

# 车联网移动切换方案

王晓喃<sup>1</sup>, 钱焕延<sup>2</sup>

(1. 常熟理工学院计算机科学与工程学院 江苏 常熟 215500; 2. 南京理工大学计算机科学与技术学院 南京 210094)

**【摘要】**提出了一种车联网移动切换方案。该方案中,路面移动节点由其家乡IPv6地址唯一标识,在移动过程中无需转交地址。此外,该方案采用预移动切换机制,即在二层移动切换之前进行三层移动切换,在预移动切换过程中路面移动单元(OBU)仍然与当前关联的接入节点(AP)链路相连,当前关联的AP能够将目的地址为OBU的数据转发给OBU。因此,预移动切换机制降低了数据丢包率,缩短了移动切换时间,确保了通信的连续性。通过对性能参数进行分析,结果表明该方案的移动切换代价更小,移动切换延迟更短。

**关键词** 接入节点; 家乡地址; IPv6; 移动切换; 车联网

中图分类号 TP939.3

文献标志码 A

doi:10.3969/j.issn.1001-0548.2013.05.021

## Mobility Hand off for Vehicular Networks

WANG Xiao-nan<sup>1</sup> and QIAN Huan-yan<sup>2</sup>

(1. School of Computer & Engineering, Changshu Institute of Technology Changshu Jiangsu 215500;

2. School of Computer & Technology, Nanjing University of Science & Technology Nanjing 210094)

**Abstract** The paper proposes a mobility handoff scheme for vehicular networks. In this scheme, a mobile node is uniquely identified by its home IPv6 address. In addition, this scheme uses an advanced mobility handoff mechanism. The mobility handoff in the network layer is performed before the one in the link layer is done. Therefore, the AP can forward the data destined for the onboard unit to the onboard unit. Therefore, the advanced mobility handoff mechanism reduces the packet loss rate, shortens the mobility handoff delay, and ensures the communication continuity. The performance parameters of this scheme is analyzed and compared, and the results show that the mobility handoff cost of this scheme is smaller and the mobility handoff delay is shorter.

**Key words** access point; home address; IPv6; mobility handoff; vehicular ad hoc network

车联网由于其实用性已经受到广泛关注,成为研究的热点。车联网的主要特点之一是为路面移动节点沿路进行移动,因此,如何实现路面移动节点的无缝移动切换成为研究的热点之一<sup>[1]</sup>。目前研究人员对车联网的移动切换提出了一些方案<sup>[2-15]</sup>。文献[14]提出了车联网未来发展的趋势以及车联网需要解决的关键问题,并讨论了用现有技术解决车联网关键问题所存在的局限性。文献[15]提出了一种车联网移动切换方案,该方案中每个vehicle配有一个移动路由器,当一个vehicle即将进入一个新的子网时,它通过截获即将离开新子网的节点释放的IPv6地址来配置自己的转交地址,如果vehicle没有截获转交地址,则向远处的DHCP服务器申请转交地址,然后向家乡代理注册转交地址。在前一种情况下,有多个新节点同时获取即将离开新子网的节点

释放的IPv6地址作为自己的转交地址,可能造成地址冲突;在后一种情况下,vehicle需要与远程的DHCP服务进行交互获取转交地址,因此增加了移动切换代价,延长了移动切换时间。文献[6]所提方案对PIMIPv6<sup>[8]</sup>进行了改进,在车联网中增加了一个中间移动访问网关(iMAG),由iMAG实现移动节点的切换,其中,iMAG必须位于家乡域和外域之间,因此,该方案只支持移动节点在某一区域内的移动管理。此外,iMAG还需要保存所有RSUs(road-side units)的信息,由于VANET应用面积很大,因此维护RSUs的信息耗费了网络资源。

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,该方案的创新性如下:

1) 在路面移动节点移动过程中,路面移动节点的IPv6地址保持不变,即无需转交地址,节省了转

交地址配置时间和代价,从而缩短了移动切换时间和降低了移动切换代价;

2) 该方案采用预移动切换机制,即在二层移动切换之前进行三层移动切换,因此路面移动节点(onboard unit, OBU)在预移动切换过程中仍然与当前关联的接入节点(access point, AP)链路相连,当前关联的AP能够将目的地址为OBU的数据转发给OBU,从而降低了数据丢包率,缩短了移动切换时间,确保了通信的连续性。

3) 当OBU移动时,其移动切换过程在其当前关联AP与其一跳范围内的接入路由器(access router, AR)之间进行,因此缩短了移动切换延迟,降低了移动切换代价。

## 1 移动切换方案

该方案中, VANET由AR、AP以及OBU组成,其中,AP与IPv6互联网的AR相连,OBU通过与其关联的AP及AR接入到IPv6互联网,相邻的OBU之间可以进行通信交互信息。

### 1.1 IPv6地址格式

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

表1 IPv6地址格式

64 bits	$i$ bits	$(64-i)$ bits
全局路由前缀	AP ID	OBU ID

表1中移动节点的IPv6地址由3部分组成: 1) 全局路由前缀,一个AR标识一个全局路由前缀,与一个AR相连的AP的IPv6地址的全局路由前缀相同; 2) AP ID唯一标识一个AP,从同一个AP获取的IPv6地址的AP ID与该AP的IPv6地址的AP ID相同; 3) OBU ID唯一标识一辆汽车,如图1所示,其中, $i=16$ ,AP的OBU ID为0。

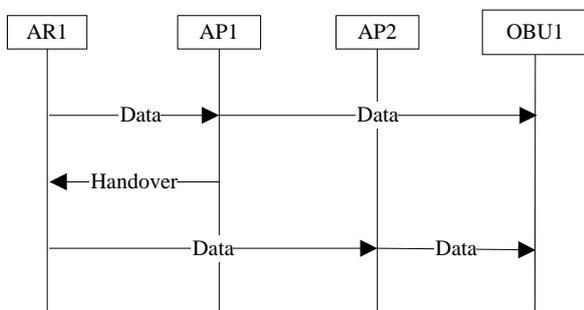


图1 子网内部移动切换

### 1.2 数据结构

该方案中, OBU的家乡代理(home agent, HA)保存一个本地OBU记录表,每个表项包括OBUs的

IPv6地址域及OBU当前所在子网的AR的IPv6地址域。

车载网的AR保存一个OBU路由记录表,每个表项包括OBUs的IPv6地址域以及与其关联的AP的IPv6地址域。

车载中的AP保存一个邻居AP记录表,用于记录与同一个AR相连的邻居AP的相关信息,包括邻居AP的IPv6地址以及邻居AP与自己的相对方向。

### 1.3 移动切换过程

#### 1.3.1 子网内部移动切换

初始状态下OBU与AP节点相关联,AP节点与AR相连从而接入互联网,AP节点通过与OBUs的通信可获取其相对位置及移动方向<sup>[16-20]</sup>,并通过邻居AP记录表获取OBU即将关联的下一个AP(next AP, NAP)的信息,并通过下述过程实现OBUs的预移动切换过程:

1) AP节点向AR发送Handover消息,消息负载为OBUs的IPv6地址与NAP的IPv6地址;

2) AR收到Handover消息后,查看OBU路由记录表,并将相应路由表项的关联AP的IPv6地址更新为NAP的IPv6地址;

3) 移动切换过程结束,如图1所示。

在移动切换过程中,OBU仍然与AP链路相连,因此可以接收到AP发送的目的地址为OBUs的数据,移动切换过程结束后,OBU与NAP链路相连,开始接收NAP发送的目的地址为OBUs的数据,因此该方案确保了通信的连续性。

如图1所示,OBU1与AP1关联,AP1通过检测OBU1的移动方向获取了其下一个关关节点AP2的信息并向AR1发送Handover消息,AR1收到Handover消息后,将OBU路由记录表的相应表项的关关节点IPv6地址域更新为AP2的IPv6地址。在移动切换过程中,OBU1与AP1仍然链路相连,因此AP1仍然可以将目的地址为OBU1的数据转发给OBU1。移动切换完成后,AR1收到目的地址为OBU1的数据后将其转发给AP2,由AP2将数据再转发给OBU1,确保了通信的连续性。

#### 1.3.2 子网之间移动切换

在车载网中,OBU定期在其一跳范围内广播其关联AP的信息。

假设OBU1为OBU2一跳范围内的邻居节点,OBU1与AP1关联,OBU2与AP2关联,当OBU1接收

到OBU2广播的关联AP的信息后, 它判断即将关联的下一个AP2与当前关联的AP1是否属于不同的AR, 如果AP1和AP2属于不同的AR, 即AP1属于AR1, AP2属于AR2, OBU1则请求OBU2进行移动切换操作, 其过程为:

- 1) OBU1向OBU2发送Pre-handover消息;
- 2) OBU2收到OBU1发送的Pre-handover消息后, 向OBU1的家乡代理HA发送Handover消息;
- 3) Handover消息首先到达AR2, AR2在其OBU路由记录表中增加OBU1的表项, 然后将Handover消息发送到HA;
- 4) HA将OBU1对应表项的AR的IPv6地址更新为AR2的IPv6地址, 移动切换过程结束, 如图2所示。

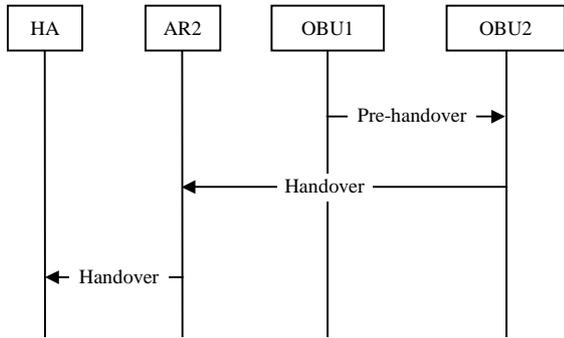


图2 子网之间移动切换时序图

家乡代理HA与接入路由器AR之间建立隧道后, 所有家乡代理为HA的路面移动节点移动到由AR标识的子网时, 都采用该隧道进行通信, 只有当隧道内无数据通信时, 它才被拆除。由于OBU移动速度较快且数量众多, 因此, 隧道一旦建立之后, 它会应用于多个OBU的通信, 从而使隧道代价大大降低。

## 2 性能分析

由于文献[15]中方案Virtual BUS(简称VB)支持全球移动管理, 而且已经证明该方案的性能优于FMIPv6<sup>[5]</sup>, 因此本文选取VB与该方案的性能进行比较。

本文使用NS-2作为网络仿真平台, 仿真参数如表2所示。移动节点从家乡代理出发, 向一个方向行驶。VB与该方案的移动切换性能仿真分析如图3~图5所示。

表2 参数表

仿真参数名称	参数值
仿真区域	1 000 m×1 000 m
移动节点数量	50
AP通信范围/m	1 000
移动节点通信范围/m	250
移动速度/m·s <sup>-1</sup>	10~20
数据包大小/bytes	350

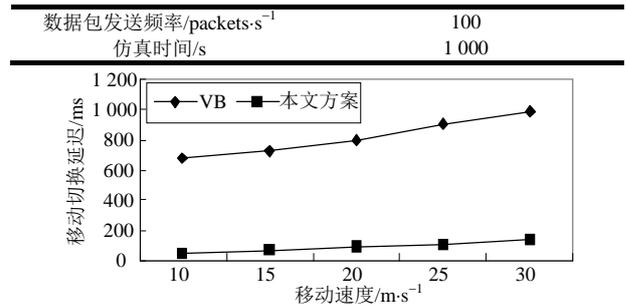


图3 移动切换延迟仿真图

图3为移动切换延迟仿真图, 该方案的移动切换延迟时间比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, 由于该方案中的移动切换延迟时间为常量, 因此移动切换延迟随移动速度成正比增长; 随着移动节点速度的增加, 移动节点距离其家乡代理的距离(Hop)也随之成正比增加, 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一跳范围内的邻居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。

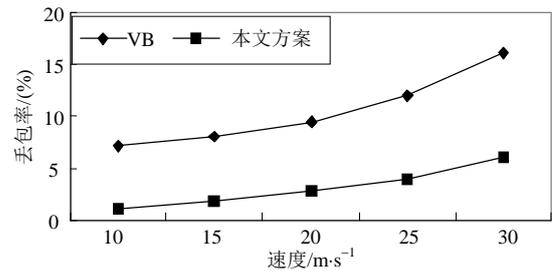


图4 移动切换丢包率仿真图

图4为移动切换丢包率仿真图, 该方案的移动切换丢包率低于VB的移动切换丢包率。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, 该方案的移动切换延迟随移动速度成正比增长, 在数据包发送频率固定的情况下, 移动切换时间与数据包丢包率成正比, 该方案的数据包丢包率也随着移动速度成正比增长; 随着移动节点速度的增加, VB中的移动切换延迟随移动速度近似幂次增长, 在数据包发送频率固定的情况下, 移动切换时间与数据包丢包率成正比, 因此VB的数据包丢包率随着移动速度成幂次增长。

图5为移动切换代价仿真图, 该方案的移动切换代价低于VB的移动切换代价。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, 由于该方案在子网内中的移动切换代价近似常量, 在子网间的移动切换代价随移动速度成正比增长, 因此, 该

方案的移动切换代价也随移动速度近似幂次增长；同样，VB中的移动切换延迟随移动速度近似幂次增长。

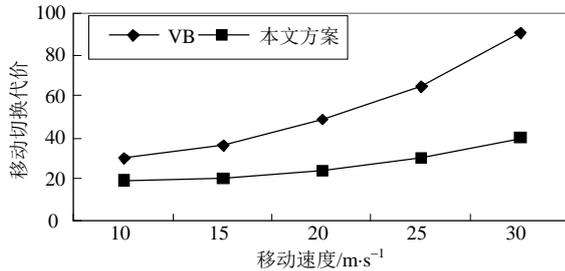


图5 移动切换代价仿真图

### 3 结束语

本文提出了一种基于IPv6的车载网移动切换方案。该方案中，路面移动节点由其家乡IPv6地址唯一标识，在移动过程中无需转交地址。此外，该方案采用预移动切换机制，当路面移动节点在子网内移动时，OBU的当前关联AP为其实现预移动切换过程，当路面移动节点在子网之间移动时，由其一跳范围内的邻居节点实现OBU的预移动切换过程。从理论和仿真两个角度对该方案的性能参数进行了分析，结果表明该方案的移动切换代价更小，移动切换延迟更短。

#### 参 考 文 献

- [1] CÉSPEDES S, SHEN S, LAZO C. IP mobility management for vehicular communication networks: Challenges and solutions[J]. IEEE Communications Magazine, 2011, 49(5): 187-194.
- [2] PERKINS C. IP mobility support for IPv4[EB/OL]. [2011-09-11]. <http://tools.ietf.org/html/rfc3344>.
- [3] JOHNSON D, PERKINS C, ARKKO J. Mobility support in IPv6[EB/OL]. [2011-09-11]. <http://tools.ietf.org/html/rfc3775>.
- [4] SOLIMAN H, CASTELLUCCIA C, MALKI K E, et al. Hierarchical mobile IPv6 mobility management (HMIPv6)[EB/OL]. [2011-09-11]. <http://tools.ietf.org/html/rfc4140>.
- [5] KOODLI R. Fast handovers for mobile IPv6[EB/OL]. [2011-09-11]. <http://tools.ietf.org/html/rfc5268>.
- [6] LEE K W, SEO W K, CHO Y Z, et al. Inter-domain handover scheme using an intermediate mobile access gateway for seamless service in vehicular networks[J]. International Journal of Communication Systems, 2010, 23(9-10): 1127-1144.
- [7] KEMPF J. Problem statement for network-based localized mobility management (NETLMM)[EB/OL]. [2011-09-11]. <http://tools.ietf.org/html/rfc4830>.
- [8] GUNDAVELLI S. Proxy mobile IPv6. IETF RFC 5213[EB/OL]. [2011-09-11]. <http://tools.ietf.org/html/rfc5213>.
- [9] GIARETTA G. Interactions between PMIPv6 and MIPv6: scenarios and related issues[EB/OL]. [2011-09-11]. <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-netlmm-mip-interactions-07>.
- [10] TSIRTISIS G, KRISHNAN S. Behavior of collocated HA/LMA[EB/OL]. [2011-09-11]. <http://tools.ietf.org/html/draft-tsirtsis-logically-separate-lmaha-01>.
- [11] WENIGER K, VELEV G, DEVARAPALLI V. Data forwarding behaviour of collocated HA/LMA in PMIPv6-MIPv6 interactions scenario C[EB/OL]. [2011-09-11]. <http://tools.ietf.org/html/draft-weniger-netlmm-mip-pmip-forwarding-00>.
- [12] NEUMANN N, FU X, LEI J, ZHANG G. Inter-domain handover and data forwarding between proxy mobile IPv6 Domains[EB/OL]. [2011-09-11]. <http://tools.ietf.org/html/draft-neumann-netlmm-inter-domain-02>.
- [13] Na J H. Roaming mechanism between PMIPv6 domains[EB/OL]. [2011-09-11]. <http://tools.ietf.org/html/draft-park-netlmm-pmipv6-roaming-01>.
- [14] GERLA M, KLEINROCK L. Vehicular networks and the future of the mobile internet[J]. Computer Networks, 2011, 55(2): 457-469.
- [15] CHEN Y S, CHENG C H, H C S, et al. Network mobility protocol for vehicular Ad Hoc networks[C]//2009 IEEE Wireless Communications and Networking Conference, WCNC 2009. New York: IEEE, 2009.
- [16] WANG X, ZHONG S, ZHOU R. A mobility support scheme for 6LoWPAN[J]. Computer Communications, 2012, 35(3): 392-404.
- [17] RONG Peng, SICHITIU M L. Angle of arrival localization for wireless sensor networks[C]//2006 3rd Annual IEEE Communications Society on Sensor and Ad Hoc Communications and Networks. [S.l.]: IEEE, 2006.
- [18] PATWARI N, HERO III A, PERKINS M, et al. Relative location estimation in wireless sensor networks[J]. IEEE Trans Signal Processing, Special Issue on Signal Processing In networking, 2003, 1(8): 2137-2148.
- [19] ZHANG L, CHENG Q, WANG Y, et al. A novel distributed sensor positioning system using the dual of target tracking[J]. IEEE Trans Comput, 2008(57): 246-260.
- [20] WANG Xiao-nan, ZHONG Shan, ZHOU Rong. A mobility support scheme for 6LoWPAN[J]. Computer Communications, 2012(35): 392-404.

编辑 税红