

计算机网络概述(1)

电子信息与通信学院
通信工程系
陈京文

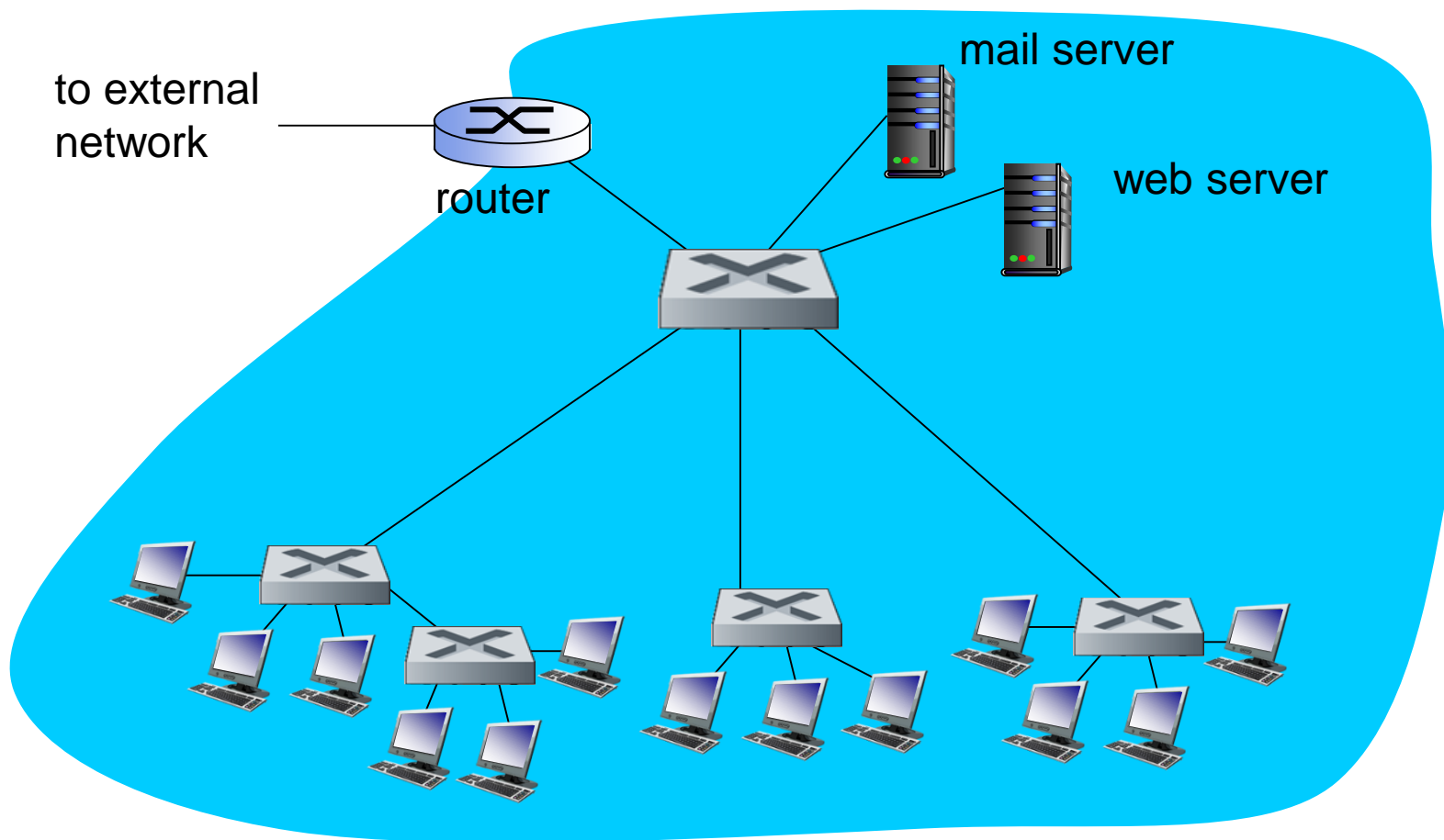
Email: jwchen@hust.edu.cn

2020.9.23

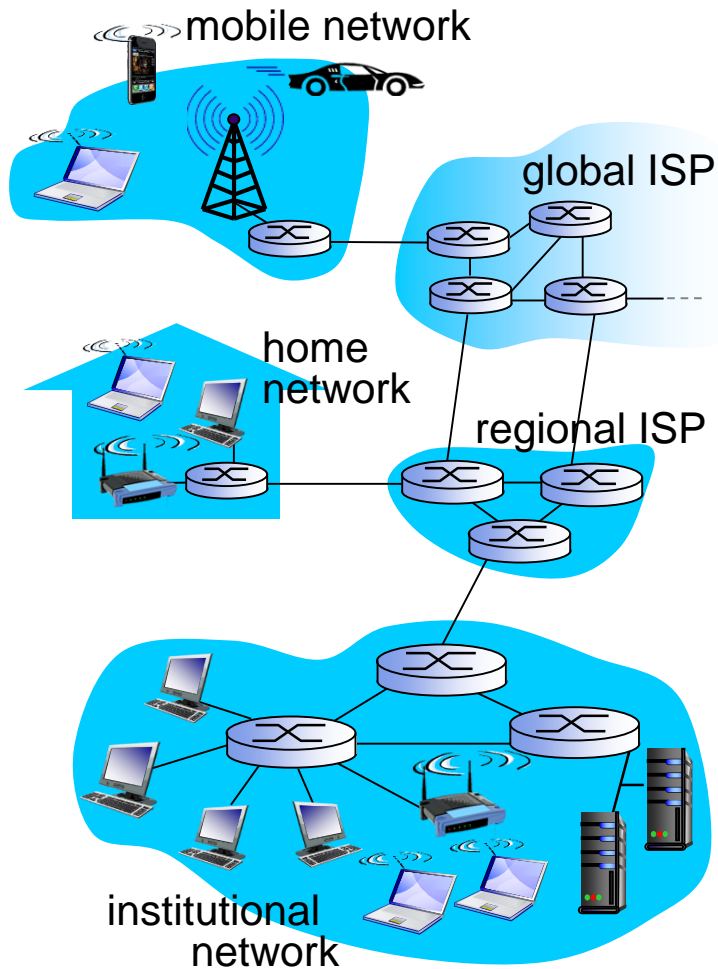
内容提要

- 计算机网络基础
 - 构成要素，基本需求
- 网络连通性
 - 网络连接的类型及含义
- 网络交换与资源共享
 - 资源共享机制及含义
- 共性服务

计算机网络实例：局域网



计算机网络实例：因特网(局部)



计算机网络的定义

- 两个关键词
 - 计算机 —— 通信终端(数据源或目的地)
 - 网络 —— 相互连通
- 定义：互相连接、自主的计算机的集合
- 计算机网络与其它通信网络的区别
 - 通用性：支持各种各样的应用，而非专门用于特定的应用(如电话通信)
- 计算机网络具有巨大能量的根源？



计算机网络构成元素

- 主机(hosts)
 - 所连接的计算设备，例如台式机、X86服务器、智能手机...
- 交换节点(switches)/中间节点(nodes)
 - 转发主机之间传输的数据，例如交换机、路由器
- 链路(links)
 - 在相邻节点(主机或中间节点)之间传输数据
- 网络应用(applications)
 - 运行于终端主机上的软件
 - 产生和接收数据
- 协议(protocols)
 - 网络实体(如交换节点、网络应用等)之间通信的规则，如数据传输、控制消息交互等

网络应用

- 一种基于用途的分类
 - 信息发布(Information dissemination): Web, BBS, ...
 - 资源共享(Resource sharing): 文件服务器, 数据库服务器, BitTorrent (BT), ...
 - 个人通信(Individual communications): 电子邮件(email), 即时通信(instant messenger), 视频会议(video conferencing), ...
 - 娱乐(Entertainment): 网络游戏(online game), 视频点播(video on demand), 流媒体直播(live streaming), ...
 - ...
- 产生不同模式的数据流量
- 对于网络传输服务, 有着各自不同的需求



计算机网络基本需求

- 可扩展的连通性(Scalable connectivity)
 - 连通任意集合(通常是一对)的主机，即这些主机之间可以相互通信
 - 可以为直接或间接的连通
 - 可扩展：以合理的开销，支持系统增长到任意大规模
- 成本合算的资源共享(Cost-effective resource sharing)
 - 在所有终端主机之间共享网络资源(如链路带宽)
 - 成本合算：高效率地利用网络资源
- 支持共性服务(Support for common services)
 - 为不同类型网络应用提供共性的通信服务，如可靠的数据传输

内容提要

- 计算机网络基础
 - 构成要素，基本需求
- 网络连通性
 - 网络连接的类型及含义
- 网络交换与资源共享
 - 资源共享机制及含义
- 共性服务

网络连通性

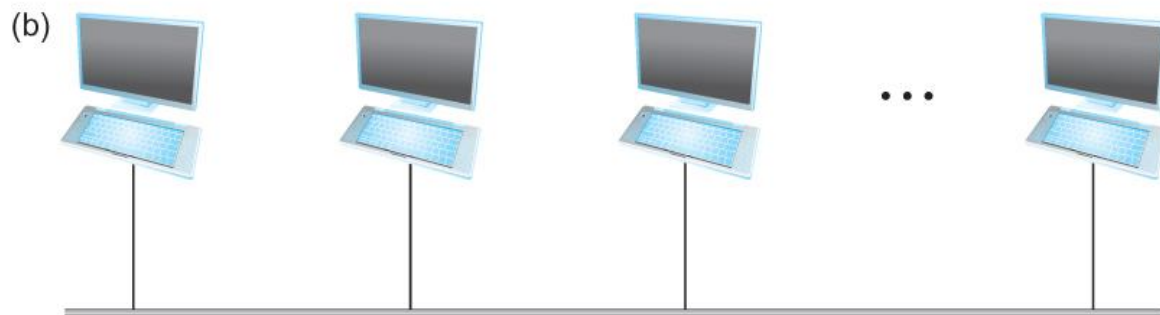
- 如何连通多台主机(PC、服务器、平板、智能手机等)
 - 直接连通：点到点链路，多路接入链路(multiple-access link)，租用专线(leased line)
 - 间接连通：通过一系列中间节点，如交换机、路由器等
- 如何识别网络中的主机或节点
 - 编址(addressing)：为一台(乃至一组主机)定义和分配一个唯一标识，如数字，字节串等
 - 地址的实例？

直接连通

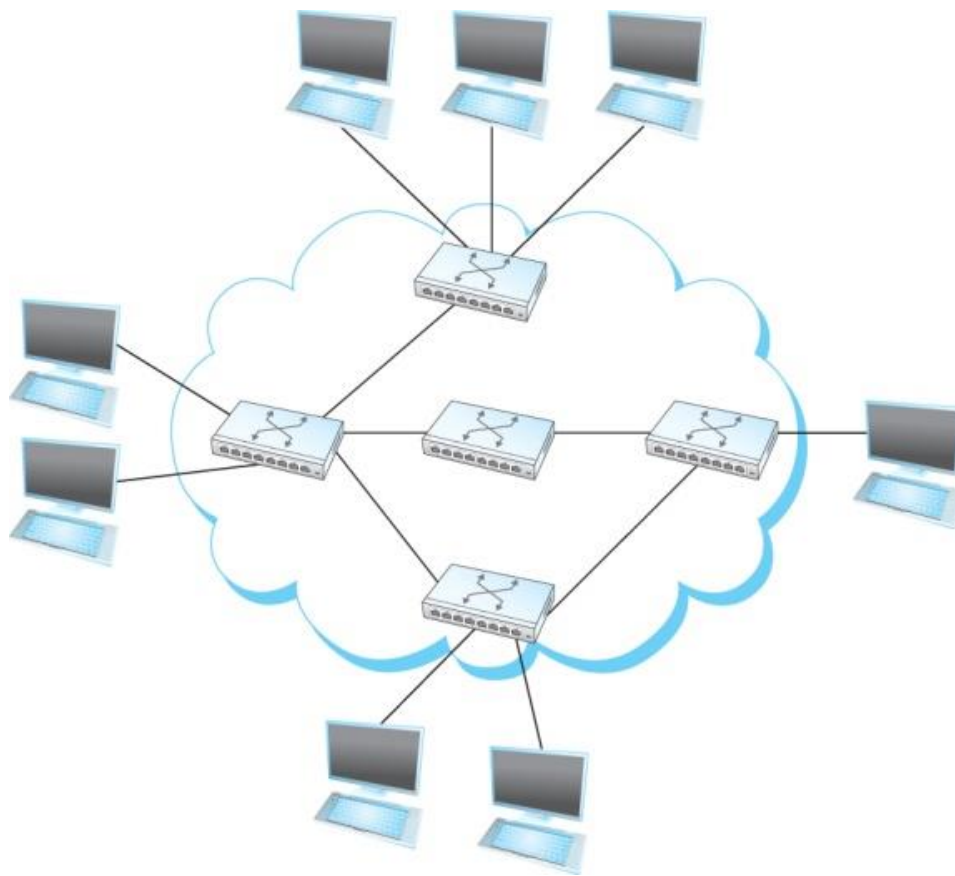
- 点到点链路



- 多路接入链路

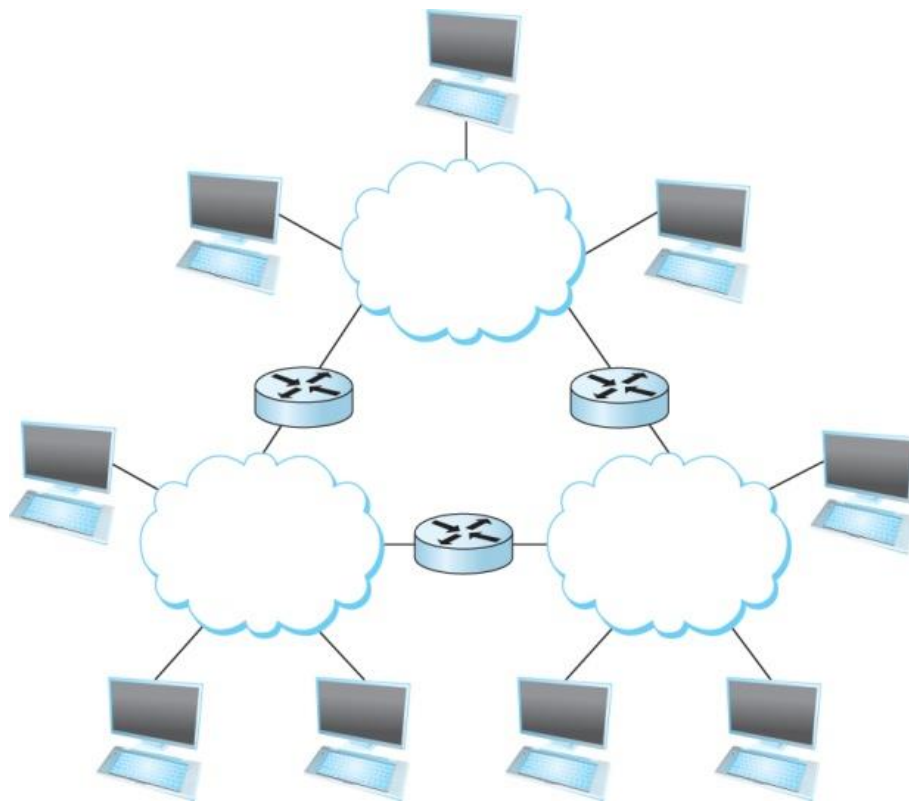


间接连通：交换网络



- 间接连通：通过交换节点间接连通多台主机
 - 两类交换技术：电路交换，分组交换
- 分组交换：数据传输采用存储转发(store-and-forward)

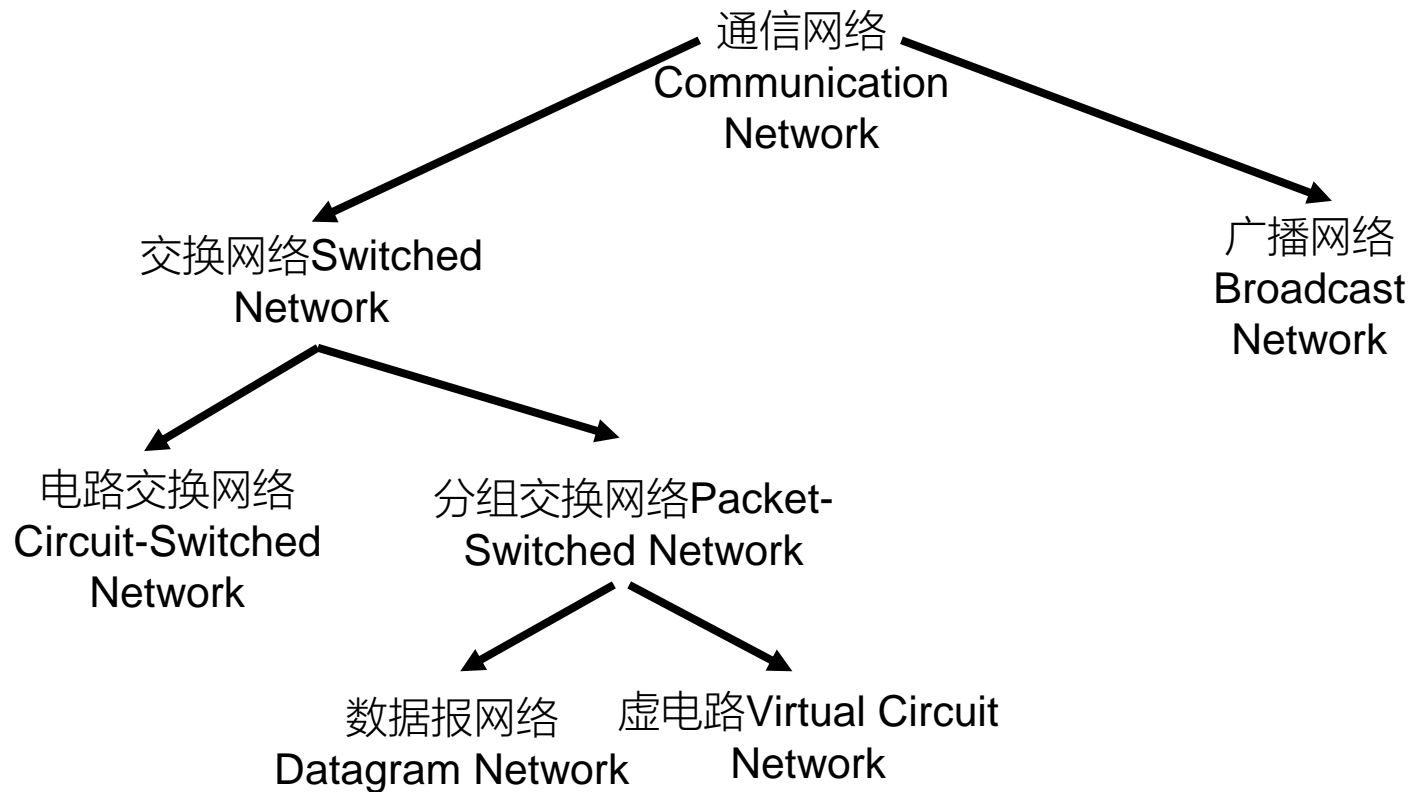
间接连通：互联网络



- 多个相互独立的网络相互连接(interconnected), 构成一个互联网络(internetwork)
- 路由器/网关(router/gateway): 专用于互联多个独立网络的中间节点

通信网络分类(Taxonomy)

- 根据节点之间交换信息的方式，一种分类如下



广播网络、交换网络

● 广播网络

- 一个节点发出的信息，广播到所有其它节点，如共享式以太局域网(Ethernet LAN)、无线局域网(俗称WiFi)
- 基本问题：由于同一时间只能有一个节点占用共享通信介质，**如何协调全体节点对于共享通信介质的使用**
 - 技术方案：**多路接入控制(Media Access Control, MAC)**

● 交换网络

- 一个节点发出的信息，只传送给指定的一个或多个(非全部)节点，如电话网、互联网等
- 基本问题：**如何将信息传送至指定节点**
 - 技术方案：**专用中间节点用于信息转发**，如路由器(router)、交换机(switch)

可扩展性(Scalability)

- 衡量技术方案可扩展性的两种方式
 - 系统最大规模
 - 系统规模与开销的比值
- 所支持的系统最大规模
 - 例1：计算机局域网(基于局域网技术)系统规模通常为数百主机
 - 例2：IP网络(基于IP网络技术)系统规模？
 - 显然IP网络技术更具可扩展性
- 系统规模与开销的比值
 - 例1：网状直连(full-meshed)网络中直连链路数量与主机数的关系
 - 例2：交换式网络中交换节点及链路数量与主机数的关系
 - 交换式网络技术更具可扩展性

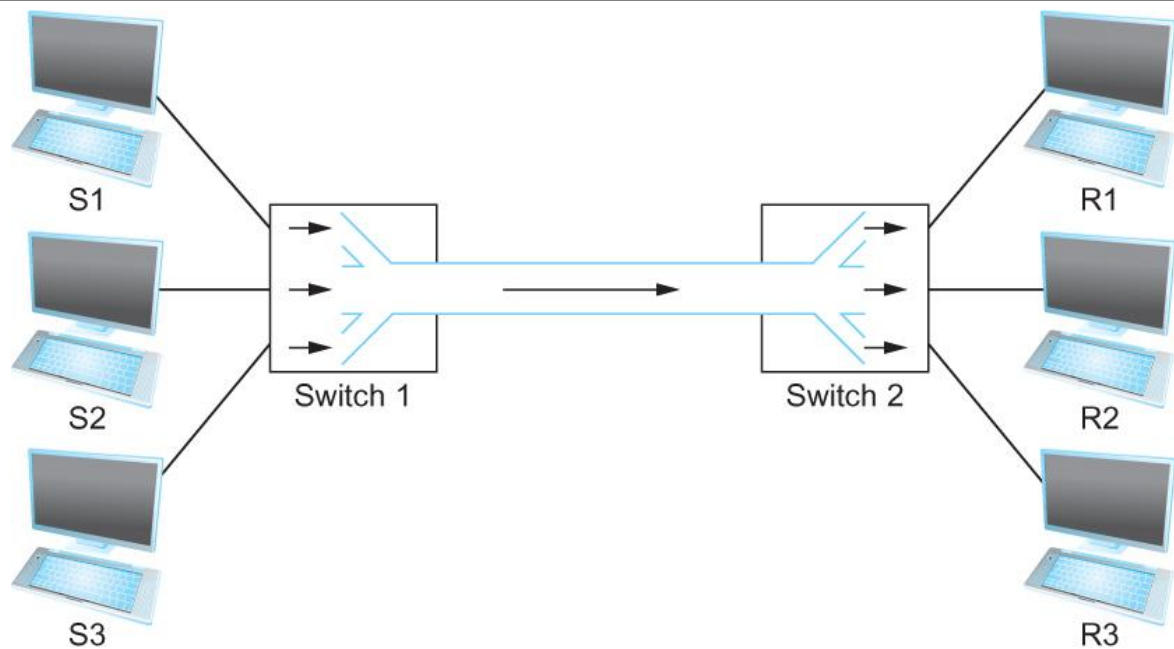
支持的系统规模越大，系统规模与开销的比值越低，可扩展性越好



内容提要

- 计算机网络基础
 - 构成要素，基本需求
- 网络连通性
 - 网络连接的类型及含义
- 网络交换与资源共享
 - 资源共享机制及含义
- 共性服务

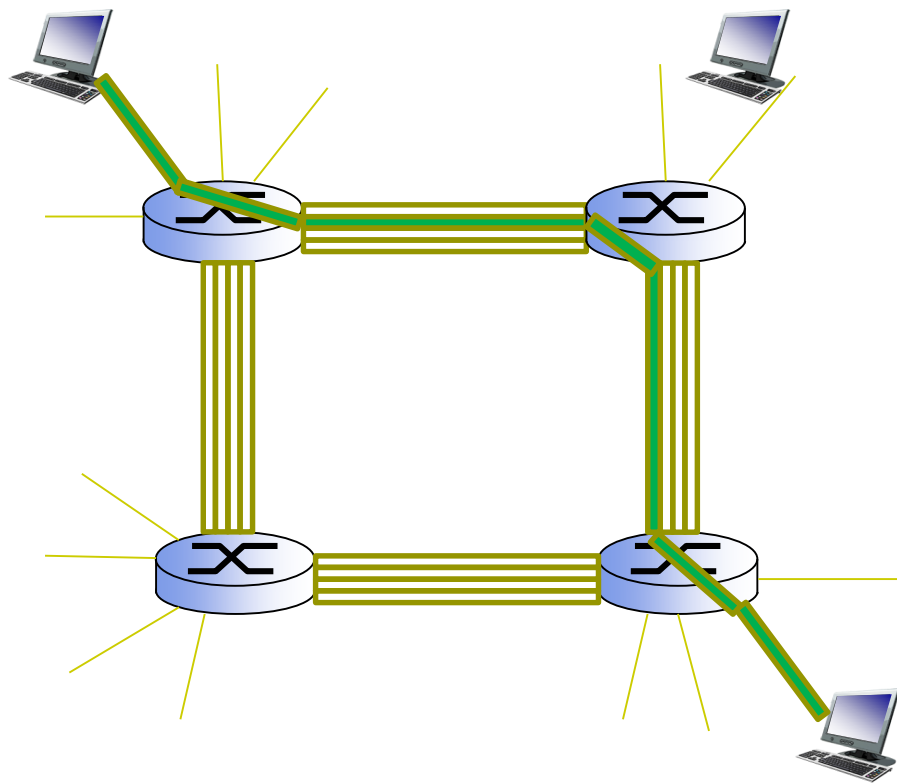
网络资源共享



- 所有主机都能够同时传输数据信息
 - 高效、公平地共享网络资源(如链路带宽)
- 资源使用效率取决于交换技术
 - 电路交换
 - 分组交换

电路交换(Circuit Switching)

- 以终端之间的呼叫为对象，分配和使用网络资源
 - 端到端网络资源(带宽)分为多个片
 - 为每个呼叫分配网络资源片
- 链路带宽分片
 - 频分
 - 时分

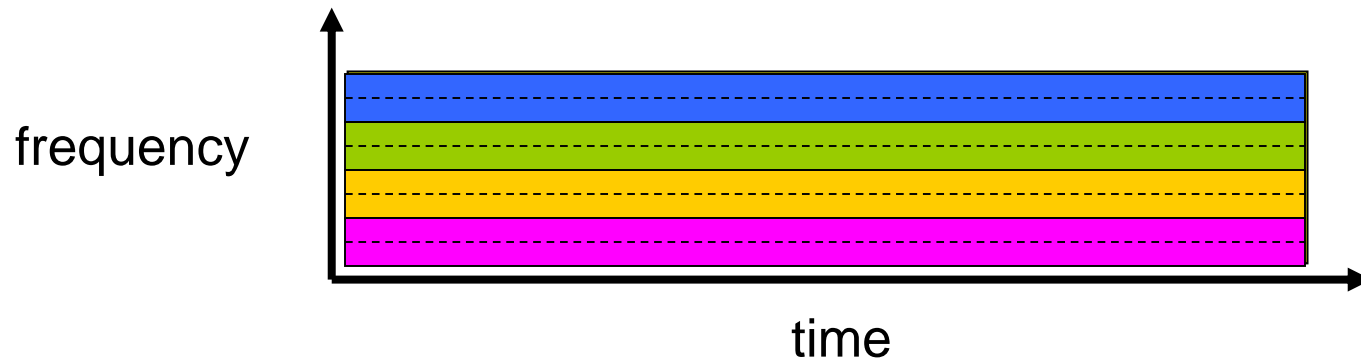


频分复用与时分复用

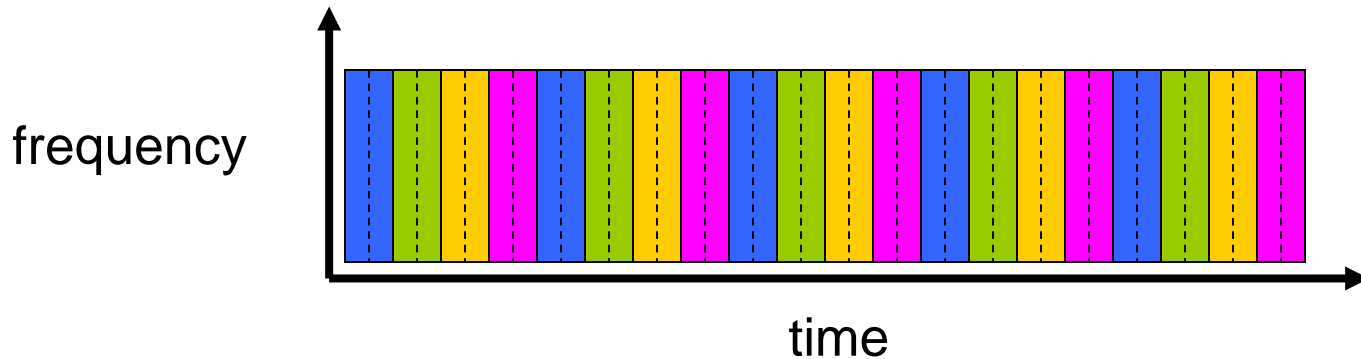
Example:

FDM: Frequency Division Multiplexing

4 users



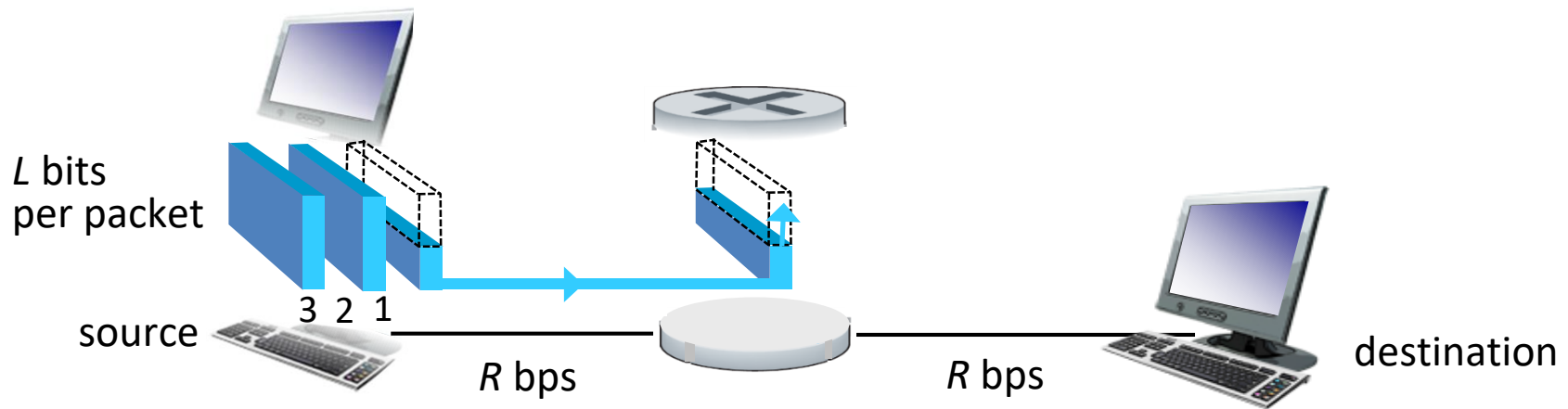
TDM: Time Division Multiplexing



电路交换：资源共享

- TDM/FDM中的资源占用为确定意义—— 确定型复用 (deterministic multiplexing)
 - 当发送者无数据发送时，其资源片(时隙或频带)闲置，不能为其它发送者所用
 - 资源片(时隙或频带)的数量有限，如时隙、频率子带数量，因此同一时间只能支持有限数量的主机发送数据
- 计算机网络中，源主机通常是时断时续地随机发送数据—— 通信突发性较强，因此电路交换不适合计算机通信
- 以固定资源片(时隙或频带)粒度分配网络资源的优势
 - 实现较为简单
 - 易于保证服务质量，如带宽、时延等

分组交换(Packet Switching)



- 基本概念
 - 主机将待发送消息分成多个分组(packets)
 - 每个交换节点将分组转发至下一节点，直至最终目的地
 - 每个分组在交换节点间的链路传输时，都是以链路全速率进行
- 存储转发(store-and-forward)
 - 交换节点收到一个完整的分组(即收到其全部比特)后，先暂存(store)以确定输出端口及等候输出链路空闲，然后再转发(forward)

分组交换：资源共享

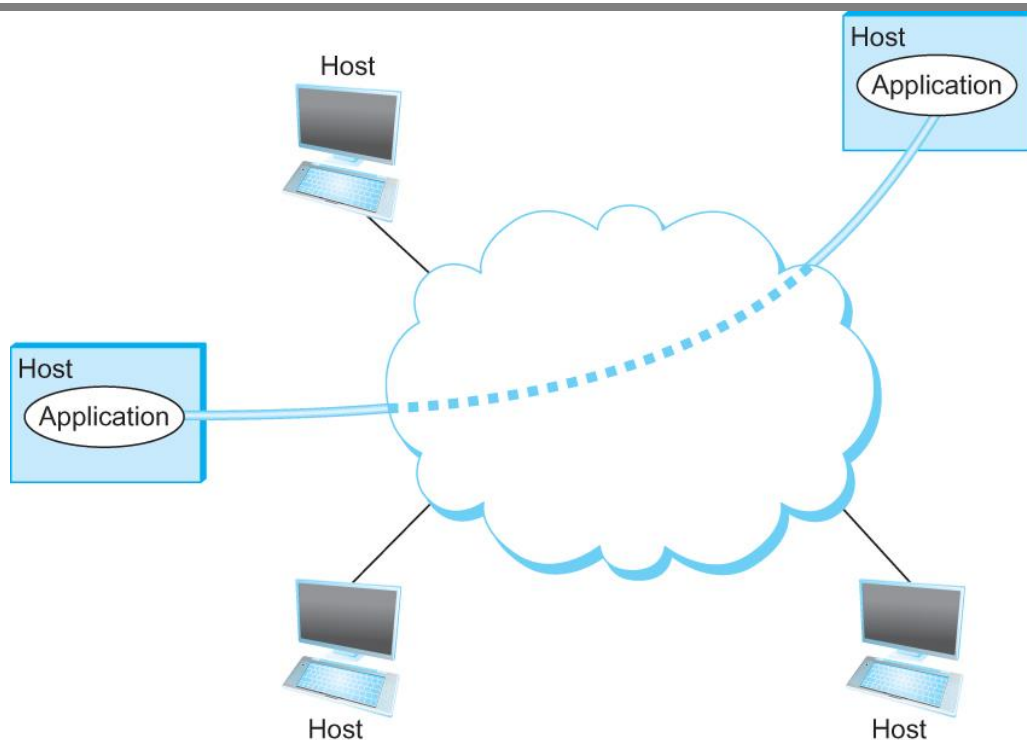
- 分组流按需分享网络资源 —— 统计型复用(statistical multiplexing)
 - 分组流无固定模式，需要时才会通过网络传输
 - 资源复用的颗粒度为单个分组 —— 网络资源使用效率高
 - 适合于计算机通信的突发性
- 由于上述优点，计算机网络都是采用分组交换
- 同时也带来两个常见问题
 - 网络拥塞：短时间内大量分组注入网络，会导致网络链路拥塞
 - 资源分配的挑战：难于保证某些网络应用需要的传输服务质量，如流式多媒体应用



内容提要

- 计算机网络基础
 - 构成要素，基本需求
- 网络连通性
 - 网络连接的类型及含义
- 网络交换与资源共享
 - 资源共享机制及含义
- 共性服务

网络通信



- 计算机网络通信实际发生在主机中的应用进程之间
 - 基于网络所提供的主机之间的连通性
- 应用进程间的通信通常需要运行复杂的操作，如可靠传输
 - 抽象：应用进程之间的通信基于一个逻辑通道

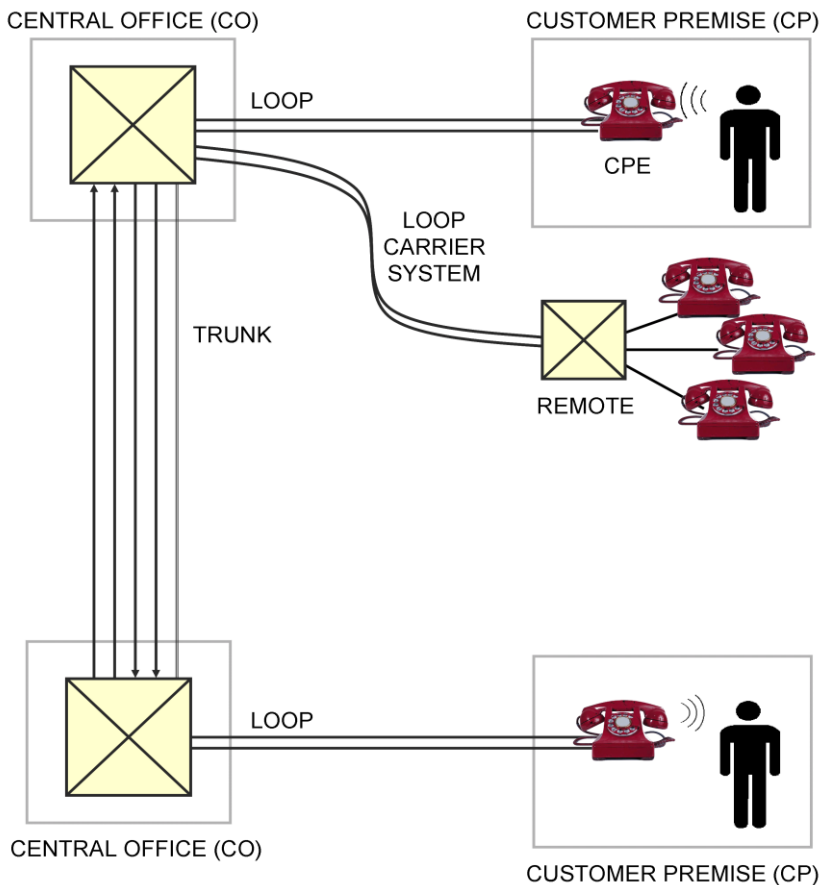
网络通信功能划分：共性服务

- 考虑到许多网络应用需要逻辑通道所提供传输服务的共性特征
 - 高效方法：在某些模块中实现共性服务，不同网络应用均可调用
 - 对比选项：由网络应用各自实现相关功能
- 基本问题：提供何种共性服务？
 - 分析概括网络应用的通信模式
 - 从中提取共性服务需求
- 网络应用的通信模式与共性服务需求
 - 信息获取：FTP, Web等 —— 请求/响应(request/reply)
 - 通常需要保证数据传输的可靠性、应用数据的安全性
 - 多媒体应用：视频点播，视频直播，视频会议等 —— 消息流(message streaming)
 - 通常需要数据一(或多)对一(或多)顺序传输，无需绝对可靠

共性服务：可靠数据传输

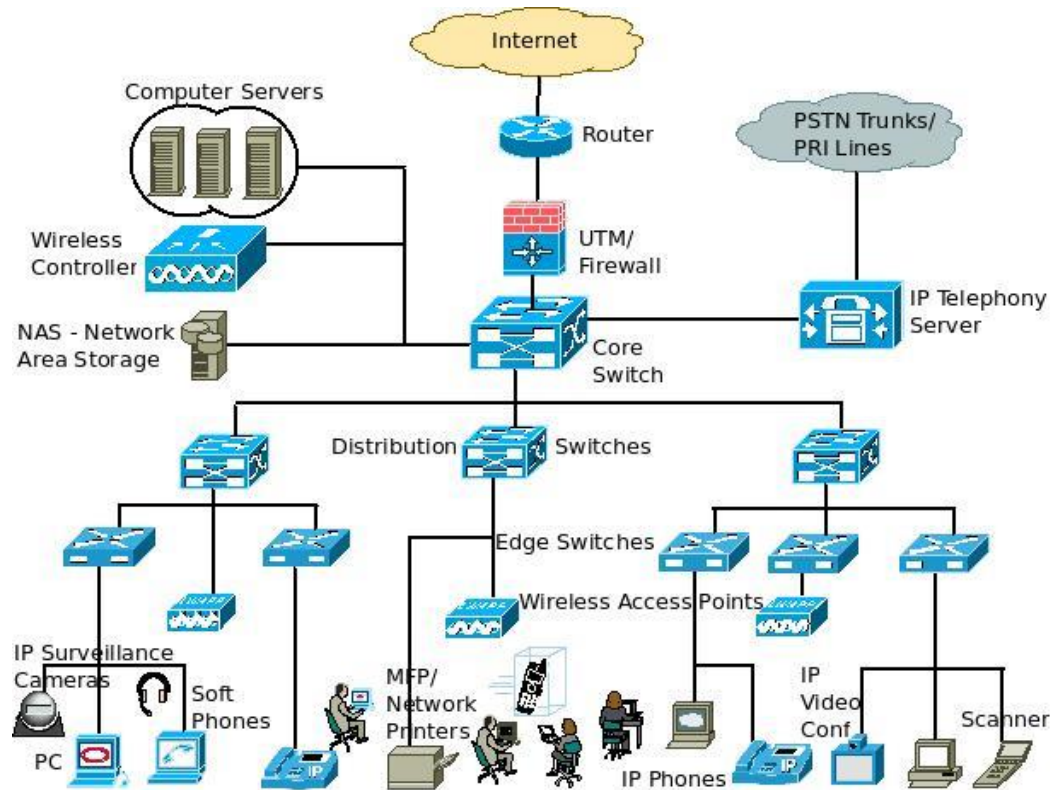
- 网络传输失效
 - 比特错误(比特级)
 - 电磁干扰，噪声引起
 - 分组丢失(分组级)
 - 缓存溢出或不可纠正的比特错误
 - 如何区分分组丢失和迟到？
 - 链路失效/节点宕机(链路/节点级)
 - 如何区分节点宕机和运行缓慢？
- 可靠数据传输：采用某种技术方法，克服网络传输失效问题，使得网络显得更加可靠
 - 具体技术方法见后续内容
 - 在终端主机还是在网络中实现可靠数据传输？
 - 问题的本质：在何处实现这样的共性服务!!!

主机与网络之间的功能分工



电话网络功能分工：

终端 vs. 网络



IP网络功能分工：

终端 vs. 网络

小结

- 计算机网络基础
 - 构成要素，基本需求，网络范围连通性，网络交换与资源共享，共性服务
- 参考文献
 - 教材1.1、1.2节
 - [KR12]1.3节