

# Web カメラを用いたハードルまたぎ練習支援システムにおける フィードバックの検討

## Evaluation of Feedback for Hurdle Straddle Training Support System using Web Camera

山北 丈将<sup>\*1</sup>, 岡本 勝<sup>\*1</sup>, 松原 行宏<sup>\*1</sup>, 毛利 考佑<sup>\*1</sup>

Takenobu YAMAKITA<sup>\*1</sup>, Masaru OKAMOTO<sup>\*1</sup>, Yukihiro MATSUBARA<sup>\*1</sup>, Kousuke MOURI<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 広島市立大学大学院情報科学研究科

<sup>\*1</sup>Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: mg67019@e.hiroshima-cu.ac.jp

**あらまし**：本研究では、Web カメラと姿勢解析用の PC を用いて姿勢推定を行い、陸上競技のウォームアップに取り入れられる動的ストレッチの 1 つであるハードルまたぎの姿勢を評価し、フィードバック情報をディスプレイに表示するシステムを作成した。フィードバックは被験者にボーンモデルを重ねるものと、背景を単色にしたボーンモデルとテキスト表示を行う 2 種類を作成した。学習者は、ディスプレイに表示されるフィードバック情報をもとに姿勢改善を行う。検証実験では、2 種類のフィードバック表示を行い比較した。

**キーワード**：AR, ハードルまたぎ, 姿勢推定, フィードバック

### 1. はじめに

陸上競技では、競技前にパフォーマンスを上げる目的でウォームアップに動的ストレッチを行う。動的ストレッチの中でハードルまたぎと呼ばれる、体幹の安定や股関節可動域向上を目的とした動的ストレッチがある。ハードルまたぎでは股関節を動かして動作を行うが、4 つの動きを複合し連続で行うため、自分 1 人で正しく動作を行うことが難しい。正しい姿勢で行うためには、指導者による指導が必要不可欠であるが、個人で競技練習を行っている者や、部活動等で専門知識を会得していない指導者に指導を受けている者は、自分で姿勢改善を行う必要がある。そこで我々はこれまでに、Web カメラと姿勢推定技術を用いた AR 型ハードルまたぎ練習支援システムを作成した<sup>(1)</sup>。システムでは、間違っただけであれば注意を促すテキストを生成し、ディスプレイに重畳表示して、自分の姿勢がどのように間違っているかを確認した。しかし、姿勢改善を行うための適切なフィードバックについては十分に検討されていない。そこで本研究では、背景に影響されないように、背景を単色にしてボーンモデルとテキスト表示のみを表示するフィードバック方法を提案する。従来の重畳表示と提案するフィードバックのそれぞれで、関節座標の推移にどのような違いがでるのかを比較して効果を確認する。

### 2. システム概要

システム概観を図 1 に示す。図 1 のように、Web カメラを使用してユーザの体全体を、PC に読み込む。読み込まれたユーザの映像をもとに姿勢推定を行い、フィードバック情報を生成し、ディスプレイにボーンモデルとテキストの表示を行う。姿勢推定には ThreeDPoseUnityBarracuda を用いて骨格座標を

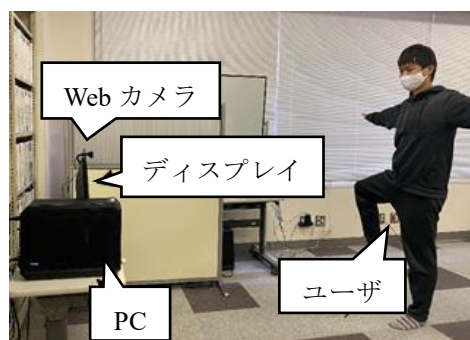


図 1 システム概観

表 1 ハードルまたぎにおける股関節の動き

外旋	屈曲	外転	伸展

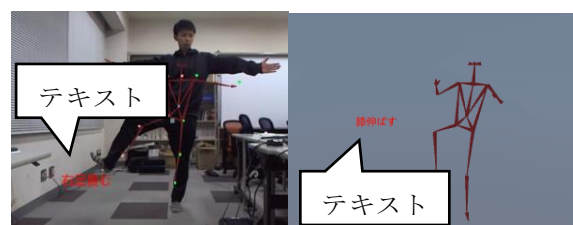


図 2 2 種類のディスプレイ画面

取得した<sup>(2)</sup>。フィードバック 情報の生成に関しては、閾値を設定して、実際の骨格座標が閾値を超えてしまった場合に生成を行った。ハードルまたぎに必要な 4 つの股関節の動きを表 1 示す。4 つの動きには、足を後ろに上げる動き（伸展）、前に上げる動き（屈

曲), 外に広げる動き (外転), 外に回旋させる動き (外旋) がある<sup>3)</sup>. 足を後ろから横を通り膝の高さを保ったまま前に運ぶ際に, これら 4 つの動きを複合して行う. 間違っただ姿勢と判定された場合, テキスト表示がディスプレイに表示され, ユーザは, その情報をもとに姿勢改善を行う. また, テキスト表示場所は間違っただ姿勢の項目毎に変更されており, 下肢にまつわる場所では下肢の付近に, 上肢にまつわる場所では上肢の付近にテキスト表示される. 図 2 に, これまでに作成した重畳表示 (AR 型) のディスプレイ画面と, 新たに提案するボーンモデル型のディスプレイ画面を示す.

### 3. 検証実験

2 種類のフィードバックを用いて, 推定された骨格座標の推移にどのような違いが表れるのかを検証するために, 評価実験を実施した. 実験に参加した被験者は男子大学生 4 名 (A,B,C,D) で, 全員がハードルまたぎ初学者であった. 実験は 1 人の被験者に対して 2 種類のフィードバックの両方を実施した. 実験の流れは, 始めにハードルまたぎの動き方を解説した動画を視聴してもらい, 動き方と動きの注意すべきポイントを理解したうえでシステムを使用した. 右足と左足で 1 回ずつまたぐことを 1 セットとして 2 種類のフィードバック方法を最低 2 セットずつ行い, 被験者がさらに練習が必要だと感じた場合はどちらか好きなフィードバックを追加で行った. 被験者は 1 セット終わる毎に動画を確認し, その後フィードバックを踏まえたうえで, 2 セット目を行うようにした. また, 実験終了後には 2 つのフィードバックの使用感について事後アンケートを行った.

ハードルまたぎの評価項目の 1 つである膝の高さが上がっているかどうかについて結果をまとめる. 股関節の柔軟性を向上させるためには, 股関節の屈曲を行い, 膝が腰の高さを超えることが理想である. 表 2,3 には AR 型とボーンモデル型を用いて, 1 回目から 2 回目にかけて膝の高さが上昇したかどうかを示す. 上昇した場合○をしなかった場合×を示す. 表 2 から, AR 型を用いて, 両足とも膝の高さを 1 回目よりも上昇させることができたのは D のみで, 左右どちらかの足で上昇がみられたのは A, B であった. 同様に表 3 からボーンモデル型を用いて, 両足とも膝の高さを 1 回目よりも上昇させることができ

表 2 AR 型の膝の高さの変化

	A	B	C	D
右足	○	×	×	○
左足	×	○	×	○

表 3 ボーンモデル型の膝の高さの変化

	A	B	C	D
右足	×	×	○	×
左足	○	×	○	×

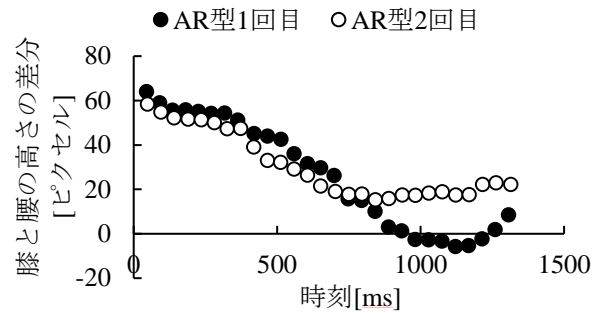


図 3 被験者 C に関する AR 型の右膝と腰の高さの差分の変化

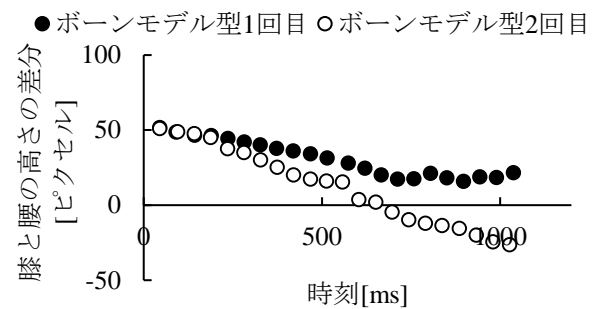


図 4 被験者 C に関する ボーンモデル型の右膝と腰の高さの変化

たのは C のみで, 左右どちらかの足で上昇がみられたのは A のみであった. 図 3 には, 被験者 C が AR 型を用いたときの膝と腰の高さの差分の変化を示す. 腰の y 座標から膝の y 座標を引いた値が 0 より小さければ, 膝が腰より上がっていると判定される. そのため, 図 3 をみると, 1 回目では 0 よりも小さくなり, 腰よりも膝が上がっていたことが分かるが, 2 回目は 0 より小さくなることなく, 膝の高さが下がった. 図 4 には, 被験者 C がボーンモデル型を用いたときの膝と腰の高さの差分の変化を示す. 図 4 をみると, 反対に, 2 回目で 0 を下回り, 腰よりも膝が高く上がっていることが分かる. つまり, 被験者 C は AR 型よりもボーンモデル型でフィードバックをより意識したと考えられる.

### 4. おわりに

本稿では, 表示されたフィードバック情報を参考に, 膝の高さの変化を確認できた. 事後アンケートでは AR 型ボーンモデル型に分かれる結果となった.

#### 参考文献

- (1) 山北 丈将: “AR 型ハードルまたぎ練習支援システムを用いたトレーニング手法”, 第 46 回 教育システム情報学会 全国大会, pp. 137-138 (2021)
- (2) GitHub - digital-standard/ThreeDPoseUnityBarracuda: Unity sample of 3D pose estimation using Barracuda (参照 2020 年 10 月 29 日)
- (3) 坂井 建雄, 五十嵐 隆, 丸井 英二: “からだの百科事典”, 朝倉書店, pp.48-49 (2004)