






■ 第1章 计算机网络体系结构

▼ 概述

- 概念(ii)
- 组成(3:组成 work 功能)
- 功能(2:通信 共享)
-
-  电路交换、  报文 ..  分组..(count:3way'交换delay)
-
- 分类(2type:PLMW 总星环网)
-  性能指标(211n:速宽吞延1count:总时延)

▼ 体系结构 参考模型

- 分层结构(PDU:3)
- 协议、接口、服务(-·|)
-
-  ISO/OSI(7 多 上2 TCP/IP(5 传输层2p上)

第1章 计算机网络体系结构

概述

概念(ii)

• 核心考点:

- 计算机网络: 分散、自治 的计算机, 通过 通信设备 和 线路 连接, 用 软件 实现 资源共享 和 信息传递 。
- internet vs Internet 的辨析。

• 形象记忆:

- **计算机网络 (小 internet):** 想象一个小区内的几栋楼, 每家都有电话 (自治计算机), 通过小区的电话交换机 (通信设备) 连起来, 可以互相通话 (信息传递)、互相借东西 (资源共享)。这是一个 局域 的、 通用 的“互连网”。
- **因特网 (大 Internet):** 想象全世界的电话网。这是一个 全球最大 的、 特定 的互连网, 大家都说“普通话” (TCP/IP协议)。

组成(3:组成 work 功能

- **核心考点:**
 - 三个角度看组成：组成部分、工作方式、功能组成。
 - **形象记忆:**
 - **组成部分**角度 (零件视角):
 - 硬件：电脑、手机、路由器、网线 (看得见摸得着的东西)。
 - 软件：微信、浏览器 (安装在硬件上才能用的程序)。
 - 协议：交通规则 (大家都得遵守，不然就乱套了)。
 - **工作方式**角度 (用户和快递员视角):
 - **边缘部分**: 你和你的电脑、手机 (用户，享受服务)。
 - **核心...**: 大量的路由器、交换机 (快递公司和中转站，提供服务)。
 - **功能组成**角度 (功能模块视角):
 - **通信子网**: 负责送信的邮政系统，包括邮递员、运输车、分拣中心 (即物理层、链路层、网络层)。
 - **资源...**: 信的内容和收发信的人 (即应用层、表示层、会话层)。
-

功能(2:通信 共享

- **核心考点:**
 - 两大最基本功能：数据通信 和 资源共享。
 - 其他功能作为选择题选项出现。
 - **形象记忆:**
 - **数据通信 (打电话)**: 最基本的功能，联络感情，传递消息。
 - **资源共享 (借东西)**:
 - 硬件共享：共享打印机。
 - 软件共享：共享付费软件。
 - 数据共享：共享数据库。
 - **分布式处理/负载均衡 (团队合作)**: 一项大工程，一个人干不完，分给团队里闲着的人一起干。
 - **提高可靠性 (备胎)**: 一台服务器挂了，另一台马上顶上。
-

电路交换、报文 .. 分组..(count:3way'交换delay

这是【绝对重点 & 计算题高发区】。

- 核心考点:
 - 三种交换方式的原理、优缺点对比。
 - 分组交换的“流水线”传输特性。
- 形象记忆:
 - 电路交换 (修专线):
 - 过程: 打电话 -> 占线 -> 通话 -> 挂机。
 - 特点: 建立连接、独占资源。就像修了一条你家到朋友家的专属管道, 通话时别人不能用, 哪怕你们不说话, 管道也占着。
 - 优点: 时延小 (因为是专线), 无失序。
 - 缺点: 线路利用率低 (不说话也占线), 建立连接慢。

-
- 报文.. (寄包裹):
 - 过程: 把一整本书 (报文) 打包好, 送到快递站, 快递站收下整个包裹再发往下一个站。
 - 特点: 存储-转发 (整个收下再转发)。
 - 优点: 无需建连, 线路利用率高。
 - 缺点: 报文大小不限, 对站点缓存要求高, 时延大 (因为要等整个报文收完)。
 - 分组.. (把书拆成一页一页寄):
 - 过程: 把一本书拆成一页一页 (分组), 每页写上地址和页码, 分别寄出去。
 - 特点: 存储-转发 (一小个分组收下就转发)。
 - 优点: 兼具报文交换的优点, 且时延更小, 对缓存要求低。
 - 缺点: 有额外开销 (每页都要写地址), 可能失序 (需要重组)。

- 【计算题模板】: 交换时延计算

问题: 发送大小为 M 的数据, 经过 k 段链路 (即 $k-1$ 个中间路由器), 每段链路的发送速率为 R , 传播时延为

d, 求总时延。

i. 电路交换:

- **解题思路:** 总时延 = 连接建立时间 + 发送时延 + 传播时延。
- **模板:** $T_{\text{总}} = t_{\text{建连}} + \frac{M}{R} + k \times d$
- **注意:** 这里的发送时延是数据从源主机“推”上链路的时间, 只算一次。传播时延是电磁波在所有链路上跑的时间。

ii. 报文交换:

- **解题思路:** 总时延 = (发送时延 + 传播时延) * 链路段数。因为每一跳都要完整接收再转发。
- **模板:** $T_{\text{总}} = k \times (\frac{M}{R} + d)$

iii. 分组交换 (重点!):

- **解题思路:** 采用“流水线”思想。总时延 = 第一个分组到终点的时间 + 剩下所有分组的发送时间。
- **前置步骤:**
 - 计算每个分组大小: $P = P_{\text{数据}} + P_{\text{头部}}$
 - 计算分组数量: $N = \lceil \frac{M}{P_{\text{数据}}} \rceil$
- **模板:**
 - **第一个分组到终点的时间:** $T_{\text{首分组}} = k \times (\frac{P}{R} + d)$ (它经历了k次发送和k次传播)
 - **剩下N-1个分组的发送时间:** $T_{\text{剩余}} = (N - 1) \times \frac{P}{R}$ (当第一个分组到达最后一个路由器开始发送时, 后面的分组也像流水线一样紧接着到达并发送)
 - **总时延:** $T_{\text{总}} = T_{\text{首分组}} + T_{\text{剩余}} = k \times (\frac{P}{R} + d) + (N - 1) \times \frac{P}{R}$

-
- **极简模板 (推荐):** 总时延 = (源主机发送所有分组的时间) + (最后一个分组在链路上的传播时间)
 - $T_{\text{总}} = N \times \frac{P}{R} + (k - 1) \times \frac{P}{R} + k \times d$
 - 这个公式和上面的等价, 但更好理解: $N \times \frac{P}{R}$ 是源主机把所有分组推上第一段链路的时间, 之

后最后一个分组还要经过 $k - 1$ 个路由器，每个路由器都要花 $\frac{P}{R}$ 的时间转发它，最后它还要在 k 段链路上传播。

分类(2type:PLMW 总星环网)

- **核心考点:** 按范围、按拓扑结构分类。
 - **形象记忆:**
 - **按分布范围:**
 - **PAN** (个人局域网): 你身上的蓝牙耳机、智能手表。
 - **LAN** (局域网): 一个网吧、一栋教学楼。
 - **MAN** (城域网): 一个城市的网络。
 - **WAN** (广域网): 跨越国家、大洲的网络。
 - **按拓扑结构:**
 - **总线型:** 一根主干道，所有车都在上面跑。 **优点:** 省线； **缺点:** 主干道一断，全瘫痪。
 - **星型:** 一个中心交通枢纽，所有路都从这里发散。 **优点:** 管理方便，一个分支坏了不影响其他； **缺点:** 中心枢纽一坏，全瘫痪。
-
- **环形:** 一个环路，单向行驶。
 - **网状:** 盘丝洞，条条大路通罗马。 **优点:** 可靠性高； **缺点:** 成本高，控制复杂。(广域网常用)
-

性能指标(211n:速宽吞延1count:总时延)

这是 **【绝对重点 & 计算题高发区】**。

- **核心考点:**
 - 速率、带宽、吞吐量的区分。
 - 时延的4个组成部分。
 - 时延带宽积、往返时延(RTT)的物理意义。
- **形象记忆:**
 - **速率 vs 带宽:**

- **速率 (Rate):** 你家水管此刻的流水速度 (e.g., 10Mb/s)。
- **带宽 (Bandwidth):** 你家水管设计的 最大 流水速度，即水管的粗细 (e.g., 100Mb/s)。
- **吞吐量 (Throughput):** 实际单位时间内流过的总水量，受限于最细的那段水管（瓶颈）。
- **时延 (Delay):** 一滴水从水厂到你家的时间。
 - **发送时延 (传输..):** 把一桶水(分组)全部倒进水管(链路)需要的时间。
 - **传播..:** 水滴在水管里“飞”的时间。

-
- **处理..:** 水泵站(路由器)处理这桶水的时间。
 - **排队..:** 前面还有别人的水在排队，你得等着。
-

- **时延带宽积:** 传播时延 × 带宽。就是“水管的容积”，表示这条链路上能容纳多少比特。
 - **往返时延 (RTT):** 你喊一声，听到回声的时间。包括来回的传播时延和对方的处理时间。
-

• 【计算题模板】：时延计算

问题: 计算发送一个长度为 L (bit) 的分组，在带宽为 R (b/s)，长度为 D (m)，传播速度为 V (m/s) 的链路上的总时延（不考虑处理和排队）。

- **解题步骤:**
 - a. **计算发送时延:**
 - **公式:** $T_{\text{发送}} = \frac{\text{分组长度}(L)}{\text{信道带宽}(R)}$
 - **记忆:** “把货装上车的时间” = 货物大小 / 装车速度。
 - b. **计算传播..:**
 - **公式:** $T_{\text{传播}} = \frac{\text{信道长度}(D)}{\text{电磁波传播速率}(V)}$
 - **记忆:** “车在路上跑的时间” = 路程 / 速度。

-
- 计算总...:
 - 公式: $T_{\text{总}} = T_{\text{发送}} + T_{\text{传播}}$

- 易错点:

- 单位换算! $1\text{KB} = 1024\text{B}$, $1\text{MB} = 1024\text{KB}$... 但速率中的 $k=10^3$, $M=10^6$...
- 分清 **L** (数据量) 和 **R** (速率), 不要混淆。
- 传播速度 **v** 在真空是光速($3 \times 10^8 \text{ m/s}$), 在铜线或光纤中约为其 $2/3$ 。题目不给就按光速算。

体系结构 参考模型

分层结构(PDU:3

- 核心考点:

- 为什么要分层? (解耦、易于实现和维护)
- 实体、协议、服务、接口的基本概念。

- 形象记忆:

- **为什么要分层?** 想象寄快递的过程。你 (用户) -> 快递员上门收件 (应用层) -> 快递站打包分拣 (传输层) -> 跨城运输 (网络层) -> 本地派送 (链路层) -> 电话通知你取件 (物理层)。每一层只做自己的事, 只和上下层打交道, 让复杂问题变简单。
- **PDU (协议数据单元):** 每一层要处理的数据包。
 - 应用层 -> 报文 (Message)
 - 传输层 -> 报文段 (Segment, TCP) / 用户数据报 (Datagram, UDP)

-
- 网络层 -> 分组 (Packet) / 数据报 (Datagram)

-
- 数据链路层 -> 帧 (Frame)
 - 物理层 -> 比特流 (Bit)
-

- **记忆口诀:** “报文段, 分组帧, 比特流” (抱文旦, 分果珍, 比特流)。

协议、接口、服务(-|

- **核心考点:** 三者关系辨析。
- **形象记忆:**
 - **协议 (Protocol):** 水平的。两个对等的“官”之间沟通的语言和规则。比如, A国的邮政部长和B国的邮政部长开会, 商讨国际邮件的格式、资费等, 这就是协议。
 - **服务 (Service):** 垂直的。下层为上层提供功能。比如, 整个邮政系统 (下层) 为寄信人 (上层) 提供“寄信”服务。上层是“客户”, 下层是“服务提供商”。
 - **接口 (Interface/SAP):** 服务访问点。上层使用下层服务的“窗口”。比如, 你要寄信, 你得去邮局的窗口或者把信投进邮筒, 这个窗口/邮筒就是接口。

☀ **ISO/OSI**(7 多 上2 **TCP/IP**(5 传输层2p上

这是 **【本章核心, 考点密集区】**。必须滚瓜烂熟。

- **核心考点:**
 - OSI七层模型和TCP/IP四层 (或五层) 模型各层的功能。
 - 两个模型的比较。
- **形象记忆 (五层模型):**
 - i. **物理层 (Physical Layer):**
 - **功能:** 传输比特流 0101。
 - **记忆: 快递员。**他只管开车、走路, 把包裹从A点送到B点, 他不管包裹里是什么。涉及电压、接口标准等。
 - **设备:** 集线器 (Hub)、中继器。
 - ii. **数据链路层 (Data Link Layer):**
 - **功能:** 把比特流封装成帧, 在相邻节点间可靠传输。

- **记忆: 同城快递分部。**负责一个城市内, 从分拣中心到下一个分拣中心的运输。使用MAC地址 (门牌号), 进行差错控制。
- **设备:** 网桥、交换机 (Switch)。

iii. 网络层 (Network Layer):

- **功能: 路由选择,**把**分组**从源主机送到目的主机。
- **记忆: 快递总公司。**规划包裹从北京到上海的最佳路线 (跨城运输)。使用IP地址 (城市街道地址)。
- **设备:** 路由器 (Router)。

iv. 传输层 (Transport Layer):

- **功能:** 提供**进程到进程**的通信服务 (端到端)。
- **记忆: 快递打包员。**他决定你的包裹是“普通快递”还是“加急保价”。
 - **TCP (可靠的):** 像顺丰, 要电话确认, 丢了会赔, 保证送到。面向连接。
 - **UDP (不可靠的):** 像平邮, 寄出去就不管了, 丢了也没办法。无连接。
- 使用**端口号**来区分不同进程。

v. 应用层 (Application Layer):

- **功能:** 直接为用户提供服务。
- **记忆: 你自己。**你决定要寄信 (E-mail, SMTP), 还是要上网看视频 (HTTP)。
- **协议:** HTTP, FTP, SMTP, DNS ...

• OSI七层模型 vs TCP/IP四层模型:

- **OSI多了两层:**
 - **会话层:** 管理会话, 比如视频通话时, 什么时候该谁说话。建立同步点 (实现断点续传)。
 - **表示层:** “翻译官”。解决数据格式问题, 如数据加密、压缩、编码转换。
- **对应关系:**
 - OSI (应用层, 表示层, 会话层) <==> TCP/IP (应用层)
 - OSI (传输层) <==> TCP/IP (传输层)
 - OSI (网络层) <==> TCP/IP (网际层)
 - OSI (数据链路层, 物理层) <==> TCP/IP (网络接口层)
- **核心差异:**
 - OSI是“先有理论, 后有实践”, 过于理想化, 没流行开。

- TCP/IP是“先有实践，后有理论”，先有了协议再总结出模型，成为事实标准。
 - **服务定义**: OSI在网络层支持虚电路（面向连接）和数据报（无连接）两种服务，而传输层只支持面向连接；TCP/IP则反过来，网络层只支持IP数据报（无连接），而传输层支持TCP（面向连接）和UDP（无连接）两种。**【这一个差异是重要考点】**
-

好了，第一章的核心内容和解题方法都在这里了。大家一定要把交换时延和性能指标的计算题模板牢记在心，多练几道题。对于分层模型，用寄快递的例子去理解，把每一层的功能和代表协议记清楚。下一章我们将进入物理层，继续加油！