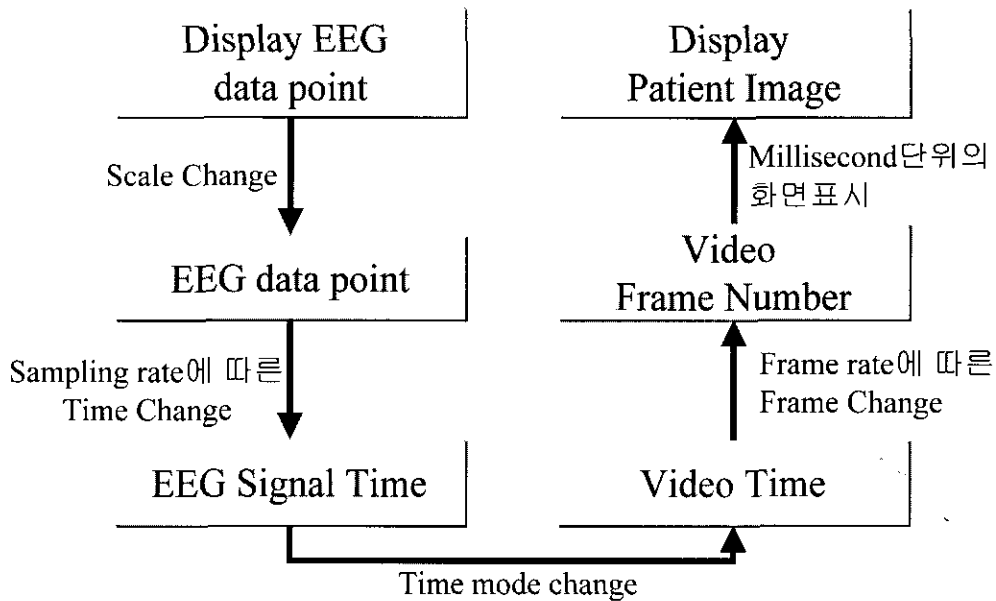


그림 7. 영상뇌파계 시스템 프레임 동기 순서도
 Fig. 7. Frame synchronization flow chart for VEEG system

시간단위 및 진폭단위 요소를 통해 적당한 해상도를 사용자가 만들어서 볼 수 있도록 본 프로그램을 구성하였다. 그러므로 파형 위치는 화면해상도(예: 1280x1024)와 시간단위 및 진폭단위에 따라서 실제 파일상에서의 파형 위치와 틀리게 된다. 이에 화면상의 위치에서 파일상의 위치를 찾기 위하여 시간스케일 정보와 현재 시작점의 파일 위치 정보를 이용 실제 파일상

의 데이터 위치로 변환 한다. 그 후 데이터 위치에서 샘플링주파수(256Hz)를 이용하여, 현재 데이터 위치에서의 시간정보를 구해낸다. 다음 과정으로 비디오 프레임(video frame) 처리할 수 있는 시간단위(1000분의 1초 단위)로 전환하기 위하여 실수인 시간정보에 1000배를 한 후 소수점 이하 버림을 하게 되는데, 이는 MFC 프로그램에서 정수 1000을 1초로 인식하는

것에 대한 변환이다. 마지막으로 영상 프레임 레이트(video frame rate, 30 frame/sec)를 이용, 30분의 1초 단위의 프레임을 찾아(이때 영상 프레임 레이트로 나누어서 나오는 소수부분은 반올림을 하게 된다. 그러므로 이 부분에서 최대 60분의 1초의 오차가 더 존재할 수 있게 된다) 제 2모니터에 표시함으로써 영상과 뇌전도의 동기화를 이룩하였다. 프레임 동기화를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$FrameNumber = \frac{DisplayPosition \times TimeScale \times 1000}{SamplingRate(Sample/sec) \times FrameRate(frame/sec)}$$

2. 영상뇌파계에서의 데이터 편집

영상뇌파계시스템에서 비디오 데이터와 뇌파파형 데이터는 우선적으로 하드디스크에 저장을 하게되는데 1시간당 각각 약 600Mbyte와 30Mbyte 정도의 용량이 필요하게 된다. 이 중 임상자에게 필요한 정보는 얼마되지 않는다. 본 시스템에서는 특정 위치에 이벤트 표시를 하고, 이벤트 리스트를 통한, 바로 가기 기능을 지원하였으나, 하드디스크의 낭비는 개선이 되지 않아 직접적으로 데이터를 편집하는 기능을 추가하였다. 비디오의 경우 비텍사의 전용 MPEG편집 개발자툴(SDK:software develope kits)인 MPEG 편집엔진을 이용하고, 뇌파파형은 자체 편집모듈을 사용하여 원하는 정보만을 편집한다. 편집시에

기준이 되는 정보는 공통적으로 시간 데이터를 이용하며, 동시에 양쪽 데이터 모두를 편집하게 된다.

그림 8은 영상뇌파계에서의 데이터 편집 순서도이다. 편집은 양쪽 데이터 모두에서 할 수 있으므로 편집모듈은 두 가지로 나누어지게 된다. 두 부분에서 각각 시간 데이터를 추출한 후 다른 모듈로 시간 정보를 전송하여 동시에 편집이 가능하게 한다. 뇌파 데이터의 편집은 표시화면상에서의 데이터 영역을 마우스를 가지고 끌어놓기(drag and drop) 방식으로 화면영역을 지정하게 되면, 지정된 영역이 반전되어 표시가 되며, 편집할 영역 여러 개를 한번에 지정할 수 있다. 이때 화면 위치에서 실제 파형의 위치를 찾게된다.(4.1.절) 편집영역의 시작점과 끝점으로 이루어지는 위치정보의 배열을 형성하게 되며 배열의 추가/삭제시마다 시간순서대로 정렬을 하게 구성하였다. 부분저장 명령을 사용자가 하게 되는 경우에만 뇌전도의 편집이 완료가 되는데, 이때 위치정보의 배열을 시간정보의 배열로 전환하여 비디오편집모듈로 정보를 전송하고 반대의 경우에는 편집할 시간의 배열을 비디오모듈로부터 받은 후 위치정보의 배열로 전환하게 된다. 뇌파데이터는 각 배열의 시작부분에서 끝부분까지를 모 파일에서 읽어서 새로운 파일에 시간순서대로 저장을 하는 방식으로 편집을 마무리한다. 영상 데이터의 편집을 환자영상 뷰어(viewer)에서 하게되는데(그림 11.), 비디오화면 밑에 전체 조절 스크롤 바 및 미세조절인 1초 단위와 10분의 1초 단위의 스크롤 바를 이용하여 비디오데이터의 편집영역을 구성하게 된다. 구성된 편집영역은 환자영상 옆

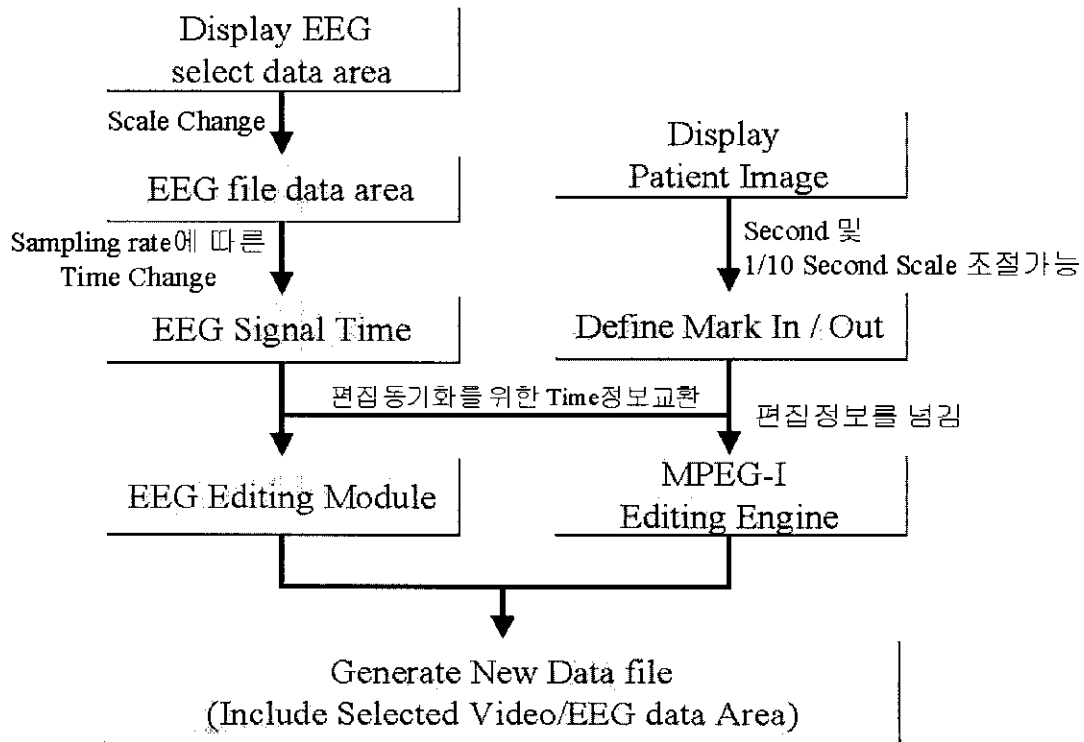


그림 8. 영상뇌파계 에디팅 시스템에서의 데이터편집 순서도
Fig. 8. Data editing flow chart for 영상뇌파계 Editing system

의 편집 창에 마크인/아웃 정보를 표시를 하여 주며, 시간정보의 배열을 MPEG 편집엔진 및 뇌파편집모듈로보낸다. 영상 편집엔진은 모영상데이터에서 시간영역 만큼을 순서대로 읽어서 새 파일에 저장을 하게 되며 이때 모데이터의 시간 정보는 없어지게 된다. 이를 보완하기 위하여 모데이터의 시간정보는 뇌파파형 편집모듈에서 저장하게 된다. MPEG 편집엔진은 영상 편집만을 위한 비텍사의 모듈로서 개발자가 영상의 시간정보만 모듈로 넘겨주면 자체 제어를 통하여, 각각의 비디오 영상을 IEEE 표준 영상데이터 포맷으로 저장하여 준다.

3. 영상뇌파계에서의 극파검출 모듈

영상뇌파계상에서 편집 및 진단을 효율적으로 이용하기 위하여, 기본적인 극파검출 모듈을 개발하였다. 극파검출을 하고 검출된 부분으로 이동을 가능하게 하였다. 극파검출 알고리즘은 모방 알고리즘과 전문가시스템 규칙을 적용하였으며, 상용 시스템의 검출율인 70%정도의 성능을 보이기에 는 알고리즘과 규칙이 부족하므로, 대신 검출 문턱치를 낮추어 이상 소견인 부분을 표시하여 임상가의 진단 보조자료로 쓰이게 하였다.

그림 9.에서 오른쪽부분은 극파검출 알고리즘이다. 첫째, 메디안 필터를 이용하여 필터링을 합니다. 이때 윈도우사이즈는 21포인트로 하였다. 둘째, 필터링된 뇌전도의 파라미터를 검출하기 위하여, 파형을 간략화 한다. 우선 파형을 따라가면서 진폭의 증가 혹은 감소가 연속된 부분을 모아서 세그먼트(segment)를 구성합니다. 각각의 세그먼트들에서 시퀀스(sequence)로 재구성하게 되는데, 현재 세그먼트에서 다음 세그먼트가 증감 방향이 틀리고 크기(euclidean distance)가 크다면 현재까지의 세그먼트를 하나의 시퀀스로 규정하고 새로운 시퀀스의 시작으로 정의합니다. 이외의 경우 간격이 30msec이상인 세그먼트나 상대진폭(relative amplitude)이 2이상인 경우 이외에는 모두 현재의 세그먼트에 합하여 진행을 한다. 셋째, 간략화된 뇌전도에서 파라미터를 추출합니다. 파형에서 앞선 5초간의 평균 진폭과 현 시퀀스의 진폭과의 비율인 상대진폭, 날카로움

(sharpness : 현 시퀀스와 다음 시퀀스와의 2계 도함수), 간격(duration : 현 시퀀스와 다음 시퀀스의 간격), 유사간격(pseudo duration : 시퀀스의 시작점에서 다음 시퀀스 간격의 반인 지점을 지나는 직선이 다음 시퀀스의 진폭과 같아지는 점까지의 간격) 등의 파라미터 값을 구한다

이렇게 구하여진 파라미터들을 이용하여 뇌전도 극파를 검출하는데, 검출에 쓰인 문턱치 값은 닥터 J.Gotman에 의하여 제안된 극파의 형태학적(morphology)특성을 이용한 검출방법인 모방법(mimetic method)의 수치를 이용하였으며, 일부 검출하는데 있어 현재 수집된 데이터와 틀리는 부분을 수정하여 적용하였습니다. 이후 전문가 시스템을 적용하여, 잘못검출된 부분을 제거하여 검출 비율을 향상시켰습니다

실험 결과

1. 영상뇌파계 편집시스템 구현

그림 10.에서 보는 것과 같이 두 대의 모니터와 한 대의 팬티엄 피씨로 구성된 디지털 영상뇌전도 편집 시스템을 구현하였다. 첫번째 디지털 카메라를 통해서 들어오는 영상신호와 뇌파를 각각의 모니터에 보여지게 된다. 각 그림에서 보여지는 소프트웨어는 윈도우 95 및 98에서 작동되며 윈도우 NT에서는 작동 하지 않는다. 비디오 카드는 영상의 원활한 표시를 위하여 최소 32Mbyte의 램을 장착한 카드여야 하며, 모니터의 경우 1280x1024이상의 해상도를 요구하므로 17인치 이상의 모니터가 있어야 답답함을 느끼지 않았다. 프린터는 A3까지 인쇄할 수 있는 레이저프린터이면 아나로그 뇌파계와 같은 해상도의 파형을 얻을 수 있다. 그림 11.은 영상뇌파계 편집시스템의 프로그램 실행화면이다. 동기화는 뇌파파형이 보여지는 제1모니터의 가운데 윗 부분에 역삼각형 모양의 마크를 하고, 그 시간에 맞는 영상화면이 제2 모니터에 보여지게 된다. 이 제2 모니터의 영상화면에는 기본적인 시간정보가 표시되어 현재 뇌파파형과 환자 영상이 동기화되어 있음을 보여준다.

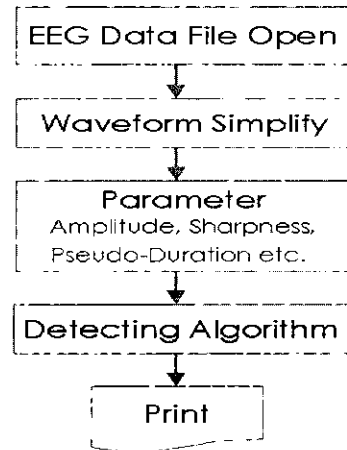
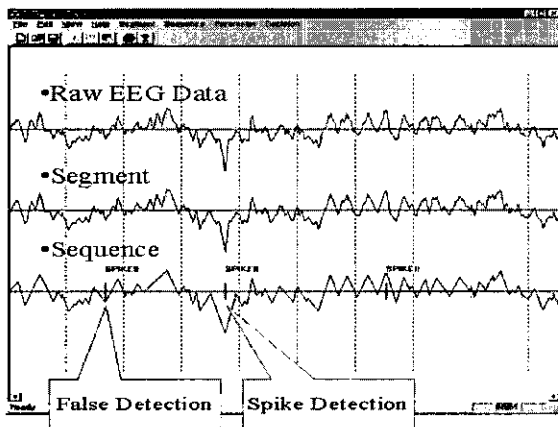


그림 9. 영상뇌파계 에디팅 시스템에서의 극파검출 순서도 및 화면구성
 Fig. 9. Spike detection flow chart and display for Spike detection system implementation

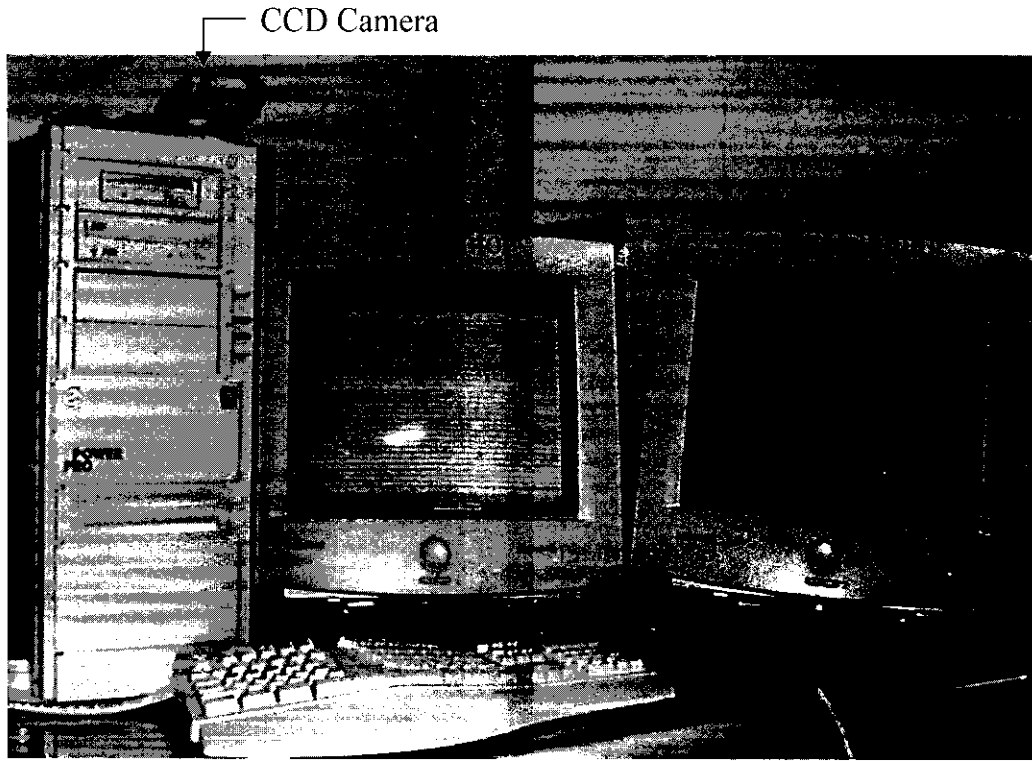


그림 10. 디지털 영상뇌전도편집 시스템 구현
 Fig. 10. A composure of digital video EEG editing system

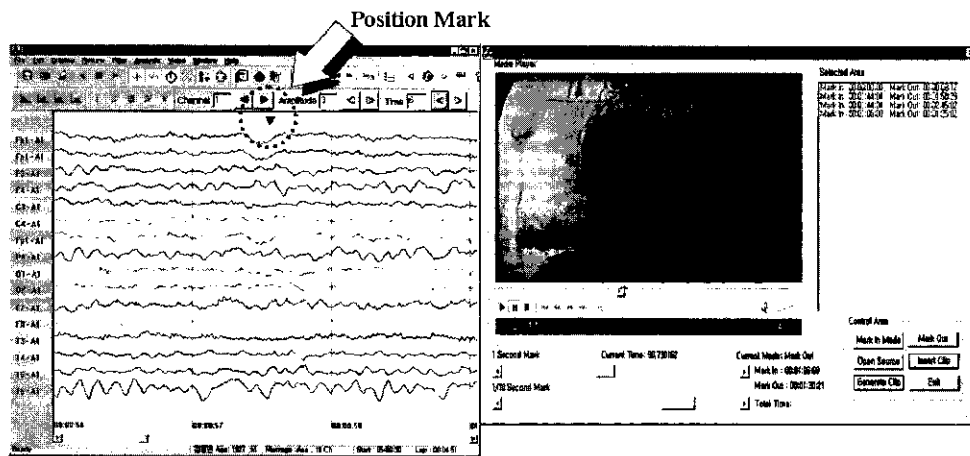


그림 11. 영상뇌파계 편집 시스템 메인 프로그램 화면
 Fig. 11. VEEG editing main program

2. 영상뇌파계 편집시스템 프로그램 기능별 구성

영상뇌파계프로그램은 기본적으로 비디오 동기화 모드를 3가지로 나누어 지원을 한다. 첫 번째 스크롤 바, 미세버튼 이동, 페이지 이동 같은 모든 뇌파파형 변화에 맞추어서 영상을 동기시켜주는 기본 동기화 모드, 두 번째 원하는 특이 파형에서의 영상을 보여주는 포지션 모드, 세 번째 기존의 비디오 플

레이어를 이용한 뇌파계과 같이 단독으로 영상화면만 탐색 및 플레이가 가능케 하는 단독 비디오 모드가 있다. 문제점으로는 엔티에씨방식의 프레임레이트와 MPEG파일 재생 방식과 오차가 있다. 프레임 단위의 탐색에서는 오차가 0.033초이며, 연속재생시 전진시에는 0.033초, 후진시에는 0.125초의 오차가 생긴다.

영상뇌파계 편집시스템에서는 2가지 모드로 나누어진다. 첫째, 뇌파파형상에서 원하는 부분의 영역을 지정하여 영상부분

까지 편집되는 부분선택(select Area) 모드이고, 둘째, 환자영상 중 원하는 부분을 선택하여 영상클립(image clip)을 구성하고 영상클립의 시간정보를 이용 뇌파신호 편집을 해주는 마크 인아웃(mark in/out) 모드이다. 역시 엔터에서 프레임레이트가 0.033초이므로, 뇌파신호 샘플링레이트인 0.004초와는 차이가 있으므로 최대 약 0.016초의 편집오차가 생길 수 있다.

이외에 자체적으로 데이터베이스 시스템을 구성하여(그림 3. 참조) 편집한 영상 및 파형과 더불어 환자들의 데이터 관리를 더욱 효율적으로 하게 하였다. 또한 기본적인 극과검출 모듈을 개발하여, 환자진단 및 편집시 편리를 도모하였다.

결 론

본 연구에서는 디지털 뇌파신호와 디지털 비디오 영상신호의 완전 동기화를 이룩한 디지털 영상뇌파계 시스템 및 편집 모듈을 완성하였다. 본 시스템은 대용량 저장매체(하드디스크)의 사용으로 한 개의 매체에 영상 및 뇌파의 두 가지 신호를 저장하여 저장공간을 축소하였으며, 편집모듈을 통하여 임상적 의의를 갖는 데이터만 관리할 수 있어 보다 많은 환자 데이터 베이스를 구축할 수 있게 하였다. 기존의 아날로그 비디오 부분의 완전한 디지털화를 통하여 탐색시 원하는 환자영상을 찾는 데 소요되는 시간을 대폭 줄였으며, 정확한 진단을 위하여 필수적인 뇌파파형과의 동기문제를 해결하였다. MCI를 이용한 동기화 방법은 기존의 MPEG보드의 업그레이드시 단순한 소프트웨어의 변경으로 업그레이드된 보드를 사용가능하게 해준다. 이는 임상활용에 따른 시스템의 구성시 가격조건에 영향을 적게 미칠 수 있는 이점이 있다.

본 시스템에서는 편집모듈의 개발로 불필요한 디지털 데이터들을 제거할 수 있었으며, 아날로그 비디오의 편집 시스템보다 우수한 디지털 편집기술을 사용하여 편리하게 데이터를 편집하여 임상과의 진단에 도움이 되는 자료만을 모아서 저장할 수 있게 해주었다. 이때 기본적인 극과검출 시스템을 도입하여, 육안으로 찾는 부분의 노력을 줄일 수 있었다. 이러한 디지털 영상뇌파계 편집시스템은 실제 임상에서 임상과의 많은 노고를 줄여줄 수 있을 것이다. 그러나 전진재생(forward play)을 가정으로 압축된 MPEG파일을 사용하므로 후진재생(backward play)시 일반 비디오플레이어 정도의 프레임 수를 만들 수 없다. 현재 환자영상에서 보다 많은 정보를 얻기 위해, HDTV급의 화질을 가지는 MPEG-II 방식의 시스템을 개발중이며, MPEG영상 프레임에서 진단에 필요한 정보를 얻는 알고리즘을 연구하고 있다.

참 고 문 헌

1. 대한신경과학회 자료
2. Q. Delores, "Common applications of electrophysiology

(EEG) in the past and today: the technologist's view," *Electroencephalography and Clin. Neurophysiol.* vol.106, pp108-112, 1998

3. P.W. Kaplan, and R.P. Lesser, "Prolonged extracranial and intracranial inpatient monitoring In : J.A. Wada and R.J. Ellingson(Eds.)," *Clin. Neurophysiol. of Epilepsy.* pp.121-154, 1990
4. N. Tachibana, K. Kimura, K. Kitajima, A. Shinde, J. Kimura, H. Shibasaki, "REM Sleep motor dysfunction in multiple system atrophy :with special emphasis on sleep talk as its early clinical manifestation," *J. of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry,* vol.63. pp.678-681. 1997
5. J.L. Molinuevo, S. Arroyo, "Ictal Smile," *Epilepsia,* vol.39:12, pp.1357-1360, 1998
6. R. Thomas. H.I. Drury, "Ictal Behaviors During Nonepileptic Seizures Differ in Patients with Temporal Lobe Interictal Epileptiform EEG Activity and Patients Without Interictal Epileptiform EEG Abnormalities," *Epilepsia,* vol.39(2), pp.175-182, 1998
7. A. Oldani, M. Zucconi, "Nocturnal frontal lobe epilepsy misdiagnosed as sleep apnea syndrome," *Acta Neurol Scand,* Vol.98:1, pp.67-71, 1998
8. P.D. Williamson, V.M. Thadani, J.A. French, T.M. Darcey, R.H. Mattson, S.S. Spencer and D.D. Spencer, "Medial Temporal Lobe Epilepsy: Videotape Analysis of Objective Clinical Seizure Characteristics," *Epilepsia,* vol.39(11), pp.1182-1188, 1998
9. ASTM Standards Development Subcommittee E31.16 on Data Interchange of Electrophysiological Waveforms and Signals. Standard Specification for Transferring Digital Neurophysiological Data between Computer Systems, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1991
10. S.R. Levy, A.T. Berg, F.M. Testa, E.J. Novotny, and K.H. Chiappa, "Comparison of digital and conventional EEG interpretation," *Epilepsia,* vol.35, pp.127, 1994
11. E.S. Barbara "The advantages of digital over analog recording techniques," *Electroencephalography and Clin. Neurophysiol.,* vol.106, pp.113-117, 1998
12. J.R. Ives, N.R. Mainwaring, L.J. Gruber, G.R. Cosgrove, H.W. Blume and D.L. Schomer, "128-Channel cable-telemetry EEG recording system for long-term invasive monitoring," *Electroencephalography and Clin. Neurophysiol.,* vol.79, pp69-72, 1991