

筋電位を用いた暮らしを便利にする リモートコントローラー操作の提案

2013SE039 蛭田梨沙 2013SE107 丸地咲衣

指導教員：藤井勝之

1 はじめに

わたしたちの身の回りには、家電製品には、リモートコントローラーによって操作されるものが多い。例えば、部屋の照明やテレビ、エアコン・コンディショナーなどである。しかし、それらの機器を操作するためにはリモートコントローラーを探し出し、手に取り、ボタンを押すという動作が必要不可欠となる。少なくとも片手が使用できる状態であり、小さな面積のボタンを正確に押すことが出来なければならない。そこでわたしたちは、従来のリモートコントローラー操作とは異なる、周辺機器を操作する方法として、ある基準以上の筋電位をトリガーとして利用することを提案したい。筋電位とは、筋細胞が収縮活動をする際に脳から出される電気信号である [1]。

筋電位センサを用いた市販されているウェアラブルデバイスの一つに、タルミックス社が販売している Myo(マイオ)がある。Myo は EMG センサによって読み取った複数箇所の表面筋電位から動作を判別する。そしてその動作ごとに割り当てられた信号を、Bluetooth を用いて対象の機器に送信することで操作する。Myo の画像を図 1 に示す。[2][3]。



図 1 ウェアラブルアームバンド Myo[2]

本研究では、ある一定基準の筋電位データをトリガーとすることで、リモートコントローラー操作に関する一連の動作が不要となるシステムの提案を行う。

本研究では、システムが日常生活で使用されることを想定して表面電極を用い、測定した筋電位を応用するために Arduino を用いた。また、無線通信手段として赤外線通信を用いた。Bluetooth を用いて接続する際にはペアリングなどのセッティングが機器ごとに必要となるのに対し、赤外線通信では特別なセッティングが不要となる。また、市販されている学習リモートコントローラーのように本システムを用いることで、日常生活のあらゆる場面で使用することができるであろうと私たちは考えた。図 2 に、本研究で提案するシステムの概略図を示す。このシステムは、伸筋側と屈筋側に貼った電極パッドから筋電位を読み取り、筋

電位計を用いて増幅させる。増幅させた筋電位を Arduino で数値化し、赤外線信号として家電に送ることで、手を動かすだけで家電の操作が可能になるというシステムである。

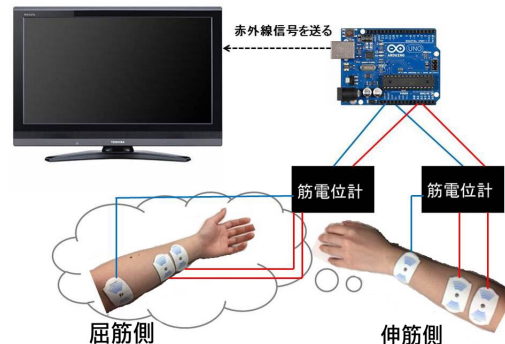


図 2 システムの概略図

2 研究における実験方法とその準備

本節では、研究を行うにあたり作製した筋電位計の詳細を説明する。

2.1 実験方法

まず筋電位計を作製する。それをパソコンのマイク端子につなぎ、ハンディ・オシロスコープというソフトウェア [5] を用いて画面上に筋電位計から読み取った筋電位の波形を表示させる。そして、手首を背屈した時に波形の振幅が大きくなることを確認する。

2.2 筋電位計の回路

先行研究 [6] をもとに筋電位計の回路を組んだ。図 3 にその回路図を示す。

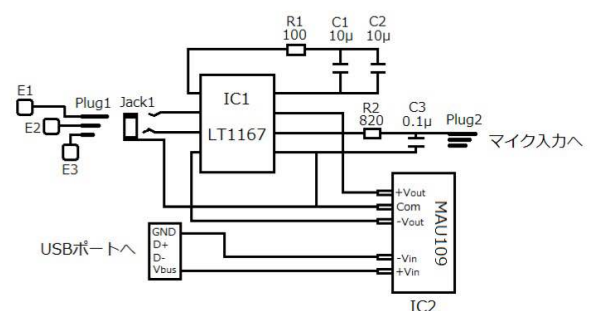


図 3 筋電位計の回路図 [6]

E1～E3 は電極パッドである．E1，E2 は記録電極であり，E3 は参照電極である．これらを人の腕の尺側手根屈筋と手首に貼る．ここで電極パッドはオムロン低周波治療器用 3D 大型パッドの HV-3DPAD を使用している．電極パッドから読み取ることができる筋電位は微小であるため，LT1167 のオペアンプに通すことで増幅させる．増幅させた電圧をパソコンのマイク端子から入力する．ここで，この回路の電源は USB 端子から 5V を得て，MAU109 のコンバータで $\pm 12V$ に増幅させ供給している [6]．

3 筋電位計の性能評価

本節では，作製した筋電位計の妥当性確認をとるために行った性能評価実験について説明する．

3.1 電位分布を用いた評価方法

筋電位計の妥当性を確かめるために電位分布の実験を行った．

図 5 にこの実験の概略図を示す．

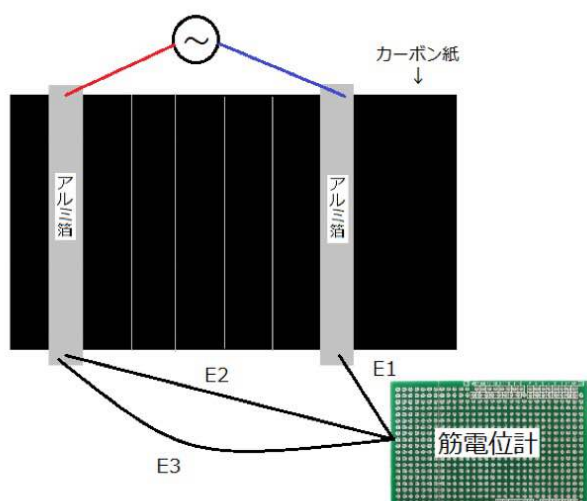


図 4 電位分布の概略図

カーボン紙に 7cm 間隔にアルミ箔を貼り，その間に 1.4cm 間隔に線を引く．筋電位計の E2，E3 を図 5 の右側のアルミ箔に固定し，E1 を左側のアルミ箔から徐々に 1.4cm，2.8cm，4.2cm，5.6cm，7.0cm の間隔で移動させていき，電位差を測定する．そして，それぞれの間隔ごとに測定を 10 回行い，平均をとる．ここで電源はファンクションジェネレーターを用いて交流を発生させている．このとき周波数は 1kHz である [7]．

3.2 評価結果

この実験の結果を図 6 に示す．この結果から，間隔が大きくなるにつれて電位差も大きくなっていることが分かった．よって筋電位計の妥当性が確認できた．

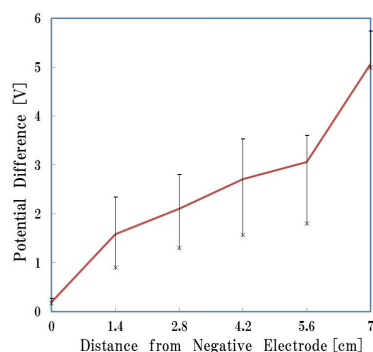


図 5 電位分布の実験結果

4 筋電位計を用いた実験

本節では，作製した筋電位計を用いて実際に筋電位を測定した結果を述べる．

4.1 実験方法

2 節で述べた筋電位計を用いて 2 つ用いて筋電位の実験を行った．PC のマイク端子に接続し，ハンディオシロスコープ [5] を用いて画面上に筋電位計から読み取った筋電位の波形を表示させる．この実験では左手を背屈させる動作と，左手をグーにする動作の際に波形の振幅が大きく振れることを確認する．

4.2 2ch の筋電位計の回路

筋電位計 1 つの回路は図 3 の回路図の通りである．それらを組み合わせた際の回路を図 6 に示す．

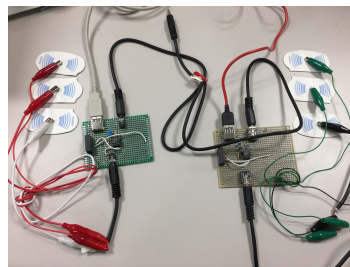


図 6 2ch の筋電位計の回路

図 6 の左の回路の電極パッドを屈筋側に貼り，また右の回路の電極パッドを伸筋側に貼る．伸筋側とは手の甲側を，屈筋側を意味する．それぞれの回路は電源が必要であり，PC の USB 端子から 5V を取得している．また，筋電位は自作の分配器を用いて PC のマイク端子へ出力している．

4.3 実験結果

図 7 の (a)～(c) はそれぞれ左手の脱力時，背屈時，グーにしたときの様子を，図 8 の (a)～(c) は左手の脱力時の波形，背屈時の波形，グーにしたときの波形を示している．図 8 の上のグラフは伸筋側，下のグラフは屈筋側の波形で

ある．



(a)脱力時

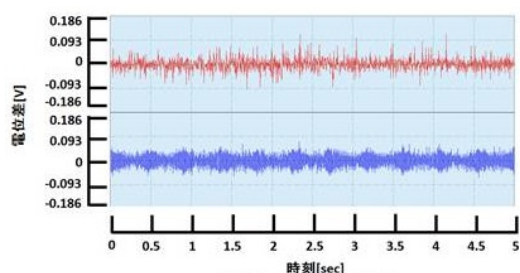


(b)背屈時

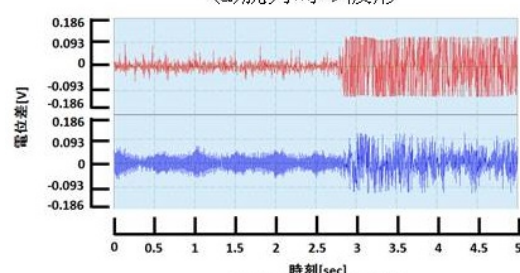


(c)グーにした時

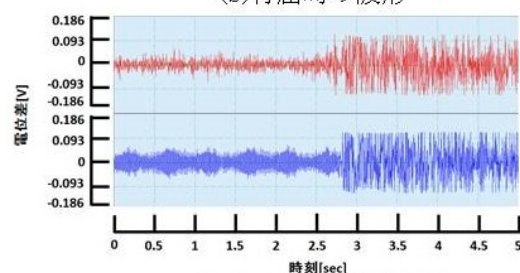
図 7 動作の様子



(a)脱力時の波形



(b)背屈時の波形



(c)グーにした時の波形

図 8 実験結果の波形

以上の結果より，左手の背屈時は屈筋側の波形の方が振幅が大きくふれ，左手をグーにした時は伸筋側の波形の方が振幅が大きく振れることが分かった．

5 Arduino について

研究に使用した Arduino という小型マイコンボードの概要と，本研究における Arduino の使用用途について説明する．

5.1 Arduino とは

Arduino には 14 本のデジタル入出力ピン，6 本のアナログ入力ピン，6 本のアナログ出力ピンがある．プログラム言語は C/C++ をベースとしており，開発環境として ArduinoIDE が搭載されている．また，Arduino におけるプログラムはスケッチと呼ばれる [8]．本研究では，家電の赤外線信号のパターンを読み取るため，また，システム内では入力された筋電位を数値化し，家電に発信するために Arduino を用いた．

5.2 電圧の数値化

Arduino では，入力ポートに加わる電圧と基準電圧の 1024 分の 1 倍の電圧値を 0~1023 倍した値と比較し，入力電圧と一致したときの倍数をデータとする．基準電圧によって測定の細かさが異なるため，入力電圧の大きさに合わせて適当なものを測定する必要がある．本研究では基準電圧を 5V に設定した．

5.3 赤外線信号の読み取り

操作対象の赤外線パターンを調べるため，赤外線信号を読み取った．Arduino のデジタル入力ピンに赤外線受信モジュールを接続し，それに向かってテレビリモートコントローラーの任意のボタンを押すことで赤外線パターンを読み取り，文字列としてシリアルモニタに表示させた [9]．その概略図を図 9 に示す．

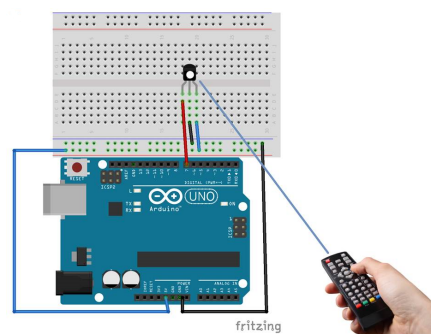


図 9 赤外線信号の受信

5.4 赤外線信号の発信

Arduino のデジタル出力ピンに赤外線 LED を接続し，5.3 で読み取った赤外線パターンを 0/1 の信号として発信させた．その概略図を図 10 に示す．

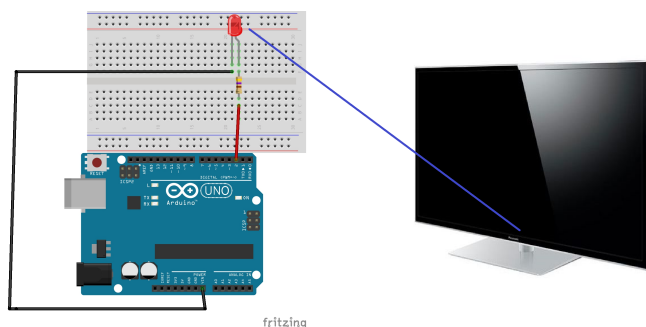


図 10 赤外線信号の発信

6 実験とその結果

本節では，Arduino を用いて筋電位を応用し，テレビの操作実験を行った結果を述べる．

6.1 筋電位の数値化

回路を通して増幅した筋電位を Arduino によって数値化したところ，以下表 1 のようになった．

表 1 ゲーの数値化結果

回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
伸筋	12	17	7	12	21	23	24	14	16	12
屈筋	38	30	26	33	14	22	16	20	21	14

この結果は 5 節で行った実験の結果に沿っていることが分かる．

6.2 赤外線信号の読み取り結果

リモートコントローラーの音量を上げるボタンを押した際の赤外線信号をリーダーコードからリピートコードまで解析した結果は以下のようであった．ここで，リーダーコードは L，リピートコードは R とする．

L00000010111111010101100010100111R

リモートコントローラーの番組表を表示するボタンを押した際の赤外線信号の 0/1 パターンは以下のようであった．

L00000010111111010111011010001001R

7 2ch の筋電位計の応用

5 節で測定した筋電位を応用してテレビの操作を行った．以下の動作をするようにプログラムを作成した．

- 手首を背屈したらテレビの音量をあげる
- 手をゲーにしたらテレビの番組表を表示する

このプログラムはシステムの中の Arduino に書き込んでおり，このシステムの概略図は図 2 に示している．テレビ操作を行った結果，プログラムどおりに操作が可能であった．しかし，電極パッドを貼付する位置に多少影響され，まれに動作の判定を誤り，何も起こらなかったり，手

の動きと違う操作が起こってしまうことがあった．

8 まとめと今後の課題

本研究では筋電位に着目し，腕の動きのみで家電の操作を可能とすることを目的とした．本研究では筋電位計を製作し，その妥当性を電位分布の実験によって確認した．また，Arduino と赤外線モジュールを用いてリモートコントローラーからの信号の数値化を行った．システムは正しく動作したが，まれに誤作動が起きたり，テレビのみの操作しか可能でないことが問題である．そのため，今後の課題として単体で 2ch の筋電位を測定できる筋電位計を完成させること，操作可能な家電を増やすことが挙げられる．

参考文献

- [1] 日本食品科学工学会，“筋電位 - J-Stage,” Available : https://www.jstage.jst.go.jp/article/nskkk/57/6/57_6.273/_article/-char/ja/, accessed : August 2016 .
- [2] Redstar，“アームバンド型ウェアラブルコントローラ MYO 製品情報,” Available : <http://www.redstar.co.jp/myo.htm>, accessed : April 2016 .
- [3] 入谷 勇也，“筋電を用いたロボットアームの操作,” Available : <http://www.oit.ac.jp/bme/~ohsuga/ppt/6th/iritani.pdf>, accessed : July 2016 .
- [4] 酒井医療株式会社，“1．表面筋電図の基礎：(2) 筋電図の種類と役割 | わかる！表面筋電図 | 今すぐ使える専門知識,” Available : <http://www.sakaimed.co.jp/special/kinden/kinden02.html>, accessed: August 2016.
- [5] Vector，“ハンディ・オシロスコープの詳細情報：Vector ソフトを探す！,” Available : <http://www.vector.co.jp/soft/dl/win95/art/se376225.html>, accessed : April 2016 .
- [6] 村上慶裕，石尾晶代，武田湖太郎 “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,” JJCRS 第 5 巻, pp.1-6, 回復期リハビリテーション協会, January 30, 2014.
- [7] ZTV，“【実験】電界（電場）と電位に関する理解（実験書）,” Available : <http://www.zd.ztv.ne.jp/n34r7z xu/3.1.2.jikken.pdf>, accessed : April 2016.
- [8] Arduino Team，“Arduino 日本語リファレンス,” Available : <http://www.musashinodenpa.com/arduino/ref/>, accessed : August 2016.
- [9] eiKatou，“Arduino でリモコン作成” Available : <http://eikatou.net/blog/2012/07/1796/>, accessed : June 2016.
- [10] Fritzing，“Fritzing,” Available : <http://fritzing.org/home/>, June 2016.4, accessed : June 2016.