

6軸慣性センサを用いたダーツフォーム習得支援システムの開発

西海 豪[†] 山崎 陽一[‡] 井村 誠孝[§]
 関西学院大学[†] 関西学院大学[‡] 関西学院大学[§]

1 はじめに

ダーツの技術向上のためには肘を固定し、腕を振るスピードとダーツを放つタイミングを毎回統一する必要がある。しかし、初心者が毎回同じフォームで投擲していることを判断するのは困難である。初心者のダーツフォームの習得を支援するシステムが必要となる。

従来研究として、Kinect を用いて腕の投擲フォームの改善箇所を視覚提示する手法 [1] があるが、第三者が投擲を評価し、プレイヤー自身が投擲フォームを修正することができない上に、複数の PC を必要とするため簡便性に欠ける。また、ロボットハンドで肘を固定し、熟練者と同じ動きになるように肘を矯正する手法 [2] では、本質的に上達に寄与するかは検証されていない上に、器具が大きいため簡便性に欠ける。

本研究では、プレイヤーの投擲フォームを計測し、基準とする投擲との差、また理想のセンサ値との差を提示するシステムを構築し、安定した投擲フォームの習得を支援する。

2 提案手法

投擲の際の腕を振る速度、ダーツを放つタイミングを加速度センサ、角速度センサを用いて計測し、基準とする投擲との差を視覚的に提示する。基準とする投擲とは、プレイヤーが肘を固定した上でダーツボードの中心付近に投擲できた際の動作とする。また、肘の位置を加速度センサを用いて計測し、肘の固定が行えているかを視覚的に提示する。

投擲動作の計測のために、図 1 に示すように、腕の 2 箇所それぞれセンサを取り付ける。各センサの取り付け位置と役割は、以下の通りである。

1. 上腕: 加速度が、ダーツが手から離れる瞬間を除いては大きく変化しない場合に、肘が固定できていると判断する。リリース前後以外で加速度に変化があった場合に、肘が動いたと判断する。
2. 前腕: 基準とする投擲時の腕を振る速度に対しての差を計測することで、投擲が安定しているかどうかを判断する。また、ダーツが手から離れる瞬間の前後の加速度から、投擲タイミングを判断する。

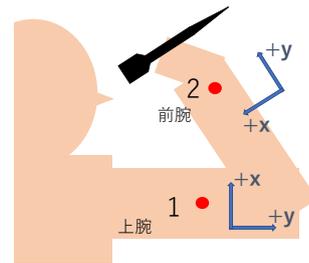


図 1 センサ取り付け位置

またダーツにおいて、ダーツの持ち方、プレイヤーの立ち方は投擲に影響を及ぼすが、本研究ではそれらを統一する。

3 投擲タイミング検出実験

本研究のシステムは外部にセンサを設置しないシステムであるため、前腕の加速度のみから投擲タイミングを検出可能か調査した。

3.1 手順

図 2 に示すように、ダーツ本体と親指、人差し指に導電性テープを貼り付け、指間の導通を調べることで投擲タイミングを検出する。通常の投擲を行った場合、ダーツを離すタイミングを意識的に早く投げる場合、遅く投げる場合それぞれ 10 回ずつ合計 30 回投げてもらい、前腕に取り付けた加速度の最大値と、導通が切れた時刻を比較する。実験協力者は成人男性 4 人で、そのうちダーツ経験者が 2 人、初心者が 2 人である。センサは、絶対値 16G まで計測可能な 6 軸加速度センサ

Development of darts form learning support system using 6DOF sensor

[†] Go Nishiumi, Kwansai Gakuin University

[‡] Yoichi Yamazaki, Kwansai Gakuin University

[§] Masataka Imura, Kwansai Gakuin University

である MPU6886, BMI088 を使用し、センサの方向は、腕を水平に伸ばした際に、地面に対して鉛直上方向を $+x$, 指先の方向を $+y$ とする。



図2 実験時の手首の状態

3.2 結果

前腕に取り付けた加速度が最大となった時刻 t と、導通が切れた時刻 t_0 との差 $\Delta t = t - t_0$ の平均、標準偏差を算出した。結果を表1に示す。

表1 投擲タイミング検出実験の結果 (単位:s)

協力者	通常	早め	遅め
1	0.059 ± 0.014	0.043 ± 0.007	0.040 ± 0.008
2	0.036 ± 0.007	0.038 ± 0.010	0.078 ± 0.018
3	0.073 ± 0.026	0.025 ± 0.008	0.076 ± 0.021
4	0.067 ± 0.009	0.072 ± 0.010	0.072 ± 0.010

3.3 考察

結果から、全ての場合において投擲タイミングの後に加速度が最大となること、その差は0.1秒以内であることが分かった。また、プレイヤーによって投擲タイミングと加速度最大の時刻の差の平均に相違があり、標準偏差がそれぞれ0.03秒以内であることから、プレイヤーごとに投擲タイミングが異なることが分かった。さらに、早く投げた場合と遅く投げた場合に共通して、投擲タイミングと加速度最大の時刻に大幅に相違がある場合が多くあることから、プレイヤーに対して投擲タイミングを指示することによって、通常の投擲とはフォームに変化が生じる可能性があると考えられる。プレイヤーの投擲タイミングを矯正する場合には、直接的な指示ではない手法が必要である。

4 肘固定検出実験

上腕に取り付けた加速度センサにおいて、肘を固定して投擲する場合と肘を動かして投擲する場合とで、投擲前の加速度に相違があるかを調べた。実験環境は3節と同じとする。

4.1 実験方法

図3は肘を固定した場合と固定しない場合の前腕、上腕それぞれの加速度の推移を表したグラフである。3節の結果に基づいて、前腕の x 軸方向加速度が最大となる時刻から0.05秒前を投擲時刻とし、その時刻から直前の0.3秒間を除いた2秒間で、上腕の x 軸の加速度の平均と標準偏差を調べた。実験実施者は1人で、肘を固定して投擲する場合、固定せずに投擲する場合それぞれ10回投擲を行う。

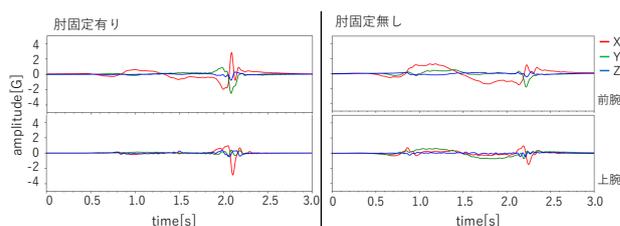


図3 加速度の推移

4.2 結果と考察

結果は、肘を固定している場合に平均は-0.007 G, 標準偏差は0.683 G, 肘を固定していない場合に平均0.079 G, 標準偏差は2.227 Gとなった。標準偏差から、肘を固定した場合に加速度の変量は少なく、肘を固定しない場合に加速度の変量が多いため、肘が固定できているかを上腕の加速度に基づいて判断可能であることが示された。

5 おわりに

本研究では、ダーツのフォーム習得支援システムとして、6軸慣性センサを用いる方法を提案した。今後は、投擲の際に腕を振る速度を毎回安定させる必要があるため、センサから腕を振る速度を計測し解析する。また、計測したセンサ情報の提示方法を確定させ、実際にプレイヤーに提示しながら実験を行う。

参考文献

- [1] 尹胡祐作: Kinect を用いたダーツにおける練習支援システムの開発, 東京工科大学卒業論文 (2013).
- [2] 大林千尋: ダーツを題材とした適応的運動学習支援システムの開発, 奈良先端科学技術大学院大学修士論文 (2010).