

eラーニングにおける本人認証のための筆跡情報の基礎的分析

Fundamental Analysis of Handwriting Information for Designing Personal Authentication System in e-Learning

藤森 千博[†]
Chihiro Fujimori福村 好美[‡]
Yoshimi Fukumura中平 勝子[§]
Kastuko T. Nakahira

1 まえがき

近年の高等教育機関におけるeラーニング導入の進展に伴い、質の保証への要求が高まってきている。eラーニングの質保証においては、コンテンツ開発でのID (Instructional Design) 適用、対面授業と同等のインタラクティブコミュニケーションによる学生支援などととも、成績評価の公正性確保のためのオンライン試験システムの構築が望ましい。長岡技術科学大学では、eラーニングを活用した高等教育機関(大学、高专)間での単位互換において、出欠確認にはパスワード認証を用い、Webテストにおいては監督者の下での試験実施を行っている。このため、今後の自動化オンラインテストの実現に向けて、筆跡情報の活用方法について、基礎的な実験と測定データの分析を行った。

従来、本人を確認する方法として、指紋、声紋、虹彩、顔写真識別等の様々な方法が考えられている。しかしながら、指紋や虹彩を用いた認証は教育目的以外での専用装置が必要なため、eラーニングには導入が困難である。eラーニングのオンラインテストで手書き入力を導入することが考えられるため、筆跡情報を対象とした。

本稿ではオンラインテスト時のテスト開始時から終了時までを通じてテスト対象者本人が受講した証明をオンライン筆跡情報を用いて検証する。筆跡データから得られる個人の特徴として、筆圧、筆速、傾斜度などの情報の活用方法と精度について基礎的な実験と分析を行った。

2 筆跡に現れる個人の特徴抽出

筆跡にどのような個人の特徴が現れるかを明らかにするには、書写技能の考察が必要となる。

書写技能は、造形法、用筆法、執筆法の三つに大きく分類される。造形法は、点画の長さ、方向、形によって、どのように文字を構成するのかといった全体の構成からなる。用筆法は、どのように書き始め、どのような速度、筆圧で点画を書き、最後(とめ、はね、はらい)をどう処理するのかという筆使いに関する技能である。執筆法は書くときの姿勢や筆記用具の持ち方に関するものである。[1]

本稿では、感圧式タブレットよりオンラインで入力される筆跡を扱うため、書写技能全てを対象とすることは出来ない。そのため、造形法と用筆法を対象とし、署名時の筆圧や筆速、ペンの

傾斜度等による時系列データを計測し、特性値を求める。

2.1 対象とする特性

ペンタブレットからの入力により得られるデータとして、ペン座標、筆圧、筆速、またタブレット表面を x, y 座標とし、 xy 平面に垂直な軸を z 軸とした時の Z 軸に対するペンの方向、 XY 平面に対するペンの傾斜度がある。本稿では、この取得されたパラメータより、個人内での変動が最小であり、かつ個人間の差異が大きく現れるパラメータを組み合わせることにより、精度の向上を図る。

2.2 特性値の評価

eラーニングオンラインテストを想定した、筆跡認証の実験システムのハードウェアは、パーソナルコンピュータと、感圧式タブレットの構成とした。筆者識別におけるテキスト文字として、「いろはにほへと」の7文字を使用した。被験者10人には筆順の制約を与えずに、スタイラスペンで日を変えて計3回書いてもらった。

対象とする筆跡データはタブレット上に書かれた文字を一定間隔でサンプリングしたものである。これを $(x(t), y(t), p(t); t=1, 2, 3, \dots, N)$ (1) で表す。ここで $(x(t), y(t))$ はタブレット上の左下隅を原点としたペンの座標を示す。 $p(t)$ はペンのアップダウン情報を示し、ペンアップの時0とする。 t はサンプリング番号を示す整数であり、総サンプリング数を N とする。

前処理段階では、誤差縮小のため、 $t=1$ から N まで各文字ごとに $p(t) = 1$ となるデータの始めと $p(t) = 0$ となる終りの周辺データに対して筆圧が100ポイント以下は切捨て、それ以上のデータを使用した。

2.3 筆跡情報における特性値

測定結果から本人を認証するためには、以下の要件を満足する情報を抽出する必要がある。

1. 個人間で差があるか
2. 個人内での特性値のばらつき具合はあるか
3. 個人間で差が大きく、個人内での差が小さくなる特性値の組み合わせで個人性の抽出が可能かどうか

以上3つの観点から評価する。(1)については3回分の平均と標準偏差を求める。(2)についても同様に個人内での平均と標準偏差を求める。(3)については、(1),(2)で求めた特性値の組み合わせにより評価を行う。

[†] 長岡技術科学大学工学部[‡] 長岡技術科学大学工学部[§] 長岡技術科学大学工学部

3 実験結果

3.1 2次元での可視化と評価

得られたパラメータより、筆圧、筆速、最大筆圧、Z軸に対するペンの方向、XY平面に対するペンの傾斜度の個人間及び個人内での平均及び標準偏差を求めた。t=1からNまでの入力文字全体を対象として分析を行ったが、識別出来なかったため、1文字単位での識別を行ったが、本人を特定する特徴を得るのは困難であった。そのため、より詳細に文字に現れる個人特性の抽出のために、 $p(t)=1$ の時の各文字を画数をもとに切り出し、「い」第1画目を1、「と」第二画目を16とする）各文字を画数ごと切り分け、分析を行う方法に変更した。

	平均筆圧	z平均	xy平均	平均筆速	最大筆圧
生徒A	118.6	10.8	0.8	1175.5	155.6
生徒B	118.2	7.1	4.1	1597.3	131.2
生徒C	48.4	14.4	1.9	1720.5	50.3
生徒D	10.1	8.6	3.5	1086.2	12
生徒E	65.3	1.5	2.1	2603.9	76.5
生徒F	51.4	22.4	1.1	1990.7	71.4
生徒G	52.5	3.6	4.3	1086.1	68.4
生徒H	78.9	8.12	0.2	3824.4	88.5
生徒I	93.2	12.2	3.9	1850.9	92.7
生徒J	41.1	12	3.1	2890.5	24.7

表1 各文字での個人内の標準偏差

表1は個人内の標準偏差を示したものである。表から個人内で変動が小さいパラメータがZ軸に対するペンの方向とXY平面に対する傾斜度だと分かる。XY平面に対するペンの傾斜度では個人内のばらつきは小さく、更にZ軸に対するペンの方向に関しては個人内でのばらつきは小さく、個人間でのばらつきが大きいといった特徴が表れた。

3.2 3次元での可視化と評価

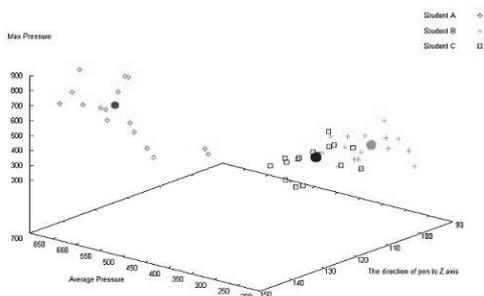


図1 筆跡情報の3次元での可視化

図1は被験者3名の各文字の画数に対し、個人内での差が小さく個人間での差が大きくなる特性値の組み合わせを3次元空間にて示したものである。それぞれの中心にある大きな丸は重心を示す。学生Aは他学生に比べて筆圧及びZ軸に対するペンの向きが大きいため、特徴が現れている。学生BとCは筆圧に関しては同等だが、Z軸に対するペンの向きが学生Cの方がBよりも大きいため、単一パラメータでは困難であった個人の特徴が見出せる。

図2は残りの学生7人の各文字の画数に対する散布図であり、各個人のデータ範囲を直線で囲ってある。学生FとIは左利きであったため、Z軸に対するペンの向きが他学生に対し大き

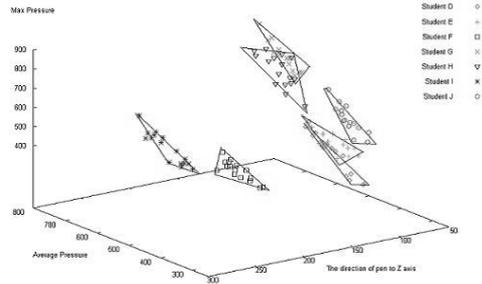


図2 筆跡情報の3次元での可視化

く離れている。また図2より、筆圧が似通っている学生同士でも、Z軸に対するペンの向きで差異があることが分かる。

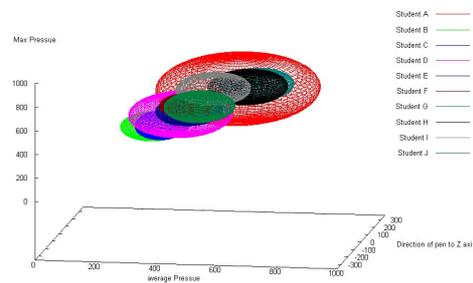


図3 筆跡情報の3次元での可視化

図3は全学生筆跡データを3次元空間で示したものである。XYZ軸はそれぞれ平均筆圧、Z軸に対するペンの方向、最大筆圧となっている。次に球面作成手順を示す。各文字の切り分けられた画数目的平均筆圧、Z軸に対するペンの方向、最大筆圧の平均を計算し、重心Gを求め、半径は重心からの距離の平均値に重心からの距離の標準偏差の2倍を加えたものとする。これは全データの95%を含む球面にするためである。個人特性を表す球面が描画され、全体としてある程度ばらけるが、個人間で球面が重なり合うところもある。半径が大きく個人の特定が現段階では困難なため、半径の工夫、または球面以外でのグラフ作成が必要である。

4 むすび

個人の特性値をオンライン入力された筆跡情報をタブレットを用いて抽出し、個人間、個人内での筆跡情報に現れる差異を明らかにし、特性値によって個人間、個人内でのばらつき具合があること。入力された文字全体を対象とするのではなく、各文字を画数へ切り分け、複数パラメータによる3軸での評価をすることにより、本人確認の可能性を示した。本人認識、実験は現段階では行っていないため、今後の課題となる。

参考文献

[1] 中村善一, 豊田順一, "書写技能に基づく筆跡に現れる個人性の抽出," 電子情報通信学会論文誌 (D-), Vol.J77-D- , No3, pp.510-518, 1993,