

计算机网络复习

Edit by Seaky.

1 知识点

1. 传输层完成的是进程到进程的通信。
2. 传输层UDP检验和计算：
 - 将所有比特相加后进行反码运算
3. TCP中确认号 (acknowledgement,ACK)就是主机正在等待的数据的下一个字节序号。
4. In the **slow-start** algorithm, the size of the congestion window increases _____ until it reaches a threshold.
 - a) exponentially (指数地)
 - b) additively (相加地)
 - c) multiplicatively (相乘地)
 - d) suddenly (突然地)
5. 数据平面和控制平面的功能：
 - **数据平面**的主要功能是转发数据包，转发数据报从它们的输入链路到它们的输出链路。例如，数据平面输入端口执行终止传入物理链路的物理层功能在路由器处，执行链路层功能以在另一个路由器上与链路层互操作传入链路的一侧，并在输入端口上执行查找功能。
 - **控制平面**的主要功能是路由，即确定数据包从源到目的地的路径。控制平面负责执行路由协议，响应连接的上下链路，与远程控制器通信，并执行管理功能。
6. 举例说明为什么网络运营商可能希望一类数据包优先于另一类数据包。
 - 例如，携带网络管理信息的分组应当接收优先于常规用户流量。另一个示例是实时语音IP分组可能需要在非实时流量(如电子邮件)上接收优先级。
7. HOL阻塞：
 - 有时在输入端口队列中首先排队的数据包必须等待，因为它想要的输出端口没有可用的缓冲区空间被转发。当发生这种情况时，第一分组后面的所有分组被阻塞，即使它们的输出队列具有容纳它们的空间。发生HOL阻塞发生在输入端口处。
8. DHCP 协议，用于为网络内的 IP 地址分配提供快速、自动和集中的管理。它还用于在设备上配置正确的子网掩码、默认网关和 DNS 服务器信息。
9. OSPF是一种链路状态协议，使用洪泛链路状态信息和Dijkstra最低开销路径算法。
10. SDN框架的核心是**控制单元 (Control unit)**。
11. 面向连接的传输层协议：TCP；无连接的传输层协议：UDP。
12. UDP首部只有 4 个字段
13. UDP是无连接的协议：
 - 所有UDP数据包都被传输层独立处理
 - 在发送报文段之前，发送方和接收方的运输层实体之间没有握手
14. TCP中的rwnd会隔一段时间探测并更新
15. 假设主机 A 通过 TCP 连接向主机 B 发送一个大文件。A 发送的未确认字节数不能超过接收缓冲区的大小。
16. TCP首部的**接收窗口**字段：
 - 用于流量控制，指示接收方愿意接收的字节数量 (rwnd)。

17. 在TCP估计发送方与接收方的往返时间时：

- sampleRTT：样本RTT，波动较大
- TimeoutInterval：超时时延，是一个比较平稳的值

18. 循环冗余检测CRC：P291

19. ICMP（因特网控制报文协议）：最典型的用途是差错报告（error and diagnostic functions）

- 通常被认为时IP的一部分，但从体系结构上位于IP之上
- 网络层协议

20. TCP协议负责控制段的大小以及在 Web 客户端和 Web 服务器之间交换段的速率

21. 在电路交换网络中，在端系统间通信会话期间，预留了端系统间沿路径通信所需要的资源。

22. 以太网的最大传输单元（MTU）是1500字节

23. 以太网采用的多址协议是CSMA/CD。

24. DHCP顺序：

- 客户机发送 **DHCP DISCOVER**
- 接收到的DHCP服务器发送 **DHCP OFFER** 和IP地址
- 接收到IP地址的客户选择其中一个，向服务器发送**DHCP REQUEST**
- 接收到报文的DHCP服务器发送 **DHCP ACK**

25. 数据链路层使用**硬件地址（MAC）**来查找本地网络上的主机

26. 设计网络协议时考虑以下哪项？安全；合法；效率

27. 哪种媒体不是引导媒体？（）

- 双绞铜线（twisted-pair copper wire）
- 同轴电缆（a coaxial cable）
- 光纤（fiber optics）
- 卫星频道**

28. 链路层**多路访问协议（multiple access protocols）**：

- 信道划分协议（channel partitioning protocol）
 - 时分多路复用
 - 频分多路复用
 - 码分多址
- 随机接入协议（**RANDOM ACCESS protocol**）
 - 时隙aloha
 - aloha
 - csma
 - csma/cd
- 轮流协议（**TAKING-TURNS protocol**）

29. 在数据中心内部，外部请求首先被定向到**负载均衡器**，该负载均衡器的工作是将请求分发到主机，根据当前负载均衡主机之间的负载。

30. 实现广播的最明显技术是**洪泛方法**，其中源节点将数据包的副本发送给它的所有邻居。

31. FTP是基于TCP实现的

32. MAC地址通常存储在计算机的**网卡**上

33. 对IP数据报的组装通常发生在**目的主机**上。

34. **MTU: Maximum Transmit Unit**，最大传输单元，即物理接口（数据链路层）提供给它上层最大一次传输数据的大小，比如IP层、MPLS层等等，因为目前应用最多的接口是以太网，所以谈谈以太网口的MTU，假定其上层协议是IP，缺省MTU=1500，意思是：整个IP包最大从这个接口发送出去的是1500个字节。可以通过配置修改成更大或更小的值，只要在系统的边界值以内即可，但是切记要在链路的两端都要修改，而且要大小一样，如果不一样，会造成大侧的数据被小侧丢弃！
35. **MSS: Maximum Segment Size**，最大TCP分段大小，不包含TCP头和 option，只包含TCP Payload，TCP用来限制自己每次发送的最大分段尺寸。
36. 网络协议指的是计算机网络中互相通信的对等实体之间交换信息时所必须遵守的规则集合。
37. 网络接口是两个网络设备或协议层连接的点。
38. 主机中的链路层协议包括网卡的驱动和硬件形式的网卡，所以部分功能是以集成电路方式实现的。
39. 网络传输服务是通过主机的操作系统提供给应用程序的，操作系统以系统函数的方式，将传输服务提供给所有的应用程序。
40. 信息安全几个要求包括保密性、完整性、可鉴别、可用性。
41. FTP文件传输时，服务器和客户机的连接有两个，一个用于传命令，一个用于传输数据。
42. 与因特网相连的计算机和其他设备位于因特网的边缘，故而被称为网络边缘，又称端系统。
43. RIP的通告消息包含在UDP报文段中
44. OSPF的消息是封装在IP报文段中传输的
45. BGP的消息是通过TCP传递的
46. 路由器转发数据报时查表使用最长前缀匹配的原则
47. 以太网数据帧格式中的源地址和目标地址的最大长度是48个二进制位
48. 在帧结构中，数据区的范围处在46字节至 1500 字节之间
49. 协议定义了网络实体之间发送和接收消息的格式、顺序，以及对 msg 传输、接收采取的操作
50. 传输延迟：以 R bps 将 L 位数据包传输（推出） L 位数据包需要 L/R 秒
51. 存储和转发：整个数据包必须到达路由器才能在下一个链路上传输
52. 往返延迟： $2L/R$ ，假设传播延迟为零
53. 电路交换——常用于传统电话网络
54. 吞吐量：比特从发送方发送到接收方的速率（比特/时间单位）
55. 服务器：
- 永远在线的主机
 - 永久IP地址
 - 通常在数据中心，用于扩展
56. 客户：
- 联系，与服务器通信
 - 可能会间歇性连接
 - 可能有动态 IP 地址
 - 不要直接相互交流
57. 数据的完整性
- 某些应用程序（例如文件传输、网络交易）需要 100% 可靠的数据传输
 - 其他应用程序（例如音频）可以容忍一些损失

58. 吞吐量

- 某些应用程序（例如多媒体）需要最低吞吐量才能“有效”
- 其他应用程序（“弹性应用程序”）利用它们获得的任何吞吐量

59. 定时

- 一些应用程序（例如，互联网电话、互动游戏）需要低延迟才能“有效”

60. TCP服务：

- 发送和接收进程之间的可靠传输
- 流量控制：发送方不会压倒接收方
- 拥塞控制：网络过载时限制发送方
- 不提供：时序、最小吞吐量保证、安全性
- 面向连接：客户端和服务端进程之间需要设置

61. UDP服务：

- 发送和接收进程之间不可靠的数据传输
- 不提供：可靠性、流量控制、拥塞控制、定时、吞吐量保证、安全性或连接设置。

62. RTT（定义）：小数据包从客户端传输到服务器并返回的时间

- HTTP 响应时间（每个对象）：
- 一个 RTT 来发起 TCP 连接
- 一个用于 HTTP 请求的 RTT 和要返回的 HTTP 响应的前几个字节
- 对象/文件传输时间

63. Cookie 可用于：

- 授权
- 购物车
- 建议
- 用户会话状态（Web 电子邮件）

64. 数据平面的工作就是负责有条件地转换、转发以及观察进出服务实例的每个网络包

65. 控制平面指系统中用来传送指令、计算表项的部分。诸如协议报文转发、协议表项计算、维护等都属于控制平面的范畴。例如在路由系统中，负责路由协议学习、路由表项维护的进程就属于控制平面

2 协议

2.1 应用层协议

2.1.1 HTTP（Hyper Text Transfer Protocol，超文本传输协议）

- 基于TCP

2.1.2 FTP

- 基于TCP

2.1.3 SMTP

- 基于TCP

2.1.4 POP3

- 基于TCP

2.2 传输层协议

2.2.1 UDP (User Datagram Protocol, 用户数据报协议)

- 头部 8 字节

2.2.2 TCP (Transmission Control Protocol, 传输控制协议)

- 头部 20 字节
- 接收窗口 (16bit) 用于流量控制

2.2.2.1 三次握手过程

第一次握手：建立连接时，客户端向服务器发送一个SYN报文段（是一个特殊的TCP报文段，该报文段不包含数据，首部SYN标志位被置为1），同时客户机随机选择一个初始序号client_isn，并放置于该报文段的序号字段中，进入SYN_SEND状态，等待服务器确认；

SYN：同步序列编号(Synchronize Sequence Numbers)

第二次握手：服务器收到该数据报，必须确认客户的SYN，同时向客户发送允许连接的报文段（SYNACK报文段，不包含应用层数据），为该连接分配缓存和变量，该报文段SYN比特被置为1，首部确认号字段（ack）被置为client_isn+1，最后服务器选择自己的初始序号sever_isn，此时服务器进入SYN_RECV状态；

第三次握手：客户端收到服务器的SYNACK报文段，为该连接分配缓存和变量，向服务器发送确认报文段，最后一个报文段对服务器的允许连接的报文段进行了确认（sever_isn+1作为确认号），SYN比特被置为0，客户端和服务端进入ESTABLISHED状态,完成三次握手。

2.2.2.2 TCP实现可靠数据传输

TCP为了提供可靠传输：

(1) 首先，采用三次握手来建立TCP连接，四次握手来释放TCP连接，从而保证建立的传输信道是可靠的。

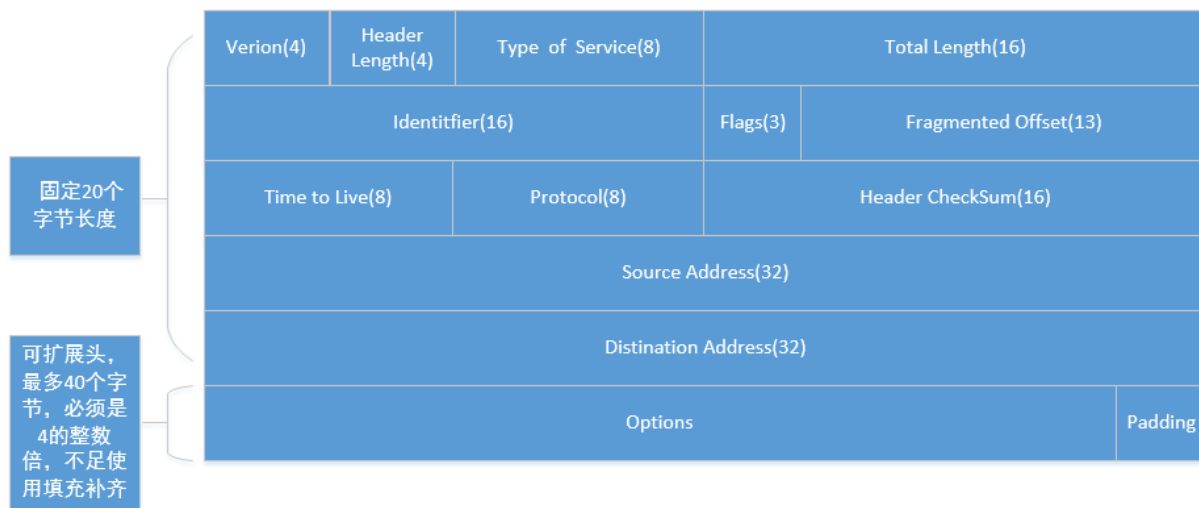
(2) 其次，TCP采用了连续ARQ协议（回退N，Go-back-N；超时自动重传）来保证数据传输的正确性，使用滑动窗口协议来保证接方能够及时处理所接收到的数据，进行流量控制。

(3) 最后，TCP使用慢开始、拥塞避免、快重传和快恢复来进行拥塞控制，避免网络拥塞。

2.3 网络层协议

2.3.1 ICMP (Internet Control Message Protocol, 因特网控制报文协议)

2.3.2 IP协议



2.4 链路层协议

2.4.1 OSPF（Open Shortest Path First，开放最短路径优先）

2.4.1.1 工作步骤

OSPF是Internet上的内部网关协议，运行在IP上，主要包括下列 5 个工作步骤：

1. 邻居发现
2. 测量到各邻居的代价
3. 构造链路状态数据包
4. 将链路状态数据包向网络中所有路由器发布
5. 构造网络拓扑结构并用最短路径算法计算路由

3 五层协议栈

3.1 各层的作用

3.1.1 物理层：比特

主要定义物理设备标准，如网线的接口类型、光纤的接口类型、各种传输介质的传输速率等。它的主要作用是传输比特流（就是由1、0转化为电流强弱来进行传输,到达目的地后在转化为1、0，也就是我们常说的数模转换与模数转换）。这一层的数据叫做比特。

3.1.2 数据链路层：帧

定义了如何让格式化数据以进行传输，以及如何让控制对物理介质的访问。这一层通常还提供错误检测和纠正，以确保数据的可靠传输。

3.1.3 网络层：数据报

在位于不同地理位置的网络中的两个主机系统之间提供连接和路径选择。Internet的发展使得从世界各站点访问信息的用户数大大增加，而网络层正是管理这种连接的层。

3.1.4 运输层：报文段/用户数据报

定义了一些传输数据的协议和端口号（WWW端口80等），如：

TCP（transmission control protocol – 传输控制协议，传输效率低，可靠性强，用于传输可靠性要求高，数据量大的数据）

UDP（user datagram protocol – 用户数据报协议，与TCP特性恰恰相反，用于传输可靠性要求不高，数据量小的数据，如QQ聊天数据就是通过这种方式传输的）。主要是将从下层接收的数据进行分段和传输，到达目的地址后再进行重组。常常把这一层数据叫做段。

3.1.5 会话层：

通过运输层（端口号：传输端口与接收端口）建立数据传输的通路。主要在你的系统之间发起会话或者接受会话请求（设备之间需要互相认识可以是IP也可以是MAC或者是主机名）

3.1.6 表示层：

可确保一个系统的应用层所发送的信息可以被另一个系统的应用层读取。例如，PC程序与另一台计算机进行通信，其中一台计算机使用扩展二一十进制交换码（EBCDIC），而另一台则使用美国信息交换标准码（ASCII）来表示相同的字符。如有必要，表示层会通过使用一种通格式来实现多种数据格式之间的转换。

3.1.7 应用层：报文

3.2 具体

3.2.1 第五层——应用层(application layer)

- **应用层(application layer)**：是体系结构中的最高。直接为用户的应用进程（例如电子邮件、文件传输和终端仿真）提供服务。
- 在因特网中的应用层协议很多，如支持万维网应用的HTTP协议，支持电子邮件的SMTP协议，支持文件传送的FTP协议，DNS，POP3，SNMP，Telnet等等。

3.2.2 第四层——运输层(transport layer)

- **运输层(transport layer)**：负责向两个主机中进程之间的通信提供服务。由于一个主机可同时运行多个进程，因此运输层有复用和分用的功能
- 复用，就是多个应用层进程可同时使用下面运输层的服务。
- 分用，就是把收到的信息分别交付给上面应用层中相应的进程。
- **运输层主要使用以下两种协议：**
 - (1) **传输控制协议TCP(Transmission Control Protocol)**：面向连接的，数据传输的单位是报文段，能够提供可靠的交付。
 - (2) **用户数据包协议UDP(User Datagram Protocol)**：无连接的，数据传输的单位是用户数据报，不保证提供可靠的交付，只能提供“尽最大努力交付”。

3.2.3 第三层——网络层(network layer)

- **网络层(network layer)**主要包括以下两个任务：
- (1) 负责为分组交换网上的不同主机提供通信服务。在发送数据时，网络层把运输层产生的报文段或用户数据报封装成分组或包进行传送。在TCP/IP体系中，由于网络层使用IP协议，因此分组也叫做IP数据报，或简称为数据报。
- (2) 选中合适的路由，使源主机运输层所传下来的分组，能够通过网络中的路由器找到目的主机。
- **协议：** IP,ICMP,IGMP,ARP,RARP

3.2.4 第二层——数据链路层(data link layer)

- **数据链路层(data link layer):** 常简称为链路层, 我们知道, 两个主机之间的数据传输, 总是在一段一段的链路上传送的, 也就是说, 在两个相邻结点之间传送数据是直接传送的(点对点), 这时就需要使用专门的链路层的协议。
- 在两个相邻结点之间传送数据时, 数据链路层将网络层交下来的IP数据报组装成帧(framing), 在两个相邻结点之间的链路上“透明”地传送帧中的数据。
- 每一帧包括数据和必要的控制信息(如同步信息、地址信息、差错控制等)。典型的帧长是几百字节到一千多字节。
- 注: “透明”是一个很重要的术语。它表示, 某一个实际存在的事物看起来却好像不存在一样。”在数据链路层透明传送数据”表示无论什么样的比特组合的数据都能够通过这个数据链路层。因此, 对所传送的数据来说, 这些数据就“看不见”数据链路层。或者说, 数据链路层对这些数据来说是透明的。
(1)在接收数据时, 控制信息使接收端能知道一个帧从哪个比特开始和到哪个比特结束。这样, 数据链路层在收到一个帧后, 就可从中提取出数据部分, 上交给网络层。
(2)控制信息还使接收端能检测到所收到的帧中有无差错。如发现有差错, 数据链路层就简单地丢弃这个出了差错的帧, 以免继续传送下去白白浪费网络资源。如需改正错误, 就由运输层的TCP协议来完成。

3.2.5 第一层——物理层(physical layer)

- **物理层(physical layer):** 在物理层上所传数据的单位是比特。物理层的任务就是透明地传送比特流。

4 问题

Q1: Consider the Internet protocol stack in Figures 1.23 and 4.31. Would you consider the ICMP protocol to be a network-layer protocol or a transport-layer protocol? Justify your answer

Q2: Consider the airline travel analogy in our discussion of layering in Section 1.5, and the addition of headers to protocol data units as they flow down the protocol stack. Is there an equivalent notion of header information that is added to passengers and baggage as they move down the airline protocol stack?

假设乘客和他/她的行李对应到达协议栈顶部的数据单元。当旅客办理登机手续时, 他/她的行李会被检查, 并在行李和车票上贴上标签。这是在行李层中添加的附加信息, 如果图1.20允许行李层在发送方实现服务或分离乘客和行李, 然后将它们重新统一(希望如此!)在目的地那边。当乘客经过安检时, 通常会在车票上加盖额外的印章, 表示乘客通过了安全检查。这些信息用于确保(例如, 通过以后对安全信息的检查)人员的安全转移。

Q3: 拥塞控制窗口是决定发送窗口, 也就是一次可以发送进入计算机网络报文段数目的唯一因素。

由cwnd和rwnd二者最小值决定