

IEEE802.11 中的位置管理

晋晓辉, 裴珂, 郭峰, 李建东

(西安电子科技大学综合业务网国家重点实验室, 西安 710071)

摘要: 无线局域网是将 Internet 技术和移动通信技术相结合实现“最后一公里”的重要手段之一。本文提出了无线局域网中的四种位置管理策略, 并就无线局域网中分布式系统分别采取有线介质和无线介质的情况, 对四种位置管理策略加以比较。性能分析结果表明: 针对有线分布式系统, 策略 a 和 d 是较好的方法; 针对无线分布式系统, 策略 d 是较好的方法。

关键词: 无线局域网; MAC; 分布式系统; 有线介质; 无线介质

中图分类号: TN925⁺.93 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112(2000)07-0107-04

Location Management in IEEE 802.11

JIN Xiao-hui, PEI Ke, GUO Feng, LI Jian-dong

(National Key Lab. of ISN, Xidian Univ., Xi'an 710071, China)

Abstract: WLAN(Wireless local area network), an integration technology of Internet and mobile communication, is one of the solutions to realize “the last mile”. This paper presents four kinds of location management of WLAN to analyze their performance with wireless distribution system and wire distribution system respectively. The results prove that strategies a and d are suitable for wire distribution system and strategy d is the best method for wireless distribution system.

Key words: WLAN; MAC(Medium access control); distribution system; wireless media; wire media

1 引言

Internet 和移动通信是 90 年代的两大热门技术, Internet 以其覆盖范围广泛、信息资源丰富、能连接多种异质网的特点成为当今规模最大和最有发展前景的网络; 而移动通信适应了人们移动性日益增加的生活习惯和随时随地获取信息的需求。把二者紧密的结合来传输语音、数据、图像等多种业务, 是人类实现 5W 理想通信模式的重要手段之一。IEEE 委员会成立了 IEEE802.11 工作组, 致力于无线局域网 WLAN(Wireless Local Area Network) 的研究工作, 并制定了 IEEE 802.11 标准^[1]。WLAN 既是 Internet 的无线扩展, 也可作为移动通信的接入点, 是移动主机接入网络的主要方式之一, 因此成为人们研究的热门课题。

位置管理是一个网络必不可少的组成部分。通过位置管理, 移动主机的位置更新能很快地为系统所知, 从外部来的呼叫或访问可以很快地找到主机当前的位置。在第二代数字移动通信系统中, 位置管理采用两层数据库, 即原籍位置寄存器(HLR)和访问位置寄存器(VLR)^[2]。按照 OSI(Open System Interconnection) 参考模型, 计算机通信网中, 网络层和介质访问层都有自己的地址标识, 只有二者相结合, 才能找到一个主机。在有线 Internet 中, 主机的位置由其网络地址和 MAC(Medium Access Control) 地址确定, 不同于数字移动通信系统

中的 HLR/VLR 模式。

WLAN 由于地址标识方式不同于话音网, 不能采用 PCS(Personal Comm. System) 中的 HLR/VLR 机制; 又由于无线方式的有限覆盖性和它的网络结构不同于有线局域网, 即使是同一子网的大多数主机之间也不能直接通信, 所以简单地由路由器根据子网地址判断、转发的方式不再适用。本文结合 IP(Internet Protocol) 通信的特点, 分析 WLAN 自身特点, 提出了 WLAN 的几种可能的位置管理策略, 通过分析得知: 根据不同的 DS(Distribute System), 可以采用不同的策略, 而策略 d 能更好地适应不同的 DS, 可以提高寻址效率。

2 WLAN 的结构

IEEE802.11 标准中给出了 WLAN 的拓扑结构, 如图 1 所示^[1,3]。

WLAN 引入了 DS 和 AP(Access Point) 的概念。IEEE802.11 规定了 AP 和 DS 的功能, 规定了无线信道上 MAC 层的帧格式, 但是没有规定 DS 的物理介质。由于 DS 可以用有线介质或无线介质, 其相应的 MAC 帧格式可以有所不同。DS 负责连接所有 AP 及帧的前向转发, 所以主机位置的更新消息必然要通过 DS 来传递。针对 DS 的不同的物理介质和 MAC 帧格式, 可以有不同的位置管理策略。

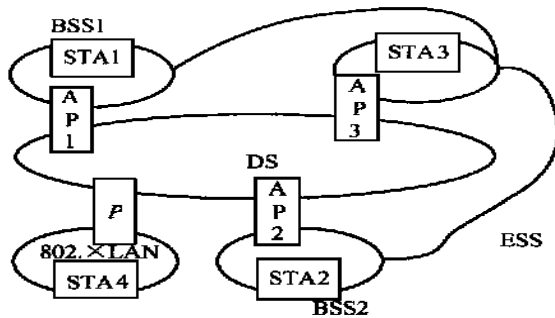


图1 WLAN的拓扑结构

3 WLAN的位置管理

当今最常用的有线局域网 MAC 协议是 IEEE802.3, 其帧格式如图 2 所示^[4]:

DA	SA	Type	DATA	CRC
----	----	------	------	-----

图2 IEEE802.3的MAC帧格式

IEEE802.11中建议了当 DS 为无线介质时, 从一个 AP 转发到另一个 AP 的数据帧的 MAC 帧格式, 如图 3 所示^[1]:

Frame Control	Duration	RA	TA	DA	SEQ	SA	DATA	FCS
---------------	----------	----	----	----	-----	----	------	-----

图3 IEEE802.11的数据MAC帧格式

其中 RA 为接收该帧的 AP 中 DS 侧的 MAC 地址, TA 为转发该帧的 AP 中 DS 侧的 MAC 地址, SA 为信源的 MAC 地址, DA 为信宿的 MAC 地址.

由图 1 可见, WLAN 相对于有线网络多了一层结构—AP, AP 的工作方式必然影响位置管理的效率. 结合两种 MAC 帧格式和 AP、路由器中主机地址的存放方法, WLAN 就有四种位置管理策略, 如表 1.

表1 四种位置管理策略

	采用 IEEE802.3 的帧格式	采用 IEEE802.11 的帧格式
AP 只存放本 BSS 内主机的地址, 路由器储存本子网所有主机的 MAC 地址和 IP 地址对应关系表	策略 a	策略 c
AP 存放所有 AP 及其服务的所有主机的 MAC 地址及对应关系, 路由器储存本子网所有主机的 MAC 地址和 IP 地址对应关系, 及其所属 AP 的 MAC 地址	策略 b	策略 d

这里需要说明的是, 为了更具有普遍性, 这里不单独考虑 IEEE802.3(IEEE802.11)的帧格式更适用于有线介质(无线介质)的特性, 而是把它们和 AP 的工作方式组合成一个整体, 在不同的 DS 介质上加以比较.

以图 1 为例, 做一详细解释. 为方便起见, 本文不讨论 IP 层的移动, 即 Mobile IP. 以一个 ESS(Extended Service Set) 为一个 IP 网段, 有线网为 IEEE802.3 LAN, STA4 为其上的一个固定主机, STA1, STA2, STA3 分别为位于 AP1, AP2, AP3 的基本服务组 BSS 中的移动主机, Portal 简化为一个路由器 Router. STA1 (STA2, STA3) 和 STA4 不属于同一 IP 网段.

3.1 DS 介质为有线介质

假设 DS 以最常用的 IEEE802.3 LAN 的方式工作, 所有 AP 都能侦听到 DS 上的帧. 以 STA4 与 STA1 通信为例.

对于策略 a, Router 收到 STA4 发来的帧, 根据子网前缀判断出是发给本子网的, 应用 ARP 协议或查 MAC 地址和 IP 地址对应表, 得到 STA1 的 MAC 地址, 装成 IEEE802.3 的帧, 广播到 DS 上; 所有的 AP 都收到该帧. AP1 判断出其目的地址位于自己的 MAC 列表中, 接收并转发给目的主机 STA1; AP2, AP3 判断出该帧目的地址不属于本身 MAC 列表, 丢弃该帧. 此情况类似于有线网的工作原理, AP 充当了网桥的作用.

策略 b 同策略 a, 只是 Router 和 AP 中多存放了一部分 MAC 地址, 查找速度就比策略 a 慢.

对于策略 c, Router 判断出 STA4 发来的帧是发给 STA1 的, 然后组装成符合 IEEE802.11 标准的帧, DA 为 STA1 的 MAC 地址, SA 和 TA 都是自己的 MAC 地址, 由于不知道 STA1 位于哪个 AP 的 BSS 中, RA 置为广播地址, 再广播出去. 所有的 AP 判断出该帧的 RA 为广播地址, 然后再查询 DA 是否属于自己的 MAC 列表, AP1 接收并转发; AP2, AP3 查询后丢弃该帧.

对于策略 d, Router 进行如上的格式转换后, 广播该帧, 但该帧的 RA 改为 AP1 的 MAC 地址; AP1 判断出该帧的 RA 为自己, 就直接转发, 不再判断其 DA 是否属于自己的 MAC 列表; AP2, AP3 判断出该帧的 RA 不是自己, 丢弃该帧. 此时的查询时间要比策略 c 短.

3.2 DS 介质为无线介质

根据无线传输的覆盖范围有限特点, 做假设如下: Router、AP1、AP2 都能直接收到对方发来的信息, AP2、AP3 能直接收到对方的信息, AP1(Router) 和 AP3 不能直接收到对方的信息. 以 STA4 和 STA3 通信为例.

对于策略 a, Router 收到 STA4 的帧后, 广播出去. AP1、AP2 收到该帧后, 判断出目的主机不在自己的 BSS 中, 若简单丢弃, 则 STA3 永远收不到 STA4 发来的帧; 若所有的 AP 都不执行网桥的生成树算法, 只是将该帧再次广播出去, 就会引起广播风暴; 若 AP 运行生成树算法^[5], 把所有的 AP 连成一个有序、无环路的网络, 则网络转发情况如表 2.

表2 策略 a 时采用生成树算法时网络转发情况

	AP1 收到, 查出 STA3 在某一异地, 向 AP2 转发	AP2 收到, 查出 STA3 在某一异地, 向 AP3 转发	AP3 收到并转发 STA3
Router 广播该帧	AP2 收到, 查出 STA3 在某一异地, 向 AP3 转发	AP3 收到并转发给 STA3	

发生的帧复制情况可由主机解决. 此时 AP 的生成树算法需维护两个异地 MAC 列表.

策略 b 的情况类似策略 a, 网络转发情况如表 2.

采用策略 c 时, 不采用生成树算法会引起广播风暴, 采用生成树算法时, 每个 AP 都需要多维护两个异地 MAC 列表.

采用策略 d 时, 采用生成树算法, 网络转发情况如表 3.

表 3 策略 d 时采用生成树算法时网络转发情况

Router 转发从 STA4 发来的帧, 其中 DA 为 STA3, SA、TA 为 Router 自己, RA 为 AP2, 而不是 AP3	AP1 收到, 向 AP2 转发, 只是将 TA 换为自己	AP2 收到, 将 TA 换为自己, RA 换为 AP3, 装帧, 转发	AP3 收到, 转发给 STA3
--------------------------------------------------------------------------	-------------------------------	--------------------------------------	------------------

以上所讲生成树算法都是只有所有的 AP 参加, 若将 Router 的 MAC 层也考虑进来, 则网络带宽利用率更佳. 以策略 d 为例: AP1 收到 Router 转发的帧后可以直接丢弃, 不需要再转发给 AP2. 此时, 没有帧复制, 且带宽利用率提高, 代价是 Router 的 MAC 层要增加生成树算法.

3.3 位置更新算法

当主机从一个 BSS (Basic Service Set) 移动到另一个 BSS 时, 会引起位置更新. 这里只讨论在一个 ESS 内部, 即在一个子网内部从一个 BSS 移动到另一个 BSS 时的情况. 因为 IEEE802. 11 中没有规定 DS 的工作方法, 所以在移动时只定义了主机和 AP 之间的信息交换, AP 之间的信息交换由网络设计者决定, 这里采用三次握手的方法在 AP 之间交换重登陆信息.

假设 STA1 在开机状态下从 BSS1 移动到 BSS2, 检测到 AP2 的信号质量更佳, 然后向 AP2 发送重登陆请求帧; AP2 根据该帧中的前一个 AP 地址 AP1, 向 AP1 发送重登陆请求; AP1 在确定 STA1 是已经认证过的主机后, 发回重登陆响应; AP2 收到重登陆响应后, 向 STA1 发送重登陆响应, 此时针对不同的位置管理策略, 可采用不同的方法.

⊗ 对于 (a) 和 (c) , AP2 可直接向 AP1 发送信息, 表示已收到 AP1 的重登陆响应; AP1 从自己的 MAC 列表中删除 STA1.

⊗ 对于 (b) 和 (d) , AP2 首先通知所有 AP 和本子网 Router 的位置管理代理——一个工作在 MAC 层的程序, 更新其 MAC 列表, 将 STA1 的对应关系从 AP1 移动到 AP2. 然后可再次发送信息, 表示已收到 AP1 的重登陆请求.

STA1 收到 AP2 的重登陆响应后, 将所属 AP 换为 AP2. 至此, STA1 的移动完成.

4 性能分析

假设一个 WLAN 中有 M 个 AP, AP_i 的 BSS 中有 N_i 个主机, 整个 WLAN 共有 N 个主机, MAC 列表的查找方式为顺序查找, 查找一个 MAC 地址所用时间为一个单位时间, 所有主机业务量相同. 针对四种策略, 本文就当 DS 选用有线介质或无线介质时, AP 中 MAC 列表大小、查找速度、路由器的 MAC 列表和查找速度等方面加以比较.

表 4 DS 采用有线介质时性能分析

DS 采用有线介质	策略 a	策略 b	策略 c	策略 d
AP_i 中 MAC 列表大小	$N_i + 1$	$M + N$	$N_i + 1$	$M + N$
AP_i 平均查找时间	$N_i/2$	$N_i/2$	$1 + N_i/2$	1
Router 中 MAC 列表	N	$M + N$	N	$M + N$
Router 平均查找时间	$N/2$	$(M + N)/2$	$N/2$	$(M + N)/2$

表 4 中可以看到, 采用策略 a 时, 每个 AP 存放的 MAC 地址数为 $N_i + 1$, 在判断某一帧是否是发给自己服务组中的主机, 需要查找该目的地址是否在自己的 MAC 列表中, 所以其顺序查找时间为 $N_i/2$. 此时, 因为 DS 采用的帧格式与有线网的相同, 所以路由器不需要进行格式转换. 采用策略 d 时, 虽然每个 AP 存放的 MAC 地址数比策略 a 中的多, 但判断 DS 上的一帧是否是发给自己服务组内的主机时, 只需判断该帧的 RA 是否是自己的 MAC 地址, 若是, 接收并转发; 不是则丢弃. 通常 AP 本身的 MAC 地址总是位于 MAC 列表的第一位置, 所以查表时间为 1. 此时路由器的查找时间比策略 a 的要多 $M/2$, 但通常 $N \gg M$, 所以 $M/2$ 与 $N/2$ 相比可以忽略不计. 由表 4 看出, 策略 a 相对于策略 d 的不利点是 AP 的查找时间较大, 且对于每一帧, 每个 AP 都要付出较多的时间进行查找. 而策略 d 要求路由器知道主机和 AP 的对应关系, 所以会改动现有路由器的 MAC 层软件.

由第 3 部分关于 DS 采用无线介质的讨论中得知, 采用生成树算法, DS 上才不会产生广播风暴, 以下关于无线 DS 的讨论都是基于生成树算法的. 采用生成树算法后, AP_i 的 MAC 列表不再简单的是 $N_i + 1$ 了, 而是一个本地 MAC 列表加上两个异地 MAC 列表, 分别存储其两侧的 MAC 地址列表, 本地 MAC 列表大小为 $N_i + 1$, 两个异地 MAC 列表之和为 $N - N_i$ 或 $N - N_i + M - 1$. 此时若 AP 中只包含本服务组内的主机, 则无法进行生成树算法, 每个 MAC 列表都应包含所有主机和 AP 的 MAC 地址, 即策略 a (策略 c) 演化为策略 b (策略 d), 下面就只比较策略 b 和策略 d . 假设所有主机都有相同的业务量, 归一化为 1, 则整个 WLAN 的业务量为 N , AP_i 中所有主机的业务量为 N_i , 所以 DS 上某一帧是发给 AP_i 的概率为 N_i/N .

无论是策略 b 还是策略 d , AP 和 Router 的 MAC 列表大小都为 $N + M$, Router 的查找时间都为 $(N + M)/2$. 策略 b 中 AP 的查找时间为 $(N_i/N) \times (N_i/2) + (1 - N_i/N) \times (N - N_i + M - 1)/2$, 策略 d 中 AP 的查找时间为 $(N_i/N) + (1 - N_i/N) \times (N - N_i + M - 1)/2$, 减小了 $(N_i/N) \times (N_i/2 - 1)$. 这是因为 DS 采用了 IEEE802. 11 的帧格式, AP 只需根据 RA 地址就可判断该帧是否是发送给本服务组内主机的, 省下了检查本地 MAC 列表的时间.

无论 DS 采用有线或无线介质, 策略 a 、 b 都不需要路由器进行格式转换, 策略 d 就需要路由器进行 IEEE802. 3 和 IEEE802. 11 之间的格式转换了. 无论哪种策略, AP 都要进行帧格式转换. 这是由于在 DS 中传输的帧格式和在 BSS 内无线信道上传输的帧格式不同.

由以上的讨论可知: 当 DS 采用有线介质时, 策略 d 中 AP 的查找时间为 1, 小于策略 a 的查找时间, 这个优势是以多占用 $M + N - N_i - 1$ 个 MAC 地址空间换的. 以一个 C 类子网为例, WLAN 内主机数不超过 255, 所以策略 d 多占用 $(255 + M - N_i - 1) \times 48$ 字节的存储单元, 而这在硬件上易于实现的. 当 DS 采用无线介质时, 在占用相同的存储单元, 策略 d (c) 的查找时间要比策略 b (a) 小 $(N_i/N) \times (N_i/2 - 1)$. 采用生成树算法, 可以减少 DS 上 AP 对帧的复制/转发, 提高带宽利用率. 策略 d 的另一个优点是两个采用不同 DS 介质的 WLAN

可以方便的互连.

由此可知, 策略 d 是最佳方案, 而当 DS 采用有线介质时策略 a 是一个可用的候补方案. 策略 b 和策略 c 明显不如策略 a 和策略 d , 可以不予考虑.

无论采用哪种策略, DS 的设计对于移动主机都是透明的, 这一点是至关重要的.

本文只探讨了一个 WLAN 就是一个 IP 子网和主机只在一个 WLAN 中移动时的情况, 涉及到 Mobile IP 的移动, 留待进一步研究.

参考文献

- [1] IEEE802.11 Draft standard for wireless LAN medium access control and physical layer specification, 17 March, 1997
- [2] 李建东, 杨家玮. 个人通信(第8章). 北京: 人民邮电出版社, 1998
- [3] 郭峰, 曾兴雯, 刘乃安, 马义广. 无线局域网(第3章, 第4章). 北京: 电子工业出版社, 1997
- [4] ANSI/IEEE Std 802.3. IEEE Standards for Local area networks: carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications, 1990

- [5] IEEE Std 802.1D. IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Media Access Control (MAC) Bridges, 1990



晋晓辉 分别于1994年和1997年在西安电子科技大学获得学士学位和硕士学位, 现在该校攻读博士, 感兴趣的研究方向为 WLAN, IPv6, QoS.

裴珂 1995年毕业于西安电子科技大学, 获学士学位, 现在该校综合业务网国家重点实验室攻读博士学位, 感兴趣的研究方向为高速无线接入, 无线 IP 及 CDMA.

中国电子学会首届纳米技术与应用学术会议 征文通知

中国电子学会为进一步推动和交流我国纳米技术领域的研究开发成果, 兹定于2000年11月27日~12月1日在福建省厦门市召开中国电子学会首届纳米技术与应用学术会议, 本次会议的重点为与信息领域相关的纳米科学技术, 欢迎大家踊跃投稿, 参加会议。

一、征文内容

- (1) 纳米电子学与纳米器件
- (2) 纳米材料与纳米结构
- (3) 微机电系统(MEMS)
- (4) 纳米加工与测量技术
- (5) 纳米科学技术的基础研究

二、征文要求

(1) 论文观点明确, 论据充分, 文责自负, 文字简洁通顺、数据准确、图表清晰, 计量单位及符号以国际为准, 中英文均可。

(2) 论文内容符合上述征文范围, 且尚未在国内外公开刊物或其他学术会议上发表过的学术论文。

(3) 为保证会议论文集的质量, 论文一律采用 A4 纸激光打印, 题目采用小 2 号粗黑体, 作者姓名、单位、正文采用 5 号宋体, 文内的小标题采用 5 号粗黑体。每篇论文以 4 页为宜,

正文不分栏。每篇论文一式两价。

(4) 为避免丢失, 应征论文请以挂号邮寄, 请附软盘或以 e-mail 方式发送秘书处, 电子版文件请用 WORD 进行排版。截稿日期 2000 年 9 月 30 日, 10 月中旬发录用及会议通知。

三、重要日期

2000 年 9 月 30 日论文征稿截止

2000 年 10 月 20 日发论文录用通知

四、来稿请寄

北京大学微电子学研究所 徐文华

邮政编码: 100871

联系电话: 010 62753137

传 真: 010 62751789

Email: zhangx@ime.pku.edu.cn

中国电子学会