

### 床指紋照合を用いた屋内位置推定

藤田, 悟 / FUJITA, Satoru

---

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

科学研究費助成事業 研究成果報告書

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

12

(発行年 / Year)

2020-06-12

令和 2 年 6 月 12 日現在

機関番号：32675

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00138

研究課題名（和文）床指紋照合を用いた屋内位置推定

研究課題名（英文）Indoor position estimation using floor fingerprint

研究代表者

藤田 悟 (Fujita, Satoru)

法政大学・情報科学部・教授

研究者番号：40513776

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、床面のキズや模様に基づいて、床表面の同一性を判定する技術と、この技術の応用として、床面を撮影した写真から利用者の位置推定を行う手法についての研究した。本研究では、床面の模様や、後天的なキズや汚れからなる微細なパターンを床指紋と呼ぶ。床指紋の照合には、特徴点抽出技術、複数画像間の共通特徴点の同定技術が必要であり、それぞれを開発した。さらに、カメラが床面に対して傾斜している場合の3次元的な透視歪を補正する手法を開発し、最終的には、全ての機能をスマートフォン上に実装し、1画像の照合を0.28秒で実行できることを実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により開発した技術は、床面のキズや模様に基づいて、床表面の同一性を判定し、利用者の位置推定を行う手法である。床面の模様は微細であり、かつ、類似した模様が多いため、照合が困難であったが、ORBを拡張したB-ORBによる特徴点抽出と、RANSACを利用した相似三角形の検出手法により、問題を解決した。さらに、撮影時のスマートフォンの傾きに対する画像補正を行い、全機能をスマートフォンに実装して、1画像あたり、0.28秒の照合速度を実現した。位置情報の提供は、様々なサービスで必要不可欠になりつつあるが、屋内での位置推定精度は高くなく、本研究成果の実用化が望まれる。

研究成果の概要（英文）：We researched on location estimation technology based on the identity of floor surface patterns, which we call “floor fingerprints,” from a photographic image of a floor taken with a hand-held smartphone. We demonstrated to detect paired features from floor images taken at an identical location but from different orientations of the camera and discover a valid image-to-image correspondence efficiently using our newly proposed B-ORB feature detector and RANSAC. We also developed how to correctly rectify images when the floor images were taken in natural human poses with some degree of inclination. All functions were implemented in smartphone application, and the average processing time for identifying a image was 0.28 seconds.

研究分野：ユビキタスコンピューティング

キーワード：位置推定 スマートフォン 画像特徴点抽出 物体指紋

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

スマートフォンの普及により、主に GPS を利用した位置利用サービスが増加している[1]。GPS の利用は屋外に限定されるため、屋内においては、無線 LAN 基地局を利用した位置推定手法や、加速度やジャイロを活用したデッドレコニング手法などの位置推定手法が研究されている[2][3]。しかし、デッドレコニングには、加速度から移動距離を求める積分誤差や、角速度から角度を推定する際のオフセット誤差の課題があり、十分な精度を実現できていない[3][4][5][6]。

一方、カメラの解像度が飛躍的に高くなり、さらに、カメラアレイによる多焦点画像の撮影や、深度カメラによる 3 次元物体の表面形状の取得など、新技術の登場が止まない。これらの技術はスマートフォンへの搭載も積極的に進められ、身近な機器で利用できる環境が整いつつある。カメラの高機能化に合わせて、画像処理技術への期待も高まり、従来の指紋照合[7][8][9]に加えて、新たな対象の識別が課題である。

さらに、指紋照合技術を拡張して個体の識別を行う「人工物メトリクス」の研究も注目されている。メロンの表面紋様による個体識別[10]や、マクロレンズ付きのスマートフォン画像から、ネジやボルトの表面形状の差異を検出して個体識別を行う物体指紋技術も報告されている[11]。この報告では、光沢面の微細な凹凸から得られる画像パターンを FIBAR と呼ぶ撮像方法で取得し、ORB 法によって抽出した特徴点に対して RANSAC によって対応関係を求めて、個体認証できることを示している。

研究代表者らは、物体指紋の研究にヒントを得て、床のキズや模様を照合することによって、画像の撮影位置を同定する「床指紋による位置推定」技術の研究を進めている[12]。すなわち、スマートフォンで撮影した床画像について、床の微細模様を強調するフィルタを適用した後、特徴点マッチングを行う。このままでは、誤ったマッチングペアが多く結ばれているので、拡大率と回転角度の物理制約を満たしたマッチングペアの組み合わせを頻度グラフによって同定する。そして、2 枚の画像が同一の位置を撮影した時には、顕著なピークを持つことで、照合判定できることを確認した。この技術の高精度化や高速化を行い、実用レベルの技術とすることが、本研究の目指すところである。

### 2. 研究の目的

本研究では、スマートフォンに搭載される高解像度カメラを利用して床面を撮影し、指紋照合や物体指紋技術を応用した画像識別手法に基づいて、利用者の位置を推定する技術について研究する。事前の検証結果を出発点として、照合精度の向上と、広域の床画像データベースと照合するための高速化を主な目的とし、実用レベルの位置推定技術を確立することを目標とする。

現在のスマートフォンが備える 10M ピクセルを超えるカメラを用いて床を撮影すれば、1m を 4000 ドット程度で撮影でき、1 ドット換算で 0.25mm に相当する。この解像度は、フローリングの床であれば木目を、塩化ビニールの床であれば汚れやキズを十分に認識できる解像度である。研究代表者らは、事前に撮影した床画像データベースと、事後に撮影した床画像の照合により、その撮影場所の位置推定が可能と考え、これを床指紋と名付けた[12]。一般的な画像処理技術は、少数の顕著な特徴点から画像照合を行う一方、本研究は、多数の特徴点を持つ大量のデータベースの中から、もっともらしい少数の正しい組み合わせを見つける技術を目指すという点で、他とは方向性の異なる研究である。また、床画像データベースという大量データとの照合が必要になり、高精度化と高速化が要求される点で、実用化に向けて解決課題が多く、それらの解決を目指す。

### 3. 研究の方法

DICOM02016 に発表した床指紋照合技術は、画像の特徴点強調のために、平均値差分フィルタを用い、特徴点マッチングに AKAZE を利用した[12]。AKAZE の特徴点抽出の閾値を下げ、大量の特徴点を抽出して、相互間のマッチングペアを求めた。そして、幾何学形状の制約である拡大率と回転角度を同一にする特徴点の組み合わせを求めめるために、拡大率と回転角度の 2 次元の頻度グラフを用い、顕著なピークを検出することで、床指紋画像の照合の成否を判定した[12]。

本研究開始前の時点では、1 画像データとの照合に 1 分程度を必要としており、これを高速化するために、効率の良い特徴点抽出、マッチング、マッチングペアの検証の技術を検討する。さらに、床を真上から撮影するという床画像の撮影画角の制限を緩和し、スマートフォン上で動作可能なアプリケーションに仕上げることを目的に、以下の研究方法で研究を進める。

#### (1) 基本機能の実証

床画像を照合するための基本機能について、その各段階を精査し、高精度化と高速化を目指す。まず、床画像からの特徴点抽出について、AKAZE 以外の特徴点抽出法について検討する。一般的に画像の特徴点抽出技術は、物体のエッジなどの強い特徴点を抽出するが、床画像の場合、床面上の弱い特徴点を均質に抽出する必要があり、改善が必要である。また、マッチングペアの検証において、頻度グラフによる照合の成否判定の改善を進める。さらに、標準的な床画像データベースを作成し、性能評価の基準とする。

#### (2) 床画像の撮影角度の制限緩和

床指紋では、床面の直上から、スマートフォンを床面と水平に保って撮影した画像を用いて床画像の照合を行う。しかし、実際には、カメラは傾斜しており、補正が必要になる。より、自由度が高く、床面を撮影した場合においても、床指紋照合を可能にするような画像の歪補正技術を確立し、実用性の向上を図る。

### (3) スマートフォン単独での床指紋照合

画像照合を高速化するためには、GPGPU を用いる手法が考えられる。しかし、これを実現する場合には、撮影画像を通信してサーバ側に送り、サーバ側で照合を行い、それをスマートフォンに戻すという通信量や通信速度の問題が生じる。これら照合機能を、スマートフォンの中に組み込み、性能調整を行うことで、実用的な速さで床指紋照合を行うための技術について研究を行う。

以上の段階を経て、スマートフォンで動作可能な床指紋技術を確立する。

## 4. 研究成果

3年間に渡る研究の中で、床画像の照合技術について、十分な知見を得ることができた。また、床指紋のような物体表面のミクロな特徴をとらえる物体指紋技術は、位置推定のための床指紋照合だけでなく、私有物の同定判定などにも様々なサービスに利用できることを確認し、今後も、応用領域について研究を進めたいと考える。本報告書では、基本機能から、スマートフォンへの実装に至るまでの研究成果を報告する。

### (1) 床指紋照合方式の確立

床指紋照合は、特徴点抽出、特徴点マッチング、マッチングペア中の正解ペアの抽出、検証のプロセスからなる。特徴点抽出については、AKAZE, KAZE, ORB などの既存ライブラリを用いることも可能であるが、これらのライブラリは、物体のエッジなど、強い特徴点を中心に特徴点抽出することが目的である(図1参照)。一方、床面は、強い特徴点は少なく、また、キズや汚れなど、本研究で扱いたい「固有の模様」は弱い特徴点から成り立つことが多い。そこで、本研究において、弱い特徴点を、面に対して均等に抽出する手法を研究し、ORB を改造して、Balanced ORB (B-ORB) と名付けた特徴点抽出方式を確立した[13]。床画像から、解像度の異なる複数枚の画像を生成し、各解像度の画像ごとに、小領域に分割し、それぞれの小領域から一定数の特徴点を抽出するアルゴリズムである。このアルゴリズムを用いることで、例えば、タイルの床の場合、目地だけに特徴点が集中することを避け、タイル面に広がった細かな特徴点を抽出することができるようになった(図2参照)。

特徴点マッチングは、特徴点に与えられる特徴量の比較であり、既存アルゴリズムの GPGPU による高速化版を利用した。そして、抽出されたマッチングペアは、特徴量は近いものの、実際の画像から見ると、多くの誤ったマッチングペアが含まれている。床画像の特徴点は、弱い特徴点が多く、ほとんどのマッチングペアは誤りであり、わずか3%程度が、正しいマッチングであることが経験的に示された。初期の床指紋照合では、頻度グラフにより照合の成否を判断したが、実行時間がかかり、性能面のボトルネックとなっていた。そこで、本研究では、新たな手法として、RANSAC を用い、ランダムに選んだ3点のマッチング

ペアが、確率的に相似三角形を形成するか否かを判定する手法を開発した(図3参照)。この手法により、大幅な速度向上が見られ、1枚の床画像の照合を、0.48秒で実現可能となった[13]。

87.5 m の大学構内の廊下について、床画像データベースを作成し、位置推定精度を計測したところ、99.5% の正解率が得られ、床指紋による位置推定が可能であることを実証した[13]。

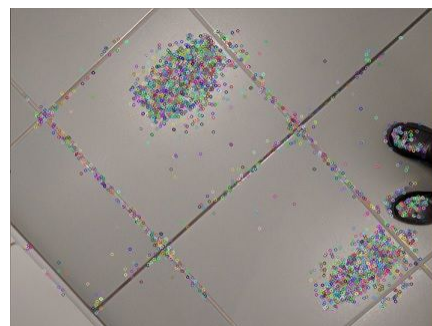


図1 ORBによる特徴点抽出



図2 B-ORBによる特徴点抽出

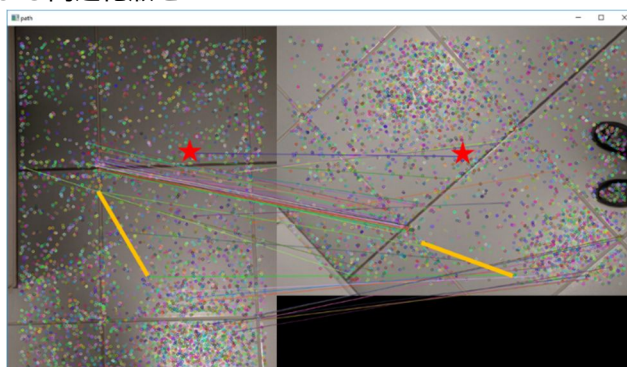


図3 3点による相似三角形の抽出



## (2) 床画像の撮影角度による歪補正

床画像は、スマートフォンを床面に水平に持ち、レンズの光軸が床面に垂直になるように固定して撮影すれば、ほぼ、2次元画像として扱うことができる。しかし、実際の場合では、水平に保つことは難しく、日常的なスマートフォンの利用シーンでは、60度に近い傾きを持つことも普通である。この場合、床面は3次元の透視歪があり、2次元平面を仮定した3点の相似三角形による成否判定の仮定が成り立たなくなる。3次元平面の照合には、homography 変換を用いた4点以上を必要とするアルゴリズムになり、RANSAC の探索回数が飛躍的に増加する。そこで、本研究では、3次元の透視歪を加速度センサ、あるいは、android 端末に搭載された Google 社の ARCore ライブラリを用いて、画像の3次元歪を事前補正する手法を開発した。この方法では、端末の傾きベクトルと、床表面からの高さに基づいて、スマートフォンカメラで撮影された画像の床画面からの homography 変換行列を計算している。この逆変換を行うことで、撮影画像は、床を真上から撮影した画像に変換できる。詳細な数式については、文献[14]に説明するが、60度の傾けたスマートフォンで撮影した画像に対しても、99%以上の正解率で床指紋照合が成功することを確認した(図4参照)。

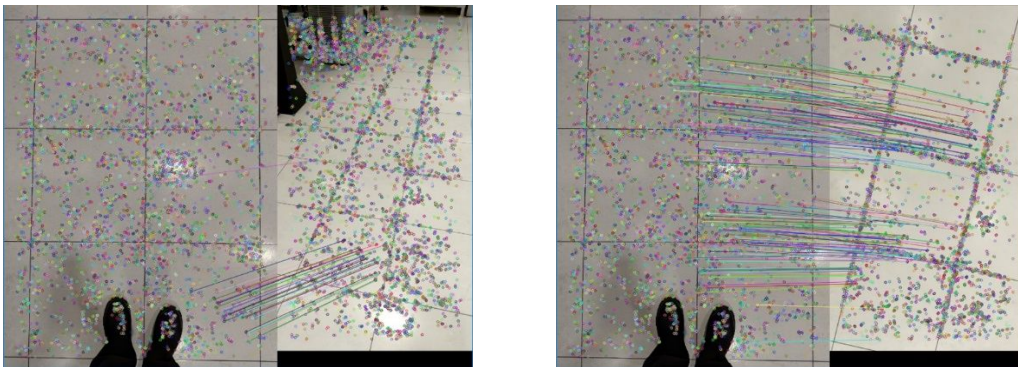


図4 透視歪変換による照合精度の変化

## (3) スマートフォン上への実装

上記までの研究では、スマートフォンで撮影した画像を PC 上に転送し、画像照合の研究を進めてきた。さらに言えば、PC 上の GPGPU を活用し、高速化を実現した。しかし、実用化を考えると、スマートフォン内部で全ての機能を実現できるようにすべきである。しかし、スマートフォンでは、GPU を計算に利用することが難しく、また、CPU 性能が限定されている。さらに、特徴点抽出のライブラリと、アプリケーション開発の言語が異なっており、プログラミング言語間のインターフェースによる実行速度の低下も課題となる。これらの問題をひとつずつ解決し、パラメータ調整も行った結果、スマートフォン上で床指紋照合を行えるようになった報告を文献[15]に示す。プログラミング言語間のインターフェースによる実行時間ロスを少なくするため、極力、言語間呼び出しを行わず、native 実装することや、必要最小限の特徴点数で画像照合すること、さらには、画像の歪補正についても、加速度センサを用いて、軽量が実装を行うなどすることによって、最終的に、1画像の照合時間を 0.28 秒までに短縮することができた。スマートフォンの中に床指紋実装することにより、様々なサービスへの展開が可能になる。例えば、床面に対するリアルタイムなトラッキング機能であり、被験者が端末を持ちながら歩いた軌跡を、そのまま、画面に表示するサービスを実現した(図5参照)。また、床指紋に必要な床画像データベースの構築支援にも利用できることがわかった。すなわち、床画像を撮影しながら、スマートフォン内で画像照合させ、画像を重畳させることで、広域の床画像が撮影可能になることを示した(図6参照)。

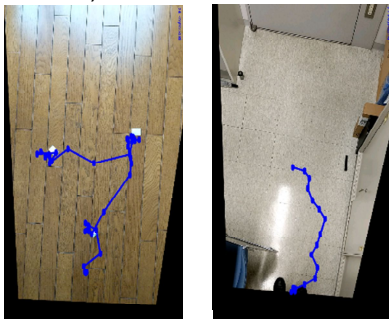


図5 トラッキング (青色が歩いた経路)

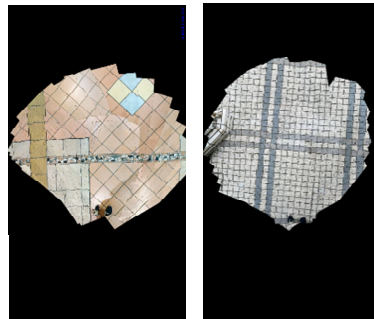


図6 床地図の作成

#### (4) その他、サービスへの展開

床指紋の基本技術は、他の物体指紋にも応用可能である。研究を進める中で注目したのは、PCやPCのACアダプタのように、多くの人が同じものを持つ製品である。従来であれば、ID番号付きシールなどで個体識別を行い、どの製品を誰が所有しているのかを確認してきたが、シールがはがれたり、そもそも、シールを貼らない人がいて、所有者を確認できない問題があった。床指紋の研究で開発した物体指紋技術を用いれば、製品表面を撮影するだけで、個体識別が可能になることが明らかになり、今後の所持品管理への応用も期待できる[16]。

さらに、床指紋による位置推定サービスのように、新しいサービスが現れた時に、社会がどのように変わっていくのかについての基礎研究も進め、互いに補完するサービスが現れることで、新しいサービス社会が形成されていく仕組みについて、明らかにすることができた[17][18]。

#### <参考文献>

1. 藤田 悟, 倉林 雅, 屋, 内地図情報サービスのスマートフォン向けインタフェース, 電子情報通信学会ヒューマンプロブ研究会第3回研究会, 2010.
2. 根岸 拓郎, 藤田 悟, 歩行動作のミクロパラメータを用いた多変量解析による歩幅推定, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2015)シンポジウム, pp.837-842, 2015.
3. 遠藤 巖, 藤田 悟, スマートフォン内の複数センサを用いた歩行者位置推定, 情報処理学会第76回全国大会, 3V-3, 2014.
4. 根岸 拓郎, 藤田 悟, スマートフォン上の軽量v-SLAMとPDRの連携, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2016)シンポジウム, pp.777-781, 2016.
5. 根岸 拓郎, 藤田 悟, PDRと三次元空間認識を用いた屋内位置推定, 情報処理学会第78回全国大会, 2016.
6. 遠藤 巖, 藤田 悟, 複数のセンサを組み合わせた屋内歩行者位置推定, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム, pp.188-195, 2013.
7. Uchida, K., Image-Based Approach to Fingerprint Acceptability Assessment, Int. Conf. on Biometric Authentication 2004, LNCS 3072, pp.294-300, 2004.
8. Uchida, K., Multiple fingerprint set classification for large-scale personal identification, 電子情報通信学会 英文論文誌, Vol.E86-D, No.8, pp.1426-1435, 2003.
9. Uchida, K., Fingerprint Identification for Enhanced User Interface and for Secure Internet Services, 電子情報通信学会英文論文誌, Vol.E84-D, No.7, pp.806-811, 2001.
10. Ishiyama, R., Nakamura, Y., Monden, A., Huang, L. and Yoshimoto, S., Melon authentication by agri-biometrics: Identifying individual fruits using a single image of rind pattern, Proc. of the Int. Conf. on Computer Vision Theory (VISAPP 2012), pp.698-704, 2012.
11. Takahashi, T., Ishiyama, R., FIBAR: Fingerprint imaging by binary angular reflection for individual identification of metal parts, Int. Conf. on Emerging Security Technologies, 2014.
12. 藤田 悟, 内田 薫, 床指紋を用いた位置推定, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2016)シンポジウム, pp.1244-1250, 2016.
13. 藤田 悟, 藤田 貴大, 内田 薫, 床指紋: 床の模様に基づく位置推定, 情報処理学会論文誌, vol.58, no.12, pp.2023-2033, 2017.
14. 藤田 悟, 内田 薫, 床指紋照合における傾斜補正手法, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2018)シンポジウム, pp. 687-693, 2018.
15. Fujita, S., Real-time and Continuous Floor Fingerprint Identification The 7th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing, 2019 (Best Presentation Award).
16. 松本 駿, 藤田 悟, 物体指紋によるモノの個別認識, 電子情報通信学会総合大会, D-11-26, 2019.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Harliman Rheza, Uchida Kaoru	4. 巻 8
2. 論文標題 Data- and Algorithm-Hybrid Approach for Imbalanced Data Problems in Deep Neural Network	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Machine Learning and Computing	6. 最初と最後の頁 208 ~ 213
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18178/ijmlc.2018.8.3.689	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 該当する

1. 著者名 藤田 悟、藤田 貴大、内田 薫	4. 巻 58(12)
2. 論文標題 床指紋：床の模様に基づく位置推定	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 2023-2033
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21件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 Satoru Fujita
2. 発表標題 Real-time and Continuous Floor Fingerprint Identification
3. 学会等名 The 7th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤田 悟
2. 発表標題 スマートフォンを用いた床指紋照合
3. 学会等名 マルチメディア，分散，協調とモバイル(DICOM02019)シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Satoru Fujita
2. 発表標題 Analysis of Localized Actors' Behaviors in Service Ecosystem Simulation
3. 学会等名 53th Hawaii International Conference on System Sciences (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤田 悟
2. 発表標題 サービスドミナントロジックに基づく社会規範の創発過程の分析
3. 学会等名 電子情報通信学会サービスコンピューティング研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤田 悟、内田 薫
2. 発表標題 床指紋照合における傾斜補正手法
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

1. 発表者名 松本 駿, 藤田 悟
2. 発表標題 物体指紋によるモノの個別認識
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 Fujita, S., Vaughan, C., Vargo, S.
2. 発表標題 Service Ecosystems Emergence and Interaction: A Simulation Study
3. 学会等名 52th Hawaii International Conference on System Sciences (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 羽田 奏, 藤田 悟
2. 発表標題 肥沃な土地が点在する地域のサービス社会形成過程の考察
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊織 瞳, 藤田 悟
2. 発表標題 グループ認識と位置予測による歩行者進路決定モデル
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤 将, 藤田 悟
2. 発表標題 センサデータとカメラ映像を同期させた詳細な歩行分析手法
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊織 瞳, 藤田 悟
2. 発表標題 シミュレーションによる2段階位置予測を用いた歩行者移動モデル
3. 学会等名 合同エージェントワークショップ&シンポジウム2018 (JAWS2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安部 北斗, 廣津 登志夫
2. 発表標題 電波による相対距離測定に基づいた屋内位置推定
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujita, S., Fujita, T. and Uchida, K.
2. 発表標題 Floor Fingerprint Verification Using a Gravity-Aware Smartphone
3. 学会等名 5th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Uchida, K. and Fujita, S.
2. 発表標題 Indoor location estimation based on robust floor fingerprint identification
3. 学会等名 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Rheza Harliman, Kaoru Uchida
2. 発表標題 Hybridization of Algorithmic and Data Approaches for Imbalanced Data Problems in Deep Neural Networks
3. 学会等名 信学技報 PRMU 電子情報通信学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊織 瞳, 藤田 悟, 廣津 登志夫
2. 発表標題 歩行予測を取り入れた群衆の2相シミュレーション
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Fujita, S., Vaughan, C., Vargo, S.
2. 発表標題 Service Ecosystem Emergence from Primitive Actors in Service Dominant Logic: An Exploratory Simulation Study
3. 学会等名 51th Hawaii International Conference on System Sciences (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本 依里紗, 藤田 悟, 廣津 登志夫
2. 発表標題 複数のRGB-Dカメラによるリアルタイムモデリング
3. 学会等名 情報処理学会コンピュータビジョンとイメージメディア研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安部 北斗, 廣津 登志夫
2. 発表標題 屋内位置推定のための動的地磁気マップ生成
3. 学会等名 情報処理学会ユビキタスコンピューティングシステム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤 将, 廣津 登志夫, 藤田 悟
2. 発表標題 センサデータの周期性を用いた行動推定の検討
3. 学会等名 情報処理学会第80回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山城 海人, 廣津 登志夫
2. 発表標題 Lenet-5における学習ネットワークの分析
3. 学会等名 情報処理学会第80回全国大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究 分担者	内田 薫  (Uchida Kaoru)  (40735651)	法政大学・情報科学研究科・教授   (32675)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	廣津 登志夫  (Hirotzu Toshio)  (10378268)	法政大学・情報科学部・教授       (32675)	