

可変照明を用いた個人認証

高松 正昭, 境 隆一

大阪電気通信大学 総合電子工学専攻

〒 572-8530 大阪市寝屋川市初町 18-8

Tel,Fax : 072-820-9024,

E-mail : m00115@isc.osakac.ac.jp,

sakai@isc.osakac.ac.jp

あらまし 生体情報を利用した個人認証は、本人のみが所持する特徴を利用しており、唯一性という利点を有している。このような生体情報を個人認証に使用するには、一般的に特殊な機材が必要となり、また一方では生体情報を偽造される危険性も存在する。例えば2次元画像を生体情報として用いた場合、写真等による偽造が容易に可能である。本論文では生体情報の偽造が困難となる可変照明下の顔画像を用いた個人認証法の性能を向上させる手法について検討する。従来登録画像に対し、認証画像を移動させながら相関値をとり、その最大値のみを認証のパラメータとして用いたが、認証画像の移動量に対する相関値のグラフ形状を新たに認証パラメータに追加する手法を評価する。本稿でとりあげる手法は低コストで生体情報の抽出が可能であり、かつ偽造のためのコストが高くなるという特徴を有している。

キーワード 個人認証 生体情報 顔画像 特徴抽出

Personal identification scheme using facial image under varying lighting

Masaaki Takamatsu, Ryuichi Sakai

Graduate School of Engineering, Division of Electronics and Applied Physics,
Osaka Electro-Communication University,

18-8 Hatsu-cho Neyagawa Osaka 572-8530, Japan.

Tel,Fax : 072-820-9024,

E-mail : m00115@isc.osakac.ac.jp,

sakai@isc.osakac.ac.jp

Abstract

There are a lot of methods for identifying persons, such as the methods with passwords, IC cards ... etc. Recently the biometrics based identification methods have been widely researched because each of persons has his or her own individual biometrics information. Using the biometrics information in the field of identification methods, it requires special hardware, and there is a terror of unregistered users pretending action by forging the biometrics information, for example if we use a 2D picture, it will be easily forged by a photograph. In this paper we discuss on some good decision rules of the acceptance and the rejection for the identification scheme using the facial image under the several lighting, which reduces the false acceptance and the false rejection.

key words Identification, biometrics, facial image, characteristic-extract.

1 まえがき

近年の電子商取引の普及により、情報にアクセスする人間が正当な利用者であるかを認証することの必要性が高まっている。計算機による個人認証においては、基本的に本人固有の生体情報を事前に記録しておき、この情報と本人から直接得られる生体情報との照合により個人認証が行われている。現在、パスワードやICカード等を用いた認証システムは広く用いられているが、これらのシステムではパスワードやICカードの不正使用によるなりすましを防ぐことが困難である。これに対し、生体情報を利用する個人認証システムにおいては、このようななりすましが困難であると考えられる。また、生体情報を利用することにより利用者はICカード等を持ち歩く必要はなく、パスワード等を忘れたり、盗聴されるといった危険性もない。一方生体情報を利用した個人認証システムに求められる特性としては、その受容性および利便性が高いということや、生体情報の偽造によるなりすましが困難であるということが上げられる。生体情報の中でも顔は指紋や網膜と違い日常から撮影される機会が多く、顔の撮影に対する精神的抵抗は少ない。しかし2次元顔画像を認証に用いると、写真等を用いた偽造によるなりすましが比較的容易である。偽造によるなりすましを困難とする手法として顔の立体情報を認証に用いた認証法が考えられるが、そのシステムのコストは高くなってしまふ。このような問題点の解決法として筆者等は可変照明による顔画像による個人認証法を提案した[1]。

本手法の特徴は顔画像の撮影時に陰影が生じるように照明を配置し、この陰影画像を認証情報とする。顔画像の入力にはCCDカメラを使用し、照明のスイッチとカメラのシャッターの制御は計算機により行われる。この認証システムに対してなりすましが成功させるためには、認証の際に用いる陰影画像と同様の複数の画像を入手する必要がある、照明の点灯順序とカメラのシャッターのタイミングに合わせてそれらの画像をカメラの前に掲示しなければならず偽造によるなりすましが困難となる。[1]で提案した手法では登録画像に重ねた、認証画像を移動させ、これらの相関値を複数算出し、そのうちの最大値を認証パラメータとして用いた。本稿では移動量に対する相

表 1: 画像の特徴

	2次元画像	立体情報
利点	コストが低い	なりすましが困難
欠点	なりすましが容易	コストが高い

関値の3次元グラフの形状を新たに認証パラメータに追加し、認証時の誤認識率と誤棄却率をさらに低くする手法を提案し、その有効性について検討する。

2 可変照明による個人認証

顔画像を個人認証に用いる場合、2次元画像ではCCDカメラにより容易に計算機に情報を取り込むことが可能であり、認証システムのコストは低くなるが、写真等を用いた偽造によるなりすましが容易となる。立体情報を用いた認証法において偽造によるなりすましを行う場合、正当な利用者の精巧な模型が必要になり、偽造によるなりすましにかかるコストが高くなる。しかし、立体情報を取得するシステムのコストも高くなってしまふ。この関係を表1に示す。

筆者等はSCIS2000において、2次元画像を用いた認証法であり、なおかつなりすましが困難である手法を提案した。本手法は可変照明により生じる陰影を利用して個人認証を行うものであり、以下では可変照明個人認証システムと称する。本章ではこの可変照明個人認証システムを紹介し認証システムにおいて新たな認証パラメータを導入した手法を提案する。

利用者の前方、任意の角度に照明を配置し、これを順番に点灯させることにより認証請求者の顔に陰影が生じるように撮影を行う。この陰影には顔の立体情報の一部を含んでいる。本人同士の顔画像の場合、登録画像と照合画像の陰影の形状は似ている。一方異なる人物の場合、一般的には顔の立体形状が異なる。したがって顔の陰影画像を個人認証に用いることは有効である。

計算機は登録されている画像との相関値を用いて認証を行う。この一連の流れを図1に示す。

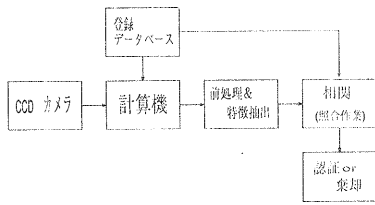


図 1: 認証手順のブロック図

2.1 可変照明個人認証システム

筆者等が提案した可変照明個人認証システムは次のような装置により認証用画像を取得する。

1. 1 台の CCD カメラと複数の照明を計算機に接続し、カメラのシャッターと照明のスイッチをこの計算機により制御する。
2. CCD カメラは中央に固定され、照明は複数個被写体の周囲に配置される。
3. これらの複数の照明は順次使用され、撮影は異なる照明下で複数回行われる。
4. カメラのシャッターと照明の点灯時間および順番は計算機がランダムに決定する。

この構成図を図 2 に示す。

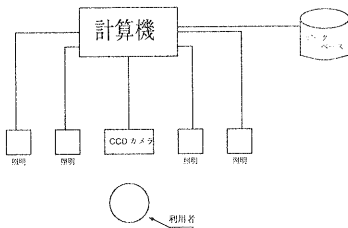


図 2: 複数の照明の構成図

以上のようにして取得された画像を次節で述べる。

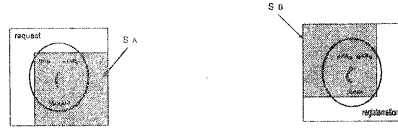


図 3: 撮影画像の計算範囲 図 4: 登録画像の計算範囲

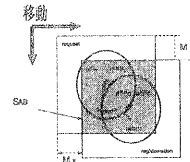


図 5: 相関値の計算の様子

2.2 顔画像の前処理

本稿では、あらかじめ前処理を行ったものを、登録画像と呼び、画像を認証時に認証者から直接取得する画像を撮影画像と呼称する。本稿で行った前処理の順序は以下の通りである。

1. 顔部分の大きさを認証時に揃える。
2. 顔を中心に楕円形に画像を切抜く。
3. 登録画像と輝度分布が同じになるように変換を施す。

輝度分布を変換するのは、カメラの露出等の撮影条件の違いや、照明光以外の光の影響を押さえるために行う。

2.3 認証判定

登録画像 1 枚に対し複数の撮影画像で処理を行う。前処理された画像を用いて、照合を行う。照合は、登録画像の上に撮影画像を 1 ピクセルずつ移動させ、1 ピクセル移動ごとに重複している領域の相関値の計算を行う(図 5 参照)。登録画像を $\mathbf{A} = (A(0,0), A(0,1), \dots, A(n-1, m-1))$ 、撮影画像を $\mathbf{B} = (B(0,0), B(0,1), \dots, B(W_x - 1, W_y - 1))$ とし、画像の移動量を M_x と M_y とする。 M_y, M_x の範囲は $-50 \geq M_y \geq 50, -50 \geq M_x \geq 50$ とする。本稿では、与えられる式 (1)~(4) によって算出される C を相関値と定める。図 3, 図 4 はそれぞれの画像の計算範囲である。

$$S_A = \sum_{j=0}^{W_y-1} \sum_{i=0}^{W_x-1} (A(i, j))^2 \quad (1)$$

$$S_B = \sum_{j=0}^{W_y-1} \sum_{i=0}^{W_x-1} (B(i + M_y, j + M_x))^2 \quad (2)$$

$$S_{AB} = \sum_{j=0}^{W_y-1} \sum_{i=0}^{W_x-1} (A(i, j)B(i + M_y, j + M_x))^2 \quad (3)$$

$$C = \frac{S_{AB}}{\sqrt{S_A S_B}} \quad (4)$$

式(1)~(4)による相関値の計算では、顔画像以外の部分も相関値の計算の処理の対象になってしまう。本稿では顔を中心に大きな楕円形の領域のみ(図8参照)について、相関値を計算していく(図6,7,8参照)。図14, 15, 16はそれぞれの方向から照明を当てた顔画像のサンプルである。

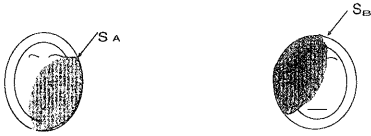


図 6: 照合画像の計算範囲 図 7: 登録画像の計算範囲

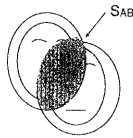


図 8: 相関値計算の様子その 2

従来では相関値の最大値の比較のみを用いて認証を行っていた[1]。図10には、同一人物での相関値と、異なる人物での相関値の最大値の変化の様子を示す。

登録画像と撮影した画像を1画像づつ座標をずらして、縦と横の移動量とその移動量での相関値を3次元グラフ上にプロットしたグラフを作成する。カメラに写された人物が登録画像に写された人物と同一である場合のグラフを図9に示す。また、異なる場合のグラフのピーク付近の拡大図を図10に示す。同一人物の場合中心から少し移動しただけで、相関値は落ちてしまうことがわかる。

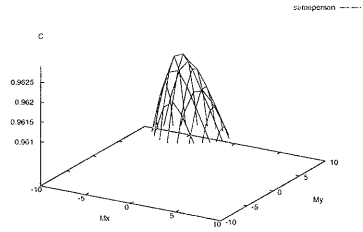


図 9: 移動量に対する相関値(本人との認証の場合)

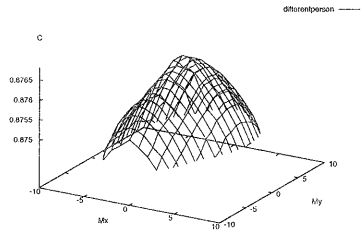


図 10: 移動量に対する相関値(他人との認証の場合)

本稿では、この図9,10のグラフ形状を認証パラメータに用いる。このグラフの形状を表すパラメータとして相関値の最大値 $Maxz$ からある一定量 d を引いた値を z 座標とする xy 平面と平行な平面でグラフを切った断面積 N を用いる(図11参照)。

2.4 シュミレーション結果

グラフ形状を認証パラメータに用いた場合を計算機によるシュミレーションを行う。シュミレーションに用いたデータは、登録者数9人、221枚の顔画像、撮影場所は全て同じで正面顔を撮影し、照明の方向は3方向とした。相関値の最大値と距離 d での面積 N をプロットしたグラフを図12に示す。

同一人物の場合と他人との場合の境界は明瞭であるが、これはグラフ形状をパラメータとして用いたことによる結果ではなく相関値をパラメータとして用いた結果に

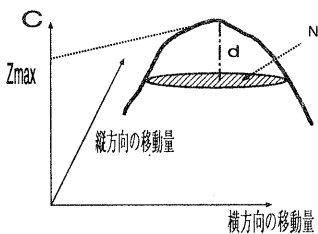


図 11: グラフの断面積

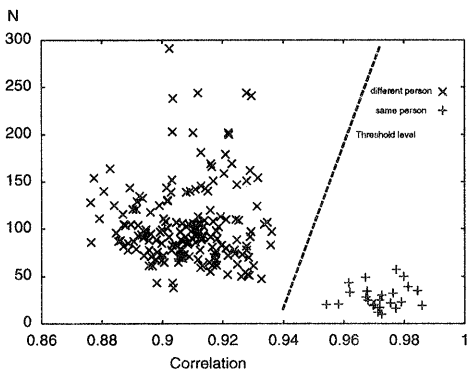


図 12: 面積と相関値

よるところが大きい。残念ながら今のところ、この新しい認証パラメータはそれほど有効性はない。

2.5 単一の移動照明を用いたシステム

本稿でのシステムとは別に、同一の認証手法による別のシステムの可能性として単一の移動照明を用いたものが考えられる。CCDカメラ1台、照明1台を計算機に接続し、制御、撮影を行う。CCDカメラは固定して、照明を被写体の周囲を移動させる。移動の方向は水平方向だけではなく垂直方向にも移動させる。照明の位置は計算機によりランダムに決定され、撮影は複数回行う。撮影された顔画像を処理して認証を行う。システムの構成図を図15に示す。この手法では、取り込む画像を動画として、認証を行う事も考えられており今後の課題となる。

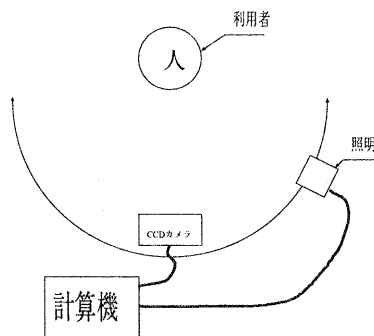


図 13: 単一照明システム構成図

3 まとめ

筆者等が SCIS2000 において提案した手法を紹介し、新たに画像の移動量に対する相関値のグラフの形状を認証パラメータとして導入した手法を提案した。残念ながら、導入した認証パラメータは、今のところ有効性はそれほどみられない。パラメータとしての扱いかたを今後さらに検討する必要がある。

本システムの今後の課題としては、認証にかかる時間の短縮である。高速化の手法としては、まず登録画像や照合画像の縮小が考えられる。しかし、登録画像や照合画像を縮小した場合、縮小によって失われる情報が及ぼす影響を検討する必要がある。また、別の高速化の手法としては、相関を行う部分を限定することなどが考えられる。これは、顔画像の陰影形状の変化が最も多い顔の中央部分のみを相関の対象とすることで、計算量の減少が可能で、背景からの影響を無視できるようになる。

4 謝辞

本研究を行うにあたって、御助言、御助力頂いた、小森信幸氏に深く感謝致します。

参考文献

- [1] 小森 信幸, “可変照明を用いた個人認証”, SCIS2000



図 14: 光源右方向の顔画像のサンプル



図 15: 光源正面の顔画像のサンプル

- [2] 小松 尚久, 中山 靖司, “バイオメトリック認証技術の現状と課題 “FAIT 発足記念講演 March,2000
- [3] 菅 知之, 三沢 永, 東 雅博 “本人認証の表か基準 — 評価基準とその観点—” SCIS'98-7.3.E,Jan.1998
- [4] Y.Moses, Y.Adini, S.Ullman, ”Face Recognition: the Problem of sameCompensating for Changes in Illumination Direction” ,European Conference on Computer Vision, pp.286-296,May.1994
- [5] P.W.Hallinan, “A Low-Dimensional Representation of Human Faces For Arbitrary Liting Conditions” ,IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition,pp.995-999,Jun.1994
- [6] M.Bichsel, ”ILLUMINATION INVARIANT OBJECT RECOGNITION”, International Conference on Image Processing, pp.620-623,Oct.1995



図 16: 光源左方向の顔画像のサンプル