

## 平均値シフト法を用いた複数人物追跡

## Multitarget Tracking Using Mean-shift with Particle Filter based Initialization

小田慧介<sup>1</sup> 佐藤元紀<sup>2</sup> 米元聡<sup>3</sup>

Keisuke Oda Motonori Sato Satoshi Yonemoto

## 1. はじめに

近年セキュリティ対策を目的として画像認識技術による人物監視システムが開発されており、特に、駅、空港などの不特定多数の人間が行き来する空間における監視の強化に期待されている。本研究は、複数の人物を安定に追跡するために、平均値シフト法を利用する。平均値シフト法は対象の色分布をモデルとして予め獲得しておき、その色分布と対象の色を比較することで追跡を行うため、形状の変化する対象の追跡に適した手法である。平均値シフト法では対象の色分布を事前情報として利用するため、この色分布をどのように獲得するかが問題である。そこで、本研究では、平均値シフト法の初期色分布モデルを自動的に獲得するためにパーティクルフィルタを利用する。パーティクルフィルタは多数のパーティクル(仮説)から次状態を予測して追跡する手法である。本研究では、パーティクルフィルタで出現対象に関する初期色分布モデルを自動的に獲得した後、通常平均値シフト法による安定な追跡に切り替える。

## 2. 平均値シフト法

平均値シフト法[1]は、色ヒストグラムの特徴をモデルとして対象を追跡する手法で、はじめに追跡対象の色ヒストグラムを求めておく必要がある。これを初期色分布モデルと呼ぶ。次に追跡対象を追跡するフレームの色ヒストグラムを生成して初期色分布モデルと比較する。これを探索色分布モデルと呼ぶ。これを反復することで初期色分布モデルと探索色分布モデルの一致度の極大を求め、物体の移動位置を求める追跡法であり、対象の形状変化に影響を受けにくい、安定に非剛体物体を追跡するための手法として注目されている。

## 3. 初期色分布モデルの自動獲得

平均値シフト法を不特定多数の人物追跡に適用する場合の問題となる初期色分布モデルの自動獲得を、以下のパーティクルフィルタ[2]による出現監視により実現する。

1. 追跡対象が侵入する監視エリアを定義し、パーティクルフィルタを用いて対象の出現の監視を行う。
2. パーティクルフィルタが対象の侵入を検出した場合、パーティクルフィルタの推定情報から平均値シフト法の初期色分布モデルを獲得する。
3. 平均値シフト法に切り替え、獲得した初期色分布モデルを用いて追跡を行う。

パーティクルフィルタを用いる場合、尤度をどのように定義するかが重要である[3]。本研究では、尤度の計算に必

要な画像特徴として動的背景差分処理により得られる対象領域を用いる。

平均値シフト法で用いるカーネルをパーティクルフィルタのモデルとし、画像特徴との尤度を計算する。2.で平均値シフト法に与えるパーティクルフィルタの推定情報は、カーネル中心位置、長径、短径である。

## 4. 複数人物の追跡

今回、複数の人物が左右の画面端からのみ出現するシーンを想定し、左右の画面端 2 箇所監視エリアを設定する。上述のシーンに対する複数人物の追跡手順を以下に示す。

1. 初期色分布モデルの自動獲得 人物出現を監視する監視エリアを左右 2 箇所に定義する。定義したそれぞれのエリア内にパーティクルフィルタを配置し、人物出現を同時に監視する。パーティクルフィルタが人物を検出した場合、パーティクルフィルタの推定情報から初期色分布モデルを獲得する。このとき、パーティクルフィルタは次の対象を監視するため、それぞれの監視エリアに再配置する。同一人物の重複追跡を回避するため、一定時間経過後に配置する。
2. 平均値シフト法への切り替え 平均値シフト法に切り替え、人物の追跡を行う。
3. 平均値シフト法の追跡終了判定 平均値シフト法による追跡位置が画面端に来た場合を追跡終了とする。

今回、比較的単純なシーンを想定しているが、監視エリアを追加、変更することでその他のシーンにも適用可能であると考えられる。

## 5. 実験結果

複数人物追跡の実験について述べる。画像サイズ 640×480, 15fps で獲得した計 300 枚の画像系列を実験に用いた。また、動的背景差分処理のため、300 枚の背景画像系列を用いて背景モデルを構築した。3 人の人物が右、左、右の順で交互に出現し横切るシーンを想定した。図 1 に設定した監視エリアを赤枠で示す。図 2 にパーティクルフィルタによる人物領域の検出の様子を示す。青色の点(緑色の楕円)がパーティクルであり、青色の楕円が推定したカーネルである。パーティクル数は 100 とし、カーネル内の対象画素の占める割合をもとに尤度を定義した。図 3 に追跡結果の一部を示す(上: 1 フレーム目, 中: 72 フレーム目, 下: 97 フレーム目)。図 2 同様、青色の楕円がパーティクルフィルタによる推定結果である。平均値シフト法による追跡結果として、左側から侵入した人物を黒色の楕円、右側から進入した人物を緑色の楕円により示している。図 4 に 3 人の人物の追跡位置の軌跡を示す。人物をとらえるまでのパーティクルフィルタの軌跡と、切り替わった平均値シフト法による軌跡との結合で各人物の軌跡を表している。計 3 個のパーティクルフィルタが人物の出現を検出

1 九州産業大学大学院 情報科学研究科

2 (株) 明和 e テック

3 九州産業大学 情報科学部 知能情報学科

し、平均値シフト法に切り替わる処理を実現できた。96フレームのところで左右から来た人物が交差するが、安定に追跡することが可能であった。以上の実験により、パーティクルフィルタを用いて平均値シフト法の初期色分布モデルの自動獲得を行えること及びその獲得情報を用いた平均値シフト法で安定な追跡が行えることを確認できた。

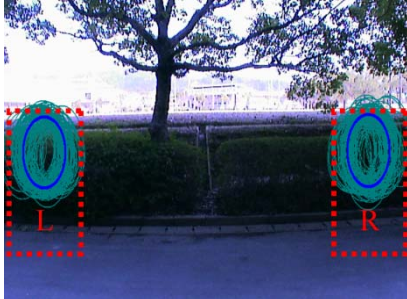


図1 監視エリアとパーティクルフィルタの配置

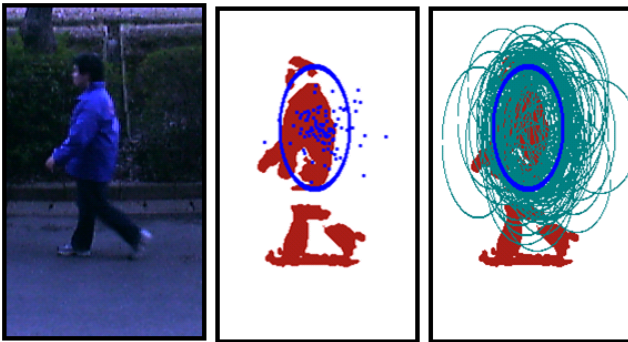


図2 パーティクルフィルタによる侵入検出：  
(左)入力画像 (中)パーティクル (右)パーティクル詳細

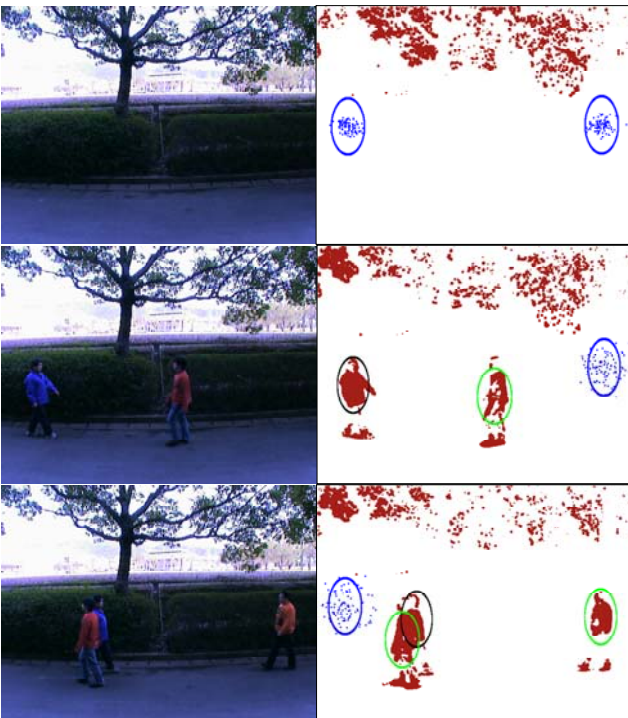


図3 追跡の様子：(左)入力画像 (右)追跡結果

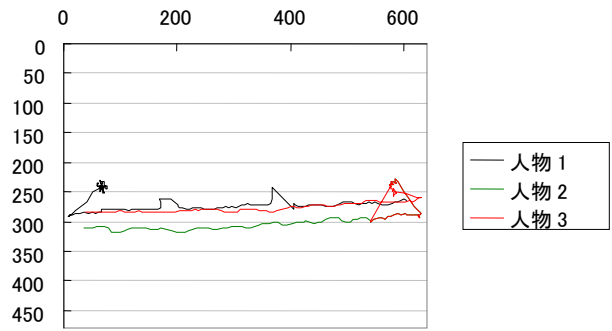


図4 追跡結果

また、本手法をリアルタイム人物検出の場合にも適用した。実験で用いた計算機環境では、パーティクルフィルタによる推定に  $28 \text{ msec}$ 、平均値シフト法の追跡に  $20 \text{ msec}$  要した。全ての処理に要する時間は、監視パーティクルフィルタ数  $P$ 、最大同時追跡対象数が  $M$  人の場合は  $28 \times P + 20 \times M \text{ msec}$  (2つの監視エリアで3人同時追跡の場合は  $116 \text{ msec}$ ) となる。リアルタイム人物検出を実現するには、想定する同時追跡対象数に応じて用いる計算機の性能を決める必要がある。

## 6. まとめ

本論文では、平均値シフト法を不特定多数の人物追跡に適用する場合に問題となる初期色分布モデルの獲得を、パーティクルフィルタを用いた侵入監視により自動化する手法及び複数人物の追跡への適用方法について述べた。左右2箇所の監視エリアの場合について複数人物追跡実験を行い、追跡が可能であることを確認した。また、リアルタイム人物検出の場合へも適用し、動作することを確認した。本手法では、複数の人物が接近して同時に侵入した場合に1人の人物として追跡してしまう問題があり、人物領域が途中で分離する場合への対策が必要である。また、パーティクルフィルタによる侵入監視では、背景差分による対象領域を画像特徴に用いたが、より確実な初期色分布モデルの獲得のためには、より有効な画像特徴を検討する必要がある。

## 参考文献

- [1] Comaniciu Dorin, Ramesh Visvanathan, Meer Peter, "Real-Time Tracking of Non-Rigid Objects using Mean Shift", Proc. of Computer Vision and Pattern Recognition, pp.142-149, 2000
- [2] Dorin Comaniciu, Visvanathan Ramesh, Peter Meer, "Kernel-based object tracking", IEEE TRANSACTION PATTERN ANALYSIS AND MACHINE, vol.25, No.5, pp.564-577, 2003
- [3] 古川裕次郎：パーティクルフィルタによる3次元人物の追跡，第70回情報処理学会全国大会講演論文集，2008