

ZigBee를 이용한 뇌졸중 환자용 뇌자극기 개발과 PC 기반 자극 제어용 사용자 인터페이스 개발

Development of the brain stimulator for stroke patients via ZigBee technology and user-friendly, graphical user-interface based software for controlling stimuli on PC

김국화*, 양윤석**, 이상민**, 김남균***

G. H Kim*, Y. S Yang**, S. M Lee**, N. G Kim**

Abstract : We studied the prototypal developments of Plastic Cortex Stimulator (PCS) for stroke patients. The PC sends the stimulation parameters (amplitude, pulse width, cycle, etc.) to the transmitter ZigBee module through serial port. The receiver ZigBee module generates stimulation waveform. The generated output can be controlled by the PC program. Further study can be expanded to portable handset such as PDA using ZigBee. The wireless control of PCS with the handset can help the tele-rehabilitation.

Key Words : ZigBee, Plastic Cortex Stimulator, stroke, rehabilitation , PC interface

1. 서 론

점점 증가하고 있는 뇌혈관 질환자가 늘어나고 있는 가운데 뇌졸중과 같은 뇌혈관 질병은 수술 후에도 장기간의 재활 치료가 필요하며, 그에 따른 기능 회복이 만족할 만한 수준이 아니다. 한편 뇌졸중으로 인한 기능장애는 뇌가소성 보상기전으로 점진적 호전되는 것으로 알려져 있고, 이러한 뇌가소성을 증진시킬 수 있는 적절한 전기 자극법이 획기적인 치료법이 될 것으로 판단된다. [1][2]

본 연구에서 제안하고자 하는 방법은 대상으로 해당하는 대뇌 피질 영역에 다양한 파라미터로 전기 자극하여 뇌가소성 및 회복효과를 극대화를 목표로 하고 있다. 이를 위해 시술과 수술 후 관리에 적합한 소형, 무선통신 기능을 갖춘 뇌자극기의 개발이 요구된다.

기존 연구에 이어 본 연구에서는 PC를 기반으로 사용자 인터페이스를 제작하여 ZigBee 무선통신을 통해 전기자극기를 제어하도록 하였다.

2. 송수신기 설계 및 구현

2.1. Hardware 구성

저자 소개

*全北大學 醫用生體工學科 碩士課程

**全北大學 生體工學部 助教授·工博

***全北大學 生體工學部 教授·工博

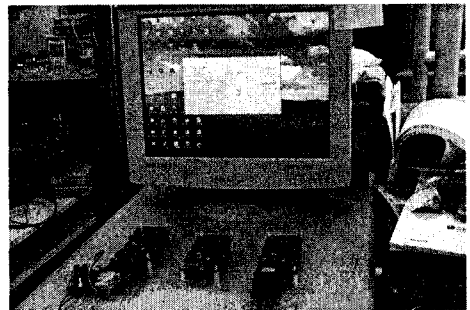


그림 1. 하드웨어 시스템 구성

본 논문에서 하드웨어 시스템 구성은 그림 1과 같이 구현되었다. CHIPCON의 CC2420 ZigBee Development Kit을 이용하여 우리가 제작하고자 하는 자극기와 제어기를 구현하였다. 모듈의 구성을 살펴보면 마이크로컨트롤러는 Atmel사의 ATmega128L을 사용하였으며, 고성능이면서 저소비전력형의 8비트 마이크로 컨트롤러이다.[4] 다음으로 CHIPCON의 무선통신모듈 CC2420을 이용하여 RF(2.4Hz) 통신으로 데이터를 송수신하였다.

하드웨어 구성은 자극을 제어하기 위한 PC, PC와 시리얼 통신을 이루고 있는 송신부의 ZigBee 모듈, 그리고 수신부 ZigBee 모듈과 수신된 데이터를 해석하는 AVR 모듈로 이루어져 있다.

송신기 부분에서 PC를 기반으로 제작된 자극 제어기를 이용하여 ZigBee 모듈을 통해 시리얼 데이터를 보내주면,

수신기 부분에서는 PC에서 보낸 데이터를 받아 자극회로를 제어하게 된다. PC에서 전송되는 파라미터는 자극의 연속시간과 주기, 진폭, 펄스폭을 조절하는 파라미터로 이루어져 있다.

2.2 Software 구성

자극제어기는 Windows 기반의 Visual C++을 이용하여 제작하였고 PC 자극제어기의 구성은 그림 2와 같다.

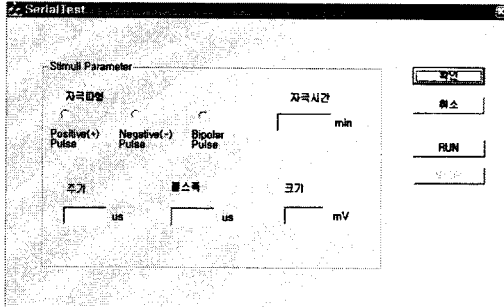


그림 2. PC기반의 자극제어기 구성

구성을 살펴보면 자극의 주기, 펄스폭, 진폭, 자극의 연속시간 그리고 3가지의 자극파형을 선택할 수 있도록 되어있다. PC에서 이와 같은 자극 제어 파라미터들을 조정한다.

먼저, 자극파형은 3가지로 선택할 수 있고 그림3 과 같다.



a. Positive Pulse b.Negative Pulse c.Bipolar Pulse

그림 3. 자극파형

Positive Pulse와 Negative Pulse 그리고 Bipolar Pulse로 구분되어 진다.

자극의 모형에 대한 파라미터는 그림4과 같이 나누어진다.

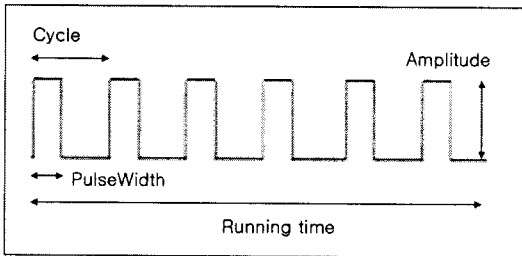


그림 4. 자극 파라미터

자극의 파라미터에는 주기(Cycle), 펄스폭(Pulsewidth),

진폭(Amplitude), 연속시간(Running time)이 있다.

자극의 주기와 펄스폭의 단위는 us(마이크로-초)로 제어할 수 있고, 자극의 진폭은 mV(밀리볼트)단위로 자극을 제어한다. 자극의 연속시간은 분(min)단위로 자극을 일정한 시간간격으로 주고자 할 때 선택할 수 있도록 구성되어 있다.

PC 자극제어기와 자극기의 통신 구성은 그림5와 같다.

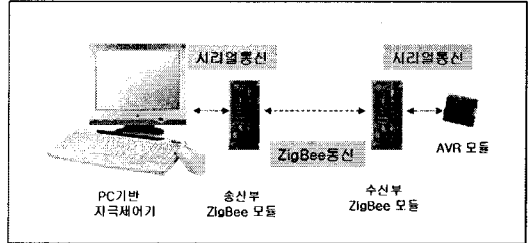


그림 5. 전반적인 통신 구성

먼저, 송신기와 수신기 전원을 켜 다음에 서로 통신 설정(Hand bind function / Auto match function)을 하게 된다. 두 디바이스에서는 가까운 거리에 있는 ZigBee 디바이스를 자동적으로 인지하여 연결한다. PC 자극제어기에서 자극에 대한 파라미터를 입력하게 되고 PC와 시리얼 통신으로 연결되어 있는 송신부 ZigBee 모듈을 통해 수신부 ZigBee 모듈로 데이터가 전송된다. 전송된 데이터는 데이터를 해석해주는 AVR 모듈로 이동하여 자극파형으로 만들어지고 자극회로를 통해 파형이 출력되게 된다.

PC에서 ZigBee 모듈로 보내지는 데이터 패킷은 다음6과 같다.

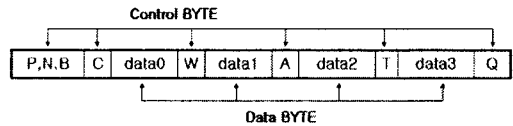


그림 6. 전송되는 데이터 패킷

전송되어지는 데이터 패킷은 Control BYTE 와 Data BYTE로 나뉘어져 있다.

Control BYTE에는 각 문자마다 뒤에 따라올 Data BYTE의 성격을 나타내고 있다. 데이터 패킷의 첫 번째 바이트로 P/N/B 는 자극 파형의 선택에 따라 정해진다. Positive pulse 는 P, Negative pulse는 N, Bipolar pulse는 B라는 문자로 정의되어 있다. 다음으로 'C'는 주기(Cycle)의 Data BYTE 시작을 알려주는 Byte가 되고, 'W'는 펄스폭(PulseWidth)의 데이터 Byte 시작을 알려준다. 'T'는 Running Time, 그리고 'Q'는 데이터 패킷의 마지막을 알려주는 의미를 가지고 있다.

그림 6과 같은 형태로 data를 시리얼 통신으로 ZigBee 모듈로 보내지게 된다. 각 Control Byte 뒤에 해당하는 data가 들어오게 되고 위치에 따라 data는 임시버퍼에 저

장되어 있다가 자극을 제어하는 특정 레지스터로 이동하여 자극파형이 출력되도록 한다.

3. 결 과

통신 속도는 초당 38400bit를 가지며 데이터 8비트, 패리티는 없고 정지비트는 1로 세팅되어 있다.

그림 7과 그림 8은 PC 자극제어기로 전송된 파라미터 대로 수신부의 자극회로에 전달되어 정확한 출력 값을 보였다.

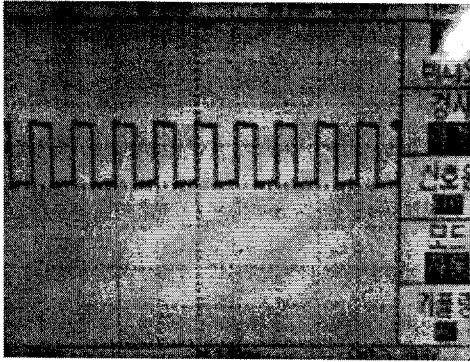


그림 7. 출력파형
(Positive pulse, 주기1000us, 펄스폭 500us)

그림 7은 Positive pulse 로 주기 1000us 와 펄스폭 500us 로 선택한 자극파형의 출력모습이다.

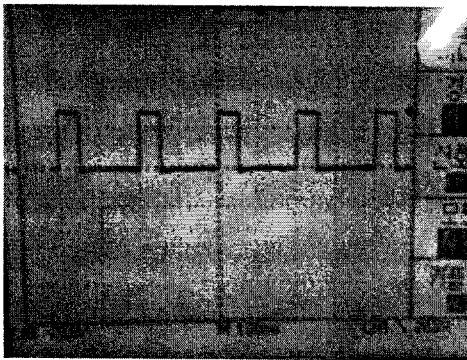


그림 8. 출력파형
(Positive pulse, 주기 2000us, 펄스폭 500us)

그림 8은 Positive pulse 로 주기 2000us 와 펄스폭 500us로 선택한 자극파형의 출력모습이다.

시리얼통신 형태의 ZigBee 통신을 이용하여 한번에 적은 양의 데이터만이 전송이 가능하나 실시간의 빠른 데이터 처리량이 요구되는 환경에 적합성을 보였다.

출력된 파형을 통해 PC 자극제어기에서 자극을 제어하

여 수신부 자극회로의 파형을 조정할 수 있음을 확인하였다.

4. 결론 및 토의

PC를 이용하여 사용자 인터페이스에 맞고 손쉽게 자극을 제어할 수 있게 되었다.

또한 간단한 ZigBee 응용 Stack을 올려 통신환경을 구현 할 수 있어 ZigBee 통신은 작은 범위 내에서 무선 연결을 요구하는 분야에 적합함을 보였다.

자극 제어를 위한 더욱 편리한 사용자 인터페이스를 구축해야 할 것이며 향후 연구에는 PC 기반이 아닌 휴대폰이나 PDA와 같은 휴대용 자극제어기로 개발하여 보다 간편하고 편리해질 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김금순, 노국희, “재가 뇌졸중 환자의 환경상태, 기능적 독립, 질병으로 인한 장애 영향에 관한 연구”, Journal of the Korea Gerontological Society, Vol. 25, No. 2, pp. 143-154, 2005. 4
- [2] <http://user.chollian.net> (중앙대 신경외과 석종식 교수)
- [3] 정성훈, 전호인, “IEEE 802.15.4 and ZigBee Protocol: 유비쿼터스 센서 네트워크를 위한 Active RFID 기술”, 한국통신학회지, 제21권 6호, 67-88쪽, 2004. 6
- [4] http://www.atmel.com/dyn/general/site_search.asp
- [5] <http://winavr.sourceforge.net/>
- [6] 권오진, 김동욱, “유비쿼터스 환경에서의 체내 내장형 의료기기를 위한 경제적 에너지 및 데이터 전송 시스템 개발에 관한 기초 연구” 대한의용생체공학회 32회 춘계 학술대회, 233-237쪽, 2005