

スマートバーベルの開発

氏名 平田 純也

拓殖大学工学部情報工学科

1. 研究の背景と目的

最近では、コロナウイルスによる巣ごもり生活により体系維持や健康維持のために筋力トレーニングの需要が高まっている。中でも大胸筋という筋肉は、体の上部で面積の大きい筋肉であることから代謝量が多く基礎代謝を上げやすいため、鍛えることがよいとされている。その大胸筋を鍛えるためにベンチプレス[1]というトレーニング方法が最も効果的で適している。ベンチプレスを行ううえでの課題として、高重量を扱うきついトレーニングであることから1人で行う際には手を抜いてしまうことや、フォームのずれからほかの筋肉への負荷が逃げてしまい大胸筋への負荷が減少してしまうなどが挙げられる。

本研究の目的はバーベルの挙動を検知するスマートバーベルを開発することにより、ベンチプレスのトレーニングをサポートすることである。

2. ベンチプレス

ベンチプレス(図1)の行う回数は8RMから10RMが最適といわれている。ここでのRMとは最大反復回数示す。トレーニングの方法として持ち上げたバーベルをみぞおち付近へ接触または接触寸前まで下す。下した際の前腕と地面は垂直になるように保つ。バーベルが水平を保ったまま垂直にバーベルを持ち上げる。



図1. ベンチプレストレーニング

3. システム構成

機能を実装するためのシステムの構成を図2に示す。

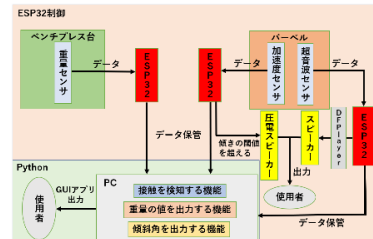


図2. システム構成図

4. 傾斜角の閾値

男性のベンチプレス平均重量は約40kgであり人間が重いと感じる重さの最頻値が2750g[2]であるため37.25kgとして三角関数を用いて計算を行う。

$$40\cos\theta = 37.25$$

$$\cos\theta = 0.93125$$

$\cos\theta = 0.93125$ がおよそ21~22度となったため、

バーベルの傾斜角の閾値を中央値となる21.5度とした。加速度センサは90度に傾いた際に660mVの変化が生じるため、1度あたりは $660/90=7.3\text{mV}$ の電位が生じる。傾きの閾値を21.5度と設定しているため $7.3 \times 21.5 = 156.95\text{mV}$ となり、およそ157mVの電位差が閾値となる。平常時の加速度センサの出力電位がおよそ2200前後であるため2043mV以下または2357mV以上が対象となる。

5. 機能

開発するシステムの機能を次に示す。

- ・トレーニングの重量と回数を数値として可視化させる機能
- ・回数を測定する機能
- ・正しいフォームへ修正を行う機能

6. トレーニングの重量と回数を数値として表示する機能

重量をセンサによって取得しPCに数値として可視化させる。重量の測定にはロードセル(図3)を用いて、2台のバーベルスタンドから得られる数値を足し合わせる。回数の測定には超音波センサ(図4)

を用いる。



図3. ロードセル 図4. 超音波センサ

7. 回数を測定する機能

超音波センサによって使用者とバーベルの距離を取得し、回数を測定する。トレーニング中にも回数を認知することができるように、スピーカーから音声による出力とPCへの回数の表示を行う。

8. 正しいフォームへ修正する機能

加速度センサ(図5)からバーベルの傾きを取得する。傾きを検知すると警告音によって使用者へ知らせることにより水平を保った動作を意識させる。



図5. 加速度センサ

9. 評価結果

本研究の評価実験では、被験者7名に開発したスマートバーベルを用いて8RMから10RMの重量でベンチプレスを2~3セット行ってもらい、傾きと回数の測定においてシステムの検知率[3]を求めた。この場における検知率とは、目視による判定とシステムによる判定が一致した割合である。検知率が高いほどシステムが目視と近い判定を行っていることを意味する。TRUE, FALSE, ASNという判定が傾きの測定でそれぞれ水平を保っている、傾いている、全サンプル数を表し、回数の測定でそれぞれカウント、ノーカウント、全サンプル数を表す。検知率を表す式は次のとおりである。

VTMT(目視 TRUE 判定かつシステム TRUE 判定)

VFMF(目視 FALSE 判定かつシステム FALSE 判定)

検知率(%) = $\{(VTMT+VFMF)/ASN\} \times 100$

傾きにおける全サンプルの集計結果を表1に、回数の測定における全サンプルの集計結果を表2に示す。

表1. 傾きの測定における結果

	目視 TRUE	目視 FALSE	合計
システム TRUE	109	3	112
システム FALSE	3	1	4
合計	112	4	116

表2. 回数の測定における結果

	目視 TRUE	目視 FALSE	合計
システム TRUE	94	1	95
システム FALSE	18	3	21
合計	112	4	116

傾きの測定でのシステムの検知率は94.8%、回数の測定でのシステムの検知率は83.6%という結果が得られた。傾きの判定において、目視とシステムによる水平判定が高確率で行われた。傾くことで警告音が鳴るところからバーを水平にした動作を意識させることができた。被験者が水平運動を高頻度で行っていたことから検知回数が少ない結果となった。回数の測定において、接触寸前まで下すことで回数の測定が行われるため、しっかりとした負荷を筋肉に与えることができた。しかし、センサが被験者の方向を向いていないことや動作の速度が速すぎることから感知されないことがあった。

10. 終わりに

今回の研究でベンチプレストレーニングのサポートをするシステムを開発することができた。

今後の課題として、傾斜角の閾値やセンサの取り付け方法を検討することである。

参考文献

- [1]ベンチプレスの正しいフォーム | 種類別やり方から効果を高めるコツまで解説
- [2]本多 ふく代「重さの主観感覚の個人差に関する検討」(2006年)
- [3]竹谷 伸人, 武田 敦志「物理センサを用いたデッドリフトにおける危険姿勢の判定手法」(2016年)