

筆者認識の手書き文字切出し法に関する検討

Investigation of Handwritten Character Segmentation for Writer Recognition

大川 学†
Manabu Okawa

1. まえがき

手書き文字認識や筆者認識に関する研究は、様々な手法が提案され、高い認識率を得ている[1]。但し、これらの手法の大部分は、定められた枠内に各文字が独立して記載されていることを前提として検討されていることに注意しなければならない。そのため、これらの手法は、単語・署名・文章等で構成される手書き文字特有の文字のピッチ間隔・文字大きさの不安定さ、接触・入り込み文字等が存在する手書き文書にはそのまま適用できない。

近年になり、手書き文書からの個々の文字切出しに関する手法が提案され、図形的特徴に基づく文字切出し法としては、ラベリングによる方式[2][3]、射影ヒストグラムによる方式[4]等がある。また、それらに知識処理を導入した方式[3]等も報告されている。しかし、これらの手法は、文字間隔に対して文字列間隔が近接する場合、文字列方向が不規則な場合、文字の大きさが文章内で大きく異なる場合等の複雑な文書には十分に対応できない。また、筆者認識において、単語や句など解析者の意図により複数の文字を単位として外接矩形を求める場合には直接応用できない。

そこで本研究では、手書き文書には接触文字よりも入り込み文字が多いことを想定し、入り込み文字に焦点を当てた、任意の文字数に対応した文字切出し手法として、仮外接矩形のラベリングによる文字切出し法を提案し、その検討を手動と自動それぞれについて検討を行った。実験結果に関しては、今回は手動による切出しについてのみ示す。

2. 筆者認識と文字切出し法

筆者認識において、文字切出し処理の結果の如何によってはそれ以降の解析に多大な影響を及ぼすため、確実に行われなければならない。

また、筆者認識では、手法の全自動化よりも科学的・客観的にどのようにして真実を解明できるかが重要である。そのため、文字切出しに関しては必ずしも全自動である必要はなく、処理の目的によっては1文字ではなく単語・句等、解析者の意図による単語や句等の複数文字を単位とした切出しが必要になることもある。したがって、解析者がコンピューターとインタラクティブに文字が切出せるシステムの構成の方が都合がよいと考える。

3. 提案手法

3.1 提案手法の概要

本研究では、仮外接矩形法(後述)を導入し、図1のように切出し文字数、切出し位置の範囲設定を解析者が自由に行えるようにシステムを構成した。また、主に手動による文字切出しを目的とするが、データが大量にある場合に適用できるように文字切出しの自動化についても検討した。

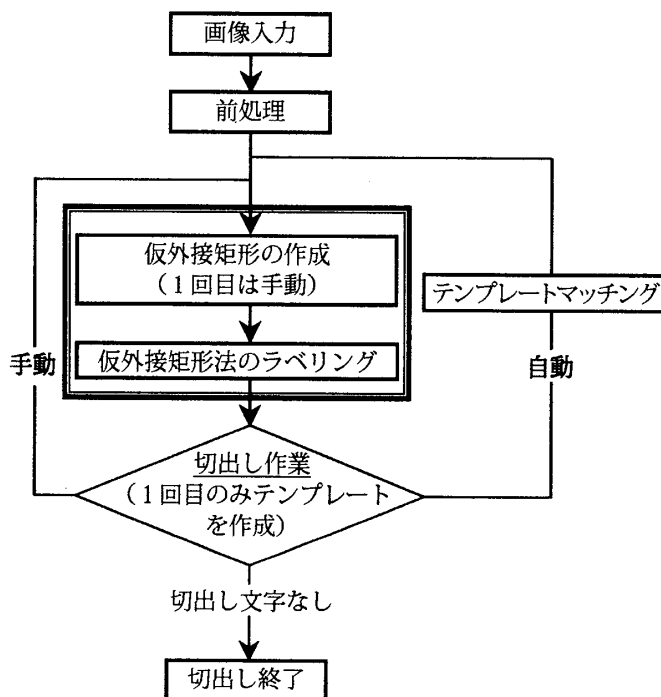


図1 提案手法の概要(一人分の文字切取り)

3.2 提案手法の詳細

(1) 画像入力と前処理

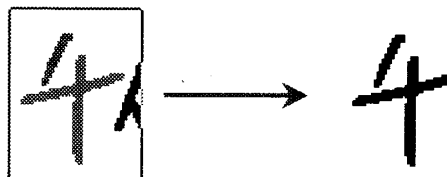
画像入力では、200dpiのグレースケールでサンプルの画像を入力し、3×3の論理マスクによる孤立画素除去等の処理、固定閾値法による画像の2値化を行う。

(2) 仮外接矩形法

本手法では、任意の複数文字をインタラクティブに切出すにはラベリングによる方法がよいと考え、仮外接矩形を描いてからその全体にラベリングを行うことを利用した文字切出し法(以下、仮外接矩形法)を提案する。

その手順は次のとおりである(図3参照)。

- ① 解析者が切出す文字の外側を切出す文字に重ならないような大きさと向きで矩形選択し、それに沿って仮外接矩形を描く。
- ② 仮外接矩形内に8連結領域のラベリングを行う。
- ③ 仮外接矩形と同じラベルの黒画素を除く。

図3 仮外接矩形法による文字切出し例
(左側画像: 暗←小ラベル→大→明)

†警視庁科学捜査研究所

この方法は、切出し対象文字の外接矩形内に他の文字画線が入り込んだ場合、他の文字画線が孤立して存在せず、必ず仮外接矩形と交差することの想定に基づく。

(3) 文字の自動切出し

仮外接矩形法は、手動による作業を前提としている。しかし、サンプルが多い場合の解析者の負担削減のため、本手法では文字の自動切出しとして、1回目の手動切出しの仮外接矩形法で求めたパラメータを用いテンプレートマッチングによる自動切出し法について検討を行った。その手順は次のとおりである。

- ① 1回目に、仮外接矩形毎の左上・右下座標の保存。
- ② 1回目に、仮外接矩形法で求めた外接矩形のテンプレートとその左上・右下座標の保存。
- ③ ②で求めた各テンプレートと対象画像をテンプレートマッチングにより文字位置検出を行い、①②で求めたパラメータを用い仮外接矩形法による文字切出しを行う。評価は次式の最大値により行う。

$$d(x,y) = \sum_{v=0}^{n-1} \sum_{u=0}^{m-1} \left\{ I \left(x - \frac{m}{2} + u, y - \frac{n}{2} + v \right) \cdot T(u,v) \right\}$$

但し、入力画像(x,y)の画素値 I(x,y)、テンプレート(u,v)の画素値 T(u,v)でサイズ m×n。高速化のため、u、vは仮外接矩形の範囲内とする。

- ④ 残りの手書き文書全てに対し③の処理を繰り返す。

この方法は、これまでに指摘されているように[3]、複雑な状況下の文字の完全な切出しには認識と切出しの繰り返し (Recognition and Segmentation Cycle、RS-サイクル) が必要と考えられていること、また、一人の記載者内では文字の構成・形態、位置が大きく変化せず安定していることの想定に基づく。この方法については、引続き現在も計算速度や精度等について検討中である。

4. 実験

(1) 実験データ

1枚の用紙に印刷された縦 1.5cm×横 7cm の各記載枠に、日常で頻繁に用いられるボールペンを用いて成人7名に 11回記載してもらった「東京都千代田区」の文字列 (一人 77文字、全 539文字) のサンプルに対し、記載者毎に 1文字を単位とした文字切出しを行った。なお、今回は、自動化については現在も引続き検討中であり、以降の結果は、手動による切出しのみを示す。

図4に射影ヒストグラムとその谷に基づいた文字切出し目安の垂線の画像と手動による切出し結果を示す。

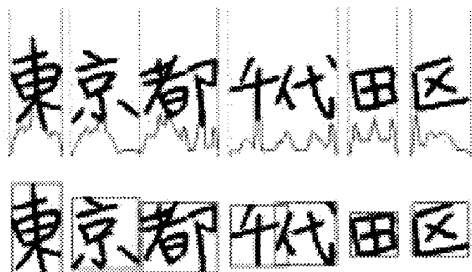


図4 射影ヒストグラム(上)と手動文字切出し結果(下)

図4に示すように、射影ヒストグラムでは切出せない「千代」の入り込んだ文字が正確に切出せている。

また、表1に、サンプルの1文字毎の手動文字切出し成功率を示す。その評価方法は次の式に基づく。

$$\text{文字切出し成功率 (\%)} = \left(\frac{\text{切出し成功文字数}}{\text{全サンプル文字数}} \right) \times 100$$

なお、図5に、より複雑な手書き文書に仮外接矩形法による手動の文字切出しを適用し、成功した例を示す。

No.	成功率
1	100%
2	100%
3	81.8%
4	92.2%
5	100%
6	94.8%
7	97.4%
全体	95.2%

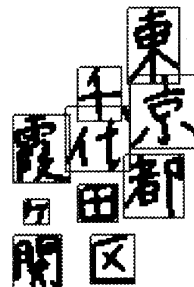


表1 手動切出し成功率 図5 複雑文書の手動切出し
図6に、仮外接矩形法による切出し失敗例を示す。

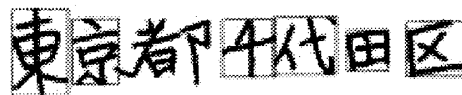


図6 仮外接矩形法による手動文字切出し失敗例

仮外接矩形法は入り込み文字にのみ焦点を当てているため、今回、切出しを失敗した文字は、全て接触文字であった。しかし、入り込み文字は全て確実に切出せた。

5. むすび

本手法は、入り込み文字に焦点を当てたインタラクティブな文字切出し手法を提案し、仮外接矩形法による手動文字切出しの実験を行った。これにより複雑に入り込んだ文字や複数文字を切出せる可能性が示された。

本手法では文字位置検出は手動により行い、今回は仮外接矩形法の性能について示した。文字の自動切出しについては現在検討中であるが、一部のサンプルでは良好な結果を示しつつも、計算速度や精度の面では改良しなければならず、認識における次元削減等も含めて引続き検討していく予定である。また、本手法では接触文字には対応できず、改良が必要であるが、接触文字の強制切断は本来の文字の構成・形態を崩し、後の文字の特徴抽出に大きく影響することが考えられ、別の観点からも慎重に検討していきたい。

参考文献

- [1] 梅田三千雄、三好健生、三崎輝市、“自己想起型 ニューラルネットワークによる筆者識別と照合”、電学論、Vol.122-C、No.11、pp1869-1875、2002。
- [2] 馬場口登、塚本正敏、相原恒博、“手書き日本文文字列からの文字切り出しの基礎的考察”、信学論、Vol.68-D、No.12、pp.2123-2131、1985。
- [3] 馬場口登、塚本正敏、相原恒博、“認識処理の導入による手書き文字切り出しの一改良”、信学論、Vol.69-D、No.11、pp.1774-1782、1986。
- [4] 井野英文、猿田和樹、加藤寧、根元義章、“ストローク情報に基づく手書き郵便宛名の切出しに関する一手法”、情処学論、Vol.J38、No2、pp280-289、1997。