

计算机网络及应用

Computer Networks and Applications

第六章 应用层

应用层协议原理； Web和HTTP； FTP； SMTP

1. 应用层都能干什么？

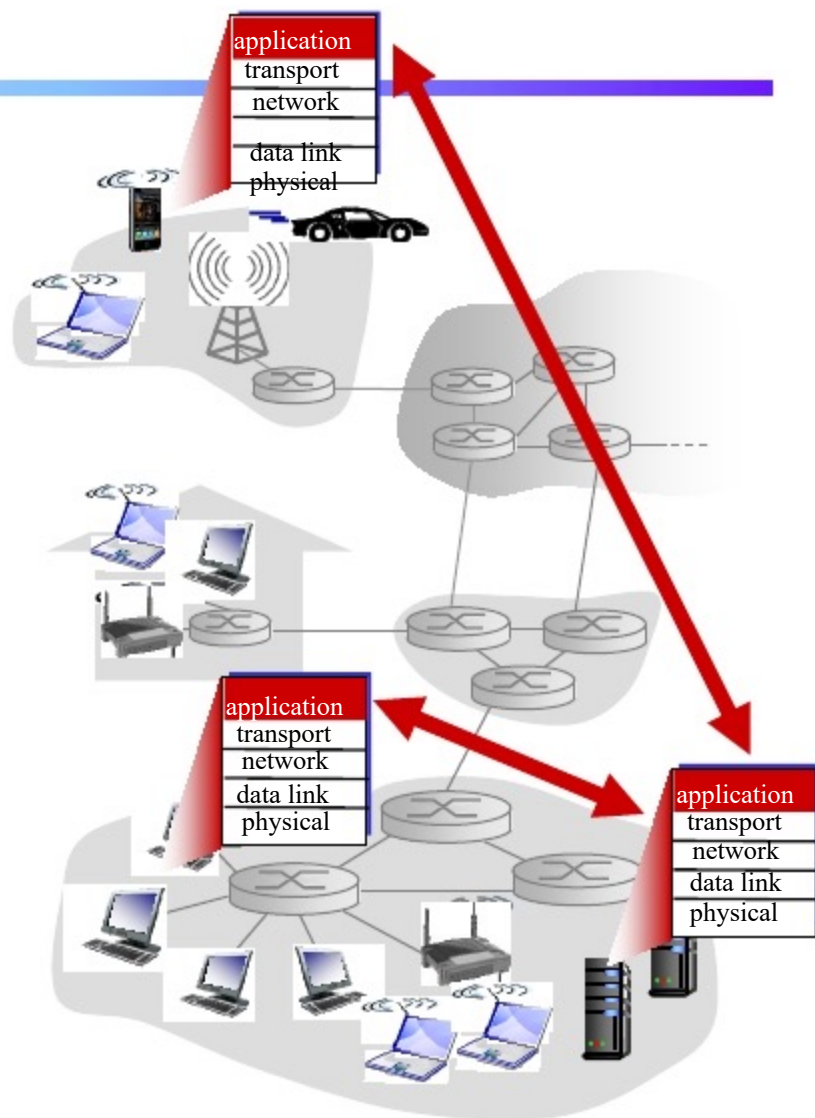
一些典型的网络应用

- E-mail
- WWW
- Instant messaging
- Remote login
- P2P file sharing
- Multi-user network games
- Streaming stored video clips
- Internet telephone
- Real-time video conference
- Massive parallel Computing

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？

创建网络应用程序

- 编写程序满足
 - 在（不同）端系统上运行
 - 通过网络相互通信
 - 例如：**web**服务器软件和客户端软件通信
- 不需要为网络核心设备写软件
 - 网络核心设备并不运行用户应用
 - 端系统上的应用程序允许快速应用开发、传播

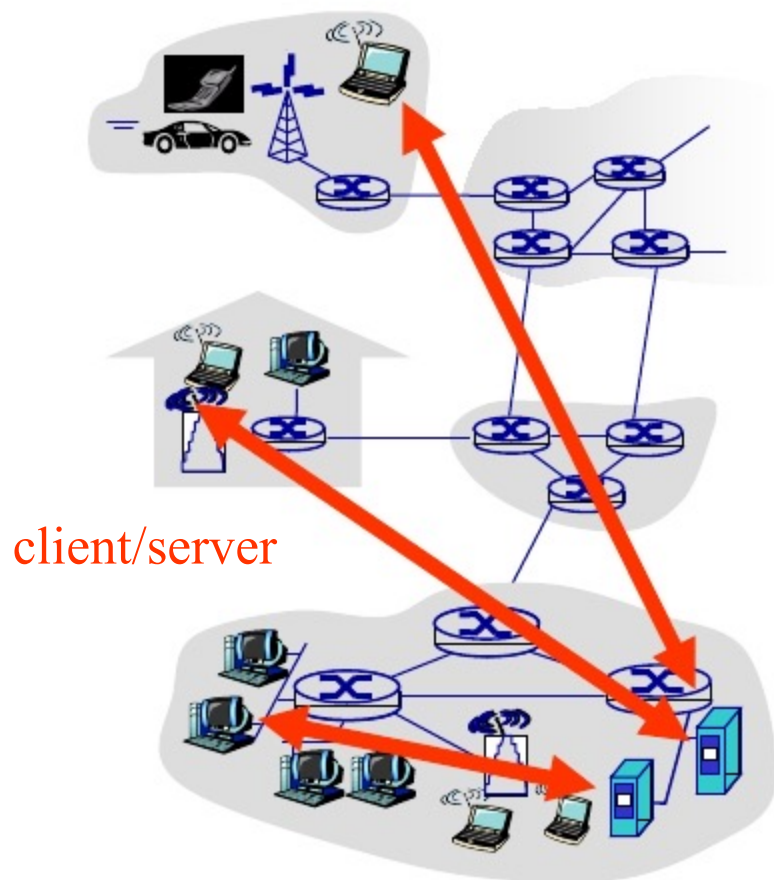


1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式

应用体系结构 *

- Client-server 客户-服务器
- Peer-to-peer (P2P) 点对点
- Hybrid of client-server and P2P 混合结构

客户/服务器体系结构 *



服务器

- 总是开机
- 永久的IP地址
- 根据扩展性需要可设置服务器集群server farms

客户机

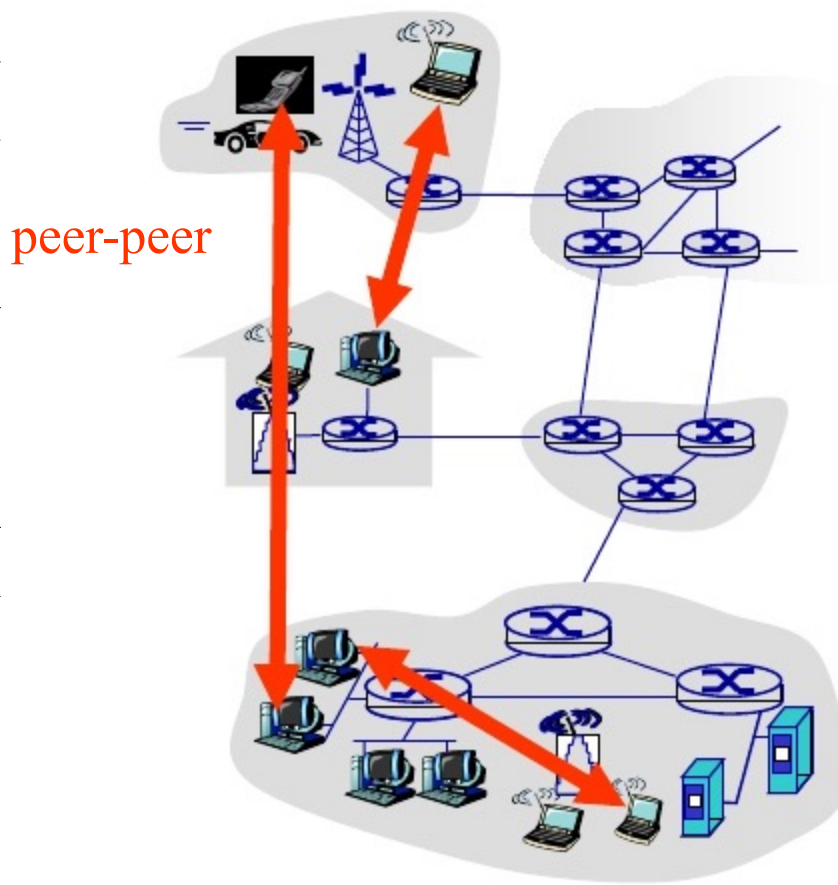
- 与服务器通信
- may be intermittently（断续）connected
- 可以拥有动态IP地址
- 不直接与其他客户机通信

纯点对点体系结构 Pure P2P architecture *

- ❑ 不存在总是开机的服务器
- ❑ 任意端系统之间可以直接通信
- ❑ 每个点都是断断续续地连接上网，并不断改变IP地址
- ❑ 每个点都从其他点请求服务，同时也为其他点提供服务

纯P2P的网络应用很少

高度可扩展 但难以管理



C/S和P2P的混合结构

Skype



- Voice-over-IP 因特网电话应用
- 中央服务器：发现远程用户的地址
- 客户—客户之间的连接是直接的（不经过服务器）

即时通信 Instant messaging

- 两个用户之间的聊天是 P2P 的
- 集中式服务：客户上线探测和定位
 - 当用户上线时，在中央服务器上注册他的IP地址
 - 用户联系中央服务器来寻找他的好友的IP地址

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，**如何选择？**

选择合理体系架构

- ▣ 问题：如何根据应用需求选择合理的体系架构？并考虑其中涉及的关键要点
 - 服务器数量，带宽，数据库，系统架构等
 - 例如，www.12306.cn的订票/电子商务网站设计
 - 网络架构师 Architect
 - 数学分析模型，排队论/Petri网，分析优化
 - 编程手段
 - Java, C++, 手机编程(IOS/Android)

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？

进程通信 Processes Communicating

进程: 运行在主机上的程序

- 在同一台主机上, 两个进程的通信通过进程间通信 *inter-process communication* 进行 (由操作系统定义)
- 不同主机上的进程之间通过交换报文 *messages* 进行

客户进程(Client process):

发起通信的进程

服务器进程(Server process):

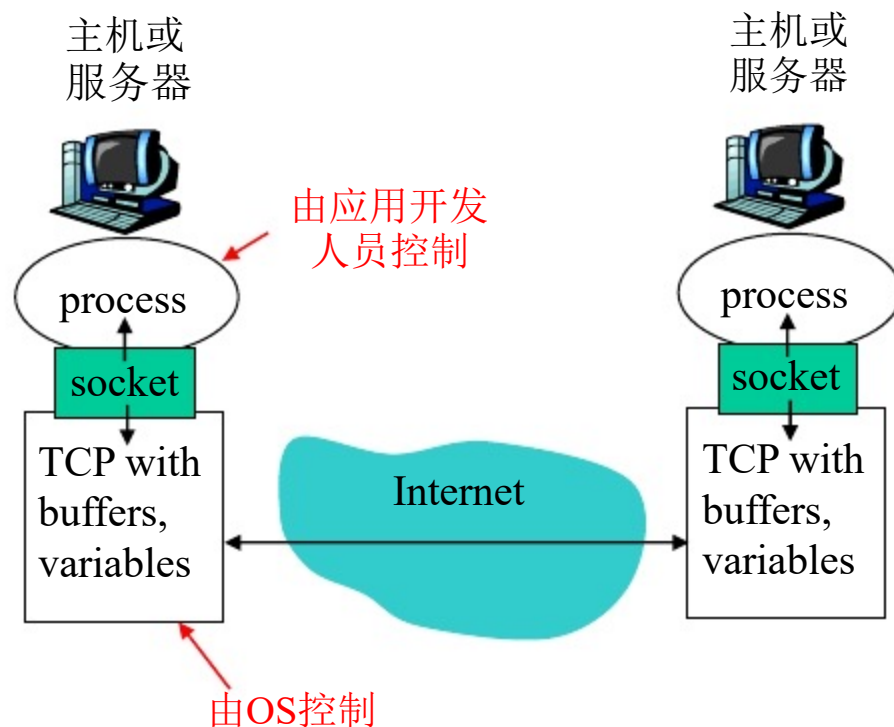
等待被联系的进程

- 注意: 具有P2P体系结构的应用同时有客户进程和服务器进程

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址

套接字 Sockets

- 进程通过它的套接字socket发送/接收报文
- 套接字类似于一个编号的“门户”
 - 发送进程把报文推出“门户”
 - 发送进程依靠在“门户”另一侧的传输层基础设施，把报文发送到接收进程套接字



- API: (1) 选择传输协议; (2) 确定一些参数 (例如, 最大缓存/最大报文段长度等, 已经在传输层讨论过啦)
Application Programming Interface

进程寻址 Addressing Processes

问题: 进程如何“识别”希望与其通信的另一进程?

- 要接受报文，进程必须要有一个标识符 identifier
- 主机有一个全球唯一的32位 IP地址
- 有了主机的IP地址信息是否就足以来辨别进程了?
 - 否。同一主机上可能同时运行多个进程。
- 主机端口号举例
HTTP = 80; SMTP = 25
- **Socket = IP地址 + 端口号**

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念

应用层协议

定义

- 所交换报文的类型
 - e.g., request, response
- 报文格式 Message syntax
 - what fields in messages & how fields are delineated
- 报文语义 Message semantics
 - 各个域(field)中的信息的意义
- 进程何时以及如何发送和接收报文的规则

公开协议 Public-domain protocol

- defined in RFCs
- allows for interoperability
互操作性
- e.g., HTTP, SMTP

专有协议 Proprietary protocols

- e.g., Skype

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念：网络应用是怎样的？

网络应用需要什么传输服务？

可靠的数据传递

- ❑ 某些应用(e.g., audio) 可以忍受一些数据丢失
- ❑ 其他应用(e.g., file transfer, telnet) 要求100%可靠的数据传递

实时性

- ❑ 某些应用(e.g., Internet telephone, interactive games)要求低时延以确保“有效”工作

吞吐量

- 💡 某些应用(e.g., 多媒体) 要求一个最低限度的吞吐量以确保“有效”工作
- 💡 其他应用(“弹性elastic应用”)可以利用它得到的任意吞吐量

安全性

- 💡 加密、数据一致性
- 💡 银行金融数据等

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念：网络应用是怎样的？
5. 应用层协议有谁来提供服务支持呢？

谁来支持应用层协议?如何支持?

更低的一层，传输层，为应用层协议提供两种类型的服务

□ TCP

- 面向连接的`connection-oriented`:需要在client和server进程之间建立连接
- 在发送和接收进程之间进行可靠传递 `reliable transfer`
- 流量控制`flow control`: 发送方不淹没接收方
- 拥塞控制`congestion control`:当网络过载时抑制发送方
- 不提供: 实时性、最小带宽的保证

□ UDP

- 发送和接收进程之间不可靠的数据传递
- 不提供: connection setup, reliability, flow control, congestion control, timing, or bandwidth guarantee

部分因特网应用的应用层和传输层协议

应用	应用层协议	传输层协议
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	HTTP (eg Youtube), RTP [RFC 1889]	TCP or UDP
Internet telephony	SIP, RTP, proprietary (e.g., Skype)	typically UDP

SIP: Session Initiation Protocol

RTP: Real-time Transport Protocol

问题： 即时通信 Instant Messaging? 在线游戏?

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念：网络应用是怎样的？
5. 应用层协议有谁来提供支持呢？
6. 域名系统DNS（6.1）：因特网中众多的Web信息是如何表示和获取的？通过DNS系统：规定的Web信息如何表示，以及如何实现域名和IP地址的映射，从而实现准确的Web信息获取（6.1）

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念：网络应用是怎样的？
5. 应用层协议有谁来提供支持呢？
6. 因特网中众多的Web信息是如何表示和获取的？通过DNS系统：规定的Web信息如何表示，以及如何实现域名和IP地址的映射，从而实现准确的Web信息获取，概述

DNS: 域名系统 Domain Name System

域名系统

人: 可以有多种识别代号

- 身份证号、姓名、护照号码

因特网主机、路由器:

- IP 地址 (32 位) – 用来进行数据报寻址
- “名字”, 例如
www.yahoo.com
 - 供人类使用

问题: 如何在IP地址和主机名之间建立映射?

由具有分层体系结构的许多名字服务器 *name servers* 构成的分布式数据库 *distributed database*

应用层协议 *application-layer protocol* : 主机和名字服务器之间相互通信来对主机名进行解析 *resolve* (地址/名字翻译)

- 核心的因特网功能, 为应用层协议
- 网络“边缘”的复杂性

特殊: 复杂的网络核心设备中的协议实现

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念：网络应用是怎样的？
5. 应用层协议有谁来提供支持呢？
6. 因特网中众多的Web信息是如何表示和获取的？通过DNS系统：规定的Web信息如何表示，以及如何实现域名和IP地址的映射，从而实现准确的Web信息获取，概述，**层次化结构(看书P264)**

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念：网络应用是怎样的？
5. 应用层协议有谁来提供支持呢？
6. 因特网中众多的Web信息是如何表示和获取的？通过DNS系统：规定的Web信息如何表示，以及如何实现域名和IP地址的映射，从而实现准确的Web信息获取，概述，层次化结构，根域名服务器，顶级域名服务器和授权域名服务器，本地域名服务器，举例说明DNS系统区域的划分，**举例说明域名转换系统的工作原理：迭代查询和递归查询**

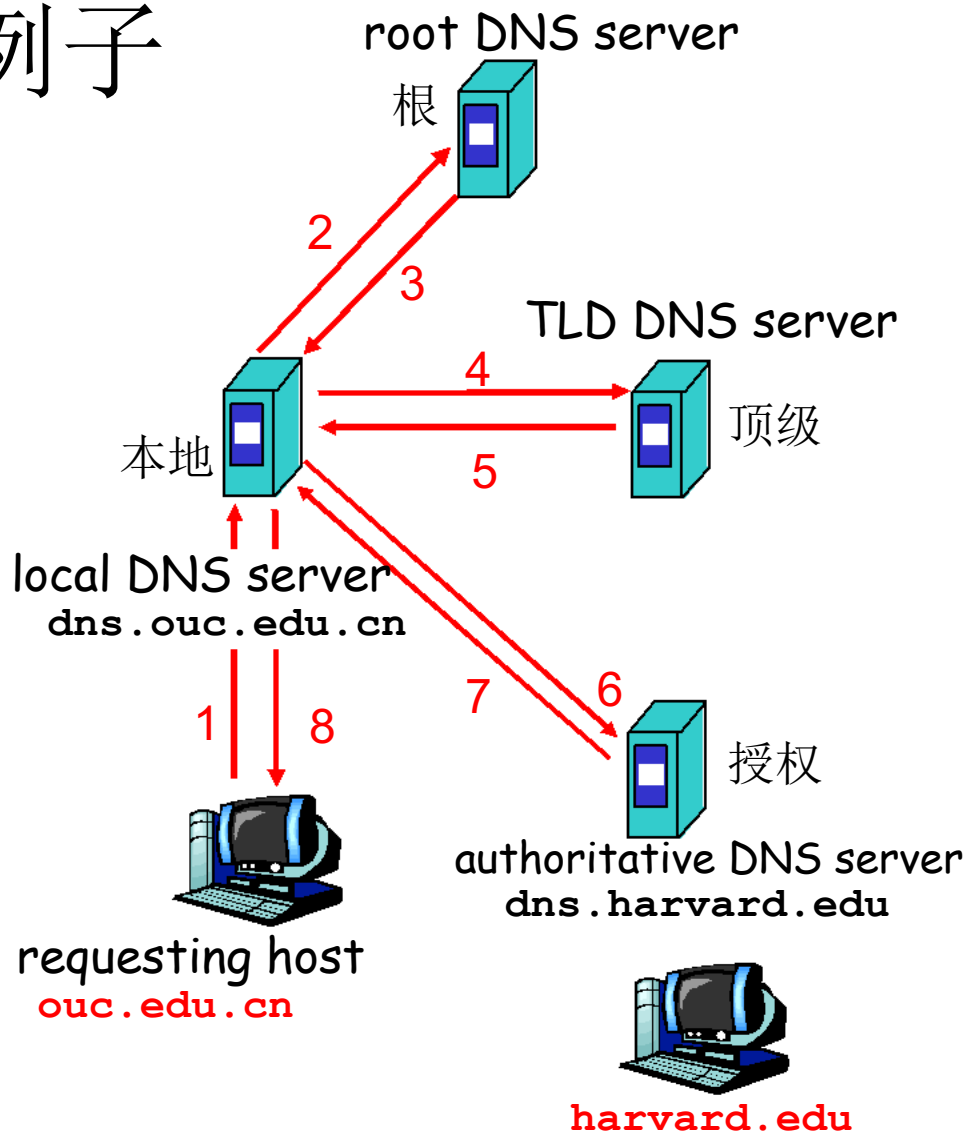
DNS名字解析的例子

位于 `ouc.edu.cn` 的
主机想知道
`harvard.edu` 的
IP地址

迭代查询 iterative query

被联系的服务器返回
可以联系的服务
器名

“I don't know this
name, but ask this
server”



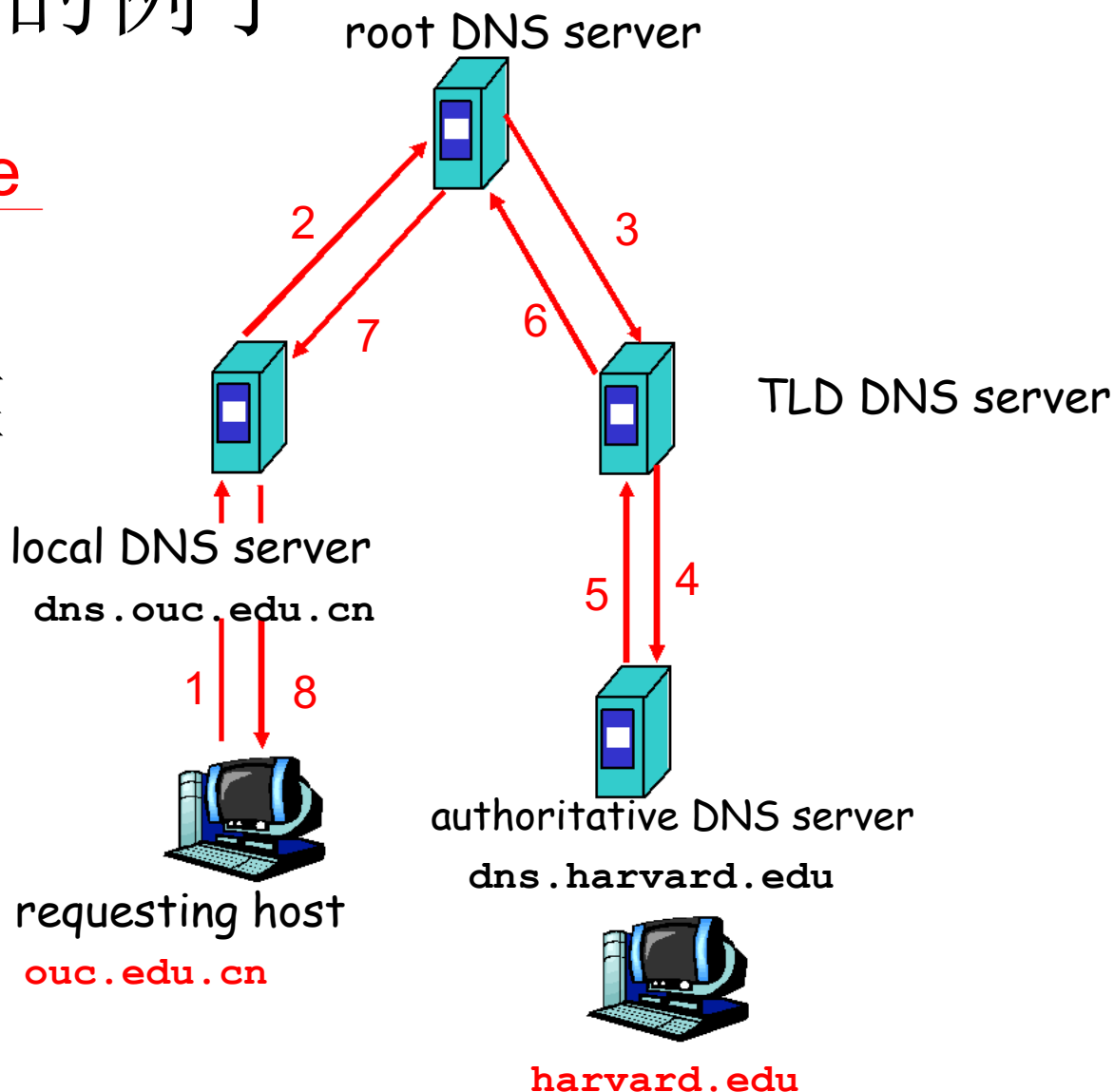
DNS名字解析的例子

递归查询 recursive query

把名字解析的负担
放到所联系的名字
服务器上

heavy load?

实际中，通常
使用迭代查询



1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念：网络应用是怎样的？
5. 应用层协议有谁来提供支持呢？
6. 因特网中众多的Web信息是如何表示和获取的？通过DNS系统，概述，层次化结构，根域名服务器，顶级域名服务器和授权域名服务器，本地域名服务器，举例说明DNS系统区域的划分，举例说明域名转换系统的工作原理，名字解析分类：迭代查询和递归查询，DNS记录的缓存和更新，**DNS报文的结构是怎样的**

DNS 协议和报文

- **DNS 协议**: 问询 *query* 报文和回答 *reply* 报文具有相同的报文格式 *message format*

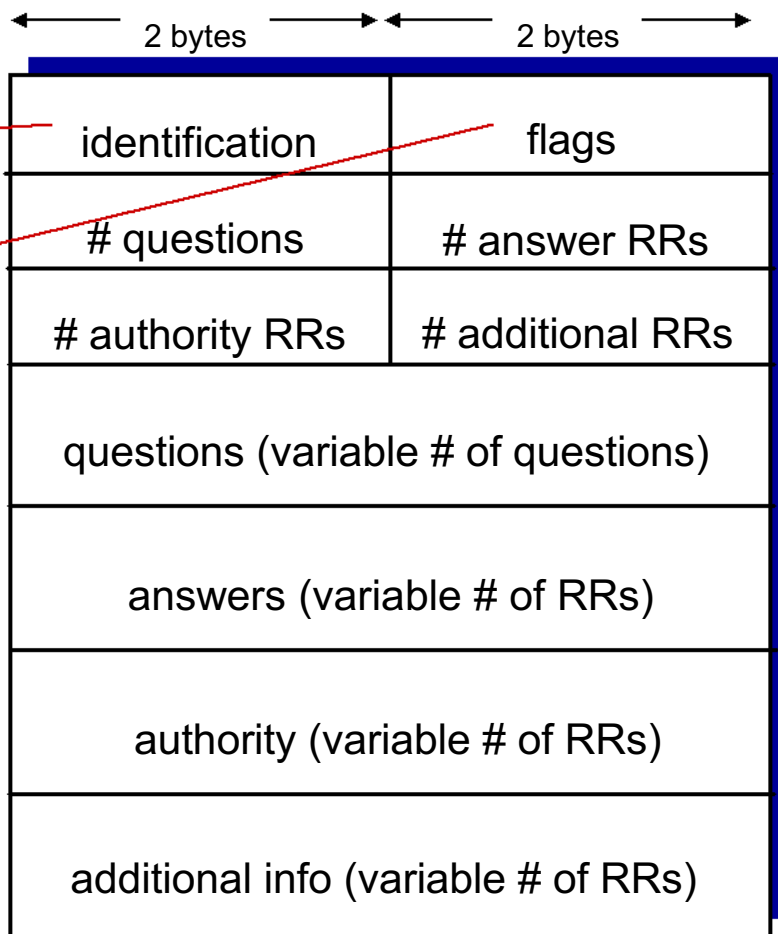
msg header

- **identification**: 用来问询的 16 位编号, 对问询的回答也用相同的编号

- **flags**:

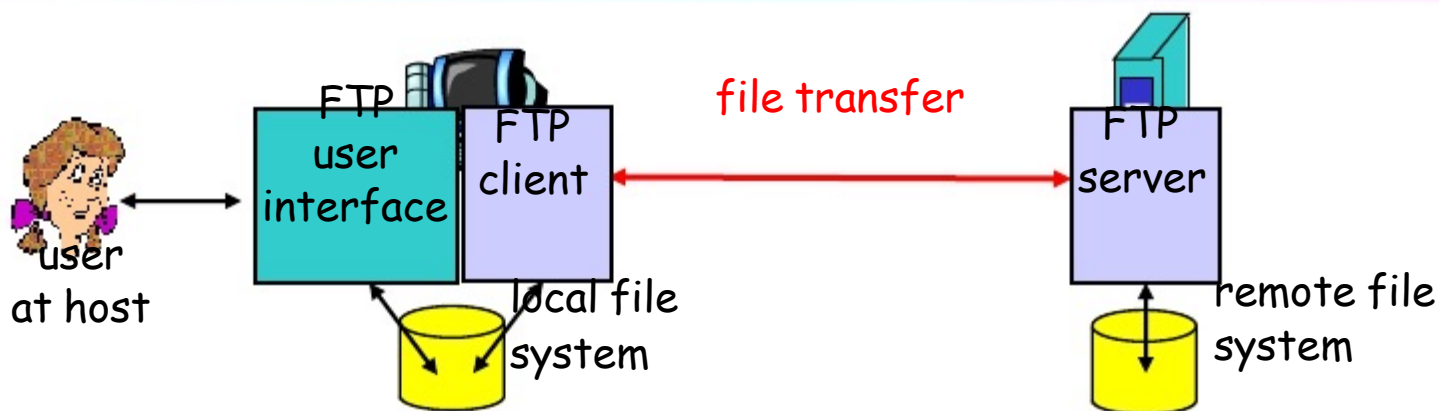
- query or reply
- recursion desired
- replies authoritative

recursion: 递归



1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念：网络应用是怎样的？
5. 应用层协议有谁来提供支持呢？
6. DNS
7. FTP协议(6.2)：概述

FTP: 文件传输协议

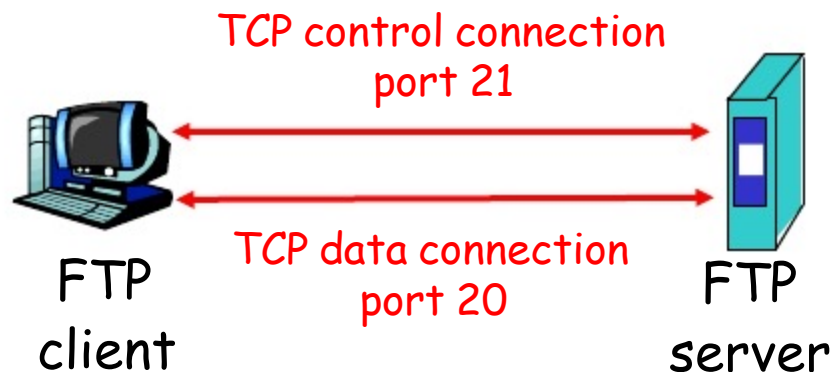


- 在本地和远程站点之间传递文件
- client/server 模型
 - **client**: 发起文件传输的一方 (无论是发送到远程站点还是从远程站点下载)
 - **server**: 远程站点
- ftp: RFC 959
- ftp server: 端口 20 or 21

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念：网络应用是怎样的？
5. 应用层协议有谁来提供支持呢？
6. DNS
7. FTP协议：概述；工作原理；

FTP: 控制和数据连接是相互分开的

- FTP client 通过21端口联系FTP server，采用TCP作为传输协议
- Client 通过控制连接获得访问授权
- Client 通过控制连接发送命令来浏览远程的文件目录
- 当 server 接收到文件传输命令时，为client打开第二个TCP连接(数据连接)
- 当一个文件传送结束后，server 关闭数据连接

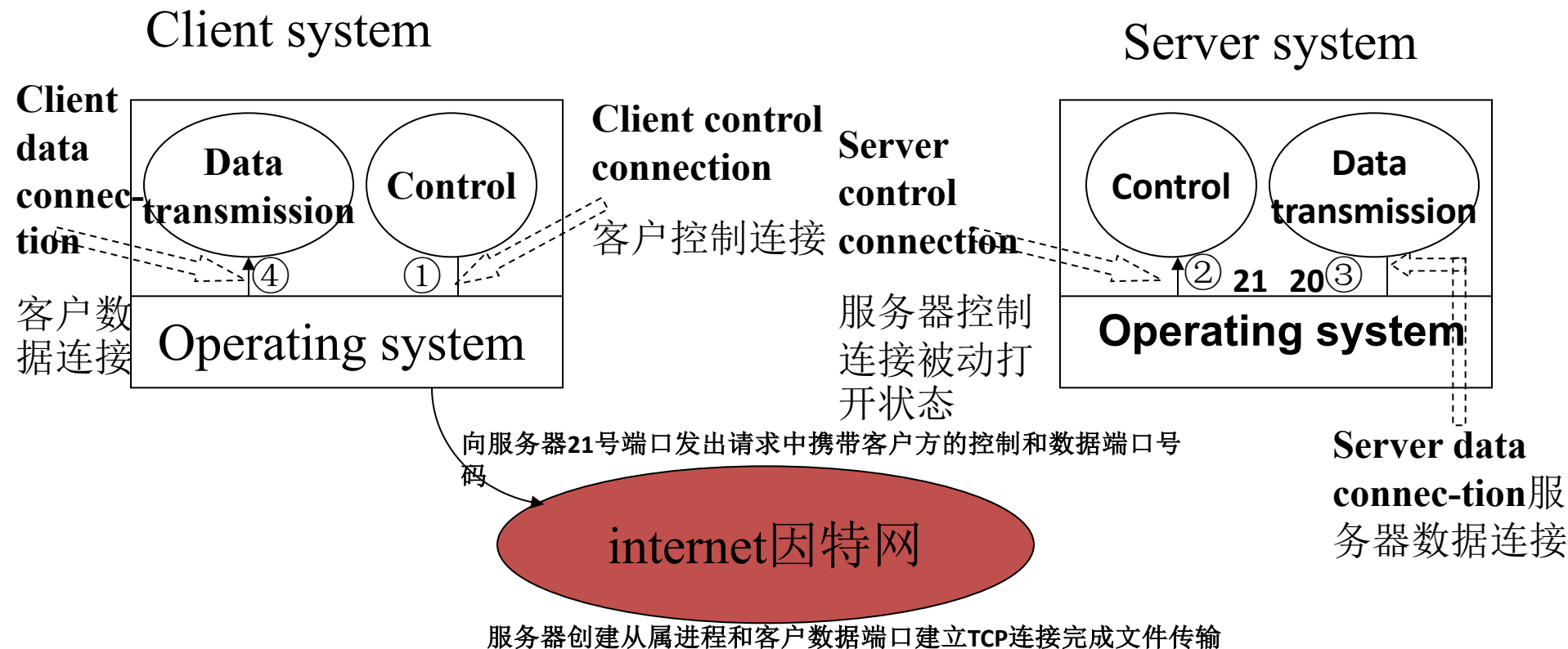


说明:

- 🧠 控制连接: “带外传输”out of band
- 🧠 FTP server 维护“状态”: 当前目录、早先的授权

Work procedure of subprocess

从属进程的工作过程:



1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念：网络应用是怎样的？
5. 应用层协议有谁来提供支持呢？
6. DNS
7. FTP
8. 万维网WWW(6.4)：HTTP和Web服务

Web和HTTP

一些术语

- 网页(Web page)由对象(objects)组成
- 对象可以是HTML文件、JPEG图片、Java applet、音频文件.....
- 网页由包含了几个被引用对象的基本HTML文件组成
- 每个对象可以通过一个URL来被寻址
- URL(Uniform Resource Locator) (6.4.2)

使用http协议的URL

`http://www.ouc.edu.cn/index.psp`
协议 主机名 文件名

路径省略为主页
端口为80省略

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念：网络应用是怎样的？
5. 应用层协议有谁来提供支持呢？
6. DNS
7. FTP
8. 万维网WWW：HTTP和Web服务；HTML标准（6.4.4）

把计算变成对标记数据的解释：HTML, XML

(6.4.4.1)

```
1 <html>
2
3 <head>
4   <title>html版本</title>
5 </head>
6 <body>
7   <h1 style="color:red;">我的个人网页</h1>
8   <hr>
9   <p>姓名：王东东</p>
10  <p>学校：中国海洋大学</p>
11  <i>我的爱好包括编程、踢球、喝茶等。并喜欢和人学术交流，人文等。</i>
12  <br>
13  <b>我尤其喜欢美食。</b>
14  <br>
15  <u>但我不喜欢吵闹的环境。</u>
16  
17  <hr size=5 color=yellow>
18  <h2>我去过的地方</h2>
19  <ul>
20  <ol>
21    <li>西藏</li>
22    <li>青岛</li>
23    <li>长春</li>
24  </ol>
25 </ul>
26  <hr>
27  <h2>我的微博链接</h2>
28  <a href="https://www.2345.com/?k1115a">网址导航</a>
29 </body>
30 </html>
```

我的个人网页

姓名：王东东

学校：中国海洋大学

我的爱好包括编程、踢球、喝茶等。并喜欢和人学术交流，人文等。
我尤其喜欢美食。
但我不喜欢吵闹的环境。



我去过的地方

1. 西藏
2. 青岛
3. 长春

我的微博链接

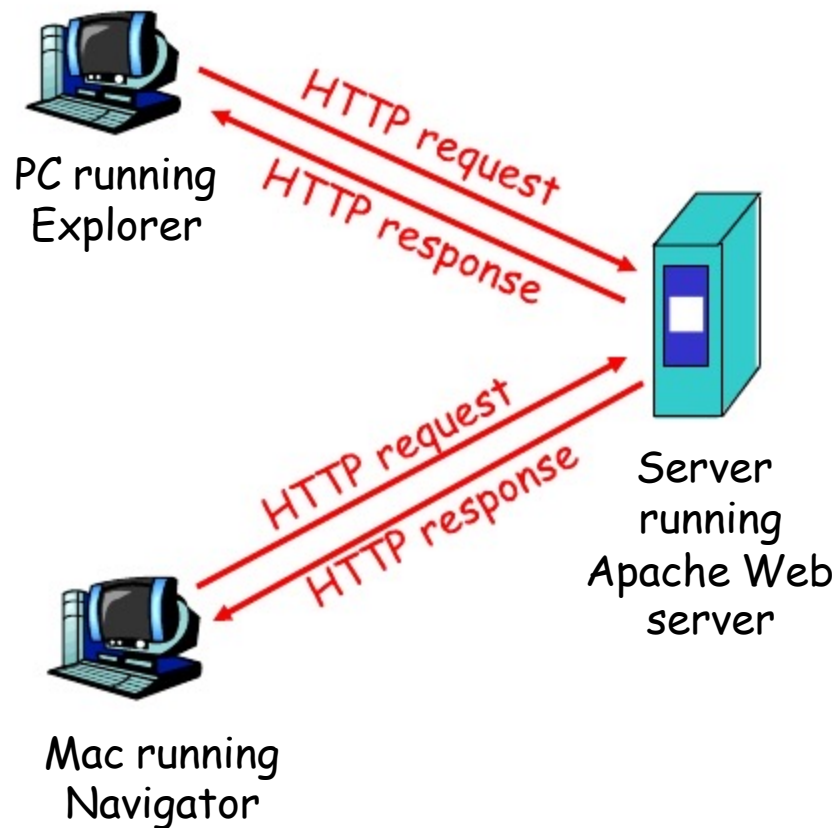
网址导航

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念：网络应用是怎样的？
5. 应用层协议有谁来提供支持呢？
6. DNS
7. FTP
8. WWW：HTTP和Web服务；HTML标准；万维网的工作过程是怎样的？
9. HTTP协议(6.4.3)：概述

HTTP简介

HTTP: hypertext transfer protocol 超文本传输协议

- Web 应用层协议
- client/server 模型
 - *client*: 浏览器, 它请求、接收、“显示” Web对象
 - *server*: Web 服务器对请求作出响应, 发送对象
- HTTP 1.0: RFC 1945
- HTTP 1.1: RFC 2068, RFC 2616



HTTP简介 (续)

使用 TCP

- Client初始化一个到服务器的TCP连接 (创建socket),端口号 80
- 服务器接受来自client的TCP连接
- 在浏览器 (HTTP client) 和 Web服务器 (HTTP server) 之间交换HTTP报文 (应用层协议报文)
- TCP 连接关闭

HTTP 是“无状态的 stateless”

- 服务器不保留关于过去客户请求的信息

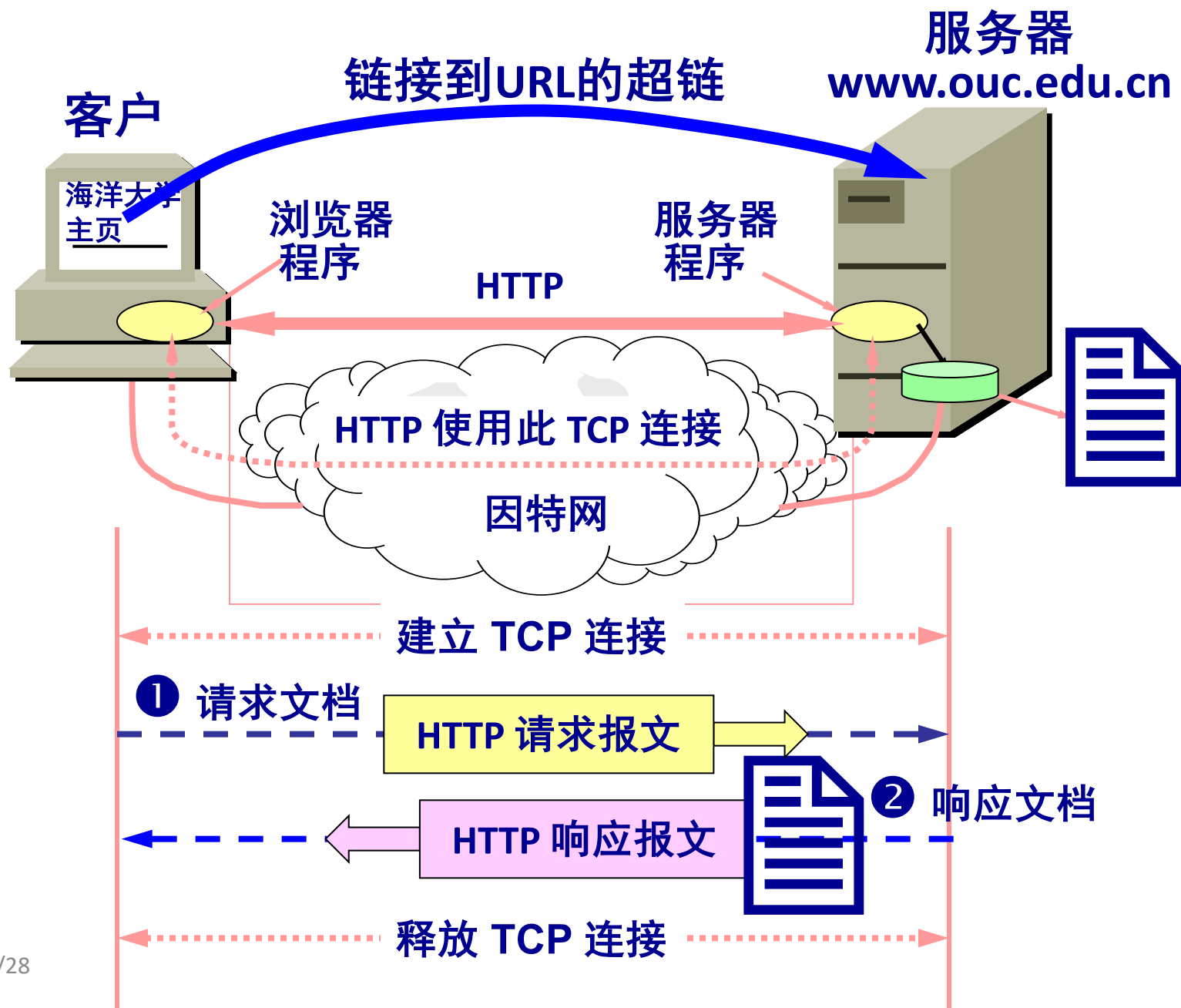
aside

一个保留“状态”的协议是非常复杂的！

- 过去的历史(state) 必须保留
- 万一server/client 意外停机了，它们对“状态”的观点会不一致，必须重新协调以实现一致

1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念：网络应用是怎样的？
5. 应用层协议有谁来提供支持呢？
6. DNS
7. FTP
8. WWW：HTTP和Web服务；HTML标准；万维网的工作过程是怎样的？
9. HTTP协议：概述、工作过程是怎样的？

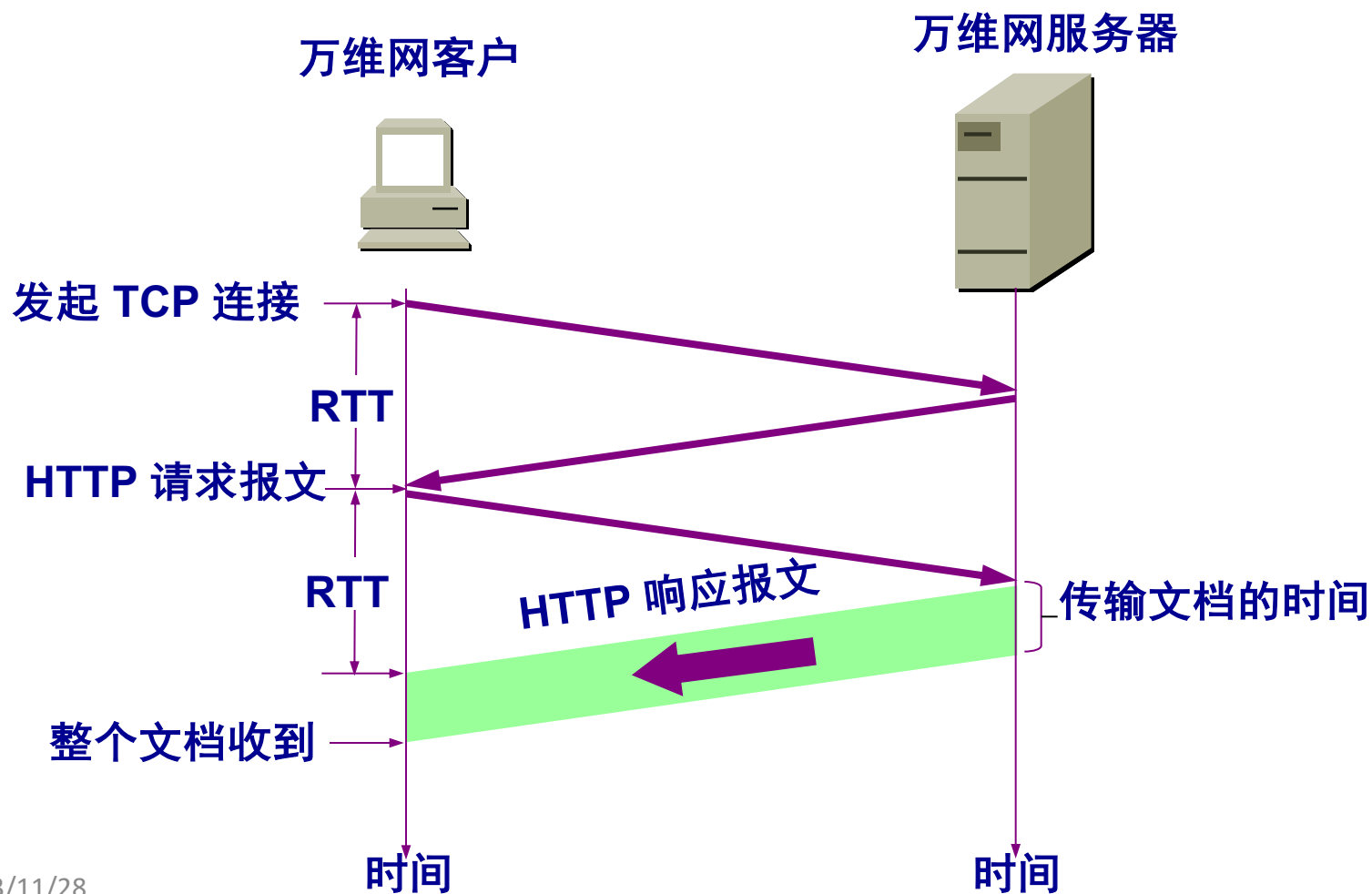
万维网的工作过程



用户启动HTTP应用所发生的事件*

- (1) 浏览器分析超链指向页面的 **URL**。
- (2) 浏览器向 **DNS** 请求解析 **www.ouc.edu.cn** 的 **IP** 地址。
- (3) 域名系统 **DNS** 解析出海洋大学服务器的 **IP** 地址 (**211.64.142.153**) 。
- (4) 浏览器与服务器建立 **TCP** 连接
- (5) 浏览器发出取文件命令：
GET index.xml。
- (6) 服务器给出响应，把文件**index.xml** 发给浏览器。
- (7) **TCP** 连接释放。
- (8) 浏览器显示文件 **index.xml** 中的文本。

请求一个万维网文档所需的时间



1. 应用层都能干什么？如何实现这些功能呢？
2. 应用层的体系结构是怎样的？体系结构决定了其工作模式，如何选择？
3. 应用进程间的通信是如何实现的？回顾：套接字、进程寻址
4. 应用层协议的概念：网络应用是怎样的？
5. 应用层协议有谁来提供支持呢？
6. DNS
7. FTP
8. 应用层最常见的协议：HTTP和Web服务；HTML标准；万维网的工作过程是怎样的？
9. HTTP协议：简介；分类：非持久HTTP和持久HTTP；

HTTP连接

非持久 nonpersistent HTTP

- 通过一个 TCP 连接只发送一个对象
- HTTP/1.0 使用非持久HTTP

持久 persistent HTTP

- 通过在客户和服务之间的单个TCP连接可以发送多个对象
- HTTP/1.1 在默认模式下使用持久连接

非持久HTTP

假设用户输入如下URL `www.someSchool.edu/someDepartment/home.index`

(包含文本和
10个jpeg图片
的引用)

Client 端

Server 端

1a. HTTP client 初始化一个到 `www.someSchool.edu` 的 HTTP 服务器的连接, 通过端口 80

1b. 在主机 `www.someSchool.edu` 的 HTTP 服务器在 80 端口等待 TCP 连接; “接受” 连接; 通知 client

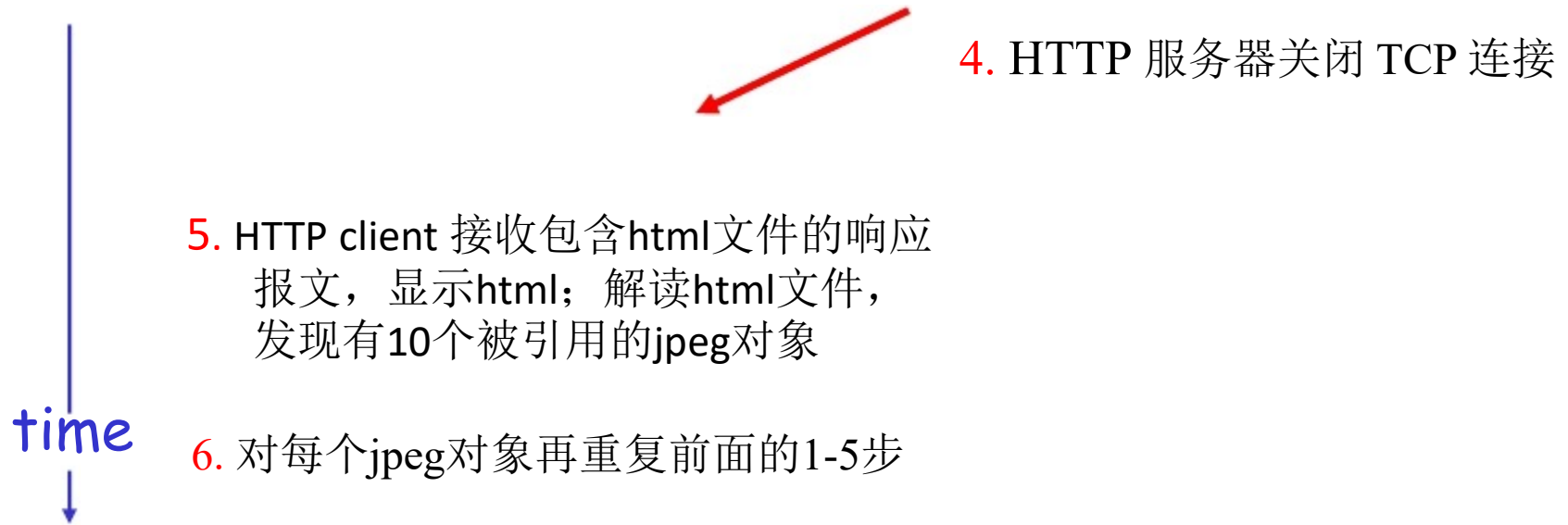
2. HTTP client 发送 HTTP 请求报文 *request message* (包含 URL) 到 TCP 连接套接字; 报文中指明 client 想要 `someDepartment/home.index` 对象

3. HTTP 服务器接受请求报文, 起草响应报文 *response message*, 其中包含被请求的对象, 然后把报文发送到它的 socket

time

2023/11/28

非持久HTTP（续）



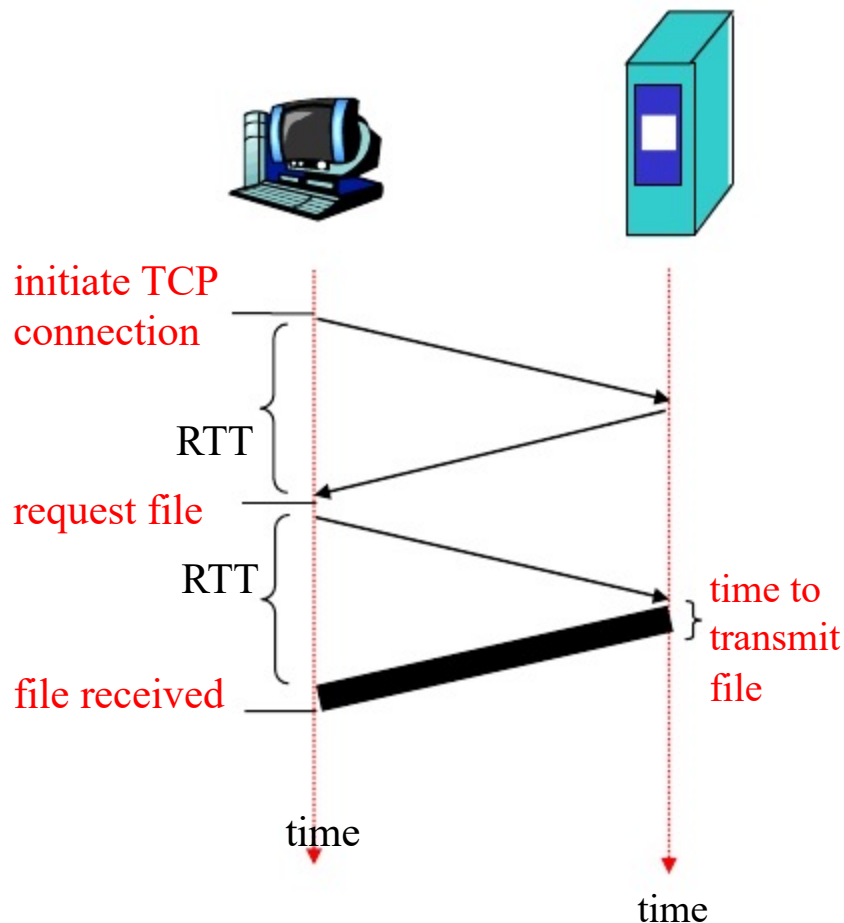
非持久HTTP：响应时间

RTT定义：发送一个小的分组从客户机到服务器再返回所用的时间

响应时间

- 1 RTT：初始化TCP连接
- 1 RTT：HTTP请求和返回HTTP响应的头几个字节
- 文件传输时间

total = 2RTT + transmit time



持久HTTP

非持久HTTP的问题

- ❑ 每个对象需要两个RTT
- ❑ OS overhead for *each* TCP connection
- ❑ 浏览器通常要打开并行连接来获得被引用的对象
- ❑ 大量连接，分配每个TCP的缓冲区和变量，服务器严重负担

持久HTTP

- ❑ 服务器在发送出响应之后保持连接在打开状态
- ❑ 随后在同一对client/server 之间的报文可以在这个打开的连接上发送

不带流水线的持久型连接

- ❑ 仅当前一个响应已被接收以后，client才能发出新的请求
- ❑ 每个被引用对象都需要一个RTT

带流水线的持久型连接

- ❑ HTTP/1.1的默认模式
- ❑ Client只要遇到一个被引用对象，就可以立刻发送请求
- ❑ 最好的情况下得到所有的被引用对象只需要一个RTT

• 自学

2023年

47. (9分) 如图, 主机H登录FTP服务器后自服务器上 传一个大小为18000B的文件F, 假设H传输F建立数据连接时, 选择的初始序号为100, MTU=1000B, 拥塞控制初始阈值为4MSS, RTT= 10ms, 忽略TCP的传输时延, 在F的传输过程中, H以MSS段向服务器发送数据, 且未发生差错。丢包和乱序。

MSS-Maximum Segment Size

(1) FTP的控制连接是持久的还是非持久的? FTP的数据连接是持久的还是非持久的? H登录FTP服务器时, 建立的TCP连接是控制连接还是数据连接?

控制连接是持久的;

(1分)

控制连接在会话中一直打开

数据连接是非持久的;

(1分)

数据连接在需要传送数据时建立

控制连接。

(1分)

(2) H通过数据连接发送F时, F的第一个字节序号是多少? 在断开数据连接的过程中, FTP发送的第二次挥手的ACK序号是?

101

(1分)

建立TCP连接3次握手占用一个字节的序号

18102

(1分)

18100是文件最后字节序号, 第一次挥手发送数据序号是18101, 第二次挥手ACK序号是18102



47. (9分) 如图, 主机H登录FTP服务器后自服务器上估一个大小为18000B的文件F, 假设H传输F建立数据连接时, 选择的初始序号为100, MTU=1000B, 拥塞控制初始阈值为4MSS, RTT= 10ms, 忽略TCP的传输时延, 在F的传输过程中, H以MSS段向服务器发送数据, 且未发生差错。丢包和乱序。

(3) F发送过程中, 当H收到确认序号为2101的确认段时, H的拥塞窗口调整为多少? 收到确认序号为7101的确认段时, H的拥塞窗口调整为多少?

3MSS

(1分)

收到一个确认拥塞窗口加1
收到2101的确认,

5MSS

(1分)

拥塞窗口加到3MSS

收到7101的确认, 此时, 拥塞窗口达到阈值, 不管收到几个确认, 拥塞窗口只能加1

(4) H从请求建立数据连接开始, 到确认F已被服务器全部接收为止, 至少需要多长时间, 期间应用层数据平均发送速率是多少?

6个RTT=60ms

(1分)

$18000\text{B}/60\text{ms} = 2.4\text{Mbps}$

(1分)

发送字节序号	拥塞窗口
101	1MSS
1101~3100	2MSS
3101~7100	4MSS



47. (9分) 如图，主机H登录FTP服务器后自服务器上估一个大小为18000B的文件F，假设H传输F建立数据连接时，选择的初始序号为100，MTU=1000B，拥塞控制初始阈值为4MSS，RTT= 10ms，忽略TCP的传输时延，在F的传输过程中，H以MSS段向服务器发送数据，且未发生差错。丢包和乱序。

(3) F发送过程中,当H收到确认序号为2101的确认段时，H的拥塞窗口调整为多少？收到确认序号为7101的确认段时，H的拥塞窗口调整为多少？

3MSS

(1分) 收到一个确认，拥塞窗口加1收到2101的确认，

5MSS

(1分) 拥塞窗口加到3MSS

收到7101的确认，此时，拥塞窗口达到阈值，不管收到几个确认，拥塞窗口只能加1

发送字节序号	拥塞窗口
101	1MSS
1101~3100	2MSS
3101~7100	4MSS



47. (9分) 如图，主机H登录FTP服务器后自服务器上估一个大小为18000B的文件F，假设H传输F建立数据连接时，选择的初始序号为100，MTU=1000B，拥塞控制初始阈值为4MSS，RTT= 10ms，忽略TCP的传输时延，在F的传输过程中，H以MSS段向服务器发送数据，且未发生差错。丢包和乱序。

(4) H从请求建立数据连接开始，到确认F已被服务器全部接收为止，至少需要多长时间，期间应用层数据平均发送速率是多少？

6个RTT=60ms (1分)

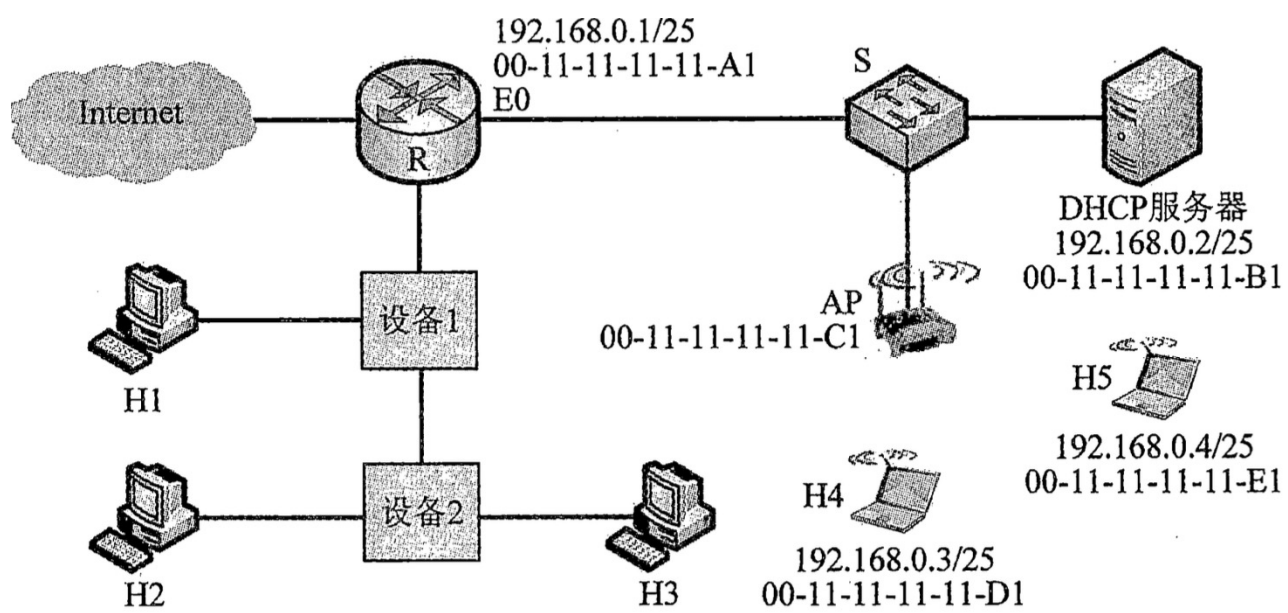
$18000\text{B}/60\text{ms} = 2.4\text{Mbps}$ (1分)



H从建立数据连接到确认F已被服务器全部收到，至少需要：6个RTT+18000B的传输时间=60ms（传输速度未知）



2022年-47. (9分) 某网络拓扑如题47图所示，R为路由器，S为以太网交换机，AP是802.11接入点，路由器的E0接口和DHCP服务器的IP地址配置如图中所示；H 1与H 2属于同一个广播域， 但不属于同一个冲突域；H 2 和 H 3 属于同一个冲突域；H 4 和 H 5 已经接入网络， 并通过DHCP 动态获取了IP 地址。现有路由器、100BaseT以太网交换机和100BaseT集线器 (Hub)三类设备各若干台。



题 47 图

关于物理层、数据链路层、网络层设备对于隔离冲突域的总结如下表所示。

设 别 名 称	能否隔离冲突域
集线器	不能
中继器	不能
交换机	能
网桥	能
路由器	能

回答下列问题。
 1)设备1和设备2 应该分别选择哪类设备？
 分析：
 设备2选取100BaseT集线器因为：H 2 和 H 3 属于同一个冲突域
 设备2选取100BaseT以太网交换机因为：H 1 与H 2属于同一个广播域， 但不属于同一个冲突域；

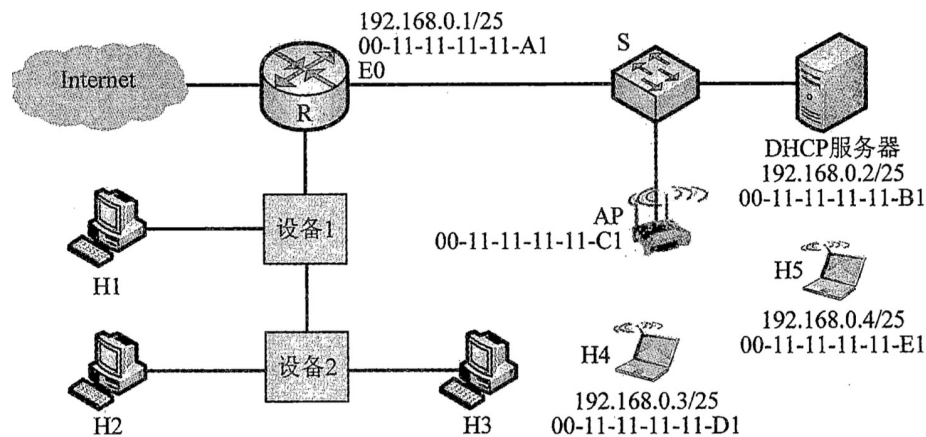
隔离广播域
只有路由器

2)若信号传播速度为 $2 \times 10^8 \text{m/s}$ ，以太网最小帧长为64B ,信号通过设备2时会产生额外的 $1.51 \mu\text{s}$ 的时间延迟，则H2与H3 之间可以相距的最远距离是多少？（2016年类似题型）

在最短帧长确定为64B时，使得H2和H3之间的距离能够保证满足在最短帧长的发送时间内可以收到最后一个到达的冲突信号，因为设备2为100Base-T因此，速度为100Mbps，最后一个到达的冲突信号时间为RTT，往返传播时延

$$(x / 200\text{m}/\mu\text{s} + 1.51 \mu\text{s}) \times 2 = 64\text{B} / 100\text{Mbps}$$

$$x = (64\text{B} / 100\text{Mbps}) / 2 - 1.51\mu\text{s}) \times 200\text{m}/\mu\text{s} = 210\text{m}$$



题 47 图



3)在H4通过DHCP动态获取IP地址过程中，H4首先发送了DHCP报文M, M是哪种 DHCP报文?路由器E0接口能否收到封装M 的以太网帧?S 向DHCP服务器转发的封装M 的以太网帧的目的MAC地址是什么?

DHCPdiscover报文

因为该报文是广播报文，因此，考虑在E0和发送该报文的H4之间是否有隔离广播域的路由器，没有，因此可以收到

封装M的以太网帧的目的MAC地址为FF-FF-FF-FF-FF-FF

4)若H4向H5发送一个IP分组P ,则H5收到的封装P的802.11帧的地址1、地址2和地址3分别是什么? (无线网络讲完才能解答)

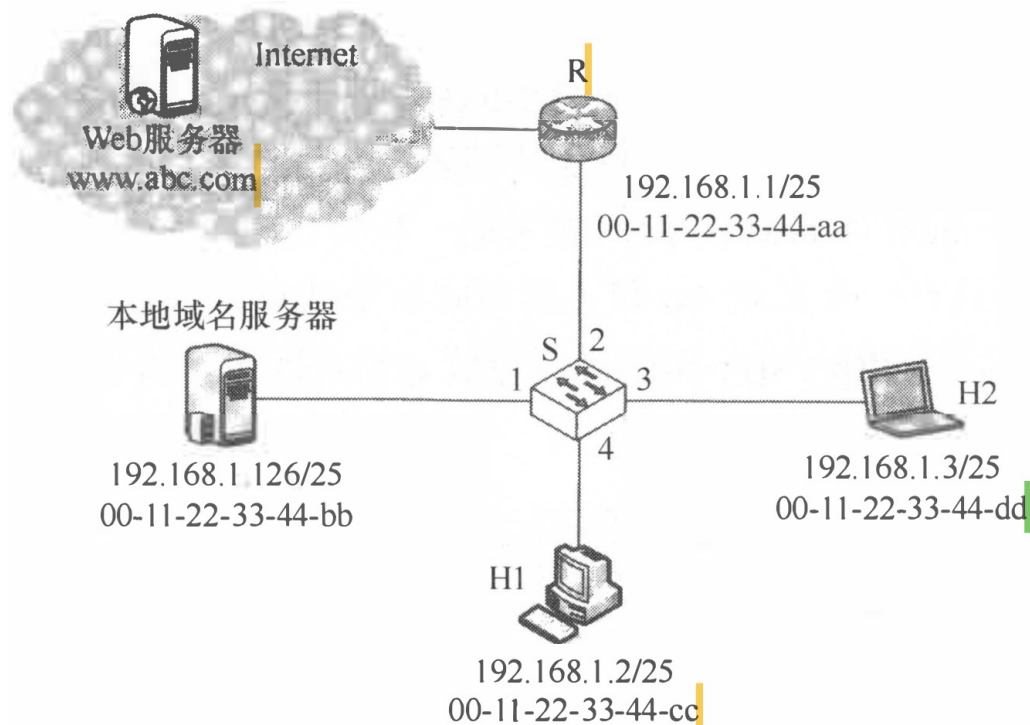
地址1为接收方地址：00-11-11-11-11-E1

地址2为AP地址：00-11-11-11-11-C1

地址3为发送方地址：00-11-11-11-11-D1

2021年-47题

某网络拓扑如题47图所示，以太网交换机S通过路由器R与Internet互联。路由器部分接口、本地域名服务器、H₁、H₂的IP地址和MAC地址如图中所示。在t₀时刻H₁的ARP表和S的交换表均为空，H₁在此刻利用浏览器通过域名www.abc.com请求访问Web服务器，在t₁时刻（t₁>t₀）S第一次收到了封装HTTP请求报文的以太网帧，假设从t₀到t₁期间网络未发生任何与此次Web访问无关的网络通信。



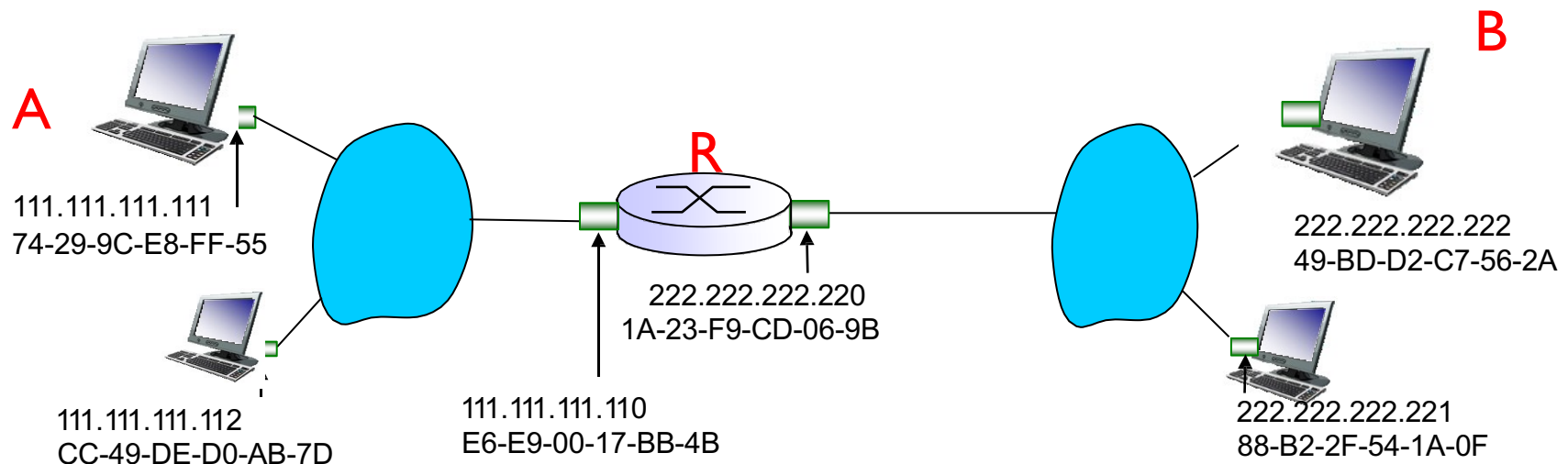
请回答下列问题

1) 从t₀到t₁期间，H₁除了HTTP之外还运行了哪个应用层协议？从应用层到数据链路层该应用层协议报文是通过哪些协议进行逐层封装的？

数据包转发过程：目的节点与源节点在不同LAN

walkthrough: send datagram from A to B via R

- focus on **addressing** – at IP (datagram) and MAC layer (frame)
- assume A knows B's IP address (how? 经由 **DNS解析**)
- assume A knows IP address of first hop router, R (how? 网关路由器由 **DHCP配置** 指定)
- assume A knows R's MAC address (how? 经由 **ARP查询**)



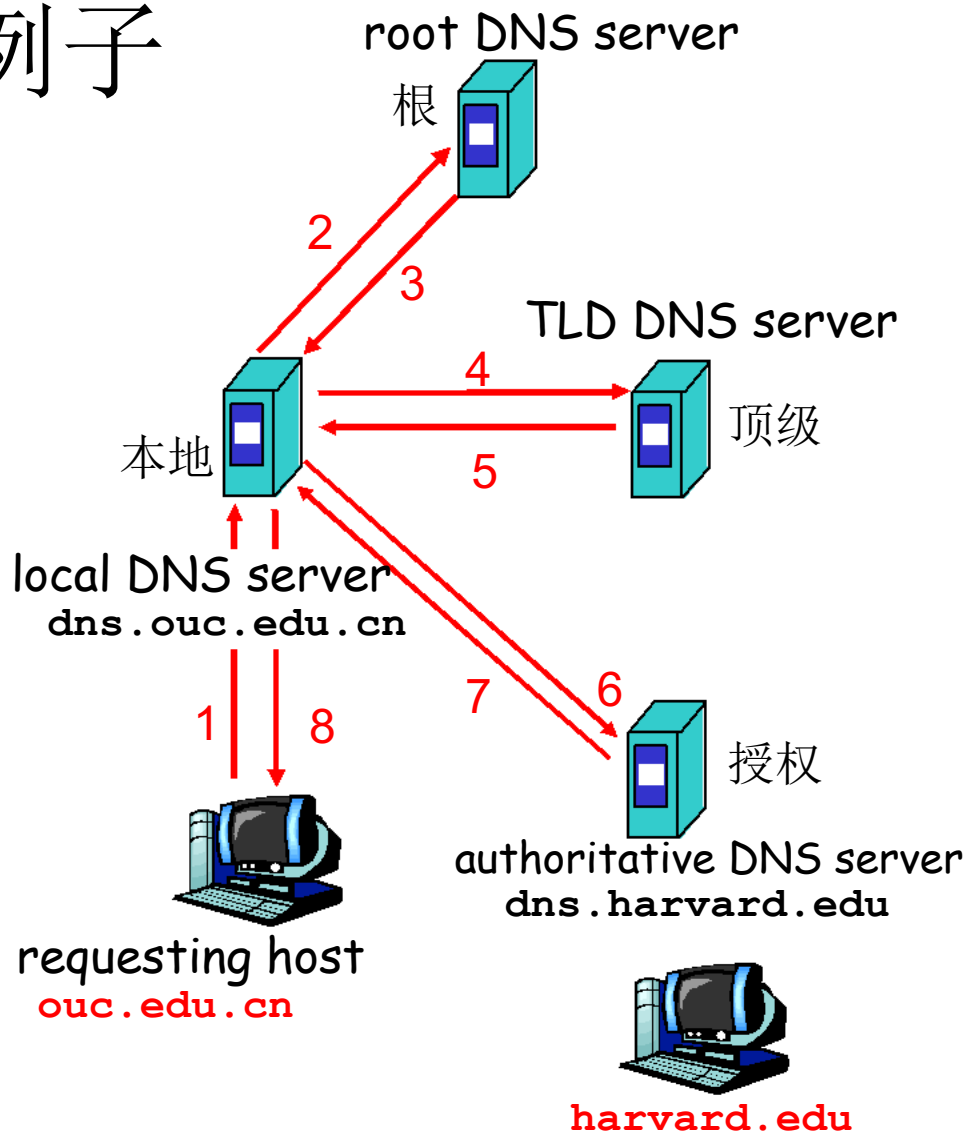
DNS名字解析的例子

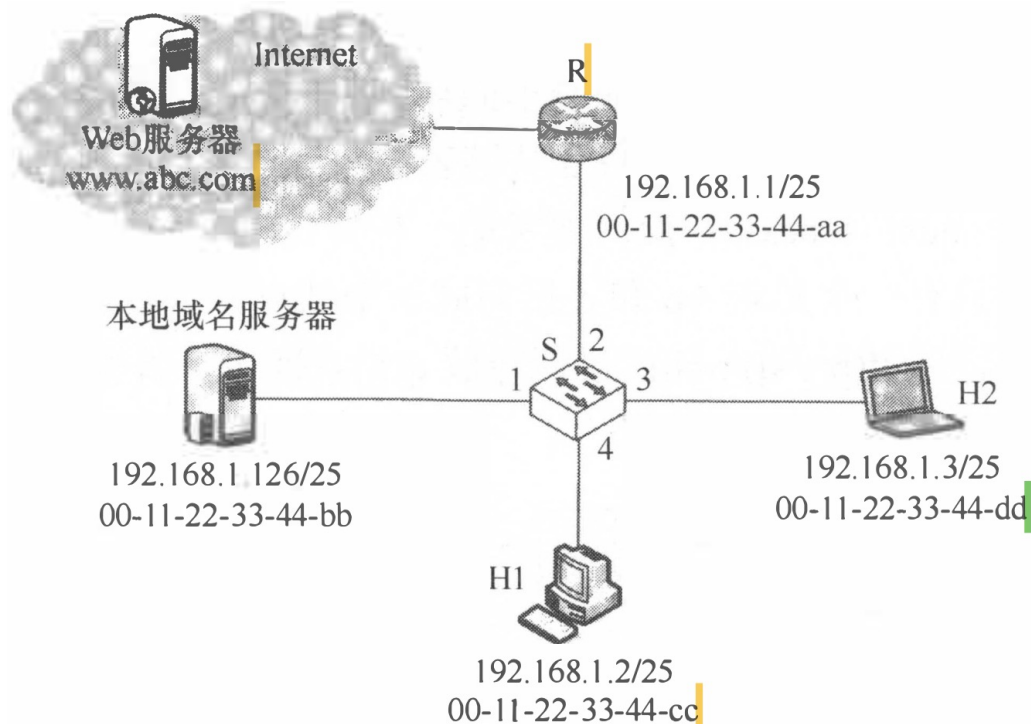
位于 `ouc.edu.cn` 的
主机想知道
`harvard.edu` 的
IP地址

迭代查询 iterative query

被联系的服务器返回
可以联系的服务
器名

“I don't know this
name, but ask this
server”





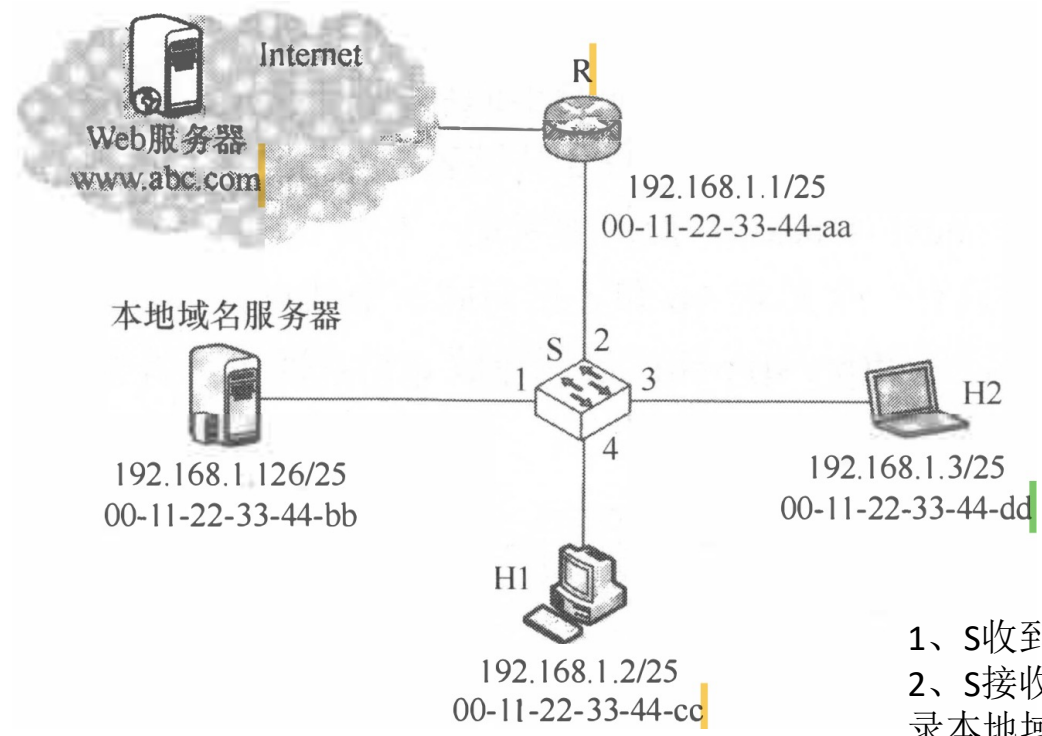
请回答下列问题

1) 从 t_0 到 t_1 期间, H1除了HTTP之外还运行了哪个应用层协议? 从应用层到数据链路层该应用层协议报文是通过哪些协议进行逐层封装的?

DNS协议

DNS-UDP-IP-CSMA/CD帧

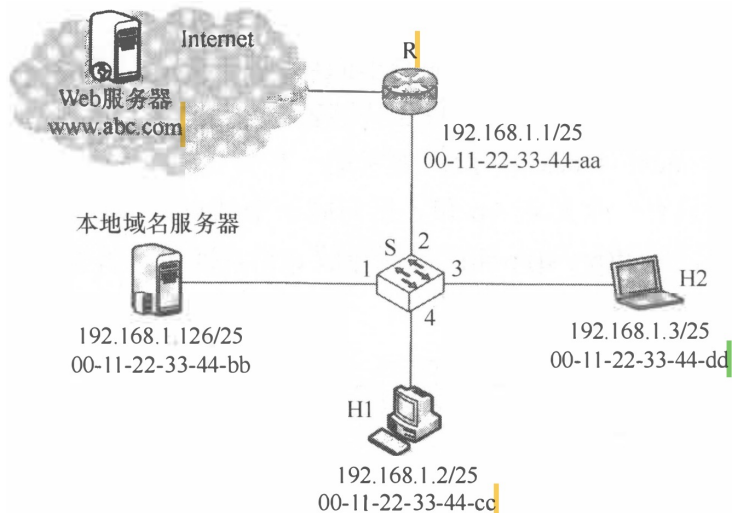
在 t_0 时刻H1的ARP表和S的交换表均为空，H1在此刻利用浏览器通过域名www.abc.com请求访问Web服务器，在 t_1 时刻（ $t_1 > t_0$ ）S第一次收到了封装HTTP请求报文的以太网帧，假设从 t_0 到 t_1 期间网络未发生任何与此次Web访问无关的网络通信。



2) 若S的交换表结构为<MAC地址，端口>，则 t_1 时刻S交换表的内容是什么？

MAC地址	端口
00-11-22-33-44-cc	4
00-11-22-33-44-bb	1
00-11-22-33-44-aa	2

- 1、S收到来自H1的ARP请求报文并记录H1的路径信息
- 2、S接收到来自本地域名服务器的ARP应答报文并记录本地域名服务器的路径信息
- 3、S收到路由器R的ARP应答并记录R的路径信息



3) 从 t_0 到 t_1 期间, H2至少会接收到几个与此Web访问相关的帧? 接收到的是什么帧? 帧的目的MAC地址是什么?

分析包含从H1发送web访问的HTTP请求后过程:

- 1、**H1发送ARP请求**询问本地域名服务器的MAC地址: H1使用DNS协议寻找www.abc.com的IP地址, 在进行网络配置时, **H1仅仅知道本地域名服务器IP地址**, 首先, 使用ARP查找它的MAC地址, 此时, H1的ARP发送**第一个数据包ARP请求包**, 该包在经过S时, 因为S的交换表为空, 因此, 向1,2,3端口转发 (**H2收到目的MAC地址为FF-FF-FF-FF-FF-FF的ARP请求**), 此时, **S记录H1的交换信息**。
 - 2、**本地域名服务器**收到请求**返回ARP应答**, 经由S转发给H1, 因为S有H1的交换信息, 因此, 该ARP应答只会被H1收到, 同时, **S更新交换表增加本地域名服务器的交换信息**
 - 3、H1**封装DNS请求并发送**给本地域名服务器, S转发到1端口
 - 4、本地域名服务器**返回DNS应答**, 即返回www.abc.com的IP地址, S转发到4端口
 - 5、H1准备发送HTTP请求, 因为仅知道默认路由器R的IP地址, **执行ARP协议**, 以广播方式发送ARP请求, 经由S发送到1、2、3号端口 (**H2收到第二个目的MAC地址为FF-FF-FF-FF-FF-FF的ARP请求**), **R返回H1ARP应答**, **指明路由器R的MAC地址**, **S更新自己的交换表, 增加R的交换信息**
 - 6、**H1封装HTTP请求-TCP报文段-IP数据报** (192.168.1.2至web服务器的IP地址) - CSMA/CD帧, 经由S交换, S向2号端口转发
- 特别说明: **DNS-UDP-IP-CSMA/CD; HTTP-TCP-IP-CSMA/CD**

自学结束