

chapter 4

Part 1: introduction

1. 数据传输



1. 协议及标准 IEEE, ITU, ISO, W3C, ITF 等制定协议：网络支持大量通信的形式，制定协议及标准使通信更有效、有意义

协议：各协议明确处理通信的部分方法；有很多的协议及标准；一些协议共同工作 TCP/IP：低级别限制电压及频率，高级别限制格式

2. 参考模型及层

协议：由于通信复杂度被需要，被制定者使用：将通信分为几部分以智能化管理；提供框架以便理解

模型 5 层 TCP/IP 模型，7 层 OSI 模型

TCP/IP 模型 目前的实际模型：应用层（应用数据）、传输层（TCP/UDP）、网际层（数据包）、通信链路层（帧）、物理层

- ① 物理层：① 依赖传输媒介 ② 使用电信号 ③ 将信息以信号形式表现 ④ 有固定电压及频率 ⑤ 与硬件有关
- ② 数据链路层：计算机与网络硬件之间的通信；访问共享媒体的机制；硬件媒体访问控制；利用帧控制；提供错误检测
- ③ 网络层：Internet 上对计算机的通信；利用 IP 数据包格式；Internet 寻址模型及地址分配；将数据包分成小的数据包并传输；提供检测及报告
- ④ 传输层：一对应用间的通信 提供可靠传输及重传；控制数据速率及拥塞控制；使用 TCP/UDP 报文
- ⑤ 应用层：用于数据表示；传输数据并处理差错

OSI 模型 多处 presentation 及 session layer

3. 客户端-服务器模型

由应用程序建立通信，一个充当服务器（先开始执行，等待联系）；另一个作为客户端（服务器运行之后工作，发起联系）；建立通信后，数据双向流动

客户端：① 任一应用作客户端，② 由用户唤醒，单向进行单一会话；与服务器联系，交换信息，终止通信；可处理多个服务，但仅连接一个服务器；每个人设备运行不用强大计算能力

服务器：① 提供服务，有优先权 ② 处理多个用户 ③ 被动等待用户连接 ④ 需强大硬件及计算能力

4. 数据通信 由自然现象传播模拟及数字信号：多发送者共享传播介质；数据通信提供框架及模型

- source encoder: perform compression to reduce bitrate
- 信道编码器 channel encoder: introduce structured redundancy to perform error detection and correction \Rightarrow increasing bitrate
- multiplexor: most data coming from different sources will come into modulator and change data rate

5. 传输介质：串行：双绞线及同轴电缆；并行：光纤、红外、激光；电磁：卫星、广播

电磁传播时：串行 \Rightarrow 串联；串行失真：串行干扰；随机电场干扰产生噪音

恒量传输的指标：传输延时：带道容量

5. 带道容量： $C = B \log_2 (1 + S/N)$ S/N：信噪比；C 指定带宽内最大的容量

e.g.: spectrum of bandwidth: 1MHz SNR = 24dB, $\Rightarrow C$

$$\text{① } S/N = 24 \text{ dB} \Rightarrow 10 \log_{10} S/N = 24 \text{ dB} \Rightarrow \frac{S}{N} = 10^{2.4}$$

$$\text{② } C = 1/M \cdot \log_2 (1 + 10^{2.4}) = 10^6 \times \log_2 252 = 8 \text{ Mbps}$$

6. 传输模式：串行 bits 及 bytes 例：串行：一个时间传输 1 bits；并行：同时传输多个 bits

异步串行：任何时候都会发生，两个数据帧之间有任意延时；无使用时隙轮流闲置

同步串行：传输时，数据之间无间隔，连续传输；每个时隙被使用

单工：单向传播；全双工：双向传播；半双工：收发双方独立，但框架上数据为双向。

7. 调制：用载波信号改变波形或信号更适应信道的传播

模拟调制：幅度调制；频率调制

数字调制：幅移键控；频移键控；相移键控

AM：改变载波幅度： $x(t) = A_c [1 + k_m m(t)] \cos(2\pi f_c t)$

FM：改变载波频率： $x(t) = A_c \cdot \cos[2\pi f_c t + k_f \int_0^t m(t) dt]$

ASK：调制信号为数字信号；信号为二进制信号，由 2 个信号表示；即：0 用载波表示，1 为 0 表示

FSK：信号为二进制信号，以两个不同载波频率表示 2 个信号： $S(t) = \begin{cases} 1 & A \cos(2\pi f_1 t) \\ 0 & A \cos(2\pi f_2 t) \end{cases}$

PSK：用两个相位表示二进制信号： $S(t) = \begin{cases} 1 & A \cos(2\pi f_c t + \pi) \\ 0 & A \cos(2\pi f_c t) \end{cases}$

QPSK：
 $S(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t + \pi/4) \\ A \cos(2\pi f_c t + \pi/2) \\ A \cos(2\pi f_c t + 3\pi/4) \\ A \cos(2\pi f_c t + \pi/4) \end{cases}$ QAM： $S(t) = d_1(t) \cos 2\pi f_c t + d_2(t) \sin 2\pi f_c t$ $\left\{ \begin{array}{l} D(t) = \sqrt{d_1^2(t) + d_2^2(t)} \\ \theta(t) = \arctan \frac{d_2(t)}{d_1(t)} \end{array} \right.$

16-QAM：用 4 bits 二进制数表示：1 bit symbol = 4 bits

8. 复用：将多个源的信息结合后传输：FDM, TDM, CDMA

FDM：用于广播及 TV；由一系列滤波器协助复用；各信道被分配不同频率

TDM：发送方每秒发送数据；① 同步 TDM：各发送方分配一个时隙，多用于电话网；② 异步 TDM：需要时发送信号

CDMA：① 各接收器/发送器被分配唯一码片序列；发送方将数据与码片序列相乘；接收到的信号上的数据为发送方数据之和；接收器将接收数据与码片序列相乘（时延更低）

b 冲突检测 处理冲突，各工作站监听总线电缆，若电缆信号与工作站发出的信号不同，则说明发生碰撞

c 二进制退避：发生冲突后等待其空闲再发送帧，最大延迟为 d ，每次碰撞后延迟加倍 \Rightarrow 二进制指数退避算法

- ② CSMA/CD：若介质空闲则传输数据，否则保持监听直至空闲，当总线上有冲突，发送冲突信号确保所有站点知道有干扰，发送停止传输
传输阻塞信号后，等待随机时长 \Rightarrow 退避时长

CSMA/CA：CSMA/CD 的升级版，可用于 WiFi，由于信号仅能在一定距离内传递，由此需要 CSMA/CA

e.g. computer 1 与 computer 2 可以通信但不能与 3 通信，因此若 3 在 2 传送数据包，1 的载波监听机制无法检测到传输，因此 1 在同时传输时，2 会检测到冲突
LAN 中 CSMA/CA 发送数据包前发送 RTS 及 CTS 信息，并使范围内机器群知道。

有线及无线局域网

Wired LAN

有线局域网技术 \Rightarrow 以太网

以太网技术 \Rightarrow 4 bytes 为单位的子帧 + 间隔 + 4 bytes

以太网技术：4 bytes 为单位的子帧 + 间隔 + 4 bytes 的负载，帧带宽及寻址几乎不变

无线网：有多种方式：

无线网络技术在以下方面不同 ① 不同能离 覆盖 ② 不同数据率 ③ 物理特性的不同（涉及障碍物，受干扰程度）

Part 4 网络层及技术 Circuit-switch packet switch

1 网桥：连接多个端点，分为电路交换、分组交换两大类

① 电路交换：点对点，精准连接

② 分组交换：提供点对点 TDM 连接

① 电路交换：提供一对端点之间的一对一连接；接收方及发送方向建立路径；电路交换过程分为：电路创建、使用及终止

电路交换可以看做为独立的物理链路

电路：永久的、可配置的、可切换的

② 分组交换：因特网的基础：通过共享介质进行多路复用；数据以数据包形式传播；发送方向许多用户的同时传输

任意的异步的通信，通信前不用任何设置；分配带宽会根据变化；媒介由用户共享

分组交换为数据设计（电路交换 \Rightarrow 对应于声波）：传输数据包（含数据及控制信息），数据包被接收、存储、发送至下一个节点

技术：① 数据报：各数据包分开处理，不考虑之前数据包

② 面向连接：数据包发送之前已建立路由

internet：

① infrastructure：平等对所有节点（不限制内容/技术），提供数据包通信服务

连接的端点：运行应用使之与其它端点通信：控制 & 提供服务

② 优点：适应异构网络，容纳任意程度通信与服务是分开的

③ 结构：允许包含任意网络，IP 路由器提供网络互联，一个路由器连接多个网络（可异构）；主机连至网络

IP 地址：与路由器联系，影响寻址成本

① identity：各具有特定地址，类似 MAC 地址；② 定位：与位置相关，服务提供商相关，物理网络相关

IPv4：32 位，物理网络地址：prefix，host：suffix，unique to each host：virtual address

原始结构：8 位为单字节（类地址）；现用结构：与地址无关，在任意处划分 prefix & suffix

A 类：0+prefix(8 bits)；10+prefix(16 bits)；B 类：110+prefix(24 bits)；C 类：1110+any；广播：1111+any 保留

mask：用于不分类网络；地址分为前缀(1)及后缀(0)；利用 $\&$ /n 跟踪地址

CIDR：全 0：本机；network+0：网络；network+1：网络广播；全 1：LAN 上广播；127/8：测试；240/8：多播

IP packet：硬件寻址，IP 不针对硬件定义；路由：各系统维护路由表

常见大小：1500 bytes；最大 64K bytes，header 固定大小：地址，类型

ARP：address resolution：IP \rightarrow MAC，每次仅在同一物理网络，每个 hop 应计算 IP 且需 MAC

利用 IPv4：用于 MAC 层；2 计算机通信；在同一物理网络：找到另一个电脑 MAC；利用网络交换信息；一个发请求，另一个回复

TCP：

网络仅用于传 packets，应用：实现可靠性，流控制，验证；端对端通信