

英文対応の書籍原稿スキャン画像の歪み補正方式 Distortion Correction Method for Scanned Book English Images

篠田 真希† 荒木 禎史‡ 小島 啓嗣‡
Maki Shinoda Tadashi Araki Keiji Kojima

1. はじめに

書籍原稿を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影が生じる。このような画像の劣化を画像中のページ外形・罫線・文字行を利用して補正する技術は既に関連されている¹⁾。しかしながら、英文画像に対して問題が残されていた。すなわち、文字の矩形を抽出する際に隣接する文字同士が接触してしまう場合があり、それらの矩形を基に補正を行うと、補正結果の精度が低下する問題があった。今回、文献²⁾で提案されている文字の垂直方向成分に着目した方式を導入し、英文画像において、文字の垂直方向成分を利用した独自の補正方式を開発し、さらに、文字のマルチサイズにも対応した。この方式により、英文画像における補正精度が向上し、主観評価により効果が確認できたので報告する。

2. 従来方式と問題点

文献¹⁾の方式(従来方式)の概要を以下に説明する。

2.1 文字外接矩形抽出

従来方式では、ページ外形又は罫線が存在しない場合、文字行を利用して補正を行う。その場合、まず文字の外接矩形を抽出し、その矩形同士の統合により行を抽出する(図1)。

2.2 主走査方向の補正

行内の矩形の中心座標から近似曲線を生成し、その近似曲線が平行になるように主走査方向に伸張する。

2.3 副走査方向の補正

文字の外接矩形の幅/高さ(以下アスペクト比)の平均を主走査方向に分割した各短冊単位で求め、その値を基に副走査変倍率を求め伸張する。

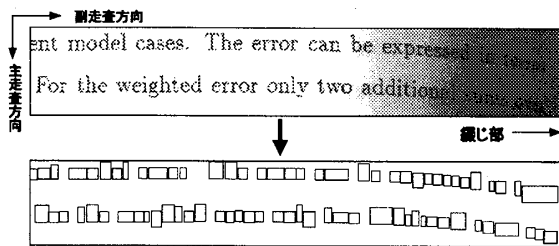


図1 従来方式による矩形抽出の例

(上:(a)元画像、下:(b)抽出した矩形)

2.4 従来方式の問題点

ところが、英文画像では日本語で書かれた画像と異なり文字のアスペクト比にばらつきがあり、また、文字同士が接触することが多いため(図2)、それらの外接矩形を基に主走査方向・副走査方向の補正を行うと、補正精度が低下するという問題があった。

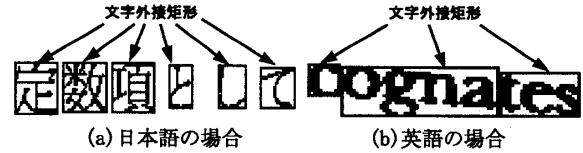


図2 文字外接矩形抽出の例

3. 提案方式

そこで、英文画像では文字の垂直方向成分(以下縦成分矩形)を抽出する方式²⁾を導入する。縦成分矩形の抽出後、主走査方向では縦成分矩形の統合による文字行の抽出を行い、副走査方向では縦成分矩形間のピッチから副走査方向変倍率を算出し補正を行う。さらに、英文画像では文字サイズが多様なため、主走査方向の補正では標準的な文字サイズを推定し、その文字サイズに応じて補正に利用する各種閾値(下記)を動的に切り替える(英文マルチサイズ対応)方式を提案する。

3.1 縦成分の矩形抽出

矩形抽出する際に、文字の垂直方向の黒画素のランレングスを抽出し、それらを統合することにより縦成分矩形を抽出する。ただし、ランレングスに制限(閾値)を設けて、予め定められた範囲内の長さの縦成分矩形を抽出する。図1(a)の画像を元画像とし、提案方式による縦成分矩形の抽出例を図3で示す。

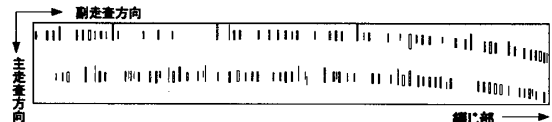


図3 提案方式による縦成分の矩形抽出の例

3.2 主走査方向の補正

縦成分矩形の抽出後、縦成分矩形同士の統合により行を抽出し、行内の縦成分矩形の中心座標から生成される近似曲線を利用し、補正する。ただし、より正確な行を抽出するために、縦成分矩形の主走査方向における中心座標を基準に、一定の長さ(閾値)に縮める(図4)。

3.3 マルチサイズ対応

画像の綴じ部を境に右部分・左部分の各指定領域内の文字外接矩形を抽出し、それらの矩形から標準矩形サイズを求め(図5)、その値を基に縦成分の矩形抽出におけるランレングスの抽出の閾値、縦成分矩形を主走査方向へ縮める長さの閾値を決定し、様々な文字サイズに対応する(図4)。

† リコーシステム開発株式会社

‡ 株式会社リコー ソフトウェア研究開発本部

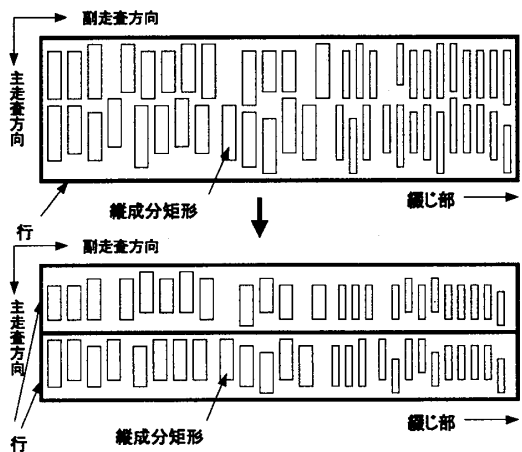


図4 縦成分矩形を縮めた場合の行抽出の例

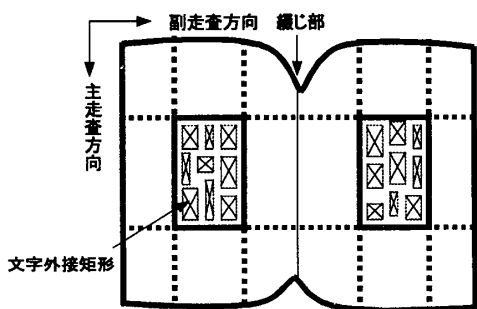


図5 指定領域内の矩形抽出の例

3.4 副走査方向の補正

副走査方向における文字の縦成分矩形の中心座標間のピッチの平均を短冊単位で求める(図6)。概要を以下に説明する。

縦成分矩形Aと副走査方向に隣接する縦成分矩形Bの中心座標間の距離($W = X_1 - X_0$)を求め、さらに縦成分矩形の中心座標間の midpoint ($C = (X_0 + X_1) / 2$)を求め、Cが属する短冊領域を求める(図6の場合、Cは短冊領域 α に属する)。各短冊領域内の距離Wの平均を求め、その値を基に非歪み領域と歪み領域でピッチが等しくなるような副走査方向変倍率を算出し伸張する。

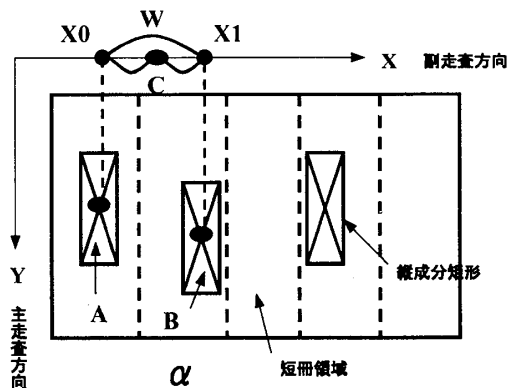
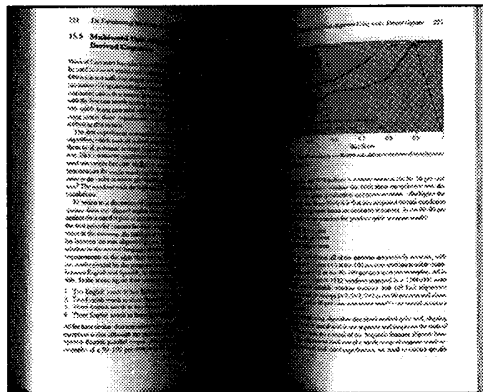


図6 縦成分矩形の各短冊領域内の距離Wの算出

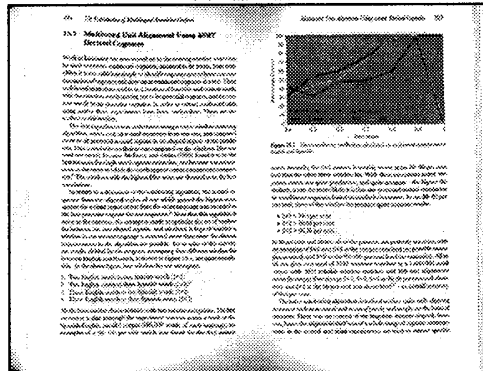
4. 補正実験と評価

4.1 補正実験

英文の見開き書籍原稿 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 7 (a), (b)にそれぞれ示す。



(a) 補正前



(b) 補正後

図7 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15人)。平均的にほぼ歪みが気にならない程度になり、元画像よりもかなり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

| | 主観評価値 (平均) |
|-------|---------------|
| 英文10枚 | 3.83 |

- 5.0: 歪みが完全に補正されている
- 4.0: やや歪みが残っているが気にならない
- 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

本稿では、英文の書籍原稿画像を補正する方式を提案した。この方式により、英文画像の補正精度が向上した。今後は、さらなる補正精度向上や定量的な評価方法の開発を検討する。

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.
- 2) 宮崎他, “紙の変形を考慮した机上文書のハンドリング,” PRUM 2000-180(2001-1).