

基于链路预测的 VANET 路由算法

夏梓峻, 刘春风, 赵增华, 舒炎泰

(天津大学计算机科学与技术学院, 天津 300072)

摘要: 在车载自组织网络(VANET)中, AODV 路由算法存在控制开销大、路由发现和修复时间长等不足。为此, 对 AODV 算法进行局部优化, 提出一种改进的路由算法, 利用节点位置、运动速度等信息预测链路失效时间。在路由发现阶段, 将链路失效时间最大的路径作为传输路径; 在路由维护阶段, 设置定时器并提前触发路由寻路, 减少路径搜寻时间。仿真结果表明, 与 AODV 算法相比, 该算法在数据包端到端延迟、传输吞吐率及报文投递率等方面性能较好。

关键词: 车载自组织网络; 路由算法; 车-车间通信; 链路预测

Routing Algorithm in Vehicular Ad Hoc Network Based on Link Prediction

XIA Zi-jun, LIU Chun-feng, ZHAO Zeng-hua, SHU Yan-tai

(School of Computer Science and Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

【Abstract】 Because of the fast change in mobility and topology, the performance of traditional wireless network routing protocols declines seriously in Vehicular Ad Hoc Network(VANET). Aiming at this problem, this paper improves AODV algorithm, takes the vehicle mobility information into account, and proposes an improved routing algorithm. The algorithm takes full use of position and velocity information. By estimating and calculating the possible duration of links, the Possible Length Expiration Time(PLET), the path with longest duration is selected. This algorithm is designed to decrease the time for route discovery by setting the timer and searching the path parallel. Extensive simulation results show that the algorithm has better throughput, transmission rate and lower delay compared to AODV algorithm.

【Key words】 Vehicular Ad Hoc Network(VANET); routing algorithm; inter-vehicle communication; link prediction

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2012.04.036

1 概述

车载自组织网络(Vehicular Ad Hoc Network, VANET)在智能交通方面具有广阔的应用前景, 受到业界的普遍关注^[1-3]。但由于车辆的高速运动、网络拓扑的动态变化等因素, 现有的无线网络路由协议无法直接应用于 VANET。

路径频繁断裂和修复是链路吞吐率低、数据包端到端延迟高的重要原因之一。文献[4-5]指出, VANET 场景中路径断裂和路径恢复等过程频繁发生, 导致网络中控制消息比重大、带宽消耗大、路由算法性能下降。文献[6]研究表明, 在无线网络中, 节点间持续连接时间的分布函数服从指数分布, 包括高速公路场景、城市道路网场景等。文献[7]针对 VANET 节点高速移动性, 利用 GPS 功能获取车辆移动信息, 根据移动信息分组, 限制广播洪泛、确定链路路径。

本文针对 VANET 场景中 AODV 路由算法控制开销大、路由发现和修复过程时间耗费较长等缺陷, 提出一种改进的路由算法 LED-AODV。LED-AODV 包含 3 个阶段: (1)路由寻路, 设定并计算转发角度; (2)路由回溯, 计算路径失效时间, 获取链路最小可能失效时间; (3)路由维护, 设置定时器, 触发路由寻路。

2 LED-AODV 算法

2.1 路由寻路

根据 AODV 路由寻路过程, LED-AODV 算法考虑节点的位置信息(可以使用 GPS 等方式获得), 利用位置信息限制广播洪泛。广播路由发现请求消息(RREQ)过程中, 计算其转发角度值, 符合条件则继续 RREQ 转发, 否则放弃。

角度计算过程如图 1 所示, 节点 R 和节点 B 在源节点 S 的传输半径内, 目的节点 D 在其移动前方。源节点 S 发起路由寻路, 广播 RREQ; 当节点 R 和节点 B 侦听到 S 广播的 RREQ 时, 首先计算转发角度值 θ_{th} , 判断自己是否处于转发范围, 若不是, 则丢弃接收的 RREQ, 如 B 节点; 若处于转发范围, 则继续操作, 如节点 R。

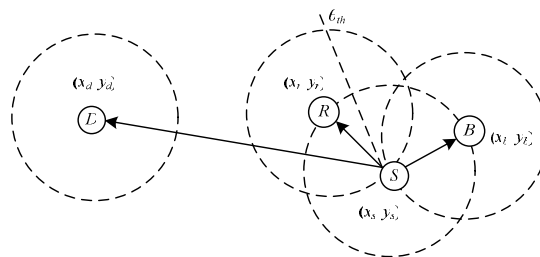


图 1 角度计算

2.2 路由回溯

LED-AODV 考虑对链路持续时间进行侦测或预测, 提前进行路由寻路或恢复, 降低链路断裂对数据传输过程的影响, 稳定数据传输。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61072063); 教育部科技创新工程培育基金资助重大项目(708024)

作者简介: 夏梓峻(1986—), 男, 硕士研究生, 主研方向: 车载自组织网络, 路由算法; 刘春风, 讲师、博士; 赵增华, 副教授、博士; 舒炎泰, 教授、博士生导师

收稿日期: 2011-08-22 **E-mail:** zijun.xia.cs@gmail.com

在路由回溯过程中, 中继节点计算与上一跳节点的路径失效时间(Length Expiration Time, LET), RREP 数据包携带 LET, 沿路径回溯遍历。通过动态更新链路中最小 LET 持续时间, 将其作为链路最小可能失效时间(Possible Length Expiration Time, PLET)。

2.3 路由维护

源节点根据 RREP 携带的 PLET 值设置定时器 Timer。当链路持续时间接近 PLET, 则定时器 Timer 被触发, 使得源节点在发送数据的同时, 发起新一次路由寻路, 寻找可用链路, 替代当前即将断裂的链路路径。

3 算法实现

仿真平台 QUALNET4.0, 修改 AODV 路由算法相关仿真代码, 包括数据包结构体、传输模块函数等。

3.1 RREQ 数据结构

在 RREQ 数据结构中添加 3 个成员参数: 目的节点 ID Dst_id , 上一跳节点 ID $Lasthop_id$ 和路径生存时间 $Lifetime$, 如图 2 所示。

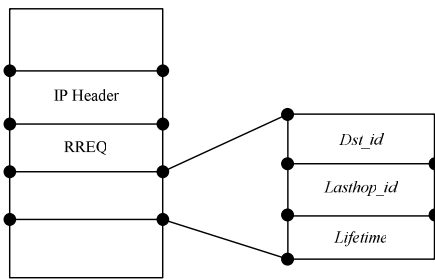


图 2 RREQ 数据结构

源节点发起路由寻路, 开始广播洪泛。若中继节点 i 接收到 RREQ, 处理过程如下:

(1)通过 Dst_id 、 $Lasthop_id$ 分别获取目的节点坐标 (X_D, Y_D) 和上一跳节点的坐标 (X_L, Y_L) , 结合自身地理位置坐标 (X_i, Y_i) , 进行转发角度计算, 获取角度值 θ_i 。

(2)中继节点 i 判断角度 θ_i 是否符合预定的转发阈值, 若不符合, 则丢弃 RREQ。若符合, 则进行后续操作。

(3)若中继节点知晓目的节点路由路径, 则将路由表中的 $Lifetime$ 和 RREQ 携带的 $Lifetime$ 进行比较, 根据比较结果决定是否转发 RREQ, 或初始化 RREP 并传输至源节点。

3.2 RREP 数据结构

在 RREP 数据结构中添加 2 个成员参数: 上一跳节点 $Lasthop_id$ 和路径持续时间 $Lifetime$ 。路径持续时间 $Lifetime$ 表示上一跳节点至目的节点的路径持续时间 $LET_{(Lasthop_id, Dst)}$ 。

目的节点或中继节点初始化 RREP, 回溯遍历。若中继节点 i 接收到 RREP 数据包, 处理过程如下:

(1)节点 i 计算与上一跳节点 $Lasthop_id$ 的路径持续时间 $LET_{(i, Lasthop_id)}$ 。

(2)比较 $LET_{(i, Lasthop_id)}$ 和 $LET_{(Lasthop_id, Dst)}$, 取较小值作为路径可能持续时间 $LET_{(i, Dst)}$, 并初始化 $Lifetime=LET_{(i, Dst)}$, 继续沿路径回溯。

(3)源节点 Src 接收到 $LET_{(i, Dst)}$, 计算 $LET_{(Src, Dst)} = \min(LET_{(Src, i)}, LET_{(i, Dst)})$, 则 PLET 为 $LET_{(Src, Dst)}$, 然后根据 PLET 设置定时器 Timer。

3.3 Routing Table 数据结构

在路由表选项中增加一个成员参数 LET_Route , 标识当前传输链路的可能持续时间。

源节点接收到 RREP 数据包后, 计算获取 PLET 值, 设定路由表中 LET_Route 参数。若仿真运行时间接近路由表中 LET_Route , 则定时器被触发, 源节点发起新一次路由寻路, 在传输路径中断前找到可用路径并将其替换。

4 性能评价

4.1 仿真场景

仿真平台为 QUALNET4.0, 操作系统 Red Hat 9.0, 内核版本 Linux 2.4.20。仿真场景为高速公路, 公路长度 35 km, 并行 5 车道, 车辆移动速度范围 15 m/s~35 m/s, 车-车间时间间隔服从指数分布, 时间间隔平均值为 6 s~10 s, 仿真时间为 900 s。仿真中分别考虑不同车辆节点密度、不同移动速度和不同传输负载等情况。每次场景设置同时进行 5 条数据流传输, 对任一特定的网络场景设置, 均采用 10 个不同的随机种子进行仿真, 最终结果取平均值。

4.2 不同车辆移动速度场景下的性能比较

车辆移动速度范围分别为 15 m/s~20 m/s、20 m/s~25 m/s、25 m/s~30 m/s 和 30 m/s~35 m/s, 车辆节点数目为 300, 链路传输负载 1 000 个数据包(512 Byte/packet), 数据流业务为 CBR, 发送间隔为 0.1 s, LED-AODV 算法和 AODV 算法的性能比较如图 3~图 5 所示。

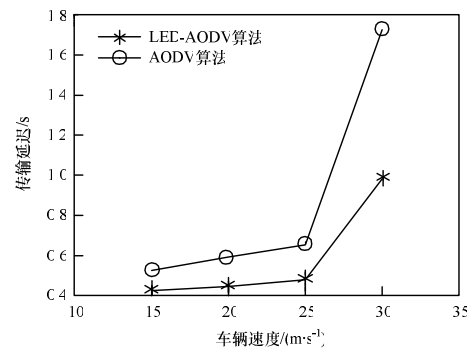


图 3 传输延迟比较

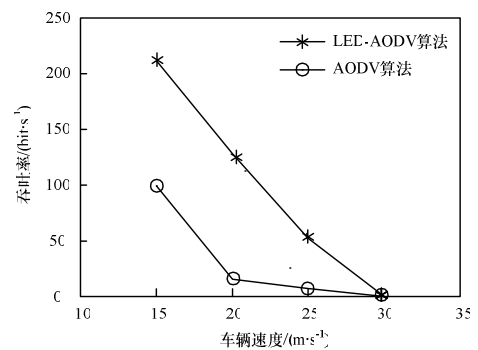


图 4 吞吐量比较

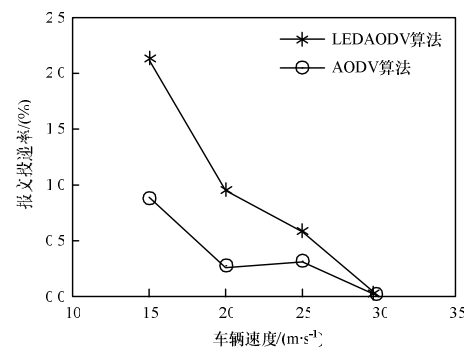


图 5 报文投递率比较