

doi: 10.11918/j.issn.0367-6234.2015.11.006

面向城市 VANETs 的多跳警告广播协议

王秀峰, 王春萌, 崔刚

(哈尔滨工业大学 计算机学院, 150001 哈尔滨)

摘要: 为改善道路交叉口处信息向所有方向分发的可靠性以及降低信息分发时延, 提出面向城市车载网络多种交通密度、基于位置的多跳警告广播协议 MBW. 本协议把无线信号一次发射覆盖的道路分为东、南、西、北 4 个方向. 道路交叉路口的中继节点满足两个条件: 首先, 一个节点至少有两个邻居节点, 该节点及邻居的行驶方向都不同, 并且与邻居节点之间的距离都大于路宽; 其次, ID 号在交叉口的节点中最小, 交叉路口处中继节点优先广播信息不等待. 道路上的中继节点根据 W_T 公式确定, W_T 值为零时转发信息, 并定义此节点为中继节点, 本协议支持信息在路上双向传输. MBW 协议的中继节点选择策略能够减少中继节点个数和信息分发冗余. 仿真结果表明 MBW 协议和现存的 VANETs 广播协议相比具有较好的高覆盖率、低延迟、低转发节点率和较低的网络开销.

关键词: 车载网络; 基于位置的广播; 数据分发; 多种交通密度

中图分类号: TP393

文献标志码: A

文章编号: 0367-6234(2015)11-0034-07

Multi-hop broadcast protocol for warning for urban vanets

WANG Xiufeng, WANG Chunmeng, CUI Gang

(School of Computer, Harbin Institute of Technology, 150001 Harbin, China)

Abstract: To improve dissemination toward all directions and decrease duration that message is forwarded, in this paper, the multi-hop broadcast for warning protocol in urban VANETs is proposed. The roads which wireless signal cover every time are reclassified into four directions: east, south, west and north. Relay node at the intersection is decided by following rules: first, it has at least two neighbor nodes whose directions are different to the relay node, and the distances between relay node and the neighbors are more than the width of road. Second, its ID is the smallest among the nodes at the intersection. Relay nodes at intersections prioritize to forward messages without waiting. Relay nodes on the road are selected according to waiting-time equation and message is rebroadcasted if waiting time ends. MBW supports that message is propagated in both directions along the road. Due to relay node selection strategy, the number of relay nodes and message retransmissions is decreased. Simulation results show that MBW offers better coverage, lower delay, lower forwarding nodes ratio and lower overhead compared to existing broadcasting protocols in VANETs.

Keywords: VANETs; position-based broadcast; data dissemination; diverse traffic density

由于车载无线网络 VANETs (vehicular ad hoc networks) 中多跳广播经常受到广播风暴的影响^[1], 而移动自组网 MANETs (mobile ad hoc network) 中减轻广播风暴方法不能直接用于 VANETs^[2-5]. 目前研究学者针对 VANETs 的特点提出几种抑制广播风暴机制, 例如, 基于概率的广播、基于计数的广播、基于距离的广播、邻居知识广播和基于位置的广播^[6]. 在

基于位置的机制中, 距离最远的节点被选中中继节点, 每一跳转发节点的选择是确定的和唯一的, 因此基于位置的广播冗余和延迟相对较低. 当前基于位置的城市 VANETs 广播方法中, 大多数假设车辆在直行的公路上行驶, 而实际的城市场景有交叉路口和建筑物, 交通密度是变化的. 文献[7-9]中提出面向感兴趣区域 ROI (region of interesting) 信息分发, 这种面向区域的信息分发考虑交叉口, 但是网络开销大, 因此为限制信息冗余、降低网络开销和链路时延, 本文提出城市多跳警告广播 MBW (multi-hop broadcast for warning) 协议. 本协议充分考虑实际城

收稿日期: 2015-01-23.

基金项目: 国家自然科学基金 (61272130).

作者简介: 王秀峰 (1979—), 女, 教授, 博士研究生;

崔刚 (1947—), 男, 教授, 博士生导师.

通信作者: 王秀峰, wxf@hit.edu.cn.

市场场景中道路交叉口处的交通信号和建筑物阻挡. MBW 目的是通知从所有方向即将到来的汽车调整行车路线避免碰撞. 本文以中继节点为圆心建立直角坐标系, 把无线信号一次发射覆盖的道路分为东、南、西和北 4 个方向. 如果一个节点有两个以上的邻居节点, 该节点与邻居节点的行驶方向都不同, 并且 ID 号在交叉口的节点中最小, 则该节点被定义为交叉口的中继节点. 交叉口处的中继节点优先转发信息不等待. 道路上的中继节点由 W_T 公式决定, 公式由接收节点的转发概率因子决定. W_T 结束时, 中继节点转发信息, 该节点被选作中继节点. MBW 支持数据信息沿着道路双向转发.

1 相关工作

广播是 VANETs 信息分发的核心技术. 盲目的广播会遭遇冗余重传, 尤其在密集型网络中, 目前已有许多基于位置的广播方案, 而相当多的方法是针对直行公路的场景而不考虑交叉口信息分发设计^[6,10-12].

文献[6]提出基于位置的多跳广播 PMB (position-based multi-hop broadcast) 方法, 降低信息重传冗余并且改善信息传输的实时性. 文献[10]提出基于位置自适应的广播协议 PAB (position-based adaptive broadcast), 该协议考虑发送者和接收者之间的距离、汽车速度和角度. 采用对向行驶的汽车作为中继节点, 并没有给出信道占用多久.

文献[11]提出基于相对位置的广播协议 RPB (the relative position based message dissemination), 不采用基础设施, 减少硬件开销. 采用定向贪婪广播路由方式转发信息, 由于采用 ACK 机制, 网络开销大. 文献[12]针对紧急事故提出一种基于位置的多跳广播模型 PMBP (a position based multi-hop broadcast protocol), PMBP 每一跳选择发送方向上距源节点最远的节点转发信息, 并且使用 BRTS/BCTS 握手机制. 文献[13-14]提出交叉口信息转发的广播机制, 但是增加硬件开销.

在城市广播协议 UMB (urban multi-hop broadcast protocol) 中使用 RTB/CTB 广播机制^[13,15], 并且通过广播节点和中继节点之间的 ACK 机制增强广播的可靠性, 规定点对点通信只是在广播节点和最远节点之间进行, 其它节点只接收信息, 根据接收节点和广播节点之间的距离设立信道占用时间. 距离广播节点较远的节点占用信道时间较长, 所以距离较远的节点将被选作中继节点, 因此限制中继节点的个数并且抑制信息重传次数, 减少广播风暴. 在交通流密集型的道路上, 通过 RTB/CTB 机制选

择中继节点, 该协议不容易收敛, 增加网络开销和降低网络吞吐量. 文献[16]设置竞争窗口, 目的是在不同道路上不同的部分信息转发不会重叠, 确保较远的节点优先和广播节点握手. 文献[17]指出由于公路的每部分竞争窗口重叠, 不能保证距离广播节点最远的节点被选作中继节点, 会遭遇更多碰撞. 文献[18]使用 UMB 中的 RTB/CTB 广播握手机制选择最远的节点作为中继节点, 贞间间隔 IFS (inter-frame space) 和距广播节点之间的距离成反比, 位置越远, IFS 越短.

文献[19]提出基于道路的广播协议, 根据汽车所在的道路, 按照发送者和接收者之间的角度给汽车分组. 并选择每一跳具有最好视线的节点作为中继节点, 考虑道路交叉口及建筑物阻挡, 提高传输的可靠性和有效性. AMB 广播协议扩展 UMB 广播协议并且改善网络开销和转发节点率^[20]. BSM 广播协议中进一步提高 AMB 协议的覆盖率、网络开销和转发节点率^[9], 但是 BSM 由于不一定能够选择到最远的节点作为中继节点, 会造成网络开销大.

2 MBW 协议的详细设计

MBW 广播协议的主要目标是在事故节点周围尽可能大的区域内, 以低延迟、低网络开销和低转发节点率在多种交通流密度环境中分发信息. MBW 为了在每一跳中最大化接收警告信息的汽车数量, 选择中继节点的机制是很重要的. 本文分别给出在交叉口和在道路上两种不同的选择中继节点方法.

本文为每一个中继节点建立直角坐标系, 坐标系原点为 O , 见图 1, 两条直线 L_1 和 L_2 把中继节点一跳发射所覆盖的范围平均分成 4 份, 每一份角度为 $\frac{\pi}{2}$. 按照逆时针的方向, 角度 $\alpha \in \left[\frac{\pi}{4}, \frac{3\pi}{4}\right)$, $\beta \in \left[\frac{5\pi}{4}, \frac{7\pi}{4}\right)$, $\gamma \in \left[\frac{3\pi}{4}, \frac{5\pi}{4}\right)$, $\theta \in \left[-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}\right)$. 道路的东、西、南、北 4 个方向的定义为:

定义 1 \forall 节点 i , 发送者和接收者之间的角度为 φ_i , 如果 $-\frac{\pi}{4} \leq \arctan \varphi_i < \frac{\pi}{4}$, 则节点 i 在道路东方.

定义 2 \forall 节点 i , 发送者和接收者之间的角度为 φ_i , 如果 $\frac{\pi}{4} \leq \arctan \varphi_i < \frac{3\pi}{4}$, 则节点 i 在道路北方.

定义 3 \forall 节点 i , 发送者和接收者之间的角度为 φ_i , 如果 $\frac{5\pi}{4} \leq \arctan \varphi_i < \frac{7\pi}{4}$, 则节点 i 在道路

南方。

定义 4 \forall 节点 i , 发送者和接收者之间的角度为 φ_i , 如果 $\frac{3\pi}{4} \leq \arctan \varphi_i < \frac{5\pi}{4}$, 则节点 i 在道路西方。

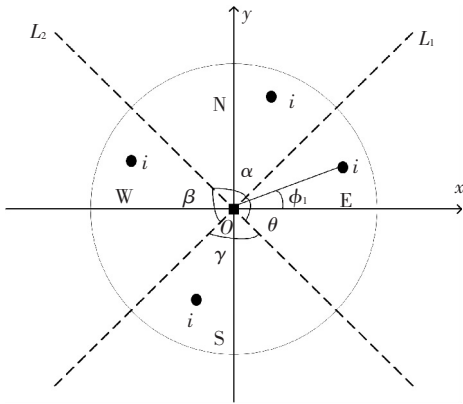


图 1 道路方向

本文采用 MBW-ONE 和 MBW-TWO 两种方法分别实现 MBW 广播协议。MBW-TWO 采用周期性维护邻居列表方法选择交叉口的中继节点, 而 MBW-ONE 则采用紧急事故发生时创建邻居列表及选择交叉口中继节点, MBW-ONE 能够有效地减少网络开销。二者均采用周期性 hello 信标维护邻居列表, hello 包里面包含的信息: $\langle \text{Hello}, \text{Position}, \text{Direction}, \text{Hop}, \text{SID}, \text{MID}, \text{VID} \rangle$, Hello 代表 hello 包, Position 标志汽车的位置, Direction 值为上一个中继节点的方向(东、南、西、北), Hop 值为 hello 包的跳数, SID 代表源节点 ID 号, MID 值是源节点信息 ID 号, VID 域记录汽车 ID 号。当一个节点收到 hello 包并且 Hop 值为 0 时则成对保存 MID 和 SID。hello 信标为 1 Hz。

MBW-ONE 信息转发策略:

源节点广播 hello 信标, 其 Hop 值为 0, 收到这个信标的节点广播 hello 信标并且 1s 内只广播一次, 设置其 Hop 值为 1, 收到这个信标的节点 1s 内只发送一次应答包, 限制 hello 信标和应答包的次数能够降低网络开销, 应答包里包含 Respond 域和 Position 域, 收到应答包的节点计算自己和邻居节点的距离, 如果该节点在其东、西、南、北 4 个方向的邻居节点中至少有两个不同的方向有邻居节点, 该节点和邻居节点的行驶方向不同, 并且与它们的距离都大于路宽, 则标记自己在道路交叉口。并记录自己 VID 为最小, 否则不做任何事情。

1) 一个 Hop 值为 0 的节点广播 hello 包并等待 tms 后广播数据包, 如果交叉口的节点收到数据包, 这些节点广播 Hop 值为 0 的 hello 包, 收到这个 hello 包的节点广播 hello 信标并标记 Hop 值为 1, 那

些收到这个 hello 信标的节点广播应答包, 然后带有 VID 值最小的节点立即转发数据包, 因此这个节点被选作中继节点。

2) 如果路上所有的节点收到 Hop 值为 0 的 hello 信标, 收到数据包的节点计算 W_T 后开始等待, 如果 W_T 没有结束, 一个节点收到来自其它节点并且 Hop 值为 0 的 hello 包, 则不广播 Hop 值为 0 的 hello 包; 如果一个节点在已经发送 Hop 值为 0 的 hello 包之后收到来自其它节点 Hop 值为 0 的 hello 包, 比较自己保存的 SID、MID 和 hello 包里的这两个域值, 如果自己的 SID 和 MID 和 hello 包里这两个域值不同, 表明没有收到过该信息, 则广播 Hop 值为 1 的 hello 包而且 1s 内只能发一次, 然后收到这个 hello 信标的节点 1s 内只发一次应答包, 收到应答包的节点更新交叉口标记。如果一个节点收到一个 hello 包里的 SID、MID 值和自己保存的一样, 则比较 VID 值, 如果自己的 VID 值比其它节点的 VID 值大并且 Direction 值是相同的, 则取消转发数据。否则转发数据信息。因此转发节点被定义为道路上的中继节点。

3) 在源节点广播数据包之后, MID 值加 1。

MBW-TWO 信息转发策略:

1) 当一个节点收到 Hop 值为 0 的 hello 信标, 则更新邻居列表, 计算自己和邻居节点的距离, 如果至少有两个邻居节点和自己的距离大于路宽则标记自己在交叉口, 并且如果自己的 VID 值比收到的 hello 包里的 VID 小, 则标记 VID 最小值, 否则不做任何事情。

2) 事故发生时, 源节点立即广播数据信息, 如果交叉口的节点收到信息, 采用节点 ID 号最小的节点广播信息, 因此该节点也被选作中继节点。数据包包含信息: $\langle \text{Data}, \text{Position}, \text{Direction}, \text{TS}, \text{SID}, \text{MID}, \text{Message} \rangle$ 。Data 代表数据包, Position 代表节点的位置, Direction 是相对于上一个节点东、南、西、北 4 个方向, TS 的值为发送数据包的时间, SID 代表源节点的 ID 号, MID 的值为信息的 ID 号, Message 为告警信息。

3) 当路上的节点收到数据包, 则计算 W_T 并等待。如果 W_T 没有结束, 节点收到来自其它节点的数据包并且它们方向域值相同, 那么取消转发信息, 因此相对于源节点不同方向的节点还可以转发信息。当 W_T 截止时, 转发数据包, 因此, 转发节点被选作中继节点。

4) 当源节点广播数据包之后, MID 域值加 1。

这两个策略可以用来同时转发不同的信息。

MBW 广播协议通过限制中继节点的选择, 可减

少信息重传次数.因此能够减少信息冗余和竞争,降低广播风暴的风险.

3 W_T 公式的提出

为了限制重播信息的汽车数量,在基于位置广播协议中,典型的 W_T 计算方法是采用一些相关因素设计等待时间函数,比如广播节点的无线通信半径,发送者和接收者之间的距离,邻居节点的数量和车速等.文献[6]提出 W_T 延迟为

$$T_{\text{defer}} = | T_{\text{max}} * \left(1 - \frac{R_j - R_i + d_{ij}}{R_{\text{max}}} \right) * \alpha + T_{\text{rand}} |, \quad (1)$$

$$\alpha = 1 - \exp \left(- \lambda * \left(1 - \frac{R_j - R_i + d_{ij}}{R_{\text{max}}} \right) \right). \quad (2)$$

式中: R_i 和 R_j 是两个节点的传输范围, d_{ij} 是节点 i 和 j 之间的距离.从式(1)中看不出明显的 W_T 和距离之间的关系,文献[9]提出过类似的 W_T 函数. BSM 广播协议提出 W_T 为

$$W_T = \left(1 - \frac{d_{sr}}{R} \right)^{nn} * W_{T_{\text{max}}}. \quad (3)$$

式中: d_{sr} 是发送者和接收者之间的距离, nn 是邻居汽车的数量,很明显这样的表达式不是线性函数,文献[8]提出 HyDiAck 广播协议的 W_T 为

$$T_{S_{ij}} = S_{ij} * t, \quad (4)$$

$$S_{ij} = \begin{cases} \lfloor N_s \times \left(1 - \left[\frac{\min(D_{ij}, R)}{R} \right] \right) \rfloor, & \text{if in forwarding zone;} \\ \lfloor N_s \times \left(2 - \left[\frac{\min(D_{ij}, R)}{R} \right] \right) \rfloor, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (5)$$

式(4)、(5)表明等待时间 $T_{S_{ij}}$ 是 D_{ij} 的线性函数, D_{ij} 是发送者和接收者之间的距离, N_s 是为每两个区间可提供的时隙数,文献[7]提出 UV-CAST 协议给出 W_T 为

$$\tau_i = \begin{cases} \frac{1}{2} \left(1 - \frac{d_{i,j}}{R} \right) \tau_{\text{max}}, & \text{if } i \text{ is at an intersection;} \\ \frac{1}{2} \left(2 - \frac{d_{i,j}}{R} \right) \tau_{\text{max}}, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (6)$$

式(6)表明 τ_i 是 $d_{i,j}$ 的线性函数, τ_i 为等待时延, $d_{i,j}$ 是发送节点和中继节点之间的距离.基于上述思想可知距离发送者较远的节点有更大的转发信息概率,因此基于发送者和接收者之间距离,本文提出节点转发信息的概率表达式为

$$P_i = d_i / r. \quad (7)$$

式中: P_i 为接收者重播信息的概率, d_i 为接收者距

发送者之间的距离, r 是无线通信半径,如果一个节点有较高的转发概率,那么在转发信息之前等待的时间越短.因此,采用 P_i 概率因子分别建立指数和线性的 W_T 为

$$W_T = W_{T_{\text{max}}} \times (1 - \exp(-(1 - P_i))), \quad (8)$$

$$W_T = W_{T_{\text{max}}} \times (1 - P_i). \quad (9)$$

在本研究中 $W_{T_{\text{max}}}$ 为 100 ms,如果 $W_{T_{\text{max}}}$ 太高,时延将会增加.如果太低,许多汽车在收到信息之前会重播信息.图 2 给出式(8)、(9)计算等待时延的比较,当接收节点距离发送节点越远,则等待时间 W_T 越小,尤其当距离 > 200 m 时,线性的 W_T 函数和指数的 W_T 函数计算的 W_T 值几乎相等,但是当距离 < 200 m 时,则指数的 W_T 函数计算的 W_T 值比线性的小, W_T 值越小,信息转发的越早,为信息尽快转发,本文采用指数的 W_T 公式.

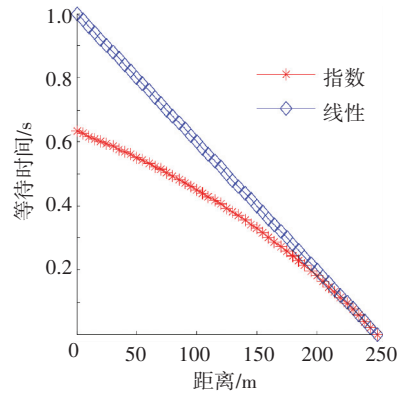


图 2 指数和线性的 W_T 曲线

式(8)是计算路上 W_T 的计算方法,但是对于交叉口的中继节点,本文规定收到信息则立即转发不等待,其它在交叉口的节点收到信息时候取消转发.因此,本文把道路上转发信息计算 W_T 的方法和道路交叉口转发信息不等待时延的方法合并成一个公式为

$$W_T = \begin{cases} 0, & \text{if } i \text{ at intersection;} \\ W_{T_{\text{max}}} \times (1 - \exp(-(1 - P_i))), & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (10)$$

4 信息分发的实现

为实现数据信息分发,本文使用信息贴标签技术^[21].当信息发送时,象贴标签一样被贴上源节点的 ID 号、信息的 ID 号和汽车 ID 号,在本研究中,信息分发采用 MBW-ONE 和 MBW-TWO 策略实现,信息分发的过程遵循以下两个流程图,见图 3、4.

5 广播协议性能分析

5.1 模拟场景和参数的设置

为分析 MBW 广播协议的性能,本文采用 NS₂ 模拟器进行模拟.所有的协议都是在低、中、高交通

密度条件下模拟的,汽车的密度范围从 0.8~4 千辆/h,速度从 0~60 km/h 变化.本文采用 2.25 km² 网格道路拓扑结构实现 MBW 广播协议的模拟,每条道路有 3 车道双向交通流.汽车行驶遵循交叉口的交通灯信号.交通信号包括红灯、绿灯和黄灯,在模拟过程中,直行绿灯和红灯分别为 30、70 s,黄灯

3 s;左转绿灯为 20 s,左转红灯 80 s,左转黄灯为 3 s;整个交通信号周期为 103 s.本文设置交叉口及障碍物.为了模拟真实的汽车移动,采用 VISSIM 模拟器定义的移动性模型.在某一条道路的中间位置的汽车负责产生警告信息.

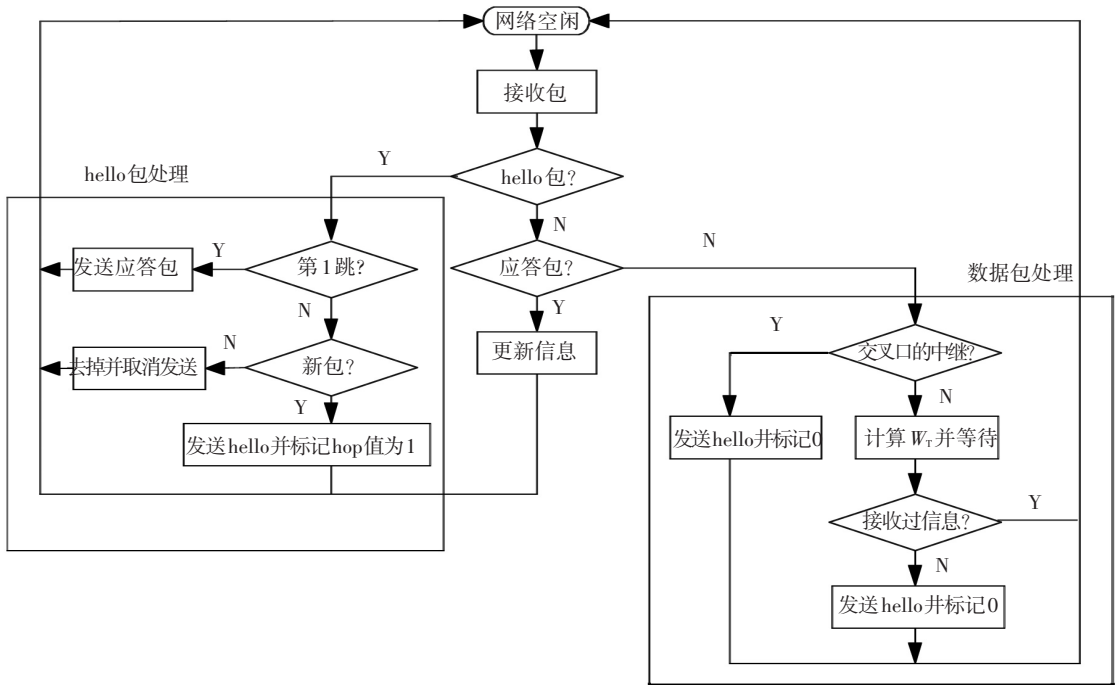


图 3 MBW-ONE 流程

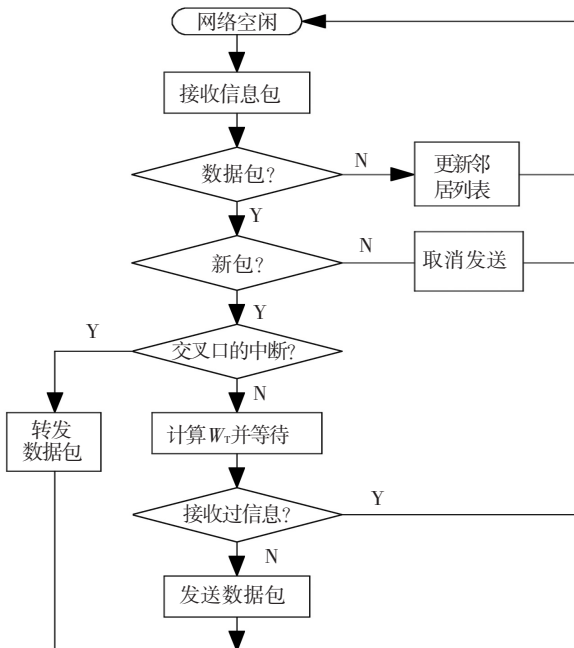


图 4 MBW-TWO 流程

IEEE802.11p 标准里 Veins 2.0 网络模型已经定义链路层和物理层^[22],为广播协议设置 3 Mbps 的位速率,信息包的大小为 512 字节,hello 信标包的大小 25 字节并且每 1 秒发送一次,应答包为 9 个字节,模拟时间为 500 s.使用下面 4 个特性来分析

MBW 的可靠性、高效性和可扩展性.覆盖率是指在模拟区域内收到数据包汽车数量的百分数.高覆盖率意味着 MBW 广播协议选择中继节点和数据传输是可靠的,并且协议对于不同的交通密度具有较高的容忍性.时延是指一个数据包从源节点到目的节点所用的时间.这个特性测量数据传输的高效性.网络开销等于模拟期间每个汽车接收到的数据包的数量.这个特性用来测量网络的可扩展性.转发节点率是指网络中重播来自源节点信息的汽车的比例.

5.2 模拟结果

图 5 中给出多种交通流密度下几个协议的覆盖率,MBW 和 BSM 协议的覆盖率随着交通密度的增加而增加.这是合理的,因为随着交通密度的变大,网络连接性较好,因此数据包的接收率将会增加.MBW 的覆盖率在不同的交通密度条件下比 BSM 的高.特别是,当交通流密度大约 1.2 千辆/h 的时候,覆盖率达到 100%,这是因为 MBW 维护两跳邻居信息,采用汽车行驶的道路方向(东,南,西,北)、节点和邻居节点之间的距离来识别交叉口,交叉口的识别率高,交叉口的中继节点选择准确率高,减少信息在交叉口的冗余和碰撞,在路上可选择到最远的中继节点,减少信息的碰撞机会,增强信息可靠传输,所以覆盖率比

BSM 的高.BSM 协议的覆盖率低是因为没有交叉口识别机制,交叉口容易错过向所有方向转发,而且选择邻居数量多的节点作中继节点转发,所以中继节点不一定是最近的,会造成信息冗余碰撞.这从式(3)可看得出来.它的覆盖率只有在密集型交通中高,BSM 的覆盖率没有达到 100%.

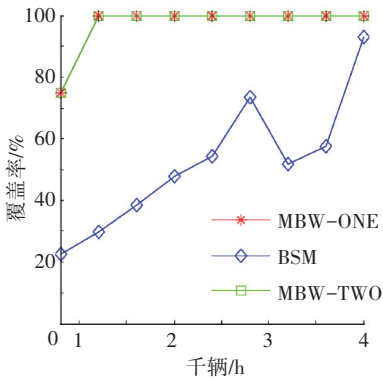


图 5 覆盖率

图 6 给出 BSM 和 MBW 链路时延比较.当节点密度增加的时候,几个协议的链路时延变短,因为节点增多,网络的连接性比较好,所以链路时延变短.MBW-TWO 链路时延比 BSM 和 MBW-ONE 都低,理由是 MBW-TWO 在模拟期间一直维护两跳邻居信息,所以使用最短的时间发现交叉口的中继节点并且迅速把信息转发到其它节点.本文规定交叉口的中继节点直接转发信息不等待,所以减少信息的转发时间.MBW-ONE 的链路时延比其它两个高,这是因为 MBW-ONE 只有在事故发生时才维护邻居列表,所以在选择中继节点时浪费时间.

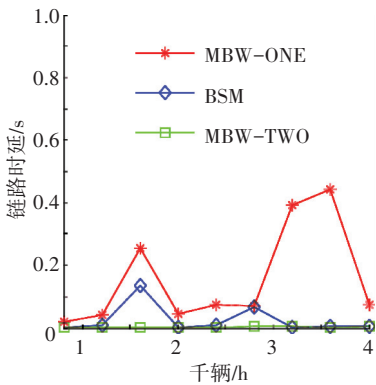


图 6 时延

BSM 广播协议在二者中间,因为 BSM 在模拟期间一直维护邻居列表,它的时延函数选择邻居数量多的节点作为中继节点,但不一定能够选择到最近的中继节点,所以时延较大.

图 7 给出几个协议的转发节点率.转发节点数量少,则信息冗余和竞争减少,因此广播风暴的风险相应地降低.MBW-ONE 具有最低的转发节点率并

且曲线平滑.MBW-ONE 的转发节点率大约 12% 左右.BSM 位于 MBW-ONE 和 MBW-TWO 之间.BSM 的转发节点率大约 15%.MBW-ONE 的转发节点率比 BSM 低 3%.MBW-TWO 的转发节点率轻微地增加.当交通密度大约 2.8、4.0 千辆/h,BSM 的转发节点率突然增加到 30%,理由是当交通密度高的时候,BSM 选择的中继节点不一定是最近的节点,结果导致转发节点数增加.本文提出的 MBW 转发节点率低,这表明 MBW 选择中继节点的方法是正确的,所以降低转发节点率.

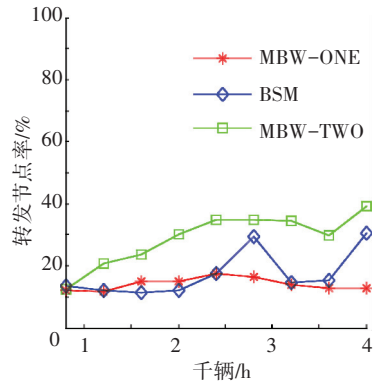


图 7 转发节点率

图 8 给出交通密度变化的所有协议的网络开销,尽管不同的交通密度,MBW 的网络开销比 BSM 的低.因此 MBW 展示较好的网络开销性能.MBW-ONE 的网络开销比 MBW-TWO 的网络开销平均低 5%,比 BSM 的网络开销平均低 20%,MBW-TWO 的网络开销比 BSM 平均低 10%.因此 MBW 的可扩展性在高的交通密度下比 BSM 的好,这样的结果是因为 MBW 有效地限制中继节点的数量,因此,当交通密度变大的时候,重播的信息数量减少,信息冗余降低.

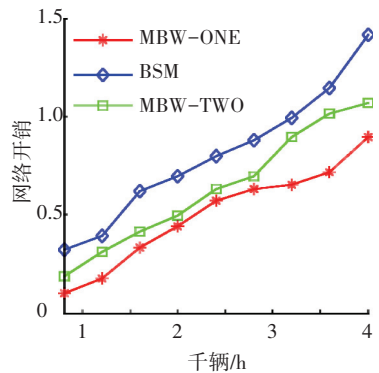


图 8 网络开销

6 结 语

本文提出一个新的基于位置的 MBW 广播协议,是一个多种交通流密度下面向城市场景的警告信息分发协议.MBW 把无线信号一次覆盖道路的范

围分为东、南、西、北 4 个方向.维护两跳邻居信息,节点根据其至少两个不同的方向的邻居节点和自己之间的距离是否大于路宽来判断自己是否在道路的交叉口,如果在交叉口有多个节点,则采用 ID 号最小的节点作为中继节点,并且交叉口的中继节点赋予优先转发的权限.支持数据沿着道路双向分发.MBW 协议在不同的交通密度条件下的覆盖率优于 BSM 的覆盖率,实现低网络开销、信息传播的低时延、低转发节点率.

总之,MBW 广播协议适合解决多种交通流密度环境下的安全信息广播应用,并且具有低网络开销、低延迟和高覆盖率.

参考文献

- [1] LI Fan, WANG Yu. Routing in vehicular ad hoc network: a survey[J]. IEEE Vehicular Technology Magazine, 2007, 2(2): 12-22.
- [2] NI S Y, TSENG Y C, CHEN Y S, et al. The broadcast storm problem in a mobile ad hoc network [C]// Proceedings of the 5th Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking. Seattle: IEEE, 1999:151-162.
- [3] TSENG YC, NI S Y, SHIH E Y. Adaptive approaches to relieving broadcast storms in a wireless multihop mobile ad hoc network[J]. IEEE Transactions on Computers, 2003, 52(5): 545-557.
- [4] HU Chunyu, HONG Yifei, HOU J. On mitigating the broadcast storm problem with directional antennas [C]// IEEE International Conference on communications. Seattle: IEEE, 2003:104-110.
- [5] QAYYUM A, VIENNOT L, LAOUITI A. Multipoint relaying for flooding broadcast messages in mobile wireless networks [C]// Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences. Big Island Hawaii: IEEE, 2002:3866-3875.
- [6] WU Xuewen, SONG Shiming, WANG Huibin. A novel position-based multi-hop broadcast protocol for vehicular Ad Hoc networks[J]. Journal of Networks, 2011,6(1): 112-120.
- [7] VIRIYASITAVAT W, TONGUZ O K, BAI Fan, et al. Uv-cast: an urban vehicular broadcast protocol. Communications Magazine [J]. 2011, 49(11):116-124.
- [8] MAIA G, VILLAS L A, BOUKERCHE A, et al. Data dissemination in urban vehicular ad hoc networks with diverse traffic conditions [C]//2013 IEEE Symposium on Computers and Communications. Split: IEEE, 2013:000 459-000 464.
- [9] NAJAFZADEH S, ITHNIN N, RAZAK S A, et al. Bsm: broadcasting of safety message in vehicular ad hoc networks [J]. Arabian Journal for Science and Engineering, 2014, 39(2): 777-782.
- [10] YANG Y T, CHOU L D. Position-based adaptive broadcast for inter-vehicle communications [C]//IEEE International Conference on Communications Workshops. BeiJing: IEEE, 2008: 410-414.
- [11] LIU Congyi, CHIGAN C X. Rpb-md: a novel robust message dissemination method for vanets [C]//IEEE Global Telecommunications Conference. New Orleans: LA: IEEE, 2008:1-6.
- [12] BI Yuanguo, ZHAO Hai, SHEN Xuemin, A directional broadcast protocol for emergency message exchange in intervehicle communications [C]//IEEE International Conference on Communications. Dresden: IEEE, 2009: 1-5.
- [13] KORKMAZ G, EKICI E, ÖZGÜNÜR F, et al. Urban multi-hop broadcast protocol for inter-vehicle communication systems [C]//Proceedings of the 1st ACM International Workshop on Vehicular Ad Hoc Networks. Philadelphia: ACM, 2004: 76-85.
- [14] Li Da, HUANG Hongyu, LI Xu, et al. A distance-based directional broadcast protocol for urban vehicular ad hoc network [C]//International Conference on Wireless Communications. Networking and Mobile Computing. Shanghai: IEEE, 2007: 1520-1523.
- [15] KORKMAZ G, EKICI E, ÖZGÜNÜR F. Black-burstbased multihop broadcast protocols for vehicular networks [J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2007, 56(5): 3159-3167.
- [16] CHIASSERINI C F, GAETA R, GARETTO M, et al. Efficient broadcasting of safety messages in multihop vehicular networks [C]//20th International Parallel and Distributed Processing Symposium. Rhodes Island: IEEE, 2006: 8-14.
- [17] FASOLO E, ZANELLA A, ZORZI M, An effective broadcast scheme for alert message propagation in vehicular ad hoc networks [C]//2006 IEEE International Conference on Communications. Istanbul: IEEE, 2006,9: 3960-3965.
- [18] TAHA M M I, HASAN Y M Y. Vanet-dsrc protocol for reliable broadcasting of life safety messages [C]//2007 IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology. Cairo: IEEE, 2007:104-109.
- [19] TUNG L C, GERLA M. An efficient road-based directional broadcast protocol for urban vanets [C]//2010 IEEE Vehicular Networking Conference. Jersey City: IEEE, 2010:9-16.
- [20] KORKMAZ G, EKICI E, ÖZGÜNÜR F. An efficient fully ad-hoc multi-hop broadcast protocol for intervehicular communication systems [C]//2006 IEEE International Conference on Communications. Istanbul: IEEE, 2006, 1: 423-428.
- [21] LITTLE T D C, AGARWAL A. An information propagation scheme for vanets [C]//2005 IEEE Intelligent Transportation Systems Proceedings. Vienna: IEEE, 2005: 155-160.
- [22] JIANG D, DELGROSSI L. Ieee 802.11p: Towards an international standard for wireless access in vehicular environments [C]//2008 IEEE Vehicular Technology Conference. Calgary: IEEE, 2008:2036-2040.