

Kinect を用いた弓道訓練システムの提案

星野直紀[†] 盛川浩志^{††} 小宮山撰^{††}

青山学院大学大学院理工学研究科[†] 青山学院大学理工学部^{††}

1. はじめに

弓道の効果的な練習には、場所や道具などに多くの制約がある。自宅での練習は、練習用のゴム弓を引き、射形を確かめることに限られ、的中を確かめるためには、実際に弓矢を用意し、道場へ赴かなければならない。特に弓道初心者に至っては、指導者なしにはゴム弓を用いての練習もままならないことが多い。

そこで本研究では、Kinect のモーションキャプチャシステムを用い、自宅での効果的な練習を実現するシステムを提案する。

Kinect を用いてスポーツの指導を行う研究は多く行われている[1][2]。しかし、多くのスポーツは動きの速さや多様性の観点から、必ずしも万人に効果的な指導を行うことはできていない[2]。しかし、動きが少なく、万人に型を当てはめることができる弓道では有効性が期待できる。

2. 本研究の流れ

本研究では、まず弓道経験者 5 名を用いて、弓道の射法の一連の流れのうち、動作の静止する「弓構え」「打起こし」「大三」「会」「離れ」の 5 動作における全身 20 ポイントのスケルトン座標を収集し、座高で正規化して「正しい射形」の骨格データを作成する。次に、弓道高段者に胴の傾きや肩の上がりなど、初心者の陥りがちな射形を再現させ、同様の方法で「間違っただ射形」の骨格データを作成する。これらのデータを用いて射形の正しさを判別する手法を提案し、その有効性を実験により検討する。

3. 射形データの収集

3.1 プログラム

射形データ収集を行うためのプログラムは、Kinect の映像の表示画面と、計測用のボタンで構成される(図 2)。開始ボタンを押してから終了ボタンを押した時点までの全フレームにおける、被験者の全身 20 ポイントのスケルトン座標を取得することができる。また、「弓構え」「打起こし」「大三」「会」「離れ」の 5 動作にお

る座標を保存するため、それぞれの動作の終点、動作の停止するタイミングで対応するボタンを押すことで、その動作を行った時点のフレームが記録される。取得した全フレームのデータと照らし合わせることで、それらの動作中の座標を知ることができる。

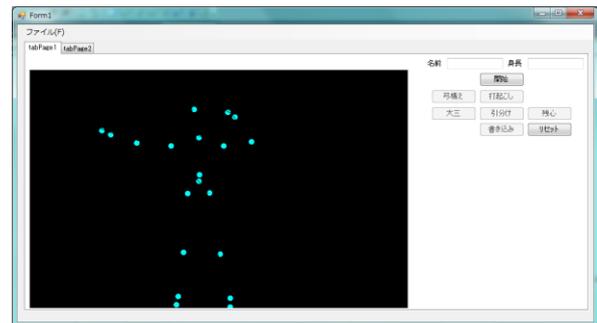


図 1. 射形計測プログラムの UI 画面

3.2 データ収集

射形の計測は、弓道経験者が二人一組となり行う。高さ 1m、距離 2m の位置に Kinect を水平に向くように設置し、被験者はカメラに向かうように立ち、射の動作を行う。もう一人はプログラムの操作を行う。

(1) 正しい射形

弓道経験者 5 人が各 20 回ずつ計測を行った。いずれも有段者であり、射の正しい形を把握している。被験者は正しい射形で動作を行い、もう一人は被験者の射を客観的に評価する。主観的、もしくは客観的に射形が正しくできなかったと思われるものに関してはデータを記録せず、撮り直しを行う。

(2) 間違っただ射形

五段を取得している弓道経験者に、間違っただ射形を再現してもらい、計測を行う。初心者によく見られる射の間違いである胴の前後左右 4 方向の傾き(懸かり胴、退き胴、屈み胴、反り胴)、肩の動き 4 種類(弓手肩、馬手肩、両肩の上がり、弓手肩の受け)の合計 8 種類の間違っただ射形をそれぞれ 4 回ずつ計測する。

4. 射形データの分析

4.1 正規化

収集した 5 動作におけるスケルトン座標データは、微細な姿勢の揺れを平均化するためボタ

Archery training system using motion capture with Kinect
[†]Naoki Hoshino, Graduate School of Science and Engineering,
 Aoyama Gakuin University

ンを押したフレームの前後 5 フレームの平均をとり、その動作の射形データとした。

次に射形データの正規化を行った。腰の中心を表す HipCenter ポイントを三次元座標の原点とおき、頭を表す Head ポイントの高さを 1 とし、全座標の正規化を行った。また、カメラと被験者との向きのズレを矯正するため、HipRight ポイントと HipLeft ポイントが同一の XY 平面上に存在するように全座標に微小な回転処理を行い、最終的な正規化射形データとした。

4.2 射形の判定

得られた正規化データから正しい射形と間違っただ射形の座標の差異を調べた。

胴の傾きに関して最も顕著に差異が見られたのは肩中央を表す ShoulderCenter ポイントで、打起こしから会にかけて、胴の 4 方向の傾きに対して X, Z 方向に値にして 0.05 程度の差異がみられた。

肩の動きに関しては、両肩が上がった状態において、ShoulderCenter ポイントの Y 座標の差異がみられた。しかし、右肩もしくは左肩のみが上がっている状態は明確な差異がみられなかった。これは片方の肩のみの Y 方向の動きが Kinect の認識能力では捉えきれない微小な変化であることに起因すると考えられる。ただし、「弓手肩受け」という左肩が体方向に詰まるという間違っただ射形に関しては、左肩の X 座標に明確な差異がみられた。

これらの分析の結果から、「懸り胴」「退き胴」「屈み胴」「反り胴」「両肩上がり」「弓手肩受け」の 6 種類の間違っただ射形を認識するプログラムを作成した。表 1 は各射形における判定の閾値を表す。胴の傾きの判定は矢を射るまでの動作中判定を行い、肩の判定は肩の位置が定まる「会」の状態でのみ判定を行った。

表 1: 間違っただ射形の判定

	弓構え	打起こし	大三	会
懸り胴			肩中央の X 座標が -0.05 以下	
退き胴			肩中央の X 座標が 0.05 以上	
屈み胴			肩中央の Z 座標が -0.03 以下	
反り胴			肩中央の Z 座標が 0.12 以上	
両肩上がり			肩中央の Y 座標が 0.70 以上	
弓手肩受け			左肩の X 座標が -0.25 以下	

5. 実験

作成した認識プログラムの間違っただ射形の検出精度の検証実験を行った。実験は予備実験時と同じ環境のもと、予備実験でデータを提供した被験者ではない弓道経験者 5 人で行った。

被験者は Kinect の前で 6 種類の間違っただ射を

5 回ずつ行い、その間違っただ射をプログラムが検出できるかをみる。実験は、正しい射形を各人 3 回ずつ織り交ぜながら行い、正しい射形における誤認識回数も記録する。また、被験者の主観的、もしくは客観的にうまく表現できていないと思われた場合は評価しないものとした。

実験の結果を表 2 に示す。これらはすべて「会」の状態において認識した回数を表す。誤認識回数は、正しい射形を行った 15 回のうち間違っただ射形を行ったと誤認識した回数を表す。

表 2: 間違っただ射形の認識率

	懸り胴	退き胴	屈み胴	反り胴	両肩上がり	弓手肩受け
認識回数	24	23	22	18	16	20
認識率	96%	92%	88%	72%	64%	80%

表 3: 正しい射における誤認識率

	懸り胴	退き胴	屈み胴	反り胴	両肩上がり	弓手肩受け
誤認識回数	1	0	3	0	2	1
誤認識率	7%	0%	20%	0%	13%	7%

6. 考察

評価の結果、胴の左右の傾きを示す「懸り胴」「退き胴」に関しては高い認識率と精度を記録した。前後の傾きを示す「屈み胴」「反り胴」に関しては若干低い認識率と、誤認識が発生した。これは Kinect の奥行き認識の性能の問題と、腰を中心に傾きを認識した結果、膝下からの体の傾きを十分に捉えられなかったことに起因すると考えられる。「両肩上がり」の認識は、肩の Y 方向の動きの捉えにくさから、検出率は 6 割に留まっている。しかし、X 方向の認識率は悪くなく、「弓手肩受け」の認識率は 8 割を記録した。

7. おわりに

この研究では弓道で初心者の陥りがちな間違っただ射形を指摘するプログラムを提案した。自宅での練習において指導者なしに自身の射形の正誤を確認できるため、訓練補助装置として有効であると考えられる。

参考文献

- [1] 村田真悟, 小林順, Kinect を用いたジャグリング練習支援システム, スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス 2014 講演論文集, C-9, 2014
- [2] 山中 佑亮, 妻鳥 貴彦, バスケットボールのフリースローにおけるシュートフォームの学習支援システムの構築, 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 113(482), 113-118, 2014-03-01