

文本复制检测报告单(去除本人已发表文献)

№:ADBD2017R_20170310165808201711121534351203489957674

检测时间:2017-11-12 15:34:35

检测文献: 1_贺辰枫_车联网中的资源管理关键技术研究

作者: 贺辰枫

检测范围: 中国学术期刊网络出版总库

中国博士学位论文全文数据库/中国优秀硕士学位论文全文数据库

中国重要会议论文全文数据库

中国重要报纸全文数据库

中国专利全文数据库

互联网资源(包含贴吧等论坛资源)

英文数据库(涵盖期刊、博硕、会议的英文数据以及德国Springer、英国Taylor&Francis 期刊数据库等)

港澳台学术文献库

优先出版文献库

互联网文档资源

图书资源

CNKI大成编客-原创作品库

学术论文联合比对库

个人比对库

时间范围: 1900-01-01至2017-11-12

检测结果

去除本人文献文字复制比: 6.3%

重复字数: [2516]

总段落数: [7]

总字数: [40021]

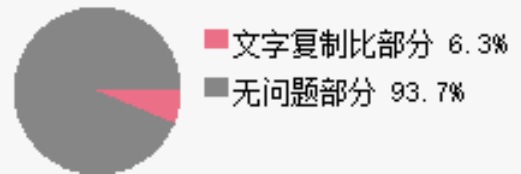
疑似段落数: [4]

疑似段落最大重合字数: [1559]

前部重合字数: [524]

疑似段落最小重合字数: [168]

后部重合字数: [1992]



指标: ☐ 疑似剽窃观点 ☒ 疑似剽窃文字表述 ☐ 疑似自我剽窃 ☐ 疑似整体剽窃 ☐ 过度引用

表格: 0 脚注与尾注: 0

6.3% (274) 中英文摘要等 (总4357字)

25.2% (1559) 第一章绪论 (总6177字)

0% (0) 第二章车联网系统架构以及资源管理研究现状 (总3848字)

5.7% (515) 第三章仿真平台搭建以及V2V资源分配算法_第1部分 (总9012字)

0% (0) 第三章仿真平台搭建以及V2V资源分配算法_第2部分 (总4025字)

0% (0) 第四章V2I资源分配算法 (总11252字)

12.4% (168) 第五章总结与展望 (总1350字)



(注释: 无问题部分 文字复制比部分)

1. 中英文摘要等

总字数: 4357

相似文献列表 文字复制比: 6.3%(274) 疑似剽窃观点: (0)

1	1001001071+通信与信息系统+伍佩+异构融合网络的接纳控制 伍佩 - 《学术论文联合比对库》 - 2013-03-20	3.3% (142) 是否引证: 否
2	1001001071+通信与信息系统+伍佩+异构无线网络的联合接纳控制算法 - 《学术论文联合比对库》 - 2013-06-17	3.3% (142) 是否引证: 否
3	基于中继的OFDM系统资源分配算法的研究 付雅茹(导师: 朱琦) - 《南京邮电大学硕士论文》 - 2014-02-01	1.6% (68) 是否引证: 否
4	基于QPSO-RBF神经网络的交通流量预测方法 王惟 - 《学术论文联合比对库》 - 2014-09-24	1.4% (61) 是否引证: 否

车联网中的资源管理关键技术研究

摘要

物联网 (Internet of Things, IOT) 的概念自从1999年首次被提出之后, 立即在世界范围内得到迅速的发展。因此物联网也被誉为继通信、计算机、互联网之后的第三次信息发展浪潮。而车联网 (Internet of Vehicle, IOV), 作为物联网的重要应用之一, 在2005年被提出之后, 迅速成为学术领域的研究热点。车联网是车辆工程与通信工程、网络技术的高度融合, 它是实现智能交通系统 (Intelligent Transportation System, ITS) 的重要手段与理论基础。

传统的无线资源管理主要包含接入控制、资源分配、功率控制、信息反馈以及负载均衡等等。无线网络发展的必然趋势就是异构化, 在异构网络中, 无线资源管理方案需要协调不同的接入资源, 适配各个不同的协议, 并且能够提供跨业务的QoS (Quality of Service) 保证, 以达到最大化系统容量的目标。但是目前的资源管理方案对于终端动态分布的自适应能力不强, 传统的无线资源管理方案并不能直接应用于新兴的车联网场景。本文将针对车联网下的无线资源分配 (Radio Resource Management, RRM) 展开研究, 主要工作如下:

首先, 针对V2V场景, 从提高时频资源复用率以及系统整体包到达率为目标, 提出了基于载波侦听的随机选择算法以及基于地理位置的时分算法。仿真结果表明, 这两个资源分配算法适用于不同的场景, 且它们的包到达率性能都比作为Baseline的随机选择算法高10%左右。

其次, 针对V2I场景, 先后引入了基于地理位置的分簇策略、资源预留机制、冲突避让机制, 在提高时频资源复用率的同时尽可能降低车辆之间的同频干扰。并在此基础之上, 提出了基于分簇的轮询调度算法, 基于分簇的时分算法、基于分簇的簇间竞争算法。仿真结果表明, 基于分簇的时分算法适用于可靠性要求较高、时延要求较低的场景, 其包到达率达到90%以上; 基于分簇的簇间竞争算法适用于可靠性要求适中, 时延要求较高的场景。

最后, 搭建了一个V2X系统级车联网仿真平台, 涉及多个功能单元, 包括地理拓扑与传播单元、无线资源管理单元、路由单元、业务模型与控制单元。各个单元面向接口编程, 并利用反射以及IoC容器实现功能单元之间的解耦、梳理并简化平台的配置, 提高了平台的易用性以及可扩展性。

关键词: IOV RRM 分簇冲突避让资源预留

RESEARCH ON KEY TECHNOLOGY OF RADIO RESOURCE MANAGEMENT IN VEHICLE NETWORKING ABSTRACT

The concept of the IOT has rapidly gained worldwide momentum since it was first introduced in 1999. Therefore, IOT is also hailed as the third wave of information development after communications, computers and the Internet. As one of the most important applications of IOT, IOV became a research hot spot in the academic field after it was put forward in 2005. Vehicle networking highly integrated vehicle engineering with communication engineering and network technology. It is the theoretical basis for implementing ITS.

The traditional wireless resource management mainly includes access control, resource allocation, power control, information feedback, and load balancing. The inevitable trend of the development of wireless networks is that of isomerization. In a heterogeneous network, a radio resource management solution needs to coordinate different access resources, adapt to different protocols, and provide cross-service QoS (Quality of Service) guarantees, in order to achieve the goal of maximizing system capacity. However, the current resource management solutions do not have strong adaptability to the dynamic distribution of terminals. The traditional radio resource management solutions can not be directly applied to the emerging car networking scenarios. In this paper, the research on Radio Resource Management (RRM) under car networking is carried out. The main work is as follows:

First of all, according to the V2V scenario, a random selection algorithm based on carrier sense and a location-based time division algorithm are proposed to improve the reuse rate of the time-frequency resource and the overall packet arrival rate of the system. The simulation results show that these two resource allocation algorithms are suitable for different scenarios, and their packet arrival rate performance is about 10% higher than that the baseline random selection algorithm.

Secondly, according to the V2I scenario, a geographic location-based clustering strategy, a resource reservation mechanism, and a collision avoidance mechanism are introduced successively to reduce the frequency interference between vehicles while improving the reuse rate of time-frequency resources. Based on this, a clustering-based polling scheduling algorithm, clustering-based time-sharing algorithm and clustering-based intercluster competition algorithm are proposed. The simulation results show that the clustering-based time-division algorithm is suitable for scenarios with high reliability and low latency requirements, and the packet arrival rate reaches more than 90%. The clustering-based intercluster competition algorithm is suitable for moderate reliability and high latency requirements.

Finally, a V2X system-level vehicle networking simulation platform is built, which involves multiple functional units, including geographic topology and propagation unit, wireless resource management unit, routing unit, business model and control unit. Each unit is interface-oriented and uses decoupling and IoC containers to decouple those functional units, grooming and simplifying platform configuration, and improving usability and scalability of the platform.

目录

第一章绪论	1
1.1 论文背景以及研究意义	1
1.2 车联网应用以及发展概述	2
1.3 论文研究内容与章节安排	5
第二章车联网系统架构以及资源管理研究现状	7
2.1 车联网系统架构	7
2.2 传输模式	8
2.3 无线资源管理研究现状	9
2.4 仿真平台需求分析	10
2.5 本章小结	11
第三章仿真平台搭建以及V2V资源分配算法	12
3.1 仿真平台搭建	12
3.1.1 整体架构与功能概述	12
3.1.2 地理拓扑与传播单元	13
3.1.3 无线资源管理单元	18
3.1.4 路由单元	19
3.1.5 业务模型与控制单元	24
3.2 作为Baseline随机选择算法	26
3.3 基于载波侦听的随机选择算法	26
3.4 基于地理位置的时分算法	27
3.5 仿真及性能分析	30
3.5.1 车辆撒点	30
3.5.2 路径损耗	31
3.5.3 V2V资源分配算法性能分析	31
3.6 本章小结	34
第四章 V2I资源分配算法	35
4.1 分簇	35
4.1.1 接入算法	36
4.2 基于分簇的轮询调度算法	37
4.3 基于分簇的时分算法	39
4.3.1 资源预留机制	41
4.3.2 冲突避让机制	43
4.3.3 C-TDM算法详细流程	44
4.4 基于分簇的簇间竞争算法	45
4.4.1 资源预留机制	46
4.4.2 冲突避让机制	47
4.4.3 C-ICC算法详细流程	47
4.5 V2I资源分配算法仿真及性能分析	48
4.6 本章小结	53
第五章总结与展望	54
5.1 全文工作总结	54
5.2 下一步的工作	54
参考文献	56
致谢	59
攻读学位期间取得的研究成果	60

2. 第一章绪论		总字数：6177
相似文献列表 文字复制比：25.2%(1559) 疑似剽窃观点：(0)		
1	车联网技术发展与应用综述 武文科;-《汽车实用技术》-2017-02-15	14.4% (889) 是否引证：否
2	车联网技术应用综述 苏静;王冬;张菲菲;-《物联网技术》-2014-06-15	13.2% (816) 是否引证：否
3	孙昱婧-2012110119-基于LTE-Advanced的车联网中资源分配算法研究及应用平台搭建 孙昱婧 -《学术论文联合比对库》-2015-07-15	3.1% (193) 是否引证：否
4	李志民：你的每一次“互联”都离不开他的协议-----罗伯特·埃利奥特·卡恩 (Robert Elliot Kahn) ——中国教育和科研计算机网CERNET -《网络 (http://www.edu.cn/xx) 》-2017	1.9% (118) 是否引证：否
5	基于交通视频的能见度估计研究 项文书(导师：沈红斌) -《上海交通大学硕士论文》-2014-05-01	1.4% (86) 是否引证：否
6	城市动态路况信息下交通行为的研究 周伟(导师：赵胜川) -《大连理工大学博士论文》-2012-03-01	0.9% (58) 是否引证：否
7	布地奈德/福莫特罗与噻托溴铵吸入治疗对不同表型重度稳定期慢性阻塞性肺疾病患者的临床对比研究 汤军华;赵德军;张晓燕;沈毅弘;-《中华危重症医学杂志(电子版)》-2016-08-01	0.7% (44) 是否引证：否

原文内容 红色文字表示存在文字复制现象的内容; 绿色文字表示其中标明了引用的内容

第一章绪论

1.1 论文背景以及研究意义

交通系统对国家的政治经济、文化教育、科学技术等方面的发展影响极大，也是城市建设的一个非常重要的方面。交通的便捷程度已经成为衡量一个城市乃至一个国家发展程度的重要标志。

近年来，随着世界经济的飞速发展，车辆在世界范围内得到广泛的普及，车辆的普及为人们的出行带来了极大的便利，但与此同时，各种问题也应运而生。各大城市严重的交通拥堵、频发的交通事故、低下的运输效率、燃料资源的严重浪费以及由此造成的环境污染已成为重要的全球性问题。发达国家和发展中国家都受到交通问题的困扰。频发的交通事故将造成巨大的生命和财产损失。据世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 的统计，全球超过1亿人死于交通事故，每年由此造成的经济损失高达5000亿美元[1]。而且，城市交通拥堵使运输系统的效率下降，从而阻碍了经济的增长。因此，目前交通系统的安全和效率都有较大的提升空间。

车联网的概念引申自物联网，物联网的概念自从1999年首次被提出之后，立即在世界范围内得到迅速的发展。因此物联网也被誉为继通信、计算机、互联网之后的第三次信息发展浪潮。而车联网，作为物联网的重要应用之一，在2005年被提出之后，迅速成为学术领域的研究热点。车联网是车辆工程与通信工程、网络技术的高度融合，它是实现ITS的重要手段与理论基础。

车联网旨在通过车对车 (V2V) 以及车对基础设施 (V2I) 的通信来提供信息交换。据报道，超过50%的受访消费者对汽车通信有非常浓厚的兴趣，其中，将近22%的受访者愿意每月支付30至65美元用于车联网的增值服务[2]。1999年，FCC (Federal Communications Commission) 分配了75 MHz (从5.850 GHz到5.925 GHz) 专用短距离通信 (Dedicated Short-Range Communications, DSRC) 带宽。美国交通部 (U.S. Department of Transportation, DOT) 估计，基于DSRC的V2V通信可以减少美国所有道路交通事故的82%，这将会拯救数千人的生命，同时挽回数十亿美元的经济损失[3]。另外，移动蜂窝网络对车载业务的适用性也给予了极大的支持，为车载用户提供广覆盖和高数据速率的业务。

VANET[7]是无线网络的一个新兴领域，通过车辆与车辆 (V2V) 之间的通信，车辆与城市或道路基础设施 (V2I) 之间的通信，以构建起一个实时、高效、可靠的交通信息网络[8]。这个新兴技术领域旨在提高乘客的安全性，减缓交通流量，减少污染，并为乘客提供丰富多样的车载娱乐应用。通过向驾驶员提供交通路况信息，例如碰撞警告，路面状况或交通状况汇报，可以协助驾驶员提前做出相应的预防措施，从而减少事故的发生。此外，乘客可以利用城市可用的基础设施连接到互联网进行娱乐活动[9]。

车联网的网络结构具有以下特点：网络中车辆节点拓扑结构的快速变化会使得各个节点之间的通信链路的生命周期大幅缩减。此外，车辆的快速移动会导致信道严重衰落，并且路边的树木、建筑物等将产生严重的阴影衰落，进一步恶化信道质量。

传统的无线资源管理主要包含接入控制、资源分配、功率控制、信息反馈以及负载均衡等等。无线网络发展的必然趋势就是异构化，具体表现为网络接入的异构性、终端的异构性、业务以及商业模式的异构性等。在异构网络中，无线资源管理方案需要协调不同的接入资源，适配各个不同的协议，并且能够提供跨业务的QoS (Quality of Service) 保证，以达到最大化系统容量的目标。

现有的资源管理方案以及网络架构并不能很好地应对这些挑战。不足之处主要体现在以下方面：目前的资源管理方案对于终端动态分布的自适应能力不强。业务的潮汐效应[12]将伴随着终端以及数据量的增加而变得明显。这是由于空载或者微负载的基站无法转移其处理能力从而导致资源浪费，另外，终端的集中化分布将会造成该区域内网络负荷过重，资源短缺，从而影

响接入的可靠性以及时延，因此干扰和能效问题也不容忽视。

通常，在车辆通信的研究中存在两种情景，即非视距（Not Line of Sight, NLOS）和视距（Line of Sight, LOS）情景。在城市或曼哈顿街区模型中，存在着大量诸如建筑物和树木等障碍物，因此曼哈顿街区模型中的通信被认为是NLOS，而高速公路模型中的通信被认为是LOS的。目前用于V2V通信的传统解决方案依赖于IEEE 802.11p标准中的自组织通信[10]。由于车辆通信环境的动态特性以及较为严格的服务质量（Quality of Service, QoS）要求，如可靠性和延迟，这些传统解决方案并不能直接应用于新兴的V2V场景[11]。因此，提出一个高效可靠的无线网络解决方案是我们目前面临的严峻挑战。

1.2 车联网应用以及发展概述

车联网的典型应用包括以下几类：

- 1) 语音通话服务：用户可以通过集成在车辆上的移动通信模块来进行语音通信业务。特别地，车辆可以同时提供第四代移动通信（4G）接口。车辆作为移动通信终端接入到移动通信网络中，利用车载音响提供基本的话音业务。
- 2) 定位服务：集成了卫星定位模块的车联网终端，可以利用卫星定位系统完成车辆的定位功能。虽然车辆定位技术已经十分成熟并且早已商用普及，但是结合车联网技术，仍然可以带来许多性能以及功能上的增益。例如，车辆移动通信网络可以作为卫星定位系统的辅助完成车辆的定位，这样可以极大地提高定位的准确性以及时效性。此外，车辆定位产生的位置信息可以上传到车联网服务平台，开拓并发展其他车联网应用，例如车辆紧急救援、车辆防盗、车辆追踪、智能交通管理等功能。特别是智能交通管理系统，借助于车辆的位置信息，能够优化车辆的行进路线，提高道路的通行效率，极大程度地避免交通拥塞。
- 3) 导航服务：借助于上传到车联网服务平台的各种信息，包括车辆自身的相关信息，以及道路信息。利用车联网大数据以及云计算平台，为车辆规划并实时更新行驶路线。
- 4) 车辆服务中心连接服务：目前，各大汽车厂商都提供了基于无线接入的车载服务中心（Telematics Service Provider, TSP），TSP服务基于车辆终端与服务中心之间点到点的语音通信，这样的TSP服务的可靠性难以保证，通用性也较差，因为各个汽车厂商都建造了自己的服务中心，而不同汽车厂商之间的服务中心是不互通的。而利用车联网提供的移动通信网络，中心连接服务的可靠性和稳定性以及相应的服务质量能够得到大幅度的提高，并且有利于制定并实现统一的服务接口。
- 5) 移动互联网接入：车联网也可以与互联网相互协作，理论上来说，大多数的互联网应用都可以移植到车联网系统中去。特别是在4G网络全面普及的今天，为车载大数据服务提供了良好的基础。
- 6) 第三方信息管理服务：现阶段，第三方信息管理服务大多采用RFID（Radio Frequency Identification）技术，高科技园区、校园、商场、住宅区、商务中心等都在进出口通道安装了基于RFID技术的门禁设备。将进出车辆的授权信息写入RFID芯片，从而实现自动放行和收费的门禁系统。需要指出的是，这种技术需要额外地在车辆上安装一个RFID芯片，这必然会限制该项技术的应用。利用车联网终端上集成的短距离无线通信模块，以及安装在入口处的网络设备，车辆可以快速接入局域网络。在管理系统中，记录车辆的无线网卡地址即可进行授权管理。
- 7) 车辆紧急救援：借助于车联网系统，安装在车联网终端上的传感器以及通信设备可以自动拨打求救电话，并报告车辆具体位置信息，帮助救援人员准确快速地定位事故现场。这可以极大程度上提高伤员的存活概率。
- 8) 车辆数据和管理服务：车辆的静态信息一般都是存储在电子控制单元（Electronic Control Unit, ECU）之中。若要获取此类信息，必须经由专业人员并借助专业设备通过OBD（On-Board Diagnostic）接口读取，十分的繁琐且不方便。在车联网系统中，将车联网终端与ECU相连，车辆的静态信息就可以直接通过移动通信网络发送给相关服务提供商，极大地简化了提取过程。

美国对于车联网技术的发展可以追溯到20世纪50年代，美国部分私营公司开始研究车辆自动控制系统。到了20世纪60年代，美国政府交通部门也参与其中，与私营企业共同研发电子路徑引导系统（Electronic Route Guidance Systems, ERGS）。到了1999年，美国联邦通信委员会FCC将5.9GHZ的75MHZ的带宽用于DSRC，DSRC作为车辆和基础设施之间通信的重要通信技术。2002年，对DSRC技术的标准化促进了车联网的研究、发展和应用。2004年，美国电气和电子工程师协会（Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE）依据ADTM标准对802.11p协议开始进行修订，并开始制定WAVE标准。同年，美国计算机协会（Association for Computing Machinery, ACM）在美国费城召开第一次关于车联网国际标准的研讨会，并于会上创造“VANET”一词，这便是我们常说的车联网。到了2006年，美国交通运输部（DOT）携手汽车制造厂商，开始V2V安全应用程序的研发与测试，意在提高车载安全系统在自适应控制上的性能。同一年，引入车辆基础设施一体化（Vehicle Infrastructure Integration, Vii）的概念。2009年5月，启动了Vii工程，同年12月份，美国交通运输部（DOT）发布了《智能交通系统战略研究计划：2010-2014》，该计划的目标是利用无线通信技术建立一个多模式地面交通系统，从而形成车辆、基础设施、便携式通讯设备之间相互通信的环境。2011年8月至2012年初，美国在多个地区，针对车联网技术，进行了安全性驾驶测验，用来评估人们对车联网技术的适应程度以及接纳程度。在2012年9月至2013年9月期间，继续进行安全性驾驶模型的理论研究工作。2012年12月，美国交通运输部（DOT）发布了《2015-2019ITS战略计划》，对下一代ITS战略研究计划方案进行了深入的讨论，并确立了ITS发展和研究的主题和关键，用于适应新兴的研究需求，从而进一步提升车联网的安全性、环保性。现如今，美国车联网领域正步入蓬勃发展的阶段，硬件价格更加经济，人们更能接受，相关车联网业务的飞速发展，包括信息服务，即时通讯，多媒体娱乐等，极大地丰富了用户的体验。

日本对于车联网也有较为深入的研究，始于20世纪70年代初期，日本就启动了ITS的研究，经过20世纪80年代的发展，直至20世纪90年代中期，先后完成了路车通讯系统、交通信息通信系统、安全车辆系统、智能车辆系统等领域的研究。2000年4月，日本开始实施ETC国家行动计划，拟在2003年3月之前在全日本范围内建立最少900个收费站。智能交通系统战略委员会

于2003年7月发布了《日本智能交通系统战略规划》，该计划关于智能交通系统的发展提出了战略规划，同年，车辆信息通讯系统（Vehicle Information and Communication System，VICS）基本覆盖了全日本。截至2013年年底，日本已有3000万辆车辆安装了该系统，其数量占比高达40%。2011年，日本拟引入智能交通技术，智能交通技术可以及时、高效地向车辆提供必要交通信息，很大程度缓解了交通拥堵的状况，从而改善了行驶环境。

我国对车联网技术的研究相对于国外而言，起步较晚。1986年，在南京启动了我国第一套信号控制系统的研发工作，并于1991年完成开发，在南京主城区完成安装部署工作，顺利地完成了测试工作。2007年底，上汽集团联合通用汽车公司成立了一家合资企业，名为“上海安吉星信息服务有限公司”，随即在亚洲市场推行了Onstar服务。2009年，伴随着好帮手、城际通、赛格导航等多家大型企业前后推行Telematics车载信息服务系统，这标志着中国正式正步入Telematics时代。2010年在江苏无锡召开的中国物联网博览会中第一次提出了“车联网”的相关概念，并于同年10月，国务院于“863”计划中提出了路协同、智能车等关键技术研究以及大城市交通协同联动控制关键技术的研究，并指出在“十二五”期间，中华人民共和国工业和信息化部从产业规划、技术标准等多个领域着手，大力支持车载信息服务，用以推进车联网产业链的全面展开，预计在2020年底之前实现可控车辆规模达到2亿的目标。上海在2011年顺利召开了第二届“车联网”产业链合作研讨会，同年7月，在深圳国际会展中心成功举办中国车联网产业发展论坛（CNF2011），并于大会上对车联网领域相关的商业模式进行首次深入的探讨，同年12月，在北京成立了由科研机构、企业联盟、高校联盟联合组建的中国车联网产业技术创新战略联盟，该联盟的宗旨是推进中国汽车信息化领域的协同创新，推动智能交通系统的发展，并带动车联网相关应用的发展。阿里巴巴与上汽集团于2014年签订合作协议，启动了互联网车载应用的开发，致力于打造互联网汽车生态圈。2016年7月，上汽推出搭载了阿里巴巴YunOS操作系统的首款互联网汽车（RX5）。

1.3 论文研究内容与章节安排

本文主要研究针对V2V场景的资源分配算法以及针对V2I场景的资源分配算法，传输模式限定基于PC5接口的直传链路。在这种无中心自组织网络中，车辆之间独立地竞争时频资源将会产生严重的干扰，本文以提高时频资源复用率、提高系统整体包到达率、降低平均包传输时延为目标对资源分配算法进行深入的研究。

本文的章节安排如下：

第一章首先介绍了本文的研究背景、资源分配算法的研究意义，对车联网的典型应用场景以及车联网的发展进行了简要的概述。最后对本文的研究内容、主要创新点以及论文的章节安排进行说明。

第二章首先阐述了车联网的系统架构以及车联网的传输模式，然后简要概述了无线资源管理的研究现状。最后对仿真平台的搭建进行需求分析。

第三章首先介绍了V2X系统级车联网仿真平台的总体架构以及功能单元的划分，并且详细介绍了各个功能单元的具体设计思路以及实现细节。然后，针对V2V通信场景，提出了基于载波侦听的随机选择算法以及基于地理位置的时分算法。最后给出了仿真平台的验证分析以及2种资源分配算法的性能评估。

第四章针对V2I场景，先后引入了基于地理位置的分簇策略、资源预留机制、冲突避让机制，在提高时频资源复用率的同时尽可能降低车辆之间的同频干扰。并在此基础之上，提出了基于分簇的轮询调度算法，基于分簇的时分算法、基于分簇的簇间竞争算法。最后，给出了上述3个方案的仿真性能评估。

第五章对全文进行总结，列出了本文工作的不足之处，并对下一阶段的研究方向做出了展望。

指 标
疑似剽窃文字表述
1. 到了1999年，美国联邦通信委员会FCC将5.9GHZ的75MHZ的带宽用于DSRC，DSRC作为车辆和基础设施之间通信的重要通信技术。2002年，对DSRC技术的标准化促进了车联网的研究、发展和应用。
2. 系统、交通信息通信系统、安全车辆系统、智能车辆系统等领域的研究。2000年4月，日本开始实施ETC国家行动计划，拟在2003年3月之前在全日本范围内建立最少900个收费站。
3. Telematics车载信息服务系统，这标志着中国正式正步入Telematics时代。2010年
4. 提出了“车联网”的相关概念，并于同年10月，国务院于“863”计划中提出了路协同、智能车等关键技术研究以及大城市交通协同联动控制关键技术的研究，并指出在“十二五”期间，中华人民共和国工业和信息化部从产业规划、技术标准等多个领域着手，大力支持车载信息服务，用以推进车联网产业链的全面展开，预计在2020年底之前实现可控车辆规模达到2亿的目标。
5. 阿里巴巴与上汽集团于2014年签订合作协议，启动了互联网车载应用的开发，致力于打造互联网汽车生态圈。
6. 以及车联网的发展进行了简要的概述。最后对本文的研究内容、主要创新点以及论文的章节安排进行说明。
第二章首先阐述了车联网的系统架构
7. 第五章对全文进行总结，列出了本文工作的不足之处，并对下一阶段的研究方向做出了展望。

第二章车联网系统架构以及资源管理研究现状

本章节首先介绍车联网系统架构, 以及3GPP-36.885协议所涉及到的传输模式, 包括基于PC5接口的直传链路以及基于Uu接口的非直传链路。然后梳理并总结了目前车联网领域的资源管理方案的研究现状。最后对仿真平台的搭建进行需求分析。

2.1 车联网系统架构

车联网是将先进的传感器技术、自动控制技术、数据处理技术、通信技术、网络技术、信息发布技术有机地融合于整个交通运输管理体系而建立起来的一种准确、实时、高效的交通运输综合管理和控制系统。

根据物联网的网络体系结构以及车联网所提供的网络服务内容, 车联网系统架构大致上可以分为三层: 传感层、网络层和应用层。示意图详见图 2-1。

最底层是车联网感知层, 感知层又可以细分为上下两个子层。其中, 下子层的主要作用是利用车联网系统中的各种终端设备的传感器, 进行数据的采集, 数据内容涉及车辆的地理位置、行驶速度、路况信息、天气信息等等。而上子层的主要作用是在车辆自组织网络中进行数据的有效传输。感知层所依赖的硬件设备主要是各类传感器, 例如GPS摄像头, 温度、速度传感器等等, 以及信息传输设备。此外, 可以采用RFID技术实现数据传输。

中间层是车联网网络层, 顾名思义, 网络层的主要作用就是负责各种车联网终端接入Internet, 从而完成各类数据的传输、分析、处理以及反馈。另外, 网络层也可以用于监控和管理车联网网络内的节点。网络层依赖的设备主要有CPS (Cyber-Physical Systems), 其作用类似于传统以太网中的路由器, 但同时增加了控制功能。车联网中所使用的协议并非传统的TCP/IP协议, 因此在车辆接入Internet时需要进行协议的转换。

最上层是车联网应用层, 同样, 应用层又可细分为上下两个子层。其中, 下子层的主要作用是对数据进行收集和处理, 常见的各种车联网服务也是在这一个子层中定义与实现的。中间件能够使得各个组件异步工作, 从而使得服务之间解耦, 因此中间件技术也被认为是实现车联网中各种服务的首选技术。而上子层的主要作用是定义与实现人机交互界面、方式与内容。应用层的应用多种多样, 包括车辆导航、车辆定位、车况实时监控与上报、车载娱乐服务、紧急救援、智能交通管理等等。

图 2-1 车联网系统架构

2.2 传输模式

V2X中涉及的传输模式包含两种, 一种适用于近距离传输; 另一种适用于远距离传输。

近距离传输采用基于PC5接口的直传链路[24], 并以LTE (Long Term Evolution) 标准中基于D2D (Device To Device) 的邻近通信服务 (ProSe) 为基础。利用基于最新标准设计的PC5接口, 可以实现高速以及高密度通信。邻近设备可以在无LTE网络覆盖的条件下, 进行直接通信。

远距离传输采用基于Uu接口的非直传链路[24], 利用LTE广播技术, 经过V2X服务器、基站、路边单元等中转, 把信息传送到目的节点。

基于PC5接口的直传链路, 网络示意图详见图 2-2。在该模式下, 一个UE通过Side Link, 即直传链路, 不进行基站接入, 而是直接发送消息给周边的UE群。这里, UE可以是车辆、行人或者是RSU (Road Side Unit) 。

基于Uu接口的非直传链路, 网络示意图详见图 2-3。在该模式下, 一个UE首先将信息通过上行链路 (Up Link) 传递给E-UTRAN (Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network), 经过E-UTRAN网络中转传递后, 由目的节点邻近的E-UTRAN通过下行链路传递给目的节点的UE群。UE同样可以包括车辆、RSU以及行人。

图 2-2 基于PC接口的直传链路

图 2-3 基于Uu接口的非直传链路

2.3 无线资源管理研究现状

目前, 基于车联网的资源分配算法根据传输模式的不同, 即基于PC5接口的直传链路以及基于Uu接口的非直传链路, 大致上可以分成两类。

在基于PC5接口的传输模式中, V-UE通过Side Link直接与周边的V-UE、P-UE以及RSU进行V2V以及V2I通信。在这种无中心自组织网络下, 时频资源选择的冲突以及时频资源复用将带来极大的干扰。因此如何有效地避免干扰, 并且同时提高时频资源复用效率, 从而提高系统吞吐量, 降低系统整体丢包率是该方向的研究核心。文献[14]中提出, 可以将频域资源划分为多个不同的资源池, 每个资源池分配一个优先级别, 这样紧急消息就能够与非紧急的周期消息分开, 降低紧急消息与其他非紧急消息的碰撞概率, 以提高紧急消息的可靠性。但是这样一来, 如果在某一段时间内没有紧急消息触发, 那么用于传输紧急消息的资源池将没有得到充分的利用, 会造成资源的浪费以及其他非紧急消息拥塞的状况。文献[15]中提到, 针对V2V通信场景, 当前车辆在可用频段上随机进行选择, 没有考虑到周边车辆的占用情况, 应该根据周边车辆的占用情况, 来调整当前车辆的选择结果。文献[16]中提出, 车辆一旦完成时频资源的选择, 就应当用该时频资源传输完毕所有的数据包, 除非当前时频资源不满足新到达数据包的时延要求、分组大小或者由于干扰或者地理拓扑变化降低了信道质量。文献[17]中提出, 无论如何选择资源分配算法, 基于地理位置的资源分配算法都可以提高性能。许多参数包括发射功率、重传次数、载波侦听门限等等都是位置依赖的。同时基于地理位置的资源分配算法与基于随机选择和基于载波侦听的资源分配算法是不相关的。地理位置信息也可以分解为多个不同的方面, 包括道路方向, 车辆运动方向, 车辆地理拓扑位置等等。

在基于Uu接口的传输模式中, V-UE通过LTE上行链路接入到基站, 基站的计算资源以及时频资源十分有限, 而V-UE的接入

将大大增加接入的规模，如何高效利用有限的资源来同时满足C-UE以及V-UE的接入需求是该方向的研究核心。文献[18]将V-UE按照安全等级细分为安全性V-UE、非安全性V-UE。V-UE通过重用LTE上行链路来进行通信，因此三种不同类型的UE之间存在着相互干扰。于是将C-UE、安全性V-UE、非安全性V-UE的资源分配问题表述为三维匹配问题，其目标是在满足C-UE和安全V-UE的要求的条件下，最大化非安全V-UE的总吞吐量。文献[19]提出了一种基于资源块共享和功率分配优化的资源分配算法，该算法提出了一种将V2X通信的严格等待时间和可靠性要求转换为仅依赖缓慢变化的CSI的优化约束问题。此外，为了允许V-UE通过LTE上行链路进行非正交接入，提出了为一组C-UE和V-UE集群分配多个RB以及发射功率的优化方案。文献[20]将V2V通信中的子信道分配问题转化为随机偶图的最大匹配问题。然后提出一种基于分布式混洗的Hopcroft-Karp (DSHK) 算法来解决这个问题。文献[21]提出了一种车载网络下行资源共享的通信模式，该通信模式允许不同的V2V和V2I通信链路访问相同的资源并单独地进行数据传输。为了解决车载网络资源共享问题，利用图论的思想，提出了以下两种基于干扰图的资源共享方案：1) 基于干扰感知图的资源共享方案；2) 基于干扰分类图的资源共享方案。文献[22]重点研究了博弈理论在车辆自组织网络 (VANET) 中的具体应用，提出了一种基于情境感知聚类机制的资源分配方案。文献[23]针对移动D2D通信提出了一种位置相关的资源分配方案，该方案可以在满足业务要求的同时降低信令开销。

2.4 仿真平台需求分析

V2X系统级车联网仿真平台着重对网络层进行建模仿真，而对应用层以及传感层进行抽象处理。本论文仅在基于PC5接口的传输模式下，研究车联网V2I以及V2V的资源分配方案，也就是基于Side Link的V2V以及V2I通信。需要建模的内容包括以下几点：

- 1) 地理拓扑：包括曼哈顿街区以及高速公路，涉及的参数包括道路长度、道路宽度、道路方向、建筑位置、建筑高度等。
- 2) 车辆运动：包括车辆的初始化撒点、车辆速度、车辆的前进、向左/向右转弯、卷绕等。
- 3) 各类信道参数：包括大尺度衰落、小尺度衰落、阴影衰落、收发天线方向角，收发天线个数，收发天线高度，调制方式，编码码率等。
- 4) 消息的定义、触发以及传播：包括数据包大小，数据包个数，消息类型，允许最大时延，触发时刻，触发方式，传播方式等。
- 5) 载干比计算：包括接收算法，L2S接口等。
- 6) 无线资源分配：包括总带宽大小，频域资源的划分等。

2.5 本章小结

本章主要介绍了车联网系统架构的组成，包括感知层、网络层和应用层。然后详细介绍了车联网的传输模式，包括基于PC5接口的直传链路以及基于Uu接口的非直传链路。接着，介绍了现阶段，车联网资源分配算法的研究现状，研究方向大致上可以分为两类，第一类通过LTE上行链路进行V-UE的接入，基站的计算资源以及时频资源十分有限，而V-UE的接入将大大增加接入的规模，如何高效利用有限的资源来同时满足C-UE以及V-UE的接入需求是该方向的研究核心。第二类则通过基于PC5接口的直传链路进行通信，大大减轻了基站的负担，在这种无中心自组织网络中，资源选择的冲突将会带来严重的干扰，因此，如何高效地避免冲突以及减少同频干扰，以提高系统整体吞吐量以及包到达率是该方向的研究核心。最后对仿真平台的搭建进行需求分析。

4. 第三章仿真平台搭建以及V2V资源分配算法_第1部分 总字数：9012

相似文献列表 文字复制比：5.7%(515) 疑似剽窃观点：(0)

1	车联网中混合业务传输的性能评估及优化研究 邹睿(导师：刘雨) - 《北京邮电大学硕士论文》 - 2014-12-02	5.7% (514) 是否引证：否
2	2012110248_邹睿_车联网中混合业务传输的性能评估及优化研究 邹睿 - 《学术论文联合比对库》 - 2014-12-03	4.8% (436) 是否引证：否

原文内容 红色文字表示存在文字复制现象的内容; 绿色文字表示其中标明了引用的内容

第三章仿真平台搭建以及V2V资源分配算法

本章节首先介绍了V2X系统级车联网仿真平台的设计以及实现。包括仿真平台的总体设计架构以及功能单元的划分，给出了仿真平台的整体执行流程，并按照功能单元的划分详细给出各个功能单元的具体设计思路以及实现流程。其次，基于V2V通信场景，以提高时频资源复用效率，降低系统整体丢包率为目标，提出了2种资源分配算法，分别是基于载波侦听的随机选择算法以及基于地理位置的时分算法。最后，对仿真平台进行验证，并结合作为Baseline的随机选择算法，对2种V2V资源分配算法进行仿真性能评估与总结。

3.1 仿真平台搭建

本小节介绍V2X系统级车联网仿真平台的设计以及实现。首先，介绍了仿真平台的功能单元划分以及平台层次结构。然后，详细介绍了每个功能单元的具体设计以及实现。该仿真平台为资源分配算法以及路由算法的研究提供了一致性验证平台，具有至关重要的作用。

3.1.1 整体架构与功能概述

V2X系统级车联网仿真平台模拟了位于网络层的V2V、V2I通信，选用基于PC5接口的传输模式。平台输出时延信息、冲突、吞吐量、丢包率等多项统计数据。利用Visual Studio集成开发环境以及C++编程语言以面向对象思想进行搭建。

仿真平台系统架构图详见图 3-1。该仿真平台从功能上可以划分为以下4个功能单元：地理拓扑与传播单元、无线资源管理单元、路由单元、业务模型与控制单元。每个功能单元面向接口编程，提供了多个不同的具体实现。地理拓扑与传播单元包含了曼哈顿街区模型以及高速公路模型；无线资源管理单元包含了针对V2V通信场景的资源管理方案以及针对V2I通信场景的资源管理方案；业务模型与控制单元包含了安全性等级较高的紧急事件以及安全性等级较低的周期性事件；路由单元包含了面向可靠传输的有反馈路由协议以及面向传输速度的无反馈路由协议。仿真平台经过精心设计，在各种层次进行不同的抽象解耦，各种不同的实现可以通过配置文件进行自由组合，极大程度提高了平台的可扩展性以及易用性。

图 3-1 V2X系统级仿真平台分层架构

仿真平台整体流程图详见图 3-2。首先，仿真平台启动时，读取配置文件，包括各种仿真参数，以及各个模块的具体实现的选择，并且根据配置初始化对应的功能单元。以TTI为最小粒度，依次调用各个功能单元进行状态更新：车辆运动以及信道响应状态的更新，触发新事件，然后调用无线资源管理单元进行状态更新。仿真结束前，进行数据的统计输出，包括时延信息，吞吐量，丢包率，冲突频率统计等等。

图 3-2 V2X系统级车联网仿真平台总体流程

3.1.2 地理拓扑与传播单元

地理拓扑与传播单元是V2X系统级车联网仿真平台中最基础的功能单元，其功能包括车辆撒点，位置刷新，信道响应计算，衰落计算等等。根据3GPP-36.885协议规定，地理拓扑模型有曼哈顿街区模型和高速公路模型两种，每种模型依据相关协议选用相应的地理拓扑参数、信道模型、衰落模型以及参数。

在地理拓扑与传播单元中，设计了相应的子过程，包括地理拓扑建模、车辆撒点、车辆运动、传播模型与信道刷新4个子过程。各个子过程的调用关系详见图 3-3。

图 3-3 地理拓扑与传播单元各子过程调用关系

3.1.2.1 曼哈顿街区

曼哈顿街区模型如图 3-4所示，城市道路可由多个矩形的Road Grid单元组成。根据3GPP-36.885协议规定，其中Road Grid单元长度为433m，宽度为250m，车道宽度为3.5m，人行道宽度为3m。各种数据均可通过修改平台配置文件进行动态地调整。具体的曼哈顿街区参数详见表 3-1。

图 3-4 曼哈顿街区模型

表 3-1 曼哈顿街区模型参数配置

参数说明

车道数量每个方向有两条车道，即一条街区道路有4条车道

车道宽度 3.5m

“道路-建筑”网格单元大小（即被四条街区道路包围的区域，每条街区道路取内侧道路属于该网格单元）433*250m²，该区域保留了行人通道，即该区域内既没有车辆也没有建筑

仿真区域大小 1299*750m²

车辆密度在同一个车道上，平均车辆间距为（m），表示车辆绝对速度，在一个仿真区域中所有道路的“密度/速度”之比保持一致

绝对车速 15km/h-60km/h

3.1.2.2 高速公路

高速公路模型示意图详见图 3-5。在高速公路模型中，共有两个方向，每个方向三条道路，总共六条道路。其中，每条道路宽度为4m，总的仿真长度根据仿真的需求设定，一般大于2km。具体的高速公路模型参数详见表 3-2。

图 3-5 高速公路模型

表 3-2 高速公路模型参数配置

参数说明

车道数量每个方向3个车道，总共6个车道

车道宽度 4m

仿真区域大小（m²），表示仿真区域长度

车辆密度在同一个车道上，平均车辆间距为（m），表示车辆绝对速度，在一个仿真区域中所有道路的“密度/速度”之比保持一致

绝对车速 70km/h-140km/h

3.1.2.3 车辆的撒点

A. 曼哈顿街区

车辆的位置在空间上服从泊松分布，而车辆的密度是依据车辆的实际速度计算得到。根据3GPP-36.885协议的规定，同一车道中的平均车间距与车辆的实际速度之间满足如下关系：

(3-1)

其中，表示同一车道中的平均车间距，表示车辆的实际速度，取值为，从而根据给定的车辆速度能够计算得到相应道路的车辆之间的平均间隔距离。通过车辆间的平均间隔距离乘以道路宽度就可以求得该道路上的泊松分布系数，再根据总车道面积就能够通过空间泊松分布计算得到该车道的车辆数。

以地理拓扑的最中心点为坐标原点，建立坐标系，如图 3-6所示。

图 3-6 曼哈顿街区坐标系建立

B. 高速公路

车辆到达的时间间隔满足服从参数为的负指数分布，根据3GPP-36.885协议规定，的取值为1/2.5。首先生成数量足够多的到达时间间隔，然后再根据车辆速度与到达时间来计算每个车辆的初始坐标。

以地理拓扑的最中心点为坐标原点，建立坐标系，详见图 3-7。

图 3-7 高速公路坐标系建立

3.1.2.4 车辆运动

A. 曼哈顿街区

在曼哈顿街区模型中，车辆运动采用靠右行驶的原则，同时在同一方向的道路上存在两条车道，车辆的速度为15km/h - 60km/h。每100TTI的仿真时间会更新一次车辆的坐标位置。当车辆行驶至交叉路口时，车辆的行驶方向按照如下概率更新：0.5的概率直行；0.25的概率右转；0.25的概率左转。当车辆到达道路边缘时，采用简单卷绕的方式让车辆重新进入地理拓扑区域，继续行驶。

B. 高速公路

在高速公路模型中，车辆同样采用靠右行驶的原则，同侧的三个车道行驶方向相同，速度为70km/h - 140km/h，分别对应中等以及稀疏的车辆分布情形。当车辆到达道路边缘时，采用简单卷绕的方式让车辆重新进入地理拓扑区域，继续行驶。

3.1.2.5 传播模型与信道刷新

车辆与车辆之间的传播模型参数详见表 3-3。

表 3-3 车辆与车辆传播模型参数

地理拓扑模型曼哈顿街区高速公路

路径损耗模型 WINNER+ B1 manhattan (天线高度设为1.5m)。如果距离少于3m按照3m计算路径损耗 LOS in WINNER+ B1 (天线高度设为1.5m)。如果距离少于3m按照3m计算路径损耗

阴影分布对数正态分布

阴影衰落标准差 LOS为3dB；NLOS为4dB 3dB

非相关距离 10m 25m

快衰落由于篇幅原因，不再详细列出，如有兴趣，请参考文献[25]的A.2.1.2.1.1以及A.2.1.2.1.2小节

初始化时，假设为所有车辆数。个车辆的位置按照撒点模型产生。路径损耗按照车辆位置和相应的路径损耗模型产生的矩阵。阴影衰落（使用log域），根据相应的阴影衰落模型产生的矩阵。快速衰落，根据相应的快衰落模型产生的矩阵。

车辆与路边单元的传播模型，仅改变路边单元的天线高度为5m。因而这里统一为车辆与车辆之间的传播模型。

车辆与车辆之间的信道刷新，信道刷新的周期为100TTI。车辆位置按照运动模型进行更新。的矩阵根据车辆更新后的位置进行更新。

阴影衰落依据公式 (3-2) 计算得到：

(3-2)

其中，是按照相应的阴影衰落模型产生的的矩阵；是更新后两个车辆之间的距离变化量；表示非相关距离，具体数值详见表 3-3；快衰落根据时间变化而不根据车辆位置变化。

3.1.3 无线资源管理单元

在车联网系统中，时频资源是非常稀有的共享资源。从某种程度上，资源管理算法的好坏将决定了整个车联网系统的性能，包括整体的吞吐量、丢包率、冲突频率、时延等性能指标。因此无线资源管理单元在V2X系统级车联网仿真平台中起到至关重要的作用。

无线资源管理算法要解决的问题是，尽可能地提高时频资源利用率，降低消息传输时延，减少冲突频率。

在资源分配的过程当中，依据不同的情景，冲突可以细分为以下两类：

选择冲突：即某车辆节点进行时频资源选择时，选取了邻近车辆已经占用的时频资源块。选择冲突必然会导致传输冲突。

传输冲突：即由于不同车辆选择了相同的时频资源块并进行消息的传输，此时产生了非常严重的干扰，极大地降低了包到达率性能。

V2X消息可以细分为V2I消息、V2V消息以及V2P消息，其中V2P消息类似于V2V消息，不做单独讨论。总体上，在VANET网络下，资源管理算法包含如下三种策略[24]：

Collision avoidance based on sensing：基于载波侦听的选择冲突避让机制，车辆在自由选择资源块进行数据包传输前，首先会检测当前选择的资源块是否被占用，如果检测到该资源块已被占用，那么会执行选择冲突避让策略，即当前车辆不会选择该资源块，进而选择其他未被占用的资源块，从而达到避免选择冲突的效果。

Enhanced random resource selection：最基本的随机选择算法是状态无关的随机选择算法，其性能较差，如果能够充分利

用车辆的状态（车辆自身的信息，以及车辆搜集到的周边信息）来加强随机选择算法，那么同样能够得到非常显著的增益。

Location-based resource allocation：虽然研究的是自组织网络的资源分配算法，但同样也可以借助基站、RSU等基础设施提供的信息，来协助资源分配。

具体的资源分配算法，将在本章节以及第四章中进行详细介绍，在此不再赘述。

3.1.4 路由单元

路由单元是V2X系统级车联网仿真平台中位于网络层的一个功能单元。在无中心自组织的车联网网络中，每个车辆节点同时扮演着不同的角色：既可以是信源，即消息的发送端；也可以是信宿，即消息的接收端；还可以充当一个中间节点，即路由节点，起到转发消息的作用，将来自上一节点的消息转发给下一个节点。

路由单元在V2X系统级车联网仿真平台中起到至关重要的作用。首先，它屏蔽了底层地理拓扑的具体建模信息；其次，提供完备、可靠的消息转发协议；最后，为各种不同的路由算法提供统一的接口。

在车联网系统中的每个车辆都可以作为路由节点，接收来自上一个车辆节点的消息，并将其转发给下一个车辆节点。不同的消息转发协议将对消息传递的效率，消息传递的可靠性产生非常大的影响。本文将给出两种不同的消息转发协议，一种面向消息传递的可靠性，另一种面向消息传递的时效性。

3.1.4.1 有反馈的多跳协议

顾名思义，有反馈的多跳协议在消息转发的过程中，有类似于TCP协议的握手阶段，并且包含了消息重传机制，以此来保证消息转发的可靠性。正因为如此，有反馈的多跳协议的时效性较差。另一方面，TCP协议位于OSI七层协议的传输层，各层之间以低耦合的方式协作，TCP协议自然不必考虑位于物理层以及链路层的时频资源分配情况。但是，在本章设计的V2X系统级车联网仿真平台中，并不是严格按照OSI七层协议进行设计的，因此在网络层包含了有关时频资源的调度情况，因此当前车辆在进行下一跳车辆节点选取的过程中，还必须依赖资源管理算法进行时频资源的实时分配。

在V2X系统级车联网仿真平台的设计中，整个频域资源被划分成多个RBG（Resource Block Group），每个RBG包含1个或多个RB，从而资源分配的基本单位不再是RB而是RBG。针对有反馈的多跳协议，设计了以下5种节点的状态（状态的最小粒度是RBG，意味着一个车辆节点的不同RBG可以处于不同的状态）：

：车辆节点的个RBG处于空闲状态。

：车辆节点通过个RBG发送请求信号（SYN）到下一跳车辆节点。

：车辆节点的个RBG收到来自其他一个或多个车辆节点的SYN信号。车辆节点的个RBG此时可以转发消息，因此车辆节点选择帮其中一个请求车辆节点转发消息，此时在个RBG发送确认信号（ACK）给被选中的请求车辆节点。对于其他未被选中的请求车辆节点，依次在个RBG发送拒绝信号（REFUSE）。

：车辆节点和车辆节点的“连接”已经建立，现在在个RBG上进行消息的传输，该状态表示源车辆节点的状态。

：车辆节点和车辆节点的“连接”已经建立，现在在个RBG上进行消息的传输，该状态表示目的车辆节点的状态。

图 3-8 有反馈多跳协议状态转移图

各个状态之间的状态转移如图 3-8所示，图中各种转移过程详细解释如下：

①：车辆节点的个RBG由于严重的干扰或者衰落，尚未收到下一跳车辆节点的ACK确认信号或者明确收到下一跳车辆节点的REFUSE信号。此时需要重新根据路由算法以及资源分配算法选择下一跳车辆节点以及传输的RBG。

②：车辆节点的个RBG收到下一跳车辆节点的ACK确认信号，于是进入到消息发送阶段。

③：消息发送可能会经过多个TTI，直至消息的所有数据包全部发送完毕之前，当前车辆节点始终处于该状态。

④：车辆节点有消息要进行转发，于是经过路由算法选择下一跳车辆节点以及经过资源分配算法选择传输的RBG之后（假设选中了个RBG），向选中的车辆节点的个RBG发送SYN信号，请求下一跳车辆节点转发消息。

⑤：消息传输完毕之后，车辆节点的个RBG进入空闲状态。

⑥：车辆节点的个RBG持续处于空闲状态。

⑦：车辆节点的个RBG收到了至少一个来自其他车辆节点的SYN信号，于是通过相应的选择策略，选择某个请求车辆节点，并通过个RBG发送ACK信号，确认转发。至于其他未被选中的请求车辆节点，则全部发送REFUSE信号，拒绝转发。

⑧：消息传输完毕后，车辆节点的个RBG进入空闲状态。

⑨：车辆节点的个RBG发出ACK确认信号确认转发后，进入到消息接收阶段。

⑩：消息发送可能会经过多个TTI，直至消息的所有数据包全部发送完毕之前，当前车辆节点始终处于该状态。

可以看出，消息在每次转发的时候都必须有2个TTI来进行发送SYN信号以及发送ACK信号的步骤，这势必会增加消息的整个传输时延。伴随着车辆数量的提高，还可能出现多次“连接失败”的情况，也就是被请求的车辆拒绝转发消息，此时将花费一个或更多TTI来进行“连接”操作。另外，随着多跳数量的增加，2个TTI的额外时延也会同步增长。

为了保证有反馈多跳协议的可靠性，在消息传输过程中，需要增加重传机制，详细过程如下，流程图详见图 3-9。假设目前“连接”已建立，已经开始传输数据包

1) 车辆节点在个RBG向车辆节点发送数据包，并等待车辆节点的反馈信息。

2) 对于车辆节点收到的每一个数据包，都要进行CRC校验，以验证数据包的完整性以及数据的正确性。并将校验结果（RESEND/CONTINUE）发送给车辆节点，进入步骤3或步骤4。

3) 如果车辆节点收到的反馈信息是RESEND，意味着上一次发送的数据包发生了误码，如果此时重传次数已经超过了最大

的重传限制，那么直接判定该数据包丢失，否则重新传输该数据包。

4) 如果车辆节点收到的反馈信息是CONTINUE，意味着上一次发送的数据包被正确接收，因此继续传输下一个数据包。
可以看到，由于反馈机制以及重传机制的引入，数据包传输的可靠性得到非常大的提升，但与此同时，数据包的传输时延将会大大增加。

图 3-9 有反馈多跳协议消息转发流程

3.1.4.2 无反馈的多跳协议

类似地，无反馈的多跳协议在消息转发的过程中，类似于UDP协议。同样地，UDP协议位于OSI七层协议的传输层，各层之间以低耦合的方式协作，UDP协议自然不必考虑位于物理层以及链路层的时频资源分配情况。但是，在本章设计的V2X系统级车联网仿真平台中，并不是按照OSI七层协议进行设计的，因此在路由单元中包含了有关时频资源分配的相关信息。

同样，在无反馈的多跳协议中，资源分配的基本单元是RBG而不是RB。无反馈多跳协议转发过程类似于UDP协议，当前车辆节点在有消息要转发的时候，首先根据路由算法选择下一跳车辆节点，然后根据无线资源管理算法进行RBG的选取。针对无反馈的多跳协议，设计了以下3种节点的状态（状态的最小粒度是RBG，意味着一个车辆节点的不同RBG可以处于不同的状态）：

- ：车辆节点的第个RBG处于空闲状态。
- ：车辆节点直接在第个RBG将消息发送给车辆节点，该状态表示源车辆节点的状态。
- ：车辆节点在第个RBG上检测到有消息到达，因此处于接收状态，该状态表示目的车辆节点的状态。

图 3-10 无反馈多跳协议状态转移图

各个状态之间的状态转移如图 3-10所示,图中各种转移过程详细解释如下：

- ①：消息发送可能会经过多个TTI，直至消息的所有数据包全部发送完毕之前，当前车辆节点始终处于该状态。
- ②：车辆节点的所有消息发送完毕，第个RBG进入空闲状态。
- ③：车辆节点有消息要转发，通过路由算法选择下一跳车辆节点，并且通过无线资源管理算法选择相应的RBG，即将进入到发送消息的状态。
- ④：车辆节点的个RBG持续处于空闲状态。
- ⑤：车辆节点在第个RBG上检测到有消息到达，即将进入到接收消息的状态。
- ⑥：车辆节点在第个RBG上接收的消息已经传输完毕，第个RBG进入空闲状态。
- ⑦：消息发送可能会经过多个TTI，直至消息的所有数据包全部发送完毕之前，当前车辆节点始终处于该状态。

在该多跳协议中，一个非常显著的特点是，作为接收方的车辆节点，并不知道此时在第个RBG上接收的是哪个车辆的消息，或者说同时接收了多个不同车辆的数据包，此时势必产生大量的冲突，但是由于没有类似于有反馈多跳协议中的重传以及确认连接的机制，传输时延将非常小。另外，在车辆密度较小，消息产生频率较低的情况下，该协议并不会产生很多的冲突，此时，无反馈多跳协议往往要优于有反馈多跳协议。

无反馈多跳协议的流程图如图 3-10所示：

图 3-11 无反馈多跳协议消息转发流程

3.1.5 业务模型与控制单元

车联网应用可以支持的消息业务大体可以分为两类，安全相关的和非安全相关的。安全相关的业务可以包括交通事故预防、交通事故处理和交通拥堵原因调查。非安全相关的业务可以包括所有与道路交通安全无关的个人数据业务，包括驾驶员和乘车人在车内可能需要的各类业务，例如导航、网页浏览、网络游戏和微博等娱乐业务。

其中安全相关的业务还可以进一步分为周期性的安全消息和非周期性的紧急安全消息。

周期性安全消息：例如信标消息，发送方式主要是广播。通过周期性的广播，车辆可以将自己当前的状态通知给周围的其他车辆，因为车辆的状态信息对于周围所有的邻居车辆都十分重要。这类消息主要包含车辆的速度、方向和位置等信息。产生这种数据包的频率为5-10HZ。数据包长度在字节200-400bytes。

非周期性紧急安全消息：一般用于道路上突发的安全事故或者安全隐患的广播。一旦在道路上发现安全隐患，具有广播能力的车联网终端必须要马上发送紧急安全消息通知附近车辆。非周期性的安全消息可能是通知车内异常情况，包括发动机、制动和动力系统故障，也可以通知路上的异常情况，例如碰撞警告、急刹车和低能见度等情况。这类数据包的大小略小于周期性安全消息，长度为100-300bytes。

业务模型主要是设定传输数据包的大小、数量以及触发机制。在3GPP-36.885协议中规定业务模型有两种：事件触发型机制和时间触发型机制。在V2X系统级车联网仿真平台构建中，需要同时考虑这两种消息触发机制，其中时间触发型机制对应的就是周期性消息的产生，事件触发型机制对应的就是非周期性消息的产生。

对于周期性消息的产生周期，3GPP-36.885协议有着明确的定义，如表 3-4所示。

表 3-4 周期性消息在不同地理拓扑模型下的周期
车辆撒点情景车辆绝对速度 (km/h) 消息产生周期 (TTI)
高速公路 140 100
高速公路 70 100
曼哈顿街区 60 100

曼哈顿街区 15 100

曼哈顿街区 15 500

此外，对于周期性消息，信息的组成结构以及具体大小如下：一个300-bytes的数据包，加上四个190-bytes的数据包。不同的车辆之间产生数据包的时刻完全随机，仅需要保证对于每个车辆而言数据包的产生是周期性触发的。

对于非周期性消息，其优先级一般要高于周期性消息。可以采用简单的随机触发算法来产生非周期性消息。

3.2 作为Baseline随机选择算法

在随机选择算法 (Random) 中，将整个频域资源划分成多个RBG，一个RBG包含一个或多个RB。随机选择算法非常简单，就是在可选的RBG集合中，挑选一个RBG用于广播本次消息。在车辆密度较小的场景，随机选择算法可以取得非常好的效果，并且算法实现复杂度极低，效率非常高，但是在车辆密度较高的场景，该算法的效果就会急剧下降，因为在同一时间段内，可能会有许多地理位置相近的车辆同时占用同一个RBG进行传输，会产生严重的干扰。

指 标	
疑似剽窃文字表述	
<div>1. 分为两类，安全相关的和非安全相关的。安全相关的业务可以包括交通事故预防、交通事故处理和交通拥堵原因调查。非安全相关的业务可以包括所有与道路交通安全无关的个人数据业务，包括驾驶员和乘车人在车内可能需要的各类业务，例如导航、网页浏览、网络游戏和微博等娱乐业务。 其中安全相关的业务还可以进一步分为周期性的安全消息</div> <div>2. 消息，发送方式主要是广播。通过周期性的广播，车辆可以将自己当前的状态通知给周围的其他车辆，因为车辆的状态信息对于周围所有的邻居车辆都十分重要。这类消息主要包含车辆的速度、方向和位置等信息。产生这种数据包的频率为5-10HZ。数据包长度在字节200-400bytes。 非周期性紧急安全消息</div> <div>3. 一般用于道路上突发的安全事故或者安全隐患的广播。一旦在道路上发现安全隐患，具有广播能力的车联网终端必须要马上发送紧急安全消息通知附近车辆。</div> <div>4. 包括发动机、制动和动力系统故障，也可以通知路上的异常情况，例如碰撞警告、急刹车和低能见度等情况。这类数据包的大小略小于周期性安全消息，长度为100-300bytes。</div>	
5. 第三章仿真平台搭建以及V2V资源分配算法_第2部分	总字数：4025
相似文献列表 文字复制比：0%(0) 疑似剽窃观点：(0)	
原文内容 红色文字表示存在文字复制现象的内容; 绿色文字表示其中标明了引用的内容	

Random算法流程图详见图 3-12。车辆在所有RBG集合中随机选择一个RBG，作为本次消息发送的频段，然后进行消息的发送，直至消息的所有数据包发送完毕。

图 3-12 随机选择算法流程图

3.3 基于载波侦听的随机选择算法

在3.2 小节所述的随机选择算法中，一个车辆节点独立地在所有RBG集合中随机选择一个RBG用于广播消息，而完全没有考虑到该RBG是否已被其他邻近车辆占用。因此，可以引入载波侦听机制，尽可能避免选择已被邻近车辆占用的RBG。

在基于载波侦听的随机选择算法中 (Sensing Based Random, S-Random)，车辆节点在进行RBG选取的时候，首先会侦听所有RBG上的平均载波功率，若功率强度低于阈值，即可认为该RBG未被邻近车辆占用，因此可以维护一个空闲RBG集合。然后在这个空闲RBG集合中挑选一个平均载波功率最小的RBG，用于本次消息的传输。这样，可以大大缓解V2V消息相互干扰的情况。

上面这种选择策略在某种情况下可能仍然会出现较多的干扰，原因如下：假设车辆A和车辆B在时刻要广播V2V消息给周边车辆，又因为车辆A和车辆B地理位置相近，因此信道状况也可能相近，于是它们同时选择了某一个RBG。这样一来，仍然产生了冲突。因此可以进行如下优化：

假设车辆A检测到第个RBG、第个RBG、...、第个RBG未被占用，其平均载波功率分别为：。现在给第个RBG分配一个概率，满足：

(3-3)

然后计算的累计概率：

(3-4)

将[0-1)区间划分成多个长度不等的片段。生成一个[0,1)范围的随机数，这个随机数落在哪个片段，本次选择的结果就为该片段对应的RBG。

算法流程图详见图 3-13。车辆首先检测所有RBG的平均载波功率，然后进行上述优化的随机选择。随后，在选择的RBG上广播数据包，直至消息的所有数据包发送完毕。

图 3-13 基于载波侦听的随机选择算法流程图

3.4 基于地理位置的时分算法

车辆之间的同频干扰随着距离增大而降低，示意图详见图 3-14(a)。在此示意图中，A、B、C、D四辆车占用同一个 RBG，以车辆A为中心进行分析，将干扰区域划分为三段，每段的边界分别是、 r_1 、 r_2 ，其中表示信号可达的最远距离。表示位置与车辆A的距离，表示冲突区域，表示强干扰区域，表示弱干扰区域，其定义如下：

(3-5)

(3-6)

(3-7)

车辆B位于区域，在进行载波功率检测时，能够检测到该RBG上的功率大于阈值，于是根据3.3 小节所述的S-Random算法，车辆B将不会选用该RBG来传输消息，从而有效地避免冲突。

车辆C位于区域，在进行载波功率检测时，能够检测到该RBG上的功率小于阈值，于是根据3.3 小节所述的S-Random算法，车辆C有可能选用该RBG来传输消息，详见示意图 3-14(b)，此时，车辆A、C复用同一个RBG，这将会导致位于车辆A、C之间的区域产生较大的干扰：

(3-8)

该区域内的车辆由于存在强干扰，可能无法收到A、C任何一方发送的消息。

车辆D位于区域，车辆A、D复用同一个RBG所造成的干扰微乎其微，因此可以忽略不计。

图 3-14 同频干扰示意图

经过上述分析，如果可以有效地规避车辆A、C复用同一个RBG，在一定程度上可以降低丢包率，即减少那些位于图 3-14(b)中的区域的车辆的丢包率。基于地理位置进行时分复用不失为一种简单有效的方法，因此将高速公路以及曼哈顿街区按地理位置进行划分，详见图 3-15。

曼哈顿街区划分为4类区域，即图 3-15(a)中所示的1、2、3、4；高速公路划分为2类区域，即图 3-15(b)中所示的1、2。同类区域占用相同的时段，不同类型的区域之间进行时分复用。同一时刻只有一个区域内的车辆才可以进行消息的传输。车辆可以通过GPS定位装置获取位置信息以及相应的分区信息。

基于地理位置的时分随机选择算法 (Location Based Time Division Multiplexing Random , LTDM-Random) 与其他资源分配算法是可以结合使用的，例如图 3-16所示的流程图中，就结合了基于载波侦听的随机选择算法。这种基于地理位置的时分算法可以减少某一区域内的干扰，从而减小丢包率。但是由于进行了时分复用，这会导致消息的传输时延增大数倍。因此适用于对时效性要求不高的场景。

图 3-15 区域分割示意图

LTDM-Random算法的流程图详见图 3-16。车辆通过GPS定位装置获取目前所属的分区编号，采用Random算法或者S-Random算法进行RBG的选取，随后在当前分区编号所对应的时段内进行消息的广播，直至消息的所有数据包发送完毕。

图 3-16 基于地理位置的时分算法流程图

3.5 仿真及性能分析

V2X系统级车联网仿真平台可搭载的地理拓扑有曼哈顿街区以及高速公路两种，本小节将验证这两个地理拓扑建模的正确性。主要内容包括车辆撒点、路径损耗等。另外，对本章节提出的2种基于V2V通信场景的资源分配算法S-Random算法以及LTDM-Random算法进行仿真性能评估，并与作为Baseline的Random算法进行性能对比。

3.5.1 车辆撒点

曼哈顿街区拓扑参数详见表 3-1，高速公路拓扑参数详见表 3-2。车辆位置服从泊松空间分布，地理拓扑与传播单元初始化完毕后，车辆分布详见图 3-17。

图 3-17曼哈顿街区、高速公路车辆撒点分布图

3.5.2 路径损耗

曼哈顿街区路径损耗 (Pathloss , PL) 与高速公路路径损耗分布详见图 3-18。由于在曼哈顿街区模型中，存在着许多建筑物，车辆与车辆之间根据是否有建筑物格挡可以分为视距传播 (LOS) 与非视距传播 (NLOS)，因此路径损耗曲线图中存在上下两部分，上面一部分为LOS，PL随着距离平滑变化，下面一部分为NLOS。高速公路模型中，由于车辆与车辆之间都是视距传播，因此PL随距离平滑变化。

图 3-18曼哈顿街区、高速公路路径损耗曲线图

3.5.3 V2V资源分配算法性能分析

本小节对本章节中提出的3种资源分配算法进行对比，衡量性能的指标包括：PRR (Packet Reception Ratio)。其中PRR计算公式如下：

(3-9)

其中，表示发送车辆与接收车辆之间的距离满足时，接收车辆成功接收数据包的数量；表示发送车辆与接收车辆之间的距离满足时，发送车辆发送的所有数据包的数量。

各个方案的详细仿真参数见表 3-5。

表 3-5 各类V2V资源分配算法详细参数

方案参数 Random S-Random LTDM-Random

地理拓扑, 详细参数请参考表 3-1表 3-2 1)曼哈顿街区2)高速公路 1)曼哈顿街区2)高速公路 1)曼哈顿街区2)高速公路
周期消息周期 (TTI) 1)1002)500 1)1002)500 1)1002)500
周期消息数据包大小 (byte) 1个300,4个190 1个300,4个190 1个300,4个190
每个RBG包含的RB数量 10 10 10
总带宽 (Mb) 10 10 10
仿真时长 (min) 60 60 60

曼哈顿街区以及高速公路在周期消息的周期为100TTI/500TTI下的PRR曲线如图 3-19所示。从图中可以看出,无论在何种场景下, S-Random算法以及LTDM-Random算法都要优于Random算法, 且平均包到达率提升在10%左右。这是由于S-Random算法利用载波侦听机制, 可以很好地降低邻近车辆占用相同频段的概率, 即扩大了占用相同频段的车辆之间的距离。

此外, 在曼哈顿街区模型中, 0m至100m范围内, S-Random算法的包到达率性能要优于LTDM-Random算法, 增益在5%-10%左右。在这个距离范围内, 由于LTDM-Random算法采用时分方式, 假设同分区的车辆原本会在不同的时刻进行资源的抢占, 但是由于时分方式, 这些车辆不得不同时进行资源的抢占, 因此会造成较大的干扰, 因此包到达率在这个距离范围内会有负增益。而在100m至300m范围内, LTDM-Random算法的包到达率要高于S-Random, 增益在5%左右, 这同样是由于LTDM-Random的时分策略, 使得占用同一个RBG的车辆尽可能分布在不同的区域, 因此会带来区域的增益。同理, 在高速公路模型中, 0m至400m范围内, S-Random算法的包到达率高于LTDM-Random算法; 在400m至800m范围内, LTDM-Random算法的包到达率提升了3%左右。

LTDM-Random时分区域详细拓扑见图 3-20。该算法可以为区域带来3%-5%的包到达率增益, 但是引入了成倍的时延, 因此适用于可靠性要求较高, 但是时延要求较低的场景。S-Random算法虽然在区域的包到达率性能比LTDM-Random算法较差, 但整体上性能与LTDM-Random算法接近, 且不引入额外的时延, 适用于时延要求较高的场景。

图 3-19 周期消息PRR曲线图

图 3-20 LTDM-Random区域划分

3.6 本章小结

本章详细阐述了V2X系统级车联网仿真平台的总体设计架构, 将仿真平台从功能上拆分为多个独立的功能单元, 给出了各个功能单元的实现原理、细节以及具体流程, 为后续的资源分配算法的研究奠定了坚实的基础。另外, 本章研究了基于V2V通信场景的资源分配算法, 以提高时频资源复用效率以及降低系统整体丢包率为目标, 依据无中心自组织网络资源分配的经典思路, 提出了S-Random算法以及LTDM-Random算法, 这两种方案实现简单, 性能可观, 具有较高的理论以及实用价值。

6. 第四章V2I资源分配算法 总字数：11252

相似文献列表 文字复制比：0%(0) 疑似剽窃观点：(0)

原文内容 红色文字表示存在文字复制现象的内容; 绿色文字表示其中标明了引用的内容

第四章 V2I资源分配算法

本章节将讨论几种基于V2I通信场景的资源分配算法, 总共提出了3种方案: 基于分簇的轮询调度算法; 基于分簇的时分算法; 基于分簇的簇间竞争算法。此外, 还引入了分簇的策略, 以及相应的接入算法。针对基于分簇的时分算法以及基于分簇的簇间竞争算法还引入了资源预留机制以及冲突避让机制, 在提高时频资源复用率的基础上, 尽可能降低簇间干扰以及RSU间干扰, 从而提升包到达率性能。

4.1 分簇

V2I通信需要RSU的支持, RSU应当尽可能地均匀分布, 以降低RSU间的同频干扰。以曼哈顿街区模型为例, 将RSU按一定规则撒在街区的指定位置。一般地, 将RSU布置在十字路口中央。如图 4-1所示。

图 4-1 曼哈顿街区RSU撒点以及分簇示意图

为了增加时频资源的复用率, 依据地理位置, 将一个RSU覆盖范围内的区域进行更小粒度的划分, 划分后的单元称为簇。对于位于十字路口中央的RSU而言, 将覆盖范围分成4个簇, 示意图详见图 4-1。

对于高速公路模型, RSU一般等间距地分布在道路中央, 详见图 4-2。RSU以100m为间距均匀分布, 同一个RSU覆盖范围内按行驶方向不同还可以划分为2个簇。

图 4-2 高速公路RSU撒点以及分簇示意图

4.1.1 接入算法

分簇策略的引入, 使得地理拓扑分为三层结构: 1) 整个地理拓扑区域; 2) 以RSU为单位的区域; 3) 以簇为单位的区域。车辆除了通过GPS装置获取自身的坐标之外, 还必须知道所属的RSU编号以及所属的簇编号。车辆可以通过询问RSU来获取这两个信息。具体的接入算法描述如下:

A. 对于id为的接入车辆:

BEGIN

(1)WHILE(TRUE)

```

(2)车辆通过GPS定位装置获取自身的地理位置信息，转换成横纵坐标和；
(3)车辆随机生成一个用于RSU回复数据包的频段，然后从集合中随机选择一个频段，并将，，，打包成数据包，在频段上进行广播；
(4) IF 车辆在频段成功接收到数据包
(5)从数据包中解析出RSU的id以及簇id作为本次接入的RSU以及相应的簇。
(6) ELSE
(7)跳转到步骤(2)；
(8)进入时长为的休眠，为更新RSU的id以及簇id的周期；
(9)END WHILE
END
B. 对于id为的RSU：
BEGIN
(1)WHILE(TRUE)
(2)FOR (对于所有RSU都是已知的)
(3)IF 在频段成功接收到数据包
(4)从数据包中解析出，，，；
(5)IF
(6)将，，，打包成数据包，在频段上发送；
(7)ELSE
(8)直接丢弃数据包，不做任何处理；
(9)END IF
(10)END IF
(11)END FOR
(12)END WHILE
END

```

其中，和表示车辆的横纵坐标；表示可用来发送车辆位置信息的频段集合，所有RSU均已知该集合；表示用于RSU回复车辆分簇信息所用的频段；表示车辆发送自身信息所用的频段，且满足；表示车辆发送的数据包；表示某个RSU回复给车辆的数据包。

在上述的接入算法中，如果满足以下关系，即地理拓扑进行完全划分，那么车辆必定能够成功且唯一地接入。

(4-1)

且

(4-2)

其中，表示整个地理拓扑的区域；表示id为的RSU且id为的簇所表示的地理拓扑的区域；表示RSU的总数；表示RSU内簇的总数。

4.2 基于分簇的轮询调度算法

本小节介绍基于分簇的轮询调度算法 (Clustering Based Round Robin, C-RR)，轮询调度算法本质上属于集中式资源管理方案，此时，RSU不仅仅是一个静态基础设施节点，同时它还具有类似于基站的接入、调度等功能，时频资源的分配完全由RSU控制。

根据3GPP-36.885协议规定，分配给车联网的总带宽为10M，大约50个RB左右，若以RB为单位进行频域资源的分配，则粒度太小，若以若干个不连续的RB作为一个调度单元，则算法复杂度将会急剧上升，因此，为了方便起见，采用连续若干个RB作为一个调度单元，这里将整个频域资源划分成个RBG，每个RBG包含一个或者多个RB。C-RR算法的时频资源复用的最小单位是簇，而不是RSU，这样可以大幅度增加系统整体的吞吐量。此外，RSU为每个簇分别维护一个调度节点列表，RSU每个TTI遍历该调度节点列表，以RBG为资源分配单元进行轮询调度。

V2I消息按照安全等级来划分可以分为安全等级较高的紧急消息，以及安全等级较低的周期消息，C-RR算法为了支持这两种不同的优先级，在RSU维护的调度节点列表中增加优先级信息。优先级可以是静态优先级也可以是动态优先级。

为了量化紧急消息以及周期消息的优先级，令代表紧急消息的优先级；令代表周期消息的优先级。

消息的静态优先级定义如下：

(4-3)

于是，RSU的调度节点列表中的节点包含如下信息：1)车辆id；2)传输消息的类型；3)待传byte数量；4)节点静态优先级。对于支持静态优先级的C-RR算法，在RSU的调度节点列表中，静态优先级较高的节点总是位于静态优先级较低的节点之前（类似于一个优先队列），即优先级较高的节点，总能够优先参与调度。因此支持静态优先级的C-RR算法可以很好地解决紧急消息的时效性问题。但是，支持静态优先级的C-RR算法可能会产生饥饿问题，即某个优先级较低的消息，在RSU负载较高的情况下，始终得不到调度，以至于被“饿死”。

为了解决上述静态优先级所导致的饥饿问题，采用了动态优先级策略，消息的动态优先级定义如下：

(4-4)

其中， T_{wait} 表示消息的等待时长（单位TTI）， T_{th} 表示可忍受的饥饿时长（单位TTI）。这样一来，动态优先级一开始与静态优先级相同，在超过可忍受的饥饿时长之后，优先级逐渐增大。这样既可以避免在低负载情况下低优先级的消息动态优先级增长过快，又可以在高负载的情况下维持不同优先级消息的相对公平性。此时，RSU的调度节点列表中的节点包含如下信息：1)车辆id；2)传输消息的类型；3)待传byte数量；4)节点动态优先级。同样地，优先级较高的节点总是位于优先级较低的节点之前。

由于C-RR算法对于每个簇的轮询调度是完全独立的，因此不同簇之间可能会同时占用同一个RBG，从而造成较大的簇间干扰。此外，相邻RSU间的轮询调度也是完全独立的，因此不同RSU也可能会同时占用同一个RBG，从而造成RSU间干扰。簇间干扰以及RSU间干扰会影响系统的整体丢包率。

C-RR算法的流程图详见图 4-3。对于车辆端，首先需要根据4.1.1 小节所介绍的接入算法进行接入，获取RSU以及分簇信息。另外对于4.1.1 小节的接入算法，需要有一点改动，在RSU回复分簇信息时，必须保证车辆所指定的在本RSU内唯一，否则拒绝回复分簇信息，迫使车辆端重新生成监听回复数据包。一旦接入成功，车辆与RSU之间的控制信号通信就在频段进行，这种措施可以有效地避免控制信号之间的干扰。在获取分簇信息后，车辆通过频段发送RBG分配请求，然后在上等待RSU回复调度信息。当接收到调度信息后，在相应的RBG上进行数据包的发送，直至传输完毕。对于RSU端，同样需要根据修改后的接入算法进行接入操作，同时在不同的（表示RSU在执行成功接入后所保存的车辆指定回复频段集合）频段上监听RBG请求信息，将其加入调度节点列表，并依据动态优先级策略更新列表顺序，然后取调度列表前N个（最大同时可调度的RBG数量，若列表节点数小于N，则取全部节点）进行RBG的随机分配，并将分配结果通过相应车辆的频段发送给车辆。

图 4-3 C-RR算法流程图

4.3 基于分簇的时分算法

基于分簇的时分算法（Clustering Based Time Division Multiplexing, C-TDM）是一种基于时分、频分的竞争式资源管理方案，其时域复用的最小单元是RSU，而频域复用的最小单元是簇。同样地，C-TDM算法采用连续若干个RB作为一个调度单元，这里将整个频域资源划分成个RBG，每个RBG包含一个或者多个RB。按4.1 小节所述的RSU撒点策略以及分簇策略对地理拓扑进行划分后，将RSU的一个时域调度单元，依据簇大小映射为多个时段：

(4-5)

其中， N 表示簇的数量。且各个时段两两不相交：

(4-6)

每个车辆只能在该车辆所属的簇所分配的时段内才能进行数据包的发送。示意图详见图 4-4，示意图中RSU的时域调度单元被分为了4个时段，不同簇所对应时段的长度非固定，而是根据前一个时域调度单元，该簇内车辆的数目进行动态调整，车辆数目越多，分配的时段就越长。时域分配算法详细描述如下：

INPUT： N, M 。其中， N 表示在上一个时域调度单元中簇的车辆数目； M 表示在上一个时域调度单元中，所有簇中车辆的总和。

OUTPUT： t_i 。其中， t_i 表示在当前时域调度单元中，簇所分配到的时域段，一个左闭右开的区间。

BEGIN

(1). 计算切片因子；

(2)；

(3). 用于保存簇所分配的时隙的数量，单位TTI。至少给每个簇分配一个时隙，避免某簇因为车辆数目太少而分配不到任何时隙，造成该簇内车辆无法传输消息而被饿死；

(4)；

(5)；

(6)WHILE

(7)；

(8)；

(9)；

(10)；

(7)END WHILE

(11). 为当前时域调度单元的起始时刻。

END

V2I消息按照安全等级来划分可以分为安全等级较高的紧急消息，以及安全等级较低的周期消息。C-TDM算法为了保证紧急消息的高时效性与高优先级，单独划分出一个频段用于传输紧急消息，而该频段在时域上不进行划分，即只要紧急消息触发，在任何时段都可以进行接入，保证了紧急消息具有较低的时延特性。

图 4-4 C-TDM算法的时域资源划分

4.3.1 资源预留机制

在C-TDM算法中，为了让车辆在成功竞争频域资源后持续占用该RBG进行消息传输，同时避免其他同簇车辆占用同一个RBG，引入了资源预留机制。资源预留机制可以大概率降低车辆抢占其他车辆早已占用的频段而造成的簇间或RSU间干扰。

现将一个RBG进行拆分，拆分成个参考信号频段以及一个主频段：

(4-7)

其中，表示第个RBG的总带宽；表示第个RBG、第个簇的参考信号频段；表示第个RBG用于传输消息所占用的频段；基于资源预留机制的资源竞争算法详细描述如下：

INPUT：，，，。其中，表示车辆编号；表示车辆所属的RSU编号；表示车辆所属的簇编号；表示当前时刻。

OUTPUT：。其中，表示选择的RBG编号。

BEGIN

(1)IF

(2)令为一个空集合；

(3)FOR

(4)IF 频段上参考信号功率小于阈值

(5)将加入到集合中；

(6)END FOR

(7)IF 非空

(8)在中随机选择一个元素；

(9)在消息传输完毕之前，持续在频段上发送参考信号；

(10)END IF

(11)END IF

END

图 4-5 C-TDM资源预留机制

示意图详见图 4-5。位于簇1的车辆B，在TTI=26时刻尝试进行接入，接入前车辆B在簇1所对应的参考信号频段进行参考信号功率检测，频段上功率小于阈值，因此将第个RBG标记为可占用，并假设车辆B在可用RBG集合中随机选取了第个RBG。于是车辆B成功占用第个RBG，并且在簇1对应的可调用时段内，车辆B可以在该RBG内进行数据包的发送。随后在TTI=51时刻，同样位于簇1的车辆D要在该时段内选择可用的RBG来进行数据包的发送，在发送前车辆D在簇1所对应的参考信号频段进行参考信号功率检测，在频段检测到的参考信号功率大于阈值，于是车辆D将第个RBG排除在可用的RBG集合之外，于是车辆D避免抢占其他已被占用的RBG。

4.3.2 冲突避让机制

上一小节引入的资源预留机制可以很好地避免车辆抢占其他已被占用的RBG，但是在抢占阶段会出现一个问题：假设车辆和在同一时刻进行RBG的抢占（假设这两个车辆都位于簇1），他们都检测到频段上参考信号功率小于阈值，且同时选择了第个RBG作为传输频段进行消息的传输。那么在接下来消息传输的所有时刻，这两个车辆的发送信号将产生强烈的干扰，导致RSU无法正确接收到任何一方发送的消息。

为了解决上述问题，本文引入了冲突避让机制，来避免车辆竞争时的冲突。冲突避让机制的控制过程包含3个处理内容：发送、检测、冲突处理：

发送：在选定的RBG上进行数据包的发送。

检测：数据包发送后，也可能发生数据传输冲突。因此，要在传输数据包的同时，对数据包进行接收，以判断是否产生了冲突。如果在一段时间的检测中，没有发生冲突，那么在资源预留机制的保证下，在消息传输完毕之前，都不会产生冲突。冲突避让机制结束处理；否则进入冲突处理过程。

冲突处理：当检测到发生冲突后，进入冲突处理程序。根据退避算法计算出一个退避时间。在退避时间后，重新利用4.3.1小节所述的基于资源预留机制的资源竞争算法来进行RBG的抢占，并且重新进入冲突避让机制的发送阶段。

当出现线路冲突时，如果所有的冲突车辆都采用同样的退避时间间隔，则很容易产生第二次、第三次乃至多次的冲突。因此，要求各个车辆的退避时间间隔具有差异性。本文采用截断的二进制指数退避算法（退避算法之一）：当车辆检测到冲突时，要等待一个时延，然后再重新进行RBG的抢占。等待时延通过以下算法决定：

(4-8)

其中，表示最小时隙，表示此刻已经冲突的次数，表示最大时隙。该表达式的含义是：在范围内随机选择整数，作为本次资源抢占前等待的时隙数目。当超过时，为避免等待时间过长，作特殊处理。结合资源预留机制的冲突避让机制的流程详见图 4-6。

图 4-6 冲突避让机制流程图

4.3.3 C-TDM算法详细流程

C-TDM算法依赖4.1.1小节所述的接入算法，并且RSU需要根据时域分配算法计算每个簇对应的时段，即，并且将接入车辆对应的时段信息返回给该车辆。除此之外，流程与4.1.1小节所述的接入算法完全一致，这里不再赘述。C-TDM算法流程图详见图 4-7。

对于车辆端，车辆通过改进后的接入算法获取所属RSU、所属簇的信息以及该簇所属的时段信息。然后根据基于资源预留机制的资源竞争算法进行频域资源RBG的选择。若无可用RBG，那么当前时刻不再进行接入；若成功选择RBG后，进入冲突

避让处理程序，在随后一小段时间内，在发送数据包的同时进行数据包的接收。如果在冲突避让处理过程中发生冲突，通过退避算法计算出退避时间，那么在退避一段时间后，重新利用基于资源预留机制的资源竞争算法进行RBG的选择，直至检测不到冲突后，抢占流程结束，进入消息传输阶段，此时资源预留机制能够最大化地降低簇间乃至RSU间干扰。

对于RSU端，RSU通过改进后的接入算法返回所有接入车辆相关的分簇信息以及可传输的时段信息。然后RSU在每个RBG上接收数据包，如果接收到了阻塞数据包，那么RSU将该RBG、该时段上所接收到的、该车辆（阻塞数据包中包含了车辆信息）发送的所有数据包丢弃。否则，接收所有数据包。

图 4-7 C-TDM算法流程

4.4 基于分簇的簇间竞争算法

C-TDM算法可以很好地保证消息传输的可靠性，很大程度上降低了冲突的概率，减少了簇间干扰、乃至RSU间干扰。但是由于簇间时分的引入，会导致消息的等待时延（若当前时刻不属于车辆的可调度时段，那么车辆便处于等待状态）变得非常大。

基于分簇的簇间竞争算法（Clustering Based Inter-Cluster Competition, C-ICC）不再进行时域资源的分割，同一RSU覆盖范围内的车辆可以在任意时刻进行频域资源的抢占。RSU仍然按照4.1小节所述的方式进行撒点，以及簇的划分。在C-ICC算法中，时频资源复用的最小单位是簇而不是RSU。在接入算法上，与4.1.1小节所述的接入算法完全一致。同样地，C-ICC算法采用连续若干个RB作为一个调度单元，这里将整个频域资源划分成个RBG，每个RBG包含一个或者多个RB。

此外，在频域资源的划分上，C-ICC算法与C-TDM算法也有所不同，C-ICC算法不再为安全性等级较高的紧急消息额外划分频域资源，即各种不同优先级的消息共用同一个频域资源。这样做能够提高频域资源的利用率，避免由于紧急消息触发概率较低而导致的资源浪费。

4.4.1 资源预留机制

在C-ICC算法中，为了让车辆在成功竞争频域资源后持续占用该RBG进行消息传输，同时避免其他同簇车辆占用同一个RBG，这里引入了类似于4.3.1小节所述的资源预留机制。资源预留机制可以大概率降低车辆抢占其他车辆早已占用的频段而造成的簇间或RSU间干扰。

同样地，按照公式（4-7）进行频域资源的拆分，拆分成个参考信号频段以及一个主频段，基于资源预留机制的资源竞争算法详细描述如下：

INPUT：，，。其中，表示车辆编号；表示车辆所属的RSU编号；表示车辆所属的簇编号。

OUTPUT：。其中，表示选择的RBG编号。

BEGIN

(1)令为一个空集合；

(2)FOR

(3)IF 频段上参考信号功率小于阈值

(4)将加入到集合中；

(5)END FOR

(6)IF 非空

(7)在中随机选择一个元素；

(8)在消息传输完毕之前，持续在频段上发送参考信号；

(9)END IF

END

图 4-8 C-ICC资源预留机制

C-ICC算法的资源预留机制示意图详见图 4-8。位于簇2的车辆B，在TTI=23时刻尝试进行接入，在接入前车辆B在簇2所对应的参考信号频段进行参考信号功率检测，频段上功率小于阈值，因此将第个RBG标记为可占用，并假设车辆B在可用RBG集合中随机选取了第个RBG。于是车辆B成功占用第个RBG，并且开始发送数据包。随后在TTI=30时刻，同样位于簇2的车辆D要选择可用的RBG来进行数据包的发送，在发送前车辆D在簇2所对应的参考信号频段进行参考信号功率检测，在频段检测到的参考信号功率大于阈值，于是车辆D将第个RBG排除在可用的RBG集合之外，于是车辆D避免抢占其他已被占用的RBG。

4.4.2 冲突避让机制

上一小节引入的资源预留机制可以很好地避免车辆抢占其他已被占用的RBG，但是在抢占阶段会出现一个问题：假设车辆和在同一时刻进行RBG的抢占（假设这两个车辆都位于簇1），他们都检测到频段上参考信号功率小于阈值，且同时选择了第个RBG作为传输频段进行消息的传输。那么在接下来消息传输的所有时刻，这两个车辆的发送信号将产生强烈的干扰，导致RSU无法正确接收到任何一方发送的消息。

为了解决上述问题，这里引入了冲突避让机制，具体的原理以及工作流程与4.3.2小节所述的冲突避让机制完全一致，这里不再赘述。

由于C-ICC算法不再为紧急消息划分出额外的频段，为了区分不同优先等级的消息的优先级，可以通过给不同优先级的消息设置不同的退避窗口，通过这种方式，尽量减少紧急消息的退避时长以及退避次数，在不同优先级的消息发生冲突时，尽量让优先级较高的消息抢占资源。具体可以设置的参数包括冲突上线次数，最大阻塞时延以及最小时隙等等。

4.4.3 C-ICC算法详细流程

C-ICC算法流程详见图 4-9。

对于车辆端，车辆通过4.1.1 小节所述的接入算法获取所属RSU、所属簇的信息。然后根据基于资源预留机制的资源竞争算法进行频域资源RBG的选择。若无可用RBG，那么当前TTI时刻不再进行接入；在成功选择RBG后，进入冲突避让处理程序，在随后一小段时间内，在发送数据包的同时进行数据包的接收。如果在数据包接收过程中发生冲突，通过退避算法依据不同消息的优先等级，计算出退避时间，那么在退避一段时间后，重新利用基于资源预留机制的资源竞争算法进行RBG的选择，直至检测不到冲突后，抢占流程结束，进入消息传输阶段，此时资源预留机制能够最大化地降低簇间乃至RSU间干扰。

对于RSU端，RSU通过4.1.1 小节所述的接入算法返回所有接入车辆相关的分簇信息。然后RSU在每个RBG上接收数据包，如果接收到了阻塞数据包，那么RSU将该RBG、该车辆（阻塞数据包中包含了车辆信息）发送的所有数据包丢弃。否则，接收所有数据包。

图 4-9 C-ICC算法流程图

4.5 V2I资源分配算法仿真及性能分析

本小节对本章节中提出的3种资源分配算法进行仿真性能评估，衡量性能的指标包括：PRR（Packet Reception Ratio）、消息的传输时延、消息的等待时延、系统吞吐量、消息的冲突概率等等。

其中PRR计算公式如下：

(4-9)

其中， N_{succ} 表示车辆与所属RSU之间的距离满足时，RSU成功接收数据包的数量； N_{trans} 表示车辆与所属RSU之间的距离满足时，车辆发送的所有数据包的数量。

消息的传输时延表示对于一个消息，车辆发送完毕该消息所占用的所有TTI数量；消息的等待时延表示对于一个消息，车辆处于等待状态，即不发送数据包的所有TTI数量。消息的冲突概率表示，在冲突避让处理过程中，出现冲突避让的概率。

系统吞吐量表示对于每一个TTI，系统内所有RSU所接收到的数据包所包含的bit数量。

各个方案的详细仿真参数见表 4-1。

表 4-1 各类V2I资源分配算法详细参数

方案参数 C-RR C-TDM C-ICC

地理拓扑, 详细参数请参考表 3-1表 3-2 1)曼哈顿街区2)高速公路 1)曼哈顿街区2)高速公路 1)曼哈顿街区2)高速公路

周期消息周期 (TTI) 1)1002)500 1)1002)500 1)1002)500

周期消息数据包大小 (byte) 1个300,4个190 1个300,4个190 1个300,4个190

退避窗初始大小 (TTI) 5 5 5

退避窗最大大小 (TTI) 40 40 40

最大退避次数 3 3 3

时分策略 1) 基于簇大小的时分策略2) 均匀时分策略

时分周期 (TTI) 100

冲突避让机制开启开启

资源预留机制开启开启

每个RBG包含的RB数量 5 5 5

调制方式 QPSK QPSK QPSK

信道编码码率 0.5 0.5 0.5

总带宽 (Mb) 10 10 10

仿真时长 (min) 60 60 60

PRR曲线图详见图 4-10。从图中可以看出，在曼哈顿街区以及高速公路模型、周期消息的周期为100TTI以及500TTI时，C-TDM方案的PRR性能都要优于其余两个方案，同时C-ICC方案优于C-RR方案。图 4-10(b)中，C-TDM方案的包到达率比C-RR方案的包到达率高出接近70%，比C-ICC方案的包到达率高出接近50%。这是由于C-TDM方案对不同簇进行时分复用，因此不存在簇间干扰，仅存在RSU间干扰，因此干扰非常少，但是在消息频率较高的场景下，这种性能提升是以消息不断堆积为代价的。同时，冲突避让机制以及资源预留机制能够进一步提升该方案的包到达率。C-ICC方案相比于C-RR方案的优势来源于冲突避让机制以及资源预留机制，尽管C-RR方案不存在选择冲突，即在RSU的调配下，相同簇内的车辆不会占用同一频域资源段，但是由于不同簇内的车辆仍然可能会占用同一个频段，因此会产生较大的簇间干扰。而C-ICC采用了冲突避让机制以及资源预留机制，车辆可能检测到邻簇车辆的占用参考信号从而避免占用该干扰较大的频段，因此可以大大地降低簇间干扰乃至RSU间干扰，PRR性能比C-RR提升了不少。

图 4-10 周期消息PRR曲线图

以曼哈顿街区模型、周期为500TTI的周期消息为例，等待时延频率统计详见图 4-11。从图中可以看出，C-RR方案，几乎不存在等待时延，因为在这种仿真场景下，资源利用效率尚未达到瓶颈，即不会出现调度列表中待调度的节点数量多于的情形，是RBG的总数量。C-ICC方案的等待时延由于存在冲突避让机制，等待时延以小概率分布在0-10TTI范围内。C-TDM方案的等待时延，大致分布在0-100TTI之内，这与表 4-1设置的时分周期TTI相吻合，车辆仅能在所分配的时段内才能进行数据包的发

送，而在其他时段只能处于等待状态，且发送与等待之比大约为1:3,因此等待时延分布广泛。由此可见C-TDM方案虽然丢包率极低，但是时延相比其他方案要高不少。

图 4-11 曼哈顿街区周期消息（500TTI）等待时延概率统计曲线图

同样地，以曼哈顿街区模型、周期为500TTI的周期消息为例，传输时延频率统计详见图 4-12。从图中可以看出，C-RR方案的传输时延几乎都是11TTI，这与表 4-1设定的数据包数量、数据包大小以及调制、编码方式相吻合：，其中，300与190是字节数量；8是byte与bit的换算比例；调制方式采用QPSK，一个符号为2个bit；0.5码率的信道编码，冗余50%；一个RB的带宽是180bit/s，一个RBG由5个连续的RB构成。C-RR方案存在高于11TTI的传输时延是因为当前车辆在消息传输完毕之前发生了RSU切换，导致消息的所有数据包重新传输。C-ICC方案由于存在冲突避让机制，其传输时延会因为冲突避让而增加（意味着数据包重传），同时，RSU切换也会导致传输时延增加。对于C-TDM方案，传输时延为12TTI的概率远高于C-ICC方案，这是由于C-TDM方案采用簇间时分复用，导致本可以分散传输的车辆集中在某一个时段进行频域资源的抢占，因此冲突概率较大。这与图 4-13中的冲突概率统计也是相吻合的。

图 4-12 曼哈顿街区周期消息（500TTI）传输时延概率统计曲线图

图 4-13 曼哈顿街区周期消息（500TTI）冲突概率统计曲线图

系统每TTI吞吐量CDF曲线详见图 4-14。从图中可以看出，在周期消息周期较大的情况下，三种方案的吞吐量相近，C-RR方案与C-ICC方案几乎完全重合，而在周期较小系统负载较大的情况下，见图 4-14(b)，C-TDM方案的系统吞吐量明显小于C-ICC与C-RR方案，而C-ICC方案与C-RR方案较为相近。

图 4-14 系统吞吐量CDF曲线

另外从图 4-15中可以得出，退避窗口的最大大小对于包到达率有着微弱的影响，退避窗口大约在40TTI时，达到一个顶峰，与退避窗口大小为10TTI的包到达率相差5-10%左右。

根据上述的分析，得出以下结论：C-TDM方案在不同地理拓扑以及不同消息密度的场景下，有着较低的丢包率，适用于可靠性要求较高的场景，但是其等待时延和传输时延较大，即可容纳的吞吐量较小，不适用于消息密度较高的场景。C-ICC方案，其包到达率以及时延特性处于C-RR方案与C-TDM方案之间，可以适用于多种不同的场景，且性能适中。

图 4-15 曼哈顿街区PRR随最大退避窗口变化曲线图

4.6 本章小结

本章针对V2I通信场景先后提出了3种资源分配算法，分别是C-RR算法、C-TDM算法、C-ICC算法。另外，还引入分簇策略，以及相应的接入算法；引入了资源预留机制，极大程度降低簇间以及RSU间干扰；引入冲突避让机制，进一步提升包到达率性能。最后，对不同的资源分配方案，进行了充分的仿真，并对仿真结果进行分析并给出各个方案的性能评估以及适用场景。

7. 第五章总结与展望		总字数：1350
相似文献列表 文字复制比：12.4%(168) 疑似剽窃观点：(0)		
1	基于Voronoi图的SDSN覆盖优化算法研究 唐敏(导师：沈连丰) - 《东南大学硕士论文》- 2017-03-01	8.4% (114) 是否引证：否
2	5G新型非正交多址技术研究 胡显安(导师：艾渤) - 《北京交通大学硕士论文》- 2017-03-01	4.9% (66) 是否引证：否
3	核电软件单元测试用例集约简研究 朱玲莉(导师：阳小华) - 《南华大学硕士论文》- 2013-05-01	3.5% (47) 是否引证：否

原文内容 红色文字表示存在文字复制现象的内容; 绿色文字表示其中标明了引用的内容

第五章总结与展望

物联网被称为“继计算机、互联网、通信网之后的第三次信息浪潮”，车联网技术是实现、推广并发展物联网技术的关键途径之一。车联网网络是一种无中心的自组织网络，传统的资源调度策略以及传输协议将不再适用，本文针对典型的LTE架构下的车联网通信模式，对V2V以及V2I消息的资源分配算法进行了研究，并提出了若干资源分配算法，这些资源分配算法围绕的核心就是提高时频资源复用效率，降低干扰。本章首先对本文的主要工作进行总结，然后给出下一阶段的研究计划。

5.1 全文工作总结

本文的主要工作可以分为3部分。第一部分着重于V2X系统级车联网仿真平台的设计与实现。第二部分针对V2V场景提出了2种资源分配方案。第三部分针对V2I场景提出了3种资源分配方案。主要的工作及创新点如下：

首先，针对V2V场景，从提高时频资源复用率以及系统整体包到达率为目标，提出了基于载波侦听的随机选择算法以及基于地理位置的时分算法。这两个资源分配算法适用于不同的场景，且它们的包到达率性能都比作为Baseline的随机选择算法高10%左右。

其次，针对V2I场景，先后引入了基于地理位置的分簇策略、资源预留机制、冲突避让机制，在提高时频资源复用率的同时尽可能降低车辆之间的同频干扰。并在此基础之上，提出了基于分簇的轮询调度算法，基于分簇的时分算法、基于分簇的簇间

竞争算法。其中基于分簇的时分算法适用于可靠性要求较高、时延要求较低的场景；基于分簇的簇间竞争算法适用于可靠性要求适中，时延要求较高的场景。

最后，搭建了一个V2X系统级车联网仿真平台，涉及多个功能单元，包括地理拓扑与传播单元、无线资源管理单元、路由单元、业务模型与控制单元。各个单元面向接口编程，并利用反射以及IoC容器实现功能单元之间的解耦、梳理并简化平台的配置，提高了平台的易用性以及可扩展性。

5.2 下一步的工作

依据本文已经完成的工作，将在以下方面做进一步的探究：

目前仿真平台所支持的地理拓扑有曼哈顿街区以及高速公路，这两种模型都过于理想化，以至于仿真结果和实际实验可能会存在较大的误差。在下一阶段，将会对地理拓扑进行不同层次的抽象，并允许各种地形相互组合，提高配置的自由度。

针对V2I消息，分簇无疑是一种很好的资源复用的策略，但是目前的分簇仅仅依据地理位置，且划分的方式较为单一、理想。因此，如何根据地理拓扑以及RSU分布、车辆分布，对分簇策略进行优化，是下一阶段的工作重心。

对于V2V消息，如何优化区域的划分，以达到提高资源复用率，同时尽量不引入过多的传输时延，也是下一阶段的工作重心。

参考文献

- [1] F. Martinez et al., "Emergency services in future intelligent transportation systems based on vehicular communication networks," IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. Mag., vol. 2, no. 2, pp. 6–20, Oct. 2010.
- [2] G. Araniti, C. Campolo, M. Condoluci, A. Iera, and A. Molinaro, "LTE for vehicular networking: A survey," IEEE Commun. Mag., vol. 51, no. 5, pp. 148–157, May 2013.
- [3] J. Kenney, "Dedicated short-range communications (DSRC) standards in the United States," Proc. IEEE, vol. 99, no. 7, pp. 1162–1182, Jul. 2011.
- [4] Y. Bi, X. Ca, X. Shen, and H. Zhao, "Medium access control for QoS provisioning in vehicle to-infrastructure communication networks," Mobile Netw. Appl., vol. 18, no. 2, pp. 174–185, Apr. 2008.
- [5] H. Hartenstein and K. Laberteaux, "A tutorial survey on vehicular ad hoc networks," IEEE Commun. Mag., vol. 46, no. 6, pp. 164–171, Jun. 2008.
- [6] Y. Toor, P. Muhlethaler, and A. Laouit, "Vehicle ad hoc networks: Applications and related technical issues," IEEE Commun. Surveys Tuts., vol. 10, no. 3, pp. 74–88, 3rd Quart. 2008.
- [7] Olariu, S.; Weigle, M. Vehicular Networks: From Theory to Practice; Chapman & Hall/CRC Computer and Information Science Series; Taylor & Francis: Boca Raton, FL, USA, 2009.
- [8] Hartenstein, H.; Laberteaux, K. VANET Vehicular Applications and Inter-Networking Technologies; Intelligent Transport Systems; Wiley: Chichester, UK, 2009.
- [9] Papadimitratos, P.; de la Fortelle, A.; Evenssen, K.; Brignolo, R.; Cosenza, S. Vehicular communication systems: Enabling technologies, applications, and future outlook on intelligent transportation. IEEE Commun. Mag. 2009, 47, 84–95.
- [10] A. Vinel, "3GPP LTE versus IEEE 802.11 p/WAVE: which technology is able to support cooperative vehicular safety applications?," IEEE Wireless Communications Letters, vol. 1, no. 2, pp. 125–128, Apr. 2012.
- [11] W. Xing, N. Wang, C. Wang, F. Liu and Y. Ji, "Resource Allocation Schemes for D2D Communication Used in VANETs," IEEE 80th Vehicular Technology Conference (VTC2014-Fall), pp. 1–6, Vancouver, BC, Sep. 2014.
- [12] SAKER L, ELAYOUBI S E, SCHECK H O. System Selection and Sleep Mode for Energy Saving in Cooperative 2G/3G Networks [C]//Proceedings of the Vehicular Technology Conference Fall(VTC2009-Fall), 2009: 1–5.
- [13] 王建强, 吴辰文, 李晓军. 车联网架构与关键技术研究[J]. 微计算机信息, 2011, 27(04): 156–158+130.
- [14] R1-157534, "Discussion on enhancement of V2X resource allocation", Beijing Xinwei Telecom Techn., Nov. 2015.
- [15] R1-157438, "Discussion on Resource Allocation Enhancement for PC5 based V2V Communications", NTT DOCOMO., Nov. 2015.
- [16] R1-157449, "Further discussion on resource allocation mechanism in PC5-based V2V", CATT., Nov. 2015.
- [17] R1-157435, "Discussion on enhancement for PC5 based V2V resource allocation", LG Electronics., Nov. 2015.
- [18] Q. Wei, W. Sun, B. Bai, L. Wang, E. G. Ström and M. Song, "Resource allocation for V2X communications: A local search based 3D matching approach," 2017 IEEE International Conference on Communications (ICC), Paris, 2017, pp. 1–6.
- [19] W. Sun, D. Yuan, E. G. Ström and F. Brännström, "Resource Sharing and Power Allocation for D2D-based safety-critical V2X communications," 2015 IEEE International Conference on Communication Workshop (ICCW), London, 2015, pp. 2399–2405.
- [20] B. Bai, W. Chen, K. B. Letaief and Z. Cao, "Low Complexity Outage Optimal Distributed Channel Allocation for Vehicle-to-Vehicle Communications," in IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 29, no. 1, pp. 161–172, Jan. 2011.
- [21] R. Zhang, X. Cheng, Q. Yao, C. X. Wang, Y. Yang and B. Jiao, "Interference Graph-Based Resource-Sharing

Schemes for Vehicular Networks,” in IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 62, no. 8, pp. 4028-4039, Oct. 2013.

[22] F. Chiti, R. Fantacci, E. Dei and Z. Han, “Context aware clustering in VANETs: A game theoretic perspective,”IEEE International Conference on Communications (ICC), pp. 6584-6588, London, Jun. 2015.

[23] M. Botsov, M. Klugel, W. Kellerer, and P. Fertl, “Location dependent resource allocation for mobile device-to-device communications,” IEEE Wireless Communications and Networking Conference, Istanbul, Turkey, pp. 16791684, Apr. 2014.

[24] 3GPP TR 36.885: “Study on LTE-based V2X Services”.

[25] 3GPP TR 36.843: “Study on LTE Device to Device Proximity Services”.

致谢

学术论文：

[1] C. He, H. Qin, Z. He and K. Niu, "Adaptive GoP dividing video coding for wireless broadcast based on power allocation optimization," 2016 8th International Conference on Wireless Communications & Signal Processing (WCSP), Yangzhou, 2016, pp. 1-5.

指 标
疑似剽窃文字表述
<div>1. 本章首先对本文的主要工作进行总结，然后给出下一阶段的研究计划。</div> <div>5.1 全文工作总结</div> <div>本文</div>

- 说明：
- 1.总文字复制比：被检测论文总重合字数在总字数中所占的比例
 - 2.去除引用文献复制比：去除系统识别为引用的文献后，计算出来的重合字数在总字数中所占的比例
 - 3.去除本人已发表文献复制比：去除作者本人已发表文献后，计算出来的重合字数在总字数中所占的比例
 - 4.单篇最大文字复制比：被检测文献与所有相似文献比对后，重合字数占总字数的比例最大的那一篇文献的文字复制比
 - 5.指标是由系统根据《学术论文不端行为的界定标准》自动生成的
 - 6.红色文字表示文字复制部分;绿色文字表示引用部分
 - 7.本报告单仅对您所选择比对资源范围内检测结果负责



- ✉ amlc@cnki.net
- 🌐 <http://check.cnki.net/>
- 🐦 <http://e.weibo.com/u/3194559873>