

バイOMETリック照合技術

- 平成16年度標準技術集より -

特許審査第四部 審査調査室
角田 慎治

1. はじめに

「あなたは本当に○○さんですか」と問われた場合、どのようにして自分のことを証明すればよいのでしょうか。運転免許証を提示する等の方法もありますが、免許証の「顔写真」が自分に似ていないと、相手は認めないかも知れません。

近年、電子商取引の活発化や電子政府の構築などが進み、これからの社会ではネットワークを介したサービスが益々盛んになることが予想されています。一方で、このようなサービス環境においては、相手の顔が見えないため、あるいは顔を知らない者と取引することが前提であるため、他人になりすまして不正を行うことが多発するかも知れず、ネットワーク社会における個人識別が重要な課題となっています。

このようなネットワーク社会で広く使われている個人識別の方法としては、IDカードや暗証番号などがありますが、IDカードの紛失や暗証番号の不正取得による危険性がつきまとい、個人識別としては不安定さが残ります。

バイOMETリック照合技術は、その人物が生まれつき持つ身体的特徴を用いて「誰」であるかを証明するもので、紛失や不正取得という危険性が低減し、なりすまし

を困難にする利点があります。

本稿では、昨年度実施された標準技術集「バイOMETリック照合の入力・認識」の中から、あらゆる照合技術の概要を紹介し、これらの技術の現状や課題について触れていきたいと思います。

2. 技術概要

個人を識別するためのバイOMETリック照合に用いる情報としては、

- (一) 個人固有の特徴であること
- (二) 長期間にわたって不変な情報であること
- (三) 観察あるいは計測しやすいこと

などが好ましい条件として挙げられます。これらの条件に合う情報として個人を識別するには、(1) 生態学的特徴(指紋や虹彩、血管パターン等)、(2) 機能的特徴(署名や声紋)、(3) 生化学的特徴(血液型)などによる手がかりがあります。

上記のような特徴を持つ生体情報としては、次の表1に挙げられるようなものがあります。以下、それぞれのバイOMETリック照合に関する特徴、原理、応用事例、課題などを紹介していきます。

表1 バイOMETリック照合で使われる生体情報

生体情報	特徴	照合の精度
指紋	手指の指紋のパターンや特徴点(マニューシャ)を利用。	○
虹彩	目の虹彩(アイリス)の放射状の模様を利用。	
血管パターン	網膜や手の甲、手のひら、指などの静脈のパターンやその特徴量を利用。	○、網膜は
署名	署名の字体や署名時の書き順、筆圧などを利用。	×
顔	顔の輪郭、目や鼻の形及び配置、顔画像の濃淡情報などを利用。	
声紋	話者の音声特徴を利用。	×
その他	掌形(手の大きさや長さなど)、耳介、DNAなどを利用。	掌形、DNA

出典：16年度標準技術集「バイOMETリック照合の入力・認識」

2 - 1. 指紋照合

(特徴)

指紋は、個人を特定する手段として古代の中国やインドでも用いられ、日本でも昔から拇印の風習があるなど、バイオメトリック認証技術の中でも最も古くから研究され実用化が進んできました。

指紋の紋様は、同一人の10本の指先を比較しても、また一卵性双生児間でも異なっていて、世の中に同一の指紋を持つ人の確率は870億分の1と言われます。

指紋は、図1に示すように、大別して3種類（蹄状紋、

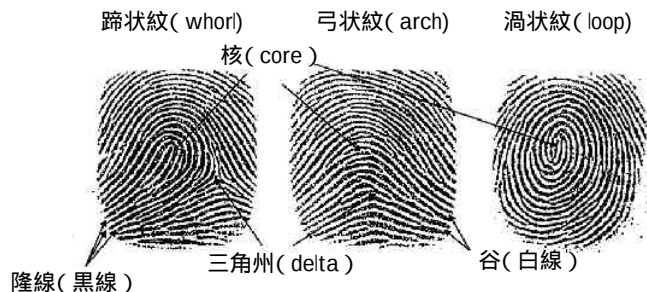


図1 指紋パターンの分類

出典：「サイバーセキュリティにおける生体認証技術」、2002年5月25日、瀬戸洋一著、共立出版株式会社発行、第38頁 図2.5 指紋パターンの分類

弓状紋、渦状紋)に分類されます。蹄状紋は、隆線が一端から始まり360度回転して同じ側に戻るもので、流れの反対側に三角州と呼ばれる特徴点があります。弓状紋は、隆線が一端から他端に流れるもの、渦状紋は、隆線の少なくとも1本が渦状あるいは環状を呈するもので、左右一つずつの三角州があります。

紋様に着目してその形状を詳細に分析すると、特徴点と呼ばれる紋様の特徴を表す場所が見つかります。この特徴点としては、図2に示すような隆線の分岐点や端点、三角州、湧出、ドットなどがありますが、これらを総称してマニューシャと呼び、一つの指に150程度あると言われています。

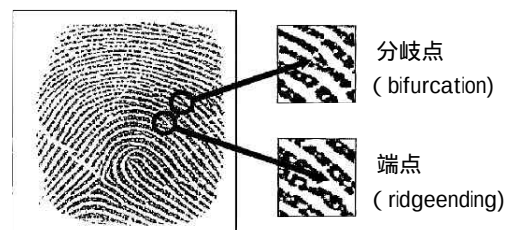


図2 指紋の特徴点

出典：「サイバーセキュリティにおける生体認証技術」、2002年5月25日、瀬戸洋一著、共立出版株式会社発行、第39頁 図2.6 指紋の特徴点

(原理)

指紋において、皮膚が盛り上がった線である隆線と、その間の谷線の凹凸の高さの違いをコントラストで区別して2次元画像化するのが入力指紋センサです。入力画像の標準的解像度は500dpi程度で、得られる画像サイズは1.5～2.5cm角程度が多いようです。

コントラスト画像を得る方法としては、大別すると、指に光を照射する光学式と、それ以外の非光学式の方法

があります。例えば光学式の代表的方式である全反射法（図3）は、隆線がセンサ面に触れると、指の水分によって全反射条件が失われて黒く撮影され、谷線はセンサ面との間に空気が存在するために全反射し、明るく撮影されます。また、非光学式としては、静電容量式（図4）、電界式、感熱式、感圧式などがあり、センサに接して指を置いたとき、センサに触れる隆線と触れない谷線とを半導体技術を用いて読み取る方式です。

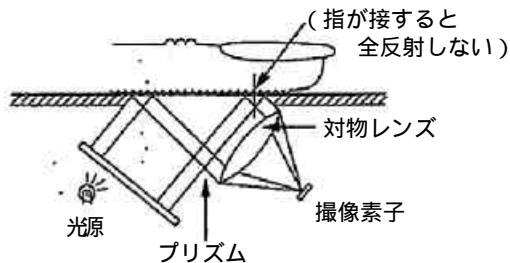


図3 全反射法光学式の原理図

出典：「4.指紋認証システム」、「映像情報メディア学会誌 Vol.58 No.6」、2004年6月1日、鷲見和彦著、社団法人 映像情報メディア学会発行、759頁 図1 光学式指紋センサの方式と原理図 (a) 全反射法光学式

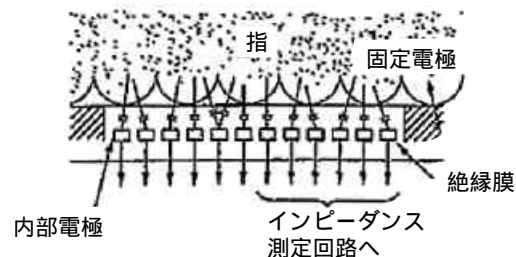


図4 静電容量式の原理図

出典：「4.指紋認証システム」、「映像情報メディア学会誌 Vol.58 No.6」、2004年6月1日、鷲見和彦著、社団法人 映像情報メディア学会発行、760頁 図2 非光学式指紋センサの方式と原理図 (b) 静電容量式

次に、入力センサで得られた画像に対して、画像処理を施して隆線パターンを2値化画像として抽出します。指紋照合のアルゴリズムは、指紋の大局的なパターンを比較するパターンマッチング方式と、指紋の局所的な特徴を比較するマニューシャ方式に大きく分かれます。

パターンマッチング方式は、テンプレートに登録してある2値化画像と、照合時に入力した2値化画像を直接比較して、その類似度を算出する方式ですが、入力時に指の変形などの影響を強く受けるため、画像同士の照合についてもマッチング技術に工夫がされています。

マニューシャ方式は、入力された指紋の細線化画像からマニューシャ（特徴点）を抽出し、局所的な情報を比較することで照合を行います。代表的な照合方式としては、マニューシャ方式（マニューシャの位置、種類、方向を利用して照合）、マニューシャリレーション方式（マニューシャ方式に加え、隣接するマニューシャ間の隆線の数も抽出して照合：図5）、チップマッチング方式（マニューシャの位置とマニューシャを中心とする2値化した小画像を抽出して照合）などがあります。照合精度は方式が最も良いのですが処理が最も複雑であり、処理が最も軽いのは方式です。

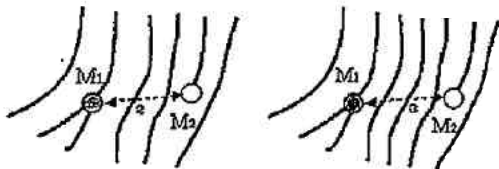


図5 マニューシャとリレーション

出典：「手のバイオメトリクス」計測と制御 Vol.43 No.7、2004年7月10日、内田薫著、社団法人 計測自動制御学会発行、547頁
図3 マニューシャとリレーション

（応用事例）

ノートPC「BIBLO MGシリーズ（富士通）」等ではWindowsのログオンやホームページのID/PW入力などの認証で、指先の指紋を利用しています。

参照：http://www.fmwORLD.net/product/hard/pcpm0508/biblo_loox/mg/info/index.html

携帯電話「F506i（富士通）」等でも、端末のセキュリティ・ロックの解除等で応用事例があります。

参照：<http://www.fmwORLD.net/product/phone/f506i/>

index.html

また、この原稿を執筆中に新聞記事で紹介されたことですが、渋谷にある讃岐うどんチェーン店「はなまる」が、指紋認証でうどん割引を実験的に行っているようです。何度も使える割引券では、1枚の券を複数の人が使用する恐れや、盗難・紛失の可能性もあるため、指紋認証を採用したとのこと。指紋の登録に抵抗を感じる人もありますが、指紋の特徴点だけをデータ化するため、指紋画像は再現できず、プライバシーには十分配慮している、という記事です。

（課題）

指紋照合においては、指先の皮膚の状態により、指紋の紋様の取得ができない場合があること、センサへの指の押し付けによる変形が大きいことなどの技術的な課題があります。

皮膚状態不良による指紋画像の精度向上に向けては、センサにおいて指表面の指紋画像を取得するのではなく、指内部の真皮の指紋画像を取得する「指内拡散光検出型」や「指内部特性検出型」の方式により、指の乾燥や濡れに強い検出を行い、画質の補正では、隆線のコントラスト強調等を行うことで隆線を明確に復元し、特徴を正しく抽出できるように工夫をしています。指の押し付けによる変形については、指がセンサに触れない非接触型の形態が試作レベルで作られています。

指紋照合のアルゴリズムでは、比較適用する画像の品質やテンプレートの母集団によって評価結果が左右されやすく、各種ベンダ製品の品質比較が困難なこともあり、共通の評価基準が求められています。

2 - 2. 虹彩照合

（特徴）

虹彩とは、眼球の角膜と水晶体の間にある薄い膜の部分です（図6）。中央の瞳孔（ひとみ）は、虹彩中の平滑筋の伸縮によって開きが調節され、眼球内に入る光の量を調節しています。

虹彩の模様は、まだ胎児である7、8ヶ月頃から形成され、生後1年程度で安定した後は生涯不変というバイオメトリック照合に適した条件を持っています。この虹彩の認証については、現時点では、Daugmanによる虹彩認証アルゴリズム以上に実用性のあるアルゴリズムは知られておらず、虹彩認証システム=Daugmanによるアルゴリズムを実装したシステム、というのが常識的になっています。



図6 近赤外光による虹彩画像撮影

出典：

- ・ 著者名: 沖電気工業株式会社 羽鹿 健 著
- ・ 表 題: バイオメトリクス認証技術と導入事例
- ・ 関連箇所: 30頁「近赤外光で撮影した目の画像」
- ・ 掲載年月日 2004年 7月、江崎 浩 掲載、東京大学 電子情報学特論 I
ー2004年夏学期ー
- ・ 検索日: 2005年1月16日
- ・ アドレス: [http://hiroshi1.hongo.wide.ad.jp/hiroshi/files/
toku1/Oki_Hajika.pdf](http://hiroshi1.hongo.wide.ad.jp/hiroshi/files/toku1/Oki_Hajika.pdf)

虹彩が持つ特徴としては、

- (1) 医学的に万人不同といわれ、右目と左目でも異なり、一卵性双生児間、クローンでも異なる。
- (2) 生後約1年でパターンが定まると、その後は生涯不変。
- (3) 体の中の情報であるため、偽造が困難。
- (4) 外部から虹彩模様が観測でき、無侵襲かつ非接触で撮影が可能。

が挙げられます。また、特に指紋認証などと比較して利用者の抵抗感が小さいと言われています。

(原理)

Daugmanは、虹彩画像から特徴を抽出した虹彩コードを比較照合するという虹彩認証アルゴリズムを開発し、個人の虹彩画像のユニーク性についても数学的な証明を行い、虹彩認証技術の基礎体系を整備しました。現在の虹彩認証の基本的仕組みは、(1) 虹彩画像の撮影、(2) 虹彩画像から特徴量の抽出とコード化、及び事前に登録された虹彩コードとの照合・判定、というプロセスを踏みます。

(1) 虹彩画像の撮影

虹彩画像の撮影には、CCDやCMOSといった一般的な撮像素子を使ったデジタルカメラが用いられます。撮影方法では、広角カメラと狭角カメラの組み合わせ（広角カメラによって顔の画像を取得し、顔画像から目の位置座標を判断して狭角カメラによる虹彩周辺部のみの撮影を行う）による全自動型（図7）、単純に目の撮影を手動で行う手動型、全自動型よりも小型化・低コスト化された中間的な位置づけの半自動型（図8）があります。

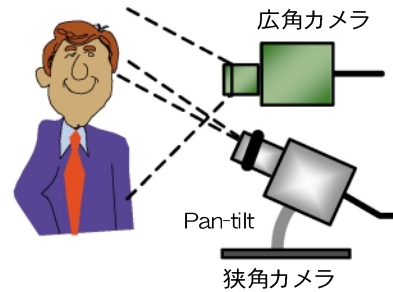


図7 全自動方式による目画像の撮影

出典：

- ・ 著者名：沖電気工業株式会社 羽鹿 健 著
- ・ 表 題：バイオメトリクス認証技術と導入事例
- ・ 関連箇所：29頁「23.3 アイリス認証技術 アイリス認証技術 一認証フロー」
- ・ 掲載年月日 2004年7月、江崎 浩 掲載、東京大学 電子情報学特論Ⅰー2004年夏学期一
- ・ 検索日：2005年1月16日
- ・ アドレス：http://hiroshi1.hongo.wide.ad.jp/hiroshi/files/toku1/Oki_Hajika.pdf



図8 半自動方式による撮影プロセス

出典：

- ・ 著者名: 松下電器産業株式会社
- ・ 表 題: 虹彩認証入退室管理システム
- ・ 関連箇所: 2頁「音声でガイド。操作が簡単。」
- ・ 松下電器産業株式会社掲載、虹彩認証入退室管理システム BM-ET300series
- ・ 検索日: 2005年1月16日
- ・ アドレス: <http://para.sonic.biz/security/et300/pdf/bmet300.pdf>

(2) コード化と照合・判定

得られた目の画像に対して、コントラストを計測することで虹彩部分の境界を特定し、画像を抽出します。反射光などのノイズ除去やサイズ補正等の画像処理もこの時になされますが、最終的には、最適化された虹彩画像を8つの同心環状解析領域に分けて極座標変換し、各領域の座標と輝度を特徴としてコード化します(図9)。

次に、照合判定は同様の方法で事前にコード化・登録されていた虹彩コードと比較することで行いますが、2つのコードの比較は、正規化されたハミング距離で判断します。ハミング距離が完全に一致していれば0、不一致の場合は1となり、統計的には本人であれば約0.1、完全他人の場合は約0.5になることから、状況によって閾値となるハミング距離を設定して、他人か本人かを判定するようにします。

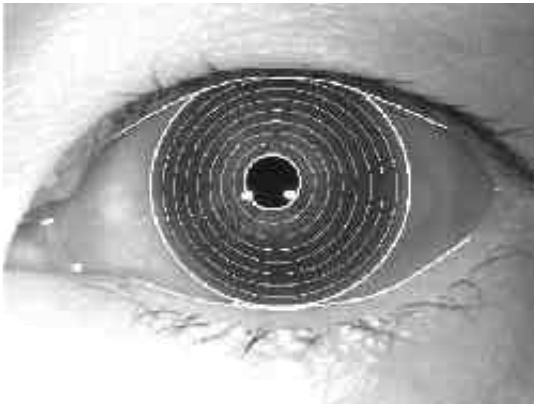


図9 8つの環状で区切った虹彩の解析領域

出典:

- ・著者名: 沖電気工業株式会社羽鹿健著
- ・表題: バイオメトリクス認証技術と導入事例
- ・関連箇所: 32頁「分析帯」
- ・掲載年月日 2004年7月、江崎 浩 掲載、東京大学 電子情報学特論 I - 2004年夏学期 -
- ・検索日: 2005年1月16日
- ・アドレス: http://hiroshi1.hongo.wide.ad.jp/hiroshi/files/toku1/Oki_Hajika.pdf

(応用事例)

マンションの入口の個人認証で使われる入退室管理システムで、松下電器産業(株)の「BM-ET330シリーズ」等があり、誤認識率は120万分の1以下、撮影から認証完了までは約1.0秒程度というものだそうです。

参照: <http://panasonic.biz/security/et300/index.html>

このシステムは実際のマンションで導入しているようです。

参照: http://www.grandcity.co.jp/ir/kaiji/img/04_040127.pdf

また、沖電気工業(株)の「アイリスパス-M」等のような商品もあるようです。

参照: <http://www.oki.com/jp/Home/JIS/New/OKI-News/2005/09/z05049.html>

(課題)

利便性向上のために、ハードコンタクトレンズや眼鏡を装着したまま登録可能とすること、その他、比較的細い眼の利用者などは、必要な虹彩画像が得られないこと等が、原理的な問題として挙げられます。

また、虹彩照合に対する単純ななりすまし手法として、他者の虹彩を撮影してプリンタ等で印刷した偽造虹彩や、他者の虹彩を埋め込んだコンタクトレンズを用いた人工虹彩が考えられますが、これらの対策として、上下の瞼の動きを観測することで生体かどうかを判定したり、瞳孔の径の変化(一般に瞳孔は照明の変化が起きなくても径が変化する“瞳孔動揺”を生じさせている)を観測することで、人工虹彩かどうかを判定する手法が知られています。

2 - 3. 血管パターン照合

(特徴)

眼の中の網膜の血管、手の甲、手のひらの血管、指の血管など、血管の模様は万人不同で、胎児期に形ができあがると、その後は変化しないと言われており、バイオメトリック照合に適した特徴を有しています。その他、これらの血管パターンが個人認証に利用されるようになってきたのは、以下のような特徴によるところが大きいです。

- (1) 右手と左手の血管パターンは異なる。一卵性双生児間でも異なる。
- (2) 体の中にある情報なので、他の人に知られにくい。
- (3) 皮下の血管が近赤外線光を用いて、無侵襲かつ非接触で撮影できるようになった。
- (4) 血管の特徴が大きくて安定しており、低分解能のイメージセンサーとシンプルな画像処理で認証システムが構築可能。

血管パターンは、虹彩と同様に万人不同の身体情報であり、また比較的経年変化がないことは、バイオメトリック照合に適しているといえます。さらに、(2)の外部からの不可視性は、他者による偽造やなりすましを困難にし、(3)(4)の特徴によって広い適用分野とシンプルなシステムによる低価格の実現可能性を示しています。

(原理)

波長700～1200nmの近赤外線領域の光は、ヘモグロビン、メラニンなどの色素以外の生体組織を良く透過するため、人体に当てた場合の透過度が高く、「生体における光の窓」と言われています。血管パターン照合では、このような近赤外光を使い、それが血中のヘモグロビンに選択的に吸収される特性を利用して血管のパターン情報を取り出すようにします。

ヘモグロビンには、動脈中の酸化ヘモグロビンと静脈中の還元ヘモグロビンがありますが、特に還元ヘモグロビンは約760nmの波長近辺の光を良く吸収するため、これを利用して、血管パターン照合では静脈のパターンを使用しています。

静脈認証システムで実用化されている撮影方法には、2つの方式があり、手の甲や手のひらの撮影には反射光方式(図10)が、指の静脈パターン撮影には透過光方式(図11)が、主に採用されています。

撮影した画像に対して画像処理を行い血管パターンを抽出し、静脈パターンとして登録・照合を行うこととなりますが、本人かどうかの照合方法には、次の2つの方法があります。

- (1) 認証する対象人物の静脈パターン登録画像と直接整合する画像照合方式
- (2) 静脈パターンの分岐特性などを利用する特徴量方式

(1)の直接比較方式を採用しているのは手のひらや指の血管パターン照合で、ここでは入力画像を画像処理し、血管部分を取り出した上で細線化し、この画像を既に登

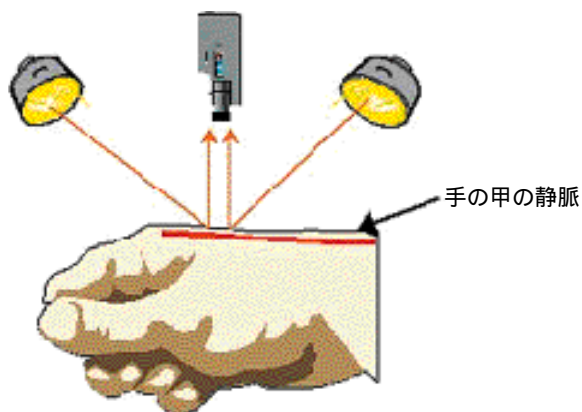


図10 反射光方式による手の甲の血管のデータ取得のイメージ

出典：16年度標準技術集「バイOMETリック照合の入力・認識」

録してある画像(テンプレート情報)と直接照合します。

(2)の特徴量方式を採用しているのは手の甲の血管パターン照合で、ここでは手の甲の画像処理過程を通じて静脈部分を細線化した後、分岐点から次の分岐点へと順次分岐点間の線をたどり、分岐点の座標、長さ、分岐点における分岐角度などを分析・抽出して識別します。分岐点は個人的な差もありますが、概ね6～15個分布しており、分岐点における位置、方向などの特徴量を用いる点は、指紋認証におけるマニューシャ方式に類似しています。

(応用事例)

三菱東京UFJ銀行の「手のひら静脈認証」では、銀行窓口やATMに設置された専用装置に手のひらをかざして、近赤外線による静脈パターンを読み取る個人認証方式が採用されています。

参照：<http://www.bk.mufg.jp/kouza/card/visa/silver/security.html>

(課題)

センサの位置決めが困難で、手や指の画像を撮影するたびに、手や指の位置・方向が微妙に変化するため、このような画像を画像処理によって補正処理しようとする計算量が増え、処理時間がかかるという問題があります。

また、近赤外線を使うために太陽光に弱い(ノイズとなる)ことや、医学的には血管パターンが本来個人毎に異なるのか、一生変わらないと言われているが明確には証明されていないことが課題としてあげられています。

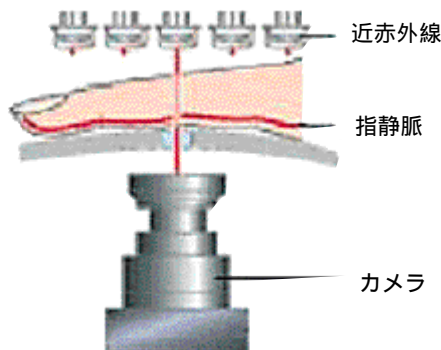


図11 透過型指静脈撮像の概念図

出典：

- ・著者名：日立エンジニアリング株式会社
- ・表題：「セキュリティソリューション」「指静脈入退管理システム」
- ・掲載年月日(2005年1月28日) 掲載者(日立エンジニアリング)
- ・検索日：2005年2月14日
- ・アドレス：http://www.hitachi-hec.co.jp/virsecur/secua_vein/vein01.htm

2 - 4. サイン照合

(特徴)

筆跡による個人識別は、犯罪捜査や遺言書の鑑定など、古くから目視による照合で行われていますが、近年では、小切手やクレジットカードなどの照合に、機械による自動化が求められるなど、研究が進んでいる分野です。筆記行為は、指や腕などの多数の筋肉を用いる人間特有の活動で、変動の少ない個人の行動特性による生体情報が含まれます。

指紋や虹彩という生体自体の生涯不変な特徴は、その不変であるがゆえに、一度パターンを盗まれると交換はできないという重大な問題がありますが、サイン（署名）は、照合のために登録する言葉を、いくらでも変更できるという特徴があります。但し、本人の署名であっても、その時の体調や精神状態、筆記具の感触などにより、変動が生じることや、長期的な変動もあり、識別を難しくするという問題があります。また、署名行為は、本来書いて他人に見せるものであることと、複写が容易である事に加え、きわめて日常的行為であるため、他人に真似されやすいという特徴もあります。

(原理)

サイン照合の基本としては、読み込んだ署名から特徴量を測定し、登録された参照署名やモデルと比較した時の距離や尤度が、閾値より大きい小さいかで真偽を判定します。個人性を表す特徴には、全体的特徴と局所の特徴に大別でき、全体的特徴には、署名全体の長さや筆記時間、縦横比、スラント（斜め文字）角度、筆記速度の平均値や最大値・最小値との差などがあります。局所

的特徴としては、ストロークごとの向きや曲率、局所的パターンなどがあります。これら複数の特徴を組み合わせることで判定することが一般的ですが、最近では、全体的特徴のみの比較方式はほとんどなく、局所的特徴の方が重視されています。

サインを機械的なペン用具などによって行わせ、電子的数据を取り出すオンライン方式では、筆跡をサンプリングして、その際のペン先の座標や筆圧、ペン角度などを時間の関数として読み込み、これらの時間変化パターンを参照署名データと比較する手法が多いです。

(応用例)

オフライン方式（図12）では、小切手などの有価証券類への応用が期待されています。現状では、信頼に足る認識率が得られておらず、目視判断の補助の役割に止まっています。

オンライン方式（図12）では、パソコンやPDAなどのログイン認証用に導入が始まっています。また、ノートPCに搭載されることの多い静電容量式ポインティングデバイス（タッチパッド）を指でなぞってサインする方式も考案されているようです（図13）。

(課題)

サイン照合は、指紋や虹彩といった他の方法に比べて認識誤り率が高いのですが、その原因は、指紋などの固定された特徴に比べて、個人による変動が大きいことが挙げられます。例えば、署名に使うペン入力タブレットや電子ペンには、通常のペン以上の厚みや配線が付いているために、書く際に違和感を生じることや、また、署名の際に自分の筆跡を目で見ることによる視覚からのフ

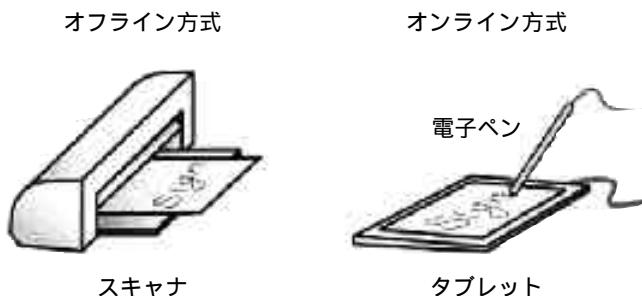


図12 オフライン方式とオンライン方式

出典：16年度標準技術集「バイオメトリック照合の入力・認識」



図13 指でサインを入力する方式

出典：「Cyber-SIGN Personal カタログ表紙」、日本サイバーサイン株式会社発行

ードバックも重要であり、フィードバックのない（筆跡線の残らない）方法などは、変動の大きくなる要因となります。

将来は、サイン照合をネットワーク上で応用することも期待されますが、サイン入力時のデバイスが異なれば、サイン照合時に取得する筆跡サンプリングデータなどが異なる可能性が高く、同一のテンプレートが使用できないという問題も生じます。したがって、インターフェースが異なっても対応できるような仕様の統一などが望まれています。

2 - 5. 顔照合

（特徴）

他人を識別するのに一般的な方法は、相手の顔を見ることですが、コンピュータ技術を使ってこれを自動的に行うことが顔照合の技術になります。

顔照合の長所としては、顔から誰かを判断するという自然に行われている認証方法であるため、指紋などに比べても心理的抵抗が少なく、受け入れやすい個人認証方法であること、また、センサに接触するのではなく、カメラによって撮影された画像を使うため、距離が離れていても認識が可能という点が挙げられますが、短所としては、双子などの識別が困難なこと、顔を撮影した画像処理による技術であるため、照明変化、顔の向き、表情変化、眼鏡やマスクの有無、経年変化などに弱いこと、プライバシー保護の観点から問題になる可能性があることなどが挙げられます。

（原理）

顔照合処理は、主に以下のような流れで行います。

- a) カメラ位置、照明条件などを最適にして正面顔画像を撮影し、データを入力する。
- b) 入力画像の中から顔領域を抽出する。背景や複数の人物が写っている場合などにも適切に検出できるように画像処理を行う。
- c) 顔領域の検出結果に基づいて、顔領域の切り出しを行う。顔領域の大きさ、傾き、輝度などのばらつきを補正するために正規化処理を行う。
- d) 切り出された顔領域に対して、その顔の特徴量を抽出する（図14）。特徴量としては、目、鼻などの形状、目尻、口の両端、あご先の位置、それらの相対的位置関係などの「幾何学的特徴」と、顔表面の色や濃淡部分などの「パターン分布特徴」があり、特徴量



図14 顔特徴点検出のイメージ

出典：16年度標準技術集「バイOMETリック照合の入力・認識」

に応じて複数の認証アルゴリズムがある。

- e) 抽出した特徴量を登録してあるデータと照合し、特徴が一致しているか認証処理を行う。

（応用例）

ロンドンのニューハム地区の防犯システムに、300台のカメラを使って通行人の中から顔照合で登録してある犯罪者を抽出するシステムとして、Identix社（米国）の「Facelt」があります。

参照：http://www.identix.com/products/pro_security_bnp_argus.html

（課題）

現時点では、高い認識率を保つために、良好な照明環境下と、ほぼ正面を向いた顔の撮影といった制約があります。今後、様々な環境下で実用に耐えうるようにするには、照明環境・照明の方向性、顔の向き、眼鏡有無・眼鏡レンズ反射、表情や口・目の開閉等、ひげ・眉・髪型、写真やディスプレイによるなりすましなどに対応する技術が課題となってきます。

2 - 6. 音声照合

（特徴）

音声による個人照合は、これまでに紹介した他の照合方法では必要だった、撮影装置や光学センサを必要とせず、音声収集のためのマイクによってなされるため、使用者の心理的・経済的負担を小さくできる特徴

があります。

音声とは、肺から出された空気が気管を通り、喉頭にある声帯の間を通るとき、声帯との作用により空気流に振動が生じて、これが音源となります。この音源の周波数を基本周波数といい、声の高さに対応します。声帯の緊張が大きく、肺からの空気圧が高いと基本周波数が高くなり、逆のときは低くなります。この音源に対して、顎、舌、口唇といった調音器官を動かすと、音の伝達特性が変わり、共鳴作用によって音源周波数にエネルギーの強弱が生じて、音色が付与されます。

このように、肺から口唇に至る声道の大きさ、形、弾性特性、これらの動かし方には、人により様々であるため、音声には多くの個人的特徴が含まれています。

特に、次のような特性に個人性がよく現れていると考えられています。

- ・ 声帯音源の特性、及び基本周波数の平均的特徴
- ・ 調音器官の形状に依存する短期間スペクトルの包絡形状
- ・ 調音器官の運動制御に依存するスペクトルの動的特性

但し、上記の中で、基本周波数の特性は、他人に真似され易く、音声照合には向いていないと言われています。スペクトル包絡は声道の共振特性を現すため、他人には真似し難く、個人の識別に最も適しているため、現在では、このスペクトル包絡の時系列を元に個人照合が行われていることが多いです。

(原理)

音声波は、まず10msec程度の細かい時間毎にスペクトルに分解されます。スペクトルは、対数スペクトルを逆フーリエ変換して時系列化したケプストラムパラメータを用いて、滑らかに表現されます。そのパラメータの時系列を、話者毎にそのまま登録するか、あるいは、話者の特徴を表現するパラメータに変換し、それに基づいて各話者のモデルを作成して登録します(図15)。モデル作成の技術としては、ベクトル量子化や隠れマルコフモデル、混合ガウス分布モデルなどがあります。最近の音声認識で最も広く用いられているのは、隠れマルコフモデルといわれるものです。

音声は、同じ人でも時期的な変動があるため、予め話者毎の変動の幅を調べておき、その人の典型的なモデルを作成しておくと共に、許容限界を調べておきます。音声判定では、入力音声の特徴を抽出し、登録されたモデルに対する尤度を用いて話者の真偽を判定します。

(応用例)

米国の刑務所など1400以上の更正施設に導入されたT-NETIX社(米国)の「SECUREvoice」は、その話者照合技術によって、決められた相手以外と電話で会話をしていないかチェックしており、最も成功している事例の一つのようです。

参照：http://www.securevoice.com/works_voice.asp

(課題)

音声照合で用いられる特徴量は、年齢が経つにつれて変化するため、定期的に照合比較対象の話者モデルを更新する必要があります。また、風邪を引いた場合、飲酒した場合、朝と晩の声質の違いによる場合など、本人照合の頑健性の検討は不十分で、こうした変動への対処も今後の課題になっています。さらに、発声器官が似ている親子・兄弟、特に一卵性双生児については、話者認識

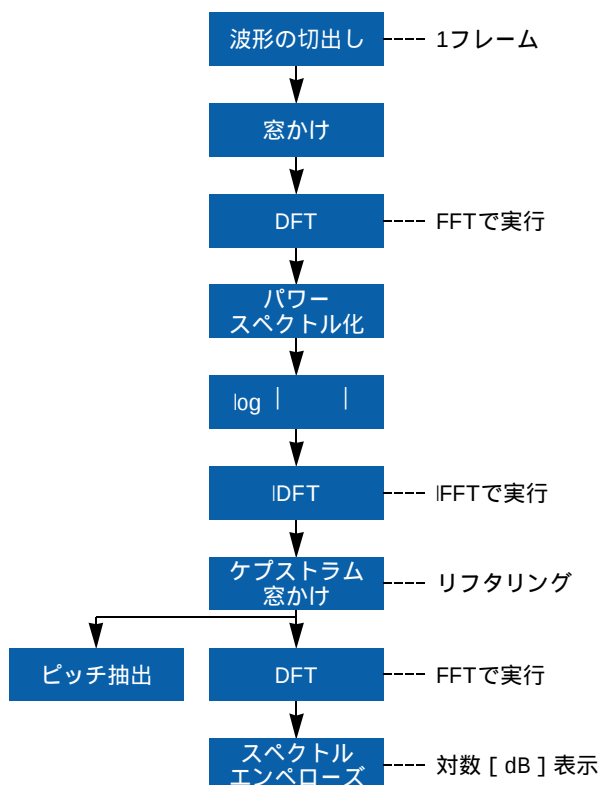


図15 スペクトル包絡の抽出の手順

出典：「改訂 音声」、日本音響学会編 音響工学講座7、1995年2月20日発行、中田和男著、株式会社コロナ社発行、31頁 図4・2 ケプストラム分析の手順

は難しいとされています。その困難性の程度について検討例は少なく、話者認識の性能限界を明らかにするため、これら親子・兄弟等の音声データベースを整備するなど、課題は多くあります。

2-7. その他

これまで紹介した以外のバイオメトリック照合としては、掌形、耳介、DNAなどがあります。

掌形（手の形）は、古くから個人を識別する手がかりの一つとして知られています。掌形照合では、掌の幾何学的な特徴を測定して個人の照合を行います。指の長さ、幅、厚み、親指の除く4本の指の表面積などを測定します。掌は指紋に比べて照合対象が大きいので、なりすましを目的とした偽造掌形を作成することは、偽造指に比べて困難であると考えられています。

耳介（耳の形）は、複雑に入り組んだ軟骨の凹凸によって形作られており、それらの複雑なつながり方に個人の特徴があります。耳の大きさは、長さ、幅とも16歳以降は安定期に入り、40歳前後まで少しずつ成長をしますが、終生不変と見なし得る範囲であると言われています。この耳の形の個人差については、欧米及び日本で研究されていますが、親子、兄弟、双子など、遺伝的側面からの万人不同性の検証はなお研究が必要とされています。

DNAについては、人体の設計図とも言われており、人それぞれの違いを塩基配列の違いとして有する特徴があり、また、終生不変の性質があることから、個人照合に向けた情報です。現在のDNA抽出技術は極めて高度であり、指紋照合に比べても桁違いに高い識別精度を達成しています。それは、指紋のように画像処理に基づく統計的なマッチングを算出するものではなく、DNA配列のどこを見るかという定義をして、配列の直接的な比較を行うのみなので、難しい照合アルゴリズムを必要としないことにも起因します。

DNAによる照合の課題としては、細胞からDNAを抽出・解析して個人を特定するための時間とコストが大きいことで、他の照合技術のようにリアルタイムでかつリーズナブルなコストで実用化を実現するには、今後更なる研究・開発が望まれます。さらに、個人の病状や親子関係などプライバシーに係わる情報であるため、指紋以上に情報管理の配慮が必要であることも課題となります。

なお、一卵性双生児はDNAが全く同じなので、この方法による識別はできません。

3. おわりに

以上、いろいろなバイオメトリック照合技術を紹介しましたが、どの方法も完全といえる技術ではなく、精度、処理時間、あるいはコスト等の課題をもっています。そこで、これら複数種類のバイオメトリック照合を合わせて行うことで複数の結果を同時取得し、単なる多数決判定ではなく、結果を融合し総合的に判定することで、精度や処理時間を改善すると同時に、なりすまし対策としても効果のあるマルチモーダルバイオメトリック照合技術が活発に研究されています。

バイオメトリック照合技術は、生物学的特徴を用いて個人を識別する有力な認証技術である反面、指紋や虹彩、DNAなど、変更不能な個人情報を扱う場合もあるため、一旦これらが他人の手に渡るとその後の認証が困難になるなどの影響があり、バイオメトリック照合に用いる情報は極めて厳重な管理が必要となります。また、顔や音声のような経年変化する情報もあり、比較対象としてのテンプレートを簡便に更新する必要が生じる場合もあります。これら情報の徹底管理や情報の更新などはバイオメトリック照合技術の基本的な課題となっています。

参考文献

- 平成16年度 標準技術集
バイオメトリック照合の入力・認識

profile

角田 慎治（つのだ しんじ）

平成6年4月 特許庁入庁（審査第五部通信、
現在、デジタル通信）

平成17年4月より現職