

自動映像生成のためのパーティクルフィルタによるボールの追跡

矢野一樹
Kazuki Yano

滝口哲也
Tetsuya Takiguchi

有木康雄
Yasuo Arik

神戸大学大学院自然科学研究科

1 はじめに

近年、様々な新しい放送サービスが始まっている。特にチャンネル数の増加による放送コンテンツの増大は、大きな注目を集めている。しかし、チャンネル数の増加には、様々なコストの問題を解決する必要がある。そこで今日、映像の自動生成技術が求められている。

そのための技術の一つとして、デジタルカメラワークを用いたスポーツ映像の自動撮影という研究が進められている [1]。デジタルカメラワークとは、高解像度の固定カメラにより映像を撮影し、各フレームをデジタル処理してクリッピングを行い、擬似的なカメラワークを実現するものである。ただし、多くのスポーツではボールの動きによって試合が展開されている。そのため、精度の高いボールの検出技術が不可欠になる。

そこで本稿ではパーティクルフィルタを利用した、特にサッカーの試合におけるボールの追跡手法を提案する。また、この手法と従来手法との評価を比較し、良好な結果を得た。

2 正規化相互相関法

物体追跡の最も一般的な手法の一つとして、テンプレートマッチング、特に正規化相互相関法が挙げられる。これは探索領域内 $I(x, y)$ に対して、テンプレート画像 $T(i, j)$ との相関値を求め、最も値の高い領域を対象物体領域とする手法である。相関値 R は次式によって表される。ただし、 $\bar{T}$ はテンプレート、 $\bar{I}$ は相関を求める対象領域の平均輝度値とする。

$$R(x, y) = \frac{\sum_{i,j} \{T(i, j) - \bar{T}\} \cdot \{I(x+i, y+j) - \bar{I}\}}{\sqrt{\sum_{i,j} \{T(i, j) - \bar{T}\}^2 \cdot \sum_{i,j} \{I(x+i, y+j) - \bar{I}\}^2}}$$

$$(\hat{x}, \hat{y}) = \arg \max_{x, y} R(x, y)$$

また、 $(\hat{x}, \hat{y})$ は抽出領域の先頭座標となる。

3 パーティクルフィルタ

自動的な映像生成を目的とする従来研究では、ボールの追跡を行う対象映像は、複数のカメラを用いる場合や、ボールを中心に視点が移動している場合が多かった [2]。一方、本稿では、視点固定の単一カメラを用いた映像を想定している。しかし、単純なテンプレートマッチングの手法では背景にノイズが多い場合や、テンプレートの特徴が乏しい場合、誤認識が発生しやすくなる。このような状況にも頑健な追跡ができる手法としてパーティクルフィルタが提案され、その有効性が報告されている。これは状態量と尤度を持つ多数の粒子によって確率分布を離散的に近似し、確率モデルを伝播させることで、ロバストな追跡を実現させる手法である。以下、アルゴリズムを示す。

Step1 画面内に予測に基づく粒子が与えられる。
Step2 各粒子の尤度を求める。
Step3 各粒子の尤度に応じて、処理を行う

尤度は、その粒子の座標における正規化相互相関法の評価値とする。ただし、この手法をそのまま適用すると、粒子が背景物体を誤認識して、そこから動かなくなる可能性がある。本手法ではそれを防ぐために、背景と現画像との差分をとり、動物体の抽出を行った。動物体上の座標にある粒子のみを評価することによって、ボールやラインといった背景物体への誤認識を防ぐことができる。

4 実験と考察

本実験は 1280 × 720 画素、24 ビット、750 フレームのカラー映像で行った。動物体抽出に用いる背景画像は一定時間毎に連続するフレームを平均して求めておく。下に追跡結果を示す。

手法	失敗回数/100 フレーム
正規化相互相関法 (従来手法)	38.89
パーティクルフィルタ (提案手法)	0.26

表中の失敗とは、従来手法の場合は誤認識のことを指す。また、提案手法では粒子により探索される領域から完全にボールが外れた場合を失敗とする。図 1 に粒子の分布図の例を示す。従来手法ではライン、ボール、選手への誤認識が多く発生したが、提案手法では動物体のみ検出することと、探索範囲を絞ることにより誤認識を多く減らすことができた。しかし、失敗もあり、その例としては、ボールが観客席に重なる場合がある。これは観客席付近はボールと似た物体が多いためである。

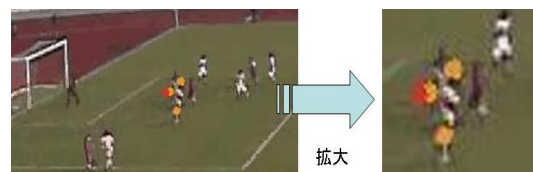


図 1 粒子の分布図

5 おわりに

従来法と比較して、パーティクルフィルタの有効性を確認することができた。ただし、更なる精度の向上を目指すためには特徴量、尤度判定、パラメータ等の更なる検討が必要である。

参考文献

- [1] 有木, 窪田, PRMU2005-115, pp.7-12, 2005-11
- [2] 三須, 高橋: パーティクルフィルタによる単眼動画からのサッカーボール 3 次元軌道推定, 第 5 回情報科学技術フォーラム FIT2006, pp.167-170