

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：62615

研究種目：若手研究

研究期間：2022～2023

課題番号：22K17887

研究課題名（和文）人間の運転手の意図・行動を「察する」自動運転システムの開発

研究課題名（英文）Human-Robot Cooperation for Autonomous Driving Systems

研究代表者

青木 俊介（Aoki, Shunsuke）

国立情報学研究所・アーキテクチャ科学研究系・助教

研究者番号：20910475

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：「人間がもたらす不確実性」に対応し、「人間がいる空間での自動運転走行」を実現するために、本研究課題では、周囲の車両を運転する人間の意図・行動を「察する」AI自動運転システムの開発を行った。本研究課題では深層学習機構・基盤モデルを開発し、人間の意図・行動クラス設計に取り組むことで、AI自動運転システムが運転行動を決めるシステムの実現を目指した。またIoT基盤システムを用いることで、運転挙動を収めたデータベース・MLパイプラインを構築した。本研究課題の遂行で人間の直観に沿ったHuman-Robot Cooperation機構を設計・開発することができ、国際論文誌に多数の研究発表を行うことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「人間がもたらす不確実性」に対応し、「人間がいる空間での自動運転走行」を実現するために、本研究課題では、周囲の車両を運転する人間の意図・行動を「察する」AI自動運転システムの開発を行った。本研究課題では深層学習機構・基盤モデルを開発し、人間の意図・行動クラス設計に取り組むことで、AI自動運転システムが運転行動を決めるシステムの実現を目指した。またIoT基盤システムを用いることで、運転挙動を収めたデータベース・MLパイプラインを構築した。本研究課題の遂行で人間の直観に沿ったHuman-Robot Cooperation機構を設計・開発することができ、国際論文誌に多数の研究発表を行うことができた。

研究成果の概要（英文）：In order to cope with “uncertainty brought by humans” and to realize “automated driving in human-occupied spaces,” this research project developed an AI automated driving system that “senses” the intentions and actions of humans driving surrounding vehicles. In this research project, we developed a deep learning mechanism and basic model, and worked on the design of human intention/behavior classes, aiming to realize a system in which the AI automatic driving system determines driving behavior. In addition, by using the IoT infrastructure system, a database and ML pipeline containing driving behaviors were constructed.

研究分野：自動運転

キーワード：自動運転 深層学習 強化学習 IoTデータ基盤 高度交通システム ロボティクス

1. 研究開始当初の背景

自動運転実現・社会実装が期待される反面、未だに我が国では公道を走る自動運転車の利活用が進んでいないのが現状である。特に、既存の自動運転システムは、意図・行動理解・運転判断をルールベースで行っているため、人間が運転する車両・歩行者・自転車が周囲にいる環境での自動運転走行することが難しいのが現状である。

2. 研究の目的

上記の「人間もたらす不確実性」に対応し、「人間がいる空間での自動運転走行」を実現するために、本研究課題では、周囲の車両を運転する人間の意図・行動を「察する」AI自動運転システムの開発を行う。本研究課題では時間的連続情報を解析・理解する深層学習機構・基盤モデルを開発し、人間の意図・行動クラス設計に取り組むことで、AI自動運転システムが運転行動を決めるシステムの実現を目指す。本研究課題の遂行で安全かつ人間の直観に沿った Human-Robot Cooperation 機構を設計・開発し、人間が運転する車両と自動運転車が安全に共存できる社会を実現する。

3. 研究の方法

本研究では (1) 運転行動におけるコンテキスト理解に必要な時間ウィンドウ・データ粒度及び (2) 自動運転車周辺の人間の行動クラスの定義方法の2点について明らかにする。まず(1)では実車両の走行データを解析することで、時間ウィンドウ・データ粒度に対するコンテキスト理解の精度の変化を観察・評価し、適切な時間ウィンドウ・データ粒度・データ量を決定する。本研究の遂行によって、不必要なデータを取得・保持する必要がなくなるため、計算資源・メモリ資源の観点でより効率的なシステム運用が可能となる。次に(2)では周囲の人間が運転する車両に対して「行動の積極性・攻撃性」「行動の一貫性・論理性」「行動の安全性」に対してそれぞれ評価を行ったうえで、他の追加基準に関しての検討を行う。また、実際の車両走行データに対して各評価を適用することで、自動運転システムが公道を走行する際に安全を脅かす人間の運転行動に関して解析・評価を行う。

4. 研究成果

<論文誌>

1. **Shunsuke Aoki** and Rangunathan (Raj) Rajkumar, Safe Intersection Management with Cooperative Perception for Mixed Traffic of Human-Driven and Autonomous Vehicles, IEEE Open Journal of Vehicular Technology (OJVT), 2022.
2. **Shunsuke Aoki**, Takuro Yonezawa, Nobuo Kawaguchi, Peter Steenkiste and Rangunathan (Raj) Rajkumar, Time-Sensitive Cooperative Perception for Real-Time Data Sharing over Vehicular Communications: Overview, Challenges, and Future Directions, IEEE Internet of Things Magazine (IoTMag), 2022.
3. **Shunsuke Aoki** and Rangunathan (Raj) Rajkumar, Cyber Traffic Light: Safe Cooperation for Autonomous Vehicles at Dynamic Intersections, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems (T-ITS), 2022.
4. **Shunsuke Aoki**, Chung-Wei Lin, and Rangunathan (Raj) Rajkumar, Human-Robot Cooperation for Autonomous Vehicles and Human Drivers: Challenges and Solutions, IEEE Communications Magazine, July 2021.

<国際会議>

1. **Shunsuke Aoki**, Issei Yamamoto, Daiki Shiotsuka, Yuichi Inoue, Kento Tokuhira, and Keita Miwa, SuperDriverAI: Towards Design and Implementation for End-To-End Learning-Based Autonomous Driving, IEEE Vehicular Networking Conference (IEEE VNC), 2023.
2. **Shunsuke Aoki** and Ragunathan (Raj) Rajkumar, A-DRIVE: Autonomous Deadlock Detection and Recovery at Road Intersections for Connected and Automated Vehicles, IEEE International Conference on Intelligent Vehicles (IEEE IV), 2022.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Aoki Shunsuke, Rajkumar Ragunathan	4. 巻 23
2. 論文標題 Cyber Traffic Light: Safe Cooperation for Autonomous Vehicles at Dynamic Intersections	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems	6. 最初と最後の頁 22519 ~ 22534
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TITS.2022.3146457	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 Aoki Shunsuke, Raj Rajkumar Ragunathan	4. 巻 1
2. 論文標題 A-DRIVE: Autonomous Deadlock Detection and Recovery at Road Intersections for Connected and Automated Vehicles	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)	6. 最初と最後の頁 29-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IV51971.2022.9827436	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 Aoki Shunsuke, Rajkumar Ragunathan	4. 巻 3
2. 論文標題 Safe Intersection Management With Cooperative Perception for Mixed Traffic of Human-Driven and Autonomous Vehicles	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Open Journal of Vehicular Technology	6. 最初と最後の頁 251 ~ 265
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/OJVT.2022.3177437	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

〔学会発表〕 計0件

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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