区分線形 2 次元ワープを用いた画像中からの物体検出

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科)

1. はじめに　　画像中からの物体検出は，画像データベース検索や移動物体追跡の基礎技術である．テンプレートマッチングがその最も基本的な手段であるが，弾性物体の検出法としては不十分なため，弾性マッチング法の利用も検討されている [1]．本稿ではその一種である区分線形ワープ [2] による画像検出を検討する．

2. 区分線形 2 次元ワープ [2]　　区分線形 2 次元ワープは，画像$\boldsymbol{A} = \{a(i,j)\}$ の各行の像が画像$\boldsymbol{B} = \{b(x,y)\}$ 上で折れ線を成すように制限された 2 次元-2 次元写像 $(i,j) \mapsto (x,y)$ である．すなわち，$\boldsymbol{A}$の第 i 行はその上の幾つかの画素で折り曲げられて$\boldsymbol{B}$上に重ね合わせられる．この折り曲げを起こす画素を中間ピボット，行の両端の画素を左右ピボットと呼ぶ．ワープの最適化はこれらピボットの$\boldsymbol{B}$上での像について行われる．具体的には，各行での重ね合わせによる距離の画像全体での総和を評価関数とし，それを最小化するようにピボットの像を決定する．このときピボット以外の画素の像は，ピボットの像の線形補間により定める．最適なピボットの像，すなわち最適ワープは動的計画 (DP) アルゴリズムにより探索できる．

3. 物体検出への適用　　本節では，区分線形 2 次元ワープを用いて物体を検出するための 2 つの方法について述べる．どちらの方法も，図 1 のように入力画像$\boldsymbol{B}$中から物体画像$\boldsymbol{A}$に適合する領域を同定することを目的としている．

第一の方法は，$\boldsymbol{A}$の境界画素の像として$\boldsymbol{B}$のあらゆる場所を許容した上で最適ワープを求めるものである．この方法は言わば端点フリーのワープ法である．第二の方法は，$\boldsymbol{B}$の部分画像毎に独立に区分 2 次元ワープを求めて評価関数値を計算し，その値が小さい部分を検出領域とするものである．前者の特長はワンパスで済むため計算量が少ない点であり，後者の特長は列 (x) 方向の過変形を抑える整合窓条件の組み込みが容易な点である．なお後者では，事前に求めた評価関数の下限値や上限値を用いて検出対象領域の絞り込みを行なうことで，計算量の低減が可能である．次節の実験では後者を用いた．

背景に不感な物体検出を行なうために，$\boldsymbol{A}$上に定義される左右ピボットは物体の左右端に一致させておく必要がある (図 2(1))．また，手のように複雑な外形を持つ物体を検出する場合は，距離計算の対象外とする画素を適宜設けておく (図 2(2))．

4. 実験　　図 3 に区分線形 2 次元ワープによる物体検出の結果例を示す．物体画像$\boldsymbol{A}$として図 2(1) の顔画像を用いた．$\boldsymbol{A}, \boldsymbol{B}$間で顔の大きさや傾きが異なるために，テンプレートマッチングでは若干のずれや誤検出を起こしているが，区分線形ワープでは正しく顔領域だけが検出されている．図 4 は図 3 の結果において$\boldsymbol{A}$上の「目」が対応している$\boldsymbol{B}$上の画素を示している．2 次元ワープは構造解析的であるため，このように$\boldsymbol{A}, \boldsymbol{B}$間での特徴の対応関係がわかるという特長を持つ．

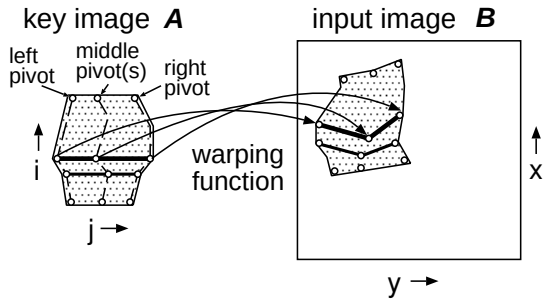

図 1: 区分線形 2 次元ワープによる物体検出

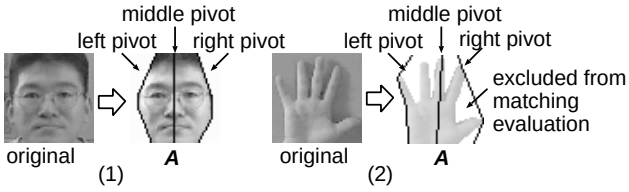

図 2: 物体画像$\boldsymbol{A}$の例

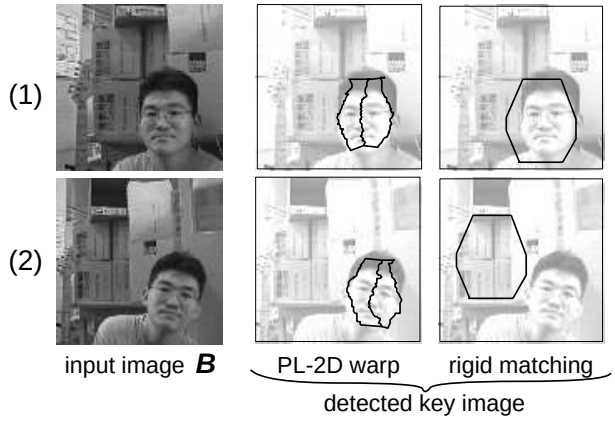

図 3: 画像検出結果

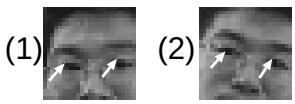

図 4: 両目の対応位置 (図 3$\boldsymbol{B}$を部分拡大し，白矢印で指示)

5. まとめ　　区分線形 2 次元ワープによる画像中からの物体検出を検討した．今後の課題としては，より安定な検出を目的とした特徴量の改善が考えられる．また計算量の低減も必要と思われる．

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] 例えば 西村, 岡. 信学技報, PRMU97-55, 1997. [2] 内田, 迫江. 信学技報, PRMU99-10, 1999.