

筆跡の匿名性についての筆跡の癖からの一考察

瀬川 典久[†] 村山 優子[†] 宮崎 正俊^{††} 根元 義章[‡]

[†] 岩手県立大学ソフトウェア情報学部

^{††} (有) 情報技術総合研究所

[‡] 東北大学大学院情報科学研究科

〒020-0193 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字菓子152-52

Phone: 019-694-2618

E-mail: sega@soft.iwate-pu.ac.jp

人間の筆跡の癖には、筆跡の局所に表れる癖と筆跡の全体の中に表れる癖が存在する。筆跡を文字認識を用いずに匿名化するためには、この2つの筆跡の癖を第三者に認識させないようにする必要がある。本稿では、筆跡の局所に表れる癖と全体の中に表れる癖について、それぞれの癖に対応する筆跡の匿名化手法について提案を行う。また、提案した手法の評価をおこない、本手法の有効性を示す。

キーワード 筆跡、匿名性、認証、バイオメトリクス、事象関連電位

A consideration from the habit of a handwriting about the anonymity of a handwriting

Norihisa Segawa[†] Yuko Murayama[†] Masatoshi Miyazaki^{††} Yoshiaki Nemoto[‡]

[†] Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

^{††} DAIS Labs, Ltd.

[‡] Graduate School of Information Science, Tohoku University

152-52 Sugo, Takizawa-aza, Takizawa, Iwate-gun, Iwate, 020-0193 Japan

Phone: +81-19-694-2618

E-mail: sega@soft.iwate-pu.ac.jp

The habit of a handwriting appears into the part of a handwriting, and the whole handwriting. In order to anonymize a handwriting, without using character recognition, the 3rd person needs to take care not to recognize the habit. In this paper, the habit which appears in the part of a handwriting, and the habit which appears into the whole are considered, and it proposes about the anonymized technique of the handwriting corresponding to each habit. Moreover, the proposed technique is evaluated and the validity of this technique is shown.

Keyword handwriting, anonymity, authentication, biometrics, Event Related Potential

1 はじめに

近年インターネット上で動作する様々なコミュニケーションシステムが開発されている。それらの一つである、WWW (World Wide Web) を用いた電子掲示板システムは、幅広い人達に利用されている。これらの電子掲示板システムは、文字情報の交換を基本としているため、情報の受け手と送り手とであらかじめ使用する文字コードについて合意する必要がある。

文字コードを利用せず情報を交換する研究として、村山、中本らが提案した WWW 上に戸口伝言板という手書きの伝言板システム¹⁾の実運用を行ないシステムの利点を明らかにしてきた^{2, 3)}。

一般にメッセージの匿名化については、送信者はその内容により、暴力を受けたり、社会的地位を失うなどの危険を冒さずに情報を発信できると言われている⁴⁾。例えば、新聞の投稿において匿名にするものもある。匿名性は、送信者の社会的背景(性別、年齢、身分等)に左右されずにコミュニケーションを行うためにも利用される。

現在利用されている匿名を利用できる電子会議システムでは、ユーザが身分などによる発言力の差を意識せずに、コミュニケーションを行える。現在、WWW で利用されている電子掲示板は、情報の送信者、受信者間で情報を交換する文字コードを定め、情報の送信者は決められた文字コードを利用し情報を発信し、受信者は文字コードに従い情報を受信する。WWW で利用されている文字コードを利用した電子掲示板では、利用者自身が明らかにしない場合、かつ、掲示板システムが送信者の個人情報およびネットワークの送信元を第三者に公表しない限り、匿名性は保証される⁵⁾。

ところが、手書き情報を基本とする戸口伝言板では、手書きのメッセージの筆跡の癖から送信者を特定される恐れがある。戸口伝言板の匿名化のためには、送信者の筆跡の癖をそのメッセージから取り除くとともに元のメッセージの内容は読めなければならない。

そこで、筆者らは、戸口伝言板で送信者の匿名化を行うための筆跡の匿名化アルゴリズムを提案し、匿名化を行う戸口伝言板を実装し評価を行った⁶⁾。しかし、従来の筆者が行ってきた筆跡の匿名化⁶⁾では、書いた文字の可読性を考慮にいれていなかった。また、筆者等が研究を進めるうちに人間の筆跡の癖には、筆跡の局所に表れる癖と筆跡の全体の中に表れる癖が存在すると仮定できることがわかった。

本稿では、筆跡の局所に表れる癖と筆跡の全体の中に表れる癖のそれぞれの癖に対応する筆跡の匿名化手法について提案を行う。また、提案した手法の

評価・考察をおこない、本手法の有効性を示す。

以下、2節で、手書き情報の匿名化について述べ、3節で、匿名化アルゴリズムの提案を行う。4節では、3節で提案した匿名化アルゴリズムの実装について述べる。5節では、提案した匿名化アルゴリズムについて評価、考察を行い、6節でまとめを行う。

2 手書きにおける匿名性

手書きの認証は、図1に示すように認証に用いるサンプルの手書き(この図の例ではSignature)と、認証したい手書き(Countersignature)との特徴点による照合によって行われる^{7, 8)}。利用される特徴点として、形状⁹⁾、文字列の傾き、筆圧¹⁰⁾が挙げられる。手書きのメッセージからは、形状、傾きの筆跡情報を得ることができる。

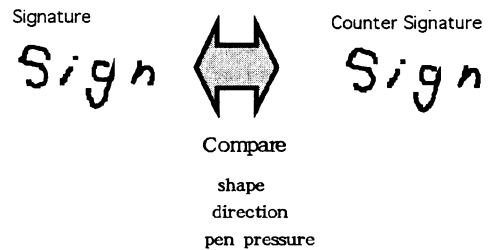


図 1: 認証

筆跡を匿名化するためには、筆跡から書き手を特定する特徴点を消去し、なおかつ第三者がそのメッセージを判読することが可能である必要がある。このことを解決するために、筆跡を一方向アルゴリズムと乱数より変形を行う。

受信者が、匿名化された筆跡を入手し、送信者を判別することを考える。受信者が送信者を判別する手法として次の2つが存在する。

1. 匿名化された筆跡を匿名化前に戻し送信者を調べる。
2. 複数の送信者が分かっている筆跡のデータベースを入手し、判別を行う筆跡と比較することで送信者を調べる。

筆跡を匿名化するアルゴリズムが、可逆アルゴリズムで、匿名化した筆跡から匿名化前の筆跡に戻せる場合、戻した筆跡を利用して送信者を調べることが可能になる。この事を解決するために、匿名化アルゴリズムは、受信者が変形した筆跡から、元の筆跡を復元できない一方向アルゴリズムによる変形を行う。一方向アルゴリズムを用いることによって、匿名化された筆跡を匿名化前に戻し送信者を調べる手

法によって送信者を判別することは出来ない。しかし、一方向アルゴリズムが、常に同じ変形を行うとすれば、送信者が分かっている筆跡と比較することが可能になる。そのため、一方向アルゴリズムの中に乱数をいれ、再現性のない筆跡の変形を行う。このことにより、匿名化された筆跡と送信者が分かっている筆跡を同じ匿名化アルゴリズムで変形させたとしても、同一の筆跡は生成されず、比較することはできない(図2)。

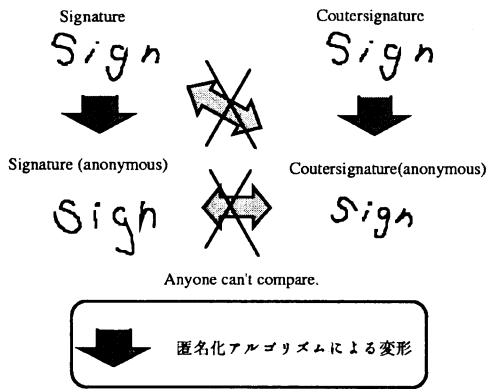


図2: 手書きの匿名化

上記のように筆跡情報の匿名化を図るために、一方向性の特徴を有するアルゴリズムを導入し、乱数を効果的に利用することを基本とする。

3 匿名化アルゴリズムの提案

2節で述べたように、匿名化には、一方向性と時間非依存性を確保したアルゴリズムが必要である。筆跡情報の匿名化は本質的に筆跡情報に表れる個人性を排除することであるが、その手法としては種々考えられる。

基本的に筆跡情報における個人性は筆跡情報データに現れるため、匿名化はそのデータを何らかの手段で変更することが基本である。本研究では、筆跡情報も持つ個人性を筆跡情報の局所的領域と大域的領域の双方で排除する方法を開発する。

局所的領域としての取り扱いでは、筆跡情報データごとに、その位置を一方向性と時間非依存性を有するアルゴリズムで変化させる。これを局所領域匿名化アルゴリズムと呼ぶ。また、筆跡情報の全体形状であるパターン自身が個人性を表現していることで、パターン全体を、一方向性でかつ時間非依存性をもって変化させ匿名化を図る。これを全領域匿名化アルゴリズムと呼ぶ。

また、筆跡を変化させても文字として理解できることが重要であり、匿名化アルゴリズムの中で筆

跡情報の変化による、不自然な筆跡を排除する処理を行い、利用者インターフェイスの改善を図る処理を含める。

3.1 局所領域匿名化アルゴリズム

本稿では、図3で示すように、手書きの筆跡を vector drawing 型の符号化を行っている。手書き情報は複数の点とそれらを直線で結んだ形で符号化されている。

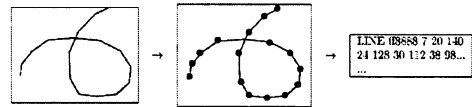


図3: 描画情報(符号化)

局所領域匿名化アルゴリズムは、筆跡の位置情報から個人性を排除するように変化させるものである。提案するアルゴリズムは、筆跡情報に対して、一方向アルゴリズムと乱数により変形させるアルゴリズムは手書きによって書かれた点に対して、次の演算を行い、その演算結果に対して点を移動させるものである。

1. 移動させる点 (X_n, Y_n) とする。点 (X_n, Y_n) とその前後の点 $(X_{n-1}, Y_{n-1}), (X_{n+1}, Y_{n+1})$ の変化量を求める。
2. 変化量 $X_{n+1} - X_{n-1}, Y_{n+1} - Y_{n-1}$ に対して、ある時点において生成されるユニークな値 $RAND(0 \leq RAND \leq 1)$ とパラメータ $P(0 \leq P)$ を乗じて、点 (X_n, Y_n) の移動量 dX_n, dY_n を決める。
3. 移動量 dX_n, dY_n だけ点を移動させる。その後、移動した点に対して線を引きなす。
4. 次の点に対しては、移動させた点を利用し、次の筆点の移動量を計算する。

(1) から (4) までの一連の流れを図4に示す。

図中、RAND は、2節で述べた、再現性のない筆跡の変形を行うためのパラメータであり、乱数を利用して生成される。パラメータ P は、匿名化アルゴリズムにおける鍵になる変数で個人性を排除するのに有用なものである。

このアルゴリズムに基づいた点の移動量の絶対値は、

$$0 \leq |dX_n| \leq (X_{n+1} - X_{n-1}) \cdot P \cdot RAND$$

$$0 \leq |dY_n| \leq (Y_{n+1} - Y_{n-1}) \cdot P \cdot RAND$$

となる。RAND の値は、 $(0 \leq RAND \leq 1)$ なので、移動量の絶対値の最大値は

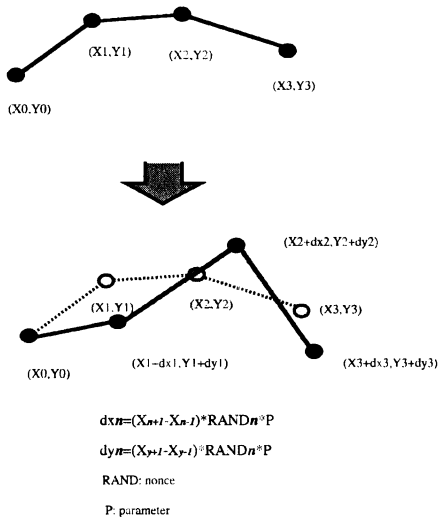


図 4: 局所領域匿名化アルゴリズム

$$(|dX_n|, |dY_n|) = (|(X_{n+1} - X_{n-1}) * P|, |(Y_{n+1} - Y_{n-1}) * P|)$$

となる。

移動量の絶対値の大きさは、前後の点の間隔とパラメータ P の値の積に影響する。前後の点の間隔が大きくなりすぎると、書いた文字などが判読できなくなり、0 に近づくと筆跡は変化しないと言う特徴を持つ。

筆点の間隔は、送信者によって異なるので、送信者は、書いたメッセージが第三者にも読めるように、パラメータ P の値を決定することになる。

この提案した匿名化アルゴリズムを用いることによって、人間によって書かれた vector drawing が変形される。その変形は、乱数によって決定され、2 度と同じ物は生成されない。人間が手書きを行なう際の特徴点や、消去され匿名化が可能となる。

3.1.1 可読性を考慮した局所領域匿名化アルゴリズム

局所領域匿名化手法は、(1) 元の筆跡に戻すことが出来ない一方向変換アルゴリズム (2) 変換した筆跡がある時刻における唯一の変換であることが条件である。匿名化手法に基づき提案した匿名化アルゴリズムは、移動させる筆点の前後 2 点の座標値の変化量、ある時点における乱数、パラメータ P を掛けたもので計算される。

しかし、現状のパラメータ P は、送信者があらかじめ決めた固定値で行っているために、筆跡の筆点の少ない筆跡より筆跡の筆点の多い筆跡の方が、筆

跡の変化が大きくなる。よって、筆跡の筆点の少ない筆跡にあわせてパラメータ P を決定する必要があるがその P を使えば、筆点の多い筆跡の変化が大きくなりすぎ、文字が読みにくくなる。

そこで、匿名化アルゴリズムパラメータ P を筆跡の筆点に応じて変化させ、なおかつ文字が読みにくくならないようにする。

一つの筆跡において、筆点の数が N とする。匿名化アルゴリズムにおいて、 $i (1 \leq i \leq N - 1)$ 番目の筆点を P の代わりに、次のパラメータ P' を用い、筆跡を変化させる。

$$P' = \frac{A}{N} \cdot f(i, N)$$

A は、前述のパラメータ P に相当するものである。 $\frac{A}{N}$ によって、筆点の数が多き筆跡ほど、 P' が小さくなり、筆跡の変化が小さくなる。 $f(i, N)$ は、筆点の数およびその筆点の順番を指数にする関数で、従来のアルゴリズムでは、 $f(i, N)$ は 1 であるが、そこを筆点の順番に応じて変化させることにより、筆跡の変化率を変更できる。

また、局所領域匿名化アルゴリズムは、筆点の移動が自由に行われ、そのために筆跡が不自然に折れ曲がる。その課題を解決する方法として、匿名化アルゴリズムにおいて、図 5 に示すように元の筆跡と変形後の筆跡のなす角度 θ が一定値以下になるように制限を与える。筆点を乱数で決定するとき、筆跡のなす角度が θ を超えれば、もう一度アルゴリズムを適用し筆点を決定する。

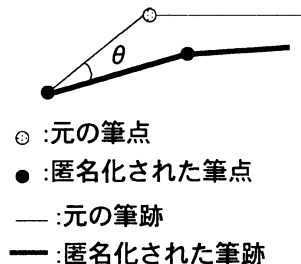


図 5: 匿名化アルゴリズムにおける角度の定義

さらに、受信者にとって筆跡情報のインタフェースを改善する手法として、匿名化された筆跡情報の平滑化を行う。

可読性を考慮した局所領域匿名化アルゴリズムにおいて、パラメータ $A = 10, f(i, N) = i \cdot (N - i)$ を用い、匿名化したものが図 6 である。この図から分かるように、局所領域匿名化アルゴリズムでは変化しなかった、筆点が少ない筆跡が変化し、なおかつ可読な範囲で文字が変形している。

五月四
拾った

$$Fx(x, y) = x + \frac{y^2 \cdot RAND}{A}$$

$$Fy(x, y) = y + \frac{x^2 \cdot RAND}{A}$$

の変換が行われる。本例で示した Fx, Fy は、 (X_c, Y_c) を中心座標と見た、二次関数による座標変換をおこなう関数である。この変換は、人の字の傾きを変形する座標変換であり、計算量が小さいために携帯端末などでも利用できる。

この変換によって、文字全体が変形するが、文字の線分の位置関係は変わらないために、文字を読むことが可能になる。

この変換について、図7で示す。

図6: 局所領域匿名化アルゴリズムの改良結果

3.2 全領域匿名化アルゴリズム

局所領域匿名化アルゴリズムは、筆跡の局所において変形を行うが、筆跡の始点、終点の位置関係が大きく変化することはない。よって、筆跡の始点、終点の位置関係の情報を利用し書き手を特定する恐れがある。そこで、筆跡の始点、終点の位置関係を変化させるために、全領域匿名化アルゴリズムを提案する。全領域匿名化アルゴリズムは、筆跡情報に対して座標変換を行ない、文字の変更、伸縮、移動を行うアルゴリズムである。

戸口伝言板で書かれた筆跡情報に対して、全領域匿名化アルゴリズムは以下の演算によって定義される。

- 筆跡情報 (X_n, Y_n) の X_n, Y_n の最小値を X_{min}, Y_{min} 、 X_n, Y_n の最大値を、 X_{max}, Y_{max} とし (X_c, Y_c) を以下のように求める。

$$(X_c, Y_c) = \left(\frac{X_{max} + X_{min}}{2}, \frac{Y_{max} + Y_{min}}{2} \right)$$

- 筆跡情報 (X_n, Y_n) の全ての点を、座標変換を行う関数 Fx, Fy および、ある時点において生成されるユニークな値 $RAND(0 \leq RAND \leq 1)$ とパラメータ $A(0 \leq P)$ 、次のような座標変換が行われる。

$$(X'_n, Y'_n) = (Fx(X_n - X_c, Y_n - Y_c) + X_c, Fy(X_n - X_c, Y_n - Y_c) + Y_c)$$

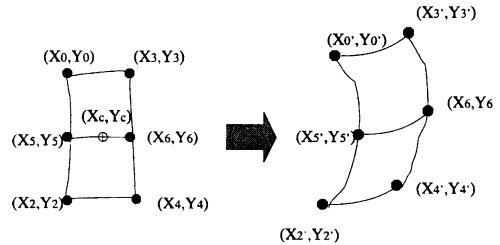


図7: 全領域匿名化アルゴリズム

4 匿名掲示板の実装

匿名化アルゴリズムを実験的に評価するために、Javaにより、手書き描画クラスの一つのメソッドとして実装し、実験システムを構築した。このシステムを利用し匿名化を行った例を、図8に示す。

図8の左が匿名化前、図8の中央が局所領域匿名化アルゴリズムを実行した筆跡である。図8の右は、図8の中央の筆跡に全領域匿名化アルゴリズムを実行した筆跡である。図8を見ればわかるように、点の位置が動くことにより(1)震えたような文字に変化、(2)文字の変形が見られる。

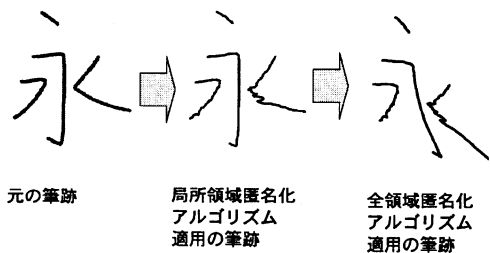


図8: 匿名化アルゴリズムのJavaによる実装

図9は、図8を実現した実際のプログラムのコード(一部)である。x,yは、現在の点の座標、nextx,nexty

は現在の点より1つ先の点の座標を表す。previousx, previousy は一つ前の点を表す。匿名化アルゴリズムを施すことによって、変化量 xr, yr だけずれたところに点が描画される。

```
double xr = 0;
double yr = 0;
Parameter P;

xr = nextx + ((nextx - previousx) * Math.random()
 * P.get());
yr = nexty + ((nexty - previousy) * Math.random()
 * P.get());

x = (int) xr;
y = (int) yr;

g.drawLine(previousx, previousy, x, y);
```

図 9: 匿名化アルゴリズムの Java のソースコード (一部)

また、この変化量は乱数と送信者が決定するパラメータ P によって決定される。乱数は最小値 0、最大値 1 の 64bit の浮動小数点で生成される。パラメータ P は、3.1 節で述べた送信者が決定する筆跡の変化の大きさを決めるパラメータである。得られた乱数の値に、送信者が決定するパラメータ P を掛けてを掛けて変化量を決定している。図 8 の例では、送信者がパラメータ P に 1.3 を設定し筆跡を匿名化したものである。P.get は、パラメータ P を取り出すメソッドである。

また、匿名化アルゴリズムを戸口伝言板に実装した。情報の送信者が、匿名掲示板に手書きで匿名情報を書き込む。匿名情報は、クライアントで筆跡情報に符号化され戸口伝言板に送信される。送信者が書いた筆跡情報は、戸口伝言板サーバで匿名化アルゴリズムによって匿名化され、その匿名化された筆跡情報が情報の受信者に送信される。(図 10)。

5 匿名化アルゴリズムの評価

匿名化アルゴリズムの有効性を示すには、書き手が送信するメッセージの匿名化が可能と認識し、なおかつ第三者がそのメッセージの書き手を特定できない事を示す必要がある。

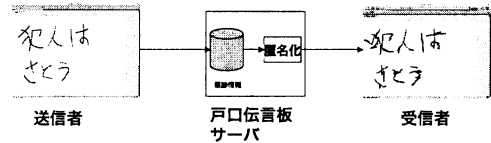


図 10: 匿名化された戸口掲示板

匿名化アルゴリズムを利用した戸口伝言板を用いて評価実験を行った。

5.1 可読性を考慮した局所領域匿名化アルゴリズム、全体領域匿名化アルゴリズムの評価

局所領域匿名化アルゴリズムのみで匿名化は、文字の変形を自由に行っていたためにあらゆる受信者に読める形で文字の変形を行うことが困難である⁶⁾。

そこで、可読性を考慮した局所領域匿名化アルゴリズム、および全体領域匿名化アルゴリズムを利用し、可読性に問題がなくなかつ匿名化がおこなえるかどうか評価を行う。

- 15人の被験者が、戸口伝言板に「永」という文字を書く。
- (1)で得られた14の筆跡から、任意の3つの筆跡を抽出し、可読性を考慮した局所領域匿名化アルゴリズムを適用し匿名化を行う。
- (1)で得られた14の筆跡から、任意の3つの筆跡を抽出し、全体領域匿名化アルゴリズムを適用し匿名化を行う。
- (1)で得られた14の筆跡から、任意の3つの筆跡を抽出し、可読性を考慮した局所領域匿名化アルゴリズムを行ったあと全体領域匿名化アルゴリズムを適用し匿名化を行う。
- 筆跡を書いた被験者を除いた新たな被験者50人が、(2),(3),(4)で得られた匿名化された筆跡と、(1)の筆跡のうち一つを除いた14の筆跡と比較を行ない、書き手の特定を行ってもらおう。もし、14の筆跡の中にないと特定した場合は「ない」と答えることにした。

図 11 は、実験結果である。また、被験者が、筆跡を見ずに書き手を特定した場合、0.066 の確率で書き手を特定し、この場合の匿名化率は、0.934 となる。この結果から、可読性を考慮した局所領域匿名化アルゴリズムと全体領域匿名化アルゴリズムを併用した場合、十分な匿名化が行えると考える。

可読性を考慮した局所領域匿名化アルゴリズムは、筆跡間の距離関係が変化しないために、元の筆跡と

	匿名化率	標準偏差
可読性を考慮した局所領域匿名化アルゴリズム	0.553	0.219
全体領域匿名化アルゴリズム	0.613	0.344
可読性を考慮した局所領域匿名化アルゴリズムと全体領域匿名化アルゴリズムを併用	0.913	0.098

図 11: 可読性を考慮した局所領域匿名化アルゴリズム、全体領域匿名化アルゴリズムを利用した匿名化率

比較が行いやすい欠点があると考えられる。全体領域匿名化アルゴリズムは、座標変換で匿名化をおこなうために、文字の形状に含まれる癖が匿名化後も表れ、その癖を探すことによって書き手を特定できる欠点があると考えられる。

両手法を併用した場合、局所領域匿名化アルゴリズムによって、文字の形状に含まれる癖が筆跡の変形によって消去され、なおかつ全体領域匿名化アルゴリズムによって筆跡間の距離関係が変化するため、書き手の特定が困難になったと考えられる。

5.2 生体情報を利用した匿名化アルゴリズムの考察

人間が、2つの筆跡の比較を行ない筆跡の書き手を特定する場合、人間は次のような処理を同時並行に行っていると考えられる。

1. 目の注視点の移動による形状の読み取り
2. 形状の比較処理

目の注視点の移動による形状の読み取りとは、文字の形状、筆跡と筆跡の空間の大きさなどを目の注視点移動させることによって読み取る作業のことである。目の注視点とは、人間の目が見えている視野の中での焦点をあわしている点である。人間は、文字全体を視界に入れることが可能であるとしても、その文字の全体を見ているときと、ある一点を注視しているときとを交互に使い分け、文字を読み取っていると考えられる。注視点の移動に関する情報を利用して、人間の文字認識に関して考察を行った研究がある^{11, 12)}。

小濱等¹¹⁾は、複数の片仮名を同時に短時間呈示し、これを観察する被験者の注視点の位置と正しく認識された文字の位置関係とを解析する測定する実験を行ない、その結果、視覚系は、視線が静止しており saccade (衝動性眼球運動) が計画されていない状態では現在の注視点を中心としてその周囲の情報を正確に獲得することが推定した。渡邊等¹²⁾は、文字認識の難しさ (悪筆度合い) が増加するほど注視点数も増加する傾向を示した。

目の注視点測定するには、目の眼球運動を外部からカメラで取り、その眼球運動の様子を画像処理することで求めることができるが、現在存在する装置は、目標をどの程度注視しているのかが測定する

ことが困難である。よって、現在の注視点測定法で文字の匿名性について評価した場合、なんとなく文字を見たのか、注意深く文字を見たのかが区別することが難しい。

形状の比較処理は、人間が眼球から受け取った刺激が、視神経を通じ脳に入りその受け取った情報を利用して、筆跡の比較を行うことである。形状の比較処理を知るには、人間の脳の動作を知る必要がある。しかし、人間の脳の動作を知ることは現在では不可能であるので、形状の比較処理について別の手段を利用して情報を取得する必要がある。

人の感覚や認知、課題作業や運動に対応して、人間が発生する電位変動¹³⁾があることが知られている。この電位変動の中で、感覚刺激等に関連した注意、認知、課題解決、随意運動などの心理的な活動によって生じる電位を事象関連電位 (Event Related Potential:ERP) と呼ぶ¹⁴⁾。EPR には、外因性電位と内因性電位があり、外因性電位とは、外から与えられた感覚刺激に直接的、受動的、物理的に反応してほぼ恒常的に出現する電位であり、内因性電位とは、様々な実験の際に、被験者の脳内の能動的な神経活動に対応して心理的な活動において出現する。この、内因性電位を利用することで、ある行動にたいして、脳がどう判断しているのかが知ることが可能になっている¹⁵⁾。

人間が、2つ以上の筆跡を比較し、筆跡の匿名化を判断しているプロセスを、この事象関連電位を用いて調べることが出来る可能性がある。例えば、ある被験者に、匿名化した筆跡と匿名化していない筆跡をランダムに提示し、被験者に他人が書いたと思われる筆跡を調査してもらう。この実験を行った際の、被験者の事象関連電位を測定することによって、被験者が匿名化された筆跡を他人が書いた筆跡と判断しているかどうかを、外部から測定することが出来る可能性がある。また、筆跡を匿名化する時のパラメータ値を変化させて同様の実験を行えば、匿名化アルゴリズムの定量的評価ができる可能性がある。

現在、事象関連電位と眼球運動に関する調査をおこなっている。また、匿名化アルゴリズムを事象関連電位で評価するための実験方法の検討を行ない、実験をし、生体情報を利用した匿名化アルゴリズムの定量的評価を行いたいと考えている。

6 まとめ

本稿では、従来手法の匿名化アルゴリズムを発展させ、文字の形状の癖を匿名化する可読性を考慮した匿名化アルゴリズムと、筆跡同士の位置関係の癖を匿名化する全領域匿名化アルゴリズムを提案した。

また、提案したアルゴリズムを戸口伝言板に実装を行った。手書きの描画情報が、2つの匿名化アルゴリズムによって変形され、筆跡の特徴点での筆跡の比較が困難になることを示した。また、このアルゴリズムの利用者による評価実験を行い、2つのアルゴリズムを併用することの有効性を示した。

また、生体情報の知識を利用し、筆跡の匿名化について考察を行ない、今後、匿名化アルゴリズムを生体情報を利用して評価する手法の検討を示した。

今後の課題は、筆跡の傾向を利用した匿名化アルゴリズムと認証アルゴリズムを利用した匿名化アルゴリズムの評価である。

現在のアルゴリズムでは、ある点に対して、直前、直後の2点のみから計算を行っている。このアルゴリズムの欠点としては、標準加速度に近くゆっくりと手書きを行う場合匿名化が行われにくくなる。そのため、対象となる元の点の前後の2点についてだけではなく、より広い範囲の点を利用して匿名化を行うアルゴリズムの開発が必要である。

また、匿名化アルゴリズムを適用した手書き情報に、認証アルゴリズムを適用し、認証ができないことを調べ、認証アルゴリズムから書き手が特定できないことを調べることは今後の課題となる。

謝辞

本研究を進めるにあたり様々な御助言をいただいた東北大学大学院情報科学研究科和泉勇治様、東海大学開発工学部山崎清之様に謹んで感謝いたします。

参考文献

- 1) 村山, 中本: WWW 上の戸口伝言板の実現, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO 99) シンポジウム, pp.339-344 (1999)
- 2) Y. Murayama, H. Gondo, Y. Nakamoto, N. Segawa, M. Miyazaki: Visualization of Time in a Message Board System on WWW for On-Door Communication, HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES(HICSS-34)(IEEE Computer Society), pp.20 (CD-ROM of Full paper) (2001)
- 3) 権藤, 村山: ネットワーク上の戸口通信のための戸口伝言板に関する研究, 岩手県立大学 2002 年度博士前期課程 (ソフトウェア情報学) 論文 (2003 年 3 月)
- 4) 川浦: 匿名社会と人間関係, こころの科学, 58 号, pp.2-6, <http://revir.cc.yokohama-cu.ac.jp/work/anonym/ANONYM.html> (1994)

- 5) 2ちゃんねる: <http://www.2ch.net/>
- 6) 瀬川, 村山, 権藤, 山根, 宮崎: 戸口伝言板における匿名化の提案, 情報処理学会論文誌, Vol.43b, No.3, pp.815-824
- 7) Rêjean P. and Sargur N. Srihari: On-Line and Off-Line Handwriting Recognition: A Comprehensive Survey, IEEE Transaction on PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, Vol. 22, No.1, pp.63-84(2000)
- 8) Sato, Y. and Kogure, K.: Online Signature Verification Based on Shape, Motion, and Writing Pressure, Proceedings of the 6th International Conference on Pattern Recognition, pp. 823-826 (1982)
- 9) Sharath Pankanti Ruud M. Bolle and Anil Jain: Biometrics: The Future of Identification, IEEE Computer, February 2000 (2000)
- 10) 野中, 菊地, 赤松: 署名時の筆圧情報に基づく個人認証: 電子情報通信学会, 信学技術報告, HIP2000-19, pp.7-12(2000)
- 11) 小濱, 波多野, 斉藤, 吉田: 認知過程における眼球運動の解析, 電子情報通信学会技術研究報告. IE, 画像工学, Vol. 94 Num. 96 pp.9-16 (1994)
- 12) 渡邊, 猿田: 手書き漢字認識と眼球運動: 倒立提示による検討, 電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理, Vol. 102 Num. 534 pp.37-41 (2002)
- 13) Cobb W.A. Dowson G.D: The latency and form in man of occipital potentials evoked by bright flashes, Journal of Physiol., Vol.152, pp108-121 (1960)
- 14) 木村: 事象関連電位 (ERP) を用いた視角系疲労測定によるヒューマンインタフェース評価法の提案, 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科博士論文 (学籍番号 2362001003), 2004 年 3 月発行, pp.13-15
- 15) 下河内, 投石, 花田, 小椋: 長潜時内因性 ERP の加齢による変動, 臨床脳波, 28: pp386-391 (1986)