



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



# 第2周 课堂教学-应用层（上）

李全龙

# 第2周 课堂教学-应用层（上）

## ❖ 束广就狭：

- 2.1 网络应用体系结构
- 2.2 网络应用通信原理
- 2.3 Web应用
- 2.4 电子邮件应用
- 2.5 域名系统（DNS）



# 第2周 课堂教学-应用层（上）

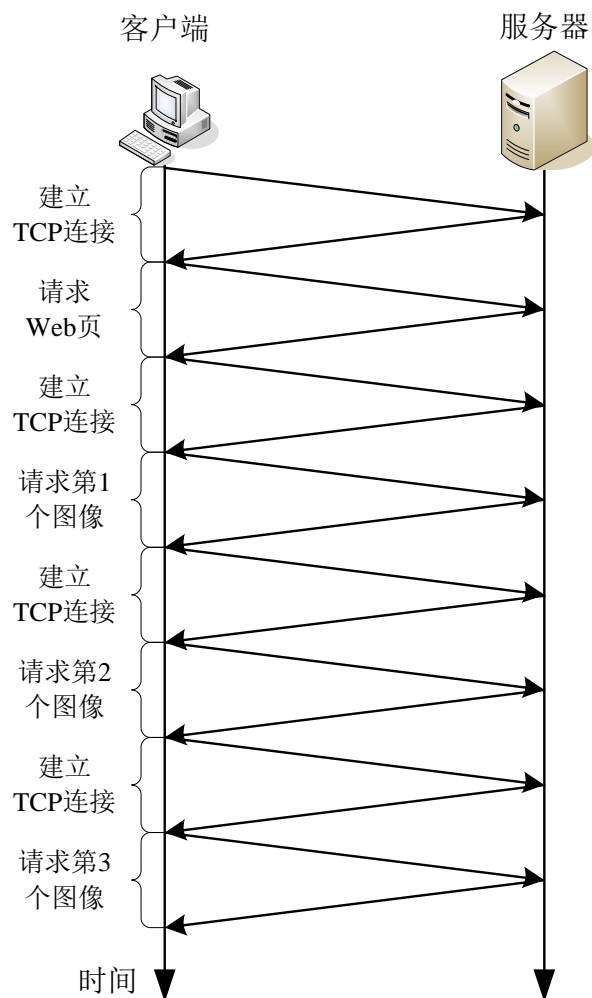
## ❖ 质疑辨惑:

### 1. 关于HTTP

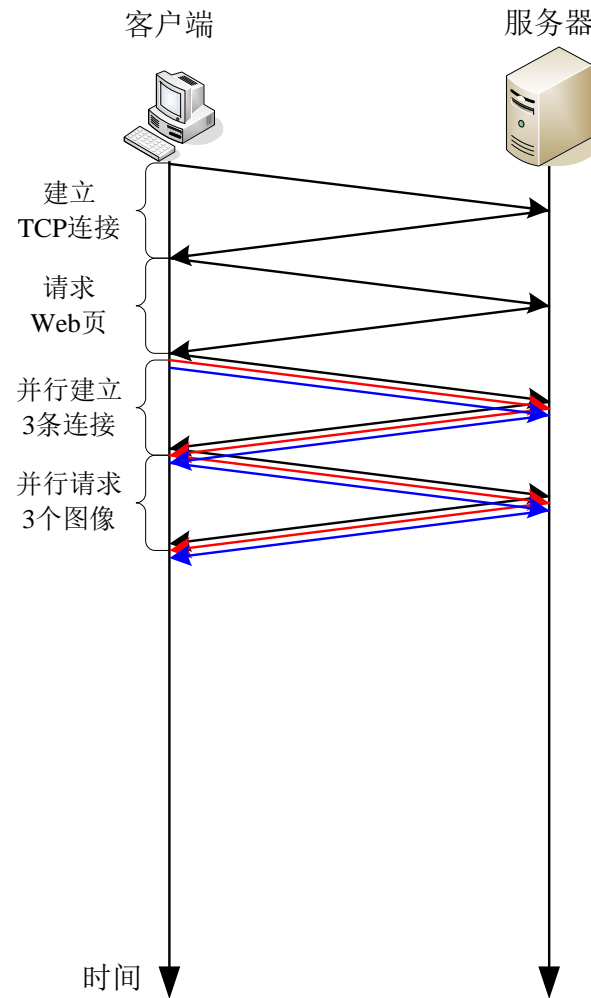
- HTTP/1.0请求1对象的响应时间是多少？如何在使用HTTP/1.0时加速（减少）响应时间？
  - ~2RTT；并行TCP连接
- 与HTTP/1.0比，HTTP/1.1的主要改进是什么？
  - 丰富了Methods
  - 扩展了Header lines
  - 改变了TCP连接使用方式：
    - HTTP/1.0协议默认情况下使用非持久连接(nonpersistent connection)
    - HTTP/1.1协议默认情况下使用持久连接(persistent connection)
      - » 非流水方式持久连接
      - » 流水方式持久连接
- 例如：请求浏览一个引用3个JPEG小图像的Web页



# HTTP/1.0



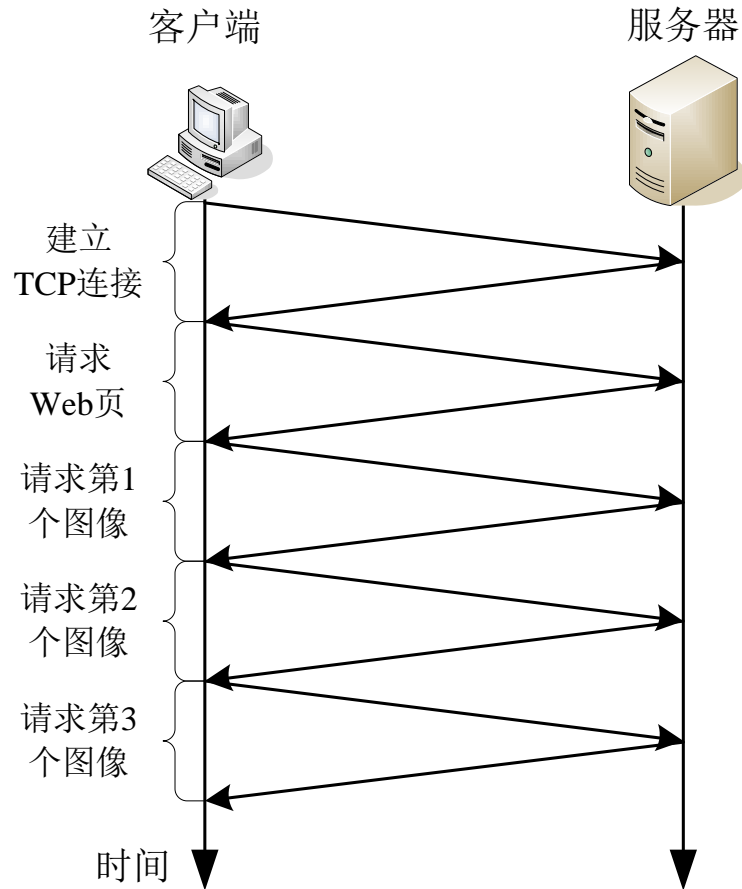
非持久连接（默认）的HTTP/1.0



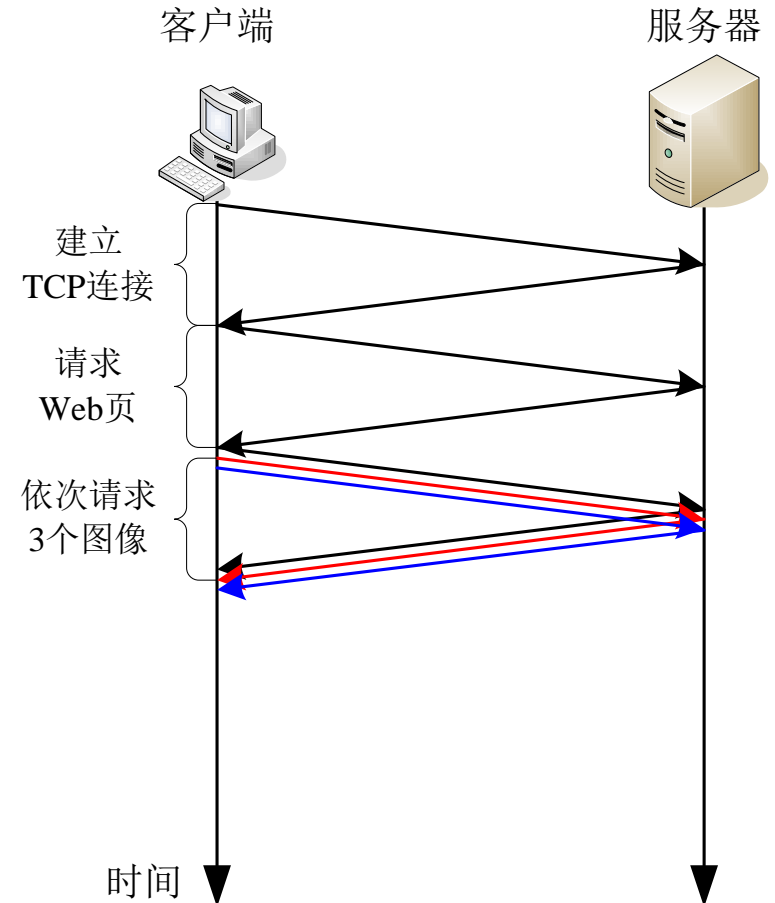
使用并行连接的HTTP/1.0



# HTTP/1.1



非流水持久连接的HTTP/1.1



流水持久连接的HTTP/1.1

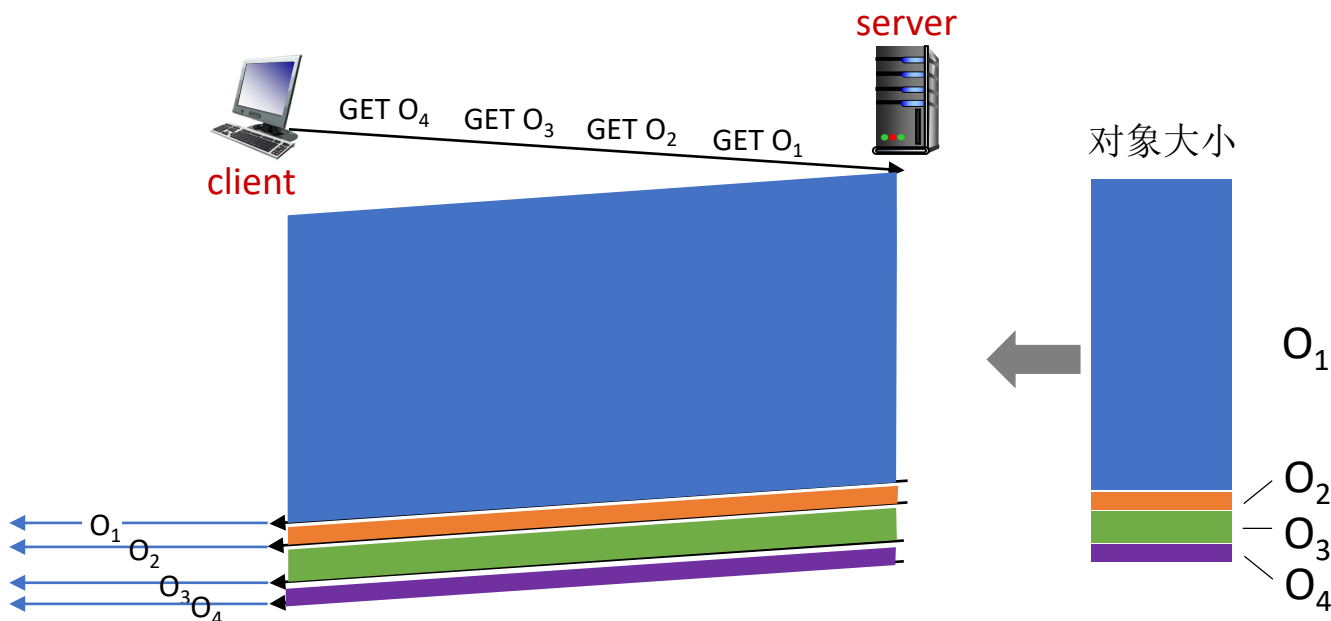


# 第2周 课堂教学-应用层（上）

## ❖ 质疑辨惑:

### 1. 关于HTTP

- HTTP/1.1有什么不足？考虑通过HTTP/1.1连续请求多个大小不同的对象，可能会发生什么问题？
  - 例：通过HTTP 1.1连续请求1个大对象(如视频文件)和3个小对象

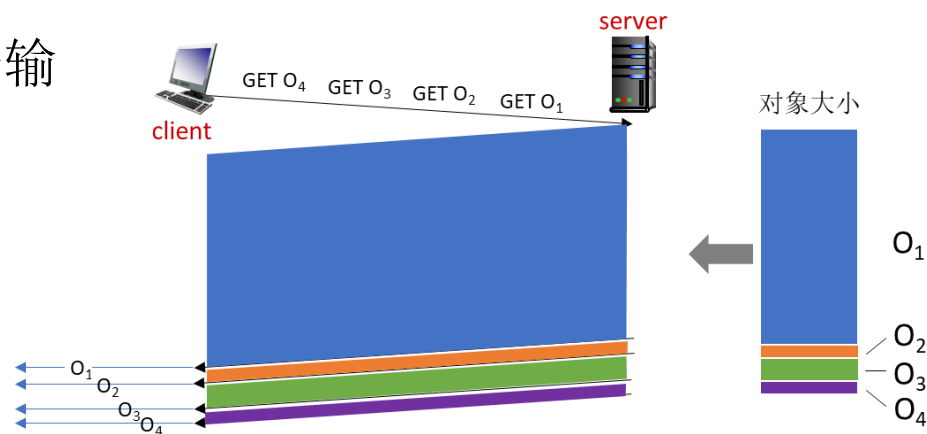


# 第2周 课堂教学-应用层（上）

## ❖ 质疑辨惑:

### 1. 关于HTTP

- HTTP/1.1有什么不足？考虑通过HTTP/1.1连续请求多个大小不同的对象，可能会发生什么问题？
  - 例：通过HTTP 1.1连续请求1个大对象(如视频文件)和3个小对象
- 服务器顺序响应（FCFS调度）
- 在大对象之后请求的小对象，需要等待大对象的传输（ head-of-line (HOL) blocking ）
- 若发生数据丢失会暂停对象传输

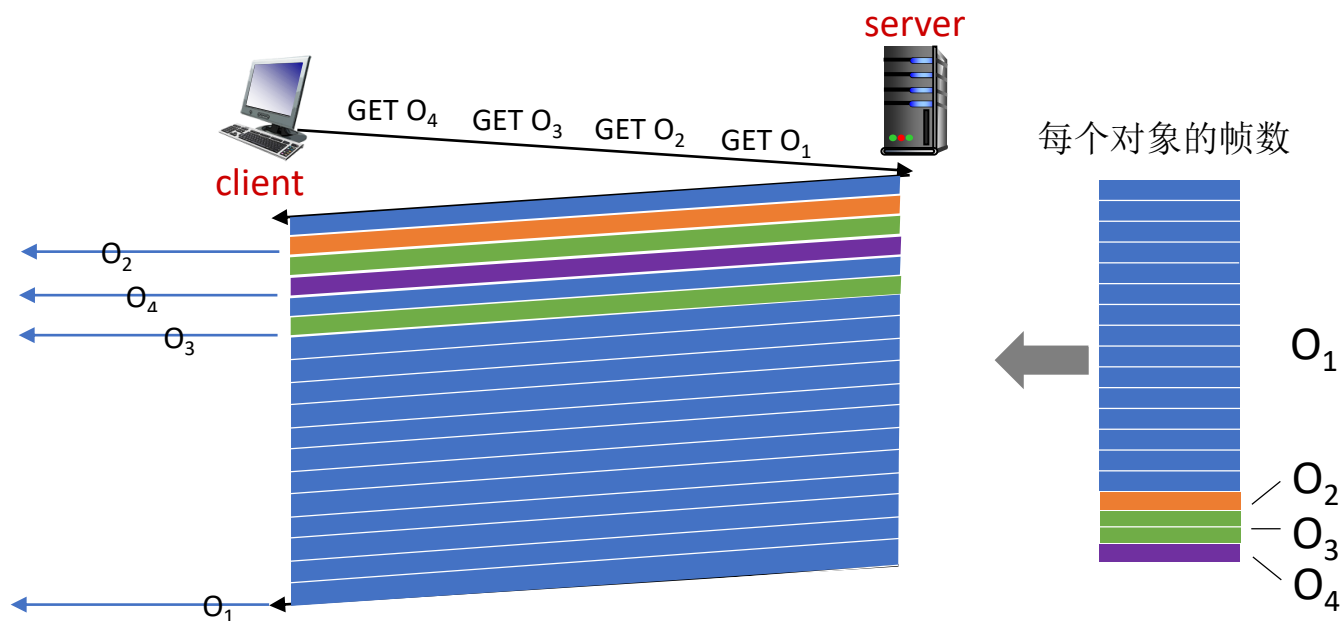


# 第2周 课堂教学-应用层（上）

## ❖ 质疑辨惑:

### 1. 关于HTTP

- HTTP/2: 减少多对象请求的时延（响应时间）
  - 将对象分割为系列“帧”，不同对象的帧交替传输





# 第2周 课堂教学-应用层（上）

## ❖ 质疑辨惑:

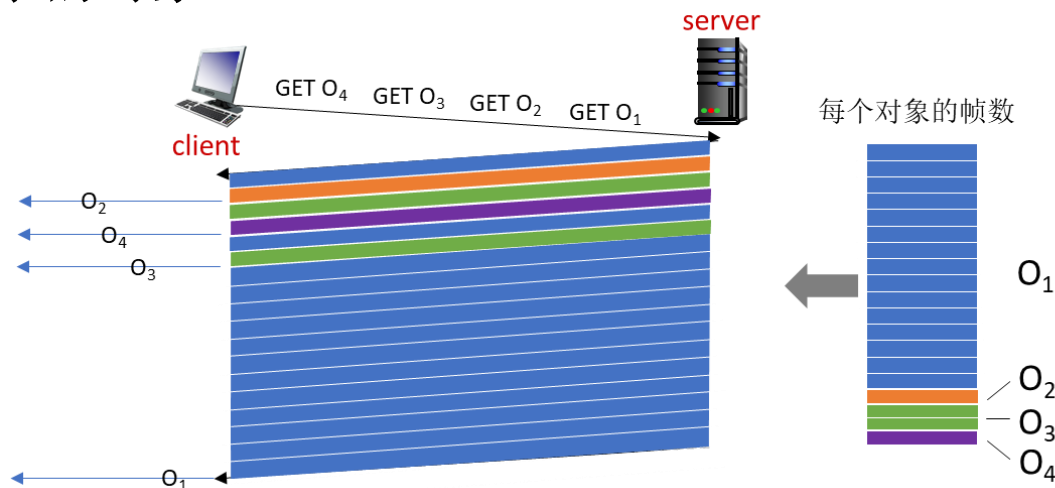
### 1. 关于HTTP

- HTTP/2[RFC 7540, 2015]：减少多对象请求的时延（响应时间）
  - 将对象分割为系列“帧”，不同对象的帧交替传输
- 与HTTP/1.1相比，方法、状态码、多数首部行等没变
- 对象传输顺序基于客户定义的对象优先级（非FCFS调度）
- 推送（push）客户未请求的对象

#### ■ HTTP/2进一步优化？

- 使用UDP？
- 增加安全性？
- .....

#### ■ HTTP/3？



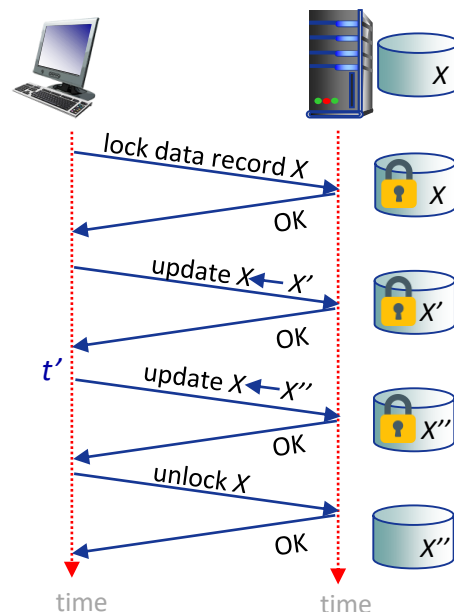
# 第2周 课堂教学-应用层（上）

## ❖ 质疑辨惑:

### 1. 关于HTTP

- 如何理解HTTP无状态特性？有什么优点和缺点？会带来什么问题？如何解决？

有状态协议示例：  
客户两次修改X的值



Q: 如果在 $t'$ 时刻网络连接断开或者客户宕机，会怎么样？

■ +

- 简单
- 服务器占用资源时间短

■ -

- 无法跟踪用户状态
- 请求报文需要携带完整信息

#### ■ 解决方案

- Cookie
- Session



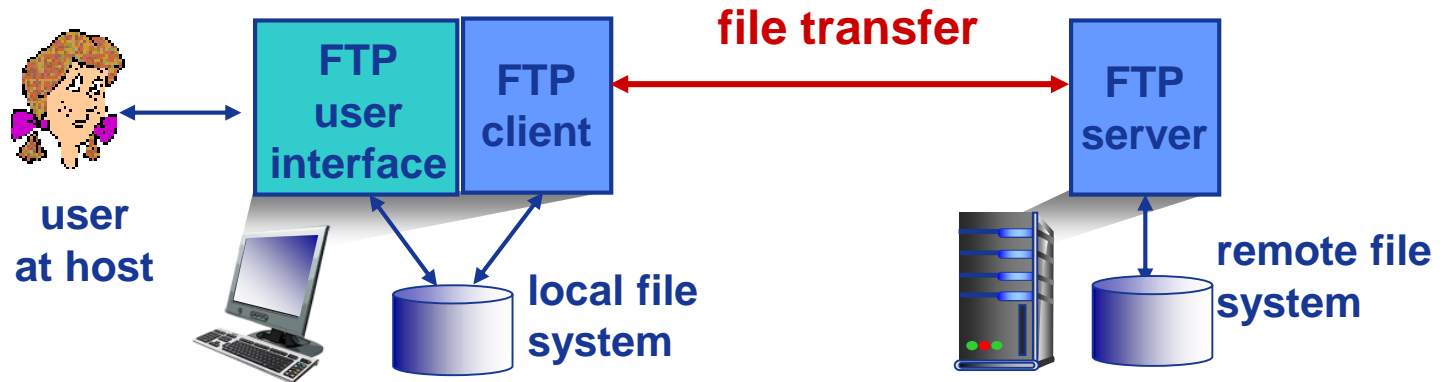
# 第2周 课堂教学-应用层（上）

## ❖ 质疑辨惑：

- 1.关于HTTP
- 2.讨论设计一个文件传输应用，给出一种设计方案。



# FTP: the file transfer protocol

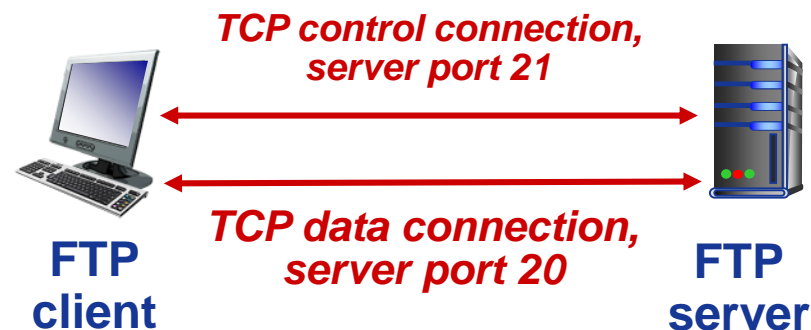


- ❖ transfer file to/from remote host
- ❖ client/server model
  - **client**: side that initiates transfer (either to/from remote)
  - **server**: remote host
- ❖ ftp: RFC 959
- ❖ ftp server: port 21



# FTP: separate control, data connections

- ❖ FTP client contacts FTP server at port 21, using TCP
- ❖ client authorized over control connection
- ❖ client browses remote directory, sends commands over control connection
- ❖ when server receives file transfer command, **server** opens 2<sup>nd</sup> TCP data connection (for file) to client
- ❖ after transferring one file, server closes data connection



- ❖ server opens another TCP data connection to transfer another file
- ❖ control connection: **“out of band”** control
- ❖ FTP server **maintains “state”** : current directory, earlier authentication



# FTP commands, responses

## *sample commands:*

- ❖ sent as ASCII text over control channel
- ❖ **USER *username***
- ❖ **PASS *password***
- ❖ **LIST** return list of file in current directory
- ❖ **RETR *filename*** retrieves (gets) file
- ❖ **STOR *filename*** stores (puts) file onto remote host

## *sample return codes*

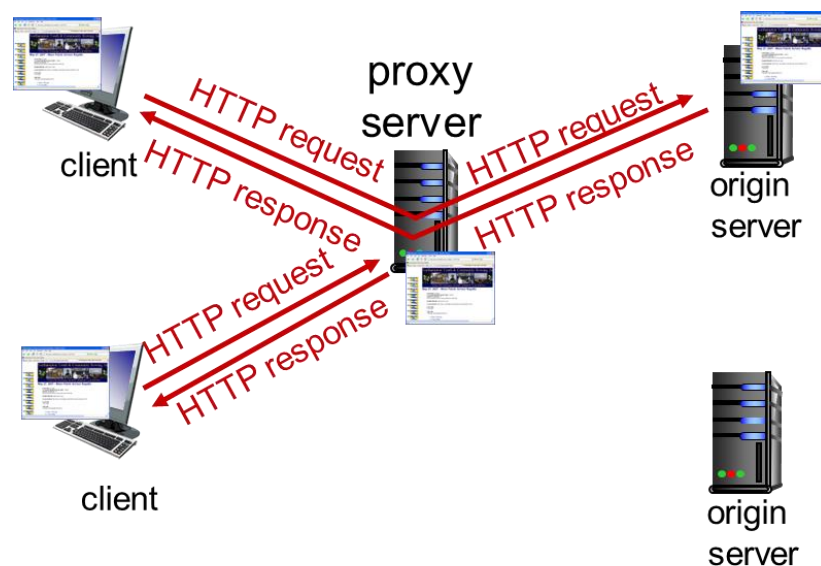
- ❖ status code and phrase (as in HTTP)
- ❖ **331 Username OK, password required**
- ❖ **125 data connection already open; transfer starting**
- ❖ **425 Can't open data connection**
- ❖ **452 Error writing file**



# 第2周 课堂教学-应用层（上）

## ❖ 质疑辨惑:

- 1.关于HTTP
- 2.讨论设计一个文件传输应用，给出一种设计方案。
- 3.讨论设计一个Web代理，都可以实现哪些功能？



# 第2周 课堂教学-应用层（上）

## ❖ 质疑辨惑：

- 1.关于HTTP
- 2.讨论设计一个文件传输应用，给出一种设计方案。
- 3.讨论设计一个Web代理，都可以实现哪些功能？
- 4.DNS是否存在安全隐患？设想一下可能会如何被攻击？





# Attacking DNS

## DDoS attacks

- ❖ bombard root servers with traffic
  - not successful to date
  - traffic filtering
  - local DNS servers cache IPs of TLD servers, allowing root server bypass
- ❖ bombard TLD servers
  - potentially more dangerous

## redirect attacks

- man-in-middle
  - Intercept queries
- DNS poisoning
  - Send bogus replies to DNS server, which caches

## exploit DNS for DDoS

- send queries with spoofed source address: target IP
- requires amplification



## ❖ 质疑辨惑:

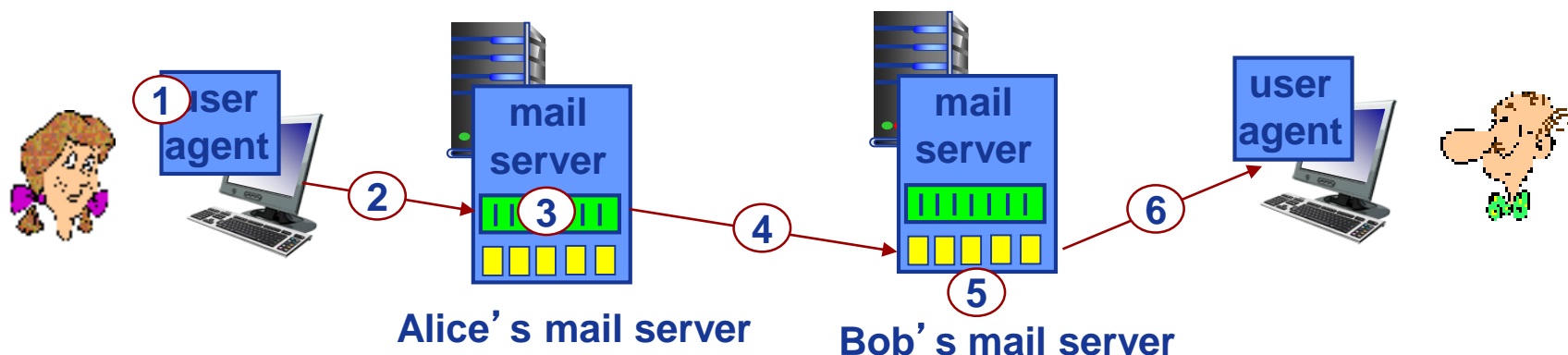
1.关于HTTP

2.讨论设计一个文件传输应用，给出一种设计方案。

3.讨论设计一个Web代理，都可以实现哪些功能？

4.DNS是否存在安全隐患？设想一下可能会如何被攻击？

5.邮件发送与接收各阶段可能会用到哪些应用层协议？



作答



# 第2周 课堂教学-应用层（上）

## ❖ 质疑辨惑：

- 1.关于HTTP
- 2.讨论设计一个文件传输应用，给出一种设计方案。
- 3.讨论设计一个Web代理，都可以实现哪些功能？
- 4.DNS是否存在安全隐患？设想一下可能会被如何攻击？
- 5.邮件发送与接收各阶段可能会用到哪些应用层协议？
- 6.如何优化Web应用的响应时间？
  - 优化HTTP
  - Web缓存



# 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



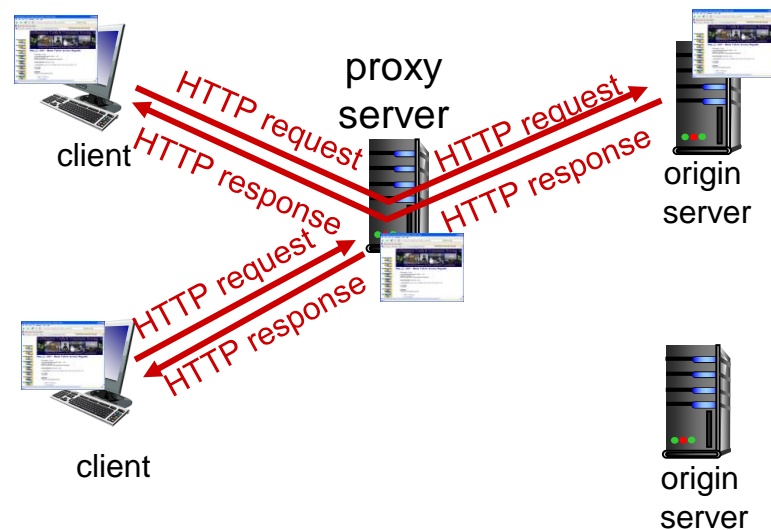
# Web缓存/代理服务器技术

## ❖ 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



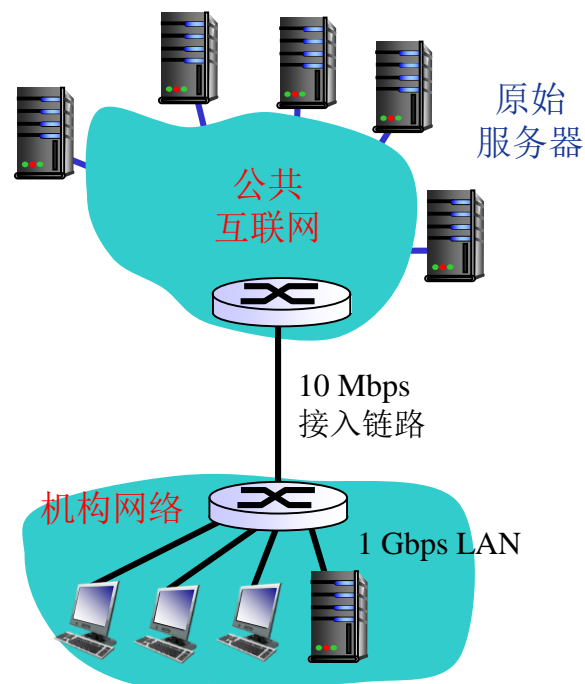
# Web缓存示例(1)

## ❖ 假定:

- 平均对象大小=1 Mbits
- 机构网络中浏览器平均每秒有10个/秒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RTT=2秒
- 接入链路带宽: 10 Mbps

## ❖ 网络性能分析:

- 局域网(LAN)的利用率=1%
- 接入互联网的链路利用率=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:

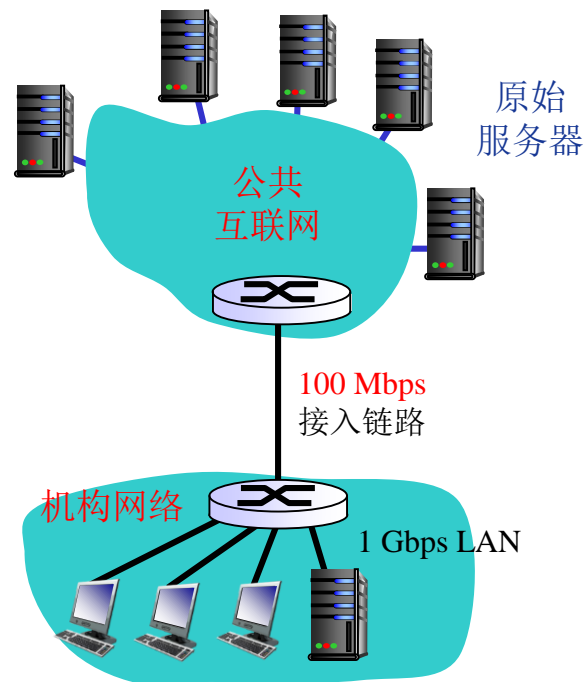
- 提升互联网接入带宽=100Mbps

## ❖ 网络性能分析:

- 局域网(LAN)的利用率=1%
- 接入互联网的链路的利用率=10%
- 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



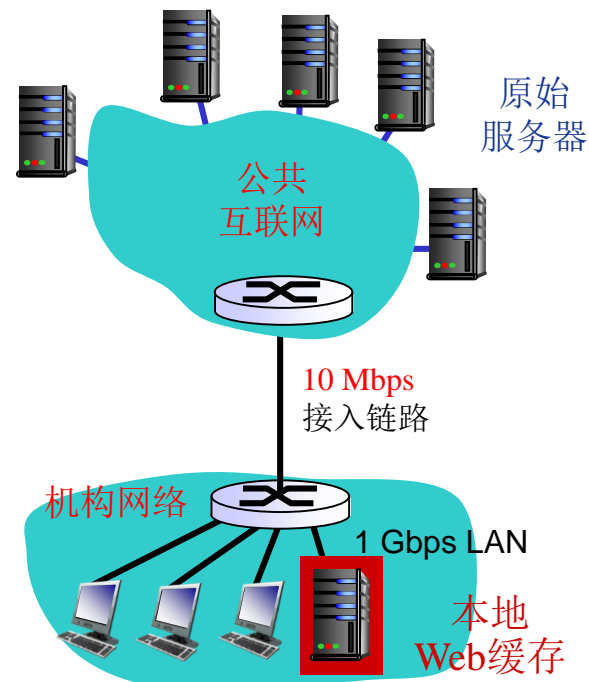
# Web缓存示例(3)

## ❖ 解决方案2:

- 部署本地Web缓存
- 假定缓存命中率=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= $0.6 \times 2.0\text{秒} + 0.4 \times n\text{微秒}$   
 $\approx 1.2\text{秒}$

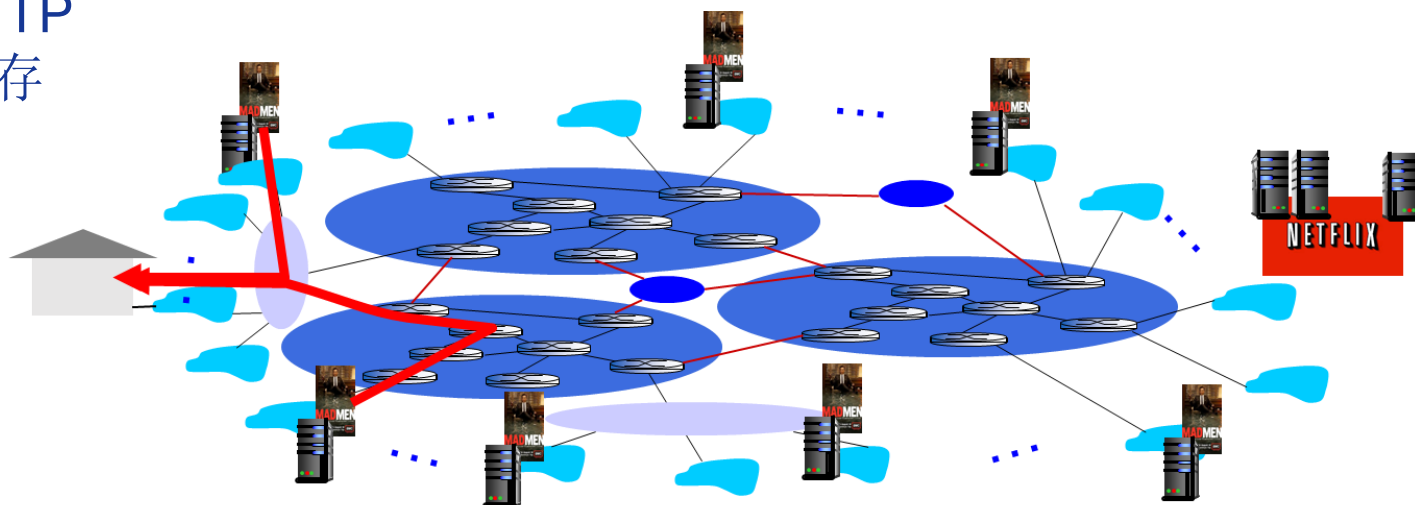




# 第2周 课堂教学-应用层（上）

## ❖ 质疑辨惑：

- 1.关于HTTP
- 2.讨论设计一个文件传输应用，给出一种设计方案。
- 3.讨论设计一个Web代理，都可以实现哪些功能？
- 4.DNS是否存在安全隐患？设想一下可能会被如何攻击？
- 5.邮件发送与接收各阶段可能会用到哪些应用层协议？
- 6.如何优化Web应用的响应时间？
  - 优化HTTP
  - Web缓存
  - CDN



# 第2周 课堂教学-应用层（上）

## ❖ 解疑释惑：

- 1. 网络应用通信的本质？
- 2. 为什么继续使用SMTP？
- 3. P2P应用使用DNS吗？
- 4. 如何提高DNS解析效率？
- 5. P2P网络应用与C/S应用的区别与联系？



# 第2周 课堂教学-应用层（上）

## ❖ 演武修文：

### ■ 课堂测验



FTP客户和服务服务器间传递FTP命令时，使用的连接是

- ☒ A 建立在TCP之上的控制连接
- ☐ B 建立在TCP之上的数据连接
- ☐ C 建立在UDP之上的控制连接
- ☐ D 建立在UDP之上的数据连接

提交



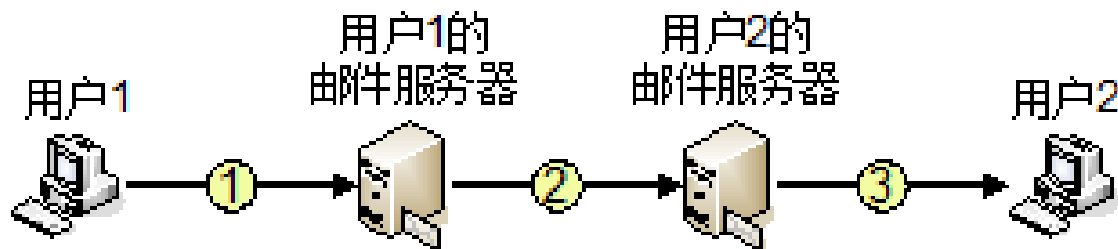
如果本地域名服务器无缓存，当采用递归方法解析另一网络某主机域名时，用户主机、本地域名服务器发送的域名请求消息数分别为

- ☒ A 一条、一条
- ☐ B 一条、多条
- ☐ C 多条、一条
- ☐ D 多条、多条

提交



若用户1与用户2之间发送和接收电子邮件的过程如下图所示，则图中①、②、③阶段分别使用的应用层协议可以是



- ☐ A SMTP、SMTP、SMTP
- ☐ B POP3、SMTP、POP3
- ☐ C POP3、SMTP、SMTP
- ☒ D SMTP、SMTP、POP3

提交



下列关于SMTP协议的叙述中，正确的是

- I. 只支持传输7比特ASCII码内容
- II. 支持在邮件服务器之间发送邮件
- III. 支持从用户代理向邮件服务器发送邮件
- IV. 支持从邮件服务器向用户代理发送邮件

- ☒ A 仅I、II和III
- ☐ B 仅I、II和IV
- ☐ C 仅I、III和IV
- ☐ D 仅II、III和IV

提交



某浏览器发出的HTTP请求报文如下:

```
GET /index.html HTTP/1.1
Host: www.test.edu.cn
Connection: Close
Cookie: 123456
```

下列叙述中，错误的是

- ☐ A 该浏览器请求浏览index.html
- ☐ B index.html存放在www.test.edu.cn上
- ☒ C 该浏览器请求使用持续连接
- ☐ D 该浏览器曾经浏览过www.test.edu.cn

提交





一个DNS资源记录(RR)为(h.edu.cn, d.h.edu.cn, NS, 250), 则d.h.edu.cn是

- ☐ A 邮件服务器的域名
- ☐ B 邮件服务器的别名
- ☐ C 本地域名服务器的域名
- ☒ D 权威域名服务器的域名

提交



# 第3周 课堂教学-应用层（下）

## ❖ 束广就狭：（20分钟）（第2组汇报）

- 总结P2P应用、Socket编程

## ❖ 质疑辨惑：（45分钟）

- 1.P2P网络应用DNS吗？
- 2.如何理解Socket编程接口？
- 3.P2P应用如何实现对等端与内容检索？
- .....

## ❖ 开疆拓土：（15分钟）

- DHT

## ❖ 解疑释惑：（10分钟）

- 解答疑问

## ❖ 演武修文：（10分钟）

- 课堂测验





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！