

サッカーにおける選手位置の自動可視化手法に関する一考察

貝灰 陸[†] 上田 芳弘[†] 坂本 一磨[†] 岩田 伊織[‡]公立小松大学生産システム科学部[†] 公立小松大学大学院サステイナブルシステム科学研究科[‡]

1. はじめに

現代のスポーツ競技におけるデータ分析はより一層重要性を増しており、ビデオカメラで撮影した映像を用いた試合の戦術分析が盛んに行われている。この分析は多くの場合、選手がスポーツフィールド上のどの位置に存在しているかを可視化して行われる。一般的に選手位置の可視化には、選手に装着した GNSS デバイスより取得した位置データや、複数台の専用カメラで撮影された映像が用いられている。これらの手法は、高い精度で選手位置を可視化できるが、機材の装着や設置に手間がかかることや、金銭的成本が高いなどといった問題がある。これらの問題に対し、1台のカメラで撮影された映像における選手座標を射影変換することで可視化が可能であり、作業コストを削減できる。しかし、この手法で用いられる平面射影行列を算出するには、画像とフィールドテンプレートにおける4点以上の対応点を手動で選択しなければならない。特に、サッカーのような広大なフィールド全体を映す場合、対象物が小さくなるためズームインした映像が必要であるが、そのような映像は視点が変わるため、変化するごとに対応点を選択しなければならない膨大な労力がかかる。そこで、本研究では、1台のカメラで撮影された非固定視点のサッカーの試合画像において、フィールドラインとサッカーゴールの座標を基に自動で対応点を決定し、平面射影行列を求めることで、選手位置を可視化する手法を提案する。

2. 研究概要

提案手法の処理フローを図1に示す。本研究では、サッカーの試合において最も重要である得点シーンに着目する。得点シーンでは画像上に必ずサッカーゴールが存在する。この特性を用いて、図2に示すようにサッカーゴールが映る試合中継画像を入力とし、選手の位置をフィールドモデル上に可視化した画像を出力とする。

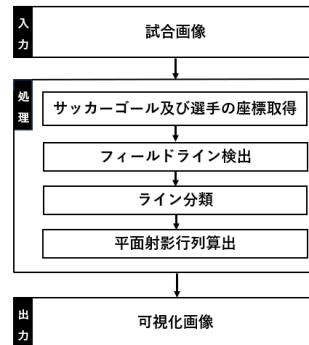


図1 提案手法の処理フロー



図2 入力画像と出力画像の例

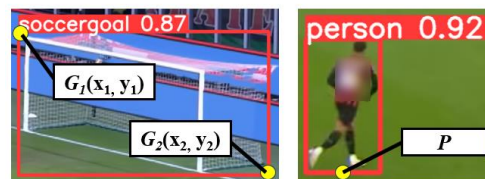


図3 バウンディングボックスによる座標定義

2.1 サッカーゴール及び選手の座標取得

本処理では、サッカーゴールと選手の画像上における座標を取得する。ここでは物体検出アルゴリズムである YOLOv5 を用いて、サッカーゴールと選手を検出し、図3のように座標を定義する。ただし、本研究では、検出精度を考慮せず、チームや審判の分類等も行わないものとする。

2.2 フィールドライン検出

本処理では、画像よりフィールドラインを直線式として取得する。まず、前処理として、ライン誤検出の主な原因である観客席や広告等のノイズを既存研究[1]と同様の処理を行い除去する。また、サッカーゴールもライン誤検出の原因となるため、取得した座標により矩形内を黒で塗りつぶす。次に、ノイズ除去した画像を既存研究[2]における輝度値に基づいた手法で二値化する。そして、二値化された画像から Hough 変換を用いてライン候補を検出し、傾きと切片

Study on Automatic Visualization Method of Soccer Player Positions

[†] Riku Kaiba, Yoshihiro Ueda, Kazuma Sakamoto
Faculty of Production Systems Engineering and Sciences,
Komatsu University

[‡] Iori Iwata
Graduate School of Sustainable Systems Science,
Komatsu University

に基づき誤り線消去，直線結合をしてフィールドラインにおける直線式を取得する。

2.3 ライン分類

本処理では，検出した各ラインが片側画角におけるフィールドライン，縦3本，横6本のうちのラインに対応するかを決定し，ラベル付けを行う。まず，入力画像が左右どちらの画角であるかを決定する。ここでは，サッカーゴール座標の中心が画像中央より左に存在する場合は左画角，右に存在する場合は右画角とする。次に，検出した各ラインが縦横どちらのラインであるかをラインにおける傾きを用いて決定する。右画角では傾きが正の場合は縦，負の場合は横となり左画角はその逆となる。その後，縦横のラインそれぞれにおいて図4の分類フローに従いラベル付けを行う。図4において， y は検出したラインと右画角では $x=x_1$ ，左画角では $x=x_2$ の垂線との交点の y 座標である。また， T_{1-5} は閾値であり， T_1 は固定， T_{2-5} はサッカーゴール座標と縦横それぞれのラインにおける傾きの平均値，調整定数により算出される。

2.4 平面射影行列算出

本処理では，選手座標の変換に用いる平面射影行列を算出する。平面射影行列は，入力画像とフィールドテンプレートにおける4組以上の対応点を用いることで算出可能である。まず，検出したラインにおけるすべての交点を求め，分類を行ったラインラベルを基に交点ラベルを決定する。そして，その交点ラベルとフィールドテンプレートの同ラベルの点を対応点として，平面射影行列を算出する。提案手法では画角外の交点もラベル付けされているため対応点として利用できる。算出した平面射影行列と選手座標 P の行列積を求めることでフィールドテンプレート上における選手の位置座標を取得できる。

3. 実験

本実験では，手動と提案手法によって変換された選手座標の距離を誤差として評価する。

3.1 実験方法

入力画像より，手動で選択できるフィールドライン交点を用いて算出した平面射影行列で変換された選手の位置座標を正解値とし，提案手法によって，取得した選手の位置座標との距離を求める。ただし，提案手法においては，手動と同条件の交点を用いる場合と画角外を含めたすべての交点を用いる場合で求める。また，正しい出力画像を取得不可能であった場合，変換失敗として誤差は求めない。

実験画像は，手動で選択したサッカーゴールが映る様々な試合中継画像 1920pixel×1080pixel，

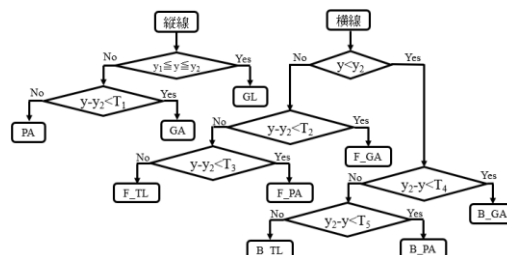


図4 ライン分類フロー

表1 実験結果

交点条件	成功率[%]	選手座標[点]	誤差の平均[m]
全交点	67.3	2,620	0.556
手動と同条件	51.9	2,220	0.556

実験枚数は297枚である。また，サッカー競技規則[3]を基に作成したフィールドテンプレートより，1pixelあたりの実際の長さは0.071mである。

3.2 結果・考察

本実験の結果を表1に示す。表1に示すとおり，提案手法における変換成功率は67.3%，手動との誤差の平均は0.556mであった。これはサッカーのような広大なフィールドにおける戦術分析に用いるには十分な精度であると考えられる。また，提案手法において画角外を含む全交点を利用することにより，手動と同条件の場合と比べ変換成功率は高くなった。これは，画角外の交点なども用いることができる提案手法の利点であるといえる。変換失敗の原因は，フィールドラインの検出，誤り線消去，分類の正確性が起因しており，その場合は平面射影行列を正しく算出が困難である。

4. おわりに

本研究では，1台のカメラで撮影された試合画像から，選手位置を自動で可視化する手法を提案した。評価実験の結果より，提案手法では手動に近い精度で選手位置を可視化可能であることがわかった。今後は，変換率と精度の向上，さらに審判と選手やチームの分類などを行う予定である。

参考文献

[1] Kasai, K., Kawakita, K., Kubota, A., Tsurusaki, H., Watanabe, R., and Sugano, M.: Robust and Efficient Homography Estimation Using Directional Feature Matching of Court Points for Soccer Field Registration, *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, Vol. E104.D, No. 10, pp. 1563-1571, (2021).

[2] Farin, D., Krabbe, S., and Effelsberg, W.: Robust Camera Calibration for Sport Videos using Court Models, *Storage and Retrieval Methods and Applications for Multimedia 2004*, Vol. 5307, pp. 80-91, (2004).

[3] JFA: サッカー競技規則 2023/24, 入手先 < https://www.jfa.jp/documents/pdf/soccer/lawsofthegame_202324.pdf > (参照 2023-12-24).