

同行专家业内评价意见书编号: 20250354350

附件1

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）
同行专家业内评价意见书

姓名: 王利刚

学号: 22260057

申报工程师职称专业类别（领域）: 电子信息

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2025年03月16日

填表说明

一、本报告中相关的技术或数据如涉及知识产权保护、军工项目保密等内容，请作脱密处理。

二、请用宋体小四字号撰写本报告，可另行附页或增加页数，A4纸双面打印。

三、表中所涉及的签名都必须用蓝、黑色墨水笔，亲笔签名或签字章，不可以打印代替。

四、同行专家业内评价意见书编号由工程师学院填写，编号规则为：年份4位+申报工程师职称专业类别(领域)4位+流水号3位，共11位。

一、个人申报

（一）基本情况【围绕《浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

1. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况(不少于200字)

在通信感知一体化车联网领域，我系统掌握了扎实的数学、物理及经济管理等基础知识，为工程构思、设计、实现及运作奠定了坚实基础。我深入学习了通信原理、信号处理、网络架构及协议等核心专业知识，并熟练掌握了相关的研究方法和技术手段。同时，我紧跟行业前沿，深入了解了车联网领域的新技术、新设备及国内外技术发展现状与趋势。通过实践训练，我积累了丰富的默会性工程知识，能够灵活应对各种复杂情境。此外，我还学习了计算机科学、数据科学等跨领域知识，以更好地解决车联网领域的复杂工程问题。

2. 工程实践的经历(不少于200字)

通过与瑞立集团瑞安汽车零部件有限公司合作面向毫米波通信感知一体化的车联网跨层媒体接入控制协议设计项目，我主要负责毫米波通信感知一体化车联网媒体接入控制协议设计与系统性能分析的工程实践。我们团队的目标是为车联网系统设计一个高效、可靠的媒体接入控制协议，以支持车辆间通过毫米波通信共享庞大的感知数据和360°雷达感知。在项目初期，我深入研究了现有的媒体接入控制协议，分析了它们的优缺点，并结合车联网的特殊需求，提出了创新的设计思路。通过多次迭代和仿真测试，我们不断优化协议的性能。这次实践不仅锻炼了我的专业技能，更让我深刻体会到了工程实践中问题解决和团队协作的重要性。

3. 在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例(不少于1000字)

通过与瑞立集团瑞安汽车零部件有限公司合作面向毫米波通信感知一体化（ISAC）的车联网跨层媒体接入控制协议设计项目，我亲身体验了如何综合运用通信理论、随机理论以及媒体接入控制（MAC）协议设计等跨学科知识，来解决自动驾驶车辆间高速移动场景下的庞大数据共享与毫米波通信挑战。这一复杂工程问题的解决过程，不仅考验了我的专业技能，也深刻展示了团队合作与持续创新的价值。

项目背景源于自动驾驶汽车对实时、高精度环境信息的迫切需求。传统上，自动驾驶汽车依赖车载传感器（如雷达、激光雷达、摄像头等）感知周围环境，但这些传感器通常只能覆盖有限的视距范围，且数据解读受限于单个车辆的视角和计算能力。随着车联网（V2X）技术的发展，特别是毫米波通信技术的兴起，我们看到了实现车辆间庞大数据共享、提升自动驾驶决策可靠性的新机遇。然而，车辆的高速移动特性给毫米波通信带来了巨大挑战，尤其是波束管理的复杂性，这要求我们在物理层和MAC层进行创新性设计。

首先，面对车辆高速移动导致的波束管理难题，我们引入了ISAC技术。ISAC技术允许在同一硬件平台上同时执行雷达感知和通信功能，通过雷达感知辅助波束管理，有效减少了信令开销。在此基础上，我们提出了双波束ISAC方案，该方案能够同时实现360°雷达探测和毫米波通信，极大提高了系统的环境感知能力和数据传输效率。在方案的具体设计中，我们采用了两种工作模式：单波束模式和双波束模式。在单波束模式下，车辆沿逆时针方向逐个扇区发送毫米波雷达信号，进行全方位的环境感知。一旦在某个扇区探测到目标，车辆立即切换到双波束模式，其中一个波束继续探测下一个扇区，另一个波束则基于先前探测到的目标信息，迅速与目标车辆完成波束对齐，建立起毫米波通信链路。这一设计不仅保证了车辆对周围环境的持续监控，还实现了与目标车辆的高效通信，为数据融合和协同决策提供了可能。然而，随着感知功能的引入，V2X网络的干扰问题变得更加复杂。为了准确评估双波束ISAC方案的性能，我们基于随机几何理论，对车辆网络中的直射干扰和反射干扰进行了深入分析

，并推导出了雷达成功探测概率和通信覆盖概率的数学表达式。这些表达式为我们提供了宝贵的性能评估工具，使我们能够量化不同参数对系统性能的影响，为后续优化设计提供了坚实的理论基础。在功率分配优化方面，我们进一步探索了如何在保证通信性能的同时，提高360°雷达的感知性能。通过构建两个功率分配优化问题，我们分别考虑了最大化平均探测概率和在保证一定通信覆盖概率下的探测概率最大化。仿真结果显示，所提出的功率分配方案在提升平均探测概率方面表现出显著优势，验证了我们的设计思路的有效性。

针对双波束ISAC方案在密集车辆网络下的局限性，我们进一步研究了面向毫米波ISAC车联网的MAC协议设计。在物理层，我们基于5G NR协议，采用了跳频OFDM波形，以减小雷达探测所需的带宽，同时提高了雷达信号资源的灵活性。在MAC层，我们结合了毫米波雷达和通信信号的特性，利用sub-6G频段和毫米波频段侧链通信的双频协作机制，为双波束ISAC V2X系统设计了创新的MAC协议。该协议不仅有效管理了无线频谱资源，减少了频谱冲突，还通过灵活的接入策略，优化了车辆间的数据传输效率。为了验证所提出MAC协议的有效性，我们基于随机几何理论，分析了车辆所接收的毫米波雷达回波和通信信号所受的干扰，推导出了成功探测概率和通信覆盖概率的数学表达式。此外，我们还通过数值分析和蒙特卡洛实验，研究了多种系统参数（如车辆密度、发射功率、波束宽度等）对ISAC V2X性能的影响。实验结果表明，所提出的MAC协议在提升系统整体性能方面表现出色，特别是在密集车辆网络环境下，显著提高了雷达探测的准确性和通信链路的稳定性。

整个项目过程中，我不仅深化了对通信理论、随机几何分析、信号处理以及MAC协议设计等专业知识的理解，还学会了如何在复杂工程问题中综合运用这些知识，通过团队协作和创新思维，寻找最优解决方案。这次实践经历不仅提升了我的专业技能，更重要的是，它让我深刻认识到，面对未来智能交通系统的挑战，持续学习和跨领域合作的重要性。

、二) 取得商业资格(代表作)【取得3项, 提供证明材料(包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等)供核实, 并提供复印件一份】

1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [论文发表、专利证书(含发明专利和实用新型)、软件著作权、标准、工法、著作证书、奖励证书等]	发表时间 授权或申请时间等	刊物名称 专利授权 或申请号等	本人 排名 总人数	备注
Performance Analysis and Optimization of ISAC Vehicular Networks with 360° Radar Detection	会议论文	2024年09月01日	2024 IEEE/CIC International Conference on Communications in China (ICCC)	1/7	EI会议收录
兼容5G NR V2X的车联网通感一体化系统资源分配方法	发明专利申请	2023年06月01日	申请号: 2023106411020	4/6	

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

浙江大学研究生院
攻读硕士学位研究生成绩表

学号：22260057		姓名：王利轲		性别：男		学院：工程师学院		专业：电子信息				学制：2.5年			
毕业时最低应获：26.0学分				已获得：30.0学分				入学年月：2022-09				毕业年月：			
学位证书号：						毕业证书号：						授予学位：			
学习时间		课程名称		备注	学分	成绩	课程性质	学习时间		课程名称		备注	学分	成绩	课程性质
2022-2023学年秋季学期		数值计算方法			2.0	93	专业选修课	2022-2023学年冬季学期		产业技术发展前沿			1.5	96	专业学位课
2022-2023学年秋季学期		工程技术创新前沿			1.5	88	专业学位课	2022-2023学年春季学期		自然辩证法概论			1.0	90	专业学位课
2022-2023学年秋冬学期		数据分析的概率统计基础			3.0	95	专业选修课	2022-2023学年春季学期		研究生英语基础技能			1.0	62	公共学位课
2022-2023学年冬季学期		车辆信息传感与通信技术			3.0	87	专业选修课	2022-2023学年夏季学期		研究生论文写作指导			1.0	93	专业选修课
2022-2023学年冬季学期		车辆控制理论与技术			3.0	86	专业学位课	2022-2023学年春夏学期		工程伦理			2.0	92	专业学位课
2022-2023学年冬季学期		新时代中国特色社会主义思想理论与实践			2.0	89	专业学位课	2022-2023学年春夏学期		高阶工程认知实践			3.0	83	专业学位课
2022-2023学年秋冬学期		研究生英语			2.0	82	专业学位课			硕士生读书报告			2.0	通过	
2022-2023学年秋冬学期		电子与信息工程技术管理			2.0	87	跨专业课								

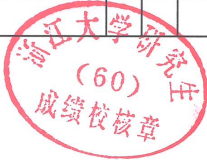
说明：1. 研究生课程按三种方法计分：百分制，两级制（通过、不通过），五级制（优、良、中、及格、不及格）。

2. 备注中“*”表示重修课程。

学院成绩校核章：

成绩校核人：张梦依

打印日期：2025-03-20



经检索“Engineering Village”，下述论文被《Ei Compendex》收录。（检索时间：2024年12月24日）。

<RECORD 1>

Accession number:20244217221406

Title:Performance Analysis and Optimization of ISAC Vehicular Networks with 360° Radar Detection

Authors:Wang, Like (1); Zhang, Yue (1); Shan, Hangguan (1); Chen, Chen (2); Hou, Fen (3); Ghafoor, Huma (4); Cheng, Yu (5)

Author affiliation:(1) Zhejiang University, College of Information Science and Electronic Engineering, Hangzhou, China; (2) Xidian University, School of Telecommunication Engineering, Xi'an, China; (3) University of Macau, Department of Electrical and Computer Engineering, China; (4) National University of Sciences and Technology, School of Electrical Engineering and Computer Science, Islamabad, Pakistan; (5) Illinois Institute of Technology, Department of Electrical and Computer Engineering, Chicago, United States

Corresponding author:Wang, Like

Source title:2024 IEEE/CIC International Conference on Communications in China, ICCC 2024

Abbreviated source title:IEEE/CIC Int. Conf. Commun. China, ICCC

Part number:1 of 1

Issue title:2024 IEEE/CIC International Conference on Communications in China, ICCC 2024

Issue date:2024

Publication year:2024

Pages:580-585

Language:English

ISBN-13:9798350378412

Document type:Conference article (CA)

Conference name:2024 IEEE/CIC International Conference on Communications in China, ICCC 2024

Conference date:August 7, 2024 - August 9, 2024

Conference location:Hangzhou, China

Conference code:202903

Publisher:Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.

Number of references:14

Main heading:Stochastic systems

Controlled terms:Radar interference - Radar target recognition - Stochastic models

Uncontrolled terms:Communication performance - Detection probabilities - Dual-beam - Integrated sensing - Performance analysis and optimizations - Power allocations - Radar detection - Sensing performance - Spectra's - Vehicular networks

Classification code:1202.1 - 716.2 Radar Systems and Equipment - 731.1 Control Systems - 961 Systems Science

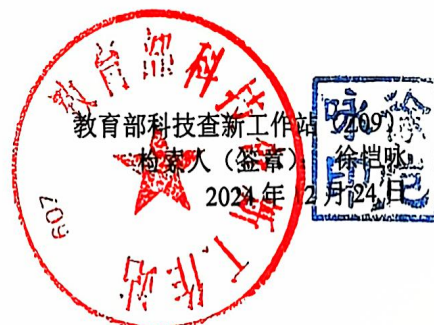
DOI:10.1109/ICCC62479.2024.10682039

Database:Compendex

Compilation and indexing terms, Copyright 2024 Elsevier Inc.

注:

1. 以上检索结果来自 CALIS 查收查引系统。
2. 以上检索结果均得到委托人及被检索作者的确认。



Performance Analysis and Optimization of ISAC Vehicular Networks with 360° Radar Detection

Like Wang*, Yue Zhang*, Hanguan Shan*, Chen Chen[†], Fen Hou[‡], Huma Ghafoor[§], and Yu Cheng[¶]

*College of Information Science and Electronic Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, China

[†]School of Telecommunication Engineering, Xidian University, Xi'an, China

[‡]Department of Electrical and Computer Engineering, University of Macau, Macau, China

[§]School of Electrical Engineering and Computer Science, National University of Sciences and Technology, Islamabad, Pakistan

[¶]Department of Electrical and Computer Engineering, Illinois Institute of Technology, Chicago, USA

Abstract—To alleviate the shortage of wireless spectrum for vehicular communications, integrated sensing and communication (ISAC) technology is expected to be applied to vehicular networks. In this paper, we design a dual-beam ISAC scheme that allows 360° radar detection and directional communication simultaneously. We then develop a stochastic geometry-based performance analytical framework to evaluate both sensing and communication performance of the dual-beam ISAC vehicular network. The detection probability and communication coverage probability are modeled by capturing the impact of both the incident and reflected interference. Furthermore, to improve the sensing performance of 360° radar detection while guaranteeing communication performance, we study two power allocation optimization problems. Simulation results not only validate the accuracy of the proposed analytical models, but also show the advantages of the proposed power allocation schemes in improving average detection probability.

I. INTRODUCTION

Autonomous vehicles constantly sense the surrounding environment via radar and other sensors, and the sensed data can be shared with other vehicles by communication technologies, improving driving safety. Instead of having two separate systems, developing integrated sensing and communication (ISAC) technology to integrate the two functions into one can not only achieve the benefits of reduced cost, size and weight of the hardware equipment and better spectrum efficiency, but also benefit by sharing information mutually, e.g., the sensed information can be used to assist beamforming, and the communication can help radar reduce interference [1].

However, the ISAC system needs to meet various requirements to enable simultaneous sensing and communication. The ISAC system is expected to provide a high data rate for communication and a high resolution for sensing. Thus, the millimeter wave (mmWave) is more competent than the sub-6G band for the ISAC system due to its large bandwidth [2]. One fundamental challenge in ISAC is that sensing requires time-varying scanning beams, while communication requires accurately pointed beams to overcome the large propagation

loss. While many sensing implementations [3–5] are limited to the direction of communication signals, the multibeam framework in [6] is proposed to achieve 360° radar detection and directional communication.

Introducing sensing capability to vehicular networks requires us to consider simultaneous communication and sensing functions design. To this aim, developing tractable models that can evaluate communication and sensing performance is of critical importance. Stochastic geometry has been applied widely to analyze the performance of vehicular networks, but most works are limited to only the communication systems [7, 8] or radar systems [9–11]. Although [12] evaluates both functions' performance of ISAC vehicular networks, the directions of sensing and communication are both limited to the front and only the incident interference is considered. However, reflected interference in mmWave networks is not negligible [11]. Inspired by the studies above, we aim to fill the gap by proposing an analytical model for the dual-beam ISAC vehicular network supporting 360° radar detection and directional communication capturing the impact of both the incident and complex reflected interference.

In this paper, we first design a dual-beam ISAC scheme supporting 360° radar detection and directional communication for vehicular networks. Then, adopting the Matérn hard-core process (MHCP) to model the vehicle positions, we propose a stochastic geometry-based performance analytical framework to evaluate the sensing and communication performance of the networks by capturing the incident and complex reflected interference in a dual-direction and two-lane scenario. Then, to improve the sensing performance of 360° radar detection while guaranteeing communication performance, we study two power allocation optimization problems. Finally, Monte Carlo simulations are conducted to validate the analytical results. Simulation results also verify the advantages of the power allocation schemes in average detection probability (DP) enhancement.

II. SYSTEM MODEL

In this section, we introduce the research scenario, the power allocation setting, the channel model, and the signal model of the ISAC vehicular network.

A. Research Scenario

We consider a dual-direction and two-lane scenario as shown in Fig. 1, with the width of each lane equal to l . On

The work was supported by the Zhejiang Provincial Natural Science Foundation of China under Grant LR23F010006, the National Natural Science Foundation of China under Grants U21A20456, U21B2029, and 62027805, the open research project program funded by the Science and Technology Development Fund (SKL-IOTSC(UM)-2024-2026) and the State Key Laboratory of Internet of Things for Smart City (University of Macau) (Ref. No.: SKL-IoTSC(UM)-2024-2026/ORP/GA01/2023), and the University of Macau (Project No. MYRG-GRG2023-00200-FST and MYRG2022-00242-FST).



310013

浙江省杭州市西湖区竞舟路 1 号筑品金座 501 室 杭州天勤知识产权代理有限公司
王琛(0571-87755911)

发文日:

2023 年 06 月 01 日



申请号: 202310641102.0

发文序号: 2023060101269860

专利申请受理通知书

根据专利法第 28 条及其实施细则第 38 条、第 39 条的规定,申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日等信息通知如下:

申请号: 2023106411020

申请日: 2023 年 06 月 01 日

申请人: 浙江大学

发明人: 单杭冠,梁昊羿,李璞,王利轲,张越,史治国

发明创造名称: 兼容 5G NR V2X 的车联网通感一体化系统资源分配方法

经核实,国家知识产权局确认收到文件如下:

权利要求书 1 份 3 页,权利要求项数: 8 项

说明书 1 份 14 页

说明书附图 1 份 3 页

说明书摘要 1 份 1 页

专利代理委托书 1 份 2 页

发明专利请求书 1 份 5 页

实质审查请求书 文件份数: 1 份

申请方案卷号: 23124F0733

提示:

1.申请人收到专利申请受理通知书之后,认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时,可以向国家知识产权局请求更正。

2.申请人收到专利申请受理通知书之后,再向国家知识产权局办理各种手续时,均应当准确、清晰地写明申请号。

审查员: 自动受理

联系电话: 010-62356655

审查部门: 初审及流程管理部

