

## フィールドスポーツにおける射影変換処理の最適化に関する研究

梅原喜政<sup>†</sup> 姜文淵<sup>†</sup> 田中成典<sup>‡</sup> 岸田一聡<sup>‡</sup>関西大学先端科学技術推進機構<sup>†</sup> 関西大学総合情報学部<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

我が国では、未来投資戦略 2018[1]を契機として、スポーツ分野での ICT の利活用に注目が集まっており、定量的な数値データに基づいてスポーツを分析する傾向が高まっている。特に、カメラの動画像から選手位置を特定して戦術に繋げる研究[2]が盛んである。それを実現する上では、動画像とフィールドを対応させる射影変換技術[3]が必要不可欠である。この技術は、動画像上の選手位置を正確に検出し、俯瞰画像にそれらをプロットするために、動画像と俯瞰画像とを対応させる 4 組の座標を適切に指定する必要がある。しかし、手動でこの対応点を特定する時に誤差が生じ、空間のフィールドと俯瞰画像の正確性に課題がある。また、多視点の動画像を対象とする場合、同じフィールドを再現する俯瞰画像が一意に決まらない。そこで、本研究では、フィールド上の白線に着目することで、最適な対応点を探索する手法を提案する。これにより、対応点指定作業の省力化と多視点の動画像における俯瞰画像の高精度化を実現する。

## 2. 研究の概要

本システム (図 1) は、1 視点の動画像を基準として対応点を精緻に指定する。そして、比較的簡便に対応点を指定した他視点の射影変換パラメータの値を 1) 対応点推定機能と 2) 選手位置を用いた補正機能により算出する。

## 2.1 対応点推定機能

本機能では、対応点を精緻に指定した 1 視点を除く他視点での最適な対応点を推定する。まず、動画像を HSV (Hue Saturation Value) 色空間に変換して白線を抽出する。次に、フィールド 4 隅付近の指定点から最も近くに位置する白線の画素をそれぞれ探索し、その画素の座標を対応点の候補点として取得する。最後に、RANSAC (RANdom SAMple Consensus) 法[4]を用いて最適な対応点の位置を探索 (図 2) する。この時、探索範囲は、取得した候補点からそれぞれ一定

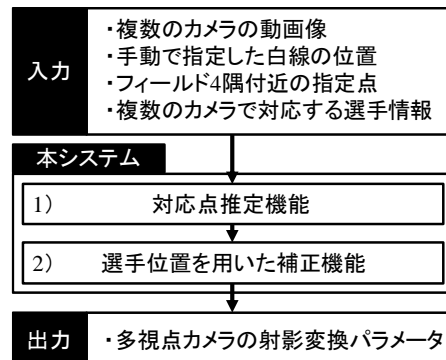


図 1 提案手法の流れ

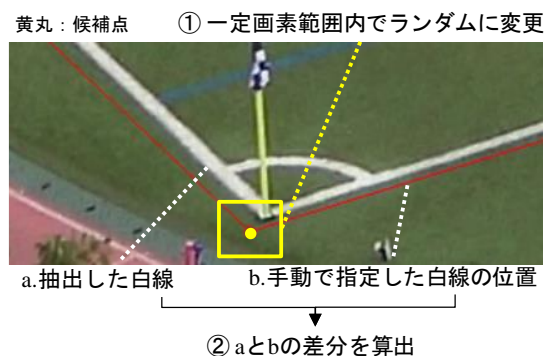


図 2 対応点推定機能

画素範囲内とする。最終的に、4 組の候補点を用いて射影変換を行うことで、抽出した白線と手動で指定した白線の位置との差分の総和を算出し、その総和が最小となる候補点を射影変換時の最適な対応点として推定する。

## 2.2 選手位置を用いた補正機能

本機能では、選手位置に基づいて、複数の俯瞰画像間のズレが最小となるように補正する。まず、YOLO (You Only Look Once) [5]を用いてフィールド上の複数選手を検出し、複数のカメラ間で同じ選手同士を対応させる。次に、全視点において手動あるいは対応点推定機能で推定した対応点を用いて射影変換を行い、俯瞰画像上に選手位置を重畳し、表示する。最後に、基準となる 1 視点による結果に基づいて、その他の視点の対応点を RANSAC 法により補正する。この時、基準となる視点と他視点間において複数選手の位置ズレの総和が最小となる 4 組の座標を最適値として決定する。

Research for Optimizing Homography in Field Sports

<sup>†</sup> Yoshimasa Umehara and Wenyuan Jiang

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

<sup>‡</sup> Shigenori Tanaka and Isso Kishida

Faculty of Informatics, Kansai University

### 3. 検証実験

本実験では、手動と提案手法による射影変換を行い、俯瞰画像上での選手の位置ズレ（長さや角度）を比較することで、本システムの有用性を検証する。

#### 3.1 実験内容

本実験では、AとB、Cの3視点の動画像において、5人の選手の位置ズレを視点Aに基づいて比較する。射影変換の手法としては、対応点を手動で指定する方法と、「対応点推定機能」と「選手位置を用いた補正機能」による手法を用いる。提案手法では、対応点を精緻に指定した視点Aを基準として、視点BとCの俯瞰画像のズレを補正する。入力する動画像は、関西大学千里山キャンパスの中央グラウンドで行われたサッカーの試合を撮影し、時刻同期を行った動画像とする。

#### 3.2 結果と考察

実験結果を表1、表2に示す。表1より、選手の位置ズレの総和を手動と提案手法とで比較した結果、対応点推定機能では、AB間で12.38px、AC間で56.84pxのズレの改善が確認できた。また、表2より、選手間の角度を比較した結果、AB間で3.69度、AC間で0.45度のズレの改善が確認できた。このことから、対応点推定機能は、正しく対応点を指定することで、俯瞰画像上の選手の位置ズレを軽減できることがわかった。

また、選手位置を用いた補正機能を適用した結果では、選手の位置ズレの総和は、AB間で54.65px、AC間で126.95px、選手間の角度は、AB間で4.52度、AC間で0.60度のズレが改善され、対応点推定機能よりも更に俯瞰画像上の選手の位置ズレを減少することができた。

以上のことから、提案手法は、手動よりも適切な射影変換パラメータの値を簡便な対応点の指定を行うだけで取得できることがわかった。一方で、3手法において、基準となる視点Aとの撮影位置の距離が遠いAC間ではAB間と比較して大きな位置ズレ（図3）が見られた。これは、各視点から遠いフィールド隅を指定する時に僅かなズレが生じ、射影変換後の座標に大きなズレを生み出すことに起因している。この課題には、遠方の画素の分解能を向上させることで対応点のズレを改善できると考えられる。

#### 4. おわりに

本研究では、フィールド上の白線に着目することで最適な対応点を探索するシステムを開発した。そして、多視点の動画像に対して、手動と提案手法で射影変換を行い、俯瞰画像上の選手の位置ズレから本システムの有用性を確認し

表1 Aの選手との位置ズレの総和（単位：px）

	手動	対応点推定機能	差分値（軽減量）	選手位置を用いた補正機能	差分値（軽減量）
AB	188.20	175.82	-12.38	133.55	-54.65
AC	865.09	808.25	-56.84	738.14	-126.95

表2 Aの選手角度との差分（単位：度）

	手動	対応点推定機能	差分値（軽減量）	選手位置を用いた補正機能	差分値（軽減量）
AB	5.39	1.70	-3.69	0.87	-4.52
AC	14.60	14.15	-0.45	14.00	-0.60

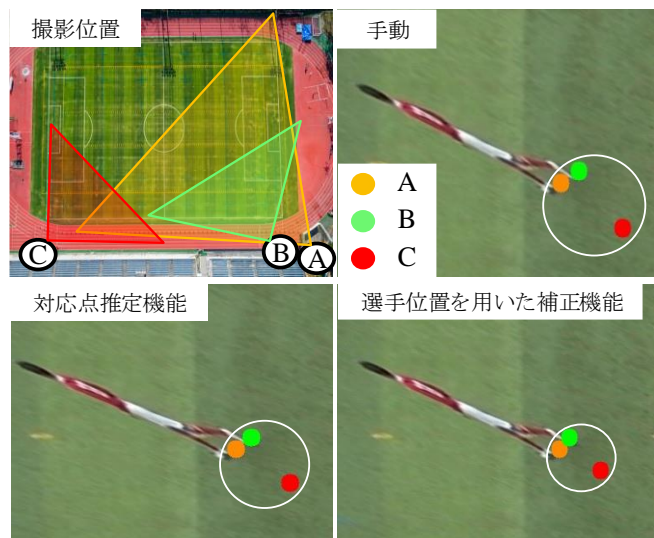


図3 3視点の選手の位置ズレの可視化結果

た。その結果、対応点の指定誤差を軽減し、多視点の動画像における俯瞰画像のズレを補正することができた。今後は、本研究における課題を解決するとともに、様々なフィールドに本システムを適用し、実用性の向上を目指す。

#### 参考文献

- [1] 内閣府：未来投資戦略2018、<[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2018\\_zentai.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2018_zentai.pdf)>、（入手2021.1.8）。
- [2] 田中成典，山本雄平，姜文淵，中村健二，清尾直輝，田中ちひろ：複数視点からの映像を用いたスポーツ選手のトラッキングに関する研究，知能と情報，日本知能情報ファジィ学会，Vol.32，No.4，pp.821-830，2020。
- [3] 木山真伸，太田直哉，金谷健一：2台のカメラと射影変換を用いた侵入者検出，情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア，情報処理学会，Vol.1999，No.74，pp.53-58，1999。
- [4] Fischler, M. and Bolles, R.: Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography, *Communications of the ACM*, ACM, Vol.24, No.6, pp.381-395, 1981.
- [5] Joseph, R., Santosh, D., Ross, G and Ali, F.: You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection, *Computer Vision and Pattern Recognition*, IEEE, Vol.29, No.2, pp.779-788, 2016.