

国家基盤を支える指紋認証の 高速高精度化技術

島原 達也

要 旨

近年、バイOMETRICS認証は国民IDや選挙管理などの国家基盤システムでの利用が広がってきています。NECは長年にわたり指紋照合技術の研究開発を実施してきており、大規模ソリューション向けの高速高精度化技術に関しても取り組んできました。本稿では大規模認証ソリューションの実現には必要不可欠な高速高精度化技術を説明し、更なる高速高精度化へ向けた取り組みを紹介します。弊社は長年培ってきたトップレベルのバイOMETRICS認証技術で安全・安心な社会へ貢献していきます。



指紋認証／高速高精度照合／大規模データベース／バイOMETRICS／マルチモーダル

1. はじめに

現在、バイOMETRICS認証技術は、入退室管理やPCへのログインなどの民生用から国民IDや選挙管理などの国家ソリューションまで幅広く利用されています。なかでも指紋はその照合精度の高さから、認証システムの中核を担うものとして古くから利用されてきました。

NECは40年にわたりバイOMETRICS認証技術の研究開発を継続しており、主要な指紋照合精度評価コンテストにおいてトップレベルの評価¹⁾を獲得しています。その技術を利用して犯罪捜査向けの指紋照合システム²⁾やインド国民ID³⁾などの大規模認証システムまで幅広く展開しています。

一般的に入退室管理やPCログインなどでは照合対象のデータ規模が比較的小さく、認証処理時間が問題になるケースはまれですが、国民IDなどでは数千万から場合によっては数億といった規模が照合対象となります。しかも、その規模に対して1日数万から数十万といった照合が行われるため、照合回数は桁違いに大きなものになります。また、規模が大きくなるほどより多くの中から正確に探し出す必要があるため、照合精度の面でも高精度なものが要求されることになります。したがって、国家基盤を担うような大規模認証システムにおいては、いかに照合精度を落とさず照合

計算量を削減していくかが重要になります。

本稿では、大規模認証システムを支える指紋照合の高速高精度化技術及び、更なる高速高精度な照合実現のための取り組みを紹介します。

2. 指紋照合技術の基礎

指紋は隆線と呼ばれる縞模様からなります。照合には図1のような隆線の端点分岐点を特徴量として利用する方式が一般的です。照合には図2のように、特徴点間の相対的な方向や位置関係を利用します。この特徴点を利用した照合技術で基本的な一致確認が可能となります。



図1 指紋の端点分岐点

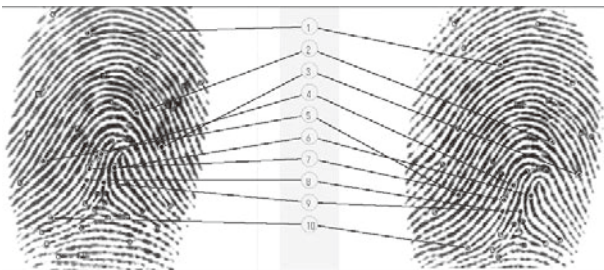


図2 特徴点照合例

しかし、この特徴点照合は大規模認証システムでそのまま利用できるほどの処理計算量ではありません。また高速に照合する場合には、一般的にそれに応じて照合精度が落ちていきます。したがって、高速に照合し、なおかつ高精度を維持するための、複数の高速高精度化技術が必要になります。

3. 大規模指紋照合技術

3.1 大規模認証システムにおける照合技術

大規模認証システムにおいて、下記の技術で高速高精度な照合を実現しています。

- ・ 指紋切り出し技術
- ・ マクロ特徴量を利用した高速フィルタ技術
- ・ 特徴点照合計算量効率化技術
- ・ 複数特徴点による高精度一致確認技術

3.2 4指紋切り出し技術

大規模認証システムでは、通常10指全ての指紋を採取します。一方で、10指全てを1指ずつ採取するには手間がかかります。そこで採取には、図3のように左右の親指を除く4指を一度に採取する「4指スラップ指紋」と呼ばれる採取方法が一般的です。これにより右手4指、左手4指、親指2指の計3回で全10指を採取可能になります。

照合のためには、図3のように4指スラップ指紋からそれぞれの指を認識して切り出すことが必要となります。一般的に国民IDなどの指紋採取はオペレータが不慣れなこともあり、採取面の汚れによる高ノイズな画像や傾いた採取など、適切な採取が期待できないケースがあります。その場合でも認識ミスをせずに正しく切り出すためには、ノイズ除去などの高度な認識技術が必要となります。弊社は高度な認識技術により、高精度な切り出し技術を開発しており、主要な切り出し精度評価において首位の精度を獲得⁴⁾しています。



図3 4指スラップ指紋と切り出し

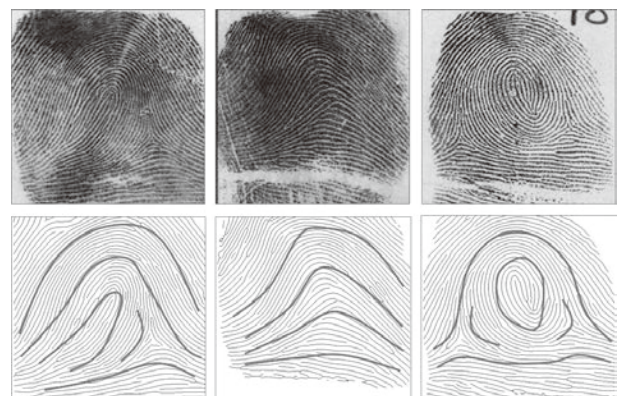


図4 指紋の紋様パターン

3.3 マクロ特徴量を利用した高速フィルタ技術

特徴点照合は高精度な反面、大きな処理計算量が必要となります。そこで重要になってくるのが、特徴点照合を実施する前段における候補削減のためのフィルタ技術です。

図4のように、指紋は全て同じようなパターンをしているわけではなく、いくつかの紋様パターンを持っています。この紋様パターンのレベルで異なればひと目で別人と判断可能となり、特徴点を比較する必要はありません。指紋はこのようにミクロな情報（端点分岐点のような細かい特徴量）を使わずに、マクロな情報（紋様パターンのような大まかな特徴量）を使うことで棄却できるケースが多々あります。

ただし、パターンはそれほど豊富ではなく、類似した指紋パターンも多いため1指だけでは棄却率が悪く使い物になりません。そのため、10指全てのマクロ情報を利用することで、高速なフィルタを実現しています。マクロ情報には、単純な紋様パターンだけでなく隆線の流れの類似性なども利用して高効率なフィルタ機能を実現しており、このフィルタ技術で数十倍から数百倍の高速化を実現しています。

3.4 特徴点照合計算量効率化技術

フィルタを通過した候補を10指全て照合するのではなく、

照合する価値のある指を必要な本数のみ照合することで照合計算量を削減します。具体的には、高信頼特徴点が多い指や、紋様パターン類似性が高い指がそれにあたります。また、図5のように照合する特徴点を限定することで、更に高効率な照合を実現しています。基本的に特徴点照合計算量は、特徴点数の積に比例します。特徴点数100点と100点の照合計算量と、50点と50点の照合計算量は単純計算で約4倍異なります。その場合、100点と100点を1指分照合するよりも、50点と50点で3指分照合する方が照合計算量に対する精度がより高いものと期待できます。特徴点数、照合指数、照合指を適切にコントロールしながら最良の計算効率を実現しています。

3.5 複数特徴点による高精度一致確認技術

ここまでの一連の照合フローにより、ほぼ一致確認はできていることになります。しかし、まだ少なからず異なる可能性も残されています。そこで最終段階として、利用できる情報を全て利用することで、最終的な一致確認を実施しま



図5 特徴点数削減による計算量削減



図6 複数方式の特徴抽出によるリスク低減

す。その際には特徴点限定をせず、全ての特徴点を利用し、なおかつ図6のように特徴点も複数の異なった方式で抽出したものを利用します。特徴点抽出も全ての指紋に有効な方式は存在せず、ある指紋にはこちらの方式が、また別の指紋にはこちらの方式が良いというケースがあるため、たまたま相性の悪い方式だったというリスクを軽減させるのに有効な手段となっています。

以上のように、大規模認証のケースでは純粋な特徴点抽出技術や照合技術だけではなく、マクロ情報を利用したフィルタ技術や指紋の切り出し技術など、複数の高度な技術の上に成り立っています。

4. より高精度で高速な照合技術を目指して

4.1 隆線抽出の高精度化

高品質な指紋から低品質な指紋までさまざまなため、なかにはどの方式でもうまく特徴抽出できないケースも発生します。うまく特徴抽出できない場合にも精度劣化が発生するため、特徴抽出改善は重要な要素となります。

弊社では継続して特徴抽出技術の改善に取り組んでおり、従来難しかったパターンを改善し続けています。例えば図7のように従来方式では、汗腺口が目立つケースで汗腺口を隆線の谷だと認識してしまい、指紋を2つに割ってしまっていました。しかし、最新の隆線抽出技術ではこうした抽出に不利なケースでも改善を進め、技術レベルの底上げを実現しています。

4.2 マクロ情報フィルタ処理の高度化

マクロ情報を利用したフィルタ処理の高精度化にも取り組んでいます。図8のように従来利用していた隆線方向だけでは識別不能だった指紋も、新たに特徴点の方向情報をフィルタとして利用することで識別率の向上を実現しています。この最新の識別率向上化の技術を利用することで、従来の



図7 汗腺口の目立つ指紋の精度改善

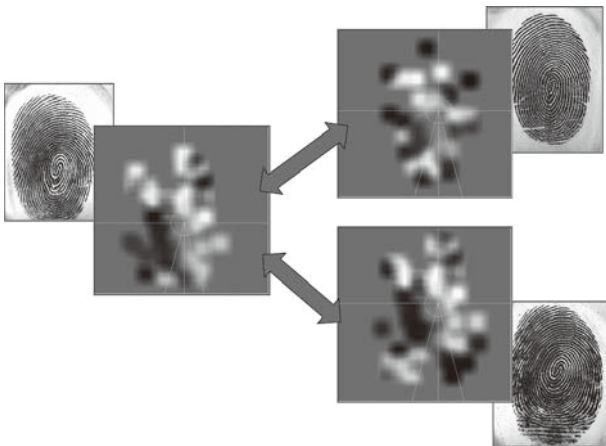


図8 新フィルタ技術による高効率化

照合精度を維持したまま、照合装置の台数を約半分に削減することが可能となりました。

5. おわりに

弊社は長年、指紋照合技術の研究開発を実施してきており、幅広い指紋認証ソリューションを展開しています。システムは要件に応じてさまざまな方式が必要になります。特に大規模ソリューションにおいては、小規模時とはまた異なった技術が随所に必要となります。弊社は数々のトップレベルの要素技術をもとに、高精度で高効率な照合システムを実現しており、今後も更なる高速高精度な認証技術の開発に努めていきます。これらのトップレベルの技術力によって安全・安心な社会づくりに貢献していきます。

参考文献

- 1) NEC、米国国立標準技術研究所 (NIST) の指紋認証技術のベンチマークテストにおいて第1位の評価を獲得, NEC プレスリリース, 2014.8.21
http://jpn.nec.com/press/201408/20140821_02.html
- 2) 溝口正典、原雅範：指紋掌紋の照合技術, NEC 技報 Vol.63 No3, pp.18-21, 2010.9
- 3) 蘇雷明、坂本静生：超大規模バイOMETリック認証システムとその実現, NEC 技報 Vol.65 No.2, pp.52-56, 2012.9
- 4) Bradford Ulery, Austin Hicklin, Craig Watson, Michael Indovina, Kayee Kwong : SlapSeg04 Analysis Report, 2005.3
http://www.nist.gov/itl/iad/ig/upload/ir_7209.pdf

執筆者プロフィール

島原 達也

第二官公ソリューション事業部
応用プロダクトビジネス統括部
主任

関連URL

バイオメトリクス認証：ソリューション・サービス

<http://jpn.nec.com/biometrics/>

Security Solutions(NEC Global Site)

<http://www.nec.com/en/global/solutions/security/products/index.html>

NEC技報のご案内

NEC技報の論文をご覧くださいありがとうございます。
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご一読ください。

NEC技報WEBサイトはこちら

NEC技報(日本語)

NEC Technical Journal(英語)

Vol.67 No.1 社会の安全・安心を支えるパブリックソリューション特集

社会の安全・安心を支えるパブリックソリューション特集によせて
NECが目指すパブリックソリューションの全体像
NECのパブリックセーフティへの取り組み

◆ 特集論文

効率・公平な暮らし

マイナンバー制度で実現される新しいサービス
ワールドカップを支えた「NECのスタジアム・ソリューション」
魅力あふれるフライトインフォメーションシステムの実現
駅の新サービス実現を加速するSDNソリューション
マルチデバイス対応テレビ電話通訳の通訳クラウドサービス
カラーユニバーサルデザインを採用した使いやすいスマートフォン向けネットバンキングサービス
安全・安心を実現する世界一の顔認証技術
顔認証製品と社会ソリューションでの活用

安全・安心な暮らし

ICTを活用したヘルスケアへの取り組み
組織間の安全な情報共有を実現する「MAG1C」の情報ガバナンスソリューション
「MAG1C」における大規模メディア解析及び共有デジタルサイネージ機能
シンガポールにおけるより安全な都市「セーフアー・シティ」の構築
アルゼンチン ティグレ市の未来を守るビデオ解析ソリューション
群衆行動解析技術を用いた混雑推定システム
音声・音響分析技術とパブリックソリューションへの応用
昼夜を問わず 24 時間監視を実現する高感度カメラ
人命救助を支援するイメージソリューション
Emergency Mobile Radio Network based on Software-Defined Radio

重要インフラの安全・安心

新幹線の安全・安定輸送を支える情報制御監視システム
水資源の有効利用を ICT で実現するスマートウォーターマネジメント技術の研究開発
センサとICTを融合させた漏水監視サービス
沿海域の重要施設へ接近する不審対象を監視する港湾監視システム
インバリアント解析技術(SIAT)を用いたプラント故障予兆監視システム
赤外線カメラの画像処理技術と応用例
高度化するサイバー攻撃への取り組み「サイバーセキュリティ・ファクトリー」

社会の安全・安心を支える先端技術

国家基盤を支える指紋認証の高速高精度化技術
次世代放送を支える超高精細映像圧縮技術とリアルタイム 4K 映像圧縮装置

◆ NEC Information

NEWS

NEC「衛星インテグレーションセンター」の稼働を開始
陸上自衛隊の活動を支援する「浄水セット・逆浸透 2 型」の開発



Vol.67 No.1
(2014年11月)

特集TOP