

抽象化輪郭グラフ解析による虹彩検出手法

石川 力[†] 大塚 友彦^{††}

[†] 東京工業高等専門学校専攻科

^{††} 電気電子工学専攻

1. はじめに

近年, IT の発展に伴い, 情報セキュリティ重視の観点から非接触型で高精度な虹彩認証が注目されている. その利便性向上には, リトライ回数削減が重要とされ, 虹彩検出手法の改善は課題となっている. 従来の虹彩検出手法[1]では, 虹彩輪郭付近に存在する瞼やまつ毛等の障害物が虹彩検出の失敗原因となるとの報告がある. そこで, 本研究では, この課題を解決するため, 抽象化輪郭グラフ解析を用いた虹彩検出手法を提案し, 虹彩検出率向上を図る.

2. 提案手法の概要

まず, 瞳孔中心点を検出し, 瞳孔中心からの距離 r と水平線からの角度 θ とする極座標画像を生成する. 極座標画像において, Haar-like 特徴量から虹彩輪郭候補点列を検出し, これを $\theta \in [0^\circ, 359^\circ]$ の範囲において検出順に Freeman チェーン符号 $\{A_i\}$ に変換する. ただし, 極座標画像における虹彩輪郭候補点探索は, 注目点の 8 近傍のうち, 次の候補の探索は, 右下, 右または右上の 3 つの画素のみとなる(方向コードは 0, 1, 2 のいずれか). 次に, Freeman チェーン符号 $\{A_i\}$ の連続する 4 要素毎に最頻値を求め, これらを最頻値に置換する. これを修正 Freeman チェーン符号 $\{B_i\}$ と定義する. ここで $\{B_i\}$ の第 1 要素を始点, 各要素を節点, 隣接関係を有向枝, 方向コードを枝重みとする有向グラフを輪郭グラフと定義する. さらに, 輪郭グラフの始点から終点までの経路において, 同一の枝重みを持つ枝が N 個連続して存在する場合, これらの経路を 1 つの節点に置換し, 節点ラベルを N とする. これを抽象化輪郭グラフと定義する. 実際の虹彩輪郭は, 近似的な円となるため, 極座標画像の虹彩輪郭はほぼ水平になる. ここで, 抽象化輪郭グラフを虹彩輪郭でない部分を削除するため, 始点から終点までの経路に沿って, 枝重みが 1 でない枝を除去する. 得られた部分グラフの集合を実画像における輪郭曲線に変換し, 輪郭曲線の端点同士を線形補間により結合する. 最後に移動平均フィルタにより輪郭曲線の平滑化を図る.

3. 評価実験の概要と結果

提案手法による有効性を確認するため, CASIA-IrisV3-Lamp[2]の虹彩画像 500 枚に対して性能評価実験を行った. 比較のため, 先行研究[1,3]について同様に評価実験を行った. 処理時間の評価は,

Intel Core i7-7700 CPU 3.60GHz, メモリ 16.0GB, OS Windows 10 Education の PC を用いた. ここでは, 人手により正解となる虹彩領域と自動虹彩検出の結果を比較し, 虹彩検出率を評価した. 文献[4]によると, 虹彩認証で利用する領域は瞳孔中心の中心角 $[141^\circ, 183^\circ]$ 及び $[-6^\circ, 45^\circ]$ の虹彩領域とされる. ここでは, 自動検出された虹彩輪郭が正解虹彩輪郭の ± 15 ピクセル以内に収まる場合を虹彩の検出成功と定義した. 図 1 に提案手法による虹彩検出結果の例を示す. また, 表 1 に虹彩画像 500 枚に対する虹彩検出率と処理時間を示す.

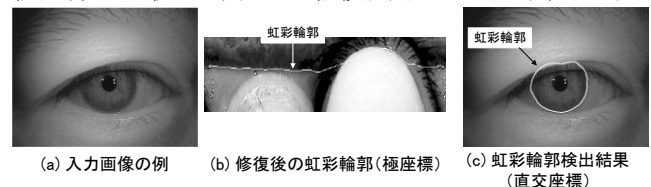


図1 提案手法による虹彩検出結果の一例

表 1 提案手法と先行研究の虹彩検出に関する性能比較

Approaches	Iris detection rate [%]	Processing time [ms]
Proposed	98	44
Ishikawa ^[1]	97	43
Ling ^[4]	93.8	-

4. まとめ

本研究では, まつ毛やまぶた等の障害物に頑強な抽象化輪郭グラフ解析による虹彩検出手法を提案した. 提案手法の性能評価のため, 評価実験を行ったところ, 虹彩検出率が向上したことを確認した. 今後の課題として, 処理時間削減が挙げられる.

参考文献

- [1] R. Ishikawa, T. Ohtsuka, "Pupil Center Detection by Abstracted Contour Graph Analysis for Iris Detection", Proc. of IEEE SMC2018, pp. 4150-4154 (2018)
- [2] CASIA Iris Image Database, <http://biometrics.idealtest.org/>, 参照日 : 2017年9月15日
- [3] L. L. Ling, D. F. de Brito, "Fast and Efficient Iris Image Segmentation", J. of Medical and Biological Engineering, 30(6), pp. 381-392, 2010.
- [4] R. Ishikawa, T. Ohtsuka, "Reliable Iris Feature Extraction by Local Thresholding with Optimum Block Size", Proc. of IEEE ICBACE 2017, pp. 60-63, September, 2017