

## 複数カメラを用いた Motion Signature に基づく人物のトラッキングの検討 Study of Human Tracking Based on Motion Signature in Multiple Cameras

堀 隆之<sup>†</sup> 大谷 淳<sup>†</sup> 棚沢 順<sup>‡</sup>  
Takayuki Hori Jun Ohya Jun Kurumisawa

### 1. はじめに

監視システムにおいては不審者など特定の人物を追跡することが求められることから、人物を追跡する技術はシーンの認識における重要な手段である。ところで現在取り組まれるトラッキング技術の多くは同一画像内を追跡範囲としている。実際の監視システムへの応用を考えると、人間は空間を自由に移動することが可能であるため、広域の監視が必要である。特定の人物を広域に追跡するために複数台のカメラを用いることが考えられる。複数台のカメラを用いて特定の人物の追跡を行う場合、カメラ間で死角が生じることは避けられず、従来法が適用できない場面が考えられる。なぜならカメラ間で撮影した画像の色合いが異なり、またカメラ間の死角における人物の行動は予測出来ないためである。そのためカメラ間の死角に対応する取り組みが求められる。

カメラ間で生じる死角での人物の行動は未知であり予測することは不可能である。また複数台のカメラを用いた場合、カメラ間での撮影条件が変化することでカメラが捉える色空間はカメラごとに異なることから、追跡対象の色情報に関するトラッキングのパラメータを引き継ぐことは困難である。互いに視野を共有しない複数台のカメラを用いた人物のトラッキングにおいて、画面内の人物を識別し、同定することが可能であれば、カメラ間の死角に対応する有効な手段となる。

歩容認証とは人物の歩行動作から個人を特定する技術である[1]。歩容認証では個人の歩行動作についての姿勢変化に注目しているため、その時系列的な変化をどのように扱うかが重要な点である。Vasilescu らはテンソル空間を利用した多重線形モデルに基づく動作認識手法を提案した[2]。Vasilescu らによると人物の動作には個性があり、多重線形モデルから Motion Signature を求めることで、動作や個人を識別することが可能である。

本研究は画面内の人物の歩行動作について Vasilescu らの取り組みを基に Motion Signature から人物を識別し、互いに視野を共有しない複数台のカメラ間で移動する人物のトラッキングに応用する取り組みである。そのシステムの概要は図1に示す通りである。本論文ではカメラ画像から Motion Signature を用いた個人認識手法について検討し、複数台のカメラ間で移動する人物を Motion Signature に基づく手法で同定し、トラッキングに応用する手法の有効性を検証する。

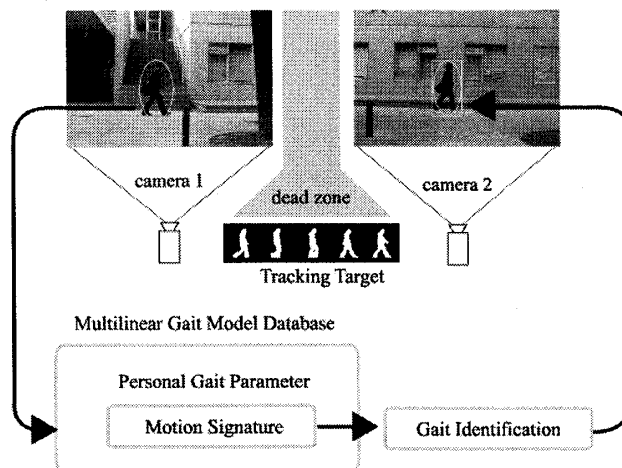


図1. システムの概要

### 2. Motion Signature に基づく個人認識

#### 2.1 手法の概要

本手法では人物の歩行動作から人物を同定するために動作におけるシルエットの形状変化を利用する。その際、歩行動作に伴う姿勢の変化について人物ごとに歩行動作の多重線形モデルを構築し、個人の Motion Signature を算出する。

#### 2.2 多重線形モデル

本手法における多重線形モデルでは、人物  $P$ 、動作  $A$ 、時系列  $T$  の各次元を有するデータテンソル  $\phi$  を用いる。すなわち、人物  $P$  の次元に垂直な平面は時系列的な形状変化を示す個人内変動、時系列  $T$  に垂直な平面は動作についての個人差を示す個人間変動に対応する。

#### 2.3 画像特徴量

本手法では人物の動作モデルを構築する際に、背景差分法から求められる人物のシルエット画像についての画像特徴量をベクトルに格納して使用する。ここでは画像特徴量について人物の姿勢推定法で利用される Lt-s 特徴量[3]を用いる。

#### 2.4 個人認識実験

Motion Signature を用いた歩行動作から個人を認識する手法の精度を評価するために、従来法との認識精度を比較することで提案手法の有効性を明らかにする。ここでは比較対象として、PCA法 (Principal Components Analysis) により構築した個人の動作モデルを用いた個人認識手法と NN 法 (Nearest Neighbor Algorithm) を用いた認識手法を使用し、互いの認識率を比較する。実験においては歩行動作

<sup>†</sup> 早稲田大学大学院国際情報通信研究科  
Graduate School of Global Information and  
Telecommunication Studies, Waseda University

<sup>‡</sup> 千葉商科大学政策情報学部  
Dept. of Policy Informatics, Chiba University of Commerce

2 パターン (walk1, walk2), 走行動作 2 パターン (run1, run2) の動作ごとに, 30 名の中から個人を特定する識別実験を行った。

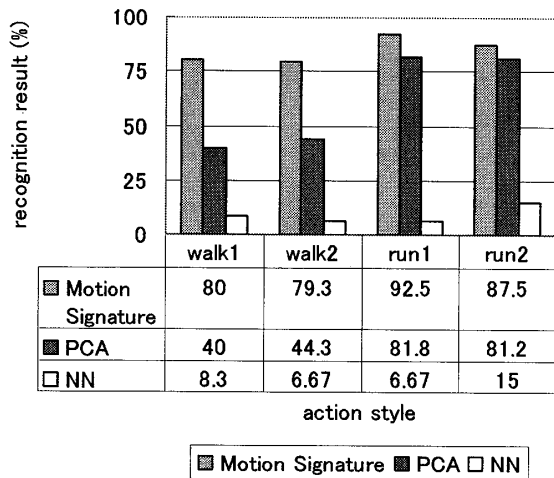


図2. 各動作の個人認識率

## 2.5 個人認識実験結果

図2は4種類の動作ごとにみた個人認識の実験結果である。NN法の認識率はデータベースの規模に依存するため、データサンプル数が少ない本実験では十分な認識精度を得られなかった。また提案手法はPCAと比べ高い認識率を示している。以上よりMotion Signatureを用いた歩行動作から個人を特定する手法の有効性が確認された。

## 3. 複数カメラにおける Motion Signature を用いたトラッキング

複数台のカメラ間で移動する人物の歩行動作から人物を同定することで、カメラ間の死角に対応し、特定の人物をトラッキングすることが可能であると考えられる。本研究では互いに視野を共有しないカメラ間で特定の人物をトラッキングする際にMotion Signatureを用いて人物を同定する。そして人物を同定した結果からトラッキング用パラメータをカメラごとに新規に取得し、初期化されたパラメータからトラッキングを再び開始する。なお同一画面内のトラッキングはmean-shift法を用いる。

ここでは2台のカメラを用意し、カメラ間を移動する人物をトラッキングする。図3において、camera 1, 2における歩行動作のシルエット画像は人物のMotion Signatureを算出するため利用した。ここでは人物の歩行動作の1周期

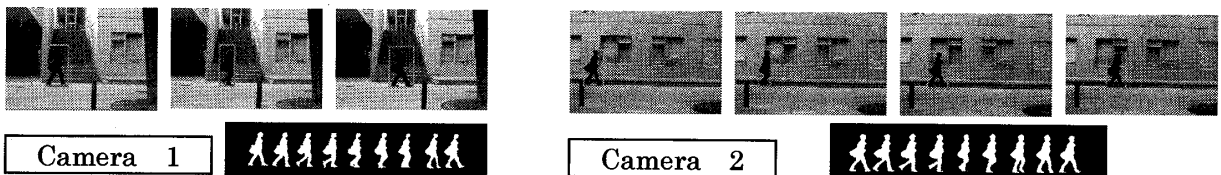


図3. 2台のカメラ画像を移動する人物のトラッキング結果とデータテンソル用シルエット画像

を動作単位として扱い、データテンソルを構築する。

camera 1の歩行動作は個人を特定するための学習用データベースとして個人の歩行動作モデルを構築する。camera 1でトラッキングしてきた人物がカメラ間の死角を移動した後、camera 2で人物の歩行動作が撮影される。camera 2で人物の歩行動作が撮影された後、人物の歩行動作の1周期を動作単位で取得する。取得されたデータは個人を特定するための認識用データとして利用し、camera 1で構築された個人の歩行動作テンソルと照合する。その結果、camera 2で撮影された人物がcamera 1に映ったいずれの人物かを認識する。

トラッキングについて、ここではmean-shift法を用いる。撮影環境が異なる場合、カメラで撮影される色情報は異なる。そのため複数台のカメラを利用する場合、カメラごとに追跡対象の色情報を取得することが望ましい。本研究では追跡対象の色情報はカメラごとに独立して扱う。camera 1で撮影された追跡対象の色情報はcamera 2では利用せず、camera 2で歩行動作から人物を特定する過程で人物の領域の色情報を再取得している。そして実際のカメラ画像において、カメラ間を移動する人物をMotion Signatureを用いて特定できたことを確認し、互いに視野を共有しない複数台のカメラ間を移動する人物のトラッキングを実現した。

## 4. まとめ

本論文では多重線形モデルに基づき人物の動作モデルを作成し、Motion Signatureを用いた人物の認識手法とトラッキングへの応用手法を提案した。Motion Signatureを用いた人物の認識は従来法と比べ有効性が確認され、複数台のカメラ間でのトラッキングへの応用に有効であることが実験で示された。本手法の課題として、人物の動画像についてカメラの撮影条件が人物の側面を撮影する場合に限られる点が挙げられる。今後は視点の方位の自由度を増し、多視点に順応する手法の開発を進める。また時系列情報の扱いについて、運動周期が異なる場合に対応するため、テンソルのスケールを正規化するアルゴリズムの開発と、画像特徴量について重み付けを行うなどし、認識精度の向上に取り組む予定である。

### 参考文献

- [1] Kazushige Sugiura, Yasushi Makihara, Yasushi Yagi, "Gait Identification based on Multi-view Observations using Omnidirectional Camera", In Proc. 8th Asian Conference on Computer Vision, pp.452-461, Tokyo, Japan, Nov. 18-22, 2007.
- [2] M. A. O. Vasilescu, "Human Motion Signatures: Analysis, Synthesis, Recognition", International Conference on Pattern Recognition (ICPR'02).
- [3] K. Takahashi, T. Sakaguchi, and J. Ohya, "Remarks on a Real-Time 3D Human Body Posture Estimation Method using Trinocular Images", 15th International Conference on Pattern Recognition, Vol. 4, pp.693-697, Barcelona, Spain, September 2000.