

## ストローク情報と筆圧情報を利用したオンラインサイン認証

## Online Sign Detection using Writing Stroke and Writing Pressure

小南 嘉史† 西村 広光‡ 富川 武彦‡  
Yoshifumi KOMINAMI Hiromitsu NISHIMURA Takehiko TOMIKAWA

## 1.はじめに

近年個人認証の分野において、指紋や声紋などのバイオメトリクスによる認証が注目され、研究進められている[1][2]。本研究では動的なバイオメトリクス認証である、サインを用いた認証について検討した。

具体的には、タブレットにより採取した筆圧情報を含むオンライン文字筆記情報を利用した認証システムの構築法を考案し、実用化に向けた認証能力の検討を行った。

## 2.オンライン文字筆記情報

Windows 上で Microsoft Visual C++、及び Wintab[3]を利用して、サインのように書かれたオンライン文字筆記情報を採取し、認証に利用することとした。採取したサインの情報は、縦横座標と筆圧情報(1024level)及びストローク情報である。ここで採取したサインデータは、<http://www.tomy.ic.kanagawa-it.ac.jp/~kosd/>にて公開する。

採取したサインデータをそのまま比較しても、位置ずれや大きさの差異により同一人物が同じサインを書いたとしても精度の高い認証を行うことは難しい。そのためサインデータ及び、筆圧データを code 化して認証を行う。

## 2.1 筆跡データの Code 化

採取した筆跡の座標情報を Freeman Code[4]を用いて 8 方向の単位方向ベクトル系列に変換する。これはサインを比較する際、何処に書いたかということよりもどのような軌跡を書いたかが重要であると考えたためである。

なお freeman Code 化を行う際には、サンプリング点を直線補間した後、Code 列に変換することとした。

## 2.2 筆圧データの Code 化

筆圧情報は 1024 レベルでサンプリングされるが、これを 8 レベルに再サンプリングし、ストローク毎に Code 化することとした。これは、同一人物であっても筆圧には誤差が発生する場合が多く、その誤差を抑制して処理しようと考えたためである。8 レベルに再サンプリングしても筆圧情報の特徴が損なわれないことは[5]の実験により確認されている。

## 3.認証システム

次式を利用して Code 化した筆跡と筆圧の情報それぞれの類似度を求め、次節で解説する全ストロークの類似度算出法により求められた類似度によってサインの識別・認証を行う。a は認証対象者の 1 ストロークの信号系列、b は登録ユーザの 1 ストロークの信号系列を表している。

† 神奈川工科大学大学院 工学研究科

‡ 神奈川工科大学 情報学部 情報メディア学科

## 3.1 全ストロークの類似度算出法

$$\text{類似度} [\%] = \left( 1 - \frac{\sum_{k=1}^n |b_k - a_k|}{\|\mathbf{a}\| \cdot \|\mathbf{b}\|} \right) \times 100$$

$$\|\mathbf{a}\| = \sqrt{\langle a, a \rangle} \quad \|\mathbf{b}\| = \sqrt{\langle b, b \rangle}$$

各ストロークの類似度の平均値を全体の類似度とすると「勢」や「熱」のように形状の似た文字において高い類似度になってしまう。また、個人の癖により文字の総ストローク数が変わることも考えられる。

そこで本研究では、総ストローク数に差がある場合はその差に応じた荷重を平均値に掛けることで全体の類似度を決定する方法を考案し、その効果の検証を行った。全体の類似度は次式によって表される。

$$\text{全体の類似度} [\%] = \frac{\sum_{k=1}^n (P_k + S_k)}{2n} \times W^j$$

( $P_k$ : kストローク目の筆圧の類似度  $S_k$ : kストローク目の筆跡の類似度)  
( $n$ : 総ストローク数  $W$ : 荷重の割合  $j$ : ストローク差)

## 3.2 認証方法

前節の方法により求められた全登録ユーザの類似度を比較することで認証を行う。このとき閾値を設定し、どの登録ユーザも閾値を超える類似度を得られなかった場合は対象者なしとして判断する(以下 Reject と記す)。

## 4.実験に基づく最適パラメータの決定

前章の方法に基づき認証システムを構築しその評価を行った。本実験では登録済みのサイン、登録データに使用されたサインを他人が書いたサイン(以下詐称サインと記す)、未登録サインの 3 種類のサインを用いてシステムの評価を行う。

認証システム構築においては、ストローク情報、筆圧情報という 2 つの異なる情報量を利用している。従来までの研究ではこれら 2 つの情報は、異なる性質の情報であるにもかかわらず、単純に類似度を求め等価に扱われてきたが、本研究ではこれら 2 つの情報の相関を調べ、最適な重みを求めて認証に利用することを検討した。

さらに登録ユーザ数、一人当たりの登録データ数の変化により認証率の変化を調べ、提案手法実用化に向けた認証能力の検討を行った。

#### 4.1 ストローク差を類似度に反映させた認証法

ストローク情報の類似度と筆圧情報の類似度を等価に扱った認証法において、ストローク差を類似度に反映させることの効果を検証した。

はじめに、46人の登録者が筆記した同一文字のサイン各18個を用いた認証実験を行った。誤認証なしとなるように閾値(93.5%)を設定したところ、ストローク差による荷重無しでは認証率は31.5%であったが、荷重ありでは認証率62.9%を得た。

このとき、同じ閾値において、36個の詐称サインと72個の未登録サインを利用して、未登録のサインが誤って登録者として認証されないことを検証したところ、提案手法では、詐称サイン・未登録サイン共に全てをRejectすることができ、高い認証結果が得られたといえる。

#### 4.3 2つの類似度に重み付けした認証法の検討

筆圧・筆跡に対する重み付けによる認証率の変化を図1に示す。閾値は誤認証無しとなるように設定しているため100 - 認証率がReject率になる。

図1で基準となるのは、前節で示した筆圧1倍、筆跡1倍として等価に扱ったものである。結果から、いくつかの点で基準より高い認証率を得ることに成功した。傾向としては、筆跡は筆圧よりも高い倍率にした方が、認証率が上がることがわかる。また、筆圧の倍率を過度に低くした場合や筆跡の倍率を過度に高くした場合には、認証性能が著しく低下することがわかる。検討結果から筆跡3倍、筆圧0.5倍の重み付けが適しているといえる。

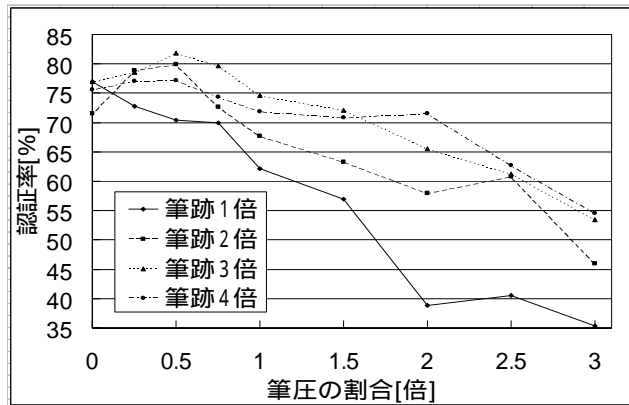


図1 筆圧・筆跡の重み付けによる認証率の変化

#### 4.5 提案認証手法の認証能力検証実験

前節までの実験により認証システムの構築及び、その有効性を確認できた。しかし、実用的システムに向けた検討として、登録ユーザー一人当たりの登録データ数を増加させたときの認証率の変化を調査、また登録ユーザー数の増加による認証率の変化をあわせて検討した。このような認証法の評価は従来まであまり行われていないが、実用化に向けた検証として極めて重要であると考えられる。

一人当たりの登録データ数を1から10に増やし認証率の変化を調べたところ、閾値を94%において、認証率が53.4%から85.0%に上昇することが分かった。

登録ユーザー数の増加による認証率の変化を調べるため10人分各9個のサインを使用し登録人数を10から50人に増やしたときの認証率の変化を調査した。図2は登録データ数、ユーザー数を変化させたときの結果である。図2より登録人数の増加により認証率が下がるが一定数に達すると認証率の低下も緩やかになることが分かる。また登録データ数も7から10の間では大きな変化はなかった。

この結果から、登録データが7から10のとき登録人数が2倍3倍と増えていっても80%以上の認証率に収束すると予想できる。

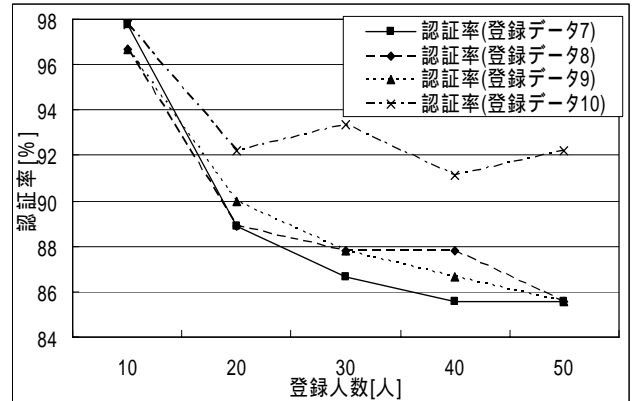


図2 登録数による認証率の変化

#### 5. まとめ

過去の類似研究[6]の結果では登録済みのサインの認証率89.5%、詐称サインのReject率93.2%となっている。この結果と比較すると考案システムは、個人認証において重要である本人以外を正しく拒否することを、登録済みのサインの認証率に大きな影響なく、非常に高精度に実現することができたといえる。またストローク差を利用して類似した形状のサインを正しく認証することに成功した。さらに、認証性能を高くする方法として、筆圧・筆跡に対する重み付けや登録データの増加などを考案しその有効性を確認できた。

以上より、本提案手法は、高精度なオンラインサイン認証システムの開発に寄与できるものと考えられる。

#### 参考文献

- [1] 笹倉康明 浜本隆之 “顔画像の輝度値変化形状に基づく個人認識”, 情報科学技術フォーラム 一般講演論文集 Vol.3 pp153-154, (2003)
- [2] 山田貢己 出口豊 川村聡典 “情報セキュリティ パイオメトリクスによる個人認証”, 東芝レビュー Vol.54 No.7 pp16-19, (1999)
- [3] R.Poyner, “Wintab Interface specification 1.1”, LCS/Telegraphics, (1996)
- [4] 安居院猛 中嶋正之, “画像工学の基礎”, 昭晃堂, (1986)
- [5] 中島洋行, “筆圧検出タブレットを利用したオンライン個人認証システムの試作”, 神奈川工科大学工学部電気電子工学科 卒業論文 (2002)
- [6] 菊地真美 赤松則男, “高速筆記者のための高感度筆圧ペンの試作と筆者認識実験”, 電子情報通信学会論文誌 Vol.83 No.8 pp1763-1772, (2000)