# 画像パターンの変形特性の区分線形 2 次元ワープによる自動獲得

内田誠一　　迫江博昭
(九州大学大学院 システム情報科学研究院)

**1. はじめに**　　画像の弾性マッチング法の一種である区分線形 2 次元ワープ法 [1,2,3] は，形状歪みの吸収を目的として，2 画像の最大一致を与える区分線形かつ単調連続な 2 次元-2 次元写像 (ワープ) を求める手法である (図 1)．本稿ではこのワープ法を画像パターンの変形特性の自動獲得に応用した例について報告する．

**2. ワープによる変形特性の自動獲得**　　区分線形 2 次元ワープでは，画像 $\boldsymbol{A}$ の各行をその上の節点 (ピボット) で折り曲げて画像 $\boldsymbol{B}$ に重ね合わせることで 2 画像 $\boldsymbol{A}, \boldsymbol{B}$ の最大一致を図る．すなわち，$\boldsymbol{A}$ の各行の $\boldsymbol{B}$ への写像は，その上のピボットと両端画素の像を制御変数として定まる．それら制御変数の最適値は 2 次元動的計画アルゴリズムにより探索される [1,2]．

ピボットは画像パターンの折り曲げ箇所であるから，少数のピボットで高いマッチング精度を得るためには，対象の屈曲位置とピボットの位置を一致させる必要がある．しかし，対象に生じる変形が複雑で，屈曲位置が自明でない場合も多い．そこで，このような場合でも高いマッチング精度を得るために，ピボットの像だけでなくピボット位置そのものも制御変数とし，ワープと同時にピボットの位置も自動的に最適決定する手法が提案されている [3]．

この手法により最適化されたピボット位置は，原理的には対象の屈曲基準点と一致することになる．すなわち，参照パターン $\boldsymbol{A}$ とその変形画像 $\boldsymbol{B}$ について，得られる $\boldsymbol{A}$ 上のピボットの位置は，$\boldsymbol{B}$ に生じている屈曲変形の基準点に合致する．よって，$\boldsymbol{B}$ の変形に一定の傾向があれば，それを反映して得られる $\boldsymbol{A}$ 上のピボットの位置にも一定の傾向が現れることになり，結果的に対象の屈曲変形の特性を自動獲得できることになる．

**3. 実験**　　ETL6 の英大文字画像 26 カテゴリ，各 600 サンプルを対象として，各文字の変形特性の獲得実験を行った．前処理 (文字大きさの正規化，$16 \times 16$ に縮小，周辺に 2 画素分の余白付与) の後，最初の 100 サンプルについては単純平均して各カテゴリ 1 つの $\boldsymbol{A}$ を生成し (図 2(a))，残りの 500 サンプルについてはそのまま $\boldsymbol{B}$ とした．こうして準備した同一カテゴリの $\boldsymbol{A}, \boldsymbol{B}$ 計 500 対について前述した手法 (各行のピボット数は 1) によりピボット位置を最適化した．図 2(b) は，この結果得られたピボットの位置をヒストグラム化 (濃い色ほど高頻度) したものである．これから文字カテゴリ毎にピボットの位置にある程度決まった傾向があることがわかる．

こうして得られたピボットの位置が各文字の変形特性を反映したものならば，それを認識に利用することで他の方法で設定されたピボットを用いた場合よりも高い認識率が得られると予想される．そこで得られたピボット位置の妥当性の確認のために，ETL6 の英大文字各カテゴリ 500 テストサンプル (実験 1 で用いた 600 サンプルは異なる) の認識実験を行った．まず図 2(b) のヒストグラムのピークを追跡することで各カテゴリを代表するピボット配置を求めた (図 2(c))．次にこのピボットを図 2(a) の $\boldsymbol{A}$ 上に固定し，ピボットの像のみを変数とするワープ [1][2] により求めた画像間距離を基準として各テストサンプル $\boldsymbol{B}$ を識別した．結果を図 3に示す．各行中心に設定したピボットや人間が設定したピボットを用いた場合よりも高い認識率が得られ，本手法により文字の変形特性を適切に獲得できていることがわかる．

**4. まとめ**　　区分線形 2 次元ワープを用いて，画像パターンの変形特性を獲得する実験を行った．また獲得された変形特性の妥当性を文字認識実験を通じて検証した．

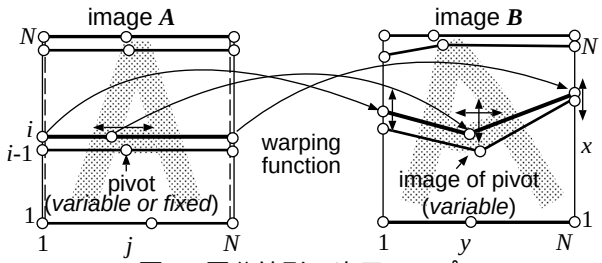


図 1: 区分線形 2 次元ワープ

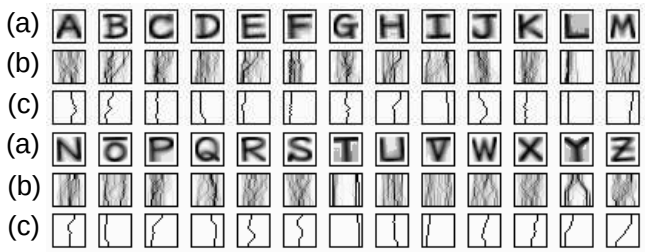


図 2: 文字の屈曲特性の自動獲得結果: (a) 画像 $\boldsymbol{A}$, (b) ピボット配置のヒストグラム, (c) ヒストグラムのピーク

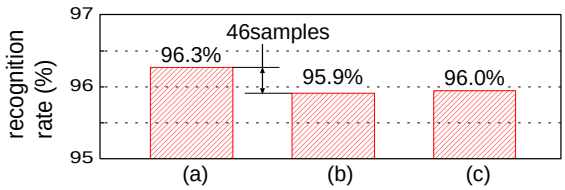


図 3: 異なるピボット配置での認識率: (a) 図 2(c) の配置, (b) 各行の中心 ($j = 10$) に配置, (c) 人間による配置

**謝辞**　　本研究の一部は，文部省科学技術研究費 (基盤研究 C(2), No.10680385) によった．

**参考文献** [1] 内田, 迫江. PRMU99-10, 1999. [2]—. 信学論 (DII), 掲載予定. [3]—. MIRU 講演論文集, 2000.