《计算机网络》教材知识详细汇总

一、计算机网络概述

（一）互联网的构成

互联网如同一个庞大的虚拟城市，由网络边缘和网络核心两大部分构建而成。网络边缘是用户直接接触的部分，包括各类终端设备，如家庭和办公场所的桌面计算机、企业服务器、智能手机、平板电脑等，这些设备通过各种方式接入网络，就像是城市中的各个建筑物。网络核心则如同城市的交通主干道和枢纽，由分组交换设备（如路由器、交换机）和通信链路组成，承担着数据传输和交换的重任，确保数据能够准确、高效地从源设备到达目标设备。

（二）网络分类

按照覆盖范围对网络进行分类，有助于我们更清晰地认识不同网络的特点和应用场景。个域网（PAN）覆盖范围最小，通常局限于个人工作空间内，如通过蓝牙技术连接的耳机、智能手表与手机之间形成的网络；局域网（LAN）覆盖范围稍大，一般用于学校、企业等局部区域，像校园网、企业办公网络，可实现区域内设备的资源共享和通信；城域网（MAN）覆盖城市范围，能够为城市内的多个局域网提供互联服务；广域网（WAN）覆盖范围最广，可连接不同城市、国家甚至全球的网络，互联网就是一个典型的广域网。

（三）接入网

接入网是连接用户终端设备与网络边缘路由器的桥梁。光纤到户（FTTH）利用光纤作为传输介质，具有高速、稳定的特点，能够为用户提供百兆甚至千兆的宽带接入；数字用户线（DSL）通过传统的电话线路实现数据传输，虽然在速度上相对光纤有一定限制，但在一些地区仍广泛应用。此外，还有电缆调制解调器、无线接入（如 Wi-Fi、4G/5G 移动通信网络）等多种接入方式，满足不同用户和场景的需求。

（四）网络核心的两大功能

- 路由：**路由的作用类似于城市交通中的导航系统，它根据网络拓扑结构、链路状态、流量负载等多种因素，为数据分组计算出从源到目标的最佳路径。常用的路由算法包括距离向量路由算法和链路状态路由算法，它们通过不同的方式收集和处理网络信息，从而确定最优路径。

2. **转发**：转发是在路由确定路径后，将接收到的数据分组从设备的一个接口准确地转发到另一个接口的过程。路由器和交换机是实现转发功能的主要设备，它们根据数据分组中的目的地址信息，在转发表中查找对应的输出接口，完成数据分组的转发。

（五）网络分层

1. OSI 7 层模型

- **物理层**：处于最底层，负责在物理介质上传输原始的比特流，定义了物理设备的电气特性、机械特性、接口标准等，如网线的接口类型、信号的电平标准等。
- **数据链路层**：将物理层接收到的比特流组织成帧，进行差错检测和纠正，同时负责介质访问控制，确保多个设备能够有序地共享物理介质。
- **网络层**：处理网络间的通信，负责将数据分组从源网络传输到目标网络，包括路由选择、网络地址分配等功能。
- **传输层**：为应用程序提供端到端的可靠数据传输服务，如 TCP 协议保证数据的有序、无差错传输，UDP 协议则提供高效的无连接数据传输服务。
- **会话层**：负责建立、管理和终止应用程序之间的会话，如会话的同步、会话恢复等功能。
- **表示层**：对数据进行加密、解密、压缩、解压缩等处理，确保不同系统之间能够正确理解和处理数据格式。
- **应用层**：直接为用户应用程序提供服务，如 Web 浏览、电子邮件、文件传输等应用。

2. TCP/IP 4 层模型

- **网络接口层**：对应 OSI 模型的物理层和数据链路层，负责与物理网络的交互，包括物理介质的接入和数据帧的传输。
- **互联网层**：与 OSI 模型的网络层功能相似，负责处理网络层的路由和分组转发，使用 IP 协议实现不同网络之间的互联。
- **传输层**：同样提供端到端的传输服务，主要使用 TCP 和 UDP 协议。
- **应用层**：包含了各种应用协议，如 HTTP、SMTP、FTP 等，为用户提供具体的网络应用服务。

二、物理层

（一）物理介质

1. 引导型介质

-

双绞线：由多对相互绝缘的铜导线绞合而成，分为非屏蔽双绞线（UTP）和屏蔽双绞线（STP）。UTP 成本较低，广泛应用于局域网；STP 通过屏蔽层减少电磁干扰，常用于对信号质量要求较高的环境。

- **同轴电缆：**由内导体、绝缘层、外导体和护套组成，具有较高的带宽和抗干扰能力，曾广泛应用于有线电视网络和早期的计算机网络。
- **光纤：**利用光在玻璃或塑料制成的纤维中传输数据，具有传输速度快、带宽高、抗干扰能力强、传输距离远等优点，是现代高速网络的主要传输介质，可分为单模光纤和多模光纤。

2. 非引导型介质

- **无线电波：**可用于无线局域网（WLAN）、蓝牙等无线通信技术，能够在一定范围内实现设备的无线连接，具有灵活、便捷的特点。
- **微波：**频率较高，传输距离较远，常用于长途通信、卫星通信等领域，但信号容易受到障碍物的阻挡。
- **红外线：**常用于短距离的无线通信，如电视遥控器、红外鼠标等设备，具有方向性强、安全性高的特点，但传输距离有限，且容易受到光线干扰。

（二）数据交换方式

1. **分组交换：**将数据分割成若干个小的分组，每个分组都包含源地址、目的地址等控制信息，通过网络中的分组交换设备（如路由器）进行独立的路由和转发。分组交换具有资源利用率高、灵活性强等优点，但也存在一定的延迟和分组丢失风险。
2. **电路交换：**在通信双方之间建立一条专用的物理电路，通信过程中该电路一直被占用，直到通信结束。电路交换的优点是通信质量稳定、延迟小，但资源利用率较低，适用于语音通话等实时性要求较高的业务。

（三）信道复用

1. **频分复用：**将信道的带宽划分为若干个互不重叠的频段，每个频段分配给一个用户或设备使用，不同用户的信号在不同频段上同时传输，从而实现多个用户共享信道资源。
2. **时分复用：**将时间划分为若干个时间片，每个用户在不同的时间片内占用信道进行数据传输，通过轮流使用信道的方式实现多路复用。
3. **波分复用：**主要应用于光纤通信中，将不同波长的光信号复合在一根光纤中传输，每个波长对应一个独立的信道，从而大大增加了光纤的传输容量。
4. **码分复用：**每个用户被分配一个唯一的码序列，不同用户的信号通过与各自的码序列进行调制后在同一信道上传输，接收端通过相应的码序列进行解调，分离出不同用户的信号。码分复用具有抗干扰能力强、保密性好等优点，常用于移动通信等领域。

三、数据链路层

（一）功能

1. **成帧**：将物理层传输的比特流按照一定的规则划分成帧，帧是数据链路层的数据传输单元，包含帧头、数据和帧尾等部分，帧头和帧尾包含了控制信息，如源地址、目的地址、帧校验序列等，用于标识帧的开始和结束，以及进行差错检测。
2. **差错控制**：通过差错检测和纠正技术，确保数据在传输过程中的准确性。常用的差错检测方法包括奇偶检验、校验和、循环冗余校验（CRC）等，当检测到错误时，可以通过重传等方式进行纠正。
3. **流量控制**：协调发送方和接收方的数据传输速率，避免接收方因数据接收过快而导致缓冲区溢出，造成数据丢失。常见的流量控制方法有停止 - 等待协议、滑动窗口协议等。
4. **媒体接入控制**：解决多个设备共享同一物理介质时的信道分配问题，确保设备能够有序地访问介质，避免冲突的发生。

（二）成帧方式

1. **带比特填充的定界符法**：使用特定的比特序列（如 01111110）作为帧的开始和结束标志，为了避免在数据中出现与定界符相同的比特序列而产生误判，在数据中遇到连续 5 个 1 时，自动插入一个 0，接收端在接收数据时进行相反的操作，恢复原始数据。
2. **物理层编码违例**：利用物理层编码规则中不合法的编码组合作为帧的定界标志，这种方法不需要额外的比特填充，但对物理层的编码规则有一定要求。

（三）差错检验与纠正

1. **奇偶检验**：通过在数据中添加一个奇偶校验位，使数据中 1 的个数为奇数（奇校验）或偶数（偶校验），接收端通过检查接收数据中 1 的个数是否符合奇偶校验规则来判断是否存在错误，但只能检测出奇数个错误，无法纠正错误。
2. **校验和**：将数据划分为若干个固定长度的块，对每个块进行累加求和，然后将和取反作为校验和，接收端通过重新计算校验和并与发送端的校验和进行比较来检测错误。
3. **循环冗余校验（CRC）**：利用生成多项式对数据进行计算，生成一个固定长度的校验码（CRC 码），将其附加在数据后面一起传输。接收端通过相同的生成多项式对接收数据进行计算，若计算结果与接收到的 CRC 码相同，则认为数据传输正确，否则表示存在错误。
4. **汉明码**：不仅能够检测错误，还可以纠正一定数量的错误。通过在数据中插入冗余位，利用特定的编码规则和校验方程，确定错误的位置并进行纠正。

(四) 媒体接入控制 (MAC) 子层

1. 多路访问协议

- 随机访问协议

- **ALOHA**: 分为纯 ALOHA 和时隙 ALOHA。纯 ALOHA 允许用户在任何时刻发送数据, 若发生冲突, 则等待一段随机时间后重发; 时隙 ALOHA 将时间划分为固定的时隙, 用户只能在时隙开始时发送数据, 减少了冲突的概率。
- **载波侦听多路访问协议 CSMA**: 包括 1 - 坚持 CSMA、非坚持 CSMA 和 p - 坚持 CSMA。1 - 坚持 CSMA 在发送数据前, 先监听信道, 若信道空闲, 则立即发送数据; 若信道忙, 则继续监听, 直到信道空闲。非坚持 CSMA 在监听信道忙时, 不再继续监听, 而是等待一段随机时间后再再次监听。p - 坚持 CSMA 在监听信道空闲时, 以概率 p 发送数据, 以概率 1 - p 推迟到下一个时隙发送数据。

- 受控访问协议

- **位图协议**: 通过一个位图来表示各个站点是否有数据发送的需求, 每个站点对应位图中的一位, 当站点有数据发送时, 将对应位置为 1, 其他站点根据位图信息有序地发送数据。
- **令牌传递**: 在网络中传递一个特殊的令牌, 只有拥有令牌的站点才能发送数据, 数据发送完成后, 将令牌传递给下一个站点, 从而避免了冲突的发生, 常用于令牌环网等网络拓扑结构。

2. **虚拟局域网 (VLAN)**: 通过软件技术将一个物理局域网划分成多个逻辑上的虚拟局域网, 不同 VLAN 之间的设备相互隔离, 无法直接通信, 只有通过路由器或三层交换机才能实现 VLAN 间的通信。VLAN 的划分可以基于端口、MAC 地址、网络层协议等多种方式, 提高了网络的安全性和管理效率。

3. **无线局域网 (WLAN)**: 使用无线通信技术实现设备之间的互联, 常见的标准有 IEEE 802.11 系列 (Wi-Fi)。无线局域网采用载波侦听多路访问 / 冲突避免 (CSMA/CA) 机制来避免冲突, 通过接入点 (AP) 实现无线设备与有线网络的连接。

四、网络层

(一) 关键功能

1. **路由选择**: 根据网络拓扑结构、链路状态、流量负载等因素, 为数据分组选择从源到目标的最佳路径, 确保数据能够高效、准确地传输。
2. **分组转发**: 将接收到的数据分组按照路由选择确定的路径, 从一个网络接口转发到另一个网络接口。
3. **拥塞控制**: 防止网络中出现过度拥塞, 通过调节数据传输速率、丢弃部分分组等方式, 使网络资源得到合理利用, 保证网络的正常运行。

(二) Internet 网际协议

1. IPv4 协议

- **数据报格式：**IPv4 数据报由首部和数据两部分组成，首部包含版本号、首部长度的、服务类型、总长度、标识、标志、片偏移、生存时间、协议、首部校验和、源 IP 地址、目的 IP 地址等字段，这些字段携带了数据报的各种控制信息，用于数据报的传输和处理。
- **分片：**当数据报的长度超过链路层的最大传输单元（MTU）时，需要将数据报分割成多个较小的分片进行传输，每个分片都包含部分数据和相应的首部信息，接收端在收到所有分片后，再将它们重新组装成完整的数据报。

2. IP 地址

- **子网划分：**将一个大的网络划分为多个较小的子网，通过子网掩码来确定网络地址和主机地址的划分，提高了 IP 地址的利用率和网络的管理效率。
- **无类域间路由（CIDR）：**采用可变长子网掩码（VLSM），打破了传统的 A、B、C 类网络的划分方式，能够更灵活地分配 IP 地址，减少 IP 地址的浪费。

3. **DHCP 动态主机配置协议：**用于自动为网络中的设备分配 IP 地址、子网掩码、默认网关、DNS 服务器地址等网络配置参数，简化了网络管理，提高了设备接入网络的效率。
4. **ARP 地址解析协议：**将 IP 地址解析为对应的物理地址（MAC 地址），因为数据在链路层传输时需要使用物理地址，ARP 通过广播请求和单播响应的方式，在网络中查找 IP 地址对应的 MAC 地址。
5. **网络地址转换（NAT）：**实现私有 IP 地址与公有 IP 地址之间的转换，解决了 IPv4 地址短缺的问题，同时也提高了网络的安全性，隐藏了内部网络的真实 IP 地址。
6. **ICMP 互联网控制报文协议：**用于在 IP 主机、路由器之间传递控制消息，如网络不可达、超时、参数问题等，帮助网络管理员诊断和排除网络故障。

(三) 路由算法

1. **距离向量路由：**每个路由器根据从相邻路由器获取的距离向量信息（表示到其他网络的距离），计算出自己到各个网络的最短路径，常见的协议有 RIP（路由信息协议）。
2. **链路状态路由：**路由器通过向网络中的其他路由器泛洪链路状态信息（包括链路的带宽、延迟等），构建网络拓扑图，然后使用 Dijkstra 算法计算出到各个网络的最短路径，常见的协议有 OSPF（开放最短路径优先）。
3. **层次路由：**将网络划分为多个层次，每个层次内部使用一种路由算法，层次之间使用另一种路由算法，以提高路由的可扩展性和管理效率，如自治系统（AS）内部使用内部网关协议（IGP），AS 之间使用外部网关协议（EGP）。
- 4.

广播路由：将数据分组发送给网络中的所有节点，适用于一些特定的应用场景，如网络发现、紧急信息传递等，但会产生大量的网络流量。

（四）Internet 路由协议

1. **路由选择协议 RIP：**基于距离向量算法，以跳数作为度量值，规定最大跳数为 15，超过 15 则认为目标网络不可达。RIP 定期向相邻路由器发送自己的路由表信息，通过不断交换和更新路由信息，实现路由的收敛。
2. **外部网关路由协议 BGP：**用于不同自治系统之间的路由信息交换，通过路径向量算法选择最佳路径，考虑了多种因素，如路径长度、带宽、策略等，能够适应大规模网络的路由需求。

（五）路由器的工作原理

1. **控制层：**负责路由信息的收集、处理和路由表的生成，通过运行路由协议（如 RIP、OSPF、BGP 等），与其他路由器交换路由信息，计算出到达各个网络的最佳路径，并将这些信息存储在路由表中。
2. **数据层：**根据路由表中的信息，对接收到的数据分组进行转发。当数据分组到达路由器时，路由器首先查看数据分组的目的地 IP 地址，然后在路由表中查找对应的路由条目，确定输出接口，将数据分组转发到下一跳路由器或目标主机。

（六）拥塞控制算法

1. **随机早期检测（RED）：**在路由器的队列达到一定阈值时，随机丢弃一些数据分组，以避免队列完全溢出导致网络拥塞，同时向发送端发送拥塞信号，促使发送端降低数据发送速率。

（七）服务质量

1. 流量整形

- **漏桶算法：**将数据看作水流，数据进入一个固定容量的漏桶，漏桶以恒定的速率向外流出数据，当数据进入速率超过漏桶的流出速率

（注：文档部分内容可能由 AI 生成）