

色情報を用いたサッカー映像における選手の自動追跡

身体運動科学研究領域

5009A015-4 大坂 則之

研究指導教員：誉田 雅彰 教授

1. 緒言

スポーツ分野において、ビデオカメラは多く使用されるようになり、撮影された映像は分析を目的として使用される。分析のひとつとして、選手の移動パターンを把握するために、ビデオ映像からフィールド上での選手の位置を抽出し、追跡する必要がある。手作業で1試合分のデータを取得するには、膨大な時間や労力がかかってしまうため、全自動あるいは極めて高い検出精度で選手追跡法を確立することは非常に意義があることである。

本研究では、色情報に基づくサッカー映像からの選手位置の自動追跡の方法を探る。特に選手追跡の過程で起こる映像上の変化への適応化処理を用いることにより、追跡困難となる問題を解消する方法について検討を行う。

2. 方法

2.1. 映像データ

2009年6月28日に国立霞ヶ丘競技場で行われた第60回早慶サッカー定期戦の男子部の試合を対象に、2台の固定カメラを用い、メインスタンドの最上階に設置し、グラウンドの半面ずつを撮影した。撮影した2つの映像から画像処理によって1つのグラウンド全体を捉えた映像を作成した。

2.2. 色情報を用いた選手位置検出

選手追跡は、選手のシャツとパンツの色の組み合わせを特徴量とし、色情報に関する二値化処理と二値化画像における重心計算処理を用いて選手位置を自動検出した。シャツとパンツの色の組み合わせを用いた二値化処理を行うことにより、両チームの選手を区別できるようになる。選手位置は二値化画像の重心計算により、得られるビデオ座標値として求めた。

2.3. 適応化処理

検出位置の時間的な推移に応じ、適応的に検出枠を移動させる方法を用いた。一旦検出された選手の検出枠を他の選手の検出枠から除く処理を行った。なお、制限す

る範囲は検出枠の大きさに係数を乗じた。映像のRGBの変化による誤検出の問題を解決するために、二値化処理後のピクセル数に応じ、二値化処理の閾値範囲を拡大する処理、および、検出領域を拡大する処理を用いた。

2.4. 検出精度の評価方法

検出処理において選手位置に大きな誤検出が生じた場合には、検出領域を正しい位置に戻して選手位置の自動追跡を継続し、選手位置の検出精度を評価した。自動検出によって取得した選手の位置データと選手位置の正解データを比較し、検出精度を評価した。

3. 実験結果

3.1. 選手の追跡結果

選手の自動追跡を行った一例を図1に示す。図中におけるカラーの線は、自動検出された選手の移動軌跡を表している。

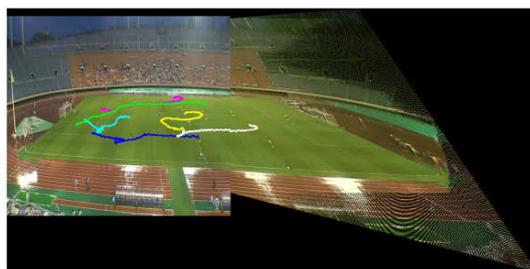


図1.選手の移動軌跡の例

3.2. 選手位置の自動検出精度の評価

図2に二値化処理の閾値範囲と検出領域の大きさを変化させたときの選手検出正解率を示した。検出正解率が最も高かったのは、二値化処理の閾値範囲が55、検出領域の大きさが15のときであり、検出正解率は99.927%であった。検出領域の大

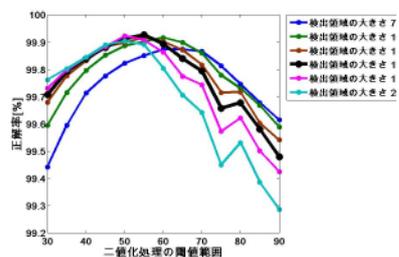


図2.二値化処理の閾値範囲と検出領域と検出正解率の関係

きさごとにみると、検出正解率が二値化処理の閾値範囲が 50 から 65 の間でいずれも最高値を示した。

3.3. 適応化処理を用いた自動検出結果

二値化処理の閾値範囲のパラメータ値は前節の結果を受け、検出領域の大きさを 15、閾値範囲を 55 と設定した。検出枠の予測係数を変化させたとき、検出正解率が最も高かったのは、予測係数が 0.2 のときであり、検出正解率は 99.929% であった。

検出領域の制限係数を変化させたとき、検出正解率が最も高かったのは、制限係数が 0.6 のときであり、検出正解率は 99.942% であった。

二値化処理の閾値範囲の最大値と検出領域の最大値を変化させたとき、検出正解率が最も高かったのは、二値化処理の閾値範囲の最大値が 80、検出領域の最大値が 15 のときであり、検出正解率は 99.962% であった。

図 3 に二値化処理の閾値範囲の増減値を変化させたときの選手検出結果を示した。図の横軸は前フレームの二値化画像のピクセル数に応じ、閾値範囲を拡大させる増

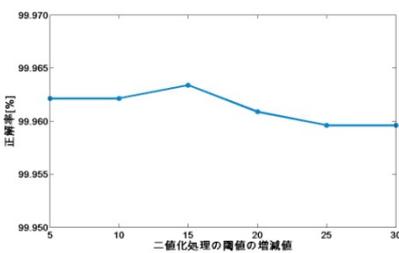


図 3. 二値化処理の閾値範囲の増減値と検出正解率の関係

4. 考察

自動選手位置検出処理における二値化処理の閾値範囲と検出領域の大きさを変化させたときの選手検出正解率をみると、二値化処理の閾値範囲を 55、検出領域の大きさを 15 に設定すると、最も高い精度の自動追跡ができることがわかった。しかしながら、この条件下においても、58 か所の誤検出が生じた。

より高い精度の選手位置検出を行うために適応化処理を用いた選手自動追跡を行った。検出位置の時間的な推移に応じ、適応的に検出枠を移動させる検出枠の位置予測処理を用いたところ、予測係数を 0.2 に設定すると、誤検出数を 56 か所に減らすことができた。次に、検出枠が重なりあった領域に制限をかける検出領域の制限処理を用いたところ、制限係数を 0.6 に設定すると、誤検出数を 46 か所まで減らすことができた。さらに、検出

枠内の二値化画像のピクセル数に応じ、二値化処理の閾値範囲および検出領域の増減を用いたところ、二値化処理における閾値範囲を最大 80 までとし、15 ずつ増減させることで、誤検出数を 29 か所まで減らすことができた。図 2 からわかるように、二値化処理の閾値範囲と検出正解率は逆 U 字曲線を描き、適度な範囲を設定する必要がある。また、検出領域の大きさと二値化処理の閾値範囲は相反した関係にある。閾値範囲が大きくなれば、検出領域が小さいときに正解率は高くなり、逆に、閾値範囲が小さくなれば、検出領域が大きいつきに正解率は高くなる。このことから、検出枠内の二値化画像のピクセル数に応じ、二値化処理の閾値範囲および検出領域の増減の仕方も相反的にする方法も検討すべきである。

しかし、適応化処理を用いた自動検出においても、最も良い検出正解率は 99.963% であり、このことは、90 分の試合において、約 1304 か所の誤検出が生じることを意味する。

選手追跡方法として、誤検出が生じる毎に選手の正しい位置を手動入力し、訂正する方法が一般的である。ここで、選手位置の誤検出率と誤検出に伴う手動入力の回数について考えてみる。1 分当たり手動訂正入力回数は誤検出率が 0.1% とした場合で約 40 回、誤検出率が 0.01% とした場合で約 4 回、誤検出率が 0.001% では 2.5 分で 1 回となる。このように手動入力と組み合わせたとしても、自動検出の検出正解率として、極めて高い精度が要求されることになる。さらに、将来、選手の位置検出をリアルタイムで行えるシステムを考える場合、手動訂正に要する時間を考慮すると、手動入力の回数は多くても 1 分当たり数回に抑える必要があり、その場合極めて高い検出精度と同時に追跡ミスの自動検出は重要な課題となる。

参考文献

- [1]神崎伸夫, 有木康雄. (2002). 分割テンプレートを用いた正規化相関法によるサッカー映像中のボールと選手の追跡. 社団法人電子情報通信学会.
- [2]時倉宗大, 西原明法. (2005). 背景更新による全天候型リアルタイム選手追跡システムの開発. 社団法人電子情報通信学会.
- [3]林原局, 長谷山美紀. (2008). 色成分に着眼したレベルセット法を用いたサッカー映像における選手追跡に関する一検討. 社団法人電子情報通信学会.