



基于信道切换的车联网数据传输算法

任条娟^{1,2}, 万锦昊¹, 陈友荣^{1,2}, 陆思一¹, 刘半藤²

(1. 常州大学信息科学与工程学院, 江苏 常州 213164;

2. 浙江树人大学信息科技学院, 浙江 杭州 310015)

摘要: 提出一种基于信道切换的车联网数据传输算法(DTA)。DTA算法考虑由车辆节点、中继节点和汇聚节点组成的三层网络, 根据车辆的行驶方向进行节点的分类, 提出不同的信道分配和切换机制, 减少了数据传输的干扰。提出中继节点信息的快速扩散方法。提出紧急路况信息的优先传输方法, 采用不同的队列将数据分类, 并根据队列优先级选择传输数据。仿真结果表明, DTA算法能够有效地实现有用信息的快速传输, 减少不必要的损耗, 提高汇聚节点数据接收率, 降低数据分组平均跳数和提高数据传输的覆盖率。在一定的条件下, DTA算法比AODV算法和AODV-L算法更优, 可适用于快速变化的车辆行驶环境。

关键词: 车联网; 数据传输; 传输效率; 信道切换

中图分类号: TP393

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2018240

Data transmission algorithm of vehicle Ad Hoc network based on channel switching

REN Tiaojuan^{1,2}, WAN Jinhao¹, CHEN Yourong^{1,2}, LU Siyi¹, LIU Banteng²

1. School of Information Science & Engineering, Changzhou University, Changzhou 213164, China

2. College of Information Science and Technology, Zhejiang Shuren University, Hangzhou 310015, China

Abstract: A data transmission algorithm of vehicle Ad Hoc network based on channel switching (DTA) was proposed. In the DTA, three network layers were considered, such as vehicle nodes, relay nodes and sink nodes. The vehicle nodes were classified by the information of vehicle's driving direction. The vehicle nodes channel distribution and switching mechanism was proposed to reduce the interference of communication. Then a rapid transmission of relay nodes was proposed. A priority transmission method for emergency information was proposed to classify data with different queues and send data as their queues' priority. Simulation results show that DTA can effectively achieve the rapid transmission of useful information, reduce unnecessary losses of energy, improve the data received rate of sink nodes, reduce the average hop number of data packets and improve coverage rate of data transmission. Under certain conditions, DTA is better than AODV and AODV-L algorithm, and is more suitable for vehicle driving environment of rapid change.

Key words: vehicle network, data transmission, transmission efficiency, channel switching

收稿日期: 2018-03-22; 修回日期: 2018-08-21

基金项目: 浙江省公益性技术应用研究计划基金资助项目 (No.GF19F010016, No.2016C33038, No.LGF18F010005); 国家自然科学基金资助项目 (No.61501403)

Foundation Items: Zhejiang Provincial Public Welfare Technology Application and Research Project of China (No.GF19F010016, No.2016C33038, No.LGF18F010005), National Natural Science Foundation of China (No.61501403)



1 引言

在当今生产生活中,公路运输和交通活动已经占据了极其重要的地位,但是随着交通的快速发展,道路上的车辆数量大幅上升,导致很多交通拥堵和交通事故发生。在全世界范围内,每年约有 50 万人死于交通事故,且逐年增加。因此,车联网技术被越来越多的人所注意。目前国内外车联网的发展十分迅速,美国交通部在 2010—2014 战略计划书中首次提出了“车联网”的构想,其目的是建立一个全面、多模式的地面交通系统。日本、欧洲紧随其后提出了车联网的构想。我国也在 2010 年提出车联网建设,同年被列为国家重大专项中的重要项目。车联网技术是利用无线网络技术实现车辆与车辆之间或者车辆与路边设施之间的通信,可用于实现交通监测、路径规划、智能提醒、无人车辅助驾驶等功能,目前受到了国内外学者和企业的广泛关注^[1]。

在车联网(vehicle Ad Hoc network, VANET)中,数据通常采用无线传输,但是在无线传输过程中,车辆通常处于快速移动的状态,因此信息传输的实时性是车联网急需解决的关键问题之一^[2-3],高效的路由协议是必不可少的^[4-5]。到目前为止,一些国内外的学者在研究车用自组织网络的路由算法方面取得了一些成果。如参考文献[6]提出了一种基于分布式实时信息的车载自组织网络路由协议,实时估计各段网络时延,并利用路由协议提高数据的有效性。参考文献[7]利用多路径防止车辆节点间距太大造成的通信链路中断,从而实现数据的有效和稳定传输。除了城市或高速公路的研究背景之外,参考文献[8]提出基于荒漠研究背景的路由算法,对沙漠等非道路场景下的车辆自组织网络研究奠定了一定的基础。参考文献[9]应用了博弈论的原理,提出一种基于拥堵游戏的接入网络数学模型,利用博弈游戏理论解决路由选择问题。参考文献[10]考虑到了 VANET 下节点

发送可能会产生冲突,提出了一种适用于 VANET 下的 MAC 协议。参考文献[11]提出一种无线移动多信道感知网络的数据聚类传输规划,采用多个信道解决车联网路由问题,从而提高数据的收集率并减少数据平均收集延迟。参考文献[12]提出一种基于按需路由协议(Ad Hoc on-demand distance vector routing, AODV)的 AODV 路由协议。参考文献[13]提出了一种基于 AODV 的改进路由协议(Ad Hoc on-demand distance vector routing-link expiration time based on multichannel, AODV-L)。AODV-L 在 AODV 的基础上考虑路边中继节点,根据车辆移动行驶状态实现车辆与基站的通信,但是没有考虑路边中继节点之间的通信导致数据传输效率较低。参考文献[14]提出了一种实时感知交通情况的路由协议,对各条道路上的车辆进行提取和汇总,估计实时的车流信息,并选择辅助路径。参考文献[15]提出了一种基于车联网技术和禁忌搜索的可靠多级路由协议,增加对车辆行驶状态的预测,避免一些数据的无效传输,从而增加了系统的可靠性。

虽然上述研究能够在一定程度上实现车联网的通信,但仍存在一些不足:虽然利用路由协议提高了数据传输的可靠性,但并没有考虑车辆数据的传输效率;仅在简单的道路环境下进行测试,并没有考虑不同道路的复杂情况和车辆数据的快速传输。因此在上述文献的基础上,本文考虑了对向行驶道路、T 型路口、十字路口等不同的道路场景下车辆的行驶情况,提出基于信道切换的车联网数据传输算法(data transmission algorithm of vehicle Ad Hoc network based on channel switching, DTA)。DTA 考虑由车辆节点、中继节点和汇聚节点组成的三层网络,根据车辆的行驶方向进行节点的分类,分配不同的信道。车辆节点和中继节点只能在所分配的信道中通信,减少了数据传输的干扰。提出了车辆节点的信道切换方法,解决行驶过程中车辆节点的信道切换问题。

规定了中继节点的传输方向限制,并在此基础上提出了中继节点信息的快速扩散方法和紧急路况信息的优先传输方法,不仅保障了数据传输的可靠性,也提高了数据传输的效率。总之,本算法提出了车辆节点的信道切换方法、中继节点信息的快速扩散方法和紧急路况信息的优先传输方法等方法,减少了信息传输的时间,适用于快速变化的车辆行驶环境。

2 算法原理

三层网络结构如图 1 所示,DTA 建立在由车辆节点、中继节点和汇聚节点组成的三层网络结构的基础上。车辆节点是三层网络结构的最底层,安装在行驶的车辆中,用来收集和发送车辆行驶数据。信息从车辆节点开始往更高一层的中继节点发送,并与邻居车辆节点交换信息。中继节点作为连接车辆节点和汇聚节点的纽带,安装在道路两侧可供电的路灯等基础设施上,实现与车辆节点和其他中继节点的数据转发。汇聚节点作为三层网络结构的最高层,收集区域内所有中继节点的数据,转发给服务器。三层网络结构实现了数据的传输、扩散与汇聚,为数据的快速传输奠定了基础。

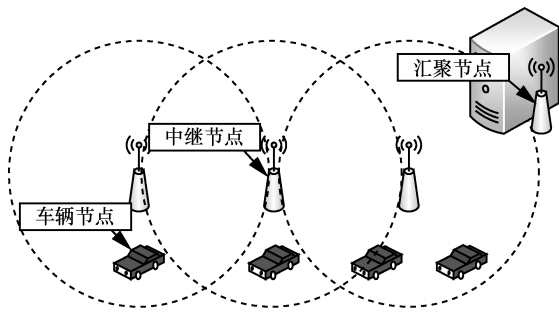


图 1 三层网络结构

2.1 硬件平台

车辆节点硬件框架如图 2 所示,车辆节点主要由高精度北斗模块、STM32 处理器模块、OBD 数据采集模块、无线模块、语音播放模块、触摸屏和电源模块组成。车辆节点在运行的过程中,

利用 OBD 数据采集模块获得车辆自身数据;利用北斗模块获得车辆节点位置数据;利用触摸屏与用户进行交互;利用语音播报模块进行路径引导和智能报警;利用无线模块发送自身数据给其他车辆节点或者中继节点。中继节点硬件框架如图 3 所示,中继节点主要由 STM32 处理器模块、触摸屏、无线模块、电源模块组成。中继节点在运行的过程中,利用无线模块获取其他中继节点或者车辆节点的数据,并上报道路状态;利用触摸屏显示当前路段的路况数据;利用 STM32 处理器分析当前道路的拥堵、是否具有事故车辆等情况。

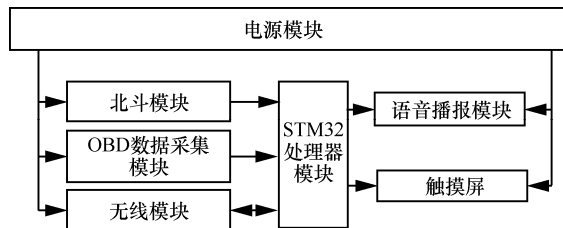


图 2 车辆节点硬件框架

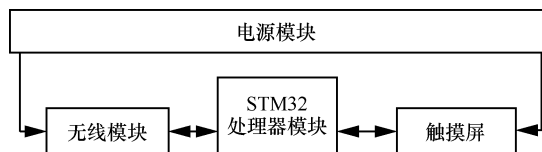


图 3 中继节点硬件框架

2.2 算法假设

在 DTA 中,假设如下。

(1) 车辆具有上述如图 2 所示功能的车辆节点。通过车辆节点,可获知自身的车辆数据,并利用北斗模块,获知车辆所在位置。

(2) 假设所有道路两边具有如图 3 所示的中继节点,并且部署前中继节点已配置对应的地址。

在上述假设的基础上,考虑如图 1 所示的三层网络结构,提出车辆节点的信道切换方法、中继节点信息的快速扩散方法和紧急路况信息的优先传输方法等,能有效提高数据的传输速度,并将紧急路况信息推送给司机。



2.3 车辆节点的信道切换方法

2.3.1 中继节点的节点分类和信道分配

在同一个路段上存在不同方向行驶的车辆。车辆节点和中继节点在做决策时需要获知前方同向车道上车辆的驾驶信息，但是对向车道和其他车道上车辆的驾驶信息会严重干扰其判断，因此根据车辆的行驶方向和不同道路情况来划分信道，即同一道路且同方向的中继节点设置为一个信道，车辆节点和中继节点只能在同一信道中通信。从而避免了无关的干扰，提高了数据通信的可靠性。

考虑到无线模块的最大通信距离和远距离数据传输的高误码率，将中继节点沿着道路分布。中继节点的地址编号沿着车辆行驶的反方向依次编号，能够保证车辆总是从高地址的中继节点一端行驶到低地址的中继节点一端。

2.3.2 车辆节点的信道切换机制

目前国内道路主要有双向行驶道路、十字路口和 T 字路口 3 种道路情况，因此，主要分析以上 3 种道路情况的信道切换方法。

(1) 双向行驶道路交通情况

在双向行驶道路中，车辆只需要考虑前车的行驶信息，因此车辆节点只需要从中继节点或前方车辆节点获得前方车辆节点信息。

双向行驶道路交通路况通信模拟如图 4 所示，中继节点 B1、B2、B3 和车辆节点 V3、V4 采用信道 B 通信。中继节点 A1、A2、A3 和车辆节点 V1、V2 采用信道 A 通信。车辆节点 V4 在信道 B 中广播数据，中继节点 B2 接收到数据并往中继节点 B3 发送数据分组，车辆节点 V3 接收车辆节点 V4 和前方中继节点 B2 的数据分组用于路径规划和防碰撞分析；车辆节点 V1 与车辆节点 V2 则在信道 A 中通信，与 B 信道互不干扰。

(2) T 型路口交通情况

根据图 5 所示的 T 型路口交通模拟图，对 T 型道路交通情况进行分析。

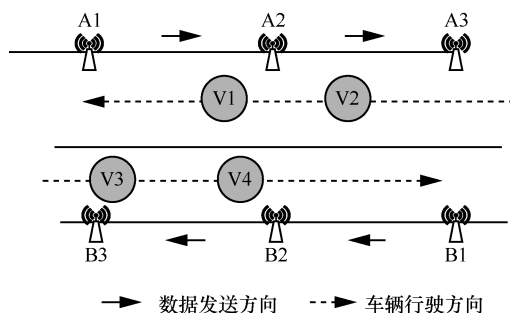


图 4 双向行驶道路交通路况通信模拟

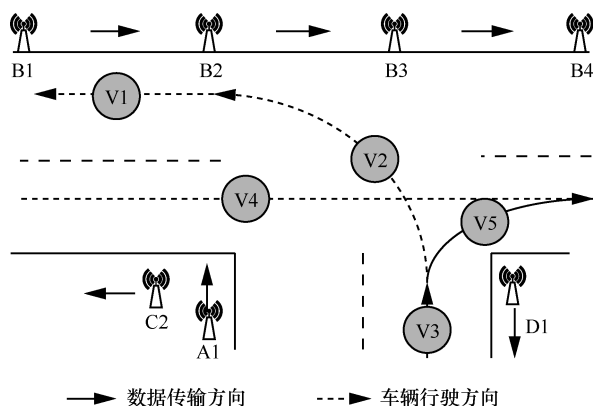


图 5 T 型路口交通模拟

车辆 V1 沿着道路 B 行驶，行驶的过程中只需要在信道 B 中广播数据；车辆 V2 由道路 D 左转进入道路 B，在左转行驶过程中，在信道 B、C、D 上广播车辆数据；车辆 V3 在道路 D 上行驶，仅在信道 D 上广播；车辆 V4 沿着道路 C 经过 T 型路口，对信道 C 进行广播；车辆 V5 由道路 D 右转进入道路 C，在信道 C、D 中广播。由上述分析可得：在 T 型路口在路口处左转的车辆对所有信道进行广播；在路口处直行车辆对两侧信道和当前信道广播；在路口处右转车辆对当前信道和即将进入的信道广播，其余车辆仅在当前信道广播。

(3) 十字路口交通情况

十字路口交通模拟如图 6 所示，车辆 V1 在道路 D 上行驶，仅对信道上的车辆节点和中继节点进行数据通信；车辆 V2 由道路 D 左转进入道路 A，转向经过其他道路，因此在转向的过程中，在全信道内广播数据；车辆 V3 进入道路 A，仅在

信道 A 上进行数据通信；车辆 V4 在道路 A 上行驶经过十字路口，在信道 C 中广播数据；车辆 V5 由道路 D 右转进入道路 C，仅对信道 C 和信道 D 有影响，所以仅在信道 C 和信道 D 中广播数据。由上述分析可得，到达路口的车辆若向左转向，则在路口广播所有信道；若直行，则仅在本信道广播数据；若右转，则在当前信道和即将进入的信道中广播数据。

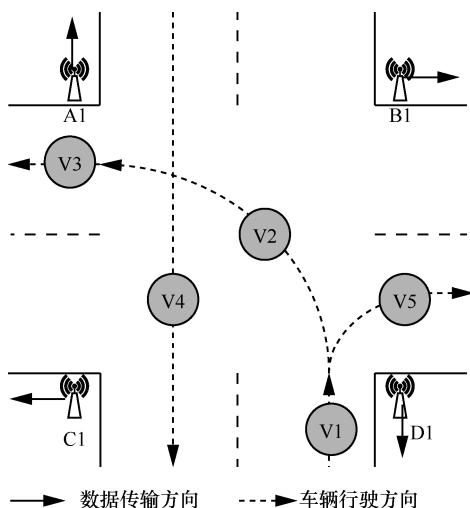


图6 十字路口交通模拟

2.4 中继节点信息的快速扩散方法

车辆在正常的行驶过程中，信道中传输的数据包括车辆节点的信息、车辆节点与中继节点的通信信息、中继节点和中继节点之间的信息。其中为降低通信的时延，车辆节点间通信和车辆节点与中继节点通信均采用单跳通信方式。中继节点根据车辆节点和其他中继节点的信息，判断路段的拥堵、是否发生事故等状态，并需要将该路况状态信息发送传输给后方中继节点和车辆节点，因此需要考虑中继节点和中继节点之间的快速通信。

为了将前方的路况状态信息快速传输到后方且让车辆节点快速获取并更新前方路况状态信息，考虑将所有同一侧的中继节点构建以汇聚节点为根节点的汇聚树，车辆节点作为汇聚树的叶节点随时接入汇聚树中，将其车辆驾驶信息发送

给对应接入点的中继节点。

中继节点启动后，中继节点需要建立自身的路由表，具体方法如下：对其他通信范围内的中继节点广播路由分组，并接收其他中继节点的路由分组，判断其中继节点地址是否大于自身节点的地址，如果大于，则返回包括自身地址等信息；中继节点收到其他中继节点的返回消息后，建立路由表。在路由表中，利用中继节点的编号规则，可判断当前中继节点与路由表中物理位置最远的中继节点，并选择该中继节点作为其下一跳转发节点。如图7所示，中继节点1判断其路况状态信息，如果有变化，则利用快速扩散方法，将路况状态信息广播发送给下一跳转发中继节点4。中继节点4接收路况状态信息，并判断本路况预判状态结果与监听到前方路况状态内容是否相同。如果不相同，则对路况进行判断，并根据数据分组中信息判断自身是否作为该数据分组的下一个转发节点；如果是，则将其判断结果和前方路况结果转发给周围的车辆节点和节点7，否则监听其他中继节点的数据分组，不转发该数据分组。如果相同，添加本路况状态信息，并直接向周围的车辆节点广播该路况状态信息分组。处于中继节点1和4之间的中继节点2、3由于不作为该数据分组的转发节点，因此只监听中继节点的信息，判断其负责路况的状态信息，如果有变化，则将变化的路况状态广播发送给范围内的车辆节点，否则不发送。

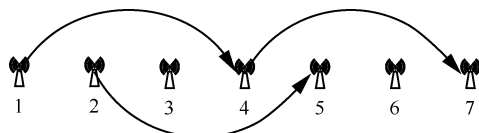


图7 同信道中继节点的路况状态信息传输

2.5 紧急路况信息的优先传输

在数据通信过程中，存在正常行驶车辆的常规信息、常规路况信息、发生故障、事故等特殊情况时的车辆紧急信息和发生事故等情况下的紧



急路况信息。考虑不同数据类型的传输优先级不同,即正常行驶车辆的常规信息和常规路况信息的传输优先级低,车辆紧急信息和紧急路况信息的传输优先级高。当车辆正常行驶时,车辆节点没有发生故障、道路拥堵等特殊情况,该车辆节点将其采集的常规信息发送给右侧路边的中继节点,中继节点间转发常规路况信息。同时附近的车辆节点监听其他车辆节点的信息分组。如果发生故障、道路拥堵等特殊情况,则产生紧急路况信息。在路由层上选择权衡发送队列的元素个数和距离的邻居节点发送数据,减少数据传输时延。如图8所示,中继节点将接收的数据分组分类存储在队列中。当进行数据发送的时候,如果队列中存在紧急路况信息,则优先选择发送紧急路况信息,中继节点利用快速扩散方法实现信息的快速扩散。当队列中不存在紧急路况信息时,正常发送常规路况信息。

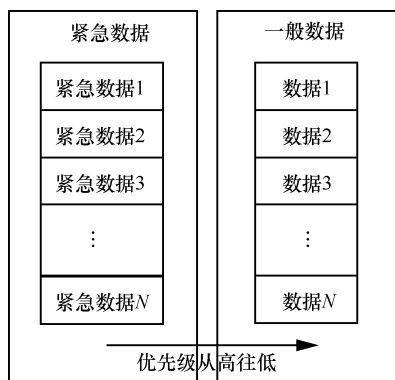


图8 数据传输优先级

3 算法实现

3.1 车辆节点算法实现

车辆节点算法流程如图9所示,车辆节点中DTA的具体实现步骤如下。

步骤1 初始化参数:初始化车辆节点的队列、路由表等。

步骤2 对车辆自身数据进行采集,并根据数据,选择对应的信道,并加入。

步骤3 等待 T_{wait} s后,在当前信道中广播表1的分组源节点地址、目的节点地址、源节点地理位置等信息的hello信息分组。车辆节点和中继节点利用hello数据分组的信息,在节点上建立路由表。

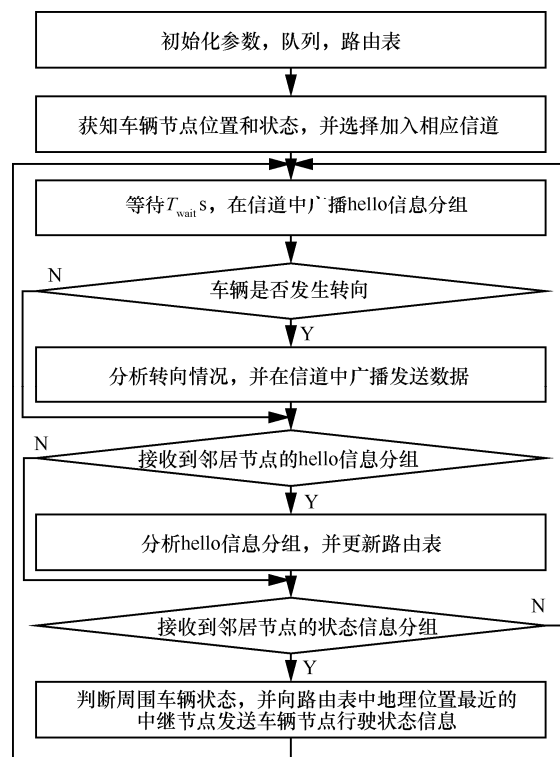


图9 车辆节点算法流程

表1 hello 分组数据结构

地址位	数据名称
1~8	源节点地址
9~16	目标节点地址
17~24	数据分组编号
25~28	数据分组跳数
29~32	源节点地理位置
33~50	源节点数据
51~53	校验位

步骤4 如果车辆节点发生转向,则跳到步骤5,否则,跳到步骤6。

步骤5 分析车辆转向情况。根据车辆行驶的位置和车辆下一时刻的行驶方向,车辆节点利用信道切换方法发送对应的信息并更改相应的信

道,减少数据的冲突。

步骤 6 如果车辆节点接收到邻居节点的 hello 信息分组,则跳到步骤 7,否则,跳到步骤 8。

步骤 7 分析 hello 信息分组,如果该邻居节点已经加入自身节点的路由表中,则更新路由表中的参数,否则将该邻居节点加入路由表中。

步骤 8 如果车辆节点接收到邻居节点的状态信息分组,则跳到步骤 9,否则,跳到步骤 3。

步骤 9 分析邻居节点的状态信息分组,判断周围车辆的状态,并向路由表中地理位置最近的中继节点发送车辆节点行驶状态分组,完成后,跳到步骤 3。

3.2 中继节点算法实现

中继节点算法流程如图 10 所示,中继节点中 DTA 算法的具体实现步骤如下。

步骤 1 初始化参数:初始化中继节点的队列和路由表,并设置选择对应的信道。

步骤 2 等待 T_{wait} s,判断自身节点状态,并发送 hello 信息分组。

步骤 3 如果中继节点接收到邻居节点的 hello 信息分组,则跳到步骤 4,否则,跳到步骤 5。

步骤 4 判断周围的无线节点是否为中继节点,如果是,则将该节点加入中继节点路由表,否则,加入车辆节点路由表。

步骤 5 如果中继节点接收到邻居节点的数据分组,则跳到步骤 6,否则,跳到步骤 10。

步骤 6 判断接收到的无线数据分组类型,如果是车辆节点的数据分组则跳到步骤 7,如果是中继节点的数据分组则跳到步骤 8。

步骤 7 根据数据分组判断中继节点通信范围内是否存在车辆节点发生紧急事件,如果发生紧急事件则将数据存入紧急队列,如果不存在,则将数据存入常规队列。

步骤 8 分析中继节点数据分组,并将数据分组存入路况信息队列中等待发送。

步骤 9 如果中继节点队列中存在等待发送

的数据,判断是否存在紧急路况信息等待发送,如果存在,则利用紧急路况信息的优先传输方法和中继节点信息的快速扩散方法,优先传输紧急路况信息,跳到步骤 10。

步骤 10 判断信道中是否存在常规路况信息等待发送,如果有,则利用中继节点的信息的快速扩散方法发送常规路况信息,否则跳到步骤 2。

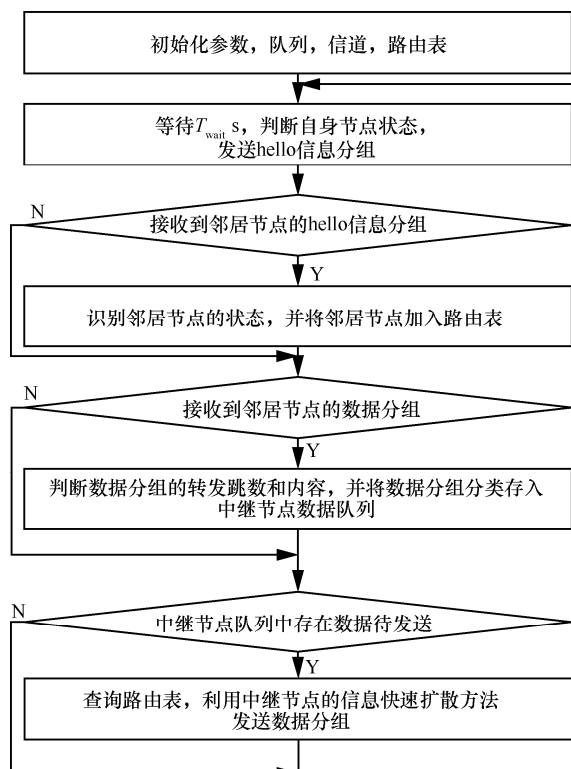


图 10 中继节点算法流程

4 算法仿真

4.1 仿真参数和性能参数

为了验证 DTA 的性能,考虑由路边中继节点和车辆节点组成的算法仿真环境和表 2 的仿真参数,分别采用 AODV^[12]、AODV-L^[13]和 DTA 3 种路由算法计算直路、T 型路、十字路不同路况下的汇聚节点数据接收率、数据分组平均跳数和覆盖率。由于在实际系统中紧急路况信息数据分组个数较少,不会出现队列溢出问题,且根据紧急



路况信息的优先传输方法, 紧急路况信息总是比一般路况信息优先传输, 因此 3 个路由算法的紧急路况信息基本都能传输到汇聚节点。在算法仿真中仅考虑数据分组传输, 不区分紧急路况信息和一般路况信息。

表 2 仿真参数

参数名	数值
仿真时间	30 s
车辆节点的数据分组产生速度	5 kbit/s
车辆节点数量	40~200 个
中继节点数量(直路)	22 个
中继节点数量(T 型路和十字路)	44 个
道路规格	10 km×40 m
车辆行驶速度	<200 km/h
路由表更新时间 T_{wait}	2 s

其中, 汇聚节点数据接收率定义为单位时间内汇聚节点接收到的平均车辆节点数据, 可体现算法的传输速率, 具体计算式如下:

$$A = \sum_{i=1}^h H_i / (t \times m) \quad (1)$$

其中, H_i 表示汇聚节点 i 接收到的数据总量, h 表示汇聚节点数量, t 表示网络运行时间, m 表示车辆节点数量。数据分组平均跳数定义为数据分组传输到汇聚节点的过程中经过的传感节点个数, 体现了数据传输的时延, 具体计算式如下:

$$C = \sum_{n=1}^t (\sum_{i=1}^{D_n} P_i / D_n) / t \quad (2)$$

其中, P_i 表示到达汇聚节点的数据分组 i 所经历的跳数, D_n 表示 n 时刻到达汇聚节点时的数据总量, C 表示网络运行时间到达时数据分组平均跳数。覆盖率表示在传输数据分组的过程中, 需要获得该数据分组的节点个数占需要该数据分组的总节点个数的比例, 可表示车辆节点数据的有效扩散传输, 具体计算式如下:

$$F = (\sum_{j=1}^m B_j / N_j) / m \quad (3)$$

其中, F 表示覆盖率, N_j 表示需要数据分组 j 数据的车辆节点总个数, B_j 表示能收到数据分组 j 的车辆节点个数, m 表示总数据分组个数。

4.2 仿真结果分析

4.2.1 直行道路

根据仿真参数表见表 2, 建立如图 11 所示的直行道路仿真环境。由于横坐标和纵坐标不成比例, 为了更加直观地分析仿真结果和仿真过程, 设定横坐标和纵坐标的单位分别为 km 和 m。在直行道路的仿真环境中, 信道分为 2 个, 车辆只沿着道路直线行驶。利用不同的算法进行数据传输, 并计算汇聚节点数据接收率、数据分组平均跳数和覆盖率。

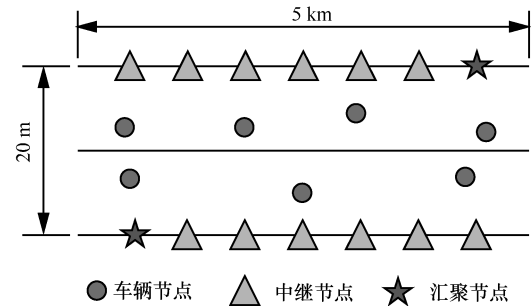


图 11 直行道路仿真环境

直行道路的汇聚节点数据接收率比较如图 12 所示, 在直行道路的仿真环境下, DTA 始终具有最高的汇聚节点数据接收率。这是因为 DTA 对节点的信道进行分类, 并采用中继节点信息的快速扩展方法传输数据。然而, AODV 和 AODV-L 算法只是采用简单的传输机制, 数据需要通过较多中继节点, 因此 DTA 算法的汇聚节点数据接收率最高。

直行道路的数据分组平均跳数比较如图 13 所示, 在直行道路的仿真环境下, DTA 始终具有最低的数据分组平均跳数。其中, 当车辆数量较少时, 算法之间的差距不明显。当车辆数量增加时, DTA 具有快速传输性能, 其数据分组平均跳数下降较明显。这是因为当车辆数量较少时, 网络不拥堵, 所有算法的汇聚节点数据接收率都较高。

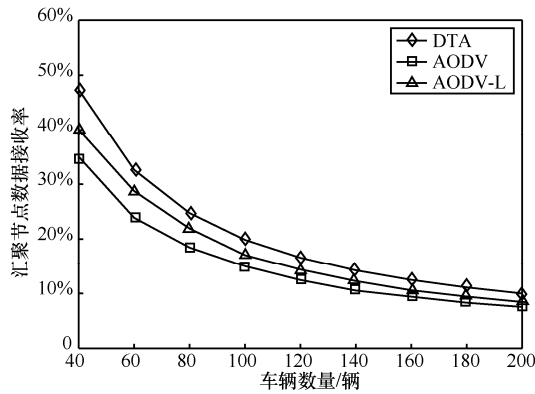


图 12 直行道路的汇聚节点数据接收率比较

由于DTA算法利用了中继节点信息的快速扩散方法，因此其数据分组平均跳数低于AODV算法和AODV-L算法的数据分组平均跳数。随着车辆数量的增加，汇聚节点的数据接收率逐渐减小，系统会产生较多的分组丢失。在DTA算法中，虽然车辆数量的增加会造成距离汇聚节点较远的数据分组丢失较多，但是由于距离汇聚节点较近的数据分组所占比例较大且丢失较少，因此DTA算法的数据分组平均跳数变小。

直行道路的覆盖率比较如图14所示，在直行道路的仿真环境下，DTA的覆盖率始终大于AODV算法和AODV-L算法，并能保证区域覆盖率为100%。这是因为在直行道路中，后方的车辆节点只需要前方的数据分组，即前方车辆节点的数据只需要传输给后方的车辆节点，且DTA总是将数据沿着道路向后方发送。因此DTA的覆盖率始终为100%。

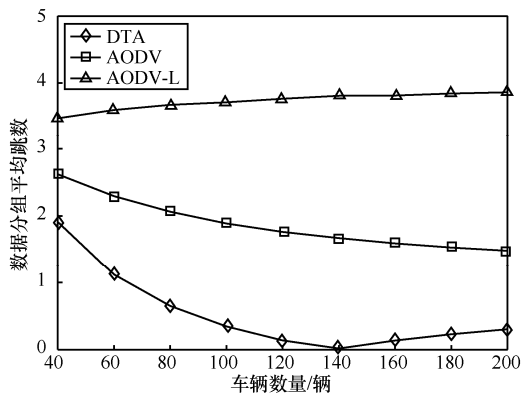


图 13 直行道路的数据分组平均跳数比较

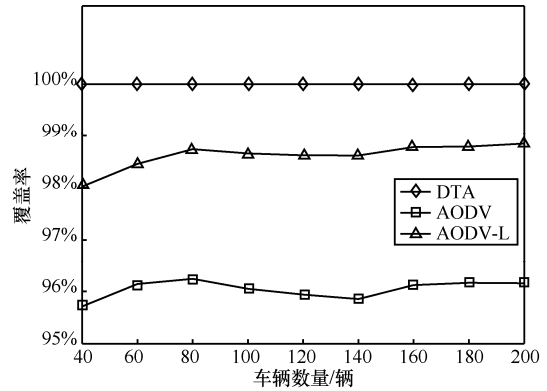


图 14 直行道路的覆盖率比较

4.2.2 T型道路

根据仿真参数表2建立如图15所示的T型道路仿真环境。在T型道路的仿真环境中，信道分为4个，车辆在规定的道路上随机改变行驶道路完成左转或者右转的操作。

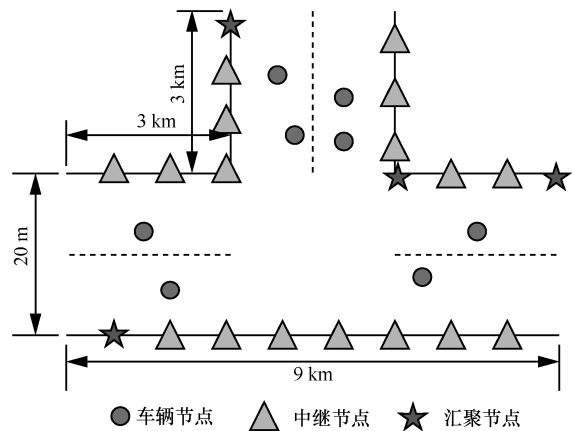


图 15 T型道路仿真环境

T型道路的汇聚节点数据接收率比较如图16所示，T型道路的数据分组平均跳数比较如图17所示。在T型道路的仿真环境下，DTA的性能始终比AODV和AODV-L算法好。当车辆数量较少时，DTA的汇聚节点接收率和数据分组平均跳数与AODV-L算法的差距不大。这是因为当车辆较少时，容易出现一些偶然情况，例如车辆正好在道路的起始位置，导致AODV-L算法可选择相对较近的汇聚节点。但是随着车辆数量的增加，偶然情况发生概率逐渐减小，DTA体现较好的性能，其汇聚节点数据接收率比AODV-L算法和AODV算法的提高较



多, 且其数据分组平均跳数比 AODV-L 算法和 AODV 算法的下降较明显。

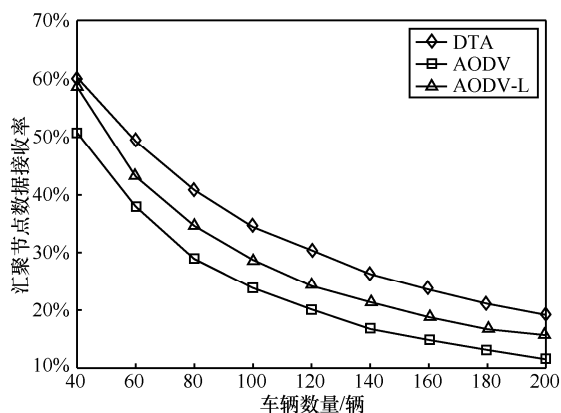


图 16 T 型道路的汇聚节点数据接收率比较

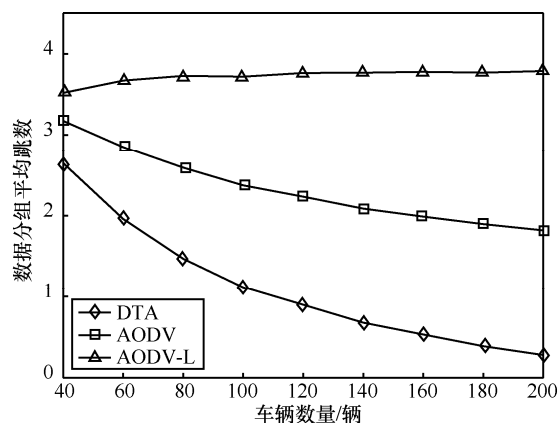


图 17 T 型道路的数据分组平均跳数比较

T 型道路的覆盖率比较如图 18 所示, 在 T 型道路的仿真环境下, DTA 始终比 AODV 算法和 AODV-L 算法的覆盖率高。相比较直行道路, DTA 的覆盖率有所下降, 但是仍能保持在 92% 以上。这是因为在 T 型道路中, 有些车辆在路口转向时进行信道切换, 此时车辆虽然在原信道车道, 但通信信道已切换成转向道路所对应的信道, 导致无法接收到原信道的数据分组, 从而导致 T 型道路下 DTA 的覆盖率低于直行道路下 DTA 的覆盖率。

4.2.3 十字道路

根据仿真参数表 2 建立如图 19 所示的十字路口的仿真环境。在十字路口的仿真环境中, 信道

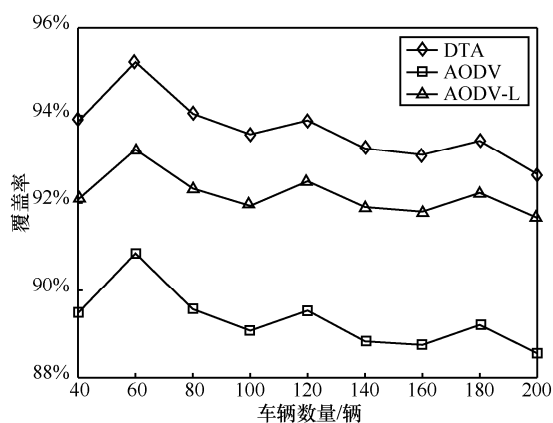


图 18 T 型道路的覆盖率比较

分为 4 个, 车辆能够在规定的道路上随机改变行驶道路完成左转或者右转的操作。如图 20、图 21 所示, 在十字路口的仿真环境下, DTA 始终具有较好的汇聚节点数据接收率和数据分组平均跳数。十字路口下的 DTA 算法和 T 型道路下的 DTA 性能基本相似。虽然十字路口比 T 型路口复杂, 但是 DTA 仍能保持良好的性能。这是因为 DTA 利用数据快速扩散方法, 且对向信道无法相互通信, 避免了数据的拥堵, 因此汇聚节点数据接收率最高, 数据分组平均跳数最低。

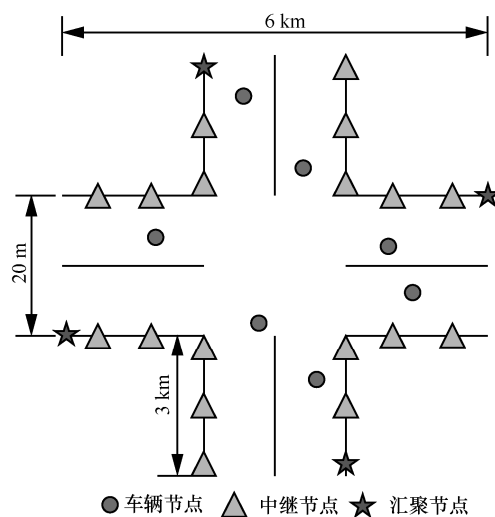


图 19 十字路口仿真环境

十字路口的覆盖率比较如图 22 所示, 在十字路口的仿真环境下, DTA 的覆盖率比 AODV 算法和 AODV-L 算法覆盖率高。相比较直行道路

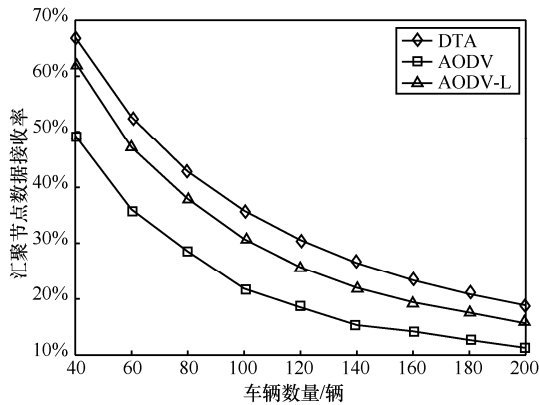


图 20 十字路口的汇聚节点数据接收率比较

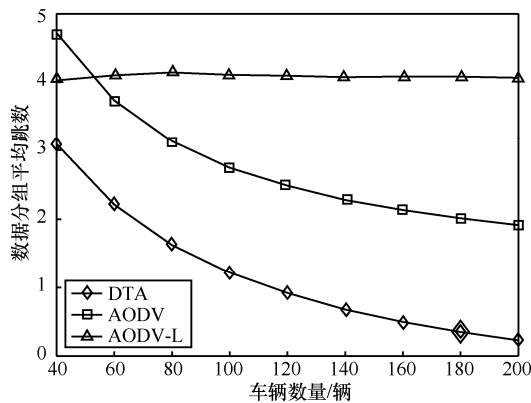


图 21 十字路口的数据分组平均跳数比较

和 T 型道路，在十字路口下车辆节点在转向过程中无法收到原信道数据的情况增多，但是其覆盖率仍能稳定在 95% 以上。这是因为在十字路口仿真环境下，DTA 能够保证绝大多数车辆节点被成功覆盖。由于随机移动，十字路口仿真环境下正在转向中的车辆节点较少，因此，其覆盖率比 T 型路口仿真环境下有所提高。

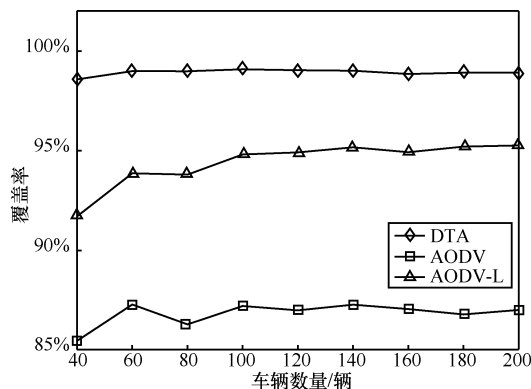


图 22 十字路口的覆盖率比较

5 结束语

本文提出了一种基于信道切换的车联网数据传输算法 (DTA)。DTA 具有结构简单、成本较低的优点，考虑由车辆节点、中继节点和汇聚节点组成的三层网络，分析在直行道路、T 型路口、十字路口 3 种不同道路场景下车辆的行驶情况，根据车辆的行驶方向进行节点的分类，分配不同的信道。车辆节点和中继节点只在所分配的信道中通信，减少了数据传输的干扰，并在此基础上提出了中继节点信息的快速扩散方法和紧急路况信息的优先传输方法，不仅保障了数据传输的可靠性，也提高了数据传输的效率。总之，相比 AODV 和 AODV-L 算法，DTA 能够有效实现有用信息的快速传输，减少不必要的能量损耗，提高汇聚节点数据接收率，降低数据分组平均跳数和提高数据传输的覆盖率，但是没有考虑节点的通信能耗，因此下一阶段的目标是提出一种能降低节点能耗的车联网路由算法。

参考文献:

- [1] LI F, WANG Y. Routing in vehicular Ad Hoc networks: a survey[J]. IEEE Vehicular Technology Magazine, 2007, 2(2): 12-22.
- [2] ZHANG G, MU D, ZHONG X, et al. A survey on the routing schemes of urban vehicular Ad Hoc networks[C]//CCC, July 16-18, 2008, Kunming, China. Beijing: Beihang University Press, 2008: 338-343.
- [3] MARATHA B P, SHELTAI T R, SHAKSHUKI E M. Performance evaluation of topology based routing protocols in a VANET highway scenario[J]. International Journal of Distributed Systems & Technologies, 2017, 8(1): 34-45.
- [4] TEE C A T H, LEE A C R. Survey of position based routing for inter vehicle communication system[C]//International Conference on Distributed Framework and Applications, October 21-22, 2009, Penang, Malaysia. Piscataway: IEEE Press, 2009: 174-182.
- [5] KUMAR K, ARORA SK. Review of vehicular Ad Hoc network security[J]. International Journal of Grid and Distributed Computing, 2016, 9(11): 17-34.
- [6] 宋超, 刘明, 龚海刚, 等. 基于分布式实时信息的车载网络路由协议[J]. 软件学报, 2011, 22(3): 466-480.



- SONG C, LIU M, GONG HG, et al. Distributed real-time information based routing protocol in vehicular Ad-Hoc networks[J]. Journal of Software, 2011, 22(3): 466-480.
- [7] 范存群, 王尚广, 谷文哲, 等. 车联网下基于网络编码的高吞吐量多径路由算法[J]. 通信学报, 2013, 34(S1): 133-141.
- FAN C Q, WANG S G, GU W Z, et al. Enhanced-throughput multipath routing algorithm based on network coding in IoVs[J]. Journal on Communications, 2013, 34(S1): 133-141.
- [8] 默罕默德·默森, 许凯凯, 夏玮玮, 等. 荒漠场景应用的车联网及其分簇路由算法[J]. 通信学报, 2012, 33(10): 166-174.
- MOHAMED M, XU K K, XIA W W, et al. Vehicular Ad Hoc network and clustering routing algorithm applied in wilderness scenarios[J]. Journal on Communications, 2012, 33(10): 166-174.
- [9] 孙海霞, 胡永, 刘炜. 一种基于博弈理论的 VANET 路由算法[J]. 电子技术应用, 2015, 41(8): 97-100.
- SUN H X, HU Y, LIU W. A game-base routing protocol in VANET[J]. Application of Electronic Technique, 2015, 41(8): 97-100.
- [10] MENOUAR H, FILALI F, LENARDI M. A survey and qualitative analysis of mac protocols for vehicular Ad Hoc networks[J]. IEEE Wireless Communications, 2006, 13(5): 30-35.
- [11] 冯诚, 李治军, 姜守旭. 无线移动多信道感知网络上的数据聚集传输规划[J]. 计算机学报, 2016, 38(5): 931-945.
- FENG C, LI Z J, JIANG S X. Data aggregation scheduling in wireless mobile multichannel sensor networks[J]. Chinese Journal of Computers, 2016, 38(5): 931-945.
- [12] PERKINS C, BELDING-ROYER E, DAS S. Ad Hoc on-demand distance vector (AODV) routing[M]. New York: ACM Press, 2003.
- [13] RATHI D, RANADE R. Performance evaluation of AODV routing protocol in vanet with NS2[J]. International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence, 2017, 4(3): 23-27.
- [14] 白翔宇, 叶新铭, 李军. 感知实时车流信息的 VANET 路由仿真研究[J]. 系统仿真学报, 2012, 24(2): 189-194.
- BAI X Y, YE X M, LI J. Simulation research on VANET routing with real-time vehicular traffic aware[J]. Journal of System Simulation, 2012, 24(2): 189-194.
- [15] MORIDI E, BARATI H. RMRPTS: a reliable multi-level routing protocol with tabu search in VANET[J]. Telecommunication Systems, 2017, 65(1): 127-137.

[作者简介]



任条娟 (1965-), 女, 常州大学信息科学与工程学院硕士生导师, 浙江树人大学信息科技学院教授, 主要研究方向为无线传感网、车联网。



万锦昊 (1994-), 男, 常州大学信息科学与工程学院硕士生, 主要研究方向为无线传感网、车联网。



陈友荣 (1982-), 男, 博士, 常州大学信息科学与工程学院硕士生导师, 浙江树人大学信息科技学院副教授, 主要研究方向为无线传感网、物联网。



陆思一 (1994-), 男, 常州大学信息科学与工程学院硕士生, 主要研究方向为无线传感网、车联网。



刘半藤 (1984-), 男, 博士, 浙江树人大学信息科技学院副教授, 主要研究方向为无线传感网、物联网。