

ステレオカメラを用いた顔認証システム

当麻 凌平 花泉 弘

法政大学情報科学部

1. まえがき

近年の顔認証技術の発達は目覚ましくさまざまな場所で顔認証の技術が導入されている。しかし顔の目、鼻、口などの各部位特徴点を用いた個人認証は、撮影時の顔の向きによる特徴の変化により精度が低下してしまう[1]。正確に認証するためには正面からの顔画像が必要となり、この場合は、カメラに意識して顔を向けることが求められる。このような不便さを解消するため、さまざまな角度から撮影した顔画像から顔の3次元データを復元し3次元特徴を用いた個人認証が提案されている[2]。しかし、この手法は設置するカメラの個数と撮影する枚数が多くカメラの設置場所が限られている場所での使用は難しい。本研究では少数の正面を向いていない顔画像から正面顔画像を作成し個人認証を行う手法を提案する。意識してカメラに顔を向ける動作が不要なのでストレスなく顔認証ができる。提案手法では、1台のステレオカメラを用いてステレオマッチング処理を行い顔の3次元形状を再構成し、それらを回転させることで正面顔の3次元モデルを生成する。そしてこれを2次元画像に戻すことで正面顔画像を作成する。復元された正面顔画像とデータベースにある画像とを比較することで個人認証を行う。

2. 原理と処理手順

2.1. 三次元情報取得

カメラで撮影された画像には、レンズの収差により歪みが含まれてしまう。そこでステレオカメラの二つのレンズに対しキャリブレーションを施して補正する。その後、対応点を見つけ視差を求めるため、平行化された左右2枚の画像の対応点探索を行う。対応点探索に以下の式(1)で定義される正規化二次元相互相関係数を用いる。

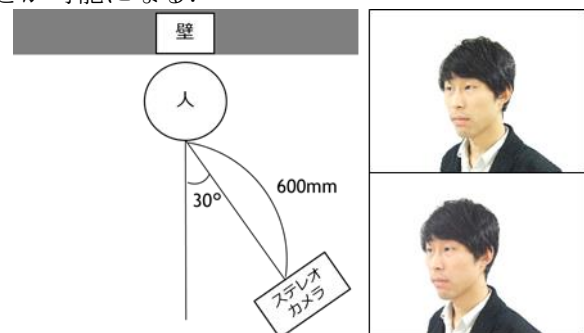
$$r = \frac{\sum_{x=1}^W \sum_{y=1}^H \{I(x, y) \times T(x, y)\}}{\sqrt{\sum_{x=1}^W \sum_{y=1}^H I(x, y)^2 \times \sum_{x=1}^W \sum_{y=1}^H T(x, y)^2}} \quad (1)$$

ここで、 I は探索を行う画像、 T はテンプレート

画像である。探索範囲の中で r の値が最大となる点を対応点とする。探索処理では 3×3 と 9×9 の2つの処理マスクを使用する。大きい処理マスクで探索した後、小さいマスクで探索し精度の向上を図る。奥行の算出には精度の良い対応点が必要のためサブピクセル精度での対応点探索を行う。取得した対応点を基に、3次元情報を求める。奥行の算出には三角測量法を用いる。三角形の相似を用いることによって対象物の1点の奥行は求めることができ、全画素に適用することによって物体の3次元情報が取得できる。

2.2 二次元顔画像作成と顔認識

撮影される人物は正面を向いていない(図1)ので、正面顔画像を作成するため復元された顔のデータを回転させ二次元に変換する必要がある。復元した顔の3Dデータに3次元のアフィン変換を施し正面に戻す。正面顔に戻した後、3次元から2次元の射影変換を行い顔の正面顔画像を作成する。データ不足により画像中に欠損を生ずることがあるので欠損領域を周囲のピクセル情報から補完する[3]。これをすべての欠陥領域に施すことで画像の欠損領域のない正面顔を得ることが可能になる。



(a)ステレオカメラの配置 (b)撮影画像
図1 ステレオカメラの配置と撮影画像

次に作成した顔画像をデータベースと比較して人物を特定する。まず、データベースとの比較する部位を決める。画像間の大きさの違いを補正する必要があるため、多くの特徴を持つ目を両画像で認識し、大きさをそろえる。目の認識精度を上げるために、欠損領域を補完した画像に対しhaar-like特徴量[4]を用いてまず顔領域を認識し、その領域内で目を認識する。データベースの画像についても同様の処理で目の領域を

認識しておく。大きさのそろった画像間で式(4)に基づいて類似度を求め、最大値を与えるものを用いて人物を特定する。この際補完された領域を類似度に寄与させないようにするため式(4)の処理には補完前の画像を用いる。

3. 実験と考察

まず撮影に用いるステレオカメラの内部係数と歪み係数を求める実験を行った。ステレオカメラは撮影物体から 600mm の場所へ配置し、焦点距離も固定して撮影した。キャリブレーションを行い、係数を求め平行化と歪み補正を行った。次に図 1 の配置で人の顔の画像を数人分ステレオカメラで撮影した。その後対応点を探索し視差を求め、それを元に奥行を算出し、三次元情報を取得した(図 2(a))。実験では正面から 30 度ずらした位置から撮影をしているので、その分を逆に回転させることで正面を向いた 3D モデルを作成した。それに 3次元から 2次元への射影変換を施し正面顔変換画像を得た(図 2(b))。次に変換画像の穴を補完し haar-like 特徴量を用いて顔領域を検出した。データベースの画像にも同様の処理を行い、顔領域を抜きだした。図 3 にそれらの顔領域を示す。得られた顔領域に限定して目領域の検出を行い画像の大きさを統一した。この得られた補完前の画像をデータベースにある画像と比較し、顔の認識を行った。9 人のデータを比較し認識ができるか実験した。表 1 は顔領域と目領域の正規化二次元相互相関の平均値を類似度として表示したものである(一部抜粋)。ここで、類似度 0.75 以上が本人であるとしている。その結果、どの人物に対しても対角要素が最大値を示しており、精度よく認識できたことがわかる。またデータベースには無い人物の場合は、すべての結果が 0.75 未満となり、データベースには存在しない人物の排除もできた。これの結果より本研究で提案した目領域と顔領域の二種類を用いた類似度は有効であるといえる。



(a)視差マップ (b)正面顔変換画像
図 2 顔の視差マップと正面顔変換画像



図 3 補完前, 上から補完済み, DB の顔領域
表 1 顔の認識結果(一部抜粋)

DB	A	B	C	D
顔画像				
A	0.79	0.67	0.64	0.65
B	0.68	0.79	0.74	0.71
C	0.66	0.67	0.82	0.68
D	0.65	0.74	0.71	0.78
E	0.71	0.66	0.62	0.61

4. むすび

本研究では、ステレオカメラを用いて顔の 3次元情報をそれぞれ取得し 3次元的に回転させることで正面顔画像を作成する手法を提案し、それをもとに顔認識を行った。9 人の被験者について実験をおこなったところ全員正しく認識できた。今後の課題として、本研究では少人数での実験になっているためさらに人数を増しての識別が可能かどうかの確認が挙げられる。また本研究では顔の傾きを固定していたため自由な角度の顔認識への応用も今後の課題である。

文献

- [1] I.A. Kakadiaris, Member, IEEE, G. Passalis, G. Toderici, N. Murtuza, Y. Lu, N. Karampatziakis, and T. Theoharis, "3D face recognition in the presence of facial expressions: An annotated deformable model approach", IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell. 2007 Apr;29(4):640-9
- [2] 安本護,本郷仁志,渡辺博己,山本和彦,興水大和,"マルチカメラ統合を用いた人物識別と顔方向推定",電子情報通信学会論文誌,vol.84,no.8,pp.1772-1780, Aug.2001
- [3] Telea, Alexandru. "An image inpainting technique based on the fast marching method." Journal of graphics tools 9.1 (2004): 23-34.
- [4] C. Papageorgiou, M. Oren, and T. Poggio. A general framework for object detection. In International Conference on Computer Vision, 1998.