

令和 4 年 5 月 27 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02377

研究課題名（和文）社会システムの変化に適応する交通の制御とサービス

研究課題名（英文）Traffic Control and Services Adapting to Changes in Social Systems

研究代表者

藤井 秀樹 (FUJII, Hideki)

東京大学・大学院工学系研究科（工学部）・准教授

研究者番号：00597809

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 10,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、自動走行車の普及を見越した交通システムの適応進化型制御とサービスの提案をめざした。前者に関しては制御に用いるための交通流状態予測アルゴリズムを提案した。後者に関してはライドシェアサービス車両の配車アルゴリズムを提案し、リアルタイムに応答可能であるかどうかを評価した。またシミュレーションの基盤として交通流のハイブリッドモデル（流体近似モデル+マルチエージェントモデル）を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

すべての人々に安全かつ安価で容易に利用できる、持続可能な輸送システムへのアクセスを提供することがSDGsに掲げられており、自動走行車を用いたライドシェアサービスはこれを達成するためのアプローチの1つである。加えて、ITSや自動走行車の普及に伴って取得される交通データの量が増大しており、これを効率よく処理して交通流を予測する技術もまた近い将来の交通システムに貢献するものである。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to propose adaptive and evolutionary control and services for traffic systems in anticipation of the widespread use of automated vehicles. For the former, we proposed a traffic state prediction algorithm for use in control. For the latter, we proposed a dispatching algorithm for ride-sharing service vehicles and evaluated whether the algorithm could respond in real-time. A hybrid model of traffic flow (fluid approximation model + multi-agent model) was also proposed as a basis for simulation.

研究分野：社会システム工学

キーワード：交通システム エージェントシミュレーション 強化学習 深層学習 信号制御 ライドシェア

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2030年までに都市に住む人口が50億人に増加すると予想されており、国連はSDGsの1つとして都市化の課題に対処するための効率的な都市計画と管理が重要であると指摘している。その具体的なターゲットとして、すべての人々に安全かつ安価で容易に利用できる、持続可能な輸送システムへのアクセスを提供することなどが挙げられている。

本研究課題では、とくにカーシェア、公共交通に着目する。近年では自動車というハードウェアを共有するカーシェアを進展させ、自動車による移動を共有するライドシェアという考え方もなされており、海外においては既にライドシェアビジネスが展開されている。自動走行車を用いてライドシェアサービスを提供するSAV(Shared Autonomous Vehicle)システムも考案されている。

以上のような状況のもと、本研究課題は「自動走行車の普及中あるいは普及後の社会で、日常的にライドシェアサービスを利用できるような環境において、自動走行車が創出する公共的な価値は何か」を問う。SAVが日常的に利用可能な状況では、自動車の保有および自動車によってもたらされるモビリティの概念が現在とは大きく異なるはずである。SAVはもはや公共交通機関の1種と認識されるようになるであろう。ライドシェアサービスの質を維持・向上すると同時に、公共交通機関化したSAVの走行挙動に積極的に介入することで、新たな公共の価値を創出できることを示す。特に自動走行車やライドシェアサービスの登場によって大きく変化する社会環境に対し適応的に進化する制御システムおよびサービスシステムを提案する。

2. 研究の目的

本研究課題の主たる目的は、自動走行車の普及を見越した交通システムの適応進化型制御システムの確立、SAVを想定した先端的なライドシェアサービスシステムの提案と評価、の2点である。

(1) 自動走行車の普及を見越した交通システムの適応進化型制御システムの確立

交通システムおよび必要に応じて他の社会システムと連携させ、階層的な制御システムを提案し、高い渋滞解消効果や省エネルギー性能を実現する。交通流の制御として一般的に知られるのは交差点における信号制御であるが、それだけではなく、本研究では、車両の速度、加速度もしくは車間距離を制御することも想定する。本研究では定量的な指標をもとに自動走行車に適切な挙動を指示し、制御することをめざす。

(2) SAVを想定した先端的なライドシェアサービスシステムの提案と評価

前述のとおり人間によるライドシェアサービスは既に実現されている。ライドシェアを効率化するための配車アルゴリズムや経路探索アルゴリズムも考案されているが、これらの多くはユーザあるいはドライバの利便性の最大化を目的とする。一方、本研究課題で提案するのは自動走行車が前提となるサービスシステムであるため、個々のドライバの利益を最大化する必要はない。システム最適を達成するためには、場合によってはユーザを少量の車両に集約し、他は待機するという状況もありうる。

本研究課題の目的は、すべて未来の社会システムに向けた事前検討である。現実世界で社会実験を実施することは不可能であり、また、本研究で想定する状況まで社会システムが変化したあとで制御システムやサービスシステムの適応を待つのでは遅い。精緻なシミュレーションによって未来の社会システムを精度よく再現し、そのうえで各種の提案の効果を検証する必要がある。ここに本研究課題の目的が生じる。

(3) リアルスティックな交通状況の再現のための交通流シミュレーション手法の確立

ライドシェアやSAVの制御の効果を過不足なく検証するためには、比較的広い領域で、かつ個々の車両の挙動を表現可能な解像度の高いシミュレーションが必須となる。これまでに研究開発されてきた交通流シミュレーションと比較して一層の詳細性が必要である。大量の車両をシミュレートすることによる計算負荷の問題も生じるため、これに対処するためのHigh Performance Computingにも取り組む。

3. 研究の方法

本研究では、代表者(藤井)、分担者(吉村)らが開発・公開する微視的交通流シミュレータADVENTURE_Matesをシミュレーションの基盤として考える。ADVENTURE_Matesはマルチエージェントシステムを採用しており、新たにSAVに関連する諸機能、各種の交通手段が相互作用する機能、および制御アルゴリズムを開発して追加し、研究に用いる。同時に並列コンピュータ上でのシミュレーションを実現する(目的)。最終的なシミュレーション対象となる地域の規模はおよそ数十km四方と仮定する。

目的においては、交通のローカルな制御およびグローバルな制御に用いる指標と制御システムを提案し、同時に両階層を無矛盾に接続するためのアダプタ(グローバルアダプタ)を提案する。制御の効果はシミュレーションによって定量的に評価する。

目的においては、これまでに提案されたライドシェアのためのサービスアルゴリズムより効率的なアルゴリズムを明らかにする。サービスアルゴリズムの中には、ユーザの乗車予約に対

する配車アルゴリズム、経路選択アルゴリズムを含む。また短期的な交通需要の予測も実施し、サービスの効率化に利用する。具体的な評価指標はユーザの待ち時間や乗り合いに起因する移動距離、サービス利用価格に加えて、対象エリア全体の渋滞状況やエネルギー消費量を想定する。

4. 研究成果

(1) 交通流の適応型制御のための交通状況予測（目的 に対応）

交通流の適応型制御に用いるため、事故発生時の交通流を深層学習によって予測した。深層学習を用いた交通流予測は頻繁に行われているが、本研究ではさまざまな交通事故が発生した場合をシミュレーションによって再現して学習データとし、グラフ畳み込みと交通事故情報の特徴量を入力した深層学習モデル X-DCRNN (eXtended Diffusion Convolutional Recurrent Neural Network)を提案した。交通予測で一般的に用いられている LSTM など他のモデルとの予測精度の比較を通じ（図 1）、提案モデルが時空間依存性の強い現象の表現に優れており、交通予測に有効であることを実証した¹⁾。

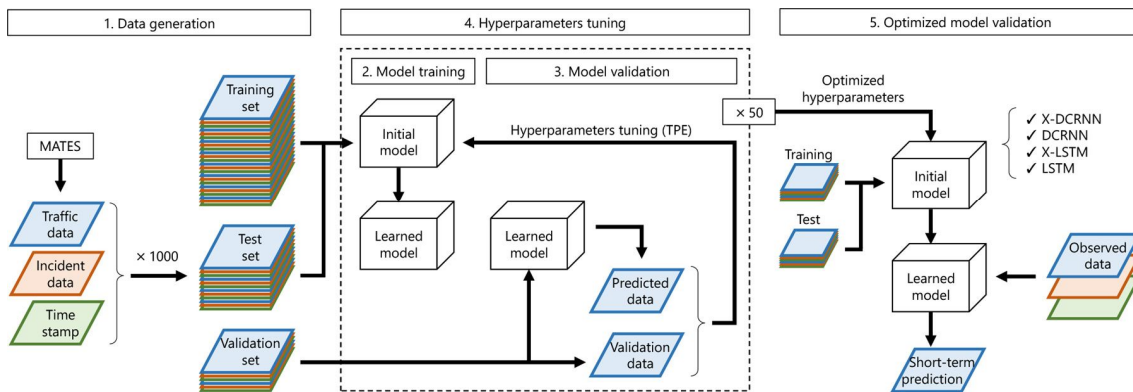


図 1 提案手法 X-DCRNN の評価の概要¹⁾

(2) 運転意図の推定（目的 に対応）

自動走行車が混在する交通システムにおいては信頼性の高い運転意図の推定が不可欠となる。本研究では、交通の安全性と効率性を向上させるための FES-XGB (Feature Extraction and Selection based eXtreme Gradient Boosting (XGBoost) algorithm) を開発し、V2V (Vehicle to Vehicle) および V2I (Vehicle to Infrastructure) から得られるローカルおよびグローバルな交通環境情報からの運転意図推定を行った。高精度なシミュレーション軌跡データセットを用いて評価し、従来モデルと比較して高速かつ高精度に推定可能であることを示した（図 2）²⁾。

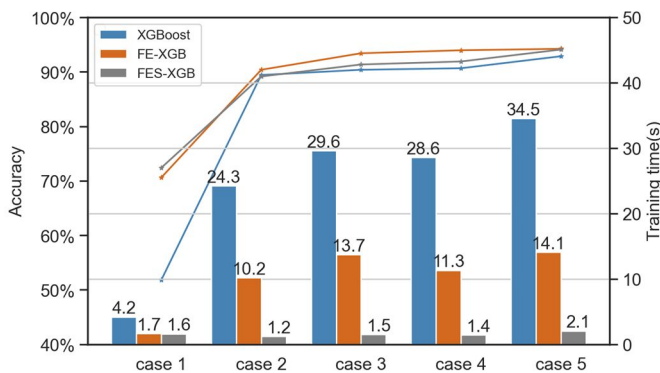


図 2 提案手法 FES-XGB と他手法との accuracy および training time の比較²⁾

(3) 強化学習を用いた環境負荷抑制のための運転戦略（目的 および目的 に対応）

自動走行車であれば、人間の処理できる情報量を越えたデータを利用して走行することも可能である。このような想定のもと、信号までの距離と現示の切り替わるタイミングを環境情報として取得し、自身に後続する車両の情報までを報酬に含めた強化学習アルゴリズムを考案した。このアルゴリズムを用いたシミュレーションにより、車群として二酸化炭素排出量を削減する運転戦略を獲得できることを示した。

(4) 信号制御効果の実証（目的 および目的 に対応）

これは自動走行車を想定したものではないが、岡山県岡山市を対象とし、信号改良工事の効果についてシミュレータ ADVENTURE_Mates を用いた定量的な事前予測を実施するとともに、

改良工事実施後に取得された実データと比較することでシミュレーションの実用性を実証した⁴⁾。これは岡山県警の協力のもと実施したテーマである。

(5) ライドシェア車両の配車アルゴリズムの提案と評価（目的 に対応）

ライドシェアサービスではユーザによる予約の直後に車両を配車する必要があり、処理のリアルタイム性が重要となる。そこで、サービス提供車両の配車アルゴリズムを交通流シミュレータに実装し、ライドシェアサービス用経路探索アルゴリズムの性能評価を行った。実験の結果、逐次挿入法がユーザに許容される速度で配車計算することができ、その解の精度が最適解と比べて極端に劣らないことを示した。続いて、多数の車両を扱うため、送迎の候補となる車両を管制センタで事前にフィルタリングするアルゴリズムを提案した。広域の道路ネットワークでの実験において、フィルタリング機能が短距離輸送に有効であることを示した。

(6) 交通流シミュレータの並列化およびハイブリッド交通流モデルの提案（目的 に対応）

大規模シミュレーションを高速に実行するため、並列計算機上で効率よく交通流シミュレータ ADVENTURE_Mates が動作するよう改良を加えた。MPI と OpenMP を併用した並列計算に着手し、最初の成果は国際会議にて発表した⁴⁾、さらなる高速化のためには継続的な改良が必要である。

並列計算は大規模シミュレーションを高速・高精度に実行するためのアプローチの 1 つであるが、もう 1 つのアプローチとして、ハイブリッドモデルの開発にも取り組んだ。交通流のモデル化には大きく 2 つの系統が存在する。1 つは交通流を連続体近似するマクロモデル、もう 1 つは個々の車両挙動を個別に扱うマイクロモデルであり、ADVENTURE_Mates はマイクロモデルに属する。ハイブリッドモデルとは、着目領域にマイクロモデル、それ以外の領域にマクロモデルを適用することで計算負荷を抑制するモデルである。このとき、モデル間の境界や、モデル切り替えを伴うモデルであれば切り替え時の処理に注意が必要となる。不連続 Galerkin 有限要素法を用いてマクロモデルを離散化し、かつ、スポンジレイヤを用いてマイクロとマクロのモデルを融合する研究を実施した⁵⁾。またこれとは別に、マクロモデルとして Cell Transmission Model (CTM) を採用したハイブリッドモデルも構築した⁶⁾。後者では実際の高速道路における観測データを用いてモデルの実用性を実証した。

< 引用文献 >

- 1) S. Fukuda, H. Uchida, H. Fujii, T. Yamada, Short-term Prediction of Traffic Flow under Incident Conditions using Graph Convolutional RNN and Traffic Simulation, IET Intelligent Transport Systems, vol. 14, no. 8, pp. 936-946, 2020.
- 2) S. Wang, H. Fujii, S. Yoshimura, Accurate and Efficient Driving Intention Inference Based on Traffic Environment Information and FES-XGB Framework, Journal of Information Processing, vol. 30, pp. 30-41, 2022.
- 3) 阿部和規, 藤井秀樹, 吉村忍, 田淵健太, 妹尾俊彦, プローブデータとマイクロ交通流シミュレーションを連携活用した信号現示改良施策の効果予測と事後検証, 交通工学論文集, vol. 7, no. 2, pp. B_14-B_24, 2021.
- 4) H. Fujii, S. Yoshimura, Large-scale Traffic Simulation with Parallelized Multi-agent Simulator, 7th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (APCOM 2019), #0339, 2019.
- 5) R. Okuyama, N. Mitsume, H. Fujii, H. Uchida, Discontinuous-Galerkin-Based Analysis of Traffic Flow Model Connected with Multi-Agent Traffic Model, CMES: Computer Modeling in Engineering and Sciences, vol. 128, no. 3, pp. 949-965, 2021.
- 6) 高橋徹, 阿部和規, 藤井秀樹, 伊加田恵志, 松平正樹, 動的ハイブリッド交通流シミュレーションモデルの開発と高速道路の実データを用いた検証, 日本シミュレーション学会論文誌, vol. 13, no. 1, pp. 37-47, 2021.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Fukuda Shota, Uchida Hideaki, Fujii Hideki, Yamada Tomonori	4. 巻 14
2. 論文標題 Short term prediction of traffic flow under incident conditions using graph convolutional recurrent neural network and traffic simulation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IET Intelligent Transport Systems	6. 最初と最後の頁 936 ~ 946
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1049/iet-its.2019.0778	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 阿部 和規、藤井 秀樹、吉村 忍、田淵 健太、妹尾 俊彦	4. 巻 7
2. 論文標題 プローブデータとマイクロ交通流シミュレーションを連携活用した信号現示改良施策の効果予測と事後検証	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 交通工学論文集	6. 最初と最後の頁 B_14 ~ B_24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14954/jste.7.2_B_14	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 Shuo Wang, Hideki Fujii, Shinobu Yoshimura	4. 巻 30
2. 論文標題 Accurate and Afficient Driving Intention Inference Based on Traffic Environment Information and FES-XGB Framework	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Information Processing	6. 最初と最後の頁 30 ~ 41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 高橋 徹、阿部 和規、藤井 秀樹、伊加田 恵志、松平 正樹	4. 巻 13
2. 論文標題 動的ハイブリッド交通流シミュレーションモデルの開発と高速道路の実データを用いた検証	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本シミュレーション学会論文誌	6. 最初と最後の頁 37 ~ 47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Okuyama Rina, Mitsume Naoto, Fujii Hideki, Uchida Hideaki	4. 巻 128
2. 論文標題 Discontinuous-Galerkin-Based Analysis of Traffic Flow Model Connected with Multi-Agent Traffic Model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Computer Modeling in Engineering & Sciences	6. 最初と最後の頁 949 ~ 965
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32604/cmesc.2021.015773	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 藤井 秀樹	4. 巻 26
2. 論文標題 マルチエージェント交通流シミュレータの開発とバーチャル社会実験	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計算工学	6. 最初と最後の頁 4287 ~ 4290
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 無
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 Fujii Hideki, Uchida Hideaki, Yamada Tomonori, Yoshimura Shinobu	4. 巻 2
2. 論文標題 Mixed Traffic Simulation of Cars and Pedestrians for Transportation Policy Assessment	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Crowd Dynamics	6. 最初と最後の頁 199 ~ 222
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-50450-2_9	査読の有無 無
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25件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 町田 公佑, 内田 英明, 藤井 秀樹, 吉村 忍
2. 発表標題 複数種類の新型モビリティを用いたライドシェアサービスのシミュレーション
3. 学会等名 2020年度人工知能学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 蓮見 智彦, 阿部 和規, 内田 英明, 藤井 秀樹, 吉村 忍
2. 発表標題 交通流シミュレーションのためのOD推定におけるパーソントリップデータを用いた初期値改善
3. 学会等名 第25回計算工学講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三原 功誠, 内田 英明, 藤井 秀樹, 吉村 忍
2. 発表標題 岡山市中心部路面電車延伸・環状化計画のバーチャル社会実験
3. 学会等名 第25回計算工学講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長谷川 聖人, 藤井 秀樹, 吉村 忍
2. 発表標題 都市交通における二酸化炭素排出抑制のための制御シミュレーション
3. 学会等名 第25回計算工学講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋 徹, 阿部 和規, 藤井 秀樹, 吉村 忍
2. 発表標題 高速道路におけるマクロ・マイクロモデルを統合したハイブリッド交通流シミュレーション
3. 学会等名 第25回計算工学講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Abe, T. Takahashi, H. Fujii, S. Yoshimura
2. 発表標題 Micro and Macro Scale Hybrid Simulation for Expressway
3. 学会等名 14th World Congress in Computational Mechanics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Fujii, Y. Yoshizuka, H. Uchida, S. Yoshimura
2. 発表標題 Simulation-based Evaluation of Heuristic Dispatch Algorithm for Dynamic Ride-sharing Service
3. 学会等名 14th World Congress in Computational Mechanics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Wang, Y. Gu, H. Uchida, H. Fujii, S. Yoshimura
2. 発表標題 A Hybrid Short-Term Traffic Flow Forecasting Method Based on EMDW-LSSVM
3. 学会等名 23rd IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村 廉, 阿部 和規, 藤井 秀樹, 吉村 忍
2. 発表標題 交通流シミュレーションのためのOD推定問題における自由度の削減
3. 学会等名 第24回計算工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥山 理奈, 三目 直登, 藤井 秀樹, 山田 知典, 吉村 忍
2. 発表標題 機械学習を用いた連続体近似に基づく交通流モデルのパラメータ同定
3. 学会等名 第24回計算工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田草川 智秋, 内田 英明, 藤井 秀樹, 吉村 忍
2. 発表標題 充電施設の待ち時間情報に基づく電気自動車の経路誘導
3. 学会等名 2019年度人工知能学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大野 詩歩, 藤井 秀樹, 吉村 忍
2. 発表標題 適応的ハイブリッド交通流シミュレーションのための基礎的検討
3. 学会等名 2019年度人工知能学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大野 詩歩, 内田 英明, 藤井 秀樹, 吉村 忍
2. 発表標題 適応型ハイブリッド交通流シミュレーションのためのモデル切替手法の検討
3. 学会等名 合同エージェントワークショップ&シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥山 理奈, 三目 直登, 内田 英明, 藤井 秀樹, 山田 知典, 吉村 忍
2. 発表標題 機械学習を用いたパラメータ同定による高速な交通流モデルの構築
3. 学会等名 合同エージェントワークショップ&シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村 廉, 阿部 和規, 藤井 秀樹, 吉村 忍
2. 発表標題 経路情報に基づくグループ化を用いたOD推定問題の自由度の削減
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2019年秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥山 理奈, 三目 直登, 内田 英明, 藤井 秀樹, 山田 知典, 吉村 忍
2. 発表標題 機械学習を用いた交通流モデルのパラメータ同定
3. 学会等名 日本機械学会第32回計算力学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤井 秀樹, 吉塚 裕生, 内田 英明, 吉村 忍
2. 発表標題 シミュレーションに基づくライドシェアサービスのための配車アルゴリズムの評価
3. 学会等名 日本機械学会第32回計算力学講演会
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 H. Uchida, H. Fujii, S. Yoshimura
2 . 発表標題 Combinatorial Optimal Location Design of Charging Stations Based on Multi-Agent Simulation
3 . 学会等名 22nd IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Abe, H. Fujii, S. Yoshimura
2 . 発表標題 Estimation of Traffic Demand Corresponding to Observed Link Traffic Volume in Microscopic Simulation
3 . 学会等名 22nd IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 R. Okuyama, N. Mitsume, H. Fujii, T. Yamada, S. Yoshimura
2 . 発表標題 Parameter Identification with Machine-Learning for Continuum-approximation-based Traffic Flow Model
3 . 学会等名 7th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 H. Uchida, H. Fujii, S. Yoshimura
2 . 発表標題 Combinatorial Optimal Location Design of Charging Station by Demand Potential Approximation Using Multi-agent Traffic Simulation
3 . 学会等名 7th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 H. Fujii, S. Yoshimura
2 . 発表標題 Large-scale Traffic Simulation with Parallelized Multi-agent Simulator
3 . 学会等名 7th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Abe, H. Fujii, S. Yoshimura
2 . 発表標題 Origin-Destination Estimation for Microscopic Traffic Simulation Considering Traffic Capacity at Intersections
3 . 学会等名 7th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Abe, T. Takahashi, H. Fujii, S. Yoshimura
2 . 発表標題 Micro and Macro Scale Hybrid Simulation for Expressway
3 . 学会等名 14th World Congress in Computational Mechanics (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 H. Fujii, Y. Yoshizuka, H. Uchida, S. Yoshimura
2 . 発表標題 Simulation-based Evaluation of Heuristic Dispatch Algorithm for Dynamic Ride-sharing Service
3 . 学会等名 14th World Congress in Computational Mechanics (国際学会)
4 . 発表年 2021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	吉村 忍 (Yoshimura Shinobu) (90201053)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・教授 (12601)	

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