

オンライン手書き文字認識システム

4E-5 JOLIS-2Eにおける前処理方式の改良

中川勇, 曾谷俊男, 本間正之, 福島英洋, 中川正樹
(東京農工大学 工学部 電子情報工学科 情報工学講座)

1. はじめに

現在, 我々は研究室での実用を目的としたオンライン文字認識システムJOLIS-2Eの研究, 開発を行っている. 手書きによる日本語入力日本人にとって, 自然な入力方法のひとつであり, 数式や図の入力なども親和性が高い. 本稿では, 本研究室で開発したオンライン手書き文字認識システムJOLIS-2プロトタイプ([1])の前処理方式を再検討し, 改良案を提示する.

2. 前処理の目的

前処理の目的は, タブレットの性能を吸収するとともに, 手振れによる雑音成分, タブレットの量子化誤差, ハードウェア的な雑音成分, 等を除去し, 安定かつ入力に忠実なストローク形状を抽出することである. また, 処理がオンラインであるため, 計算時間は最小に抑える必要がある. JOLIS-2プロトタイプおよびJOLIS-2Eでは, タブレットから入力される座標点列を入力信号と考え, 信号処理の観点から考察する.

3. 従来の前処理方式とその問題

従来(JOLIS-2プロトタイプ)の前処理は以下に示す4つの処理からなる.

3.1 適応サンプリング処理

適応サンプリング処理の目的は, 一様にゆっくりとしたペンの動きによって入力された冗長な点は十分に間引き, 尖点付近のペン速度の低下により入力された有意な座標点列は残すことである.

入力座標点列を一定の大きさの領域 $a_0 \sim a_n$ に分割する. それぞれの領域にそれぞれ $b_0 \sim b_n$ 個の座標点が存在した場合, 各領域 a_i より抽出される座標点数の上限を次の N_i によって規定する.

$$N_i = b_i / (b_{i-1} + b_i + b_{i+1}) \times 3 \quad (1)$$

ただし, $N_i < 1$ ならば, $N_i = 1$ とする

$b_i \geq 0$ より, $1 \leq N_i \leq 3$ である. すなわち, 尖点付近で筆速がどんなに低下しても, 最大3個の点しか

抽出されない. しかも, $N_i \geq 2$ となる場合はまれであり, 尖点付近での抽出点数 N_i が1であれば, 尖点の鈍化の危険性は非常に高い. また, 後に述べる平滑化処理においても3点以上の加重平均をとる場合, 同様の危険性がある.

3.2 補間処理

筆速の速い入力ボタンに対して一定の座標点間隔を維持するため, 隣接点間の距離が大きいとき, 一定間隔で中間点を補間する処理である.

3.3 平滑化処理

入力ストロークのゆれを小さくするために行う処理である. 座標点列を入力信号と考え, 高周波ノイズである手振れ, 雑音成分, 量子化誤差, 等を除去するため, 移動平均型フィルタを用いる. g_i をフィルタに対する入力量, f_i を出力量とすると次式で表される.

$$f_i = \sum_{n=-N+1}^{N-1} w(n) \cdot g_{i+n}$$

ただし, $1 \leq i \leq M$, $\sum_{n=-N+1}^{N-1} w(n) = 1$

(M : 入力点数, $2N-1$: 平均化係数)

追従性を保つため, 前後5点の加重平均をとり, 加重係数は次式に示されるハミングウィンドウを用いる.

$$w(n) = \begin{cases} 0.54 + 0.46 \cos(\pi n / (N-1)) & -(N-1) \leq n \leq N-1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

問題は, 始末端における存在しない項 g_{i+n} の扱いである. JOLIS-2プロトタイプでは, 始点以前の項 g_{i+n} ($i+n < 1$) については $g_{i+n} = g_1$, 終点以後の項 g_{i+n} ($i+n > m$) については $g_{i+n} = g_m$ としている. これにより, 始末端の収縮が見られる. 始末端の収縮は, ストロークの位置関係や交差判定などの前処理以降の処理において悪影響を及ぼすことが考えられる. とくに, 収縮が著しい場合, 次の間引き処理で濁点などの短いストロークが点になる危険性がある.

3.4 間引き処理

冗長な点を除去してストロークの安定性を得るために行う処理である。円形マスクを用い、その中に含まれる点を除去する。このような単純な円形マスク処理では、円形マスク内に含まれるような尖点の鈍化は避けられない。

4. 前処理方式の改良

3. で述べた前処理の問題を解決するために、以下の方法を提案する。

4.1 適応サンプリング処理の抽出点数の変更

冗長な点は十分に間引き、尖点付近ではより多くの点を抽出するために、(1)式の改良案として次の2つの方式を示す。

(方式1)

$$N_i = \{b_i / (b_{i-1} + b_i + b_{i+1}) \times 3\} \times k$$

ただし、 $k > 1$

N_i の範囲は $1 \leq N_i \leq 3 \times k$ となる。

(方式2)

$$N_i = \{b_i / (b_{i-1} + b_i + b_{i+1}) \times 3\}^k$$

ただし、 $k > 1$

N_i の範囲は $1 \leq N_i \leq 3^k$ となる。

方式1は全体的に筆点数を増すことにより、また、方式2は従来方式の抽出点数がNであれば、 $N > 1$ のものに対して抽出点数を増すことにより、それぞれ尖点付近での追従性を向上させるものである。

4.2 平滑化処理における始末端収縮の回避

座標点を $p_0 \sim p_n$ とした場合、始端については、 p_1, p_2 の p_0 に対して点对称な架空の点を考え、それぞれ p_{-1}, p_{-2} とし(図1)、終端についても同様に架空の点を考える。そこで、始点 p_0 に関しては、 $p_{-2}, p_{-1}, p_0, p_1, p_2$ の5点で、第2点 p_1 に関しては $p_{-1}, p_0, p_1, p_2, p_3$ の5点で、それぞれ加重平均を求め、平滑化処理を行う。終端についても、同様の処理を行う。このことにより、始末端の収縮が回避でき、点数に関わらず、統一的に5点の加重平均による平滑化処理を行うことができる。

4.3 間引き処理における尖点鈍化の回避

座標点を $p_0 \sim p_n$ とし、座標点 p_i, p_{i+1} 間の距離を $d_{i,i+1}$ とする。図2のような座標点列の場合、従来方式であれば、 p_{i+1}, p_{i+2} が間引かれ、尖点の鈍化が起こる。そこで、例外処理として、 $d_{i,i+1}, d_{i,i+2}$ に着目し、 $d_{i,i+1} > d_{i,i+2}$ であれば、 p_{i+1} を間引かないことにする。尖点の保存が期待できる。

5. データベースによる方向安定性

および追従性の調査

本研究室では15人のペ27パタン、約6万1千字の手書き文字データベースを保有している。これを用いて、従来方式、改良方式の前処理の方向安定性および追従性を調査する。方向安定性を計る評価関数は角度成分変化の2乗和、追従性を計る評価関数は前処理後座標点とそれに対応する原座標点とのユークリッド距離の2乗平均値をそれぞれ用いる([2])。現在、本研究室保有のデータベースを用いて、実験および考察中である。

6. おわりに

このJOLIS-2Eにおける前処理の改良により、従来、尖点の鈍化や始末端の収縮に起因した誤認識の回避が期待できる。

参考文献

- [1] 平松徹他, “オンライン手書き文字認識システムJOLIS-2に向けて”, 本学会ヒューマンフレンドリなシステムシンポジウム報告集 pp.161-170(1986)
- [2] 相澤正他, “オンライン手書き文字の前処理に対する信号処理的手法の応用”, 電子情報通信学会論文誌 '87/3Vol. J70-D No. 3

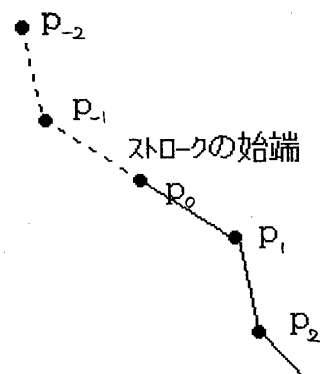


図1 平滑化処理における架空の点の設定

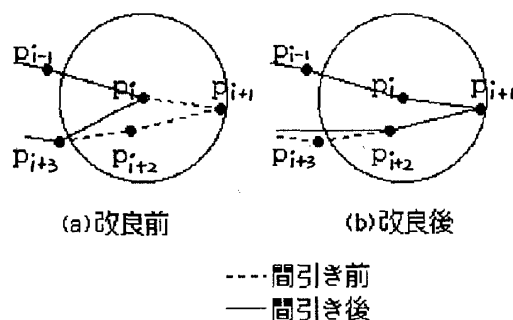


図2 間引き処理の改良