

歩行顔照合システム SmartConcierge™

SmartConcierge™ Walkthrough Type Face Recognition System

榎本 暢芳

佐藤 俊雄

山田 隆弘

■ ENOMOTO Nobuyoshi

■ SATO Toshio

■ YAMADA Takahiro

最近、凶悪犯罪や重大犯罪が一般市民の身近で頻発するようになり、物理セキュリティシステムの必要性が高まっているが、従来型の物理セキュリティシステムは、セキュリティ性能は確保しているものの、利用者にとって必ずしも利便なものとはなっていない。

東芝は、従来から提供してきた顔照合セキュリティシステム FacePass™の顔照合方式に更に改良を加え、歩行中の人物の顔を捕らえて認識できるようにすることで、セキュリティ性能を維持しながら利便性を向上させた歩行顔照合システム SmartConcierge™ (スマート コンシェルジュ) の商品化を発表した。

While the need for physical security systems is rising, conventional systems are not sufficiently convenient for users.

Toshiba has improved its FacePass™ face recognition security system and remodeled it into the SmartConcierge™ walkthrough type face recognition system. SmartConcierge™ enhances security while maintaining convenience.

1 まえがき

人身に関係する凶悪犯罪や、情報の不正入手に代表される社会的影響の大きな犯罪など、今まではわれわれ一般市民にとって無縁であった重大犯罪が、すぐ身近に起こりうる時代が到来している。これに伴って物理セキュリティシステムの必要性がますます高まり、一般に普及し始めている。一方で、従来型の物理セキュリティシステムは、利用者にとって必ずしも利便なものとはなっていない。

東芝は、従来から提供してきた顔照合セキュリティシステム FacePass™に大きな改良を加え、歩行中の人物にも適用できるようにすることで、セキュリティ性能を維持しながら利便性を向上させた歩行顔照合システム SmartConcierge™ (スマートコンシェルジュ) を開発し、発表した。ここではその特長について述べる。

2 従来 of 取組み

2.1 顔照合セキュリティシステム FacePass™

今回商品化を発表したSmartConcierge™に先立ち、当社は2001年から顔照合による入退室向けセキュリティシステム FacePass™を製品化しており、2004年のフルモデルチェンジを経て現行版を発売するに至っている。この製品では、利用者は顔をカメラに正対して注視するだけであり、ハンズフリーの、利便性が高い個人認証を実現している。他製品の場合、ハンズフリーではなく、ID (IDentification: 個人識別番

号) との併用による顔照合が一般的であることから、この製品はユニークな存在であると言える。

2.2 利便性をより向上させるために

FacePass™では、照合時にカメラに正対しながら立ち止まる必要があり、その際、カメラの位置や向きを意識する必要がある。そのため、通行量の多い出入口ではなく、電算機センターや要人のいるオフィスの入り口など、セキュリティレベルの高い場所を中心として設置されている。

照合に先立って実施される顔データ登録においては、照合時に想定される顔の向きや照明の変動を事前に辞書に学習させておくことで、照合エラーを減少させることができる。この特長を有効利用するため、登録時に複数方向に顔を向ける動作を利用者に要求する仕様となっており、これが利用者の利便性を低下させることもある。

2.3 顔照合の適用が期待される分野

以上の背景から、従来の顔照合セキュリティシステムにおいては、セキュリティ性能を保ちながら利用者の利便性も高めたいとする分野への適用は限られていた。適用が期待される分野の例としては、企業、集合住宅、公共機関などの建物のエントランスや、空港、鉄道、船舶など公共交通機関の利用者本人確認手続きなどがある。また、顧客やVIPなど、重要人物の来訪を顔照合によって検知し、いち早く関係者に通知したいというニーズも最近顕在化しており重要であるが、この場合、重要人物はカメラを注視し続けなければならないなどの利用上の制限を好まない傾向が強いと考えられる。

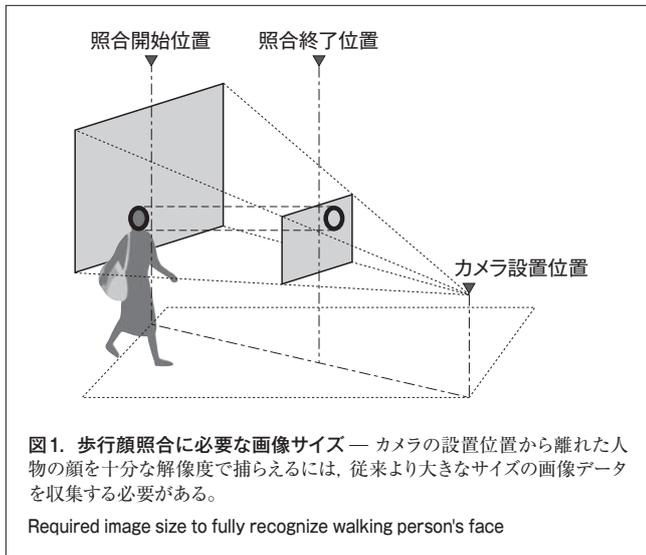
3 歩行顔照合の技術

3.1 基本方式

歩行顔照合システム SmartConcierge™ では、FacePass™ で実績のある相互部分空間法による動画像パターンマッチング⁽¹⁾をベースに、顔領域検出と顔特徴点検出などに改良を加えた顔照合方式を採用している。これにより、従来立ち止まった状態を想定していた顔照合が、歩行中の人物に対しても適用できるようになった。

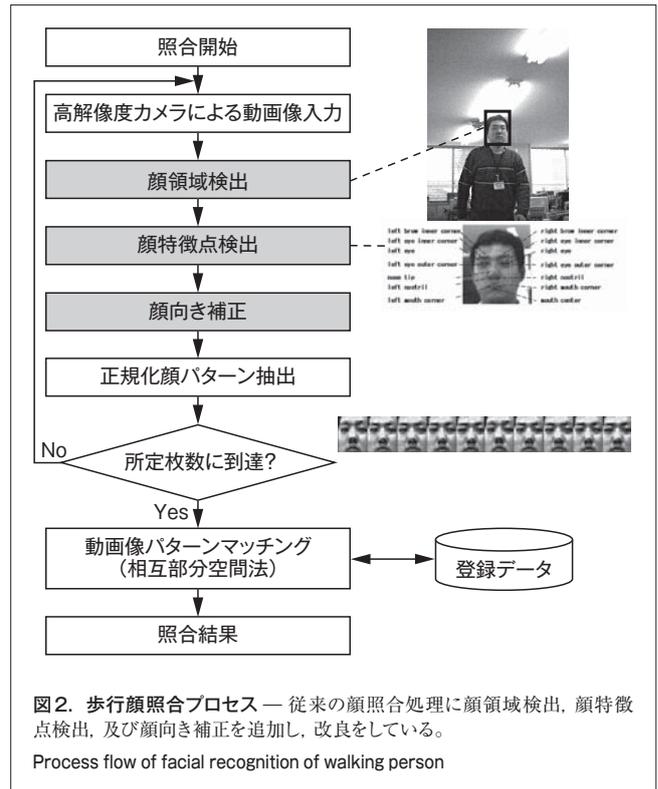
3.2 顔領域検出処理

歩きながらの顔照合では、図1に示すように広い範囲の人物を照合対象とする必要があるが、カメラから人物が離れるにしたがって、画像全体に対する顔の相対的なサイズは小さくなってしまふ。照合開始位置である最大視野の画像でも照合に必要な顔のサイズを確保するために、SmartConcierge™ では高解像度の入力デバイスの使用により従来の10倍以上の画素数を持つ画像データを処理対象としているが、逆に大きなサイズの画像の中から高速に顔検出を実行することが課題となる。この課題に対して、フレーム間差分により頭部候補領域を抽出した後に、Joint Haar-like 特徴を用いて顔パターンを識別する、高速かつ高精度な顔領域検出処理⁽²⁾を導入している。



3.3 顔向き変動への対応

歩行中の顔向きや照明の照射状況の変化により発生する画像パターンの変動に対しても工夫を加えている。図1に示すように、SmartConcierge™ では、通行の妨げにならないよう通路の端から斜め方向にカメラの視野が設定されるため、歩行中に顔の向きが変化する状態で画像パターンが収集されてしまふ。このパターン変動に対処する目的で、14点の顔特徴点を検出して正面顔になるように補正する処理⁽³⁾を加える(図2)。FacePass™ では、左右のひとみと鼻孔の4点の顔特徴点を抽



出して形状を2次元的に正規化していたが、今回は特徴点を14点に増やすことで顔の3次元形状モデルとの精密な対応付けができるようになり、これによって顔の向きを補正する高度な処理を実現した。また、従来からの相互部分空間法を用いた動画像パターンマッチングにも改良を加え、顔向きや照明変化などのパターン変動の影響を受けにくくしている。

3.4 歩行顔照合プロセスの概要

これら手法を含む SmartConcierge™ 向け顔照合エンジンの処理手順を図2に示す。まず前述のように、高解像度カメラでとらえた画像から顔領域を検出し、その領域から顔特徴点を検出した結果を用いて顔向きを補正を行う。その後、正規化処理により一定のサイズの顔パターンを抽出し、所定枚数に到達するまで処理を繰り返す。抽出された複数枚の顔パターンに対して、あらかじめ収集した登録データと相互部分空間法による動画像パターンマッチングを行い、登録された本人かどうか照合する。

4 SmartConcierge™ の概要

4.1 システム構成

利用者が歩行中に照合処理を完了することで入退室管理システムの機能が実現するため、照合処理時間を短縮する必要があり、更に個人情報保護の観点から、照合処理で取得された顔画像など個人データの漏えいを防止する必要もあるため、SmartConcierge™ ではこれらの要件を満たすように開発を進

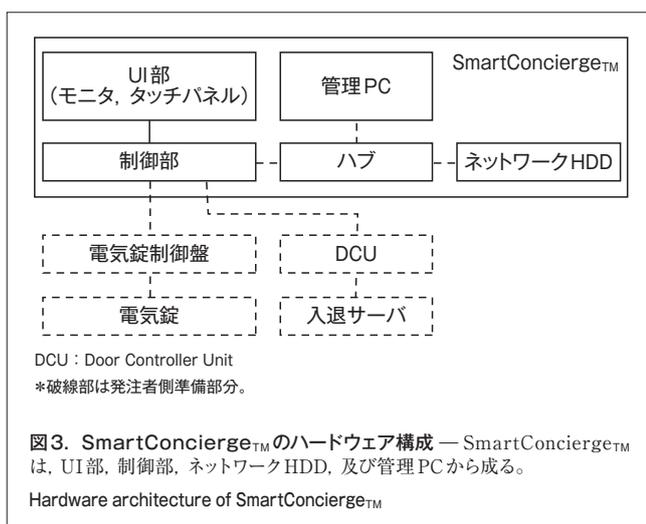
めた。

4.1.1 ハードウェア構成 セキュリティ性を高めるため、ハードウェアは**図3**に示す構成としている。すなわち、照合と登録の際に利用者とのインタフェースとなる操作部（以下、UI部と略記）、認識処理と電気錠や自動ドアの制御を行う制御部、通行履歴情報や認識処理用の辞書を格納するネットワークHDD（ハードディスク装置）、及び制御部やネットワークHDDを管理するパソコン（PC）をネットワーク上に接続することで構成される。

UI部は、タッチパネル付き液晶モニタ、カメラ、及びスピーカで構成され、設置条件を緩和するため、**図4**に示すように壁掛け型と据置型の2タイプをそろえている。

制御部は、24時間稼働を前提としているため、産業用マザーボードを採用し、電源及びそのほかの電気部品で構成される。

ネットワークHDDには、RAID (Redundant Array of Independent (Inexpensive) Disks) 5構成の、耐障害性の高いものを



を採用している。

4.1.2 ソフトウェア構成 ソフトウェアは、入力画像から利用者の顔と特徴点を検出するモジュール、検出された顔データから照合・登録を行うモジュール、利用者へのガイダンスや認識結果を表示するモジュール、電気錠や自動ドアの制御を行うモジュール、及び履歴情報の管理を行うモジュールで構成されている。

照合方式は、カードリーダーなどで読み取ったID番号に対応する辞書と照合する“1対1照合”と、顔を検出した時点で全登録辞書と照合する“1対N照合”の2モードを準備しており、事前を選択できるようにしている。登録時は管理者が登録モードに切り替え、タッチパネルからID番号を入力し、対象者に歩行してもらうことで顔情報の登録を行う。この方式により、従来のFacePass™より短時間で登録ができる。なお、FacePass™で搭載されていた、利用者に意識させることなく辞書更新を行う追加学習機能も継承されている。

4.2 特長

SmartConcierge™の特長として、次の点が挙げられる。

- (1) 非接触で登録、照合ができるため、静脈照合などに比べ心理的負担が少ない。
- (2) 高速で高精度な顔領域検出処理により利用者が歩行中に照合できるため、カメラの前で立ち止まるFacePass™での照合に比べ、心理的負担が更に少ない。
- (3) 14点の顔特徴点検出と顔向き補正で強化された動画顔認識処理により、カメラの方向を意識することなく照合ができる。
- (4) 一般的な歩行速度に追従できる処理を実現しているため、登録や追加学習時間が短い。
- (5) 顔画像を通行履歴として残すことにより、不正入室の抑止効果を期待できる。

また、顔検出処理時に照度変動しても照合できる補正機能を備えているため、設置場所の照明条件への依存度が少ない。

4.3 基本仕様

SmartConcierge™の基本仕様を表1に示す。

当社独自の動画画像パターンマッチングを進化させた技術を採用し、高性能なハードウェアを使用することにより、1秒程度でのリアルタイム照合を実現している。

1対N照合時の登録可能人数は1,000人までとしており、また、クライアント（UI部と制御部）を複数台接続するシステムが構成できるようにしている。このときの推奨接続台数は16台であり、1システム構成で16ドアまで一括で管理できるということになる。

更に、照合結果や電気錠及び自動ドアの状態を通行履歴情報として保存することができる。

一方、設置場所は適正な照度を確保できることが条件であり、直射日光などが当たらないように配慮する必要がある。

表1. SmartConcierge™ の基本仕様

Basic specifications of SmartConcierge™ walkthrough type face recognition system

項目		仕様
型式		VU-R730A (壁掛け型) VU-R740A (据置型)
登録人数	1:N照合時	最大1,000人
	1:1照合時	最大2,000人
照合時間		約1秒
通行履歴蓄積数		各クライアント最大30,000件
クライアント接続可能台数		ネットワーク上に最大16台
設置条件	電源	単相AC100~240V±10% 周波数50/60Hz±2Hz
	照明	50lx以上のこと。 ただし、照合精度は100lx以上で評価を行う
	温度	動作時 : 5~35℃ 非動作時 : 0~40℃
	湿度	動作時 : 35~85% 非動作時 : 10~90% (結露がないこと)
	環境	一般事務室と同程度 (直射日光や窓越しの日光が 直接当たらないこと, 雨や風が当たらないこと)

5 今後の展開

5.1 歩行顔照合で拡大された適用分野

SmartConcierge™は、4章で述べた特長を備えていることから、利用者がカメラに正対して立ち止まらなければならない従来型の顔照合システムを利用しにくかった分野にも適用できるようになる。まず、顔向き及び照明条件の変動に対する制限が緩和され、歩行したまま顔照合ができるため、円滑な通行を重視する企業や集合住宅のエントランスにおける入退室管理への適用が可能である。また、一般的な歩行速度に追従できることから、通行量が多い公共交通機関利用時の本人確認への応用も期待される。更に、カメラの向きをあまり意識せずに歩いても顔登録と照合が行えるため、重要人物の来訪を関係者に通知する受付業務へ適用することもできる。

5.2 今後の適用分野

顔照合は、ほかのバイオメトリクス (生体認証) に比べ、非侵襲的で利便性が高いセキュリティ手段であると考えられるが、SmartConcierge™では、顔の位置と向きについて自由度を一段と大きくし、利便性を高めている。この考えを更に推し進めることにより、カメラをまったく意識しない人物やより広いエリアを通行する人物の顔を照合できるようにすることで、社会インフラ向けセキュリティシステムへの発展が期待される。

6 あとがき

ここでは、利用者がカメラに正対して立ち止まる必要のある従来型顔照合システムの課題を解決するため、従来のセキュリティ性能を維持しながらより利便性を高めた歩行顔照合システム SmartConcierge™ の新規技術とシステム構成について述べ、併せて、その延長線上にあるセキュリティの形態についても言及した。

今後も、ますます高まる物理セキュリティへのニーズに応えるべく、高精度と利便性の両立を目指す商品開発を続けていく。

文献

- (1) 土橋浩慶, ほか. 顔照合セキュリティシステム FacePass™. 東芝レビュー. 57, 8, 2002, p.48-51.
- (2) 三田雄志, ほか. 顔検出に適した共起に基づくJoint Haar-like特徴. 電子情報通信学会論文誌. J89-D, 8, 2006, p.1791-1801.
- (3) 湯浅真由美, ほか. 静止画面顔認証のための自動顔特徴点検出. 電子情報通信学会 技術研究報告. 106, 539, 2007, p.5-10.



榎本 暢芳 ENOMOTO Nobuyoshi

産業システム社 セキュリティ・自動化システム事業部 セキュリティシステム開発推進担当参事。セキュリティシステムの開発に従事。電子情報通信学会、情報処理学会会員。
Security & Automation Systems Div.



佐藤 俊雄 SATO Toshio, D.Eng.

電力システム社 電力・社会システム技術開発センター セキュリティ・オートメーション開発部グループ長、工博。画像処理の研究・開発に従事。IEEE、電子情報通信学会、情報処理学会会員。
Power and Industrial Systems Research and Development Center



山田 隆弘 YAMADA Takahiro

産業システム社 小向SAシステム工場 セキュリティ・ID機器システム部参事。セキュリティシステムの開発に従事。
Komukai Operations-Security & Automation Systems