

文章编号:1004-4736(2008)02-0111-04

服务车际通信的混合网络系统

谢红刚,易本顺

(武汉大学电子信息学院,湖北 武汉 430070)

摘要:提出了一种 VANET 与 UMTS 相结合的混合网络系统,在 VANET 的网络拓扑结构不完整时,它可以有效地解决通信畅通的问题.它借助 UMTS 覆盖面广和 Ad hoc Networks 结构灵活的特点,通过在不同网络接口间的切换从而实现了车际间不间断通信.

关键词:车际通信;通用移动通信系统;AODV;移动 IP;P2P

中图分类号:TP 393.03

文献标识码:A

0 引言

作为智能交通系统的一部分,车际通信系统是汽车信息化研究热点.它对于提高驾驶安全和交通流量管理发挥着重要的作用.许多研究人员依据车际通信的特点与要求,提出了许多网络实现方式. Flecnet 项目^[1]提出了基于移动自组网(MANET)的车际通信技术,提高了车辆间通信效率,节约通信成本.因受到车辆上通信终端的通信距离、配置数量、道路中行驶车辆密度等条件的制约,通信的成功率将受到一定的影响.其他基于 Ad hoc 网络的车际通信系统多存在这样的一些问题.文献[2]提出一种两车之间直接通信与蜂窝通信相结合的通信方案,缓解了两车之间因为通信距离和建筑物的遮挡造成的通信中断的问题,同时也带来通信接口之间频繁切换,通信接口资源利用率低等问题.文献[3]提出了一种配置多个通信接口的车际通信方案,通过条件判断来选择其中一个通信接口.过于复杂的判断模型和配置多个通信接口增加了车载信息系统运行成本与效率.

车用自组网(VANET, Vehicle Ad Hoc Networks)是一种具有应用前景的车际通信系统平台.文献[4]对 IEEE 802.11b 模块运用于 IVC 作了性能分析和研究. IEEE 802.11x 使用的公用 ISM 频段,技术成熟,使用范围广,费用低廉.它较好地解决物理传输的影响,车辆间的通信是建立在相同道路中的直线连接,多径衰落现象不严重,可以将 IEEE 802.11x 通信接口应用于 VANET.同时由于 IEEE 802.11x 的通信距离有限,基于 IEEE 802.11x 组成的 VANET 网络的完整性和通信的连续性会受到一定的影响.

通用移动通信系统(UMTS, Universal Mobile Telecommunications System)是目前欧洲广泛采用的 3G 通信标准,在空中接口层, UMTS 兼容 GPRS. 它提供较为宽广的覆盖范围和通用的漫游服务,数据通信速率可以达到 2Mbps. 文献[5]提出和讨论了 WLAN 与 UMTS 之间相互结合的网络结构,具有双模通信接口的移动终端在两种网络间实现自由切换.但它们采用 IEEE 802.11x 的固定接入点的方式,不适用于采用 Ad hoc 方式的 VANET.

针对以上问题,提出基于 IEEE 802.11x 的 VANET 与 UMTS 相结合的混合网络通信模式.在车载通信平台中配置 IEEE 802.11x 和 UMTS 双模通信模块,利用 VANET 组网快捷便利和 UMTS 覆盖范围广的特性,通过采用简单通信接口切换模型和资源预分配机制,实现车辆间不间断、高效的混合通信网络.

1 混合网络系统

混合网络充分利用 MANET 的网络特性,比如自治性和无固定结构、多跳路由、网络拓扑的动态变化、良好的可扩展性等,同时结合 UMTS 网络覆盖广,传输带宽有保证的特点.如图 1 所示,车际通信可以分成两种情况,a.代表了一种常态的 VANET 通信方式;b.在出现路由错误的情况下,建立 UMTS 通信链路,保证通信连续.

2 路由协议设计

针对智能交通系统的应用,在路由协议的设计上应该考虑传送信息的内容和数据大小,以及路由协议适用性的问题.依据智能交通系统的应

收稿日期:2007-01-30

作者简介:谢红刚(1973-),男,湖北鄂州人,讲师,博士研究生.主要研究方向:无线网络通信.

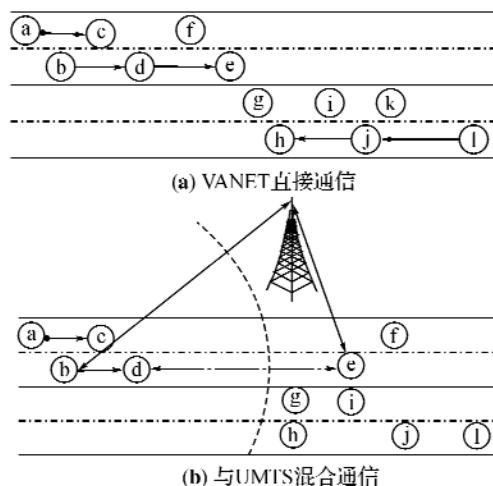


图 1 混合网络

Fig. 1 Hybrid networks for IVC

用和服务内容,对车辆间通信的内容进行了分类,其传输的数据包主要分成三类:(1)控制信息包,基本用于协调和控制无线通信网络;(2)紧急信息包,主要包括车辆的操作信息和移动信息,这些都是实时信息,用于预测车辆行驶中的危险情况。(3)舒适信息包,主要包括相邻车辆的位置,行驶信息,和一些其它的服务信息,用于提供车辆行驶路径选择,避免道路阻塞^[6]。由此可知,车际间数据交换的内容一般不大,因此相互之间发送的数据长度小。由于行驶中的车辆比较快速地移动,造成 VANET 的网络结构不稳定,因此按需路由协议更加适合这种网络。目前普遍采用的两个按需路由协议分别为 DSR 与 AODV,由于 DSR 协议要求在数据包包头中包含路由信息,随着路由跳数的增加,数据包包头也在加长。当加载的数据长度较小时,DSR 协议的传输效率降低、网络资源开销增大。AODV 协议剔除数据包包头的路由信息,将路由信息保存在转发节点的路由表中。同时引入路由条目更新机制,保持了路由信息的时效性。

结合 IVC 传输信息的性质,在混合网络系统中,采用 AODV 作为系统的路由协议,它主要应用于 VANET 通信链路的寻找和建立。具有双模通信接口的移动节点同时拥有两个 IP 地址,它们分别对应 WLAN 和 UMTS 网络接口。VANET 中车辆的唯一标识为移动节点的 ID,即 WLAN 的

IP 地址,称之为本地 IP 地址,它是保持不变的。UMTS 链路的启用也会在系统产生一个 IP 地址,它是 UMTS 通信模块向 UMTS 运营商的移动服务器注册、申请获得的,只在一定的活跃期内,保持不变。因此它在混合网络中不能用来标识所装配车辆本身。适当修改 AODV 协议可以实现各移动车辆之间的 UMTS 网络地址信息的交换。

为了实现对移动节点的 IP 数据服务,UMTS 对 Mobile IP 技术提供良好的支持,特别是随着 IPv6 协议的推广与应用,确保配置有通信模块的移动终端点到点通信的实现。如果需要启用 UMTS 接口进行通信,发送或转发节点需要知道目的节点的 UMTS 移动 IP 地址,同时目的节点在数据回传时,也需要知道源节点的 UMTS 移动 IP 地址。因此需要将节点的 UMTS 移动 IP 地址字段添加到节点路由表中。参考 AODV 协议^[7],扩展了节点的路由信息表,它们由以下字段组成:目的节点 ID、目的节点序列编号、有效目的节点序列编号标志、其他状态与路由标志(如:是否有效、修复状态等)、网络接口、路由跳数、下一跳节点 ID、路由有效时间、目的节点 UMTS 的移动 IP 地址。

路由表中目的节点 UMTS 的移动 IP 地址通过 RREP 和 AODV 中的扩展控制信息 HELLO 创建和更新。将源节点的 UMTS 移动 IP 地址传递给目的节点时,需要通过 RREQ 来进行,修改后的 RREQ 数据包结构如表 1 所示。为了将目的端 UMTS 的移动 IP 地址传递给源端,需要对 RREP 数据包内容作必要的修改,增加目的端 UMTS 的移动 IP 地址。数据包结构如表 2 所示。通过 RREP 获得下游节点的 UMTS 移动 IP 地址流程如下:

a. 源节点通过 RREQ 发现路由,发现流程与传统 AODV 协议一样。

b. 目的节点接收到 RREQ 后,保存源节点的 UMTS 移动 IP 地址,产生 RREP,同时将其 UMTS 移动 IP 地址添加到 RREP 中。

c. 中间转发节点接收到 RREP,将数据包中 UMTS 移动 IP 地址保存在路由表条目中,重新添加到 RREP 中,将其转发。

d. 直到源节点接收到 RREP。

表 1 RREQ 包结构

Table 1 The format of RREQ message

Status Flags	RREQ ID	Destination ID	Destination Sequence Number	Originator ID	Originator Sequence Number	Originator UMTS Mobile IP address
-----------------	---------	----------------	--------------------------------	---------------	-------------------------------	--------------------------------------

表2 RREP 包结构

Table 2 The format of RREP message

Status Flags	Destination ID	Destination Sequence Number	Originator ID	Destination UMTS Mobile IP address	Lifetime
--------------	----------------	-----------------------------	---------------	------------------------------------	----------

AODV 协议的修改为 VANET 与 UMTS 的自由切换的实现提供了可能. 路由错误的出现通过 RERR 通知源节点, 依据 AODV 协议, 源节点会重新发送 RREQ 寻找新的路由路径. 但是依据车辆间的信息交换沿道路传播的特征, 这时路由路径的再发现变得十分困难. 因此在混合网络中, 源节点接收到 RERR 时, 放弃路由再发现过程, 启动切换机制, 从路由表中提取目的节点的 UMTS 移动 IP 地址, 将未发送的数据进行重新封装, 通过 UMTS 通信接口完成数据发送, 直到此次会话结束. 如果应用层发起新的会话, 需要通过 VANET 网络开始新路由寻找过程, 而不是直接使用 UMTS 接口进行网络通信, 因为这时新会话的目的节点可能已经发生变化.

路由错误的出现主要存在两种情况, 网络边界节点之间通信链路的中断和网络代理节点之间通信链路的中断. 虽然出现错误节点的位置不一, 源节点都会接收到 RERR. 另外也存在源节点通过路由发现过程找不到路由的情况, 这表明在 802.11x 的通信范围内, 不存在可以进行传输节点, 由此可以认为车辆在一个较为稀疏的道路环境中行驶, 这时可以不需要通过 UMTS 建立信息交互链路来保证驾驶安全.

3 仿真结果

通过 NS2 的网络仿真实验来比较采用单一网络接口的 VANET 与混合网络的数据传输性能. 移动节点分布在大小为 1500×1500 m 的区域中, 最大的运动速度为 40 m/s, 场景实验时间为 300 s, WLAN 无线模块采用 IEEE802.11b, 传输范围 200 m. 依据网络的疏密情况, 分别设定参与实验的移动节点数分别为 5、10、15、20、25、30、35、40. 在它们中间随机选取节点来发送和接收 Constant bit Rate(CBR)数据, CBR 数据包的大小为 512 字节. 图 2 显示 CBR 数据到达情况, 数据的到达率与移动节点的数量成正比, 而混合网络比单一接口 VANET 在数据到达率上有较为明显的提升, 由此可知, 应用混合网络可以减少数据的丢包率, 增强数据传输的连续性. 图 3 显示数据的平均传输延迟情况, 平均延迟时间随着移动节点的增加而减小, 而比起单一接口 VANET, 在混合网络中数据端到端的平均延迟明显增大, 这与通信中切换到 UMTS 网络有一定的关系.

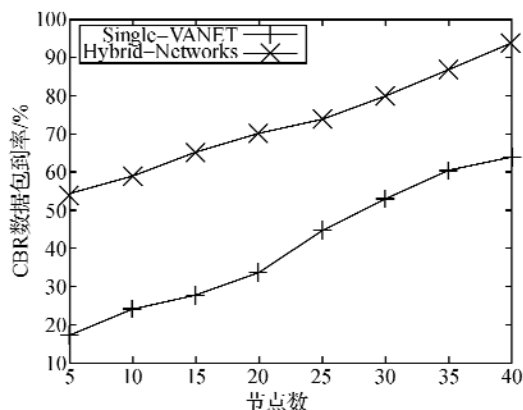


图2 CBR数据可达率

Fig. 2 Data packets delivered

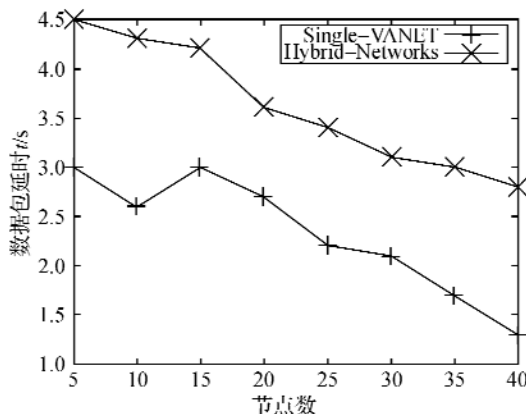


图3 CBR数据平均时延

Fig. 3 The average delay of data packet

4 结 语

在车际通信协议和通信模式没有统一, 只有少量车辆配置有车载通信接口的情况下, 提出一种较为适合的混合型通信网络, 保证了通信不间断地进行. 同时在通信接口切换过程中, 它的响应时间受到 UMTS 通信网络环境的影响, 会造成一定的时延, 但它有效地缓解了 VANET 的丢包行为. 在车载系统中采用双模通信接口, 特别是 UMTS 接口的应用, 可以方便将车载信息平台拓展到 Internet 中, 丰富了车载系统的服务内容.

参考文献:

- [1] Enkelmann W. FleetNet-applications for inter-vehicle communication [A]. Intelligent Vehicles Symposium 2003 Proceedings[C]. IEEE, 2003. 162-167.
- [2] Michael L. B., Kikuchi S., Adachi T., et al. Combined cellular/direct method of inter-vehicle communication [A]. Intelligent Vehicles Symposium 2000 [C]. IEEE, 2000. 534-539.

- [3] Nishida T, Eguchi K, Okamoto Y, et al. Inter-vehicle P2P communication experimental on-board terminal[A]. Consumer Communications and Networking Conference 2005[C]. IEEE, 2005, 434-438.
- [4] Gunter Y, Grobmann H P. Usage of wireless LAN for inter-vehicle communication [A]. Intelligent Transportation Systems, 2005 Proceedings [C]. IEEE, 2005, 408-413.
- [5] Gazis V, Alonistioti N, Mcraos L. Toward a generic "always best connected" capability in integrated WLAN/UMTS cellular mobile networks (and beyond) [J]. Wireless Communications, IEEE [see also IEEE Personal Communications], 2005, 12(3): 20-29.
- [6] Fukui R, Koike H, Okada H. Dynamic Integrated Transmission Control (DITRAC) over inter-vehicle communications in ITS [A]. Vehicular Technology Conference 2002[C]. IEEE 55th, 2002, 481: 483-487.
- [7] Perkins C, Belding-Royer E, Das S. Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing [EB/OL]. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt>. 2003-07-16

A hybrid network for Inter-vehicle-Communication

XIE Hong-gang, YI Ben-shun

(School of Electronic Information, Wuhan University, Wuhan 430070, China)

Abstract: The paper proposed a hybrid network, which combines VANET and UMTS networks, when communication link is broken in the VANET, hybrid networks would efficiently provide communication link. Utilizing the characteristics of UMTS of wide coverage and flexible structural of Ad hoc Networks, the uninterrupted communication between vehicles through handoff between the different network interfaces has been realized.

Key words: Inter-vehicle-Communication; UMTS; AODV; Mobile IP; P2P

本文编辑:陈晓革



(上接第 110 页)

The numerical simulation of fluid flow in a three-dimensional model of gas-gas mixer

LIU Yu-hua, YU Jiu-yang, ZHENG Xiao-tao, XION Zhi-qiang

(School of Mechanical Electrical Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The RNG $k-\epsilon$ equation of turbulent flow model is adopted to simulate the flow field. The CFD software is used to study the incompressible fluid flow in a three dimensional model of gas jet mixer by mixing mesh. It can obtain the change of flow field, turbulent kinetic energy, pressure drop and component density field, and so on. It shows that the mixture is relatively uniform and the pressure drop can meet process requirements by the numerical simulation.

Key words: mixer; fluid flow; pressure drop; numerical simulation

本文编辑:陈晓革