

位相限定相関法を用いた指紋認証アルゴリズムの FPGA 実装 FPGA Implementation of a Fingerprint Recognition Algorithm Using Phase-Only Correlation

佐久間健* 飯野徹* 伊藤康一** 青木孝文**
Ken Sakuma* Toru Iino* Koichi Ito** Takafumi Aoki**

*富士通 LSI ソリューション株式会社, **東北大学大学院情報科学研究科
*Fujitsu LSI Solutions Limited, **Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

1. まえがき

近年、ネットワークを介した認証・決済・課金システムや情報提供システムが幅広く利用されている。これらを安全に利用するためには、パソコンだけではなく、各種組み込み機器においても安全にネットワークにアクセスできる環境が不可欠である。組み込み機器を対象とした場合、安全性と利便性より指紋を用いた認証システムがもっとも利用されている。本稿では、指紋認証システムの LSI 実装に向けて、位相限定相関法 (Phase-Only Correlation: POC) に基づく指紋認証アルゴリズム [1] の FPGA 実装を検討する。POC は、計算コストのほとんどが離散フーリエ変換 (DFT) であるため、高速フーリエ変換 (FFT) をハードウェアで処理することにより、組み込み機器のような制限された環境でも十分に高速な認証システムを構築することが可能である。また、指紋画像データベースを用いて、FPGA 実装した指紋認証システムの性能を評価する。

2. 位相限定相関法 (POC)

POC は、高精度な画像マッチング手法の 1 つであり、2 枚の画像間の平行移動量、回転角度、類似度を高精度に推定することができる [2]。POC の特徴として、ノイズやかすれなどの劣化に強く、解像度の低いセンサを用いた場合でも高いマッチング性能を有することが挙げられる。指紋に代表される各種生体認証、工業部品の位置合わせ、医用画像のレジストレーション、映像の動き推定などさまざまな用途に利用することができる。

3. POC を用いた指紋認証アルゴリズムの FPGA 実装

文献 [1] で提案されている POC を用いた指紋認証アルゴリズムは、(i) 回転補正、(ii) 位置補正、(iii) 共通領域抽出、(iv) 照合の 4 ステップで構成される。POC を用いた指紋認証アルゴリズムを組み込み機器に実装する第一段階として、本稿では FPGA への実装を検討する。FPGA へ実装するために、以下の 3 点の改良を加える。

- (1) 縮小した画像を使うことで、意味のない高周波数成分を削減し、性能向上およびワーク領域の縮小を図る。
- (2) 量子化した位相情報を登録データとすることで、データサイズの削減および計算量の減少を図る。
- (3) アルゴリズムの大部分を処理するハードウェアを設計し、処理全体の高速化を図る。

図 1 に、本稿で検討した指紋認証システムのブロック図を示す。評価ボードには、Altera 社製 Cyclone II (33MHz) および、当社と富士通が共同開発したセキュリティ機能付マイコン MB91403 (33MHz) が搭載されている。本システムの性能を評価するために、指紋画像データベースである FVC2002 DB1_B (10 指×8 枚) を用いる。また、比較

のために、C 言語でソフトウェア実装 (FFT のみ FPGA 実装) した場合の性能も同様に評価する。実験結果を表 1 に示す。ハードウェア実装することで大幅な性能向上が見込める。

4. まとめ

本稿では、POC を用いた指紋認証アルゴリズムを FPGA 実装することで、ソフトウェア実装に比べ大幅な性能向上を見込めることを確認した。今後は、大規模なデータベースを用いた性能評価を行うとともに、組み込み機器向けの POC を用いた画像マッチングの応用を検討する。

参考文献

- [1] K. Ito, et al., "A fingerprint matching algorithm using phase-only correlation," IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E87-A, No. 3, pp. 682--691, March 2004.
- [2] K. Takita, et al., "High-accuracy subpixel image registration based on phase-only correlation," IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E86-A, No. 8, pp. 1925--1934, August 2003.

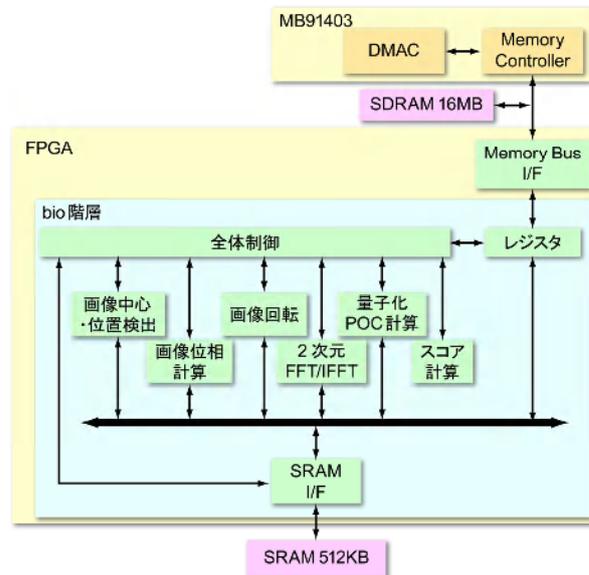


図 1: 指紋認証システムのブロック図

表 1: 実験結果

	ソフトウェア実装	ハードウェア実装
認証精度: EER	8.6%	6.4%
認証速度: 1 対 1 照合	26.57 秒	0.54 秒
登録データサイズ: 1 指	65KB	6KB
使用する RAM 領域	1,100KB	104KB