

令和 7 年 6 月 9 日現在

機関番号：14603

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H03431

研究課題名（和文）マルチモーダルセンシングとモバイルフェデレーション学習による場所コンテキスト収集

研究課題名（英文）Spot context collection through multi-modal sensing and mobile federated learning

研究代表者

安本 慶一（Yasumoto, Keiichi）

奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授

研究者番号：40273396

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、ユーザ参加型センシングにおけるプライバシー保護とリアルタイム性を両立する新たなセンシング基盤を構築した。スマートデバイスでの場所状況・ユーザ感情推定とフェデレーション学習による知識共有を実現し、都市Pol混雑予測の高精度化や視線・生体センサ不要な感情推定手法を開発した。さらに、観光物体認識向けフェデレーション学習、Android端末向けオポチュニスティック学習基盤、観光地状況を反映した画像生成支援システム、群衆追跡における画像差分プライバシー+k-匿名性手法を提案し、観光・都市サービス分野での実用性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、ユーザ参加型センシングにおいてプライバシー保護とリアルタイム性を両立する新たなセンシング基盤を構築し、オンデバイス推定とフェデレーション学習を組み合わせた知識共有の枠組みを実現した。都市Pol混雑予測や視線・生体センサ不要な感情推定、画像差分プライバシー+k-匿名性手法などの成果は、学術的にセンシング技術の高度化とプライバシー配慮型AI応用の新展開を示すものである。加えて、観光・都市サービス分野での実用的価値を示しており、今後のスマートシティや持続可能な都市社会の実現に貢献する意義がある。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed a novel participatory sensing platform that achieves a balance between privacy protection and real-time capability. The system enables on-device estimation of location context and user emotions, combined with federated learning for knowledge sharing, and delivers high-precision urban Pol congestion prediction and an emotion estimation method that does not require eye-tracking or physiological sensors. Furthermore, we proposed and implemented federated learning for tourism object recognition, an opportunistic learning framework for Android devices, an automated image generation system reflecting current tourist site context, and an image differential privacy + k-anonymity method for crowd tracking, demonstrating the system's practical applicability in the fields of tourism and urban services.

研究分野：ユビキタスコンピューティング

キーワード：ユーザ参加型センシング 連合学習 ハイレベルコンテキスト推定 プライバシー保護 スマートシティ応用

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

近年、スマートフォンやウェアラブルデバイスの普及により、ユーザ参加型センシングが広がりを見せている。このアプローチは、人や車のモビリティを活用して広域の場所関連情報を効率的に収集することを可能にしている。しかし、既存のユーザ参加型センシングシステムにはいくつかの重要な課題が存在していた。

第一に、収集されるデータは生のセンサデータや手動入力のコミなどに限られており、これらを価値ある情報へと変換するにはクラウドサーバへの蓄積と集中処理が必要であった【課題 1】。この構造は、リアルタイム性や即時フィードバックを妨げ、サービスの応用範囲を制限する要因となっていた。

第二に、ユーザは位置情報や写真といったプライバシーに関わる情報の提供を求められるケースが多く、その結果、データ提供に対する心理的障壁が高まるという問題があった【課題 2】。これは、より幅広いユーザ層の参加促進を困難にし、収集可能なデータの質と量に影響を及ぼしていた。

さらに、ユーザ参加型センシングを観光ナビゲーションなどの高度なサービスに応用するには、場所ごとの最新かつ詳細なハイレベルコンテキスト（混雑度、風景、イベント状況、人々の感情など）を継続的に取得・共有する能力が求められる【課題 3】。場所の状況やそこにいる人々の感情は、時間帯、天候、季節、イベントの有無など多様な要因により大きく変動するため、その変化を捉える仕組みの構築は極めて重要である。

これらの背景を受け、本研究では以下を目指した：

- モバイルデバイス上でハイレベルコンテキストを推定する技術の開発
- オンデバイスでの学習とフェデレーションラーニング（連合学習）による知識共有の仕組みの確立
- プライバシー保護を重視したデータ活用モデルの構築
- 広域な場所における状況・感情のリアルタイム共有基盤の実現

このアプローチにより、ユーザは個人情報情報を外部に開示することなく、場所の価値や体験を高めるための情報収集・提供に貢献できる環境が整うと期待された。また、観光や交通、都市サービス分野など多様な応用が見込まれる画期的な基盤の構築が目指された。

2. 研究の目的

本研究は、ユーザ参加型センシングの可能性を飛躍的に拡張するため、プライバシー保護性とリアルタイム性を兼ね備えた新たなセンシング基盤の構築を目的としたものである。従来のユーザ参加型センシングでは、生センサデータや手動入力データの蓄積を前提としており、価値ある情報の創出にはクラウド上での集中分析が不可欠であった。そのため、即時性の欠如、ユーザ側のプライバシー懸念、データ提供への心理的障壁といった課題が存在し、社会実装やサービス展開の広がりには一定の制約があった。

本研究ではこうした課題を克服し、ユーザが普段利用しているスマートフォンやウェアラブルデバイスを活用して、場所に関連するハイレベルなコンテキスト情報——すなわち混雑状況や環境要素、さらには人々の感情や満足度といった主観的情報——をオンデバイスで推定・学習することを目指した。その上で、学習済モデルや推定結果を、連合学習（Federated Learning）を通じてデバイス間で共有することにより、ユーザのプライバシーを保護しつつ、広域な場所情報の高精度な集約と知識の共有を可能とする仕組みを構築する。

さらに、観光ナビゲーションや都市サービスなど多様な応用分野においては、場所ごとの状況やユーザの感情が季節・天候・時間帯・イベント等によって常に変動する。こうした動的なハイレベルコンテキストを継続的かつタイムリーに収集・共有する基盤の確立は、ユーザ体験の質的向上のみならず、新たな価値創出につながるものと期待される。

本研究は、ユーザ参加型センシングにおけるデータの収集と活用の在り方を根本的に刷新し、ユーザのプライバシーを保ちつつリアルタイムな知識共有を実現する新しいパラダイムを提案するものである。その成果は、観光分野のみならず、交通、商業、地域活性化、さらには災害対応など幅広い分野への波及効果が見込まれる。

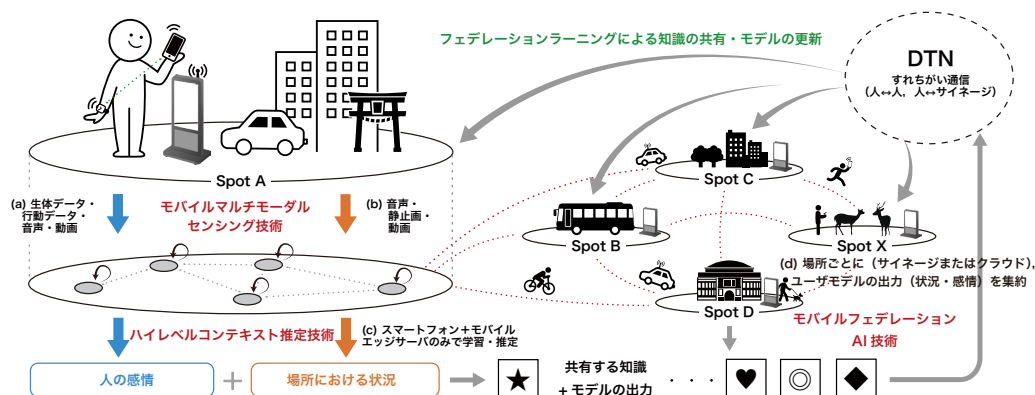


図 1: 参加型ハイレベルコンテキスト収集基盤の概要

3. 研究の方法

本研究では、ユーザ参加型センシングの新たな基盤技術として、モバイルマルチモーダルセンシング技術、ハイレベルコンテキスト推定技術、モバイルフェデレーション AI 技術を統合し、プライバシー保護とリアルタイム性に優れたハイレベルコンテキスト収集基盤の実現を目指した。そのために、以下の方法により研究開発を進めた (図 1)。

まず、対象とするユースケースを明確にするため、観光分野を中心にユースケースシナリオを設計し、必要となるハイレベルコンテキスト (場所の混雑度や環境状況、人の感情や満足度など) を定義した。これをもとに、センシング機構の設計とデータ取得方針を策定した。

モバイルマルチモーダルセンシング技術の開発では、スマートフォンやウェアラブルデバイスを用いて、多様なセンサデータ (顔画像、音声、生体情報、周囲映像・音声・環境データ等) を取得する機構を構築した。特に、ユーザの感情推定に向けては既存研究 (EmoTour など) を発展させ、より高精度な推定を可能とするためのマルチモーダルデータ統合の手法を開発した。

ハイレベルコンテキスト推定技術の開発においては、モバイルデバイス上での処理性能を考慮しつつ、深層学習を活用したコンテキスト推定モデルを構築した。場所状況の推定では YOLO 等の物体認識技術と環境データを組み合わせ、ユーザの感情推定では生体情報と行動データ、音声・画像情報などを組み合わせることで高精度化を図った。加えて、状況・感情の時間的変化を捉えるため、時系列データ処理にも対応したモデル設計を行った。

モバイルフェデレーション AI 技術では、ユーザデバイス間やサイネージデバイス等との間で、認識結果やモデルパラメータを連合学習の枠組みで共有する機構を実装した。連合学習の通信量削減のため、パラメータの選別交換技術を新たに考案し、DTN (遅延耐性ネットワーク) やモバイル通信 (4G/5G) を組み合わせることで効率的な知識共有を可能とした。

また、これらの技術を統合したソフトウェア基盤を構築し、観光エリア (奈良市など) においてアプリケーションとして実装、実証実験を行った。実験では、観光地におけるハイレベルコンテキストの収集・共有と、その有用性や新たな価値創出効果を評価した。

以上の手法により、ユーザのプライバシーを保護しながら、高付加価値な場所情報と人の感情情報を分散的かつリアルタイムに収集・共有できる新たな参加型センシング基盤の実現を目指した。

4. 研究成果

1) データ取得機構

ユーザ参加型センシングにおける機能の柔軟性と運用容易性を両立する新たなプラットフォームを設計・実装した [1]。モジュール化された機能群とシナリオベースの構成手法により、技

術的スキルを持たない主催者や一般市民でも容易に都市環境情報の収集・共有が可能となった。

また、観光支援におけるユーザ体験の高度化に向け、観光行動中の観光客のマルチモーダルセンサデータユーザを収集し、感情や満足度を推定する既存方式 EmoTour を拡張・改善する研究開発を行った[2]。

2) ハイレベルコンテキスト推定

都市全体の PoI (Point of Interest) レベルでの混雑予測のため、PoI 毎の混雑度の実測データ (1 の機構等を使って測定) とシミュレーション結果を統合する人流予測手法を開発した[3]。PoI 間遷移確率と合成人口データを用いた人流シミュレーションにより、最大コサイン類似度 0.961 という高精度な混雑予測を実現した。部分的な観測データのみからでも高精度な将来混雑推定が可能であり、都市型デジタルツイン構築への有効性を示した。

感情推定に関して、観光行動中の観光客の感情・満足度推定システム (EmoTour) において、PCA とサブグループ分析を適用することで、高価な視線・生体センサを省略しても高精度な推定が可能であることを示した[4]。これにより、現実適用性・コスト効率性の高い観光体験支援システムの実現に貢献した。

3) モバイルフェデレーション AI とソフトウェア基盤

観光物体認識モデルの構築に向けて、個人端末間の短距離通信と連合学習を活用する FedTour を提案・実装した[5]。モデル性能向上を事前予測して通信回数を最小限化するアルゴリズムを開発し、実観光地のモバイル端末軌跡データに基づくシミュレーションにより、従来手法比約 1.2 倍の高精度な学習効果を確認した。

また、オポチュニスティックネットワーク環境下におけるフェデレーテッドラーニング向けに、衝突のない独立サブネットワーク学習方式を提案・実装した[6]。各ノードが独立にサブネットワークを訓練・交換することで、断続的な通信環境でも高精度なグローバルモデル構築を可能にした。災害画像分類タスクにて 75.06% の高精度を達成し、実環境・資源制約下での有効性を示した。

さらに、Android 端末上で動作するオポチュニスティックフェデレーテッドトランスファーラーニングフレームワーク「OPTIMIST」を開発・実装した[7]。TensorFlow Lite ベースのプロトタイプを構築し、4 種の実 Android 端末にて実機評価を実施した。端末間でのサブネットワーク単位のモデル交換と学習を行い、1 バッチ当たり約 1.5~2 秒、1 エポック約 25~33 秒程度の実行性能を確認し、現実的なスマートデバイス上での実用性を示した。

4) アプリケーション

観光地のハイレベルコンテキストを反映した画像を自動生成し、観光地選択を支援するシステムを開発した[8]。テンプレート画像と 1) - 3) の手法や外部 API 等から得た天候・季節感・混雑度・時間帯等のコンテキスト情報をもとに、セマンティックセグメンテーション+スタイル変換等の手法によりコンテキストを反映した画像を生成し、モバイルアプリ上で提示した。奈良市での実証実験 (11 名・観光行動中) にて、従来型のテンプレート画像提示に比べ、観光地選択時の評価スコアが+0.27、実景一致度スコアが+0.45 向上し、特に季節感・混雑度の認知改善が統計的に有意に確認された。

また、カメラ画像を活用したスマートシティ向け人流分析におけるプライバシー課題に対応するため、画素レベルの新たな「画像差分プライバシー (Image Differential Privacy)」メカニズムを提案・実装した[9]。画素化と色量子化を組み合わせた手法により、歩行者画像の視覚的品質と個人情報量を大幅に低減しつつ、人物再識別 (re-ID) 性能と属性分類性能 (性別分類など) を高水準で維持可能なプライバシー・ユーティリティトレードオフを実現した。Market1501 データセットでの実験において、従来の画像ぼかしや顔隠しよりも高い匿名性と再識別性能の両立を確認し、スマートシティにおけるプライバシー配慮型歩行者流情報システム構築への有効性を示した。さらに、画像データに対する差分プライバシー (Differential Privacy, DP) と k-匿名性 (k-anonymity) の両概念を拡張し、人流分析向け歩行者画像への適用手法を新たに提案・実装した[10]。従来の画素単位 DP に加え、非一様ノイズ付加と部分インペインティングを

組み合わせた Segmented CAM-based DP (SegCAM-IDP) を新たに開発した。また、画像における k-匿名性を評価する新たな手法を導入し、画像の匿名性向上と視覚的品質のトレードオフを体系的に分析した。Market1501・RAP・FairFace データセットでの大規模実験により、提案手法が従来のぼかし・顔隠し (Face Occlusion) ・従来 DP 手法よりも匿名性 (k 値) と再識別性能 (mAP) ・属性分類性能 (F1 スコア) の両立に優れることを確認した。

References

- [1] Yuki Matsuda, Shogo Kawanaka, Hirohiko Suwa, Yutaka Arakawa, [Keiichi Yasumoto](#): **ParmoSense: Scenario-based Participatory Mobile Urban Sensing Platform with User Motivation Engine**, Sensors and Materials, Vol. 34, No. 8, pp. 3063-3091, 2022.
- [2] Ryoya Hayashi, Yuki Matsuda, Manato Fujimoto, Hirohiko Suwa, [Keiichi Yasumoto](#): **Multimodal Tourists' Emotion and Satisfaction Estimation Considering Weather Conditions and Analysis of Feature Importance**, Proc. of the 13th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2021), pp. 145-150, 2021.
- [3] Haruka Sakagami, Osamu Yamada, Yuki Matsuda, Hirohiko Suwa, [Keiichi Yasumoto](#): **A method for city-wide PoI-level congestion prediction via assimilation of actual and simulation-based PoI congestion data**, Proc. of the 10th IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP2024), pp. 39-46, 2024.
- [4] Lucas Maris, Yuki Matsuda, Ramin Sadre, [Keiichi Yasumoto](#): **Towards Cheaper Tourists' Emotion and Satisfaction Estimation with PCA and Subgroup Analysis**, Proc. of the 2023 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops and other Affiliated Events (PerCom Workshops, PerAwareCity ' 23), pp. 502-508, 2023.
- [5] Shusaku Tomita, Jose Paolo Talusan, Yugo Nakamura, Hirohiko Suwa, [Keiichi Yasumoto](#): **FedTour: Participatory Federated Learning of Tourism Object Recognition Models with Minimal Parameter Exchanges between User Devices**, Proc. of the 2022 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops and other Affiliated Events (PerCom Workshops, StarLESS ' 22), pp. 667-673, 2022.
- [6] Victor Romero II, Tomokazu Matsui, Yuki Matsuda, Hirohiko Suwa, [Keiichi Yasumoto](#): **Towards Opportunistic Federated Learning Using Independent Subnetwork Training**, Proc. of the 10th IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP2024), pp.174-181, 2024.
- [7] Victor Romero II, Tomokazu Matsui, Yuki Matsuda, Hirohiko Suwa, [Keiichi Yasumoto](#): **OPTIMIST: Opportunistic Federated Transfer Learning for Mobile Devices using Sequential Independent Subnetwork Training**, Proc. of the 2025 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops and other Affiliated Events (PerCom ' 25 Workshops, EDGE-Well 2025), pp. 183-188, 2025.
- [8] Masaki Kawanaka, Yugo Nakamura, Hirohiko Suwa, [Keiichi Yasumoto](#): **Automated Image Generation Reflecting Current Status of PoIs for Supporting On-Site Tourist Destination Selection**, Proc. of the 13th International Conference on the Internet of Things (IoT ' 23), pp. 121-128, 2023.
- [9] Lucas Maris, Yuki Matsuda, [Keiichi Yasumoto](#): **Protecting Cross-camera Person Re-identification Data with Image Differential Privacy**, Proc. of the 10th IEEE International Conference on Smart Computing (SmartComp 2024) Workshops, pp. 386-391, 2024.
- [10] Lucas Maris, Yuki Matsuda, [Keiichi Yasumoto](#): **Differential Privacy and K-anonymity for Pedestrian Image Data: Impact on Cross-camera Person Re-identification & Demographic Predictions**, ACM Transactions on Cyber-Physical Systems (TCPS), 2025.

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 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Research Dawadi, Teruhiro Mizumoto, Yuki Matsuda, Keiichi Yasumoto	4. 巻 22
2. 論文標題 PATROL: Participatory Activity Tracking and Risk Assessment for Anonymous Elderly Monitoring	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/s22186965	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 Lucas Maris, Yuki Matsuda, Keiichi Yasumoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Differential Privacy and K-anonymity for Pedestrian Image Data: Impact on Cross-camera Person Re-identification & Demographic Predictions	5. 発行年 2025年
3. 雑誌名 ACM Transactions on Cyber-Physical Systems	6. 最初と最後の頁 -
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 1件/うち国際学会 8件）

1. 発表者名 Hiroki Ishimaru, Yugo Nakamura, Manato Fujimoto3, Hirohiko Suwa, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 A QoS-Aware 3D Point Cloud Streaming from Real Space for Interaction in Metaverse
3. 学会等名 Cloud2Things 2023: 3rd Workshop on From Cloud to Things: harnessing pervasive data in the Computing Continuum（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Lucas Maris, Yuki Matsuda, Ramin Sadre, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 Towards Cheaper Tourists' Emotion and Satisfaction Estimation with PCA and Subgroup Analysis
3. 学会等名 PerAwareCity 2023: 8th International Workshop on Pervasive Context-Aware Smart Cities and Intelligent Transportation Systems（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 河中昌樹, 中村優吾, 諏訪博彦, 安本慶一
2. 発表標題 観光における次訪問スポット決定支援のためのPoI現況画像の自動生成法と評価
3. 学会等名 情報処理学会 第194回マルチメディア通信と分散処理研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Arnan Maipradit, Yumiko Moriyama, Tomoki Okuro, Makoto Yoshida ^{1,2} , Nobuya Tachimori, Sinya Akiyama, Hirohiko Suwa, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 PAVEMENT: Passing Vehicle Detection System with Autonomous Incremental Learning using Camera and Vibration Data
3. 学会等名 IEEE 96th Vehicular Technology Conference (VTC Fall 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 Toward Realizing Smart World by IoT and EdgeAI
3. 学会等名 IEEE Global Conference on Artificial Intelligence & Internet of Things (2022 IEEE GCAIoT) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shusaku Tomita, Jose Paolo Talusan, Yugo Nakamura, Hirohiko Suwa, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 FedTour: Participatory Federated Learning of Tourism Object Recognition Models with Minimal Parameter Exchanges between User Devices
3. 学会等名 The 1st Workshop on Serverless computing for pervasive cloud-edge-device systems and services (StarLESS '22) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 富田 周作, 中村 優吾, 諏訪 博彦, 安本 慶一
2. 発表標題 端末間の近距離通信を使ったFederated Learningによる観光オブジェクト認識モデルの参加型学習法とその評価
3. 学会等名 第29回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 富田 周作, 中村優吾, 諏訪博彦, 安本慶一
2. 発表標題 観光オブジェクト認識モデルのユーザ参加型構築手法の提案
3. 学会等名 マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2021) シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Lucas Maris, Yuki Matsuda, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 Protecting Cross-camera Person Re-identification Data with Image Differential Privacy
3. 学会等名 10th IEEE International Conference on Smart Computing (SmartComp 2024) Workshops (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Victor Romero II, Tomokazu Matsui, Yuki Matsuda, Hirohiko Suwa, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 Towards Opportunistic Federated Learning Using Independent Subnetwork Training
3. 学会等名 10th IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP2024) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Victor Romero II, Tomokazu Matsui, Yuki Matsuda, Hirohiko Suwa, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 OPTIMIST: Opportunistic Federated Transfer Learning for Mobile Devices using Sequential Independent Subnetwork Training
3. 学会等名 2025 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops and other Affiliated Events (PerCom '25 Workshops, EDGE-Well 2025) (国際学会)
4. 発表年 2025年

1. 発表者名 Haruka Sakagami, Osamu Yamada, Yuki Matsuda, Hirohiko Suwa, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 A method for city-wide PoI-level congestion prediction via assimilation of actual and simulation-based PoI congestion data
3. 学会等名 0th IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP2024)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Masaki Kawanaka, Yugo Nakamura, Hirohiko Suwa, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 Automated Image Generation Reflecting Current Status of PoIs for Supporting On-Site Tourist Destination Selection
3. 学会等名 13th International Conference on the Internet of Things (IoT 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023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	諏訪 博彦 (Suwa Hirohiko) (70447580)	奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・准教授 (14603)	

6. 研究組織（つづき）

	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	水本 旭洋 (Mizumoto Teruhiro) (80780006)	大阪大学・大学院情報科学研究科・特任講師（常勤） (14401)	
研究分担者	松田 裕貴 (Matsuda Yuki) (90809708)	奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・助教 (14603)	

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