

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：62615

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2018～2021

課題番号：18KK0279

研究課題名（和文）次世代モビリティをサポートする自己進化型車載エッジプラットフォームの研究開発

研究課題名（英文）Self-Evolving Vehicular Edge Platform for Next Generation Mobility Support

研究代表者

計 宇生（Ji, Yusheng）

国立情報学研究所・アーキテクチャ科学研究系・教授

研究者番号：80225333

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は高度道路交通システムや自動運転車による近い将来のモビリティをサポートするために、サービス要求に効率よく対応する自己進化型車載エッジプラットフォームの実現を目指している。そのため、車両の移動によるダイナミックなネットワーク環境の変化、無線リソースの制限、アプリケーション要求の多様性に対応し、路車間・車車間通信のための最適な無線通信方式と通信経路の選択方法、車載環境におけるコンテキスト・awareな計算資源と通信資源の割当を自律分散的に行う制御アルゴリズムなどについて検討と評価を行い、自己進化型資源管理と制御のためのオンライン深層強化学習モデルに基づくフレームワークを提示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高度道路交通システムや、自動運転車による近い将来のモビリティの世界では、人やモノの移動方式が劇的に変化し、車内は人間にとって新たな生活空間になる。本研究は、路車間・車車間通信を利用し、車両間連携並びに路側機やクラウドとの連携で、車両が外の世界と密なコミュニケーションを取ることを可能にし、高精度な3次元地図情報や、動画情報配信などの車両IoTサービスを支える基盤技術としての利用が期待される。また、車両内のアプリケーションが多く出現し、計算資源を車両間で共有する潜在的な需要に対応する車載エッジコンピューティングプラットフォームの実現に貢献するものである。

研究成果の概要（英文）：This research aimed to design algorithms and frameworks for vehicular edge platform for the internet of vehicles to support next-generation mobility, which will be enabled by Intelligent Transportation Systems and autonomous vehicles. To cope with the dynamic network environment due to the mobility of vehicles, the scarcity of wireless resources, and the variety of application requirements, we studied the methodology and algorithms of optimal selections of wireless technologies and routing decisions for vehicle-to-vehicle and vehicle-to-infrastructure communications, as well as context-aware resource allocation for computation and communications in a distributed and autonomous manner, and proposed online deep reinforcement learning-based framework for realizing self-evolving resource control and management.

研究分野：情報通信工学

キーワード：車両ネットワーク エッジコンピューティング 車両IoT 自律分散制御

1. 研究開始当初の背景

高度道路交通システムや、自動運転車による近い将来のモビリティの世界では、人やモノの移動方式が劇的に変化し、車内は人間にとって新たな生活空間になる。その実現に向けて、コネクテッドビークルや路車間・車車間通信を活用した車両 IoT (Internet of Vehicles) システムに関する研究の取組が進められている。車両の自動走行の本格化に向けて、自動運转向けの高精度な 3 次元地図情報に加え、事故情報や渋滞情報などの動的情報、その他付加的な情報のデータ配信が必要となる。また、自動車への動画配信や、観光地情報の配信などの車内サービスの拡大も予想される。路車間・車車間通信を利用し、車両間連携並びに路側機やクラウドとの連携で、より迅速かつ正確に車両周囲の状況を認識し、外の世界と密なコミュニケーションを取ることが可能になる。しかし、複雑な通信環境に対応し、多様なサービス品質要求を保証するためには、車両の移動によるダイナミックなネットワーク環境の変化、車両の高密度分布による無線リソースの制限、異なるアプリケーションと通信パターンへの対応が必要であり、多くの課題が残されている。

2. 研究の目的

近い将来のモビリティ社会で車両走行の安全性を高め、自動運転を実現していくためには、車両と周囲との繋がりが不可欠である。さらに、乗車している時間をより快適で有効にするための車両内のアプリケーションが多く出現し、計算資源を車両間で共有する潜在的な需要も生まれると考えられる。そのために、隣接車両間 (V2V) や車両と周囲のインフラストラクチャ間 (V2I) での通信のみならず、計算資源の共有も可能になるような車載プラットフォームの設計が必要である。

本研究は、時間、場所、および利用者によって大きく異なるサービス要求に素早く、効率よく対応する自己進化型車載エッジプラットフォームの検討と評価が目的である。深層強化学習を用いてノードの分布、通信トラフィックパターンを考慮したアドホック/D2D (Device-to-Device) /セルラーなどの無線通信方式と通信経路、およびエッジサーバの選択を最適に行う手法を研究開発する。車両や路側機をエッジサーバとして利用することで、移動性の高い車両ネットワークにおける高効率なデータ収集、処理と配布をエッジ側の自律制御で実現する。必要な場合、コンテンツを相対速度の低いエッジノードから取得することで、車両の移動によるネットワーク環境の変化の課題を解決する。また、エッジノードでのデータキャッシュ、情報の収集、データ処理を行うことで、無線リソースの利用効率を上げ、車両の高密度分布による無線リソースの制限に対処する。さらに、アプリケーションの通信パターン、サービス品質要求、デバイス性能を考慮した深層強化学習を車載通信に適用し、通信の種類ごとに異なるエッジノードを選択するなど、コンテキスト・アウェアな自律制御でアプリケーションの多種多様な要求に対応する。

3. 研究の方法

本研究では、高度な移動性に対応する車載エッジプラットフォームの設計、高密度な車両分布にも対応できる無線通信方式の選択と経路制御、車載環境の多様性に対応するコンテキスト・アウェアな計算と通信資源の割当、深層強化学習を用いた自己進化型制御といった研究項目により研究を実施する。また、これらの研究内容について、国際共同研究の枠組みを利用して共同研究を進め、海外の研究協力者の協力のもと、実証実験による性能の検証を行う。具体的な研究方法と研究内容は以下の通りである。

車載エッジプラットフォームの設計では自律分散的にシステム性能の最適化を行うことが可能になるメッセージ交換の仕組みを設計し、そのオーバヘッドなどの評価を行う。移動ノードをダイナミックエッジとして活用し、自動的にエッジ機能を切替える方法を検討する。自律分散ネットワークにおける情報交換・保存の仕組みは重要であることを意識し、そのための汎用的な枠組みを提案する。プラットフォームの設計は、エッジノードを選択するための情報収集プロトコルと選択されたエッジノードによる情報配布プロトコルの機能に焦点を当てて研究を進める。

路車間・車車間通信のための無線通信方式の選択と経路制御では、短距離高スループット通信と遠距離通信を効率よく組み合わせ、多階層のネットワーク構造を実現する。理論解析と合わせて、現実的なネットワークシミュレーションを使用して、特定の通信方式や経路が選択された場合のネットワークスループットの変化などを定量的に評価する。それによって変動性の高い車載環境、ノード密度の変化に対応し、最適な通信方式と情報伝達経路、エッジノードをスマートに選ぶシームレスな知性を目指す。また、車両や路側機で協調してキャッシュを置くことで、通信量と遅延の削減を目指し、車両が密集している状況下でも高性能な通信を実現可能にする。

コンテキスト・アウェアな資源割当では、次世代モビリティ環境におけるコンテキストの利用方法について検討する。ここでいうコンテキストとは、利用可能な無線通信手段、近隣ノードの地理的位置、電波送受信能力、チャネル品質、アプリケーションのサービス品質要求、利用者の好みと需要などが考えられる。これら情報の収集と利用には自律分散型エッジプラットフォーム

ムが最も適している。本項目では、車載環境におけるコンテキストの利用によって、自律分散的に資源割当の最適化を行う手法を提案する。

車載ネットワーク環境が複雑なため、数式で問題をモデル化し、解析するには限界がある。そこで、深層強化学習を用いた自己進化型制御の研究項目では、深層強化学習を用いて、通信環境を自律的に学習する手法を提案する。各ユーザ端末が通信品質をエッジノードにフィードバックし、エッジノードがその結果に基づいて、行動の正否を判断する。またその結果を利用して、ニューラルネットワークを訓練する。深層強化学習を用いることで、困難だった複雑な多元環境におけるエッジノードを最適に選択するアルゴリズムを開発し、システム全体のスループットを改善する。

4. 研究成果

車載環境における通信、処理、およびデータのキャッシングは、モバイルエッジコンピューティングを導入することによって、クラウドよりも高いレスポンス性が得られることが期待できる。平成30年度では、車載エッジプラットフォームの設計に関する研究において、走行車両が隣接車や路側機およびクラウドへの計算負荷(タスク)のオフロードを行うことが可能になる枠組みを設計し、そのための分散スケジューリングアルゴリズムを提案した。この枠組みでは、車両の走行による環境の変化を考慮し、自律的に最適なオフロード先を選択することが可能となり、走行車両において多彩な計算機能を自ら搭載しなくても利用可能になることが期待される。また、マルチホップによる車両間のパケット転送を行う場合、情報量や通信の種類(ユニキャストやマルチキャスト)等によって、最も有効なエッジノードを自律分散的に選択できるような方法を提案した。

さらに、自律分散型制御を行う車両ネットワークでは、車両間のトラスト管理が不可欠である。そのために、ファジー論理に基づくトラスト評価と、直接に観測できない相手に対しても間接的なトラスト評価が可能な分散トラスト管理メカニズムを提案し、シミュレーションによる有効性の評価を行った。

令和元年度における路車間・車車間通信のための無線通信方式の選択と経路制御についての研究では、まず、協調型通信の性能についての理論解析を行った。近隣車両による中継を可能にする協調型車載通信は、通信の信頼性とカバレッジの確保にとって有利であるが、車両間の干渉によって通信の性能が大きく影響される。高速道路上の車両間の通信路を Weibull フェージングとしてモデル化することにより、直接通信と中継による協調型通信の性能を評価した。それによって協調型車両通信における経路制御の指針が得られた。

また、車載エッジコンピューティング関連では、周囲の車両や路側機からの視覚情報に基づく運転補助のためのタスクのオフロード方式について検討した。車載環境におけるサービス需要と供給の時空間的变化に対応して、部分的に観測されたマルコフ決定プロセスに基づき遅延と解像度を適応させて行う方策を提案した。異なる時間帯のバス経路と実世界の映像を用いて提案方式を評価し、その有効性を示した。

さらに、道路トラフィックのビッグデータを利用した車両 IoT の実現方法について検討した。道路トラフィックのビッグデータを利用して道路における車両密度や車両の走行速度を予測し、それらの情報を利用したマルチホップ車載通信を提案した。提案アルゴリズムをブロードキャスト通信プロトコルとして実現することにより、車載通信の効率が改善できることを示した。

令和2年度では、エッジ間協調的データ収集、コンテキスト・アウェアな資源割当、深層強化学習を用いた自律分散型制御に関連する研究内容を実施した。

エッジノードを利用して計算を有効に行うことによって遅延を削減することが可能であるが、車載環境において通信経路を素早く有効に確立することが課題である。そのために本研究では、エンドユーザ、エッジノード、およびクラウド間の連携に基づく深層強化学習による方法で、通信経路を予見的に発見し、通信要求が発生した時に素早く対応できるようにする。また、車両環境で時々刻々に変化する状況を学習することで新しい経路へのダイナミックな切替にも対応できる。これらを実現するために、ファジー論理を使って、車両の移動速度、車両分布、および車両間の接続性を総合的に考慮し、エッジの選択を分散的に行う方法を提案した。

車両から収集した視覚データは、実時間の道路トラフィック情報の把握や自動運転に利用することが可能である。本研究では、車両ネットワークにおける視覚データのクラウドソーシングをサポートし、タイムリーで正確なデータ収集を行う方法の検討を行い、コンテキスト・アウェアなクラウドソーシングのためのタスク割当アルゴリズムを設計した。一部の車両をエッジ(またはフォグ)ノードとし、カバレッジ内にある他の車両から視覚データを収集し処理する役割を担う。そのために、タスク割当をマルコフ決定過程として定式化し、深層強化学習を利用したタスク割当方策で収集するデータの情報品質(Quality of Information)を高めながら遅延を短縮することを可能にした。

令和3年度では、アドホック通信に適した経路制御方法、情報の鮮度(Age of Information)を考慮した情報の更新とタスク実行の資源割当、および自己進化型通信制御に関連する研究を実施した。また、研究協力者の協力を得て、実際の車両に搭載したノート PC 間の通信と連携により実証実験を実施した。車両が周囲の車両にタスクの実行を依頼する車両エッジコンピューティングにおけるタスクのオフロードの検証を行い、さらに車両および路側装置による分散学習の精度について評価を行った。車両の移動、車車間通信の品質、および車両の計算能力を考慮す

ることが必要であることが確認できた。

アドホック通信のための経路制御に関する研究では、事前に通信経路を構築せず、パケット転送時に受信端末が適応的な転送制御を実現する Opportunistic Routing において、蟻コロニー最適化に基づく転送適性判断により、通信効率の改善に寄与しない端末の転送への参加を抑制するとともに、特定箇所への負荷集中を抑制する手法を提案した。

遅延に敏感な高度道路交通システムサービスにとって、IoT データの情報鮮度を確保することが重要である。研究では、異なる IoT デバイス間の最も古いデータに影響される情報の共同鮮度を向上させるための送信権確保とスケジューリング問題について検討を行った。モデル化した整数線形計画問題の複雑さから、共同鮮度を上げる有効性に従って情報の更新を漸進的に行うアルゴリズムを提案し、その近似度はサービスのコストと通信遅延から得られることを証明した。既存の方式に比べて提案アルゴリズムがさまざまなシステムパラメータの設定において有効であることを示した。

モバイルユーザのための計算サービスを行うタスクオフローディングの問題においては、計算結果の更新による情報鮮度の維持を考慮したタスク実行のための資源割当問題について検討し、モバイルユーザ間の確率ゲームとしてモデル化した。ナッシュ均衡をローカルな状態とユーザの自立的な推論で得られることから、オンラインの深層強化学習モデルにより自己進化型制御の実現を可能にした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計35件（うち査読付論文 35件 / うち国際共著 28件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Cha Narisu, Du Zhaoyang, Wu Celimuge, Yoshinaga Tsutomu, Zhong Lei, Ma Jing, Liu Fuqiang, Ji Yusheng	4. 巻 3
2. 論文標題 Fuzzy Logic based Client Selection for Federated Learning in Vehicular Networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Open Journal of the Computer Society	6. 最初と最後の頁 39 ~ 50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/OJCS.2022.3163620	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 Liming Gao, Celimuge Wu, Zhaoyang Du, Tsutomu Yoshinaga, Lei Zhong, Fuqiang Liu, Yusheng Ji	4. 巻 2022
2. 論文標題 Toward Efficient Blockchain for the Internet of Vehicles with Hierarchical Blockchain Resource Scheduling	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 MDPI Electronics	6. 最初と最後の頁 1-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/electronics11050832	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 Yi-Han Chiang, Sonori Wakisaka, Chao Zhu, Hai Lin, Yusheng Ji	4. 巻 11-5
2. 論文標題 Age-Efficient Concurrent Information Update Scheduling in Edge-Native Systems	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Wireless Communications Letters	6. 最初と最後の頁 893-897
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LWC.2022.3146908	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 Xianfu Chen, Celimuge Wu, Tao Chen, Zhi Liu, Honggang Zhang, Mehdi Bennis, Hang Liu, Yusheng Ji	4. 巻 40-1
2. 論文標題 Information Freshness-Aware Task Offloading in Air-Ground Integrated Edge Computing Systems	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Journal on Selected Areas in Communications	6. 最初と最後の頁 243-258
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSAC.2021.3126075	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 Yi-Han Chiang, Hai Lin, Yusheng Ji	4. 巻 8-19
2. 論文標題 Information Cofreshness-aware Grant Assignment and Transmission Scheduling for Internet of Things	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Internet of Things Journal	6. 最初と最後の頁 202-209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JIOT.2021.3052007	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 Liming Gao, Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, Xianfu Chen, Yusheng Ji	4. 巻 2
2. 論文標題 Multi-channel Blockchain Scheme for Internet of Vehicles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Open Journal of the Computer Society	6. 最初と最後の頁 192-203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/OJCS.2021.3070714	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 Hosonuma Eri, Yamazaki Taku, Miyoshi Takumi, Yamamoto Ryo, Silverston Thomas	4. 巻 10
2. 論文標題 On treating asymmetric links in backoff-based opportunistic routing: problem and solution	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Communications Express	6. 最初と最後の頁 538 ~ 543
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2021ETL0040	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 Gao Wei, Wu Celimuge, Zhong Lei, Yau Kok-Lim Alvin	4. 巻 2022
2. 論文標題 Communication Resources Management Based on Spectrum Sensing for Vehicle Platooning	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems	6. 最初と最後の頁 1 ~ 14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TITS.2022.3148230	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 Zhu Chao, Chiang Yi-Han, Xiao Yu, Ji Yusheng	4. 巻 8-9
2. 論文標題 FlexSensing: A QoI and Latency-Aware Task Allocation Scheme for Vehicle-Based Visual Crowdsourcing via Deep Q-Network	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Internet of Things Journal	6. 最初と最後の頁 7625 ~ 7637
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JIOT.2020.3040615	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 Wang Ganggui, Wu Celimuge, Yoshinaga Tsutomu, Yin Rui, Murase Tutomu, Yau Kok-Lim Alvin, Bao Wugedele, Ji Yusheng	4. 巻 2021
2. 論文標題 Coexistence Analysis of D2D-Unlicensed and Wi-Fi Communications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Wireless Communications and Mobile Computing	6. 最初と最後の頁 1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2021/5523273	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 Cha Narisu, Wu Celimuge, Yoshinaga Tsutomu, Ji Yusheng, Yau Kok-Lim Alvin	4. 巻 9
2. 論文標題 Virtual Edge: Exploring Computation Offloading in Collaborative Vehicular Edge Computing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 37739 ~ 37751
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/access.2021.3063246	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 Wang Yang, Liu Fuqiang, Wang Chao, Wang Ping, Ji Yusheng	4. 巻 25-1
2. 論文標題 Outage Probability of SIMO MRC Receivers With Correlated Poisson Field of Interferers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Communications Letters	6. 最初と最後の頁 74 ~ 78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LCOMM.2020.3025928	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 Du Zhaoyang, Wu Celimuge, Yoshinaga Tsutomu, Chen Xianfu, Wang Xiaoyan, Yau Kok-Lim Alvin, Ji Yusheng	4. 巻 2
2. 論文標題 A Routing Protocol for UAV-Assisted Vehicular Delay Tolerant Networks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Open Journal of the Computer Society	6. 最初と最後の頁 85 ~ 98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/OJCS.2021.3054759	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 Buda Su, Wu Celimuge, Bao Wugedele, Guleng Siri, Zhang Jiefang, Yau Kok-Lim Alvin, Ji Yusheng	4. 巻 8
2. 論文標題 Empowering Blockchain in Vehicular Environments With Decentralized Edges	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 202032 ~ 202041
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2020.3036399	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 Peng Chunrong, Wu Celimuge, Gao Liming, Zhang Jiefang, Alvin Yau Kok-Lim, Ji Yusheng	4. 巻 20
2. 論文標題 Blockchain for Vehicular Internet of Things: Recent Advances and Open Issues	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 5079 ~ 5079
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s20185079	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 Wu Celimuge, Liu Zhi, Liu Fuqiang, Yoshinaga Tsutomu, Ji Yusheng, Li Jie	4. 巻 6-4
2. 論文標題 Collaborative Learning of Communication Routes in Edge-Enabled Multi-Access Vehicular Environment	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking	6. 最初と最後の頁 1155 ~ 1165
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TCCN.2020.3002253	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 Chiang Yi-Han, Chiang Tsung-Wei, Zhang Tianyu, Ji Yusheng	4. 巻 7-10
2. 論文標題 Deep-Dual-Learning-Based Cotask Processing in Multiaccess Edge Computing Systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Internet of Things Journal	6. 最初と最後の頁 9383 ~ 9398
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JIOT.2020.3004165	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 Du Zhaoyang, Wu Celimuge, Yoshinaga Tsutomu, Yau Kok-Lim Alvin, Ji Yusheng, Li Jie	4. 巻 1
2. 論文標題 Federated Learning for Vehicular Internet of Things: Recent Advances and Open Issues	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Open Journal of the Computer Society	6. 最初と最後の頁 45 ~ 61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/OJCS.2020.2992630	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 Buda Su, Guleng Siri, Wu Celimuge, Zhang Jiefang, Yau Kok-Lim Alvin, Ji Yusheng	4. 巻 8
2. 論文標題 Collaborative Vehicular Edge Computing Towards Greener ITS	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 63935 ~ 63944
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/access.2020.2985731	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 Zhaoyang Du, Celimuge Wu, Xianfu Chen, Xiaoyan Wang, Tsutomu Yoshinaga, Yusheng Ji	4. 巻 26
2. 論文標題 A VDTN scheme with enhanced buffer management	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Wireless Networks	6. 最初と最後の頁 1537-1548
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11276-019-02241-x	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 Jiliang Li, Yusheng Ji, Kim-Kwang Raymond Choo, Dieter Hogrefe	4. 巻 6-6
2. 論文標題 CL-CPPA: Certificate-Less Conditional Privacy-Preserving Authentication Protocol for the Internet of Vehicles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Internet of Things Journal	6. 最初と最後の頁 10332-10343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/jiot.2019.2938008	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 Taku Yamazaki, Ryo Yamamoto, Genki Hosokawa, Tadahide Kunitachi, and Yoshiaki Tanaka	4. 巻 E102-D
2. 論文標題 Decentralized Local Scaling Factor Control for Backoff-Based Opportunistic Routing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 2317-2328
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2019pap0004	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 Yang Wang, Fuqiang Liu, Chao Wang, Ping Wang, Yusheng Ji	4. 巻 7
2. 論文標題 Stochastic Geometric Analysis in Cooperative Vehicular Networks under Weibull Fading	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 158655-158670
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/access.2019.2950261	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 Chao Zhu, Yi-Han Chiang, Abbas Mehrabi, Yu Xiao, Antti Yla-Jaaski, Yusheng Ji	4. 巻 68-9
2. 論文標題 Chameleon: Latency and Resolution Aware Task Offloading for Visual-based Assisted Driving	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Vehicular Technology	6. 最初と最後の頁 9038-9048
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/tvt.2019.2924911	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 Quang Minh Ngo, Ryo Yamamoto, Satoshi Ohzahata, Toshihiko Kato	4. 巻 E102-D
2. 論文標題 Proposal and Performance Evaluation of Hybrid Routing Mechanism for NDN Ad Hoc Networks Combining Proactive and Reactive Approaches	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 1784-1796
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2018edp7440	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 Yi-Han Chiang, Tianyu Zhang, Yusheng Ji	4. 巻 7
2. 論文標題 Joint Cotask-aware Offloading and Scheduling in Mobile Edge Computing Systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 105008-105018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/access.2019.2931336	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 Xianfu Chen, Honggang Zhang, Celimuge Wu, Shiwen Mao, Yusheng Ji, Mehdi Bennis	4. 巻 6
2. 論文標題 Optimized Computation Offloading Performance in Virtual Edge Computing Systems via Deep Reinforcement Learning	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Internet of Things Journal	6. 最初と最後の頁 4005-4018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/jiot.2018.2876279	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 Chao Zhu, Jin Tao, Giancarlo Pastor, Yu Xiao, Yusheng Ji, Quan Zhou, Yong Li, Antti Yla-Jaaski	4. 巻 6-3
2. 論文標題 Folo: Latency and Quality Optimized Task Allocation in Vehicular Fog Computing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Internet of Things Journal	6. 最初と最後の頁 4150-4161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/jiot.2018.2875520	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 Celimuge Wu, Xianfu Chen, Xiaoyan Wang, Tsutomu Yoshinaga, Yusheng Ji	4. 巻 7
2. 論文標題 Decentralized Trust Evaluation in Vehicular Internet of Things	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 15980-15988
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/access.2019.2893262	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 Seilendria A. Hadiwardoyo, Carlos T. Calafate, Juan-Carlos Cano, Yusheng Ji, Enrique Hernandez-Orallo, Pietro Manzoni	4. 巻 7
2. 論文標題 3D Simulation Modeling of UAV-to-Car Communications	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 8808-8823
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/access.2018.2889604	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 Jingyun Feng, Zhi Liu, Celimuge Wu, Yusheng Ji	4. 巻 14-1
2. 論文標題 Mobile Edge Computing for the Internet of Vehicles: Offloading Framework and Job Scheduling	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Vehicular Technology Magazine	6. 最初と最後の頁 28-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/mvt.2018.2879647	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 Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, Yusheng Ji, Yan Zhang	4. 巻 67-12
2. 論文標題 Computational Intelligence Inspired Data Delivery for Vehicle-to-roadside Communications	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Vehicular Technology	6. 最初と最後の頁 12038-12048
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/tvt.2018.2871606	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 Celimuge Wu, Zhi Liu, Di Zhang, Tsutomu Yoshinaga, Yusheng Ji	4. 巻 56-10
2. 論文標題 Spatial Intelligence toward Trustworthy Vehicular IoT	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Communications Magazine	6. 最初と最後の頁 22-27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/mcom.2018.1800089	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 Chang An, Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, Xianfu Chen, Yusheng Ji	4. 巻 18
2. 論文標題 A Context-aware Edge-based VANET Communication Scheme for ITS	5. 発行年 2018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/s18072022	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 Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, Dabhur Bayar, Yusheng Ji	4. 巻 -
2. 論文標題 Learning for adaptive anycast in vehicular delay tolerant networks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing	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) 10.1007/s12652-018-0819-y	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

〔学会発表〕 計46件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 20件)

1. 発表者名 Bingye Liu, Yang Sheng, Xun Shao, Yusheng Ji
2. 発表標題 A Grid and Vehicle Density Prediction-Based Communication Scheme in Large-scale Urban Environments
3. 学会等名 7th International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Heli Zhang, Haonan Zhang, Xun Shao, Yusheng Ji
2. 発表標題 Relay-Assisted Task Offloading Optimization for MEC-enabled Internet of Vehicles
3. 学会等名 11th EAI International Conference on Mobile Networks and Management (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sonori Wakisaka, Yi-Han Chiang, Hai Lin, Yusheng Ji
2. 発表標題 Timely Information Updates for the Internet of Things with Serverless Computing
3. 学会等名 IEEE International Conference on Communications (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Quang Minh Ngo, Satoshi Ohzahata, Ryo Yamamoto, Toshihiko Kato
2. 発表標題 A Novel Visual-identification Based Forwarding Strategy for Vehicular Named Data Networking
3. 学会等名 11th EAI International Conference on Mobile Networks and Management (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takamichi Yamamoto, Ryo Yamamoto, Satoshi Ohzahata, Toshihiko Kato
2. 発表標題 Delay-Based Task Offloading for Fog Computing in IoT Networks
3. 学会等名 IEEE International Conference on Consumer Electronics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yusheng Ji
2. 発表標題 Task Offloading and Scheduling in MEC
3. 学会等名 3rd International Workshop of Internet of Vehicles and Edge Computing (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 計 宇生
2. 発表標題 エッジコンピューティングのためのタスクオフローディングとスケジューリング
3. 学会等名 AXIES 高品質・セキュリティICTワークショップ2021 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 脇坂園里, 江易翰, 計宇生, 林海
2. 発表標題 サーバーレスコンピューティングにおける情報鮮度を考慮したスケジューリング設計
3. 学会等名 令和3年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 玉柏昌大, 趙亮, 江易翰, 計宇生, 林海
2. 発表標題 データ収集における情報鮮度の測定に関する研究
3. 学会等名 令和3年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高谷 空飛, 山本 嶺, 大坐島 智, 細川 元気, 國立 忠秀
2. 発表標題 マルチチャンネル車内無線通信における通信資源配分手法
3. 学会等名 電子情報通信学会CQ研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松尾 優大, 山本 嶺, 大坐島 智, 山崎 託, 三好 匠
2. 発表標題 Opportunistic Routingにおける蟻コロニー最適化に基づく負荷分散手法
3. 学会等名 電子情報通信学会CQ研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原口 隆彦, 片田 寛志, 山崎 託, 三好 匠, 上田 清志, 山本 嶺, シルバーストン トーマス
2. 発表標題 ネットワーク技術を応用したUAV飛行管理システムの検討
3. 学会等名 電子情報通信学会ネットワークシステム研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩本 怜子, 三好 匠, 山崎 託, シルバーストン トーマス, 山本 嶺, 上田 清志
2. 発表標題 災害時における事前取得位置情報に基づいたUAV移動基地局の経路決定法
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原口 隆彦, 片田 寛志, 三好 匠, 山崎 託, シルバーストン トーマス, 山本 嶺, 上田 清志
2. 発表標題 高密度UAV環境における地上ビーコンを用いた分散管理手法
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Xianfu Chen, Celimuge Wu, Tao Chen, Zhi Liu, Mehdi Bennis, Yusheng Ji
2. 発表標題 Age of Information-Aware Resource Management in UAV-Assisted Mobile-Edge Computing Systems
3. 学会等名 IEEE GLOBECOM (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Eri Hosonuma, Taku Yamazaki, Takumi Miyoshi, Ryo Yamamoto, and Thomas Silverston
2. 発表標題 Handling Asymmetric Links in Backoff-based Opportunistic Routing
3. 学会等名 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Narisu Cha, Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, Yusheng Ji
2. 発表標題 Virtual Edge: Collaborative Computation Offloading in VANETs
3. 学会等名 10th EAI International Conference on Mobile Networks and Management (MONAMI 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Xianfu Chen, Tao Chen, Zhifeng Zhao, Honggang Zhang, Mehdi Bennis, Yusheng Ji
2. 発表標題 Resource Awareness in Unmanned Aerial Vehicle-Assisted Mobile-Edge Computing Systems
3. 学会等名 IEEE VTC2020-Spring (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本 領
2. 発表標題 [依頼講演] 無線マルチホップネットワークにおける通信技術とその応用
3. 学会等名 電子情報通信学会CQ研専設立30周年に向けた特別企画ワークショップ (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Wang Ganggui, Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, Yusheng Ji
2. 発表標題 Performance Analysis of D2D-Unlicensed Communications with Mode Selection
3. 学会等名 IEICE Technical Committee on Communication Quality (CQ)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tianyu Zhang, Yi-Han Chiang, Cristian Borcea, Yusheng Ji
2. 発表標題 Learning-based Offloading of Tasks with Diverse Delay Sensitivities for Mobile Edge Computing
3. 学会等名 IEEE GLOBECOM (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Siri Guleng, Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, Yusheng Ji
2. 発表標題 Traffic Big Data Assisted Broadcast in Vehicular Networks
3. 学会等名 2019 Conference on Research in Adaptive and Convergent Systems (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mitsuhiro Nakamura, Taku Yamazaki, Ryo Yamamoto, Takumi Miyoshi, Yoshiaki Tanaka
2. 発表標題 Path Aggregation Method Based on Inter-Vehicle Distance in Hierarchical VANET
3. 学会等名 34nd International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasushi Okamura, Ryo Yamamoto, Satoshi Ohzahata, Toshihiko Kato
2. 発表標題 Opportunistic Routing for Heterogeneous IoT Networks
3. 学会等名 IEEE International Conference on Consumer Electronics -Taiwan (ICCE-TW) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xun Shao, Zhi Liu, Mianxiong Dong, Hiroshi Masui, Yusheng Ji
2. 発表標題 A Competitive Approximation Algorithm for Data Allocation Problem in Heterogenous Mobile Edge Computing
3. 学会等名 2019 IEEE 89th Vehicular Technology Conference (VTC2019-Spring) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡村 也寸志, 山本 嶺, 大坐畠 智, 加藤 聡彦
2. 発表標題 IoTネットワークにおける通信規格混在型Opportunistic Routing
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村 光宏, 山崎 託, 山本 嶺, 三好 匠, 田中 良明
2. 発表標題 階層形車車間通信における走行箇所に基づく情報共有システム
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会, 通信講演論文集2
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村 光宏, 山崎 託, 山本 嶺, 三好 匠, 田中 良明
2. 発表標題 [ポスター講演] 階層形車車間通信における車両参加時の通信特性評価
3. 学会等名 第3回コミュニケーションクオリティ学生ワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本 嶺
2. 発表標題 [招待講演] 無線マルチホップネットワークにおける動的ルーチング
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, Yusheng Ji
2. 発表標題 Traffic Big Data Assisted V2X Communications
3. 学会等名 IEICE Technical Report, RCS2019-187
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, Yusheng Ji
2. 発表標題 Big Data Assisted Broadcast in VANETs
3. 学会等名 IEICE Technical Report, CQ2019-66
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, Yusheng Ji, Tutomu Murase
2. 発表標題 (Invited Talk) Empowering Vehicular Networks with Computational Intelligence
3. 学会等名 IEICE Technical Report, ICM2019-19 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ran Duo, Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, Yusheng Ji
2. 発表標題 SDN-based Handover Approach for High-Mobility Vehicles in a Hybrid VANET
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 Zhaoyang Du, Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, Yusheng Ji
2. 発表標題 A VDTN Routing Protocol with Enhanced Buffer Management Policy
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 Yu Long, Ryo Yamamoto, Taku Yamazaki, Yoshiaki Tanaka
2. 発表標題 Social-aware Cooperative Relay Selection in D2D Communication
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 中村 光宏, 山崎 託, 山本 嶺, 三好 匠, 田中 良明
2. 発表標題 階層形車車間通信における距離情報に基づく冗長経路削減手法
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 策力 木格, 吉永 努, 計 宇生
2. 発表標題 計算知能で実現する高効率なV2X通信
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中西 建登, 大坐畠 智, 山本 嶺, 加藤 聰彦
2. 発表標題 ネットワークの状況を考慮したコンテナ型コンテンツ配信基盤の検討
3. 学会等名 情報処理学会IoT研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡村 也寸志, 山本 嶺, 大坐畠 智, 加藤 聰彦
2. 発表標題 ヘテロジニアスIoTネットワークにおけるOpportunistic Routing
3. 学会等名 電子情報通信学会技術報告
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yu Long, Ryo Yamamoto, Taku Yamazaki, Yoshiaki Tanaka
2. 発表標題 A Deep Learning Based Social-aware D2D Peer Discovery Mechanism
3. 学会等名 21st International Conference on Advanced Communications Technology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Seilendria A. Hadiwardoyo, Carlos T. Calafate, Juan-Carlos Cano, Yusheng Ji, Enrique Hernandez-Orallo, Pietro Manzoni
2. 発表標題 Evaluating UAV-to-Car Communications Performance: From Testbed to Simulation Experiments
3. 学会等名 2019 IEEE Consumer Communications & Networking Conference (CCNC) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Rui Chen, Weijun Xing, Chao Wang, Ping Wang, Fuqiang Liu, Yusheng Ji
2. 発表標題 Network-coding-based Cooperative V2V Communication in Vehicular Cloud Networks
3. 学会等名 13th EAI International Conference on Communications and Networking in China (ChinaCom 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Zhaoyang Du, Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, Yusheng Ji
2. 発表標題 A Vehicular DTN Routing Protocol with Enhanced Buffer Management Policy
3. 学会等名 電子情報通信学会 CQ研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Zhaoyang Du, Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, Yusheng Ji
2. 発表標題 A Prophet-based DTN protocol for VANETs
3. 学会等名 4th IEEE International Conference on Cloud and Big Data Computing (CBDCOM 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ran Duo, Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga, and Yusheng Ji
2. 発表標題 SDN-based Handover Approach in IEEE 802.11p and LTE hybrid vehicular networks
3. 学会等名 4th IEEE International Conference on Cloud and Big Data Computing (CBDCOM 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Zhaoyang Du, Celimuge Wu, Tsutomu Yoshinaga
2. 発表標題 A Prophet-based DTN protocol for VANETs
3. 学会等名 電子情報通信学会 CQ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
研究分担者	策力 木格 (Wu Celimuge) (90596230)	電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授 (12612)	
研究分担者	山本 嶺 (Yamamoto Ryo) (90581538)	電気通信大学・大学院情報理工学研究科・准教授 (12612)	
研究分担者	江 易翰 (Chiang Yi-Han) (10824196)	大阪公立大学・大学院工学研究科・助教 (24403)	

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			
中国	同済大学	上海交通大学	浙江大学	他1機関
フィンランド	VTT技術研究センター	アールト大学	オウル大学	
米国	マイクロソフトリサーチ	ニュージャージー工科大学		

共同研究相手国	相手方研究機関			
ドイツ	ゲッティンゲン大学			
スペイン	バレンシア工科大学			
ノルウェー	オスロ大学			
マレーシア	サンウェイ大学			