

第1章 计算机网络和因特网

学习目标

- ❑ 网络总体概述
- ❑ 掌握基本概念和术语
- ❑ 后面章节深入、细致学习
- ❑ 以因特网为例

主要内容

- ❑ 什么是因特网
- ❑ 什么是协议
- ❑ 网络边缘：主机，接入网，物理媒体
- ❑ 网络核心：分组/电路交换，因特网结构
- ❑ 性能：丢包、延迟、吞吐量
- ❑ 协议分层、服务模型
- ❑ 面对攻击的网络
- ❑ 网络发展历史

本次课的主要内容

第1章 计算机网络和因特网

1.1 什么是因特网

1.2 网络边缘

1.3 网络核心

1.4 分组交换网中的时延、丢包和吞吐量

1.5 协议层次及其服务模型

1.6 面对攻击的网络

1.7 计算机网络和因特网的历史

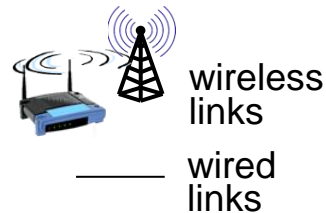
1.8 小结

1.1 什么是因特网

1.1.1 具体构成描述



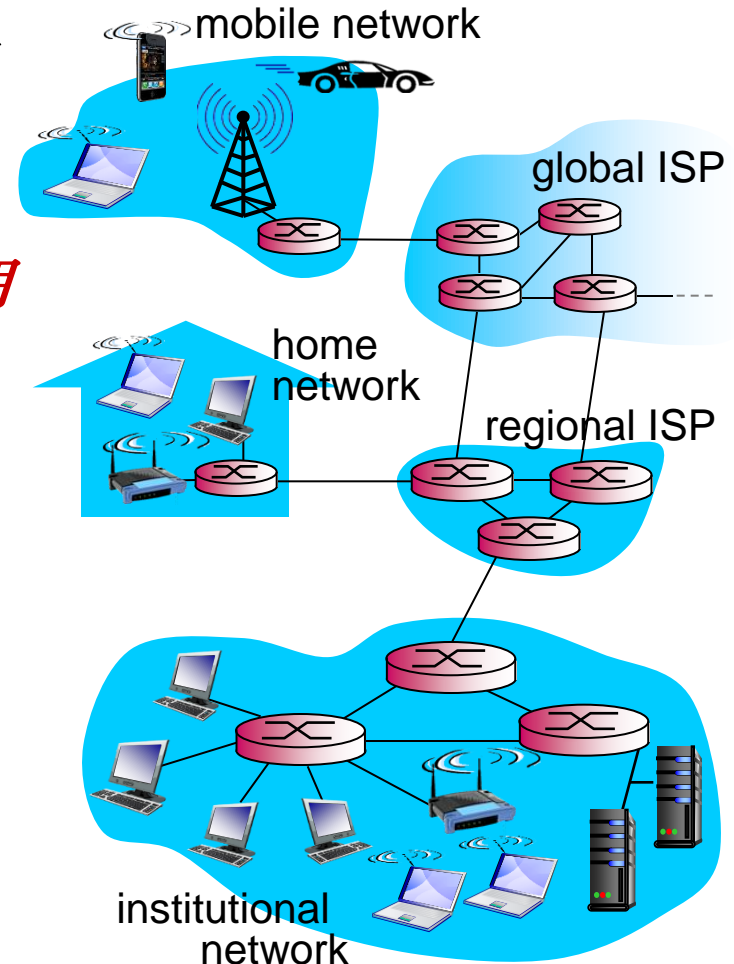
- 因特网由数以亿计的计算机设备互联而成:
 - 主机 = 终端系统
 - 计算设备上运行网络应用



- 通信链路
 - 信道类型: 光纤、同轴电缆、无线电、卫星
 - 传输速率: 带宽 (Bandwidth)



- 分组交换: 转发分组 (chunks of data)
 - 路由器和交换机



“有趣的” 因特网设备



IP picture frame
<http://www.ceiva.com/>



Web-enabled toaster +
weather forecaster



远程电表

Tweet-a-watt:
monitor energy use



Internet
refrigerator



Slingbox: watch,
control cable TV remotely

机顶盒（小米）

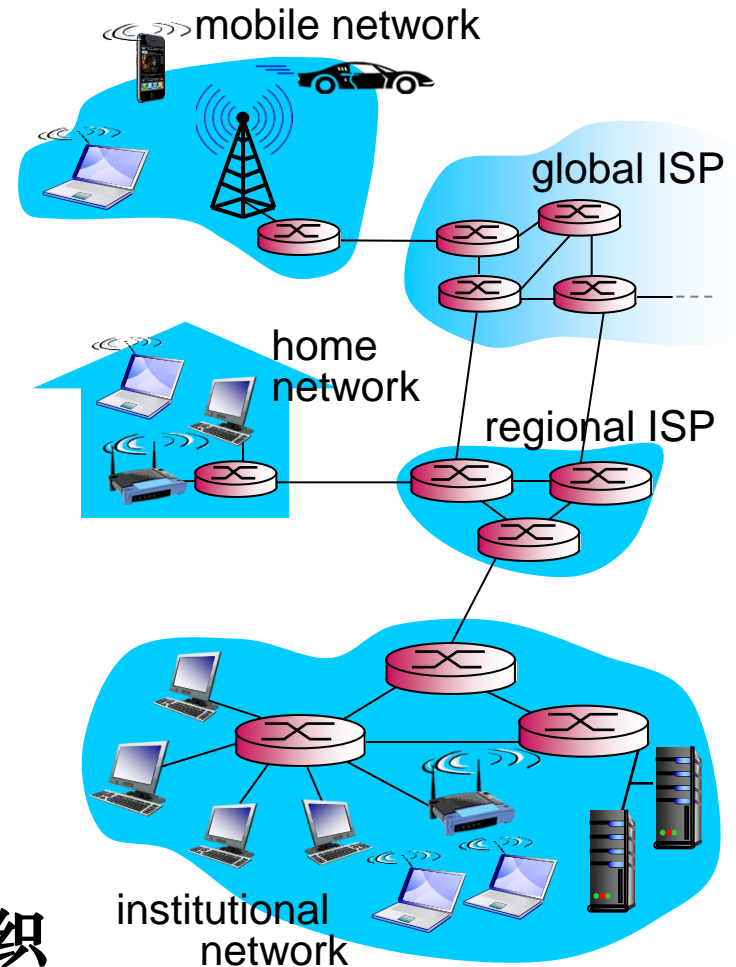


Internet phones

1.1.1 具体构成描述

- **因特网: 网络的网络**
 - 互联的 ISP(Internet Service Provider)
- **协议** 用于控制因特网中信息的接收和发送
 - e.g., TCP, IP, HTTP, Skype, 802.11
- **互联网标准**
 - RFC: Request for comments
 - IETF: Internet Engineering Task Force

其他与网络和网络设备相关的组织包括: IEEE、ISO



1.1.2 服务描述

- ❑ 分布式应用程序 (*distributed application*) : 在端系统上运行, 彼此可以通信。实现因特网的各种应用, 如电子邮件、Web应用、即时讯息、VoIP、分布式游戏、P2P文件共享等。
- ❑ 应用程序仅运行在终端系统上, 不运行在网络核心的分组交换机中, 因此因特网是为应用程序提供服务的基础设施。
- ❑ 由终端系统提供应用程序编程接口(API)
 - 通过接口支持应用程序向互联网上发送和接收数据
 - 提供的服务类似于邮政服务, 分为不同的等级: 可靠服务和不可靠服务

1.1.3 什么是协议

人类协议:

- ❑ 现在几点了?
- ❑ 我有一个问题
- ❑ 介绍

特定的消息发送

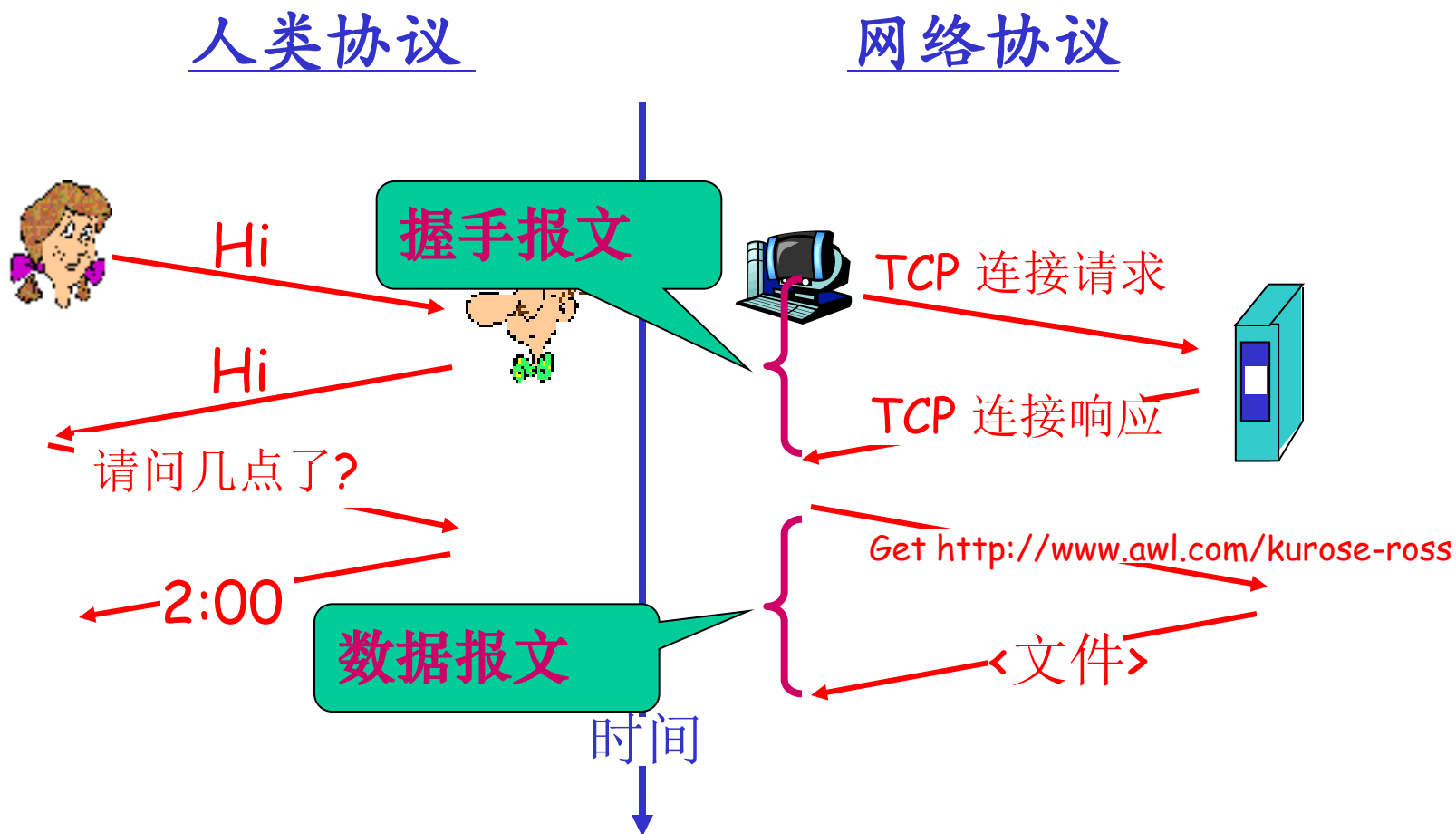
特定的动作执行, 当收到消息或其他事件发生

网络协议:

- ❑ 针对机器而不是人类
- ❑ 因特网中所有的通信活动都受到协议控制

protocols define format, order of messages sent and received among network entities, and actions taken on message transmission, receipt

人类协议和网络协议的对比



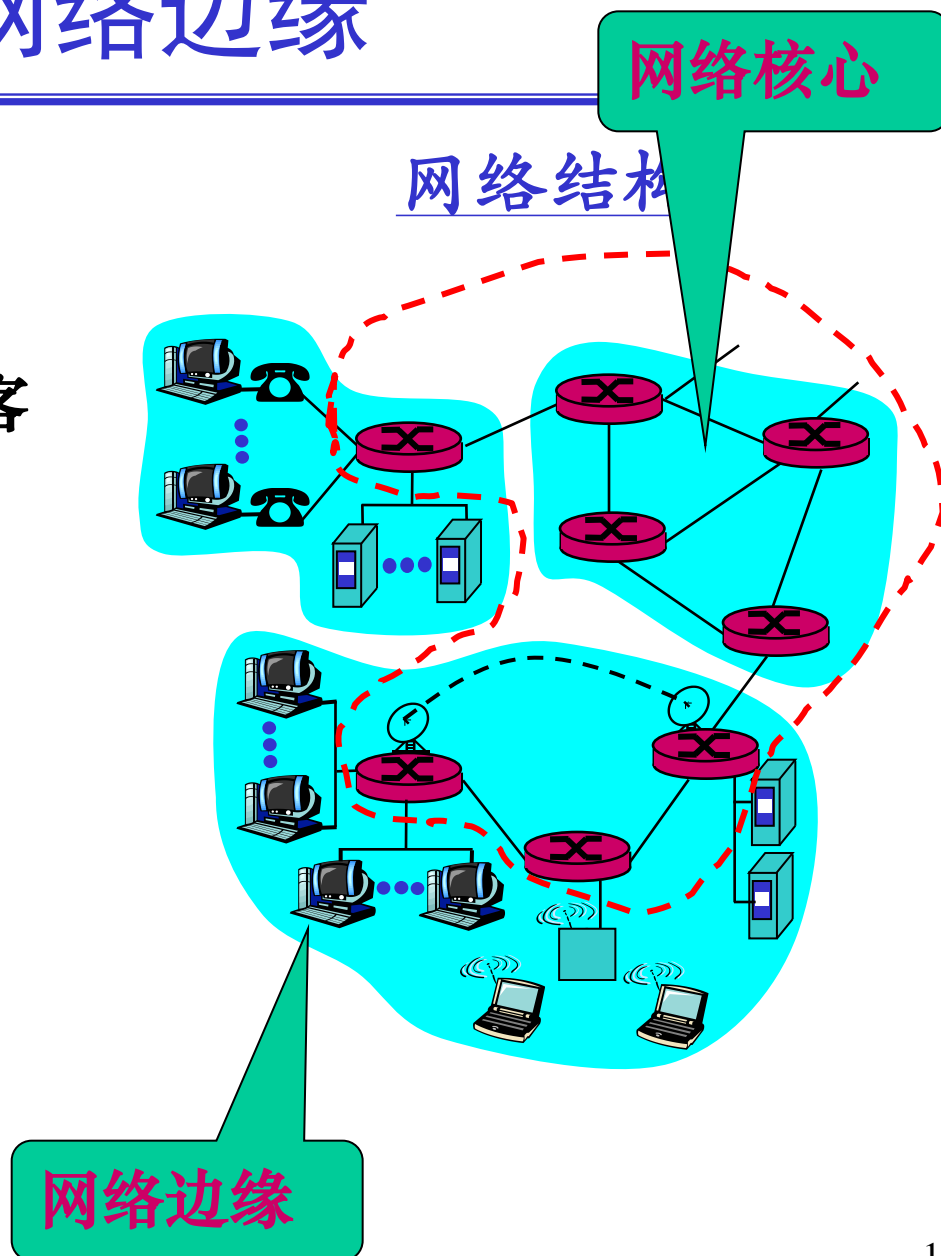
1.1.3 什么是协议

- 类似人类协议：由某些设备的**硬件或软件执行**。
- **因特网中的所有活动，都受协议制约**。例如，网卡中的协议、端系统中的拥塞控制协议等等。
- 因特网的运行离不开协议。
 - 例，用户通过因特网访问某一个网页

1.2 网络边缘

网络划分为两大部分：

- ❑ 网络边缘（资源子网）
 - 外围部件、主机（客户、服务器）
 - 网络应用
- ❑ 网络核心（通信子网）
 - 路由器
 - 通信链路
 - 网络的网络



1.2.1 接入网

□ 接入网 (network access):

将端系统连接到其边缘路由器的物理链路。是用户连接到网络的基础设施。

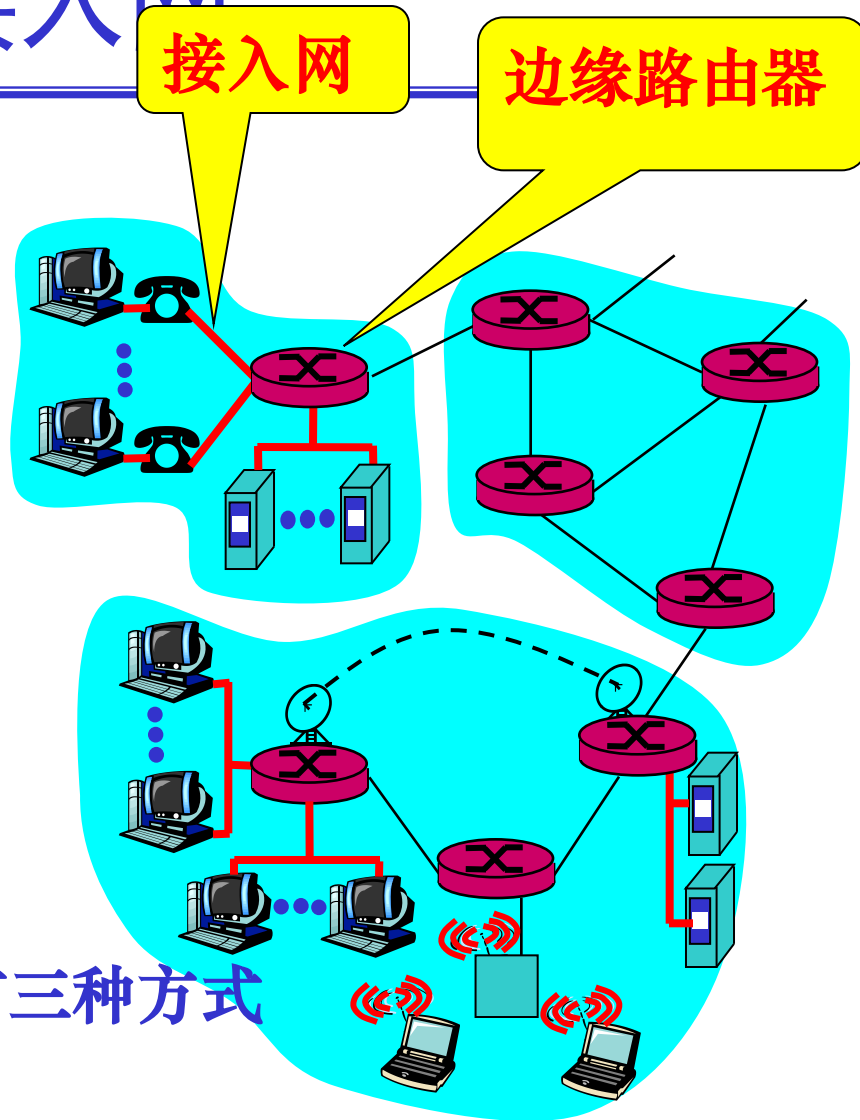
hosts=clients/servers

□ 边缘路由器(edge router):

端系统到任何其他远程端系统的路径上的第一台路由器。

将终端系统连接到边缘路由器有三种方式

- 1、家庭接入
- 2、企业（和家庭）接入
- 3、广域无线接入(移动接入)



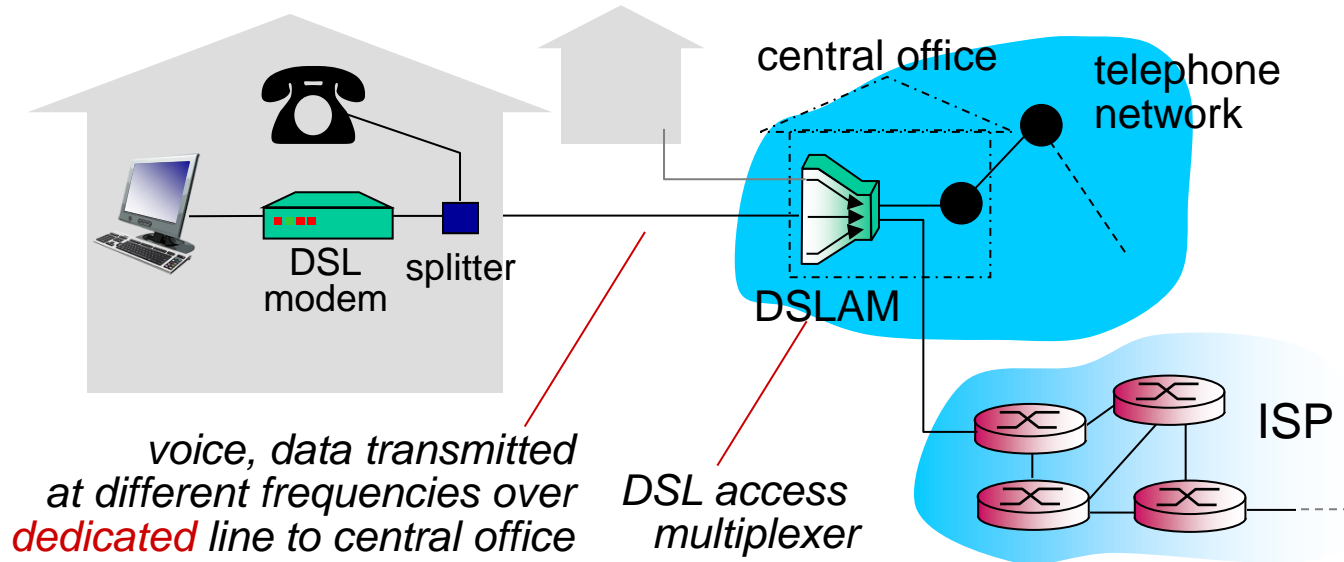
1、家庭接入：DSL、电缆、FTTH、拨号和卫星

将家庭端系统（如PC）与边缘路由器相连接。

- 1、通过拨号调制解调器（目前没有使用）
- 2、数字用户线DSL
- 3、电缆因特网接入
- 4、光纤到户
- 5、卫星链路接入

接入网：数字用户线技术(DSL)

数字用户线技术(Digital subscriber line, DSL)



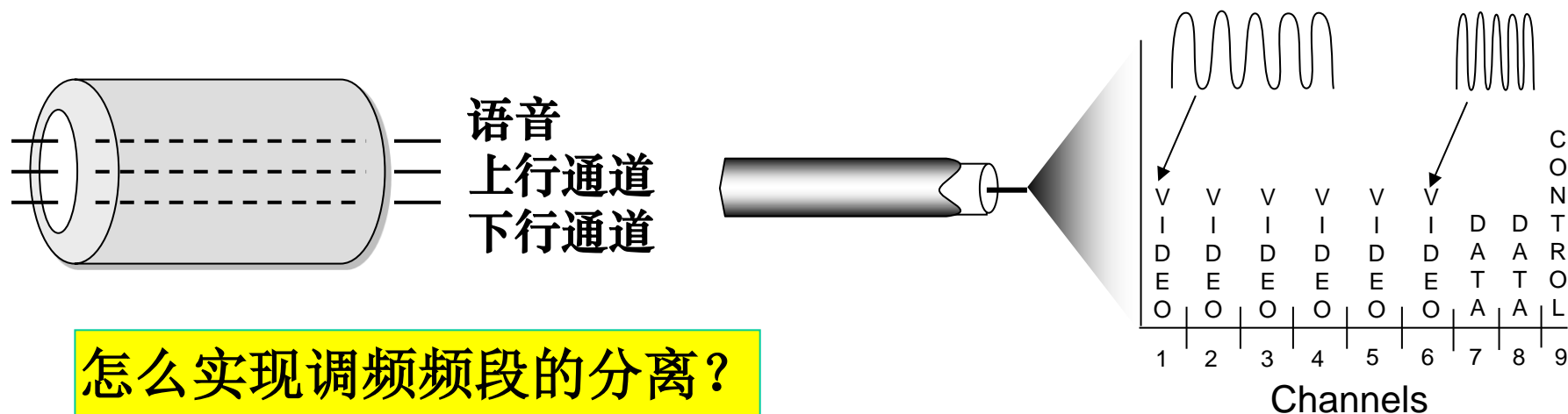
同学们思考可以同时上网和打电话的原因？

使用已有的电话线传送信号到中心局的DSLAM设备

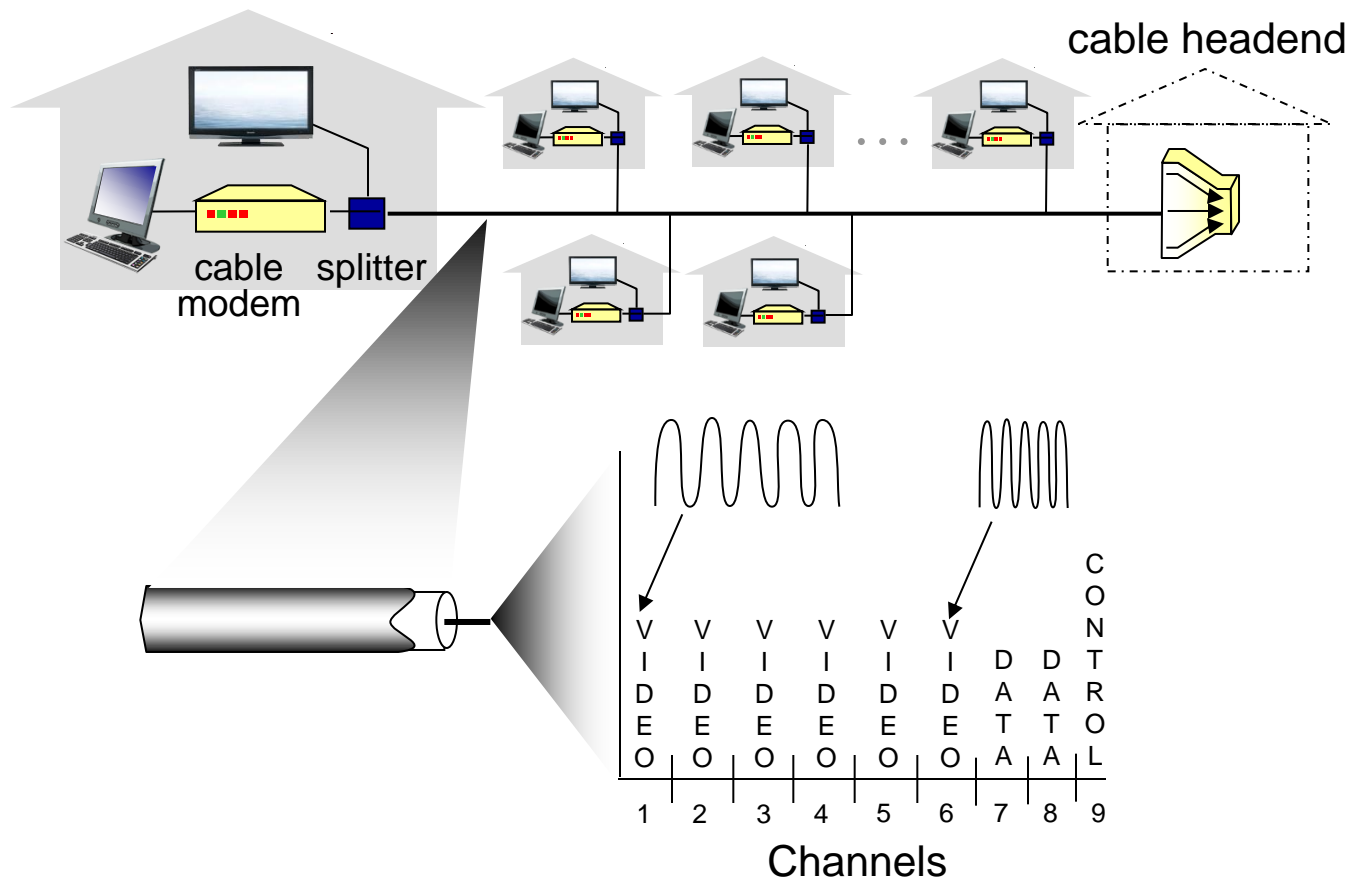
- data over DSL phone line goes to Internet
- voice over DSL phone line goes to telephone net
- < 2.5 Mbps upstream transmission rate (typically < 1 Mbps)
- < 24 Mbps downstream transmission rate (typically < 10 Mbps)

DSL采用频分复用技术

- 使用频分复用FDM：通信链路划分为3个不重叠频段：
 - 高速下载信道 50 kHz ~ 1 MHz
 - 中速上载信道 4 kHz ~ 50 kHz
 - 普通的双向电话信道 0 kHz ~ 4 kHz 用于普通电话
- 安装时可采用分离器将入户线划分为高频和低频两条线路。



接入网：混合光纤同轴电缆 (HFC)

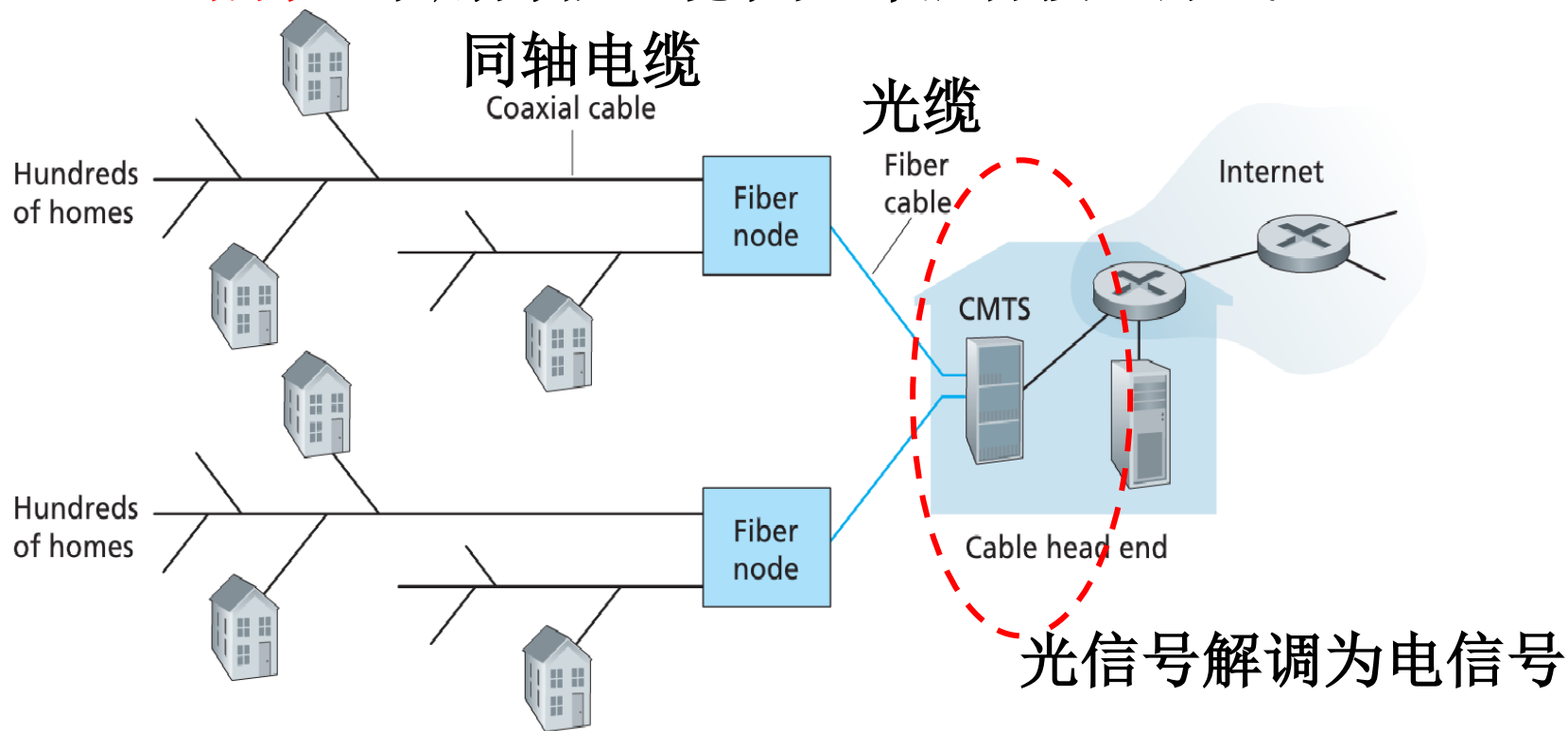


传统广播电视电缆系统的改进。

利用了频分复用技术，不同的频道采用不太的频段进行传输。

接入网：混合光纤同轴电缆 (HFC)

- **HFC结构**：采用同轴电缆和光纤混合接入方式。



- **传统方式**：电缆头端 (head end) 广播通过同轴电缆和放大器的分配网络传向住宅。

HFC的特点

- **采用特殊的电缆调制解调器：**通过一个10Base-T以太网端口与家庭PC连接。
- **划分为两个信道：**最高达42.8Mbps(下行)/30.7Mbps(上行)
- **共享广播媒体：**数据、TV都通过不同频率在共享信道中传输
- 头端发送的分组经下行到每个家庭
 - 若几个用户同时下载，实际接收速率下降。
- 每个家庭发送的分组经上行信道向头端传输
 - 几个用户同时发送分组将会冲突，需要相应多路访问协议协调。

接入网：光纤到户技术 (FTTH)

- 从本地局端直接到每个家庭提供一条光纤路径
 - 从中心局出来的每根光纤由多个家庭共享，在临近家庭的位置，通过光纤分配器，才为每个家庭提供一根光纤。
- 被动光纤网络(PON)

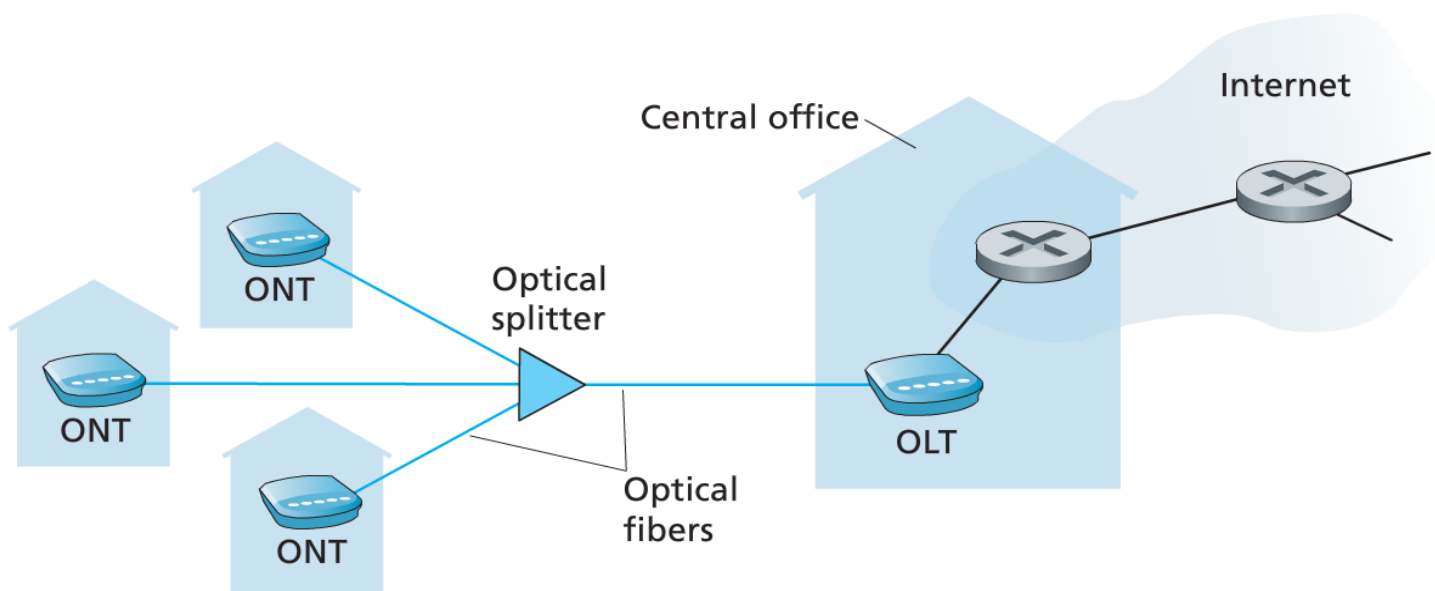


Figure 1.7 ♦ FTTH Internet access

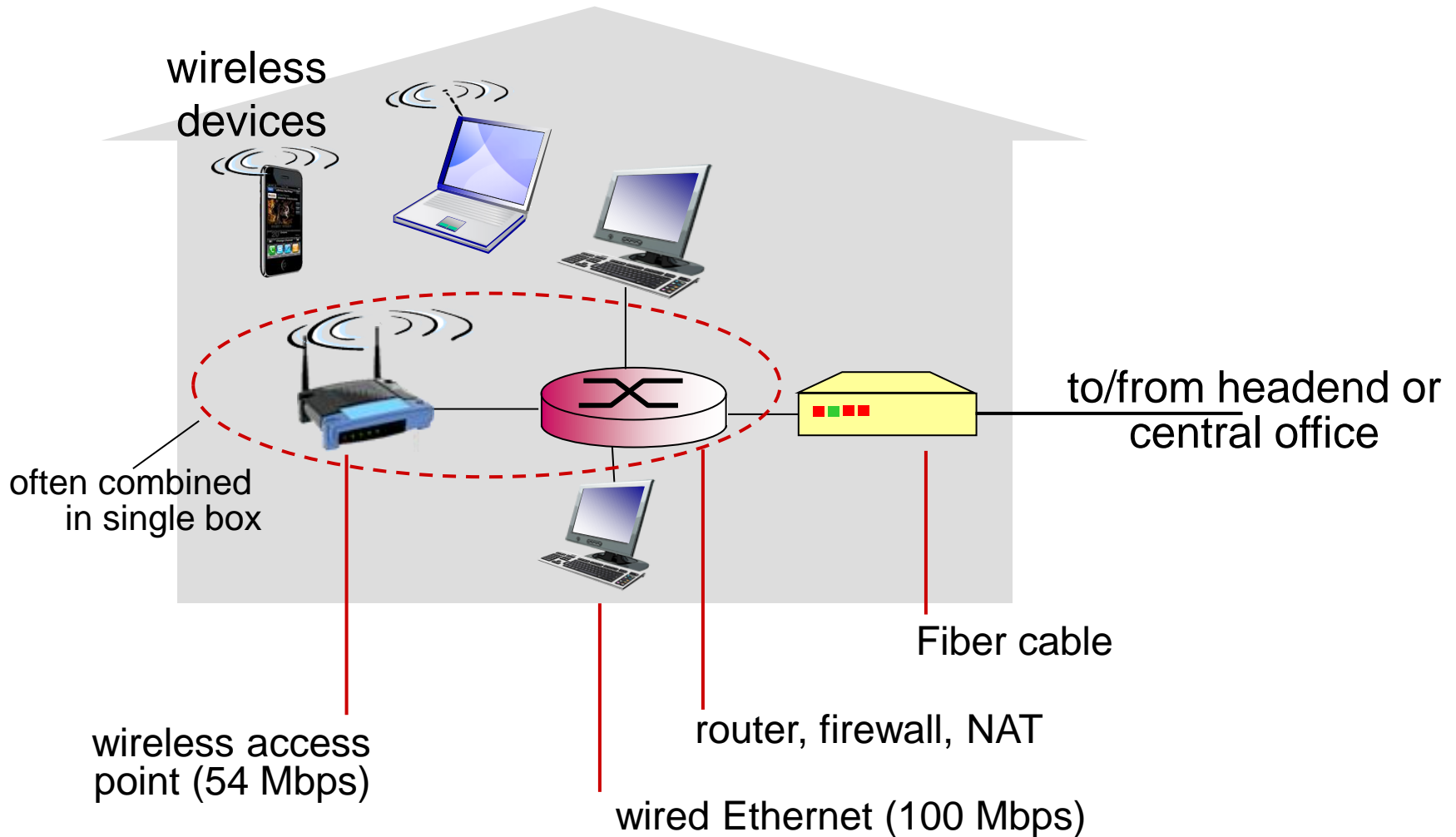
接入网：卫星链路接入

- ❑ 在乡村、山区等环境，可采用卫星链路与因特网相连。
- ❑ StarBand和HughesNet两家公司

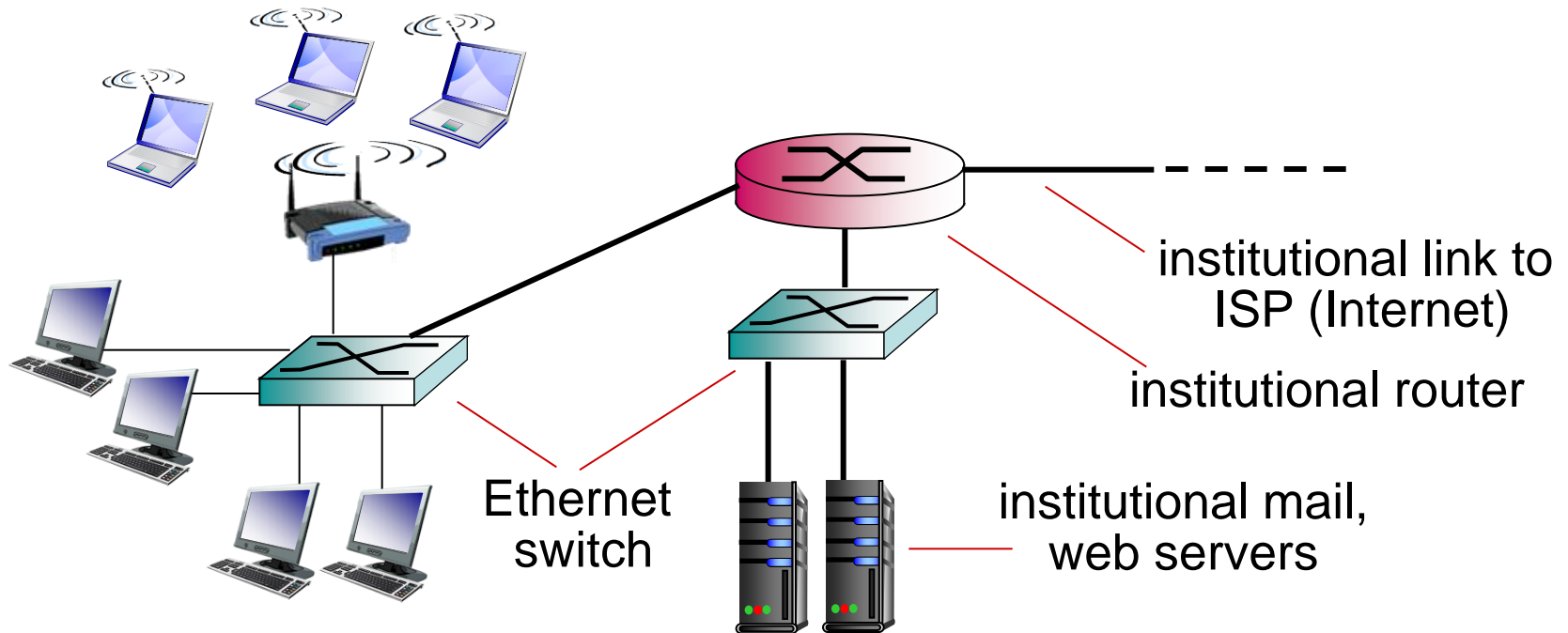
马斯克斯链计划：“星链”计划从2019年到2024年将4425颗卫星送入太空，为全球用户提供高速 WiFi 服务



接入网：家庭网络



企业(家庭)接入网 (Ethernet)



- ❑ typically used in companies, universities, etc
- ❖ 10 Mbps, 100Mbps, 1Gbps, 10Gbps transmission rates
- ❖ today, end systems typically connect into Ethernet switch

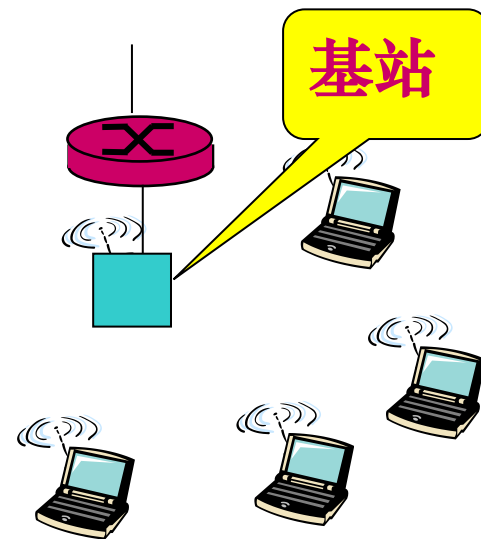
企业(家庭)接入网 (WiFi)

❑ 用于无线移动设备(如移动电话和PDA等)的接入

❑ 无线局域网(wireless LAN):

也称为无线以太网或Wi-Fi (wireless fidelity, 无线保真)。

- 无线用户通过**基站(无线接入点)**连接
- **基站与有线的因特网连接**，为无线用户提供服务。
- 通过**基站**互相通信，覆盖范围约几十米



❑ **典型**: IEEE802.11b/g无线局域网。速率54Mbps

广域无线接入：3G、LTE

- ❑ 基站由电信提供商管理，覆盖范围数千米
- ❑ 漫游的用户可利用移动电话接入基站。
- ❑ 典型技术：
 - 利用移动电话设施接入：欧洲的无线接入协议WAP、日本的i模式（i.mode）。
 - 分组交换接入：第三代无线3G技术、LTE技术。

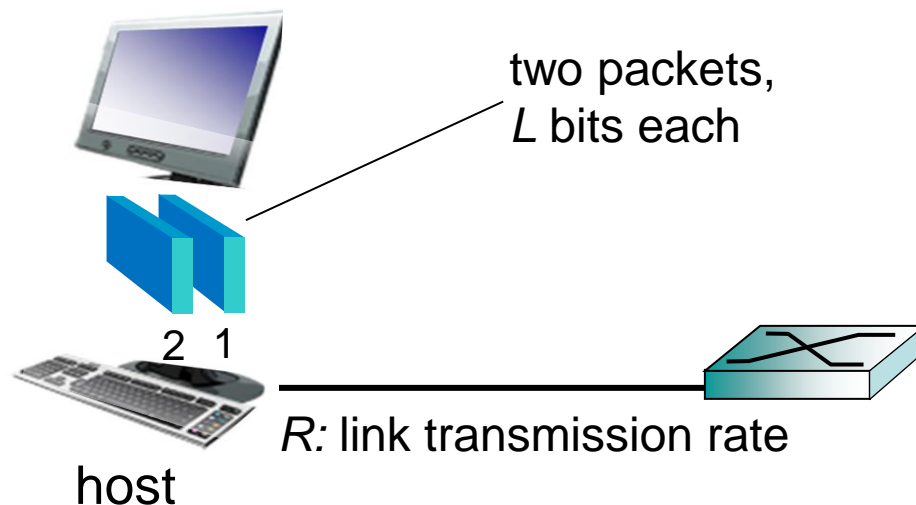


主机发送数据分组的速度

假设发送分组的长度为L比特，将分组发送到接入链路的传输速率为R(bits/sec)，那么发送需要的时间为

$$\text{packet transmission delay} = \text{time needed to transmit } L\text{-bit packet into link} = \frac{L \text{ (bits)}}{R \text{ (bits/sec)}}$$

注意：与将分组从传输链路的一端传输到另一端进行区别。



1.2.2 物理媒体

- ❑ 将网络中不同端系统互相连接起来的物理线路
- ❑ 是进行数据传输的物理通路，通过传播电磁波或光脉冲来发送比特流。
- ❑ 也称为传输媒体、传输介质、传输媒介。
- ❑ 分为两大类：
 - **导引型媒体**：电波沿着**固体**媒体传播。如双绞线、同轴电缆或光缆等。
 - **非导引型媒体**：电波在空气或外层空间中传播。如无线电等。

双绞线

同轴电缆

光纤

无线电

卫星无线电

物理媒体的性能对网络的通信、速度、距离、价格以及网络中的结点数和可靠性都有很大影响。

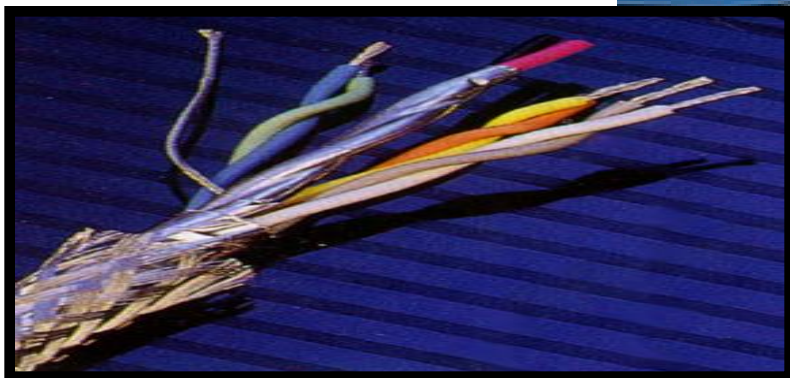
1、双绞铜线

- ❑ 最便宜、最普遍，如电话线。
- ❑ **组成：**两根绝缘的铜线螺旋形式扭合在一起。减少对邻近双绞线的电气干扰。

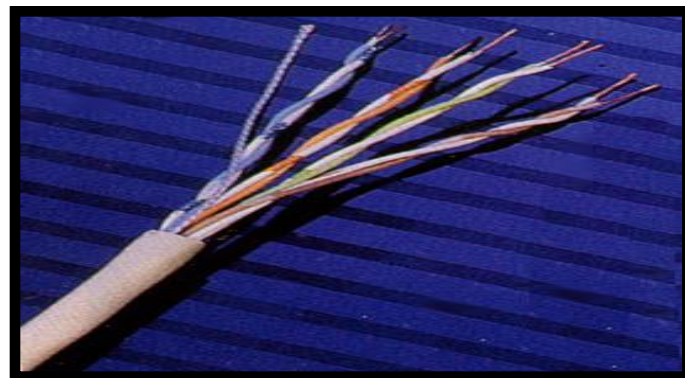


双绞线电缆

- 多对(4对)双绞线捆扎成一根电缆，并在外面覆盖上防护层
 - **屏蔽双绞线STP**: 抗电磁干扰能力强，贵，安装复杂。
 - **非屏蔽双绞线UTP**: 分为若干类。常用于LAN。



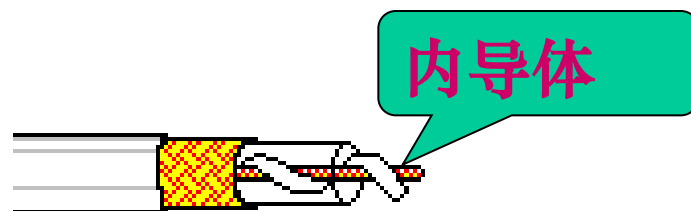
屏蔽双绞线 STP



非屏蔽双绞线 UTP

2、 同轴电缆

- ❑ 套在一起的两个同心铜导体。
 - 内导体传递数据。
 - 外导体用作地线及屏蔽干扰。
- ❑ 抗干扰能力强、数据率高。
- ❑ 类型：
 - 基带同轴电缆（50欧姆电缆）
 - 宽带同轴电缆（75欧姆电缆）



3、光纤(了解)

一种很细、传光脉冲的媒体，每个脉冲表示一个比特（1或0）

□ 多个光纤集中在一起。

□ 特点：

- 速率高、抗电磁干扰好、距离传输远。
- 用于长途电话网络，因特网的主干。
- 成本高、不适于短途传输（如LAN）。



4、 陆地无线电信道

- 利用无线电波在自由空间传播实现通信。
 - 不需要物理“线路”；
 - 能穿透墙壁、可连接移动用户，长距离传输；
 - 性能与传播环境和传输距离有关（易受干扰）。

- 类型：

- 运行在本地区域：

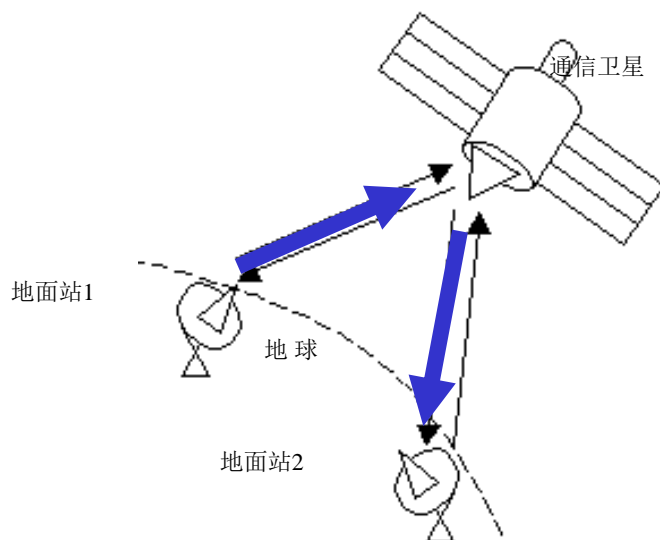
- 跨越数十到几百米，如无线LAN，2M\11M\54Mbps(WiFi)

- 运行在广域：

- 跨越数十千米，如WAP、3G、4G技术等，~10Mbps

5、卫星无线电信道

- ❑ 通过一颗通信卫星连接两个或多个位于**地球的微波发射方/接收方（地球站）**。
- ❑ **卫星**：在一频段上接收信号，使用转发器再生信号，并在另一个频率上发送信号，带宽可达Gb/s。
- ❑ 同步卫星和近地卫星



本次课的内容总结及练习

□ 因特网的具体构成

- 硬件构成
- 软件构成

□ 网络边缘

- 接入网
- 接入方式

课堂练习

1、网络协议的定义。

一个协议定义了在一个或多个通信实体之间交换的**报文格式和次序**，以及**报文发送和/或接收一条报文或其他事件所采取的动作**。

2、请列出属于端系统的设备。

3、在所有通信链路中，可靠性最高的链路是（ ）。

4、在DSL方式中，为了能够同时上网和接听电话，采用了一种（ ）技术，这种技术可以同时传输语音信号和数据信号，其中数据信号的传输又可以同时提供上行和下行数据的传输。