

オンライン文字認識における DP マッチングの実験的最適化

増田 陽一* 内田 誠一* 迫江 博昭*
 (*九州大学大学院システム情報科学府)

1 まえがき

DP マッチングは時系列パターンの伸縮歪を DP (ダイナミックプログラミング) によって整合する手法であり、音声認識やオンライン文字認識の分野で広く用いられている。対称型・非対称型、傾斜制限等の見地から種々の変形が考えられ、音声認識への適用では実験的最適化が図られている [1]。本稿ではオンライン文字認識における最適条件を実験的に検討した。オンライン文字認識固有の問題として、時間的等間隔標本化と空間的等間隔標本化の相対的優位性についても合わせて検討した。

2 オンライン文字認識

2.1 DP マッチング

以下、非対称型の DP マッチングを説明する。入力パターン $A = a(t)$ と標準パターン $B = b(\tau)$ を考える。DP マッチングでは

$$D(A, B) = \min_{\tau=u(t)} \int \|a(t) - b(\tau)\| dt \quad (1)$$

という最小化問題を解いてパターン間距離 $D(A, B)$ を算出する (図 1)。ここに $\tau = u(t)$ は歪み関数であり、標準パターン B の時間軸 τ は入力パターン A の時間軸 t に対し、 $\tau = u(t)$ という歪みを受けているとする。DP マッチングでは時間軸を離散化したうえで、DP によってパターン間距離 $D(A, B)$ を計算する。

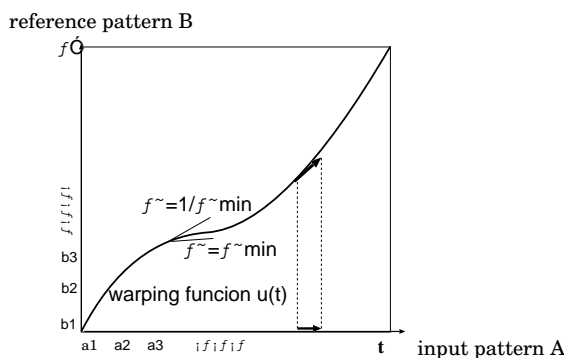


図 1: 歪み関数と傾斜制限

2.2 傾斜制限

DP マッチングでは極端な伸縮を排除するため、歪み関数 u に傾斜制限を導入する。 $\delta = \frac{d\tau}{dt}$ とおいて、

$$\delta_{\min} \leq \delta \leq \frac{1}{\delta_{\min}} \quad (2)$$

とする。今回の実験では傾斜制限条件 $\delta_{\min} = 0, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3}$ (図 2) を検討した。これに加え、よく用いられる type (e) も比較対象とした。

3 実験

2.2 節で定義した各 DP 漸化式に関して認識実験を行う。対象とするデータは当研究室の内部データ、および東京農工大データベース (HANDS-nakayosi, HANDS-kuchibue) から筆順、画数の正しい十画漢字 83 種、計 21213 パター

ンとした。一つ抜き法を用いて 10 セットの文字を標準パターンとした。前処理として平滑化、大きさの正規化を施す。実験は時間的等間隔標本化データと空間的等間隔標本化データの両者について行い比較した。

実験結果を図 3 に示す。横軸は傾斜制限条件 δ_{\min} 、縦軸は誤認識率である。時間的等間隔標本化、空間的等間隔標本化での最適条件はそれぞれ、傾斜制限条件 $\delta_{\min} = \frac{1}{3}$, $\delta_{\min} = \frac{1}{2}$ となった。時間的等間隔標本化よりも空間的等間隔標本化でのマッチングが高い認識率であることが分かる。また、よく用いられる type (e) ($0 \leq \delta \leq 2$) でも最適条件と同程度の結果が得られた。対称型 ([1]) に関して実験を行ったが、時間的等間隔標本化、空間的等間隔標本化に対する傾斜制限の最適条件、type (e) の結果は非対称型と同様であり、最適条件における精度は非対称型とほぼ同等であった。また、type (e) の認識結果は、最適条件での精度とほぼ同等の精度を示しており、計算の簡便さを考えると有用であると言える。

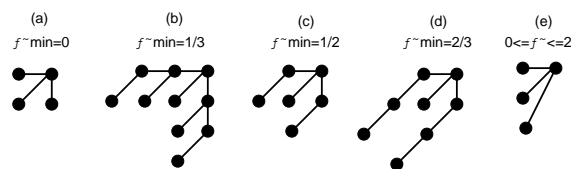


図 2: 各条件の DP

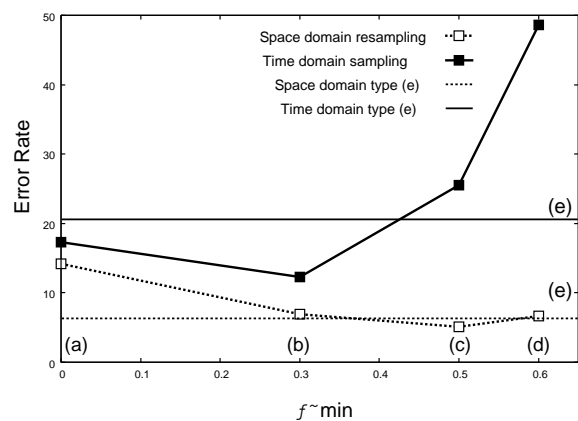


図 3: 傾斜制限 δ_{\min} と誤認識率の関係

4 まとめ

本稿では、オンライン文字認識において、時間的等間隔標本化、空間的等間隔標本化それぞれに対し、DP マッチングの最適化を実験的に行った。結果、空間的等間隔標本化の傾斜制限条件 $\delta_{\min} = \frac{1}{2}$ における DP マッチングが最も高い認識率を得ることを確認した。

参考文献

- [1] H. Sakoe and S. Chiba, "Dynamic Programming Algorithm Optimization for Spoken Word Recognition," IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing, vol. ASSP-26, no. 1, pp. 43-49, Feb. 1978.