

筋電信号を利用した機械操作に関する研究

システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

1年 渡邊 啓太

1年 山本 龍星

1年 古田 敦士

1年 吉田 亘曜

1年 菊實 皇太

指導教員 システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

准教授 齋藤 直樹

1. 本研究の目的

前腕が途中からない人たちに手の機能を付与するものの一つとして義手がある。一言に義手といっても、切断レベルによって上腕義手、前腕義手などがある。また、機能や操作方法によって装着義手、能動義手、筋電義手などがある。筋電義手は、筋電位を用いている。筋電位は、義手を使用する人の意思で大きさを制御することができ、使用者の思い通りに操作することができる。筋電義手のように、何らかの理由で身体に障害を抱えた方の社会復帰を手助けする手段として筋電位はこのほかにも様々なところで用いられている。このような筋電位に対して関心があり、本研究では筋電位に関する研究の初歩として筋電位を利用し、サーボモータの制御を行った。

筋電位とは、運動単位から生じる活動筋電位の総和のことであり、運動単位とは大脳皮質の運動野から投射を受ける α ニューロンと呼ばれる抹消の神経細胞の一つが複数の筋繊維に投射している。逆にひとつの筋繊維はひとつの α ニューロンの投射のみを受ける。これを運動単位と呼び、筋肉は複数の運動単位が集まって構成されている。その測定方法は針電極を用いる方法と表面電極を用いる方法がある。本研究では比較的計測しやすい、表面電極を使用する。

2. 実験システムの構成

実験システムの構成を図1に示す。筋電位を用いてサーボモータを制御するにあたり、筋電位を計測できる場所に電極パッドを貼り、Advancer Technologies社のMyoWare筋電センサを用いて読み取った筋電位を増幅させた。この増幅させた筋電位をArduino Unoを用いて数値化し、それをもとにTower Pro社のマイクロサーボモータSG90を制御する。

また、筋電位で制御したサーボモータの回転角度と筋電位の関係を可視化するために村田製作所社のポテンショメータSV01A103AEA01R00を用いる。ポテンショメータとは回転角や移動量を電圧に変換する機器・素子のことである。これをサーボモータに取り付け、Arduinoから得られたデータをProcessingに転送し、

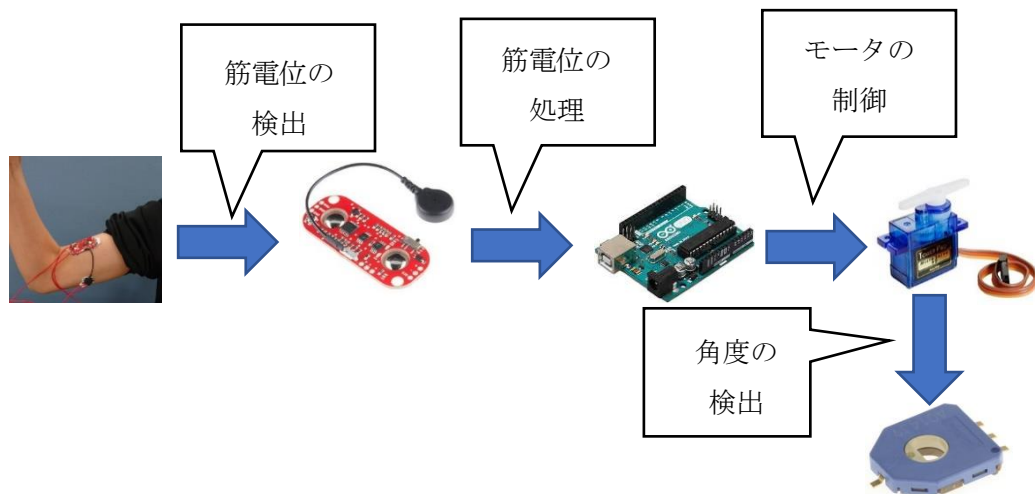


図1 実験システムの構成

Excel でグラフ化する. Processing とは Casey Reas と Benjamin Fry によるオープンソースプロジェクトであり, 電子アートとビジュアルデザインのためのプログラミング言語であり, Java をベースとしているものである. さらに, `setup()`関数と `draw()`関数で構成される. また, Processing スケッチと Arduino ボードの間の通信は Serial ライブラリを利用する.

Arduino では読み取った情報を 0~1023 の範囲で出力するが Processing では 0~255 の範囲でしか出力できないため, Arduino のセンサ情報を読み取る `analog Read()`関数を 4 で割る必要がある^[2]. さらに, ポテンショメータの出力電圧を求めるために下式を Arduino のプログラムに書き込む.

$$V = V_R \div 1023 \times 5$$

(1)

上式の V は電圧, V_R はポテンショメータの出力値を表す. また計算のオーバーフローを避けるため `float` 関数を用いる.

2.1. 筋電位の計測

今回は, 腕の曲げ伸ばしの動きとサーボモータの動きの連動を試みたため, 曲げ伸ばしの時に作用する筋肉の上腕二頭筋に電極パッドを貼り Arduino と接続する. 肘の曲げ伸ばしにより発生する筋電位を筋電センサで計測し, 増幅された筋電位を Arduino では 0~1023 の間で出力される. また, 得られた筋電位をそのままサーボモータの制御に用いるとノイズが多く, 制御に影響が出るためローパスフィルタを用いる.

図2にローパスフィルタを用いないときの筋電位のグラフ, 図3にローパスフィルタを用いたときの筋電位のグラフを示す. また, ローパスフィルタは下式によって計算される^[1].

$$V_{out} = a \times V_{out-1} + (1 - a) \times S \quad (2)$$

上式の V_{out} は出力値, V_{out-1} は前回の出力値, S はセンサの値, a はカットしたい周波数によって変化する. 出力値はセンサの値と前回の出力値の内分点とする.

2.2. 筋電位でのサーボモータの制御

上記の方法で得られた筋電位を用い, 腕の動きとサーボモータの動きを連動させるため,

閾値を設定する。このとき Arduino へ書き込むプログラムに閾値を取り込む。また、サー

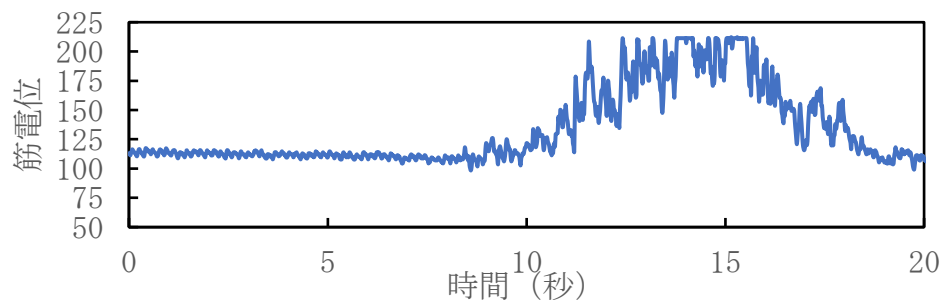


図2 ローパスフィルタなし

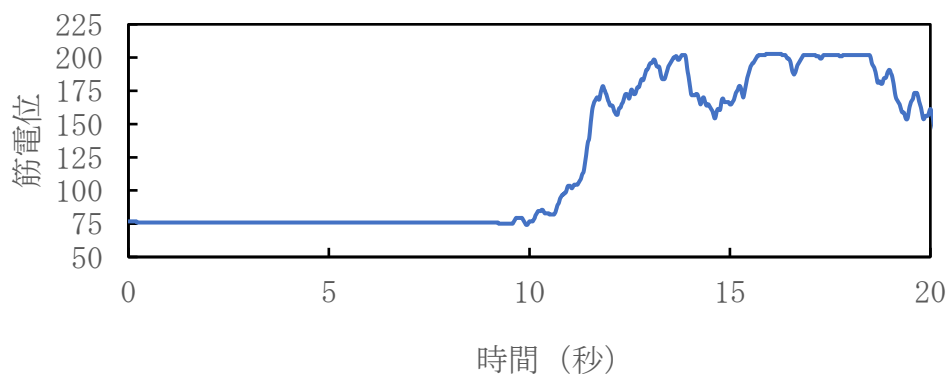


図3 ローパスフィルタあり

ボモータの回転角も Arduino へ書き込むプログラムで制御する。

今回は、筋電位を緩やかに上昇させたときと急激に上昇させたときの回転量を分けるために、筋電位の値が 110 を超えたときと 200 を超えたときそれぞれサーボモータは違う速度で正の方向に回転するようプログラムし、110 を切ったときに負の方向に回転するようプログラムした。

3. 結果

図4のグラフは筋電位とサーボモータの回転角の関係を表している。

図4より、筋電位の上昇に伴いポテンシオメータの角度も上昇していることが分かる。また閾値の違いによる角度の上昇し方の違いも読み取ることができる。

しかし、図4からもわかるように筋電位とサーボモータの動作にわずかな誤差が生じてしまっているのが分かる。

これは、筋電センサを用いて計測した筋電位をローパスフィルタを用いて処理する際に Arduino で(2)式の処理をする際に発生する時間がこの誤差に関係しているのではないかと考えられる。

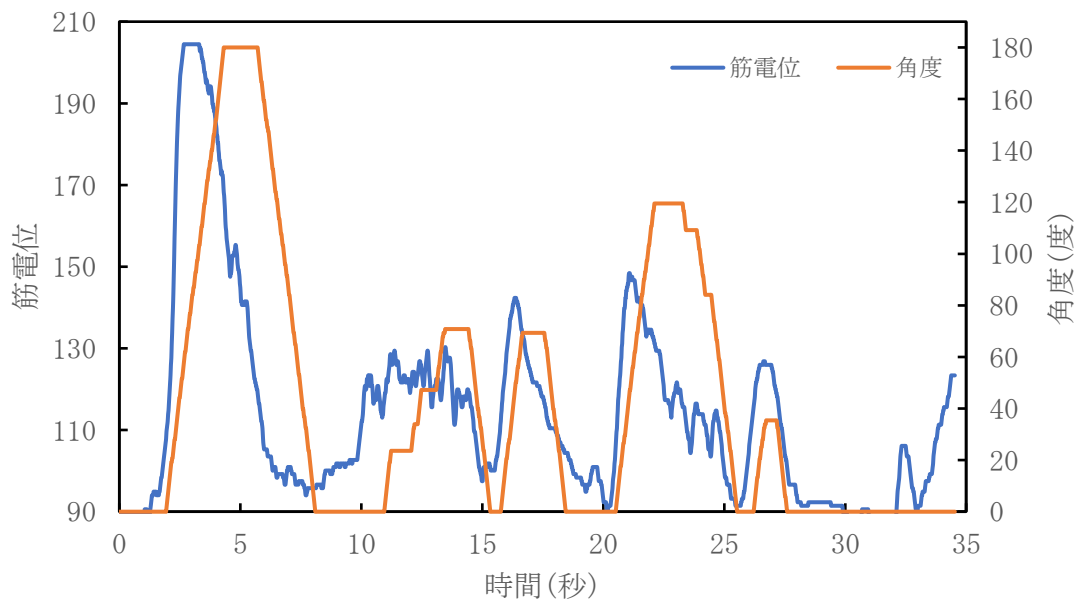


図4 筋電位とポテンショメータの回転角の関係

4. 最後に

今回は筋電計を用い計測し,増幅した筋電位を Arduino を用いて閾値設定しサーボモータを制御した. この研究をしたことで,筋電信号を利用した機械の操作をするための信号処理の仕方や筋電位のメカニズムについての知識を学ぶことができた. また, Arduino を用いたことでC言語を用いたプログラミングの技術を身につけることができた.

参考文献

[1]廃材連盟. "Arduino でローパスフィルタ(センサのノイズを無くそう)"

[https://haizairenmei.com/2018/10/27/arduino_noise/\(2019-12-09\).](https://haizairenmei.com/2018/10/27/arduino_noise/(2019-12-09).)

[2]ケイシー・リース, ベン・フライ. Processing をはじめよう. 船田巧訳. 第2版. 株式会社オライリー・ジャパン, 2012,239p.