

バドミントン映像におけるフットワーク軌跡を用いたショット検出手法 Shot detection method using footwork trajectory in badminton video

田中 直樹 †, 宍戸 英彦 ‡, 吹田 真士 §, 亀田 能成 †, 北原 格 †
Naoki Tanaka Hidehiko Shishido Masashi Suita Yoshinari Kameda Itaru Kitahara

1. はじめに

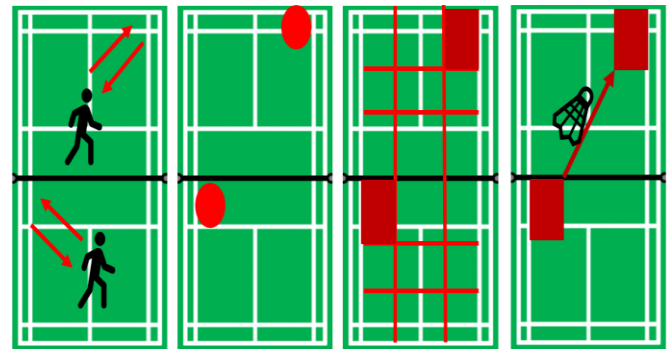
近年、競技スポーツにおいて映像分析が重要視されている[1]。バドミントン競技においても、選手のフォームチェックや対戦相手の分析等に用いられている。その中でショットの情報は、選手のパフォーマンスを分析するうえで重要な基礎データである。近年、バドミンントンのショット検出は、ソフトウェアを用いた手動入力が一般的である。

本研究では、バドミンントンの競技映像からショットを自動で検出することを目的とする。従来研究では、画像上のシャトルを追跡することでショットを検出している。しかし、バドミンントンの競技映像は、1台の固定カメラから選手を中心に撮影した映像が一般的であるため、図1のようにシャトルが映像から見切れてしまうフレームが存在する。これによりシャトルの追跡が困難となる場合がある。そこで、選手の骨格情報からヒットポイントを特定し、ショットのスタート位置とエンド位置からショット検出を行う手法が提案された[2]。この提案により、シャトルが映像から見切れてしまう問題が解決されたが、全てのフォームに対してショットを検出するまでには至っていない。

本研究は図2に示すように、選手のフットワーク軌跡に着目したショット推定手法を提案する。バドミントン競技では通常、自陣コートの中央をホームポジション（以下ホーム）とし、自身がショットを放った後は、ホームに戻り相手の打球に備える特性がある。そのフットワーク特性を利用し、「ホームから任意の地点に移動したのちホームに戻る」という移動軌跡が観測されたとき、その任意の地点はショットが放たれた地点と推定できる。バドミントンはノーバウンドで行われる球技であるため、各選手のヒットポイントはそれぞれ、ショットのスタート位置及び、エンド位置である。以上より、ショットのスタートエリア、エンドエリアを推定することでショットの自動検出を行う。



図1 映像フレームからの見切れ



①移動軌跡 → ②打点推定 → ③打点エリア検出 → ④ショット検出

図2 フットワーク軌跡を用いたショット検出手法

2. フットワーク軌跡を用いたショット検出手法

本研究では、ショットを放つ一連のフットワーク軌跡に表れる特徴を用いたショット検出手法を提案する。

本研究における選手の骨格推定は OpenPose[3]を用いて行う。OpenPoseは人物の骨格を深層学習で推定するアルゴリズムであり、画像内に複数の人が混在する場合も、リアルタイムで検出することが可能である。本研究では、両脚の交差時に起こる誤検知に影響を及ぼさないために、OpenPoseによって出力される地面に近い両足首の中点を選手位置と定義した。次に図2①のような移動軌跡を抽出し、その移動軌跡から図2②のように打点を推定する。バドミンントンのショットを分析するには、コート半面を9分割し、どのエリアからどのエリアへ放たれたかを検出するのが一般的であるため[4]、図3のように手前コートを9分割する。図2③のように、打点エリアは9分割したいずれかのエリアとなる条件式を設定する。図2④のように、検出した打点エリアを用いて2人の選手の打点エリアを直線で可視化することでショット情報を表現する。

次に移動軌跡から打点を推定する手法を述べる。図3A₁～A₄に示すように、コートの境界線4本の位置関係から、9分割領域を定める。OpenPoseによって出力される両足首の中点を時系列に解析し、「ホームから任意の地点に移動したのちホームに戻る」という移動軌跡を観測する。例としてコート左前のエリア（以下、LF）について述べる。

打点推定の条件式を以下に示す。

$$\text{position}[x] < \text{position}[x - 1] \quad (1)$$

$$\text{position}[y] < \text{position}[y - 1] \quad (2)$$

$$\text{position}[x] < \text{position}[x + 1] \quad (3)$$

$$\text{position}[y] < \text{position}[y + 1] \quad (4)$$

選手の現フレームの位置を含むエリア（area）がLFであることを条件とし、選手位置の条件式は、現フレームの選手位置が1つ前のフレームの選手位置よりも左側（1）、現フレームの選手位置が1つ前のフレームの選手位置よりも上側（2）、現フレームの選手位置が1つ後のフレームの選

† 筑波大学 理工学群

School of Science and Engineering, University of Tsukuba

‡ 筑波大学 計算科学研究センター

Center for Computational Sciences, University of Tsukuba

§ 筑波大学 体育系

Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

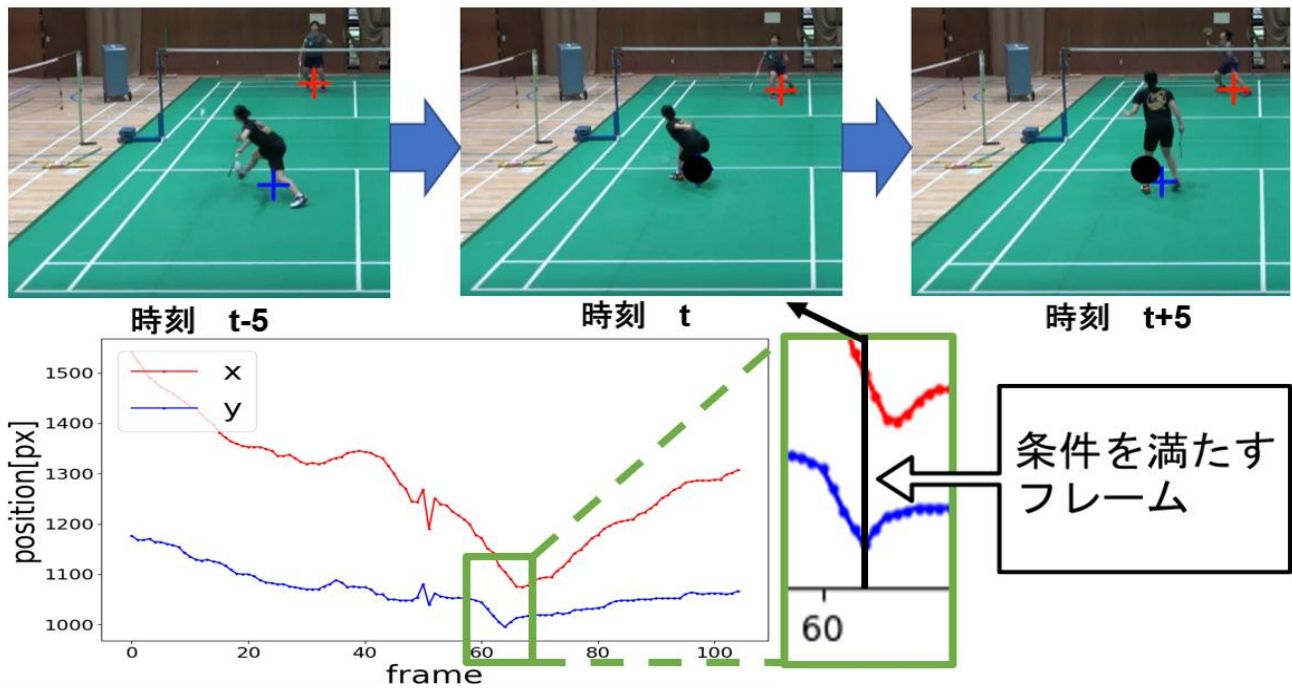


図 4 LF における打点推定結果

手位置よりも左側 (3), 現フレームの選手位置が 1 つ後のフレームの選手位置よりも上側 (4) と表し, 論理演算子を用いて条件を指定する. これらの条件を満たしたフレ

ームの選手位置を打点 (hitpoint) とする. LF 以外の領域においても同様の条件式を指定する.

以上のアルゴリズムで打点推定を行った結果を図 4 に示す. 図 4 下段は選手位置の x 座標 (赤線), y 座標 (青線) をフレーム毎に示している. 条件を満たすフレームを図 4 上段中央に示す. この時, 選手位置に黒丸をプロットすることで打点位置を可視化した. このように, LF の打点位置を適切に抽出できることを確認した.

Algorithm 1 Shot detection in LF

```

1: if area is LF then
2:   if position[x] < position[x - 1]
      and position[y] < position[y - 1]
      and (position[x] < position[x + 1]
      or position[y] < position[y + 1]) then
3:     hitpoint[x] ← position[x]
4:     hitpoint[y] ← position[y]
5:   end if
6: end if
    
```

3. おわりに

本研究ではバドミントン映像におけるショットの自動検出を目的とし, 選手のフットワーク軌跡を用いて打点を推定した. コート手前の選手に対して提案手法を適応した結果, 打点推定に成功した. 今後の展望として, コート奥の選手にも同様の手法を適用し, 打点を推定することで, 各選手のショットのスタート位置, エンド位置を検出する. また, 選手がジャンプしたときに発生する選手位置のずれや, カメラの設置位置に対する提案手法の有効性を調査する.

参考文献

[1] 田中 成典, 塚田 義典, 山本 雄平, 中原 匡哉, 瀬谷 勇也, “バレーボールの試合映像を用いた選手追跡システムの研究開発,” 第 80 回全国大会講演論文集, 情報処理学会, Vol.80, No.2, pp.437-438, (2018)

[2] Yui Yoshikawa, Hidehiko Shishido, Masashi Suita, Yoshinari Kameda, Itaru Kitahara, “Shot detection using skeleton position in badminton videos,” SPIE Proceedings, Vol.11766, IWAIT, (2021)

[3] Zhe Cao, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh, “Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields,” IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 14 pages, (2019)

[4] 林 直樹, 竹内 雅明, 藤野 和樹, 菊池 直子, 大東 忠司, “ロンドンオリンピック 2012・バドミントン競技の男子シングルス決勝戦のゲーム分析,” 東京体育学研究, Vol.5, pp.21-26, (2014)

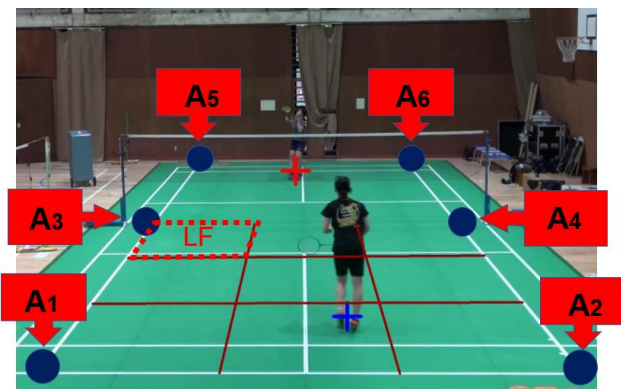


図 3 9 分割コートと選手位置定義