

# 歩行者顔照合システム「FacePassenger™」の開発 Development of a Face Recognition System for Pedestrians, "FacePassenger™,"

滝沢 圭† 長谷部 光威† 助川 寛† 佐藤俊雄† 榎本 暢芳† 入江 文平† 岡崎 彰夫†  
Kei Takizawa Mitsutake Hasebe Hiroshi Sukegawa Toshio Sato Nobuyoshi Enomoto Bunpei Irie Akio Okazaki

## 1. はじめに

セキュリティーニーズの高まりと共に、画像監視と生体照合の機能をあわせて持つ顔画像を用いた本人認証が注目されている。我々は、顔による本人認証システムを既に FacePass®として製品化済である[1]。このシステムでは、入口付近に設置した顔照合装置の前で、ユーザは、立ち止まり、カメラに対して顔を向けて本人認証を行う。

本稿では、このシステムの利便性をさらに向上した、立ち止まらずに本人認証が可能な歩行者顔照合システム FacePassenger™ (以下、本システム)を提案する。本システムでは、入口から離れた位置から歩行者の顔を検出し、入口に到達する前に、本人認証を終了する。歩行者を対象として顔照合を行う場合には、立ち止まって顔照合を行う場合に比較して、安定した顔パターンを得ることが難しく、認証精度が低下する。また、歩行者が入口に到達するまでに本人認証を終了する必要があることから、より高速に処理を行わなければならない。我々は、これらの課題を、ユーザインタフェースおよび、顔検出処理を改良することで解決する方法を提案する。

## 2. 歩行者顔照合の課題

立ち止まって顔照合を行うシステムを、歩行者顔照合に適用する場合の課題としては、次が挙げられる。

**課題 1.** 歩行者顔照合では、立ち止まって顔照合を行う場合に比較して、顔の向きや照明変動が大きく、認証精度が低下する。

**課題 2.** 広い視野の画像から高速に顔検出を行う。

課題 1 について述べる。立ち止まって顔照合を行う場合には、ユーザは、顔照合装置の正面に立って、装置の方に顔を向けるため、顔の向きは安定し、正面顔が得られやすい。これに対して、歩行者顔照合の場合には、顔の向きを安定して撮影することは難しい。ユーザにとって、歩行しつつ、顔照合装置から離れた位置から、装置に顔を向け続けるのは難しいからである。また、顔照合装置への接近に伴い、顔と照明の位置関係が変わり、顔パターンが変動する。この課題に対しては、ユーザインタフェースと、顔照合処理により対処する。ユーザインタフェースについては、照合装置から離れた位置からでも、正面顔が得られるように改良する。FacePass®と同様、カメラと表示部を近くに配置し、ユーザが表示部を見ることで、正面顔が得られるようにする。さらに、照合装置から離れていても、ユーザが本人の顔を確認できるように、表示部を大きくし、かつ、検出した顔をズームで表示する。次に、顔照合処理による対処について述べる。顔照合処理は、顔画像の登録、照合において共に、複数の画像を用いて、パターン変動を考慮して照合を行う手法[2]を用いる。具体的には、顔の登録と、照合において、

共に、歩行中に得られる動画像を用いて、歩行中の顔パターンの変動に影響を受けにくくする。

次に、課題 2 について述べる。FacePass®では、顔が視野に入り、かつ、顔のサイズが一定以上となるように、ユーザが、立ち位置を調整していたため、QVGA(320x240画素)の入力画像サイズでも十分であった。しかし、本システムでは、ユーザは通常の歩行を行うため、より視野と解像度の大きなカメラを使用しなければならない。具体的には、768x1024画素の解像度のカメラを用いる。歩行中の顔画像は、認証精度を確保するために、一定枚数以上集める必要がある。予備実験的で 10 枚必要であることを確認している。このため、顔検出処理は高速に行う必要がある。また、歩行者が立ち止まらなくてもよいようにするために、より限られた時間で、処理を行わなくてはならない。この課題については、高速な顔検出[3]を用いる。加えて、変化領域から頭部の候補領域を検出し、頭部の位置と、顔のサイズを限定することで、更に高速化を行う。

## 3. システム構成

本システムの構成と、レイアウトをそれぞれ、図 1 に示す。表示部と顔を撮影するためのカメラが一体となった筐体を入口付近に配置する。筐体付近にゲート装置を配置し、登録人物であると判定されれば、通行を許可する。

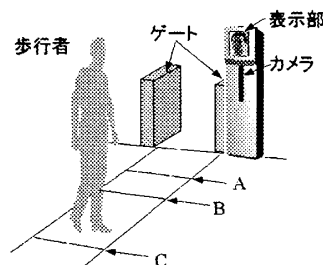


図 1 歩行者顔照合設置レイアウト

本システムでは、歩行者が入口から一定距離離れた位置 C から顔の検出を開始する。位置 B まで検出した顔の追跡を続け、位置 A に到達するまでに、予め登録された人物か否かを判定する。実際の処理では、歩行者が A、B、C の位置に到達したことは、入力画像から検出された顔のサイズから判定する。位置 A、B、C の決め方について述べる。位置 A が入口に近すぎる場合、歩行者は、表示部を見るために極端に横を向かなくてはならない。また、本人認証の結果、登録人物でないと判定された場合、位置 A から、入口に到達するまでに、歩行者は止まることができず、ゲートに侵入してしまうことが考えられる。したがって、位置 A は、表示部を見ることにより歩行に支障がない位置であり、かつ、本人認証が失敗したとわかったときに、入口に到達するまでに止まることができる位

†(株)東芝 システムコンポーネンツ事業部 開発部

置とする。位置 B は、歩行者が B から A に到達するまでに顔照合の処理が終了する位置とする。位置 C は、歩行者が、C から B に到達する間に、顔照合に必要な画像の枚数が得られる距離とする。

次に、表示部の制御について述べる。歩行者が C の位置にいる場合には、入力画像は、図 2(a)のように入力画像に対して非常に小さくなるため、顔を検出したら、図 2 (b)のように顔画像のズーム表示を行う。これにより、表示部から離れていても、歩行者は、自分が照合対象となったことがわかる。



(a)入力画像 (b)ズーム表示

図 2 表示部の表示例

#### 4. 歩行者顔照合処理

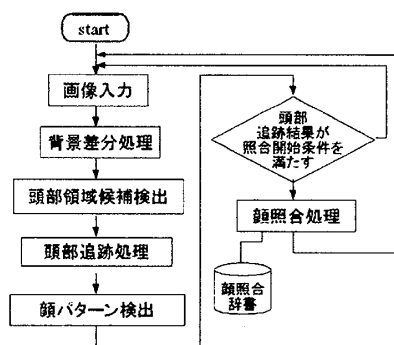


図 3 歩行者顔照合フローチャート

図 3 に歩行者顔照合のフローチャートを示す。本システムでは、入力画像サイズが 768x1024 画素と大きいので、顔の検出および追跡の処理の高速化が必要となる。このため、入力画像から顔の検出する処理は、顔パターンのテンプレートマッチングを画像全体についてではなく、変化領域についてのみ行う。また、変化領域から顔のサイズを限定する。

以下、各処理について述べる。画像入力では、一定周期でカメラから画像をキャプチャする。背景差分処理で、背景画像から変化のあった領域を検出する。頭領域候補検出処理では、変化領域の輪郭から頭部らしい領域を見つけ、頭領域候補とする。頭部追跡処理は、現在追跡中の頭領域候補と、現在のフレームから検出された頭領域候補を対応付ける処理である。対応付けは、頭領域候補で頭領域候補の大きさと距離が近いもの同士で行う。追跡が  $Tf$  ( $Tf$ は閾値)フレーム以上行われた頭領域候補について、顔パターンの検出[3]を行う。顔パターンの検出は、顔パターンのテンプレートマッチングにより行う。顔パターンが検出された場合には、その頭領域候補を顔照合の対象として、表示部にズーム表示する。照合対象となった頭部追跡処理の結果が、照合開始条件を満たす場合に、

顔照合処理を行う。照合開始条件は、追跡により得られた顔画像の枚数  $\geq Tn$  かつ、顔のサイズ  $\geq Ts$  である。ここで、 $Tn$ 、および、 $Ts$  は閾値とする。顔のサイズの  $Ts$  閾値は、図の位置 B にいるときの顔の平均的なサイズとする。顔照合処理は、FacePass<sup>®</sup> に用いられている方法[2] を用いる。

#### 5. 実験

##### 5.1. 方法

オフィス環境において、124 名の被験者により、評価実験を行った。歩行者がカメラに接近するに伴う、顔の位置での照度変動を計測したところ、照度の平均値に対して 20%以下であった。これは、FacePass<sup>®</sup>の実運用の評価環境の照度変動とほぼ同じである。辞書登録は、被験者を一回歩行させ、得られた動画像を用いた。顔照合は、各被験者を三回歩行させた。評価に用いた計算機の CPU、メモリ容量は、それぞれ、AMD Athlon 64 3200+、512MB である。入力画像サイズは、768x1024 画素である。

##### 5.2. 結果

顔照合の性能は、FAR=0%、FRR=6.3%となった。ここで、FAR と FRR はそれぞれ、他人受入率、本人排除率とする。FacePass<sup>®</sup>の実運用のデータ[1]から、FAR0.1%未満、FRR 約 2%という結果となっており、本システムの方が、FRR が若干高くなっている。顔の検出および追跡は、フレームレート(15fps)で行うことができ、顔照合処理も、0.4 sec 以下となった。

#### 6. おわりに

本稿では、立ち止まることなく、本人認証および通行が可能、歩行者顔照合システムを提案した。本システムの特徴は、入口から離れた位置からでも、歩行者をカメラに向かせることができるユーザインタフェース、および、高速な顔検出処理である。ユーザインタフェースにより、正面顔が安定して得られるようになり、また、顔検出を高速に行うことにより、認証の性能確保に必要な枚数の顔画像を得られるようになった。評価実験の結果、顔照合の性能は、FAR=0%、FRR=6.3% という FacePass<sup>®</sup>に近い照合性能が得られた。本システムの実用化に向けた今後の課題としては、立ち止まって顔照合を行う場合に比較して、FRR が大きくなる原因の解析および対処、様々な照明環境 (特に歩行者がカメラに接近するに伴う、顔位置での照度変動大きな環境)での評価、複数人が同時に通行する状況等より複雑な状況への対応等が考えられる。

#### 参考文献

- [1] 佐藤俊雄, 助川 寛, 高橋 博, 長谷部 光威, 榎本 暢芳, 岡崎 彰夫: “顔画像認識による本人照合システムの有用性”, PRMU Vol 104. No. 447, pp.49-54(2004)
- [2] 福井和広, 山口修, 鈴木薫, 前田賢一, “制約相互部分空間法を用いた環境変動にロバストな顔画像認識-照明変動を抑える制約部分空間の学習-”, 信学論(D-II), vol.J82-D-II, no.4, pp.613-620(1999)
- [3] 三田雄志, 金子敏充, 堀修: “クラス内変動を有する対象の照合に適した確率的増分符号相関”, MIRU2004, Proc. I, pp.571-576(2004)