

画像処理による縄跳びフォーム改善支援

Supporting system for the form improvement on rope skipping skill by image processing

吉岡 真也^{*1}, 山田慶太^{*1}, 松浦 健二^{*2}
Shinya YOSHIOKA^{*1}, Keita YAMADA^{*2}, Kenji MATSUURA^{*3}

^{*1} 徳島大学先端技術科学教育部

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

^{*2} 徳島大学

^{*2} University of Tokushima

Email: ma2g@tokushima-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、初学者を対象とした、縄跳びフォームの改善支援環境の設計と開発である。我々はフォームに関する4つの身体部位に焦点を当て、それらの動作をモニタして画像処理による支援を行う。具体的には、各部位の動作に独立した閾値を定め、それをフォームの判定基準とする。学習者へのフィードバックには、2種類の動画とテキストを使用する。本研究では、これらを使用したフィードバックの有効性について検証を行った。

キーワード：スキル学習支援、縄跳び、フォーム、動画解析

1. はじめに

従来の縄跳びに関する研究では、フォームについての言及が少ない。一般的に、学習者は縄跳びを行う際、そのフォームを意識しない。意識的にフォームを安定させることは、学習者自身の足の負担を軽減させ、長時間の運動を可能とする。

縄跳びフォームは身体スキル的一种である。加村らは、文字によるアドバイスを使用して学習者の好ましくないフォームの改善を試みた⁽¹⁾。文献「スキルサイエンス入門」⁽²⁾によると、身体スキルには理解・獲得の困難性が存在する。

本研究では、これらの問題解決のアプローチとして、「運動の計測」⁽²⁾に注目する。そして、このアプローチを利用した支援システムの設計を行う。

2. 提案手法

文献「縄跳び教室」⁽³⁾より、我々は表1. 安定したフォームの4つの動作を全て体現している状態を、安定したフォームと定義する。

表1. 安定したフォーム

動作	
①	手の位置が肩より前にある
②	身体の傾きが適度に前に傾いている
③	着地時の腰の位置が適度に沈んでいる
④	縄の回し方が手首で回している

スキル学習に関しては、「スキルの獲得には、繰り返し練習することによって技を身体に覚えこませるプロセスが不可欠である。」とある⁽²⁾。

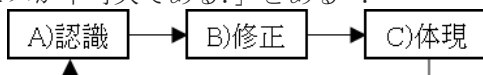


図1. 身体スキル獲得の学習プロセス

図1は、その学習プロセスの概要である。

- 認識：パフォーマンスした結果より、学習者は身体スキルに関する各部位の動作を認識する
- 修正：認識した動作に基づいて、学習者は自身の間違ったメンタルモデルを修正する
- 体現：学習者は修正したメンタルモデルを実際に体現しようとする

ここで、学習者の体現動作の計測方法について述べる。表1の4種類の動作の方向は、学習者の身体に対して前、後、上、下の4方向である。本研究の目的では、これらの2次元平面上で行われる動作に着目する。本研究では、カメラを使用して学習者の身体の側面を計測する。

また本研究では、加工した映像を2種類使用して学習者にフィードバックを行う。1つ目は、注目すべき部位に画像処理でマーカーを付け、その動作を追跡する。そして、表1の動作に関連する情報を強調し、表1の達成を視覚的に表現する。2つ目は表1の動作が行われている時間のみで動画を構成する。

これらの動画の目的は、次の通りである。1つ目の動画は、表1の動作を学習者が達成していない状態について、学習者自身に認識させる。2つ目の動画は、1つ目の動画との比較対象とする。具体的に、表1の動作について、達成状態と未達成状態の差分を認識させ、修正方法を直感的に促す。これらにより、身体スキル理解の困難性⁽²⁾を減少させる。

3. システム

本システムは、動画解析システムと支援システムの2種類から構成されている。動画解析システムは、学習者の体現動作を撮影した映像を取り込み、映像

処理後に解析結果を抽出する。支援システムは、動画解析システムの解析結果を取り込み、学習者に対するフィードバック情報を表示する。

縄跳びフォームを解析するシステムは、鍋島や加村らなどの研究がある⁽¹⁾⁽⁴⁾。本研究では、動画解析システムの開発言語に VC++ を使用し、ライブラリに OpenCV を使用した。また、支援システムの開発言語に ActionScript を使用した。以下にシステムの概要を示す。

3.1 動画解析システムの概要

まず、システムは画像処理によって学習者の身体のシルエットを抽出し、その最上端点を頭、最下端点を足、左端点を手、右端点を腰と認識する。これらの 4 点の座標情報を使用して表 1 の動作を解析する。その概要を図 2、表 2 に示す。

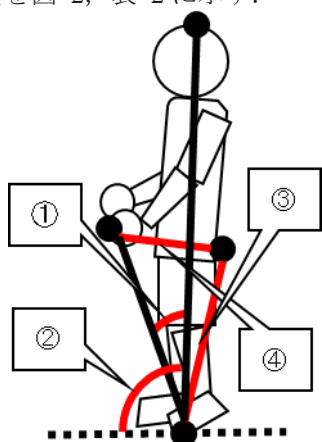


図 2. 表 1 の 4 つの動作計測の概要

表 2 解析に使用する値

①	頭と足を結ぶ線と手と足を結ぶ線の外積値
②	頭と足を結ぶ線に対する地面の角度
③	足と腰の距離
④	手と腰の距離

ここで、頭の点をフレームごとに追跡し、極小値から次の極小値までを 1 跳躍とする。本研究では、表 2 の基準に使用する値に閾値を設け、1 跳躍ごとに判定を行う。その後、2 章で示した 2 種類の動画と、判定結果を記録したファイルを抽出する。

3.2 支援システム

支援システムでは、上記の動画とファイルを取り込み、学習者に対するフィードバックを表示する。表示内容は、2 種類の動画、文字による改善アドバイス、表 1 の動作を達成していない状態のタイムライン、全フレーム画像に対する表 1 の動作を達成しているフレーム画像の割合である。

4. 評価実験

本研究では、2 種類の動画を使用したフィードバックの有効性を検証した。実験の被験者は、比較的単純な前後一重跳びを容易に行える男性 10 人とし

た。そして、30 秒間で安定したフォームを達成している割合に基づいて、10 人を均等に 2 つのグループに分けた。今回の実験の対象スキルは、前一重跳び、後ろ一重跳び、駆け足一重跳びである。実験群には、本システムを使用したフィードバックを行った。統制群には、2 種類の動画の代わりに、加工前の撮影動画を表示したシステムを使用して、フィードバックを行った。

それぞれのグループに、実験群を 3 回、統制群を 3 回、計 6 回の実験を実施し、有意差検定を行った。その結果、前一重跳びにおいて 5%水準で有意差が認められた。

5. 考察

前一重跳びにおいて有意差が認められた理由として、2 つの考えが挙げられる。1 つ目は、一般的に最も経験数が多い跳び方である。2 つ目は、縄跳びの中で最も単純な跳び方である。以上より、学習者は自身のフォーム制御が本支援に対して比較的容易にできたと考えられる。

後ろ一重跳びに有意差が認められなかった原因は、縄を回す手の回転方向が逆であるため、他の跳び方と比べて身体が後ろに傾くと考えられる。よって、身体の傾きの閾値が適していなかったと考えられる。

駆け足跳びに有意差が認められなかった原因は、左右の足の動作が左右非対称であるため、システムが動作を正確に計測できなかったと考えられる。

6. まとめ

本研究では、安定した縄跳びフォーム獲得における身体スキル理解の困難性を少なくすることを目的とした。その方法として、学習者にスキルを直観的に理解させることを提案した。具体的には、カメラで撮影した学習者の体現動作を、画像処理によって加工・編集し、2 種類の動画を作成した。実験では、それらを使用してフィードバックを行った。実験の結果、前一重跳びにおいて、5%水準で本システムの有意差が認められた。今後、他の跳び方に対する有効なフィードバックの方法に関して研究したい。

参考文献

- (1) N.Kamura, K.Matsuura, N.Gotoda, Y.Yano: "Form-Improvement Supporting System of Rope Jumping with enhanced video", Journal of Shikoku-Section Joint Convention of the Institutes of Electrical and Related Engineers, p.324, Ehime (2010).
- (2) 植野研, 仰木裕嗣, 尾崎知伸, 加藤貴昭, 小林郁夫, 諏訪正樹, 西山武繁, 藤波努, 古川康一, 森田想平: "スキルサイエンス入門-身体知への解明アプローチ-", 人口知能学会 (2009)
- (3) 佐藤良金: "なわとび教室", 大修館書店 (1981/05)
- (4) 鍋島豊晶, 後藤田中, 松浦健二, 金西計英, 矢野米雄: "縄跳びを例とした身体スキル開発用 SNS 支援環境の設計と開発", 教育システム情報学会研究報告, Vol.23, No.5, pp.100-105, 東京 (2009)