



2007년도

# 제36회 대한의용생체공학회 추계학술대회

“Point-Of-Care Technology : Micio - & Nano -Technology for Biomedicine”



**일 시** 2007년 11월 9일(금)

**장 소** 고려대학교 보건과학대학 호림관 1층, 5층

**주 최** 대한의용생체공학회

**주 관** 대한의용생체공학회, 대한의공협회, 고려대학교

**후 원** 한국과학기술단체총연합회, 한국학술진흥재단,  
한국의료기기공업협동조합, 후생신보사,  
(주)솔고바이오메디칼, (주)뉴로메드



사단법인 **대한의용생체공학회**  
The Korean Society of Medical & Biological Engineering



# 다양한 형태의 신경 전극과 자극 Parameter를 효율적으로 제어 하기 위한 Graphic User Interface System 개발

강수아<sup>1,2,3</sup>, 김의태<sup>1,2,3</sup>, 송중근<sup>1,2</sup>, 김성준<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 공과대학 전기 컴퓨터 공학부

<sup>2</sup>초미세생체전자 시스템연구센터

<sup>3</sup>나노인공시각개발센터

## Graphic User Interface System for Automatic Control of Various Configuration Neural Electrode Arrays.

S. A. Kang<sup>1,2,3</sup>, E. T. Kim<sup>1,2,3</sup>, J. K. Song<sup>1,2</sup>, S. J. Kim<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>School of Electrical Engineering and Computer Science, Seoul National University

<sup>2</sup>Nano Bioelectronics & System Research Center

<sup>3</sup>Nano Artificial Vision Research Center

### ABSTRACT

This paper reports a user interface system developed for controlling stimulation parameters for various configuration electrode arrays for neural prosthetic applications such as retina implant and cochlear implant. The system includes both hardware and software and is designed with graphical capability for easy access from users. Using this system, an experimenter will be able to relocate the configuration of electrodes, select ones and assign a set of stimulation parameters to those electrodes, such as amplitude, duration, and frequency. An user can make a batch process out of the stimulation sequences so the measurement can be done efficiently.

### 1. 서론

신경 신호 자극을 하기 위해선 여러 가지 형태의 자극 전극이 이용되는데 Neural

Probe[1], MEA[2]나 Retina Implant를 위한 전극[3], Cochlear Implant[4]를 위한 전극 등이 있고 전극의 Configuration에 따라서 여러 가지 신경 자극 전극이 만들어 질 수 있다. 본 연구는 위의 MEA나 Retina Implant 그리고 Cochlear Implant에서 쓰이는 전극의 개발 초기에 이용할 수 있는 편리한 범용 Graphic User Interface와 자극기를 개발하고자 하였다. 그리고 그 중에서도 Retina 전극을 위한 User Interface를 추가로 개발 하여 어떻게 프로그램을 발전시킬 수 있을지 연구 하였다.

자극 전극을 개발이 되면 자극 전극으로 Current를 보낼 주는 Circuit이 필요하고, 자극 Condition을 설정하기 위한 파트가 추가로 제작 되어져야한다. 이 파트들은 개발 초기에는 메뉴얼 스위치를 이용하여 개발이 되는 것이 보편적이다. 하지만 하드웨어로만 제작된 자극 보드는 특정한 Configuration을 가진 전극에 적합하게 설계 되기 때문에 다른 Configuration 전극에 재이용이 어렵다. 그리고 만일 수동 스위치로 Duration과 Amplitude, Channel등의 자

극 Parameter를 조작한다면 실험의 조건이 바뀔 때 마다 수작업으로 이를 Control 해야 하기 때문에 시간적인 측면에서 효율성이 떨어진다. 즉, Parameter Set들의 조합이 많아질수록 Batch Process를 이용하여 제어하면 실험자가 수작업으로 조절할때보다 편리하게 실험을 수행 할 수 있다. 따라서 초기 개발부터 Computer Based System으로 개발 될 수 있다면 하드웨어 제작이나 실험에 들어가는 시간과 노력이 절약 가능하다.

결론적으로, 컴퓨터 제어 시스템을 만들게 되면 얻게 되는 이점은 다음과 같다. 첫 번째로 실제 자극 전극의 Configuration과 User Interface창에서 보이는 Configuration이 동일하도록 쉽게 Setting이 가능하기 때문에 각 전극에 대해서 실험의 편의성을 높일 수 있다. 두 번째 얻는 이점은 자극 Parameter를 세팅을 해 놓을 시에 조건을 손으로 일일이 Control 할 필요가 없이 Computer가 자동적으로 Parameter를 변하게 하여 자극을 수행하게 할 수 있기 때문에 조작 효율성적인 측면에서 수동 스위치 조작보다 이점이 많이 있다. 따라서 본 논문에서는 이 시스템을 구현하기 위한 소프트웨어와 하드웨어를 제시하였다.

## 2. 방 법

### 2.1. 개발에 이용된 소프트웨어 및 하드웨어

Graphic User Interface 구현을 위해 National Instrument사의 Labview 프로그램을 이용하였고 하드웨어는 동사의 NI PCI-6251 DAQ 보드 및 SCC-68이 그리고 자극을 위한 자극 전용 칩이 이용되었다. DAQ 보드는 자극을 위한 Digital Signal Output 및 Recording을 위한

Analog Signal Input이 한 보드에서 모두 가능하다.

### 2.2. 자극 Chip과 스펙

자극에 필요한 Current를 만들기 위해서 자극 전용 Chip이 개발 되었다. 이 Chip은 DAQ에서 Digital 신호를 받아 Current를 전극으로 출력을 해주는 부분을 담당한다. 또한 DAQ, 전극과 Chip을 연결하기 위한 Hardware 보드가 제작 되었는데 전극의 Connector와 보드의 Connector만 맞춘다면 임의의 전극과 연결이 가능하다.

위 칩은 각 채널마다 독립된 Current Source(Current Output DAC)를 가지고 있다. 칩 당 16 Channel까지 자극을 지원하여 2개의 Chip을 병렬로 연결하여 32 채널 자극이 가능하게 했다. 더 연결하면 총 1024 채널까지 확장이 가능하다. 지원하는 Current Range는 4 ~ 1024 $\mu$ A까지고 4 $\mu$ A씩 총 256단계로 조절을 할 수 있다. Duration은 1024 $\mu$ s까지 32레벨로 조절이 가능하고 최소 Duration은 32 $\mu$ s이다. Chip은 한 채널마다 Active 전극과 Reference 전극의 두 개의 전극을 가지고 있다. Reference 전극을 각 전극에 물려 Bipolar 방식으로 이용 할 수 있고 .Reference들을 한 군데로 묶으면 Monopolar 방식으로 동작 시킬 수 있다.

### 2.3. 전극 선택을 위한 Graphic User Interface

자극할 전극을 선택하는 방법으로 두 가지 방법을 개발 하였다. 첫 번째 방법으로 자극을 원하는 전극을 직접 선택하는 방법이 있다. 직접 선택 방법은 자극 전극 Position Setting 화면에서 실제 전극의 Configuration에 맞게 전극들의 위치를 세팅한 후에 자극 시작 화면에서 전극의 버튼을 On/Off 시키는 방법으로 전극 선택이

가능하다.

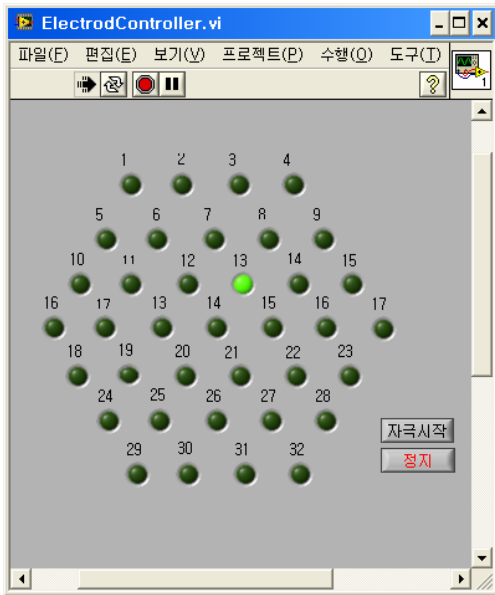


그림 1. Hexagonal Configuration 전극에 맞춰 User Interface를 Setting한 모습

두 번째로 그림 2와 같이 Artificial Retina Stimulation을 위해 카메라의 입력으로 전극을 자극할 수 있도록 User Interface를 개발 하였다. 카메라에서 얻어진 영상의 데이터가 자극되게 하기 위해 카메라에서 영상을 얻은 다음에 이를 전극의 사이즈로 Down-Resolution하여 자극 전극과 이미지의 Pixel을 1:1매치 시키는 방법을 이용하였다.

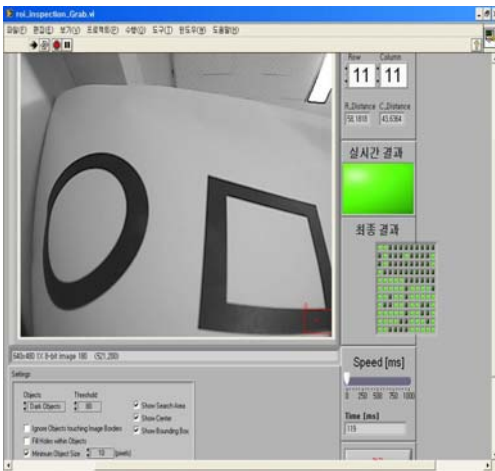


그림 2. Camera에서 얻은 영상을 자극 전극에 맞게 Converting 하는 모습

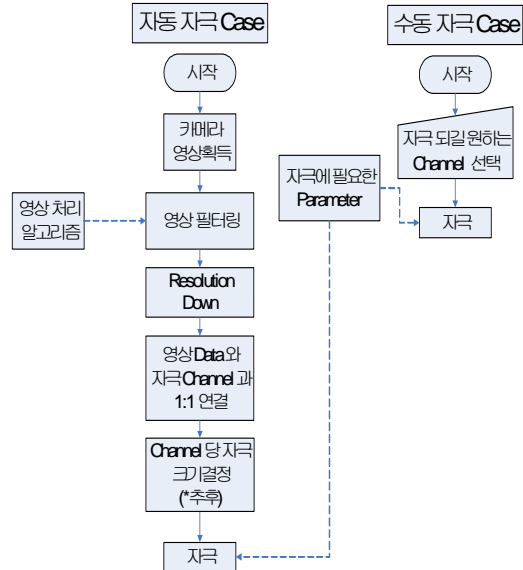


그림 3. 두 가지 전극 선택 방법에 따른 동작 Flowchart

### 2.4. 자극의 조건 설정

이 시스템에서 조절 할 수 있는 자극 조건은 Current Amplitude, 자극 Channel, Duration, Frequency, 시간에 따른 Current Amplitude 변화를 조절 할 수 있고 biphasic 방식으로 자극이 된다.

자극 Chip Spec상 User-Interface상에서는 Bipolar 방식과 Monopolar 방식을 선택 할 수 없다. Monopolar 방식 자극을 수행 할 시에는 Reference 전극들을 하나로 묶어주는 별도의 작업이 필요하다.

자극의 편의를 위하여 자극 Parameter를 세팅하여 Batch Process로 만들어 놓으면 편하게 자극 제어가 가능하다. 제어가 가능한 Parameter는 Amplitude, Duration, Frequency, 자극 채널의 4가지 Parameter들이 제어가 가능하다.

제어 방법은 다음과 같다. 자극 횟수에 따라서 각 Parameter들이 독립적으로 변하게 할 수 있다. 예를 들면 자극이 10번 되면 Duration을 자동적으로 한 단계 늘려서 계

속 자극하는 것이 가능하다. 또한 각 Parameter끼리 dependancy를 부여하여 제어하는 것이 가능한데 예를 들면 Duration 레벨이 마지막 레벨까지 수행되면 Duration은 시작 레벨로 돌아가고 Amplitude는 한 단계 늘려서 새로운 Set에 대한 자극을 수행 하는 것이 가능하다.

자극 할 전극의 채널 선택에 대한 방법은 두 가지 방법으로 선택이 가능하다. 첫 번째 방법은 자극하려는 채널의 Index Number를 하나씩 늘려가면서 자극 하는 방법이 있다. 이 방법은 한 번에 하나의 채널만 On이 되는 방법이고 채널의 번호대로 순차적으로 자극이 되는 채널이 결정된다.

두 번째 방법은 사람이 손으로 직접 채널의 Index를 실행 순서에 맞게 입력해 주어야 한다. 예를 들면 지금 단계에서 3,5번 채널을 시킨 후 다음 단계에서 1,6,2번 채널을 On 시키는 방법이 가능하다. 자극 채널의 Set가 바뀌는 전략은 위와 같이 자극 횟수로 설정하여 몇 번 자극이 되면 자극 채널이 바뀌게 하거나 다른 Parameter들과 dependancy 설정을 하여 제어가 가능하다.

### 3. 결 론 및 토 의

본 시스템은 신경 자극 전극을 새로 만들어 실험 할 때 초기 하드웨어 개발에 따른 시간을 절약하고 Parameter들을 수동적으로 Control 하여 생기는 비효율성을 줄이기 위한 범용 시스템으로 개발 되었다.

User Interface가 Software로 만들어 졌기 때문에 다양한 Configuration 신경 자극 전극들에 맞는 맞춤형 User Interface Setting이 가능하게 되었고, Computer based Batch Process Setting이 가능하기 때문에 여러 가지 자극 Parameter들을 편하게 변화시켜가면서 자극을 수행 할 수 있다.

따라서 위 시스템으로 여러 가지 신경 자

극 전극에 대한 자극 실험들을 효율적이고 빠르게 진행 할 수 있을 것이다.

### Acknowledgement

This study was supported by Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF) through Nano Bioelectronics and Systems Research Center (NBS-ERC) in Seoul National University, and by a grant of the Korea Health 21 R&D Project (A050251), Ministry of Health & Welfare, Republic of Korea

### 4. 참 고 문 헌

[1]"A Novel Three-Dimensional Neural Probe using Single Shank Arrays Connected with Polyimide Film" Seung Jae Oh, Soon Kwan An, Jong Keun Song, Joong Jae Lee and Sung June Kim. EMBEC'02 2nd European Medical & Biological Engineering Conference Vienna, Austria, December 4-08,2002

[2]"BIOCOMPATIBILITY OF POLYIMIDE MICROELECTRODE ARRAY FOR RETINAL STIMULATION", Jong-Mo Seo, Sung June Kim, Hum Chung, Eui Tae Kim, Hyeong Gon Yu and Young Suk Yu, Materials Science and Engineering: C, Vol.24, no. 1, pages 185-189, Jan. 2004

[3]"MEMS technologies for epiretinal stimulation of the retina", WMokwa Institute of Materials in Electrical Engineering, Aachen University, Sommerfeldstr 24,D-52074 Aachen, Germany

[4]"Electrical Cochlear Stimulation in the Deaf Cat: Comparisons Between Psychophysical and Central Auditory Neuronal Thresholds" Ralph E. Beitel, Russell L. Snyder, Christoph E. Schreiner, Marcia W. Raggio, and Patricia A. Leake Department of Otolaryngology, University of California, San Francisco, California 94143-0732