45 顔の印象と魅力を探る

東京大学 原島 博

Impression and Attractiveness of the Face

Hiroshi HARASHIMA

(Faculty of Engineering, The University of Tokyo, Tokyo 113, Japan)

1. 顔とは何か

我々は、生まれた時から「顔」とつきあっている。朝、鏡の中にいる「顔」の機嫌がいいと、何となくその日が楽しくなる。好き嫌いは別にして、「顔」は生涯の友人なのである。

そして、「顔」は自分自身でもある。プライドあるいはコンプレックスの源であり、「顔に泥を塗られる」ことは、自分の尊厳そのものが傷つけられることを意味する。

さらに、「顔」はコミュニケーションの手段でもある。我々は、怒りの表情によって相手を威嚇し、微笑によって相手への好意を示す。顔によってその人の印象が決まることも多い。

「顔」は、心の動きを覗く窓でもある。我々は、顔とその表情によって、その人の感情や気分を読み取ることができる。逆に政治家は作り笑いによって、それを懸命に隠そうとする。

2. 学際領域としての「顔」

このように記すと、筆者が顔を専門に研究する心理学者のように見えるかも知れない。実は、筆者が属しているのは工学部であり、専門はテレビ電話を中心とする画像通信なのである。ただし、普通のテレビ電話ではなく、コンピュータグラフ

ィックス技術を駆使した、次のような究極の通信を夢みている。

テレビ電話では、当然ながら自分の顔を相手に見せることになる。しかし例えば、早朝まだ化粧していない時のテレビ電話には、かなりの人が抵抗感を持つであろう。そのような時に、化粧した自分の顔写真をまず一枚送って、その顔写真を動かしながら相手とテレビ電話ができれば・・・。

それには、受信側のコンピュータの中に、顔写真を表面に張り付けた「顔の張り子」のようなものを用意しておき、それを送信側から送られてきた動き情報に基づいて動かせばよい。これが筆者が研究を進めている「知的画像符号化」の基本的な考え方である。

工学の分野では、顔のコンピュータグラフィックスやアニメーション、あるいは顔の自動認識などを目的とした研究も進められている。さらにコンピュータやメディア技術の分野でも、最近顔への関心が高まりつつある。

例えば、コンピュータのモニターの画面内に人間の顔をしたロボットが現れて、あたかもテレビ電話で話すようにそのロボットと対話ができれば、全くの初心者でも自由にコンピュータとつきあうことが可能となろう。さらに、コンピュータの内部状態がロボットの表情として見えるようになっていけば、文字どおり以心伝心のコミュニケーション

ョンが実現するかも知れない。

工学に限らず、顔を扱っている研究分野は多様である。人類学、心理学、生理学、化粧学、人相学、美容整形、歯科矯正、法医学、演劇、芸術、・・・。

しかしながら、人間の顔面表情の研究は、それを定量的かつ客観的に扱う方法論がなく、従来の研究はほとんどが単なる定性的な記述にとどまっていた。筆者らは、画像処理ならびにコンピュータグラフィックスの手法を積極的に利用することにより、「顔の容貌と表情の分析合成システム」を開発し、顔に関連する各種の感性コミュニケーション研究に役立てることを考えている。以下、システムの概要を説明する。

3. 顔画像合成

顔画像の分析合成システムでは、まず顔および頭部に関するモデルをいかなる形で用意し、これを画像生成に利用するかが問題になる。

ここでは、顔立ち、すなわち顔と顔の形と目鼻口などの配置を、図1のような3次元構造モデルで表現することとする。これはコンピュータグラフィックスの分野でワイヤフレームモデルと呼ばれているものに相当している。「張り子」の骨組みであると考えてもよい。これに、例えば特定個人の顔写真を投影して張りつけて、「張り子」の肌つまり皮膚表面を与えれば、濃淡をもった顔画像を生成することができる。

このようにして、ひとたび張り子が用意されれば、任意方向から見た顔画像を合成することもできる。図2にモナリザの横顔の合成例を示す。

4. 表情合成

次の問題は、張り子すなわち顔のモデルに表情をつけることである。一般に表情は、顔面筋の伸縮による目や口周辺の特徴点の動きにより特徴づけられる。従って、この動きをパラメータ化して、構造モデルを変形させれば、表情をもつ顔画像が合成できる。

顔の特徴点の動きによって顔面表情を記述する試みとして、Ekman と Friesen による FACS (Facial Action Coding System)[3]が知られている。そこでは、表情変化にともなう人間の顔の動きを44ほどのAU (Action Unit) と呼ばれる基本的な動きに分解している。そして、あらゆる表情は、これらのAUの組み合わせで表現できるとされている。

これをコンピュータ上で実現し、それぞれのAUの強さによって、3次元構造モデルを変形させ、あわせて皮膚も移動するようにしておけば、任意の表情を効率よく合成することができる。

本研究では、現在34通りのAUが実現されている[4]。AUによる表情の合成例を図3に示す。

5. 容貌合成

FACSによる表情付けは、構造モデルの幾何学的な変形に基づくものであった。しかし、顔の特徴は、必ずしも幾何学的な形状だけではない。顔の陰影あるいは皮膚の状態なども、顔の特徴づける重要な要素である。顔は、これらを統合した容貌パターンとして把える必要がある。

このような顔の容貌パターンはどのようにしてパラメータ化できるのであろうか。その一つの解答として、本研究では、次のような基底顔画像展開によるパラメータ化を試みている[5]。

信号解析の分野では、時間波形 $f(t)$ を、基底波形の組 $\phi_k(t)$ で展開して、

$$f(t) = \sum_k C_k \phi_k(t) \quad (1)$$

と表わし、その展開係数 C_k を波形のパラメータとして用いることが多い。ここに、基底を正弦波とすれば、よく知られているフーリエ解析となる。

顔画像の場合は、基底そのものも顔画像として、複数枚の異なる基底顔画像を用意しておき、その荷重結合で新たな顔画像を表現することが考えられる。しかし、単に画素レベルで荷重和をとっても、合成される画像はばけたものになってしまう。そこで、つぎのような工夫を加えている。

- (1)まず、顔の各点の座標値（例えば構造モデルの各頂点の座標値）に対して荷重和を計算して、目的とする顔形状を得る。
- (2)次に、基底顔画像の濃淡パターンを幾何学的に変形して、すべて(1)で得られた顔形状と同じにする。
- (3)同じ形状の基底顔画像のそれぞれの画素値に対して荷重和を計算して、顔画像を合成する。

こうして基底顔画像の組み合わせにより自然な顔画像が得られる。図4は、この手法で合成された各種の職業の男性の平均顔である。

与えられた顔画像を基底顔画像の荷重和で表し、そのパラメータ（荷重係数：式(1)の C_k に相当）を求めることもできる。その際、基底顔画像は互いに直交していることが望ましい。この直交化は、主成分分析の手法を用いて実現できる[5]。

この手法は、表情合成にも利用できる。例えば、「笑い」と「泣き」の基底顔画像を用意しておき、その荷重結合により中間の表情を合成すれば、「泣き笑い」の表情が得られる。

6. 感情・印象表現

このような表情の分析合成の手法を用いて、人間の感情を分析すること、あるいは逆に感情をもつ顔画像を合成することも夢ではない。

例えば、心理学の分野では、人間の基本感情は、驚き、恐怖、嫌悪、怒り、喜び、悲しみの6通りあるとされている。したがって、この6通りの表情を基底顔画像として用意しておき、それらを荷重合成すれば、中間の感情をもつ顔画像が合成できよう。

一方、4.あるいは5.で述べた表情のパラメータ化手法を用いると、顔画像から得られたそれぞれの表情を、空間内の点として位置づけることができる。例えば、FACSを用いると、AUの個数に等しい44次元空間が構成され、表情はAUの強さを座標とする点として位置づけられる。基底顔画像から表情を合成する場合は、荷重係数そのものが、空間内の点の座標となる。

このような表情空間あるいは5.で述べた基底を

もつ顔の容貌空間と心理学的な知見[6]の対応が調べられれば、感情と顔面表情、性格と顔容貌などの関係が明らかになろう。現在、予備検討の段階ではあるが、「苦虫を噛み潰す」などの感情語と表情空間の関係、「優しい顔」などの顔印象語と顔容貌空間の関係を探っている。

7. 感性コミュニケーション学へ

以上、顔画像と表情の分析合成システムの概要について述べた。この研究は、最近、思わぬ方向へ色々な展開を見せている。

例えば、警察のモンタージュ写真の合成へ応用すれば、任意の向き、任意の表情、さらには任意の動きのある手配ビデオを作ることができる。

もちろん、心理学研究への応用も考えられる。実は、この研究を一番喜んだのは、若手の心理学者グループであった。上記のシステムを心理学の研究道具として使うと、表情パラメータに基づいて実際に顔面表情を合成しながら、人間の表情認知構造などを探ることができる。

また、顔の表情の研究を通じて、人間の感性コミュニケーションそのものに迫れないかとの期待もある。昨年度よりスタートした文部省の重点領域研究プロジェクト「感性情報処理の情報学・心理学的研究」でも、この顔研究が一つの柱になっている。

もともと日本人は、表情による感性コミュニケーションが下手な民族であると言われている。感性豊かなヒューマンコミュニケーション社会へ向けて、この研究を通じて少しでも貢献できたらと考えている。

参考文献

- [1]原島博：知的画像符号化と知的通信，テレビジョン学会誌，42，6（1988）pp.519-525
- [2]原島博：知的画像符号化と映像ロボット技術，計測と制御，30，6（1991）pp.478-484
- [3]P.Ekman, and W.V.Friesen: Facial Action Coding System, Consulting Psychologists

Press (1977)

- [4] 崔, 原島, 武部: 顔の3次元モデルに基づく表情の記述と合成, 電子情報通信学会論文誌A, J73-A, 7 (1990) pp. 1270-1280
- [5] 原島, 岡崎, 崔, 武部: 顔画像の主成分分析とその応用, 電子情報通信学会技術研究報告, HC

90-28 (1991) pp. 25-33

- [6] 福井康之: 感情の心理学, 川島書店 (1990)
- [7] 原島博: 顔, 表情, そして感情-映像ロボット技術からのアプローチ, 日本機械学会誌, 95, 883 (1992) pp. 503-507

図1 ワイヤフレームモデル

図2 モナリザの横顔

図3 AUの組合せによる表情の合成 (AU6+12+26)

銀行員(13人)

ブローカー(11人)

政治家(10人)

図4 職業別平均の容貌の合成