

H-041

画質評価を用いる指紋画像強調手法  
Fingerprint Image Enhancement using Image Quality Assessment

池田 奈美子<sup>†</sup> 中西 衛<sup>†</sup> 羽田野 孝裕<sup>†</sup> 重松 智志<sup>†</sup> 森村 浩季<sup>†</sup>  
Namiko Ikeda Mamoru Nakanishi Takahiro Hatano Satoshi Shigematsu Hiroki Morimura

1. はじめに

携帯機器などを含む様々なシステムの不正使用を防ぎ、それらに保存される個人情報を守るために、バイオメトリクスによるユーザ認証が注目されている。中でも認証率の高さとシステムへの搭載のしやすさから、指紋認証技術の研究開発が活発に進められている[1]。

指紋のセンサ画像には、図1に示すように隆線のかすれや谷線のつぶれがあり、これらが誤認証が生じる原因となる。よってセンサ画像に対し、かすれやつぶれを除去する画像強調が必要である。従来、隆線方向を抽出し、それに沿ってバンドパスフィルタを畳み込む手法など、様々な画像強調手法が提案されてきた[2,3]。著者らは、モルフォロジ[4]をベースとし、かすれを除去する隆線強調後につぶれを除去する谷線強調を行う画像強調手法を提案した[5]。これらの従来手法は、かすれやつぶれが著しく多くない一般的なセンサ画像に対しては、それらを除去することが出来るが、かすれやつぶれが著しく多い画像に対しては除去しきれず高い認証率が得られないという課題がある。

著者らは、本論文において、かすれやつぶれが多いセンサ画像に対しても、それらを除去し、高い認証率が得られる画像強調手法を提案する。



図1 センサ画像例

2. 指紋画像強調手法

提案する画像強調手法の処理フローを図2に示す。センサ画像に、つぶれやかすれが著しく多くない一般的な指紋に適する画像処理1と、かすれが多い指紋に適する画像処理2と、つぶれが多い指紋に適する画像処理3の3種を適用する。処理後の3種の画像の画質を評価し、認証に最適な画像を選択する。

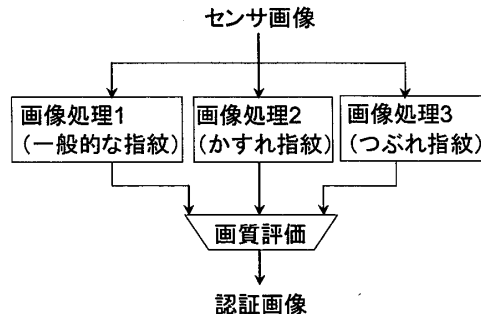


図2 提案手法の処理フロー

2.1 複数の画像処理の適用

センサ画像に適用する3種の画像処理の、各プロセスにおける処理画像を図3に示す。一般的な指紋に適する画像処理1として、著者らが提案した前述の画像強調手法を適用する。本手法は、隆線の内部領域を検出し、その領域内の白画素を黒画素に変えることでかすれを除去する隆線強調と、ある閾値以下の幅を持つ細い谷線のみ太らせることでつぶれを除去する谷線強調により強調画像を作成する。かすれが多い指紋画像に適する画像処理2は、センサ画像にモルフォロジの dilation フィルタを適用して全画面均一にかすれを除去した後、画像処理1と同様の隆線強調と谷線強調を行いかすれとつぶれを除去する。つぶれが多い指紋に適する画像処理3は、画像処理1と同様の隆線強調と、画像処理1の谷線強調において太らせる谷線幅の上限(閾値)を大きくして、より広範囲で谷線を太らせる谷線強調を適用し、かすれとつぶれを除去する。

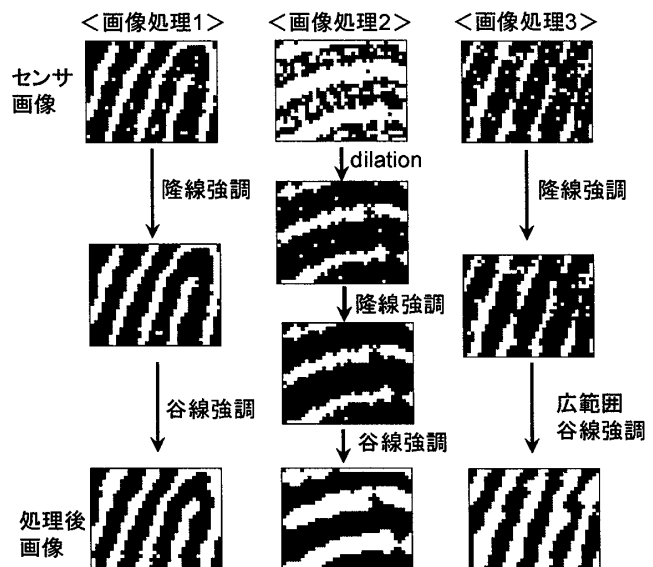


図3 各プロセスの処理画像

## 2.2 処理後画像の選択

2.1 で作成した 3 種の処理後画像に対し、モルフォロジの骨格化関数を適用し、認証に用いる細線画像を作成する。作成した細線画像の画質評価を行い、認証に最適な画像を選択する。画質評価には、細線画像(指紋パターン)の平行度とつぶれ度を評価する手法を用いた[6]。ここでは、平行度が高くつぶれ度が低い細線画像を認証画像として選択する。

## 3. 評価結果

図 4 から図 6 に、提案手法の処理画像例を示す。これらは、著者らが開発したワンチップ指紋認証 LSI[7]で取得した解像度が 500dpi の 2 値画像である。一般的な指紋画像では画像処理 1 による処理画像が認証に最適であり(図 4)、かすれが多い画像では、画像処理 2 の処理画像が最適であり(図 5)、つぶれが多い画像では、画像処理 3 の処理画像が最適である(図 6)と、画質評価結果から判定され、それらが認証画像として選択された。

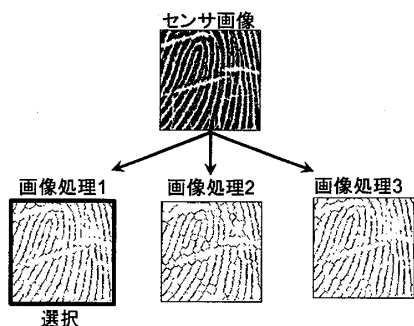


図 4 一般的な指紋の処理画像例

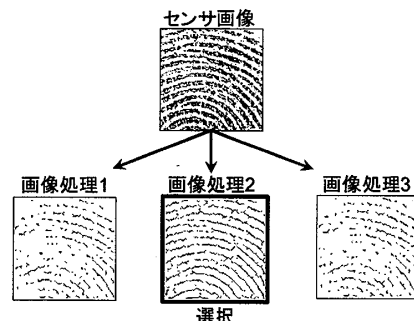


図 5 かすれが多い指紋の処理画像例

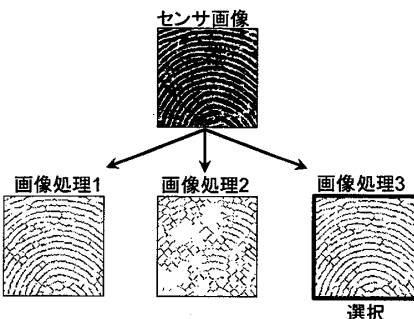


図 6 つぶれが多い指紋の処理画像例

提案手法の有効性を調べるために、かすれやつぶれの多い約 80 枚の指紋センサ画像を用いて認証実験を行った。本実験における指紋の認証には、パターンマッチング手法[8]を適用した。結果を図 7 に示す。本グラフは他人の指紋を誤って本人のもと認識する他人受率(FAR)が 0.1%の時の、本人の指紋を誤って他人のもと認識する本人拒否率(FRR)を示したものである。従来手法として画像処理 1 を全てのセンサ画像に適用した場合と提案手法を比較した。ここでは比較が容易になるように、従来手法の FRR を 1 に規格化している。提案手法を適用した結果、従来手法と比較し、本人拒否率を 3/4 程度に低減することが出来た。また、約 700 枚の一般的な指紋のセンサ画像に提案手法を適用した結果、センサ画像に最適な画像処理 1 が選択され、一般的な指紋画像においても、高い認証率が得られることを確認した。

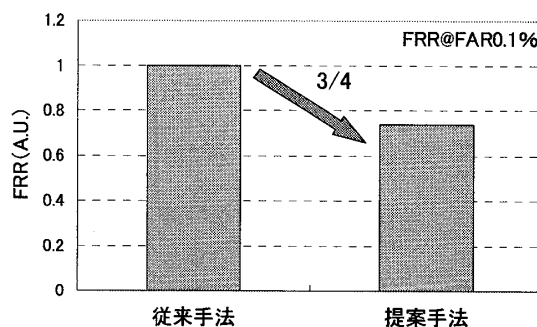


図 7 認証実験結果

## 4. まとめ

著者らは、指紋のセンサ画像のつぶれやかすれを除去する複数の画像処理をセンサ画像に適用し、処理後の画像から認証に最適な画像を選択する画像強調手法を提案した。本手法によって、かすれやつぶれの多い指紋の本人拒否率は、従来手法と比較し 3/4 程度に低減することが出来た。

### 参考文献

- [1] D. Maltoni, D. Maio, A. K. Jain, S. Prabhakar, "Handbook of Fingerprint Recognition," Springer, New York, (2003).
- [2] B. G. Sherlock, D. M. Monro and K. Millard, "Fingerprint Enhancement by Directional Fourier Filtering," IEE Proc. Vis. Image Signal Process., vol. 141, no. 2, pp. 87-94, 1994.
- [3] S. Greenberg, M. Aladjem, D. Kogan and I. Dimitrov, "Fingerprint Image Enhancement using Filtering Techniques," Proc. 15th Int. Conf. on Pattern Recognition, vol. 3, pp. 326-329, September 2000.
- [4] J. Serra, "Image Analysis and Mathematical Morphology," Academic Press, London, 1982.
- [5] N. Ikeda, M. Nakanishi, K. Fujii, T. Hatano, S. Shigematsu, T. Adachi, Y. Okazaki and H. Kyuragi, "Fingerprint image enhancement by pixel-parallel processing," Proc. of Int'l Conf. on Pattern Recognition, Vol. 3, pp. 752-755, Aug. 2002.
- [6] 羽田野 孝裕他：特願 2003-061921 (2003)
- [7] S. Shigematsu, K. Fuji, H. Morimura, T. Hatano, M. Nakanishi, N. Ikeda, T. Shimamura, K. Machida, Y. Okazaki and H. Kyuragi, "Fingerprint Image Enhancement and Rotation Schemes for a Single-Chip Fingerprint Sensor and Identifier," IEICE Trans. Electron., vol. E89-C, no. 4, pp. 540-550, April 2006.
- [8] T. Hatano, T. Adachi, S. Shigematsu, H. Morimura, S. Onishi, Y. Okazaki and H. Kyuragi, "A fingerprint verification algorithm using the differential matching rate," Proc. 16th Int. Conf. on Pattern Recognition, vol. 3, pp. 799-802, Aug. 2002.