

個人識別のための指静脈パターン検出の一試行

佐治 裕* ・ 駒形 祥伍**

A Trial for Detecting a Finger-Venous Pattern for Personal Identification

Hiroshi Saji, Shogo Komagata

Abstract — Biometrics is significant mean for personal identification because it uses features of the human body which have less possibility to be lent or stolen. Using venous pattern in a finger acquired from near infrared image has advantages to other biometric personal identification because it refers to the features inside the human body and the device for imaging would be small.

A simple device to acquire a venous pattern inside a finger was setted up using a small halogen light for a portable light and a monochrome CCD camera with infrared filter. Venous patterns were tried to be extracted by repeated local line tracking method for binalized images. Identification test with use of pattern matching was performed but it did not show enough result.

Unclear venous images are guessed to cause these poor results. If appropriate light sources are deviced to be installed, this system would be effective because extracted venous pattern partly shows good correspondences to some portion of the visually extracted venous pattern.

Key Words:personal identification, finger venous pattern, infrared light, pattern matching

1. はじめに

近年、情報化社会の発展に伴い個人認証技術の需要が拡大している。特に、従来の個人認証で用いられている鍵やパスワードなどに代わり、利便性が高く、盗難や忘却の生じにくい身体的特徴を用いたバイオメトリクス認証が注目されている。

現在、指紋、虹彩、音声、耳介、顔、手のひらまたは指の静脈などに基づくバイオメトリクス認証が存在している。

しかし、指紋認証は接触した箇所に残る痕跡から指紋パターンを再生した偽造の可能性がある。音声認証は録音による偽造の可能性がある。耳介や顔を用いた認証では写真などによる偽造の可能性がある。虹彩を用いた認証では眼球に光りを当てることへの不安を被験者に与える[1]。

指紋は古くから個人の識別に使用されており、コンピュータのユーザ認証では個人レベルでも使われてい

る。しかし、犯罪捜査に使われているために、その採取には心理的抵抗感がある。

静脈の血管パターンを用いた認証は生体内の情報を使用するので偽造の危険性が少ない。また、心理的抵抗感も少なく、原理的に非接触での認証が可能であるという利点がある[2]。

個人認証のために使用される静脈の血管パターンとしては手のひらや指のものがある。指静脈を用いた認証は手のひらの静脈を用いた場合に比べて装置の小型化とコストの削減が可能である[3]。現在3万円弱で市販されている装置もある[4]。この価格は個人レベルの使用を考えると依然として高価ではあるが、入退室管理や出退勤の管理等への使用には十分である[5]。

指の静脈を用いた個人認証は原理的には非接触での認証が可能であるが、登録されたデータとの照合の利便性のために指静脈の撮像時には指に拘束を加えるために、装置への接触がおこなわれている[6]。このため、より低コストのシステムや非接触で安定な認証システムを目指す上で、指静脈画像を取得して静脈パターンを安定に抽出する装置を製作する必要がある。本

*釧路高専電子工学科

** (株) アルソック

研究ではハロゲン球、赤外フィルタおよび白黒テレビカメラを使用した簡易な撮像システムを作製し、取得した画像中の静脈部をプログラムによって抽出することを試みた。また、テンプレートマッチングによって個人照合に対する抽出パターンの有効性のテストをおこなった。今回作製したシステムは個人認証へ使用するためには不十分であるが、その原因を考察し、改善のための方策について論じた。

2. 指静脈画像の取得

通常の照明下では指の静脈はほとんど見ることはできない。しかし、赤外線照射し、赤外線カメラを使用して指の静脈を撮像することが可能である。静脈の可視化の原理と作製した撮像装置について以下に述べる。

2-1. 静脈の分光特性

血液中のヘモグロビンは、肺で酸素を得ると酸化ヘモグロビンとなり、動脈を通過して体の各組織に酸素を運搬する。末梢部で酸素を失うと還元ヘモグロビンとなり、静脈を通過して心臓に戻る。この2種のヘモグロビンは波長によって光を吸収する特性が異なる。ヘモグロビンの光吸収スペクトルより[7]、還元ヘモグロビンは近赤外領域の約 760nm の波長の光を吸収することが示されている。そのため、指に近赤外光を照射すると、還元ヘモグロビンを含む静脈部のみ光が吸収される。そのため、赤外線画像では静脈の部分だけが周囲に較べて暗く見える。この画像より静脈パターンを抽出し、登録された静脈パターンと照合をおこなって個人を識別する。

2-2. 指静脈の撮像装置

図1に作製した簡易撮像装置の構成を示す。光の反射を防ぐ遮光紙を内側に貼り付けた厚紙を箱状に組み立て、底部に白黒の CCD カメラを設置した。上部には指の固定部を設けた。指固定部の上方に採光窓を設け、光の散乱と拡散を防いだ。光源には 4.8V, 2.4W の懐中電灯用ハロゲン球を使用した。光源に使用したハロゲン球は近赤外光も発光している。CCD カメラは可視光領域における使用を目的としたものであるが、近赤外領域についても感度を有する。

撮像時には指の手の甲側から光を照射し、光吸収・赤外透過フィルタ(富士フィルム, IR76)を介して CCD カメラで撮像する。これにより、波長 760nm 以上の近赤外画像が撮像される。この画像を画像キャプチャボードによってパーソナルコンピュータに 480 × 200 画素, 8 ビットのグレースケール画像として取り込む。

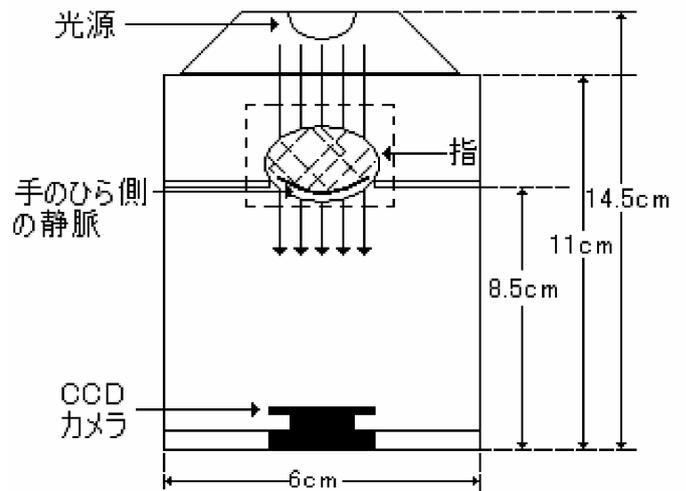


図1 作製した簡易撮像装置

骨は光を透過しないが、周辺組織部を光が回折する。このため、皮膚に近い部分の内部が画像として得られる。図2に本装置によって取得した画像を示す。

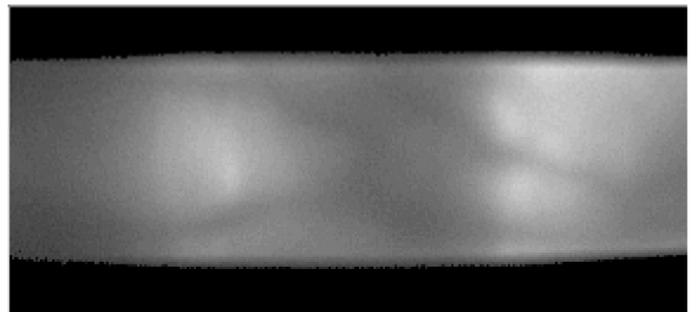


図2 取得した画像

3. 画像の前処理

図2に示すように、撮像した画像は指部と背景部に大きく分かれる。これより指部を抽出する。背景部に雑音が入っていると抽出に誤差を生じたり、その後の処理に影響する。このために雑音除去をおこなう。次に閾値処理をおこなって画像を2値化し、背景を分離する。

雑音除去を空間領域でおこなう最も単純な方法は注目画素とその周辺の画素の平均値を新しい画素値とする平均値フィルタである。この方法ではエッジの部分にぼけを生ずる。

メディアンフィルタは注目画素と周辺の画素を輝度の順に並べ、中間値を新しい画素値とする。この手法ではエッジの情報は良く保存される。

指画像にメディアンフィルタで処理をおこなった画

像に対して輝度 55 を閾値として 2 値化をおこなった。その結果、背景部を分離できた。背景部の輝度を 0 とした指の画像を図 3 に示す。

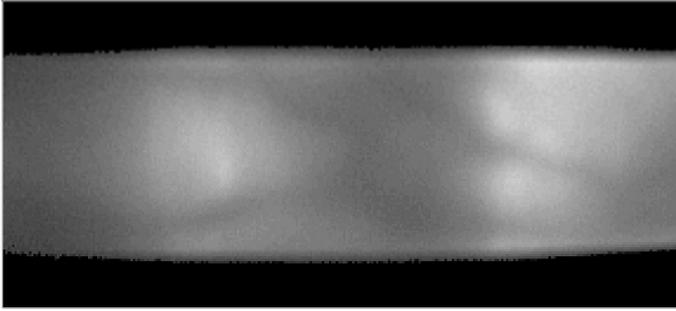


図 3 前処理後の画像

4. 指静脈パターンの抽出

高精度な個人認証をおこなうために、指静脈画像から個人特有の指静脈パターンだけを抽出する必要がある。しかし、指静脈画像には輝度むらが含まれ、空間的に信号対雑音比(S/N 比)が変動する。また、光源強度を制御する電流の揺らぎや画像上のノイズの影響などで光量調節に誤差が生じ、明るさが再現するとは限らない。したがって、輝度むらや光源強度の変動を含む画像から指静脈パターンを安定して抽出することが実用的な個人認証システムに必要となる。

画像中の静脈部を抽出する方法としてはいくつかの手法が提案されているが、ここでは輝度むらや光源の強度の変化にロバストであるとされる暗線の追跡によって静脈パターンの抽出を試みた [3]。

指静脈は周辺に比べると輝度の低い線（暗線）である。静脈部分は横断面での輝度のプロファイルを見ると谷状になっている。そこで、谷の存在を検出しながら暗線に沿って 1 画素ずつ辿り、線が検出できなくなるまで移動する線追跡処理をおこなうことで、暗線の位置が軌跡情報として獲得できる。このような処理によって輝度むらに強い線検出が可能となる。この手法では暗線の追跡を反復的に実行し、追跡回数を指静脈パターンとして獲得する。すなわち暗線の追跡を反復しておこない、各画素が何回辿られたかを軌跡空間に保持する。軌跡空間の値が大きくなっている部分は暗線である確率が高い。線追跡の反復回数を多く取ると特徴抽出の精度が上がる一方、演算に要する時間がかかる。ここでは精度に重点を置いて反復回数を 10000 回とした。図 4 に追跡回数に基づき抽出した指静脈パターンにメディアンフィルタをかけて雑音を除去した画像を示す。

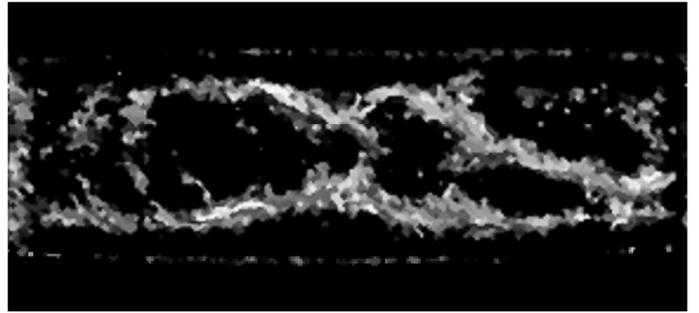


図 4 追跡回数による指静脈パターン

抽出された指静脈パターンを 2 値化して照合用のデータとして使用する。このとき、背景部との境界付近などで不要のパターンが生ずる。そこで、ラベル付けをおこなって連結した画素数が 1000 以下の連結成分を除去した。この結果を図 5 に示す。



図 5 2 値化した指静脈パターン

5. パターンマッチングによるシステムの評価

抽出された指静脈パターンを用いてテンプレートマッチングをおこない、同一の指で誤認証をおこさないか、異なる指を同一のものと認証しないかを調べ、指静脈パターン抽出システムとしての評価をおこなった。

登録照合用のデータ $R(x,y)$ に対して照合用データ $I(x,y)$ を方形領域で横に s 画素、縦に t 画素それぞれ 1 画素ずつ移動させてミスマッチ数 $N_m(s,t)$ を次式で計算する。ここで、 h,w は画像の縦と横の画素数である。また、画像の中心の座標を (c_w, c_h) とする。

$$N_m(s,t) = \sum_{y=0}^{h-2c_h-1} \sum_{x=0}^{w-2c_w-1} \{\phi(I(s+x, t+y), R(c_w+x, c_h+y))\} \quad (1)$$

表1 自指—他指間のミスマッチ率

画像	ミスマッチ率					
	B・左・2	B・左・3	B・左・4	B・右・2	B・右・3	B・右・4
A・左・2	24.86%	37.15%	18.70%	27.65%	31.15%	23.00%
A・左・3	31.81%	26.72%	21.55%	26.43%	28.85%	22.65%
A・左・4	36.54%	42.52%	18.05%	31.68%	34.87%	27.68%
A・右・2	32.71%	38.30%	22.35%	20.17%	31.98%	29.26%
A・右・3	32.74%	37.42%	20.07%	24.28%	21.83%	30.80%
A・右・4	34.53%	40.55%	22.18%	29.51%	31.59%	21.33%

関数 $\phi(I, R)$ は 2 値データ I, R に対しては包括的論理和である。 $s=0 \sim 2c$, $t=0 \sim 2c$ の範囲での $N_m(s, t)$ の最小値を求め、これを N_{\min} とする。

N_{\min} と両照合データの静脈領域の画素総数 N_R と N_I よりミスマッチ率 R を次の様に定義する。

$$R = N_{\min} / (N_R + N_I) \quad (2)$$

以上の定義式により、2 値化画像を用いて、認識を試みた。照合実験には同一被験者の左右の第 2 指（人差し指）、第 3 指（中指）、第 4 指（薬指）を用いた。採光部を取り外して撮像した 3 本の指に対する画像を A 群とし、採光部を使用して撮像した画像を B 群とする。A 群の画像から登録照合データを、B 群の画像から入力照合データを生成する。A 群と B 群との全組み合わせのミスマッチ率を計算する。ここでは $cw = ch=30$ として計算をおこなった。

表 1 に計算したミスマッチ率を示す。ミスマッチ率は値が小さいほど画像との相違度が少ない。したがって、A 群の左

手第 2 指（A・左・2）と B 群の左手第 2 指（B・左・2）との間のミスマッチ率は小さく、B 群の他の指との間のミスマッチ率は大きくならなければならない。

表 1 より、左第 2 指は自指とのミスマッチ率 24.86% に対して左第 4 指とのミスマッチ率が 18.7% と小さくなっているので誤認証となっている。左手第 3 指、右手第 3 指、右手第 4 指も同様に誤認証となっている。

本来ならば自指とのミスマッチ率 20% 以下、他指ミスマッチ率 40% 以上が求められる。しかし、本実験では得られたミスマッチ率の高低差が小さすぎる、あるいは他指とのミスマッチ率の方が低い等の問題があった。以上の事から今回作製したシステムは個人認証システムのためには不十分なものと評価される。

6. まとめ

指静脈パターンを用いた個人認証システムを目指して簡易な赤外撮像装置を作成した。テンプレートマッチングによる評価をおこなったところ、個人認証システムのためには不十分なものであった。

大きな原因は光源の問題である。目視によっても静脈と背景の輝度差は大きくなかった。簡易なシステムを目指して懐

中電灯用の電球を使用し、赤外フィルタを使用して CCD カメラで赤外領域での撮像をおこなったために、光源の光量不足が不鮮明な画像を与え、不十分な認識結果となった。

一方、抽出した静脈パターンは目視によって静脈と視認できる部分では良く一致しているので、静脈パターンの抽出プログラムは良好に動作している。

生体情報による個人認証をおこなうためには登録データと照合データが同一の環境で取得される必要がある[8]。したがって、位置合わせの必要性は大きい。試作した装置では指の画像を取得する際に、窓部分を設けて撮像している。このため、背景からの指部の抽出は容易であるが、位置合わせのために指の輪郭を使用する事が出来ない。撮像部についても指の輪郭を抽出できるように改良の必要がある。

今後、非接触での指静脈個人認証装置の作成を目指して撮像装置と認証アルゴリズムの改良をおこなう所存である。

[accessed October 10, 2008].

8. O'Gorman L.: "Comparing Passwords, Tokens, and Biometrics for User Authentication", Proceedings of the IEEE 91 (12), 2021-2040, 2003

文 献

1. 京相雅樹：“その他の生体特徴による個人認証”，生体医工学，44(1)，47-53，2006.
2. 佐々木繁，河合裕明，若林明：“手のひら静脈認証技術の製品展開” FUJITU，56(4)，346-351，2005.
3. 河野美由紀，梅村晋一郎：“指静脈パターンを用いた個人認証技術”，生体医工学，44(1)，20-26，2006.
4. 日立ソフト:指静脈認証システム「静紋」.
<<http://hitachisoft.jp/products/johmon/product/feature.html>> [accessed October 10, 2008].
5. (株) オーク：静紋出怠勤務管理システム<<http://www.ouk.jp/product/veinauthentication/>> [accessed October 10, 2008].
6. 西條 公教，小貫 達也:指の静脈パターンを利用した認証装置. 特願 2004-367337,2004
7. Prahl S：“Optical Absorption of Hemoglobin”
<<http://omlc.ogi.edu/spectra/hemoglobibn/>>