

自動ボールストライク判定におけるフロートラッキングを用いた 処理量削減法

Throughput Reduction Method Using Flow Tracking in Automatic Ball-strike Judgment

福田 大翔[†] 中山 光典[†] 杉山 秀治[†] 渡辺 裕[†]

Hiroto FUKUTA[†] Kosuke NAKAYAMA[†] Hideharu SUGIYAMA[†] and Hiroshi WATANABE[†]

[†] 早稲田大学大学院 基幹理工学研究科 情報理工・情報通信専攻

[†] GRADUATE SCHOOL OF FUNDAMENTAL SCIENCE AND ENGINEERING,
WASEDA UNIVERSITY

Abstract Recent technological advances in sports are promoting the rise of automated scoring systems. In baseball, a proposed automated ball-strike system deploys object detection into each frame of pitching video, which is too processing-intensive for low-cost devices. We propose reducing the load with flow tracking for object tracking.

1. はじめに

近年、多くのスポーツ競技において機械判定や自動採点の導入が進んでいる[1]。野球においても、一般利用を想定した自動ボールストライク判定システムが提案されている。このシステムは投球動画の全フレームに対し、物体検出を用いている。そのため、ボールストライク判定に必要な処理量が多く、安価なデバイス上での処理が困難である。そこで、フロートラッキングによる物体追跡を活用することにより、ボールストライク判定処理量を削減する手法を提案する。

2. 関連研究

2.1. ボールストライク判定システム

野球における球審の不足という問題解消のため、一般利用を想定した簡易的なボールストライク判定システムが提案されている[2][3]。しかし、このシステムでは判定の際に投球映像の全フレームに対して物体検出処理を施しているため、処理量が多いことが課題である。リアルタイムでの処理や安価なデバイス上でのボールストライク判定実現のために、ボールストライク判定処理量を削減する必要がある。

2.2. フロートラッキング

オプティカルフローは物体やカメラの移動によって生じる隣接フレーム間の物体の動きの見え方のパターンを示す[3]。フロートラッキングとは、見え方のパターンを基に物体を追跡する手法である。本研究では、フロートラッキングによる物体追跡を活用し、物体検出フレームの間を補完することで、ボールストライク判定処理量の削減を試みる。

3. 提案手法

フロートラッキングを用いて、ボールストライク判定処理量を削減する手法を提案する。まず、Yolov8によるボール検出結果を何フレームごとに使用するか指定する。その他のフレームはOpenCVを用いてオプティカルフローの平均値を算出し、ボール位置を移動させる。ボールの奥行き方向の座標算出にはボールの大きさを使用するため、Yolov8のボール検出結果を基に線形補間を行う。提案手法の概要を図1に示す。

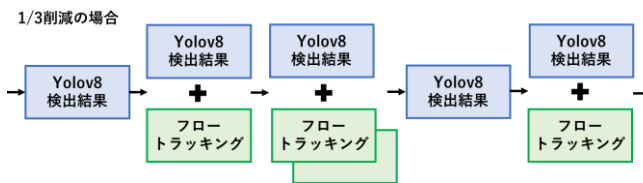


図1 提案手法の概要

4. 実験

4.1. GFLOPs による評価

提案手法による処理量の削減レベルの評価にGFLOPsを使用する。表1より、提案手法による処理量削減により、処理フレーム削減数に伴ってGFLOPs値もほぼ1/3、1/10になることが確認できる。

表1 GFLOPs による評価結果比較

手法		GFLOPs (↓)
従来手法 (Yolov8)		257.8 (100%)
提案手法	1/3 削減	85.9 (33.3%)
	1/10 削減	25.8 (10.0%)

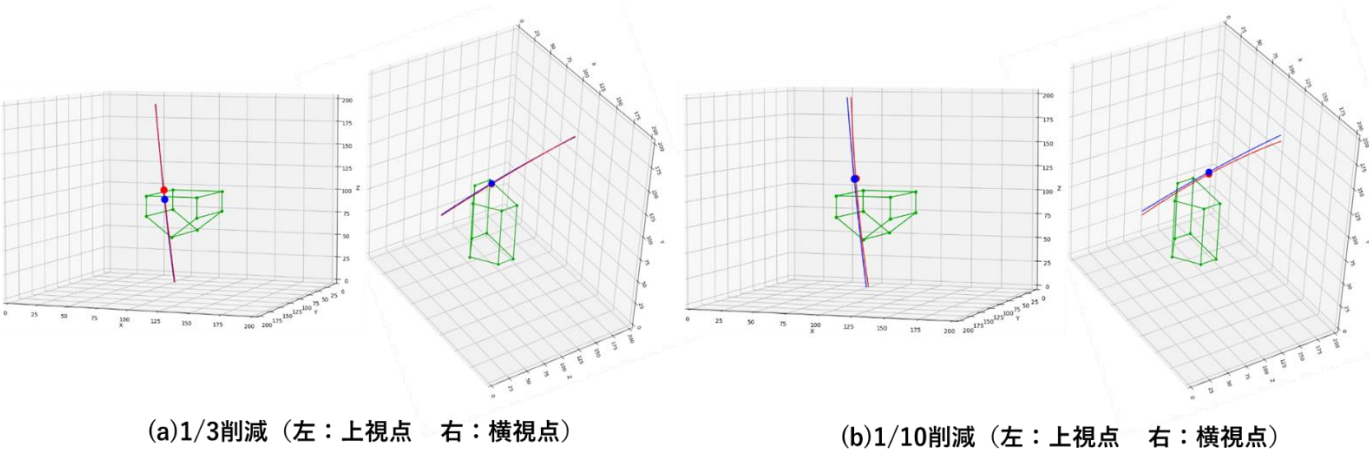


図 2 削減数によるボールの軌道差

4.2. 誤差評価

提案手法による処理量削減により、削減処理なしで得られるボール軌道との差がどの程度であるのかを、ボール軌道比較により評価する．ストライクゾーン上における削減処理を施したボール軌道と、削減処理なしのボール軌道を比較した結果を表 2 に示す．また、削減数ごとのボール軌道差を図 2 に示す．青い軌道は処理量削減前のボール軌道であり、赤い軌道は提案手法による削減処理を適用したボール軌道である．表 2、図 1 より、提案手法による処理量削減は、得られるボール軌道に対し大きな影響を及ぼしていないことが確認できる．

4.3. 処理時間評価

処理量削減により判定処理時間がどの程度削減されるかを比較する．従来の判定手法と、提案手法による削減処理を施した判定の実行時間比較結果を表 3 に示す．表 3 より、提案による削減処理によって実行時間が削減で来ていることが確認できる．しかし、実行時間は PC スペック等に依存しているため、適切な評価であるかどうかは検討する必要がある．

表 2 削減による誤差評価結果

手法	削減数	X 座標[cm]	Y 座標[cm]
提案手法	1/3	0.105	0.651
	1/10	0.249	1.494

表 3 実行時間による評価結果比較

手法		実行時間[s] (↓)
従来手法 (Yolov8)		13.0 (100%)
提案手法	1/3 削減	5.63 (43.3%)
	1/10 削減	4.89 (37.6%)

5. まとめ

本研究では、自動ボールストライク判定システムの実用化に向けたボールストライク判定処理量削減手法を提案した．フロートラッキングを用いた物体追跡を利用し、物体検出によるボール軌道推定と組み合わせることで、ボール軌道を維持したまま処理量を削減することが可能であると確認した．今後は、ボールストライク判定の実現に最適な削減数の調査と、物体周りのフロー計算方法を追求する．また、最適な評価指標についても検討する．

文 献

[1] B.T. Naik, M.F. Hashmi, and N.D. Bokde, “A Comprehensive Review of Computer Vision in Sports: Open Issues, Future Trends and Research Directions,” Applied Sciences, vol.12, no.9, p.4429 (Apr. 2022)

[2] H. Fukuta, K. Nakayama and H. Watanabe, “Three-Dimensional Baseball Strike Judgement by Monocular Video from Umpire’s Viewpoint,” IEEE Global Conference on Consumer Electronics, OS-AIP, pp.160-163, Oct. 2023.

[3] 福田大翔, 足立翔平, 渡辺裕: “野球におけるボールストライク自動判定手法の提案 (Proposal on Automatic Ball and Strike Judgement in Baseball)”, 映像情報メディア学会スポーツ情報処理研究会 (SIP), ITE-SIP2024-7, pp.20-23 (Mar. 2024)

[4] OpenCV. "Optical Flow." OpenCV. Accessed June 12, 2024. https://docs.opencv.org/4.x/d4/dee/tutorial_optical_flow.html.

† 早稲田大学大学院 基幹理工学研究科 情報理工・情報通信専攻
〒169-0072 東京都新宿区大久保 3-14-9 早大シルマンホール 401 号室
TEL.080-4021-4916 E-mail: taketomohiro@akane.waseda.jp