

投球戦略の支援に向けた 投球リフレクションシステムの構築

浦谷 成敏^{1,a)} 竹川 佳成^{1,b)} 平田 圭二^{1,c)}

概要：本研究ではボウリングを対象とし、投球戦略の支援に向けた投球リフレクションシステムの構築を目的とする。ボウリングで高いスコアを安定して獲得するためには、助走位置・投球フォーム・ボウリングボールの速度・回転数などさまざまな要素について投球時に検討する必要がある。また、体力的な疲労についても考慮する必要がある。投球の戦略が重要になってくる。提案システムは、投球の様子をカメラで記録する。また、ボウリングのボールに埋込可能な動作計測モジュールを開発し、ボールの回転数計測・速度計測・状態識別などを記録する機能をもつ。さらに、投球時のスコアを記録する機能をもつ。これらの各種データを閲覧・検索する機能を学習者に提供することで、学習者は効率的に自身の投球をリフレクションでき、次の投球の戦略構築に活かすことができる。

1. はじめに

ボウリングで高いスコアを狙うためには、ピンを10本倒すストライクやスペアの獲得が重要になってくる。ストライクやスペアを安定して取るためには、助走位置・投球フォーム・ボウリングボールの速度・回転数などさまざまな要素について投球時に検討する必要がある [1]。また、一般的にボウリングでは、日常生活で持ち運ばない重いボールを把持および投球するという動作を数十回にわたり繰り返すため、体力的な疲労についても考慮する必要がある。疲労が積み重なるにつれ、投球フォームの乱れ、ボールの速度低下などが生じるため、安定して高いスコアを獲得するためには、投球の戦略が重要になってくる。適切な投球戦略の構築には、自身の投球の癖や傾向などを発見し理解するためのリフレクションが重要になってくる。

投球のリフレクション方法として、プロボウラーに自身の投球を診てもらおうことが一般的であるが、常時投球を診てもらおうことは難しく、自分自身で弱点を発見し克服するといった問題発見や問題解決能力が育成されない。ボウリングにはさまざまな局面があり、加えて、身体能力・ボールの重さ・疲労など個人差に影響する要素があるため、自学自習できるような学習システムが求められている。

そこで本研究ではボウリング初心者を対象とした投球戦略の支援に向けた投球リフレクションシステムの構築を目的とする。

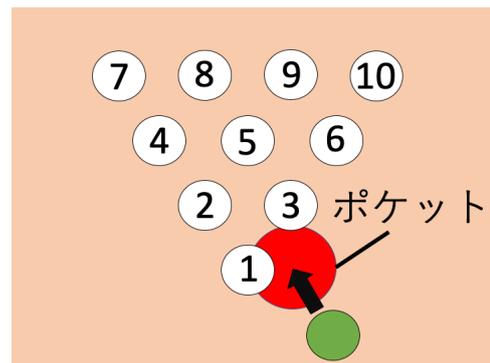


図1 ポケットの位置

的とする。

提案システムは、投球の様子をカメラで記録する。また、ボウリングのボールに埋込可能な動作計測モジュールを開発し、ボールの回転数計測・速度計測・状態識別などを記録する機能をもつ。さらに、投球時のスコアを記録する機能をもつ。これらの各種データを閲覧・検索する機能を学習者に提供することで、学習者は効率的に自身の投球をリフレクションでき、次の投球の戦略構築に活かすことができる。

2. 関連研究

ボウリングを対象にした関連研究としては、小川ら [2] の研究がある。小川らの研究では、ボウリング選手が投球している様子を撮影し、自身の投球を後日フィードバックするためのソフトを開発した。小川らの研究では動画を撮影した後、フィードバックまでに3ヶ月を要している為、

¹ 公立はこだて未来大学

^{a)} b1014151@fun.ac.jp

^{b)} yoshi@fun.ac.jp

^{c)} hirata@fun.ac.jp

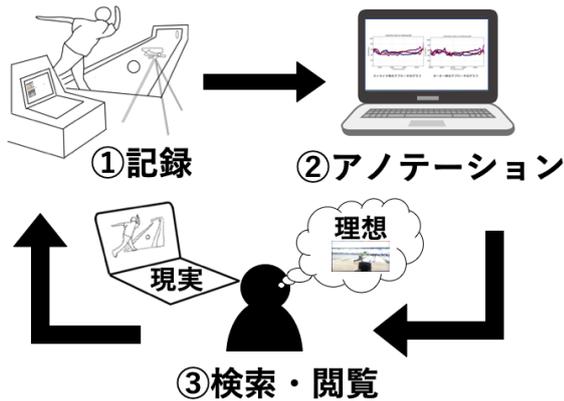


図 2 構築する投球リフレクションシステムの構成

投球した直後のフィードバックには至っていない。また、カメラを用いた関連研究としては、Han, P. H. ら [3] の研究がある。Han, P. H. らは自分のフォームをカメラを用いてリアルタイムで第三者視点から観察することで良い時と悪い時のフォームを見比べることができると提案した。また、中澤ら [4] の研究では、ボウリングのボールの内部にカメラを搭載し、視点固定手法を提案した。この研究のように、カメラを用いて映像を記録するといった研究は数多く存在しているが、その映像データをどう使用するかまではまだ考えられていない。本研究においては、カメラを2つ使用して投球者のフォームの分析と、どのようにボールがピンに衝突したのかを理解するために用いる。

3. 設計

3.1 システム構成

本研究で提案する投球リフレクションシステムは動作計測モジュール、データセット構築ツール、ボールの状態識別手法から構成される。まずは、実際にボウリング場に行き、動作計測モジュールを挿入したボウリングボールで投球する。そして、その様子をデータセット構築ツールを用いて記録する。実際に投球した後は、そのデータをボールの状態識別手法を用いて分析し、投球者はその結果を見ながら自身の投球を振り返る。全体のサイクルを図2に示す。

3.2 動作計測モジュール

動作計測モジュールは無線小型加速度センサ Sparkfun 社の ADXL337, Bluegiga 社の WT41, Arduino LCC 社の Arduino Pro mini, Ofeely 社のリチウムポリマー電池を組み合わせたものである。また、この動作計測モジュールを収納する為に図3のカプセルを製作した。この動作計測モジュールを入れたボウリングボールが図4である。

3.3 データセット構築ツール

データセット構築ツールは動作計測モジュールのデータ



図 3 動作計測モジュールの内部



図 4 モジュールを挿入したボール

をリアルタイムで表示し、同時にビデオカメラによる動画の撮影を行う。図5は投球記録時の画面である。本ツールは(A)グラフ、(B)ビデオの2つのペインから成り立っている。図5の(A)ではボールの中に入れた動作計測モジュールから受信したデータグラフが表示される。これは、ACCELが加速度、MAGが地磁気、GYROが角速度のデータを表している。また、(1)の2段の数字は何フレーム目の何投目の投球であることを示している。(2)はボールの状態の変化を表している。(3)は倒したピンの本数を表している。図5の(B)では投球者とピンを撮影したビデオカメラの映像が表示される。上の画面では投球者の投球フォームを、下の画面でボールがどのようにピンに衝突し、どのピンが倒れたのかを撮影したビデオカメラの映像が表示される。データセット構築ツールを起動している間は、投球した際の動作計測モジュールで取得したデータが自動的に保存されている。3.4の手法を使用し、そのデータをボールの状態に合わせてアプローチ、接地、進行、ピン衝突、その他の5つに分類し、タグ付けを行う。

3.4 ボールの状態識別手法

本研究では、投球した後にそのデータログを用いて投げたデータをグラフ化する。今回行ったのは、3.3で示した加速度、地磁気、角速度のうち、グラフ化した際に差異を

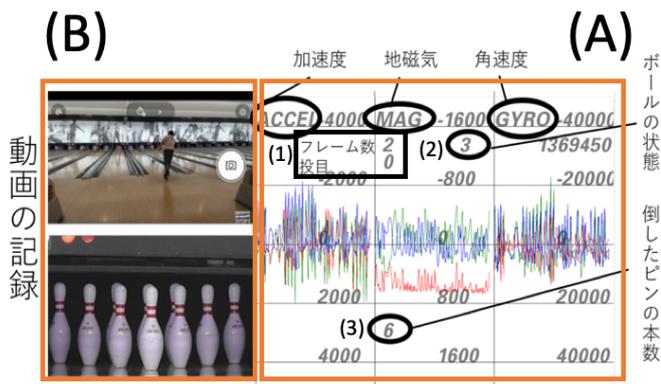


図 5 データセット構築ツール

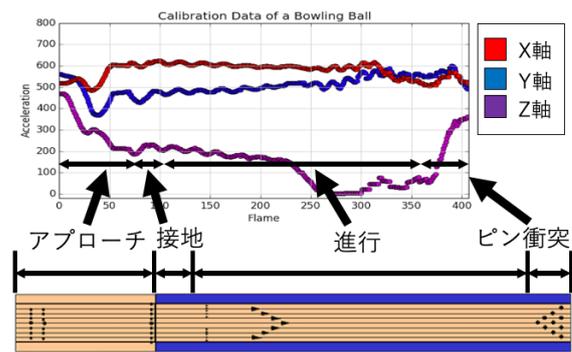


図 6 ボールの状態とグラフ

確認できると思案した加速度の平均値をグラフ化した。ボウリングの状態を5つに分類し、中でも重要度が高いアプローチ、接地、進行、ピン衝突の4つのデータを抽出し、それらのCSVデータをプログラムに入力することで、1投ずつのデータのグラフ化を行った。図6は、ある1投の加速度の平均の変化を表したグラフである。図中の赤はX軸、紫はY軸、青はZ軸の加速度の平均である。これらを1投ずつ見比べることによって、ストライクの時とそうでない時の変化の違いを見つけ出し、改善を測ることができる。

また、ボールの状態識別を自動化するため、実際に投球したデータを使用し、アルゴリズムを適用した。ボールの各状態の推測には、決定木(J4.8アルゴリズム)を用いた。これには、機械学習ソフトウェアのWeka[5]を使用した。ボールの状態識別手法については、機械学習に使用した訓練データを用いた状態識別の正答率は、図7のように97%となった。また、各状態ごとの正答率は訓練データのアプローチが98%、接地が89%、進行が98%、ピン衝突が63%という結果になった。一方で、別の被験者におけるテストデータを入力した結果、正答率は29%という結果になり、内訳もアプローチが約47%で、他の接地、進行、ピン衝突は0%という結果になった。また、ストレートボールとカーブボールでは、同じ進行でも出てくるデータが異なるため、進行と認識しない場合があった。

3.5 投球の検索・閲覧機能

本機能は、データセット構築ツールで記録したデータを使用しており、投球者が気になっている部分を抽出し、再生、リフレクションができる。例えば、ストライクを取った時の動画と、ストライクを取れなかった時の動画を比較して、フォームの違いやボールの軌道を確認することや、スペアを取った時の投球だけを繰り返し閲覧することがで

		Classified				
		アプローチ	接地	進行	ピン衝突	その他
Correct	アプローチ	3586	0	0	1	46
	接地	0	57	3	1	3
	進行	2	0	954	3	10
	ピン衝突	2	0	7	42	15
	その他	72	4	11	10	3857

図 7 訓練データでの Confusion Matrix



図 8 検索・閲覧機能

きる。図8はストライクの時のアプローチの動画を閲覧したものである。画面の上で動画を検索したあとで画面左の各状態のボタンを押すと、対応した状態の動画を閲覧することができる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、投球戦略の支援に向けた東急リフレクションシステムを構築した。慣性センサを用いた動作計測モ

ジュールとビデオカメラでデータセット構築支援ツールを構築し、その投球結果をボールの状態識別手法でグラフ化した。また、ボールの状態識別の自動化を目指した。その結果、正答率は約 95%となった。そして、投球の検索・閲覧機能によってストライクを取った時の投球と取れなかった時の投球を理解できるようにした。

今後の課題として、システムの評価実験を行うことである。提案システムを利用する群と利用しない群に分かれ、投球してもらい、提案システムの有用性を検証する。

謝辞

本研究を進めるにあたり寺井あすか准教授 (公立はこだて未来大学) より、多くの助言をいただき感謝いたします。

参考文献

- [1] 山本幸治: 知識ゼロからのボウリング入門, 幻冬舎 (2009).
- [2] 小川智史, 賀川昌明: ボウリング選手を対象とした画像によるフィードバックソフトの開発と評価, 鳴門教育大学情報教育ジャーナル, No. 7, pp. 1-7 (2010).
- [3] Han, P. H., Chen, Y. S., Zhong, Y., Wang, H. L. and Hung, Y. P. My Tai-Chi coaches: an augmented learning tool for practicing Tai-Chi Chuan. In *Proceedings of Augmented Human International Conference*, pp. 25 (2017).
- [4] 中澤正和, 小池英樹: 全地球ボールカメラによる撮影動画の視点固定手法の提案, WISS2016 (2016).
- [5] Weka: <https://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/> (参照 2018).