2R-02

テニスの試合映像を用いたプレイの自動分割に関する研究

髙田　望†　　塚田　義典†
岩手県立大学ソフトウェア情報学部†

1. はじめに

我が国では，2020年の東京オリンピックとパラリンピック競技大会に向けて，スポーツとITの融合による競技力向上を目指した試みが顕著である．多くのスポーツでは，ビデオカメラを用いて練習風景を記録し，監督，コーチ，選手が見直すことにより，改善点を指摘し合う練習方法を取り入れている．しかし，記録時間が長くなると，確認したい映像の頭出しに時間を要する課題がある．そこで，本研究では，テニスの試合映像を対象として，選手の手とボールの位置関係に基づきプレイを自動的に分割する手法を提案する．

2. プレイの自動分割に関する仮説と検証

本研究では，プレイの自動分割方法を検討するために，スマートフォンを用いてテニスの試合映像を撮影した．そして，撮影画像における選手の手足やボールの位置の時系列変化より，プレイの自動分割に有用な知見を抽出する．

2.1　仮説の立案に用いた試合映像

試合映像は，スマートフォンを取り付けた三脚をテニスコートの隅に設置（図 1）し，フル HD 画質，30fps の設定で撮影した．サービスは，スマートフォンを設置した側のコートから常に行うものとする．

2.2　試合映像の分析結果

まず試合映像の動画データを 1 秒間隔で切り出し，画像データを生成した．次に，サービス選手とボールの位置関係に注目したところ，「サービス選手の手とボールが一定時間以上接近しているのはサービス前」である傾向が見られた．そこで，画像の左上を原点として，サービス選手のトスを上げる手とボールの座標位置を取得し，その時系列変化を記録した．結果を図 2 に示す．図 2 中灰色で示す点は，サービス選手のトスを上げる手の画像上の x 座標値，黄色は y 座標値を示す．青色で示す点は，ボールの中心位置の x 座標，橙色は y 座標を示す．赤色で示す範囲は，ラリーをしていない時間であり，プレイを分割すべき箇所と判断できる．図 2 中①から⑦は，同一時刻において，サービス選手の手とボールとの距離が急激に変化している箇所を示している．また，ボールの時系列変化に着目すると，①から⑦付近では，急激に変化している特徴も見られた．そして，試合映像を確認したところ，①から⑦がプレイを分割すべき箇所と一致することがわかった．

2.3　プレイの自動分割に関する仮説の立案

前述の分析結果に基づき，時刻 t におけるサービス選手のトスを上げる手の位置座標(hx_t, hy_t)，ボールの位置座標(bx_t, by_t)とするとき，プレイの自動分割のための仮説を次のとおり立案した．

- hx_t と bx_t，hy_t と by_t の差の絶対値が共に閾値 P_1 以内
- bx_t と $bx_{(t+1)}$，by_t と $by_{(t+1)}$ の差の絶対値が閾値 P_2 以上
- $hy_{(t+1)}$ が $by_{(t+1)}$ より閾値 P_3 以上

図 2 に示すデータより，閾値 P_1 を 20，P_2 を 200，P_3 を 85 に設定した．

2.4　仮説の検証

2.3 で述べた仮説を確認するため，同じ条件のもと，試合映像を再撮影し，手動でサービス選手の手とボールの位置を記録した．そして，2.3 の仮説を検証したところ，プレイを分割すべき箇所と仮説の条件で分割した箇所が一致した．このことから，試

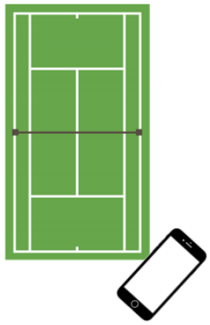

図 1　テニスコートとカメラの位置関係

Research on Automatic Play Division using Tennis Game Video
†Nozomi Takada，Yoshinori Tsukada
Iwate Prefectural University

Copyright ©2019 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

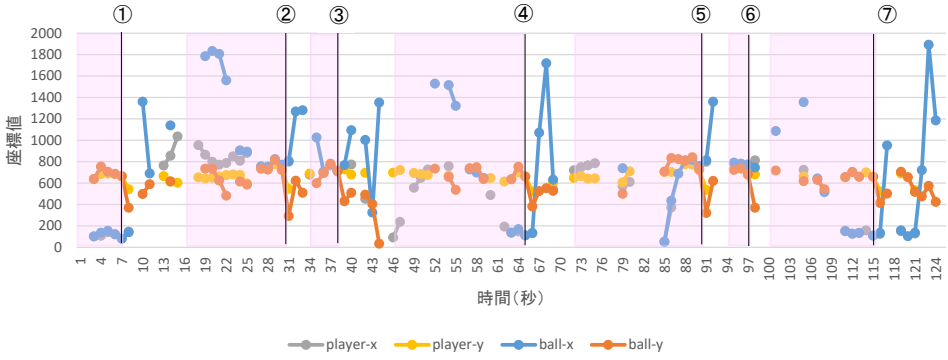

図 2　サービス選手とボールの動き

合映像よりサービス選手の手とボールの位置が推定できれば，プレイ分割が可能であるという結果が得られた．

3. プレイの自動分割に向けた考察

3.1. サービス選手の手の自動検出

近年，画像から人物とその骨格を検出する技術として，OpenPose[1]が注目されている．OpenPose では，画像中に存在する全ての人物とその骨格を高精度かつ高速に検出することができる．そのため，テニスのプレイ分割に有用と考えられる．ここで，試合映像に OpenPose を適用した結果を図 3 に示す．図 3 より，テニスにおいても選手とその骨格を正確に検出できていることがわかる．しかし，試合映像からサービス選手のみを選出するアルゴリズムを検討する必要がある．例えば，テニスのルールでは，サービス可能なエリアが限定されていることから，センターマークから一番近い選手をサービス選手と推定することが考えられる．

3.2. ボールの自動検出

本研究では，試合映像からボールを自動検出する方法として，物体検出アルゴリズム SSD(Single Shot MultiBox Detector)[2]に注目した．SSD は，ディープラーニングにより，画像中の任意の物体とその位置を推定する技術である．ここで，試合映像に SSD を適用し，ボールを検出した結果を図 4 に示す．図 4 より，ボール以外の箇所がボールと判断されていることから，精度向上に向けて，テニスのボールを追加で学習するなどの対応が必要と考えられる．

4. おわりに

本研究では，テニスの試合映像からプレイを自動で分割する手法を検討した．その結果，サービス選手の手首とボールの位置を把握し，それらの軌道に

図 3　OpenPose を適用した結果

図 4　SSD を適用した結果

着目することで，試合映像からプレイの自動分割が可能であるという結果が得られた．今後は，自動化に向けたアルゴリズムの実装と検証を行う予定である．

参考文献

[1] Z.Cao，G.Hidalgo，T.Simon，SE.Wei，and Y.Shwikh：“OpenPose: realtime multi-person 2D pose estimation using Part Affinity Fields”，arXiv preprint，CVPR2017，No.8008，2018.

[2] W.Liu，D.Anguelov，D.Erhan，C.Szegedy，S.Reed，CY.Fu，and AC.Berg：“SSD: Single Shot MultiBox Detector”，Computer Vision，ECCV2016，pp.21-37，2016

Copyright ©2019 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.