

体幹トレーニングにおける評価システムの開発

北見工業大学 ○戸田和良, 岩館健司, 鈴木育男, 渡辺美知子

要旨

本研究では、音声指示などにより、一人でも正しい姿勢での体幹トレーニングを行えるようなシステムの開発を目的としている。体幹トレーニングは、姿勢をキープし続けると無意識的に姿勢が崩れる場合がある。正しい姿勢で行わなければ質の低下や腰痛の原因となる。本稿では、体幹トレーニングにおける正しい姿勢を評価するためにカメラ画像を用いた手法を提案する。

1. はじめに

近年、運動をサポートするツールとしてDVDやゲーム^[1]、スマートフォンアプリ^[2]など様々なITツールが提供されてきている。これらのツールの多くは、指示にしたって進めれば運動が上達するという立場をとり、ユーザの習熟度に合わせて適切な指導を行えるような機能を持ち合わせたシステムとはなっていないと言える。

本研究では、計測センサからのデータによりユーザの運動動作を評価し、ユーザの習熟度に合わせて音声や画像などの支援方法によりトレーニングを行なえるような運動支援システムの開発を目的としている。運動動作の評価は、システムにとって重要な機能であり正確な計測が必要となるが、多くの計測センサを用いることは運動の妨げとなることから避けなければならない。

本稿では、この問題を解決するためにカメラによる運動動作の画像を解析することにより、運動を評価する方法について検討する。

2. 体幹トレーニング

本研究において運動支援の対象とするのは、体幹トレーニングである。体幹トレーニングとは、人間の体の頭部と左右の手足を除いた部分である体幹の筋肉である体幹筋を鍛えるトレーニングの総称である。体幹筋は、深層筋（インナーマッスル）と表層筋の2種類の筋肉から構成されており、内臓を正しい位置に保つ、姿勢を維持して支える、といった機能を持つ。

体幹トレーニングでは、正しい姿勢でトレーニングを行わなければトレーニング効果の低下や、逆に腰痛を引き起こす原因となってしまう。そのため、体幹トレーニング中の正しい姿勢の計測および評価は運動支援システムの重要な機能である。

本稿では、腹圧を高める効果のある腹横筋、きれいな姿勢を作る脊柱起立筋、ヒップアップ効果のある中臀筋を鍛えることのできるサイドブリッジ（図1）の正しい姿勢について評価する。



図1 サイドブリッジ

3. カメラ画像による計測と問題点

運動動作の計測に関して、移動範囲が広範囲にわたること、機材を体に取り付けることによって動作の不自然さを排除することを考慮して、計測センサとしてカメラを用いることが多くの研究で行われている。近年では、画像の取得から解析までをAPIを組み合わせることで簡単にできることから、Microsoft社のKinectを使用した研究事例^[3]が多くなっている。KinectはRGBカメラと赤外線センサを使用することで、人物の全身画像から身体の20関節の座標値を計測することが可能である。

本研究でも、画像の取得および解析に関してKinectを用いて行う。当初、我々もKinectによる関節位置の座標を利用して体幹姿勢を計測し評価することを試みたが、本研究で対象としている姿勢の計測に対して以下の問題点が発生することがわかった。

【Kinectの問題点】

① Kinectの関節位置計測の制約

Kinectの関節位置計測の機能は、多数の画像とのマッチング技術により位置推定を行い実現されている。そのため、カメラに対して直立に立つ場合にのみ位置計測を実現できる。（今回のような横姿勢では計測不可）

② Kinectの撮影カメラの指向性

上記の問題解決のため、横姿勢の頭部をカメラの上部とするようにKinectを横に寝せた状態で撮影したが、関節位置計測の機能は働かなかった。Kinectにおいては、正常状態に設置しなければ機能を利用できない。

4. 提案手法

前節の Kinect を用いて姿勢を計測する際の問題を解決するために、Depth 値（奥行座標）を用いた物体抽出の手法により姿勢計測する手法を提案する。

Kinect の距離カメラから Depth 値の有効範囲（0.8[m] ~ 4.0[m]）に存在するユーザを認識できる。Kinect からは 30[fps]のデータ取得が可能であり、本研究では、計測時間を基準に 5 フレーム分採取し、その平均値を用いてユーザの存在座標とした。

ユーザの存在座標から最も右側の値を頭部座標 (x_h, y_h) 、最も左側を脚部座標 (x_f, y_f) とし、それを結んだ直線をサイドブリッジ姿勢の基準線とした。任意位置 (x_b) での基準座標は式(1)で求まる。

$$y_1 = \frac{y_h - y_f}{x_h - x_f} \cdot x_b \quad (1)$$

一方、任意位置 (x_i) でのユーザの計測姿勢の中心座標を求めるために、 y 座標の最大値 (y_{b_max}) と最小値 (y_{b_min}) から次式で求める。

$$y_2 = \frac{y_{b_max} - y_{b_min}}{pix_num} \quad (2)$$

ここで、 pix_num はユーザの存在する y 軸方向のピクセル数を表す。

これらの計測データを基に、体の中心座標と基準線との二乗平均誤差 (y_{dis}) により求め、ユーザのサイドブリッジ姿勢の評価を行う（図 2）。

$$y_{dis} = \frac{1}{2}(y_1 - y_2)^2 \quad (3)$$

5. 実験と考察

1 名の被験者（20 代男性）に、2 パターンのサイドブリッジの姿勢（図 3 と図 4）をとらせ提案手法により姿勢の判別が可能か実証実験を行った。

計測の結果を図 5 のグラフに示す。グラフの縦軸は体の中心座標と基準線との二乗平均誤差 (y_{dis}) 、横軸は頭部からの距離であり、本稿では頭部からつま先までを 20 等分したものを基準として利用した。グラフから、正しい姿勢（図 3）では中心線からの距離が、悪い姿勢（図 4）に比べ非常に小さい値となっていることがわかる。したがって、提案手法によりサイドブリッジ姿勢の評価が可能であることが確認できた。

6. おわりに

本稿では、体幹トレーニングの支援システムの開発に向けたカメラ画像からの姿勢計測に対して提案した。検証実験の結果、提案手法により姿勢評価が可能であることを確認した。

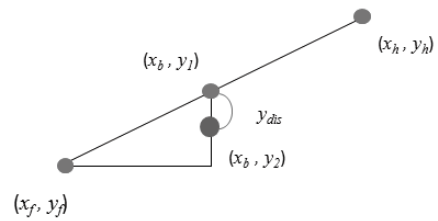


図 2 計測座標と評価基準

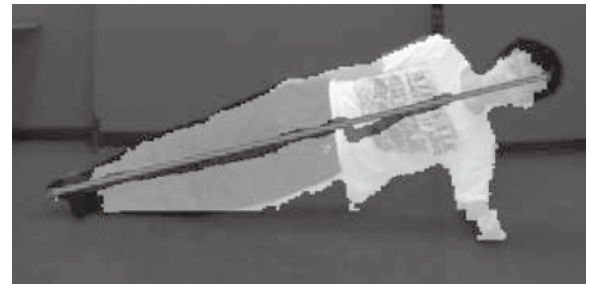


図 3 正しい姿勢

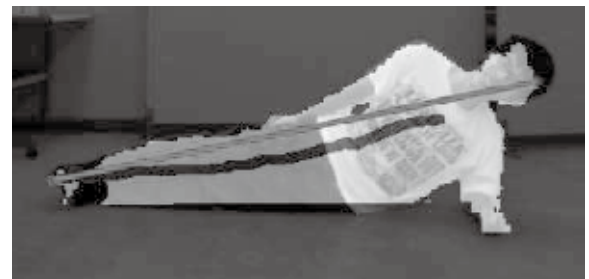


図 4 悪い姿勢

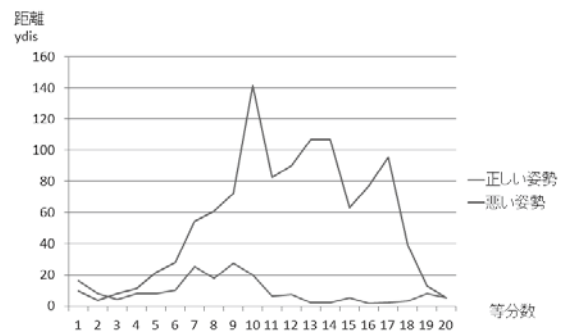


図 5 各姿勢の評価と比較

今後は、体幹トレーニングで正しい姿勢をとれるように運動支援するシステムの開発を行い、その評価を行う。

参考文献

- [1]. “NIKE Kinect Training”, <http://www.xbox.com/ja-JP/Marketplace/Product/nike-kinect-training/makebody>
- [2]. “Runtastic for docomo”
- [3]. 黒田修平, 入江, 吉永, “手本データを自動抽出する運動指導システム”, Proc. of WSII2013, 2013.