研究成果報告書 科学研究費助成事業

今和 6 年 5 月 9 日現在

機関番号: 24506

研究種目: 基盤研究(C)(一般)

研究期間: 2021~2023

課題番号: 21K04065

研究課題名(和文)Neural Networkを用いたWi-Fi電波による屋内位置推定の高精度化

研究課題名(英文)Improvement of indoor localization accuracy by Wi-Fi radio waves using neural network

研究代表者

相河 聡 (Aikawa, Satoru)

兵庫県立大学・工学研究科・教授

研究者番号:80448761

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文):無線LANアクセスポイントからの受信強度による位置推定について機械学習などを利用した研究を行っている。簡易な位置推定の場合に学習データ取得コストを低減する手法,異なる環境で測定を行う方法,環境の変化に対応するためにユーザの測定データを選別して利用する方法,データ量が不足な場合に取得データを拡張して用いる手法,一方,近年の無線LANで標準化されて市販され始めた信号伝搬時間を用いた 位置推定手法において伝搬時間と信号強度の双方を用いて、壁などの障害物の影響を推定し正確な距離を求める手法について提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義 無線LANアクセスポイント(AP)を利用し,新たなハードウェアの設置なしに,事前測定のみで行う位置推定を用いた様々なサービス実現を目的とする。ユーザはスマートフォンにアプリケーションをインストールするだけで提供サービスを受けることができる。本研究では機械学習および無線伝搬環境を考慮して,位置推定の高精度化,簡易化を図る。研究は開発したアプリケーションをスマートフォンにインストールして実験的に行い,得られたデータは機械学習解析ツールを用いて解析する。

研究成果の概要(英文): We are conducting research on location estimation based on received strength from wireless LAN access points using machine learning and other techniques. We have studied methods to reduce the cost of acquiring training data for simple location estimation, to perform measurements in different environments, to selectively use users' measurement data to cope with environmental changes, and to expand the acquired data when the amount of data is insufficient, while we have also studied methods to reduce the cost of acquiring training data in the case of simple location estimation. On the other hand, we proposed a method to estimate the influence of obstacles such as walls and to obtain an accurate distance by using both the propagation time and signal strength in a position estimation method based on signal propagation time, which has recently become a standard and commercially available method for wireless LANs.

研究分野: 無線通信

キーワード: 位置推定 Wi-Fi Fingerprint ナビゲーション

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等に ついては、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1.研究開始当初の背景

GNSS(Global Navigation Satellite System)は屋外位置推定として普及し、ナビゲーションのみでなく、自動運転での利用も見込まれる。一方、地下やビル内などの屋内位置推定は個人用ナビゲーションだけでなくロボットの自律移動、さらに今後は地下駐車場等での自動運転にも必要な技術と考えられる。

商店街ナビゲーションの屋内位置推定精度は1店舗単位が必要で,数mの誤差が許される。一方,自動運転では数cm単位の精度が必要となる。このように様々な応用分野の中で,精度の向上が適用領域を左右する。Fingerprint位置推定の誤差原因は,刻々と変化する周辺環境によるRSSI変動という時間的要因と座標点から離れた地点でRSSIが変化する空間的要因がある。また,その変化は周辺の通行人など微小時間・空間変化で小さく変動する微視的なものと,ドアの開閉など変化の頻度は小さいが変動の大きい巨視的なものに分類できる。このような背景の中で屋内位置推定手法について精度向上,簡易化,コスト低減などを検討する。

2.研究の目的

屋内位置推定に必要なビーコンを発する固定した専用 AP の開発,普及,設置はコスト面で不利であり,無線 LAN 等の既存 AP の利用が有効である。位置推定において,ビーコンの伝搬時間に基づく TOA(Time Of Arrival)は高精度だが,既存 AP を利用できず,専用 AP の設置が必要となる。その精度は設置密度によって決まり,ビーコン数さえ増やせば 10cm 程度の精度も可能ではあるが,一般ユーザの利用を想定した場合コスト的に実用的ではない。これに対し,RSSIを用いる方式は,既存 AP をそのまま用い,ソフトウェアの追加だけでサービスを実現できる。RSSIにより推定した AP との距離をもとに位置推定を行う三辺測量(Lateration)等では AP の位置が既知である必要がある。これに対して図1に示す FP は AP の位置が未知なまま位置推定が可能であることから実用性が高い。この手法では推定結果候補となる全座標で事前測定したRSSIをデータベース化し,ユーザ端末で測定した RSSIをデータベースと比較し,MSE(平均2 乗誤差)などで算出される類似度が最も高い座標を推定結果とする。

一方,図1に示す機械学習では事前学習後,与えられた条件をニューラルネットワーク(NN)の入力とし,各分類の確率を出力として得るもので,画像認識分野をはじめ多くの領域で適用されている。本研究テーマである機械学習では,事前に測定した RSSI を学習して,ユーザ端末のRSSI を入力とし,各座標の存在確率を出力する。

既存の標準無線システムを利用する場合,携帯電話は各事業者との契約が必要となり,統一的なサービス提供ができない。Bluetoothも普及しているが,固定ビーコンは極めて少ないため設置が必要である。これに対して無線 LAN は既に普及し,固定ビーコンとなる AP は多く設置されている。また,端末側はスマートフォンに導入されている。IEEE802.11 無線 LAN の標準は年々バージョンアップされているが,バックワードコンパチビリティにより従来標準との接続が保証されている。また,端末のソフトウェアを更新することで,AP はそのままで機能追加ができる。また,既存 AP が不足するエリアにおいて,標準準拠 AP を追加することも容易であり,その場合に端末の変更は不要である。

以上述べた様々な条件の中で Wi-Fi 電波を用いた位置推定に関する新たな手法を提案し,実験によりその有効性を示すことを目的とする。

3.研究の方法

Android 端末において開発したアプリケーションソフトウェアをインストールし,データベースの作成とユーザ端末の位置推定を行う系を構築している。さらに,ネットワークを経由して端末にアプリケーション,データベース,ナビゲーション用地図をダウンロードするためのクラウドサーバを用意している。機械学習についてはオープンソースで公開されているソフトウェアライブラリである Tensor Flow を用いている。これらを用いて実験し,取得データを解析することにより,提案技術の有効性を明らかにする。

4.研究成果

(1) RNN(Recurrent Neural Network)を用いたWi-Fi/Fingerprint 位置推定において,データセットを収集するための方法は、測定者が歩いている間、連続的な歩行データを収集する。しかし,歩行速度や経路が異なるユーザーに対応するため、複数の歩行パターンを測定する必要がある。そこで,歩行パターンの異なるシミュレーションデータを作成する方法を提案する。シミュレーションデータは,計測データの座標隣接関係を用いて作成した。さらに,シミュレーションデータを用いて学習したモデルと,シミュレーションデータを用いずに学習したモデルを評価した。その結果,提案手法の精度が有効であることが示された。

Syoya Amada, Satoru Aikawa, Shinichiro Yamamoto: "Effectiveness of simulation data on walking in Wi-Fi fingerprints using RNN" IEICE Communications Express, 2022.vol.11,no. 7,pp 380-385.

(2) CNN(Convolutional Neural Network)を用いた Fingerprint 屋内位置推定の方法を検討した。CNN は AP 情報(AP 識別子と受信信号強度)を用いて学習される。CNN の推定精度は AP 情報の数が増えるほど向上する。しかし,AP 情報の収集にはコストがかかる。この問題は UD(ユーザーデータ)を使って解決できる。UD はラベルのないデータであり,測定方法はユーザの正確な位置を得られないからである。その結果,推定結果を正しいラベルとして半教師付き学習を行うことができる。本研究では,CNN 特徴抽出器を用いた UD 選択手法を提案した。さらに,UD 測定法はユーザーの正確な位置をえられないため,正確な推定が可能な UD を選択し,CNN の学習に利用することが不可欠である。本研究では,AP 情報と UD の RSSI 類似度を利用した UD 選択手法を提案した。

Yohei Konishi, Satoru Aikawa, Shinichiro Yamamoto: "User Data Selection using CNN-Feature Extractor for Fingerprint Localization" IEICE Communications Express, 2022., vol 11, no. 7, pp374-379.

Yohei Konishi, Satoru Aikawa, Shinichiro Yamamoto, "User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization" IEICE Communications Express, 2023.vol.12,no.3,pp66-71.

(3)CNN はFingerprintに基づいており。事前に測定された座標のみを推定することができるが、時系列による関係を考慮しない。そこで、カルマンフィルターやパーティクルフィルターのようなフィルターを使うことを提案した。このようなフィルタを用いることで、事前に計測された座標や、座標間の関係を推定することができる。さらに、歩行者を想定したユーザの時間依存性に基づき、位置推定精度を向上させることができる。実験検証の結果、提案手法により位置推定精度が向上することを確認した。CNNとパーティクルフィルタを用いて位置推定精度を評価し、その精度を向上させた。

Kaishin Hori, Satoru Aikawa, Shinichiro Yamamoto, Yuta Sakai: "Coordinate rectification of Indoor Neural Network Localization Using Filters" IEICE Communications Express, 2022.vol.11,no.8,pp 532-537.

(4)Fingerprint の屋内位置推定精度を向上させるために,無線 LAN の電波を利用してデータベース(DB)とユーザデータ(UD)を計測する.UDとDBを比較するニューラルネットワーク(NN)は,CNN(Convolutional Neural Network)から派生したResNet(Residual Network)を用いる。最も精度が高くなる層数は環境によって異なる。これを確認するため,異なる環境下における層数と推定精度の関係を実験的に検証し,設計手法を明らかにした。

Yuu Sakanishi, Satoru Aikawa, Shinichiro Yamamoto: "Experimental validation of the ResNet layer number design method for Wi-Fi location estimation in different environments" IEICE Communications Express, 2022.Vol.11,no.10,pp673-678

(5) 無線 LAN を利用した屋内位置推定手法を評価した。位置推定手法として Fingerprint 法を用いた.この手法は,無線 LAN アクセスポイントから取得した受信信号強度インジケータとメディアアクセス制御アドレスから現在位置を推定することができる。しかし,この方法は電波伝搬環境の変化に大きく影響され,障害物の有無により位置推定精度が低下する。本論文では,異なる電波伝搬環境の測定データを用いて開発したデータベースを提案した。ドアの開閉や電波の測定方向によって環境が変化することを実験的に確認した。

Ryoga Ozaki, Satoru Aikawa, Shinichiro Yamamoto: "Fingerprint localization using data from different radio environments" IEICE Communications Express, 2023.vol.12,no10,pp564-567, Oct.2023.

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件(うち査読付論文 11件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 11件)

1 . 著者名 Tada Kentaro、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro	
	4 . 巻
Tada Nemtato, Arkawa Satoru, Tamamoto Simmomio	10
	10
- AA) 1707	_ = ====
2.論文標題	5.発行年
Particle filter to the indoor localization with Finger Print designed for wide coordinate	2021年
interval	
	て 目知に目然の方
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
IEICE Communications Express	193 ~ 198
	<u> </u>
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1587/comex.2020XBL0171	有
オープンアクセス	国際共著
	国际六省
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
1 . 著者名	4 . 巻
Miyamoto Yusuke、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro	10
2.論文標題	5.発行年
User data selection scheme to reduce database update errors for fingerprint localization	2021年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
	343~348
IEICE Communications Express	343 ~ 340
曷載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1587/comex.2021XBL0051	有
t ー ブンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている (また、その予定である)	_
3 7777 2712 3 2013 (871, 2013, 2003)	l
1.著者名	4 . 巻
Amada Shoya, Aikawa Satoru, Yamamoto Shin-ichiro	11
Tamada Siloyas, Tiridina Satorias, Tamamoto Siliri Tolli 10	
A A LITTE	5 7V./= h-
2 . 論文標題	5 . 発行年
Ecc	2022年
Effectiveness of simulation data on walking in Wi-Fi finderprints using KNN	2022#
Effectiveness of simulation data on walking in Wi-Fi fingerprints using RNN	20224
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
B.雑誌名 IEICE Communications Express	6 . 最初と最後の頁 380~385
3.雑誌名 IEICE Communications Express 弱載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無
B.雑誌名 IEICE Communications Express	6 . 最初と最後の頁 380~385
B . 雑誌名 IEICE Communications Express B載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無
B.雑誌名 IEICE Communications Express B載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023	6 . 最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有
B.雑誌名 IEICE Communications Express B載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 オープンアクセス	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無
B.雑誌名 IEICE Communications Express B載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023	6 . 最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有
B.雑誌名 IEICE Communications Express B載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023	6 . 最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有
3.雑誌名 IEICE Communications Express	6 . 最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著
3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 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)	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著
B.雑誌名 IEICE Communications Express B載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 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)	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著
B . 雑誌名 IEICE Communications Express B載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 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)	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著
B . 雑誌名 IEICE Communications Express B載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 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) I . 著者名 Konishi Yohei、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著
3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 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) I.著者名 Konishi Yohei、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著 - 4.巻 11
B . 雑誌名 IEICE Communications Express B載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 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) I . 著者名 Konishi Yohei、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著
3.雑誌名 IEICE Communications Express B載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 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) I.著者名 Konishi Yohei、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著 - 4.巻 11
B. 雑誌名 IEICE Communications Express B載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 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) I. 著者名 Konishi Yohei、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2. 論文標題 User data selection using CNN-feature extractor for fingerprint localization	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著 - 4.巻 11 5.発行年 2022年
3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 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) I.著者名 Konishi Yohei、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題 User data selection using CNN-feature extractor for fingerprint localization 3.雑誌名	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著 4.巻 11 5.発行年 2022年 6.最初と最後の頁
3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 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) 1.著者名 Konishi Yohei、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題 User data selection using CNN-feature extractor for fingerprint localization	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著 - 4.巻 11 5.発行年 2022年
3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 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) I.著者名 Konishi Yohei、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題 User data selection using CNN-feature extractor for fingerprint localization 3.雑誌名	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著 4.巻 11 5.発行年 2022年 6.最初と最後の頁
B. 雑誌名 IEICE Communications Express B載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 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) I. 著者名 Konishi Yohei、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2. 論文標題 User data selection using CNN-feature extractor for fingerprint localization B. 雑誌名	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著 4.巻 11 5.発行年 2022年 6.最初と最後の頁
3 . 雑誌名 IEICE Communications Express	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著 - 4.巻 11 5.発行年 2022年 6.最初と最後の頁 374~379
3.雑誌名 IEICE Communications Express 最	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 国際共著 - 4.巻 11 5.発行年 2022年 6.最初と最後の頁 374~379
3 . 雑誌名 IEICE Communications Express	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 有 国際共著 - 4.巻 11 5.発行年 2022年 6.最初と最後の頁 374~379
3 . 雑誌名 IEICE Communications Express 最	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 国際共著 - 4.巻 11 5.発行年 2022年 6.最初と最後の頁 374~379
3 . 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 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) 1 . 著者名 Konishi Yohei、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2 . 論文標題 User data selection using CNN-feature extractor for fingerprint localization 3 . 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0037	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 国際共著 - 4.巻 11 5.発行年 2022年 6.最初と最後の頁 374~379 査読の有無
3 . 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0023 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) 1 . 著者名 Konishi Yohei、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2 . 論文標題 User data selection using CNN-feature extractor for fingerprint localization 3 . 雑誌名 IEICE Communications Express	6.最初と最後の頁 380~385 査読の有無 国際共著 - 4.巻 11 5.発行年 2022年 6.最初と最後の頁 374~379

1.著者名	
	4 . 巻
Hori Kaishin, Aikawa Satoru, Yamamoto Shinichiro, Sakai Yuta	11
Total Artalia Satora, Talianoto Silimonio, Satar Tata	
9 40-2-1EEE	= 7v./= -
2.論文標題	5.発行年
Coordinate rectification of indoor neural network localization using filters	2022年
· ·	·
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
IEICE Communications Express	532 ~ 537
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1587/comex.2022XBL0061	有
オープンアクセス	国際共著
· · · · · · =· ·	
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
1.著者名	4 . 巻
	11
Sakanishi Yu、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro	''
2 . 論文標題	5 . 発行年
Experimental validation of the ResNet layer number design method for Wi-Fi location estimation	2022年
	2022 T
in different environments	
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
IEICE Communications Express	673 ~ 678
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1587/comex.2022XBL0109	有
10.1007/00iiioX:2022/00	[
+	园 娜 # 茶
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
	<u>. </u>
1.著者名	4 . 巻
I. 有有有	
Konishi Yohei、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro	12
Konishi Yohei, Aikawa Satoru, Yamamoto Shinichiro	12
2 . 論文標題	5.発行年
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised	
2 . 論文標題	5.発行年 2023年
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization	5.発行年 2023年
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization	5.発行年 2023年
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子)	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71
2. 論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3. 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有
2. 論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3. 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有
2. 論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3. 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有
2. 論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3. 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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)	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 オープンアクセス	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有
2. 論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3. 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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)	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著
2. 論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3. 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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)	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1.著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著
2. 論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3. 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1. 著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著
2. 論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3. 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1. 著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2. 論文標題	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 12 5 . 発行年
2. 論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3. 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1. 著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1.著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題 Fingerprint localization using data from different radio environments	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 12 5 . 発行年 2023年
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1.著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題 Fingerprint localization using data from different radio environments 3.雑誌名	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 12 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1.著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題 Fingerprint localization using data from different radio environments	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 12 5 . 発行年 2023年
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1.著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題 Fingerprint localization using data from different radio environments 3.雑誌名	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 12 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1.著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題 Fingerprint localization using data from different radio environments 3.雑誌名	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 12 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁
2. 論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3. 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1. 著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2. 論文標題 Fingerprint localization using data from different radio environments 3. 雑誌名 IEICE Communications Express	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 12 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 564~567
2. 論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3. 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1. 著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2. 論文標題 Fingerprint localization using data from different radio environments 3. 雑誌名 IEICE Communications Express	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 12 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1.著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題 Fingerprint localization using data from different radio environments 3.雑誌名 IEICE Communications Express	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 12 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 564~567
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1.著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題 Fingerprint localization using data from different radio environments 3.雑誌名 IEICE Communications Express	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 12 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 564~567
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1.著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題 Fingerprint localization using data from different radio environments 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/comex.2023XBT0005	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 12 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 564~567 査読の有無 有
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1.著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題 Fingerprint localization using data from different radio environments 3.雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/comex.2023XBT0005 オープンアクセス	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 12 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 564~567
2.論文標題 User data selection method using received signal strength indicator for semi-supervised learning in fingerprint localization 3. 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0168 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) 1. 著者名 Ozaki Ryoga、Aikawa Satoru、Yamamoto Shinichiro 2.論文標題 Fingerprint localization using data from different radio environments 3. 雑誌名 IEICE Communications Express 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/comex.2023XBT0005	5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 66~71 査読の有無 有 国際共著 - 4 . 巻 12 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 564~567 査読の有無 有

1 . 著者名	4 . 巻
Nakayama Shota, Aikawa Satoru, Yamamoto Shinichiro	13
2.論文標題	5 . 発行年
Machine learning-based area estimation using data measured under walking conditions	2024年
macrino realiting based area commencer coming data measured and marring conditions	
3 . 雑誌名	6.最初と最後の頁
IEICE Communications Express	1 ~ 4
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	
10.23919/comex.2024SPL0012	有
	13
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
1.著者名	4 . 巻
T. 有自句 Yusuke Shida, Satoru Aikawa, Shinichiro Yamamoto	4.含 13
rusuke office, Satora Arkawa, offificifito famamoto	
2.論文標題	5 . 発行年
Correction of round-trip time and selection of access points for estimating Wireless LAN	2024年
locations by multilateration	C 871 8# 0 F
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
IEICE Communications Express	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
なし	有
オープンアクセス	国際共著
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)	国际六名 -
1 . 著者名	4 . 巻
Togo Shinomiya, Satoru Aikawa, Shinichiro Yamamoto	13
2	- 発仁生
2 . 論文標題 Fingerprint localization scheme with correction for missing values in training data and data	5 . 発行年 2024年
augmentation	2024-4
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
IEICE Communications Express	-
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	<u></u> 査読の有無
日本に開入り1001(アクタルオククエグト画版が)) なし	有
	[
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
「労会系主」 計24件(これ切法法定 4件(これ国際労会 7件)	
「学会発表〕 計24件(うち招待講演 1件/うち国際学会 7件) 1.発表者名	
T. সংক্ষান Togo Shinomiya, Satoru Aikawa, Shinichiro Yamamoto	
g	
고 갓‡+퓲BB	
2. 発表標題 A fingerprint localization schome using data augmentation	
A fingerprint localization scheme using data augmentation	

IEICE Communication Society, 2022 International Conference on Emerging Technologies for Communications (国際学会)

3 . 学会等名

4 . 発表年 2023年

1.発表者名
Yusuke Shida, Satoru Aikawa, Shinichiro Yamamoto
2. 発表標題
Correction RTT using RSSI for Wireless LAN location estimation
3
3.学会等名 IEICE Communication Society, 2022 International Conference on Emerging Technologies for Communications(国際学会)
4.発表年
2023年
1.発表者名
中山将太・相河 聡・山本真一郎
2.発表標題
歩行状態で測定したデータを用いた機械学習によるエリア推定
3 . 学会等名
電子情報通信学会信学コミュニケーションシステム研究会
2023年
1.発表者名
尾﨑遼河・相河 聡・山本真一郎
2.発表標題
電波環境の異なるデータを用いたFingerprint位置推定
3 . 学会等名 電子情報通信学会信学コミュニケーションシステム研究会
电」情報通信子会信子コミューケークョククステムWの大会
4.発表年
2023年
1.発表者名
一、光衣有石 一 志田勇介,相河聡,山本真一郎
المراجعة الم
2.発表標題
無線LAN位置推定のためのRSSIを用いたRTTの補正
3.学会等名
電子情報通信学会ソサイエティ大会
4.発表年 2023年
۷υ۷ ۷ -

1.発表者名
四宮東吾,相河聡,山本真一郎
2 ※主極時
2.発表標題 データ拡張を利用したFinger Print位置推定
ノ ノ J/A JIX で かJ/D U /C I I II (以且]性に
3 . 学会等名
電子情報通信学会ソサイエティ大会
4 . 発表年
2023年
1.発表者名
Ryoga Ozaki, Satoru Aikawa, Shin-ichiro Yamamoto
2.発表標題
A fingerprint localization using data from different radio environments
3.学会等名
3. 子云寺石 IEICE Communication Society, 2022 International Conference on Emerging Technologies for Communications(国際学会)
4 . 発表年
2022年
4
1.発表者名 Shota Nakayama Sataru Aikawa Shinichira Vamamata
Shota Nakayama, Satoru Aikawa, Shinichiro Yamamoto
2 . 発表標題
CNN Area Estimation using data measured in walking conditions
3 . 学会等名
IEICE Communication Society, 2022 International Conference on Emerging Technologies for Communications(国際学会)
4 . 発表年
2022年
1.発表者名
小西楊平・相河 聡・山本真一郎
2 ※主価時
2.発表標題 Fingerprint位置推定におけるCNNを特徴抽出器として用いたデータの選別手法
TINGETPTITEは国連をICOTT SOME で付送加山命C O C MV IC J 一プの医別士広
3.学会等名
電子情報通信学会信学コミュニケーションシステム研究会
4.発表年
2022年

1.発表者名 坂西 優・相河 聡・山本真一郎
TAM ISC INT IN CULTISE W
2.発表標題
Fingerprint位置推定におけるWi-FiのAP数とCNN,ResNetの設計に関する検討
3. 学会等名
電子情報通信学会信学コミュニケーションシステム研究会
4.発表年
2022年
1.発表者名
堀、開慎・相河、聡・山本真一郎
2.発表標題
屋内位置推定におけるCNN推定手法への状態空間モデルの適用
3.子云寺石 電子情報通信学会信学コミュニケーションシステム研究会(招待講演)
4.発表年 2022年
2022年
1.発表者名
中山遼河,相河 聡,山本真一郎
2 ZV = 145 H2
2.発表標題 歩行状態で測定したデータを用いたCNNエリア推定
少日小窓で規定した。クを用いたがはエック量と
電子情報通信学会ソサイエティ大会
4.発表年
2022年
1.発表者名 尾崎将太,相河 聡,山本真一郎
/Ե岬기기사, 기미/기 ··/心, 山쑤묫 때
2.発表標題
電波環境の異なるデータを利用したFinger Print位置推定
3.学会等名
電子情報通信学会ソサイエティ大会
4.発表年
2022年

1.発表者名
Yohei Konishi, Satoru Aikawa, ShinichiroYamamoto, Yuta Sakai
2.発表標題
User Data Selection using CNN Feature Extractor for Fingerprint Localization
3.学会等名
ICETC 2021 (国際学会)
4 . 発表年
2021年
1.発表者名
Yu Sakanishi, Satoru Aikawa, Shinichiro, Yamamoto, Yuta Sakai
2.発表標題
2 . 光衣标题 An Experimental Study on Improving Accuracy of Location Estimation in Finger Print Using CNN and ResNet
All Experimental etady on improving recurrence Estimation in Finger Film corner and residen
2 W A MT /2
3.学会等名 ICETC 2021(国際学会)
10c10 2021 (国际子云)
4.発表年
2021年
1.発表者名
Kaishin Hori, Satoru Aikawa, Shinichiro Yamamoto, Yuta Sakai
2.発表標題
Coordinate interpolation of Indoor Neural Network Localization by Particle Filter
3. 学会等名
ICETC 2021 (国際学会)
4.発表年
2021年
1. 発表者名
高島勇也・相河 聡・山本真一郎・阪井祐太
2.発表標題
無線LANを電波を用いたNeural Networkによる二段階位置推定の実験的検討
3 . 学会等名
電子情報通信学会 コミュニケーションシステム研究会
4 英丰佐
4 . 発表年 2021年
4V417T

1 . 発表者名 天田翔也・相河 聡・山本真一郎・阪井祐太
2.発表標題 RNNを用いたWi-Fi Finger Printにおけるシミュレーション歩行データの有効性
3 . 学会等名 電子情報通信学会 コミュニケーションシステム研究会
4 . 発表年 2021年
1 . 発表者名 坂西 優・相河 聡・山本真一郎・阪井祐太
2 . 発表標題 CNN, ResNetを用いたFinger Printにおける位置推定精度向上の実験的検討
3.学会等名 電子情報通信学会 コミュニケーションシステム研究会
4 . 発表年 2021年
1 . 発表者名 小西楊平・相河 聡・山本真一郎・阪井祐太
2.発表標題 Fingerprint位置推定におけるCNNを特徴抽出器として用いたデータの選別手法
3.学会等名 電子情報通信学会 コミュニケーションシステム研究会
4 . 発表年 2021年
1.発表者名 堀 開慎・相河 聡・山本真一郎・阪井祐太
2.発表標題 無線LAN屋内位置推定のParticle Filterを用いたCNNに対する座標補間の実験的検証
3 . 学会等名 電子情報通信学会 コミュニケーションシステム研究会
4 . 発表年 2021年

1.発表者名 堀 開慎,相河 聡,山本真一郎,阪井祐太
2.発表標題 Neural Network による屋内位置推定の Android 端末への実装法
Hodial Hothoric Post & Principle Committee Supplemental S
3 . 学会等名
電子情報通信学会ソサイエティ大会
4 . 発表年

1.発表者名

小西楊平,相河 聡,山本真一郎,阪井祐太

2 . 発表標題

2021年

Finger Print位置推定のNNモデル自動更新におけるデータ選別

3 . 学会等名

電子情報通信学会ソサイエティ大会

4 . 発表年 2021年

1.発表者名

坂西 優,相河 聡,山本真一郎,阪井裕太

2 . 発表標題

ResNetを用いたFinger Print位置推定

3 . 学会等名

電子情報通信学会ソサイエティ大会

4.発表年

2021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
	山本 真一郎	兵庫県立大学・工学研究科・准教授	
研究分担者	(Yamamoto Shinichiro)		
	(10514391)	(24506)	

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