

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	協調認知を実現するためのSDNに基づくV2Xプラットフォームに関する研究
Title(English)	SDN-Based V2X Platform for Cooperative Perception
著者(和文)	Li Zongdian
Author(English)	Zongdian Li
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12588号, 授与年月日:2023年9月22日, 学位の種別:課程博士, 審査員:阪口 啓,廣川 二郎,岡田 健一,TRAN GIA KHANH,西尾 理志,原井 洋明
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12588号, Conferred date:2023/9/22, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	LI Zongdian		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	阪口 啓	教授		西尾 理志	准教授
	審査員	廣川 二郎	教授	審査員	原井 洋明	NICT (情報通信 研究機構) (学外審査員)
		岡田 健一	教授			
	TRAN GIA KHANH	准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「SDN-Based V2X Platform for Cooperative Perception (協調認知を実現するための SDN に基づく V2X プラットフォームに関する研究)」と題し、全 6 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、安全な自動運転を実現するために V2X (Vehicle-to-Everything) 通信を用いた協調認知が注目を集めているが、現状の低周波数帯を用いた広域の V2X 通信では伝送レート及び遅延に課題があり、一方でミリ波帯を用いた狭域の V2X 通信では中継やマルチホップ通信などのトポロジー制御に課題があることを指摘している。本論文は、制御信号とデータ信号を分離するアーキテクチャを有する SDVN (Software Defined Vehicular Network) の概念を導入することで、現状の V2X 通信の課題を解決し、協調認知などの自動運転のための新たなサービスを実現することが目的であると述べている。

第 2 章「Cooperative Perception and SDVN」では、V2X 通信を介して他の車両や路側機のセンサデータを共有する協調認知において、車速や交差点までの距離などの交通パラメータを変数に、運転の安全性を担保するために必要な V2X 通信の要求条件として、1Gbps 以上の伝送レートや 3ms 以下の伝送遅延などを導出している。次に IEEE や 3GPP において標準化されている現状の V2X 通信の仕様を調査し、低周波数帯を用いた現状の V2X 通信では伝送レートや遅延の要求条件を満たすことが困難であることを明らかにしている。また既存の V2X 通信の制御方式として、アドホック方式やセルラ方式を紹介し、これらの優位性と課題を明らかにするとともに、SDVN の概念を導入することによりこれらの方式の優位性を保ちつつ課題を解決することが可能であることを示唆している。

第 3 章「Software Defined Dynamic mmWave V2X Network for Cooperative Perception」では、低周波数帯を用いた広域の V2X 通信により制御信号を送信し、ミリ波帯を用いた狭域の V2X 通信によりデータ信号を送信する SDVN を提案し、実際の道路における実証実験によりその有効性を実証している。2 台の路側機と 1 台の車両からなるミリ波 V2X のトポロジー制御を低周波数帯の制御信号を介した SDVN により実現するとともに、ミリ波 V2X 通信により 1.6Gbps の伝送レートと 1.16ms の伝送遅延を達成し、センサデータを共有する協調認知の要求条件が満たされることを明らかにしている。

第 4 章「Het-SDVN: Software Defined Heterogeneous V2X Network for Cooperative Perception」では、第 3 章で構築した集中制御型 SDVN のスケーラビリティの課題を指摘し、交差点などの局所的な環境を担当するローカルな SDVN と複数の交差点を含む街レベルのグローバルな SDVN からなる階層制御型 SDVN を提案し、スマートモビリティ実証フィールドにおける検証実験によりその有効性を示している。各交差点内の複数の車両からなる V2X 通信では運転の安全性を担保するためのトポロジー制御によりセンサデータの共有を行い、一方で交差点間を跨いだ広域の V2X 通信では交通効率を改善するためのトポロジー制御とセンサによる検出データの共有を行う階層制御型 SDVN を導入することで、スケーラビリティの課題を解決できることを示している。

第 5 章「Orchestration of Mobility-Aware HD Map Distribution in Het-SDVN」では、第 4 章で構築した階層制御型 SDVN の応用として、自動運転に必要なダイナミックマップの配信法を提案し、スマートモビリティ実証フィールドにおける検証実験によりその有効性を示している。自動運転において必要となる高精細ダイナミックマップのデータサイズが膨大になる課題に対して、階層制御型 SDVN における広域 V2X によって経路上の路側機にダイナミックマップを事前に用意し、狭域のミリ波 V2X によって高速にダイナミックマップを配信することにより課題を解決し、階層制御型 SDVN が協調認知だけでなく自動運転のための新たなサービスの実現に有効であることを明らかにしている。

第 6 章「Conclusion」では、本研究で得られた成果を総括し、本論文の結論を述べるとともに、今後の検討課題について言及している。

以上を要するに、本論文は、現状の V2X 通信の課題を解決するために、制御信号とデータ信号を分離する SDVN を導入することで、安全な自動運転を実現する協調認知などの新たなサービスを実現するプラットフォームを構築し、その有効性を実証実験により明らかにしたという観点で学術上・産業上貢献するところが大きい。よって我々は本論文が博士 (学術) の学位論文として十分価値があるものと認める。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。