7R-07

放送用バレーボール競技映像におけるアタッカー推定手法の提案

森　富稀 †　　佐々木 亮輔 †　　澤野 弘明 †
† 愛知工業大学

1　はじめに

バレーボール競技における試合映像の分析は，相手チームの対策や味方チームの見直しに利用される．バレーボール競技では，ブロック本数が最も戦績に影響を与えていると，光山らが報告している [1]．光山らの報告結果から，ブロックの成功本数を増やすことは試合を優位にするための必要な要素であり，味方チームがブロック成功させるためには，相手チームのアタッカーの位置を分析することが重要である．また，バレーボール競技における試合映像の分析は分析者が手動で行っており，分析者の時間的負担となっている．

分析者の時間的負担を解消するために，塚田らは選手･バレーボールの検出や，バレーボールの動きを用いたアタッカーの推定手法 [2] を提案している．塚田らの手法では，複数のカメラを使用することが条件であり，複数の視点から撮影された映像を入手することができないような状況では，自動検出の入力をこれらの映像を使用することができない．そこで本研究では，図 1 に示すようにセンターラインの延長線上に配置される単一のカメラでプレーシーンが撮影されている放送用試合映像を用いてアタッカーを推定する手法を提案する．本稿では，アタックとトスがオーバーハンド動作で行われている特徴を使いアタッカーを推定する．

2　提案手法

本節では，アタッカー推定手法について述べる．アタッカー推定手法の手順はつぎのように進める．はじめに，バレーボールの検出して，つぎに攻撃チームの判定を行い，最後にアタッカーの推定をする．

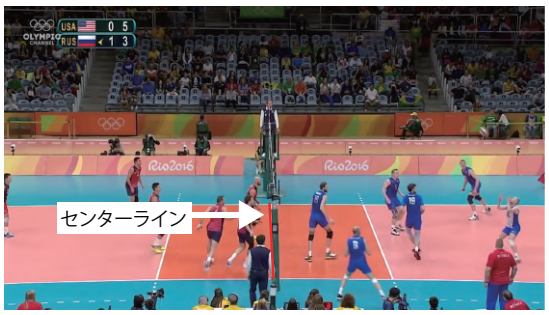

図 1: センタライン延長上のカメラ位置

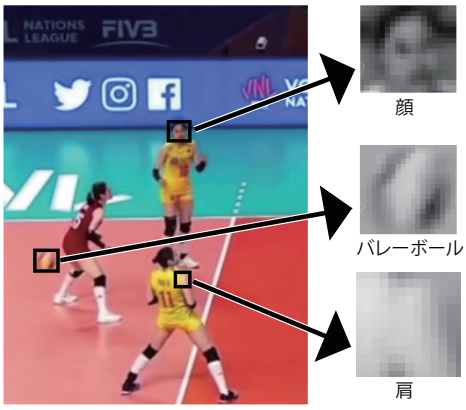

図 2: RoboFlow のデータセットにおけるモノクロ画像

まずバレーボール検出手法について述べる．バレーボール検出に手法には，物体検出アルゴリズムである YOLOX[3] に RoboFlow*のバレーボールデータセットを用いて，バレーボールの検出モデルを作成する．データセットや入力映像には図 2 に示すように，選手の顔や肩といったバレーボールと輝度情報が類似しているデータが含まれており，誤検出を誘発する．誤検出を減らすために，YOLOX 検出結果の矩形の範囲内を，バレーボール検出の対象外とする．矩形の範囲内におけるバレーボールの未検出フレームには，前フレームにおけるバレーボールの検出結果を用いて線形補間をする．

つぎに攻撃チームの判定手法について述べる．まず，コート検出を行う．コート検出には，Farin らの線幅に基づいたコート検出手法 [4] を使用する．コート検出で得られたセンターラインを図 3 に示すように延長し，延長線上をバレーボールが通り過ぎたタイミングを，攻守の切り替りとする．また，攻守が切り替わったフレー

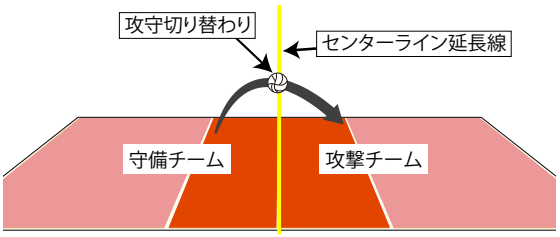

図 3: 攻守の判定手法

A Study of an Attacker Estimation Method for a Broadcast Volleyball Video
Fuki Mori†, Ryosuke Sasaki†, Hiroaki Sawano†
†Aichi Institute of Technology

*BALL2: “Ball Dataset”, "https://universe.roboflow.com/ball2-jgzxb/ball-qduf8" (confirmed in Dec. 2022)

Copyright ©2023 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

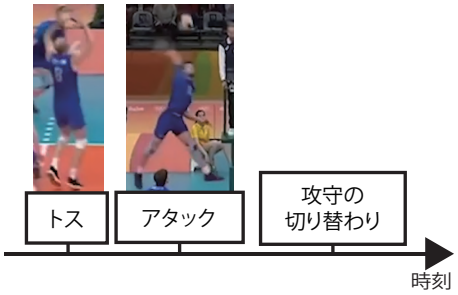

図 4: トスが行われる場合のプレーの流れ

ムを基準フレームとして，基準フレームの前のバレーボールの位置を使ってバレーボールの進行方向を検出し，進行方向に基づいて攻撃チームを判定する．

つぎに，アタッカーの推定手法について述べる．まず，バレーボール競技でトスが行われる場合のプレーの流れを図 4 に示す．トスとアタックは，手首が首より高くなるオーバーハンド動作である．そのため，骨格推定手法である OpenPose[5] を用いて手首が首よりも上にある選手を検出をして，バレーボール検出で得られた矩形の中心座標と手首の骨格座標が N pixel 以内の選手をオーバーハンド選手とする．アタックは，攻撃チームのプレーの中で最後に行われるオーバーハンド動作である．そのため，攻守の切り替わりに最も近いオーバーハンド選手をアタッカーとして推定する．

3 実験と考察

本節では，提案手法を用いた実験結果を示す．本実験では，Olympic*のバレーボール競技映像を使用する．

まず，攻撃チームの判定手法の実験について示す．攻守の切り替わりから，つぎの攻守の切り替わりまで，目視で攻撃チームとして判定された選手と提案手法で出力された選手が同一であれば正検出，同一でなければ誤検出とした．実験結果を表 1 に示すように，正検出率は 73%，誤検出率 27%となった．誤検出の原因は，コートやバレーボールの検出が線形補間の結果の座標と，目視で判定した座標がずれていたことが挙げられる．

つぎに，アタッカー推定手法の実験について示す．本実験で使用していない映像で事前実験を行い手首とバレーボールの接触判定の閾値を N=50 とした．目視で判定した選手と提案手法で出力された選手が同一である場合を正検出，目視で判定した選手と提案手法で出力された選手が同一でない場合を過検出，アタッカーが検出されていない場合を未検出とした．実験結果を表 2 に示すように，適合率は 0.89, 再現率は 0.84 となった．過検出と未検出の主な原因は，手首骨格の未検出やコートやバレーボールの誤検出が挙げられる．

*Olympics: `https://olympics.com`(confirmed in Nov 2022)

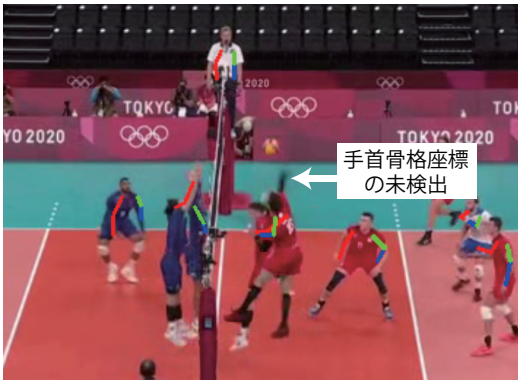

図 5: 手首骨格の未検出例

表 1: 攻撃チームの判定手法の結果 (実験数 204)

項目	正検出	(%)	誤検出	(%)
値	148	73	56	27

表 2: アタッカー推定手法の結果 (実験数 148)

項目	正検出	過検出	未検出	適合率	再現率
値	52	6	10	0.89	0.84

4 おわりに

本稿では，放送用バレーボール競技映像におけるアタッカー推定手法を提案して，評価実験を行った．攻撃チームの判定手法の結果は，正検出率 73%，誤検出率 27%となった．アタッカー推定手法の評価実験の結果は，適合率 0.89, 再現率 0.84 となった．今後の課題に，骨格とボール検出の精度改善と，トスが行われない時のアタッカー推定手法の検討が挙げられる．

謝辞 本研究は JSPS 科研費 22K11619 および日比科学技術振興財団の助成を受けたものです．

参考文献

[1] 光山秀行, 中岡孝剛, 高橋幸造: “バレーボールにおける戦績の決定要因に関する定量分析”, 日本バレーボール学会, Vol. 21, No. 1, pp. 1–6 (June 2019)

[2] 塚田義典, 中原匡哉, 山本雄平, 中村健二, 田中成典: “バレーボールの戦術分析のための動画像解析システムの研究開発”, 信学論 D, Vol. J104-D, No. 10, pp. 740–755 (2021)

[3] G. Zheng, L. Songtao, W. Feng, L. Zeming, and S. Jian: “Exceeding YOLO Series in 2021”, *arXiv preprint arXiv:2107.08430* (2021)

[4] D. Farin, S. Krabbe, W. Effelsberg, and P. H. N. de With: “Robust Camera Calibration for Sport Videos Using Court Models”, *Proc. of SPIE Strage and Retrieval Methods and Applications for Multimedia*, Vol. 5307, pp. 80–91 (2004)

[5] Z. Cao, T. Simon, S. Wei, and Y. Sheikh: “Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields”, *In 2017 IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, No. 121, pp. 1302–1310 (2017)

Copyright ©2023 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.