

## アプリケーション・ソフトを利用した コンピュータによる顔画像の認識

野村 典子, 村田 紀子  
(武庫川女子大学生生活環境学部生活情報学科)

### Computer recognition of facial image using applications software

Noriko Nomura, Noriko Murata

*Department of Human Informatics,  
School of Human Environmental Sciences,  
Mukogawa Women's University, Nishinomiya 663-8558, Japan*

Various methods for "Computer recognition of human faces" have been developed in many engineering laboratories using a super computer or some workstations. But, these methods mostly require drawing characteristic parts from a human face and complex calculation. In this paper, we suggest a simple method using only one personal computer, a digital camera, an applications software "Adobe Photoshop 5.0" and a programming language "Borland C++". We don't need drawing characteristic parts from a human face, and we tried "computer recognition of facial image" using 2-D dispersion correlation function for whole of face data. As a result, we confirm that this method is effective because of the high recognition rate at 94% and the extreme shortening in the execution time.

#### 1. はじめに

人のコミュニケーションにおいて顔が重要な役割を果たしていることは、経験的にも、多くの研究からも明らかにされている。人は視覚によって、人物同定、人物の属性、人物の心理状態などに関する様々な情報を読み取っている。これらの情報の読み取りをコンピュータに行わせようという研究は、多くの工学的な研究機関で試みられ、数多くの成果があげられている<sup>1)</sup>。

一方、感性情報処理という研究分野の裾野が広がるにつれ、本学のように工学的な土台を持たない所でも、顔が表している様々な情報を研究に利用したいという要求が生じてきている。そこで、パーソナルコンピュータを用いて簡単にできる手法を模索し、その第一段階として、表情変化に対応し得る個

人識別、人物同定の実験を行っている。

米田らはパーソナルコンピュータをベースとし、カメラで撮影した顔画像から手書き線画を作成し、スキャナーで読み取らせ、プログラムで処理するという最もプリミティブな方法で人物同定の実験を行い、一定の成果を得ることができた<sup>2)</sup>。しかし、データを作成するのに手間が掛かるし、手書きという客観的ではない要素が入ってしまう。また、bitパターンの2値データ処理はBASICプログラムには不向きであった。

本稿では、同じくパーソナルコンピュータをベースとするが、デジタルカメラを使用し、アプリケーション・ソフト「Adobe Photoshop 5.0」を用いてデータの加工を行い、「Borland C++」で顔の特徴部分の抽出を必要としない2次元の離散相関関数を用いたプログラムを作成し、個人識別処理を行った

実験結果について述べる。

## 2. 実験方法

### 2.1 顔画像データの作成

#### 2.1.1 顔パターンの表現

表情変化に対応し得る個人識別とは、いかなる表情にあっても、その「人物」という対象が属するカテゴリを識別することができるということである。

そのためには、対象となる顔パターンの表現方法を決めなければならない。本実験では、2次元の静止画像から切り出された正面顔(RGB画像)から輪郭を検出し、各画素をグレースケールの濃淡値に変換、さらに一定の「しきい値」を決めてモノクロ2値(0と1)に変換した2次元配列で表現される画像を、顔パターンとした。

#### 2.1.2 表情パターンの設定

これまでのコンピュータによる個人識別の研究においては、顔画像データの基本表情を“驚き、恐れ、嫌悪、怒り、喜び、悲しみ”の6種類に分類している例が多い<sup>3)4)</sup>。ここでは模索の段階ということもあり、“無、喜、怒、悲”の4種類の表情パターンを設定した。

- 1. Normal ..... 無表情・基準
- 2. Laugh ..... 笑顔
- 3. Anger ..... 怒り顔
- 4. Sorrow ..... 悲しみ顔

#### 2.1.3 被験者

被験者は20歳～22歳の女子大生A, B, C, D, Eの5名とし、4種類の表情は、それぞれの文字に表情パターンで設定した番号を付加して表す。したがって、全パターン・20種類はTable 1.のように分類することができる。

Table 1. Every 4 types of each facial data by 5 subjects

	Normal	Laugh	Anger	Sorrow
A	A01	A02	A03	A04
B	B01	B02	B03	B04
C	C01	C02	C03	C04
D	D01	D02	D03	D04
E	E01	E02	E03	E04

#### 2.1.4 顔表情の撮影

顔表情の撮影は、同一日、ほぼ同一時間にそれぞれの被験者が4つのパターンをイメージした表情を作り、それを第3者がデジタルカメラで撮る方法で

行った。女性は髪型により顔の印象が異なってくるため、シャワーキャップを装着して額や顔の輪郭線をできるだけ出すようにした。詳細については以下の通りである。

#### (1)撮影環境

- 撮影日 —— 2000年3月, AM.10:30~11:30
- 撮影場所 —— 北側にのみ黒いブラインド付き(閉)の窓がある研究室, 窓は被験者の右1.5m
- 照明 —— 天井蛍光灯, 右手窓からの弱い光線
- 被写体の姿勢 —— 正面を向き, 椅子に座る  
シャワーキャップ着装

#### (2)デジタルカメラ

- 機種 —— OLYMPUS CAMEDIA C-1400L
- 被写体までの距離 —— 1m
- 高さ —— 1m
- ズーム —— 使用しない
- フラッシュ —— 使用しない
- 画質モード —— 標準画質
- 画像ファイル形式 —— JPEG

Fig. 1. に撮影データの例を示す。

### 2.2 アプリケーション・ソフトによる加工

#### 2.2.1 Photoshop 5.0が持つ機能

デジタルカメラから取り込んだ画像データを、アプリケーション・ソフト「Adobe Photoshop 5.0」(WINDOWS版)で加工する。

本来はより美しい画像に加工するために使用する「Adobe Photoshop 5.0」を、カラー情報を破棄し、グレースケールを用いた濃淡パターンで表し、さらにモノクロ2値の情報に変換するために使用した。加工手順を以下に示す。

- (1)画像から輪郭検出
- (2)カラー情報を破棄し、グレースケールに変換
- (3)しきい値を決め、モノクロ2階調に変換
- (4)画像解像度の設定
- (5)顔画像の切り出し
- (6)細部の修正
- (7)Bitmap形式(非圧縮)のファイルに変換

モノクロ2階調に変換するための「しきい値」は、全ての顔画像の顔形状の輪郭線が消失しない値(レベル230)に設定した。また、切り出した顔画像を新規ファイルにコピーし、目頭を結ぶ中心線と鼻の中心部の交点を基準点として、全ての顔画像の顔形状の輪郭線が含まれて余白が最も少なくなる画像サ

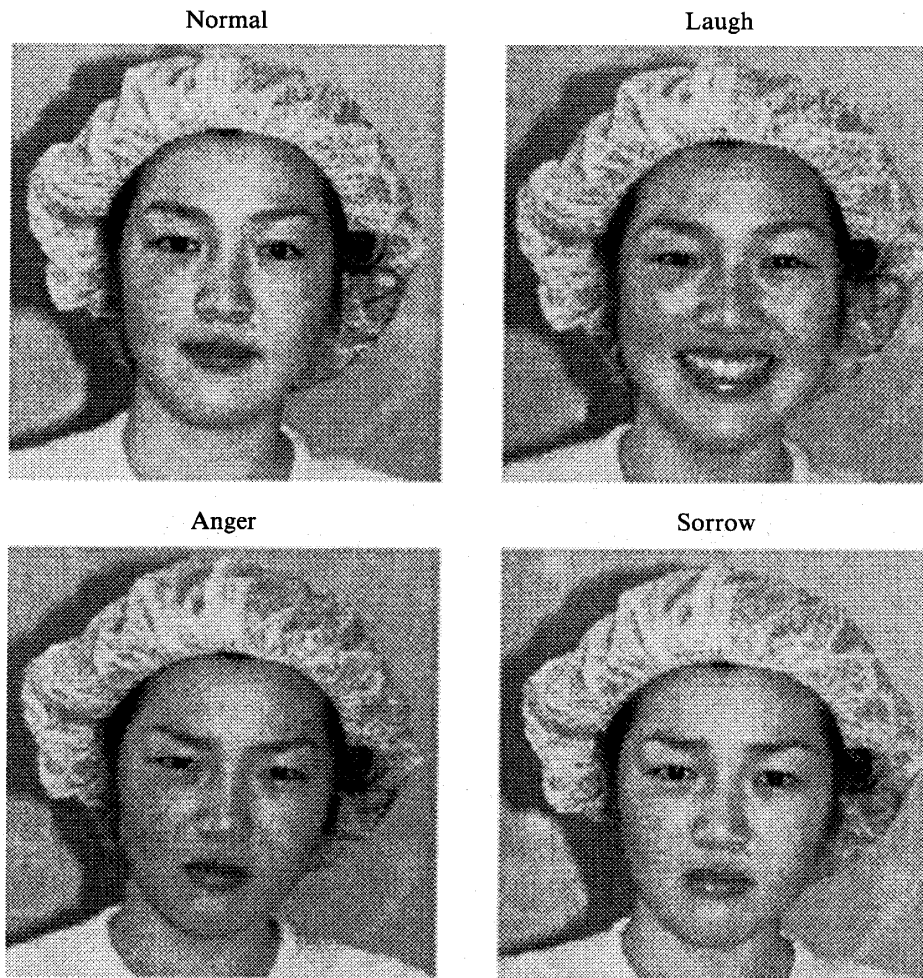


Fig. 1. An example of 4 types facial expressions photographed

イズを決定する。(6)細部の修正については切り出しの形状が楕円形であるため、顔の外側に僅かに含まれる背景の削除を目的とし、顔の内側についての修正は行わないものとする。したがって、作成されたデータは2値ではあるが、線画による形態情報だけではなく、濃淡パターン情報を含むものとなる。なお、画像解像度と画像サイズは以下の通りである。

- ・画像解像度 144pixels/inch
- ・画像サイズ 幅 567(pixel)×高さ 567(pixel)

### 2.2.2 処理の自動化

「Adobe Photoshop 5.0」は、これらの処理手順を記録してアクションとして自動処理化することができる。(6)の細部修正はデータにより微妙に異なるため、本稿における実験では、(6)を除いた処理をアクションとして自動化した。

Fig. 2. に顔画像データの例を示す。

### 2.3 類似度の計算式

0と1の2値で表現される2次元配列の顔パターン画像を2つ重ね合わせるにより、2つの画像間の差異あるいは類似度を求めることができる。

2つの画像関数を同じ*i*行*j*列を有するA(*i,j*), B(*i,j*)とすれば、2つの画像の相関値は次式(1)のように求められる。

$$\sum_i \sum_j A(i,j)B(i,j) \dots\dots\dots (1)$$

さらに相関値を基準化して、類似度Sは次式(2)のように求めることができる。

$$S = \frac{\sum_i \sum_j A(i,j)B(i,j)}{\sqrt{\sum_i \sum_j A(i,j)^2 \sum_i \sum_j B(i,j)^2}} \dots (2)$$

本実験では全パターン20種類から2つずつ組合せて、類似度を求める計算を行った。すなわち計算回数は、 ${}_{20}C_2=190$ 回である。

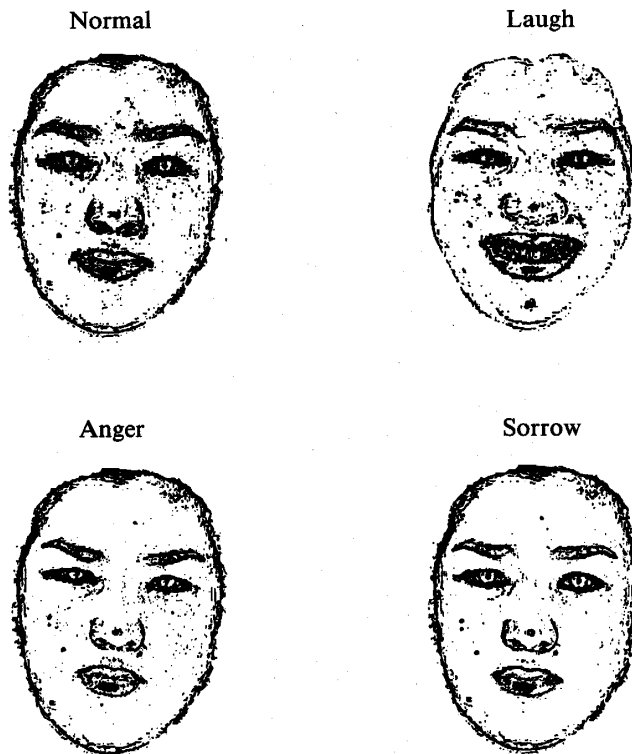


Fig. 2. An example of 4 types facial expressions converted by applications software

### 2.4 プログラム作成上の留意点

類似度を求める計算処理は「Borland C++」で作成した。以下にプログラム作成上の留意点について述べる。

#### 2.4.1 BMP ファイル構造

BMP (Bit Map File) ファイルは、WINDOWS によりシステムレベルでサポートされているが、プログラムを作成する上で、アプリケーションソフトによって作成された BMP ファイルの構造を確認しておく必要がある。プログラム作成上必要なアイテム、「File Header」の BM ラベル、File size、「Information Header」の width (画像の幅)、height (画像の高さ)、compression type (圧縮方式)、size (画像サイズ) について、BMP ファイル構造の概略を Fig. 3. に示す。

#### 2.4.2 Boundary 調整

BMP ファイルは、1 スキャン 4 バイトである。顔画像データの画像サイズは pixel 数、すなわち bit 単位で表され、また実験毎に任意 (注: 同一実験内の画像サイズは全て同じ) とするので、最後の 4 バイトのスキャンでノイズが入る。そのため、プログラム上でノイズを除去する Boundary 調整処理が必要になる。

Header		CLUT			Raster data			
File Header		Information Header						
BM	File size	Header size	width	height	compression	size		
0	2	6	14	18	22	26	30	34 38

Offset (byte size)

Fig. 3. BMP File structure

### 2.5 プログラム動作環境

プログラム動作環境は以下の通りである。

- 機種 …… EPSON Type-VF
- OS …… MS-DOS Version 6.2N
- CPU …… Pentium II プロセッサ
- プログラム言語 …… Borland C++

## 3 結果と考察

### 3.1 計算結果

Table 2. は全ての計算結果から重複している値を取り除いてまとめたものである。Table 2. に表

示されたデータは次の3つのグループに分類することができる。

- 第1グループ(同一人物・同一表情間)
- 第2グループ(同一人物・異なる表情間)
- 第3グループ(異なる人物・異なる表情間)

第1グループは人物同定条件そのものであるが、第2グループが人物同定に有用であるためには、人物同定に無関係(他人)な第3グループと明確に分離されている必要がある。

Fig. 4. は第2グループの同一人物・異なる表情間の類似度計算結果のグラフ表示であり、同様に Fig. 5. は第3グループの異なる人物・異なる表情間の類似度計算結果のグラフ表示である。なお表記上記入できなかったが、「Class」の左側の値にのみ等号を含むものとする。

本実験の結果、類似度の値が0.3以上を同一人物

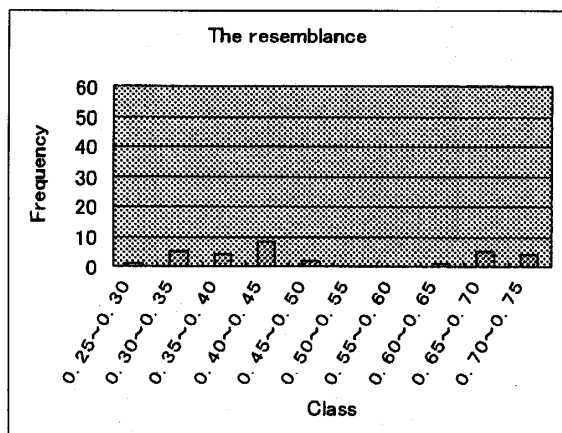


Fig. 4. The Resemblance of The Second Group

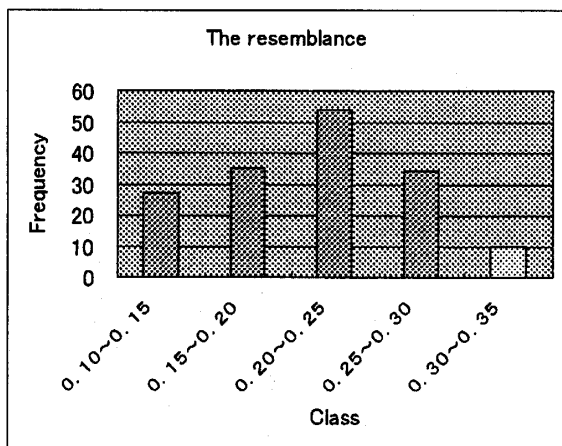


Fig. 5. The Resemblance of The Third Group

と設定した場合、第2グループにおいて96.9%の認識率を、第3グループにおいては94.0%の認識率を得ることができた。なお、1画像データファイルあたり567(pixel)×567(pixel)=321,489(pixel)全てのpixel値(ビット値)を計算処理対象とし、190回の計算が必要であったが、処理時間は16.4秒であった。

### 3.2 考察

#### 3.2.1 手法の有効性

米田らが試みた線画による方法ではグループ間の重なりは存在せず、明確なカテゴリー識別ができた。本実験における濃淡パターン情報を含む2値データを用いた方法では、およそのカテゴリー識別はできているが、カテゴリーからはみ出す値が僅かに存在した。しかし、第2グループにおいて96.9%、第3グループにおいて94.0%の個人認識率が得られたことは、アプリケーション・ソフトによる加工と顔の特徴部分の抽出を必要としない簡単な計算方法でも個人識別に十分有効であることを示している。

#### 3.2.2 画像データの自動作成とデータの正規化

「アクション」を利用した画像データの自動作成により、手間が掛かって単純作業が多い画像データの作成時間は大幅に削減された。一方、グループ間の値の差が小さく、また、カテゴリーからはみ出す値が存在するのは、画像データの正規化をほとんどしていないことが原因であると考えられる。本実験では、敢えて画像データの正規化を行わないで、できる限り画像データの自動作成を図り、どれくらいの計算値が得られるかを試した。計算の結果、比較的よい値は得られたが、認識率の精度を上げるためには、やはり何らかの正規化は行った方がよいと思われる。

#### 3.2.3 計算時間の短縮

本実験の大きな成果は、計算時間の大幅な短縮である。

1画像データファイルあたり567(pixel)×567(pixel)=321,489(pixel)全てのビット値に対して論理積の計算を190回も必要とする冗長な計算方法は画像処理研究の初期段階で用いられていたが、計算時間がかかりすぎるために最近ではほとんど使われていない。しかし、CPUの進歩とプログラム上の工夫(データファイル定義ファイルや置換マクロの使用など)により、計算時間を大幅に短縮することができた。

Table 2. The resemblance between 20 patterns of facial expressions

	A01	A02	A03	A04	B01	B02	B03	B04	C01	C02	C03	C04	D01	D02	D03	D04	E01	E02	E03	E04
A01	1.000	0.421	0.713	0.707	0.202	0.273	0.183	0.208	0.245	0.238	0.219	0.243	0.332	0.267	0.320	0.267	0.192	0.133	0.159	0.143
A02		1.000	0.338	0.311	0.265	0.336	0.218	0.264	0.287	0.292	0.236	0.270	0.273	0.287	0.314	0.223	0.175	0.199	0.151	0.139
A03			1.000	0.714	0.135	0.198	0.117	0.169	0.209	0.207	0.177	0.194	0.283	0.213	0.255	0.237	0.168	0.127	0.142	0.133
A04				1.000	0.128	0.183	0.102	0.151	0.207	0.221	0.172	0.190	0.282	0.190	0.253	0.251	0.167	0.134	0.142	0.132
B01					1.000	0.411	0.676	0.387	0.240	0.219	0.217	0.234	0.206	0.184	0.224	0.181	0.140	0.143	0.128	0.137
B02						1.000	0.348	0.403	0.291	0.292	0.246	0.285	0.232	0.223	0.247	0.221	0.161	0.168	0.144	0.145
B03							1.000	0.516	0.219	0.207	0.213	0.220	0.204	0.196	0.219	0.193	0.143	0.133	0.132	0.142
B04								1.000	0.267	0.240	0.208	0.231	0.185	0.174	0.218	0.172	0.136	0.123	0.113	0.133
C01									1.000	0.430	0.667	0.658	0.284	0.303	0.293	0.278	0.229	0.199	0.197	0.210
C02										1.000	0.305	0.398	0.284	0.274	0.318	0.310	0.211	0.232	0.197	0.189
C03											1.000	0.718	0.278	0.266	0.290	0.220	0.178	0.211	0.198	0.204
C04												1.000	0.305	0.317	0.294	0.332	0.229	0.195	0.204	0.202
D01													1.000	0.412	0.466	0.418	0.268	0.241	0.268	0.236
D02														1.000	0.365	0.307	0.246	0.211	0.227	0.200
D03															1.000	0.335	0.225	0.190	0.219	0.229
D04																1.000	0.286	0.212	0.278	0.260
E01																	1.000	0.435	0.690	0.448
E02																		1.000	0.386	0.264
E03																			1.000	0.489
E04																				1.000

01: Normal 02: Laugh 03: Anger 04: Sorrow

#### 4. おわりに

工学的な研究機関においては、大型コンピュータやワークステーションを使用し、2次元離散コサイン変換やニューラルネットワークなどの手法を用いて様々な顔画像の認識処理が開発されている。しかし、1台のパーソナルコンピュータと普及しているアプリケーション・ソフト「Adobe Photoshop 5.0」とプログラム言語「Borland C++」だけを用いた簡単な方法で一定の成果をあげることができたことは、心理学や社会学など文科系の研究者が「顔」の感性情報処理の研究に比較的容易に取り組める方法を提示できたのではないかと思う。

本実験は手法の有効性を模索した段階であったために、被験者数は少なかったが、今後は被験者数を増やして手法の有効性を確認していきたい。

また、顔部分の特徴抽出をしないこの手法では、撮影時における被験者の僅かな顔の傾きなどがデータに大きく反映されてしまう。アプリケーション・ソフトによって顔画像の大きさの調節などは可能であるが、できる限り同じ条件で最初のデータを取りこむための工夫が必要であろう。

#### 要 約

工学的な研究機関においては、大型コンピュータやワークステーションを使用し、様々な顔画像の認識処理手法が開発されている。しかし、そのほとんどは、顔の特徴部分の抽出を必要とし、計算方法も複雑である。本稿では、パーソナルコンピュータをベースとし、デジタルカメラ、アプリケーション・ソフト「Adobe Photoshop 5.0」、プログラム言語「Borland C++」のみを用いた簡単な手法を提案する。

顔の特徴部分の抽出を必要とせず、顔のすべての情報を対象として、2次元の離散相関関数を用いた計算方式で個人識別を行った。その結果、5人の被験者の4種類の表情データに対し、処理速度16.4秒で、94%の個人認識率を得ることができた。

#### 謝 辞

本研究を遂行するにあたり、元日本システム技術株式会社の深谷美智子さんに多大なご協力を頂きましたことを、また、野村ゼミの3年生、4年生に顔表情写真の撮影にご協力頂きましたことを、深く感謝致します。

#### 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 A, Vol.J80-A, No.8, pp.1215-1230(1997)
- 2) 野村典子, 白尾嘉章, 米田正次郎, 表情変化に対応し得る簡単な人物同定の実験, 武庫川女子大学紀要(自然科学), 46, 1-9(1998)
- 3) 長谷川修, 森島繁生, 金子正秀, 「顔」の情報処理, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J80-A, No.8, pp.1231-1249(1997)
- 4) 村澤博人他, 大「顔」展 図録, 読売新聞社, 1999