

筆圧を利用したストローク HMM に基づくオンライン走り書き文字認識

須藤 隆 中井 満 下平 博 (北陸先端大) 嵯峨山 茂樹 (東大/北陸先端大)

1. はじめに

オンライン文字認識では、素早く筆記された走り書き文字は、画の連結が起こる為に認識率が低い。本稿では、画の連結個所で筆圧が顕著に変化する事に着目して、ストローク HMM (Hidden Markov Model) によるオンライン文字認識 [1, 2] に筆圧を新たな特徴量として利用する手法を検討する。

2. 文字特徴量

使用する文字データは、タブレットにより一定時間間隔でサンプリングされた座標値データ (x_t, y_t) と筆圧値データ (z_t) である。この時系列データを以下の特徴量に変換し、以降の実験に用いる。

特徴量 A : 座標差分 (直交座標系) … 文献 [1, 2].

$$(\Delta x_t, \Delta y_t) = (x_t - x_{t-1}, y_t - y_{t-1})$$

特徴量 B : 座標差分 (極座標系) … 文献 [3].

$$(r, \theta) = (\sqrt{\Delta x_t^2 + \Delta y_t^2}, (\Delta x_t, \Delta y_t) \text{ の角度})$$

特徴量 A を極座標表示した特徴量 $(0 \leq \theta < 2\pi)$ 。確率密度分布は、平均値から $\pm\pi[\text{rad}]$ の区間の正規分布とする。

筆の迷い等の不安定性を除去するため、ペンアップ時の軌跡は用いず、特徴量 A, B ではペンアップからペンダウンまでの移動の 1 サンプルのみ観測し、特徴量 C と併用する場合にはそれを等分した 4 サンプルとする。

特徴量 C : 筆圧差分 … $\Delta z_t = z_t - z_{t-1}$

図 1 「下」(3 画文字) は続け書き文字の例で 1~2 画目が連結している。連結箇所での筆圧の変化と本来のペンアップ区間での変化を同一のペンアップモデルとして捉える為、ペンアップ区間の筆圧を擬似的な続け書き文字に変形する。具体的には筆圧値にバイアスをかけ、4 サンプルで滑らかに変化するようにした。

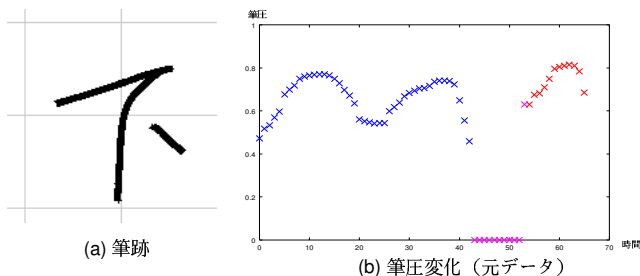


図 1: 走り書き文字「下」

3. 実験

3.1. 実験条件

JAIST-IIPL オンライン手書き文字データベースの走り書き文字 セット (2 回筆記) のうち、筆順 (自動判定) の正しい文字データを用いて実験を行う。辞書は既報 [2, 3] で用いた辞書に修正を加えたものを用いる (Ver.30)。その他の実験条件を表 1 に示す。

3.2. 実験結果

表 2 の実験結果から、特徴量 A, B のみ使用時と比較して特徴量 C 併用時の認識率が高いことが確認できる。筆圧差分を用いることで、画単位の区分化能力が向上し、認識率が向上したと考えられる。また、特徴量 A を用いた場合の誤り率で筆者を並び替え、特徴量 A+C, B+C を用いた場合の誤り率を図 2 に併記した。特徴量 A を用いた場合の誤り

表 1: 実験条件

認識カテゴリ	: 新旧教育漢字 1016 字種
学習データ	: 奇数番 34 筆者の 1 回目筆記
認識データ	: 全 68 筆者の 2 回目筆記
ストローク HMM	: 8 方向の長短 2 種類の線分, 計 16 モデル 3 状態自己遷移あり / ペンダウン時 8 方向の線分 + 移動なし, 計 9 モデル 1 状態自己遷移あり / ペンアップ時
出力確率	: 全共分散行列 2 混合正規分布型
学習方法	: Viterbi 連結学習
認識方法	: Viterbi 探索 (全探索)

率が高い筆者ほど、特徴量 C を併用した場合に誤り率が大きく削減していることが確認できる。尚、筆者 open/closed に関して特徴量と認識率の関係は同じ傾向であった。

表 2: 各特徴量における認識率 [%]

特徴量 (次元数)	N 位累積認識率				
	1 位	2 位	3 位	5 位	10 位
A (2)	88.78	94.88	96.84	98.08	99.07
A+C (3)	92.90	97.42	98.67	99.30	99.72
B (2)	92.14	96.85	98.22	98.95	99.50
B+C (3)	94.25	98.21	99.13	99.51	99.76

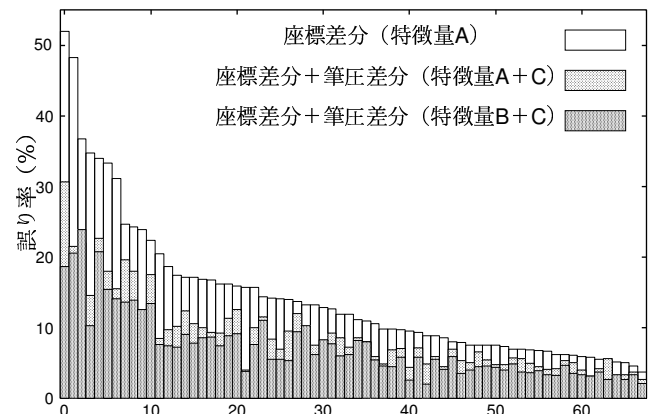


図 2: 筆者別の誤り率変化

4. まとめ

従来、筆圧値は個人性を除去するオフライン的な正規化処理が必要 [4] であった。本稿では、正規化を施さないオンライン的な筆圧の利用法を提案し、ストローク HMM による不特定筆者の走り書き文字認識において有効性を示した。

謝辞

本研究の一部は、文部省科学研究費補助金 (基盤研究 B) 課題番号 11480074, および平成 12 年度 石川県 地域産学官連携豊かさ創造研究開発プロジェクト「視覚障害者のための文字コミュニケーション技術開発」の助成を受けて行われた。

参考文献

- [1] 嵯峨山, 他: “ストローク HMM に基づくオンライン手書き文字認識方式,” 信学技報, PRMU2000-35, pp. 1-8 (2000-06).
- [2] 中井, 他: “ストローク HMM によるオンライン手書き文字認識の性能評価,” 信学技報, PRMU2000-36, pp. 9-16 (2000-06).
- [3] 秋良, 他: “ストローク HMM に基づくオンライン手書き文字認識の特徴量の検討,” 信学技報, PRMU2000-134, pp. 31-38 (2000-12).
- [4] 佐藤, 他: “走り書き文字のオンライン認識,” 信学論, Vol. J68-D, No. 12, pp. 2116-2122, 1985.