

### 講座 人間とコンピュータによる顔表情の認識 (3) コンピュータによる顔表情認識技術 (2) 顔面の表情動作の認識

赤松, 茂 / AKAMATSU, Shigeru

---

(出版者 / Publisher)

電子情報通信学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

電子情報通信学会誌 / 電子情報通信学会誌

(号 / Number)

12

(開始ページ / Start Page)

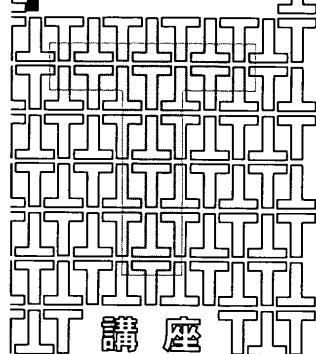
936

(終了ページ / End Page)

941

(発行年 / Year)

2002-12-01



# 人間とコンピュータによる顔表情の認識 [Ⅲ]

## —— コンピュータによる顔表情認識技術 (2) : 顔面の表情動作の認識 ——

赤 松 茂

赤松 茂 正員 法政大学工学部システム制御工学科  
E-mail akamatsu@k.hosei.ac.jp

Recognition of Facial Expressions by Human and Computer [Ⅲ]: The State of the Art in Facial Expression Analysis-2; Recognition of Facial Actions. By Shigeru AKAMATSU, Member (Faculty of Engineering, Hosei University, Koganei-shi, 184-8584 Japan).

### 1. ま え が き

コンピュータによって顔の表情を認識しようとする研究の多くは、カメラから入力された顔画像に見られる表情が、人間が表情から読み取ることのできる基本的な感情カテゴリーのいずれを表しているかを分類しようとするものであったことは前回に述べた。その背景としては、顔画像処理によって人物の感情を認識できれば、人間が表情を介して言葉によらずに発信している種々のメッセージをコンピュータも読み取れるようになり、ユーザにとって自然で負担の少ないインタフェースが実現されるという期待がある。

しかし、コンピュータによる顔表情の認識においては、入力された顔画像をあらかじめ定義された幾つかの感情カテゴリーに割り振ってコード化する結果だけでなく、そこに至る過程で表情の表出によって生じた顔パターンの変形を計測し、それらを客観的に定量化するステップも重要である。それには以下のような理由が考えられる。

- ① 日常的に頻繁に見かける顔の表情は、基本的感情を表していると考えられている顔面全体に顕著な変形を呈した典型的な表情よりも、中間的な強度の変形を示していたり、複数の表情による部分的な変形が混

在している顔が大部分を占めている。したがって人間とコンピュータの自然なインタフェースを実現するために表情から感情を認識するのであれば、表情を幾つかの基本的な感情に強制的に分類するだけでなく、表情表出による顔面の微妙な動作を検出し、その強度を定量化することが必要と考えられる。

- ② 顔の表情は、その人の体調や心の状態を映し出すとともに、言葉によらない様々のメッセージを伝えるコミュニケーションの媒体としても重要な役割を果たしている。したがって、顔面に作り出される表情の信号を検出してこれを定量的に記述することは、医学、心理学、行動学など、人間の心身の状態や行動を科学的に解明することを目指す様々の学問領域において不可欠な研究手段となっている。コンピュータによる画像解析を利用した表情動作の自動計測技術は、計測の高速化・省力化によって、より多くの被験者を対象としたデータ収集を可能にするだけでなく、客観的な測定によって実験データの精度が高まり、各分野の研究の加速と発展に大きく貢献するものと期待されている。
- ③ 80年代後半に我が国で原島らが画像の知的符号化のコンセプト<sup>(1)</sup>を提唱したことが契機となって、コンピュータによる顔画像の認識・合成技術を応用したコミュニケーション・メディアの研究が国内外で盛んに行われるようになった<sup>(2)</sup>。そこで目標として取り組まれてきた課題の一つは、人物の発話や表情による顔の動作に同期して、顔の自然な動きをコンピュータで合成することであった。この課題は、顔の動画像を少数のパラメータに圧縮して送信し、これを受信側で元の顔にできるだけ近い顔画像として復元するという画像符号化の研究としてだけでなく、語り手の顔をCGによって合成する Talking Face や、コンピュータ上に生成される自分自身の分身である Avatar のような画像の認識・生成技術

### 予 定 目 次

- [I] コミュニケーションにおける表情とコンピュータによるその自動解析 (9月号)
- [II] コンピュータによる顔表情認識技術 (1)  
— 表情による感情の認識 — (10月号)
- [III] コンピュータによる顔表情認識技術 (2)  
— 顔面の表情動作の認識 — (12月号)
- [IV] コンピュータによる顔表情認識の展望  
— 人間による表情認知に学ぶ — (1月号)

を応用したコミュニケーション・メディアの実現を目指す研究としても取り組まれてきた。そしてこれらの実現のためには、合成される顔画像において表情の表出動作を規定するパラメータを、実在する顔の動画像から自動的かつ(理想的には)リアルタイムで求める必要があり、コンピュータによる顔面の表情動作の自動計測はそのための基本技術と位置付けられた。

このうち、①および②の要請にこたえるべく取り組まれてきた研究では、行動科学、心理学など人間科学の諸学問分野において表情による顔面変形を記述する方法として早くから注目を集め、既にその世界標準といえるまでに普及している Ekman & Friesen の Facial Action Coding System (FACS)<sup>(3)</sup> に基づいて、表情を自動計測しようとするものが中心となっている。FACS で定義された Action Unit (AU) と呼ばれる表情表出時の顔面動作の基本単位を、画像処理とパターン認識技術を用いて顔画像から自動的に抽出することによって、表出された表情をこの AU の組合せで詳細に記述しようとするものである。

これに対して③の流れをくむ研究では、頭部の骨格とそれに付随する表情筋や表皮の特性によって生じる顔の三次元形状の動的な変化を記述するような顔モデルをあらかじめ仮定する。そして、表情表出によって生じる顔の三次元形状の変化に対応するモデルのパラメータを画像解析によって顔画像から推定するというアプローチが一般的である。顔面の変化を記述するパラメータとしては FACS における AU をベースとするものもあるが、FACS は顔表情の画像としての見え方を体系化したものであり、必ずしも表情表出による顔面の形状変化を厳密に記述するパラメータとして適しているわけではない。そこで、FACS の AU にとらわれないパラメータ表現も検討されている。このようなアプローチによる代表的な研究事例<sup>(4)・(5)</sup>については既に多くの紹介<sup>(2)</sup>がなされている。そこで本稿では、主に前者①、②の要請にこたえ

るために、FACS による表情記述の自動化を目指している最近の研究<sup>(6)・(7)</sup>を中心に、その概要を紹介することにしたい。

## 2. FACS による顔面表情の記述

FACS は、表情表出によって生じる顔面形状の変化を客観的に記述する体系を定めることによって人間の行動を科学的に分析する手段とすることを主たる目的として開発されたものである。FACS では、人間が表情筋を駆使することによって顔面上に作り出すことができる 46 種類の独立な顔面動作を Action Unit (AU) と名付けている。そして任意の表情表出を行ったときの顔画像について、各々の AU が観察されるか否か、あるいはそのタイミングを規定することによって、その表情の種類や強度を客観的に記述することができるようになった。代表的な幾つかの AU に対応する表情の変化をコンピュータグラフィックスによって生成した例を図 1 に示す。

表情筋の働きによって、各々の AU に対応する顔面変形が単独で生起するだけでなく、複数の AU に対応する変形が同時に生起する可能性もある。このため顔画像に観察され得る AU の組合せは膨大な数に及ぶ。そこで、顔画像に観察される AU の組合せを指定することによって、微妙な表情の違いも明確に区別することが可能となるから、1. の①、②の要請にも十分にこたえられるものと評価されてきた。この結果、FACS は顔表情を客観的に記述する代表的な方法として、人間の認知・行動に関する科学研究の様々な分野において、既に多くの使用実績があり、一種の世界標準として普及している。

しかし FACS は、元来、コードと呼ばれる FACS 解釈に熟達した専門家が表情表出の際のビデオ映像をストップモーションを繰り返しながら観察し、そこに生じている顔面の動作を目視によって分析して記録するための手段として開発されたものである。このため、FACS に基づく表情の記述には多くの作業時間を要するという問題が付きまとっていた。例えば 1 分程度の動画で表さ

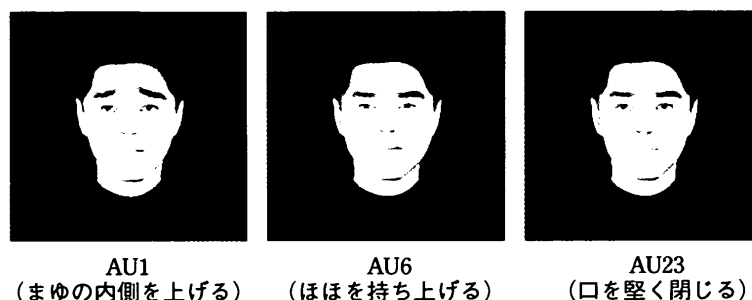


図 1 FACS の代表的な AU に対する顔表情の例 Action Unit (AU) が定義している顔面の動きに従って、顔のワイヤフレームモデル上の各点を移動させることによって、それぞれの AU に対応する顔画像を合成した例である。(成蹊大学森島研究室提供)

れる表情動作について FACS による記述を行うのには 1 時間以上を要することも普通であるという。また、FACS による表情の記録方法を習得する訓練にも最低で 100 時間程度を要するともいわれている。このように一定の訓練を受けた専門家が目視によって表情を記録するという方法では時間とコストがかかりすぎるといえる。コンピュータによる画像解析技術を利用した AU の自動抽出が実現すれば、FACS による表情の記述は研究ツールとして更に広く普及するであろう。また計測に要する時間が大幅に短縮されるだけでなく、計測の信頼性、精度、時間解像度なども更に向上することが期待される。このような背景により、近年、表情表出の動画画像から AU を自動抽出する技術に関する研究が活発化しているため、本稿ではその動向について紹介する。

### 3. 顔画像からの AU の自動認識

表情を表出している顔画像から FACS で定義されている AU を自動認識する研究は元々それほど多くはなかった。表情認識の先駆的な研究の一つに、主要な AU の生起とも深く関連している表情筋に対応する形で、画像上に設けた窓領域の中でオプティカルフローを計算することによって、その表情筋の動きを検出しようとするもの<sup>(6)</sup>もあったが、これは AU の認識というよりは表情が表している感情の分類を目指すものであった。しかし近年では、顔画像に出現している AU を認識する研究も活発化しており、それらの代表的事例は、(1)カリフォルニア大学 San Diego 校 (UCSD) Sejnowski らのグループ、(2)カーネギーメロン大学 (CMU) Kanade らのグループの研究に見ることができる。前者では、AU が出現する顔画像の局所領域におけるパターンの空間的・時間的変化を様々なテンプレート画像を用いて展開することで多次元のパラメータを抽出し、これを識別用特徴として AU の分類を行うという template-based なアプローチに取り組んでいる<sup>(6)</sup>。これに対して後者では、主として特徴点の追跡によってパターンの空間的な変形を表そうとする feature-based なアプローチが中心となっている<sup>(7)</sup>。

#### 3.1 AU 認識の評価に用いる表情画像データベース

複数の認識手法の得失を比較するためには、共通する認識対象に対する認識性能の比較評価を行う必要がある。AU 認識の研究では、次の二つの表情データベースが共通の実験用データとしてしばしば使われている。

##### (1) Ekman-Hager による FACS データセット

表情認知に関する研究で知られる P. Ekman らが中心となって、カリフォルニア大学サンフランシスコ校の Human Interaction 研究所で収集・提供している表情の

動画画像データベースである。24 名の西洋人の被験者が真顔から各 AU を表出する過程を撮影した顔動画画像から 6~8 枚のフレーム画像をサンプリングした画像系列によって構成される。

##### (2) Cohn-Kanade による顔表情データベース<sup>(9)</sup>

米カーネギーメロン大学の Kanade グループが、200 名以上の被験者による表情を収集して整備を進めている動画画像データベースである。被験者は白人が中心で、年齢は 10 代から 50 代までの幅広い層から集められている。また、男女の比率は約 2:1 となっている。大部分の被験者は FACS に基づいた表情表出の経験がないため、AU を熟知した指導者の指導の下で、幾つかの AU について単独に、あるいは、複数の AU を組み合わせて表出する訓練を行った後、表出過程の映像記録を行っている。真顔から出発して AU の生起がピークとなるまでの動画画像をサンプリングした画像系列が得られている。収集された表情表出過程の画像系列に対しては、経験豊富な AU 符号化の専門家 (コーダ) が、表出されている AU を目視で符号化する作業を進めている。

#### 3.2 template-based なアプローチによる AU の認識

UCSD の Donato らは、表情表出による顔面パターンの空間的・時間的変化を、複数のテンプレート画像を基底として展開することによって多次元の特徴ベクトルで表すという template-based な特徴抽出法に関して、幾つかの手法による AU 分類の性能を比較している<sup>(7)</sup>。

左右の目と眉を含む顔面上部の部分領域と、鼻と口を含む顔面下部の部分領域において、それぞれに特徴的な顔面動作を生じさせる AU を 6 種類ずつ、計 12 種類を認識対象として選んだ。また Ekman-Hager の顔表情データベースの中で、これらの AU が出現している動画画像データ 20 名分を抽出した。そして、真顔から AU 表出のピークに至るこれらの動画画像について、第一フレームから目視で抽出された両目と口の位置を基準として、各フレーム画像から顔面上部及び顔面下部の部分領域を切り出した画像系列を認識実験用のデータとして使用した。

これらの画像系列に対して、以下に示すように 3 種類に大別される template-based な方法で特徴ベクトルを抽出し、その識別能力を比較している。

① サンプル集合の中でパターンの大局的な情報が持つ統計的性質を反映した基底によって展開した特徴表現：

第 1 フレーム (真顔) と最終フレーム (AU が表出した顔) の差分画像を、主成分分析 (PCA) あるいは独立成分分析 (ICA) によって求められた基底を用いて展開することで得られる多次元の特徴ベクトル

表1 template-based な特徴抽出法による AU 認識の性能比較<sup>(6)</sup>

特徴抽出のアプローチ	特徴抽出法	認識率
パターンの大局的構造の統計的性質を反映した基底画像による展開表現 <sup>①</sup>	主成分分析 (PCA)	79.3%
	独立成分分析 (ICA)	95.5%
パターンの局所的構造を持つ多様性を記述する基底画像による展開表現 <sup>②</sup>	複数の Gabor フィルタ群	95.5%
相関法によってオプティカルフローとして抽出される動き情報 <sup>③</sup>	平滑化なし	85.6%
	平滑化あり	53.1%
人間による AU の判定 <sup>④</sup>	未経験者	77.9%
	熟練者	94.1%

② パターンの局所的構造を持つ多様性を反映した基底によって展開した特徴表現:

第1フレーム (真顔) と最終フレーム (AU が表出した顔) の差分画像に複数の Gabor フィルタをかけた出力値を空間的にサンプリングすることで得られる多次元の特徴ベクトル

③ パターンの各点での動き情報を表現した特徴表現:

異なるフレーム間で濃淡値の相関演算を行うことで、パターン上の各点でのオプティカルフローを表す多次元の特徴ベクトル (なお、局所的なフローの平滑化を行う場合/行わない場合の二つの条件を比較している)

AU を表出している画像系列から上記の特徴抽出法によって抽出された特徴ベクトルを対象として、最小距離識別法による AU の識別を Leave-One-Out 法による学習と評価に基づいて行っている。

④ 人間による AU の判定:

同じ動画データを人間が観察した場合にはどの程度正しく AU を判別できるかを、未経験者と AU 解読の訓練を受けた専門家を対象として比較実験を行っている。

以上のような template-based な特徴抽出法による AU 認識の結果と、人間による AU 判定の結果とを対比して、表1に示す。

template-based な方法による AU の認識では、ICA<sup>(10)</sup>によって求まる基底への射影値や Gabor フィルタ<sup>(11)</sup>の出力値から得られる多次元の特徴ベクトルが、他の特徴表現法と比べて有効性の高いことが確認されている。学習サンプルに対する Leave-One-Out 法によって算出された認識率と人間による主観評価精度とを同列に論じることには無理もあるが、上記二つの特徴表現法によれば、未経験者はもとより熟練者と比べた場合でも人間による認識とそん色のない性能の AU の自動分類が実現できそうという特筆すべき結果が得られている。このうち、ICAによって求まる基底は、PCAによる基底のような直交性の拘束がないため、データが複雑な分布を持つ場合でもその変化をよりの確に表現する基底を得ることができるといわれている。実際、顔画像サンプル集合について、その画素値データに PCA と ICA を適用して得られた基底画像を比較したところ、図2に示すように、ICAによる基底では PCAによる基底に比べて、口、鼻、眉といった顔の造作に対応した局所の特徴がよりはっきりとした形で表れることが確認されている<sup>(12)</sup>。他方、Gabor フィルタの出力値は、パターン上の各点の近傍で検出される特定の空間周波数成分と方向性の強度を表現しており、パターンの持つ局所的な構造を強く反映した特徴表現を可能にしている。これらの結果から、顔画像に表れる AU の自動識別においては、入力パターンの局

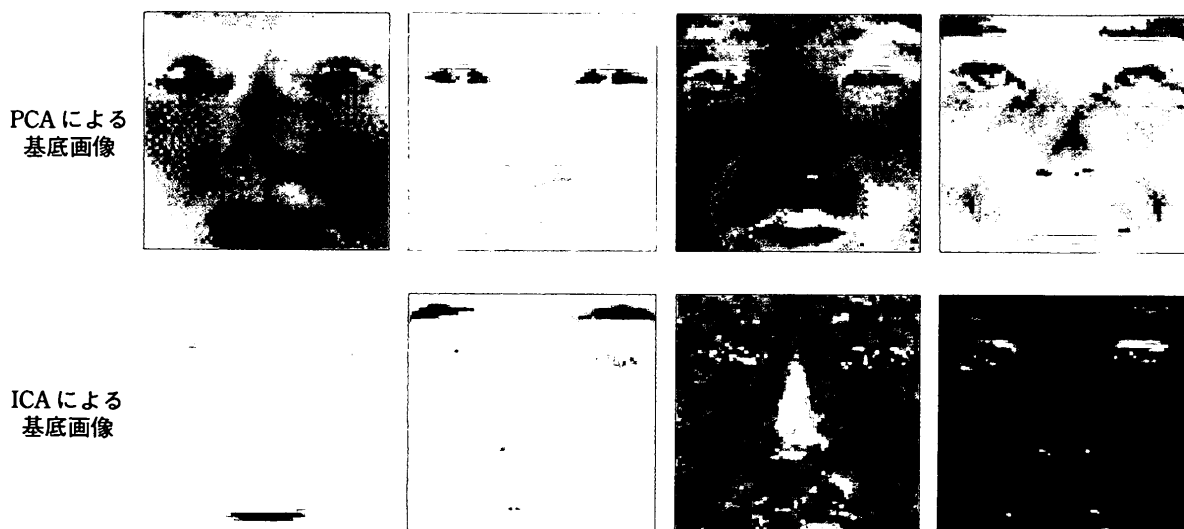


図2 顔の濃淡画像の集合から得られる基底画像の比較 PCA vs. ICA ICAによる基底では、PCAによる基底に比べて、口・鼻・眉といった顔の造作に対応した局所の特徴がよりはっきりとした形で表れている<sup>(12)</sup>。

所的な変化を的確にとらえた特徴表現を識別用特徴として用いることの重要性が示唆される。また、前記の実験でも、オプティカルフローの平滑化は認識性能の低下をもたらしていたが、異なる AU の識別においては一連の Gabor フィルタ出力値のうち、高周波成分が低周波成分に比べると高い識別能力を持っていることも確認されている。これより、template-based なアプローチによる AU の分類では、入力パターンに含まれる高空間周波数情報を失わないような特徴表現を用いる必要があることも示唆されている。

### 3.3 feature-based なアプローチによる AU の認識

これまで紹介した研究は、AU の分類には顔画像をどのような template を用いて多次元特徴ベクトルで表したらよいかを評価することを主眼に、入力画像から目視で正確に切り出された顔パターンに対して得られる多次元特徴ベクトルのサンプル集合に対して、Leave-One-Out 法を用いてその分類能力を比較するものであった<sup>(6)</sup>。

これに対して、CMU の Kanade らのグループでは、より実用を指向したアプローチで、一例を図 3 に示すような AU の認識システムを構築している<sup>(7)</sup>。このシステムでは、入力された動画の第 1 フレームから顔パターンとその特徴点の大まかな位置が自動的に検出され、目視による微調整が行われた後、第 1 フレームでの位置情報を元に第 2 フレーム以降では特徴点の追跡 (トラッキング) が行われる。そして顔面上部と顔面下部に設定された部分領域内で特徴点探索を行い、唇、目、眉、頬に対応する恒常的特徴点や、しわに対応する一時的特徴点を抽出する。そしてこれらの特徴点の位置情報から顔の造作の形状や配置の変化を記述するパラメータが算出される。報告されている実施例では、このパラメータは顔面上部領域で 15 種、顔面下部領域で 9 種が計算される。そして顔面上部領域と顔面下部領域のそれぞれについて

て、これらのパラメータ値を入力として与える入力層と各 AU の検出の有無を出力する出力層を持つ三層のニューラルネットワークを用意し、通常の Back Propagation 学習によって任意の入力顔画像に表出されている AU の識別を行わせている。

本システムで AU の認識に採用されている手法は、顔という対象に固有な幾つかの特徴点に関して、その有無や位置情報を利用しようとするものであるから、3.2 の template-based なアプローチに対して、feature-based なアプローチと呼ばれる。この二つのアプローチの長短を比較した従来研究から、顔による個人識別<sup>(13)</sup>、顔表情の認識<sup>(14)</sup>のいずれのタスクにおいても、template-based なアプローチの方が feature-based なアプローチよりも高い認識性能が得られるといわれてきた。CMU の Y. Tian らは、template-based な特徴抽出法を採用している UCSD の Sejnowski グループに合わせて、Ekman-Hager の FACS データセットを共通の実験データとして使用して、上記システムの認識性能の評価を行っている<sup>(6)</sup>。その結果、顔造作の特徴点の位置を利用した feature-based なアプローチによっても、ICA によって求められた基底や Gabor フィルタを template として用いる方法によって達成された最良の認識性能にほぼ匹敵する認識精度が実現できることを示している。

更に、この feature-based なアプローチによる AU 認識システムの特長として、実験の結果から次の 2 点が補足されている。まず、認識の対象とする表情の顔画像データ自体の変化に対してはごくわずかししか影響を受けなかったという点である。これは、Ekman-Hager と Cohn-Kanade による二つの独立した表情データベースを用意して、認識システムの学習用とテスト用にそれぞれ異なるデータを用いて評価を行った場合には、学習用とテスト用に同一の顔画像データを用いた場合に比べると、認識率がたかだか 3~4% 低下するにとどまってい

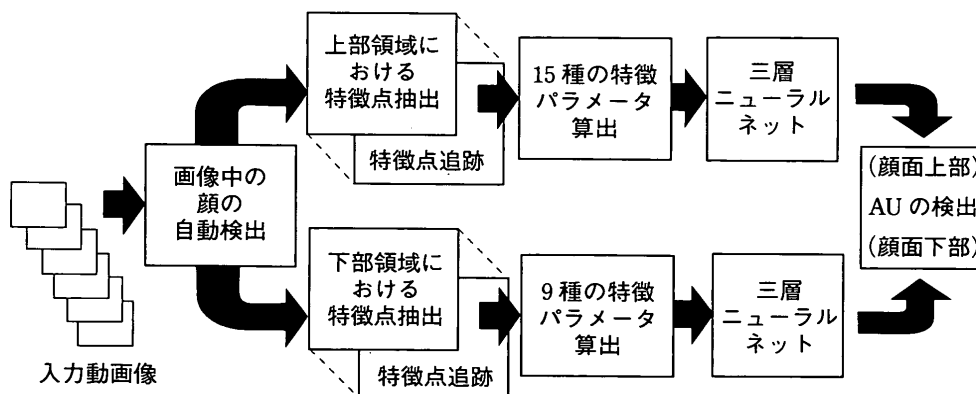


図3 feature-based なアプローチによる AU 認識システムの一例 CMU の Kanade らは、顔という対象に固有な幾つかの特徴点に関して、その有無や位置情報を利用する feature-based なアプローチによって、顔の表情で生じた Action Unit を認識するシステムを開発している<sup>(7)</sup>。

たことによって確かめられている。また、もう一つの特長は、複数の AU が同時に表出された表情パターンにも対応できることである。従来、複数の AU が同時に生起している場合には、出現している AU 全体を一括して新たな AU とみなして識別対象の AU に含めてきた。しかし本システムでは、各 AU を独立した存在の認識対象ととらえることで、個々の AU についての表出の有無を判定できることが特長となっている。

### 3.4 AU の自動認識——今後の課題——

顔表情の動画像を入力としてそこに表出されている AU を template-based な方法で認識する代表例として紹介した UCSD の研究では、目視によってフレーム画像から顔の部分領域が正確に切り出されることが前提となっていた。feature-based な方法の代表例として取り上げた CMU の研究では、顔パターンのだまかな位置決め自動化は実現されているが、特徴点の位置決めにあたっては人間の目視による微調整が必要となっている。したがって、表情表出が記録された映像に対して、バッチ処理として FACS に基づく AU の符号化を行う過程においては人間（コーダ）への負担を低減することができるといえる意味で、これらの研究成果は応用の可能性につながるものであるといえよう。しかし、人間による表情の表出を受けて、リアルタイムでそれに対して適切な応答を行うヒューマンインタフェースシステムへの応用を実現するためには、特徴点抽出における自動化の追求が今後の課題として残されている。

また、表情の動画像から AU を正確に識別するためには、本稿ではお互いに相反するアプローチとして取り上げた template-based な方法と feature-based な方法との間で、より適切で効果的な融合を図る必要があると思われるが、その具体化についても今後の大きな課題といえよう。

### 文 献

- (1) 原島 博, “知的画像符号化と知的通信,” テレビ誌, vol.42, no.6, pp.519-525, June 1988.
- (2) 長谷川修, 森島繁生, 金子正秀, “「顔」の情報処理,” 信学論 (D-II), vol.J80-D-II, no.8, pp.2057-2065, Aug. 1997.

- (3) P. Ekman and W.V. Friesen, Pictures of Facial Affect, Human Interaction Laboratory, Univ. of California Medical Center, San Francisco, 1976.
- (4) D. Terzopoulos and K. Waters, “Analysis and Synthesis of Facial Image Sequences Using Physical and Anatomical Models,” IEEE Trans. PAMI, vol.15, no.6, June 1993.
- (5) H. Sera, S. Morishima, et al., “Physics-based muscle model for mouth shape control,” IEEE Proceedings of ROMAN’96, Tokyo, Japan, pp.207-212, Nov. 1996.
- (6) G. Donato, M.S. Bartlett, J.C. Hager, P. Ekman, and T.J. Sejnowski, “Classifying Facial Actions,” IEEE Trans. PAMI, vol.21, no.10, Oct. 1999.
- (7) Y. Tian, T. Kanade, and J.F. Cohn, “Recognizing Action Units for Facial Expression Analysis,” IEEE Trans. PAMI, vol.23, no.2, Feb. 2001.
- (8) K. Mase, “Recognition of Facial Expression from Optical Flow,” IEICE Trans., vol.E74, no.10, pp.3474-3483, Oct. 1991.
- (9) T. Kanade, J. Cohn, and Y. Tian, “Comprehensive Database for Facial Expression Analysis,” Proc. Int’l Conf. Face and Gesture Recognition (FG2000), pp.46-53, March 2000.
- (10) M.S. Bartlett, H.M. Lades, and T.J. Sejnowski, “Independent Component Representations for Face-Recognition,” Proc. SPIE Symp., vol.3299, pp.528-539, San Jose, Calif., 1998.
- (11) M. Lades, J. Vorbruggen, J. Buhmann, J. Lange, W. Konen, C. von der Malsburg, and R. Wurtz, “Distortion Invariant Object Recognition in the Dynamic Link Architecture,” IEEE Trans. Computers, vol.42, no.3, pp.300-311, March 1993.
- (12) 二村直広, 岡田和典, 赤松 茂, 森 健策, 末永康仁, “ICA を用いた顔画像の表現法および顔認識システムへの応用について,” 信学技報, PRMU99-180, pp.21-28, Dec. 1999.
- (13) R. Brunelli and T. Poggio, “Face Recognition: Features versus Templates,” IEEE Trans. PAMI, vol.15, no.10, pp.1042-1052, Oct. 1993.
- (14) Z. Zhang, M. Lyons, M. Schuster, and S. Akamatsu, “Comparison Between Geometry-Based and Gabor-Wavelets-Based Facial Expression Recognition Using Multi-Layer Perceptron,” Proc. Int’l Conf. Face and Gesture Recognition (FG’98), pp.454-459, April 1998.



あかまつ しげる  
赤松 茂 (正員)

昭50 東大・工・計数卒。昭52 同大学院修士課程了。同年電電公社 (現 NTT) 電気通信研究所入所。以来、パターン認識システムの研究に従事。平4 ~ 12ATR 人間情報通信研究所第二研究室長。平13 より法政大学教授。工博。