

座標値予測型 DP における標準パターンの設定法の検討

馬場大樹 内田誠一 迫江博昭
九州大学システム情報科学府

1 まえがき

オンライン文字認識で扱う文字の特徴量として、座標値と筆点運動方向がある。多くの場合、座標値の相違度と方向特徴の相違度を荷重して結合したものが評価値としてよく用いられるが、荷重係数についての理論的な見通しに乏しく、予備実験により平均的に最も高い認識率を得られる係数を用いる他なかった。その対処法として座標値予測型 DP が提案された [1]。この手法では、ある時刻での入力座標値とそれに対応する標準パターン側の方向特徴から次の時点での入力座標値を予測し、実際の入力座標値との誤差を相違度とする。

この座標値予測型 DP では前処理として標準パターンを線分近似し、各線分方向を求めておく必要がある。本稿では、この線分近似処理の方法について検討を行う。具体的には、2 種類の近似手法を用いて、それらによる認識性能の違いを考察する。

2 座標値予測 DP

入力パターンをタブレットから入力された筆点の $x-y$ 座標の時系列 $a_1, \dots, a_i, \dots, a_I$ とする。また筆点 a_i と a_{i-1} との間のユークリッド距離を l_i とする。一方、標準パターンとしては、文字パターンを区分線形近似したものをを用いる。具体的には、筆点の方向を表す長さ 1 のベクトルの時系列 $b_1, \dots, b_j, \dots, b_J$ として定義する。

このとき、ある時刻における入力側の筆点座標の予測値 a'_i は a_{i-1} 、 l_i 、及び b_j を用いて次式で予測される (図 1)。

$$a'_i = a_{i-1} + l_i \cdot b_j \quad (1)$$

座標値予測 DP では、予測値 a'_i と真の値 a_i との誤差 $\|a'_i - a_i\|$ を b_j と a_i を対応付けた場合の局所相違度 $d(i, j)$ と考える。これを用いて、DP マッチングにより入力と標準との間の対応関係を最適化することで、入力-標準パターン間の距離が得られる。

3 標準パターンの線分近似

座標値予測型 DP の性能は、標準パターンをどのように方向ベクトルの系列として表現するかに依存する。言い換えると、元々の文字パターンをどのように線形近似するかに依存する。この標準パターンの線分近似には以下のような方法が考えられる。

(a) 方向誤差基準分割： 近似線分方向と元パターンの各筆点における筆記方向の角度の差を足し合わせた近似誤差 (図 2) を評価基準として、 N 線分にセグメンテーションを行う。誤差が大きくなりがちな曲線部分は多くの線分に分割されることになる。最適セグメンテーションのために、本稿では DP を用いたアルゴリズムを用いた。図 3(a) はその例である。

(b) 等距離分割： 一定の長さ θ の線分に分割する。このため文字全体が均等に近似される。図 3(b) はその例である。

4 実験

入力パターンとして公開データベースのひとつである Ethem Alpaydin Digit の孤立数字データより 0 から 9 までの数字 3498 パターンを用いた。標準パターンはすべての学習パターンを観察し、手動で生成された 21 個のパターンを用いた。

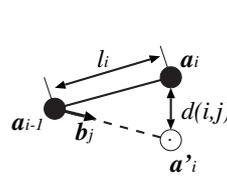


図 1: 座標値予測

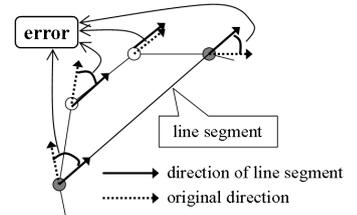


図 2: 線分近似法 (a) における近似誤差

実験として方法ごとに N もしくは θ を変化させながら、標準パターンを生成して座標値予測 DP によって認識実験を行った。それぞれの方法での最高認識率は 88.3%、93.9%であった。単純な分割法 (b) のほうが性能がよくなったことになる。

この原因として (a) で近似したパターンでは直線部分部分が一つのベクトルにより表現される点が挙げられる。図 4 は入力パターン ‘9’ を標準パターン ‘5’ とマッチングし、得られた予測値 a'_i を示したものである。図 3(a) の丸印のように長い直線分が 1 つのベクトルで表現されるとその方向に予測される点が少ない場合がある。その結果、図 4(a) のように直線が予測パターン上では消滅してしまい、形の大きく異なるパターンでも相違度が過小評価され、誤認識の原因となっていた。このように、今回の検討では方法 (b) の優位性が確認されたが、一方、方法 (a) においても予測時に分割時の線分長も併せて考慮することで、相違度の過小評価を避けることができる可能性があると言える。

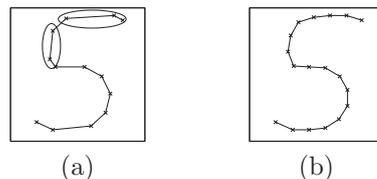


図 3: 標準パターン ‘5’ の近似結果

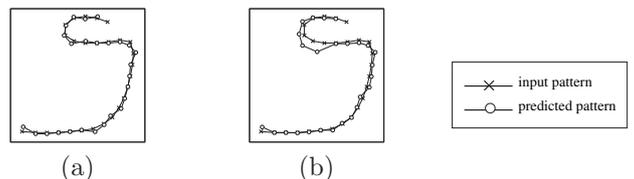


図 4: 標準パターン ‘5’ による入力パターン ‘9’ の予測結果

5 むすび

座標値予測型 DP における標準パターン生成のための線分近似法について検討を行った。実験の結果、曲率に応じた分割手法よりも等間隔分割手法の方が高い認識率を得た。ただし標準パターン分割時の線分長も考慮することにより、前者による性能が改善される可能性もあり、今後の検討が必要と思われる。

参考文献

- [1] 浦田, 迫江, 内田, “座標値予測 DP によるオンライン文字認識,” 平成 17 年度電気関係学会九州支部連合大会, 13-2P-07, 2005.