

第六章 下一代无线通信技术展望

- ➡ ■ 协同通信
 - 认知无线电
 - AdHoc和无线 Mesh
 - 异构泛在无线网络融合

原创力文档

max.book118.com

预览与源文档一致, 下载高清无水印

一、协同通信

- 协同通信(Cooperative Communication)
- 基本思想是用户间可以共享彼此的天线，以构建一个虚拟的MIMO系统，使SISO系统获得MIMO系统的好处。
- 由于无线通信的广播特性，一个用户所发生的信号，不仅可以被目的端接收到，也可以被其他用户接收到。从而，该用户可以与其他伙伴用户互通信息，以协同方式和目的端通信。

协同信息模型

- 协同通信基本思想可以追溯到Cover和Gamal关于中继信道的信息论特性的研究。他们分析了一个三节点网络(源节点、目的节点和中继节点)的容量，奠定了中继通信的基础理论
- 目前协同通信在很多概念和内容上都不同于中继通信，最突出的特征就是中继通信中，中继与信源是两个独立实体，而**协同通信中信源同时还是中继。**

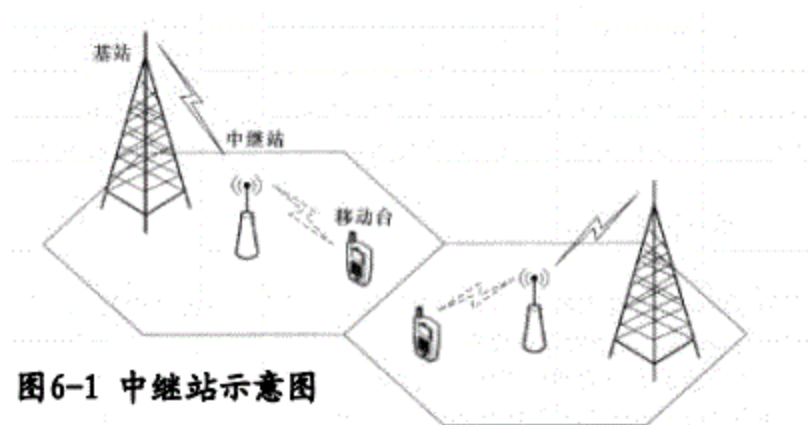
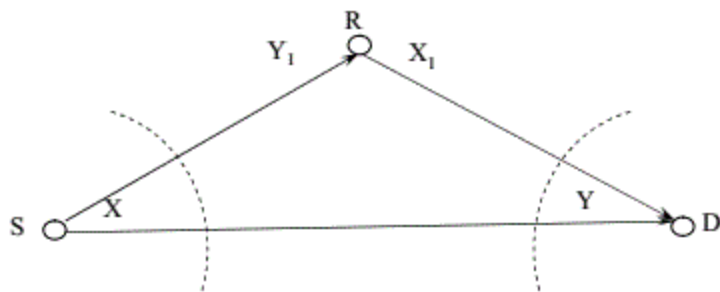


图6-1 中继站示意图

协同信息模型

- 协同中继传输中，最基本的三节点中继信道模型如图6-2所示，该信道模型存在一个源节点S，一个目的节点D，一个中继节点R。



协同信息模型

- 从三节点中继信道的模型可以看到，中继信道可以划分为**两个子信道**：从源节点S到中继节点R和目的节点D的**广播子信道**；从源节点S和中继节点R到目的节点D的**多址子信道**。
- 对于一般中继信道来说，从源节点S到中继节点R和目的节点D的子信道的是**广播通信技术**，而从源节点S和中继节点R到目的节点D的子信道采用的是**多址接入技术**。

协同信息模型

- 目前为了区分发送和接收，一般采用**时分双工模式**，即中继节点不能同时接收和发送信息，而采用**半双工通信模式**。
- 对于时分双工模式的中继，一般采用如下中继方法：
第一个时隙源节点向中继节点与目的节点广播数据信息，此时中继节点对接收到的数据进行处理，准备转发；**第二个时隙**只有中继节点进行数据信息的发送，源节点不发送数据，**目的节点**接收信号，然后与之前收到的源节点的广播信息进行**合并解码**。

- 协同通信中采用的中继方案
 - ▶ 放大转发(Amplify and Forward, AF)
 - ▶ 解码转发(Decode and Forward, DF)

放大转发中继

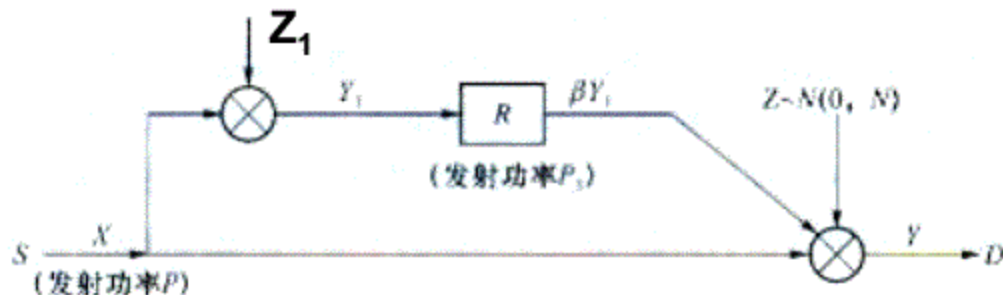
- 在AF中继传输机制中，中继节点R在接收到源节点S发送来的数据之后并不进行信息的解码，而是将信号进行简单的放大，然后转发给目的节点D。
- 这种传输机制的优点在于系统设计简单。
- 但是，被中继放大的不仅包含有用信号，此外包含在接收信号中的噪声部分也将被放大。

放大转发中继

- 假设传输的带宽为1，传输时间为1，中继采用半双工模式，将单位时间平均分为两个时隙；
 - ▶ 在第一个时隙，源节点S采用广播模式发送数据给中继节点R和目的节点D；
 - ▶ 在第二个时隙，中继节点R对收到的信号进行一个适当的放大，并转发给目的节点D。
- 目的节点D在第一个时隙接收完源节点S发送的信号之后并不立即进行解码，而是在接收完第二个时隙中继节点R传输的信号之后，将两路信号进行合并解码，这样目的节点D接收的信号能够在时间上区分开，可以采用最大比合并的方法，获得时间分集增益。

放大转发中继

- 源节点S的发射信号为 X ，发射功率为 p ，中继节点R的接收信号为 Y_1 ，发射信号为 X_1 ，功率为 P_1 ，目的节点D的接收信号为 Y ，中继节点R处的高斯白噪声为 Z_1 ，目的接收节点D处的高斯白噪声为 Z ，其中， $Z_1 \sim N(0, N_1)$ ， $Z \sim N(0, N)$ ，其信道模型如图6-4所示。



放大转发中继

- 第一个时隙，目的节点D接收到的信号为 $Y=X+Z$ ，中继节点R接收到的信号为 $Y_1=X+Z_1$ 。
- 第二个时隙，中继节点将接收到的信号直接放大转发，发送的信号为 $\beta(Y_1)$ ，目的节点D收到来自中继节点R的信号为 $Y=\beta(Y_1)+Z$ ，然后与第一时隙收到的来自源节点S的信号进行合并，获得时间分集增益。有

$$\beta(Y_1) = \beta(X + Z_1)$$

$$\text{所以} \quad \beta^2(P + N_1) = P_1$$

$$\text{有} \quad \beta^2 = \frac{P_1}{(P + N_1)} \quad \text{而} Y = \beta(X + Z_1) + Z$$

放大转发中继

- 同时考虑前一时隙收到的信号 $Y=X+Z$ ，利用最大比合并接收，获得时间分集增益，所以放大转发机制的中继信道容量为

$$\begin{aligned} C &= \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \frac{P}{N} + \frac{\beta^2 P}{N + \beta^2 N_1} \right) \\ &= \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \frac{P}{N} + \frac{\frac{P_1}{P + N_1} P}{N + \frac{P_1}{P + N_1} N_1} \right) \\ &= \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \frac{P}{N} + \frac{\frac{P}{N_1} \frac{P_1}{N}}{1 + \frac{P}{N_1} + \frac{P_1}{N}} \right) \end{aligned}$$

- 在放大转发中继信道容量中，信息传输取决于总信道容量。比较适用于源节点S到中继节点R的信道(S-R信道)较差或波动较大的情况。

解码转发中继

- 在解码转发中继（DF）传输机制中，**中继节点R**在接收到源节点S发送来的数据之后，**会将接收到的信息进行解码，然后再进行编码发送给目的节点。**
- 传输成功的**两个必要条件**
 - ▶ 首先，中继节点R可以正确接收来自源节点S的信息，对其进行解码而再进行编码转发；
 - ▶ 其次，目的节点D接收到来自中继节点R和源节点S发送的信号，将其进行分集合并，要求目的节点能够正确解码。

-
- 假设传输的带宽为1，传输时间为1，中继采用半双工模式，将单位时间平均分为两个时隙。
 - ▶ 在第一个时隙，源节点S采用广播模式发送数据给中继节点R和目的节点D;
 - ▶ 在第二个时隙，中继节点R将收到的信号进行解码并重新编码转发给目的节点D。
 - 目的节点D在第一个时隙接收完源节点S发送的信号之后并不立即进行解码，而是在接收完第二个时隙中继节点R传输的信号之后，将两路信号进行合并解码。
 - 可以采用最大比合并的方法，获得时间分集增益。

解码转发中继

- 源节点S的发射信号为 X ，发射功率为 P ，中继节点R的接收信号为 Y_1 ，发射信号为 X_1 ，功率为 p_1 ，目的节点D的接收信号为 Y ，中继节点R处的高斯白噪声为 Z_1 ，目的接收节点D处的高斯白噪声为 Z ，其中， $Z_1 \sim N(0, N_1)$ ， $Z \sim N(0, N)$ ，信道模型如图6-5所示



解码转发中继

- 第一个时隙，源节点到中继节点和目的接收节点采用广播通信方式，此时目的节点并不进行解码，中继节点也只接收信息而不发送信息，考虑传输时间1/2，带宽为1，有

$$C_1 = \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \frac{P}{N_1} \right)$$

- 第二个时隙，目的节点将此时隙接收到的中继发送的信号与之前一个时隙接收到的源节点发送信号进行合并解码，考虑传输时间1/2，带宽为1，该信道容量可以确定为

$$C_2 = \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \frac{P_1}{N} + \frac{P}{N} \right)$$

解码转发中继

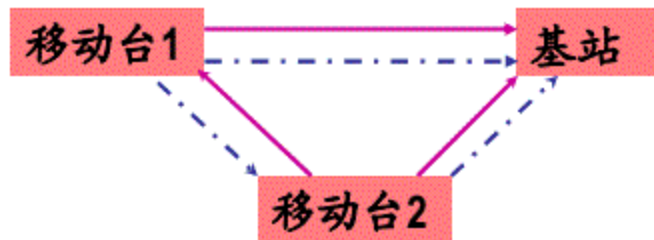
- 该中继信道容量为

$$\begin{aligned} C &= \min \{C_1, C_2\} \\ &= \min \left\{ \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \frac{P}{N_1} \right), \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \frac{P_1 + P}{N} \right) \right\} \end{aligned}$$

- 可以看出，解码转发传输机制的信道容量受到S-R信道容量制约。如果差，那么中继节点R将不能对接收到的信息进行解码，从而不能起到协同中，解码转发传输机制适用于S-R信道质量较好的环境。

编码协同方案

- 编码协同方案 (Coded Cooperation, CC) 将协同信号与信道编码相结合，通过正确解码伙伴的信息，之后重新编码并发送出去，从而可以同时获得分集和编码增益。



两移动台间协同通信

编码协同方案

- 就功率而言，一方面，在进行协作通信时，由于每个用户既要发射自身数据，又要转发其他用户数据，所以需要更高功率；另一方面，由于产生了分集增益，每个用户基本发射功率可以适当减小。
- 速率也存在同样问题，在协作通信时，虽然每个用户既要发送自身数据，又要中继其他伙伴的数据，但由于产生了协作分集，每个用户的频谱效率都得到改善，信道码速由此提高，这也形成了一个折中。
- 有人把协作通信看作功率和带宽的联合博弈。协作前提是对用户功率和带宽采取某种分配策略改善系统性能。在资源协作分配中，每个用户都为其他多个用户发送数据。

协同通信技术

- (1)复杂度问题。在协同通信中，移动台必须有能力检测上行信号，增加了移动台接收机的复杂度。
- (2)安全问题。为了保证伙伴之间数据信息的保密性，在协同通信系统中，用户的数据在传输之前必须进行加密，使移动台虽可以检测到同伴的数据，但无法译出同伴传输的信息，但这也增加了系统的复杂度。
- (3)MAC层及其上层协议问题。协同通信是基于两个或多个伙伴关系的用户，那么在高层就会存在一些问题，例如，谁将与谁结为伙伴？在什么情况下他们将结为伙伴？他们将工作于可获得的速率平面的哪一点以及为什么？谁来决定协同伙伴，是移动台还是基站？解决以上这些问题就是协同通信MAC的主要功能。

二、认知无线电

- 认知无线电(Cognitive Radio, CR)也被称为感知无线电,是一种新的智能无线通信技术,它可以感知到周围的环境特征,采用**构建理解的方法进行学习,通过无线电知识描述语言与通信网络进行智能交流**,实时调整传输参数,使系统的无线规则与输入无线电激励的变化相适应,以达到无论何时何地通信系统的高可靠性和频谱利用的高效性。

二、认知无线电

■ 认知无线电的基本原理

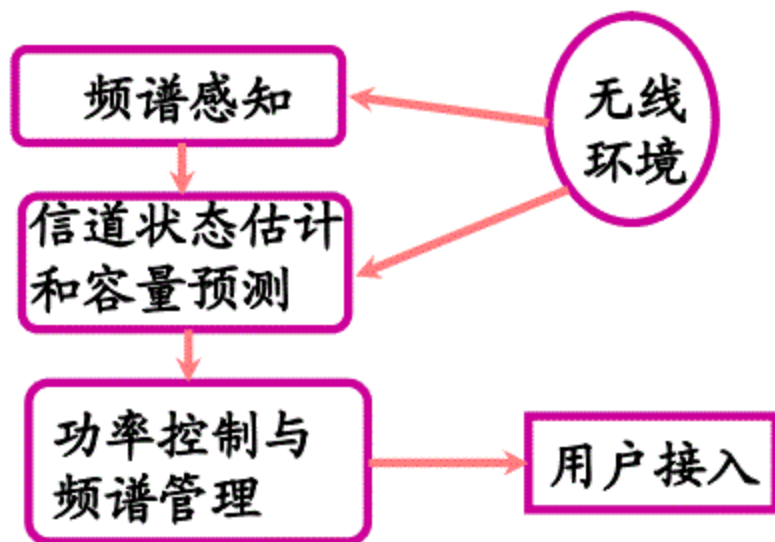
- CR作为一种灵活的无线技术，可以用来提升频谱的使用效率。
- 通过监测无线环境，CR可以检测出当前未被使用的频段，在不影响授权用户的情况下为其他用户提供服务，从而填补频谱的缺口。为了提高频谱利用率，可以在当前的主用户(Primary User, PU)空闲时允许一个副用户(Secondary User, SU)使用授权给PU的频段。
- 为了实现这一点，CR需要持续地监测其使用的频谱来及时感知PU的出现。一旦PU出现，CR需要从当前频段撤出以减少其可能产生的干扰。这就是CR技术的基本原理与核心思想。

二、认知无线电

- CR技术主要包含以下功能。
- 频谱监测功能，为用户提供可用频谱的比例，并监测当前工作频段上PU工作情况；
- 接入管理功能，基于网络条件CR为设备选取合适的工作频谱；
- 适配调制功能，根据可用频谱调整传输参数，与其他用户以协同方式接入当前信道；
- 功率控制功能，使设备在传输过程中可以在不同的功率水平之间切换；
- 安全认证功能，使得授权的CR用户享受接入服务。

二、认知无线电

- CR技术的认知过程主要分为三个阶段，如图6-15所示。



二、认知无线电

- 首先是频谱感知阶段，检测授权频段并发现空白的频谱；
- 第二阶段为信道状态估计和容量预测阶段，作用在于分析该空白频谱的特性，估算并预测出信道容量；
- 第三阶段为功率控制与频谱管理阶段，该阶段根据第二阶段的分析结果制定最合适的传输功率和调制方式等传输参数，选择合适的空白频段给用户。

二、认知无线电

- 关于频谱检测的研究方法比较多，总的可以归结为以下三类：
- 一类是需要有先验知识的频谱检测方法(如匹配滤波器法、本振泄漏检测法等)；
- 另一类是不需要有先验知识的频谱检测方法(如能量检测法、循环平稳特征检测法等)；
- 最后一类是结合以上两种方法特点的联合频谱检测方法。

认知无线电的组网架构

- 一种是频谱池模型，此模型基于正交频分复用技术，**认知网络由一个认知无线电基站和多个移动认知用户组成。**
- 正交频分复用技术优势是子载波的峰值对应于其他载波的零点，从而使得**认知用户在授权用户占用的载波上发射的干扰功率为零。**
- 基站通过周期地广播检测帧来完成授权用户的检测。在检测帧期间，移动用户进行频谱感知，并将感知信息发给基站，由基站统一控制各移动终端的工作子载波的频段和其他发射参数。

认知无线电的组网架构

- 另一种是IEEE802.22模型，是无线区域网络标准，主要研究构造固定的点到多点无线区域网络。
- 802.22中使用特殊的电视频道及保护频段进行通信，并且指定一个固定的点到多点无线空中接口用来使基站管理本小区及其授权用户。基站使用一种独特的分布式感知的方式，需要有特殊的保护机制并且有基站来控制，基站指导多个用户驻地设备来完成分布式检测。在一定功率的条件下，覆盖范围可以达到100km。

认知无线电的组网架构

- SU的接入组网方式主要分为集中式和分布式，图6-16展示了集中式组网方式的CR网络

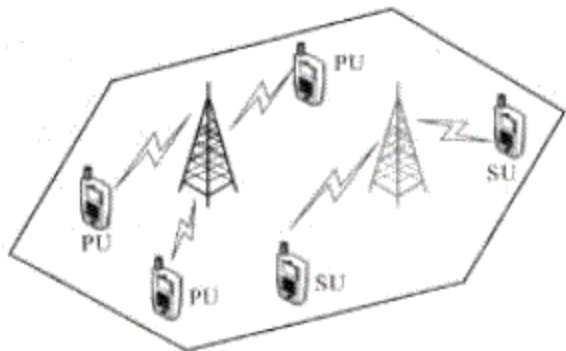


图6-16集中式CR网络

认知无线电的组网架构

- 如图6-17所示，在分布式CR网络中，不存在单独的基站为SU提供接入服务。SU之间通过自组织的方式组网。

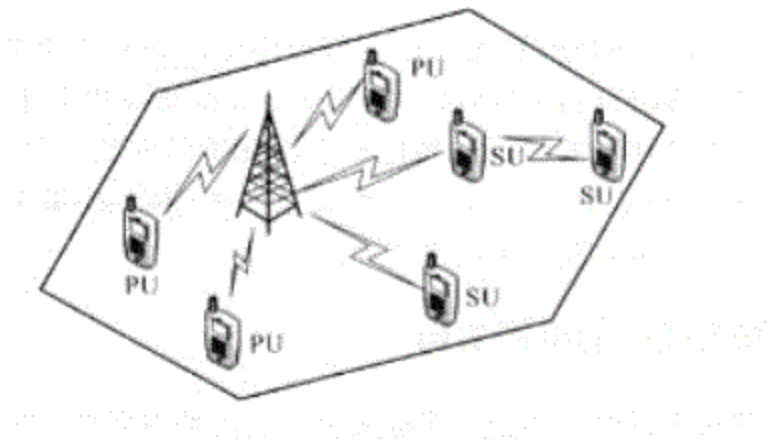


图6-17分布式CR网络

三、AdHoc和无线 Mesh

- Ad Hoc是当前无线通信技术领域内一种新的网络技术。
- Ad Hoc网络是由一组带有无线收发接口的移动终端组成的**临时性**自制系统。
- 它可以**作为独立网络使用**，也可以**作为接入网使用**。
 - ▶ 不同于传统的通信网络，AdHoc网络中每一个移动终端都执行着路由和主机的功能。
 - ▶ 它的节点采用多跳路由，因此又被称为多跳无线网或网状网。

Ad Hoc技术的特点

- Ad Hoc可以视为移动通信网络和计算机网络的中间体，它具有以下特点。
- 独立组网:Ad Hoc组网不需要任何独立的网络设施，当移动终端开机之后会自动、快速地加入当前Ad Hoc网络。
- 对等式网络结构:Ad Hoc中所有节点的地位平等，功能一致。任何节点都可以加入或离开Ad Hoc网络。当某条链路受损，仍然可以通过其他路径传送数据。因此具有较高的抗毁性。
- 分布式协议:Ad Hoc没有独立的网络控制实体，因此所有的网络协议都采用分布式方式进行。

AdHoc技术的特点

- **多跳路由:**由于移动终端的功率受限, 每个AdHoc网络节点的覆盖范围是有限的。当某节点需要和远处的节点通信时, 需要经过多跳路由才能完成。该路由方式不借助于路由器等独立设备, 而是由对等的AdHoc网络节点共同完成。
- **复杂的拓扑结构:**由于终端的移动性、无线信道的变化特性, AdHoc网络的拓扑结构是复杂而且动态变化的。无线信道的特性使得移动终端的接入带宽远小于理论值, 竞争信道时还会产生干扰;节点的移动、自主加入和退出AdHoc网络会改变链路结构;因此需要高效、完善的协议支持AdHoc网络。

Ad Hoc组网方式

- 平面结构组网
- 分级结构组网

AdHoc组网方式

- 在平面结构组网方式中，所有移动节点间的关系都是对等的，维护的信息量相同，以对等的方式完成路由的建立和维护以及数据的中转。
- 平面结构比较适合于规模较小的网络，协议较为简单、高效。
- 但随着网络规模的扩大，该组网方式暴露出可扩展性差、效率下降的缺点。

AdHoc组网方式

- 分级结构的组网方式中，节点根据某种需要，按照一定规则聚集成簇，每簇由相距1跳或2跳的少量相邻节点组成。
- 根据分簇算法的不同，簇内可以存在簇首节点，也可以不存在簇首节点。当存在簇首节点时，由簇首节点负责本簇内的资源分配、节点管理等功能。
- 分级结构比较适合于大规模的自组织网络。

无线Mesh技术概述

- 无线Mesh网络，又称为无线网状网或网格网等，其本质属于AdHoc网络。二者的最大区别在于无线Mesh网络的移动终端移动性较低。
- 无线Mesh网络中节点移动性低，基本处于静态，拓扑结构变化小。对于单跳接入，无线Mesh等同于WLAN。

无线Mesh技术概述

- 业务模式上理解无线Mesh和AdHoc的区别。
 - ▶ Ad Hoc网络作为独立的网络，其业务流来自于任意一对节点之间的业务，而无线Mesh中存在网关，负责接入互联网，因此其业务流来自于网关节点到其他移动终端。
 - ▶ 此外，无线Mesh可以看做是由无线路由器构成的无线骨干网组成，目的在于为移动终端提供路由，扩大信号覆盖面积，路由节点本身并不需要移动终端的功能。
 - ▶ 在Ad Hoc网络中所有节点完全平等，既要负责转发，又要负责主机功能，因而其健壮性不如无线Mesh网络。

无线Mesh技术的特点

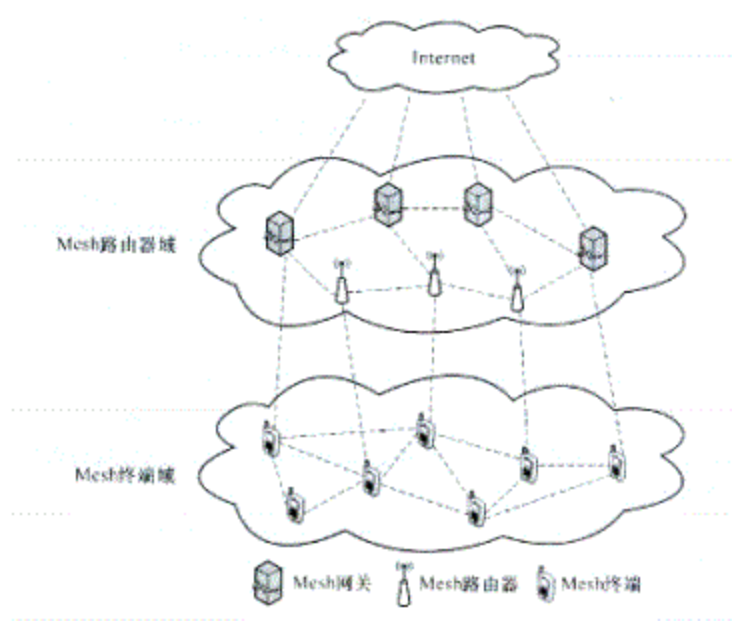
- **增强的可靠性。**无线Mesh网络可以消除单点故障和潜在的链路瓶颈，大幅度增强网络通信的可靠性。利用多条可供选择的路由可以确保网络的强健性并解决一些潜在的问题。
- **低部署成本。**由于传统网络单基站/接入点覆盖范围较小，在传统方式下为了在城域范围部署无线网络覆盖，必须建设大量的基站/接入点。由于接入点需要通过光缆和骨干网络连接，使得组网成本过高。而采用无线Mesh架构的无线城域网部署只需要更少的网络节点，因此可以显著地降低成本。该特点使得无线Mesh网络在市场竞争中占有优势。

无线Mesh技术的特点

- **覆盖范围大。**在无线Mesh网络中各个Mesh路由器以及长距离传输的WiMAX基站之间的多跳和多信道通信可以满足长距离通信的需求，而不显著影响节点的连接性。
- **自适应网络连接。**与AdHoc网络类似，无线Mesh网络具有自组织性，因而各个Mesh节点可以自动建立并维持网络连接，因而可以实现无缝的多跳互联业务。当网络中添加了新的节点，这些节点就会利用Mesh组网功能来寻找可用路由，并确定与互联网之间的最佳路由路径。Mesh路由器也会根据新添加的节点动态地组织网络。因此网络系统更加容易扩展。

无线Mesh网络架构

- 无线Mesh网络主要由Mesh路由器和Mesh终端构成



无线Mesh的技术挑战

- 先进的无线射频技术。为了提高无线Mesh的容量，可以使用认知无线电、智能天线、MIMO系统以及多射频和多信道系统等。这些先进技术由于其复杂性和高应用成本而导致无线Mesh网络的应用受到限制。因此这些无线射频技术必须在通信协议中进行创新设计，以促进无线Mesh网络及其产品自商业上得到广泛部署。
- 不同网络之间的集成。为了集成不同的网络技术以提高无线Mesh的性能，为不同厂商的产品之间提供互通的操作性，必须提高Mesh路由器中无线接口的集成性能及相应的网关功能。

无线Mesh的技术挑战

- **网络安全。** 尽管无线局域网和AdHoc网络已经有了很多的安全解决方案，但是对于无线Mesh网络而言需要设计出适合其网络特性的高效安全措施，包括有效的加密和认证机制、安全密钥分配和入侵检测机制等。
- **可扩展性。** 已经部署的Mesh网络必须能够处理大型网络拓扑，同时不会增加网络运行的负荷。另外，网络性能也不能随着跳数的增加而下降。为了提高无线Mesh网络的可扩展性，需要具有扩展MAC协议、路由机制以及传输层协议。

无线Mesh的技术挑战

- 不同的网络性能需求。由于无线Mesh网络的特点，在无线Mesh网络中除了要考虑传统的网络吞吐量和时延等参数外，还需要考虑更多的性能参数，例如总体公平性和每个节点的公平性以及数据分组的丢失率等。
- 动态网络连接。在无线Mesh网络中由于网络的拓扑结构是不断变化的，为了充分利用Mesh连接的优势，需要高效的网络自适应配置、拓扑控制和功率管理算法。

无线Mesh的技术挑战

- **移动性。**为了支持移动Mesh终端，必须设计先进的物理层技术以及组网技术，来应对移动终端经常出现的快速衰减情况。此外，还需要低时延切换和位置管理算法，以提高移动过程中的服务质量。
- **网络管理。**为了监控整个网络的性能，并维护网络的正常运行，无线Mesh网络需要灵活的、可扩展的网络管理功能，包括带宽提供、安装安全和服务质量策略、故障鉴定与解决、计费账单报告等。这些功能在无线Mesh网络中需要自动进行管理，从而使得无线Mesh实现快速部署。

四、异构泛在无线网络融合

- “一种应用，一种网络”的网络格局已逐渐暴露其固有的弊端
 - ▶ 多种复杂的协议、复杂的无线网络共存；
 - ▶ 无线网络管理和维护成本很高；
 - ▶ 不利于无线网络资源尤其是传输资源的共享；
 - ▶ 不便于跨网络多功能综合业务的提供。

四、异构泛在无线网络融合

■ 多种无线网络融合

- ▶ 业务需求角度
- ▶ 未来发展角度
- ▶ 无线网络运营商或业务提供商角度
- ▶ 设备提供商

四、异构泛在无线网络融合

■ 泛在(Ubiquitous)通信

- ▶ 指无所不在的服务，即在人们不意识到网络存在的情况下，能随时随地地通过适合的终端设备上网并享受服务。

■ 满足三个要求。

- ▶ 第一，无论终端在何处使用，无论使用模式是固定的还是移动的、是有线的还是无线的，都能得到在线服务；
- ▶ 第二，提供一种逻辑互联环境，不受地域限制，可以连接各种无线终端、信息服务设备及信息感知设备；
- ▶ 第三，具有网络融合能力，能够实现对信息的综合利用。

四、异构泛在无线网络融合

- 泛在无线网络的互联和融合
 - ▶ 核心网的融合
 - ▶ 接入网的融合
 - ▶ 终端的融合

核心网的融合

- 未来2G、3G、WMAN、WLAN和WPAN等异构无线接入系统在核心网上将采用软交换和IP分组技术的NGN的基础上进行融合。
- 基于核心网的融合以**全IP为基础**，现有的网络融合方案基本是以紧耦合和松耦合两种广义的网络融合方案为基础的。
- 基于核心网的融合方案对现有无线通信网络的接入侧几乎不需要修改，这种方式的融合优点是容易实现联合计费、鉴权和认证等，缺点是增加了通信的时延，融合的两种无线网络自适应处理和协调能力较差。

无线接入网的融合

- 无线接入网融合侧重在基站或者接入点处进行协议转化等，不同网络MAC标准有很大差异
- 首先物理帧结构的不同，使得依赖于帧长及微时隙的调度时间等级会有很大差异；
- 其次，同样由于帧结构的差异，不同网络技术下的MACPDU大小不同；
- 另外，特定网络采用特定的频谱、双工方式、调制编码方式及网络结构，导致所支持的业务速率也可能会有很大差异。

无线接入网的融合

- 因此，需要在传统的MAC层上面增加子层，以进行协议转化以及融合的无线资源管理等。新增的子层负责不同无线通信网络间的数据传递与转发，它不仅需要具备与不同无线通信网络节点通信的功能，同时还要具备与外部网络通信的功能(有线或无线方式)。
- 它被设计为软件自定义(Software-defined)的多模设备，支持与多个网络自适应通信。

无线接入网的融合

- 基于无线接入网的融合要求在基站或者接入点处进行协议转化或者联合无线资源管理。
- 优点是能充分适应无线信道的变化，很好的保证用户的服务质量；
- 缺点是对目前的接入网协议改动较大，技术挑战较大。
- 为了提高异构无线接入网的性能，目前研究重点侧重在研究异构泛在无线接入网络的无线资源管理。

- 无线终端的融合有两种类型
 - ▶ 多模移动终端
 - ▶ 智能移动终端。
- 多模无线终端支持多种网络的接入，并提供统一的鉴权、认证和计费机制。

智能移动终端

- 智能移动终端其功能要求包括应用层、系统层和物理层。
- 应用层装载的是各种业务应用程序，可以向第三方开放，并由用户自由下载。
- 系统层指的是呼叫控制、移动性管理、无线资源管理等软件，各种无线通信网络有所不同，可以有控制地下载。
- 物理层指的就是无线电路硬件，直接控制频率和功率的输出、信号调制、天线增益等无线接口操作。

异构无线资源管理技术

- 传统的无线资源管理的研究内容通常包含功率控制、信道分配、接入控制、网络选择和切换、服务质量保障等，具体实现取决于各部分技术的算法内容

异构无线资源管理技术

- 异构网络融合系统中的资源管理由于各网络的异构性、用户的移动性、资源和用户需求的多样性和不确定性，给问题的研究带来了极大的挑战。
- 在保证不同用户服务质量的同时，能否扩大网络的覆盖范围并实现无缝连接以及能否提高通信容量，是异构网络融合能否成功的关键，也是不同网络运营者是否愿意将网络相互融合的前提。

异构无线资源管理技术

- 通用无线资源管理
- 联合无线资源管理
- 协同无线资源管理

异构无线资源管理技术

1、通用无线资源管理(Common Radio Resource Management, CRRM)模型

- 通过增加CRRM服务器对融合WCDMA、GSM/EDGE等多个无线接入网的异构网络进行全面统一的资源管理。
- CRRM功能实体是构建于每个独立的无线接入网自身无线资源管理实体之上的逻辑实体，通过CRRM实体来完成多个不同的无线接入网各自相互独立的无线资源管理子实体间的协同资源调度，因此整个异构网络下的无线资源管理由以下两个不同类型的功能实体来控制 and 实现。
- RRM实体:负责某一种接入技术的无线资源管理;
- CRRM实体:负责多无线接入技术的无线资源管理，即实现不同RRM之间的协同工作和资源调配。

异构无线资源管理技术

2、联合无线资源管理(Joint Radio Resource Management, JRRM)。

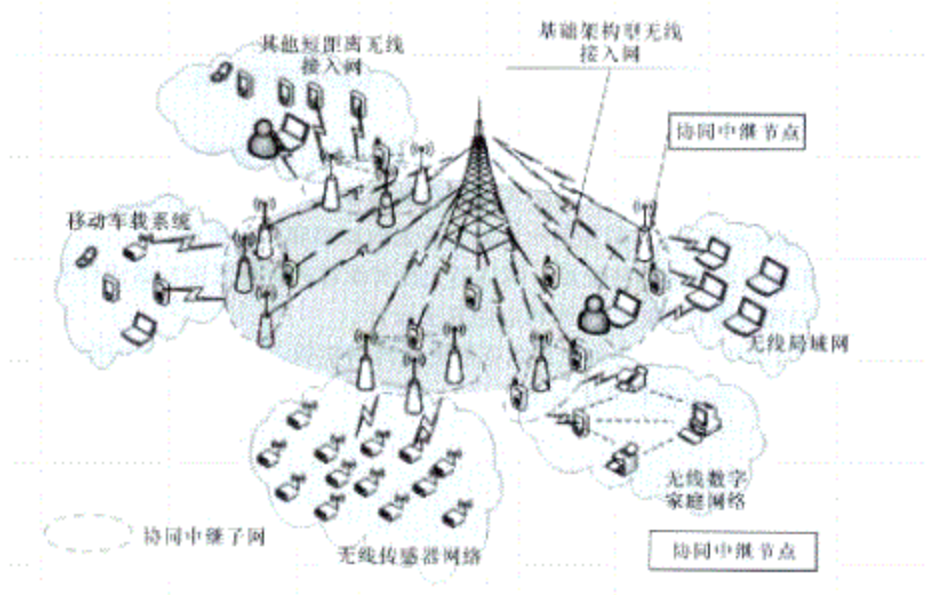
- 针对蜂窝网和无线局域网的融合;
- 可以分为联合管理模块和独立执行模块两个部分。
- 联合管理模块独立于各种无线接入技术(RAT), 是联合无线资源管理的执行点, 主要执行联合接纳控制、联合切换控制、联合资源分配以及联合时频调度。
- 独立执行模块是原来各无线接入网络内部已有的无线资源管理实体, 主要完成用户业务在具体无线传输中所使用的无线资源分配并进行传输执行, 即传统的无线资源管理在这部分执行。

异构无线资源管理技术

3、协同无线资源管理(CoRRM)

- 在异构无线接入系统通过协同中继子网进行数据的有增益无缝中继传输；
- 基础架构型无线接入网和短距离无线接入网通过“协同中继节点”实现互联互通，他们之间的接口由多个“协同中继节点”构成，而多个“协同中继节点”在异构无线接入网间自适应组织一个“协同中继子网”。
- 基于协同的多目标的无线资源管理机制不仅需要考虑到传统无线资源管理机制所涉及的每个方面，同时还需要考虑到支持协同节点以及协同处理技术的优化，从而使得异构协同中继网络中的无线资源管理机制更加复杂。

■ 协同无线资源管理网络架构



思考题

- 1、说明认知无线网络的特征和主要关键技术
- 2、Ad Hoc和无线Mesh组网的技术特征，分析对比两者之间的区别
- 3、异构网络的融合有几种形式
- 4、协同通信技术的信息理论基础是什么
- 5、认知无线电技术的原理，如何能够确保两个辅助用户之间进行频谱共享时不存在干扰。