

バレーボールのサーブ姿勢と精度の可視化による練習支援

鳥井 菜央* 伊藤 貴之†

概要. 我々はバレーボールにおいてコントロールの良いサーブを打つための練習過程を可視化する研究に取り組んでいる。本研究では、選手に目標物を狙いサーブを打ってもらい、落下地点からの距離と関節座標を取得する。取得した座標群に次元削減を適用して散布図として描画し、サーブの精度によって点を色分けすることで、サーブ姿勢と精度の相関を可視化した。また、3Dモデル可視化機能、トスの高さ可視化機能、関節の軌跡可視化、体のひねり・傾き・前傾可視化機能で、詳細な改善点を確認可能とした。結果、選手のサーブの安定性を確認することが出来た。また、評価の良いサーブの共通点を確認することができた。

1 はじめに

バレーボールにおいてサーブは最初の攻撃であり、試合の流れを決める鍵である。本研究では、コントロールを向上させることで、サーブの改善を目指す。コントロールを向上させるためには、自分のサーブの傾向を知る必要があるが、初心者や中級者がこれらを客観的に理解するのは困難である。

そこで本研究では、サーブの練習過程を可視化する手法を提案する。サーブフォームの分析に関する研究は数多く存在するが、サーブの良し悪しを数値化してフォームとの関係を分析する研究は少ない。本研究では、ボールの落下地点から目標物までの距離を精度と定義し、サーブフォームと精度を同時に散布図で可視化することによって、サーブ技術向上につながる分析をすることを目的とした。加えて、いくつかの機能で詳細な分析を可能とした。

本報告では、女子のバレーボールの主流であるフロッターサーブを題材とした実行結果を示す。

2 提案手法

本研究の提案手法のうち、データ取得、データ処理、次元削減、3Dモデル表示、トスの高さ抽出、関節の軌跡可視化、ユーザーインターフェースの各処理については、著者らの予稿[1]を参照いただきたい。本章では、散布図描画、トスの高さ抽出の各処理について説明する。

2.1 散布図描画

サーブのモーションデータに次元削減を適用した結果を散布図として描画する。この際に、サーブの落下地点から目標物までの距離によってサーブを評

価し、この評価ごとに点群を色分けする。評価基準と色の関係を表1に示す。提案手法では、時刻ごとに抽出したデータを1枚の散布図に描画し、該当時刻以外のデータを灰色で表示した。

表 1. サーブの評価基準と色.

落下地点から目標物までの距離	評価値	色
100cm以下	A	オレンジ
100cm以上	B	青
サーブミス	C	黒

2.2 体のひねり・傾き・前傾の可視化

本節では体のひねり・傾き・前傾の可視化手法について説明する。ベクトルの設定、 $\cos\theta$ 値の取得、折れ線グラフ描画の3ステップから構成される。

2.2.1 ベクトルの設定

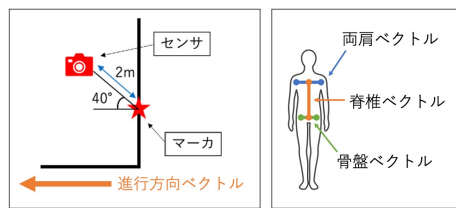


図 1. (左) 進行方向ベクトル、(右) ベクトル設定の図示。

表 2. ベクトルの設定.

確認可能とするもの	2つのベクトルの $\cos\theta$ を求める	
体のひねり	進行方向ベクトル	両肩ベクトル (右肩と左肩を結ぶベクトル)
		骨盤ベクトル (右尻と左尻を結ぶベクトル)
体の傾き	垂直方向ベクトル	両肩ベクトル
		骨盤ベクトル
前傾・後背	進行方向ベクトル	脊椎ベクトル (首と腰を結ぶベクトル)

Copyright is held by the author(s). This paper is non-refereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* お茶の水女子大学大学院

† お茶の水女子大学大学院

骨格データの X 軸方向はセンサに対して左右、Y 軸方向は上下、Z 軸方向は前後を表す。よって、地面

に対して垂直方向ベクトル \vec{v} を次のように定義する。

- 垂直方向ベクトル: $\vec{v} = (0, 1, 0)$

被験者の進行方向ベクトル \vec{h} については、図 1 のように定義する。

- 進行方向ベクトル: $\vec{h} = (\sin 40^\circ, 0, \cos 40^\circ)$

2.2.2 $\cos \theta$ 値の取得

図 2 右図, 表 2 の通りに, 2 つのベクトルのなす角度 θ における $\cos \theta$ の値を求める。

2.2.3 折れ線グラフ描画

2.2.2 節で求めた $\cos \theta$ 値を縦軸, フレーム数を横軸とし, 折れ線グラフで描画する。全サーブデータを重ねて描画し, 表 1 に示す基準で色を定める。

3 実行結果・考察

実験は以下の被験者 4 名に協力してもらった。

- 被験者 A, B: 競技歴 3 年 (中級者)
- 被験者 C, D: 競技歴 6 年 (上級者)

実験結果のうち, 3D モデル可視化, トスの高さ可視化, 関節の軌跡可視化については, 著者らの予稿 [1] を参照いただきたい。

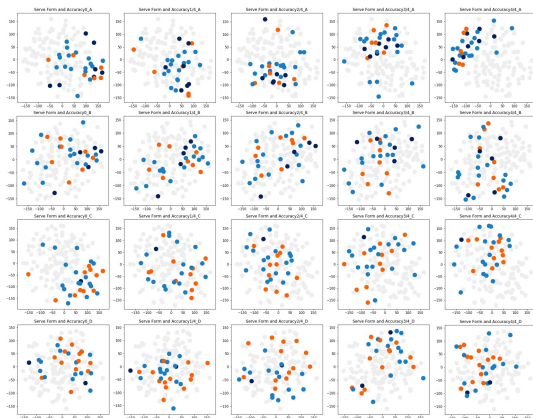


図 2. 各時刻のサーブフォームと精度。左からサーブ開始時, 1/4 時点, 2/4 時点, 3/4 時点, 終了時を表す。(1 段目) 被験者 A。(2 段目) 被験者 B。(3 段目) 被験者 C。(4 段目) 被験者 D。

3.1 散布図による可視化

図 2 はサーブ開始から終了までの各時刻のデータを次元削減し, 精度ごとに色分けした結果である。中級者の被験者 A を見てみると, 時刻ごとの点群のばらつきが小さく, 特定のフォームが高精度をもたらすことがわかる。比べて被験者 B は, 時刻ごとの点群にばらつきがあり, 安定性がないが, サーブミスを示す暗い青色の点群の塊が見られる。このこと

から, サーブミスをしやすい姿勢が存在することがわかる。被験者 D はサーブの前半と最後に橙色の点のまとまりが見られるが, 打つ瞬間に当たると考えられる 2/4 時点では外れ値で橙色が目立つ。このことから, 低精度をもたらすフォームのパターンが存在する可能性があるが, 一方で被験者 D はトスに対する修正力が高く, 普段と異なるフォームでも高精度のサーブを打つことが出来る選手とも考えられる。

3.2 体のひねり・傾き・前傾の可視化

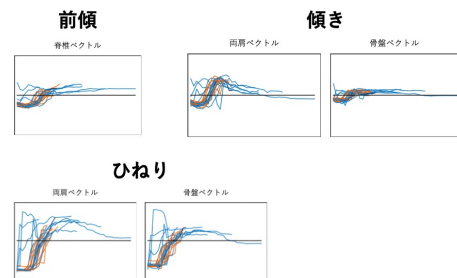


図 3. 体のひねり・傾き・前傾の可視化。

被験者 C について, 図 3 は体のひねり・傾き・前傾を可視化した結果である。体のひねりのグラフは, 値が増えるほど右半身が, 値が減るほど左半身が前に出ている状態を示す。体の傾きのグラフは, 値が増えるほど右半身が, 値が減るほど左半身が上がっている状態を示す。体の前傾のグラフは, 値が増えるほど前傾, 値が減るほど後背している状態を示す。この結果から, 被験者 C は体の回旋を用い, 上体を起こしてサーブを打つことができているとわかった。一方, 両肩は水平に保つことができているとわかった。また, 全てのグラフに共通して, 高精度のサーブを表すオレンジ色の線が密集していることから, 高精度のサーブを打つことができている際は, 一定のリズムで体重移動していることを確認できた。

4 まとめと今後の展望

本報告では, サーブのフォームと精度の相関の可視化手法を提案した。この手法によって, 選手ごとのフォームの安定度や, 選手ごとの傾向等を確認することができた。また, 体のひねり・傾き・前傾の可視化手法を加えたことで体重移動の傾向を確認することができた。今後は他のユーザと比較可能にするため, 彩色方法を検討したい。

参考文献

- [1] 鳥井菜央, 伊藤貴之. バレーボールのサーブ姿勢の分析支援のための可視化. In *INTERACTION 2024*, pp. 1P-81, 2024.