

令和 2 年 4 月 5 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2015～2019

課題番号：15H05708

研究課題名(和文) 持続可能なスマートモビリティ向け情報基盤プラットフォーム研究

研究課題名(英文) Research on Information Infrastructure Platform for Sustainable Smart Mobility

研究代表者

福田 晃 (FUKUDA, Akira)

九州大学・システム情報科学研究所・教授

研究者番号：80165282

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 153,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究プロジェクトでは、持続可能なスマートモビリティの情報基盤プラットフォームの構築とそれを用いた基盤技術の研究開発を目的としている。具体的には、持続可能とするためには、従来設計/構築にまでに留まっていた工程プロセスを運用まで広げ、運用からさらに開発にフィードバックさせるいわゆるライフサイクル指向の開発プロセスとそれに基づいた応用を実践することである。本研究を遂行した結果、多くの成果が得られている((ジャーナル:計40件(内、国際共著ジャーナル:5件)、国際会議:123件、受賞:30件、TV出演:2件など)

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究プロジェクトの遂行により、急速に変化しているスマートモビリティに関してこれまで欠落していた情報工学の観点から見直した情報基盤プラットフォームを確立できる。成果として、とくにマルチモーダルおよび複数の小さなサービスを緩やかに結合できるマイクロサービスアーキテクチャを導入し柔軟なアーキテクチャを提案した。また開発/運用プロセスにおいて生じる不確実性を考慮した開発プロセスを開発した。さらに要素技術においては、とくに車両検出技術ではコストを従来技術より約1/100に軽減できる安価な技術を開発した。これらにより次世代のスマートモビリティのプラットフォーム技術を確立し、その社会的意義は計り知れない。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research project is to build an information platform for sustainable smart mobility and to research and develop basic technologies using it. In order to make it sustainable, the project expands the process that had been used up until now from design-construction to operation, and applies a so-called life-cycle-oriented development process that feeds back from operation to development. The summary of publications of this project is as 40 journals including 5 international co-authored papers, 123 international conferences, 30 awards, and 2 TV appearances.

研究分野：情報工学、情報ネットワーク

キーワード：サービス構築基盤技術 ライフサイクル指向

1. 研究開始当初の背景

これまで、スマートモビリティの研究は、クルマなどの移動体、土木、都市計画の観点から研究され、主に土木工学、自動車工学、都市計画の分野が中心であった。現在、交通体系のみならず、新たな分野を中心としたスマートモビリティの模索が始まっている。情報通信技術はその基盤技術になっており、情報工学/情報科学からのアプローチが必要不可欠になってきている。情報通信分野を中心とした、情報分野からのアプローチもいくつか行われているが、その多くは、多様なセンシング技術、クルマプロセッサの取得/可視化技術などを中心とした個別要素技術からの研究開発が中心であり、スマートモビリティのための情報基盤プラットフォーム設計/開発/構築技術をはじめとした体系的な基盤研究が欠如している。

一方で、スマートモビリティ社会は、現在 ITS を中心として新しいセンシング技術の出現と利活用や新しいサービスの出現など、新たな展開を迎えており、今後のさらなる変化が予想できる。このとき、プラットフォームとしては、静的なアーキテクチャではなく、これらの動的要因を吸収できるアーキテクチャであることが重要となる。このため、システム構築後の運用を通じて発見した不具合のシステム設計へのフィードバックや、得られた経験/知見をもとに、システムにフィードバックさせる機構が必要不可欠であり、本機構の確立により、持続可能なシステムの構築が可能となる。このことは、我が国の重要な研究課題として提言されていることである。

そこで、本研究では、システムの運用までを含めたライフサイクル指向のスマートモビリティのための情報基盤プラットフォームの設計/開発/構築技術を含めたアーキテクチャ研究および要素技術研究とアプリケーションの開発を行う。

2. 研究の目的

本研究の目的は、従来、土木、都市計画の観点から行われることが多かったモビリティ研究を情報科学/工学の観点から捉え直し、その情報基盤プラットフォームアーキテクチャを確立することである。このとき、本研究の最大の特徴は、従来の多くが行われていたような、システム設計/開発/構築までの閉じた研究に留まるのではなく、その後の運用で顕在化した課題を、プラットフォーム再設計/構築へ迅速/柔軟にフィードバックできる技術を体系的に確立し、持続可能なスマートモビリティ情報基盤プラットフォームアーキテクチャを確立することである。具体的には、1)ライフサイクル指向のスマートモビリティシステムのアーキテクチャの確立、2)運用からシステム設計へのフィードバック技術、3)安全安心な設計/検証技術と構築技術、を確立する。さらに、要素技術研究とアプリケーションに関する研究も行う。対象分野としては、ITS を中心に考えてはいるが、さらには、スマートエネルギーも視野に入れる。

3. 研究の方法

本研究プロジェクトでは、持続可能なスマートモビリティ向けアーキテクチャ、基盤技術(安全・安心な設計開発技術、安全・安心な検証技術、データベース構築技術、センサ/無線ネットワーク技術)、サービスアプリケーション(ITS が中心であるが、スマートエネルギーも視野に入れる)の項目について研究を推進した。

4. 研究成果

(1)持続可能なスマートモビリティ向けアーキテクチャ

スマートモビリティサービスのためのアーキテクチャ開発戦略を提唱した。スマートモビリティ市場は、競合するさまざまなサービス提供者が利潤を求めて競争的、かつ利己的に企業活動を行い、その現場で運用されるシステムの成長は著しい。そのため、硬い「業界標準」アーキテクチャを構築することは非現実的である。一方で、これらのサービス提供者は相互依存もしており、自社のサービスを実現するために他社のサービスを利用することも避けられず、協業のための何かしらの共通ビジョンも求められる。そこで、ITS 関連省庁により 1999 年に制定されて以来、長く同分野の参照アーキテクチャとして機能してきた「高度道路交通システムに係るシステムアーキテクチャ」に最小限の追加、修正を加え、スマートモビリティのための「組織間アーキテクチャ」とするアプローチを採った。同アーキテクチャは長く改訂されておらず、MaaS 等の最近の概念やカーシェア等の新サービスには対応できておらず、また専ら道路交通に関するサービスがスコープとなっており、鉄道や航空も含むモビリティ全般の参照アーキテクチャとはなり得ないものだった。そこで、1)あらゆる交通手段を扱え、マルチモーダルモビリティを実現できるよう、2)交通手段による移動を移動サービスの提供と利用と捉え、3)移動のみならず移動中に享受できる宿泊、食事、駐車等も滞在サービスの提供と利用と捉え、4)旅行者の移動をある時点・ある地点から別の時点・地点へ到る一連のサービスの利用と提供とモデリングする、**組織間アーキテクチャ SMArch** を提案した。SMArch では、スマートモビリティサービス、すなわち移動者の要求を満足する旅程の計画と実行を支援する情報サービスは、時空間上に張られる可能なサービスのグラフ上で条件を満足するパスを探索するサービスとして一元的に捉えられる(いわゆるナビゲーションサービスは、空間上に張られる可能な移動サービスのグラフ上で条件を満足するパスを探索するサービスであり、サブセットとなる)。また、異なるサービス提供者をま

たがったサービス情報の問い合わせは、SMArch の定めるモデルに基づいて定義される言語 SPQL (Service Path Query Language) を介して行う。一方、サービス提供者内で構築される「組織名アーキテクチャ」については各社の資産や制約によって多様に考えられるため、アーキテクチャの開発ポリシーとアーキテクチャの構築と運用、運用に基づく再構築のプロセスのみを定義した。不安定・不確実な市場で展開しているサービスについては**マイクロサービスアーキテクチャ**を、自社が熟知しているコア領域でのサービスについては従来のモノリシックアーキテクチャか、あるいはマイクロサービスアーキテクチャを採用するものである。マイクロサービスアーキテクチャを採用する場合は、サービスをどのように定義するかが課題となる。そこで本研究では、自社の提供するサービス群をフィーチャモデルで表現、俯瞰し、サービス境界を計画、管理し、またデータフローモデルを用いてサービス間のデータフローを整理しサービスの「サプライチェーン」を見える化する的方法論、プロセスを提唱した。

(2)安全・安心な設計 / 開発技術と検証技術

不確実性を考慮した設計 / 開発技術

ライフサイクル指向の不確実性解決手法を提案した。具体的には既知の不確実性を対象に不確実性を解決するために必要な情報を導出する過程をモデルで記述する方法を提案した。また、提案手法の有用性を確認するために、本プロジェクトで開発した九州大学伊都キャンパスを中心としたバス移動を支援するサービスである Patrash、及び駐車場推薦アプリケーションをケーススタディとして実施し、提案手法が有用であることを実証した。

モデル検査技術

効率的で企業が導入しやすいモデル記述方法(状態遷移表)とのインタフェースを有するモデル検査技術を研究開発した。本技術を具現化したツールは、企業からそのプロトタイプが実用化されている。

(3)運用からシステム設計へのフィードバック技術

前述の方法論(2) の実施を支援すべく、ライフサイクル指向システム開発を実現するためのトレーサビリティを確保するモデル駆動開発技術とそのツール MetaIndex を開発した。資産や運用資産の間のトレーサビリティを確保するための手法やツールは多くあるが、従来のモデル開発ツールでは開発プロセスごとにモデルを定めているため、それらに依存しない軽量なツールがなかった。特に、運用資産を含むトレーサビリティを担保するツールは存在しない。そこで本研究では、新しい方法論に対応すべくカスタマイズが容易であり、様々なツールとの連携が容易なツールを開発した。本研究ではライフサイクル指向の不確実性解決手法として、要求、設計上の事項を管理し、設計図書、及び、運用時情報とのトレーサビリティを確保することで、不確実性の解決を支援できることを実証した。また、その過程で不確実性の解決は段階的に実施される可能性が高く、どの段階で解決すべきかの管理が重要であることを指摘した。

(4)要素技術とサービスアプリケーション

要素技術

1)データベース構築技術:スマートモビリティ向けの地図データベース構造の研究を行った。従来、2次元地図のデータベース構造は、幾何要素、グラフデータ構造のいずれかの能力しか有しておらず、これら2種類の併用はデータ管理上の問題があった。そこで、新しい2次元地図データベース構造を提案した。これは、幾何要素、グラフデータ構造の能力を併せ持つものである。本構造は、リレーショナルデータベースシステム上に実装できること、そして、点、線分リスト要素、線分リスト、コレクションという4種類のテーブルで構成される簡素な構造であることを特徴とする。最短経路探索およびその発展版である経由地を指定しての最短経路探索のプログラムを組み、動作確認を行うことで、グラフデータ構造としての能力を持つことを実証した。

2)センサ/無線ネットワーク技術:モビリティ技術の応用面からのサービス基盤の要素技術研究の一環として、モビリティのセンシング技術の研究を遂行した。具体的には、ステレオマイクを用いた車両検出技術、無線LANを用いた人・車両検出技術の研究を行った。本技術は、従来技術に比べ、コストを約1/100に軽減できるものである。ステレオマイクを用いた車両検出技術として、道路横の歩道の片側に道路と平行に設置した2台のマイクを用いて道路を通過する車両を検出する技術を開発した。実証実験により、片側1車線(合計2車線)道路において精度83%で車両を検出できることを確認した。また、風雨のノイズによる検出精度低下や、複数車線を同時・連続に通過する車両の検出が困難となるなどの問題を解決するためのノイズ除去手法、連続・同時通過車両の検出精度向上手法を開発し、その有効性を実証した。さらに、既設のWiFi基地局を利用してWiFi機器間での通信を利用して人間を検出する技術を開発した。WiFiの通信伝搬路の変化を用いた研究では、屋内の閉鎖空間を対象としたものはすでに行われていたが、屋外の開放空間においては世界的にその技術的困難さから行われておらず、**本研究が世界的に初めて**である。開放空間の実験環境において、精度99%で人間の位置を検出できることを確認した。本研究は、ITSに関するトップカンファレンスであるITSCで採択されると同時に、多くの賞を受賞し、国内外で高い評価を受けた。

サービスアプリケーション

1)モバイル環境を支援する情報共有・推薦サービス基盤:下記のいくつかのアプリケーションを開

発した。

・伊都キャンライフ：九州大学伊都キャンパスを起点とする，マルチモーダルの昭和バスと地下鉄（一部，JR）の時刻表に基づく乗り継ぎ推薦エンジンと伊都キャンパス内の POI(Point of Interest)アプリを構築した。また，伊都キャンパス内本アプリを公開(<https://ito.ait.kyushu-u.ac.jp/itocamlife/>)し，実用に供されており，また九州大学新入生向けのパンフレットに記載予定である。

・民間路線バス(昭和バス)のプロブデータ取得と分析：新たな移動サービス MaaS の実現に向け，変動する道路状況や人の乗車状況を掴むため，昭和自動車と共同で九州大学伊都キャンパスを通る昭和バス 48 台に車載器を搭載し，簡易路側器(IoT 機器)を通じてバスプロブデータの取得・分析を行う実証実験を 2019 年 2 月より開始した。本実証実験のように実際の公共路線バスから簡易路側器を通じてプロブデータを獲得する試みは日本初であり，そのような長期の多数路線のデータを利用してバス停間での移動時間や遅れ時間，道路混雑状況，運転士特などの様々な分析・推定を行うとともに，それら分析・推定効率を上げるためのデータモデルの構築を行う試みも，世界的に例がない。さらに，本研究内容を ETC2.0 および特殊プロブデータへと広げるため，データの共用利用の実証実験に向けた協定（2020 年 6 月まで，一年延長可）を国土交通省や昭和自動車(株)らと締結した。

2)カーシェアリング：乗り捨てを許可するワンウェイカーシェアリングの車両偏在問題の分析を行った。さらに，偏在問題の解決手段として，周辺にいる潜在的なユーザにスマートフォンを通じて乗車を依頼するという手法を提案し，シミュレーションによりその効果を明らかにした。ワンウェイカーシェアリングは，次世代の都市交通の 1 つとして，古くから注目されてきたが，乗り捨てを許容すると，回収コストが増大するという大きな問題があり，普及に至っていない。しかしながら，乗り捨て可能な電動キックボードは徐々に世界に広がっており，我々は何らかの方法で回収コストを下げる事ができれば，車に関してもワンウェイカーシェアリングが実現できると期待している。本研究では，まず，当時，日本で唯一ワンウェイカーシェアリングサービスを提供していたパーク 24 社と共同研究を実施し，同サービスの利用者の利用実績データから，ワンウェイカーシェアリングにおける車両偏在問題の程度を分析するとともに，現在実施されている車の再配置手法の妥当性を評価した。さらに，潜在的なユーザに対して乗車リクエストを送る，つまり，乗車権の配布によって人の行動変容を引き起こすことで車の再配置手法を提案し，計算機シミュレーションによってその効用を実証した。

3)ユーザトラッキング技術：カメラ映像や無線電波を用いたユーザの動線解析はプライバシーの問題から，その高い有用性にも関わらず実社会への適用が困難であった。そこで圧力センサシートを断片的に設置し，それらの上を歩いたときのユーザの足形をセンシングすることで，匿名性を保った状態でユーザの動線を獲得するユーザトラッキングシステム技術を開発した。実環境での評価を実施し，足跡のテンプレートデータが少ない状況で 85%，多い状況で 95%の精度でユーザの同定が可能であり，提案技術の有効性を実証した。

4)エージェントベース統合シミュレーション環境の開発：シミュレータと ITS アプリケーションそのものを結合できる機能を有する統合シミュレーション環境を開発した。本環境は，Web API を用いてスマホに搭載されている実際のカーナビゲーションシステムを修正することなしにそのまま本統合シミュレーション環境が接続可能という特徴を有する。さらに，本環境を福岡市の混雑地域である博多 - 天神地区に適用した。このとき，一部の交通流データとして福岡市が提供している定点観測データの実データ(<http://www.city.fukuoka.lg.jp/koutsu/>)を用いた。さらに，不確実性を反映するため，一部の道路が地図データと(道路工事などにより)異なることを想定したシミュレーションを行い，本機能が有効に動作することを確認した。また，交通流シミュレーション環境は，github にて公開している。

5)スマートエネルギー：申請当初，対象分野として視野に入れるとしていたスマートエネルギーに関して，当初の計画を超える実績が上がった。まず，技術的には，従来提案されている VPP (Virtual Power Plant) をさらに踏み込んだローカル VPP を提案した。本研究は，地場コミュニティの福岡スマートハウスコンソーシアムさらには横浜のスマートコミュニティと密接に連携した共同プロジェクトであり，福岡市のフルサポートである福岡市の事業（2017 年実証実験フルサポート事業）に採択され実証実験を開始し，福岡アイランドシティに 2018 年度に建築会社が建てたマンションの一角で実証実験を継続中である。また，産学連携の枠組みとして，(社)「ブロックチェーンによる分散エネルギー情報基盤アライアンス(DELIA)」を 2018 年度に立ち上げ，さらに 2019 年度に(株)JWAT WAVE を設立し事業を展開中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計42件（うち査読付論文 40件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 S. Ishida, Y. Arakawa, S. Tagashira, and A. Fukuda	4. 巻 32
2. 論文標題 Wireless Local Area Network Signal Strength Measurement for Sensor Localization without New Anchors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Int. J. of Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 97-114
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 Ryota Kimoto, Shigemi Ishida, Takahiro Yamamoto, Shigeaki Tagashira, and Akira Fukuda	4. 巻 9
2. 論文標題 MuCHLoc: Indoor ZigBee Localization System Utilizing Inter-Channel Characteristics	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 MDPI, sensors	6. 最初と最後の頁 17Pages
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 Shigemi Ishida, Yutaka Arakawa, Shigeaki Tagashira, and Akira Fukuda	4. 巻 32
2. 論文標題 Wireless Local Area Network Signal Strength Measurement for Sensor Localization without New Anchors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Int. J. of Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 97-114
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 Guoqiang Li, Li Liu, and Akira Fukuda	4. 巻 26
2. 論文標題 Asynchronous Multi-Process Timed Automata	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Software Quality Journal	6. 最初と最後の頁 961-989
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 該当する

1. 著者名 Zizheng Zhang , Shigemi Ishida , Shigeaki Tagashira , and Akira Fukuda	4. 巻 19
2. 論文標題 Danger Pose Detection System Using Commodity WiFi for Bathroom Monitoring	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Int. J. MDPI , J. of 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) 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 Tomoki Murakami , Masahiko Miyazaki , Shigemi Ishida , and Akira Fukuda	4. 巻 7
2. 論文標題 Wireless LAN based CSI Monitoring System for Object Detection	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Int. J MDPI, J. Electronics	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/electronics7110290	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 Song Min Kim, Shigemi Ishida, Shuai Wang, and Tian He	4. 巻 25
2. 論文標題 Free Side-Channel Cross-Technology Communication in Wireless Networks	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE/ACM Transactions on Networking	6. 最初と最後の頁 2974-2987
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) . https://doi.org/10.1109/TNET.2017.2724539	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 Guoqiang Li, Li Liu, and Akira Fukuda	4. 巻 6
2. 論文標題 Asynchronous Multi-Process Timed Automata	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Software Quality Journal, Springer	6. 最初と最後の頁 1-29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s11219-017-9380-8	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 Kazi Mozaher Hossein , Mariko Nishikitani , Hironobu Kitaoka , Akira Fukuda , and Ashir Ahmed	4. 巻 8
2. 論文標題 Factors Associated to Online Shopping at the BoP Community in Rural Bangladesh	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Advanced Computer Science and Applications	6. 最初と最後の頁 46-51
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 Weiqiang Kong, Gang Hou, Xiangpei Hu, Takahiro Ando, Kenji Hisazumi, and Akira Fukuda.	4. 巻 31
2. 論文標題 Garakabu2: an SMT-based Bounded Model Checker for HSTM Designs in ZIPC.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Information Security and Application, Elsevier	6. 最初と最後の頁 61-74
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 該当する

1. 著者名 Weiqiang Kong, Leyuan Liu, Takahiro Ando, Hirokazu Yatsu, Kenji Hisazumi, and Akira Fukuda	4. 巻 58
2. 論文標題 Facilitating Multicore Bounded Modelchecking with Stateless Explicit-State Exploration	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 The Computer Journal	6. 最初と最後の頁 2824-2840
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 該当する

〔学会発表〕 計221件 (うち招待講演 11件 / うち国際学会 123件)

1. 発表者名 Tsuneo Nakanishi, Yutaka Arakawa, Takahiro Ando, Shigemi Ishida, Kenji Hisazumi, Tsunenori Mine, and Akira Fukuda
2. 発表標題 An Inter-Organizational Software Architecture for Smart Mobility
3. 学会等名 9th Int. Conf. on Software and Information Engineering (ICSIE 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takahiro Yamamoto, Shigemi Ishida, Ryota Kimoto, Shigeaki Tagashira, and Akira Fukuda
2. 発表標題 Design of BLE 2-Step Separate Channel Fingerprinting
3. 学会等名 IEEE Vehicular Technology Conference (VTC2020-Spring) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masato Uchino, Billy Dawton, Yuki Hori, Shigemi Ishida, Shigeaki Tagashira, Yutaka Arakawa, and Akira Fukuda
2. 発表標題 Initial Design of Two-Stage Acoustic Vehicle Detection System for High Traffic Roads
3. 学会等名 2nd International Workshop on Pervasive Computing for Vehicular Systems (PerVehicle2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Billy Dawton, Shigemi Ishida, Yuki Hori, Masato Uchino, Yutaka Arakawa, Shigeaki Tagashira, and Akira Fukuda
2. 発表標題 Initial Evaluation of Vehicle Type Identification using Roadside Stereo Microphones
3. 学会等名 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuki Hori, Takahiro Ando, and Akira Fukuda
2. 発表標題 Personal Identification Methods Using Footsteps of One Step
3. 学会等名 2nd Int. Conf. Artificial Intelligence in Information and Communication (IEEE ICAIIC 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiromasa Inoki, Kenji Hisazumi, Takahiro Ando, Tsuneo Nakanishi, and Akira Fukuda
2. 発表標題 Toward the Application of Uncertainty Handling Methods to the Continuous Software Engineering2019
3. 学会等名 Proc. Asia Pacific Conference on Robot IoT System Development and Platform (APRIS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shunya Araki, Kaito Sasaki, Hiroki Furusho, Tsuneo Nakanishi
2. 発表標題 A Bike Simulator with the Eye-Tracking HMD
3. 学会等名 Proc. Asia Pacific Conference on Robot IoT System Development and Platform (APRIS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryo Takahashi, Shigemi Ishida, Akira Fukuda, Tomoki Murakami, and Shinya Otsuki
2. 発表標題 DNN-Based Outdoor NLOS Human Detection Using IEEE 802.11ac WLAN Signal
3. 学会等名 the 2019 IEEE Sensors Conf., Montreal (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigemi Ishida, Masato Uchino, Chengyu Li, Shigeaki Tagashira, and Akira Fukuda
2. 発表標題 Design of Acoustic Vehicle Detector with Steady-Noise Suppression
3. 学会等名 the 22nd IEEE Intelligent Transportation Systems Conf. (ITSC19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya Kawatani, Eisuk Itoh, Sachio Hirokawa, Tsunenori Mine
2. 発表標題 Location does not always determine sudden braking
3. 学会等名 the 22nd IEEE Intelligent Transportation Systems Conf. (ITSC19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masato Uchino, Sigemi Ishida, Kazuo Kubo, Shigeaki Tagashira, and Akira Fukuda
2. 発表標題 Initial Design of Acoustic Vehicle Detector with Wind Noise Suppressor
3. 学会等名 IEEE PERCOM PerVehicle'19, PerVehicle'19 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiko Miyazaki, Shigemi Ishida, Akira Fukuda, Tomoki Murakami, and Shinya Otsuki
2. 発表標題 Initial Attempt on Outdoor Human Detection using IEEE 802.11ac WLAN Signal
3. 学会等名 2019 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumiya Tanaka, Kenji Hisazumi, and Akira Fukuda
2. 発表標題 DFEAM : Dynamic Feature-oriented Energy-aware Adaptive Modeling
3. 学会等名 the 7th Int. Conf. on Model-Driven Engineering and Software Development (MODELSWARD 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tsubasa Yamaguchi, Mansur As, and Tsunenori Mine
2 . 発表標題 Prediction of Bus Delay Over Intervals on a Various Kinds of Routes Using Bus Probe Data
3 . 学会等名 the 5th IEEE/ACM Int. Conf. on Big Data Computing, Applications and Technologies (BDCAT 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Shigemi Ishida, Jumpei Kajimura, Masato Uchino, Shigeaki Tagashira, and Akira Fukuda
2 . 発表標題 Acoustic Vehicle Detector with Speed Estimation capable of Sequential Vehicle Detection
3 . 学会等名 the 21st IEEE Int. Conf. on Intelligent Transportation Systems (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Akira Fukuda, Tsuneo Nakanishi, Kenji Hisazumi, Kunihiko Kaneko, Shigeaki Tagashira, Tsunenori Mine, Yutaka Arakawa, Shigemi Ishida, Takahiro Ando, Shuichi Ashihara, Masakatsu Ura, Yoshimichi Nakamura, Soichiro Nakamura, Weiqiang Kong, and Guoqiang Li
2 . 発表標題 Toward Sustainable Smart Mobility Information Infrastructure Platform- Current Status -
3 . 学会等名 the 9th Int. Conf. on E-Service and Knowledge Management (ESKM 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Hiromasa Inoki, Kenji Hisazumi, Takahiro Ando, Akira Fukuda, and Tsuneo Nakanishi
2 . 発表標題 A Process of Uncertainty Handling Method to Smart Mobility Application Development
3 . 学会等名 the 9th Int. Conf. on E-Service and Knowledge Management (ESKM 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsunenori Mine, Hiroyuki Nakamura, Shiro Mise, Takuya Hiraoki, Shiori Koga, Takahiro Ando, Kenji Hisazumi, Tsuneo Nakanishi, and Akira Fukuda
2. 発表標題 ItoCamLife: A Platform of Sharing and Recommending Information Considering User Contexts to Facilitate Smart Mobility
3. 学会等名 the 9th Int. Conf. on E-Service and Knowledge Management (ESKM 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shigemi Ishida, Sou Takaki, Takahiro Yamamoto, Shigeaki Tagashira, and Akira Fukuda
2. 発表標題 Evaluation of BLE Separate Channel Fingerprinting in Practical Environment
3. 学会等名 the 9th Int. Conf. on E-Service and Knowledge Management (ESKM 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akira Fukuda
2. 発表標題 What are Sustainable Information Systems?
3. 学会等名 Wuhan University of Technology (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mansur As and Tsunenori Mine
2. 発表標題 Dynamic Bus Travel Time Prediction Using Machine Learning Technique
3. 学会等名 Proc. ACM IMCOM2018 (the 12th Annual Int. Conf. on Ubiquitous Information Management and Communication) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shogo Kawanaka, Yukitoshi Kashimoto, Aryan Firouzian , Yutaka Arakawa, Petri Pulli , and Keiichi Yasumoto
2. 発表標題 Approaching Vehicle Detection Method with Acoustic Analysis using Smartphone for Elderly Bicycle Driver
3. 学会等名 The Tenth Int. Conf. on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shigemi Ishida, Kohei Mimura, Song Liu, Shigeaki Tagashira, and Akira Fukuda:
2. 発表標題 Design of Simple Vehicle Counter using Sidewalk Microphones,
3. 学会等名 ITS European Congress (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Akira Fukuda, Tsuneo Nakanishi, Kenji Hisazumi, Shigeaki Tagashira, Yutaka Arakawa, Shigemi Ishida, Tsunenori Mine, Kunihiko Kaneko, Hiroki Furusho, and Weiqiang Kong
2. 発表標題 Towards Sustainable Information Infrastructure Platform for Smart Mobility -Project Overview- ,
3. 学会等名 The 5th IIAI Int. Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI AAI 2016), Special Session ESKM, pp.211-214 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tsuneo Nakanishi , Hiroki Furusho , Kenji Hisazumi , and Akira Fukuda
2. 発表標題 Dynamic SPL and Derivative Development with Uncertainty Management for DevOps,
3. 学会等名 The 5th IIAI Int. Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI AAI 2016), Special Session ESKM, pp.244-249, (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takahiro Ando , Yuya Miyamoto , Hirokazu Yatsu , Kenji Hisazumi , Weiqiang Kong, Akira Fukuda , Yasutaka Michiura , Keita Sakemi , and Michihiro Matsumoto
2. 発表標題 Translation Method for SysML State Machine Diagram into Simple SPIN Model ,
3. 学会等名 The 14th International Conference on Software Engineering Research and Practice(SERP'16) , pp.64-68 , (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kenji Hisazumi , Tsuneo Nakanishi , Shota Ishibashi , Go Hirakawa , Tsunenori Mine , Takahiro Ando , Hiroki Furusho , and Akira Fukuda
2. 発表標題 Operation Phase Metrics for Smart Mobility Platform ,
3. 学会等名 The IEEE Int. Conf. on Agents (IEEE ICA 2016) , Workshop of Sustainable Smart Mobility Platform (SSMP) , (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Weiqiang Kong , Gang Hou , Xiangpei Hu , Yasuhito Arimoto , Masahiko Watanabe , Takahiro Ando , Kenji Hisazumi , and Akira Fukuda
2. 発表標題 ZipPath: A Simple-but-Useful Path Finder for HSTM Designs in ZIPC ,
3. 学会等名 The IEEE Int. Conf. on Agents (IEEE ICA 2016) , Workshop of Sustainable Smart Mobility Platform (SSMP) , (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Akira Fukuda
2. 発表標題 【招待講演】 Toward Sustainable Next ICT Generation Infrastructure Platform ,
3. 学会等名 Cyberneticscom 2016 - International Conference on Cybernetics and Computational Intelligence (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Shigemi Ishida
2. 発表標題 Low-Cost Vehicle Sensing using Stereo Microphone",
3. 学会等名 The 5th Asian Workshop on Smart Sensor Systems (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kunihiko Kaneko and Shinya Honda
2. 発表標題 A Map Database System for Route Navigation with Multiple Transit Points and Destination Points,
3. 学会等名 The 2016 5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI) (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計6件

1. 著者名 Koji Sato, Shigemi Ishida, Jumpei Kajimura, Shigeaki Tagashira, and Akira Fukuda	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 417, pp.427-444
3. 書名 "Proposal of Acoustic Train Detection System for Crowdsensing", Intelligent Transport Systems for Everyone's Mobility	

1. 著者名 Ryo Fujii, Takahiro Ando, Kenji Hisazumi, Tsunenori Mine, Tsuneo Nakanishi and Akira Fukuda	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 417, pp.227-246
3. 書名 "Architecture and Development of Agent-Based Unified Simulation Environment for ITS Services", Intelligent Transport Systems for Everyone's Mobility	

1. 著者名 Akira Fukuda, Kenji Hisazumi, Tsunenori Mine, Shigemi Ishida, Takahiro Ando, Shota Ishibashi, Shigeaki Tagashira, Kunihiro Kaneko, Yutaka Arakawa, Weiqiang Kong, and Guoqiang Li : Toward Sustainable Smart Mobility Information Infrastructure Platform : Project Overview ,	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 110,pp.35-46
3. 書名 New Trends in E-Service and Smart ComputingSpringer, Vol.742, pp.35-46	

1. 著者名 Shigemi Ishida, Yoko Takashima, Shigeaki Tagashira and Akira Fukuda: Design and Initial Evaluation of Bluetooth Low Energy Separate Channel Fingerprinting,	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 110,pp.19-33
3. 書名 New Trends in E-Service and Smart ComputingSpringer, Vol.742, pp.19-33	

1. 著者名 Shota Ishibashi, Kenji Hisazumi, Tsuneo Nakanishi, and Akira Fukuda: Model-Based Methodology Establishing Traceability Between Requirements, Design and Operation Information in Lifecycle-Oriented Architecture	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 110,pp.47-63
3. 書名 New Trends in E-Service and Smart ComputingSpringer, Vol.742,pp.47-63	

1. 著者名 Hua Chen, Antoine Trouye, Kazuaki J. Murakami, and Akira Fukuda	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 pp 213-221
3. 書名 A Concise Conversion Model for Improving the RDF Expression of ConceptNet Knowledge Base	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<対外成果概要>
 ・海外教育機関との連携：中国の985プロジェクト大学である上海交通大学、大連理工大学などとの共同研究を遂行し、5件の国際共著ジャーナルを発表した。
 ・産学連携の枠組み：(社)EMOBIA、(社)DELIA、(株)JWAT WAVEを立ち上げ、産学連携を強化した。
 ・大規模国際会議の開催：ITS関係の国際的イベントである「第16回アジア太平洋地域ITSフォーラム2018」(実行委員長：中尾和毅氏(元西日本鉄道(株)副社長)、プログラム委員長：福田晃、参加者数：約3500人)を福岡で開催した。本フォーラムの日本開催は第1回の東京開催以来22年ぶりであり、2019年度日本政府観光局国際会議誘致・開催貢献賞を受賞した。
 ・センターの立上げ：本プロジェクトを推進するために、九州大学内に「スマートモビリティ研究開発センター(SMC)」を立ち上げた。
 <報道関係情報> TV出演(計2件)
 ・福田晃：「知らなきゃ損 あなたの暮らしに大革命!」, NHKテレビ 番組名：「なるほど 実感報道ドドド!」, 2016.9.16, 19:30-20:00.
 <試作システム>
 ・シミュレーション統合環境UniSim: <https://github.com/RDC4Smart-Mobility/UniSim>
 ・伊都キャンライフ(九州大学伊都キャンパスのライフ案内):
<https://ito.ait.kyushu-u.ac.jp/itocamLife/>
 <ホームページ>
 ・基盤S: <https://www.f.ait.kyushu-u.ac.jp/projects/KakenKibanS/>
 ・SMC: <https://www.f.ait.kyushu-u.ac.jp/projects/smart-mobility-center/doku.php>

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	久住 憲嗣 (HISAZUMI Kenji) (10380685)	九州大学・システムL S I 研究センター・准教授 (17102)	
研究分担者	石田 繁巳 (ISHIDA Shigemi) (10724388)	九州大学・システム情報科学研究院・助教 (17102)	
研究分担者	峯 恒憲 (MINE Tsunenori) (30243851)	九州大学・システム情報科学研究院・准教授 (17102)	
研究分担者	荒川 豊 (ARAKWA Yutaka) (30424203)	九州大学・システム情報科学研究院・教授 (17102)	
研究分担者	金子 邦彦 (KANEMO Kunihiko) (50274494)	福山大学・工学部・教授 (35409)	

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	中西 恒夫 (NAKANISHI Tsuneo) (70311785)	福岡大学・工学部・教授 (37111)	
研究分担者	田頭 茂明 (TAGASHIRA Shigeaki) (70332806)	関西大学・総合情報学部・教授 (34416)	