

# Research on Vehicle-to-everything Routing Protocol Based on Beidou Carrier Phase Differential Location Information

Zhengxin Zhang

Beijing Information Technology College, Beijing, 100015, China

## Abstract

VANET is a mobile Ad-Hoc network that carries routing equipment on vehicles and communicates between vehicles through multi hop mode. It is a communication network between vehicles based on wireless LAN technology. Due to the fact that VANET nodes are high-speed vehicles on the road, VANET has characteristics such as unstable topology and high wireless channel interference. Compared with ordinary wireless communication networks, VANET has significant differences in network routing protocols. Wireless routing protocol is one of the key technical areas that urgently need to be studied in VANET. This paper proposes a Vehicle-to-everything routing protocol and network security model based on Beidou carrier phase differential location information. Its main innovation points are: using Beidou differential location technology, establish accurate (centimeter level) relative location information between vehicles, improve the existing VANET routing protocol algorithm, reduce network topology discovery and maintenance costs, and improve the Rate of convergence of the algorithm.

## Keywords

carrier phase differential positioning; vehicle-to-everything; routing protocol

# 基于北斗载波相位差分位置信息的车联网路由协议研究

张正新

北京信息职业技术学院, 中国 · 北京 100015

## 摘要

车联网 (Vehicular Ad-Hoc Networks, VANET) 是一种在车辆上搭载路由设备, 车辆之间通过多跳方式进行通信的移动 Ad-Hoc 网络, 是建立在无线局域网技术基础上的一种车辆之间的通信网络。由于 VANET 节点是道路上的高速运动的车辆, 因此 VANET 具有拓扑结构不稳定、无线信道干扰大等特点, VANET 与普通的无线通信网相比在网络路由协议等方面具有很大的差别。无线路由协议是 VANET 的亟待研究的关键技术领域之一。论文提出了一种基于北斗载波相位差分位置信息的路由协议和网络安全模型, 其主要创新点是: 采用北斗差分定位技术, 建立车辆之间的 (厘米级) 精确相对位置信息, 改进现有 VANET 路由协议算法, 减少网络拓扑发现与维护开销、提高算法的收敛速度。

## 关键词

载波相位差分定位; 车联网; 路由协议

## 1 引言

传统的车辆网络路由算法有如下几类: SBRP (街道集路由算法)、CBRP (分簇路由算法)、ABRP (基于锚节点路由算法)、LGBRP (位置贪婪路由算法) 等。基于分簇路由算法主要应用于大规模、密集部署的无线传感网络中, 目前研究主要集中在降低节点能耗、提高数据采集效率、提高网络通信的可靠性等方面。

**【基金项目】**北京市教育委员会2018年度科技计划一般项目 (项目编号: KM201810857002)。

**【作者简介】**张正新 (1966-), 男, 中国湖南常德人, 本科, 教授级高级工程师, 从事通信技术、智能交通、软件工程研究。

由于缺乏精确的绝对位置和相对位置信息, LGBRP 路由协议存在着路由收敛速度较慢、发现和维持网络拓扑的开销大、分组数据转发延迟高等问题。ABRP 路由算法普遍存在锚节点选择盲目, 往往会降低路由的收敛效率, 还有可能出现路由环路; 同时, 易产生路由表的缺失和阻塞。SBRP 路由算法的研究焦点是获得道路信息 (地图信息、车辆连通性、密度等信息), 从而决定数据报文的转发路由。但这恰恰是传统基于卫星单点定位系统存在的最大的问题: 位置定位精度小于主要的街道宽度, 从而难以获得所需要的地图信息。

在 VANET 网络安全方面, 由于网络拓扑的变化频繁, 部署和管理高效率的访问控制列表是比较棘手的问题, 国内外在针对 VANET 的专门访问控制列表模型研究相对比较少。

为解决上述存在的问题, 论文提出了一种基于北斗差分定位技术的路由协议和网络安全模型。利用北斗卫星载波相位差分技术, 建立车辆之间的 (厘米级) 精确相对

位置信息,改进现有VANET路由协议算法,减少网络拓扑发现与维护开销、提高算法的收敛速度。

## 2 北斗差分定位技术介绍

北斗差分定位技术,其核心技术采用了实时载波相位差分(Real-time Kinematic, RTK),消除共相噪音,提高定位精度。一般来说,采用了RTK技术精度可达到厘米级,甚至可以达到毫米级,在工程中,可以用于监测建筑物(如电视塔、防洪大坝和桥梁等)的位移和形变。相比于单点定位,RTK需要在站间传输数据量较大原始位观测量,因而对传输网络的质量和性能要求较高。网络传输的误码,可能会出现卫星假失锁故障,系统需要重新初始化,使得定位解算无法连续进行。因此RTK技术在实际应用中,有较大的限制,必须依据具体项目进行修改和改进。

中国的北斗二代导航系统是具有三个频率信号的多频卫星导航系统,它在三个载频上,调制导航电子信息。在地面接收端,设置若干CORS站(连续运行参考站系统)、与车载设备一起,将原始观测量送往后台;后台系统对CORS站和车载设备的观测数据进行RTK运算,可以消除CORS站和车载设备的共相噪音(如电离层干扰、插入的扰码信息等),从而提高定位精度。

## 3 基于北斗载波相位差分位置信息的车联网路由协议

### 3.1 基于北斗载波相位差分位置信息的车联网路由协议

“基于北斗载波相位差分位置信息的车联网路由协议”是综合位置贪婪路由算法、分簇路由算法和锚节点路由算法的思想,引入北斗载波相位差分定位技术提出的一种新型适用于VANET应用的路由协议和算法(图1)。

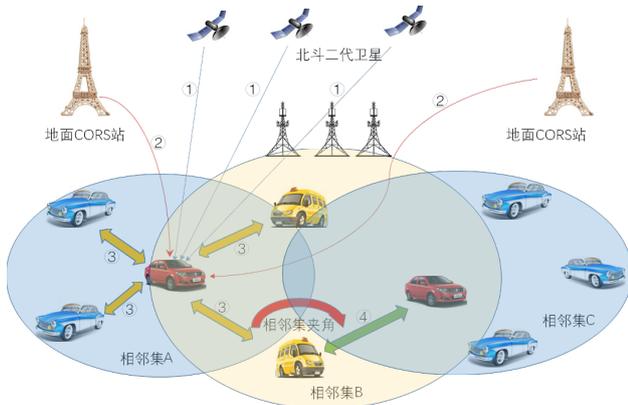


图1 基于北斗载波相位差分位置信息的车联网路由协议示意图

#### 3.1.1 相邻集及邻区广播

本路由协议参考OSPF(Open Shortest Path First)路由协议,引入相邻集的概念是指:以运行本算法的车辆为中心,通过一次无线广播能达到的相邻车辆。

#### 3.1.2 相邻集的形成

①车辆利用车载系统接收北斗卫星的导航电文,形成北斗卫星定位原始观测量。

②车辆通过VNET的通信网络,接收CORS站的原始观测量,利用RTK算法解算出车辆的位置信息(实测结算精度为 $\pm 1\text{m}$ )。

③车辆通过VNET的802.11广播网络,广播采集到的原始观测量(广播频率为10HZ);同时通过VNET的802.11广播网络接收相邻车辆广播的广播信息。

这里有一个关键技术,那就是相邻集算法设计。论文提出的相邻集算法是基于RSSI(接收信号强度指示)的,即对VNET中其他节点的RSSI值连续积分,若积分大于门限,则将该节点放相邻集中;若积分值小于某个值,则将该节点放入备选集;备选集中节点超时之后,将其删除(从备选集中移除)。

利用相邻集中的节点的原始观测量,采用RTK算法进行差分,实时解算高相邻集中的相对位置。由相邻集加入和退出规则可知,处于相邻集中的车辆,相对速度较低,因此差分解算出来的相对位置精度应该在 $\pm 0.05\text{m}$ 范围内。所以,每辆车在0.1s的周期内,可以得到自己相邻集中车辆的精确拓扑图,而普通的卫星定位无法得到这样精确的拓扑图。

④相邻集广播:每个车辆都维护了自己的相邻集,并在相邻集内广播邻接信息至其他车辆形成的相邻集的夹角大于 $120^\circ$ 的车辆。A、C都属于B的相邻集,从B车来看AC的夹角大于 $120^\circ$ ,因此B将广播A的信息给C,同时也广播C的信息给A。(相邻集广播算法模拟了移动通信三扇区基站方位角的概念。)

### 3.2 路由协议与算法理论分析

在上述相邻集算法描述中可知,相邻集算法是基于Wi-Fi的RSSI积分值的。802.11协议规定了相应的速率、功率、接收灵敏度等关系。

①相邻集范围:在VNET环境下,VNET节点之间没有障碍物,基本可认为是可视传播,所以相邻集区域为200~300m为直径的范围内。

②芯片选择:论文选用了用北京和芯通公司的UC260模块,它是一款低速芯片差分模块(采样率为10Hz)。

③理论指标分析:论文设计的方案中,VNET节点以10Hz的频率进行拓扑更新;若节点的平均速率为90km/h,则移动偏差为2.5m,远大于差分定位的精度( $\pm 0.05\text{m}$ ),因此通过延时来提高RTK的精度意义不大。为解决这个问题,论文增加了惯导模块,通过轨迹预测算法,校正系统移动偏差;理论计算系统的精度为 $\pm 0.1\text{m}$ ,完全满足车道识别和安全行驶的要求。

## 4 系统性能分析

相比于其他的网络,VNET对实时性和可靠性的要求是非常苛刻的。

①实时性需求分析:由于系统的位置精度为 $\pm 0.1\text{m}$ ,设节点移动速度为90km/h。可以算出,系统对实时性容限为: $s/v=0.004\text{s}$ (4ms)。

②可靠性需求分析:本文采用Ntrip(Networked Transport of RTCM via Internet Protocol)在VNET上进行RTK数据传输。Ntrip是一个应用层协议,可以确保RTK数据的可靠传输。依据前面分析,系统延时容限为4ms,在

200~300m 范围内,理论上,允许 Ntrip 对一个数据包重传的最大次数为 3 次。

#### 4.1 系统实时性分析

① CORS 站间数传延时分析: CORS 站之间最大距离为 70km,因此, VNET 节点和 CORS 站之间的最大距离为 35km。由此可以计算: CORS 站和 VNET 节点之间传输延迟最小为 0.12ms。

② VNET 节点之间传输延时分析:从上述分析可知,只有处于同一个相邻集的节点,才通过广播通信。相邻集的最大直径为 300m,传输延迟最小为 1us(可以忽略不计)。

③处理延时:系统延时的容限为 4ms,综合上述分析,系统最大的延时还是在信息处理的环节。

#### 4.2 系统测试数据分析

本文的实验属于静态实验,即两个 VNET 节点都静止

不动,分别从对方以及从 CORS 站获取原始观测测量,在车载设备上 RTK 计算。实验结果如表 1 所示。

分析上述数据可知:本文的 VNET 的抖动和延时都比较大。最小延时为 6ms,而最大延时为 211ms,已经超出的系统对延时的容限。从另外一方面看,最小延时为 6ms,已经接近了系统,通过优化,可以使延时小于容限。延迟原因分析如下:

①车载设备的计算能力受限:论文将 RTK 的计算放在车载设备上,而车载设备的主 CPU 是两片 STM32 芯片,16Mhz 主频,处理复杂数据和简单数据(数据不变)是计算延迟太大。

② VNET 节点之间 WIFI 广播的可靠性差:由于车辆之间采用 Wi-Fi 广播传输,丢包率较高,引发系统等待延迟。

表 1 实时测试数据

序号	包大小 (B)	延时 (ms)	序号	包大小 (B)	延时 (ms)	序号	包大小 (B)	延时 (ms)
3645	4096	6.25	3654	4096	152.281	3663	4096	62.953
3646	4096	7.25	3655	4096	142.343	3664	4096	53.015
3647	4096	7.25	3656	4096	132.437	3665	4096	43.375
3648	4096	211.812	3657	4096	122.515	3666	4096	33.468
3649	4096	201.921	3658	4096	112.593	3667	4096	23.546
3650	4096	192	3659	4096	102.656	3668	4096	13.625
3651	4096	182.06	3660	4096	92.734	3669	4096	6.031
3652	4096	172.14	3661	4096	82.812	3670	4096	6.062
3653	4096	162.218	3662	4096	72.875			

### 5 结语

论文提出的“基于北斗载波相位差分位置信息的车联网路由协议”是综合位置贪婪路由算法、分簇路由算法和锚节点路由算法的思想,引入北斗载波相位差分定位技术提出的一种新型适用于 VANET 应用的路由协议和算法,较好地解决了传统车辆网络由协议中存在的路由收敛速度较慢、发现和维持网络拓扑的开销大、分组数据转发延迟高等问题,同时也避免了于锚节点路由算法普遍存在锚节点选择盲目、易产生路由空洞和网络阻塞等问题。

对“基于北斗载波相位差分位置信息的车联网路由协议”工作影响较大的是传输系统,试验与仿真分析表明基于北斗短报文通信的传输系统的时延主要来自地面网络的原因,可以通过异构网络进行改善。

#### 参考文献

[1] BILAL M, CHAN P M L, PILLAI P. A fastest multi-hop routing scheme for information dissemination in vehicular communication systems[A]. Softcom International Conference on Software Telecommunications and Computer Networks[C]. IEEE, 2010:35-41.

[2] BOHLOOLI A, JAMSHIDI K. Detecting the vehicle direction changes for routing algorithms and applications of vehicular ad hoc networks[J]. IEE Transactions on Electrical and Electronic

Engineering, 2012,7(3):329-333.

[3] 张继永,杨斌.无线车联网WAVE车-车通信中的一种路由算法实现[J].通信技术,2013,46(9):55-57.

[4] 罗涛,李俊涛,刘瑞娜,等.VANET中安全信息的快速可靠广播路由算法[J].计算机学报,2015,38(3):663-672.

[5] 刘国田,杨永军,刘征宇,等.基于位置信息的车联网路由恢复方法[J].电子测量与仪器学报,2012,26(8):716-720.

[6] Heinzelman W, Chandrakasan A, and Balakrishnan H. Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks[C]. Proceedings of the International Conference on System Sciences. Hawaii, USA, 2000:3005-3014.

[7] Heinzelman W, Chandrakasan A, Balakrishnan H. An application specific protocol architecture for wireless microsensor networks[J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2002,1(4):660-670.

[8] 胡升泽,包卫东,王博,等.无线传感器网络基于多元簇首的分簇数据收集算法[J].电子与信息学报,2014,36(2):403-408.

[9] 苏金树,郭文忠,余朝龙,等.负载均衡感知的无线传感器网络容错分簇算法[J].计算机学报,2014,37(2):445-456.

[10] TALEB T, SAKHAE E, JAMALIPOUR A, et al. A stable routing protocol to support its services in VANET networks[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2007,56(6):3337-3347.