

三次元顔モデルにおける発話表情の表出

- SVM にもとづく印象変換ベクトル法による顔モーフィングモデルの操作 -

荒井雄大^{†1} 永田俊介 稲葉善典 赤松 茂^{†2}

本研究では、多様な表情を表出している多数の顔の3次元形状データに対して主成分分析を適用し、モーフィングモデルを作成する。表出強度操作を行う目的表情の主成分に相当するパラメータを調整することによって、任意の表出強度を持つ新規人物の3次元顔表情を生成する実験を行った。

Facial expression generation attributed to impression transformation of 3D avatar faces -Controlling the parameters of morphable 3D face model based on Support Vector Machine learning-

Yudai Arai^{†1} Syunsuke Nagata Yoshinori Inaba Shigeru Akamatsu^{†2}

In this study, we built a morphable 3D face model learned from a multitude of 3D face data displaying various facial expressions, and conducted an experiment to generate various facial expressions on a novel face by properly controlling the parameters defining the morphable model.

1. はじめに

現在、人の3次元顔モデルに対し表情を生成する際には、無表情顔のデータに対して手作業で各造作を変形させる方法や、ワイヤーフレームに対して見掛けの変動モデル^[1]や表情筋のモデルを設定し、そのパラメータを変化させる方法^[2]が取られている。先行研究^{[3][4]}では、3次元モーフィングモデルを構築し、そのパラメータを調整することによって、新規人物の無表情顔から任意の表情の3次元顔を生成する手法が試みられた。本研究ではパラメータを教師データとして SVM に学習させ、得られた各特徴量の重みベクトルから入力パラメータを調整し、表情固有の特徴を強調し表出強度を操作する手法を提案する。

2. 実験方法

2.1. 3次元顔画像の点群データ取得と正規化

NEC エンジニアリング社製の3次元レンジファインダ Danae-R を用いて、10代後半～20代前半の大学生および大学院生40名の8種類の表情(無表情、閉口笑顔、開口笑顔、a, i, u, e, oの各発話表情)を撮影し、それらに先行研究^[7]で作成された正規化プログラムを適用し、3次元データ間でおこる向き・傾き・測定点の数の不整合性を解決する。

2.2. 表情パラメータの取得

8種類の各表情の特徴ベクトル \mathbf{X}_m より、無表情顔の平均からの差分ベクトル \mathbf{S}_m を求める。 \mathbf{S}_m から共分散行列を求め、固有値が大きいものから順に対応する固有ベクトルを

並べた正規直交基底 $\mathbf{U}_k(k=1, 2, \dots, K \leq 8)$ を算出する。この \mathbf{U}_k を用いて各 \mathbf{S}_m を k 次元の主成分空間に投影する(1)式により、 \mathbf{S}_m は k 個のパラメータ $f_{m,k}(k=1, 2, \dots, K)$ で表現される。

$$f_{m,k} = \mathbf{U}_k^t \cdot (\mathbf{S}_m - \bar{\mathbf{S}}) \quad \dots (1)$$

2.3. 印象変換ベクトル法によるパラメータ変換

目的表情の主成分パラメータ群を正解の教師データ、その他の表情パラメータ群を不正解の教師データに当てはめ、SVM^[8]に学習させる。学習によって求めたサポートベクトル係数を \mathbf{C} 、選ばれた i 番目のサポートベクトルを SV とすると、特徴量の重みベクトル \mathbf{w} は以下に示す(2)式によって求めることができる。なお式中で扱う N は、全サポートベクトルの個数、 k はパラメータ空間内における要素を表す。

$$\mathbf{w}_k = \sum_{i=1}^N C_i \cdot SV_{k,i} \quad \dots (2)$$

続いて、得られた重みベクトル \mathbf{w} のノルムを正規化し、(3)式によって新規パラメータ \hat{f}_m を算出する。ここで δ は K 次元パラメータ空間上の目的表情クラスの平均ベクトルと、無表情のクラスの平均ベクトルの距離を定数で割って求める重み係数であり、 q_c は先に求めた δ を基準にして定める印象変換ベクトルに対する重み係数である。

$$\hat{f}_m = f_m + q_c \delta \cdot \mathbf{w} \quad \dots (3)$$

2.4. 新規人物の無表情顔から表情を生成
変換後の主成分パラメータ \hat{f}_m と、正規直交基底 \mathbf{U} の線形和により、無表情からの表情変化をあらわす変位ベクトルを復元する。これを無表情顔 $\mathbf{X}_{neutral}$ に足しこむことにより、新規人物の表情 $\hat{\mathbf{X}}_m$ を生成する式を(4)に示す。

^{†1} 法政大学 理工学研究科
Graduate School of Science and Engineering, Hosei University
^{†2} 法政大学 理工学部
Faculty of Science and Engineering, Hosei University

$$\hat{X}_m = X_{neutral} + \left\{ \bar{S} + \sum_{k=1}^K \hat{f}_{m,k} \cdot U_k \right\} \quad \dots (4)$$

3. 実験結果

88名の被験者を用意し、サーストンの一対比較法による評価実験を行った。Fisherの線形判別法を用いた従来手法(Fisher法)^{[5][6]}による強調表情、表情強調無し、本手法(SVM法)による強調表情6種(図1~6)を評価画像として用意した。さらに、表情強調なしの尺度値が基準値0となるように正規化し、相対的な表情強度を表す尺度値を示す(図7)。

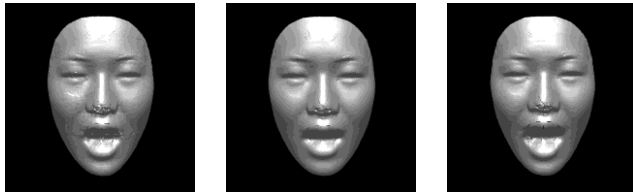


図1. Fisher法(左),強調無し(中),SVM法(右)の発話”a”



図2. Fisher法(左),強調無し(中),SVM法(右)の発話”i”



図3. Fisher法(左),強調無し(中),SVM法(右)の発話”u”



図4. Fisher法(左),強調無し(中),SVM法(右)の発話”o”

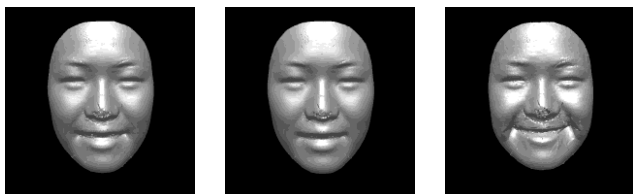


図5. Fisher法(左),強調無し(中),SVM法(右)の開口笑顔”cl”



図6. Fisher法(左),強調無し(中),SVM法(右)の開口笑顔”ol”

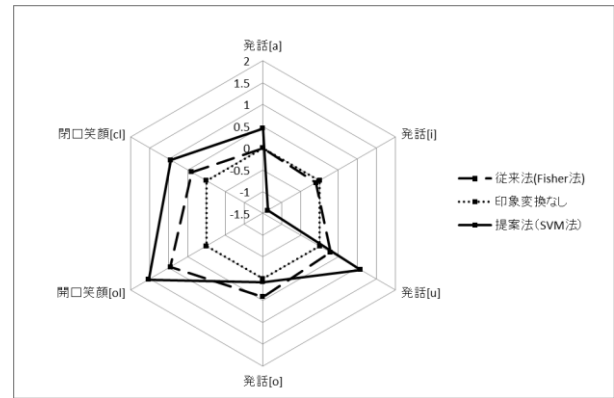


図7.一対比較法により求めた相対的な主観尺度値

発話”i”に関してはFisher法による印象変換処理においても評価値が下がっており、大まかな表出パターンで見たとときに発話”i”の表情が他の表情と非常に似通っていることが原因であると考えられる。

発話”o”に関しては提案手法が最上位ではないものの、印象変換無しの評価値を上回っているため、表情の表出強度を高めるという目的は概ね達成していると言える。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金・基盤研究(B)(24300087)の助成を得た。

参考文献

- 1) 増田隆,高橋時市郎,師井聡子,“Facial Action Coding Systemに基づく表情アニメーションの評価,”情報科学技術フォーラム一般講演論文集 6(3), pp. 313-314,2007-08
- 2) 安善女主,小沢慎治,“顔画像からの筋肉パラメータの推定とそれに基づく他人の表情生成,”電子情報通信学会論文誌 D-II,Vol.J8-D-II, No.10,pp.2081-2088,2005
- 3) 猪俣拓利,山本俊太,稲葉善典,赤松茂,“3次元モーフィングモデルによる顔表情生成-主成分パラメータによる表情生成への指針-,”信学技法 I E 2010-162,pp.95-100,March 2011
- 4) 天木毬江,渡邊ちさ,永田俊介,山本俊太,稲葉善典,赤松茂,“多数の表情顔の3D形状に対する主成分分析に基づいた新規人物の表情生成の試み-”HCGシンポジウム 2012 2012-12
- 5) 岡田裕也,竹下直樹,秋田友洋,赤松茂,“3次元モーフィングモデルの自動生成と顔の印象変換への応用,”日本顔学会誌, vol7, no.1, pp.111-120, 2007-02
- 6) 小林敏和,大岡正孝,大竹俊輔,赤松茂,“形状とテクスチャの特徴空間における線形判別関数を用いた顔イメージの生成-年齢・性差に関する印象変換の試み-”日本顔学会誌 Vol. 4, No. 1, pp. 33-44, Sep. 2004
- 7) 稲葉善典,伊師華江,行場次朗,赤松茂,“3次元モーフィングモデルを用いた視覚的印象にもとづく3次元造形物デザインの試み-”信学技報 HIP 2007-168,pp.53-59,2008-3
- 8) 津田宏治,“サポートベクタマシンとは何か,”電子情報通信学会論文誌 Vol. 83, No. 6, pp. 460-466, 2000-6