

Kinect を用いた筋力トレーニング支援システム

高久 大輔 中島 克人

東京電機大学大学院未来科学研究科

1. はじめに

近年人の運動不足が問題になっている。運動不足は肥満などの生活習慣病や腰痛等の病気を誘発しやすくなるといわれている。これらの病気は今では高齢者のみならず若年層でも発症する者が存在し、運動不足は多くの人にとって大きな問題である。ストレッチ、ウォーキング等の軽い運動やテニス等のスポーツ、筋力トレーニングを行うことで運動不足の解消が見込まれるが、多くの人々が運動不足を認識しながらも適量の運動を習慣付けることは出来ていない[1]。

運動を趣味へと昇華することを促し、運動の習慣化を図るシステムの先行例として、Wii Fit[2]がある。Wii Fit は専用のセンサーボードを用いてユーザの運動を支援するゲームベースのシステムである。ユーザは楽しみながら運動を行うことができ、カロリーの消費量や運動時間等を視覚的に得ることができる。また、他ユーザと運動量を比較することも可能なので、モチベーションの維持も見込まれる。しかし、手に持つセンサーの動きとセンサーボード上の重心移動のみでユーザの動作を判断しており、適切なフォームを指導出来るとは言い難い。

そこで我々は、運動不足を解消するために手法の一つである筋力トレーニングに着目し、これを支援するシステムの開発を行った。筋力トレーニングは他の運動不足解消法に比べ、短時間でを行うことができる点、運動に広い場所を必要としない点からそれまでの生活習慣に比較的組み込みやすいと考え、これの動作を支援し、継続を促すシステムを構築した。

2. 提案手法

本システムでは、Microsoft 社が提供するモーションセンサーシステム Kinect for Windows v2(以下 Kinect)を用いることにより、ユーザの筋力トレーニングの動作を検知する。検知したトレーニング動作を速度、角度の観点から支援を行う。支援対象は比較的簡易で認知度の高い筋力トレーニングである腹筋運動(シットアップ)とした。また、ユーザの運動へのモチベーションを高める方法として、消費カロリー等の運動による効果を示すことと、ゲーム性を付加し、トレーニングのハードルを下げることを図った。

2.1 ユーザの検出

本研究ではまず Kinect のスケルトントラッキング[3]を用い、ユーザの骨格情報を取得する。スケルトントラッキングとは、ユーザの頭、肩、腰等の主要な点(図 1)を計測した後、繋ぎ合わせて骨格状に表示を行うものであ

る。多くの学習画像と照らし合わせて推定を行うため、従来の手法よりも頑健な人体検出が可能となっている。

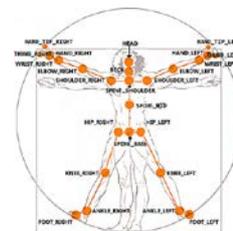


図 1 スケルトントラッキングによる各点の検出[3]

2.2 座標系の変換

Kinect を用いてユーザを検出するためには、ユーザの体の各点がカメラから見て判別できる状態であればならない。そのため本研究では、図 2 のように Kinect がユーザを斜め上から見下ろすような形で設置する。また、認識をより頑健にするため Kinect 自身にも傾きを加えた。これにより、図 3(a)(b)のような画像が取得される。これをトレーニング支援用に、Kinect が真横方向からユーザを取得した様に座標変換を施す(図 3(c))。

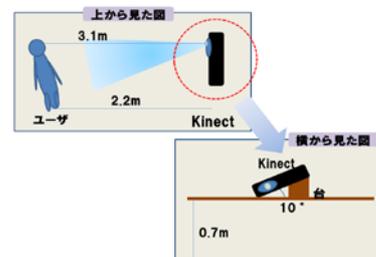


図 2 実験環境



図 3 スケルトントラッキングによる各点の検出

2.3 トレーニング動作の検出

前項で検出したユーザの骨格情報の内、頭部、背骨頂部、肘、手首、臀部、膝、足首の7点の座標情報を用い、動作の推定を行う。まず、図4(a)のように、①ユーザの膝の角度が 90° 前後、②肩、臀部、足首の成す角度が閾値以上、③手首と頭部の距離が閾値以下だった場合、シットアップ動作前とし、待機状態とする。

その後図4(b)のように、①肩、臀部、足首の成す角度が閾値以下、②ユーザの膝の角度が 90° 前後の場合、シットアップの動作が行われたものとする。各判定における閾値を表1に示す。

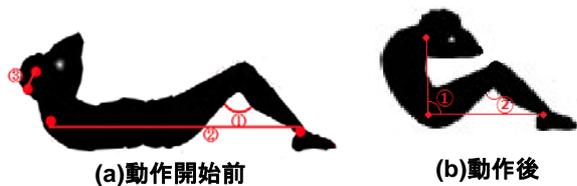


図4 シットアップ動作の判定

表1 シットアップ動作判定のための閾値

動作状態	判定項目	閾値
動作前	① 膝の角度	70°~110°
	② 肩、臀部、足首の角度	150°
	③ 手の平と頭部の距離	30pixel
動作後	① 肩、臀部、足首の角度	90°
	② 膝の角度	70°~110°

2.4 指導用見本動作表示

本システムでは運動の適切なフォームをユーザに視覚的に与える方法として、見本の動作の提示を行う(図5)。見本動作は1分間に15回[4]のペースで動作するものとし、トレーニングの適切なフォームを提示するとともに、運動する上での注意点を表示する。ユーザは提示された見本動作を真似ることで、フォームの改善を図ることが出来る。また、一定かつ適切な間隔の見本動作に追従して運動することで、高いトレーニング効果が期待できる。

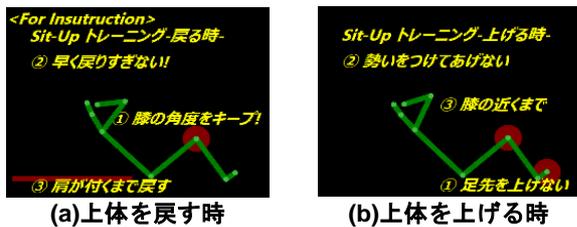


図5 見本動作の提示

2.5 モチベーション維持を促す機能

トレーニングに対するモチベーション向上へのアプローチとして、付加情報の表示とゲーム性の導入を行った。

2.5.1 付加情報の表示

腹筋運動一回における頭部速度と、トレーニングによる推定消費カロリーを表示する。頭部速度は、ユーザの身長から求めた座高[5]、腹筋一回の動作に要した時間を用いて概算する。消費カロリーは、ユーザの年齢、性別、腹筋一回の消費カロリー[4]、運動時間、補正係数[6]を用いて概算する。

2.5.2 ゲーム性の導入

ユーザのトレーニング動作を補助することを目的とし、支援システムに図5のような障害物を乗り越えるゲームを導入した。画面左側のキャラクターは右側に自動で動くものとし、トレーニング動作を行うことでジャンプする。出現する障害物にキャラクターがぶつからないように飛び越えてゴールを目指す。動作のタイミングや速さに応じて得点が加算されるようにし、楽しみながらトレーニングを行えるように設計した。



図5 ゲーム画面例

3. 評価

20代の被験者7名の協力を得て、本システムによるフォーム改善についての評価を行った。各被験者には15回のシットアップ動作を2セット行なって貰い、1セット目はシステムが腹筋運動の検出のみ、2セット目は指導用の見本動作の提示も合わせて行なった。結果を表2に示す。

表2 シットアップ検出回数

被験者		A	B	C	D	E	F	G
検出数	指導無	4	3	12	9	9	15	14
	指導有	6	9	17	10	9	13	10

(回)

運動が習慣化されていなかった被験者A,B,Cは、膝の角度が閾値内に収まっていなかったこと、背中を床まで下げないことが原因で指導前の検出数が低かったが、見本動作を見る事でフォームの改善が図られ、シットアップ動作の検出数は上昇した。運動が習慣化していた被験者F,Gについては高い検出数が得られた。ただし、両足が検出できない事による検出漏れが起きる問題があった。

4. まとめと今後の展望

本稿では、Kinect を用いた筋力トレーニング支援システムの1つとして、比較的簡易な運動不足解消法と言えるシットアップ動作についての支援システムの提案と試作、評価を行った。

本システムは、Kinect では検出が難しい座位でのユーザ検出を行い、シットアップ動作に重要な部位の角度と位置関係を検出し、動作の計測を可能とした。また、見本動作を提示し、適切なフォーム、速度をユーザに視覚的に与えられるようにした。加えて、モチベーションの維持を図るため、トレーニングを行うことによる身体への効果を示すことや、トレーニング動作に応じてキャラクターが動くゲームを導入した。

トレーニングフォームの検出精度向上、複数種のトレーニング支援とそれらの連携、本システムによる支援の有効性の検証の3点が今後の課題である。

参考文献

[1] <http://www.jili.or.jp/lifeplan/rich/health/4.html> 公益財団法人 生命保険文化センター。
 [2] <http://www.nintendo.co.jp/wii/rfnj/> Wii Fit。
 [3] <http://msdn.microsoft.com/ja-jp/library/microsoft.kinect.jointtype.aspx> JointType Enumeration - MSDN - Microsoft。
 [4] <http://www.karakara.com/help/note/syohi.html> カラダカラ 消費カロリーの参考例
 [5] 降旗, “座高についての研究”, 長野県短期大学紀要, 37 巻 pp.69-76, 1982.
 [6] <http://muuum.com/calorie/1028.html> 腹筋による消費カロリー