

Changes in the P300 signal when MI(motor imagery)-causing stimulus is added to the Oddball paradigm.

Oddball 패러다임에 운동심상 자극을 추가할 경우 나타나는 P300 신호의 변화

Jongsu Kim, Sung-Phil Kim*

Department of Biomedical Engineering, Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST), Ulsan, Republic of Korea



bci.unist.ac.kr

Abstract

- In this study, we analyzed change of P300 signal while the stimuli are changed from traditional oddball paradigm to multi-modal paradigm
- We empirically guide subject to counting target-presenting number for induce the Intrinsic cognitive process more active and its classification result was better.
- The results showed that the MI-oddball paradigm stimuli enhance P300 components(peak) and classification result.

Introduction

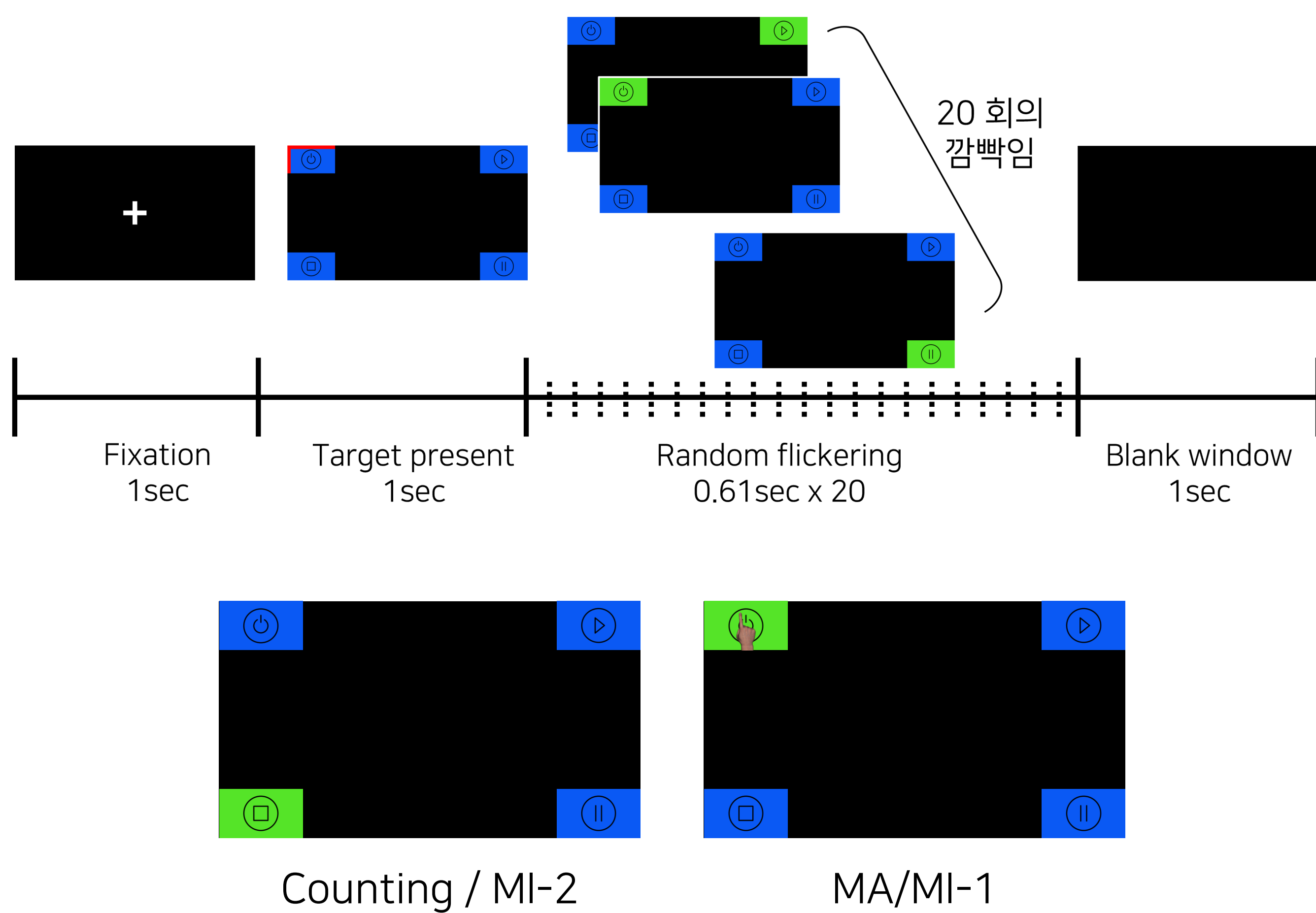
- P300 은 ERP 연구에서 대표적인 성분 중 하나로써 oddball 패러다임 시에 다양한 뇌 영역에서 보편적으로 나타나는 인지작용이다 [1].
- 피험자에게 task 를 제시할 때 고려할 것 중에 피험자가 얼마나 해당 task 를 active 하게 수행하느냐는 P300, MI 연구분야에서 해당 신호를 더욱 뚜렷하게 유도해낼 뿐 아니라 이를 토대로 분류 결과 또한 향상하는 경우를 선행연구에서 찾아 볼 수 있다 [2,3].
- 본 연구에서는 MI 유발 자극을 oddball 패러다임 자극물에 함께 제시함으로써 P300 신호의 향상 정도와 분류 성능의 개선 정도를 보고자 하며 짧은 자극 제시 시간안에서 MI 관련 ERD(event-related desynchronization)의 유발을 보고자 한다

Research Objective

- 본 연구에서는 MI-oddball 패러다임 자극 제시를 통해 피험자가 task 를 수행함에 있어 passive 에서 active 로의 인지 작용 전환을 통해 P300 신호 강화, 분류개선 및 MI 특성 관측을 통한 향후 분류기 강화 가능성을 보고자 함

Methods

- 데이터 수집
 - Participants: 10명 (남성 5명, 평균연령 22.4세, 표준편차 3.8세 / 여성 5명. 평균연령 22.6세, 표준편차, 전원 오른손잡이)
 - Task: visual oddball task
 - (target: nontarget = 1: 3, SD = 0.61sec, ISI = 0sec)
 - 총 4개의 세션, 숫자세기, 운동수행, 운동심상1, 운동심상2(counting, MA, MI-1, MI-2) 로 구성됐으며 운동수행은 운동심상을 돕기 위함으로 분석에서 제외하며 반복 block 수는 Counting=50, MA=10, MI-1=50, MI-2=50
 - 학습효과 최소화를 위하여 홀수 피험자는 Counting - MA - MI-1 - MI-2 순서로 진행하였고, 짝수 피험자는 MA - MI-1 - MI-2 - Counting 으로 진행함

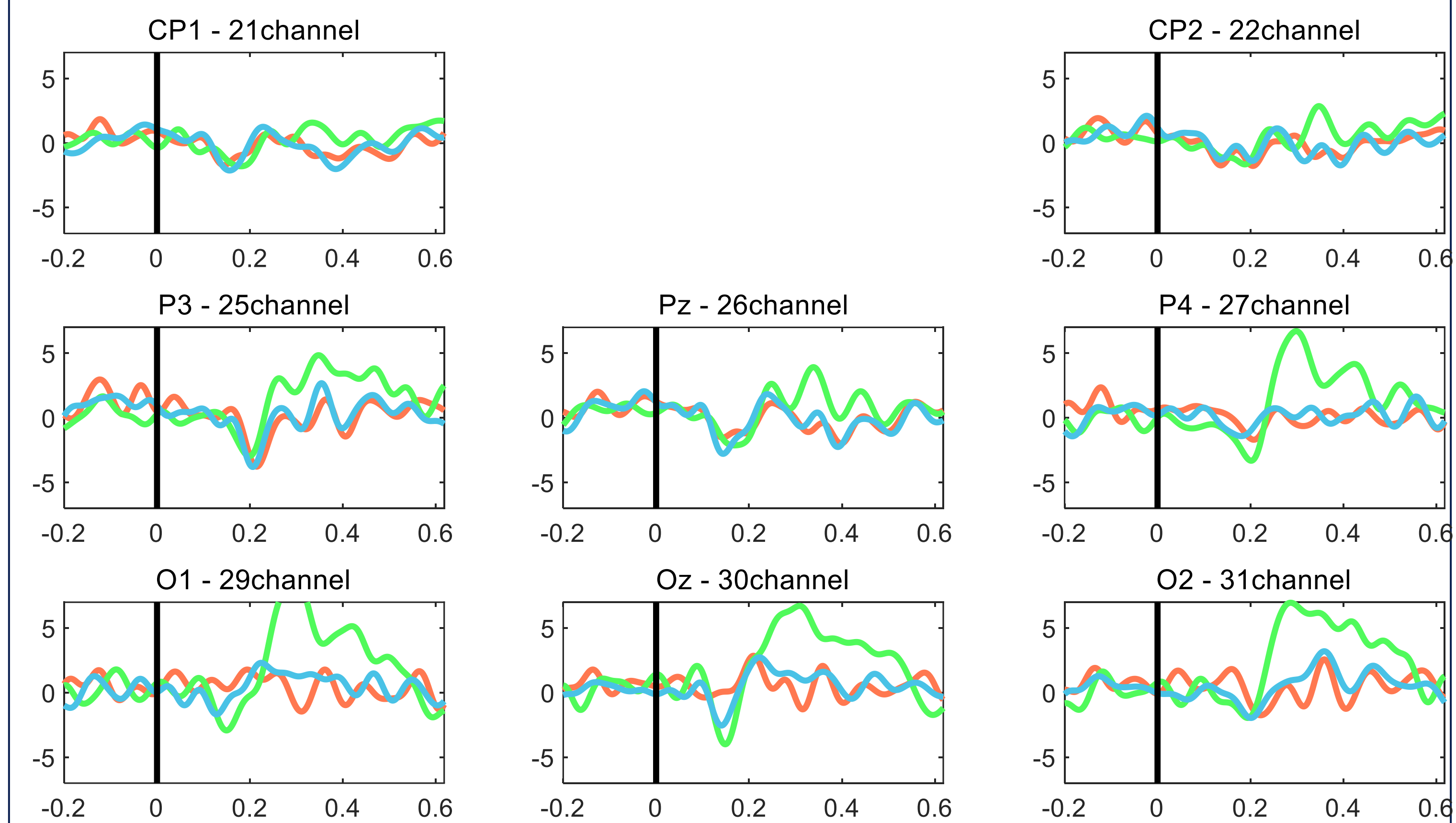
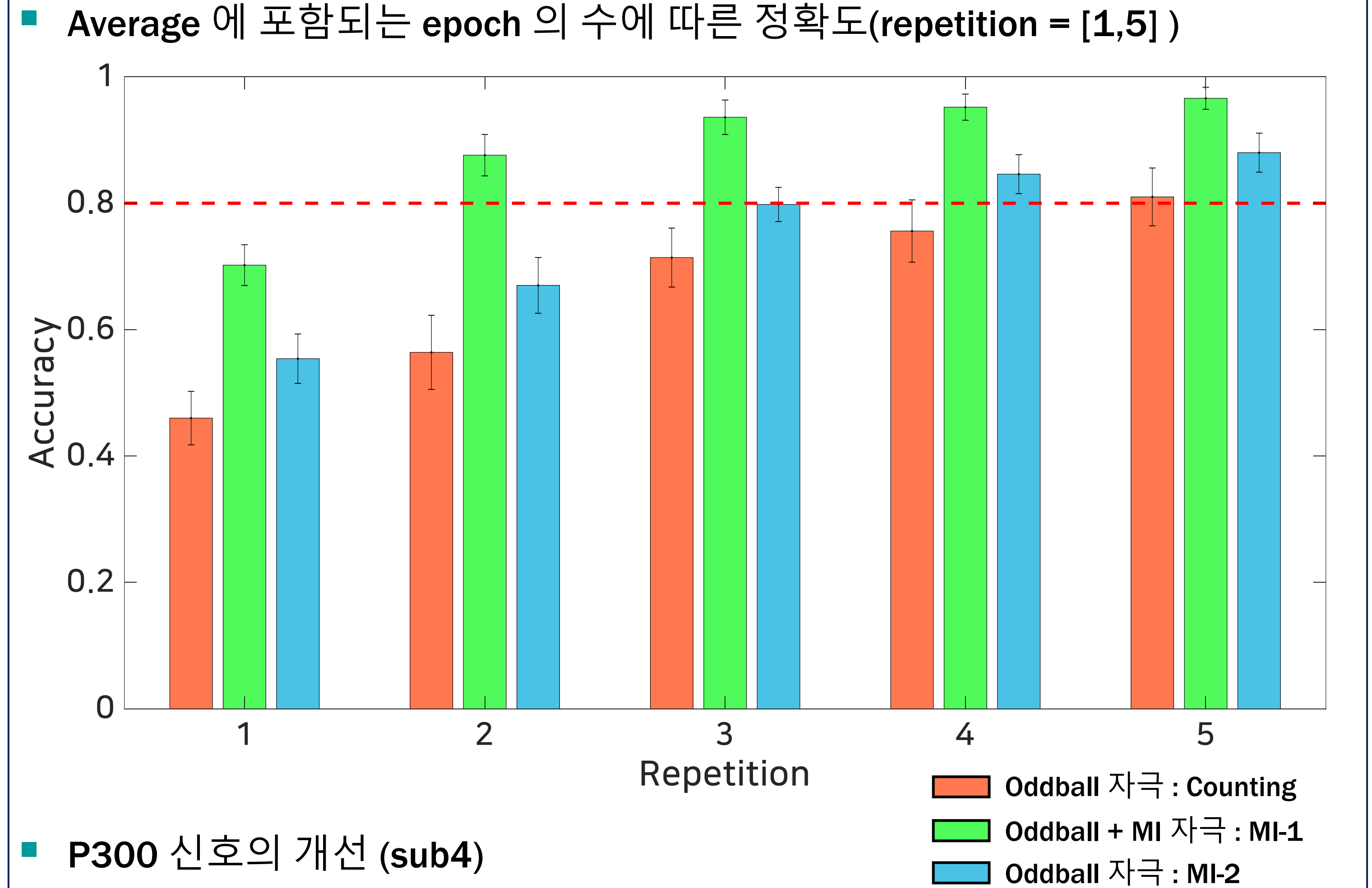


- MA/MI-1 에는 박스의 색상이 변화할 때에 오른손가락 애니메이션이 제시
- Sampling rate 500Hz, 31 channels (FP1, FP2, FP3, FZ, F3, F4, F7, F8, FT9, FC1, FC2, FC5, FC6, FT10, T7, C3, CZ, C4, T8, CP5, CP1, CP2, CP6, PZ, P3, P4, P7, P8, O1, OZ, and O2)
- EEG 전처리
0.5Hz FIR Highpass filter → Bad channel rejection → Interpolation → Common average reference → 50Hz FIR lowpass filter → Artifact subspace reconstruction (ASR) [→15Hz FIR lowpass filter → Epoching (-200~610ms) → 1 target, 3 nontarget ERP, P300 신호를 위한 처리] → Epoching (-200~610ms)
- Classification
전 채널의 P300 신호를 벡터화하여 [1 x (Nch x Epoch length)] SVM(support vector machine) 으로 학습함

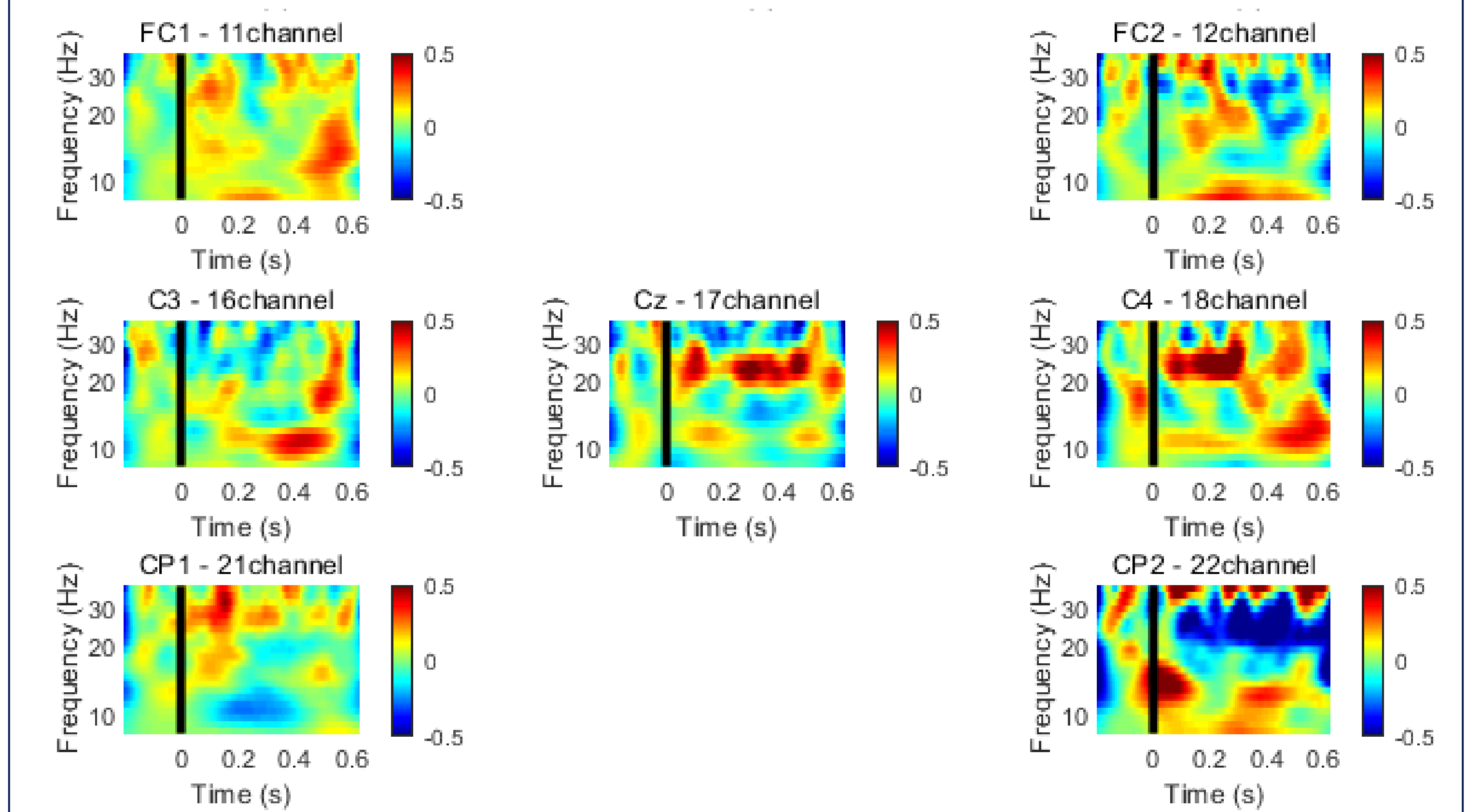
Acknowledgment

- This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF), under 2021 Project BK21 Four.

Results



ERD 신호 관측 정도(continuous wavelet, sub2)



Discussion

- P300 분류 에서 반복횟수 2 회에서 전체 10명 피험자, 5회 교차 검증 결과에서 MI-oddball 자극이 다른 자극들에 비해서 매우 높은 성능을 보이며 이는 원했던 의도가 잘 유발됐음을 P300 신호를 통해 볼 수 있다
- 그러나 MI 신호가 유발되는 것 때문인지 아니면 active 한 자극의 제시법 중 MI 가 적절했던 것인지에 대한 부분은 추가적인 연구가 필요하며 ERD 성분 분류를 통한 분류기 개선도 같은 사항이다

Reference

- [1] J. Polich, "Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b," Clin. Neurophysiol., vol. 118, pp. 2128-2148, 2007.
- [2] Li, J., & Zhang, L. (2012). Active training paradigm for motor imagery BCI. Experimental brain research, 219(2), 245-254.
- [3] Schembri, P., Pelc, M., & Ma, J. (2019, July). Comparison between a Passive and Active response task and their effect on the Amplitude and Latency of the P300 component for Visual Stimuli while using Low Fidelity Equipment. In 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) (pp. 4566-4571). IEEE.