

マウス操作を用いた個人認証方式におけるユーザビリティと 覗き見耐性の両立に向けた改善と評価

酒井 聡太^{1,a)} 奥田 泰友希² 石原 靖哲²

概要：現在、仕事場やネットカフェなど公共の場で PC を用いて個人認証を行う機会が増えている。そこで PC における覗き見耐性を持つマウス操作を用いた個人認証方式が長友らによって提案されている。これには認証情報の指定方式が二つある。一つ目は、マウス操作によって PC の画面に表示されたマトリクス上を移動し、マトリクス上の登録したセルの位置や、登録した情報 (数字と色) を持つセルの位置で認証をする方式である。二つ目は、画面上に表示されたマトリクス上のセルにあるマウスの組み合わせ操作を行うことで、登録したセルの位置を直接指定し認証をする方式である。しかし長友らの認証方式はマウス音による覗き見耐性の低下や視覚的フィードバックを持たないことによるユーザビリティの低さが課題として挙げられていた。本研究では、登録情報の組み合わせの増加により覗き見耐性を向上させ、かつ画面に表示されたマウス操作の組み合わせによりセルの位置を直接指定することでユーザビリティを確保した認証方式を提案する。実験により、提案方式は、ある一定以上のパスワード長とマトリクスサイズをもつ状況において、既存方式よりも覗き見耐性とユーザビリティを両立させやすいことを確認した。

キーワード：個人認証, 覗き見耐性, ユーザビリティ, マウス操作

Improvement of personal authentication methods with mouse operation toward both usability and shoulder surfing resistance and its evaluation

SOTA SAKAI^{1,a)} YASUYUKI OKUDA² YASUNORI ISHIHARA²

Abstract: Currently, the opportunity of personal authentication with a PC on public places such as work-places and internet cafes is increasing. Therefore, personal authentication methods with shoulder surfing resistance using mouse operation are proposed by Nagatomo et al. There are two ways to specify authentication information. First, the user moves over the matrix displayed on the PC screen using a mouse, and is authenticated at the cell in the matrix with the registered location or the registered information (number and color). Second, the user directly specifies a cell in the matrix displayed on the screen using mouse combination operation, and is authenticated when the specified cell is at the registered location. However, Nagatomo et al's authentication methods have problems that shoulder surfing resistance can be attacked by mouse operation sound and usability is not high due to lack of visual feedback of mouse operation. In this study, we propose an authentication method where shoulder surfing resistance is improved by increasing the number of combinations of registered information, and usability is ensured by letting the users directly specify the cell displayed on the PC screen. We have empirically confirmed that the proposed method is more suitable for achieving both shoulder surfing resistance and usability than existing methods in the situation where the length of the password and the size of the matrix are large.

Keywords: Personal authentication, Shoulder surfing resistance, Usability, Mouse operation

¹ 南山大学大学院理工学研究科
Graduate School of Sciences and Engineering, Nanzan University

² 南山大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Nanzan University
a) m21sc011@m.nanzan-u.ac.jp

1. はじめに

現在、仕事場やネットカフェなど公共の場で PC を用いて個人認証を行う機会が増えている。そこでは、主にキーボードによるパスワード認証が使われている。しかし、キーボードによる認証はモニターやキーボードへの覗き見や録画による認証情報の漏洩の危険性がある [1]。また、パスワード長の増加に伴い記憶負荷が大きくなる問題点がある。

そこでキーボードに代わる認証として、PC において覗き見耐性を持つマウス操作を用いた個人認証方式が長友らによって提案されている [2], [3]。利用者がマウスを机の下などで操作することが可能かつ視覚によるフィードバックがないので、従来のキーボード認証より覗き見や録画耐性をもつと考えられる。また利用者はシステムより与えられたマトリクス上のセルの位置やセルの情報 (数字と色) を認証情報として記憶するので、記憶負荷を少なくできると考えられる。本研究ではこのマウス操作を用いた個人認証方式に着目する。

長友らの認証方式には、認証情報の指定方式が二つある。一つ目は、マウス操作によって PC の画面に表示されたマトリクス上を移動し、マトリクス上の登録したセルの位置や登録した情報 (数字と色) を持つセルの位置で認証をする方式 (以降、マトリクス上を移動して指定する方式と呼ぶ) である。二つ目は、画面上に表示されたマトリクス上のセルにあるマウスの組み合わせ操作を行うことで、登録したセルの位置を直接指定し認証をする方式 (以降、セルを直接指定する方式と呼ぶ) である。

マトリクス上を移動して指定する方式は、認証情報として場所や数字を用いるので、用意するマトリクスサイズに制限がなく、登録情報の組み合わせ数を大きくすることができる。しかし、マトリクス上を移動する際に視覚的なフィードバックがないことから、ユーザビリティの低さが課題として挙げられている [4]。セルを直接指定する方式は、マトリクス上のセルにあるマウスの組み合わせ操作を目視して登録場所を指定できることから、ユーザビリティを確保しやすい。しかし、マウスの組み合わせ操作の数には限りがあるため、マウス音による覗き見耐性の低下が問題である。

そこで我々は、セルを直接指定する方式をベースにすることでユーザビリティを確保しつつ、登録情報の組み合わせ数を既存方式よりも増やすための改善を加えることで、ユーザビリティと覗き見耐性の両立に向けた方式を提案する。既存方式に対する提案方式の位置づけを表 1 に示す。提案方式は、認証情報を色と数字にしている。これは色と数字の方が場所よりも記憶しやすいと考えたからである。また行と列にあるマウスの組み合わせ操作を順に行い (二

つの動作)、それに対応する認証情報の色と数字を指定する方式にすることで最大マトリクスサイズを大きくすることを可能にしている。

提案方式と既存方式の覗き見耐性とユーザビリティの実験を行った。この実験では、被験者 9 人の認証時間、マウス音と覗き見による特定率、ユーザビリティに関するアンケートの回答を取得した。その結果、パスワード長とマトリクスサイズの増加に伴う認証時間の増加量が既存方式と比べ小さくなり、かつ、認証時間が短くなった。また、アンケートの回答では「使いやすさ」「また使いたいか」などの項目でセルの場所を直接指定する方式がマトリクス上を移動する方式と比べ高い評価を得た。覗き見耐性の実験では、提案方式はマトリクスの増加に伴いパスワードの特定率が低くなり、かつ、既存方式と比べて一番パスワードの特定率が低くなった。以上のことから、提案方式は、ある一定以上のパスワード長とマトリクスサイズをもつ状況において、既存方式よりも覗き見耐性とユーザビリティを両立させやすいことを確認した。

2. 関連研究

2.1 SECUREMATRIX

SECUREMATRIX[5] はマトリクスと数字を使った認証方式である。4×4 のマトリクス上で利用者は自分で決めたセルの場所を指定し、認証情報として登録する。各セルには 0 から 9 のランダムな数字が表示されており、利用者は登録したセルの場所の数字をキーボードから入力することで認証する。この認証方式は、利用者の記憶負荷が少なくなることが利点であるが、モニターやキーボードの覗き見、または録画されると認証情報が漏洩する可能性があることが問題である。

2.2 覗き見耐性をもつ認証

覗き見耐性を持つマウス操作を用いた認証 [2] には、マトリクス上のセルの位置系列を用いた方式、数字と色を用いた方式、マウス操作の組み合わせを用いた方式がある。

2.2.1 セルの位置系列を用いた方式

セルの位置系列を用いた方式は、 $N \times N$ のマトリクス上で、利用者はマウス操作を用いてセルの位置を複数選択し、その順番とともに認証情報として登録する。認証を行う際は、登録と同じようにマウス操作を用いて、マトリクス上のセルの位置を登録した順番に指定することで認証する。セルの位置系列を用いた方式の位置づけは表 1 の通りである。以下に登録段階と認証段階の例を挙げ、登録段階の動作例を図 1、認証段階の動作例を図 2 に示す。

登録段階

5×5 のマトリクス上にランダムな初期位置 (2, 5) が表示されたとする。利用者は右クリック 2 回、ホイール上回転 4 回行い、ホイールクリックすることで座標 (4, 1) を登録

表 1 既存方式と提案方式の位置づけ

セル指定方法 認証情報	マトリクス上を 移動して指定	直接指定 (一つの動作)	直接指定 (二つの動作)
位置	既存方式 [2] (セルの位置系列を用いた方式)	既存方式 [2] (マウス操作の組み合わせを用いた方式)	
数字と色	既存方式 [2] (数字と色を用いた方式)		提案方式

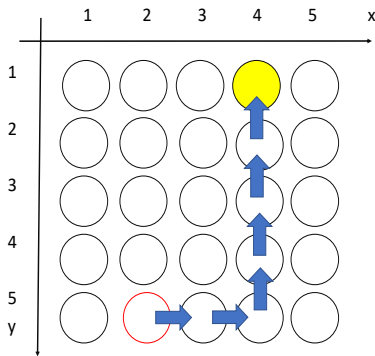


図 1 セルの位置系列を用いた方式を用いた登録段階

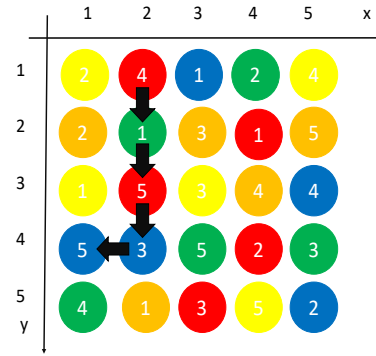


図 3 数字と色を用いた登録段階

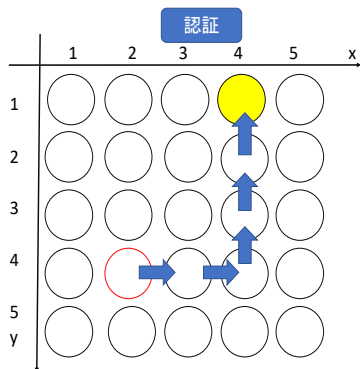


図 2 セルの位置系列を用いた方式を用いた認証段階

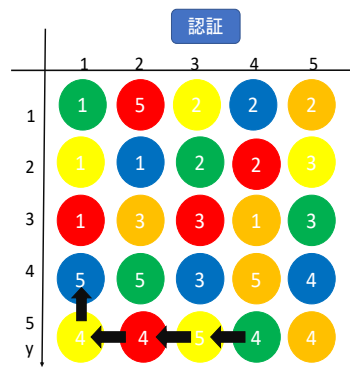


図 4 数字と色を用いた認証段階

する。

認証段階

5×5のマトリクス上にランダムな初期位置(2,4)が表示されたとする。利用者は右クリック2回、ホイール上回転3回行い、ホイールクリックすることで座標(4,1)を入力する。画面に表示されている「認証」のボタンを押すことで認証され、登録情報と一致するため、認証成功となる。

2.2.2 数字と色を用いた方式

数字と色を用いた方式は、 $N \times N$ のマトリクス上で、利用者はマウス操作を用いてセルを複数選択する。各セルはランダムな色が塗られており、その上にランダムな数字が表示されている。利用者はセルの色と数字の組み合わせと、その選択の順番を認証情報として登録する。認証を行う際は、マウス操作を用いて、マトリクス上のセルの色と数字の組み合わせが一致する場所を登録した順番に指定することで認証する。数字と色を用いた方式の位置づけは表1の通りである。以下に登録段階と認証段階の例を挙げ、登録

段階の動作例を図3、認証段階の動作例を図4に示す。

登録段階

5×5のマトリクス上にランダムな初期位置(2,1)が表示されたとする。利用者はホイール下回転3回、左クリック1回行い、ホイールクリックすることで座標(1,4)の青(5)を登録する。

認証段階

5×5のマトリクス上にランダムな初期位置(4,5)が表示されたとする。利用者は左クリック3回、ホイール上回転1回行い、ホイールクリックすることで座標(1,4)の青(5)を入力する。画面に表示されている「認証」のボタンを押すことで認証され、登録情報と一致するため、認証成功となる。

2.3 マウス操作の組み合わせを用いた方式

マウス操作の組み合わせを用いた方式は、 $N \times N$ のマトリクス上で、利用者はマウス操作を用いてセルの位置を

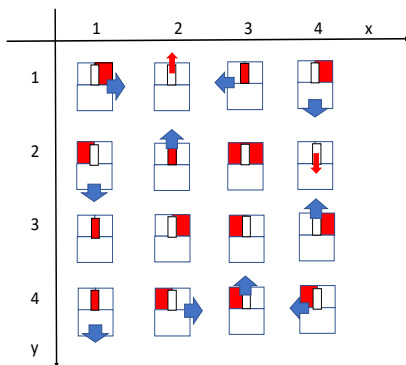


図 5 マウス操作の組み合わせを用いた登録段階

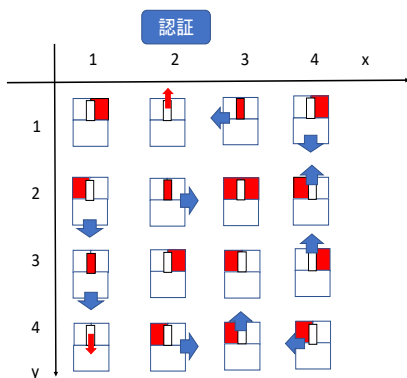


図 6 マウス操作の組み合わせを用いた認証段階

選択し、認証情報として登録する。ただし、マウスクリック、ホイールクリック、ホイール回転とマウス移動の組み合わせ操作を行うことで直接マトリクス上の位置を指定する。認証を行う際は、登録と同じマウスの組み合わせ操作を行う。マウス操作の組み合わせを用いた方式の位置づけは表 1 の通りである。以下に登録段階と認証段階の例を挙げ、登録段階の動作例を図 5、認証段階の動作例を図 6 に示す。

登録段階

利用者はホイール下回転を行い座標 (4, 2) を保存する。

認証段階

利用者は左クリックしながら上移動を行い、座標 (4, 2) を入力する。画面に表示されている「認証」のボタンを押すことで認証され、登録情報と一致するため、認証成功となる。

以上の三つの方式は、マウスを机の下に隠しながら操作を行うことである程度の覗き見耐性がある。しかし、マウス音による覗き見耐性の低下やユーザビリティの改善が今後の課題となっている [4]。

3. 提案手法

マウス操作の組み合わせを利用し、指定した行と列に対応した数字と色のセルを登録情報とした認証方式を提案する。入力インタフェースを図 7 に示す。ここで、マウスは

以下の動作ができるものとする。

- 右クリック
- 左クリック
- ホイールクリック
- 上下のホイール回転

この方式では、セルに書かれた数字と色が認証情報として保存される。この時、数字と色のセルに対応したマウスの組み合わせ操作を行うことにより指定する。ただし、行、列の順にマウスの組み合わせ操作を行う。マウスの組み合わせ操作の一覧を図 8 に示す。認証を行う際は、登録した数字と色のセルに対応した画像のマウスの組み合わせ操作を行、列の順に行う。この方式で考えられるメリットを以下に示す。

- セルの位置系列を用いた方式と数字と色を用いた方式と比べ、ユーザビリティが向上する。

セルの位置系列を用いた方式と数字と色の方式は、マウス操作によるマトリクスの移動を視覚上確認することができない。そのため、操作ミスが生じる可能性があると考えられる。我々の提案方式では、画像に書かれたマウスの組み合わせ操作を行うことで直接マトリクス上のセルを指定することができる。

- マウス操作の組み合わせを用いた方式と比べマトリクスサイズを増加でき、覗き見耐性が向上する。

マウス操作の組み合わせを用いた方式では、マウス操作の一つの動作で場所を指定するため、マウス操作の組み合わせに限りがありマトリクスを 4×4 より大きくすることができない。我々の提案方式では、二つの動作で場所を指定するためマトリクスサイズを 17×17 まで大きくでき、覗き見耐性を向上させられる。

3.1 偶然認証率に基づくパスワード長の指定

既存方式とマウスを用いた提案方式の比較を行うにあたり、パスワード長を定める。提案方式の 1 回の認証で偶然にパスワードと一致してしまう確率 (偶然認証確率) を 4 桁の暗証番号の偶然認証確率 $1/10,000$ 以下にすることを条件とする。表 2 は提案方式の偶然認証確率を示したものである。表 2 より、今回の実験で用いる提案方式のパスワード長を 4 以上とする。

3.2 提案方式とマウスを用いた既存方式の比較

本研究で提案した認証方式と、マウスを用いた既存の方式 (セルの位置系列、数字と色、マウス操作の組み合わせ) を最大マトリクスサイズ、パスワード空間の最大サイズ、セルの指定方法、認証情報について比較する。その結果を表 3 に示し、比較することで考察を行う。ただし、セルの位置系列、数字と色、マウス操作の組み合わせの方式及び提案方式のパスワード長を n とする。

マウスを用いた既存の方式において最大マトリクスサイ

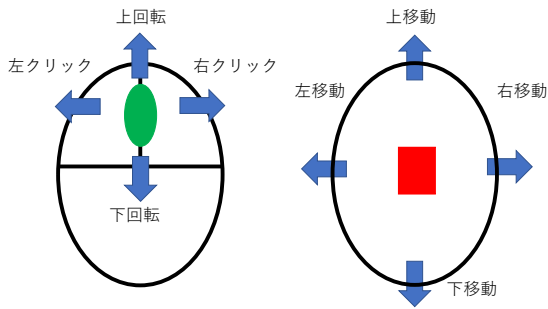
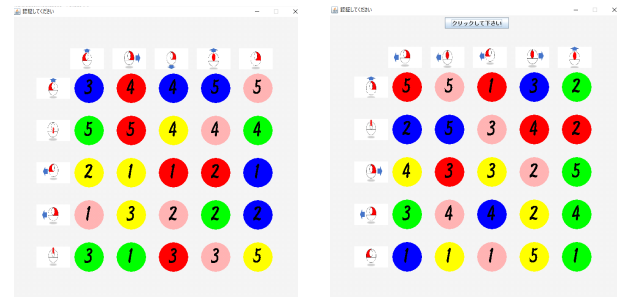


図 7 入力インターフェース



(a)登録画面

(b)認証画面

図 9 実装画面



図 8 マウス操作の組み合わせ

表 2 偶然認証確率

パスワード長	マトリクスサイズ	
	4 × 4	5 × 5
2	1/256	1/625
3	1/4096	1/15625
4	1/65536	1/456161

ズを比較すると、マトリクス上を移動して指定する方式が無制限であるのに対して、セルを直接指定する方式は4×4と限られている。提案方式では、最大マトリクスサイズに制限があるが、マウス操作の組み合わせ方式と比べて大幅に増加している。それに伴い、パスワード空間の最大サイズも、制限下のマウス操作の組み合わせ方式と比べて大幅に増加している。

3.3 実装

上記の提案手法を基に統合開発環境 Eclipse 上で Java 言語を用いて実装を行った。以下でマトリクスサイズが5×5の時の登録段階と認証段階の例を説明する。

登録段階

マウスの組み合わせ操作を示した画像と5×5のマトリクスが画面に表示される(図9(a))。マウスの組み合わせ操作を示した画像は図8に示した17個からランダムに選出され、縦に5個、横に5個表示される。またマトリクスの各セルには、ランダムな色と数字が配置されている。利用者が緑の1を登録するとき次の動作を行う。緑の1は5行目と2列目に位置している。そのため5行目に表示されている画像の「ホイール上回転」、2列目に表示されている画

像の「右クリックしながら右移動」の順にマウス操作を行い、緑の1を登録する。

認証段階

マウスの組み合わせ操作を示した画像と5×5のマトリクスが画面に表示される(図9(b))。マウスの組み合わせ操作を示した画像は17個からランダムに選出され、縦に5個、横に5個表示される。またマトリクスの各セルには、ランダムな色と数字が配置されている。利用者が緑の1を登録したとき次の動作を行う。緑の1は5行目と5列目に位置している。そのため5行目に表示されている画像の「左クリック」、2列目に表示されている画像の「ホイールクリックしながら上移動」の順にマウス操作を行い、緑の1を指定する。最後に認証ボタンを押し認証を完了する。

4. マトリクスサイズとパスワード長の増加に伴うユーザビリティの変化の実験

パスワード長とマトリクスサイズを増加させ、それに伴う認証時間を計測する。マトリクスサイズは3×3, 5×5, 7×7, パスワード長は4, 5, 6とする。これらの条件で長友らのマウス操作を用いた方式(セルの位置系列を用いた方式, 数字と色を用いた方式)と本論文で提案した方式の認証の際にかかった時間(認証時間)を比べ、パスワード長とマトリクスサイズの増加に伴うユーザビリティの評価を行う。認証時間とは被験者が最初に入力した時点から最後のパスワードの入力が終わる時間を表す。マウス操作の組み合わせを用いた方式はマウス操作の組み合わせに限りがあり、マトリクスサイズを4×4より大きくすることが難しいため、実験は行わない。

4.1 実験環境

被験者9人(20代男性7人, 20代女性1人, 50代女性1人)に実験を行った。実験のはじめに、各認証方式の操作説明を行う。その後に、被験者に認証情報を登録してもらい操作に慣れてもらう。最後に画面上のマトリクスサイズが3×3の条件下で、それぞれパスワード長が4, 5, 6において、認証者が2回成功するまで認証を行い、認証時間

表 3 提案方式とマウスを用いた既存方式の比較

	セルの位置系列	数字と色	マウス操作の組み合わせ	提案方式
最大マトリクスサイズ	制限なし	制限なし	4 × 4	17 × 17
パスワード空間の最大サイズ	制限なし	制限なし	4 ²ⁿ	17 ²ⁿ
セル指定方法	マトリクス上を移動して指定	マトリクス上を移動して指定	直接指定	直接指定
認証情報	位置	数字と色	位置	数字と色

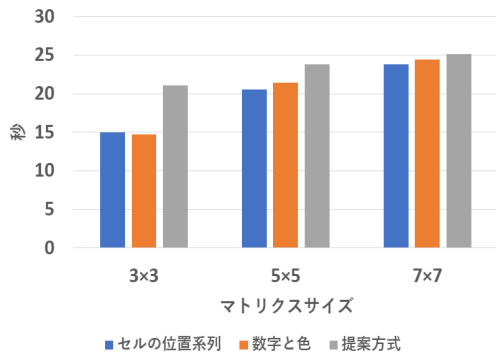


図 10 パスワード長が 4 の時の認証時間

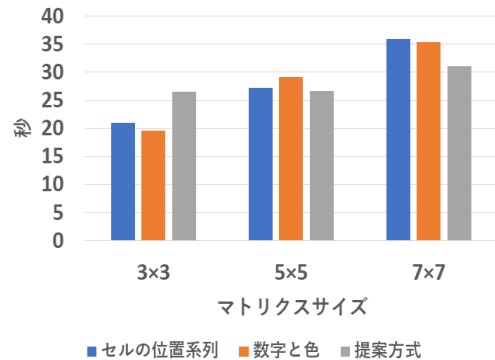


図 12 パスワード長が 6 の時の認証時間

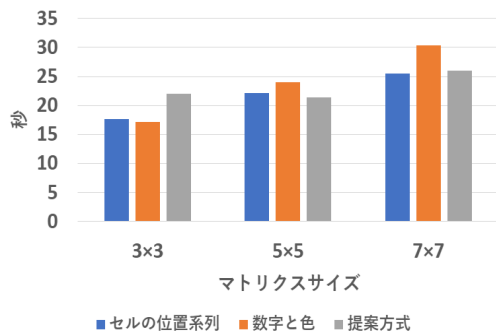


図 11 パスワード長が 5 の時の認証時間

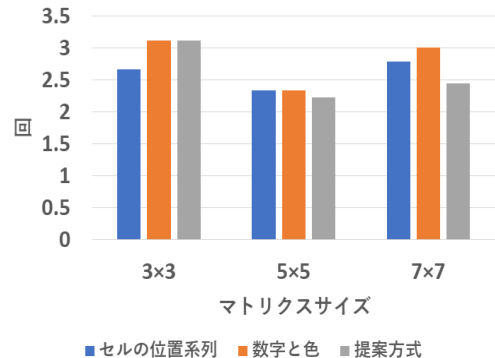


図 13 パスワード長が 4 の時、認証が二回成功までにかかる回数

を計測する。同様にマトリクスサイズが 5 × 5, 7 × 7 の条件で認証時間を計測する。

4.2 実験結果と考察

マトリクスサイズが 3 × 3, 5 × 5, 7 × 7 の条件でパスワード長が 4, 5, 6 の時の各認証方式の認証時間の平均をそれぞれ, 図 10, 図 11, 図 12 に示す。実験の結果, パスワード長が 4 の時はセルの位置系列を用いた方式と数字と色を用いた方式はいずれのマトリクスサイズの条件下でも差はあまりみられず, 我々の提案方式よりも短い結果となった。しかし, 我々の提案方式では, パスワード長を 5, 6 と長くしたとき認証時間の増加量が既存方式と比べ小さい。特に, パスワード長が 5, 6 のとき提案方式は既存方式と比べ認証時間が一番短くなった。よってパスワードを長くするにつれ, 我々の提案方式の認証時間が既存方式と

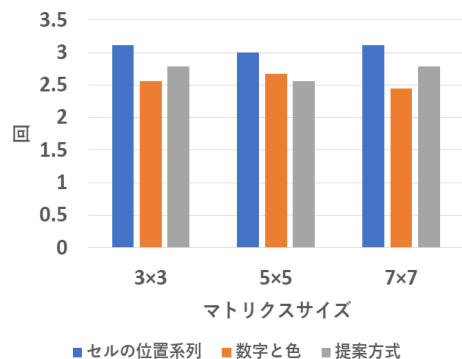


図 14 パスワード長が 5 の時、認証が二回成功までにかかる回数

比べ短くなると予想される。また, 同様にマトリクスサイズが 5 × 5, 7 × 7 と大きくなると認証時間の増加量が既存方式と比べ小さくなった。

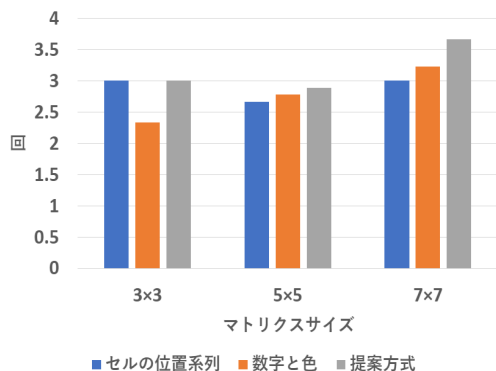


図 15 パスワード長が 6 の時、認証が二回成功までにかかる回数

マトリクスサイズが 3×3, 5×5, 7×7 の条件でパスワード長が 4, 5, 6 の時、認証が二回成功するまでにかかる平均回数をそれぞれ、図 13, 図 14, 15 に示す。我々はマトリクスサイズとパスワード長の増加に伴い、認証が二回成功するまでにかかる回数が増えると予想した。しかし、実験の結果、マトリクスサイズとパスワード長の増加と認証を行った回数との関連性は見られなかった。その原因として実験を進めていく上で認証方式に慣れたことが考えられる。認証方式に慣れることで、パスワード長とマトリクスのサイズが増加しても、認証が二回成功するまでにかかる回数が減ることがあると予想される。

5. セルの指定方法によるユーザビリティの比較

アンケートを用いて認証方式においてマトリクス上を移動して指定する方式 (セルの位置系列を用いた方式, 数字と色を用いた方式) とセルを直接指定する方式 (マウス操作の組み合わせを用いた方式, 提案方式) を比較する。アンケートに関する項目は以下の通りであり、各項目を 1～5 の 5 段階評価してもらおう。ただし、5 が最高評価で 1 が最低評価とする。

- 使いやすさ
認証成功率が高いだけでは、ユーザビリティが高いとは言えず、認証方式の使いやすさを測る必要があるため。
- 慣れによる使いやすさ
慣れによる認証成功率や認証時間の向上があるかを判断する必要があるため。
- 今後使用したいか
印象による認証の受け入れを測るため。この項目が高ければ、今後の認証方式として実用された場合の普及率が高いと言える。

図 16 に 3 項目の平均を示す。

使いやすさについて評価する。マウス操作の組み合わせを用いた方式の平均は 3.89, 我々の方式の平均は 3.22 である。これは、マトリクス上を移動して指定する方式と比

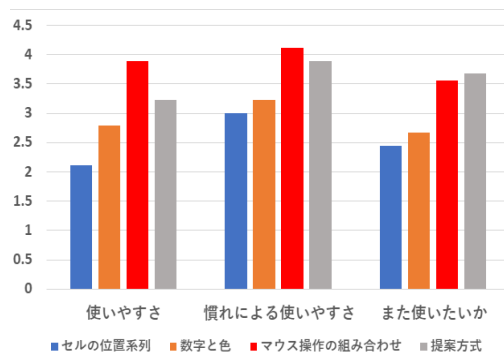


図 16 アンケートの評価平均

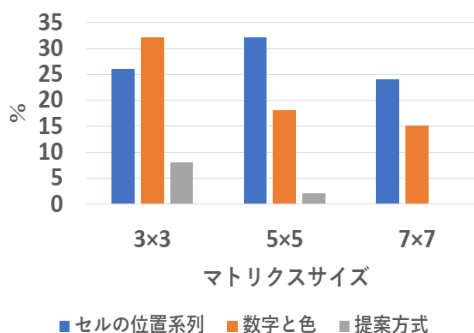


図 17 特定率の平均

べて評価が高い。この結果からマトリクス上のセルを直接指定するほうが使いやすいと言える。一方、セルの位置系列を用いた方式においては平均が 2.11 と低く、操作性に問題があると考えられる。

慣れによる使いやすさを評価する。マウス操作の組み合わせを用いた方式の平均は 4.11, 我々の方式の平均は 3.89 である。これは、マトリクス上を移動して指定する方式と比べて評価が高い。この結果からマトリクス上のセルを直接指定するほうが慣れによる認証成功率や認証時間の向上が見込めると言える。

今後使用したいかについて評価する。マウス操作の組み合わせを用いた方式の平均は 3.56, 提案方式の平均は 3.67 である。これは、マトリクス上を移動して指定する方式と比べて評価が高い。この結果からマトリクス上のセルを直接指定するほうがまた使いたいという結果になった。しかし、マウス操作の組み合わせを用いた方式の平均は 3.56, 提案方式の平均は 3.67 であり、ニーズに対して改善の余地があると言える。

6. マウス音と覗き見による特定率の実験

6.1 実験環境

この実験では、認証する人はマウスを机の下に隠し、モニターを見ながら認証する。覗き見をする人は、認証する人の 1m 以内で覗き見をし、認証する人が行うマウス操作

のクリック音、ホイール回転、マウス移動や入力時間を推測材料とし、認証情報を推測する。

6.2 実験手順

長友らの提案方式(セルの位置系列を用いた方式、数字と色を用いた方式)と我々の提案方式において、それぞれマトリクスの増加に伴う、マウス音による認証情報の特定率を計測する。マトリクスの大きさは 3×3 、 5×5 、 7×7 とする。認証する人は6個、認証情報を登録する。認証者が2回成功するまで認証を行い、他の被験者は後ろから覗き見を行う。

6.3 実験結果と考察

覗き見の特定率について考察する。認証者が2回覗き見をされた時の、認証情報の特定率の平均を図17に示す。セルの位置系列を用いた方式では、特定率がマトリクスサイズの増加に対する変化が見られなかった。これは認証者が認証情報の登録箇所を分かりやすい形で覚えようとするため、覗き見をする人が場所を推測しやすくなったからである。一方、数字と色を用いた方式と我々の提案方式では、マトリクスサイズの増加に伴い特定率が小さくなる結果を得た。我々の提案方式ではマトリクスサイズが 3×3 の条件下で7.58%、 5×5 の条件下で1.52%、 7×7 の条件下で0%であり他の方式に比べて特定率が小さい。提案した方式が最も覗き見に対する耐性があると言える。

7. まとめ

本論文では、セルを直接指定する方式をベースにすることでユーザビリティを確保しつつ、登録情報の組み合わせ数を既存方式よりも増やすための改善を加えることで、ユーザビリティと覗き見耐性の両立に向けた方式を提案し、提案方式と長友らの認証方式で覗き見耐性とユーザビリティの実験を行った。

ユーザビリティの実験の結果、我々の提案方式では、パスワード長を5、6と長くしたとき認証時間の増加量が既存方式と比べ小さいという結果になった。特に、パスワード長が5、6のとき提案方式は既存方式と比べ認証時間が一番短くなった。また、同様にマトリクスサイズが 5×5 、 7×7 と大きくなると認証時間の増加量が既存方式と比べ小さくなった。よってパスワード長とマトリクスサイズを大きくするにつれ、我々の提案方式の認証時間が既存方式と比べ短くなると予想される。また、被験者のアンケート結果では、マトリクスサイズの増加ができる認証方式の中で3つの項目の平均点が一番高くなった。

次にマウス音による覗き見耐性の実験の結果、色と数字を用いた方式と提案方式ではマトリクスの増加に伴いパスワードの特定率が下がる結果となった。さらに、提案方式では既存方式と比べマトリクスサイズが 3×3 、 5×5 、 7×7

のどの場合でも特定率が一番低い結果となった。

以上のことから、提案方式は、ある一定以上のパスワード長とマトリクスサイズをもつ状況において、既存方式よりも覗き見耐性とユーザビリティを両立させやすいと結論できる。

今後の課題を以下に述べる。

- 被験者を増やして実験を行い、評価する。
被験者が少なく実験結果の有効性が高いとは言えない。そこで、被験者を増やして実験を行い、評価する必要がある。
- 認証方式に慣れたうえで実験を行い、評価する。
各認証方式において十分に慣れた状態で認証を行えておらず、マトリクスサイズやパスワード長の増加と認証が二回成功までにかかる回数に関係性が見られなかった。そこで、各認証方式を十分に試行したうえで実験を行い、評価する必要がある。
- 理想のマトリクスサイズやパスワード長を考察する。
認証時間、認証は二回成功するまでにかかる回数、特定率、ユーザビリティを考慮し、実用的に使用する場合の理想的なマトリクスサイズやパスワード長を考察する必要がある。
- 録画耐性の評価を行う。
複数回の録画が行われた時の特定率を取得し、評価する必要がある。

参考文献

- [1] Davide Balzarotti, Marco Cova, and Giovanni Vigna. Clearshot: Eavesdropping on keyboard input from video. *2008 IEEE Symposium on Security and Privacy*, pp. 170–183, 2008.
- [2] 長友誠, 朴美蘭, 岡崎直宣, 高田司郎. 覗き見耐性をもつマウス操作を用いた個人認証方式の提案. *情報処理学会研究報告*, Vol. 2017-CSEC-78, No. 29, pp. 1–8, 2017.
- [3] 長友誠, 坂本憲理, 岡崎直宣, 朴美娘. 覗き見耐性を持つマウス操作と数字版を組み合わせた個人認証方式の提案と評価. *コンピュータセキュリティシンポジウム 2018 論文集*, Vol. 2A1-1, pp. 166–172, 2018.
- [4] 長友誠, 喜多義弘, 油田健太郎, 岡崎直宣, 朴美娘. マウス操作を用いた個人認証方式のユーザビリティと覗き見耐性の実験と評価. *コンピュータセキュリティシンポジウム 2017 論文集*, Vol. 2017, No. 2, pp. 1521–1526, 2017.
- [5] CSE:SECUREMATRIX. <https://www.cselttd.co.jp/securematrix/>, (2021-01-10 参照).