

B205

画像の固有パターン認識手法を用いた テニスのサーブ・フォーム解析に関する研究

吉成 啓子[○](白百合女子大学), 友末 亮三(安田女子短期大学),
岡崎 宏美(安田女子短期大学), 岩崎 晴美(法政大学計算科学研究センター),
齋藤 兆古(法政大学工学部), 堀井 清之(白百合女子大学)

Proper Tennis Serve Analysis Using Cognition Method of Eigen Pattern Image

Keiko YOSHINARI*, Ryoso TOMOSUE, Hiromi OKAZAKI, Harumi IWASAKI,
Yoshifuru SAITO and Kiyoshi HORII

ABSTRACT

In order to extract the distinct difference between the skillful and novice tennis players serve forms, we have applied the image cognition methodology to the sequential stroke images. The eigen pattern of an image is obtained by projecting the pixel information in x-y screen coordinate to a red, green and blue coordinate systems. The subjects were a male tournament player and a male beginner. They worn a white shirts with red, green and blue longitudinal lines. The serves were done with each subject's best efforts. The motions were filmed by a digital video camera and analyzed by a computer. According to our analysis, the advanced player accelerates the racket toward impact with more prominent upper body twisting than the beginner do. Our proposed approach has a considerable possibility to extract the differences between the skillful and novice tennis players without any professional human observations.

Keywords : Tennis serve, Cognition methodology, Eigen pattern

1. はじめに

スポーツ動作の解析は、高速度カメラ、筋電図、加速度計などを用いて行われてきた。しかし、その手法は比較研究が中心であり、

「熟練者の動作」=「巧みな動作」という主観的・経験的議論にとどまることが多い¹⁾。

そこで本研究では、スポーツ動作としてテニスのサーブを選択し、画像の固有パターン認識手法²⁻⁶⁾を用いて、「巧みな動作」を科学的・客観的に判断することを試みた。その結果、テニスのサーブ・フォームにおける上級者と初級者の本質的相違が、画像の固有パターン認識手法によって抽出可能である、ということが明らかになったので報告する。

2. 画像の固有パターン

スポーツ動作の中の不変量を、齋藤ら^{2, 5)}により提案・発表されている画像の固有パターン認識手法を用いて定量化することを検討した。

この方法は、計算機のx, y直交座標上に表された、画像データの画素数、画像のx, y座標上の位置、角度などに依存する性質を削除し、画像本来の性質を抽出するR(赤)G(緑)B(青)直交座標を考え、この3次元直交座標上に、x, y座標上の原画像を投影することで、画像の固有パターンを抽出するものである。画像から固有パターンを抽出する概念は、次の通りである。

コンピュータ・グラフィクスで表現される画像は、スクリーン上のx, y直交座標上のR, G, B画像の組み合わせである。すなわち、m, nをそれぞれx, y方向の

画素数とすれば、画像は次式で表される。

$$\begin{aligned} \text{image} &\in \text{pixel}_{i,j} \\ \text{pixel}_{i,j} &\in f_r(x_i, y_j), f_g(x_i, y_j), f_b(x_i, y_j) \quad (1) \\ i &= 1, 2, \dots, m \\ j &= 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

(1)式で、 f_r, f_g, f_b は、R, G, B成分を与える関数であり、(2)式の条件を満足する。

$$\begin{aligned} 0 &\leq f_r(x_i, y_j) \leq 1 \\ 0 &\leq f_g(x_i, y_j) \leq 1 \\ 0 &\leq f_b(x_i, y_j) \leq 1 \\ i &= 1, 2, \dots, m \\ j &= 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (2)$$

(1)式では、画像は画素の集合で表現され、画素はスクリーン上の x, y 直交座標の関数で表現される。ここで、赤、緑、そして青のカラー成分を3次元直交座標系の x, y, z 成分に対応させた R, G, B 直交座標系を考え、この3次元直交座標上で画像が表現されるとする。すなわち、画像は R, G, B 座標に投影され、R, G, B 座標値はスクリーン上の x, y 直交座標の各座標点の R, G, B 成分の大きさで決まるとする。この関係を数式で表現すれば、(3)式となる。

$$\begin{aligned} \text{image} &\in g(r_o, g_p, b_q) \\ r_o &\in f_r(x_i, y_j) \\ g_p &\in f_g(x_i, y_j) \\ b_q &\in f_b(x_i, y_j) \\ o &= 1, 2, \dots, R \\ p &= 1, 2, \dots, G \\ q &= 1, 2, \dots, B \\ i &= 1, 2, \dots, m \\ j &= 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (3)$$

ここで(3)式中の o, p, q は、それぞれ R, G, B を最大値とする整数である。また、関数 $g(r_o, g_p, b_q)$ は、

$$\begin{aligned} 0 &\leq |g(r_o, g_p, b_q)| \leq 1 \\ o &= 1, 2, \dots, R \\ p &= 1, 2, \dots, G \\ q &= 1, 2, \dots, B \end{aligned} \quad (4)$$

を満足するものとする。ここでは、関数 $g(r_o, g_p, b_q)$ の初期値はすべてゼロとし、座標値 (r_o, g_p, b_q) が与えられるごとに関数値は、

$$g(r_o, g_p, b_q) = g(r_o, g_p, b_q) + 1 \quad (5)$$

と加算され、すべての座標値について投影が終了した時点で(4)式を満足する形へ変形するため、最大値1で正規化する。Fig.1に、画像を x, y 直交座標系から R, G, B 直交座標系へ投影する概念を示す。

3. スポーツ動作の解析方法

被検者は、上級者として男子テニス選手1名、初級者としてテニス歴半年未満の男子1名の合計2名とした。各被検者は、縦状に緑、赤、青の3色に色分けされたウェアを装着し、最大努力のフラット・サーブを行った。サーブ動作を測方に設置したデジタルビデオカメラを用いて毎秒30コマで撮影した。

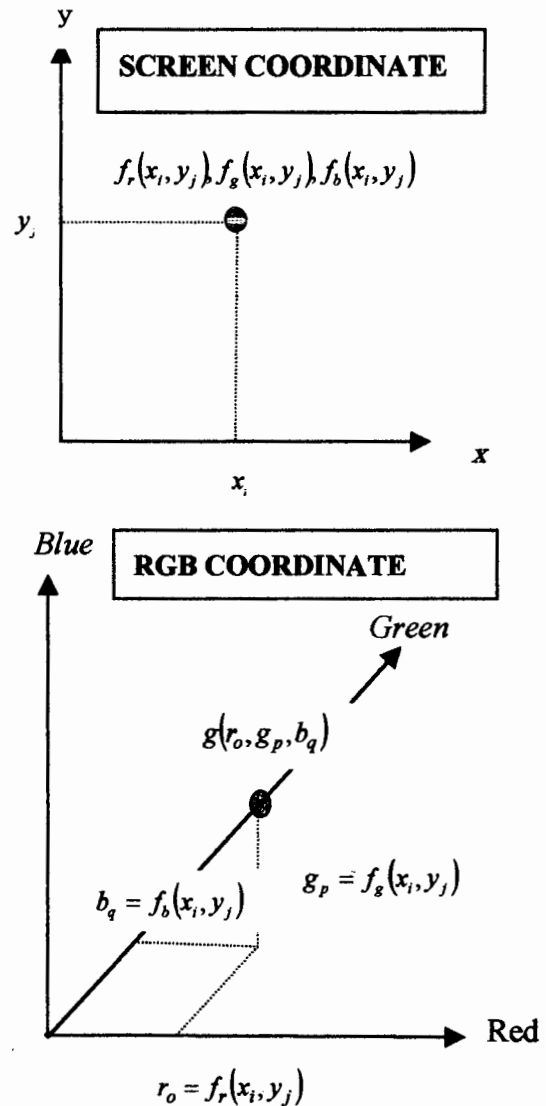


Fig. 1 Projection from the original screen to RGB coordinate systems²⁾.

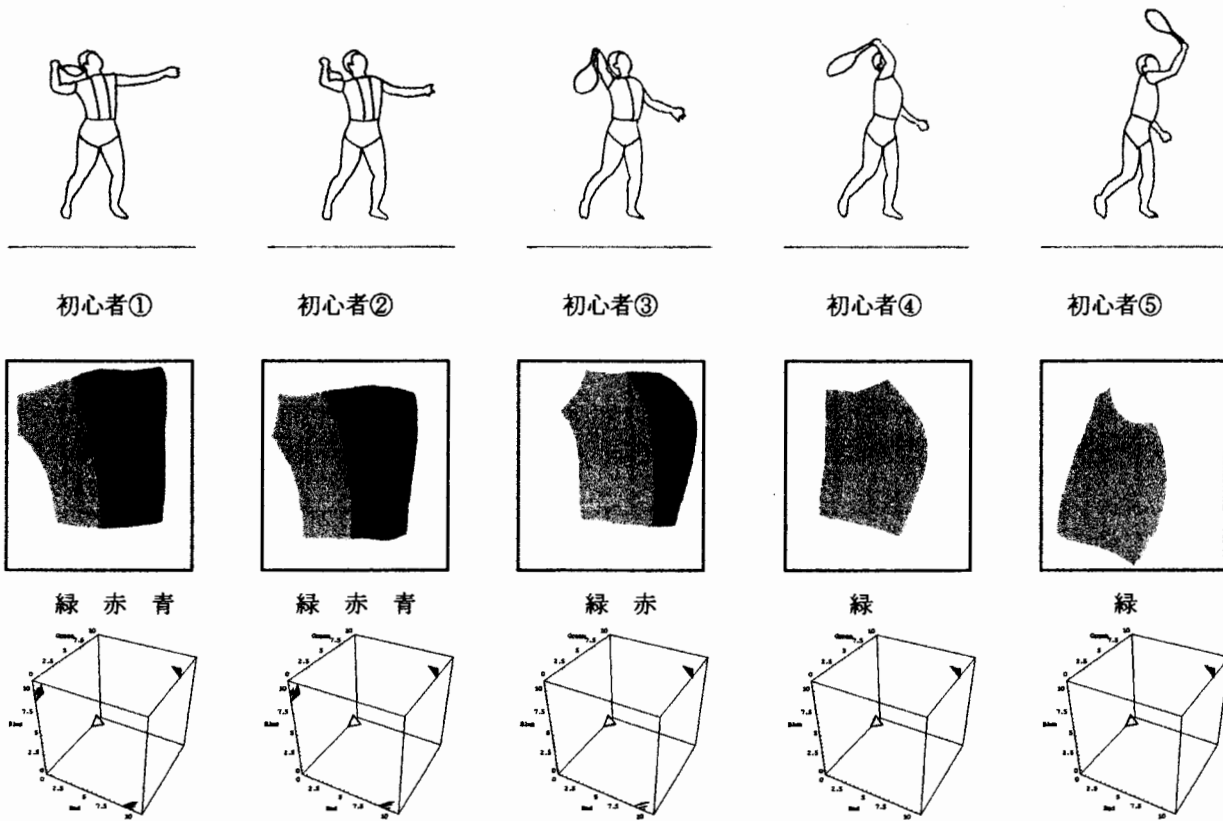
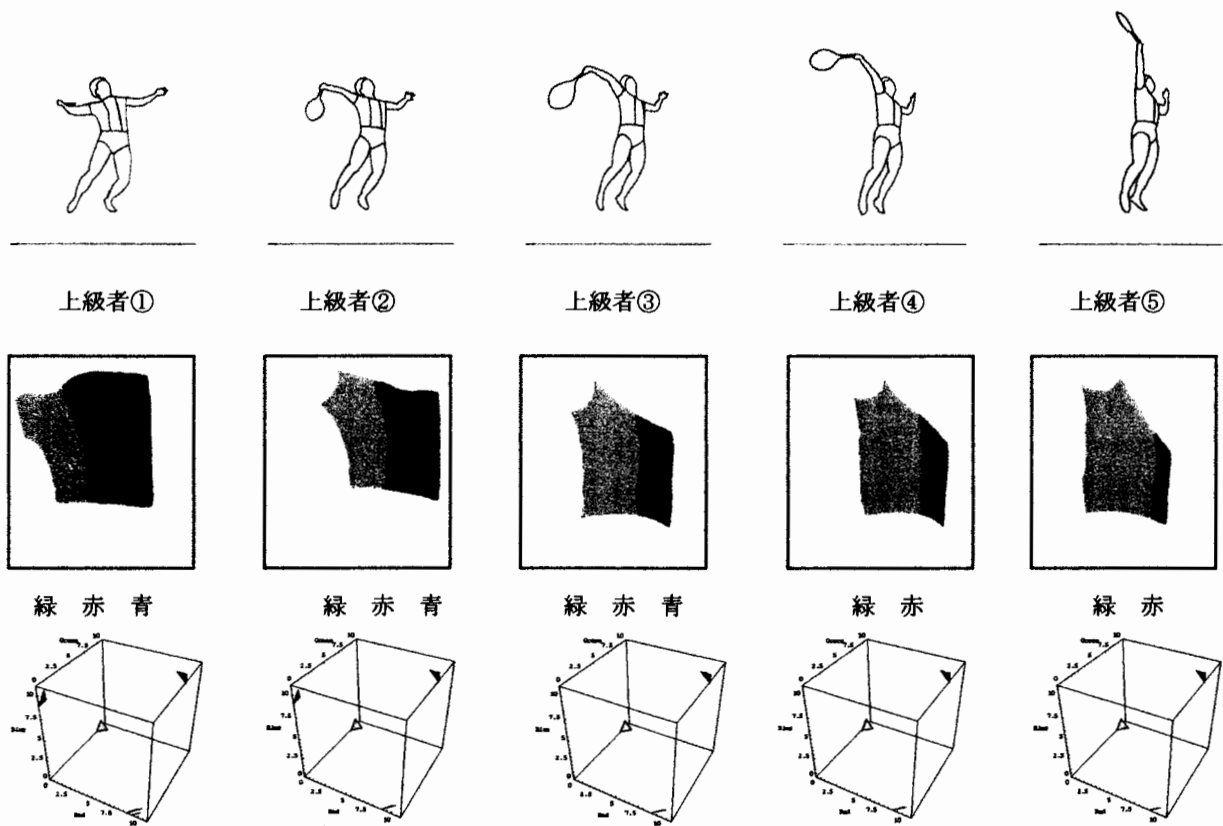


Fig. 2 Eigen pattern of tennis serve.
Upper: Advanced player, Lower: Novice player

4. 結果と考察

Fig. 2 に解析結果を示す。テニスのサーブにおいては、フォワード・スウィングの際の脊柱を中心とした身体の回旋速度を大きくするために、テイクバック時に上体をいったん後方に捻り、“タメ”を作ることが重要であるとされている⁷⁾。したがって、フォワード・スウィングの際には、上級者のように体幹の左側（青の部分）から真ん中（赤の部分）が残る、つまり、側方から見えている状態が「巧みな動作」であるということが出来る。初級者はこの“タメ”が作れないため、体幹の左側（青の部分）と真ん中（赤の部分）が、インパクト前に消失する。

上級者初級者とも図の下段は、中段の赤・青・緑の色の部分のみを取り出した画像を解析した結果である。3次元空間画素分布表示の場合は、色の少ない部分はグラフ上に表示されず、動きの本質的な相違のみを表示できるということが分かる。このことは、画像の固有パターン認識手法が、従来主観により論じられてきた「巧みな動作」を客観的に検討する手法として有効である、ということを示している。

参 考 文 献

- 1) 吉成啓子, 友末亮三: テニス・ストロークの巧みさを科学する, 「文系知」と「理系知」の融合, 近代文芸社, (2002).
- 2) 若林健一, 早野誠治, 斎藤兆古, 國井利泰: 画像の固有パターンと画像認識への応用, 可視化情報, Vol. 19-1 (1999), pp. 91-94.
- 3) 牧野可史子, 諸星典子, 佐藤隆紀, 遠藤久, 斎藤兆古: 絵本にみる暗黙知—『100万回生きたねこ』の分析—, 第11回MAGDAコンファレンス in 東京 講演論文集, (2002), pp. 283-287.
- 4) 伊勢田知子, 松前祐司, 岩崎晴美, 斎藤兆古, 堀井清之: 絵本における色の三原色混合率の抽出, 可視化情報, Vol. 20-1, (2000), pp. 291-294.
- 5) 若林健一, 早野誠治, 斎藤兆古, 國井利泰, 佐久間正剛: 画像の固有パターンと磁界分布解析への応用, 法政大学計算科学センター研究報告 13 (2000), pp. 69-73.
- 6) 吉成啓子, 友末亮三, 岩崎晴美, 牧野可史子, 斎藤兆古, 堀井清之: 画像の固有パターン認識手法を用いたテニス・フォーム解析に関する研究, 可視化情報, Vol. 22-1 (2002), pp. 65-68.
- 7) 友末亮三, 岡崎宏美: バイオメカニクスからみたテニス肘の予防, 臨床スポーツ医学, Vol. 18, No. 1 (2001) pp. 43-47.