



无线网络和移动网络



无线网络和移动网络

背景知识:

- 无线(移动)电话的用户数现在已超过了有线电话的用户数!
- 计算机网络:便携机,掌上型电脑, **PDA**s, **IP**电话允许随时、无缝地接入因特网。
- 两个重要的挑战:
 - 无线特性: 基于无线链路的通信;
 - 移动特性: 移动用户的网络接入点是变化的。



无线网络和移动网络

1 概述

2 无线链路和网络特性

3 Wi-Fi: IEEE 802.11无线
局域网

4 蜂窝因特网接入
体系结构
标准和技术

5 移动管理原理: 寻址和 移
动节点的选路

6 移动 IP

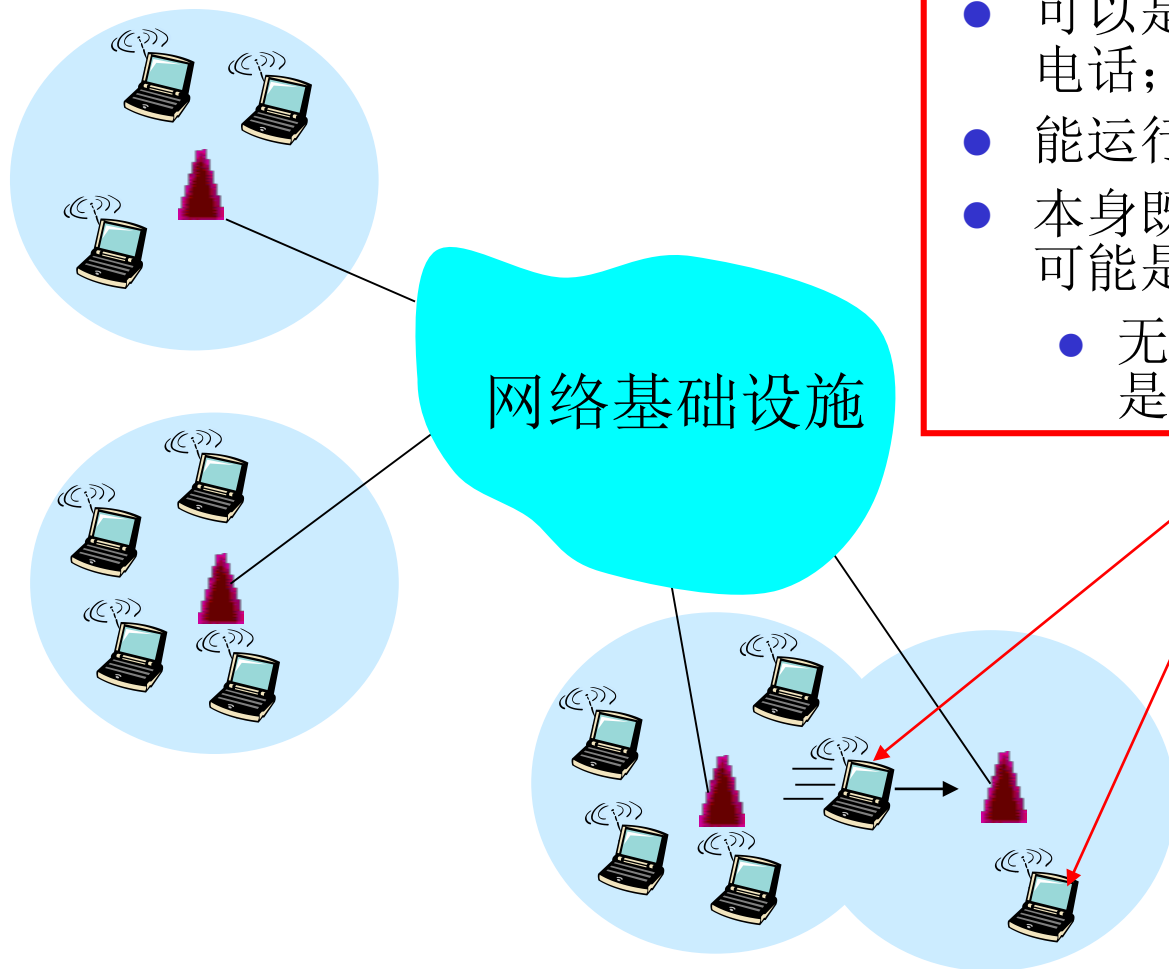
7 蜂窝网中的移动性管理

8 无线和移动性:对高层协议
的影响

9 小结



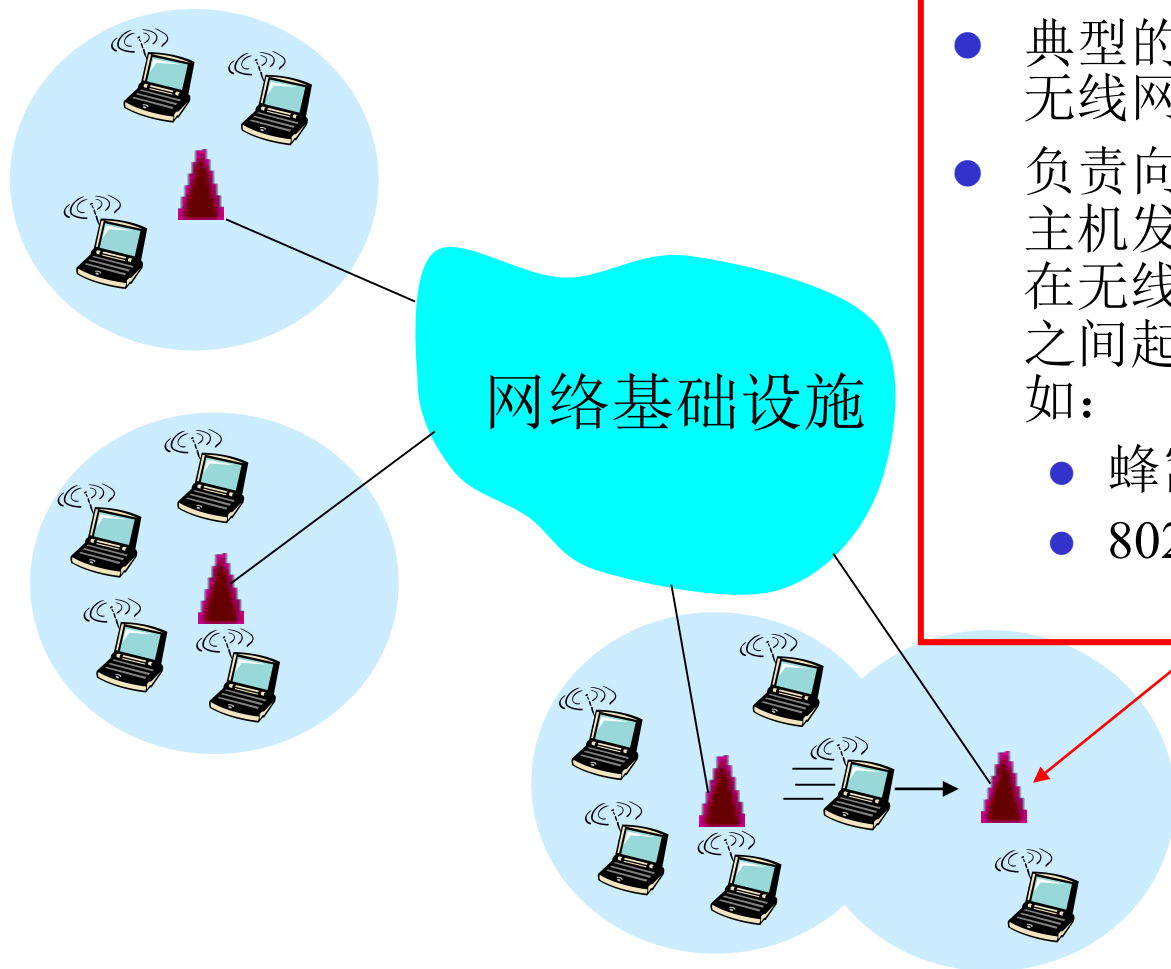
无线网络的元素



- 无线主机
- 可以是便携机, PDA, IP 电话;
- 能运行程序;
- 本身既可能是固定, 也可能是移动的.
 - 无线并非一定意味着是移动的.

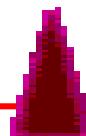


无线网络的元素



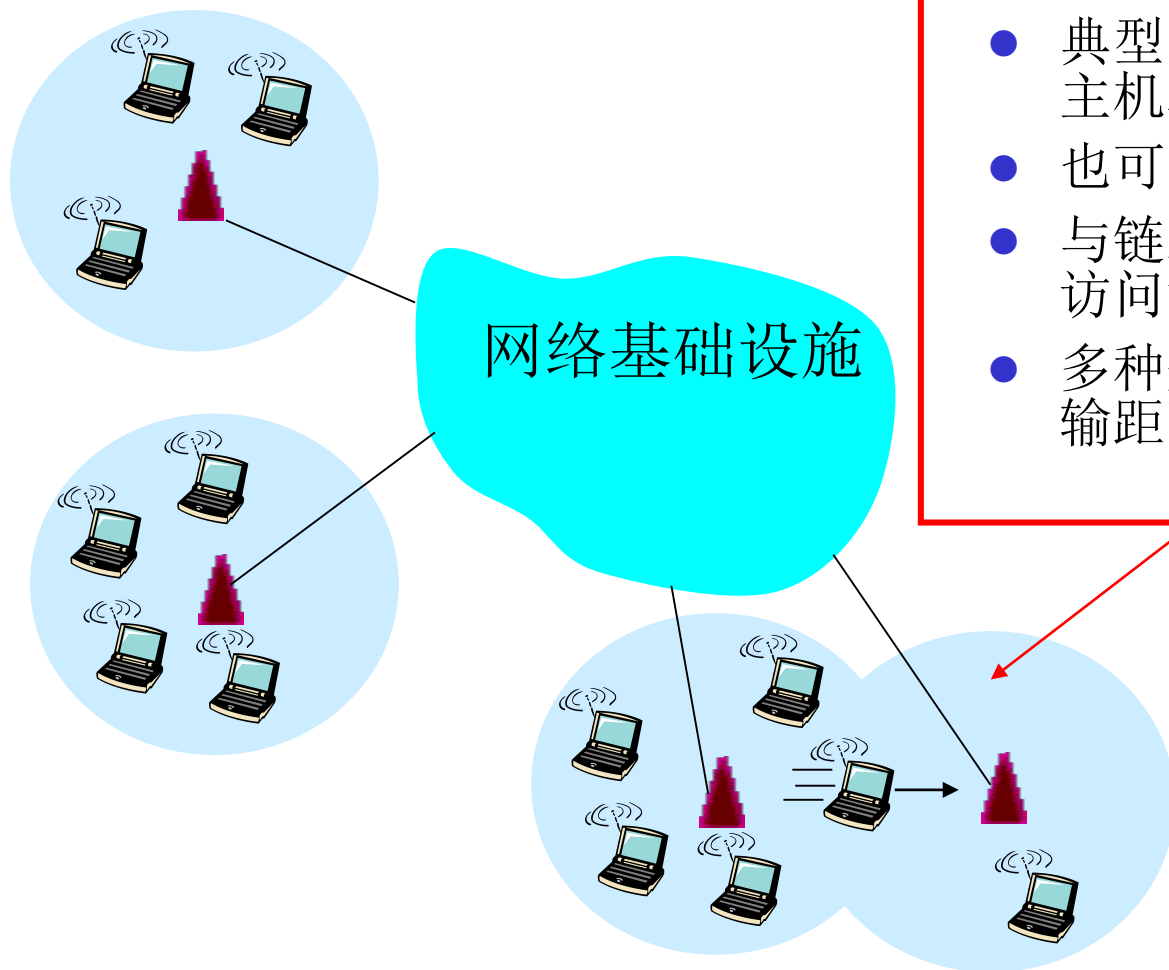
基站

- 典型的作用是用于连接无线网络;
- 负责向其覆盖范围内的主机发送和接收分组，在无线网络和无线主机之间起链路层中继作用。如：
 - 蜂窝塔
 - 802.11 接入点





无线网络的元素



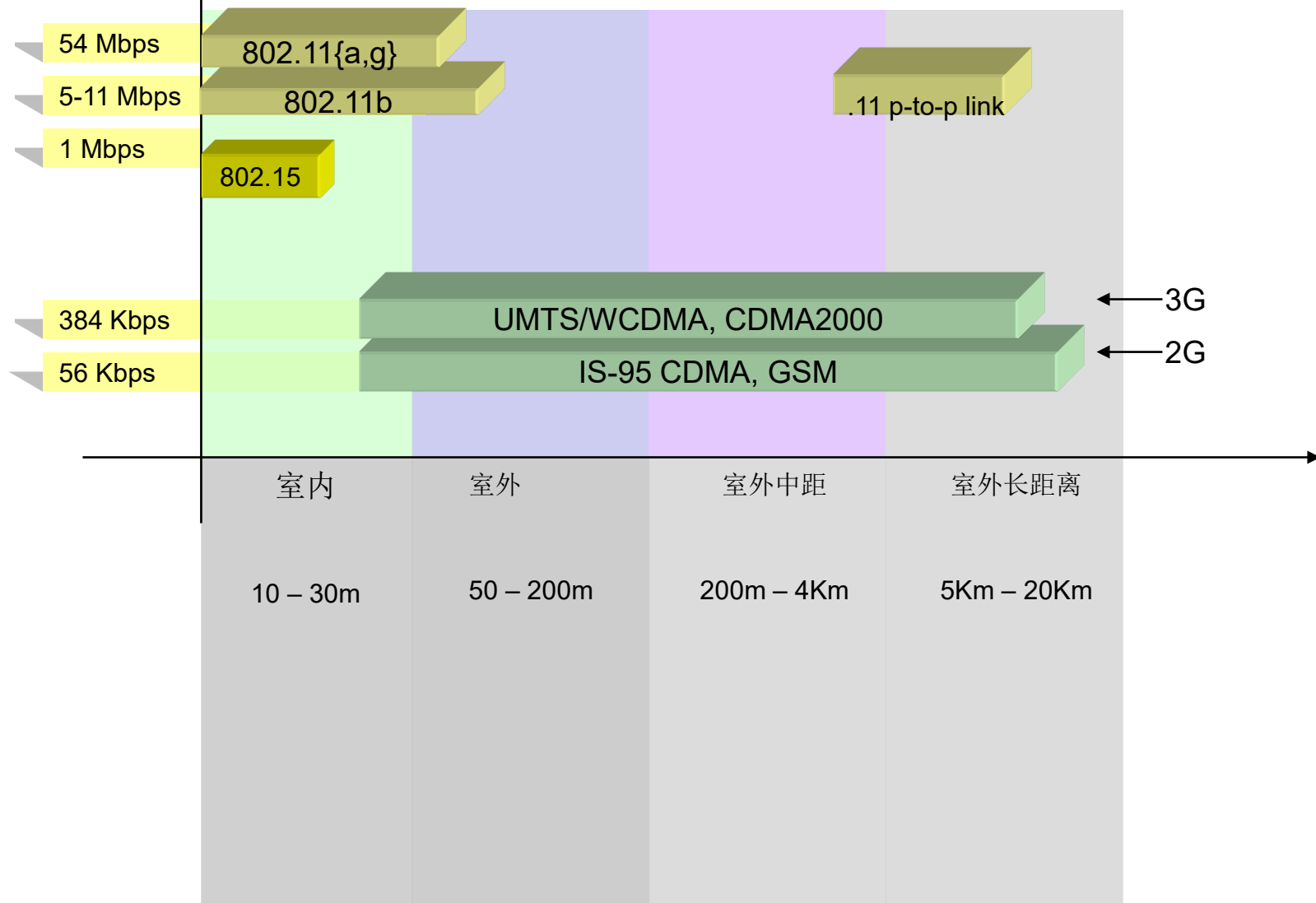
无线链路



- 典型的作用是用于移动主机和基站之间的连接;
- 也可以用于骨干链路;
- 与链路访问相匹配的多访问协议;
- 多种数据传输速率和传输距离

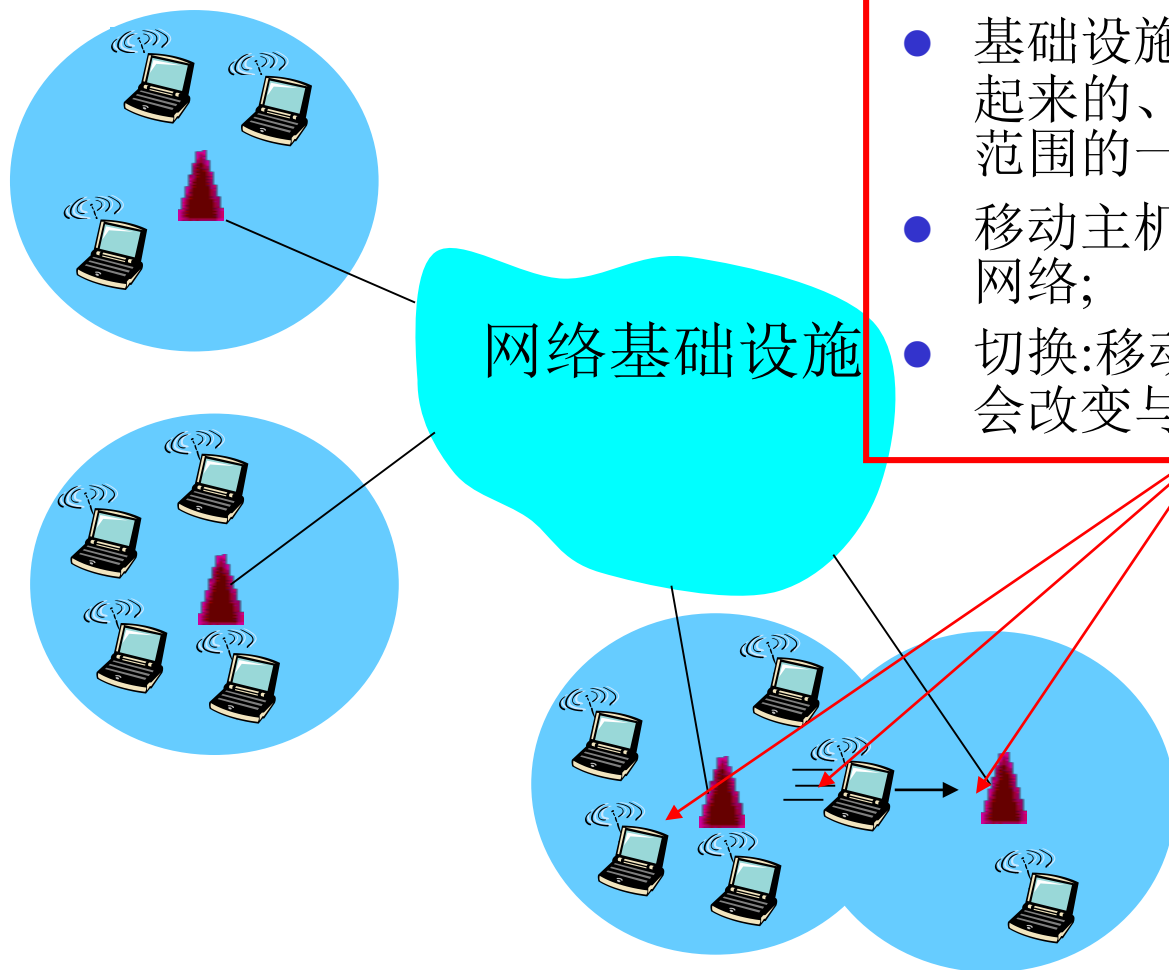


几种无线网络标准的链路特性





无线网络的元素

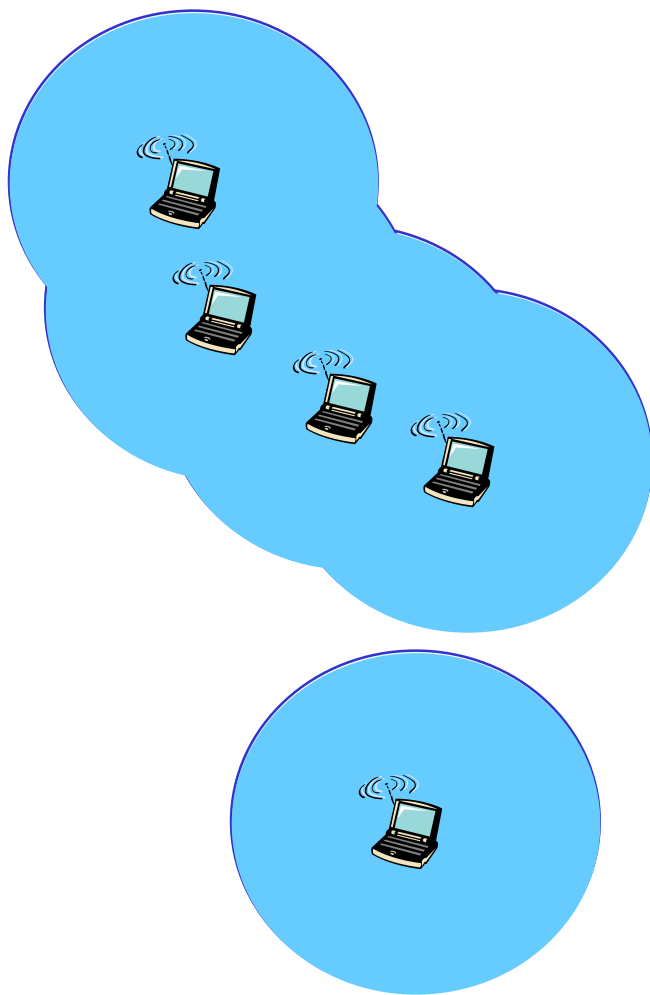


基础设施模式

- 无线局域网可分为两大类: 有固定基础设施和自组网络 (ad hoc 网络)。
- 基础设施模式是指预先建立起来的、能够覆盖一定地理范围的一批固定基站。
- 移动主机通过基站接入有线网络;
- 切换: 移动主机的移动可能会改变与之相关联的基站。



无线网络的元素



自组网络模式(Ad hoc 网络)

- 无基站;
- 节点(移动主机)仅仅能够在其覆盖范围内向其他节点传送数据;
- 节点之间相互通信组成的临时网络:在它们内部进行选路和地址分配.



无线网络和移动网络

1 概述

2 无线链路和网络特性

3 Wi-Fi: IEEE 802.11无线
局域网

4 蜂窝因特网接入
体系结构
标准和技术

5 移动管理原理: 寻址和 移
动节点的选路

6 移动 IP

7 蜂窝网中的移动性管理

8 无线和移动性:对高层协议
的影响

9 小结



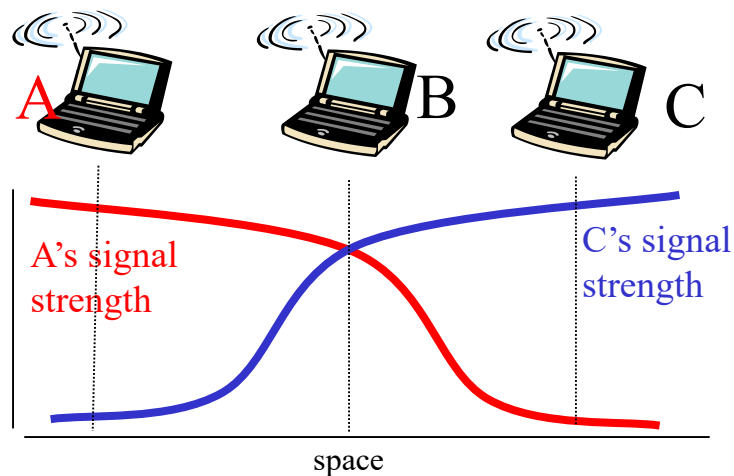
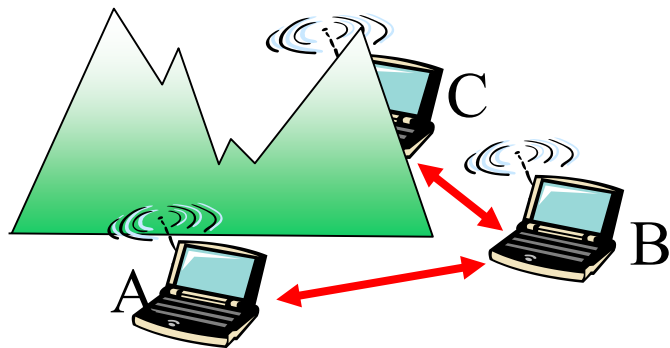
无线链路特性

- 与有线链路比较,差别有:
 - **递减的信号强度**: 电磁波穿过物体时强度将减弱 (所谓的路径损耗 **path loss**);
 - **来自其他信号源的干扰**: 无线网络会受到与其工作在同一标准频率(**2.4 GHz**)的其他设备(如电话、电动机)信号的干扰;
 - **多路径传播**: 电磁波的一部分受到物体地面的反射会以不同的路径、不同时间到达目的地。
- 这使无线网络的通信 (即使是点对点) 变得困难得多。



无线网络特性

多个无线用户进行多点访问时会产生新的问题:



隐蔽站问题:

1、存在障碍物

- B, C能互相“听见”;
- A, C两个站点不能互相“听见”, 即A, C不知道B对他们的干扰。

2、信号衰减

- B, A能互相“听见”;
- B, C也能互相“听见”;
- A, C因为B对他们的干扰则不能互相“听见”。



码分多址访问 (CDMA)

- **CDMA(Code Division Mutiple Access)**:就是每个用户可以在同样的时间内用相同的频带进行通信。由于各用户使用经过特殊挑选的不同码型,因此不会造成干扰。这种通信信号具有很高的抗干扰能力。
- 每个用户被指派一个惟一的**m bit**码片序列。
- 所有用户共享相同的频道,但每个用户用自己的“码片”序列对数据编码
 - 当站点发送比特“1”时,就发送指定给该站点的mbit码片序列;发送比特“0”时,发送此mbit码片序列的二进制**反码**
 - 习惯上,将码片序列中的“0”写成“-1”,“1”写成“+1”
- 允许多个用户共存和发送信号,且相互的干扰极小



CDMA 码片序列的特点

- r 每一个站的码片序列各不相同，互相正交。即
- 任何两个站点（如S和T站点）的码片向量的规格化内积为0。

$$S \bullet T = \frac{1}{m} \sum s_i t_i = 0$$

- 任何码片向量和自己的规格化内积为1。

$$S \bullet S = \frac{1}{m} \sum s_i s_i = 1$$

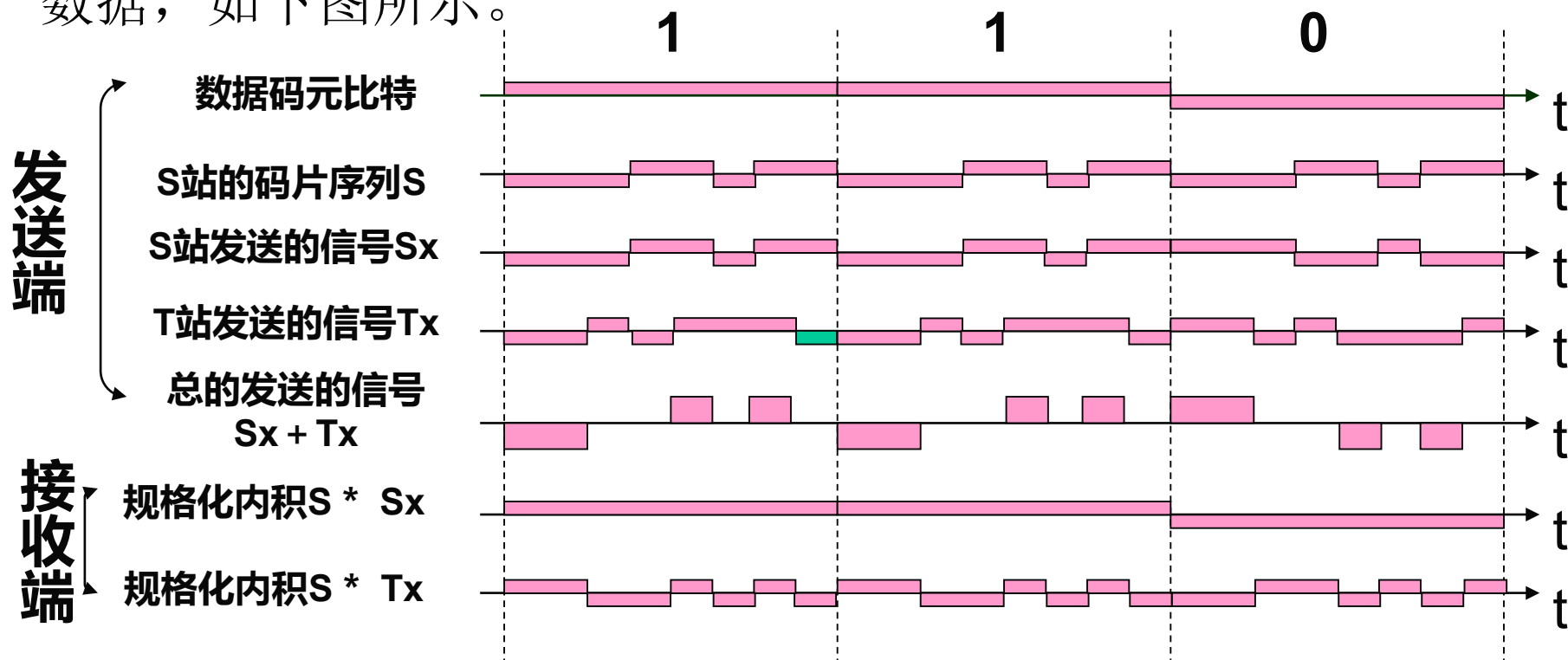
- 任何码片向量和其反码的规格化内积为-1。

$$S \bullet (-S) = \frac{1}{m} \sum s_i (-s_i) = -1$$



CDMA 工作原理示例

设有S站和T站均以相同频率发送数据，且接收站希望收到S站的数据，如下图所示。



S站的码片序列是 $(-1 -1 -1 +1 +1 -1 +1 +1)$ ，发送的数据是110

T站的码片序列是 $(-1 -1 +1 -1 +1 +1 +1 -1)$ ，发送的数据是110



无线网络和移动网络

1 概述

2 无线链路和网络特性

3 Wi-Fi: IEEE 802.11 无线
局域网

4 蜂窝因特网接入
体系结构
标准和技术

5 移动管理原理: 寻址和 移
动节点的选路

6 移动 IP

7 蜂窝网中的移动性管理

8 无线和移动性: 对高层协议
的影响

9 小结



IEEE 802.11无线局域网 (LAN)

r 802.11b

- 工作在不需要许可证的 2.4-5 GHz 的无线频谱上;
- 最高数据速率 11 Mbps
- 在物理层上采用直接序列扩频(DSSS):
 - 所有主机使用相同的码片序列
- 广泛采用,使用基站。

r 802.11a

- 频率范围:5-6 GHz
- 最高数据速率: 54 Mbps

r 802.11g

- 2.4-5 GHz 范围
- 最高数据速率 54 Mbps
- 都是使用CSMA/CA 协议实现多路访问;
- 都可以用于有固定基础设施模式和自组网络模式。

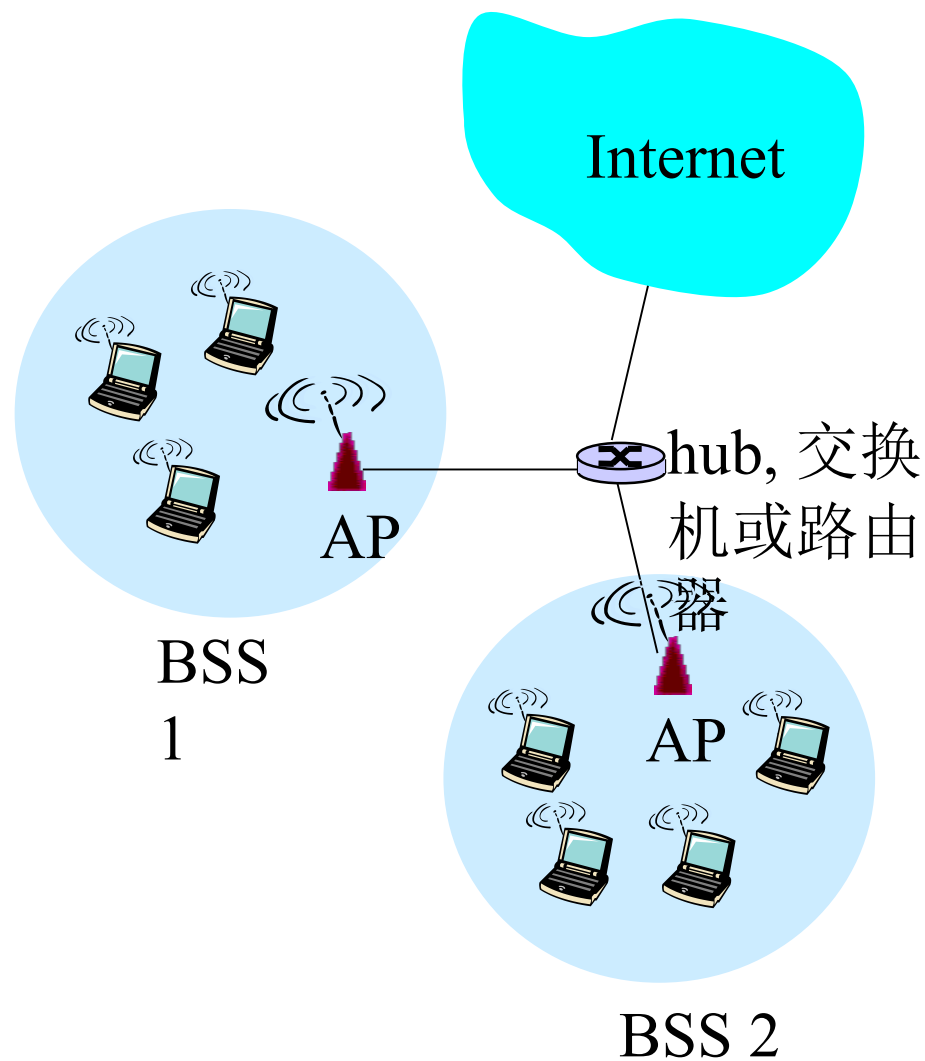


无线局域网概述

- 802. 11标准规定无线局域网的最小构件是基本服务集**BSS**，一个基本服务集**BSS**包括一个基站和若干个移动站。
- 所有的站在本**BSS**以内都可以直接通信，但在和本**BSS**以外的站通信时都必须通过本**BSS**的基站。一个基本服务集**BSS**所覆盖的地理范围叫作一个基本服务区**BSA**。
- 基本服务区**BSA**和无线移动通信的蜂窝小区相似。在无线局域网中，一个基本服务区**BSA**的范围可以有几十米的直径。
- 基本服务集里面的基站叫做接入点**AP**，但其作用和交换机相似。
- 一个基本服务集可以是孤立的，也可通过接入点**AP**连接到一个主干分配系统**DS**，然后再接入到另一个基本服务集，这样就构成了一个扩展服务集**ESS**。



802.11 LAN 结构

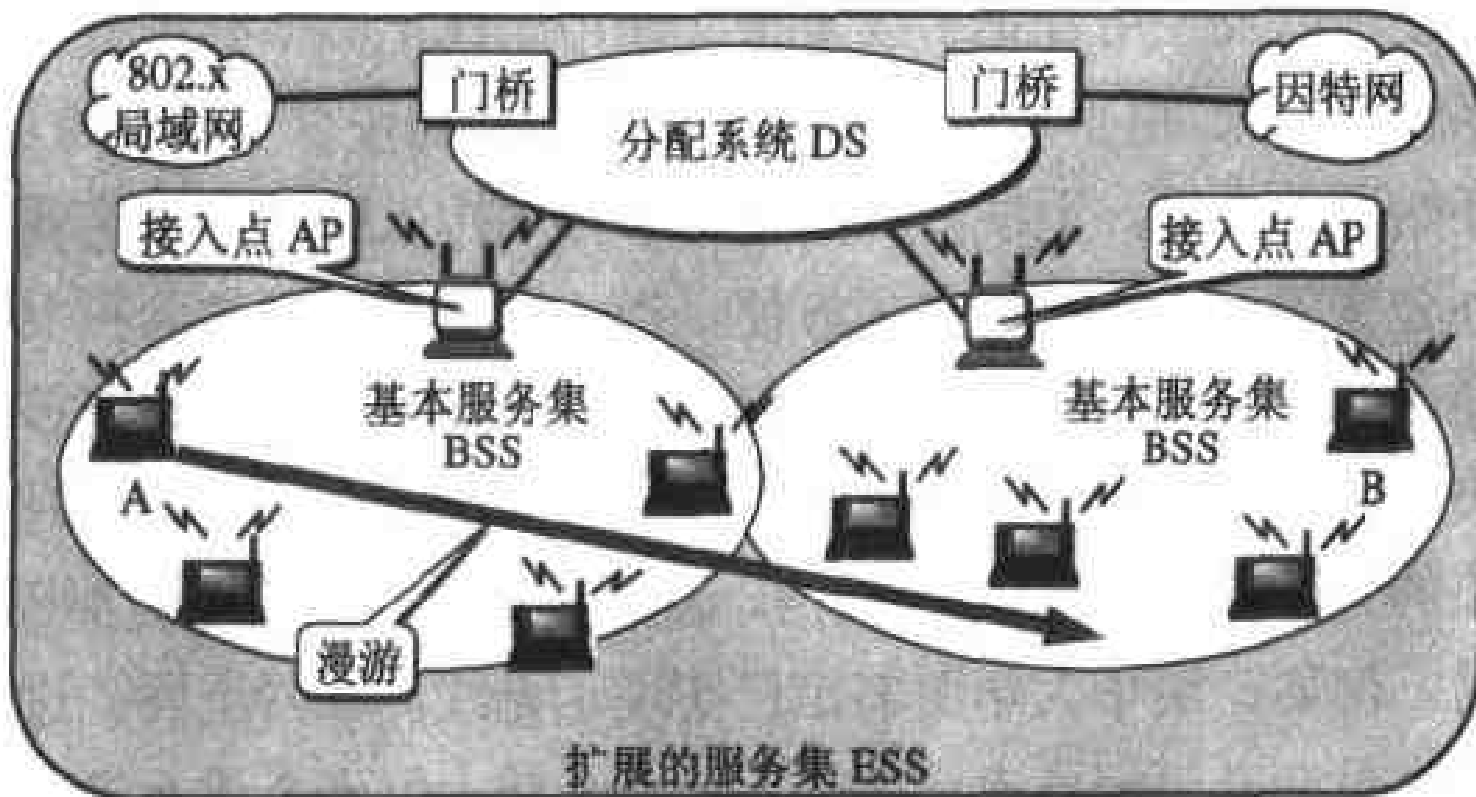


- 无线主机与基站通信
 - 基站=接入点(AP)
- 在有固定基础设施模式中的基本服务集(BSS) (也叫“蜂窝”) 包括:
 - 一个或多个无线主机
 - 一个接入点(AP): 基本服务集里面的基站;
 - 自组网络模式: 只有主机。



802.11 LAN 结构

在一个扩展服务集内的几个不同的基本服务集也可能相交的部分。
在图中给出了移动站**A**从某一个基本服务集漫游到另一个基本服务集，而仍然可保持与另一个移动站**B**进行通信。





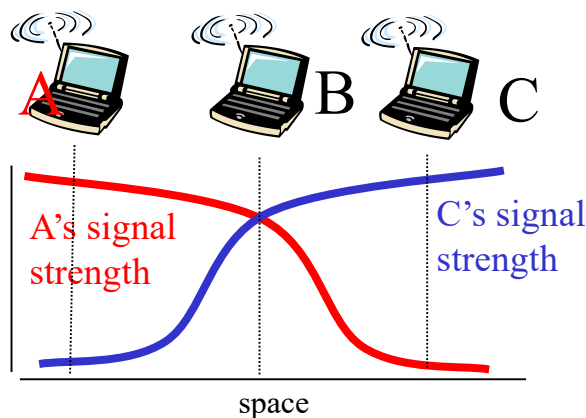
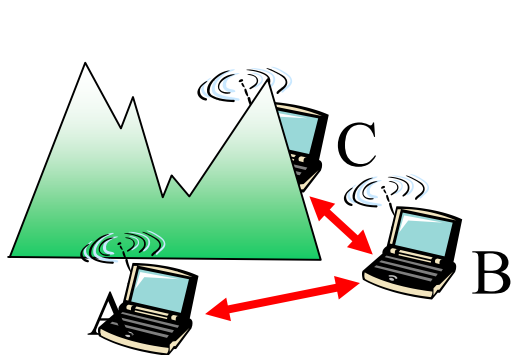
802.11: 信道, 关联

- 802.11b: 将2.4GHz-2.485GHz频谱在不同的频率上划分成11信道：
 - AP 管理员为AP分配一个信道号（频率）；
 - 冲突的可能性: 当一个AP选择的信道与邻近的AP相同时!
- 主机: 必须与一个AP相**关联**
 - 扫描信道, 找出该区域AP发出的信标帧, 包括AP的名称 (服务集标识SSID)和MAC地址;
 - 选择AP与之进行关联;
 - 可能需要身份鉴别;
 - 通常会运行DHCP 以获取在该AP子网中的一个IP地址。



IEEE 802.11: 多路访问

- 冲突避免: 2 个节点同时发送数据
- 802.11: **CSMA** - 发送数据前监听
 - 不会与正在发送数据的其他节点冲突
- 802.11: 无冲突检测!
 - 因为信号微弱或衰减的原因, 在发送数据时要接收或检测冲突很困难。
 - 不可能在任何情况下检测到所有的冲突: 隐蔽站, 信号衰减
 - 目标: 避免冲突: **CSMA/C(ollision)A(voidance)**





IEEE 802.11 MAC 协议: CSMA/CA

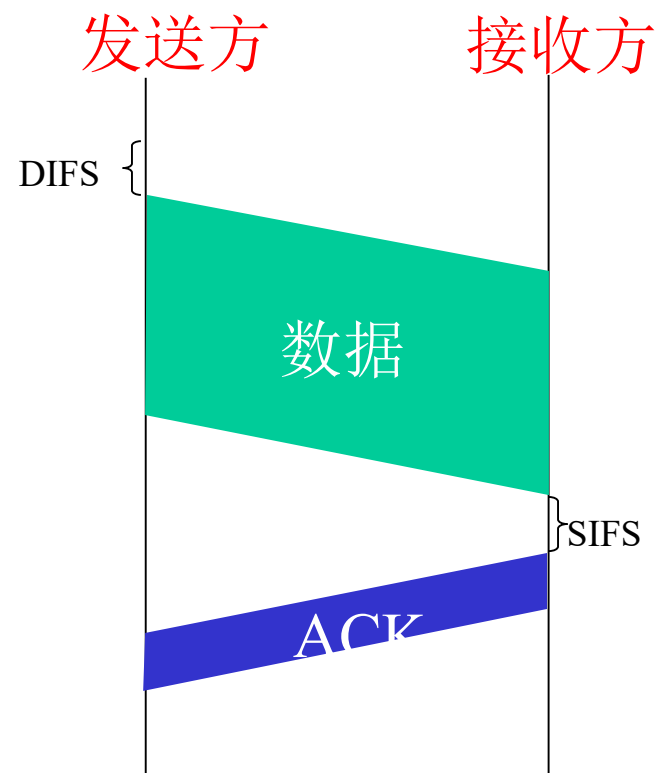
802.11 CSMA: 发送方

- 1 如果侦听到信道闲置了 **DIFS** 秒, 则传输整个帧 (无冲突检测)
- 2 如果侦听到信道忙, 则选择一个随机退避值 (**bakeoff**) 作为定时器的定时时间, 并在侦听信道闲置时递减该值。定时时间一到就发送数据。
- 3 如果没有收到确认 (**ACK**), 则增加随机退避时间, 重复第2步。

802.11 CSMA接收方

- 如果帧收到则OK

等待 **SIFS**秒后返回**ACK** (**ACK**是必须的
因为隐蔽站问题)





冲突避免

思路: 允许发送方“预约”信道而非随机访问 :避免长的数据帧冲突

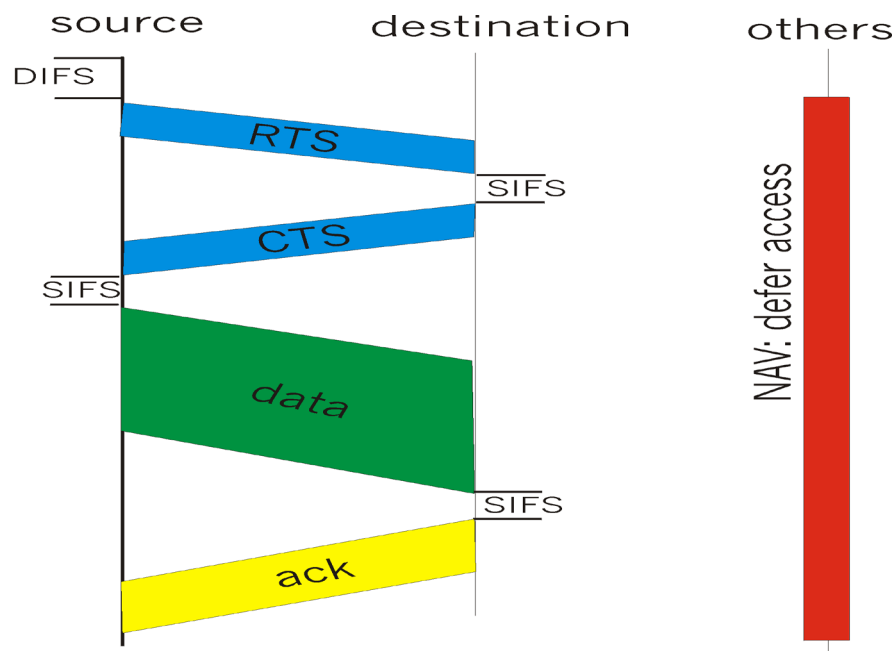
- 发送方在发送数据帧之前首先使用 **CSMA**协议发送一个短的请求发送 **RTS(request-to-send)**帧给BS:
 - **RTS**也可能仍会相互冲突 (但时间很短)
- **BS** 广播一个允许发送 **CTS (clear-to-send)** 帧响应 **RTS**
- **RTS** 被所有节点侦听到
 - 发送方发送数据帧
 - 其他站点推迟发送

使用短的预约帧可以完全避免数据帧发生冲突!



冲突避免: RTS-CTS 交换

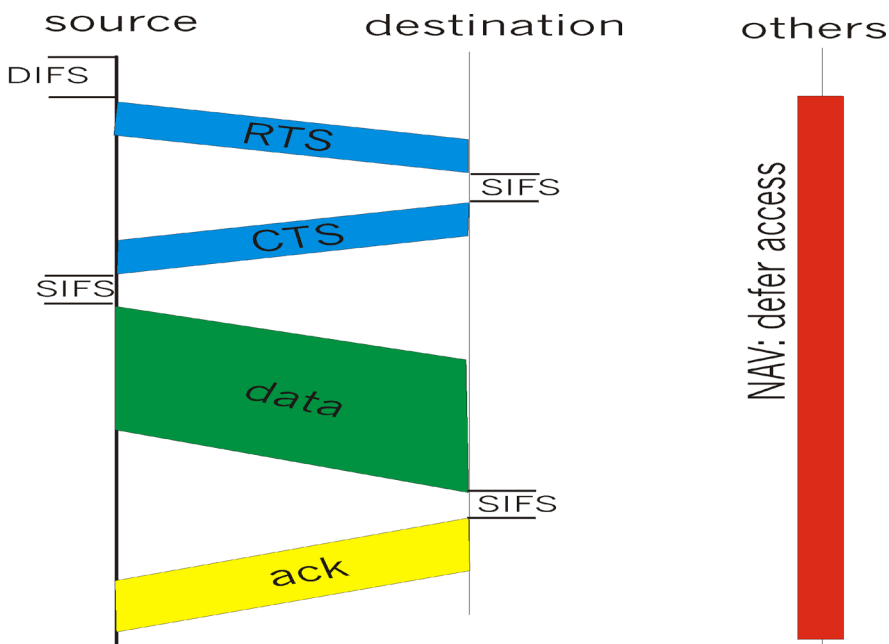
- **CSMA/CA**: 进行信道预约
 - 发送方: 发送短的 **RTS** 帧: **request to send**
 - 接收方: 使用短的 **CTS** 帧: **clear to send** 回应
- **CTS** 为发送方预约了信道, 并通知了其他 (可能是隐蔽的) 站点
- 避免了隐蔽站点的冲突





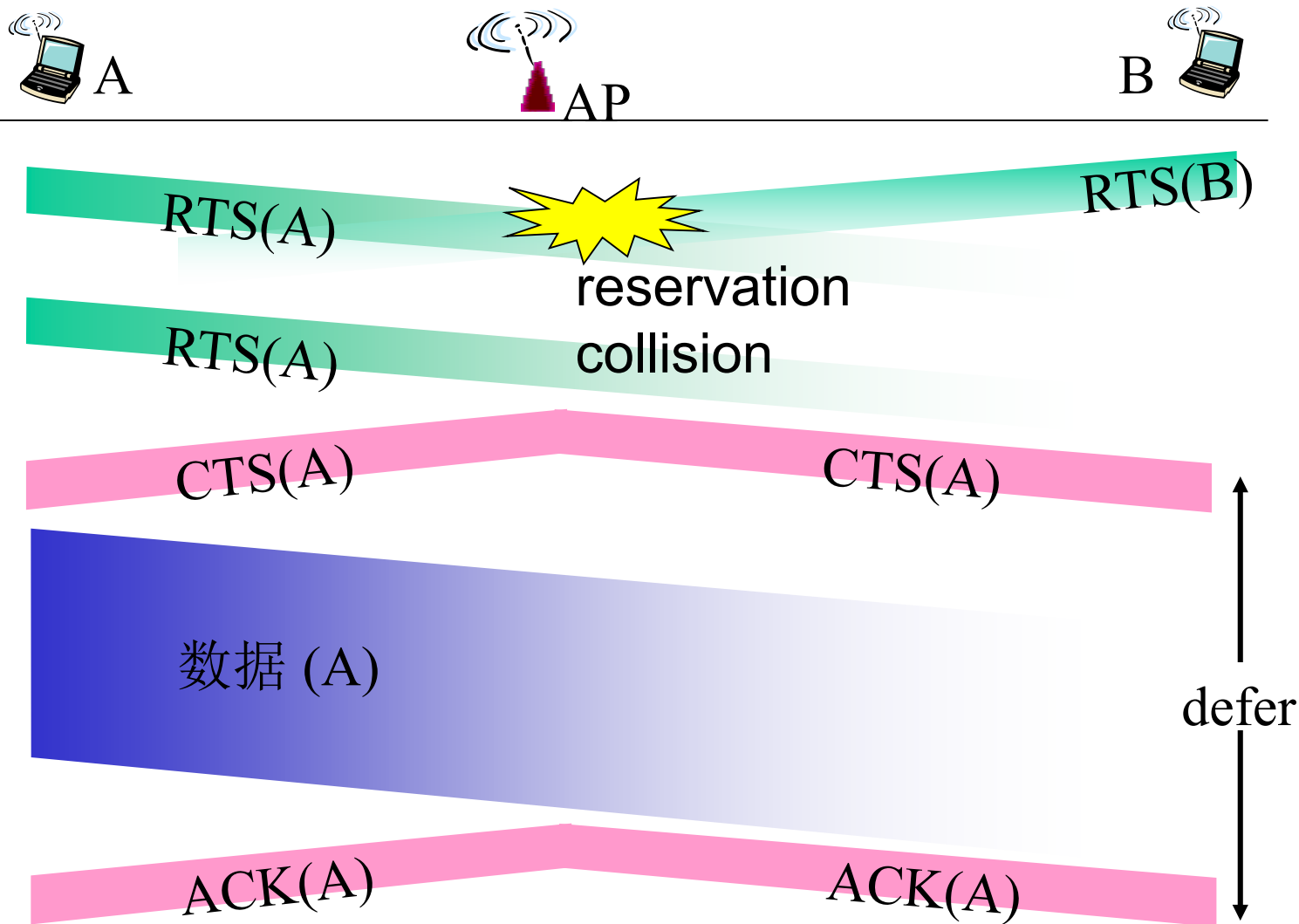
冲突避免: RTS-CTS 交换

- 由于RTS / CTS比较短:
 - 发送时间短, 发生冲突的可能小
 - 最终的结果同冲突检测基本一致
- IEEE 802.11 允许:
 - CSMA
 - CSMA/CA: 信道预留
 - 从AP进行轮询



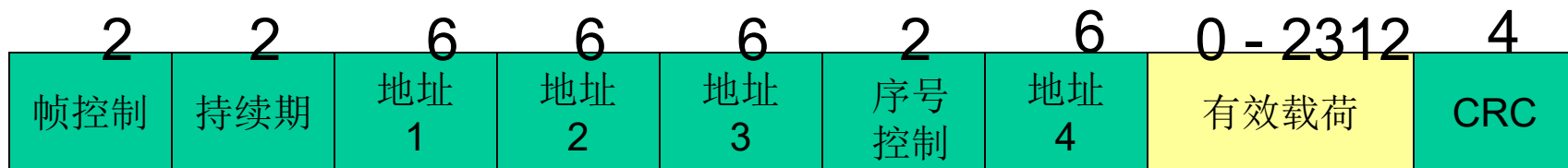


冲突避免: RTS-CTS交换





802.11帧：地址



地址1: 无线主机或
AP 接收该帧的
MAC地址

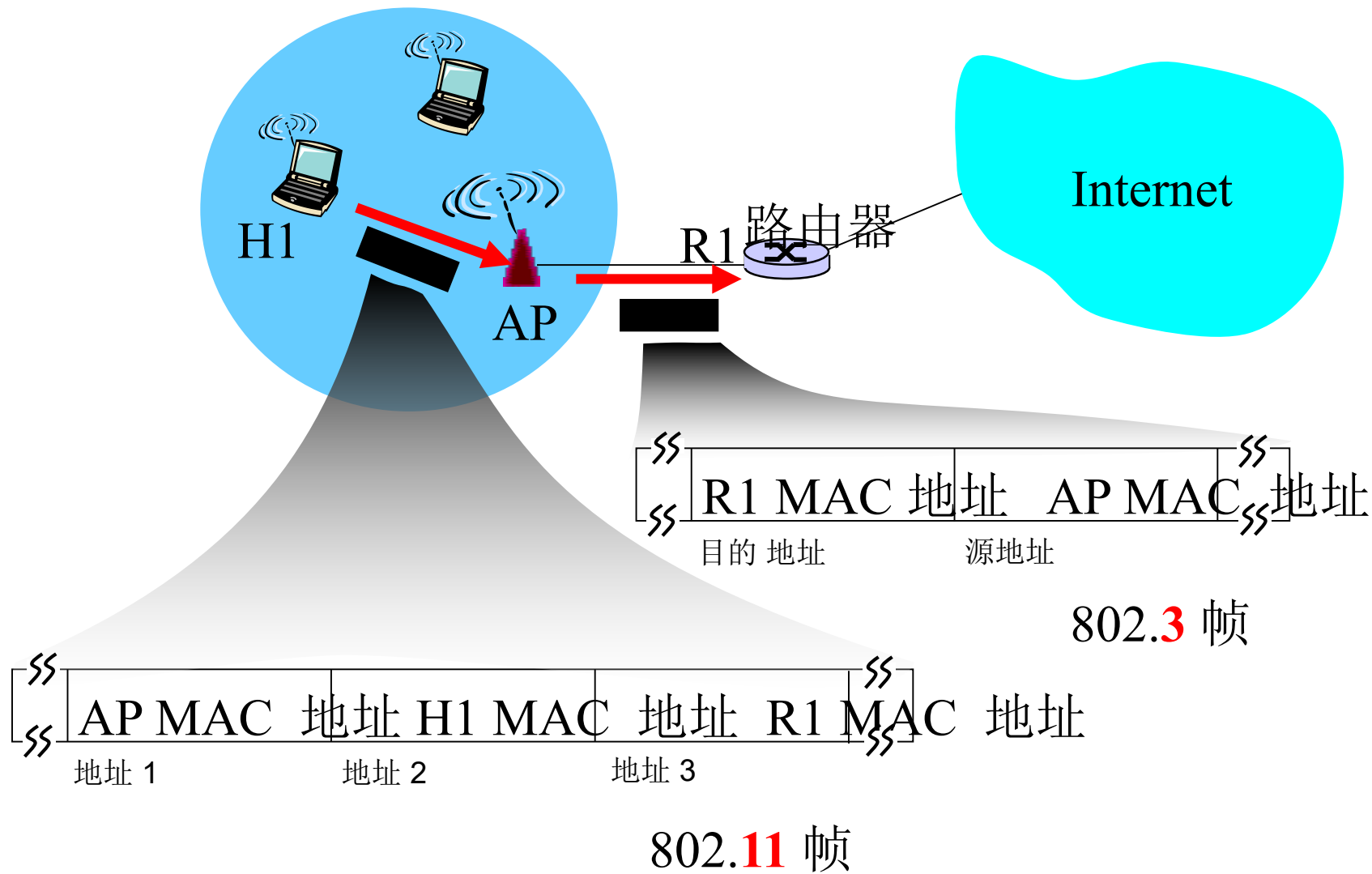
地址2: 无线主机或
AP 发送该帧的
MAC地址

地址3: 与AP连接的路
由器接口的MAC地址

地址3: 仅仅在 ad
hoc模式中使用

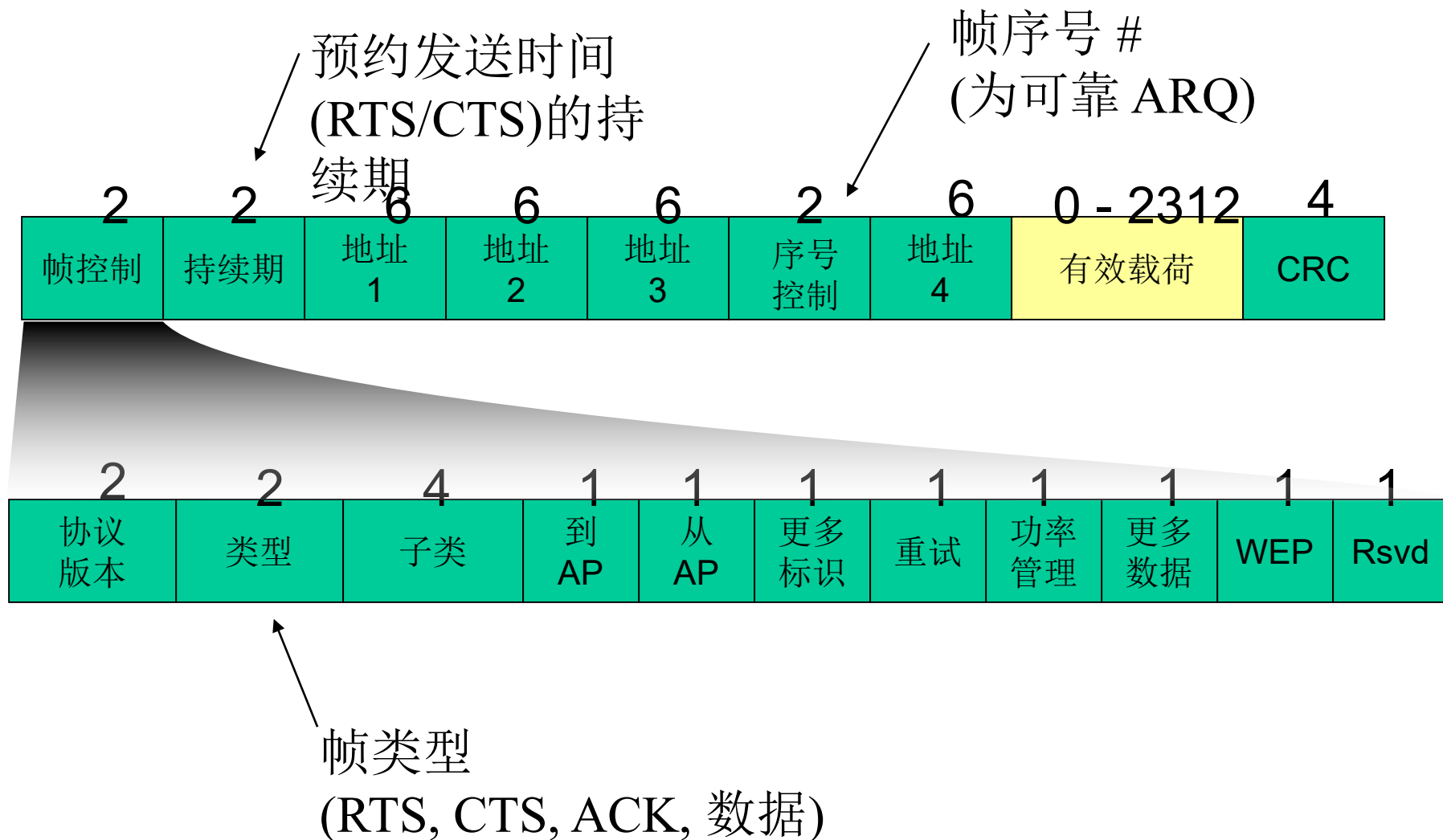


802.11 帧：地址





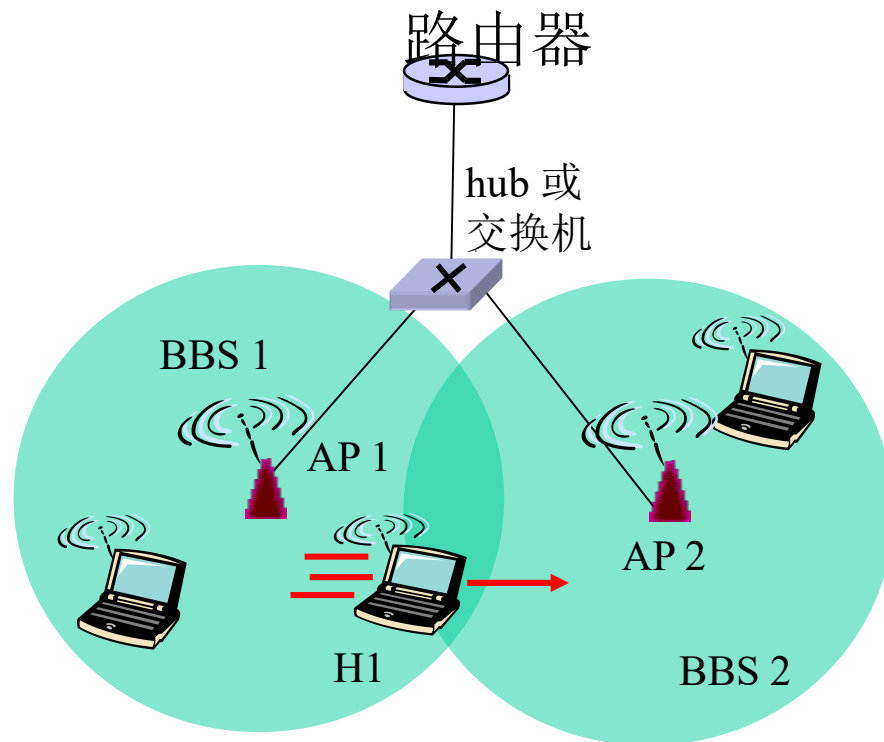
802.11帧





802.11: 同一子网内的移动性

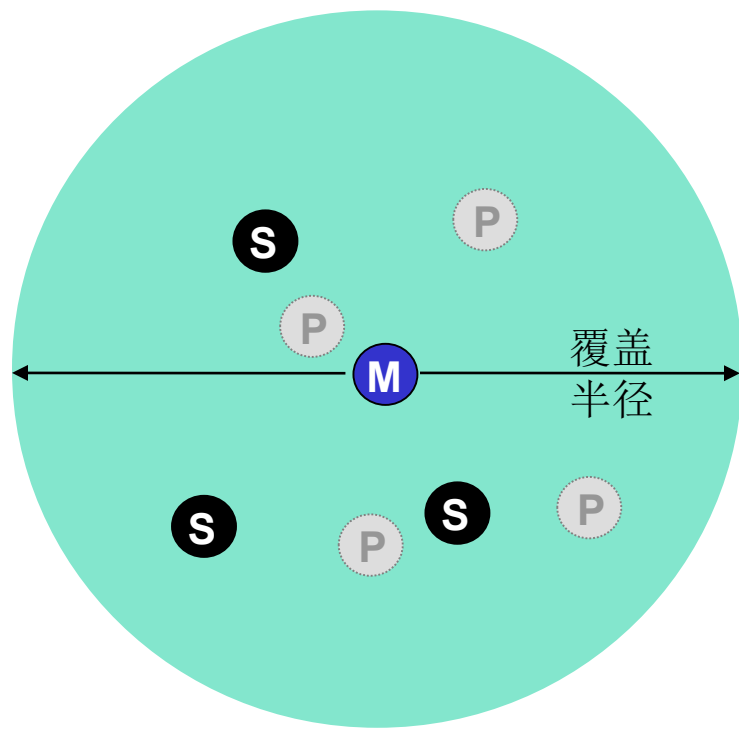
- H1 仍然在同一 IP 子网中:
IP 地址也可能相同
- 交换机: 哪个 AP 与 H1 关联呢?
 - 自学习 (Ch. 5): 交换机将看到来自 H1 的帧 并 “记住” 能到达 H1 的哪个交换机端口.





802.15网: 无线个人区域网络

- 半径小于 10 米
- 取代那些电缆 (鼠标, 键盘, 耳机)
- 是自组网: 无固定基础设施
- 采用跳频扩频**FHSS**方式传输信号
- 主/从式:
 - 从设备 请求允许向主设备发送;
 - 主设备同意请求。
- 802.15: 从蓝牙技术规范演变而来
 - 2.4-2.5 GHz 无线电波段
 - 最大数据速率 721 kbps



M 主设备
S 从设备
P 寄放设备



无线网络和移动网络

1 概述

2 无线链路和网络特性

3 Wi-Fi: IEEE 802.11无线
局域网

4 蜂窝因特网接入
体系结构
标准和技术

5 移动管理原理: 寻址和 移
动节点的选路

6 移动 IP

7 蜂窝网中的移动性管理

8 无线和移动性:对高层协议
的影响

9 小结



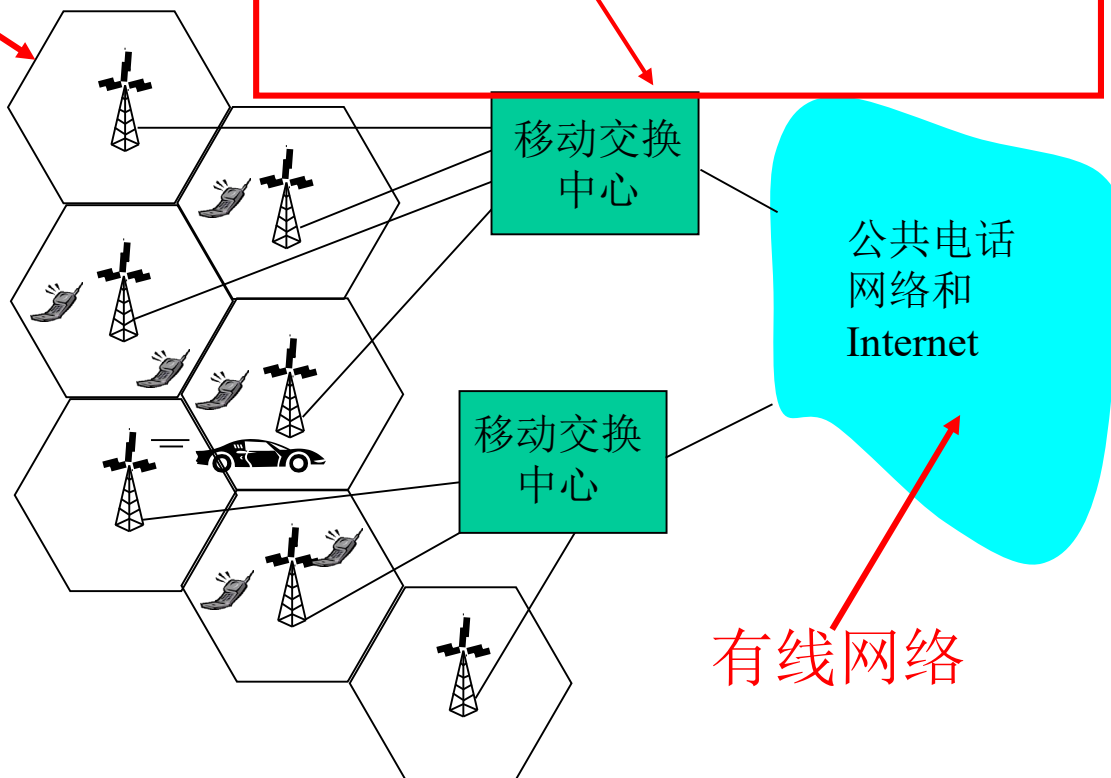
蜂窝网络体系结构的构成

蜂窝

- 覆盖地理区域
- **基站** (BS) 类似于 802.11 AP
- **移动用户** 通过 BS **接入** 网络
- **空中接口**: 在移动用户和BS之间的物理和数据链路层协议.

MSC

- 将蜂窝接入广域网
- 呼叫建立的管理
- 移动性的处理

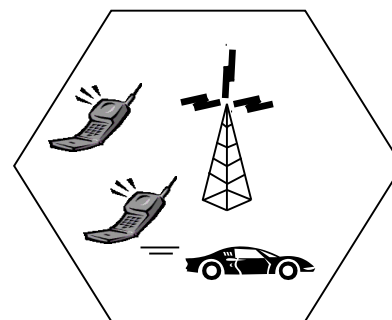




蜂窝网络：第一步

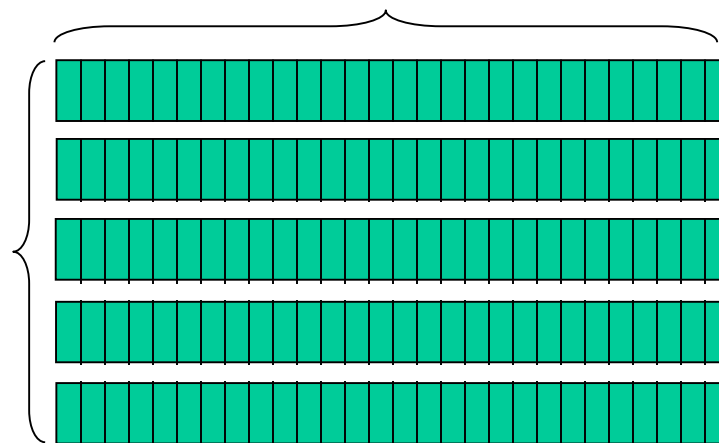
共享移动站和BS之间采用的无线电频谱的两种技术：

- **FDMA/TDMA的组合**：信道被划分成一组频率子带，在每个子带，时间被划分帧和时隙
- **CDMA**：码分多址。所有用户共享相同的无线电频率。



时隙

频带

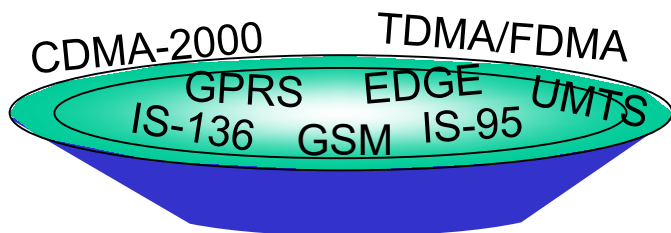




蜂窝标准: 概览

2G 系统: 语音信道

- IS-136 TDMA: FDMA/TDMA的组合 (北美)
- GSM (全球移动通信系统): FDMA/TDMA的结合
 - 应用最广
- IS-95 CDMA: 码分多址



不要淹死在一只装满字母
形花片汤的碗中:只需要把
它作为参考来用。



蜂窝标准: 概览

2.5 G 系统: 语音和数据信道

- 提供给那些不愿意等待 3G 服务的人: 2G 的扩展
- 通用分组无线服务 (GPRS)
 - 从 GSM 演变而来
 - 多信道数据发送
- 支持全球演化增强数据速率 (EDGE)
 - 也是从 GSM 演变而来, 使用增强调制机制
 - 最大数据速率 384K
- CDMA-2000 (phase 1)
 - 最大数据速率 144K
 - 从 IS-95 演变而来



蜂窝标准: 概览

3G 系统: 语音/数据

- 通用移动电讯服务 (UMTS)
 - GSM 的下一步, 但使用 CDMA
- CDMA-2000



无线网络和移动网络

1 概述

2 无线链路和网络特性

3 Wi-Fi: IEEE 802.11无线
局域网

4 蜂窝因特网接入
体系结构
标准和技术

5 移动管理原理: 寻址和 移
动节点的选路

6 移动 IP

7 蜂窝网中的移动性管理

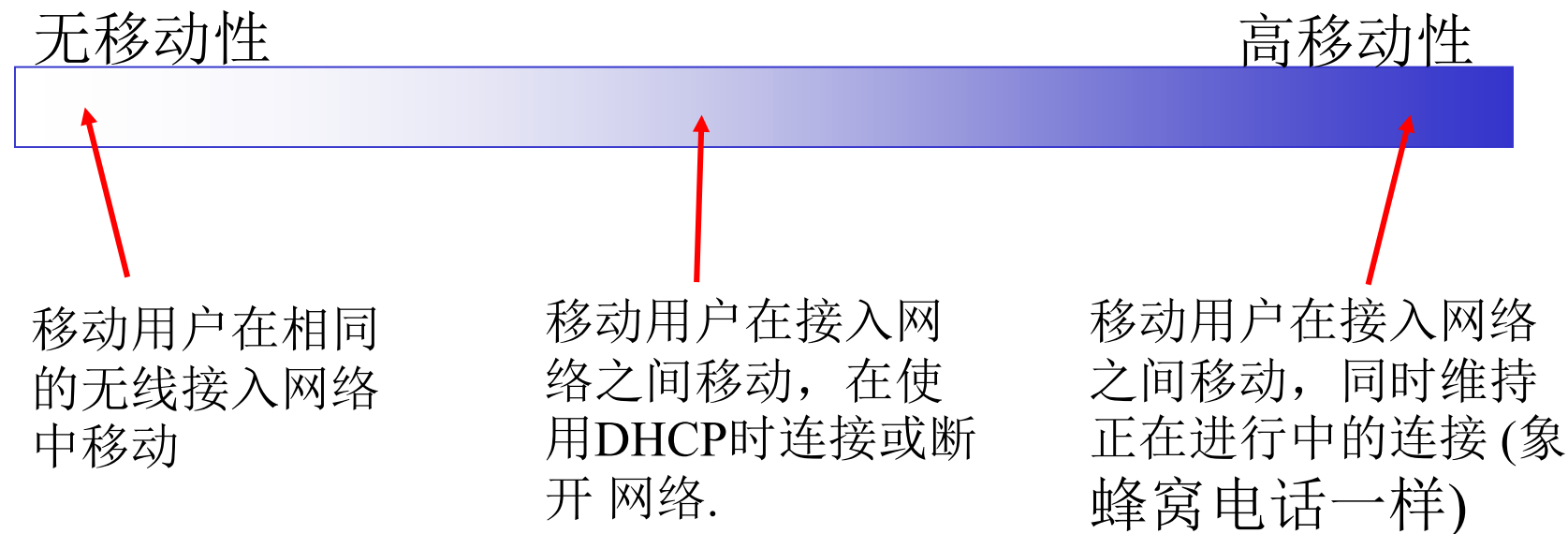
8 无线和移动性:对高层协议
的影响

9 小结



什么是移动性?

从 **网络** 的角度看，移动性可以用移动程度谱来描述：



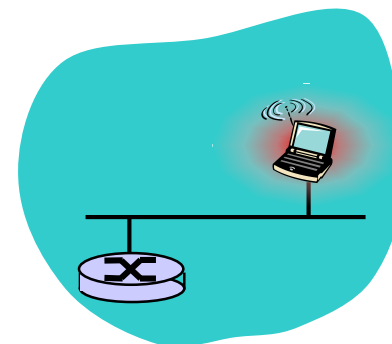
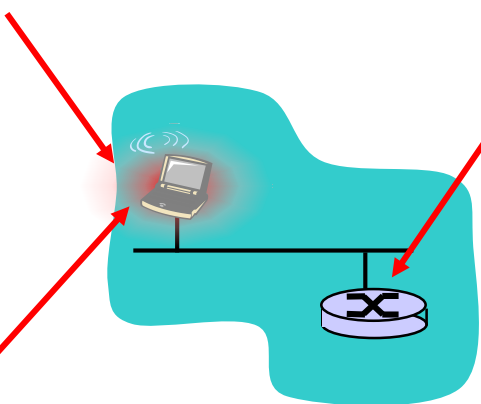


移动性:术语

归属网络: 移动用户永久的“家” (e.g., 128.119.40/24)

归属代理: 当移动用户在远程时, 以移动用户的身份完成移动性功能的实体.

永久地址: 归属网络中的地址, 用它一定可以找到移动用户
e.g., 128.119.40.186





移动性: 术语

永久地址: 保持不变 (e.g., 128.119.40.186)

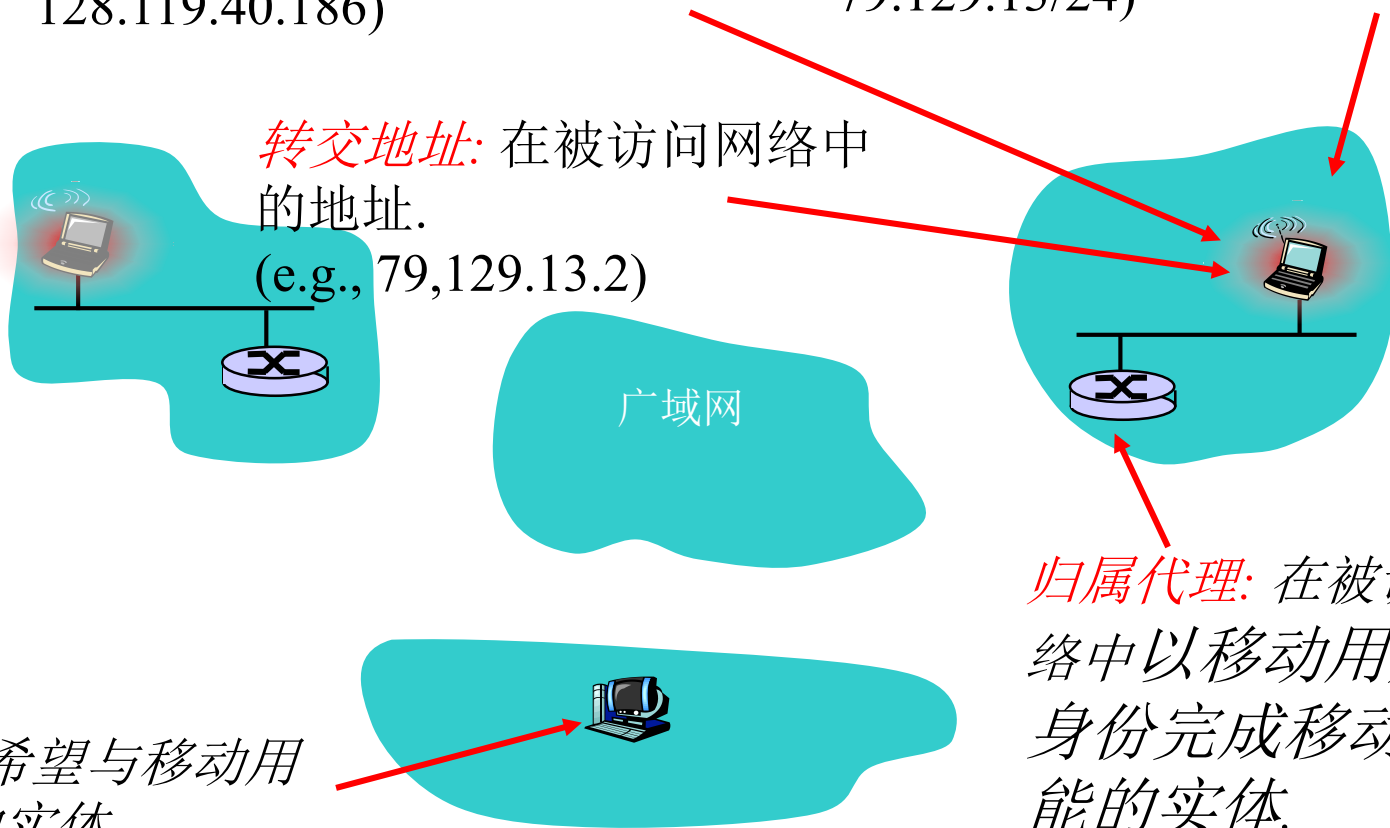
被访问网络: 移动用户当前所在的网络 (e.g., 79.129.13/24)

转交地址: 在被访问网络中的地址.
(e.g., 79.129.13.2)

广域网

通信者: 希望与移动用户通信的实体

归属代理: 在被访问网络中以移动用户的身份完成移动性功能的实体.





你怎样与一个移动的朋友联系:

如果朋友不停地改变地址, 你怎么找到她?

- 搜索所有的电话簿?
- 给她的父母打电话?
- 盼望她会告诉你她在哪儿?





移动性: 解决方法

- **让路由器处理:** 路由器通过通常的路由表交换方式向邻居通告移动节点的永久地址.
 - 路由表指明移动用户的位置
 - 不需要对网络基础结构做重大改变
- **让终端处理:**
 - **间接路由:** 通信者如果需要与移动用户通信, 归属代理首先截获这些数据报, 然后通过移动用户的**COA**将数据报转发给外部代理, 然后从该外部代理转发给移动用户。
 - **直接路由:** 通信者获取移动用户的外部地址, 然后直接将数据报发给移动移动用户。

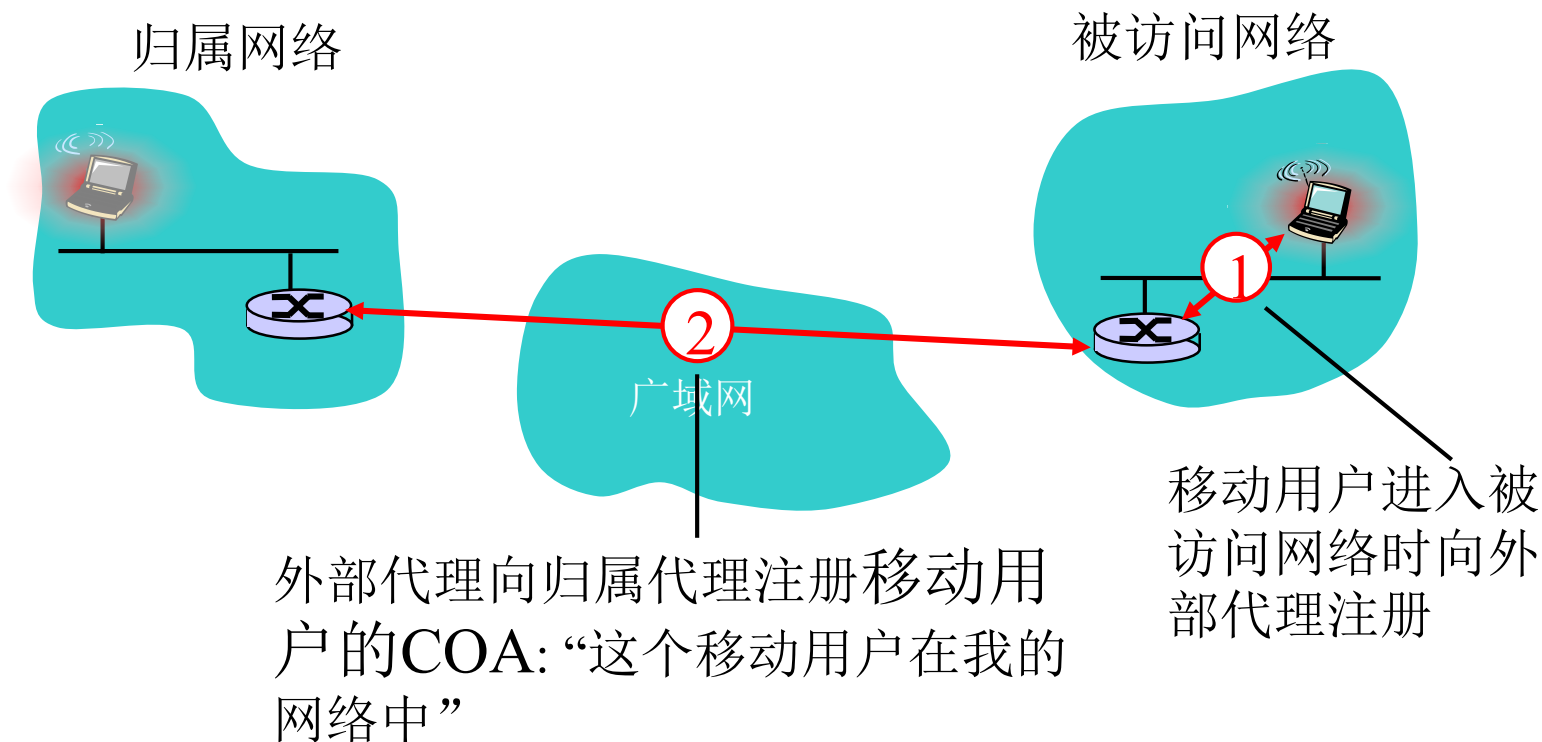


移动性: approaches

- *让路由器处理:* 路由器通过通常的路由表交换方式向邻居通告移动节点的永久地址。
 - 路由表指明移动用户无法扩展到百万移动用户
 - 不需要对网络基础设施进行任何修改
- *让终端处理:*
 - *间接路由:* 通信者如果需要与移动用户通信, 归属代理首先截获这些数据报, 然后通过移动用户的**COA**将数据报转发给外部代理, 然后从该外部代理转发给移动用户。
 - *直接路由:* 通信者获取移动用户的外部地址, 然后直接将数据报发给移动移动用户。



移动性: 注册

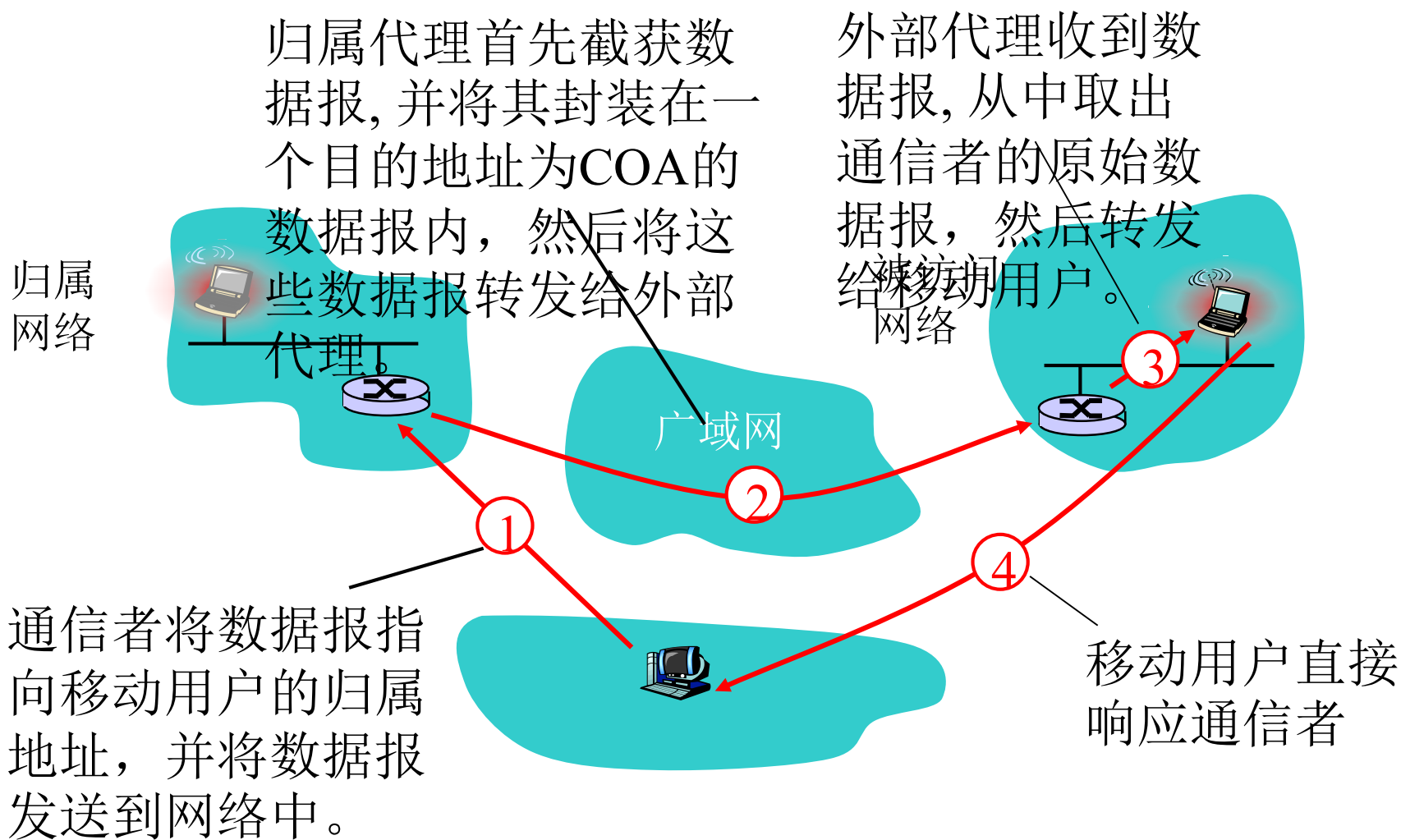


最终结果:

- 首先外部代理知道移动用户的信息
- 然后归属代理知道移动用户的位置



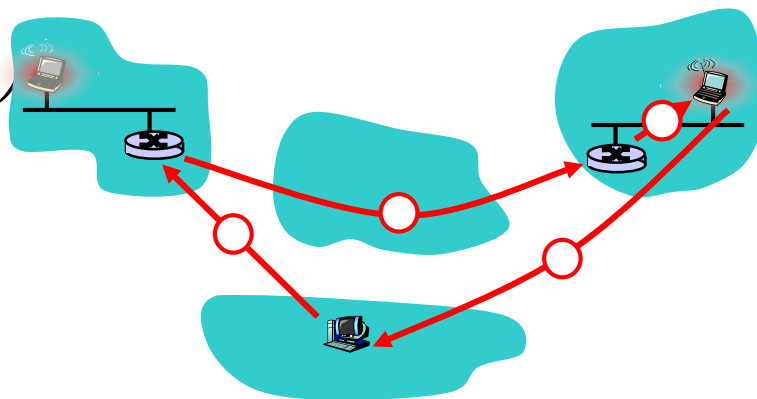
移动用户的间接路由





间接路由:评述

- 移动用户使用两个地址:
 - **永久地址:** 被通信者使用 (因此移动用户的位置对通信者来说是透明的)
 - **转交地址:** 被归属代理用来向移动用户转发数据
- 外部代理的功能可以由移动用户自己完成。
- **三角路由问题:** 通信者-归属网络-移动
 - 当通信者和移动用户处
 - 在同一网络中时存在一
- 低效问题。





在网络之间移动时的间接路由

假设移动用户移动到另一个网络

向新外部代理注册

新外部代理 向归属代理注册

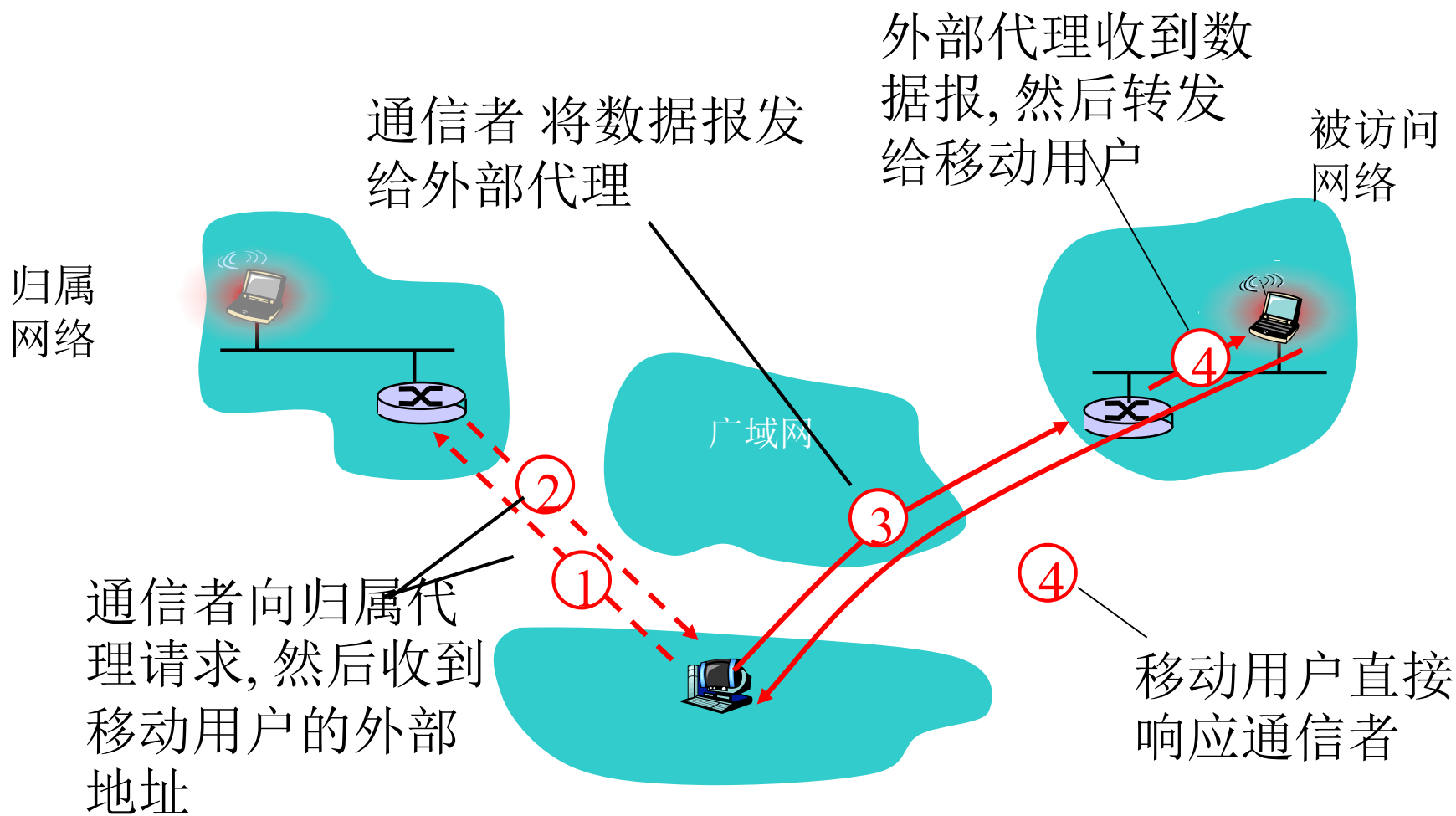
归属代理更新移动用户的转交地址**COA**

数据报继续被转发给移动用户(但采用的是新的转交地址**COA**)

移动性, 外部网络的改变是透明的: *能维持一个不间断的连接!*



移动用户的直接路由

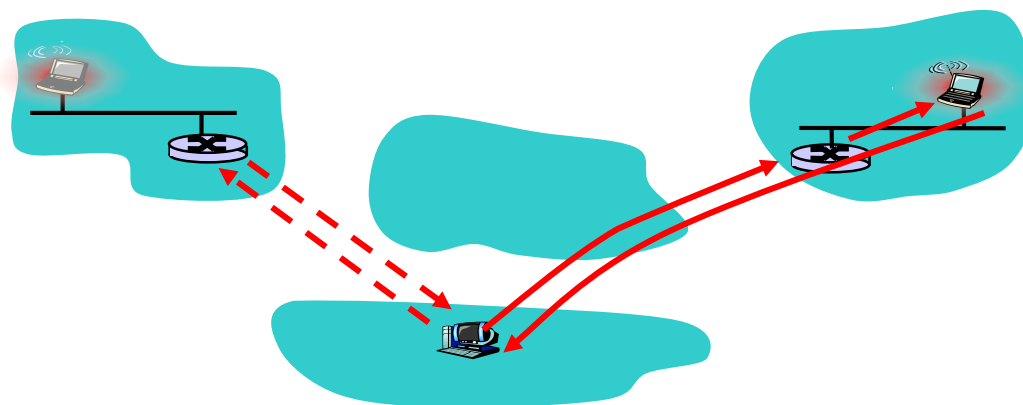




移动用户的直接路由: 评述

r解决了三角路由问题

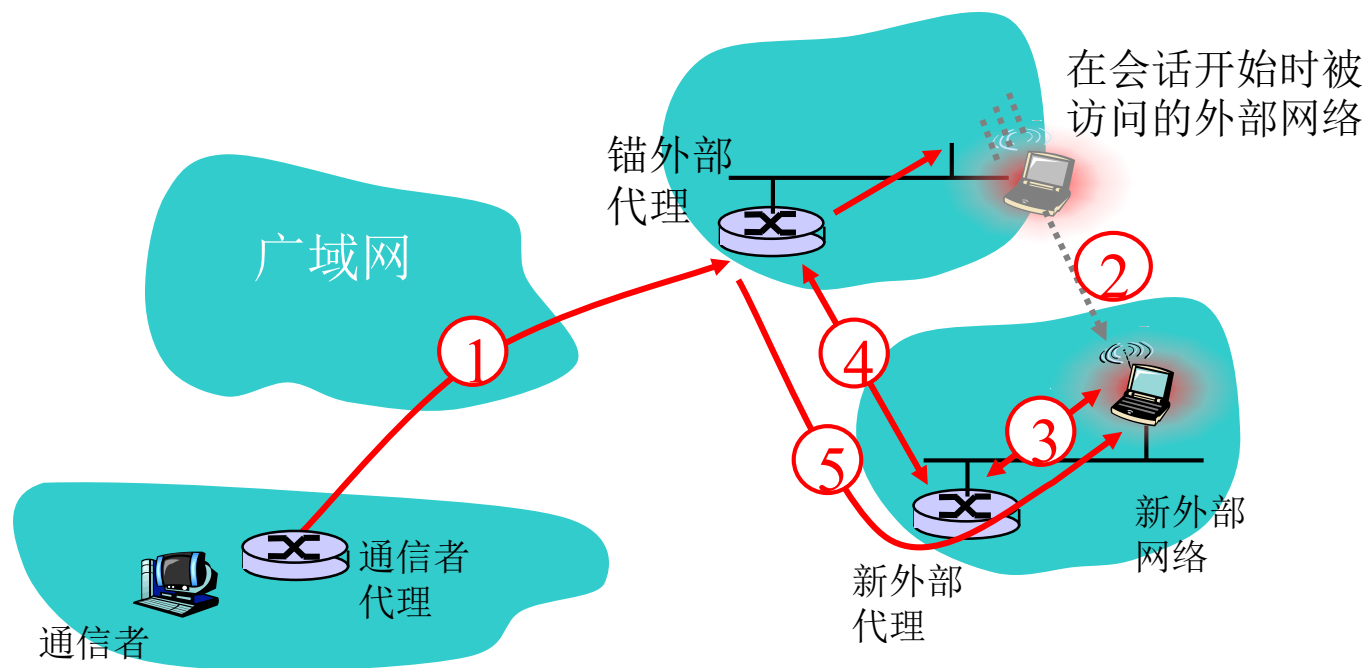
- 对通信者来说是非透明的: 通信者必须从归属代理那里得到转交地址**COA**
 - 如果移动用户从一个被访问网络移动到另一个网络会怎样呢?





自适应的移动用户直接路由

- 锚外部代理：首次发现的被访问网络中的外部代理**FA**
- 数据报总是先被路由到锚**FA**
- 当移动用户移动时：新**FA** 设法从旧**FA**中转发数据报(chaining)





无线网络和移动网络

1 概述

2 无线链路和网络特性

3 Wi-Fi: IEEE 802.11无线
局域网

4 蜂窝因特网接入
体系结构
标准和技术

5 移动管理原理: 寻址和 移
动节点的选路

6 移动 IP

7 蜂窝网中的移动性管理

8 无线和移动性:对高层协议
的影响

9 小结



移动 IP

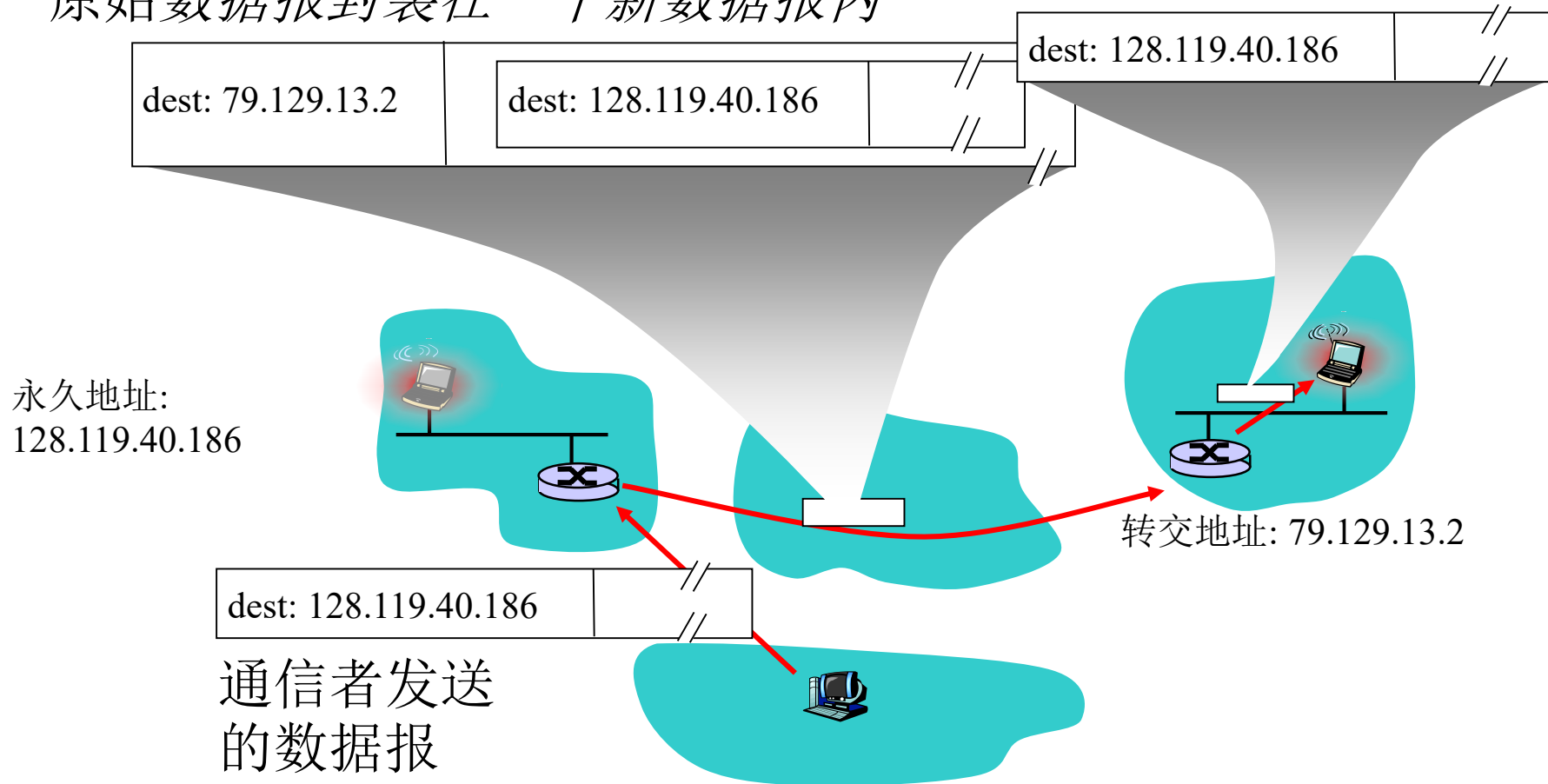
- RFC 3220
- 移动IP体系结构包含许多我们已经考虑过的元素：
 - 归属代理, 外部代理, 外部代理注册, 转交地址COA, 封装 (packet-within-a-packet)
- 移动标准包括三个部分：
 - 数据报的间接路由
 - 代理发现
 - 向归属代理注册



移动 IP: 间接路由

归属代理向外部代理发送的数据报:
原始数据报封装在一个新数据报内

外部代理向移动用户发送
的数据报



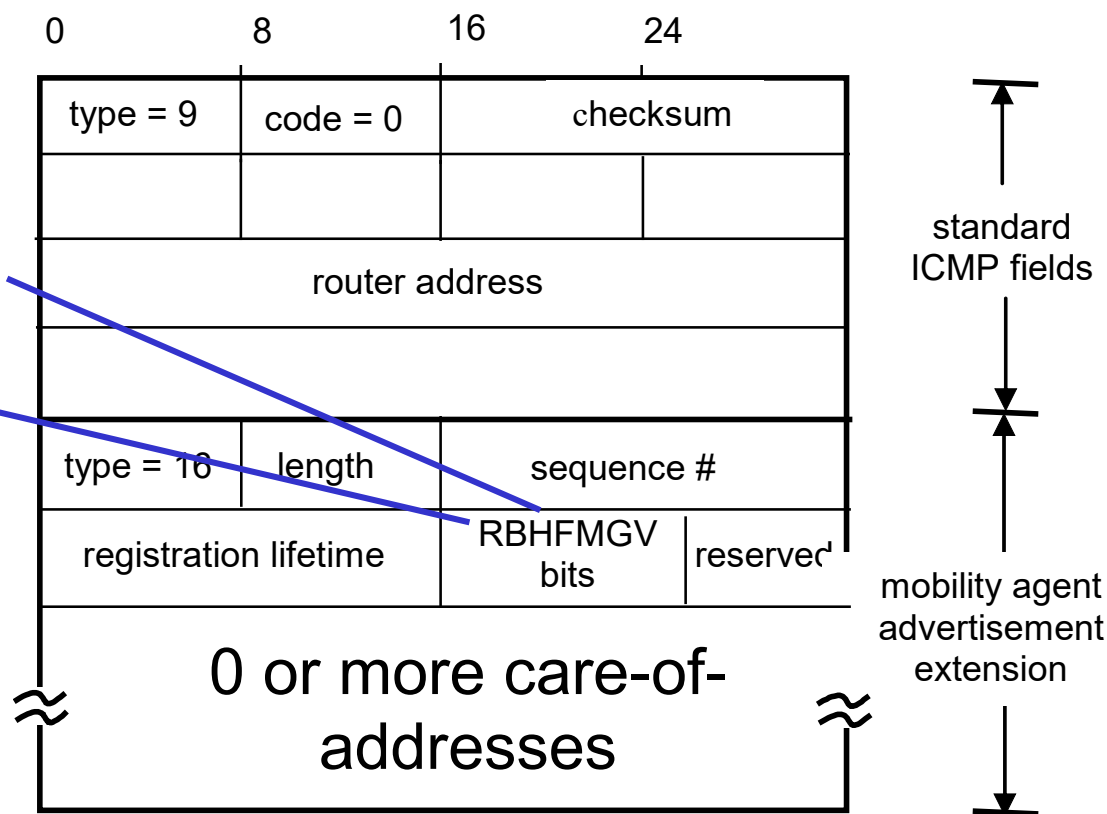


移动IP: 代理发现

- **代理通告:** 外部/归属代理通过在链路上广播 一个**ICMP** 报文(类型字段 = 9)的方式提供通告服务

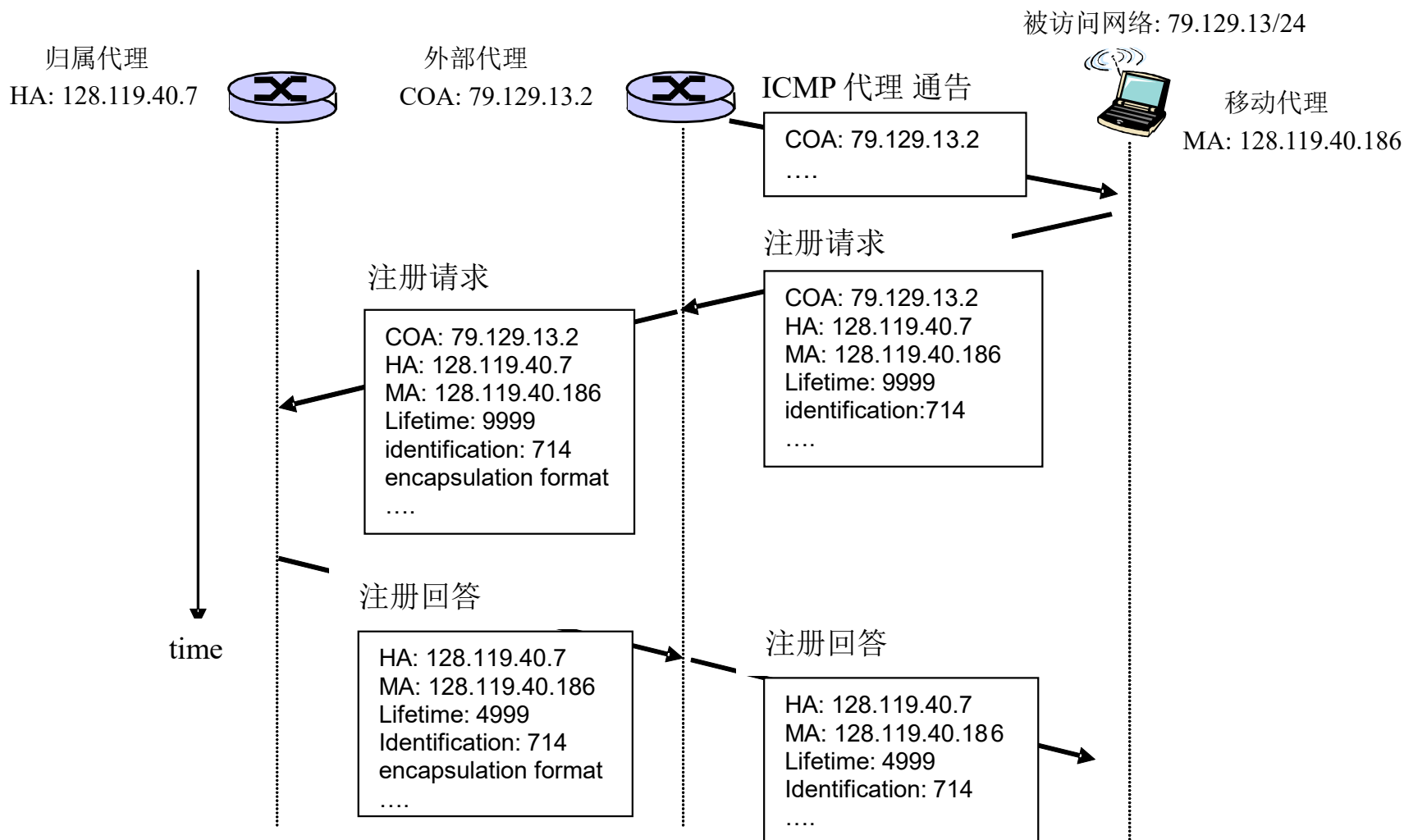
H,F bits: 归属代理和/或外部代理

R bit: 注册要求





移动 IP: 注册示范





无线网络和移动网络

1 概述

2 无线链路和网络特性

3 Wi-Fi: IEEE 802.11无线
局域网

4 蜂窝因特网接入
体系结构
标准和技术

5 移动管理原理: 寻址和 移
动节点的选路

6 移动 IP

7 蜂窝网中的移动性管理

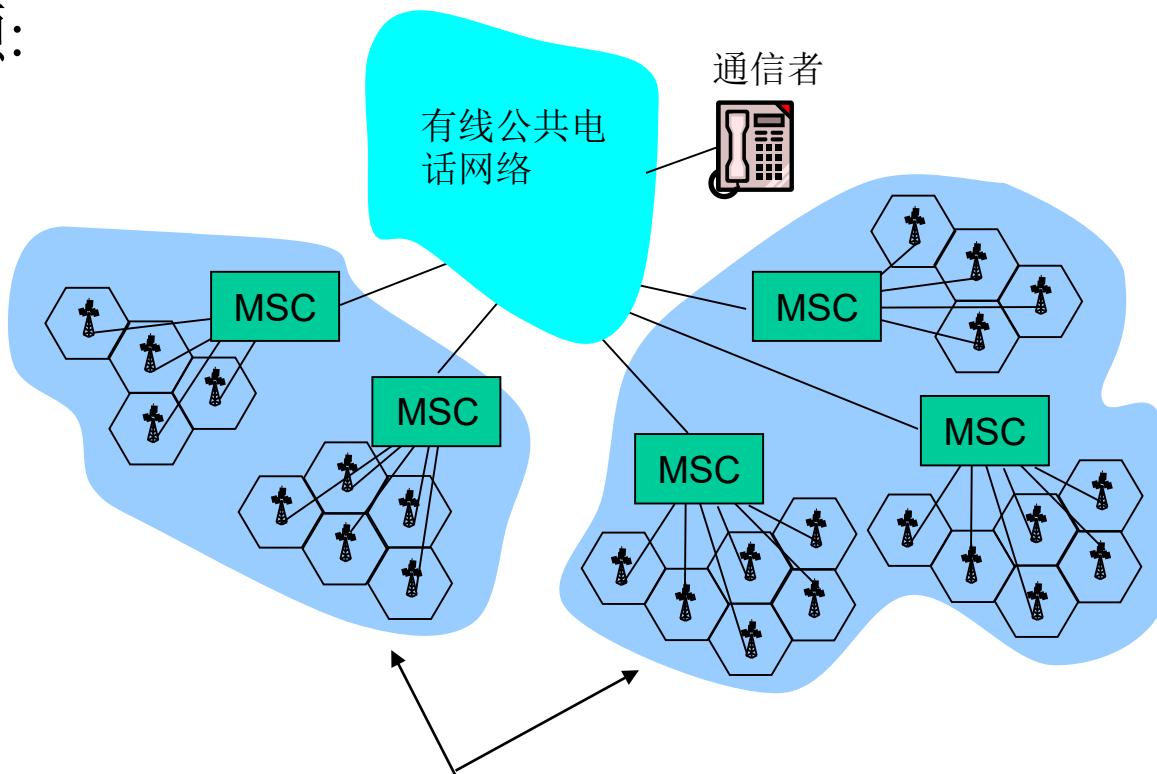
8 无线和移动性:对高层协议
的影响

9 小结



蜂窝网络体系结构包括的元素

回顾:



不同蜂窝网络是由不同的网络提供商经营

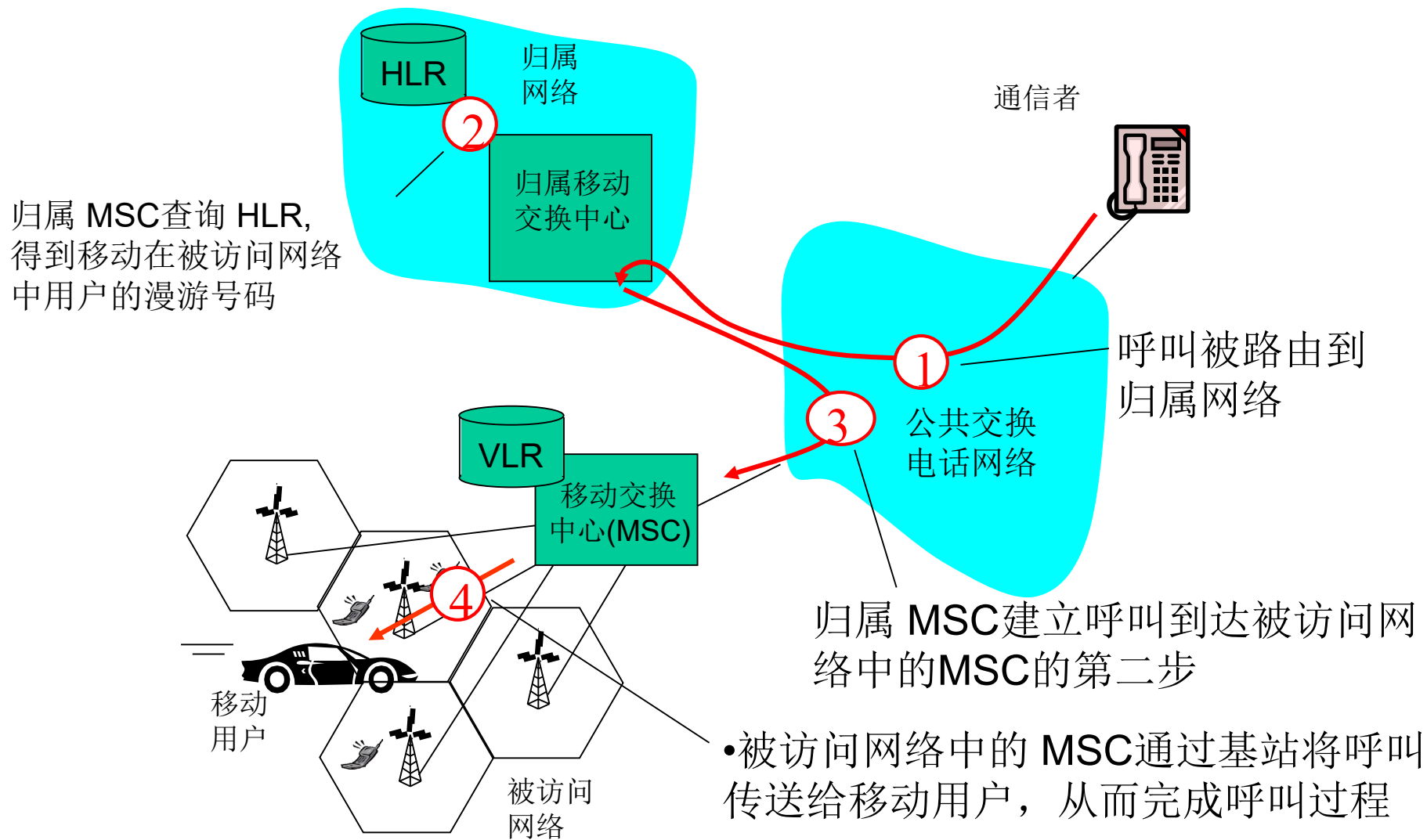


蜂窝网络中的移动性管理

- **归属网络:** 移动用户向蜂窝网提供商订购了服务的网络 (e.g., Sprint PCS, Verizon)
 - **归属位置寄存器(HLR):** 归属网络中的数据库, 包括每个用户的固定蜂窝电话号码, 个人简介信息 (爱好, 个性服务, 帐单), 当前位置信息 (可以在其他的网络中使用)
- **被访问网络:** 移动用户当前所在的网络
 - **访问者位置寄存器(VLR):** 记录每个用户当前在网络中位置的数据库, 随移动用户的进入而出现或离开而消失
 - 可以是归属网络

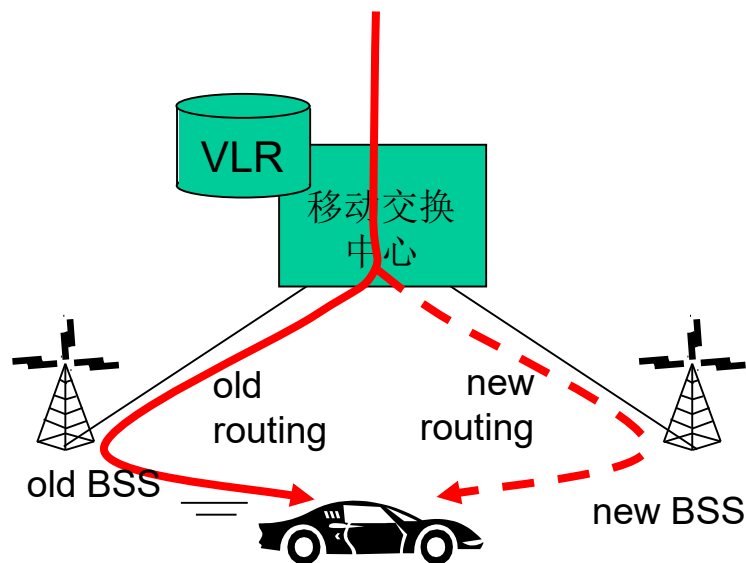


GSM: 间接路由到移动用户





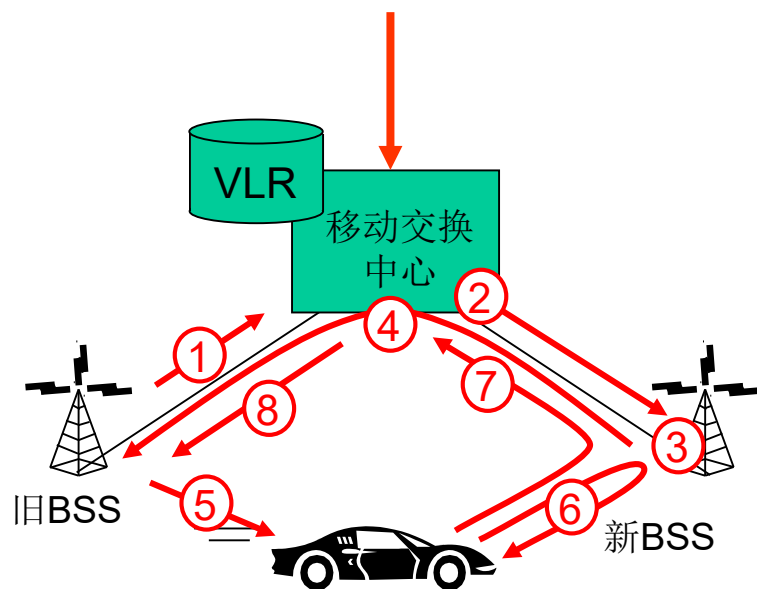
GSM: 在一个公共MSC中的切换



- 切换的目的: 将呼叫路由到新的基站**BSS**(维持呼叫不被中断)
- 切换的原因:
 - 新**BSS** 发送或接收的信号更强(以较少的能量消耗维持呼叫的连通性)
 - 负载均衡: 释放当前**BSS**中的一些信道
 - **GSM** 未明确规定为什么要进行切换(策略), 只涉及怎么进行切换 (机制)
- 切换是由旧**BSS**发起的



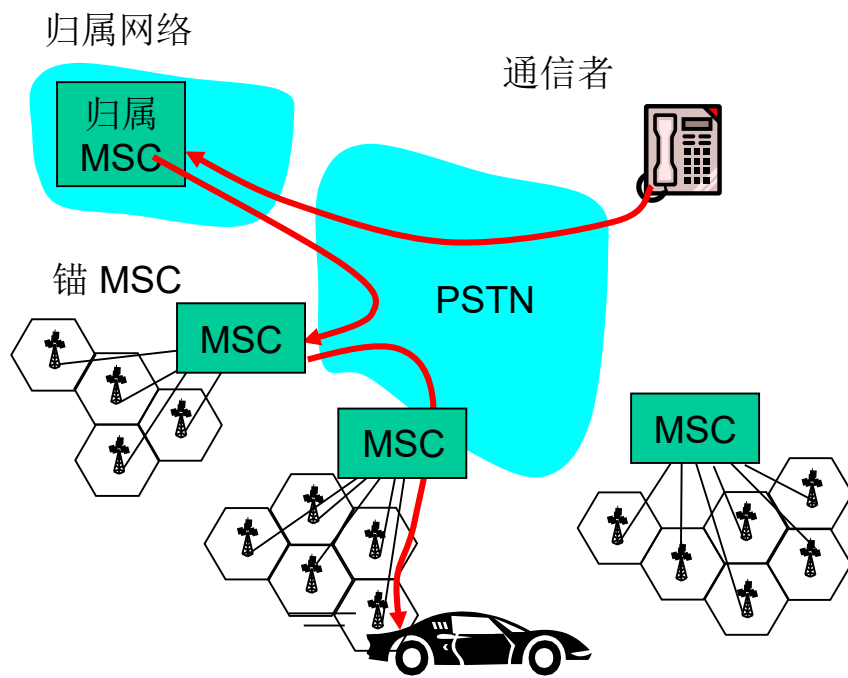
GSM: 在一个公共MSC中的切换



1. 旧BSS通知被访问MSC 即将要进行一个切换,并提供切换时涉及到的新BSS
2. MSC 建立到新 BSS的路径(分配呼叫所需的资源)
3. 新BSS激活并分配一个无线信道供移动用户使用
4. 新BSS返回信号告诉被访问MSC和旧BSS: 已经准备好
5. 旧BSS告诉移动用户: 应当完成切换到新BSS
6. 移动用户和新BSS交换报文, 以激活新BSS中新的信道
7. 移动用户向新BSS发送一个报文, 经过新BSS到达MSC: 切换完成, MSC重新路由到移动正在进行的呼叫。
8. 从MSC到旧BSS的资源被释放



GSM: 在MSC之间的切换

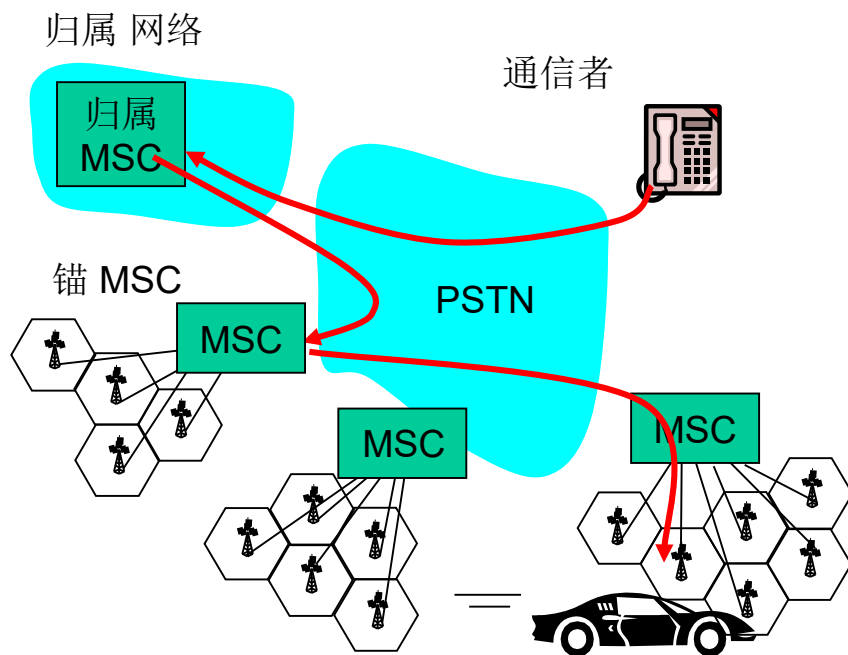


(a) 切换前

- **锚 MSC**: 呼叫期间用户访问的第一个 MSC
 - 呼叫通过锚 MSC 仍被路由
- 当移动用户移动到新的 MSC 时, 新 MSC 被加入到 MSC 链的末端
- IS-41 允许使用最少步骤可选路径来缩短多 MSC 链的长度



GSM: 在MSC之间的切换



(b) 切换后

- **锚 MSC**: 呼叫期间用户访问的第一个MSC
 - 呼叫通过锚 MSC 仍被路由
- 当移动用户移动到新的 MSC 时, 新 MSC 被加入到 MSC 链的末端
- IS-41 允许使用最少步骤可选路径来缩短多 MSC 链的长度



移动性: GSM 与 移动 IP 的比较

GSM 元素	对GSM 元素的评述	移动 IP 元素
归属系统	移动用户的固定电话号码所归属的网络	归属 网络
网关移动交换中心(或简称“归属 MSC”), 归属位置寄存器(HLR)	归属 MSC : 获取移动用户路由地址的联系点。 HLR : 归属系统中包含移动用户固定电话号码、个人信息、当前位置和定制信息 (subscription info) 的数据库	归属代理
被访问系统	移动用户当前所在的非 归属系统网络	被访问网络
被访问移动服务交换中心. 访问者位置记录 (VLR)	访问MSC:负责建立与 MSC相关联的蜂窝覆盖区中去/到移动节点 的呼叫。 VLR: 访问系统中的临时数据库记录, 包括每个正在访问的移动用户的定制信息	外部代理
移动站点漫游号码 (MSRN), 或简称“漫游号码”	在归属 MSC 和 访问MSC之间的电话呼叫的路由地址, 对移动用户和通信者均不可见。	转交地址



无线, 移动性: 对高层协议的影响

- 在逻辑上, 影响应该是很小 ...
 - 最大努力服务模型并没有改变
 - **TCP** 和 **UDP**能够(也确实)运行在在无线, 移动网络中
- ... 但性能方面的差别是明显的:
 - 数据报丢失/延迟: 由于比特错误 (丢包以及因数据链路层的重发机制引起的延迟)和切换
 - **TCP**把数据报的丢失当成是因拥塞所致, 因此会不必要地降低其拥塞窗口
 - 延迟会影响通信的实时性
 - 无线链路的带宽有限



总结

无线特性

- 无线链路:
 - 容量, 距离
 - 信道损耗
 - CDMA
- IEEE 802.11 ("wi-fi")
 - CSMA/CA反映了无线信道的特性
- 蜂窝access
 - 体系结构
 - 标准(e.g., GSM, CDMA-2000, UMTS)

移动性

- 原理:移动用户的寻址, 路由
 - 归属, 被访问网络
 - 直接, 间接路由
 - 转交地址
- 个案研究
 - 移动 IP
 - GSM中的移动性
- 对高层协议的影响