

《计算机网络》课程内容小结

(根据教学大纲修改)

第一章 概述

一、先行课程

通信原理、操作系统

二、解决的主要问题

本章主要涉及计算机网络的概念、计算机网络的应用、计算机网络的组成和分类方法；讨论计算机网络层次化的设计方法及计算机网络的体系结构；研究 OSI 参考模型和 TCP/IP 模型。

三、本章知识点

1、基本概念

- 计算机网络的概念、计算机网络与分布式系统的区别
- 计算机网络的应用：客户端/服务器（CS）模式、浏览器 / 服务器（B/S）模式、对等网络、Web 服务、网络计算、三网融合等。

2、计算机网络的组成与分类

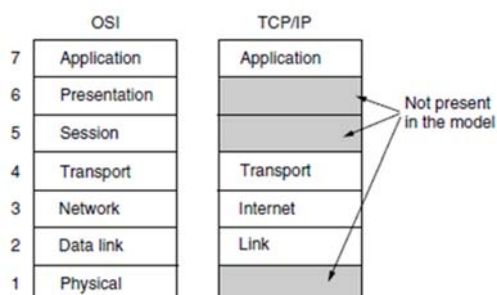
- 计算机网络的传输技术：广播式的传输技术（Broadcast）、点到点的传输技术（Point-to-Point）；
- 计算机网络的组成和分类：个人网络（PAN）、局域网（LAN）、城域网（MAN）、广域网（WAN）、因特网（互联网、Internet）等。

3、计算机网络的体系结构

- 协议分层技术：层、协议、接口、面向连接服务与无连接服务、服务与服务原语、服务与协议关系等。

4、参考模型

两个著名的参考模型 OSI 参考模型和 TCP/IP 模型如下图所示。



5、网络举例和网络标准化

Internet 与下一代 Internet、Ethernet、无线 LAN；国际化标准化组织。

四、重点和难点

- 1、计算机网络的概念与分布式系统的区别
- 2、按照距离尺度和传输技术进行计算机网络分类的方法
- 3、局域网、城域网和广域网的工作原理及其区别
- 4、协议分层技术及相关概念
- 5、OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型

第二章 物理层

一、先行课程

概率论与随机过程、计算机组成原理、通信原理

二、解决的主要问题

本章主要涉及物理层的基本概念和功能、信道极限容量的概念以及传输速率的计算方法；研究数据通信的基础理论，包括传输介质的选择、调制解调的方法、传输技术和物理层接口协议等。

三、本章知识点

1、数据通信的理论基础

傅立叶分析、有限带宽信号、信道的最大数据传输速率分析，包括奈奎斯特准则、香农定理。

2、传输介质

双绞线（RJ-45）、同轴电缆、光纤、无线传输、卫星。

3、无线传输

电磁波谱、跳频扩频与直序扩频、微波、卫星。

4、电话系统

本地回路（含调制解调器及其压缩功能、ADSL）

多路复用（FDM、TDM、WDM 与 DWDM）、交换。

5、调制解调技术

xDSL、ADSL

四、相关协议和设备

五、重点和难点

- 1、信道极限速率公式：奈奎斯特公式和香农定理
- 2、多路复用技术
- 3、模拟传输和数字传输物理层标准
- 4、电路交换和分组交换

第三章 数据链路层

一、先行课程

计算机组成原理、操作系统、数据结构

二、解决的主要问题

本章主要解决相邻两站点间可靠数据通信问题。包括：

1、成帧

2、差错控制

3、流量控制

三、本章知识点

(1) 数据链路层设计问题

- 为网络层提供的服务、成帧、差错控制及流量控制。

(2) 成帧

- 字符计数法、字符（字节）填充法、比特填充法和物理层编码违例法。

(3) 差错控制

- 汉明距离、纠错码（汉明码）、检错码（CRC）

(4) 基本数据链路协议

- 理想信道的单工协议、单工停-等协议、及有噪声信道的单工协议。

(5) ARQ 技术：即自动重传请求。目前大部分数据链路层协议采用的差错控制技术为检错码，对于差错的恢复必须由发送端对出错的数据帧进行重传，且重传是由发送端自主完成的，因而这种技术称作 ARQ。

(6) 滑动窗口协议：解决流量控制问题。

● 停等协议（1 比特滑动窗口协议）：发送端每次只发送一个数据帧，收到确认后，再发送下一个数据帧

- Go Back N（退后 n 帧）协议：每次可以发送多个数据帧，接收窗口为 1

- 选择重传协议：每次可以发送多个数据帧，接收窗口大于 1。

● 发送窗口和接收窗口的大小与帧序号的比特数有关，通常情况下，Go Back N 协议的发送窗口最大值为 2^n-1 ，SR 协议的发送窗口最大值为 2^{n-1} 。

(7) 滑动窗口协议的性能

滑动窗口协议的效率与发送窗口的大小有关，若帧发送时间为 T_f ，两站间的传播时间为 T_p ，设发送窗口的大小为 W ， $a=T_p/T_f$ ，则信道利用率为：

- $U=100\%$ ， $W \geq 1+2a$

- $U=W/(1+2a)$ ， $W < 1+2a$

采用捎带应答时，信道利用率为：

- $U=100\%$ ， $W \geq 2+2a$

- $U=W/(2+2a)$ ， $W < 2+2a$

(8) 数据链路层举例

- HDLC、PPP 协议。

4. 相关协议和设备

(1) 协议

- HDLC、PPP、PPPoE

(2) 设备

- 集线器、交换机、网桥

5. 重点和难点

- (1) 成帧：各种成帧方法的特点和应用环境
- (2) 汉明码和 CRC 校验码的原理及计算
- (3) 停止等待协议、Go Back N 协议和选择重传协议的原理及性能分析

第四章 介质访问控制子层

一、先行课程

概率论与随机过程、计算机组成原理、通信原理

二、解决的主要问题

本章主要解决共享通信环境下介质访问控制问题，共享通信环境包括有线环境和无线环境。

三、本章知识点

(1) 局域网的基本概念

- 以太网帧，帧长：64-1518 字节，帧头/帧尾各字段的功能
- MAC 地址：48 位，局域网设备的唯一标识
- 共享信道的介质冲突问题：一个冲突域内，两个站点不能同时发送
- 共享信道的性能：轻负载情况下的响应时间（时延）和重负载下的吞吐量
- 无线网络中的站隐藏和站暴露问题（隐蔽站和暴露站）
- 曼彻斯特编码：每个码元中间均有跳变。
- 广播域和广播风暴：站点发送广播帧时，收到该帧的站点与其处在同一个广播域。局域网中产生大量广播帧时，会对接收站点的性能产生影响，这种情况称为广播风暴。

(2) 信道共享算法

- 静态信道分配算法
- 动态信道分配算法：受控多路访问控制（轮询、令牌环）
- 动态信道分配算法：随机多路访问控制：ALOHA、S-ALOHA、CSMA、CSMA/CD、CSMA/CA

(3) 局域网协议

- 传统以太网（802.3 10Mbps 以太网）：传输介质、拓扑结构、帧长范围、二进制指数退避算法
- 千兆以太网（100Mbps）：传输介质、半双工和全双工工作方式
- 吉比特（千兆，1Gbps）以太网：传输介质、扩大网络规模的方法、流控方法
- 10G 比特（万兆，10Gbps）以太网：传输介质、应用环境
- 无线局域网 802.11：RTS/CTS、NAV

(4) 局域网互联

- 网桥及其工作原理

- 透明网桥：按转发表转发帧，逆向学习生成转发表信息
- 交换机：存储-转发模式与直通模式

(5) 虚拟局域网 (VLAN)

- VLAN 原理及协议

四、相关协议和设备

1、协议

802.3、802.11、802.1q

2、设备

集线器、交换机、网桥

五、重点和难点

- 1、CSMA 系列协议的工作原理及其性能
- 2、10M、100M、1000M 以太网协议和无线局域网协议
- 3、网桥工作原理及协议
- 4、LAN 交换机的工作原理及 VLAN 技术

第五章 网络层

一、先修课程

概率论与随机过程、算法与数据结构

二、解决的主要问题

理解广域网的基本概念和工作原理，掌握网络层的相关协议和设备工作原理，包括路由选择算法（静态路由算法、洪泛路由算法、距离矢量路由算法、链路状态路由算法、分级路由）、IPv4 协议（IP 地址及子网划分、CIDR、NAT、IP 包头）、ARP 协议、DHCP 协议、ICMP 协议、IPv6、因特网路由协议（RIP、OSPF、BGP-4）、IP 组播、移动 IP、路由器；掌握广域网的规划和配置方法。

三、本章知识点

(1) 网络层设计的有关问题

- 网络层向上层提供的服务
- 虚电路子网与数据报子网

(2) 路由选择算法

- 最优化原则
- 最短路由选择
- 洪泛法（扩散法）
- 距离矢量路由选择
- 链路状态路由选择
- 分级路由选择
- 广播路由选择及组播路由选择
- 移动主机的路由选择

(3) 拥塞控制算法

- 拥塞控制的基本原理
- 拥塞预防策略：虚电路子网和数据报子网中的拥塞控制，包括抑制分组、逐级抑制分组、显示拥塞通知 ECN、随机早期检测 RED

(4) 服务质量

- 流量整形（令牌桶）、资源预留、许可控制、按比例路由、分组调度（WFQ）

(5) 网络互连

- 网络互联方式：联接虚电路、无连接网络互连
- 隧道

(6) Internet 上的网络层

- IP 协议：包头各字段的功能、IP 分段与重装
- IP 地址：分级地址、子网、子网掩码、网络地址、广播地址、CIDR
- NAT：实现私有地址与公共地址的转换
- ICMP 协议：提供差错报告与测试(ping)功能
- ARP 协议：实现已知 IP 地址，查找对应 MAC 地址的功能
- DHCP 协议：实现动态分配 IP 地址的功能
- RIP、OSPF、BGP 协议：域内选路与域间选路、使用的路由选择算法
- IPv6
- IGMP：路由器获知本网站点加入了哪个组播小组

四、相关协议和设备

(1) 协议

- IP、ICMP、RIP、OSPF、BGP、IPv6、IGMP、ARP、DHCP

(2) 设备

- 路由器

五、重点和难点

- (1) 路由算法（DVR、LSR）和路由协议（RIP、OSPF 和 BGP）
- (2) IP 协议（分段）和 IP 地址（子网掩码相关计算、分配 IP 地址、根据路由表确定如何转发 IP 包等）
- (3) 拥塞控制（ECN 与 RED）
- (4) 服务质量（令牌桶）
- (6) 网络互联

第六章 传输层

一、先修课程

概率论与随机过程、计算机组成原理、通信原理

二、解决的主要问题

理解传输层的功能和服务，理解端口的作用，掌握传输层协议 TCP、UDP 的工作原理，尤其是 TCP 的连接建立管理、连接释放管理、传输策略、拥塞控制和定时器管理。

三、本章知识点

(1) 传输服务

- 传输层向上层提供的服务、传输服务原语、套接字

(2) 传输协议的设计要素

- 编址
- 连接建立和连接释放
- 连接释放
- 流量控制和缓存
- 拥塞控制：最大最小公平性、AIMD

(3) UDP 协议

- 无连接服务
- 通过端口号实现复用/解复用、以及进程——进程的通信
- 伪报头概念
- 使用场合

(4) TCP 协议

- 面向连接服务、可靠的字节流传输
- TCP 服务模型
- TCP 段头的主要字段的功能
- TCP 连接的建立、释放、管理模型（三次握手建立连接、三次握手或四次释放连接）
- TCP 传输策略：ARQ 协议
- TCP 的流量控制：动态滑动窗口机制
- 超时重传时间 RTO：RTT 的计算方法
- 拥塞控制：慢启动、AIMD、阈值

四、相关协议和设备

(1) 协议

- TCP、UDP

五、重点和难点

(1) UDP 协议

(2) TCP 协议

(3) TCP 的连接建立、释放和管理模型

(4) TCP 传输策略

(5) TCP 的流量控制和拥塞控制