

ホモグラフィ変換に基づくホームベースの大きさ情報を活用した ストライクゾーン取得精度の向上

福田 大翔[†] 杉山 秀治[†] 渡辺 裕[†]

早稲田大学 基幹理工学研究科[†]

1. まえがき

近年、多くのスポーツ分野において機械判定の導入が検討されている[1]。野球においても Automatic Ball/Strike System(ABS)[2]というシステムの導入が検討されている。また、一般利用を想定した簡易的な判定システムが提案されている[3]。従来のシステムでは、打者依存のストライクゾーンを、三次元姿勢推定により算出している。しかし、三次元姿勢推定の問題から人物のスケールが実際よりも小さく出力されるという課題がある。人物のスケールが正しく推定されない場合、ストライクゾーンに誤差が生じ、誤判定が発生する。野球のグラウンドには、ホームベースという大きさが既知である物体が存在しており、打者の両足がホームベースと同一平面上に存在する。そこで、ホモグラフィ変換を適用し、ホームベースの大きさと打者の両足間の関係値から、姿勢推定結果を再スケール化することで、ストライクゾーン取得精度を改善する手法を提案する。

2. 従来手法

2.1. Blaze Pose

Blaze Pose[4]はリアルタイムで二次元と三次元の姿勢推定が可能なモデルである。検出されるランドマークの数は33であり、ランドマークの座標値と信頼度が出力される。



図1 Blaze Pose 姿勢推定結果

Improvement of Strike Zone Acquisition Accuracy Using Homography Transformation and Home Base Size Information
[†]Hiroto Fukuta, Hideharu Sugiyama and Hiroshi Watanabe, Waseda University

2.2. ホモグラフィ変換

ホモグラフィ変換[5]は、ある平面を異なる平面に射影する処理である。ある平面と変換後の対応点の関係から、ホモグラフィ行列を算出することで、任意の視点からの画像を生成する。変換前の点の座標を (x, y) 、変換後の点の座標を (x', y') とすると、変換の前後における点の対応関係はホモグラフィ行列を用いて、式(1)で表される。

$$s \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}. \quad (1)$$

3. 提案手法

3.1. ホモグラフィ行列の算出

画面内ホームベースの頂点座標をコーナー検出により抽出し、ホームベースの大きさ情報を基に変換後の座標を与え、ホモグラフィ行列を算出する。コーナー検出には Harris コーナー検出[6]を用いる。



図2 ホモグラフィ変換前後画像

3.2. 打者の両足間距離を利用した再スケール化

算出したホモグラフィ行列を利用し、姿勢推定により求めた打者の両足の二次元座標値を変換する。次に、変換後の両足間距離とホームベースの大きさを基に、実世界との対応関係を推定する。そして、打者の両足の三次

元座標値と対応関係から再スケール化パラメータ Q を算出する．図3は再スケール化パラメータの算出に用いる各座標系を示している．また，両足間の距離の推定に使用する二次元と三次元の各座標系における両足間距離をそれぞれ式(2)，式(3)に，再スケール化パラメータを式(4)に示す．

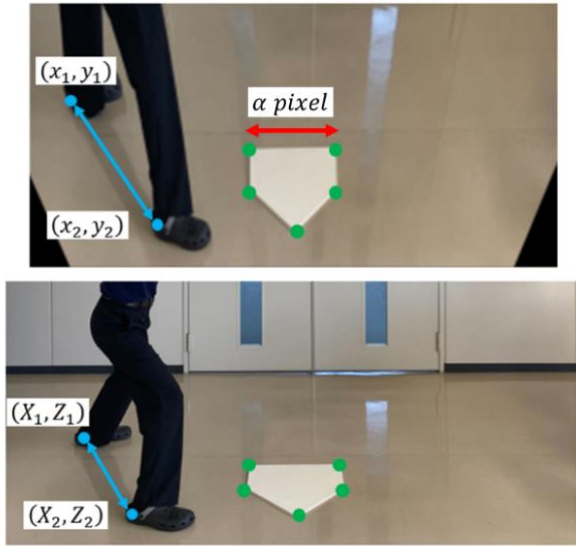


図3 再スケール化に用いる打者の両足座標

$$Distance_{2D} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}. \quad (2)$$

$$Distance_{3D} = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2}. \quad (3)$$

$$Q = \frac{43.2 \text{ Distance}_{2D}}{\alpha \text{ Distance}_{3D}}. \quad (4)$$

4. 実験

4.1. データセット

異なる打撃姿勢をとった打者の画像を20枚用意し，ストライクゾーンを実測する．撮影位置は球審視点を採用し，正解はストライクゾーンの定義に従いメジャーで計測する．図4は実験に用いるデータセットの画像例である．

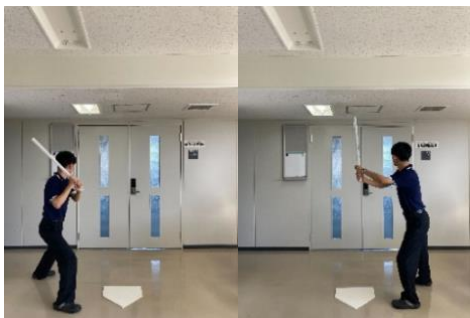


図4 実験データ例

4.2. 実験結果

取得したストライクゾーンと正解のストライクゾーンの平均誤差をとった結果を表1に示す．表1より，三次元姿勢推定結果をそのまま用いる従来手法ではストライクゾーン上端でボール約二個分，下端でボール約一個分の誤差が生じている．提案手法ではストライクゾーン取得の際の誤差が半減していることが確認できる．

表1 ストライクゾーンの取得誤差比較

	平均誤差[cm]	
	上端	下端
従来手法	15.75	6.43
提案手法	7.35	3.24

5. むすび

本論文では，ホームベースの大きさ情報を活用し，ホモグラフィ変換と組み合わせてストライクゾーンの取得精度を向上させる手法を提案した．結果として，従来手法に比べて，ストライクゾーンの取得による誤差を約50%削減できることを示した．

参考文献

- [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, pp.4429, Apr. 2022.
- [2] Matthew Whitrock, "Developing MLB's Automated Ball/Strike System (ABS)," Published in MLB Technology Blog, 2021.
- [3] H. Fukuta, K. Nakayama, 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.
- [4] V. Bazarevsky, I. Grishchenko, K. Raveendran, T. Zhu, F. Zhang, M. Grundmann, "BlazePose: On-device Real-time Body Pose Tracking," arXiv, Jun. 2020.
- [5] Z. Zhang, "A flexible New Technique for Camera Calibration," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.22, no.11, pp.1330-1334, Nov. 2000.
- [6] C. Harris and M. Stephens, "A combined corner and edge detector". Proceedings of the 4th Alvey Vision Conference. pp. 147-151, 1988.