

脳波によるロボット制御に向けた基礎的検討 Fundamental Study for Robot Control Using Electroencephalogram

○高橋玄記¹, 金田陸¹, 小林伸彰², 齊藤健²,
Takahashi Genki, Kaneda Riku, Nobuaki Kobayashi¹, Ken Saito¹

Abstract: For the purpose of improving vehicle operability by BMI, control of robot by SSVEP is conducted as basic research. Prior to the research, we prepared a chart to examine necessary equipment and environment. First, an electroencephalograph was introduced and the electroencephalogram of visual cortex was measured as operation confirmation. After that, we created a flow chart of SSVEP analysis by MATLAB and confirmed the system of robotic vehicle. In this paper, we introduced electroencephalograph, MATLAB, robot car, light stimulus software, and constructed an environment for robot control using SSVEP.

1. はじめに

昨今の日本では少子高齢化が進みつつある。これに伴って高齢者の意図しない操作での交通事故も上昇傾向にある。これは当人らの判断能力の問題とは別に乗り物の複雑な操作性による影響も大いに関係している。本研究ではここに着目し、より良い操作性を BMI によって獲得することを目的とした。

Brain Machine Interface(BMI)は脳を計測し、それを機械に伝達するインターフェースである。BMI の研究は主に医療分野で取り上げられている。例えば脳波によって義手や車椅子を操作する研究が挙げられる。これらの研究は身体の麻痺、四肢の欠損がみられる患者に対しての機能代替としての研究である。これらの研究から BMI によって様々な機器の操作が可能であること。加えて脳波での操作が従来の機器の操作に比べてよい影響を与えることが判明した。ATR の研究によると、ロボットの操作において脳波による操作は身体による操作と比べ、より適応しやすいということがわかっている。^[1]

空間分解能力の高さが求められる研究に使用される BMI は侵襲式のものや MEG といった高精度で大掛かりなものが多い。これらの研究には高いコストとリスク、手間が伴うために Electroencephalograph (EEG) が普及している。EEG は頭皮上から電位を計測する非侵襲式の BMI である。EEG の精度は MEG や侵襲式に劣るが、人体に影響を与えるリスクは微小である。そのうえ計測がしやすく、比較的安価であることから導入がしやすい。本論文では、基礎的な研究として SSVEP でロボットカーを制御するために必要な環境の検討を行った。

2. SSVEP

SSVEP とは事象関連電位の一つである定常状態視覚誘発電位のことである。光刺激によって発生する視覚誘発電位の潜時中、再度刺激を与えると潜時中の誘発電位に重なる形で視覚誘発電位が発生する。よって周期的な光刺激を与えるとその周期に沿う形で視覚誘発電位が発生する。これが SSVEP の発生原理である。SSVEP を含む脳波データをフーリエ変換すると認知した光刺激の周波数をピークとして抽出することができる。これを異なる周波数を持つ複数の光刺激で行うことでその時認知している光刺激の判別が可能になる。

SSVEP のメリットとして被験者の訓練が必要ないこと、検出方法が容易であることが挙げられる。誰でも使用することができ、また利用が安易であることは一般的に操作される機械において重要である。以上の理由から本研究では SSVEP を用いる。

3. システムの構成

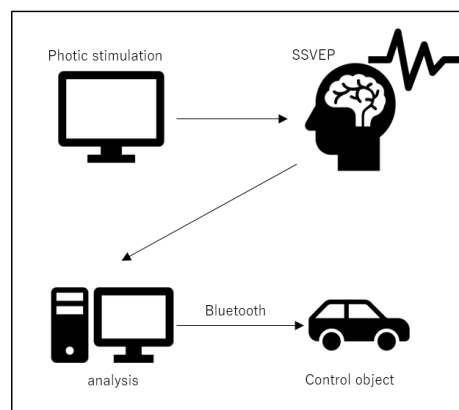


Figure1. System required for robot control

環境を構築するにあたり導入が必要となるものを確認する。SSVEP によるロボットの制御に使用するシステムの大まかなチャートを Figure 1 に示す。光刺激か

ら SSVEP を発生させ、脳波の計測データをリアルタイムで解析する。解析したデータを bluetooth 経由でロボットカーに送信し、制御する。まず以上のシステムに必要な環境を整える。

4. 脳波計

脳波計は頭皮上に接触させた電極から電位を計測する装置であり、基準電極と探査電極を用いて計測をおこなっている。周囲の商用電源等から発生するノイズはアーチファクトになるため鼻尖や耳たぶ等からリファレンスを取り探査電極と差分を取ることで同相信号を除去している。

脳波を測定するにあたって本研究では 8ch モバイル生体アンプの g. MOBIlab+, およびインターフェースボックスである g. SAHARAbox を使用する。

動作確認のため SSVEP が発生する視覚野部位 O1, O2 を計測した。Figure 2 に計測の様子を示す。横軸は時間、縦は電位を示している。開眼時の測定結果から両 ch とも 11Hz 程度の α 波と α 減衰が認められる。以上から脳波計が正常に動作していることが確認された。

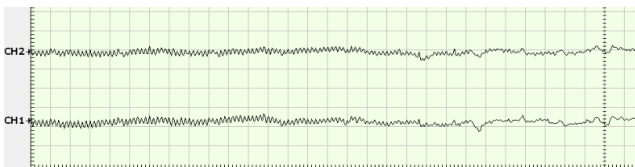


Figure 2. Electroencephalogram of O1, O2

5. MATLAB

MATLAB は数値解析やグラフ表示を行うソフトウェアである。バージョンは MATLAB2012a を使用する。マトラボは脳波の計測と解析、送信の役割として導入している。Figure 3 に大まかなフローチャートを示す。

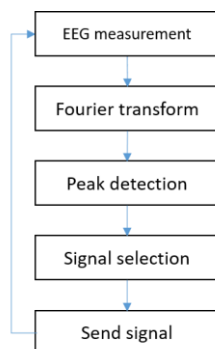


Figure 3 Flowchart from analysis to transmission

フーリエ変換によって抽出したピークに最も近い信号を選定し、制御対象に送信する。

6. 制御対象

Arduino を搭載した Kuman 社の Smart car kit sm11 を使用する。MATLAB から送信された信号を bluetooth 経由で受信しその信号をもとにロボットを制御する。前進、後退、左旋回、右旋回、停止の動作を行うため、全五つの信号を用意する。

7. 光刺激呈示ソフト

SSVEP を発生させるための光刺激呈示アプリケーションとして flicker stimulator を導入した。square flicker を起動したところ Figure 4 に示すような画面が表示された。

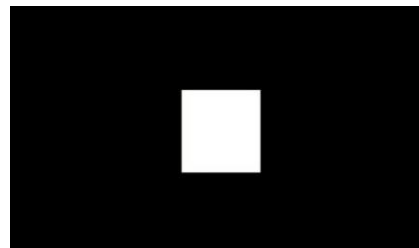


Figure 4. flicker stimulator start screen

画面中心にある正方形の図が周期的に点滅することで SSVEP を誘発する。この呈示刺激はプログラムによって個数や周波数を変更できる。ロボットの動作には 5 つの信号が必要になるため、5 種類の光刺激をプログラムする。

8. まとめ

本論文では我々が導入した機器やソフトウェアなどに関しての報告を行った。今後は実際のシステムの作製を行い、SSVEP をフリッカーシミュレータにて変動させロボットを動作させる。

9. 参考文献

[1] Maryam Alimardani, Shuichi Nishio & Hiroshi Ishiguro : “Removal of proprioception by BCI raises a stronger body ownership illusion in control of a humanlike robot”, SCIENTIFIC REPORTS, Article number: 33514 (2016), pp2-8