

基于 IEEE 802.11p/1609 标准的路车 互联网的初步实现*

金 纯^{1 2}, 徐洪刚^{1 2 3}, 魏 星³, 罗志峰^{1 3}, 何 山^{1 2 3}

(1. 重庆邮电大学 通信与信息工程学院 移动通信重点实验室, 重庆 400065; 2. 重庆金瓯科技有限公司, 重庆 400065; 3. 北京新岸线软件科技有限公司, 北京 100084)

摘 要: 为了能够通过车辆之间的相互通信来提高旅客的安全性、减少交通拥堵等, 基于 IEEE 802.11p/1609 标准, 提出了路车互联网的概念, 并对路车互联网中 RSU(路边单元)和 OBU(车载单元)之间的通信进行了仿真和分析。仿真结果表明, RSU 和 OBU 之间的通信比较稳定, 丢包率也较低, 显示在车载环境下 IEEE 802.11p/1609 协议较好的性能, 这也为未来国家智能交通系统的普及和产业化发展迈进了一步。

关键词: 车路协同; IEEE 802.11p/1609; WAVE 短消息; 车载单元; 路边单元

中图分类号: TP393 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3695(2011)11-4219-03

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2011.11.059

Preliminary implementation of road-car network based on IEEE 802.11p/1609

JIN Chun^{1 2}, XU Hong-gang^{1 2 3}, WEI Xing³, LUO Zhi-feng^{1 3}, HE Shan^{1 2 3}

(1. Key Laboratory of Mobile Telecommunication, College of Communication & Information Engineering, Chongqing University of Posts & Telecommunications, Chongqing 400065, China; 2. Chongqing JINOU Science & Technology Development Co., Ltd, Chongqing 400065, China; 3. Nufont Software Technology (Beijing) Co., Ltd., Beijing 100084, China)

Abstract: To improve passenger safety, reduce traffic congestion, this paper proposed road-car network which was able to communicate with each other through the vehicles based on IEEE 802.11p/1609, and simulated and analysed the communication between the OBU and RSU. As a result, the communication between RSU and OBU seemed relatively stable, low packet loss rate. This result shows good performance under the standard of IEEE 802.11p/1609 which is also a step forward for the future popularity and the industrialization of the national intelligent transportation system(ITS).

Key words: road-car network; IEEE 802.11p/1609; WSM; OBU; RSU

随着汽车的普及率不断提高, 交通事故的发生率也一直居高不下, 这就要求有一种系统能够通过车辆的相互通信来提高旅客的安全性、减少交通拥堵等。正是基于这种考虑, 提出了路车互联网的概念。在路车互联网中, 整个网络架构由三个基本单元构成: 路边单元(RSU)、车载单元(OBU)和控制中心。如图1所示的路车互联网中, 控制人员能够在控制中心从OBU和RSU中采集实时动态数据并有效融合高质量数据, 然后形成控制指令通过RSU发送给相应的OBU。这样, 显著地提高了交通管理和绩效测量评估水平, 实时数据的应用可以有效提高安全水准和道路运行维护水平。

1 路车互联网介绍

路车互联网系统是一种针对道路与车之间信息互连互通的通信平台。通过路车互联网系统, 人、车、路等所有交通参与者的信息可以迅速、高效地传输。以信息流优化人流、车流、物

流, 保证安全、提高效率、增强管理、环境友好。路车互联网是未来智能交通系统的核心载体, 通过车与车、车与路边节点的相互通信来构成无线通信网络, 用于传递辅助驾驶或事故避免等实时信息, 同时提供车载娱乐、实时导航、Internet接入等数据服务, 使交通运输网络更加安全、高效、环保、舒适。

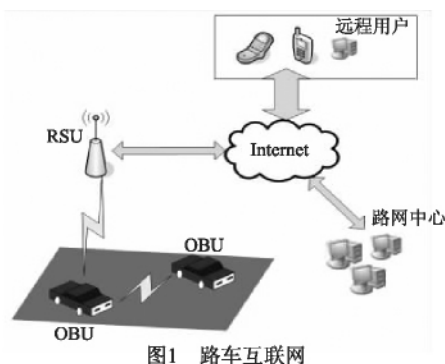


图1 路车互联网

路车互联网系统主要由远程监控管理中心(路网中心)、

收稿日期: 2011-03-14; 修回日期: 2011-05-10 基金项目: 国家科技重大专项资助项目(2010zx03005-001); 重庆市科委科技攻关资助项目(CSTC2009AC6203); 2011 重庆市技术创新基金资助项目(11C26215113536)

作者简介: 金纯(1966-) 男, 重庆人, 教授, 主要研究方向为无线传感器等; 徐洪刚(1986-) 男, 江苏丹阳人, 硕士研究生, 主要研究方向为车载通信(acle1986@163.com); 魏星(1981-) 男, 山东济南人, 博士, 主要研究方向为车载通信、信号与信息通信; 罗志峰(1986-) 男, 湖南郴州人, 硕士研究生, 主要研究方向为车载通信; 何山(1986-) 男, 广东梅州人, 硕士研究生, 主要研究方向为车载通信。

RSU 以及 OBU 三部分组网构成。远程监控管理中心电脑与路边单元通过光纤等专用有线网络连接;路边单元与终端车载单元之间通过专用短程通信技术(dedicated short range communication, DSRC)相互连接;远程应用用户通过互联网等公用网络接入路网中心,由路网中心完成对远程应用的用户身份验证,以保证路车互联网的核心网络不会受到远程攻击。

目前,美国、日本、欧洲等发达国家已经形成共识,就是建设路车互联网的关键是实现基于 IEEE 802.11p/1609 专用短程无线通信技术^[1]。

2 基于 IEEE 802.11p/1609 的路车互联网实现方案

2.1 IP 和 WSM 数据流

目前,国内的车载相关的论文都是通过 Ad hoc 或者 VANET 网络,研究基于 IEEE 802.11a/b 协议的节点之间的通信,而基于 IEEE 802.11p/1609 协议实现 OBU 与 RSU 之间通信的论文几乎没有。

在基于 IEEE 802.11p/1609 的车互联网中,要想实现车路之间互连互通,同时为了区分信息对时延敏感性的差异,定义了两种传输方式:WSM 和 IP。WSM 主要传输安全性方面的信息,对时延要求较高;IP 数据主要传输服务相关的信息,对时延要求没有 WSM 的高。为了保证 WSM 信息传输的时延较短,划分了两种信道: SCH 和 CCH。WSM 信息既可以在 CCH 上传输,也可以在 SCH 上传输,但是基于 IP 的信息只能在 SCH 上传输。这样在传输的过程中,WSM 信息在信道上不与基于 IP 的信息产生竞争,减少了时延。无论当前的信道是 CCH 还是 SCH,当高层实体需要传输 WSM 信息时,应该立刻停止传输其他信息而传输 WSM 信息;当前的信道不是 SCH,高层实体要传输基于 IP 的信息时,必须等到信道切换到 SCH,再进行基于 IP 信息的传输。因此,实现路车互联网的关键是实现基于 WSM 和 IP 数据流的传输。图 2 和 3 分别说明了 WSM 和 IP 数据流的整个过程。

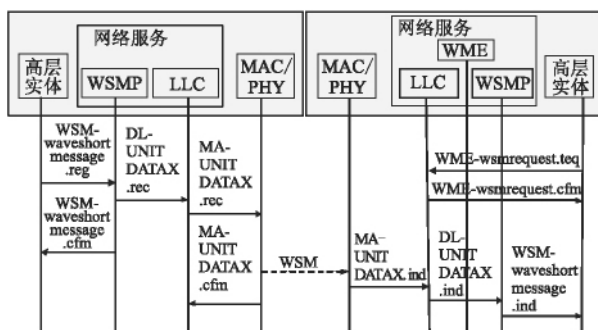


图2 WSM数据流

2.2 实现 IP 和 WSM 传输

实现基于 IP 信息和 WSM 信息的传输主要分为服务器发送端和用户接收端两个部分。发送端和接收端关于信息的处理互为逆过程,因此,本文只介绍服务器的发送端对信息的处理过程,对用户的接收端,此处不再详述。服务器首先进行初始化,在接收到高层实体发送的 provider_service_req 请求之后,马上回复 ACK 信息给高层实体。对于接收的信息,可划分为 WSM 信息、基于 IP 的信息和信标三种。可以根据信息头部的 type 字段来判断究竟是哪种信息。对于 WSM 信息,判断其

是否超过规定的信息长度,如果没有就立即调用 send_WSM 来发送 WSM,否则报错;对于基于 IP 的信息,判断当前的信道是否为 SCH,如果不是,则等待信道切换到 SCH 之后再发送基于 IP 的信息;如果信息为信标,则对周围的 OBU 广播这个信息。信标包含车辆的速度、加速度、当前位置等信息。当 OBU 接收到信标之后,驾驶员能够根据信标信息作出相应的正确判断。例如在道路交叉的地方,如果由于建筑物的遮挡,车辆之间不能看见彼此,如果 OBU 能够接收到信标,提前知道岔路上有车辆正在靠近,那驾驶员就能减速或刹车,从而避免车辆之间的碰撞。发送端的流程如图 4 所示。

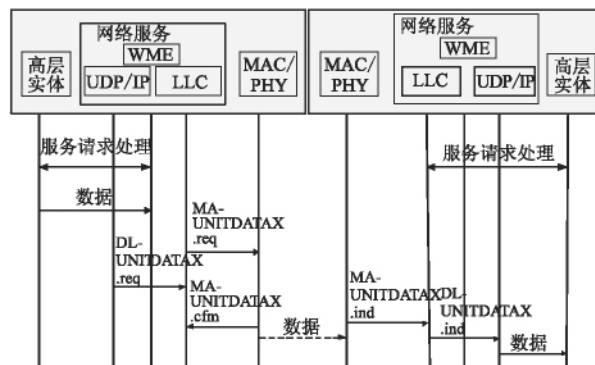


图3 IP数据流

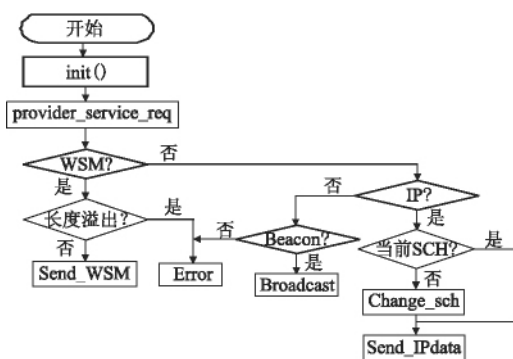


图4 发送端流程

3 实现 RSU 和 OBU 之间的传输

考虑到车辆之间的通信涉及个人的隐私,并且在一般情况下,马路上驾驶车辆的驾驶员相互之间不认识或者需要的通信量很少。所以,在本文中主要考虑的是 OBU 和 RSU 之间的通信^[2,3]。

3.1 RSU 向 OBU 广播 WSM

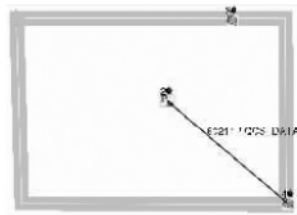
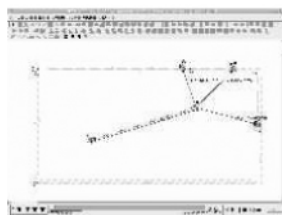
在仿真中,本文考虑的是一种简单的拓扑,如图 5 所示。

在这个仿真中,车载单元协议栈结构是: interface→ARP→WME→mac80211p→phy_80211p→cm;而控制中心到路边单元的协议栈结构是: interface→ARP→FIFO→MAC8023→TCP-DUMP→phy。

3.2 OBU 向 RSU 传输相关信息

在考虑 OBU 向 RSU 传输相关的信息时,使用的是车辆之间交替给 RSU 发送信息。信息包含自己的加速度、速度、位置信息等。拓扑如图 6 所示。

OBU 向 RSU 传输相关信息时,OBU 和 RSU 使用的协议栈与 RSU 广播 WSM 一致,而所设置的参数如表 1 所示。



广播信息

图6 RSU接收

表1 OBU 和 RSU 参数的设置

RSU	接收功率门限值	-75 dbm
	接收天线高度	1.5 m
OBU	行驶速率	40 km/h
	最大发送数据速率	6 Mbps
	发送功率	28.8 dbm

4 仿真及结果分析

4.1 RSU 向 OBU 广播 WSM

控制中心向 RSU 发送的数据如图 7 所示。



图7 控制中心向RSU发送的信息

从图 5 中可以得知,控制中心到 RSU 之间是有线连接的,使用的是 IEEE 803.3 协议。而从图 8 可知,控制中心每隔 80 ms 左右向 RSU 定期地发送控制信息,而控制信息在稳定之后维持在 12 ms 上下,这是符合 IEEE 802.11p/1609 标准的。

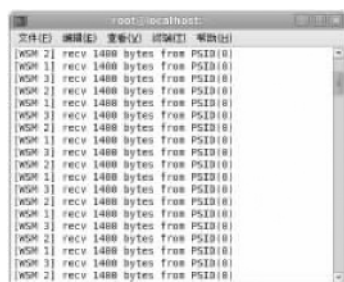


图8 OBU接收的WSM信息

从图 3 中可以得知 ,RSU 不停地向三个 OBU 发送数据包。而从图 8 中可以看出 ,OBU1、OBU2、OBU3 通过广播方式 ,相间地接收到长为 1400 Byte 的数据包。因为在某一固定的时间 RSU 只能向一个 OBU 发送信息。从图 7、8 所示来看 ,整个过程很好地模拟了控制中心发送控制信息给 RSU、RSU 再广播给 OBU、然后 OBU 执行控制信息这样的过程。

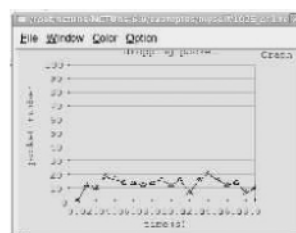
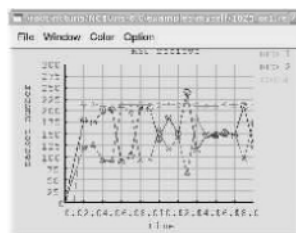
4.2 OBU 向 RSU 传输相关信息

根据所设置的仿真拓扑和参数的设置,使用 NCTUns-6.0 仿真工具对实际场景进行仿真。仿真的结果如图 9 和 10 所示。图 9 是 RSU 接收的数据包,图 10 是 RSU 丢失的数据包。

在图9中, RFO_1表示RSU从OBU1(即图6中的车辆3)接收到的数据包; RFO_2表示RSU从OBU2(即图6中的车辆4)接收到的数据包; TOTLE表示RSU接收到的总数据包。从图9中看出, 从OBU发送2 s之后, RSU的总接收数据包趋向

于稳定,随着时间的推移,RSU 交替地在两辆车之间接收数据包,RFO_1 和 RFO_2 两条曲线也呈犬牙交错状,交替地上升和下降。但是,RSU 并不随着时间的改变而大幅度改变接收的数据包量。同时也注意到,RFO_1 和 RFO_2 相加并不等于 TOTLE 的接收量,这是因为如果 OBU 同时接收到 RFO_1 和 RFO_2 的数据包,那它就会同时丢弃这两个数据包。

在图 10 中,曲线代表 RSU 丢弃的数据包。从图中可以看出,RSU 丢弃的数据包相对比较稳定,随着时间的推移一直维持在比较低的水平。



5 结束语

通过 OBU 和 RSU 之间的通信仿真可知,基于 IEEE 802.11p/1609 的路车互联网络仿真较好地完成了基于 WSM 和 IP 信息的传输,传输速率和性能都比较理想。这为国家未来普及智能交通系统以及产品、设备产业化作出了有意义的尝试,并且向前迈出了一大步。

参考文献:

- [1] ROBERT L ,BERTINI P E. U. S. perspectives on ITS contributions to sustainable transportation [C]//Proc of International Symposium on Evaluation Methods of CO₂ Emission Reduction with ITS Applications. 2010.
- [2] SAEED R A ,NAEMAT A B H ,ARIS A B *et al.* Design and evaluation of lightweight IEEE 802. 11p-based TDMA MAC method for road side-to-vehicle communications [C]//Proc of International Conference on Computer and Communication Engineering. 2010: 1-5.
- [3] SHOOSHTARY S. Development of a MATLAB simulation environment for vehicle-to-vehicle and infrastructure communication based on IEEE 802. 11p [D]. [S. l.]: Univdrsrity of Gavle 2008.
- [4] WANG S Y ,CHENG Y W ,LIN C C *et al.* A vehicle collision warning system employing vehicle-to-infrastructure communications [C]//Proc of IEEE WCN Conference. 2008: 3075-3080.
- [5] JIANG D ,DELGROSSI L. IEEE 802. 11p ,towards an international standard for wireless access in vehicular environments [S]. 2008.
- [6] ASTM E2313-02 ,standard specification for telecommunications and information exchange between roadside and vehicle systems: 5 GHz band dedicated short range communications (DSRC) medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications [S]. 2002.
- [7] ABBASI M. Characterization of a 5GHz modular radio front end for WLAN based on IEEE 802. 11p [D]. [S. l.]: Univdrsrity of Gavle , 2008.
- [8] STIBOR L ,ZANG Yun-peng ,REUMERMAN H J *et al.* Evaluation of communication distance of broadcast messages in a vehicular Ad hoc network using IEEE 802. 11p [C]//Proc of IEEE WCN Conference. 2007: 254-257.