

基于蜂窝无线网络的移动 IP(IPv6)研究^{*}

张全新 宋瀚涛

(北京理工大学计算机系 北京100081)

The Mobile IP(IPv6) Based on Cellular Wireless Network Technology

ZHANG Quan-Xin SONG Han-Tao

(Department of Computer Science and Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081)

Abstract Introduce method and technology of combination of the TCP/IP protocol based on IPv6 and the cellular wireless communication network. Analyze the cut-in point and key technology of the combination from the view of frame, system structure and the realization of protocols. The 3G cellular wireless communication is a hotspot today and the mobile IP technology is one of the developing directions for the Internet's future. We put forward a new idea and method for the mobile communication technology from the practical view.

Keywords IPv6, Cellular wireless network, MANET

引言

在蜂窝无线网络中,随着2.5G以及3G技术的开发和应用,无线数字网络传输的速度越来越快,这就为在无线网络中传送传统的Web页面信息以及数字语音通信提供了良好的平台。而IPv6的研究方兴未艾,其拥有的128位IP地址为大量手持和便携式移动设备预留了充分的空间。在IPv6协议的基础上,利用蜂窝无线网络“无处不在”的覆盖范围,为移动IP技术提供了广阔的前景^[1]。

1 基于蜂窝无线网络的移动IP框架结构模型

蜂窝无线网络与IPv6技术的融合,大量运用了现有的软

硬件条件和工程方法。中国当前已经建立起了庞大的GSM/CDMA手机通信网络,而且卫星通信系统也正在迅猛发展。基于TCP/IP协议的网络可以包容性能和构造差别很大的底层硬件和协议,而充裕的IPv6地址又克服了许多IPv4中非常难以解决的问题(比如IPv4中移动IP要采用的“代理”技术)。基于蜂窝无线网络的移动IP技术框架结构模型如图1所示。

由图1可见,框架中又可分为三部分:MANET、独立移动设备(IMD)以及有线Internet。这三部分在整个网络框架中所起的作用有很大差别。

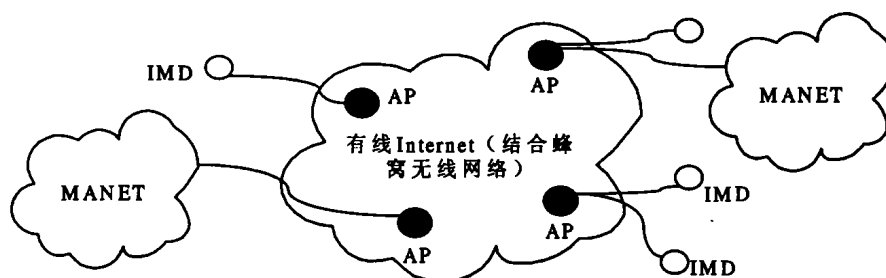


图1 基于蜂窝无线网络的移动IP总体框架

2 MANET网络^[2]

MANET网络是Mobile Ad hoc Network的简称,也就是移动的自组织网络,在这种网络中包含着1到N个移动节点,N的值取决于IPv6源路由扩展头中预留的源路由节点的位数。这里我们设为 $N_{max}=255$ 。

在MANET网络中的节点运行适用于其自身特点的路由协议,比如DSR协议,每个节点都可以为MANET中的其他节点分发或者中继IP路由分组,也就是支持节点间的分组多跳。MANET网络的内部框架如图2所示。

由于MANET中的各个节点可以相互转发IP分组,因此它可以在没有基站网络支持的情况下运行。在这种网络中,在经过MANET网管授权的情况下,其中的每个节点在技术上都可以通过接入点(AP)与有线Internet相连。

在MANET网络中各节点支持TCP/IP(IPv6)协议,但在IP层和物理层与有线网络有很大差别,它使用的是无线介质,比如802.11无线网卡、无线Modem、电台或者支持2G/3G的通信设备。其网络协议体系结构如图3所示^[4]。

在IP层中,各节点因为要支持对等节点的IP分组转发,因此需要使用IPv6中的源路由扩展头^[3],其格式如图4所示。

^{*} 国防科工委车际数据传输重点攻关项目。张全新 博士研究生,主要研究方向为移动无线网。宋瀚涛 博士生导师,主要研究方向为移动无线网,异构数据库等。

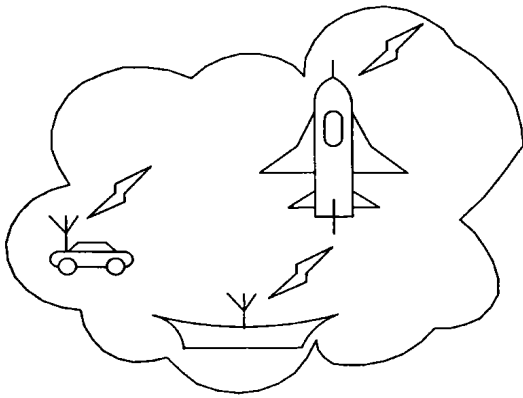


图2 MANET 网络内部框架

高层协议			
TCP		UDP	
IP(DSR)			
802.11网卡	无线 Modem	电台	2G/3G 设备
低层协议			

图3 MANET 中的网络协议体系结构

后继头	路由类型	地址总数	下一地址
保留			
地址[1]			
⋮			
地址[n]			

图4 IPv6 的源路由扩展头

其中“后继头”指的是紧跟在源路由扩展头后面的扩展头，“路由类型”标明这个是 IP 源路由扩展头，值为43，“地址总数”是指包含在这个扩展头中的源路由地址个数，“下一地址”是指明 IP 分组下一步要经过的节点地址。

当 MANET 中经过授权的节点要与 Internet 通信时，它首先向附近的 AP 发送 ROUT_REQUEST 分组，请求与这个 AP 建立连接，ROUT_REQUEST 中包含着节点的相关信息，比如 IP 地址，期望的 QoS 类别等。当附近的 AP 可以响应节点的请求时，就返回一个 ROUT_REPLY 分组，通知发出请求的节点它可以使用的路由器 IP 地址和其他必要的信息。这个连接建立起来之后，节点就可以通过指定的路由器收发数据。

3 独立移动设备(IMD)

IMD 一般是指手持或便携式移动设备，比如 IP 手机，移动 EMAIL 收发器等。这种设备的特点是体积小、重量轻、便于携带，而且价格便宜，普及率高。由于受体积和价格的限制，这种设备一般采用嵌入式技术，用固化软件支持 TCP/IP 协议，而且它们一般不支持 MANET 路由协议的转发功能。IMD 通过接入点 AP 与有线 Internet 相连。每个 IMD 周期性地发送 ROUT_REQUEST 分组，收到 ROUT_REQUEST 分组的 AP 就向其返回 ROUT_REPLY 分组，其中携带有 AP 的路由器地址等信息，通知当前的 IMD 自己可以为其转发 IP 分组，并且应答的 AP 还向有线 Internet 中其他路由器通过路由器间分发协议（比如 GGP）发布当前 IMD 的位置消息，这样想与当前 IMD 通信的路由器或者其他 IMD 就能确

知节点间的连接路由，而不用广播方式查找。当 IMD 从一个 AP 的覆盖范围漫游到另一个 AP 的覆盖范围时，原来的 AP 要向新的 AP 转交对 IMD 的路由控制权，新的 AP 要重新向有线 Internet 中其他路由器发布 IMD 的位置信息。

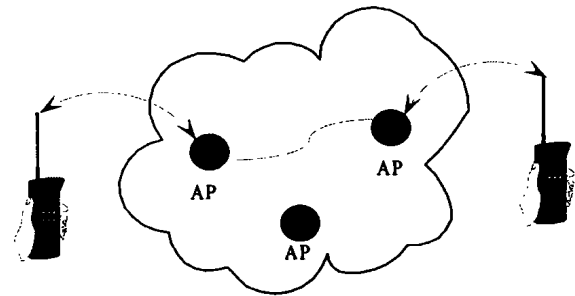


图5 IMD 通信过程

4 有线 Internet

为了实现有效的移动 IP 技术，就要在尽量运用现有设备和技术的基础上对传统的 Internet 进行改进，使其适应对移动 IP 分组的支持。在上述各图中的接入点 AP，是连接有无线发射设备的路由器。无线发射设备主要是指目前用于 2G/3G 通信的无线基站，再加上无线 modem 及电台连接的无线设备等辅助设施构成。以连接 2G/3G 无线基站的 AP 举例，其至少要具备两个端口，一个与无线发射设备连接，另一个通过高速链路与其他路由器连接。当无线基站与某个移动节点建立连接后，一方面路由器读取无线基站获得的当前移动节点的 IP 地址信息，把它存放在自己的路由表中，并且把自己对当前节点的路由控制信息向网络中的其他路由器发布出去，另一方面，此路由器通过无线基站向当前移动节点返回自己的 IP 路由地址等信息，使当前节点能通过自己收发 IP 分组。

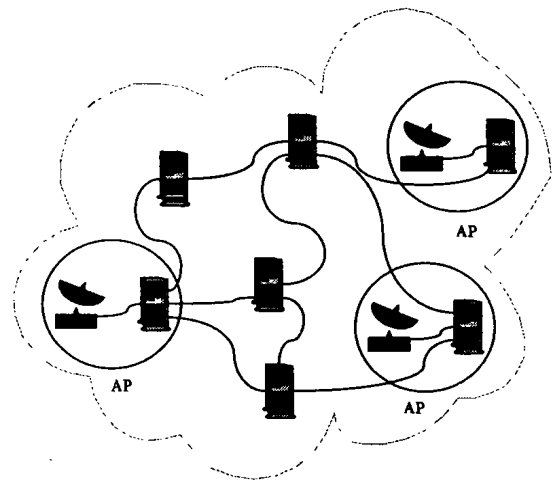


图6 Internet 中 AP 结构以及与路由器的关系

由于有些移动节点漫游速度非常快，比如车载设备，往往会在多个 AP 间快速移动。由于其在不同 AP 间切换的频率非常高，会造成大量的路由广播信息，占用带宽，因此必须控制快速移动的节点的路由广播信息。具体做法是节点接入网络后，某个覆盖其所在位置 AP 记录其位置信息，当节点移出当前 AP 后，只要节点所在位置的新 AP 与原 AP 之间的网络跳数 $\text{hop} \leq 2$ ，则新 AP 设置 IP 分组头中的 $\text{Hop_limited} = 2$ ，然后广播节点的当前位置信息，而网络依然采用原 AP 转发移动节点的 IP 分组。其过程如图7所示。

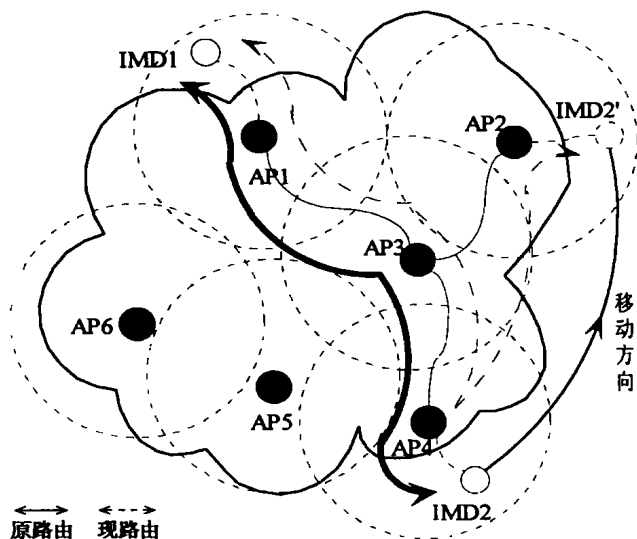


图7 对快速移动节点的路由处理

在图7中,IMD2表示处于快速移动状态的节点,它要与IMD1进行通信。初始时刻 T1时 IMD2的位置在图中右下角,AP4获得 IMD2的位置、IP 地址等相关信息,并且把 IMD2的信息向网络中其他的 AP 和路由器发布,此时 IMD1和 IMD2的通信路由为 AP1,AP3,AP4。IMD2的移动方向如图中所示,当到达时刻 T2时,IMD2到达了位置 IMD2',即图中的右上角。此时 IMD2' 处于 AP2的无线覆盖内,因为 AP2和 AP4之间是两跳,所以 AP2只向网络中两跳范围内的路由器和 AP 广播 IMD2' 的位置信息,并把往来于 IMD2' 的 IP 分组通过路由器间高速网络传送给 AP4转发。此时 IMD1和 IMD2' 之间的路由为 AP1,AP3,AP4,AP3,AP2。看上去在 AP3和 AP4之间有重复链路,但是比起频繁广播的路由信息,这种代价要小得多。

5 AP 中处理无线移动节点过程

AP 是实现整个移动 IP 网络的桥梁,是非常关键的点。在 AP 中处理移动节点的流程图如图8所示。

结论 IPv4取得了巨大的成功,当今世界移动上网/通信是一大发展趋势,但IPv4有限的地址限制了其在移动IP中

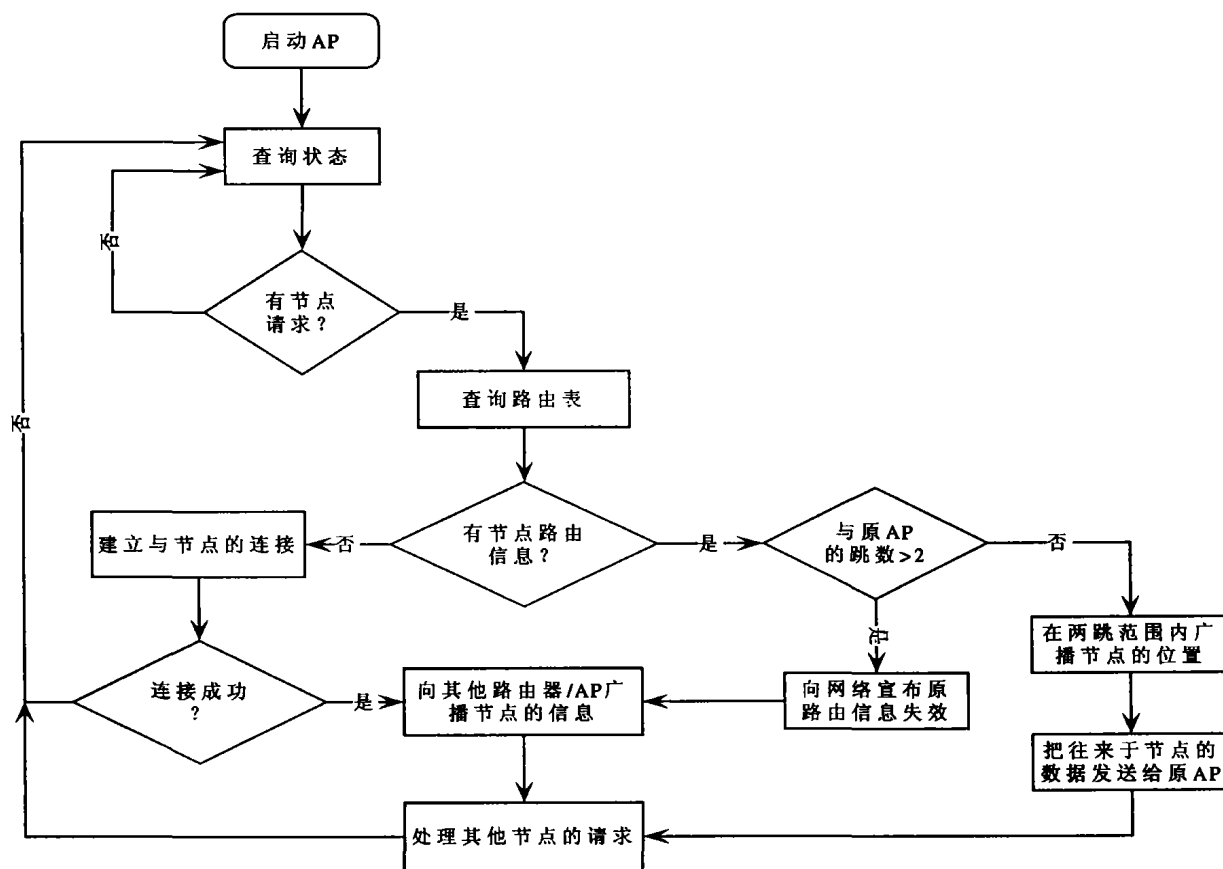


图8 AP 处理移动节点请求的流程图

的有效应用,IPv6具有充裕的地址空间,可以把人们从地址的束缚中解放出来,而经过多年努力建成的蜂窝无线通信网络为无线移动节点提供了广阔的平台,利用 TCP/IP 协议对底层设备的兼容性,把这两种技术结合起来,既充分利用了现有技术,降低成本,又提高了可行性。

参考文献

1 周武场,等. 无线互联网. 人民邮电出版社,2002

- Johnson D B, Maltz D A, Hu Y-C, et al. The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks, IETF MANET Working Group, INTERNET-DRAFT
- Comer D E. Internetworking with TCP/IP---Principles, protocols, and architecture, Tsinghua University Press, 1998
- 刘卫国. 移动分组无线网路由协议的研究与实现:[北京理工大学博士学位论文]. 2002年1月
- Huitema C. IPv6 The New Internet Protocol. Prentice-Hall International Press, 1999