

## 手書きの署名を入力リズムの違いで本人判定できる可能性の評価

松本憲幸 杉森眞二 浮川初子 浮川和宣

株式会社 Meta Mo Ji

**概要：**タブレット上に手書きの署名を入力する際の筆運びの時系変化を波形化して、その全体や部分を多段階で比較採点することで本人の署名と他人の模倣署名を判別できる可能性の評価を行った。文字構成によっては全体として採点すると他人により模倣された署名の得点も上がりやすく、ペンの非接触部分を補完する処理は場合によっては誤差を拡大して本人自身の署名でも得点を下げってしまうなどの現象が見られ、単純な全体波形の比較では50%程度が本人判別可能であった。一方、入力の部分波形の評価を多段階で併用した場合、より細分化された視点からの比較が可能となり90%程度の本人署名が判別された。

## 1. はじめに

比較的多くの本人文字サンプルを必要とする紙ベースの筆跡鑑定技術<sup>[1]</sup>に対して、オンラインの手書き署名では、より高度なマッチングや座標、速度、筆圧や角度情報などより多くの特徴量を得ることで少量の本人サンプルからの判定精度の向上が図られてきている<sup>[2]</sup>。

一方、ハードウェア環境を指定しない一般のタブレットコンピュータに対して様々なスタイラスを利用した場合、速度や筆圧は座標に比べてペン先や入力面の硬度や摩擦などの違いに依存して変わることが考えられ、再現が本人自身にとっても困難となり得る。

ここでは、環境に比較的依存しにくいと予想される「署名を入力するリズム」だけで、書き慣れた本人の入力と、他人からの入力をどの程度まで判別可能かの実験を行った。

## 2. 実験方法

## 2.1 入力リズムの定義

座標と速度の中間的特性として、署名の始点から終点へ向かって等速直線運動をする観測者から見たペン先の相対位置ベクトルの射影の時間変化を入力のリズムとして利用した(図1)。

これは、射影の方向に関わらず始点と終点では必ず値0に収束する波形となり、射影を観測者の進行方向および直交方向へ取ることで署名全体の傾きへの補正、観測者の移動距離を単位とすることでサイズ変化への補正が可能である。

なお、この方法で実際には任意の2点を指定して同様のリズム波形を作成することができる。

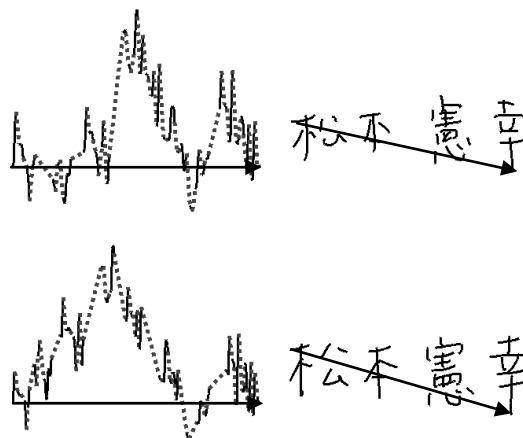


図1 進行方向のリズム波形の例

## 2.2 リズムの類似性の定義

図1の形態で観測される振幅の時間変化の類似性を評価するために、比較に際して非線形の変形は行わず、単純に比較対象の2つの波形が連続して一定距離以内に近接する場合に「近接が継続した時間に比例した得点」を与えて類似性の得点とした。なお、1つの曲線が複数回の近接と遠隔を繰り返したり複数の曲線に近接する場合は最長区間のみ得点を与えた。

この得点方式に基づき、全体を線形に拡大・縮小および平行移動して採点を行う複数のアルゴリズムを併用することで入力誤差を許容した。

部分波形に分解した場合は、全体的な類似性で評価する相加平均と、すべての部分の高い類似性で評価する相乗平均の各々で得点を求める複数の採点アルゴリズムを作成した。

これらの採点アルゴリズムを並列的に利用して、2つの署名に対する複数の評価方法での類似性の得点を求めた。

The identification accuracy of the handwritten signatures using the drawing rhythm.

Noriyoshi Matsumoto, Shinji Sugimori, Hatsuko Ukigawa, Kazunori Ukigawa  
Meta MoJi Corporation

2.3 2段階のリズムデータ収集

本人の署名リズムと他人からの攻撃署名のリズムの収集は、タブレットコンピュータ上に氏名の活字や手書きの本人署名を表示して、対応する手書きの署名の入力が可能な簡易アプリケーションを作成して、以下の2段階で行った。

第1段階：表示された氏名の活字を見て署名を推測して入力する（推測攻撃署名とする）。

第2段階：表示された手書き署名を見て、署名を模倣して入力する（模倣攻撃署名とする）。

なお、これらの本人署名の中には、本人が入力したものであっても、必ずしも認証するに適さないサンプルも含まれ得るが、ここではそのまま本人のサンプルとして使用している。

2.4 判定方法

与えられた署名データに対して、2.1に従ってリズム波形を作成して、2.2に従って採点することで、ある本人署名に対するすべての他人からの攻撃署名の複数の評価方法からの得点を求めることができる。各評価方法において、攻撃署名群が記録した最高得点を他人が模倣して得ることができる上限として、それぞれの評価方法における本人判定の閾値とした。これにより各々の採点アルゴリズムで、すべての他人の攻撃署名は認証閾値を超えず却下される。

こうして設定された閾値に対して、入力された署名が、いずれかの採点者において閾値を超える場合に、本人しか到達できない高得点として本人認証の成功とした（図2）。

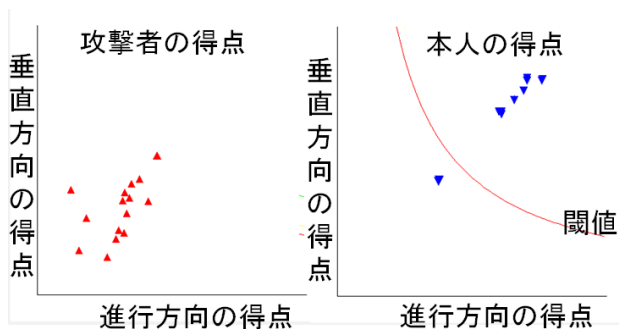


図2. 二方向の相乗平均で認証する場合

サンプルの評価からは個人ごとの本人判定の閾値を求めることができるが、ここで採点アルゴリズムごとに、その採点アルゴリズムで全参加者の本人署名に対して他人からの攻撃署名が記録した得点のうちの最高得点を、その採点アルゴリズムの全参加者に共通な一般性をもった高めの閾値として使用した。

ここでは署名の全体的リズムの評価（S1とする）に加え、ペンの非接触状態部分の影響を評価するために、非接触時間の長いn個の部分で分割された部分波形を利用した採点を併用した評価（S2, S3, ..., Snとする）を行った。

3 結果

収集したサンプルは以下の程度である。

参加者総数	75
本人サンプル総数	422
他人からの攻撃サンプル総数	6474
推測攻撃署名数	4622
模倣攻撃署名数	1852

本人サンプルの認証実験の結果は以下のとおり。

判定方法	本人認証率
S1 全体波形だけ利用	218/422= 0.52
S2 2分割波形まで利用	264/422= 0.63
S3 3分割波形まで利用	294/422= 0.70
S4 4分割波形まで利用	320/422= 0.76
S5 5分割波形まで利用	332/422= 0.79
S6 6分割波形まで利用	342/422= 0.81
S7 7分割波形まで利用	347/422= 0.82
S8 8分割波形まで利用	351/422= 0.83
S9 9分割波形まで利用	355/422= 0.84
S10 10分割波形まで利用	361/422= 0.86

（閾値の定義により他人の認証率は0/6474=0.0）

4 まとめ

入力のリズム全体からの判定では5割程度の識別精度が、部分的リズムを併用した判定では9割近くに向上した。これはペンが入力状態にない部分の補完が場合によっては誤差を与える可能と、入力状態においては本人のリズムがかなり高い再現性を持つことを表す。

本人が自署名を判別できる精度は7割程度と想定される<sup>[3]</sup>。全体リズムの評価ではこの精度を下回るが、部分的なリズムを含むことでこの精度を上回る可能性が確認された。

5 参考文献

[1] 三井利幸. 筆跡鑑定の理論と応用-主観を排除した筆者識別. 一粒書房, 2016  
 [2] 古市唯. DP マッチングを用いた手書き署名照合の高精度化に関する研究. 三重大学大学院修士論文, 2011.  
 [3] 斎藤絢基, 新納真次郎, 中村聡史, 鈴木正明, 小松孝徳. 手書き文字に対する書き手識別と好感度に関する調査. 情報処理学会研究報告 Vol.2016-HCI-169 No6, 2016