

腕の筋力トレーニングをするための支援ロボットの製作と評価

2018SC089 武邑和樹

指導教員：奥村康行

1 はじめに

筋力トレーニングにおいて、スポーツジムに足を運び、筋力トレーニングをすることが多い。しかし、スポーツジムに行く気が出ない、継続できない、楽しく筋力トレーニングを行いたいなどの問題や、現在のコロナ渦の影響でスポーツジムに頻に行くことができない。そのため、自分の家で筋力トレーニングを楽しく行いたいと思う人が増え、楽しく継続的に行っていきたいなどの声をよく聞く。そこで、アームロボットを用いて自分の家で筋力トレーニングのサポートができないかと考えた。

2 先行研究

先行研究 [1] では、口頭のみでは指導が困難な小学生にも分かりやすい体操指導の実現を目的として、小学生にも分かりやすい点数表示や「はなまる」などの視覚的評価を用いた指導支援システムを提案している。体操クラブに所属する小学生を対象に本システムの指導支援効果を検証した。その結果、口頭のみでの指導より分かりやすい指導が可能であることやモチベーション向上に有効であることが示されている。

3 研究課題

本研究では、アームロボットと加速度センサを用いて、被験者が腕の筋力トレーニングを行う際に、同じ動きをするロボットを見て、よりトレーニングに近づけるような支援ロボットの製作、モチベーション向上を狙う。そのために、腕とアームロボットの動きを同期させ、被験者の腕のテンポよりも早いテンポでアームロボットが動くことを目指す。そのシステム構成を図1に示す。ArduinoにPC、アームロボット、加速度センサを接続し、腕の動きを加速度センサで読み取る。まず、被験者の実際の腕の1上下動(腕を上げる、下げるの各動作)のテンポを計測し、その結果に基づいて、アームロボットの速度を調整してアームロボットと一緒にトレーニングを行う。ここでアームロボットを早いテンポで動かすかという理由は、上腕二頭筋のトレーニングにおいて、1上下動の速度が中・低速度(3-2秒または2-1秒)よりも高速度(1秒程度)の方が筋肥大するとされているからである。[2]

4 使用機器

本研究で使用する2つの使用機器について述べる。

4.1 加速度センサ

使用する加速度センサはMPU6050のGY-521で、3軸加速度センサ、3軸ジャイロセンサ、温度計が内蔵されており、その仕様を表1に示す。本研究では、腕を上下するテン

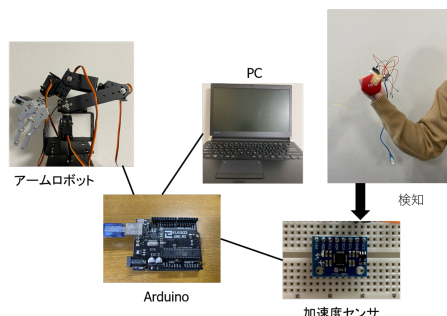


図1 システム構成

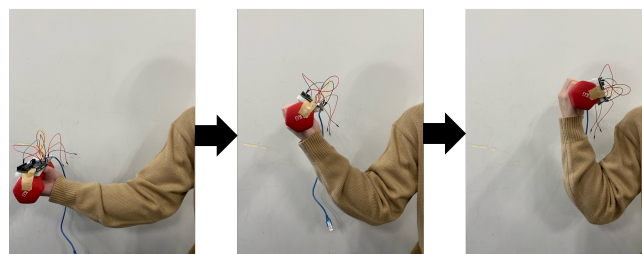


図2 腕の筋力トレーニング

ポを計測するために使用し、加速度センサはArduinoと一緒にダンベルに取り付ける。

4.2 アームロボット

高さ46cmのアームロボットを使用し、アームロボットには関節部分に6つのMG995サーボがある。今回は1つのサーボモータのみを使用する。アームロボットのサーボモータとArduinoを接続し加速度センサの読み取ったデータによって、モータの動く速度が変化する。

5 実験内容

ここでは、被験者の加速度を計測しその計測結果によってアームロボットの動くテンポを変えられるように製作することを目指し、加速度センサを腕かダンベルのどちらに装着したらいいのかを計測結果から得る。まず、サーボモータとArduinoを用いてアームロボットを一定の決められたテンポで腕と同じ上下動の動作をさせる。図3のプログラム内のdelay()の()の数値を変えることによって、アームロボットの上下動するテンポが変わる。その後、アームロボットを10回上下動させ、10回上下動した時間を計測する。この測定を3回し、その平均の結果を図4に示す。次に図1のように接続し、加速度センサが付いているキットをダンベル、腕に装着し、被験者の腕の動きとア

ムロボットのテンポを合わせるために腕のトレーニングを実際に行ってもらい、被験者の1上下動の加速度を計測する。加速度センサを被験者の腕、ダンベルにつけて30秒上下動を行った際の加速度の変化の結果を図5に示す。図5では最初の15秒を中速で、残りの15秒を高速で読み取ったデータであり、青色が加速度センサを腕に取り付けた時、オレンジ色が加速度センサをダンベルに取り付けた時を指す。続いてアームロボットのテンポを4段階に分けて動作させる。加速度の変化の周期（時間変化）がアームロボットの動きの周期となる。

```
void loop() {
  for (pos = 0; pos <= 180; pos += 1)
    // in steps of 1 degree
    myservo.write(pos);
    delay(5);
  }
  for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 1)
    myservo.write(pos);
    delay(5);
  }
```

図3 プログラム

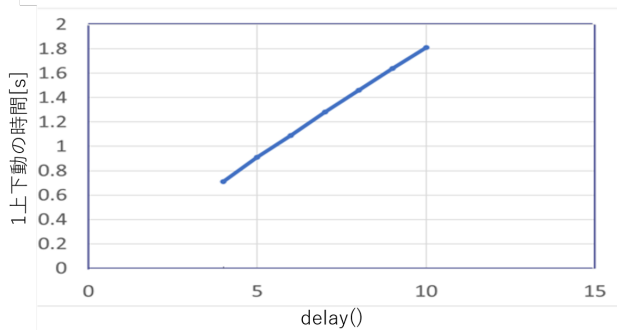


図4 delay()の数值と1上下動の時間の関係

6 実験結果

図4のグラフから、delay()の数值を上げていくと同時に1上下動の時間が遅くなり、約0.2秒ずつ変わっていく比例のグラフができた。また、アームロボットが1秒以内で動くことも可能ということもわかった。次に、図5からダンベルに加速度センサをつけてトレーニングを行った時は、安定した加速度が得られ、アームロボットもずれが生じずトレーニングを行うことができた。しかし、腕に加速度センサを取り付けて行ったトレーニングに関しては、ダンベルに取り付けた時よりは安定せず、15秒前後の速度が変化した時に安定していない。

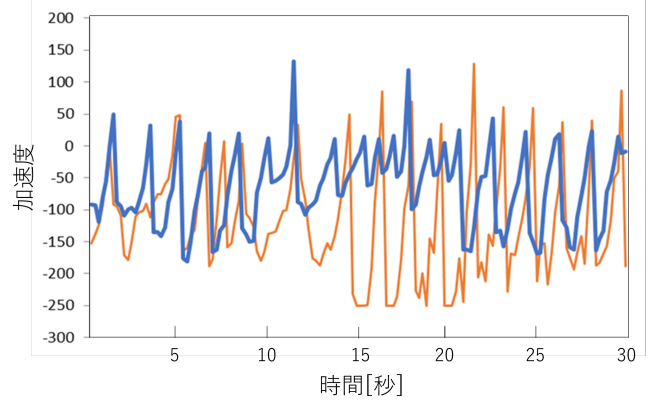


図5 腕とダンベルに取り付けた時の加速度変化

7 考察

実験結果から、アームロボットが高速の1秒以下でもトレーニングの支援が行える。また、身体に加速度センサを取り付けた時、中速から高速に変わる時に読み取りにずれが生じた。被験者の身体に取り付けるのではなく、ダンベルなど筋力トレーニングするときの器具に取り付けた方が正確にロボットも動作を行う。さらに、アームロボットのテンポは、自ら被験者に適したテンポで行うことができ、計測したデータよりも早いテンポでトレーニングすることができる。被験者はアームロボットの動きに合わせてトレーニングができた。

8 おわりに

本研究では、被験者の加速度を読み取り、それにより上下動のテンポを決めてアームロボットが動き、被験者がアームロボットの動作に合わせてトレーニングを行った。しかし、被験者の動きの周期計測、腕、ダンベルの動きとアームロボットの連動ができていない。これより、今後の課題としては、周期を計測し、腕とアームロボットの動きを同期させることが課題である。また、決められた速さ間隔で動くのではなく、腕の動きよりも早くアームロボットが上下動させることが課題である。

参考文献

- [1] 関根 喜涼, 長谷川 祥平, 丸山 智章, “小学生のための体操競技における指導支援システムの提案”, 電子情報通信学会論文誌 D, Nov, 2021. DOI
- [2] 光川真壽, “若齢者のレジスタンストレーニングにおける動作速度が筋肥大に与える影響”, 東洋学園大学紀要, 28, 118-127, 2020.
- [3] 小野田麻衣子, “高齢者のロコトレ継続のための、ロコトレ支援ロボットの開発”, 人間科学研究, Vol.29, 2016 .
- [4] おもろ家, “Arduino 入門 Lesson 09 【サーボモーター編】”, <https://omoroia.com/arduino-lesson09/>, 最終閲覧日 Dec, 28, 2021