

基本表情成分の線形結合による表情表出訓練支援システムの開発

富沢 貴大[†] 今渕 貴志[†] Prima Oky Dicky Ardiansyah[†] 伊藤 久祥[†]

概要: 近年、顔画像からの表情識別システムが盛んに開発されており、その識別精度も向上している。本研究では、一つの表情が複数の表情の組み合わせによって形成されたものと捉え、特定の表情の識別と共に、当該表情を構成する6つの基本表情の割合を推定することで、演劇や障害者支援における表情表出訓練を実現するシステムを開発した。提案システムは、対象の顔画像から自動的に顔特徴点を抽出し、それらの特徴点と基本表情（驚き、恐怖、嫌悪、怒り、幸福、悲しみ）をもつ3D顔モデルの特徴点との類似度を算出し、当該顔画像を構成する各表情の割合を推定する。本研究では提案システムによる推定の精度を検証し、一部の表情ではよい精度での推定が得られることを確かめた。

Develop of Facial Emotion Expression Training System with Linear Combination of Bases Emotion Component

TAKAHIRO TOMIZAWA [†] TAKASHI IMABUCHI [†]
PRIMA OKY DICKY ARDIANSYAH [†] HISAYOSHI ITO [†]

Abstract: Recently, the system which using the facial photo to identify the expression is very popular around the world. And the accuracy of this facial identification is getting better and better. In this research, we meant to combine a couple of emotion in one expression. In one facial expression, the percentage of the 6 basic expressions can be measured. With our system, the performer and some disable in facial expression can have training for their expressions. In our system we can get the special point of the face automatically. With the special point and the basic expression, the rate of similarity with the 3d facial model can be accurately calculated. Then the percentage of the basic expression in the image can be known. In the research, we would like to test and verify the accuracy. And a part of the accuracy of expressions have been confirmed.

1. 背景

近年、顔画像からの表情識別システムが盛んに開発され、識別精度が向上してきたことで演劇・舞台役者や障害者向け表情訓練支援システムの開発が進められている[1]。演劇・舞台役者は、シナリオに沿った表情演技が必要で役者の熟練度によっては表情筋を自由自在に動かせないため正確に表情を表出することが困難であり、訓練時に適切な表情が表出しているか他者による評価が必要になる[2]。また、自閉症やダウン症などの知的障害者は表情の認知・表出能力が全体的に低く、対人コミュニケーションに支障をきたしている[3]。訓練には表情カードや状況場面を提示・説明を行う表情認知・表出訓練方法があるが、訓練内容によっては複数の捉え方があり表情を適切に識別するのが困難である[4]。

本研究では一つの表情が複数の表情の組み合わせによって形成されたものと捉え、特定の表情の識別と共に、当該表情を構成する6つの基本表情の割合を推定することで、演劇や障害者支援における表情表出訓練を実現するシステムを開発した。この提案システムは、対象の顔画像から自

動的に顔特徴点 (Landmark) を抽出し、それらの特徴点と基本表情（驚き、恐怖、嫌悪、怒り、幸福、悲しみ）をもつ3D顔モデルの特徴点との類似度を算出し、当該顔画像を構成する各表情の割合を推定する。

2. 既存研究

伊藤ら(2007)は、顔画像から感情マップによる大まかな表情訓練画像の生成だけではなく、顔表情の Action Unit (AU) を抽出し当該画像から訓練対象の表情を詳細に設定可能な表情訓練システムを開発した[5]。このシステムでは、生成した表情を元にカメラで撮影された顔画像から特徴点を抽出し、現状の表情と訓練表情との特徴点の誤差をグラフ化し可視化を行っている。しかし、この手法では事前に利用者の表情画像を登録する必要があり、表情表出が困難な障害者の利用は難しい。提案システムでは、取得した顔画像を元に3D顔モデルを変形するため、登録が不要であり当該画像の表情を反映するので訓練表情を生成する必要もない。

[†] 岩手県立大学
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

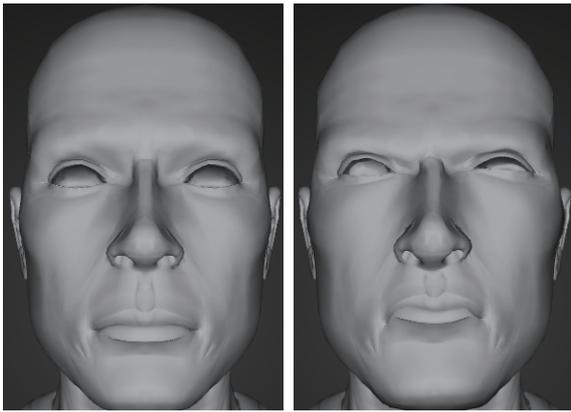


図 1: 使用した 3D 顔モデル
 (左: 無表情, 右: 怒りと嫌悪が混合した 3D 顔モデル)

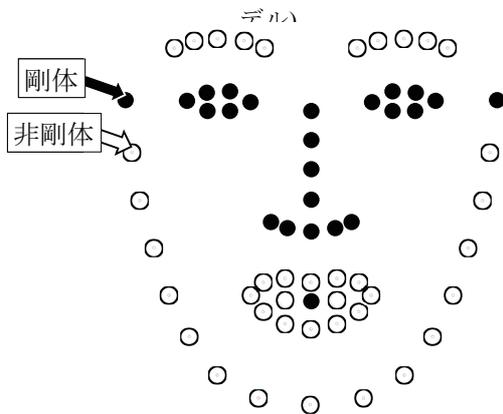


図 2: 剛体と非剛体に分けた顔特徴点

3. 本研究の表情表出訓練支援システム

本研究で提案するシステムは、取得した顔画像から特徴点を抽出し、基本表情をもつ 3D 顔モデルとの特徴点の類似度を算出することで、各表情の割合の推定を実現する。以下にその手順を述べる。

3.1 3D 顔モデルの線形結合

本研究では、顔の個人差による顔特徴点のズレを解決するため公開されている 10 万の頂点データを持つ 3D 顔モデルに嫌悪と恐怖の表情を追加し利用する[6]。この 3D 顔モデルを Ekman (2012) に基づく 6 種の基本表情 (驚き, 恐怖, 嫌悪, 怒り, 幸福, 悲しみ)[7]をそれぞれ生成し、無表情の 3D 顔モデルを基準に各表情の 3D 顔モデルを線形結合させ変形可能な 3D 顔モデルを生成した。複数の表情を線形結合することにより、複数の表情を任意の割合で混合した表情を生成し、表現できるようになる。図 1 は使用した 3D 顔モデルと怒りと嫌悪を混合した 3D 顔モデルを示す。

3.2 顔特徴点と 3D 顔モデルの対応

各表情の割合を推定するにあたり、顔画像から抽出した特徴点と前述の 3D 顔モデルの特徴点に対応する必要がある。そこで、3D 顔モデルも同様に顔特徴点を抽出し、特徴

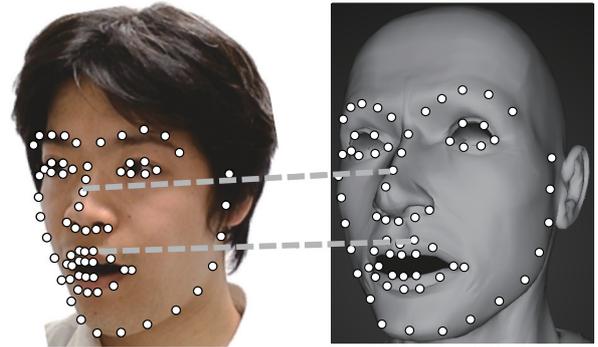


図 3: 検証に使用した顔画像による表情推定の様子
 右: 検証に使用した顔画像
 左: 各表情の割合推定により表出した 3D 顔モデル

点に最も近い 3D 顔モデルの頂点と対応付けを行った。また、3D 顔モデルの各特徴点の座標 (x, y, z) と顔画像の各特徴点 (x', y') との関係から PnP(Perspective n-Point)を解くことで、顔画像の姿勢を求め、向きが傾いた顔画像からでも表情の割合を推定できる。PnP を解くにあたり、顔特徴点で変化が小さい特徴点を剛体 (rigid)、変化が大きい特徴点を非剛体 (Non-rigid) と分けることにより、口の開閉時による XYZ 軸のズレを軽減する。図 2 は剛体と非剛体に分けた顔特徴点を示す。

3.3 表情の割合推定

3D 顔モデルの特徴点と顔画像の特徴点から類似度を算出する際、重回帰分析を利用して表情の割合推定を行う。ある特徴点 i について、顔画像から抽出した特徴点 F の座標に対し、線形結合した 3D 顔モデルを段階的に各表情 $\{E_1, E_2, \dots, E_6\}$ へ変化させた特徴点 LF の座標との差分を求め、これをすべての特徴点について求めた値を合計し、誤差 Y と定義する。 Y を最小にする各表情の段階を表情の割合と見なす。以上の算出手順は数式 (1) のように表される。

$$Y = \sum_{i=1}^n F_i - LF_i \quad (1)$$

$$LF = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 \quad (2)$$

4. 表情の割合推定の検証

4.1 検証内容

前章で紹介した方法を行った場合の誤差を把握するため顔画像を用いて表情の割合推定を検証する。重回帰分析による推定にあたり 3D 顔モデルの各表情の変化は 5 段階で行った。図 3 は検証に使用した顔画像による表情推定の様子を示す。

4.2 検証結果

表 1 は検証で使用した顔画像から表情の割合推定結果とその誤差を示す。まず、重回帰分析により検証に使用した顔画像に近い表情成分が得られた。しかし、一部の表情成

表 1：表情割合の推定結果とその誤差

表情	作成時の表情成分	推定後の表情成分	誤差
怒り	14.5%	20.0%	5.5%
嫌悪	23.0%	0.0%	-23.0%
恐怖	90.0%	80.0%	-10.0%
笑顔	14.5%	0.0%	-14.5%
悲しみ	23.0%	60.0%	37.0%
驚き	41.5%	40.0%	-1.5%

単位：%

分については誤差が大きいことが確認された。これは、重回帰分析の算出過程で正解とは異なる他の表情との組み合わせがより誤差が小さくなっているものと考えられる。

5. おわりに

本研究では、3D 顔モデルを基準に利用した表情表出訓練システムの開発を行った。本研究で顔画像を基に基本表情を線形結合した 3D 顔モデルによる各表情の割合推定を行うことができた。今後は、推定方法を改善し、推定精度の向上を行っていく。また、演劇・舞台役者や障害者に実際に使用してもらいシステムの精度向上や改善を行っていく。

参考文献

- [1] 四倉達夫, 内田英子, 山田寛, 赤松茂, 森島茂生：自発・演技表情表出時における顔面動作分析および表情合成, 電子情報通信学会技術研究報告, (2001)
- [2] 山口 真美：表情の筋電図による分析 - 演劇経験者と非演劇経験者での違い, 社会心理学研究, (1992)
- [3] 若松昭彦：年長自閉症児の表情認知・表出に関する実験的研究, 特殊教育学研究, (1989)
- [4] 高橋美和, 犬飼陽子, 井上雅彦：高機能自閉症幼児における感情理解・表出の指導 - 日常生活への般化の検討 -, 発達心理臨床研究, (2006)
- [5] 伊藤京子, 黒瀬啓之, 高見愛, 清水涼介, 西田正吾：目標表情の実現を目指した表情トレーニングシステムの提案. 電子情報通信学会技術研究報告, (2007)
- [6] GitHub - iwanao731/ofxFacialBlendShape : ofxFacialBlendShape, <https://github.com/iwanao731/ofxFacialBlendShape>, (参照：2016-4-8)
- [7] Ekman, P., Friesen, W.V.: 表情分析入門, 誠信書房 (2012)