

HOGにおける輪郭角度計算を用いた甲骨文字の特徴点抽出

藤川佳之[†] 石井康史[†] 孟林[‡] 山崎勝弘[‡]

立命館大学大学院 理工学研究科[†] 立命館大学 理工学部[‡]

1. はじめに

甲骨文字は 3000 年以上前の中国殷代の象形文字であり、亀の甲羅、獣の骨などに刻まれており、漢字の祖形とも言われている最古の文字である。甲骨文字の解読は、文字の起源、歴史の研究に対して非常に重要であるが、劣化などが原因で認識しにくいという問題がある。

我々は 1 つの認識対象画像に対し、その文字に対応するテンプレート画像を用いて認識を行ってきた[1]-[4]。また文字認識では、SIFT 特徴量や HOG を用いて認識する手法がある[5]が、甲骨文字認識におけるノイズ除去では 2 値化を行うため、これらを用いることができない。

本研究では、HOG における輝度勾配の計算を、甲骨文字認識における特徴点抽出に適用する方法を提案する。原画像 2 文字、テンプレート画像 2 文字の実験結果を示し、考察する。

2. 甲骨文字の特徴点抽出

図 1 に画像中に含まれる特徴点の例を示す。

既知の甲骨文字には約 2000 文字が存在しており、これらの文字から特徴を見つけ出し、文字の分類を行った甲骨文字データベースがある。その中の特徴点の分類は、文字に含まれる線の端“端点”、線が分岐している“分岐点”、線が交差している“交差点”、線が曲がっている“角点”の数が登録されている。本稿では各特徴点の分類ではなく、特徴点の抽出手法について述べる。

2.1 HOG に基づいた輪郭角度計算

Histograms of Oriented Gradients(HOG)特徴量は、局所領域における輝度の勾配方向及び強度をヒストグラム化した特徴量である。物体認識や文字認識等の局所特徴量を抽出する手法として主に用いられる。しかし、甲骨文字認識において、ノイズ除去の段階で 2 値化を行うため、強度の計算が行えない。そこで、HOG で用いられる輝度勾配の算出式を用いて、輪郭角度の計算を行い甲骨文字の特徴点抽出に応用する。

図 2 に角度ごとに色分けした輪郭角度計算を示す。まず、ノイズ除去を行った画像に対し、式(1)を用いて、輪郭角度の計算を行う。

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\text{image}(y+1,x) - \text{image}(y-1,x)}{\text{image}(y,x+1) - \text{image}(y,x-1)} \dots(1)$$

2 値化画像に対し輪郭角度の計算を行うと、 -45° 、 0° 、 45° 、 90° の 4 つに分類される。

次に、計算結果を基に角度の変化点の抽出を行う。

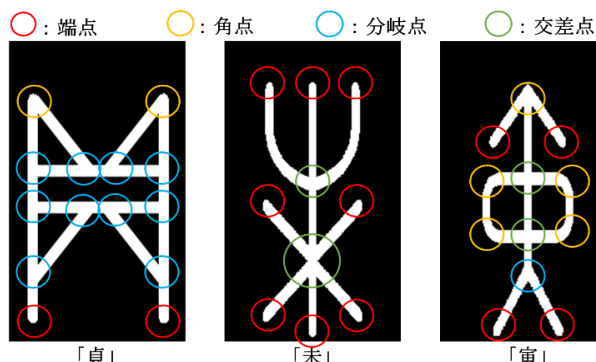
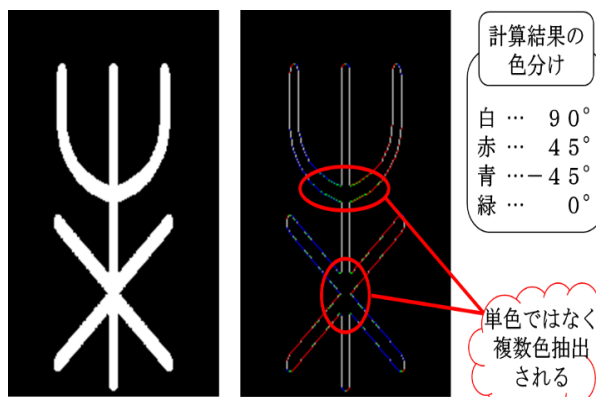


図 1 画像中に含まれる特徴点の例



(a)テンプレート画像 (b)計算結果
図 2 輪郭角度計算

最後に、抽出した変化点のクラスタリングを行い、点の集合を 1 点に定めることで特徴点の抽出を行う。

しかし緩やかな斜辺では、図 2(b)の赤い円で示したように、本来“赤”または“青”として出力したい箇所に、“赤と緑”及び“青と緑”のような複数の角度が抽出される。そこで、これらノイズの除去を以下の手順で行う。

- ① 注目画素の周囲 24 近傍に含まれる各角度の数を計算し、注目画素を含む直線が単色か複数色かを判断する。
- ② 複数色で且つ“赤”または“青”が一番多く存在する場合、注目画素の周囲 48 近傍の外周に存在する点と、注目画素とのなす角度を計算する。
- ③ 角度が 90° 以上であれば、注目画素を直線上の点として判断し、緑(白)を“赤”または“青”の一番多い色に変更する。

2.2 クラスタリング

クラスタリングとは、分類対象の集合を、内的結合と外的分離が満たされるような部分集合に分割することを行う。本研究では、凝集型階層的クラスタリング手法の一つである、最短距離法を用いる。

Extraction of the feature points of Oracular Bone Inscriptions using a contour angle calculation in HOG.

Yoshiyuki Fujikawa[†], Koji Ishii[†], Lin Meng[‡], and Katsuhiro Yamazaki[‡]

[†]Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University.

[‡]College of Science and Engineering, Ritsumeikan University.

図3に、階層的クラスタリングの処理例を示す。

まず、入力画像に含まれる画素同士の距離を測る。つぎに、一番短い距離の長さが閾値以下であった場合に、これら2つの画素を除去し、中点に画素を作成する。この処理を全画素同士の距離が閾値以上になるまで繰り返すことでクラスタリングを行う。

本研究では、まず輪郭角度計算結果から、角度の変化点を抽出する。次に連結した画素のまとまりの中心点を求め1つに定める。最後に、最短距離法によりクラスタリングを行い、特徴点の抽出を行う。

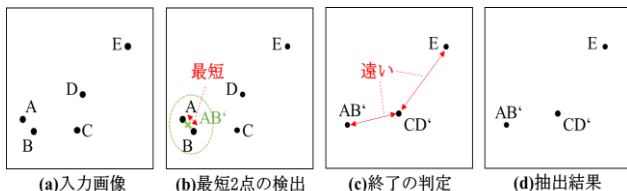


図3 階層的クラスタリングの処理例

3. 実験

3.1 実験内容

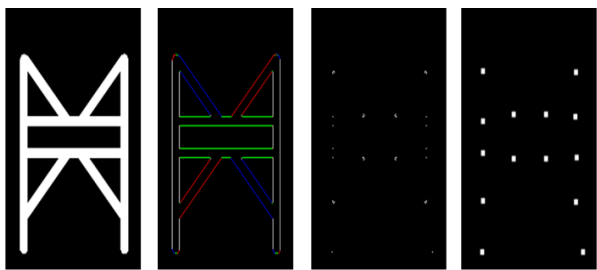
甲骨文字の拓本より抽出し、ノイズ除去を行った文字画像、及び甲骨文字データベースに含まれるテンプレート画像の中から15文字を用いて実験を行った。

本研究で用いるCPUは、Intel Core i7-3820 プロセッサで、動作周波数は3.60GHz、64bitの命令セットである。OSはubuntu14.04、C言語(gcc4.9.1)を用いる。

3.2 実験結果と考察

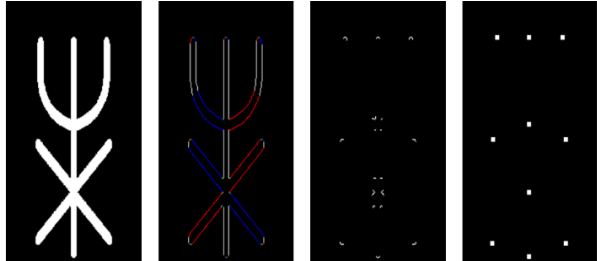
図4~図7に“貞”“未”のテンプレート画像、及び骨格抽出画像に対する実験結果を示す。これらの文字は、(b)輪郭角度計算結果から正確に変化点を抽出することができ、クラスタリングにおいては、図1に示した特徴点の抽出が正確に行えていることがわかる。

複雑な文字や、文字の太さが著しく変化している文字に対しては、特徴点の抽出が正確に行えなかった。これ



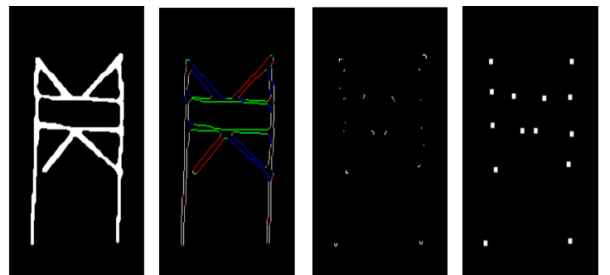
(a)テンプレート画像 (b)輪郭角度計算 (c)角度の変化点 (d)クラスタリング結果

図4 「貞」のテンプレート画像に対する実験結果



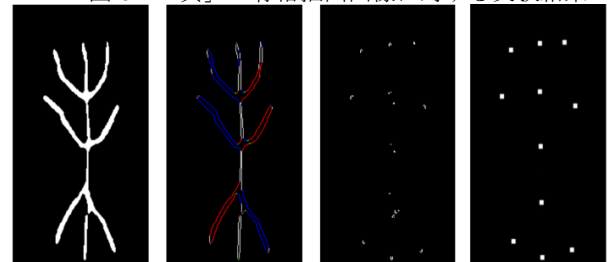
(a)テンプレート画像 (b)輪郭角度計算 (c)角度の変化点 (d)クラスタリング結果

図5 「未」のテンプレート画像に対する実験結果



(a)骨格抽出画像 (b)輪郭角度計算 (c)角度の変化点 (d)クラスタリング結果

図6 「貞」の骨格抽出画像に対する実験結果



(a)骨格抽出画像 (b)輪郭角度計算 (c)角度の変化点 (d)クラスタリング結果

図7 「未」の骨格抽出画像に対する実験結果

はクラスタリング範囲の閾値に依存するためである。そこでクラスタリングでは、画像中の文字の太さや面積により閾値を適度に設定することが、高精度なクラスタリングに繋がると考えられる。

4. おわりに

本研究では、HOG 特徴量に用いられる輝度勾配の算出式を用いて、文字の輪郭角度を計算した後に、クラスタリングを行って、甲骨文字の特徴点を抽出した。認識対象画像の特徴点を抽出することにより、甲骨文字データベースから原画像に類似した候補テンプレートを自動抽出することができる。

今後の課題として、複雑な文字の原画像からの特徴点抽出、線の本数や角度などの特徴量を用いた候補テンプレートの自動抽出、及びGPUを用いた複数文字の自動認識などがあげられる。

参考文献

- [1] 藤川, 孟, 泉, 山崎, “ラベリングと2値化における動的な閾値設定を用いた甲骨文字の認識”, 情報処理学会全国大会, 2P-01, 2015.
- [2] L.Meng, Y.Fujikawa, A.Ochiai, T.Izumi and K.Yamazaki, “Recognition of Oracle Bone Inscriptions Using Template Matching,” 2014 2nd International Conference on Information and Computer Technology (ICICT), 2014.
- [3] 孟, 石井, 藤川, 落合, 泉, 山崎, “甲骨文字認識プロジェクト-画像処理とGPUを用いた甲骨文字の高速認識”, 電子情報通信学会総合大会, 2015.
- [4] 石井, 藤川, 孟, 山崎, “甲骨文字認識における文字データベースの作成”, 電子情報通信学会総合大会, 2015.
- [5] B.Su, S.Lu, S.Tian, J.Lim* and C.Tan “Character Recognition in Natural Scenes Using Convolutional Co-occurrence HOG” 2014 22nd International Conference on Pattern Recognition, 2014.