

Lesson 13

Network Programming

ICS Seminar #1

张龄心

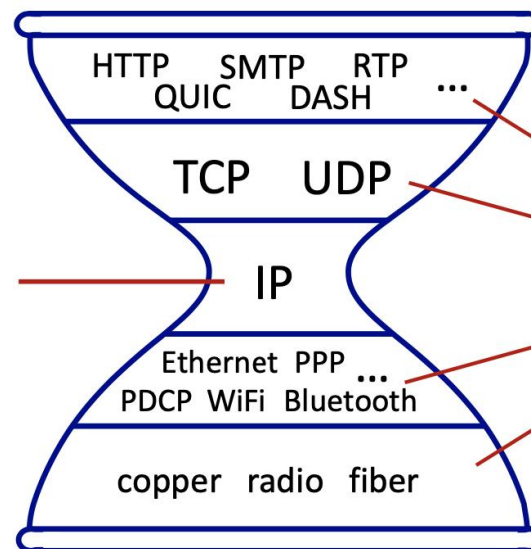
Dec 11, 2024

网络

- 网络分层: 5层 (也有7层版本)
 - 应用层: HTTP / HTTPS, SMTP/IMAP/POP3(邮件), DNS, FTP, Telnet
 - 传输层: TCP, UDP, SCTP
 - 网络层: IP
 - 链路层
 - 物理层

Internet's "thin waist":

- *one* network layer protocol: IP
- *must* be implemented by every (billions) of Internet-connected devices



many protocols in physical, link, transport, and application layers

网络

- 网络分层(7层版)



网络

- 由小到大:
 - LAN局域网
 - 以太网(一种LAN技术)
 - 以太网段; 集线器(hub); 以太网适配器, 全球唯一48位地址
 - 桥接以太网(注意结构层次); 网桥(bridge)
 - WAN广域网: 路由器连接若干LAN组成
 - 互联网络(internet): 路由器连接若干LAN和WAN
 - Internet和internet区别
- 协议(protocol): 命名机制 + 传送机制

网络

- LAN帧 = LAN帧头 + 互联网络包(有效载荷)
- 互联网络包 = 互联网络包头 + 用户数据(有效载荷)
- 传输过程(P645-646)
 - 主机上的协议软件: 负责添加/剥落包头和帧头
 - 路由器: 负责添加/剥落LAN帧头
- UDP: 不可靠 vs. TCP: 可靠, 全双工
 - IP: 不可靠

网络

- 网络字节顺序: 大端法 (可能需要相关函数进行转换)

```
#include <arpa/inet.h>
```

```
uint32_t htonl(uint32_t hostlong);
```

```
uint16_t htons(uint16_t hostshort);
```

Returns: value in network byte order

```
uint32_t ntohl(uint32_t netlong);
```

```
uint16_t ntohs(uint16_t netshort);
```

Returns: value in host byte order

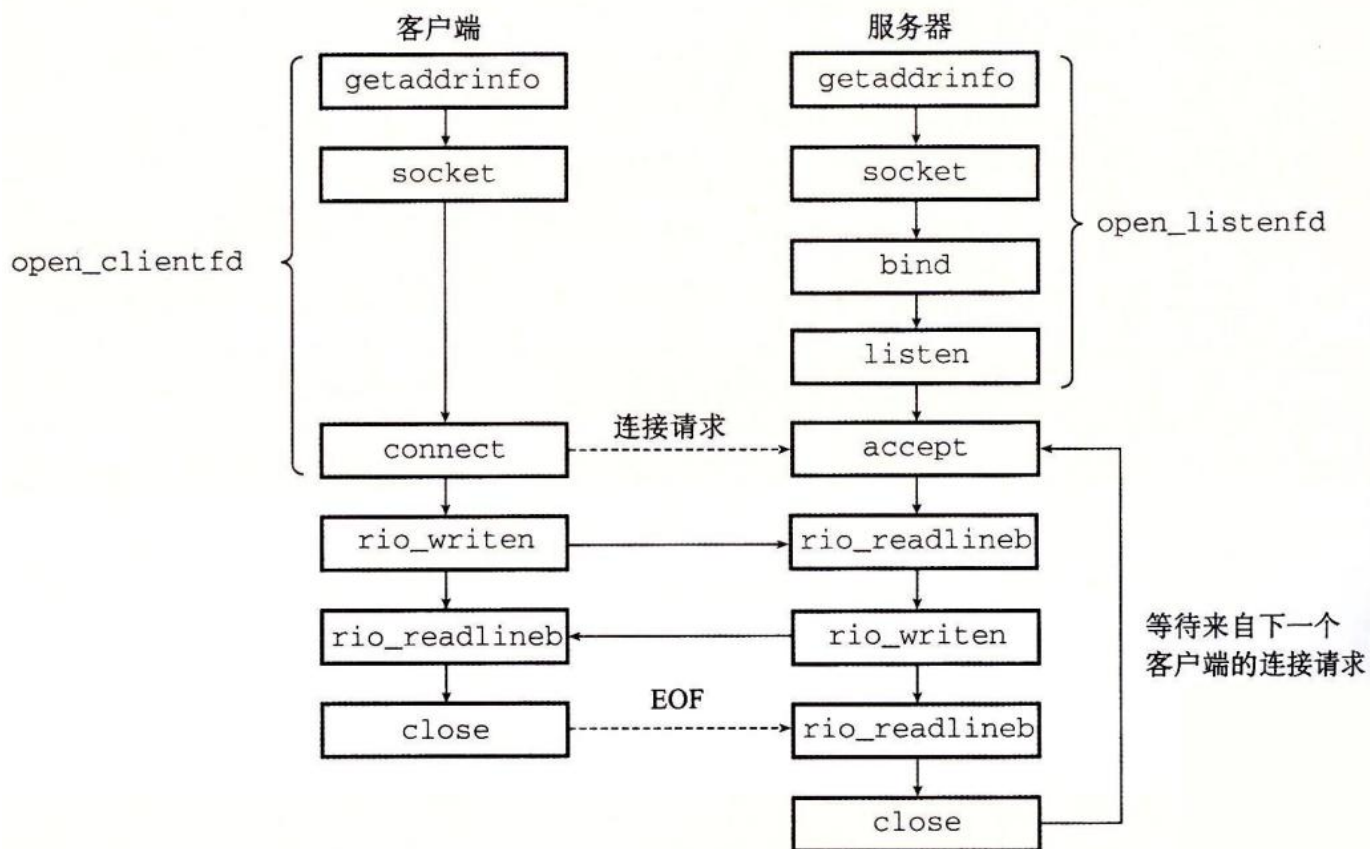
- IP地址: 点分十进制表示法 (x.x.x.x)
 - 命令 hostname 可以查看主机的点分十进制地址
 - 注意: 十六进制IP地址(0x....)和点分十进制表示法, 都是以字符串形式存储的

网络

- 域名: 树状层次结构
 - DNS(域名系统)维护域名集合和IP地址的映射
 - 域名和IP地址并非一一对应. 可以一对多, 也可以多对一
 - localhost: 回送地址127.0.0.1
- 端口: 表示服务类型, 由/etc/services文件维护
 - 一些知名端口号 (well-known ports)
 - 7: echo
 - 22: ssh
 - 25: smtp (电子邮件协议之一)
 - 80: http (web服务器)
 - 443: https (http secure, http的安全版本)

套接字

- 套接字: 一个连接由一个四元组唯一确定 (客户端/服务器的IP地址/端口)
(cliaddr:cliport, servaddr:servport)



套接字

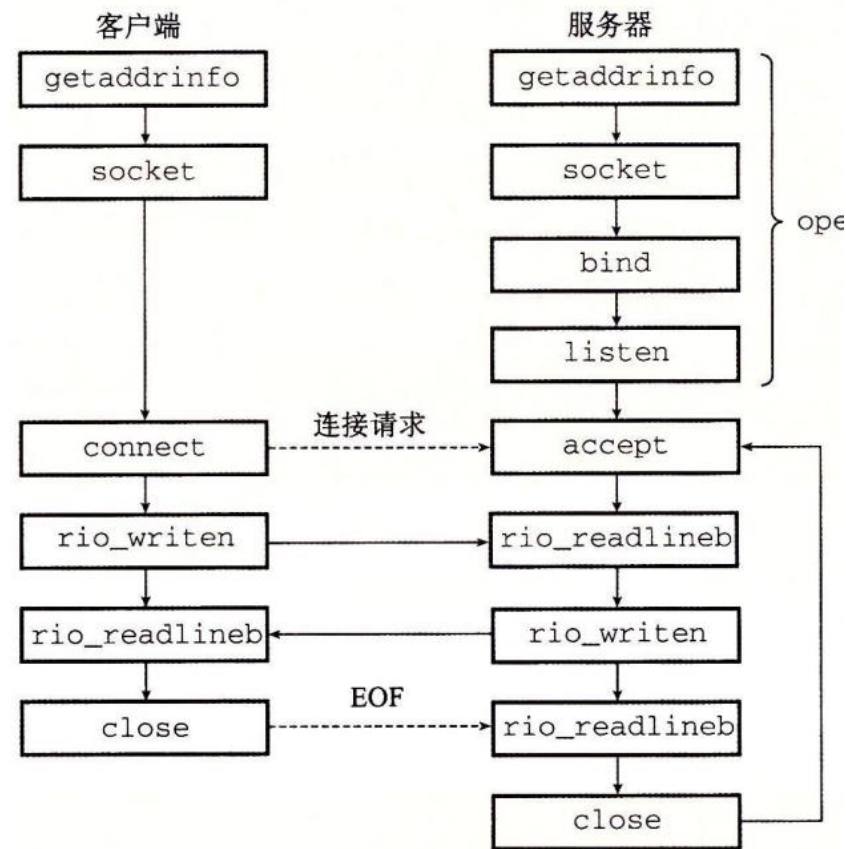
- Connect/Accept模型 (重要!)

(客户端)

- socket: 创建套接字描述符 (回顾: 描述符)
- connect: 客户端向服务器请求连接

(服务器)

- bind: 服务器将一个套接字地址和一个套接字描述符绑定, 用于后续listen(**侦听描述符**)
- listen: 服务器监听一个套接字描述符
 - 套接字描述符默认为**主动描述符**
- accept: 服务器接受客户端的connect要求



套接字

- 相关函数报菜名(请在proxylab中熟练)
 - 需要记忆参数/返回值等
 - 结构转换: getaddrinfo, getnameinfo
 - 辅助函数: open_clientfd, open_listenfd
- 注意: 有些函数的开头是大写, 说明是包装函数

网络编程

- HTML: 超文本标记语言 (.html)
- Web内容: MIME类型
- 服务器提供内容: 静态 / 动态
 - 静态内容(一个文件) / 动态内容(一个可执行程序)
- URL: 通用资源定位符 `https://www.baidu.com/s?tn=15007414_9_dg&ie=utf-8&wd=崩坏%20星穹铁道`
 - `www.baidu.com/s` 是可执行文件
 - `?`分割文件名和参数, `&`分隔参数 (注: `&`符号的英文是ampersand)
 - `%20`是空格(中文也会变成`%xx`形式)
 - `/` 不表示Linux根目录, 而是被请求内容类型的主目录.
 - `/` 也是最小的URL后缀, 只有 `/` 时会被拓展为默认主页

HTTP事务

- 调试: TELNET
- HTTP请求: 1个请求行 + 0~n个请求报头 + 空行(表示请求结束)
- HTTP响应: 1个响应行 + 0~n个响应报头 + 终止空行 + 响应主体
 - 状态码

状态代码	状态消息	描述
200	成功	处理请求无误
301	永久移动	内容已移动到location头中指定的主机上
400	错误请求	服务器不能理解请求
403	禁止	服务器无权访问所请求的文件
404	未发现	服务器不能找到所请求的文件
501	未实现	服务器不支持请求的方法
505	HTTP 版本不支持	服务器不支持请求的版本

例

【Web】使用浏览器打开网页 `www.pku.edu.cn` 的过程中，下列网络协议中，可能会被用到的网络协议有____个

- ① DNS ② TCP ③ IP ④ HTTP

例

【Web】使用浏览器打开网页 `www.pku.edu.cn` 的过程中，下列网络协议中，可能会被用到的网络协议有 4 个

① DNS ② TCP ③ IP ④ HTTP

例

假设有一个 HTTPS (基于 HTTP 的一种安全的应用层协议) 客户端程序想要 通过一个 URL 连接一个电子商务网络服务器获取一个文件, 并且这个服务器 URL 的 IP 地址是已知的, 以下哪种协议是一定不需要的?

A. HTTP B. TCP C. DNS D. SSL/TLS

例

假设有一个 HTTPS (基于 HTTP 的一种安全的应用层协议) 客户端程序想要 通过一个 URL 连接一个电子商务网络服务器获取一个文件, 并且这个服务器 URL 的 IP 地址是已知的, 以下哪种协议是一定不需要的?

A. HTTP B. TCP C. DNS D. SSL/TLS

C

DNS(域名系统): 维护域名集合和IP地址的映射

SSL/TLS: 传输层与应用层之间的加密协议

例

- () 套接字接口常常被用来创建网络应用
- () Windows 10 系统没有实现套接字接口
- () `getaddrinfo()` 和 `getnameinfo()` 可以被用于编写独立于特定版本的 IP 协议的程序
- () `socket()` 函数返回的描述符，可以使用标准 Unix I/O 函数进行读写

例

- () 套接字接口常常被用来创建网络应用
- () Windows 10 系统没有实现套接字接口
- () `getaddrinfo()` 和 `getnameinfo()` 可以被用于编写独立于特定版本的 IP 协议的程序
- () `socket()` 函数返回的描述符, 可以使用标准 Unix I/O 函数进行读写

T F T T

例

- () 在 client-server 模型中, server 通常使用监听套接字 `listenfd` 和多个 client 同时通信
- () 在 client-server 模型中, 套接字是一种文件标识符
- () 准确地说, IP 地址是用于标识主机的 adapter (network interface card), 并非主机
- () Web 是一种互联网协议
- () 域名和 IP 地址是一一对应的
- () Internet 是一种 internet

例

- () 在 client-server 模型中, server 通常使用监听套接字 `listenfd` 和多个 `client` 同时通信
- () 在 client-server 模型中, 套接字是一种文件标识符
- () 准确地说, IP 地址是用于标识主机的 `adapter` (network interface card), 并非主机
- () Web 是一种互联网协议
- () 域名和 IP 地址是一一对应的
- () Internet 是一种 internet

错对对错错对

说明:server 会为每一个 client 单独创建一个套接字进行通信;Web 是一种基于 HTTP 协议的互联网应用;一个域名可以对应多个 IP 地址, 一个 IP 地址也可以对应多个域名

例

- () HTTP 协议规定服务器端使用 80 端口提供服务
- () 使用 TCP 来实现数据传输一定是可靠的
- () Internet 上的两台的主机要通信必须先建立端到端连接
- () 在 Linux 中只能通过 Socket 接口进行网络编程
- () Web 浏览器与 web 服务器通信采用的协议是 HTML

例

- () HTTP 协议规定服务器端使用 80 端口提供服务
- () 使用 TCP 来实现数据传输一定是可靠的
- () Internet 上的两台的主机要通信必须先建立端到端连接
- () 在 Linux 中只能通过 Socket 接口进行网络编程
- () Web 浏览器与 web 服务器通信采用的协议是 HTML

错对错错错 80 是默认端口而非必须; IP 协议本身不基于连接, 传输层中的 UDP 协议便不基于连接; 可以通过网卡驱动接口直接收发数据; 应该是 HTTP

例

端口号的组合来表示。假设一个访问网页服务器的应用，客户端 IP 地址为 128.2.194.242，目标服务器端 IP 地址为 208.216.181.15，用户设置的代理服务器 IP 地址为 155.232.108.39。目标服务器同时提供网页服务（默认端口 80），和邮件服务（默认端口 25）。当客户端向目标服务器发送访问网页的请求时，下面 connection socket pairs 正确的一组是？答：（ ）

	客户端请求	代理请求
A	(128.2.194.242:25, 155.232.108.39:80)	(128.2.194.242:51213, 208.216.181.15:80)
B	(128.2.194.242:51213, 155.232.108.39:80)	(128.2.194.242:12306, 208.216.181.15:80)
C	(128.2.194.242:25, 208.216.181.15:80)	(155.232.108.39:51213, 208.216.181.15:80)
D	(128.2.194.242:51213, 208.216.181.15:80)	(155.232.108.39:12306, 208.216.181.15:80)

例

端口号的组合来表示。假设一个访问网页服务器的应用，客户端 IP 地址为 128.2.194.242，目标服务器端 IP 地址为 208.216.181.15，用户设置的代理服务器 IP 地址为 155.232.108.39。目标服务器同时提供网页服务（默认端口 80），和邮件服务（默认端口 25）。当客户端向目标服务器发送访问网页的请求时，下面 connection socket pairs 正确的一组是？答：（ ）

	客户端请求	代理请求
A	(128.2.194.242:25, 155.232.108.39:80)	(128.2.194.242:51213, 208.216.181.15:80)
B	(128.2.194.242:51213, 155.232.108.39:80)	(128.2.194.242:12306, 208.216.181.15:80)
C	(128.2.194.242:25, 208.216.181.15:80)	(155.232.108.39:51213, 208.216.181.15:80)
D	(128.2.194.242:51213, 208.216.181.15:80)	(155.232.108.39:12306, 208.216.181.15:80)

（客户端请求）这一段，客户端发送的请求，源地址是客户自己地址 128.2.194.242，端口号是临时端口号；目标地址仍是服务器地址 208.216.181.15:80 默认端口 80

（代理请求）这一段，代理发送的请求，源地址是代理自己地址 155.232.108.39，端口号是临时端口号；目标地址仍是服务器地址 208.216.181.15:80 默认端口 80。

所以，选项 D 正确。
（选项 A/B 中，目标地址不是代理的地址，而是目标服务器的地址。）
（选项 C 中，端口号 25 属于电子邮件应用默认端口号，不作为客户端的临时端口号。）

例

7. 下列与虚拟内存有关的说法中哪些是不对的？
- A. 操作系统为每个进程提供一个独立的页表，用于将其虚拟地址空间映射到物理地址空间。
 - B. MMU 使用页表进行地址翻译时，虚拟地址的虚拟页面偏移与物理地址的物理页面偏移是相同的。
 - C. 若某个进程的工作集大小超出了物理内存的大小，则可能出现抖动现象。
 - D. 动态内存分配管理，采用双向链表组织空闲块，使得首次适配的分配与释放均是空闲块数量的线性时间。

例

7. 下列与虚拟内存有关的说法中哪些是不对的？
- A. 操作系统为每个进程提供一个独立的页表，用于将其虚拟地址空间映射到物理地址空间。
 - B. MMU 使用页表进行地址翻译时，虚拟地址的虚拟页面偏移与物理地址的物理页面偏移是相同的。
 - C. 若某个进程的工作集大小超出了物理内存的大小，则可能出现抖动现象。
 - D. 动态内存分配管理，采用双向链表组织空闲块，使得首次适配的分配与释放均是空闲块数量的线性时间。

答案：D 首次释放不一定是空闲块数量的线性时间

Thank you!