

거울신경체계 구현을 위한 EEG 데이터 기반 행동 유도성 특징 분석

최준호^o, 박승민^{*}

^o동서대학교 소프트웨어학과,

^{*}동서대학교 소프트웨어학과

e-mail: sminpark@dongseo.ac.kr^{*}

Affordance Feature based on EEG for the Implementation of Mirror Neuron System

Jun-Ho Choi^o, Seungmin Park^{*}

^oDept. of Software, Dongseo University,

^{*}Dept. of Software, Dongseo University

● 요약 ●

본 연구는 실제 행동과 운동 심상으로 팔과 다리 동작 인식을 위한 BCI 패러다임을 제안하고 유도성 분석을 한다. 이 패러다임은 각 팔과 양다리의 특정 움직임을 인식하기 위해 ERP를 기반 패러다임을 구성한다. BCI 패러다임은 왼팔, 오른팔, 양다리를 움직이는 영상 자극을 주며 이를 기반으로 왼팔, 오른팔, 양다리 움직임에 대한 인식을 한다. 거울뉴런은 실제 행동과 실제 행동을 보았을때와 운동심상을 통한 자극을 받았을 때 같은 뉴런이 활성화된다는 성질을 가지고 있다. 이러한 성질을 이용하여 운동심상만과 실제 행동을 동시에 학습할 경우를 유도성 분석을 진행한다. 또한 유도성 특징 분석을 통해 나타난 결과를 바탕으로 BCI 패러다임을 제안한다.

키워드: 뇌 컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer-Interface), 사건 관련 전위(Event Related Potential), 거울 뉴런(Mirror Neuron), 행동 유도성(Affordance)

I. Introduction

상상 연습은 운동선수나 재활 치료 등 다양한 목적으로 운동 학습을 향상을 위해 사용됐다[1]. 이러한 근본적인 이론은 거울 신경 세포 이론이다.

거울 신경 세포는 관찰자가 행위자의 특정 행동을 관찰하면 그 행동을 모방하기 위해 활성화되는 뇌의 신경 세포이다[2]. 거울 신경 체계는 이러한 신경 세포들의 복잡한 상호작용이다. 이러한 상상과 실제 행동을 구별하기 위해서는 뇌파 신호에 대해 인식을 해야 하며 이러한 뇌파 신호는 EEG 데이터를 이용하여 구분할 수 있다. 본 논문에서는 EEG Motor Movement/Imagery 공용 데이터셋을 이용하여 ERP의 P300 기반 LSTM을 이용하여 유도성 분석을 진행하고 유도성 분석 바탕으로 BCI 패러다임을 제안한다[3].

II. Related works

2.1 거울 뉴런

거울 뉴런은 마커크 원숭이가 어떤 물체를 쥐어주었을 때 F5 영역이 활성화되는 것은 알고 있었지만, 물체를 쥐는 행동을 보는 것만으로도 F5 영역이 활성화되는 것을 보며 발견하게 되었다[2]. 관찰자가 행위자의 행동을 관찰하면 그 행동을 모방하기 위해 활성화되는 뇌 신경 세포이다. 또한 관찰, 실행, 모방 순으로 활성화 정도가 높아진다는 결과가 나왔다[4].

2.2 LSTM (Long Short Term Memory)

LSTM은 RNN과 비교하여 시간이 지남에 따라 기울기가 소멸 및 폭발하는 문제를 해결 할 수 있다. 게이트를 이용하여 셀 상태의 정보를 조절하여 불필요한 정보가 입력되는 것을 방지하여 필요한 정보를 찾아 활용할 수 있어 시계열 데이터에 정확도가 높다.

2.3 ERP 구성성분 P300 노파

P300 노파는 실험자가 특정한 자극을 감지했을 때로부터 약 300ms 이후에 발생하는 양의 방향의 피크이고 예상치 못한 자극을 받았을 때 더 큰 진폭을 가지는 경향이 있고, 특별한 교육 과정을 거치지 않고서도 실험자로부터 관측 가능하다는 장점이 있다.

III. The Proposed Scheme

3.1 연구 환경

EEG Motor Movement/Imagery 데이터셋을 이용한다[5]. 이 데이터셋은 T0 휴식, T1 왼쪽 주먹이나 두주먹을 펴거나 닫는 실제 또는 상상, T2 오른쪽 주먹 또는 두 발 펴고 닫는 상상을 하거나 동작을 한다.

3.2 거울신경체계 구현을 위한 행동 유도성 분석

거울 신경체계를 구현하기 위한 모터이미지와 실제 행동에 대한 뇌파 데이터 셋은 EEG Motor Movement/Imagery Dataset을 이용하였다[3]. 이후 데이터셋을 이용하여 P300 기반 데이터를 전처리하였고 Fig. 1과 같이 LSTM에 학습시켰다.

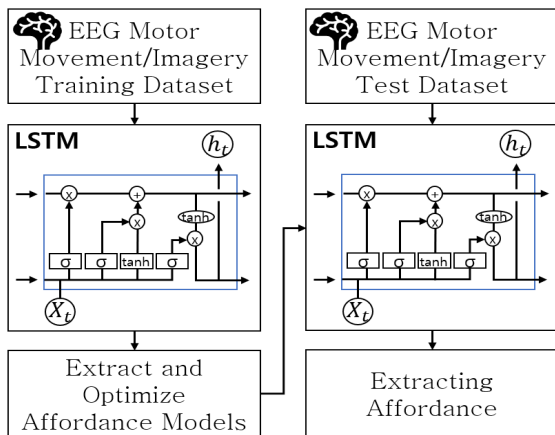
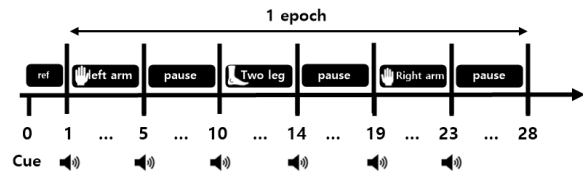


Fig. 1. EEG for the Implementation of Mirror Neuron

3.3 제안하는 패러다임

본 연구는 비슷한 운동 능력의 모방 학습이나 패턴들을 인식하기 위해 연구한다. 이러한 인식을 위해서는 뇌파 데이터가 필요하며 P300과 같은 데이터 전처리가 필요하다. 제안하는 패러다임은 직접 행동을 하는 Agent와 행위를 보고 운동상상을 수행하는 Observer로 구분하는 것을 진행한다. 각 타임라인은 Fig. 2.과 같다. 행위는 left arm 왼팔, right arm 오른팔을 돌리는 행위, two leg 양발을 들어 올리는 행위, pause는 3개를 제외한 다른 행위를 의미한다. 각 시차는 P300을 이용하기 위해 4~5초를 기록하며 이때 영상 및 청각 자극을 주며 영상 자극의 경우 동작 영상 자극을 주며 청각 자극은 미리 사전에 설명한 후 해당 동작의 신호만 주어진다.

A. Agent



B. Observer

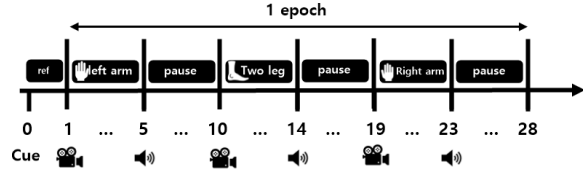


Fig. 2. BCI Paradigm (A) Agent based BCI paradigm (B) Observer based BCI paradigm

IV. Conclusions

본 논문에서는 운동상상 및 실제행동 EEG 데이터 기반 행위인식을 위해 P300 및 LSTM 기반으로 유도성 분석을 진행하였고 BCI 패러다임을 제안한다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 지원으로 한국연구재단의 지원(NFRF-2022R1G1A1012554)과 2023년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음(2019-0-01817)

REFERENCES

- [1] Hall C, Geronities L, Schmidt D. Interference effects of mental imagery in a motor task. *Br J Psychol*, 86(2);181-190, 1995
- [2] D. Jang, "Recent research on mirror neurons," *J of Information Science*, vol. 30, no. 12, 2012, pp. 43-51.
- [3] Schalk, G., McFarland, D.J., Hinterberger, T., Birbaumer, N., Wolpaw, J.R. BCI2000: A General-Purpose Brain-Computer Interface (BCI) System. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 51(6):1034-1043, 2004.
- [4] G. Kim, D. Kim, T. Yoon and J. Lee, "Intention-Awareness Method using Behavior Model Based User Intention," *J of the Korean Society for Intelligent Systems Association Academic Presentation*, vol.1 17, no. 2, 2007, pp. 3-6.