

Raden Code : 螺鈿細工の個体識別における

マッチングアルゴリズムの検討

山崎 裕貴 (富山県立大学) ・ 中田 崇行 (富山県立大学)

1. はじめに

近年、伝統工芸品を購入する消費者は構成部材や職人の情報などを知る機会を求めている。この解決策として QR コードが考えられるが、美術的な観点から伝統工芸品への直接付与は難しい。そのため、漆器の加飾部材である螺鈿細工を用いて外観を損なわない QR コードの実現を図る。螺鈿細工は、鮑貝の真珠層を厚さ 0.1mm にしたものであり、鮑貝の構造と光の作用によって発色する構造色^[1]を保有している。

本研究では、その発色の特徴を利用して、螺鈿細工のマッチングから個体識別を図り、いつ・どこで誰によって制作され、何の材料を使用したかがわかるトレーサビリティの実現を目指す。

2. 実験の流れとアルゴリズム

- ① 螺鈿細工を縦横 3.5mm に切り抜き、片面に黒のカシユ塗料を着色し、図 1 の環境で 3,072px×2,048px の画像を撮影する。
- ② 螺鈿細工の一边と画像の座標軸を平行にさせるため角度補正を行う。その後、螺鈿細工の中心から縦横 1,500px の画像になるようにトリミングを行い、グレースケール変換した画像 (図 2 左) を 2 次元フーリエ変換する。
- ③ 2 次元フーリエ変換後、200px×200px にトリミングを行う (図 2 右)。2 次元フーリエ変換 (式 1) で取得した周波数成分 $F(u, v)$ を Iris code^[2] と同様に、実部 (Re) と虚部 (Im) に分け、表 1 に従って $code$ にし、マッチングを行う。マッチングに使用する画像は 132 枚 (33 種類の螺鈿細工を 4 枚ずつ) にし、 $code$ は 1 枚あたり 80,000 (200×200×2) bit である。

$$F(u, v) = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \exp \left\{ \frac{-i2\pi(ux + vy)}{N} \right\} \quad (1)$$

x, y : 画像の縦横座標, u, v : 周波数成分の縦横座標

- ④ 取得した $code$ の比較をするためにハミング距離を求め、ROC (Receiver Operating Characteristic) 曲線^[3]を用いて、認証アルゴリズムの性能を評価する。

表 1 Iris code 手法

| | $Re \geq 0$ | $Re < 0$ |
|-------------|-------------|----------|
| $Im \geq 0$ | 11 | 01 |
| $Im < 0$ | 10 | 00 |

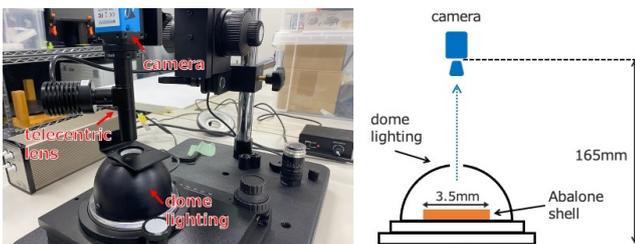


図 1 実験環境

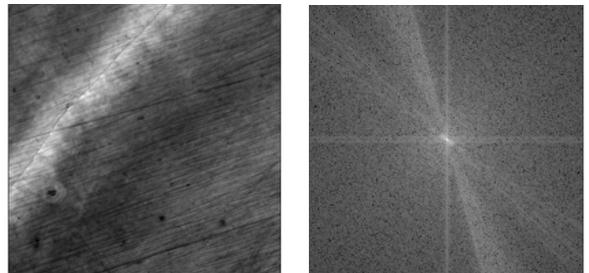


図 2 提案手法の例 : (左) トリミングした螺鈿細工 (右) 2次元フーリエ変換後トリミングした周波数成分

3. 結果&考察

ハミング距離を 0~1 に正規化を行い、実際のクラスとアルゴリズムの予測クラスによる混同行列を作成した。アルゴリズムの予測クラスは、ハミング距離を 0.01 刻みでしきい値を定めた評価である。混同行列より、他人受入率 (FAR) と本人拒否率 (FRR) を求め、FAR と FRR が等しくなるときの誤り率 (ERR) を算出した。図 3 より、ERR のしきい値が 0.47 になるときに、ERR が 40% になることがわかる。ERR としきい値を下げるため、認証アルゴリズムの再検討が必要である。

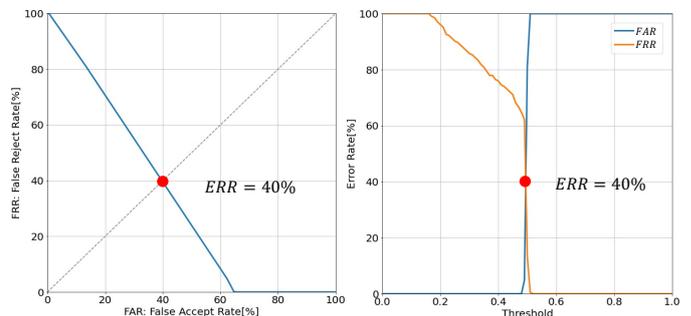


図 3 左 : ROC 曲線による認証アルゴリズムの評価
右 : ハミング距離の最適なしきい値の評価

4. まとめ

螺鈿細工の認証アルゴリズム手法を提案し、性能評価を行ったが、ERR が高く、認証精度は低い結果となった。今後はデータ数を増やし、新たな位相変換の手法を試し、ERR と認証精度向上に努める。

参考文献

[1] 木下 修一, “発色原理が異なる色一構造色一,” 日本画像学会誌, 50 巻, 6 号, pp.543-555, 2011, doi: 10.11370/isj.50.543
 [2] J. G. Daugman, “How iris recognition works,” IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 14, no. 1, pp. 21-30, Jan. 2004.
 [3] 青山章一郎, 伊藤康一, 青木孝文, “指関節紋画像の変形にロバストな指関節紋認証アルゴリズム,” 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J96-A, No. 12, pp. 790-800, 2013.