

2013년도 대한전자공학회
하계 종합학술대회
프로그램

2013. 7. 3(수) ~ 5(금)

제주 그랜드호텔 (제주시)

SUMMER

주최 : 사단법인 대한전자공학회

후원 : 해동과학문화재단, 삼성전자(주), LG전자(주),
SK하이닉스, KT, 전자부품연구원

협찬 : 현대자동차, 현대엠엔소프트, 현대모비스, 삼성디스플레이,
(주)엠에이, AWR 코리아, 과학기술연합대학원대학교, 한빛미디어



6. The visualization method to evaluate the performance of an RF coil array for MRI ▶CFP-081
Marlon Perez, Daniel Hernandez, Dongeun Kim, Yongmoon Park, Min Hyoung Cho, Soo Yeol Lee(Kyung Hee University)
7. 병렬 컨버터 위상제어에 대한 연구 ▶CFP-088
박성우, 양정환, 박희성, 장진백(한국항공우주연구원)
8. 사지압박장치에서 퍼지로지(Fuzzy Logic)을 이용한 압력제어 시스템 예비연구 ▶CFP-090
강승호, 김국한(주대성마리프), 최 혁(고려대학교)
9. 검사과정 중 유발되는 LCD Panel의 구동불량 감소를 위한 구동 설비 설계 최적화 ▶CFP-104
선상준, 김형석(삼성디스플레이)
10. 항공기 이격 관리 개념 구현을 위한 자동항행감시시스템 데이터 획득 ▶CFP-107
송재훈(한국항공우주연구원), 유민석, 최성임(한국과학기술원)

7월 4일(목) 13:30~15:30

컨벤션홀 1층 로비

시스템및제어 3 (포스터 3)

좌장 송민규 (동국대학교)

1. 관성센서 기반 보행자의 보폭 추정 기법에 관한 연구 ▶CFP-114
하동민, 엄수홍, 장문석, 이용혁(한국산업기술대학교)
2. Linux ROS를 이용한 모바일 로봇 자동 네비게이션 구현 ▶CFP-128
레너드 박, 오성희(서울대학교)
3. 탄성력을 이용한 이동로봇 장애물 회피 시뮬레이션 구현 ▶CFP-135
노성우, 고낙용, 사이라 나비드(조선대학교)
4. 변형된 3상태 버퍼를 이용한 radix-64, 8-bit/port 스위치 코어 설계 ▶CFP-140
이주열, 김지성, 김수환(서울대학교)
5. 위상 회전기의 비선형성에 대한 분석 및 개선방안 ▶CFP-141
이주열, 홍기문, 박지환, 김민오, 채주형, 김수환(서울대학교)
6. 하퇴 절단 환자의 재활 환경 개선을 위한 무선 근전도 시스템 구현 ▶CFP-143
문동준, 김주영, 정현두(인제대학교), 이용혁(한국산업기술대학교), 민홍기(인천대학교), 최홍호(인제대학교)
7. 프린징 필드 효과를 이용한 매물형 전극 구조의 용량성 바이오센서 연구 ▶CFP-150
노일표, 김규범, 송윤흡(한양대학교)
8. BCI 시스템의 건식전극 설계 및 성능 분석 ▶CFP-157
우수길, 신영학, 이승찬, 신종목, 이흥노(광주과학기술원)

28. BCI 시스템의 건식전극 설계 및 성능 분석 ▶CFP-157	
우수길, 신영학, 이승찬, 신종목, 이흥노(광주과학기술원)	1153
29. 생체신호 무선전송 기반의 재활기 구현 ▶CFP-184	
장호중(KAIST, 충남대학교), 이성재(충남대학교)	1156
30. 자율주행 차량의 주행 도로면 경사 정보 추출 방법 ▶CFP-193	
황중원, 김창환(한국과학기술연구원)	1159
31. 원격제어 로봇의 효율적 조작을 위한 공간 가시화 방법 ▶CFP-198	
박승환, 조재일(한국전자통신연구원)	1162
32. 이동로봇 팔의 퍼지 데드존 보상 ▶CFP-199	
장준오(위덕대학교)	1165
33. ECU 센서전원을 위한 부스트 컨버터 설계 ▶CFP-218	
김유태(만도)	1169
34. 상용차 통합단말기의 전자파 평가방법에 관한 연구 ▶CFP-220	
김성범, 강진주, 안재성, 배중호, 박용성, 이종현(교통안전공단)	1173
35. 수중 물체 형상측정 방법 및 구현: 유방 MT 시스템 적용 ▶CFP-226	
손성호, 전순익, 최형도(한국전자통신연구원)	1177
36. USN 기반 다중 프로토콜 게이트웨이를 이용한 무선 원격제어 알고리즘 설계 ▶CFP-245	
홍성일, 장정욱, 송수연(세명대학교), 김영숙(극동대학교), 인치호(세명대학교)	1180
37. 폴리토픽 불확실성을 가지는 연속시간 특이시스템의 단일성 필터링 ▶CFP-260	
찬테니, 김종해(선문대학교), 오도창(건양대학교)	1184
38. PCA와 Multivariate Regression 기법을 이용한 표면 근전도(Surface Electromyography) 센서 기반 제스처 인식 ▶CFP-266	
양근용, 송지영, 김상원(LG 전자)	1188
39. LABVIEW 기반 자동 가스측정시스템 ▶CFP-284	
김년수, 김영웅, 양승협, 박홍배(경북대학교)	1190
40. MFCC 특징 추출을 위한 Floating-Point 비트 너비 최적화 방안 ▶CFP-286	
조지혁, 유호영, 차소영, 박인철(한국과학기술원)	1194
41. 가우시안 프로세스 은닉 변수 모델을 이용한 로봇 행동 생성 ▶CFP-291	
박병운(한양대학교)	1198
42. 다중센서 데이터 융합을 이용한 로봇 위치 추정 기법 ▶CFP-296	
김남훈, 황중원, 윤정연, 김창환(한국과학기술연구원)	1201
43. Schottky Diode 기반 Multi-Mode Rectifier 설계 ▶CFP-297	
강지훈, 박형구, 장재형, 이강윤(성균관대학교)	1205

BCI 시스템의 건식전극 설계 및 성능 분석

우수길, 신영학, 이승찬, 신종목, 이흥노*

광주과학기술원 정보기전공학부

e-mail : {woo, shinyh, seungchan, jmshin, heungno}@gist.ac.kr

Performance analysis and design
of dry electrode for BCI system

Soogil Woo, Younghak Shin, Seungchan Lee, Jongmok Shin, and
Heung-No Lee*

School of Information and Mechatronics
Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

Abstract

사람의 상태 및 의도, 행동을 반영하는 뇌전도 신호(EEG: Electroencephalography)를 이용하여 외부 장치를 조작하거나 컴퓨터에 명령을 전달할 수 있는 뇌-컴퓨터 접속기술(BCI: Brain Computer Interface)에서 가장 중요한 사안은 잡음에 강하고 왜곡이나 손실 없이 뇌전도 신호를 측정하는 것이다. 이런 문제점을 개선하기 위해서 본 연구팀에서는 건식 능동전극(Active Dry Electrode)을 개발하고 있다. 본 논문에는 현재 제작된 건식전극(Dry Electrode)의 성능을 알아보기 위해서 제안한 건식전극, Wet형 전극과 G.tec 사하라 건식전극의 임피던스 측정값을 비교분석해 보았다. 제안하는 건식전극은 G.tec 사하라 건식전극보다 임피던스 측정값이 낮아서 우수한 성능을 나타내었다.

I. 서론

사람 뇌의 활동에 의해 발생된 뇌전도 신호(EEG: Electroencephalography)는 사람의 상태 및 의도, 행동을 반영한다. 이 신호를 분석하여 신체적인 움직임 없이 오직 뇌 신호로 외부기기를 조작하거나 컴퓨터에

명령을 전달할 수 있는 기술을 뇌-컴퓨터 접속기술(BCI: Brain Computer Interface)이라고 한다. 이 BCI 시스템은 사용자의 뇌와 외부장치를 연결해줄 수 있는 통신 채널을 제공한다. 이를 이용해서, 휠체어 컨트롤 하거나 게임을 하는 등의 어플리케이션을 개발하여 장애인과 일반인에게도 도움을 주고 있다.

최근 많은 연구자들은 뇌전도 신호를 이용한 BCI 시스템에 관한 연구를 하고 있다. 이 중에 하나는 BCI 시스템의 성능을 향상시키기 위해서 신호의 왜곡이나 손실 없이 측정할 수 있는 향상된 전극(Electrode) 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 뇌전도 신호의 크기는 10-100 μ V로 작고 머리카락이 뇌전도 신호 측정을 방해하기 때문에 심전도(ECG) 신호와 근전도(EMG) 신호와 같은 생체 신호보다 잡음이나 신호의 왜곡에 민감하다. 이에 뇌전도 측정 능력을 향상시키기 위해서 BCI 시스템의 전극 개발이 중요해지고 있다.

본 연구팀에서는 이런 문제들을 해결하고 전극의 성능을 높이기 위해서 건식 능동전극(Active Dry Electrode)을 설계 및 제작하고 있다. 본 논문에서는 건식 능동전극을 만들기 전에 건식전극(Dry Electrode)을 제작하고 이의 임피던스 측정을 통해서 뇌전도 신호의 품질 및 전극의 성능 분석하였다.

II. 본론

2.1 건식 능동전극의 필요성

현재 BCI 시스템에서 뇌전도 신호를 측정하기 위한 전극으로는 Wet, Dry, Active형 전극들이 사용되고 있다. 이들은 각기 다른 장단점들을 가지고 있다.

Wet형 전극은 Ag/AgCl 재질로 제작되었으며 [1] 전극을 부착시키기 위해서는 두피에 전도성 젤을 주입시켜야한다. 이 때문에 전극을 부착하기 위해 시간이 많이 걸린다. 또한 두피에 전도성 젤을 발라야 하므로 사용자의 피로감과 불편감을 준다. 그리고 전도성 젤의 증발로 인해서 뇌전도 신호의 질이 나빠지게 되고 이로 인해 장시간의 실험을 하기에는 용이하지 못하다.

Dry형 전극은 Wet형과 달리 전도성 젤을 사용하지 않고도 뇌전도 신호를 측정할 수 있도록 고안되었다. 연구팀들은 다양한 재질과 여러 형태로 Dry형 전극을 제작하였다. 대표적인 Dry형 전극의 설계는 두피에 머리카락의 영향을 받지 않기 위해서 전극의 끝부분을 헤어핀(Hair-pin) 형태로 만들었다 [2]. 이는 전극과 두피간의 접촉성을 향상시키며 전도성 젤을 사용하지 않아도 되는 장점을 갖는다.

Active형 전극은 신호의 질을 향상시키기 위해서 OP-Amp나 트랜지스터와 같은 능동소자를 사용한 능동회로를 포함한다. 이 회로는 신호를 증폭 시켜서 열잡음과 같은 다양한 잡음원에 의한 신호의 왜곡을 줄이는 역할을 한다. 그래서 Active형 전극은 Wet형 전극이나 Dry형 전극과 함께 결합하여 사용한다. 과거에는 Wet형 전극과 결합하여 BCI 시스템을 만들었다. 하지만, 최근에는 Dry형 전극과 결합하여 건식 능동전극을 제작하고 있다.

본 연구팀은 Wet형의 문제점을 해결하기위해서 Dry형의 장점과 BCI 시스템의 성능을 향상시키기 위해서 건식 능동전극을 설계 및 개발하고 있다. 우선, 건식전극을 설계 및 제작하였고 이의 전기적 접촉 성능을 분석하기 위해서 Wet형 전극 [3], G.tec 사하라 건식전극과 [4] 제안하는 건식전극의 임피던스를 비교해보았다.

2.2 제안하는 전극의 구조

제안하는 건식 능동전극의 구조는 그림 1과 같다. 이 전극은 전도성을 높이기 위해서 금속 재질에 금도금을 하였으며 6개의 전극 핀으로 이루어져 있다. 또한 각각의 전극 핀에는 스프링이 포함되어 있어 두피 모양에 상관없이 6개의 전극이 두피를 잘 압박할 수 있도록 제작되었다. 이로 인해 전극과 두피와의 부착성이 향상 되었다. 현재까지는 능동회로를 추가하지 못하고

건식전극만 제작하였다. 차후에는 능동회로를 추가함으로써 성능을 향상 시킬 수 있을 것으로 기대한다.

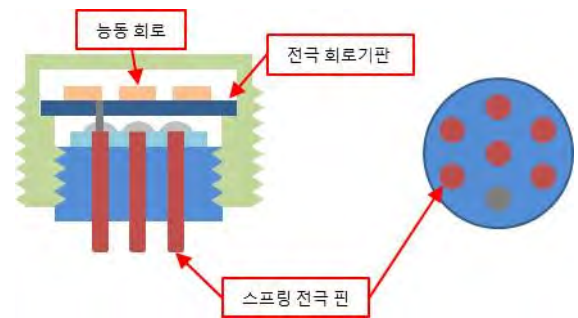


그림 1. 제안한 건식 능동전극의 구조

2.3 실험 방법

Wet형 전극, G.tec 사하라 건식전극과 제안하는 건식전극의 성능을 비교하기 위해서 세 개 전극의 임피던스를 측정하고 비교해보았다. 여기서 전극 임피던스의 측정은 세 개의 전극으로 이루어진다. 서로 다른 두 개의 전극은 실험 참가자의 두피에 특정 전류를 흘려준다. 또 다른 전극은 참가자 뇌의 생체 임피던스와 전류에 의해 만들어진 전위차를 통해서 측정한다. 이는 임피던스가 낮을수록 개선된 뇌전도 신호를 측정할 수 있음을 의미한다. 전극으로 신호를 측정할 때 통상적으로 10 kΩ 이하의 임피던스를 유지해야 질 좋은 뇌전도 신호를 획득 할 수 있다. 하지만 측정기기에 따른 출력 임피던스도 같이 고려해야하므로 50 kΩ 이하의 임피던스를 유지해도 뇌전도 신호를 측정하는데 문제없다.

전극의 임피던스를 측정하기 위해서 본 연구팀에서는 Tucker-Davis Technologies의 RZ5 Neurophysiology workstation, PZ3 Low impedance Preamplifier와 임피던스 측정 어플리케이션을 사용하였다. 위의 세 전극을 비교하기 위해서 임피던스 측정 위치는 Pz, Fz, Cz이며 임피던스 측정 어플리케이션을 실행시킨 후 2 ~ 60초 사이의 시간 흐름에 따라 임피던스 변화를 측정하였다.

III. 실험 결과

Wet형 전극, G.tec 사하라 건식전극과 제안하는 건식전극의 임피던스 평가 결과는 그림2 ~ 4와 같다. 제안한 전극의 임피던스 측정값은 Wet형 전극의 임피던스 측정값과 유사하지만 G.tec 사하라 건식전극의 임피던스 측정값 보다는 많은 차이를 보이며 성능이 더 우수하다는 것을 알 수 있다. Wet형보다 성능이 안 좋거나 비슷하지만 건식전극은 전도성 젤을 사용하지 않

는 점에서 Wet형 보다 편리하다. 또한 실험을 하지 않았지만 장시간의 실험을 할 때 Wet형 전극은 전도성 젤의 증발로 인해 임피던스 측정값이 나빠질 것으로 추정된다. 그러므로 제안한 건식전극을 사용하여 뇌전도 신호를 측정하는데 큰 문제가 되지 않을 것으로 보인다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

제안한 건식전극은 스프링을 사용하여 실험자의 두피에 접착성이 향상되었다. 이로 인해 제안한 건식전극의 임피던스 측정값도 다른 전극 보다 향상됨을 알 수 있다. 이를 이용하여 뇌전도 신호를 측정하는데 문제가 되지 않을 것이다. 또한 향후에는 건식전극에 능동회로를 결합하여 건식 능동전극을 제작할 것이다. 건식 능동전극을 만들게 되면 뇌전도 신호를 측정과 동시에 바로 증폭을 시킬 수 있어서 잡음에 강하고 신호 왜곡을 최소화 할 수 있을 것이다. 이를 만들게 되면 한층 개선된 전극을 이용하여 질 좋은 뇌전도 신호를 측정할 수 있을 것이다.

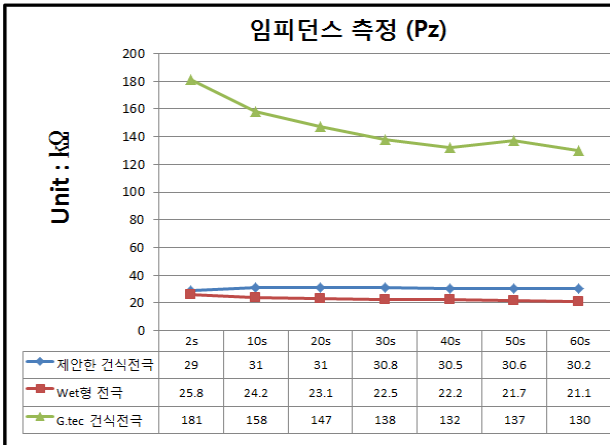


그림 2. Pz에서의 전극 임피던스 비교

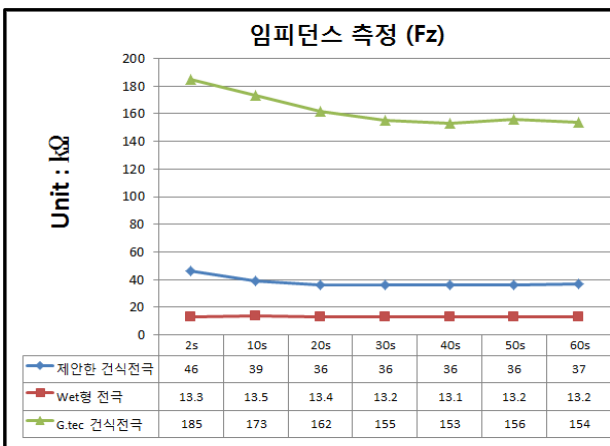


그림 3. Fz에서의 전극 임피던스 비교

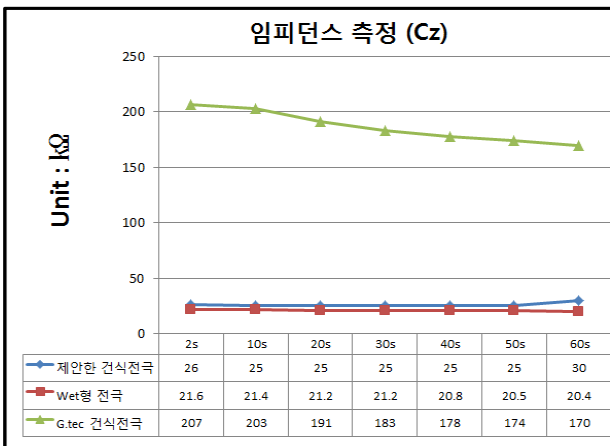


그림 4. Cz에서의 전극 임피던스 비교

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2013년도 정부 (교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (중견연구자-도약연구사업, N0. 2013-035295)

참고문헌

[1] Y.M. Chi, T.P. Jung, G. Cauwenberghs, "Dry-Contact and Noncontact Biopotential Electrodes: Methodological Review", IEEE Reviews in Biomedical Engineering, Vol. 3, pp.106-119, 2010.
 [2] L.D. Liao, I.J. Wang, S.F. Chen, J.Y. Chang, C.T. Lin, "Design, Fabrication and Experimental Validation of a Novel Dry-Contact Sensor for Measuring Electroencephalography Signals without Skin Preparation," Sensors, Vol. 11, Iss. 6, pp. 5819-5834, 2011.
 [3] http://www.hurev.com/?write=sub1_01_1_4
 [4] <http://www.gtec.at/Products>