

Title: Acquisition of Cooperative Control of Multiple Vehicles through Reinforcement Learning Utilizing Vehicle-to-vehicle Communication and Map Information

(車々間通信と地図情報を活用した強化学習による複数車両の協調制御の獲得)

Authors: Tenta Suzuki, Kenji Matsuda, Kaito Kumagae, Mao Tobisawa, Jyunya Hoshino, Yuuki Itoh, Tomohiro Harada, Johei Matsuoka, Toshinori Kagawa, and Kiyohiko Hattori

(鈴木 天太(東京工科大学大学院生), 松田 賢治 (東京工科大学大学院生),

熊谷 海斗(東京工科大学大学院生), 飛澤 真大(東京工科大学大学院生),

星野 順哉(東京工科大学大学院生), 伊藤 優希(東京工科大学大学院生),

原田 智広 (埼玉大学 准教授) , 松岡 丈平 (東京工科大学 講師) ,

加川 敏規 (電力中央研究所 主任研究員) 服部 聖彦(東京電機大学 教授))

Journal: Journal of Robotics and Mechatronics Vol.36 No.3

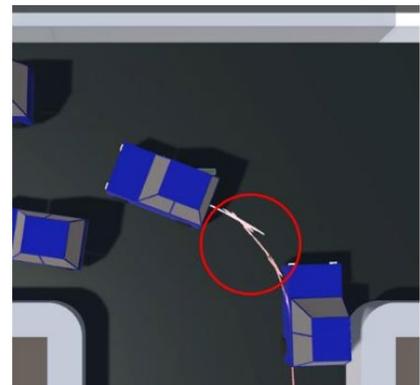
掲載年月: 2024 年 6 月

研究概要: 本研究では、自動運転専用道路において、強化学習を用いた運転制御の最適化に着目する。既存研究では、未知の環境における効率的な運転制御を実現した一方で、車の物理的な制約が考慮されておらず非現実的な制御行動を学習する可能性があった。また、測距センサや車々間通信の機能実装が混同され、通信が頻繁に途切れてしまう問題があった。さらに、自動運転研究で広く用いられる地図情報も活用されておらず、物理演算を加えたシミュレーション環境ではカーブを曲がり切れないという課題が存在した。そこで本研究では、物理演算を組み込んだシミュレーション環境を構築し、測距センサや車々間通信を現実的に即して実装するとともに、地図情報を積極的に利用する設計にした。シミュレーション実験の結果から、車々間通信が衝突を低減し、地図情報の活用に平均ラップタイムが高速化することが明らかになった。

研究背景: 現在の日本には、自動運転技術の発展に伴い自動運転車専用レーンや自動運転車専用道路という構想がある。この構想が実現すると、自動運転車は人間が運転する車両を考慮する必要がなくなる。そのため、自動運転車はセンサや車々間通信を用いて得た大量のデータを用いて協調的な運転することができる。しかしながら、人間が大量のデータを適切に用いて制御を適切に設計するのは難しい。そこで、車線を仮定せず強化学習を用いて、ゼロベースで自動運転制御を最適化することを考える。車線を仮定しないことで道路空間を最大限有効活用することが期待出来る。

研究成果: 既存環境と物理演算を加えた環境での、合流時の行動軌跡を図 1 に示す。(a)を見ると、既存環境では丸の部分で物理的に起こりえない瞬時の前後移動をしていることがわかる。一方で、物理制約を導入した(b)を見ると、前後に移動せず弧を描いていることがわかる。物理演算を導入した環境で評価実験を行った結果、車々間通信を用いることで分散が高い行動を学習し、事故率が約 34%低下することが分かった。また、地図情報を用いることで先の経路を考慮したハンドリングを学習し、交通量が約 31%向上することが確認できた。

社会への影響: 運転の人為的なミスを排除し、事故リスクを大幅に低減することができる。また、物流の効率化や温室効果ガス排出の削減を実現することで、持続可能な社会の構築に貢献できると考えられる。



(a) Existing Environment.



(b) Environment with Added Physics Simulation.

図 1 : 合流時の行動軌跡

専門用語：

AI：人間の知能を模倣するように設計されたシステムやアルゴリズムを指し、自然言語処理、画像認識、意思決定などのタスクを自動化可能である。

強化学習：エージェントが環境と相互作用しながら、試行錯誤を通じて報酬を最大化する行動方針を学習する機械学習の一分野である。エージェントは、状態、行動、報酬を繰り返し観察し、最適な行動を選択する能力を向上させる。

ディープラーニング：多層のニューラルネットワークを使用してデータから特徴を自動的に抽出し、高度なパターン認識を可能にする機械学習の一手法である。画像認識や音声認識など、多くの分野で高い性能を発揮する。

車々間通信：自動車同士が互いに直接通信を行う技術