

撮影環境や表情の変化にロバストな顔認識

日大生産工(院) ○山内 則雄

日大生産工 山下 安雄

1. 研究背景

近年、ヒューマンインターフェース、セキュリティなどといった分野で顔画像を用いた個人認識技術が重要な要素技術として注目されている。顔画像認識は非接触で、利用者には意識されずに個人の識別が可能といった利点がある。そこで本研究では、顔認識に向けて静止画像から目、鼻、口などの特徴点を取り出し、表情や撮影環境に強いロバストな認識手法を提案する。多少の顔の向きの変動、照明の変化であるならば高い認識率が得られることを目的として研究を行う。

2 顔認識のアルゴリズム

本研究の顔認識処理の流れは、(1)カメラからの画像入力、(2)入力された顔領域の検出、(3)顔特徴点の位置の検出、(4)位置、大きさなどを正規化したパターンの切り出し、(5)入力部分空間の計算、(6)登録辞書と類似度計算による識別処理を順に研究を行っていく。

2.1 部分空間法による顔領域の抽出

顔領域の検出は、部分空間法を用いた手法をとる。部分空間法について簡単に説明する。画像データを $n \times n$ 次元の空間中で点が表す部分空間を複数の固有ベクトルで張る線形部分空間で表す。ここで入力ベクトルを部分空間に投影したときの射影角度 θ は入力ベクトルが特徴点ベクトルにどれだけ類似しているか表している。識別では入力ベクトルが各点の θ を求め、最も高い θ が得られた部分空間に該当する点として入力ベクトルを分類する。具体的には射影成分 $\cos \theta$ は(1)式で求まる。

$$\cos \theta = \frac{\sum_{i=1}^L (\text{Vect}, \text{Eigenvect}_i)^2}{|\text{Vect}|^2} \quad (1)$$

ここで L は部分空間の固有ベクトルの数、 $(\text{Vect}, \text{Eigenvect}_i)$ は入力ベクトル i 番目の固有ベクトルの内積である。各点の部分空間を張る固有ベクトル(辞書画像)を求めるために、さまざまな人物、照明条件、顔向きにおける左右の目、鼻孔、左右の口端の学習パターンを収集する。あらかじめ様々な人物、方向の顔パターンデータを収集し、

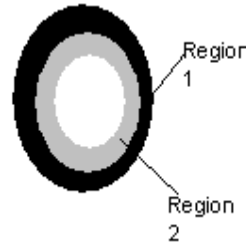


図1 分離度フィルタ

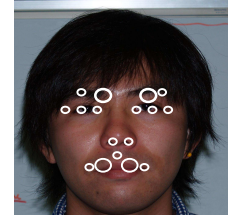


図2 特徴点候補抽出

顔検出用のテンプレート辞書を作成しておく、各場所の類似度を求め、類似度が局所最大かつ、閾値以上の個所を顔領域として検出する。顔領域の大きさの変化に対応するために、入力画像を数段階の変化にスケール変化させてマッチングを行う。画像中に閾値以上の個所がない場合は、人が存在しないとして、以後の認識処理を行わない。特徴点を生成するために分離度フィルタの手法を用いる。

2.2 分離度フィルタによる特徴点抽出

検出された顔領域に対して目、鼻、口などの特徴点を抽出するために分離度フィルタを使用する。分離度フィルタは図1に示すように2つの領域円からなる。²⁾

ここで線形判別法により領域1と2の領域情報の分離程度を表す量“分離度”を導入する。この分離度は正規化された値で領域1と2の情報が完全に分離されている場合は最大値で 1.0 である。分離度はノイズの影響を受けにくく特徴点の明暗差に依存しないで求まる。分離度フィルタは以下の式から分離度 η を出力する。

$$\eta = \frac{n_1 (\bar{P}_1 - \bar{P}_m)^2 + n_2 (\bar{P}_2 - \bar{P}_m)^2}{\sum_{k=1}^N (P_k - \bar{P}_m)^2} \quad (2)$$

ここで N は領域内の全画素数、 n_1, n_2 は領域1、領域2の画素数、 P_k は位置 k における輝度、 \bar{P}_m は領域全体での輝度の平均値、 \bar{P}_1, \bar{P}_2 は領域1、領域2の輝度の平均値を示す。¹⁾

A Robust Face Recognition under Varying Photography Environment and Expression

Norio YAMAUCHI and Yasuo YAMASHITA

抽出するには、口端を抽出するために、抽出された顔領域の下部を 30%拡大した領域に対して顔特徴点を抽出する。分離度フィルタの適用範囲は、顔全体にp-タイル法を適用して暗い領域に限定する。限定された領域の各画素に対して分離度フィルタの半径を変化させて出力の最大値をその画素数に対する出力値、マスク半径を特徴点の半径とする。その後平滑化したら局所最大点を求め特徴点候補を抽出する。特徴された候補点を図2に示す。

2. 3パターンへの切り出し

分離度フィルタによって得られた複数の特徴点に対して、部分空間法によるパターン照合を行って、目、鼻、口パターンとの類似性を検証する。類似性をとるには閾値以上の特徴点で、顔の幾何学的配置の制約を満たす6点を特徴点とする。次に、抽出された目、鼻、口のそれぞれの特徴点を基準にして、それぞれの部分の切り出し、サイズの正規化、矩形の濃淡パターンをとる。この処理を行うことにより人間の手作業なしで自動的に大量のパターンを生成できる。学習パターンの1例として図3に目領域画像と図4に口端画像を示す。さまざまなパターンをとることによりロバストに対応できる。

2. 4テンプレート抽出

本研究では、顔特徴テンプレートを用いたテンプレートマッチングを行う。そこで分離度フィルタで得られた顔特徴の画像に対して特徴テンプレートを行う。

テンプレート抽出を行うにあたり、両目、鼻孔の両端、唇の両端の距離を図5のように取得する。両目の距離を「 f 」、 f と鼻孔の2点を結ぶ線を垂直に結んだ距離を「 n 」、口の両端の距離を「 m 」をとる。この特徴点の位置付けを図5に示す。

特徴抽出画像とマッチング対象となるデータベース顔画像の特徴点を使用してテンプレート抽出を行う。

2. 5 テンプレートマッチング

入力顔特徴画像の両目、鼻、口の画像のテンプレートとデータベース内にあらかじめ用意された人物全ての画像テンプレートにおいてテンプレートマッチングを各部位ごとに行う。図5のように距離をとることにより長さの比をとることができ拡大縮小してもマッチングすることができる。この操作により顔認識を実現する。テンプレートマッチングには相関を用いる。

3. 実験方法

今回、姿勢を正面から撮影した顔画像を実験で用いる。使用する画像として今回は被験者1人に対してテンプレート用に撮影した顔画像、同じ日時・異なる照明条件、異なる日時・同じ



図3 目領域画像の抽出の例



図4 口端画像の抽出例

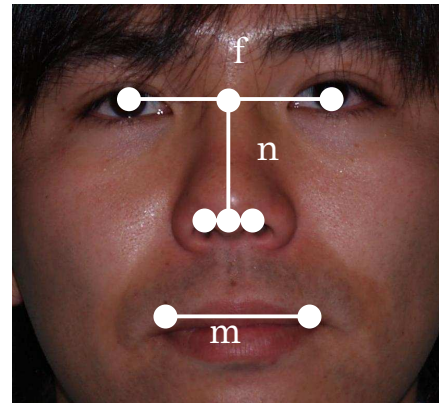


図5 特徴点

照明条件・異なる日時・照明条件で撮影した顔画像を入力顔画像とする。

実験1では撮影した学習する全顔画像を用いて目、鼻、口の自動検出を行い、大量のパターンの辞書画像を生成する。

実験2では被験者15人の辞書画像の顔画像に対して、3種類の入力顔画像を用いて顔画像認識を行う。

参考文献

- 1) 福井和広, 山口 修, “形状情報パターン照合の組み合わせによる顔特徴点抽出” 信学論 (D-II), J80-D-II (8), pp.2170-2177, 1997
- 2) 山口 修, 福井和広, “顔向きや表情にロバストな顔認識システム” Smartface” “電子情報通信学会論文誌, J84-D-II (6), pp.1045-1052, 2001
- 3) 赤松茂, コンピュータによる顔の認識の研究動向, 電子情報通信学会誌, .80(3) pp.257-266, 1997
- 4) L.HUANG A.SHIMIZU, Y.HAGIHARA and H.KOBATAKE” “Robust Face Detection Using a Modified Radial Basis Function Network” IEE CE Trans.Inf.&Syst.,E85-D(10) pp.1654-1662, 2002