

7C-6

ペンの圧力・移動量等の
オンラインデータを用いたサイン照合

加藤誠巳 川島吉弘
(上智大学理工学部)

1 まえがき

現在暗証番号等によって個人の照合が行われるのが一般的であるが、盗用の可能性が高く、より高度な個人照合システムが求められている。本稿では個人の特徴量のひとつであるサインの照合 [1] について検討した。サイン筆記時におけるペンの圧力、単位時間あたりの移動量などデータの模倣が困難なオンラインデータを用いて、テンプレートとの照合を行うサイン照合に関し検討を行ったのでご報告する。

2 サインデータの取得と前処理

2.1 サインデータ取得

取得したデータはワコム製タブレット SD-510C、電子筆圧ペン SP300 によって縦 3cm 横 10cm の長方形内に 0.1mm/point の分解能で得られる (x, y) 座標と最大 500g までを 0 ~ 64 の範囲で与えられる筆圧である。データのサンプリングレートは毎秒 50 ポイントであり、ペンがタブレットの有効範囲外にあるときは有効フラグが 0 になった状態で不定の座標データが送られてくる。データ取得時間は最大 20 秒 (1000 サンプル) とし、この間にデータ取得が終了しない場合はやりなおしをした。取得したデータのうち、筆圧が 0 のサンプルと有効フラグが 0 のサンプルの座標については、その前後のサンプルの座標から線形に補間して求めた。

2.2 データファイルの保存形式

取得した n 点サンプルの座標・筆圧のデータ (x_i, y_i, p_i) (i = 0, ..., n-1) から各サンプル点毎の x, y 方向の変化量 dx_i, dy_i と移動量 dxy_i を求め、n 点から 256 点を線形に抜き出した (dx_i, dy_i, dxy_i, p_i) (i = 0, ..., 255) の組からなるデータファイルを作成した。この際、dx_i, dy_i は short 型, dxy_i は float 型, p_i は char 型としファイルサイズは約 2.3kByte になった。

$$\left. \begin{aligned} dx_i &= x_i - x_{i-1} \\ dy_i &= y_i - y_{i-1} \\ dxy_i &= \sqrt{dx_i^2 + dy_i^2} \end{aligned} \right\} (i \neq 0) \quad (1)$$

$$dx_i = dy_i = dxy_i = 0 \quad (i = 0)$$

2.3 前処理

照合に先立ち、データファイルに保存されている各値からさらにデータの前処理を行った。

$$\left. \begin{aligned} rx_i &= dx_i / dxy_i \\ ry_i &= dy_i / dxy_i \end{aligned} \right\} (dxy_i \neq 0)$$

$$rx_i = ry_i = 0 \quad (dxy_i = 0) \quad (2)$$

$$\theta_i = \tan^{-1}(dy_i / dx_i) \quad (-\pi \leq \theta_i < \pi)$$

$$\theta_i = 0 \quad (dx_i = 0, dy_i = 0)$$

ここで rx_i, ry_i はサンプル点におけるペンの移動方向の単位ベクトルの x, y 成分である。また θ_i はサンプル点における移動方向を示すものである。

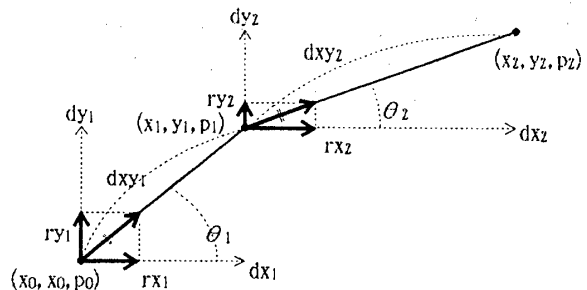


図 1 照合に用いた特徴量

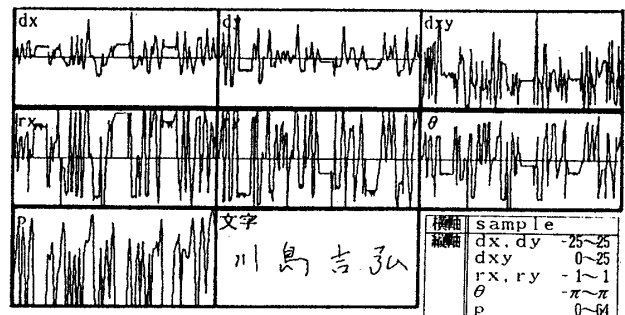


図 2 時系列データの例

3 照合

3.1 DP マッチングによる相違度の算出 [2][3]

前処理されたデータの各特徴量に対してそれぞれ独立に DP マッチングを用いて相違度 X を求めた. DP マッチングは $1/2 \sim 2$ の傾斜制限をつけた対称型のもので, 整合窓長 $r = 30$ にした. テンプレートの第 i 番サンプル a_i と照合データの第 j 番サンプル b_j の距離を $d(i, j)$ としたとき, この $d(i, j)$ は以下の式で求めた.

$$d(i, j) = |a_i - b_j| \quad (3)$$

θ_i を用いるときは周期性を考慮して $\text{mod } 2\pi$ をとり $0 \leq d(i, j) < \pi$ となるようにした. 相違度は (4) 式から $X = g(255, 255)/512$ として求めた.

$$g(i, j) = \min \begin{pmatrix} g(i-2, j-1) + 2d(i-1, j) + d(i, j) \\ g(i-1, j-1) + 2d(i, j) \\ g(i-1, j-2) + 2d(i, j-1) + d(i, j) \end{pmatrix} \quad (4)$$

各特徴量別に求められた相違度 X から, 本人データと偽筆データに関する相違度の平均 m_g, m_f と標準偏差 σ_g, σ_f をそれぞれ独立に求めた. そして (5) 式を用いて照合データの相違度の偏差値を求めた. (5) 式で示す虚偽度 F (forgery) は本人データが示す“本物でない度合”である. また, 真正度 G (geniune) は偽筆データが示す“本物である度合”である. なおこれらの値が 1 を越えたときには 1, 負数になったときには 0 とした.

$$\begin{aligned} F &= \frac{(X - m_g)}{\sigma_g} \times 0.1 + 0.5 \\ G &= - \frac{(X - m_f)}{\sigma_f} \times 0.1 + 0.5 \end{aligned} \quad (5)$$

3.2 特徴量別相違度の総合評価

(真正度, 曖昧度, 虚偽度) の組み合わせとして, (5) 式から得られた値より, 照合データの特徴量別に (6) の 2 種類の確率の組み合わせを考える.

$$\begin{pmatrix} 0, & 1 - F, & F \\ G, & 1 - G, & 0 \end{pmatrix} \quad (6)$$

全ての特徴量におけるこれらの確率を Dempster & Shafer の確率理論 [4] を用いて統合し, (真正度, 曖昧度, 虚偽度) の総合評価値 $(G_{all}, U_{all}, F_{all})$ を求めた. そしてこの F_{all} が適当な閾値より大きければ偽筆であるとし, 小さければ本人であるとみなした.

4 実験結果

本人が作成したサインデータ 10 ケと, そのうちの 1 つをなぞることによって他人 10 人が 2 ケずつ作成した偽筆データ 20 ケの計 30 ケのデータを一人分とし, ローマ字または漢字による 15 人分のデータを取得し実験を行った. テンプレートとしては本人が 3 回目に作成したサインデータを用い, テンプレート自身を含めた 30 ケのデータによる認識実験結果を特徴量別と総合評価した場合について表 1 に示した. 但し p は筆圧である.

表 1 特徴量別及び総合評価による認識実験結果 (%)

特徴量	case 1	case 2	case 3
p	53.3	58.6	86.6
dx	28.0	37.6	86.6
dy	36.0	1.3	86.0
dxy	32.0	24.0	86.0
rx	48.0	42.3	86.0
ry	49.0	59.0	88.0
θ	44.0	50.0	88.0
総合	92.3	64.6	94.3

case 1: 他人受率率 0% のときの本人認識率

case 2: 本人拒否率 0% のときの他人拒否率

case 3: 他人受率率=本人拒否率のときの本人認識率

5 むすび

本稿では取得した偽筆データの相違度の平均・標準偏差を統合評価値決定のために用いたが, 実用に供する際には偽筆データは利用できないという問題がある. また, 本稿で用いたものと異なるサインデータの照合に関しては検討しておらず今後の課題である.

最後に, 本研究にあたり有益なご議論をいただいた本学マルチメディア・ラボの諸氏に謝意を表す.

参考文献

- [1] 吉村, 吉村: “筆者認識技術の最近の動向”, 電子情報通信学会誌, 72, 7, pp.788-791 (平 01).
- [2] 新美: “音声認識”, 共立出版 (昭 54).
- [3] 古井: “デジタル音声処理”, 東海大学出版会 (昭 60).
- [4] 石塚: “Dempster & Shafer の確率理論”, 電子通信学会誌, 66, 9, pp.900-903 (昭 58).