

シルエット画像を用いた荷物所持による歩容変化の分析

情報科学科 鈴木 陵馬

指導教員：村上 和人

1 はじめに

歩行動作を用いた個人認証である歩容認証では、荷物を所持しているとシルエットが変化してしまい、正確な認証ができなくなってしまうという問題点がある。

本研究では、手ぶら、荷物所持状態のシルエット画像を用いて、両画像の変化を分析し、それらがどのように、どの程度影響しているのかを検討する。

2 歩容変化の抽出

歩容のシルエット画像列 (GSV: Gait Silhouette Volume)、シルエット平均画像を生成する。さらに、これを用いて手ぶら状態、荷物所持状態でのシルエット変化の抽出を行う。

2.1 シルエット画像生成

はじめに背景差分を行い、移動物体と背景を分離する。グレースケール化をした後、二値化を行い、最大面積を持つ領域だけを残すことによりシルエット画像を生成する。

2.2 GSV の生成

人物領域を包含する最小の矩形を抜き出し、ガウシアンフィルタによって平滑化を行う。次に、高さが $H[\text{pix}]$ になるように、アスペクト比を保ったまま拡大・縮小を行う。最後に、人物領域の上端が画像上端の中央に来るように、 $W \times H[\text{pix}]$ の画像を作成し、それらを時間軸方向に並べることにより、GSV を生成する (図 1)。GSV の第 t フレームの画像を $f_t (t=1, 2, \dots, N)$ とする。

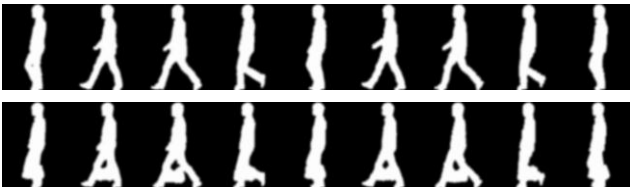


図 1 GSV (4 フレーム毎、上：手ぶら 下：荷物所持)

2.3 シルエット平均画像の生成

続いて、歩容特徴の分析画像としてシルエット平均画像 F (図 2) を生成する。これは、GSV の各フレームの画素値の平均を輝度にもつ画像であり、座標 (i, j) における F の輝度値 $F(i, j)$ は、 f_t の輝度値 $f_t(i, j)$ を用いて、

$$F(i, j) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N f_t(i, j) \quad (1)$$

と表現できる。手ぶら、荷物所持状態の画像をそれぞれ F_f 、 F_h とする。



図 2 シルエット平均画像 F (左： F_f 右： F_h)

2.4 差分を用いた歩容変化の抽出

画像 F_f 、 F_h の差分を取ることで歩容変化を求める。図 3 より、高輝度が集まっている箇所があるが、これは手ぶら時にはない荷物部分が現れていると予想される。

さらに、差が大きな部分は画像 F_f 、 F_h 間の類似度の低下を引き起こすため、この荷物領域を正確に抽出し、除去する必要があるのではないかと考える。



図 3 差分画像

3 荷物領域抽出実験

画像 F_h と各被験者の画像 F_f の各画素の平均値をもつ比較用画像 T (図 4) との差分を行う。さらに、二値化処理を行い、最大面積をもつ領域を荷物領域 (図 5) とする。被験者 12 人に対して抽出を行ったところ、10 人において 90% 以上の抽出率を得られた。抽出率 E は、抽出した領域に実際の荷物領域がどの程度含まれているかを表し、実際の荷物領域を A 、抽出された荷物領域を B として、

$$E = \frac{A, B \text{ 両方に含まれるピクセル数}}{A \text{ に含まれるピクセル数}} \quad (2)$$

で計算する。実際の荷物領域は図 6 に赤で示した領域であり、手動で抽出した。



図 4 比較用画像 T 図 5 抽出結果 図 6 実際の荷物領域

4 荷物領域の有無によるシルエットへの影響

画像 F_f 、 F_h 間の類似度を用いることによって、荷物領域が及ぼすシルエット変化の程度を調べる。手ぶら、荷物所持状態のシルエット平均画像をそのまま用いた類似度 R_1 と、抽出した荷物領域部分を除いた部分のみを用いた類似度 R_2 の比較を行う。類似度の計算には、

$$R = \frac{\sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} F(i, j) T(i, j)}{\sqrt{\sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} F(i, j)^2 \times \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} T(i, j)^2}} \quad (3)$$

で表される正規化相互相関を用いる。

表 1 に被験者 A~D の R_1 、 R_2 の値を示す。各被験者において R_1 から R_2 へ 0.1~0.15 程度の類似度向上がみられた。

表 1 被験者 A~D の類似度 R_1 、 R_2

	A	B	C	D
R_1	0.605	0.482	0.591	0.403
R_2	0.759	0.608	0.689	0.494

5 おわりに

本研究では、手ぶら、荷物所持状態のシルエット平均画像を生成し、両画像の差分を取ることで荷物所持によるシルエット変化がどこに現れるのか、また、類似度を用いて、それらがどの程度影響しているかの検討を行った。

今後は、他の種類の荷物による影響を検討するとともに、撮影方向の追加による多方向からの分析が課題である。