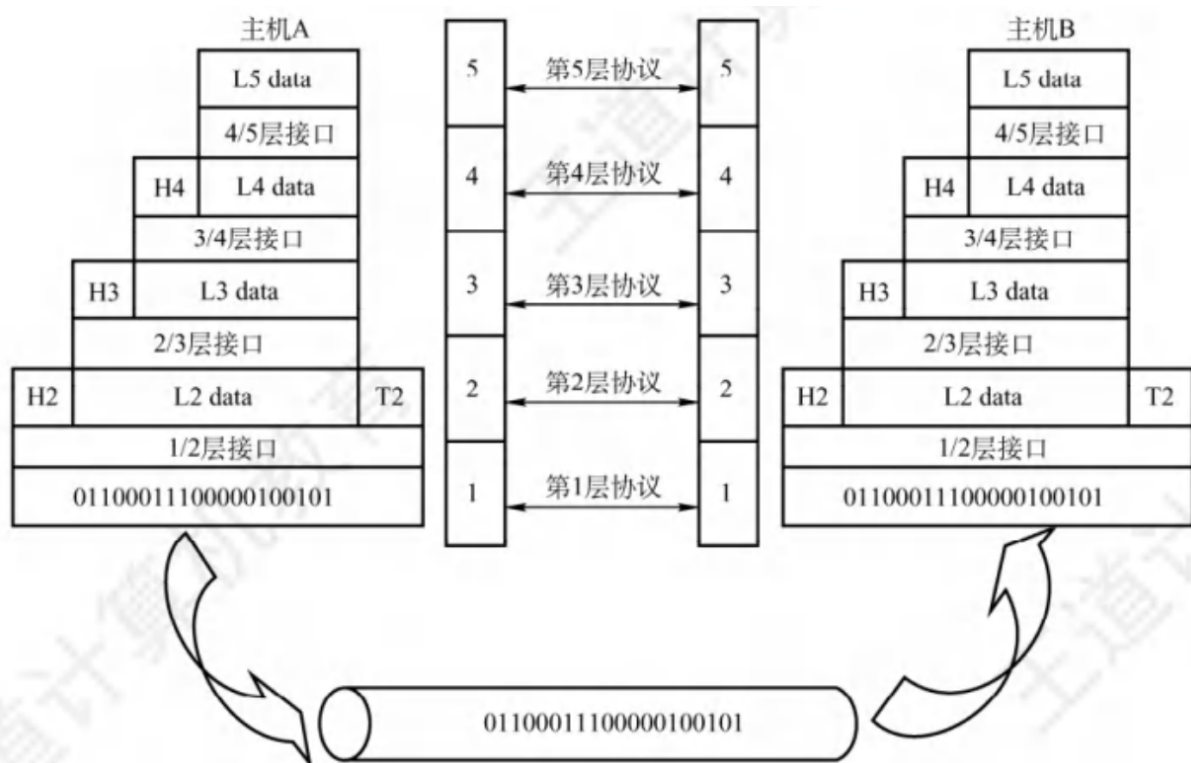


Lecture 2: 知识 - 计算机网络体系结构与参考模型

计算机网络分层结构

概念： 计算机网络分层结构

- 定义：
 - 计算机网络的**各层及其协议的集合**称为网络的体系结构 (Architecture)；
 - 计算机网络的体系结构就是这个计算机网络及其所应完成的功能的精确定义；
- 注意：
 - 功能究竟是用何种硬件或软件完成的，是一个遵循这种体系结构的实现问题。体系结构是抽象的，而实现则是具体的 -> 真题：2010年 网络体系结构不描述协议的具体实现细节；
- 名词：
 - 对等层：
 - 不同机器上的同一层称为对等层；
 - 对等实体：
 - 同一层的实体称为对等实体；
 - 服务对象：
 - 第 n 层实体实现的服务为第 $n+1$ 层所用；
 - 第 n 层称为服务提供者，第 $n+1$ 层则服务于用户；
 - PDU：
 - 对等层之间传送的数据单位称为该层的协议数据单元 (PDU)
 - 第 n 层的 PDU 记为 n -PDU；
 - 各层的 PDU 都分为**数据和控制信息**两部分；
- 图示：



概念：分层基本原则

- 1. 每层都实现一种相对**独立**的功能，降低大系统的复杂度；
- 2. 各层之间的**接口自然清晰**，易于理解，相互交流尽可能少；
- 3. 各层功能的精确定义独立于具体的实现方法，可以采用最合适的技术来实现；
- 4. 保持下层对上层的独立性，上层单向使用下层提供的服务；
- 5. 整个分层结构应能促进标准化工作；

协议、接口、服务

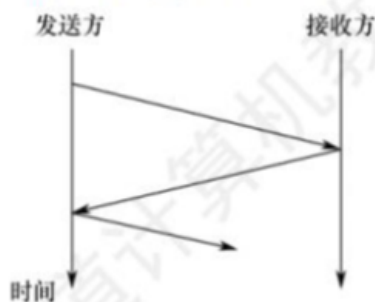
协议

概念：协议

- 概念：
 - 协议由语法、语义和同步三部分组成；
 - 控制在对等实体之间进行通信的规则集合；
- 语法：
 - 概念：
 - 数据与控制信息的格式；
 - 举例：
 - TCP** 报文段格式就是由 **TCP** 协议的语法定义的；
- 语义：
 - 概念：
 - 需要发出何种控制信息、完成何种动作及做出何种应答；
 - 举例：
 - 在建立 **TCP** 连接的三次握手时所执行的**操作**就是由 **TCP** 协议的语义定义的；

- 同步：
 - 概念：
 - 执行各种操作的条件、时序关系等，即事件实现顺序的详细说明；
 - 举例：
 - 建立 TCP 连接的三次握手操作的时序关系就是由 TCP 协议的同步定义的；
- 真题：2020年
 - 题目：

【2020 统考真题】下图描述的协议要素是（ ）。



- I. 语法 II. 语义 III. 时序
- A. 仅 I B. 仅 II C. 仅 III D. I、II 和 III

- 分析：
 - 协议由语法、语义和时序三个部分组成；
 - 语法规定了通信双方用什么形式交流，语义确定了通信双方交流了什么，而同步则确定了通信双方交流的先后；
 - 根据题图可以看到纵向上的时间维度，体现了发送方和接收方通信的顺序关系，即时序要素；
- 答案：
 - C
- 模拟：湖科大模拟卷四
 - 题目：

33. 下图明显描述出的协议要素是 ()。



I. 语法 II. 语义 III. 时序

A. 仅I

B. 仅II

C. 仅II、III

D. 仅I、III

• 解析:

• 协议的三要素:

- 语法: 定义所交换信息的**格式** (本题所给的图中无法看出 HTTP 报文的具体格式)
- 语义: 定义通信双方所要完成的**操作** (本题所给的图中明显可以看出: 发送方发送 HTTP 请求报文来请求某个 Web 页, 接收方收到 HTTP 请求报文, 就知道了发送方的目的, 于是执行相应操作, 也就是给发送方发送包含有发送方所请求内容的 HTTP 响应报文)
- 时序 (同步): 定义通信双方的**时序关系** (本题所给的图中明显可以看出: 先请求后响应的时序关系)

• 综上所述, 本题的答案是选项 C

接口

概念: 接口

• 概念:

- 每层只能为紧邻的层之间定义接口, 而不能跨层定义接口;
- 服务是通过 SAP 提供给上层使用的, 第 n 层的 SAP 就是第 n+1 层可以访问第 n 层服务的地方;

• 举例:

- 数据链路层的服务访问点为帧的“类型”字段, 网络层的服务访问点为 IP 数据报的“协议”字段, 传输层的服务访问点为“端口号”字段;

• 服务访问点:

- Service Access Point, SAP
- 同一结点内相邻两层的实体交换信息的逻辑接口称为服务访问点;

服务

概念：服务

- 定义：
 - 服务是指下层为紧邻的上层提供的功能调用，是垂直的;
- 作用：
 - 对等实体在协议的控制下，使得本层能为上层提供服务，但要实现本层协议，还需要使用下层提供的服务;
- 分类：
 - (1) 面向连接服务与无连接服务：
 - 面向连接服务 ->
 - 通信前双方必须先建立连接，分配相应的资源 (如缓冲区)，以保证通信能正常进行。传输结束后释放连接和占用的资源。因此这种服务可分为 连接建立、数据传输和连接释放 三个阶段;
 - 例如，TCP 就是一种面向连接服务的协议;
 - 无连接服务 ->
 - 通信前双方不需要先建立连接，需要发送数据时可直接发送，将每个带有目的地址的包 (报文分组)传送到线路上，由系统选定路线进行传输;
 - 这种服务常被描述为“尽最大努力交付”，是一种不可靠的服务;
 - 例如，IP、UDP 就是一种无连接服务的协议;
 - (2) 可靠服务和不可靠服务
 - 可靠服务 ->
 - 具有纠错、检错、应答机制，能保证数据正确、可靠地传送到目的地;
 - 不可靠服务 ->
 - 指网络只是尽量让数据正确、可靠地传送到目的地，是一种尽力而为的服务;
 - 对于提供不可靠服务的网络，其网络的正确性、可靠性要由应用或用户来保障;
 - 例如，用户收到信息后要判断信息的正确性，若不正确，则用户就要把出错信息报告给信息的发送者，以便发送者采取纠正措施;
 - 通过用户的这些措施，可将不可靠服务变成可靠服务;
 - (3) 有应答服务和无应答服务
 - 有应答服务 ->
 - 指接收方在收到数据后，向发送方给出相应的应答，该应由传输系统内部自动实现，而不由用户实现;
 - 发送的应答既可以是肯定应答，又可以是否定应答，通常在接收到的数据有错误时发送否定应答;
 - 例如：文件传输服务就是一种有应答服务;
 - 无应答服务 ->
 - 是指接收方收到数据后不自动给出应答;

- 若需要应答，则由高层实现；
- 例如：对于 `WWW` 服务，客户端收到服务器发送的页面文件后不给出应答；

概念：服务原语

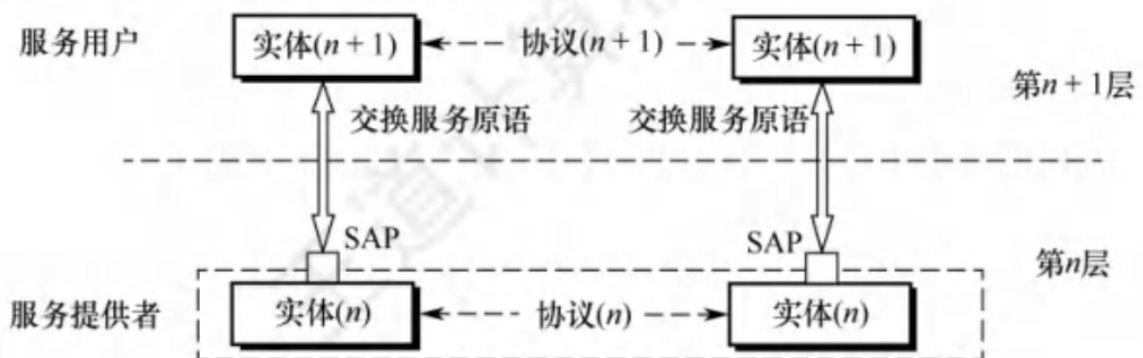
- 概念：
 - 当上层使用下层提供的服务时，必须与下层交换一些命令，这些命令称为服务原语；
 - 四类原语用于不同的功能，如建立连接、传输数据和断开连接等；
- 两类服务：
 - 有应答服务：包括全部四类原语；
 - 无应答服务：只有请求和指示两类原语；
- 四类原语：
 - 1. 请求 (Request)：由服务用户发往服务提供者，请求完成某项工作；
 - 2. 指示 (Indication)：由服务提供者发往服务用户，指示用户做某件事情；
 - 3. 响应 (Response)：由服务用户发往服务提供者，作为对指示的响应；
 - 4. 证实 (Confirmation)：由服务提供者发往服务用户，作为对请求的证实；
- 图示：



服务和协议的区别

分析：服务和协议的区别

- 1. 服务是“垂直”的，协议是“水平”的；
- 2. 只有本层协议的实现，才能保证向上一层提供服务；
- 图示：



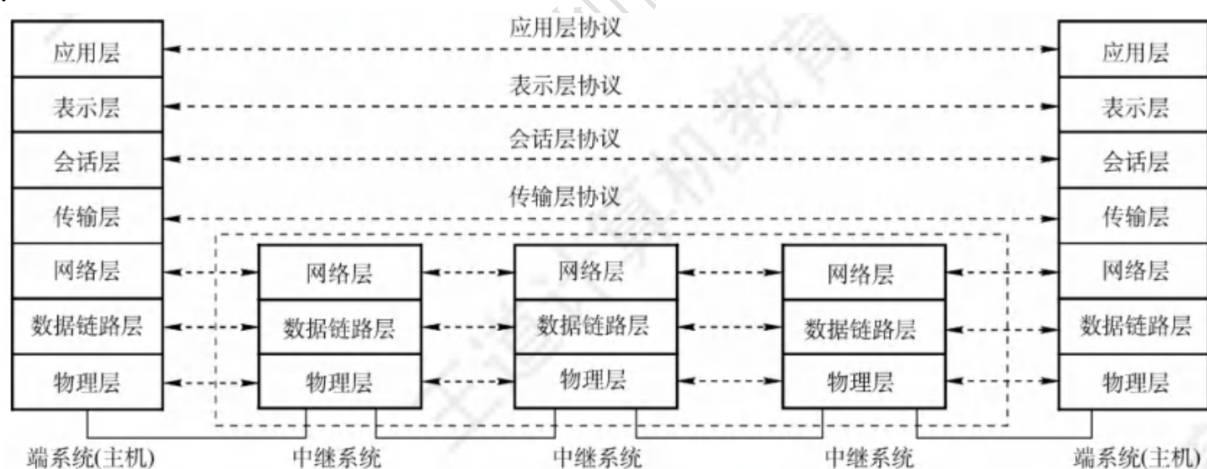
两类模型

OSI 参考模型

概念：OSI 参考模型

- 定义：
 - 国际标准化组织（ISO）提出的网络体系结构模型，称为开放系统互连参考模型（OSIRM），通常简称为 OSI 参考模型；
- 概念：
 - OSI 参考模型有 7 层，自下而上依次为 物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层；
 - 低三层统称通信子网，是为**联网而附加的通信设备**，完成数据的传输功能；
 - 高三层统称资源子网，相当于计算机系统，完成数据的处理等功能；
 - 传输层承上启下；
- 总结：
 - （1）提供端到端服务 -> 传输层
 - 真题：2009年
 - 端到端是针对**传输层**来说的，表示在两个应用程序（进程）之间进行通信；
 - （2）点到点 XXX 功能 -> 数据链路层或网络层
 - 真题：2022年
 - 若提问 XXX 功能建立两个节点上，它是基于 MAC 地址（数据链路层）或者 IP（网络层）；
 - 举例：实现两个**相邻结点**间流量控制功能的是数据链路层，不是传输层。因为传输层是端到端，而非相邻节点；

• 图示：



层次一：物理层

- 概念：
 - 在物理介质上为数据端设备**透明地传输原始比特流**；
 - 物理层主要定义数据终端设备（DTE）和数据通信设备（DCE）的物理与逻辑连接方法；
- 单位：
 - 比特；

层次二：数据链路层

- 概念：
 - 两台主机之间的数据传输总是在一段一段的链路上传送的，数据链路层将**网络层交来的 IP 分组封装成帧**，并且可靠地传输到相邻结点的网络层；

- 作用：
 - 加强物理层传输原始比特流的功能，将物理层提供的可能出错的物理连接**改造为逻辑上无差错的数据链路**，使之对网络层表现为一条无差错的链路；
- 单位：
 - 帧

层次三：网络层

- 概念：
 - 关心的是通信子网的运行控制；
 - 是将网络层的协议数据单元 (分组) 从源结点传输到目的结点，为分组交换网上的不同主机提供通信服务；
- 功能：
 - 路由选择、流量控制、拥塞控制、差错控制和网际互连等功能；
- 单位：
 - 数据报

层次四：传输层

- 概念：
 - 负责主机中两个进程之间的通信；
- 作用：
 - 为端到端连接提供可靠的传输服务；
 - 为端到端连接提供流量控制、差错控制、服务质量、数据传输管理等服务；

层次五：会话层

- 概念：
 - 会话层允许不同主机上的**各个进程之间进行会话**；
 - 为表示层实体或用户进程建立连接，并在连接上有序地传输数据，也称建立同步 (SYN)；
- 作用：
 - 负责管理主机间的会话进程，包括建立、管理和终止进程间的会话；
 - 会话层包含一种称为**检查点**的机制来维持可靠会话，使通信会话在通信失效时**从检查点继续恢复通信**，即断点下载的原理；

层次六：表示层

- 概念：
 - 处理在两个通信系统中交换信息的表示方式；
- 作用：
 - 同机器采用的编码和表示方法不同，为了使不同表示方法的数据和信息之间能够互相交换，表示层采用抽象的标准方法定义数据结构，并采用标准的编码形式；
 - 数据压缩、加密和解密也是表示层的功能；
- 真题：2013年
 - 数据格式的转换由应用层的相邻层实现，即由表示层实现；

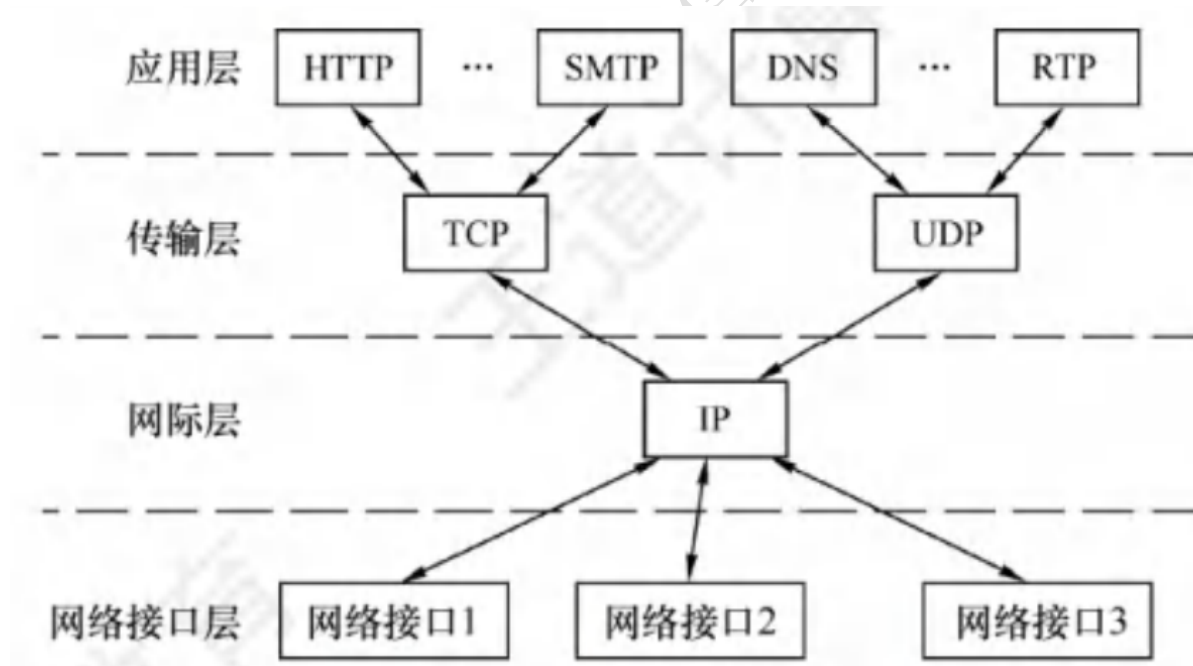
层次七：应用层

- 概念：
 - 用户与网络的接口；
- 作用：
 - 应用层为特定类型的网络应用提供访问 OSI 参考模型环境的手段；
 - 应用层采用不同的应用协议来解决不同类型的应用要求，因此应用层是最复杂的一层，使用的协议也最多；
 - 典型的协议有用于文件传送的 FTP、用于电子邮件的 SMTP、用于万维网的 HTTP 等；

TCP/IP 协议

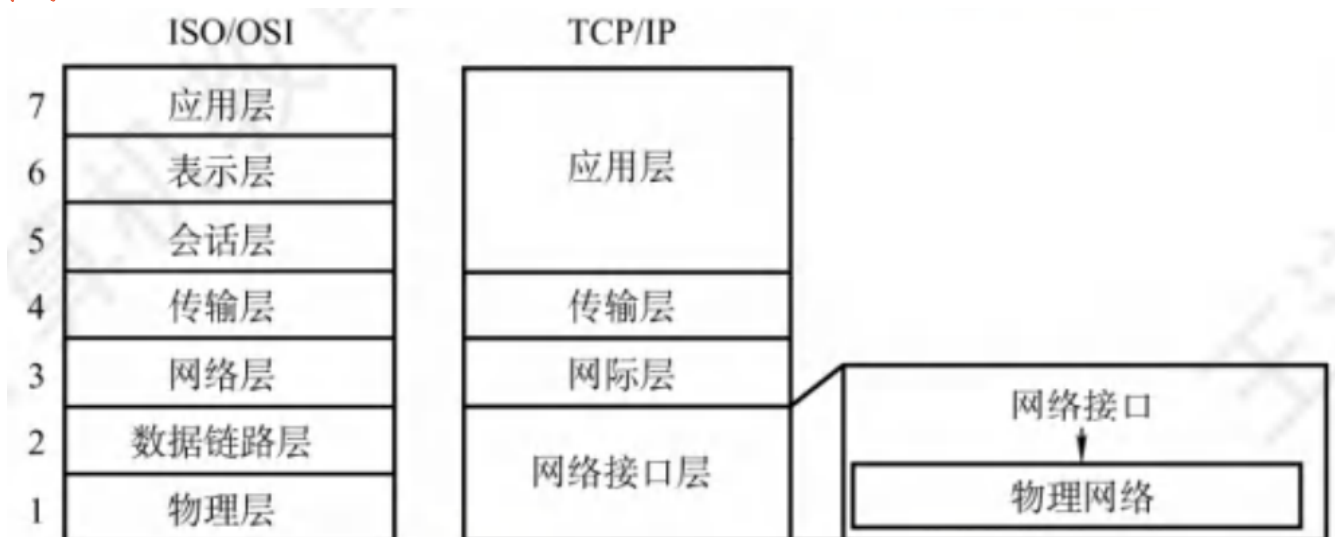
概念

- 概念：
 - 从低到高依次为网络接口层 (对应 OSI 参考模型的物理层和数据链路层)、网际层、传输层和应用层 (对应 OSI 参考模型的会话层、表示层和应用层)；
 - TCP/IP 因为得到广泛应用而成为事实上的国际标准；
 - 其中网络层提供的是无连接不可靠的数据报服务；
- 图示：



两类模型差别

图示



共同点

- 1. 二者都采取分层的体系结构，且分层的功能也大体相似；
- 2. 二者都是基于独立的协议栈的概念；
- 3. 二者都可解决异构网络的互连，实现不同厂家生产的计算机之间的通信；

不同点

- 1. OSI 参考模型的最大贡献是精确定义了三个主要概念 -> 服务、协议和接口，这与现代的面向对象程序设计思想非常吻合。而 TCP/IP 模型在这三个概念上没有明确区分；
- 2. OSI 参考模型是 7 层模型，而 TCP/IP 模型是 4 层结构；TCP/IP 模型将 OSI 参考模型的表示层和会话层的功能合并到了应用层，还将数据链路层和物理层合并为网络接口层；
- 3. OSI 参考模型先有模型，后有协议规范，通用性良好，适合描述各种网络。TCP/IP 模型正好相反，即先有协议栈，后建立模型，因此不适合任何其他的非 TCP/IP 网络；
- 4. OSI 参考模型在网络层支持无连接和面向连接的通信，但在传输层仅有面向连接的通信；而 TCP/IP 模型认为可靠性是端到端的问题，因此它在网际层仅有一种无连接的通信模式，但传输层支持无连接和面向连接两种模式；

通信的数据传输过程

- 每个协议栈的顶端都是一个面向用户的接口，下面各层是为通信服务的协议；
- 用户传输的数据通常是用户能够理解的自然语言，通过应用层将自然语言转化为用于通信的通信数据；
- 通信数据到达传输层，作为传输层的数据部分（传输层 SDU），加上传输层的控制信息（传输层 PCI），组成传输层的 PDU；
- 下放到网络层后，就成为网络层的 SDU，加上网络层的 PCI，又组成了网络层的 PDU；
- 下放到数据链路层……
- 就这样层层下放，层层包裹，最后形成的数据包通过通信线路传输，到达接收方结点协议栈，接收方逆向逐层地拆开“包裹”，然后将收到的数据提交给用户；