

RMIPv6移动性管理的改良方案

彭磊, 吴磊, 叶娅兰

(电子科技大学计算机科学与工程学院 成都 610054)

【摘要】分析了RMIPv6协议在IP移动性管理中的优势和不足,提出了一种新的基于区域发现的改良方案。该方案通过接入路由器的区域通告信息和预置的约束条件,让移动节点可以提前做好切换的准备工作,能有效降低RMIPv6在区域位置更新时所花费的代价。通过对OSPF协议的报头扩展对该方案进行了仿真和性能分析,证明了其在位置更新代价上所具有的优势。

关键词 微移动性管理; 移动IP; OSPF协议; RMIPv6协议

中图分类号 TP393

文献标识码 A

An Improved Mobility Management Scheme for RMIPv6

PENG Lei, WU Lei, and YE Ya-Lan

(School of Computer Science and Engineering, University of Electronic Science and Technology of China Chengdu 610054)

Abstract RMIPv6, proposed by IETF, is an improved mobility management scheme to Mobile IP, which features employing the dynamic regional anchor points to carry out the micro mobility management inside domains. This paper analyzes the advantages and disadvantages of RMIPv6, and improves the scheme by using a method based on region discovery. Benefited from the anchor points' region advertisement and the given cost constraints, the mobile nodes can start the proper handover routine in advance, so reducing the cost effectively when mobile nodes moving from one region to another. The amended scheme can be implemented by extending the OSPF's packet header. The simulation result shows the advantage of the improved scheme in the cost of location update compared with the original RMIPv6.

Key words micro mobility management; mobile IP; OSPF protocol; RMIPv6 protocol

目前的移动IP(mobile IP, MIP)^[1]性能改善研究的重点在于将移动IP层次化,划分为宏移动性(macro-mobility)和微移动性(micro-mobility)^[2-3]。业界普遍认为宏移动性管理采用基本的MIP就能达到效果,而微移动性管理的研究产生了Cellular IP^[4]、HAWAII^[5]、 μ -Mobile IP^[6]、HMIPv6^[7]等一系列协议。RMIPv6协议^[8]是IETF在2002年开始研究的微移动性管理协议,其核心是采用动态的区域概念来代替HMIPv6中静态域的观念,使用动态的区域停靠点(regional anchor point, RAP)取代静态的移动停靠点(mobile anchor point, MAP),以增强网络的鲁棒性和降低由静态MAP形成的网络流量瓶颈。

RMIPv6在基本的MIPv6^[9]基础上引入了一个新的功能实体——RAP,来作为移动节点(mobile node, MN)的“本地家乡代理”,用于支持RMIPv6的位置更新和数据传送。RAP是由MN动态决定的,因此对于一个特定的MN而言,任何存取路由器

(access router, AR)都有可能成为其RAP,同时,每个MN的RAP又可以互不相同。当MN从oldAR移动到newAR后,如果oldAR支持RAP功能,并且oldAR和newAR之间满足距离限制,那么MN就可以继续把oldAR作为自己的RAP,同时仍然使用在oldAR处获得的RCOA(regional care of address),仅需要将新从newAR处获得的LCOA(local care of address)与RCOA绑定在一起。在一定区域内,RAP充当起MN的本地家乡代理角色。RAP截获家乡代理HA或通信对端CN发送给MN的数据包,再通过隧道方式把它们发送给MN,只有MN移动到了RAP的管理区域之外,才需要重新确定RAP并申请新的RCOA,并向HA发送绑定更新。与HMIPv6相同,在一个RAP区域范围内,RCOA不会改变。如果移动节点只是在同一个区域内改变当前位置,则无需向HA注册,只需把当前LCOA向RAP注册即可。

相对HMIPv6, RMIPv6的最大优势在于没有对

网络拓扑进行预先设置, 区域是动态生成的, 避免了对网络分级结构的依赖。同时HMIPv6为每个域指定了一个MAP, 当该MAP管理MN节点数过多时, 容易形成网络流量瓶颈, 而且当该MAP失效时, 会导致整个MAP域不可用。相比之下, RAP由一个MN动态决定, 拥有较强的健壮性。

但是, 当MN移到某个AR, 而刚好这个AR不再满足RAP的价值函数约束的时候, RMIPv6就会采用基本的MIPv6的移动管理策略。这意味着在MN的后续移动过程中, 与HA的信令交互会逐渐增多, 从而使得移动性管理中的更新过程开销增大。这种情况会一直持续到当MN再次移动到一个支持RAP功能的AR上, 并再次形成一个区域为止。

本文提出的基于区域发现的策略是对RMIPv6这一移动IP的微移动管理方案的一次优化, 能够进一步缩减MN和HA之间的信令开销, 减少网络数据包的传输延迟。

1 基于区域发现的RMIPv6

1.1 基本思路

将RMIPv6的区域重定义为通告区域和约束区域, 当MN脱离原RAP而未发现新RAP时, 利用通告区域来为MN重新指定一个RAP, 使RMIPv6的移动管理可以延续, 从而提高了RMIPv6协议的性能。

定义 1 通告区域, 离指定RAP代价最小的AR组成的集合。即 RAP_i 的通告区域为:

$$\{ar \mid \min\{cost(ar, RAP)\} = cost(ar, RAP_i)\}$$

定义 2 约束区域, 由所有满足指定RAP价值函数约束的AR构成的集合。即 RAP_i 的约束区域为:

$$\{ar \mid cost(ar, RAP_i) \leq Constraint_{RAP_i}\}$$

通过通告区域, 网络中的所有AR都会明确地知道一个离自己最近的RAP的信息。如果MN在进行切换时, 发现将要接入的AR属于原RAP的约束区域, MN就会继续沿用RMIPv6的移动管理策略。如果MN的下一个AR不再属于原RAP的约束区域, 则MN将从该AR的通告区域获知此刻代价最小的RAP, 然后MN将向这个RAP发起RCOA的注册请求以及LCOA的绑定, 完成区域的切换工作。

如图1所示, AR1的通告区域包括了AR2和AR3, 而约束区域包括了AR2、AR3、AR4。当MN沿所示虚线路径移动, 行至AR4处时, 由于AR4仍属于AR1的约束区域, 所以MN忽略了AR4所广播的AR6作为新的RAP的信息。但是一旦MN到达AR5, 脱离了AR1的约束区域, 这时就需要尽快重新确定新的

RAP。此时MN就会从AR5的通告信息中获得AR6的信息, 从而将自己绑定到一个新的RAP上, 快速完成位置更新。

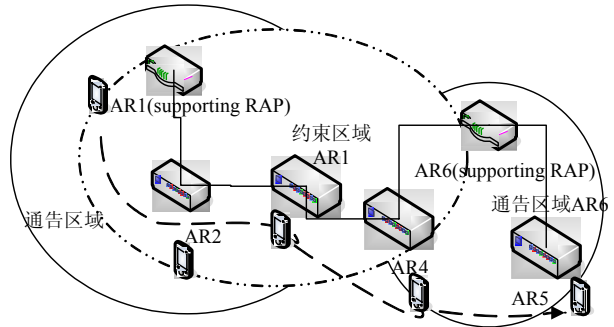


图1 基于区域发现的RMIPv6移动管理的示例

1.2 方案的实现形式

1.2.1 通告区域的实现方案

OSPF^[10]是基于泛洪的链路状态路由协议, 可以利用OSPF自身的泛洪(flooding)特性完成通告区域的形成。其实质是利用OSPF进行路由器LSA泛洪阶段捎带完成具备RAP功能AR的信息广播, 可以扩展一个路由器LSA的包头中的保留位以达到这种效果。LSA的包头中的可选项如图2所示, 这个8位组头2位一般不使用, 通常置为0。所以可以利用这2位来标志一个通告路由器是否支持RAP功能, 如图3所示。

*	*	DC	EA	N/P	MC	E	T
---	---	----	----	-----	----	---	---

图2 LSA的包头结构

*	RAP	DC	EA	N/P	MC	E	T
---	-----	----	----	-----	----	---	---

图3 支持RAP功能后的LSA包头结构

RAP位置为1时, 标志该路由器支持RAP功能, 反之表明这是一个普通路由器。

一个LSA开始泛洪时, 每个转发该LSA的路由器都会增加其老化时间, 所以如果普通路由器在转发标志为RAP的路由器发出的LSA时, 就能够加入具备最小老化时间RAP的通告区域。

1.2.3 约束区域的实现方案

RMIPv6草案中, 引入了2个控制信令, 称为距离度量请求(distance measurement request)和距离度量响应(distance measurement acknowledgement)。MN在进行AR的切换时, 需先向当前RAP发送一个距离度量请求, 而RAP则返回相应的距离度量响应。如果MN和RAP之间的距离满足约束, 距离度量响应中包含的状态位(status field)的值为ACK; 反之, 该位的值为NACK。由于扩展了OSPF协议, 使得网络中

的每个AR都知道了该网络中所有RAP相对自己的通信距离代价。所以MN进行AR切换时,不再向oldRAP发出距离度量请求,转而向newAR发出测量MN和oldRAP距离的请求,newAR将返回一个响应包。如果MN和oldRAP之间的距离满足约束,则响应包的status位的值为ACK;否则,该位的值为NACK,且将RAP字段置为newAR通告区域的新RAP地址。

2 性能分析

本文使用表1中的参数进行方案的性能分析。当MN准备切换到下一AR时,必须进行位置更新的操作。移动IP的基本策略直接对HA进行更新,这样一次更新所需的平均代价为:

$$\overline{Cost_{mip}} = 2 \times \overline{C_t} \times \overline{D_{ha}} + \overline{C_{bind}}$$

而当MN脱离oldRAP约束区域后,RMIPv6会使用基本的MIPv6的移动管理策略直到MN进入下一个区域位置为止。此期间的位置更新所需代价 $f(Y) = Y \times \overline{Cost_{mip}}$,其中Y的取值符合几何分布 $P(Y = n) = P_{rap} (1 - P_{rap})^{n-1}$,故区域间的位置更新代价为: $\overline{Cost_{btw_rmip}} = E[f(Y)] = \overline{Cost_{mip}} \times \frac{1}{P_{rap}}$ 。所以,

RMIPv6的平均位置更新代价为:

$$\begin{aligned} \overline{Cost_{rmip}} &= P_c \times \overline{Cost_{in_rmip}} + (1 - P_c) \times \overline{Cost_{btw_rmip}} = \\ &P_c \times \overline{Cost_{in_rmip}} + (1 - P_c) \times \overline{Cost_{mip}} \times \frac{1}{P_{rap}} \end{aligned} \quad (1)$$

表1 性能分析参数定义

参数名	意义
$\overline{D_{ha}}$	MN距离HA的平均跳数
$\overline{C_{bind}}$	路由表进行位置绑定操作的平均代价
$\overline{C_t}$	链路的平均传输代价
$\overline{D_{rap}}$	newAR和oldRAP之间的平均跳数
P_c	newAR满足oldRAP约束函数的概率
P_{rap}	newAR是RAP的概率

本文提出的方案改进了RMIPv6中MN脱离当前区域到进入下一区域期间的位置更新代价。由于每个AR知道距离自己最近的RAP,因此当MN脱离原区域后,总是能借助第一个接入的AR进入一个新的区域,所以基于区域发现的策略在进行区域间切换时所花费的代价为:

$$\begin{aligned} \overline{Cost_{btw_Drnip}} &= P_{rap} \times \overline{Cost_{mip}} + (1 - P_{rap}) \times \\ &(\overline{Cost_{mip}} + \overline{Cost_{in_rmip}}) = \end{aligned}$$

$$\overline{Cost_{mip}} + (1 - P_{rap}) \times \overline{Cost_{in_rmip}} \quad (2)$$

故基于区域发现的RMIPv6的平均位置更新代价为:

$$\begin{aligned} \overline{Cost_{Drnip}} &= P_c \times \overline{Cost_{in_rmip}} + (1 - P_c) \times \overline{Cost_{btw_Drnip}} = \\ &P_c \times \overline{Cost_{in_rmip}} + (1 - P_c) \times \\ &[\overline{Cost_{mip}} + (1 - P_{rap}) \times \overline{Cost_{in_rmip}}] \end{aligned} \quad (3)$$

选取 $\overline{C_t} = 0.8$, $\overline{C_{bind}} = 0.2$, $\overline{D_{ha}} = 30$, $\overline{D_{rap}} = 5$, $P_{rap} = [0.3, 0.5, 0.8]$,分别做了3次仿真实验,得到的结果如图4~图6所示。

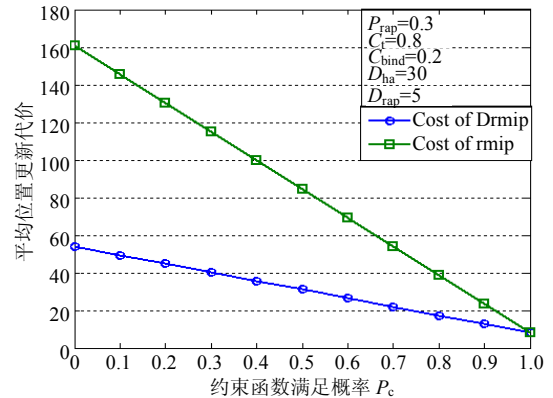


图4 $P_{rap} = 0.3$ 时2种方案的位置更新代价比较

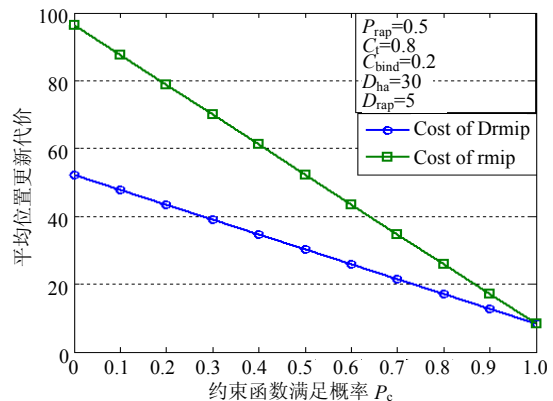


图5 $P_{rap} = 0.5$ 时2种方案的位置更新代价比较

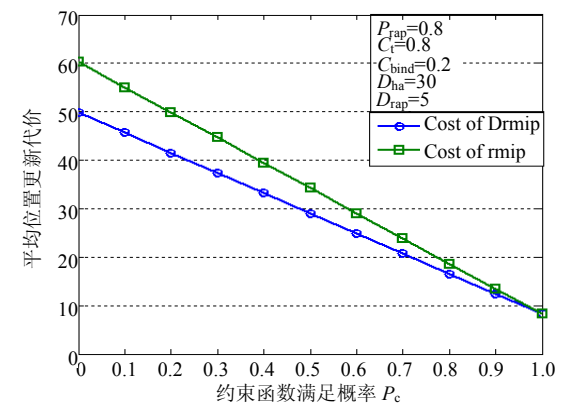


图6 $P_{rap} = 0.8$ 时2种方案的位置更新代价比较

由上述实验结果不难发现,当区域的约束函数越容易满足的时候(P_c 接近1),RMIPv6和基于区域

发现的RMIPv6由于区域间的切换次数相应的减少,故两个方案的花费代价趋于相同。但当区域的约束函数比较苛刻(P_c 接近0),特别是网络中RAP节点又比较稀少的情况下, RMIPv6所花费的代价相当高昂。而在这点上,基于区域发现的RMIPv6则花费增加不大,显示出了较大的优越性。

3 结论

全IP的无线移动网是今后网络发展的趋势,而IP的移动性管理是无线移动网组网中的一个重要问题。本文提出的基于区域发现的RMIPv6的移动性管理方案是在现有RMIPv6方案的基础上对区域概念进行了扩充,使得移动节点在脱离原RAP区域时能及时地发现新的RAP节点,有效降低了RMIPv6在进行位置更新管理所花费的代价,从而改善了RMIPv6的性能。

本文的研究工作得到了电子科技大学青年基金(L08010601JX06031)的资助,在此表示感谢!

参 考 文 献

- [1] PERINGS C. IP mobility support[DB/OL]. [1996-10-15]. RFC2002, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2002.txt>.
- [2] CASTELLUCCIA C, BELLIER L. A hierarchical mobility management framework for the Internet[C]//IEEE International Workshop on Mobile Multimedia Communications. Washington: IEEE Press, 1999: 149-154.
- [3] AKYILDIZ I F, JIANG X, MOHANTY S. A survey of mobility management in next-generation all-IP-based wireless systems wireless communications[J]. IEEE Personal Communications, 2004, 11(4): 16-28.
- [4] CAMPBELL A T, GOMEZ J. Design, implementation, and evaluation of cellular IP[J]. IEEE Personal Communication, 2000, 7(4): 42-49.
- [5] RAMJEE R, VARADHAN K, SALGARELLI L, et al. HAWAII: a domain-based approach for supporting mobility in wide-area wireless networks[J]. IEEE/ACM Transaction on Networking, 2002, 10(3): 396-410.
- [6] DESILVA P, SIRISENA H. A mobility management protocol for IP-based cellular networks[J]. IEEE Wireless Communication, 2002, 9(3): 476-482.
- [7] FLARION S H, CASTELLUCCIA C. Hierarchical mobile IPv6 mobility management[DB/OL]. [2005-08-15]. RFC4140, <http://www.ietf.org/rfc/rfc4140.txt>.
- [8] KYUNGJOO S. Regional mobile IPv6 mobility management[EB/OL]. [2003-10-05]. <http://cnscenter.future.co.kr/resource/ietf/ind-draft/draft-suh-mobileip-rmm-00.txt>.
- [9] VAUGHAN-NICHOLS S J. Mobile IPv6 and the future of wireless Internet access[J]. Computer, 2003, 36(2): 18-20.
- [10] MOY J. OSPF version 2[DB/OL]. [1998-04-10]. RFC2328, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2328.txt>.

编辑 漆蓉

· 科技成果介绍 ·

宽带电磁波吸波涂料及电磁兼容材料

宽带电磁波吸波涂料及电磁兼容材料属国内领先、国际先进。电磁波吸收剂已系列化,并具有小批量生产能力。利用吸收剂研制的涂料具有吸收频带宽、吸收率大、涂层薄、环境温度性好等特点,在信息安全、电磁兼容具有广泛应用前景。

性能指标:

平面六角铁氧体吸收剂SF20: 适用频率 $f=2\sim 18$ GHz, 松装密度 $D=1\sim 1.3$ g/cm³, 粉末粒度为六角片状; 料径 $10\sim 20$ μm ; 相对磁导率 $\mu'_r>2.5$, $\mu''_r>1.8(P=50\%)$; 相对介电常数 $\epsilon'_r\approx 4\sim 6$, $\epsilon''_r\approx 0.1\sim 0.3$ 。

金属超微磁性吸收剂RC: 适用频率 $f=2\sim 18$ GHz; 粒度 $d=1\sim 5$ μm ; 松装密度 $D=2.7\sim 3.3$ g/cm³; 相对磁导率 $\mu'_r>4.2$, $\mu''_r>2.6(P=50\%)$; 相对介电常数 $\epsilon'_r\approx 12\sim 70$, $\epsilon''_r\approx 1\sim 25$ 。

电磁波吸波涂料: 适用频率 $f=2\sim 18$ GHz; 厚度 $d=2$ mm; 吸收剂 $R<-4$ dB(3 GHz), $R<-10$ dB(8~18 GHz); 厚度 $d=0.5$ mm; 吸收率 $R<-4$ dB(8~18 GHz)。

表面波吸波涂料: 适应频率 $f=2\sim 8$ GHz; 厚度 $d=0.4$ mm; 衰减率 $R<3$ dB/m(3 GHz), $R>10$ dB/m(10 GHz), $R>17$ dB(18 GHz)。

电磁兼容材料——高性能吸收磁瓦: 适应频率 $f=30$ MHz~1 GHz; 厚度 $d=6\sim 8$ mm; 吸收率 $R<-15$ dB。