

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03232

研究課題名(和文) エッジコンピューティングのための通信プラットフォーム垂直統合開発

研究課題名(英文) Vertical integrated development of communication platform for edge computing

研究代表者

太田 能 (Ohta, Chikara)

神戸大学・科学技術イノベーション研究科・教授

研究者番号：10272254

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)：自動車対歩行者の交通事故では歩行者の飛び出しに起因するものが最も多い。そこで本研究は、(課題1)エッジコンピューティング(EC)アプリケーションを、アプリ開発者がフック関数を定義することで容易に実現できるようにするアプリケーションプラットフォーム(情報・通信連携基盤)を開発、(課題2)その応用として車車間通信により歩行者画像を共有、Re-identificationすることでデッドスポットにいる歩行者を認知可能とする歩行者検出アルゴリズムを開発、さらに(課題3)ネットワークシミュレーションにより通信容量を分析、これらにより情報・通信連携基盤と歩行者検出アルゴリズムの有効性を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発した情報・通信連携基盤は、アプリケーション開発者がIoTデバイス連携を容易に実現できるようにするものであり、一つの情報基盤上で多様なサービス展開することを可能とする。また、車車間通信による人物画像共有、人物照合技術により、歩行者の飛び出しなどに起因する交通事故を減らすことを目指す取り組みである。エッジコンピューティング環境におけるアプリケーション開発を促進するとともに、交通安全に寄与することを旨とするものであり、社会的意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：Most car-to-pedestrian traffic accidents are caused by pedestrians jumping out. In this research, (Task 1) we have developed an application platform (information/communication cooperation platform) that enables developers to quickly write edge computing (EC) applications by defining hook functions; (Task 2) as an application, we have developed a pedestrian detection algorithm that makes it possible to recognize pedestrians in dead spots by sharing and re-identifying pedestrian images through vehicle-to-vehicle communication; (Task 3) we have investigated the communication capacity by network simulation. Finally, we have revealed the effectiveness of the information/communication cooperation platform and the pedestrian detection algorithm.

研究分野：情報通信

キーワード：サービス構築基盤技術 画像情報処理 ネットワークプロトコル エッジコンピューティング

1. 研究開始当初の背景

交通事故総合分析センターの2010年から2014年の統計データによれば、自動車対歩行者の交通事故の34.1%を歩行者の飛び出しが占めている。将来的に車の自動運転が実現されたとしても、人の無理な横断などに起因する交通事故は発生しうると考えられる。

近年、車の自動運転の要素技術としてコネクテッドカーについての研究開発が活発に進められている。ところが、車載カメラ、ミリ波レーダ、レーザレーダによる歩行者検出の多くは、一車両のみでの検討に留まっており、遠方の人物や遮蔽物で一部しか人物が見えない状況では、検出精度は著しく劣化することが根本的問題となっている。これは、車車間通信により一部あるいは完全に見えない場所(デッドスポット)にいる人物情報を共有すれば改善されると考えられる。しかしながら、そういった研究は意外にも少ない。つい最近の研究として、低速域(20 km/h以下)での簡易スマートフォンアプリケーション実装評価 [1] が報告されているが、異なる車載カメラによる人物情報を付き合わせることなく用いる荒い方式であり、通信トラフィック量の評価は含まれていない。

歩行者情報共有の手段は、必ずしも車車間通信に限定されるものではなく、車・基地局間など通信も利用されうる。この際、必要な通信トラフィック量、要求される遅延、情報配信の範囲などに応じて、Dedicated Short Range Communications (DSRC) や Long Term Evolution (LTE) など車両に実装された通信方式を適切に選択・連携させることが望ましい。また、情報の共有・処理は、DSRC 路側無線装置や LTE 移動体基地局内に置かれた計算機資源を介して行われることも考えられる。これは、近年、注目されているエッジコンピューティング (Edge Computing、以下 EC) の目指すところである。EC は、モノやコトをインターネットで結びつける Internet of Things (IoT) の即時性が要求されるアプリケーションに対して有効と考えられており、2015年11月設立の OpenFog Consortium や 2014年12月設立の European Telecommunications Standards Institute, Industry Specification Group, Multi-access Edge Computing (ETSI ISG MEC) で、マルチベンダー装置がつながるオープンなプラットフォーム仕様・API (Application Programming Interface) 仕様の標準化が試みられている。ETSI ISG MEC は、2017年7月に5編の API 関連の仕様書を発行したが、結局のところ、エッジ間を移動するデータをどのように分散管理し、どのようにデータ更新に応じた処理をおこなうのかについて、アプリケーション開発者が独自に設計しなければならない。また、ユースケースとして、コネクテッドカーサービスが示されているが、その実現はサードパーティ事業者に任されている。

上記の背景を踏まえ、DSRC や LTE など複数あるいはそのどれかの通信方式が利用可能であることを前提に、車両密度や車両速度によって、どの程度離れた車両からこういった処理結果を入手すれば、デッドスポットにいる歩行者を精度よく検出できるアルゴリズムが開発できるか、かつ、このような即時性が要求されるエッジコンピューティングアプリケーションを、ソフトウェアとして効率よく開発するにはどうすべきか、その指針を与えることが重要であるとの考えに至った。

2. 研究の目的

本研究の概要を図2に示す。本研究の目的は、上記の学術的問いに対して、技術動向も踏まえた技術検討を行うことにある。具体的には、課題1: IoTデバイスからの情報を連携させる、また、通信方式を連携させるための EC アプリケーションプラットフォーム (以下、情報・通信連携基盤と呼ぶ) の開発、課題2: DSRC や LTE などの複数の通信方式を適切に組み合わせた車両連携による歩行者検出アルゴリズムの開発、課題3: ネットワークシミュレーション (エミュレーション) や実証実験による課題1・2の連携開発と情報・通信連携基盤の有効性の検証、の3つの課題に取り組み、上記、学術的問いを解明する。

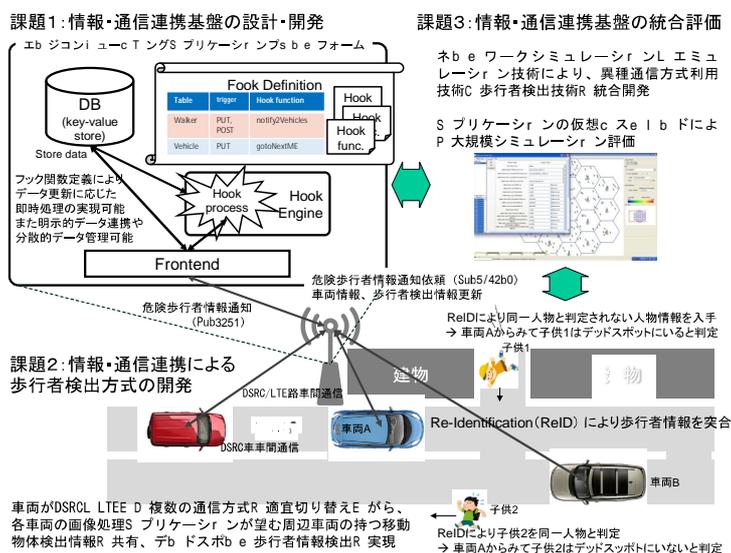


図1: 各課題の概要と関係

3. 研究の方法

(1) 情報・通信連携基盤の設計・開発（課題1）

汎用的な Key-value 型データベースに対して、アプリケーション開発者がフック関数（データへの書き込み、参照などに応じて、特定の処理を呼び出す機能）を定義することにより、データ更新に応じた即時処理を可能とする。これにより、関連サービスの起動や関連デバイスへのデータ配信といったデータ連携に加え、アプリケーションの特徴を用いた明示的分散データ管理を可能とする。

(2) 情報・通信連携による歩行者検出方法の開発（課題2）

上述の F. Li らの取り組みでは全く考慮されていない、別車両からの歩行者認識情報が同一人物かどうかを結びつける Re-Identification (ReID) を行うことにより、デッドスポットにいる人物を高い確率で検出し、かつ、不要なアラートを削減することをねらう。

(3) 情報・通信連携基盤の統合評価（課題3）

課題1や課題2の基盤となる車車間通信について、ネットワークシミュレーション等を活用して、通信スループットやデータ廃棄率等の基礎検討を行うことに加え、チャンネル割当などの改良を試みる。

4. 研究成果

(1) 情報・通信連携基盤の設計・開発（課題1）

エッジコンピューティング環境において低遅延なアプリケーションを簡単に作成できるようにするため、データキャッシュルールを明示的に指定可能な分散 Key-Value ストアを開発した。図2にその概要を示す。本ストアは分散したエッジサーバ群から構築され、単一論理空間上でテーブルやデータ要素を共有し、データ要素はエッジサーバ群に分散配置される。データ要素のキャッシュを関連エッジサーバに配置することも可能である。図2では道路区間 X、Y のデータ要素はエッジ P に配置されているが、X のキャッシュを Q にも配置している。データ要素への更新処理は、システムによって自動的に本体データやキャッシュへ伝搬される。例えば、緊急車両が道路区間 X に進入したという情報がエッジ P に追加された場合、随時そのキャッシュをもつエッジ Q に反映される。キャッシュ先は、対象データ要素の属性値もしくは関連データの属性値に基づいて指定できる。データ要素ごとに指定するのではなく、どの属性に基づいてキャッシュするのか、その論理パスをテーブルごとに指定することで、開発者はアプリケーションに応じたキャッシュルールを導入可能である。

例えば、各道路区間にいる歩行者の特徴情報をあつめ、車両に提供するアプリケーションを実現したいとする。歩行者のデータ要素は、各自の最寄りのエッジに分散配置されているとする。一般にある道路区間にいる歩行者を検索するには、

該当歩行者のいる可能性があるエッジすべてを検索する必要がある。前述の明示的キャッシュ機構により、歩行者データ要素をあるエッジにキャッシュして検索することも可能であるものの必要のない属性のキャッシュや一貫性保証など無駄も多い。これに対して、本研究では継続的クエリにより図3のように道路区間上の歩行者データ要素の特徴属性一覧を道路区間データ要素内の一属性（灰色吹き出し部分）として集約できるようにする。これにより、アプリケーションは道路区間データ要素として簡単に歩行者の特徴を取得できるようになる。各エッジにおいて継続的クエリを実行することで歩行者の特徴情報を道路区間ごとに集計しておき、その後、明示的キャッシュ機構によってエッジ間で結果を共有・マージすることで、低遅延かつ効率的な処

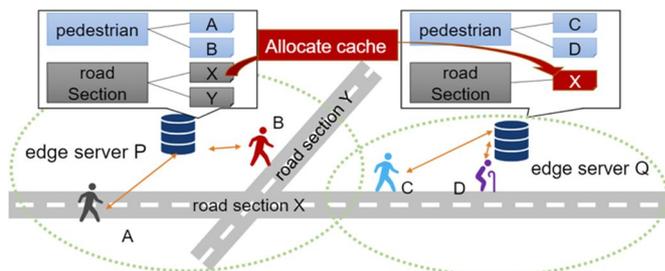


図2: 情報通信基盤概要

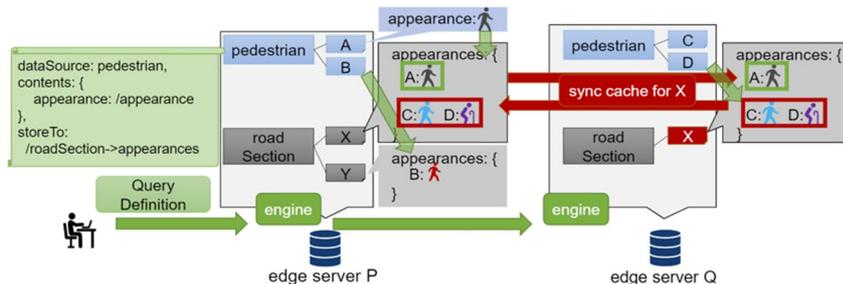


図3: 継続クエリとキャッシュ同期

理が可能となる。

継続的クエリを定義する際、開発者はデータソース、取得するコンテンツ、取得データの格納先を指定する(図3:クエリ定義参考)。データソースはテーブルの名前を指定し、格納先は論理パスを用いて指定する。データ要素毎にクエリを登録する必要はない。関連要素にデータを格納する場合は、要素間参照関係を用いて論理パスを指定することができる。この例では歩行者の現在いる道路区間要素を取得し、その道路区間要素の指定属性内に、ユーザ毎に結果が格納される。クエリエンジンはエッジサーバ内のデータに対して実行されるため、開発者は必要なデータをキャッシュするためのルールを準備する。この例では、道路要素を歩行者のいる可能性があるエッジサーバにキャッシュする。この継続的クエリにより各エッジサーバ内の歩行者情報が集計され(図の緑枠)、その後、エッジサーバ間のキャッシュ機能により他のサーバに反映される(赤枠)ことで分散クエリとして機能する。

(2) 情報・通信連携による歩行者検出方法の開発(課題2)

自動ブレーキ実現に有効と考えられることから車両周辺の障害物を検出する物体検出技術が注目されている。特に障害物が歩行者であるかの識別は重要であり、様々な歩行者検出に関する研究が行われている。しかしながら、歩行者検出技術がどれだけ高精度・高速化しても、単一車両では死角に存在する歩行者を検知することはできず、飛び出し事故に必ずしも対応できない。そこで本研究では、複数車両で歩行者検出情報を共有することで、自動車の周囲に未検出歩行者が存在することを検知するシステムについて開発を進めてきた。

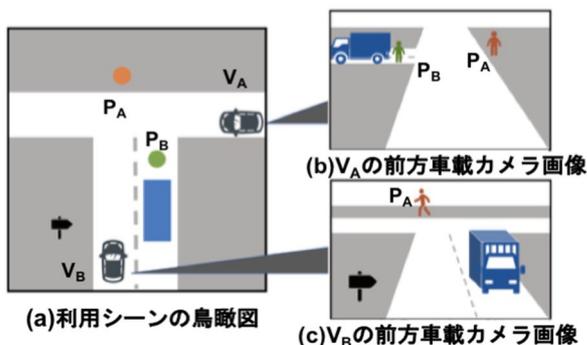


図4: 車両間通信によって衝突防止可能なケース

本研究では、図4のようなある車両 V_A からは歩行者が見えているが、車両 V_B からは歩行者が見えていない状況を想定する。ここで、車両 V_A が歩行者情報を車両 V_B と共有することで車両 V_B と歩行者 P_B との衝突事故を防止できる。

車両間通信型歩行者検出システムは大きく分けて以下の三つの処理で構成される。

1. 歩行者検出障害物を識別するために高コストな LiDAR(Laser Detection and Ranging)ではなく、各車両の安価な車載カメラにより撮影された画像から歩行者を検出する。
2. 周辺車両との情報共有検出した歩行者情報を周辺車両に送信する。
3. 受信情報分類周辺車両から受信した歩行者情報が自車両で検出済みか未検出の歩行者の情報なのか、を判断する。

本研究では、上記の三つの処理のうち、主に受信情報分類の手法について検討を進めた。

ReIDとしては、F. Li ら [3] 並びに X. Ni [4] の方式に基づいて実施した。これら従来の ReID は、主に人物追跡に用いられ、異なる場所、時刻で撮影された比較的高解像度の画像に対して同一人物か否かの判断を行う。このため、これらの方式で使われる画像データベース(例えば、MSMT17 [5]や WILDTRACK [6])もこの目的に合致したものになっている。一方、本研究で想定されるシナリオでは、車両は同一人物をほぼ同時に撮影した画像を共有するという意味において視野を共有しているといえ、また、比較的遠方から人物を撮影することになるため、その解像度も低くなる傾向にある。そこで本研究では、神戸大学六甲台第二キャンパス内で撮影した画像に基づいて独自のデータセットを構築した(図5)。



図5: 既存並びに新規構築人物画像データベース

本研究で想定する環境においては、歩行者をどの方向から撮影したものかという情報を利用できることに着目し、カメラ間の撮影角度が異なった際の歩行者の見え方の違いの特徴を本研究で新たに構築したデータセットで追加学習させた ReID DNN を構築、その有効性について検証した。具体的には、交差点でのシナリオを想定し、撮影相対角度が 0° 、 90° 、 180° 、 270° の場合について検討した。その結果、カメラ間の撮影角度が 180° の場合は人物照合性能(Rank 1)に改善は見られないものの 0° 、 90° 、 270° の場合において改善することを明らかにした。

(3) 情報・通信連携による歩行者検出方法の開発（課題3）

図6は、本研究で提案する車両連携歩行者情報取得システム（Multi Vehicle Pedestrian-information Acquisition: MVPA）における処理フローである。入出力を黒枠、MVPAの処理を赤枠で示している。各車両は取り付けられたセンサから得た情報を入力として歩行者を検出する。検出した歩行者情報は周辺の車両に送信される。

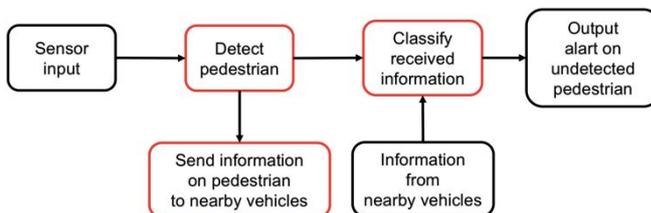


図6: 車両連携歩行者情報取得システム処理フロー

車両は周辺車両から情報を受信すると、自身の歩行者検出結果にもとづいて受信歩行者情報が自車両にとって未検出の歩行者のものかどうかの分類を行う。ここでの評価においては、複数の人物検出アルゴリズムを比較し、検出精度、処理速度の観点から、Fused Deep Neural Network (F-DNN) [5] を採用した。また、情報分類には Ahmed [3] らの ReID を採用した。

車車間情報共有は、図4に示すように自車両と走行方向の異なる車両からの情報が特に有効と考えられる。また、未検出歩行者と一定距離離れた地点で情報を受信しなければ減速制動に十分活かすことができない。そこで、情報受信車両 V_R が衝突予測地点 C から距離 l_R にいるときのデータ受信率 r_R と評価指標とした。なお、データ受信率は V_S の情報送信回数で V_R の情報受信回数を割ることで求められる。評価シナリオとしては、 V_R と V_S が対向車線を走行している場合、あるいは(直交)交差車線(以下直交車線と呼ぶ)を走行している場合を考える(図6)。なお、 V_R が送信車両 V_S と同一車線を走行するときの車両間の距離を l_H 、直交車線を走行するとき、 V_R と交差点との距離を l_V とする。この想定のもと、図7に示すグリッド環境で商用通信シミュレータ Scenargie を行い送信車両 V_S と受信車両 V_R の距離ごとに受信率を評価した。通信方式としては、米国運輸省・国運輸省道路交通安全局が車車間通信として義務化を2017年に公告した DSRC WAVE (IEEE1609/IEEE802.11p) とした。

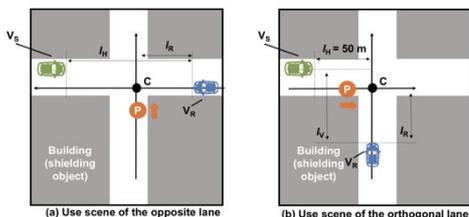


図7: 評価対象シナリオ

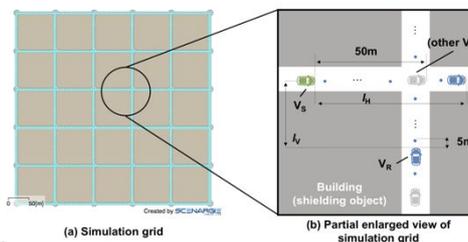


図8: シミュレーションシナリオ

最後に車載カメラ画像からなるデータセットと通信シミュレータを利用することにより、車両連携歩行者情報取得システムによって未検出歩行者検知に関する性能を評価、MVPA 全体評価として、Recall は 0.7384 (すなわち未検出歩行者の 74 %を検知可能) であり、Precision は 0.6274 であることを明らかにした。

(4) まとめ

本研究を通じ、アプリケーション開発者が IoT デバイス連携を容易に実現できる情報・通信連携基盤を開発、これにより一つの情報基盤上で多様なサービス展開することを可能とするとともに、車車間通信による人物画像共有、人物照合技術により、歩行者の飛び出しなどに起因する交通事故を減らすことが可能であることを示すことができた。

参考文献

- [1] F. Li, R. Zhang, and F. You, "Fast pedestrian detection and dynamic tracking for intelligent vehicles within V2V cooperative environment," Proc. IET Image, vol. 11, no. 10, pp.833-840, Oct. 2017.
- [2] ETSI GS MEC 002 V1.1.1, March 2016.
- [3] E. Ahmed, M. Jones, and T. Marks, "An improved deep learning architecture for person re-identification," Proc. IEEE CVPR, pp. 3908-3916, June 2015.
- [4] X. Ni and E. Rahtu, "FlipReID: Closing the gap between training and inference in person re-identification," Proc. IEEE EUVIP, June 2021.
- [5] L. Wei, S. Zhang, W. Gao, and Q. Tian, "Person Transfer GAN to Bridge Domain Gap for Person Re-Identification," Proc. IEEE CVPR 2018, pp. 79-88, June 2018.
- [6] T. Chavdarova, P. Baqué, S. Bouquet, A. Maksai, C. Jose, T. Bagautdinov, L. Lettry, P. Fua, L. V. Goöl, and F. Fleuret, "WILDTRACK: A Multi-camera HD Dataset for Dense Unscripted Pedestrian Detection," Proc. IEEE CVPR 2018, pp. 5030-5039, June 2018.
- [7] X. Du, M. El-Khamy, J. Lee, and L. S. Davis, "Fused DNN: A deep neural network fusion approach to fast and robust pedestrian detection," Computing Research Repository (CoRR), 2016.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Yang Liuyi, Kamada Tomio, Ohta Chikara	4. 巻 10
2. 論文標題 Indoor localization based on CSI in dynamic environments through domain adaptation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Communications Express	6. 最初と最後の頁 564 ~ 569
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2021XBL0075	査読の有無 無
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 Tanaka Tomoya, Kamada Tomio, Ohta Chikara	4. 巻 31
2. 論文標題 Topic allocation method on edge servers for latency sensitive notification service	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Network Management	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) 10.1002/nem.2173	査読の有無 無
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 Yasuda Daigo, Finnerty Patrick, Kamada Tomio, Ohta Chikara	4. 巻 10
2. 論文標題 Radio resource allocation based on adaptive and maximum reuse distance for LTE-V2X sidelink mode 3	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Communications Express	6. 最初と最後の頁 792 ~ 797
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2021XBL0127	査読の有無 無
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 Yang Liuyi, Kamada Tomio, Ohta Chikara	4. 巻 10
2. 論文標題 Indoor localization based on CSI in dynamic environments through domain adaptation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Communications Express	6. 最初と最後の頁 564 ~ 569
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2021XBL0075	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 Tanaka Tomoya、Kamada Tomio、Ohta Chikara	4. 巻 31
2. 論文標題 Topic allocation method on edge servers for latency sensitive notification service	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Network Management	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) 10.1002/nem.2173	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 Yasuda Daigo、Finnerty Patrick、Kamada Tomio、Ohta Chikara	4. 巻 10
2. 論文標題 Radio resource allocation based on adaptive and maximum reuse distance for LTE-V2X sidelink mode 3	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Communications Express	6. 最初と最後の頁 792 ~ 797
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2021XBL0127	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 Tanaka Tomoya、Kamada Tomio、Ohta Chikara	4. 巻 9
2. 論文標題 Distributed topic management in publish-process-subscribe systems on edge-servers for real-time notification service	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Communications Express	6. 最初と最後の頁 616 ~ 621
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2020COL0040	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 NAGATO Takehiro、TSUTANO Takumi、KAMADA Tomio、TAKAKI Yumi、OHTA Chikara	4. 巻 E103.B
2. 論文標題 Distributed Key-Value Storage for Edge Computing and Its Explicit Data Distribution Method	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 20 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transcom.2019CPP0007	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 Kashihara Shigeru, Sahara Takemi, Kaneda Shigeru, Ohta Chikara	4. 巻 2019
2. 論文標題 Rate Adaptation Mechanism with Available Data Rate Trimming and Data Rate Information Provision for V2I Communications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mobile Information Systems	6. 最初と最後の頁 1~9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2019/3910127	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 Kashihara Shigeru, Sahara Takemi, Kaneda Shigeru, Ohta Chikara	4. 巻 2019
2. 論文標題 Rate Adaptation Mechanism with Available Data Rate Trimming and Data Rate Information Provision for V2I Communications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mobile Information Systems	6. 最初と最後の頁 1~9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2019/3910127	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20件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 朱致儀, 太田能, 鎌田十三郎, 瀧本栄二, 鄭俊俊
2. 発表標題 ベトリネットを用いた Het-Net における異なるハンドオーバーアルゴリズムによる影響の評価
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, ネットワークシステム研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安田大悟, フィネルティ パトリック, 鎌田十三郎, 太田能
2. 発表標題 LTE-V2X Sidelink のための無線リソース割当に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会2021ソサイエティ大会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中田渚生, フィネルティ パトリック, 鎌田十三郎, 太田能, 石崎文雄
2. 発表標題 NOMA パケットスケジューリングにおける量子アニーリング適用に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会2021ソサイエティ大会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 町田凌, 鎌田十三郎, フィネルティ パトリック, 太田能
2. 発表標題 エッジコンピューティング環境向け分散データストアのための継続的クエリの実現手法
3. 学会等名 電子情報通信学会2021ソサイエティ大会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本凌太, 鎌田十三郎, フィネルティ パトリック, 太田能
2. 発表標題 エッジ環境向け分散 publish-process-subscribeシステムにおける近接通知の低遅延化に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会2022総合大会講演論文集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sidi Mohamed Mohi Dine, Patrick Finnerty, Tomio Kamada, Chikara Ohta
2. 発表標題 A study on cluster optimization in wireless sensor networks based on linear programming
3. 学会等名 第66回 システム制御情報学会 研究発表講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Zhiyi Zhu, Chikara Ohta, Tomio Kamada, Eiji Takimoto, and Junjun Zheng
2. 発表標題 Evaluating the Effects of Different Handover Algorithms for Het-Nets Using Petri Nets
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専門委員会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安田大悟, フィネルティ パトリック, 鎌田十三郎, 太田能
2. 発表標題 電子情報通信学会2021ソサイエティ大会
3. 学会等名 LTE-V2X Sidelink のための無線リソース割当に関する一検討
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中田渚生, フィネルティ パトリック, 鎌田十三郎, 太田能, 石崎文雄
2. 発表標題 NOMA バケットスケジューリングにおける量子アニーリング適用に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会2021ソサイエティ大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 町田凌, 鎌田十三郎, フィネルティ パトリック, 太田能
2. 発表標題 エッジコンピューティング環境向け分散データストアのための継続的クエリの実現手法
3. 学会等名 電子情報通信学会2021ソサイエティ大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本凌太, 鎌田十三郎, フィネルティ パトリック, 太田能
2. 発表標題 エッジ環境向け分散 publish-process-subscribeシステムにおける近接通知の低遅延化に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会2022総合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tanaka Tomoya, Kamada Tomio, Ohta Chikara
2. 発表標題 Topic-based Allocation of Distributed Message Processors on Edge-Servers for Real-time Notification Service
3. 学会等名 21st Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS2021) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中智也, 蔦野拓海, 鎌田十三郎, 太田能
2. 発表標題 エッジコンピューティングにおけるPub/Subシステムのための協調的キャッシング手法
3. 学会等名 電子情報通信学会2020年総合大会講演論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Asano Kou, Enami Naoko, Kamada Tomio, Ohta Chikara
2. 発表標題 Person ReIdentification for Detection of Pedestrians in Blind Spots through V2V Communications
3. 学会等名 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoki Takahashi, Tomio Kamada, Chikara Ohta, Naoyuki Tamura, Taka Maeno
2. 発表標題 Joint Channel and AP/STA Assignment for Infrastructure-Mode IEEE 802.11 Multi-Interface Wireless Mesh Networks
3. 学会等名 The 6th International Workshop on Smart Wireless Communications (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長門広洋, 鎌田十三郎, 高木由美, 太田能
2. 発表標題 エッジ環境向け分散 key-value ストアと明示的データ分散管理手法
3. 学会等名 The 2nd cross-disciplinary Workshop on Computing Systems, Infrastructures, and Programming
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 橋本尚弥, 高木由美, 櫻原茂, 太田能
2. 発表標題 マルチWi-Fiインタフェースを用いたD2D通信における接続性の改善に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会2018年ソサイエティ大会講演論文集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 浅野豪, 太田能, 高木由美, 榎並直子, 鎌田十三郎
2. 発表標題 車両間情報共有による歩行者検知に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会2019年総合大会講演論文集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本悠仁, 高木由美, 太田能, 鎌田十三郎
2. 発表標題 車車間通信における電波伝搬特性の深層学習に基づく情報中継車両選択に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会2019年総合大会講演論文集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takehiro Nagato, Takumi Tsutano, Tomio Kamada, Yumi Takaki, Chikara Ohta
2. 発表標題 Distributed Key-Value Storage for Edge Computing and Its Explicit Data Distribution Method
3. 学会等名 2019 International Conference on Information Networking (ICOIN) (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	鎌田 十三郎 (KAMADA Tomio) (20304131)	神戸大学・システム情報学研究所・講師 (14501)	
研究分担者	榎並 直子 (Enami Naoko) (80628925)	武庫川女子大学・生活環境学部・講師 (34517)	
研究分担者	高木 由美 (Takaki Yumi) (70314507)	神戸大学・システム情報学研究所・助手 (14501)	

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