

3M-10 隆線方向特徴を用いた指紋画像自動分類方法

渋谷 達郎* 三重野 博司** 鈴木 勇* 星野 幸夫*

*日本電気セキュリティシステム㈱ **東京理科大学諏訪短期大学

1. はじめに

「万人不同」, 「終生不変」の特性を持つ「指紋」は、犯罪捜査上の証拠としてだけでなく、近年では暗証番号やIDカードに代わる、個人識別の道具としての用途が議論されている。

指紋照合システムは、世界各国で実用化⁽¹⁾されているが、より高い精度、より速い処理速度の実現が期待されており、予め指紋データを分類して登録しておくことにより検索回数を少なくする方法が提案されている。その分類の方法の1つに紋様を用いる方法があり、従来人手に頼っていた分類作業を、コスト削減等の観点から自動化するアルゴリズムが幾つか提案されている⁽²⁾⁽³⁾。

今回、「隆線方向特徴」を用いて、大規模指紋照合システムに組み込むことを前提とした自動分類方法を考案し、シミュレーションにより有効性を確認したので報告する。

2. 分類方法

本方法では、指紋画像を5つのカテゴリーに分類する。その際、分類の対象となる指紋画像に含まれる低品質画像について、誤分類を避けるために分類の対象から外す「リジェクト」という概念を導入している。

また、他の紋様と区別するのが困難であるために誤分類の可能性が高い紋様(図1)に設ける「第2候補」という概念も導入し、分類精度の低下を防いだ。



図1 区別が困難な紋様例

2.1 本方法で用いる用語の定義

(1) 隆線方向特徴

前述の自動照合システムで用いられ、「指紋画像を小領域に分割し、その小領域内の隆線方向と画像の品質を示すデータ」であり、以下の3つの小領域により構成される(図2)。

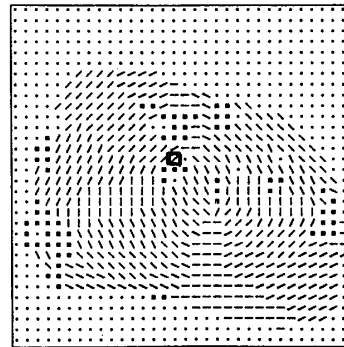
①方向確定領域: 隆線の方向が確定できた小領域。方向ラベル(図3)が付けられている。

②方向不確定領域: 方向が確定できない小領域。

③背景領域: 隆線の無い小領域。

(2) 基準小領域

隆線方向特徴を用いて自動的に抽出される「紋様中心点」⁽⁴⁾を含む小領域(図2中、四角で囲まれた小領域)。



/: 方向確定領域 ■: 方向不確定領域 ·: 背景領域

図2 隆線方向特徴

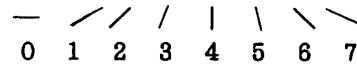


図3 方向ラベル

(3) 標準パターン

紋様中心点の両側の「隆線の流れ」を決定するために用いるテンプレートパターン。



図4 隆線(左)と標準パターン(右)

(4) 隆線傾向

指紋の中央部の隆線の流れがどの方向に強いを示す値で、基準小領域を基に設定する処理範囲内の方向ラベルの個数をもとに算出する。(1)式は左(方向ラベル2)傾向T₂の算出方法である。

$$T_2 = \frac{ax_2 + b(x_1 + x_3) + c(x_0 + x_4)}{a(x_2 + x_6) + b(x_1 + x_3 + x_5 + x_7) + 2c(x_0 + x_4)} \dots (1)$$

Automatic Fingerprint Classification Method

Using Ridge Direction in a Local Area and Image Quality in a Local Area.

Tatsuo SHIBUYA*, Hiroshi MIENO**, Isamu SUZUKI*, Yukio HOSHINO*

*NEC Security Systems, Ltd., **Science University of Tokyo Suwa College

但し、 x_n は処理範囲内の方向ラベル n の個数を示し、 $a=1.00$, $b=0.50$, $c=0.05$ とする。この値は、確率的弛緩法の適合度を基に設定した。

2.2 処理過程

本方法では、分類を構成する「隆線の流れ」を検出する事を基本とし「隆線傾向」を併用して分類を行なう。

- ①基準小領域の両側に「標準パターン」の存在の有無を確認することにより「隆線の流れ」を検出する。
- ②「隆線傾向」を算出する。

上記①②は処理範囲を段階的に数個設定することによって行い、処理範囲内の方向不確定領域の割合によってリジェクトの対象を決定する。リジェクトの対象とならなかった指紋画像に対して表1に示す分類基準を用いて分類する。

第2候補は、「基準小領域と標準パターンの位置関係」および「隆線傾向」をもって決定する。図5は第2候補を持つ例である(図1の隆線方向特徴抽出例)。

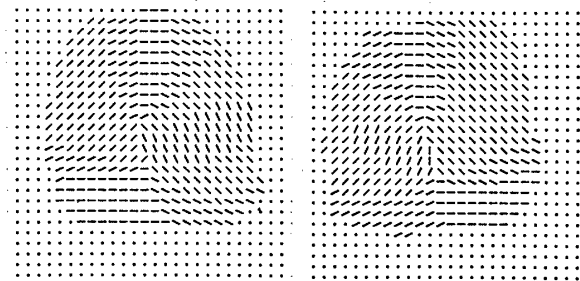


図5 第2候補を持つ隆線方向特徴例

3. 実験結果および考察

実験は、20歳代から50歳代までの男女22人、全220指について行い、品質の選別をする事なく、全ての指紋画像を対象とした。対象とした指紋画像は512×512画素、256階調で、小領域は16×16画素である。実験装置として、PC9801VX2(数値演算プロセッサ(i80287)を搭載)を使用し、記述言語はCである。

1指あたりの分類処理時間は隆線方向特徴抽出後、0.4秒であった。表2は、指紋鑑定専門家による分類結果を基準に作成した。

表2 実験結果

		右流蹄状紋	左流蹄状紋	渦状紋	突起弓状紋	普通弓状紋	合計
正分類	1	54	55	70	4	3	186
	2	7	2	0	2	1	12
誤分類		5	1	5	0	1	12
リジェクト		2	5	1	2	0	10
合計		68	63	76	8	5	220

- ・第2候補の導入により、正分類率が84.5%から90.0%と向上した。尚、第2候補を持つ画像は20画像であった。
- ・リジェクトを導入しない場合、誤分類率8.6%であった。

4. おわりに

指紋照合において実用されている隆線方向特徴を利用した分類方法を提案した。その際、「リジェクト」や「第2候補」の概念を導入することによって、低品質な画像を含む全ての指紋画像の分類が可能となった。

今後は、さらに大量の指紋画像に対する実験・評価を行い、精度向上対策を検討する。

5. 謝辞

本方法の開発にあたり、研究の機会を与えて頂くと共に、貴重な御助言を頂いた、日本電気セキュリティシステム株式会社和夫社長に深謝の意を表します。

＜参考文献＞

- (1)浅井, 星野, 木地: “マニュアルネットワーク特徴による自動指紋照合一照合過程”, 信学論(DII), J72DII, 5, pp733-740 (平元-5).
- (2)中村, 後藤, 南: “方向分布パターンによる指紋画像の分類”, 信学論(D), J65D, 10, pp1286-1293 (昭57-10).
- (3)大和, 中島, 畑, 西垣: “指紋照合による出入管理システム”, 第6回ソフトウェアコンファレンス, pp165-168.
- (4)原, 森田, 鈴木, 星野: “隆線方向より求めた紋様中心点を用いた指紋画像位置合わせ法”, 平2信学全大, D533.

表1 分類基準

紋様名	右流蹄状紋	左流蹄状紋	渦状紋	突起弓状紋	普通弓状紋
隆線の流れ	(\ /)	(/ \)	()	/ \	/ \
隆線傾向	↙ ↘	↘ ↙	X	X	↕ ↔