

歩容認証の高精度化のための人物領域の抽出手法の改良

Improvement on Individuality-Preserving Silhouette Extraction for High Accurate Gait Recognition

中村浩一朗[†] 内海ゆづ子[†] 岩村雅一[†] 黄瀬浩一[†]
榎原靖[‡] 村松大吾[‡] 八木泰史[‡]

[†]大阪府立大学大学院工学研究科

[‡]大阪大学産業科学研究所

Koichiro NAKAMURA[†] Yuzuko UTSUMI[†] Masakazu IWAMURA[†] Koichi KISE[†]
Yasushi MAKIHARA[‡] Daigo MURAMATSU[‡] Yasushi YAGI[‡]

[†]Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University

[‡]The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

アブストラクト 防犯カメラによる犯罪捜査への応用を目的とした歩容認証が注目を集めている。歩容認証の手法は、画像上の人物領域を抽出して得られる歩容シルエット画像を用いる方法が現在の主流となっている。人物領域を手動で抽出すると負担がかかるため、自動で抽出する手法として、標準歩容モデルを用いた人物領域抽出が提案されている。この手法では、抽出する対象となる人物と類似する標準歩容モデルを選択し、適用することで、歩容の認証精度が向上することが示されている。しかし、人物領域の抽出精度の評価は限定的である。そこで、本研究では、標準歩容モデルの適用により、人物領域の抽出精度がどのように変化するかを調査した。また、類似する標準歩容モデルの選択方法の改善により、人物領域の抽出精度を更に向上させる手法を提案する。実験において、提案手法を用いたときが最も高い人物領域抽出精度を示した。

1 はじめに

人の生体情報を利用して個人認証を行う生体認証技術のひとつに人の歩容の特徴を用いた歩容認証がある。歩容認証には、他の生体認証と比べて、遠距離から撮影された低解像度の映像でも人物を認証できるという利点がある。

現在の歩容認証の手法では、歩容シルエット画像から特徴抽出を行う手法が主流となっている。歩容シルエットを自動で切り出す手法として、標準歩容モデルを用いた人物領域抽出がある [2]。これはグラフカット領域分割 [1] に標準歩容モデルを適用したものである。実験において、標準歩容モデルを適用することによって、歩容の認証精度が向上することが示されている。しかし、人物領域の

抽出精度の評価は行われておらず、抽出精度の向上が歩容認証の高精度化に寄与しているかは検証されていない。そこで、本稿では標準歩容モデルを適用したとき、人物領域の抽出精度がどのように変化するかを調査した。また、手法 [2] で選択される標準歩容モデルは、上半身は入力画像の前景領域と類似しているが、足元は大きくずれており、それに影響されて人物領域の足元の部分が適切に抽出されていない場合があった。本稿では標準歩容モデルの選択が正しく行われるように手法を改善し、そのときの人物領域の抽出精度と歩容の認証精度を評価した¹。

2 標準歩容モデルを用いた人物領域抽出 [2]

手法 [2] は、前景と背景の領域の情報（データ項）、前景と背景の境界の情報（平滑化項）、人の形の情報（標準歩容モデル）を用いてグラフカット [1] を行い、領域を分割することによって、人物領域を抽出する。標準歩容モデルとは、複数人の人物の歩容を表したシルエット画像列である。

前景領域と標準歩容モデルの照合については以下の通りである。まず、標準歩容モデルを学習用被験者の画像から高さを正規化して位置合わせをしたシルエット $G \in \mathbb{R}^{W \times H}$ として生成する。ここで W , H はそれぞれ画像の幅と高さである。また、前景領域を表す画像として入力画像に対して背景差分を行い正規化した画像を $I \in \mathbb{R}^{W \times H}$ として表す。図 1 は黒色の部分が前景領域 I , 赤色の部分が標準歩容モデル G を表している。

全ての標準歩容モデルに対して、図 1 のように前景領域と照合し、相違度を求め、DP マッチングを行って最適

¹本研究は、[4] にて発表した内容である。



図 1: 前景領域と標準歩容モデルの照合

な標準歩容モデルを決定する。相違度には、谷本距離 [3] を用いる。前景領域 I と標準歩容モデル G の谷本距離 d_1 を以下のように定義する。

$$d_1 = 1 - \frac{\sum_{(x,y)} \min\{I(x,y), G(x,y)\}}{\sum_{(x,y)} \max\{I(x,y), G(x,y)\}} \quad (1)$$

3 提案手法

一般に人物の全身を撮影した画像では、下半身に比べて上半身の面積の方が大きくなるため、式 (1) を用いた従来手法では上半身の相違度が強く影響し、適切な標準歩容モデルが選択されなかった。そこで、相違度の計算の際に、足元の影響が大きくなるように重みを設定する。提案手法では、前景領域と標準歩容モデルの相違度 d_2 を重み $\omega(x,y)$ により以下のように定義して用いる。

$$d_2 = 1 - \frac{\sum_{(x,y)} \omega(x,y) \min\{I(x,y), G(x,y)\}}{\sum_{(x,y)} \omega(x,y) \max\{I(x,y), G(x,y)\}} \quad (2)$$

4 実験

標準歩容モデルを用いずに得られた人物領域と、標準歩容モデルを用いて得られた人物領域、また提案手法で得られた人物領域を比較するため、人物領域の抽出精度と歩容の認証精度のそれぞれを評価した。データセットには、小学校に設置された 2 台の防犯カメラ（カメラ A、カメラ B）でそれぞれ 56 人の歩行者を撮影し、このうち 50 人を入力画像、6 人を標準歩容モデルとして用いた。また、人物領域の抽出精度を評価するため、カメラ A で撮影された 5 人分の入力画像に対し、人物領域の正解データを手動で作成した。

人物領域を抽出する際、入力画像の前景領域と標準歩容モデルの類似度が最も大きい標準歩容モデルを用いて人物領域の抽出結果を出力し、歩容特徴を抽出した。提案手法では、式 (2) において、画像の下部分 20% の相違度を計算する際、 $\omega(x,y) = 7.5$ 、それ以外は $\omega(x,y) = 1.0$ となるように設定した。人物領域の抽出精度の評価には、人物領域の抽出結果と正解データを比較し、人物領域の抽出に失敗した画素の総数を s 、入力画像の画素の総数を u として、人物領域の抽出のエラー率を $e = \frac{s}{u}$ と定義する。認証の際、カメラ A で撮影した入力画像から抽出される歩容特徴を Probe、カメラ B で撮影した入力画像か

表 1: 人物領域の平均抽出誤差 [%]

人物	モデル無し	モデル有り	提案手法
1	0.219	0.169	0.147
2	0.091	0.089	0.088
3	0.161	0.156	0.155
4	0.206	0.187	0.190
5	0.172	0.173	0.169
平均	0.184	0.154	0.149

表 2: 歩容認証の一位認証率 [%]

モデル無し	モデル有り	提案手法
62	70	64

ら抽出される歩容特徴を Gallery として、認証を行い、50 人分の入力画像に対し、正しく認証される割合を歩容認証の一位認証率とした。

人物領域抽出と歩容認証の精度をそれぞれ表 1, 2 に示す。実験の結果、標準歩容モデルを適用することによって、人物領域の抽出精度は向上した。また、提案手法は手法 [2] と比較して、人物領域の抽出精度は向上したが歩容の認証精度は低下した。

5 まとめ

人物領域の抽出に標準歩容モデルを適用することによって、人物領域抽出の改善、そして、歩容認証において精度が向上することを示した。また、谷本距離 [3] の計算に重み付けを行うことで、人物領域の抽出精度は向上した。しかし、歩容の認証精度が低下する場合があった。そのため、歩容特徴や認証方法に問題があると考えられ、さらなる考察が必要である。

謝辞

本研究は、JSPS 基盤研究 (A)JP15H01693 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Yuri Y Boykov, et al. Interactive graph cuts for optimal boundary and region segmentation of objects in nd images. In *Proc. of ICCV*, Vol. 1, pp. 105–112, 2001.
- [2] Yasushi Makihara, et al. Individuality-preserving silhouette extraction for gait recognition. *IPSJ Tran. on CVA*, Vol. 7, No. 0, pp. 74–78, 2015.
- [3] KR Jr Sloan, et al. Progressive refinement of raster images. *IEEE Tran. on Computers*, Vol. 100, No. 11, pp. 871–874, 1979.
- [4] 中村浩一郎, 他. 歩容認証の高精度化を目的とした人物領域の抽出手法の改良. 研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM), Vol. 2017-CVIM-207, No. 18, pp. 1–7, 2017.