

H-032

## 手持ちカメラで取得した動画像からの個人認証の一検討

## A Study on Personal Authentication from Video using Handheld Camera.

森住 祐介†  
Yusuke Morizumi松尾 賢治‡  
Kenji Matsuo小池 淳‡  
Atsushi Koike久保田 彰†  
Akira Kubota羽鳥 好律†  
Yoshinori Hatori

## 1. まえがき

近年、ユビキタス社会における情報端末の発展と共に、サイバー空間上での認証が重要となっている。特に、漏洩、忘却、なりすましなどに対して頑強な認証方式として、生体認証の研究が盛んに行われ、既に個人認証システムに利用されている。その中でも、顔認証は非接触な認証方式であり、指紋や静脈パターンなどと比べ、ユーザーにとって自然な認証方式であり心理的抵抗が少ない。しかしながら、顔認証技術には、顔の向きや光源の変化、そして表情変化や経年変化、髪形などに大きく左右され、依然として複雑なものとなっている。これらの問題は、複数視点および複数台の固定カメラからの動画像を用いて得られる複数のパターンを、相互部分空間法や制約相互部分空間法を用いることによって、パターンの変化に頑強な改善がなされている[1]。

本研究では、更なる認証精度の改善を目指して、手持ちのカメラによって撮影された動画像に含まれる複数視点、および複数フレームの顔画像をパラメトリック固有空間上に投影し、その軌跡および時系列変化を特徴量として比較する認証法について検討する。

## 2. パラメトリック固有空間法の生成

見た目の連続変化を特徴量とする代表的な画像認識法として、パラメトリック固有空間法が挙げられる[2]。本研究では、携帯電話等の手持ちカメラで自己撮影された動画像に含まれる複数視点の動画像のパラメトリック固有空間上での軌跡を比較する認証方法について検討する。以下、パラメトリック固有空間法のアルゴリズムについて簡潔に説明する。

学習画像として、対象者は自身の顔を再現性のある動きを取り入れて動画を撮影する。ここで、各フレームは画素を要素とするベクトル  $x$  で表現される。この学習画像から、まず照明などの影響を少なくするため、前処理として1フレームのエネルギーが1となるように正規化した。

( $|x|=1$ ) 次に、この画像集合ベクトルから、共分散行列を計算する。共分散行列  $S$  は

$$S = E\{(x-m)(x-m)^T\}$$

で計算できる。ここで  $m$  は  $x$  の平均ベクトルである。ここで、主成分分析と同様に、

$$Su_j = \lambda_j u_j$$

の固有値問題を解くことにより、 $k$  個の大きな固有値に対応する固有ベクトル  $\{u_1, u_2, \dots, u_k\}$  が得られる。この固有ベクトルを軸として振られる空間を固有空間と呼ぶ。

1枚の画像は  $k$  個の固有ベクトルの線形結合であらわされ、 $k$  次元の固有空間上の一点に対応する。つまり、線形射影

$$y = [u_1, u_2, \dots, u_k]^T x$$

によって固有空間上の点  $y$  に変換できる。フレームが時系列に連続して取得されたとき、この  $y$  は、固有空間上での点系列となって描かれる。

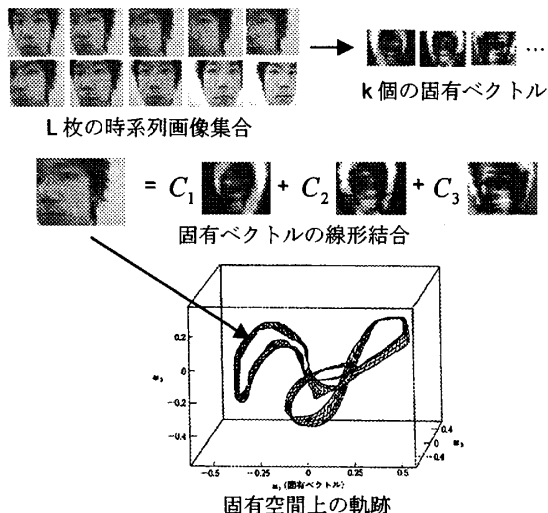


図1 パラメトリック固有空間の概念図

## 3. 考案認証方法

## 3.1 登録手順

まず、顔の前で再現性のある動作で自己撮影した。続いて、取得された画像集合ベクトルから固有空間を作成し、この固有空間にベクトルを射影し、本人の辞書パターンとしての軌跡として登録した。このとき、画像内における顔の位置や、フレーム切れも本人の特徴として顔領域の正規化は行わなかった。また、カメラの解像度は  $64 \times 48$  ピクセルとし、30fpsの性能のUSB PCカメラ[3]を使用した。

顔の前で左右一往復して自己撮影し、得られた登録パターンとしての軌跡を、以下の図2に示す。

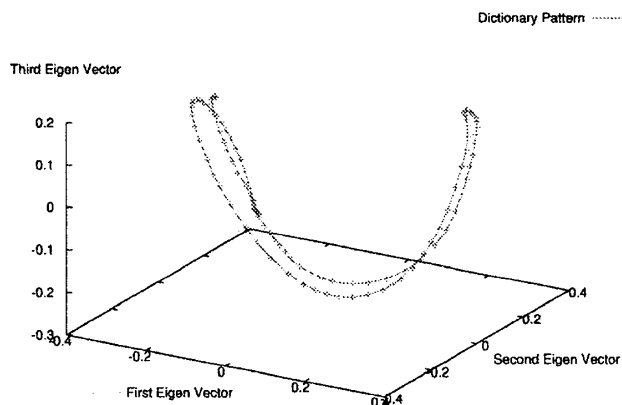


図2 登録パターンの軌跡

† 東京工業大学

‡ (株) KDDI 研究所

### 3.2 認証手順

登録された動きを再現することを意識しながら、動画を新たに撮影する。このときの試行を認証としての試行と考える。ここで、得られた画像集合ベクトルは、登録パターンの固有空間に射影するのではなく、別の固有空間を作成したのち、この画像集合ベクトルを射影する。この各々の固有空間上に描かれた軌跡を比較する。

## 4. シミュレーション実験

考案認証方式の有効性を検証するために実験を行った。

### 4.1 同一人物の比較

前 3. で述べた考案認証方式により、同一人物が登録時と同じ動きを意識しながら、もう一度、顔の前でカメラを左右に一往復して自己撮影し、得られた軌跡を、登録パターンの軌跡と共に図 3 に示す。

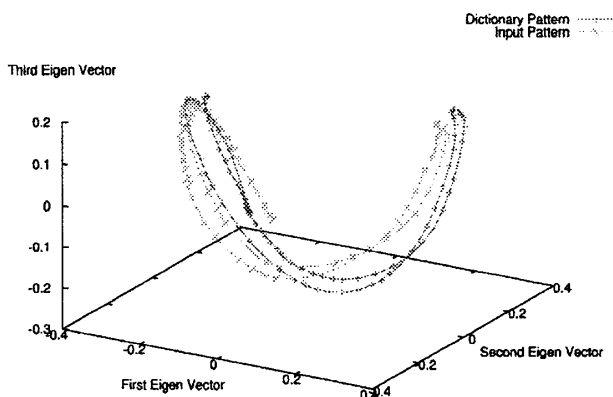


図 3 入力パターンとの比較

各々の固有空間に射影された軌跡は、類似していることが視認できる。

また、顔を自己撮影するときの動作を変化させた場合の、動作と固有空間上での軌跡との関係を確認するために、以下に示す動作で自己撮影を行った。

- (1) Motion 2: 顔の前で、「&」を描きながら撮影。
- (2) Motion 3: 顔の前で、「@」を描きながら撮影。

このときに得られた軌跡を、先ほどの単純な動き（左右に一往復）によって得られた軌跡と比較した図を以下の図 4 に示す。ただし、この軌跡は以下では Motion 1 とする。

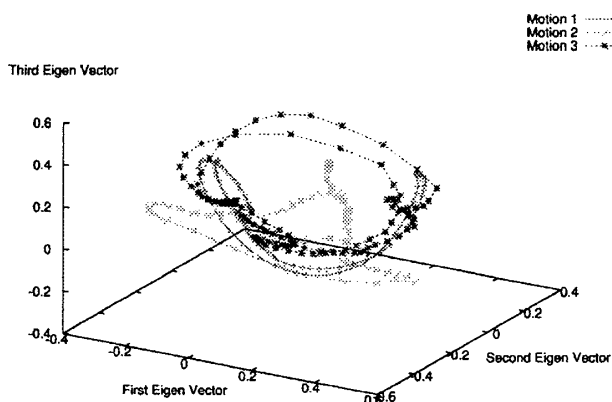


図 4 撮影の動作と固有空間上の軌跡の関係

撮影するときの動きが違うだけで、固有空間上に描かれる軌跡も大きく違ってくると言える。

### 4.2 別人との比較

別人との軌跡を比較するために、対象者 3 名に顔の前でカメラを左右に一往復して自己撮影してもらった。同じ動作でも別人との動きの微妙な差異と、そのときに生じるテクスチャの微妙なズレが、どの程度軌跡上に表れるのかを検証してみた。このときに得られた固有空間上の軌跡を、以下の図 5 に示す。

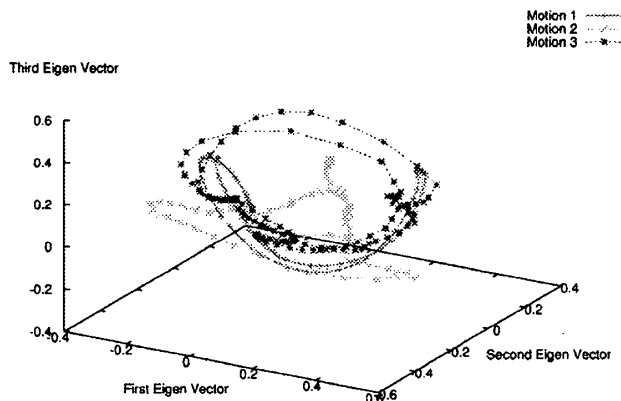


図 5 3名の同一動作による固有空間上の軌跡

それぞれの軌跡は、始点の開始場所はほぼ同じ位置ではあるものの、全体の軌跡としては、3つとも異なるものとなっていると言える。つまり、ここでは別人との差異を客観的に視認できる。

## 5. まとめ

以上の実験から、同一本人が、認証の動作として登録時の撮影を再現できれば、固有空間上での軌跡も十分相対的に似た軌跡を描くことになる。また、他人が同じ動作で自己撮影しても、その軌跡を再現することは難しいと言える。今後は、固有空間上での時系列な軌跡を評価する方法として DP-Matching などを利用して認証率を求めてゆく。また、動作特徴も考慮に入れているので、加速度センサーとの併用も視野に検討を行っていく。

### 参考文献

- [1] 福井 和広, “複数画像視点を用いた顔画像認識”, 画像応用技術専門委員会研究報告書, Vol.19, No.3, pp.1-10, (2004).
- [2] 村瀬 洋, “2次元照合による3次元物体認識空間法”, 電子情報通信学会誌, Vol.J77-D-2, No.11, pp.2179-2187, (1994).
- [3] サンワサプライ株式会社 USB PC カメラ CCD-V-21.