

反復運動学習における安定化支援の一検討

A Consideration on Supporting Stabilization in Learning of Repetitive Motions

濱上 佳祐^{*1}, 松浦 健二^{*2}, 乾 博文^{*1}, 山田 慶太^{*1}, 金西 計英^{*3}
 Keisuke HAMAGAMI^{*1}, Kenji MATSUURA^{*2}, Hirofumi INUI^{*1}, Keita YAMADA^{*1}, Kazuhide KANENISHI^{*3}
^{*1}徳島大学大学院先端技術科学教育部

^{*1}Graduate School of Advanced Technology and Science, The University of Tokushima

^{*2}徳島大学情報化推進センター

^{*2}Center for administration of Information Technology, The University of Tokushima

^{*3}徳島大学大学開放実践センター

^{*3}Center for University Extension, The University of Tokushima

Email: hamagami-keisuke@iss.tokushima-u.ac.jp

あらまし: 反復運動学習を対象とした安定化支援の一環として, 身体動作の制御と操作対象について検討を行う。本研究では, 反復運動の中でも移動を伴わない縄跳び, フラフープのような運動を取り上げる。中でも, 運動過程において制御目標となる操作対象を身体の動作に合わせた調整を要する運動とする。本研究では, 身体運動の三次元モニタリングと操作対象の軌跡抽出を行い, 連続試行が十分ではない学習者を対象に, 安定化支援手法を検討する。

キーワード: 身体知, スキル学習, 反復運動, モーションキャプチャシステム, 軌跡抽出

1. はじめに

身体スキルとは, 本研究では, 訓練や学習によって獲得した身体に関する生来的ではない能力であると捉えている⁽¹⁾。我々は, 身体スキルの中でも, 反復運動を対象としたスキル学習支援の研究を行っている。反復運動とは, ランニングや縄跳びのように, 単一の動作を繰り返し行うことで, 連続した動作となる運動である。本研究では, 反復運動学習を対象とした安定化支援の一環として, 身体動作と操作対象の制御について検討を行う。

反復運動の中でも, これまで我々が研究対象としてきたランニングのような運動とは異なり, 場所の移動をオプションとし, 一般には移動を伴わない運動を対象に安定化支援を行う。また, 運動過程において身体動作の制御だけでなく, 単一の操作対象を有する。したがって, 操作対象に合わせた身体動作の調整を要する運動とする。こうした運動には, 縄跳びやフラフープがあるが, 接点が移動するフラフープを取り上げる。フラフープの初心者にとって, 操作対象の制御を有する運動は, 自身の身体部位ではない対象の制御を含むため, 身体制御のみの運動より実際の対象の運動を認識・予想することが難しい。さらに, ランニング等の対象操作を伴わない運動と異なり, 対象物の軌道に合わせて自身を動的に制御する機能を学び, 実現する必要がある。

こうした複雑な系であるため, まずセンサを用いて運動データの値を取得し, ユーザーに理解しやすい形での情報提供することが有用と考える。そこで, 本研究では, 身体運動の三次元モニタリングを行い, 学習者自身に実際の動作を認識させる。モニタリング手法として, 映像解析またはモーションキャプチャが典型的に使われるが, モニタした後の分析フェ

ーズでは, 一定の抽象度を高めた方法論を研究する。ただし, 現在は一例としてモーションキャプチャシステムを用いたデータの取得を行うこととする。

2. モーションキャプチャシステム

モーションキャプチャシステムは, 物体の三次元座標のデータを時系列で取得することが可能である。また, その三次元座標データを用いる事で, コンピュータ上に実際の動作をアニメーション映像として再現することが可能となる。近年では, モーションキャプチャシステムは幅広い分野で利用されており, スキルに関する研究⁽²⁾⁽³⁾も行われている。そのため, 全身のモーションデータを学習者に提示することは, 学習者にとって全体像を捉えやすくし, スキル開発の手段として有用である。そこで, 本研究では, 学習者に対して上級者の全身のモーションデータと学習者自身のデータの両アニメーション映像を提示することで, 動作の比較を行う。上級者は, 学習者よりも長時間継続して成功でき, かつ不安定的なフープの回転運動に対して, 多少の制御を行っているとは仮定する。学習者はアニメーション映像を見ることで, 自身の実際の動作と上級者の動作の間のギャップ, 上級者の安定期の動作をそれぞれ認識することが可能となる。同時に, 学習者の動作の軌跡抽出を行う。抽出した軌跡により, 学習者が身体部位ではない操作対象との動作のずれや不安定になり始めた要因を認識することが可能となる。これを実現するためのツールの構築を目指す。

3. 運動モニタリング

反復運動を対象にデータの取得を行うため, 素早い動作に対応することが出来る光学式のモーション

キャプチャシステムである OptiTrack を使用する。本システム使用に際して、室内に 4m²の広さを確保して、カメラを 10 台設置した。本システムを用いることで、身体動作と対象の軌跡の双方を取得可能である。

反射マーカを装着する身体部位は、上から頭、首、両肩、両肘、両手、腰、両膝、両踵、両つま先の 15 箇所として配置した。さらに、操作対象となるフラフープには、マーカ間の距離を等間隔とし、かつ対角線が直角となるように 4 箇所配置した。また、フラフープに配置した 4 箇所のマーカの座標からフラフープの重心の座標を取得する。実際には、これら 20 箇所の座標取得に 28 個のマーカを使用する。順次描画することで、アニメーション映像を生成する。

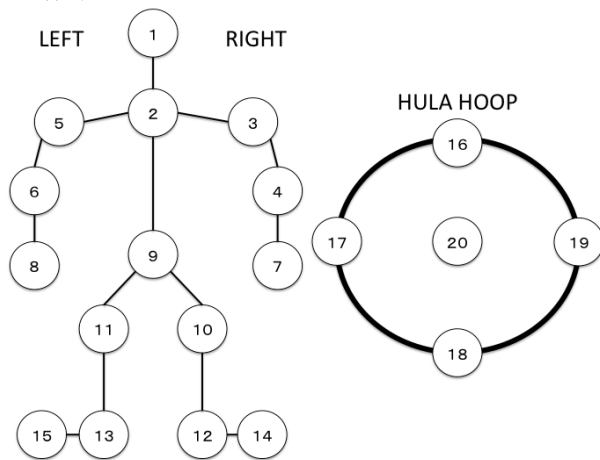


図1 マーカID と対応する部位

4. 支援シナリオ

本研究の対象は、前述した通り身体動作の制御だけでなく単一の操作対象を有する、移動を伴わない反復運動である。具体的にはフラフープとする。また、支援対象となる学習者は、反復運動において連続試行が十分ではない者、すなわち、安定して長時間フラフープを継続できない者とする。

本システムでは、得られた三次元の時系列データを用いて、アニメーションを生成し、上級者の全身の動作との比較を行う。また、フラフープと腰の動作の軌跡を抽出する。さらに、学習者にとって安定した理想となる軌跡を生成し、実際のずれの視覚化を試みる。学習者の運動過程において、動作が不安定時にフィードバックを行い、学習者に対して動作のずれや失敗した要因を認識させる。

5. 開発

本研究では、①学習者と上級者の全身の動作を比較できる画面、②学習者のフラフープの動作と腰の動作の軌跡と安定した理想的な安定軌跡を表示する画面、③軌跡のずれに対して支援を行う画面の3画面で構成されるビューワを構築する。

画面①は、学習者と上級者の全身の運動データを

それぞれ描画する。画面②には、学習者の運動データからフラフープと腰のデータを用いる。また、理想となる安定軌跡の生成には、学習者の動作の運動データから数周期をサンプルとし、フラフープの運動方程式⁽⁴⁾⁽⁵⁾に当てはめることで生成する方法をとる。そして、学習者の軌跡と理想となる安定軌跡の間のずれが大きくなると、画面③を用いてテキスト等を表示し、学習者に対して支援を行う機能を設計する。

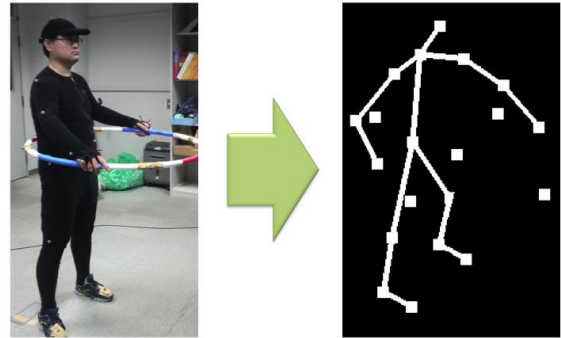


図2 実映像とアニメーション映像

6. まとめ

本稿では、反復運動の安定化支援の検討を行った。モーションキャプチャシステムから得られた運動データから、実際の動作を再現した学習者と上級者のデータの比較だけでなく、学習者の動作の軌跡とフラフープの運動方程式を用いて生成した理想となる安定軌跡の比較を行うことで、学習者の運動のずれや要因を認識させ、修正するためのフィードバックを行う学習支援ツールの構築を行う。

謝辞

本研究は科研費基盤(C)23501150 の支援による研究として実施している。

参考文献

- (1) 松浦健二, 森口博基, 金西計英, 乾博文, 後藤田中: “コミュニティ内での身体スキル訓練方法に関する一考察”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.27, No.7, pp.21-26 (2013)
- (2) 白鳥貴亮, 中澤篤志, 池内克史: “モーションキャプチャと音楽情報を用いた舞踊動作解析手法”, 電子情報通信学会論文誌. D-II, 情報・システム, II-パターン処理 J88-D-II (8), pp.1662-1671 (2005)
- (3) 川村竜史, 古川康一: “サッカーにおけるインサイドキックのスキルの解明”, 第 18 回人工知能学会予稿集 (2004)
- (4) 吉武裕, 原田晃, 福島明寿, 坂口欣也, 石橋司, : “水平面内におけるフラフープの運動: 周期解とカオス”, 日本機械学会論文集. C 編 71(707), 2172-2179 (2005)
- (5) 原田晃, 吉武裕, 福島明寿, 坂口欣也, 石橋司, : “鉛直面内におけるフラフープの運動: 周期解とカオス”, 日本機械学会論文集. C 編 72(721), 2884-2892 (2006)