

基于 IPv6 的车载网络移动切换研究^{*}

王晓喃

(常熟理工学院, 江苏 常熟 215500)

摘 要: 提出了一种基于 IPv6 的车载网络移动切换方案 MHRD。MHRD 提出了基于路域的车载网体系结构, 与现有的车载网体系结构相比, 路面移动节点的移动切换次数大幅度降低。MHRD 中, 路面移动节点通过其经过的一跳范围内的接入节点获取转交地址, 无须进行重复地址检测即可确保转交地址的全球唯一性, 降低了移动切换代价, 缩短了移动切换延迟。从理论和仿真两个角度对 MHRD 的移动切换代价和移动切换延迟等性能参数进行了分析比较, 分析结果表明 MHRD 的移动切换代价更小, 数据包丢失率更低, 移动切换延迟更短。

关键词: IPv6; 车载网络; 移动切换; 家乡地址; 转交地址

中图分类号: TP393 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3695(2012)02-0701-02

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2012.02.080

Research on mobility handover for IPv6-based VANET

WANG Xiao-nan

(Changshu Institute of Technology, Changshu Jiangsu 215500, China)

Abstract: This paper proposed a mobility handover scheme MHRD for IPv6-based vehicular Ad hoc networks (VANET). MHRD proposed the road-domain architecture for VANET. Compared with the existing architectures for VANET, it greatly reduced the mobility handover frequency of an onboard unit (OBU). In MHRD, an OBU acquired its care-of address from the access point within one-hop scope and the care-of address could be ensured to be unique without the duplicate address detection address, so it reduced the mobility handover cost and shortened the delay. From the analytical and simulative perspectives, analyzed and compared the performance parameters of HMRD, such as the mobility handover delay and the mobility handover delay, and the data results show that the performance of HMRD is better.

Key words: IPv6; vehicular Ad hoc network; mobility handover; home address; care-of address

0 引言

车载网络由于其实用性已经引起研究人员的极大关注。传统的 VANET 由接入节点 (access point, AP) 以及路面移动节点 (road mobile node, RMN) 组成。其中, AP 与 IPv6 互联网相连, RMN 通过与其关联的 AP 接入到 IPv6 互联网, 相邻 RMN 之间可以进行通信。

目前, 将 IPv6 中典型的移动协议 (如 HMIPv6 及 MIPv6) 应用到 VANET 网络中还存在一些问题, 主要原因如下:

a) IPv6 网络体系结构与 VANET 网络体系结构不同。现有的 IPv6 移动切换方案基于 IP 一跳, 而 VANET 网络节点的切换方案基于链路一跳, 因此 IPv6 切换方案并不适合 VANET 网络使用。

b) 移动节点需要发送和接收大量的控制信息以确保移动过程中的通信连续性, 而传输控制信息会消耗大量的传感器节点能量, 从而缩短其寿命。

c) 典型的 IPv6 移动协议在网络层实现, 即每个控制信息数据包需要包括 IPv6 包头, 而传输 IPv6 包头同样会消耗传感器节点大量能量, 缩短其寿命。

因此, 本文提出了一种基于 IPv6 的车载移动自组网移动切换方案。

1 移动切换方案

1.1 IPv6 地址格式

根据 IPv6 地址的分层结构, VANET 中 RMN 的 IPv6 地址分层结构如图 1 所示。

64 bit	i bit	$(64 - i)$ bit
全局路由前缀	AP ID	RMN ID

图 1 IPv6 地址格式

图 1 中, 移动节点的 IPv6 地址由三部分组成: a) 全局路由前缀, 一个全局路由前缀唯一标志一个路域, 一个路域中所有 AP 的 IPv6 地址以及所有 RMN 的转交地址的全局路由前缀都相同; b) AP ID, AP ID 唯一标志一个路域内的一个 AP, 从同一个 AP 获取的 IPv6 地址的 AP ID 都相同, 其值等于该 AP 的 IPv6 地址的 AP ID; c) RMN ID, 它唯一标志一个道路移动节点 (如汽车), 其中, i 等于 16。AP 节点的 IPv6 地址预先设置, 且其 RMN ID 为 0。

图 1 中, IPv6 地址中设置 AP ID 域的原因在于: AP ID 唯一标志一个路域内的一个 AP, 当 RMN 从 AP 经过时, 它需要从 AP 获取转交地址, 由于一个 AP 分配的所有 IPv6 地址的 AP ID 都相同, 因此, AP 只要采用有状态分配策略保存已分配的 RMN ID 状态, 即可确保快速地为 RMN 分配具有全球唯一性

的 IPv6 地址。MHRD 中,当节点 RMN 加入 VANET 时,它从第一个经过的 AP 获取 IPv6 地址,该 AP 为节点 RMN 的家乡代理,该 IPv6 地址为节点 RMN 的家乡地址, RMN 获取家乡地址所在的路域为其家乡路域。当 RMN 脱离家乡路域进入到其他路域时,它从经过的第一个 AP 获取转交地址,该 AP 为 RMN 的外区代理,该路域成为 RMN 的外部路域。

1.2 移动切换过程

1.2.1 基于路域的移动切换

MHRD 中,移动节点 RMN 在跨越不同路域时需要进行移动切换,即 RMN 通过一个 AP 时,它需要在 AP 所隶属的两个路域之间进行预切换,其预切换过程如下:

- a) RMN 进入 AP 的通信范围之后,它首先向 AP 发送获取转交地址的 Request 消息;
- b) AP 收到 Request 消息后,采用有状态地址分配策略为 RMN 分配一个 IPv6 地址,并通过 Response 消息返回给 RMN;
- c) RMN 收到 Response 消息后,保存原来的转交地址以及 AP 预分配的转交地址,同时向正在通信的节点 CN 以及其家乡代理 HA 发送 Binding 消息;
- d) 通信节点 CN 以及家乡代理 HA 收到 Binding 消息后,进行相应的更新绑定操作,然后分别向 RMN 返回 Binding_Ack 消息,同时通信节点 CN 将后续数据包的目的地址修改为 RMN 新的转交地址;
- e) RMN 在等待 CN 与 HA 返回的 Binding_Ack 期间,同时接收目的地址为其原转交地址以及预分配转交地址的数据包, RMN 收到 CN 与 HA 返回的 Binding_Ack 消息后,释放原来的转交地址,将预分配的转交地址作为当前转交地址;
- f) 移动切换过程结束。

1.2.2 移动切换过程中的数据通信

在 MHRD 中,一个路域内所有 RMN 的转交地址的全局路由前缀都相同,路域内采用 Ad hoc 路由协议进行通信, MHRD 采用 AODV 路由协议在路域内建立到达目的 RMN 的路由路径。在移动节点 RMN 的移动切换过程中,与其正在通信的节点 CN 与 RMN 的数据通信过程如下:

- a) CN 根据保存的绑定关系,向 RMN 发送的数据包的目的地址为其当前转交地址。CN 收到 RMN 发送的 Binding 消息后,更新 RMN 的转交地址,向 RMN 发送的后续数据包的目的地址为更新后的转交地址。
- b) 数据包经过 IPv6 网络路由,最后到达隶属于数据包目的地址的全局路由前缀所标志的路域的接入节点 AP。
- c) AP 收到数据包后,查看是否有到达目的节点的路由路径,如果有,直接根据已建立的路由路径将数据包路由到目的节点;否则,采用 AODV 协议建立到达目的节点的路由路径并通过新建的路由路径将数据包路由到目的节点。

2 性能分析

由于参考文献[1]所提方案 Virtual BUS 支持全球移动性,而且已经证明此方案的性能优于 FMIPv6^[2],因此选取 Virtual BUS(简称 VB)与 MHRD 的性能进行比较。仿真参数如表 1 所示,VB 与 MHRD 的移动切换性能仿真分析如图 2、3 所示。

如图 2 所示, MHRD 的移动切换延迟时间要比 VB 的移动切换延迟时间短。随着移动节点速度的增加,进行移动切换的次数也随之增加,移动节点距离其家乡代理的距离(hop)也随之正比增加,因此移动切换延迟随移动速度成近似幂次增长;

同样在 VB 中,随着移动节点速度的增加,其进行移动切换的次数也随之增加且近似于 MHRD 中移动切换次数的 $k/2$ 倍,移动节点距离其家乡代理的距离也随之正比增加,因此 VB 中的移动切换延迟随移动速度近似幂次增长。此外,理论分析假设 VB 中移动节点的转交地址已经通过其他节点在二层移动切换之前配置完成,但在仿真过程中,移动节点的转交地址并没有在二层移动切换之前配置完成且大幅度延长了移动切换时间,主要原因在于:

- a) 移动节点与为其配置转交地址的移动节点的距离通常距离很远^[1];
- b) 如果移动节点无法通过其他节点配置转交地址,它则需要访问 DHCP 服务器获取转交地址^[1],从而大幅度延长了移动切换时间。

表 1 仿真参数

参数项	取值
仿真区域	1000 m × 6000 m
移动节点数量	50
AP 通信范围	1 000 m
移动节点通信范围	250 m
移动速度	5 ~ 100 km/h
数据包大小	320 Byte
数据包发送频率	100 packets/s
仿真时间	200 s
k	5

如图 3 所示, MHRD 的移动切换代价低于 VB 的移动切换代价。MHRD 中,随着移动节点速度的增加,进行移动切换的次数也随之增加,移动节点距离其家乡代理的距离也随之正比增加,因此, MHRD 的移动切换代价随着移动速度近似幂次增长; VB 中随着移动节点速度的增加,进行移动切换的次数也随之增加且近似于 MHRD 中移动切换次数的 $k/2$ 倍,因此移动切换代价也随着移动速度近似幂次增长。

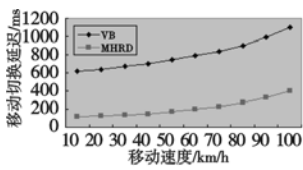


图2 移动切换延迟仿真

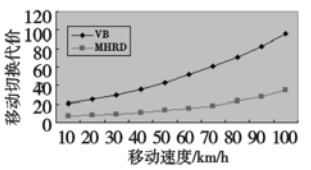


图3 移动切换代价仿真

3 结束语

本文提出了一种基于 IPv6 的车载网络移动切换方案 MHRD。MHRD 提出了基于路域的车载网体系结构,从而使路面移动节点的移动切换次数大幅度降低。MHRD 中,路面移动节点在移动切换过程中保存两个转交地址,即原路域中的转交地址以及即将进入的新路域的转交地址,同时接收来自原路域以及新路域的数据包,实现了通信的连续性,降低了数据包丢失率。本文从理论和仿真两个角度对 MHRD 的移动切换代价和移动切换延迟性能参数进行了分析比较,分析结果表明 MHRD 的移动切换代价更小,数据包丢失率更低,移动切换延迟更短。

参考文献:

[1] CHEN Yuh-shyan, CHEN Ching-hsueh, HSU Chih-shun, et al. Network mobility protocol for vehicular Ad hoc networks[C]//Proc of the 2009 IEEE Wireless Communications and Networking Conference, WCNC. 2009. (下转第 710 页)

流服务质量的前提下,对其速率进行了一定的限制,增加了后两种业务的调度机会,不至于使 BE 业务流和 nrtPS 业务流这两种低优先级业务流产生“饿死”现象。

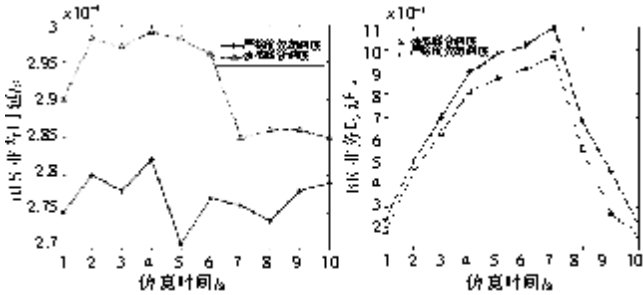


图 8 nrtPS 分组时延

图 9 BE 分组时延

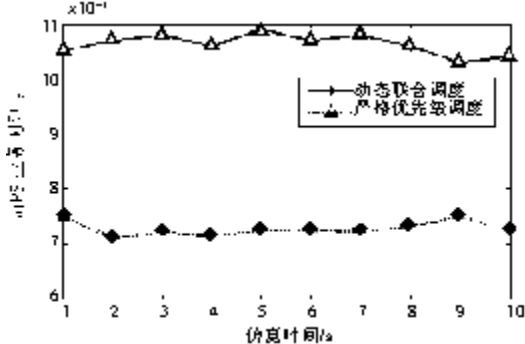


图 10 nrtPS 分组时延

5 结束语

本文提出了一种基于动态联合的带宽资源分配方法来优化 WiMAX 中继多跳网络模式中的带宽资源调度过程。通过在基站 BS 采用动态带宽分配,提高了整个网络的带宽资源利用率和公平合理性;在中继站 RS 采用多级调度模式,降低了分组调度的时延,提高了服务的公平性。

参考文献:

[1] LIU Er-wu, WANG Dong-yao, LIU Ji-min. Proc of the 65th IEEE Vehicular Technology Conference [C]. New York: IEEE Press, 2007: 939-943.

[2] ZHANG Jian, RONG Lu, CHEN H H, et al. Cross-layer scheduling algorithms for IEEE 802. 16 based wireless mesh networks [J]. Wireless Personal Communications, 2009, 51(3): 615-634.

[3] RONGB QIAN YI, CHEN H H. Adaptive power allocation and call admission control in multi-service WiMAX access networks [J]. IEEE Wireless Communications, 2007, 2(1): 14-19.

[4] CAO Yang, LIU Zhi-min, YANG Yi. A centralized scheduling algorithm based on multi-path routing in WiMAX mesh network [C]//Proc of Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2006: 1-4.

[5] WANG Xin-meng, ZHAO Peng, ZHANG Pei. Scheduling algorithm of IEEE 802. 16 basing on adaptive data burst profiles [J]. Electronic Measurement Technology, 2007, 30(10): 103-106.

[6] ZHU Xin-ning, HUO Jia-chuan. An adaptive resource allocation scheme in OFDMA based multiservice WiMAX systems [C]//Proc of the 10th International Conference on Advanced Communication Technology, 2008: 593-597.

[7] ALI N A, DHRONA P. A performance study of uplink scheduling algorithms in point-to-multipoint WiMAX networks [J]. Computer Communications, 2009, 32(3): 511-521.

[8] LEE H, KWON T. Performance analysis of scheduling algorithms for VoIP services in IEEE 802. 16e systems [C]//Proc of the 63th Vehicular Technology Conference, 2006: 1231-1235.

[9] NI Qiang, VINEL A. Investigation of bandwidth request mechanisms under point-to-multipoint mode of WiMAX networks [J]. IEEE Communications Magazine, 2007, 45(5): 132-138.

[10] LU Zhong-hai, DOU Qiang. QoS scheduling for NoCs: strict priority queueing versus weighted round robin [C]//Proc of IEEE International Conference on Computer Design. Amsterdam: IEEE Press, 2010: 52-59.

(上接第 702 页)

[2] KOODLI R. RFC 4608, Fast handovers for mobile IPv6 [S]. 2006.

[3] ZHANG L, CHENG Q, WANG Y, et al. A novel distributed sensor positioning system using the dual of target tracking [J]. IEEE Trans on Comput, 2008, 57(2): 246-260.

[4] PATWARI N, ASH J, KYPEROUNTAS S, et al. Locating the nodes: cooperative localization in wireless sensor networks [J]. IEEE Signal Process Mag, 2005, 22(4): 54-69.

[5] GERLA M, KLEINROCK L. Vehicular networks and the future of the mobile Internet [J]. Computer Networks, 2011, 55(2): 457-469.

[6] LEE Kang-won, SEO Won-kyeong, CHO You-ze, et al. Inter-domain handover scheme using an intermediate mobile access gateway for seamless service in vehicular networks [J]. International Journal of Commnication Systems, 2010, 23(9-10): 1127-1144.

[7] PERKINS C. RFC 3344, IP mobility support for IPv4 [S]. 2002.

[8] JOHNSON D, PERKINS C, ARKKO J. RFC 3775, Mobility support in IPv6 [S]. 2004.

[9] SOLIMAN H, CASTELLUCCIA C, MALKI K E, et al. Hierarchical mobile IPv6 mobility management (HMIPv6) [S]. 2005.

[10] KEMPFF J. RFC 4830, Problem statement for network-based localized mobility management (NETLMM) [S]. 2007.

[11] GUNDAVELLI S, LEUNG K, DEVARAPALLI V, et al. RFC 5213,

Proxy mobile IPv6 [S]. [S. l.]: IETF, 2008.

[12] GIARETTA G. IETF Internet Draft-giarettanetlmm-mip-interactions-02, Interactions between PMIPv6 and MIPv6: scenarios and related issues [S]. 2007.

[13] TSIRTISIS G, KRISHNAN S. IETF Internet Draft-tsirtsis-logically-separate-lmaha-01, Behavior of collocated HA/LMA [S]. 2008.

[14] WENIGER K, VELEV G, DEVARAPALLI V. IETF Internet Draft-weniger-netlmm-mip-pmip-forwarding-00, Data forwarding behavior of co-located HA/LMA in PMIP-MIP6 interactions scenario C [S]. 2008.

[15] NEUMANN N, FU X, LEI J, et al. IETF Internet Draft-neumann-netlmm-inter-domain-00, Inter-domain handover and data forwarding between proxy mobile IPv6 domains [S]. 2008.

[16] NA J H, PARK S, MOON J M, et al. IETF Internet Draft-park-netlmm-pmipv6-roaming-01, Roaming mechanism between PMIPv6 domains [S]. 2008.

[17] REAZ A S, ATIQUZZAMAN M. P-SIGMA: paging in end to end mobility management [C]//Proc of IEEE ICC, 2006.

[18] REAZ A S, CHOWDHURY P K, ATIQUZZAMAN M, et al. Signalling cost analysis of SINEMO: seamless end to end network mobility [C]//Proc of the 1st ACM/IEEE International Workshop on Mobility in the Evolving Internet Architecture (MobiArch 2006). 2006: 37-42.