

USBメモリによるポータブル環境のセキュリティ強化  
 —自己組織化マップによる顔画像認証機能の実装—

Enhancement of Security for Portable Computing Environment by USB Flash Drive  
 -Implementation of Facial Image Authentication Module by Self-Organizing Maps-

高橋 雅隆<sup>†</sup> 納富 一宏<sup>†</sup> 山内 俊明<sup>‡</sup>

Masataka Takahashi Kazuhiro Notomi Toshiaki Yamanouchi

## 1. はじめに

近年、使用目的の多様化により、パソコンは企業だけでなく大学を含む教育機関や一般的な家庭にまで広く浸透している。現在では、場所に依存することのない利用環境の整備が、モバイル機器の普及とユビキタス化の進展により着実に進められている。

しかし、使い慣れているシステム環境（OS やアプリケーションソフトウェアなどを含む）は個人によって異なるため、外出先で利用するパソコンでは使い慣れた環境と比べて、作業効率の低下や作業自体が制限されてしまう場合があると考えられる。市販の製品では、セキュリティ機能搭載の USB メモリにシステム環境を構築して持ち運ぶものがあるが、価格が高く、利用者にとって導入の敷居が高い場合が多い。

これらの問題を解決するために、我々は暗号化および仮想化を実現するオープンソースソフトウェア（OSS）を利用したポータブル環境の作成と評価を行っている<sup>[1], [2]</sup>。本稿では、USB メモリを用いたポータブル環境のセキュリティ強化を目的として、自己組織化マップによる顔画像認証の手法の検討について考察する。

## 2. 環境可搬システム

### 2.1 実現方法

本研究では、システム環境の持ち運びを行うシステムを「環境可搬システム」、仮想化ソフトウェアで構築した仮想マシンを「仮想化環境」と呼称している。

環境可搬システムを実現するにあたり、OSS と自作したプログラムを組み合わせることでシステムの構築を行った。環境可搬システムを構成するモジュールや OSS を表 1 に、システムの構成を図 1 に示す。

表1 システムを構成するモジュールと OSS

モジュール名	用途
本人認証モジュール	パスワード入力による本人認証
自動化モジュール	パスワード入力以外の手動操作の自動化
TrueCrypt Portable Mode	暗号化処理を施した仮想ディスクの作成（情報流出対策）
Portable-VirtualBox	仮想化環境（システム環境）の構築と実行

OSS は、USB メモリにインストール可能であり、特定

<sup>†</sup> 神奈川工科大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Kanagawa Institute of Technology

<sup>‡</sup> 神奈川工科大学情報メディア学科 Information Media, Kanagawa Institute of Technology

のパソコンに依存しない TrueCrypt Portable Mode と Portable-VirtualBox を使用した。システムを構成する上で作成したプログラムは、USB メモリ接続後にパスワード入力による本人認証を行うものと、本人認証以降のパスワード入力以外の手動操作を統合し、自動化するものである。なお、現段階で環境可搬システムが正常に動作するホスト OS は、Windows XP のみである。

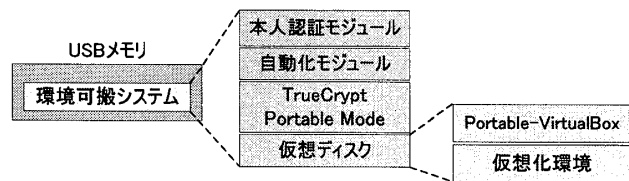


図1 環境可搬システムの構成

### 2.2 システムの流れ

USB メモリをパソコンに接続してから仮想化環境が起動するまでの過程を図 2 に示す。

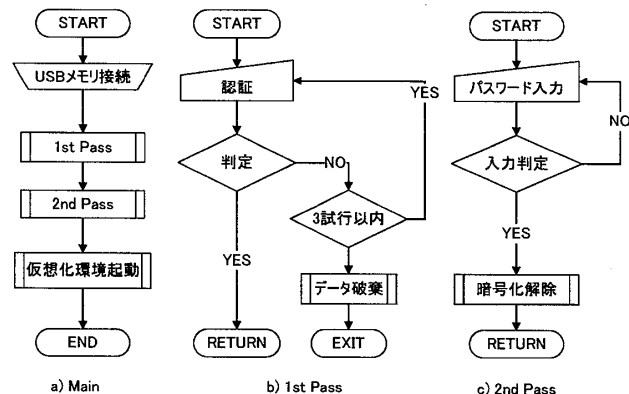


図2 仮想化環境の起動までのフローチャート

本システムは、USB メモリ接続後、1st Pass であるパスワード入力による本人認証を行う。認証成功の場合、自動化モジュールを実行し、TrueCrypt Portable Mode による仮想ディスクの復号化処理を行う。その後、仮想ディスク内の Portable-VirtualBox を実行し、システム環境として構築した仮想化環境の起動を行う。また、1st Pass での認証失敗時の処理として、仮想化環境からの情報流出を防止するために USB メモリのデータ破棄を行う。

なお、従来は、1st Pass による本人認証はパスワード認証のみであったが、現在では、身体的・行動的特長を用いるバイオメトリクス認証の実装を行い、パスワード認証との選択・併用が可能となるようシステムの拡張を行っている。

### 3. 自己組織化マップを用いた顔画像認証

#### 3.1 顔画像認証

顔画像認証とは、身体的特徴である顔からの特徴点情報を利用したバイオメトリクス認証のことであり、顔の構造や顔全体の見え方を特徴とする方法などを用いて、事前に登録されたパターンと照合することで個人の識別を行うものである<sup>[1]</sup>。

本研究では、正面撮影した顔画像に画像処理を施したうえで目や鼻などの特徴点を定め、各特徴点間の距離を認証データとした。

#### 3.2 自己組織化マップ

自己組織化マップ (SOM : Self-Organizing Maps) とは、T.Kohonen によって提唱された競合学習を基礎としたニューラルネットワークの一種である<sup>[4]</sup>。SOM の特徴は、多次元データを2次元平面上の点として写像することである。

本研究では、SOM を用いて各特徴点間の距離による被験者ごとのデータの特徴の分類を行った。

#### 3.3 実験

被験者5名に対して、トーラス型 SOM を用いた特徴点間距離による顔画像認証の認証精度を検証するために実験を行った。

##### 3.3.1 実験方法

表2に示す携帯電話のカメラ機能を用いて、単色の背景で被験者ごとに計10回の正面撮影を行い、そのうちの7枚を実験で使用した。各写真において、図3に示す画像処理を行うプログラムで前処理をした上で、手動操作で10個の特徴点の座標データを取得し、2点の特徴点の距離(全45通り)を算出した。得られた特徴点間の距離をSOMの学習用属性ベクトルとして、SOMマップの生成を行った。

表2 撮影に使用した機器

機器型番	W61CA
製造元	CASIO
画素数	有効画素数約515万画素
撮影サイズ	240pixel×400pixel

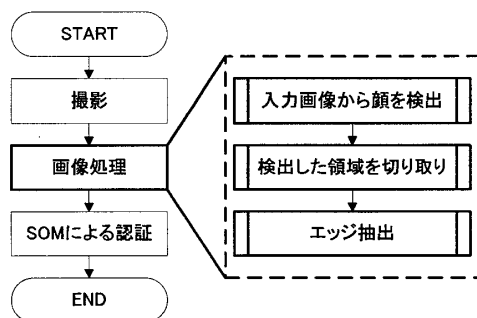


図3 撮影から認証までのフローチャート

##### 3.3.2 実験結果

使用した特徴点と、被験者5名の特徴点間の距離を属性ベクトル(属性数:45)として、学習させたトーラス型

SOMマップ(ユニット数:70×70,学習回数:10万回)を図4に示す。図4のb)上にある各ノードは、SOMに与えた被験者5名の35データであり、学習された被験者ごとのノードへの平均ユークリッド距離が最小となる領域を5領域に塗り分け、クラスタリングしたものである。

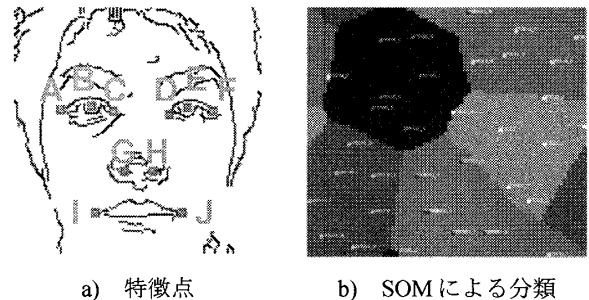


図4 使用した特徴点とSOMによる個人データの分類

図4のb)より、図4のa)に示す計10種類の特徴点から得られる特徴点間の距離を用いることで、すべての入力データが被験者ごとに分けられていることが確認できる。

#### 3.4 考察

実験の結果、特徴点間の距離による個人の識別が、SOMを用いて可能であることを確認した。しかし、今回のSOMマップ作成に使用した入力データは、手動操作によって得られた特徴点間の距離であり、撮影時の背景も単色という特殊な環境であった。実用化のためには、通常的环境下で撮影した顔画像から特徴点を自動検出する必要があり、SOMによる分類精度を改めて検証する必要がある。特に、バイオメトリクス認証を行う上では、認証精度を本人拒否率(FRR)および他人受容率(FAR)により評価していくことが重要である。今後、検証実験の改善と認証精度による評価を行う必要がある。

#### 4. おわりに

今回の実験では、SOMによる顔画像認証の手法の検討を行った。

その結果、手動操作によって得られた座標データをもとに算出した特徴点間の距離を用いても、自己組織化マップで十分に分類が可能であることが示唆された。これにより、特徴点間の距離を属性ベクトルとして与え、SOMマップの作成を行うことで個人の識別が可能であるといえる。今後、分類精度の向上のために座標データの取得および距離計測を自動化する必要がある。

#### 参考文献

- [1]高橋雅隆, 中山亮介, 納富一宏, “USBメモリを用いた仮想化環境のセキュリティを考慮した利用方法”, 電子情報通信学会 2009年度 HCG シンポジウム B5-4(2009.12).
- [2]高橋雅隆, 中山亮介, 納富一宏, “セキュリティを考慮した仮想化環境によるUSBメモリの活用”, 2010年度 画像電子学会第38回年次大会 S4-3(2010.06).
- [3]バイオメトリクスセキュリティコンソーシアム編, “バイオメトリクスセキュリティ・ハンドブック”, pp.11-14, オーム社(2006).
- [4]徳高平蔵, 大北正昭, 藤村喜久郎, “自己組織化マップとその応用”, シュプリンガー・ジャパン(2007).