

水平方向の卓球映像における台上技術分類手法の検討

小原 健輔[†]加藤 祥真[†]澤野 弘明[†][†] 愛知工業大学

1 はじめに

卓球競技において対戦相手の分析を行い、プレー傾向を明らかにすることは試合を優位に進めるために重要である。卓球競技における試合の分析では、分析者が分析シートや専用の分析アプリに手作業でプレーの記録を行っており、分析者の時間的負担となる。分析者の時間的負担を軽減するために、加藤らは選手が卓球台を挟んで上下に立つ垂直方向の卓球映像から、打球を自動的に推定する手法 [1] を提案している。加藤らの手法では垂直方向の卓球映像を対象としているため、選手が卓球台を挟んで左右に立つ水平方向の卓球映像に対しては、この手法を適用することができない。

また、Voeikov らは、水平方向の卓球映像から、CNN を用いてボール、選手、卓球台、ボール、スコアボードを自動的に検出する手法 [2] を提案している。Voeikov らの手法では 120 fps の試合映像を対象としており、World Table Tennis* が提供する試合映像 (図 1) のような 25 fps の映像に対しては、そのまま手法を適用することができない。また、Voeikov らの手法では、選手が打球した打法の種類を分類までは実現できていない。卓球競技には、卓球台上でボールを返球する技術である台上技術と呼ばれる打法が存在しており、台上技術の分類は、選手のプレー傾向を知るための重要な要素となる [3]。そこで本稿では、水平方向の試合映像 (25 fps) を対象とした、台上技術の分類手法について検討する。

2 提案手法

本節では、台上技術の分類手法について述べる。卓球競技における台上技術にはストップ、ツツキ、チキータ (高速)、チキータ (ループ)、フリック、流し、逆チキータと呼ばれる打法が存在しており、打球前のボールのバウンド位置、打球スピード、返球時のボールのバウンド位置の特徴から図 2 のように分類される。

まず、映像中の選手の打球から台上技術と台上技術以外を区別するために、卓球台上のバウンド地点を検出する。バウンド地点を検出するための卓球台、ボールの検出方法については、機械学習による物体検出アルゴリズムである YOLOv8 [4] を用いる。ボール検出



図 1: WTT が提供する水平方向の試合映像

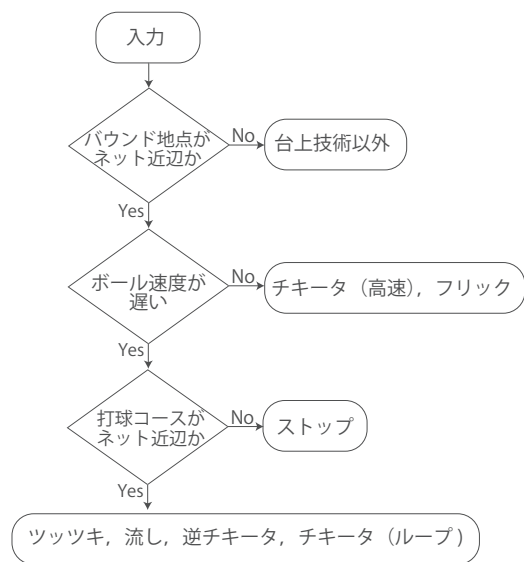


図 2: 台上技術の分類手法

後、図 3 に示すように、 $n-1$ フレーム目と n フレーム目、および n フレーム目と $n+1$ フレーム目のボール座標から、ボールの移動ベクトルを求める。ボールのベクトルが下向きから、上向きに変化した地点をベクトルの変化点として記録して、ベクトルの変化点が卓球台上にある場合をボールのバウンド地点として検出する。また、あらかじめ YOLOv8 で検出された卓球台の範囲を選手近辺とネット近辺に分割しておき、検出されたボールのバウンド地点がネット近辺でバウンドしたボールに対する打球のみ、台上技術として分類する。

つぎに、打球速度に着目して打球を分類する。打球速度の推定には、選手の打球区間とボールの移動量を利用する。まず、YOLOv8 で検出したボールから、 $n-1$ フレーム目と n フレーム目の水平方向の座標の差分を求め、ボールの進行方向を算出する。選手の打球時はボールの進行方向が切り替わるため、ボールの進行方

A Study on a Classification Method of Table Tennis Touch Play Techniques in a Horizontal Video

Kensuke Ohara[†], Shoma Kato[†], Hiroaki Sawano[†]

[†]Aichi Institute of Technology

*<https://worldtabletennis.com/>

表 1: 台上技術分類結果 (試合数: 1 正判定: 53 誤判定: 12)

正解データ \ 提案手法	チキータ (高速), フリック	ストップ	ツッツキ, 流し, 逆チキータ, チキータ (ループ)	台上技術以外
チキータ (高速), フリック	21	0	0	7
ストップ	0	17	0	0
ツッツキ, 流し, 逆チキータ, チキータ (ループ)	0	0	15	2
台上技術以外	2	0	1	90

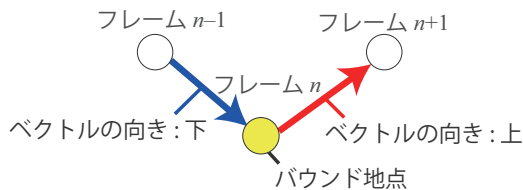


図 3: バウンド地点検出手法の模式図

向が切り替わるまでの区間を選手の打球区間とする。また、打球区間開始時のボールの座標と、打球区間が切り替わるタイミングのボールの座標から、ボールの移動量を推定する。移動量推定後、ボールの移動量を打球区間のフレーム数で割り、打球の平均速度を算出する。その後、1 試合分のすべての打球の平均速度と閾値 t を比較して、 t より低い値を速度が遅い打球、高い値の打球をチキータ (高速), フリックと分類する。

最後に、打球速度が遅い打法に対する、打球コースによる分類について述べる。ストップは返球時の打球コースがネット近辺になる特徴があるため、返球時の打球コースがネット近辺の場合は、ストップと分類する。また、打球コースが選手近辺である場合はツッツキ, 流し, 逆チキータ, チキータ (ループ) と分類する。

3 実験と考察

本節では、提案手法を用いた実験結果について述べる。実験には、World Table Tennis が提供する試合映像を使用した。映像サイズは、 $1,280 \times 720$ pixel であり、フレームレートは 25 fps である。YOLOv8 の学習には、事前に卓球台及びボールにバウンディングボックスを用いて、アノテーションされている 3,000 個のデータセット*を用いる。また、データセットの教師用データと評価用データの割合を、7 対 3 に分割して学習を行った。また、実験に用いた閾値 t は 1 試合分すべての打球の平均速度の中央値とした。あらかじめ正解データを作成しておき、提案手法により判定された打法が正解データと一致した場合を正判定、一致しなかった場合を誤判定とした。台上技術分類手法の実験結果を表 1 に示す。表 1 に示すように、正判定が 53 回、誤判定が 12 回となった。誤判定の原因は、図 4 に示す、選手

*<https://universe.roboflow.com/ball-person/1-7x0ro>

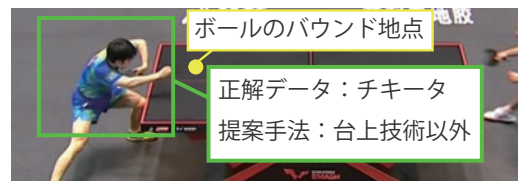


図 4: 選手近辺でバウンドしたボールに対する誤判定例

近辺でバウンドしたボールに対して、台上技術を利用して、台上技術以外と誤判定された場合であった。

4 おわりに

本稿では、水平方向の卓球映像に対する台上技術の分類手法について検討した。提案手法に対して評価実験を行った結果、正判定が 53 回、誤判定が 12 回であった。誤判定の原因は、選手近辺でバウンドしたボールに対して、台上技術を利用した場合であった。今後の課題として、台上技術の詳細な分類が挙げられる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 22K11619 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 加藤祥真, 鬼頭明, 玉木徹, 澤野弘明: “垂直方向ラリーの卓球映像における打球推定手法の提案”, 第 84 回情処全大, Vol. 2022, No. 1, pp. 601–602 (2022)
- [2] R. Voeikov, N. Falaleev, and R. Baikulov: “TTNet: Real-time Temporal and Spatial Video Analysis of Table Tennis”, 2020 IEEE/CVF Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), pp. 3866–3874 (2020)
- [3] 倉木常夫, 安藤真太郎, アンドウシンタロウ: “卓球におけるショートサービスに対するレシーブに関する一考察”, 大学体育研究, Vol. 12, pp. 53–60 (1990)
- [4] ultralytics: “YOLOv8”, <https://github.com/ultralytics/ultralytics> (confirmed in Jan. 2024)