

# 车载网络中提高公平性的数据包大小自适应调节方案

滕 达,杨寿保,孙伟峰,王大鹏

(中国科学技术大学计算机系,安徽合肥 230026)

**摘 要:** 双向路的车载网络中,两个方向上的数据流在竞争信道时存在严重的不公平现象,使得网络性能急剧下降. 针对这种不公平问题,本文经理论分析得出数据包大小 Packet 与相向行驶车辆间的相对速度  $V$ 、数据流接入信道几率  $P$  及数据流的平均吞吐率 Throughput 存在的函数关系,提出一种数据包大小自适应调节方案. 模拟仿真表明,该方案有效的提高了信道竞争的公平性并能够保证每条数据流相对较高的平均吞吐率. 而后本文定义了“SRTS/ SCTS”并给出了车辆间相对速度  $V$  的获取过程.

**关键词:** 车载网络; 双向路; 数据包大小; 自适应

**中图分类号:** TP393 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2007) 08-1521-06

## An Adaptive Packet-Size Adjusting Scheme for Improving Fairness in Vehicle Networks

TENG Da, YANG Shou-bao, SUN Wei-feng, WANG Da-peng

(Department of Computer Science, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230026, China)

**Abstract:** Data streams in two sides of a two-way road endure severe unfairness problem due to the competition of holding channel resource among neighbor vehicles, which leads to very low network performance. In order to solve this problem, the relationship between the packet size and relative velocity of each way's vehicles, and the effect of packet size on the probability of successfully competing for the wireless channel as well as the throughput of each data stream are analyzed in this paper. Based on the analysis, an adaptive packet-size adjusting scheme is proposed to improve the fairness of vehicle networks. The simulation results show that the fairness of competing for the channel has been improved greatly and the throughput of each stream is kept relatively high by this scheme. Finally, the “SRTS/ SCTS” is defined and the procedure of obtaining the relative velocity is given.

**Key words:** vehicle networks; two-way road; packet-size; adaptive

### 1 引言

随着无线通信技术的发展,在行驶的车辆间以无线通信的方式构建车载网络开始流行. 驾驶员可以通过车载网络获取所在路段的交通信息、事故警报与拥塞报警或实现自动与半自动的车辆控制等;乘客可以通过该网络实现数据共享与传输、游戏互联以及网络接入等服务. 车载网络具有广阔的应用前景,因此引起了研究者的广泛关注.

车载网络可以分为 V2V (vehicle-to-vehicle) 网络与 V2I (vehicle-to-infrastructure) 网络. 相对于 V2I 网络, V2V 网络具有如下特点:首先,它是一种特殊形式的 ad hoc 网络,不需要基础设施,节省了搭建费用与维护费用;另外,它具有更广的信号覆盖范围;第三,其高度分布性的

特点使得信息传输具有高度可靠性. 因此,对 V2V 网络的研究更具实际意义.

目前针对 V2V 网络的研究主要关注如何提高单向路中车辆间的通信性能. 具有代表性的有文献[1]提出了 LPG(local peer group) 结构,将车辆组成可控单元以提高通信性能;文献[2]主要研究了车辆密度较小的高速公路上信息传输的特点,并提出信息缓存方式可以缩短消息传递的时间. 文献[3]为协作式的冲突警报设计了一个协议,该协议降低了紧急警报信息的传输延时,有效的利用网络带宽. 文献[4]针对车载网络中信息传输的特点提出一种分析模型,得到了一些影响信息传输的参数如车辆密度,相对车速等. 其他如文献[5]分析了 802. 11 在车载网络中的应用可行性,并给出肯定结论. 文献[6]研究了 V2V 网络对交通信息传递的可用性. 文

献[7]采用图论方法对车载网络做出了一定的研究。

仅将研究局限在提高单向路上的通信性能是不够的.双向路的车载网络中,假设只有同侧的车辆间进行通信,当两侧道路上的数据流竞争无线信道时,会出现不公平的竞争现象,甚至出现一条流被饿死的情况,因此提高双向路中数据流竞争的公平性是十分必要的.实现这种公平性既要保证两条流在从相遇到离开的时间段内以近似相等的几率接入信道,又要保证每条流在这段时间内有较高的平均吞吐率.针对这个问题,本文提出一种自适应的数据包大小调节方案.理论证明得出了数据包大小  $Packet$  与两侧车辆的相对速度  $V$ 、数据流接入信道几率  $P$  及数据流的平均吞吐率  $Throughput$  存在的函数关系;根据这些关系,通过调节  $Packet$  来实现公平性与平均吞吐率间的均衡.模拟结果表明,自适应的数据包大小调节方案能够很好的提高数据流竞争信道的公平性,并能够保证较高的平均吞吐率.最后给出自适应的数据包大小调节方案及相对速度  $V$  的获取方案.

## 2 双向路的车载网络中数据流竞争的不公平性

双向路的车载网络中数据流竞争存在严重的不公平性,本文将以实例的形式描述这种不公平性.场景如图1,假设只有同侧的车辆间进行通信,道路两侧正在通信的车辆从迎面相遇到离开,这段时间内会出现两侧的数据流竞争信道的现象.图1中,以车辆为中心的虚线圆代表其发送的无线数据信号覆盖范围,若此时  $A$  与  $B$  间进行数据传输、 $C$  与  $D$  间进行数据传输,当两侧车辆相遇时,数据流间会出现竞争无线信道的情况.

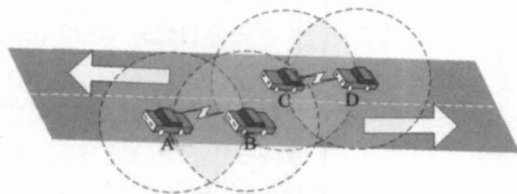


图1 信道竞争示意图

对于 802.11b 协议,其控制信号的最大传输范围约 500 米,数据信号的最大传输范围约为 250 米.从数据流相遇形成竞争到竞争结束,经过的相对距离为  $l = 250 * 3 + 500 * 2 = 1750\text{m}$ ,设两侧车速均为  $30\text{m/s}$ ,则数据流从相遇到离开经历时间  $t = l/v = 1750/60 = 29.2\text{s}$ .在这段时间内,若  $Packet$  较大如 500Bytes,则会出现严重的不公平现象.利用 NS2 做模拟试验,其余参数设置如表 1.

模拟结果如图 2,其中,横坐标是数据流从相遇到离开所经历的时间,纵坐标是对应于横坐标上每 1 秒内的吞吐率.在第 5s 到 17s 的时间段内, $A$  向  $B$  的数据流

已经不再进行传输,数据流的竞争存在严重的不公平性.在高速公路上,这样的相遇与离开是频繁发生的,因此提高数据流竞争的公平性是双向路的车载网络中亟待解决的问题.

表 1 模拟场景的参数设置

$A$ 与 $B$ 的距离	200 米,保持不变	传输层	UDP,数据持续产生	
$C$ 与 $D$ 的距离	200 米,保持不变	网络层	AODV	
初始时 $B$ 与 $C$ 的距离	650 米	MAC 层	Queue Length	50
初始时 $A$ 与 $D$ 的距离	1050 米		Packet Interval	0.005s
结束时 $A$ 与 $D$ 的距离	650 米		RTS/ CTS range	550 米
结束时 $B$ 与 $C$ 的距离	1050 米		Data range	250 米
数据传输方向	$A \rightarrow B; D \rightarrow C$	物理层	全向天线	

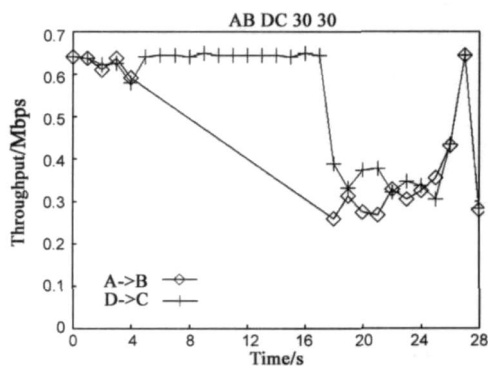


图2 双向路上道路两侧的数据流竞争示意图

## 3 自适应数据包大小调节方案的理论依据

针对上述的不公平性问题,本文提出自适应的数据包大小调节方案,在阐述本方案之前,首先分析造成这种不公平性的原因,而后对数据包大小  $Packet$  与两侧车辆的相对速度  $V$ 、数据流接入信道几率  $P$  及数据流的平均吞吐率  $Throughput$  的关系做出分析.

### 3.1 数据流竞争信道不公平性的原因分析

以实例说明,设  $N_A$  向  $N_B$  传输数据,形成数据流  $S1$ ;  $N_C$  向  $N_D$  传输数据,形成数据流  $S2$ .每个节点都在彼此的信号覆盖范围之内.设初始 802.11 MAC 协议中的竞争窗口  $CW_A = CW_C$ ,且  $N_A$  与  $N_C$  都有持续不断的数据欲进行传输.由 802.11 的 DCF 信道竞争方式可知,设若  $N_A$  与  $N_C$  同时侦听到信道空闲一个 DIFS,而后两者立刻设置回退计数器,分别为 Backoff Timer<sub>A</sub> 与 Backoff Timer<sub>C</sub>,设 Backoff Timer<sub>A</sub> < Backoff Timer<sub>C</sub>,则  $N_A$  首先抢占信道,数据流  $S1$  开始传输,此时  $N_C$  启动回退机制,按照指数形式增大  $CW_C$ ,此时  $CW_C > CW_A$ .

在  $N_A$  的一个数据包传输完成后,  $N_A$  与  $N_C$  又同时侦听到信道空闲了一个 DIFS,而后  $N_A$  与  $N_C$  分别生成随机数 backoff<sub>A</sub> 与 backoff<sub>C</sub>, backoff<sub>A</sub> 取自  $[0, CW_A]$ ,而 backoff<sub>C</sub> 取自  $[0, CW_C]$ .  $CW_C > CW_A$ ,所以 backoff<sub>C</sub> > backoff<sub>A</sub> 的概率将更大,这将使得  $N_C$  在竞争信道时再一步

失去优势,若此时  $\text{backoff Timer}_C > \text{backoff Timer}_A$ ,则  $CW_C$  在达到  $\text{aCW}_{\max}$  前将再次增大,使得竞争信道时更加处于劣势.从而在生成的  $\text{backoff Timer}_C < \text{backoff Timer}_A$  之前,  $N_A$  始终会占用信道,造成  $N_C$  在这段时间内饿死.

因此,欲提高数据流竞争信道的公平性,应提高劣势流成功竞争到信道的几率.

### 3.2 数据包大小 Packet 对竞争信道公平性的影响

设两条流的数据包大小均为  $\text{Packet}$ ;数据流从相遇到离开的时间为  $t$ ;物理信道的数据传输速率为  $V_{\text{phy}}$ ;竞争信道的时间间隔个数  $n$ ,有

$$n = t / (\text{Packet} / V_{\text{phy}}) = t \cdot V_{\text{phy}} / \text{Packet} \quad (1)$$

为描述方便,在此将节点的竞争窗口抽象为数据流的竞争窗口.设两个数据流为 A 和 B,在相遇前,由于两条流都不受外界影响,其竞争窗口  $CW$  都为  $\text{aCW}_{\min}$ ,并设  $CW_a = CW_b$ ;设在开始相遇时, A 先抢占信道,而 B 由于没有竞争到信道,  $CW_b$  以指数增大.设此时  $CW_a < CW_b$ ,则此后在竞争信道上 A 比 B 更有优势,这会造成不公平性.

下一个 DIFS 到来后,两条流的回退计数器取值如图 3,设此时 A 与 B 的回退计数值取值分别为  $r1$  与  $r2$ ,若 B 在下一个时间间隔抢占信道,则有  $r2 < r1$ .而

$$P(r2 < r1) = (1 / CW_a) \cdot (r1 / CW_b) = r1 / (CW_a \cdot CW_b) \quad (2)$$

则 B 在此时抢占不到信道的概率  $P = 1 - P$ ,

设此后  $n$  次间隔中, B 始终竞争不到信道的概率为  $P$ ,则

$$P = \left(1 - \frac{r1}{CW_a \cdot CW_b}\right) \left(1 - \frac{r1^{(2)}}{CW_a \cdot CW_b^{(2)}}\right) \cdots \left(1 - \frac{r1^{(n)}}{CW_a \cdot CW_b^{(n)}}\right) \quad (3)$$

由于此后依然竞争不到信道,则

$$CW_b^{(i)} = CW_b^{(i-1)} \quad (4)$$

而  $r1^{(i)} = CW_a$ ,并  $0 < \frac{r1^{(i)}}{CW_a \cdot CW_b^{(i)}} < 1$

设  $n1 < n2$ ,为讨论方便,设  $CW_b^{(i)} = CW_b$ ,  $r1^{(i)} = r1$ ,则

$$P_{n1} = \left(1 - \frac{r1}{CW_a \cdot CW_b}\right)^{n1}, P_{n2} = \left(1 - \frac{r1}{CW_a \cdot CW_b}\right)^{n2} \quad (5)$$

对于  $n1$  与  $n2$ ,非优先流成功接入信道的概率分别为

$$P_{n1} = 1 - P_{n1}, P_{n2} = 1 - P_{n2}$$

$$\text{因为 } 0 < 1 - \frac{r1}{CW_a \cdot CW_b} < 1, n1 < n2$$

$$\text{所以 } P_{n1} > P_{n2}, \text{所以 } P_{n1} < P_{n2}$$

由此,  $n$  与非优先流抢占信道的几率成正相关.

设  $k = 1 - \frac{r1}{CW_a \cdot CW_b}$ ,则

$$n = t \cdot V_{\text{phy}} / \text{Packet} = \log_k^{1-P} \quad (6)$$

设  $t$  为定值,  $V_{\text{phy}}$ ,  $k$  为常量,则有  $\text{Packet}$  与  $P$  成如式(7)的函数关系,其中,  $0 < C < 1$  为常数.

$$\text{Packet} = \log_C^{1-P} \quad (7)$$

欲提高公平性,则需提高非优先流抢占信道的概率  $P$ ,根据式(7)中  $\text{Packet}$  与  $P$  的函数关系,可以通过减小  $\text{Packet}$  的方式来提高  $P$ .

### 3.3 数据包大小 Packet 与平均吞吐率 Throughput 的关系

设流 A 与 B 从相遇到离开, A 传输总耗时为  $t$ , B 抢占信道的次数为  $n1$ ,每次传输的数据帧大小为  $h$ ,  $\text{Packet} = h = h1 + h2$ ,  $h1$  为包头,包括链路层、网络层及传输层等头部信息,长度固定;  $h2$  为有效数据载荷.则 B 此间的平均吞吐率

$$\begin{aligned} \text{Throughput} &= \frac{n1 \cdot h2}{\frac{n1 \cdot (h1 + h2)}{V_{\text{phy}}} + t} \\ &= \frac{n1 \cdot V_{\text{phy}} \cdot h2}{n1 \cdot (h1 + h2) + t \cdot V_{\text{phy}}} \quad (8) \end{aligned}$$

根据公式 8 中  $\text{Throughput}$  与  $h2$  即与  $\text{Packet}$  的函数关系可知,当  $\text{Packet}$  减小时,  $\text{Throughput}$  会随之减小,因此不能过度减小  $\text{Packet}$ ,否则会严重降低两条流的平均吞吐率.因此需要综合地权衡公平性与平均吞吐率,适当的调整  $\text{Packet}$ .

### 3.4 相对车速 $V$ 与数据包大小 Packet 的关系

当流 A, B 相遇时,为达到公平性,理想的状态是两者都能以相等的概率接入信道,设此概率为  $P_c$ .设 A, B 的 RTS/CTS 及数据信号的传输范围是定值, A 与 B 从相遇到离开的距离为定值  $l$ .

设 A, B 的相对速度为  $V$ ,则  $t = l / V$ .

由  $n = t \cdot V_{\text{phy}} / \text{Packet} = \log_k^{1-P}$ ,有

$$l \cdot V_{\text{phy}} / (V \cdot \text{Packet}) = \log_k^{1-P} \quad (9)$$

$l$ ,  $V_{\text{phy}}$ ,  $k$ ,  $P_c$  为定值,则有式(10),其中  $C$  为常数.

$$V \cdot \text{Packet} = C \quad (10)$$

因此,在得知某个  $V$  下综合权衡公平性与平均吞吐率的最佳  $\text{Packet}$  后,可以根据式(10)得知其他  $V$  时的最佳  $\text{Packet}$  值.

## 4 关于 Packet 对公平性的影响及最佳 Packet 值的模拟结果

根据上述的理论推导,得出了数据包大小  $\text{Packet}$  与两侧车辆的相对速度  $V$ 、数据流接入信道几率  $P$  及数据流的平均吞吐率  $\text{Throughput}$  间的函数关系,下面通过模拟仿真对  $\text{Packet}$  与公平性的关系做出验证,并得出

相对速度  $V$  下的最佳  $Packet$  值。

本次试验以 NS2 作为模拟器, MAC 层采用 IEEE 802.11b 协议。场景如图 1 所示, 为方便描述高速公路上双向路两侧数据流的信道竞争公平性, 试验中假设车辆都以相同的速度匀速运动, 并且只有同侧道路上的车辆进行通信。模拟将考察相对速度与数据包大小的变化对公平性带来的影响, 这两个值是变化的, 其余参数设置如表 1。

#### 4.1 数据包大小 $Packet$ 对公平性的影响

由前述的理论证明, 当相对速度  $V$  恒定,  $Packet$  减小会提高非优先流的接入信道几率, 从而提高公平性。模拟验证中分别取如下场景做出测试, 相对速度  $V$  取自  $\{10\text{ m/s}, 20\text{ m/s}, 30\text{ m/s}, 40\text{ m/s}, 50\text{ m/s}, 60\text{ m/s}\}$ , 在每个相对速度  $V$  下,  $Packet$  从 500Bytes 到 100Bytes 以 5Bytes 为梯度做 81 次试验。模拟结果表明, 在各个相对速度

下, 随着  $Packet$  值的减小, 信道竞争的公平性都会逐渐提高, 这些结果图表的变化趋势基本相同。在此仅选取相对速度  $V = 40\text{ m/s}$  ( $v_{a,b} = 20\text{ m/s}$ ,  $v_{c,d} = 20\text{ m/s}$ ) 时,  $Packet$  取值为 500B, 280B, 100B 的结果图, 如图 4。

当  $Packet = 500\text{B}$  时, 两侧数据流的信道竞争存在严重的不公平现象, 随着  $Packet$  值的减小, 当  $Packet = 280\text{B}$  时信道竞争开始处于公平状态, 当  $Packet$  更小时, 依然保持公平状态。对图 4(a), 4(b) 做出分析, 图 4(a) 中流  $A \rightarrow B$  的平均吞吐率为  $0.483\text{ Mbps}$ , 流  $D \rightarrow C$  的吞吐率为  $0.300\text{ Mbps}$ , 两条流的整体吞吐率为  $0.783\text{ Mbps}$ ; 图 4(b) 中流  $A \rightarrow B$  的平均吞吐率为  $0.310\text{ Mbps}$ , 流  $D \rightarrow C$  的吞吐率为  $0.300\text{ Mbps}$ , 两条流的整体吞吐率为  $0.610\text{ Mbps}$ 。可见, 自动调节数据包大小的方法, 在将每条流的平均吞吐率维持在高水平的基础上, 提高了公平性, 消除了如图 4(a) 的中  $D \rightarrow C$  的停止传输现象。

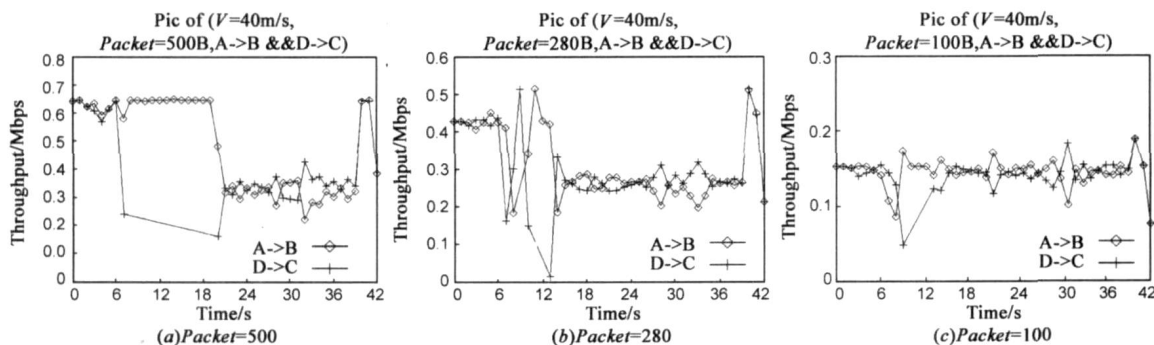


图 4  $V=40\text{ m/s}$  ( $v_{a,b}=20\text{ m/s}$ ,  $v_{c,d}=20\text{ m/s}$ ) 时,  $Packet$  从 500 到 100 以 5Bytes 渐变的节选效果图

#### 4.2 相对车速 $V$ 与 $Packet$ 的最佳均衡

由上述的试验结果, 当  $Packet$  小于一定值时, 两条流都会公平的竞争信道, 但是根据 3.3 节的理论推导, 如果一味减小  $Packet$  的值, 会使两条流的平均吞吐率严重降低, 以 4.1 节的图 4(b), 4(c) 为例, 图 4(b) 中流  $A \rightarrow B$  的平均吞吐率为  $0.310\text{ Mbps}$ , 流  $D \rightarrow C$  的吞吐率为  $0.300\text{ Mbps}$ , 两条流的整体吞吐率为  $0.610\text{ Mbps}$ ; 图 4(c) 中流  $A \rightarrow B$  的平均吞吐率为  $0.144\text{ Mbps}$ , 流  $D \rightarrow C$  的吞吐率为  $0.141\text{ Mbps}$ , 两条流的整体吞吐率为  $0.285\text{ Mbps}$ 。因此, 需要找到在一定的相对速度  $V$  下, 既能使实现流竞争公平性, 又能保证每条流相对较高的平均吞吐率的最佳  $Packet$  值。

根据模拟试验的结果, 得到在某一特定  $V$  下的最佳  $Packet$  的经验值, 如表 2。

表 2 关于  $V$  与  $Packet$  的统计结果

相对速度 $V(\text{m/s})$	最佳 $Packet(\text{B})$	$C = Packet * V$
60	170 ~ 225	10200 ~ 13500
50	180 ~ 260	9000 ~ 13000
40	220 ~ 280	8800 ~ 11200
30	240 ~ 360	7200 ~ 10800

由表中数据可以看出, 最佳的  $Packet$  与其对应的  $V$

的确存在如式(10)的关系, 这是与理论推导相符合的。由统计结果,  $C$  的最佳取值为  $[10200, 10800]$ 。在高速公路上行驶的车辆, 当探知流竞争时, 可以根据相对车速  $V$ , 及  $C$  的最佳取值, 根据式(10)中  $V$  与  $Packet$  的关系, 动态调整  $Packet$  大小, 使得在两条流相遇过程中, 既能实现流竞争公平性, 又能保证每条流相对较高的平均吞吐率。

#### 5 数据包大小自适应调节方案

根据上述的理论推导, 本文提出数据包大小自适应调节方案, 下面给出该方案的详细设计。

##### 5.1 数据包大小自适应调节方案

- (1) 两侧数据流探知相遇前, 都以相对较大的  $Packet$  进行数据传输, 以获得高吞吐率。
- (2) 两侧数据流感知相遇。
- (3) 通知对方自己的速度。
- (4) 由前述的理论推导与 4.2 节的经验数值根据相对速度  $V$  推算最佳  $Packet$ , 并记录相遇前的  $Packet$  值。
- (5) 以将数据包大小调整到  $Packet$ , 进行数据传输。

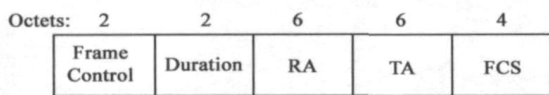
(6) 探知数据流相互离开。

(7) 将各自的数据包大小恢复到相遇前的 *Packet* 值,继续传输数据。

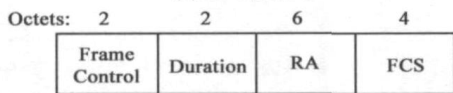
第(6)步中,当间隔一定时间内没有对方的 RTS/CTS 信号,则表示数据流相互离开;第(3)步中本文引入 SRTS/SCTS 通知对方自己的速度,下面介绍速度获取方法。

## 5.2 SRTS/ SCTS 的设计

假设收发端可以获知自身车辆的行驶速度。本文通过在 RTS/CTS 帧中增加一个长为 1Byte 的速度域通知对方自己的行驶速度。RTS/CTS 的帧格式如图 5,其中,每个域上的数字单位为 Byte。Frame Control 域定义了协议版本、帧类型 (Type)、子类型 (Subtype) 及其他一些参数。其中 Type = 01, Subtype = 0000 - 1001, 是保留域。

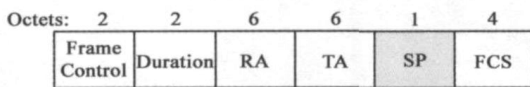


(a) RTS 帧格式

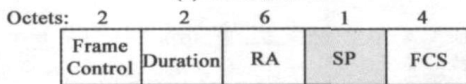


(b) CTS 帧格式

图 5 RTS/CTS 帧格式图



(a) SRTS 帧格式



(b) SCTS 帧格式

图 6 SRTS/SCTS 帧格式图

本文利用保留域定义“通知速度的 RTS 帧,与通知速度的 CTS 帧”,称为 SRTS 与 SCTS。令 Type = 01, Subtype = 0000 表示通知速度的 RTS 帧;Type = 01, Subtype = 0111 表示通知速度的 CTS 帧。在此种取值下,在原有 RTS/CTS 中增加 1Byte 速度域“SP”,将该域置于“FCS”域前,帧格式如图 6。1Byte 的“SP”域可表示的速度范围为 0 ~ 255m/s,这足够表示高速公路上车辆的行驶速度。

在此,SRTS/SCTS 既通知速度,又起到定义网络分配矢量的作用。

## 5.3 SRTS/ SCTS 的工作过程

以实例说明,如图 1 的场景,设 B、C 为数据发送端。两侧数据流可以两种方式探知相遇,两种方式后的处理是不同的。

方式一:以信号冲突的方式探知两条流相遇

此时,SRTS/SCTS 的工作过程如图 7 所示,下面给

出工作过程的详细描述:

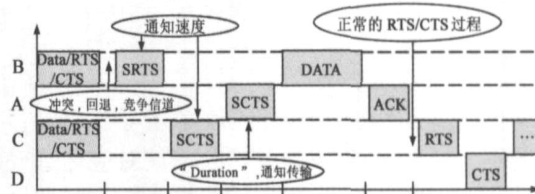


图 7 以信号冲突的方式探知相遇后的工作过程

(1)  $t_1$  时刻 B 与 C 的无线信号发生冲突。

(2)  $t_1$  时刻后经过一个 EIFS, B 与 C 以 SRTS 竞争信道,并以此通知对方自身的速度。

(3) B 的 SRTS 成功传输,  $t_2$  时刻传输结束,此后 B 等待两个 SCTS 与两个 SIFS 间隔,以接收其后的信号。

(4) 收到 B 的 SRTS 信号后,等待一个 SIFS, C 首先发送返回 SCTS,向 B 通知速度,该 SCTS 中只有 SP 域有意义。

(5)  $t_3$  时刻结束传输,经过一个 SIFS, A 返回 SCTS 给 B,作为传输持续时间的再次校验及开始传输数据的通告。

(6)  $t_4$  时刻传输结束,而后进行数据传输及 ACK 过程,  $t_6$  时刻结束。

(7)  $t_6$  时刻后经历一个 DIFS,开始正常的 RTS/CTS 过程。

方式二:以收到其他节点的 RTS/CTS/DATA 的方式探知两条流相遇

当相遇时,若恰好己方数据传输停止,在此期间内收到其他节点的 RTS/CTS/DATA 信号,其工作过程如图 8 所示,下面给出工作过程的详细描述:

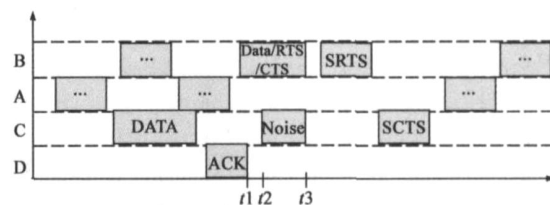


图 8 根据收到其他节点的信号探知相遇后的工作过程

(1) 在  $t_1$  时刻之前两条数据流未相遇,各自正常工作。

(2)  $t_1$  时刻相遇, B 正有信号传输给 A;此时恰好 C 与 D 完成数据传输, C 在  $t_1$  与  $t_2$  的时间段内侦听信道,第一次收到了其他节点的信号。

(3) C 探知其他节点的存在,于  $t_2$  时刻立刻发送噪声信号。

(4)  $t_3$  时刻两端信号发生冲突。

(5)  $t_3$  时刻后进行如图 7 所示的工作过程,此后当 C 再次侦听到 B 或 A 的信号时,不再发送噪声信号。

上述是 SRTS/SCTS 的工作过程,在此过程中 SRTS/

SCTS 仅使用一次,相比于 RTS/CTS 方式的附加开销有 2Bytes 的“SP”数据及一个 SCTS 帧。

## 6 结束语

双向路上两侧路中的数据通信在竞争信道时存在严重的不公平性。为解决这种不公平性对应用造成的影响,本文通过理论推导得出数据包大小与信道接入几率、车辆的相对速度及数据流平均吞吐率的函数关系。根据信道接入几率与数据包大小的关系可知,当两侧数据流相遇时,可以通过减小数据包大小的方式提高公平性;根据数据包大小与车辆的相对速度及平均吞吐率的关系确定数据包大小的最佳尺寸,从而既提高公平性又能保证较高的平均吞吐率,而后本文给出自适应数据包大小调节方案的详细设计。

SRTS/ SCTS 方案的不足之处是,当根据收到其他节点的 RTS/ CTS/ DATA 的方式探知两条流相遇,采用发送噪声信号的方式会使得对方通信中断,这在一定程度上影响了工作效率。下一步的工作是减小 SRTS/ SCTS 方案的附加开销,并将数据包大小自适应调节方案应用到 MAC 协议中。

## 参考文献:

- [1] Wai Chen, Shengwei Cai. Ad hoc peer-to-peer network architecture for vehicle safety communications [J]. IEEE Communications Magazine, 2005, 43 (4): 100 - 107.
- [2] Zong Da Chen, HT Kung, Dario Vlah. Ad hoc relay wireless networks over moving vehicles on highways [A]. Proceedings of the 2nd ACM International Symposium on Mobile Ad-hoc Networking and Computing [C]. New York, USA: ACM Press, 2001. 247 - 250.
- [3] Xue Yang, Jie Liu, Feng Zhao. A vehicle-to-vehicle communication protocol for cooperative collision warning [A]. First Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services (MobiQuitous '04) [C]. Boston, Massachusetts, USA: IEEE Press, 2004. 114 - 123.
- [4] Hao Wu, Richard Fujimoto, George Riley. Analytical models for information propagation in vehicle-to-vehicle networks [A]. Vehicular Technology Conference, 2004 [C]. Los Angeles, USA: IEEE Press, 2004. 26 - 29: 4548 - 4552.
- [5] Yacine Khaled, Bertrand Ducourthial, Mohamed Shawky. IEEE 802.11 performances for inter-vehicle communication networks [A]. Vehicular Technology Conference, 2005 [C]. Stockholm, Sweden: IEEE Press, 2005. 2925 - 2929.
- [6] Samir Goel, Tomasz Imielinski, Kaan Ozbay. Ascertaining viability of WiFi based vehicle-to-vehicle network for traffic information dissemination [A]. The 7th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems [C]. Washington DC: IEEE Press, 2004. 1086 - 1091.
- [7] Sonja Glavaski, Madalena Chaves, Robert Day. Vehicle networks: achieving regular formation [A]. American Control Conference, 2003 [C]. Denver, Colorado, USA: IEEE Press, 2003. 4095 - 4100.

## 作者简介:



滕 达 男, 1984 年生于黑龙江, 中国科学技术大学计算机系硕士研究生, 研究方向为手语识别、无线 MESH 网络、车载网络。  
E-mail: dteng@mail.ustc.edu.cn



杨寿保 男, 1947 年生于上海, 中国科学技术大学计算机系教授、博士生导师, 研究方向为计算机网络及应用。



孙伟峰 男, 1978 年生于黑龙江, 中国科学技术大学计算机系博士研究生, 研究方向为无线网络、移动计算、网络 QoS。



王大鹏 男, 1981 年生于黑龙江, 中国科学技术大学计算机系博士研究生, 研究方向为无线多跳网络。