

顔特徴を考慮した顔画像認証の一考察

新井 絵美 (指導教員：小林一郎)

1 研究背景と目的

今日、ロボット技術の発展がめざましく、今後家庭内でもロボットがみられるのが日常的となるかもしれない。このようなロボットは人間との間に何らかのコミュニケーションが必要である。その際にロボットの目に映る人間が誰なのかという個人認証が重要となる。また、さまざまなセキュリティの対策が考えられる中で、非接触型の顔画像による個人認証がますます普及すると考えられる。顔画像での認証では、ユーザはパスワードなどを覚えておく必要はなく、成りすましが困難などの利点があるからである。顔画像の認証をするにあたり、人間がどのように相手を認識しているかを考える。私たちは人の顔を判断するとき顔全体の概形をとらえると共に、目・鼻・口の細部ならびにこれらの位置関係を見て判断しているといわれる。そこで、本研究ではそれらの顔特徴を考慮した顔画像による個人認証について一手法を提案する。

2 システムの概要

システムの概要を図 1 に示す。

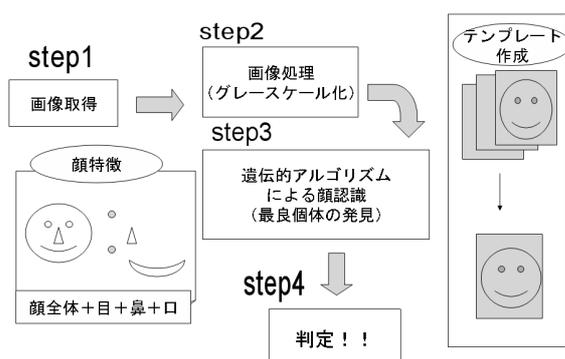


図 1: システムの概要

システムの処理の流れを以下に示す。

step1. 画像の取得

実験に使用するため、顔画像 12 人分を USB カメラを用いて、30 枚ずつ収集 (横 320 画素 × 縦 240 画素) した。そのうちの 15 枚は距離や角度を変えずに固定し、顔の部分を手動で切り出した。その後各画素の階調値の平均をとるプログラムを作成し、その画像を用いて顔画像のテンプレートを生成。そこから、右目・左目・鼻・口の部分を切り出し、顔・右目・左目・鼻・口の 5 枚の画像を個人認証のための顔画像のテンプレートとして使用する。残りの 15 枚の取得画像は自由に距離や角度を変えたもので、入力画像として用いる。

step2. 画像処理

取得したカラー画像は画像処理用ソフトウェアを用いてモノクロ画像に変換した。本研究では、画像処理に

おいて汎用性の高い pgm ファイルのバイナリ形式を採用する。

step3. 遺伝的アルゴリズムによる顔認識

本研究では、遺伝的アルゴリズム (GA) を用いた顔画像認識を行なう。これにより、撮影距離や角度に左右されない個人認証を可能にする。

step4. 判定

GA の適応度が最も高いものを個人認証の判別結果として表示する。

3 遺伝的アルゴリズムによる顔画像認証

3.1 処理概要

まず、入力画像を読み込み、次に、ある一人の顔画像のテンプレートを読み込む。そのテンプレートとの適応度を GA を用いて計算する。次に、右目・左目・鼻・口でも同様の処理を行う。この処理を登録されているすべての個人の顔画像テンプレートに対し実行し、その中で最大の適応度を持つテンプレートの人物を個人認証の結果とする。

次に、各テンプレートとの適応度を求める GA の処理を示す。読み込んだテンプレートからランダムに初期集団を生成する。それらと入力画像との適応度を計算する。そこからルーレットルールによる選択・交叉・突然変異などの処理を行い、次の世代を生成する。交叉は、一点交叉・二点交叉・一様交叉があるが、適宜選択する。また、認識率向上のためにエリート保存を行う。これは適応度の高い個体をそのまま次の世代に残すための処理である。次にその新しい世代の適応度を計算する。これらの処理を終了条件を満たすまで繰り返す。そして、それぞれのテンプレートで一番高かった適応度を比較するために残しておく。

3.2 染色体

本研究では、撮影距離や傾きに左右されない認証を可能にするため、以下のような染色体を定義した。

- 位置を表すパラメータ: (x, y)
- スケールを表すパラメータ: $rate$
これは認証する画像の顔画像の大きさ (スケール) が撮影距離によって異なってしまうことを考慮するためのパラメータである。
- 回転を表すパラメータ: $angle$
これは認証する画像の顔画像の傾きが撮影角度や首の傾きによって異なってしまうことを考慮するためのパラメータである。

上記のパラメータを 8 ビットずつの計 32 ビットの 1 次元配列として用意した。

染色体の例を図 2 に示す。

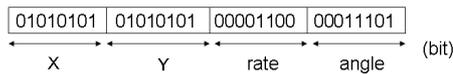


図 2: 染色体

これらのパラメータを染色体として持つ GA による顔画像の認識を行うことにより、ノイズ（入力画像の大きさ、傾き）に強い顔画像認証が実現される。

3.3 適応度

適応度とは、その個体がどれだけ解に適しているかを示す値である。本研究では、対応点の階調値の比較により適応度を求めている。その際、顔画像は 2 画素ごと、目・鼻・口のパーツでは 1 画素ごとに対応点を探し、計算している。求めた 5 つの適応度の平均をそのテンプレートの適応度としている。

画像の適応度 $f(\text{sum})$ を求める式は以下の通りである。

$$f(\text{sum}) = 1.0 - \frac{\text{sum}}{x \times y \times m}$$

sum : 1 つの画像の階調値の差分の合計

x : テンプレート画像の横の幅

y : テンプレート画像の縦の幅

m : 最大階調値 (255)

この計算を顔・右目・左目・鼻・口の画像で行い、それらの平均をとっている。

4 顔特徴

私たちは人の顔を判断するとき、顔全体の概形をとらえると共に、目・鼻・口の細部ならびにこれらの位置関係を見て判断しているといわれる。そこで、本研究では以下に示すような顔のテンプレート画像（図 3）と顔のテンプレート画像から切り出したパーツの画像（図 4）を用いる。ここで、顔のパーツとは右目・左目・鼻・口の 4 部分としている。



図 3: 顔のテンプレート

図 4: 顔のパーツ

これらの 5 つの画像を一人分のテンプレートとし、それぞれ GA による、適応度計算を行っている。適応度の計算を顔全体・右目・左目・鼻・口の 5 回行い、それらを平均することにより、顔特徴を考慮した個人認証としている。

5 実験

実行時の画面を図 5 に示す。図のように、世代ごとの適応度・個人認証の結果の人物名・最終的な適応度・処理時間が表示される。

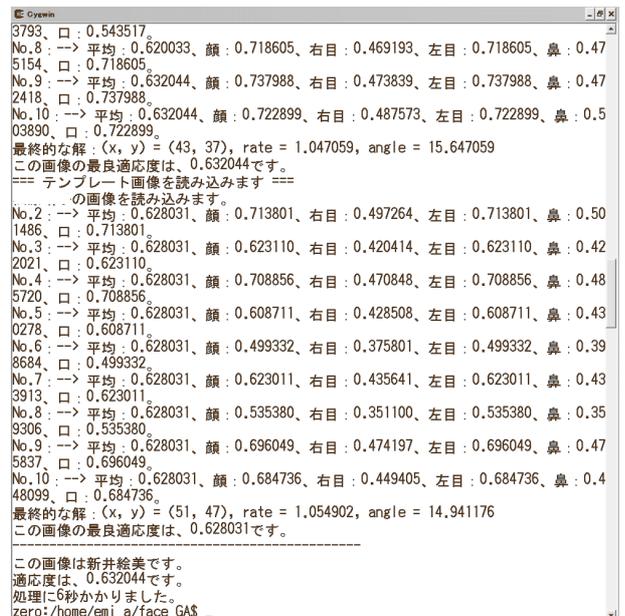


図 5: 実行画面

6 まとめと今後の課題

本研究では、顔特徴を考慮した顔画像による個人認証の一手法を提案した。これにより、より正確な個人認証が可能と考えられる。一方でテンプレート登録した人数分読み込みと処理を行うので、処理時間がかかりかかる。そこで、処理時間の工夫が今後の課題である。

参考文献

- [1] C 言語による画像処理入門, 安居院猛, 長尾智晴, 昭晃堂
- [2] 遺伝的局所探索に基づく耳画像を用いた個人認識の研究, 王宇, 小野智司, 鶴沢偉伸, 中山茂, 鹿児島大学工学部情報工学科
- [3] 粗密濃淡モザイク特徴をキーとした類似顔画像の検索, 小杉信, 大貫和俊, 芦屋寛, 武蔵工業大学工学部電気電子工学科