

定点卓球映像におけるサービス開始時刻の自動検出手法の提案

加藤祥真[†]澤野弘明[†]鬼頭 明[†]石井成郎^{††}鈴木裕利[‡][†] 愛知工業大学^{††} 一宮研伸大学[‡] 中部大学

1 はじめに

卓球競技においてサービスは相手の打球に依存しない唯一の攻撃であり、ラリーに対して影響を及ぼす [1]. そのため、サービス分析は対戦相手の対策に有効だと考えられる. 河合らは、分析者が試合映像を見ながらサービス及びレシーブの打法とコースを入力するアプリ競卓 [2] を開発しており、選手の打法とコースの傾向を明らかにしている. 競卓では打法が入力された時刻が記録されており、入力された時刻を基に映像の一覧が提示される. 提示される映像の再生開始時刻は、手入力された時刻の少し前に設定されているため、本来のサービス開始時刻とはズレが生じている. 本研究では打法分析の完全自動化を目指しており、本稿では手入力によるサービス開始時刻のズレの問題を解決する.

卓球競技における打法分析の自動化を目的として、卓球台上部から撮影された定点卓球映像を画像処理して、サービスを含む打法とコースの情報を検出する手法を竹内らが提案している [3]. この手法は、卓球台上部で撮影した映像のみを対象としているため、カメラが卓球台上部に固定される特殊な環境の映像のみしか適用できない. 愛知工業大学の卓球部^{*}は、実業団リーグに加盟しており、このリーグでは、図 1 に示すような定点カメラの映像が撮影される. そこで、本稿では実業団リーグ公式の定点卓球映像から、画像処理を用いてサービス開始時刻の自動検出を行う手法を提案する. また、提案手法を実装して精度実験を行い、考察する.



図 1: 実業団リーグ公式の定点卓球映像

2 サービス開始時刻の自動検出手法

本節では、定点卓球映像からのサービス開始時刻の自動検出手法について述べる. 卓球競技では、サービスを打つ選手はサービス時に静止しなければならない. そこで、サービス時の静止状態を検出するために映像中の選手の移動量に着目する. 隣接フレーム間の選手の移動量 s が閾値 t 以下になり、 n フレーム以降に閾値を超えた時刻をサービス開始時刻として検出する. 選手の移動量の計算には、Lucas-Kanade 法を使って追跡される特徴点の移動距離の総和を用いる. サービス開始時刻検出の模式図を図 2 に示す. 提案手法では選手以外の移動量が含まれるため、卓球台周りを範囲指定して、指定した範囲に対して移動量の計算を適用する.

移動量が閾値以下になる状態は、サービス時以外には卓球台周辺に選手がいないタイムアウト時が該当する. タイムアウト時に対応するために、卓球台のみが映る画像と映像中のフレームを比較する. 卓球台のみが映る画像は、全フレームの平均で生成される. 1 試合の映像から生成された平均画像の例を図 3 に示す. 生成された平均画像とフレームに対して差分処理を行い、差分画像を二値化処理する. ここで二値化処理において、変化が大きい画素の総和が閾値以下の場合がタイムアウトと判定される. 閾値には、平均画像とフレームに対する差分処理における変化量の平均を用いる.

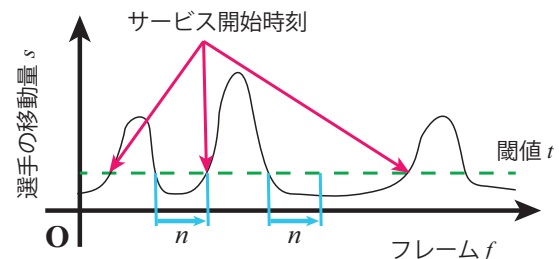


図 2: サービス開始時刻検出の模式図

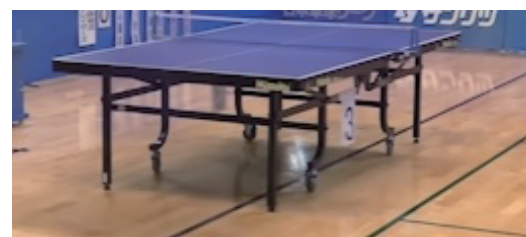


図 3: 平均画像

^{*}第 89 回全日本大学総合卓球選手権大会団体の部 男女優勝

表 1: サービス開始時刻検出の処理時間と検出精度

ID	動画長 (s)	処理時間 (s)	正検出数	過検出数	未検出数	適合率 (%)	再現率 (%)
1	1,761	84	75	8	0	90	100
2	1,052	55	53	4	0	92	100
3	1,405	70	57	6	0	90	100
4	1,692	78	60	10	0	85	100
5	1,044	54	54	4	0	93	100

3 実験と考察

本節では、株式会社 LaboLive*が提供する実業団リーグの定点卓球映像5本に対して提案手法を適用して精度実験を行い、考察する。使用したコンピュータ環境は、Mac OSX 10.13.6, 2 GHz Intel Core i5, Intel Iris Graphics 540 1536 MB, 8 GB 1867 MHz Memory である。

実験に使用した映像のフレームレートは 30 fps である。本実験では、選手の移動量 s を 3 フレームおきに計算した。また、今回の実験では $n=30, t=1$ とした。図 4 に 1,052 秒の映像で検出されたサービス開始時刻の結果の一部を示す。図 5 に今回の実験で生成されたタイムアウト時とサービス時の差分画像の結果を示す。

精度評価には、適合率と再現率を用いた。適合率は、総検出数に対する正検出数の割合であり、再現率は、映像中のサービスの総数に対する正検出数の割合である。ここで、本実験では、あらかじめ目視で映像中のサービス開始時刻を記録しておき、記録した時刻と検出した時刻の差の絶対値が 1 秒未満の場合を正検出、1 秒以上の場合を過検出、記録した時刻が検出されなかった場合を未検出とした。精度評価の結果を表 1 に示す。表 1 に示すように、適合率は平均 90 %、再現率はすべて 100 %、処理時間は平均で動画長の $\frac{1}{20}$ の時間で処理できた。実験の結果から映像をすべて視聴するよりも短い時間でサービス開始時刻を自動で検出できており、未検出がないため、本手法は実用的であるといえる。過検出の理由は、サービス開始時刻以外に卓球台周辺で選手が立ち止まる状態を検出したためである。過検出をなくすことは現時点で難しいため、手動で過検出を除去することで解決する。今後の課題として、提案手法を競卓に組み込み、登録された映像を、検出したサービス開始時刻から再生をすることが挙げられる。

4 おわりに

本稿では、定点卓球映像からのサービス開始時刻の自動検出手法を提案した。また、実業団リーグの定点卓球映像に対して提案手法を適用して精度評価を行っ

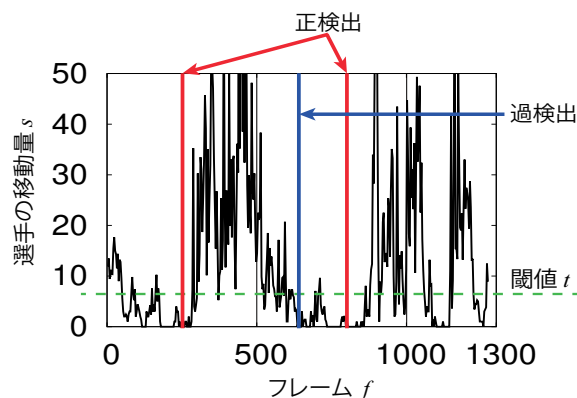


図 4: 検出されたサービス開始時刻



(a) タイムアウト時 (b) サービス時

図 5: 差分画像

た。精度評価の結果から適合率は平均 90 %、再現率はすべて 100 %、処理時間は平均で動画長の $\frac{1}{20}$ の時間であり、提案手法の実用性が示された。今後の課題は、提案手法を競卓に組み込み、登録された映像を、検出したサービス開始時刻から再生をすることである。

参考文献

- [1] 玉城将, 吉田和人: “卓球においてサービスがラリーに与える影響の定量化”, 名桜大学総合研究所, No. 27, pp. 27-33 (2018-3)
- [2] 河合悠貴, 小木曾寛太, 澤野弘明, 鬼頭明: “複数の卓球試合からの選手特徴分析手法の提案”, 平成 30 年度電気・電子・情報関係学会東海連大, Po1-24 (2018-9)
- [3] 竹内義則, 吉田和人: “体育館天井に設置された一台のカメラによる卓球のゲーム分析”, スポーツ産業学研究, Vol. 27, No. 3, pp. 265-275 (2017)

*<https://labolive.com/>