

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Radio Resource Management for mmWave V2V Communications
著者(和文)	殷越
Author(English)	Yue Yin
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11844号, 授与年月日:2022年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:阪口 啓,廣川 二郎,TRAN GIA KHANH,西尾 理志,藤井 輝也,藤井 威生
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11844号, Conferred date:2022/3/26, 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	YIN Yue	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	阪口 啓	教授	藤井 輝也	特任教授 (内数)
	審査員	廣川 二郎	教授	藤井 威生	電気通信大学 教授 (学外審査員)
		TRAN GIA KHANH	准教授		
	西尾 理志	准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Radio Resource Management for mmWave V2V Communications (ミリ波 V2V 通信のための無線リソース制御に関する研究)」と題し、全5章から構成されている。

第1章「Background and introduction of V2V communications」では、安全な自動運転を実現するためにミリ波 V2V (Vehicle-to-Vehicle) 通信を用いた協調認知が注目を集めているが、複数車両が存在する環境においてセンサデータを後続車両に中継する場合においては、複数リンク間の干渉によりミリ波 V2V 通信のデータレートが大幅に低下することが課題であると指摘している。本論文の目的は、片側1車線の道路におけるミリ波 V2V 中継通信において、車両数に依存せずに複数リンク間干渉を解決するための新たな無線リソース制御技術を確認することであると述べている。

第2章「MmWave V2V communications system」では、ミリ波 V2V 中継通信における伝搬環境をレイトレーシング法により詳細に解析し、複数リンク間干渉の要因を分析している。複数リンク間の干渉信号を、直接波・地面反射波・周辺反射波に分類し、直接波に関しては車載アンテナ高を適切に設計することで中継を行う車両によって完全にブロッキングされることを示し、主要な干渉源は地面反射波と周辺反射波であることを明らかにしている。次に道路の種類として、直線・カーブ・斜面を想定してさらに詳細な解析を行うことにより、直線道路を走行する車間距離が同様な複数車両間の V2V 中継通信において、地面反射によるリンク間干渉の影響が最も顕著であることを示し、複数リンク間干渉を解決する無線リソース制御の設計指針を与えている。

第3章「ZigZag antenna configuration for mmWave V2V with relay」では、車間距離が30m程度以下の場合の複数リンク間干渉抑圧手法として、リンク毎に指向性アンテナをジグザグに配置する空間リソース制御法を提案している。ミリ波帯の高利得指向性アンテナを、車両のヘッドランプとテールランプ付近に二つずつ設置し、前方リンクが右テールランプから左ヘッドライトへ伝送する場合は、後方リンクを左テールランプから右ヘッドライトへとジグザグに伝送することによる空間リソース制御により、複数リンク間干渉が抑圧されることを理論的に証明している。また60GHz帯のWiGig規格に準拠した無線線と高利得アンテナを用いた実証実験により、従来の車両中央に設置されたアンテナ配置では、車間距離が20m以上で地面反射による複数リンク間干渉の影響により後方リンクのデータレートが大幅に劣化するものの、提案する空間リソース制御法により車間距離が30m程度まで常に1Gbps以上のデータレートを担保できることを明らかにしている。

第4章「Distributed and scalable radio resource management for mmWave V2V with relays」では、車間距離が30m程度以上の比較的離れた車両間における複数リンク間干渉抑圧手法として、周波数リソースを二つに分割しリンク毎にジグザグに割り当ててかつ電力を適切に制御する周波数リソース制御技術を提案している。車間距離が大きい場合には、センシング車両がかなり前方にあるため協調認知の要求条件が緩和されることに着目し、提案法により車両数に依存せずに複数リンク間干渉を解決可能であり、協調認知の要求条件を満たすミリ波 V2V 通信の車間距離を100m以上に拡張できることを示している。

第5章「Conclusions and future work」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、協調認知を実現するミリ波 V2V 通信において、センサデータを後続車両に中継することによって発生する複数リンク間干渉の課題を指摘し、車間距離が短い場合にはリンク毎に指向性アンテナをジグザグに配置する空間リソース制御と、車間距離が比較的離れた場合には周波数リソースを二つに分割しリンク毎にジグザグに割り当ててかつ電力を適切に制御する周波数リソース制御技術を提案し、安全な自動運転に必要な協調認知を車両数に依存せず実現可能なミリ波 V2V 通信方式を確認したという観点で工学上・工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。