5R-01

機械学習を用いたテニストレーニング支援システム

富岡　亮太†　長尾　確‡

名古屋大学　大学院情報科学研究科†/名古屋大学　大学院情報学研究科‡

1. はじめに

近年，様々なスポーツにおいて，一般の競技者が自身のフォームや打球のデータ収集・解析し，可視化するシステムが普及している．例として，センサデバイスをテニスラケットに装着し，テニスのプレイデータを数値化できる商品が販売されている[1]．しかし，商品化されているデバイスはスイングスピード等のプレイデータを提示することはできるが，上達支援のためのアドバイスを生成する機能は無い．データから技術向上のための手がかりを得るには，データが持つ意味を理解し，評価・分析する必要がある．しかし，一般の競技者が自身のプレイを適切に評価することは困難で，指導者などの専門家による評価を仰ぐ必要があるが，すべての競技者が指導者による指導を受けられるわけではない．

そこで本研究では，スイングフォーム改善のためのアドバイスを自動で提示することができるテニストレーニング支援システムを提案する．

2. テニスにおける技能向上のための練習

スポーツにおけるスキルは，外的要因に左右される状況下かどうかでオープンスキルとクローズドスキルの 2 つに分類され，ボールや相手の位置に応じて自分の動き方やボールの打ち方を変化させるテニスは，オープンスキルの競技に分類される．オープンスキルの機械的分析は，多様な状況下を全て考慮する必要があるため難しく，渡辺らのバレーボールの技術特性の分析方法はインタビュー調査の結果に基づいた質的研究に留まっている[2]．一方，テニスのスイングフォーム習得のための練習である素振りは，同じ環境で決められた動作を行うためクローズドスキルの領域に位置し，分析・評価が比較的容易である．

以上より，本研究では素振り練習におけるスイングフォーム改善のための支援を行う．

Tennis Training Support System Based on Machine Learning Techniques
†TOMIOKA, Ryota ‡NAGAO, Katashi
Graduate School of Information Science, Nagoya University†
Graduate School of Informatics, Nagoya University‡

3. テニストレーニング支援システム

本システムは，使用者がフォアハンドストロークの素振りをする度に，フォーム改善のためのアドバイスをリアルタイムに提示することを目的とする．システムの全体図を図 1 に示す．アドバイスを生成するために，素振りのフォームを数値化し，そのデータを分析することで自動評価を行い，ディスプレイ等に分析結果を表示させる．フォームの数値化には，6 軸加速度センサと RGB-D カメラを使用し，スイング時の身体の動きとラケットの動きをそれぞれ計測する．

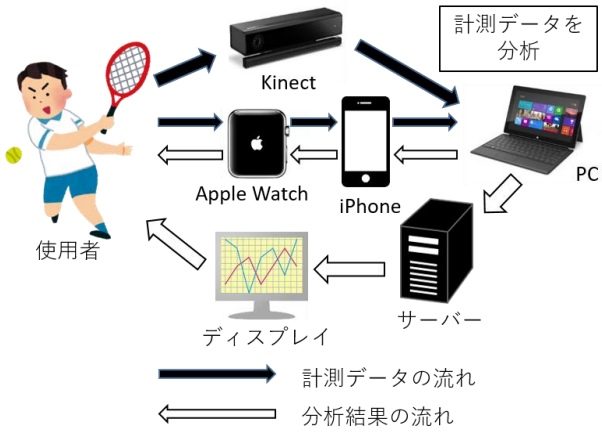


図 1. テニストレーニング支援システムの構成

3.1 ラケットの動きの計測

スイング時のラケットの動きの計測には図 2 のような，6 軸加速度センサと通信機能を装備したデバイスをラケットに装着したもの(以下，センサ搭載ラケット)を用いる．



図 2. センサ搭載ラケット

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

6軸加速度センサと通信デバイスには Apple 社の Apple Watch[1]を用い，3軸加速度と3軸角速度をそれぞれ 30fps の時系列データとして取得した．

3.2 体の動きの計測

体の動きの計測には，RGB-D カメラとして Microsoft 社の Kinect[2]を使用し，人体の関節の位置情報を取得する．Kinect は図3に示すように人体を 25 個の関節の集合として認識することができる．そこで，各関節の3次元座標を 30fps の時系列データとして取得した．



図3. 関節座標の例

4. スイングの評価実験

フォームの改善を支援するには，フォームの特徴を評価し，その評価結果に応じて提示するアドバイスを決定する．本研究では，プロのコーチの指導の元，初心者にとって基本となるフォアハンドストロークにおけるフォームの特徴を7個選定した．その特徴を以下に示す．

- テイクバック時のラケットの引き幅
- インパクトの位置
- 打点での加速具合
- 手打ち
- 体の軸のぶれ
- スタンス幅
- 左手の位置

4.1 計測実験

テニスの経験者と未経験者を対象に，フォアハンドストロークの素振りのフォームデータを収集する計測実験を行った．習熟度の異なる 40 人(初心者 17，経験者 23)を対象としており，いずれも右利きである．1 人あたり 20 スイングのデータを計測し，その内の 5 スイングを分析に使用した．

[1]Apple Watch は米国 Apple 社の米国およびその他の国における登録商標です．
[2] Kinect は米国 Microsoft 社の米国およびその他の国における登録商標です．

4.2 スイングの指摘項目毎の判別

フォームの特徴を評価するために，特徴毎に良し悪しを判別する学習器を作成した．教師信号には，プロのコーチが付与したフォームの特徴に対する 5 段階評価を，2 値(正:2 以下,負:3 以上)化したものを使用した．次にスイングの構えから振り終わりまでの素振りの計測データを，図 4 に示すようなテイクバック完了とインパクト付近の区切り目で 3 つの区間に分割した．入力用の生データとして，3 区間の任意の組み合わせにおける時系列データを用いた．説明変数として，線形補間によりデータ長が均一化された生データ，生データの前後差分，フォームの特徴に対応した特徴量を使用した．



図4. スイングの局面

判別結果を表 1 に示す．3 つの機械学習手法(ランダムフォレスト，ロジスティック回帰，SVM)と入力データに使用したスイング区間の組み合わせから最も F 値が高かった組み合わせを表している．結果より，それぞれの学習器は高い精度で判別が可能であることがわかる．

表1. 判別結果

指摘項目	学習器	区間	F 値
テイクバック	ランダムフォレスト	①～②	0.75
インパクト	ランダムフォレスト	①～③	0.76
打点の加速	ロジスティック回帰	②～③	0.81
手打ち	ランダムフォレスト	①～②	0.73
体の軸	ロジスティック回帰	①～③	0.82
スタンス幅	ロジスティック回帰	②～③	0.81
左手	ロジスティック回帰	①～③	0.97

5. まとめ

6軸加速度センサと RGB-D カメラを用いてテニスのフォアハンドのスイングを評価することが可能であるとわかった．

今後の課題として，被験者の数を増やすことによる評価精度の向上やトレーニング支援システムの被験者実験と評価が挙げられる．

参考文献

[1] SONY Smart Tennis Sensor, http://smartsports.sony.net/tennis/JP/ja/ (2017 年 1月 11 日閲覧)
[2] 渡辺英児，遠藤俊郎，松井弘志．実質研究法を用いた一流バレーボール選手におけるスキル獲得に関する研究．バレーボール研究，Vol. 11, No. 1, 2009.

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.