

罫線の入った手書き文書画像からの行切り出し

1D-9

樋口宗蔵 吉川大弘 鶴网信治

三重大学工学部

1. はじめに

印刷文書画像の行切り出しに関しては、有効な手法が提案されている[1][2]。しかし、手書き文書では、罫線の入った用紙に書かれる場合が多く、上下または左右の行が接触している場合があるため、これらの方法を使用しても、文字認識が十分な精度で実行できない。そこで、本稿では、文字認識の正読率を向上させるために、罫線の除去と行切り出し法について報告する。

2. 罫線除去

対象となる文書画像について、水平方向に投影した周辺分布を求め(図1)、その高さを m_i ($i=0, 1, 2, \dots, N$; N :画像の高さ)とする。周辺分布の値の急激な変化を以下の式で見つける。

$$\text{上りエッジ} \quad \frac{m_i}{m_{i-1} + a} > b$$

$$\text{下りエッジ} \quad \frac{m_i}{m_{i+1} + a} > b \quad (a, b \text{ は定数})$$

上りエッジと下りエッジの間隔 d が c (c は定数) 以下のとき、その範囲を1次罫線候補とする。上りエッジまたは下りエッジのみが見つかった位置は2次罫線候補とする。1次罫線候補の位置全てを移動させ、元の1次罫線候補の位置との重なりを調べる(図2(a))。重なりが、ある数 n を初めて越えたときの移動量を罫線間隔と推定し、重なりがあった1次罫線候補は、仮罫線位置とする(図2(b))。推定罫線間隔 s で連続して並んでいる仮罫線の本数が最も大きかった範囲を罫線位置

と確定する(図2(c))。罫線位置を基にし、罫線間隔の周期上の1次罫線候補および2次罫線候補も罫線位置とする。罫線位置の間隔が広い所に関しては、その間隔から入るべき罫線数を推定し補間する(図2(d))。罫線幅については、1次罫線候補による罫線はそのままの幅とし、2次罫線候補による罫線と補間した罫線については、罫線幅は c とする。罫線位置の上りエッジ側と下りエッジ側の両側から以下の除去条件を用いて罫線を削り除去する。

(1)上から削るときにの除去条件：

注目画素の上3近傍に黒画素が無いとき注目画素を白にする。

(2)下から削るときにの除去条件：

注目画素の下3近傍に黒画素が無いとき注目画素を白にする。

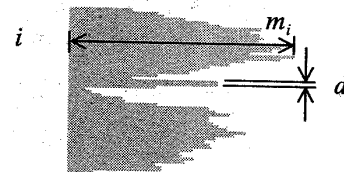
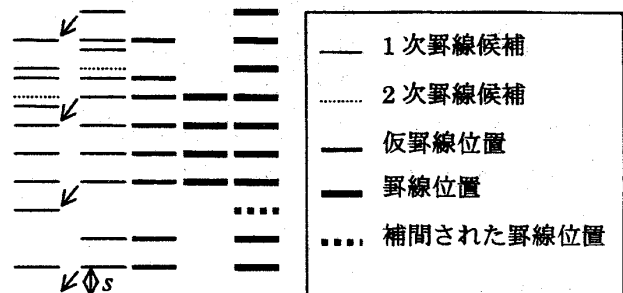


図1. 周辺分布



(a) (b) (c) (d)

図2. 罫線位置の推定の様子

Segmentation of a Character Line from a Handwritten

Document Image with Ruled Lines

Muneyoshi HIGUCHI, Tomohiro YOSHIKAWA,

Shinji TSURUOKA

Faculty of Engineering, Mie University

3. 行切り出し

(1) 行の切り出しを行う前に、文書画像における平均的な文字の大きさを測定する。文書画像において各連結成分の外接矩形 CR_i (幅 w_i , 高さ h_i) ($i=1,2,\dots,n$; n : 画像中の連結成分の数) を考え、以下の条件を満たす矩形の高さ、幅の平均から、文字の幅 \bar{w} 、高さ \bar{h} を推定する。図3に外接矩形 CR_i 、図4, 5にそれぞれ条件1, 2を満たす範囲、条件3を満たさない矩形の例を示す。

条件1: $\max(w_i, h_i) > c$

条件2: $\max(w_i, h_i) / \min(w_i, h_i) < 3$

条件3: (矩形内の連結成分の数) ≤ 2

(2) 水平方向に周辺分布を求め、 $\bar{h}/2 < rl < 2\bar{h}$ (rl はランレングス)の範囲で最大の rl を周辺分布から見つけ、その位置で行を切り出す(図6)。切り出された矩形それぞれについて幅 \bar{w} の最大値フィルタを適用し、一定しきい値で文字列に切り出す。そして文献[1]の方法で文字列の統合を行い、行の切り出し結果とする。

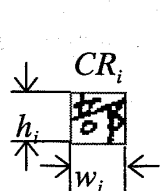


図3. 外接矩形

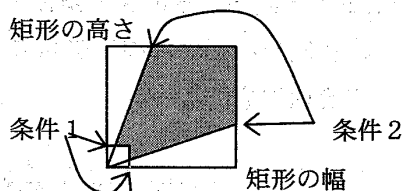


図4. 条件1と条件2を満たす範囲 (灰色部)



図5. 条件3を満たさない矩形の例

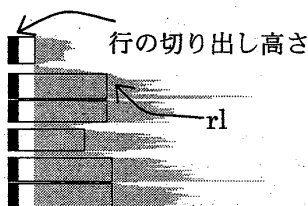
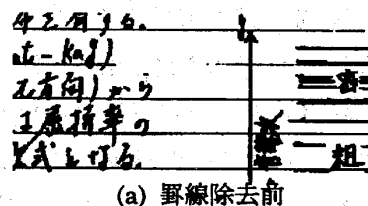


図6. 周辺分布上の切り出し位置

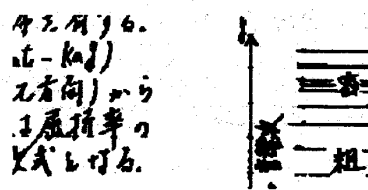
4. 実験結果

学生が提出した手書きの実験レポートをイメージスキャナから 120DPI で取り込んだ 9 画像に対して罫線除去と行切り出しの実験を行った。罫線除去の結果例を図7に、行切り出しの結果例

を図8に示す。定数は $a=3, b=1.5, c=DPI/25.4$ (DPI は画像の解像度) とした。罫線除去を行わないで行切り出しを行った結果 280 行中 263 行 (93.9%)、罫線除去を行った後行切り出しを行った結果 280 行中 267 行 (95.4%) で行の切り出しが成功した。行切り出し失敗の多くは、数式行であった。



(a) 罫線除去前



(b) 罫線除去後

図7. 罫線除去結果例

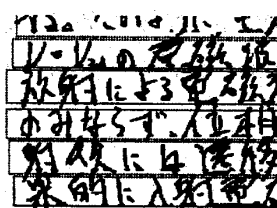


図8. 行切り出し結果例

5. おわりに

罫線のある用紙に書かれた手書き文書画像から、罫線の周期性を利用した罫線除去法と、文字の大きさを考慮して周辺分布を利用した行切り出し法について述べた。今後は失敗部分である数式行の切り出し、および図表領域と文章領域の分離、文字認識との結合方法について検討していく予定である。

参考文献

[1] 秋山照雄, 増田功, "書式指定情報によらない紙面構成要素抽出法", 電子通信学会論文誌 (D), J66-D, 1, pp. 111-118, 1983-01
 [2] 後藤英昭, 阿曾弘具, "文字行の局所的な直線性を利用した頑健・高速な文字行抽出法", 電子情報通信学会論文誌 (D-II), J78-D-II, 3, pp. 465-473, 1995-03