

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K11305

研究課題名(和文) モバイルにおけるブラウザ追跡技術の実用化に関する研究

研究課題名(英文) Study on the Practical Implementation of Browser Tracking Technology in Mobile Environments

研究代表者

齋藤 孝道 (Saito, Takamichi)

明治大学・理工学部・専任教授

研究者番号：90307702

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：ブラウザフィンガープリント技術(以下、FP技術)とは、ブラウザがWebサーバへアクセスする際に利用できる情報を使ってブラウザをサーバ側で識別する技術である。FP技術は、応用として、ネット不正検知に用いることができるので、社会的にも期待される技術である。本研究では、大規模な実験(総アクセス数2千万以上のアクセス、60万種類の端末)で、precision、recall、accuracy、F1のいずれもで、0.99以上の結果を得ている。さらに、教師付きラベルの取得が困難な状況を想定し、クラスタリングを活用した独創的な手法で実験を展開した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大規模な実験(総アクセス数2千万以上のアクセス、60万種類の端末)で、precision、recall、accuracy、F1のいずれもで、0.99以上の結果を得ている。また、FP技術は、応用としてネット不正検知に用いることができる。たとえば、オンラインバンクなどにおいて、正規の口座へのアクセス情報を不正に入手して、不正行為を働く際、その行為者の特定などに用いることができる。本研究では、ネット銀行との試みとして、実データを用いた実証実験も行った。

研究成果の概要(英文)：Browser fingerprinting technology (FP technology) is a technique that identifies browsers on the server side by utilizing the information that a browser can use when accessing a web server. FP technology has applications in the detection of online fraudulent activities, making it a highly anticipated technology socially. However, not only are fraudsters taking countermeasures against FP technology, but browser vendors are also strengthening their tracking features, making identification increasingly difficult. In this study, we conducted research on more advanced methods, such as applying machine learning. In this research, we conducted a large-scale experiment (with over 20 million accesses and 600,000 different devices), achieving results of 0.99 or higher in precision, recall, accuracy, and F1 score. Furthermore, we carried out experiments using an innovative method that leverages clustering, anticipating situations where obtaining supervised labels is challenging.

研究分野：情報セキュリティ

キーワード：情報セキュリティ ネット不正検知 ブラウザフィンガープリント アトリビューション

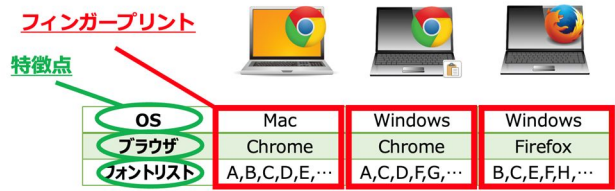
様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究は、ブラウザの電子的足跡・指紋（フィンガープリント）を用いて、ノートPC やスマートフォンなどの大規模な追跡を実現する手法を開発することを目指している。これは、研究代表者が以前に行った「Webブラウザの電子的足跡・指紋に関する基礎的研究」の成果を発展させたものである。その基礎研究では、一定期間ブラウザを特定することが可能であることが明らかにされ、今回の研究ではその成果を応用してデバイスの継続的な追跡を可能にする新たな手法を開発している。

ブラウザのフィンガープリントとは

ブラウザのフィンガープリントは、特定のデバイスやブラウザを識別するための技術である。この技術は、各デバイスやブラウザから収集可能な情報を活用している。その情報とは、ブラウザの種類、バージョン、インストールされているプラグイン、画面の解像度、言語設定など、デバイスや利用者の特性を示すさまざまな要素（特徴点）である。これらの情報は、ユーザーがウェブサイトへアクセスする際に自動的に送信される。サーバ側では、これらの情報を組み合わせて、各ブラウザやデバイスに特有のフィンガープリントを生成する。これにより、サーバは、ユーザーが次にウェブサイトを訪れたとき、そのデバイスを前回のものとして識別することが可能となる。ブラウザフィンガープリントは、ユーザー認証、セキュリティ強化、個別化された広告配信など、多岐にわたる用途に使用される。

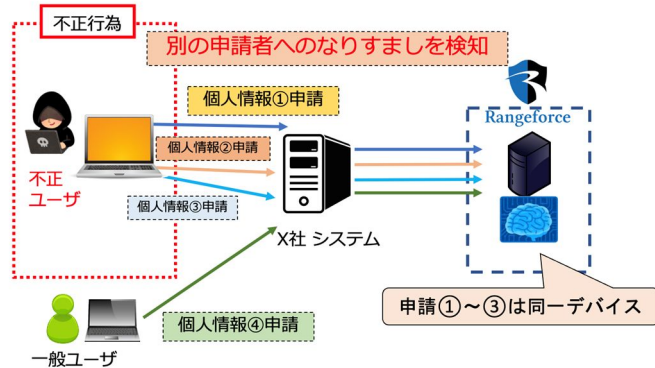


2. 研究の目的

本研究の目的は、既存のフィンガープリント技術を応用し、ノートPC やスマートフォンなどを継続的に追跡する新しい方式を開発することである。その新しい方式の開発により、Web システムにおけるパスワード認証の強化手段としての可能性も追求されている。研究の結果は、論文だけでなく、社会実装にも役立てられることを目指している。

フィンガープリントの応用

ブラウザフィンガープリントの技術は、同一デバイスによる複数（偽装）の申請を検出する際に応用することが可能である。例えば、単一の不正者が複数の資料を請求するケースを考えると、その人物は多数の異なる個体として振る舞う。しかし、その全ての申請が同一のデバイスから行われている場合、ブラウザフィンガープリント技術を使用することで、これらの申請が同一デバイスからのものであることを検出できる。



### 3．研究の方法

本研究では、数千万のフィンガープリントサンプルの採取と分析を行い、その結果から新たな追跡手法の開発に取り組んでいる。特に、研究グループはデバイスフィンガープリンティング技術に着目し、二値分類モデルと多値分類モデルの2つの機械学習モデルを作成した。二値分類モデルは任意の二つのフィンガープリントが同じデバイスから来ているか否かを判断し、多値分類モデルは学習済みのデバイスのフィンガープリントであった場合、学習済みのデバイスのいずれかであること、またはいずれでもないことを推定する。

### 4．研究成果

研究により、数千万のフィンガープリントサンプルを用いて高精度なデバイス追跡が可能であることが確認された。二つの機械学習モデルの開発により、フィンガープリントが同じデバイスから来ているか、あるいは学習済みのデバイスのいずれかであるかを推定することが可能となり、その結果、Webシステムのパスワード認証の強化や、社会実装に向けた一歩を踏み出すことができた。たとえば、本研究の成果を用いて、ネット不正検知事業の不正検知システムの改善支援や、ネット銀行及びネット不正検知事業者との実証実験を行なった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 田辺瑠偉, 上野航, 星澤裕二, 齋藤孝道, 笠間貴弘, 井上大介, 吉岡克成, 松本勉	4. 巻 Vol. 60
2. 論文標題 標的端末上でのみ動作するマルウェアに対するセキュリティアプライアンスの有効性評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 1466 - 1476
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計42件（うち招待講演 0件／うち国際学会 3件）

1. 発表者名 山本知輝, 磯貝竜真, 渡名喜瑞稀, 利光能直, 高山真樹, 齋藤孝道
2. 発表標題 アクティブフィンガープリンティングを用いた多値分類による会員IDの推定
3. 学会等名 第84回情報処理学会全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤颯汰, 福田江梨子, 木曾圭祐, 川越響, 渡名喜瑞稀, 高山真樹, 利光能直, 齋藤孝道
2. 発表標題 フィンガープリンティングによるTorブラウザと一般ブラウザとのアクセス紐付けの試み
3. 学会等名 第84回情報処理学会全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡名喜瑞稀, 神章洋, 利光能直, 高山真樹, 齋藤孝道
2. 発表標題 Private Relayアクセスにおける端末識別の試み
3. 学会等名 2022年 暗号と情報セキュリティシンポジウム（SCIS2022）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 升田尚幸, 神章洋, 渡名喜瑞稀, 藤井達也, 利光能直, 高山真樹, 齋藤孝道
2. 発表標題 パッシブフィンガープリントによる多値分類モデルを用いたID推定の試み
3. 学会等名 2022年 暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 林尚弘, 嶋田里聖, 田畑唯斗, 笠井遥輝, 高山真樹, 齋藤孝道
2. 発表標題 Twitter上における意図的な大規模情報拡散の因子となる特徴点分析
3. 学会等名 2022年 暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高江洲舟, 渡名喜瑞稀, 川越響, 利光能直, 高山真樹, 齋藤孝道
2. 発表標題 教師なし機械学習を用いたオンライン試験における問題行為検知手法の提案
3. 学会等名 第95回CSEC・第45回SPT・第94EIP合同研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Bin Cheng, Tsubasa Kikuta, Yoshinao Toshimitsu and Takamichi Saito
2. 発表標題 Investigation of Power Consumption Attack on Android Devices
3. 学会等名 The 35th International Conference on Advanced Information Networking and Applications
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 笠井遥輝, 菊田翼, 利光能直, 嶋田里聖, 川越響, 田畑唯斗, 齋藤孝道
2. 発表標題 深層学習を用いたTwitterユーザの位置推定の試み
3. 学会等名 第93回CSEC第53回IoT合同研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takamichi Saito, Satoshi Shibata, Tsubasa Kikuta
2. 発表標題 Comparison of OAuth/OpenID Connect Security in America and Japan
3. 学会等名 The 23rd International Conference on Network-Based Information Systems
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤井 達也, 渡名喜 瑞稀, 利光 能直, 柴田 怜, 北條 大和, 齋藤 孝道
2. 発表標題 PCとモバイル端末における深層学習を用いた ID の推定手法の提案と実装
3. 学会等名 情報処理学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 程 斌, 菊田 翼, 利光 能直, 齋藤 孝道
2. 発表標題 モバイル端末における電力消費攻撃の試み
3. 学会等名 情報処理学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田畑 唯斗, 嶋田 里聖, 利光 能直, 菊田 翼, 齋藤 孝道
2. 発表標題 Twitterにおけるボット判別技術の現状と課題
3. 学会等名 情報処理学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 神 章洋, 利光 能直, 鈴木 嵩人, 北條 大和, 齋藤 孝道
2. 発表標題 ブラウザフィンガープリンティングを用いたVM上のブラウザによるアクセス識別の試み
3. 学会等名 情報処理学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 利光 能直, 磯貝 竜真, 藤井 達也, 菊田 翼, 鈴木 嵩人, 北條 大和, 齋藤 孝道
2. 発表標題 ブラウザフィンガープリントを用いたクロスデバイスにおけるID推定の試み
3. 学会等名 電子情報通信学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川越 響, 菊田 翼, 利光 能直, 北條 大和, 齋藤 孝道
2. 発表標題 HTTPSフィンガープリンティングを用いた端末識別の試み
3. 学会等名 電子情報通信学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高山 眞樹, 利光 能直, 菊田 翼, 北條 大和, 齋藤 孝道
2. 発表標題 iOS端末のフィンガープリントを用いたWebユーザの識別における手法ごとの精度比較
3. 学会等名 電子情報通信学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 嶋田 里聖, 田畑 唯斗, 利光 能直, 菊田 翼, 田中 絵麻, 齋藤 孝道
2. 発表標題 Twitter上における大規模な情報拡散事例の分析とその考察
3. 学会等名 情報処理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡名喜 瑞稀, 藤井 達也, 神 章洋, 利光 能直, 北條 大和, 齋藤 孝道
2. 発表標題 ブラウザフィンガープリントを用いた会員ID 推定を提供する Web API システムの提案と構築
3. 学会等名 情報処理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 磯貝 竜真, 利光 能直, 北條 大和, 菊田 翼, 高山 眞樹, 藤井 達也, 齋藤 孝道
2. 発表標題 クロスデバイスフィンガープリンティング手法の提案と実装
3. 学会等名 情報処理学会
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 木檜 圭祐, 利光 能直, 北條 大和, 菊田 翼, 高山 眞樹, 磯貝 竜真, 齋藤 孝道
2. 発表標題 深層学習を用いたTorブラウザのアクセス識別における有効な特徴点の分析
3. 学会等名 情報処理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上瀧 悠輔, 菊田 翼, 小芝 力太, 齋藤 孝道
2. 発表標題 米国のOAuth/OpenID Connect実装におけるセキュリティ状況の調査および日米比較
3. 学会等名 第82回情報処理学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柴田 怜, 野田 隆文, 齋藤 孝道
2. 発表標題 iOS端末のフィンガープリントを用いた識別における手法ごとの精度比較,
3. 学会等名 第82回情報処理学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 利光 能直, 齋藤 祐太, 北條 大和, 野田 隆文, 齋藤 孝道
2. 発表標題 深層学習を用いたTorブラウザアクセス識別の試み
3. 学会等名 2020年 暗号と情報セキュリティシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木 高人, 齋藤 祐太, 齋藤 孝道
2. 発表標題 深層学習を用いたパッファオーバーフロー脆弱性検査手法の改善
3. 学会等名 2020年 暗号と情報セキュリティシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takamichi Saito, Tsubasa Kikuta, Rikita Koshiba
2. 発表標題 How Securely Are OAuth/OpenID Connect Implemented in Japan?
3. 学会等名 The 14th International Conference on Broad-Band Wireless Computing, Communication and Applications(BWCCA-2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北條 大和, 齋藤 祐太, 齋藤 孝道
2. 発表標題 深層学習を用いたパッシブフィンガープリンティング手法の提案と実装
3. 学会等名 コンピュータセキュリティシンポジウム2019 (CSS2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菊田 翼, 齋藤 孝道, 小芝 力太
2. 発表標題 OAuth/OpenIDConnect実装におけるセキュリティ状況の調査
3. 学会等名 コンピュータセキュリティシンポジウム2019 (CSS2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takamichi Saito, Rikita Koshiba
2. 発表標題 Examination and Comparison of Countermeasures Against Web Tracking Technologies
3. 学会等名 IMIS 2019: Innovative Mobile and Internet services in Ubiquitous Computing
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuhisa Tanabe, Ryohei Hosoya, Takamichi Saito
2. 発表標題 Combining Features in Browser Fingerprinting
3. 学会等名 the 13th International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA-2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takamichi Saito, Satoshi Yashiro, Kazuhisa Tanabe, Yuta Saito
2. 発表標題 A Proposal and the Evaluation of a Hands-On Training System for Cyber Security,
3. 学会等名 the 13th International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA-2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菊田 翼, 真木 康太郎, 細谷 竜平, 八代 哲, 齋藤 孝道
2. 発表標題 OAuth/OpenID Connect実装におけるセキュリティ状況の調査
3. 学会等名 第81回情報処理学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北條大和, 細谷竜平, 齋藤祐太, 齋藤孝道
2. 発表標題 DNNを用いたパッシブフィンガープリンティング手法の提案と実装
3. 学会等名 第81回情報処理学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木 高人, 齋藤 祐太, 横山 雅展, 菅原 捷汰, 石渡 聖也, 齋藤 孝道
2. 発表標題 DNNを用いたバッファオーバーフロー脆弱性診断の試み,
3. 学会等名 2019年 暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 種岡 優幸, 野田 隆文, 細谷 竜平, 齋藤 孝道
2. 発表標題 User Agentを偽装するブラウザをフィンガープリンティングにより追跡するシステムの提案
3. 学会等名 2019年 暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齋藤 祐太, 細谷 竜平, 齋藤 孝道, 森 達哉
2. 発表標題 クロスアプリケーションフィンガープリンティング –同一端末上のアプリケーション間の紐づけ–
3. 学会等名 コンピュータセキュリティシンポジウム2018 (CSS2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 齋藤 孝道, 細谷 竜平, 森 達哉
2. 発表標題 クロスデバイストラッキング技術に関する調査: 2018年版
3. 学会等名 コンピュータセキュリティシンポジウム2018 (CSS2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 齋藤 孝道, 菅原 捷汰, 横山 雅展, 鈴木 高人, 石渡 聖也, 須崎 有康
2. 発表標題 Linuxディストリビューション間でのELFバイナリにおけるセキュリティ対策機構の適用状況の比較
3. 学会等名 コンピュータセキュリティシンポジウム2018 (CSS2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 程 斌, 細谷 竜平, 鈴木 高人, 齋藤 孝道, 森 達哉
2. 発表標題 Androidアプリがサードパーティに送信する情報の調査: JDIを用いた動的解析機構
3. 学会等名 コンピュータセキュリティシンポジウム2018 (CSS2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小芝 力太, 田邊 一寿, 細谷 竜平, 野田 隆文, 齋藤 孝道
2. 発表標題 Webトラッキング技術に関する対策技術の検証及び考察
3. 学会等名 コンピュータセキュリティシンポジウム2018 (CSS2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takamichi Saito, Takafumi Noda, Ryohei Hosoya, Kazuhisa Tanabe, Yuta Saito,
2. 発表標題 On Estimating Platforms of Web User with JavaScript Math Object
3. 学会等名 Nbis2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takamichi Saito, Masahiro Yokoyama, Shota Sugawara, Kuniyasu Suzuki
2. 発表標題 Safe Trans Loader: Mitigation and Prevention of Memory Corruption Attacks for Released Binaries
3. 学会等名 Advances in Information and Computer Security, IWSEC 2018, Lecture Notes in Computer Science, vol 11049
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 八代 哲, 田邊 一寿, 齋藤 祐太, 齋藤 孝道
2. 発表標題 体験型サイバーセキュリティ学習システムの提案と再評価,
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2018) シンポジウム
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>AIによる不正検知の共同研究を実施  <a href="https://www.meiji.ac.jp/koho/press/6t5h7p00003dfwb2.html">https://www.meiji.ac.jp/koho/press/6t5h7p00003dfwb2.html</a>          ブラウザフィンガープリンティングを使ってクロスデバイストラッキングをやってみた!  <a href="https://link.medium.com/UMjL7MvVqgb">https://link.medium.com/UMjL7MvVqgb</a>          ブラウザフィンガープリント、その凄さ～Torブラウザアクセスの識別可能性まで～  <a href="https://link.medium.com/oZJnxVSVqgb">https://link.medium.com/oZJnxVSVqgb</a>          ブラウザフィンガープリント、その凄さ～Torブラウザアクセスの識別可能性まで～  <a href="https://link.medium.com/C0o1j0Pea7">https://link.medium.com/C0o1j0Pea7</a>          AIエコシステムの実践：道半ば編  <a href="https://link.medium.com/CNUxNXyZx7">https://link.medium.com/CNUxNXyZx7</a>          Firefox67 ～フィンガープリントブロック機能を試してみた～  <a href="https://link.medium.com/aCu6tzSZx7">https://link.medium.com/aCu6tzSZx7</a></p>
---

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------