

## 顔イメージ生成ツールの試作

尾田政臣                  山口真美

{oda, kanazawa}@hip.atr.co.jp

ATR 人間情報通信研究所

〒619-02 京都府相楽郡精華町光台 2 - 2

筆者らは、顔の特徴の顕著性を解明する方法として、顔画像検索方式を提案し研究を進めてきた。検索方式は、好みの顔や幸せそうな顔などの顔画像を課題として与え、被験者にデータベースから妥協できる範囲の顔画像を選択させる方式であった。この方法は間接的に重要な特徴を調べる方法であり、検索者が意識しない特徴についても調べることができることに特徴がある。しかし、逆に複数の顔画像の検索が必要であることや、被験者が個々の特徴をどの程度直接意識しているかについては調べられない欠点もあった。本稿では直接顔画像のパーツを操作させる方式により顔イメージを生成させる実験方式を提案し、その効用について検索方式と比較しながら考察する。

## **On a creating method to investigate how human process facial images**

Masaomi Oda    Masami Yamaguchi

ATR Human Information Processing Research Laboratories

2-2 Hikari-dai Seika-cho Soraku-gun Kyoto 619-02 Japan

The authors have investigated using a retrieval method, properties on how humans process facial images. In the retrieval method, subjects retrieve their target image, such as a favorite or a happy face, from the database by making a compromise between what they want and what they are presented with. Although important features can be derived without the subject being aware of them, the subject must retrieve many faces and his/her awareness of features can not be discriminated. Another experimental tool is proposed where the subject makes his/her target image accommodating the parameters of facial features directly. The advantage of this creating method is clarified in comparison with the retrieval method.

## 1. まえがき

コミュニケーションにとって、顔は重要な役割を果たす。このため種々の顔に関する研究が行われている。これまで筆者らは、顔の特徴の顕著性を解明する方法として、顔画像検索方式を提案し研究を進めてきた[1]。好みの顔や幸せそうな顔などの顔画像を課題として与え、データベースから妥協できる範囲の顔画像を選択させる方式であった。複数の顔画像を検索させ、それらの特徴の分散を調べることでより顕著性の高い特徴を明らかにする。この方法は間接的に重要な特徴を調べる方法であり、検索者が意識しない特徴についても調べることができること、顔全体を見ながら実験を進めることができること、さらにそれにも関わらず個々の特徴について調べることができるなど、従来の方法にはない特徴を持っていた。さらに非常に簡単に実験ができることや、被験者の負担が少ないなどの特徴もある。しかし、逆に顔画像データベースが必要であることや、被験者が個々の特徴をどの程度意識しているかについては直接調べられない欠点もあった。そのような場合には、言語報告により間接的に調べていた。

本稿では、直接顔画像のパーツを操作させることにより顔イメージを生成させる実験方式を提案し、その効用について検索方式と比較しながら考察する。

## 2. 顔画像生成方式の概要

### 2.1 顔画像の特徴表現

本稿では、線画によって表現された顔画像を用いる。線画の顔が望ましい場合として、写真を用いると情報量が多すぎて被験者が何に反応したかが曖昧になる場合などに、写真の代替として使用する場合や、顔グラフなどの使用にあたって予めどのような印象が持たれるかといった、ヒューマンインタフェースに線画の顔を使用する場合などが想定される。

線画の顔画像を実験の対象として用いるに当たり、顔のどのような特徴をどのように表現するかが、実験の容易性や信頼性を決める重要な要因になる。実験目的によって顔の何を調べるかが異なるが、ここでは人間が顔の認識、表情の認識、顔の印象形成などを行うときに、重要となる顔の特徴などを調べることを想定しシステム設計する。

従来の顔の実験では、顔写真を直接用いたり、顔の部位を他人のものとして入れ替えたり、合成したりし

たものを用いていた。それらの結果から顔の主要な特徴が明らかになってきている。それらの研究から、顔の認識の際に使用される特徴と表情認識に使用される特徴とは異なることが想定される。課題が変わると重要となる特徴も変わるため、従来の結果を参考にするものの、顔の特徴そのものをなるべく忠実に再現できることが望まれる。

本稿では表1に示す18の特徴をパラメータとした。パラメータの選定に当たっては、顕著性が高い特徴であるもの、または目の大きさや位置といったように顔の基本的構成要素であるものを基準とした。基本的構成要素の特徴はパーツ対応にその形と位置をパラメータとした。

眉の特徴は顕著性が高いことが知られている[2]ため、眉の種々の形が生成できるようにパラメータ数を増やした。眉の両端と、内側から3/4の位置に点(中点)をとり、中点の位置で眉全体の位置を表現し、両端の点を動かすことにより眉の形を表現できるようにした。また、印象を形成する上で眉の濃さが重要であるため、線の太さで表現するようにした。顔の輪郭や顎の形なども顕著性が高い特徴であることが知られている[2][3]ためパラメータとした。

唇の厚さは女性の顔の特徴づける要因となっている[4]ため、口の縦方向、横方向の大きさ及び口を横線で区切り横線の位置を上下方向に移動可能とすることにより、上唇と下唇の比率を変えられるようにした。

尚、目のように左右1対の特徴は左右対称になるようにした。左右独立に可変とすることは、顔を正確に表現するうえで望ましいが、被験者の操作が著しく複雑になるため、本システムでは左右対称を採用した。

各特徴は0から3の間の任意の連続値をとることができる。但し、実際にはディスプレイの解像度に依存し、0.01ないし0.02が最小の単位となる。

### 2.2 基本アーキテクチャ

顔画像生成実験として、何も参照せずに印象や記憶に基づいて顔画像を生成する実験や、他の顔画像を参照しながら新たな顔画像を生成する実験、特定の顔画像から複数の変形させた顔画像を生成し比較しながら変形を繰り返す実験等を想定した。このため複数の顔画像を表示するウィンドウを設けた。但し、1枚の顔画像の操作だけといった場合も想定されるため、顔画像ウィンドウ自身がトグルボタンになっておりマウスでウィンドウをクリックする度に表

表1 特徴リスト

- 耳の位置
- 眉の内側の点(位置)
- 眉の外側の点(位置)
- 眉の位置
- 眉の太さ
- 目の横幅
- 目の縦幅
- 目の位置
- 目と目の距離
- 鼻の横幅
- 鼻の縦幅
- 鼻の位置
- 口の横幅
- 口の縦幅
- 口の位置
- 唇の境界線
- 顔の形
- 顎の形

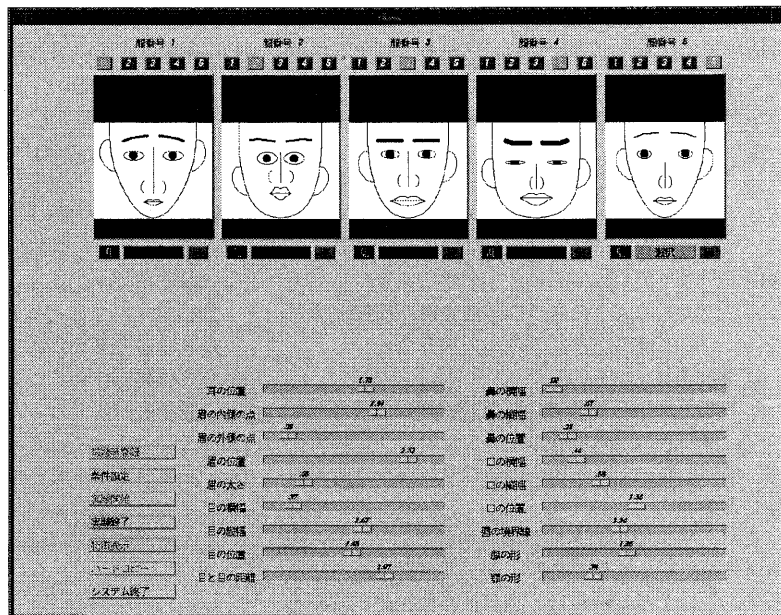


図1 顔画像生成システム画面例

示と非表示が切り替わる。また、ウィンドウ間の顔画像のコピー機能を設けた。複数の顔画像表示ウィンドウがあり、表示スペースの制限や表示の煩雑さから、顔画像を表示するウィンドウと顔の特徴を操作する部分を分けた。即ち、特徴操作部は各顔画像表示ウィンドウに共通である。特徴に対応させてレバーを設けてあり、レバーをマウスで移動することにより特徴値を変化させることができる。レバーの上部に特徴値を表示する。特徴値の変化と連動して顔画像が変化する。顔画像表示ウィンドウの下にウィンドウ選択ボタンが設けてあり、選択ボタンが押されたウィンドウの顔画像が特徴操作レバーの移動に応じて変化する。

各顔画像の表示ウィンドウの下のランダムボタンを押すと、0から3の間でランダムに選ばれた顔の特徴値をもつ顔画像が表示される。この機能により、ランダムに顔画像を表示させ、その中から望ましいものが出現したら、それを出発点にして顔画像の生成ができる。一般に何も手がかりがないところから、いきなり顔画像を生成することは困難であるから、このような方法は被験者の負担軽減に役立つであろう。尚、ランダム特徴の顔画像が表示される度に、対応する特徴の特徴値および操作レバー位置も移動する。

顔画像を生成するとき、どの特徴から着手するかは特徴に対する重要度を計る上での貴重な情報に

なるだろう。しかし、その配置の順序によって開始する特徴が影響されることが予想される。このため、各特徴に対応するレバーの位置をランダムに配置する機能を用意した。尚、ランダム化を行わなければ総てのパラメータの初期値は1.5となる。表示画面の例を図1に示す。

### 2. 3 操作記録の取得

被験者がマウスにより操作レバーにタッチしてから離すまでを、1回の操作とみなす。各特徴ごとに操作の開始・終了時刻と特徴値を記録として残す。また、複数のウィンドウを使用する実験を想定し、ウィンドウ番号も記録として残す。

これらの記録を基に、各特徴の特徴値、操作量、操作時間、1回あたりの操作量、操作の順番などを求めることができる。これらの計算を行うツールを別途用意した。

### 3. 生成方式の特徴

顔画像生成方式で実験を行った場合に得られるデータを以下に示し、どのような要因が調べられるかを考察する。

#### 特徴値

最終的に落ちついたパラメータ値が、課題の顔の特徴を示す。例えば、女性らしい顔を生成する課題では、目が大きいなどの最終的に作成された顔の特徴が課題に対応する特徴となる。

#### 操作時間

イメージが明らかでない場合は、試行錯誤の後イメージが生成されるため操作時間が大きくなり、イメージが明確であるならば、少ない操作で済むため操作時間は短時間になることが予想される。したがって操作時間の大小によって課題に対する被験者のイメージの明確度が評価できるであろう。

#### 操作の順番

重要な特徴ほど被験者の注意を引き、他の特徴より先に操作される可能性は高いであろう。このように、操作の順序から特徴の重要性を評価できる可能性がある。

また、特徴間の関連性が高い特徴では、一方の特徴値を変更すると他の特徴の変更が必要になるであろう。このような特徴は、相互依存性が高い特徴といえる。このような特徴間の相互依存性についても、操作の順番を追うことにより求めることができるであろう。

#### 操作量

顔の生成に重要な役割を担う特徴を想定すると、2つの仮説が成り立つ。第1は重要な特徴ほど非常に頻繁に操作され操作量が大きい、第2は重要な特徴ほどすぐに特徴量が決定され操作量が小さいとの仮説である。

前者の仮説によれば実験開始から終了までの総操作量が大きい特徴が、重要な特徴であると考えられることができる。他の特徴を変化させるとそれに伴って調整の必要が生じるためである。一方、後者の仮説によれば、他の特徴量の変化に付随して決定されることから、操作量の大きい特徴の重要度はあまり高くないと推測される。例えば、顔の輪郭がまず決定され、その後他の特徴が決定される可能性がある。このような特徴では、特徴の操作量は大きくなりえないであろう。

#### 操作回数

他の特徴の変化の度に調整が必要な特徴では、頻繁に操作されることが想定される。従って、操作回数が大きいものほど重要な特徴とみなされる。但し、操作量の場合と同様に、他の特徴に対する依存性が低い特徴でも重要な存在が考えられる。この場合には操作回数は少ない。

#### 最小操作量または1回当たりの操作量

少しの変化によっても生成される顔の印象が変わるものは、1回当たりの操作量に小さい値が出現するであろう。従って、1回当たりの特徴の量から、その特徴の感度を求めることができる。これを求めるには、操作量/操作回数の平均値を用いる方法と、各特徴の最小操作量を用いる方法がある。尚、操作回数が小さい場合には1回だけの最小値では信頼性が低いので、複数のデータを用いるなどの配慮が必要であろう。

#### 許容幅

与えられた課題の顔として認識できる範囲を、特徴値を移動させることで調べてもらう。例えば、優しい顔を生成してもらい、さらに各特徴の特徴値を変化させることにより、優しい顔に見える範囲を求めてもらう。得られた最小値と最大値の間が優しい顔に見える許容範囲ということになる。この範囲が狭いほど特徴に対する感度が鋭いことを示すであろう。

## 4. 評価

これまで筆者らは、与えた課題に適合する顔画像を画像データベースの中から検索させる方法（検索法）により、顔に対する人間の認識特性を調べてきた[1]。本稿では生成法の評価を目的とするが、検索法との比較を通して、その特徴を明らかにしていく。そのため、検索法について簡単に説明する。検索法はデータベースに用意されたデータを次々に被験者に提示し、その中から課題に合ったデータを選択させる方法である。例えば顔画像データベースの中から複数個のデータを同時に画面上に表示し、その中から課題として与えた女性らしい顔を検索させる。被験者は、画面上の総ての顔についての評価が終わる度にボタンを押し、新たに表示された顔画像の評価を繰り返す。このようにして被験者は、課題に適合する顔画像を被験者自身の基準に応じ、ある妥協可能な範囲で選択をする。選択された顔画像はバッファに蓄積される。蓄積された顔画像は随時表示可能であり、再評価可能である。再評価の結果不要と判断された顔画像は削除可能となっている。

検索法と生成法の基本的な違いは課題の与え方にある。検索法では1タスクで複数枚の顔の検索を行わせる。重要な特徴要因の解析には、複数枚の顔画像の特徴値の分散で評価する。一方、生成法は基本的には1タスク1顔画像である。被験者内の分析を分散で行うためには複数回、同一タスクを実行させる必要がある。勿論並行して複数の顔画像の生成

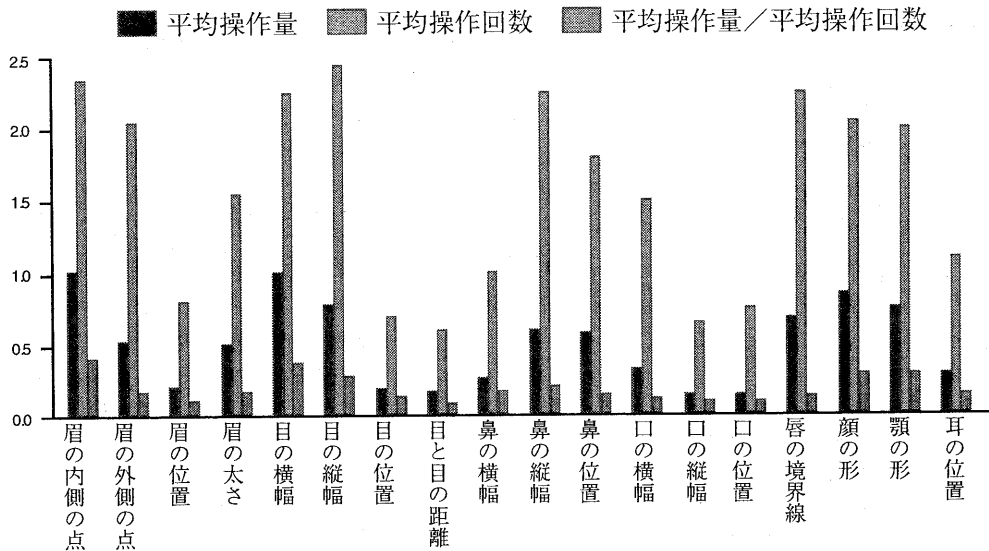


図2 女性らしい顔の生成結果

も可能であるが、異なる顔画像を生成させるタスク以外ではタスクの与え方に工夫が必要であろう。

以下に、女性らしい顔などを生成させる実験結果[5]をもとに、システムの特徴について検証する。

#### 顔特徴の顕著性

物理的な女性の特徴は、男性に比べ目が大きく、鼻が小さく、口も小さく、顎は短く、また頬は細い[6]。文献5の実験結果では、最終的に設定された特徴値は、目の縦幅は男性より大きく、鼻の横幅は小さく、口の横幅も小さく、顎の形は大人の顔より小さくなっていった。従来結果と概ね整合性が認められた。

操作量の点から調べると、操作量が大きい特徴は眉の内側の点、目の横幅、顔の形、目の縦幅、顎の形が上位の特徴である(図2)。

操作回数の点から調べると、目の縦幅、眉の内側の点、目の横幅、鼻の縦幅及び唇の境界線が上位となっている。

これらの結果から、操作量が大きい特徴や操作回数も大きい特徴も重要な特徴に対応しているといえる。顔の形の操作回数は上位5位には入らなかったが、大きい値をとっていた。同様に唇の境界線操作量も大きい値である。従って、操作量や操作回数は重要な特徴の度合いに比例しないものの、重要な特徴を示している。

#### 顔特徴の感度

操作量を操作回数で除すと1回あたりの操作量が求まる。これらの値を比較すると、眉の内側の点、目の横幅、顔の形が小さい値を示した。これらの特徴は、顕著性の高い特徴であり、また感度の高い特徴でもある。逆に感度の低い特徴を求めると、目の目の距離、口の縦幅、口の横幅、眉の位置である。ところで、これらの特徴は重要な特徴でもあるが、表情が変われば変化する特徴である。したがって、注目はされているが女性らしさを表現する特徴とはなっていないのであろう。なお、眉の外側の点は操作回数は多いものの操作量は大きくなかった。操作レバーの位置が眉の内側の点が外側の点より上位にあるために、眉の内側の操作量が大きくなったことが考えられる。

本システムでは、直接被験者に特徴を操作してもらい、課題の顔(例えば女性の顔)に見える範囲を求めてもらう実験が可能である。

#### 非明示特徴の解析

検索法では特徴の分散を求めることにより、各特徴の顕著性を求めることができた。また目と眉の間隔といった直接パラメータとなっていない特徴(非明示特徴)に付いても、調べたい特徴を定義しツールを介すことにより簡単に解析できる。この点は本方式では基本的に1被験者1回の生成であるため、被験者内で分散を用いることは難しい。勿論複数回の生成を行わせれば可能である。また、被験者間の分析では可能となる。

### 実験者に対する負担

心理実験で良く用いられる一対比較で実験を行うには、刺激として用いる顔画像の生成または収集、多くの顔刺激の中から適切な顔画像の選別・組合せなど、準備だけでも莫大な時間を必要とする。これに比べ生成方式では実験の準備期間は必要ない。但し、検索法との差はない。

### 被験者に対する負担

顔画像の生成時間は平均で約8分であり、非常に短く、また得られた結果が従来の結果との整合性があることから、被験者に対する負担は小さいと推定される。

### 検索課題の適用性

検索法では、被験者は次々に提示される顔画像について課題の条件を満たすか否かを判定すればよい。従って、非常に曖昧なものでも課題として課することができる。例えば「表面的には神経質そうだが内面は強い女性の顔」といった課題でもデータの中から妥協できる範囲で選べば良く、容易に課題を遂行できる。一方、生成法では曖昧なイメージを生成するのは困難であろう。逆に、イメージがはっきりしている場合には、生成法に基づく方が容易にかつ正確に表現できる。

### 得られる結果の信頼性

従来の実験結果との整合性が認められることから、本方式は信頼性があると判断できる。

検索法と比較した場合、細かい操作ができる点に関しては信頼性が高いといえるが、逆に色々な候補を想定しないうちに、固定的なパターンに決められていることが考えられるため、その点からは検索法より信頼性が低い可能性がある。一方、イメージがはっきりしている場合には、それに近いものを直接操作して作成できる生成法が、信頼性の点で優れているであろう。

### 操作性

実験後に行った操作の容易性に対する5段階評定では、平均レベルの3になった。比較対象がないため評定自信が難しかったものと思われる。記述に基づく報告では眉の操作が難しいこと、顔の形に対する可変性を大きくすることなどの要求が上げられている。しかし、顔の表現力を上げることと操作性は相反するところがあり、特徴数の増加は実験の目的を考え、慎重に対処すべきであろう。操作が難しく実験自体が思うように行かないというコメントは少ないこと、1回当たりの顔画像生成時間が非常に短時間であったこと等から判断すると、操作自体も容易であるとみなすことができる。

大局的な特徴は検索法の方が種々の顔画像を比較しながら選択できるので容易である。一方、個々の特徴に注目した場合は、直接特徴を操作できた方が便利である。

### 5. まとめ

他の実験結果との比較から、本実験の信頼性が検証された。しかし、被験者対応のデータが被験者の持つ顔イメージを忠実に再現しているかを検証することは非常に難しい。この点は他の実験法においても同様である。多くの実験方法によって得られたデータを用いることにより、得られた知見に対する信頼度が向上して行くであろう。本実験方法も一つの有効な方法であり、顔の特徴に対する感覚が簡単に求められるなど、従来にない使い方も可能である。

本稿で上げた項目の中には、評価を行えなかったものもあるが、それらについては今後の課題である。

謝辞 本実験システム作成に当たり、豊橋技術科学大学芦田宏之氏とS C C向田茂氏に御協力を戴いた。記して謝意を表します。

### 参考文献

- [1] T. Kato, M. Oda: Indirect Measurement of Feature Saliency in Face Processing, テレビジョン学会誌, Vol.49, No.8, pp.1068-1077, 1995.
- [2] M. R. Cunningham: Interpersonal relations and group processes, Journal of Personality and Social Psychology, Vol.50, No.5, pp.925-935, 1986.
- [3] G. Davies, H. Ellis, J. Shepherd (Eds.): Perceiving and remembering faces, pp.105-131, Academic Press, 1981.
- [4] 山口、加藤、赤松: 顔の感性情報と物理的特徴との関連について、信学技報、HC94-89, pp.17-24, 1995.3.
- [5] 山口、尾田: 年齢/性の異なる顔イメージ生成結果と生成過程の検討、ヒューマンインタフェース、64-3, 1996.1. (本誌)
- [6] 吉川他編: 顔と心、サイエンス社、p56, 1993.