

五指入力型インタフェースの実装と評価

2018SC085 鈴木雄久

指導教員：石原靖哲

1 はじめに

昨今の情報化社会において、情報の価値は高くそれを狙う犯罪の手口も多様化し枚挙に暇がない。その一つにショルダーハッキングが存在する。ショルダーハッキングとは暗証番号などの個人情報を入力する手元や画面を盗み見る、もしくは録画することで情報を盗む犯罪の手口である。入力画面上の情報が伏字になっていても手元を盗み見られてしまっただけでは情報の流出は防げない。カメラの高性能化なども後押しして、単純ではあるものの脅威度の高い手口である。

本研究では、五指入力型インタフェースを提案・実装し、評価を行う。ここで五指入力型インタフェースとは、本研究で提案する、五本指によるハンドサインをボタンによって取得するインタフェースである。ハンドサインの入力部分は手の挿入口を除いた上下左右が囲いによって覆われており覗き見耐性を有している。想定する環境はクレジットカードのパスコード入力のような場面であり、テンキー入力の代替として提案手法での入力を行う。また、提案手法は特殊な認証方式であるため入力の煩雑さなどの欠点が予想される。そのため複数の評価基準を設け、ユーザビリティの評価を行う。また、本研究においては片手の五指それぞれを伸展・屈曲させることで表現できる $2^5 = 32$ 通りから、どの指も伸展させない場合を除いた31通りの入力パターンをハンドサインと呼称する。

2 関連研究

関連研究では、ハンドサインより手や腕の動きが大きいジェスチャを用いた認証が多く研究されている。ここでは、関連研究をジェスチャ識別に関する研究と覗き見耐性に関する研究の2つに分けて紹介する。

2.1 ジェスチャ識別に関する研究

原田らの研究 [1] は、下腕の3か所に筋電位を測定する機器を取り付け、指の屈曲・伸展を識別する研究である。この研究では識別対象を親指と人差し指に絞っており、ニューラルネットワークを用いて親指と人差し指の伸展と屈曲の動作をそれぞれ学習させている。しかし平均識別率は高いもので61.65%とあまり実用的ではない。本研究との差異として、筋電位でジェスチャを取得している点、取得するジェスチャが親指と人差し指に限定されている点が挙げられる。

芝田らの研究 [2] はアームバンド状の測定機器を装着しジェスチャの測定を行うことで個人認証を試みる研究である。この研究ではユーザがジェスチャを行う際の筋電位の変化を Support Vector Machine (SVM) と呼ばれる機械学習モデルに学習させ特徴を抽出する。抽出した特徴とユーザのジェスチャを比較することで認証を行う。ジェスチャ識別率はおよそ7割で本人拒否率はおよそ3

割だった。

2.2 覗き見耐性をもつ認証方式に関する研究

小島らの研究 [3] は複数のキャラクターが配置された左右の画像から、登録したキャラクターが左右逆になっている数をパスとして使用する認証の研究である。

3 五指入力型インタフェース

五指入力型インタフェースとは、人間が5本の指を用いて $2^5 = 32$ 通りの表現が可能で、手元が見えない状況下でも五指を自由に操作できる性質を利用し、ショルダーハッキングをされない状況下での情報入力を目的としたインタフェースである。ユーザはどの指を屈曲させ、どの指を伸展させたかをハンドサインという形で記憶する。入力時は、手首より先が覆われた状態で伸展させた指に対応するボタンを押すことでハンドサインの入力を行う。ボタンと指は1対1で対応しておりボタン間には仕切りが設けられているため、誤入力の可能性は低いと考えられる。

ユーザはハンドサインを4回入力することで登録を行い、ハンドサインを順に入力することで認証を行う。

3.1 入力インタフェースの実装

図1のようにボタンを五指の指先部分と掌部分親指の付け根側の箇所配置し Arduino に接続した。手の挿入部分以外の箇所は仕切りに覆われ、ユーザは黒帯の下の部分から右手を挿入しフタを閉めたうえで入力を行うため、覗き見・録画耐性が確保される。

3.2 登録・認証段階の実装

システムの構成は図2の通りである。前節のようにボタンと指を対応させ、押下したボタンによってハンドサインを数値化し別ボタンによって有線通信の Ethernet

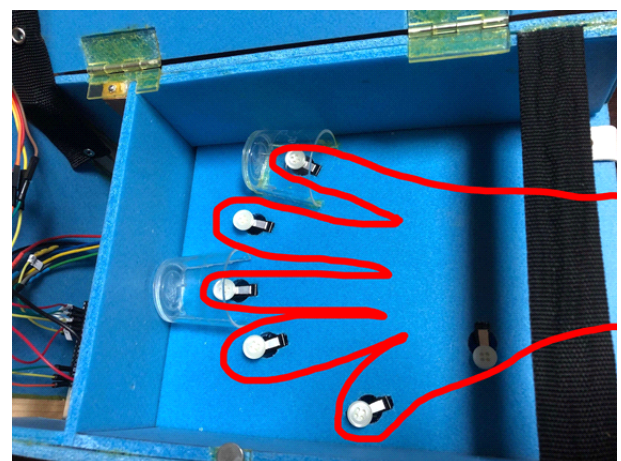


図1 インタフェースと手のイメージ

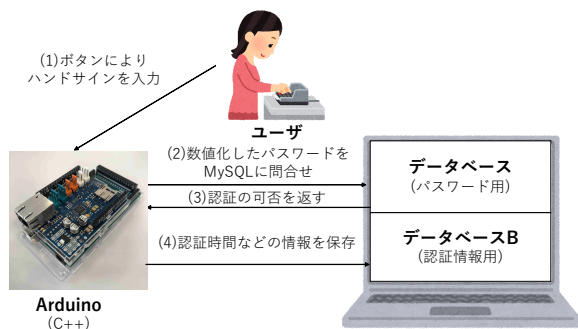


図2 システムの構成

Shield 2 を介して MySQL に対する SQL 問合せとして送信するプログラムの実装を、統合開発環境 Eclipse 上で C++ を用いて行った。登録段階として4つのハンドサインそれぞれを数値化しデータベースに保存するプログラムを実装した。また、認証段階としてハンドサイン4つをそれぞれ数値化したパスワードを受け取り、完全一致するものが存在しないか SQL 問合せを行い、認証情報を別のデータベースに保存するプログラムを実装した。登録段階のプログラムは527行で、認証段階のプログラムは711行である。

4 提案方式のユーザビリティの評価

4.1 評価方法

入力の煩雑さ、入力速度、入力精度、慣れたうえでの使いやすさという4つの評価基準を設け、複数人に評価を依頼する。各項目の最高評価を5点、最低評価を1点とし評価を行う。加えて、入力に要した時間と認証の成否情報を取得する。

- 入力の煩雑さ: 片手の五指を利用するという馴染みのない入力方法であり、煩雑さが伴うことが予想されるため
- 入力速度: 入力に要する時間が長くユーザのストレスとなる場合、入力装置としての欠点になりうるため
- 入力精度: 入力精度に大きな個人差が存在すると一般的な入力装置としての普及が困難なため
- 慣れたうえでの使いやすさ: この項目の評価が高ければ、実用化した際の普及率が高いと考えられるため

認証時間の情報は Arduino 上の関数を用いて計測する。システムの認証準備が完了したタイミングで計測を開始し、認証が成功し MySQL に対する SELECT 文による問合せが成功したタイミングで計測を終了する。認証の成否情報は1人の被験者が認証を行う際に何度認証に失敗したかという情報を回数として記録する。また、適宜失敗の原因も記録する。

4.2 結果と考察

提案手法によるハンドサインの登録を行う登録段階、登録したハンドサインによる認証を行う認証段階の2つの段階を一連の認証実験として被験者21人(南山大学に在学中の学生: 男性17名女性4名)に対して行った。実験の

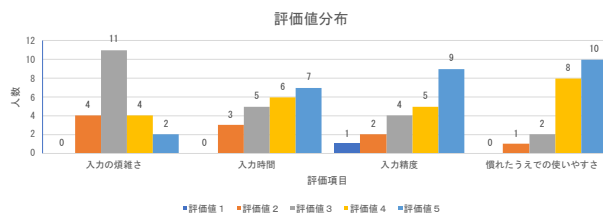


図3 評価値の分布

結果、認証に要した時間の最大値は34.09秒で最小値は6.41秒と大きな個人差が生まれた。また、実験の結果認証に要した時間の平均は14.95秒であり、一度で認証を成功させたのは21人中16人でその割合は76.19%だった。

被験者に実施したユーザビリティに関するアンケートの結果を図3に示す。ユーザビリティの評価では4項目のうち入力の煩雑さ以外の3項目で良好な評価を得ることが出来た。これらの結果から提案手法は初めて利用した際は操作の煩雑さが目立つが、操作に慣れることが出来れば煩雑さが解消され認証装置として問題なく使用できるようになる可能性があるということが考察できる。

5 まとめと今後の課題

評価実験とその考察から、提案手法は覗き見・録画耐性を有した入力装置としてある程度の実用性とユーザビリティを有していると結論できる。一方で、2つの課題が明らかになった。1つ目は提案手法の入力精度である。認証実験において認証に失敗した被験者に聞き取り調査を行ったところ、一部の被験者に対して入力装置が十分な精度を発揮していなかったことがわかった。2つ目はハンドサインを覚えづらい点である。認証実験後に被験者に行った任意の聞き取り調査ではハンドサインが覚えづらく認証に時間を要したという意見がいくつか挙がった。原因として、入力装置内で手の動きが制限されているため実際にハンドサインを行ってどの指を伸展させるのかの確認ができないということが考えられる。その解決策として、装置内部の空間を高くし手の動きの自由度を高める方法、ユーザに認証動作を繰り返させることによって手続き記憶として定着させる方法が考えられる。

参考文献

- [1] 原田昆寿, 石井千春, 中荃隆, 疋田光孝. 表面筋電位による指の動作識別に関する研究. ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, 一般社団法人日本機械学会, 2010.
- [2] 芝田龍正, 三上剛, 秋月拓磨, 高橋弘毅. 個人認証を念頭に置いた表面筋電位を用いたSVMによるジェスチャ判別. 第36回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, 2020.
- [3] 小島悠子, 山本匠, 西垣正勝. 間違い探しを利用したワンタイム・パスワード型画像認証の提案. 情報処理学会研究報告, マルチメディア通信と分散処理研究会 2007-DPS-130 (64), コンピュータセキュリティ研究会 2007-CSEC-36 (64), 2007.