



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



# 计算机网络之网尽其用

主讲人：聂兰顺

# 本讲主题

## 应用层



# 本讲内容

## ❖ 网络应用体系结构

- 客户机/服务器
- P2P
- 混合结构

## ❖ 网络应用的服务需求

- 可靠性
- 带宽
- 时延

## ❖ Internet传输层服务模型

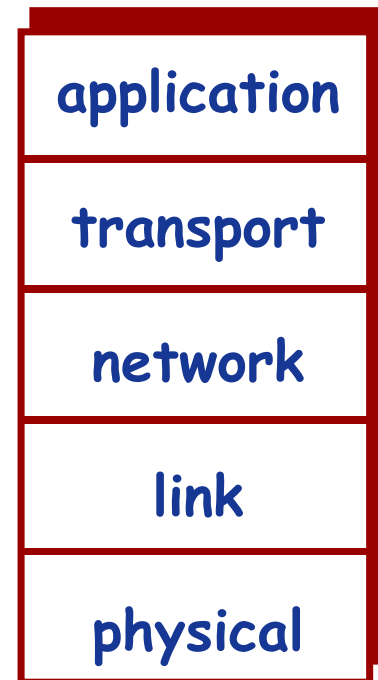
- TCP
- UDP

## ❖ 特定网络应用及协议

- HTTP
- SMTP, POP, IMAP
- DNS
- P2P应用

## ❖ Socket编程

- TCP
- UDP





哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



谢谢!



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



# 计算机网络之网尽其用

主讲人：聂兰顺

# 本讲主题

## 网络应用的体系结构





# 你使用过哪些网络应用？



# 网络应用有哪些特点？

与单机应用有哪些本质性的不同？



网络应用应采取什么样的体系结构？





# 网络应用的体系结构

- ❖ 客户机/服务器结构(Client-Server, C/S)
- ❖ 点对点结构(Peer-to-peer, P2P)
- ❖ 混合结构(Hybrid)



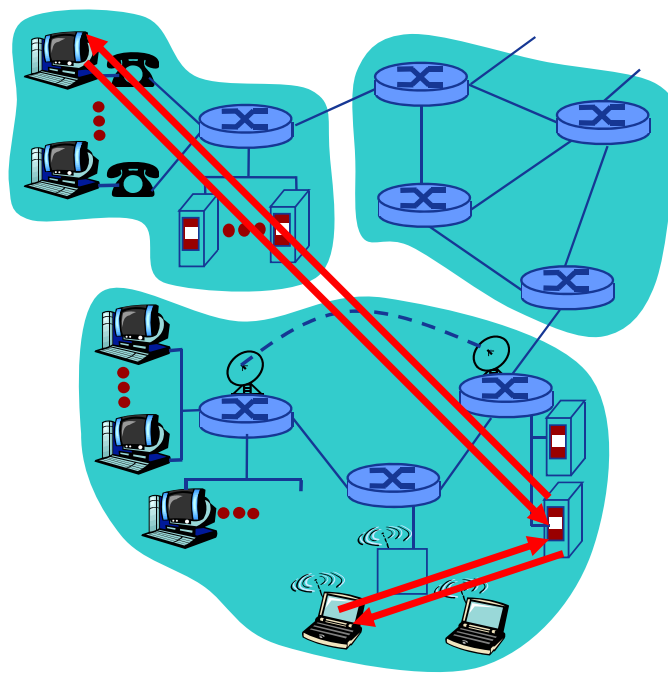
# 客户机/服务器结构

## ❖ 服务器

- 7\*24小时提供服务
- 永久性访问地址/域名
- 利用大量服务器实现可扩展性

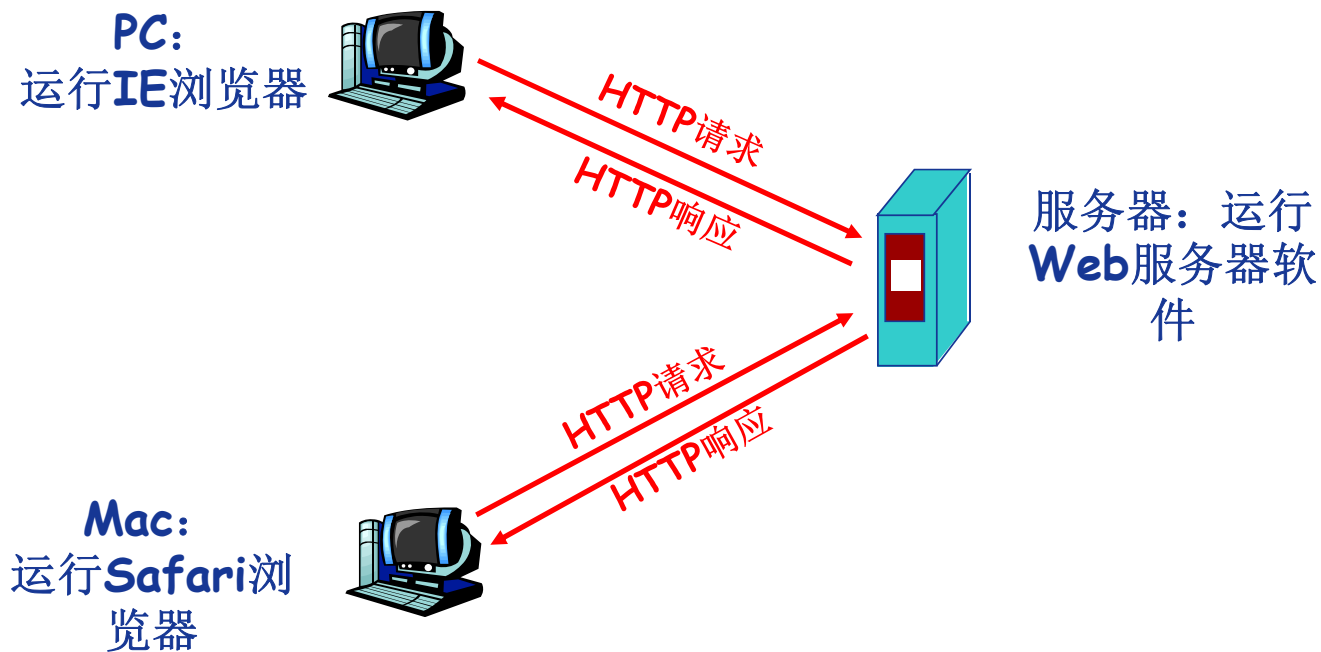
## ❖ 客户机

- 与服务器通信，使用服务器提供的服务
- 间歇性接入网络
- 可能使用动态IP地址
- 不会与其他客户机直接通信



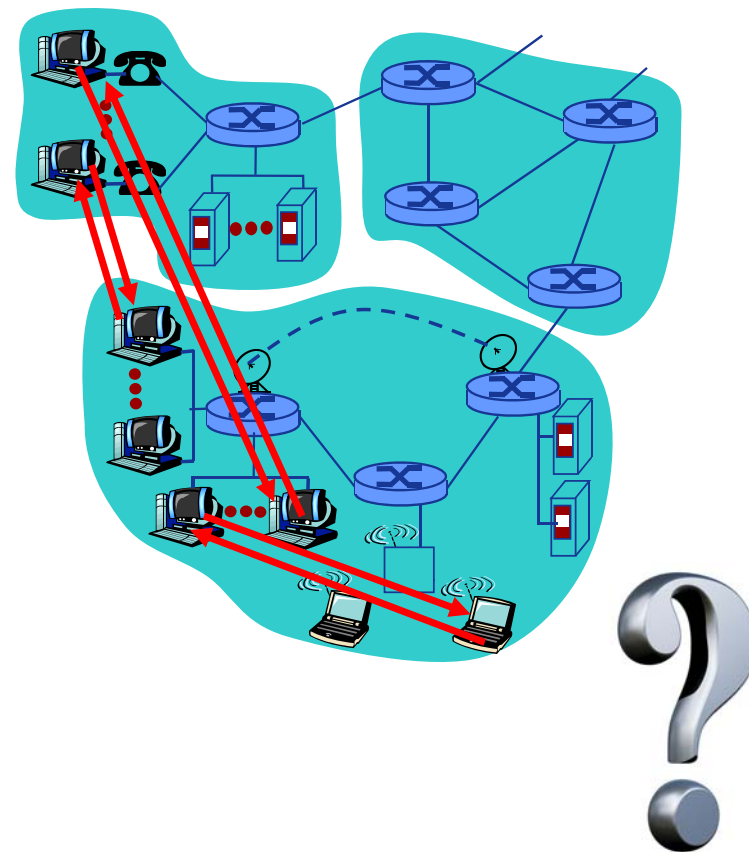
# 客户机/服务器结构

## ❖ 例子：Web



# 纯P2P结构

- ❖ 没有永远在线的服务器
  - ❖ 任意端系统/节点之间可以直接通讯
  - ❖ 节点间歇性接入网络
  - ❖ 节点可能改变IP地址
- 
- ❖ 优点：高度可伸缩
  - ❖ 缺点：难于管理



# 混合结构

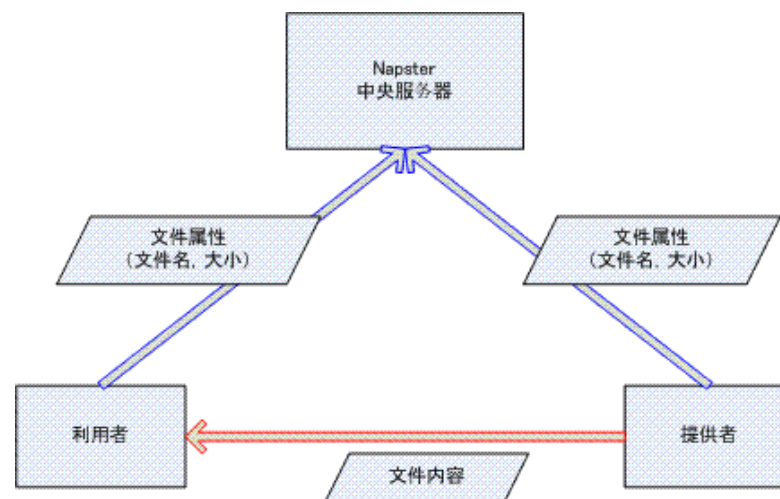


能否将两种结构混合在一起使用？

混合能够利用两者的优点同时规避两者的缺点吗？

## ❖ Napster

- 文件传输使用P2P结构
- 文件的搜索采用C/S结构——集中式
  - 每个节点向中央服务器登记自己的内容
  - 每个节点向中央服务器提交查询请求，查找感兴趣的内容



# 思考题

- ❖ 为每种体系结构找出5种以上的网络应用
- ❖ 从多个方面/角度对比三种体系结构的优缺点







哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



谢谢!



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



# 计算机网络之网尽其用

主讲人：聂兰顺

# 本讲主题

## 网络应用进程通信



# 网络应用的基础：进程间通信

## ❖ 进程：

- 主机上运行的程序

## ❖ 同一主机上运行的进程之间如何通信？

- 进程间通信机制
- 操作系统提供

## ❖ 不同主机上运行的进程间如何通信？

- 消息交换

客户机进程：发起通信的进程

服务器进程：等待通信请求的进程



采用P2P架构的应用  
是否存在客户机进程/  
服务器进程之分？



# 套接字: Socket

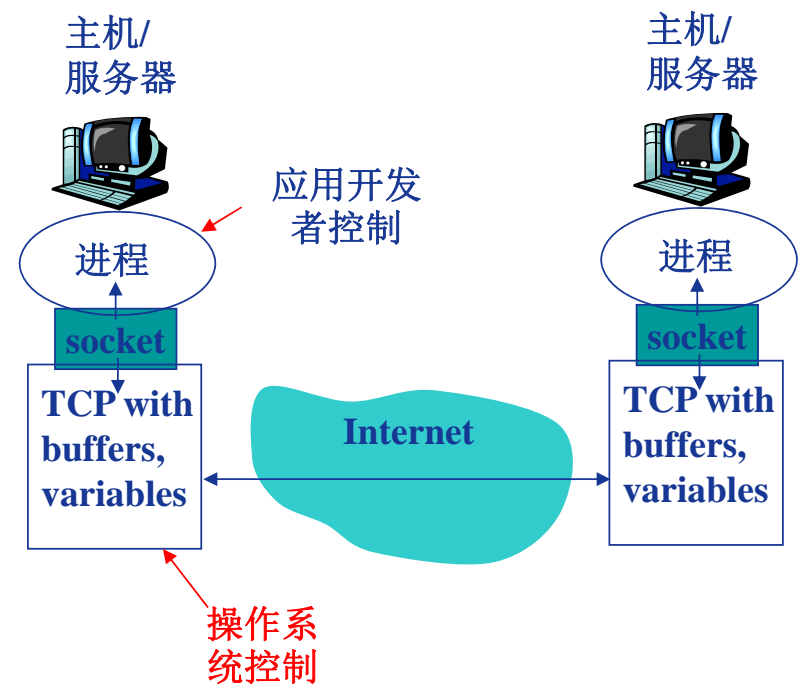
❖ 进程间通信利用socket发送/接收消息实现

❖ 类似于寄信

- 发送方将消息送到门外邮箱
- 发送方依赖（门外的）传输基础设施将消息传到接收方所在主机，并送到接收方的门外
- 接收方从门外获取消息

❖ 传输基础设施向进程提供API

- 传输协议的选择
- 参数的设置



# 如何寻址进程？

❖ 不同主机上的进程间通信，那么每个进程必须拥有标识符

❖ 如何寻址主机？——IP地址

- Q: 主机有了IP地址后，是否足以定位进程？
- A: 否。同一主机上可能同时有多个进程需要通信。

❖ 端口号/Port number

- 为主机上每个需要通信的进程分配一个端口号
- HTTP Server: 80
- Mail Server : 25

❖ 进程的标识符

- IP地址+端口号

协议	本机IP地址: 端口号	外部IP地址: 端口号	状态
TCP	192.168.0.100:49225	202.108.23.105:5287	ESTABLISHED
TCP	192.168.0.100:49241	sinwns1011813:https	ESTABLISHED





# 应用层协议

## ❖ 网络应用需遵循应用层协议

## ❖ 公开协议

- 由RFC(Request For Comments)定义
- 允许互操作
- HTTP, SMTP, .....

## ❖ 私有协议

- 多数P2P文件共享应用



# 应用层协议的内容

## ❖ 消息的类型(type)

- 请求消息
- 响应消息

## ❖ 消息的语法(syntax)/格式

- 消息中有哪些字段(field)?
- 每个字段如何描述

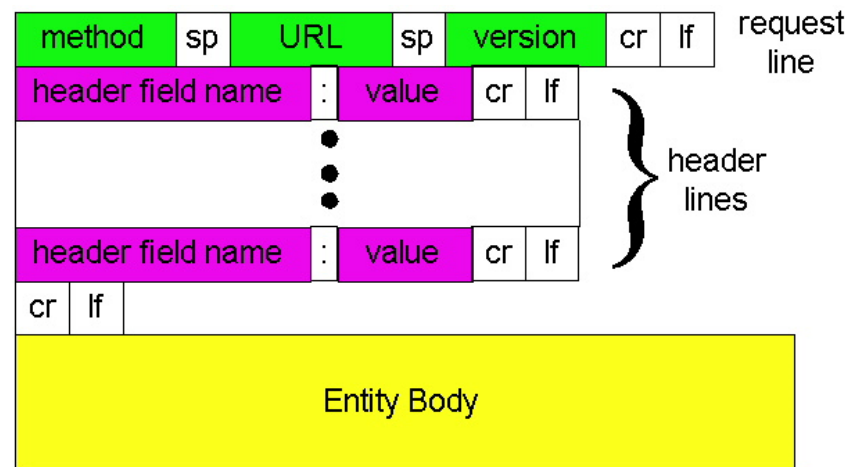
## ❖ 字段的语义(semantics)

- 字段中信息的含义

## ❖ 规则(rules)

- 进程何时发送/响应消息
- 进程如何发送/响应消息

HTTP请求消息的格式





哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



谢谢!



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



# 计算机网络之网尽其用

主讲人：聂兰顺

# 本讲主题

## 网络应用的需求与传输层服务





# 网络应用对传输服务的需求

## ❖ 数据丢失(data loss)/可靠性(reliability)

- 某些网络应用能够容忍一定的数据丢失：网络电话
- 某些网络应用要求100%可靠的数据传输：文件传输，telnet

## ❖ 时间(timing)/延迟(delay)

- 有些应用只有在延迟足够低时才“有效”
- 网络电话/网络游戏

## ❖ 带宽(bandwidth)

- 某些应用只有在带宽达到最低要求时才“有效”：网络视频
- 某些应用能够适应任何带宽——弹性应用：email





# 典型网络应用对传输服务的需求

Application	Data loss	Bandwidth	Time Sensitive
file transfer	no loss	elastic	no
e-mail	no loss	elastic	no
Web documents	no loss	elastic	no
real-time audio/video	loss-tolerant	audio: 5kbps-1Mbps video: 10kbps-5Mbps	yes, 100's msec
stored audio/video	loss-tolerant	same as above	yes, few secs
interactive games	loss-tolerant	few kbps up	yes, 100's msec
instant messaging	no loss	elastic	yes and no



# Internet提供的传输服务

## ❖ TCP服务

- 面向连接: 客户机/服务器进程间需要建立连接
- 可靠的传输
- 流量控制: 发送方不会发送速度过快, 超过接收方的处理能力
- 拥塞控制: 当网络负载过重时能够限制发送方的发送速度
- 不提供时间/延迟保障
- 不提供最小带宽保障

## ❖ UDP服务

- 无连接
- 不可靠的数据传输
- 不提供:
  - 可靠性保障
  - 流量控制
  - 拥塞控制
  - 延迟保障
  - 带宽保障



# 典型网络应用所使用的传输层服务

Application	Application layer protocol	Underlying transport protocol
e-mail	SMTP [RFC 2821]	TCP
remote terminal access	Telnet [RFC 854]	TCP
Web	HTTP [RFC 2616]	TCP
file transfer	FTP [RFC 959]	TCP
streaming multimedia	proprietary (e.g. RealNetworks)	TCP or UDP
Internet telephony	proprietary (e.g., Vonage, Dialpad)	typically UDP



# 课后练习

- ❖ 盘点你计算机上的所有网络应用，制作一个清单，包括网络应用的名字、功能、协议等。
- ❖ 基于上述清单，制作表格，分析这些网络应用对传输服务的需求。
- ❖ 分析这些网络应用所使用的传输服务是TCP还是UDP。





哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



谢谢!





哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



# 计算机网络之网尽其用

主讲人：聂兰顺



# 本讲主题

## Web应用



# Web与HTTP

## ❖ World Wide Web: Tim Berners-Lee

- 网页
- 网页互相链接

## ❖ 网页(Web Page)包含多个对象(objects)

- 对象: HTML文件、JPEG图片、视频文件、动态脚本等
- 基本HTML文件: 包含对其他对象引用的链接

## ❖ 对象的寻址(addressing)

- URL (Uniform Resource Locator): 统一资源定位器 RFC1738
- Scheme://host:port/path

`www.someschool.edu/someDept/pic.gif`

host name

path name



# HTTP协议概述(1)

❖ 万维网应用遵循什么协议？

❖ 超文本传输协议

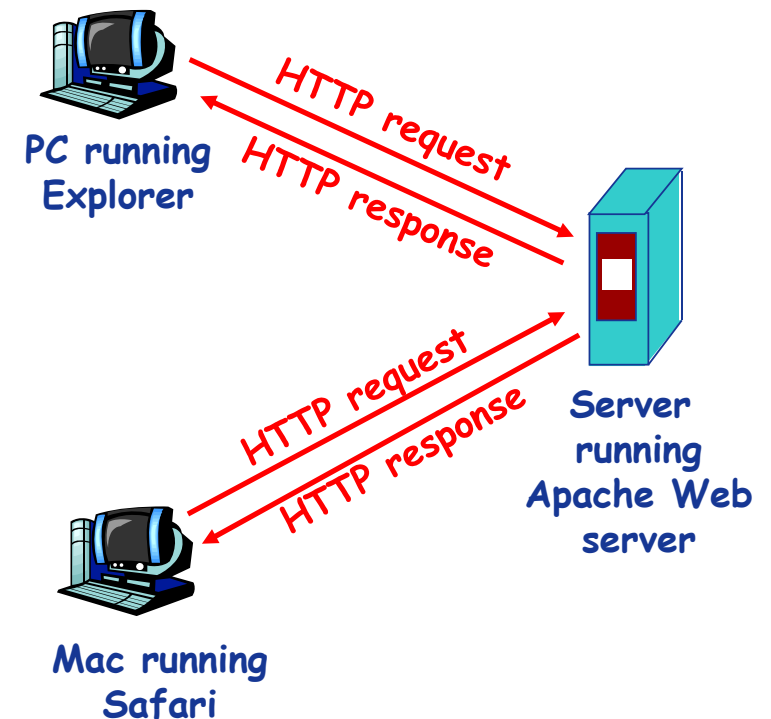
- HyperText Transfer Protocol

❖ C/S结构

- 客户—Browser: 请求、接收、展示Web对象
- 服务器—Web Server: 响应客户的请求，发送对象

❖ HTTP版本:

- 1.0: RFC 1945
- 1.1: RFC 2068



# HTTP概述(2)

## ❖ 使用TCP传输服务

- 服务器在80端口等待客户的请求
- 浏览器发起到服务器的TCP连接(创建套接字Socket)
- 服务器接受来自浏览器的TCP连接
- 浏览器(HTTP客户端)与Web服务器(HTTP服务器)交换HTTP消息
- 关闭TCP连接

## ❖ 无状态(stateless)

- 服务器不维护任何有关客户端过去所发请求的信息



有状态的协议更复杂:

- 需维护状态(历史信息)
- 如果客户或服务失效,会产生状态的不一致,解决这种不一致代价高





哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



谢谢!





哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



# 计算机网络之网尽其用

主讲人：聂兰顺

# 本讲主题

## HTTP连接



# HTTP连接的两种类型

## ❖ 非持久性连接(Nonpersistent HTTP)

- 每个TCP连接最多允许传输一个对象
- HTTP 1.0版本使用非持久性连接

## ❖ 持久性连接(Persistent HTTP)

- 每个TCP连接允许传输多个对象
- HTTP 1.1版本默认使用持久性连接



# 非持久性连接(1)

假定用户在浏览器中输入URL

`www.someSchool.edu/someDepartment/home.index`

包含文本和指向10个jpeg图片的链接

1a. HTTP客户端向地址为  
`www.someSchool.edu`的服务  
器上的HTTP服务器进程(端口  
80) 发起TCP连接请求。

1b. HTTP服务器在端口80等待  
TCP连接请求, 接受连接并通  
知客户端。

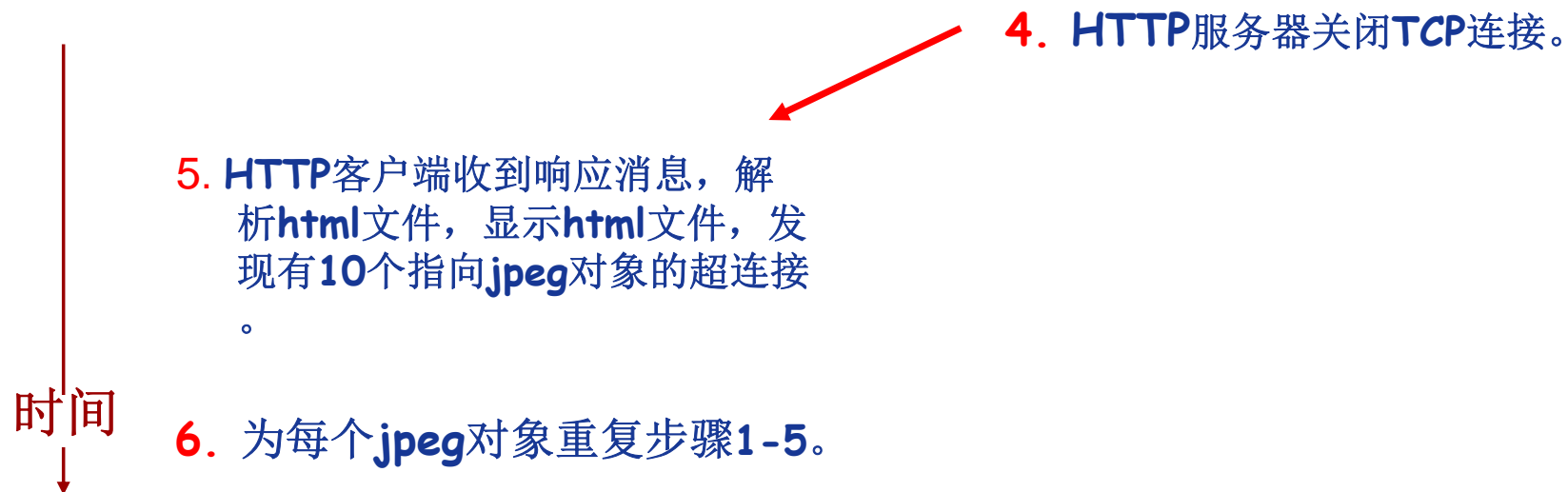
2. HTTP客户端将HTTP请求  
消息(包含URL地址)通过  
TCP连接的套接字发出, 消  
息中所含的URL表明客户端  
需要对象  
`someDepartment/home.in  
dex`

3. HTTP服务器收到请求消息,  
解析, 产生包含所需要对象  
的响应消息, 并通过套接字  
发给客户端。

时间  
↓



## 非持久性连接(2)



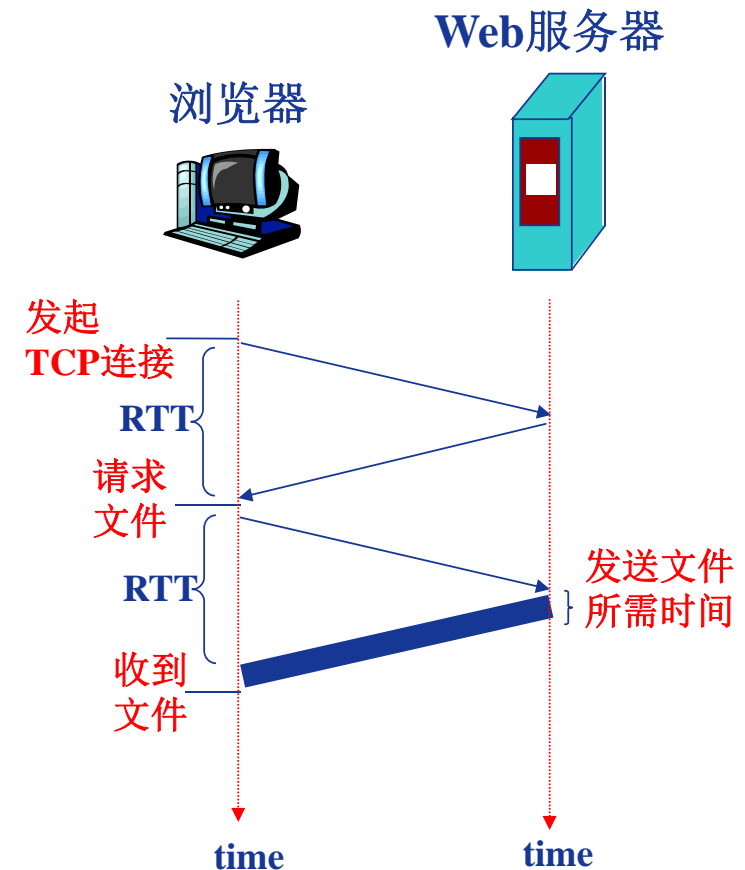
# 响应时间分析与建模

## ❖ RTT(Round Trip Time)

- 从客户端发送一个很小的数据包到服务器并返回所经历的时间

## ❖ 响应时间(Response time)

- 发起、建立TCP连接：1个RTT
- 发送HTTP请求消息到HTTP响应消息的几个字节到达：1个RTT
- 响应消息中所含的文件/对象传输时间
- $Total = 2RTT + \text{文件发送时间}$





# 持久性HTTP

## ❖ 非持久性连接的问题

- 每个对象需要2个RTT
- 操作系统需要为每个TCP连接开销资源(overhead)
- 浏览器会怎么做?
  - 打开多个并行的TCP连接以获取网页所需对象
  - 给服务器端造成什么影响?

## ❖ 持久性连接

- 发送响应后，服务器保持TCP连接的打开
- 后续的HTTP消息可以通过这个连接发送

## ❖ 无流水(pipelining)的持久性连接

- 客户端只有收到前一个响应后才发送新的请求
- 每个被引用的对象耗时1个RTT

## ❖ 带有流水机制的持久性连接

- HTTP 1.1的默认选项
- 客户端只要遇到一个引用对象就尽快发出请求
- 理想情况下，收到所有的引用对象只需耗时约1个RTT





哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



谢谢!



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



# 计算机网络之网尽其用

主讲人：聂兰顺

# 本讲主题

## HTTP消息格式



# HTTP请求消息

## ❖ HTTP协议有两类消息

- 请求消息(request)
- 响应消息(response)

## ❖ 请求消息

- ASCII: 人直接可读

**request line**  
(GET, POST, HEAD commands)

**header lines**

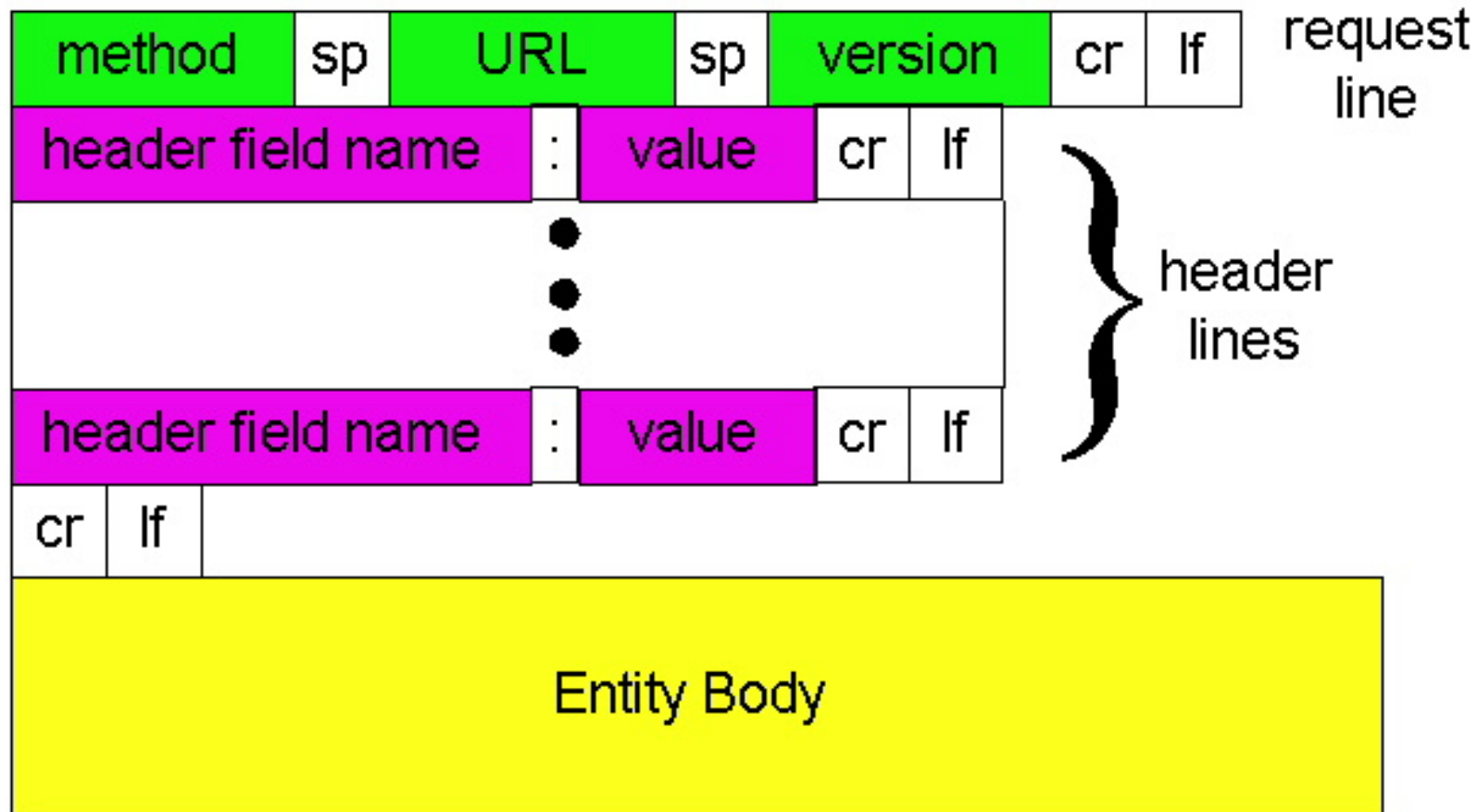
```
GET /somedir/page.html HTTP/1.1
Host: www.someschool.edu
User-agent: Mozilla/4.0
Connection: close
Accept-language: fr
```

**Carriage return, line feed**  
indicates end of message

(extra carriage return, line feed)



# HTTP请求消息的通用格式





# 上传输入的方法

## ❖ POST方法

- 网页经常需要填写表格(form)
- 在请求消息的消息体(entity body)中上传客户端的输入

## ❖ URL方法

- 使用GET方法
- 输入信息通过request行的URL字段上传

`www.somesite.com/animalsearch?monkeys&banana`



# 方法的类型

## ❖ HTTP/1.0

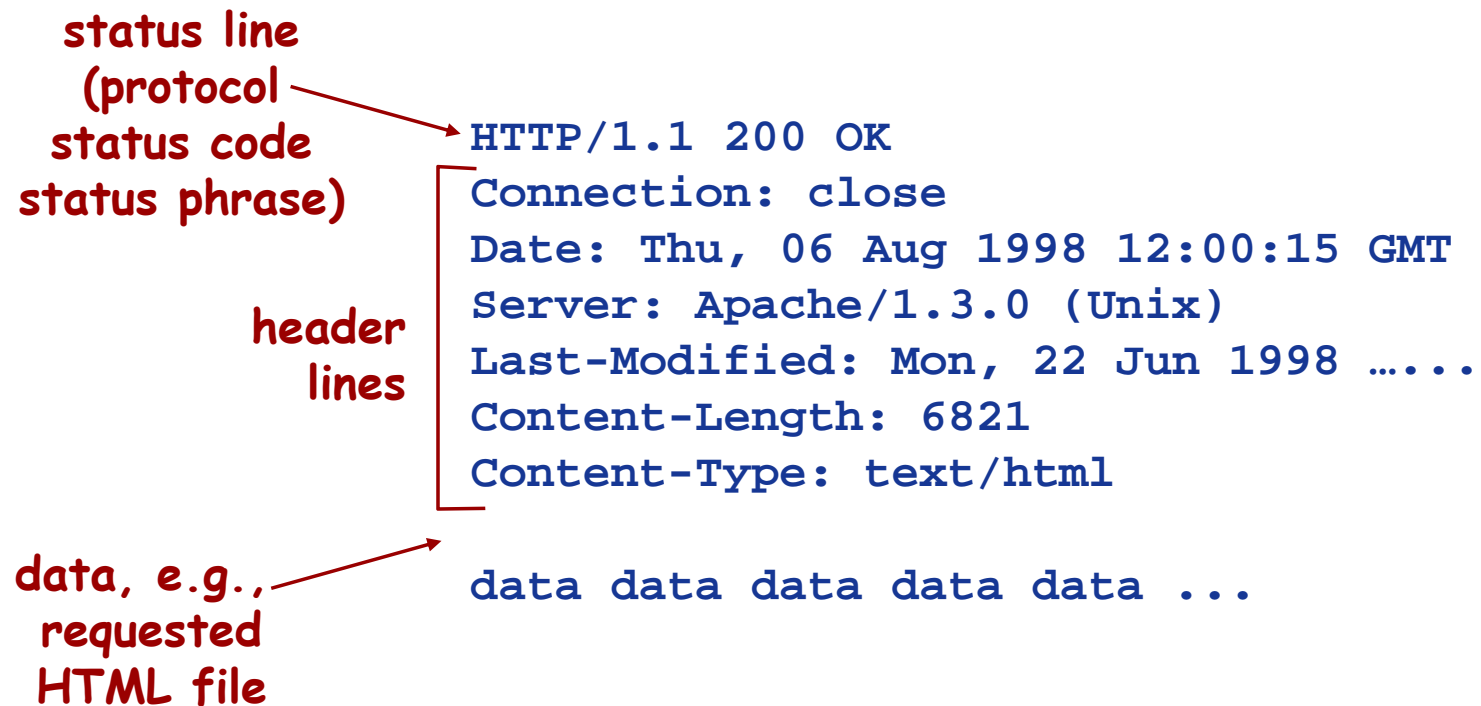
- GET
- POST
- HEAD
  - 请Server不要将所请求的对象放入响应消息中

## ❖ HTTP/1.1

- GET, POST, HEAD
- PUT
  - 将消息体中的文件上传到URL字段所指定的路径
- DELETE
  - 删除URL字段所指定的文件



# HTTP响应消息



# HTTP响应状态代码

## ❖ 响应消息的第一行

## ❖ 示例

- 200 OK
- 301 Moved Permanently
- 400 Bad Request
- 404 Not Found
- 505 HTTP Version Not Supported

## 404 Not Found

nginx



无法找到该网页

最可能的原因是：

- 在地址中可能存在键入错误。
- 当您点击某个链接时，它可能已过期。

您可以尝试以下操作：

- 重新键入地址。
- 返回到上一页。



# 体验一下HTTP

## ❖ 利用telnet登录到某个Web服务器

- telnet [www.hit.edu.cn](http://www.hit.edu.cn) 80

## ❖ 输入一个HTTP请求

- GET /about/profile.htm HTTP/1.1
- Host: www.hit.edu.cn

## ❖ 查看HTTP服务器所返回的响应消息





哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



谢谢!





哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



# 计算机网络之网尽其用

主讲人：聂兰顺

# 本讲主题

## Cookie技术



# 为什么需要Cookie?

## HTTP协议无状态

很多应用需要服务器掌握客户端的状态，如网上购物，如何实现？



# Cookie技术

## ❖ Cookie技术

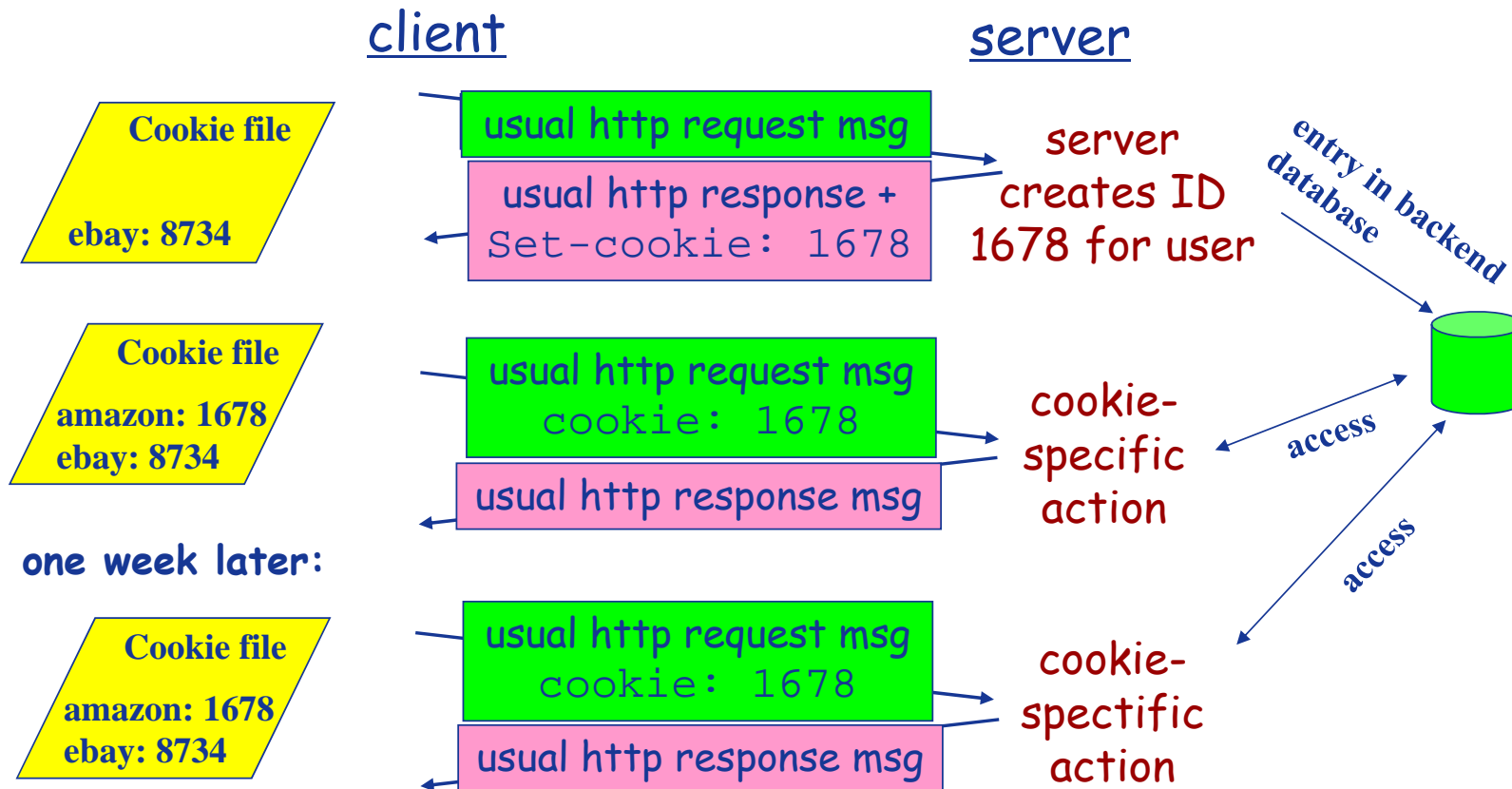
- 某些网站为了辨别用户身份、进行session跟踪而储存在用户本地终端上的数据（通常经过加密）。
- RFC6265

## ❖ Cookie的组件

- HTTP响应消息的cookie头部行
- HTTP请求消息的cookie头部行
- 保存在客户端主机上的cookie文件，由浏览器管理
- Web服务器端的后台数据库



# Cookie的原理



# Cookie的作用

## ❖ Cookie能够用于:

- 身份认证
- 购物车
- 推荐
- Web e-mail
- .....

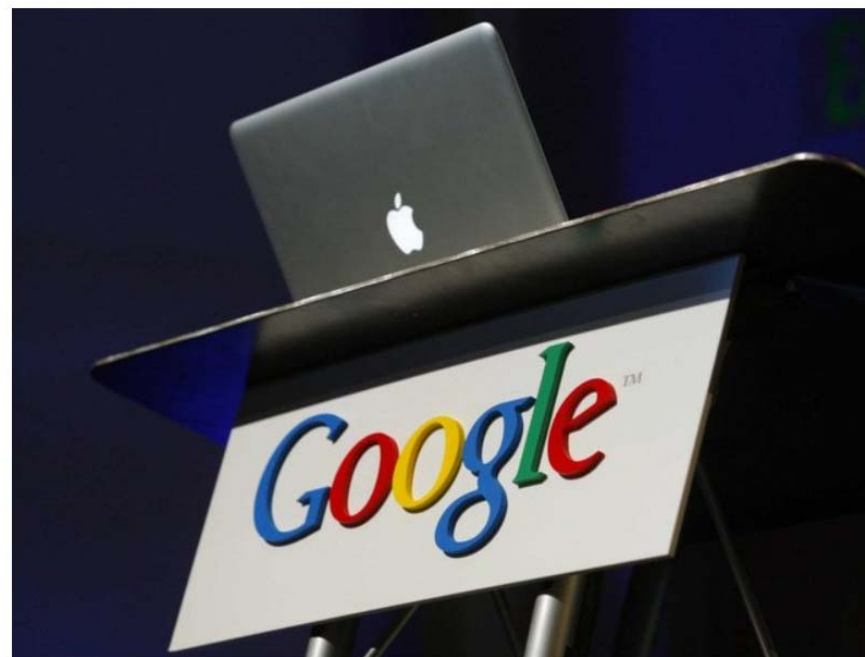
## ❖ 隐私问题

### cookie时代终结 苹果谷歌微软抢占新标准滩头

腾讯科技 [微博] 晨曦 2013年11月05日16:25

分享

[导读]科技巨头均已经开始研发或者采用替代cookie的技术，并把重点放在了移动端。





# 思考题

**Cookie**能够怎样被用于收集隐私？

能够收集哪些隐私？

你在上网的时候感觉到自己的隐私

被严重侵犯吗？





哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



谢谢!



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



# 计算机网络之网尽其用

主讲人：聂兰顺

# 本讲主题

## Web缓存/代理服务器技术



# Web缓存/代理服务器技术

## ❖ 功能

- 在不访问服务器的前提下满足客户端的HTTP请求。

## ❖ 为什么要发明这种技术？

- 缩短客户请求的响应时间
- 减少机构/组织的流量
- 在大范围内(Internet)实现有效的内容分发



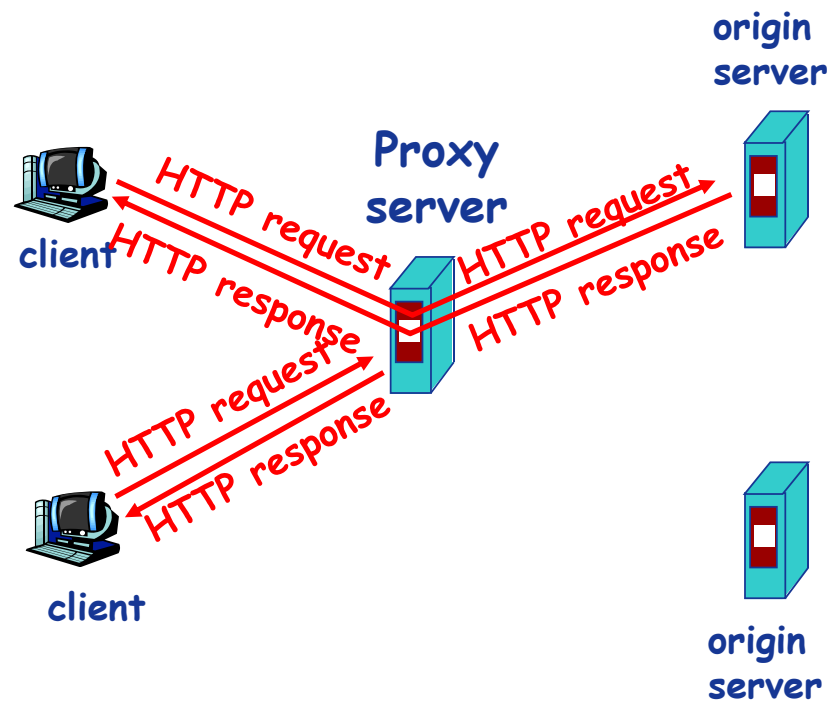
# Web缓存/代理服务器技术

## ❖ Web缓存/代理服务器

- 用户设定浏览器通过缓存进行Web访问
- 浏览器向缓存/代理服务器发送所有的HTTP请求
  - 如果所请求对象在缓存中，缓存返回对象
  - 否则，缓存服务器向原始服务器发送HTTP请求，获取对象，然后返回给客户端并保存该对象

## ❖ 缓存既充当客户端，也充当服务器

## ❖ 一般由ISP(Internet服务提供商)架设





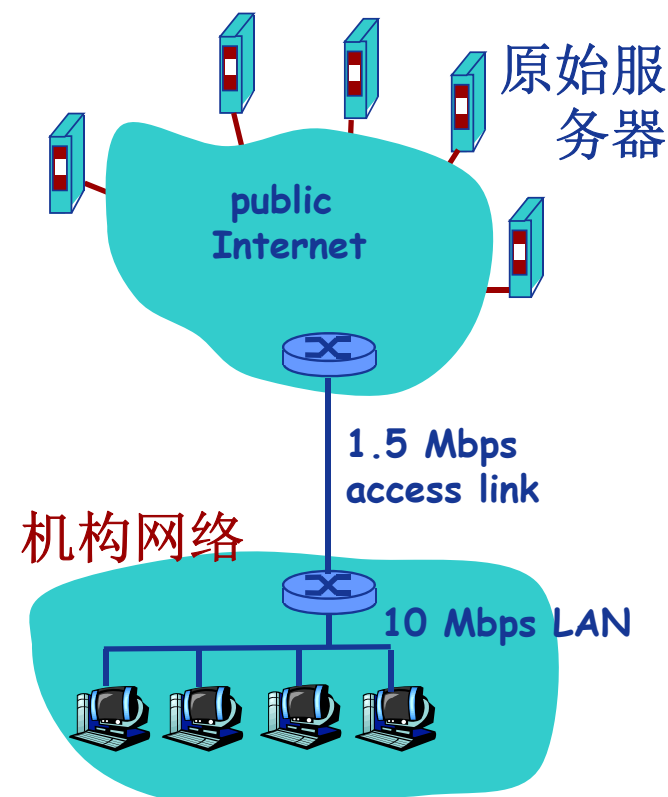
# Web缓存示例(1)

## ❖ 假定:

- 对象的平均大小=100,000比特
- 机构网络中的浏览器平均每秒有15个到原始服务器的请求
- 从机构路由器到原始服务器的往返延迟=2秒

## ❖ 网络性能分析:

- 局域网(LAN)的利用率=15%
- 接入互联网的链路的利用率=100%
- 总的延迟=互联网上的延迟+访问延迟+局域网延迟=2秒+几分钟+几微秒



# Web缓存示例(2)

## ❖ 解决方案1:

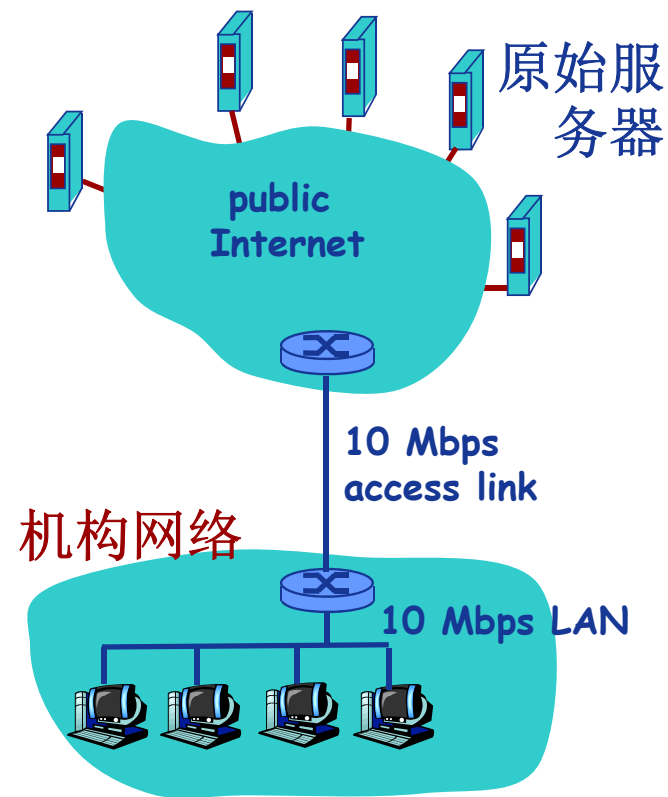
- 提升互联网接入带宽=10Mbps

## ❖ 网络性能分析:

- 局域网(LAN)的利用率=15%
- 接入互联网的链路的利用率=15%
- 总的延迟=互联网上的延迟+访问延迟+局域网延迟=2秒+几微秒+几微秒

## ❖ 问题:

- 成本太高



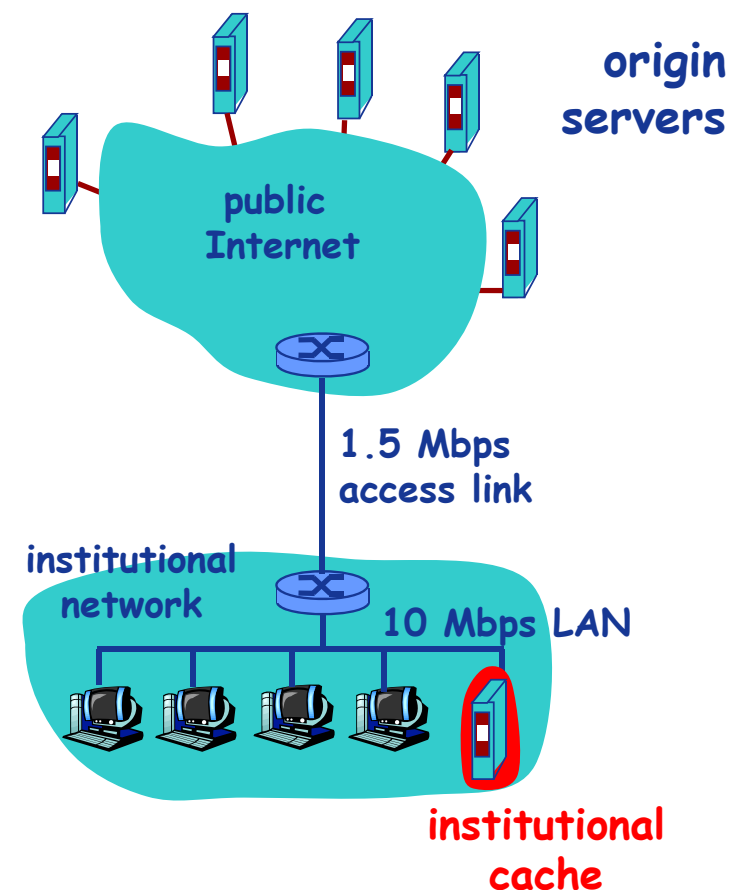
# Web缓存示例(3)

## ❖ 解决方案2:

- 安装Web缓存
- 假定缓存命中率是0.4

## ❖ 网络性能分析:

- 40%的请求立刻得到满足
- 60%的请求通过原始服务器满足
- 接入互联网的链路的利用率下降到60%，从而其延迟可以忽略不计，例如10微秒
- 总的平均延迟=互联网上的延迟+访问延迟+局域网延迟= $0.6 \times 2.01\text{秒} + 0.4 \times n\text{微秒} < 1.4\text{秒}$



# 条件性GET方法

## ❖ 目标:

- 如果缓存有最新的版本，则不需要发送请求对象

## ❖ 缓存:

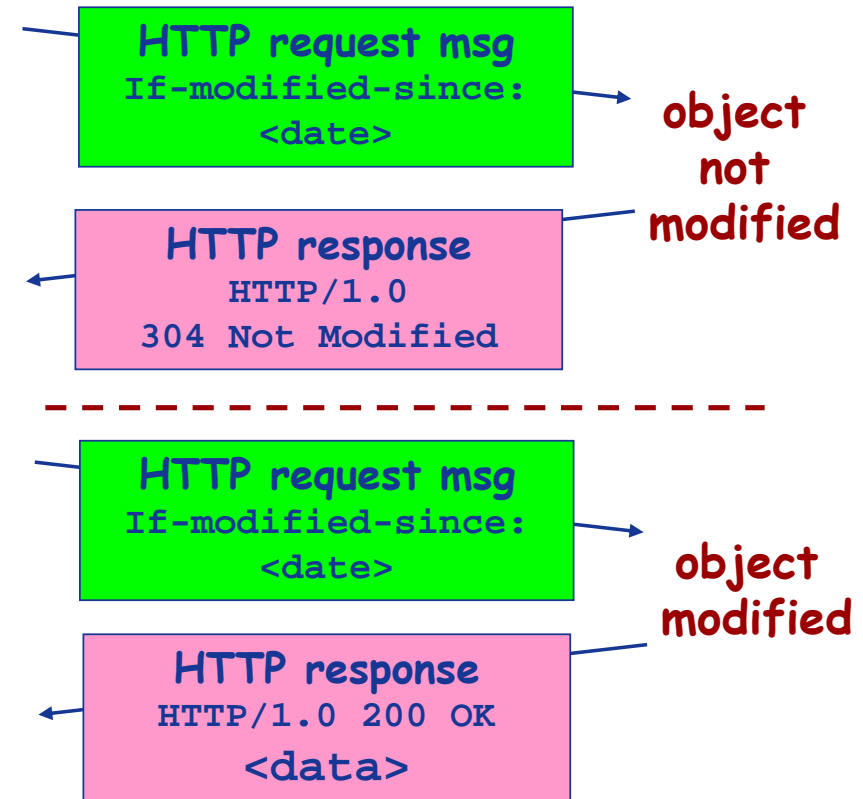
- 在HTTP请求消息中声明所持有版本的日期
- If-modified-since: <date>

## ❖ 服务器:

- 如果缓存的版本是最新的，则响应消息中不包含对象
- HTTP/1.0 304 Not Modified

### cache

### server



# 课后作业

检索文献，分析、总结**Web**技术近年来有哪些新进展？其关键思想和技术是什么？





哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



谢谢!





哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



# 计算机网络之网尽其用

主讲人：聂兰顺

# 本讲主题

## Email应用



# Email应用的构成(1)

## ❖ Email应用的构成组件

- 邮件客户端(user agent)
- 邮件服务器
- SMTP协议(Simple Mail Transfer Protocol)

## ❖ 邮件客户端

- 读、写Email消息
- 与服务器交互，收、发Email消息
- Outlook, Foxmail, Thunderbird
- Web客户端



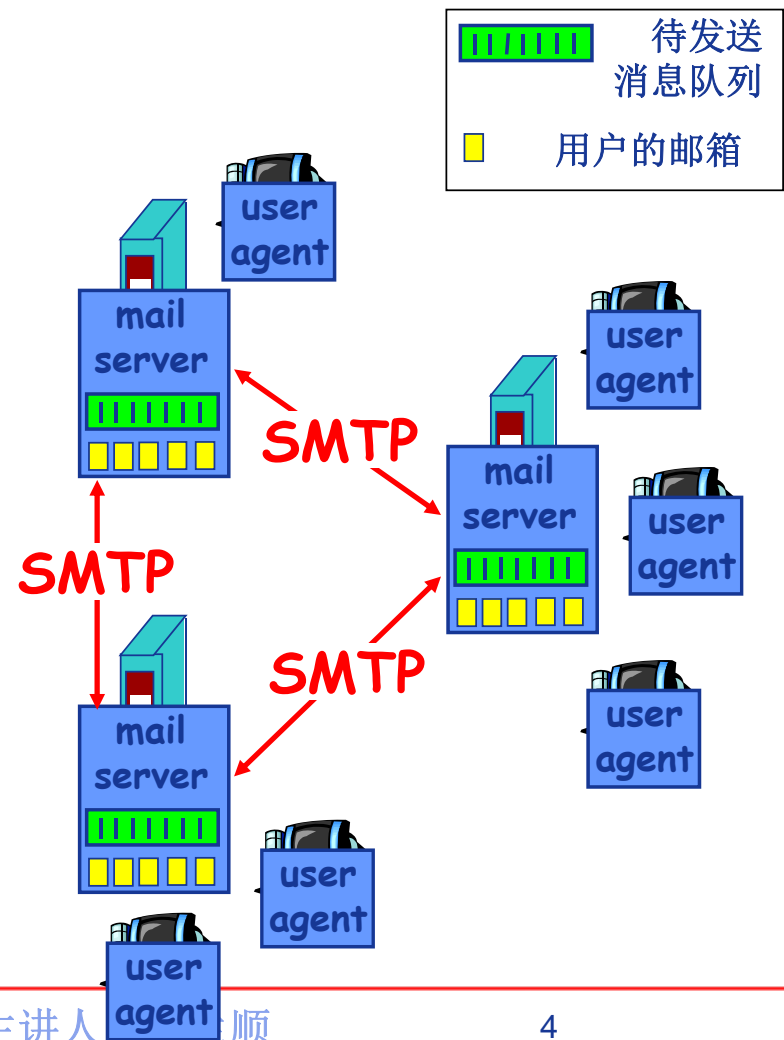
# Email应用的构成(2)

## ❖ 邮件服务器(Mail Server)

- 邮箱：存储发给该用户的Email
- 消息队列(message queue)：存储等待发送的Email

## ❖ SMTP协议

- 邮件服务器之间传递消息所使用的协议
- 客户端：发送消息的服务器
- 服务器：接收消息的服务器



# SMTP协议: RFC 2821

❖ 使用TCP进行email消息的可靠传输

❖ 端口25

❖ 传输过程的三个阶段

- 握手
- 消息的传输
- 关闭

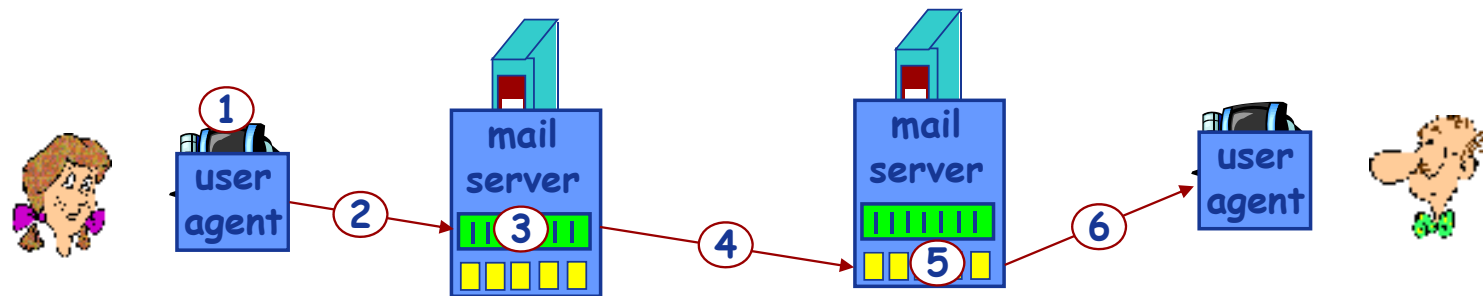
❖ 命令/响应交互模式

- 命令(command): ASCII文本
- 响应(response): 状态代码和语句

❖ Email消息只能包含7位ASCII码



# Email应用示例





# SMTP交互示例

```
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
```



# 动手尝试SMTP交互

- ❖ **telnet servername 25**
- ❖ 服务器返回代码220
- ❖ 输入以下命令与SMTP服务器交互
  - HELO
  - MAIL FROM
  - RCPT TO
  - DATA
  - QUIT



# SMTP协议

- ❖ 使用持久性连接
- ❖ 要求消息必须由7位ASCII码构成
- ❖ SMTP服务器利用CRLF.CRLF确定消息的结束。

## 与HTTP对比:

- ❖ HTTP: 拉式(pull)
- ❖ SMTP: 退式(push)
- ❖ 都使用命令/响应交互模式
- ❖ 命令和状态代码都是ASCII码
- ❖ HTTP: 每个对象封装在独立的响应消息中
- ❖ SMTP: 多个对象在由多个部分构成的消息中发送



# 思考题

**Email**作为互联网上的古老应用，从出现至今经过了什么样的演变过程？站在今天的角度看，**Email**应用有哪些缺点和不足？请查阅资料，给出你的见解。





哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



谢谢!



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



# 计算机网络之网尽其用

主讲人：聂兰顺

# 本讲主题

## Email消息格式与POP3协议





# Email消息格式

❖ SMTP: email消息的传输/交换协议

❖ RFC 822: 文本消息格式标准

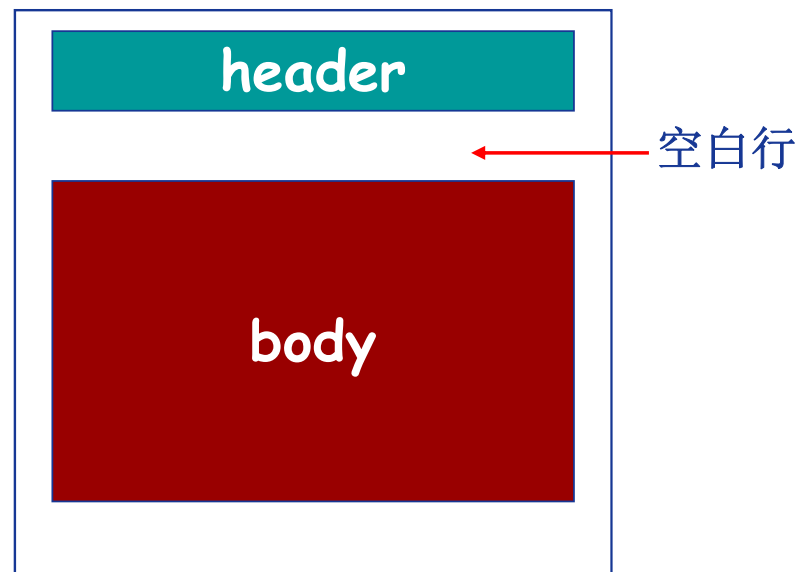
■ 头部行(header)

- To
- From
- Subject

与SMTP命令不同

■ 消息体(body)

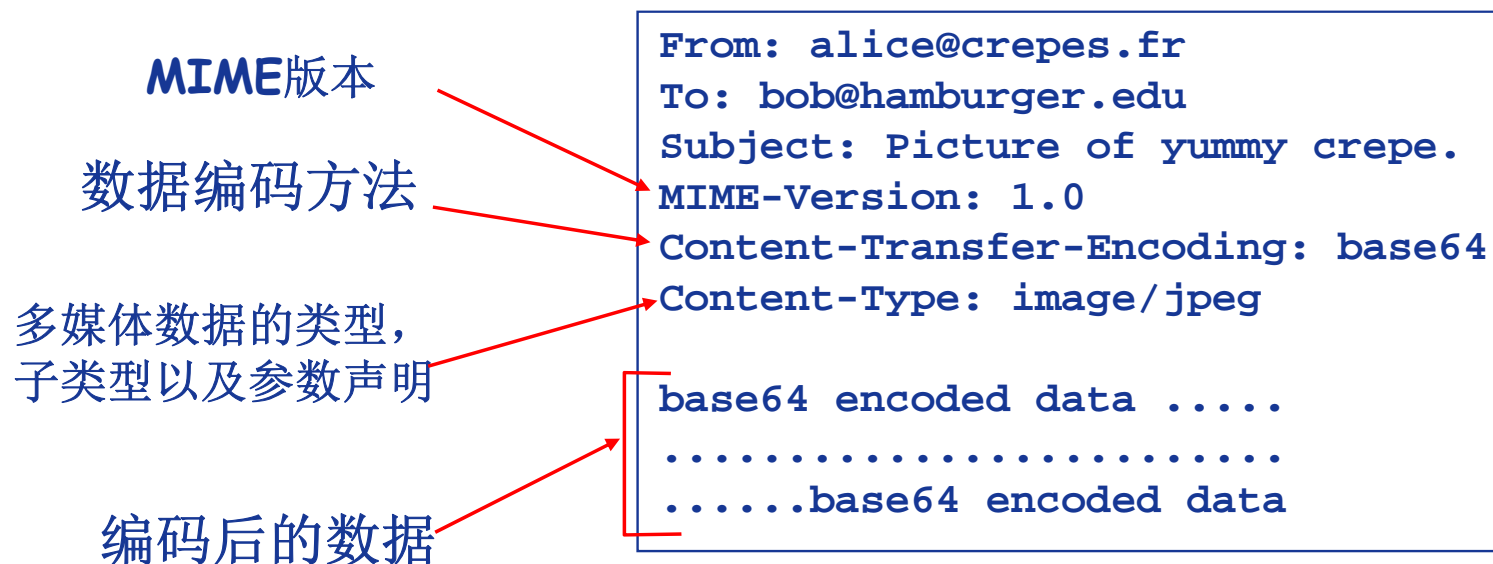
- 消息本身
- 只能是ASCII字符



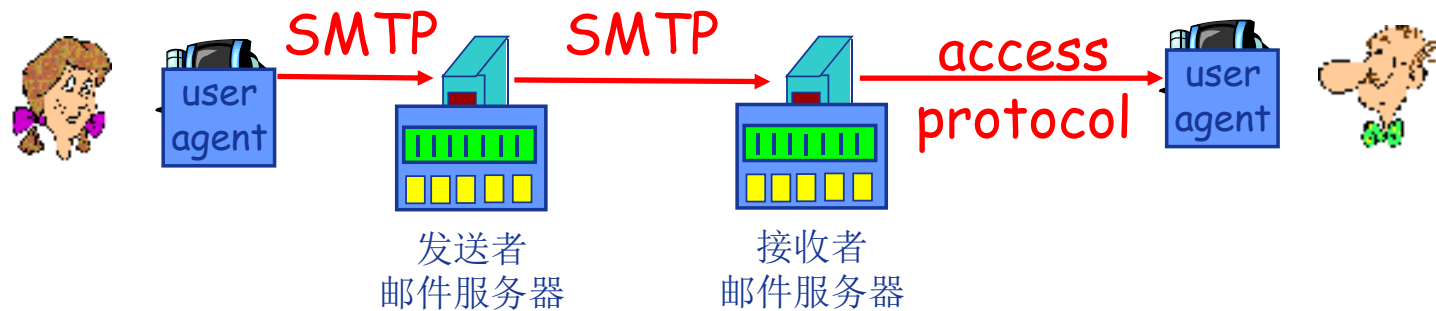
# Email消息格式：多媒体扩展

## ❖ MIME：多媒体邮件扩展 RFC 2045, 2056

- 通过在邮件头部增加额外的行以声明MIME的内容类型



# 邮件访问协议



## ❖ 邮件访问协议：从服务器获取邮件

- POP: Post Office Protocol [RFC 1939]
  - 认证/授权(客户端 $\leftrightarrow$ 服务器)和下载
- IMAP: Internet Mail Access Protocol [RFC 1730]
  - 更多功能
  - 更加复杂
  - 能够操纵服务器上存储的消息
- HTTP: 163, QQ Mail等。



# POP协议

## ❖ 认证过程

### ■ 客户端命令

- **User** : 声明用户名
- **Pass**: 声明密码

### ■ 服务器响应

- **+OK**
- **-ERR**

## ❖ 事务阶段

- **List** : 列出消息数量
- **Retr** : 用编号获取消息
- **Dele**: 删除消息
- **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



# POP协议

- ❖ “下载并删除”模式
  - 用户如果换了客户端软件，无法重读该邮件
- ❖ “下载并保持”模式：不同客户端都可以保留消息的拷贝
- ❖ POP3是无状态的



# IMAP协议

- ❖ 所有消息统一保存在一个地方：服务器
- ❖ 允许用户利用文件夹组织消息
- ❖ IMAP支持跨会话(Session)的用户状态：
  - 文件夹的名字
  - 文件夹与消息ID之间的映射等



## 课后练习

请查阅资料，比较**IMAP**与**POP3**的不同，并调研主流**Email**服务对**IMAP**协议的支持情况。







哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



谢谢!



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



# 计算机网络之网尽其用

主讲人：聂兰顺

# 本讲主题

## DNS概述



# DNS: Domain Name System

## ❖ Internet上主机/路由器的识别问题

- IP地址
- 域名: www.hit.edu.cn

## ❖ 问题: 域名和IP地址之间如何映射?

## ❖ 域名解析系统DNS

- 多层命名服务器构成的分布式数据库
- 应用层协议: 完成名字的解析
  - Internet核心功能, 用应用层协议实现
  - 网络边界复杂



# DNS

## ❖ DNS服务

- 域名向IP地址的翻译
- 主机别名
- 邮件服务器别名
- 负载均衡：Web服务器

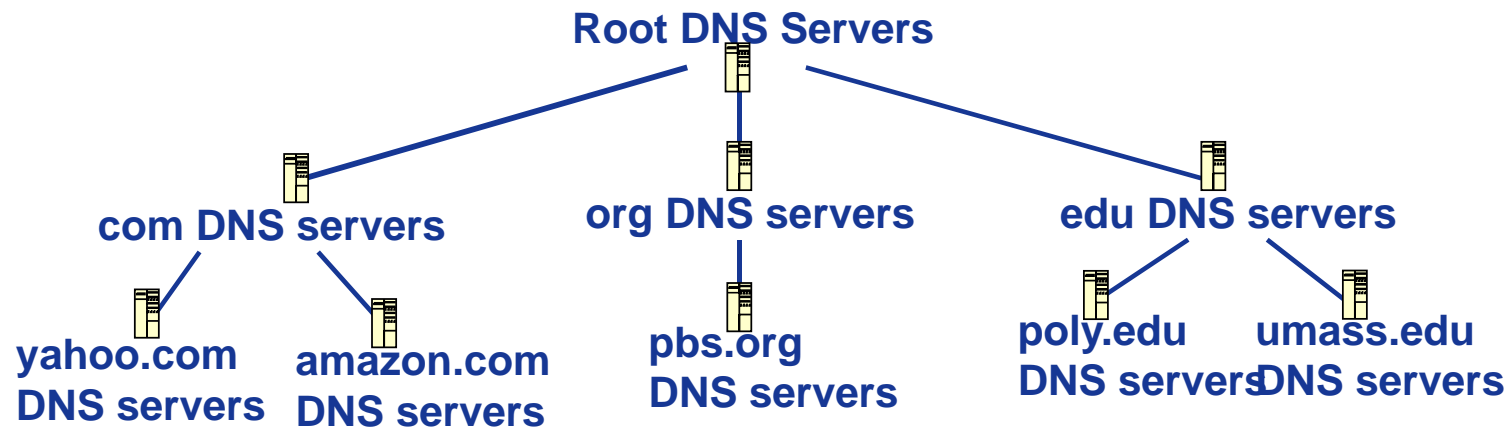
## ❖ 问题：为什么不使用集中式的DNS？

- 单点失败问题
- 流量问题
- 距离问题
- 维护性问题

不可伸缩



# 分布式层次式数据库



## ❖ 客户端想要查询[www.amazon.com](http://www.amazon.com)的IP

- 客户端查询根服务器，找到com域名解析服务器
- 客户端查询com域名解析服务器，找到amazon.com域名解析服务器
- 客户端查询amazon.com域名解析服务器，获得[www.amazon.com](http://www.amazon.com)的IP地址

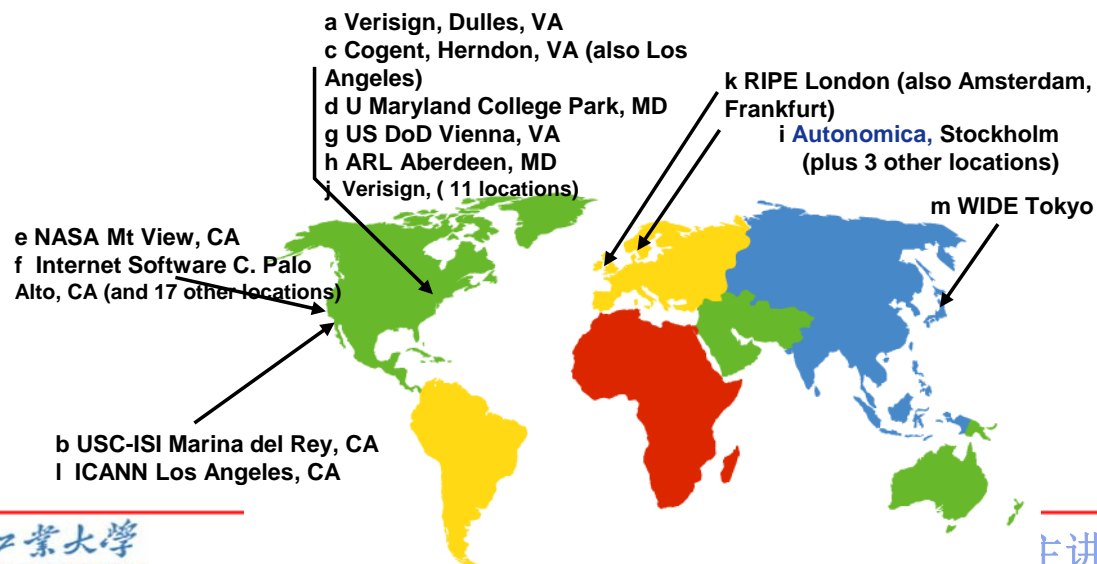


# DNS根域名服务器

❖ 本地域名解析服务器无法解析域名时，访问根域名服务器

❖ 根域名服务器

- 如果不知道映射，访问权威域名服务器
- 获得映射
- 向本地域名服务器返回映射



全球有**13**个根  
域名服务器





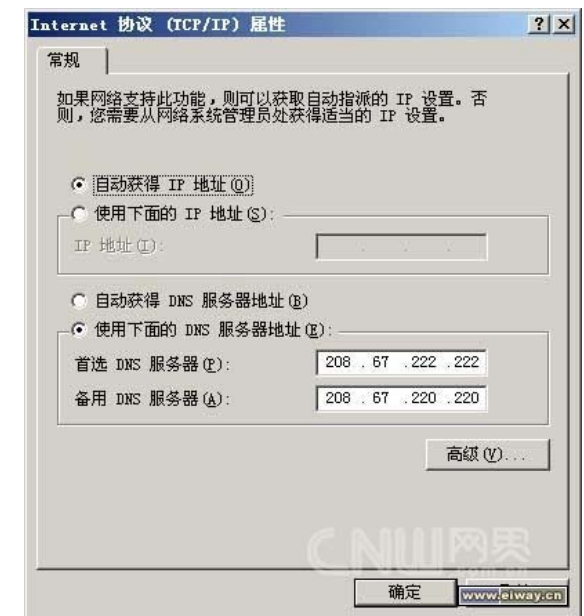
# TLD和权威域名解析服务器

- ❖ 顶级域名服务器(TLD, top-level domain): 负责com, org, net,edu等顶级域名和国家顶级域名, 例如cn, uk, fr等
  - Network Solutions维护com顶级域名服务器
  - Educause维护edu顶级域名服务器
- ❖ 权威(Authoritative)域名服务器: 组织的域名解析服务器, 提供组织内部服务器的解析服务
  - 组织负责维护
  - 服务提供商负责维护



# 本地域名解析服务器

- ❖ 不严格属于层级体系
- ❖ 每个ISP有一个本地域名服务器
  - 默认域名解析服务器
- ❖ 当主机进行DNS查询时，查询被发送到本地域名服务器
  - 作为代理(proxy)，将查询转发给（层级式）域名解析服务器系统

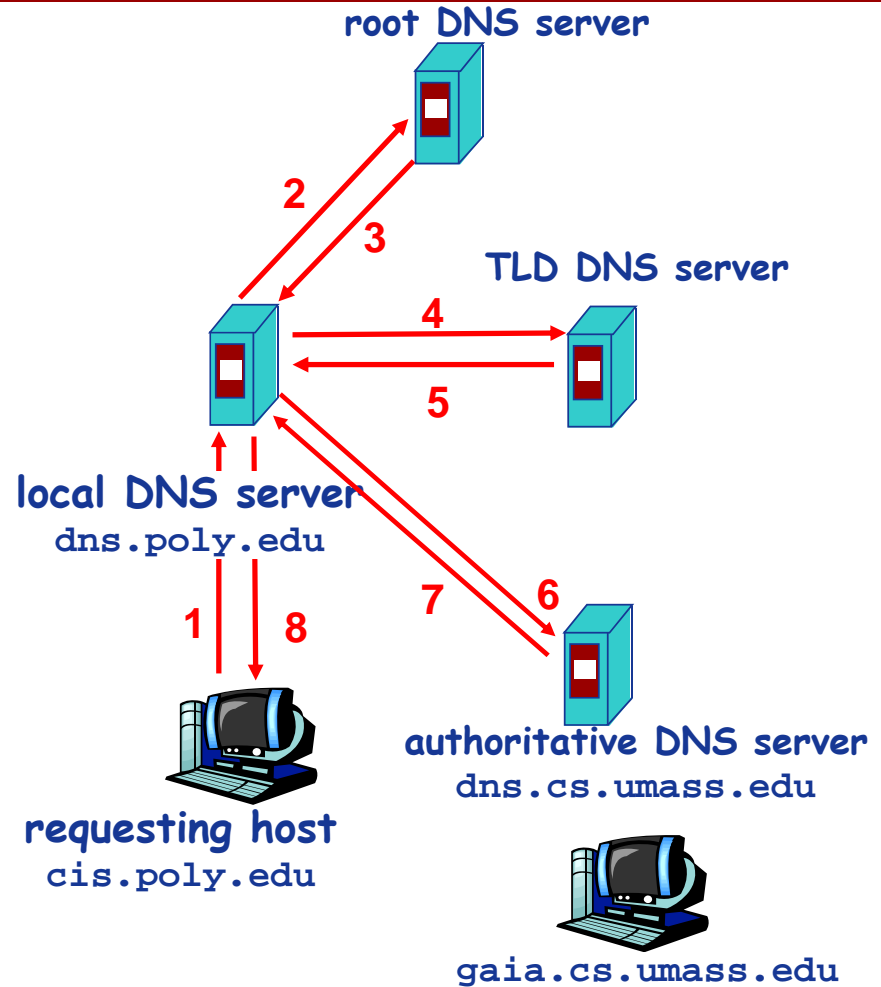


# DNS查询示例

❖ Cis.poly.edu的主机想获得  
gaia.cs.umass.edu的IP地址

## ❖ 迭代查询

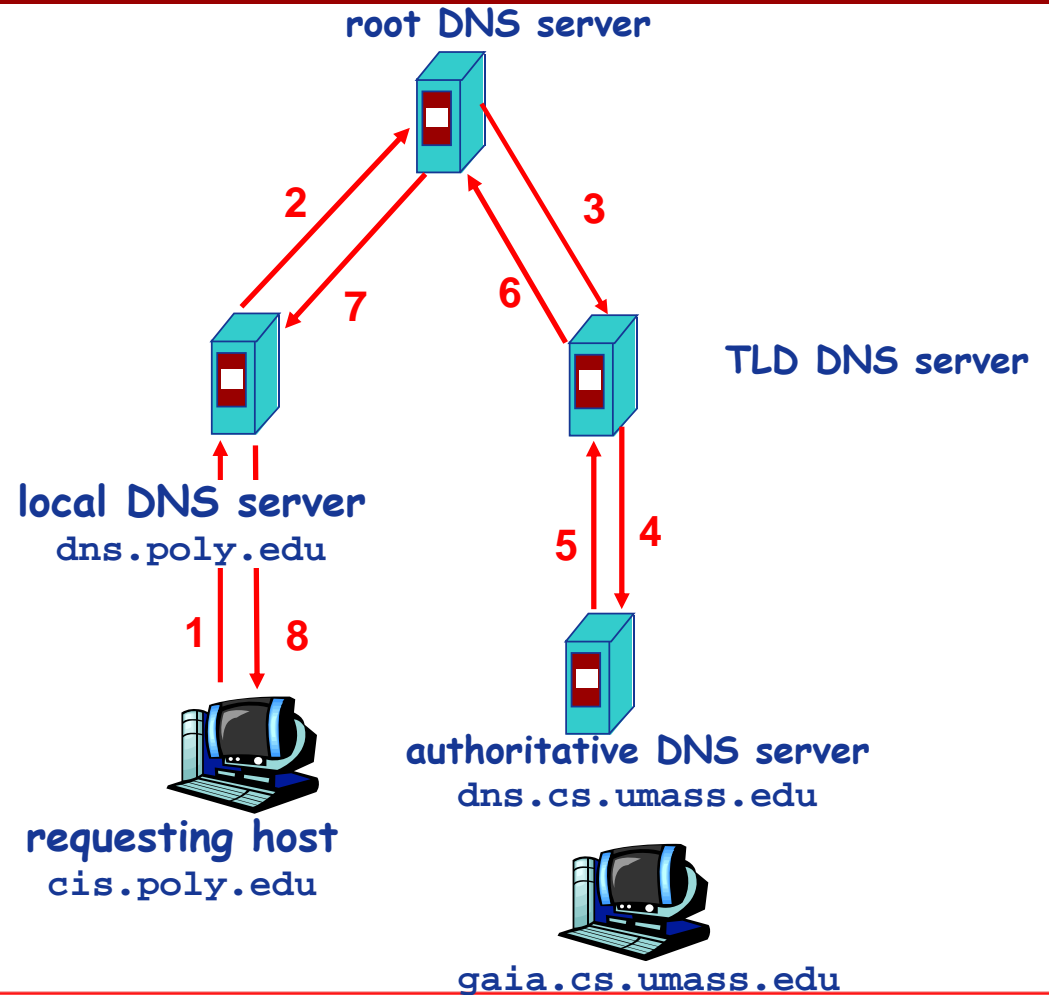
- 被查询服务器返回域名解析服务器的名字
- “我不认识这个域名，但是你可以问这服务器”



# DNS查询示例

## ❖ 递归查询

- 将域名解析的任务交给所联系的服务器



# 例题

- ❖ 如果本地域名服务器无缓存，当采用递归方法解析另一网络某主机域名时，用户主机、本地域名服务器发送的域名请求消息数分别为
- A. 一条、一条
  - B. 一条、多条
  - C. 多条、一条
  - D. 多条、多条

【解析】域名递归解析过程中，主机向本地域名服务器发送**DNS**查询，被查询的域名服务器代理后续的查询，然后返回结果。所以，递归查询时，如果本地域名服务器无缓存，则主机和本地域名服务器都仅需要发送一次查询，故正确答案为**A**。



# DNS记录缓存和更新

- ❖ 只要域名解析服务器获得域名—IP映射，即缓存这一映射
  - 一段时间过后，缓存条目失效（删除）
  - 本地域名服务器一般会缓存顶级域名服务器的映射
    - 因此根域名服务器不经常被访问
- ❖ 记录的更新/通知机制
  - RFC 2136
  - Dynamic Updates in the Domain Name System (DNS UPDATE)



# 思考题

我国没有根域名服务器，是否会影响  
我国的网络安全，会有什么影响。  
请思考并查阅资料，回答该问题。







哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



谢谢!



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



# 计算机网络之网尽其用

主讲人：聂兰顺

# 本讲主题

## DNS记录和消息格式



# DNS记录

## ❖ 资源记录(RR, resource records)

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

### ❖ Type=A

- Name: 主机域名
- Value: IP地址

### ❖ Type=NS

- Name: 域(edu.cn)
- Value: 该域权威域名解析服务器的主机域名

### ❖ Type=CNAME

- Name: 某一真实域名的别名
  - [www.ibm.com](http://www.ibm.com) –  
servereast.backup2.ibm.com
- Value: 真实域名

### ❖ Type=MX

- Value是与name相对应的邮件服务器



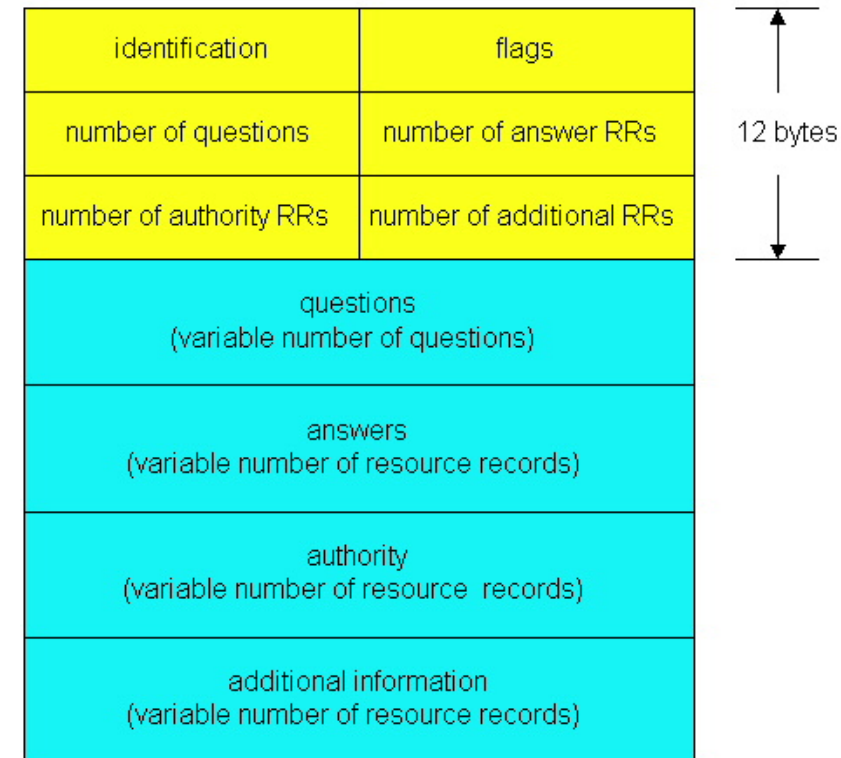
# DNS协议与消息

## ❖ DNS协议:

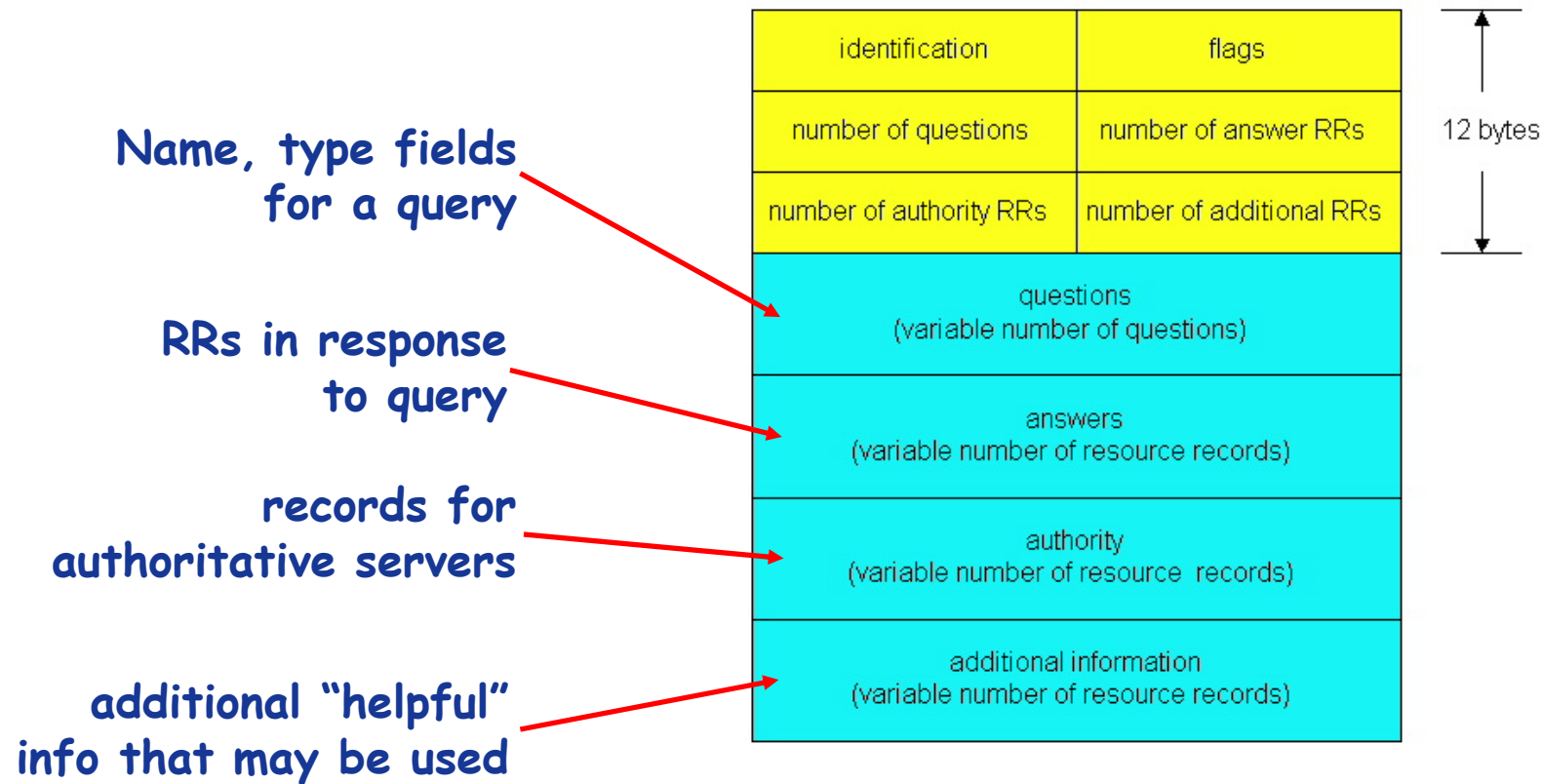
- 查询(query)和回复(reply消息)
- 消息格式相同

## ❖ 消息头部

- Identification: 16位查询编号, 回复使用相同的编号
- flags
  - 查询或回复
  - 期望递归
  - 递归可用
  - 权威回答



# DNS协议与消息





# 如何注册域名？

- ❖ 例子：你刚刚创建了一个公司 “Network Utopia”
  - ❖ 在域名管理机构(如Network Solutions)注册域名networkutopia.com
    - 向域名管理机构提供你的权威域名解析服务器的名字和IP地址
    - 域名管理机构向com顶级域名解析服务器中插入两条记录
- ```
(networkutopia.com, dns1.networkutopia.com, NS)  
(dns1.networkutopia.com, 212.212.212.1, A)
```
- ❖ 在权威域名解析服务器中为[www.networkutopia.com](http://www.networkutopia.com)加入Type A记录，为networkutopia.com加入Type MX记录





# 思考题

请查阅有关资料，找出那些在应用层实现的**Internet**核心服务，调研它们的协议、消息格式。





哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



谢谢!