

基于无线网络的物流车联网应用层设计研究

孙晓雯 赵 伟 何 斌 刘建业

(南京航空航天大学导航研究中心 南京 210000)

摘 要: 车联网是物联网在智能交通系统领域的典型应用,对智能物流调运系统的发展具有重要意义。本文在现有的智能交通仿真平台基础上,设计并开发了基于无线网络的物流车联网演示平台,采用模块化的设计思路,对演示平台的应用层进行设计研究,该系统能够完成网络数据接收、车队实时定位与控制、交通灯的智能监控、场景实时模拟等功能,最终实现智能物流调配。实际测试结果表明,本系统稳定性好,实时性高,操作简便,能够满足物流车联网演示平台的需求。

关键词: 智能交通系统;物流车联网;无线网络;应用层

中图分类号: TP311 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.99

Design and research on the logistics internet of vehicles application layer based on wireless network

Sun Xiaowen Zhao Wei He Bin Liu Jianye

(Navigation Research Center, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: Internet of vehicles is a typical application of IOT in the field of intelligent transportation system, which plays an important role in the development of the intelligent logistics transportation system. Based on the existing intelligent transportation simulation platform, a new logistics internet of vehicles demonstration platform based on wireless network has been designed and implemented in the dissertation, which uses of modular design concept to design and research on the application layer of the logistics internet of vehicles demonstration platform, the designed system can realize the network data reception, motorcade real-time positioning and control, traffic lights intelligent monitoring, scene real-time simulation and other functions, finally achieves the intelligent logistics transportation. Experiments show that the system has good stability, high real-time performance, simple operation, and can meet the needs of the logistics internet of vehicles demonstration platform.

Keywords: ITS; logistics internet of vehicles; wireless network; application layer

1 引 言

车联网(internet of vehicles)通常是指以车内网、车际网和车载移动互联网为基础,按照约定的通信协议和数据交互标准,在车-X(X:车、路、人及互联网等)之间进行无线通讯和信息交换,从而实现智能化交通管理、智能动态信息服务和车辆智能化的大系统网络^[1]。车联网不仅为智能交通系统的最终实现提供关键技术支持,还能有效地解决包括交通安全、交通堵塞和环境污染在内的三大国际交通领域难题^[2]。

目前,美国、欧洲、日本已经成为了国际上对智能交通系统进行前沿研究的阵地,而“车-路”信息系统从来都是智

能交通发展的关键领域^[3]。交通运输业是智能交通应用的重要领域,当前物流产业的发展目标是建立智能物流与配货平台^[4]。采用真实车辆在真实道路交通环境中进行物流配送实验需要较高的试验成本和人力投入,且组织难度大,很难保证实验成功率,因而具有一定的局限性。为此,我国于 2011 年在重庆市科学技术研究院成立首个智能驾驶与车联网实验室,采用微缩智能车与实验平台模拟真实交通环境开展车联网技术相关的研究。

作为物联网的重要分支,车联网遵循物联网的体系结构,同样分为感知层、网络层和应用层^[5]。本文在现有的智能交通仿真平台基础上,以微缩智能车及交通灯为信息感知层,以无线传感网络为网络层,最终以基于 C# 的后台监

控软件为应用层,构建基于无线网络的物流车联网演示平台。

2 系统总体需求和设计

基于无线网络的物流车联网系统的基本目标:实时感知车辆、道路、环境信息,数据信息的传输,数据处理和智能决策,交通状态显示,综合调控。该系统总体上由路况感知子系统、信息传输子系统、路况监控软件子系统组成。其中路况感知子系统主要包括 9 辆智能车辆、2 个丁字路口的交通灯以及各类照明灯(5 路路灯、2 路隧道灯及建筑物灯),该子系统中各设备均能够实时接收监控软件发送的指令信息,执行相应命令,并将最新状态信息反馈,该感知层已经通过射频识别、超声波测距等传感技术实现^[6]。因此只需对车联网中的网络层和应用层即信息传输子系统和路况监控子系统进行研究和设计,其中研究的重点是应用层的实现^[7]。系统的结构框架如图 1 所示。

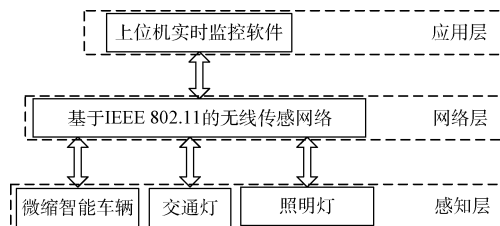


图 1 物流车联网系统结构框架

本文的主要任务是研究并实现上位机实时监控软件,要完成的工作有:1)实现基于无线网络的双向数据通信;2)实时显示并监控道路的状况;3)数据的处理和决策。

3 网络层设计

本文中研究使用的演示平台设计面积为 30 m^2 ($5\ 000\text{ mm} \times 6\ 000\text{ mm}$),因此只需采用短距离无线网络技术即可实现通信。目前应用较广泛且比较适用于该系统的有无线局域网(Wi-Fi)和 ZigBee 技术,虽然 ZigBee 网络成本低、网络容量大,但其传输速率低,需自主搭建缓存模块和配置通信链路,而 Wi-Fi 在传输距离与速度上均优于 ZigBee 且用户使用方便,因此本项目采用 Wi-Fi 技术可满足系统需求。

系统中各感知层均预留了 RS-232 通讯接口,以便与无线通讯网络模块相联。经测试验证,USR-WIFI232-T 模块能够实现串口到 Wi-Fi 数据包的双向透明转发,提供感知层与应用层之间准确、高速的无线网络通信。应用层的 PC 端使用相对较安全稳定的 TCP/IP 协议与感知层进行 Wi-Fi 通信,论文中应用 socket 套接字实现 TCP/IP 协议,通过各模块分配得的唯一 IP 地址区分模块连接的感知层设备。本文中 USR-WIFI232-T 模块采用的组网结构如图 2 所示。



图 2 USR-WIFI232-T 的 STA 组网结构

4 应用层的研究与设计

4.1 应用层的总体设计

本平台中,计算机监控中心通过局域网和串口通信(包括串口转 Wi-Fi 模块)与各下位机建立连接,监控中心能够实时接收智能车辆、交通灯以及其它各类灯的状态信息,并且可以对路况进行实时监控。针对该系统的功能需求,论文采用模块化的设计方法进行软件设计,各功能模块之间既相互独立又紧密联系,应用层总体结构如图 3 所示。

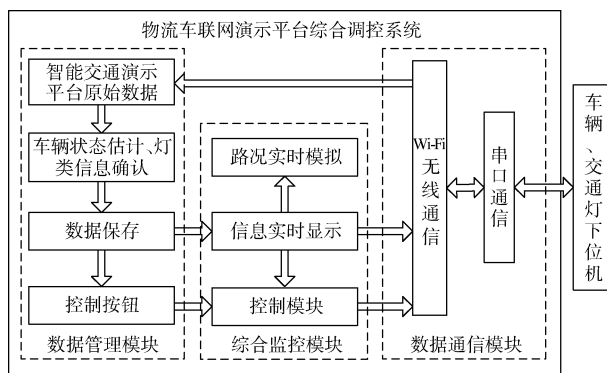


图 3 物流车联网应用层总体结构框图

根据软件总体设计的思路,应用层主要包括数据管理模块、综合监控模块和数据通信模块三大功能模块。其中数据管理模块实现原始数据的实时接收和处理,并具有数据存储功能,综合监控模块实现对路况的实时显示和调控,数据通信模块提供应用层和感知层的实时双向数据通信。

4.2 应用层软件的功能设计

根据软件总体设计的思路,应用层软件功能模块主要包括数据通信模块、数据管理模块和综合监控模块三大功能模块。

4.2.1 数据通信模块

各感知层设备都配备了 USR-WIFI232-T 模块,原始数据通过串口传送至该模块,上位机软件通过 TCP/IP 协议^[8]接收由 Wi-Fi 无线网络发送的数据,并根据当前路况及路径规划信息随时发送控制指令至各设备。

4.2.2 数据管理模块

1)接收原始数据。采用 TCP/IP 协议实时接收感知层上传的车辆、灯类的最新状态信息。

2)原始数据处理。将接收的原始数据按照通信协议进行分解,得到当前车辆的速度、位置信息和交通灯、路灯等

灯类的状态信息。

3)数据存储。把车辆、灯类的状态、时间信息保存至 SQL 数据库,方便今后查询使用。

4.2.3 综合监控模块

1)路况显示。以图形形式显示当前车辆的位置和交通灯、其它照明灯的状态。

2)路况调控。可实时改变车辆状态,更改交通灯的参数设置、当前状态和照明灯的状态。

4.3 应用层软件的关键技术

该软件中所有功能模块的开发平台均采用 Microsoft Visual Studio 2010^[9] 和 Microsoft .NET Framework 4.0^[10] 开发套件。其中数据的存储和管理采用 Microsoft SQL Server 2008 数据库^[11]。

4.3.1 数据库设计

在平台演示过程中,计算机监控中心在接收到各设备的状态信息后,需要将采集到的信息进行处理和查询。论文根据数据量的大小,采用 SQL Server 2008 数据库对所有数据信息进行存储管理,数据库中应有以下几个数据表:智能小车基本信息表、射频标签基本信息表、物品基本信息表、灯类基本信息表、交通灯基本信息表、串口转 WIFI 模块基本信息表、路口选择路径规划表、坐标选择路径规划表、智能小车实时信息表、灯类实时信息表、交通灯实时信息表。

在 Visual C# 中使用 SqlConnection 对象创建数据库连接,创建连接字符串和连接对象,采用 SQL 语言对数据表进行填充、查询等操作。

4.3.2 车辆路径规划

本文的研究目标是物流车联网的实现,因此如何根据物品和车辆的当前位置信息,按照物品的配送单,生成合理的调运方案,是本文研究的关键点。由于演示平台中道路仅有 2 个丁字路口(其平面图如图 4 所示),因此采用简单的算法就能实现平台中货物的任意调配。数据库中存有当

前车辆和物品位置信息,通过查询计算比较可得距离物品最近的车辆,对车辆的路径进行合理的规划可实现物品的调配。

该演示平台中,共有 3 条环路,如图 3 所示。分别命名为上内圈、下内圈及外圈,图中未带框的数字部分为丁字路口射频标签的编号,用于判别车辆是否到达路口区域,带框数字为路口编号。根据初始位置节点所在环路及目标节点所在环路不同,路径规划可大致分为 3 种情况,图 5 以初始位置节点在外圈的情况为例,说明路径规划的实现方式。

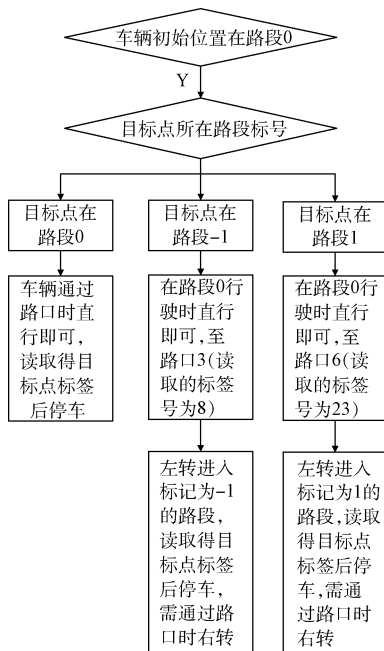


图5 初始位置在外圈时路径规划流程

4.3.3 车辆定位与显示

该演示平台主要采用射频识别 RFID 技术在数据通信模块的配合下实现智能车辆在演示平台上的定位。上位 PC 通过 Wi-Fi 接收到车辆在行驶过程中读取到射频标签编号后,查询数据库中的标签信息得到当前车辆的位置信息,在车辆读取到下一个标签之前,上位机根据车辆的速度和行驶状态(直行、左转、右转)估计下一刻的位置。

在该软件的路况监控页面中,将实时更新显示多辆小车的位置,为避免图像在重绘过程中出现屏幕闪烁的现象,在此采用双缓冲技术,本文中通过管理 .NET Framework 提供的 BufferedGraphicsContext 类来实现。

4.3.4 平台综合调控

在演示平台中,车辆的协作方式主要包括车队和路口协作。车队方式主要通过各智能车辆配备的超声波模块调节车距来使车辆之间保持较短的稳定距离。由于路口交通事故多发地带,因此必须设计可靠的算法避免事故的发生。路口协作的控制算法采用有信号灯控制的分时段控制算法

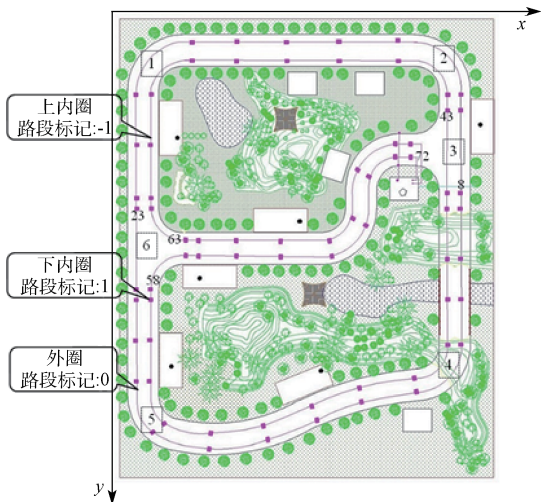


图4 演示平台沙盘平面

和冲突表算法相结合的方案来实现。

针对该演示平台的实际配置,设计集中式的区域多车协作体系结构,如图 6 所示。应用层软件设置了路口管理区域,车队在进入路口区域时,更新该路口的车辆信息,若冲突区被占用则停车等待,若两个车队同时到达,则根据设定的优先级和交通灯使优先级高的先通过,已通过的车辆从路口车辆信息中删除。另外,若车队到达路口另一方向无车且为红灯时控制交通灯转换为绿灯状态,从而避免“空等”现象的发生。通过路口协作,可以有效改善道路的利用率,提高车辆行驶的安全性。

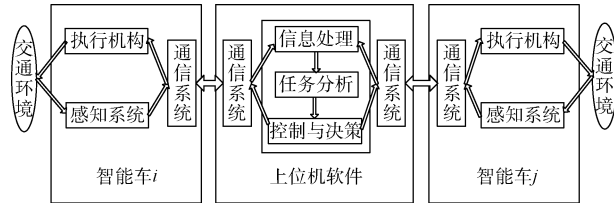


图 6 智能车集中式协作结构示意图

此外,用户在应用层软件界面中可得知包括智能车辆、交通灯、照明灯在内的全部路况信息,并可根据需求随时对设备进行调控。

4.4 应用层软件的工作流程

为了实现路况的实时监控,应用层软件基本工作流程如下:软件通过数据通信模块接收智能车和路况数据,通过查找匹配射频标签数据对车辆进行定位,然后根据已规划路径及当前路况控制智能车在路口的行驶方向,当智能车到达目的地后更新数据库中车辆及货物信息等下一轮的货物调配。

应用层软件流程图如图 7 所示。

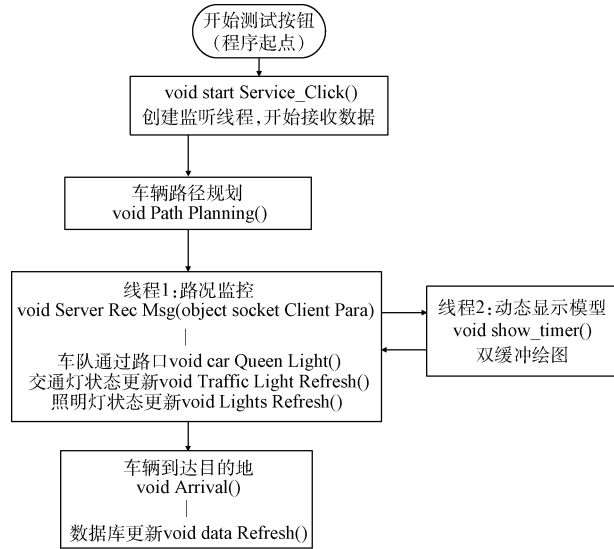


图 7 应用层软件主程序流程

5 实验验证

为了验证系统网络层和应用层设计的正确性和性能,在测试平台中对整个系统进行了测试。测试过程中,9 辆智能车共计 3 个车队在搭建的演示平台中的路面范围内行驶,通过上位机软件获取包括车辆、交通灯、照明灯在内的信息并实时监控。

测试时演示平台中正在行驶的智能车如图 8 所示,正在运行的上位机软件界面如图 9 所示,界面中显示当交通灯为绿灯时,相向而行的两个车队均需直行,由于直行的优先级高且此时并与对面车队的行驶路线无冲突,因此两车队均可通过该路口,实现了路口协作。



图 8 实际行驶中的智能车

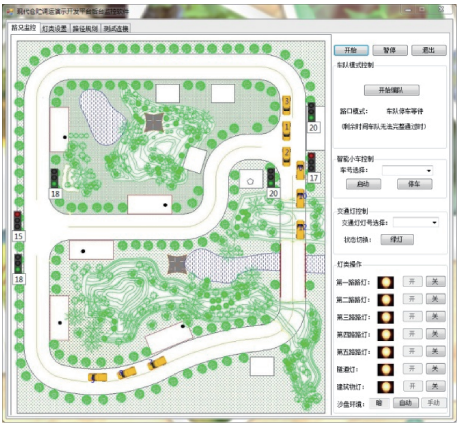


图 9 上位机软件实时显示界面

经过联机调试和试验,上位机软件成功地实现了感知信息数据的接收、处理、显示、存储等全部功能。同时,演示平台中的下位机与上位机软件间的双向无线数据通信能够成功进行,较好地满足了演示平台对实时性的要求。测试结果充分表明软件实现了既定的目标,可以在 Windows 系统的平台上稳定运行,可靠性高,操作简便。

6 结 论

该系统采用基于 Wi-Fi 网络和 TCP/IP 协议的无线网络通信,通过射频识别技术实现车辆定位,并能够进行智能物流调配及实时路况的显示,最终实现对物流车联网系统的应用层设计开发。目前,该系统已经投入使用,并且能够稳定运行。基于无线网络的物流车联网系统应用软件是对物流车联网的模拟仿真,将为进一步研究车联网在物流系统中的应用提供参考。

参考文献

- [1] 蔡志理,孙丰瑞,韦凌翔,等. 基于车联网技术的车路协同系统设计[J]. 山东交通学院学报, 2011, 19(4):17-23.
- [2] 陆正辰. 基于多缩微车的智能交通系统仿真平台研究[D]. 上海:上海交通大学, 2013.
- [3] 张家同,王志强,曹绪龙. 国内外车联网的发展[J]. 数字通信世界, 2012 (2):26-29.
- [4] 李红卫. 基于物联网的物流信息平台规划与设计[J]. 信息技术, 2011:13-16.
- [5] 王群,钱焕延. 车联网体系结构及感知层关键技术研究[J]. 电信科学, 2012, 28(12):1-9.
- [6] 王保云. 物联网技术研究综述[J]. 电子测量与仪器

学报, 2009,23(12):1-7.

- [7] WANG C, JIN T, YANG M, et al. Robust and real-time traffic lights recognition in complex urban environments [J]. International Journal of Computational Intelligence Systems, 2011, 4 (6): 1383-1390.
- [8] 温宗周,陈改霞. 基于 GPS/GPRS 的远程车辆管理系统的设计[J]. 电子测量技术, 2013,36(8):76-79.
- [9] 孙莉. 基于 C# 组态软件中图形界面系统的设计[J]. 信息技术与信息化, 2014 (1): 59-63.
- [10] 朱卫新. Visual C#. NET 实现用户自定义图形编程方法 [J]. 计算机技术与发展, 2012, 22 (4): 130-132.
- [11] 韩梅,崔海全. 基于 C# 液位数据采集与处理软件的设计[J]. 工业控制计算机, 2012(25):6-8.
- [12] 黄衍玺,钟山,吴奇,等. 基于 ZigBee 的车联网辅助驾驶平台设计[J]. 电子测量技术, 2013,36(11): 119-123.

作者简介

孙晓雯,1991 年出生,硕士研究生,主要研究方向为控制系统应用工程、上位机软件设计等。

E-mail:sxw0309@nuaa.edu.cn

(上接第 177 页)

- [6] 王耀东,余祖俊,白彪,等. 基于图像处理的地铁隧道裂缝识别算法研究[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(7): 1489-1496.
- [7] 季进军,叶畅,殷红梅. 汽车发动机缸孔内表面缺陷的自动检测技术研究[J]. 现代制造工程, 2014(3): 110-113.
- [8] 詹曙,胡德凤,蒋建国. 结合 GLWT 和 LBP 提取纹理特征的图像分割[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(2):198-202.
- [9] 孙艳峰,李成贵,魏鹏. 一种基于线阵 CCD 的工件外

尺寸测量装置的设计与实现 [J]. 电子测量技术, 2012,35(2):20-22.

- [10] 刘明亮,朱江森. 数字信号处理对电子测量与仪器的影响研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28 (10):1024-1045.

作者简介

董传宇,工学硕士,主要研究方向为精密仪器总体设计。

E-mail:285060977@qq.com