

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[ 51 ] Int. Cl<sup>7</sup>

H04Q 7/20

H04B 7/26 H04L 12/54

H04L 29/06



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02130465.3

[43] 公开日 2004年2月25日

[11] 公开号 CN 1477884A

[22] 申请日 2002.8.20 [21] 申请号 02130465.3

[71] 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园

共同申请人 日立制作所

[72] 发明人 昂芜卡 牛志升 矢野正 田边史朗

[74] 专利代理机构 北京银龙专利代理有限公司

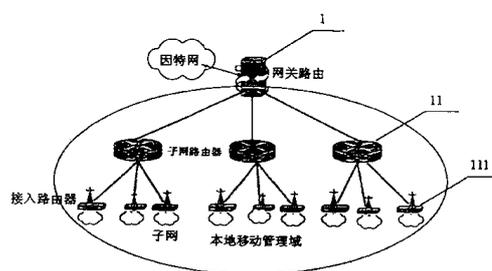
代理人 皋吉甫

权利要求书3页 说明书21页 附图5页

[54] 发明名称 层次化移动数据包通信网络及其通信方法

[57] 摘要

一种层次化移动数据包通信网络及其通信方法，包括多个网络节点(1、11、111)，以及多个移动终端(333)，其顶层网络节点(1)向上连接到互联网，向下连接到中间层网络节点(11)或底层网络节点(111)；中间层网络节点(11)向上连接到顶层网络节点(1)或另一个更高的中间层网络节点(11)，向下连接到底层网络节点(111)或更低的中间层网络节点(11)；底层网络节点(111)向上连接到中间层网络节点(11)，向下通过无线信道连接到移动终端(333)；每一个网络节点(1、11、111)分配有一可全球路由的地址，它们具有相同的前缀和继承其上层网络节点的前缀；每一个移动终端(333)都具有唯一的地址，所述地址由移动终端所属网络节点的前缀和接口标识组成，当移动终端在外地子网漫游时，所述地址不变。



1. 一种层次化移动数据包通信网络，包括以层次化结构配置的多个网络节点(1、11、111)，以及多个移动终端(333)，其特征在于：

顶层网络节点(1)向上连接到互联网，并且向下连接到中间层网络节点(11)或底层网络节点(111)；中间层网络节点(11)向上连接到顶层网络节点(1)或另一个更高的中间层网络节点(11)，并且向下连接到底层网络节点(111)或更低的中间层网络节点(11)；底层网络节点(111)向上连接到中间层网络节点(11)，并且向下无线地连接到移动终端(333)；

每一个网络节点(1、11、111)都分配有一块可全球路由的地址，它们具有相同的前缀并且继承其上层网络节点的前缀；

每一个移动终端(333)都具有其唯一的地址，所述地址由所述移动终端所属网络节点的前缀和接口标识组成，当所述移动终端漫游到外地子网时所述地址是不会改变的；

每个网络节点(1、11、111)保存有一个MH状态表(2、22、222)，它记录着本地移动终端和在该子网中漫游的来访移动终端的状态。

2. 按照权利要求1的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于：所述顶层网络节点(1)是一个网关。

3. 按照权利要求1的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于：所述中间层网络节点(11)是一个子域路由器。

4. 按照权利要求1的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于：所述底层网络节点(111)是一个接入路由器。

5. 按照权利要求1的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于：所述底层网络节点(111)是一个基站。

6. 按照权利要求1的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于：所述可全球路由的地址为IPv6地址。

7. 按照权利要求6的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于：所述IPv6地址的SLA ID部分中的最重要的比特组(MSB)被用作为所述顶层网络节点的前缀。

8. 按照权利要求6或7的层次化移动数据包通信网络,进一步的特征在于:所述IPv6地址的SLA ID部分中的次最重要的比特组被用作为所述中间层网络节点的前缀。

9. 按照权利要求8的层次化移动数据包通信网络,进一步的特征在于:在所述IPv6地址的所述SLA部分中的所述次最重要的比特组被分成与层次化结构的所述多个中间层对应的多个子组。

10. 按照权利要求1的层次化移动数据包通信网络,进一步的特征在于:所述MH状态表由记录本地移动终端的状态的本地MH状态表和记录来访移动终端的状态的来访MH状态表组成。

11. 一种在层次化移动数据包通信网络中的通信方法,包括以层次化结构配置的多个网络节点(1、11、111),以及多个移动终端(333);顶层网络节点(1)向上连接到互联网,并且向下连接到中间层网络节点(11)或底层网络节点(111);中间层网络节点(11)向上连接到顶层网络节点(1)或另一个更高的中间层网络节点(11),并且向下连接到底层网络节点(111)或更低的中间层网络节点(11);底层网络节点(111)向上连接到中间层网络节点(11),并且向下无线地连接到移动终端(333),其特征在于:

每一个网络节点(1、11、111)都分配有一块可全球路由的地址空间,它们具有相同的前缀并且继承其上层网络节点的前缀;

每一个移动终端(333)都具有唯一的地址,所述地址由所述移动终端所属网络节点的前缀和接口标识组成,当所述移动终端漫游到外地子网时所述地址是不会改变的;

每个网络节点(1、11、111)保存有一个MH状态表(2、22、222),它记录着本地移动终端和在孩子网中漫游的来访移动终端的状态;

移动终端(333)利用从底层网络节点(111)发射的信标信号来确定它是在本地子网还是到了外地子网;

漫游到外地子网的移动终端(333)发送注册信息给相应的外地网络节点(111),并且在从所述相应的外地网络节点(111)到该移动终端所属本地网络节点的层次化路由路径中的所有网络节点(1、11、111)都添加有关该漫游的信息;

如果MH状态表指示在其子网中的目标终端的状态为ACTIVE，则该网络节点(111)将从其子网中的终端接收到数据包传送到目标终端，否则该网络节点将所述数据包转发到其上层网络节点；

所述转发的数据包将通过层次化路由路径转送到目标终端。

12. 按照权利要求10的在层次化移动数据包通信网络中的通信方法，进一步的特征在于：所述可全球路由的地址是IPv6地址。

13. 按照权利要求10的在层次化移动数据包通信网络中的通信方法，进一步的特征在于：所述IPv6地址的SLA ID部分中的最重要的比特组(MSB)被用作为所述顶层网络节点的前缀。

14. 按照权利要求13的在层次化移动数据包通信网络中的通信方法，进一步的特征在于：在所述IPv6地址的所述SLA部分中的所述次最重要的比特组被分成与层次化结构的所述多个中间层对应的多个子组。

15. 按照权利要求10的在层次化移动数据包通信网络中的通信方法，进一步的特征在于：所述IPv6地址的SLA ID部分中的一组次最重要的比特组被用作为所述中间层网络节点的前缀。

16. 按照权利要求10的在层次化移动数据包通信网络中的通信方法，进一步的特征在于：所述MH状态表(2、22、222)由记录本地移动终端的状态的本地MH状态表和记录来访移动终端的状态的来访MH状态表组成。

## 层次化移动数据包通信网络及其通信方法

### 技术领域

本发明涉及到一种移动通信网络，具体地涉及到一种基于IPv6的层次化移动数据包通信网络及其通信方法。

### 背景技术

在最近几年移动/无线通信的发展趋势显示移动通信的用户数目仅仅是受所用技术的限制。由于互联网协议(IP)的强大生命力及其灵活性，目前已将它定义为未来移动通信的基础。对地址耗尽的担心已经由IPv6得以解决。为了满足实时应用的要求以及未来无线用户类似于有线用户那样对服务质量的期望，IETF(Internet Engineering Task Force)当前正在规定和审议移动IP协议。在多个移动IP协议之中最为流行的是MIP(Mobile IP)和MIPv6(Mobile IPv6)，它们由IETF规定并分别对应于IPv4(IP版本4)和IPv6(IP版本6)。这些协议，特别是MIPv6，被证明都有性能和可扩展性问题。为了解决这些问题，在学术界已经提出了多个微移动方案，但是它们或是牺牲性能来换取可扩展性或者牺牲可扩展性来换取更高性能。

在无线通讯领域中，当前正努力采用全IP核心技术将互联网协议(IP)技术与移动通信技术融合在一起，这是对研究机构的巨大挑战。因此，无论是大学和公司的个人和小组，还是不同类型的标准化组织都在研究解决方案，以迎接移动数据通信新时代的到来，这些移动数据通信都将建立于IP基础之上。预计全IP无线网络将是大家所谈论的无处不在的移动通信的黎明时期。通过不同的无线IP可寻址终端，漫游用户最后将能享受到互联网上的集数据、语音和多媒体于一体的综合服务。

在该研究领域的主要成就分别是IETF的在IPv4中定义的移动IP(MIP)以及移动IPv6(MIPv6)。它们分别公开在下列文献中：C. Perkins的“IP Mobility Support”，IETF RFC 2002, Oct. 1996；D. B. Johnson和C. Perkins的“mobility support in Ipv6”，Internet Draft, draft-ietf-

mobileip-ipv6-15.txt, July 2001。除了在IPv6中集成了某些移动功能外，这两个解决方案大体上是相同的。MIP是建立于牢靠的、低成本的、应用灵活的并且透明的IP技术之上的。因此，它导致了一种简单的、牢靠的全球移动解决方案，但是它也有些不足，其中之一是可扩展性问题。将来的移动通信网络所需的一个质量标准是可扩展性，即在移动终端数目增加时保持其性能的能力。MIP和MIPv6的其它问题是它们不支持快速跨区切换(handoffs)，而且它们对QoS(服务质量)的支持很少。另外，为了解决三角路径的问题，MIPv6引入了目标选项的概念，并利用了移动主机(MHs)可以用位置信息来更新通信方主机(CHs)这一事实，发送绑定的更新信息(BUs)到CHs具有最佳路由的优点，但是导致了网络中与移动有关的信令的增加。因此，它是在路由与绑定的更新信令之间的一种折衷方法。

针对上述的问题，在学术界已经做了许多工作。这些工作试图利用相同的机制来解决跨区切换等待时间、互联网主干网中的寄生信号等问题，并且为QoS的履行做出了规定。这种总体想法是微移动管理或本地化的移动管理(LMM)，即在本地区域管理移动事务。用这种方式，与移动有关的、对于给定MH的信令被限制到该MH当前所漫游的本地区域，因此减少了信令信息跨过互联网的频率。而且，由于减少了信令距离，则与跨区切换有关的操作的等待时间被减少，跨区切换更快了。也容易实现保留与QoS有关的网络资源，至少在本地移动区域中是这样的。

总体上移动性问题可以被认为是寻址和路由问题。这是因为在传统的IP网络中，数据包的路由是与地址相关的。一个主机IP地址数据包括两个部分：网络标识部分和主机标识部分。要投向一个互联网主机的数据包被路由到该主机所在的网络中，并指向该主机，请参考D. E Comer的文章“Internetworking with TCP/IP”，Prentice-Hall International, Inc. 1995, pp. 113-115。但是在固定的互联网中，所有的主机是静止的，因此总是能在其本地网络中找到它们。当一个主机从其本地网络移走时，如果没有附加的移动性相关操作就不可能将数据包路由到它那里，由此可见，移动性管理是必需的。IP地址也是一种双重目的标识符：

它用作为终端标识符和位置标识符两者，而且该协议中的那些更高的层要知道这种格式并将它用于其处理操作。这是一种最佳的地址使用方式，但这不利于移动主机的工作。

因此，学术研究界接受了这样一种总体想法，即为一个移动终端指定两个标识符：一个是由更高层协议识别的终端标识符；另一个是仅仅用于路由的位置标识符，请参考G. Cho和L.F Marshall的文章“An Efficient Location and Routing Scheme for Mobile Computing Environment”，IEEE/ACM Trans. on Networking, vol. 13. pp. 868-879, June 1995。这种解决方案允许一个MH即使当它从其本地网络移走时还能保持连接，但是对它的管理是很麻烦的而且其跨区切换也不是无缝的。例如，C. Perkins的文章“IP Mobility Support”，IETF RFC 2002, 1996年10月，引入了本地代理(HA)和外地代理(FA)形式的移动性管理实体的思想，这有助于位置信息的管理和MH的数据包路由，该文章还使用了本地地址和COA(care-of-address, 即个性地址)分别作为终端标识符和位置标识符。因此，当一个MH移入到一个外地网络时，为了保持其连接性，它必须获得该新网络中的一个COA并在FA中进行注册，该FA将管理该MH在该网络中漫游时的移动性问题。该MH也要在其HA中进行注册，以将该COA通知给其HA，从而该HA将在其本地网络接收到的、指向该MH的数据包重新定向到该COA。用这种方式，对于通信节点和更高层协议来说，移动性是透明的。这种解决方案是不错的，因为与移动有关的信令不多，并且不必修改更高层的协议，但是其路由成本很高而且不是最佳的，特别是在该MH远离本地网络并且与其相同的子网中的一个主机通信时。在该情况下，所有的数据包将首先被发给该MH的本地网络，只是在该MH可以接收它们之前通过隧道回到该子网。此外，如果该MH在一次通话期间移动到一个外地网络(跨区切换)，为了正确地将通信流进行重新定向而去获得位置信息并传达到该HA所需要的时间(一般称为跨区切换等待时间)变成很长，这样在通信中就会产生一个明显的中断，因此使该用户感觉到服务质量下降。

在网络界现在人们对在互联网中引入QoS(服务质量)很感兴趣，但是

如采用IETF在IPv4和移动IPv6中定义的移动IP(MIP)，对于MHs来说将难以从这些服务中得益。这是因为COAs的频繁改变使得难以保留网络资源。在IPv4系统中，对于一个MH采用两个标识符会导致地址的耗尽。而且，从其操作方法方面看，如果多个终端都在移动，实际上也是这种情况，与移动有关的信令将显著地增加，因此它将形成互联网通信量的主要部分，这种解决方案可扩展性差。

MIPv6基本上类似于MIP，只不过是更多的位置信息分布来减少高额的路由成本。这里CHs也可以用MH位置信息来更新，从而CH具有为与之通信的所有MHs而设置的绑定更新(BU)缓存，因此可以将数据包直接路由到它们那里。只有当CH不具有为给定的MH而设置的BU缓存时，它将通过该HA来路由该数据包。IPv6中新定义的目标选项支持该功能。而且在MIPv6中也解决了地址耗尽的问题。然而，在MIPv6解决非最佳路由问题的同时却导致了每一MH的高信令成本。考虑一下一个MH具有多个CHs的情形，对于每个子网的改变，它必须发送位置更新信号给所有的节点加上它的HA。再考虑在一个网络有多个这种MHs的情形，那么该协议肯定会限定该系统的发展。

已经被采用了微移动方法，在该领域主要有两种方法：层次化的MIP派生物和层次化的基于主机的路由派生物(HBR派生物)。这两种方法都努力缩短当MH远离本地时的信号路径，但是它们在地址管理和路由的方法上却不同。例如，在下列文章中公开了在IPv4系统中的层次化HBR微移动协议的例子，即：R. Ramjee等等的文章“IP Micro - mobility support using HAWAII”，Internet Draft, draft-ietf-mobileip-hawaii-00.txt, 1999年6月；以及A. T. Campbell等的文章“Design, Implementation, and Evaluation of Cellular IP” IEEE Pers. Comm., 2000年8月, pp. 42- 49。位置信息被放置于域中所选节点的基于主机的缓存中。上行数据包跳跃式地路由到网关，而下行数据包按照具体的主机缓存进行路由，在本地域内部不进行隧道传输。在一个域中，一个MH只持有一个IP地址。跨区切换在本地进行，通信数据包的变更路由的点是在进行跨区切换的两个基站之间的交叉节点。这种方案实现了快

速的跨区切换操作。在一个域内部较少地进行地址的改变将有助于QoS的实现。但是这些方案有两个主要的缺点：域内路由不是最佳的，因为来自该域内的所有数据包都将传送到网关，所说数据包数据包括绑定到同一域内的主机上的数据包。然后指向该域中的主机的数据包将路由回来。再有，它是不能扩展的，因为这种具体的主机路由缓存想法是需要占用非常大的存储器容量，并且当增加MHs时它会限制该系统的发展，这在采用128比特的主机地址的IPv6中会更加糟糕。

这类层次化MIP派生物采用了以本地化方式实现基本的MIP或MIPv6的总体想法。在一个域内部，一个MH需要最少两个COAs，其中一个必须是全球可路由的地址，通常是网关节点的地址（实际上COAs的数目取决于所用分层结构的层次数）。当一个MH在一个域内漫游时，它不必在其HA中进行注册，但是当一个MH在一个域的子网内漫游时，它必须获得新的COAs并且用该信息来更新网关。该网关接收指向该MH的数据包，并且将它们通过隧道传送到该MH所在的特定子网。与基本的MIPv6相比，这些类型的方案减少了传入互联网主干网的信令负载并且还减小了跨区切换等待时间，所减少的跨区切换等待时间取决于该域的大小。通过对数据包进行封装打数据包和解封装打数据包，它在该域中使用传统的IP路由方式（支持可扩展性）。但是数据包的封装和解封装会导致处理的等待时间，更严重的，由于封装，对原始数据包首部中的数据包的特定QoS处理不能被中间节点看见且不能由中间节点处理。而且，由于在给定域中COA的频繁变化使得资源的保留很困难。这类例子公开在E. Gustafsson, A Jonsson和C. Perkins的文章“Mobile IP Regional Registration”，Internet Draft, draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-02.txt, 2000年三月，以及S. Das等人的文章“TeleMIP: Telecommunications-enhanced Mobile IP Architecture for Fast Intradomain Mobility”，IEEE Pers. Comm., 2000年8月, pp. 50-58中。

一些在下列文章中公开的基于IPv6的微移动建议也采用层次结构的方案，即E. Gustafsson, A Jonsson和C. Perkins的文章“Mobile IP Regional Registration”，Internet Draft, draft-ietf-mobileip-

reg- tunnel- 02.txt, 2000年三月, S. Das等人的文章“TeleMIP: Telecommunications- enhanced Mobile IP Architecture for Fast Intradomain Mobility”, IEEE Pers. Comm., 2000年8月, pp. 50- 58中, 以及C. Castelluccia的文章“Hierarchical Mobile IPv6 Proposal” Technical Report No 0226 INRIA, 1998年11月。但是与IPv4系统不同, 路由是优化的, 这是因为CHs可以维持绑定更新的缓存。但是一个域之外的CHs将把数据包路由到网关(具有全球可路由的COA)。使用物理的COA, 这些数据包将通过隧道被传送到各个MH, 而在该域内部的CH可以将数据包直接路由到MH。再有, 当MH在一个域中漫游时, 它将总是获得一个新的COA, 并且用该新的COA来更新网关和CHs。除了相对地改良了路由方案之外, 这类方案仍然具有上述的那些问题。而且, 在所有这些方案中, 三角路由问题被转移到网关处。

所有这些努力都是朝正确的方向迈进了一步, 但是在试图解决一个问题时, 又出现了另一个问题。例如, 本地化移动性管理的思想使得三角路由问题转移到本地区域。这是因为进入本地区域的所有数据包都必须经过网关而到达该区域, 反过来该网关又将这些数据包通过隧道传送到适当的MH。而且, 在努力减少或消除跨区切换等待时间中, 在网络中又导致了各种层次的复杂性, 它们使得技术上难以实现可扩展性。

本发明的发明人觉得这种复杂化的原因是管理的方向有点错位, 也就是说, 管理移动通信网络基本上还是采用固定通信的设计方案。因为移动环境中的通信不同于固定环境中的通信, 这是由于它们的特征决定的, 所以用固定通信的设计方案来管理网络中的移动性自然会碰到麻烦, 这就是当前在互联网中的移动性问题。本发明的发明人认为理想的是设计一种基于不同的范例的移动网络。该特定的移动网络将是全球互联网的一部分。而且, 传统地, 互联网是网际网络; 该特定的移动网络将形成多个网络中的一个, 它用一个网关联接到全球的互联网。

#### 发明内容

因此本发明的目的是提供一种层次化移动数据包通信网络, 它采用一种新颖的具有可扩展性的移动性管理结构即完全层次化结构, 以及适

合于移动环境的IP前缀路由方法的改进形式。

本发明的另一个目的是提供一种在该层次化移动数据包通信网络中的通信方法。

按照本发明的层次化移动数据包通信网络，包括多个以层次化结构配置的网络节点以及多个移动终端，其特征在于：顶层网络节点向上连接到互联网，并且向下连接到中间层网络节点或底层网络节点；中间层网络节点向上连接到顶层网络节点或另一个更高的中间层网络节点，并且向下连接到底层网络节点或另一个更低的中间层网络节点；底层网络节点向上连接到中间层网络节点，并且无线地连接到移动终端；每一个网络节点都分配有一块可全球路由的地址，它们具有相同的前缀并且继承其上层网络节点的前缀；每一个移动终端都具有其唯一的地址，该地址由该移动终端所属网络节点的前缀和接口标识组成，当该移动终端漫游到外地子网时该地址是不会改变的；每一个网络节点保存有一个MH状态表，它记录了本地移动终端的状态和漫游到该子网的来访移动终端的状态。

如上所述的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于：所述顶层网络节点为网关。

如上所述的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于：所述中间层网络节点为子域路由器。

如上所述的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于：所述底层网络节点为接入路由器。

如上所述的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于：所述底层网络节点为基站。

如上所述的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于所述可全球路由的地址为IPv6地址。

如上所述的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于：所述IPv6地址的SLA ID部分中的最重要的比特组(MSB)被用作为所述顶层网络节点的前缀。

如上所述的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于：所述

IPv6地址的SLA ID部分中的次最重要的比特组被用作为所述中间层网络节点的前缀。

如上所述的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于：在所述IPv6地址的所述SLA部分中的所述次最重要的比特组被分成与层次化结构的所述多个中间层对应的多个子组。

如上所述的层次化移动数据包通信网络，进一步的特征在于：所述MH状态表由记录本地移动终端的状态的本地MH状态表和记录来访移动终端的状态的来访MH状态表组成。

一种在按照本发明的层次化移动数据包通信网络中的通信方法，其中该层次化移动数据包通信网络包括以层次化结构配置的多个网络节点和多个移动终端；顶层网络节点向上连接到互联网，并且向下连接到中间层网络节点或底层网络节点；中间层网络节点向上连接到顶层网络节点或另一个更高的中间层网络节点，并且向下连接到底层网络节点或另一个更低的中间层网络节点；底层网络节点向上连接到中间层网络节点，并且无线地连接到移动终端；其特征在于：每一个网络节点都分配有一块可全球路由的地址空间，它们具有相同的前缀并且继承其上层网络节点的前缀；每一个移动终端都具有其唯一的地址，该地址由该移动终端所属网络节点的前缀和接口标识组成，当该移动终端漫游到外地子网时该地址是不会改变为；每一个网络节点保存有一个MH状态表，它记录了本地移动终端的状态和漫游到该子网的来访移动终端的状态；移动终端利用从底层网络节点发射的信标信号来确定它是在本地子网还是到了外地子网；漫游到外地子网的移动终端发送注册信息给相应的外地网络节点，并且在从所述相应的外地网络节点到该移动终端所属本地网络节点的层次化路由路径中的所有网络节点都添加有关该漫游的信息；如果MH状态表指示目标终端的状态为ACTIVE，则该网络节点将从其子网中的终端接收到数据包传送到目标终端，否则该网络节点将所述数据包转发到其上层网络节点；所述转发的数据包将通过层次化路由路径转送到目标终端。

在如上所述的层次化移动数据包通信网络中的通信方法，进一步的

特征在于：所述可全球路由的地址为IPv6地址。

在如上所述的层次化移动数据包通信网络中的通信方法，进一步的特征在于：所述IPv6地址的SLA ID部分中的最重要的比特组(MSB)被用作所述顶层网络节点的前缀。

在如上所述的层次化移动数据包通信网络中的通信方法，进一步的特征在于：所述IPv6地址的SLA ID部分中的次最重要的比特组被用作所述中间层网络节点的前缀。

在如上所述的层次化移动数据包通信网络中的通信方法，进一步的特征在于：在所述IPv6地址的所述SLA部分中的所述次最重要的比特组被分成与层次化结构的所述多个中间层对应的多个子组。

在如上所述的层次化移动数据包通信网络中的通信方法，进一步的特征在于：所述MH状态表由记录本地移动终端的状态的本地MH状态表和记录来访移动终端的状态的来访MH状态表组成。

按照本发明的层次化移动数据包通信网络是在移动平面上设计的基于域的IPv6接入网络，但是它又适合于互联网的特征。由此，路由是基于前缀的，并且在该网络的一个本地域中，当MHs在其本地域中漫游时不需要COA或绑定的更新信号。该发明点对性能的改善很有好处，因为在呼叫传递和用户漫游两方面都有一些本地化特性。在现实世界中，用户在相同的或附近的域中漫游的概率很高。在呼叫传递中也可以看到这种现象。大量的呼叫是本地呼叫。按照估计，其概率大约为70%。本发明所采用移动用户的本地化行为特性是非常有好处的。这就意味在按照本发明的层次化移动数据包通信网络中的路由时间的70%是最佳的，没有封装和解封装的麻烦，并且没有与移动性相关的目标选项。而且，与QoS相关的对单个数据包进行的处理不会由于封装而隐藏。不需发送或处理BUs，这对节省带宽、处理时间和存储器容量都有好处。

#### 附图说明

通过参考附图对最佳实施例的详细描述，本发明的上述目的和优点将变得更清楚，其中：

图1是按照本发明的层次化移动数据包通信网络的一个实施例的示

意图；

图2是按照本发明的基于IPv6的层次化移动数据包通信网络中的地址分布的示意图；

图3是按照本发明的具有详细的层次化或前缀地址分布的层次化移动数据包通信网络的一个实施例的示意图；

图4显示了存储在按照本发明的层次化移动数据包通信网络的网络节点中的MH状态表的一个例子，(a)是一个本地MH状态表，而(b)是一个来访MH状态表；

图5是按照本发明的具有层次化或前缀地址分布的层次化移动数据包通信网络的另一个实施例的示意图；

图6图示了在按照本发明的层次化移动数据包通信网络中的层次化数据包路由过程；

图7是按照本发明的层次化移动数据包通信网络中的数据包路由过程的流程图。

#### 具体实施方式

图1显示了按照本发明的层次化移动数据包通信网络的一个最佳实施例，它是一个层次化的基于IPv6的移动网络。该网络是在移动平面上设计的一个基于域的IPv6接入网络，但是它又适合于互联网的特征，比如可扩展的路由方法，该网络既在核心区域又在边缘区域处理移动性。

在该结构中，分为三层（或三级），每层由一个节点或多个节点组成。这些网络节点是以逻辑树层次结构排列的。顶层网络节点，即干线节点，是一个网关(1)，它向上连接到互联网，而向下连接到中间层网络节点或底层网络节点。中间层网络节点，即分支节点，为子域路由器(11)，它向上连接到干线节点，而向下连接到底层网络节点。底层网络节点，即叶子节点，为接入路由器(ARs)(111)，它向上连接到分支节点，而向下连接到移动主机(MH)，即移动终端(333)。

分别地，一个网关(1)对应于一个域，一个子域路由器(11)对应于一个子域，而一个接入路由器(111)对应于一个子网。

假定每个域被分配有一块可全球路由的地址空间。可以利用这些地

址的层次化格式。在将上述地址字段的一组合适的比特应用掩码有很大的灵活性，以便在按照本发明的层次化移动数据包通信网络中产生不同层次的前缀。

该示例性网络显示了三层次结构，但它是灵活的，也就是说，可以按照网络的大小和管理者的愿望来构造该网络，比如一个域中可以具有多个层次。

在该接入网络中的网络节点（路由器）都将如此配置，以使它们都能知道其在层次结构中的位置，而且它们还能够识别MH地址中的层次前缀。每个网络节点都将按照其在层次结构中的位置来维护一个路由选择表。

图2显示了可全球路由的IPv6地址的结构，以及该地址的SLA ID部分的拆分方法，以便按照本发明的层次化移动数据包通信网络分配地址。

参考图2，各个节点按照它们在该网络层次结构中的位置从上至下进行编号，例如，最重要的比特组(MSB)可以形成第一层（顶层向下）的前缀，而次MSB组将形成第二层的前缀，等等。在该前缀的层次结构中的最后一层被用于对接入路由器进行编号，接入路由器形成该域中的叶子节点。最低比特数(LSB)组成给定AR的覆盖区域中的MHs的地址。因此，只要看一下任何一个MH的地址，就可知道它属于哪个域、属于哪个子域以及属于该子域中的哪个子网（单元）。这种编号结构大大地减少当一个MH漫游时的路由开销。

每个MH都具有一个与域相关的永久IPv6地址。它数据包括层次结构的前缀，数据包括最高层的前缀一直到最低层的前缀以及识别每个MH和节点接口的接口ID。管理网络通信域的管理者可自由决定在所述层次前缀中定义的前缀位数。最高层次的前缀定义了一个域。路由器必须被编程，以知道它们的层次并且识别主机地址中层次前缀。实际上，使用IPv6地址中定义位置层次集合的16比特字段（SLA ID部分）可以容易地建立子网的层次结构（64比特的主机标识符中的一些比特也可以用于此目的）。例如，选用SLS ID字段中的前4个比特就可产生16个域。通过对选用的5个比特应用掩码，每个域又可以被分成32子域，每个子域进一步又

可以被分成128个子网并且每个子网可以容纳 $1.8 \times 10^{19}$ 个主机，这具有好的可扩展性。

每个AR都为在其覆盖区域内的所有通信的MHs保存一个记录。为了节省存储器空间和处理时间，已经关机的MH在该系统不会有记录。一个MH可以处于下列四个不同状态之一：(i) ACTIVE, (ii) REST, (iii) AWAY, (iv) OFF。但是，一个MH的记录具有三个字段：(i) ACTIVE, (ii) REST, (iii) AWAY。当一个MH离开本地时，该本地AR将该MH的记录设置为AWAY。如果为了节省电池电能，一个MH在一段时间(该时期应该根据数据包的平均到达时间来确定)内不传送数据包也不接收数据包，那么它将进入无源模式(REST状态)。当发生这种情况时，它发射一个数据包，以将这种状态通知给AR。然后该AR将启动该MH的记录中的REST字段，并且将该信息转发到子域节点。该子域节点将该MH输入到其寻呼列表中。当一个MH关机时，该关机动作将同时发射一个GOOD-NIGHT数据包给该AR。然后该AR将其记录从系统中清除。

图4显示了存储在按照本发明的层次化移动数据包通信网络的网络节点的MH状态表的一个例子。该MH状态表可由记录本地移动终端的状态的本地MH状态表和记录来访移动终端的状态的来访MH状态表组成。本地MH状态表被显示在图4(a)中，而来访MH状态表被显示在图4(b)中。

当一个MH开启电源时，它就听到并获得该AR的信标。该信标信号数据包包含该AR的前缀和参数(例如可用带宽)。该MH将利用该信息来确定它是处于本地子网中还是漫游到了一个外地子网中。然后它将发送一个GOOD-MORNING数据包给该AR(醒来的任何时候都是早晨)。该AR将为它开设一个记录，并且启动该记录的ACTIVE字段。如果一个MH在其本地子网之外的子网中开启电源，该相应的AR从该GOOD-MORNING数据包中检测到前缀不匹配，因此在其来访MH表中对该MH进行注册，然后将该数据包转发给其上层节点。该数据包最终将到达本地AR，本地AR将为该MH开设一个记录并且启动该AWAY字段。同样当一个MH在一个外地子网中关机时，该GOOD-NIGHT数据包被传送到本地AR，从而沿着该路径对于该MH的所有记录都将从系统中清除掉。但是当一个MH在外地子网中进入REST状态时，

该REST数据包不必传送到该子域节点之外。

下面将详细描述在按照本发明的层次化移动数据包通信网络中的移动性管理。

## 1. 在本地域中漫游

### 1.1 子域漫游

当一个MH在本地域内时，它将以传统的互联网方式发送和接收在该域内部的数据包和来自该域外部的数据包，就象一个固定的主机那样。当一个MH移到其子域内的另一个子网时，它不必获得COA。只需要将它不在本地这一事实告诉它的本地接入路由器(AR)。该本地AR维护两个列表：(i)本地MH表和(ii)来访MH表。当该MH在该本地域内部时，该HA不必准确地知道它在哪里，也就是说，只要知道它离去了就足够了。该被访问的AR检查该来访MH的地址的AR-前缀部分，并且看出它是一个来访的MH(即检测前缀不匹配)，将它输入到其来访MH表。然后将该地址(注册信息)发送到该层次结构中的它的上层节点(子域路由器)，该节点再检查该MH的地址的子域前缀是否与它自己的匹配。然后，它为该MH开设一个条目，该条目将其地址映射到接收它的接口(由于这种前缀概念，单个条目可以表示所有从给定子网来访的MHs)。在该域中的每个节点都为在其覆盖区域内漫游的主机保持一个缓存条目。因此在给定子域内部的移动性被控制在该子域内，并且对该域中的其它节点来说是透明的。与移动有关的信令不会超出该子域。

### 1.2 子域之间的漫游

一个MH也可以从其本地漫游到另一个子域。在这种情况下，注册信息被传出该子域节点。当子域节点检查该MH地址中的前缀信息并发现前缀不匹配时，那么它就知道该MH不属于它的覆盖区域，因此必须发送注册信息到其上层节点，在这种情况下为网关节点。但是，它将首先在其缓存中为该MH开设一个条目，将该MH地址映射到指向该子网的接口。

## 2. 在本地域中的数据包路由

### 2.1 MH到MH

当一个数据包被发给在该域内部漫游的MH(MH到MH)时，自然地它是

来源于该域中的一个给定的AR。该起始的AR检查该数据包的目标地址，如果该AR前缀与它自己的不匹配，那么它就检查其来访MH表，如果该MH没有来到其域中，那么它将该数据包路由到其上层节点(一个子域节点)。该子域节点检查该目标地址的子域前缀，如果该目标地址的子域前缀与它自己的匹配(即该数据包是发送到它的域中)，那么它首先检查其缓存条目，以确定该MH是在漫游还是处于无源模式，如果都不是，那么它通过前缀方法将该数据包路由到该MH的本地AR。如果它找到该MH的缓存条目，那么它就将该数据包路由到对该MH进行映射的接口。当该数据包到达目标AR时，该AR检查该目标地址的AR前缀，如果该目标地址的AR前缀不与它自己的匹配，那么它就检查其来访MH表，以确认该MH是在其子网中，然后它通过无线链接将该数据包发射到该MH。如果该AR前缀与它自己的匹配，它就首先检查其本地MH表，以确认该MH不在本地，然后它通过无线连接将该数据包发射到该MH。

当一个MH发送一个数据包到与它同一子网中的另一个MH时，它就发送该数据包到该AR。该AR首先检查该目标地址的AR前缀，如果该目标地址的AR前缀与它自己的匹配，那么它就检查其本地MH表，如果该MH在本地，那么该AR就将该数据包发送到该MH。但是，如果该MH离开了(即其记录中的AWAY字段被激活)，该AR将该数据包路由到其上层节点。

这儿不需要数据包的封装和解封装，也不需要发送绑定更新到HA和通信者的主机。从中可以看出路由是本地化的而且是最佳的。只有子域之间的数据包必需经过网关节点，同样只有AR之间的数据包必需经过子域路由器。这就确保了该网络中的负载平衡。更重要地，特殊的数据包处理，比如在数据包首部中的与QoS相关的处理不会被封装所隐藏。还有，不存在封装-解封装开销；“裸露的”数据包总是在该层次化移动数据包通信网络的域内部进行路由的，并且在本地域内部，不需要与移动性相关的选项。图6图示了在按照本发明的层次化移动数据包通信网络中的层次化数据包路由过程。

## 2.2 固定主机到MH/MH到固定主机

当一个固定主机发送一个数据包到一个MH时，该数据包将通过该域

中第一层节点(网关节点)被路由到移动的接入网络,然后(按照前缀)跳跃性地向下路由到该MH。还有,当一个MH发送一个数据包到一个固定主机时,按照前缀该数据包被向上路由到该域的网关节点,然后进入到固定互联网,不需要封装。

### 3. 在外地域中漫游

当一个MH漫游到该层次化移动数据包通信网络外部的一个外地域时,它获得一个COA并且在它获得COA的子网中的AR中进行注册。该AR为该MH开设一个缓存条目,以将它的本地地址映射到该COA;然后它将该注册信息传送到网关节点。对于该结构这种处理是自然的,因为该MH的本地地址与该域中的前缀不匹配。因此沿着通向该网关节点的路径上的所有节点都将自然地发现前缀不匹配,并且因此进行缓存以及将该注册信息向上转发到网关节点,网关节点最后对具有相应的子域前缀的该MH本地地址进行缓存。确认信息数据包将经由该AR向下运送到该MH。一旦接收到确认信息,该AR发送确认信息数据包到该MH,并且还以该MH的名义发送注册数据包到该MH的本地AR(这将限制了稀有的无线带宽的使用)。

该MH的本地AR,一旦接收该数据包,就为它开设一个条目,将其本地地址映射到该COA(只有当该MH来访一个外地域时,该本地AR才需要将该MH映射到一个COA)。该MH还需要发送BU给该域外部的CNs的相应组。但不必更新其当前域内部的CNs,因为在该域内部的路由是基于前缀的。在进行了这种初始的更新过程之后,当它在该域中漫游时,除了定期的BU数据包外,该MH不必发送任何BUs。当它在一个外地域中漫游时,除了该周期的BU数据包之外,它不必需要一个以上的COA。当它移到该外地域中的另一个子网时,它将在相应的AR中注册,该AR将该COA映射到它的本地地址。在一个外地域中漫游的MH看上去象一个具有一对地址的本地主机。该COA被用于将数据包路由到它那里,而该本地地址被用于对它进行识别。

### 4. 在外地域中的数据包路由

当一个MH在它所漫游的外地域中发出一个数据包时,通过每个节点检验其地址的前缀部分,交叉检查它的来访MH表然后转发该数据包,该

数据包被正常地向上路由。当该数据包到达某个节点，该节点中具有该MH的一个缓存条目，那么该数据包被向下路由到目标AR，然后该目标AR将该数据包发送到该MH。这儿不需要封装，因此也不需要隧道传输。

当从该域外部发出一个数据包指向该MH时，利用该路由首部目标选项，该数据包被路由到COA，并且在网关节点处被接收。该网关节点将该MH的本地地址替换成COA，并且按照其缓存中该MH的条目将该数据包路由到该MH当前所在的子域。然后该数据包从该子域传送到该目标AR。同样不需要进行隧道传送。因为COA是一个域地址，其前缀告诉那些节点将其目标地址被映射到该COA的数据包转发到何处。

只有当目前域外部的CN没有对该MH进行绑定缓存时，才需要进行隧道传送，在这种情况下它将该数据包发送到该HA，然后该HA将该数据包封装并且利用隧道将该数据包传送到该MH的COA。一旦接收到这样的一个数据包，该网关节点就对该数据包进行解封装并且通过标准的域前缀路由方法将它发送到该MH。因此，隧道传送在网关节点处结束。该HA以该MH的名义发送一个BU给此类CN，因为该MH并不知道所述隧道传送。用这种方式，该MH的功能被减少了，这将有助于保存电池能量。

这种结构不仅简单而且将网络开销减少了到非常小的程度。事实上，可以相信，通过仔细的设计，就可以在IP移动性管理中完全不使用COA。其实现方法是扩展该层次结构，以数据包括这样一种节点，其下层节点为所有域的网关节点。这将导致一个全球性的移动IP网络。

## 5. 移动检测

一个正在漫游的MH总是要接收并处理由ARs发布的信标。当它接收到一个其前缀不同于它所漫游子网所属AR的前缀时，它将执行必要的跨区切换操作。

在下文中，通过将层次化移动数据包通信网络与现存的IPv4和IPv6的方案进行比较，在质和量的方面说明层次化移动数据包通信网络的性能评估。

### 1. 质量评估

人们的移动具有本地性的特征，而且，这种特性也反映在移动用户的

特性上。按照估计，一个 MH 漫游者 70%的时间是处于本地域中，MH 的其他的时间是化费在本地域之外。当一个 MH 漫游者在本地域中时，本发明取得了最佳的路由而无须 COA<sub>s</sub> 和 (地址) 捆绑更新。这就意味着，在根据本发明的分层移动数据包通信网中，70%时间的 (信号) 路由是最佳的，具有最小的内存占用和最小的信号负载。在所能见到的其他方案中还没有取得这种程度的提高。

当 CH<sub>s</sub> 用 COA<sub>s</sub> 更新时，在 MIP<sub>v6</sub> 取得最佳路由，但是这样的直接的路由数据包必须携带路由数据首部选择，其消耗额外的带宽。接收这样的数据包 MH 在将数据包路由给较高层协议处理之前，必须用它的本地地址变换目的地址 (即 COA)，这就意味着需额外的处理 (过程)，我们的最佳路由并不在网络上加上任何额外负担。

有人会提出在我们的域内移动管理中，存在主机-特定路由的因素，因为当一个 MH 移进一个邻近的网元中时，它的位置信息是利用子域节点记录下来作为它的地址的介面映射。但是，我们认为这正是取得具有最小网络负载的最佳移动管理的聪明方法，因为这种直接映射根据漫游的程度仅在一个或两节点发生。而且还可以取得前缀路由的好处，使上层不必映射在地址中 (仅记录必须将数据包路由到 MH 的部份)。因而内存消耗极少。这点与实际的基于主机的路由 (Host-base-routing) 协议，如在 “IP Micro-mobility Support using HAWALL,” R. Ramjee, 1999 年 6 日和 “Design, Iuplementation, and Eualuation of Cellular IP” A. I. Campbell 等人, 2000 年 8 月中公开的，在该协议中，对每一个 MH，在其到网关中所通过的所有节点上都必须做完全的一对一的映射，人们就可以对我们的方案的成本效率得到评价。而且，在 HBR 中，每一个仅路由返回到域内的上行数据包必须到达网关，这也就意味着，越接近顶层的节点，其负载越大，这就降低了可扩展性，我们的方案不同，网元内的通信不会超出接入路由器的范围。而且子域内的通讯不会超出子域节点范围。这样就将负载被分布到整个网络节点上，确保可扩展性。

许多已知的方案都没有为无源连接性留下空间。而没有这个特征任何移动访问网络都不是完整的，因为它提供了当 MH 处于待机状态时减少移

动终端功率和在系统中防止不必要的信令的双重好处。使人感到吃惊的是，仅有极少的方案考虑到该特征，如[5][6]，其中包括我们的方案。

## 2. 定量评估

任何本地化的移动管理都应当比基本的 MIP<sub>v6</sub> 工作得好，否则就没有必须作此努力了。从这个观点出发，有必要将本发明与基本的 MIP<sub>v6</sub> 相比较，如在其他 MIP<sub>v6</sub> 的扩展所做的。为此目的，我们比较了 MIP<sub>v6</sub> 和本发明施加在因特网上的信令负载。相信今天对无线网络的定户的限制只是技术上的。ZPV<sub>6</sub> 接入网络必须处理成十亿的无线/移动终端，在此背景下，在接入网络中的扩展性成为一个重要的功能度量。从这个观点出发，我们也将本发明的信令负载和其他在 IP<sub>v6</sub> 系统中的其他微移动 (micro-mobility) 方案相比较。

### 2.1 信号负载估计

按照 MIP<sub>v6</sub>，每改变子网一次，MH 路由 BUS 到它的 HA，并且 HA 必须路由一个 BA 以确认收到该 BU。指定  $f_{HA}$  作为从 MH 到 HA 的 BU 的发射频率。

按照 MIP<sub>v6</sub>，在每次通过子网边界，MH 就路由一个 BU<sub>s</sub> 给每一个 CH<sub>s</sub>。然后，在 MH 以初始频率  $f_{MAX}$  路由连续 BU<sub>s</sub> 到具有相同 COA 的给定的 CH 之后，定期更新 CH<sub>s</sub> 的缓存的登录。MH 应当将频率减小为  $f_{REF}$ ，继续路由 BU<sub>s</sub> 给该 CH，以更新它的缓存，指定  $f_{CH}$  作为从 MH 到 CH 的 BU 发射频率。

$f_{HA}$  和  $f_{REF}$  都依赖于 MH 的移动频率 (移动频率 =  $\lambda_s$ ) 由下式给出：

$$\left\{ \begin{array}{ll} \{(f_{REF}/\lambda_s) + (M-1)\} \times \lambda_s & \text{for } f_{REF} > \lambda_s \\ f_{CH} = M \times \lambda_s & \text{for } 1/M \times f_{MAX} \geq \lambda_s \geq f_{REF} \\ (f_{REF}/\lambda_s) \times \lambda_s & \text{for } \lambda_s \geq 1/M \times f_{MAX} \geq f_{REF} \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} \{(f_{REF}/\lambda_s) + 1\} \times \lambda_s & \text{for } f_{REF} \geq \lambda_s \\ f_{HA} = 2 \times \lambda_s \text{ or } \lambda_s \geq f_{REF} & \end{array} \right. \quad (2)$$

根据本发明，域内与信号相关的移动性不会对因特网增加负担。所

以，对带宽消耗的作用为零。但是，每次当 MH 移到一个新的域内，它获得一个 COA 并且随后路由 BU 到：

- 该域内的网关节点并收到确认
- 它的 HA 并且从 HA 收到频率为  $f_{CHIMA}$  确认信息，BA
- 域外的 CH<sub>s</sub> 其频率为  $f_{CHIMA}$

既然域是由一个或多个子网组成的，那么在子网的暂留的时间比在域内留时间短。而且应当根据暂留时间路由或更新 BU<sub>s</sub> 的频率。因此，采用  $1/((1-\psi)\lambda_s)$  值作为域内暂留时间。域之间的传输率为  $(1-\psi)\lambda_s$ ，其中  $\lambda_s$  是子网传输率。将  $\psi$  解释为扩展因子，它反映了域相对于子网的大小，即， $\psi=0$  就缩为一个子网。为此选择

$$f_{CHIMA} = (1-\psi)\lambda_s$$

两个系统的带宽消耗为：

$$BW_{MIPv6} = S_{BU} \times (f_{CH} \times (N_{CH}+1) + f_{HA}) \quad (3)$$

$$BW_{CHIMA} = S_{BU} \times (1-\psi)\lambda_s \times (N_{CH} + 1) \quad (4)$$

其中， $N_{CH}=CH_s$  的平均数， $\lambda_s$ =平均子网传输率， $S_{BU}$ =68 比特（IP<sub>v6</sub> 数据首部（40）+ BU 数据首部（28））。附图 7 中用图形显示，其中  $N_{CH}=2$  和 10， $f_{REF}=1/60$ ， $F_{max}=1$ ， $M=5$  和  $\psi=0.5$ 。在根据本发明的分层移动数据包通信网络中，MIP<sub>v6</sub> 的带宽增益表示为  $(BWMIPv6-BW_{CHIMA})/BWMIPv6$ 。

下面，考虑根据本发明分层移动数据包通信网和其他基于域的 HMIP<sub>v6</sub> 的域内移动管理信令传输。那些 HMIP<sub>v6</sub> 仅是基于两级的平面层次。因此，为了比较公平，假定根据本发明的分层移动数据包通信网的层次也是两级。（实际上，根据本发明的分层移动数据包通信网是非常有弹性的。根据域的大小或服务商的需要可以布置任意数的层次）。对于其他 HMIP<sub>v6</sub> 方案，域内移动管理基本上是相同的，因此，将他们组合为“其他 HMIP<sub>v6</sub>”。按照那些方案，当 MH 在域内漫游（本地或外地），它至少必须有两个 COA<sub>s</sub>，

一个地点 COA (RCOA) 和一个物理 COA (PCOA), 然后, 它应当路由 BU<sub>s</sub> 给:

- 域网关, 该域网关将路由一个确认收到信息 BA 给 MH。
- 域内的 CH<sub>s</sub>

所有这些都应当是以频率  $f_{REF}$  路由/更新, 这样就会消耗带宽。

$$BW_{others-intra} = \alpha \{S_{BU} \times f_{REF} \times (N_{CH} + 1)\} + (1 - \alpha) \{S_{BU} \times f_{REF} \times (N_{CH} + 1)\} \quad (5)$$

在根据本发明的分层移动数据包通讯网络中, 当 MH 在它的本地域内漫游时, 它不需要任何 COA, 因为不会路由 BU<sub>s</sub>, 带宽消耗为零。当 HM 在外地域漫游时, 它应当得一个 COA, 并且应当路由 BU<sub>s</sub> 给:

域网关节点, 该网关节点路由 BA 表示确认收到, 应当利用频率  $f_{CHINA}$  更新。

这样消耗的频带为:

$$BW_{CHINA-intra} = (1 - \alpha) \{Size_{BU} \times (1 - \varphi) \lambda_s \times 2\} \quad (6)$$

一个 MH 在本地域漫游的概率是  $\alpha = 0.69$ 。为公平比较, 在两种情况下频率都使用  $f_{CHINA}$ , 因为我们并不关心更新频率的影响而只关心协议性能。

下面, 将根据本发明的分层移动数据包通信网, 其他 HMIP<sub>v6</sub> 和 MIP<sub>v6</sub> 的由于位置信息缓存的内存消耗进行比较。为此, 估计因单个 MH 的与移动性相关的内存消耗, 然后, 研究当 MH 的数量增加时该消耗的趋势。

在 MIP<sub>v6</sub> 中, 假定每一个 MH 维持一个 CH<sub>s</sub> 的列表, 每一个 CH 维持每一个与之通信的 MH 的 BU 缓存。对于每一个 MH, HA 维持 BU 缓存。取 32 比特的值 (两个 IP<sub>v6</sub> 地址) 作为每一个缓存登录的大小。假定在高速缓存记录的其他项, 如使用期限字段, 标记等, 对每个缓存中产生的不重要的差别不会影响比较, 因此, 对 MIP<sub>v6</sub>, 每个 MH 有内存消耗 (MMIP<sub>v6</sub>);

$$M_{HMIPv6} = 2 \times (N_{CH} + 1) \times S_{entry} \times N_{MH} \quad (7)$$

在其他 HMIPv6 中，当 MH 在域（本地域或外地域）内漫游时，它维持一个 CHs 地址列表，每一个 CH 维持一个与之通信的 MH 的 BU 缓存。HA 维持一个 MH 的 BU 缓存。这一点与根据本发明的分层移动数据包通信网相同，除了当 MH 是处于本地域中时，CH 不用维持一个 BU 缓存。所以，这些系统的每个 MH 内存消耗为：

$$M_{HMIPv6} = \alpha \times (N_{CH} + 2) \times S_{entry} \times N_{MH} + (1 - \alpha) \times (N_{CH} + 2) \times N_{MH} \quad (8)$$

$$M_{CHIMA} = \alpha \times 2 \times S_{entry} \times N_{MH} + (1 - \alpha) \times (N_{CH} + 2) \times S_{entry} \times N_{MH} \quad (9)$$

根据本发明的分层移动数据包通信网具有新颖的移动性管理构造，该构造是在固定的因特网之上的移动层面上开发研制的。它开发了分层结构的本地性和扩展性特性，引入分层子网络的概念，并且利用了因特网的前置路由适应性。产生了用最少的移动相关信令来增加路由效率。

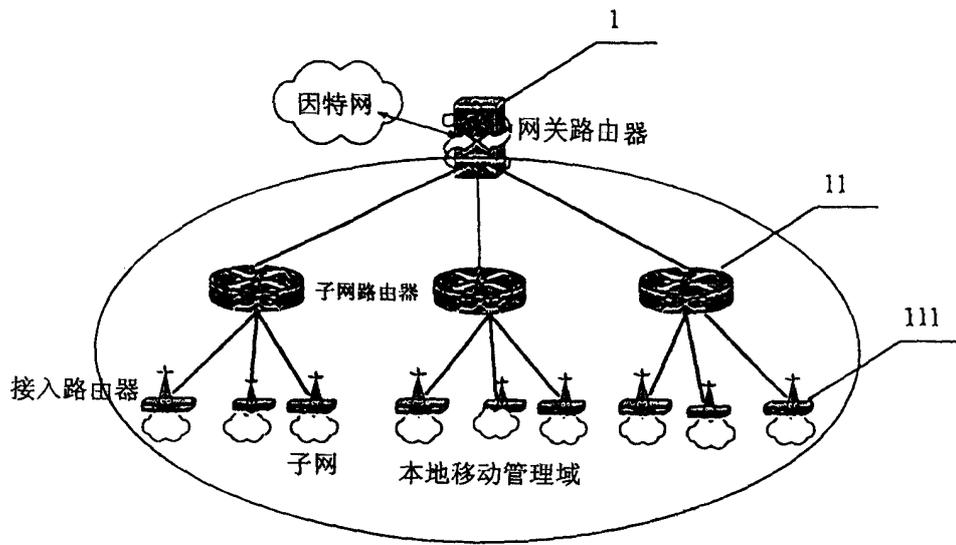


图 1

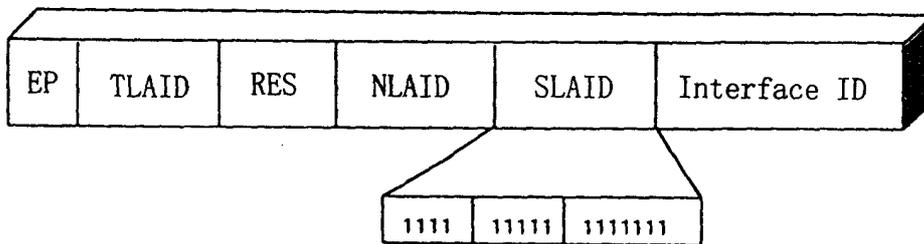


图 2

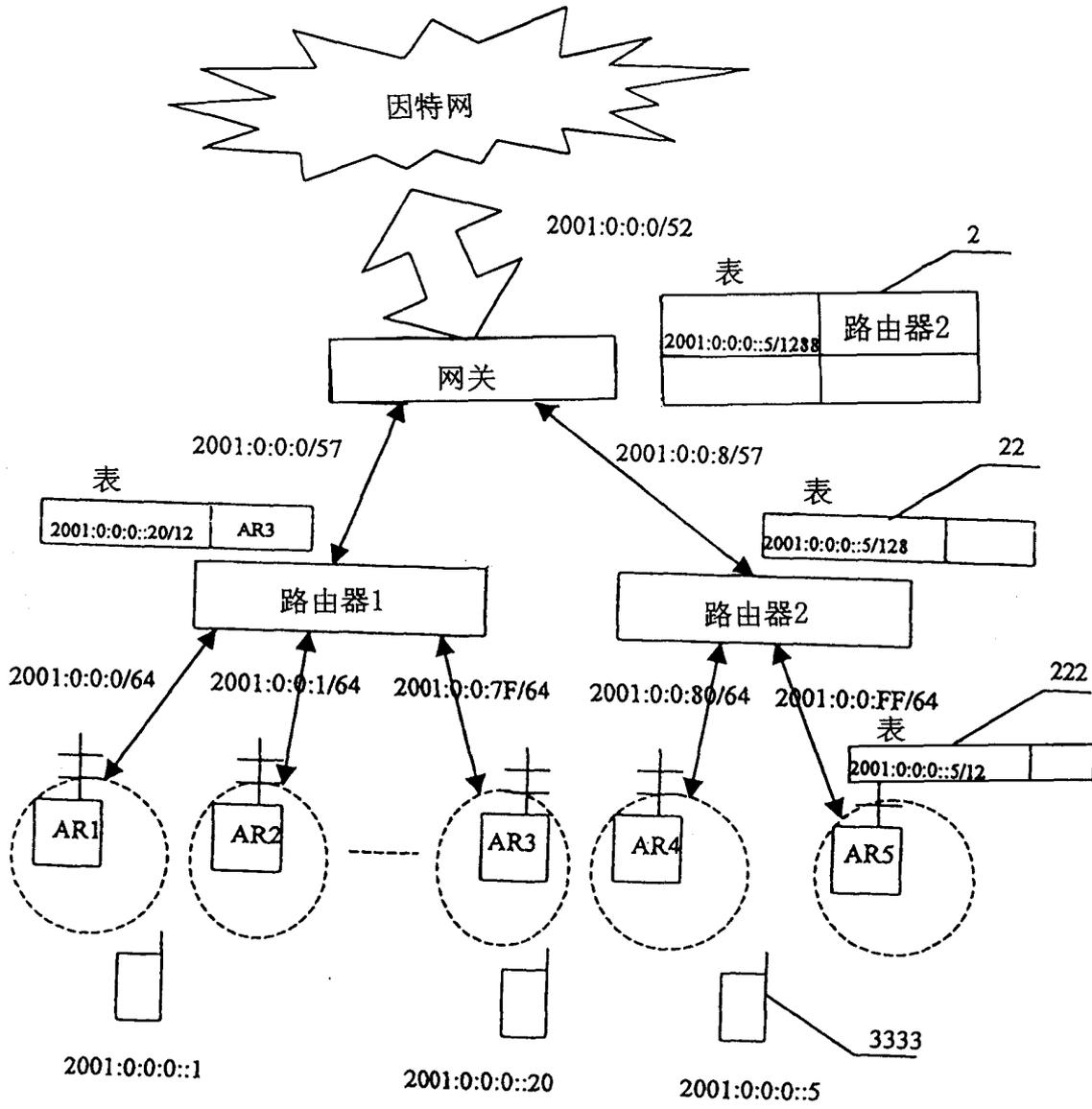


图 3

MH #1			AWAY
MH #2	ACTIVE		
MH #3		REST	

MH #1	ACTIVE	
MH #2		REST
MH #3	ACTIVE	

图 4

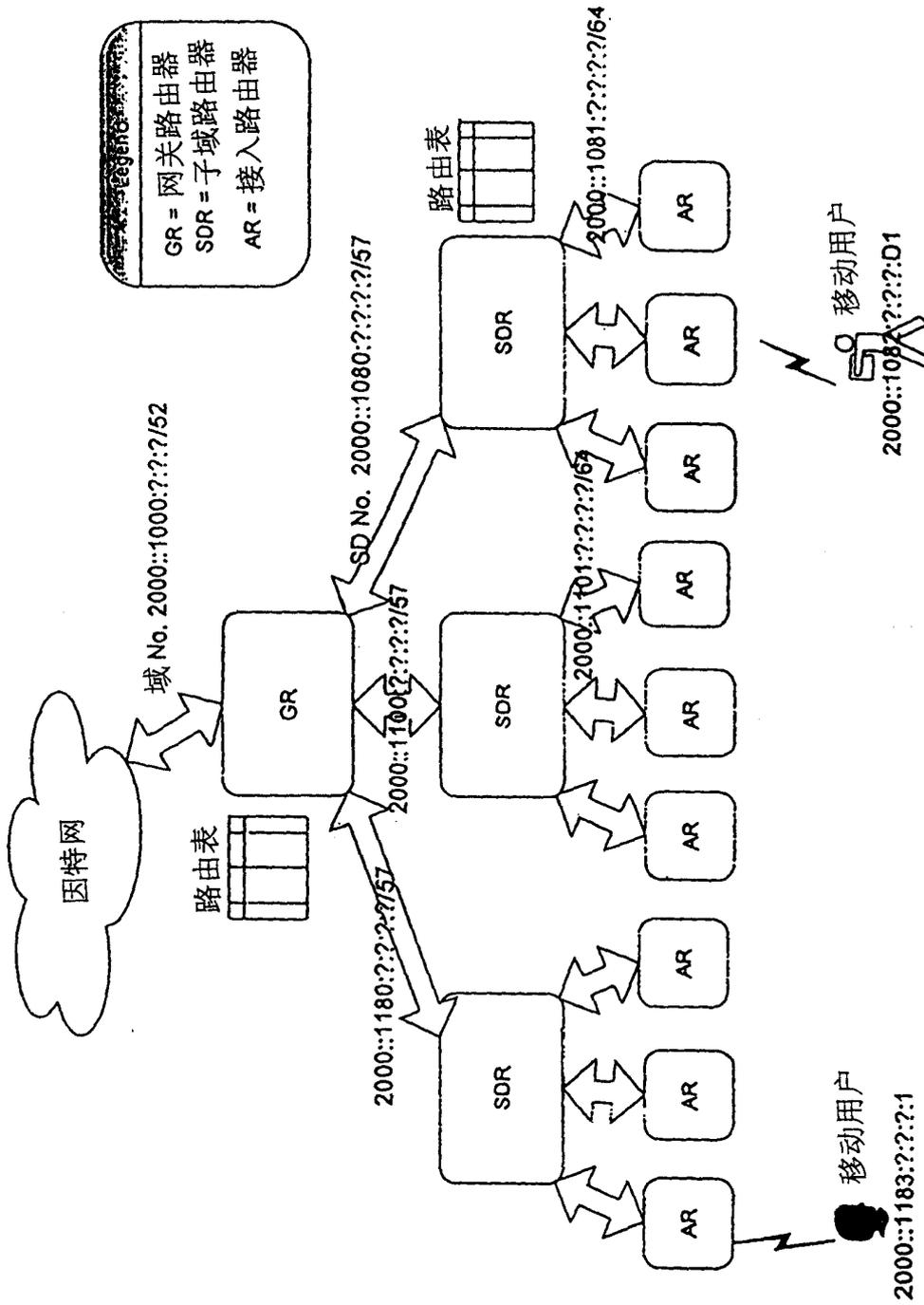


图 5

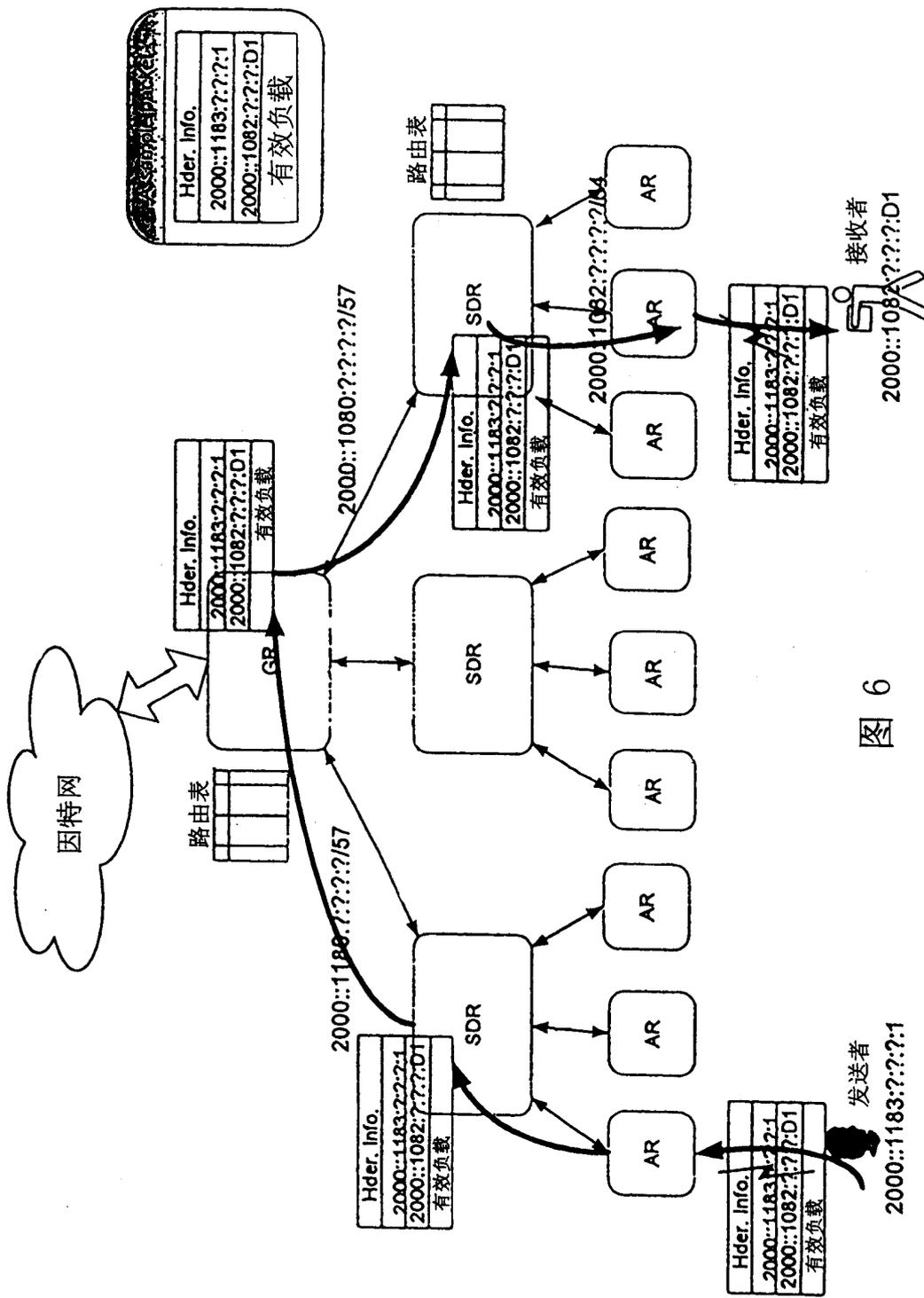


图 6

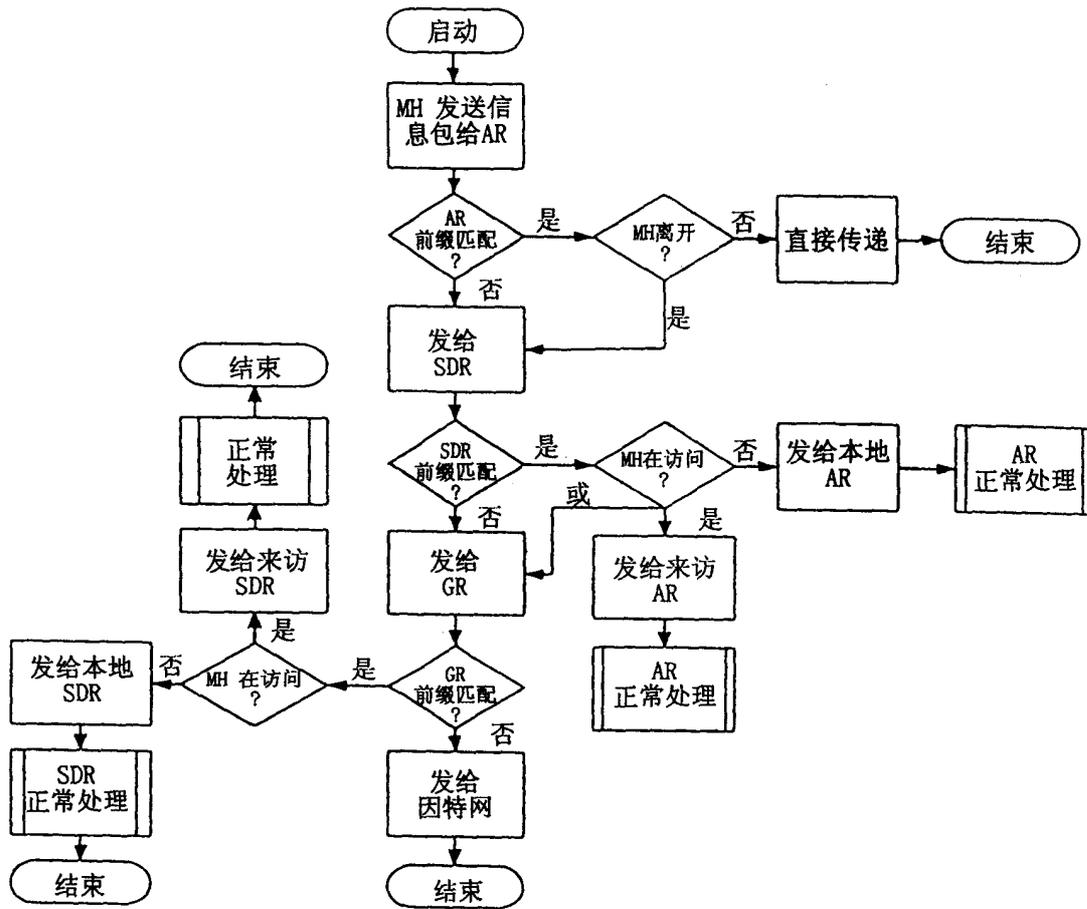


图 7