网常见知识

常见含义

ISP互联网服务提供商，如中国电信、中国联通等

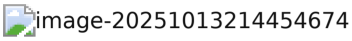
MAC 网络接口卡（网卡）在制造时固化的一个全球唯一标识符

RTT最小往返时延（考虑网络拥堵）

MSSTCP数据部分的最大长度

TCP/IP模型

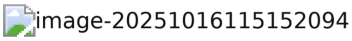
OSI和TCP/IP



如上图所示

- 我们使用的 `HTTPS` 、 `FTP` 、 `DHCP` 、以及 `HTTP` 都属于应用层
- `TCP` 、 `UDP` 都属于传输层
- `IP` 则属于网络层

一个应用场景，完美契合**TCP/IP**模型



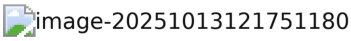
Socket

套接字，就是ip地址+端口号

TCP

核心：三握四挥

TCP首部会用掉**20**个字节



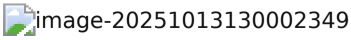
TCP报文里有**SYN**、**ACK**和**FIN**标识

- 设置为1就是开启这些标识
- 设置为0就是关闭这些标识

三次握手

流程

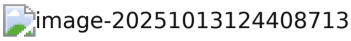
- 客户端发送SYN报文，并设置好序号
- 服务端发送SYN+ACK报文，设置序号，将确认号的值设置为客户端SYN报文的序号+1
- 客户端发送ACK报文，序号用服务端报文的确认号，确认号用服务端报文的序号+1



四次挥手

流程

- 主动断开方（可以是客户端，也可以是服务端）发送一个FIN和ACK报文，并设置好序号和确认号
- 被动断开方发送一个ACK报文，报文的序号为断开请求的确认号，报文的确认号为断开请求的序号**+1**
- 被动断开方还可以进行数据的发送，剩余数据发送完后，被动断开方会向主动断开方发送一个FIN+ACK结束响应报文
- 主动断开方在收到FIN+ACK断开响应报文后，还需要进行最后的确认，向被动断开方发送一个ACK确认报文，序号为被动断开方的确认号，确认号为被动断开方的序号**+1**



为什么要进行四次挥手?

因为服务端可能还有数据需要发送

TCP流量控制

目的主要是为了解决发送方发送数据过快导致接收方缓冲区溢出的问题

核心思想接收方通过告知发送方自己还有多少剩余的缓冲区空间来主动控制发送方的发送速率

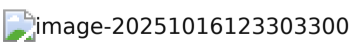
核心机制滑动窗口

工作流程

1. 连接建立时
    - 双方都会维护一个接收缓冲区
    - TCP首部中的 `Window` 字段表示当前可接收的窗口大小（ `rwnd` ），最大为65535字节
2. 数据传输中
    - 发送方发送数据后会等待ACK
    - 接收方每次ACK时，会带上当前的接收窗口大小
    - 发送方根据ACK中的 `rwnd` 调整自己的发送速率
3. 窗口滑动
    - 当接收方应用程序从接收缓存中取走部分数据时，空出来的空间就意味着窗口可以“滑动”
    - 接收方在下一次ACK中通知发送方新的窗口大小

窗口结构

- 发送方和接收方都有自己的窗口结构
- 发送方需要将数据分为发送+已确认，发送窗口，不能发送
    - 发送窗口还细分为可用窗口和已发送+未确认
        - 已发送+未确认可用于重传
        - 可用窗口则是表示可以发送的数据
- 接收方需要将数据分为接收+已确认，接收窗口，不能接收



拥塞控制

网络拥塞网络中的链路或者路由器过载时，会丢弃数据包

核心采用一系列方法控制拥塞窗口的大小，进而控制发送窗口的大小， `送窗口=min(拥塞窗口,接收窗口)`

流程

- 初始时设置 `ssthresh`（慢启动阈值），采用慢启动，初始化拥塞窗口 `cwnd` 为1MSS（TCP数据部分的最大长度）
- 初始拥塞窗口为1，呈现指数增长
- 到达 `ssthresh` 后呈线性增长，进入拥塞避免阶段
- 当发生超时重传时
  - 说明网络拥塞严重，重新回到慢启动
  - `ssthresh = cwnd / 2`
  - `cwnd` 被重置为1MSS
- 当收到3个重复的ACK时
  - 说明网络拥塞不那么严重，触发快速重传和快速恢复
  - `ssthresh = cwnd / 2`
  - `cwnd` 被重置为 `ssthresh` + 3MSS
  - 然后进入拥塞避免阶段（线性增长）

 image-20251016000006624

BBR

是Google提出的新一代**TC** 拥塞控制算法

- 不靠丢包来判断网络拥堵情况
- 靠实时估算网络能提供的最大带宽（**BtlBw**）和最小往返时延（**RTprop**）来控制发送速率
- $发送速率 \approx BtlBw \times RTprop$

UDP

无连接、不可靠的传输协议，常用在端口寻址、实施在线游戏、实时音视频传输等

特点

- 无连接：通信前不需要建立连接，直接发送数据包即可
- 不可靠交付：不提供确认、重传等机制
- 无拥塞控制：不管网络状况多差，UDP都会以恒定的速率发送数据
- 支持广播

UDP首部只用掉**8**个字节

 image-20251013121843576

IPV4和子网掩码

IPV4

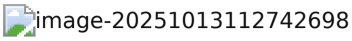
`ipv4` 是由**4**组**8**位二进制组成的，组之间用 `.` 隔开

`ip` 地址 = 网络号 + 主机号

- 网络号：同一个物理网络的所有设备，网络号是相同的
  - 路由寻址：路由器只关心目标**IP**地址的网络号，从而实现数据包的转发
- 主机号：IP地址中在特定网络内用于标识唯一设备的一部分
  - 最终交付：数据包到达目标网络后，路由器会查看目标**IP**的主机号，从而将数据包准确地发送给正确的设备

ip地址类型

- A类网络数为**128**，主机数为**16777216**
- B类网络数为**16384**，主机数为**65536**
- C类网络数为**2097152**，主机数为**256**



注意

- 网络地址的主机位全部为0，会占用1个ip，是整个网络的唯一标识
- 广播地址的主机位全部位1，会占用1个ip，向网络中所有设备发送广播
- 因此，C类网络只能分配 `256-2=254` 个ip地址

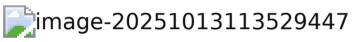
子网掩码

一个**32**位二进制数，为了划分网路号和主机号而产生的

- 相同的网络号会用子网掩码的**1**进行锁定
- 主机号为**0**的二进制位也会用子网掩码的**1**来进行锁定

也就是说，在子网掩码中

- **1**对应的位是网络位，标识一个子网。同一个子网内的所有IP地址，其网络位必须完全相同
- **0**对应的位是主机位，标识子网内的具体设备。主机位在子网内可变，且必须唯一



CIDR表示方法

看子网掩码中有多少个1，在IP地址后加 `/1的个数` 即可

IPV6

`ipv6` 地址是由**128**位二进制数组成，通常以十六进制形式表示，分为**8**组，每组**16**位二进制数（**4**个十六进制数字）用冒号分隔

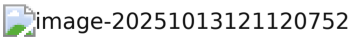
地址压缩

- 零压缩，连续的零组可以用双冒号（ `::` ）表示，但在一个地址中只能使用一次
- 前导零压缩，每组中的前导零可以省略，例如0001可以表示为1

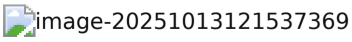
地址的组成部分

前缀，前缀用于标识网络部分，类似于IPv4中的网络地址，前缀长度通常以斜杠后跟数字的形式表示

接口标识符，用于标识网络中的具体接口，通常为后64位



地址类型



NAT

网络地址转换

image-20251013222829174

□□□

- □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ip□□□□□□NAT□□□□
- □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□NAT□□□□□□□□□□□□□

□□□

- □□□□□□□□□□□□NAT□□□□□□□□□□P2P□□
- □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□NAT□□□□□□□

□□□□□

NAT

□□

image-20251013221831854

- □□□□□□□□□□□□
- □□□□□□□□□□□□□□□□□□
- □□□□□□□□□□□□□□□□□

NAT□□

□□

image-20251013222040076

- □□□□□□□□□□□□□□□□□
- □□□□□□DHCP□□

□□

□□

image-20251013222333237

- □□□□□□□□□□□□□□□□□□□
- □□□□□□□□□□□□**DHCP**□□□□□□□IP□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□IP□□

DHCP

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□IP□□

□□□□

□□□□□□□□□□IP□□□□□□□IP□□□□□□□□□□□□□□□□□

DHCP□□

□□

- 客户端发送** `DHCP Discover` **
  - 传输层使用UDP进行数据传输，客户端使用68端口，服务端使用67端口
  - 网络层中，不知道源IP地址填写 `0.0.0.0` ，不知道目标IP地址填写 `255.255.255.255` ，这样交换机接受到之后就会进行广播
  - 数据链路层与IP地址道理相同

 image-20251014122953171

- DHCP服务器发送** `DHCP Offer` **，给客户端提供私有IP地址、子网掩码、网关、DNS
  - 网络层中DHCP服务器会发送确定的源IP地址和目标IP地址供客户端选择
  - 数据链路层中的MAC地址也同理

 image-20251014123604469

- 客户端进行** `DHCP Request` **，广播所有DHCP服务器客户端选择了哪个IP

 image-20251014123732540

- 服务端发送** `DHCP ACK` **，新设备可以开始上网

 image-20251014123747948

DNS

DNS默认使用**UDP**协议

- 不出现分片情况下，UDP协议最大有效载荷是**512**字节以内
- 根服务器地址需要塞进一个**UDP**包里，最多只能放下**13**组记录

域名结构树

- 顶层的根 `.` 是由一群服务器组成的，这群服务器只用了**13**个域名

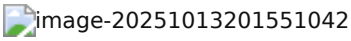
 image-20251013200644701

域名服务器类型

 image-20251013201120277

DNS解析过程

1. 浏览器缓存□首先在浏览器检查是否有该域名对应的IP
2. 操作系统缓存□如果没有，浏览器会调用操作系统（如通过 `gethostbyname` 系统调用），检查本地的Hosts文件和操作系统DNS缓存
3. 本地**DNS**解析器□如果本地没有，请求会发送到配置的本地**DNS**服务器
4. 根域名服务器□若本地DNS解析器没有缓存，会向根域名服务器发起查询，根域名服务器只会返回负责你输入的域名的TLD（如 `.com` 、 `.cn` ）的顶级域服务器地址
5. 顶级域名服务器（**TLD**）□本地DNS服务器再向TLD服务器查询，得到权威域名服务器的地址
6. 权威域名服务器□最后，本地DNS服务器向权威域名服务器查询你输入的域名的IP
7. 返回并缓存□本地DNS服务器将IP地址返回给操作系统，并缓存该记录。操作系统再返回给浏览器，并缓存



DNS

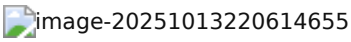
- `A` **IPv4**
- `AAAA` **IPv6**
- `CNAME`
- `MX`

SSH

SSH

SSH

- TCP
- SSH
- **SSH**
- `host` `host` `host` **`host`**
- `host`



SSH

`ssh-keygen` **`ssh-copy-id`**

HTTP

- Stateless
- HTTP1.1
- Header
- -

- 默认端口是**80**

核心概括

- **HTTP/1.1**：持久连接、明文文本、队头阻塞
- **HTTP/2**：二进制分帧、多路复用、头部压缩
- **HTTP/3**：基于QUIC/UDP、解决TCP队头阻塞、集成TLS

HTTP/1.1

默认是持久连接（**Keep-Alive**），且是明文发送

核心：发送一次HTTP请求，得到响应后才能进行下一次HTTP请求

- 报文格式：使用纯文本协议，明文传输，（请求/响应是ASCII文本，头部和Body分界），可读性高
    - 每次请求/响应都发送完整的头部，存在大量重复开销
    - 报文首部不压缩，报文主体压缩
- 靠多个**TCP**连接并发加载资源，数据包丢失时容易造成队头阻塞

HTTP2

实现多路复用：

- 在一个 TCP 连接上同时传输多个请求与响应，解决HTTP/1.1的队头阻塞问题（但仍存在TCP层的队头阻塞）

首部压缩：

- 使用动态表与静态表减少冗余，降低带宽占用

二进制分帧：

- 将报文拆分为首部帧和数据帧等类型
- 每个帧包含流标识符（`Stream_ID`），可按流独立组装

HTTP3

核心：整合

- 把传输层从**TCP**改为**QUIC**（基于**UDP**），解决**TCP**队头阻塞问题
- 保留HTTP2的二进制分帧
- 握手：在**QUIC**中集成**TLS1.3**握手

 image-20251014171229965

HTTPS

核心：通过非对称加密安全的交换一个对称加密的会话密钥

默认端口是**443**

是对`Http`的升级，后面的`S`指的是`SSL/TLS`

- `Https` = `Http` + `SSL/TLS`

- `SSL/TLS` 是一种加密安全协议，可以对发起http请求的请求和响应进行加密
- `SSL` 是 `TLS` 的前身，现在很多浏览器都支持 `TLS`

对称加密

加密和解密用的是同一个密钥

- 发送方用密钥和加密算法对明文进行加密
- 接收方用密钥和加密算法对密文进行还原

分发密钥时就会遇到挑战，通过网络传输的话密钥容易被黑客截取，黑客可以很轻松对密文进行还原

非对称加密

客户端和服务端各使用一把公钥和一把私钥，公钥可进行传递，用于加密，私钥不可泄漏，用于解密

- 发送方在网络上获取公钥，用自己的私钥和公钥对信息进行加密
- 接收方同样用私钥和公钥对信息进行解密
- 黑客无法知道私钥是什么，也就无法解密信息

image-20251012193353851

SSL证书

将网站的身份信息与一个公钥进行绑定，并由权威的证书颁发机构（**CA**）进行数字签名，证明其真实性

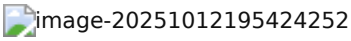
TLS1.2握手流程（在这之前，服务端和客户端会进行**TCP**连接）

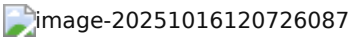
1. 客户端发送 `Client Hello`，TLS版本，加密套件和第**1**随机数（`Client Random`）给服务端
    - 第1随机数为一个由客户端生成的随机字符串
    - 客户端发送它支持的加密套件列表供服务端选择
2. 服务端发送 `Server Hello`，TLS版本，加密套件和第**2**随机数（`Server Random`）给客户端
    - 第2随机数为一个由服务端生成的随机字符串
    - 此时返回给客户端服务端所选择的加密套件
3. 服务端发送证书给客户端
    - 证书包含了服务器的公钥、域名、颁发机构、有效期等信息
4. 服务端进行 `Server Key Exchange`，发送自己的临时公钥
5. 服务端发送 `Server Hello Done`，告诉客户端信息发送完毕
6. 客户端验证证书，如果证书不通过，连接中止
7. 客户端生成一个预主密钥，使用服务端提供的公钥进行加密，然后发送给服务端
8. 服务端利用自己的私钥解密得到预主密钥
    - 客户端和服务端按照约定好的算法对这三个随机数生成相同的会话密钥
9. 客户端告诉服务端切换密码规范，使用刚刚生成的会话密钥对会话内容进行加密
10. 客户端发送 `Client Finished` 完成消息
11. 服务端发送 `Finished` 消息

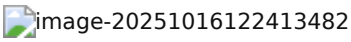
TLS1.3将握手往返次数从**2**次减少到**1**次，显著降低了延迟，会话密钥都是由对方公钥加上自己的私钥和公钥生成的

握手总结

- 预主密钥是客户端生成的第3个随机数
- 后续的信息传输使用会话密钥







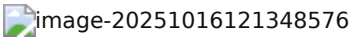


image-20251012195424252

QUIC

对协议层进行重构

- 融合了 `HTTP2` 、 `TLS` 、 `TCP` 的特征
- 顶层使用 `HTTP3`
- 传输层使用 `UDP`
- 使用 `QPACK` 进行数据压缩

image-20251016120726087

QUIC数据包

- 应用数据拆分成QUIC流
- QUIC流组合成QUIC帧
- QUIC帧连接成QUIC包

image-20251016122413482

传输时延

- 首次通信是1RTT，此时首部数据会较长，后续加密通信首部会较短
- 通信的恢复是0RTT

image-20251016121348576

加密

- QUIC对连接ID等信息进行了加密
- 导致ISP难以根据连接ID进行流量监测

image-20251016122723629