

# サッカー映像におけるカメラパラメータの推定\*

6N-02 八木 裕司<sup>†</sup> 内海 慎久<sup>††</sup> 井手 一郎<sup>†‡</sup> 坂井 修一<sup>‡</sup> 田中 英彦<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 東京大学工学部 <sup>††</sup> 東京大学大学院工学系研究科

<sup>†‡</sup> 国立情報学研究所 <sup>‡</sup> 東京大学大学院情報理工学系研究科

## 1 はじめに

近年のインターネットの普及やデジタル放送の開始などにより、日々放映される映像は増加の一途をたどっている。しかし、映像の解析や記述を手で行うのは非効率的でコストが高いため、映像データを自動的に効率よく収集・整理し、保存・検索する技術が要求されている。

映像は分野ごとに異なる目的をもっており、その特徴も互いに大きく異なることが多い。そのため、映像を効率よく解析するためには、映像を分野ごとに分類し、各分野に特化した処理を行うことが必要である。そこで、我々は、数あるテレビ番組の中でも人気が高いスポーツ番組に特化した処理を考える。

本研究では、カメラパラメータの推定、およびカメラパラメータを利用して選手やボールといったオブジェクトのフィールド上での絶対位置を得ることについて検討する。対象をサッカー映像に限定しているため、フィールドの形状など対象に特化した知識を用いることで、比較的簡単な処理により高精度な結果が期待できる。

## 2 関連研究

サッカー映像を対象にした研究の中には、カメラパラメータを利用した研究もある [1]~[3]。[1, 2] では、カメラキャリブレーションの理論に基づき、位置・姿勢が未知のカメラで撮影された画像の座標系からワールド座標系への変換式を求めている。[3] では、カメラの状態推定を行うことで、特定映像イベントを含む映像の候補を絞り込み、さらに処理を加えて特定イベントの抽出を行っている。

カメラパラメータの推定においては、参照点として、ラインの交点を用いるのが一般的である。しかし、従来の手法では、画像中の交点を抽出することはできても、その交点の実際のフィールド上での位置は人手で与えられてきた。また、参照点が不足する場合には、様々な例外的な処置をとる必要があった。

\*"Estimation of Camera Parameter in Soccer Videos"

<sup>†</sup>Yuji YAGI, <sup>††</sup>Okihisa UTSUMI, <sup>†‡</sup>Ichiro IDE, <sup>‡</sup>Shuichi SAKAI, <sup>‡</sup>Hidehiko TANAKA

E-Mail: yagi-y@mtl.t.u-tokyo.ac.jp

<sup>†</sup>Faculty of Engineering, The University of Tokyo

<sup>††</sup>Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

<sup>†‡</sup>National Institute of Informatics <sup>‡</sup>Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

## 3 提案手法：サッカー映像におけるカメラパラメータの推定

本研究では、これらの問題を解決するために、交点パターンの識別を行う。交点の形をパターンごとに分類し、識別することで、交点のフィールド領域における位置を絞り込むことができる。これにより、参照点とそのフィールド上の座標を自動で対応づけることが可能になる。また、カメラパラメータの推定に必要な参照点が不足している時でも、交点パターンの組み合わせによっておおまかな位置推定が可能となる。

### 3.1 処理の流れ

提案手法は、以下のような手順で処理される。

1. 元画像の取得
2. ラインの抽出
3. 交点の抽出
4. 交点パターンの識別
5. カメラパラメータの推定
6. フィールド上のオブジェクト位置推定

### 3.2 ラインの抽出

元画像において、各画素を RGB 表色系から HSV 表色系に変換し、それをういてグラウンド外の領域を除去する。グラウンド領域に対し Gradient 法を用いて 2 値化、Hilditch の細線化アルゴリズムを用いて細線化処理を行い、その細線化画像に対して、直線の抽出のため Hough 変換を行う。

### 3.3 交点の抽出

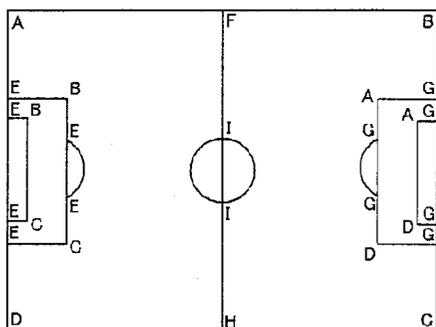
Hough 変換の際に得られる直線式のパラメータから、交点の画像中での座標を計算する。

### 3.4 ラインの交点パターンの識別

サッカーにおけるフィールドとラインの構成図を図 1 に示す。

図 1 に示すように、交点のパターンは交わり方によって A~I の 9 通りある。本稿ではこれら各交点のパターンを識別することで、フィールド上のおおまかな位置を絞り込む。具体的には、交点から上下左右どの方向にラインが伸びているかにより交点パターンを識別する。

まず、交点から上下方向にラインが伸びているかどうかの検出を行う。図 2 に示すように、交点 (図中 ●) から上下 2 画素ずつ離れた点から左右 7 画素の範囲を考え、



A:┐ B:└ C:┌ D:└ E:┐ F:└ G:┌ H:┐ I:└  
 図1: フィールド上の交点の種類 (A~I: 交点の種類)

その範囲内においてラインが存在すれば、交点からその方向にラインが伸びているとみなす。同様に左右方向についても、図3に示すように、交点から左右7画素ずつ離れた点から上下1画素の範囲を考え、その範囲内においてラインが存在すれば、交点からその方向にラインが伸びているとみなす。

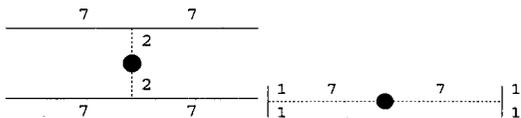


図2: 上下方向のライン 図3: 左右方向のライン

### 3.5 カメラパラメータの推定 [2]

画像中の交点パターンと、グラウンド上における交点パターンを比較することで、画像中の交点に対応するグラウンド領域における座標を得ることができる。そこで、画像中の交点を参照点としてカメラパラメータの推定を行う。カメラパラメータの推定には、射影カメラモデルを用いる。

### 3.6 フィールド上のオブジェクト位置推定 [2]

前節で求めたカメラパラメータを用いることで、フィールド上のオブジェクト位置の推定が可能である。

## 4 予備実験: 交点パターンの識別

### 4.1 実験手順

予備実験として、交点パターンの識別を行った。今回の実験では、テレビ映像から15FPS(Frame Per Second)で取り出した240ピクセル×320ピクセルの画像88枚を用いた。今回用いた画像の一つを図4に示す。

予備実験では、ラインと交点の座標は人手で与えることとした。図4のラインのみを取り出した画像を図5に示す。今回用意した88枚の画像には、全部で358の交点

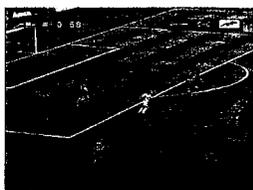


図4: 元の画像

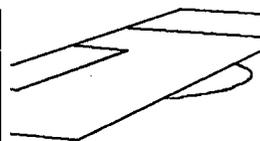


図5: 抽出したライン

が含まれている。その全ての交点に対してパターンの識別を行った。

なお、ライン領域と交点の座標を人手で与えたため、交点パターンの識別の際に、ライン領域や交点の座標の誤差によって不具合が生じたことがあった。今回は、そのような問題に対しては、人手で微調整を行うことで補った。

### 4.2 結果・考察

表1: 正答率

全交点数	正答数	正答率
358	355	99.2%

実験の結果を表1に示す。これにより、99.2%という高い正答率が得られ、本手法の有効性が確認された。本手法を用いても認識できなかった3点は、いずれも画像の端の方にあるため、交点から伸びているラインが切れてしまい、その方向にあるラインを認識できなかったことが原因であると考えられる。このような場合、一枚の画像単体で識別を行うのは困難であると思われるので、時間的に前後するフレームを参照することで情報を補完する方法が考えられる。

## 5 おわりに

本稿では、映像の自動検索において有効と考えられる手法としてカメラパラメータを用いた手法 [1]~[3] を紹介し、カメラパラメータの推定に必要な、サッカー映像におけるフィールド上のラインの交点パターンの自動識別手法について述べた。また、予備実験を通して手法の有効性を確認した。今後は、交点を自動抽出した後にこの手法を行い、評価する予定である。

### 参考文献

- [1] 松井健太郎, 平野一視, 田中敏光, 大西昇: “任意視点からサッカーシーンを復元する仮想カメラシステム”, 信学技報, PRMU97-253, pp.15-22, 1998.
- [2] 岩瀬正樹, 田中敏光, 大西昇: “サッカー選手から見たシーンの生成”, 信学技報, PRMU95-72, pp.133-138, 1995.
- [3] 丸尾二郎, 岩井儀雄, 谷内田正彦, 越後富男, 飯作俊一: “サッカー映像からの特定映像イベントの抽出”, 信学技報, PRMU99-41, pp.31-38, 1999.