7ZF-07

6軸センサを用いたテニススイングフォーム評価のための特徴抽出手法

大島脩斗† 加藤昇平††,††† 佐久間拓人††

†名古屋工業大学 工学部創造工学教育課程情報社会コース
††名古屋工業大学 大学院工学研究科情報工学専攻
†††名古屋工業大学 情報科学フロンティア研究院

1 はじめに

現在，日本のテニス人口は439万人と言われている[1]．また，今後行いたいスポーツとしてテニスを挙げた成人はテニス経験者の2倍近く存在する．そのため，中長期的なテニスの発展を考えたとき，ジュニアを含む若年層へのテニス普及策の重要性がさらに高まっていくといえる．しかし，日本において若年層がテニスを始める環境は必ずしも整っているとは言えない．その例として挙げられるのが部活動である．部活動は若年層がテニスを始めるきっかけのひとつだが，公立中学校の硬式テニス部のうち指導者が存在する部は全体の約1割である[2]．指導者がいなければ上達することは困難となり，長期的にテニスをプレーする可能性が低下すると考えられる．また，間違った打ち方でプレーを続けることで，プレーヤーが怪我を負う危険性が高くなる．これらの問題を解決するためには，指導者のいない若年層のための指導システムが必要と考える．

先行研究ではスイングの種類の分類は行っているが，スイングの評価には至っていない[3]．そのため本研究では，6軸センサを用いてスイング動作を計測し，ユーザーにスイングの修正点をアドバイスできるトレーニング支援システムを開発している．本稿では，6軸センサを用いてスイングフォームを評価するための特徴抽出手法を提案し，抽出した特徴量とテニス経験量との相関を分析・評価する．

2 特徴抽出手法

6軸センサを用いてスイングフォームを評価するための特徴抽出手法を提案する．なお，本稿ではフォアハンドスピンを対象とし，右利きを例にして説明する．図1に本稿におけるセンサの取り付け位置と座標系を示す．また，図2に3節で述べる測定で得られた加速度データの例を示す．

2.1 スイングの構成

特徴を抽出するにあたり，1回のスイングは，テイクバック（T_{tb}）・フォワードスイング（T_{fwd}）・フォロースルー（T_{flt}），の3部で構成されるとした．表1に各動作の説明を示す．

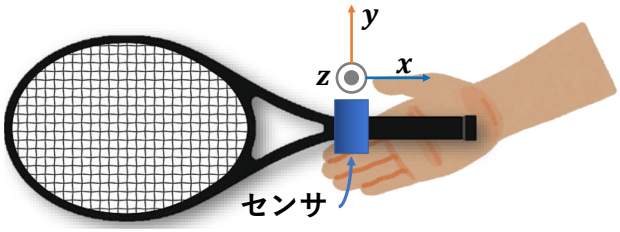


図 1: センサ位置（右利きの場合）

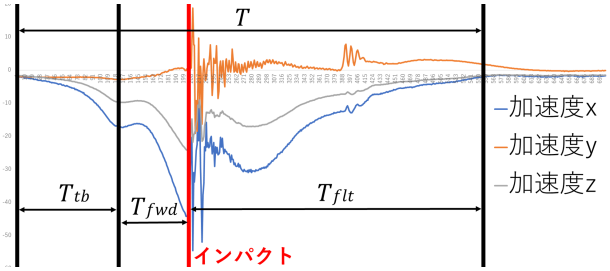


図 2: 加速度データ

表 1: スイングの構成

名称	動作の説明
テイクバック	ラケットを後方にセット
フォワードスイング	テイクバック後からインパクトまで
フォロースルー	インパクトからスイング終了まで

2.2 抽出する特徴

スイングの修正に有効と考えられる以下の7特徴とその抽出手法を提案する．

① 早期にテイクバックを完了しているか

スイング全体の時間に対するテイクバックの時間の比率を計算する．

$$R_{tb} = \frac{T_{tb}}{T}, R_{tb} > R_{tb}^{st} \quad (1)$$

ここでTはスイング全体の時間長，T_{tb}はテイクバックの時間長，R_{tb}^{st}はR_{tb}の基準値を表す．式(1)を満たすとき早期にテイクバックを完了していると定義する．

② インパクト前にラケットが加速しているか

インパクトの直前にラケットがどれだけ加速しているかを計算する．インパクト直前のラケットの加速が大きいほど良いスイングであると定義する．

③ グリップエンドから出しているか

y軸周りの角速度を比較する．

$$\omega_y > \omega_y^{st} \quad (2)$$

ここでω_yはy軸周りの角速度，ω_y^{st}は角速度の基準値を表し，式(2)を満たすとき，ラケットをグリップエンドから出していると定義する．

A Feature Extraction Method for Evaluating Tennis Swings Using 6-Axis Sensor.

Shuto OHSHIMA†, Shohei KATO††,†††, Takuto SAKUMA††
†Dept. of Computer Science, Nagoya Institute of Technology
††Dept. of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology
†††Frontier Research Institute for Information Science, Nagoya Institute of Technology
†,††,†††Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya 466-8555, Japan
{oshima, shohey, sakuma}@katolab.nitech.ac.jp

Copyright ©2020 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

④ インパクト時にラケットヘッドが下から上に動いているか

インパクト直前の x 軸加速度に対する y 軸加速度の割合 R_{rh} を以下の式で計算する．

$$R_{rh} = \frac{|a_y|}{|a_x|}, R_{rh} > R_{rh}^{st} \quad (3)$$

ここで a_x はインパクト直前の x 軸加速度，a_y はインパクト直前の y 軸加速度，R_{rh}^{st} は R_{rh} の基準値を表し，式 (3) を満たすとき正しい動きをしていると定義する．

⑤ スイングスピードが出ているか

計測された 3 軸加速度の 2 乗平均平方根を求め，これをスイングスピードと近似する．

$$v_{imp} > v_{st} \quad (4)$$

ここで v_{imp} はインパクト時のスイングスピード，v_{st} はスイングスピードの基準値を表し，式 (4) を満たすとき十分なスイングスピードが出せていると定義する．

⑥ インパクト後に面が返っていないか

インパクト後の x 軸周り正の向きの角速度が基準内に収まっているかを判断する．

$$0 < \omega_x < \omega_x^{st} \quad (5)$$

ここで ω_x は x 軸周りの角速度，ω_x^{st} は角速度の基準値を表し，式 (5) を満たすとき面が返っていないと定義する．

⑦ フォロースルーでの振り切り

フォワードスイングとフォロースルーの時間長の比率 R_s を計算する．

$$R_s = \frac{T_{fwd}}{T_{flt}}, R_s < R_s^{st} \quad (6)$$

ここで T_{fwd} はフォワードスイングの時間長，T_{flt} はフォロースルーの時間長，R_s^{st} は R_s の基準値を表し，式 (6) を満たすときラケットを振り切れていると定義する．

3 有用性評価

本稿では評価基準の有用性評価に先立ち，各特徴量とスイングの優劣の相関を調査する．また，スイングの優劣はテニス経験量で代用する．

3.1 実施方法

テニス経験量の異なる実験参加者 4 名（男性 3 名，女性 1 名）のフォアハンドスピンの加速度データと角速度データを 1 人あたり 5 回計測し，それぞれの特徴量を求め，求めた特徴量とテニス経験量との相関を調べる．なおテニス経験量は実験参加者の過去のテニストレーニング経験の申告に基づき算定した．また，女性の実験参加者が 1 名であるため，本稿では男性 3 名のデータを解析対象とする．

3.2 評価結果と考察

表 2 に特徴ごとの相関係数を示す．また，図 3 に横軸にテニス経験量，縦軸に特徴量をそれぞれ標準化しプロットした散布図と特徴ごとの線形近似直線を示す．

表 2 に示す通り，特徴②④⑤には強い正の相関がみられた．これらの 3 特徴はプレーレベルの向上とともに上昇しやすく，また各個人のスイングフォームの癖に左右されにくいと考えられ，このことからテニス経験量との間に強い相関がみられた．よって，上達度を測る際に有用である可能性が高い．特徴①③⑦にも相関がみられる．特徴⑦は値が小さいほど良いとしているため，負の相関となった．これらの 3 特徴は各個人のスイングフォームの癖に左右される部分はあるものの，上級者ほど特徴の条件を満たしている傾向があると考えられ，結果としてテニス経験量との間に相関が見られた．また，これらは上級者ほど特徴量のばらつきが小さいため，上達度を測る際にばらつきを比較することが有効となると考える．また，特徴⑥には弱い負の相関がみられるが，特徴⑥は個人の癖に因る部分が大きく，経験量との相関をとることは適切でないと考える．そのため，今後特徴⑥がスイングフォームの癖を反映しているかについて検証する必要がある．

表 2: 特徴と経験量の相関

特徴	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
相関係数	0.55	0.85	0.68	0.97	0.81	-0.28	-0.64

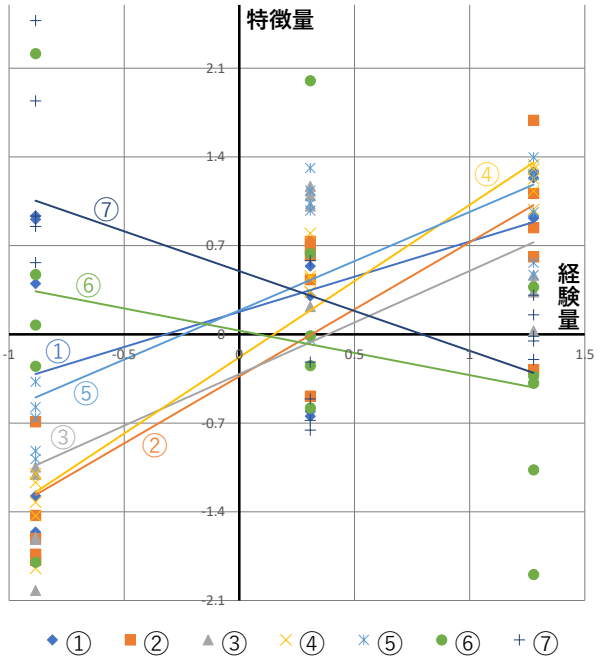


図 3: テニス経験量と特徴量の散布図及び近似直線

4 おわりに

本稿ではテニススイングフォーム評価のための 7 特徴を提案し，その有用性評価のため，テニス経験量との相関を分析した．その結果全特徴に相関がみられ，上達度を測る際に有用である可能性が示唆された．今後は男女ともに実験参加者を増やし，結果の信頼度を上げていく．また最終的にテニスの指導に繋げるために，目的を持たせたスイングの計測・分析を行い，より指導に適した特徴を考案する．

参考文献

[1] 公益財団法人日本テニス協会
平成 28 年度　テニス環境等実態調査報告書

[2] 公益財団法人日本テニス協会
平成 30 年度　テニス環境等実態調査報告書

[3] Buthe, L.; Blanke, U.; Capkevics, H.; Troster, G. A wearable sensing system for timing analysis in tennis. In Proceedings of the 2016 IEEE 13th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN), San Francisco, CA, USA, 14–17 June 2016; pp. 43–48.

Copyright ©2020 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.