

指紋掌紋の照合技術

溝口 正典・原 雅範

要 旨

NECは長年にわたり指紋・掌紋の自動照合技術における精度向上の研究開発を継続しています。本稿では、事件現場などで採取された遺留指紋画像で問題となっていた、他の指紋などがノイズとして重畳した画像から、そのノイズ情報だけを除去する技術について紹介します。この技術の開発により、従来に比べ人手による作業を軽減しながらも、高精度な遺留指紋照会業務が行えるようになると期待できます。

キーワード

●指紋 ●掌紋 ●自動照合 ●画像強調 ●ノイズ除去

1. はじめに

NECが指紋の自動照合の研究を開始してからまもなく40年を迎えようとしています。これまで、NECは、特に照合精度を向上させるための画像前処理技術の研究開発では多くの成果を上げてきています。その結果、米国の標準技術研究所(NIST)で実施された指紋照合関連処理の複数のベンチマークテストでトップ成績を収めるにいたっています。

指紋や掌紋は逮捕された犯罪者がすでに前科のために登録されている人物と同一人物であるかを判別したり、容疑者の指紋や掌紋と犯行現場に残された遺留指紋や遺留掌紋とを比較した結果を証拠として提供するために用いられます。しかしながら、現場に残された指紋や掌紋を撮影した画像には、さまざまなノイズが重畳している場合があり、コンピュータを用いた指紋や掌紋の照合を行う場合においても、このようなノイズを重畳した画像から対象とする指紋や掌紋の情報だけを抽出することが、非常に重要になっています。

本稿では指紋画像や掌紋画像に重畳した曲線縞模様ノイズを除去する技術について紹介します。

一般に人間が触れることのできる範囲は限定されているので、同じ場所に複数の指紋が重なってしまう可能性が多くあります。この技術はそのような場合に非常に有効な技術であり、対象となる指紋や掌紋の画像の処理に関する豊かな経験と高度な画像処理技術力によって始めて実現可能となったものです。

2. 指紋掌紋画像照合のためのノイズ除去技術

曲線縞模様状の複数の隆線によって構成される指紋は、終

生不変及び万人不同という特徴を持っているため、古くから犯罪捜査に利用されています。特に、犯罪現場に残された遺留指紋を用いた照合は、効果的な捜査手段です。近年、多くの警察機関では、コンピュータを利用した指紋照合システムが導入されています。しかし、遺留指紋の画像は低品質でノイズを含むものが多いため、鑑定官による鑑定や鑑定の自動化が困難な場合があります。

遺留指紋の画像には2つ以上の指紋の隆線が重なった重複指紋の画像や、曲線縞模様状の擦れを含む画像があります。重複指紋の場合、1つの指紋を処理対象とすると、他方は背景ノイズとみなすことができます。以下では曲線縞模様状の背景ノイズを曲線縞模様ノイズとします。曲線縞模様を成す文字やかすれも曲線縞模様ノイズに該当することになります。この曲線縞模様ノイズは、曲線縞模様である点が処理対象の指紋と共通しています。したがって、重複指紋から対象指紋情報のみを抽出することや、対象指紋を劣化させずにノイズとみなされる曲線縞模様を成す他の指紋やかすれを除去することは非常に困難でした。

対象曲線縞模様の強調処理アルゴリズムの開発

ここでは3種類の指紋画像が重畳した画像を例にシミュレーションを用いて、開発した隆線の強調処理アルゴリズムの効果について紹介します。図1がここで対象とする指紋画像であるとし、図2、図3はそれぞれ第1、第2のノイズとなる指紋画像です。そしてこれらが重畳したものが図4であり、事件現場から採取された画像を模したものとします。したがって、この強調処理での目標は図4から如何に図1を再現できるかということになります。



図1 対象指紋画像

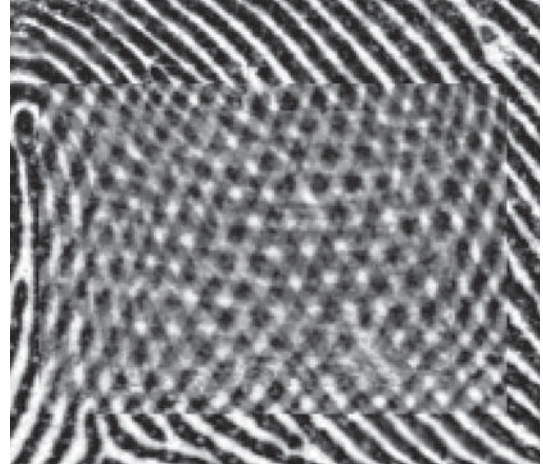


図4 第1と第2のノイズ画像が重畳したノイズ重畳画像

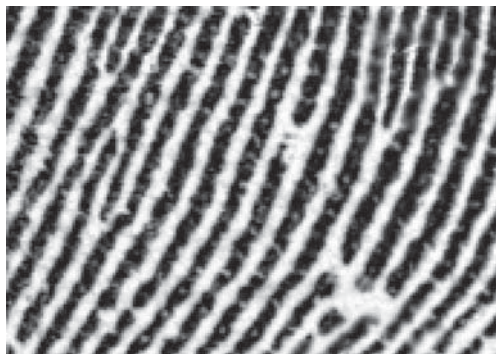


図2 第1のノイズ画像

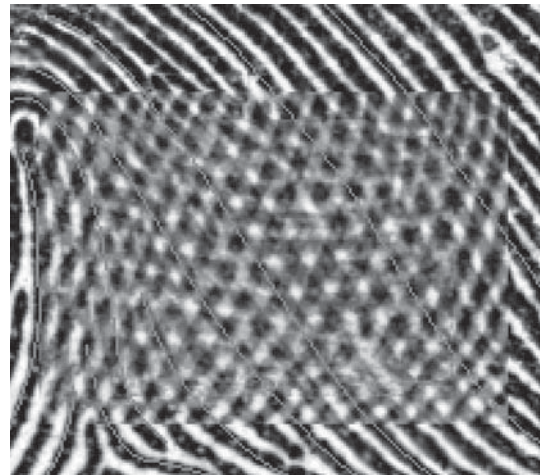


図5 ノイズ重畳画像で対象指紋の隆線方向を指示したもの

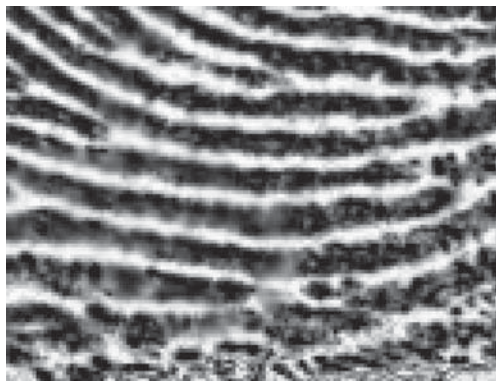


図3 第2のノイズ画像

この問題に対してはこれまでいくつかの処理方式が提案されてきました。例えば、局所的な2次元フーリエ変換によって、縞紋様の周期（線の間隔）と方向を解析し、利用する方法があります。図5に示すように、あらかじめ人手で対象画像の隆線方向を大まかに示すことで、その方向の成分だけを残す方法が提案されています。しかしながら、その場合、ノイズの縞紋様の方向と対象指紋の隆線方向が近い場合には、うまく分離ができないという欠点がありました。

今回開発した新技術では、まず図5の人手による対象指紋の

隆線情報から 図6 のような局所的な対象画像の隆線方向を推定した画像を作成します。次にノイズ重畳画像から図5に示すような対象指紋の隆線方向の情報無しに局所的な隆線方向を推定した画像を作成し、局所領域ごとに、図6の隆線方向との差異をみて、あらかじめ設定した規則に従って、ノイズを除去した画像を生成します。この例では2種類のノイズが重畳しているため、ノイズ除去を行った画像からもう一度局所領域ごとの隆線方向抽出を行い、再度、局所領域ごとに図6の対象指紋の方向との差異を求め、あらかじめ設定した規則に従ってノイズを除去した画像を生成します。

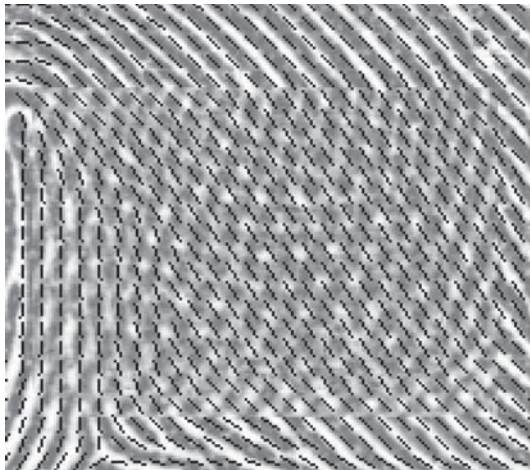


図6 ノイズ重畳画像の局所領域別隆線方向推定結果



図7 ノイズ重畳画像から対象画像を強調処理した結果

図7 はこのようなノイズ除去を2回行った結果を示したものです。図1に示した対象画像がかなり正確に再現されていることが分かります。

ノイズ除去を行う際に、あらかじめ設定した規則に従って行うと述べましたが、ここでは従来手法のような2次元フーリエ変換処理による、局所領域単位での隆線方向に合わせた処理は行っていません。本手法は、対象とする隆線方向に沿った画像の濃淡値の変化が対象画像の隆線のものであれば濃淡値がほぼ一定したものになるのに、ノイズの重畳によって濃淡値が大きな変動を生じていると解釈することで、ノイズの存在を直接除去しようというものです。この原理から対象指紋画像に対して、縞模様状とみなせるノイズであれば本手法は有効となります。

3. ノイズ除去処理の実証例

実際のノイズ重畳画像に対する本手法の適用例を紹介しましょう。図8 は右上部分に他の指紋によると思われるノイズ、右下に文字ノイズがそれぞれ重畳しています。これに対し、図9 に示したような対象隆線方向を指示したとき、得られた最終的なノイズ除去強調画像は図10 に示したようなものになりました。

このようにノイズが重畳した画像から、より正確な隆線情報を手軽に抽出できるようになりました。これにより、従来

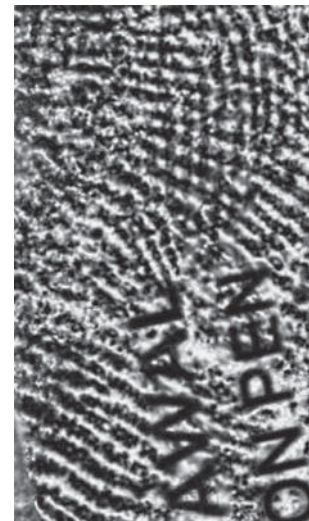


図8 実際の文字ノイズ重畳画像

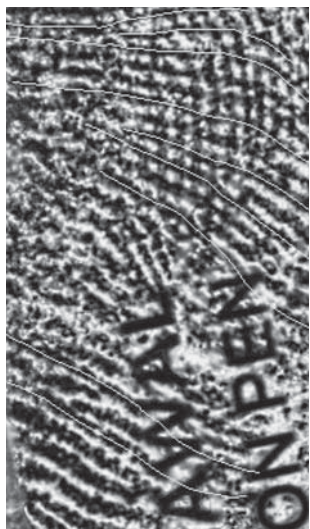


図9 対象隆線方向の指示

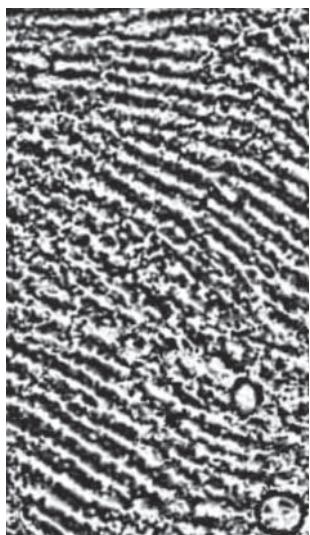


図10 ノイズを除去した結果画像

はノイズが重畳したままの画像を見ながらという非常に複雑で困難な作業を必要としましたが、比較的簡単で大まかな対象隆線の流れをいくつか指示するだけで、ノイズを除去した画像による隆線情報の抽出ができるようになりました。

更に、ノイズを除去した強調画像の品質が比較的良好の場合、強調画像からコンピュータが自動的に照合するための情報を

抽出できるようになったのです。遺留指紋掌紋画像の照会処理では、画像が不鮮明なことが多く、ノイズの強度が比較的大きいため従来はコンピュータによる自動的な照合用の情報抽出まではなかなか困難でした。しかしながら、本技術によって、照合のための情報抽出の仕事について、かなりの部分をコンピュータ化することができるようになったといえるでしょう。

4. 今後の展開

本稿で紹介した指紋掌紋画像のためのノイズ除去強調画像処理技術では対象とする隆線方向を手で指示する必要がありました。これをすべて自動化することも期待されており、これが実現すれば犯罪現場での利用がより簡便になるだけでなく、近年国際問題となっているテロ対策に向けた大規模な捜査などにおいても、このノイズ除去機能の高い自動化照合技術の導入は大きな効果があると考えられます。

5. おわりに

NECでは長年にわたり指紋掌紋の照合精度の向上に向けた研究開発を行ってきました。指紋照合の技術は確立した技術という側面はありますが、まだまだ進化を続けています。本稿で照会した画像入力時におけるノイズ除去や強調処理の新技術もその一端に過ぎません。このほか、照合のための情報抽出方式の高度化や、さまざまな異なる特性を持った照合方式を組み合わせることで照合精度を高める方式の研究開発も行っています。今後も、安全・安心な世界の実現に寄与できるよう技術開発を継続していきます。

参考文献

- 1) 米国技術標準局 (NIST) の遺留指紋照合技術評価テストにおいて第1位の評価を獲得、NEC プレスリリース、2009.4.16
<http://www.nec.co.jp/press/ja/0904/1602.html>

執筆者プロフィール

溝口 正典
官公ソリューション事業本部
第二官公ソリューション事業部
上席ソフトウェアアドバンストテクノロジスト

原 雅範
官公ソリューション事業本部
第二官公ソリューション事業部
グループマネージャー