



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105578552 B

(45)授权公告日 2018.12.21

(21)申请号 201510975173.X

H04W 40/24(2009.01)

(22)申请日 2015.12.22

H04W 68/00(2009.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

H04W 84/18(2009.01)

申请公布号 CN 105578552 A

(43)申请公布日 2016.05.11

(73)专利权人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

(72)发明人 杨立才 史云峰 郝慎学 刘海清
王德伟

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 赵妍

(51)Int.Cl.

H04W 40/02(2009.01)

H04W 40/20(2009.01)

(56)对比文件

CN 103781198 A,2014.05.07,

黄仁航.智能小区无线传感器网络路由协议研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库》.2009,第36-46页.

袁悦.无线传感器网络路由算法的改进研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库》.2011,第37-41页.

高腾.能量高效的无线传感器网络分簇路由协议研究.《中国博士学位论文全文数据库》.2011,第62页、第93页.

刘海青.大规模VANET数据传输策略的研究.《中国博士学位论文全文数据库》.2015,

审查员 罗恒

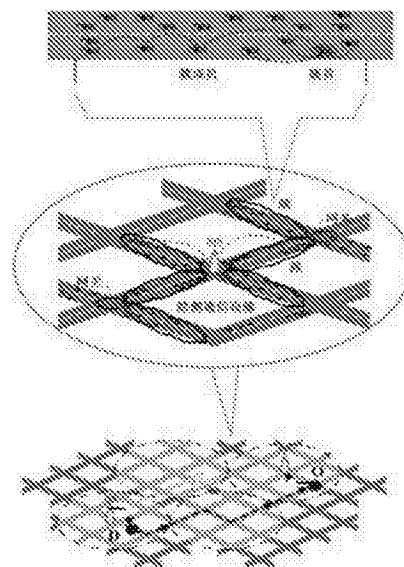
权利要求书4页 说明书13页 附图4页

(54)发明名称

基于车辆一簇一通信小区三层架构的数据传输系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于车辆一簇一通信小区三层架构的数据传输系统及方法,该系统包括无线通信装置,其安装于车辆上,在预设区域内划分的每个通信小区的每条单向行驶路段的所有车辆上的无线通信装置均设置为一个簇结构的簇成员;所述无线通信装置包括消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置;在消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置属于同一通信小区的情况下,所述消息源节点无线通信装置用于将源数据包经过簇结构中簇成员的转发传送至目的节点无线通信装置,实现消息源节点无线通信装置与目的节点无线通信装置之间的通信。本发明有效地降低了路网中车辆高速移动给链路带来的不良影响,减少了断链次数,降低了丢包率。



1. 一种基于车辆—簇—通信小区三层架构的数据传输系统,其特征在于,包括:

无线通信装置,所述无线通信装置安装于车辆上;其中,在预设区域内划分的每个通信小区的每条单向行驶路段的所有车辆上的无线通信装置均设置为一个簇结构的簇成员;所述簇结构还包括从簇成员筛选出的簇首,所述簇首用于接收该簇结构中所有簇成员的状态信息并向簇首对应的所有簇成员广播声明信息;

所述无线通信装置包括消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置;

在消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置属于同一通信小区的情况下,所述消息源节点无线通信装置用于将接收到的声明信息经簇结构中的簇成员转发至目的节点无线通信装置,实现消息源节点无线通信装置与目的节点无线通信装置之间的通信;

采用随机争用与先声明先得原则从簇成员中选取簇首,簇首用于接收该簇结构中所有簇成员的状态信息并向簇首对应的所有簇成员广播声明信息,簇成员根据接收到的声明消息自适应调整下一次发送自身状态信息的时间;

采用基于动态时间戳策略进行维护簇结构,其维护过程包括:

簇首以广播的方式进行传递声明消息,簇成员接收声明消息并及时转发;在簇成员的状态信息采集阶段,簇成员根据所维护的路由信息向簇首发送自己的期望状态信息,并由簇首进行融合处理;当簇首消失或簇结构中有无线通信装置加入时,分别重新选择相应的簇首;

广播消息中包含有簇首地理位置信息与转发节点的位置信息,当节点收到簇首的广播消息后,首先计算自己和簇首的距离 $dis(Node(i),CH)$ 以及上一个转发节点和簇首的距离 $dis(Forward_{latest},CH)$,如果 $dis(Node(i),CH) > dis(Forward_{latest},CH)$,则判断是否是第一次收到该广播消息,如果是,记录转发路径并转发,否则只记录路径不转发;如果 $dis(Node(i),CH) \leq dis(Forward_{latest},CH)$,则丢弃该数据包;

通过定向广播方式,将消息传递沿一定的方向进行,同时使得每个节点只转发一次;

在初始簇建立之后,簇头广播声明消息,成员接收消息并及时转发;节点收到簇首发送的簇首声明数据包,记录簇头和转发节点信息,并将自己的ID及位置信息加入到消息包中,同时跳数 k 加1,将修改之后的消息进行转发;当声明消息超出该簇的范围,终止转发;由于通信链路是双向连通的,消息转发结束后,簇成员会根据不同转发节点的转发信息建立到达簇首的多条路由;

新的车辆节点驶入该簇的区域,节点清空在上一个簇中的簇首和簇状态信息,自动成为该簇成员并等待 σ_{max} 时间;在该时间内,如果收到簇首的广播信息,则更新簇状态信息,向簇首发送状态信息并等待下一个时间戳;如果在该时间内没有收到簇首信息,说明链路中断或者簇中没有簇首,则以初始簇首选择过程中“先声明先得”的原则进行簇首争用; σ_{max} 为在初始簇首选择阶段的最大延时时间。

2. 一种基于车辆—簇—通信小区三层架构的数据传输系统,其特征在于,包括:

无线通信装置,所述无线通信装置安装于车辆上;其中,在预设区域内划分的每个通信小区的每条单向行驶路段的所有车辆上的无线通信装置均设置为一个簇结构的簇成员;所述簇结构还包括从簇成员筛选出的簇首,所述簇首用于接收该簇结构中所有簇成员的状态信息并向簇首对应的所有簇成员广播声明信息;

所述无线通信装置包括消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置;

在消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置归属于不同通信小区的情况下,消息源节点无线通信装置用于将接收到的声明消息依次经过设置于所述消息源节点无线通信装置所在通信小区的消息源路侧单元以及设置于所述目的节点无线通信装置所在通信小区的目的路侧单元,最后转发至目的节点无线通信装置,实现消息源节点无线通信装置与目的节点无线通信装置之间的通信;

采用随机争用与先声明先得原则从簇成员中选取簇首,簇首用于接收该簇结构中所有簇成员的状态信息并向簇首对应的所有簇成员广播声明信息,簇成员根据接收到的声明消息自适应调整下一次发送自身状态信息的时间;

采用基于动态时间戳策略进行维护簇结构,其维护过程包括:

簇首以广播的方式来进行传递声明消息,簇成员接收声明消息并及时转发;在簇成员的状态信息采集阶段,簇成员根据所维护的路由信息向簇首发送自己的期望状态信息,并由簇首进行融合处理;当簇首消失或簇结构中有无线通信装置加入时,分别重新选择相应的簇首;

广播消息中包含有簇首地理位置信息与转发节点的位置信息,当节点收到簇首的广播消息后,首先计算自己和簇首的距离 $dis(Node(i),CH)$ 以及上一个转发节点和簇首的距离 $dis(Forward_{latest},CH)$,如果 $dis(Node(i),CH) > dis(Forward_{latest},CH)$,则判断是否是第一次收到该广播消息,如果是,记录转发路径并转发,否则只记录路径不转发;如果 $dis(Node(i),CH) \leq dis(Forward_{latest},CH)$,则丢弃该数据包;

通过定向广播方式,将消息传递沿一定的方向进行,同时使得每个节点只转发一次;

在初始簇建立之后,簇头广播声明消息,成员接收消息并及时转发;节点收到簇首发送的簇首声明数据包,记录簇头和转发节点信息,并将自己的ID及位置信息加入到消息包中,同时跳数 k 加1,将修改之后的消息进行转发;当声明消息超出该簇的范围,终止转发;由于通信链路是双向连通的,消息转发结束后,簇成员会根据不同转发节点的转发信息建立到达簇首的多条路由;

新的车辆节点驶入该簇的区域,节点清空在上一个簇中的簇首和簇状态信息,自动成为该簇成员并等待 σ_{max} 时间;在该时间内,如果收到簇首的广播信息,则更新簇状态信息,向簇首发送状态信息并等待下一个时间戳;如果在该时间内没有收到簇首信息,说明链路中断或者簇中没有簇首,则以初始簇首选择过程中“先声明先得”的原则进行簇首争用; σ_{max} 为在初始簇首选择阶段的最大延时时间。

3. 一种基于车辆—簇—通信小区三层架构的数据传输系统的传输方法,其特征在于,包括:

进入预设区域内划分的每个通信小区的每条单向行驶路段的所有车辆上的无线通信装置作为簇成员并组建为一个簇结构;

从簇成员筛选出的簇首,簇首接收簇结构中所有簇成员的状态信息并向簇首对应的所有簇成员广播声明信息;

在消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置归属于同一通信小区的情况下,所述消息源节点无线通信装置将接收到的声明消息经簇结构中簇成员的转发至目的节点无线通信装置,实现消息源节点无线通信装置与目的节点无线通信装置之间的通信;

采用随机争用与先声明先得原则从簇成员中选取簇首,簇首用于接收该簇结构中所有

簇成员的状态信息并向簇首对应的所有簇成员广播声明信息,簇成员根据接收到的声明消息自适应调整下一次发送自身状态信息的时间;

采用基于动态时间戳策略进行维护簇结构,其维护过程包括:

簇首以广播的方式来进行传递声明消息,簇成员接收声明消息并及时转发;在簇成员的状态信息采集阶段,簇成员根据所维护的路由信息向簇首发送自己的期望状态信息,并由簇首进行融合处理;当簇首消失或簇结构中有无线通信装置加入时,分别重新选择相应的簇首;

广播消息中包含有簇首地理位置信息与转发节点的位置信息,当节点收到簇首的广播消息后,首先计算自己和簇首的距离 $dis(Node(i),CH)$ 以及上一个转发节点和簇首的距离 $dis(Forward_{latest},CH)$,如果 $dis(Node(i),CH) > dis(Forward_{latest},CH)$,则判断是否是第一次收到该广播消息,如果是,记录转发路径并转发,否则只记录路径不转发;如果 $dis(Node(i),CH) \leq dis(Forward_{latest},CH)$,则丢弃该数据包;

通过定向广播方式,将消息传递沿一定的方向进行,同时使得每个节点只转发一次;

在初始簇建立之后,簇头广播声明消息,成员接收消息并及时转发;节点收到簇首发送的簇首声明数据包,记录簇头和转发节点信息,并将自己的ID及位置信息加入到消息包中,同时跳数 k 加1,将修改之后的消息进行转发;当声明消息超出该簇的范围,终止转发;由于通信链路是双向连通的,消息转发结束后,簇成员会根据不同转发节点的转发信息建立到达簇首的多条路由;

新的车辆节点驶入该簇的区域,节点清空在上一个簇中的簇首和簇状态信息,自动成为该簇成员并等待 σ_{max} 时间;在该时间内,如果收到簇首的广播信息,则更新簇状态信息,向簇首发送状态信息并等待下一个时间戳;如果在该时间内没有收到簇首信息,说明链路中断或者簇中没有簇首,则以初始簇首选择过程中“先声明先得”的原则进行簇首争用; σ_{max} 为在初始簇首选择阶段的最大延时时间。

4. 如权利要求3所述的传输方法,其特征在于,采用分水岭算法将预设区域划分为若干个通信小区,其具体过程为:

在预设区域中,构建由路段和交叉口组成的车路网络拓扑图,其中,点代表各个路段,连线代表交叉口,路段的关联路段代表与路段两侧最近交叉口相连通的路段集合;

计算车路网络拓扑图中路段与路段之间的连通概率,根据路段连通概率分布以及预设连通概率阈值,最终将预设区域划分成若干个通信小区。

5. 一种基于车辆—簇—通信小区三层架构的数据传输系统的传输方法,其特征在于,包括:

进入预设区域内划分的每个通信小区的每条单向行驶路段的所有车辆上的无线通信装置作为簇成员并组建为一个簇结构;

从簇成员筛选出的簇首,簇首接收簇结构中所有簇成员的状态信息并向簇首对应的所有簇成员广播声明信息;

在消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置归属于不同通信小区的情况下,消息源节点无线通信装置将接收到的声明消息发送至与设置于所述消息源节点无线通信装置所在通信小区的消息源路侧单元;消息源路侧单元将接收的信息转发至设置于所述目的节点无线通信装置所在通信小区的目的路侧单元;目的路侧单元将接收的信息转发至目

的节点无线通信装置,实现消息源节点无线通信装置与目的节点无线通信装置之间的通信;

采用随机争用与先声明先得原则从簇成员中选取簇首,簇首用于接收该簇结构中所有簇成员的状态信息并向簇对应的所有簇成员广播声明信息,簇成员根据接收到的声明消息自适应调整下一次发送自身状态信息的时间;

采用基于动态时间戳策略进行维护簇结构,其维护过程包括:

簇首以广播的方式进行传递声明消息,簇成员接收声明消息并及时转发;在簇成员的状态信息采集阶段,簇成员根据所维护的路由信息向簇首发送自己的期望状态信息,并由簇首进行融合处理;当簇首消失或簇结构中有无线通信装置加入时,分别重新选择相应的簇首;

广播消息中包含有簇首地理位置信息与转发节点的位置信息,当节点收到簇首的广播消息后,首先计算自己和簇首的距离 $dis(Node(i),CH)$ 以及上一个转发节点和簇首的距离 $dis(Forward_{latest},CH)$,如果 $dis(Node(i),CH) > dis(Forward_{latest},CH)$,则判断是否是第一次收到该广播消息,如果是,记录转发路径并转发,否则只记录路径不转发;如果 $dis(Node(i),CH) \leq dis(Forward_{latest},CH)$,则丢弃该数据包;

通过定向广播方式,将消息传递沿一定的方向进行,同时使得每个节点只转发一次;

在初始簇建立之后,簇头广播声明消息,成员接收消息并及时转发;节点收到簇首发送的簇首声明数据包,记录簇头和转发节点信息,并将自己的ID及位置信息加入到消息包中,同时跳数 k 加1,将修改之后的消息进行转发;当声明消息超出该簇的范围,终止转发;由于通信链路是双向连通的,消息转发结束后,簇成员会根据不同转发节点的转发信息建立到达簇首的多条路由;

新的车辆节点驶入该簇的区域,节点清空在上一个簇中的簇首和簇状态信息,自动成为该簇成员并等待 σ_{max} 时间;在该时间内,如果收到簇首的广播信息,则更新簇状态信息,向簇首发送状态信息并等待下一个时间戳;如果在该时间内没有收到簇首信息,说明链路中断或者簇中没有簇首,则以初始簇首选择过程中“先声明先得”的原则进行簇首争用; σ_{max} 为在初始簇首选择阶段的最大延时时间。

6. 如权利要求5所述的传输方法,其特征在于,采用分水岭算法将预设区域划分为若干个通信小区,其具体过程为:

在预设区域中,构建由路段和交叉口组成的车路网络拓扑图,其中,点代表各个路段,连线代表交叉口,路段的关联路段代表与路段两侧最近交叉口相连通的路段集合;

计算车路网络拓扑图中路段与路段之间的连通概率,根据路段连通概率分布以及预设连通概率阈值,最终将预设区域划分成若干个通信小区。

基于车辆一簇一通信小区三层架构的数据传输系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于数据通信领域,尤其涉及一种基于车辆一簇一通信小区三层架构的数据传输系统及方法。

背景技术

[0002] 道路交通系统是典型的复杂巨系统,依靠传统的智能交通管理方式,单从车辆或道路的角度考虑,很难解决不断恶化的事故频发、交通拥堵以及由此导致的环境污染等问题。无线传感器网络等现代科学技术推动了以车车、车路通信为基础的车路协同技术的发展。车路协同系统(Cooperative Vehicle Infrastructure System, CVIS)基于无线通信、传感器检测等技术获取车辆和道路信息,通过车车、车路通信进行信息交互和共享,以实现车辆和道路基础设施之间的智能协同与配合,达到优化利用系统资源、提高道路交通安全、缓解交通拥堵的目的。车路协同系统不仅是国际智能交通领域研究的热点问题之一,更是各国智能交通发展路线图中的关键环节,并将主导未来智能交通的发展方向。

[0003] 车路协同系统中的“车”指的是装配有车辆状态监测、无线通信等设备的车辆单元,“路”指的是路侧设施,如信号控制器、信息基站等。一定范围内的车车、车路之间相互交换信息,并自动连接建立一种移动的无线传感器网络,即车辆自组织网络(Vehicle Ad hoc Networks, VANET)。车辆自组织网络中车车、车路之间的可靠通信是实现车路协同的基础。通过车载终端对车辆及道路状态信息的准确检测和无线通信网络的实时信息传输,可以实现车路协同系统中数据的高效共享,并服务于各种高实时性和高可靠性的车路协同应用。

[0004] 车路协同系统的应用层面上主要体现在两个方面:一是面向安全的应用,如车车主动避撞、危险路段预警与控制等;二是面向效率的应用,如交通信号的协调控制、实时动态路径诱导等。近年来,国内外学者相继开展了一系列面向安全的车路协同应用研究,并取得了一些满意的阶段性成果。

[0005] 随着交通需求的不断提高,以改善交通运行效率为目标的车路协同控制技术及其相关理论,也逐渐引起国内外学者的重视。有别于面向安全的车路协同技术研究,面向效率的车路协同技术通常以宏观路网及其建立的通信网络为研究对象,网络一般包含有海量的车辆节点并覆盖大范围的地理空间,具有大规模通信网络的特点。例如,在基于车路协同的交通诱导系统中,道路交通状态的获取和最优路径规划,都需要以整个城市路网中的行驶车辆和道路及交通设施为对象进行研究,诱导系统不仅需要实时采集和处理来自路网中各个道路或区域的交通状态信息,还必须通过车路通信网络将实时的交通状态信息准确传输至目标车辆。

[0006] 然而,车路通信网络的自组织、分布式及拓扑易变等特性给大规模车路通信网络的数据传输带来了严峻挑战。在车路通信网络中,消息源节点和目的节点之间的地理距离越远,通信链路建立过程中需要考虑的节点数越多,在此情形下,网络规模激增,直接导致数据传输路由的建立与维护需要更加庞大的控制开销。另外,随着网络规模的增大,路网交通状态的随机性增强,车辆分布及运动规律更加难以预测,网络拓扑更具多变性,使得数据

传输路由的维护更加困难。

[0007] 大规模车路通信网络中数据传输的低可靠性和时延已成为制约车路协同系统相关应用的瓶颈,研究适应其高性能要求的数据传输方法与通信协议,对于推动大规模车路通信网络的研究,以及车路协同技术的发展都具有十分重要的理论和现实意义。

发明内容

[0008] 为了解决现有技术的缺点,本发明一种基于车辆一簇一通信小区三层架构的数据传输系统及方法,本发明采用车辆一簇一通信小区三层架构进行实现消息源节点无线通信装置与目的节点无线通信装置之间的通信,可以大大缩短以车-车无线多跳方式进行通信的距离,从而可以有效降低路网中车辆高速移动给链路带来的不良影响,减少断链次数,降低丢包率。

[0009] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0010] 一种基于车辆一簇一通信小区三层架构的数据传输系统,包括:

[0011] 无线通信装置,所述无线通信装置安装于车辆上,其中,在预设区域内划分的每个通信小区的每条单向行驶路段的所有车辆上的无线通信装置均设置为一个簇结构的簇成员;所述簇结构还包括从簇成员筛选出的簇首,所述簇首用于接收该簇结构中所有簇成员的状态信息并向簇首对应的所有簇成员广播声明信息;

[0012] 所述无线通信装置包括消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置;

[0013] 在消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置属于同一通信小区的情况下,所述消息源节点无线通信装置用于将接收到的声明信息经簇结构中的簇成员转发至目的节点无线通信装置,实现消息源节点无线通信装置与目的节点无线通信装置之间的通信。

[0014] 一种基于车辆一簇一通信小区三层架构的数据传输系统,包括:

[0015] 无线通信装置,所述无线通信装置安装于车辆上,其中,在预设区域内划分的每个通信小区的每条单向行驶路段的所有车辆上的无线通信装置均设置为一个簇结构的簇成员;所述簇结构还包括从簇成员筛选出的簇首,所述簇首用于接收该簇结构中所有簇成员的状态信息并向簇首对应的所有簇成员广播声明信息;

[0016] 所述无线通信装置包括消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置;

[0017] 在消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置归属于不同通信小区的情况下,消息源节点无线通信装置用于将接收到的声明消息依次经过设置于所述消息源节点无线通信装置所在通信小区的消息源路侧单元以及设置于所述目的节点无线通信装置所在通信小区的目的地路侧单元,最后转发至目的节点无线通信装置,实现消息源节点无线通信装置与目的节点无线通信装置之间的通信。

[0018] 一种基于车辆一簇一通信小区三层架构的数据传输系统的传输方法,包括:

[0019] 进入预设区域内划分的每个通信小区的每条单向行驶路段的所有车辆上的无线通信装置作为簇成员并组建为一个簇结构;

[0020] 从簇成员筛选出的簇首,簇首接收簇结构中所有簇成员的状态信息并向簇首对应的所有簇成员广播声明信息;

[0021] 在消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置归属于同一通信小区的情

况下,所述消息源节点无线通信装置将接收到的声明消息经簇结构中簇成员的转发至目的节点无线通信装置,实现消息源节点无线通信装置与目的节点无线通信装置之间的通信。

[0022] 在一个簇结构中,采用随机争用与先声明先得原则从簇成员中选取簇首,簇首用于接收该簇结构中所有簇成员的状态信息并向簇首对应的所有簇成员广播声明信息,簇成员根据接收到的声明消息自适应调整下一次发送自身状态信息的时间。

[0023] 采用分水岭算法将预设区域划分为若干个通信小区,其具体过程为:

[0024] 在预设区域中,构建由路段和交叉口组成的车路网络拓扑图,其中,点代表各个路段,连线代表交叉口,路段的关联路段代表与路段两侧最近交叉口相连通的路段集合;

[0025] 计算车路网络拓扑图中路段与路段之间的连通概率,根据路段连通概率分布以及预设连通概率阈值,最终将预设区域划分成若干个通信小区。

[0026] 采用基于动态时间戳策略进行维护簇结构,其维护过程包括:

[0027] 簇首以广播的方式来进行传递声明消息,簇成员接收声明消息并及时转发;在簇成员的状态信息采集阶段,簇成员根据所维护的路由信息向簇首发送自己的期望状态信息,并由簇首进行融合处理;当簇首消失或簇结构中有无线通信装置加入时,分别重新选择相应的簇首。

[0028] 一种基于车辆一簇一通信小区三层架构的数据传输系统的传输方法,包括:

[0029] 进入预设区域内划分的每个通信小区的每条单向行驶路段的所有车辆上的无线通信装置作为簇成员并组建为一个簇结构;

[0030] 从簇成员筛选出的簇首,簇首接收簇结构中所有簇成员的状态信息并向簇首对应的所有簇成员广播声明信息;

[0031] 在消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置归属于不同通信小区的情况下,消息源节点无线通信装置将接收到的声明消息发送至与设置于所述消息源节点无线通信装置所在通信小区的消息源路侧单元;消息源路侧单元将接收的信息转发至设置于所述目的节点无线通信装置所在通信小区的目的路侧单元;目的路侧单元将接收的信息转发至目的节点无线通信装置,实现消息源节点无线通信装置与目的节点无线通信装置之间的通信。

[0032] 在一个簇结构中,采用随机争用与先声明先得原则从簇成员中选取簇首,簇首用于接收该簇结构中所有簇成员的状态信息并向簇首对应的所有簇成员广播声明信息,簇成员根据接收到的声明消息自适应调整下一次发送自身状态信息的时间。

[0033] 采用分水岭算法将预设区域划分为若干个通信小区,其具体过程为:

[0034] 在预设区域中,构建由路段和交叉口组成的车路网络拓扑图,其中,点代表各个路段,连线代表交叉口,路段的关联路段代表与路段两侧最近交叉口相连通的路段集合;

[0035] 计算车路网络拓扑图中路段与路段之间的连通概率,根据路段连通概率分布以及预设连通概率阈值,最终将预设区域划分成若干个通信小区。

[0036] 采用基于动态时间戳策略进行维护簇结构,其维护过程包括:

[0037] 簇首以广播的方式来进行传递声明消息,簇成员接收声明消息并及时转发;在簇成员的状态信息采集阶段,簇成员根据所维护的路由信息向簇首发送自己的期望状态信息,并由簇首进行融合处理;当簇首消失或簇结构中有无线通信装置加入时,分别重新选择相应的簇首。

[0038] 本发明的有益效果为：

[0039] (1) 为推动面向效率的车路协同系统应用,本发明解决了大规模车路通信网络中海量节点的有效管理与数据传输问题,本方法将车辆自组织网络、无线通信及优化理论车路协同相关技术有机整合,创新性地面向大规模车路通信网络的“车辆-簇-通信小区”的三层数据传输体系架构,提出了一种适应于大规模车路通信网络的三层数据传输方法,该方法为大规模车路通信网络的研究,以及面向效率的车路协同应用技术提供可靠的理论支撑。

[0040] (2) 本发明可以大大缩短以车-车无线多跳方式进行通信的距离,从而可以有效降低路网中车辆高速移动给链路带来的不良影响,减少断链次数,降低丢包率;本发明的车辆节点选择具有最大连通概率的路侧单元RSU进行消息的辅助转发,进一步提高了数据包的投递率,这样在不同车速和车辆数下实现数据的有效传输。

附图说明

[0041] 图1为路段连通概率分布图;

[0042] 图2为道路网拓扑结构及关联路段集合图;

[0043] 图3为基于路段位置的簇的建立图;

[0044] 图4为基于时间戳序列的簇首选择与维护图;

[0045] 图5为基于通信小区和路侧单元RSU辅助转发的数据传输策略图;

[0046] 图6为通信小区划分结果及接入口图;

[0047] 图7为仿真场景图;

[0048] 图8为本发明的基于车辆-簇-通信小区架构示意图。

具体实施方式

[0049] 下面结合附图与实施例对本发明做进一步说明:

[0050] 如图8所示,本发明的一种基于车辆-簇-通信小区三层架构的数据传输系统的传输方法,包括:

[0051] 无线通信装置,所述无线通信装置安装于车辆上,其中,在预设区域内划分的每个通信小区的每条单向行驶路段的所有车辆上的无线通信装置均设置为一个簇结构的簇成员;所述簇结构还包括从簇成员筛选出的簇首,所述簇首用于接收该簇结构中所有簇成员的状态信息并向簇首对应的所有簇成员广播声明信息;

[0052] 所述无线通信装置包括消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置;

[0053] 在消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置属于同一通信小区的情况下,所述消息源节点无线通信装置用于将接收到的声明信息经簇结构中的簇成员转发至目的节点无线通信装置,实现消息源节点无线通信装置与目的节点无线通信装置之间的通信。

[0054] 此外,在消息源节点无线通信装置和目的节点无线通信装置归属于不同通信小区的情况下,消息源节点无线通信装置用于将接收到的声明消息依次经过设置于所述消息源节点无线通信装置所在通信小区的消息源路侧单元以及设置于所述目的节点无线通信装置所在通信小区的目的地路侧单元,最后转发至目的节点无线通信装置,实现消息源节点无

线通信装置与目的节点无线通信装置之间的通信。

[0055] 其中,车辆节点的状态信息包括ID、速度和位置信息;声明信息包括簇首ID、速度和位置信息,转发节点ID、速度和位置信息,以及转发跳数。

[0056] 如图1所示,本发明利用分水岭算法,对网络中具有良好通信性能的地理区域进行识别,从而实现对通信小区的划分。

[0057] 从图1可以观察到,本发明的算例路网中主要包含三个连通性良好的区域,如图1中的I、II和III这三部分。根据路段连通概率分布,用单位1分别减去地图上每个路段的连通概率,得到每个路段不连通的概率值 $\overline{p(i)}=1-p(i)$ 。路段连通性能越高,该值越小。本发明根据路段地理位置及连通概率分布构建拓扑地貌,地貌海拔高度为路段不连通的概率值 $\overline{p(i)}$,由设连通概率阈值的连通性路段形成边界。

[0058] 将路网看成由节点和连线构成的图,其中,点代表各个路段,连线代表交叉口。在由路段和交叉口组成的路网拓扑图中,路段的关联路段指的是与路段两侧最近交叉口相连通的路段集合。

[0059] 如图2所示,如果路段 S_i 到路段 S_j 有路径,则称 S_i 和 S_j 连通。路网拓扑图中的极大连通子图称为该路网的路段连通分量。在图2中有 $S_0 \sim S_6$ 这六个路段,其中,与路段 S_0 的关联路段集合为 $[S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6]$ 。

[0060] 变量定义如下: M_1, M_2, \dots, M_R :拓扑地貌中局部最小值点; $C(M_i)$ 与局部最小值 M_i 相关联的集水盆内路段节点的集合; $T[n]=\{s | \overline{p(s)} < P(n)\}$ 表示位于平面 $\overline{p} = P(n)$ 下方的点的集合; $P(n)$ 为第 n 阶段的水位; $C_n(M_i)$ 表示第 n 阶段集水盆 i 中点的集合,计算公式如下所示:

[0061] $C_n(M_i) = C(M_i) \cap T[n]$;

[0062] $C[n]$ 表示第 n 阶段集水盆被水淹没部分的集合,其表达式为:

[0063]
$$C[n] = \bigcup_{i=1}^R C(M_i);$$

[0064] p_{access} :通信小区间接入口最小连通概率阈值; R 表示集水盆的数量。

[0065] 基于分水岭算法的通信小区划分过程如下:初始化: $P(\min) = P_T, C[\min] = T[\min], P(n) = P(n-1) + \Delta P, n$ 迭代增加,不断浸水, ΔP 表示两次相邻浸水操作的水位差。设 q 为 $T[n]$ 的连通分量,则:若 $q \cap C[n-1]$ 为空,则 q 为局部最小值,选择距离自己最近的集水盆加入,成为其成员,并令:

[0066] $C[n] = q \cup C[n-1]$

[0067] 若 $q \cap C[n-1]$ 包含 $C[n-1]$ 中的一个连通分量,或在同一个集水盆中的多个连通分量,则说明 q 位于某些局部最小值构成的集水盆内,将 q 加入到该集水盆,并执行上式操作;若 $q \cap C[n-1]$ 包含 $C[n-1]$ 中多于一个连通分量,且这些连通分量不在同一个集水盆中,说明新的连通分量跨越至少两个集水盆。

[0068] 令 $W = q - q \cap C[n-1]$,并在 W 处构建分水岭。同时,如果 $p(W) > p_{access}$,在 W 处构造通信小区间接入口。当 $n = \max$ 时,浸水结束,此时集水盆 i 中点的集合代表了通信小区 i 中路段的集合。

[0069] 本发明的自然路段中的车辆节点上装备有GPS和无线通信设备,并利用短程无线

通信发送给所述车辆节点周围的其他车辆节点；车辆节点间的通信链路是双向的；确定簇结构中簇首的转发控制信息为最高的转发优先级；在簇首进行控制消息广播的时间点时，通过GPS时钟实现各车辆节点间的同步。

[0070] 每个车辆节点都保存有道路位置信息的数据库，数据库中根据道路位置将不同的单向行驶的道路划分为许多路段，每个路段建立一个簇结构。为避免双向行驶的道路节点反向运动对簇拓扑造成的巨大影响，本发明中以单向行驶的道路为研究对象，即双向行驶的路段会根据方向的不同划分为两个不同的簇。车辆进入该簇的地理范围自动成为该簇的成员。

[0071] 车辆节点存在三种状态：成员节点、簇首节点及网关节点。

[0072] 簇成员 (CM)：为进入特定路段的车辆节点自动标识为该簇的成员，簇成员维护有到达簇首的路由信息。

[0073] 簇首 (CH)：簇首负责管理和维护，通过一定的算法从簇成员中选取，簇首维护有连通范围之内所有节点的状态信息。

[0074] 一个簇中，可以有一个簇首，也可以有多个簇首。

[0075] 网关 (CG)：为行驶在两个簇重叠区域的簇成员，允许接收来自不同簇的簇头信息。相邻簇通过网关交换簇内状态信息，同时，在有通信需求时，网关协助查询簇间通信路由。簇的建立如图3所示。

[0076] (a) 初始簇首的选择：

[0077] 在簇建立初始阶段，节点都不保存有簇内任何状态信息。簇首的选择采用“随机争用，先声明先得”原则。簇内所有节点产生一个 $[0, 1]$ 的随机数 $\mu(i)$ ，并延时 $\mu(i) \cdot \sigma_{\max}$ ，其中， σ_{\max} 为最大延时时间。如果在该时间段内没有收到其它节点的簇头声明消息，则以多跳广播的方式向簇内连通范围之内成员广播簇头声明消息，消息数据记录格式如下：

[0078] $\langle ID_CH, L_CH, ID_FW, L_FW, T_0, K \rangle$

[0079] 其中， ID_CH 、 L_CH 、 ID_FW 、 L_FW 分别为簇首ID、簇首位置、转发节点ID和转发节点位置； T_0 为簇首进行控制信息广播的初始时间戳； K 为消息转发跳数。

[0080] (b) 基于动态时间戳的簇维护策略，其具体步骤为：

[0081] 通过前面部分，建立其簇的初始结构。由于车路网络中节点的高速移动性，需要高效的簇维护策略，本发明提出一种基于动态时间戳的簇维护策略。

[0082] (1) 定向多跳广播算法与簇成员到达簇头路由的建立

[0083] 簇首以广播的方式进行分簇控制消息的传递，簇成员接收消息并及时转发。然而，传统的洪泛算法中每个节点都会转发收到的消息，导致占用大量的信道资源，带来大量的数据冗余。由于道路上的车辆节点都以带状分布在不同的路段上，且向一定的方向移动，利用VANET这个特性提出基于位置的定向广播算法。

[0084] 广播消息中包含有簇首地理位置信息与转发节点的位置信息，当节点收到簇首的广播消息后，首先计算自己和簇首的距离 $dis(Node(i), CH)$ 以及上一个转发节点和簇首的距离 $dis(Forward_{latest}, CH)$ ，如果 $dis(Node(i), CH) > dis(Forward_{latest}, CH)$ ，则判断是否是第一次收到该控制消息，如果是，记录转发路径并转发，否则只记录路径不转发；如果 $dis(Node(i), CH) \leq dis(Forward_{latest}, CH)$ ，则丢弃该数据包。

[0085] 通过定向广播方式，可以将消息传递沿一定的方向进行，同时使得每个节点只转

发一次,减少了洪泛算法所带来的数据冗余。

[0086] 在初始簇建立之后,簇头广播声明消息,成员接收消息并及时转发。节点收到簇首发送的簇首声明数据包,记录簇头和转发节点信息,并将自己的ID及位置信息加入到消息包中,同时跳数k加1,将修改之后的消息进行转发。当声明消息超出该簇的范围,终止转发。由于通信链路是双向连通的,消息转发结束后,簇成员会根据不同转发节点的转发信息建立到达簇首的多条路由。

[0087] (2) 簇成员状态采集、融合与广播

[0088] 成员收到簇首的声明信息后,根据自己所维护的路由信息,选择跳数最小的路由,在时间戳 T_0 之前将自己的状态信息以多跳单播方式发送给簇首,状态消息格式如下:

[0089] $\langle ID_CM, v_0, L_0, Time_0 \rangle$

[0090] 其中, ID_CM 表示成员节点的ID, $v_0, L_0, Time_0$ 分别为节点在 T_0 时刻的期望速度、期望位置与期望行驶时间,其计算方式为:

$$[0091] \begin{cases} v_k = v_c + a(T_k - T_c) \\ L_k = L_c + v_c(T_k - T_c) + \frac{1}{2}a(T_k - T_c)^2 \\ Time_k = \frac{L_k - L_{end}}{v_k} \end{cases}$$

[0092] 其中, T_c 为成员向簇首发送状态信息的当前时间, v_c, L_c 分别为节点在当前时刻的行驶速度与位置, L_{end} 为该路段簇下游终点位置。当 $k=0$ 时,求得节点在 T_0 时刻的期望速度、期望位置与期望行驶时间。簇首收到状态信息后,对其进行融合,簇成员状态信息表,并计算连通范围之内的成员的平均速度与下一时间戳 T_1 ,计算方式如公式:

$$[0093] T_{k+1} = T_k + \sigma_k, \quad \sigma_k = \frac{\mu}{\bar{v}}$$

[0094] 其中, μ 为系数, T_{k+1} 为下一次时间戳, T_k 为当前时间戳, σ_k 为下一次时间戳与当前时间戳的时间间隔, \bar{v} 表示簇内平均速度。

[0095] 时间戳是簇首进行控制信息广播的时间点,簇内车辆平均速度越高,该时间间隔越小,簇头控制信息的广播越频繁,从而更好的适应高速移动下的拓扑变化;簇内平均速度越低,该时间间隔越大,在拓扑变化较慢的交通流中,减少控制开销。

[0096] 时间戳信息动态变化,较好的适应交通流的动态变化。由于道路上的车辆行驶速度存在一定的限制,因此, σ_k 的取值可以认定在一定的范围之内: $\sigma_k \in [\sigma_{min}, \sigma_{max}]$ 。在初始簇首选择阶段的最大延时时间即为此处的最大间隔时间。当 $k=0$ 时,可以求得 T_1 时间戳的值。

[0097] 簇首在 T_0 将包含有簇状态信息及 T_1 时间戳信息的控制消息以定向广播的方式发送给连通范围内的所有成员,控制消息格式如下:

[0098] $\langle ID_CH, L_CH, ID_FW, L_FW, T_0, K, CS \rangle$

[0099] 与簇首初始选择声明时的声明消息相比,该控制消息添加了簇成员状态信息CS,状态信息包含的内容有:

[0100] $CS: \langle \bar{v}, v_{min}, v_{max}, Time_{min}, Time_{max} \rangle$

[0101] 其中, \bar{v} 为簇首连通范围内的成员的平均速度, v_{min}, v_{max} 分别为最小和最大行驶速

度, $Time_{min}$ 、 $Time_{max}$ 分别为最小和最大行驶时间。簇成员根据所收到的控制消息更新到达簇首的路由,并在下一个时间戳时间内,向簇首发送期望状态消息。

[0102] (3) 基于动态时间戳的簇维护策略

[0103] 簇首总是在当前时间戳向连通范围之内的节点广播包含下一个时间戳的控制消息,成员则根据控制消息维护更新与簇首的路由并向簇首发送下一个时间戳的期望状态消息。由于成员的状态都是在当前时刻的预测值,同时控制消息的广播时间随着交通流的变化而动态的变化,因此,能够较好的适应由于节点移动所带来的拓扑变化。在该部分,针对簇首消失和新成员加入探讨簇的维护策略。

[0104] 簇首消失:在建立的簇结构中,簇首消失分两种情形:簇首驶出该簇的范围进入下一个簇,或簇与成员之间出现链路中断。对簇成员来说,无论是哪一种情形,其表现就是成员无法收到下一个时间戳广播的控制消息。假设在 $k \sim k+1$ 时间段内簇首驶出该簇的范围,或簇首与成员之间出现链路中断,即成员节点收到 k 时间戳的簇首控制消息,但没有收到 $k+1$ 时间戳的控制消息。簇首的更新方式如下:

[0105] 没有收到簇首控制消息的成员计算一个权重,为保证选择的簇首能够较长时间的服务成员,同时与成员之间能够具有较好的稳定性。我们分别用节点在簇内的行驶时间和速度均差来衡量服务时间和稳定性,于是,该权重值与节点的速度和在该簇内的行驶时间有关。权重的计算方式如公式:

$$\begin{aligned} \omega(i) &= \alpha \cdot \omega_{Time} + \beta \cdot \omega_{Speed} \\ [0106] \quad &= \alpha \cdot \frac{Time_k(i) - Time_{min}}{Time_{max} - Time_{min}} + \beta \cdot \left(1 - \frac{|v_k(i) - \bar{v}|}{\max(|v_{max} - \bar{v}|, |v_{min} - \bar{v}|)}\right) \end{aligned}$$

[0107] 其中, ω_{Time} 、 ω_{Speed} 分别为服务时间和稳定性权重, α 、 β 分别为权重系数,且 $\alpha + \beta = 1$ 。各成员节点计算出权重后,根据权重值延时 $T_{Delay}(i)$,如果在该延时时段内没有收到其他簇首的声明消息,则以广播的方式向其他成员进行簇首声明。

[0108] 延时的计算方式如下:

$$[0109] \quad T_{Delay}(i) = (1 - \omega(i)) \cdot \sigma_{max}$$

[0110] 节点在簇内的行驶时间越长,同时其速度越接近簇内平均速度,则节点的权重越大,簇首声明的延时时间越短,越早的向簇内其他成员进行簇首声明消息的广播,从而成为簇首。

[0111] 新成员节点加入:新的车辆节点驶入该簇的区域,节点清空在上一个簇中的簇首和簇状态信息,自动成为该簇成员并等待 σ_{max} 时间。在该时间内,如果收到簇首的广播信息,则更新簇状态信息,向簇首发送状态信息并等待下一个时间戳;如果在该时间内没有收到簇首信息,说明链路中断或者簇中没有簇首,则以初始簇首选择过程中“先声明先得”的原则进行簇首争用。

[0112] 图4描述了基于时间戳序列的簇首选择与维护策略过程。在初始簇首选择阶段,簇成员采用“随机争用、先声明先得”原则选择簇首,簇首在每个时间戳向簇成员广播簇控制消息。在簇成员状态信息采集阶段,簇成员根据所维护的路由信息向簇首发送自己的期望状态信息,并由簇首进行融合处理。当簇首消失或新节点加入时,根据不同的情形进行时间延迟并采用相应的簇首选择算法。由此可以实现簇首的实时更新和簇结构的维护。

[0113] 首先,给出一些必须且合理的假设条件,具体步骤为:

[0114] 通过现有的交通信息系统,交通信息中心可以获取路网中的实时道路交通信息;车辆装备GPS和电子地图,可以获取自身的地理位置并能在电子地图中进行匹配,并载有IEEE802.11无线通信接口,可以与邻居车辆通信;

[0115] 消息数据传输前,消息源节点已通过位置服务获取了消息目的节点的位置信息。在路网中部署RSU (Roadside Unit) 及完成通信小区划分的基础上,提出基于通信小区和RSU辅助转发的大规模车路通信网络数据传输策略。

[0116] 在消息源节点所在的通信小区中,源节点利用改进AODV (Ad Hoc On-demand Distance Vector Routing) 协议与RSU₀建立无线多跳通信链路并进行数据传输。RSU₀收到数据后进行缓存,并在骨干网中查找覆盖目的节点的RSU_a,与RSU_a建立有线链路并进行数据传输。最后,RSU_a作为新的消息源节点,在其所在通信小区范围内利用改进AODV协议建立路由将数据传输给目的节点。

[0117] 因此,本发明的车路通信网络数据传输策略包含三个部分:

[0118] Part1:在车路通信网络中,消息源车辆节点与所述消息源车辆节点所在通信小区的消息源RSU₀以无线多跳通信方式进行通信;

[0119] Part2:每个路段上的消息源节点所在通信小区的目的源RSU_a与目的节点所在通信小区的RSU_a以有线方式进行通信;

[0120] Part3:目的节点所在区域的RSU_a和目的节点之间以无线多跳通信方式进行通信。

[0121] 基于通信小区和RSU辅助转发的数据传输策略如图5所示。AODV协议是一种利用广播方式搜索并建立数据传输链路的路由协议,路由的搜索过程具有很大的盲目性,特别是网络规模增大到一定程度时,随着网络节点数量的增加,路由的广播搜索区域也随之增大,不仅会增加路由建立时间,还会带来严重的开销。因此,以传统的广播方式来建立路由的协议难以满足车路通信网络数据传输的需求。路段是承载车辆运动和车间无线通信链路的基本单位。如果已知消息源节点和目的节点的地理位置,可以通过将路由请求广播消息限制在一定的关联路段中,以减少路由建立开销。

[0122] 路网中的每个自然路段及RSU都被预先编码,并被分配唯一的ID。信息中心利用现有道路上铺设的交通状态信息检测设备采集路网中各个路段的交通参数,如车辆数和平均速度,计算各个路段的平均连通概率,结合RSU的位置分布情况和道路拓扑对RSU的覆盖区域进行划分。通信车辆通过附近RSU或者其他大功率无线通信方式,如3G、4G,获取并更新RSU覆盖区域划分结果。为便于存储RSU覆盖区域划分信息,每个通信车辆都各自维护一个包含当前车辆信息和RSU信息的位置表VP_Table,如表1所示。同时,每个RSU也都各自维护一个自身所在通信小区覆盖路段的信息表RC_Table,如表2所示。

[0123] 表1 车辆位置表 (VP_Table)

Vehicle ID	Vehicle Position	Road Section ID	RSU Position	RSU IP	Timestamp
车辆 ID	车辆位置	路段 ID	RSU 位置	RSU IP	时间戳

[0125] 表2 通信小区覆盖路段信息表 (RC_Table)

RSU IP	RSU Position	SSet	Timestamp
RSU IP	RSU 位置	所包含的路段集合	时间戳

[0127] 表中:Vehicle ID:车辆ID,车辆身份信息的唯一标识;Vehicle Position:车辆当前的位置信息,由车载GPS进行实时获取和更新;Road Section ID:车辆当前所处路段的ID,根据Vehicle Position信息和预设的路段编码进行实时更新;RSU Position:当前通信小区内RSU的位置信息,通过信息中心获取;RSU IP:当前通信小区内RSU的IP地址;SSet:通信小区覆盖范围内路段ID集合;Timestamp:当前位置表中信息更新的时间标识,当时间戳到当前时刻的时间间隔大于预定的更新周期,则意味着车辆需要进行位置信息更新。更新周期与道路交通状态变化有关,当实时交通状态变化频繁时,周期较小,以适应道路交通状态变化引起的路段连通性变化。当实时交通状态比较稳定时,周期较大,以减少频繁更新带来的额外网络开销。在应用中,可以通过专家经验法对更新周期进行合理取值。

[0128] 本发明的该数据传输方法如下:

[0129] Part1:源节点到RSU_o应用层有数据发送请求,并且源节点指向RSU_o的路由有效,直接通过该路由发送数据包;否则,按照表3产生RREQ报文。

[0130] 表3 源节点到RSU_o RREQ报文

Type	J	R	G	D	U	Reserved	Hop Count
RREQ_ID							
RSU _o IP							
RSU _o Sequence Number							
Source IP							
Source Sequence Number							
Destination IP							
Destination Road Section ID							

[0131] 在新报文中,源节点所在通信小区的RSU_o作为消息目的节点,同时,将目的节点的IP和目的节点所在的路段ID信息写入报文。消息源节点将该报文向邻居节点广播。如果中间节点路由表中记录的到目的节点的路由有效,并且记录的的目的节点的序列号比RREQ中的目的节点序列号更新,则该中间节点可以产生路由答应报文RREP。否则,判断位置表VP_Table中的RSU IP信息是否与RREQ中RSU_o IP一致。如果一致,更改RREQ中的RSU_o Sequence Number至当前最大,跳数字段加1,然后转发。如果不一致,丢弃该报文。

[0132] 当广播消息报文到达目的节点RSU_o,记录RREQ消息中的Destination IP和Destination Section ID信息,并将RSU_o Sequence Number加1,产生RREP答应报文,以单播方式发送至源节点车辆并进行数据传输。同时,根据记录的Destination IP和Destination Section ID信息在骨干网中查找覆盖目的节点车辆所在路段的RSU_a。如果RC_Table中SSet包含RSU_o所发送的Destination Section ID,则RSU_a与RSU_o建立有线链路,传输由消息源节点车辆发送来的数据包。

[0133] Part3:RSU_a到目的节点。覆盖目的节点所在路段ID的RSU_a收到RSU_o发送的数据传输需求后,作为新的消息源节点寻找到达目的节点的路由,RSU_a向邻居车辆节点广播该路由请求报文,如表4所示。

[0134] 表4 RSU_a到目的节点RREQ报文

[0136]	Type	J	R	G	D	U	Reserved	Hop Count
	RREQ_ID							
	Destination IP							
	Destination Sequence Number							
	RSU _d IP							
	RSU _d Sequence Number							

[0137] 如果中间节点路由表中记录的到目的节点的路由有效,并且记录的的目的节点的序列号比RREQ中的目的节点序列号更新,则该中间节点可以产生路由答应报文RREP。否则,判断位置表VP_Table中的RSU IP信息是否与RREQ中RSU_d IP一致。如果一致,更改RREQ中的Destination Sequence Number至当前最大,跳数字段加1,然后转发。如果不一致,丢弃该报文。

[0138] 当广播消息报文到达目的节点Destination Vehicle, Destination Sequence Number加1,产生RREP答应报文,以单播方式发送至源节点车辆并进行数据传输。路由维护、路由出错后修复或重建、拥塞控制等操作与传统AODV协议一致。

[0139] 具体步骤如下:

[0140] 为验证分水岭算法对划分通信小区的有效性,设定当前水位P分别为0.2,0.6,0.8,0.9,0.95,1.0,并分别对不同小区内节点、分水岭节点以及路网中所有节点的平均连通概率进行了计算,计算结果如表5所示。由计算结果可知,所构建的通信小区边界中节点的平均连通概率明显低于三个通信小区内节点的平均连通概率,同时通信小区内节点的平均连通概率都高于整个路网的平均连通概率。因此,利用本发明所提的方法能够有效识别路网内连通性能较好的区域。

[0141] 表5 路网中不同类型路段节点的平均连通概率

节点类型	路网内所有节点	小区 I 内节点	小区 II 内节点	小区 III 内节点	分水岭节点
平均连通概率	0.489	0.640	0.497	0.519	0.303

[0143] 根据分水岭的构建结果和专家建议,最终的小区划分结果如图6所示。图6所展示的通信小区划分结果与图1中的路段连通性分布情况基本相吻合,这也从侧面反映出本发明所提方法的有效性,从而实现对通信小区的划分。

[0144] 以最小ID分簇算法为典型代表的单跳分簇算法进行比较。仿真采用VC++来实现车辆运动轨迹的产生,具体的运动模型设置如下:选取长度为1000m的单向双车道行驶路段作为簇的划分,车辆从路段起始点的产生时间差服从指数为λ的泊松分布,车辆速度变化 $\bar{v} \pm 20\% \cdot \bar{v}$,其中 $\bar{v} \in [20, 60]$ km/h。通过设置不同的λ和 \bar{v} ,可以改变道路车辆的分布密度。网络模拟平台采用NS-2.35,MAC协议采用2Mbps的IEEE802.11。假设速度车辆速度最大时,以2S为一个周期进行簇消息的广播可以有效满足车辆动态变化的实时性需求。其它网络参数及相应的缺省值见表6。

[0145] 表6 实验参数

[0146]

参数	取值
路段长度	1000m
车道数	2
MAC 协议	IEEE802.11p
MAC 层传输速率	20Mb/s
数据包大小	2Kb
通信半径	100~500m
车辆密度取值	20、50、100veh/km
整体车辆平均速度取值范围	20~60km/h
单辆车速度变化范围	±20%
最小广播时间	2s

[0147] 无线多跳网络中的消息传递延时包括传输延时、转发延时和排队延时,由于假设分簇控制信息具有最高的优先级,同时消息以光速传输,因此传输延时和排队延时可以忽略不计,影响算法性能的主要为转发延时。在n辆车的簇中,本实验中最大车辆数为100veh/s,最大跳数为k,当取最小通信半径为100m时,最大跳数为10跳,在带宽为20Mb/s、最大广播时间,车辆行驶平均速度为20km/h时的 $\sigma_{\max}=6s$ 的场景中,簇首随机争用声明过程及簇首维护选择过程中平均相邻两辆车声明时间间隔为:

$$[0148] \quad \Delta T = \frac{1}{n} \cdot \sigma_{\max} = 0.06 s$$

[0149] 而最大转发时延为

$$[0150] \quad T_{Forward} = \frac{2Kb}{20Mb/s} \cdot k = 0.001 s$$

[0151] 由于 $\Delta T \gg T_{Forward}$, 因此,本发明中转发时延对控制算法的影响可以忽略这一假设是合理的。同时在相同的车辆速度下,分别调整车辆在道路上的分布密度为100veh/km、50veh/km、20veh/km。

[0152] 选取济南市道路拓扑结构建立仿真场景,如图7所示,其中包含29条自然路段和19个交叉口。在交叉口9、11、12、14处共部署4个RSU。利用Vanetmobisim软件产生车辆分布及运动拓扑文件,并应用NS-2对网络性能进行仿真。本发明只考虑车辆处于自由流状态的情形,即不考虑交叉口红绿灯对车辆运动的阻碍作用。分别设定路网内车辆数为250,500,750,车辆行驶速度10,20,30m/s,其他参数如表7所示。

[0153] 表7 参数设置

	参数	值
	最大安全加速度(m/s^2)	0.6
	最大安全减速度(m/s^2)	4
	换道加速度阈值(m/s^2)	0.2
[0154]	车辆数	250,375,500,625,750
	车辆平均行驶速度(m/s)	5, 10, 15, 20, 25, 30
	车道数	双向 4 车道
	仿真时间(s)	2000
	车辆位置记录周期(s)	1
	通信半径(m)	300

[0155] 分别在1和19交叉口处设立两个固定节点用于消息的发送和接收。分别设定网络内的车辆数为250、325、500、625、750，车辆速度为5m/s、10m/s、15m/s、20m/s、25m/s，其他参数如表7所示。仿真策略为：在不同交通状态下用Vanetmobisim产生车辆分布及运动拓扑文件，首先对其进行离线分析，利用统计分析的方法计算路段连通概率，并在不同采样周期内对通信小区进行划分。将划分结果存储在表中，供车辆进行数据传输时调用。利用NS-2调用拓扑文件，对所提出的数据传输策略进行仿真。

[0156] 在不同车辆数和车辆平均行驶速度下，本发明大大缩短了以车-车无线多跳方式进行通信的距离，从而可以有效降低路网中车辆高速移动给链路带来的不良影响，减少断链次数，降低丢包率。另一方面，在本发明划分的通信小区中，车辆与对应RSU通信时，相比其他RSU具有最大连通概率的特点。因此，车辆时刻选择具有最大连通概率的RSU进行消息的辅助转发，可以进一步提高数据包的投递率。这样在不同车速和车辆数下实现数据的有效传输。

[0157] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述，但并非对本发明保护范围的限制，所属领域技术人员应该明白，在本发明的技术方案的基础上，本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

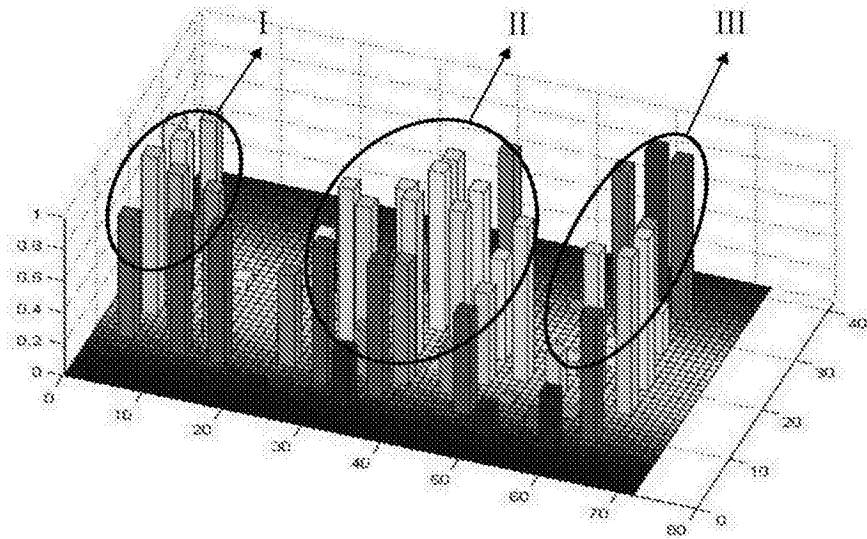


图1

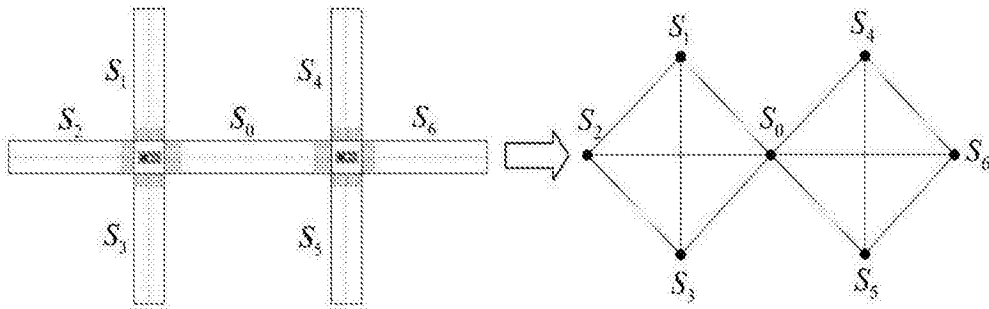


图2

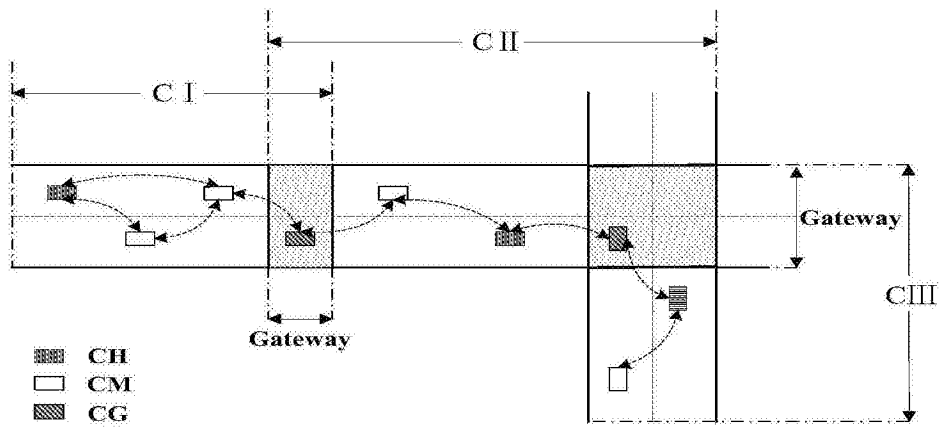


图3

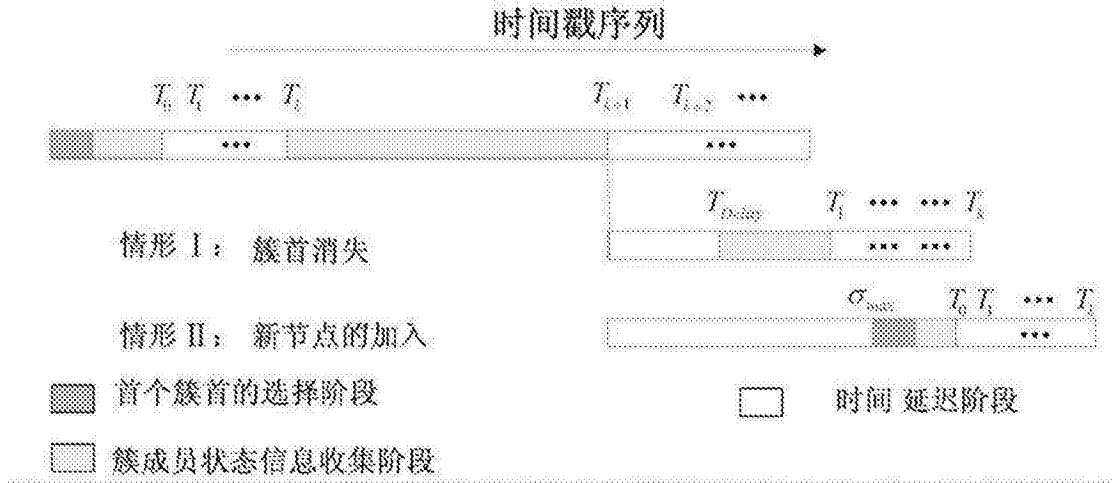


图4

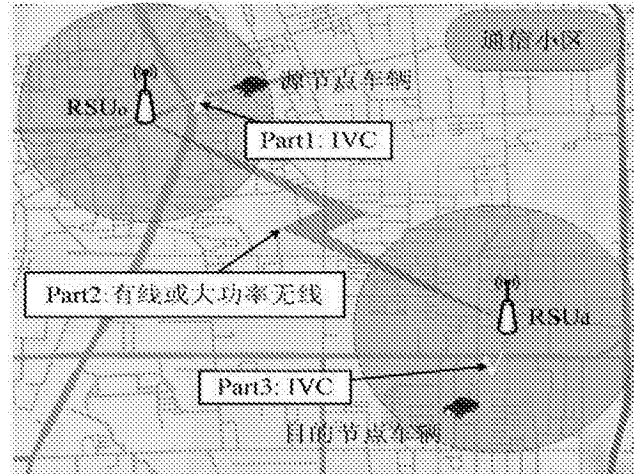


图5

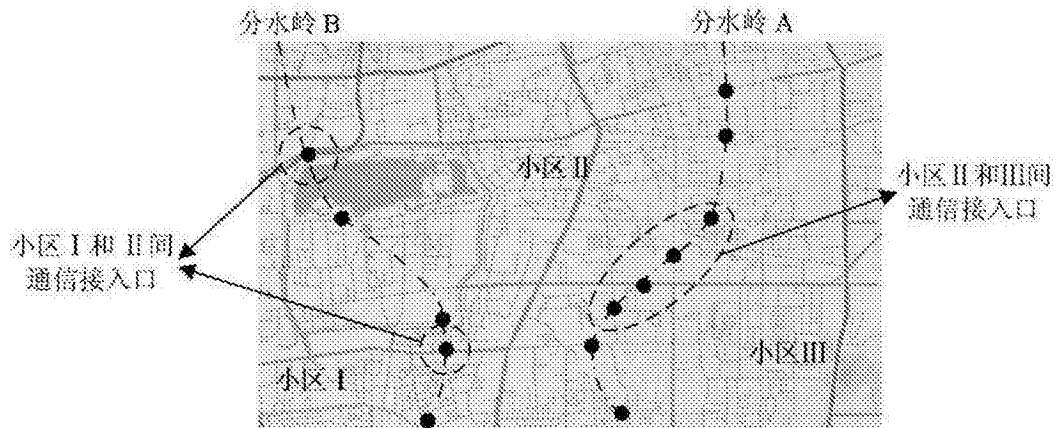


图6

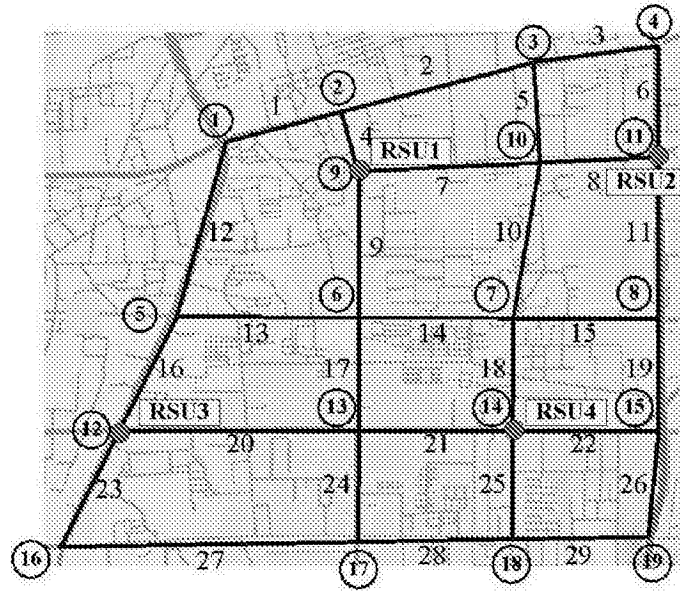


图7

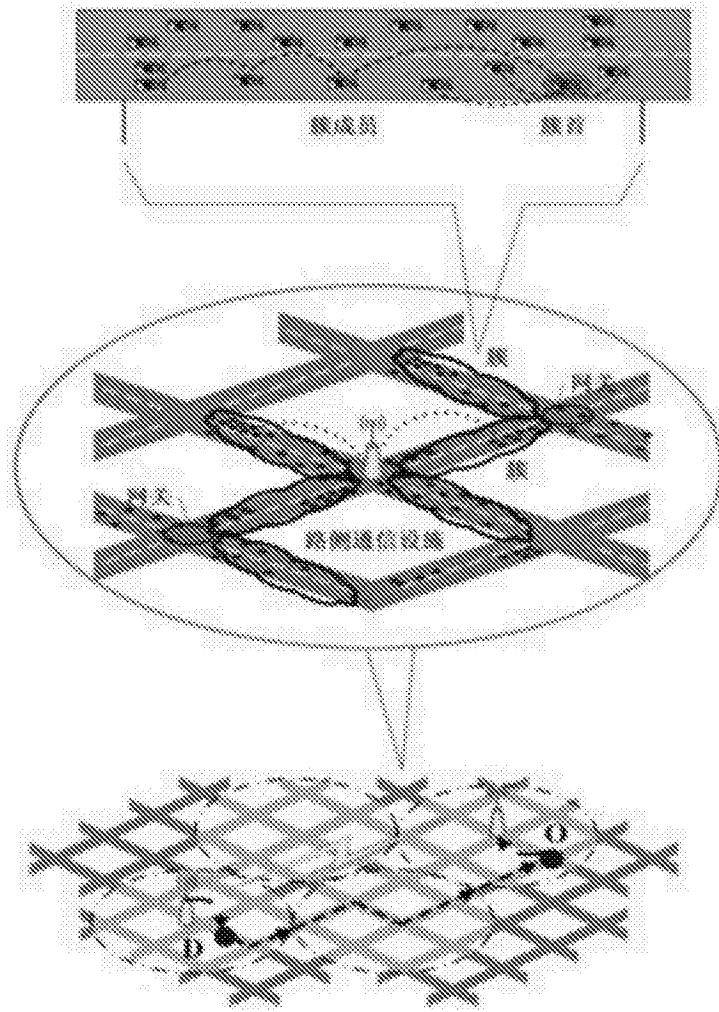


图8