

## 視線誘導型なりすまし検知方式の検討(その2)

高田愛美<sup>†</sup> 鈴木徳一郎<sup>†</sup> 山本匠<sup>††††</sup> 西垣正勝<sup>††††</sup>

ユーザ認証とは、本来、単なるサービス利用開始時の「不正アクセス検知」として実施されるものではなく、ユーザがサービスを利用している全期間中の「なりすまし検知」として機能すべきものである。キーストロークなどの個人の挙動特性を用いたなりすまし検知方式が研究されているが、人間の動作は基本的に曖昧であるため、表層的な挙動特徴だけでなく、ユーザの心理的な側面を考慮した挙動特徴を捉えていくことが肝要である。著者らは既に、ユーザの興味対象に対する視線の動き（眼球運動）に着目し、ユーザの顔画像を用いたなりすまし検知方式を提案している。基礎実験から「ユーザは他人の顔よりも自身の顔に視線が誘引されやすい」という傾向が確認されたが、正規ユーザの「顔」は不正者も取得しやすい情報であるため、なりすまし検知方式としては不完全であった。本稿では、実在しない人物の顔画像を用いることにより、既存方式の改良を行なう。

### A study on continuous spoofing detection using attractive targets (Part 2)

MANAMI TAKADA<sup>†</sup> TOKUICHIRO SUZUKI<sup>†</sup>  
TAKUMI YAMAMOTO<sup>††††</sup>  
MASAKATSU NISHIGAKI<sup>††††</sup>

Ideally speaking, user authentication only at the user login is not sufficient. User authentication should be a “continuous spoofing detection”, in which user keeps being checked while they are using PCs or services. A continuous spoofing detection based on user’s physical behaviors such as keystrokes has been proposed. However, human behaviors are usually too unstable to achieve better detection accuracy. One possible way to overcome the problem is to understand the psychological context of human behaviors. So far we have studied a continuous spoofing detection using human viewing habits in

<sup>†</sup> 静岡大学大学院情報学研究所  
Graduate School of informatics, Shizuoka University

<sup>††</sup> 静岡大学創造科学技術大学院  
Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University,

<sup>†††</sup> 日本学術振興会特別研究員 DC  
Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science

<sup>††††</sup> 独立行政法人科学技術振興機構, CREST  
Japan Science Technology and Agency, CREST

which user’s eyes gaze movement is expected to follow his/her own interests. In our previous paper, we focused on images of user’s face as an object of interest. However, legitimate user’s “face” is also readily obtainable for impersonator. Therefore, in this paper, we try to enhance our scheme by using the faces of characters in cartoon, movie, etc.

#### 1. はじめに

ユーザ認証とは、本来、単なるサービス利用開始時の「不正アクセス検知」としてではなく、ユーザがサービスを利用している全期間中の「なりすまし検知」として機能すべきものである。

ログイン後も継続的に正規ユーザであることを検証する方法としては、キーボード操作における本人性を利用するもの[1]などが提案されているが、人間の動作は基本的に個人内での揺らぎが大きく、その認証精度の限界が指摘されている。すなわち、ユーザの動作を単純に利用するだけではなりすまし検知の実現は難しい。よって著者らは、ユーザの表層的な挙動特徴に加え、心理的な側面を考慮した挙動特徴を捉えていくことが肝要と考えている。本研究では、その取り組みの一例として、人間の心理の一つである「興味」に焦点を当て、ユーザの興味対象に対する「視線の動き」を利用して継続的になりすまし検知を実現する方法を検討している[7]。

視線の動きと興味には（意識のレベルに差はあるが）相関があるといわれており、様々な研究がなされている[2][3][4]。その研究結果によると、人間の視線は、注視する対象への興味の有無によって、その挙動に差が出ることが示唆されている。例えば、ある注視対象物に対して「興味を持つと、一点を注視した後、周りを見て、それから再び興味のある一点に戻り、注視」したり、「あまり興味がなければ、すぐに別の点に移動し、視線が戻ることはない」といった挙動が観測されることが報告されている。つまり、人の視線は、注視する対象への興味の有無によって、その挙動に差が出ると解釈することができる。

文献[7]では、ユーザ自身の顔に対する興味の高さを利用したなりすまし検知方式を提案し、その実現可能性を検討するための基礎実験を行っている。ただし、興味の強弱を客観的に数値化することは難しい。このため、「友人や親類の顔は、自分との関わり合いの強弱によって、自分がその顔にどれくらい興味が惹かれるかが変わってくる」という仮説をたて、「自分自身」と「赤の他人」の二つの顔画像を用いて被験者がどちらの画像に視線が誘引されやすいかを調査している。また、被験者が何度も同じ画像を見るうちに画像に対し慣れてしまい、興味が低下し視線が誘引されなくなる可能性があるため、顔画像に対して毎回異なる落書きを加えるという工夫を加えている。これにより被験者は「自分の顔がどのように落書きされてしまうのだろう」ということが気になり、自分の顔画像に対する興味が持続されると期待される。

実験結果から、著者らが仮定した「ユーザは第三者よりも自身の顔画像に視線が誘

引されやすい」という挙動がおおむね観測された。しかし、文献[7]の方法では、ユーザの興味対象として「ユーザ自身の顔画像」を用いているため、不正者にとっても正規ユーザの興味対象画像（ユーザの顔＝認証の答え）が明確であり、なりすまし検知方式としては不完全であった。

そこで本稿では、実在しない人物の顔画像を複数用意し（以下、「顔画像 DB」と呼ぶ）、事前に正規ユーザによって各顔画像に対する「興味のランク付け」を行なってもらおうというアプローチにより、文献[7]の方式の改良を行なう。認証時には、顔画像 DB からランダムに 2 枚の顔画像を表示し、どちらの顔画像にユーザの視線が誘引されるか検査する。

今回は、顔画像 DB として、正規ユーザの知っている物語に登場する多種多様なキャラクター画像を使用する。物語を知っている正規ユーザは、物語の登場人物である各キャラクターに対して様々な思い入れがあり、その思い入れはユーザごとに異なる。この「それぞれのキャラクターに対する正規ユーザの思い入れの違い」が、興味の違いとなって正規ユーザの挙動に影響し、それぞれのキャラクターの顔画像に対する視線の誘引度合いの差として検出されると考えられる。

## 2. 視線誘導型なりすまし検知方式

本研究の最終目標は、ユーザの表層的な挙動と心理的な挙動を併用したなりすまし検知方式の実現である。現時点は、その第一歩として、人間の心理の一つである「興味」に焦点を当て、ユーザの興味対象に対する「視線の動き」を利用してなりすまし検知を行う方法を検討している段階である。

興味とは、個人の経験や感情によるものであるため、興味があるものに対して誘引される視線には、個人差が存在することが期待される。このため、ユーザの心理的挙動を「ユーザの興味対象に対する視線の動き（眼球運動）」として捉え、これを利用することによってなりすまし検知が可能であると考えられる。具体的には、ユーザが PC 上で任意のアプリケーションソフトを利用して何らかの作業をしている最中に、ディスプレイの非作業領域（表示領域内の外周付近等、ユーザの作業の話まげにならない場所）に、正規ユーザにとって非常にアトラクティブな画像を複数枚の囲画像と共に表示する。正規ユーザであれば、興味をそそられる画像（通常の画像認証におけるパス画像に相当する画像）にちらちらと視線が向くことが予想されるため、ユーザの視線を常時検出し、当該画像に対する注視頻度が判定閾値よりも大きいかどうかを常に検査し続けることにより、継続的ななりすまし検知が実現される（図 1）。

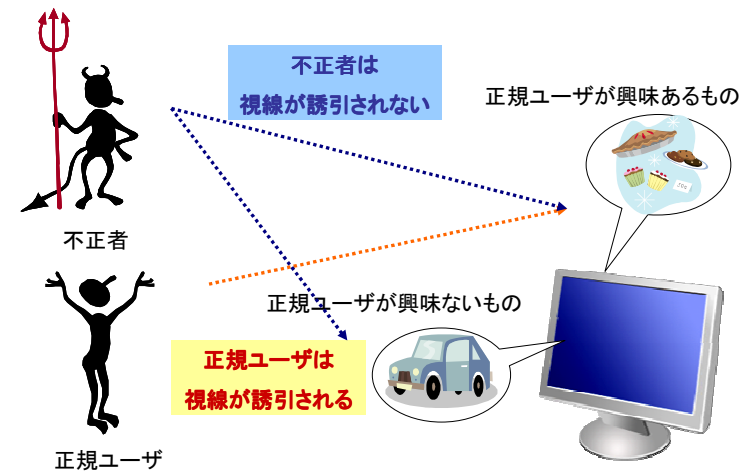


図 1: 本なりすまし検知方式のコンセプト

Figure 1: Concept

本方式は、ディスプレイの非作業領域に正規ジョブとは別に表示される独立な視覚刺激を利用しているため、ユーザが利用するアプリケーションやデバイスの種類、習熟度による影響も受けにくいと予想される。

なお、人間は対象物を見る際に、第一段階として「対象物を把握する」という認知的な情報処理を行った後、第二段階として「興味があるから見る／興味がないから見ない」という感情的な情報処理を行なう[2]。この内、ユーザごとに視線の動きに個人差が現れることが予想されるのは、その人間の趣味・嗜好や感性といったものが関わる「感情的な情報処理」の段階である（図 2）。よって、本なりすまし検知方式で考慮すべき「視線」とは、この第二段階目の視線である。

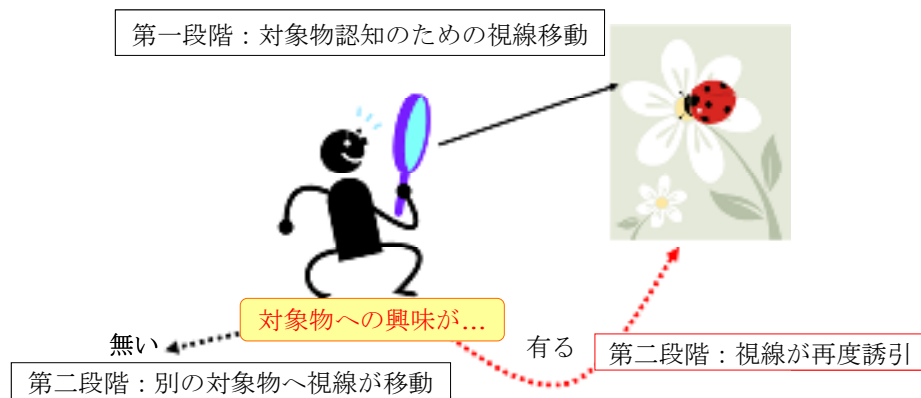


図 2：視線の挙動  
Figure 2: Viewing habit

### 3. ユーザ自身の顔画像を用いた検知方式

文献[7]では、ユーザ自身の顔に対する興味の高さを利用したなりすまし検知方式を提案し、その実現可能性を検討するための基礎実験を行っている。本章では、その内容に関して概説する。

#### 3.1 ユーザの興味を引く視覚刺激の選定

人間の顔に対する認知能力の高さはよく知られ、研究されている[5]。人間が生活の中で最も多くの時間を費やすのはコミュニケーションであるといわれており、それゆえに、対面的なコミュニケーションを行う上で必須となる「顔の認知」の能力が発達しているのだと言われている。また、人間には恋愛感情や親愛感情があり、コミュニケーションの相手が誰かによって、その興味の度合いが大きく変わるだろうと考えられる。例えば、自分と全く知らない第三者とを比較した場合や肉親と遠縁の者を比較した場合は、自分に身近な人間であるほど興味が高く、その顔に視線が誘引されるだろう。そこで文献[7]では、「友人や親類の顔は、自分との関わり合いの強弱によって、自分がその顔にどれくらい興味が引かれるかが変わってくる」(図3)という仮説をたて、検知システムを構築した。ただし、人間どうしの関わり合いの強弱を測る絶対的な尺度がないため、「ユーザ自身の顔」と「赤の他人の顔」の2つを視覚刺激として用いている。

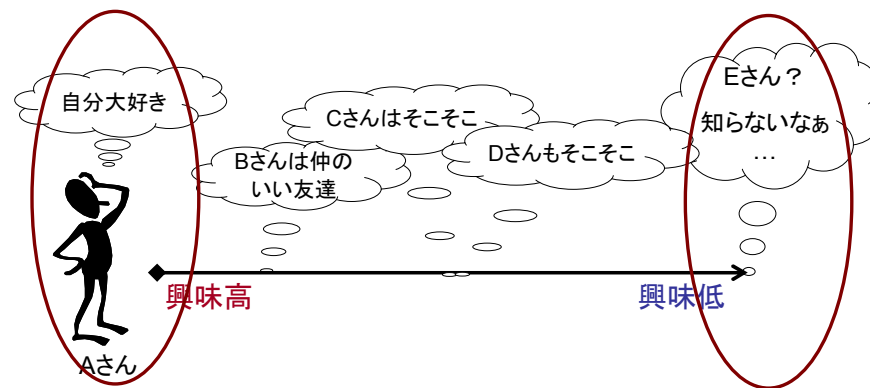


図 3：関わり合いと興味の関係  
Figure 3: Relationship and interest

#### 3.2 視覚刺激に対するユーザの興味を持続させる仕組み

正規ユーザにとって非常にアトラクティブな興味対象を視覚刺激として採用したとしても、その刺激が同じ形で常にディスプレイに表示され続けた場合には、通常、時間と共にその刺激に対する興味は薄れていってしまう。本研究の目的は、ユーザがシステムまたはサービスを利用している間、常にユーザ認証を継続することにある。すなわち、ユーザが興味対象の視覚刺激を定常的に注視し続けるという状況を用意しなければならない。よって、何らかの方法でユーザの視覚刺激に対する興味を常にリフレッシュしてやる必要がある。

文献[7]では、その一例として、顔画像に毎回異なる落書きを加えていくという工夫を加えている。人間は根本的に利己的であるため、自分と他人が何らかの害を被る場合、両者の被害が同程度のものであっても、自分が被った被害については敏感であるのに対し、他人が被る被害については鈍感であるというきらいがあるのではないだろうか。この仮定が真であるなら、自分自身の顔画像と第三者の顔画像に同時に落書きが加えられたとき、ユーザは第三者の顔画像に加えられた落書き（他人が被る害）よりも、自身の顔画像に加えられた落書き（自分が被る害）が気になってしまうものと考えられる(図4)。

今回は、ユーザが必ず落書きに気付くように、落書きが加えられるタイミングに合わせ、ディスプレイ上にカウントダウンの数字を表示するものとした。また、カウントダウンが始まることによって、一旦、ユーザの注意が顔画像に向くことになる。この時点で図2における第一段階の認知的な情報処理が済むため、カウントダウン終了時（落書きが加えられる瞬間）のユーザの視線を計測することによって、第二段階の

感情的な情報処理に関する心理的挙動を捉えることができる。

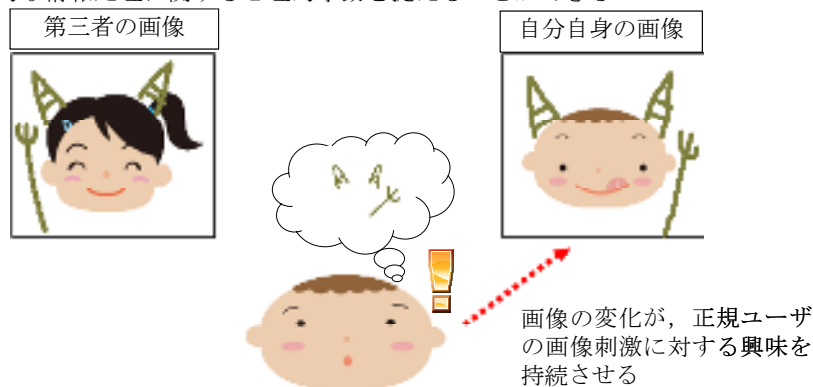


図 4：画像変化による興味の持続

Figure 4: Image modification which keeps user's interest

### 3.3 実験結果

文献[7]の実験結果より、著者らが仮定する「ユーザは第三者よりも自身の顔画像に視線が誘引されやすい」という挙動がおおむね観測された。すなわち、「興味の高い視覚刺激に対して視線が誘引されやすい」という人間の傾向を利用してなりすまし検知を行うことができる可能性が確認できた。

しかし、[7]で実施した方法では、視覚刺激としてユーザ自身の顔画像を用いているため、第三者にとっても正規ユーザの視覚刺激(ユーザの顔=認証の答え)が明確であり、なりすまし検知方式としては不完全であった。そこで本稿では、ユーザの興味が高く、かつ第三者から推測しにくい画像を新たに選ぶことで、文献[7]での実験を改良する。

## 4. 物語の登場人物の顔画像を用いた検知方式

文献[7]の方法では、視覚刺激としてユーザ自身の顔画像を用いているため、不正者にとっても正規ユーザの興味対象画像(ユーザの顔=認証の答え)が明確であり、なりすまし検知方式としては不完全であった。そこで本章以降では、ユーザ自身の顔画像以外の画像を用いることによって、文献[7]のなりすまし検知方式の改良を試みる。

### 4.1 ユーザの興味を引く視覚刺激の選定

不正者によるパス画像(正規ユーザの興味対象画像)の推測を困難にするには、ユーザ自身の顔画像以外の任意の画像(正規ユーザとは直接関係の無い画像)を視覚刺

激として利用することが望ましい。しかし、多種多様な画像の中から無作為に画像を選ぶだけでは、正規ユーザが興味を持つ画像を選ぶことはできず、本なりすまし検知方式のパス画像としては使用することができない。

そこで本稿では、物語に登場する(非実在)人物の顔画像を複数枚用意し、これを視覚刺激として用いることとした。この人物達は、正規ユーザの知っている物語に登場するキャラクタである。物語の内容を知っているユーザは物語の登場人物である各キャラクタに様々な思い入れがあるため、各ユーザはそれぞれのキャラクタごとに異なる思い入れがあると考えられる。この「それぞれのキャラクタに対するユーザの思い入れの違い」が、興味の違いとなってユーザの挙動に影響し、それぞれのキャラクタの顔画像に対する視線の誘引度合いの差として検出されると考えられる。

具体的には、ユーザが PC 上で任意のアプリケーションソフトを利用して何らかの作業をしている最中に、ディスプレイの非作業領域に、正規ユーザにとって思い入れの強いキャラクタ A の顔画像と思い入れの弱いキャラクタ B の顔画像と共に表示する。正規ユーザであれば、思い入れの強い画像のほうにより強く興味をそそられ、その画像に視線が誘引される傾向が高まると予想される。よって、ユーザの視線を常時検出し、当該画像に対する注視頻度が判定閾値よりも大きいかどうかを常に検査し続けることにより、継続的ななりすまし検知が実現される。

ここで、検知システムは「正規ユーザが、どのキャラクタに対する思い入れが強いのか」という知識を事前に獲得しておく必要がある。このため、登録フェーズにおいて、正規ユーザに一旦、全キャラクタを思い入れの強い順にディスプレイ上に並べてもらうという方法を採用することとする。この作業によって、正規ユーザの各キャラクタに対する思い入れ(興味)の順位付けを行ない、システムがこれを記録する。

### 4.2 視覚刺激に対するユーザの興味を持続させる仕組み

物語の登場人物の顔画像を利用した場合も、ユーザ自身の顔画像を利用した場合[7]と同様に、その顔画像が同じ形で何度もディスプレイに表示され続けた場合は、やはり、その刺激に対する興味が薄れていってしまう。そのため今回は、全キャラクタに対してそれぞれ複数枚の画像(当該キャラクタの異なるシーンの画像)を用意し、(登録フェーズを含め)全く同じ画像が2回表示されることがないようにすることによって、ユーザの画像に対する興味ができるだけ持続されるようにした。

本研究では、全キャラクタの顔画像の集合を「顔画像 DB」と呼ぶこととする。顔画像 DB は、全キャラクタの複数のシーンの顔画像の集合である。すなわち、キャラクタの数を  $x$ 、シーンの数を  $y$  とすると顔画像 DB は  $xy$  枚の顔画像から成る。なお、登録フェーズにおいて正規ユーザが実施する全キャラクタに対する順位付けの作業は、各キャラクタに関する複数の画像の内、それぞれ各 1 枚のみを用いて行われることに注意されたい。顔画像 DB 内の  $xy$  枚の画像すべてを一枚ずつ順位付けするのではなく、各キャラクタの顔画像をそれぞれ 1 枚ずつ用いて「思い入れの強い順に  $x$  体のキャラ



クタの順位」を定めるのである。順位付けを行う際に（登録フェーズにて）使用された顔画像は、認証フェーズで表示されることはない。

また、文献[7]の方法と同様に、画像が表示されるタイミングに合わせ、ディスプレイ上にカウントダウンの数字を表示することとした。具体的には、ユーザの目に入りやすいように、キャラクタ画像のすぐ上に、画像が表示される3秒前からカウントダウンを表示する。

## 5. 実験

登録時に正規ユーザ自らが興味の順位を設定した  $x$  体のキャラクタに対し、「ユーザ自身が思い入れが強いと自覚しているキャラクタほど、その顔画像にユーザの視線が誘引される傾向があるのか」を基礎実験により確認する。

### 5.1 実験環境

被験者の視線は、強膜反射法[6]を利用した視線検出装置によって測定する。被験者には、視線検出装置のセンサを右目側に装着したゴーグルを着用してもらった。 $x$  軸方向、 $y$  軸方向の視線が、それぞれ、電圧の時系列データとして取得される。視線検出装置から得られたデータは、サンプリングレート 100Hz のアナログ-デジタル変換機を通し、視線の  $x$  座標、 $y$  座標として解析 PC に送信される。なお、今回使用した視線検出装置は被験者の頭部の動きによる影響を受けやすいため、アゴ台を用いて被験者の頭部を固定した。実験風景を図 5 に示す。

実験で使用した機器及びプログラムは以下の通りである

- ・ PC : Intel® Core™2 Quad 2.4GHz, 2GB Memory, Windows XP Professional
- ・ 液晶ディスプレイ(1280pix×1028pix)
- ・ アゴ台
- ・ 眼球運動測定装置 : T.K.K.2930a (竹井機器工業株式会社)
- ・ アナログ-デジタル変換機 : ADI12-8(USB)GY (株式会社コンテック)
- ・ 認証判定プログラム : C++言語により実装

今回の被験者は2名(被験者A, 被験者B)である。

### 5.2 顔画像 DB の作成

今回の実験では、被験者全員が読んでいるコミックス[8]に登場するキャラクタ 35体の顔画像を使用した。キャラクタ 35体に対してそれぞれ2種類のシーンの顔画像を引用し、70枚の顔画像から成る顔画像DBを構成した。今回は基礎実験ということで、各キャラクタごとに2種類の顔画像を用意したのみであるため、その内の1枚を登録フェーズにて順位付けのために使用し(順位付用画像)、もう1枚をなりすまし検知フェーズにおいて表示される視覚刺激(認証用画像)として使用する。なお、顔画像のサイズはすべて 220pix×220pix である。

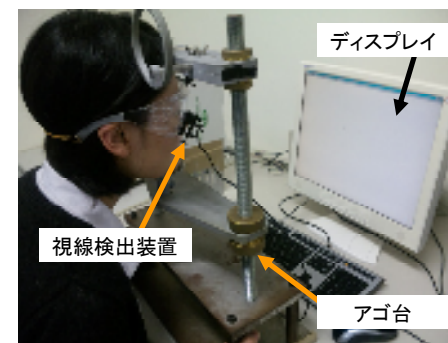


図 5 : 実験風景

Figure 5: Experimental scene

### 5.3 実験手順

#### 1 : 登録フェーズ (キャラクタの順位付け)

今回使用する顔画像 DB に含まれるキャラクタ全 35 体の順位付用画像を全て表示し(図 6 左)、被験者に「自分自身が自覚している各キャラクタに対する興味の強弱」を基準に画像の並べ替えを行なってもらう(図 6 右)。被験者は、画面に全キャラクタの順位付用画像が表示されていることを確認した後、自分が「興味が高い」と思うキャラクタほど画面の左へ、「興味が低い」と思うキャラクタほど画面の右へ移動させる。これにより、最終的に、ディスプレイの左から右に向かって、すべての顔画像が興味強→興味弱の順に並び替えられる。

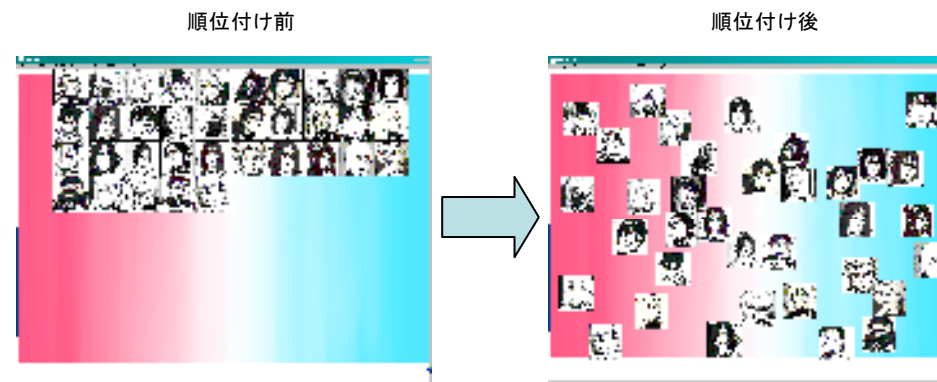


図 6 : キャラクタの順位付け\*

Figure 6: Character ordering

並べ替えが終了した後、ディスプレイの横幅を5等分し、それぞれの区画に含まれるキャラクタをグルーピングすることによって、全キャラクタを5つのグループに分けた(図7)。これを興味の高い側(ディスプレイの左側)から順に、グループ0からグループ4とした。



図7: キャラクタのグループ分け☆  
 Figure 7: Character classification

## 2: なりすまし検知フェーズ(認証用画像に対する視線の誘引度合いの測定)

なりすまし検知フェーズでは、図8に示す20秒間の流れを1サイクルとする。まず、画面に何も表示されない状態が1秒間あり、続く2秒目から13秒目までの11秒間に後述の方法によって選ばれたキャラクタ2体の順位付用画像を画像提示区域(図9)に表示する。その後14秒目から17秒目までの3秒間では、顔画像への注意を喚起するために、キャラクタの画像の上にカウントダウンを表示し画像の変更のタイミングを被験者示す。カウントダウン終了の瞬間に、両方の順位付用画像が当該キャラクタの認証用画像に切り替わる。そのまま認証用画像を2秒間表示し、1サイクル20秒間を終了する。

1サイクルの間、視線検出装置によって被験者の視線の位置が測定され続ける。

提示される2体のキャラクタの選択は、次に示す手順に則って行われる。まず、5つのグループの中から、異なる興味の強さのグループを2つ選択する。ここで選ばれた2つのグループの興味の度合いの差を「グループ差」とする。例えば、グループ2とグループ4が選ばれた場合のグループ差は2である。選ばれた2つのグループに属するキャラクタ群の中から、それぞれ1体ずつキャラクタを選択し、その顔画像を

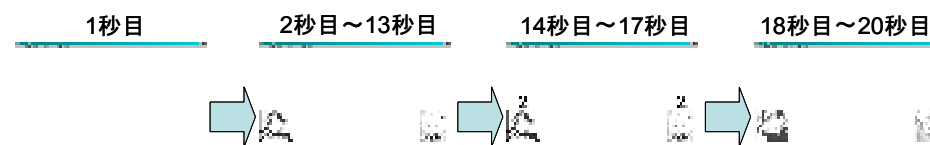


図8: 画像表示スケジュール☆  
 Figure 8: Schedule for image display

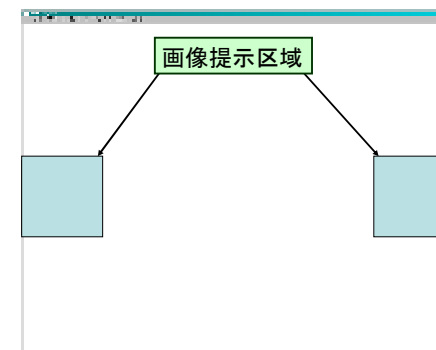


図9: 認証画面表示例  
 Figure 9: Authentication screen

図9で示したようにディスプレイの両側に表示する。どちらの顔画像が右/左に表示されるかは無作為に決められる。5つのグループから2つのグループを選ぶ組み合わせは10通り( ${}_5C_2$ )あり、全ての組み合わせについて3回ずつ、計30サイクルの認証実験を行なった。

## 5.4 実験結果

各サイクルのうち、カウントダウン中の3秒間、および、その直後の認証用画像表示期間の3秒間の計6秒間の視線の動きを調査した。結果をまとめたものを図10、図11および表1に示す。

図10、図11は、それぞれ被験者Aおよび被験者Bが、認証フェーズにおいてディスプレイに表示されている2体のキャラクタの顔画像のうち、「興味高いグループに含

☆ キャラクタ画像の出典: [8]

まれるキャラクタの顔画像」を見ている時間と「興味の低いグループに含まれるキャラクタの顔画像」を見ている時間の長さを示したものである。縦軸は、1 サイクルの測定時間である 600 サンプルポイント（測定時間 6 秒間×サンプリングレート 100Hz）の内、「興味の高い画像」および「興味の低い画像」を見ているサンプルポイント数をそれぞれ計数し、各サイクルあたりの平均値として示したものである。横軸は、ディスプレイに表示されている 2 体のキャラクタのグループ差である。例えば、「3 グループ差」が指している棒グラフは、「グループ 0 とグループ 3」または「グループ 1 とグループ 4」の組み合わせで 2 枚の顔画像が表示された場合の実験結果（1 サイクルの内、「興味の高い画像」および「興味の低い画像」を見ているサンプルポイント数）の平均値である。また、折線グラフは、「興味の高い画像」および「興味の低い画像」を見ているサンプルポイント数の差の平均値である。

表 1 は、グループ  $i$  に属するキャラクタの顔画像とグループ  $j$  ( $i > j$ ) に属するキャラクタの顔画像の 2 枚が表示された場合に、カウントダウン終了直後（順位付用画像から認証用画像に変わった瞬間）に被験者が「興味が高い」ほうの顔画像に視線を向けていた頻度の割合である。例えば、被験者 A をみると、「グループ 1 に含まれるキャラクタの顔画像とグループ 3 に含まれるキャラクタの画像が表示された場合、「被験者は、0.67 の割合でカウントダウン終了直後に興味の高いキャラクタの顔画像を見ている」ということになる。今回の実験は、5 つのグループの各組み合わせ ( ${}_5C_2$ ) ごとに 3 回ずつなりすまし実験を行っているので、興味の高いキャラクタの顔画像を 3 回中何回見たかという形式で割合を計算している。ただし、被験者 A の「グループ 0 とグループ 1」の組み合わせにおける実験では、全 3 回中 1 回のサイクルにデータの欠損が見られたため、2 回中何回見たかという形で割合を計算している。

表 1：「興味が高い」キャラクタに視線が誘引されている割合

Table 1: Attraction toward image with higher interests

被験者	グループ				被験者	グループ				
	1	2	3	4		1	2	3	4	
グ	0	0.50	1.00	1.00	グ	0	0.00	0.00	0.33	0.67
ル	1	/	0.33	0.67	ル	1	/	0.33	1.00	0.33
ー	2	/	/	1.00	ー	2	/	/	0.67	1.00
プ	3	/	/	/	プ	3	/	/	/	0.00

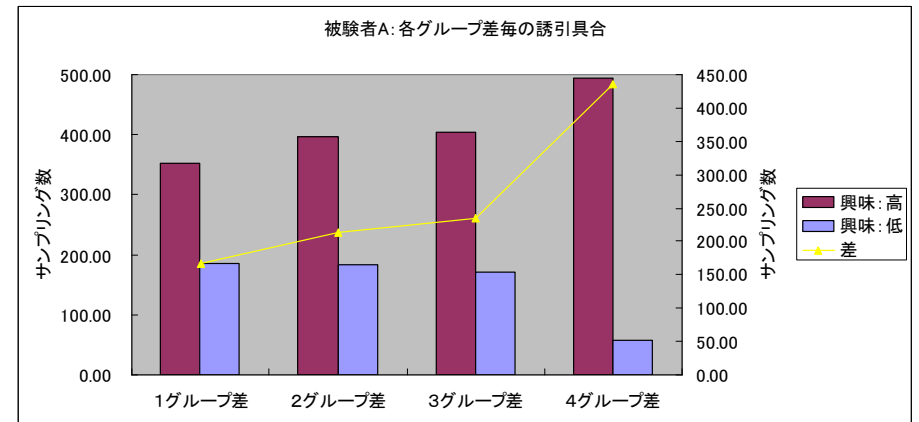


図 10：グループ差と誘引の度合い（被験者 A）  
Figure 10: Group difference and ratio of interest (Subject A)

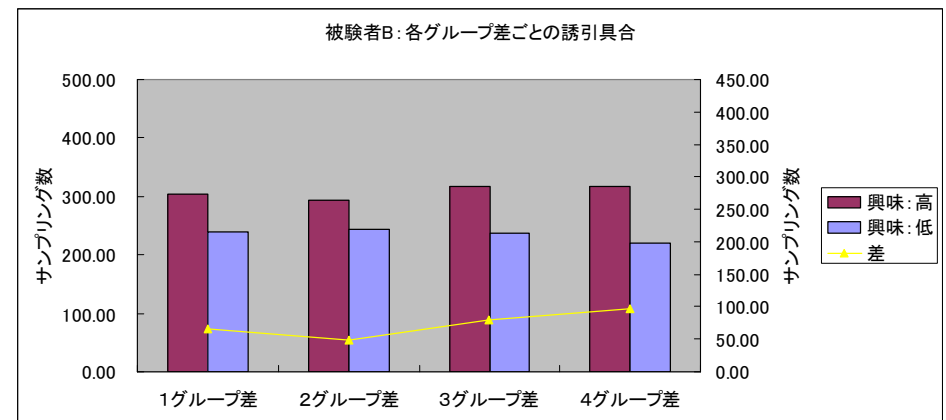


図 11：グループ差と誘引の度合い（被験者 B）  
Figure 11: Group difference and ratio of interest (Subject 2)

## 5.5 考察

図 10 および図 11 より、相対的に興味の高順位にある画像に対して視線が誘引される傾向があることがわかる。グループ差と誘引度合いの関係をみると、被験者 A は、グループ差が大きくなるほど興味順位の高いほうの顔画像に視線が誘引される傾向が強まるのに対し、被験者 B は、グループ差に関わらず興味順位の高いほうの顔画像への視線の誘引の度合いが大きく変化しないという結果となった。この件については今後被験者を増やし、調査を重ねる必要がある。

また表 1 より、グループ差が大きくなるほど、興味順位の高いほうの顔画像が被験者の視線を誘引する率が高くなっていることがわかる。特に、グループ差が 2 となる 2 つのグループからそれぞれ 1 体のキャラクタを選択した場合は、ほぼ安定して興味順位の高いほうの顔画像に視線が誘引される結果が得られた。一方、グループ 0 とグループ 1 といったように興味順位が上位にある 2 つのグループからそれぞれ 1 体のキャラクタを選択した場合や、グループ 3 とグループ 4 といったように興味順位が下位にある 2 つのグループからそれぞれ 1 体のキャラクタを選択した場合には、2 枚の顔画像に対する興味の優劣を被験者が瞬時に判断することが難しく、興味順位の高いほうの顔画像に視線を誘引しきれていない。今後の実験に関しては、キャラクタの属するグループを選ぶ際にも注意を払う必要があるだろう。

## 6. まとめと今後の課題

本研究では、ユーザの表層的挙動特徴だけでなく、心理的な側面（興味）を考慮した挙動特徴（視線の動き）を捉えるなりすまし検知の改良方式に対する検討を行った。登録フェーズでは、物語に登場するキャラクタの顔画像を視覚刺激として選び、複数の顔画像に対する「興味の順位」を前もってユーザに自己申告させる。認証フェーズでは、興味の順位が異なるキャラクタの顔画像を複数枚表示することによって、「それぞれのキャラクタに対する正規ユーザの思い入れの違い」がユーザの視線の動きとして観測されることになる。

今後は、被験者数を増やし、本人拒否および他人受入の実験結果の精度を向上させる。また、キャラクタに対する個々人の順位付けが第三者からの推測に耐えるか、正規ユーザの順位付けを知った上で第三者が正規ユーザになりすまることが可能かどうか、といった攻撃耐性についても検討を行なっていく。

## 謝辞

本研究は一部、(財)セコム科学技術振興財団の支援をいただきました。

## 参考文献

- 1) 中國真教，堂菌浩，野口義夫，キーボード入力監視による不正利用者の判別方法，情報処理学会論文誌，Vol.41, No.12 pp. 3276-3284(2000)
- 2) 長沢伸也，森口健生，アイカメラによる視線から興味度を推定する可能性-眼球運動の専門家へのインタビューを通して-，Social systems studies 5, pp.73-93 (2002)
- 3) 佐々木康人，富永浩之，林敏浩，山崎敏範，文書・絵画閲覧時における視線情報の計測と分析，IEICE technical report. Education technology 105(336) pp.51-56 (2005)
- 4) 徳永智子，宮谷真人，顔ターゲットに対する視線注意効果，広島大学心理学研究：Hiroshima Psychological Research no.7 page.35-42 (2008)
- 5) 梅本堯夫，顔認知の生得的特異性，Human developmental research, coder annual report 16 ,pp.99~104 (2001)
- 6) 荻阪良二，中溝幸夫，古賀一男(編集)，眼球運動の実験心理学，p.20, p.45, p.10, 名古屋大学出版会(1993)
- 7) 高田愛美，鈴木徳一郎，山本匠，西垣正勝，視線誘導型なりすまし検知方式の検討，マルチメディア，分散，協調とモバイル(DICOMO2009)シンポジウム論文集，pp.92-97(2009)
- 8) 岸本齊史，NARUTO -ナルト-，28 卷-47 卷，集英社 (2005-2009)