

DOI:10.3969/j.issn.1673-4785.201304044

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/23.1538.TP.20130827.1101.001.html>

基于移动 ad-hoc 网络的车辆定位

孙剑明^{1,2}, 赵琳¹

(1. 哈尔滨工程大学 自动化学院, 黑龙江 哈尔滨 150001; 2. 哈尔滨商业大学 计算机与信息工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150028)

摘要: 当车辆不能通过 GPS 接收机获得自身位置信息时, 就难以获得有用的交通提示风险服务. 提出了一种新的基于车载移动 ad-hoc 网络车辆定位方法, 该方法能够获取作为网络节点车辆的大致位置, 并结合一种改进的警报信息优化传播算法, 向即将处于危险或拥堵区域的不能通过 GPS 接收机定位的车辆发送警报信息. 仿真实验表明只要车辆自组织网络中有 40% 的车辆可以获得 GPS 的定位信息, 就可以将警报信息准确完整地送达处于网络中的所有车辆. 当遇到浓雾天气、交通事故或者是其他拥塞时, 该方法会防止车辆进一步拥堵并能提醒驾驶员防范危险.

关键词: 车辆定位; ad-hoc 网络; 位置信息; 警报信息最优传播; GPS

中图分类号: TP18; TN929.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-4785(2013)04-312-07

中文引用格式: 孙剑明, 赵琳. 车载移动 ad-hoc 网络的定位[J]. 智能系统学报, 2013, 8(4): 312-318.

英文引用格式: SUN Jianming, ZHAO Lin. Positioning of vehicles based on ad-hoc networks[J]. CAAI Transactions on Intelligent Systems, 2013, 8(4): 312-318.

Positioning of vehicles based on ad-hoc networks

SUN Jianming^{1,2}, ZHAO Lin¹

(1. College of Automation, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China; 2. School of Computer and Information Engineering, Harbin University of Commerce, Harbin 150028, China)

Abstract: When the vehicles cannot receive their own position information by GPS, it is hard to get useful tips on traffic risk. This paper proposes a new positioning method based on car mobile ad-hoc network, which can obtain approximate location of a car as a network node. This method uses an improved optimization propagation algorithm of alarm messages, which helps the vehicles that are in danger or traffic jam while can not position by GPS to receive alarm messages. Simulation test shows that if 40% of all vehicles in the network can receive positioning messages by GPS, all vehicles can correctly and completely get alarm messages. In the condition of fog, accident or other traffic jam, this method can stop vehicles from traffic jam and prevent drivers from being in an accident.

Keywords: vehicle positioning; ad-hoc networks; localization; ODAM; GPS

在户外, 车辆可以通过 GPS 接收机和数字罗盘来定位定向, 并通过车载移动 ad-hoc 网络发送位置信息以便通报自身位置及获取交通状况. 但是在室内环境、阴雨天、地磁场异常亦或是根本就没有装备 GPS 接收机状况下会直接影响车辆获取自身方位, 使其不能发送位置信息影响交通状况的通报及其他

交通服务信息的送达.

在交通服务信息中, 一项重要的任务是通过在交通事故附近查找汽车, 通知其附近存在交通事故, 当然这也是一项非常重要且紧迫的任务, 因为这能够避免车辆的拥塞和人员的伤亡. 例如, 发生在法国和意大利之间的 Mont-Blanc 隧道火灾, 如果当时车辆装备具有能自动发送危险信息的通信与定位设备, 灾难可能就不会发生. 当然如果车辆装备了 GPS 设备定位, 情况就变得很简单. 但是如果发生了诸如

收稿日期: 2013-04-16. 网络出版日期: 2013-8-27.

基金项目: 黑龙江省教育厅科学技术研究资助项目(12531160).

通信作者: 孙剑明. E-mail: sjm@hrbeu.edu.cn.

GPS 设备不能使用或是在某种情形下接收不到卫星信号,比如在隧道里,或是没有装备 GPS 接收机的车辆要确定其位置,查看其是否处于危险范围之内就显得尤为重要。

目前,GPS 技术的大众化以及移动 ad-hoc 网络的发展促使新的车辆内部通信协议得以出现。以 GPS 设备为基础,这些协议主要为行驶安全而设计,它包括在交通事故、大雾等状况下在车辆之间发布紧急信息或报警。文献[1]所提出的解决方案被称为基于角色的多路传送,又称 RBM(role based multi-cast),它的设计目的是克服车辆自组网络的分裂问题和减少大量散播的冗余警报信息,但是 RBM 的缺点是以临近探测为基础,会占用更多的带宽、出现延时和更多数据包丢失。此外 RBM 无法稳定地解决分裂问题,并且有些时候警告信息会从相邻车辆超时传递过来。文献[2]提出了另外的 2 种解决方法,即轨迹追踪法(track detection, TRADE)和距离延时时间法(distance defer time, DDT)。轨迹追踪法是指每一辆想要传播警报信息的车辆都必须确定它临近车辆的方位和行驶方向。因此每一辆汽车必须确定重发信息的车辆以避免传播信息冗余。然而因为轨迹追踪法是基于相邻车辆的方法,它需要占用更多的带宽,并出现更多的延时,这样就限制了轨迹追踪法在稠密网络中的扩展应用。

为了解决由于维持相邻车辆而带来的问题,提出了距离延时时间法,距离延时时间法不依靠维持相邻车辆,但是需要为每一条重发警报信息插入距离延时间隔。当一部车辆使用延时时间法接收一个警报信息时,它会建立一个计时器以便决定是否必要重发这条信息。可是,距离延时时间法不能阻止从同一车辆发出的多重警报信息。因此它不能解决由于在高速公路上的车辆临时组网的破碎问题。由于缺乏对自组网破碎状况的支持,使得距离延时时间法不适用于轻度拥塞的高速公路,因此它不能在紧急状况下使用。文献[2]的仿真结果显示,车辆即使以较低的速度行驶在乡间公路上,在 2 000 m 的传输范围内,距离延时时间法的可靠性仍不理想。文献[3]提出“警报信息优化传播”(optimized disseminating alarm messages, ODA),这是个新的汽车间传播协议,它提高了带宽的使用率,减少了延时和丢失数据包,因为它能避免相邻车辆发送维持信号,并且通过使用动态分程传递解决了网络破碎问题。ODAM、DDT、RBM 和 TRADE 都是以 GPS 为基础的,本文分析使用警报信息优化传播方法在装备和没装备 GPS 的车辆上实现相互通信的可能性,目的

是给没装备 GPS 的车辆提供与交通事故相关的信息,这种解决方案是以在装备和没装备 GPS 车辆相互协作为基础,帮助没有 GPS 设备的车辆获得自己的位置。尽管不总能使未装备 GPS 的车辆获得非常准确的位置信息,但至少可以获得诸如交通事故发生方向和大致距离这样的有用信息。

1 算法模型

大多数无线电定位技术都是以信号的连续传播为基础,而手机监测站为定位手机而提出了无线电定位系统^[5-7]。现今主要使用 3 种不同的测距方法:接收信号强度指示器(RSSI)、以时间为测量手段的到达时间(time of arrival, TOA)和到达时间差(direction of arrival, TDOA)以及到达角法。RSSI 法是用接收器测定信号强度,以已知的发送强度为基础,计算实际的传播损耗。因为要估计移动站和基站之间的距离必须进行信号强度测量,而且这个移动站必须要以基站为中心。根据文献[6]可知:

$$P_r = P_t (c_1/d)^n \cdot c_2 \quad (1)$$

式中: P_t 代表发送信息的信号强度等级, P_r 代表接收信息的强度等级, n 、 c_1 、 c_2 分别表示与之相关的物理环境,载体的波长和天线接收增益。 P_r 和 P_t 的值可以通过测量得到,因此利用式(1)可以得到距离 d 。

以时间为基础的方法记录了 TOA 或 TDOA。通过已知的信号的传播速率可将它的传播时间直接转换为距离。这段从移动目标到接收器的距离与传播时间成正比关系。如果信号从发送器到接收器接收的传播时间为 t ,那么接收器与发送器的距离为 $R=C \cdot t$, C 为光速。一般来说,通过传输时间同步和时间戳(一个时间标记)可以直接得到到达时间。因此时间差法是用发射机通过检测信号到达多个接收器的不同时间来确定相对位置,而不是绝对位置。到达角技术是当信号从几个基站子系统发出后,通过使用定向天线和天线阵测量出角度来估计想要的目标。

这些无线电定位技术会因为许多错误的信号源干扰而崩溃,诸如多路径衰减和遮挡、非视距传播和多址等。因此目前许多研究都致力于探测和修正非视距传播。最近提出的自我定位估算法(self-positioning algorithm, SPA)是一种新的方法^[5,7-8],它是通过无线移动网络中的节点,而不是依靠 GPS 来定位^[9]。这种算法使用节点间的距离来建立一个相对坐标系,用于计算节点位置。使用时间到达法可以求得 2 个移动设备之间的范围。这种算法在不考虑测量误差范围和节点运动的情况下体现出足够的稳定

性和定位的准确性.但由于一个节点位置的计算是以其相邻点的一些条件为基础,在这种状况下,SPA 算法会在某些情况下产生错误.此外,SPA 算法通过在 2 点之间互发“hello”信息来保持邻接点,这样就会给节点造成占用更多的通信带宽、更长的延时以及丢失更多数据包而带来错误信息.因此 SPA 算法不适用车辆间交流.文中提出了另一种方法,它通过 GPS 定位,使用报警信息最优传播法关注紧急通信.例如,在发生交通事故的情况下,未装备 GPS 的车辆必须在恰当的时间得到通知.这种算法的特点是复杂度低而且能够给车辆提供非常准确的有关交通事故的信息.

ODAM 主要是为提高在高速公路或是普通道路建立的车辆自组网络上发送报警信息的效率而设计的^[10].ODAM 以多路传送为基础,根据车辆的行驶方向和方位存在于限定的多目标广播组中.多路传送需要在所谓的风险区域限制使用.损坏的车辆(或是陷于交通事故的车辆,如图 1 中的车辆 X)开始向其他车辆发送事故位置的警报信息,因为事故车辆仅能向其临车发送一条信息,一些车辆不得不向其他邻近交通事故车辆重发不止一条警报信息,车辆重播信息被称作转播.在 ODA M 中转播被设计为充分的分部方式.这种方法是向一个点的发送被设计成以距离延迟时间算法为基础的重发.这个接收到报警信息的点不立即重发,但是必须在一段时间内决定是否重发.当延时结束,如果它还没有从它后面的其他点接受到同样的警报信息,它会判断出它后面没有重发信息的节点.因此它必须将自己选定为重发节点并且开始重发警报信息,通知它后面的车辆.当车辆 X 在第一时间发送警报信息时,车辆 a 和车辆 b 能够接收到,并以为它们是在 X 的传送行内.因此 a 的延时一定比 b 的大,因为 X 到 a 的距离比到 b 的距离短.延时必须要与发送方和接收方的距离成反比关系,以使接收到此信息的最远点等待最短时间后继续向更远端重发信息.考虑到距离与延时的的重要性,就要关注如果点 a 作为一个重发点,点 c 由于在点 a 的传送范围之外而没有接收到信息.另一种选择是,如果选择 b 作为重发节点,节点 c 就能够接收到信息并转发经由 b 发送的信息.

报警信息必须包括以下内容:诸如事故发生地点、接收到的信息所经过的转发节点和现在节点的位置.这些信息被接收到警报信息的车辆使用,以判定已车位置^[3].如果车辆位于事发区域,该车会第一时间接收到相关信息.当车辆在延时等待期结束之前接收到相同信息时,它会推断出在它的后面有另

外一辆汽车在发送相同的警报信息.

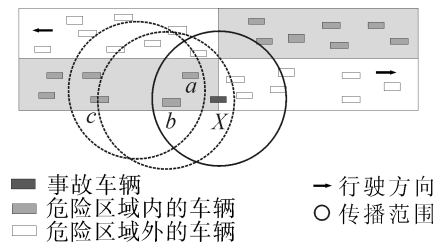


图 1 道路区域和传播范围

Fig.1 Road area and transmission range

使用 ODA M 法传播信息受公路上汽车 GPS 装备率的影响.ODA M 的成功在于其在未装备 GPS 车辆上的良好表现.在第 2 节提出了一种允许未装备 GPS 的汽车同样具有 ODA M 良好功能的解决方案.这种解决方案性能取决于 GPS 未装备率和高速公路上车辆的密度.

2 ad-hoc 网络信号定位算法

每一辆采用 ODA M 算法的车辆都要对自己行驶方向地定期地计算先前位置和当前位置,但接收不到 GPS 信号时,应该使未装备 GPS 的车辆知晓一些可能的改变.一般来说,当这些位置都精确已知时就会执行 ODA M 算法,可是这种状况并不常有.在有些情况下,未装备 GPS 的车辆不能准确地获得先前和当前位置,但是这些车辆能够获得一些诸如行驶方向和相距事故地点距离的信息.能够帮助驾驶员作出准确的判断.例如当事故发生于车辆行驶的相反方向,而且两车之间有隔离带,就不必刹车.

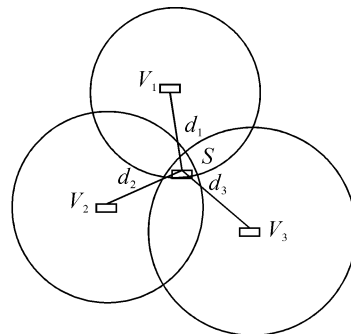


图 2 利用 3 辆装备 GPS 车辆定位

Fig.2 Using the three GPS-E vehicles to position the location of the vehicle

一辆未装备 GPS 的车辆 S 为了获得和刷新自己位置,需要周期性地向它的一跳传播范围内的邻居发送位置请求信息.当一辆装备 GPS 车辆接收到它的位置请求信息时,它会生成一条包含它当前位置的信息,并把这条信息发回给 S.获取了准确位置的 S 根据相邻车辆的编号和位置(并不在同一条直线上)发送位置回复信息.如果至少从 3 辆不同车辆

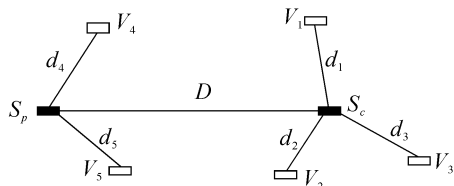
上接收到3个位置回复信息, S 就能计算出它的准确位置(图2)。

当 $S(x, y)$ 从3辆不同车辆 $V_1(x_1, y_1)$ 、 $V_2(x_2, y_2)$ 、 $V_3(x_3, y_3)$ 上接收3个位置回复信息,它会使用第3节所提到的几种方法之一(例如接收信号强度指示计),来确定与 V_1 、 V_2 、 V_3 的距离 d_1 、 d_2 、 d_3 。这样就能根据三角函数方便地计算出 S 的准确位置。

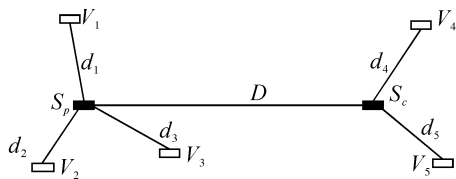
ODAM算法可以实现未装备GPS的车辆计算自己的位置。实际上,未装备GPS的车辆使用位置回复信息就可以不通过GPS卫星而获得它的位置。但是在某些情况下不能获得位置,当位置返回信息数少于3个时就不能知道事故的准确方位。在下文中,将研究处于接收到2个、1个甚至是0个回复确认信息状况下事故车辆是如何定位的。当 S 从之前位置移动到当前位置时,接收到回复信息。假设车辆 S 的之前位置为 $S_p(x_p, y_p)$,它的当前位置为 $S_c(x_c, y_c)$ 。为了能够计算车辆方位和行驶方向,分别列出如下情况:

1) 2-3、3-2 拓扑状况。

这种状况是当 S 有2个邻居节点的点 S_p 和有3个节点的点 S_c (图3(a)),或者是 S_p 有3个邻居节点, S_c 有2个邻居节点。在这2种情况下 S_p 和 S_c 的准确值可以借助于车辆 S 的移动距离 D 获得。例如在图3(a)(或是图3(b))中,从距离 d_1 、 d_2 、 d_3 开始计算 S_c 的值,从 D 、 d_4 和 d_5 计算 S_p 的值。



(a) 从2辆装备GPS的相邻车辆位置移动到3辆装备GPS相邻车辆位置



(b) 从相邻3辆装备GPS车辆位置移动到相邻2辆装备GPS车辆位置

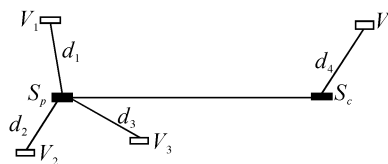
图3 为行进中未装备GPS的车辆定位

Fig.3 Location when a GPS-U vehicle moves

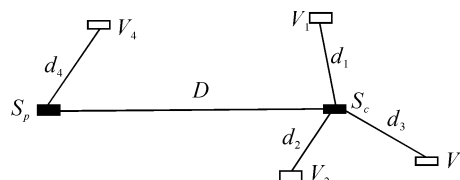
2) 3-1、1-3 拓扑状况。

这种状况发生在当 S 有3个邻居节点如点 S_p 和有1个节点的点 S_c (图4(a)),或者是 S_p 有一个

邻居节点, S_c 有3个邻居节点(图4(b))。



(a) 从相邻3辆装备GPS车辆位置移动到相邻一辆装备GPS车辆位置



(b) 从相邻一辆装备GPS车辆位置移动到相邻3辆装备GPS车辆位置

图4 为一辆行进中未装备GPS的车辆定位,只有一个准确的位置可以求得

Fig.4 Only one exact position can be known when a vehicle moves

在这2种情况中 S_p 的一个准确位置可以在图4(a)(或图4(b))中能计算出来。另一个位置在2个圆的交叉区域中,但无法确定下来。因此如果这个交叉区域是一个点,那么就能得到准确的缺乏条件位置值 S_c (或是 S_p)。在图4(a)(或是图4(b))。另外缺乏条件位置识别也可以识别位置在2个圆的2个相交点处。例如在图4(a)中 S_c 是2个圆的相交点,第1个圆是以 S_p 为圆心 D 为半径,第2个圆是以 V_4 为圆心 d_4 为半径。

在某些情况下,由于不能精确获得之前或过往位置的准确值,车辆 S 的行驶方向就能被预测到。当汽车在一起同向行驶时就会有2种解决方案。在图5中在与 V_4 同向行驶的 S_c 有2个可能值。

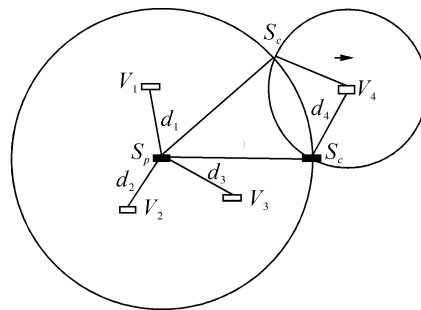


图5 在3-1情况得到行驶方向

Fig.5 Driving direction obtained in situation 3-1

c) 2-2 拓扑状况。

这种情况发生在当 S 有2个邻居1这2个邻居如图6中的 S_p 和 S_c 。

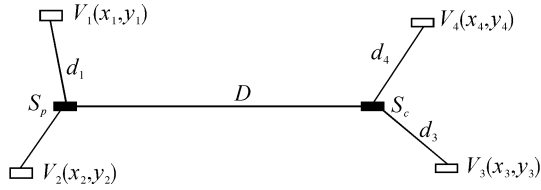


图 6 在状况 2-2 中可以得到准确的位置说明

Fig.6 Exact position obtained in situation 2-2

这个解可以由系统方程(1)~(5)给出:

$$(x_p - x_1)^2 + (y_p - y_1)^2 = d_1^2, \quad (2)$$

$$(x_p - x_2)^2 + (y_p - y_2)^2 = d_2^2, \quad (3)$$

$$(x_c - x_3)^2 + (y_c - y_3)^2 = d_3^2, \quad (4)$$

$$(x_c - x_4)^2 + (y_c - y_4)^2 = d_4^2, \quad (5)$$

$$(x_c - x_p)^2 + (y_c - y_p)^2 = D^2. \quad (6)$$

通过求解方程(2)和(3)可以得到 S_p 的 2 个可能值,通过求解方程(4)和(5)可以得到 S_c 的 2 个可能值,方程(6)可以通过排除坏解来限定解的个数.给出 S_p 和 S_c 可能值后就能够计算出位置.

如果将当前位置(或过往位置)装备 GPS 的车辆邻居数定义为 $N(S_c)$ (或 $N(S_p)$),使用上面相同的推导方法,得了表 1,该表列出了所有拓扑状况.

表 1 根据 $N(S_p)$ 和 $N(S_c)$ 数量可能预测的状况Table1 Possibilities according to $N(S_p)$ and $N(S_c)$

$N(S_c)$	$N(S_p)$		
	3	2	1
3	能够准确定位	能够准确定位	可能准确定位;可能获取行驶方向
2	能够准确定位	能够准确定位	可能获取行驶方向
1	可能准确定位 可能获取行驶方向	可能获取行驶方向	—
0	可能准确定位;可能获取行驶方向	可能获取行驶方向	—

3 定位误差分析

为了提高车辆的定位精度,采用了 TOA 技术对定位信息进行误差分析.

已知 2 辆汽车的坐标为 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) ,从这 2 辆车发出的信号达到未知车辆位置 (x, y) 的时间为 t_1, t_2 ,那么根据欧式距离公式可得:

$$\begin{cases} (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = (Ct_1)^2, \\ (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 = (Ct_2)^2. \end{cases} \quad (7)$$

式中: $C = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

求解式(7)得到:

$$\begin{cases} \Delta x = C \times \frac{t_2 \Delta t_2 (y - y_1) - t_1 \Delta t_1 (y - y_2)}{(x - x_2)(y - y_1) - (x - x_1)(y - y_2)}, \\ \Delta y = C \times \frac{t_2 \Delta t_2 (x - x_1) - t_1 \Delta t_1 (x - x_2)}{(x - x_1)(y - y_2) - (x - x_2)(y - y_1)}. \end{cases} \quad (8)$$

假设 TOA 技术定位的时间误差均值为 $\mu_{\Delta t}$,则根据式(8)可得到未知车辆的位置坐标值的均值为

$$\begin{cases} \mu_{\Delta x} = C \times \frac{t_2 \Delta t_2 (y - y_1) - t_1 \Delta t_1 (y - y_2)}{(x - x_2)(y - y_1) - (x - x_1)(y - y_2)} \mu_{\Delta t}, \\ \mu_{\Delta y} = C \times \frac{t_2 \Delta t_2 (x - x_1) - t_1 \Delta t_1 (x - x_2)}{(x - x_1)(y - y_2) - (x - x_2)(y - y_1)} \mu_{\Delta t}. \end{cases} \quad (9)$$

由式(9)可知,当利用 TOA 技术信号波达时间时,如果测量值具有一定的偏差,那么求得的未知车辆的坐标值也会出现误差,此误差值还取决于已知车辆和未知车辆位置的相对关系.未知车辆的估计位置与真实位置的关系为

$$\begin{cases} x' = x \pm \mu_{\Delta x}, \\ y' = y \pm \mu_{\Delta y}. \end{cases}$$

由于行驶中的车辆相对位置基本上在行进方向的轴线附近,在位置方向上比较简单.这样就可以不采用 DOA 方法进行组合误差分析.

4 仿真和分析

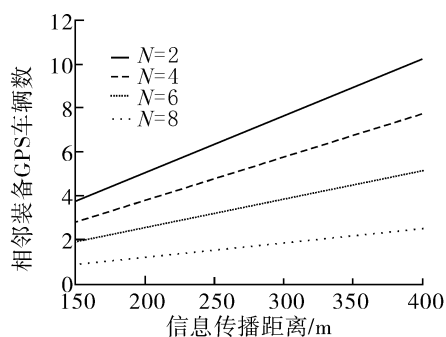
为了借助未装备 GPS 算法来评估 ODAM 的性能,在每一个方向上(2 个方向)模拟了长为 10 km 的笔直公路,并且假设在 2 个方向上各有 C 条行车道.每一辆车都在这条公路上匀速行驶,速度是随机的.为了方便计算,不模拟复杂的行驶状况如变道和超车.此外,统一地划分每公里、每车道的车辆数为 N 来仿真公路上的交通稠密度.设 R 和 τ 分别为装备 GPS 车辆的传输范围和速度.因为未装备 GPS 车辆依靠多辆装备 GPS 邻居车辆才可以确定它的位置,所以得到了一个可以给出一辆未装备 GPS 车辆的装备 GPS 邻居车辆平均数的公式.读者可以在文献[4]中找到关于它的计算.

$$N(\text{GPS} - E) = \tau \cdot \left(\frac{N}{10^3 W} \right) \cdot \lceil \bar{H} - 1 \rceil,$$

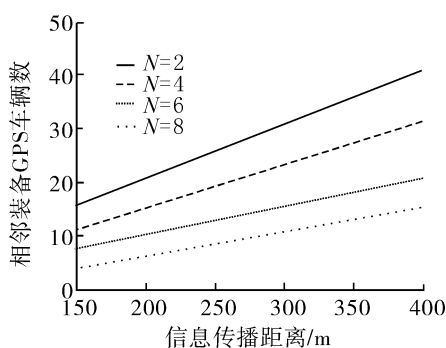
$$\bar{H} = \frac{2R^3}{3CW} (3 \arccos T + (T - 1)(2 - T^2 - T)),$$

$$T = \sqrt{1 - \left(\frac{CW}{R} \right)^2}.$$

装备 GPS 邻近车辆的变化规律取决于装备 GPS 邻居车辆的比率、传播范围和交通密度.在这个仿真中考虑了交通的稠密程度($N=2, 4, 6$ 和 8)和装备 GPS 邻居车辆比率.但是由于记录文件大小的限制,只能考虑 $\tau=0.4$ (图 7(a))和 0.8 (图 7(b))2 种情况.仿真结果显示出装备 GPS 邻居车辆平均数量是与传播范围和装备 GPS 邻居车辆的比率成正比的.



(a) 装备 GPS 的车辆率为 20%



(b) 装备 GPS 的车辆率为 80%

图 7 相邻装备 GPS 车辆的平均数与 τ 的关系图

Fig.7 The average number of GPS-E neighbors with different τ rates

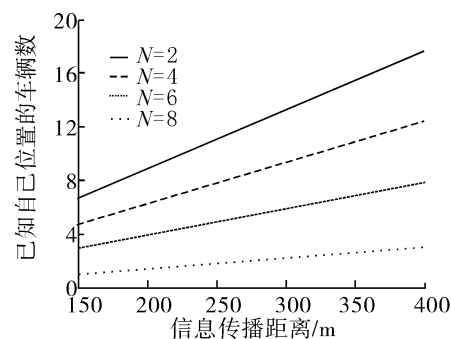
注意到当 τ 大于 60% 同时装备 GPS 的邻居车辆大于 3 时,相当于信息的传输距离减小了($R < 150$),这就意味着所有未装备 GPS 的车辆能够获得它们的位置信息并且会使 ODAM 系统很好地实施.

当传输范围小于 250 m, τ 约等于 40% 时,交通密度较低($n=2$),装备 GPS 邻近车辆的平均数小于 3.在这种情况下,系统的表现不是很好,因为不是所有的未装备 GPS 的车辆都能获得它们的位置信息.但是,可以假设为了搜索到 2 个以上装备 GPS 的邻近车辆,未装备 GPS 的车辆会增加其发射功率使搜索范围达到 250 m,因此它们可以计算出自己的确切位置.

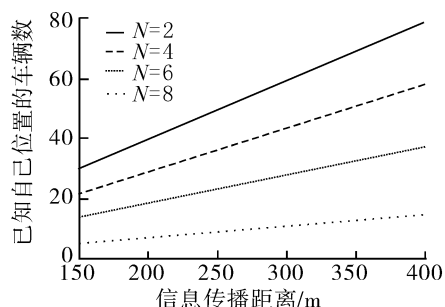
仿真结果显示,当 τ 约为 20%、交通密度降低到 $n=2$,传输范围甚至达到 400 m 时,搜索到的装备 GPS 邻近车辆总是小于 3.在这种情况下,不是所

有未装备 GPS 的车辆都可以计算出它们的确切位置.因此,这些车辆不能使用 ODAM 传播信息,他们只是系统中被动的元素.

为了改善 ODAM 的性能,扩展了 ODAM 网络仿真的编码以支持当前的一些未装备 GPS 的车辆.实际上,这种方法的性能要比那些从数学分析中得到的方法要好,因为一些未装备 GPS 车辆可以获得自己的位置,并帮助其他未装备 GPS 的车辆获得位置.与这也就意味着装备 GPS 的车辆平均数比以前要多从图 8 中可以看出,在初始节点不知道位置通过感知而又获得位置的平均数值是随着传输范围、车辆的密集度以及装备有 GPS 车辆的比率的提高而不断增加的.



(a) 装备 GPS 的车辆率为 20%



(b) 装备 GPS 的车辆率为 80%

图 8 已知位置车辆的平均数与 τ 的关系

Fig.8 The average number of position aware vehicles with different τ rates

因此在初始状态装备 GPS 车辆不足 40% 时, ODAM 系统的表现仍可以达到最佳.同时需要进一步的仿真来给出想要得到的该系统的其他特性.

使用 ad-hoc 网络信号进行无 GPS 设备车辆定位时,相比较利用 GPRS 方法定位,有着高速行驶中定位快速、准确的优点,同时该方法还不占用公共信号带宽,在发生重大紧急事件时(如地震、山体滑坡),GPRS 信号或 GPS 信号无法送达时有着无可比拟的优势.

5 结束语

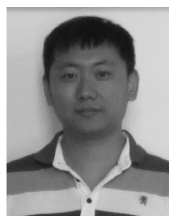
ODAM 系统具有高可靠性,这意味着在交通事故

出现时这个系统会通知每一个邻近车辆.本文的研究目的是将基本的 ODAM 算法改进为可以支持未配备 GPS 车辆间可相互支持的系统.结果表明当装备 GPS 车辆率平均达到 60% 时 ODAM 会表现出最佳状态.同时当装备 GPS 车辆率达到 40% 时,通过增大传输距离可以优化算法.当装备 GPS 车辆率低于 20% 时,即使增大发射功率,也无法获得未装备 GPS 车辆的准确位置.这时将这些车辆看做消极的元素(它们不再传播扩散警报信息),同时向其发送如行驶方向和事故发生地距离等信息,这些信息能够帮助驾驶员作出适当的判断.

参考文献:

- [1] BRIESEMEISTER L, HOMMEL G. Overcoming fragmentation in mobile ad hoc networks[J]. Journal of Communications and Networks, 2000, 2(3): 182-187.
- [2] SUN Minte, FENG Wuchi, HWANG Laiten, et al. GPS-based message broadcast for adaptive inter-vehicle communications[C]//Proceedings of IEEE VTC Fall 2000. 2000, 6: 2685-2692.
- [3] ZEADALLY S, HUNT R, CHEN Y S. Vehicular ad hoc networks (VANETS): status, results, and challenges[J]. Telecommunication Systems, 2012, 50(4): 217-241.
- [4] BENSLIMANE A. Optimized dissemination of alarm messages in vehicular ad-hoc networks (VANET) [C]// Proceedings of 7th IEEE Int Conf HSNMC. [S.l.], 2004: 655-666.
- [5] CAFFERY J J, STÜBER G L. Overview of Radiolocation in CDMA cellular systems[J]. IEEE Communications Magazine, 1998, 36(4): 38-45.
- [6] VASSIS D, KORMENTAS G. Performance analysis of IEEE 802.11 Ad Hoc networks in the presence of exposed terminals [J]. Ad Hoc Networks (S1570-8705), 2008, 6(3): 474-482.
- [7] VENKATRAMAN S, CAFFERY J, YOU H R. Location using LOS range estimation in NLOS environments[C]//IEEE VTC. Birmingham. [S.l.], 2002: 856-860.
- [8] VENKATRAMAN S, CAFFERY J. Multipath-aided location estimation using angles-of arrival [C]// Proceedings of the Int Conference on Location Services and Navigation Technologies. Orlando USA, 2003: 67-75.
- [9] ĆAPKUN S, HAMDI M, HUBAUX J P. GPS-free positioning in mobile ad hoc networks[J]. Cluster Computing, 2002, 5(2): 157-167.
- [10] JAEGER A, BIEßMEYER N, STÜBING H. A novel framework for efficient mobility data verification in vehicular ad-hoc networks[J]. International Journal of Intelligent Transportation Systems Research, 2012, 10(1): 11-21.

作者简介:



孙剑明,男,1980年生,讲师,主要研究方向为导航、制导与控制,发表学术论文10余篇。



赵琳,男,1968年生,教授,博士生导师,博士.主要研究方向为惯性导航技术、卫星导航技术、组合导航技术、信息处理与计算机仿真等,发表学术论文150余篇。