

標準テンプレートを用いた耳介認証手法

尾崎 恭平[†]佐竹 賢治[‡]立命館大学 情報理工学部[†]立命館大学 情報理工学部[‡]

1 はじめに

近年、個人認証として様々な手法が提案、実用化されている。中でも耳介認証は指紋認証における複製の問題点や、顔認証における撮影時の心理的抵抗感等がなく、比較的受け入れ易い認証手法の一つである。しかしながら、現在提案されている輪郭線、楕円領域、特徴点間距離を比較する手法では、髪の毛領域の除去や特徴点抽出の一部処理に手動補助が必要となる。

従って本稿では、事前に撮影した耳介画像の中から、特徴点ごとに標準的形状を持つものをテンプレートとして登録し利用する手法を提案している。本手法を用いれば、認証時に撮影した耳介画像より、特徴点を比較的正確に探索し高い認証率を実現できることを、実験により明らかにしている。

2 従来のシステム

従来の耳介認証システムには大きく分けて3つの手法が存在する[1], [2], [3]。

2.1 耳介の輪郭線を利用した認証

耳介を構成する外耳輪、内耳輪、耳甲介内縁とよばれる3つの輪郭線を抽出し、それぞれをチェーン符号や曲率でデータ化し、あらかじめ保存してある辞書データとの類似度を求めることによって個人認証を行う手法である(以下認証手法 A)。輪郭線抽出の前準備としてラベリングや濃度値を用いた髪の毛領域の除去、ラプラシアンフィルタによるエッジ抽出、ラベリングによる微細領域の除去が必要となる。

認証手法 A では髪の毛領域の除去において、髪色が黒であることが前提であり、金や白の場合は輪郭線の正しい抽出が困難となる。

2.2 重ね合わせを利用した認証

耳介部分を楕円型で抽出し、あらかじめ保存してある辞書データとマッチングを行い、求めた類似度により個人認証を行う手法である(以下認証手法 B)。耳介の抽出では、まず髪の毛領域を除去し、耳介の最下端と最上端をとり、それを長軸とした楕円を求め、その楕円に含まれる領域を抽出する。

認証手法 B では髪の毛領域の除去の正確さが耳介最上端の抽出精度に影響を与えるため、楕円領域の正しい決

Individual Identification with Pinna Using Standard Template

[†]Kyohei Ozaki, Information Science & Engineering, Ritsumeikan University

[‡]Kenji Satake, Information Science & Engineering, Ritsumeikan University

定が困難となり、一部手作業が必要となる。

2.3 特徴点抽出による認証

耳介に存在する特徴点を複数個選定し、その特徴点間距離を、対応する辞書データと比べることで個人認証を行う手法である(以下認証手法 C)。

認証手法 C においても、あらかじめ髪の毛領域を除去しておく必要があり、輪郭線をもとにした特徴点決定が困難となり、一部手作業が必要となる。

3 提案手法

本稿では、特徴点間の距離差を用いた認証手法を提案する。一般に、耳介の撮影に際し、長い髪型の人の場合、耳介全体を出し易いのに対し、比較的短い場合、外耳輪上部に髪の毛がかかることが多い。輪郭線を用いて特徴点を抽出する手法では、髪の毛領域の除去の精度が、抽出精度を左右するため、提案手法ではこの上部以外の部位を特徴点としている。また、目視により個人間の形状差が小さいと思われる部位を5ヶ所選定した(図5参照)。本手法ではこれら5つの部位によるテンプレートマッチング法を適用した。

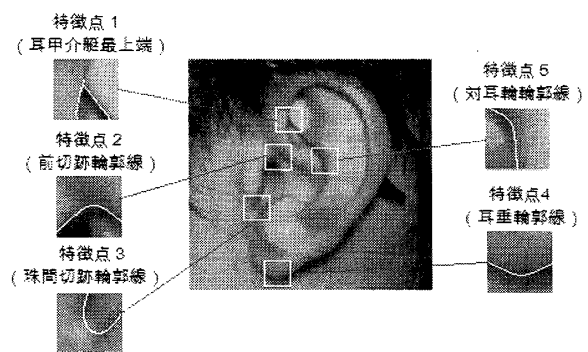


図5：予備実験により決定した5つの特徴点

3.1 標準テンプレートの選定

各特徴点を抽出するための標準となるテンプレートを作成するため、以下の予備実験を行った。12人分の左右耳介画像(256×256)から、目視により各特徴点部位(24×24)を決定し、濃度値を用いたマッチングを行った。各特徴点画像を全耳介画像に総当たりをするという実験を行った。被験者*i*の特徴点*j*をテンプレートとした場合の、全耳介画像数に対する正しい特徴点*j*を抽出できた数の比率を r_{ij} とした(このときのテンプレートを t_{ij} とする)。実験の結果より、各テンプレートとして t_{81} , t_{22} ,

t_{103}, t_{84}, t_{25} が適切であることが分かった。

これらのテンプレートは形状的に標準であると考えられる。例えば t_{84} の場合、外耳輪の下側終点と最下端部の距離が中間的となっている(図6参照)。以下では特徴点1～5に対する標準形状であるテンプレートを $T_0 \sim T_4$ と表記する(以下標準テンプレート)。

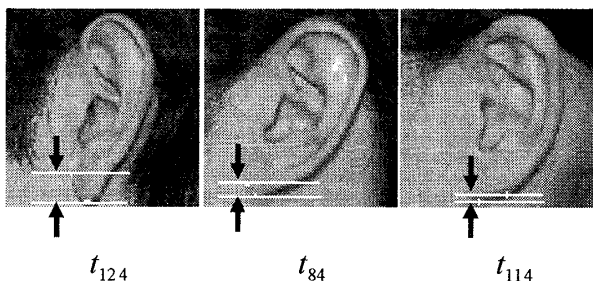


図6：特徴点4の標準形状とその他の形状

3.2 個人識別手順

図7に個人識別手順の概要を示す。グレー化した認証画像は非線形濃度変換により濃度値を正規化する。次に特徴点の抽出を行う。認証用に撮影した耳介画像(以下認証画像)から、標準テンプレート $T_0 \sim T_4$ によるマッチングで抽出した特徴点を $s_0 \sim s_4$ (標準テンプレートの中心座標)とする。なお、辞書用に撮影した耳介画像(以下辞書画像)から同様の手順で導いた、 $s_0 \sim s_4$ に対する特徴点を $f_{k0} \sim f_{k4}$ と表記する(k はユーザ識別番号で、全登録数は N)。図8に示した各特徴点間の距離 d_j ($j=0 \sim 4$)は次式で算出する。

$$d_{sj} = \sqrt{(s_j(x) - s_{j+1}(x))^2 + (s_j(y) - s_{j+1}(y))^2}$$

$s_j(x)$ は s_j の x 座標、 $s_j(y)$ は s_j の y 座標を表す(注1)。各辞書画像の特徴点間距離 d_{kj} も同様の式で算出し、辞書データとしてあらかじめ登録しておく(注2)。

辞書画像との比較手順では、各特徴点間距離をもとに、認証画像と辞書画像の類似度を次式で算出し、 $SL(k)$ が最小となる k を特定したユーザ番号とする(注3)。

$$SL(k) = \sum_{j=0}^4 (d_{sj} - d_{kj})^2$$

3.3 認証実験

図7に示した手順による認証実験を行った。10人の被験者の耳介画像各10枚(計100枚)を、あらかじめ登録した辞書データ(標準テンプレート)と比較している。

(注1): $j+1$ は $\text{mod}5$ の値をとる

(注2): $d_{kj} = \sqrt{(f_{kj}(x) - f_{k,j+1}(x))^2 + (f_{kj}(y) - f_{k,j+1}(y))^2}$ $k=0 \sim N-1$

(注3): $s_0 \sim s_4$ の中心座標の誤差を吸収するため、

d_{s4} の値を規準として、 f_{kj} の値は正規化する。

その結果、すべての組み合わせにおいて正しい認証が可能であることが分かる。

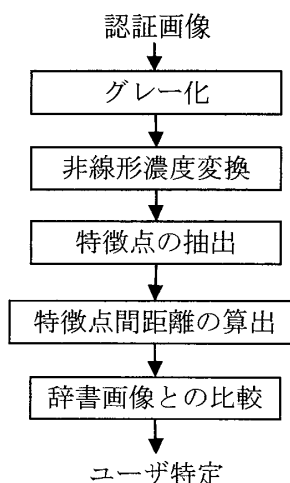


図7：個人識別手順概要

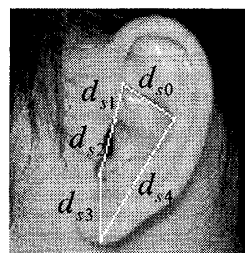


図8：5つの特徴点間距離

4 おわりに

本稿では、標準的な形状を持つ特徴点を利用したテンプレートマッチングによる耳介認証手法を提案した。本手法は髪の毛の影響を比較的受けにくい領域から特徴点を選定しているため、髪の毛領域の除去処理精度に依存せず、手動補正処理が不要である。実験の結果高い認証率を実現できることを示した。今後の課題として、より多数の認証画像を用いた実験があげられる。

参考文献

- [1] 田代 訓章, 篠原 克幸, 阿部 雅也, 岡村 勉, “耳介の構成要素長による個人認証の検討,” 映情学技報, Vol. 24, No1, PP. 43-48, MIP2000-85, NIM2000-120 (Jul. 2000)
- [2] 田代 訓章, 篠原 克幸, 阿部 雅也, 岡村 勉, “耳介の構成要素の輪郭および重ね合わせによる個人認証,” 映情学技報, Vol. 25, No22, PP. 7-13, MIP2001-54 (Mar. 2001)
- [3] 篠原 克幸, “耳介による個人認証,” 映情学技報, Vol. 25, No. 22, PP. 25-30, MIP2001-57 (Mar. 2001)