

令和 2 年 6 月 17 日現在

機関番号：14603

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16H01721

研究課題名（和文）リアルタイムコンテンツキュレーションのための参加型センシング基盤

研究課題名（英文）Participatory Sensing Platform for Real-time Content Curation

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） 33,680,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、異なるセンサデータ流の組合せによる活用、多様かつ大量のデータ流の流通・処理・分析の効率化、複数のデータ流の解析結果の知的編纂と高価値コンテンツの作成・提供の3つの課題を解決するセンシング基盤IFoTを構築し、応用システムの設計・開発を通してIFoT基盤の有用性を評価した。本研究の成果は、11編の論文誌、35編の国際会議で発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

スマートデバイスが生成するデータ流のボリュームは急増している。これらのデータをクラウドで処理しユーザにフィードバックする従来のデータ処理モデルでは、広域無線通信網やクラウドに大きな負荷を与えるだけでなく、データが即時に活用されない問題が生じている。本研究は、IoTデバイスやモバイルデバイスが生成するデータを、発生源の近くで「地産地消」の概念で処理・活用するためのプラットフォームを実現し、IoTデバイスといった貧弱なデバイスでも分散処理により高度なサービスが実現できることを示した点で学術的意義があり、また、災害に強い地域サービスが低コストで構築可能になった点で社会的意義があると考えている。

研究成果の概要（英文）：In this study, we constructed a sensing platform called IFoT which solves three problems: utilization by combining different sensor data streams; efficiency of distribution, processing, and analysis of a large number of diverse data streams; intelligent compilation of analysis results of multiple data streams; and creation and provision of high-value content. The results of this study have been published in 11 journals and 35 international conferences.

研究分野：情報科学

キーワード：参加型センシング キュレーション 分散処理 機械学習

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

高機能モバイル端末、広域無線通信ネットワークの発展・普及により、広域なエリアをカバーする様々な位置情報付データを多数のモバイル端末ユーザにより効率よく収集するユーザ参加型センシングが広く使われるようになってきた。現実世界の状況、例えば、様々な都市や地域における騒音、空気の汚染度、交通状況、天気、さらには景観情報までもが、モバイルユーザにより収集されたデータの分析により分かるようになった。しかしながら、多くの参加型センシングシステムは、データを収集後、オフラインによる解析を経て、ある程度遅れて分析結果をサービスとして提供する。実時間でのサービス提供を行うシステムは少ないのが現状であった。また、参加型センシングでは、参加者に様々な場所で実際にセンシングしてもらう必要があるため、センシングへの参加を促すインセンティブも非常に重要な課題となっていた。

研究代表者は、参加型センシングにおける主要な課題であった、(1) 実時間でのサービス提供、(2) ユーザへのインセンティブの解決を目指した研究開発を行っており、当時までに、(1)に関しては、車載スマートフォンが走行中に撮影したビデオをリアルタイムに解析し、景観の良い道路を自動認識し、地点情報およびショートビデオを完全自動かつリアルタイムにユーザ間で共有するシステム **SakuraSensor** (ACM UbiComp 2015 等で発表)を、(2)に関しては、参加型センシングにゲーミフィケーションの概念をいち早く導入したシステムを開発し、同じ報酬でもユーザの参加確率を 20%以上向上できることをフィールド実験を通して確認した (**IEEE CROWDSENSING2014** 等で発表)。これらの研究開発を通して、参加型センシングが今後さらに発展・普及していくためには、次のような新たな課題を解決しなければならないことが分かった。

一つ目の課題は、異なるセンサデータ流の組合せによる活用（課題1）である。前述の **SakuraSensor** では、桜の開花度合いを関連付けた地図・動画が共有されるが、例えば位置情報付 SNS メッセージを分析し、各 PoI（興味地点）の情報をサービスに統合し提供することで、よりユーザにとって価値の高い情報を提供できる可能性がある。しかしながら、当時、複数の参加型センシングで収集した分析結果を効率良く実時間で再利用・統合し、新たなサービスとして提供する仕組みは存在していなかった。

二つ目の課題は、多様かつ大量のデータ流の流通・処理・分析の効率化（課題2）である。IoT 技術の進展により、あらゆるモノがインターネットに接続され、膨大なデータ流が生成される時代を迎えつつある状況であった。しかしながら、全てのデータ流をクラウドサーバに蓄積し処理する従来の方式では、サービス提供までの遅延時間が大きくなるだけでなく、通信、計算、ストレージ資源を浪費し、通信・処理負荷によるサービスの質の低下、サービス提供コストの高騰につながる恐れがある。**SakuraSensor** では、スマートフォン側で映像解析を行い、各地点における桜の開花度合いを算出し、度合いが高い箇所のみショートビデオを切り出しクラウドに送信・共有することでこの問題にある程度対処している。しかし、実時間サービスの提供のためには、多様なセンシングデバイスから生成されるデータ流をデバイス間で効率良く流通させ、大量のデータ流の処理・解析をスケーラブルに実行する汎用的な基盤が必要である。また、通信障害への対応、低コストでの導入・維持、プライバシー情報漏洩等も考慮し、クラウドレス環境での実現法も検討する必要がある。同様の考え方として、クラウドサーバをセンサやユーザ側の近くに配備するというエッジコンピューティングやフォグコンピューティングなどの概念が提唱されているが、これらはクラウド技術の延長であり、インフラの整備が必要な点で、普及には時間とコストがかかる。

三つ目の課題は、複数のデータ流の解析結果の知的編纂と高価値コンテンツの作成・提供（課題3）である。どのデータ流を使用し、どういった処理・分析を行い、結果をどう統合するかは無数の組合せがあり、その中からユーザにとって価値の高いコンテンツを容易に編纂する技術が求められる。この知的編纂のことをキュレーションと呼ぶ。キュレーションを行うためには、ユーザの潜在的な要求、サービス提供者のクリエイターとしてのセンスが求められるが、実時間コンテンツキュレーションのためには、これらを反映したキュレーションの自動化もしくは半自動化のための技術が必要不可欠である。

2. 研究の目的

本研究では、上記で述べた課題1～3を解決する参加型センシング基盤を構築するとともに、本基盤の応用システムを設計・開発し、その有用性を評価することを目的としている。

具体的には、参加型センシングを用いて取得した様々なデータ流をリアルタイムにキュレーション(知的編纂)し、ユーザにとって価値の高いコンテンツとして提供するため、(A) 異種センサデータ流を統一的に扱う適応的データ流ゲートウェイ(GW)機構、(B) センサデータ流の処理をその発生源の近くで局所的に処理可能な分散処理機構、(C) ユーザの潜在的な要求を反映した高価値コンテンツを実時間で知的編纂する知的コンテンツキュレータを設計・開発し、リアルタイムコンテンツキュレーションのための処理基盤として実現することを目標としている。この目的を実現するため、表1に示すように研究開発項目(A)-(D)とそれぞれ3つの副研究項目を定めた。

表 1 : 研究開発項目

A. 適応的データ流GW	A1	異種センサデータ流の統一的表现形式
	A2	データ形式・通信方式のゲートウェイ機能
	A3	データ粒度自動調整機能
B. 地産地処データ流処理エンジン	B1	デバイス間ネットワーク形成機能
	B2	ストリーム処理・ストリーム学習機能
	B3	データ流処理の分散実行機能
C. 知的データ流キュレータ	C1	キュレーション処理記述言語
	C2	キュレーション処理実行機能
	C3	キュレーション自動学習機能
D. 実験と評価	D1	アプリケーションの設計・開発
	D2	シミュレーション実験
	D3	フィールド実験

3. 研究の方法

上記目的を達成するため、2016～2019年度の4年間にわたり研究開発を行った。

2016年度は、(A1)異種センサデータの統一表現形式の策定、(C1)コンテンツ作成手順(キュレーション)記述言語の定義、および、(A2)デバイス間ゲートウェイ機能、(B1)デバイス間ネットワーク形成機能、(C2)キュレーション処理実行機能の基本設計を行った。

上記(A2)、(B1)、(B2)、(C1)、(C2)の基本設計を含むミドルウェアのプロトタイプを構築し、カメラから取得した画像データをローカル環境で分散実行し、リアルタイムに顔認識するシステムを実現した。研究成果は、分散システムに関する国際会議 IEEE ICDCS 2016 でデモ発表を行った。また、ミドルウェアの論文を、エッジコンピューティングに関する国際ワークショップ(WEC 2016、ICDCS 2016 Workshop)で発表を行った。また、(A1)の統一表現形式に関しては、任意の地理的エリアに対する時空間解像度データを分散検索可能なフォーマットを考案し、情報処理学会 MBL 研究会で発表した。

2017年度は、(A2)データ流のゲートウェイ機能、(C2)キュレーション処理実行機能、また、デバイス間のデータ流のリアルタイム流通を可能にするための、(A3)データ粒度自動調整機能の設計開発を行った。さらに、比較的大きなサイズのデータ流に対しても、ローカル計算資源を組み合わせ活用しリアルタイム処理を可能にするための、(B3)データ流処理の分散実行機能の基本設計を行った。これらの設計開発、周辺技術およびアプリケーションに関する研究成果は、電子情報通信学会論文誌、IEEE Access、JCMSI の各論文誌と、国際会議 IEEE PerCom、IEEE ICDCS、ICMU、IWSSS で発表した。

2018年度は、本研究のメインチャレンジとなる、研究項目(B3)データ流処理の分散実行機能の実現、研究項目(C3)キュレーション自動学習機能の実現に関する研究開発を行い、提案基盤における基本機能を一通り完成させた。また、本基盤で動作するアプリケーションの設計・開発および、提案手法の評価実験のためのシミュレーション環境の構築を開始した。本年度の研究開発に関する成果は、情報処理学会論文誌、電子情報通信学会論文誌、計測自動制御学会の英論文誌、国際誌 Sensors (JCR のインパクトファクター2.475)の各論文誌と、エッジコンピューティングに関するトップ会議 IEEE/ACM SEC2018、ウェアラブルコンピューティングに関するトップ国際会議 ACM ISWC2018 を含む 13 件の査読あり国際会議に論文を発表した。また、国際ワークショップ IEEE InfoFlow2018 での招待講演を行った。

最終年度の 2019 年度は、これまでに開発した (A)-(C)の機能群を活用するアプリケーションを実現するための研究開発を行った。具体的には、参加型センシングにより収集した写真や動画をもとに、任意の指定した観光経路での観光の様子を直観的に把握可能にする短編ビデオを自動生成する観光支援キュレーションシステム、都市の道路網を走行する車両の走行情報を路側機に収集し、ドライバーからの経路探索クエリへの応答を路側機群の分散処理により生成するシステム、および関連技術を開発し、評価を行った。本年度の研究成果は、Sensors and Materials(2 編)、Smart Cities、Journal of Sensors の各国際論文誌と、IEEE ICFC2020、IEEE ISORC 2020、IEEE SmartComp2020 などの著名国際会議に発表した。

4. 研究成果

本研究の主な成果として、(1) センサデータ流処理基盤 IFoT (Information Flow of Things)、(2) IFoT を利用した具体的なアプリケーションが得られた。以下に詳細を記述する。

(1) センサデータ流処理基盤 IFoT

機能(A)-(C)を備え、センサデータをリアルタイムに収集・処理・流通させることが可能なミ

ソフトウェアアーキテクチャ IFOt (Information Flow of Things) を実現した (図 1)。

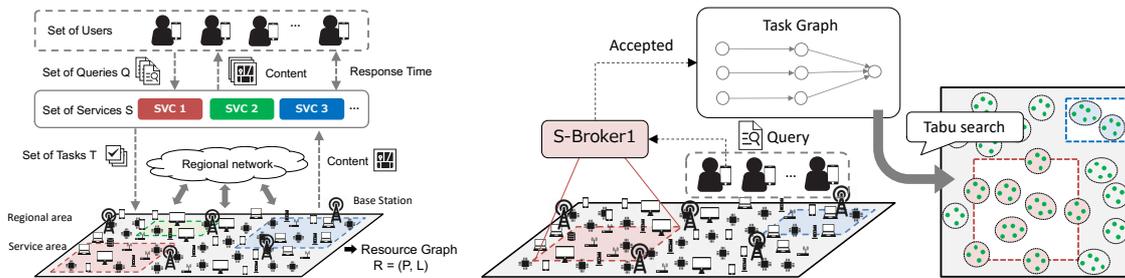


図 1: IFOt 基盤 (左: 想定環境, 右: タスク割当)

IFOt 基盤は、ユーザのモバイルデバイスや IoT デバイスが生成するセンサデータを、「地産地消」という概念のもと、データ発生源の近くで処理し、処理結果をサービスとして即座にユーザに提供することを目的としている。その目的のため、IoT デバイスやモバイルデバイス (ノード) の持つ計算資源を仮想化し、サービスを実現するための一連のタスクをデータ発生源の近くのノードに割り当てる (Tabu search を使用)。サービスごとにタスク割当を行うことが可能なデバイスの存在エリア (サービスエリア) を設定し、サービスエリア内のデバイス群が協調し分散処理を行うことで、ユーザに「地産地消」でのサービスを提供する。ユーザ数が増え、サービスエリア内の計算資源が不足する際には、サービスエリアを動的に広げることで利用可能な資源を増やす、適応的スケールアウト機構も実現している。

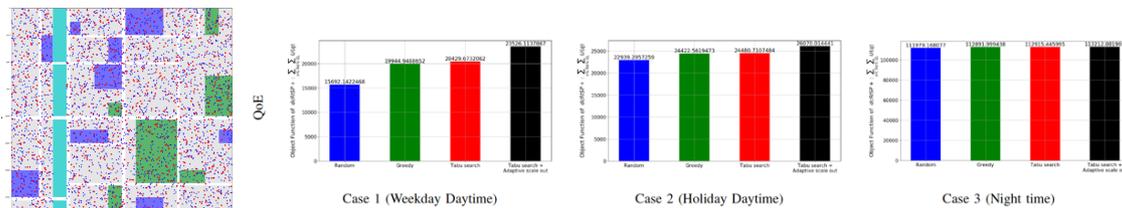


図 2: 観光エリアを想定したサービス性能

2Km×2Km のエリア (京都市東山地区を想定、図 2 左) に 4000 のデバイス (モバイルデバイス+IoT デバイス) が置かれている環境を想定し、3つのサービス: ホームユーザ向け (灰色エリア、計算コスト小、1~6 クエリー/分)、オフィスユーザ向け (青色エリア、計算コスト中、1~6 クエリー/分)、観光客向け: (緑色エリア、計算コスト大、1~6 クエリー/分) を提供した際のサービス受信時間に基づくユーザの QoE (Quality of Experience) をシミュレーションにより評価した。結果を図 2 右に示す。提案手法 (Tabu search, Tabu search + Adaptive Scaleout) は他の手法 (Random, Greedy に比べ)、高い QoE が達成できていることがわかる。

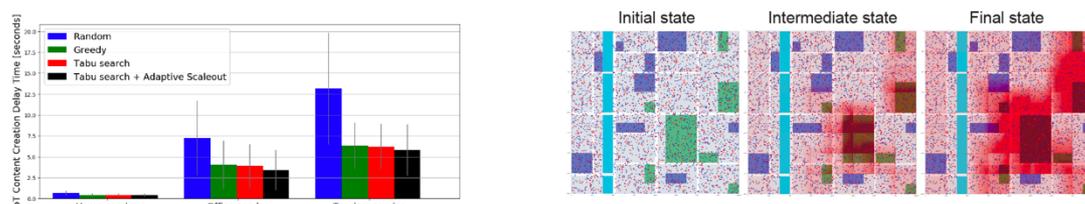


図 3: 遅延時間 (左) と適応的スケールアウトの状況 (右)

クエリーに対する応答時間の平均を図 3 左に、適応的スケールアウトの状況を図 3 右に示す。提案手法は、低い遅延時間を達成しており、観光客向けサービスにおける高負荷に対応するため計算リソースの使用エリアを動的に広げていることが分かる。

(2) IFOt を利用したアプリケーション:

IFOt 基盤は、これまで広域通信・クラウドでの処理が必要であった IoT システムをデータ発生源近くの IoT デバイスのみからなる分散システムにより実現することができることが特徴である。この特徴を利用した IoT システムとして、道路に設置された路側機 (RSU: Road Side Unit) からなる分散システムにおいて、自動車向け経路計画サービスを実現した。本研究では、米国ナッシュビル市の 20km×20km エリアの道路網を対象とし、613 個の格子領域 (グリッド) に分割した (図 4)。各グリッドの面積は約 600 m² である。各グリッドには RSU (Raspberry Pi 級の計算能力を想定) が設置されており、RSU は、グリッド内の道路網情報 (グラフ)、各道路を通過する自動車の平均速度を記録・保持している。このような想定環境のもと、各 RSU は近くの自動車から、現在地・目的地が指定されたクエリを受け取り、RSU 間の分散計算により、最も到着時間が早くなる経路を算出しユーザに提示する。

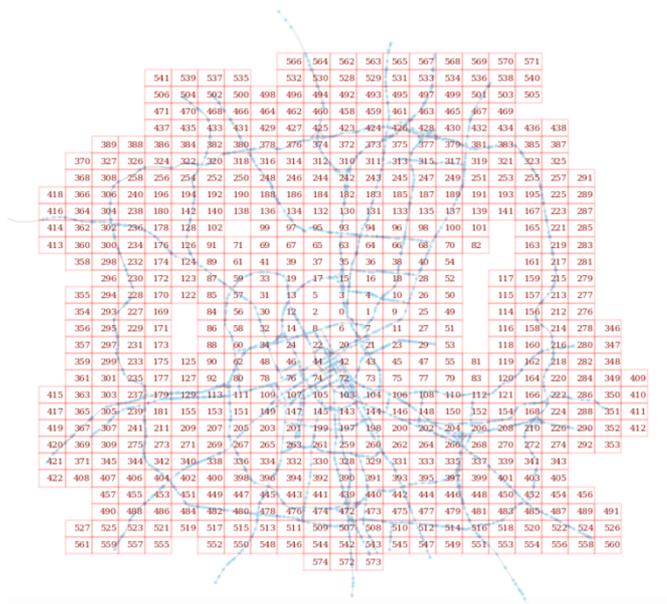


図 4：対象道路網（米国、ナッシュビル市）

一般に、求める経路は複数のグリッドをまたがるため、まず、対象経路を含むグリッドの列を求め、グリッド列の各グリッドについて順番に、(RSU がタスクを実行することで) グリッド内の最短経路を算出し、連結していくというアプローチをとる。ここで、対象エリアの中心付近は道路が密集しており、多くの経路が中心付近を通過する。そのため、中心付近のグリッドのRSUには多くの計算タスクが集中し、計算時間が増大するため、クエリー応答時間が大きくなってしまふ。これを解決するため、IFoT の適応的スケールアウト機能を用いて、あるグリッド内の経路の計算を近隣のグリッドで行う。しかし、近隣のグリッドは自身のグリッド内の最新の交通状況を把握しているものの、近隣の他のグリッドの交通状況は、古い状況しか保持していない(交通状況はグリッド間で定期的に交換し搬搬させると仮定しているが、遠いグリッドに対しては保持している交通状況が古い)。そのため、応答時間の短さと経路探索結果の正確さにはトレードオフが発生する。この問題を、応答時間一定以内のもとで、正確さを最大化する問題として定義し、問題を解くアルゴリズムを開発し、IFoT 上に実装し評価した。100 クエリーを処理した際の

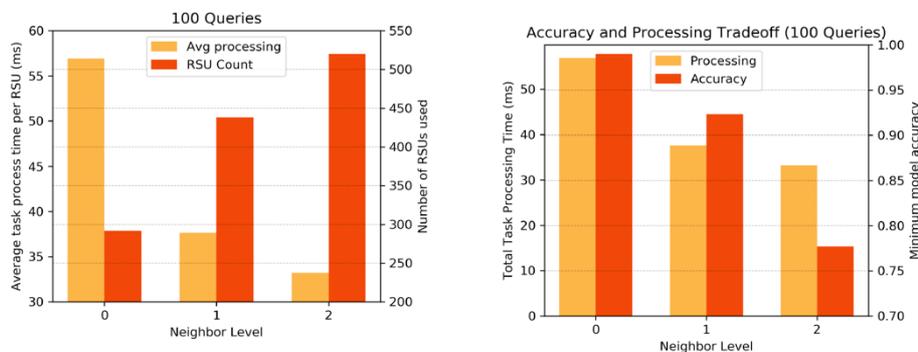


図 5：クエリーの応答時間（左）、探索経路の正確さ（右）

結果を図 5 に示す。

図 5 左に示すように、適応的スケールアウトにより、負荷の高いグリッド (RSU) でのタスク処理を近隣のグリッド (RSU) にオフロードすることにより、使用される RSU 数が増加し、各 RSU での平均タスク処理時間が大きく (約 30%) 減少していることがわかる。また、図 5 右に示すように、この時の探索経路の正確さの低下度合いは、近隣レベル 1 の時は、7%の低下にとどまっている (99 から 92)。しかし、近隣レベル 2 までオフロードした時は、正確さは 78%まで低下する。

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 1件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 梅木寿人, 中村優吾, 藤本まなと, 水本旭洋, 諏訪博彦, 荒川豊, 安本慶一	4. 巻 60 (2)
2. 論文標題 混雑度の偏りを考慮した避難所決定手法	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 608-616
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 -
1. 著者名 Yuki Matsuda, Dmitrii Fedotov, Yuta Takahashi, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto, Wolfgang Minker	4. 巻 18 (11)
2. 論文標題 EmoTour: Estimating Emotion and Satisfaction of Users Based on Behavioral Cues and Audiovisual Data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 1-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s18113978	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 Shogo Maenaka, Hirohiko Suwa, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto	4. 巻 11 (4)
2. 論文標題 Heart Rate Prediction for Easy Walking Route Planning	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration	6. 最初と最後の頁 284-291
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9746/jcmsi.11.284	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 -
1. 著者名 山口弘純, 安本慶一	4. 巻 J101-B (5)
2. 論文標題 (招待論文) エッジコンピューティング環境における知的分散データ処理の実現	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌B	6. 最初と最後の頁 298-309
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 0.14923/transcomj.2017M010001	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 Luhanga Edith Talina, Hippocrate Akpa Akpro Elder, Suwa Hirohiko, Arakawa Yutaka, Yasumoto Keiichi	4. 巻 6
2. 論文標題 Identifying and Evaluating User Requirements for Smartphone Group Fitness Applications	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 3256-3269
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2018.2793844	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 Masashi Fujiwara, Yukitoshi Kashimoto, Manato Fujimoto, Hirohiko Suwa, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto	4. 巻 10 (5)
2. 論文標題 Implementation and Evaluation of Analog-PIR-sensor-based Activity Recognition	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration	6. 最初と最後の頁 385-392
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9746/jcmsi.10.385	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 -

1. 著者名 Elder Akpa A.H, Hirohiko Suwa, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto	4. 巻 10 (5)
2. 論文標題 Smartphone-Based Food Weight and Calorie Estimation Method for Effective Food Journaling	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration	6. 最初と最後の頁 360-369
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9746/jcmsi.10.360	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 -

1. 著者名 E. M. Trono, M. Fujimoto, H. Suwa, Y. Arakawa, K. Yasumoto	4. 巻 100
2. 論文標題 Generating pedestrian maps of disaster areas through ad-hoc deployment of computing resources across a DTN	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Computer Communications	6. 最初と最後の頁 129-142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.comcom.2016.12.003	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 -

1. 著者名 Yuki Kanaya, Shogo Kawanaka, Hirohiko Suwa, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto	4. 巻 32
2. 論文標題 Automatic Route Video Summarization based on Image Analysis for Intuitive Touristic Experience	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 599-599
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2020.2616	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 -

1. 著者名 Kazuki Moriya, Manato Fujimoto, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto	4. 巻 32
2. 論文標題 Effective Trilateration-based Indoor Localization Method Utilizing Active Control of Lighting Devices	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 625-625
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2020.2613	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 -

1. 著者名 Masato Hidaka, Yuki Kanaya, Shogo Kawanaka, Yuki Matsuda, Yugo Nakamura, Hirohiko Suwa, Manato Fujimoto, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto	4. 巻 3
2. 論文標題 On-site Trip Planning Support System Based on Dynamic Information on Tourism Spots	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Smart Cities	6. 最初と最後の頁 212-231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/smartcities3020013	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35件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 35件)

1. 発表者名 Yuki Kanaya
2. 発表標題 Automatic Tour Video Summarization Focusing on Scene Change for Advance Touristic Experience
3. 学会等名 2nd IEEE Conference on Multimedia Information Processing and Retrieval (MIPR 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jose Paolo Talusan
2. 発表標題 Evaluating Performance of In-Situ Distributed Processing on IoT Devices by Developing a Workspace Context Recognition Service
3. 学会等名 10th International Workshop on Information Quality and Quality of Service for Pervasive Computing (IQ2S'19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ann-Kathrin Holatka
2. 発表標題 Volleyball Setting Technique Assessment Using a Single Point Sensor
3. 学会等名 2019 International Workshop on Pervasive Flow of Things (PerFoT2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wataru Sasaki
2. 発表標題 Predicting Occurrence Time of Daily Living Activities Through Time Series Analysis of Smart Home Data
3. 学会等名 Third International Workshop on Pervasive Smart Living Spaces (PerLS'19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Atsushi Otsubo
2. 発表標題 BeatSync: Walking Pace Control through Beat Synchronization between Music and Walking
3. 学会等名 17th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom2019) (Demo) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yugo Nakamura
2. 発表標題 In-Situ Resource Provisioning with Adaptive Scale-out for Regional IoT Services
3. 学会等名 Third ACM/IEEE Symposium on Edge Computing (SEC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Philipp Voigt
2. 発表標題 Feasibility of Human Activity Recognition Using Wearable Depth Cameras
3. 学会等名 2018 International Symposium on Wearable Computers (ISWC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Teruhiro Mizumoto
2. 発表標題 An Energy Aware Testing Framework for Smart-Spaces
3. 学会等名 30th IFIP International Conference on Testing Software and Systems (ICTSS 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jose Paolo Talusan
2. 発表標題 Near Cloud: Low-Cost Low-Power Cloud Implementation for Rural Area Connectivity and Data Processing
3. 学会等名 1st IEEE International Workshop on Flow Oriented Approaches in Internet of Things and Cyber-Physical Systems (InfoFlow 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Manato Fujimoto
2. 発表標題 A Smart Fridge for Efficient Foodstuff Management with Weight Sensor and Voice Interface
3. 学会等名 International Workshop on Application of Wireless Ad hoc and Sensor Networks (AWASN ' 18) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yugo Nakamura
2. 発表標題 Design and Evaluation of In-situ Resource Provisioning Method for Regional IoT Services
3. 学会等名 IEEE/ACM International Symposium on Quality of Service 2018 (IWQoS 2018), Poster (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shogo Kawanaka
2. 発表標題 A gamified participatory sensing for tourism: the effect to a sightseeing
3. 学会等名 Third International Workshop on Smart Sensing Systems (IWSSS ' 18) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Kanaya
2. 発表標題 Preference-aware Video Summarization for Virtual Tour Experience
3. 学会等名 Third International Workshop on Smart Sensing Systems (IWSSS ' 18) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 Information Flow of Things: Framework for Realizing Regional IoT Services through In-Situ Data Processing
3. 学会等名 1st IEEE International Workshop on Flow Oriented Approaches in Internet of Things and Cyber-Physical Systems (InfoFlow 2018) (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuhito Umeke, Yugo Nakamura, Manato Fujimoto, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 Real-Time Congestion Estimation in Sightseeing Spots with BLE Devices
3. 学会等名 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2018)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 Platforms for Smart City Applications
3. 学会等名 19th International Conference on Distributed Computing and Networking (ICDCN 2018) (Panel) (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 Smart Home and Smart Appliance Control: Past Efforts and New Challenges
3. 学会等名 19th International Conference on Distributed Computing and Networking (ICDCN 2018) (SCC Workshop) (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名	Yuta Takahashi, Naoki Shirakura, Kenta Toyoshima, Takuro Amako, Ryota Isobe, Jun Takamatsu, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題	DeepRemote: A Smart Remote Controller for Intuitive Control through Home Appliances Recognition by Deep Learning
3. 学会等名	The Tenth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU 2017) (国際学会)
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	Shogo Maenaka, Hirohiko Suwa, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題	Recommending Optimal Route for Walking Support based Heart Rate Prediction
3. 学会等名	The Second International Workshop on Smart Sensing Systems (IWSSS ' 17) (国際学会)
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	Masato Hidaka, Yuki Matsuda, Shogo Kawanaka, Yugo Nakamura, Manato Fujimoto, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題	A System for Collecting and Curating Sightseeing Information toward Satisfactory Tour Plan Creation
3. 学会等名	The Second International Workshop on Smart Sensing Systems (IWSSS ' 17) (国際学会)
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	Teruo Higashino, Hirozumi Yamaguchi, Akihito Hiromori, Akira Uchiyama, Keiichi Yasumoto
2. 発表標題	Edge Computing and IoT Based Research for Building Safe Smart Cities Resistant to Disasters
3. 学会等名	37th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS 2017) (国際学会)
4. 発表年	2017年

1. 発表者名 Yugo Nakamura
2. 発表標題 Design and Implementation of Middleware for IoT Devices toward Real-Time Flow Processing
3. 学会等名 2016 IEEE 36th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yugo Nakamura
2. 発表標題 Middleware for Proximity Distributed Real-time Processing of IoT Data Flows
3. 学会等名 2016 IEEE 36th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kazuki Moriya
2. 発表標題 Daily Living Activity Recognition with ECHONET Lite Appliances and Motion Sensors
3. 学会等名 First International Workshop on Mobile and Pervasive Internet of Things (PerIoT 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Eri Nakagawa
2. 発表標題 Toward Real-Time In-Home Activity Recognition Using Indoor Positioning Sensor and Power Meters
3. 学会等名 First International Workshop on Pervasive Smart Living Spaces (PerLS 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yukitoshi Kashimoto
2. 発表標題 ALPAS: Analog-PIR-sensor-based Activity Recognition System in Smarthome
3. 学会等名 31st IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yukitoshi Kashimoto
2. 発表標題 Floor vibration type estimation with piezo sensor toward indoor positioning system
3. 学会等名 7th International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kazuki Moriya
2. 発表標題 Indoor Localization based on Distance-illumination Model and Active Control of Lighting Devices
3. 学会等名 7th International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Edgar Marko Trono
2. 発表標題 Milk Carton: Family Tracing and Reunification System using Face Recognition over a DTN with Deployed Computing Nodes
3. 学会等名 2016 International Workshop on Information Flow of Things (IFoT 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Sopicha Stirapongsasuti
2. 発表標題 Privacy-Aware Sensor Data Upload Management for Securely Receiving Smart Home Services
3. 学会等名 6th International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Michael Wilbur
2. 発表標題 Time-dependent Decentralized Routing using Federated Learning
3. 学会等名 23rd IEEE International Conference on Real-Time Distributed Computing (ISORC 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Jose Paolo Talusan
2. 発表標題 On Decentralized Route Planning Using the Road Side Units as Computing Resources
3. 学会等名 2020 IEEE International Conference on Fog Computing (ICFC 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuya Sano
2. 発表標題 Demand Collection System using LPWA for Senior Transportation with Volunteer
3. 学会等名 2nd International Workshop on Pervasive Computing for Vehicular Systems (PerVehicle 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Atsushi Otsubo
2. 発表標題 Walking Pace Induction Application based on the BPM and RhythmValue of Music
3. 学会等名 8th EAI International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare (MobiHealth 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jose Paolo Talusan
2. 発表標題 Smart Transportation Delay and Resiliency Testbed based on Information Flow of Things Middleware
3. 学会等名 3rd IEEE International Workshop on Big Data and IoT Security in Smart Computing (IEEE BITS) (国際学会)
4. 発表年 2019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	荒川 豊 (Arakawa Yutaka) (30424203)	九州大学・システム情報科学研究所・教授 (17102)	
研究分担者	藤本 まなと (Fujimoto Manato) (80758516)	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)	
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)	

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	水本 旭洋 (Mizumoto Teruhiro) (80780006)	大阪大学・情報科学研究科・特任助教（常勤） (14401)	
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・特任准教授 (14603)	