



汽车先进技术译丛

CAMBRIDGE

车辆网联技术

Vehicular Networking

[德] 克里斯托夫·佐默 (Christoph Sommer) 著
法尔科·德雷斯勒 (Falko Dressler)
胡红星 郭建华 严如强 译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车先进技术译丛

车辆网联技术

[德] 克里斯托夫·佐默 (Christoph Sommer) 著
法尔科·德雷斯勒 (Falko Dressler)
胡红星 郭建华 严如强 译



机械工业出版社

《车辆网联技术》一书对于高度发散的车辆网联技术领域进行了全面而扎实的回顾,涵盖了车辆网联的所有重要方面,包括车内通信、车辆间通信、无线接入技术、信息传递、性能评估和安全与隐私。本书适合车辆网联研究人员、汽车行业的工程师、汽车、交通等专业师生以及其它领域但希望了解这个激动人心的新领域基础知识的人们阅读使用。

Translation from English language edition: Vehicular Networking/Christoph Sommer, Falko Dressler.

Copyright © Cambridge University Press 2015

All Rights Reserved.

版权所有,侵权必究。

This title is published in China by China Machine Press with license from Cambridge University Press. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR, Macao SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体版由 Cambridge University Press 授权机械工业出版社在中华人民共和国境内地区(不包括香港、澳门特别行政区及台湾地区)出版与发行。未经许可之出口,视为违反著作权法,将受法律之制裁。

北京市版权局著作权合同登记 图字:01-2015-2805 号。

图书在版编目(CIP)数据

车辆网联技术/(德)克里斯托夫·佐默(Christoph Sommer),(德)法尔科·德雷斯勒(Falko Dressler)著;胡红星,郭建华,严如强译. —北京:机械工业出版社,2017.4
(汽车先进技术译丛)

书名原文: Vehicular Networking

ISBN 978-7-111-56361-7

I. ①车… II. ①克… ②法… ③胡… ④郭… ⑤严… III. ①互联网络-应用-汽车工业-研究 IV. ①F407.471-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第052707号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:孙鹏 责任编辑:孙鹏

责任校对:刘秀芝 封面设计:鞠杨 责任印制:李昂

三河市宏达印刷有限公司印刷

2017年5月第1版第1次印刷

169mm×239mm·21印张·2插页·415千字

0 001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-56361-7

定价:169.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

译者序

2015 年我国发布了《中国制造 2025》，正式提出制造强国战略，并将节能与新能源汽车列为国家重点发展的十大领域之一。在 2016 年又发布了经由 500 多位专家、学者参与制定的《节能与新能源汽车技术路线图》，其中将智能网联汽车确定为一个重点技术发展领域。而汽车的网联化与智能化构成了智能网联汽车的两大核心技术基础。在今天汽车低碳化、信息化、智能化的技术发展潮流中，依据计算机网络、现代无线通信、移动互联网、大数据、云计算等新一代信息技术的革命性突破而发展起来的车辆网联技术起着至为关键的作用。它不仅已经成为汽车电子的一个核心基础技术，而且正在推动着智能交通的发展，甚至汽车产业格局的变革和崭新的汽车生态环境的建立。而这本专著正是对与汽车网联化相关技术的各个重要方面进行了比较完整而深入的介绍。

自从 1886 年德国人卡尔·奔驰发明了人类历史上第一辆汽车开始，到 1912 年美国人查尔斯·凯特林发明了应用于凯迪拉克轿车上的第一个电启动系统，开创了汽车电子的先河，再到 1977 年美国通用汽车公司在它的奥斯莫比尔品牌汽车上首次采用集成电路芯片控制的电子点火系统，标志着汽车电子进入了微处理器时代，步入了快速发展的历程。而随着 1995 年美国通用汽车公司 OnStar 系统的推出更是开启了一个激动人心的智能网联新时代。

广义地说，车辆网联可谓由来已久。一个由线束和接插件连接而成的电器系统就构成了一个最基本的车载电气网络。而 CAN 网络的出现则极大地推动了车辆电子系统的数字化进程。随后 LIN, MOST, FlexRay 和新近的以太网的引入，以及 CAN 网络技术自身不断地提升，使得车载网络成了汽车电子系统信息交换和通信的基础。美国通用汽车公司的 OnStar 系统可能是历史上第一个商业化的车联网 (Telematics)，它借助于无线通信技术实现了车内网络与车载移动互联网络的连接，由此开始了一个划时代的车辆网联新纪元。如果说最经典的车联网系统，如 OnStar 是以提升车辆安防性为主要目标，那么随后在 2007 年由福特汽车公司推出的 SYNC 系统则是以加强实时车载信息娱乐为特点。但它们基本上都是一个以汽车生产制造企业为中心的封闭的信息网络系统。而今天人们所谈到的车辆网联已经是车内网、车载移动互联网、车际网三者的融合。它所构造的应该是一个建立在开放的、共享的、协作的平台上的，并由众多参与者共同建立和维护的生态圈。在过去的十多年里，车辆网联技术得到了快速的发展，它的应用领域也日益广泛，同时，也带来了新的挑战与未来新的机会。感谢这本书的两位作者，他们不但对过去十几年中车辆网联技术做了一个很好的总结，而且，还讨论了这一技术未来的趋势，它面临

的问题和解决这些问题的方法。

车辆网联技术涉及的专业面非常广泛，而且随着技术的发展以及人们对它认识的深入，还不断会有新的技术领域的拓展。作为车辆网联的核心基础技术，它包括了：以有线与无线车载网络为基础的车内通信，车辆之间和车辆与基础设施之间的通信（车际通信），无线接入技术，信息的传递技术，基于仿真和现场运行试验的系统性能评估技术，以及网络的安全与隐私相关的技术等。在近几年出版的相关领域的著作或译著中对其中一些核心基础技术不乏很好的专业介绍，但是，我们仍然感到还缺少一本能够将车辆网联主要核心技术综合性概括并给出较详细介绍的书籍。而由克里斯托夫·佐默和法尔科·德雷斯勒两位在这一前沿技术领域知名的教授编写的这本专著正可以很好地弥补这一缺失。作为最新的有关车辆网联技术的综合性权威出版物，这本专著所涉及的网联技术的完整性及其广度与深度不仅可以作为希望学习和了解这一领域的初学者的一本优秀的教材，而且也为希望在这一领域进行深度研究的学者们和实际应用的工程师们提供了极有价值的参考。因此，我们相信这本书的出版会对推动国内车辆网联技术的发展和推广应用起到积极的作用。

当然，近年来车辆网联技术及其应用的发展非常迅速，尤其是随着4G/5G通信、移动互联网、云计算、大数据、网络安全、智能化人机交互，以及人工智能等技术的发展，它所涉及技术的深度和广度也在不断地扩展，所带来的应用机会和挑战也不断地呈现。所以，我们也期望本书的作者和其他专家学者们能够不断地完善这本书的内容和拿出新的著作出来。

这本书是由吉利新能源商用车研究院的胡红星、东南大学智能运输系统研究中心的郭建华和东南大学仪器科学与工程学院的严如强合作翻译的。由于本书涉及的技术的专业面很广，限于译者的水平，难免对原著的理解和翻译有不当的地方，同时，在尽量保持原著写作风格的情况下，所做出的翻译也可能不尽完善。请读者见谅，并热诚地欢迎国内外专家学者和广大读者提出宝贵的意见，以帮助我们进一步修订，改进和完善这本翻译的图书。

在本书的翻译过程中，三位译者都得到了各自的许多同事和专家们的帮助和支持，他们对这本译著的完成也做出了贡献。在此一并感谢。

最后，我们感谢出版社的信任和高度专业的工作，得以使这本书出版发行。

前言

网络化嵌入式系统的大量应用是汽车工业成功的关键因素之一，也触发了大规模的创新周期缩短。由数千米长的电线连接到一起的成百个电子控制单元（ECU）在今天的汽车上运行着，使得从安全到舒适性应用的大量新功能得以实现。只有这些 ECU 能够通过汽车内的一个实时通信网络进行沟通和合作，所有这些功能才能得以实现。

今天，我们处在又一次飞跃的边缘。这个车内网正在被扩展到不仅仅连接本地的 ECU，而且通过车辆间通信（IVC）将整个车辆与其它车辆以及它的外部环境相连接。依赖于现有的第三代（3G）或第四代（4G）无线网，或其它新的特别为车载应用而设计的网络技术，例如 IEEE WAVE、ETSI ITS - G5 和 IEEE 802.11 协议等，使得可以利用车辆之间的自发连接来交换信息，并有望带来新颖的，有时甚至是未来崭新的应用。

使用这样的车辆间通信（IVC），一些通过本地传感器不能获得的安全相关的信息可以实现交互，从而使驾驶人能够穿过大的货车或者建筑物而看到前方的交通状况。这一新的网联汽车的概念创造了新的机会，不但能够提升交通安全，而且能够提升人们的驾驶体验。交通堵塞将完全可以避免（或至少可以提前得知）。甚至可以让驾驶人享受道路上车辆相互协调下的如火车车队样的完全自动驾驶。

车辆网联，这一车辆交换信息网络的融合，正是所有这些愿景建立的共同基础。

我们深深地被这些由车辆网联带来的机会与挑战而迷住，作为这个研究团队的成员已经近十年了。在这个时期里，对于如何连接未来的汽车，形成了许多新的、有时甚至是疯狂的想法和概念。在深入调研之后，发现这其中的许多设想并不适用，但是，确有一些留存下来，而且为目前一些已经接近市场化的解决方案铺平了道路。

从一个研究者的角度，我们能够识别车内和车间通信系统中面临的许多挑战。为了进一步地研究这些问题，我们联合组织了两个 Dagstuhl 研讨会，邀请了全球顶级的专家参加，将工业界的实践者与来自研究院和大学的科学家们组织到了一起，以这样一种方式，我们能够制定正在进行的研究工作的方向，至少是中期的研究方向。

通过由德国计算机科学与电气工程学会（GI 和 ITG）组织的国际 EG - IVC 系列研讨会的形式，我们还为此领域新的入门者设立了一个补充研讨会系列。

本书的基础是在包括 IEEE CCNC, IEEE ICC, IEEE GLOBECOM 和 IEEE VTC 等所有主要 IEEE 会议上发表的有关这一专题的系列教程，以及 Falko Dressler 在欧

洲、美国、南美和亚太地区举办的 IEEE 杰出讲师讲座的内容。我们还设计了一个新的研究生水平的大学课程，在欧洲不同的大学里教授。

这也激发了我们以一本教科书的形式来汇集我们的经验，为广泛的读者——从希望进入这一激动人心的新领域的学生，到寻找一个综合概述的实际工作者，提供一个集中了过去和未来车辆网联专题的共同概念的参考。

在我们研究车辆网联的十多年里，如果没有许多给予我们以灵感和支持的人们，本书是不可能完成的。他们首先是以这个领域首要的会议——IEEE 车辆网联会议为中心的团体。我们想特别提到卡耐基梅隆大学的 Ozan K. Tonguz 和加州大学洛杉矶分校的 Mario Gerla 教授，他们与我们合作研究前述的一些最疯狂的想法，并最终确定有价值的和持久的解决方案。我们也要表达对在我们准备本书的过程中给予了支持和帮助的剑桥大学出版社工作人员的谢意！最后，我们要衷心感谢给予我们持久的帮助和支持的家人、朋友和同事们！

我们希望您能如我们快乐地为您准备这份材料一样快乐地阅读本书。我们也热切地欢迎您的任何反馈并邀请您给我们留言，或者查询本书的相关网页 <http://book.car2x.org/> 上提供的补充材料。

克里斯托夫·佐默
法尔科·德雷斯勒
德国帕德伯恩

缩 略 语

缩写	英文全称	解释
3GPP	Third Generation Partnership Project	第三代合作伙伴项目
3GPP2	Third Generation Partnership Project 2	第三代合作伙伴项目 2, 一个定义了 CDMAone、CDMA 2000 和 UMB 的竞争组织
AAA	American Automobile Association	美国汽车协会
ABS	Anti - lock braking system	防抱死制动系统
ACC	Adaptive Cruise Control	自适应巡航控制
ACK	Acknowledgement	确认信息
ACO	Ant Colony Optimization	蚁群优化算法
ACs	Access Categories	访问类别
ADAC	German Automobile Association (Allgemeiner Deutscher Automobilclub)	德国汽车协会
ADAS	Advanced Driver Assistance Systems	先进驾驶辅助系统
ADQR	Adaptive Dispersity QoS Routing	自适应分布式 QoS 路由
AHS	Automated Highway System	自动公路系统
AIFS	Arbitration Interframe Space	仲裁帧间间隔
ALDL	Assembly Line Diagnostic Link	总装线诊断连接
AMS	Application Message Service	应用信息服务
AODV	Ad - hoc on - demand Distance Vector Routing	自组织按需距离矢量路由
AP	Access Point	无线网络访问节点
API	Application Programming Interface	应用程序编程接口
AQOR	Ad - hoc QoS on - demand Routing	自组网按服务质量需求路由
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses	日本无线电工业与商贸联合会
ASTM	American Society for Testing and Materials	美国材料与试验协会
ATB	Adaptive Traffic Beacon	自适应交通信标
ATIS	Alliance for Telecommunications Industry Solutions	世界无线通信解决方案联盟
AVB	Audio/Video Bridging	音视频桥接技术
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung	德国联邦教育与研究部
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung	德国联邦交通建设与城市开发部
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie	德国联邦经济和技术部
BPSK	Binary Phase - shift Keying	二进制相位移键控
BRS	Bit Rate Switch Flag	位速率开关标志
BSC	Base Station Controller	基站控制器
BSM	Basic Safety Message	基本安全信息
BSS	Basic Service Set	基本服务集
BTP	Basic Transport Protocol	基本传输协议
BGP	Border Gateway Protocol	边界网关协议

(续)

缩写	英文全称	解释
BTS	Base Transceiver Station	基站收发信台
BYOD	Bring Your Own Device	自带设备
CA	Certificate Authority	证书授权
CACC	Cooperative Adaptive Cruise Control	协同式自适应巡航控制
CACS	Comprehensive Automobile Control System	汽车综合控制系统
Caltrans	California Department of Transportation	加利福尼亚州交通运输部
CAM	Cooperative Awareness Message	协同感知信息
CAN	Controller Area Network	控制器局域网络
CAN	Content Addressable Network	内容可寻址网络
CAS	Collision - avoidance Symbol	碰撞规避标识
CCA	Clear Channel Assessment	空闲信道评估
CCH	Control Channel	控制信道
CCK	Complementary Code Keying	互补码键控
CCS	Central Control System	中央控制系统
CDF	Cumulative Distribution Function	累积分布函数
CDMA	Code - division Multiple Access	码分多址
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administration	欧洲邮政和电信管理会议
CME	Certificate Management Entity	证书管理实体
CoCar	Cooperative Cars	协同式汽车通信项目
CoCarX	Cooperative Cars Extended	协同式汽车通信扩展项目
COM	Component Object Model	组件对象模型
Converge	Communication Network Vehicle Road Global Extension	通信网络车辆道路全球延伸
CPU	Central Processing Unit	中央处理器
CRC	Cyclic Redundancy Check	循环冗余检测
CRL	Certificate Revocation List	证书吊销列表
CSD	Circuit - switched Data	电路交换数据
CSMA	Carrier - sense Multiple - access	载波监听多址访问
CSMA/BA	Carrier Sense Multiple Access with Bitwise Arbitration	载波监听多址访问/位仲裁
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance	载波监听多址访问/碰撞规避
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection	载波监听多址访问/碰撞检测
CTIC	Central Traffic Information Center	中央交通信息中心
CTS	Clear - to - send	允许发送
CW	Contention Window	竞争窗口
CWS	Collision Warning System	碰撞预警系统
D2B	Demestic Data Bus	家用数字总线
DAB	Digital Audio Broadcasting	数字音频广播
DCC	Decentralized Congestion Control	分散式拥塞控制
DCF	Distributed Coordination Function	分布式协调功能
DCH	Dedicated Channel	专用频道

(续)

缩写	英文全称	解释
DENMs	Decentralized Environmental Notification Messages	分散式环境通知消息
DES	Discrete – event Simulation	离散事件仿真
D – FPAV	Distributed Fair Power Adjustment for Vehicular Network	车载网络的分布式公平功率调整
D – Greedy	Delay – bounded Greedy Forwarding	延迟有界贪婪转发
DHT	Distributed Hash Table	分布式哈希表
DLL	Dynamic Link Library	动态链接库
D – MinCost	Delay – bounded Min – cost Forwarding	延迟有界最小成本转发
DNS	Domain Name System	域名系统
DoIP	Diagnostic Communication over Internet Protocol	互联网协议的诊断通信
DSA	Dynamic Spectrum Access	动态频谱接入
DSC	DCC Sensitivity Control	DCC 灵敏度控制
DSDV	Destination Sequenced Distance Vector	目的序列距离矢量
DSR	Dynamic Source Routing	动态源路由
DSRC	Dedicated Short – range Communication	专用短程通信
DSRC/WAVE	Dedicated Short – range Communication/Wireless Access in Vehicular Environment	专用短程通信/车载环境中的无线接入
DSSS	Direct – sequence Spread Spectrum	直接序列扩展频谱
DTN	Delay/disruption – tolerant Network	延迟/中断容错网络
DV – CAST	Distributed Vehicular Broadcast	分布式车载广播
DYMO	Dynamic MANET on – demand	按需动态移动自组织网
DynB	Dynamic Beaconing	动态信标传输
ECC	Electronic Communications Committee	电子通信委员会
ECDF	Empirical Cumulation Density Function	经验积累密度函数
ECU	Electronic Control Unit	电子控制单元
EDCA	Enhanced Distribution Channel Access	增强型分布式信道接入
EDGE	Enhanced Data Rate for GSM Evolution	增强型数据速率 GSM 演进技术
EGRS	Electronic Route Guidance System	电子路径引导系统
eMBMS	Evolved Multimedia Broadcast/multicast Service	演进的多媒体广播多播业务
EMI	Electromagnetic Interface	电磁干扰
eNodeB	Evolved NodeB	演进型 NodeB
ESI	Error State Indicator Flag	错误状态指示器标志
ESP	Electronic Stability Program	电子稳定系统
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	欧洲电信标准协会
FACH	Forward – access Channel	前向接入信道
FairAD	Fair and Adaptive Data Dissemination	公平和自适应数据传播
FairDD	Fair Data Dissemination	公平数据传播
FCC	US Federal Communications Commission	美国联邦通信委员会
FCD	Floating Car Data	浮动车辆数据
FDD	Frequency – division Duplex	频分双工
FDMA	Frequency – division Multiple Access	频分多址
FHWA	Federal Highway Administration	美国联邦公路管理局

(续)

缩写	英文全称	解释
FOT	Field Operational Test	场地运行测试
FPGA	Field – programmable Gate Array	现场可编程门阵列
GGSN	Gateway GPRS Support Node	GPRS 网关支持节点
GHT	Geographic Hash Tables	地理哈希（散列）表
GIDR	Geographic Inter – domain Routing	地理域间路由
GLOSA	Green – light Optimal Speed Advisory	绿灯最佳速度咨询
GPRS	General Packet Radio Service	通用分组无线业务
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
GPSR	Greedy Perimeter Stateless Routing	贪婪周边无状态路由
GRWLI	Geographic Routing without Location Information	无位置信息地理路由
GSM	Global System for Mobile Communications	全球移动通信系统
GUI	Graphical User Interface	图形用户界面
HLA	High – level Architecture	高阶仿真架构（高级建模与仿真体系结构）
HMI	Human – machine Interface	人机交互界面
HSCSD	High – speed Circuit – switched Data	高速电路交换数据
HSDPA	High – speed Downlink Packet Access	高速下行链接分组接入
HSPA	High – speed Packet Access	高速分组接入
HSUPA	High – speed Uplink Packet Access	高速上行链接分组接入
IBSS	Independent Basic Service Set	独立基础服务集
ICWS	Intersection Collision Warning System	交叉路口碰撞预警系统
IDE	Integrated Development Environment	集成开发环境
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	电气和电子工程师协会
IETF	Internet Engineering Task Force	互联网工程任务组
IFS	Interframe Space	帧间间隔
ILOC	Intersection Location	交叉路口位置
Intra VC	Intra – vehicle Communication	车内通信
IoT	Internet of Things	物联网
IP	Internet Protocol	网际协议（网络之间互联的协议）
ISM Bands	Industrial – scientific – medical Radio Bands	工业、科学、医学频带
ISO	International Organization for Standardization	国际标准化组织
ITS	Intelligent Transportation System	智能交通系统
ITSA	Intelligent Transportation Society for America	美国智能交通系统协会
ITS – G5	Intelligent Transportation Systems Access Layer for the 5 – GHz Band	支持 5GHz 频带的智能交通系统接入层
ITU	International Telecommunication Union	国际电信联盟
ITU – R	ITU Recommendations	国际电信联盟建议
ITU – R	ITU Radio Communication Sector	ITU 无线电通信局
ITU – T	ITU Telecommunication Standardization Sector	ITU 电信标准化局
IVC	Inter – vehicle Communication	车辆间通信（车际通信）
IVHS	Intelligent Vehicle – highway System	智能车辆道路系统
IVN	In – vehicle Networking	车载网络

(续)

缩写	英文全称	解释
LAN	Local Area Network	本地局域网
LDM	Local Dynamic Map	本地动态地图
LER	Last – encounter Routing	最后相遇路由
LiDAR	Light Detection and Ranging	激光探测与测量 (激光雷达)
LIN	Local Interconnect Network	本地互联网络
LLC	Logical Link Control	逻辑链路控制
LOS	Line – of – sight	视线
LTE	Long Term Evolution	长期演进技术
MAC	Medium Access Control	介质访问控制
MANET	Mobile Ad – hoc Networks	移动自组织网络
MBL	Maximum Tolerable Channel Load	最大允许信道负载
MBMS	Multimedia Broadcast/multicast Service	多媒体广播/多播业务
MBSFN	Multicast – broadcast Single – frequency Network	多播广播单频网络
MCD	Minimum Cost Distribution	最低成本分配
METIS	Mobile and Wireless Communications Enables for 2020 Information Society	2020 年信息社会的移动和无线通信
MFD	Multi – function Display	多功能显示器
MIC	Ministry of Internal Affairs and Communication	内政和通信部
MIMO	Multiple – input Multiple – output	多输入多输出
mmW	Millimeter – wave	毫米波
MNO	Mobile Network Operator	移动网络运营商
MOST	Media Oriented Systems Transport	面向媒体的系统传输
MSC	Mobile Switching Center	移动交换中心
MTU	Maximum Transmission Unit	最大传输单元
MVNO	Mobile Virtual Network Operator	移动虚拟网络运营商
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration	国家公路交通安全管理局
NLOS	Non – line – of – sight	非视距
NRZ	Non – return – to – zero	不归零
O/D	Origin – destination	起点 – 终点
OAD	Obstacle – aware Distribution	障碍感知分布
OBU	On – board Unit	车载单元
OCB	Outside – the – context – of – a – BSS	基本服务集之外
ODbL	Open Database Licence	开放式数据库许可证
OEM	Original Equipment Manufacturers	原始设备制造商
OFDM	Orthogonal Frequency – division Multiplexing	正交频分复用
OFDMA	Orthogonal Frequency – division Multiple Access	正交频分多址访问
OLSR	Optimized Link State Routing Protocol	优化的连接状况路由协议
OPEN	One – pair Ethernet	一对以太网
P2P	Peer – to – peer	点对点
PAPR	Peak – to – average Power Ratio	峰均功率比
PATH	Partners for Advanced Transit and Highways	美国先进交通和公路合作联盟
PCF	Point Coordination Function	点协调功能

(续)

缩写	英文全称	解释
PCI	Peripheral Component Interconnect	外围组件互连
PDR	Packet Delivery Ratio	分组传送率
PeerTIS	Peer – to – peer Traffic Information System	点对点的道路交通信息系统
PHY	Physical Layer	物理层
PKI	Public – key Infrastructure	公钥基础设施
PoE	Power over Ethernet	以太网供电
POF	Plastic Optic Fiber	塑料光纤
PRNG	Pseudo – random – number Generator	伪随机数生成器
PSID	Provider Service Identifier	服务供应商标识符
PSSME	Provider Service Security Management Entity	供应商服务安全管理实体
PTP	Precision Time Protocol	精确时间协议
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	正交幅度调制
QoS	Quality – of – service	服务质量
QPSK	Quadrature Phase – shift Keying	正交相移键控
RACH	Random Access Channel	随机接入信道
RAN	Radio Access Network	无线电接入网络
RB	Resource Book	资源簿
RDS	Radio Data System	无线电数据系统
RERR	Route Error	路由错误
RF	Radio Frequency	无线电频率
RFC	Request for Comments	请求评论
RIP	Routing Information Protocol	路由信息协议
RMSE	Root Mean Square Error	均方根误差
RNC	Radio Network Controller	无线网络控制器
ROI	Region of Interest	感兴趣区
RREP	Route Reply	路由响应
RREQ	Route Request	路由请求
RSS	Received Signal Strength	接收信号强度
RSU	Roadside Unit	路侧单元
RTPGE	Reduced Twisted Pair Gigabit Ethernet	简化双绞线千兆以太网
RTR	Remote Transmit Request Flag	远程发送请求标志
RTS	Ready – to – send	准备发送
SAE	Society of Automotive Engineers	美国汽车工程师学会
SAM	Service Announcement Message	服务公告消息
SARTRE	Safe Road Trains for the Environment	欧洲环境安全公路列车项目
SCFDMA	Single – carrier FDMA	单载波 FDMA
SCH	Service Channels	服务通道
SDR	Software – defined Radio	软件 – 定义无线电
SFN	Single – frequency Network	单频网络
SGSN	Servicing GPRS Support Node	服务 GPRS 支持节点
SIFS	Short Interframe Space	短帧间间隔

(续)

缩写	英文全称	解释
SNR	Signal – to – noise Ratio	信噪比
SODAD	Segment – oriented Data Abstraction and Dissemination	面向数据段的数据抽象和传播
SOTIS	Self – organizing Traffic Information System	自组织的交通信息系统
SPAT	Signal Phase and Timing	信号相位和定时
SRP	Stream Reservation Protocol	流预留协议
SSU	Stationary Support Unit	固定支持单元
SUMO	Simulation of Urban Mobility	城市道路交通仿真
TAC	Transmit Access Control	传输访问控制
TCP	Transfer Control Protocol	传输控制协议
TDC	Transmit Data Rate Control	发送数据速率控制
TD – CDMA	Time – division CDMA	时分 CDMA
TDD	Time – division Duplex	时分双工
TDMA	Time – division Multiple – access	时分多址访问
TIC	Traffic Information Center	交通信息中心
TIS	Traffic Information System	交通信息系统
TMC	Traffic Messaging Channel	交通信息频道
TO – GO	Topology – assisted Geo – opportunistic Routing	拓扑辅助地理信息机会路由
TOPO	Road Topology	道路拓扑
TPC	Transmit Power Control	发射功率控制
TPEG	Transport Protocol Expert Group	传输协议专家组
TPM	Trusted Platform Module	可信平台模块
TraCI	Traffic Control Interface	交通控制界面
TRC	Transmit Rate Control	传输速率控制
TSF	Time Synchronization Function	时间同步功能
TSN	Time – sensitive Networking	时间敏感网络
TTCAN	Time – triggered CAN	时间触发 CAN
TTL	Time – to – live	存活时间
TVWS	TV White Space	电视白色空间
TXOP	Transmission Opportunity	传输机会
UART	Universal Asynchronous Receiver/transmitter	通用异步接收器/发送器
UDP	User Datagram Protocol	用户数据报协议
UDS	Unified Diagnostic Service	统一的诊断服务
UE	User Equilibrium	用户平衡
UMB	Ultra – mobile Broadband	超移动宽带
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	通用移动通信系统
U – NII bands	Unlicensed National Information Infrastructure Bands	未经授权的国家信息基础设施频带
US DOT	US Department of Transportation	美国交通运输部
USRP	Universal Software Radio Peripheral	通用软件无线电外设
UTC	Coordinated Universal Time	协调世界时
UV – CAST	Urban Vehicular Broadcast	城市车载广播
V2I	Vehicle to Infrastructure	车辆与基础设施

(续)

缩写	英文全称	解释
V2V	Vehicle – to – vehicle Communication	车辆与车辆间通信
V2X	Vehicle to X	车辆到 X
VANET	Vehicular Ad – hoc Network	车载自组织网络
VCP	Virtual Coordinate Protocol	虚拟坐标协议
Veins	Vehicles in Network Simulation	车辆网络仿真
VLAN	Virtual LAN	虚拟 LAN (虚拟局域网)
VN	Vehicular Networking	车辆网联
VNC	Vehicular Networking Conference	车联网大会
VoIP	Voice Over IP	IP 语音
VRR	Visual Ring Routing	视觉环路由
VSIMRTI	V2X Simulation Runtime Infrastructure	V2X 仿真运行基础架构
VTC	Vehicular Technology Conference	车载技术会议
VTI	Virtual Traffic Light	虚拟交通信号灯
WAVE	Wireless Access in Vehicular Environment	车辆环境中的无线接入
W – CDMA	Wideband CDMA	宽带 CDMA
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access	全球微波接入互操作性
WLAN	Wireless LAN	无线局域网
WME	WAVE Management Entity	WAVE 管理实体
WRAN	Wireless Regional Area Network	无线区域网
WSA	WAVE Service Advertisement	WAVE 服务广告
WSMP	WAVE Short Message Protocol	WAVE 短消息协议
WSM – s	WAVE Short Messages	WAVE 短信息
WSM – S	WAVE Short Message with Safety Supplement	带安全补充的 WAVE 短信
WSN	Wireless Sensor Network	无线传感器网络
WSU	Wireless Safety Unit	无线安全单元
WUP	Wake – up Pattern	唤醒模式
XML	Extensible Markup Language	可扩展标记语言

目 录

译者序

前言

缩略语

第1章 引言	1
1.1 术语和定义	3
1.2 Who is who	4
1.2.1 规则制定、法规和标准	5
1.2.2 研究	6
1.3 如何使用这本书	7
1.3.1 目标读者	7
1.3.2 给非专家们的概述	7
1.3.3 有经验的读者的深入研究	8
第2章 车内通信	11
2.1 车载网络	12
2.2 汽车总线系统	14
2.2.1 CAN	14
2.2.2 LIN	20
2.2.3 MOST	22
2.2.4 FlexRay	24
2.3 车载以太网	29
2.3.1 背景	30
2.3.2 车载网络的适应性	32
2.3.3 引入汽车	33
2.4 无线车载网络	34
第3章 车辆间通信	35
3.1 应用	35
3.1.1 交通信息系统	36
3.1.2 交叉路口碰撞预警系统	43
3.1.3 队列前进	44
3.1.4 交通灯信息与控制	46
3.1.5 娱乐应用	49
3.2 要求和组件	51
3.2.1 应用需求	51

3.2.2 评估 IVC 方案的指标	57
3.2.3 通信实体	59
3.2.4 通信原理	62
3.3 车辆间通信的概念	65
3.3.1 调频广播和数字音频广播	65
3.3.2 蜂窝网络	71
3.3.3 自组织路由	73
3.3.4 广播	78
3.3.5 地理路由	88
3.4 基本的限制	92
3.4.1 迈向异构网络	92
3.4.2 广播风暴问题	94
3.4.3 VANET 的扩展性	96
第4章 无线接入技术	98
4.1 蜂窝网络	98
4.1.1 GSM	101
4.1.2 UMTS	103
4.1.3 LTE	104
4.1.4 未来发展	106
4.1.5 蜂窝网络在 IVC 中的使用	106
4.2 短程无线电技术	109
4.2.1 无线局域网 (WLAN)	109
4.2.2 IEEE 802.11p	112
4.2.3 高层协议	114
4.3 空白频段和认知无线电	119
4.3.1 认知无线电	119
4.3.2 TV 空白频段	120
4.3.3 空白频段在 IVC 中的应用	121
第5章 信息传递	124
5.1 自组织 (ad-hoc) 路由	125
5.1.1 主动路由协议	126
5.1.2 被动路由协议	128
5.1.3 车载自组织网络 (VANET) 中的应用	132

5.2 地理位置路由	139	6.2 仿真工具	231
5.2.1 地理位置路由	140	6.2.1 网络仿真	232
5.2.2 基于虚拟坐标路由	143	6.2.2 道路交通仿真	235
5.3 信标	152	6.2.3 IVC 仿真框架	237
5.3.1 自组织的交通信息系统	153	6.3 场景、模型和指标	240
5.3.2 协同感知消息	157	6.3.1 场景	240
5.4 自适应信标	158	6.3.2 信道模型	249
5.4.1 自适应交通信标	159	6.3.3 驾驶人行为	259
5.4.2 分散式拥塞控制 (DCC) ...	169	6.3.4 指标	262
5.4.3 动态信标	174	第7章 安全与隐私	275
5.5 地理多播	180	7.1 安全的基本要素	275
5.5.1 ETSI 地理网络	180	7.1.1 安全目标和技术要求	276
5.5.2 分布式环境通知信息	182	7.1.2 安全关系	279
5.5.3 拓扑辅助地理机会路由	183	7.1.3 证书	280
5.6 基础设施支持	187	7.1.4 安全与隐私	283
5.6.1 路侧单元	188	7.2 保障车辆网络安全	283
5.6.2 停泊车辆	192	7.2.1 IVC 的证书应用	283
5.7 DTN 与对等网络	198	7.2.2 性能问题	285
5.7.1 分布式车联广播	199	7.2.3 证书撤销	287
5.7.2 MobTorrent	201	7.2.4 位置验证	288
5.7.3 PeerTIS	205	7.3 隐私	289
第6章 性能评估	208	7.3.1 位置隐私	290
6.1 性能测试	208	7.3.2 跟踪方法	291
6.1.1 概念和策略	208	7.3.3 临时假名	292
6.1.2 现场运行试验	210	7.3.4 交换假名	294
6.1.3 仿真技术	220	参考文献	296