

義手ロボット制御ブレインマシンインターフェイス応用に向けた 皮膚感覚性脳波活動のスペクトル解析

Spectral analysis of somatosensory EEG activity for artificial limb robot control BMI application

茨城高専¹, (B)高村 陸¹, (B)今野 大輔¹, 澤畑 博人¹

KOSEN, Ibaraki Col.¹ °Riku TAKAMURA¹, Daisuke KONNO¹, Hirohito SAWAHATA¹

E-mail: ac20305@gm.ibaraki-ct.ac.jp

はじめに: 運動機能障害には、筋ジストロフィーや筋萎縮性側索硬化症 (ALS) などの疾患を要因とするものなど、自分の意志で手や足を動かせないほど重篤な障害をきたす場合がある。こうした患者の補助器具の一つとして、Brain-machine interface (BMI) の開発が期待されている。先行研究において、運動関連電位を用いる方式[1]が提案されているが細かい動きを解釈するのは困難であり、実用的な BMI の実現には至っていない。そこで我々のグループでは、運動関連電位ではなく、感覚関連の脳波信号に含まれる事象関連電位 (event related potential; ERP) [2] の性質に着目し、これを用いた BMI の新しい原理を考案した。Fig.1 の例では、人差し指に意識を向けていることによって刺激されたときに ERP が検出できる。即ち、ERP が検出されるか否かによって、その部位に意識的注意が向けられているか否かを判別することが可能であると予想される。本研究では意識的注意の有無を判別するために有効な ERP の検出及びその周波数帯域を明らかにし、BMI への応用可能性について検討した。

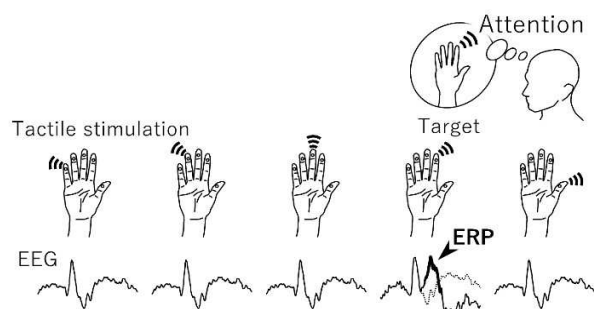


Fig.1 Event related potentials (ERP) in human EEG signals

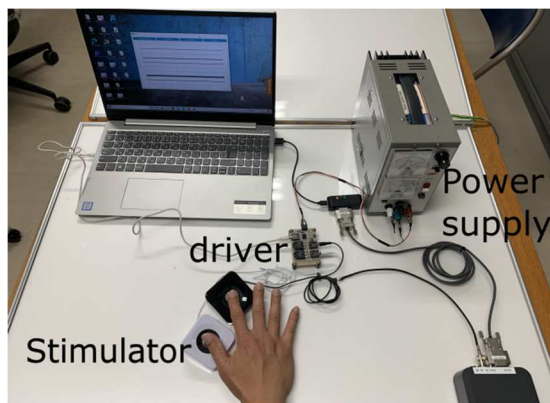


Fig.2 Tactile stimulator and driver circuit

脳波計測: 健常な被験者4名の協力を得て、脳波計測実験を行った。皮膚感覚関連の脳波活動を誘発するために、電磁式の振動子を製作した (Fig.2)。これを用いて被験者の右手親指と人差し指にランダムなタイミングで微小振動による皮膚感覚刺激を 60 秒間行った。その際被験者には指定した一方の指への刺激のみを声を出さずに数えるよう指示し、指への意識的注意を促した。脳波は無線式の脳波計 (Artisebio 社) を用いて Fp1, Fp2, Fz, T7, T8, Pz, O1, O2 の位置から 1 kHz のサンプリング周波数で計測した。

解析: 刺激の前後 1 秒を切り分け、被験者が刺激を意識的注意に向けた条件 (Target) としていない条件 (Non-target) で、それぞれ被験者全員を平均波形を Fig.3(左)に示す。刺激後 250 ms において Target 条件の振幅が大きかった。また、刺激後の 1 秒間の信号についてフーリエ変換を用いた結果 Fig.3(右)のパワースペクトルが得られた。約 40 Hz (Gamma 帯域) において、意識的注意に向けた条件 (Target) では信号パワーの増強が見られ、逆に意識的注意を向けない条件 (Non-target) では減弱が見られた。

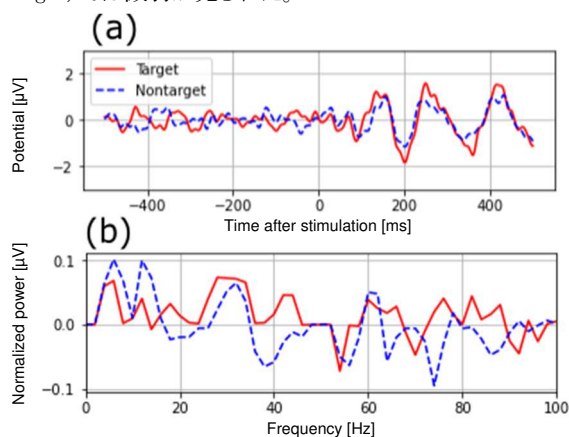


Fig.3 Somatosensory EEG responses and normalized power spectra

終わりに: 実験結果より、提案する原理を用いた BMI を構築する際には、刺激後 250 ms 近傍、および周波数 40 Hz 近傍の周波数成分が意識的注意の有無を判別するための指標として有効であることが示唆された。

参考文献

- [1] Dong, E. et al. *Med Biol Eng Comput*, pp.1-10, 2017
- [2] Eimer M, et al., *Exp Brain Res.*,151(1):24-31, 2003