

LJ-006

似顔絵生成システム PICASSO-2 の性能評価と改良

Caricature Generation System PICASSO-2 Exhibited at Expo2005 and Its Improvements

徳田 尚也†

星野 喬之†

渡辺 隆†

舟橋 琢磨†

藤原 孝幸†

奥水大和†

Naoya Tokuda

Takayuki Hoshino

Takashi Watanabe

Takuma Funahashi

Takayuki Fujiwara

Hiroyasu Koshimizu

1. はじめに—PICASSO-2 の概要と課題

本研究室では、似顔絵生成システム PICASSO[1]に関して研究・開発を行っている。著者らは似顔絵生成システム PICASSO の高度化・詳細化と簡易化・自動化を目標として、後者の観点から PICASSO-2 システムを実装して愛知万博に似顔絵ロボット COOPER として出展した。

COOPER の画像処理システムは、CCD カメラを用いて画像を撮像し、その画像から顔特徴抽出を行い、PICASSO システムと同様のデフォルメ方式にて似顔絵を作成するものである。顔画像処理システムでは、撮像された顔画像より最初に瞳、鼻孔認識をし、それらより階層的に目、鼻、口、耳の存在領域を定義する[3]。顔の器官部品他に髪の毛領域、肌色領域を定義し、それぞれの特徴量が検出される。得られた顔特徴量より、新たに設計された PICASSO-2 システムのデータフォーマットによる顔部品の定義を行い、顔データとして作成し、任意の顔表情にて誇張処理を行う。最終的には、似顔絵を描画する線画を構成する 251 特徴点が抽出されるが、出力の際には似顔絵の品質(顔形状としての妥当性)を fail-safe モジュールにおいて判定・顔データ修正が施される。本システムの最後段に fail-safe のモジュールを用意した。これは、似顔絵品質の多少の劣化を犠牲にしても、顔画像処理システムとして似顔絵の出力を「破綻することなく完遂する」ことをシステム設計の絶対条件としたためである。本論文は、このシステムの実績評価を行い、その課題を明らかにし、またそれらへの対策法を提案する。

2. 似顔絵品質の評価実験と結果

2.1 実験と結果

目視により、似顔絵品質の評価実験を行った。その実験結果が表 1 である。

表の「成功数」は fail-safe-system を用いずに成功した数である。「2 フレーム目」は 1 フレーム目に瞳・鼻孔部品の検出に失敗し、2 フレーム目で成功した数を表す。「部品当てはめ」は、瞳・鼻孔部品以外の検出に失敗し、平均顔を当てはめた場合の数を表す。「FSS 計」は fail-safe-system によって成功した数、つまり「2 フレーム目」と「部品当てはめ」の合計の数を表す。「目視失敗」は、目視にて顔の形状から大きくかけ離れていたものの数を表す。「fatal」は 1 フレーム目も 2 フレーム目も瞳・鼻孔部品の検出に失敗した数を表す。「失敗数計」は「目視失敗」と「fatal」の合計を表す。「成功率」は fail-safe-system を用いずに成功した確率を表す。「成功率+FSS」は fail-safe

†中京大学情報理工学部

ジュールを用いた場合の成功率を表す。

「2 フレーム目」と「目視失敗」の約 9 割が顎輪郭の失敗であった。失敗例として、髭の濃い被験者や、首と顎輪郭の境目がわかりにくい被験者などがあげられた。それらの失敗例を図 1 と図 2 に示す。

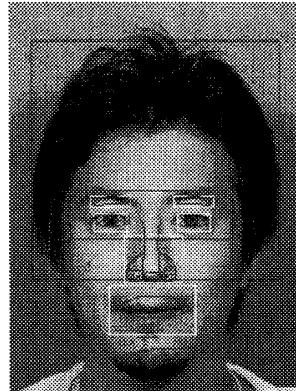


図 1 髭の濃い被験者

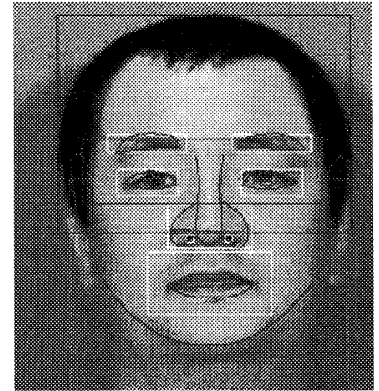
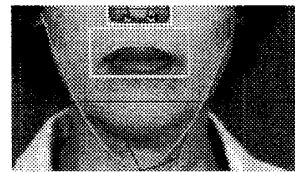


図 2 首と顎輪郭の境目がわかりにくい被験者

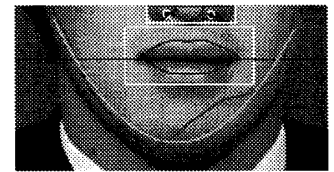
2.2 対策と予備的実験・考察

顎輪郭の抽出の改善手法として、あご部分の曲線が極端にあごを外れた場合、様々な解析関数を導入して、顎輪郭の滑らかな曲線を抽出し、リサンプリングすることで特徴点を抽出する。検出が顎輪郭から大きく外れた場合の実験結果を図 3 と図 4 に示す。図のように、B-Spline 曲線では、例外点に影響されやすいため、滑らかな曲線を描くことが出来なかったが、二次関数の最小二乗近似では、例 1 のように大きく顎輪郭を外す場合もあるが、例 2 のように顎輪郭を描くことの出来る例もあった。

このように、解析関数を用いて、描かれた曲線から例外点を想定し、例外点を除去していくことなどの可能性を示すことが出来た。

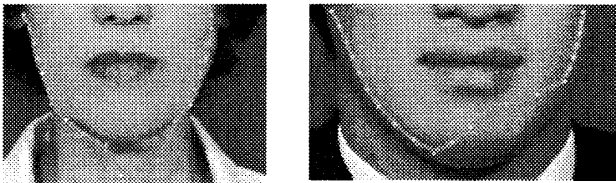


(a)例 1



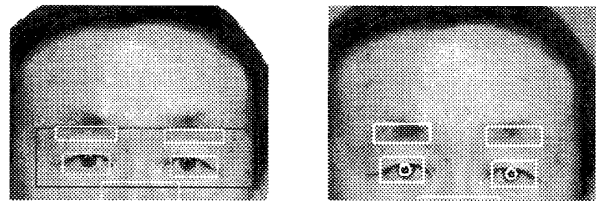
(b)例 2

図 3 二次関数の最小二乗近似



(a)例1 (b)例2
図4 B-スプライン曲線

評価実験のうち5枚程度しか見られなかった。その5枚の中でも、著しく評価が下がるものは見られなかった。



(a) 従来手法 (b) 提案手法
図5 眉領域抽出結果例

3. 顔部品認識技術の評価実験

3.1 実験と結果

顔部品認識のための画像処理技術の視点より、描く顔部品の認識性能評価実験を行った。評価方法は各顔部品領域の抽出率を目視で評価し、20%毎に1から5の整数値を当て、0~20%は1、21~40%は2、41~60%は3、61~80%は4、81~100%は5とした。評価対象は顔部品の領域抽出、輪郭抽出、その他に鼻孔近似円と背景除去について、愛知万博出展の際に得られたデータ352枚を用いて評価を行う。この結果よりどの処理を改良していくかの判断材料にする。この評価結果より、眉領域と輪郭、口領域、耳の認識性能が不十分であることが判明した。

3.2 考察と対策

顔部品のうち、眉については領域抽出の精度が向上すれば、顔輪郭抽出も精度が高くなりえる。そこで、眉領域抽出の改良手法が提案する。従来手法における眉領域抽出では、瞳と鼻孔の近似円の位置情報より眉の位置を推測し当てはめている。しかしながら、領域内に眉が収まらない場合は、輪郭抽出の精度低下を招く問題がある。提案手法では、抽出された領域の上辺と下辺の平均濃度を比較し、濃度の濃い向きへ閾値以下になるまで、眉領域を平行移動させる。

上記の改良手法による結果に対して、5段階目視評価と同じ基準で、愛知万博に出展した際に得られたデータのうち、100枚を対象に眉領域抽出のみ評価を行った。提案手法の眉領域抽出結果を図5に示す。従来手法では平均スコア3.27という評価結果であったが、最終的な改良手法ではこれが4.41となり1.14上昇し、高評価になった。また、従来手法より提案手法の方の評価が下がる例は、100枚の

4. まとめ

本稿は、似顔絵品質評価の視点からの分析により、解析関数を用いたトップダウン処理により例外点を除去し、自然な顎輪郭を表現する可能性を示した。また、顔部品認識性能評価の視点から、顔部品領域抽出と部品輪郭抽出の評価を行い、新しい眉領域の抽出手法を提案した。この性能向上は、その他の顔部品領域検出の性能向上をもたらすことも確認できた。これにより、頑強で、高精度なシステムを開発につながる一基盤を構築できた。

5. 今後の課題

今後の課題として、例外点除去手法の提案・実装、勾配オペレーターの見直し等の頑強なアルゴリズムの開発を図ること、頭部、顔トラッキング機能の実現等が挙げられる。また、眼鏡の検出が出来ないので、眼鏡などの付加部品の検出・描画などがあげられる。

参考文献

- [1] 2005年日本国際博覧会プロトタイプロボット展:
<http://www.expo2005.or.jp/jp/C0/C3/C3.8/C3.8.2/C3.8.2.6/>
- [2] 奥水大和: 似顔絵のコンピュータ生成, 映像情報メディア学会誌(小特集: 人体と顔の画像処理), Vol. 51, No. 8, pp. 1140-1146 (1997)
- [3] T.Funahashi, T.Fujiwara, M.Tominaga, and H.Koshimizu: Hierarchical Face and Facial Parts Tracking and Some Applications, Prod. of 7th International Conference on Quality Control by Artificial Vision, pp.305-310, Japan (2005)

表1 似顔絵調査実験結果

日付(6月)	9日	10日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日	19日	合計
被験者数	46	33	30	29	29	31	32	33	35	34	20	352
成功数	34	25	22	21	17	19	26	30	17	28	14	253
2フレーム目	4	0	2	0	2	1	1	1	1	0	1	13
部品当てはめ	4	8	4	8	8	8	4	0	14	3	3	64
FSS計	8	8	6	8	10	9	5	1	15	3	4	77
目視失敗	3	0	1	0	2	3	1	2	2	3	2	19
Fatal	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3
失敗数計	4	0	2	0	2	3	1	2	3	3	2	22
成功率	73.91	75.76	73.33	72.41	58.62	61.29	81.25	90.91	48.57	82.35	70	71.88
成功率(+FSS)	91.3	100	93.33	100	93.1	90.32	96.88	93.94	91.43	91.18	90	93.75