



运输层：从端口到 拥塞控制



汇报人：甘芝清 黄慧雯 林银蕊

汇报日期：2025/12/26



目录

CONTENTS



/ 01 . 运输层角色与端口

/ 02 . UDP极简之道

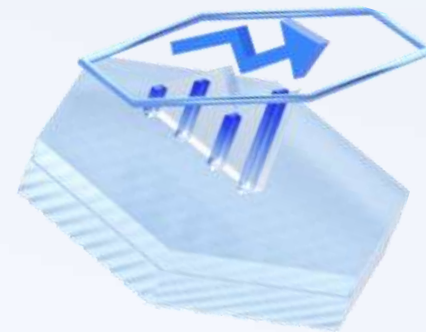
/ 03 . TCP连接与字节流

/ 04 . TCP报文与可靠传输

/ 05 . 流量与拥塞双控

/ 06 . 连接生死与协议对比

/ 07 . 本章回顾与展望





运输层角色与端口

01



端到端逻辑通信的守门人

运输层：为应用进程提供端到端服务，屏蔽网络核心细节



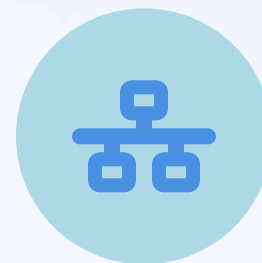
应用层

应用进程



运输层

进程到进程 (端到端)



网络层

主机到主机

复用 (Multiplexing)

多个应用进程可同时使用运输层服务

分用 (Demultiplexing)

将数据正确交付给目的应用进程

端口：进程地址的16位门牌

端口号是一个16比特的标识符，用于标识本主机内的应用进程，只具有本地意义。

0

1024

49152

熟知端口

0-1023 (如
HTTP:80)

登记端口

1024-49151

短暂端口

49152-65535



UDP极简之道

02



UDP: 无连接报文的原子投递

UDP将应用层报文视为一个整体进行发送，保留报文边界，不合并，不拆分。



无连接: 发送前无需建立连接

不可靠: 尽最大努力交付

低开销: 固定8字节首部

伪首部

校验和里的跨界借址

为确保数据正确送达端点，UDP计算校验和时会临时加入一个12字节的“伪首部”，包含源/目的IP地址等信息，用于验证数据的端到端完整性。

伪首部仅用于计算，不随数据报传输，是运输层与网络层协作的巧妙机制。

UDP 伪首部 (Pseudo Header)

源 IP 地址	32 bits
目的 IP 地址	32 bits
协议字段	8 bits (值为 17)
UDP 长度	16 bits



TCP连接与字节流

03



TCP：面向连接的可靠字节管道

TCP提供全双工、可靠、有序、无差错、不丢失、不重复的字节流服务。



发送方进程



TCP 连接



接收方进程

面向连接

通信前建立连接

可靠交付

无差错、不丢失、不重复

面向字节流

数据被视为无结构字节流

套接字 (Socket)

连接端点的二元坐标

TCP连接的端点不是主机，也不是进程，而是套接字。一个套接字由IP地址和端口号共同构成。

Socket = (IP地址 : 端口号)

客户端套接字
(cli_IP : cli_Port)



服务器套接字
(srv_IP : srv_Port)

一个TCP连接由一对套接字 (Socket1, Socket2) 唯一标识

。



TCP报文与可靠传输

04



TCP报文段首部：字段里的控制密码

固定首部20字节，包含实现可靠传输、流量控制和连接管理的关键字段。

序号 & 确认号

实现可靠传输的核心，按字节编号，确保数据有序、不丢失。

数据偏移

指示TCP首部长度，即数据部分从何处开始。

窗口

用于流量控制，告知对方自己的接收能力。

控制位 (6位)

SYN：建立连接, ACK：确认有效,
FIN：释放连接, RST：复位连接。

检验和

检验首部和数据部分，确保数据无误。

选项

可变长度，用于协商MSS、窗口扩大因子等。

滑动窗口：连续ARQ的效率引擎

允许发送方在未收到确认前连续发送多个分组，大大提高了信道利用率。

发送窗口

允许连续发送的数据范围



已发送并确认

已发送未确认 (发送窗口)

允许发送

不允许发送

接收窗口

允许接收的数据范围

窗口大小由接收方通告，实现流量控制。



流量与拥塞双控

05



流量控制

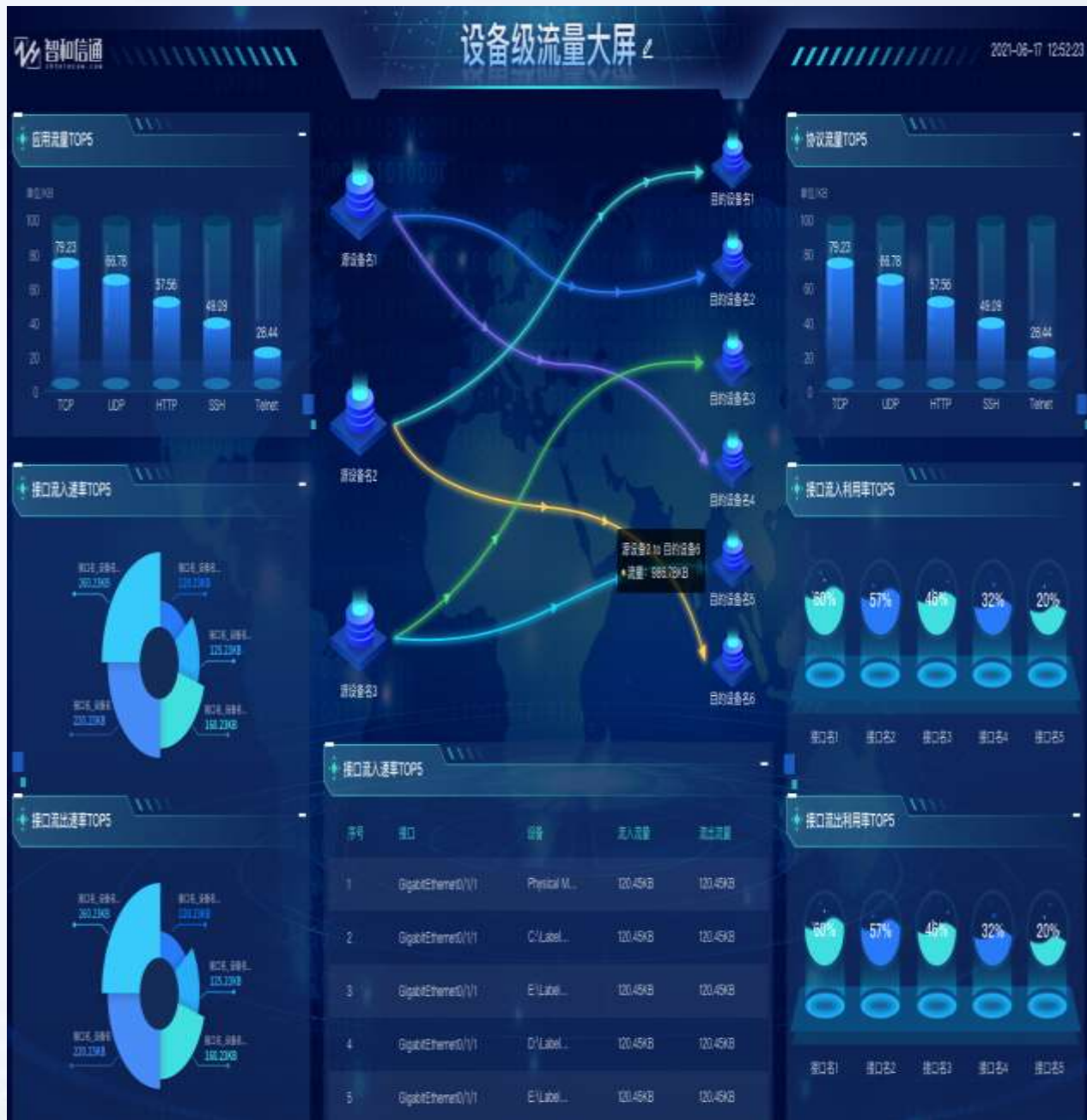
接收方说了算

流量控制的目的是让发送方的发送速率不要太快，要使接收方来得及接收。其核心机制是利用滑动窗口中的“窗口”字段。

接收方通过确认报文中的“窗口”字段，告知发送方自己还能接收多少数据。



发送方根据接收方告知的窗口大小，动态调整自己的发送窗口。

当接收方窗口为0时，发送方停止发送，并通过持续计时器和窗口探测报文防止死锁。



拥塞控制：网络拥堵的减速带

防止过多的数据注入网络，避免网络中的路由器或链路过载。

慢开始		指数增长
拥塞避免		线性增长
快重传		立即重传
快恢复		乘法减小



连接生死与协议对比

06



三次握手：同步与防旧的博弈

确保双方收发能力正常，并同步初始序列号，防止历史重复连接请求造成混乱。



通过三次交互，双方各自确认了对方的发送和接收能力，并同步了初始序列号。第三次握手可以捎带数据，提高效率。

四次挥手：双向关断的优雅

TCP连接是全双工的，每个方向都必须单独关闭，确保数据完全传输完毕。



主动方在发送最后一个ACK后，需等待 **2MSL (最长报文段寿命)** 时间，确保该ACK能到达被动方，并防止旧报文干扰新连接。

UDP vs TCP: 简洁与复杂的对望

UDP

无连接
不可靠交付
面向报文
无控制机制
首部8字节
适用实时应用

TCP

面向连接
可靠交付
面向字节流
有流量/拥塞控制
首部 ≥ 20 字节
适用文件传输



本章回顾与展望

07



五大要点串起运输层骨架

运输层通过一系列精妙机制，为应用层提供了从简单到复杂的端到端通信服务。



从TCP到新传输协议的 未来

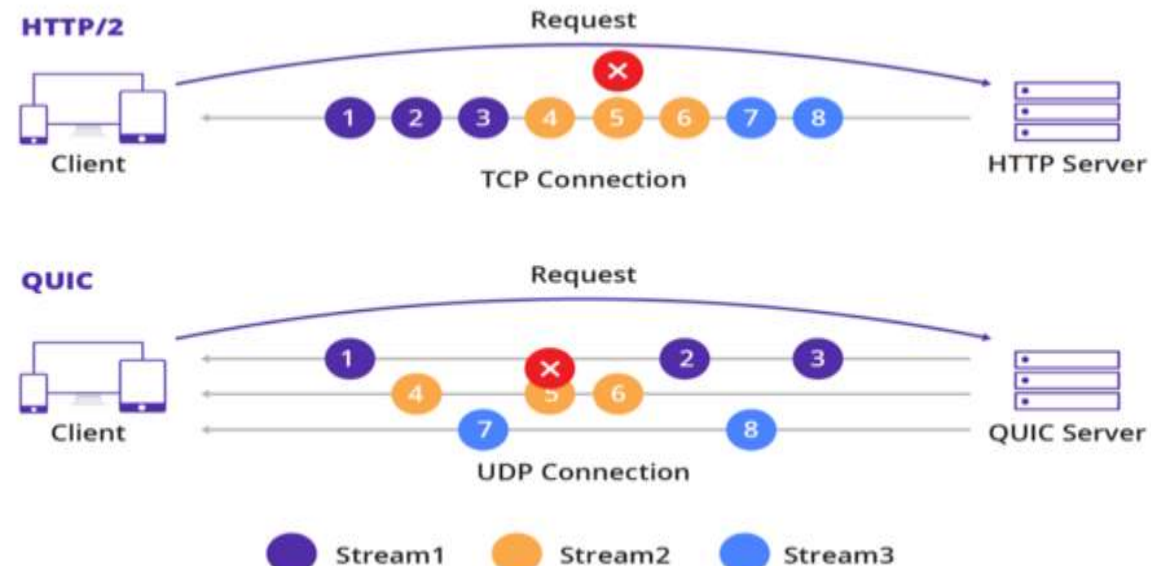
随着网络应用的发展，传统TCP的局限性日益凸显，催生了新的传输层协议和技术

QUIC (Quick UDP Internet Connections)

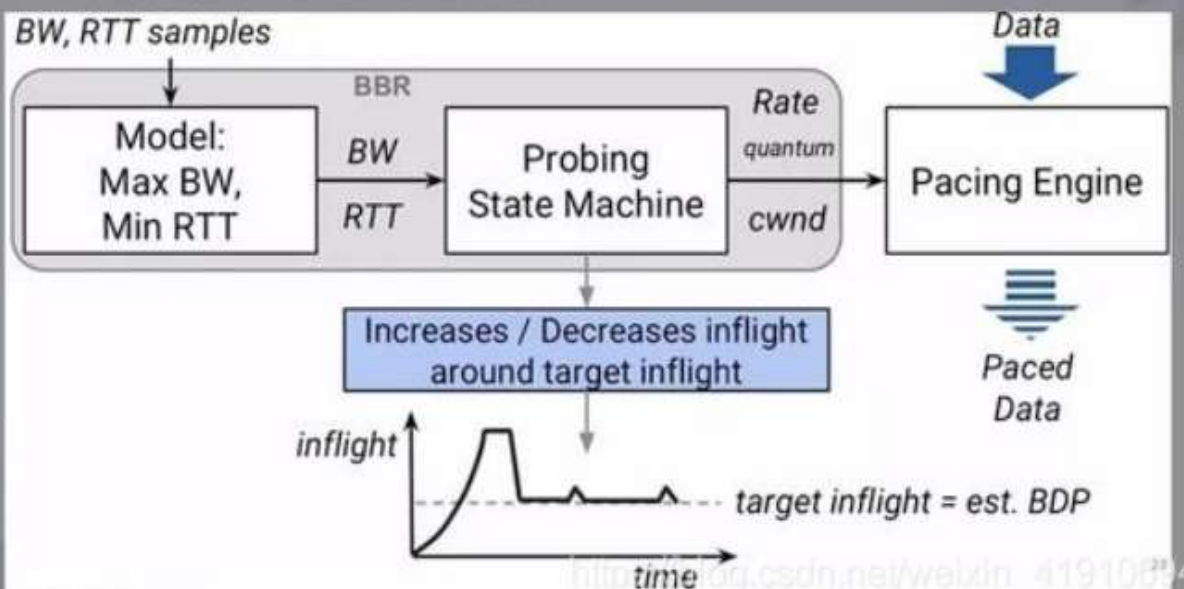
基于UDP构建，集成了TLS加密，实现了0-RTT握手、多路复用、前向纠错等新特性，有效解决了TCP的队头阻塞问题，是HTTP/3的底层协议。

新型拥塞控制算法

如BBR (Bottleneck Bandwidth and Round-trip propagation time) 算法，不再以丢包作为拥塞信号，而是基于带宽和RTT进行动态调整，更适应现代高速网络。



BBR结构图(控制面与数据面分离)





THANK YOU FOR READING!

感谢您的观看



汇报人：甘芝清 黄慧雯 林银蕊

汇报日期：2025/12/26