

计算机网络概念

- 计算机网络：是一个将分散的、具有独立功能的计算机系统；通过通信设备与线路连接起来，由功能完善的软件实现资源共享和信息传递的系统
- 简记：计算机网络是互连的、自治的计算机集合。
 - 互连：互联互通。
 - 自治：无主从关系，即相互连通，但不能彼此控制。

计算机网络的功能

- 数据通信（最基本的功能）
- 资源共享：包括信息共享、软件共享、硬件共享。
- 分布式管理：多台计算机各自承担同一工作的不同部分
- 提高可靠性
- 负载均衡

计算机网络的组成

按组成部分	<ul style="list-style-type: none">• 计算机网络 = 硬件 + 软件 + 协议<ul style="list-style-type: none">◦ 硬件：主机，通信链路（双绞线，光纤），交换设备（路由器，交换机），通信处理机（网卡）◦ 软件：网络操作系统，邮件收发程序，FTP程序，聊天程序
按边部	<ul style="list-style-type: none">• 计算机网络 = 通信子网 + 资源子网<ul style="list-style-type: none">◦ 资源子网：实现资源共享功能的设备和软件集合（计算机软件）◦ 通信子网：各种传输介质、通信设备、相应的网络协议组成（网桥，交换机，路由器）
按工作方式	<ul style="list-style-type: none">• 计算机网络 = 边缘部分 + 核心部分<ul style="list-style-type: none">◦ 边缘部分：由所有连接在互联网上的主机组成。这部分是用户直接使用的，用来通信（传送数据、音频或视频）和资源共享◦ 核心部分：由大量网络和连接这些网络的路由器组成。这部分是为边缘部分提供服务的（提供连通性和交换）

计算机网络分类

按分布范围分类	按交换技术分类	按拓扑结构分类（描述通信子网的拓扑结构）
<ul style="list-style-type: none">• 广域网（WAN, Wide Area Network）<ul style="list-style-type: none">◦ 采用交换技术◦ 区分广域网局域网，取决于采用的协议• 局域网（LAN, Local Area Network）<ul style="list-style-type: none">◦ 采用广播技术◦ 局域网通过路由器接入广域网• 城域网（MAN, MetroPolitian Area Network）• 个人区域网（PAN, Personal Area Network）	<ul style="list-style-type: none">• 电路交换<ul style="list-style-type: none">◦ 缺点：线路利用率低，不便于进行差错控制◦ 优点：数据直接传送，时延小• 报文交换<ul style="list-style-type: none">◦ 缺点：附加信息开销大◦ 优点：解决了电路交换的缺点• 分组交换（主流网络使用的交换技术）<ul style="list-style-type: none">◦ 缺点：附加信息开销大◦ 优点：缓冲易于管理，更适合应用	<ul style="list-style-type: none">• 总线形网络• 星形网络• 环形网络• 网状网络（多用于广域网）
按使用者分类	按传输技术分类	按传输介质分类
<ul style="list-style-type: none">• 公用网（public network）• 专用网（private network）	<ul style="list-style-type: none">• 广播式网络• 点对点网络	<ul style="list-style-type: none">• 有线网络：双绞线网络，同轴电缆网络• 无线网络：蓝牙，微波，无线电

计算机网络概念其他知识点

- 1968年6月，最早的计算机网络是ARPAnet
- 网络资源 = 硬件资源 + 软件资源 + 数据资源
- 广播式网络可以不要网络层，可以不存在路由选择问题，但是需要服务访问点

计算机网络的性能指标

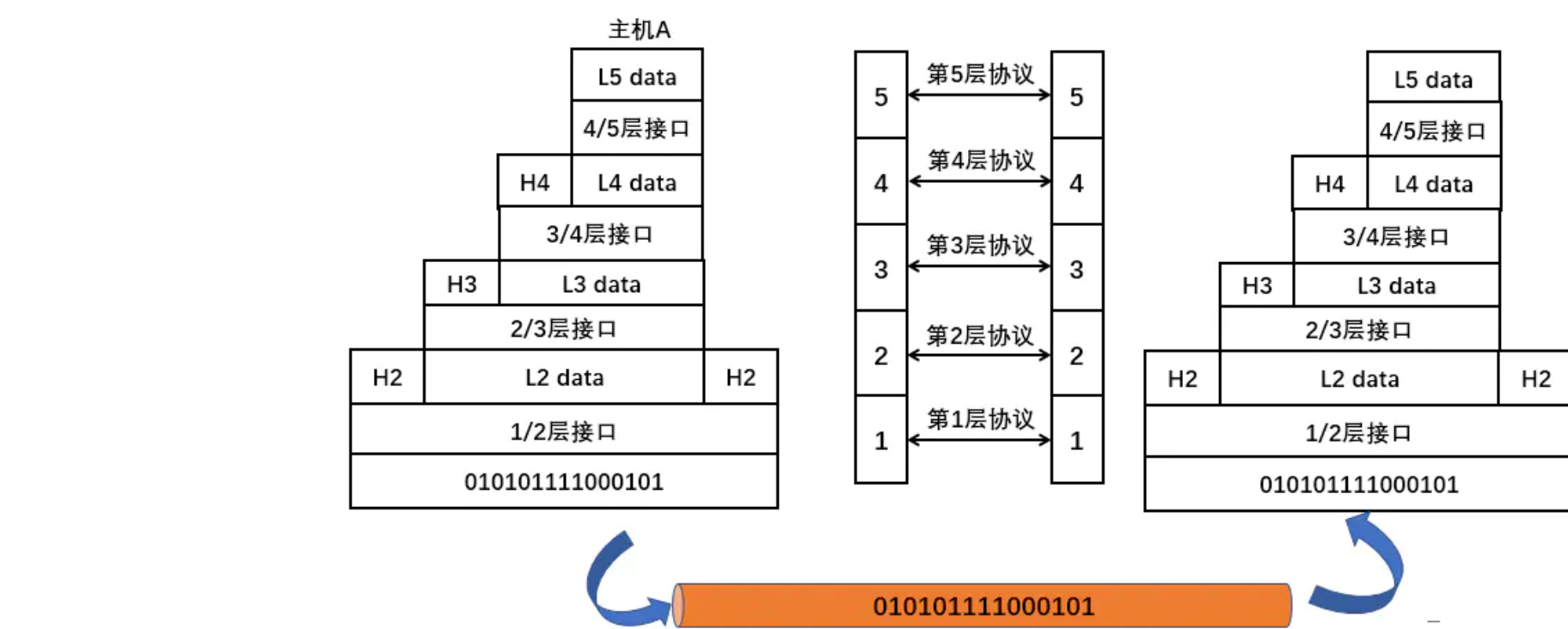
速率	<ul style="list-style-type: none">• 速率 = 数据率 = 数据传输率 = 比特率• 单位是b/s, kb/s, Mb/s, Gb/s, Tb/s <div><div>速率</div><div>1kb/s = 10³b/s 1Mb/s = 10⁶kb/s = 10⁹b/s 1Gb/s = 10⁹Mb/s = 10¹²b/s 1Tb/s = 10¹²Gb/s = 10¹⁵kb/s = 10¹⁸b/s</div><div>存储容量 1Byte（字节）= 8bit（比特） 1KB = 2¹⁰B = 1024B = 1024 * 8b 1MB = 2²⁰KB = 1024KB 1GB = 2³⁰MB = 1024MB 1TB = 2⁴⁰GB = 1024GB</div></div>
带宽	<ul style="list-style-type: none">• 带宽 = 某个信号具有的频带宽度。单位Hz• 带宽 = 表示网络的通信线路传输数据的能力 = 单位时间内从网络中某信道所能通过的“最高数据率”。单位：bit/s• 速率和带宽都是速度单位，这里速率是实际的传输速率，而带宽是理想状态下的最大传输速率。
吞吐量	<ul style="list-style-type: none">• 吞吐量 = 在单位时间通过某个网络（或信道、接口）的数据量。单位b/s, kb/s...• 吞吐量受网络的带宽或网络的额定速率的限制
时延	<ul style="list-style-type: none">• 时延/延迟 = 指数据（报文/分组/比特流）从网络（或链路）的一端传送到另一端所需的时间• 总时延 = 发送时延 + 传播时延 + 处理时延 + 排队时延<ul style="list-style-type: none">◦ 发送/传输时延 = 从发送分组的第一个比特算起，到该分组最后一个比特发送完毕所需的时间 = 数据长度 / 信道带宽◦ 传播时延 = 电磁波在信道中传输一定距离而花费的时间。取决于电磁波的传输速率和链路的长度 = 链路长度 / 电磁波在信道上传播的速率◦ 排队时延 = 节点缓存队列中分组排队所经历的时间◦ 处理时延 = 主机或路由器在收到分组时要花费一定的时间进行处理。
时延带宽积	<ul style="list-style-type: none">• 时延带宽积 = 传播时延 × 带宽• 时延带宽积表示的是容量 <div><div>带宽</div><div>传播时延</div><div>00101010101001010100101010101</div></div>
往返时延RTT	<ul style="list-style-type: none">• 从发送方发送数据开始，到发送方收到接收方的确认（接收方收到数据后立即发送确认）共经历的时延。• RTT = 往返传播时延 + 未端处理时间
利用率	<ul style="list-style-type: none">• 信道利用率 = 有数据通过时间 / （无 + 有）数据通过时间• 网络利用率 = 全网络的信道利用率加权平均值• 利用率不是越高越好，时延会随着利用率的增加而增加

计算机网络体系结构

计算机网络体系的形成

- 相互通信的两个计算机系统必须高度协调工作才行，而这种协调是相当复杂的
- 分层可以将庞大而复杂的问题转化为若干个较小的局部问题，而这些较小的局部问题就比较易于研究和处理

实体、协议、服务和访问点



实体	<ul style="list-style-type: none">• 表示任何可以发送或接受信息的硬件或软件进程。同一层的实体称为对等实体
协议	<ul style="list-style-type: none">• 简称协议，是为了进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定• 协议是“水平的”，即协议是控制对等实体之间通信的规则• 协议的三要素<ul style="list-style-type: none">◦ 语法：规定传输数据的格式◦ 语义：规定所要完成的功能◦ 同步：规定各种操作的顺序
接口（访问服务点SAP）	<ul style="list-style-type: none">• 同一个系统中相邻两层的实体进行交互（即交换信息）的地方• 仅仅在相邻两层间有接口，且所提供服务的具体实现细节对上一层完全屏蔽
服务	<ul style="list-style-type: none">• 下层为相邻上层提供的功能调用。• 服务是“垂直的”，即服务是由下层向上层通过层间接口提供的
数据组成	<ul style="list-style-type: none">• SDU服务数据单元：为完成用户所要求的功能而应传送到数据。• PCI协议控制信息：控制协议操作的信息。• PDU协议数据单元：对等层次之间传送的数据单位。• 每一层的PDU会作为下一层的SDU，然后和PCI组成该层的PDU，再作为下下层的SDU...直到物理层

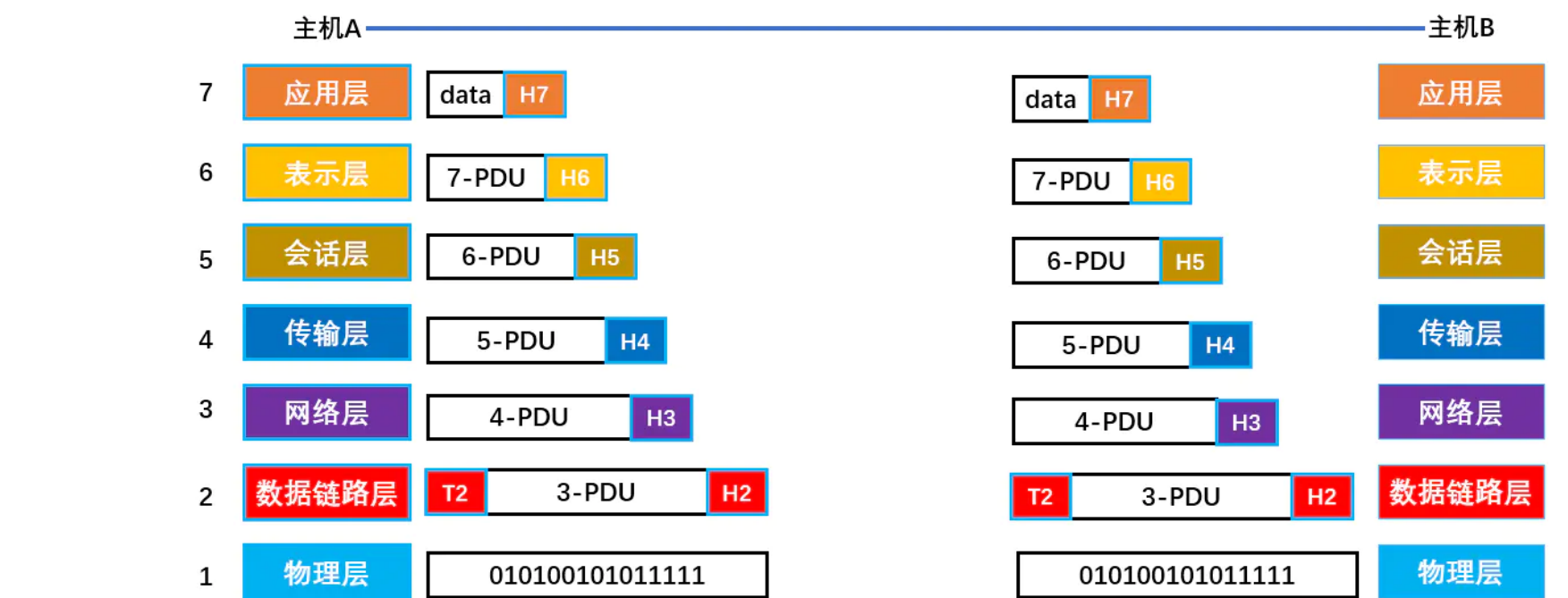
分层的基本原则

- 各层之间相互独立，每层只实现一种相对独立的功能
- 每层之间界面自然清晰，易于理解，相互交流尽可能少
- 结构上可分割开，每层都采用最合适的技术来实现
- 保持下层对上层的独立性，上层单向使用下层提供的服务
- 能促进标准化工作

各层的功能

差错控制	使相应层次对等方的通信更加可靠
流量控制	发送端的发送速率必须使接收端来得及接收、不要太快
拥塞控制	拥塞状态=结点来不及接受分组而要丢弃大量分组的情况，网络层要采取一定措施缓解这种阻塞
分段和重装	发送端将要发送的数据块划分为更小的单位，在接收端再进行还原
复用和分用	发送端几个高层会话用一条低层的连接，在接收端再进行分用
连接建立和释放	交换数据前先建立一条逻辑连接，数据传送结束后释放连接

主机A与主机B通信的过程（假定主机A的应用进程向主机B的应用进程传送数据）



- 1) 主机A先将其数据交给本机的第7层（应用层）。第5层加上必要的控制信息H7就变成了下一层的数据单元
- 2) 第6层（表示层）收到数据单元后，加上本层的控制信息H6就变成了下一层的控制信息，依次类推
- 3) 到了第2层（数据链路层）后，控制信息被分为两个部分，分别加到本层数据单元的首部（H2）和尾部（T2）
- 4) 到了第一层（物理层）由于是比特流的传送，所以不再加上控制信息。传送比特流时应从首部开始传送
- 5) 当这一串比特流离开主机A经网络的物理媒体传送到路由器时，就从路由器的第1层依次上升到第3层
- 6) 每一层都根据控制信息进行必要的操作，然后将控制信息剥去，将该层剩下的数据单元上交给更高的一层
- 7) 当分组上升到了第3层时，就根据首部中的目的地址查找路由器中的转发表，找到转发分组接口
- 8) 然后往下传送到第2层，加上新的首部和尾部后，再到最下面的第1层，然后在物理媒体上把每一个比特发送出去。

三种网络模型

OSI七层模型		<ul style="list-style-type: none">• 表示层<ul style="list-style-type: none">◦ 数据压缩、加密以及数据描述，这使得应用程序不必关心在各台主机中数据内部格式不同的问题• 会话层<ul style="list-style-type: none">◦ 建立及管理会话。
TCP/IP结构		<ul style="list-style-type: none">• 只有四层，相当于五层协议中数据链路层和物理层合并为网络接口层• TCP/IP 体系结构不严格遵循 OSI 分层概念• 应用层可能会直接使用 IP 层或者网络接口层
五层协议结构		<ul style="list-style-type: none">• 应用层<ul style="list-style-type: none">◦ 通过应用进程间的交互来完成特定网络应用。数据单位为报文。• 运输层<ul style="list-style-type: none">◦ 为进程提供通用数据传输服务。主要使用以下两种协议◦ TCP：传输控制协议。提供面向连接、可靠的传输服务。数据单位是报文段◦ UDP：用户数据报协议。提供无连接、尽最大努力的传输服务。数据单位是用户数据报◦ TCP 主要提供完整性服务，UDP 主要提供及时性服务。• 网络层<ul style="list-style-type: none">◦ 为主机提供数据传输服务。把传输层传递下来的报文段或者用户数据报封装成分组◦ 最重要的协议是 IP（网际协议，Internet Protocol）• 数据链路层<ul style="list-style-type: none">◦ 为同一链路的主机提供数据传输服务。把网络层传下来的分组封装成帧。• 物理层<ul style="list-style-type: none">◦ 主要负责在物理线路上传输原始的二进制数据
三者的对比		