

## 바이오피드백 항문 괄약근 조절 시스템을 사용한 치료기

지준근  
순천향대학교 정보기술공학부

### Therapeutic Methods Using a Biofeedback Anal Spincter Control System

Jun-Keun Ji  
Division of Information and Technology Engineering, Soonchunhyang University

**Abstract**-본 논문에서는 항문 괄약근 전용 근전도 센서(Intra-Anal Sensor)를 항문내에 삽입한 후 운동을 하면 시스템 하드웨어와 연결된 80C196KC 마이크로 콘트롤러와 프로그램에 의해서 LED Display 및 스피커 출력을 통해 괄약근 근전도 신호의 크기를 나타내 주며, 컴퓨터와 직접 연결하면 PC상의 모니터 출력을 통해 보다 손쉽게 환자의 상태를 알아볼 수 있도록 Visual C 프로그램을 사용한 윈도우 프로그램을 구현하였다.

#### 1. 서 론

기존의 변비 및 변실금증의 치료기인 바이오피드백(Biofeedback) 항문 괄약근 조절 시스템(Anal Spincter Control System)은 휴대가 불편하고 모니터링이 되지 않아 환자의 상태를 전문적인 검사장비를 통하여 확인할 수 밖에 없었기 때문에 많은 불편한 점들이 있었다. 그래서 이것을 휴대가 가능하고 LED Display, 스피커 출력, 및 Timer 기능 등의 구현으로 환자 스스로 훈련할 수 있게 소형으로 제작하였으며, 비주얼 C++(MFC) 프로그램을 이용하여 PC상에 모니터링이 가능하고 데이터 베이스를 이용하여 저장 및 확인할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다.

본 논문에서는 바이오피드백 항문 괄약근 조절시스템(Biofeedback Anal Spincter Control System) 치료기를 휴대용으로 제작하고 이를 모니터상에 비주얼 C++ 프로그램을 이용하여 구현하는 것을 목적으로 한다. 본 시스템은 만성 변실금증 환자의 상태를 시각적으로 쉽게 판별할 수 있으며, 항문 괄약근 훈련 및 치료에 효과적으로 사용될 수 있다. 여기서 사용되는 대표적인 검사법인 항문 괄약근 근전도(Anal Spincter Electromyography)를 이용하여 변실금 환자의 상태를 측정하고 이에 따라 가장 적합한 치료법을 결정할 수 있다. 본 시스템에 의한 치료는 괄약근의 수축, 이완 상태를 모니터 상에 그래프로 표현하여 환자가 스스로의 상태를 지켜보면서 LED Display, 스피커와 Timer를 통해 괄약근 기능을 조절하여 치료해 나가는 행동과학 치료의 일종이며 현대 여성의 보편적인 질환인 만성 요실금증(Cronic Urogenical Incontinence)의 치료에도 응용되어 매우 유용하게 사용할 수 있다. 또한 소형 시스템이므로 휴대가 간편하여 환자가 원하는 시간과 장소에서 치료를 시행할 수 있다.

본 연구의 주목적은 휴대가 가능한 소형의 항문 괄약근 시스템과 LED Display, 스피커, Timer 기능을 구현 제작하고, 마이크로 볼트 단위의 미세한 신호인 항문 괄약근 근전도 신호(Anal Spincter EMG Signal)를 왜곡 없이 증폭하여 PC상에 모니터링(monitoring)이 가능하게 하는 것이다. 또한 환자의 상태를 저장할 수 있는 데이터 베이스 기능도 구현하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 바이오 피드백 항문 괄약근 조절 시스템 구현

그림 1은 바이오 피드백 항문 괄약근 조절 시스템의 구성도이다. 본 시스템은 Intra-anal EMG sensor, 항문 괄약근 근전도 신호 증폭기(Anal EMG Signal Amplifier), A/D 변환 및 디지털 신호처리(Signal Processing)를 위한 80C196KC Microcontroller, Monitoring을 위한 LED Display & Speaker 출력 부분으로 구성되어 있다. 본 논문에서는 항문 괄약근 근전도 신호 증폭기(Anal EMG Signal Amplifier)에 중점을 두고 제작 및 시스템을 구현하였다. 본 시스템은 변비 및 변실금 환자의 바이오피드백(Biofeedback) 치료를 위해 전용으로 사용되고 있는 SRS사의 Perry Brand Anal EMG sensor를 사용하였으며, 항문 괄약근 근전도 신호 증폭기에서의 차동증폭기(Differential Amplifier) 구성을 위해서는 Analog Device사의 AD620 계측용 증폭기(Instrumentation Amplifier) IC를 사용하였고, 8비트 A/D 변환 및 디지털 신호처리와 PC와의 RS232C 직렬통신을 하기 위해서 Intel사의 80C196KC Microcontroller를 사용하였다. 최종 근전도 신호 출력의 Monitoring을 위해서는 10개씩 2색으로 구성된 20개의 Bar LED와 신호출력에 비례하는 3단계 스피커 출력을 8255를 사용하여 구성하였다.

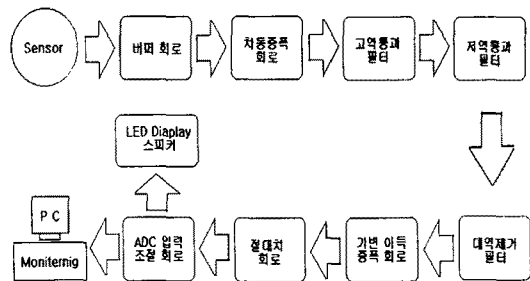


그림 1 시스템 구성도

##### 2.2 시스템의 실제 구성도

그림 2는 본 연구에서 설계 및 제작한 바이오 피드백 항문 괄약근 조절 시스템의 실제 구성도이다. 휴대용을 고려해서 전원은 1.5V 건전지 Pack을 사용할 수 있게 하였고, 프로그램의 개발 및 Downloading과 실제 근전도 신호의 PC Monitor 출력을 위하여 RS232C 직렬 통신을 사용하여 PC와 인터페이스가 가능하도록 구성하였다. 이 사진에서는 사용한 Anal EMG sensor와 노랑색과 빨강색으로 구성된 20개의 Bar LED 및 Speaker를 잘 보여주고 있다. EMG Sensor에서 나오는 신호를 기본적인 LED Display로 표시하고, LED 동작과 타이머 출력에 따라 사용자가 쉽게 사용할 수 있도록 구성되어 있다. 그리고, 또 다른 하나는 의사가 사용하기 편하게 RS-232C를 이용하여 직접 컴퓨터에 연결하여 환자의 상태를 보다 정확하게 알아 볼 수 있다.

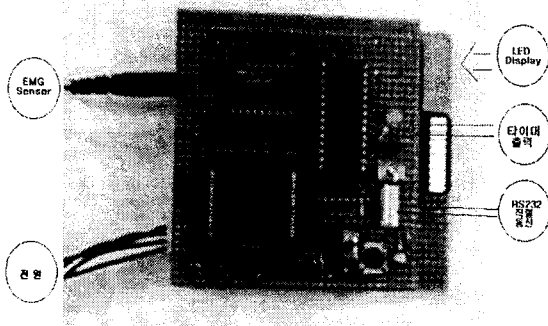


그림 2 시스템의 실제 구성도

### 2.3 소프트웨어 구성 및 기능 소개

본 프로그램은 Visual C++ 6.0 MFC(Microsoft Foundation Class)를 이용하여 개발하였으며 모든 코딩은 Class Library를 이용하여 객체지향프로그래밍(Object Oriented Programing)의 개념에 충실하도록 노력하였다.

#### 2.3.1 Class의 개관

본 프로그램을 구성하는 Class의 개관은 아래 그림 3이다.

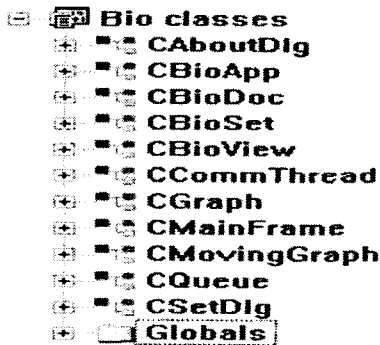


그림 3 Class의 개관

#### 2.3.2 사용자 인터페이스(User Interface)

데이터 베이스의 화면구성은 SDI(Single Document Interface) FormView(Base Class)를 이용하여 환자의 상태 및 결과, 개인의 신상을 작성하여 등록, 수정, 삭제할 수 있도록 User Interface를 최적화 하였다. 데이터 포맷(Format)은 MS-Access 포맷인 MDB를 사용하였으며 DAO 클래스를 이용해 MDB를 구동하였다. DAO는 Microsoft사에서 제공하는 단일 컴퓨터용 데이터베이스 라이브러리로 ODBC보다 속도가 빠르고 자체 라이브러리를 사용하여 파일을 생성하고 새로운 테이블 및 필드들을 기록할 수 있는 장점을 가지고 있다.

그외 환자의 이름, 나이, 성별로 원하는 데이터를 검색하여 쉽게 데이터에 접근할수 있도록 하여 사용자의 편의를 돕고 있다. 전체 리스트를 클릭하면 전체 파일을 볼 수 있도록 나타낸 것이 그림 4이다. 또한 PC 모니터에 파형을 나타내주는 기능을 보인 것이 그림 4이다.

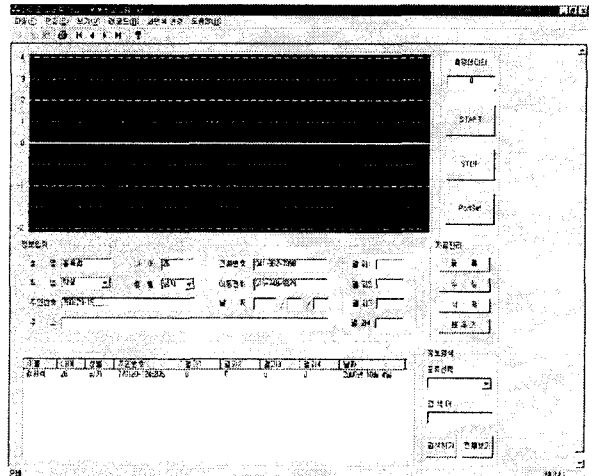


그림 4 데이터베이스 기능

근전도 센서(EMG Sensor)로부터 들어오는 아날로그 값을 디지털 값으로 변환하여 환자의 근전도 파형을 그래프의 수치로 보여줌으로써 좀더 정확한 판단과 진료를 할 수 있다. 또한 환자가 자신의 근육 이완 및 수축 운동을 직접 시각적으로 확인하면서 치료를 할 수 있기에 좀더 나은 치료 효과를 기대할 수 있다. 버퍼에 들어온 데이터를 DrawPoint()함수를 이용하여 화면에 실시간으로 그래프와 수치를 보여주게 된다.

#### 2.3.3 포트, 보레이트(Baud Rate)

라디오 버튼(Radio Button)에 통신 포트(Port)와 보레이트(Baud Rate)를 설정하여 Setting값을 맞춰주는 것이 그림 5이다.

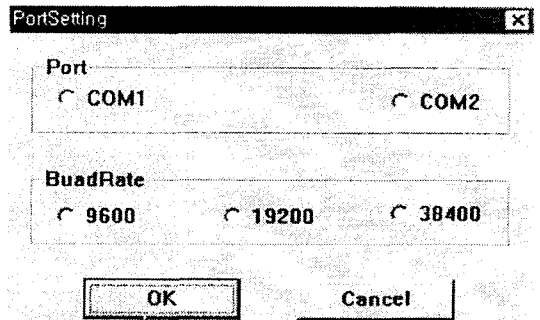


그림 5 포트, 보레이트(Baud Rate) 설정

### 2.4 임상 실험 결과

#### 2.4.1 시스템 동작

실험자가 항문에 괄약근 힘을 주는데 당기는 듯한 힘을 가하였을 때 그림 6에서 보면 Bar LED의 중심으로부터 아래로 노랑색이 내려가는 것을 볼 수 있다. 반면에 실험자가 항문에 괄약근 힘을 주는데 밀어내는 듯한 힘을 가하였을 때 그림 7에서 보면 Bar LED의 중심으로부터 위로 빨강색이 올라가는 것을 볼 수 있다.

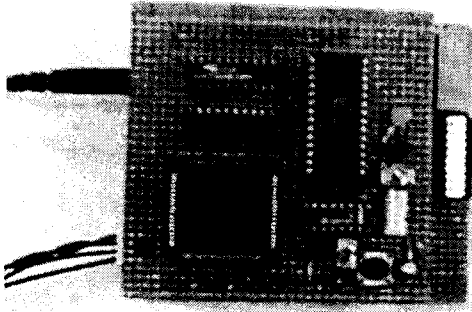


그림 6 당길 때의 시스템 동작

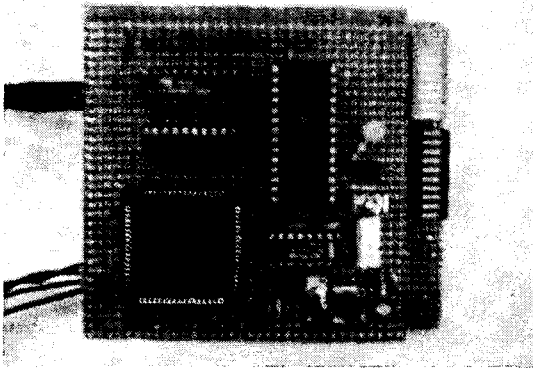


그림 7 밀어낼 때의 시스템 동작

#### 2.4.2 실험 결과의 PC 모니터링

실험자가 항문에 괄약근 힘을 주는데 당기는 듯한 힘을 가하였을 때 그림 8에서 보면 중심으로부터 아래로 내려가는 것을 알 수 있다.

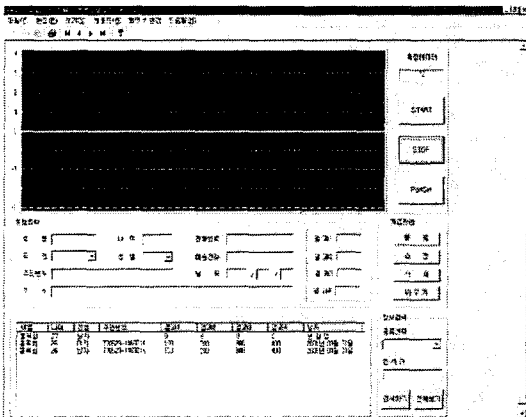


그림 8 당길 때의 모니터링

실험자가 항문에 괄약근 힘을 주는데 밀어내는 듯한 힘을 가하였을 때 그림 9에서 보면 중심으로부터 위로 올라가는 것을 알 수 있다.

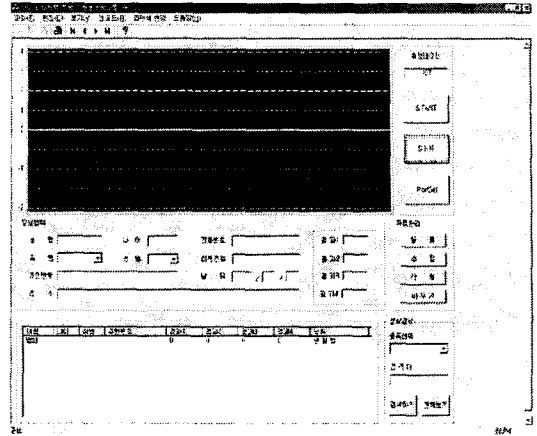


그림 9 밀어낼 때의 모니터링

### 3. 결 론

본 논문에서는 마이크로 볼트 단위의 미세한 신호인 항문 괄약근 근전도 신호를 왜곡없이 증폭하여 검출하기 위한 항문 괄약근 근전도 증폭기와 신호처리기(Signal Processor)로 구성된 바이오피드백 시스템을 구현하여 사용자가 항문 괄약근 근전도 신호를 확인할 수 있도록 LED display와 스피커 출력 기능을 구현하여 monitoring을 가능하게 하였다. 또한 컴퓨터와 직접 연결하면 PC상의 모니터 출력을 통해 보다 손쉽게 환자의 상태를 알아볼 수 있도록 Visual C 프로그램을 사용한 윈도우 프로그램을 구현하였다. 결국 휴대가 가능한 소형의 바이오피드백 항문괄약근 조절 시스템을 제작하여 환자가 병원에 가지 않고도 가정이나 직장에서 재활 훈련 및 자신의 상태를 손쉽게 파악하여 치료에 대한 만족도와 치료율을 높일 수 있도록 하였고, 또한 가정에서 치료 일기를 PC 상에 저장하는 것이 가능하게 하여 의사 그 내용을 토대로 치료과정의 평가와 향후의 치료를 쉽게 결정할 수 있도록 하였다.

#### (참 고 문 헌)

- [1] 지준근, 차귀수, 이문호, "변비 및 변실금 환자를 위한 휴대가 가능한 가정용 바이오피드백 치료기", 2000년도 대한 전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 3219-3221, 2000.
- [2] Engle BT, Nikoornanesh P, Schuster M: Operant condition of rectosphincteric response in treatment of fecal incontinence. N Engl J Med 290:646-649, 1974
- [3] Bleeijenberg G, Kuiperes HC: Treatment of spastic pelvic floor syndrome with biofeedback. Dis Colon Rectum 30:108-111, 1987
- [4] Fleshman JW, Kodner IJ: Outpatient protol for biofeedback therapy of pelvic outlet obstruction Dis Colon Rectum 35:1-7, 1992
- [5] Gilliland R, Heymen SD, Altomare DF: Outcome and predictors of success of biofeedback for constipation Br J Surg 84:1123-1126, 1997
- [6] 박용채, 바이오피드백치료 소화기 운동질환, 연세대학교 의과 대학 소화기병 연구소, 1998
- [7] 박용채 외 12인 공저: 의공학개론, 여문각, 1995.
- [8] J. C. Carr, J. M. Brown, 이명호: Introduction to Biomedical Equipment Technology, 의용 계속 설계, 경문사, 1996
- [9] John G. Wester: Medical Instrumentation-pplication & Design, 2nd Edition, Houghton Mifflin Company
- [10] 이상엽: VISUAL C++ PROGRAMMING BIBLE ver 6.0, 영진 출판사, 1998