

顔照合セキュリティシステム FacePass™

FacePass™ Face Recognition Security System

土橋 浩慶

DOBASHI Hironori

岡崎 彰夫

OKAZAKI Akio

高木 一圭

TAKAGI Kazuyoshi

顔照合技術は、利用に対する抵抗感の少なさ、非接触、顔画像履歴保存といった特長を持つことから関心を集めているが、これまでの実応用例としてはパソコン(PC)セキュリティ用途が中心であった。一方で、顔照合技術を入退室管理システムに応用した例も報告されているが、立ち位置の変動や経時変化など各種変動への対応や大人数での評価など、実用性の点では十分とは言えなかった。

当社は、独自の動画パターンマッチング方式の採用や、顔検出結果のフィードバック表示などのユーザーインターフェースの工夫により、立ち位置の変動に強く照合精度が安定した入退室管理システム用途向けの顔照合セキュリティシステムFacePass™を開発した。このシステムでは、同時に処理の高速応答性を実現しており、照合時だけでなく本人辞書への登録や追加・更新時間も短い。

Toshiba has developed the FacePass™ high-performance face recognition security system for facility access control. Although face recognition has advantages compared with other biometric techniques, it is known to have a problem in that it is affected by many types of variations such as face angle and standing position.

FacePass™ incorporates a new pattern-matching algorithm using image sequences that include variations of the facial pattern. This algorithm is robust against slightly different face angles and standing positions. The system also has a user interface with a feedback display of the face detection results. These features are useful for eliminating the above-mentioned variations. Furthermore, the system features high-speed face detection/recognition from the image sequences at the time of verification/identification, as well as easy dictionary registration and updating.

1 まえがき

近年、機密情報流出などの犯罪増加に伴い、官民ともに外部者及び内部者を含めたセキュリティに関する注意が喚起されている。また、一般住宅(戸建て、集合住宅など)でも、大幅に増加しているピッキングによる侵入犯罪対策として、安価で運用に手間のかからない生体照合を利用した入退室管理システムのニーズが高まっている。

生体情報の最大の利点は、本人の身体そのものを用いるため、紛失や置忘れがない点である。生体情報として、指紋、虹彩、音声、顔、手形などが考えられるが、これらの中で顔画像を用いた個人認証は、ハンズフリー・非接触で実現できるため、心理的負担が軽減され、また、顔画像を履歴情報として保存できるという利点がある。

2 顔照合技術の課題

顔照合技術を入退室管理システムへ適用する場合において、顔照合技術に要求される条件は、実時間で照合できることである。また、照合のつど、まったく同じ立ち位置や顔の

向きにすることは通常困難なため、これらの変動の影響を受けにくいことも不可欠である。更に、使用期間が長期間にわたるため、髪やひげなどの経時変化への対応も必要である。

要求条件は次のとおりである。

- (1) 実時間照合
- (2) 立ち位置や顔の向きへの対応
- (3) 経時変化への対応

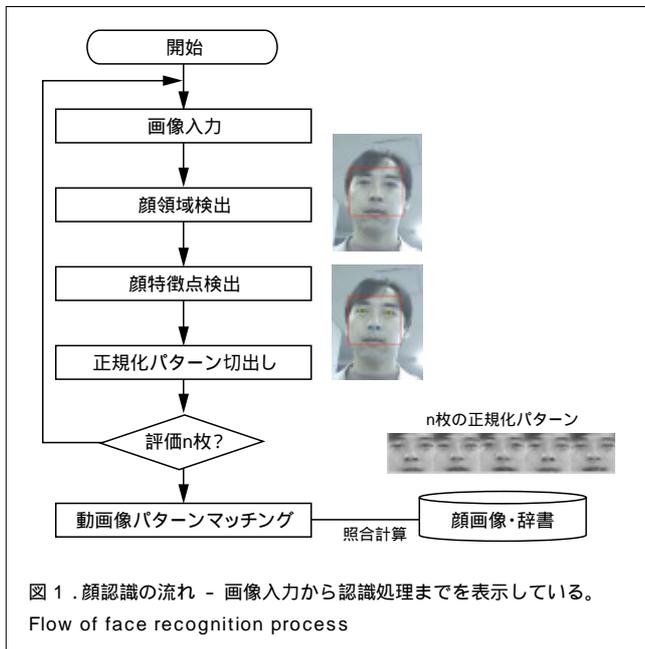
これまで開発されてきた顔画像認識は、「顔の幾何学的な情報に基づく方法」と「顔パターンに基づく方法」に大きく分類されるが、最近ではパターンに基づく方法が主流となっている。しかしながら、アルゴリズムがシンプルで高速処理が可能な反面、上記変動の影響を受けやすいため、要求条件に当てはまるとは言えない。そこで当社は、これらの要求条件を満たす認識方法を開発した。

3 当社の顔照合方式

当社方式の最大の特長は、動画像列から実時間で認識を行うことである。つまり、一定時間に動画像から得られた複数の顔パターンの分布を用いて認識を行う動画パターン

マッチング方式⁽¹⁾である。

図1に沿って認識処理の流れを述べる。



3.1 顔領域の検出

入力画像から部分空間法を用いて顔領域を検出する。この方法では、平均的な顔パターンを表すいくつかのテンプレートを用いる。このテンプレートを画像全体にわたって移動させながら類似度を求めていき、類似度がしきい値より高い領域を顔領域として抽出する。抽出された顔領域を図2(赤枠)に示す。

3.2 正規化パターンの切出し

抽出された顔領域から、当社で開発した顔特徴点検出法を用いて瞳(ひとみ)などを検出する(図2)。この方法では、まず分離度フィルタで円形の特徴点を、瞳などの候補点とし



て検出する。検出された特徴点候補には、目じりや目がしら、まゆなどの余分な点が含まれるため、部分空間法を用いてパターン照合することによりこれらの点が正しいか否かを検証する。形状とパターン情報を両方考慮することで、顔の向きや照明の変化の影響に対して安定に顔の特徴点を検出できる。次に、検出された特徴点を基準とした二次元アフィン変換^(注1)により、顔領域を一定の大きさ、向きに正規化し矩形(くけい)パターンとして切り出す。

3.3 認識処理

切り出された正規化パターンに対して、ヒストグラム平坦化処理、微分処理を施す。一定時間に入力された正規化画像から入力部分空間を生成する。入力部分空間はパターンが入力されるつど更新されていく。

次に、入力部分空間と辞書部分空間との類似度を計算して、もっとも高く、かつしきい値以上の類似度を持つ辞書部分空間に該当する人物を本人であると判断する。

この方式では、カメラを数秒間見つめるだけで登録が完了する。経時変化への対応については、この機能を利用した辞書の追加学習が有効である。

4 FacePass™の概要

4.1 システム構成

顔照合技術の特長を生かした入退室管理システムとしては、実時間での照合、利用時の拘束条件が少ない、実用的な照合精度といった条件を満たしていることが望まれ、開発においては、これらの条件を満たすように設計した。

4.1.1 FacePass™のハードウェア構成

FacePass™は、セキュリティ性を考慮して二つに分かれたハードウェア構成となっており、登録や照合の際に利用者とのインタフェースとなる操作部と、認識処理や履歴情報の管理、電気錠や自動ドアの制御を行う制御部で構成している。

操作部は、液晶モニタ、カメラ、ID(Identification)番号/PIN(Personal Identification Number)番号入力用テンキー、スピーカ、補助照明で構成している(図3)。カメラは斜め上向きに設置している。

制御部は、汎用マザーボードと電源及びその他電気部品で構成している。

また、液晶モニタの画面には、入力顔画像上に顔検出結果である緑色の円を重ねて表示することで、利用者に対するフィードバックを行い、照合時に適切な立ち位置のガイドを行っている(図4)。

4.1.2 FacePass™のソフトウェア構成

ソフトウェアは、認識ソフトウェアと利用者へのガイダンスや認識結果の表示、電気錠や自動ドアの制御を行うアプリケーション部

(注1) 画像に対する平行移動、伸縮、回転を組み合わせた変換処理。



図3 . FacePass™ 操作部 - カメラ, モニタ, テンキー, スピーカ, 補助照明で構成している。
User interface unit of FacePass™



図4 . 立ち位置のガイダンス - 照合時に適切な立ち位置のガイダンスを行っている。
Guidance for standing position

と, 入力画像からの顔検出, 特徴点検出, 登録・照合といった認識処理, 及び履歴情報の管理を行う認識部で構成している。以下に, FacePass™ の中核となる認識部について述べる。

照合には二つのモードを用意しており, 事前に選択可能である。これらは, 入力された ID 番号に対応する辞書との照合を行う「1対1照合」と, 顔を検出した時点で全登録辞書との照合を行う「1対N照合」である。また, 照合時の顔画像データは認証履歴として保存される。

顔データの初期登録においては, できるだけ有効な辞書を作成するために, 利用者に顔を上下左右に動かしてもらうようにガイダンスをしながら顔画像を取得する。更に, 辞書の柔軟性を高めるために, 利用者に更新動作を意識させることのない追加学習機能を持たせている。追加学習は, 照合失敗時の代償手段としての ID 番号 / PIN 番号入力動作に連動させて行う。

4.2 特長

FacePass™ の特長としては, 以下の4点が挙げられる。

- (1) 非接触であり, 指紋照合などに比べ心理的負担が少ない。
- (2) 動画処理により, 立ち位置の変動に強く, 照合精度が安定している。
- (3) 処理速度が速く, 照合時のみでなく, 登録や追加学習の時間も短い。
- (4) 顔画像を通行履歴として残すことにより, 抑止効果を持たせることが可能である(監視カメラと同様な機能)。

4.3 基本仕様

FacePass™ の基本仕様を表1に示す。

当社独自の動画パターンマッチング方式を用いており, 約1秒という実時間判定を実現している。

なお, 1対N照合の場合の登録人数としては, 推奨登録人数100人までとしている。

また, 照合結果の検索や電気錠 / 自動ドアの状態を通行履歴情報として保存することが可能である。ただし, 屋内設置を前提としており, 直接日光が当たらないこと, 及び適度な照度が保たれていることが必要である。

表1 . FacePass™ の基本仕様
Main specifications of FacePass™

項目	仕様	
型式	VU-R700AS	
登録人数	最大1,000人	
照合方式	当社独自方式 (動画パターンマッチング)	
照合時間	約1秒	
照合精度	本人排除率(FRR): 1.0 % 他人受理率(FAR): 0.1 %	
通行履歴蓄積	データ: 6万件, 顔画像: 最大6万件	
電源条件	制御部	AC100 V ± 10 %, 50/60Hz
消費電力	制御部	200 W
寸法	操作部	331 mm(幅) × 247 mm(高さ) × 104 mm(奥行) 壁へ埋め込む場合は59 mm(奥行)
	制御部	466 mm(幅) × 108 mm(高さ) × 448 mm(奥行)
質量	操作部 5 kg, 制御部 13 kg	
画面表示	操作部	6.4型カラー液晶
補助入力	操作部	テンキー(0~9及び確定キー, 取消キー)
照明	操作部	冷陰極管
電気錠制御 自動ドア制御	制御部	無電圧接点出力1ポート
	操作部	0 ~ 40 , 30 ~ 80 % RH(結露なきこと)
動作温湿度	制御部	5 ~ 35 , 30 ~ 80 % RH(結露なきこと)
設置環境	屋内(直射日光が当たらないこと, 水が掛からないこと, 適度な照度が保たれていること)	

5 照合精度の評価

入退室管理システムへ適用する場合には, 経時変化への対応や大人数での評価など実用性を検証する必要がある。そこで, これらについて評価した結果⁽²⁾を以下に述べる。

5.1 経時変化に対する評価

89名の被験者に対する6か月間の入退室運用で得られた試行データを基に、照合精度の評価を行った。

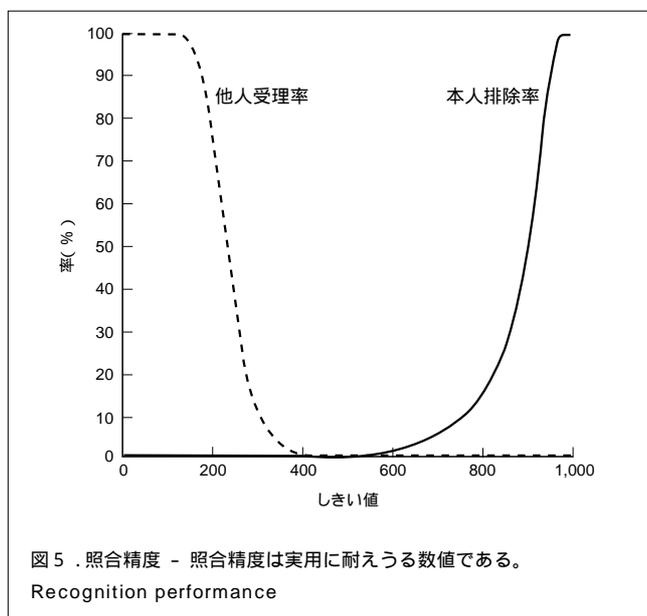
照合に失敗した場合に、そのときの顔画像データを用いて辞書を更新していくことで、以下のことが確認できた。

- (1) 照合性能が大幅に改善される。
- (2) 経時変化による本人排除率の悪化は、辞書更新により抑制される。

5.2 大人数での評価

身長が140cm～190cmの男女合わせて878名という幅広い構成の被験者に、実際の運用を想定した登録動作及び照合動作を行ってもらい、照合精度を評価した。

本人排除率と他人受理率の曲線を図5に示す。当社独自評価による照合精度は、本人排除率0.58%、他人受理率0.1%となり、実用上問題ないレベルに達していることを確認した。



6 あとがき

ここでは、入退室管理システム向けに開発した顔照合セキュリティシステム FacePass™ の概要(システム構成・特長・仕様)を述べ、経時変化に対する評価や大人数での照合精度評価により、FacePass™ の実用性を示した。

FacePass™ に搭載された顔認識エンジンは、入退室管理システム分野以外への応用も可能であり、今後は幅広い展開を検討していく。

文献

- (1) 福井和広,ほか：顔画像を用いた個人認証技術．東芝レビュー．56,7,2001,p.14-17.
- (2) 助川 寛,ほか：顔照合セキュリティシステム FacePass™ の開発(1)(2)(3)". 電子情報通信学会総合大会．D-12-116,117,118,2002,p.292-294.



土橋 浩慶 DOBASHI Hironori

e-ソリューション社 柳町e-ソリューション工場 ハードウェア設計部主務。顔画像処理の研究・開発に従事。電子情報通信学会会員。

Yanagicho Operations - e-Solutions



岡崎 彰夫 OKAZAKI Akio, D.Eng.

e-ソリューション社 柳町e-ソリューション工場 要素技術部主幹,工博。画像処理の研究・開発に従事。映像情報メディア学会会員。

Yanagicho Operations - e-Solutions



高木 一圭 TAKAGI Kazuyoshi

e-ソリューション社 柳町e-ソリューション工場 ソフトウェア部グループ長。セキュリティシステムの開発に従事。

Yanagicho Operations - e-Solutions