

Abstract

Our laboratory studies a system to support quantitative analysis of volleyball games. In the previous study^[1], a single camera was used to track the players' 2D positions. But it had a problem incorrectly estimating players' positions when they jumped. Therefore, this study aims to overcome this problem by tracking their 3D positions using multiple cameras. As a result, the proposed method settled the problem. But new problems were found in practical use.

1 はじめに

現在、スポーツレーシングの分野では定量的に選手の動きを分析し、改善につなげる科学的な指導が求められている。例えばバレーボール競技では、データバレーという分析ソフトが活用されている。しかし、データバレーではアナリストの主観に基づいたデータを手入力する必要があるため、ソフト操作性とそれに起因する入力ミス、データ精度等が問題である。

このような背景から先行研究では、1 台のカメラを用いて選手の2次元位置を追跡するシステムを開発した^[1]。しかし選手が接地していることを前提としており、跳躍時に誤った位置を推定する課題があった。バレーボール競技では選手が跳躍を頻繁に行うため、この課題の解決は必須である。

そこで本研究は、複数台のカメラを用いて選手の3次元位置を追跡することで先述の課題を解決する分析支援システムの開発を目的とする。

2 選手の位置推定法①

2.1 コートの撮影

コートの様子を同時に複数台のカメラで撮影する。撮影条件として、カメラ位置・姿勢は固定する必要がある。本研究では2台のカメラで一度撮影を行い、その際の映像を用いて位置推定の検証を行う。

2.2 カメラキャリブレーション

複数の映像から選手の3次元位置を推定するにあたり、カメラの焦点距離・光学的中心を示すカメラ内部パラメータ、撮影カメラの位置・姿勢を示すカメラ外部パラメータを知る必要がある。

まずコートの撮影とは別に、既知の平面パターンを複数の画角から撮影し、カメラ内部パラメータを推定する。この際、レンズの歪収差係数も得られるため、撮影映像に対してレンズ歪みを補正する変換を行う。

次に図1に示すコートの既知点と映像での位置を対応付け^[2]、再投影誤差を最小とするカメラ外部パラメータを推定する。この手法では、映像にコートの既

知点が全て映らない場合においても、カメラ外部パラメータを推定できる。

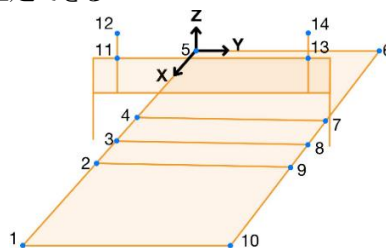


図1 バレーボールコートの既知点 14 点

2.3 AlphaPose による姿勢推定

本研究では、追跡する選手の3次元位置をその選手の腰の位置に設定する。選手の腰の位置を推定するために、映像を各フレームの画像に分割し、多人数の姿勢推定とID振り分けによる人物追跡が可能であるAlphaPose^[3]を用いる。画像に映る選手を検知し、姿勢を推定することで腰の画像座標を推定する。図2にAlphaPoseによる姿勢推定例を示す。

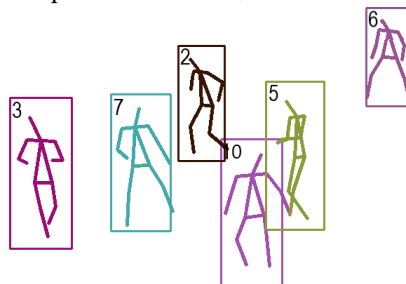


図2 AlphaPoseによる姿勢推定の様子

2.4 映像間の選手の対応付け(手動)

AlphaPoseは各映像に対して用いるため、同じ選手に対して映像ごとに異なるIDが振り分けられる。映像間で選手の対応付けが必要であるため、各映像の初めのフレーム画像において、目視で同じ選手を確認する。AlphaPoseによって検知されている全選手に対して確認を行い、それぞれIDを対応付ける。

2.5 選手の3次元位置推定

映像ごとに、2.2節で得られる焦点距離と2.3節で

得た選手の腰の画像座標より、カメラレンズから選手の腰に向かう 3 次元のベクトルをカメラ座標系で定義できる。またカメラの位置・姿勢も合わせることで、検知できた選手の腰を通る直線を実空間座標系で定義できる。

特定の選手を通る直線を各映像で選択し、それらの最近点を選手位置として求める。

2.6 手動で対応付けした選手位置の推定結果

手動で選手の対応付けを行い、撮影映像(2.1 節)の初めのフレームにおける選手の 3 次元位置をコート平面位置に落とした画像を図 3 として示す。続いて 10 秒経過後の選手のコート平面位置を図 4 として示す。

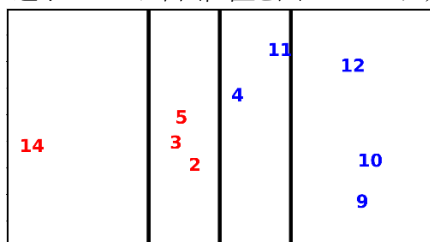


図 3 1 フレーム目での選手の平面推定位置(手動)

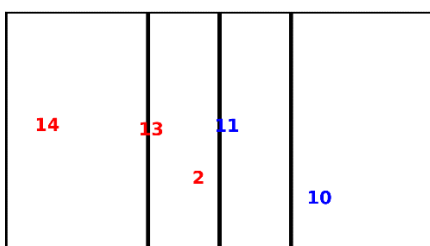


図 4 10 秒経過後の選手の平面推定位置(手動)

まず実際の映像と図 3 に示した推定位置を見比べ、3 次元位置の推定においておおむね正しく推定できたことを確認できた。

しかし図 3 と図 4 を比較すると、位置を推定できる選手が減少したことが分かる。これは、時間が進むにつれて選手の交差が起こり、選手の検知が不可能になることで、それ以降の選手 ID の対応が取れなくなったことが原因と考えられる。

3 選手の位置推定法②

2 章で述べた推定法では、選手の交差によって選手位置を推定できなかったが、原因が 2.4 節における手動での対応付けだと考えた。そこで 3 章では、自動で選手を対応付ける方法を述べ、その動作を検証する。

3.1 映像間の選手の対応付け(自動)

まず、2.5 節のように映像ごとに各選手の腰を通る直線を定義する。映像間で 2 直線の組み合わせを全て考え、直線間距離を計算する。同じ選手を通る直線間の距離は近いと考え、全ての組み合わせの中で距離の近いものから順に選手 ID を対応付ける。

2.4 節では初めのフレームで選手を対応付けたが、本手法では映像の全フレームにおいて先に述べた処理によって選手を対応付ける。これによって選手の交差によって生じる選手 ID の変化に対処する。

3.2 自動で対応付けした選手位置の推定結果

自動で選手の対応付けを行い、撮影映像(2.1 節)の初めのフレームにおける選手の 3 次元位置をコート平面位置に落とした画像を図 5 として示す。

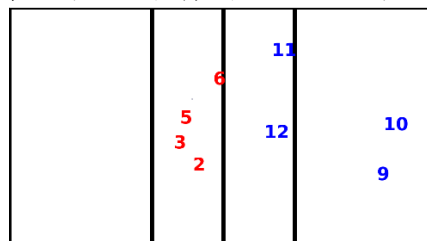


図 5 1 フレーム目での選手の平面推定位置(自動)

手動で選手の対応を取った図 3 と比較すると、選手位置が異なっており、図 5 に示した推定が誤っていると分かる。誤った推定の原因として、2.2 節で行ったカメラキャリブレーションでの誤差が考えられる。

カメラ位置の推定誤差は 1 台目のカメラで約 29cm, 2 台目のカメラで約 13cm だった。また、カメラ位置の誤差に付随してカメラ姿勢にも誤差が生じていると考えられる。誤差のあるカメラパラメータを使用して選手の位置推定を行ったため、異なった選手を対応付けてしまったと考える。

4 まとめ

本研究では、複数台のカメラを用いて選手の 3 次元位置を追跡するシステムの開発に取り組んだ。結果として、選手の 3 次元位置を推定でき、先行研究の課題を解決することができた。しかし、実用するうえで新たな課題が見つかった。

カメラキャリブレーション時の誤差を取り除くことができれば、3.1 節で示した自動での選手対応付けが機能すると考えられるため、カメラキャリブレーションの精度向上を今後の課題とする。

参考文献

- [1] 平田, “情報端末の内蔵カメラを用いた運動 再現システム”, R3 長岡高専電子制御工学科 卒業論文(2022)
- [2] 中井, 村本, 栗田, 高根, 瀧澤, 塚本, 河合, “バレーボールコート内の既知点を用いた 3 次元座標空間の再構築方法 の精度とその特徴”, バレーボール研究 19 巻 1 号 (2017)
- [3] Fang, Hao-Shu and Li, Jiefeng and Tang, Hongyang and Xu, Chao and Zhu, Haoyi and Xiu, Yuliang and Li, Yong-Lu and Lu, Cewu, “AlphaPose: Whole-Body Regional Multi-Person Pose Estimation and Tracking in Real-Time”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (2022)