

K-12

## 顔特徴点の顔モデルへの対応付け Correspondent of Facial Feature Points for Facial Model

安善姪†  
Seonju Ahn

小沢 慎治‡  
Shinji Ozawa

### 1. まえがき

近年、人間の体や顔などからの情報をコンピュータが取得し、その情報を機械から人への情報提示に反映することで、人と機械との円滑なコミュニケーションを目指す研究が盛んに行われている。

本研究では、そのようなコミュニケーションの実現のための1つの要素技術として、指定された表情の(顔)動画像を生成することを目指している。そのためには、画像処理により抽出された顔特徴点の位置座標群の変位を顔モデルの筋肉群の伸び縮みパラメータに変換し、顔モデルの頂点群の移動情報を得るといふことが必要になる。

本稿では、本研究の中で重要な位置付けである顔画像上の特徴点と顔モデル上の筋肉との対応付けを行い、顔画像に基づく顔モデルの表情を作るシステムを構築したので報告する。

### 2. 顔モデル

本研究で扱う顔モデルは MPEG-4 に定義されている FDPs(Facial Definition Parameters)や FAPs(Facial Animation Parameters)などに基づいて作られた静止モデルである。

Web に公開されている顔モデルを図1に示す。[1]

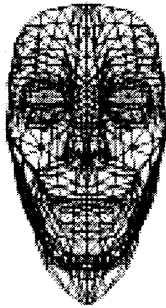


図1 顔モデルのワイヤフレーム

顔モデルは頂点群の位置情報や頂点と頂点との連結情報により構成されている。その表情は筋肉情報から作られる。筋肉情報は筋肉群の始点と終点の3次元座標、筋肉群の伸び縮みパラメータやそのパラメータの影響を受ける頂点を選ぶためのパラメータから構成されている。

### 3. 手法

#### 3.1 顔画像の特徴点

顔画像のみを利用して表情を分析するためには多くの

† 慶應義塾大学大学院 理工学研究科  
開放環境科学専攻 情報通信メディア工学専修  
‡ 慶應義塾大学 理工学部 情報工学科

特徴点を用いる必要がある。しかし、実際に表情を変化させるのは顔の内部にある筋肉の動きであり、顔の表皮は筋肉の動きにつられて動くものである。そこで、顔画像上の特徴点と顔モデルの筋肉群の動きを対応付けることができれば、少ない特徴点であっても表情を生成することができる。

そこで、特徴点は筋肉群の伸び縮みパラメータにより、影響を受ける頂点群の位置の中で顔器官(目、眉、鼻、口など)を中心として選ぶ。このようにして選んだ特徴点を図2に示す。

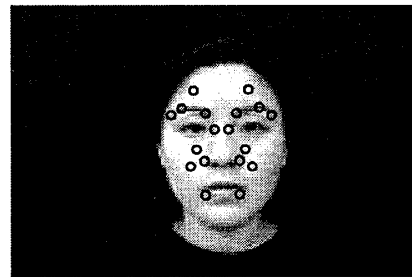


図2 特徴点の位置

#### 3.2 線形筋肉[2]

表情は顔の内部にある筋肉の影響を受ける表皮の移動により作られる。すなわち、筋肉群の伸び縮みパラメータの影響を受ける領域中の頂点(表皮上の点)の移動により作られる。筋肉の影響を受ける領域は図3のように表せる。

$P$ は筋肉の影響を受ける頂点、 $v_1$ は筋肉の終点、 $v_2$ は筋肉の始点である。

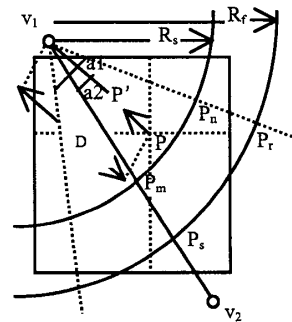


図3 筋肉の影響を受ける領域

頂点の移動ベクトル( $P'$ )は式(1)により算出する。

$$P' = P + akr \frac{pv_1}{\|pv_1\|} \quad (1)$$

$a$ は $\cos(\alpha_2)$ 、 $k$ は筋肉の伸び縮みパラメータである。 $r$ は式(2)に示す。

$$r = \begin{cases} \cos\left(\frac{1-D}{R_s}\right) & ; \text{for } P \text{ inside sector}(v_1 p_n p_m v_1) \\ \cos\left(\frac{D-R_s}{R_f-R_s}\right) & ; \text{for } P \text{ inside sector}(p_n p_r p_s p_m) \end{cases} \quad (2)$$

$$c_i = \frac{\bar{x}'_j - \bar{x}_j}{b_{ij} \bar{m}_i} \quad (4)$$

この2つの処理により、顔画像上の特徴点と顔モデル上の筋肉との対応付けができる。

### 3.3 顔モデルの筋肉[2]

顔モデルを構成する表皮上の点や筋肉の横断面を図4に示す。

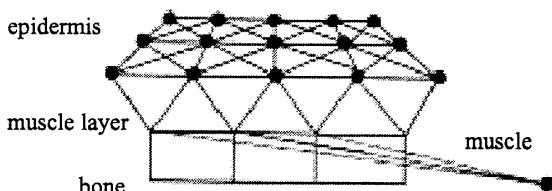


図4 顔モデルの横断面

図4に示したように顔モデルの各筋肉により影響を受ける頂点の移動ベクトル( $\bar{x}'_j$ )は式(3)により算出する。

$$\bar{x}'_j = \bar{x}_j + \sum_{i=1}^m c_i b_{ij} \bar{m}_i \quad (3)$$

$$\bar{r}_{ij} = \bar{m}_i^a - \bar{x}_j$$

$$b_{ij} = \begin{cases} \cos\left(\frac{\|\bar{r}_{ij}\| \pi}{r_i}\right) & ; \text{for } \|\bar{r}_{ij}\| \leq r_i \\ 0 & ; \text{otherwise} \end{cases}$$

$i$ は筋肉の番号,  $j$ は頂点の番号である。 $\bar{x}_j$ は筋肉 $i$ の影響を受ける頂点であり,  $c_i$ は筋肉 $i$ の伸び縮みパラメータである。そして,  $\bar{m}_i$ は筋肉 $i$ の始点から終点までの距離である。

### 3.4 対応付け

顔モデルの表情は筋肉群の伸び縮みパラメータの変換のみによって作られる。

そこで、顔特徴点の位置座標群の変位を顔モデルの筋肉群の伸び縮みパラメータに変換することによって、顔モデルの頂点群の移動情報を得ることができる。

顔特徴点の位置座標群の変位から顔モデルの筋肉群の伸び縮みパラメータへの変換を行うため、大きく2つの処理に分ける。

まず、実際の顔画像と顔モデル画像に関してそれぞれの無表情の顔画像を用いて、顔の大きさの正規化を行う。

次に、顔モデルの既存の表情(無, 幸せ, 怒り, 驚き, 悲しみ, 恐れ, 嫌悪)を用い, 式(3)を利用することにより, これらの表情に関する顔モデル画像の特徴点の位置座標( $\bar{x}'_j$ )から筋肉の伸び縮みパラメータ( $c_i$ )を求める。それを式(4)に示す。

## 4. 実験

今回は顔画像上の特徴点を求め, その特徴点の位置座標( $\bar{x}'_j$ )から筋肉の伸び縮みパラメータ( $c_i$ )を求める対応付けを行った。この処理によって, 顔画像に基づく顔モデルの表情を作ることができた。

実験結果の例を図5に示す。

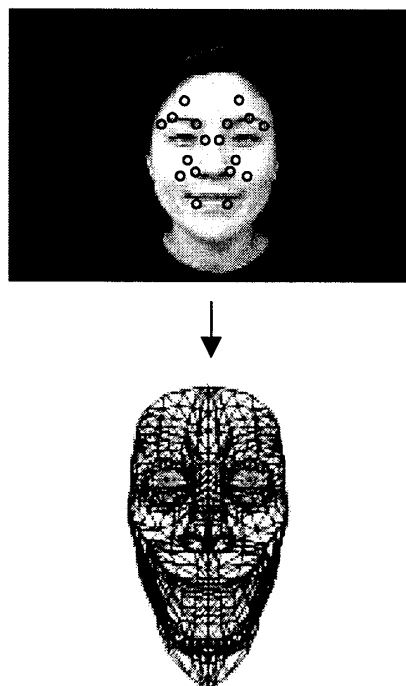


図5 実験結果の例

## 5. むすび

これらの手法により実際の顔画像から顔モデルの表情を作ることができた。しかし、顔画像の特徴点の自動抽出や顔モデルを顔画像の人物と似ている顔にすることが今後の課題である。

## 6. 参考文献

- [1] [http://www.crl.research.digital.com/publication/books/waters/waters\\_book.html](http://www.crl.research.digital.com/publication/books/waters/waters_book.html)
- [2] F.I.Parke and K.Waters. Computer Facial Animation. A K Peters, 1996