

湾曲原稿画像の伸張アルゴリズム

9K-1

初月 一好* 小澤 正樹* 入江 秀樹**
 *東京電力(株)システム研究所 **東京計算サービス(株)S I部

1 はじめに

画像のデータベースシステムにおいて文献資料などの書籍を画像として入力する場合、従来、イメージスキャナにより入力するのが一般的であった。しかしイメージスキャナでは原稿面を裏返す必要があり、資料を傷めたり入力作業の効率面で問題があった。書籍を上向き見開きのまま画像入力する事が出来れば解決できると思われる。我々は湾曲したままの書籍原稿面の画像をカメラを用いて入力し、変形した文字画像の補正により正常に画像出力するアルゴリズムを考案した。本稿ではアルゴリズムの基本となる形状測定と画像補正の方式および実行結果について報告する。

2. 処理手順の概要

処理手順の概略を以下に示す(図1)。

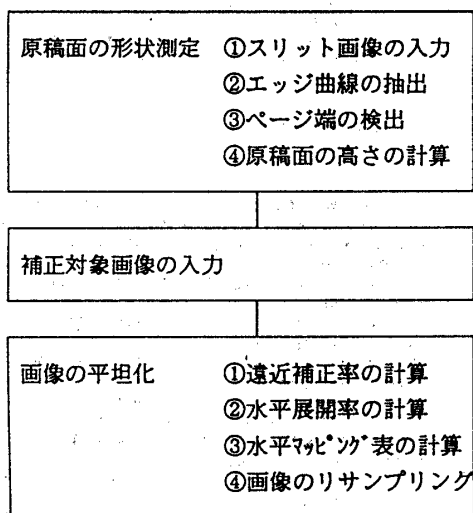


図1 処理手順の概要

3. 形状測定と画像補正処理

(1) 原稿面の形状測定

見開きの原稿面は平行線分の集まりであるため、原稿面を一箇所て左右方向に切った断面形状から、原稿面全体の高さ値を得る事ができる。断面形状の入力手段として、機械的移動の不要なスリット光を用いる事とした。

①スリット画像の入力

原稿面の一箇所原稿の左右方向に平行かつ原稿台に垂直なスリット光を当てた画像をカメラにより入力する。

②エッジ曲線の抽出

スリット光で照らされた帯状部分の片側のエッジをラプラシアンフィルターを用いて抽出する。

③ページの端の検出

エッジ曲線が急激にカーブしている箇所を検出して、ページの端とする。エッジ曲線の誤差による誤認識を防ぐ事のできるアルゴリズムを検討した。これを図2を参照しながら説明する。ページの左右方向の座標をx座標、ページの上下方向の座標をy座標、エッジ曲線上の左からi番目の点をPiとして、各Piについて

$$d_{1j} = P_{i+j} \text{ の } y \text{ 座標} - P_{i+j+s} \text{ の } y \text{ 座標}$$

$$d_{2j} = P_{i-j-s} \text{ の } y \text{ 座標} - P_{i-j} \text{ の } y \text{ 座標}$$

$$d_1 = d_{11} \sim d_{1s} \text{ の 平均}$$

$$d_2 = d_{21} \sim d_{2s} \text{ の 平均}$$

(sは実験により最適に定めた定数)

とし、d1とd2の差の絶対値がしきい値を越えた点Piをページ端とする。実験ではs=4で良好な結果を得た。

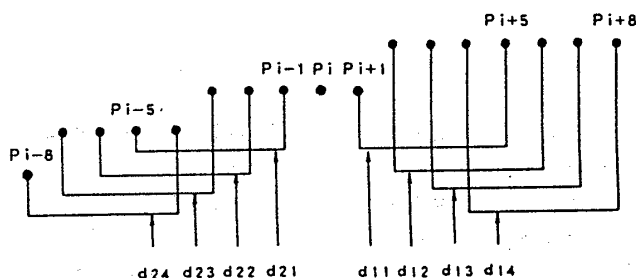


図2 エッジ曲線のカーブの度合いの計算

上記アルゴリズムでは薄い図書のページの端を認識できない。そのため原稿台と原稿面の明度差などにもとづくページ領域分離手段を補助的に組み込む必要がある。

④原稿面の高さの計算

エッジ曲線上の点のy座標を原稿面の高さに変換する。例えば、スリット光とスリット画像入力カメラの光軸がともに原稿台に垂直な場合の計算式は次のようである。

$$h = \text{光軸の } y \text{ 座標} - \text{エッジ曲線上の } y \text{ 座標}$$

$$v = \text{光軸の } y \text{ 座標} - \text{高さ0のエッジ曲線の } y \text{ 座標}$$

$$a = \text{レンズと結像面との間の距離}$$

とおくと、

$$\text{原稿面の高さ} = K h a / (h + v)$$

である(Kは比例定数)。

An Algorithm to Extend Curved Document Image

K. Uzuki[†], M. Ozawa[†], H. Irie^{**}

[†]Tokyo Electric Power Company.

^{**}Tokyo Computer Service Co.Ltd.

(2) 補正対象画像の入力

湾曲原稿の場合、原稿面の傾きのため文字が横方向に潰れて撮影される。その文字画像を延ばして正常な文字の画像とするためには、高い解像度で画像を入力する必要がある。その実現手段には、イメージセンサにより入力した画像を合成する方式(参考文献[1]参照)などがあり、応用する事としている。

(3) 画像の平坦化

原稿面を平坦化した画像を生成するため、カメラからの遠近の影響の補正と原稿面の傾きの影響の補正を行う。以下、補正対象画像および平坦化後の画像の、ページの左右方向の座標をX座標、上下方向の座標をY座標とする。

①遠近補正率の計算

原稿面上の微小線分の画像上の長さを考える。原稿面の各部を原稿台表面に垂直な方向に移動して、それらの高さを一定に揃えた場合に、各微小線分の長さが増加する率(以下、遠近補正率と呼ぶ)を補正対象画像の画素のX座標毎に計算する。

②水平展開率の計算

原稿面の傾斜の影響を補正した場合に、原稿面上の微小線分の長さが増加する率(以下、水平展開率と呼ぶ)を計算するために下記のアルゴリズムを考案した。

まず形状測定工程で測定された原稿面の高さが変化する点を抽出する。次に、抽出されたi番目の点Siの座標を(Xi, Yi)とし、その点での原稿面の接線の傾きGiを次式で求める(図3参照)。

$$G_i = (Y_{i+1} - Y_{i-1}) / (X_{i+1} - X_{i-1})$$

各点の中間のX座標(整数)での傾斜は、線形補完にて推定する。

最後に、各X座標毎に、ピタゴラスの定理を応用して水平展開率を計算する。

$$\text{水平展開率} = (1 - \text{傾き}^2) \text{の平方根} \times \text{遠近補正率}$$

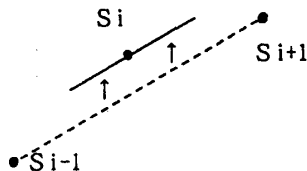


図3 紙面の傾斜角の推定

③水平マッピング表の計算

補正対象画像の画素のX座標毎に、その座標の水平展開率を参照しながら、平坦化後のX座標(有理数)を計算する。この時、ページの端から順に紙面を平らに延ばすようにして計算を進め、計算結果を水平マッピング表として記録する。

④リサンプリング

水平マッピング表と遠近補正率を参照しながら、平坦化後の画像の画素に対応する補正対象画像上の座標(有理数)を求め、バイリニア法によって、求めた座標の濃度値を計算する。

4. 実験結果と考察

実際の図書の画像を用いて実験を行った。ここでは、スリット画像と補正対象画像の入りに写真カメラを用い、スリット光に可視光を用いた。図4は補正対象画像を2値化したもの、図5は平坦化された画像をエッジ強調後、2値化したものである。歪みなく平坦化された画像が得られている。

<p>A OASシステムの設計と管理 (石井・飯谷・輪山)</p> <p>1 OASシステムの概観 315</p> <p>1.1 OAとは 315</p> <p>1.2 歴史の考査 317</p> <p>2 発展と教育実践 318</p> <p>2.1 システム化推進体制 319</p> <p>2.2 開発・運用担当部門 320</p> <p>2.3 教育実践 322</p> <p>3 システム開発・導入目的の明確化 324</p> <p>3.1 トップ方針の明確化 324</p> <p>3.2 具体的目標の明確化 324</p> <p>4 基本分析 325</p> <p>4.1 組織と情報 326</p> <p>4.2 コスト分析 330</p> <p>4.3 入力資源と</p>	<p>5.4 開発移行基本計画の策定 343</p> <p>6 総合評価 344</p> <p>6.1 目的と機能について 344</p> <p>6.2 課題解決・基本ソフトウェア 344</p> <p>6.3 開発移行計画について 345</p> <p>6.4 費用効果についての評価 345</p> <p>6.5 開発リスクについての評価 346</p> <p>7 システムの開発・導入 345</p> <p>7.1 システム開発の基本手順 345</p> <p>7.2 システム開発環境の構築 349</p> <p>7.3 開発管理 351</p> <p>7.4 システム移行 353</p> <p>8 システムの運用 354</p> <p>8.1 運用管理 354</p> <p>8.2 コンピュータリソース 356</p>
---	--

図4 原画像

<p>A OASシステムの設計と管理 (石井・飯谷・輪山)</p> <p>1 OASシステムの概観 315</p> <p>1.1 OAとは 315</p> <p>1.2 歴史の考査 317</p> <p>2 発展と教育実践 318</p> <p>2.1 システム化推進体制 319</p> <p>2.2 開発・運用担当部門 320</p> <p>2.3 教育実践 322</p> <p>3 システム開発・導入目的の明確化 324</p> <p>3.1 トップ方針の明確化 324</p> <p>3.2 具体的目標の明確化 324</p> <p>4 基本分析 325</p> <p>4.1 組織と情報 326</p> <p>4.2 コスト分析 330</p> <p>4.3 入力資源と</p>	<p>5.4 開発移行基本計画の策定 343</p> <p>6 総合評価 344</p> <p>6.1 目的と機能について 344</p> <p>6.2 課題解決・基本ソフトウェア 344</p> <p>6.3 開発移行計画について 345</p> <p>6.4 費用効果についての評価 345</p> <p>6.5 開発リスクについての評価 346</p> <p>7 システムの開発・導入 345</p> <p>7.1 システム開発の基本手順 345</p> <p>7.2 システム開発環境の構築 349</p> <p>7.3 開発管理 351</p> <p>7.4 システム移行 353</p> <p>8 システムの運用 354</p> <p>8.1 運用管理 354</p> <p>8.2 コンピュータリソース 356</p>
---	--

図5 補正画像

5. おわりに

本稿では、図書のような文献を読み取るときの方策を述べた。これは筆者らが研究開発中の画像データベースシステムの中で考えているもので、今後は更に処理速度の向上をはかるなど、機能を評価しつつ、文書画像データの入力に適用するよう検討していきたい。

参考文献

[1] 福江潔也: リモートセンシング画像のデジタル・モザイク処理、コンピュータ画像処理: 応用実践編2、田村秀行編、総研出版、1991