

# 基于 802.11p 协议的车联网传输策略研究

刘文晶, 黄河清

(重庆工商职业学院, 重庆 401520)

**摘要:** 随着车辆普及度的提高, 车联网技术应运而生。车辆自组织网络以 IEEE 802.11p/1609.x 协议为基础, 使车与路边单元顺畅通信。车辆自组织网络为司机提供交通信息等, 具有很大的实用价值。IEEE 802.11p 协议是根据汽车通信环境设计的无线短距离通信标准, 目前对其设定传输距离是否满足通信要求的研究较少。文章针对 802.11p 车联网传输协议研究问题进行评述, 对车联网传输协议研究关键问题进行分析, 指出车联网传输协议研究的切入点, 有助于车联网技术走向实用。

**关键词:** 802.11p 协议; 车联网; 智能交通

## 0 引言

车联网通过采用信息处理技术对道路车辆行人进行区分识别管理, 提供有效的信息网络服务。运用技术包括电子标识技术、无线通信原理、大数据处理等。车联网是车载自组网, 用于实现移动车辆通信, 为车辆提供多种安全应用。人们对道路交通安全关注度提升, 使得车联网研究成为热点课题。传统智能交通系统以监测为主辅助交通管理方式, VANET 网络技术构建自组织开放无线通信网络, 减少交通事故危害。VANET 技术成熟后成为机动车标准配备<sup>[1]</sup>。本文给出了一种车联网移动性模型, 并对该模型的有效性进行了分析。

## 1 车联网研究

物联网是近年来新兴研究领域, 被称为世界信息产业第三次浪潮。车联网通过无线通信技术把车辆节点连接到网络中, 车辆交通控制中心可以自由交换信息。VANET 具有 MANET 普遍特征, 同时具有车辆数目巨大, 拥有多样外部辅助仪器设备; 易受到驾驶员个人行为影响, 频繁车流量变化导致网络拓扑结构变化, 车载单元无明显电源约束等特征。

VANET 网络可自组织建立临时无线移动通信网络, ITS 协会学界专家呼吁美国国会资助 WAVE/802.11p 的 ITS 系统研究。ASTM 关于车载无线通信网络研究始于 1992 年, 提出 DSRC 技术采用 915 MHz 频段, 对协议标准相关内容修订适应无线通信过程。美交通运输部针对车辆安全服务等应用设计空中接口标准<sup>[2]</sup>。DSRC 标准由日本 TC204 委员会负责制定, 中国政府提出加快交通信息类基础设施建设。WAVE 是下一代 DSRC 技术, WAVE 系统工作频段为 5.850 ~ 5.925 GHz, 可达到 6~27 Mbit/s 信息传输速率。IEEE 802.11p 协议定义物理层的绝大部分, IEEE 1069 与

802.11p 协同配合, 兼容 IPv6 协议用于娱乐相关信息通信。体系定义支持车载无线通信的相关信息, 标准与 IEEE 802.11p 构成 WAVE 协议体系<sup>[3]</sup>。

车联网是特殊的 MANET, 存在无线网络固有隐藏终端等问题, VANET 具有其他物联网不具备的特征, 体现在无线信道质量波动较大, 网络拓扑结构变化较快, 车辆节点运动规律可预测等。车联网应用包括先进交通管理系统、出行者信息系统, 基于 ITS 的交通收费系统等。随着我国汽车数量增加, 交通事故死亡率呈上升趋势。事故报警在路段行驶车辆间能否可靠快速预测传输是减少交通事故的关键。本文分析一种高速公路车联网移动模型, 设计车联网报文格式, 给出广播消息报文的 TTL 字段初始值设定方案<sup>[4]</sup>。

## 2 VANET 报文消息

分析车辆节点最大通信距离, 本文仅讨论节点连通与不连通下消息转发机制。考虑节点处于各自最大传输距离内, 通过调整发射功率减小车辆最大通信半径距离, 车辆广播消息报文采用多条泛洪方式。车辆节点不连通记为  $V_{i-1}$ , 在车辆进行中利用固定位置路边 RSU 单元完成信息中继转发。 $V_i$  进入与 RSU 通信范围。考虑车辆进行速度  $Speed_i$  满足均值  $\mu = Speed$ , 分布函数为  $f(Speed_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(Speed_i - \mu)^2}{2\sigma^2}}$ ,  $\exists \Delta$  时间后  $V_i$  与  $V_{i-1}$  变为连通状态。 $V_{i-1}$  完成存储  $\Delta t$  后转发。

考虑某路段消息广播应用场景, 报文考虑车辆移动速度矢量, 记录路由等报文头信息, TTL 字段用于控制广播报文泛滥。广播消息节点在 L 路段进行广播,  $bL$  长度路上存在车辆数目期望为  $\rho Lb$ , 假设不同连通集通过 RSU 存储转发模式中继广播消息, TTL 字段用于控制报文最大转发跳数, RSU 根据所在路段实际车辆交通流统计不同时间区间车辆密度  $\rho$ 。参数  $Lb$  由广

基金项目: 2021 重庆市教委科学技术研究项目; 项目名称: 可靠无线传感网的干扰估计与调度机制研究; 项目编号: KJQN202104009。  
2021 年重庆工商职业学院科研项目; 项目名称: 车联网 802.11p 协议的公平性研究; 项目编号: NDYB2021-16。

作者简介: 刘文晶(1988—), 女, 吉林榆树人, 讲师, 硕士; 研究方向: 车联网技术与可靠无线传感网技术。

播消息源节点给出广播涉及地理范围。Option 字段记录中继转发节点信息,车辆移动速度矢量等应用信息作为 DATA 数据部分。VANET 链路层报文格式如图 1 所示。

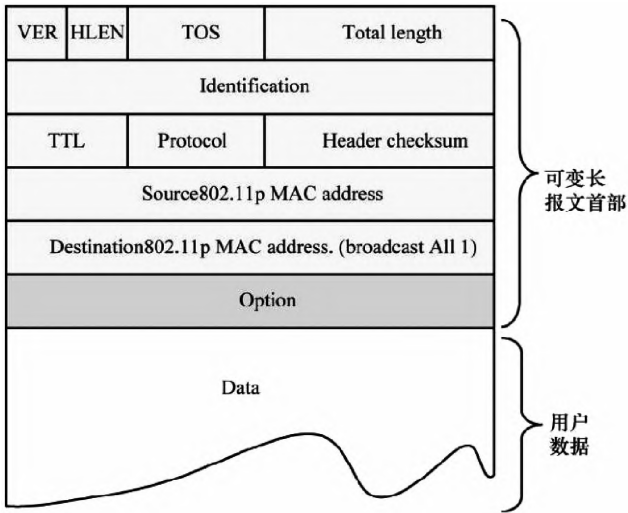


图 1 VANET 链路层报文格式

3 基于 802. 11p 的车联网连通性模型

FCC 将 75MHz 频段用于 802. 11p 车联网通信,车联网适配器使用信道接口技术尚无定论,单接口多信道模式信道切换大于传播时延,多接口多信道模式对车联网具有现实意义。802. 11p 协议满足行驶速度为 33 m/s 车辆通信。基于 802. 11p 车辆组网需要考虑对向行驶车辆,建立连接保持时间短,多普勒效应增大<sup>[5]</sup>。高速公路 VANET 网络组网时考虑同向行驶车辆组网符合实际。FCC 分配 6 个数据信道 SCH,单向道路使用 3 个 SCH<sup>[6]</sup>。考虑高速公路车辆前后距离为 2~1 500 m,认为单向多车道车辆建模为一维单车道研究。IEEE802. 11p 信道频谱分配如图 2 所示。

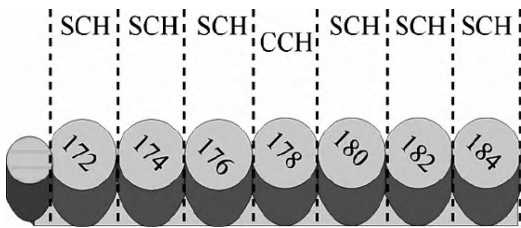


图 2 IEEE802. 11p 信道频谱分配

考虑一维车道频谱分配情况,自组织分布频谱分配算法下足够分配。车辆节点编序  $f_1, f_2$ ,在相邻链路间交替使用,Link(  $V_3, V_4$ ) 使用  $f_1$  后继链路交替使用互不干扰频段,频谱使用中自组织方式动态分配算法,相邻链路交替分配,Link(  $V_i, V_{i+10}$ ) 分配使用频段  $f_2$ ,Link(  $V_{i-1}, V_i$ ) 产生干扰。使用频段  $f_3$  节点间 Link(  $V_{i-1}, V_i$ ) 在触发下判断频段  $f_3$  跳频道(  $f_1, f_2$ ) 某频段是否存在冲突干扰,完成 Link(  $V_{i-1}, V_i$ ) 回退到(  $f_1, f_2$ ) 频段。设相邻车辆节点使用某频段通信,802. 11p 网卡发射功率大,发生过程根据信道情况调整。建立某时刻车辆位置坐标系,从右至左车辆位置为  $V_i, i=1, 2$ ,路段车辆数目满足  $\lambda = \rho x$  泊松分布。泊松过程对应计数过程  $x$  路段车辆总数目  $K(x)$  期望与方差为  $\lambda$ 。图 3 高速公路单向车道交通场景一维网络拓扑模型。

$P(k) = \lambda^k e^{-\lambda} / k! = (\rho x)^k e^{-\rho x} / k! E[K] = \lambda = \rho x, D[K] = E[K^2] - (E[K])^2 = \lambda = \rho x$ 。令  $x = R, R$  通信距离内有 1 量车概率为  $Pr\{k \geq 1\} = 1 - Pr\{k = 0\} = 1 - e^{-\rho R}$ ,可以把  $d(i+1)$  视为临近车辆进入路段到达时间间隔,推导中以  $d_i$  代替  $d(i-1, i), d_1 \dots |V_1| - |V_0|$ ,可省略取绝对值运算符  $x$  路段中出现车事件  $\{d_1 > x\}$  的事件发生,  $Pr\{d_1 > x\} = Pr\{K(x) = 0\} = e^{-\rho x}$ ,考虑  $Pr\{d_2 > x\} = E[Pr\{d_2 > x | d_1\}]$ ,  $d_2$  为具有均值  $1/\rho$  的指数分布随机变量。推论 1  $\{d_i, i=1, 2\}$  为独立同分布指数随机变量。将研究结论用于 VANET 连通性模型重要参数指标解析式推导。VANET 网络连通特性重要参数指标包括连通集个数期望与高速公路车辆密度具有密切关系。L 路段任意两车连通概率与车辆密度、传输距离关系如图 4 所示。

为验证高速公路交通场景下移动模型与车辆网络模型匹配性,利用 Matlab 生成多条序列,存放在数组中,利用 Matlab 生成多组满足均值  $\mu = 30$  m/s 的正态分布数据,车辆进行速度 Speed<sub>i</sub>,完成交通流模拟,实验参数设定节点最大传输距离为 1 000 m,  $\rho \in [0.001, 0.05]$  随着车辆间最大通信距离增加,车辆连通概率增大。路段任意两辆车概率跃迁宽度明显变窄。分析连通集直径与车辆最大通信距离关系,连通集直径增速随着车辆密度增加。分析某广播报文中 TTL 字段设定可能值, TTL 与车辆密度密切相关。

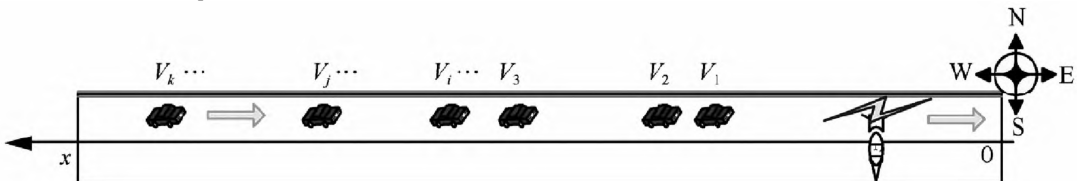


图 3 高速公路单向车道交通场景一维网络拓扑模型

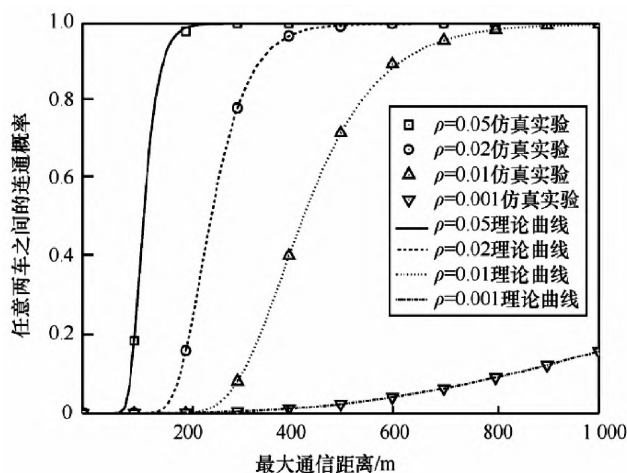


图 4 L 路段任意两车连通概率与车辆密度、传输距离关系

#### 4 结语

本文讨论高速公路交通场景车联网移动性模型,分析任意车辆连通性、连通集数目等方面,设计可用于车联网报文格式,给出广播消息报文的 TTL 字段初始值设定方案。近年来物联网在世界范围内得到迅速发展,车联网是实现物联网在交通工程领域的典型应用。车联网对车辆通信可靠性提出更高的要求。

IEEE802.11p 为车联网应用设计标准,现有针对 IEEE802.11p 协议研究大多为实现设定传输距离取值,未对协议规定传输距离满足通信要求理论分析。基于 802.11p 车联网 VANET 网络是涉及多学科研究课题,近景愿望成为机动车标准配备,相关研究成为业界关注的热点。

#### [参考文献]

- [1]林峰,周显东.IEEE 802.11p/1609.4 多信道协作机制改进研究[J].计算机工程,2019(7):7.
- [2]赵银泽.基于 D2D 的车联网环境下路由层的时延优化[D].南京:南京邮电大学,2020.
- [3]阎一豪.基于 FlexRay 总线车联网应用[D].成都:电子科技大学,2019.
- [4]张焕新.LTE 协助下车联网多媒体调度技术研究[D].大连:大连理工大学,2019.
- [5]向康宁.异构车联网切换技术研究[D].成都:电子科技大学,2019.
- [6]刘彪,王恒阳,胡志强,等.FlexRay 协议与 802.11p 协议的转换装置及方法:109617921A[P].2019-01-23.

(编辑 傅金鑫)

### Study on transmission strategy of Internet of Vehicles based on 802.11p protocol

Liu Wenjing, Huang Heqing

(Chongqing Technology and Business Institute, Chongqing 401520, China)

**Abstract:** With the increase in the popularity of vehicles, the Internet of Vehicles technology has emerged at the historic moment. The vehicle self-organizing network is based on the IEEE 802.11p/1609.x protocol to enable smooth communication between the vehicle and the roadside unit. The vehicle self-organizing network provides drivers with traffic information and so on, which has great practical value. The IEEE 802.11p protocol is a wireless short-distance communication standard designed according to the automotive communication environment. Existing research has less analyzed whether its set transmission distance meets the communication requirements. In order to comment on the research issues of the 802.11p Internet of Vehicles transmission protocol, analyze the key issues of the Internet of Vehicles transmission protocol research, and point out the entry point for the research of the Internet of Vehicles transmission protocol. Help the Internet of Vehicles technology to become practical.

**Key words:** 802.11p protocol; Internet of Vehicles; intelligent transportation