

音刺激による脳波信号を用いたロボット制御の基礎的検討

D-7 Basic Study on Robot Control by Electroencephalogram Signal Using Sound Stimulation

松本 卓才[†] 林 昂志^{††} 高橋 玄記^{††} 武井 裕樹^{††} 齊藤 健[†]Takatoshi MATSUMOTO[†] Takashi HAYASHI^{††} Genki TAKAHASHI^{††} Yuki TAKEI^{††} Ken SAITO[†][†] 日本大学理工学部 ^{††} 日本大学大学院理工学研究科[†] College of Science and Technology, Nihon University ^{††} Graduate School of Science and Technology, Nihon University

1. はじめに

国内の脊椎損傷患者は現在 15 万人以上であり、毎年約 5000 人の新規患者が発生している。脊椎損傷は交通事故などの外傷によって、損傷位置より下部の運動神経などへ麻痺をもたらす病態である。麻痺の症状は痺れを常に感じる軽度な症状から寝たきりとなる重度な症状までさまざまであるが、いずれもそれまでと同様の生活を送ることを困難にする。したがって、さまざまな分野で脊髄損傷患者の治療方法や支援方法が研究されている。

特に工学分野では、事故などで体の一部を損傷した患者の身体代替機器として、筋電を用いる義手や義肢が研究されている。筋電を利用した身体代替機器は精度の高さ、反応の速さなどの利点がある。しかし、脊椎損傷を含めた運動神経に麻痺をもたらす病態では、脳からの信号が筋肉へ正しく伝達されないため、筋電の利用は困難である。一方で、脳は正常に活動しているため、麻痺患者の身体代替機器として脳波信号を利用することが検討されている。

我々はこれまでに、光刺激を用いたロボット操作システムを検討した。その結果、光刺激を同一画面上に表示した状態での制御では光刺激の間隔によって特定の脳波が誘発されないなどの課題があった。

本稿では光刺激を用いたロボット操作システムを代替、または併用するための、音刺激を用いた機器の操作システムについて基礎的な検討をおこなったので報告する。

2. 変調周波数追従反応 (AMFR)

変調周波数追従反応 (AMFR) は、聴覚検査において一部臨床検査が進んでいる研究である[1]。AMFR は図 1 に示した正弦波の変調周波数音 (SAM 音) を音刺激として呈示した場合に、変調周波数に一致したサイン波状の波形が脳波に現れる定常反応である。本研究では、AMFR を機器の操作システムとして利用する。

図 2 に 40 Hz の振幅変調を加えた SAM 音を音刺激として呈示した際の脳波の解析結果の一例を示す。同図は、測定した脳波を高速フーリエ変換した結果で、40 Hz の位置にスペクトル強度のピークがあることを示している。

今回は他の周波数で刺激提示した際の反応を調べるために、周波数の異なる複数の SAM 音を音刺激として呈示し、脳波を解析した。電極は国際 10-20 法に従い、Cz に測定電極、Fz にアース電極、頬にリファレンス電極を配置した。また、音刺激の生成には WaveGene を使用した。

図 3 に各 SAM 音に対する解析結果を示す。解析の結果、振幅変調 AM を 25 Hz で固定し、搬送周波数 CF を変化し

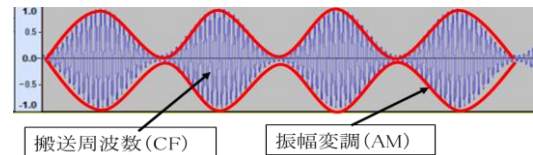


図 1 SAM 音 (CF1000Hz, AM40Hz)

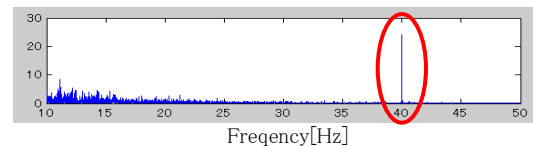
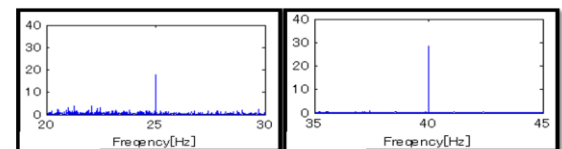
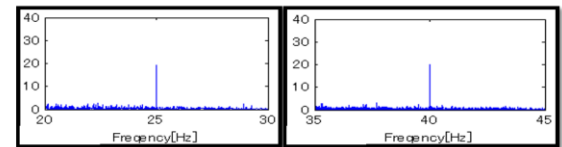


図 2 音刺激を呈示した際の脳波の解析結果の一例



CF: 1000Hz, AM: 25Hz

CF: 1000Hz, AM: 40Hz



CF: 2000Hz, AM: 25Hz

CF: 2000Hz, AM: 25Hz

図 3 提示した SAM 音を変更した際の脳波の解析結果

た場合、同程度のスペクトル強度を示した。さらに、CF を 2000 Hz で固定し、AM を変化した場合では 40 Hz が 25 Hz より大きな強度を示した。CF: 1000 Hz, AM: 40 Hz では他の反応に比べ大きな強度を示した。これらの反応が一般的であるか統計的に検討するには、被験者数を増やす必要がある。他の被験者においても同様に反応がみられれば、25 Hz と 40 Hz に異なるコマンドを紐づけ、SAM 音の CF に 1000 Hz, 2000 Hz のような差を与えることで機器操作システムを構築できる可能性がある。

3. まとめ

本稿では、音刺激を用いた脳波信号による機器操作システムの基礎的検討として、異なる SAM 音を呈示したときの脳波の解析をおこなった。その結果、全体を通して類似した反応を得られた。今後は引き続きデータを収集すると共に、複数の SAM 音を同時に呈示した際の脳波、集中による AMFR の変化を測定し、検討をおこなう。

参考文献

[1] Kuwada S, *et al.*, Hearing Research, vol. 21, Issue 2, pp. 179-192, 1986