

同行专家业内评价意见书编号: 20240854175

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: _____ 郭康

学号: _____ 22160569

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

2024年03月29日

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】

一、专业理论与技术知识掌握情况

作为电子信息专业的研究生，我系统学习了电子信息领域的基础理论，包括电路理论、信号与系统、数字信号处理等。在专业技术知识方面，我深入研究了通信感知一体化技术，这是一种将通信与感知功能结合在一起的先进技术，能够在无线通信系统中实现高效的资源利用和环境感知。

通信感知一体化 (ISAC)

技术的实现方式主要包括主动感知和被动感知两种形式，这两种形式的实现方式针对不同的应用场景和需求，具有不同的特点和优势。具体来说，被动感知 ISAC

技术是指在无需对现有的通信系统做出硬件和软件的重要调整的情况下，仅使用在正常通信过程中获得数据，如信道状态信息，并通过软件算法设计实现对于环境的感知。而主动感知使用专门设计的 ISAC

信号波形，通过对波形的特定抽象描述和优化，实现感知和通信任务之间的精细平衡。此外，由于大规模阵列天线的广泛应用，还可以通过对空间进行波束扫描来实现主动感知，将波束扫描与 ISAC 波形进行联合应用将有效提高感知环境的能力。

二、工程实践经历

在我的研究生学习期间，我参与了多个与电子信息相关的课程，这些课程让我有机会将理论知识应用于实际问题。我学习了多种新兴技术，包括 5G 通信、物联网 (IoT)、以及边缘计算等，并通过对具体设备的操控，增强了自己的实践能力。

此外，我还在浙江大华技术股份有限公司参加了专业实践，浙江大华技术股份有限公司是全球领先的以视频为核心的智慧物联解决方案提供商和运营服务商。我的实践项目是智能协同通信与计算成像技术，旨在利用现有无线通信框架实现感知算法设计以及感知系统的部署。在专业实践中，我研究了毫米波下的通信感知一体化系统，利用旁瓣增强的波束扫描技术实现了对环境的精确感知。

三、解决复杂工程问题的案例

在我的专业实践以及研究过程中，我曾遇到一些复杂的工程挑战，在运用所学知识对问题进行了细致分析后，通过一系列算法设计以及系统开发对这些问题进行了解决。

1、基于旁瓣增强波束扫描的环境感知研究

由于 ISAC

系统涉及大量环境变量，实现准确的环境感知通常需要额外的通信资源、硬件和计算开销，这会影响系统的效率和实时性。而且，很多基于波束的感知方案并没有充分利用波束成形效应，而仅仅将波束的旁瓣视为纯粹的干扰，忽略了通过适当的设计来利用旁瓣进一步降低系统硬件成本并提高感知性能的可能性。为了解决这些问题，我提出了一种旁瓣增强波束扫描

环境感知框架，它利用通常被视为干扰的波束的旁瓣特性来辅助环境信息的获取，并且提出了一种波束扫描的控制算法，使得算法的收敛性和准确性得到了显著提高。

在多天线形成的波束中，能量除了集中在波束指向的方向之外，还会有一定强度的信号向其他的方向辐射，并且这些信号在不同的方位角和俯仰角具有独特的幅度和相位特性，可以将这部分信号利用起来以帮助对环境中散射体信息的提取。由于进行波束形成的参数已知，因此可以在一次信号传输过程中获得波束在各个方向上的完整特性，实现对环境各个角度的观察，从而提高了感知的覆盖范围和分辨率。在多径传输和旁瓣附加特性的共同作用下，接收信号包含了极其丰富的波束指向之外的环境信息，因此基站端可以通过一定的信号处理就可以显著的提高获取完整环境信息的效率，同时也提高了感知的精度和鲁棒性。此外，我还根据特有的引入波束特性的信道建模方式设计了一种波束扫描算法，该算法可以在每一次波束扫描中提取到最多的环境信息，以进一步提高环境感知的效率。并且这种扫描算法不需要依赖之前的感知结果或信号的反馈，仅仅和当前位置有关，因此可以在较短的时间内完成扫描。大量的数值仿真结果证实了提出的引入波束特性的信道建模方式以及波束扫描方案带来的显著性能提升。

2、OCDM 系统中基于叠加正交 Chirp 子载波的信道估计与均衡算法

对于高移动性场景的感知任务，更适合使用 OCDM 信号来作为通信感知一体化的联合波形。在上一个问题提出的方案中，通过一种新型的信道建模方式引入了相控阵天线形成波束的完整特性，并且利用多径实现了一次信号传输过程中对环境多个角度的观测，最终实现了高效准确的环境感知，这种环境感知算法要求在基站端进行准确的信道估计，得到较为准确的 CSI 数据。此外，信道估计与均衡的质量也将直接影响到通信的性能。然而由于 OCDM 信号是一种非线性信号，其信道响应不仅包含线性的多径效应，还包含非线性的相位旋转和频率偏移等效应，这些效应会导致信号的正交性和多址性的破坏，增加信号的干扰和失真。因此，使用传统 OFDM 系统中的算法来进行 OCDM 信号的信道估计难以得到准确的结果。为了解决上述这些问题，我提出了一种适用于 OCDM 信号的信道估计与均衡算法。

提出的信道估计与均衡算法利用了 Chirp 信号的脉冲压缩特性，从菲涅尔变换中选择若干个具有一定间隔的正交 Chirp 子载波进行叠加来作为采集 CSI 的导频信号。考虑到实际通信系统的有限冲激响应特性，若选取的正交 Chirp 子载波间隔大于信道长度，在脉冲压缩后就得到了相应数量的不重叠的信道冲激响应 (CIR)。对脉冲压缩后的信号进行加窗可以去除过量噪声来提高估计精度，再对不重叠的 CIR 分别进行加窗处理后，就可以得到多个对 CIR 的估计。最后对得到的 CIR 进行联合处理就可以得到估计更加准确的 CIR。本章提出的这种信道估计算法通过叠加正交 Chirp 子载波作为导频信号来对信道进行多次估计，实现了低导频开销下的准确信道估计。

3、基于 NI mmWave 平台的通信感知一体化系统实现与性能测试

在解决了上述两个问题之后，我又借助基于 NI mmWave 平台搭建的通信感知一体化系统，测试了实际场景下进行信道估计的准确性以及提出的感知算法的实际性能表现。

实测的通信感知一体化系统的收发两端分别位于场景的两端，所以该通信场景实际上是一个突发传输的场景。在这一场景下，接收端并不能事先知道信号会在何时到达，因此需要对发送信号进行独特的设计来进行帧同步，包括使用 L-STF 和 L-LTF 作为信号的前导符号。此外由于发送的 OFDM 信号需要 Chirp 子载波信号是正交的，因此系统中的频率偏移可能会对信号的接收带来很大的影响。为此，我通过对信号进行独特的设计并利用 Schmidl & Cox 算法对信号进行同步和频偏估计与补偿。

在实测场景中我们放置了一个“Z”字形的金属散射体，并通过多天线波束成形进行信号发送。通过提出的基于叠加正交 Chirp 子载波的信道估计与均衡算法，可以对发送的数据符号进行准确的解调。此外，在得到准确的CSI数据后，就可以根据基于旁瓣增强波束扫描的算法对场景进行感知。最终我们可以大致感知出“Z”字形散射体的大致位置和形状。

(二) 取得的业绩(代表作)【限填3项, 须提交证明原件(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 [含论文、授权专利(含发明专利申请)、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	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
Sidelobe-Enhanced Beam Sweeping for Wireless Sensing in Vehicular Communication	会议论文	2023年10月10日	2023 IEEE 98th Vehicular Technology Conference (VTC2023-Fall)	1/4	EI会议收录

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】

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 83 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 1 年（要求1年及以上） 考核成绩： 87 分（要求80分及以上）
本人承诺	
<p>个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！</p> <p style="text-align: right;">申报人签名： 郭康</p>	

浙江大学研究生院 攻读硕士学位研究生成绩单

学号: 22160569	姓名: 郭康	性别: 男	学院: 信息与电子工程学院	专业: 电子信息	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 24.0学分	已获得: 26.0学分	入学年月: 2021-09			毕业年月: 2024-03						
学位证书号: 1033532024312013	毕业证书号: 103351202402310069				授予学位: 电子信息硕士						
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
2021-2022学年秋季学期	电子信息工程中数学模型与方法		2.0	84	专业学位课	2021-2022学年春季学期	科学研究与写作指导		1.0	84	专业学位课
2021-2022学年秋季学期	人工智能算法与系统		2.0	90	专业学位课	2021-2022学年春季学期	自然辩证法概论		1.0	75	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	工程前沿技术讲座		2.0	81	专业学位课	2021-2022学年夏季学期	研究生英语		2.0	74	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	机器学习		3.0	83	专业学位课	2021-2022学年夏季学期	优化算法		3.0	91	专业选修课
2021-2022学年秋季学期	中国特色社会主义理论与实践研究		2.0	94	公共学位课	2021-2022学年夏季学期	工程伦理		2.0	86	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	信息论及其应用		3.0	95	跨专业课	2021-2022学年夏季学期	研究生英语基础技能		1.0	76	公共学位课
2021-2022学年春季学期	电子与通信工程领域前沿讲座		2.0	78	专业选修课						

说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制 (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:

成绩审核人: 张梦依

打印日期: 2024-04-02

Sidelobe-Enhanced Beam Sweeping for Wireless Sensing in Vehicular Communication

Publisher: IEEE

Cite This

PDF

Kang Guo ; Zhaoyang Zhang ; Xin Tong ; Zhaohui Yang [All Authors](#)



Abstract

Document Sections

I. Introduction

II. System Model and Problem Formulation

III. Environment Sensing Algorithm

IV. Numerical Results

V. Conclusion

Abstract:

Integrated sensing and communication (ISAC) systems aim to obtain the environment information using the wireless communication signals. However, most existing methods for ISAC systems require additional communication or hardware overheads, which pose a significant challenge for the resource-constrained wireless communication system. To address this issue, we propose a novel sidelobe-enhanced beam sweeping scheme, which leverages the extra information provided by the sidelobe compared to the traditional beam-based sensing algorithm. The proposed scheme takes into account the complete beam pattern including sidelobes, exploiting the different characteristics in each direction to simultaneously utilize multiple spatial angles. By effectively exploiting the sidelobes rather than treating them as interference, the proposed scheme can achieve comprehensive environmental information acquisition with high efficiency. Simulation results demonstrate that the proposed algorithm yields remarkable performance improvement.

Published in: 2023 IEEE 98th Vehicular Technology Conference (VTC2023-Fall)

Sidelobe-Enhanced Beam Sweeping for Wireless Sensing in Vehicular Communication

Kang Guo[†], Zhaoyang Zhang[†], Xin Tong[†], Zhaohui Yang^{†‡}

[†]College of Information Science and Electronic Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, China

[†]Zhejiang Provincial Key Laboratory of Info. Proc., Commun. & Netw. (IPCAN), Hangzhou, China

[‡]Zhejiang Lab, Hangzhou, China

E-mails: {guokang, ning_ming, tongx, yang_zhaohui}@zju.edu.cn

Abstract—Integrated sensing and communication (ISAC) systems aim to obtain the environment information using the wireless communication signals. However, most existing methods for ISAC systems require additional communication or hardware overheads, which pose a significant challenge for the resource-constrained wireless communication system. To address this issue, we propose a novel sidelobe-enhanced beam sweeping scheme, which leverages the extra information provided by the sidelobe compared to the traditional beam-based sensing algorithm. The proposed scheme takes into account the complete beam pattern including sidelobes, exploiting the different characteristics in each direction to simultaneously utilize multiple spatial angles. By effectively exploiting the sidelobes rather than treating them as interference, the proposed scheme can achieve comprehensive environmental information acquisition with high efficiency. Simulation results demonstrate that the proposed algorithm yields remarkable performance improvement.

Index Terms—Integrated sensing and communication, sidelobe utilization, compressed sensing, environment sensing

I. INTRODUCTION

Integrated sensing and communication (ISAC) technology has emerged as a promising research direction for the next generation wireless communication systems [1]–[4], as it can provide vital environmental information for various application scenarios such as autonomous driving, high-precision positioning, and imaging [5]. An outstanding advantage of ISAC is that, unlike conventional radar sensing, it relies on existing communication systems and devices [6], which enhances its deployability. Furthermore, designing a joint communication and sensing waveform is another appealing scheme, which can achieve efficient spectrum utilization and reduce hardware costs [7].

Some recent works in the field of ISAC is based on the compressed sensing (CS) theory [8], which exploits the sparsity of scatterers in the environment to achieve low-complexity sensing tasks. In [9], the authors models the scatterers in the environment as a sparse point cloud and uses the signals transmitted during the communication process to accurately reconstruct it. In [10], the authors employs an iterative algorithm to achieve high-precision sensing of specific regions. Due to the large number of environmental variables involved in the ISAC system, achieving accurate environment sensing usually entails additional communication resources, hardware, and computational overhead. However, the above works in

[8]–[10] do not fully exploit the beamforming pattern effect including the sidelobe and merely treat the sidelobe as pure interference, even though the proper design with utilizing sidelobe effect can further decrease the system hardware cost and improve the sensing performance. In the proposed environment sensing framework with sidelobe-enhanced beam sweeping, we exploit the sidelobe characteristics of beams which are usually regarded as interference to assist in the acquisition of environmental information and the convergence and accuracy of the algorithm have been substantially improved.

In the millimeter wave (mmWave) communication scenarios, beamforming technology is widely used [11] in equipment such as vehicle phased arrays and large-scale arrays at the base station (BS) to enhance the concentration of signal energy. In the formed beam, besides the energy concentrated in the beam direction, there will also be certain signal radiation in other directions, and these signals have unique amplitude and phase characteristics. Since the parameters of beamforming are known, it is possible to obtain the complete characteristics of the beam in all directions and realize the observation of various angles of the environment during one signal transmission. Under the joint effect of multipath transmission and additional characteristics of sidelobes, the received signal contains extremely rich information about the environment outside the beam pointing. Based on known complete characteristics of the beam, this information, which was previously regarded as interference, can be cleverly extracted. Combined with the proposed beam sweeping strategy, it is feasible to quickly acquire complete environmental information and achieve accurate sensing at low hardware costs. The main contributions of this paper are summarized as follows:

- In the scenario of uplink communication between the vehicle phased array and the BS, we propose an ISAC scheme that utilizes the complete characteristics of the beam to achieve efficient environment sensing.
- We devise a sidelobe-enhanced beam sweeping algorithm for environment sensing. The algorithm generates an optimal sweeping strategy by comprehensively considering the characteristics of the beam.
- Extensive simulation results confirm the effectiveness of the proposed algorithm.

经检索“Engineering Village”，下述论文被《Ei Compendex》收录。（检索时间：2024年3月13日）。

<RECORD 1>

Accession number:20240115323069

Title:Sidelobe-Enhanced Beam Sweeping for Wireless Sensing in Vehicular Communication

Authors:Guo, Kang (1, 2); Zhang, Zhaoyang (1, 2); Tong, Xin (1, 2); Yang, Zhaohui (1, 2, 3)

Author affiliation:(1) Zhejiang University, College of Information Science and Electronic Engineering, Hangzhou, China; (2) Zhejiang Provincial Key Laboratory of Info. Proc., Commun. & Netw. (IPCAN), Hangzhou, China; (3) Zhejiang Lab, Hangzhou, China

Corresponding author:Guo, Kang(guokang@zju.edu.cn)

Source title:IEEE Vehicular Technology Conference

Abbreviated source title:IEEE Veh Technol Conf

Part number:1 of 1

Issue title:2023 IEEE 98th Vehicular Technology Conference, VTC 2023-Fall - Proceedings

Issue date:2023

Publication year:2023

Language:English

ISSN:15502252

CODEN:IVTCDZ

ISBN-13:9798350329285

Document type:Conference article (CA)

Conference name:98th IEEE Vehicular Technology Conference, VTC 2023-Fall

Conference date:October 10, 2023 - October 13, 2023

Conference location:Hong Kong, China

Conference code:195305

Publisher:Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.

Number of references:0

Uncontrolled terms:Beam sweeping - Communications systems - Compressed-Sensing - Environment sensing - Integrated sensing - Integrated sensing and communication - Sensing systems - Side lobes - Sidelobe utilization - Wireless sensing

DOI:10.1109/VTC2023-Fall60731.2023.10333779

Funding details: Number: 2023C01021, Acronym: -, Sponsor: Key Research and Development Program of Zhejiang Province;Number: U20A20158, Acronym: NSFC, Sponsor: National Natural Science Foundation of China;Number: TC220H07E, Acronym: MIIT, Sponsor: Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China;Number: 2018YFB1801104,2020YFB1807101, Acronym: NKRDP, Sponsor: National Key Research and Development Program of China;

Funding text:ACKNOWLEDGMENT This work was supported in part by National Natural Science Foundation of China under Grant U20A20158, National Key R&D Program of China under Grant 2020YFB1807101 and 2018YFB1801104, Ministry of Industry and Information Technology under Grant TC220H07E, and Zhejiang Provincial Key R&D Program under Grant 2023C01021.

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。

