



Title	バドミントンシャトルの軌道を予測し打ち返すロボットの作成
Author(s)	後藤, 良介
Citation	平成27年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書. 2016
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/54674
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

平成 27 年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書

ふりがな 氏名	ごとう りょうすけ 後藤 良介	学部 学科	基礎工学部 情報科学科	学年	3 年
ふりがな 共 同 研究者名		学部 学科		学年	年
アドバイザー教員 氏名	間下 以大	所属	サイバーメディアセンター		
研究課題名	バドミントンシャトルの軌道を予測し打ち返すロボットの作成				
研究成果の概要	研究目的、研究計画、研究方法、研究経過、研究成果等について記述すること。必要に応じて用紙を追加してもよい。				

1. はじめに

スポーツや武道において、熟練者が相手の動作から次の動作を予測することがある。この直感的な判断をコンピュータに行わせる事が本研究の目的である。本研究では、Kinect を用いて推定された人の姿勢情報をもとに、事前に収集したデータと機械学習によって、バドミントンシャトルの飛来する方向を相手が打つ前に予測する手法を開発した。

スポーツに画像認識を適用した研究 [1]は盛んに行われているが、例えば球技であれば、現在の球の位置を認識し、そこから運動方程式に基づいて軌道の推定を行うといったものが多い。この方法では、相手が球に影響をあたえる前後で予測と実際の挙動が全くの別物になる。

2015 年に開催された A B U アジア・太平洋ロボットコンテストでは、ロボット同士のバドミントンが競技課題であったが、このような方法で導き出した予測をロボットの動作に反映させるならば、相手が影響を与えた直後からでないと、正しい動作を行わせる事ができない。十分な速さを持ったロボットであれば、短い時間で必要な移動を行うことが出来るかもしれないが、何らかの制限により、十分な速度が得られないならば、より早い段階での予測が必要となる。

本研究では相手が球に影響を与える前から、その影響を予測し、従来の画像処理による軌道予測よりも早い段階で、動作を決定できるようにすることを目的とする。

本研究では、人を相手にしたシングルスのバドミントンを対象とする。相手がシャトルを打つ直前に、シャトルがコートの左右どちら側に落下するかを予測する。

2. システムの設計

システムは図 1 のような 3 つの要素から構成される。事前にデータを収集し、機械学習を行う。最後に、リアルタイムで取得したデータからシャトルの落下予測を行う。

センサーには Microsoft の KinectV2 を用い、人とセンサーの位置関係は図 2 に示す。

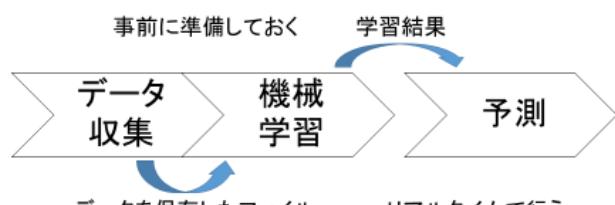


図 1 システムの全体像

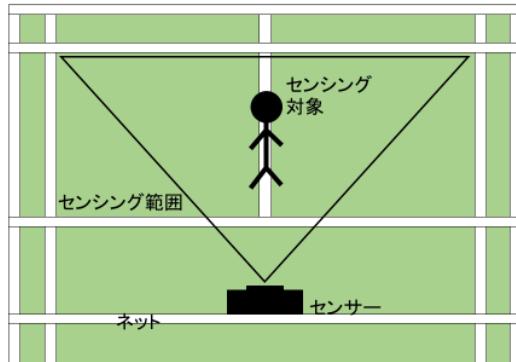


図 2 センサーと選手の位置関係

2.1. データ収集プログラム

機械学習で用いるデータを収集するプログラムである。Kinect からデータを取得・変換し、ファイルへ出力する。ファイルは 2 種類用意し、1 つはデータそのものを保存するファイルで、もう 1 つはデータを保存したファイル名を保存するファイルである。



2.1.1. Kinect からのデータ取得と変換

Microsoft の Kinect を用いると、図 3 の白丸で表される人の 25 個の関節の 3 次元位置情報を取得することが出来る。これを毎フレーム取得する。取得したデータは 3 つの浮動小数点型を持つ構造体の配列となっているから、1 次元の配列に変換し、一定フレームの間保持しておく。

2.1.2. データの保存

相手がシャトルを打った瞬間、人が見て指示を与えることで、ファイルへの出力を行う。毎フレーム取得していた骨格データで保持されているもの、つまり、最新の数フレーム分をこのタイミングでファイルに書き出す。その後、シャトルがどちらに落下したか、人が確認して入力することで、その情報と先に保存したデータのファイル名を書き出す。

2.2. 機械学習を行うプログラム

機械学習の手法として、サポートベクターマシン(SVM)を採用する。これは高次元に変換した特徴空間上で線形境界を構成することで、もとの特徴空間での非線形境界を作り出す手法である。画像処理のライブラリである OpenCV に含まれているものを使用する。カーネル関数には RBF(Radial Basis Function)を使用する。

ファイル名と落下した方向を記録したファイルからファイル名を読み込み、そのファイル名を用いて実際のデータを読み込む。すべてのデータを読み込み、適切な変換を終えた後、OpenCV に含まれる SVM で学習を行い、学習結果をファイルへ保存する。

2.3. シャトルの軌道予測プログラム

まず、保存された SVM の学習結果を読み込む。次に、Kinect からのデータを取得し、SVM で判定できる形式に変換する。変換したデータを SVM に与えることで、右か左かを判定し、標準出力へ書き出す。

3. 動作確認

どのプログラムも、以下の表 1 の構成で実行する。

表 1 実行環境

CPU	Intel Core i7-3540M
メモリ	8GB
開発環境/使用言語	Visual Studio 2013 / C++
使用ライブラリ	openCV v2.4.10 Kinect SDK v2.0
センサー	Kinect V2

3.1. データの取得

保存したデータを表示するプログラムを作成し、正しく保存されている事を確認した。実際に表示した画像が図 2 である。

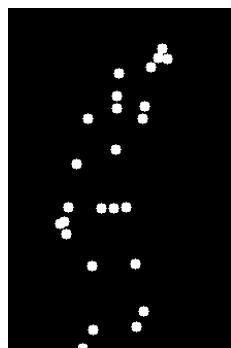


図 6 保存された
関節の位置情報



図 5 右へ打球が落ち
ると判定されたポーズ



図 4 左へ打球が落ち
ると判定されたポーズ

3.2. 機械学習

学習結果がファイルへ出力された事を確認した。

3.3. 落下地点の予測

被験者に様々なポーズをとってもらい、予測が切り替わる事を確認した。例えば、図 5、6 のようなポーズをそれぞれ右、左へシャトルが落下すると予測した。

4. 評価実験

シャトルの軌道予測プログラムを修正し、Kinect からの入力以外に、機械学習に用いたファイルと同様の形式で保存した別のテストデータに対しても、判定を行えるようにする。判定した結果を記憶し、最終的に予測の的中率を標準出力へ表示する。学習に用いるデータは 1790 件、評価に用いるデータは 470 件用意した。

4.1. SVM のパラメータ調整

今回採用した SVM のカーネル関数 RBF は、2 つのパラメータ γ と C によって調整することが出来る。 γ は決定境界の複雑さにつながり、 C は誤分類をどれだけ許すかにつながる。 γ と C をそれぞれ変化させつつ、最初は荒い粒度で検索し、徐々に細かくして、最適なパラメータを決定する。 γ を縦軸に、 C を横軸に取り、その時の的中率をプロットすると以下の図 8 のように

なった。色が濃い部分ほど、的中率が高いことを表す。最終的な的中率としては、 $\gamma=2.11 \times 10^{-5}$ 、 $C=2315.25$ の時 65.1% となった。

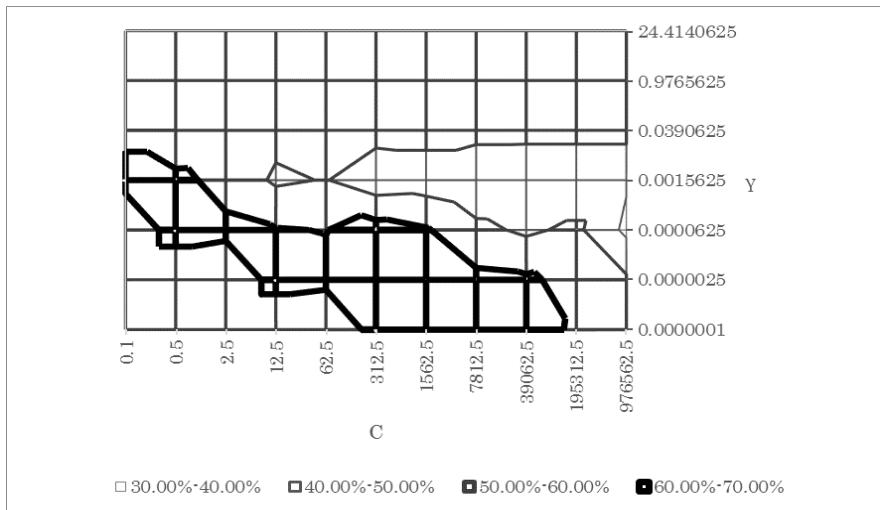


図 7 γ と C を変化させた時の的中率

5. 考察

パラメータを調整しても、6割5分とあまり高い的中率とはならなかった。詳細を見てみると、テストデータ 470 件は、右側 220 件、左側 250 件であった。このうち右側 170 件、左側 136 件ではそれぞれ正しく判定することができた。右側のみの的中率は 77%、左側のみの的中率は 54% と大きな差がある。例えば、次の図はどちらも右に飛ぶと予測したが、図は実際に右に飛んだもの、図は左に飛んだものである。どちらも良く似ている。つまり、かなり近いポーズからでも、左右に打ち分けられる可能性がある。

これを踏まえると、手首より先からの動き、つまり、ラケットの向きと角度を測定し、学習に取り込むことで、精度を改善できる可能性がある。

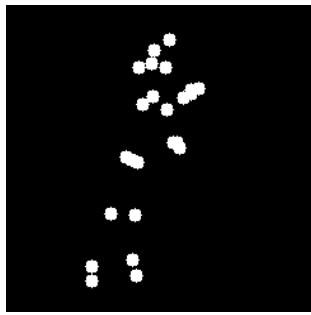


図 9 右に打球が飛んだ場合

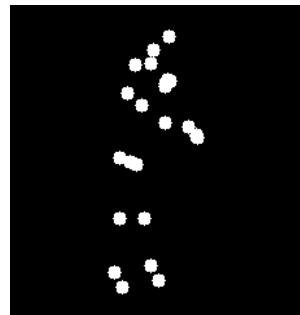


図 8 左に打球が飛んだ場合

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導を頂いたアドバイザー教員の間下以大先生に感謝致します。また、サンプルデータの収集に協力して頂いたロボット制作団体 Robohan の皆様に感謝します。

参考文献

- 宍戸英彦, ほか. パーティクルフィルタとカルマンフィルタを補完的に利用したバドミントン映像からのシャトル軌道推定. 出版地不明 : 電子情報通信学会技術研究報告.MVE, マルチメディア・仮想環境基礎, 2012.