

書道学習支援を目的とした文字の構造解析に関する検討

千歳科学技術大学 ○木村昂太郎 小田尚樹 青木広宙

要旨

書道の学習において、指導者の書字動作を学習者が見て参考にする方法は有効であると考えられている。我々は、古典作品の書字動作をロボットアームが再現し、学習者がロボットアームの動作を見ることで、運筆やリズムなどの手本からは読み取りにくい書字動作をイメージすることを支援するためのシステム開発を目指すこととした。本稿では、作品の画像から筆順の自動生成を行うための第一歩として、文字のストロークの決定を行った。

1. はじめに

書道の学習は、古典作品を手本として真似て書くことから始まる、とされている。これを臨書と言う。書道教室など書道教育の現場では、指導者が生徒の目の前で臨書を行い、生徒が指導者の書字動作を見ることによって学習するというような方法が広く採られており、指導者に限らず、他者の書字動作を見ることで、学習者が参考にするという方法は有効であると考えられている。われわれは、既に作者が亡くなっているような古代の書道作品の画像データから、その作品を書くための書字動作をロボットアームが再現するシステムの研究開発に取り組んでいる。

ロボットアームに書字動作を登録する際に問題となるのは、人の腕とロボットアームは構造が厳密に同じではないため、人の書字動作をそのまま登録できないことが挙げられる。すなわち、ロボットアームにとって最適な書字動作を登録するためには、作品の文字を画像処理によるストローク解析することでロボットアームの制御信号を生成する必要がある。画像を用いた文字のストローク解析については、アルファベットを対象とした先行研究があるが[1]、漢字を対象としたものは十分な精度が得られているとはいえない[2]。

本研究では、ロボットアームに書字動作を行わせるための制御信号を作品の画像から生成することを目的として、作品中の文字のストローク解析について提案し、基礎的検討を行った。

2. 提案手法

本研究の目的は、文字の筆順の自動生成を行うために、

文字のストロークの解析を行うことである。

まず、原画像に対して二値化処理を行い、さらに細線化処理を行う。そして文字に対応する画素において、周囲 8 近傍の画素値の和を求めることで、端点と交点を決定する。値が 2 となる画素は端点となり、値が 4 以上の画素は交点として決定される。交点と端点、交点と交点、あるいは端点と端点を結ぶ線分においては、画素値は 3 となる。そして、端点あるいは交点を始点として探索を行う。探索は次の地点の画素値が 3 である限り継続し、3 以外の値の画素に進んだ場合、その画素を終点とし、探索を終了する。

得られた探索経路はひとつのセグメントとして配列に格納される。以上の手順で、文字に対応する全画素の探索を行う。次に、セグメント同士を連結させるために、2次元高速フーリエ変換(2DFFT)による方向フィルタを適用することで、セグメント内の画素の方向性の分布を求める。2DFFTが適用された文字の細線化画像において、図1に示す角度10度のマスクを適用し、逆変換することでマスクの角度に対応した画素のみが抽出される。各セグメントで、マスクの方向を0度から180度まで1度ずつ変化させたときに現れる画素数をヒストグラムとしてカウントし、方向性ヒストグラムの類似が見られるものを連結させ、これをストロークとして決定する。

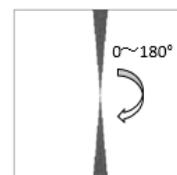


図1 方向マスク

3. 解析結果

ここでは、楷書体の筆文字「天」を原画像として、提案手法を用いた文字のストローク解析を試みた。提案手法による解析結果を図 2~6 に示す。図 2 の原画像に対し細線化処理を適用し、セグメントを抽出した結果が図 3 である。セグメントは 1~8、端点は a~f、交点は A~C とそれぞれ決定された。交点 A~C と隣接するセグメントの方向分布を示す正規化ヒストグラムをそれぞれ図 4~6 に示す。交点 A について、セグメント 2 と 5 の方向分布が類似していることから、これらが連結される。同様にして、交点 B について、セグメント 3 と 4、セグメント 7 と 8 が連結される。

しかし、交点 C については、方向分布の類似性が見られず、セグメントの連結は困難であった。理由として、細線化の際に周りの 픽セルに影響されて処理が行われてしまうことが挙げられたため、既に連結されたセグメントに対応する 픽セルを除去し、同様の手順で解析を行った。再解析結果を図 7~9 に示す。ストロークが決定したセグメントの 픽セルについて除去を行った結果が図 7 である。これを細線化し、同様の手順でセグメント抽出した結果が図 8 である。図 9 は交点 C における正規化ヒストグラムである。図 9 について、セグメント 1 と 2 に方向分布の類似性が見られたため、これらを連結した。図 6 と比較して、再解析によって方向分布が変化したことが示された。

4. おわりに

本研究では、文字の筆順の自動生成を行うため、文字のストローク解析を行うアルゴリズムを提案した。方向性がほぼ等しいセグメント同士に関しては、セグメント連結が容易であったが、方向性が類似しない形については、再解析を導入する必要がある。

今後は、フーリエ記述子による符号化を導入し、セグメントの角度の連続性に注目したセグメント連結を行う予定である。

参考文献

- [1] Yoshiharu Kato, Makoto Yasuhara. Recovery of Drawing Order from Single-Stroke Handwriting Images. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 22, No. 9, 2000
- [2] 安倍広多, 柴山守. 計算幾何学を用いた毛筆文字画像

からのストローク抽出. 信学技報, Vol. 105, No. 615, pp. 73-78, (2006-2). (PRMU2005-2014).



図 2 原画像

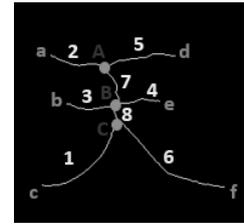


図 3 セグメントと特徴点

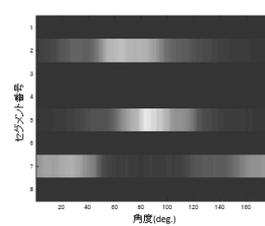


図 4 交点 A における正規化ヒストグラム

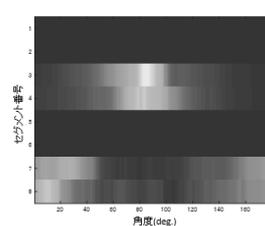
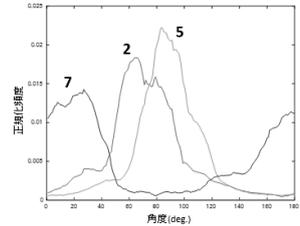


図 5 交点 B における正規化ヒストグラム

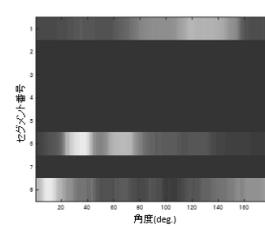
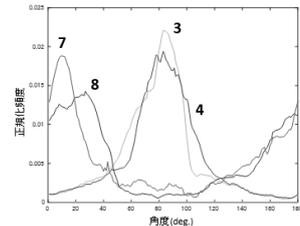


図 6 交点 C における正規化ヒストグラム

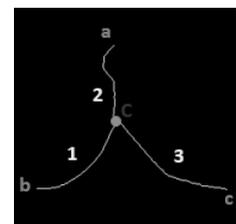
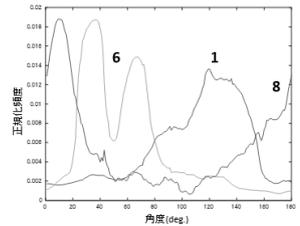


図 7 ピクセル除去後の画像 図 8 セグメントと特徴点

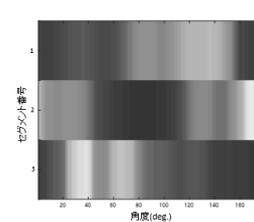


図 9 交点 C における正規化ヒストグラム

