

# 歩行動画像における歩行動作特徴抽出および特徴の安定性検証

福永 正剛<sup>†</sup> 宮内 新<sup>†</sup> 荒井 秀一<sup>†</sup>

武蔵工業大学大学院工学研究科<sup>†</sup>

## 1. はじめに

近年、個人の認証の分野ではバイオメトリクスによる認証が注目され、多くの研究がされている。バイオメトリクスとは個人の身体的特徴、あるいは行動的特徴を利用した個人認証の方法であり、非対面認証による環境が増加するにつれてその重要性が認識されるようになった。バイオメトリクスを利用した代表的なシステムとしては指紋や網膜などを利用したものが広く知られており、多くのシステムが実用化されている。しかし、これらのシステムでは専用の装置に身体を直接接触させなければならないなど、利用者に負担がかかるなどの問題点がある。本研究室では利用者に負担がかからない歩行動作を利用した特徴抽出および識別を提案してきた[1][2]。これまで歩行者の頭部に注目した特徴抽出をし、その特徴を用いて個人識別を行うことで歩行時の頭部の動きに個人差があることを示した。

歩行動作のような動的な特徴を利用したバイオメトリクスには、特徴の変化という問題がある。行動の特性は個人の記憶と習慣から決定されるものだが、動的な特徴のため時間や状況などにより特徴が変化してしまう。そこで本研究では時間や状況の変化による歩行動作特徴の安定性を検証し、特徴変化の情報を識別などに利用することにより、特徴の安定性を考慮することの有効性を検証する。

## 2. 歩行動作特徴

歩行動作は複数の要素から形成されている。要素としては歩幅、歩行速度、上下運動、左右運動などがあり、歩行動作はこれらが組み合わさり行われているものである。本研究では歩行者の歩行動作を天井に設置した1台のビデオカメラにより撮影し、以上のような歩行動作の特徴を抽出する。抽出した歩行動作の特徴量について、状況や時間の変化などについてどのような変化をするのか、また変化をしやすい特徴とそうでない特徴があるのかを検証する。

Individual Feature Extraction and Stability Verification by Gait Image Sequence  
<sup>†</sup>Musashi Institute of Technology

## 3. 特徴の安定性検証

歩行動作特徴は様々な状況において変化すると考えられが、ここでは時間の経過による歩行動作特徴の経時変化について安定性を検証することとする。

### 3.1 経時変化

経時変化の検証ではまず、同一日の午前、午後の時間変化により歩行動作特徴がどのように変化するのかが検証する。次に、歩行動作特徴が曜日ごとでどのような変化をするのかが検証を行なう。ここで、検証に用いる歩行動作特徴としては、歩行速度、歩幅、上下運動の振幅、そして平均身長について考えることとする。

### 3.2 検定方法

それぞれの特徴量について、時間の経過により特徴量に変化しているかどうかを検証するため、仮説検定を行なうこととする。ここでは以下の2つの仮説検定により特徴量に差が生じているかどうかを検証する。

- 等分散性の検定：午前～午後、日ごとの変化において分散に違いがあるかを調べる
- 平均値の差の検定：同様に、特徴量の平均値に差があるかどうかを調べる

それぞれの検定法は、等分散性の検定では  $f$  検定、平均値の差の検定では  $t$  検定を用いて検定を行なうこととする。

## 4. 検証実験

歩行動作の経時変化による安定性を検証するための検証実験を行なった。ここでは1週間(月～金曜日)で歩行動作特徴にどのような変化があるかを検証することとする。

実験条件は以下の通りである。

- 被験者：20代前半の男女42人
- 歩行回数：各個人6回づつ
- 歩行距離：350 cm

## 5. 実験結果

### 5.1 同一日での変化

まず、同一日中での午前、午後の変化について仮説検定を行なった結果を示す。有意水準0.05において  $f$  検定、 $t$  検定を行なった結果は以下のようなになる。表1は、検定により棄却された数を示す。

表 1：午前-午後での検定結果

	速度	歩幅	振幅	平均身長
f検定	3/42	1/42	2/42	1/42
t検定	9/42	4/42	4/42	6/42

等分散性の検定では、ほとんどの被験者において等分散であると判定された。また平均値の差の検定では、どの特徴量についても変化は少ないが、比較的歩行速度に変化が大きく現れていることがわかる。

### 5. 2 日ごとの変化

1 週間の日の移り変わりにおいて、歩行動作特徴がどのように変化するかを、同様に検定を行ない検証した。ここでは、初日を基準とし、そこから他の日を比較することで、どのような変化をしているのかを検証する。それぞれの検定を行なった結果を、以下に示す。

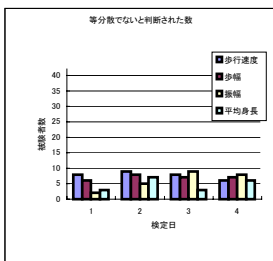


図 1：f 検定結果

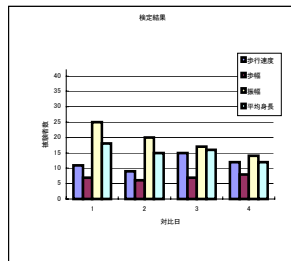


図 2：t 検定結果

図はそれぞれ横軸が何日後と比較したか、縦軸が検定により棄却された被験者の数となっている。等分散性の検定においてはどの特徴量においてもほぼ等分散であると判定されたが、平均値の差の検定では特徴量ごとに差のあるなしに大きな開きがあることが検定によりわかった。

### 5. 3 特徴量による識別

次に、実際に抽出した特徴量を用いて識別を行ない、それぞれの特徴量においてどれほどの違いがあるのかを検証することとする。識別方法としては[1]で用いた方法を用いることとする。それぞれの特徴量において、複数ある辞書データからメディアンを取り (Dm)、各個人のメディアンデータからさらにメディアンを取り (Sm) 総合メディアンとする。未知データ (Un) に対し、

$$K = (Sm - Dm)^2 - (Sm - Un)^2$$

この K の値が一番小さいものを正解とする。またここでは各特徴量について分散 1、平均 0 となるように正規化をし、複数特徴を線形結合し、識別を行なってみる。結合する特徴量は、4 つ全ての特徴量、検定結果より徐々に特徴の安定性が減少してゆくと考えられる速度-歩幅の特徴、同様に午前、午後では安定していたが日ごとの変化では比較的不安定になっていく歩幅-振幅、全体的に安定性は良くないが減少はしないと考

えられる振幅-平均身長のリ組み合わせについて、日ごとの変化において初日を辞書データとし、1 日後、4 日後のデータと比較したものの n 位正解率の図を以下に示す。

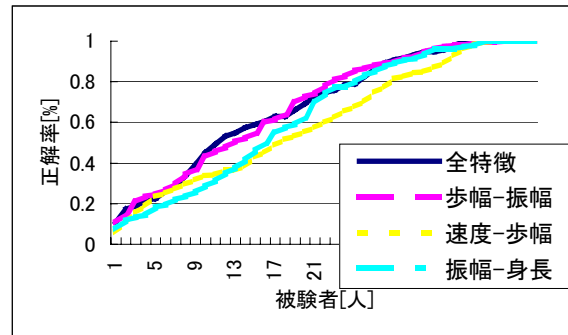


図 3:1 日後のデータとの比較

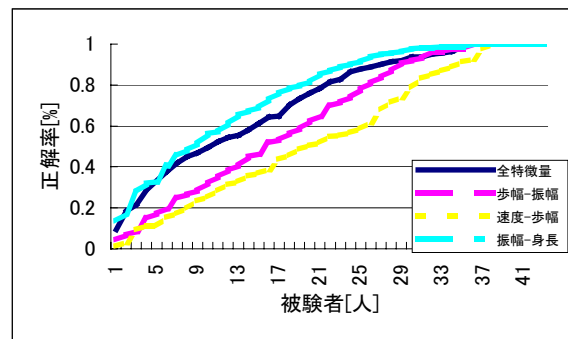


図 4:4 日後のデータとの比較

結果より、1 日後との比較では全特徴、もしくは歩幅-振幅を用いたものが高い識別率を示しているが、4 日後との比較では振幅-身長が全特徴を合わせたものよりも高い正解率を得ている。このことより、時間経過により利用する特徴量などを考慮することで、安定した識別などが行なえるのではないかと考えられる。

### 6. むすび

本稿では歩行動画像から抽出した歩行動作特徴において、特徴の安定性を検定により検証し、また特徴量ごとの識別を複数の特徴量を線形結合することにより行なった。その結果、時間の経過により全ての特徴量を利用するよりも限定された特徴を利用する方が良い結果を得られる場合があることがわかり、このことから利用する特徴量を考慮することにより安定した識別などが行なえると考えられる。

[1] 橋本幸枝, 宮内新, 石川知雄: "歩行による頭部の上下運動を利用した個人識別," 情報処理学会第 61 回全国大会, 公演論文集(2), pp243-244, October. 2001

[2] 福永正剛, 宮内新, 荒井秀一: "歩行動画像を用いた個人の特徴抽出と識別" 2003 画像電子学会第 31 回年次大会, 予稿集, pp63-64, June. 2003,