

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 広域撮影可能な監視カメラを用いた人物追跡

氏 名 西村 仁志

論 文 内 容 の 要 旨

人々が社会で快適でかつ安心な暮らしを実現するために、これまでにマーケティングや監視のような様々な分野で研究が推進されてきた。そのような分野においては、自動的に人物の行動を認識することが求められており、その際に最も重要な役割を果たすのが人物追跡技術である。本論文では、人物追跡の要素である人物位置推定と人物 ID 推定の誤りに対して、単一人物追跡と複数人物追跡に分けて解決を目指す。単一人物追跡では、パーティクルフィルタの枠組みを用いた確率的な相関フィルタの更新により、人物位置推定のずれを解決する。複数人物追跡では、可能な限り多くの人物を追跡できるように、広域を撮影できる全方位カメラ及びドローン搭載カメラを用いた手法を検討する。局所的パノラマ展開と世界座標表現により、全方位カメラの見える歪みによって生じる人物 ID 推定の誤りを解決する。また、人物軌跡と複数フレーム行動特徴量 (MAF) の交互更新により、ドローン搭載カメラのブレによって生じる人物 ID 推定の誤りを解決する。

第 1 章では、本研究の背景及び目的、本論文の構成について述べる。人物の行動を認識するために重要となる人物追跡は、実応用では人物位置推定と人物 ID 推定に誤りが生じやすく、応用先において致命的な問題となる。本論文ではこれらを単一人物追跡と複数人物追跡に分けて解決することを目指す。単一人物追跡では、見えの変化によって生じる位置推定のずれの解決を目指す。一方、複数人物追跡では、広域を撮影できる全方位カメラ及びドローン搭載カメラを用い、見える歪みやブレによって生じる人物 ID 推定の誤りの解決を目指す。

第 2 章では、人物追跡に関する関連研究をまとめる。従来、追跡手法は、照合による手法、類似度勾配による手法、時系列フィルタによる手法、検出による手法の順に変遷してきた。まず、単一人物追跡において、検出による手法は遮蔽や変形のような見えの変化に弱いという問題を指摘する。次に、複数人物追跡において、広

域を撮影できる全方位カメラ及びドローン搭載カメラを用いる際の問題について各々指摘する。

第3章では、見えの変化に頑健な単一人物追跡手法を提案する。従来の検出による追跡手法は、追跡対象とそれ以外の物体を識別する能力は高い。しかし、遮蔽や変形のような見えの変化に対して不安定なため、人物位置推定にずれが生じやすい。そこで、検出による追跡の信頼度が低下した際に、見えの変化に頑健な時系列フィルタと組み合わせる手法を提案する。提案手法では、時系列フィルタであるパーティクルフィルタの観測モデルとして、検出器である相関フィルタによって得られた応答マップを用いる。また、複数の相関フィルタを用意し、パーティクルフィルタの状態変数に追加することで、最適な相関フィルタを選択しながら追跡する。実験では、TB-50 データセットを用いて、提案手法が物体の遮蔽・変形・回転のような見えの変化に対して頑健であることを確認する。

第4章では、全方位カメラを用いた見えの歪みに頑健な複数人物追跡手法を提案する。複数人物追跡では、可能な限り多くの人物を追跡するために広域を撮影することが望ましい。その手段として 360 度の画角をもつ全方位カメラを用いる。しかし、その場合、レンズの歪みによって、人物の見えや位置がフレーム間で非線形に変化してしまう。これに対して通常カメラ向けに設計された従来手法を単純に適用すると、フレーム間の人物対応付けが失敗（ID スイッチが発生）しやすくなる。この問題を解決するため、人物の 3 次元モデルを用いた追跡手法を提案する。提案手法では、1) 人物領域のみを局所的に展開してから特徴抽出する、2) 距離指標が均一な世界座標系で人物位置を表現する。これらによって、人物の見えや位置の非線形な変化を防ぎ、人物対応付け精度を向上させることができる。実験では、独自に作成した LargeRoom・SmallRoom データセットを用いて、局所的展開と世界座標表現がともに有効であることを確認する。

第5章では、ドローン搭載カメラを用いたブレに頑健な複数人物追跡手法を提案する。広域を撮影する別の手段として、移動可能なドローン搭載カメラを用いる。ドローン搭載カメラを用いた場合、ドローンの急な動きによって、人物の見えや位置がフレーム間で急激に変化してしまう。これに対して固定カメラを対象とした従来手法を適用すると、フレーム間の人物対応付けが失敗（ID スイッチが発生）しやすい。この問題に対応するために、人物の行動に関する特徴量を用いた追跡手法を提案する。提案手法では、推定した人物軌跡に基づいて行動特徴量を更新し、再度人物追跡に用いる。実験では、Okutama-Action データセットと Drone-Action データセットを用いて、提案手法により交互更新の反復を繰り返すことで、ID スイッチを防止できることを確認する。

第6章では、本論文をまとめ、今後の課題と展望を述べる。上記3つの提案手法により、人物追跡における人物位置推定と人物 ID 推定の誤りは解決される。今後は、複数のカメラからの映像やカメラ以外のセンサからの情報の活用方法を検討する必要がある。また、プライバシー保護も考慮しながら人物追跡技術を利用することで、人々がより快適でかつ安心して暮らせる社会を実現できると考えている。