

令和 4 年 5 月 23 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H04679

研究課題名（和文）モバイル・ウェアラブルセンシングによる屋内位置への自動セマンティックラベリング

研究課題名（英文）Indoor Location Semantic Labeling with Mobile and Wearable Sensing

研究代表者

前川 卓也 (Maekawa, Takuya)

大阪大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号：50447025

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 18,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では様々な屋内位置に意味的ラベルを付与することを目的とする技術開発を行った。特に、屋内位置に対する静的なラベルや動的なラベルを推定する手法を開発した。ユーザが時刻 $t$ に寝室に居た場合、端末が観測した時刻 $t$ のセンサデータを用いて「寝室」のクラスラベルを推定する。また、屋内のドアや窓などの動的に状態が変化する屋内オブジェクトの状態ラベルを、アクティブサウンドセンシングから得られるドップラー効果などの情報を用いて推定する手法を提案した。これらの成果は、当該分野トップ国際会議であるUbiComp (ACM IMMUT)等に複数のフルペーパー論文として採択され、国際的に高い評価を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「寝室」、「浴室」、「会議室」といったユーザが現在居る場所の意味が推定できれば、そのユーザの場所の意味に応じたコンテキストウェアサービスが実現できる。例えば、見守り対象の高齢者がどのような意味を持つ場所に居るのかを、遠隔家族などに提示できる。また、ドアなどの屋内オブジェクトの状態が推定できれば、サービスロボットの移動計画生成や空調の自動調節などの応用に利用できる。

研究成果の概要（英文）：This study developed techniques for predicting semantic labels to various indoor locations. Specifically, we developed methods for estimating static and dynamic labels for indoor locations. When a user is in a bedroom at time  $t$ , for example, we estimate a class label for "bedroom" using sensor data at time  $t$  observed by a sensor device possessed by the user. We also proposed a method for estimating dynamic labels of indoor objects whose states change dynamically, such as doors and windows, using information such as the Doppler effect obtained from active sound sensing. These results were accepted as several full papers in UbiComp (ACM IMMUT), the top international conference in the field, and IEEE Sensors Journal.

研究分野：ユビキタスコンピューティング

キーワード：ユビキタスコンピューティング ウェアラブルコンピューティング 屋内位置推定 行動認識

## 1. 研究開始当初の背景

屋内位置情報は人のコンテキストを如実にあらわすものであり、人が携帯するスマートフォンが受信した WiFi 電波強度などの情報を用いた位置推定手法が盛んに研究されている。既存の手法は機械学習を用いて端末を携帯する人の位置座標を推定するものが多い。

一方、本研究では携帯端末が観測するセンサデータを用いて人の屋内位置セマンティクスを推定することを目的とする。例えば、ある人が時刻  $t$  に寝室に居た場合、時刻  $t$  のセンサデータを用いて「寝室」というラベルを推定し、その時に観測された WiFi 電波情報（屋内位置）に紐付ける。このような位置の意味的ラベル推定は、ライフログや嗜好分析、情報推薦、高齢者見守り、状況依存型システムなどがかつてない程の細粒度で実現し、今後の超スマート社会に向けた基盤的技術としての展開が期待される。

センサデータを用いたこれまでのセマンティクス推定の研究では、例えば Fan らがプライバシーを考慮したウェアラブルカメラの適応的な制御を実現するため、「トイレ」のラベルと「トイレ以外の場所」のラベルの推定を行っている。これまではこのような 2 値分類しか実現されていなかったが、研究代表者が率いる研究グループではインパルス応答や磁気、気圧センサデータなどを組み合わせることで、世界で初めて日常生活環境における位置セマンティクスの多クラス分類に成功している。具体的にはオフィス/ラボ環境において、「会議室」、「オフィス」、「トイレ」などの 6 クラス分類を、推定の対象となる環境とは異なる環境で収集したデータで学習した分類モデルを用いて行っている。

この既存研究では、スマートフォンから受動的に観測した磁気データと気圧データおよび、スマートフォンのスピーカーから再生したチャープ信号を録音して導出したインパルス応答を用いてセマンティクスの推定を行っている。しかし、屋内の壁や床、日常物の材質などの情報を反射信号を用いて捉えるため、首から下げたスマートフォンのスピーカーを被験者の正面方向に向けてデータの収集を行っており、現実的な状況を考慮したデータ収集とは言えなかった。また分類クラス数が少ないため実環境にスケールすることは難しく、利用するセンサのモジュール数も少ないためクラス数を増やすと分類精度が大幅に低下する。すなわち、ナチュラルに収集されたデータを用いた多数クラスの分類は達成されていなかった。

一方、屋内のドアや窓などの動的に状態が変化する屋内オブジェクトの状態ラベルの情報は、侵入者検知、空調制御、独居高齢者の監視など、幅広いアプリケーションの基盤的情報となる。これまで、ユビキタスコンピューティング分野の研究の多くは、このような屋内イベントを観測するために分散型センサシステムを採用してきた。具体的には、加速度、地磁気、状態変化センサ（リードスイッチなど）などを用いて、屋内イベントの認識を実現してきた。

しかし、このような既存の手法では、それぞれの対象物に個別のセンサノードを取り付ける必要があるため、その設置コストやメンテナンスコストが高くなる。例えば、センサノードの電池交換や故障が発生した場合、ユーザにとって大きな負担となる。また、家屋内に複数のセンサノードを設置する場合、センサノードの故障が発生する頻度は必然的に高くなり、ノードの修理や交換を行う頻度も高くなる。

## 2. 研究の目的

本研究では様々な屋内位置に意味的ラベルを付与することを目的とする技術開発を行うことを目的とした。特に、屋内位置に対する静的なラベルや動的なラベルを推定する手法を開発した。

## 3. 研究の方法

### 3.1 屋内位置の静的セマンティックラベル推定手法

本研究では、市販のスマートウォッチに搭載された加速度センサやマイクなどのセンサを用いて、部屋の場所クラスラベルを予測する手法、IndoLabel を開発した。具体的には、地理的な場所（例えば、キッチン、寝室、喫煙所などのクラス）の部屋のタイプを推定する。このとき、スマートウォッチのセンサデータから、各場所クラスに固有のセンサデータ特徴を発見する。例えば、キッチンでの包丁を切る動作は、スマートフォンの加速度センサで観測できる。また、一般的には浴室の壁やタイルは防水であるため、アクティブサウンドセンシングによって、固有の音響特徴を観測できる。これらのセンサデータの特徴は、ほぼ全ての環境（どのような家のキッチン）で観測できるため、これらの特徴は、場所クラスを推定するための固有のセンサデータとみなすことができる。このような場所固有のセンサデータを自動的に抽出し、それらを集約して場所クラスを推定する。このとき、場所クラスの固有な特徴を捉えた位置分類器を構築するための、対象環境で収集されたラベル付きセンサデータは不要である。すなわち、学習環境において、収集した様々な場所のラベル付きセンサデータを用いて位置情報分類器を学習させる。その後、対象環境からセンサデータを収集し、位置分類器を用いて対象環境における場所ラベルを予測する。

IndoLabel は、特定のクラスに属する場所で観測されるセンサデータのモチーフ（特徴的な短

時間データセグメント)を自動的に検出し、そのセンサーデータモチーフを利用して場所のクラスラベルを予測する。このとき、IndoLabel では場所クラスごとに有用なモチーフを自動で発見する。例えば、あるユーザがキッチンで食器を洗い、その後、洗面所へ移動して歯を磨いたとする。このとき、食器洗いに対応する手の動きはキッチンに固有の動きとみなすことができ、歯磨きに対応する手の動きは洗面所に固有の動きとみなすことができる。一方、台所と洗面所間の歩行に関連する手の動きは、どちらの場所でも観測されるため、場所に固有の動作ではなく、場所クラスの予測に有用ではない。そこで本研究では、複数の学習環境で収集された時系列センサーデータから、場所に固有のモチーフを自動的に検出する行列操作手法を提案した。このとき、Jini impurity の概念に基づいて、時系列中の各セグメントの「location specificity」を表すスコアを算出し、場所クラスごとに固有なモチーフを発見する(図 1)。モチーフ発見後は、検出された場所クラスに固有のモチーフの出現頻度を特徴とする場所クラス分類器を構築する。ここでは、環境によるセンサーデータの違いに対応するため、Domain adversarial ニューラルネットワークを導入した。モチーフの発見と分類器の学習は、学習環境で収集されたラベル付き学習データ(位置ラベル付きセンサーデータ)を用いて行うため、対象環境から収集したラベル付き学習データを必要としない。

### 3.2 屋内オブジェクトの動的セマンティックラベル推定手法

Mahler らによる既存研究では、スマートフォンをドア自体もしくは、ドアのラッチ機構付近の壁に取り付けて、ドアの開閉イベントを認識するシステムを提案している。近年、スマートフォンは誰もが保有する端末となり、毎年のように新機種が発売されている。そのため、使われなくなったスマートフォンを屋内イベント認識用に活用することが可能である。しかし、Mahler らが提案した手法では、複数のドアがある環境では、各ドアにそれぞれスマートフォンを取り付ける必要があった。

そこで、使われなくなったスマートフォンを室内に設置し、室内に存在する複数のドアのイベントを検出する手法を提案した。ドアなどのオブジェクトには、開閉状態などの静的な状態と、状態間の遷移を引き起こす開閉イベントがある。本研究では、スマートフォンのスピーカーから人間には聞こえない高周波の正弦波信号(18kHz と 20kHz)を発信し、その反射波をスマートフォンの内蔵マイクで録音する。これにより、ドアの遷移イベントによって生じるドップラーシフトを捉えることができる(図 2)。さらにスイープ信号を定期的に発信し、そのインパルス応答から、オブジェクトの状態に関連する音響情報を捉える。具体的には、スマートフォンからサイン波とサインスイープを繰り返し発信(10 秒間のサイン波信号の後、0.05 秒間のサインスイープ信号を発信)している。また、高周波帯域のみに着目して音響特徴量を抽出することで、声などの生活音に対してロバストなドアイベント認識を実現している。

提案手法は、環境内に存在する複数のドアのイベントを区別するため、以下の特徴をもつ。

- ・ ドップラーシフトの情報を含む反射音の周波数と振幅は時間的に変化し、スマートフォンに対する対象物の相対位置によって異なる。そこで、開閉などのイベントのモデル化には、時系列データのモデル化に広く用いられている隠れマルコフモデル(HMM)を用いた。
- ・ スピーカーから発せられる音響信号は、周波数によって指向性が変化する。そのため、低周波成分と高周波成分からなる合成正弦波を発信することで、スマートフォンに対する対象物の相対位置に関する情報を取得する。
- ・ スマートフォンには複数のマイクが搭載されているため、音源の方向に関わる情報をそれらから取得する。

上記の音響情報を解析し、ドアの状態やイベントを認識する手法を HMM を基に開発した。このとき、「開く」イベントはドアが「閉じた」状態にあり、その後「開いた」状態に遷移するときのみ発生する。また、「閉じる」イベントはドアが「開いた」状態にあり、その後「閉じた」状態に遷移するときのみ発生する。このようなドアの状態遷移に基づく知識を文法として用意し、HMM がビタビアルゴリズムを用いて入力音響信号を認識する際に用いることで、高精度な認識を実現する。

## 4. 研究成果

### 4.1 屋内位置の静的セマンティックラベル推定手法の評価結果

4 つの異なる環境にて提案手法の評価実験を行った。各環境において、キッチンや洗面所などの場所において対応する行動を行うセッションを 6-8 回程度ずつ行い、leave-one-environment-out 交差検定により評価を行った。評価結果を図 3 に示す。対象環境のセンサーデータを学習に全く用いていないにも関わらず、提案手法は非常に高い分類精度を達成していた。また評価結果から、加速度センサーデータや、それから抽出されたモチーフの貢献が高いことが分かる。

### 4.2 屋内オブジェクトの動的セマンティックラベル推定手法の評価結果

5 つの異なる環境にて提案手法の評価実験を行った。各環境において、ドアの利用を繰り返すセッションを 10 回ずつ行い、leave-one-session-out 交差検定により評価を行った。評価結果を図 4 に示す。多くの環境にて、高い精度での認識を達成していた。継続時間の短い開閉イベン

トは、認識の時間的に微小なずれの影響により、開閉状態に比べて認識精度が低かった。しかし、実用上は大きな問題ではないと考える。また、図5に、提案手法が備える工夫を行わなかった手法の評価結果も示す。この結果より、ドアの状態遷移に関する文法を導入することで大きな精度向上を達成できたことが分かる。

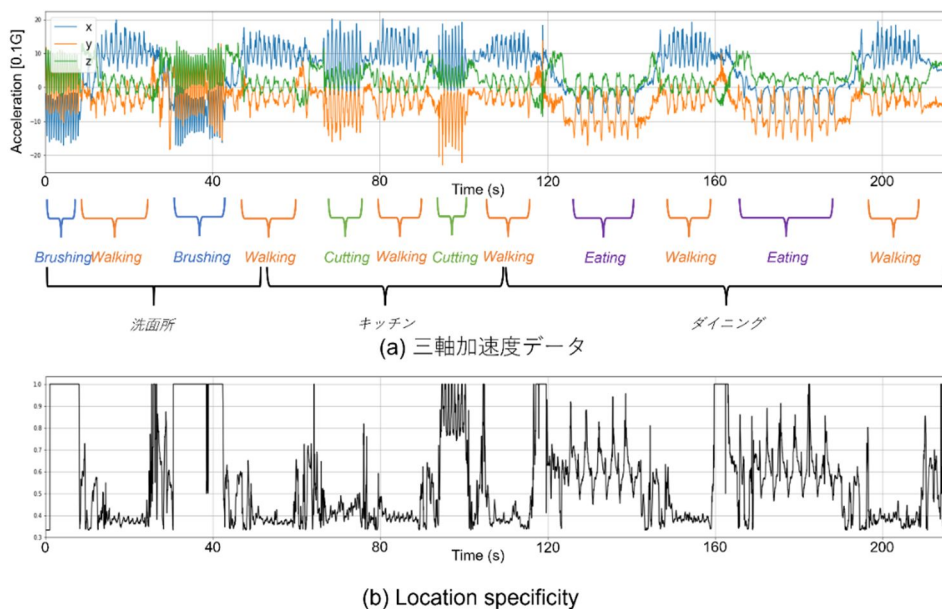


図1：様々な場所クラスで得られる加速度データの例と location specificity の計算結果の例

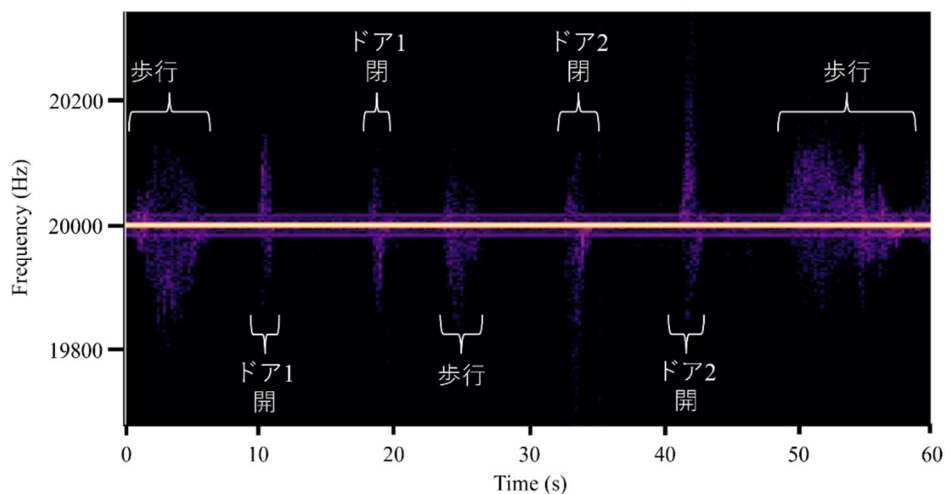


図2：ドアの開閉イベントで得られるドップラーシフトの例

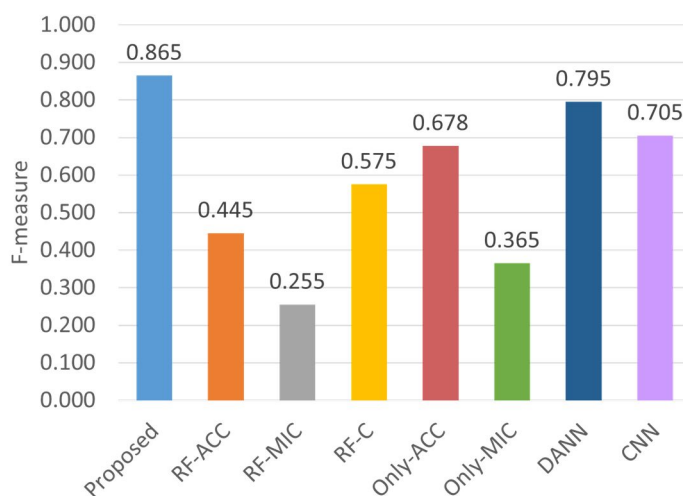
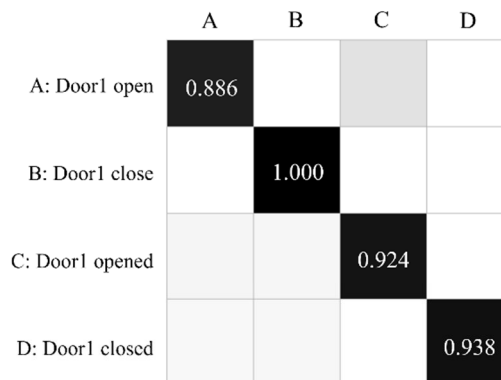


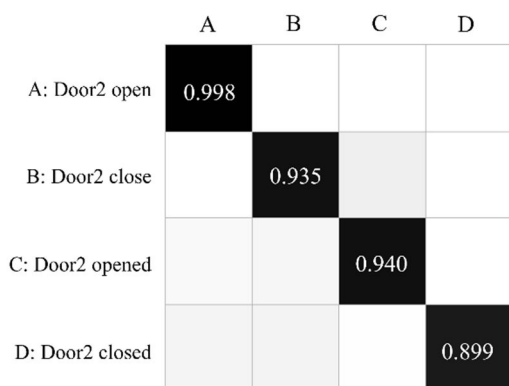
図 3 : 動的セマンティックラベル推定手法の評価結果。Proposed:提案手法、RF-ACC:加速度データのみ用いた Random Forest、RF-MIC:マイクデータのみ用いた Random Forest、RF-C:Tachikawa らによる手法(Ubicomp2026)、Only-ACC:加速度データのみ用いた提案手法、Only-MIC:マイクデータのみ用いた提案手法、DANN:Domain-adversarial ニューラルネットワークを用いた手法。モチーフの抽出は行わずにセンサデータをそのまま用いる、CNN:CNN を用いた手法。モチーフの抽出は行わずにセンサデータをそのまま用いる

環境	ドア	Precision	Recall	F-measure
1	Door1	0.790	0.937	0.842
	Door2	0.807	0.943	0.855
	Door3	0.752	0.957	0.819
2	Door1	0.838	0.963	0.884
	Door2	0.796	0.952	0.850
	Door3	0.834	0.972	0.886
	Door4	0.791	0.953	0.848
3	Door1	0.970	0.978	0.974
4	Door1	0.820	0.939	0.865
	Door2	0.681	0.738	0.705
5	Door1	0.844	0.975	0.895
	Door2	0.834	0.981	0.891
	Door3	0.869	0.976	0.912

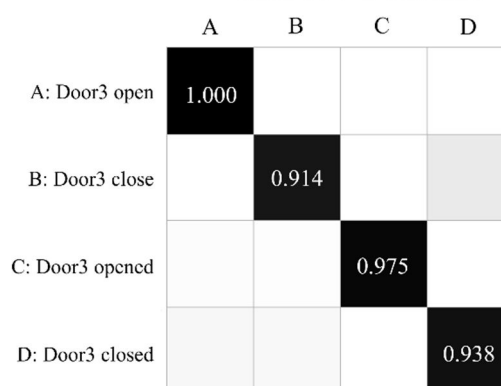
全環境の認識結果



環境 1 のドア 1 の混同行列



環境 1 のドア 2 の混同行列



環境 1 のドア 3 の混同行列

図 4 : 動的セマンティックラベル推定手法の評価結果

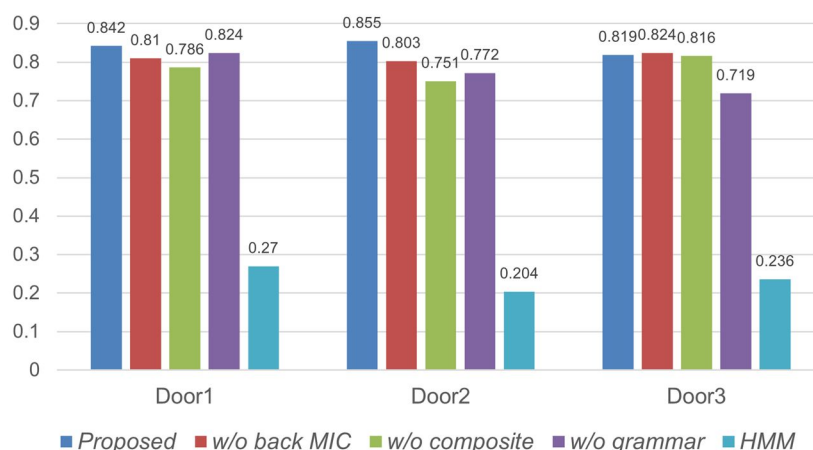


図 5 : 環境 1 における様々な手法の評価結果。Proposed:提案手法、w/o back MIC:複数のマイクを用いない手法、w/o composite:合成正弦波を用いない手法、w/o grammar:文法を用いない手法、HMM:単純な HMM を用いた手法

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Xia Qingxin, Atsushi Wada, Joseph Korpela, Takuya Maekawa, Yasuo Namioka	4. 巻 Vol. 3, Issue 2
2. 論文標題 Unsupervised Factory Activity Recognition With Wearable Sensors Using Process Instruction Information	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies (IMWUT)	6. 最初と最後の頁 No. 60
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1145/3328931	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Thilina Dissanayake, Takuya Maekawa, Daichi Amagata, Takahiro Hara	4. 巻 Vol. 2, Issue 4, No. 160
2. 論文標題 Detecting Door Events Using a Smartphone via Active Sound Sensing	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies (IMWUT)	6. 最初と最後の頁 No. 160
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1145/3287038	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Tomoya Nakatani, Takuya Maekawa, Masumi Shirakawa, Takahiro Hara	4. 巻 Vol. 2, Issue 3, No. 130
2. 論文標題 Estimating The Physical Distance Between Two Locations With Wi-Fi Received Signal Strength Information Using Obstacle-aware Approach	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies (IMWUT)	6. 最初と最後の頁 No. 130
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1145/3264940	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Joseph Korpela, Takuya Maekawa	4. 巻 Vol. 22, Issue 2
2. 論文標題 Privacy-Preserving Recognition of Object-based Activities Using Near-Infrared Reflective Markers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACM/Springer Personal and Ubiquitous Computing (ACM/Springer PUC)	6. 最初と最後の頁 365-377
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00779-017-1070-9	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 Kazuya Ohara, Takuya Maekawa, and Yasuyuki Matsushita	4. 巻 Vol. 1, Issue 3
2. 論文標題 Detecting State Changes of Indoor Everyday Objects using Wi-Fi Channel State Information	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the ACM on Interactive Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies (IMWUT)	6. 最初と最後の頁 1-28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3131898	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Dissanayake Thilina, Maekawa Takuya, Hara Takahiro, Miyanishi Taiki, Kawanabe Motoaki	4. 巻 22
2. 論文標題 IndoLabel: Predicting Indoor Location Class by Discovering Location-Specific Sensor Data Motifs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Sensors Journal	6. 最初と最後の頁 5372 ~ 5385
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSEN.2021.3102916	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 Xia Qingxin, Korpela Joseph, Namioka Yasuo, Maekawa Takuya	4. 巻 4
2. 論文標題 Robust Unsupervised Factory Activity Recognition with Body-worn Accelerometer Using Temporal Structure of Multiple Sensor Data Motifs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies	6. 最初と最後の頁 1 ~ 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3411836	査読の有無 無
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25件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Teerawat Kumrai, Joseph Korpela, Takuya Maekawa, Yen Yu, Ryota Kanai
2. 発表標題 Human Activity Recognition with Deep Reinforcement Learning using the Camera of a Mobile Robot
3. 学会等名 IEEE Int'l Conf. on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Teerawat Kumrai、Joseph Korpela、Takuya Maekawa、Yen Yu、Ryota Kanai
2. 発表標題 Preliminary investigation of using deep reinforcement learning to control a mobile robot for human activity recognition
3. 学会等名 情報処理学会 第64回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 2019年

1. 発表者名 Naoya Yoshimura、Takuya Maekawa、Takahiro Hara
2. 発表標題 Preliminary Investigation of Visualizing Human Activity Recognition Neural Network
3. 学会等名 The 12th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoya Yoshimura、Takuya Maekawa、Daichi Amagata、Takahiro Hara
2. 発表標題 Upsampling Inertial Sensor Data from Wearable Smart Devices using Neural Networks
3. 学会等名 The 39th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xia Qingxin、Atsushi Wada、Joseph Korpela、Takuya Maekawa、Yasuo Namioka
2. 発表標題 Preliminary Investigation of Assembly Work Activity Recognition with Wearable Sensors via Unsupervised Learning
3. 学会等名 情報処理学会 マルチメディア、分散、協調とモバイル(DICOM02019)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 吉村 直也、前川 卓也、原 隆浩
2. 発表標題 行動認識モデルの転移学習に向けたニューラルネットワークによる特徴抽出の可視化と分析
3. 学会等名 情報処理学会 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Thilina Dissanayake, Takuya Maekawa, Takahiro Hara
2. 発表標題 Preliminary Investigation on Recognizing Environment dependent Human Actions using a Fusion of Wi Fi Based Place Clustering and Motif Detection from Accelerometer Data
3. 学会等名 情報処理学会 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xia Qingxin, Korpela Joseph, 前川 卓也、和田 篤、浪岡 保男
2. 発表標題 Preliminary Investigation of an Accelerated Algorithm for Unsupervised Assembly-work Activity Recognition with Acceleration Sensors
3. 学会等名 電気学会研究会資料 情報システム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前川卓也
2. 発表標題 実世界指向AIが引き起こすイノベーション
3. 学会等名 第一回ビジネスedgeセミナー「AIは経営とビジネスモデルにどんなイノベーションを起こすのか」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoya Nakatani, Ryohei Kuga, Takuya Maekawa
2. 発表標題 Object-Based Activity Recognition Using Egocentric Video Based on Web Knowledge
3. 学会等名 Proc. of PerCom International Workshop on Behavior analysis and Recognition for knowledge Discovery (BiRD 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoya Nakatani, Ryohei Kuga, Takuya Maekawa
2. 発表標題 Preliminary Investigation of Object-based Activity Recognition Using Egocentric Video Based on Web Knowledge
3. 学会等名 Proc. of the 17th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (MUM 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuya Ohara, Takuya Maekawa
2. 発表標題 Easy-to-Install Methods for Indoor Context Recognition Using Wi-Fi Signals
3. 学会等名 Proc. of International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾原和也, 前川卓也, 村上友規, アベセカラ ヒランタ
2. 発表標題 Wi-Fiチャンネル状態情報を用いた教師無し学習によるドアの開閉検知手法
3. 学会等名 情報処理学会 第60回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 吉村直也, 前川卓也, 天方大地, 原隆浩
2. 発表標題 ジェスチャ・行動認識のための加速度信号アップサンプリング手法に関する検討
3. 学会等名 情報処理学会研究報告 2018(UBI-58)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前川卓也
2. 発表標題 機械学習・ディープラーニングによるセンサデータ処理と異常検知への応用
3. 学会等名 ホンダエンジニアリング (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuya Maekawa
2. 発表標題 Time-series analysis for animal behavior understanding
3. 学会等名 The 50th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前川卓也
2. 発表標題 ディープラーニング・機械学習を用いた生物・人間行動の理解
3. 学会等名 アイシン・エイ・ダブリュ (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前川卓也
2. 発表標題 実世界指向AIが引き起こすイノベーション
3. 学会等名 第一回ビジネスedgeセミナー「AIは経営とビジネスモデルにどんなイノベーションを起こすのか」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前川 卓也
2. 発表標題 ヒト・動物行動の理解にむけた実世界センサデータマイニング技術
3. 学会等名 電子情報通信学会北海道支部講演会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuya Maekawa
2. 発表標題 Sensing and understanding real-world: Knowledge discovery from human and animal activity data
3. 学会等名 The Sixth Asian Conference on Information Systems(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takuya Maekawa
2. 発表標題 Sensing and understanding human and animal activities: Knowledge discovery methods for industry, health care, and ecology
3. 学会等名 日本学術振興会研究拠点形成事業 第6回国際セミナー「生物多様性と進化:新バイオロギング手法による野生動物研究」(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kazuya Ohara, Takuya Maekawa, Stephan Sigg, and Moustafa Youssef
2. 発表標題 Preliminary Investigation of Position Independent Gesture Recognition using Wi-Fi Channel State Information
3. 学会等名 IEEE Int'l Conf. on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoya Yoshimura, Takuya Maekawa, Daich Amagata, and Takahiro Hara
2. 発表標題 Preliminary Investigation of Fine-grained Gesture Recognition with Signal Super-resolution
3. 学会等名 IEEE Int'l Conf. on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Thilina Dissanayake, Takuya Maekawa, Daich Amagata, and Takahiro Hara
2. 発表標題 Preliminary Investigation of Detecting Events of Indoor Objects with Smartphone Active Sound Sensing
3. 学会等名 IEEE Int'l Conf. on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Thilina Dissanayake、前川 卓也、天方 大地、原 隆浩
2. 発表標題 アクティブサウンドセンシングを用いた屋内日常物のイベント検知に関する検討, 発表番号 18
3. 学会等名 情報処理学会 第57回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

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------