

フットボール解説支援を目的とした競技シーンからの 戦略的スペースの自動抽出

Automated extraction of strategic spaces from football game scene
for supporting game commentators

瀧 剛志†
Tsuyoshi Taki

斎藤秀樹†
Hideki Saito

長谷川純一†
Junichi Hasegawa

1. はじめに

サッカーなどのフットボール競技では、得点をするためにボールを相手ゴールまで運ぶ必要がある。そのためには相手選手にボールを奪われないようなスペース（空間、間合い）の確保が重要となる。事実、選手達は競技中に意図的・戦略的にスペースをつくる動きをみせ、実際のコーチや選手の会話の中にもスペースという言葉は頻りに登場する。また、テレビ番組や雑誌等においても、スペースに着目した分析や解説が多く行われており、それを図示する際には、楕円形状を用いるのが一般的である。

本研究では、このようなスペースを競技映像から自動的に抽出する手法を開発し、フットボール競技におけるゲーム分析や解説の支援システム構築を目指す。本稿では、まず筆者らが提案した優勢領域[1-2]について述べ、その優勢領域を用いたスペースの自動抽出方法、および、実際の競技映像を用いた実験結果について示す。

2. 優勢領域

優勢領域とは、個々の選手または個々のチームに対して定義される特徴量で、ある選手（またはチーム）が、他のどの選手（またはチーム）よりも早く到達可能な領域をいう。優勢領域を算出するには、まず、競技映像の各時刻（フレーム）に対して各選手のグラウンド上での位置を推定し、そこから各選手の速度ベクトルを算出する。次に、得られた速度ベクトルを用いて、各選手の現在位置からグラウンド上の各点までの到達（移動）時間を求める。最後に、グラウンド上の各点において、到達時間が最小となる選手のIDをラベル値として画像化したものが、その時刻における優勢領域図となる（優勢領域の具体的な計算方法については文献[1]参照）。さらに、時系列に並んだ優勢領域図を用いて、グラウンド上の各点について、どの選手（またはチーム）が時間的に最も長くその場を支配していたのかをみることができる。これを占有領域図とよぶ。

3. スペース抽出方法

本研究では、固定カメラで撮影された映像や、一般にテレビ中継される映像を入力とし、選手およびボールの位置をもとにグラウンド上のスペースを抽出する。その具体的手順を以下に示す。

- (1) 映像の取得
競技映像をキャプチャファイルとして記録する。
- (2) キャリブレーション
カメラ映像から選手のグラウンド上での位置を算出

するため、少なくとも4点の参照点（白線の交点などの実際の位置が既知である点）を指定し、変換行列を求める。ただし、ここではグラウンド平面上のみを対象とし、高さ情報は扱わないものとする。

- (3) 選手位置の追跡
テンプレートマッチングにより、各選手の位置を自動追跡する。追跡が失敗した場合やコーナーキックなど選手が密集する場面では、選手の足下位置を手作業で入力する。
- (4) スペースの抽出
選手の位置および速度情報をもとに優勢領域図、および、占有領域図を算出する。さらに、各選手（またはチーム）の優勢領域に対して、選手の位置および他の選手（またはチーム）の優勢領域を背景画素と見なし、距離変換をおこなう。一定サイズ以上のスペースを抽出するため、あらかじめ設定したしきい値以上かつ最大の距離値をもつ点を1つ選択する。その点を中心とし、その距離値を半径とする円をスペースとして抽出する。2つ以上のスペースを得るには、既に抽出された円領域内を背景画素に加え、上記距離変換以降の処理を繰り返し実行する。最終的に、条件に合致する点がなくなった時点で終了する。

上記手順で得られたスペースは、位置や大きさ等の情報を用いて、直接得点に結びつくスペースやゴール前にボールを運ぶためのスペースに分類したり、スペースに優先順位を付けるなどして、実際のゲーム分析に利用する。

4. 実験と考察

提案手法の有効性を検証するために、フットボール競技の一つであるサッカーをとりあげ、2006 FIFA WORLD CUP 日本対オーストラリア戦、2002 FIFA WORLD CUP ゴール映像集、および、筆者らが固定カメラを用いて独自に撮影した映像を用いて実験を行った。ただし、映像からキャリブレーションで用いる参照点が得られない場合は選手位置を推定できないため、比較的安定して参照点が得られるゴール前のシーンを対象とした。

まず、実際のゲーム展開と優勢領域の関連性について検証する。図1は、2006 FIFA WORLD CUP オーストラリア戦後半 38分に日本が失点したシーンの処理結果である。同図上は、チーム別優勢領域の時間変化であり、図中の色の濃い部分が守備側チームの領域を、□マークが各選手の位置を表している。日本の守備陣は相手より4人多いにもかかわらず、ゴール前（ゴールエリアライン付近）で相手にシュートスペースを与えている。同図下は、その時間帯のチーム別占有領域図であるが、ここからも、相手に支配を許す領域がゴール前だけでなく、全体に広がっているこ

† 中京大学生命システム工学部

とが容易に観察できる。さらに、後半の45分間に両チームが相手ゴール前まで攻めあがった全シーンを対象に、占有領域図を求めた。図2に示すように、オーストラリアは自陣ゴール前をほぼ支配しているのに対し、日本はペナルティーアーク付近で相手に大きな領域を与えている。同図(b)には、破線の円で記された領域が2つあるが、これらは日本が2点目、3点目を奪われる起点となった場所を示しており、後半3失点という結果と、占有領域図から読み取れるスペースの支配とがよく一致している。

次に、直接得点に結びつくゴール前のスペースのみを抽出し、実際のシュート地点と抽出されたスペースの位置を比較する。ここでは、2002 FIFA WORLD CUP ゴール映像集、および、固定カメラで撮影された映像を用いた。図3は、固定カメラで撮影した映像からシュートチャンスとなるゴール前のスペースを円形状で抽出した結果である。同図上は、算出されたチーム別優勢領域と選手位置を示したもので、図中の薄い領域で示される攻撃チームの優勢領域に対して、半径2m以上の円形スペースを抽出した。また、抽出したスペースのみを原画像にマッピングした結果が同図下であり、楕円状の領域としてグラウンドよりも濃い色で描画されている。この図は、画像の右端の選手がゴール前に走り込み得点を決めるシーンであるが、そのシュート地点と抽出されたスペースの位置はほぼ一致する結果となった。同様に他の21シーンに対して実験を行ったところ、シュート地点が、抽出されたスペース上であった場合が9シーン、抽出されたスペース付近であった場合が7シーン、その他の場合が5シーンでとなった。その他の5シーンについては、競り合いながら、もともとスペースのない状況でシュートが行われた場面であり、これを除けば概ね良好な結果であると考えられる。さらに、自動抽出されたスペースの位置は、競技経験者が指示する位置ともほぼ一致した。

5. まとめ

本稿では、サッカーやアメリカンフットボールなどのフットボール競技で重要視される「スペース」に着目し、その競技映像からスペースを自動的に抽出する方法について述べた。また、実際の競技映像を用いた実験では、主にゴール前のスペースを対象とし、実際のゲーム展開との関連性を検証した。その結果、得失点につながるシュート地点や、その起点となるスペースを、比較的良好に抽出でき、専門家の考えるスペースとも概ね一致した。

今回対象としたゴールに直接むすびつくスペースだけではなく、ボール運びに必要なスペースや相手のボールを奪うために意図的に作られたスペースのようにチーム戦略的に意味のあるスペースが自動的に得られれば、ゲーム分析や解説支援だけでなく、スペースをキーワードとした映像データベースからの特徴的シーンの自動検索等にも応用可能と考える。

参考文献

- [1] 瀧 剛志, 長谷川純一: “チームスポーツにおける集団行動解析のための特徴量とその応用”, 電子情報通信学会論文誌(D-II), J81-D-II, 8, pp.1802-1811 (1998)
- [2] 瀧 剛志, 長谷川純一: “ゲーム展開の分析と可視化”, バイオメカニクス研究, Vol.10, 2, pp.125-131 (2006)

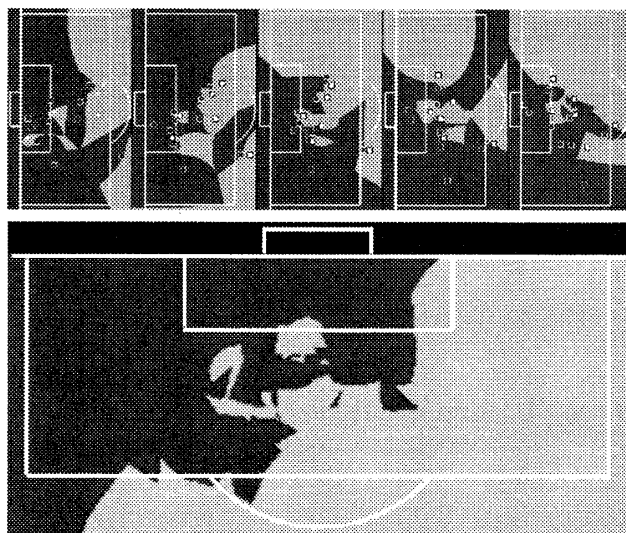
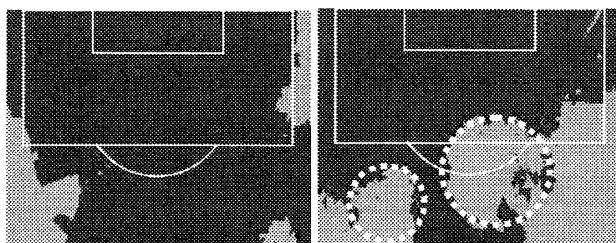


図1 優勢領域の時間変化(上)とその時間帯における占有領域図(下)



(a) オーストラリア (b) 日本

図2 2006 FIFA WORLD CUP 日本対オーストラリア戦後半の両チームゴール前の占有領域図

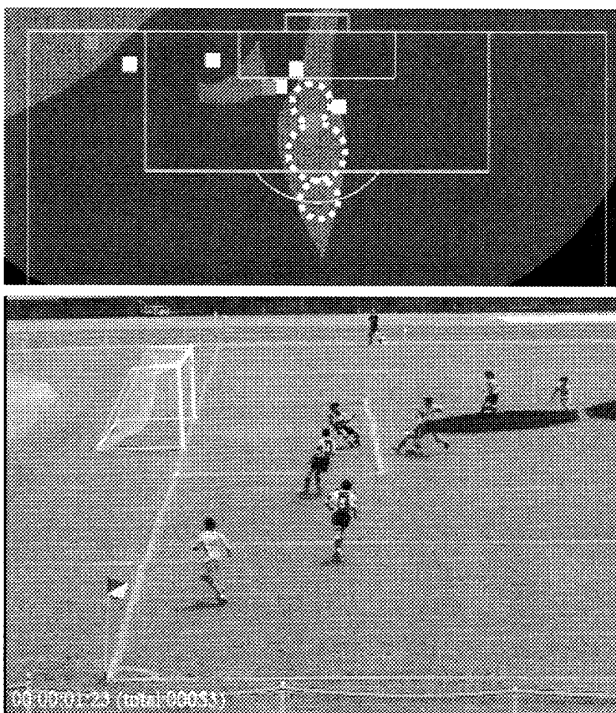


図3 円形状によるスペースの抽出結果(上)と、原画像へのマッピング結果(下)