

修復画像との誤差を用いた2値低解像度画像片の分類

Classification of Low-Resolution Document's Image-Pieces Using Errors with the Restoration Image

山田 憲†
YAMADA Ken青木 恭太†
AOKI Kyota

1. はじめに

スキャナ等の光学装置を用いて作成された電子画像の精度は、装置の性能に依存する。現在のものと比べ性能の劣る古い装置を用いて作成された電子画像は、解像度が低く画素値も低いものとなる。そのため、古い電子画像中に含まれる情報は限られており、画像間の照合が非常に困難なものになる。古い電子画像を現在のものと同様に計算機上で扱うためには、より高精度な照合法が必要となる。

我々は、情報量の少ない画像でも適切な照合を行える、高精度な画像照合法の提案を目的として研究を行ってきた[1]。本稿では特に「低解像度な2値の英文書画像から抽出した文字列画像片(以後、単語塊)」を研究対象として、照合による単語塊の形状分類を行う方法の提案、及び実験による評価を行う。

2. 分類手順

単語塊同士の照合にかかる計算時間は、その量によって指数関数的に増大する。そこで、比較的計算量の少ないアルゴリズムを用いて単語塊をおおまかにグループ化し、単語塊の組み合わせパターン数を絞り込む。その後各グループに対して厳密な分類処理を行うことで、計算量の減少を図る。

2.1 単語領域による分類

文書画像から抽出された単語塊は、単語を構成するアルファベットの個数や形状の種類によって、画像の大きさが変わる。そこで最初に、単語塊の画像サイズを基準として単語塊のグループ化を行う。

2.2 1次元照合による分類

前節で振り分けが行われた単語塊のグループそれぞれに対して、輝度投影相関[2]を用いた1次元照合を行う。この操作によって単語塊のグループはより細分化され、ひとつのグループ中に含まれる単語塊の形状はある程度似通ったものになる。図1にその例を示す。

2.3 高精度な分類

一つの単語塊のグループに含まれる単語塊数が十分に絞り込まれた段階で、より高精度な分類手法を適用する。次節でその手順を示す。

be he he du he he ng
he he he he nd ha ha

図1 形状の似通った単語塊のグループ

表1 修復単語塊と生成元の単語塊間の誤差値
(数値は1ピクセルあたりの輝度値の二乗誤差)

	修復 単語塊	生成元の 単語塊	誤差値
同一形状	in	in	4631.77176
		in	4150.52219
異なる 形状	oi	in	7043.97763
		of	6280.56180

3. 従来手法：画像比較による分類

単語塊同士の画像相違度を用いた分類手法の基本的なアルゴリズムを以下に示す。

- (1) グループから任意に2枚の単語塊を選ぶ
- (2) 選んだ単語塊間の画像相違度を求める
- (3) 相違度が判定基準を満たした場合にはお互いが同一形状の単語塊とみなす。
- (4) (1)~(3)の処理を全ての組み合わせパターンに対して行う。

これまで考えられた手法では、画像相違度の指標に単純な画像比較が用いられていた。これは2枚の単語塊をピクセル単位で輝度値を比較して画像誤差を求め、その値の大小で画像の相違度を判断するというものである。

4. 提案手法：修復画像との誤差を用いた分類

一方、本稿で提案する手法では、分類の基本的なアルゴリズムは従来手法と同様だが、相違度の指標に修復画像との誤差を用いる点が従来手法と異なっている。本手法において、単語塊間の相違度を求める手順を以下に示す。

- (1) 任意の単語塊を二つ選び出し、画像修復法を用いて一つの修復単語塊を作成する。
- (2) 修復単語塊と元になった二つの単語塊それぞれとで輝度の誤差値を求め、これを元に相違度を算出する。

同一形状の2枚の単語塊同士から作成された修復単語塊の形状は、作成元と同一形状になるため、単語塊と修復単語塊との相違度は低くなる。一方、異なる形状の2枚の単語塊から作成された修復単語塊は、ノイズが多く形状が不明瞭なものとなり、生成元単語塊との相違度も高いものとなる。これは修復単語塊の形状に二種類の単語塊それぞれの影響が現れることに原因がある。表1にその例を示す。この特性を相違度の指標として利用し、単語塊の分類を行う。

5. 実験

画像比較を用いた従来手法と、修復画像との誤差を用いた提案手法との両方で単語塊の分類処理を行い、その結果を比較することで提案手法の有効性を確認する。

5.1 実験手順

150dpiで読み込まれた英文書画像から単語塊を抽出する。次に2.1及び2.2節で示した分類手法を行い、単語塊をおおまかに分類する。この段階でグループ内に含まれる単語塊数が5個以下の場合には、そのグループを実験対象から除外し、最終的に残った195個の単語塊グループを実験対象として用いる。

その後、各グループ内で全ての単語塊の組み合わせパターンに対し従来手法と提案手法の2種類の相違度を求める。2種類の相違度情報に対して同じ判定基準を用い、得られた結果から単語塊の分類状況を比較する。今回の実験では、相違度の低い側10%の単語塊の組み合わせを同一形状であるという判定基準を設定した。

5.1.1 画像比較による相違度の算出

・単語塊間の画像比較を行う際、単語塊間の誤差値が最小となるよう位置ズレの補正を行う。

・従来手法における2枚の単語塊 $im1$ と $im2$ との相違度 $S(im1, im2)$ を次のように定義する。ここで単語塊の幅と高さをそれぞれ h と w 、画像 X と画像 Y のズレ補正量を Δ とする。

$$S(im1, im2) = E(im1, im2) \quad (1)$$

$$E(X, Y) = \sum_i^w \sum_j^h \{X(i, j) - Y(i + \Delta, j + \Delta)\}^2 \quad (2)$$

5.1.2 修復画像との誤差を用いた相違度の算出

・修復画像の作成の際に、作成元の単語塊同士で黒画素重心の平均値を求め、この値を元にして単語塊間の位置ズレ補正を行う。

・修復画像の作成にはMAP推定方式による画像修復法[3]を用い、300dpiに高解像度化する。

・提案手法における $im1$ と $im2$ との相違度 $T(im1, im2)$ を次のように定義する。ここで $im1$ と $im2$ から作成された修復単語塊を imR とする（修復単語塊と生成元の単語塊は解像度が異なるため、高解像度化の際に与えた条件から劣化パラメータを推定して修復単語塊の低解像度化を行う）。

$$T(im1, im2) = E(im1, imR) + E(im2, imR) \quad (3)$$

5.2 実験結果

分類結果の一例を表2に示す。従来手法による分類では、本来同一形状である単語“the”が異なった形状の単語であるとしてグループ5, 7に分類された状態であるにも関わらず、本来別の形状である“bet”, “her”が同一形状の単語としてグループ3に混在した状態になっており、適切な分類が行われていない。一方、提案手法による分類では、グループ3に“her”, グループ7に“bet”と、別形状の単語塊として正しく分類が行われており、またグループ5に注目すると、従来手法では別の形状と認識されていた“the”が同一形状のも

表2 実験結果 (一例)

	従来手法による 分類結果	提案手法による 分類結果
グループ1	list	list
グループ2	hea	hea
グループ3	bet her	her
グループ4	old	old
グループ5	the	the the
グループ6	the the	the the
グループ7	the	bet
グループ8	for	for
グループ9	eek	eek

のとして認識された結果となっている。したがってこの場合には、提案手法を用いた方がより高い精度で分類を行えると言うことができる。

同様にして全ての単語塊のグループに対して分類結果の判定を行ったところ、5%のグループは提案手法による分類の結果精度が低下していると判定されたが、15%のグループに関しては提案手法によって分類精度が向上したと判定される結果が得られた。

6. むすび

本稿で提案した分類手法は、従来方式では照合対象の画像同士を直接比較して相違度を求めていた部分を、画像修復法の性質を用いて相違度を求める、としたものである。実験により、局所的には精度が劣る場合も見られたものの、全体的には提案手法を用いることで分類精度が向上し、この結果から提案手法による分類の有効性が確認された。

今後の課題としては、単語塊同士の相違度の判定基準を適切に求めるパラメータ探索手法の提案、より精度良い相違度を得ることができる修復画像の生成条件の検討、などが挙げられる。

参考文献

- [1] 山田憲, 佐伯夏樹, 青木恭太: 文書画像片の高精度分類に関する検討 電子情報通信学会2004年総大会講演論文集 D-11-108
- [2] 長坂晃郎, 宮武孝文: 輝度投影相関を用いた実時間ビデオモザイク 電子情報通信学会論文誌 D-II Vol.J82-D-II No.10 pp.1572-1580
- [3] 藤本浩司, 藤田和弘, 吉田靖夫: 画像確率モデルに基づく複数の劣化画像からの復元 電子情報通信学会論文誌 D-II Vol.J82-D-II No.5 pp863-871