

眼底画像を用いた位相限定相関法によるバイオメトリクス認証

氏 名[†] 春日大樹 氏 名[‡] 大和田勇人

所 属[†] 東京理科大学理工学研究科経営工学専攻 所 属[‡] 東京理科大学理工学部経営工学科

1. はじめに

現在までに一般的に用いられている個人認証システムにはパスワード、生年月日等の知識によるもの、IC カード、身分証明書等の所有物によるものがある。しかし、これらは忘失、盗難、偽造に弱く本人に成りすまされてしまう恐れがある。これらの問題に対し、身体的な特徴や、身体的な特性など、個人に固有の情報を利用して、本人の確認を行う認証方式であるバイオメトリクス認証が注目されている。主な例として、指紋、顔、指の静脈、声紋、虹彩等が挙げられる。中でも網膜を用いた認証は、唯一性、永続性、安全性の高さから、生体認証の対象としては最も正確で信頼できるとされている。従来、網膜認証には赤外線を目に照射することでスキャンしていたが、近年、眼底カメラの開発と実用化が進んだことにより、眼底画像を利用した個人認証が現実味を帯びてきている。眼底画像を用いた認証方法として、[1], [2]等があるが、いずれも血管領域を除く領域では類似する点が考慮されておらず、高い精度が得られていない。眼底画像において最も個人差が現れるのは血管領域である。

そこで本研究では、眼底画像の血管情報を利用した認証システムを提案する。また、照合には画像の位相情報を使って画像間の相関を調べる位相限定相関法 (Phase-Only Correlation: POC) を用いる。

2. 位相限定相関法

位相限定相関法 (Phase-Only Correlation: POC) の定義について述べる [3]。大きさ $N_1 \times N_2$ 画素の画像を $f(n_1, n_2), g(n_1, n_2)$ とする。これらの画像の 2 次元離散フーリエ変換をそれぞれ $F(k_1, k_2)$ および $G(k_1, k_2)$ とする。 $F(k_1, k_2)$ および $G(k_1, k_2)$ の、合成位相スペクトル $R_{FG}(k_1, k_2)$ を次のように定義する。

$$R_{FG}(k_1, k_2) = \frac{F(k_1, k_2) \overline{G(k_1, k_2)}}{|F(k_1, k_2) \overline{G(k_1, k_2)}|} \quad (1)$$

Biometric Authentication Using Fundus Images Based on Phase-Only Correlation

[†]Hiroki Kasuga, Tokyo University of Science

[‡]Hayato Ohwada, Tokyo University of Science

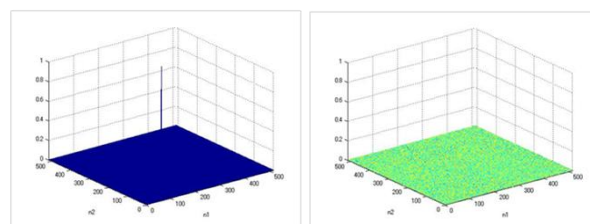


図 1 同一画像間の POC 関数 (左図) と異なる画像間の POC 関数 (右図)

$\overline{G(k_1, k_2)}$ は $G(k_1, k_2)$ の複素共役である。位相限定相関 $r_{fg}(n_1, n_2)$ は $R_{FG}(k_1, k_2)$ の 2 次元離散フーリエ逆変換で表される。類似した 2 枚の画像間の POC 関数 $r_{fg}(n_1, n_2)$ はすどいピークを示す。一方、異なる 2 枚の画像間では、全くピークが現れない。POC 関数のピークの高さは、画像間の相関値を調べる指標となる。位相限定相関法は振幅スペクトルの変化を受けず相関を計算することができ、パターンマッチングの性能が向上するとされている。また、画像間の位置ずれ (平行移動) に対しロバストである。

3. 提案手法

提案手法は、(1) 関心領域抽出、(2) 血管領域抽出、(3) 類似度算出で構成される。各処理について以下で詳細を述べる。

3.1 関心領域抽出

血管が集中している視神経乳頭領域を含む領域を関心領域とする。視神経乳頭は眼底画像において画素値が高く、大きい構造をしているため認識しやすく、特に、R 成分画像は他の成分の画像に比べて、視神経乳頭周辺で顕著な濃度値を示す傾向がある。そのため、視神経乳頭の大まかな領域抽出には P-タイル法による 2 値化処理を行う [4]。最も大きい領域を視神経乳頭の中心座標とし、その座標を含む、 500×500 画素を関心領域とする。

3.2 血管領域抽出

血管の色は G 成分において、血管と周辺組織とのコントラストが高くなる。そこで、G 成分画像に

対してモルフォロジー演算の Blackhat 変換を用いて血管抽出を行う。Blackhat 変換後の画像に対して、判別分析法による 2 値化処理を行い血管領域の抽出結果とする。

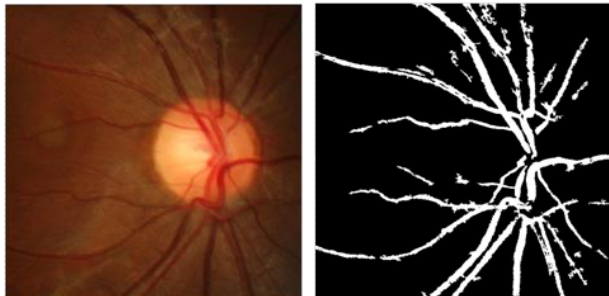


図2 関心領域画像（左図）と血管抽出画像（右図）

3.3 類似度算出

眼底画像は撮影時に回転による位置ずれをおこす場合がある。POC 関数は、画像の回転に敏感であるため、極座標変換時に、半径方向の座標を対数間隔でサンプリングする Log-Polar 変換を用いる [5]。対数目盛を採用しているため、変換後の座標を (ρ, φ) とすると、拡大縮小は ρ 方向、回転移動は φ 方向への平行移動として表される。変換後の画像に対し画像間の POC 関数を求め、ピーク値を類似度とする。この類似度に基づいて認証を行う。

4. 実験方法

撮影には無散瞳デジタル眼底カメラ（Canon 社製：CR-DGi）を用いた。1 枚の画像は 1728×1152 ピクセル、24 ビットカラー画像、JPEG 形式、約 250KB のデータサイズである。画像データは 70 人の被験者の左眼の画像を 1 人につき 3 枚ずつ合計 210 枚の画像を取得した。本人同士の認証は、同じ人におけるすべての組み合わせである 210 通り、他人同士の認証は、異なる人におけるすべての組み合わせである 21735 通りについて実験する。

性能評価には、誤って本人を拒否する割合である本人拒否率（FRR : False Rejection Rate）と、誤って他人を受け入れる割合である他人受入率（FAR : False Acceptance Rate）を用いる。

なお、しきい値は照合スコアの分布に応じて FAR と FRR の双方がなるべく小さくなるような値に決定する。

5. 結果及び考察

図 3 はしきい値に対する FAR 曲線及び FRR 曲線である。FAR 曲線と FRR 曲線の交点に相当するしきい値は 0.03 であり、その際の FAR は 0.48 %、FRR は 0.48 %であった。

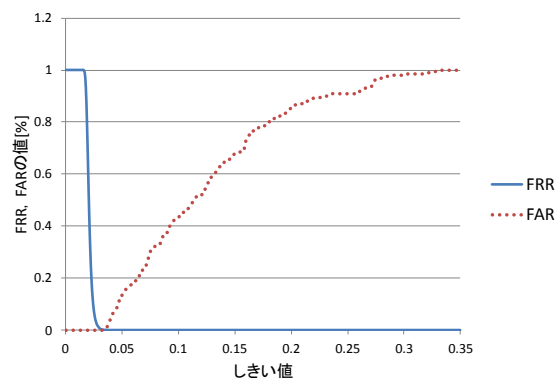


図3 しきい値に対する FAR 曲線及び FRR 曲線

他人同士の類似度に比べ、本人同士の類似度には大きなばらつきが見られた。これは抽出した血管領域が途中で途切れるなどしたためである。このことから、認証精度は血管の抽出精度に依存すると考えられる。しかし、血管は複雑な構造をしているので、抽出できない箇所が大きくなければ正しく認証できると言える。眼底画像の撮影時に条件を整え、血管の抽出精度を上げることでさらなる精度の向上が期待できる。

また、今回の被験者数は 70 人と一般的なバイオメトリクス認証の評価実験よりも少ないため被験者数をさらに増やす必要がある。

6. まとめ

本研究では、眼底画像の血管情報に対して位相限定相関法を用いた認証方法を示した。実験結果から従来手法 ([1], [2]) に比べ高い認証精度を得ることができ、提案手法の有効性が確認できた。今後は、認証処理速度の考慮や同条件での従来手法との比較が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 中嶋崇泰, 溝口正敏, 二点間の RGB 比較による網膜認証方式, Symposium on Cryptography and Information Security. 予稿集(2007)
- 2) 溝口正敏, 板倉征男, 測定楕円を導入した網膜認証方式, Symposium on Cryptography and Information Security. 予稿集 (2007)
- 3) 萩原 瑞木, 川又 政征, 位相限定相関を用いた画像のサブピクセル精度の位置ずれ検出, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.101, No.141 pp. 79-86, (2004)
- 4) 中川俊明, 林佳典, 畑中裕司, 青山陽, 水草豊, 藤田明宏, 加古川正勝, 原武史, 藤田広志, 山本哲也, 1 枚の 2 次元眼底画像を用いた 3 次元眼底画像の構築, 医用画像情報学会, 23(2), pp.85-90(2006)
- 5) 寺下 訓史, 鶴 浩二, ドアノブ型認証装置を用いたバイオメトリック個人認証, 大分工業高等専門学校紀要, 第 44 号(2007)