

下一代互联网技术

第三章 无线网络和移动网络

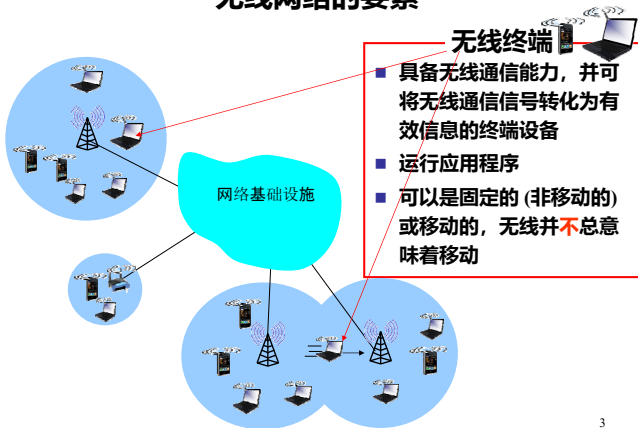
1

概述

- 移动电话用户的数量远远超过了有线电话用户的数量!
- 随着便携计算机, 平板电脑, 随时、随地、无缝接入全球因特网的实现, 无线网络设备和无线链路接入, 将成为下一代互联网的重要组成部分。
- 两个重要的挑战
 - 经无线链路通信
 - 移动用户不断改变与网络的连接点
- 无线接入与移动性
 - 固定的网络结点采用无线链路接入
 - 有限的移动性不要求随时、随地无线接入
 - 网络结点同时具有无线接入和移动性

2

无线网络的要素



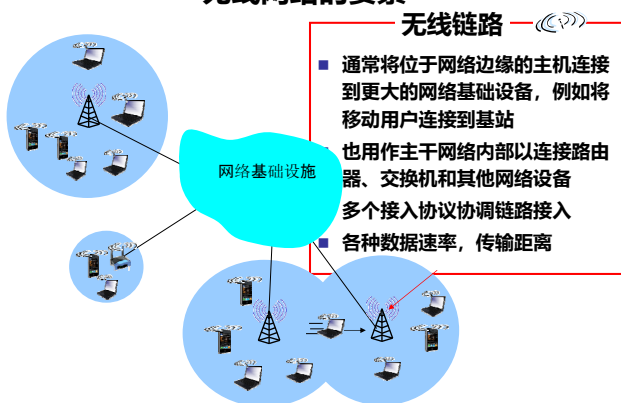
3

无线网络的要素



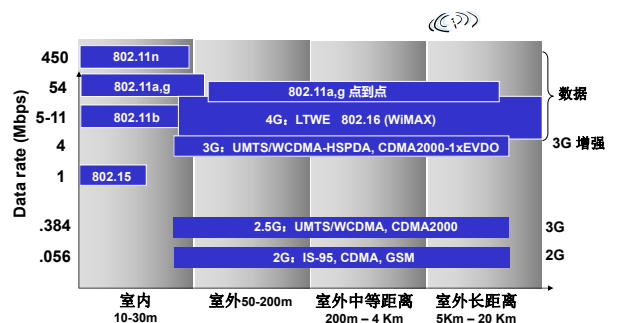
4

无线网络的要素



5

几种无线网络标准的链路特征



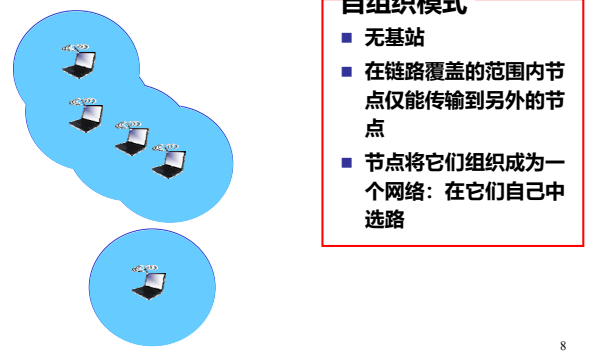
6

无线网络的要素



7

无线网络的要素



8

无线网络分类

	单跳	多跳
基于基础设施的	具有与较大有线网络 (如因特网) 连接的基站, 无线节点与基站的通信都经过一个无线跳, 此类网络典型代表: WiFi、WiMAX、蜂窝电话	具有与较大有线网络连接的基站, 但某些无线节点可能不得不通过其他无线节点中继与基站的通信, 此类网络典型代表: 传感器网络、无线网状网络
无基础设施的	无连接到大型有线网络 (如因特网) 的基站, 节点之一可以协调其他节点的传输 此类网络典型代表: 蓝牙、无线自组织网络	无连接到大型有线网络的基站. 节点为了到达目的地, 可能需要在多个无线节点之间中继报文, 此类网络典型代表: 移动自组织网络MANET、车载自组织网络VANET

9

无线链路的特征

不同于有线链路.....

- 递减的信号强度:** 当无线电信号传播通过物质时, 信号削弱(路径损失)
- 来自其他源的干扰:** 标准的无线网络频率 (如2.4 GHz) 由其他设备共享 (如电话); 设备(发动机) 干扰
- 多径传播:** 无线电信号反射离开物体, 以稍微不同的时间到达目的地

.....使得通信跨越 (甚至点对点) 无线链路非常 “困难”

10

无线链路的特征 (2)

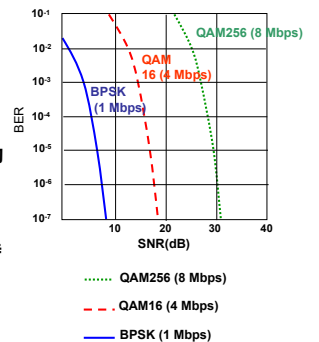
- 无线主机接收到的电磁信号, 是发送方传输的初始信号的退化形式与环境中背景噪声的结合
- 信号退化是由于衰减、多径传播和其他因素导致
- SNR(信噪比):
 - 计算公式: $20 * \log_{10} \left(\frac{\text{接收到的信号的幅度}}{\text{噪声的幅度}} \right)$
 - 更高的信噪比—使接受方更容易从背景噪声中提取出传输的信号
- BER(比特差错率)
 - 接收方收到的有错的传输比特的概率

11

无线链路的特征 (3)

SNR 与 BER 的关系

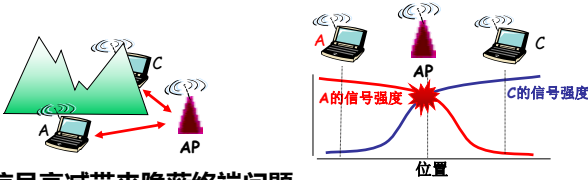
- 对于给定的物理层: 增加传输功率 \rightarrow SNR越高 \rightarrow BER越低
- 对于给定的SNR: 选择符合给定BER要求的物理层 (不同的调制技术), 会得到更高的传输速率
- SNR可能因移动性或环境而改变: 根据给定的信道特征, 自适应选择物理层调制技术。



12

无线网络的特性(4)

多个无线发送方和接收方产生另外的问题 (不同于多路访问):



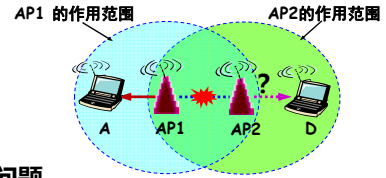
信号衰减带来隐蔽终端问题

- 隐蔽终端是指在接收接点的覆盖范围内而在发送节点的覆盖范围外的节点, 可分为隐发送终端和隐接收终端, 例如A、C互为隐蔽终端
- A、C听不到对方信号, 因而以为AP是空闲的, 均向AP发送数据, 结果在AP处发生碰撞
- 对于自组织网络, AP是和A\C一样的通信主机

13

无线网络的特性(4)

多个无线发送方和接收方产生另外的问题 (不同于多路访问):



暴露终端问题

- 暴露终端是指在发送接点的覆盖范围内, 却在接收节点的覆盖范围外的节点, 例如A和AP1通信, AP2就是暴露终端; 暴露终端可分为暴露发送终端和暴露接收终端
- 当AP1向A发送信号时, AP2无法向D发送数据
- 在自组织网络里, AP1和AP2是与A\D一样的通信主机

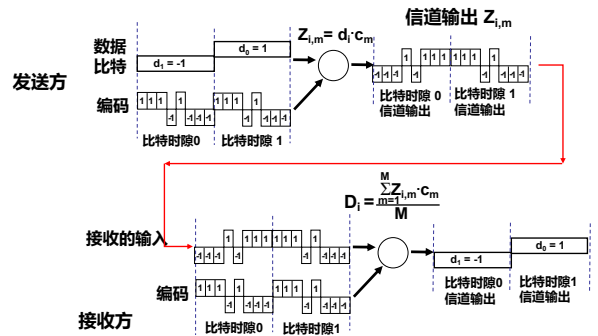
14

媒体访问协议——码分多址(CDMA)

- 用于几种无线广播信道(蜂窝, 卫星等), 属于信道划分协议
- 独特的“编码”“分配给每个用户”;
- 所有用户共享相同频率, 但每个用户具有自己的“码片速率”序列对数据编码
- 编码后的信号 = (原始信号) × (码片速率序列)
- 解码: 编码的信号和码片速率序列的内积
- 只要“码片速率序列”正交, 就允许多个用户“共存”并以最小的干扰同时在共享信道传输

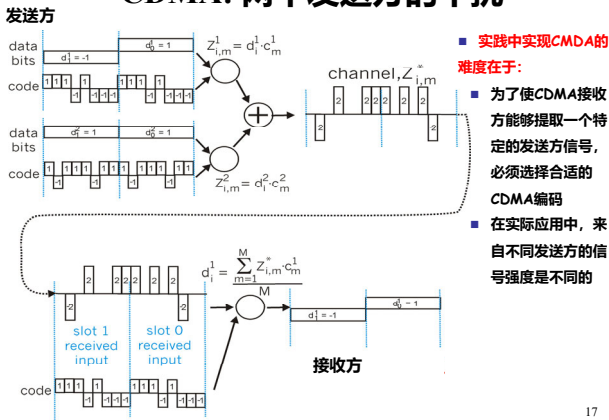
15

CDMA编码/解码



16

CDMA: 两个发送方的干扰



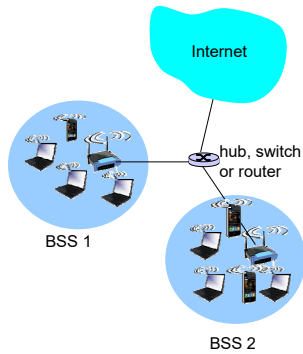
17

IEEE 802.11 无线 LAN

- 802.11 标准中物理层相当复杂。根据物理层的不同 (如工作频段、数据率、调制方法等), 对应的标准也不同。
- 使用CSMA/CA多路访问协议
- 都具有基站和自组织的对应版本

标准	频段	数据速率	调制方法	优缺点
802.11b (1999年)	2.4-2.4835 GHz	最高 11 Mbit/s	DSSS (直接序列扩频)	最高数据率较低, 价格最低, 信号传播距离最远, 且不易受阻碍
802.11a (1999年)	5.1-5.8 GHz	最高 54 Mbit/s	正交频分复用 OFDM	最高数据率较高, 支持更多用户同时上网, 价格最高, 信号传播距离较短, 且易受阻碍
802.11g (2003年)	2.4-2.4835 GHz	最高 54 Mbit/s	跳频扩频 OFDM	最高数据率较高, 支持更多用户同时上网, 信号传播距离最远, 且不易受阻碍, 价格比 802.11b 贵
802.11n (2009年)	2.4-5 GHz	最高 600 Mbit/s	MIMO OFDM	使用多个发射和接收天线达到更高的数据传输率, 当使用双倍带宽 (40 MHz) 时速率可达 600 Mbit/s

802.11 LAN 体系结构



- 在基础设施模式中，基本构建模块是**基本服务集 (BSS)** (又称为“单元”)
- 基本服务集包含：
 - 无线主机
 - 接入点(AP): 基站
 - 无线主机使用基站通信

19

802.11:信道, 关联

- 当管理员安装一个AP时，为该AP分配一个服务集标识符 SSID 和一个信道号
 - 例如802.11b: 2.4GHz-2.4835GHz频谱划分为11个部分重叠的信道
 - 信道1、6、11是唯一的3个非重叠信道的集合
 - 管理员可以在同一个物理网络安装3个802.11b的AP
 - 可能干扰: 与临近AP选择了相同的信道!

20

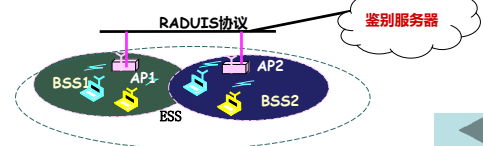
802.11:信道, 关联

- 主机: 必须与AP**关联**
 - 每个AP周期性的发送信标帧，每个信标帧包括该AP的 SSID和MAC地址
 - 主机**扫描信道**，监听信标帧，选择AP去关联
 - 802.11未指定AP关联的算法
 - 通过选择具有最高信号强度的信标帧对应的AP (p341)
 - 可能执行**鉴别** (身份验证)
 - 通常运行DHCP以得到在AP子网中的IP地址
 - 主机向该子网发送DHCP发现报文

21

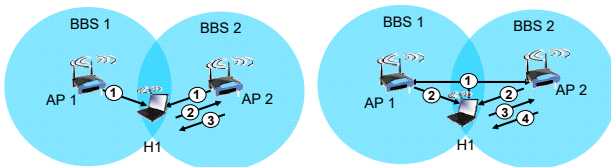
身份认证

- 一般AP提供如下认证方法，包括：
 - 基于站点的MAC地址判定是否允许其接入一个无线网络
 - 用户名+口令+鉴别服务器的认证方式
 - 移动站点安装802.1x客户端
 - AP接收用户的认证请求，通过RADIUS[RFC2865]协议中继，向鉴别服务器发出认证请求
 - 认证通过的用户，AP提供接入，否则拒绝其接入



22

802.11: 被动扫描/主动扫描



被动扫描:

- (1) 自AP发送信标帧
- (2) H1向选择的AP发送关联请求帧
- (3) 选择的AP向H1发送关联响应帧

主动扫描:

- (1) 自H1广播探测请求帧
- (2) 自AP发送的探测响应
- (3) H1向选择的AP发送关联请求帧
- (4) 选择的AP向H1发送关联的响应帧

23

IEEE 802.11 : 多路访问

- 多个站点同时经一个共享信道传输数据，因此需要多路访问协议来协调：
 - **信道划分**
 - 将信道划分为较小的“段” (时隙，频率，编码)，为节点分配一部分专用
 - CDMA, TDMA, FDMA
 - **随机访问**
 - 不划分信道，允许碰撞，需要从“碰撞”中恢复
 - 如CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA
 - **“轮流”**
 - 节点轮流占用信道一定时间，令牌传递

24

IEEE 802.11 : 多路访问

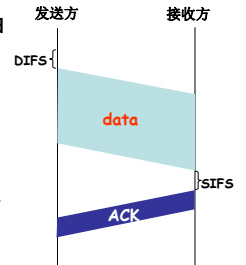
- 802.11无线LAN选择了一种多路访问协议CSMA/CA(碰撞避免), 不采用CSMA/CD(带碰撞检测)
- CSMA/CD 协议要求站点在发送本站数据的同时, 还必须能不间断地检测信道, 但802.11适配器上接收信号的强度远小于于发送信号的强度, 制造具有检测碰撞能力的硬件代价较大。
- 由于隐藏终端及信号衰减, 无法检测到所有碰撞

25

IEEE 802.11 MAC协议: CSMA/CA

802.11发送方

- 使用载波监听检测信道: 如果信道忙, 转2; 如果信道空闲, 则在等待DIFS (Distributed Inter-Frame Space, 分布式帧间间隔)后, 如果信道依旧空闲, 传输整个帧(无碰撞检测), 等待ACK确认, 转4; 否则转2
- 发送方为计数器选择一个随机回退时间; 当侦听到信道空闲时, 计数器倒计时; 侦听到信道忙时, 停止倒计时;
- 当计数器减为0时, 传输整个帧并等待ACK确认
- *收到ACK, 表示接收方已正确接收, 如果此时站点要发送另一帧, 转2;
*没有收到ACK, 倍增随机回退时间, 转2

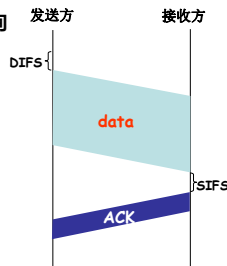


26

IEEE 802.11 MAC协议: CSMA/CA

802.11接收方

- 如果顺利接收到数据帧, 并校验码验证通过
- 在等待SIFS(Short Inter-Frame Space, 短帧间间隔)后返回ACK (由于隐藏终端问题, 需要ACK)

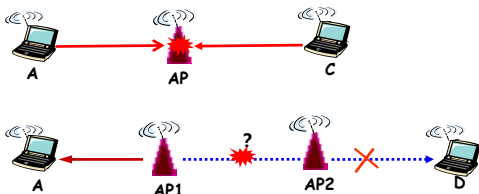


27

IEEE 802.11 MAC协议: CSMA/CA

- CSMA/CA特点:
 - 即使监听到信道空闲, 站点依然在一定时间内, 一直抑制自己的数据传输;
 - 目的:避免高代价碰撞
- 但是: 即使在发送数据时检测到信道是空闲的, 在接收端仍然有可能发生碰撞

CSMA/CA不能很好的解决



隐藏终端问题

- A, C检测不到彼此的无线信号
- 因而以为AP是空闲的, 均向AP发送数据
- 结果在AP处发生碰撞

暴露站问题

- A, AP1通信, 但AP2检测到信号
- 被抑制向D发送数据

29

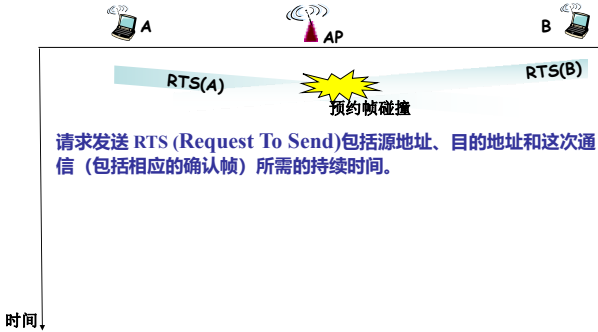
RTS/CTS

思想: 允许发送方“预约”信道, 而不是数据帧的随机访问, 以避免长数据帧的碰撞

- 发送方首先使用CSMA向BS传输“短”请求发送(RTS)控制帧(RTS仍可能与其他RTS碰撞, 但它们较短)
- BS为响应RTS, 广播“允许发送”CTS控制帧
- CTS为所有站点听到
 - 发送方传输数据帧
 - 其他站点推迟传输
- RTS帧的作用: 告之接收站点将要传输帧的大小, 让可听到当前RTS帧的其它站点关闭对现行接收站点的发送。
- CTS帧的作用: 批准发送站进行数据帧发送, 同时, 让可听到当前CTS帧的其它站点关闭对它的发送。以最大程度的避免发生冲突。

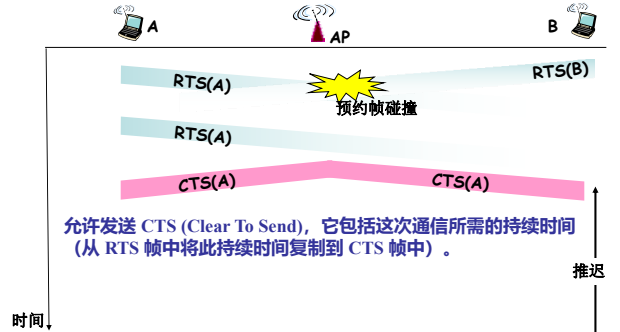
30

碰撞避免: RTS-CTS交换



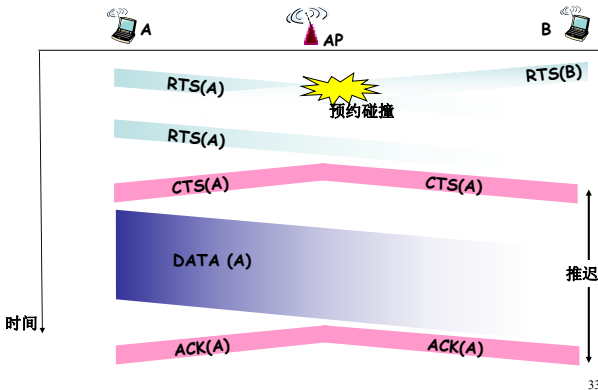
31

碰撞避免: RTS-CTS交换



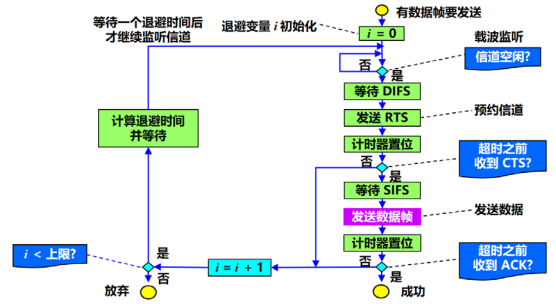
32

碰撞避免: RTS-CTS交换



33

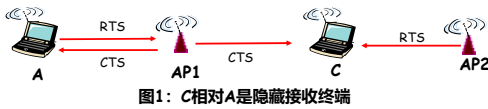
带RTS-CTS预约的CSMA/CA流程图



34

带RTS-CTS预约的CSMA/CA

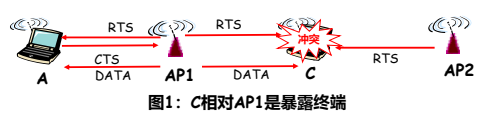
思考: RTS/CTS预约机制是否完全解决隐藏终端问题?



结论: C被AP1的CTS帧抑制发送, 因此: D接收不到C的应答, 进而无法判断是RTS控制报文发生冲突, 还是C没有开机, 还是C是隐藏终端, D只能认为RTS报文冲突, 就重新向C发送RTS。所以, 在单信道条件下, RTS/CTS可以解决隐藏发送终端问题, 但隐藏接收终端无法使用RTS/CTS解决。

带RTS-CTS预约的CSMA/CA

思考: RTS/CTS预约机制是否完全解决暴露终端问题?



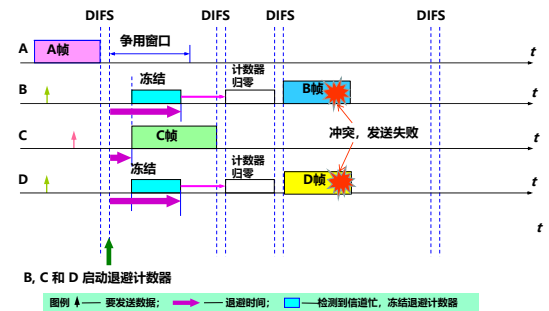
■ **结论:** 在单信道条件下, RTS/CTS无法解决暴露终端问题

带RTS-CTS预约的CSMA/CA

- 为了解决隐藏接收终端和暴露终端问题。必须采用双信道的方法。即利用数据信道收发数据，利用控制信道收发控制信号
- 除此之外，虽然RTS/CTS交换有助于降低碰撞，但同样也导致时延增加且消耗信道资源，所以RTS/CTS仅用于为长数据帧预约信道。
- 目前802.11网卡的驱动程序均支持RTS/CTS，且默认开启，但缺省门限是2347Bytes，而一般802.11以太网帧长度小于1536Bytes，所以**实际上RTS/CTS不起作用**

CSMA/CA不能很好的解决

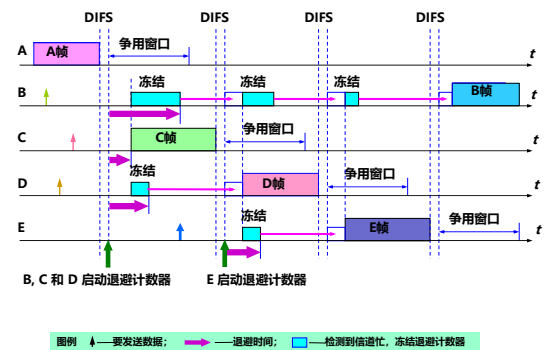
- 当不同站点选择了非常靠近的随机回退时间.....



802.11的退避机制

- 802.11 使用二进制指数退避算法确定回退时间。
 - 第 i 次退避就在 2^{2+i} 个时隙中随机地选择一个，即：第 i 次退避是在时隙 $\{0, 1, \dots, 2^{2+i} - 1\}$ 中随机地选择一个。
 - 例如：第 1 次退避是在 8 个时隙（而不是 2 个）中随机选择一个。
 - 第 2 次退避是在 16 个时隙（而不是 4 个）中随机选择一个。

802.11的退避机制

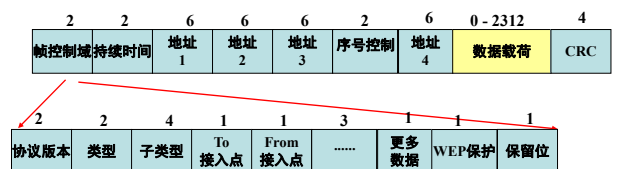


39

退避算法的使用情况

- 仅在下面的情况下才不使用退避算法：检测到信道是空闲的，并且这个数据帧是要发送的第一个数据帧。
- 除此以外的所有情况，都必须使用退避算法。例如：
 - 在发送第一个帧之前检测到信道处于忙态。
 - 在每一次的重传后。
 - 在每一次的成功发送后。

802.11帧: 编址



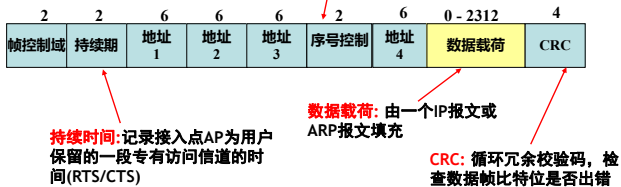
类型/子类型: 帧类型(关联帧、RTS、CTS、ACK、数据)
 数据载荷To接入点/From接入点: 定义地址域的功能
 WEP保护: 表明是否对数据帧进行加密

41

42

802.11帧: 编址

序号控制: 发送端使用序号对数据帧进行编号, 按序发送, 并对没有收到确认帧的数据帧进行重发; 接收端用序号区分收到的数据帧是否为重发的数据帧, 并对已成功接收的数据帧进行确认。用于可靠数据传输



43

802.11帧: 编址



地址1: 接收该帧的站点的MAC地址

地址2: 传输该帧的站点的MAC地址

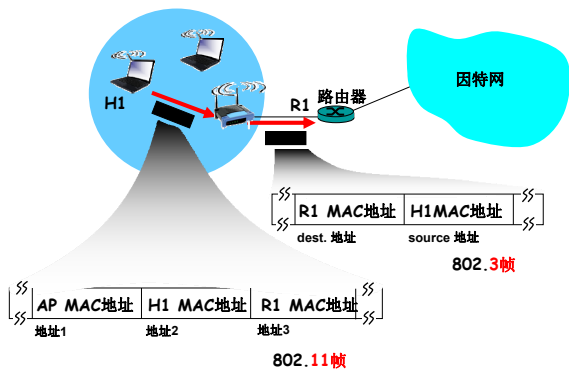
地址3: 源/目的主机、或连接AP的路由器的MAC地址

地址4: 仅用于自组织模式的MAC地址

去往 AP	来自 AP	地址 1	地址 2	地址 3
0	1	目的地址	AP 地址	源地址
1	0	AP 地址	源地址	目的地址

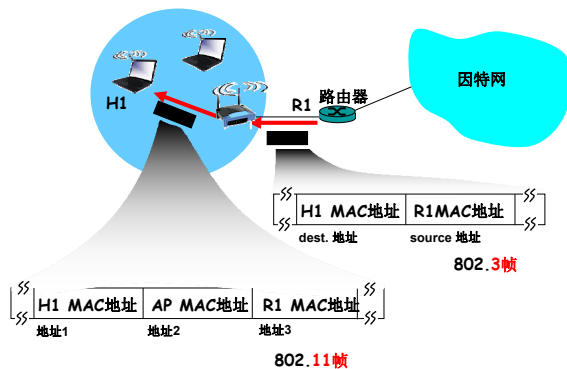
44

802.11帧: 编址原理



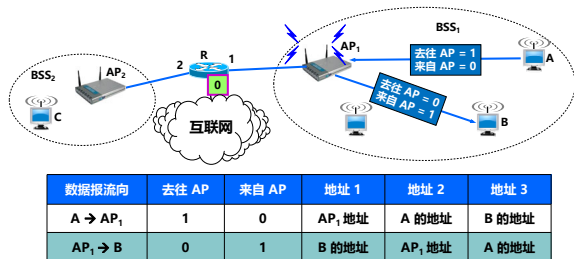
45

802.11帧: 编址原理

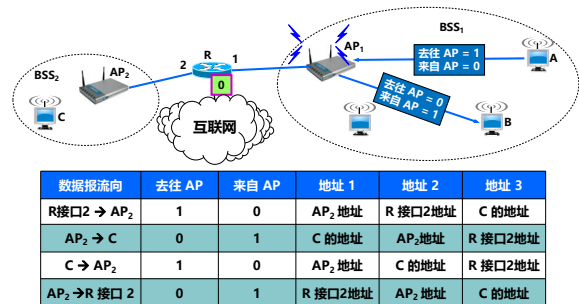


46

802.11帧: 编址原理

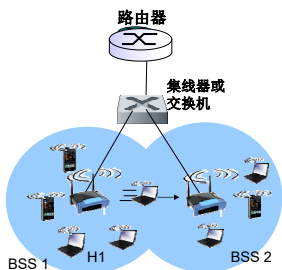


802.11帧: 编址原理



802.11:在相同子网中的移动

- H1停留在相同的IP子网中:
IP 地址能够维持相同
- 交换机: 哪个AP与H1关联?
 - 自学习模式: 交换机将“看到”来自H1的帧, 并“记住”哪个交换机端口可到达 H1

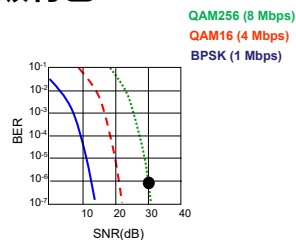


49

802.11的高级特色

速率自适应能力

- 根据当前和近期信道特点, 移动节点在运动过程中, 动态改变传输速率(通过自适应的选择物理层调制技术来实现), SNR 相应发生变化



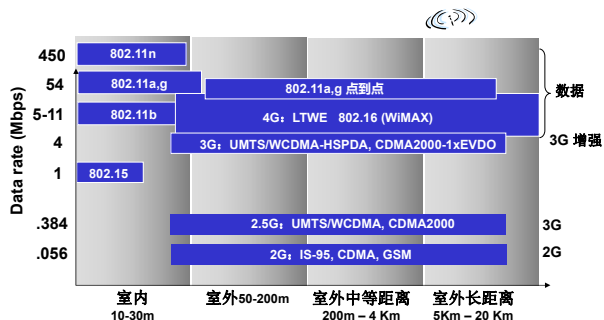
1. 当节点逐渐远离基站时, SNR 减少, BER增加
2. 当BER值变得太大时, 选择更低的传输速率以降低BER

802.11的高级特色

功率管理

- 节点通知AP: “我将进入睡眠状态, 直到下一个信标帧到达”
 - 节点睡眠期间, AP知道不该向这个节点发送任何帧
 - 节点通过设置定时器, 正好在AP计划发送下一个信标帧之前唤醒自己
- AP发送的信标帧: 包含了一个移动节点列表, 而AP缓存了准备发送给这些节点的帧
 - 如果节点没有被AP缓存的帧, 它继续返回睡眠状态, 直到下一个信标帧到达
 - 否则, 该节点向AP发送一个探测报文请求被缓存的帧

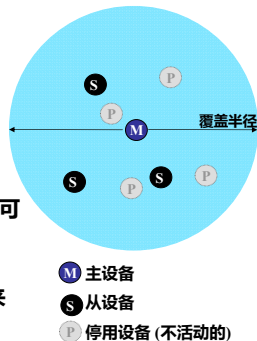
几种无线网络标准的链路特征



52

802.15.1: 个域网络

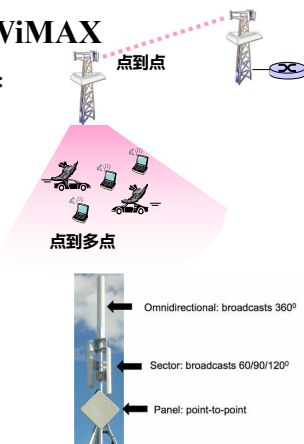
- 小于10 m直径
- 替代电缆(鼠标, 键盘, 耳机)
- 自组织: 无基础设施
- 主/从设备:
 - 从设备(向主设备)请求发送许可
 - 主设备同意请求
- 802.15: 由蓝牙规格参数演化而来
 - 2.4-2.5 GHz 无线电波段
 - 高达 721 kbps



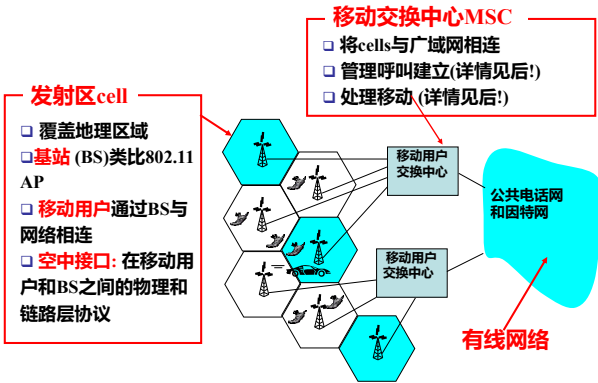
53

802.16: WiMAX

- 类似 802.11 和蜂窝电话网络: 采用基于基站体系结构
 - 主机—基站之间数据传输 采用全向天线
 - 基站—基站之间数据传输 采用点对点天线
- 与802.11的不同之处:
 - 范围 ~ 6 英里
 - ~14 Mbps



蜂窝电话网络体系结构

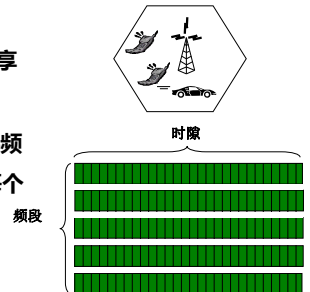


55

蜂窝电话网络: 空中接口接入技术

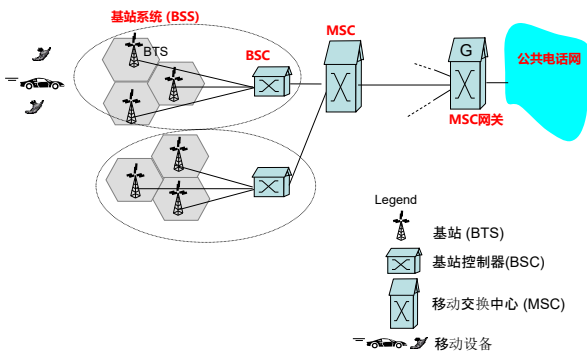
- 多个移动用户呼叫时, 需要共享到基站的无线电频谱
- 通常采用如下两种技术共享频谱:

- FDMA/TDMA 结合:** 将频谱划分为频道, 再将每个频道划分为时隙
- CDMA:** 码分多址

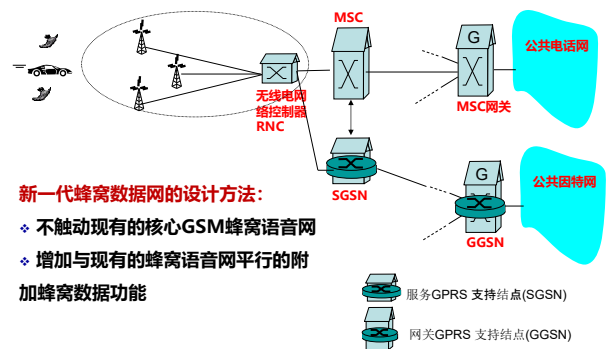


56

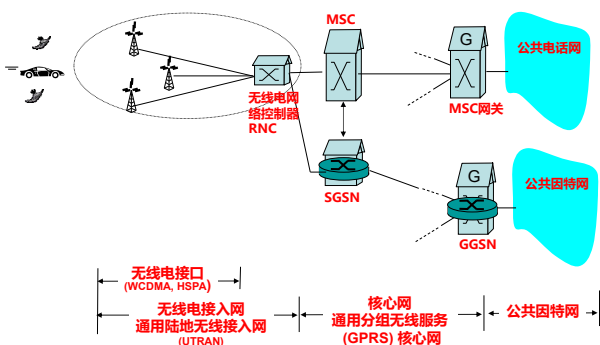
2G (语音) 的体系结构



3G (语音+数据) 的体系结构

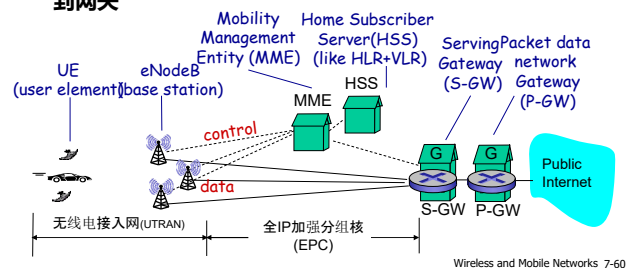


3G (语音+数据) 的体系结构



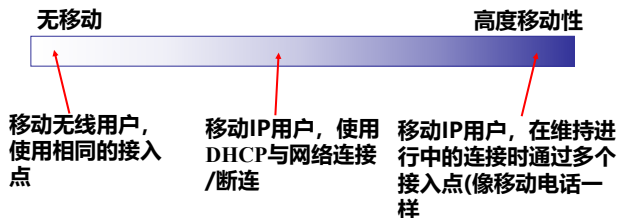
4G: 不同于 3G

- 全 IP 核心网: IP 数据报经过内部 4G IP 网络, 从基站发往网关。
- 语音和数据之间没有分离 - 所有流量都通过 IP 核心传输到网关



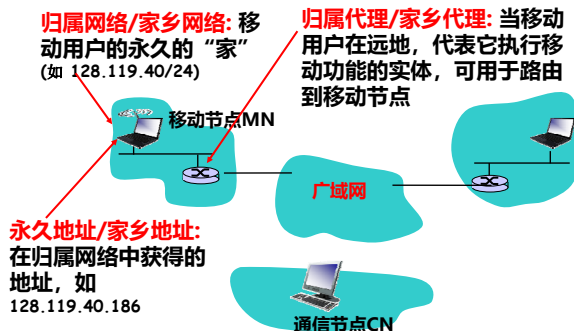
何谓“移动”IP?

- 从网络的角度理解移动性:



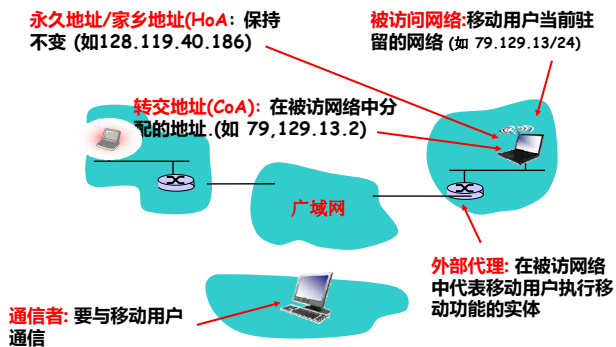
61

移动IP的基本概念



62

移动IP的基本概念



63

两种获取转交地址的模式

- 由外地代理提供外地代理转交地址:
 - 该转交地址通过代理通告消息被通告给移动节点。转交地址通常是发送通告的外地代理的IP地址, 外地代理是隧道的端点;
 - 外地代理通过隧道接收数据报时, 会对收到的数据报解除封装。然后, 外地代理会将内部数据报传送到移动节点。因此, 许多移动节点可以共用同一转交地址。

64

怎样与漫游的朋友联系?

设想朋友经常改变地址, 你怎样找到她?

- 搜索所有的电话簿?
- 给她父母打电话?
- 期待她主动联系你?



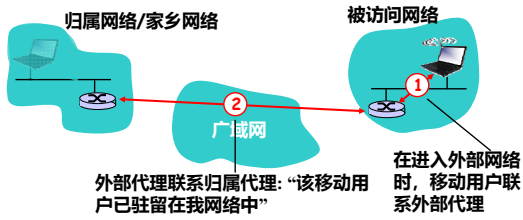
65

寻址的方法

- 让路由器处理:** 路由器交换域中和域间路由选择信息, 通告其他邻居它有一条可将数据包选择到某个移动用户永久地址的正确路径。
 - 选路表指示移动用户的地址。
 - 路由器需要维护可能多达数百万个移动节点的选路表表项
- 让端系统处理:**
 - 使用外部代理为移动节点创建一个转交地址
 - 外部代理与归属代理之间需要某种协议来通告移动节点的转交地址

66

移动用户在外网注册

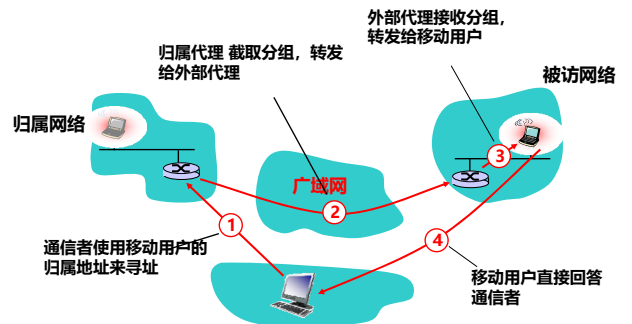


最终结果：

- 外部代理能“看到”移动用户
- 归属代理“知道”移动用户的“新”位置

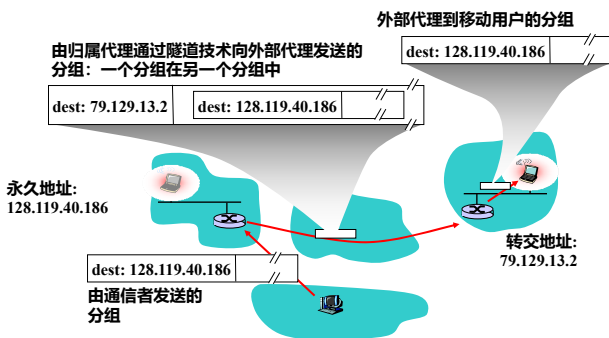
67

移动节点的间接选路



68

移动节点的间接选路



69

关于间接选路的小结

- 移动用户使用两个地址：
 - 永久地址：通信者将报文发送到移动节点的永久地址(因此移动用户位置对通信者是透明的)
 - 转交地址：由归属代理所用，以将数据报转发给移动用户
 - 移动节点移动到外部网络，向外部代理注册并得到一个转交地址COA；离开外部网络时，取消注册
 - 外部代理向归属代理注册转交地址
 - 归属代理通过隧道将来自通信者的原始报文，封装在目的地址为转交地址的数据报内，转发
 - 外部代理从封装好的数据报中解封装出原始报文，再转发给移动节点
- 移动节点要发送报文时，将外部网络的路由器作为缺省网关

70

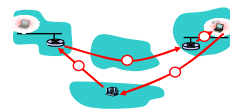
间接选路：在网络间移动

- 假定移动用户继续移动到另外一个外部网络
 - 向新的外部代理注册，获得新的转交地址COA
 - 新的外部代理向归属代理注册移动节点新的COA
 - 归属代理更新移动用户的转交地址
 - 分组继续向移动用户转发(但具有新的转交地址)
- 移动、改变外部网络是透明的：进行中的连接能被维护！

71

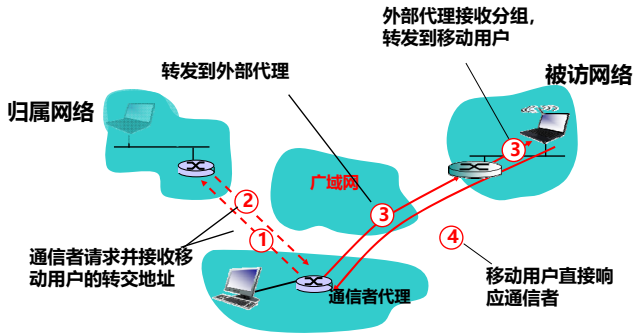
间接选路存在的问题

- 三角形选路：通信者-归属网络-移动用户
- 优点
 - 控制简单
 - 交换的控制报文数有限
 - 对于特定主机的绑定信息存放在HA
- 缺点
 - HA是每个报文的固定重定向点，即使源和目的之间存在更短的路径。
 - 路径加长而增加端到端延迟
 - 连接HA的网络链路很容易出现超载，HA成为瓶颈



72

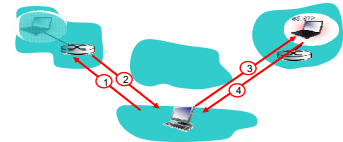
使用直接选路移动



73

直接选路的挑战

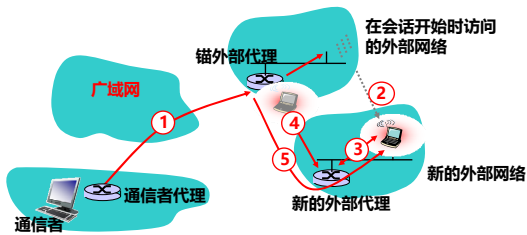
- 克服三角形选路问题
- 对通信者非透明: 通信者必须从归属代理得到转交地址
 - 需要一个移动用户定位协议以获取移动节点的转交地址
 - 如果移动用户改变被访问网络会怎样?



74

直接选路如何解决移动

- 锚外部代理FA: FA位于首个被访问网络中
- 数据总是首先路由到锚FA
- 当移动用户移动时: 新的FA安排数据从旧的FA(连接)转发



75

移动IP

- RFC 3344
- 我们已经看到了许多特性:
 - 归属代理、外部代理、外部代理注册、转交地址、封装(分组在一个分组中)
- 移动IP标准由三个部分组成:
 - 代理发现
 - 对归属代理注册
 - 数据传输

76

移动IP的代理发现 (Agent Discovery)

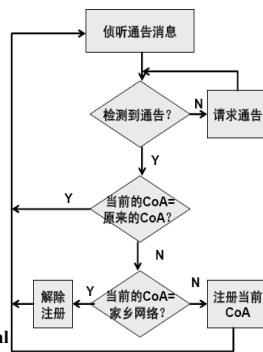
■ 移动代理周期性发送agent advertisement消息来公告自己的存在, MN通过接收此消息确定:

- 确定连接的链路
- 检测是否改变了接入点
- 如果连接到一个外地网络则获得一个CoA

■ MN也可以主动发送agent solicitation消息进行代理查询

■ 更多参考资料:

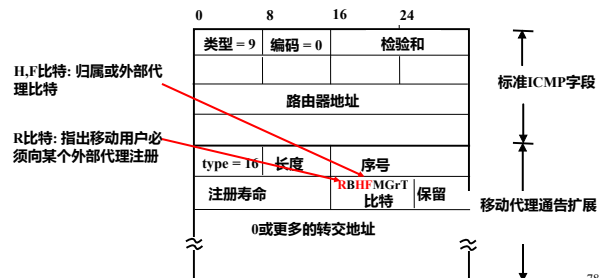
https://docs.oracle.com/cd/E24847_01/html/819-7058/mipoverview-12.html#mipoverview-14



77

移动IP的代理发现 (Agent Discovery)

- 代理通告 (agent advertisement): 外部/归属代理通过广播ICMP路由器公告报文实现 (ICMP类型字段 = 9)



78

agent advertisement报文的格式

Code字段(即RBHFMGrT比特)标志位完整说明

Bit	Meaning
0	Registration required. No co-located care-of address.
1	Agent is busy and does not accept registration at this moment.
2	Agent acts as a home agent.
3	Agent acts as a foreign agent.
4	Agent uses minimal encapsulation.
5	Agent uses generic routing encapsulation (GRE).
6	Agent supports header compression.
7	Unused (0).

移动IP注册

- 当移动主机移动到外部网络后必须进行注册，以获取转交地址(标识移动节点的当前位置)，转交地址分为两类：
 - 外部代理转交地址**(Foreign Agent Care-of-Address)
 - 由外部代理维护与分配的某个IP地址
 - 多个移动节点可以使用同一个外地代理转交地址
 - 节省地址空间(推荐使用)
 - 协同定位转交地址**(Collocated Care-of-Address)
 - 当外部网络没有外部代理时，移动节点使用这种转交地址
 - 是所在外部网络的某个IP地址
 - 一个配置转交地址只能同时被一个移动节点使用

注册请求

使用外地代理转交地址

- 移动节点从外部代理的代理公告(agent advertisement)消息中得到一个外部代理转交地址
- 移动节点向外部代理发送注册请求(Registration Request)消息
- 外部代理对注册请求消息做有效性检查。
 - 如果没问题，将该消息转发到移动节点的家乡代理。
 - 否则，外地代理向移动节点回送注册应答(Registration Reply)消息指示注册失败

使用协同定位转交地址

- 移动节点根据某种配置规程(如DHCP)获得配置转交地址
- 移动节点将外部网络上的路由器作为缺省网关，直接向家乡代理发送注册请求消息。

注册---家乡代理的处理

- 收到注册请求消息后，家乡代理做有效性检查。
- 如果消息有效。家乡代理绑定移动节点的家乡地址和转交地址，并回送注册应答消息指示注册成功。开始准备作为隧道入口封装发送给移动节点的报文。
- 如果消息无效，向转交地址回送注册应答消息指示注册失败。

注册应答

使用外地代理转交地址

- 外部代理收到注册应答消息后做有效性检查
 - 如果检查通过，外部代理更新来访移动节点列表，将应答消息转发给移动节点，并准备作为隧道出口解封数据报文
 - 如果检查没有通过，外部代理发送注册应答消息给移动节点，指示注册失败
- 移动节点收到注册应答消息
 - 如果注册成功，开始正常工作；
 - 否则根据错误信息调整后重新注册

使用协同定位转交地址

- 跳过外部代理，直接由移动节点处理注册应答消息

注册请求过程的几个要点

- 如果移动节点不知道家乡代理的地址，则广播注册消息
- 移动节点必须采用某个有效家乡地址进行注册请求。
- 家乡代理和移动代理类似于本地和外地数据库
 - 一次有效的注册，家乡代理为移动节点创建一个条目
 - 包括：MN的CoA、注册标识字段和此次注册的生存期
 - 每个外部代理维护一个访问列表
 - 移动节点的链路层地址、移动节点的家乡地址、UDP注册源port、家乡代理的IP地址、标识字段、注册生存期、当前或未处理注册的剩余生存期

注册请求消息格式

- Type: 报文类型, 对于注册请求报文, 此字段为1.
- Flag: 标志, SBDMGrTx
- Identification: 标识字段, 用于匹配注册请求和注册响应消息.
- Extensions: 由家乡代理用来验证移动主机的身份.

- | | |
|------------|-------------|
| ○S: 同时绑定 | ○G: 使用GRE封装 |
| ○B: 请求广播报文 | ○r: 保留 |
| ○D: 自己拆封 | ○T: 请求逆向隧道 |
| ○M: 使用最小封装 | ○r: 保留 |

Type(1)	SBDMGrTx	lifetime
Home address		
Home agent		
COA		
identification		
Extensions,...		

注册请求报文格式

- Type: 报文类型, 对于注册请求报文, 此字段为1.
- Flag: 标志, SBDMGrTx
- Identification: 标识字段, 用于匹配注册请求和注册响应消息.
- Extensions: 由家乡代理用来验证移动主机的身份.

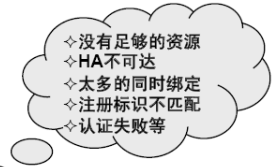
Type	Flag	Lifetime
Home address		
Home agent address		
Care-of address		
Identification		
Extensions ...		

标志字段Flag

Bit	Meaning
0	Mobile host requests that home agent retain its prior care-of address.
1	Mobile host requests that home agent tunnel any broadcast message.
2	Mobile host is using co-located care-of address.
3	Mobile host requests that home agent use minimal encapsulation.
4	Mobile host requests generic routing encapsulation (GRE).
5	Mobile host requests header compression.
6-7	Reserved bits.

注册应答消息的格式

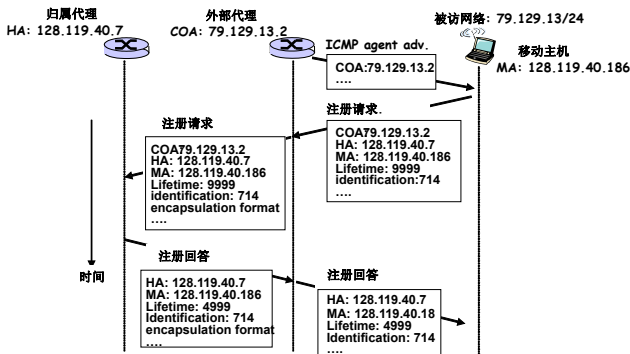
- Type: 报文类型, 对于注册响应报文, 此字段为3.
- Code: 给出注册请求的结果 (接受或拒绝) .



code0: 注册成功
code1: 注册成功但不支持多个同时绑定

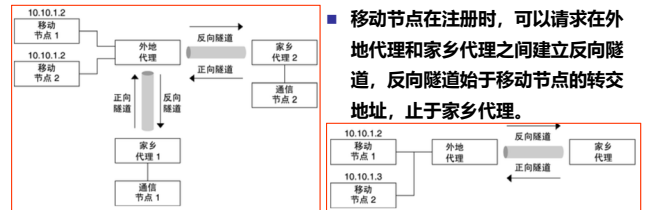
Type(3)	Code	lifetime
Home address		
Home agent		
identification		
Extensions...		

移动用户IP: 注册例子



具有反向隧道连接的移动 IP

- 之前P71的原理描述, 是假设在 Internet 内进行路由与数据报的源地地址无关. 如果中间路由器 (例如安装了包过滤防火墙) 会检查源地址的拓扑是否正确, 则移动节点就需要设置反向隧道.
- 此外, 如果外部网络应用NAT技术为注册的移动节点分配了专用地址, 无法通过Internet进行全局路由, 也需要使用反向隧道.



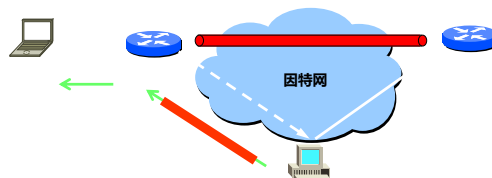
使用反向隧道的移动 IP 拓扑

- 移动节点在注册时, 可以请求在外地代理和家乡代理之间建立反向隧道, 反向隧道始于移动节点的转交地址, 止于家乡代理.

移动IP的优化

- 路由优化
- 切换优化

三角路由问题




绑定缓存策略

- 通信对端维护一个绑定缓存，存储它要访问的移动节点的<家乡地址，转交地址>
- 当通信对端要向移动节点发送报文时，它检查自己的缓存，找到移动节点的转交地址，直接将报文通过隧道发给移动节点
- 由于移动节点的转交地址是随着节点位置的变化而变化的，所以通信对端要对绑定缓存进行维护

绑定缓存的建立

- 家乡代理截获一个目的地址为移动节点的报文时，它知道通信对端没有关于移动节点的绑定信息，就向通信对端发送**绑定更新**消息，通知它移动节点的家乡地址和转交地址
- 通信对端可以主动向移动节点的家乡代理发送**绑定请求**消息，家乡代理使用**绑定更新**消息将移动节点的转交地址送给通信对端

绑定缓存的维护

- 采用定时更新机制，删除过老的绑定信息
- 如果外地代理通过隧道收到一个消息，但对应的移动节点已不在自己的访问列表中。这表明通信对端的绑定信息已经不正确
- 外地代理向移动节点的家乡代理发送**绑定警告**消息（包含通信对端的地址）
- 收到**绑定警告**消息后，家乡代理使用**绑定更新**消息通知通信对端移动节点的新转交地址 

切换带来的问题

- 在新的转交地址注册成功之前，已经在网络中传输的IP报文将被发送到原外部网络。如果不采取措施，这些报文将被丢弃，造成报文丢失
- 如果移动节点在两个外地代理之间频繁切换，比如在分属两个外地代理的相邻小区之间来回移动。当切换的频繁程度与注册所需时间可比时，报文的丢失现象将更加严重

频繁切换问题的解决

- 不同外地代理间相邻小区的频繁切换可以用使用**多重绑定技术**来解决
 - 家乡代理为移动节点存储多个转交地址
 - 要转交报文时，家乡代理同时向这些转交地址发送报文

报文丢失问题的解决--平滑切换

- 如果使用外部代理转交地址
 - 移动节点到达新的外部代理后，它请求新外部代理将自己的新转交地址告诉给自己的锚外部代理
 - 锚外部代理在移动节点离开后，负责将发送给移动节点的报文转交给新的外部代理
- 如果使用配置转交地址将无法实现平滑切换
 - 旧外部网络没有实体可以接收并转发发送给原配置转交地址的报文

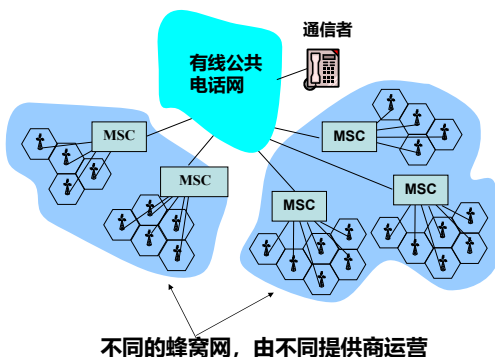
平滑切换的详细步骤

- 移动节点到达新外部网络后，在**注册消息**中包含“锚外部代理通知”扩展
- 新外部代理收到这样的注册消息后，向锚外部代理发送**绑定更新消息**，通知它移动节点的新转交地址绑定更新的内容是<家乡IP地址，新转交地址>
- 锚外部代理收到发送给移动节点的报文后，拆封，检查绑定缓存，找到移动节点的新转交地址，将报文重新封装，发给新的转交地址（两段隧道）
- 锚外部代理在收到来自新外部代理的**绑定更新消息**之前，可以先将收到的发给移动节点的报文缓存起来

移动IP数据传送

- 接收数据
 - 当远程主机向移动主机发送分组时，使用移动主机的家乡地址作为目的地址。
 - **该分组被路由到移动节点的家乡网络上，被家乡代理截获。**
 - 家乡代理查找绑定表，获得移动节点当前的转交地址（即外地代理地址）。
 - **家乡代理将数据包发送到转交地址。**
 - **外地代理将数据包转发给移动节点。**
- 发送数据
 - 移动节点在外地网络上发送分组时，分组由外地代理负责路由，其过程与在家乡网络中一样。

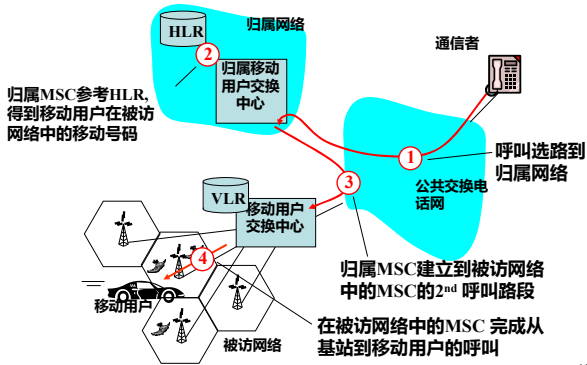
蜂窝网络体系结构的组成



处理蜂窝网络中的移动

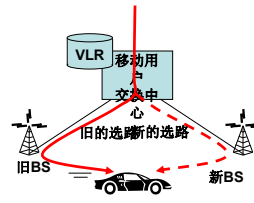
- **归属网络:**手机注册的蜂窝网络提供商(如中电信, 中移动)
 - **归属位置注册器 (HLR):**归属网络中的数据库, 包含永久蜂窝电话号, 配置信息(服务, 参数选择, 账单), 有关当前位置的信息(能够位于另一个网络)
- **被访网络:**移动用户当前驻留的网络
 - **访问者位置注册器 (VLR):**对每个在网中的用户具有表项的数据库
 - 能够是归属网络

GSM:移动用户的间接选路



103

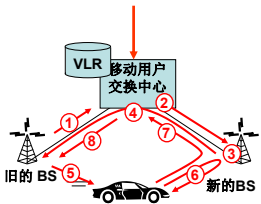
GSM:通用MSC的切换



- 切换目标: 经新基站路由呼叫 (不必中断)
- 切换的原因:
 - 到/来自新BS的更强的信号 (持续连接, 较少的电池消耗)
 - 负载均衡: 在当前BS中释放高符合信道
 - GSM不强制执行切换的原因(策略), 仅关注如何做(机制)
- 由旧BSS发起的切换

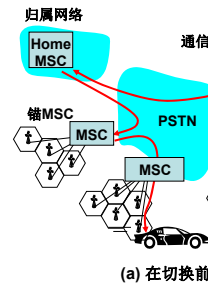
104

GSM:通用MSC的切换



1. 旧BS通知被访问MSC即将进行一个切换, 提供了包含1个以上新BS的列表
2. MSC建立到新BS的路径(分配资源)
3. 新BS分配并激活一个供移动用户使用的无线信道
4. 新BS通知MSC和旧BS: 准备好
5. 旧BS告诉移动用户: 执行到新BS的切换
6. 移动用户和新BS交换报文, 以完全激活新BS中的新信道
7. 移动用户发的信号经新BS到MSC: 完成切换. MSC重路由由呼叫
8. MSC沿着到旧BS的路径分配的资源被释放

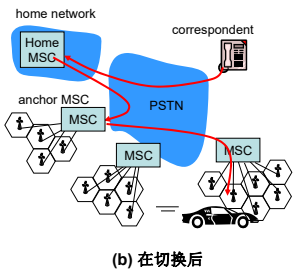
GSM:MSC间的切换



- 锚MSC: 在呼叫过程中首次访问的MSC
 - 呼叫保持经过锚MSC选路
- 当移动用户移动到新MSC时, MSC加到MSC链的末端
- IS-41允许选项路径最小化步骤, 以缩短多MSC链

106

GSM:MSC间的切换

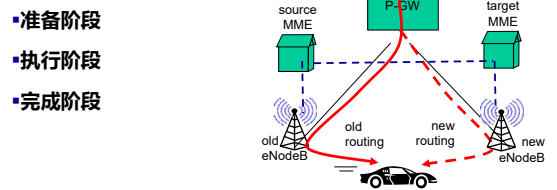


- 锚MSC: 在呼叫过程中首次访问的MSC
 - 呼叫保持经过锚MSC选路
- 当移动用户移动到新MSC时, MSC加到MSC链的末端
- IS-41允许选项路径最小化步骤, 以缩短多MSC链

107

处理LTE中的移动

- 寻呼: 空闲UE可能从一个单元移动到另一个单元: 网络不知道空闲UE驻留在哪里
 - 所有eNodeB广播MME的寻呼消息以定位UE
- 切换: 类似于3G



108

移动: GSM与移动用户IP对比

GSM元素	对GSM元素的评论	移动IP元素
归属系统	移动用户永久电话号码属于的网络	归属网络
网关移动交换中心, 或“归属MSC”。归属位置注册器 (HLR)	归属MSC: 获得可选路移动用户的地址联系点。HLR: 在归属系统中包含永久电话号码, 配置信息, 移动用户的当前位置, 注册信息的数据库	归属代理
被访网络	移动用户当前驻留的非归属网络的网络	被访网络
被访移动服务交换中心, 访问者位置注册	被访MSC: 在蜂窝单元中, 负责建立到来自移动节点的呼叫相关联的。VLR: 在被访系统中临时数据库表项, 包含了对每个访问移动用户的注册信息	外部代理
移动站漫游号(MSRN), 或“漫游号”	在归属MSC和被访MSC间用于电话呼叫段的及选路地址, 不被移动用户和通信者所见	转交地址

109

无线、移动: 对较高层协议的影响

- 逻辑上, 影响应当最小...
 - 尽力而为模型维持不变
 - TCP和UDP能够(且已经)运行在无线、移动用户上,
- ... 但性能敏感:
 - 由于比特错的丢包/时延 (对链路层重传的丢包与时延), 和切换
 - TCP将丢包解释为拥塞, 将不必要地减小拥塞窗口
 - 对实时流量的时延损伤
 - 无线链路有限的带宽

110

本章结束