

# 计算机网络

---

合肥工业大学  
计算机与信息学院

# 第八章 应用层

---

## □ 网络应用是网络发展的动力

- 20世纪70年代：文本电子邮件、远程访问、文件传输、新闻组.....
  - 90年代：www（万维网）
  - 20世纪末：即时通信，P2P文件共享
  - 2000年以后：视频通信、视频点播、社交软件...
-

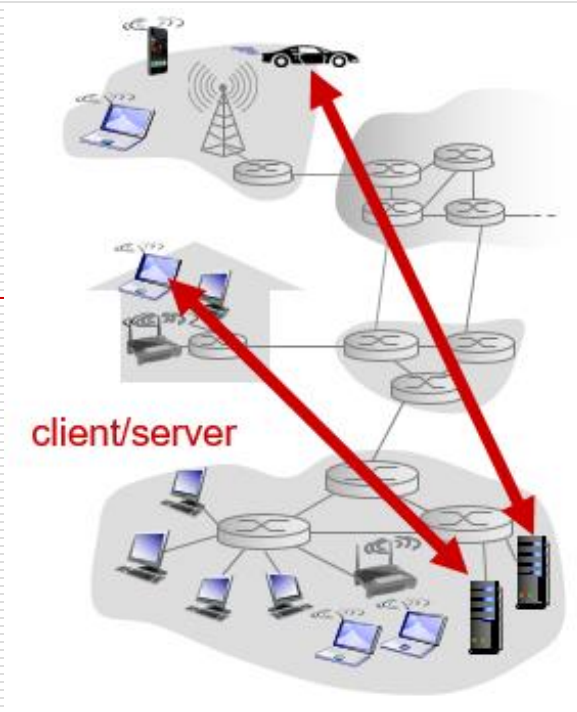
# 网络应用

- 运行在不同端系统上，并且能够通过网络彼此通信，实现一定功能的程序

C/S(client/server)

P2P(peer to peer)

1. Web和HTTP
2. 域名系统 DNS
3. 电子邮件和SMTP、POP3
4. 文件传输和FTP
5. 动态主机地址分配DHCP



# 1、Web应用和HTTP

## □ 万维网（World Wide Web）

搜索引擎（按需操作、超链接）



1. Browser: 请求、接收/显示web页面
2. Server: 给出响应， 返回Web页面
3. HTTP: 定义了请求/响应报文的格式

# HTTP

---

## □ 超文本传输协议（HyperText Transfer Protocol）

### ■ 两种类型的HTTP报文（请求/响应）

- ✓ 采用的传输层协议：TCP，
  - ✓ 服务端端口号：80
-

## □ HTTP 请求报文 (ASCII)

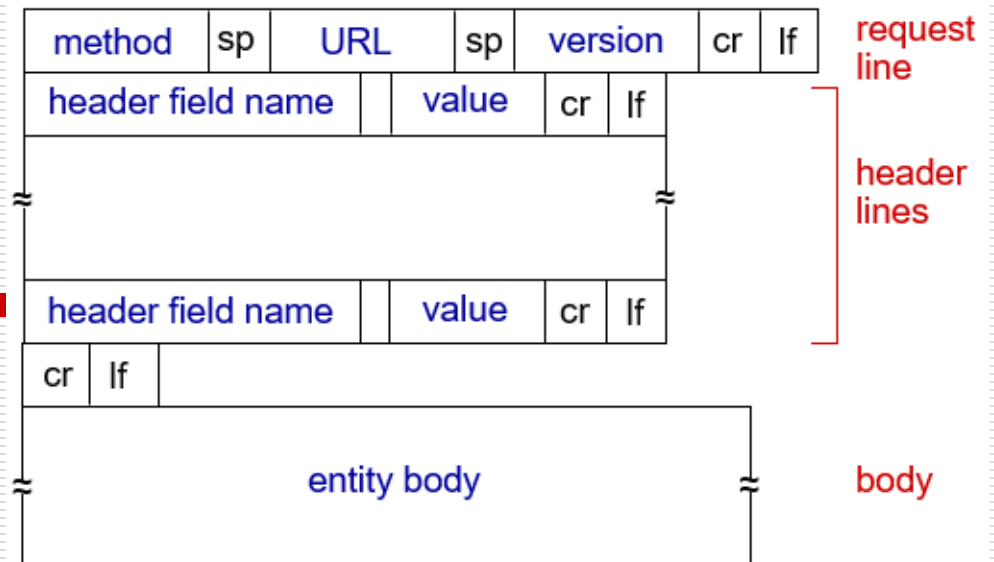
请求行 (GET, POST, HEAD 命令)

首部行

```
GET /somedir/page.html HTTP/1.1
Host: www.someschool.edu
User-agent: Mozilla/4.0
Connection: close
Accept-language: fr
```

换行回车符,  
表示报文结束

(一个额外的换行回车符)



请求行 (GET, POST,  
HEAD命令)

首部行

```
GET /somedir/page.html HTTP/1.1
Host: www.someschool.edu
User-agent: Mozilla/4.0
Connection: close
Accept-language: fr
```

换行回车符,  
表示报文结束

(一个额外的换行回车符)

## □ HTTP响应报文

状态行 (协议版本、  
状态码和相应状态信息)

HTTP/1.1 200 OK\r\n

首部行

Connection close\r\n

Date: Thu, 06 Aug 1998 12:00:15 GMT\r\n

Server: Apache/1.3.0 (Unix) \r\n

Last-Modified: Mon, 22 Jun 1998 .... \r\n

Content-Length: 6821\r\n

Content-Type: text/html\r\n

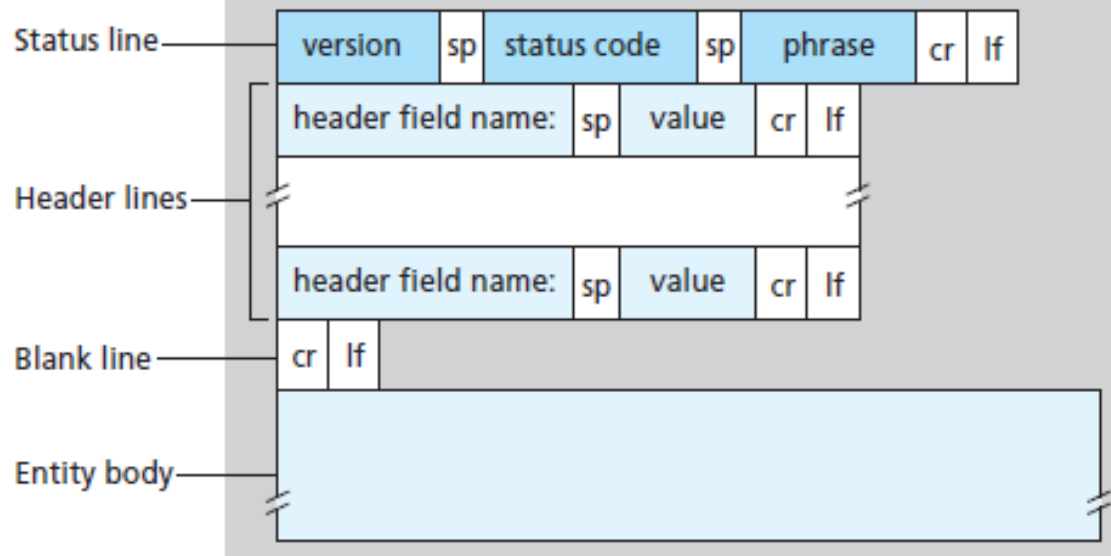
\r\n

数据, 如请求  
的HTML文件

\r\n

data data data data data ...





状态行 (协议版本、  
状态码和相应状态信息)

首部行

数据, 如请求  
的HTML文件

```
HTTP/1.1 200 OK\r\n
Connection close\r\n
Date: Thu, 06 Aug 1998 12:00:15 GMT\r\n
Server: Apache/1.3.0 (Unix) \r\n
Last-Modified: Mon, 22 Jun 1998 ..... \r\n
Content-Length: 6821\r\n
Content-Type: text/html\r\n
\r\n
\r\n
data data data data data ...
```

```
HTTP/1.1 200 OK\r\n
Date: Sun, 26 Sep 2010 20:09:20 GMT\r\n
Server: Apache/2.0.52 (CentOS)\r\n
Last-Modified: Tue, 30 Oct 2007 17:00:02
  GMT\r\n
ETag: "17dc6-a5c-bf716880"\r\n
Accept-Ranges: bytes\r\n
Content-Length: 2652\r\n
Keep-Alive: timeout=10, max=100\r\n
Connection: Keep-Alive\r\n
Content-Type: text/html; charset=ISO-8859-
  1\r\n
\r\n
data data data data data ...
```

状态行 (协议版本、  
状态码和相应状态信息)

首部行

数据, 如请求  
的HTML文件

```
HTTP/1.1 200 OK\r\n
Connection close\r\n
Date: Thu, 06 Aug 1998 12:00:15 GMT\r\n
Server: Apache/1.3.0 (Unix) \r\n
Last-Modified: Mon, 22 Jun 1998 ..... \r\n
Content-Length: 6821\r\n
Content-Type: text/html\r\n
\r\n
\r\n
data data data data data ...
```

---

## □ HTTP连接

- ✓ 非持续连接（http1.0）
- ✓ 持续连接（http1.1）

Connection: keep-alive/close

---

---

## □ 非持续连接（HTTP 1.0）

- ✓ 传输层：TCP
- ✓ 每个请求/响应报文经一个单独的TCP连接发送

Connection: close

---

### 一些术语

- **Web页**: 由一些**对象**组成
- 对象可以是HTML文件、JPEG图像、Java小程序、声音剪辑文件等
- Web页含有一个**基本的HTML文件**, 该基本HTML文件又包含若干对象的引用(链接)
- 通过**URL**对每个对象进行引用
  - 访问协议, 用户名, 口令字, 端口等;
- URL格式:

Prot://user:psw@www.someSchool.edu/someDept/pic.gif:port

协议名 用户:口令

主机名

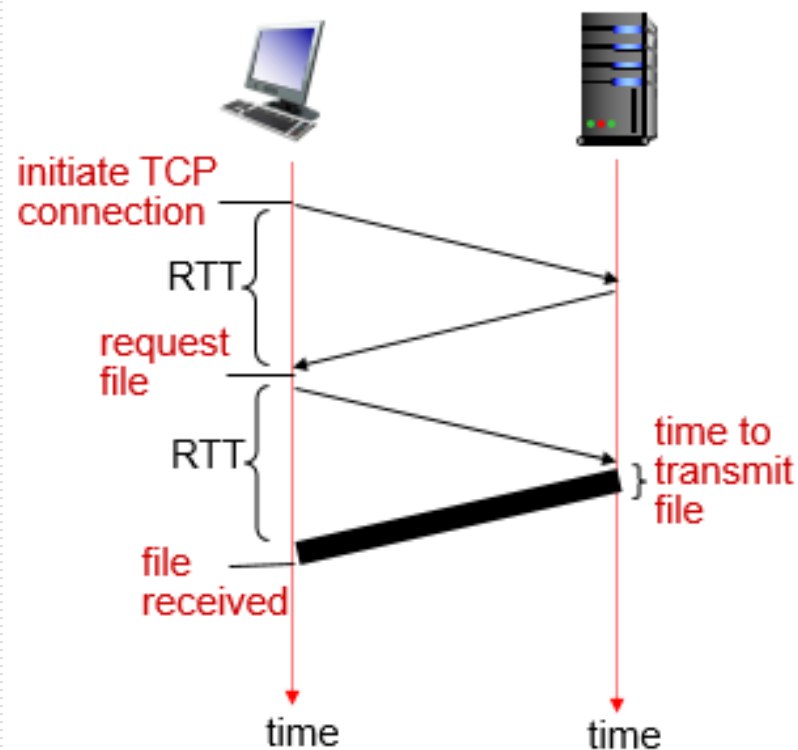
路径名 端口

# Web page: 1个html文件, 3个图像

□ 非持续连接

□ 响应1个对象

2RTT+文件传输时间



---

## □ 持续连接（HTTP 1.1）

- ✓ 保持TCP连接打开
- ✓ TCP连接经过一定时间没有使用，则关闭

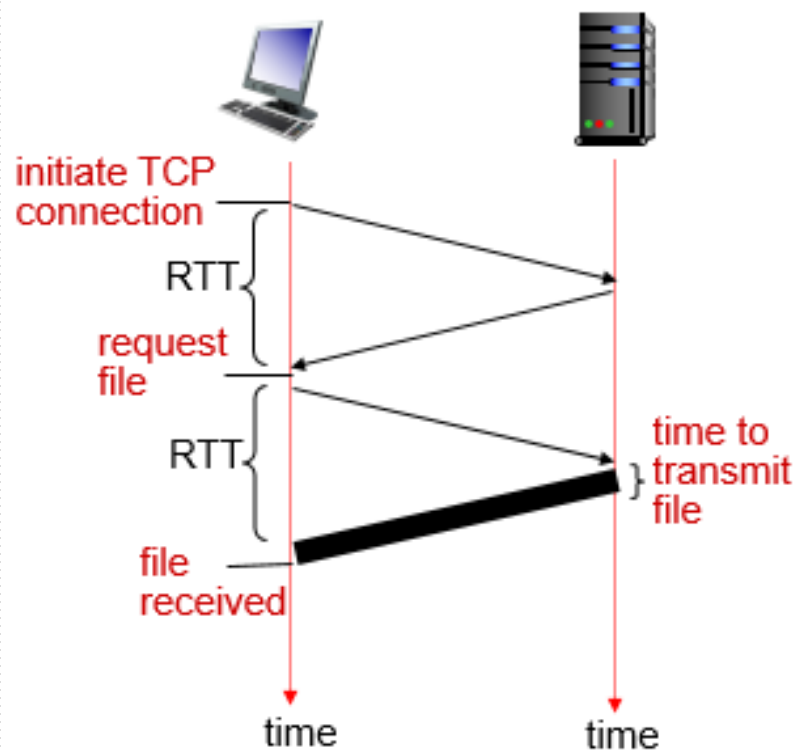
```
Keep-Alive: timeout=10, max=100\r\n
Connection: Keep-Alive\r\n
```

# Web page: 1个html文件, 3个图像

## □ 持续连接

✓ 流水线: 类似停等

✓ 非流水线: 类似滑动窗口





---

## □ HTTP：无状态协议

——服务器不保存关于客户端的任何信息

## □ Web站点需要识别用户？

- Cookie/Session

# 内容

---

1. Web和HTTP
  2. 域名系统 DNS
  3. 电子邮件和SMTP、POP3
  4. 文件传输和FTP
  5. 动态主机地址分配DHCP
-

## 2、域名系统 DNS

---

### □ 域名（Domain Name）

- 一种主机标识符: `www.hfut.edu.cn`
  - ✓ IP地址不方便人类记忆和使用
  - ✓ 用户提供访问主机的域名，DNS转换成网络地址
-

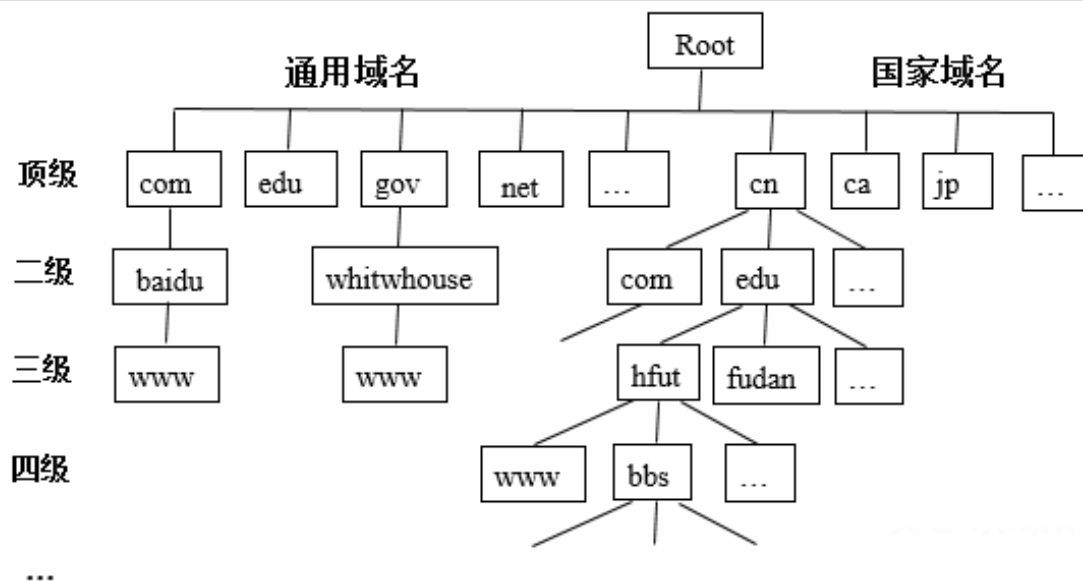
---

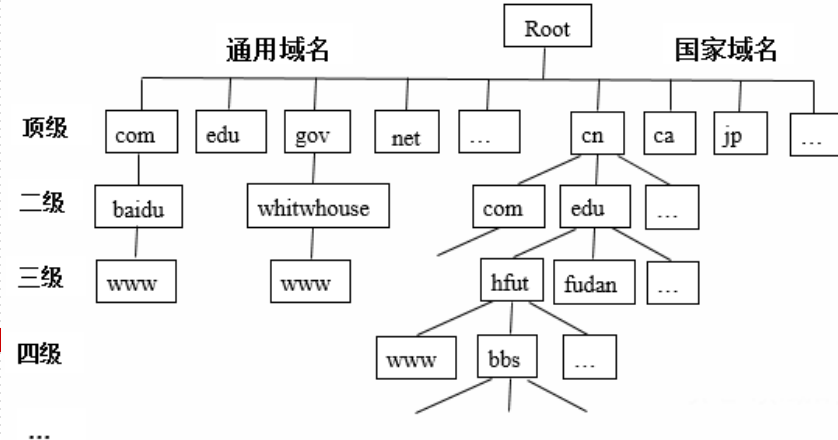
## □ DNS

- 域名服务器：存储域名到IP地址的映射
  - DNS应用服务
    - ✓ C/S（主机—域名服务器）
    - ✓ DNS协议：DNS查询和响应报文的格式
    - ✓ UDP传输，服务端port: 53
-

## □ 域名结构

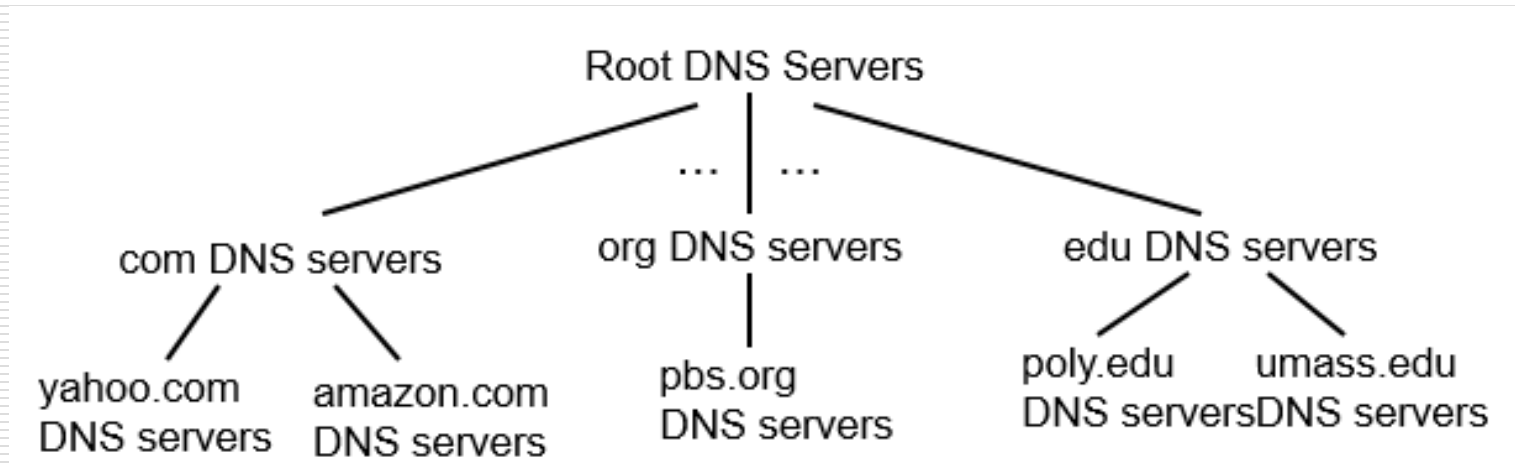
- 平面结构：重名、不方便管理
- 树状层次结构





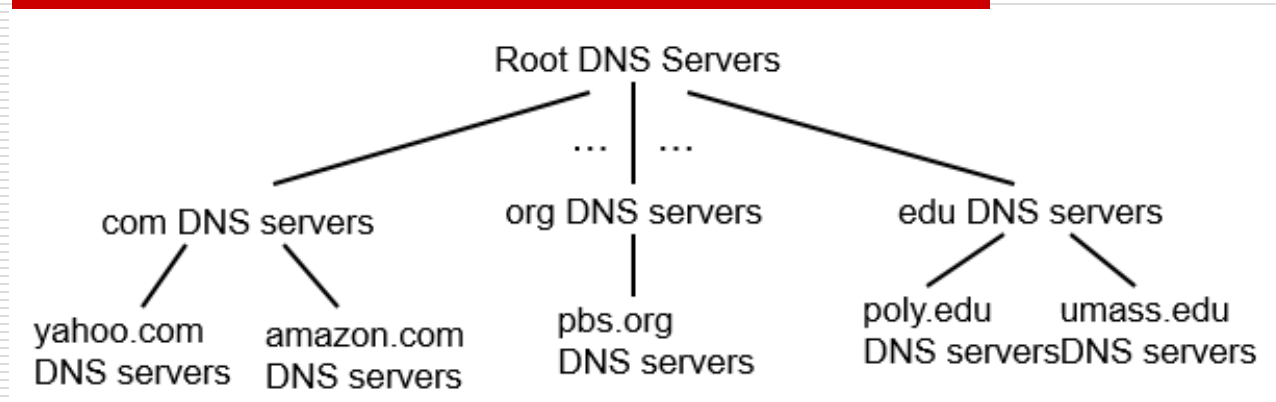
## □ DNS服务器

✓ 大量的DNS服务器，如何组织？



# DNS服务器的层次结构

---



1. **Root DNS**: 管理顶级DNS服务器的域名和IP地址
  2. **Top DNS**（TLD: Top Level Domain）: 每个顶级域有一个TLD, 管理权限DNS服务器的域名和IP地址
  3. **权限/权威DNS**（**Authoritative**）管理该域或区内的域名和IP地址
-

# Local DNS

---

- 不属于DNS服务器的层次结构
  - 本地DNS服务器起着代理的作用，负责将DNS查询报文发送到DNS层次结构中，将查找结果返回给主机
    - ✓ 每个ISP（大学、系）都可以有一台或多台本地DNS
    - ✓ 主机接入网络，可以获得本地DNS的地址（例如DHCP）
-



# DNS工作过程

---

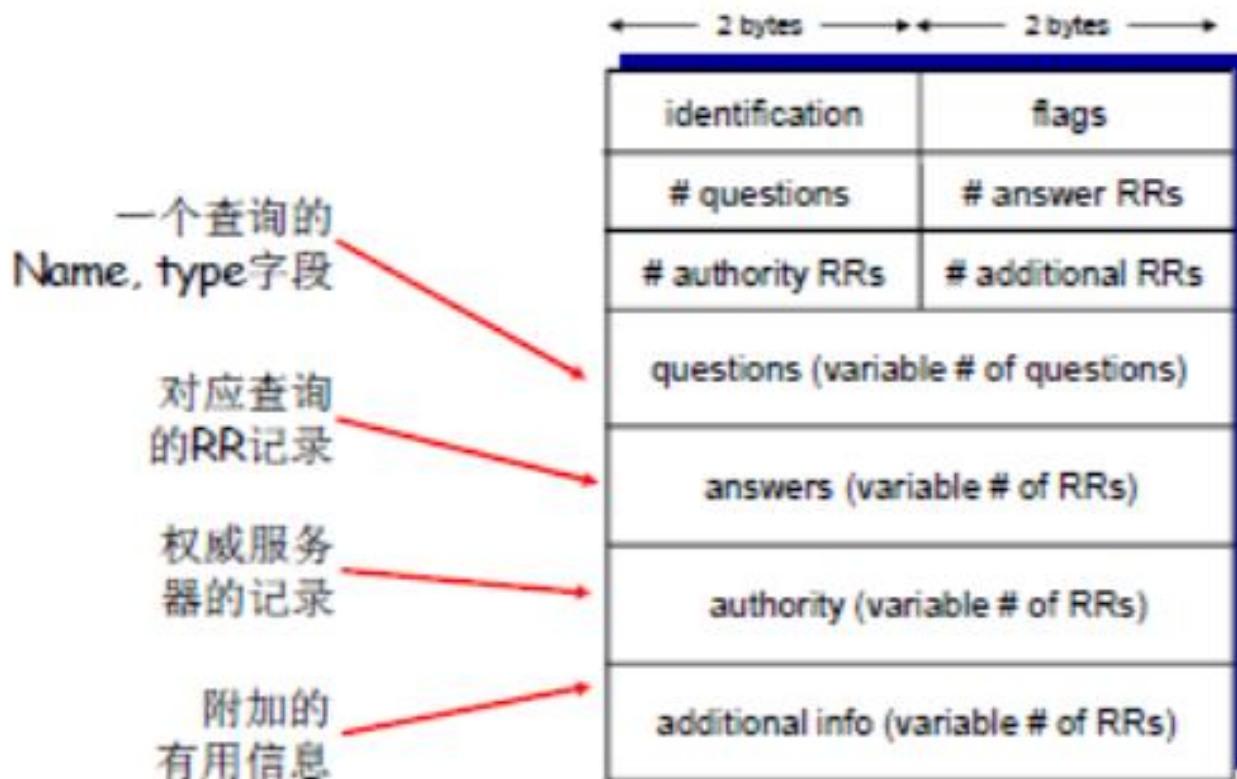
## □ 例：

- ✓ 用户浏览器请求URL: [www.some.edu/index.html](http://www.some.edu/index.html)
  - ✓ 浏览器提取域名，运行DNS客户端程序，向Local DNS服务器发送请求
  - ✓ Local DNS服务器返回请求的应答，包含对应域名的IP地址
  - ✓ 浏览器向该IP地址的80端口发起TCP连接
-

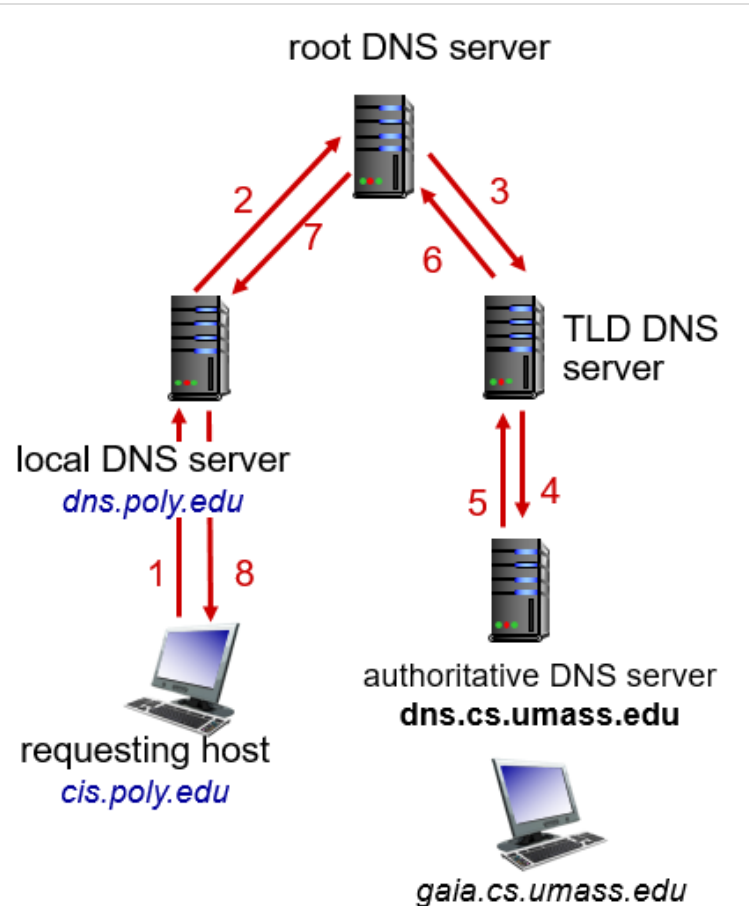
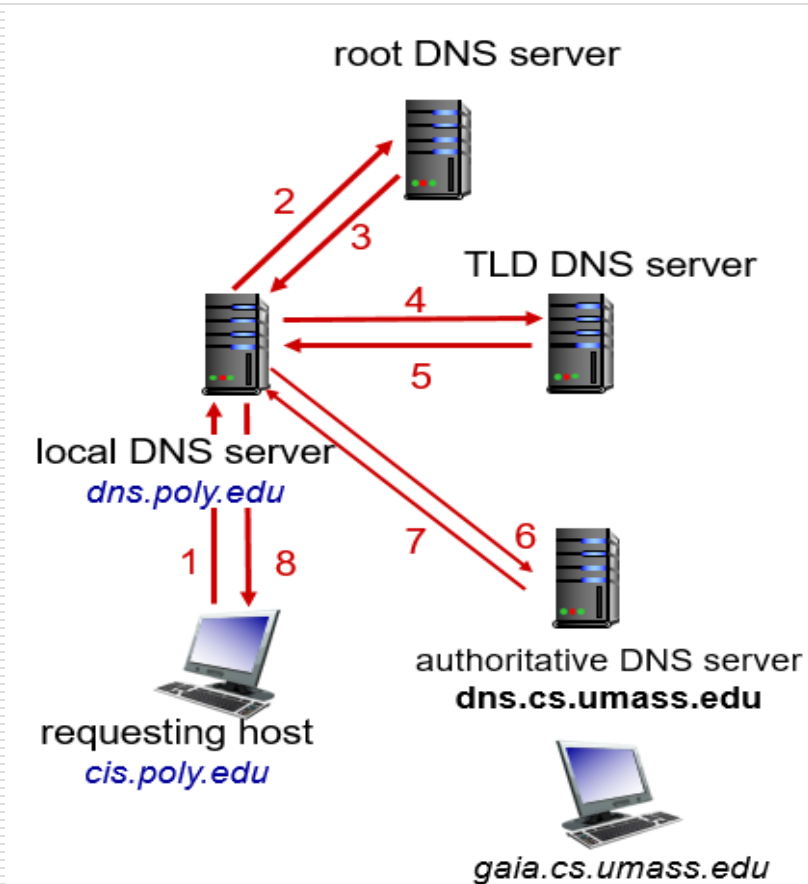
# DNS协议

□ 查询和响应两种报文的报文格式相同

式相同



# DNS解析：迭代和递归



# 资源记录

---

- 所有DNS服务器存储了资源记录（RR: Resource Record）

RR format: (name, value, type, ttl)

Type =A, Name: 主机名, Value: IP地址

Type=NS, Name: 域, Value: 权限DNS服务器的域名

.....

.....

---

# 内容

---

1. Web和HTTP
  2. 域名系统 DNS
  3. 电子邮件和SMTP、POP3
  4. 文件传输和FTP
  5. 动态主机地址分配DHCP
-

# 3、DHCP

---

## □ IP地址分配

1) ISP如何获得地址块： ICANN

2) 主机如何获得一个IP地址？

- ✓ 管理员手动配置在主机文件中

- ✓ DHCP

---

# 3、DHCP

---

■ DHCP: 动态主机配置协议 (Dynamic Host Configuration Protocol )

——允许主机自动获取IP地址

——住宅接入网、无线局域网和企业网中，主机频繁的加入和离开网络

---

DHCP server: 223.1.2.5

DHCP discover

src : 0.0.0.0, 68  
dest.: 255.255.255.255, 67  
yiaddr: 0.0.0.0  
transaction ID: 654

arriving client



DHCP offer

src: 223.1.2.5, 67  
dest: 255.255.255.255, 68  
yiaddr: 223.1.2.4  
transaction ID: 654  
lifetime: 3600 secs

DHCP request

src: 0.0.0.0, 68  
dest.: 255.255.255.255, 67  
yiaddr: 223.1.2.4  
transaction ID: 655  
lifetime: 3600 secs

DHCP ACK

src: 223.1.2.5, 67  
dest: 255.255.255.255, 68  
yiaddr: 223.1.2.4

- IP地址
- 默认网关
- DNS服务器的域名及IP地址
- 子网掩码

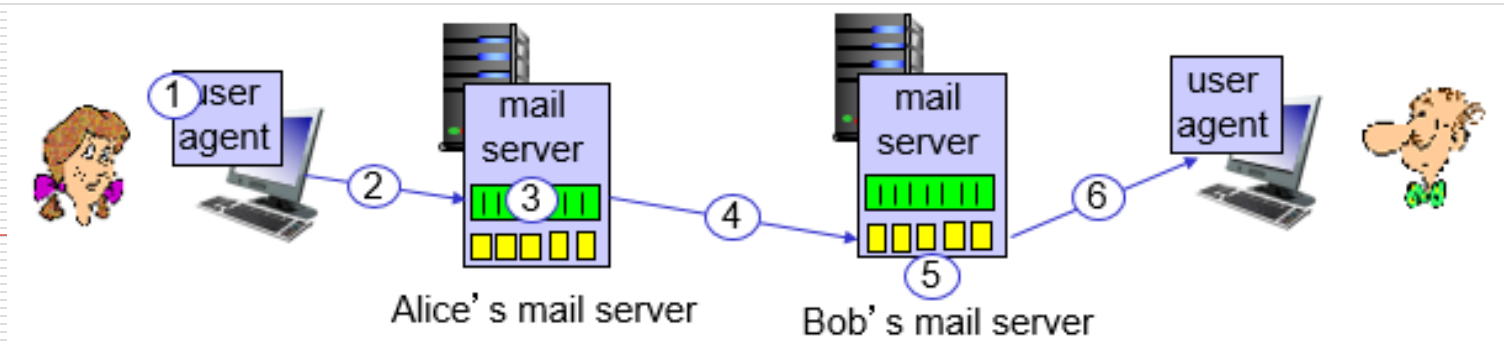
DHCP: C/S, 传输层为UDP协议, 端口67/68



## 4、电子邮件：SMTP和POP3

### □ 4个主要组成部分

1. 用户代理
2. 邮件服务器
3. 简单邮件传输协议（SMTP）
4. 邮局协议（POP3）



# SMTP

---

- 采用TCP协议，端口号25
  - SMTP以命令—应答的方式实现双方的通信
    - 14个命令
    - 21种应答信息
-

# SMTP

---

```
S: 220 hamburger.edu
C: HELO crepes.fr
S: 250 Hello crepes.fr, pleased to meet you
C: MAIL FROM: <alice@crepes.fr>
S: 250 alice@crepes.fr... Sender ok
C: RCPT TO: <bob@hamburger.edu>
S: 250 bob@hamburger.edu ... Recipient ok
C: DATA
S: 354 Enter mail, end with "." on a line by itself
C: Do you like ketchup?
C: How about pickles?
C: .
S: 250 Message accepted for delivery
C: QUIT
S: 221 hamburger.edu closing connection
```

---

# 邮件报文格式

---

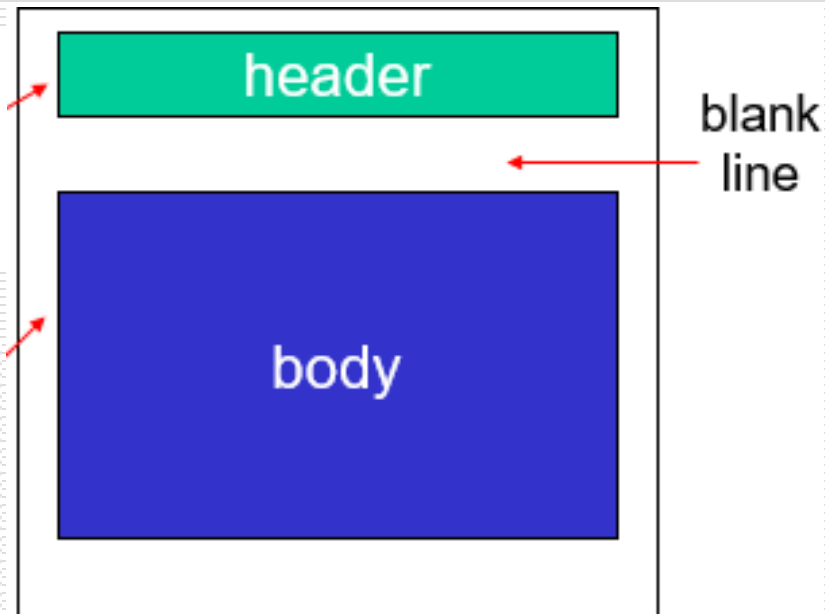
- To:
- From:
- Subject:

ASCII字符

✓ 网络传输带宽的限制

✓ 图像、视频、音频

——ASCII编码转换



# MIME

---

## □ 通用Internet邮件扩展

- 增加了邮件主体的结构
- 定义了传送非ASCII的编码规则



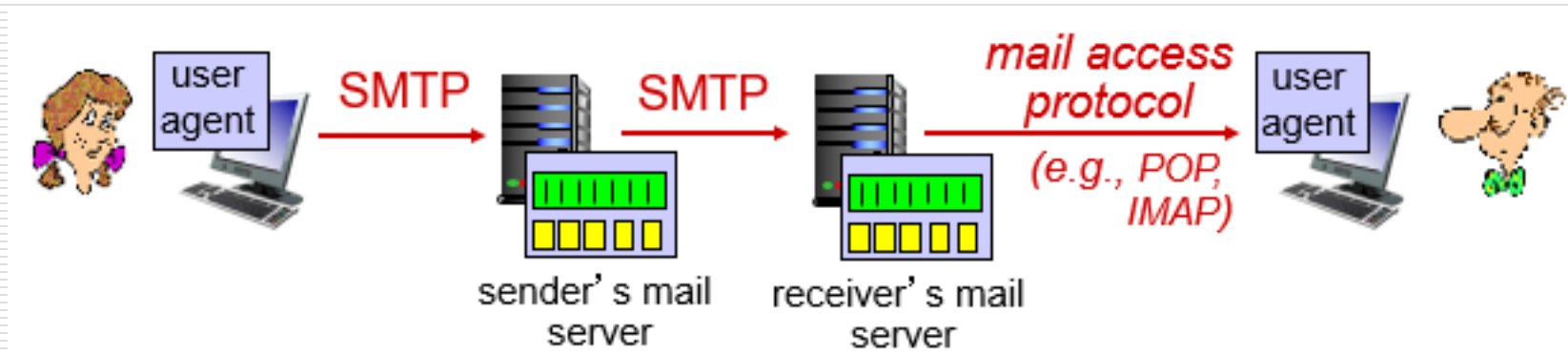
# MIME

---

## □ 增加5个新的邮件首部

1. MIME-Version
  2. Content-Description
  3. Content-Id
  4. Content-Type: 邮件主体的类型
  5. Content-Transfer-Encoding: 邮件的编码方式, Base-64
-

- SMTP一般不使用中间邮件服务器
- 发送方的邮件服务器与接收方邮件服务器直接建立TCP连接
- POP3：采用TCP连接，端口110



# POP3

## □ 认证阶段

- ✓ 客户端: user/pass
- ✓ 服务端: OK/ERR

## □ 事物处理阶段

- ✓ list
- ✓ retr
- ✓ dele
- ✓ quit

```
S: +OK POP3 server ready
C: user bob
S: +OK
C: pass hungry
S: +OK user successfully logged on
```

```
C: list
S: 1 498
S: 2 912
S: .
C: retr 1
S: <message 1 contents>
S: .
C: dele 1
C: retr 2
S: <message 1 contents>
S: .
C: dele 2
C: quit
S: +OK POP3 server signing off
```



# POP3和IMAP

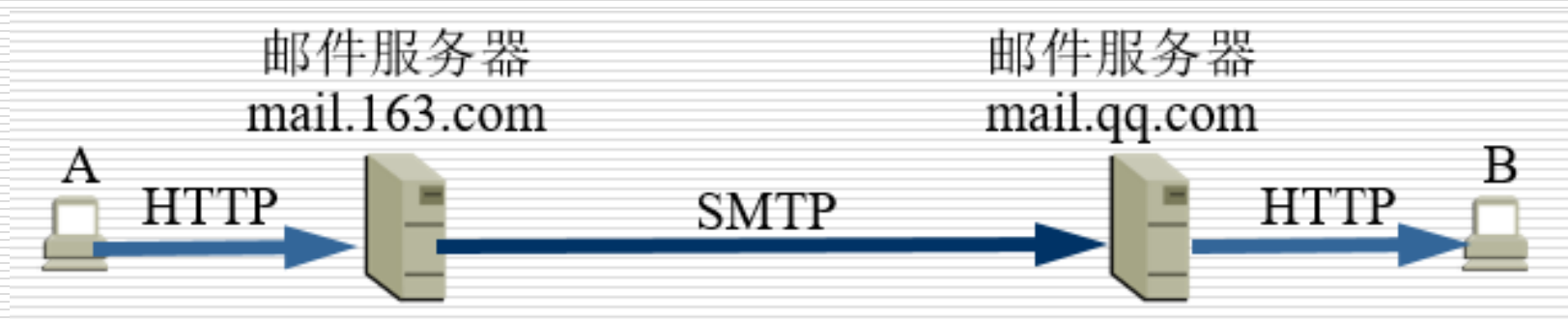
---

- ❑ POP3: 邮件收到本地, 进行移动、回复等操作
  - ❑ IMAP (Internet Mail Access Protocol)
    - ✓ 采用TCP协议, 端口号143
    - ✓ 客户端远程操作服务器上的邮箱
    - ✓ 客户端可以获取邮件的首部 (低带宽)
-

# 基于web的电子邮件

---

- 用户代理：浏览器
- 邮件服务器：Web服务器



# 5、文件传输和FTP

---

## ☐ FTP文件传输

- 把文件从一台主机发送到另一台主机

- C/S结构

  - ☐ 客户端软件

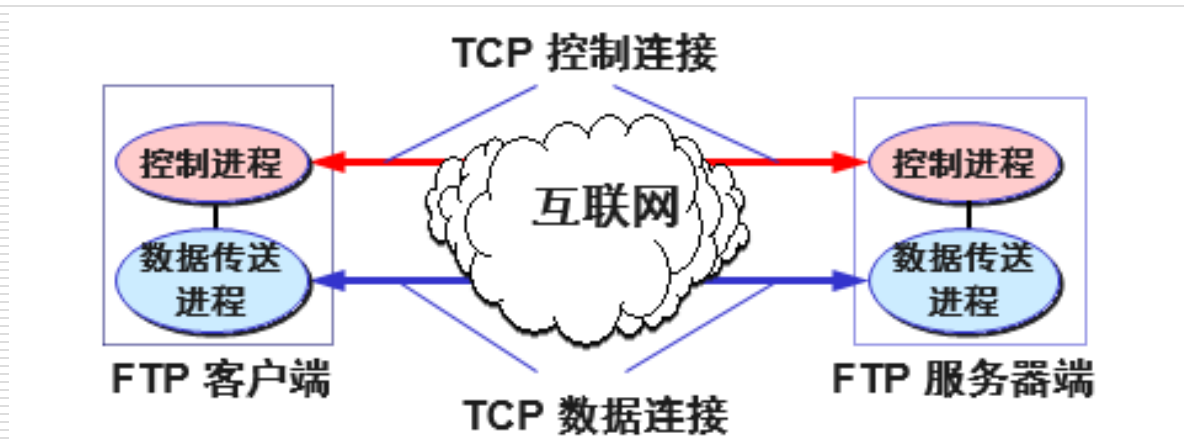
  - ☐ 服务端软件

  - ☐ FTP协议

---

## □ FTP使用TCP协议，端口21/20

- 控制连接：用于传递控制命令
- 数据连接：用于传输文件



# 两种工作模式

---

## □ 主动模式

- 控制连接：客户端开启临时端口，服务端监听端口21
- 数据连接：客户端开启临时端口，并监听，通过Port 命令发送给服务端，服务端主动连接（端口20），发送数据

## □ 被动模式

- 控制连接：客户端开启临时端口，服务端监听端口21
  - 数据连接：客户端开启临时端口，发送命令PASV给服务端，服务端开启临时端口并监听（Port 发送给客户端），等待客户端连接，发送数据
-

# 网络应用

---

应用层协议	DNS	FTP	TELNET	HTTP	SMTP	POP3	DHCP
传输层协议	UDP	TCP	TCP	TCP	TCP	TCP	UDP
端口	53	21	23	80	25	110	67

标准协议：RFC文档，公开  
专用协议

---

## □ 作业

- 7.1

- 7.24, 7.25

- 提交时间: 11月26号

---