

导论

互联网的组成

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，用来进行通信和资源共享。

- 端系统之间的通信方式：客户-服务器方式（C/S方式）和对等方式（P2P方式）

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）

- 功能：将消息从网络的任意源端送到任意目的端

交换

电路交换——整个报文的比特流连续地从源点直达终点，好像在一个管道中送达。

特点：

通话的两个用户始终占用端到端的通信资源

分组交换——单个分组（这只是整个报文的一部分）传送到相邻节点，存储下来后查找转发表，转发到下一个节点。

路由器用来转发分组进行分组交换

优点：

高效、灵活、迅速、可靠

问题：

排队时延、不保证带宽、增加开销

报文交换——整个报文先传送到相邻节点，全部存储下来后查找转发表，转发到下一个节点。

三种交换定性比较：

- 若要连续传送大量的数据，且其传送时间远大于连接建立时间，则电路交换的传输速率较快。
- 报文交换和分组交换不需要预先分配传输带宽，在传送突发数据时可提高整个网络的信道利用率。
- 由于一个分组的长度往往远小于整个报文的长度，因此分组交换比报文交换的时延小，同时也具有更好的灵活性。

分组在互联网转发（分组交换）

- 根据首部中包含的目的地址、源地址等控制信息转发
- 每一个分组在互联网中独立选择传输路径
- 位于网络核心部分的路由器负责转发分组，即进行分组交换
- 路由器创建和动态维护转发表

网络设计方案——体系结构

分层结构

- 优点

- 各层之间独立
- 灵活性好
- 结构上可分割开
- 易于实现和维护
- 促进标准化
- 约束：层数
 - 太少—每一层协议太复杂
 - 太多—描述和综合各层功能困难

计算机网络的体系结构

- 计算机网络的分层及其各层协议的集合
- 计算机网络及其部件所应完成的功能的精确定义（抽象）

实现

- 遵循体系结构的前提下，用何种硬件或软件完成这些功能的问题
- 具体：真正在运行的计算机硬件和软件

体系结构层次术语

协议

- 网络协议，简称协议
- 网络中的对等层进行数据交换预建立的规则、标准或约定。
- 三个组成要素：
 - 语法：数据与控制信息的结构或格式
 - 语义：需要发出何种控制信息，完成何种动作以及做出何种响应
 - 同步：事件实现顺序的详细说明。
- 两种形式
 - 文字描述
 - 程序接口

协议（水平的）

- 各层协议实际上就是在各个对等层之间传递数据时的各项规定
- 协议数据单元 PDU：对等层次之间传送的数据单位

实体

- 各层协议的具体实现，由厂商决定，不同厂商之间可以存在区别
- 对应层发送或接收信息的硬件或软件进程

服务（垂直的）

- 在协议的控制下，两个对等实体间的通信使得本层能够向上一层提供服务
- 实现本层协议，需要使用下层所提供的服务

服务访问点 SAP

- 相邻两层的实体进行交互（即交换信息）的接口
- 抽象逻辑接口

服务数据单元 SDU

- 层与层之间交换的数据的单位
- SDU 纵向的；PDU 横向的
- 可以是多个 SDU 合成为一个 PDU，也可以是一个 SDU 划分为几个 PDU

计算机网络层次结构

OSI的七层协议体系结构

从下到上依次为：

物理层、数据链路层、网络层、运输层、会话层、表示层、应用层

TCP/IP的四层协议体系结构

从下到上依次为：

网络接口层（这一层并没有具体的内容）、网际层、运输层、应用层（各种应用层协议，如DNS，HTTP，SMTP等）

五层协议体系结构

从下到上依次为：

物理层、数据链路层、网络层、运输层、应用层

应用层

- 任务：通过应用进程间的交互来完成特定网络应用
- 协议：定义的是应用进程间通信和交互的规则
- 应用层交互的数据单元称为报文
- 例如：DNS，HTTP，SMTP

运输层

- 任务：负责向两台主机中进程之间的通信提供通用的数据传输服务
- 复用和分用
- 主要使用两种协议
 - 传输控制协议 TCP
 - 用户数据报协议 UDP

网络层

- 为分组交换网上的不同主机提供通信服务（端到端）
- 两个具体任务：路由选择、转发

数据链路层

- 实现两个相邻节点之间的通信（点到点）

- 在两个相邻节点间的链路上传送帧
- 差错检测：如发现有差错，就简单地丢弃出错帧。

物理层

- 实现比特（0 或 1）的物理信号传输
- 传递信息所利用的物理媒体，如双绞线、同轴电缆、光缆、无线信道等，并不属于物理层协议之内，而是物理层协议运行的媒介。

性能指标

从不同方面来度量计算机网络的性能

速率

数据的传送速率、数据率或比特率

带宽

在计算机网络中，带宽用来表示网络中某通道传送数据的能力，因此网络带宽表示在单位时间内网络中的某信道所能通过的“最高数据率”。单位与数据率单位相同bit/s

吞吐量

单位时间内通过某个网络（或信道、接口）的实际数据量

受网络的带宽或网络的额定速率的限制

- 额定速率是绝对上限值。
- 可能会远小于额定速率，甚至下降到零

有时可用每秒传送的字节数或帧数来表示

时延

数据从网络的一端发送到另一端所需要的时间

- 组成：
 - 发送时延：数据帧长度/发送速率
 - 传播时延：信道长度/信号在信道上的传播速率
 - 处理时延：主机或路由器在收到分组时，为处理分组所花费的时间
 - 排队时延：分组在路由器输入输出队列中排队等待处理和转发所经历的时延
- 总时延等于四者之和

对于高速网络链路，我们提高的仅仅是数据的发送速率，而不是比特在链路上的传播速率。提高数据的发送速率只是减小了数据的发送时延。

时延带宽积

时延带宽积 = 传播时延 × 带宽

往返时间RTT

表示从发送方发送完数据，到发送方收到来自接收方的确认总共经历的时间

在互联网中，往返时间还包括各中间结点的处理时延、排队时延以及转发数据时的发送时延

利用率

- 信道利用率：
 - 某信道有百分之几的时间是被利用的（即有数据通过）
 - 完全空闲的信道的利用率是零
- 网络利用率
 - 全网络的信道利用率的加权平均值
 - 时延与网络利用率的关系：根据排队论，当某信道的利用率增大时，时延会迅速增加。