

§ 1. 引言

1. 1. 使用计算机网络

1. 1. 1. 计算机网络的定义

计算机网络是利用通信设备和线路将**地理位置不同的**、**功能独立**的多个计算机系统互连起来，以功能完善的**网络软件**（即网络通信协议、信息交换方式和网络操作系统等）实现网络中**资源共享和信息传递**的系统

★ 定义包含了硬件组成、软件组成以及主要功能

★ 一句话概括：**自主**计算机互连的集合

- PC通过并口线/USB线连接打印机，传输数据？
- PC通过WiFi连接打印机，传输数据？
- PC通过USB线连接移动硬盘，传输数据？
- PC通过蓝牙连接手机，传输数据？

★ 互连方式有多种，只要能够实现信息交流即可

有线：同轴电缆、双绞线、光纤等

无线：无线电、微波、红外线、卫星等

★ 计算机网络与分布式系统的关系

计算机网络：位于实际位置的**实际机器**，用户能直接感受到不同机器的差异

分布式系统：由一组独立计算机组成，建议在网络之上的软件系统，能呈现给用户的是统一的模型或范型(www)

- 计算机网络是分布式系统的基础

§ 1. 引言

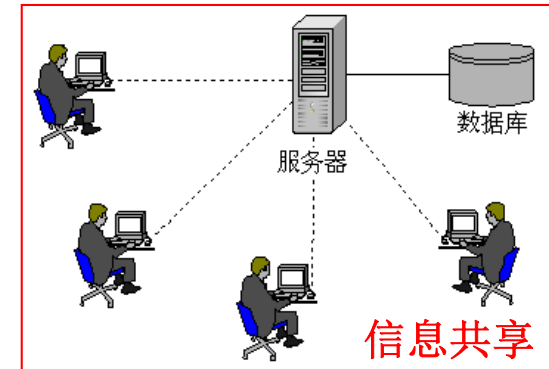
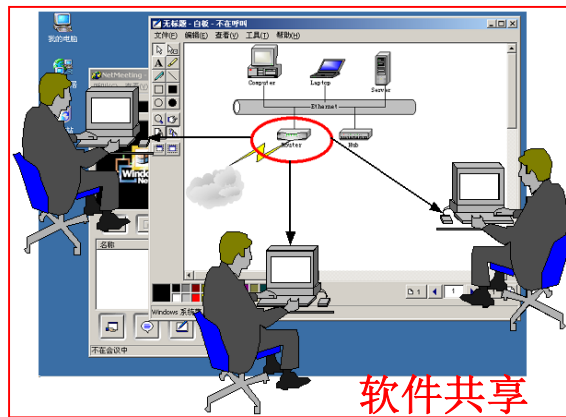
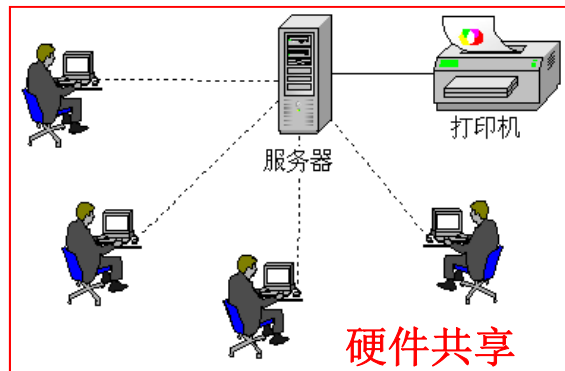
1. 1. 使用计算机网络

1. 1. 2. 计算机网络的应用

1. 1. 2. 1. 商业应用

★ 资源共享

包括硬件、软件、信息的共享等，主要采用C/S结构（C/S: Client/Server 客户-服务器）模型，资源共享是计算机网络的主要功能



客户机 (Client)：运行客户进程，通过它提出各种服务请求

服务器 (Server)：运行服务器进程，通过它提供服务并对来自客户进程的请求作出响应

特点：1、C/S相互独立，方便独立更换或切换

2、客户机发送请求，服务器返回结果，各自独立工作

3、服务器给同时为多个客户提供服务

计算机网络中C/S模型和软件开发中的C/S结构的区别：

软件开发C/S：客户端有单独开发的软件程序与服务器相连(QQ)

B/S: (Browse/Server)，客户端没有单独的软件程序，通过浏览器实现(4m3)

§ 1. 引言

1. 1. 使用计算机网络

1. 1. 2. 计算机网络的应用

1. 1. 2. 1. 商业应用

★ 资源共享

包括硬件、软件、信息的共享等，主要采用C/S结构（C/S: Client/Server 客户-服务器）模型，资源共享是计算机网络的主要功能

★ 数据通信

包括E-mail、协同工作、VoIP与视频会议等，数据通信是计算机网络的基本功能

★ 电子商务/电子政务

B2B: Business-To-Business

B2C: Business-To-Consumer

G2C: Government-To-Citizen

C2C: Consumer-To-Consumer

O2O: Online-To-Offline

§ 1. 引言

1. 1. 使用计算机网络

1. 1. 1. 计算机网络的应用

1. 1. 1. 1. 家庭应用

★ 访问远程信息

浏览新闻、在线娱乐、视频点播(VOD)、网络游戏、数字报纸、数字图书馆

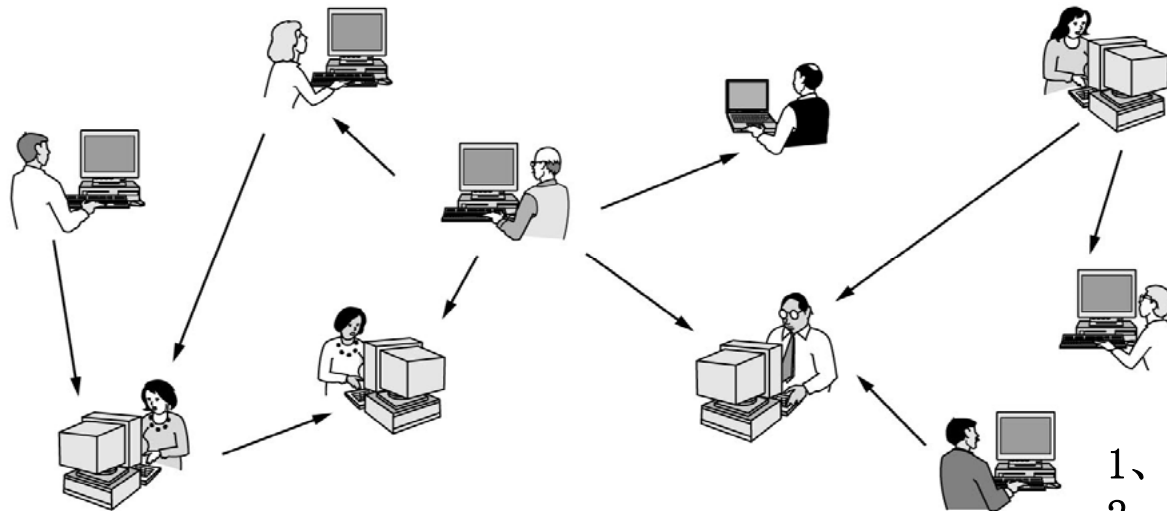
★ 个人间通信

E-mail、即时通信(Instant messaging)、聊天室、新闻组

★ 电子商务

(同商务应用)

★ 除C/S模型外，常见模型还有P2P (Peer-to-Peer)



- 1、没有固定的客户机和服务器
- 2、任何一个节点均可随时退出
- 3、主要用途：音频/视频分享

§ 1. 引言

1. 1. 使用计算机网络

1. 1. 2. 计算机网络的应用

1. 1. 2. 3. 移动用户

★ 移动计算与无线网络

移动计算：用户设备是可移动的

无线网络：设备可无线联网

- 台式机办公(无网络/有线网络) ?
- 笔记本办公(无网络/有线网络) ?
- 教学楼布WiFi ?
- 笔记本连无线网络(WiFi/3G/4G) ?
- 手持式POS机通过无线网络刷卡 ?

★ 基于位置的服务（GPS/北斗/无线网络定位）

- 课后思考：为什么不开GPS，通过WiFi也能定位？

§ 1. 引言

1. 1. 使用计算机网络

1. 1. 2. 计算机网络的应用

1. 1. 2. 3. 移动用户

★ 移动计算与无线网络

★ 基于位置的服务（GPS/北斗/无线网络定位）

★ 常见应用

- 家庭/办公应用的设备可移动化及网络无线化
- 无线城市/无线校园
- 公交/出租车的调度与监控
- 信息获取的本地化(天气预报/本地新闻)
- 能移动支付的自动售货机
- 公用事业(水/电/煤气)的无线/远程读表
- 移动商务与移动支付
- 个人区域网
- 可穿戴计算机(设备)

★ 未来发展方向

- RFID与物联网
- 传感器网络
- 家居设备的智能化

§ 1. 引言

1. 1. 使用计算机网络

1. 1. 2. 计算机网络的应用

1. 1. 2. 4. 社会问题

★ 非法信息（黄赌毒、恐怖主义、反政府）

★ 发送匿名信息

★ 垃圾电子邮件

★ 病毒传播

★ 隐私泄露

★ 身份偷窃

★ 版权侵犯

★

§ 1. 引言

1. 2. 网络硬件

1. 2. 1. 计算机网络的分类

1. 2. 1. 1. 按传输技术进行分类

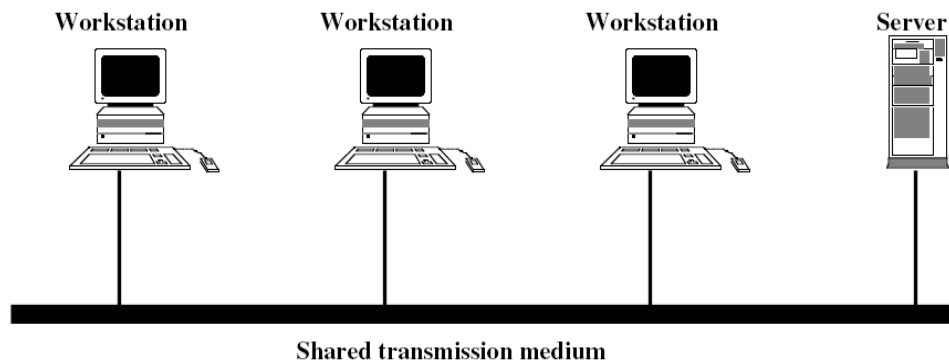
★ 广播式网络

所有机器共享一条通信信道，信息由任何机器发送并可以被所有其它的机器接收

● 目的地址可以是单目地址(单播:unicasting)

多目地址(多播:multicasting)

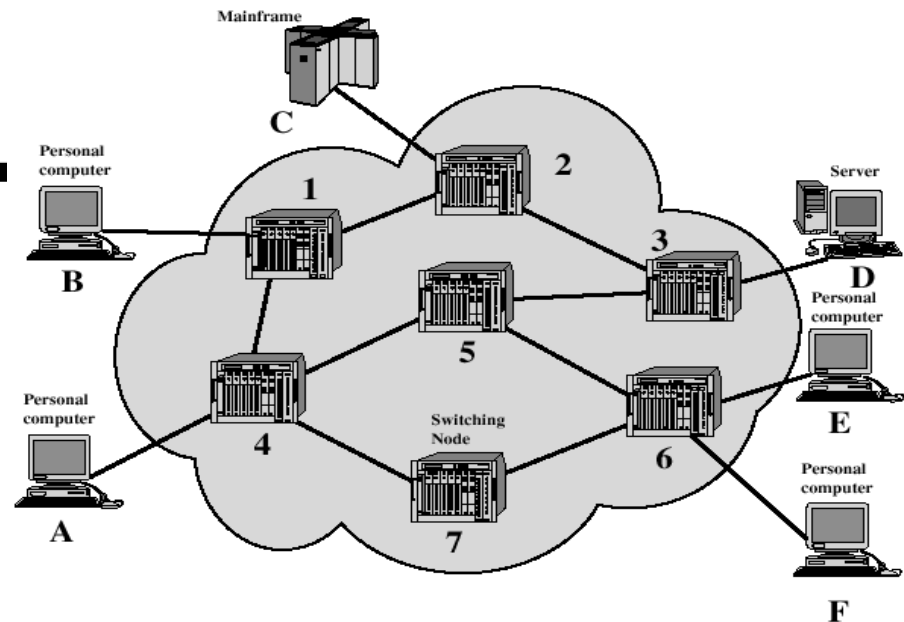
全局地址(广播:broadcasting)



★ 点到点式网络

由一对对机器之间的多条连接构成，采用存储-转发的原理进行传输

★ 小型的、地理位置集中的网络多采用广播传输方式，大网络多采用点到点传输方式



§ 1. 引言

1. 2. 网络硬件

1. 2. 1. 计算机网络的分类

1. 2. 1. 1. 按传输技术进行分类

1. 2. 1. 2. 按距离大小进行分类

| Interprocessor distance | Processors located in same | Example | |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------|-----|
| 1 m | Square meter | Personal area network | 个域网 |
| 10 m | Room | Local area network | 局域网 |
| 100 m | Building | | |
| 1 km | Campus | | |
| 10 km | City | Metropolitan area network | 城域网 |
| 100 km | Country | Wide area network | 广域网 |
| 1000 km | Continent | | |
| 10,000 km | Planet | The Internet | 互联网 |

§ 1. 引言

1. 2. 网络硬件

1. 2. 1. 计算机网络的分类

1. 2. 1. 1. 按传输技术进行分类

1. 2. 1. 2. 按距离大小进行分类

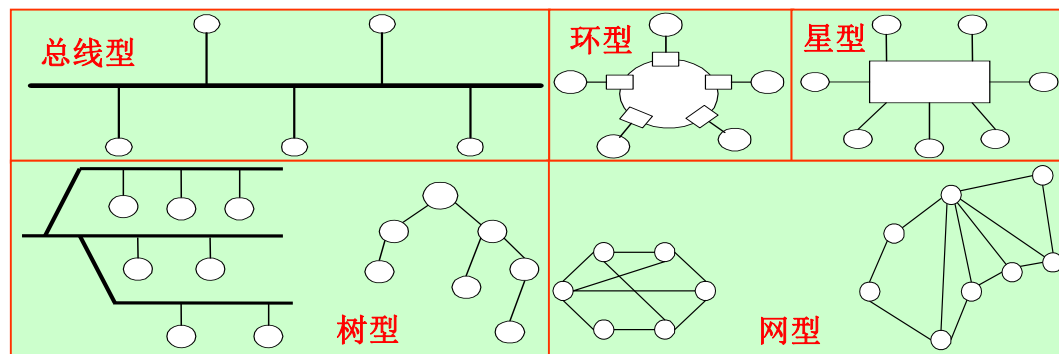
★ PAN: 多个设备围绕一个人进行通信
(e. g. bluetooth)

★ LAN: 处于同一建筑、同一大学/企业或方圆几公里远地域内的**专用网络(管理者单一)**

- 速度快(10Mb~10Gb/s)，误码率低($10^{-8} - 10^{-11}$)
- 传输技术多采用广播式
- 拓扑结构：总线型、环型、星型、树型、网型等
- 多采用铜线，也有光纤等其它介质

★ MAN: 一个城市范围

- 介质主要采用光缆(光进铜退)，**管理者相对单一**
- MAN的一个重要用途是用作骨干网，通过它将位于城市内不同地点的主机、LAN等连接起来
- MAN不仅用于计算机通信，同时可用于传输话音、图像等信息，成为一种综合利用的通信网，但仍属于计算机通信网的范畴
- **同济不同校区间用专线直连，仍属于一个LAN**
- **有线电视网/电信网都可理解为独立的MAN**



§ 1. 引言

1. 2. 网络硬件

1. 2. 1. 计算机网络的分类

1. 2. 1. 1. 按传输技术进行分类

1. 2. 1. 2. 按距离大小进行分类

★ WAN: 一个国家/地区/大洲

- WAN = 主机 + 子网
(资源子网) + (通信子网)

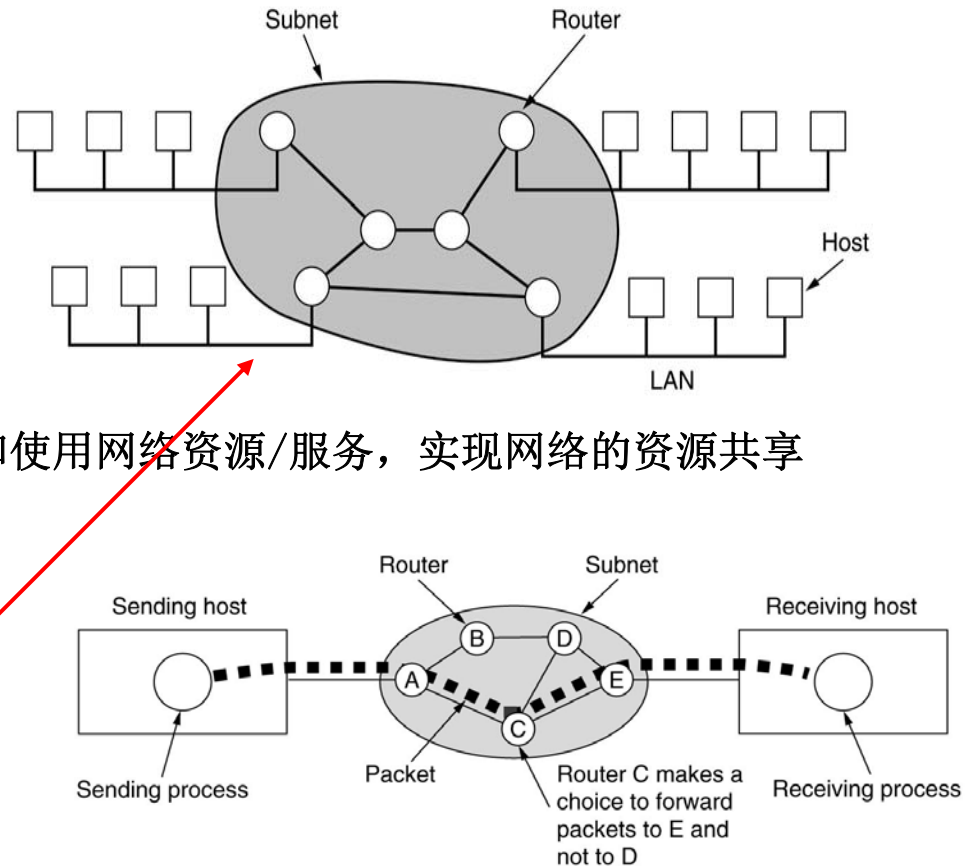
主机: 通信的信源和信宿, 负责提供和使用网络资源/服务, 实现网络的资源共享

子网: 后者负责信息的传递

- (通信)子网的构成

传输线路: 亦称为信道、干线

路由器: 在宽带网中称为交换路由器



- WAN多采用点到点式传输技术, 即数据传输采用存储-转发(分组交换)方式。但不是所有WAN都采用分组交换(e. g. 卫星 - 广播技术)
- 主机、子网分属于不同的管理者, 相对独立
- 网络形式相对多样(和MAN相比)

§ 1. 引言

1. 2. 网络硬件

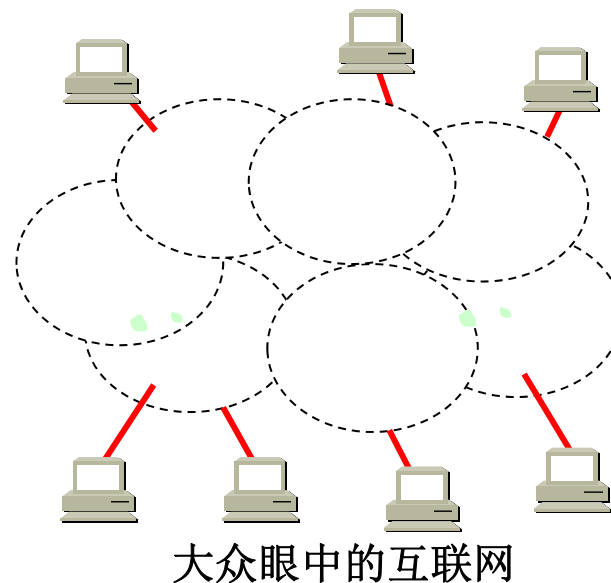
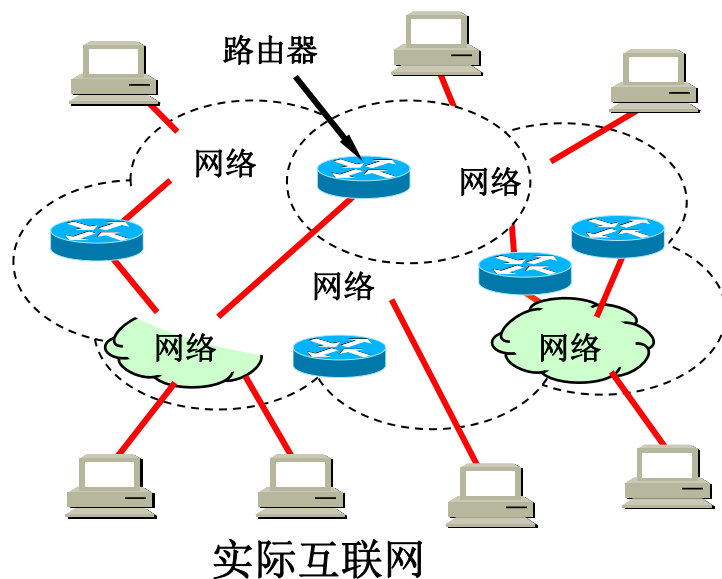
1. 2. 1. 计算机网络的分类

1. 2. 1. 2. 按距离大小进行分类

★ internet: 全球

internet (互连网络或互连网):
小写字母 i 开头, 是一个通用名词, 泛指由多个计算机网络互连而成的虚拟网络
Internet (因特网)
大写字母 I 开头, 是一个专用名词, 特指当前全球最大的、开放的、由众多网络相互连接而成的特定计算机网络, 采用 TCP/IP 协议族

● Internet是internet的特例



§ 1. 引言

1. 2. 网络硬件

1. 2. 2. 无线网络

★ 传输介质

无线电、微波、卫星、红外线、激光等

★ 优点

容易安装、方便移动、快速布置、适应性强

★ 缺点

速度慢(目前实际应用中, 最高802. 11ac, 1. 3Gbps)

差错率高于有线网络

受环境影响及干扰大

★ 分类

系统互连 : PAN(e. g. Bluetooth)

无线LAN (WLAN) : 末端接入时有线转无线

无线WAN (WWAN) : 3G/4G/WiMax融合

§ 1. 引言

1. 2. 网络硬件

1. 2. 3. 家庭网络

★ 含义：家用电器互连，并可访问Internet。

★ 与其它网络设备的不同要求：

- 网络和设备安装容易、操作简单
- 价格低廉、能处理家庭日常应用
- 足够的带宽(多媒体应用居多)
- 接口标准固定，扩展容易
- 安全性和可靠性

★ 连网方式：

有线：复杂，速度快，价格高，安全性高

无线：简单，慢，低，低（优选）

§ 1. 引言

1. 3. 网络软件

1. 3. 1. 协议层次结构

网络协议(network protocol), 简称为协议, 是为在计算机网络中进行数据交换而建立的规则、标准或约定的集合。计算机网络中的数据交换必须遵守事先约定好的规则, 这些规则明确规定了所交换的数据的格式以及有关的同步(也称时序)问题

★ 协议的三个组成要素:

语法: 数据与控制信息的结构或格式

语义: 需要发出何种控制信息, 完成何种动作以及做出何种响应

同步: 事件实现顺序的详细说明

★ 协议的特征

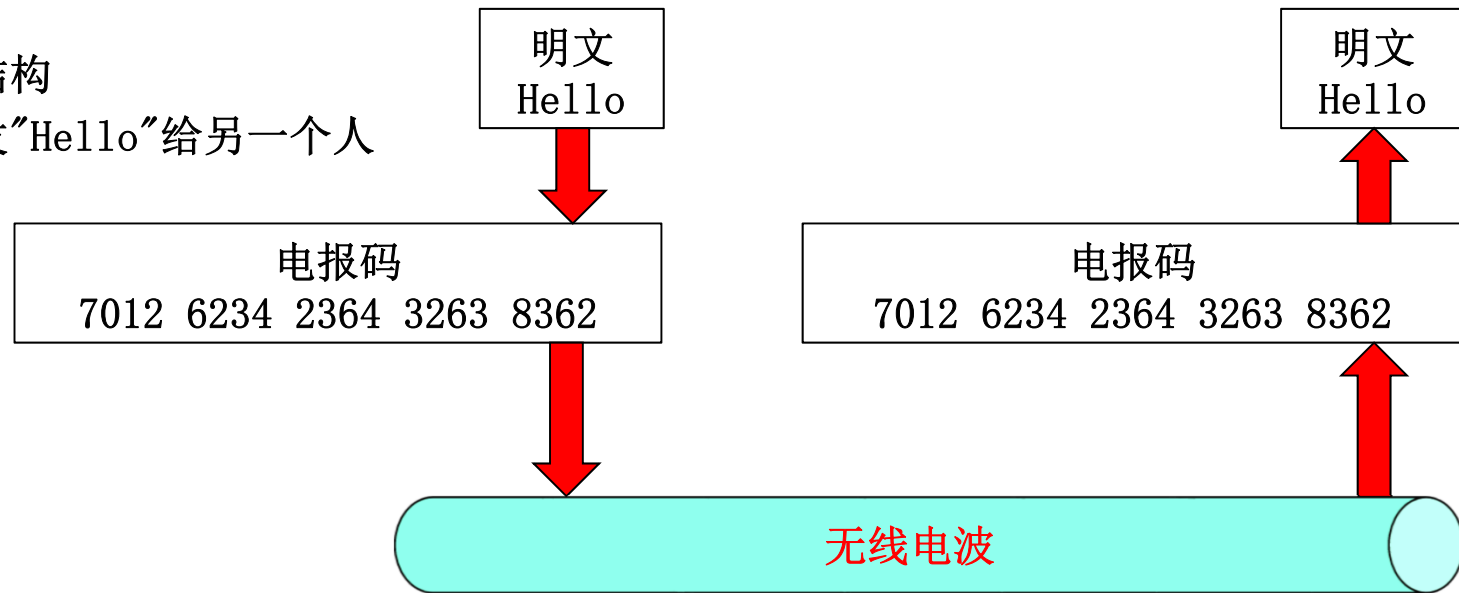
- 协议按层或级组织, 是结构化的, 称为 层次栈 (a stack of layer) 或 分级栈 (a stack of level)
- 通过层间接口, 每一层建立在其下一层的基础上, 向上一层提供服务, 具体实现细节对上一层透明
- 不同机器上构成相应层次的实体称为对等实体, 为了实现对等实体的彼此沟通才使用协议来通信在对等实体上运行的进程称为对等进程

§ 1. 引言

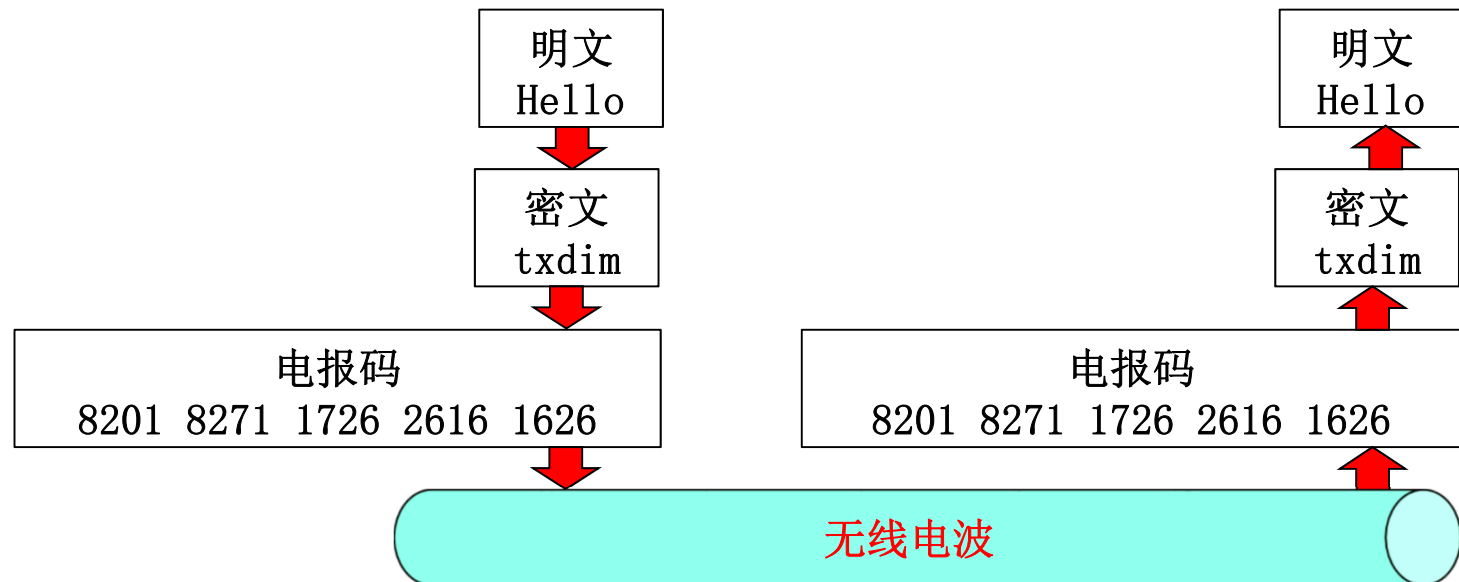
1.3. 网络软件

1.3.1. 协议层次结构

例：用明码电报发“Hello”给另一个人



例：用密码电报发“Hello”给另一个人

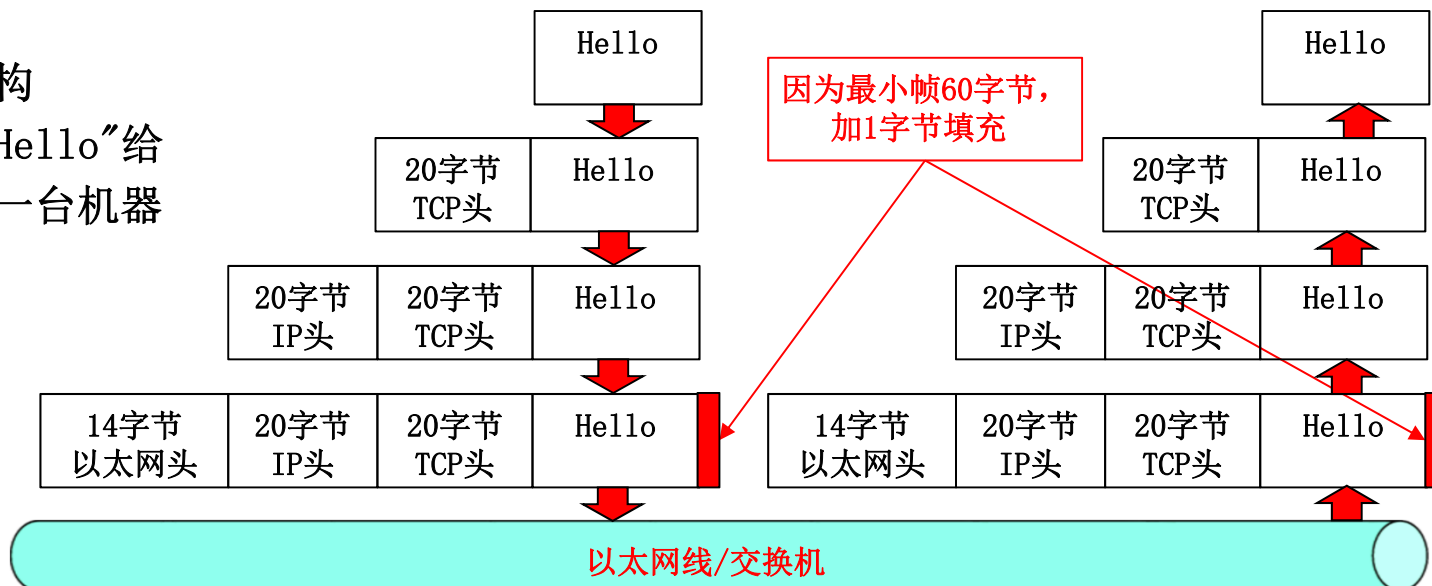


§ 1. 引言

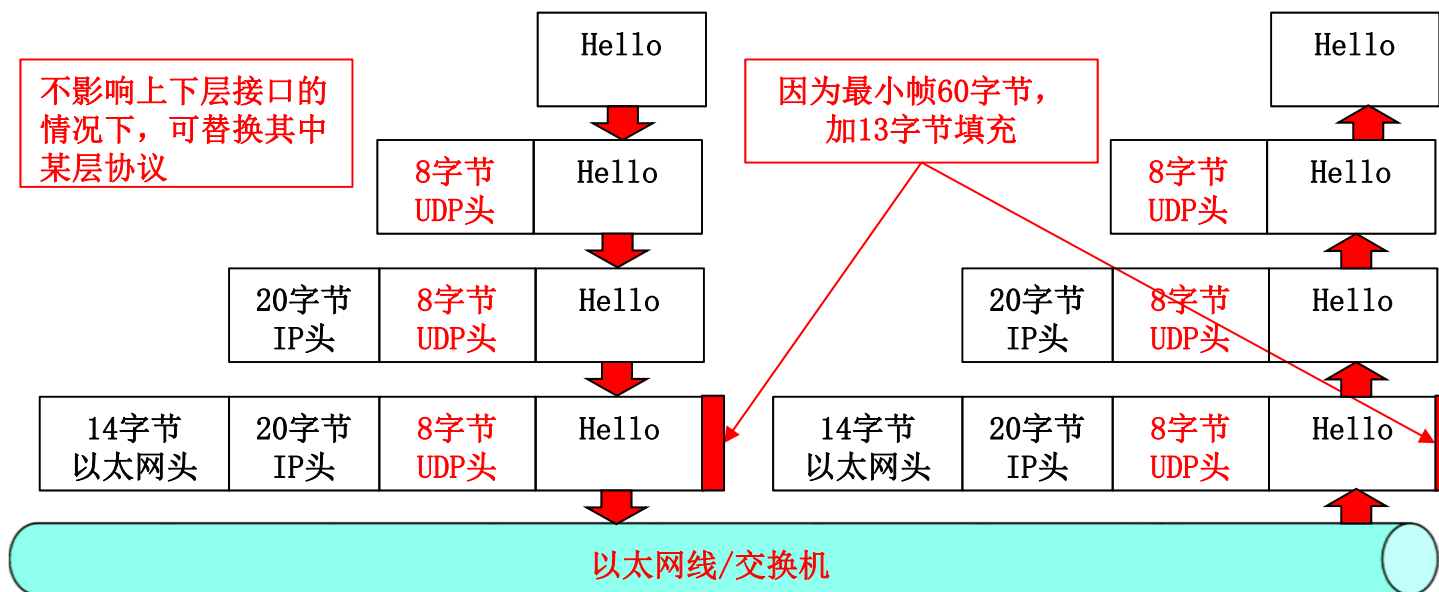
1. 3. 网络软件

1. 3. 1. 协议层次结构

例：用TCP协议发“Hello”给局域网内的另一台机器



例：用UDP协议发“Hello”给局域网内的另一台机器



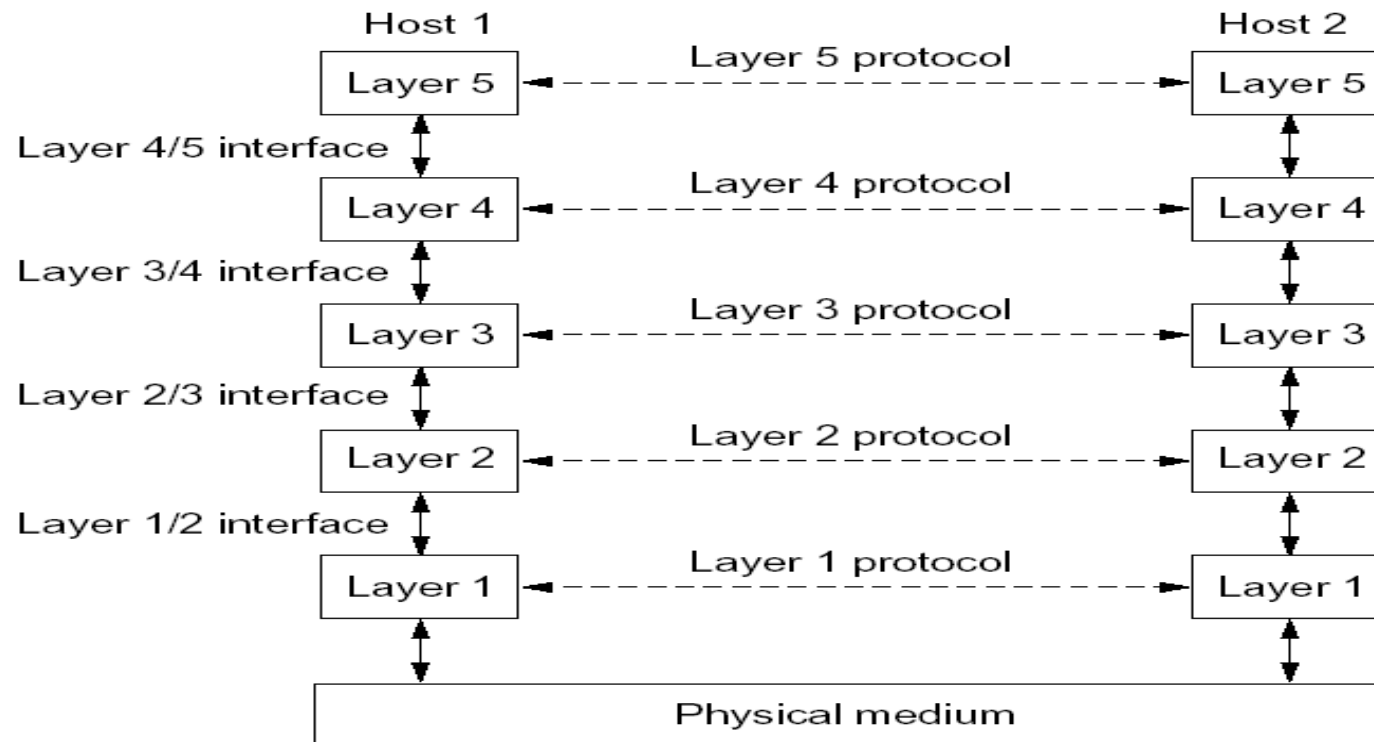
§ 1. 引言

1.3. 网络软件

1.3.1. 协议层次结构

★ 网络体系结构(network architecture)

- 层和协议的集合，称为网络体系结构
- 必须包含足够的信息供实现者编写协议，但协议的具体实现不属于网络体系结构的内容
(只包含做什么，不包含怎么做)
- 网络的每层一个协议，某一系统所用协议列表，称为协议栈(e. g. TCP/IP protocol stack)
- 较低层次的协议由硬件实现，仍属于软件范畴

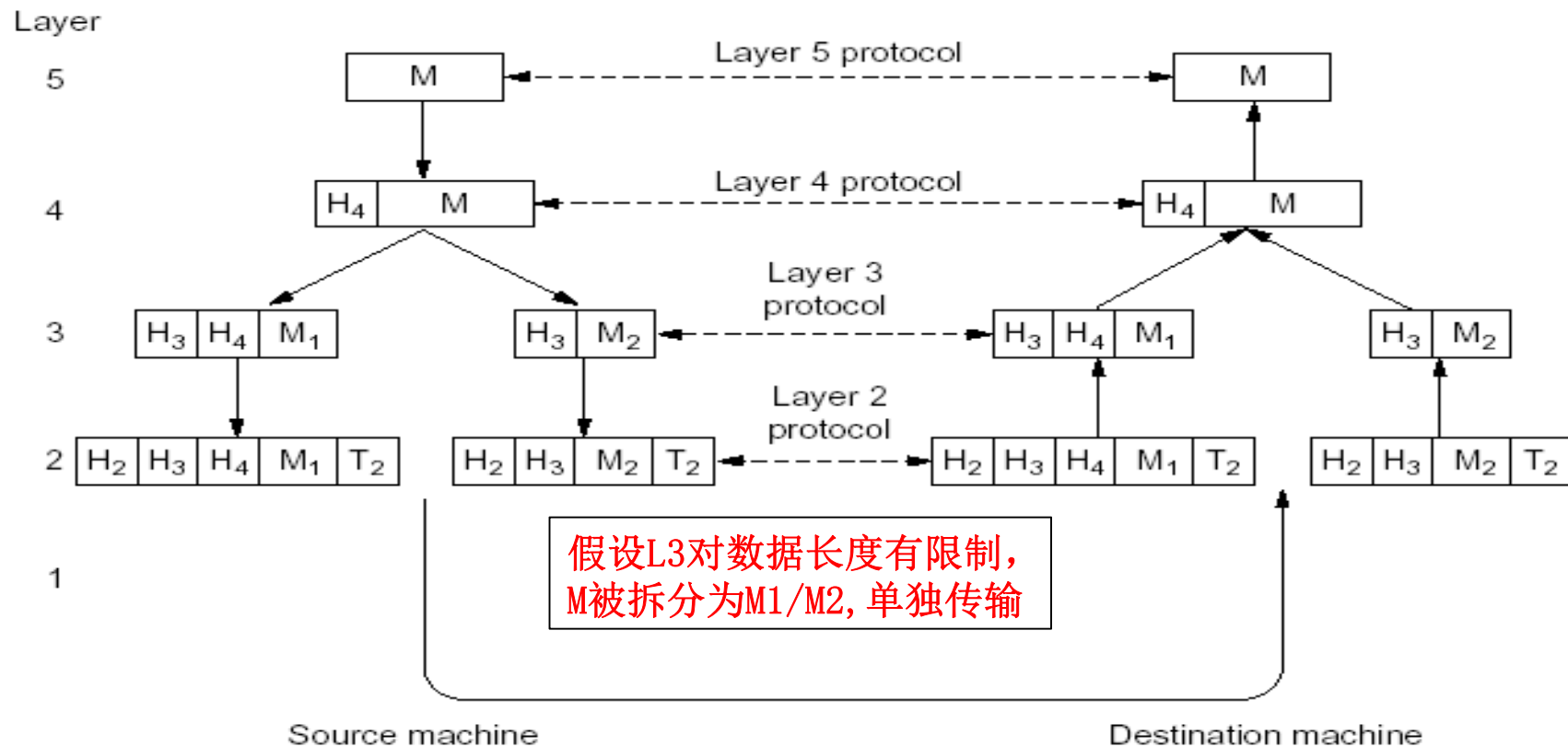


§ 1. 引言

1.3. 网络软件

1.3.1. 协议层次结构

★ 实通信与虚通信：每层可看做由对等实体/对等进程直接进行虚通信



§ 1. 引言

1. 3. 网络软件

1. 3. 2. 层次设计问题

★ 分层的基本原则

- 每层的功能应明确，并且相互独立，当某一层的具体实现方法更新时，只要保持上、下层间的接口不变，便不会对邻层产生影响。
- 层间的接口必须清晰，跨越接口的信息量应尽可能少
- 层数应适中，若层数太少，则多种功能混杂在一层中，造成每一层协议太复杂；若层数太多，则体系结构过于复杂，使描述和实现变得困难

★ 分层的优点

- 各层之间是独立的
- 灵活性好
- 结构上可分割开
- 易于实现和维护
- 能促进标准化工作

★ 分层中要考虑的问题

- 编址机制：每层都需要能识别发送方和接受方
- 数据传输原则 (e. g. 确定传输方向和所需信道数)
- 差错控制
- 按序传输或失序传输
- 流量控制
- 分段与重组
- 多路复用和解多路复用
- 路由选择

§ 1. 引言

1. 3. 网络软件

1. 3. 3. 面向连接和无连接服务

例1：文件传输

- 问题：
- 1、是否要保证内容完全正确？
 - 2、是否愿意为了提高速度而牺牲正确性？
 - 3、是否能忍受因为纠错到导致的延迟？

例2：视频通话

- 问题：
- 1、是否要保证内容完全正确？
 - 2、是否愿意为了提高速度而牺牲正确性？
 - 3、是否能忍受因为纠错到导致的延迟？

例3：打电话的基本流程

例4：快递一份文件的基本流程

§ 1. 引言

1. 3. 网络软件

1. 3. 3. 面向连接和无连接服务

★ 面向连接服务与无连接服务

- 面向连接服务(connection-oriented service)
 - ▲ 由建立连接/交换数据/释放连接三阶段组成
 - ▲ 可以在建立连接时协商连接参数(e. g. 报文、分组的大小)
 - ▲ 用管道机制来保证按序接收
 - ▲ 是一种可靠的服务
- 无连接服务(connectionless service)
 - ▲ 无需连接与释放, 可能无序接收
 - ▲ 是一种不可靠的服务, 称为“尽最大努力交付”(best effort delivery)
- QoS是对服务特征的评价

★ 两种可靠的面向连接的服务

- 报文序列: 有边界, 每个报文独立传送/接收
- 字节流: 无边界, 所有报文当做字节流看待

§ 1. 引言

1. 3. 网络软件

1. 3. 3. 面向连接和无连接服务

★ 有确认的服务和无确认的服务

- 有确认的服务：接收方对每一正确接收的报文或分组给出确认的服务，如果传输过程发生错误则需要重传，属于可靠的服务 (e. g. 文件传输)
- 无确认服务：接收方对于接收到的报文或分组不给出确认，属于不可靠的服务 (e. g. VoIP)
 - ▲ 基于无确认的服务如果有可靠性要求，则需要上层通过其他手段去保证正确性 (e. g. 挂号信、短信回执)
- 不是有确认服务一定面向连接，无确认服务一定是无连接服务 (容易误解)

★ 上层的可靠服务可以基于下层的不可靠服务

★ 常见服务举例

面向连接

无连接

| 服务 | 例子 |
|---------|-------|
| 可靠的报文流 | 顺序页面 |
| 可靠的字节流 | 移动下载 |
| 不可靠的连接 | IP语音 |
| 不可靠的数据报 | 垃圾邮件 |
| 有确认的数据报 | 手机短消息 |
| 请求/应答 | 数据库查询 |