

ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2017 に参加して

村松悠哉

Yuya MURAMATSU

機械システム工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は2017年5月10日～13日にビックパレットふくしまで開催された「ロボティクス・メカトロニクス講演会2017」に参加し、11日に「脳波信号を用いた移動ロボットに関する研究—脳波計測システムの開発—」というテーマで発表を行った。

2. 研究背景

脳波に関する研究として、脳（神経）からの信号を取得・解析し、コンピュータあるいは機械と繋げ操作する Brain Machine Interface (BMI) と呼ばれる脳波と機械との相互通信技術が着目されている。この技術は医療福祉分野をはじめ、産業分野やエンターテインメント分野への貢献が期待されている。

BMI 技術には実験と計測と解析が付随するが、研究用の脳波計や解析ソフトウェアは比較的高額である。しかし、近年の脳波計測・解析技術の発展により、比較的安価で入手しやすく、被験者に安全に装着できる簡易脳波計が普及し、解析ソフトウェアについても無償で利用できるものが普及した。

本研究室ではこれまでに、簡易脳波計として EMOTIV 社の EMOTIV EPOC+ および NeuroSKY 社の MindWaveMobile を使用してきたが、これらについて、増幅率やノイズフィルタなど内部構造が不明である等の問題がある。それ故に簡易脳波計から計測した脳波データを用いてロボットの操作をリアルタイムで行うのは困難であると考えた。そこで、本研究では脳波をロボット制御に応用する前段階として、脳波計測システムを試作することとした。

本稿では、試作した脳波計測システムの開発およ

び、そのシステムを用いて集中時とリラックス時における脳波の周波数解析で得られた結果について述べる。

3. 計測システムの開発

3.1 回路の考案

差動増幅回路、ノッチフィルタ、ボルテージフォロワを組み込んだ回路の製作した。回路図を図1に示す。

ボルテージフォロワの IC は Texas Instruments 社の TL064CN、差動増幅回路は ANALOG DEVICE 社の AD623 計装アンプを使用した。AD623 は外付け抵抗 R_1 によりゲインを決定するため、バランスをとるべき抵抗を十分な精度で実現することが可能である。また、TL064CN と AD623 の入力インピーダンスはそれぞれ $1\text{ T}\Omega$ と $2\text{ G}\Omega$ であり、脳波の計測において十分な入力インピーダンスを満たしている。

ノッチフィルタは任意の周波数領域を低減させるため、 60 Hz に設定することで交流障害の低減が可能である。また、コンデンサはマイラコンデンサを使用した。

3.2 計測システム全体の構成

電圧計測には、KYOWA の制御ユニット EDX-10 A、電圧測定ユニット EDX-12A および収録ソフトウェア DCS 100A を使用した。概略図を図2に示す。

EDX-10A はサンプリング周波数を $1\text{ Hz}\sim 20\text{ kHz}$ まで変更可能であり、EDX-12A は AD 分解能が 24 bit と高く、また 100 Hz と 2 kHz のローパスフィルタが搭載されている。

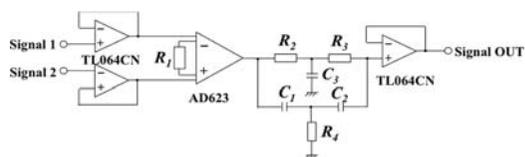


Fig. 1 Schematic drawing of electric circuit

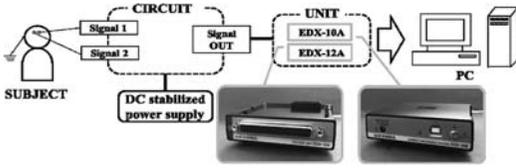


Fig. 2 Schematic of the measurement system

4. 実験

健康な成人男性 1 名を被験者とし、ある一点を見続けている状態（集中時）、脱力した状態（リラックス時）の 2 つの状態における脳波計測を行った。図 3、図 4 に結果を示す。ただし、計測条件はサンプリング周波数 1 kHz、測定レンジ ± 10 V、ローパスフィルタ 100 Hz とした。また S/N 比は 54 dB である。電極は額の 2 点と耳朶に配置した。額の電極部は銀タイプ、耳朶の電極部は銀-塩化銀タイプを使用した。

振幅 ± 200 μ V の範囲内で電圧が変化しているが、集中時にのみ 0.05 秒と 0.15 秒に著しい電圧変化が見られる。

それぞれの状態で得られた脳波生データをフーリエ解析したものを図 5、図 6 に示す。

δ 波 (0.5~4 Hz)、 θ 波 (4~8 Hz)、 α 波 (8~14 Hz)、 β 波 (14~30 Hz) の周波数領域毎に比較する

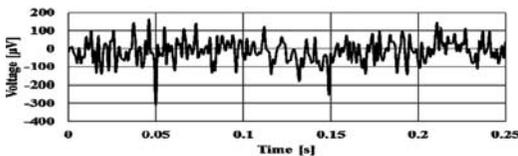


Fig. 3 Raw data in concentrated state

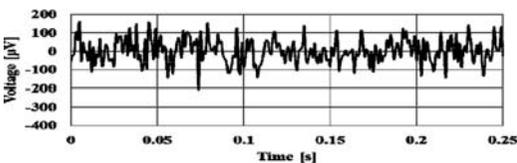


Fig. 4 Raw data in relaxed state

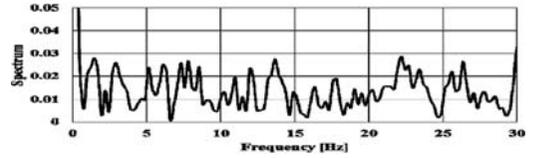


Fig. 5 Result of Fourier analysis (Concentrated)

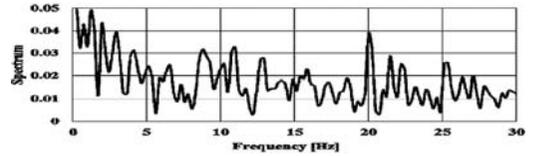


Fig. 6 Result of Fourier analysis (Relaxed)

と、同周波数領域でも集中時とリラックス時で異なるスペクトル変化を示している。

5. まとめ

本研究では脳波を計測するシステムの開発および開発したシステムでの脳波計測を行った。集中時とリラックス時の生データからフーリエ解析で得られたデータは、その状態で一般に提唱されている周波数領域と一致している領域もあれば、そうでない領域もあった。この要因として、測定回数・被験者数の少なさやシステムのノイズ対策、解析手法、サンプリング周波数が大きすぎるためにノイズなどの再現性を高めている等が考えられる。

6. おわりに

自身の発表では多くの方々から異なる視点のご意見を賜り、自身以外の発表では他大学の研究成果について、自分で直接疑問と思う点を質問でき、今回の学会発表を通して、多くのことを学びました。この学会発表で得られたことを研究に活かし、一層研究に尽力しようと感じました。最後に、発表にあたり、多大なご指導をいただきました渋谷恒司教授に深く感謝いたします。