

甲骨文字原画像からの特徴点抽出と類似テンプレートの検索 Feature Extraction from the Original Images of Oracle Bone Inscriptions and Searching Similar Templates

岸雅大[†] 石井康史[†] 孟林[†] 山崎勝弘[†]
Masahiro Kishi Koji Ishii Lin Meng Katsuhiko Yamazaki

1. はじめに

甲骨文字は中国殷代の象形文字であり、漢字の祖形とも言われている。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 つの原画像に対し、その文字に対応するテンプレート画像とのマッチングにより認識を行ってきた[1]。本研究では、甲骨文字原画像からの特徴点の抽出と分類、特徴点のみを用いた類似テンプレートの検索実験を行い、考察する。

2. 甲骨文字の特徴量を用いた認識

2.1 甲骨文字の特徴量とデータベース

図 1 に甲骨文字の特徴量とデータベースの構造を示す。本研究では、特徴量として特徴点の数、線の本数、線の角度を定義する。特徴点は文字に含まれる端点、角点、分岐点、交差点を抽出した総数である。線の本数は特徴点の間に存在する線を 1 本と数えた総数である。線の角度は直角(0~90 度)、鈍角(91~180 度)の 2 種類である。それらの特徴量と甲骨文字のテンプレート画像を 100 文字分保存した甲骨文字データベースを作成した。テンプレートは文字の傾きがなく線分の太さが統一された甲骨文字画像である。甲骨文字データベースには最終的に 2000 文字分を登録する。

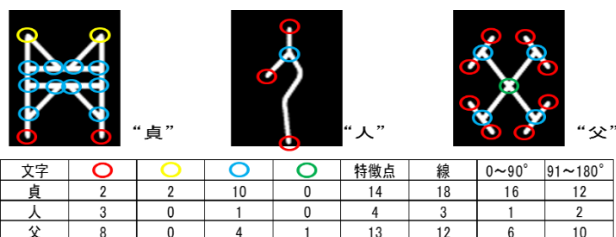


図 1 甲骨文字データベースの構造

2.2 甲骨文字認識システム

本研究での甲骨文字認識システムを図 2 に示す。原画像からガウシアンフィルタ、2 値化、ラベリングによって、ノイズを除去した画像から、Histograms of Oriented Gradients(HOG)を用いて特徴点を抽出する[2]-[3]。抽出した特徴点から、線の本数、角度を抽出する。また、ラベリング後の画像に細線化、ハフ変換を行って骨格を抽出する。さらに、抽出した特徴量を用いて、甲骨文字データベースに存在する全テンプレートの特徴量とのマッチングを行い、認識対象と類似するテンプレートを自動的に抽出する。それらと原画像との類似度を計算して、最大のものを認識結果とする。

[†]立命館大学大学院理工学研究科 Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University.

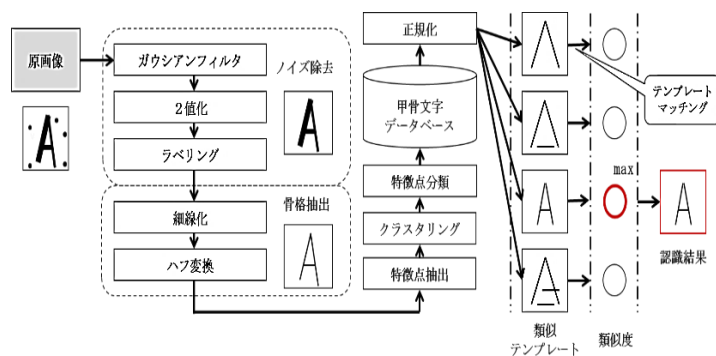


図 2 甲骨文字認識システム

3. 甲骨文字原画像からの特徴点抽出と分類

3.1 甲骨文字原画像からの特徴点抽出

HOG 特徴量を用いた甲骨文字テンプレート画像からの特徴点抽出の手法[2]を応用して、甲骨文字原画像からの特徴点抽出を行った。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。

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\text{image}(y+1,x) + \text{image}(y+2,x) - \text{image}(y-1,x) - \text{image}(y-2,x)}{\text{image}(y+1,x) + \text{image}(y+2,x) - \text{image}(y-1,x) - \text{image}(y-2,x)} \dots (1)$$

2 値化された画像に輪郭角度計算を行うと、-45°、0°、45°、90° の 4 つに分類される。次に、計算された角度と輪郭の画素を用いて特徴点の抽出を行う。しかし、甲骨文字原画像には、文字の歪みが多いため、角度の変化点をうまく抽出することができない。そこで、図 3 に示す除去パターンを用いて注目画素が直線の一部か角度の変化点かを判断し、直線の一部の場合は画素を削除する。最後に抽出した変化点に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。クラスタリングでは、注目画素の周囲を参照して画素があるかどうかを判断し、ある場合はその点を一つにまとめる(図 4(c))。今回の実験では、クラスタリングで参照する範囲は 4×4~7×7 の間で静的に決めている。実際の処理例を図 4 に示す。

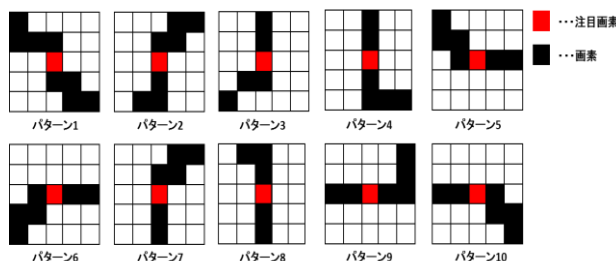
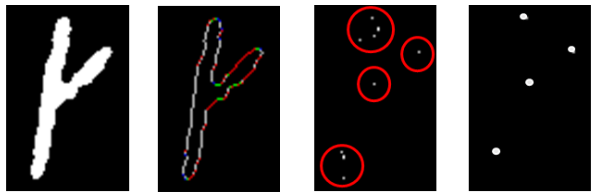


図 3 画素の除去パターン例



(a) 原画像 (b) 輪郭抽出 (c) クラスタリング (d) 特徴点抽出

図 4 特徴点の抽出例

3.2 原画像からの特徴点の分類

特徴点の分類例を図 5 に示す。抽出した特徴点と細線化された原画像を用いて、図 5(d)の赤枠のように特徴点の周囲を参照し、その特徴点と接している線の本数を調べる。接している本数が 1 本なら端点、2 本なら角点、3 本なら交差点、4 本以上なら交差点として分類を行う。図 5(d)の場合は接している線が 3 本となるので分岐点である。今回の実験では、参照する範囲は $4 \times 4 \sim 7 \times 7$ の間である。

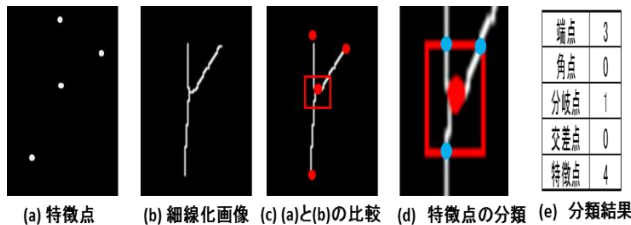


図 5 特徴点の分類例

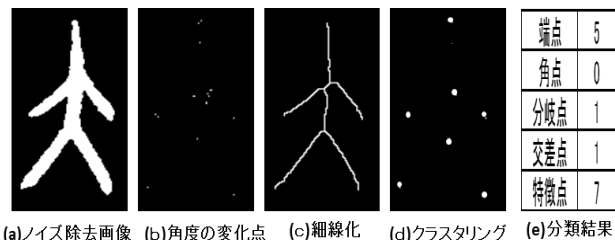
4. 実験

4.1 実験内容

甲骨文字の拓本より抽出し、ノイズ除去後の画像 10 文字に対して特徴点の抽出を行い、それらを用いて類似テンプレートの検索実験を行った。本研究で用いる CPU は、Intel Corei7-3820 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。

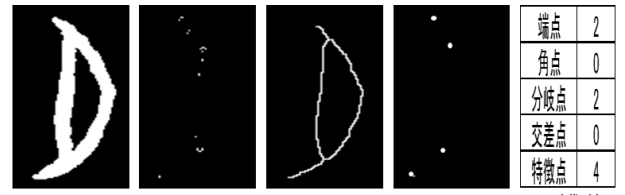
4.2 実験結果と考察

図 6, 図 7 に“久”, “弓” のノイズ除去後の原画像に対する特徴点抽出と分類の結果を示す。また, “亡” の実験結果を用いて類似テンプレートを検索した結果を図 8 に示す。



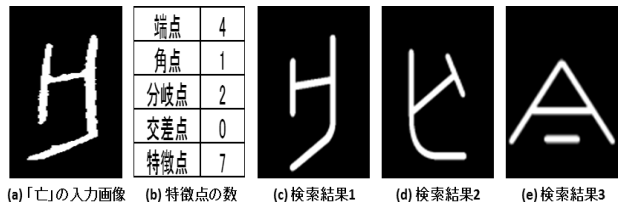
(a)ノイズ除去画像 (b)角度の変化点 (c)細線化 (d)クラスタリング (e)分類結果

図 6 「久」のノイズ除去画像による実験結果



(a)ノイズ除去画像 (b)角度の変化点 (c)細線化 (d)クラスタリング (e)分類結果

図 7 「弓」のノイズ除去画像による実験結果



(a)「亡」の入力画像 (b) 特徴点の数 (c) 検索結果1 (d) 検索結果2 (e) 検索結果3

図 8 「亡」に対する類似テンプレートの検索結果

今回の実験では、原画像 10 文字の中で 7 文字に対して正確に特徴点の抽出と分類を行うことができた。図 6 と図 7 の(b)では、図 3 の除去パターンを用いて、正確に角度の変化点を抽出することができている。クラスタリングによる特徴点抽出と、細線化画像を用いた特徴点の分類もできている。しかし、複雑な文字や線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うことができなかった。そこで HOG を用いた輪郭角度計算に用いる画素の範囲と、クラスタリングの閾値を適切に設定することで、より高精度な特徴点抽出に繋がると考えている。

類似テンプレートの検索では、今回は特徴点のみで検索をしたので、図 8 のように類似テンプレートが複数検索されている。今後、線の本数や角度なども用いて検索することで、より正確に検索できると考えている。さらに、甲骨文字データベースの文字数を増やすこと、及び線の本数や角度も用いた類似テンプレートの検索が今後の課題である。

5. おわりに

本論文では、HOG 特徴量におけ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、甲骨文字の原画像から特徴点を抽出する方法を述べた。また、ノイズ除去後の原画像からの特徴点の抽出と分類、甲骨文字データベースから原画像に類似したテンプレートの検索を行った。今後の課題として、歪みの多い原画像からの特徴点、線の本数、角度の抽出、及び、それらを用いた類似テンプレートの検索と認識などがあげられる。

参考文献

- [1] L.Meng, Y.Fujikawa, A.Ochiai, T.Izumi and K.Yamazaki, "Recognition of Oracular Bone Inscriptions Using Template Matching", International Journal of Computer Theory and Engineering, Vol.8, No.1, pp.53-57, 2016
- [2] 藤川, 石井, 孟, 山崎, "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", 情報処理学会第 78 回全国大会, 1N-07, 2015.
- [3] 石井, 藤川, 孟, 山崎, "特徴量を用いた甲骨文字の候補テンプレート抽出と認識", 情報処理学会第 78 回全国大会, 1N-08, 2015.