



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104967670 B

(45)授权公告日 2018.07.06

(21)申请号 201510293661.2

(22)申请日 2015.06.01

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104967670 A

(43)申请公布日 2015.10.07

(73)专利权人 南京邮电大学

地址 210003 江苏省南京市鼓楼区新模范
马路66号

(72)发明人 赵海涛 杜艾芊 刘泽正 刘南杰

(74)专利代理机构 南京知识律师事务所 32207

代理人 汪旭东

(51)Int.Cl.

H04L 29/08(2006.01)

H04W 74/08(2009.01)

(56)对比文件

CN 101378343 A,2009.03.04,

CN 103475580 A,2013.12.25,

CN 103763682 A,2014.04.30,

CN 101779419 A,2010.07.14,

审查员 许婵

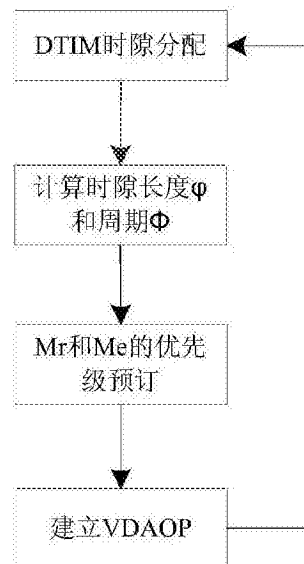
权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

一种基于IEEE 802.11p的车辆接入网络的方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于IEEE 802.11p的车辆接入网络的方法,该方法能够适应车载自组网安全应用对时延和接收率的要求。VeDA是基于802.11p/DSRC的,允许车辆在无竞争期接入到共享的信道中。VeDA方案支持两种不同优先级的安全服务(紧急安全消息和路由安全消息)并提供了严格的时延界限。VeDA将DTIM帧分割成无竞争期和竞争期,两种安全消息通过VeDA Opportunities预定接入信道,VDAOPs是无竞争期的多个时隙,而非安全消息是在竞争期以竞争的方式接入信道。仿真结果表明VeDA能有效的保证安全消息的时延和接收率,尤其是在高通信负载的情况下,在时延和接收率方面优于基于退避算法的接入方案。



1. 一种基于IEEE 802.11p的车辆接入网络的方法,该方案其特征在于,所述方法包括如下步骤:

步骤1:传输业务指示消息DTIM的信标帧以 $32\mu\text{s}$ 被分割成多个时隙,VDAOPs为接入媒介进入信道时提前预定的接入时隙,节点通过预定好的时隙有序的接入信道;

步骤2:每当有新的接入需求时,需要进行VDAOP请求单元(IE)的转发来建立起新的VDAOP,使网络中的节点共同的更新VDAOP,防止碰撞的发生,VDAOP为无竞争期所预定的多个时隙。

2. 根据权利要求1所述的一种基于IEEE 802.11p的车辆接入网络的方法,其特征在于,所述方法将消息进行优先级划分,紧急安全消息具有最高的优先级,路由安全消息的优先级次之,最低的就是非安全应用的业务消息。

3. 根据权利要求1所述的一种基于IEEE 802.11p的车辆接入网络的方法,其特征在于,所述步骤1包括:在开始时,节点通过VDAOP进行信道接入的预定,无竞争期(CFP)的最大接入系数被定义为 $\text{CFP}=\alpha T$,其中T为DTIM的长度, α 为安全时隙占总时隙的比率,DTIM剩下的部分为竞争期(CP)针对的是对吞吐量敏感而对时延不敏感的应用。

4. 根据权利要求1所述的一种基于IEEE 802.11p的车辆接入网络的方法,其特征在于,所述步骤2包括:VDAOP为两种安全消息建立了优先级:紧急安全信息(M_e)的优先级要高于周期新标信息即路由安全信息(M_r)的优先级;VDAOP优先级的方案也适用于竞争期(CP)的私人消息,因为这类消息对时延不敏感,所以优先级较低;收到VDAOP建立请求消息的网络节点首先会检查VDAOP请求单元IE;当该节点接收到的这个VDAOP不与接收的其他的VDAOP冲突时且不与临近的网络节点的VDAOP有冲突,则该网络节点就会接受这个VDAOP的建立请求;此后,VDAOP接收者和发起者都会通过广播或者单播的形式通知相邻节点关于VDAOP的建立。

一种基于IEEE 802.11p的车辆接入网络的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及车载自组织网络中的信道接入方法,属于网络通讯技术领域。

背景技术

[0002] 车载自组网技术(Vehicular Ad-hoc Network,简称VANET)。VANET是专门用于汽车通信的自组织网络,是智能交通系统组成的重要部分。联邦通信委员会把5.850~5.925GHz的75Mhz的频段专门用于智能交通系统。通过专用短程通信(DSRC),这75Mhz被专门的用于车与车(Vehicle-to-Vehicle,V2V)以及车与设施(Vehicle-to-Infrastructure,V2I)之间的通信,因此这75Mhz也被叫做DSRC信道。IEEE工作组专门成立了IEEE 802.11p小组进行DSRC的研究,提出了WAVE模式。

[0003] DSRC信道7个10MHz的信道组成。此外5.850GHz到5.855GHz共5MHz频谱被作为保留频谱,用于潜在的可扩展应用。信道178被称为控制信道(Control Channel,CCH),主要用于公共安全通信,主要用于传播和安全相关的消息(如WAVE短消息,WAVE服务广播)。Ch 172、174、176、180、182、184被称为业务信道(Service Channel.SCH),主要用来传输WAVE短消息和个人业务的数据包。Ch 172和Ch 184被专门的应用于涉及财产和生命的公共安全应用。Ch 172主要用于V2V之间安全应用的通信,旨在避免交通事故发生,保障人们的行车安全。Ch 184主要应用于基于公共设施的安全应用,常用于避免十字路口发生碰撞事故。

[0004] 现有的分布式协作功能(Distributed Coordination Function,DCF)为802.11标准的MAC接入技术。它其他接入方式的基础。它主要采用CSMA/CA算法进行进入到接入,一旦发生碰撞后就使用二进制指数退避。为了让节点访问信道,DCF定义了两种信道访问方式:一种是基本访问接入机制也被叫做二次握手机制;另一种是基于四次握手的请求发送/清除发送机制,通过载波监听来尽量避免碰撞的发生,一旦发生碰撞就是用退避算法来退避。然而802.11DCF协议在竞争节点个数增多时,吞吐量和时延性能会迅速下降,自协议提出以来,人们已经提出了许多的改进方案:(1)改变竞争窗口调节机制,如DIDD(Double Increase Double Decrease)协议,逐步增减竞争窗口。(2)设置最优化参数,如OCB(Optimal Constant Window)协议,根据竞争节点个数调节参数,使网络饱和吞吐量达到最优。这两种改进都存在一些问题:(1)最然改变竞争窗口调节机制不需要估测网络中节点个数,但是因为参数固定性能往往达不到最优。(2)设置最有参数的方法虽能达到最优,但是需要在线估计竞争节点个数,因而估计误差对网络性能影响较大。

[0005] IEEE 802.11p基本的MAC协议是IEEE 802.11DCF机制,IEEE 802.11p MAC扩展层是基于IEEE 802.11e的,采用EDCA(Enhanced Distributed Channel Access,增强分布式信道接入机制)机制接入媒体。通过EDCA机制,IEEE 802.11p可以将不同的数据流按优先级分成不同的接入类别,这样可以保证车载应用的服务质量。它定义了四种基于IEEE 802.11的访问类型(AccessCategory,AC)即:语音、视频、尽力而为和背景流,使用8种用户优先级来接入无线信道,为不同的业务类型提供不同的业务等级,使得那些实时业务有较高的优先级优先接入信道。8种优先级(UP)和四种访问类型(AC)的映射规则为:一个UP对应一个

AC;每个AC包括两个UP;在同一个AC中优先级高的UP优先进入信道。但是由于网络状况的复杂性,EDCA中的静态参数设置并不能使系统性能实现最优,很多研究表明,在高负载的状况下由于网络中有较高的冲突率,EDCA的性能表现并不如人意,而在低负载情况下又会造成空闲时隙的浪费。而本发明能够很好地解决上面的问题。

发明内容

[0006] 本发明目的在于提供了一种基于IEEE 802.11p的车辆接入网络的方法,该方法为一种全新的车辆接入决策(简称:VeDA),能够适应车载自组网安全应用对时延和接收率的要求。VeDA是基于802.11p/DSRC的,允许车辆在无竞争期接入到共享的信道中。VeDA方案支持两种不同优先级的安全服务(即:紧急安全消息和路由安全消息)并提供了严格的时延界限。车辆接入决策够很好的胜过基于退避算法的接入方案,尤其是在高通信负载的情况下,可以有效的降低时延和提高接收率。

[0007] 方法流程:

[0008] 步骤1:DTIM(即:传输业务指示消息)的信标帧以 $32\mu\text{s}$ 被分割成多个时隙,VDAOPs(即:VeDA Opportunities)为接入媒介进入信道时提前预定的接入时隙。VDAOP为无竞争期(CFP)所预定的多个时隙,节点通过预定好的时隙有序地接入信道。

[0009] 步骤2:每当有新的接入需求时,需要进行VDAOP请求单元(即:Information Element, IE)的转发来建立起新的VDAOP。使网络中的节点共同的更新VDAOP,防止碰撞的发生。

[0010] 本发明上述步骤1包括:DTIM信标帧以 $32\mu\text{s}$ 被分割成了多个时隙。在开始时,节点通过VDAOP进行信道接入的预定,VDAOP就是在无竞争期(CFP)所预定的多个时隙,CFP以最大接入系数($\text{MAF}=\alpha T$)被定义为 $\text{CFP}=\alpha T$,其中T为DTIM的长度。DTIM剩下的部分为竞争期(CP)主要针对的是那些对吞吐量比较敏感而对时延不敏感的应用。

[0011] 本发明上述步骤2包括:VDAOP为两种安全消息建立了优先级, M_e 的优先级要高于 M_r 。同样VDAOP优先级的方案也适用于CP期间的私人消息,因为这类消息对时延不敏感,所以优先级较低。收到VDAOP建立请求消息的网络节点首先会检查IE。当该节点接收到的这个VDAOP不与接收的其他的VDAOP冲突且不与临近的网络节点的VDAOP有冲突,则该网络节点就会接受这个VDAOP的建立请求。此后,VDAOP接收者和发起者都会通过广播或者单播的形式通知相邻节点关于VDAOP的建立。

[0012] 本发明将消息进行优先级划分,紧急安全消息具有最高的优先级,路由安全消息的优先级次之,最低的就是一些非安全应用的业务消息。

[0013] 有益效果:

[0014] 1、本发明通过预定信道接入时隙减少了信道竞争程度

[0015] 2、本发明合理地分配信道

附图说明

[0016] 图1为DTIM帧结构。

[0017] 图2为VeDA中 M_r 和 M_e 消息预定方案。

[0018] 图3为VDAOP在相邻节点的传播方案。

- [0019] 图4为车辆的运动分布模型
- [0020] 图5为VeDA与DCF在不同大小的通信密度和消息包的情况下的时延
- [0021] 图6为VeDA方案在不同消息下的时延
- [0022] 图7为VeDA方案的紧急消息与路有消息的时延与DCF方案的对比
- [0023] 图8为VeDA机制与DCF机制接收率的对比(消息频率为500包/s,消息大小为500B)
- [0024] 图9为VeDA机制与DCF机制接收率的对比(消息频率为1250包/s,消息大小为200B)
- [0025] 图10为本发明的方法流程图。

具体实施方式

[0026] 下面结合说明书附图对本发明创造作进一步的详细说明。

[0027] 1. VeDA帧间结构

[0028] VeDA的帧结构如图1所示, VeDA将DTIM(Delivery Traffic Indication Message, 传输业务指示消息) 信标帧以 $32\mu\text{s}$ 被分割成多个时隙, VDAOPs (VeDA Opportunities) 是接入媒介进入信道时提前预定的接入时隙。媒介接入点通过发送VDAOP请求信息单元(Information Element, IE)来建立起VDAOP。请求IE包含如下:

[0029] VDAOP长度(1B长度)

[0030] VDAOP周期(1B长度)

[0031] VDAOP偏移量(2B长度)

[0032] 因此, VDAOP的最大帧长为 $4096\mu\text{s}$ 。所谓的VDAOP周期实际就是在一个DTIM区间中, 存在的VDAOP子区间的个数。VDAOP的周期为0指的是只预定一次, 不会重复预定。VDAOP偏移量为VDAOP起始点与DTIM区间起始点的距离。

[0033] 2. VeDA中Mr和Me的预定

[0034] 在802.11p中车辆的安全信息分为了2个类型: 紧急安全信息(M_e)和周期新标信息即路由安全信息(M_r)。紧急信息发生比较突然, 并且它需要很好的可靠性、低碰撞、低时延; 路由信息即信标消息主要用于广播, 广播频率一般为每秒10~20次。路由信息一般是用于广播车辆的一些基本信息如位置和方向等, 所以它相比于紧急信号需要较低的可靠性和延时要求。

[0035] 在开始时, 节点通过MDAOP进行信道接入的预定, MDAOP就是在无竞争期(CFP)所预定的多个时隙, CFP以最大接入系数($MAF = \alpha T$)被定义为 $CFP = \alpha T$, 其中T为DTIM的长度, 其中DTIM剩下的部分为竞争期(CP)主要针对的是那些对吞吐量比较敏感而对时延不敏感的应用(如VANET中的私人服务信息 M_p)。

[0036] 图2展示了VeDA中 M_e 和 M_r 在CFP中的详细细节, VeDA为两种安全消息建立了优先级, M_e 的优先级要高于 M_r 同样VeDA优先级的方案也适用于CP期间的私人消息, 因为这类消息对时延不敏感, 所以优先级较低。值得注意的是, 即使CCH和SCH区间结构不同, WAVE的信道切换标准仍然允许CCH和SCH进行切换, 只要他们俩的DTIM区间长度相同就可以切换。因此, 本发明定义驻留时间比例为CCH和SCH的百分比(如75%的CCH驻留比例和25%的SCH的驻留比例)。

[0037] 3. VDAOP的建立

[0038] 收到VDAOP建立请求消息的网络节点首先会检查IE。当该节点接收到的这个VDAOP

不与接收的其他的VDAOP冲突时且不与临近的网络节点的VDAOP有冲突,则该网络节点就会接受这个VDAOP的建立请求。此后,VDAOP接收者和发起者都会通过广播或者单播的形式通知相邻节点关于VDAOP的建立。在TX-RX时间报告指出了MP发送的消息主要包含:有发送者和接收者的VDAOP、它自己或者所期望的临近节点的信标发送、其他不可用的时隙。此外该接收节点还会发送一个干扰时间报告。此报告是接收节点邻点的TX-RX时间报告的备份。VDAOP的预定信息在直接和间接的邻点之间传播开。VDAOP的建立如图3所示,其中坐标x和y分别表示长度和偏移量。

[0039] 本发明把每个VDAOP为消息k建立的预定请求表示为 $\langle o^k, \phi^k, \varphi^k \rangle_{k \in N}$,其中 o^k 为VDAOP距离DTIM起始点的偏移量, ϕ^k 为VDAOP的周期即在DTIM中出现的次数, φ^k 为VDAOP时隙的长度。实际上每个在通信范围内的车辆都会作为VDAOP的请求节点或转发节点进行VeDA消息的广播,从而让每个车辆都知道信道的预定方案。VDAOP实际就是由VDAOP持有者和目的车辆建立的在每个DTIM区间内一个周期时隙。

[0040] 在VeDA预定方案中, $\phi_{M_x}^k$ 为x类安全消息的预定时隙的长度(等式3.1),在每一个 $\phi_{M_x}^k$ 的子时隙都要遵从严格的时隙限定 $D_{M_x}^{\max}$ 即m跳的最大时延(等式3.2)。同时本发明假设 $M_x \in \{M_e, M_r\}$ 即 M_x 表示的是x类型的安全信息,x为e时表示的是紧急消息,r则路由消息或者信标消息。本发明把让安全消息 M_x 的传输发生在AIFS $_{M_x}$ 之后。为了防止单跳的延时过高,周期 $\Pi_{M_x}^k$ 必须满足 $\phi_{M_x}^k \geq T / D_{M_x}^{\max}$ 。这里本发明处于简单的考虑,把 $\phi_{M_x}^k$ 统一计算,当然这里也可以根据不同的负载情况进行分配。如下,等式3.1为VDAOP的长度;等式3.2为它的周期:

$$[0041] \quad \phi_{M_x}^k = \left\lfloor \frac{AIFS_{M_x} + \frac{S_{M_x}}{R_{M_x}}}{\tau} \right\rfloor \times \frac{N_{M_x}}{D_{M_x}}; k \in N \quad (3.1)$$

[0042] 其中 τ 是指时隙长度, S_{M_x} 是指包的大小, R_{M_x} 指的是IEEE 802.11p的传输速率, N_{M_x} 指的是x类型消息的数量, $D_{M_x}^{\max}$ 指的是x类型消息的最大时延,它的计算公式如等式3.3所示。

$$[0043] \quad \phi_{M_x}^k = \frac{DTIM}{D_{M_x}^{\max}} = \frac{T}{D_{M_x}^{\max}} \quad (3.2)$$

$$[0044] \quad D_{M_x}^{\max} = \frac{D_{M_x}}{m} \quad (3.3)$$

[0045] $D_{M_x}^{\max}$ 表示的就是最大时延,它指的就是在最大跳数m跳的路径上最大时延的严格界限。其中 D_{M_x} 就是安全消息 M_x 要求的时延限定。

[0046] 本发明定义VeDA的延时为服务时延和排队时延的总和。服务时延为VeDA的预定时延、AIFS $_{M_x}$ 、数据包发送时延的总和。本发明认为VeDA的预定时延就是等待下一个包发送的时间,这是为了防止被预定的VDAOP发送时不产生竞争。本发明认为VDAOP的发送时的

退避时延是可以忽略不计的,因为在已经预定好的VDAOP发送时,很少发生碰撞。最后,本发明认为排队时延就是数据包在发送队列里等待的时间。

[0047] 对于紧急消息,本发明都以一跳的广播型式进行传输,在每个DTIM区间内有 π_1 个包需要传输。因此对于一跳的服务率定义为 $r_{rate}=\pi_1/DTIM$,在多跳的情况下表示为 $r_{rate}=\pi_m/DTIM$ 。

[0048] 4. 仿真场景与参数

[0049] 本发明使用NS2进行仿真,评估和对比本发明提出的协议即VeDA与现有的802.11p下的DCF协议。本发明采用由6个可循环的高速车道(即:每个方向各3个车道)的拓步网络。发射节点的射频发射范围r的值在以下数值中取值:150m、200m、250m。设定每个车辆节点发送时产生干扰范围R可达到550m。虽然在802.11p中DSRC通信范围理论上可以打到1000m,但是在文献中主要采用的范围是150m、200m和250m。这主要是考虑到具体的在安全应用中所期望的通信范围并不太远,而且当通信范围过大时,信道就会容易拥塞,而且会被远处的车辆间的毫无意义的通信所干扰。此外,本发明主要考虑了8种高优先权的协作车辆安全应用。这8种协作车辆安全应用是由美国的国家公路交通安全局以及2006年的防碰撞项目提出来的,而且这些安全应用对延时的要求都非常的高,需要提前定义好严格的时延界限,例如,在南京南亿迪纳数字科技有限公司这些应用(交通信号破坏、前向碰撞预警、变道预警、停车迹象协助、左转协助等)的时延一般被限定为不的超过100ms,并且它们传输的范围分别对应为250m、150m、150m、300m、300m。下表展示了剩下的一些参数。

[0050] 仿真参数表

[0051]

PHY射频模式	SINR
载波监听范围	550m
传输范围	150、200、250m
DTIM	32ms
丢包率门限	5%
α	0.68
驻留时间比	50% CCH
时隙	13 μ s
MAC层类型	802.11 (使用DSRC)

[0052]

信道带宽 (Mbps)	6、9、12、24
业务类型	CBR (UDP)
消息频率 (每车每秒)	10~25、500、1250
消息有效负载的大小	500、1000
车辆数	80
车速 (km/h)	80~120
业务密度 (车辆数/km/车道)	10~100
车道数	6
仿真时间 (s)	60

[0053] SINR: 信噪比; DTIM: 传递业务指示消息; CCH: 控制信道; MAC: 媒体接入控制层; DSRC: 专用短程通信技术; CBR: 恒定比特率; UDP: 用户数据报协议。

[0054] 本发明定义接收率为数据包被成功接收的比率。接收率可以被看成在发送车辆的传输范围内的所有汽车成功接收到广播的安全消息的概率。本发明把接收率记作 P_{RR} 。

[0055] 如图4所示, 本发明假设汽车都在同一车道上, 符合泊松分布, 其网络密度为 β (车辆数/米)。本发明可以表示在 R 的传输范围内的 v 辆车的接收率如下:

$$[0056] \quad P(v, r) = \frac{(2\beta R)^v e^{-2\beta(R)}}{v!} \quad (4.1)$$

[0057] 本发明表示在 C (为载波监听范围 R' 减去传输范围 R 即 $R'-R$) 的传输范围内的 N_c 辆车的接收率如下:

$$[0058] \quad P(N_c, C) = \frac{(2\beta C)^{N_c} e^{-2\beta(C)}}{N_c!} \quad (4.2)$$

[0059] 其中的 N_c 就是在发送汽车的传输范围 R_s 内可能与它竞争同一个时隙的车辆数。

[0060] 本发明把在传输范围 R_s 内的传输率 P_{RR} 表示如下:

$$[0061] \quad P_{RR} = P(X, R_s) = P_{RR}(S, R_s) \times P_{X', R_x}(\varphi_x, O_x) \times P_{X', C_x}(\varphi_x, O_x) \quad (4.3)$$

[0062] 在发送者 S 的传输范围 R_s 内的任意一辆汽车 X 的接收率等于汽车 S 的接收率乘以在 R_x 内的汽车 X' 不与 R_x 内的车 X 发生碰撞的概率。值得一提的是 X' 不会用到 φ_x 和 O_x , 因为这是关于那是分配给同时位于 R_s 和 R_x 内的车辆 X 的。

[0063] 因此, 为了更好的描述 $P_{RR}(S, R_s)$, 本发明设计了一下两个方案:

[0064] 方案一: 在 R_s 当没有车辆与发送者竞争同一个信道时隙时即 ($N_c = 0$)。

$$[0065] \quad P_{RR}(S, R_s) = P(v, R_s) \times P_{S, R_s}(\varphi_s, O_s) \quad (4.4)$$

[0066] 这里的 $P_{S, R_s}(\varphi_s, O_s) \approx 1$ 因为发送者是在 R_s 内唯一的拥有 φ_s 和 O_s 的车辆。既然本发明引进决策接入的VedA, 本发明就希望有较少的碰撞发生, 所以本发明假设在 R 范围内, 所有的汽车的平均数为 $2\pi R$, 而在范围 C 内, 发生干扰的车辆为 $N_c = 2\pi C$ 。

[0067] 方案二: 有 N_c 辆车在发送者的传输范围内可以与其发生竞争即 ($N_c \neq 0$)。

$$[0068] \quad P_{RR}(S, R_s) = P(v, R_s) \times P_{S, R_s}(\varphi_s, O_s) \times P_{S', C_s}(\varphi_s, O_s) \quad (4.5)$$

[0069] 其中 $P_{S', C_s}(\varphi_s, O_s)$ 就是指当发送车辆 S 在其传输范围 R_s 内进行传输时, 在 C_s 内没有一辆汽车 S' 与发送者在CFP时期进行竞争的概率。

[0070] 本发明定义 P_0 就是有一辆汽车发生了紧急事件或者需要发送路由信息的概率。为了实现发送车辆 S 的决策接入, 本发明需要计算 $P_{S', C_s}(\varphi_s, O_s)$ 即在 C_s 范围内不存在一个车辆以 φ_s 和 O_s 进行传输的概率。

[0071] 因此要想计算出等式4.3和4.6就必须计算出 $P_{S', C_s}(\varphi_s, O_s)$ 。为了证明出 $P_{S', C_s}(\varphi_s, O_s)$ 本发明先计算出当CEP有2个时隙并且 $N_c \geq 2$ (等式4.6) 以及CEP有3个时隙和 $N_c \geq 3$ (等式4.7) 这两种情况下的值。并且归纳出 $P_{S', C_s}(\varphi_s, O_s)$ 的一般表达式。

[0072] CFP=2个时隙; $N_c \geq 2$

$$[0073] \quad P_{S',C_S}(\varphi_S, O_S) = \frac{(1-P_0)^2}{A_{N_c}^2 P_0^2 + A_{N_c}^1 P_0(1-P_0) + A_{N_c}^0 (1-P_0)^2} \quad (4.6)$$

[0074] CFP=3个时隙; $N_c \geq 3$

$$[0075] \quad P_{S',C_S}(\varphi_S, O_S) = \frac{(1-P_0)^3}{A_{N_c}^3 P_0^3 + A_{N_c}^2 P_0^2(1-P_0) + A_{N_c}^1 P_0(1-P_0)^2 + A_{N_c}^0 (1-P_0)^3} \quad (4.7)$$

[0076] 推理归纳出如下:

[0077] CFP=K个时隙; $N_c \geq K$, 本发明推出:

$$[0078] \quad P_{S',C_S}(\varphi_S, O_S) = \frac{(1-P_0)^K}{\sum_{k=0}^K A_{N_c}^k P_0^k (1-P_0)^{K-k}} \quad (4.8)$$

[0079] 对于 $N_c \leq K$;

$$[0080] \quad P_{S',C_S}(\varphi_S, O_S) = \frac{(1-P_0)^K}{\sum_{k=0}^K A_{N_c}^k P_0^k (1-P_0)^{N_c-k} (1-P_0)^{K-N_c}} \quad (4.9)$$

[0081] 5. 本发明的NS2仿真结果

[0082] 图5展示了在不同的消息包的大小以及不同的通信密度下, VeDA和DCF方案在时延方面的表现。从图中本发明可以看出, 随着消息包大小的增加, 紧急消息的时延就会增加, 但是与DCF方案的时延相比, VeDA方案的时延仍然很低。此外, 当通信密度较高的时候, VeDA方案的时延表现一般情况下比DCF方案的时延要低97%。使用决策接入可以为安全信息提供时延界限的保证, 从而以可以接受的低时延来发送紧急消息。

[0083] 图6展示了VeDA方案中, 紧急消息相比于路有消息具有更高的优先级, 即使是在通信密度较大的时候, VeDA依然能够保证紧急安全消息具有较高的优先级。在VANET网络中, 紧急消息相比于路有消息具有更高的时延要求, 在图中本发明可以看到, 本发明提出的VeDA方案可以很好的保证紧急消息的低时延, 同时也为路有消息的时延设置了界限, 同样也能够很好的适应路有消息的时延要求。

[0084] 在图7中展示了随着通信传输范围的不同, VeDA方案与DCF方案在紧急消息与路有消息上的时延表现。本发明的目的是为了检测在信道场景较为密集的情况下即通信密度较大, 适当的改变传输范围能否加强DCF的表现, 使DCF方案打到VeDA方案的表现或者接近它的表现。消息频率、车辆密度、数据速率和消息大小这些数据已经在仿真参数表中给了出来。从图中本发明可以看出, 在VeDA方案下, 紧急消息的时延在所有的通信范围内都是最低的, 平均时延大约为9.0003504s, 这个时延相比于VANET网络对时延的要求, 要低很多。但是在DCF方案下消息的平均时延为0.0219s, 是VeDA方案下紧急消息时延的62倍之多。同时, 如图7所示, 在使用VeDA方案的情况下, 一般的路有消息的时延也是完全可以接受的, 即使是在通信范围为200m时, 时延最高也只是达到了0.0173s。这也正是本发明期望见到的, 因为从图2中本发明已经能看出, 紧急消息的优先级要优于路有消息的, 而且路有消息的时延也是可以接受的。

[0085] 对于消息而言, 本发明也要考虑到它的接收率问题, 因此本发明需要考虑随着距

离的变化,两种方案关于接收率方面有如何的表现。图8展示了在消息大小为500B,传输范围为200m,消息频率为500pkt/s以及数据速率为6Mbps的情况下,DCF机制和VeDA机制关于接收率的表现。VeDA机制的接收率平均要优于DCF机制大约25%。此外,从图中还可以看出,当通信较为密集时(如距离为50m),VeDA方案的接受率达到了99%;而对于相同的情况下的DCF机制,接收率只是达到了73%。

[0086] 当本发明增加信道负载的等级时(如消息频率为1250pkt/s,消息包大小为200B),DCF方案和VeDA方案的图形展示如图9。在通信距离为50m时,VeDA方案的接收率为89%,而DCF方案的接收率为52%。从图中也可以清晰的看出来,随着通信距离的变化,VeDA方案在接收率上,始终优于DCF方案。DCF的平均接收率为46%,而VeDA方案的平均接受率达到了90%。

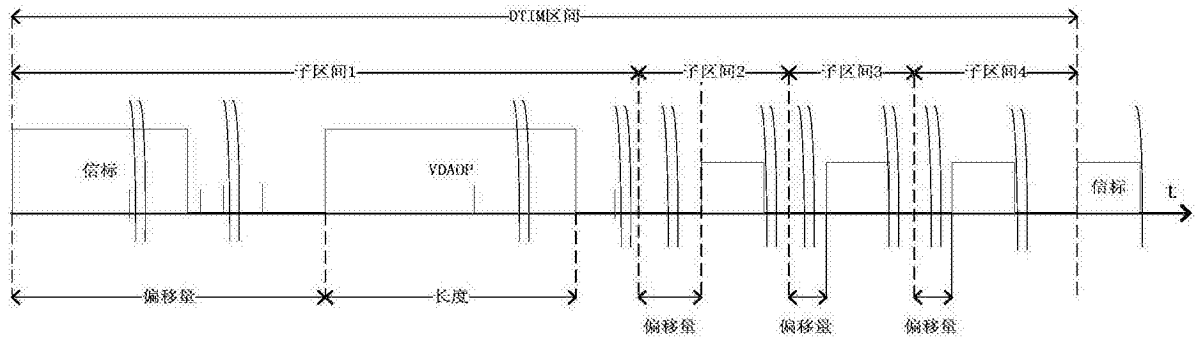


图1

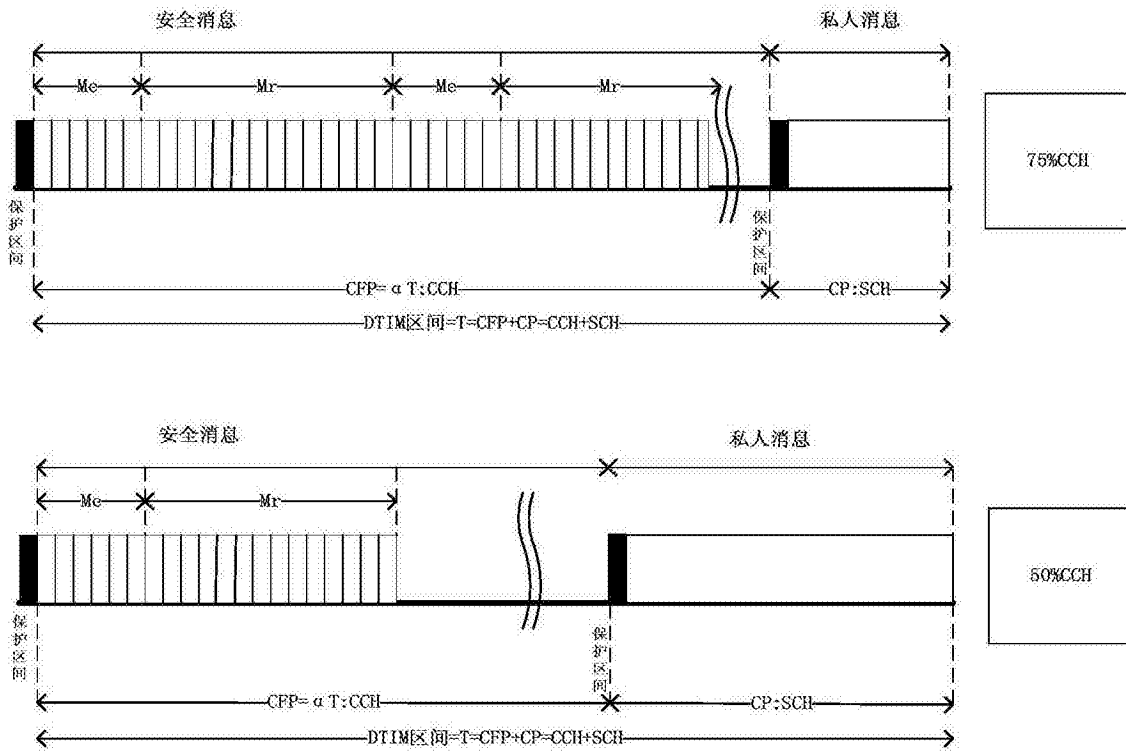


图2

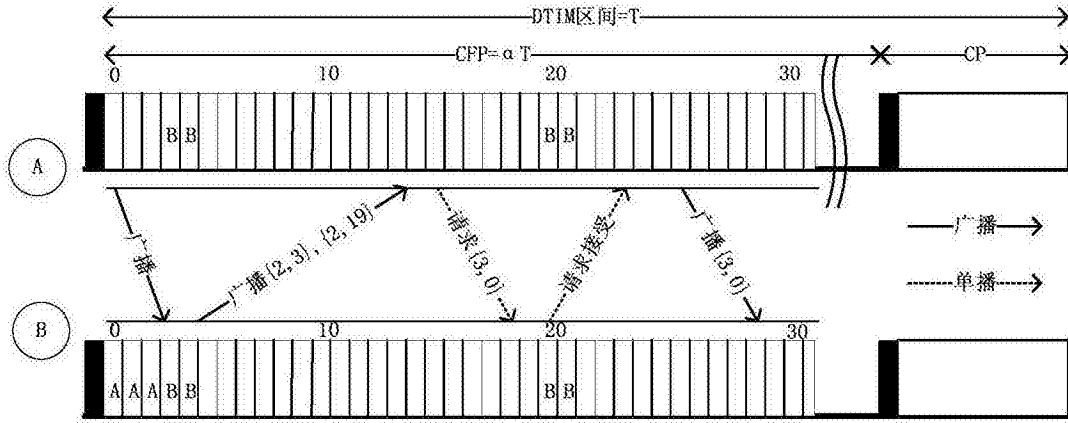


图3

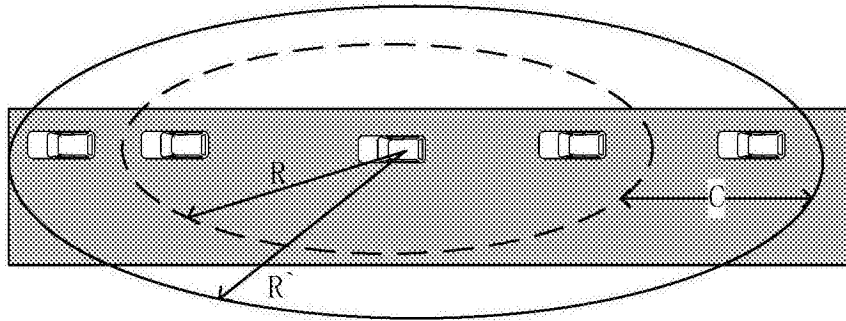


图4

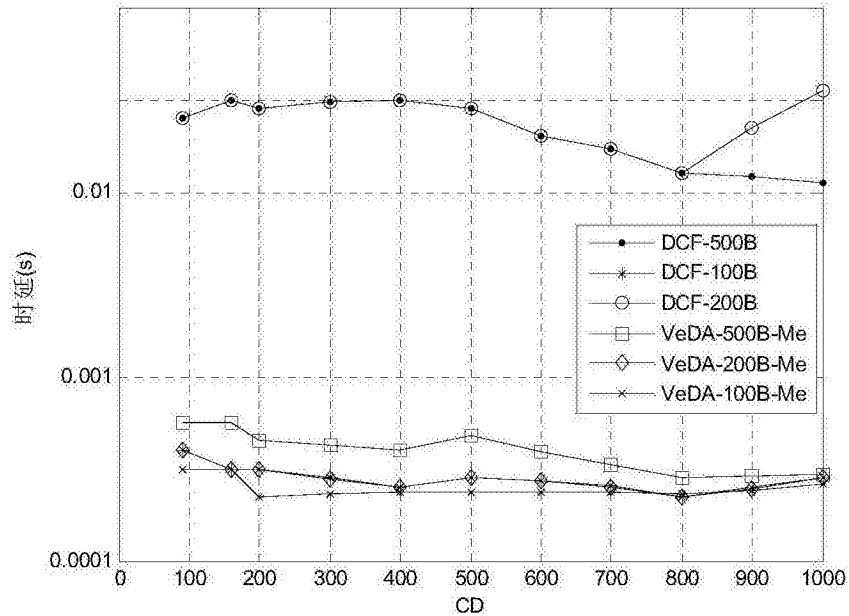


图5

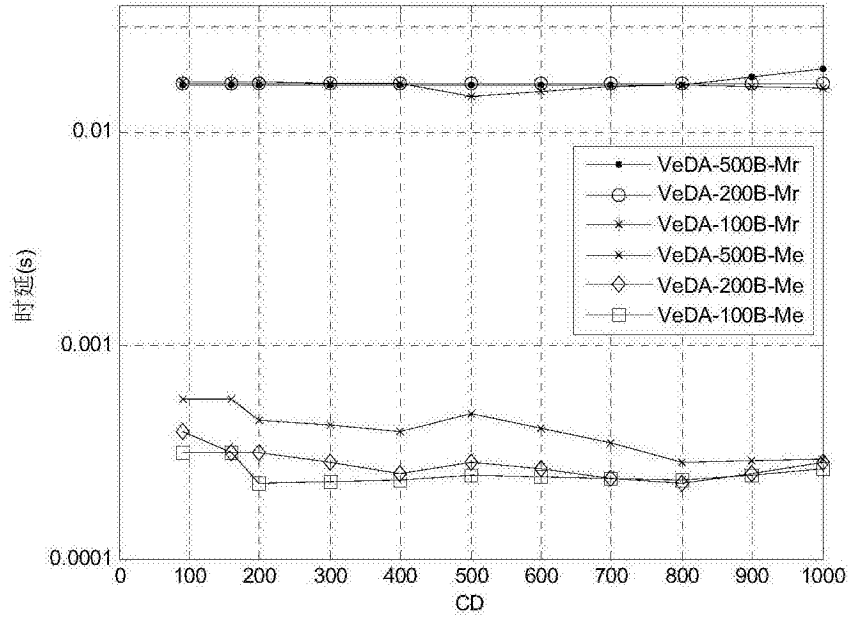


图6

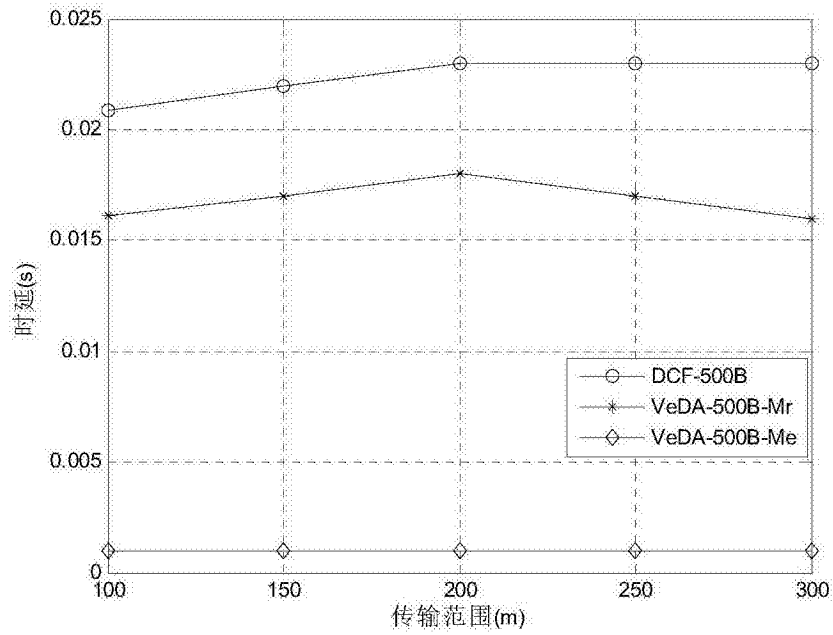


图7

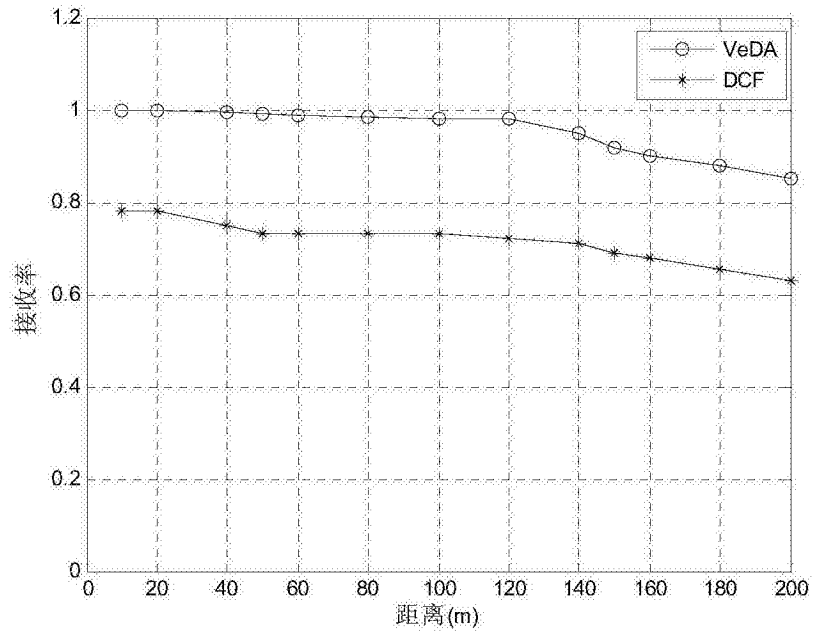


图8

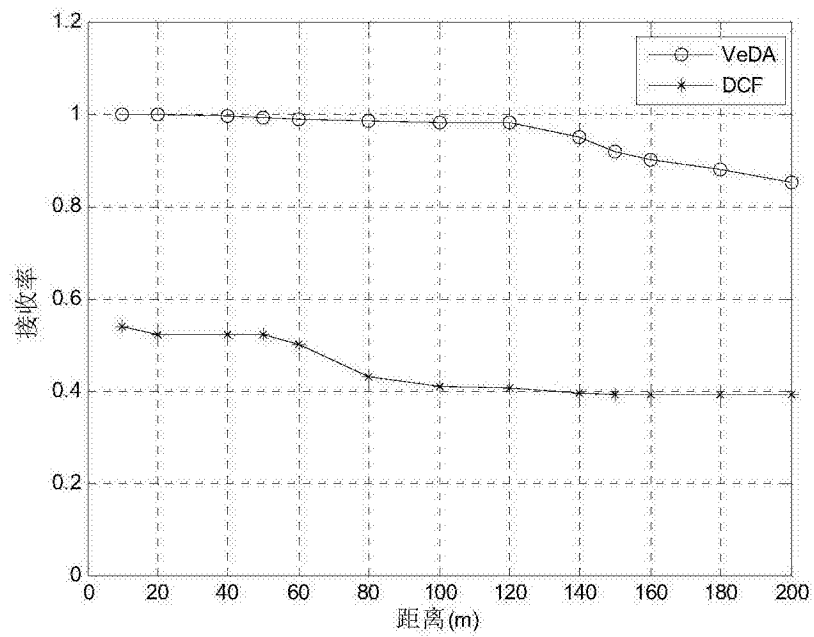


图9

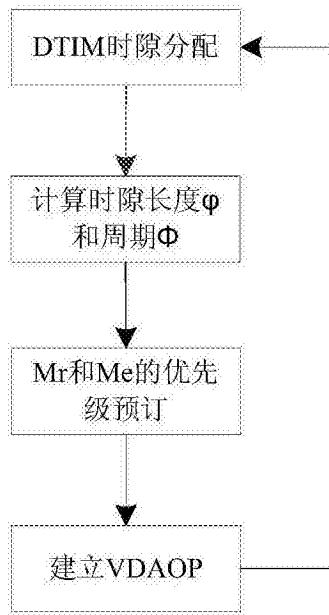


图10