

学位論文の要旨

氏名

山田 猛矢

学位論文題目

キー操作とマウス操作の動的バイオメトリクスを用いた継続認証に関する研究

本論文は、コンピュータへのログイン後も継続的に認証を行うための継続認証アルゴリズムDynamic Probability Trust Model (DPTM)に関する論文である。

第1章は、研究背景・目的について記述した。現在のログイン時のみの認証ではセキュリティレベルが低く、なりすまし等の被害に遭いやすい。そこで、ログイン後も継続的に認証を行うことでセキュリティレベルを高く保つことができる。継続認証を行う方法として、キー操作・マウス操作に着目し、これまで行われてきた研究について記述した。

第2章は、関連研究について記述した。特に本論文で新たに提案するDPTMに関連の深いTrust Model (TM) およびDynamic Trust Model (DTM) について記述した。継続認証において、不正ユーザーを即時に検出するために提案されたTMは、Trust値と呼ばれる値を変動させることにより、不正ユーザーの早期検出を可能にした。しかしながら、Trust値の増減量やその閾値を、各ユーザーや各特徴量に組み込むのが非常に困難であった。それを改善すべく提案されたのがDTMである。DTMではTrust値の増減の閾値や変化量をパラメータとして取り込んだ。これにより各ユーザーの最適なパラメータ、各特徴量の最適なパラメータを決定することが可能となり、不正ユーザーの検出速度を上げることに成功した。しかしながら、調整すべきパラメータの数が非常に多く、また最適化のための調整方法も明確に示されておらず、扱いが非常に困難なものであった。さらに、Trust値の変動を決めるためのスコアは機械学習の結果を利用しており、使用する機械学習アルゴリズムによりユーザーの評価は様々な評価となる。そのため、機械学習アルゴリズムを決定できないことも課題の1つである。第2章では、TM、DTMについての説明をし、その課題について記述した。

第3章は、本論文で新たに提案するDynamic Probability Trust Model (DPTM) について説明した。DPTMは、特徴量の確率分布群を用いた扱いやすい継続認証アルゴリズムである。キー操作・マウス操作から得られる特徴量により、Trust値の変化量を

$$\Delta T_{it} = \begin{cases} P_i(v_{it}) & (P_i(v_{it}) \geq \alpha_i) \\ \tanh\left(\frac{P_i(v_{it}) - \alpha_i}{K\alpha_i}\right) & (P_i(v_{it}) < \alpha_i) \end{cases}$$

より計算し、次の式でTrust値を決定する。

$$T_{t+1} = \min \left\{ T_t + \sum_i \Delta T_{it}, 100 \right\}$$

このとき、Trust値の値が閾値を下回っているとき不正ユーザーと判定し、ロックアウトする。また式中出现してくる動的パラメータ α は、不正ユーザーの検出速度を高めるために導入したパラメータであり、このパラメータの決定方法についても説明した。

第4章は、DPTMの有用性を検証するための評価実験について記述した。実験協力者51名分のログデータの収集方法、扱う特徴量、正規ユーザープロファイルの作成方法、動的パラメータの設定方法を説明し、実験結果を記載する。まずは、図1のように、各ユーザーのプロファイルを用いてTrust値の変動を計算する。その後、図2のように、不正ユーザーと判定する閾値を変化させ、本人拒否率、他人受入率を計算し、等価エラー率を求めた。

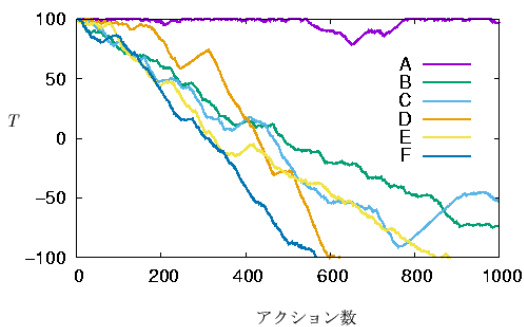


図1：Trust値の変動

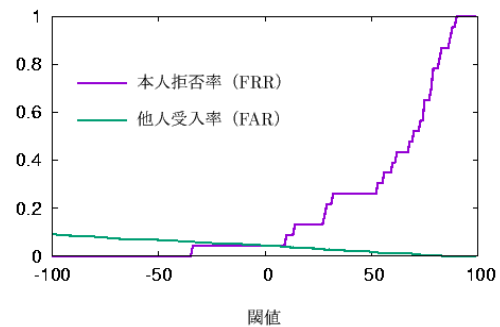


図2：本人拒否率，他人受入率

第5章は、DTMとの比較実験を行った。DTMが提案された論文において、使用されたログデータが公開されていないため、DPTMの計算ができない。そこで、本研究で収集したログデータを用いてDTMの計算を行った。本人拒否率、他人受入率、等価エラー率を求め、また継続認証性能表を作成し比較を行った。

第6章は、認証精度、DTMとの比較、経時変化、動的パラメータの初期値、についての考察を行った。認証精度については、本論文の実験結果および認証精度向上の可能性について考察した。DTMとの比較においては、継続認証の性能、パラメータ調整について考察した。経時変化については、ユーザープロファイルの更新について考察した。動的パラメータの初期値については、動的パラメータ群が個人を特徴づける量となる可能性について考察した。

第7章は、本論文のまとめと今後の課題について記述した。本論文で新規に提案するDPTMアルゴリズム、またその評価実験の結果をまとめた。

Summary of Doctoral Dissertation

Title of Doctoral Dissertation:

Study on Continuous Authentication Using Dynamic Biometrics of Keystroke

and Mouse Dynamics

Name: Takeshi Yamada

This paper is a study on continuous authentication algorithm Dynamic Probability Trust Model (DPTM).

Chapter 1 describes the research background and purpose. The security level is low with one-time authentication at current login. In order to keep the security level high, it is necessary to perform authentication continuously even after login. We focus on keystroke and mouse dynamics as a method of continuous authentication, and outline the research conducted so far.

Chapter 2 describes related research. In particular, we describe in detail the Trust Model (TM) and Dynamic Trust Model (DTM) related to DPTM proposed newly in this paper. We also described the issues of TM and DTM.

Chapter 3 describes the Dynamic Probability Trust Model (DPTM), which is the main part of this paper. It was explained how to calculate the variation of Trust value from the features obtained from keystroke and mouse dynamics. And the adjustment method of the parameter was also explained.

Chapter 4 describes the evaluation experiment. The acquisition method of log data for 51 experiment cooperators, the feature quantity to handle, the creation method of a regular user profile, the setting method of the dynamic parameter were explained, and the experimental result was described.

In Chapter 5, a comparison experiment with DTM was performed. False Recognition Rate, False Acceptance Rate, and Equal Error Rate were calculated, and a continuous authentication performance table was created.

In Chapter 6, we examined authentication accuracy, comparison with DTM, changes over time, and initial values of dynamic parameters.

Chapter 7 describes the summary and future works. The newly proposed DPTM algorithm and evaluation experiments are summarized.