

77A-02

複数視点映像を用いたボールの3次元位置の推定に関する研究

山本雄平[†] 坂本一磨[‡] 姜 文淵^{††} 中村健二^{††}

鳴尾丈司^{†††} 田中成典^{†††} 青木大誠^{††††} 神原周吾^{†††}

関西大学環境都市工学部[†] 公立小松大学生産システム科学部[‡] 大阪産業大学工学部^{††}

大阪経済大学情報社会学部^{††} 関西大学先端科学技術推進機構^{†††}

関西大学総合情報学部^{†††} 関西大学大学院総合情報学研究科^{††††}

1. はじめに

我が国では、スポーツ分野において、ICT を活用した選手の競技力向上に関する取り組みが推進[1]されている。近年では、GNSS のような IoT 機器を用いて選手の位置座標や移動軌跡を取得し、戦術分析に応用する研究[2]が注目を集めている。しかし、GNSS による計測は、競技の規則により試合中に装着できない課題や、ボールに内蔵できないため、選手の位置情報しか取得できない課題が存在する。そこで、本研究では、複数のカメラで撮影した画像の特徴量を用いて 3次元モデルを復元し、各画像の撮影位置の 3次元座標と撮影方向を算出可能な SfM[3]に着目した。この技術を用いて、サッカーの試合映像からフィールド上のボールの 3次元座標を推定する手法を提案する。

2. 研究の概要

本研究では、サッカーの試合映像からフィールド上のボールを検出し、その 3次元座標を取得することを目指す。本提案手法（図 1）は、画像パラメータ推定機能と 3次元位置推定機能により構成される。入力データは、試合前と試合中に撮影した画像とし、出力データは、フィールド

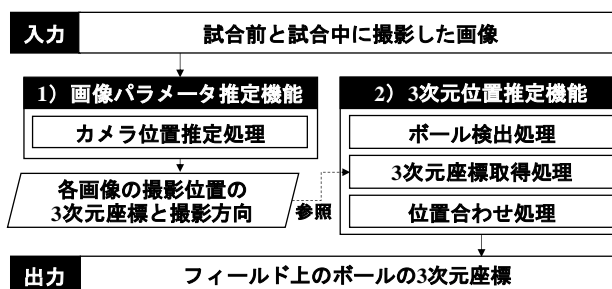


図 1 提案手法の流れ

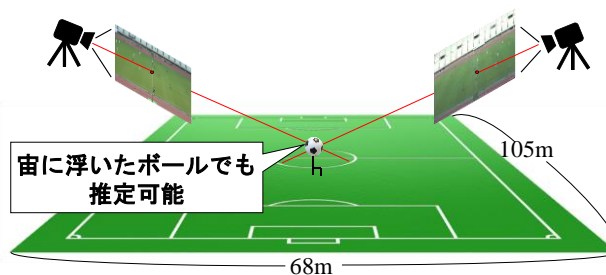


図 2 3次元座標の算出方法

上のボールの 3次元座標とする。

2. 1 画像パラメータ推定機能

本機能は、カメラ位置推定処理により構成される。本処理では、SfMを用いて入力データから 3次元モデルを作成し、各画像の撮影位置の 3次元座標と撮影方向を取得する。

2. 2 3次元位置推定機能

本機能は、ボール検出処理、3次元座標取得処理と位置合わせ処理により構成され、フィールド上のボールの 3次元座標を出力する。まず、ボール検出処理にて、深層学習により試合中に撮影した画像から物体を検出し、それらの画像上の座標を取得する。次に、3次元座標取得処理にて、図 2 に示すとおり撮影位置から画像上の対象物へ直線を発生させる。この処理を対象物が映る 2 視点画像に対して行い、直線同士の距離が最も短くなる点を算出する。最後に、位置合わせ処理にて、実際のフィールドの大きさに合わせることで対象物の 3次元座標を出力する。

Research for Estimating 3D Position of Ball Using Multi-View Images

[†] Yuhei Yamamoto

Faculty of Environmental and Urban Engineering,
Kansai University

[‡] Kazuma Sakamoto

Faculty of Production Systems Engineering and
Sciences, Komatsu University

^{††} Wenyuan Jiang

Faculty of Engineering, Osaka Sangyo University

^{††} Kenji Nakamura

Faculty of Information Technology and Social
Sciences, Osaka University of Economics

^{†††} Takeshi Naruo

Organization for Research and Development of
Innovative Science and Technology, Kansai University

^{†††} Shigenori Tanaka and Shugo Kambara

Faculty of Informatics, Kansai University

^{††††} Taisei Aoki

Graduate School of Informatics, Kansai University

3. 実証実験

本実験では、提案手法によりサッカーの試合映像からフィールド上のボールに加えて、選手の頭頂部の3次元座標を推定し、地面に接していない対象物でも推定可能か検証し汎用性を確認する。

3.1 実験内容

実験データには、1試合のサッカーの映像を用いる。実験対象のボール及び選手を図3に示す。宙に浮くボールは高さの正解値が不明確であるため、フィールドに接したボールの3次元座標を推定する。次に、選手は関西大学サッカー部の選手3名を無作為に選定し、これらの選手の頭頂部の3次元座標を推定する。その時、選手の身長値をz座標の正解値とする。また、本実験ではボールの検出は手動で行い、選手の検出には深層学習を用いる。

3.2 結果と考察

ボールの実験結果を表1に、選手の実験結果を表2に示す。表1から、提案手法により、ボールのz座標を最大0.044mの誤差で推定できるため、提案手法の有用性を確認した。一方、y座標の誤差が0.084mと大きな誤差であった。これは、各撮影位置から発生させた直線同士が交点を作りづらくなっていることが原因として考えられる。図4左に示すとおり、直線同士が一直線になっており、y座標に誤差を生んでいると推察する。このことから、図4右のようにゴール側の視点のカメラを用いることで直線同士になす角が生まれ、y座標の誤差が軽減し提案手法の精度向上が可能であると考えられる。次に、表2の結果を確認すると、3名の選手の身長を0.035m以下の誤差で推定できること分かった。地面に接していない選手の頭頂部を推定できていることから、宙に浮くボールの3次元座標も同程度の精度で推定可能であると考えられる。以上より、フィールド上のボール及び選手の3次元座標を正確に推定できることを実証し、提案手法の有用性と汎用性を確認した。

4. おわりに

本研究では、SfMを用いて、サッカーの試合映像からフィールド上のボールの3次元座標を推定する手法を提案した。実証実験により、ボール及び選手の三次元座標を0.084m以下の誤差で推定できることが明らかとなった。これにより、画像からオブジェクトの3次元座標を推定できることが分かった。また、GNSSでは困難なボールの位置座標の取得を可能にした。今後は、対象物に応じて適した視点のカメラを用いることで提案手法のさらなる精度向上を目指す。

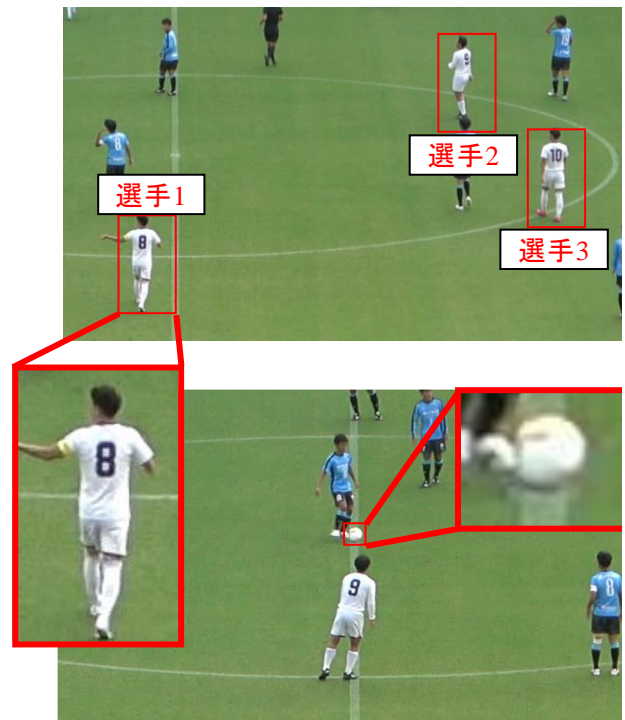


図3 位置推定を行うボールと選手

表1 ボールの実験結果

	x	y	z
推定値(m)	52.491	34.084	0.044
正解値(m)	52.000	34.000	0.000
誤差(m)	0.009	0.084	0.044

表2 選手の実験結果

	選手1	選手2	選手3
推定値(m)	1.704	1.805	1.822
正解値(m)	1.730	1.770	1.800
誤差(m)	0.026	0.035	0.022

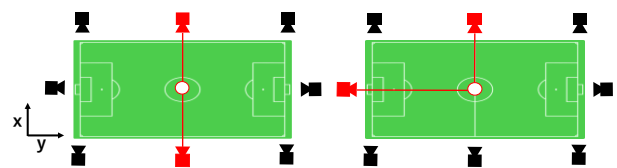


図4 位置推定に使用したカメラの視点

参考文献

- [1] 文部科学省：第3期スポーツ基本計画，文部科学省（オンライン），〈https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/sports/mcatetop01/list/1372413_00001.htm〉（参照 2023-12-21）。
- [2] 山本雄平，田中成典，姜文淵，中村健二，田中ちひろ，清尾直輝：アメリカンフットボールの可視化システムの開発及び選手のプレー分析に関する研究，情報処理学会論文誌，Vol.59, No.5, pp.1334-1350（2018）。
- [3] 織田 和夫：Structure from Motion (SfM) 第一回 SfMの概要とバンドル調整，写真測量とリモートセンシング，Vol.55, No.3, pp.206-209（2016）。