

筋電義手の開発を目指した、筋電位信号の計測とロボットアーム制御に関する検討

システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

1年 飯塚 達也

指導教員 システム科学技術学部 情報工学科

助教 伊東 嗣功

准教授 石井 雅樹

教授 堂坂 浩二

1. 序論

これまで前腕部を切断した患者の幻肢痛緩和や QOL 向上を目的として、義手が使用されてきた。近年では、3D プリンターを用いて義手を作製することで、低価格化を実現した exiii 社の「HACKberry」、ダイヤ工業株式会社の「Finch」、Open Bionics 社の「Hero Arm」などが知られている。それら義手を装着者の意図通りに動かすには装着者の運動意図を抽出する必要がある。運動意図の抽出には距離センサーを用いた筋隆起の検出や表面筋電位計測を用いた筋収縮の検出が用いられている[1]。距離センサーはオペアンプを使用しないため回路の簡素化が可能であり、表面筋電位計測は距離センサーと比較すると回路が複雑になるが筋収縮に伴う詳細な電位を計測できる。手関節離断に対応する筋電義手の開発を目指し、本研究では筋電位計測を行う計測デバイスの検討と計測ソフトウェア開発を行い、さらにロボットアーム制御を検討するためロボットアーム製作と制御ソフトウェア開発を行う。

2. 実験装置の開発

2.1 筋電位計測とロボットアーム制御ソフトウェアの開発

筋電位計測デバイスは Spark fun 社の「MyoWare」を選択し、A/D 変換器は National Instruments 社の「USB-6001」を選択し、それらのデバイスを接続した(図 1)。筋電位は MyoWare で増幅後、USB-6001 でデジタルデータに変換し PC に保存された。筋電位計測プログラムは National Instruments 社の「LabVIEW」を用いて開発した(図 2)。ソフトウェア上でサンプリング周波数を 1000 Hz に設定し詳細な筋電位計測を可能にした。



図 1. Myoware(図 1 左)と AD 変換器(図 1 右)

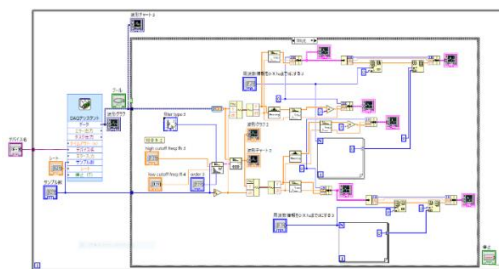


図 2. 筋電位計測プログラム

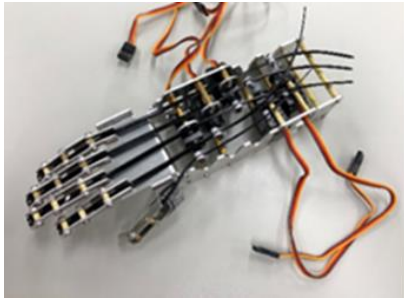


図 3. 作製したロボットアーム

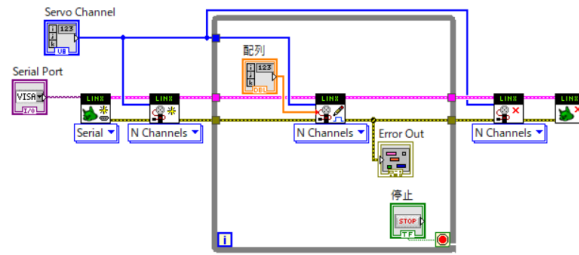


図 4. ロボットアームの制御プログラム

ロボットアームは SainSmart 社の「5-DOF Humanoid Robotic Arm & Hand」を選択し、サーボモーターの制御に Arduino LLC 社の「Arduino Uno」を選択した。Arduino の PWM 出力を用いてロボットアームのサーボモーター制御を行うプログラムも LabVIEW を用いて開発した。

2.2 筋電位計測

手の形に伴って変化する筋電位を計測するため、計測対象となる「手の形状」を(a),(b),(c)の3種類に設定した(図 5)。(a)は全ての指の関節を伸ばした状態、(b)は全ての関節を曲げた状態、(c)は親指と人差し指を曲げて接触させた状態とした。

筋電位計測用の電極は前腕部の浅指屈筋付近に装着し(図 6)、手を開いて脱力した状態で計測を開始した[2],[3]。その後、計測開始から 2 秒後に手の形を変えて 3 秒間維持する。その後、手を開いて脱力した状態に戻し 1 秒間計測した。

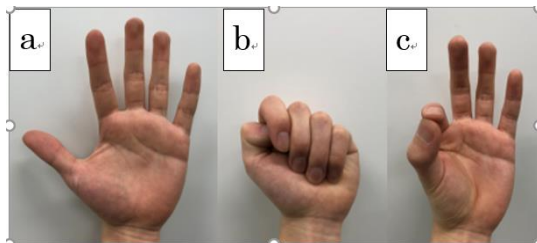


図 5. 計測対象の手の形

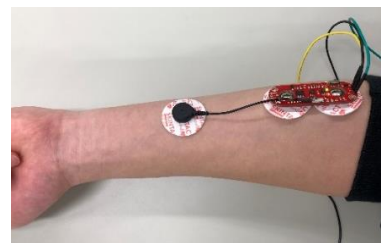


図 6. 筋電位計測の位置

3. 結果と考察

筋電位計測の結果を図 7 にまとめた。図 7(a)は全ての関節を伸ばした状態であるため、脱力状態から指の関節を伸ばしても筋電位は基線の 2.5V-3.0V 程度に収まり、3 秒から 5 秒辺に電位の変化は認められなかった。これは電極を装着した浅指屈筋は指を曲げる働きをする筋肉であるためだと考えられる。指伸筋の付近に電極を装着し、手の形を(a)にすれば、関節を伸ばしている際の筋電位が計測できると考える。図 7(b)は全ての関節を曲げた状態であるため、関節を曲げている 2 秒から 5 秒の間に最大で約 4.8V の筋電位が計測され、基線よりも筋電位が大きくなる傾向を示している。このことから手を握る動作により筋電位が生じ、それを計測できたと考えられる。図 7(c)は親指と人差し指を曲げた状態であり、筋電図の波形は(b)と似た形になった。しかし、全体的に関節を曲げた際の筋電位が小さく最大値は約 4.4V で、一時基線

付近の約 2.9V まで低下することもあった。電極を装着した浅指屈筋は親指以外の 4 本の指を動かす筋肉であり、(b)と(c)の電位の差は曲げた指の数だと考えられる。

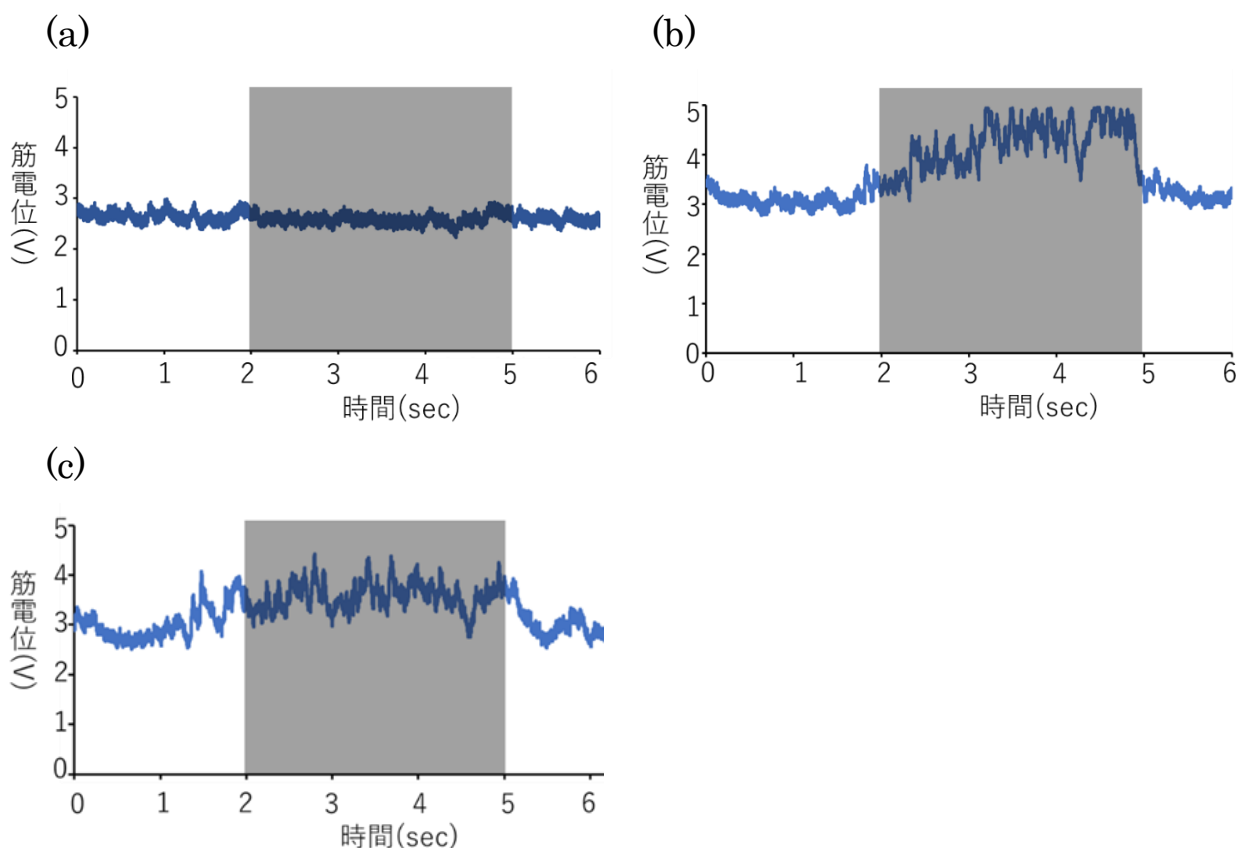


図 7. 手の形と筋電波形

4. おわりに

筋電義手開発の最終目標である「詳細な手の形をロボットアームで再現する」には至らなかった。本研究では筋電位計測を行う計測デバイスを検討し、筋電位計測ソフトウェアを開発し、実際に筋電位計測を行った。また、ロボットアーム制御を検討するためのロボットアーム製作と制御ソフトウェア開発を行った。1 電極の筋電位計測で 3 種類の手形に伴う筋電位の変化を確認した。今後は複数の電極で筋電位計測を行い、複雑な手の形を正確に検出するための研究をすすめ、詳細なロボットアーム制御に繋げる。

参考文献

- [1] 吉川 雅博, 『3D プリンタで製造する 3 指電動義手』, 日本義肢装具学会誌, 32 (3), pp.154-159, 2016
- [2] 上羽康夫『手その機能と解剖, 改定 5 版』株式会社金芳堂, pp.141-196, 2010
- [3] 木塚朝博, 増田正, 木竜徹, 佐渡山亜兵, 『バイオメカニズム・ライブラリー表面筋電図』東京電機大学出版局, 2008