

ニューラルネットワークを利用する顔画像からの似顔絵自動生成の検討 - 主観評価に基づく比較検討 -

Study of an Automatic System that Generates Portraits from Facial Images Using Neural Networks

- Comparative Study Based on Subjective Tests -

郭 帥[†] 榎本 誠[‡] 川村 春美[‡] 大谷 淳[†]

Shuai GUO[†] Makoto ENOMOTO[‡] Harumi KAWAMURA[‡] Jun OHYA[†]

1. はじめに

コンピュータ技術は急速に進歩しており、絵が苦手な人でも似顔絵の作成をコンピュータで実現することが考えられる。筆者らは顔画像からニューラルネットワークを用いて自動的に似顔絵を生成する方法を検討している。従来の我々のシステム[1]は主観的類似度が低いという問題があったため、目と下あごの輪郭の表現を改良した方法[2]を最近提案した。この改良法は有効性を示す結果を与えた[2]ものの、主観的類似度の体系的な比較検討はまだ行われていなかった。

本稿では、似顔絵の表現の詳細度合い（簡略とより詳細）、目と下あごの輪郭線強調の有無、鼻の有無、を組み合わせた合計8種類の描画法について、自動的に生成された似顔絵の主観的類似度の比較検討を行う。

2. 研究手法

本論文で検討するシステムは、図1に示すように、ニューラルネットワークの学習と似顔絵自動生成の2つの処理から構成される。学習の場合には、ASM(Active Shape Model) [3]により検出されたサンプル顔画像の顔特徴量を入力信号、イラストレータが描いたサンプル顔画像の似顔絵を教師信号として、誤差逆伝搬法を用いて階層型ニューラルネットワークを学習する。似顔絵を自動生成する際には、入力顔画像から、ASMにより顔の特徴点を検出し、前述の学習済みのニューラルネットに入力することによって得られる似顔絵描画用パラメータ値を用いて似顔絵を生成する。

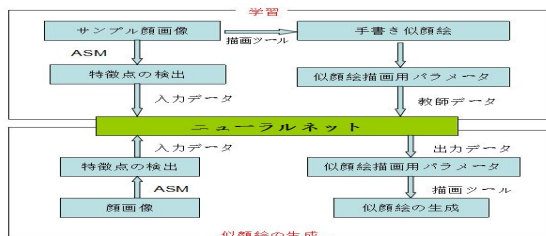


図1 顔画像からの自動的似顔絵生成システム

従来の我々のシステムは主観的類似性が低いという問題があった。そこで、似顔絵の表現における、3つの要素それぞれに2つの項目を設定し、これらの組み合わせである合計8種類の表現法を比較検討の対象とする。具体的には以下の通りである。

- (1) 似顔絵の表現の詳細の度合い
簡略（パターンの描写）
より詳細（線画的描写）
- (2) 目と下あごの輪郭線強調
強調無し（総体的特徴表現）
強調有り（総体的特徴表現+部分的特徴表現）
- (3) 鼻
鼻有り
鼻無し

これら8種類それぞれについて似顔絵の学習と生成を行い、顔画像と似顔絵の主観的類似度の評価試験を行う。

3. 顔画像からの特徴点検出

本研究においては、顔の特徴点の自動検出手法として、ASMを利用し図2のように特徴点を自動的に抽出する。両目の中心を通るx軸と、顔の中心軸をy軸とし、特徴点の座標は顔の横幅で正規化する。

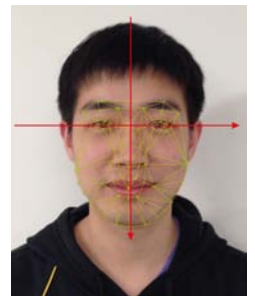


図2 ASMによる特徴点検出

4. 似顔絵の描画と生成

2章で述べた8種類の似顔絵描画法を説明する。

4.1 表現の詳細の度合い[1]

- (1) パターンの描写
顔を図形パターンとして描画する。目は楕円、顔の輪郭、眉、口はCardinal Spline関数で表現する。
- (2) 線画的描写

(1) よりややリアルに線画的に描写する。三日月形等の目を表現可能にするため、目の上下の輪郭を1本ずつのSpline関数で表現する。開いた口も表現可能とするため、上下唇を2本のSpline関数で表現する。

4.2 目と下あごの強調の有無[2]

- (1) 総体的特徴表現
顔全体と目の形状を図形としてとらえる方法である。主観的類似度が低い傾向があり、改良法提案の動機となった[2]。
- (2) 総体的特徴表現+部分的特徴表現[2]

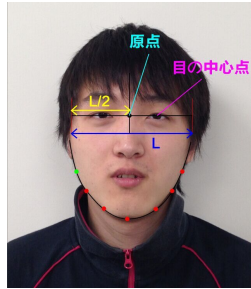
顔の輪郭を目の横付近から頬までの上顎部分と頬から下顎部分に分け、下あご部分の輪郭線をSpline関数で表現し、上あご部分は直線近似を行う(図3)。) 図3に示すように、緑の点はカーディナルスプラインの開始点であり、赤い点はこのカーディナルスプラインを通る点である。

[†]早稲田大学大学院国際情報通信研究科
Graduate School of Global Information and
Telecommunication Studies, Waseda University

[‡]早稲田大学国際情報通信研究センター

Global Information and Telecommunication Institute,
Waseda University

る。下あごの輪郭をスプラインで表し、ニューラルネットワークで学習する。一方、顔の上部の両側の輪郭は殆ど直線であるため、スプラインの代わりに直線を用いて顔の両側の輪郭を表す。なお、この直線で表した部分はニューラルネットワークでの学習には含まない。



目の大きさは、図3のように、図3 目と下あごの特徴表現顔の横幅に占める目の横幅の比率と捉え、以下のように求める。ASMにより検出された特徴点から、両瞳を結んだ線分の中点を求め、目の幅E1, E2と表す。なお、Lは顔の横幅とする。目の横幅のサイズと縦横比E1/2L, E2/2Lを特徴としてニューラルネットワークの入力層のノードとする。目の描画法は4.1に述べた方法を用いる。

4.3 鼻の有無[1]

(1) 鼻有り

4.1の(1)パターンの描写と(2)線画的描写、それぞれに適合する鼻を描写する。

(2) 鼻無し

鼻を描画しない。

従って、これらの組み合わせにより、各顔モデルに対して8通りの似顔絵が生成される。

5.ニューラルネットワークによる似顔絵の学習と生成

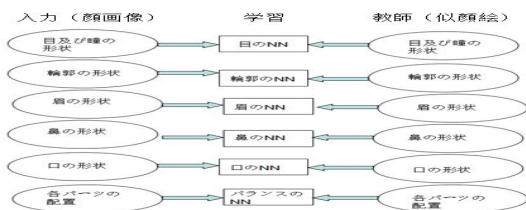


図4 ニューラルネットワークの構成

図4に示すように、顔パーツ毎に1つのニューラルネットワークを割当てる。各顔パーツの位置関係を学習するニューラルネットワーク1つもある。

6. 実験評価

8種類の似顔絵について、60人の顔画像とイラストレータにより描画された似顔絵を教師データとしてニューラルネットワークを学習した。30人の未知顔画像を8種類のニューラルネットワークに入力することにより生成された似顔絵を15人の被験者に呈示し、類似度についての主観評価を行った。被験者による回答は5件法で行い、-2(類似していない)、-1(やや似ていない)、0(どちらとも言えない)、1(やや類似している)、2(類似している)である。全体印象、目、輪郭、眉、口、鼻の6項目で評価した際の評点の平均値を示す。また、被験者が評価対象の顔を知っているか(既知)と知らないか(未知)を回答させた。表1の左列の数字は、以下の各表現手法に対応する。

1. 「パターンの描写(鼻無し)」 「総体的特徴表現」
2. 「パターンの描写(鼻無し)」 「総体的特徴表現+部分的特徴表現」
3. 「線画的描写(鼻無し)」 「総体的特徴表現」
4. 「線画的描写(鼻無し)」 「総体的特徴表現+部分的特

徴表現」

5. 「パターンの描写(鼻有り)」 「総体的特徴表現」
6. 「パターンの描写(鼻有り)」 「総体的特徴表現+部分的特徴表現」
7. 「線画的描写(鼻有り)」 「総体的特徴表現」
8. 「線画的描写(鼻有り)」 「総体的特徴表現+部分的特徴表現」

表1 似顔絵の類似度の主観評価結果

表現手法	全体印象	目	輪郭	眉	口	鼻
1	-0.82	-0.80	-0.67	-0.15	-0.45	-
2	0.81	0.90	0.83	0.61	0.46	-
3	-0.99	-1.12	-0.74	-0.24	-0.67	-
4	0.73	0.84	0.79	0.53	0.57	-
5	-0.74	-0.76	-0.56	-0.23	-0.49	-0.14
6	0.66	0.81	0.77	0.54	0.59	0.41
7	-0.86	-0.93	-0.68	-0.28	-0.59	-0.32
8	0.58	0.73	0.72	0.57	0.51	0.46

表1より、平均スコアの高い順に並べると以下のようなになる。

全体印象: 2>4>6>8>5>1>7>3

目: 2>4>6>8>5>1>7>3

輪郭: 2>4>6>8>5>1>7>3

眉: 2>4>6>8>5>1>3>7

口: 2>4>6>8>1>5>7>3

鼻: 8>6>5>7

全体印象については、最良の2と、2番目以下の4、6等とは1%あるいは5%の水準で有意差があった。以下に得られた実験結果を要約する。

1) 最も主観的な類似度が高かった似顔絵の表現手法は、「パターンの描写(鼻無し)」 「総体的特徴表現+部分的特徴表現」である。

2) 似顔絵の詳細度に関しては、相対的に「パターンの描写」における主観的類似度が高い傾向が見られた。

3) 既知人物から生成された似顔絵は、未知人物から生成された似顔絵より、主観類似度が高い傾向がある。

6. まとめ

本稿では、筆者らが従来から検討してきた顔画像からの似顔絵自動生成法において、似顔絵の表現の詳細度合い(簡略とより詳細)、目と下あごの輪郭線強調の有無、鼻の有無、を組み合わせ合わせた合計8種類の描画法について、主観的類似度を比較した。その結果、簡略(パターンの描写)で、目と下あごの強調が有り、鼻が無い場合が最も主観的類似度が高く、2位以下とは有意差があることがわかった。

参考文献

- [1] 呉他, “顔画像からの線画ベースの似顔絵自動生成システムにおける主観的識別に関する検討”, FIT2014 第13回情報科学技術フォーラム, (2014.9).
- [2] 郭他, “ニューラルネットワークを用いた顔画像からの似顔絵自動生成—輪郭と目の描画方法の改良についての検討—”, 画像電子学会年次大会2015, (2015.6).
- [3] T.F. Cootes, et al., “Active Shape Models - Smart Snakes”, British Machine Vision Conference, Springer-Verlag, pp.266-275, 1992