

• 微机网络 •

基于 IEEE802.11p 标准的车载终端研究^{*}

余晓光 张 果 王剑平 王 刚 陈 锐

(昆明理工大学信息工程与自动化学院, 昆明 650500)

摘 要: 在分析 IEEE802.11p 标准和车载自组网系统架构通信模式的基础上, 结合 GPS 技术及车载自主网络通信技术, 以车与车、车与路面单元之间互联, 并进行实时有效数据传输与交换为目的, 构建出车联网的网络通信架构模型。着重对移动车载终端模块设计提出一种具体的研究方案, 为车联网的研究提供了参考。

关键词: IEEE802.11p 标准; WAVE 协议; 车联网

DOI 编码: 10.3969/j.issn.1002-2279.2013.01.007

中图分类号: TN87 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2279(2013)01-0018-04

Research on the Vehicle Terminal based on IEEE802.11p Standard

YU Xiao-guang, ZHANG Guo, WANG Jian-ping, WANG Gang, CHEN Kun

(School of Information Engineering and Automation, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China)

Abstract: Based on the analysis of IEEE802.11p standard and the modern of Ad-hoc system architecture in vehicles are presented, and for the purpose of efficient communication between vehicle-to-vehicle and vehicle-to-infrastructure, including real-time data transmission and exchange, the network communication architecture model of vehicular networking is established. Focusing on the design of the model of On-Board Unit which is a part of the architecture of network, provide a specific proposal in order to supply a certain reference value for the research of vehicle networking.

Key words: IEEE802.11p standard; WAVE protocol; Vehicle networking

1 引 言

随着汽车公路的飞速发展, 车路构成了一个庞大的网络体系, 车联网的概念由此诞生。车辆间通过短距离通信, 自动检测并快速连接成一个无中心控制的无线分布式网络的网络框架, 每一个车辆被看成是一个流动性的节点, 要求具有接入时间短、数据收发实时性强、通信多跳等特点^[3]。为此 IEEE 专门为汽车通信领域制定了 IEEE802.11p 标准。目前最新的修订版本为 2010 版, 于 2010 年 7 月 15 号颁布^[1], 并一直在不断更新与修正当中。

目前车联网发展迅速, 但仍然处于起步阶段。国内外也有越来越多的研究人员对其进行研究, 并得到了很多满意的成果, 但大多数对 IEEE802.11p

协议的车载通信协议的研究, 基本还是建立在相关的软件仿真上。文献^[3]在 NS-2 环境下对 IEEE802.11p 协议标准仿真和建模, 验证了 IEEE802.11p 协议是专为车载无线网络设计的一种协议的合理性; 文献^[2]中主要比较其与 IEEE802.11 协议的不同之处, 以及对 IEEE802.11p 协议做了具体分析, 为后续研究提供很好的参考。因此对于车联网而言, 如何快速建立连接及实现车辆之间高效的数据通信是研究的重点, 而最核心部分则是对 IEEE802.11p 标准的研究与实现。

在分析了车联网网络系统架构和基于 IEEE 802.11p 标准以及 IEEE1609 协议族的 WAVE (Wireless Access in Vehicular Environment) 协议栈基础上, 提出了车载移动终端单元部分的研究设计方案。

^{*} 基金项目: 云南省应用基础研究面上项目 (KKS0201003018)

作者简介: 余晓光 (1985 -), 男, 福建顺昌人, 硕士研究生在读, 主研方向: 嵌入式系统应用及运动控制。

收稿日期: 2012-06-07

2 WAVE 协议栈分析

IEEE 802.11p 协议是针对车辆无线通信网络的 PHY 物理层和 MAC 介质传输控制层的协议。物理层采用 IEEE802.11a 标准使用的正交频分复用 (OFDM) Orthogonal Frequency Division Multiplexing 技术,其特点是信道利用率高,并且有较强的抗干扰能力。只是其物理层参数在 IEEE802.11a 的基础上进行了一些调整,例如信道带宽由 20MHz 调整为 10MHz,信息传输速率相应地降低为 3~27Mbit/s 之间,通过改变调制和编码率可以获得不同的传输速率,分别为 3Mbit/s、4.5Mbit/s、6Mbit/s、9Mbit/s、12Mbit/s、24Mbit/s 和 27Mbit/s。

WAVE 协议栈^[3]的网络层次分析如图 1 所示。

应用层协议	IEEE1609.1
DUP/TCP	IEEE1609.3
IP	
IEEE802.2LLC	IEEE1609.2
IEEE802.11pMAC	IEEE1609.4
IEEE802.11pPHY	

图 1 WAVE 协议栈

物理层工作频率在 5.850~5.925GHz 之间。5.855~5.925GHz 频段区间分 7 个 10MHz 的信道,1 个控制信道 (CCH),主要负责信道的配置和信号错误校正以及传输协议控制报文和实时要求高的报文。6 个服务信道 (SCH),用来传输一般的应用层资料封装包。在 5.850~5.855GHz 低频段之间留下 5MHz (GCH) guard channel 作为安全空白区。信道分配情况如图 2 所示。

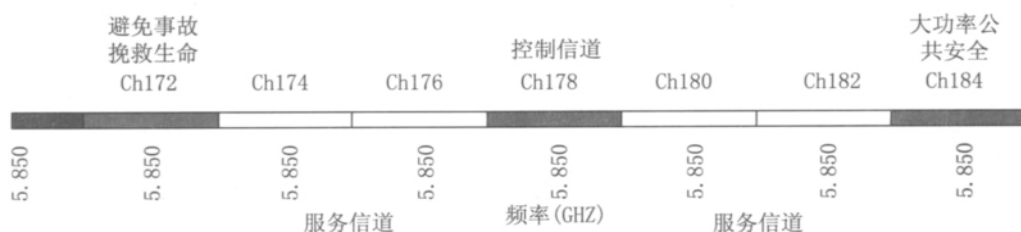


图 2 信道分布图

如图 2 所示,信道 Ch 178 为只用于安全通信的控制信道。其他 6 个均为服务信道,其中除信道 Ch 172 和信道 Ch 184 作特殊服务之外,其余服务信道可用于安全和非安全通信服务。

IEEE802.11p MAC 层通过 1609 协议族中 IEEE1609.4 的多信道优先级调度的应用,仍然采用 IEEE802.11e 的增强分布式信道接入机制 (EDCA) 来规范 Wi-Fi 网络,且与 IEEE802.11 MAC 层相比要求具有即刻数据交换能力,在建立连接的时候减去了一些信道扫描、关联和认证等各种请求应答等握手协议部分。这些改进重点是在车联网快速互联、实时高效数据传输及通信时间必须非常短的环境下,简化节点接入网络及收发信息的操作流程,最大限度地缩短连接建立时间。

WAVE 协议还包括 1609 协议族。分别为: IEEE1609.1、IEEE1609.2、IEEE1609.3、IEEE1609.4,1609 协议族是在 IEEE802.11p 标准的基础上制定的链路层以上的高层标准^[4]。

IEEE1609.1 主要负责应用层资源管理,制定了 WAVE 架构的应用层服务及接口标准,并且提供数据和管理服务,此外 IEEE1609.1 还定义了命令消息格式,这些消息和数据存储格式在应用层承担协议架构组件之间的状态请求消息格式通信。

IEEE1609.2 定义了安全消息帧格式及其处理过程,主要承担应用和管理信息安全服务。IEEE1609.3 负责网络服务,主要控制 WAVE 的连接设置和管理^[5]。还定义了网络层和传输层的服务包括路由寻址,此外还定义了 WAVE 短消息,为 IPv6 提供了一种能直接支持应用层高效的可选项。IEEE1609.4 在 IEEE802.11p 的上层,实现多信道配合运作,增强 IEEE802.11 介质访问控制层 (MAC) 功能以支持 WAVE 架构运作,例如对控制信道的检测以及规范服务信道和控制信道之间的切换,起到管理信道的作用,减少信道间的干涉。

由此,基于 IEEE802.11p 修正草案的 WAVE 协议改进设计模型,可以实现在同一个信道 BSSID 模式下,车辆不需要复杂的认证步骤,直接就能够在相遇时,快速建立连接并进行数据交换。

3 系统的应用场景

车联网是装载在车辆上的电子标签通过无线识别等技术构建的一种特殊的移动自组网络^[6],WAVE 架构下的通信网络架构及数据交换过程是灵活的。

如图 3 所示的网络架构除了包括车载终端模块 (OBU) 和路边接入点 (RSU) 之外,还包括远程监控

中心。路边接入点在一定区域内开启广播服务,当车载终端通过支持 IEEE802.11p 协议标准的无线模块检测到服务信号时,就快速建立统一的信道连接,此时建立起连接的移动车载终端与接入点一样,二者之间转变为 P2P 的模式,每个移动终端还承担路由功能,相当于移动终端不仅可以路由周围车辆的数据包,还可以转发接入点的 WBSS 服务信息,整个区域内架构起一个移动、灵活伸张的车辆移动局域网。车与车、车与接入点间可以相互获取信息。当在车辆行驶至无 WBSS 服务信号区域时,车载终端将自动退出连接。这种移动的网络模式最大的优点就是,建立连接的快速、组网灵活,网络范围可以随着车辆数目的增加而扩大。但在交通高峰期也会增大网络的信息承载量,这样对 CPU 的处理能力以及路由寻址算法的设计要求也更高。

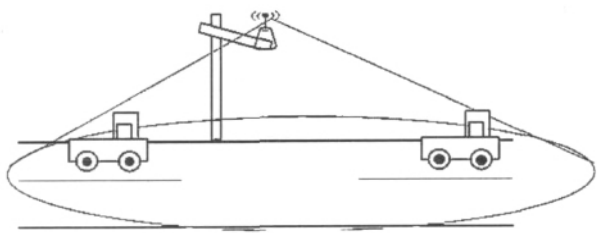


图3 网络结构示意图

4 移动车载终端设计方案

4.1 系统硬件部分

终端主要由 CPU 模块、电源模块、GPS 模块、支持 IEEE802.11p 协议的 3G 无线模块、液晶显示模块组成,其结构如下图 4 所示。

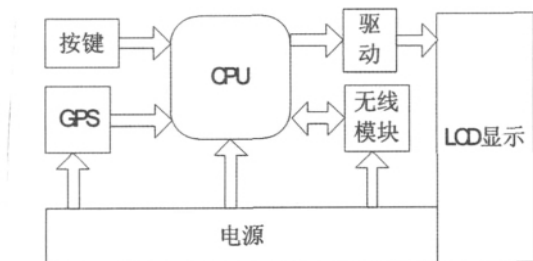


图4 终端硬件模块图

终端系统的工作原理,先由终端从 GPS 获取自身地理位置坐标及速度信息,通过电子地图匹配及 CPU 计算处理,并在液晶屏中更新显示。同时通过支持 IEEE802.11p 协议的无线模块与周围车辆建立网络连接的环境下,广播自身信息给周围车辆,同时也接收周围信号通过 CPU 计算单元进行判断并做出相应的处理。若接收数据包是车辆信息类,则进行相应的计算,并进行匹配处理在液晶模块电子

地图上显示。

在车联网环境要求接入时间短、数据收发实时性强、通信多跳等要求下,对设备处理器的处理能力要求极高,因此在 CPU 芯片的选择上最为关键,相比其他处理器芯片,选用 ARM 公司 Cortex A8 内核系列的高性能 CPU 芯片。具备超高效运算处理能力和极低功耗的特点,且较同一性能 CPU 芯片价钱低从而也降低成本。电源部分,电源部分由车载电池提供,一般为 24V 直流电压输入,通过选择适当的稳压芯片,对电压进行变换。

4.2 系统软件部分

操作系统选用 freeRTOS 实时操作系统作为移动车载终端操作系统。FreeRTOS 操作系统属于微内核,支持硬/软实时操作系统,内核小、实时性强,很适合用于车联网实时高速的环境下对任务进行管理。如果考虑更多娱乐扩展功能,还可以选用针对手持移动终端应用的操作系统 android。目前在智能手机领域得到广泛的应用,当然前提是要解决 android 满足车联网环境下实时性的技术问题。

终端模块系统研究的功能主要针对 GPS 模块和支持 IEEE802.11p 标准的无线模块的数据传输及处理,因此软件设计也主要从这两方面着手设计。以下是系统的主要工作流程如图 5 所示。

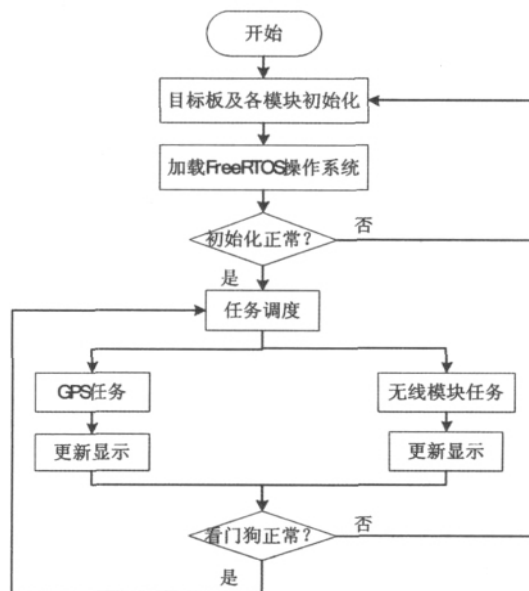


图5 系统工作流程图

由图 5 系统工作流程图中看,在目标板及两个通信模块初始化完成后,加载 FreeRTOS 操作系统,创建两个任务,GPS 子任务和无线模块数据通信子任务,整个终端的通信主要由这两个模块来实现。

图 6 是 RSU 和 OBU 模块之间的工作顺序图,

其中 CPU 计算单元中如何进行数据处理是终端系统通信设计的关键部分。图 7 为 OBU1 和 OBU2 单

向数据传输处理顺序图, 反向传输也一样。

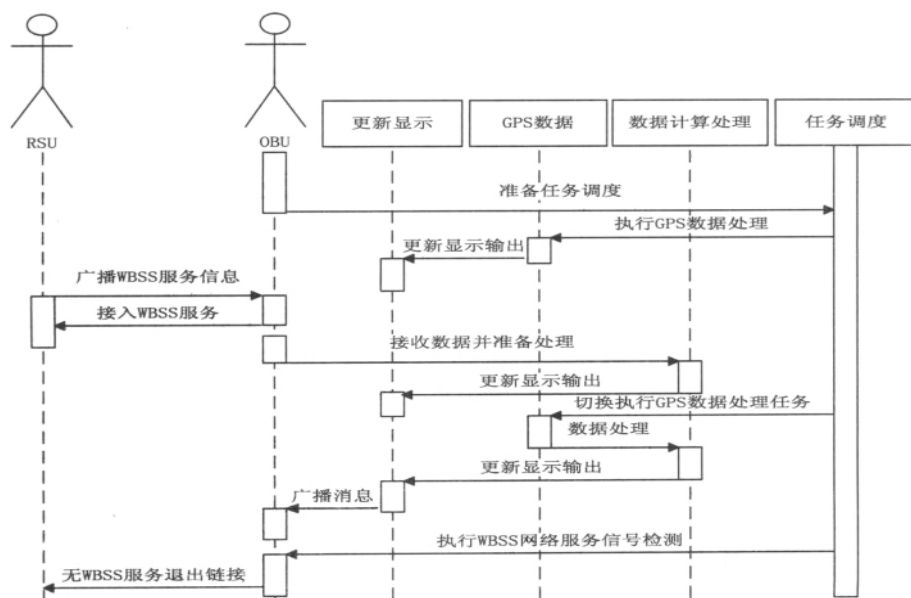


图 6 RSU 与 OBU 通信顺序图

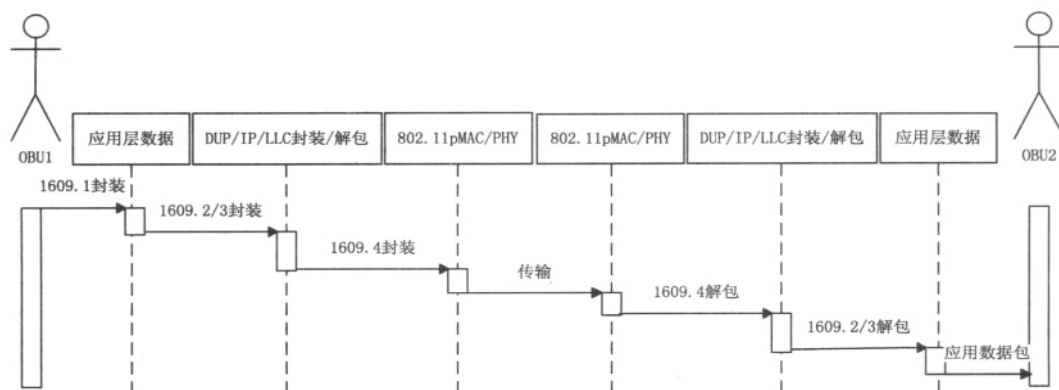


图 7 OBU1 与 OBU2 单向通信顺序图

5 结束语

通过对基于 IEEE802.11p 标准的 WAVE 协议栈进行分析, 提出一种车联自组网车载移动终端设备设计的研究方案。为实现智能交通系统 ITS 提供了一种新的方法和思路, 对车联网的发展与研究有一定参考价值。由于 IEEE802.11p 协议在车联网开发应用中还处于起步阶段, 协议标准还在不断更新修正中, 技术上还不够完善, 没有一个成熟统一的开发标准, 但是相信在这个汽车及高速公路飞速发展的时代, 车联网将会在 IEEE802.11p 标准的不断更新、完善的技术基础上, 发展得更加规范。

参考文献:

- [1] U. S. Department of Transportation. IEEE 802.11p™ - 2010, 17 Jun 2010, IEEE Standard for Information technology-Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks-Specific requirements [S]. Sponsored by the LAN/MAN Standards Committee 2010.
- [2] 金纯, 柳兴, 万宝红, 等. IEEE802.11p: 车载环境下的无线局域网[J]. 通信技术, 2009(1): 323-325.
- [3] 曹颖荣, 林小玲. IEEE 802.11p 无线车载自组网络协议的性能分析与模拟[J]. 仪表技术, 2011(2): 19-22.
- [4] Johan Englund. Determining suitability of the IEEE1609 standard for PRT systems [D]. Technology and Environment Institute - Gävle University 2010.
- [5] U. S. Department of Transportation. IEEE Std. 802.11-2007, 12 Jun 2007, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications [S]. Prepared by the IEEE802.11 Working Group of the IEEE 802 Committee 2007.
- [6] 程刚, 郭达. 车联网现状与发展研究[J]. 移动通信, 2011(17): 23-26.