

筋電位に基づく手の動きの判定

2015SC071 中島未貴

指導教員：大石泰章

1 はじめに

筋電義手とは外観より機能を再現することを目的とする義手の一つであり、筋肉が収縮する際に発生する電気信号である筋電位を利用して手首や指を動かす。具体的な仕組みとしては、皮膚表面に付けた電極で筋電位を測定し、周波数や振幅の異なるパターンに応じて手を握る、手を開く、手首を曲げるなど異なった動作を行う。近年、筋電義手はデバイスの小型化、軽量化、学習機能の発展により、使いやすいものとなっており、3D プリンタの普及やプログラムの公開に伴い低価格でオープンなものとなっている [1]。本研究は筋電義手の仕組みや課題を理解することを目的とし、筋電位を測定して手の動きを判定することを試みる。

2 製作するシステム

本研究では、文献 [2] に基づいて図 1 のようなシステムを製作する。このシステムでは、まず、腕の内側にあり、指や手首を曲げる際に使用する筋肉である深指屈筋と、腕の外側にあり、指や手首を伸ばす際に使用する総指伸筋の 2 か所の筋電位を表面電極を用いて測定する。皮膚表面の筋電位は約 $10\mu\text{V}$ と微小なので、測定した筋電位を筋電位増幅器を用いて増幅し、Arduino で手の動きの判定を行う。

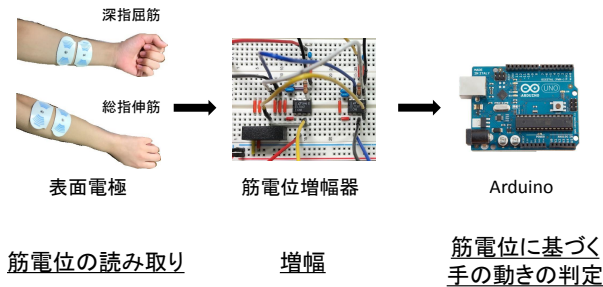


図 1 システムの概略図

3 筋電位の測定

3.1 筋電位測定システムの製作

製作した筋電位測定システムを図 2 に示す。表面電極はオムロン低周波治療器用 3D 大型パッドの HV-3DPAD を用いる。表面電極は記録電極として深指屈筋、総指伸筋に沿ってそれぞれ 2 か所に貼り、この 2 か所の電位差を筋電位として用いる。さらに、逆の手に参照電極として表面電極を 2 か所に貼る。Arduino は PC の USB 端子からの 5V 電源を筋電位増幅器に供給するために用いている。このときに、手を握る (グー)、手を開く (パー)、手首を外側に曲げる (背屈) 動作をし、筋電位増幅器で増幅した筋電位をマイク入力端子から PC に取り込み、PC をオシロス

コープとして利用できるフリーソフトであるハンディ・オシロスコープを用いて PC の画面上に筋電位の波形を出力する。

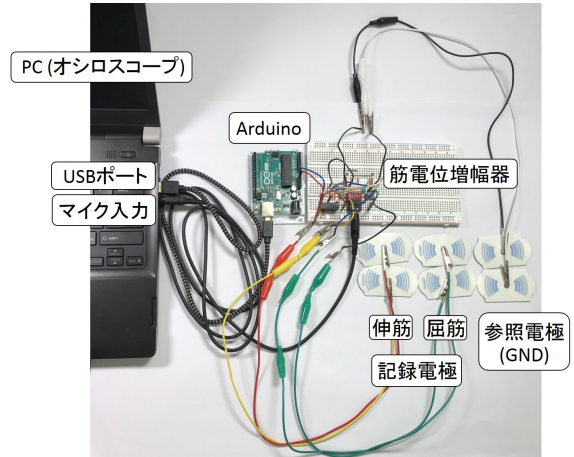


図 2 筋電位測定システム

また、文献 [3] をもとに製作した筋電位増幅器の回路図を図 3 に示す。通常、図の R の位置には抵抗器を入れ、抵抗が小さいほど増幅率が高くなる。ここでは、増幅率を高くするために抵抗器は使わないことにした。

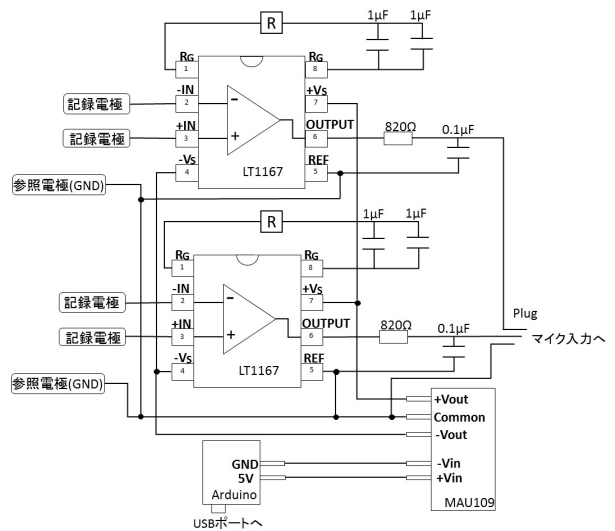
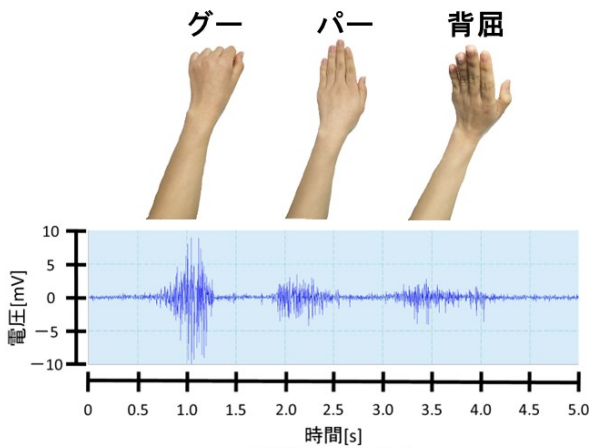


図 3 筋電位増幅器の回路図

3.2 測定実験

ハンディ・オシロスコープの出力を図 4 に示す。左から順に、手を握る (グー)、手を開く (パー)、手首を外側に曲げる (背屈) 動作をしたときの出力である。

手を握ったときは屈筋が収縮し、伸筋が弛緩するので屈筋の電位差の振幅が大きくなった。逆に、手を開いたと



(i) 屈筋の筋電位

(ii) 伸筋の筋電位

図4 ハンディ・オシロスコープの出力

き、手首を外側に曲げたときは屈筋が弛緩し、伸筋が収縮するので伸筋の電位差の振幅が大きくなった。以上の結果より、製作した筋電位測定システムは正常に機能していると考えられる。

4 手の動きの判定

4.1 判定方法

手を握る(グー)、手を開く(パー)、手首を外側に曲げる(背屈)動作をそれぞれ1秒に1回ずつ10秒間行い、このときの屈筋と伸筋の筋電位をArduinoを用いて同時に測定する。例として、グーの動作をしたときの屈筋の筋電位の測定結果を図5に示す。赤いプロットは1秒ごとの振幅の最大値である。

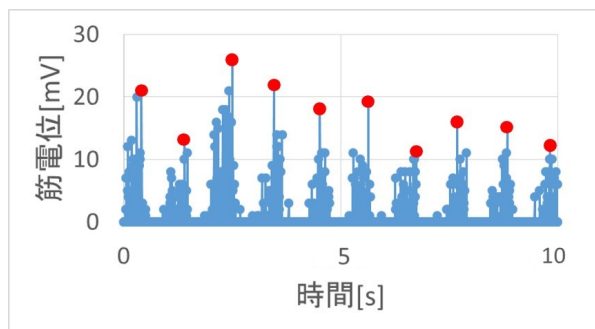


図5 グーの動作をしたときの屈筋の筋電位

次に、1秒ごとの屈筋の筋電位の振幅の最大値と伸筋の筋電位の振幅の最大値を組にし、横軸を屈筋の筋電位、縦

軸を伸筋の筋電位とする2次元平面上にプロットする。結果を図6に示す。

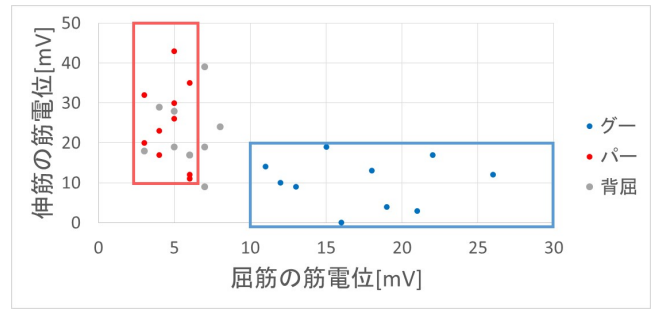


図6 筋電位の最大値

図6をもとに、屈筋の筋電位が10mV以上30mV以下、伸筋の筋電位が0mV以上20mV以下のときに「グー」と判定し、屈筋の筋電位が2mV以上7mV以下、伸筋の筋電位が10mV以上50mV以下のときに「パー」と判定することにした。また、パーと背屈の筋電位の区別が難しかったので、今回はグーとパーのみの判定を行った。

4.2 判定結果

以上の基準に基づいてArduinoのプログラムを作り、判定を行わせたところ、手を握ったときに「グー」、手を開いたときに「パー」と返すことができ、グーとパーの判定に成功した。

5 おわりに

本研究では、2か所の筋電位を同時に測定および増幅し、これをもとにグーとパーの手の動きの判定に成功した。今後の発展として、Arduinoとアームロボットを接続し、手と同じ動きをするようにアームロボットの制御をすることができると考えられる。一方、今後の課題として、背屈の動きの判定や筋電位の個人差への対応を考える必要がある。

参考文献

- [1] 相馬りか:「筋電義手にみられるものづくりと研究開発の新たな仕組み」. STI Horizon, Vol. 3 (2017), No. 2, pp. 40-42.
- [2] 佐藤永梨花・山崎千裕:「筋電位で制御されるアームロボットの試作」. 2017年度南山大学理工学部機械電子制御工学科卒業論文, 2018.
- [3] 村上慶裕 他:「ステレオマイク入力端子を用いた低コスト2ch筋電図バイオフィードバック装置」. Japanese Journal of Comprehensive Rehabilitation Science, Vol. 5 (2014), pp. 1-6.