

电脑小队网络第一次培训

李玮博

目录

- 网络入门与基础参数
 - 网络连接过程
 - 浅析协议栈(*)
 - TCP和UDP协议(*)
-
- 课程主页: <https://dreaveler.github.io/net>

一 网络入门与基础参数

网络基本概念与为什么需要网络

- 电话系统比喻

可将网络类比为电话系统，电话系统中每个人有电话号码，能通过电话线互相通话，而计算机网络传输的是数据而非声音。

- 网络的本质

网络是连接多台计算机的设备，让它们可以共享信息、资源，如同现实中的道路网连接各个城市。

实现资源共享，如多台电脑共用一台打印机；信息传递迅速，发邮件、传文件瞬间完成；支持远程访问，在家也能访问办公室的电脑；可协同工作，多人同时编辑同一个文档。

用寄信理解网络通信

- 寄信过程
 - 寄信需经过写信、装信封、写地址、投递、邮局分拣、运输、收件人邮局、投递、收信人拆信等步骤。
- 网络通信对应关系
 - 网络通信中，数据对应信件，数据包对应信封，IP地址对应收件地址，发送对应投递，路由器对应邮局，网络传输对应运输，目标路由器对应收件人邮局，接收对应收件人接收，应用程序处理对应拆信。

网络通信的基本要素

- 地址问题

要解决数据发给谁的问题，通过IP地址来标识目标设备。

- 路径问题

需确定数据传输的路径，由路由来规划。

- 可靠问题

要保证数据完整到达，通过TCP协议解决。

- 识别问题

明确哪个程序接收数据，通过端口来区分。

IP地址详解

- 通俗理解
- IP地址就像现实中的家庭住址，如北京市海淀区颐和园路5号，在网络世界中如192.168.1.100，每台联网设备都需一个唯一的IP地址。
- 技术定义
- IP地址是Internet Protocol Address的缩写，用于标识网络中的设备位置，如同电话号码标识具体的电话机。
- 格式
- 目前最常用的IPv4地址由4个0 - 255的数字组成，用点分隔，如192.168.1.100，实际是32位二进制数，分成4段，每段8位。
- 作用
- 标识设备身份，如设备A：IP = 192.168.1.100；确定设备位置，网络部分标识设备所在网络，主机部分标识网络中的具体设备。

IP地址详解

- 分类

分为公有IP和私有IP，公有IP在互联网上唯一，如8.8.8.8；私有IP在局域网内部使用，不同局域网可重复使用，范围如10.0.0.0 - 10.255.255.255等；还有静态IP和动态IP，静态IP固定不变，适用于服务器等，动态IP自动获取，可能变化，适用于个人电脑等。

- 实际例子

家庭网络中，路由器IP为192.168.1.1，电脑IP为192.168.1.100，手机IP为192.168.1.101，打印机IP为192.168.1.50；访问网站时，浏览器输入域名，DNS服务将其转换为IP，如www.baidu.com转换为180.101.49.12，电脑向百度服务器发送请求并接收回复。

其他重要网络概念

- 子网掩码

作用是区分IP地址中哪些是网络部分，哪些是主机部分。例如IP地址192.168.1.100，子网掩码255.255.255.0，网络地址为192.168.1.0，广播地址为192.168.1.255，可用地址为192.168.1.1 - 254。

- 默认网关

是本地网络通往其他网络的出口。如电脑IP为192.168.1.100，要访问8.8.8.8，需将数据发送给默认网关192.168.1.1，由网关转发到互联网。

其他重要网络概念

- DNS服务器

负责把域名转换为IP地址。例如查询www.baidu.com的IP, DNS服务器会回复180.101.49.12。

- 端口

用于区分同一设备上的不同应用程序，如80对应HTTP（网页），443对应HTTPS（安全网页），21对应FTP（文件传输）等。

完整网络通信实例

- 准备阶段

电脑配置包括IP地址192.168.1.100，子网掩码255.255.255.0，默认网关192.168.1.1，DNS服务器8.8.8.8。

- 域名解析

在浏览器输入www.baidu.com，电脑向DNS服务器询问百度地址，DNS服务器回答为180.101.49.12。

- 发送请求

源地址为电脑IP 192.168.1.100，目标地址为百度服务器IP 180.101.49.12，数据经过默认网关192.168.1.1转发到互联网。

- 接收响应

百度服务器处理请求后返回网页数据，数据经过互联网到达网关，再由网关转发给电脑，浏览器显示网页。

动手实践建议

- Windows系统查看方法

按Win + R，输入cmd，再输入ipconfig，即可查看显示的网络信息。

- Mac/Linux系统查看方法

打开终端，输入ifconfig或ip addr，查看网络配置。

- 信息理解

IPv4地址如192.168.1.100是电脑地址，子网掩码255.255.255.0用于确定网络范围，默认网关192.168.1.1是路由器地址。

二 网络连接全过程详解

网络连接的基本流程概览

- 入住新家比喻

就像入住新家，需找房子（获取IP地址）、确定地址（IP配置）、找到大门（网关设置）、拿到电话本（DNS配置），最后开始通信（正常上网）。

- 技术流程

网络连接的技术流程为物理连接、获取IP地址、配置网络参数、建立通信，最终实现上网。

有线网络连接详细过程

- 物理连接阶段

硬件准备包括电脑网卡、网线、墙壁网口、楼宇交换机和校园网核心。链路建立需进行网卡检测、协商速率和链路激活。

- 自动获取IP地址（DHCP过程）

DHCP四步握手类似租房，电脑发出请求，服务器提供地址租约，电脑确认接受，服务器确认分配。获取信息包括IP地址、子网掩码、默认网关、DNS服务器和租期时间。

- 手动配置IP地址

适用于网络中无DHCP服务器、需固定IP地址的设备或特殊网络环境。配置内容有IP地址、子网掩码、默认网关和DNS服务器。

无线网络连接详细过程

- 扫描和发现网络

设备扫描可用网络，周围AP回复信息，用户可根据显示的信号强度和加密类型选择要连接的网络。

- 获取IP地址

过程与有线网络相同，通过无线AP获取网络配置，无线AP可想象为灯泡。

校园网特殊连接过程

- Web认证流程连接过程

连接WiFi获取IP地址后，打开浏览器访问任意网站会自动跳转到认证页面，输入学号、密码登录，认证成功开始计时即可正常上网。

- 技术原理

采用强制门户，未认证用户HTTP请求被重定向；登录后建立会话并定期检查；计费系统记录上网时长或流量。

网络连通性测试

- 连接建立后的自检过程

检查网关连通性通过ping网关；检查DNS解析通过DNS查询；检查外网连通性通过ping测试。

- 常见连接问题排查

无法获取IP地址可能是DHCP服务器故障、IP地址池耗尽或网络线路问题；能获取IP但无法上网可能是DNS配置错误、网关故障或认证未完成；无线连接频繁断开可能是信号强度弱、无线干扰或AP负载过高。

从点击到网页显示的全过程

- 完整数据流路径

数据流从电脑经无线AP/交换机、楼宇路由器、校园网核心、互联网到达目标网站。

- 访问百度首页详细步骤

包括准备阶段、域名解析、建立TCP连接、发送HTTP请求、接收响应、加载资源和显示网页。如域名解析时电脑向DNS查询，获取百度服务器IP地址。

不同设备的连接特点

- 电脑连接网络

Windows系统通过网络和共享中心管理连接，用ipconfig命令查看状态，支持多种连接方式；macOS系统在系统偏好设置 - 网络中操作，用ifconfig命令查看状态，可自动切换最佳网络；Linux系统使用NetworkManager或systemd - networkd，用ip addr命令查看状态，有强大的命令行配置工具。

- 手机连接网络

Android/iOS系统在设置 - WLAN中管理连接，自动记住密码，智能选择信号强的网络，支持移动数据与WiFi自动切换。

- 其他智能设备

物联网设备简化连接过程，可能使用静态IP，通过专有协议通信。

常见连接问题解决

- 无法上网解决方法

可尝试重启设备、重新插拔网线、忘记网络重新连接、手动设置DNS或联系网络管理员。

- 网络连接核心步骤

包括物理连接（插网线或连接WiFi）、获取地址（通过DHCP或手动配置）、认证登录（网页认证或客户端认证）和开始通信（通过网关访问互联网）。

- 关键概念回顾

IP地址是设备的网络身份证；网关是本地网络的大门；DNS是域名到IP的翻译官；DHCP是自动分配地址的服务员。

三 浅析协议栈

协议栈的基本概念

- 生动比喻解释

把网络通信比作国际商务合作，应用层如同公司领导决定要做什么，传输层像外贸部门打包、编号、确保送达，网络层似物流公司规划路线、处理跨境，链路层如本地快递员在小区内送货，物理层是运输工具（卡车、飞机），协议栈就是整个从决策到送达的完整流程体系。

- 正式定义阐述

协议栈（Protocol Stack）是一组网络协议的分层集合，每层解决特定的通信问题，层与层之间通过接口交互，数据从上到下封装，从下到上解封装。

- 工作流程概述

协议栈的工作流程包括数据发送时的封装和数据接收时的解封装，确保网络通信的有序进行。

经典协议栈模型

- OSI七层模型

第7层应用层为用户应用程序提供网络服务；第6层表示层进行数据格式转换、加密解密；第5层会话层建立、管理、终止会话；第4层传输层保障端到端连接和可靠性；第3层网络层负责寻址和路由选择；第2层数据链路层进行介质访问和差错控制；第1层物理层处理物理介质和信号传输。

- TCP/IP四层模型

应用层包含HTTP、FTP、SMTP、DNS等；传输层有TCP、UDP；网络层包括IP、ICMP、ARP；网络接口层有以太网、WiFi等，是实际应用中的标准。

- 现代五层模型

应用层处理应用程序数据；传输层是TCP/UDP头部加数据；网络层为IP头部加传输层数据；数据链路层是帧头加网络层数据加帧尾；物理层进行比特流传输，常用于教学。

协议栈的工作流程

- 数据发送过程（封装）

以发送网页请求为例，应用层生成HTTP请求，如“GET /index.html HTTP/1.1 Host: www.example.com”；传输层进行TCP封装，添加源端口、目标端口等信息；网络层进行IP封装，包含源IP、目标IP等；数据链路层进行以太网封装，有源MAC、目标MAC等；物理层转换为比特流通过网线或无线电波传输。

- 数据接收过程（解封装）

逆向过程，物理层接收比特流并组帧；数据链路层检查MAC地址并去除帧头帧尾；网络层检查IP地址并进行路由决策；传输层检查端口并重组数据段；应用层解析HTTP请求并生成响应。

各层协议详解

- 应用层协议家族

Web相关有HTTP/1.1、HTTP/2、HTTP/3、HTTPS；文件传输包括FTP、SFTP、TFTP；邮件协议有SMTP、POP3、IMAP；域名解析是DNS，使用UDP端口53，TCP用于大型响应。

- 传输层协议对比

TCP面向连接、可靠传输、有流量控制和拥塞控制，头部20 - 60字节，适用于网页、邮件、文件传输；UDP无连接、尽力而为、简单快速，头部8字节，适用于DNS、视频流、在线游戏。

- 网络层核心协议

IP协议有IPv4（32位地址，约43亿个）和IPv6（128位地址，近乎无限），功能为寻址、路由、数据包分片；配套协议有ICMP、ARP、IGMP。

- 数据链路层协议

有线网络采用以太网协议，有CSMA/CD，MAC地址48位；无线网络是802.11系列协议，有CSMA/CA冲突避免，支持多种加密方式。

协议栈实际实现

- 应用层协议家族

Web相关有HTTP/1.1、HTTP/2、HTTP/3、HTTPS；文件传输包括FTP、SFTP、TFTP；邮件协议有SMTP、POP3、IMAP；域名解析是DNS，使用UDP端口53，TCP用于大型响应。

- 传输层协议对比

TCP面向连接、可靠传输、有流量控制和拥塞控制，头部20 - 60字节，适用于网页、邮件、文件传输；UDP无连接、尽力而为、简单快速，头部8字节，适用于DNS、视频流、在线游戏。

- 网络层核心协议

IP协议有IPv4（32位地址，约43亿个）和IPv6（128位地址，近乎无限），功能为寻址、路由、数据包分片；配套协议有ICMP、ARP、IGMP。

- 数据链路层协议

有线网络采用以太网协议，有CSMA/CD，MAC地址48位；无线网络是802.11系列协议，有CSMA/CA冲突避免，支持多种加密方式。

- 路由配置实例

添加默认路由用“route add 0.0.0.0 mask 0.0.0.0 192.168.1.1”，查看路由表用“netstat -r”。

协议栈的交互过程

- 跨层交互示例

以访问网站为例，应用层发起，浏览器输入网址；DNS解析时应用层生成查询请求，经传输层、网络层等处理；HTTP连接建立涉及传输层的TCP三次握手和应用层的TLS握手、HTTP请求/响应。

- 协议栈故障排查

分层诊断方法：应用层问题表现为网站无法访问但能ping通；传输层问题是特定端口无法连接；网络层问题是无法ping通目标；数据链路层是本地网络连接断开；物理层是网线松动、信号中断。

- 常用诊断命令

网络层测试用“ping 8.8.8.8”；传输层测试用“telnet www.example.com 80”；路由追踪用“tracert www.example.com”；DNS测试用“nslookup www.example.com”。

协议栈的实际意义

- 对开发者的意义

是网络编程基础，如Socket编程可直接操作协议栈；有助于理解网络性能，可从应用层、传输层、网络层进行优化。

- 对网络工程师的意义

在网络设计方面，可根据应用需求选择协议，如实时音视频用UDP + 前向纠错，文件传输用TCP + 大窗口，物联网用CoAP + UDP；在故障诊断时可分层排查。

四 TCP和UDP协议

从生活场景理解传输层协议

- 传输层协议的必要性

在网络通信中，如同快递公司需不同服务满足多样需求，传输层协议也因不同场景的通信需求而存在。

- 可靠快递与TCP

可靠快递服务会确认包裹完好无损、签收后给发件人回执、丢失会重发且保证按顺序到达，对应TCP的可靠传输特性。

- 普通邮寄与UDP

普通邮寄直接投递，不确认是否收到、不保证完整性、速度快但可能丢失且不按顺序送达，对应UDP的快速传输特性。

TCP协议深度解析

- TCP的定义

TCP即传输控制协议，特点是可靠、有序、面向连接，如同打电话需先建立连接再通话最后挂断。

- 核心特性

包括可靠性保证（确认机制、超时重传、数据校验）、流量控制（滑动窗口机制）、拥塞控制（慢启动、拥塞避免）。

- 连接建立与终止

连接建立通过三次握手（SYN、SYN - ACK、ACK），连接终止通过四次挥手（FIN、ACK、FIN、ACK）。

- 数据包结构

包含源端口、目标端口、序列号、确认号、标志位、窗口大小等重要字段，头部20 - 60字节。

UDP协议深度解析

- UDP的定义

UDP即用户数据报协议，特点是快速、简单、无连接，类似寄明信片写好就寄，不确认是否收到。

- 核心特性

无连接，发送前无需建立连接；不可靠传输，不保证数据到达、顺序和进行错误恢复；开销小，头部仅8字节。

- 数据包结构

包含源端口、目标端口、长度、校验和等字段，源端口可选，校验和也可选。

技术细节深入与动手实验建议

- TCP的端口概念

端口用于区分同一设备上的不同应用程序，常见TCP端口有80（HTTP）、443（HTTPS）等。

- UDP的端口概念

常见UDP端口有53（DNS）、123（NTP）等，同样用于区分不同应用程序。

- Wireshark实验方法

观察TCP三次握手，可通过打开Wireshark抓包、访问网站、过滤数据包观察；观察UDP通信，可执行nslookup命令后过滤端口53的数据包。

谢谢大家！