

# コンピュータ・アニメーションを利用した ユーザ・インタフェース

野口 典正 , 中嶋 正之 , 安居院 猛

東京工業大学 像情報工学研究施設

従来、静止画がユーザ・インタフェースとして利用されているが、今後は、アニメーションが有効と考えられる。そこで筆者らは、コンピュータ・アニメーションを利用したユーザ・インタフェースを設計したので報告する。

本報告では、初めに、アニメーションを用いたユーザ・インタフェースの効果について述べ、次に多変量データを表現するための一手法であるフェイス法をもとにして、時系列的に変化する計測データを、人間の目に直観的に伝達するユーザ・インタフェースの構築を可能にする表情アニメーションシステムの設計例について述べる。

User-interface Using Computer Animation

Norimasa NOGUCHI Masayuki NAKAJIMA Takeshi AGUI

Imaging Science and Engineering Laboratory, Tokyo Institute of Technology  
4259, Nagatsuta, Midori-ku, Yokohama, 227 Japan

Generally, it is too difficult for operators to know the status of a large-scale system. Operators are, therefore, required to grasp its status macroscopically at first.

We propose a facial animation method to represent the status of the large-scale system by using facial expressions. We define a facial expression space, and use motion data in the space by a database-driven animation system which we already have.

We obtained the results which represent growth of motor nerves by real animated facial figures.

## 1. はじめに

ユーザ・インタフェースの設計において、人間が利用できる情報媒体は、文字や数値列を利用する方式から、現在は、グラフィクスを併用する方式が主流になっている。文字や数値列の表示は、簡易的なインタフェースが設計でき、主としてメニューの選択用、現在のマシンの状況の表示等に利用されている。また、アイコンで代表される様に、現在、静止画であるグラフィクスを併用することにより、文字列表現以上に親しみのあるユーザ・インタフェースが設計されている。しかし、時々刻々と変化する状況をオペレータが追跡したい場合、静止画を用いたユーザ・インタフェースの設計は困難であり、その際には、コンピュータ・アニメーションによるユーザ・インタフェースが必要になる。さらに、立体視を併用することにより、クレイモデルを用いることなく、自動車や機件部品の設計が可能になる。しかし、実時間で立体視の実現が可能なハードウェア装置の開発には、まだまだ時間がかかると考えられ、次世代のユーザ・インタフェースの手段になると考えられる。表1に、表示方式から考慮したユーザ・インタフェースの設計方法について示す。

一般に、工学、社会、経済などの、大規模で複雑なシステムを取り扱う場合、そこから得られるデータは、多岐にわたり、刻々と状態が変化する場合が多い。この様なシステムに対して、監視者は、実時間で、かつ、マクロにその状態を把握することが要求される。そして、この様なユーザ・インタフェースの問題に対処するためには、高度なデータ処理能力を持つコンピュータの機能と、直観や定性的な判断の優れた人間の能力との間の橋渡しとなる方法が必要になる。

## 2. アニメーションの効果

表1に示すように、各種のユーザ・インタフェースの手法が考えられるが、その中で、コンピュータ・アニメーションを利用する方式は、計算機側では実時間で動画像を生成するという重労働を伴うが、人間側では、動画による表示のため、より理解し易いインタフェースの設計が可能になると考えられる。アニメーションを利用することによって、静止画では得ることの困難な、動的な変化の表現をもユーザ・インタフェースの手段として活用できることになる。その具体的な応用の

表1 表示方式から考慮したユーザ  
インタフェースの進展

世代	手法	特徴
第1世代 1970年代	文字・数値列の表示	簡易なインタフェース メニュー選択用
第2世代 1980年代	グラフィクスの併用	グラフィクスデータの 入出力に有効
第3世代 1990年代	アニメーションの併用	動的データの表示に 有効
第4世代 2000年代	立体視の併用	CADシステムの設計に 有効
第5世代	知的インタフェース	?

表2 コンピュータ・アニメーションによる  
ユーザ・インタフェースの利用

応用分野	具体例
産業	・オートナビゲーションシステムにおける道路表示 <sup>1)</sup> ・プラントの動的状態の監視
経済	・フェイス法を用いた経済状態、経年変化の表示 ・公害の汚染状況の変化
医用	・病巣部分の時間的変化 ・身体の発達状況の変化

分野を表2に示す。

この表2のように、各種の応用分野が考えられるが、現在のところ、実際には、アニメーションがユーザ・インタフェースに有効に利用されているとは言えない。そこで、筆者らはその一例としてアニメーションを利用した、多変量データの表示システムの設計を行ったので報告する。

### 3. フェイス法による多変量データの動的表示

H. Chernoffが提案したフェイス法<sup>2)</sup>は、多変量データを表現するグラフ作成手法の一つである。フェイス法は、データの各成分を顔図形の目、口、眉などの各造作要素の変化に割り当て、多変量データを1つの表情として表現する手法である。この方法は、表現された表情によって、見る者の直観に、多変量データの定性的な特性を直接的に訴えるため、上記の要求に対処するユーザ・インタフェースの方法として非常に有効であり、さまざまな方面での応用例が報告されている<sup>3,4,5)</sup>。また、フェイス法を改良したものととして、さまざまな顔図形が考案されている<sup>6,7,8,9,10)</sup>。

本報告では、フェイス法にアニメーションの手法を導入することによって、多変量データの内容や、その変化を印象強く表現することを可能にする手法を提案する。従来のフェイス法の機能では、ある現象について、時間軸上の、ある固定された座標における状況しか表現することができなかったが、フェイス法にアニメーションの手法を導入することによって、現象の時間軸上での変化から得られる多変量データを、リアルタイムで顔図形表示することが可能になる。なおかつ、生き生きとした動きを取り入れるため、見る者に対して訴える力がより向上する。その結果、本手法の適用分野として、例えば、人体の健康状態の変化、大気汚染などの公害の推移の様子、などのような、時間軸上での変化がより重要な現象を扱うとき、フェイス法にアニメーションの手法を導入した本手法は、非常に有効であると考えられる。

筆者らは、先に、顔図形を対象としたアニメーション作成システムとして、データベース駆動型アニメーションシステムを提案したが<sup>11,12)</sup>、本報告で述べる手法は、このシステムのユーザ・インタフェースへの有効な利用方法の研究として行った。

### 4. 表情空間の定義

本報告で提案するシステムについて述べる前に、取り扱う表情を含む、表情空間を定義する。

筆者らの一人は、先に、改良型フェイス法を提案し、次の2点について述べた<sup>8,9)</sup>。

- i) 改良型フェイス法は、入力される多変量データを表現するために、動かす顔図形上のパラメータを17個持つ。
- ii) 従来から、人間の表情は「喜・怒・哀・楽」

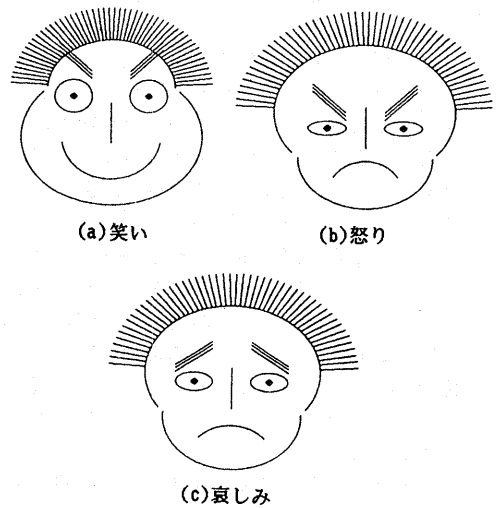


図1 改良型フェイス法による代表的な表情例

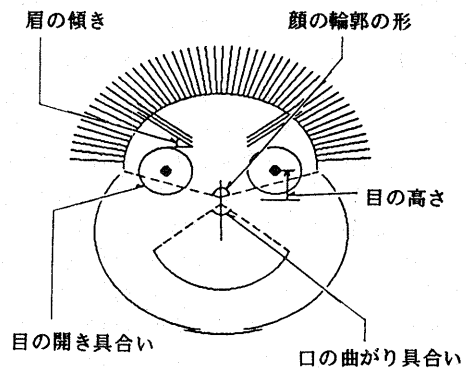


図2 改良型フェイス法による動きのデータ項目

で表現されることが広く認識されているが、改良型フェイス法によって作成される顔図形の表情は、その表情の強弱の度合に関わらず、「笑い（喜・楽）」、「怒り（怒）」、「悲しみ（哀）」の3種類に認識されることが多い。そして、改良型フェイス法をある現象に適用する場合、注目すべき顕著な状態を表示したいときに、上記の3種類の表情を顕著に示すように、多変量データ項目と顔図形上の各パラメータとの対応関係を決定するわけである。この3種類の表情の典型的な例を図1に示す。この3表情は、17個のパラメータのうち、図2に示した、表情への影響が強い、「顔の輪郭の形」、「目の開き具合」、「目の高さ」、「口の曲がり具合」、「眉の傾き」の5個のパラメータだけで充分、表現可能である。

本報告では、改良型フェイス法による顔図形よりも、さらにリアルな顔図形と表情を表現することが可能な、データベース駆動型アニメーションシステムを用いて作成した顔図形を用いることにする。その顔図形の例を図3に示す。

本報告では、上記の5個のパラメータのうち、「顔の輪郭の形」、「目の高さ」は、人相を変えてしまうため使用せず、また、眉の形状については、「眉の傾き」とは別に、「眉の曲がり具合」を設定し、「目の開き具合」、「口の曲がり具合」と合わせて、4個を用いる。

今、顔図形の表情について、「無表情」を標準とし、標準からある表情への動きをベクトルを用いて考える。先に述べたとおり、「笑い」、「怒り」、「悲しみ」を顕著に示す3表情は、その表情の強弱の度合に関わらず、決して他の表情として誤って認識されることはない。この事実に基づき、「笑い」のベクトル、「怒り」のベクトルを考えると、これらの表情ベクトルは互いに一次独立な関係といえる。そして、この3種類の表情を表現できる改良型フェイス法は、3次元のベクトル空間で表現できると考えられる。そして、「笑いつつ怒る」といった表情は、2つのベクトルの合成によって得られる。すなわち、改良型フェイス法の表現する表情は、このベクトル空間の中の座標点で表すことができる。本報告では「笑い」、「怒り」、「悲しみ」の3表情から構成される3次元表情空間を図4のように設定する。以下で扱う表情は、この表情空間内に存在するものだけを

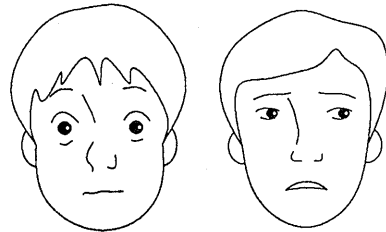


図3 データベース駆動型アニメーションシステムによる顔図形例

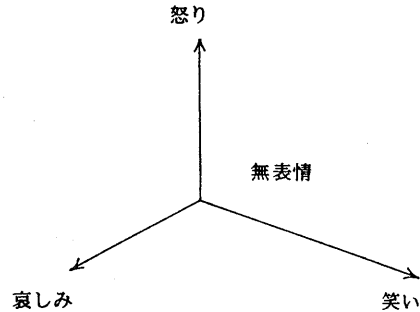


図4 表情空間

対象にする。

## 5. 表情アニメーションの実現方法

### 5.1 システムの流れ

本報告で提案するシステムの処理の流れを図5に示す。図5は、現在、前の入力データによって、システムが表情Aを示しており、次のデータが入力され、表情がAからBへと動く仕組みを示している。以下に、その流れを示す。

- ① 4項目の多変量データを、システムの入力データとする。
- ② 入力データを正規化し、対応する顔図形のバラ

メータへ送る。そして、新しいパラメータ値を出力する。

- ③新しいパラメータ値と、前のパラメータ値との差から、各造作の動きの量を算出し、造作を動かす表情データを表情データベースから得る。
- ④表情データを、顔図形データベースから得られる顔図形と合成することによって、表情Aから、表情Bへと変化する顔図形を得る。

### 5.2 表情の動きの実現方法

本システムでは、表情の動きに関して、次の2つの動きを実現するデータベースを用いる。

- I) 表情空間の、ある点からある点までの動き。  
例：「無表情」から「笑い」までの動き。
- II) 表情空間の、ある点での動き。  
例：「笑い」の状態の動き。

Iの動きについては、データベース駆動型アニメーションシステムの従来の表情データをそのまま用いる。IIについては、今回新たに、以下に述べる動きのデータを作成し、表情データベースに追加する。

- i) システムが正常に動作していることを確認するために、常に図6(a)に示すような「瞬き」の動作を行わせておく。
- ii) 「笑い」の状態の動きとして、図6(b)に示すように、目を閉じ、口を開けて、頭を上下に振らせる。
- iii) 「怒り」の動きとして、図6(c)に示すように、口を開けて、頭を小刻みに震わせる。
- iv) 「驚き」の動きを図6(d)に示す。この表情は、上記の表情群とは異なり、突然別の表情に変化するとき用いる。入力データの変化の大きさによって、驚く度合は左右される。

## 6. 実験結果

以上述べた方法は、オンラインでの多変量データの状態変化の表示を目的としていた。同様に、オフラインデータに対しても、極めて多数のデータ群を短時間で観測したい場合、この表情アニメーションが有効である。そこで本システムの使用例として、以下の実験を行ったので報告する。

今回の実験では、文献[9]で用いた、幼稚園児の年度別の運動能力データを用いた。顔図形のパラメータと運動能力の項目との対応は、文献[9]にならって表3のように定めた。

本システムによって出力されたアニメーション画像例を図7(a)~(b)に示す。左端の顔図形が、初年度のデータによる表情を示しており、右端の

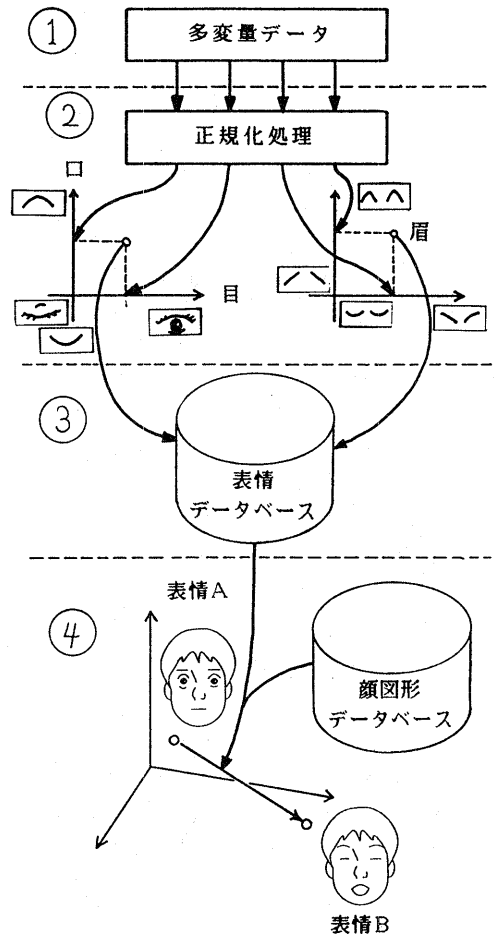


図5 処理の流れ

表3 顔図形パラメータと運動能力の項目との対応表

顔図形のパラメータ	運動能力の項目
眉の傾き	ボール投げ
眉の曲がり具合	反復横跳び
目の開き具合	片足立ち
口の曲がり具合	両手指折り

顔図形が、次年度のデータによる表情を示している。図7(a)では、怒った表情から笑った表情へと変化しているが、これは、被験者の幼稚園児の運動能力が、初年度は平均以下であるが、次年度には平均以上になっていることを表している。また、図7(b)では、無表情から怒った顔へと変化しているが、これは、初年度は人並だった運動能力が、次年度では、他の園児に追い抜かれてしまったことを表している。

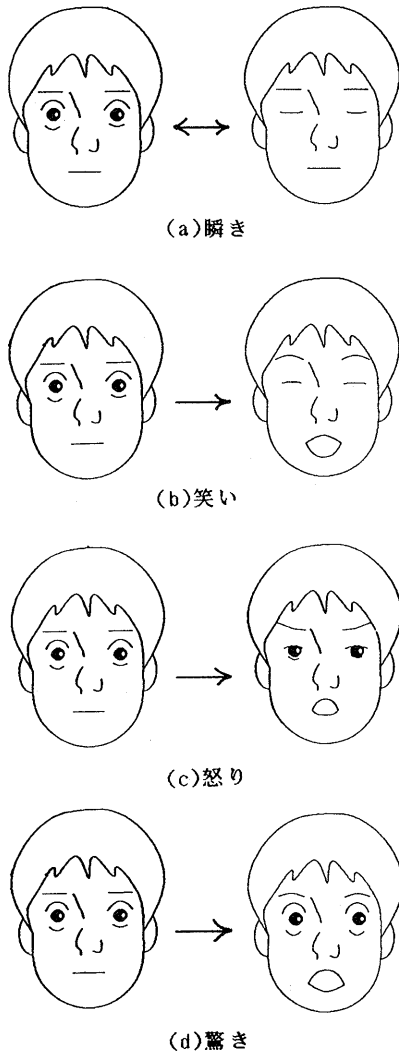


図6 新たに作成した表情

## 7. おわりに

本報告では、コンピュータ・アニメーションを利用したユーザ・インタフェースの設計システム例として、フェイス法に基づいた多変量データをアニメーション画像で表示するシステムについて提案し、そのシステム設計、アニメーションの表現方法などについて述べた。

実際に本システムを用いるにあたって、本システムによって生成・表示される顔図形の心理学的特性について、検討を行う必要があると考えているが、この点に関しては、今後の課題としたい。

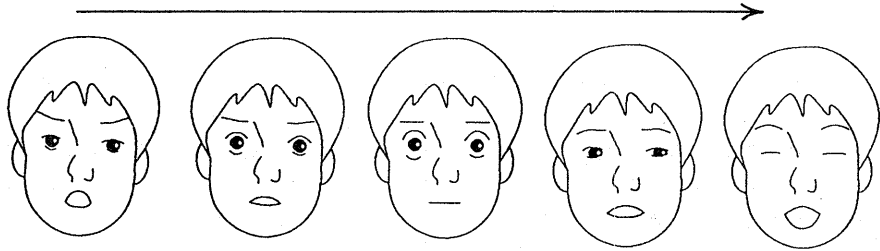
また、対象とする現象の出力する多変量データの値の組合せによっては、本システムの作る顔図形は、被験者にとって必ずしも明快に判別できない表情を呈する場合がある。これはフェイス法自体の持つ問題点でもあるが、この点に関しても今後の研究課題としたい。

動く顔図形は、それ自体生きているような感じを見るものに与え、心理的に親しみを感じさせるものと考えられるので、ユーザ・インタフェースとして、より有効なシステムが実現できたと考えている。特に、テレビ、映画などでアニメーションを見なれた子供達にはすぐに慣れ親しめるものになると考えられる。また、従来のフェイス法による顔図形は、1, 2種類の顔図形しか用いられていなかったが、我々が現在研究中的、データベース駆動型アニメーションシステムを用いることによって、老若男女を問わず、さまざまな顔図形を、用途に合わせて作成することも可能である。

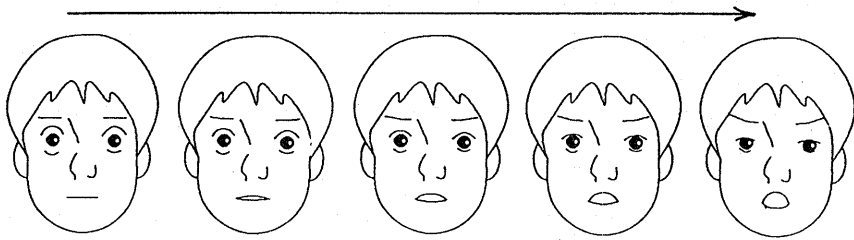
今後、本システムを、様々な入力データに対して応用し、さらに使いやすいシステムとなるように、改良するつもりである。

## 文献

- (1) 安居院, 長尾, 鈴木, 中嶋: “道路網地図処理に関する研究 - 第1報 -”, 信学技法, ICS78-1 (1986).



(a)「怒り」から「笑い」への変化



(b)「無表情」から「怒り」への変化

図7 出力結果

- (2) H. Chernoff: "The Use of Faces to Represent Points in k-Dimensional Space Graphically", J.Am.Stat.Assoc., Vol.68, 342 (1973).
- (3) 原, 山下, 北沢: "プラント運転監視への顔グラフの応用のための基礎的研究", 計測自動制御学会論文集, Vol.15, No.1, pp.53-60 (1979).
- (4) 山下, 原: "プラントの異常検知のための顔グラフの動的特性に関する基礎的研究", 計測自動制御学会論文集, Vol.18, No.5 (1982).
- (5) 本多, 合田: "フェース法による大気汚染物質排出強度データの分類・評価", 計測自動制御学会論文集, Vol.16, No.3 (1980).
- (6) B.Flury, H.Riedwyl: "Graphical Representation of Multivariate Data by Means of Asymmetrical Faces", J.Am.Stat.Assoc., Vol.76, 376 (1981).
- (7) 本多: "フェース法による多変量データの表現と処理", 計測制御, Vol.22, No.1, pp.132-138 (1983).
- (8) 本多, 合田: "フェース法における顔図形の心理的特性の抽出とその応用", 計測自動制御学会論文集, Vol.16, No.6 (1980).
- (9) 長江, 竹本, 山田: "多変量グラフ解析における改良型フェイス法(1)", 日本図学会誌 図学研究 31号, pp.7-15 (1982).
- (10) 長江, 野口, 寺山, 柴田, 福永: "多変量グラフ解析における改良型フェイス法(2)", 図学研究36号, pp.17-25 (1985).
- (11) 野口, 安居院, 中嶋: "データベース駆動型アニメーションシステムによる表情の作成", 信学論 (採録決定).
- (12) 野口, 安居院, 中嶋: "表情アニメーションによる多変量データ表示システム", 信学論 (採録決定).

## 討 論

### 15. コンピュータ・アニメーションを利用したユーザインタフェース

野口 (東工大)

浜川: フェイス法で問題なのは、笑ってもなく怒ってもない顔は一目では分からなくて、結局対応するデータを見なければならぬということです。ですから、1対1にデータを顔の一部に対応させるのではなくて、他の方法の方が良いのではないのでしょうか。

野口: 確かにどういう表情か把握しにくい場合がかなりあります。

浜川: 顔の表情から実際のデータを取り違えることがあるのではないですか。

川合: グローバルな表情といったものに対応させようというのはやはり無理なんじゃないですか。

原田: 顔の中では目の重みが大きいと思いますが、そういった各パラメータの重みを考えたら面白いのではないかと思います。

川合: もともののフェイス法は多変量のデータをさっと見せるだけで、そこから表情まではあまり期待してなかったのではないですか。

野口: そうですね。

浜川: 図7の「怒り」から「笑い」への変化は毎年ごとの結果ですか、それとも両端を補間したものですか。補間したとすると間の表情には意味がないのではないですか。

野口: これは4枚出せという条件で、初年度と次年度のデータの間を補間したものです。データがあまりなかったので・・・