

顔の向き毎に決定された特徴空間を用いた 顔 3D モデルの投影像からのアニメ風顔画像の生成

山川圭介[†] 齋藤豪[†]

[†] 東京工業大学 情報理工学院

1 研究背景と目的

手描きアニメのキャラクターの顔は、Miyata et al.[1]の分析結果のように、顔 3D モデルの正確な幾何投影とは異なる特有の描画をされることが多い。そのため、顔 3D モデルから、これを実現するには 3D モデルの変形などの技術や労力を有する。

そこで本手法では、顔 3D モデルの投影像を変形することで、アニメのキャラクタ風の見た目の顔画像の生成を行う。アニメの顔画像と顔 3D モデルの投影像に特徴点および顔の方向を入力し、顔の向き毎に、アニメのキャラクタらしい表現を説明する特徴空間を決定する。そして、顔 3D モデルの特徴を保持し、かつ、顔の向きが変化してもアニメ風強調の一貫性を保つような特徴空間間の変換法を提案する。

2 特徴空間

アニメの顔画像、3D モデルの顔の投影像には以前の研究 [2] で用いたデータを用いる。画像 1 枚毎に顔の構成要素の場所を記録した 34 の特徴点と顔の向き $\phi = (\phi_{pitch}, \phi_{yaw}, \phi_{roll})$ が入力されている。

特徴空間 V を、34 の特徴点から任意の 2 点を結ぶ線分の接方向で表される ${}_{34}C_2 (= 561)$ 次元特徴空間として定義する。アニメらしい顔の特長を説明するために、方角が $(\phi_{pitch_i} \pm \frac{5}{180}\pi, \phi_{yaw_i} \pm \frac{5}{180}\pi, \phi_{roll_i} \pm \frac{5}{180}\pi)$ の顔画像の集合 S_{ϕ_i} を用意し、 V を文献 [2] の方法で次元削減したのち、対になる要素を統合した 561 次元の V の部分空間 W_{ϕ_i} を定義する。また、 k_{ϕ} を W_{ϕ} の特徴ベクトルの個数とする。

3 顔の向き毎の特徴空間を用いた顔画像の変形

顔の向きが ϕ_0 の顔画像 I_{ϕ_0} を与えて、顔の向き ϕ_1 での顔画像 I_{ϕ_1} を描くための特徴点の変換を行う変換行列 T_{ϕ_0, ϕ_1} を求める。顔画像 I_{ϕ_0}, I_{ϕ_1} の特徴量を $\mathbf{v}_{\phi_0}^{I_{\phi_0}}, \mathbf{v}_{\phi_1}^{I_{\phi_1}} \in V$ とし、 A_{ϕ_0}, A_{ϕ_1} を S_{ϕ_0}, S_{ϕ_1} のアニメの顔画像のそれぞれの特徴ベクトルの平均とする。 $\mathbf{v}_{\phi_1}^{I_{\phi_1}} - A_{\phi_1} = T_{\phi_0, \phi_1} [\mathbf{v}_{\phi_0}^{I_{\phi_0}} - A_{\phi_0}]^t$ となる変換行列を求めるとき、 $\mathbf{v}_{\phi_0}^{I_{\phi_0}}$ は 561 次元の特徴ベクトルであるため、 ϕ_0, ϕ_1 の顔画像の組が 561 組以上あると望ましいが、これらの用意は負担が大きい。561 次元の特徴ベクトルで顔画像が表現されているものの、任意の 2 点の特徴点の方角という特徴量ゆえに、互いに相関の高いものが多い。そこで、次元削減を用いて作成したこれらの重み付き線形和である特徴量 W_{ϕ_0} を用いて、より少ない次元の特徴ベクトルから T_{ϕ_0, ϕ_1} の作成を行う。

まず、同一キャラクターの、顔の向きが ϕ_0 と ϕ_1 の顔画像を $N (> k_{\phi_0} + 2)$ 組用意する。顔の向き ϕ_i の顔画像 $I_{\phi_i}^n (1 \leq n \leq N)$ の特徴量 $\mathbf{v}_{\phi_i}^{I_{\phi_i}^n}$ を求める。

$\mathbf{v}_{\phi_0}^{I_{\phi_0}^n} - A_{\phi_0}$ を W_{ϕ_0} に射影した成分 $\mathbf{h}_{\phi_0}^n$ とそれに直交する成分 $\mathbf{h}_{\phi_0}^{\prime n}$ となるように、 $W_{\phi_0} \mathbf{h}_{\phi_0}^n + \mathbf{h}_{\phi_0}^{\prime n}$ として表現する。 $\mathbf{v}_{\phi_1}^{I_{\phi_1}^n} - A_{\phi_1}$ の $i (1 \leq i \leq 561)$ 番目の特徴量の値 $v_{\phi_1, i}^{I_{\phi_1}^n} - A_{\phi_1, i}$ を用いて、式 (1) のように線形回帰を行い、偏回帰係数 $\beta_i = [\beta_0 \ \beta_1 \ \dots \ \beta_{(k_{\phi_0} + 1)}]^t$ を推定する。

$$\mathbf{v}_{\phi_1, i}^{I_{\phi_1}^n} - A_{\phi_1, i} = \beta_0 + \sum_{j=1}^{k_{\phi_0}} \beta_j W_{\phi_0, ij} \mathbf{h}_{\phi_0, j}^n + \beta_{(k_{\phi_0} + 1)} \mathbf{h}_{\phi_0, i}^{\prime n} \quad (1)$$

ただし、偏回帰係数に関し t 検定を行い、 t 値の絶対値が 2 以上の係数に関してはこれを無視し、無視する偏回帰係数がなくなるまで線形回帰を繰り返す。

以上により、 $(561 \times (k_{\phi_0} + 2))$ 個の偏回帰係数の値を決定し、これを用いて $T_{\phi_0, \phi_1} = [\beta_1 \ \beta_2 \ \dots \ \beta_{561}]^t$ として変換行列 T_{ϕ_0, ϕ_1} を求める。そして、 $\mathbf{v}_{\phi_1}^{I_{\phi_1}} = T_{\phi_0, \phi_1} \left[\mathbf{1} \ W_{\phi_0} \mathbf{h}_{\phi_0}^{I_{\phi_0}} \ \mathbf{h}_{\phi_0}^{\prime I_{\phi_0}} \right]^t + A_{\phi_1}$ として、顔画像 I_{ϕ_0} の顔の向きが ϕ_1 に変化したときの顔画像 I_{ϕ_1} の特

Generating Anime-like Face Images from Projected 3D Models with Feature Spaces Determined for Face Directions

[†] Keisuke YAMAKAWA

[†] Suguru SAITO

School of Computing, Tokyo Institute of Technology (†)

微量の推定を行う。

4 結果

$\phi_0 = (0, 0, 0), \phi_1 = (0, \frac{\pi}{18}, 0)$ とする。 T_{ϕ_0, ϕ_1} を作成するためのデータとして、顔の向き ϕ_0 のアニメの顔画像の中から、3種を選び、特徴点の座標を変更することで、真顔、笑顔などの表情変化をさせたデータおよび、耳の位置や目の大きさ、眉の角度など部分を変化させたデータの合計 $3 \times 27 (= 81)$ 種のデータと、それらに対応する顔の向き ϕ_1 のデータを作成した。また、 $\phi_2 = (0, \frac{2\pi}{18}, 0)$ とし、同様に、 T_{ϕ_1, ϕ_2} を作成するためのデータとして、顔の向き ϕ_2 のデータを同数作成した。

作成した顔画像の組数 81 は $k_{\phi_0} + 2 (= 54)$ よりも大きく、かつ、 $k_{\phi_1} + 2 (= 42)$ よりも大きい。そのため、変換行列 $T_{\phi_0, \phi_1}, T_{\phi_1, \phi_2}$ の作成に十分な数である。

表 1 上段に、変換行列の作成に用いた、顔の向きがそれぞれ ϕ_0, ϕ_1, ϕ_2 の、あるキャラクタの基準となる顔を示す。中段左、黄色背景部分は、 ϕ_0 の基準顔から両目の大きさが大きくなるように特徴点の座標を変更した顔画像である。この顔画像を入力として、 T_{ϕ_0, ϕ_1} を用いて特徴量を変換させて作成した顔画像が中段中央の顔画像であり、さらに T_{ϕ_1, ϕ_2} を用いて特徴量を変換させて作成した顔画像が中段右の顔画像である。なお、すべての表で、黄色背景で囲まれた部分が顔の向きを変化させるのに用意すべき入力を目指す。同様に、 ϕ_0 の基準顔から口を開くように特徴点の座標を変更した顔画像および、 $T_{\phi_0, \phi_1}, T_{\phi_1, \phi_2}$ を用いて特徴量を変換させて作成した顔画像を下段に示す。

また、顔 3D モデル [3] の投影像をモーフィングした例として、表 2 を示す。表 2 上段左に示す顔画像を、表 1 同様に、変換行列 $T_{\phi_0, \phi_1}, T_{\phi_1, \phi_2}$ を用いて作成した顔画像が上段中央および上段右である。中段に示す、各顔の向きの 3D モデルの投影像を、対応する上段の顔画像へ特徴点をモーフィングした結果を下段に示す。

変換行列の入力に用いたいずれの顔画像も、変換行列の作成に用いた顔画像の補間により作成できる顔画像であり、これらに関して顔の向きを質よく変化させることが確認できる。

表 1: 変換行列 $T_{\phi_0, \phi_1}, T_{\phi_1, \phi_2}$ を用いた顔の向きの変化

	$\phi_0 = (0, 0, 0)$	$\phi_1 = (0, \frac{\pi}{18}, 0)$	$\phi_2 = (0, \frac{2\pi}{18}, 0)$
基準顔			
目を大きく			
口を大きく			

表 2: 顔 3D モデルの投影像をモーフィングした結果

	$\phi_0 = (0, 0, 0)$	$\phi_1 = (0, \frac{\pi}{18}, 0)$	$\phi_2 = (0, \frac{2\pi}{18}, 0)$
アニメ風強調			
変形前			
変形後			

5 結論と今後の課題

顔の向き毎に、アニメのキャラクタらしい表現を説明する特徴空間を用い、ある特徴空間で付与したアニメ風強調を示す特徴量を異なる顔の向きの顔画像に付与した場合の特徴量を推定する方法を提案した。

今後の課題として、異なる特徴空間に特徴量を変換する変換行列の作成に必要なデータ数を削減するために、各特徴空間を次元削減する際の特徴量の個数について言及する必要がある。

参考文献

[1] Miyata Ai and Saito Suguru. Difference of the facial feature point loci in turn around motions between 3d cg and japanese hand-drawn animation. In *VRCAI2015*, 2015.

[2] Keisuke Yamakawa and Suguru Saito. Generating anime-like face images from projected 3d models. In *SIGGRAPH Asia 2018 Posters*, SA '18, pp. 6:1–6:2, New York, NY, USA, 2018. ACM.

[3] ionchris. <https://www.cgtrader.com/free-3d-models/character/man/human-man-head-demo>, 10 2015. visited on 2019-01-15.