

## ウェアラブルデバイスを用いたテニスサーブのワンショット診断 One-shot Diagnosis of a Tennis Serve by using Wearable Device

山中 仁寛<sup>†</sup>  
Kimihiro Yamanaka

### 1. はじめに

動作分析技術には、現実の人物や物体の動きをデジタル的に記録する機械システムが存在する。このシステムによって、スポーツ選手は多大な恩恵を受けており、記録された情報は、スポーツ選手たちの身体の動きのデータ収集及び技術向上に繋がるが、必ずしも円滑とはいえない[1]。

スポーツ分野では複数のカメラや赤外線マーカが必要であり、外光などの影響を受けやすく屋内での測定が基本となる。さらに、計測機器が高価などの理由から誰もが手軽に使用することができない[2]。そのため、指導者（コーチなど）や上級者による評価が一般的に行われているが、スポーツの練習の場において必ずしもコーチや上級者がいるわけではなく、一人での練習も多々ある。そのような場面では、正しい練習が行われているとは限らない。また、評価者が異なると主観的判断のため同じ評価になるとは限らない。

以上のことから、スポーツの練習の現場で活用でき、コーチング等に有用と考えられるシステムを実現することが課題である。本研究では、「現場での活用を目指すこと」、「装着が容易で違和感がないこと」を要件とし、アームバンド型デバイスを用いて、テニスサーブにおけるレベル判定法を提案し、提案手法の有効性を検証することを目的とする。

### 2. 実験の概要

実験では、アームバンド型のウェアラブルデバイス(Myo, Thalmic LabsInc.)[3]に搭載された医療規格ステンレス鋼 EMG センサと 3 軸加速度センサにより、テニスサーブ時の筋電図と 3 軸加速度を計測する。図 1 のように、被験者は利き腕の橈骨と肘頭を結ぶ 3 分の 1 の位置に Myo を装着し、実際のラケットとテニス球を用いて壁打ちでサーブを打つ。実験中の被験者のフォームは、ビデオカメラ(GZ-F117, JVC)で録画し、コーチの資格を有する判定者 3 名が録画映像から 10 段階の評価を行った。また、評価に用いるデータとしてサーブに要する時間、サーブ中の加速度データ平均、標準偏差と筋活動量をそれぞれ算出した。

被験者としては、テニスの経験者（部活動、サークル活動、趣味の範囲など）、未経験者の大学生男女 28 人（18~22 歳）をランダムに選定した。

### 3. サーブフォームの区間分類

図 2 に、Myo の筋電図と加速度計測結果の一例を示す。筋電図は 8 つのステンレス鋼 EMG センサの平均を、加速度は 3 軸のノルムをそれぞれ標準化したものである。図の加速度データより値の変化がほとんどない区間が存在する。この区間は、図 3 に示すサーブフォームにおけるセットに相当

し、前後で分類することでレベルの違いによる傾向が見られ、比較しやすく、分析しやすいと考える。そのため、値の変化がなくなる時間を境に、スタートからセットまでを区間 1、打ち始めからフィニッシュまでを区間 2 と分類し分析を進める。

なお、レベルの違いについては、判定者の評価得点から 8 点以上を熟練者、5~7 点を経験者、4 点以下を未熟者と定義した。



図 1 Myo の装着位置

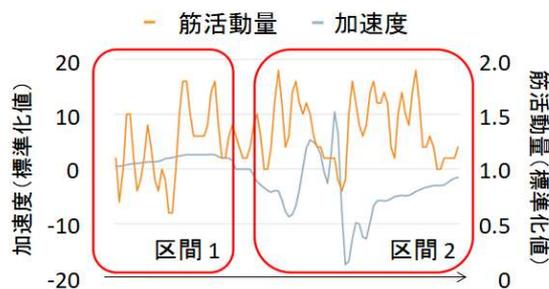


図 2 Myo による計測データの一例



図 3 サーブフォームの連続写真

<sup>†</sup> 甲南大学 知能情報学部, Konan University

#### 4. 実験結果と考察

図4に、区間1と区間2に要する時間を被験者の平均と標準偏差で示す。図の横軸は、熟練者、経験者、未熟者である。図より、区間1では熟練者が最も長く未熟者にかけて短くなっており、区間2では区間1とは逆の傾向がみられる。この傾向により、熟練者、経験者、未熟者の判別ができる可能性がある。

次に、区間1と区間2の筋活動量を図5に示す。熟練者は区間1と区間2の筋活動量はほとんど変わらないのに対して、経験者、未熟者の順に区間2の筋活動量が大きくなっており区間1と区間2の差が未熟者になるにつれて大きくなっていることがわかる。この傾向により筋活動量を用いた判別ができる可能性がある。

上記に示したように、サーブに要する時間、筋活動量はテニスレベルに関係がある可能性が示された。ここで、先行研究[4]を参考に加速度データも加えた複数のパラメータからテニスレベルの推定を試みる。パラメータとして、サーブに要する時間、筋活動量、加速度データ（平均、標準偏差）をそれぞれ2区間分算出し、計8つのパラメータを用いてテニスサーブのレベル判定を重回帰分析[5]にて行った。

目的変数として1~10に得点分けをした評価値を用い、説明変数には前述の8つのパラメータを用いた。なお、加速度データからセット位置を見出すことができない被験者3名については解析から除外した。この3名については、評価者の得点がいずれも1点であった。分析の結果より、t値やp値から説明変数を選定し、得られた重回帰式を(式1)に示す。

$$y=1.55+0.26x_1+0.90x_2+0.15x_3 \quad (1)$$

説明変数は、 $x_1$ : 区間2に要する時間、 $x_2$ : 区間1の加速度平均、 $x_3$ : 区間2の加速度標準偏差である。

図6に回帰式によって導き出された予測値と、判定者の得点との関係を散布図で示す。散布図から「予測値」と「判定者の得点」との間に比例関係があることがわかる。また、重相関係数も0.69と十分な高さである。このことから加速度データのみでもテニスレベルの判定ができるといえる。

この結果より、本研究で提案したアームバンド型デバイスによるテニスレベルの判定は、一定の精度があると判断できる。

また、レベルの判定に筋電図を必要としないのであれば、ラケットに加速度センサを搭載することでレベル判定用ラケットの実現可能性も期待できる。

#### 5. まとめ

本研究で得られた結果を要約すると、次の2点となる。

- (1) サーブ時の筋活動量と要する時間は、サーブレベルと関係があることを明らかにした。
- (2) アームバンド型デバイスで計測した加速度、筋活動量をパラメータとしたテニスレベル判定法を提案し、その有効性を示した。

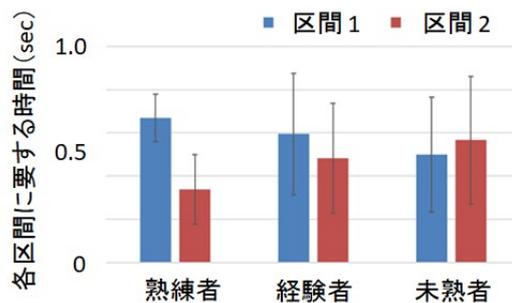


図4 各区間に要する時間

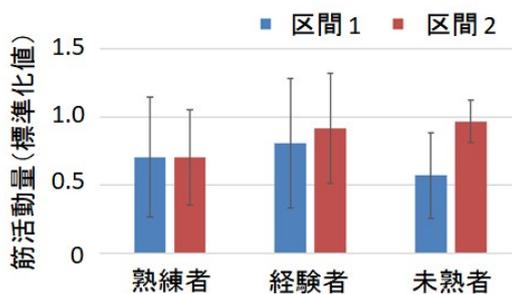


図5 各区間の筋活動量

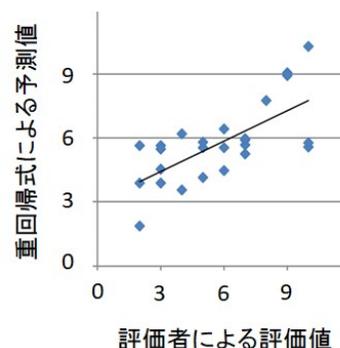


図6 予測値と評価者評点の関係

#### 参考文献

- [1] 安松谷亮宏, 曾我真人, 瀧寛和, “バスケットボールにおけるシュートフォームの学習支援環境の構築”, *IPSS Interaction*, pp. 599-604 (2012).
- [2] 紅林佑亮, 清水剛士, 長谷川明生, “Arduino およびセンサーを用いたスポーツ動作解析システムの試作”, *研究報告インターネットと運用技術 (IOT)*, Vol.34, No.1, pp.1-6 (2016).
- [3] Myo Gesture Control Armband | Wearable Technology by Thalmic Labs, “<https://www.myo.com/>”, 2017-12-27 access.
- [4] 稲尾拓海, 尾下真樹, 向井智彦, 栗山繁, “モーションキャプチャを用いたスポーツフォーム練習のための特徴量・可視化手法の検討”, *研究報告コンピュータグラフィックスとビジュアル情報学(CG)*, Vol.165, No.21, pp.1-7 (2016).
- [5] 日科技連官能検査委員会 三浦新 (編), “新版 官能検査ハンドブック”, *日科技連*, pp.538-547 (1973).