

基于频谱协作技术的车辆自组织网络仿真系统设计与实现

田晔非

重庆电子工程职业学院,重庆 401331

摘要 车辆自组织网络是将无线通信技术应用于车辆间通信的自组织网络,是物联网技术的重要应用组成部分,采用频谱协作技术对网络进行优化,可以减小频谱资源紧张对车辆自组织网络使用的影响。设计了一种提供支持频谱协作的离线和在线车辆自组织网络一体化仿真系统,能有效对频谱协作车辆自组织网络进行分析与评估,对车辆自组织网络技术的应用和发展具有重要意义。

关键词 车辆自组织网络;频谱协作;仿真系统;无线通信;物联网

中图分类号 TP302

DOI 10.19769/j.zdhy.2020.09.016

0 引言

车辆自组织网络 (Vehicular Ad Hoc Networks, VANETs) 是移动自组织网络的一种特殊形式,作为未来交通领域最具发展潜力的新兴技术,其实现原理是通过车辆上的传感器采集行车信息并传到车载终端进行处理,从而实现车与车之间的信息共享^[1]。VANETs 技术的广泛应用将大大提高行车安全性,有效缓解道路拥堵,提高行车体验。车辆自组织网络是下一代移动通信技术的重要应用场景之一^[2],要实现车辆自组织网络的良好运行,需要稳定可靠的无线通信网络以满足车辆高速移动时产生的交互控制及延时需求。然而,随着无线互联业务的日益增多,运营商为智能交通固定分配的频谱资源已接近枯竭,网络的稳定性和可靠性难以保证,频谱资源的缺乏成为制约该技术发展的最大障碍^[3]。

为缓解频谱资源紧张对车辆自组织网络使用的影响,可采用频谱协作技术对网络进行优化。在对采用频谱协作技术的车辆自组织网络进行分析研究时,仿真是研究人员最为常用的使用手段,相比在真实场景实验,仿真的成本更低、结果更易于重现,同时也可以避免一些安全问题^[4]。目前的仿真系统软件在应用于车辆自组织网络频谱协作技术验证时还存在以下不足:(1)大多数仿真软件如:NS-3、EXata、OPNET 以及 OMNET++ 等均不支持频谱级别的操作,传统的 MATLAB 软件虽然可以进行频谱计算,但对车联网场景以及网络协议的组件不够,需要联合其他软件共同测试,增加了复杂程度^[5];(2)要使车辆自组织网络的仿真结果接近真实,需在真实的地图上模拟车辆的移动,并将该地图以及车辆移动轨迹用于车辆自组织网络仿真,需要道路交通软件的配合,实现较困难^[6];(3)各类仿真软件的仿真结果都是在仿真结束之后进行数据统计并展示,无法在仿真过程中实时展示网络性能以及网络资源使用情况等信息,不利于车辆自组织网络技术的验证与开发^[7];

通过以上可知,独立使用某个仿真软件和功能模块会增加 VANETs 仿真实验难度,影响仿真实验的准确

性,因此对仿真过程进行一体化的设计非常必要^[8]。

1 仿真系统的架构

提出的支持频谱协作的车辆自组织网络一体化仿真系统大致分为离线和在线两个部分,其中离线部分主要包括交通仿真模块,其功能是获取真实的道路信息,并配置真实的车辆运行场景,将产生的车辆移动轨迹发送给在线部分的对应模块后,就进入在线部分的执行;而对于在线部分,网络仿真模块的功能是配置车辆自组织网络的仿真场景,往频谱计算模块发送信道状态信息(包括信道增益和干扰信息),频谱计算模块运行分簇算法和频谱决策算法后,并将分簇信息、换频命令、流量加载信息发送给网络仿真模块来推动仿真的进展,同时,网络仿真模块还会将仿真结果实时发送给实时显示模块进行结果呈现。系统仿真架构如图 1 所示。

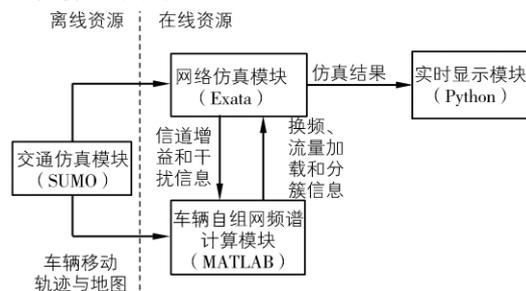


图 1 仿真架构图

仿真系统的具体内容及工作流程为:(1)构建交通仿真模块,提取车辆的真实移动轨迹和百度卫星地图;(2)交通仿真模块配置下载地图、获取地图拓扑、获取卫星地图、地图拼接、配置车辆移动模型和获取车辆移动轨迹功能;(3)构建网络仿真模块,用于搭建车辆自组织网络仿真场景,导入百度卫星地图和车辆移动轨迹,实时显示车辆分簇结果,进行实时换频和指定频率传输,视频和雷达模拟流量传输;(4)网络仿真模块设有流量模型配置和运行 EXata 功能;(5)构建车辆自组织网络频谱计算模块,根据车辆的移动轨迹来对车辆进行分簇处理,并且根

收稿日期:2020-07-07

作者简介:田晔非(1983—),男,汉族,博士,副教授,主要研究方向为物联网、智能电子。

据信道增益以及分簇结果进行频谱决策^[9]。仿真系统提供的功能界面如图 2 所示。

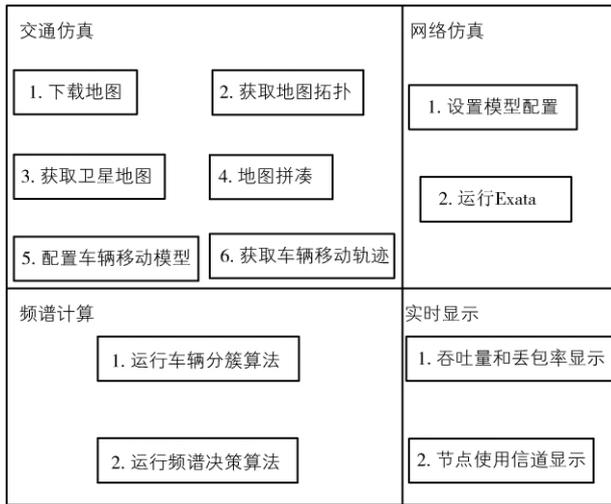


图 2 仿真系统提供的功能界面示意图

2 一体化设计实现方法

首先通过 QT 界面调用来配置仿真参数,其中,交通仿真模块中的获取地图拓扑、配置车辆移动模型,网络仿真模块中的流量模型配置,都需要新建一个窗体类 QWidget 或者 QDialog,并通过点击以上三个功能对应按钮的信号 clicked() 函数与显示新界面的槽函数 show() 关联;通过 QT 界面调用 Python 程序来实现相应的功能;在通仿真模块中的地图拼接、获取车辆移动轨迹均需调用 Python 程序,并将执行命令写进“.bat”文件中,再通过 Qprocess 类中的 start() 函数调用;交通仿真模块中的获取卫星地图和网络仿真模块中的运行 EXata 应用程序,均需要通过 Qprocess 类的 start() 函数调用实现。实时显示模块则用于实时显示仿真过程中各个信道吞吐量和整个系统的吞吐量,以及系统的丢包率,节点使用信道的情况。实时显示模块中各功能的完成也是通过调用 Python 程序,并将执行命令写进“.bat”文件中,再通过 Qprocess 类中的 start() 函数调用。

一体化仿真系统可以通过 QT 界面调用外部浏览器,交通仿真模块中的下载地图功能则需要打开浏览器在线下载地图,使用 Desktop Services 实现。在频谱计算模块中的运行车辆分簇算法和运行频谱决策算法都是 MATLAB 程序,需要在 MATLAB 中添加需要封装成动态链接库的相关函数文件,在 Visual Studio 中生成.exe 可执行文件,并在 QT 中使用 Qthread 创建多线程。具体方法为:

(1)配置 MATLAB 使其可以使用 Microsoft Visual C++ 进行编译;在 MATLAB 的配置过程中,需要找到相应版本的 Microsoft Visual C++,并且在电脑的环境变量中添加 MATLAB 路径。

(2)在 MATLAB 应用程序中找到 library compiler,在 type 中选择 C++ shared library 添加 MATLAB 相关函数文件,即可生成动态链接库;library compiler 不允许添加脚本文件,需要将所有的脚本文件写成函数的形式,并将所有在主函数中调用过的函数,作为子函数添加在

主函数的下面,得到一个函数文件。

(3)在 Visual Studio 中新建控制台应用程序,并在属性页中将活动解决方案平台更改为 x64,在调试选项中将调试器类型更换为仅限托管;在 VC++ 目录中配置包含目录和库目录,其路径为 MATLAB 文件夹中头文件和库的存储文件夹;在 C/C++ 的常规选项中配置附加包含目录,其路径为步骤(2)中产生的头文件所在文件夹;在链接器的常规选项中配置附加库目录,其路径为步骤(2)中产生的库文件所在文件夹,在输入选项中配置附加依赖项,包括步骤(2)中产生的库文件和其他 MATLAB 库文件;最后将××.h,××.dll 和××.lib 文件粘贴在控制台应用程序文件夹中。

(4)添加相应库文件和头文件,并运行相关代码。运行结束后在 C 文件夹中的找到对应的.exe 文件,将步骤 3 中的××.h,××.dll 和××.lib 文件粘贴在对应目录中,即可通过运行.exe 文件,运行封装好的 MATLAB 代码。使用 Qthread 类在 QT 中定义线程,通过 Qprocess 调用上一步产生的.exe 可执行文件,点击相应按钮时,通过 start() 函数运行线程,并在.exe 可执行运行结束后使用 quit() 函数结束线程。

3 结语

提出一种车辆自组织网络频谱协作仿真系统构建方法,支持频谱级别的仿真,同时整体考虑了真实地图以及车辆移动轨迹的导入,无论是从车辆自组织网络的场景上,还是在换频效果上,该仿真系统都具有非常直观的和可靠的实时展示效果,不仅可以应用于一般的车辆自组织网络技术仿真,也大大方便了对频谱协作这一新兴车辆自组织网络领域应用技术的分析和评估,对车辆自组织网络技术的发展具有重要的作用。

参考文献

- [1] 王国锋,宋鹏飞,张蕴灵.智能交通系统发展与展望[J].公路,2017(17):13-15.
- [2] 蒋贤才,金宇,谢志云.车联网环境下干线交通信号协调控制方法[J].哈尔滨工业大学学报,2020(3):25-30.
- [3] 林晓辉,梁逸龙,魏文钰,等.5G 车联网环境下交通流参数提取方法与仿真[J].交通科技,2019(6):93-95.
- [4] 林晓辉,徐建阔,魏文钰,等.车联网仿真实验平台搭建与参数校正研究[J].物流科技,2020(5):50-55.
- [5] 孙剑,杨晓光,刘好德.微观交通仿真系统参数校正研究[J].系统仿真学报,2017,19(1):48-50.
- [6] 杨艳芳,秦勇,努尔兰·木汉.基于 SOGA 的 VISSIM 仿真模型参数标定方法[J].交通运输系统工程与信息,2017,17(3):91-97.
- [7] 唐少虎,刘小明.基于 IAGSO 算法的 VISSIM 模型校正研究与实现[J].交通运输系统工程与信息,2014(5):74-80.
- [8] 季策.不完全车联网环境下的交通信号控制研究[D].杭州:浙江大学,2018.
- [9] 卓福庆.面向自驾联网车的交叉口协同控制方法研究[D].广州:华南理工大学,2016.
- [10] 于泉,王萌,邓小惠.基于正交试验法的单个信号交叉口仿真参数标定[J].公路交通科技,2012(S1):57-63.