

サッカー映像におけるゴールポスト検出

Goal-Post Detection in Soccer Video

佐藤 寛晃[†]
Hiroaki Sato[†]堀口 文男[†]
Fumio Horiguchi[†]

1. はじめに

近年、ハードディスク、ビデオレコーダーの増加により個人が大量の映像を蓄積できるようになった。蓄積された映像の利用形態として、長時間の映像から、視聴者が興味をもつ部分や内容を短時間で伝えるための部分を自動的に抜き出す、映像自動要約がある。これまでサッカー映像の自動要約を目的として、得点シーンなどの重要なイベントの検出に関する研究がなされている[1][2]。視聴者にサッカー映像内容をわかりやすく伝えるためには、判断基準が曖昧である「得点にならなかった惜しいシュート」といった詳細なイベントの検出が自動要約を行ううえで必要となってくる。試合映像で見られるシュートシーンは、ゴールとなったシュートを含めて、ほとんどのシュートがゴールマウス(ゴール全体の領域、以下 GM)付近を通過するため、シュートを検出するためにも GM 領域の検出が必須である。

GM 領域を検出するには GM の一部であるゴールポスト(GM を構成する 2 本の直立した支柱、以下 GP)の検出によって実現できると考えている。そこで本稿では、GM の一部である GP の白色領域を抽出することによって GP を検出する手法を提案する。特に本手法では、シュートシーンの検出を目的としているため、選手などのアップシーンでなく、シュートの瞬間から GM 付近を通過するまでを映すフレームにおいて GP 検出を行うことを目指している。よってフィールドを広く映しているロングショット(フィールドをロングで撮影、以下 LS)時に GP 検出を行わせることに重点を置く。また「GP は LS 時において白色の真っ直ぐな縦線として映し出されている」という仮定に基づき GP 検出を行う。

2. 本手法について

本手法の流れを以下に示す。

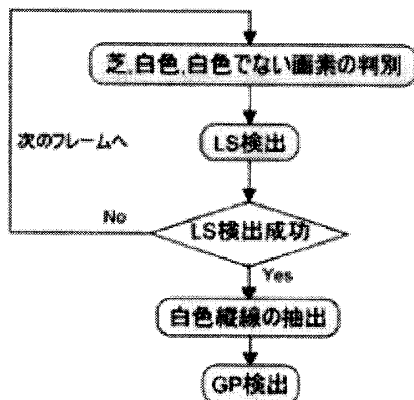
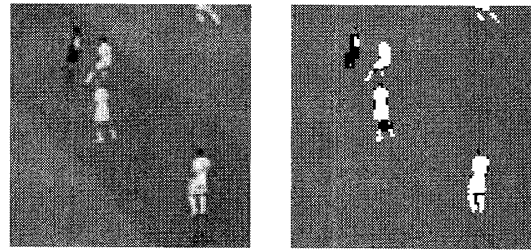


図 1. 本手法の流れ図

3. 各処理について

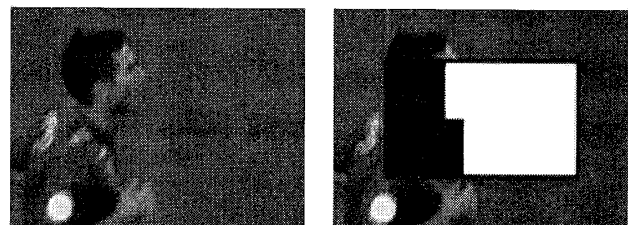
3.1 芝, 白色, 白色ではない画素の判別

芝, 白色, 白色ではない画素の判別は HSV 色空間の閾値処理で行った。芝画素判定における閾値は、さまざまなスタジアムでの芝の色情報をもとに設定した。その後「芝ではない」と判定された画素について「白色」, 「白色ではない」画素を閾値処理によって判別する。閾値は、GP の情報が削減されないよう「白色」の範囲を広く設定した。こうして分類した芝, 白色, 白色ではない状態を表現した 3 値画像を生成する(図 1 参照)。

図 1. 芝, 白色, 白色ではない画素の判別結果の一例
(灰色:芝画素, 白色:白色画素, 黒色, 白色ではない画素)

3.2 LS 検出

選手のアップといった LS ではないフレームで GP 検出を行わせないようにするために、各フレームで LS であるかを判定することが必要となる。そこで本手法では LS 時にはフレーム中央部の芝の割合が多いことに着目し、3.1 処理にて得られた芝画素の情報をもとに芝の割合を算出して LS 検出を行う。芝の割合は、フレーム中央の矩形領域を 20×20 のサイズに分割したブロックごとに求め、芝画素が 3 割含まれているブロックを芝のブロックであるとしている。さらに芝のブロック数が領域内ブロック数の 7 割を占める時、LS であると判定する。こうして LS が真と判定された LS フレームにおいて GP 検出を行う。



□	芝のブロック	■	芝でないブロック
---	--------	---	----------

図 2. LS 検出結果の一例

[†]東洋大学大学院情報システム専攻[†]Department of Open Information Systems,
Graduate School of Toyo University

3.3 白色縦線検出による GP 候補領域の抽出

3.1 によって判別した白色画素に対して処理を行う。縦画素が、ある閾値以上縦に連続している部分を縦方向優先の探索で抽出することによって、縦方向の線分のみが GP 候補として残る。この処理によって、3.1 の 3 値画像から GP 候補となる白色縦線だけが抽出され、GP 候補画素とそうではない画素の 2 値画像が生成される。

3.4 GP 検出

GP 検出処理は LS 検出判定が真となったフレームにおいて実行される。処理の流れは、3.3 で抽出した 2 値画像から GP 候補領域の数を算出し、領域数が GP と同じ数の 2 本であった場合、その 2 つの GP 候補領域間の x 方向距離、GP 頂点座標を結ぶ線と x 軸との傾きを算出し、それらをパラメータに用いて閾値判定によって GP であるかを決定する。GP 候補領域の数の算出は[2]の領域ラベリング手法を参考に、となりあう白色縦線を同じ領域であると対応付けすることによって求める。

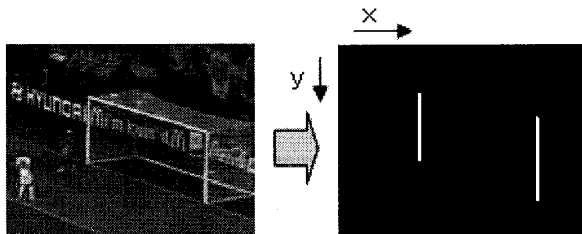


図 3. GP 検出処理結果の一例

4. 実験結果

今回用いた動画画像サンプルは 320×240(pixel)であり、3 種類の動画画像を使用した。動画画像は、テレビで放送された試合映像からシュートシーンなどの GP が映し出されている部分を切り出して使用した。選手のアップといった LS ではないフレームは削除せず、処理対象に含めて GP 検出処理を行った。表 1 に GP 検出処理の実験結果を示す。

まず、GP 検出の前に行う LS 判定結果を述べる。LS 判定では、それぞれの動画画像において全フレーム数の 9 割以上の精度で検出に成功していた。しかし少数のフレームで、選手のアップシーンであるにもかかわらず、選手が中央に映されていないフレームを LS と誤認識したこと、そして GM 前に大多数の選手が密集している LS フレームを LS ではないと認識したケースがあった。

	GP 検出成功数	検出率	備考
動画 1	275 / 295	93%	直接 FK シーン
動画 2	44 / 69	64%	シュートシーン、パンによるぼやけ
動画 3	42 / 55	76%	GP オクルージョン

表 1. GP 検出処理の実験結果

動画 1 では、LS 検出のミスにより GP 検出が行われなかったこと、3.3 の処理で GM のネット部分が GP 候補として抽出されたために、GP 領域数が 3 つ以上となっ

てしまったフレームが 20 フレームあった。動画 2 では、選手がドリブルした後にシュートを打っており、ボールを追う時のカメラのパン(左右の動き)によってフレーム全体がぼやけてしまい、3.1 の処理で GP が白色として検出されなかったフレームがあった。動画 3 は GM 前に選手が密集している中で GP が映し出されており、ゴールキーパーが GP を隠している(オクルージョン)フレームで誤認識が生じた。GP の下部が隠れたことで GP の長さが保たれず、3.3 の処理で GP 候補から除外されてしまったことが原因である。LS 検出に成功し、カメラのパンによるぼやけが少なく、GP のオクルージョンがない状況下においては検出に成功した。また、フィールドのセンターラインといった「白色の真っ直ぐな縦線」という GP の条件を満たしてしまうものが映像の中でいくつか存在するが、3.4 の処理によって、全ての動画においてセンターラインを GP ではない領域を誤認識することはなく、センターラインと GP の判別ができていた。

5. まとめ

本稿では、HSV 色空間の閾値処理によって作成した「芝」、「白色」、「白色ではない」の 3 値画像から、フレーム中央の矩形領域における芝の割合をもとにした LS 検出と GP 候補となる白色縦線の抽出を行うことによって、LS 時に GP を検出する手法を述べた。LS 検出を GP 検出前に行うことで、選手のアップシーンといった GP のないフレームでは GP 検出処理を行わず、高精度に GP 検出のタイミングを制御することに成功した。

LS 検出については、高精度にできているが、選手がフレームの中央でなく、端に映された時に検出できなかった。これに関して、フレーム内における芝と芝でない画素の分布を用いるなどをして、芝の割合を計算させる探索領域をフレームに応じて変更できる手法が望まれる。

GP 検出精度を向上させるためには、GP 検出に使用するパラメータを増やすなどの対策、全体的にぼやけたフレームなどの複雑環境下における GP 検出を可能とすることが課題である。

6. 今後について

今後、過去のフレームにおける GP 検出結果から求めた GP 位置を考慮することによって、GP 追跡処理を行い、より処理効率の良いアルゴリズムの確立を目指す。そして GP 検出とサッカーボール検出処理を組み合わせることによってシュートやシュートコースの検出といったイベント検出を行うことを考えている。

参考文献

- [1] 山本晃司ら, “スポーツ映像を対象としたユーザ適応型映像要約システム”, 信学技報. IE, Vol. 103, No. 739, pp31-36, 2004.
- [2] 山本大樹ら, “サッカー映像のシーン自動解析の研究”, 信学技報. PRMU, Vol. 104, No. 573, pp73-78, 2004.
- [3] 東海林健二ら, “ラン単位の輪郭追跡による 2 値画像の連結成分ラベリング”, 信学論(C), Vol. J83-D-II, No. 4, pp. 1131-1139, 2000.