

3ZJ-3

# 個性を持ったキャラクター表現が可能な 3次元似顔絵の自動生成

梅村 隆<sup>†</sup> 高橋 桂太<sup>†</sup> 酒澤茂之<sup>‡</sup> 金子 正秀<sup>†</sup>  
電気通信大学 大学院情報理工学研究科<sup>†</sup> (株)KDDI 研究所<sup>‡</sup>

## 1 まえがき

現在、似顔絵はアバターやゲーム機などで幅広く活用されている。さらに似顔絵の用途を広げるためには、2次元の似顔絵だけではなく、鼻の凹凸や顔の奥行き情報を含んだ3次元似顔絵を生成することが必要である。先行研究として、文献[1]等で3次元の顔モデルや色情報の強調に関する研究が行われているが、キャラクターとはかけ離れた表現になっている。また、顔パーツ毎の特徴解析は行われていない。本論文では、顔の3次元座標データを取得した後、顔パーツの特徴を自動的に強調することによって、3次元似顔絵を生成する方法について述べる。エンターテインメントへの応用を考慮した顔部品の特徴解析やキャラクターの描画方法の検討を行う。

## 2 研究の方法

### 2.1 3次元似顔絵の生成手順

提案する3次元似顔絵の生成手順を図1に示す。まず、多視点顔画像により多数の3次元座標データを取得し、3次元顔モデルを生成する。有効な顔特徴点を絞り込む事によって入力顔モデルを生成する。入力顔モデルと平均顔モデルとの差に対して、顔部品形状、配置の各々の固有空間への展開を行う。この結果に基づいて、特徴的な成分を強調した顔モデルを生成する。強調した顔モデルにテクスチャをマッピングすることによって、3次元似顔絵とする。

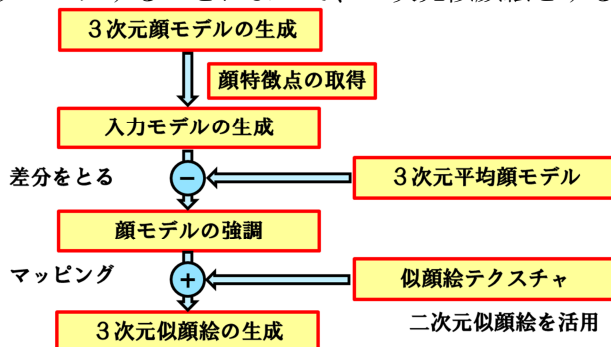


図1 3次元似顔絵の生成手順

### 2.2 使用する画像およびソフトウェア

予めカメラキャリブレーションを実施したデジタル一眼レフカメラ (Nikon 製 D3100) により 4608×3072 画素の上下2枚のステレオ画像を用いる。3次元顔モデルの生成のために、トプコンテクノハウス社製 3D 画像計測ソフトウェア「QM-3000」を用いる。ポリゴン単位で立体のオブジェクトを生成・編集す

るために、3D ポリゴンモデラー「Metasequoia Ver2.4.12」を用いる。

### 2.3 3次元顔モデルの強調

3次元顔モデルの強調には固有空間法を用いる。人間の顔形状データに対して固有空間法を適用することにより得られた主成分は、人間の顔特徴を表している。個人の特徴の大きい主成分に対して重みをかけて合成することにより個人の特徴を表現でき、強調することができる。

## 3 3次元顔モデルの生成

### 3.1 多視点顔画像の撮影条件および標定作業

顔の表面は特徴が少ないため、解析用としてランダムドットパターンを照射して撮影した上、下2方向からの顔画像を図2に示す。標定作業や特徴点の取得用としてパターンなしで撮影した顔画像を図3に示す。標定作業として、上下の縦視差・画像座標の残差が1画素以下となるように対応点を6点以上プロットする。



図2 パターンあり画像 図3 パターンなし画像

### 3.3 3次元計測およびデータ処理

輪郭、特徴部分の計測範囲を指定する。ステレオマッチングにより、3次元データを計測する。

### 3.4 3次元顔モデルの生成結果

図2に対して同一点範囲を指定することにより、図4のようにメッシュ間隔1mm、特徴点数約17,000点から構成される3次元形状モデルを生成した。

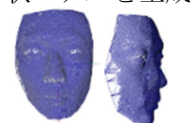


図4 3次元顔モデル

## 4 入力顔モデルの生成

図4のモデルはデータサイズが膨大であるため処理時間に問題があり、また、各点が顔のどの部分を表しているかという意味情報を含んでいない。そこで、少ない点で的確な顔表現を行い、意味情報と対応付けするために特徴点を取得し、ポリゴンモデル化を行う。

### 4.1 顔特徴点の取得および入力顔モデルの生成

各点が顔のどの部分を表しているかという情報を付加するために、図4のモデルから手動で特徴点を取得する。取得した特徴点の配置を図5に示す。特徴点数の内訳は、眉 9\*2 点、目 21\*2 点、鼻 67 点、

Automatic Generation of 3D Characterized Facial Caricature Having Its Own Personality

<sup>†</sup> Takashi Umemura, Keita Takahashi, and Masahide Kaneko  
The University of Electro-Communications

<sup>‡</sup> Shigeyuki Sakazawa  
KDDI R&D Laboratories

口 33 点、顔輪郭 22 点、その他 65 点である。なお、顔輪郭については、対応する奥行き情報が確実に存在するように図 2(a)の輪郭の大きさを 90%に縮小したライン上から点を取得する。これらの特徴点を用いてポリゴンモデル化した入力顔モデルを図 6 に示す。

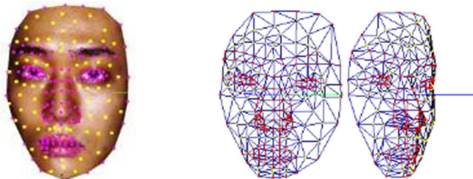


図5 顔特徴点の配置

図6 入力顔モデル

### 5 入力顔モデルの正規化

処理を行う際の条件を同一にすることを目的として、図 6 のモデルに正規化処理を行う。配置を一定とするため、鼻と眉間の間の凹部を原点とする。大きさを一定とするために、左右のこめかみ 2 点と鼻下部の点で構成される三角形の面積を一定にする。角度を一定にするために、左右のこめかみ 2 点間を水平とする。

### 6 3次元平均顔モデルの生成

固有空間法を適用して形状特徴の解析を行うためには、平均のモデルが必要となる。男性 31 名分の入力顔モデルに正規化処理を行い、各点の平均位置を求めポリゴンモデル化することにより、3次元平均顔モデル(図 7)を得る。

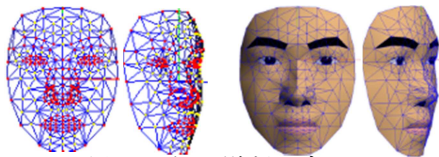


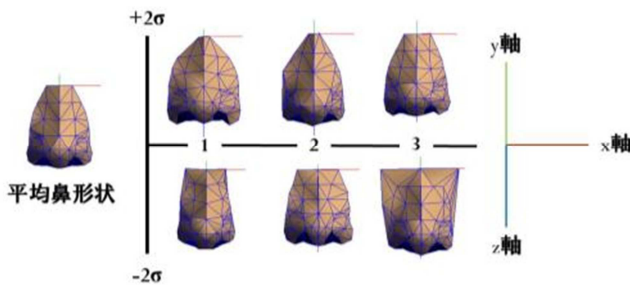
図7 3次元平均顔モデル

### 7 3次元顔形状特徴に対する固有空間の生成

各顔部品について基準点を設定し、基準点を原点とする座標に変換する。また各基準点だけをまとめて配置情報として取扱う。各顔部品の形状情報と配置情報に対して各々独立に主成分分析を行う。

#### 7.1 鼻形状の主成分分析

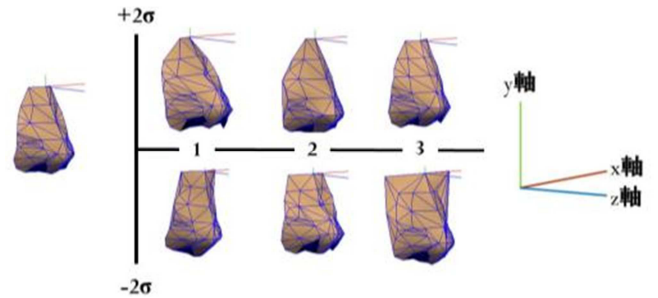
鼻部分の差分形状ベクトルに対する上位 3 つの固有ベクトルについて固有値と寄与率を表 1 に示す。上位 15 個の固有ベクトルの寄与率の和は 97.6%であり、これらによって鼻の形状特徴を十分に表すことができると考えられる。例として、第 1 主成分から第 3 主成分まで主成分の重みを  $\mu \pm 2\sigma$  まで変化させた結果を図 8 に示す ( $\mu$ : 平均値、 $\sigma$ : 標準偏差)。なお、正面のモデルを(a)、斜めのモデルを(b)とする。



(a) 正面のモデル

図 8 から、第 1 主成分であれば、 $\sigma$  がプラスである時には全体的に大きく、下が広がり、鼻が上を向く特徴を表

し、逆に  $\sigma$  がマイナスである時には全体的に小さく、下が縮まり、鼻が下を向く特徴を表していることが分かる。



(b) 斜めのモデル

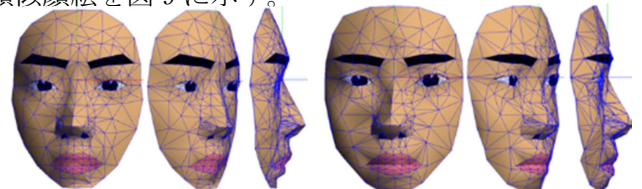
図 8 鼻の各主成分によって表現される 3次元鼻形状特徴

表 1 鼻形状に対する固有値と寄与率

	固有値	寄与率
固有ベクトル 1	$8.35 * 10^{-2}$	61.3
固有ベクトル 2	$12.4 * 10^{-2}$	12.4
固有ベクトル 3	$9.78 * 10^{-3}$	7.2

### 8 直交展開を用いた特徴強調と 3次元似顔絵の生成

入力 3次元形状から 3次元平均形状を引いた差分ベクトルを、対応する固有空間を構成する個々の固有ベクトルに射影する(直交基底への展開)。そして、各固有ベクトルに対応する重みパラメータ(展開係数)を求める。得られた展開係数が大きい固有ベクトルに強調処理を行った上で、各固有ベクトルを足し合わせることで、顔特徴が強調された似顔絵を得ることができる。例として、図 6 の入力顔モデルの 3次元顔形状を自動強調(+ $\sigma$ →1.5倍、+2 $\sigma$ →2.0倍)して、テクスチャをマッピングして生成した 3次元顔似顔絵を図 9 に示す。



(a) 強調前

(b) 強調後

図 9 自動強調した図 6 の 3次元似顔絵

図 9 から、眉毛や目の面積や傾きなどの 2次元形状特徴に加え、鼻や額等の凹凸などの 3次元形状特徴が強調されていることが分かる。

### 9 むすび

顔部品の 3次元形状特徴に対する固有空間を利用することにより、個々の顔部品の 3次元形状特徴を独立に制御しながら 3次元似顔絵を生成することが可能となる。本論文では、各顔部品の 3次元形状特徴に対する特徴強調について述べた。配置特徴に対する強調結果と組み合わせることによって、最終的な 3次元似顔絵が得られる。今後の課題として、単純に 3次元似顔絵として描画するだけでなく、愛着の持てるキャラクターを意識した 3次元似顔絵の描画を行うことが挙げられる。

### 参考文献

[1] X. Gao, Y. Chen, J. Zhou, J. Liu, C. Miao, Z. Chen: "Genetic Sampling in Eigenspace for 3D Caricature Synthesis," ICICS, 2009, pp. 1 - 4, Dec. 2009