

# 3次元パーティクルフィルタとEMDを用いた選手の追跡

Soccer Player Tracking Using 3D Particle Filter and Earth Mover's Distance

西濃拓郎<sup>1</sup>                      滝口哲也<sup>2</sup>                      有木康雄<sup>2</sup>  
Takuro Nishino                      Tetsuya Takiguchi                      Yasuo Ariki

神戸大学大学院工学研究科<sup>1</sup>  
Graduate School of Science and Technology, Kobe University  
神戸大学自然科学系先端融合研究環<sup>2</sup>  
Organization of Advanced Science and Technology, Kobe University

## 1 はじめに

多様化する放送サービスにおいて、コストの削減が重要な役割を占める中、自動映像生成技術が注目を集めている。スポーツ映像においてそれを実現するためには、選手の正確な3次元位置情報の獲得が不可欠である。そこで本稿では、選手の複雑な動きを3次元ワールド座標空間上でモデル化し、パーティクルフィルタ [1] により追跡する方法を提案する。また、粒子の尤度評価方法として選手間の距離に基づいて相関値とヒストグラム間距離の重みを変化させる手法を用いた。実験は、固定されたカメラで撮影されたサッカー映像に対して行った。

## 2 追跡手法

サッカー場にワールド座標系を固定し、その3次元座標を用いて、状態ベクトル  $x$  を式 (1) のようにとる。ただし  $p, v, a$  はそれぞれ位置、速度、加速度を表している、

$$x = \{p_x, p_y; v_x, v_y; a_x, a_y\} \quad (1)$$

3次元ワールド座標空間における状態量を用いることで、奥行きを考慮したより現実に近いモデルになるため、オクルージョンに対して頑健な追跡ができる。ここでは選手の高さを考慮せず、選手の重心の位置を状態量としている。

オクルージョンに強い手法としてヒストグラム間距離がよく用いられている。しかし、この特徴量は粒子の分散が大きくなってしまい、他の選手を誤追跡しやすい。そこで本稿では尤度  $p(z_t|x_t)$  を次式 (2) のように定義する。

$$p(z_t|x_t) = \alpha p_H(z_t|x_t) + (1 - \alpha) p_I(z_t|x_t) \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f(dist_i)$$

ここで、 $n$  は追跡選手の総数、 $f()$  はガウス関数、 $dist_i$  は3次元ワールド座標系における選手  $i$  との距離を表している。選手間の距離が近く、オクルージョンが起こりそうなときはヒストグラム間距離に基づく尤度  $p_H$  の重み  $\alpha$  を大きくし、選手間の距離が遠いときは相関値に基づく尤度  $p_I$  を用いて誤追跡を抑える。本稿では今回ヒストグラム間距離として Earth Mover's Distance [2] と Bhattacharyya 距離、相関値として正規化相互相関値を用いた。

また、運動モデルは等加速度運動を仮定した。

## 3 実験結果

本実験は 1280 × 720 画素、30fps、平均 330 フレームの視点固定サッカー映像 × 12 に対して行った。画面座標系において追跡された位置と目視で観測した位置の誤差が、10pixel 以内であれば追跡成功であるとして追跡精度を導出した。表 1 に結果を示す。

表 1 追跡結果

ヒストグラム間距離	相関値	追跡精度 (%)
なし	正規化相互相関値	70.85
Bhattacharyya 距離	正規化相互相関値	72.24
EMD	正規化相互相関値	75.99

さらに、追跡結果の映像のスクリーンショットを図 1 に示す。

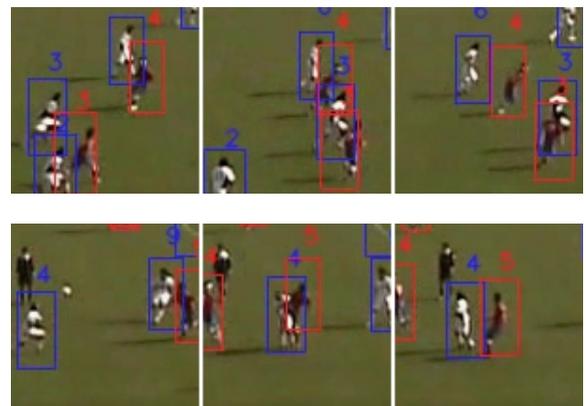


図 1 追跡結果

上下どちらのシーンも激しいオクルージョンがあるにも関わらず、追跡できているのが確認できる。

## 4 おわりに

本稿では視点固定単眼サッカー映像において選手を追跡する手法を提案した。3次元ワールド座標系の状態量をもつパーティクルフィルタの尤度評価に EMD を用いることで、よりオクルージョンに頑健な追跡結果となった。今後は獲得した3次元位置情報を用いたサッカーのイベント検出などへの応用が考えられる。

## 参考文献

- [1] 樋口知之, "粒子フィルタ", 電子情報通信学会誌 Vol.88 No.12 pp.989-994, 2005
- [2] Y Rubner ら, "The Earth Mover's Distance as a Metric for Image Retrieval", IJCV, pp.99-121, 2000