

# 顔表面の微小特徴がなすグローバル構造を用いた人物認証

河原 智一† 山口 修† 福井 和広††

†(株) 東芝研究開発センター

†† 筑波大学大学院システム情報工学研究科

## Personal Identification using Global Structure of Minute Facial Skin Features

Tomokazu KAWAHARA†, Osamu YAMAGUCHI†, Kazuhiro FUKUI††

†Corporate Research and Development Center, TOSHIBA Corporation

††University of Tsukuba Graduate School of Systems and Information Engineering

**Abstract :** We propose a method which identifies a person by using the global structure of minute facial skin features on his/her face. This method focuses on moles, detecting them by a search for black circles on the face and then matches patterns generated from their arrangement. Through experimental results we show that the information of mole arrangement provides useful biometrics.

## 1 はじめに

個人を特定する情報として、ホクロやシミ、ソバカスなどの皮膚上の微小なテクスチャに関する情報は、「右目の下にホクロがある」のように古くから鑑識や犯罪捜査などで使われている。また、双子のように非常に似ている人物同士を区別する際にも利用される場合がある。しかし、従来の一般的な顔認識手法<sup>1)</sup>ではホクロやシミなどはノイズとみなされ、除去の対象になるなど個人認識の情報として積極的に利用されていない。

本稿では、顔表面の微小な特徴としてホクロに注目し、ホクロの検出法および、検出したホクロによる個人認識法について述べる。また、この手法に基づいた実験を行い、その有効性を示す。

## 2 ホクロの検出

### 2.1 顔の検出

入力された顔画像(グレースケール)に対して、ホクロを探索する領域を決定するために顔領域の特定を行う。まず、画像の中から特徴点検出法<sup>2)</sup>を用いて、目、鼻孔、口端の6点を検出し、その6点を用いて顔領域を決定する。

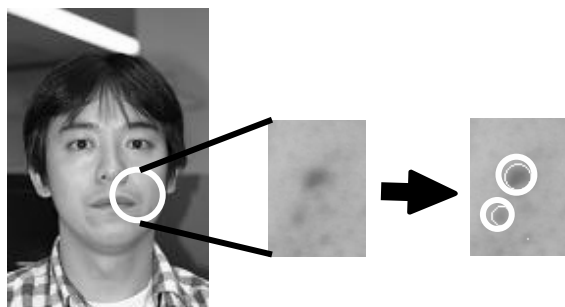


Fig. 1: Detect moles

### 2.2 黒色円形領域の検出

次に、一般にホクロは黒色円形なので、先ほど決定した顔領域内から黒色円形領域を検出する。円形領域の検出には領域中の各点で、各半径での円形分離度<sup>2)</sup>を計算し、その局所最大の点で閾値を超えたものを円形領域とする。ここで円形分離度とは、まず Fig. 2 に示す同心円に囲まれた領域 Area 1 と Area 2 からなるテンプレートマスク (  $r$  をマスク半径と定義) を考え、Area 1 と Area 2 の輝度の分離程度を 0.0 から 1.0 までの値で表す量で、次の  $\eta$  で計算する。

$$\eta = (n_1(\overline{P_1} - \overline{P_m})^2 + n_2(\overline{P_2} - \overline{P_m})^2) / (\sum_{i=1}^N (P_i - \overline{P_m})^2) \quad (1)$$

ここで、 $N$  = 全領域の画素数、 $n_j$  = 領域  $j$  内の画素数 ( $j = 1, 2$ )、 $P_i$  = 位置  $i$  での輝度、 $\overline{P_m}$  = 全領域の平均輝度、 $\overline{P_j}$  = 領域  $j$  内の平均輝度 ( $j = 1, 2$ ) を示し、式 (1) の分子は Area 1, Area 2 内の輝度のクラス間分散値、分母は全領域の輝度の分散値である。次に検出した円形領域の中から黒色であるものを検出するため、円の内側と外側の輝度値の平均を計算し、その比 (外側の平均輝度/内側の平均輝度) を  $m$  とする。その値が閾値以上のものを黒色と判断する。

### 2.3 ホクロの選択

先ほど検出した顔領域上の円形黒色領域において、円形分離度  $\eta$  と輝度値の平均の比  $m$  の積  $m\eta$  をホクロらしさを表現したホクロ適合度とし、ホクロ適合度で降順にソートをかけ、その上位  $k$  個をホクロとする。Fig. 3 は先の方法で検出した円形黒色領域の中でホクロと分かるもの (●) とそれ以外 (×) を分離度  $\eta$  と輝度の比  $m$  の平面にプロッ

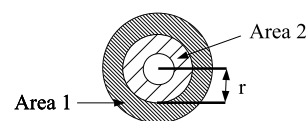


Fig. 2: Separability filter

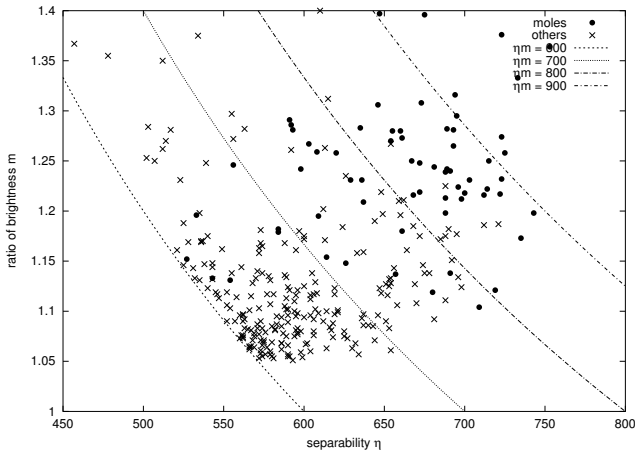


Fig. 3: Graph of moles

トしたものである。ホクロが右上 ( $m\eta$  大) に、それ以外が左下 ( $m\eta$  小) に分布していることが分かる。ホクロ以外で  $m\eta$  が大きいものは目尻や鼻孔などである場合が多いので、目鼻検出の結果を用いて取り除く。

### 3 ホクロの配置の違いによる個人認識

#### 3.1 パターン画像の生成

検出したホクロから、個人を特徴付けるホクロパターン画像を生成する。まず、2.1 節の顔検出において検出した目、鼻孔、口端の 6 点を使い、顔領域を正規化する。次に正規化した顔領域を縦に  $l$  等分、横に  $n$  等分し、 $l \times n$  個の各領域内のホクロ適合度の和を輝度を持つ  $l \times n$  pixel のモザイク画像に Gaussian フィルタをかけたものをホクロパターン画像とする (Fig. 4)。

#### 3.2 パターン画像による認識

ホクロパターン画像の類似度を計算し、その値に基づいて人物判定を行う。今回はホクロの有効性自体を確認するため、類似度の計算はシンプルに画像同士の単純類似度  $s$  で計算する。

$$s = \frac{(\sum_{i=1}^n x_i y_i)^2}{(\sum_{i=1}^n x_i^2)(\sum_{i=1}^n y_i^2)} \quad (2)$$

ここで、 $x_i$  は入力、 $y_i$  は辞書のホクロパターン画像の位置  $i$  での輝度である。画像を画素数の次元を持つベクトルとみ

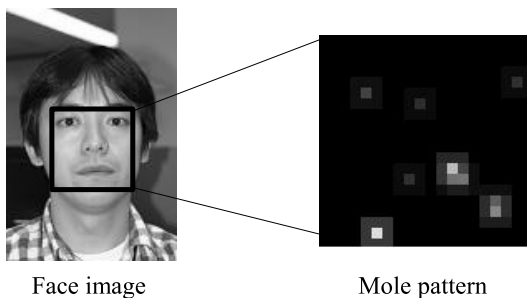


Fig. 4: Mole pattern



Reference Left Frontal Frontal(wide)

Fig. 5: Acquired images

Input	Correct Rate(%)	EER(%)
Frontal	98.0	1.02
Right	90.0	6.00
Left	82.0	5.75
Frontal(wide)	98.0	1.20
All	92.0	3.38

Table. 1: Results

なした場合に、ベクトル同士のなす角を  $\theta$  とすると単純類似度は  $\cos^2 \theta$  にあたる。

### 4 実験結果

本稿で提案した認識法の有効性を確かめるために、デジタルカメラで撮影した 50 人分の顔の高解像度画像 (3072 × 2048 pixel) を使い認識実験を行った (Fig. 5)。

顔画像は正面 2 枚、引いた正面 1 枚、斜め右と左で 1 枚ずつの計 5 枚の撮影し、正面から撮影した 1 枚を辞書、残りを入力とした。ホクロは 10 個検出し、検出したホクロを用いて 20 × 20 pixel で輝度が 8 bit のホクロパターン画像を生成し、認識実験を行った。結果は Table 1 に示す。正面および引いた正面では高い認識率が得られた。斜め右や左の画像では 3 次元的な見え方の違いの影響により、正解率が下がっているものの、ホクロによる個人認識の可能性を示すのに十分な認識率が得られた。

### 5 まとめ

本稿では、顔画像からホクロを検出し、その情報を利用して個人認証する方法を述べ、実験によりこの方法が有効であることを確かめた。

今後は、3 次元的な見え方の違いに対応できる認識法の開発を行うとともに、従来の顔認識との併用などを検討する予定である。

### 参考文献

- [1] 赤松 茂, “コンピュータによる顔の認識”, 電子情報通信学会論文誌 Vol.J80-A, No.8, pp.1215-1230(1997)
- [2] 福井 和広, 山口 修, “形状抽出とパターン照合の組み合わせによる顔特徴点抽出”, 電子情報通信学会論文誌 (D), vol.J80-D-II, No.8, pp2170-2177(1997)