

ゲーム機における行動的特徴量を用いた生体認証方式の検討

○井上隆之[†], 野崎秀鷹[†], 堂園 浩[†]

[†] 佐賀大学理工学部電気電子工学科

最近のゲーム機はネットワーク接続も可能であり、セキュリティ保護を要するコンテンツの利用も行われるようになってきた。しかし、ゲーム機における個人認証方式は画面上のソフトウェアキーボードを用いたパスワード入力で行われることが多く、パスワード漏洩の可能性も高い。また、最近のゲーム機はタッチパネル、加速度センサなど多彩な入力を可能としており、これらは生体認証へ使用可能であると考えられる。本研究では、これらの入力デバイスを用いた個人認証の可能性について検討を行う。

Study of Biometric Authentication Method using Behavior Characteristics on Game Consoles

Takayuki INOUE[†] Hidetaka NOZAKI[†] Hiroshi DOZONO[†]

[†] Faculty of Science and Engineering Saga University

Recent game consoles can be connected to the internet and can access the contents which need security. But, most game consoles uses the password authentication method which uses the screen keyboard for typing password and it leads to the leakage of password. On the other hand, recent game consoles are equipped with various sensors, for example acceleration sensors and touch panel. They considered to be applied for authentication method using behavior characteristics. In this study, we examine the possibility of authentication using such input devices.

1 はじめに

近年、様々な家庭電化製品がインターネットに接続されるようになってきた。特にゲーム機はウェブブラウジングの機能も持っており、オンラインでのゲームの購入や、もっと、一般的なネットショッピングなどにも使用可能なものとなってきている。子供が勝手にゲームを購入したり、ネットショッピングを行うことを防いだり、携帯ゲーム機を紛失することも考えられるため、ネットワークに接続可能なゲーム機にもユーザを認証するシステムが重要となる。ユーザの認証方式は、ゲーム機においてもパスワードを用いているものが多く、ほとんどのゲーム機はキーボードを備えていないため、画面に表示されたスクリーンキーボードを用いてパスワードを入力する方法を用いており、ゲーム機の画面を見られてと、パスワードはすぐに盗まれてしまう。また、パスワードをゲーム機以外のシステムでも同じに設定してあると、そのシステムにもログインされてしまう可能性がある。

一方、最近のゲーム機は、ゲームの多様性を持たせるために様々なセンサー類を搭載している。例え

ば、任天堂のDSシリーズはタッチスクリーンを、Wiiはコントローラに加速度センサやコントローラの方向を検出可能な赤外線センサ、Playstation 3もコントローラに加速度センサを搭載している。ゲーム機以外でも、最近の携帯電話や音楽プレイヤー(iPOD等)も加速度センサやタッチセンサを搭載している。これらのセンサ類はユーザの行動の動的特徴を測定することが可能で、行動的特徴量を用いた生体認証¹⁾に使用可能であると考えられる。

本論文では、2つのシステムを想定してゲーム機における生体的特徴量を用いた個人認証方式の可能性について検討した。1つ目のシステムとしては、加速度センサ、赤外線センサを搭載したコントローラを用いた認証方式について実験を行った。この方式では、ユーザが同一の動作、例えば、円や星型を描くなどを行い、その際の加速度センサや赤外線センサの計測値を用いて認証を行う。文献[2]に腕時計型端末において加速度センサを用いた個人認証方式が報告されているが、ユーザがそれぞれ動作を決めて登録を行って認証を行う方式

を用いている。本研究では、動作をユーザが忘れてしまう可能性や、動作が本人以外に見られてしまった場合を想定して、ユーザは全員同一の動作を行う認証システムとして実験を行った。

2つ目のシステムとしては、タッチスクリーンを用いた認証方式について実験を行った。タッチスクリーンを用いると、従来から認証に用いられているサインを用いた認証方式を用いることも可能であるが、日本人はサインを書くことに慣れていない、また、ゲーム機のスクリーンにはサインはかきにくい、子供はサインを書くことができないなどの問題があり、ゲーム機の認証方式としては適切でないと考えられる。文献[3]にはPDAにおいて単一図形を用いて、図形をなぞることで認証を行う方式を提案しているが、筆圧を用いており、筆圧の測定が行えないゲーム機においては認証精度が低下すると考えられる。そこで本研究では、図形の並び替えを行う際の並び替えの順序と移動のパターンを用いて認証を行う方法の実験を行った。すなわち、並び替えの順序をパスワードとして、移動のパターンを行動的特徴量として認証を行うものである。本論文では、これらの実験結果について報告し、ゲーム機における個人認証方式について検討する。

2 加速度センサ、赤外線センサを用いた個人認証方式

2.1 Wii コントローラ

本節では、加速度センサ、赤外線センサを用いた個人認証方式についての実験結果を述べる。実験器具としてはWiiのコントローラ(図1)を用いた。Wiiのコントローラは従来のゲーム機と同様の8



Fig. 1 Wii コントローラ

方向パッド、ボタン類の他に、加速度センサおよびテレビ上部に設置された赤外線バーを用いてテレビとの相対的な方向を測定するための赤外線センサを備えている。ただ、Wiiの開発環境は一般的には公開されていないため、PCを用いて実験を行った。WiiのコントローラはBluetoothを用いて本体と通信を行っており、PCのBluetoothインターフェイスを用いてセンサの値を取得可能である。

2.2 加速度センサを用いた個人認証実験

加速度センサを用いて個人認証を行う場合、各ユーザに何らかの動作を行ってもらい、その計測値を行動的特徴量として認証を行うことになる。この際に、ユーザ毎に動作を決めてもらい、動作のパターンまで含めて認証を行う方法が考えられるが、ここでは動作を忘れてしまう場合も考えて、ユーザ全員が同一の動作を行って認証を行う方法を考える。Wiiの場合は家庭用ゲーム機であり、テレビの前に設置して使われるため、家族間の区別が可能であればよいと考えられ、ある程度のユーザの識別がつけば十分であると考えられる。

まず、認証に有効な動作を特定するために、3人のユーザに大きさなどを指定せずに、三角、四角、円を描く動作を3回ずつ空間で行った場合の相関係数を測定した。図2にそれぞれの図形をかいた時のz軸の加速度の計測値のグラフを、x軸、y軸、z軸の加速度の相関係数の絶対値の平均を表1、表2、表3に示す。ここで、A,B,Cはユーザを示し、アルファベットに続く数字が試行回数を示す。

表1の三角の結果を見ると、自分自身との相関係数も、他人との相関係数も高くなっており、認証には向いていないと考えられる。表2の四角の結果では、他人、自分ともに相関が低くなっている。表3の円の結果では自分自身間ではある程度高く、他人とは低くなっており、3つの図形の中では最も認証に適していると考えられる。そこで、円の動作を用いて個人認証実験を行った。実験方法は、6人の被験者に対し、最初に5回ずつ円の動作を行ってもらい、x軸、y軸、z軸合わせて一人当たり15個のデータを取得した。その後、各ユーザ10回ずつ同じ円の動作で認証実験をおこない、x軸、y軸、z軸それぞれ対応するデータ間で相関係数を計算し、相関係数が0.7以上の強い相関となるデータが7つ以上登録データに存在すれば、認証成功

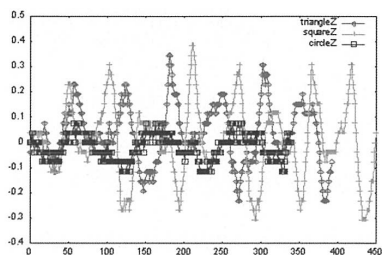


Fig. 2 加速度センサの計測値

とした。表4にその結果を示す。ユーザによっては本人拒否率 (FRR), 他人受け入れ率 (FAR) とともに低く, 理想的なユーザも見られるが, ほとんど, 認証できていないユーザや, 他人受け入れ率の非常に高いユーザも存在し, ユーザによって得手不得手があることがわかる。

2.3 赤外線センサを併用した個人認証実験

加速度センサのみを用いた個人認証実験では, 自由に図形を描く動作を行ったため, 各認証における動作が一定のものとはならず認証されないケースが多いのではないかと考えられる。そこで, 赤外線センサを用いてコントローラの方角を検出し, 画面上に描かれた円をなぞるようにカーソルを動かせば, 一定の動きとなり認証が成功するケースが多くなるのではないかと考えられる。そこで, 前節と同じく, 円の動きを用いて, 画面上の円をなぞった時の加速度で認証を行った。結果を表5へ示す。

表からわかるようにユーザ A 以外はまったく認証できていない。原因は, 画面上をなぞる動作を行うと, コントローラの動作が遅くなるため, 加速度センサの分解能からしてほとんど加速度の変化の計測が行えなかったためである。ここで, ユーザ A は前の実験から著者の一人に固定されており, Wii コントローラの動作に慣れているユーザである。ユーザ A に対しては, 両方の実験とも比較的良好な結果となっており, 他のユーザも Wii コントローラの動作に慣れれば, 認証可能となるので

Table 1 三角の動作間の相関係数

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
A1	1.0								
A2	0.6	1.0							
A3	0.8	0.3	1.0						
B1	0.9	0.5	0.7	1.0					
B2	0.8	0.6	0.5	0.7	1.0				
B3	0.9	0.6	0.7	0.9	0.8	1			
C1	0.7	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7	1.0		
C2	0.8	0.5	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	1	
C3	0.7	0.3	0.6	0.7	0.5	0.6	0.4	0.7	1

Table 2 四角の動作間の相関係数

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
A1	1.0								
A2	0.5	1.0							
A3	0.7	0.3	1.0						
B1	0.3	0.2	0.4	1.0					
B2	0.4	0.4	0.3	0.3	1.0				
B3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.9	1.0			
C1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.7	0.7	1.0		
C2	0.4	0.4	0.8	0.4	0.4	0.4	0.3	1.0	
C3	0.5	0.4	0.8	0.4	0.5	0.5	0.3	0.7	1.0

Table 3 円の動作間の相関係数

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
A1	1.0								
A2	0.7	1.0							
A3	0.6	0.6	1.0						
B1	0.4	0.3	0.6	1.0					
B2	0.4	0.3	0.6	0.9	1.0				
B3	0.5	0.2	0.5	0.8	0.8	1.0			
C1	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7	0.6	1.0		
C2	0.5	0.4	0.6	0.7	0.7	0.6	0.9	1.0	
C3	0.5	0.4	0.5	0.7	0.8	0.7	0.8	0.9	1.0

はないかと考えられる。

3 タッチパネルを用いた個人認証方式の実験

前述のように最近の携帯機器はタッチパネルを備えたものが多く, このタッチパネルを個人認証に応用できれば様々なシステムに適用可能であると考えられる。また, 携帯機器は盗難や置き忘れの可能性があり, ある程度の強度を持った認証方式が必要であると考えられる。ただ, 筆圧を検出できないシステムも多いため, 筆圧を用いずに認証を行う方法で, ある程度の精度が要求される。そこで, 本研究では図形の並び替えの順序とその動作の特徴量で認証を行う方法を用いた。すなわち, 図形の順序を秘密情報としてパスワード代わりに用い, 動かす際の動作を行動的特徴量として認証を行うものである。Wii と同じく任天堂 DS の開発環境は公開されていないため, タッチパネルをそなえた小型パソコンを用いて実験を行った。実際の実験は VAIO UX で行い, 開発環境には Ubuntu Linux 上の X Window システムを用いた。

図3に認証システムの画面を示す。画面上部に4つの箱がありその中に4種類の図形が格納されている。この図形を下の箱に移動させ, その際の移動の順序をパスワードとして, および, 移動の

Table 4 円の動作における認証実験結果

ユーザ	FRR	FAR
A	0.8	0
B	0.9	0.34
C	0.6	0.28
D	0.4	0
E	0.8	0
F	0.5	0.36
平均	0.67	0.16

Table 5 円の動作における認証実験結果 (トレース時)

ユーザ	FRR	FAR
A	0.6	0
B	0	0
C	0	0
D	0	0
E	0	0
F	0	0
平均	0.1	0

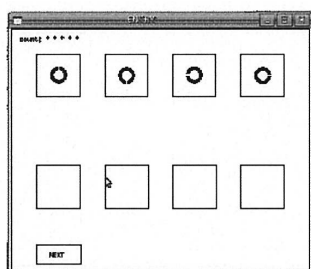
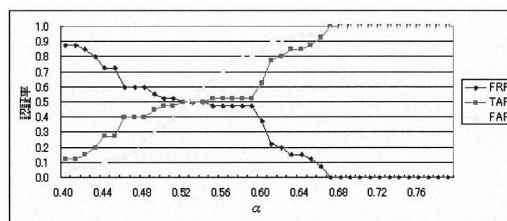


Fig. 3 タッチパネルを用いた認証システム

際の時間毎の座標、移動速度を行動的特徴量として認証を行う。上部の4つの図形には、視力検査で用いられるランドルト環を用いた。ランドルト環の直径や切れ目の割合を設定することで、認証を行うユーザの使用感や他人に見られたときの図形の判別の可能性を調整することが可能であると考えられる。また、上部の4つの図形はランダムな順番に毎回配置され、ユーザがあらかじめ自分できめた順番に下の箱に移動させるという方法で認証を行うことを目標としているが、今回の実験においては、図形の移動の順序が他人に知られてしまった場合を想定し、行動的特徴量のみだけで認証を行った場合について実験を行った。

今回、被験者に対し、登録用に5回、テスト用に10回ずつ入力を行ってもらい認証実験を行った。図形の移動の方法は、左から1つめの図形を左から1つめの箱へ、2つ目の図形を2つ目の箱へ、3つ目の図形を4つ目の箱へ、4つ目の図形を3つ目の箱へとした。認証方法としては、登録入力の平均とテスト入力を比較して、その差が登録入力の分散の α 倍の範囲にあれば、認証成功とし、 α の値を変化させながら実験を行った。特徴量としては、各サンプリングタイム毎の x, y 座標および、移動速度を用いた。まず、 x, y 座標のみをもちいて認証を行った場合の平均を図4に示す。なお、この実験における被験者は4人であるが、全ての登録データに対し、テストデータとの比較を行っているため、人数によるFRR, FARの直接の影響はないと考えられる。FARとFRRのクロスポイン

Fig. 4 x, y 座標のみを用いた認証実験結果

トにおいてFRRは0.5になっており、認証システムとして使うことはできないと考えられる。次に、障害物などを画面上に配置して、曲線的に移動させるようにし、個人の特徴がよりよく抽出可能のように考えて実験を行ってみた。なお、この実験の被験者は4人である。図5に結果を示す。クロスポイントにおけるFRRは0.6となり、さらに悪い結果となった。理由としては経路が制限されることになり、全ユーザの x, y 座標が似たような値になってしまったため、また、移動時に被験者が考えながら移動させるようになり、反って個人の自然な特徴が出なくなってしまうためであると考えられる。文献[3]では、同一の図形をかいて、タッチパネルで認証を行う際に、あえて座標データをそのまま用いずに、移動速度 $|(v_x, v_y)|$ と筆圧で認証を行っているが、次に座標データに速度を

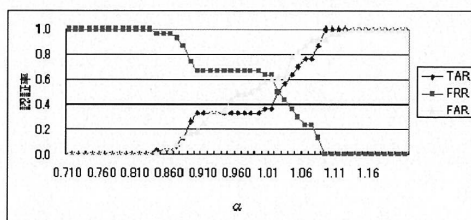


Fig. 5 障害物をおいた時の認証実験結果

加えて認証実験を行った。この実験の被験者は10人である。結果を図6に示す。クロスポイントに

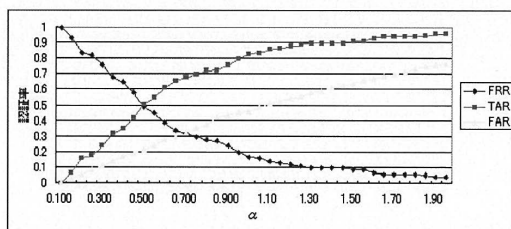


Fig. 6 x,y座標と移動速度を用いた認証実験結果

におけるFRRは0.3となっており、認証システムとしては精度が悪いが、一応、認証システムとして成立する値となった。各被験者毎のクロスポイントの値を見てみると、0.1: 2人, 0.2: 3人, 0.3: 2人, 0.4: 1人, 0.5: 2人となり、文献[3]のタッチパネルを用いた認証方式と同様に、被験者により得手、不得手があることが分かる。

4 結論

本研究で、ゲーム機における個人認証方式の手法として、加速度センサやタッチパネルで取得した行動的特徴量を用いた生体認証方式について検討を行った。加速度センサに関しては、Wiiのコントローラの分解能が低く、良好な結果は得られなかったが、コントローラに慣れたユーザであれば認証可能ではないかと考えられる。また、動作を覚える必要があるが、各ユーザがあらかじめ登録した動作やりズムを用いて認証をおこなえば、実用

的な認証精度を得られるのではないかと考えられる。タッチパネルに関しては、今回実験を行った行動的特徴量のみでもある程度認証は行われており、図形の移動順序をパスワードとして加えることで、さらに認証精度を高めることが可能であると考えられる。今後、毎回ランダムに移動前の図形を表示する際の登録データの作成法、また、他人に見られた場合の図形の識別率などを調査し、より実用的な認証システムを目指していきたい。

参考文献

- 1) R. Bolle, J. Connell, S. Pankanti, N. Ratha, and A. Senior, *Guide to Biometrics*, Springer, 2004
- 2) 石原 進, 太田 雅敏, 行方 エリキ, 水野 忠則, 端末自体の動きを用いた携帯端末向け個人認証, 情報処理学会論文誌, 46 巻-12 号, pp.2997-3007(2005)
- 3) 堂園浩, 中國真教, 他, 自己組織化マップによる PDA における手書き図形の筆圧解析, 情報処理学会論文誌, 47 巻-8 号, pp.2593-2601(2006)