

I-059

照合領域の信頼度を用いた顔照合の高精度化

Improvements of Face Recognition System with Confidence of Matched Area

安川 展之†
Nobuyuki Yasukawa

石山 塁†
Rui Ishiyama

1. 概要

カメラ等で撮影された顔画像を用いて人物照合を行う、顔照合技術は、照合対象を拘束しないので非積極認証が可能な個人識別手法として期待されている。しかし、非拘束で撮影された顔画像は、照明条件、姿勢条件などの変動が大きく、これらによる画像変動が照合性能の低下につながる[1]。著者らは、照合対象は2次元画像であるが、あらかじめ各人の3次元顔モデルを登録しておくことで、照合対象画像(2次元画像)の任意の姿勢・照明変動を推定・再現した再現画像を生成し、変動に頑強な照合を可能にする2D3D型顔照合を提案してきた[2]。また近年、画像に対してロバストな特徴を用いる照合手法の研究が行われており[3]、著者らも類似度に対して、再現画像の鮮明度を用いた補正手法を提案した[4]。

3次元モデルは背景領域の情報を持たないため、再現画像においても背景領域の情報は存在しない。よって従来手法において、照合画像と再現画像間の類似度は、再現画像と照合対象画像の重なっている領域の輝度値の差を用いて算出している。よって、照合領域は再現画像ごとに異なる。しかし、照合領域に照合に有効な領域をどれだけ含むかによって、類似度の有効度が異なると思われる。

本研究では類似度の有効度の評価尺度を提案し、類似度に統合することで、照合性能の向上を図る。照合領域が個人差の大きい領域をどれだけ含むか、という情報を元に有効度を算出する。実際に照合実験を行い、提案手法の有効性を示す。

2. 照合領域を考慮した2D3D顔照合

2.1 従来の2D3D顔照合

著者らの2D3D顔照合方法[2]の概要を図1に示す。まず個人ごとに登録された3次元顔モデルから測地基底照明群 G_i を計算する。照合対象画像 I_q の姿勢推定の初期値 r にあわせて測地基底照明 G_i を投影し、照明基底別の画像群 B_i を生成し、それらの線形和で再現画像を生成する。そして、照合対象画像と再現画像間の重なった領域の平均二乗誤差 $MSE(I_q, I_c)$ が最小になるように姿勢推定値 r を収束するまで更新する。推定された再現画像 I_c と照合対象画像 I_q 間の平均絶対誤差 $MAD(I_q, I_c)$ を算出し、鮮明度を用いた補正を行い[4]、類似度 Ma を算出する。再現画像と照合対象画像間の類似度 $MAD(I_q, I_c)$ の算出に用いる照合領域は、再現画像において顔領域となっている領域としている。

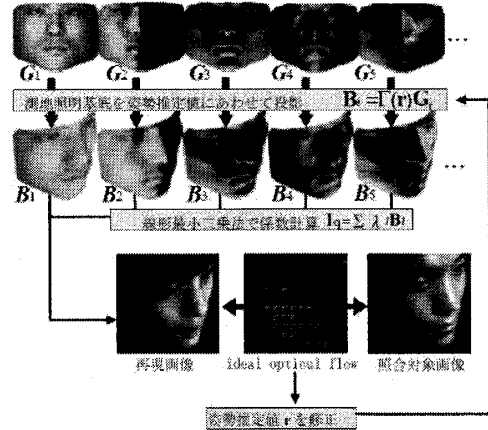


図1 従来の2D3D顔照合システム

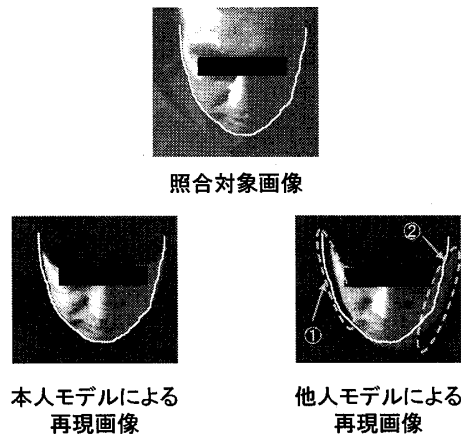


図2 照合対象画像と再現画像の例。

2.2 照合領域に関する考察

その結果、照合領域は再現画像ごとに異なるということとなる。しかし1章で述べたように、照合領域が異なる場合は、算出された類似度の照合に対する有効度も異なると考えられる。

照合領域によって類似度の有効度が異なるということの例について説明する。2.1節で述べた手法により推定された再現画像の例を図2に示す。図2左下の再現画像と比較して、右下の再現画像においては、①の領域のように顔の輪郭部分のような個人差の現れやすい領域は照合領域となっていない。さらに、②の領域のように、輝度値が低く、個人差の現れにくい領域が照合領域となっている。このような場合は、算出される類似度の照合に対する有効度が低いと考えられる。なお、このように姿勢

† NEC 共通基盤ソフトウェア研究所

推定される理由としては、2.1節で述べた様に照合領域の二乗誤差値を最小化するような姿勢推定を行っているためである。

2.3 提案手法

本研究では類似度の有効度を算出する手法を提案する。前節で示したように、照合領域が個人差の現れやすい領域である場合と、照合領域が個人差の現れにくい領域である場合は、類似度の照合に対する有効度も異なると考えられる。

有効度の算出には、照合領域が照合に有効な領域を含むかという情報を用いる。本研究において、照合に有効である領域は、個人差の現れやすい領域とする。個人差の現れやすい領域は、各人物における再現画像群 $\{Ic_i\}$ を用いて決定する。図3に該領域決定手法の概念図を示す。まず再現画像群 Ic_1, Ic_2, \dots において、各ピクセルごとの輝度値の分散値を算出する。照合領域内の位置 l における輝度値の分散値は下式のようにかける。

$$S_{var,l} = \frac{\sum_{i=1}^n (Ic_{i,l} - Ic_{ave,l})^2}{n}, \quad Ic_{ave,l} = \frac{\sum_{i=1}^n (Ic_{i,l})}{n} \quad (1)$$

そしてその分散値が閾値以上の領域を照合対象画像の個人差の現れやすい領域 S_q と決定する。閾値 Vt は学習用データから、全ピクセルにおける分散値の n パーセント値と決定する。そして、照合対象画像の個人差の現れやすい領域 S_q のうち、再現画像 Ic で顔領域となっている、つまり照合領域となっている領域の面積を有効度 C とした。類似度 Ma と有効度 C を下式のように統合した類似度 M' を用いて照合を行った。 α は統合重みである。

$$M' = M_a + \alpha \times C \quad (2)$$

3. 照合実験

200名の人物からなる n 枚の画像と3Dデータを含むデータベース(図4)を用いて、提案手法の有効性の確認実験を行った。前章で述べた分散閾値 Vt や、統合重み α は100名分のデータを用いて学習し、残り100名分のデータを評価データとした。従来手法の1位照合成功率96.9%に対して、提案手法では97.8%に改善された(エラー率29%減)。図5に個人差の現れやすい領域として選択された領域の例を示す。ここから、特徴点周辺、顔の外輪郭領域が選択されていること、輝度の低い領域は選択されていないことがわかる。

4. まとめ

本研究では、2D3D顔照合における類似度の有効度を算出する手法を提案した。提案手法は、2D3D顔照合における再現画像の顔領域のうち、個人差の現れやすい領域の面積という情報を用いている。個人差の現れやすい領域は、再現画像群の輝度値の分散を用いて決定した。そして、信頼度の情報を類似度に統合することで、照合性能を向上させることに成功した。

参考文献

[1] W. Zhao, R. Chellappa, P. J. Phillips, A. Rosenfeld, "Face recognition: A literature survey," ACM Computing Surveys, vol. 35, Issue 4, pp. 399-458, 2003.

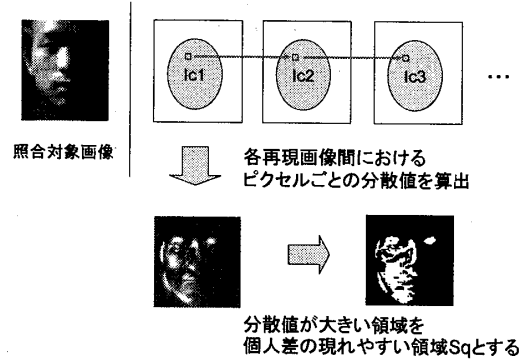


図3 個人差の現れやすい領域の決定手法

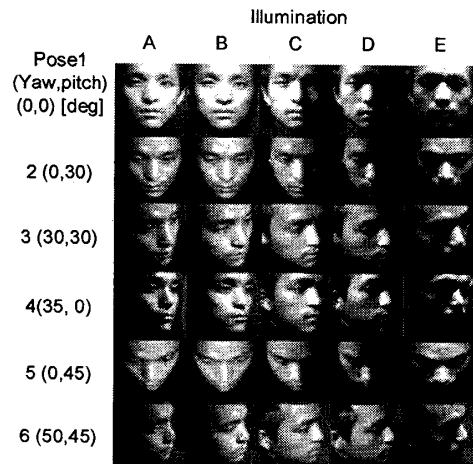


図4 実験に使用した顔画像の例(1名分)

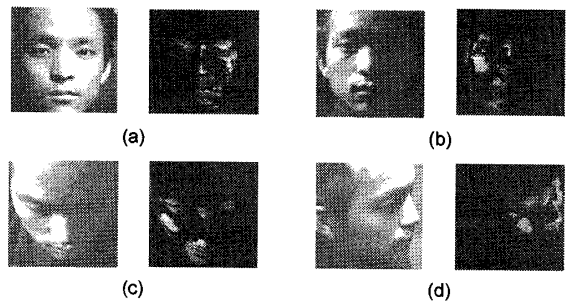


図5 個人差の現れやすい領域の例

[2] 石山, 濱中, 坂本, 顔の3次元見えモデルを用いた任意姿勢・照明変動下の顔画像認識, 電子情報通信学会論文誌, D-II, vol. J88-D-II, No. 10, pp. 2069-2080, 2005.
 [3] Yongsheng Gao, Maylor K.H. Leung, "Face Recognition Using Line Edge Map," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24, No. 6, 2002.
 [4] 濱中, 石山, 坂本, 補正画像の鮮明度を用いた顔照合と大規模実験, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, pp. 233, 2004.