

荒木禎史† 関海克† 小島啓嗣†
Tadashi Araki Haike Guan Keiji Kojima

1. はじめに

書籍原稿をフラットベッド型のスキャナで取り込んだ画像は、一般に綴じ部付近の形状が歪み、かつ、黒い影が生じる。我々は、使用したスキャナの機種に依存せずこのような画像の劣化を補正するために、画像中のページ外形や横書き文字行、罫線を利用する方式¹⁾を既に開発した。しかしながらこの方式は縦書きのスキャン画像には十分に適用できなかった。そこで今回、縦書き画像の歪みを、やはりスキャナに依存せず、行頭/行末の位置を利用して補正する方式を開発し、主観評価したので報告する。

2. 従来方式と問題点

まず、文献1)の方式の概要を以下に説明する。

2.1. 垂直方向の補正

書籍の上辺、下辺の各近傍のページ外形、罫線、横書き文字行をこの優先順位で抽出し、両者が平行となるように、水平方向の各位置における伸張率を求めて垂直方向に伸張する(図1)。

2.2. 水平方向の補正

画像を縦長の短冊領域に分割し、各領域における文字の外接矩形の(幅)/(高さ)の平均を求め、全短冊領域においてその値が等しくなるように伸張率を求めて水平方向に伸張する(図2)。

2.3. 輝度の補正

画像を小矩形領域に分割し、各領域の最大輝度値が白となる比を領域内の各画素値に乘じる。

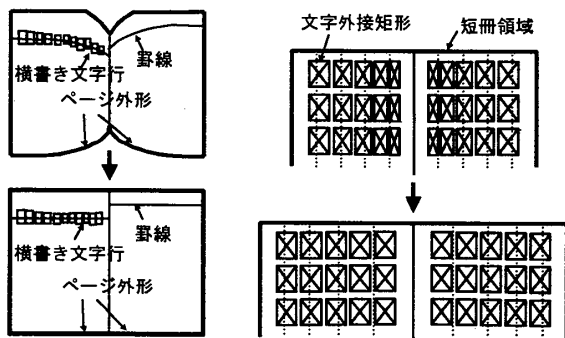


図1 垂直方向の補正

図2 水平方向の補正

ここでの文字行はあくまで横書き文字行を対象としているため、縦書き画像の場合は、画像中にページ外形もしくは罫線が存在していなければ補正ができないという問題があった。

3. 提案方式

基本的には、各縦書き文字行について行頭および行末の位置を抽出し、それぞれを結んだ折れ線の近似曲線を求め、両者が平行となるように垂直方向の補正をする。しかしながら、行頭には段落の一字下げがあり、また、全ての行末がページの下まで達しているとは限らないので、全行の行頭/行末を利用するとかえって歪みが增大する恐れがある。

そこで、行頭/行末の中から適切なもののみを選択して近似曲線を求めるという方針の下、以下のように行う。なお、ここでは主に行頭について説明するが、行末についても画像の上下関係を反転させれば基本的に同様である。

3.1. 行外接矩形の抽出(図3)

3.2. 行頭位置に関する行数ヒストグラムの構成

画像を一定幅の横領域に分割し、各領域に存在する行頭の数を求める(図3)。

3.3. 探索開始行の決定

ヒストグラム値が最大の領域(図3の α)に行頭が含まれ、かつ、最もページの端に近い行(a)を選択し、これを探索開始行(最初の選択行)とする。

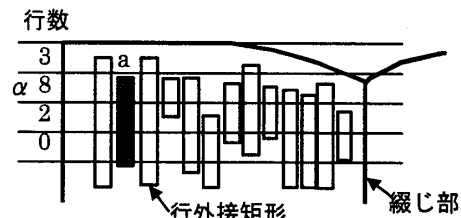


図3 縦書き文字行の選択(1)

3.4. 平坦部での探索

探索開始行から始めて、綴じ部側に向かって文字行を選択していく。そこでは、最新の選択行(図4のb)の行頭位置からページ外側へ一定距離離れた直線(L1)と、選択行の行頭から内側へ向かって一定角度で引いた直線(L2)に挟まれた領域に行頭が存在する行(c)を次の選択行とする。

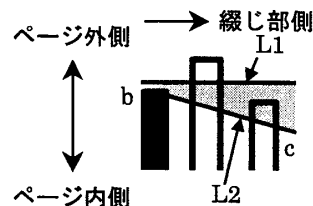


図4 平坦部での探索

†(株)リコー ソフトウェア研究所
Software Research Center, Ricoh Co., Ltd.

3.5. 平坦部/歪み部の切り替え

連続する選択行の行頭の位置の差が予め定めた一定値以上となれば、以後歪み部とする。

3.6. 歪み部での探索

連続する2つの選択行 (図5のd, e) の行頭を結ぶ直線 (L3) と、最新の選択行 (e) の行頭からページ内側へ向かって一定角度で引いた直線 (L4) に挟まれた領域に行頭が存在する行 (f) を次の選択行とする。

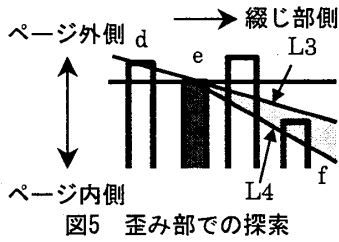


図5 歪み部での探索

3.7. 行頭位置の近似曲線算出

選択した行頭 (図6の着色した矩形の行頭) を結ぶ折れ線 (図6のC) の近似曲線を算出する。

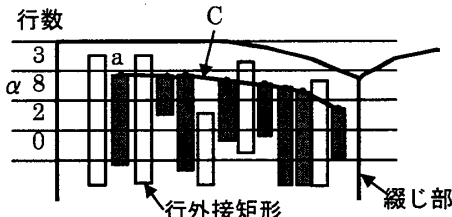


図6 縦書き文字行の選択 (2)

3.8. 垂直方向の補正

行頭位置の近似曲線と、同様に求めた行末位置に関する近似曲線との関係が平行となるように、垂直方向に画像を伸長する (図7)。

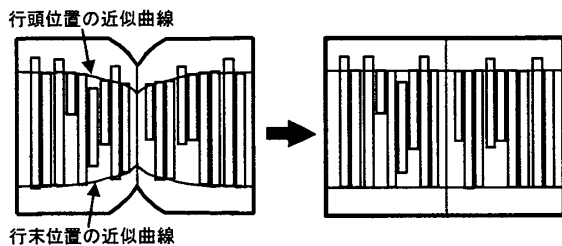


図7 縦書きの場合の垂直方向の補正

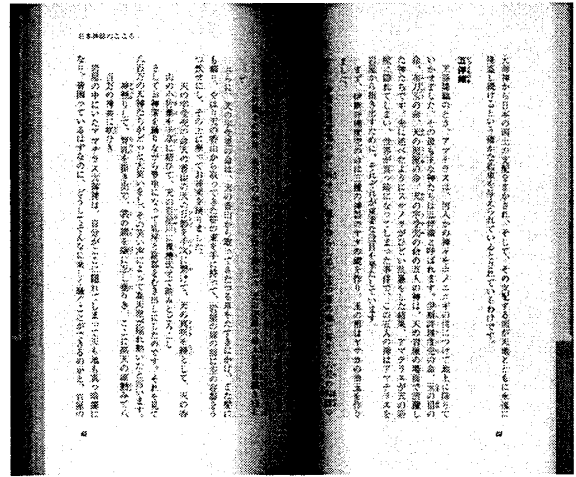
3.9. 水平方向の補正と輝度補正

水平方向の補正と輝度補正は、文献 1)と同様に行う。

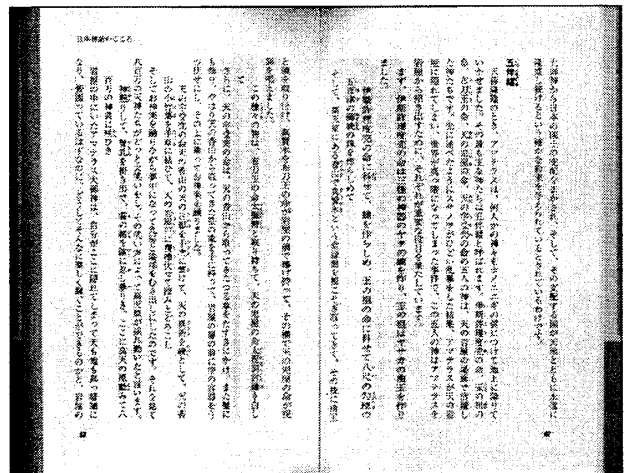
4. 補正実験と評価結果

4.1. 補正実験

縦書きの見開き書籍原稿 10 枚を、200dpi, モノクロ 8bit で取り込み、上記方法で補正した。補正前後の画像例を図 8 (a), (b)にそれぞれ示す。



(a) 補正前



(b) 補正後

図8 画像補正例

4.2. 主観評価結果

補正前後の画像を目視で比較し、5段階評価した結果を表1に示す (被験者 13 人)。平均的にやや歪みが気になるものの、元画像よりは相当に改善されているという結果が得られた。

表1 主観評価結果		5.0: 歪みが完全に補正されている
縦書き 10 枚	主観評価値 (平均)	4.0: やや歪みが残っているが気にならない
	3.69	3.0: 歪みが気になるが元画像よりは改善されている
		2.0: 元画像と同程度の歪みである
		1.0: 元画像よりも歪みが大きく不自然である

5. まとめ

スキャナに依存せず、かつ、縦書きの書籍原稿スキャン画像を補正する方式を開発し、有効性を確認した。今後は補正精度の向上、カラー原稿への対応や、定量的な評価方法の開発を行う。

参考文献

1) 荒木他, “罫線や文字 (行) を利用した書籍原稿スキャン画像の補正方式,” 信学ソサイエティ大会, D-11-84, p. 169, Sep. 2001.