

# 頭部全周計測距離データを用いた表情解析と その顔表情アニメーションへの応用

3C-1

辰野 由美子 横矢 直和 竹村 治雄  
奈良先端科学技術大学院大学

## 1. まえがき

人間とコンピュータとのコミュニケーションをより円滑にするためのインタフェース環境や遠隔通信会議を目的として顔画像の表情合成の研究が進められている。表情変化に伴う顔面内特徴点位置の変化をFACS(Facial Action Coding System)<sup>[5]</sup>に基づいて解析しワイヤフレームなどの3次元モデルを扱うものが多い<sup>[1, 2, 3]</sup>。本稿では、全周計測距離データを使って顔表情の変化に伴って移動する特徴点の3次元位置を計測し、顔面内に設定した座標系の利用により計測時の位置、姿勢に関わらず常に安定したパラメータ値として特徴点位置を表現する。さらに表情変化に伴って変化する各特徴点のパラメータ値から表情の定量化を試みる。この手法により推定された顔面の表情筋上に位置する特徴点からなるベクトルを表情筋ベクトルとして扱い、モーフィングによって表情変化を与えることで顔表情変化のアニメーションを実現する。

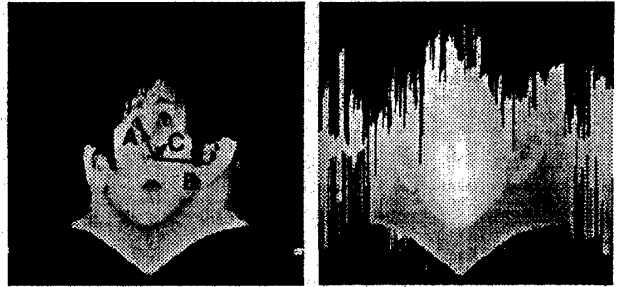
## 2. 顔面内特徴点位置のパラメータ表現

表情表出時の顔面内特徴点位置の変化を3次的に表現するために全周計測レンジファインダにより計測された円筒座標系表現の距離データを利用する(図1(b))。特徴点としては顔造作とマーカを張り付けたFACSに基づく表情筋上の22個の点を含む計42点を利用し、無表情、表情表出時のこれらの位置を計測する(図2)。計測時の頭部の動きを減ずるために表情変化に影響を受けないと思われる耳たぶ、目頭、鼻中央の3つの基準点から決める2つのベクトル( $\vec{A}, \vec{B}$ )とその外積ベクトル( $\vec{C}$ )からなる座標系(図1(a))を頭部に設定する手法<sup>[4]</sup>を用いて各特徴点 $P_i$ をこれら3つのベクトルの線形和で表現する。

$$\vec{P}_i = a_i \vec{A} + b_i \vec{B} + c_i \vec{C} \quad (1)$$

パラメータ  $a_i, b_i, c_i$  によって計測時の頭部の位置、姿勢に不変な特徴点  $P_i$  の表現を得る。

Analysis of Face Range Image and Its Application to Facial Expression Animation  
Yumiko Tatsuno, Naokazu Yokoya and Haruo Takemura  
Nara Institute of Science and Technology  
8916-5 Takayama, Ikoma, Nara 630-01, Japan



(a) カラー画像 (b) 距離画像  
図 1: 円筒座標系で表現された頭部全周計測データ



図 2: 顔面内特徴点位置

## 3. 表情の定量化

FACSによるAU(Action Unit)は解剖学的に互いに独立し、視覚的に識別可能な顔面の動きの最小単位で表情分析によく用いられ、表情変化に関連の深い口元周辺の筋肉群の動きを表しているものが多い。AU6+AU12で表される表情「微笑み」の定量化を試みた。被験者は5名でそれぞれ5回ずつマーカを付け替えて無表情、表情表出時の特徴点位置を計測した。実験からAU6, AU12に関連の深い頬骨筋、口角挙筋、頬筋、口輪筋上の特徴点(12~19, 29~41)におけるパラメータ  $a, b, c$  の値の無表情時と表情表出時の差から表情の定量化を行なった。図3は5名の被験者それぞれについての表情変化によるパラメータ  $a, b, c$  の値の各特徴点における変化の5回の試行における平均値(細線)とそれらから推定された標準値(太線)を表したものである。表情表出によるパラメータ  $a$  の変化にはやや不安定なバラツキが見られるものの、パラメータ  $b, c$  については個人差がなく規則的な動きが見られる。これら特徴点パラメータ  $a, b, c$  の値の表情変化による変化量を表情

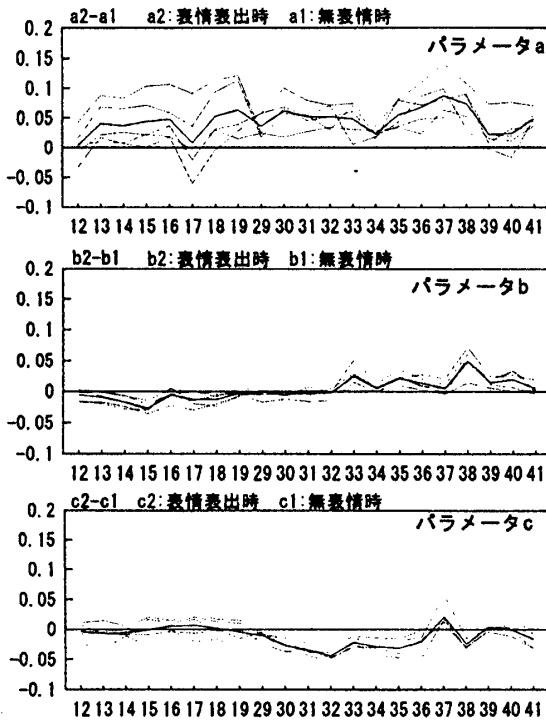


図 3: 表情表出によるパラメータ値の変化量

(微笑み) 表出による特徴点の平均的移動量と考え、表情の定量化に利用した。

#### 4. モーフィングによる表情変化の生成

前節で得られた「微笑み」表情の標準量を利用して、任意の人物の無表情データから表情生成を行った。被験者の無表情の距離画像とカラー画像からモーフィング<sup>[6]</sup>によって表情を生成する。距離画像を利用することで3次元的な変形を平面的な画像処理として扱うことが可能になる。モーフィングとはある物体が色や形の異なる物体へと滑らかに変化する映像手法で、2枚の画像の対応するベクトルによる画像変形の制御法である。無表情時のベクトル  $P'Q'$  と表情表出時のベクトル  $PQ$  が対応している場合、ある表情表出時の点  $X$  に対する無表情時の点  $X'$  の位置は以下の式で求められる。

$$u = \frac{(X - P) \cdot (Q - P)}{\|Q - P\|^2} \quad (2)$$

$$v = \frac{(X - P) \cdot \text{per}(Q - P)}{\|Q - P\|} \quad (3)$$

$$X' = P' + u(Q' - P') + v \frac{\text{per}(Q' - P')}{\|Q' - P'\|} \quad (4)$$

ここで  $u$  は  $X$  から  $PQ$  に垂線を下ろした点の内分点を、また  $v$  は  $PQ$  と  $X$  の距離を表し、 $\text{per}()$  は入力されたベクトルと垂直で長さが等しいベクトルを意味する。複数組のベクトルが対応している場合において

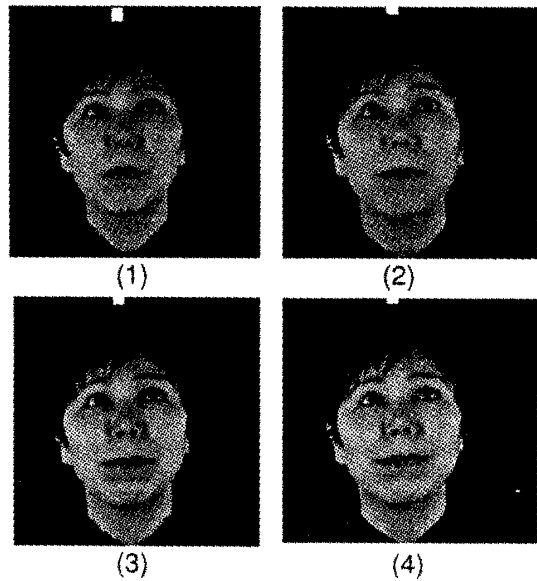


図 4: 表情を持った3次元モデル

は、 $PQ$  の長さ、点  $X$  と  $PQ$  の距離などを考慮した加重平均を利用して  $X'$  の位置を予測することができる。実験では無表情画像（距離、カラー）のみを用いて徐々に表情を与えた。それらを連続的に表示することで3次元の表情アニメーションを行なった結果を図4に示す。

#### 5. むすび

顔距離画像における表情変化に伴う特徴点位置の3次元的移動量を計測時の位置、姿勢に不変なパラメータ値の変化として捉えることから表情の定量化を試みた。この手法により抽出された表情表出時の特徴点位置の移動ををAUのベクトルとして扱い無表情画像に対するモーフィングにより表情を与えるを試みた。今後は基本6表情別のパラメータ値の変化からより明確な表情の定式、定量化を検討する。

#### 参考文献

- [1] 崔、原島、式部: “顔の3次元モデルを用いた顔面表情の分析”, 信学論 (D-II), Vol.J74-D-II, No.6, pp.766-777(1991.6).
- [2] 上野、小野、森島、原島: “自然な表情合成のための頭部高精細ワイヤフレームの構成とその階層的制御について”, 情処研報, グラフィックスとCAD 60-2(1992.12.17).
- [3] 関、中村、南: “表情認識のための表情記述モデルの構成と表情解析”, 情処研報, グラフィックスとCAD 64-9(1993.8.20).
- [4] 阪口、森島、大谷、岸野: “3次元計測に基づく顔表情変化の分析と合成”, 信学技報, HC93-74(1994-01).
- [5] 工藤 力 (訳), P.Ekman and W.V.Friesen: “表情分析入門”, 誠信書房, 1988.
- [6] T.Beier and S.Neely: “Feature Based Image Metamorphosis”, Computer Graphics, Vol.26, No.2, pp.35-42, July 1992.