

访问提供者：
Hytera Communication Corp.Ltd
登出

基于移动边缘计算（MEC）架构内的软件定义网络（SDN）的蜂窝网络V2V数据卸载

6作者（S）黄忠明；蒋梦舒；Duy-Tuan Dao；苏伟龙；徐守智；周欢

查看所有作者

4
纸
引文

2403
充分
文字视图

导出到
Collabratec

警报

管理内容提醒

添加到引文提醒

开放存取

评论（

查看更多

请参阅本文中提到的技术专利的顶级组织



Provided by: Innovation Plus
POWERED BY IEEE AND IP.COM
A PATENT SEARCH AND ANALYTICS TOOL

抽象

文件部分

一世。 介绍

II。 相关工作

III。 拟议方法的功
能方案

IV。 提议的方法

V。 绩效分析

显示完整大纲 ▾

作者

数据

参考

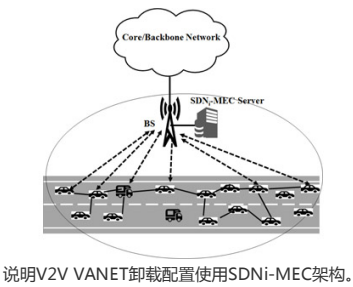
引文

关键词

度量

更喜欢这个

下载
PDF



摘要：数据卸载对蜂窝网络中出现的移动数据爆炸问题起着重要作用。本文提出了卸载的思路和控制方案... 查看更多

主题：移动边缘计算
元数据

抽象：

数据卸载对于蜂窝网络中发生的移动数据爆炸问题起着重要作用。本文提出了一种思想和控制方案，用于将蜂窝网络中的车辆通信业务卸载到车辆到车辆（V2V）路径中，该路径可以存在于车辆自组织网络（VANET）中。移动边缘计算（MEC）架构内部的软件定义网络（SDN），简称为SDN-MEC服务器，在本文中设计用于解决VANET V2V卸载的复杂问题。使用所提出的SDN-MEC架构，每个车辆将其上下文信息报告给SDN-MEC服务器的上下文数据库，并且SDN-MEC服务器的SDN控制器计算当前正在通信的两个车辆之间是否存在V2V路径。彼此通过蜂窝网络。这个提出的方法：1）使用每个车辆的背景；2）采用集中管理策略进行计算和通知；3）尝试为当前使用蜂窝网络相互通信的配对车辆建立VANET路由路径。基于SDN-MEC服务器架构的所提出的卸载控制方案的性能分析表明，当车辆密度处于中间时，它在蜂窝网络链路和V2V路径中具有更好的吞吐量。

主题：移动边缘计算

发表于：IEEE Access（卷：6）

页数：17741 - 17755

INSPEC登录号：17712959

出版日期：2018年3月29日

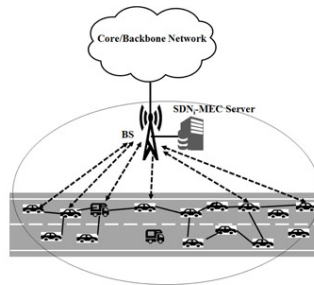
DOI：10.1109 / ACCESS.2018.2820679

电子ISSN：2169-3536

出版商：IEEE

赞助商: IEEE

资助机构:



说明V2V VANET卸载配置使用SDN-MEC架构。

隐藏完整摘要 ^

引文图

1. S. Al-Sultan, MM Al-Doori, AH Al-Bayatti, H. Zedan, "关于车辆Ad Hoc网络的综合调查", *J. Netw. COMPUT. 申请*, 第一卷 37, pp.380-392, 2014年1月.
显示上下文 CrossRef 谷歌学术

2. H. Zhou, S. Xu, D. Ren, C. Huang, H. Zhang, "车辆自组织网络中事件驱动的广告信息传播分析", *Ad Hoc Netw.*, 第一卷 55, pp.87-96, 2017年2月.
显示上下文 CrossRef 谷歌学术

3. R. Maallawi, N. Agoulmine, B. Radier, TB Meriem, "关于无线接入和核心网络中的卸载技术和管理的综合调查", *IEEE Commun. 调查结果*, 第一卷 17, pp.1582-1604, 3rd Quart. 2015年
显示上下文 Google学术搜索

4. Y. He, M. Chen, B. Ge, M. Guizani, "关于异构网络中的WiFi卸载: 各种激励和权衡策略", *IEEE Commun. 调查结果*, 第一卷 18, 不. 4, pp.2345-2385, 4th Quart. 2016年
显示上下文 Google学术搜索

5. A. Bazzi, BM Masini, A. Zanella, G. Pasolini, "用于车载传感器网络中的蜂窝卸载的IEEE 802.11p", *Comput. COMMUN.*, 第一卷 60, pp.97-108, 2015年4月.
显示上下文 CrossRef 谷歌学术

6. N. Cheng, N. Lu, N. Zhang, XS Shen, JW Mark, "车载环境中的机会性WiFi卸载: 排队分析", *Proc. IEEE全球通讯. CONF. (GLOBECOM)*, 第211-216页, 2014年12月.
显示上下文 Google学术搜索

7. P. Kolios, C. Panayiotou, G. Ellinas, "ExTraCT: 通过车间通信传输加速转移", *IEEE Trans. INTELL. 运输. SYST.*, 第一卷 16, 不. 3, pp.1238-1248, 2015年6月.
查看文章 全文: PDF (1438KB) Google学术搜索

8. 移动边缘计算 (MEC); 服务方案, 2015年, [在线]可用:
http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/MEC-IEG/001_099/004/01.01.01_60/gs_MEC-IEG004v010101p.pdf.
显示上下文 Google学术搜索

9. 移动边缘计算 (MEC); 移动边缘服务API的一般原则, 2017, [在线]可用:
http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/MEC/001_099/009/01.01.01_60/gs_MEC009v010101p.pdf.
显示上下文 Google学术搜索

10. Mobile Edge Computing(MEC); Mobile Edge Platform Application Enablement, 2017, [online] Available:
http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/MEC/001_099/011/01.01.01_60/gs_MEC011v010101p.pdf.

[显示上下文](#) [Google学术搜索](#)

11. A. C. Baktir, A. Ozgovde, C. Ersoy, "How can edge computing benefit from software-defined networking: A survey use cases and future directions", *IEEE Commun. Surveys Tuts.*, vol. 19, no. 4, pp. 2359-2391, 4th Quart. 2017.

[显示上下文](#) [Google学术搜索](#)

12. S. Wang, X. Zhang, Y. Zhang, L. Wang, J. Yang, W. Wang, "A survey on mobile edge networks: Convergence of computing caching and communications", *IEEE Access*, vol. 5, pp. 6757-6779, 2017.

[显示上下文](#) [查看文章](#) 全文 : PDF (8680KB) [Google学术搜索](#)

13. P. Mach, Z. Becvar, "Mobile edge computing: A survey on architecture and computation offloading", *IEEE Commun. Surveys Tuts.*, vol. 19, no. 3, pp. 1628-1656, 3rd Quart. 2017.

[显示上下文](#) [Google学术搜索](#)

14. S. Nunna et al., "Enabling real-time context-aware collaboration through 5G and mobile edge computing", *Proc. 12th IEEE Int. Conf. Inf. Technol.-New Generat. (ITNG)*, pp. 601-605, Apr. 2015.

[显示上下文](#) [Google学术搜索](#)

15. J. Liu, J. Wan, B. Zeng, Q. Wang, H. Song, M. Qiu, "A scalable and quick-response software defined vehicular network assisted by mobile edge computing", *IEEE Commun. Mag.*, vol. 55, no. 7, pp. 94-100, Jul. 2017.

[显示上下文](#) [查看文章](#) 全文 : PDF (407KB) [Google学术搜索](#)

16. K. Zhang , Y. Mao , S. Leng , Y. He , Y. Zhang , "用于车载网络的移动边缘计算：具有预测性卸载的有前途的网络范例" , *IEEE Veh. Technol. Mag.*, vol. 12, no. 2, pp. 36-44, Jun. 2017.

[显示上下文](#) [查看文章](#) 全文 : PDF (2005KB) [Google学术搜索](#)

17. N. Cordeschi, D. Amendola, E. Baccarelli, "Reliable adaptive resource management for cognitive cloud vehicular networks", *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 64, no. 6, pp. 2528-2537, Jun. 2015.

[Show Context](#) [View Article](#) Full Text: PDF (892KB) [Google Scholar](#)

18. D. Kreutz, F. Ramos, P. E. Veríssimo, C. E. Rothenberg, S. Azodolmolky, S. Uhlig, "Software-defined networking: A comprehensive survey", *Proc. IEEE*, vol. 103, no. 1, pp. 14-76, Jan. 2015.

[Show Context](#) [View Article](#) Full Text: PDF (14201KB) [Google Scholar](#)

19. G. el M. Zhioua, H. Labiod, N. Tabbane, S. Tabbane, "VANET inherent capacity for offloading wireless cellular infrastructure: An analytical study", *Proc. 6th IEEE Int. Conf. New Technol. Mobility Secur. (NTMS)*, pp. 1-5, 2014.

[Show Context](#) [Google Scholar](#)

20. G. el M. Zhioua, J. Zhang, H. Labiod, N. Tabbane, S. Tabbane, "VOPP: A VANET offloading potential prediction model", *Proc. IEEE Wireless Commun. Netw. Conf. (WCNC)*, pp. 2408-2413, Apr. 2014.

[Show Context](#) [Google Scholar](#)

21. G. El M. Zhioua, H. Labiod, N. Tabbane, S. Tabbane, "Cellular content download through a vehicular network: I2V link estimation", *Proc. 81th IEEE Veh. Technol. Conf. (VTC Spring)*, pp. 1-6, May 2015.

[Show Context](#) [Google Scholar](#)

22. B. Karp, H. T. Kung, "GPSR: Greedy perimeter stateless routing for wireless networks", *Proc. ACM Conf. Mobile Comput. Netw.*, pp. 243-254, 2000.

[Show Context](#) [Access at ACM](#) [Google Scholar](#)

23. Z. S. Houssaini, I. Zaimi, M. Oumsis, S. E. A. Ouatik, "Improvement of GPSR protocol by using future position estimation of participating nodes in vehicular ad-hoc networks", *Proc. IEEE Int. Conf. Wireless Netw. Mobile Commun. (WINCOM)*, pp. 87-94, Oct. 2016.

Show Context Google Scholar

24. S. Yi, X. Huang, C. Wang, "EA-GPSR a routing protocol for energy harvesting wireless sensor networks", *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Sci. Netw. Technol. (ICCSNT)*, vol. 1, pp. 1029-1032, Dec. 2015.

Show Context Google Scholar

25. OpenFlow-enabled mobile and wireless networks, Menlo Park, CA, USA, pp. 1-13, Sep. 2013, [online] Available: <https://3vf60mmveq1g8vzn48q2o71awpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2013/03/sb-wirelessmobile.pdf>.

Show Context Google Scholar

26. H. Arbabi, M. C. Weigle, "Highway mobility and vehicular ad-hoc networks in NS-3", *Proc. IEEE Winter Simulation Conf. (WSC)*, pp. 2991-3003, Dec. 2010.

Show Context Google Scholar

27. B. Dupont, "Improvements in VANET simulator in ns-3", pp. 1-13, Dec. 2011, [online] Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.587.2438&rep=rep1&type=pdf>.

Show Context Google Scholar

28. Hennecke and Helbing *Intelligent Driver Model*, 2000, [online] Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_driver_model.

显示上下文 Google学术搜索

广告

☰ 内容

第一节 介绍

随着计算和通信技术的进步,信息和通信技术(ICT)-增强型车辆,即自动驾驶车辆,联网车辆和车辆互联网(IOV)正在出现。对于通信方面,过去几年已经研究了车载自组织网络(VANET)[1],[2]。VANET中讨论的三种通信范例是车辆到基础设施(V2I),车辆到车辆(V2V)和V2I2V。在V2I通信范例中,车辆(i)具有从远程服务器下载的数据或(ii)通过蜂窝网络基站(BS)或基于IEEE 802.11p的基础设施侧的对等实体进行通信。路边单元(RSU)。在V2V范例中,两辆车直接通过k-hop车辆自组织路径彼此通信。对于V2I2V通信范例,两个车辆V1和V2通过V1 <-> BS / RSU <-> 核心网/骨干网 <-> BS / RSU <-> V2的路径彼此通信。

移动数据卸载[3],[4]是蜂窝网络的补充技术。使用卸载机制,可以减少蜂窝网络中的流量和使用蜂窝网络的费用。目前现有的VANET卸载技术主要用于基础设施模式,即用于V2I通信范例[5],[6]。VANET卸载的目标是通过VANET提供最初通过蜂窝网络传输的数据。参见图1-(a),车辆X正在与同伴沟通y在基础设施方面,通常使用蜂窝网络。当X处于802.11p RSU的信号覆盖范围内时,X切换到与RSU连接,当X超出802.11p RSU的信号覆盖范围时,X切换回与BS连接。程等人。[6]提出了一种加速卸载模型,其传输是通过V2I和V2V,以卸载更多的数据包。参考图1-(b),当存在可以连接车辆的V2V路径时X和RSU z, X切换到VANET网络进行通信y,其中通信路径是 $X \leftrightarrow v_1 \leftrightarrow v_2 \leftrightarrow \dots \leftrightarrow v_n \leftrightarrow z \leftrightarrow y$ 。为方便起见,以下将上述场景称为V2I VANET卸载。相反,在这项工作中考虑了V2I2V卸载的情况。参考图1-(c),让车辆的802.11p OBU X和y,它们彼此通信,配备蜂窝网络接口和802.11p网络接口。车辆X和y通常使用属于V2I2V通信的OBUs的蜂窝网络接口。当有V2V路径时,即 $v_1 \leftrightarrow v_2 \leftrightarrow \dots \leftrightarrow v_n$ 图1-

(c) 之间 X 和 y ，它可以将基于蜂窝的通信卸载到基于802.11p的V2V通信。为方便起见，以下称为V2V VANET卸载。

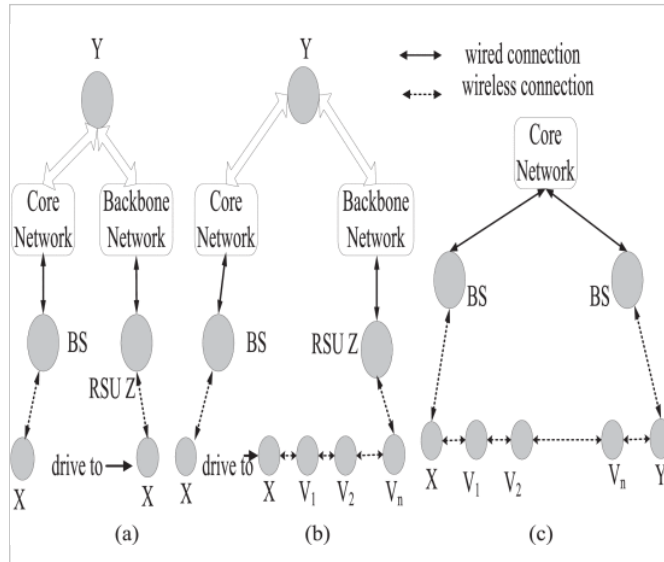


图1。
VANET offloading的配置。

在蜂窝网络的V2V VANET卸载中应该考虑的主要问题如下：

1. 如何找到车辆之间存在V2V路径 X 和 y 使用蜂窝网络相互通信？可以由第三方发现V2V VANET路径，从而可以减少计算开销和车辆 X 和 y 可以尽快切换到V2V路径吗？
2. 当车辆之间存在多个V2V路径时，如何为VANET卸载找到更好的V2V路径 X 和 y ？
3. 是否可以修复/恢复断开的V2V路径，以便仍然可以保留V2V VANET卸载？

随着高带宽计算机通信网络的可用性和手持设备的普遍使用，在有线和无线网络环境中都采用云计算和云服务器。然而，无线移动环境中的许多应用和服务（例如，VANET）需要更短的等待时间以获得实时和更可靠的响应。因此，提出了称为移动边缘计算（MEC）的新计算范例，其中一些MEC服务器安装在网络边缘而不是依赖于远程云服务器的计算，以解决上述实时要求。一些标准机构，例如3GPP和ETSI，正在为MEC定义服务、架构和API [8] - [9] [10]。此外，许多研究人员已经研究了MEC [11] - [12] [13]的不同方面，许多当前的研究是提出体系结构和/或推导以及分析从移动节点到MEC服务器的计算卸载。最近，一些研究人员正在尝试将MEC用于VANET [14] - [15] [16] [17]。

软件定义网络（SDN）定义了数据传输的抽象模型[18]。在SDN中，控制平面和数据平面是去耦的，前者为网络路由的相应事件设置一些规则，后者用于根据控制平面设置的规则转发数据包。控制器是SDN的集中控制管理，负责收集其域内的那些节点的信息，然后相应地设置规则。

本文提出了一种基于MEC（SDN_i-MEC）架构内SDN的V2V VANET卸载方法，解决了公路环境中V2V VANET卸载的上述问题。使用SDN_i-MEC架构，每个车辆 X 向SDN_i-MEC服务器的上下文数据库报告/发送其上下文，包括 X 可以接收其信标的相邻车辆的位置，速度，方向和ID。

SDN_i-MEC服务器的SDN控制器可以继续计算和探索车辆之间是否存在一些V2V路径 X 和 y 基于所接收的上下文，使用蜂窝网络彼此通信，所述上下文存储在SDN_i-MEC服务器的上下文数据库中。如果车辆之间有V2V路径 X 和 y ，SDN_i-MEC服务器将通知对等车辆 X 和 y 从蜂窝网络切换到VANET网络以进行V2V VANET卸载。图2描绘了用于V2V VANET卸载的简短SDN_i-MEC架构，其中每个BS是与SDN_i-MEC服务器相关联的宏小区。注意，相邻的SDN_i-MEC服务器可以交换其上下文数据库的存储内容，从而可以探索更多的V2V路径。

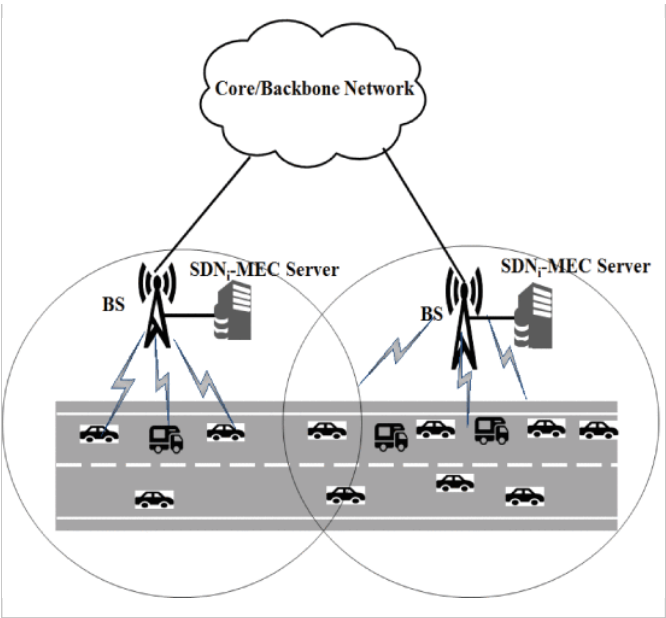


图2. 简短的SDN-MEC架构用于V2V VANET卸载。

为了解决V2V VANET卸载中存在的上述问题，本文提出了一种基于生命周期的网络状态路由（LT-NSR）算法和基于生命周期的路径恢复（LT-PR）算法，该算法可以在SDN控制器中执行。SDN-MEC服务器。使用所提出的LT-NSR和LT-PR算法，所有车辆关系表示为图形，其中（1）节点表示车辆，（2）两个节点之间的链路表示这两个车辆处于相互信号覆盖范围内因此，它们可以直接相互连接和通信，以及（3）每个链路的权重表示链路的连接寿命，可以根据它们的位置，速度和方向导出。然后，如果两个对等车辆之间存在V2V ad hoc路径，则意味着它们之间具有V2V路由路径。当存在多个V2V路由路径时，请选择具有最长连接生存期的路径作为V2V VANET卸载路径。

本文的其余部分组织如下：第二节介绍了V2V VANET卸载的相关工作，第三节详细介绍了V2V VANET卸载的功能场景。第四节介绍了提出的LT-NSR和LT-PR算法以及V2V VANET卸载的控制方案。第五节给出了性能分析的结果。第六节有结论意见。

第二节
相关工作

El mouna Zhioua 等。[19]提出了一个联合4G和VANET环境中的协作流量优化公式，以评估可以从4G蜂窝网络卸载多少流量，然后他们制定卸载决策，以使用V2I和V2V通信量化最大数据内容。作者通过考虑必须预取的数据流的最大比例，定义了一种确定可通过VANET检索的数据流的解决方案。El Mouna Zhioua 等人。[20]提出了一个名为VOPP的模型来确定从蜂窝网络使用VANET的卸载潜力。它通过评估VANET可以卸载移动数据的程度进行了分析研究。该方法考虑基础设施和下载器之间的链路可用性以用于蜂窝流量卸载。Zhioua 等。[21]提供了一项分析研究，以讨论I2V和V2V链路的容量。该下载器通过VANET请求内容和卸载的数据量。同时，所提出的模型可以通过考虑链路质量来做出决定。上述方法[19] - [20] [21]完全分布; 因此，VANET卸载的检测由车辆自身评估。

Nunna 等。[14]提出使用5G和MEC技术的组合形成用于紧急情况和远程机器人医疗的实时情境感知临时协作系统。使用API可以为MEC服务器支持5G的特性，以创建上下文感知的临时协作系统。MEC协作平台与5G的优势在于有效减少切换延迟数据传输并避免核心网络拥塞。但是，本文没有性能分析。刘 等人。[15]提出了一种针对可扩展SDN的车载网络的应用特定概念，其由移动边缘计算（MEC）辅助以通过异构V2X通信提供可靠的通信服务。MEC服务器可以支持云计算资源并提供来自客户端的延迟约束反馈，因此MEC可以帮助减少分组传输的往返时间。通过城市交通管理中的案例研究来检验所提出的技术的可扩展性和可靠性，其中总是发生交通拥堵。

移动边缘计算（MEC）架构内基于软件定义网络（SDN）的蜂窝网络V2V数据卸载 - IEEE期刊与杂志
张等人。[16]提出了使用MEC服务器的移动边缘云启用车载网络，其主要作用是完成远程云和本地车载终端之间的计算任务。MEC服务器从车辆接收任务输入消息，然后预测完成卸载任务的处理时间。

因此，所提出的MEC架构可以帮助减少卸载传输成本和卸载过程的延迟时间。Cordeschi 等人。[17]已经解决了V2I认知无线电云辅助接入网络的资源管理问题，以解决移动性引起的突然变化。本文的目标是利用V2I连接和远程云计算进行路边单元（RSU）完成的数据卸载。作者利用分布式和可扩展的流量卸载方案，该方案具有自适应控制器以优化能量并管理RSU侧的访问时间窗口和车辆客户端的流量。

贪婪周界无状态路由（GPSR）[22]是著名的地理路由协议之一，它可以搜索最接近目的地的最近邻居，然后转发数据包。GPSR尝试使用贪婪转发和右手规则解决局部最大问题。在[23]中提出了GPSR的改进，其中作者添加了PRedict协议来预测车辆的运动，以提高传统GPSR的性能。在[24]中，提出了一种称为EA-GPSR的能量算法，以优化无线网络的贪婪周边无状态路由。

第三节
拟议方法的功能方案

在本节中，介绍了所提方法的功能方案的概述。为了方便说明，使用图3中所示的图示的情况作为示例。在所提出的架构中，每个车辆配备有蜂窝网络接口和IEEE 802.11p网络接口。车辆可以向其上下文数据库发送其上下文，包括使用GPS导出的位置，可以感测的那些相邻车辆的速度，方向和ID，即，接近并且可以接收其信标的那些车辆。SDN_i-MEC服务器通过BS，配备无线OpenFlow协议[25]。

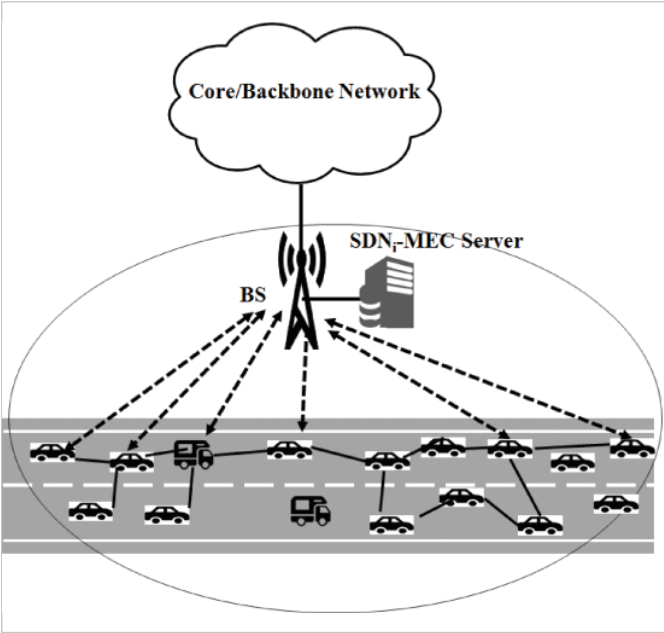


图3。
说明V2V VANET卸载配置使用SDNi-MEC架构。

功能方案如下，相应的执行过程如图4所示。最初，让对等车辆X和车辆y想要彼此通信的人使用蜂窝网络。车辆X，y和其他想要采用V2V VANET卸载功能的人定期向SDN_i-MEC服务器报告/发送它们的上下文。

- 1. SDN_i-MEC服务器的SDN控制器继续检查是否存在合适的V2V路径，即 $v_1 \leftrightarrow v_2 \leftrightarrow \dots \leftrightarrow v_n$ 车辆之间 X和y 或不。例如，路径 $v_1 \leftrightarrow v_2 \leftrightarrow v_3$ 存在于。之间 X和y 在图3中。
- 2. 如果它存在，那么它表示 v_1, v_2, \dots, v_n 所以播放能够将来自车辆x / y的分组转发到车辆y / x的中继节点。此后，SDN_i-MEC服务器中的SDN控制器通知（i）车辆x， v_1, v_2, \dots 在基路由表

和 (ii) 车辆中建立V2V路径 X 和 y 能够使用V2V路径 (

$X \leftrightarrow v_1 \leftrightarrow v_2 \leftrightarrow \dots \leftrightarrow v_n \leftrightarrow y$ 他们的沟通。

3. 车辆 X 和 y 然后将他们的通信路径从蜂窝网络切换到VANET网络。与此同时，所有车辆 x, v_1, v_2, \dots 和 y 继续通过BS将其上下文上传/发送到SDN_i-MEC服务器的上下文数据库。
4. V2V VANET卸载结束 (i) 当路径的预期寿命时 ($X \leftrightarrow v_1 \leftrightarrow v_2 \leftrightarrow \dots \leftrightarrow v_n \leftrightarrow y$) 当路径早先被破坏时，一个或多个车辆改变其速度，或 (iii) 当路径突然断开时，因为车辆改变其方向和速度非常快。
5. 当V2V VANET卸载结束时，车辆 X 和 y 将通信路径从V2V VANET网络切换回蜂窝网络。执行过程改为步骤2)。

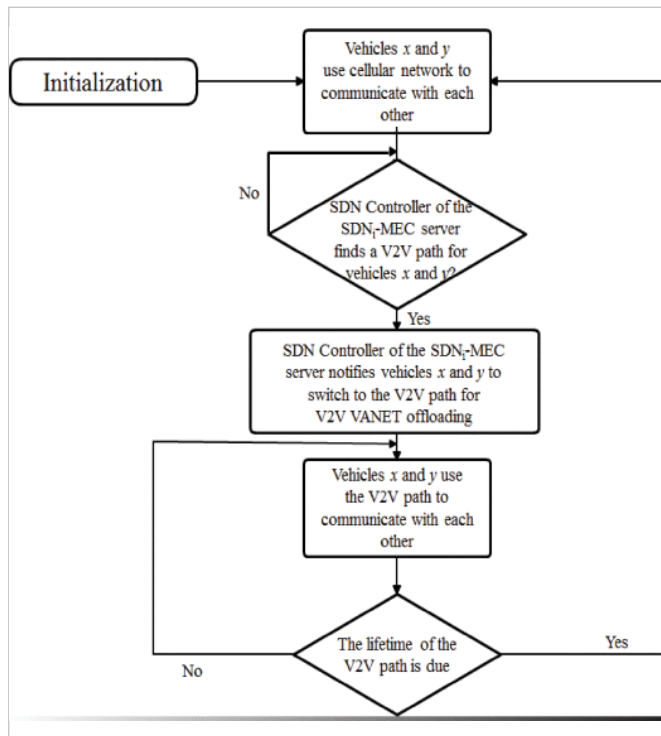


图4。
具有V2V VANET卸载的执行过程。

车辆可以改变其速度或方向，例如绕行到道路交互点中的另一条道路，这导致打破V2V路径。图5中示出了图示的示例。可以设计一些恢复操作来处理异常处理。让车辆 v_{i+1} 要逃跑和车辆 v_{i-1} 是以前的车辆 v_{i+1} 和车辆 v_{i+2} 是下一个车辆 v_{i+1} 在V2V路径中。可以设计一种机制，试图通过更换驶离车辆来恢复/修复损坏的V2V路径 v_{i+1} 与其他相邻的车辆，可与之通信 v_{i-1} 和 v_{i+2} 直接地，可以保持V2V路径。注意，在恢复/修复路径之后，恢复/修复的V2V路径的寿命可能变得更长或更短。路径恢复的执行过程如图6所示，并解释如下：

1. 在数据包传输过程中， v_{i-1} 意识到了 v_{i+1} 逃跑。此时， v_{i-1} 通过蜂窝网络将修复后的消息发送到SDN_i-MEC服务器，修复V2V路径。
2. SDN_i-MEC服务器的SDN控制器检查是否存在修复路径 ($v_{i-1} \leftrightarrow v_{i+1} \leftrightarrow v_{i+2}$)，意思就是 v_{i-1} 可以与 v_{i+2} 沟通 v_{i-1} 和 v_{i+2} 直接，替换破碎的路径与否。
3. 如果它存在，那么 v_{i-1} 和 v_{i+2} 和车辆之间的V2V路径 X 和 y 可以保持，即路径成为 $X \leftrightarrow v_1 \leftrightarrow v_2 \leftrightarrow \dots \leftrightarrow v_{i-1} \leftrightarrow v_{i+2} \leftrightarrow \dots \leftrightarrow v_n \leftrightarrow y$
4. 如果它不存在，那么车辆 X 和 y 将通信路径从V2V VANET网络切换回蜂窝网络。

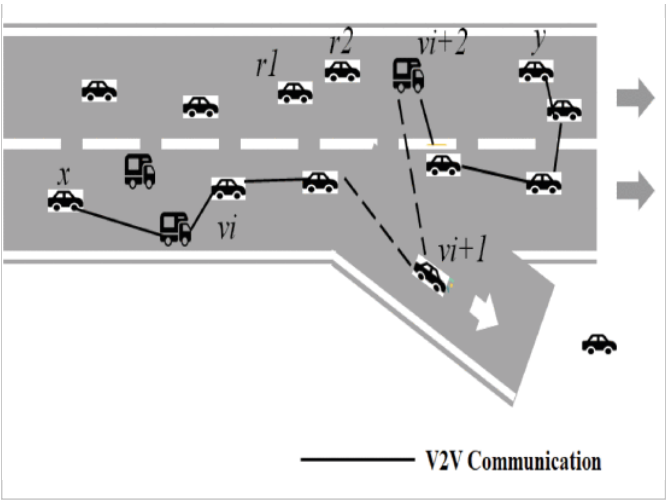


图5。
示例的异常处理示例。

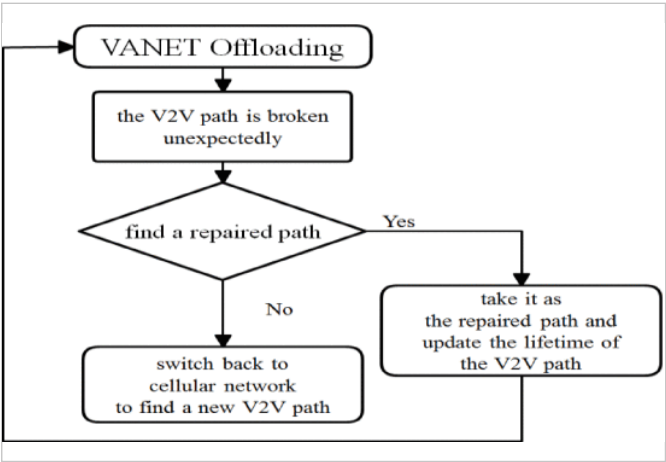


图6。
恢复/修复V2V路径的执行过程。

因此，关键问题是（1）如何找到车辆的V2V路径 x 和 y 基于从所有想要进行V2V卸载的车辆报告/传输的接收上下文，（2）如何在有多条路径时找到更好的V2V路径，以及（3）如何修复/恢复断路？在这项工作中，提出了基于生命时间的网络状态路由（LT-NSR）算法和基于生命周期的路径恢复（LT-PR）算法来解决上述3个问题。第四节介绍了这两种算法的细节。

第四节
提议的方法

本节详细介绍了我们提出的方法。在提出的方法中，每辆车 x 报告/传输其上下文，包含（1）使用GPS导出的位置，（2）速度，（3）方向，（4）车辆的ID x 可以周期性地通过BS检测到SDN_i-MEC服务器的上下文数据库中的信标。SDN_i-MEC服务器可以使用消息和事件为车辆生成规则。表I和表II包含使用的消息和事件。消息包括初始化消息（V2C），报告消息（V2C），交换机消息（C2V），修复消息（V2C），丢弃消息（V2C）和结束消息（C2V）；事件包括数据包发送事件，报告事件，VANET路径事件，恢复事件，丢包事件和生命周期结束事件。

表1 车辆中使用的消息和参数

Message	Parameters
Initialized Message (V2C)	(source, destination)
Reporting Message (V2C)	(location, speed, IDs of neighboring vehicles)
Switch Message (C2V)	(source, destination and relay vehicles' IDs)
Repaired Message (V2C)	(relay, forward, broken node)
Dropped Message (V2C)	(source, destination)
End Message (C2V)	(source, destination and relay's routing tables)

表2 触发的事件和说明

Triggered Event	Explanations
Packet Sending Event	The event is used for V2V data packet's transmission
Reporting Event	The event is used for reporting context
VANET Path Event	The event is used to switch network state
Recovery Event	The event is used to recover a V2V path which is broken
Lifetime End Event	The event is used when the lifetime of a V2V path is ended

让 $lt(u, v)$ 表示车辆之间的连接寿命 u 和 v , 其中 $LT(\vec{U}, v)$ 。在 0 接收到报告的车辆上下文之后, SDN_i-MEC服务器的SDN控制器可以导出连接寿命 $lt(X, y)$ 车辆之间 X 和 y 。连接生命期 $LT(X, y)$ 在任何两辆车之间变化并由它们的相对距离和相对速度决定。让车辆 X 表示发件人和车辆 y 表示接收器。参考图7和表III, 车辆之间的连接寿命的五种情况 X 和 y 如下面所述。案例1: 车辆 X 落后于车辆 y , 和 X 可以赶上 y 在同一方向 ($V_X > V_y$) ; 参考图7- (a) , 相对距离是 $|d_{x,y} - d_x|$, 相对速度是 $V_X - V_y$ 。在这种情况下, X 越来越近了 y 直到相对距离 $d_x = 0$, 然后 X 领先于 y 其后。案例2: 何时 X 落后了 y , 他们正朝着同一个方向离开 ($V_X < V_y$) ; 参考图7- (a) , 相对距离是 $|d_{x,y} - d_x|$, 相对速度是 $V_y - V_X$ 。案例3: y 落后了 X , 他们正朝着同一个方向离开 ($V_X > V_y$) ; 参考图7- (b) , 相对距离是 $|d_{x,y} - d_x|$, 相对速度是 $V_X - V_y$ 。案例4: X 领先于 y , 和 y 可以赶上 X 在同一方向 ($V_X < V_y$) ; 参考图7- (b) , 相对距离是 $|d_{x,y} - d_x|$, 相对速度是 $V_y - V_X$ 。案例5.何时 X 保持相同的距离 y , 他们是在同一个方向 ($V_X = V_y$) ; $lt(X, y) = \infty$

表3 拟议方案中使用的符号

r_{obu}	The coverage of an On-Board Unit (OBU) (m)
$d_{x,y}$	The relative distance between x and y (m)
V_i	The velocity of vehicle i (m/s)
$lt(u, v)$	The connection's lifetime between vehicle u and vehicle v (s)
V	The sequence of set
$P(s, d)$	The path from vehicle s to vehicle d
$P_{lt}(s, d)$	The lifetime of the path that is from vehicle s to vehicle d (m)

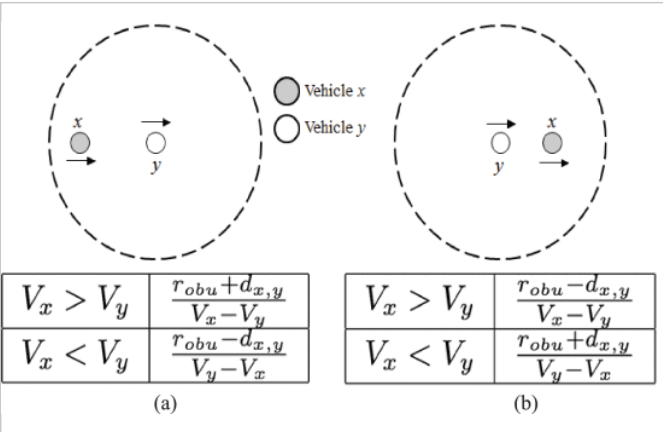


图7.
连接生命周期派生的配置。

A. 基于生命周期的网络状态路由（LT-NSR）

让车辆 s 和 d 开始使用蜂窝网络相互通信。当车辆通过蜂窝网络传输数据包时，源车辆 s 与SDN _{i} -MEC服务器发送表示分组发送事件的初始化消息。该消息/事件触发SDN _{i} -MEC服务器的SDN控制器以从源车辆找到V2V路由路径 P 到目标节点 d 。此后，（i）之间的数据包 P 被传送和（ii） s 和其他中继节点使用报告消息周期性地向SDN _{i} -MEC服务器的上下文数据库报告/发送它们的上下文（位置，速度，方向和相邻车辆的ID），该报告消息是通过蜂窝网络。

让 $P(v_1, v_n)$ 表示由一系列车辆组成的路径 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 以及配对车辆之间的寿命 $l_t(i+1)$ 表示为 $l_t(v_1, v_2), l_t(v_2, v_3), \dots, l_t(v_{n-1}, v_n)$ ，分别，即， $l_t(v_{i+1}, v_i) = 1, \dots, n-1$ 。 s 和 s 之间的寿命 v_1 表示为 $l_t(s, v_1)$ ，和之间的生命 v_n 和 d 表示为 $l_t(v_n, d)$ 。 $P_t(s, d)$ 表示路径的连接生命周期 $P(s, d)$ 通过 $s, v_1, v_2, \dots, v_n, d$ ，推导如下：

$$P_t(s, d) = \min \{ l_t(s, v_1), l_t(v_1, v_2), \dots, l_t(v_{n-1}, v_n), l_t(v_n, d) \}$$

[查看来源](#)

由于道路上有很多车辆在任何时间运行，车辆之间可能不会只有一条V2V路径 P 。为了找到并确保路径是最优的，提出了基于LifeTime的网络状态路由（LT-NSR）算法。SDN _{i} -MEC服务器的SDN控制器可以使用LT-NSR来获得最优 k -hop V2V路由路径，其中 k -hop V2V路由路径具有基于当前VANET情况的最长寿命。

让 D （表示所有路径的连接生存期集 $P_t(s, v)$ 车辆之间 s 及考虑过的每辆车 v ）表示当前被选为路径成员车辆的一组车辆。算法1是LT-NSR算法的伪代码。

算法1 LT-NSR (s, d)

对于每个节点 v do //设置源的每个邻居的连接生命周期 s

如果 v 是一个邻居 s 然后

$$D(v) = l_t(s, v)$$

其他

$$D(v) = -1$$

万一

结束

s { v }

重复

找 w 不在 s 这样的 $D(w)$ 是最大的 $D(v)$

加 w 至 s

//更新节点的生命周期

为每个人邻居 u 的 w 做

如果你 $\in s$ 每分钟 $\{D(w)(l_t(w, u)) > D(w)\}$ 然后

$$D(u) \leftarrow \min \{ D(u), D(w)(l_t(w, u)) \}$$

万一

结束

直到 $d \in \text{小号}$

返回 小号

在探索之初，其中 小号 仅包含source 小号 它衍生出来 $D(v)$ 为每个邻居 v 的 小号 在推导出每个链路的寿命后，LT-NSR选择车辆 w ，不在 小号 和 $D(w)$ 是最大的 $D(v)$ 然后 w 被添加到 小号 一旦车辆 w 添加到 小号 置，每个不在的相邻节点 小号 需要更新 s 和它自身之间路径的生命周期。LT-NSR反复探索拓扑直到目的地 d 包含在 小号

定理：

由LT-NSR (s, d) 构成的卸载路径具有从 s 到 d 的所有卸载路径的最大寿命。

证明：

让路径 $P_{\text{我}} = s \rightarrow V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow \dots \rightarrow V_k$ 是他们的道路 $lt(P_{\text{我}})$ 一个升拥有最长路径的生命周期。让路径

$P_X = s \rightarrow V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow \dots \rightarrow V_m \rightarrow V_{m+1} \rightarrow \dots \rightarrow d$ 是一条一直停止探索的道路，因为它的路径是终生的 P_X 小于 $lt(P_{\text{我}})$ 一个升

让我们走一条路 $V_m \rightarrow V_{m+1} \rightarrow \dots \rightarrow d$

1. 如果是 $(P_X) < lt(V_m \rightarrow V_{m+1} \rightarrow \dots \rightarrow d)$ ，然后LT $(s \rightarrow V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow \dots \rightarrow V_m \rightarrow V_{m+1} \rightarrow \dots \rightarrow d) \Rightarrow lt(P_X)$ ，小于 $lt(P_{\text{我}})$ 一个升
2. 如果是 $(P_X) > lt(V_m \rightarrow V_{m+1} \rightarrow \dots \rightarrow d)$ ，然后LT $(s \rightarrow V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow \dots \rightarrow V_m \rightarrow V_{m+1} \rightarrow \dots \rightarrow d) \Rightarrow lt(V_m \rightarrow V_{m+1} \rightarrow \dots \rightarrow d)$ ，小于 $lt(P_X)$ ，和 (P_X) 小于 $lt(P_{\text{我}})$ 一个升

从而， $P_{\text{我}} = s \rightarrow V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow \dots \rightarrow V_k$ 由LT-NSR (s, d) 发现的是具有最长路径寿命的路径 小号 d 。

使用LT-NSR的一个例子如图8所示。参考图8，期望LT-NSR算法从源找到V2V路由路径 小号 目的地 d 。在初始化阶段，当前已知的节点是 s, b ，一个 F ，这是...的邻居 小号 该 $D(v)$ 的邻居 小号 计算，其他设置为-1，因为它们不能直接从中获取 小号

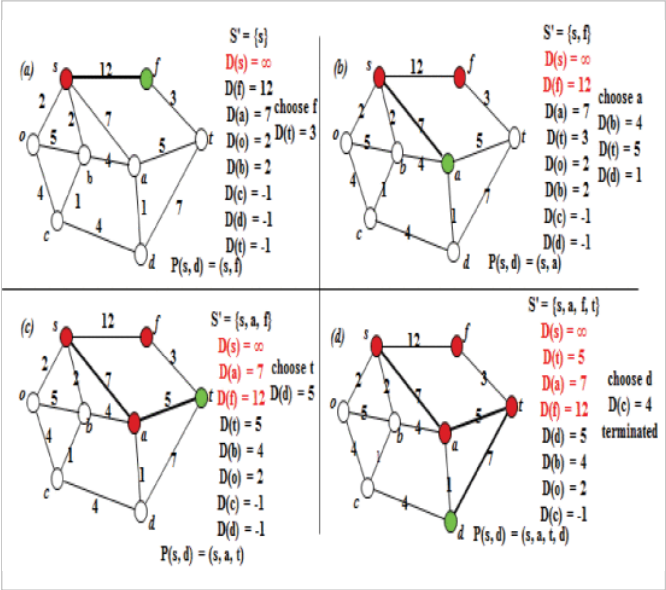


图8。
执行LT-NSR算法的示例。

在第一次迭代中，如图8- (a) 所示，LT-NSR选择节点 F 并补充说 F 到了 小号 为 $D(f)$ 是最大的 $D(v)$ 这时，路径的寿命就从 小号 一个 小号 部节点，即 T 在图8中，计算然后更新。路径 (小号 F, T) 包含两段连接生

移动边缘计算 (MEC) 架构内基于软件定义网络 (SDN) 的蜂窝网络V2V数据卸载 - IEEE期刊与杂志
 命周期, 即 $lt(s, F) = 1$ 且 $LT(F, t) = 3$ 。取 $\{m\} \in \{D(f)\}$
 $(lt(F, T$ 在图8中描绘的图示的拓扑中。

在第二次迭代中, 如图8- (b) 所示, 节点 a 加入小号为 $D(a)$ 是最大的
 $D(u)$ 在此迭代结束时, 节点 a 发现了 $D(b)$ $D(d)$ $D(e)$ 更新。

探索的道路 $P(s, d)$ 在第4次迭代中结束, 如图8- (d) 所示, 所选路
 径为 (s, a, T, d) , 其寿命为5。

算法LT-NSR (s, d) 的复杂性分析如下。让车辆之间的数量小号为 n
 $LT-NSR(s, d)$ 的第1行到第7行的for循环需要 n 迭代完成。从第9行
 开始的重复循环停止直到 d 包括在内 小号为 n 迭代完成; 在对从线
 路循环开始13个需要 n 迭代完成。结果, 从第9行到第18行的语句的总复
 杂度为 $O(n * n)$ 在最坏的情况下。因此, $LT-NSR(s, d)$ 的复杂性是
 $O(n^2)$ 。

B. V2V Vanet卸载

当SDN_i-MEC服务器的SDN控制器找到其间的路由路径时小号为 d , 它使
 用VANET路径事件设置新规则, 并发送切换消息以通知车辆。当车辆收
 到交换机消息时, 它们会更新其路由表。当连接之间小号为 d 如果切换到
 V2V路径, 则V2V路径具有自己的连接寿命, 该连接寿命随时间减小。当
 V2V路径结束时, 源小号为结束消息发送到SDN_i-MEC服务器以触发终身
 结束事件。那个时候, 来源小号为目的地 d 通过蜂窝网络相互通信。另外,
 SDN_i-MEC服务器的SDN控制器将尝试在其间找到另一个V2V路由路径小号为
 和 d 。

然而, V2V路径可能会被破坏, 因为一些车辆意外地逃跑了。在这种情况下,
 V2V VANET卸载的V2V路径被破坏, 并且应该丢弃临时存储在中继
 车辆中的分组。相应的中继车辆将数据包丢弃回溯到源小号为后小号为丢弃的
 消息发送到SDN_i-MEC服务器, 其被表示为分组丢弃事件。此数据包丢
 弃事件触发SDN_i-MEC服务器的SDN控制器响应: FlowRemoved以删除
 V2V路径。

C. 基于生命周期的路径恢复 (LT-PR)

V2V路径的寿命由SDN_i-MEC服务器的SDN控制器导出和计算。在卸载
 过程中, 可能发生一些偏差, 使得V2V路径比其最初预期的寿命早破坏。

使用所提出的恢复/修复方法, 可以保持相应的V2V路径, 这可以导致延
 长或缩短寿命。LT-PR由修复消息触发, 该消息表示恢复事件, 发送到
 SDN_i-MEC服务器。算法2是LT-PR的伪代码。

算法2 LT-PR伪码

$[R] = \emptyset$

为每个邻居 X 的 $v_{我+1}$

如果 X 也收到了 $v_{我+1}$ 然后是你好的消息

// X 所连接 $v_{我+1}$ $v_{我+2}$

加 X 成 $[R]$

万一

结束

//现在可以选择一个或多个候选车辆

$[R_t(v_{我+1})] = lt(v_{我+1}, v_{我+2})$

$V[R] \leftarrow v_{我+2}$

对于每辆车 $[R]$ 在 $[R]$ 做

如果 $[R_t(v_{我+1})] < \min\{lt(v_{我+1}, [R]), lt([R], v_{我+2})\}$ 和 $r \neq v_{我+1}$
 然后

$V_{[R_t - r}$

万一

结束

返回 $V_{[R}$

让 $[R$ 表示可以选择的候选车辆组， v_{i+1} 表示失控的车辆， v_{i-1} 表示以前的车辆和 v_{i+1} 表示下一辆车。注意 v_{i+1} 可能仍会收到来自的问候消息 v_{i-1} 或者 v_{i+1} 如果 v_{i+1} 仍处于信号覆盖范围内 v_{i-1} 或者 v_{i+1} 或者如果 v_{i-1} 无法与之沟通 v_{i+1} 但 v_{i+1} 仍然可以连接到 v_{i+1} 直。但是，车辆 v_{i+1} 不应该是候选人，因为 v_{i+1} 将要逃跑。这些候选人是从邻居中选出的 v_{i-1} 也是邻居 v_{i+2} 即那些可以从两者接收问候消息的车辆 v_{i-1} 和 v_{i+2} 然后加入 $[R$ 。有一个特殊情况 v_{i-1} 能够连接到 v_{i+1} 直。从而， v_{i+1} 被设定为目标车辆 $v_{[R}$ 并且此路径的临时生命周期设置为之间的生命周期 v_{i-1} 和 v_{i+2} ，如果没有直接连接则为0，在第9-10行。在第11-16行， $lt(v_{i-1}, v_{i+2})$ 与其他候选路径寿命进行比较，并且这些路径的最大寿命为 $[R_t(v_{i-1}, v_{i+2})]$ ，表示修复的V2V路径的寿命 $(v_{i-1}, v_{[R_t}, v_{i+2})$ 。如果LT-PR找不到修复的V2V路径，这意味着没有候选者可以是修复的节点，则丢包事件由SDN_i-MEC服务器的SDN控制器触发。

D.消息流

图9显示了所提出方案的消息流程。图9-（a）描绘了V2V卸载的消息流。开始时，每个车辆向BS发送问候消息，并且BS将HELLO消息发送到SDN_i-MEC服务器以进行连接建立。建立连接后，SDN_i-MEC服务器发回HELLO消息。然后，车辆1和车辆2之间的通信开始。当车辆1或2报告/发送其上下文时，将其表示为信息。如图9所示，BS将PacketIn发送到SDN_i-MEC服务器的SDN控制器。PacketIn触发分组发送事件以通知SDN控制器SDN_i-MEC服务器建立4G / LTE路径用于车辆1和车辆2之间的数据传输。在OpenFlow协议[25]中，每个OpenFlow消息都有自己的努力，例如构造，复制，比较和打印。FlowMod消息允许SDN_i-MEC服务器修改配备有OpenFlow协议的BS的状态。

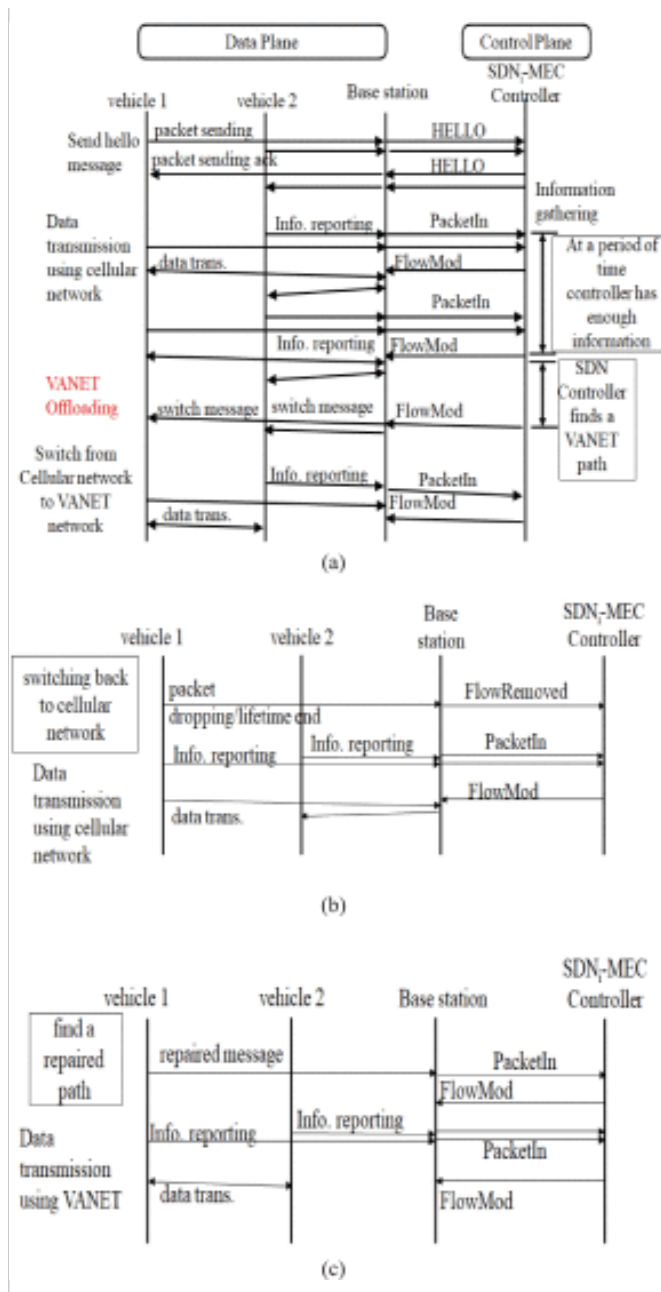


图9. 拟议方案的消息流程图。(a) V2V VANET卸载的消息流。(b) 结束V2V VANET卸载的消息流程。(c) 意外断开V2V路径的消息流。

SDN_i-MEC服务器从车辆收集报告的上下文，然后为使用蜂窝网络彼此通信的每对对等车辆生成图表。该图表示当前的网络拓扑。然后，SDN_i-MEC服务器的SDN控制器执行所提出的LT-NSR算法以找到用于V2V VANET卸载的对等车辆之间的V2V路径。当找到用于V2V VANET卸载的V2V路径时，SDN_i-MEC服务器的SDN控制器发送FlowMod以修改相应的BS，并且BS发送包括V2V路由路径的交换机消息，用于修改相应的车辆路由表。。

图9- (b) 描绘了结束V2V VANET卸载的消息流程。当V2V路径结束，即寿命变为0时，车辆将生命周期结束消息发送到SDN_i-MEC服务器，其触发终身结束事件。此事件还使用FlowRemoved消息删除V2V路径。在接收到该消息之后，SDN_i-MEC服务器的SDN控制器发回FlowMod消息以通知对等车辆1和2使用蜂窝网络继续其通信。

图9- (c) 描绘了意外断开V2V路径的消息流程。当V2V路径中断时，相应的车辆通过BS将修复的消息发送到SDN_i-MEC服务器的SDN控制器，触发恢复事件。在找到修复的V2V路径之后，将驱动车辆替换为修复的车辆，其连接先前的车辆 v_{i-1} 下一辆车 v_{i+1} 。因此，可以保持相应的路由路径。SDN_i-MEC服务器的SDN控制器发送FlowMod消息以修改车辆的相应路由表。

第五节

绩效分析

为了评估所提出的方法，NS3模拟器和VANET-高速公路移动模型[26]，[27]用于模拟V2V VANET卸载场景。这种高速公路移动模型在高速公路提供逼真的运动，包括智能驾驶员模型（IDM）[28]和多车道场景。利用这种高速公路移动模型，可以生成一些真实的交通数据，这被作为所提出方法的输入。模拟在5.0公里内进行× 20.0m区和表IV显示了相关参数。

表4 参数值

Parameter	Value
Simulation time	300 seconds
RSU coverage	300 m
4G's available bandwidth	6 Mbps
VANET available bandwidth	6Mbps

假设每辆车中的OBU具有蜂窝网络接口和IEEE 802.11p网络接口，请让两辆车 s 和 d 彼此沟通，为此 s 是源，和 d 是目的地。在传输过程中，当跨越中继传递一个或多个数据分组时发生分组丢失。资源 s 最终能够将数据包传输到目的地 d 在我们的高速公路场景中通过BSs。注意，车辆的数量是基于流量导出的 F_w ，表示在我们的公路场景中产生多少辆车/秒 [26]。在评估中，性能指标是V2V路径的 卸载分数， 平均吞吐量， 平均寿命和交付数据量：

- 卸载分数（%）：表示所有车辆的V2V VANET卸载百分比。
- 平均吞吐量（Mbps）：表示所有车辆的平均吞吐量。平均吞吐量是根据每个目的地的平均数据流量计算的 d （收件人）已收到。
- 平均寿命（秒）：它表示所有V2V路径的平均时间长度。
- 传送的数据量（MB）：表示使用VANET网络传输的数据量。

A.流动模型

性能分析基于在不同时间具有不同车辆数量的高速公路场景。当交通拥堵在高速公路上时，每辆车的速度也会降低。让 V_n 表示高速公路上的车辆总数。每辆车在高速公路上向前移动。在模拟开始时，每辆车的速度从60公里/小时到120公里/小时不等。显然，当车辆密度增加时，网络质量和可用带宽将变得更少。

在模拟时间内，每辆车从固定位置开始，然后从左向右移动。为了模拟真实的高速公路场景，速度和加速度应随时间变化。还支持超车和换道。

B.结果

在本文中，将具有路径恢复功能（LT-PR）的LT-NSR与基本贪婪路由（GD-NSR）进行比较，该路由采用最小跳数来构造用于传输分组的V2V路径。LT-PR的功能是尝试修复/恢复损坏的V2V路径，使得相应的对等车辆仍然可以使用VANET网络彼此通信。LT-PR功能可以修复损坏的V2V路径，并使更多移动数据可以连续卸载。在该部分中，每个链路与2Mbps的恒定传输速率相关联。

图10 -图12描绘了（1）彼此通信的成对车辆的数量和（2）蜂窝网络和VANET中的平均吞吐量之间的关系，其中使用所提出的LT-NSR方案的不同车辆密度的情况与描绘了路径恢复功能（LT-PR）。

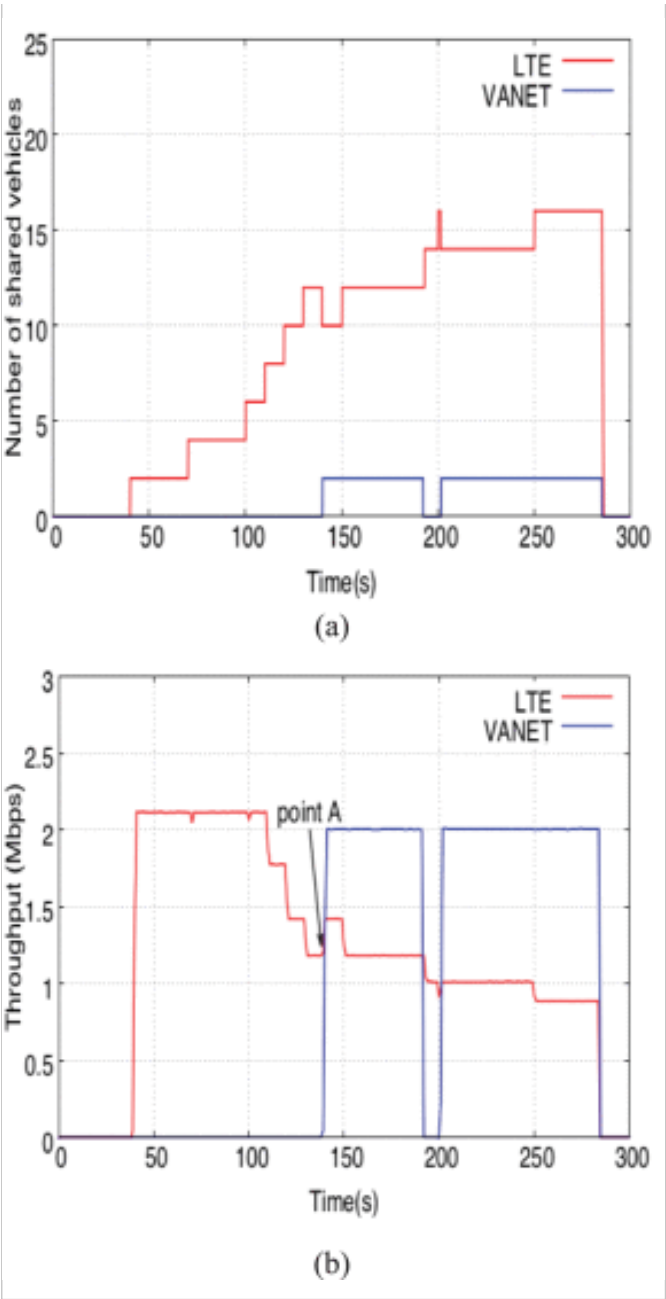


图10。
使用建议的LT-NSR方案与LT-PR的低车辆密度情况的平均吞吐量。(a) 车辆数量 ($f_w = 0.07$, $V_h = 20$) (b) 平均吞吐量 ($E_w \approx 0.07$, $V_h = 20$)。

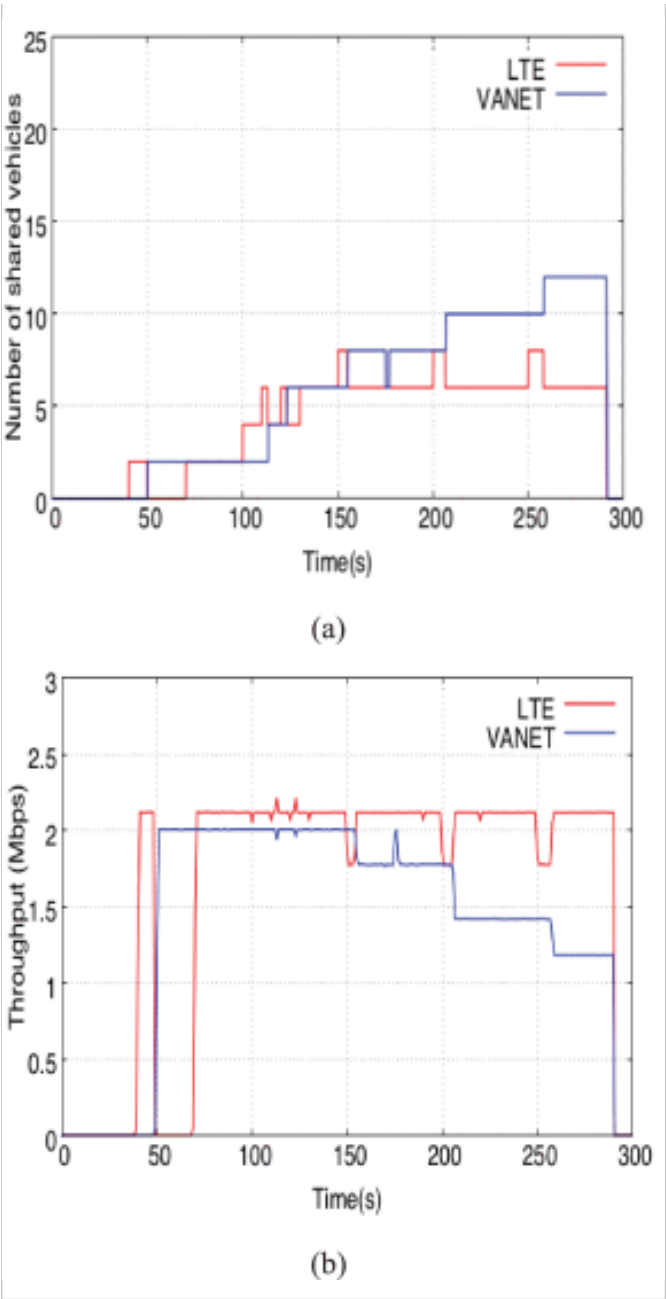


图11。
使用提出的LT-NSR方案和LT-PR，中间车辆密度情况的平均吞吐量。(a) 车辆数量 ($R_w \approx 0.12$, $V_{\bar{n}} = 35$) (b) 平均吞吐量 ($R_w \approx 0.12$, $V_{\bar{n}} = 35$)。

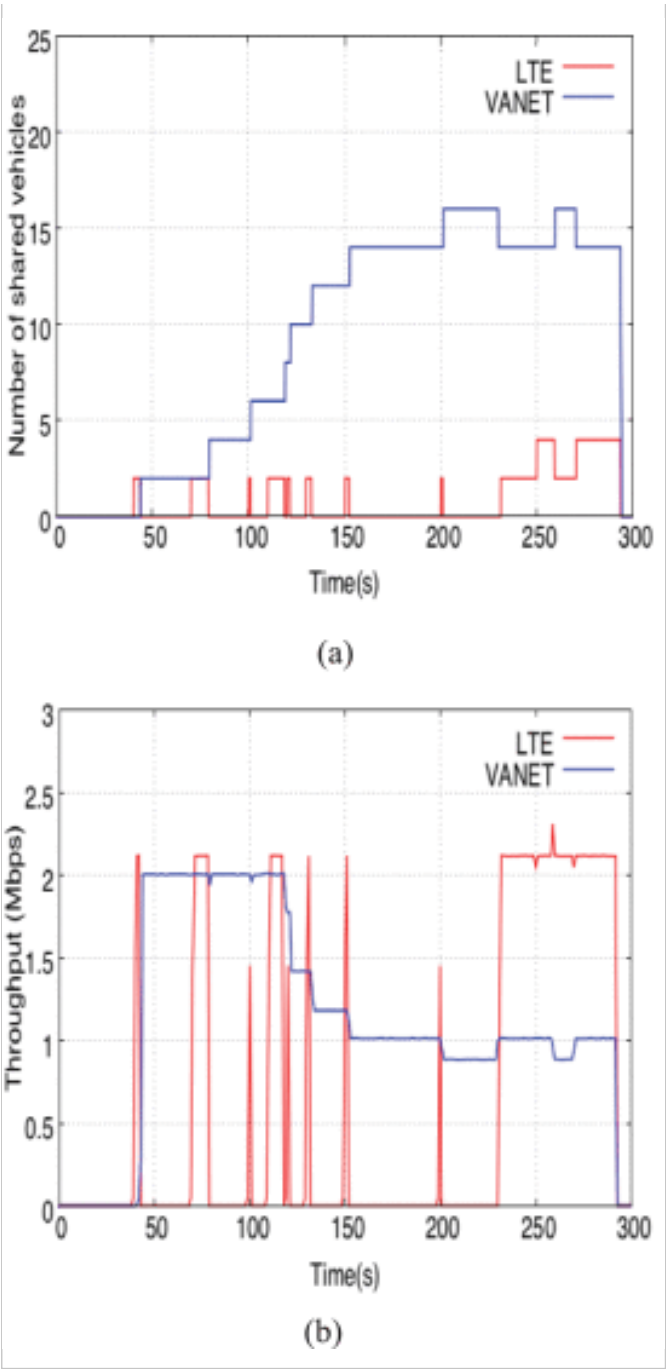


图12。
使用建议的LT-NSR方案和LT-PR的高车辆密度情况的平均吞吐量。(a) 车辆数量 ($F_w \approx 0.17$, $V_{\bar{n}} = 50$) (b) 平均吞吐量 ($F_w \approx 0.17$, $V_{\bar{n}} = 50$)。

在测试中，当车辆生成并在高速公路上行驶时，建立了与蜂窝网络的链接。当彼此通信的成对车辆的数量增加时，平均吞吐量降低。对于低密度情况，图10- (b) 描述了蜂窝网络中的平均吞吐量随着时间的推移而减少，因为彼此通信的成对车辆的数量随着时间的推移而增加，如图所示 10- (a)。V2V路径不能容易地建立，因为在低密度的情况下没有那么多车辆可用于构建V2V路径。示出的示例如下。在130左右^次第二，为一对彼此通信的新车辆启动新的蜂窝网络链路。一段时间后，用于卸载一个V2V路径可以建立，这是由SDN的SDN控制器衍生我-MEC服务器，在A点（139^个秒）。因此，该蜂窝网络链路的数据传输可以被卸载到V2V路径，并且蜂窝网络中的平均吞吐量立即增加。当此V2V路径在192结束^第第二，与每个其他交换机通信回蜂窝网络相应的成对的车辆，然后在蜂窝网络中的平均吞吐量下降。过了一会儿，其他V2V路径开始于201^个第二。

图11描绘了中密度的情况。参见图11- (a) 和图11- (b)，每辆车可以获得的蜂窝网络链路路的平均吞吐量远高于低密度的情况。原因如下。在中密度情况下相互通信的成对车辆的数量高于低密度的情况。因此，与低密度的情况相比，它可以为更多配对的车辆找到更多的V2V路径。结果，蜂窝

网络链路中的平均吞吐量变得高于低密度情况下的平均吞吐量，因为更多配对车辆被卸载到V2V路径。另外，在中密度情况下使用V2V卸载的时间长度远远低于低密度情况的时间长度，因为有更多的车辆可用于成为中继并且为想要卸载到V2V路径的成对车辆进行分组转发。V2V路径在175处被破坏[↑]第二中间在车辆密度的情况。所提出的LT-PR修理破裂路径迅速在175[↑]第二使得V2V路径可以保持。也就是说，具有LT-PR的LT-NSR可以使网络状态更稳定。

图12-（a）和图12-（b）描绘了高密度情况下车辆的平均吞吐量。在这种情况下，许多车辆可以提供继电器并进行转发。找到V2V路径（1）的较高概率导致停留在蜂窝网络中的车辆更少，因为更容易找到用于卸载的V2V路径和（2）带来VANET网络的低平均吞吐量，因为更多配对车辆被卸载到V2V路径。显然，当大多数车辆从蜂窝网络切换到VANET网络时，VANET网络会很拥挤。由于较高的车辆密度导致V2V路径的长寿命，越来越多的车辆保持其V2V路由并共享VANET可用带宽。这也导致VANET的平均吞吐量随着时间的推移而减少。V2V路径在180处被破坏[↑]第二，另一个是在230破碎[↑]第二。LT-PR成功修复V2V路径，并继续使用180后的VANET网络的通信[↑]第二但其他一个不能修复损坏的路径和通信路径被从网络VANET回蜂窝网络切换。在另一方面，当路径V2V是在230破碎[↑]第二，导致破V2V路径左侧车辆是可以与以前的车辆及其下一车辆两者通信的唯一的。也就是说，没有左侧车辆，LT-PR找不到可以修复破损路径的补充车辆。

图13-图15描绘了使用GD-NSR方案的不同车辆密度的情况的结果。比较图13-（b）和图10-（b），在低密度情况下LT-NSR方案与恢复功能（LT-PR）和GD-NSR方案之间没有任何不同。原因是只能建立一些V2V路径。因此，现有V2V路径的跳数和路由路径几乎相同，使得GD-NSR方案和具有恢复功能的LT-NSR方案（LT-PR）之间没有差异。

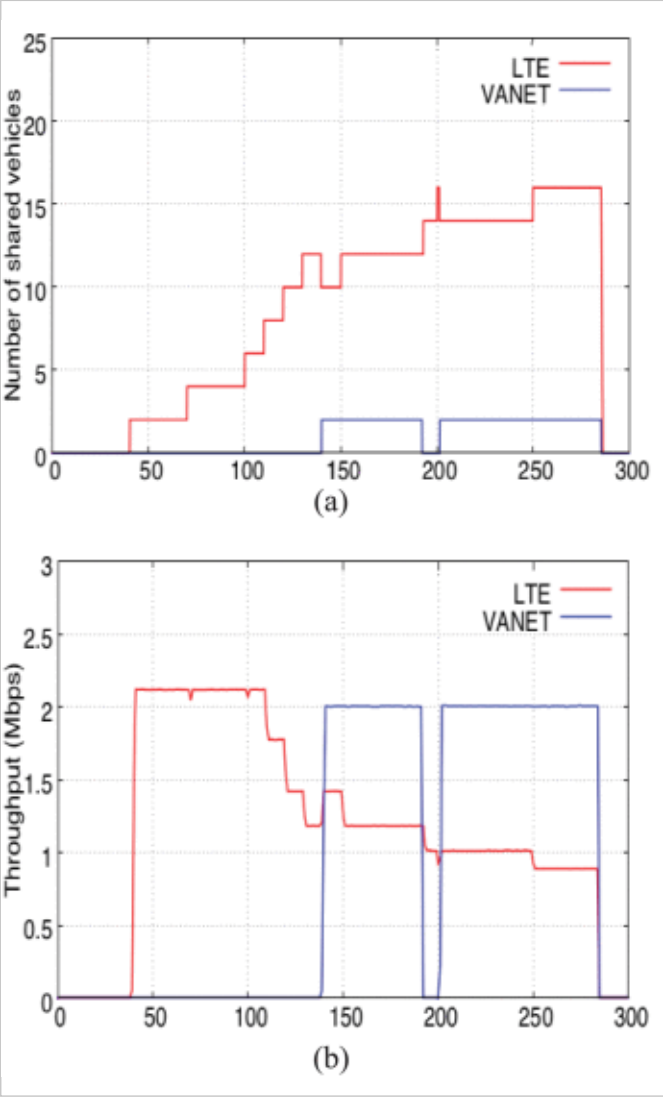


图13。使用拟议的GDNSR方案的低车辆密度情况的平均吞吐量。（a）车辆数量（ $F_w \approx 0.07$ ， $V_n = 20$ ）（b）平均吞吐量（ $F_w \approx 0.07$ ， $V_n = 20$ ）。

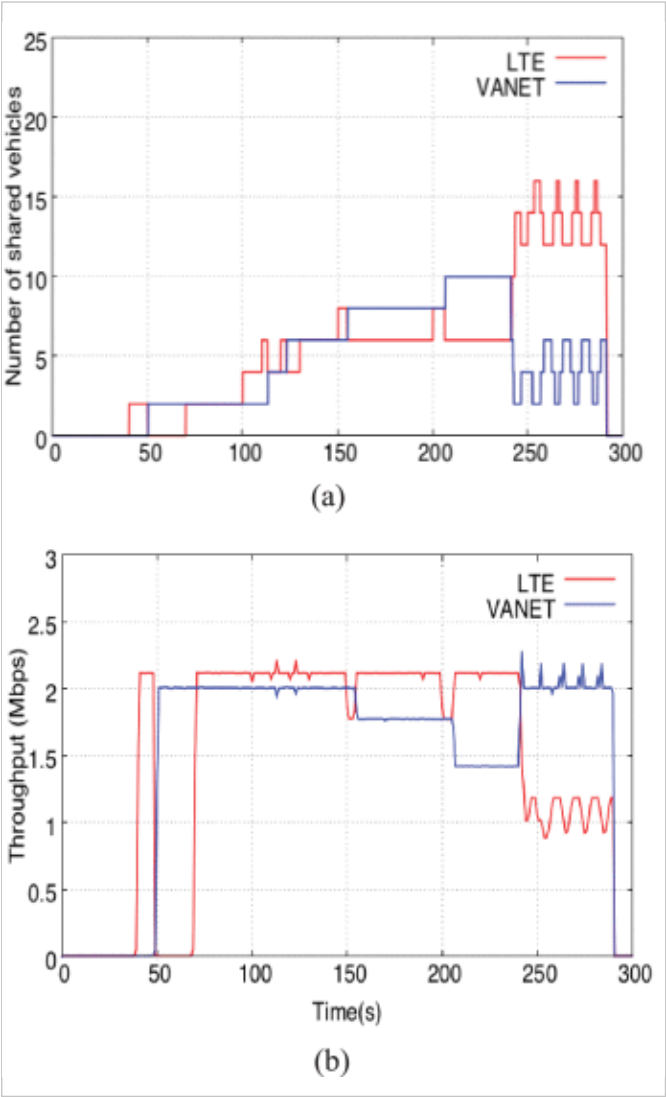


图14。
使用所提出的GD-NSR方案的中间车辆密度情况的平均吞吐量。(a) 车辆数量 ($F_w \approx 0.12$, $V_{\bar{n}} = 35$) (b) 平均吞吐量 ($F_w \approx 0.12$, $V_{\bar{n}} = 35$)。

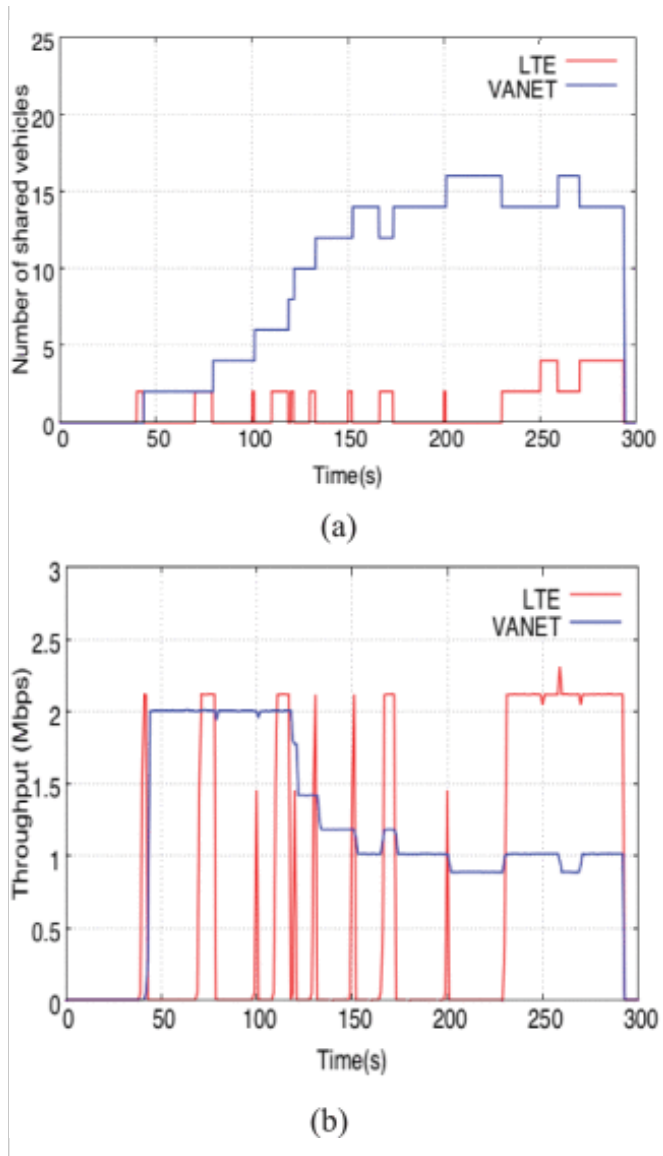


图15。

使用所提出的GD-NSR方案的高车辆密度情况的平均吞吐量。(a) 车辆数量 ($F_w \approx 0.17$, $V_n = 50$) (b) 平均吞吐量 ($F_w \approx 0.17$, $V_n = 50$)。

在中密度的情况下，许多具有短寿命的V2V路径更频繁地存在，这将更频繁地在蜂窝网络和VANET网络之间切换。这使得平均吞吐量上下跳跃。图14- (a) 中示出了启动的240周围之后弹跳的车辆数目^{个第二}。弹跳情况意味着许多车辆离开蜂窝网络并切换到V2V路径进行卸载，然后很快再次切换回蜂窝网络。因此，移动数据不能平滑地卸载并导致一些延迟。将图11- (b) 与图14- (b) 进行比较，与恢复功能（LT-PR）的LT-NSR方案优于为平均吞吐量的GD-NSR方案。在图14- (b) 中，在蜂窝网络中的平均吞吐量迅速下降，并在VANET的平均吞吐量的242之后上升^{个第二}。原因是发生了很多弹跳，如图14- (a) 所示。即使使用GD-NSR方案建立V2V路径，V2V路径的寿命也非常短，并且移动数据不能平滑地卸载到VANET网络。

在高密度的情况下，有许多车辆可以提供继电器并进行转发。在图15- (a) 中，使用VANET的车辆数量增加是因为找到V2V路径的概率很高。这导致平均VANET吞吐量随着时间的推移而减少，如图15- (b) 所示。将图12- (b) 与图15- (b) 进行比较，LT-NSR与LT-PR和GD-NSR的使用情况类似。原因是很容易找到V2V路径，因为有很多。尽管在具有恢复功能（LT-PR）的GD-NSR方案和LT-NSR方案之间V2V VANET卸载的跳数不同，但两者的V2V路径的寿命仍然足够长以允许移动数据被卸载。

该部分显示了基于上述流量模式的传输效率的评估。在逐渐建立V2V路径之后，最大传送的数据量增加。图16描绘了针对不同车辆密度的VANET网络中的最大传送数据量。

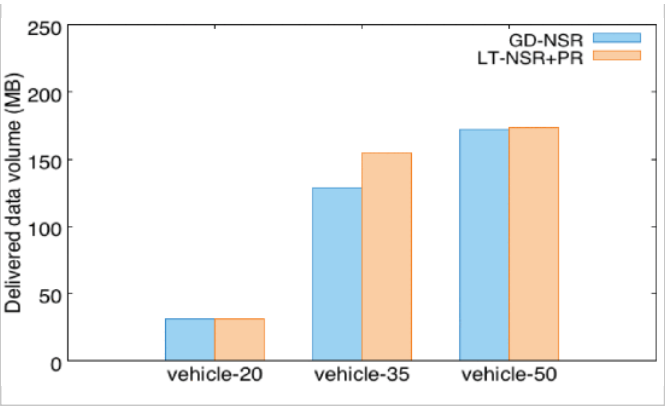


图16。
针对不同车辆密度的情况，在VANET中提供数据量。

在低密度的情况下，使用GD-NSR方案和具有恢复功能的LT-NSR方案（LT-PR）卸载30.8MB。使用这三种方案相互通信的所有对等车辆的交付数据量是相同的，因为对于所有这三种方案，VANET网络中可以存在很少的V2V路径。原因是切换到V2V路径的每个对等车辆可以以最大传输速率（即，2Mbps）传输它们的数据。由于GD-NSR方案和LT-NSR方案与LT-PR的卸载情况相同，因此VANET中的交付数据对于两种方案都是相同的。

在中密度的情况下，使用GD-NSR方案和具有恢复功能的LT-NSR方案（LT-PR）分别卸载128.5MB和154.5MB。由于上述GD-NSR方案中的传输弹跳周期（如图14所示），使用GD-NSR方案的传输数据量低于使用具有恢复功能的LT-NSR方案（LT-PR）。原因是具有恢复功能的LT-NSR方案（LT-PR）快速修复损坏的V2V路径，以便在VANET网络中持续卸载；因此，它可以更长时间卸载并具有更高的传输数据量。

在车辆密度高的情况下，使用GD-NSR方案和具有恢复功能的LT-NSR方案（LT-PR）分别卸载171.8 MB和173.2 MB。由于VANET网络的充分利用，两种方案的交付数据量非常接近。此外，由于在车辆密度高的情况下几乎所有车辆都使用VANET网络而不是蜂窝网络，因为可以更容易地建立许多V2V路径，因此可以卸载更多数据。

C.综合信息分析

图17描绘了不同车辆密度情况下的卸载分数。在低密度的情况下，两种方案只能卸载9.7%的移动数据。在中密度情况下，GD-NSR和LT-NSR与LT-PR的卸载分数分别为45.8%和58%。建议的具有恢复功能的LT-NSR方案（LT-PR）优于GD-NSR方案，因为有更多的车辆停留在VANET网络中。在车辆密度高的情况下，使用具有恢复功能的LT-NSR方案（LT-PR），卸载分数高达91.6%；使用GD-NSR方案，卸载分数为91%。原因是有很多车辆可以很容易地找到这两种方案的V2V路径。

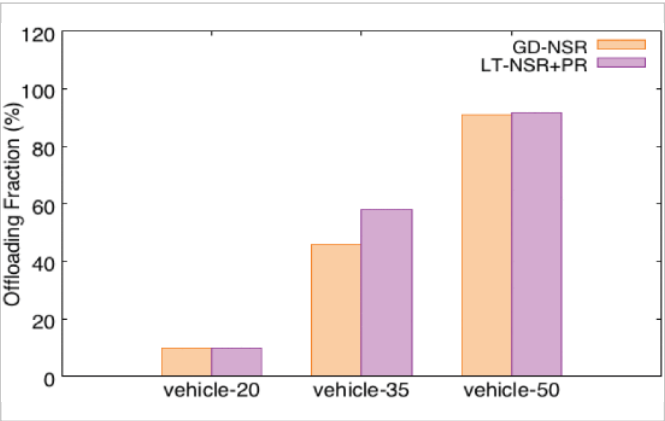


图17。
在不同车辆密度的情况下卸载分数。

图18显示了使用GD-NSR方案和具有恢复功能的LT-NSR方案（LT-PR）的V2V路径的平均寿命。在低密度的情况下，两种方案都没有区别。原因是即使在低密度的情况下可以建立一些V2V路径，这两个方案的跳数和这

移动边缘计算（MEC）架构内基于软件定义网络（SDN）的蜂窝网络V2V数据卸载 - IEEE期刊与杂志

些少数V2V路径的寿命几乎相同。在中密度和高密度的情况下，所提出的具有恢复功能（LT-PR）的LT-NSR方案试图找到具有最大寿命而不是具有最小跳数的V2V路径。这是使用具有恢复功能（LT-PR）的LT-NSR方案的平均寿命高于使用GD-NSR方案的平均寿命的原因。

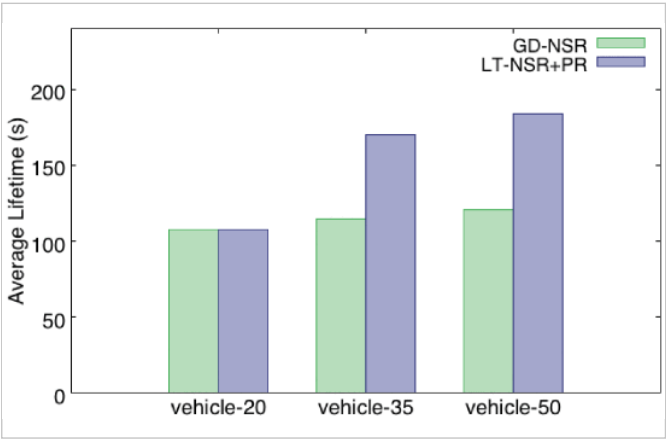


图18。
不同车辆密度情况下V2V路径的平均寿命。

当车辆密度增加时，V2V路径的平均寿命可以变得更高。对于GD-NSR方案，在低，中和高车辆密度的情况下，V2V路径的平均寿命分别为108,115和121秒。对于具有恢复功能（LT-PR）的LT-NSR方案，V2V路径的平均寿命分别在低，中和高车辆密度的情况下为108,170和184秒。原因是较高的密度使车辆减速，因此通信拓扑更稳定，使平均寿命增加。

参考图。如图17和18所示，这两种方案的卸载分数在高密度情况下几乎相同。原因如下。尽管使用具有恢复功能的LT-NSR方案（LT-PR）的每个V2V路径的平均寿命比使用GD-NSR方案的平均寿命长，但是使用GD-NSR方案可以更容易地找到V2V路径。因此，使用GD-NSR方案可以找到的V2V路径的数量多于在高密度情况下使用具有恢复功能（LT-PR）的LT-NSR方案的数量。它使得使用GD-NSR方案的卸载部分与使用具有恢复功能（LT-PR）的LT-NSR方案保持一致。

第六节
结论

当两个车辆使用蜂窝网络彼此通信时，可以将数据传输卸载到这两个车辆之间存在的V2V路径。当相应的V2V路径被破坏时，这两个车辆切换回蜂窝网络以彼此通信。本文提出了SDN_i-MEC架构，使得可以使用网络边缘中的集中方式来导出用于数据卸载的V2V路径的计算，而不是在车辆之间以分布式方式来计算。已经在SDN_i-MEC服务器中提出并执行基于生命时间的网络状态路由（LT-NSR）算法，以基于当前网络拓扑找到具有最长寿命的V2V路由路径。使用SDN的集中模型_i-MEC架构，网络拓扑和V2V路径可以从周期性报告的上下文导出和建立，该上下文使用在SDN中执行的LT-NSR从车辆发送并存储在SDN_i-MEC服务器的上下文数据库中SDN的控制器_i-MEC服务器。还提出了基于生命时间的路径恢复（LT-PR）算法来恢复/修复损坏的V2V路径，使得可以保持相应的V2V路径。与传统的GD-NSR方案相比，该方法采用最小跳数构建V2V路径来传输数据包，该方法考虑了构建V2V路径的最大生命周期，从而使更多的移动数据被卸载。性能评估的结果表明，所提出的LT-NSR和LT-PR方案在中间车辆密度情况下优于GD-NSR方案。对于低和高车辆密度的情况，LT-NSR & LT-PR和GD-NSR具有相似的性能。对于未来的工作，它可以是双重的：第一个是考虑卸载判断的服务质量（QoS）问题，以平衡蜂窝网络和VANET网络的组网情况；第二个是如何通过基于MEC的VANET网络获得可靠的传输，例如在ad hoc网络环境中采用的分离TCP概念。

作者	▼
数据	▼

参考



引文图

1. S. Al-Sultan , MM Al-Doori , AH Al-Bayatti , H. Zedan , “关于车辆Ad Hoc 网络的综合调查” , *J. Netw. COMPUT. 申请* , 第一卷 37 , pp.380-392 , 2014 年1月。

[显示上下文](#) [CrossRef](#) [谷歌学术](#)

2. H. Zhou , S. Xu , D. Ren , C. Huang , H. Zhang , “车辆自组织网络中事件驱动的广告信息传播分析” , *Ad Hoc Netw.* , 第一卷 55 , pp.87-96 , 2017年2 月。

[显示上下文](#) [CrossRef](#) [谷歌学术](#)

3. R. Maallawi , N. Agoulmine , B. Radier , TB Meriem , “关于无线接入和核 心网络中的卸载技术和管理的综合调查” , *IEEE Commun. 调查结果* , 第一卷 17 , pp.1582-1604 , 3rd Quart. 2015年

[显示上下文](#) [Google学术搜索](#)

4. Y. He , M. Chen , B. Ge , M. Guizani , “关于异构网络中的WiFi卸载：各种激 励和权衡策略” , *IEEE Commun. 调查结果* , 第一卷 18 , 不. 4 , pp.2345- 2385 , 4th Quart. 2016年

[显示上下文](#) [Google学术搜索](#)

5. A. Bazzi , BM Masini , A. Zanella , G. Pasolini , “用于车载传感器网络中的蜂 窝卸载的IEEE 802.11p” , *Comput. COMMUN.* , 第一卷 60 , pp.97-108 , 2015年4月。

[显示上下文](#) [CrossRef](#) [谷歌学术](#)

6. N. Cheng , N. Lu , N. Zhang , XS Shen , JW Mark , “车载环境中的机会性 WiFi卸载：排队分析” , *Proc. IEEE全球通讯. CONF. (GLOBECOM)* , 第211- 216页 , 2014年12月。

[显示上下文](#) [Google学术搜索](#)

7. P. Kolios , C. Panayiotou , G. Ellinas , “ExTraCT：通过车间通信传输加速转 移” , *IEEE Trans. INTELL. 运输. SYST.* , 第一卷 16 , 不. 3 , pp.1238-1248 , 2015年6月。

[查看文章](#) 全文：PDF (1438KB) [Google学术搜索](#)

8. 移动边缘计算 (MEC) ; 服务方案 , 2015年 , [在线]可用：

[http : //www.etsi.org/deliver/etsi_gs/MEC-](http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/MEC-)

[IEG/001_099/004/01.01.01_60/gs_MEC-IEG004v010101p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/MEC-IEG004v010101p.pdf)。

[显示上下文](#) [Google学术搜索](#)

9. 移动边缘计算 (MEC) ; 移动边缘服务API的一般原则 , 2017 , [在线]可用：

[http : //www.etsi.org/deliver/etsi_gs/MEC/001_099/009/01.01.01_60/gs_MEC009v010101p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/MEC/001_099/009/01.01.01_60/gs_MEC009v010101p.pdf)。

[显示上下文](#) [Google学术搜索](#)

10. 移动边缘计算 (MEC) ; 移动边缘平台应用程序支持 , 2017年 , [在线]可用：

[http : //www.etsi.org/deliver/etsi_gs/MEC/001_099/011/01.01.01_60/gs_MEC011v010101p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/MEC/001_099/011/01.01.01_60/gs_MEC011v010101p.pdf)。

[显示上下文](#) [Google学术搜索](#)

11. AC Baktir , A. Ozgovde , C. Ersoy , “边缘计算如何从软件定义网络中受 益：调查用例和未来方向” , *IEEE Commun. 调查结果* , 第一卷 19 , 没有. 4 , pp.2359-2391 , 4th Quart. 2017年。

[显示上下文](#) [Google学术搜索](#)

12. S. Wang , X. Zhang , Y. Zhang , L. Wang , J. Yang , W. Wang , “移动 边缘网络调查：计算缓存和通信的融合” , *IEEE Access* , vol. 5 , pp.6757- 6779,2017。

[显示上下文](#) [查看文章](#) 全文：PDF (8680KB) [Google学术搜索](#)

13. P. Mach , Z. Becvar , "移动边缘计算：关于架构和计算卸载的调查" , *IEEE Commun. 调查结果.* , 第一卷 19 , 没有. 3 , pp.1628-1656 , 3rd Quart. 2017 年。

[显示上下文](#) [Google学术搜索](#)

14. S. Nunna et al., "Enabling real-time context-aware collaboration through 5G and mobile edge computing" , *Proc. 12th IEEE Int. Conf. Inf. Technol.-New Generat. (ITNG)*, pp. 601-605, Apr. 2015.

[Show Context](#) [Google Scholar](#)

15. J. Liu, J. Wan, B. Zeng, Q. Wang, H. Song, M. Qiu, "A scalable and quick-response software defined vehicular network assisted by mobile edge computing" , *IEEE Commun. Mag.*, vol. 55, no. 7, pp. 94-100, Jul. 2017.

[Show Context](#) [View Article](#) [Full Text: PDF \(407KB\)](#) [Google Scholar](#)

16. K. Zhang, Y. Mao, S. Leng, Y. He, Y. Zhang, "Mobile-edge computing for vehicular networks: A promising network paradigm with predictive off-loading" , *IEEE Veh. Technol. Mag.*, vol. 12, no. 2, pp. 36-44, Jun. 2017.

[Show Context](#) [View Article](#) [Full Text: PDF \(2005KB\)](#) [Google Scholar](#)

17. N. Cordeschi, D. Amendola, E. Baccarelli, "Reliable adaptive resource management for cognitive cloud vehicular networks" , *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 64, no. 6, pp. 2528-2537, Jun. 2015.

[Show Context](#) [View Article](#) [Full Text: PDF \(892KB\)](#) [Google Scholar](#)

18. D. Kreutz, F. Ramos, P. E. Verissimo, C. E. Rothenberg, S. Azodolmolky, S. Uhlig, "Software-defined networking: A comprehensive survey" , *Proc. IEEE*, vol. 103, no. 1, pp. 14-76, Jan. 2015.

[Show Context](#) [View Article](#) [Full Text: PDF \(14201KB\)](#) [Google Scholar](#)

19. G. el M. Zhioua, H. Labiod, N. Tabbane, S. Tabbane, "VANET inherent capacity for offloading wireless cellular infrastructure: An analytical study" , *Proc. 6th IEEE Int. Conf. New Technol. Mobility Secur. (NTMS)*, pp. 1-5, 2014.

[Show Context](#) [Google Scholar](#)

20. G. el M. Zhioua, J. Zhang, H. Labiod, N. Tabbane, S. Tabbane, "VOPP: A VANET offloading potential prediction model" , *Proc. IEEE Wireless Commun. Netw. Conf. (WCNC)*, pp. 2408-2413, Apr. 2014.

[Show Context](#) [Google Scholar](#)

21. G. El M. Zhioua, H. Labiod, N. Tabbane, S. Tabbane, "Cellular content download through a vehicular network: I2V link estimation" , *Proc. 81th IEEE Veh. Technol. Conf. (VTC Spring)*, pp. 1-6, May 2015.

[Show Context](#) [Google Scholar](#)

22. B. Karp, H. T. Kung, "GPSR: Greedy perimeter stateless routing for wireless networks" , *Proc. ACM Conf. Mobile Comput. Netw.*, pp. 243-254, 2000.

[Show Context](#) [Access at ACM](#) [Google Scholar](#)

23. Z. S. Houssaini, I. Zaimi, M. Oumsis, S. E. A. Ouatiq, "Improvement of GPSR protocol by using future position estimation of participating nodes in vehicular ad-hoc networks" , *Proc. IEEE Int. Conf. Wireless Netw. Mobile Commun. (WINCOM)*, pp. 87-94, Oct. 2016.

[Show Context](#) [Google Scholar](#)

24. S. Yi, X. Huang, C. Wang, "EA-GPSR a routing protocol for energy harvesting wireless sensor networks" , *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Sci. Netw.*

25. OpenFlow-enabled mobile and wireless networks, Menlo Park, CA, USA, pp. 1-13, Sep. 2013, [online] Available: <https://3vf60mmveq1g8vzn48q2o71awpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2013/03/sb-wirelessmobile.pdf>.
Show Context Google Scholar

26. H. Arbabi, M. C. Weigle, "Highway mobility and vehicular ad-hoc networks in NS-3", *Proc. IEEE Winter Simulation Conf. (WSC)*, pp. 2991-3003, Dec. 2010.
Show Context Google Scholar

27. B. Dupont, "Improvements in VANET simulator in ns-3", pp. 1-13, Dec. 2011, [online] Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.587.2438&rep=rep1&type=pdf>.
Show Context Google Scholar

28. *Hennecke and Helbing Intelligent Driver Model*, 2000, [online] Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_driver_model.
Show Context Google Scholar

引文	▼
关键词	▼
度量	▼

- IEEE帐户 ▼
- 档案信息 ▼
- 购买细节 ▼
- 需要帮忙？ ▼
- 其他 ▼

A not-for-profit organization, IEEE is the world's largest technical professional organization dedicated to advancing technology for the benefit of humanity.
© Copyright 2019 IEEE - All rights reserved. Use of this web site signifies your agreement to the terms and conditions.

US & Canada: +1 800 678 4333
Worldwide: +1 732 981 0060

IEEE帐户	购买细节	档案信息	需要帮忙？
» 更改用户名/密码	» 付款方式	» 通讯首选项	» 美国和加拿大： +1 800 678 4333
» 更新地址	» 订单历史	» 职业与教育	» 全球： +1 732 981 0060
	» 查看购买的文档	» 技术兴趣	» 联系与支持