

手数字による個人認証への遺伝的アルゴリズムの適用

Hand Gestures Expressing Numbers by using A Genetic Algorithm for Personal Identification

町田 則文 *

Norifumi MACHIDA

小林 哲二 *

Tetsuji KOBAYASHI

金 宰郁 *

Jaewook KIM

1. はじめに

手数字による個人認証はユーザが手で数字を表現して、システムに画像入力することによって、システムが、数字および個人性を同時に判定する方法であり、著者によって提案されている[1]。この方法によって、暗証番号の手数字表現などが可能になる。一方、画像照合に遺伝的アルゴリズム(GA: Genetic Algorithm)を適用する研究が従来から多くの研究者によって行われている[2],[3]。この論文では、手数字による個人認証に、GAを適用し、GAを構成するパラメータを変化させて実験を行い、手数字による個人認証におけるGAの効果を検討する。

2. 手による数字表現の提案とその優位性

著者が提案している手による数字表現を図1に示す。ユーザには数字と手の形状の関係を覚えやすくし、且つシステムの照合精度向上のために、指を複数伸張する手数字では指を密着させて形状の変動を少なくしている。手数字5以外の手数字は指が伸張または根本から屈曲するが、手数字5では親指は伸張して他の指の第2関節を屈曲する。表1に提案の手数字表現の効果を示す。これは、手数字の指を自由表現する場合と提案方法の場合について、それぞれ、手数字画像の一致率の平均、及び、その標準偏差を求めたものである。自由表現では、指の本数、手の平側、甲側という基本形式はそのままにして、被験者が自由なパターンで提示する。表1によって、提案の手数字表現は、指が自由表現の場合よりも標準偏差が小さいことから、優位性があることが分かる。

表1 提案の手数字表現の効果

手数字	指が自由表現		提案の手数字表現	
	標準偏差	平均	標準偏差	平均
0	33.4	42.9	16.4	71.8
1	20.8	63.5	9.2	83.6
2	34.2	43.6	9.3	83.4
3	35.5	41.7	12.4	79.2
4	32.9	45.6	11.5	80.1
5	34.3	43.9	14.9	76.1
6	21.6	62.2	9.1	83.2
7	30.0	49.6	9.5	82.5
8	34.7	41.0	11.3	79.7
9	34.1	40.4	12.3	78.5

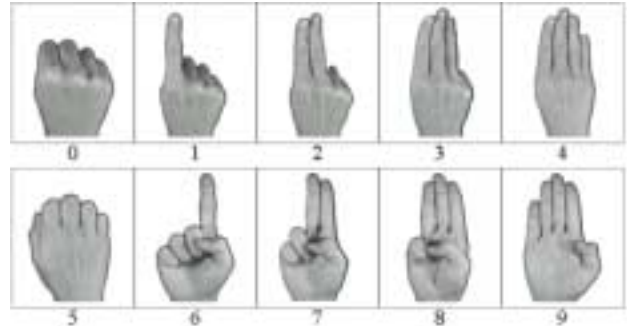


図1 手による数字表現

3. 手数字の照合

3.1 手数字照合の基本処理

手数字照合は、手数字登録画像(テンプレート画像)と、照合のために提示された手数字検査画像を用いて、登録画像に対して、検査画像がどれだけ類似しているかを比較する。テンプレート画像の位置合わせは、位置情報(X座標, Y座標), 縮小率, 回転角度の4つの情報で行う。テンプレート画像に類似したものが検査画像に含まれているか否かは、テンプレート画像と検査画像を評価し、しきい値によって本人判定する。

手数字画像は、手首から指先までを扱うため、範囲が限定されている。手数字照合を行う前に、テンプレート画像, 検査画像の手数字部分の画素値が同じになるように、画像サイズを調整する。

式1に、適応度を計算する式を示す。

$$\text{適応度} = 1.0 - \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N |g(x+i, y+j) - f(i, j)|}{M \times N \times 255} \quad (1)$$

f(i,j)はテンプレート画像の画素値, g(x+i,y+j)は検査画像の画素値である。M, Nはテンプレート画像の幅と高さである。

3.2 手数字照合へのGAの適用

GAは、生物の持つ遺伝子情報の進化過程をモデル化したものである。手数字照合において、GAを次のように適用する。手数字画像のGAを用いたテンプレートマッチングのパラメータは、手数字照合方式の項で述べた通り、X座標(8ビット), Y座標(8ビット), 縮小率(8ビット), 回転角度(8ビット)の計32ビットで表現する。世代交代アルゴリズムは、交叉パターン, 突然変異, エリート保存, ルーレット方式, 個体数, 世代交代数, 突然変異率, 交叉率, エリート保存, ルーレット方式を選択する。

手数字の照合に扱うGAのパラメータには、X座標, Y座標が含まれる。染色体情報をそのまま使うと、画像の

* 日本工業大学, 〒345-8501 埼玉県宮代町学園台 4-1-1 情報棟
Nippon Institute of Technology,
Dept. of Computer and Information Engineering,
4-1-1-Joho-Building, Gakuendai, Miyashiro-machi,
Saitama-ken, 345-8501 Japan

中央に配置されている手数字に、テンプレート画像の位置合わせが集中しない。これには、テンプレート画像、及び検査画像の幅と高さによる中央の位置を、GA パラメータの X 座標、Y 座標の初期値として設定することで対処する。

3.3 GA による手数字照合の評価

(1) GA のパラメータ設定

世代交代アルゴリズムのパラメータは、個体数は 100、世代交代数は 100、突然変異率は 0.1、交叉率は 0.8、交叉パターンは二点交叉、エリート保存、ルーレット選択とした。更に、無駄な照合時間を省くために、一度行った照合パラメータ (X 座標、Y 座標などのパラメータが同一のもの) は行わない。これらのパラメータによる GA を用いた手数字照合の評価を以下に示す。

(2) 処理時間

表 2 に、GA による手数字の 1 回照合の処理時間を示す。処理時間は、1 個体当たりの平均処理時間である。上記のパラメータ通り、個体数が 100 のとき、世代交代を 100 回行う場合の処理時間は、238 ミリ秒である。ただし、世代交代を 100 回行う場合の処理時間の合計は、その回数世代交代を行うときに、新しい遺伝子が作成される確率 0.999 を考慮した。

表 2 GA による手数字の 1 回照合の処理時間

処理内容	処理時間 [ms]
マッチング時間	2.2994
交叉時間	0.0001
突然変異時間	0.0835
パラメータ変換時間	0.0001
メモリの探索時間	0.0024
合計	2.3101

(3) 世代交代による最大適応度の推移

手数字照合での世代交代による最大適応度の変化を、本人同士と本人・他人間として求める。評価データは、手数字 0 から 9 までを 5 パターンずつ、5 人分の手数字 250 個 (= 10 × 5 × 5) である。

図 2 は、世代交代による最大適応度の推移であり、手数字 0 から 9 の総平均での世代交代による最大適応度の変化を表す。図 2 の最大適応度が収束に向かう時間の世代数、収束時間は、本人同士では 38 世代、9.681 秒であり、本人・他人間では 20 世代、5.095 秒である。

表 3 に、手数字による数字ごとの収束時間を示す。

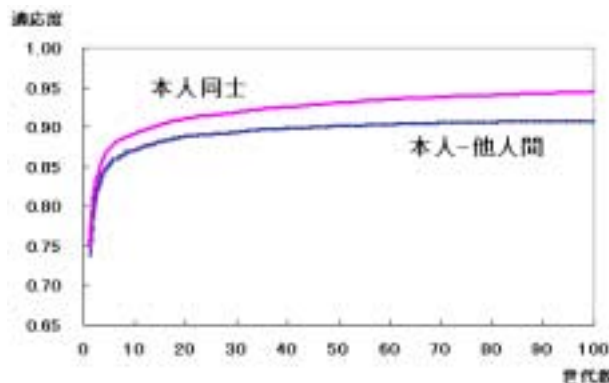


図 2 世代交代による最大適応度の推移

表 3 手数字による数字ごとの収束時間

	本人同士		本人・他人間	
	世代数	収束時間	世代数	収束時間
手数字 0	38	9.681	19	4.840
手数字 1	38	9.681	33	8.407
手数字 2	36	9.172	33	8.407
手数字 3	37	9.426	17	4.331
手数字 4	36	9.172	22	5.605
手数字 5	37	9.426	30	7.643
手数字 6	36	9.172	20	5.095
手数字 7	32	8.152	21	5.350
手数字 8	38	9.681	21	5.350
手数字 9	37	9.426	20	5.095

[備考] 収束時間の単位は秒

(4) 考察

GA を適用した手数字による個人認証は、世代交代における最大適応度が、個人を判定するしきい値に収束に至ったとき、且つ、世代交代数の判定で行うことができる。手数字画像が、示す数字ごとに異なる場所に格納されているときは、手数字が示す数字を判定する必要があるが、本人・他人間での同じ数字を示す手数字画像の評価を行うことで対処する。

4. むすび

手数字による個人認証のために、手による数字表現を提案し、その有効性を標準偏差で示した。手数字による個人認証に、GA を適用する方法を提案し、処理時間などを定量的に求めた。GA を用いる場合と用いない場合の比較は検討中である。

参考文献

- [1] 町田則文, 杉山和徳, 小林哲二: 手の数字表現による本人確認方法の評価, 情報処理学会第 66 回全国大会, 講演論文集, pp.2-113~2-114 (Mar. 2004).
- [2] 長尾 智晴, 安居院 猛, 長橋 宏: 遺伝的手法を用いた 2 値図形のパターンマッチング, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J76-D-II, No.3, (Mar. 1993).
- [3] 原 武史, 藤田 広志: 遺伝的アルゴリズムによるテンプレートマッチング, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J79-D-II, No2 (Feb. 1995).