

计算机网络知识点总结

1. 物联网的特点：高度分散、集中处理
2. 物联网的结构：感知层、网络层、应用层
3. 一些缩写：国际标准化组织 ISQ 电气电子工程协会 IEEE 美国国家标准协会 ANSI
4. 网络的构成：端系统（主机）信息的收发、通信链路（电缆）信息的传输、中间交换系统（路由器）信息的转发
5. 因特网：主干网（核心网络）、接入网（边缘网络）
6. 协议是指对等实体之间关于如何进行通信的一种约定
7. 协议分层的原则：功能差别较大时分层、分层不宜过多避免接口开销大、每层只定义相邻层的接口
8. 数据单元的名称与关系：业务接入点 SAP、业务数据单元 SDU、协议数据单元 PDU、协议控制信息 PCI, $n \text{ PDU} = n \text{ PCI} + n \text{ SDU}$ $n \text{ SDU} = n+1 \text{ PDU}$
9. 面向连接的服务：建立连接、通信、拆除连接，特点：可靠、保序、占用资源；非连接服务：即有即送，每个数据单元打包添加地址信息，特点：乱序、可靠性差
10. 服务原语：请求（request）、指示（indication）、响应（response）、证实（confirm），证实型（confirmed）服务包含4种原语，非证实型（unconfirmed）服务只包含请求和指示
11. **OSI**（开放系统互连）模型：应表会传网数物
 - a) 应用层：处理应用进程之间发送和接收的数据包含的信息内容
 - b) 表示层：在两个应用层之间传输过程中负责数据的表示语法
 - c) 会话层：建立和清除两个表示层的通信通道，包含交互管理、同步、异常报告
 - d) 传输层：为会话层提供与网络无关的可靠信息传送机制
 - e) 网络层：路由、转发、拥塞控制
 - f) 数据链路层：成帧、差错控制、流量控制、物理寻址、媒体访问控制
 - g) 物理层：缆线，网络插件的电机接口
12. **TCP/IP**模型：
 - a) 应用层：向用户提供应用服务，如 FTP、TELENT
 - b) 传输层：提供面向连接的 TCP和非连接的 UDP
 - c) 互连网层：提供非连接的分组交换功能
 - d) 主机至网络层：也叫网络接口层
13. **OSI**和 **TCP/IP**的比较：都是独立的协议栈概念；**OSI**严格定义了服务、接口、协议；**OSI**网络层提供面向连接和非连接，传输层只面向连接，**TCP/IP**网络层只提供非连接，传输层提供面向连接和非连接；**TCP/IP**不提物理层和数据链路层
14. 网络连接区域的分类：个域网、局域网、城域网、广域网、互连网
15. 尼奎斯特定理：带宽为 H 赫兹，则最大数据传输速率 $=2H\log_2V$
16. 香农定理：带宽为 H 赫兹，信噪比（dB） $=10 \lg S/N$ ，则最大数据传输速率 $=H \lg(1+S/N)$
17. 传输介质：双绞线（TP）、同轴电缆、电力线（PLC）、光纤、无线传输
18. 数字调制：把要发送的数字信号转换成适合传输的模拟通信信号的过程
19. 多路复用：频分多路复用（FDMA）、时分多路复用（TDMA）、码分多路复用（CDMA）
20. 通信网包括用户终端、传输系统、交换技术三个基本要素
21. 交换方式：
 - a) 电路交换（TDM或FDM）：在通信对端之间建立物理通路一直维持，特点是可靠、迅速、不丢失、保序，按照预订带宽时间和距离计费
 - b) 存储交换（统计时分复用）：

- i. 报文交换：以报文的整体为单位，端点系统一次性发送数据块，长度不限可
变
 - ii. 分组交换：把报文分成存放在内存中的分组发送
22. 分组交换的 延时：传播 延时、 传输 延时、 处理 延时、 排队 延时
23. 数据报：每个分组单独处理，都包含目的节点的信息，分组可以按照不同的路径和次序
到达
24. 虚电路：首先在源节点和目的节点建立一条逻辑通路，再进行通信，最后拆除
25. 电路交换与分组交换的比较：
- a) 电路交换要预先静态保留带宽，分组交换可以动态地获得和释放带宽
 - b) 电路交换预留的未使用带宽只能浪费掉， 分组交换的未使用带宽可以被其他传输用
 - c) 电路交换的数据传输完全透明，分组交换需要路由转发
 - d) 分组交换是存储转发，增加传输延时，电路交换则是连续的通过物理线路传输
 - e) 分组交换可能会乱序
 - f) 分组交换按照传输字节和时间计费，电路交换按照时间和距离计费
26. 数据链路层的功能：为网络层提供良好的服务接口、将物理层的比特流编成帧、差错控
制、流量控制
27. 成帧：字符计数、字符填充的标志字节法、位填充、物理层编码
28. 流量控制：当发送端的发送速度大于接收端的接受速度，或者发送端所在网络的传输速
率大于接收端所在网络的传输速率
29. 差错控制：
- a) 差错检测码（检错码）
 - b) 差错校正码（纠错码）： n 位码字 = m 位数据 + r 位冗余位，纠正单比特误码的校
验位下界 $2^r \geq n + 1$
30. 多项式编码（循环冗余码 **CRC**）
31. 基本数据链路协议：一种无限制的单工协议、停等协议、有噪声信道的停等协议
32. 滑动窗口协议：
- a) 出错全部重发协议：发送窗口大小 $2^n - 1$
 - b) 选择重发协议：接收窗口 $2^n - 1$
33. 高级数据链路控制（**HDLC**）：面向位的协议，帧标志序列 01111110 作为起始和结束标志
34. 点对点协议（**PPP**）：面向字节，提供的功能有成帧方法、帧错误检测、链路控制协议（**LCP**）、
网络控制协议
35. 传统 **LAN**（局域网）的概念：在一个小区域范围里对各种数据通信设备提供互连的信息
网，结构：物理层、数据链路层：媒体访问控制子层（**MAC**）、逻辑链路控制子层（**LLC**）
36. 局域网的拓扑结构：
- a) 星型：集中控制，中心交换节点功能复杂，建设成本大，可扩展性好
 - b) 环型：有源网络，分散控制，常采用令牌方式控制媒体访问，单个节点故障波及整
体
 - c) 总线型：分散控制，无源、广播型网络，成本低常采用 **CSMA/CD** 控制媒体访问
 - d) 树型
 - e) 网状
37. 多路访问协议：
- a) **ALOHA**协议：纯 **ALOHA**协议和 时隙 **ALOHA**协议
 - b) 载波侦听多路访问协议（**CSMA**）：1-坚持式 **CSMA** 非坚持式 **CSMA** p-坚持式 **CSMA**
带有冲突检测的 **CSMA**（**CSMA/CD**）

38. 无线局域网的问题： 隐藏站点 问题和 暴露站点 问题
39. **CSMA/CA** (避免冲突的 **CSMA** 协议)：发送方先激发 **RTS**短帧，接收方收到后发送 **CTS**短帧，使接收方周围的站点在发送期间保持沉默避免冲突
40. **802.11** 支持的两种操作模式：分布式协调功能 (**DCF**)(**CSMA/CA**)(必须)、点协调功能 (**PCF**)(可选)
41. 网桥：
- a) 连接互联网的互连设备，工作在数据链路层
 - b) 转发局域网的数据帧，必要时进行帧转换
 - c) 能隔离以太网的碰撞域，但不能隔离广播域
 - d) 丢弃出错帧
42. 网桥的问题：不同的帧格式、不同的传输速率、最大帧长度、安全性问题、服务质量问题
43. 网桥类型：透明网桥 (并行网桥采用生成树算法) 、源路由选择网桥
44. 交换机：源自多端口网桥，采用存储转发方式，检查帧头，根据数据帧的目的地址查找输出端口，如果地址查找表里没有，就响所有端口转发
45. 交换机的三种工作方式：直通方式、存储转发方式、碎片隔离方式
46. 虚电路特点：
- a) 一条物理链路可以对应多条逻辑信道
 - b) 占用节点的一条逻辑信道实际上就是占用该节点缓存器的一个存储空间
 - c) 分组靠逻辑信道号 (**LCN**)，减少了头标的开销和处理复杂度
 - d) 有效防止拥塞
47. 数据报特点：
- a) 每个分组的寻路独立，可以合理利用网络资源
 - b) 如果某个节点故障，可以重新选择路由
 - c) 分组头需要包含地址信息，增加开销
 - d) 各分组的路径可以不同，可能会出现先发后到
 - e) 分组需要设置生存期，生存期满则抛弃，避免死转
48. 网络层的主要功能：根据分组目的地址选择路径，对数据报，每个分组在途径的节点都要单独寻路，对虚电路，在建立连接时进行寻路
49. 路由算法：
- a) 非自适应算法：静态路由，路由表固定，简便可靠易行，适用于负荷稳定、网络拓扑结构变化不大的网络
 - b) 自适应算法：动态路由，路由表定时刷新，算法复杂，增加网络负担，但能改善网络性能，有利于流量控制
50. 距离矢量算法 (**DV**)：
- a) 节点向相邻节点告诉它知道的所有节点的路由信息
 - b) 节点根据相邻节点的路由信息更新自己的路由表
 - c) 分布式计算
 - d) 可扩展性差
51. 链路状态算法 (**LS**)，也叫最短路径优先 (**SPF**)：
- a) 节点向所有节点告诉它相邻节点的状态信息
 - b) 每个节点都有全局拓扑结构
 - c) 根据此结构计算自己的路由表
 - d) 可扩展性好，可靠

52. 拥塞控制：网络负载的不平衡，是全局问题，涉及的节点包括主机和路由器
53. 流量控制：接收端或所在网络的接受速度小于发送端的发送速度，是局部问题
54. 拥塞控制的一般原理：
- 开环控制，基于良好设计：漏桶算法、令牌桶法
 - 闭环控制，基于反馈概念
55. 令牌桶法：突发时间 S ，令牌桶容量 C ，计算机最大速率 M ，令牌产生速率 p ，则

$$S = C / (M - p)$$
56. 互连设备的功能：
- 中继器或集线器：在物理层透明地复制比特流，补偿信号的衰减
 - 网桥或交换机：在 LAN 之间转发数据帧，必要时进行链路层的协议转换
 - 路由器：在不同网络之间转发分组，必要时进行网络层的协议转换
 - 网关：对高层协议进行转换的协议转换器
57. IP 提供的是尽力传送服务
58. IPv4 地址 32 位：
- A 类：最高位 0，7 位网络号，24 位主机号
 - B 类：最高位 10,14 位网络号，16 位主机号
 - C 类：最高位 110,21 位网络号，8 位主机号
59. 地址解析协议 (ARP) 的过程：
- 目的 IP 在同一个网络内：主机首先根据分组 IP 头的目的 IP 查找自己的 ARP 缓存，如果没查到就向广播地址发送 ARP 请求，被请求的 IP 对应的主机返回一个 ARP 响应，收到响应后就开始发送数据帧，并把该 IP 和对应 MAC 存在 ARP 缓存里
 - 目的 IP 在不同网络内：使用缺省路由、代理 ARP
60. IPv4 头标格式：
- 版本号：4bit，IPv4 填 4
 - 头标长度：4bit，单位为 4 字节，范围 5-15，缺省值为 5
 - 服务类型 (TOS)：8bit，0
 - 总长度：16bit，单位字节，描述 IP 分组的总长，包括头和数据，最大 65535 字节，
 - 标识符：16bit，用于唯一标识分组
 - 标志：3bit，第 1 位未定义，第 2 位 DF 为 0 表示可分段，第 3 位 MF 为 1 表示还有分段
 - 段偏移：13bit，单位为 8 字节，取值 0-8191
 - 生存期 (TTL)：8bit，单位秒
 - 协议：8bit，表示高层协议类型
 - 分组头校验：16bit，每 16 位相加，进位加到结果，最后取反
 - 源 IP 地址和目的 IP 地址：各 32bit
61. 内部网关路由协议 (IGP，也叫域内路由协议)：
- 路由信息协议 (RIP)：基于距离矢量算法，例如 Bellman-ford 算法
 - 开放最短路径优先协议 (OSPF)：基于链路状态算法，例如 Dijkstra 算法
62. 外部网关路由协议 (EGP，也叫域间路由协议)：
- 边界网关路由协议 (BGP)
63. ICMP 协议：用来发送差错报告，是网络层协议，但也需要 IP 协议封装
64. ICMP 的主要功能：差错报文 (超时)、信息报文 (响应)
65. IPv4 寻址问题：
- 地址空间不足

- b) 非层次化的地址分类方式，使得骨干网路由表急剧膨胀
66. 解决思路：
- 划分子网：子网掩码中的 1 对应子网号，0 对应主机号，主机数量 $2^n - 2$ ，n 为主机号长度，子网数量 2^n ，n 为子网 ID 号长度
 - 无类别域间寻路 **CIDR**：具有相同前缀的连续 IP 地址表示为 A.B.C.D/N，N 为前缀长度，前缀最长匹配规则
 - 网络地址转换 **NAT**：实现网络内的多台主机共享一个全局的 IP 地址，网络地址和端口转换 (**NAPT**)
67. IPv6 地址：128 位，十六进制冒号分割
68. 传输层导入的原因：实现用户对数据传输的控制、屏蔽下层网络的异质性、实现运行在不同主机上的进程之间的通信
69. {IP 地址，端口号，协议类型} 唯一标识一个主机上传输服务的进程，{源/目的 IP 地址，源/目的端口号，协议类型} 标识一个传输连接的数据流
70. 建立连接：三步握手
- 主机 1 向主机 2 发送序号 $seq = x$ 的连接请求 TPDU
 - 主机 2 答应连接请求， $ack = x$ ， $seq = y$
 - 主机 1 发送序列号 $seq = x$ 的数据，并确认 $ack = y$
71. 流量控制：根据接收方的缓存容量来动态调整发送方的窗口大小，避免一个快速的发送方淹没一个慢速的接收方
72. 拥塞控制：根据网络的承载容量来动态调整发送方的窗口大小，避免同一时刻发送方有太多的未被确认接收的 TPDU
73. 用户数据包协议 (UDP)：
- 传输的单元称为数据报
 - 不可靠，高效
 - UDP 头标 (8 字节)**：源端口 **16bit**、目的端口 **16bit**、总长度 **16bit**、校验和 **16bit**
 - 客户-服务器模式的应用 DNS、话音视频等实时多媒体应用
74. 传输控制协议 (TCP)：
- 传输的数据单元称为数据段
 - 数据流传输、可靠、全双工、流量控制、拥塞控制
 - TCP 头标 (20 字节)**：
 - 源端口 / 目的端口：各 16bit
 - 序列号 / 确认号：各 32bit
 - 头标长度：4bit，单位是 4 字节
 - 保留：6bit，置零
 - URG**：1bit，指示紧急指针有效
 - ACK**：1bit，指示确认段有效
 - PSH**：1bit，告诉主机立即将数据段递交给应用进程
 - RST**：1bit，重新连接
 - SYN**：1bit，同步序列号，用于确认连接
 - FIN**：1bit，用于释放连接
 - 窗口大小：16bit，用于流量控制，指示确认后还可发送的字节数
 - 校验和 / 紧急指针：各 16bit
75. **Jacobson** 算法：RTT 存放到目的端往返最接近估计时间，M 为本次发送所需时间，则
- $$RTT_{n+1} = RTT_n + (1 - \alpha) M$$

76. **TCP**拥塞控制算法 :

- a) 慢启动 :建立连接初期, 拥塞窗口为一个最大数据段长度, 设置慢启动阈值 $ssthresh$, 每次发送成功后拥塞窗口加倍, 直到超过阈值
- b) 拥塞避免 :拥塞窗口达到阈值后, 每次增加 1, 如果超时就将 $ssthresh$ 减半, 并将拥塞窗口置 1

77. **DNS** 域名查询类型 :

- a) 递归查询 :每一个被请求的服务器如果没有记录, 就会向其它服务器查询, 并沿着查询路径返回
- b) 迭代查询 :本地服务器如果没有记录, 就向高级服务器查询, 被请求的服务器如果没有记录就返回一个可供查询的服务器地址

78. **FTP**文件传输协议 :

- a) 主动模式 : client 向 server 命令通道 21 端口, server 向 client 数据通道 20 端口
- b) 被动模式 : client 向 server 命令通道 21 端口, client 向 server 数据通道 > 1023

79. 电子邮件相关协议 :

- a) 消息交换的协议 :
 - i. 发送 email :简单邮件传输协议 (**SMTP**)
 - ii. 接收 email :
 - 1. 邮局协议第 3 版 (**POP3**)
 - 2. **Internet** 消息访问协议 (**IMAP**)
- b) 消息格式的协议 :
 - i. **RFC 822**: 基本的 ASCII的文本邮件
 - ii. 多用途 **Internet** 邮件扩展 (**MIME**)

80. 网络安全服务 :认证、访问控制、数据加密、数据完整性、不可否认性

81. 密码算法举例 :

- a) 对称 加密算法 : **DES**(数据加密标准) 、 **AES**(高级加密标准) 、 **IDEA** (国际数据加密算法)
- b) 非对称 公钥算法 : **RSA**

82. 数字签名 由签名算法 和认证算法 组成, 数字签名前加上 时间戳

83. 散列函数 (Hash): **MD5** (128bit)、 **SHA-1** (160bit)