

ラケット装着型センサを用いたテニストレーニング支援システム

富岡 亮太[†] 長谷川 洋右[‡] 長尾 確[†]名古屋大学 大学院情報科学研究科[†] / 名古屋大学 工学部電気電子・情報工学科[‡]

1. はじめに

近年, IoT(Internet of Things)のスポーツの分野への活用が盛んになってきており, ウェアラブルなセンサデバイスを用いたテニスの上達支援に関する研究が行われている[1][2]. また, センサデバイスをラケットに装着し, テニスのプレイデータを数値化できる商品の販売もされている[3]. しかし, 商品化されているデバイスはスイングスピードなどのプレイデータは提示できるが, 上達支援のためのアドバイスを行う機能が無い. また, 既存研究ではスイングフォーム改善のアドバイスはできるが, 使用者がアドバイスのフィードバックをその場で確認できないため個人練習には不向きである. 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リアルタイムに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の実現方法を検討する.

2. テニストレーニング支援システム

本システムは, 基本動作を覚える段階の初心者を対象として, テニスの上達を支援するために, 使用者がボールを打つ度に, 上達のためのフォーム改善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. システムの構成図を図1に示す. フォーム改善アドバイスを生成するために, 打球時の体の動きを数値化し分析を行う. そのために, Apple社のApple Watchを装着したデバイス(以下, ラケット装着型センサ)を使用し, Microsoft社が提供するモーションセンサシステムKinect for Windows v2(以下, Kinect)で撮影を行う. ラケット装着型センサによりスイング時のラケットの動きを数値化し, Kinectによりスイング時の体全体の動きを数値化する. また, リアルタイムにフォーム分析をした結果のフィードバックを行うために, Apple Watchのディスプレイにフォーム改善のアドバイスを表示する.

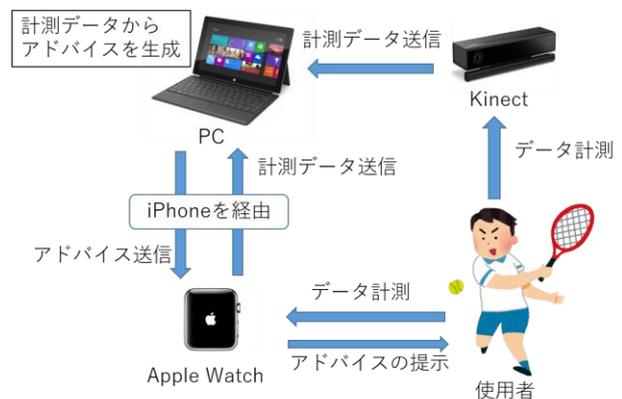


図1. テニストレーニング支援システムの構成

2.1 ラケット装着型センサ

ラケット装着型センサは3Dプリンターで作成した固定具でApple Watchをラケットへ装着したものである(図2). この状態でボールを打ち, その際のApple Watchの計測データをiPhoneとモバイルWi-Fiルーターを介してPCに無線で伝送する. 通信方法はApple WatchとiPhone間はBluetoothを, iPhoneとPC間はWi-Fiを用いて通信している. Apple Watchの計測データは3軸加速度と3軸角速度を0.03msの計測間隔で取得したものである.



図2. ラケットに装着したApple Watch

2.2 Kinect

Kinectの深度センサを用いて人体の関節の情報を取得する. 図3に示すように身体を25個の関節の集合として表すことができ, 各関節の3次元座標を取得する. データの計測間隔は33msである.

Racket mount sensor for tennis training

[†]TOMIOKA, Ryota(tomioka@nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp)[‡]HASEGAWA, Yosuke(hasegawa@nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp)[†]NAGAO, Katashi(nagao@nuie.nagoya-u.ac.jp)Graduate School of Information Science, Nagoya University[†]Department of Information Engineering, Nagoya University[‡]



図 3. 関節座標の例

3. アドバイス生成のための基礎実験

フォーム改善のアドバイスを生成するには、初心者と上級者の間で計測データの差から、アドバイスの内容に関係のある値を選択しなければならない。本稿ではその前段階の基礎実験として、計測データを基に初心者と上級者の判別を行った結果について報告する。

3.1 計測実験

初心者と上級者に対して、実際にボールを打った際のセンサデータを収集する計測実験を行った。打ち方は初心者にとって基本的動作となるフォアハンドストロークを対象とした。被験者は、今回、習熟度の異なる 8 人(初心者 4, 上級者 4)を対象としており、いずれも右利きである。被験者に、熟練者によってテニスコートのネット際から出された球を、的を狙って打ってもらい、1 人あたり 30 球分のデータを計測した。

3.2 インパクトの検出

フォームを分析する際に 1 スイングを取り出すための基点となる、ボールとラケットが接触するインパクトの時点の検出を行った。SONY 社の Smart Tennis Sensor をラケットに装着してインパクトの時刻を取得し、ラケット装着型センサの計測データの時刻と同じ時刻をインパクトの瞬間とした。また、インパクトの時刻の自動推定をするために、SVM(Support Vector Machine)による機械学習を行った。説明変数には、打球時とその前後 1 データの 3 軸加速度と 3 軸角速度を用いた。10 分割の交差検定による判別結果を表 1 に示す。表 1 では上級者を正例としたときの分類結果の適合率、再現率、F 値を表しており、高い精度でインパクトの検出ができていることが分かる。

適合率 (precision)	再現率 (recall)	F 値 (F-measure)
0.99	1.00	0.99

表 1 インパクトの検出結果

3.3 初心者と上級者の判別

3.3.1 ラケット装着型センサでの判別結果

打球時の計測データから、上級者と初心者の判別を SVM による機械学習で行った。説明変数には、打球時の前後 1.5(s)間の計測データである 3 軸加速度と 3 軸角速度を用いた。学習データとテストデータを 4 人(初心者 2 人, 上級者 2 人)ずつ分けて求めた判別結果を表 1 に示す。結果より、高い精度で初心者と上級者の判別ができることわかる。

適合率	再現率	F 値
0.94	0.82	0.87

表 2. ラケット装着型センサでの判別結果

3.3.2 Kinect での判別結果

ラケット装着型センサのデータを用いた分類と同様に、Kinect で計測した 25 個の関節の 3 次元座標データを用いて上級者と初心者の判別を行った。表 3 はその結果を示す。結果より、ラケット装着型センサと同様に高い精度で初心者と上級者の判別ができることわかる。

適合率	再現率	F 値
0.96	0.92	0.94

表 3. Kinect での判別結果

4. おわりに

ラケット装着型センサと Kinect を用いてテニスのフォアハンドのスイングを初心者と上級者に分類することが可能であることが分かった。

今後の課題として、分類精度の向上、フォーム改善のアドバイスへの応用などが挙げられる。また Apple Watch のディスプレイを利用してリアルタイムにフォーム改善のアドバイスを提示するシステムの構築が必要である。

参考文献

- [1] 増田大輝, ウェアラブルセンサを用いたテニス上達支援システムにおけるスイングフォーム分析手法の改善と評価, 研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ (ITS), Vol. 63, No. 14, pp. 1-8, 2015.
- [2] Amin Ahmadi, Towards a wearable device for skill assessment and skill acquisition of a tennis player during the first serve, Sports Technology, Vol. 2, No. 3-4, pp. 129-136, 2009.
- [3] SONY Smart Tennis Sensor, <http://smartsports.sony.net/tennis/JP/ja/> (2017 年 1 月 11 日閲覧)