



江苏师范大学
JIANGSU NORMAL UNIVERSITY

电气工程及自动化学院
SCHOOL OF ELECTRICAL ENGINEERING & AUTOMATION

计算机网络技术

授课教师：李灿

联系方式：57862787

lic@jsnu.edu.cn

课程网站：sslic.cn/cnet

教研室：12#-407A（轨道交通系）



第4章 因特网及其应用



本章内容

- 域名系统（DNS）
- 远程登录（Telnet）
- 电子邮件（E-mail）
- 文件传输（FTP）
- 万维网（WWW）
- 因特网的多媒体应用*



- ◆ **内联网**：很多机构利用**因特网技术**，建立内联网，对内联网的访问仅限于机构成员或其他通过认证的人员
- ◆ 内联网的功能涵盖了机构网络的所有网络功能，包括访问因特网
- ◆ 在因特网和机构的内部网络之间，要**安装防火墙**



- ◆ **外联网**：当特定的群体，被允许通过防火墙并访问内联网的认证部分时，就会涉及外联网
- ◆ 外联网提供了区别对待特定用户群体的特殊方法
- ◆ 在进入内联网和外联网时都需要口令、登陆名及其他安全措施。面对普通的**web**站点来说，这些措施则是不必要的



- ◆ 因特网的网络应用大部分采用**客户端/服务器（Client/Server或C/S）模式**。此模式一般是分别处在网络上的两台计算机上，客户端程序的任务是将用户的要求提交给服务器程序，再由服务器程序返回的结果以特定的形式返回给客户端并显示给用户。
- ◆ **客户端/服务器（C/S）模式是一种软件系统体系结构**
- ◆ 现在的软件应用系统正在向**分布式的Web应用发展**
- ◆ **Web和C/S应用都可以进行同样的业务处理，应用不同的软件模块共享逻辑组件**
- ◆ **各种网络应用的核心是：应用层协议！**



4.1 域名系统（DNS）

因特网编址机制：三种形式的地址管理机制

■ **域名地址**：www.jsnu.edu.cn

- 层次化的地址，便于人们记忆，但无法确定主机所在位置，且不便路由器处理

■ **IP地址**：202.117.0.20

- **32位逻辑编码**，用来在因特网中定位主机和路由器的接口。TCP/IP网络上的每台主机都必须有唯一的IP地址
- 域名地址转换到IP地址由**域名服务系统**（Domain Name System, **DNS**）实现，这个转换过程又称为**域名解析**（Name Resolution）
- **DNS（RFC 1035）**也是TCP/IP的应用层协议之一。它利用了**UDP**传输层协议，端口为**53**

■ **MAC地址**：12-FA-9B-23-DB-11

- **48位物理编码**，用来在局域网中识别主机/路由器的接口
- IP地址转换到**MAC**地址由地址解析协议（**ARP**）实现



因特网上计算机的名字

■ IP地址的优点和缺点

- 更适合计算机处理：包含足够的路由信息
- 难以记忆
 - 无法通过IP地址猜测主机的用途
如一个主机到底是www服务器还是FTP服务器？

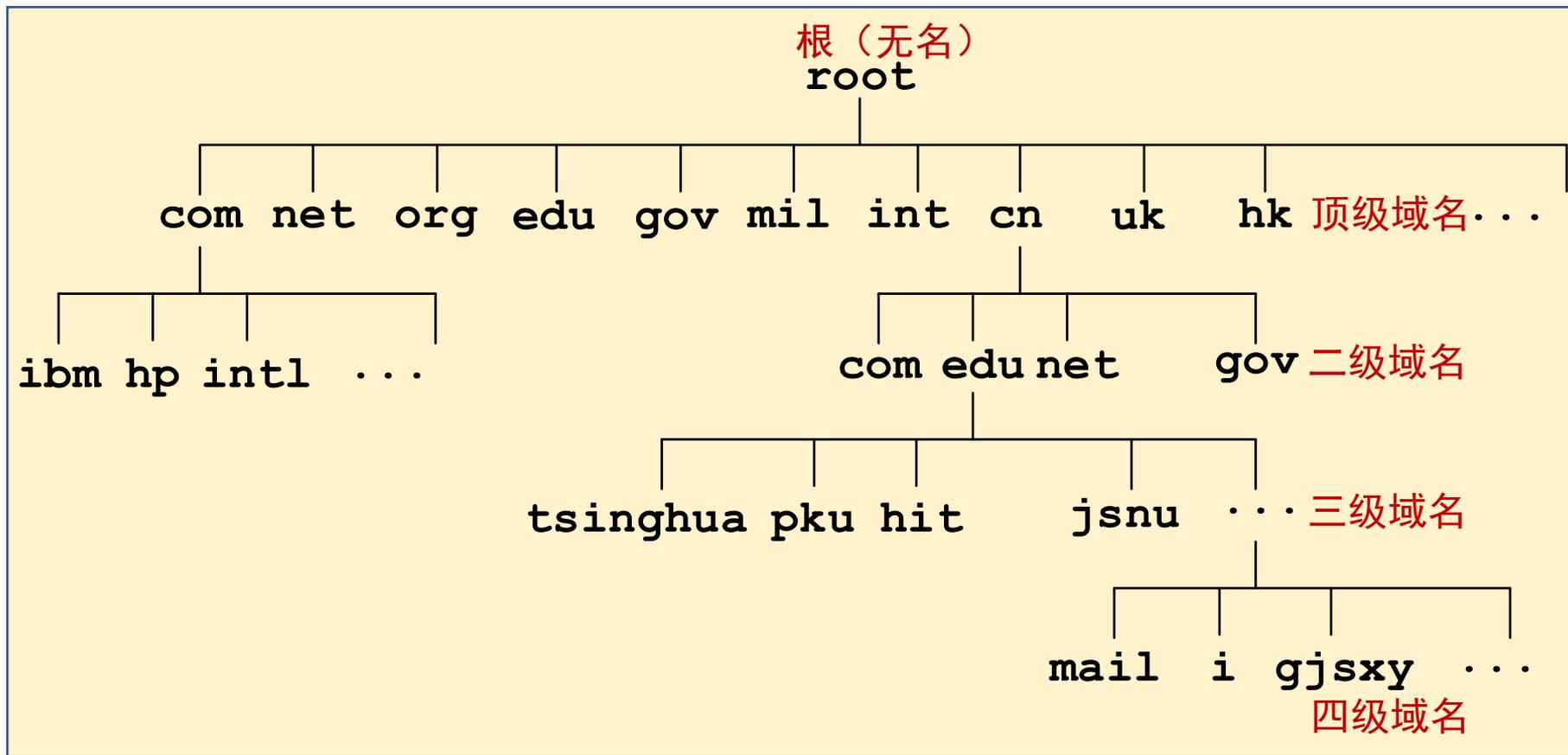
■ 取长补短——域名系统

- 域名：层次化的主机名
- 域名系统：任务是**将域名解析为对应的IP地址**
- 优点：
 - 使用方便，易于记忆
 - 一致性好，不会随IP地址的改变而改变



域名空间（域名树）

- 域名空间分为若干层次：根域、顶级域和次级域



<http://gjsxy.jsnu.edu.cn/>



主机域名的构成

- **主机名**是由一系列由“.”分开的标签组成
 - 每个标签**不超过63个字符**
 - 全部的标签**不超过255个字符**
 - 书写顺序是**从主机开始直到域名树的根域**为止。例如：
 - `www.jsnu.edu.cn`
 - `netcourse.jsnu.edu.cn`
- **域名**是一个组织在域名空间中的名字
 - 例如，江苏师范大学的域名为`jsnu.edu.cn`
 - 该组织中已注册的主机都以组织的域名为后缀



补充

域名用com或cn或net或com.cn有何区别？

- 目前一共有**252**个域名后缀，但是，其中只有**3**个可以在全球范围内使用，它们是：**.com**，**.net**，**.org**
- 最流行的域名后缀是**.com**，目前已经有**2000**万个左右使用**.com**的域名
- 在**244**个地区性域名中，有一些管理者允许任何人进行注册，如代表图瓦卢（**Tuvalu**）的**.tv**。不过，这些地区性域名最初是分配给某一特定国家或地区的居民使用的



- 其他域名后缀还包括：
 - 给**教育机构**使用的**.edu**
 - 给**政府机构**使用的**.gov**
 - 给**军队**使用的**.mil**
 - 给**国际性机构**使用的**.int**
 - **.arpa**被用于**互联网内部功能**
 - **.com**（商业机构）
 - **.net**（从事互联网服务的机构）
 - **.org**（非赢利性组织）
 - **.com.cn**（国内商业机构）
 - **.net.cn**（国内互联网机构）
 - **.org.cn**（国内非赢利性组织）
 - **.gov**（国家政府机构）



4.1.1 DNS基本工作原理

- ◆ 主机识别方法两种：**域名**（主机名）和**IP地址**
- ◆ 用户偏爱域名，路由器需要使用**IP地址**
- ◆ **DNS**负责**把域名翻译成IP地址**
- ◆ **DNS**有两个特点：
 - **DNS**使用**层次式域名服务器**实现的**分布式数据库**
 - **DNS**本身是一个因特网应用层协议，它**指导主机与域名服务器**相互进行通信以**获得翻译服务**



DNS系统的组织结构

DNS是一个分布式的数据库

- DNS使用分布式的域名数据库，运行域名数据库的计算机称为**DNS服务器**

- DNS服务器以**层次型结构**（和域名树相对应）分布在全球各地，**每台DNS服务器只存储了一小部分DNS数据**

- 每一个**拥有域名的组织都必须要有DNS服务器**，以提供自己域内的域名到IP地址的映射服务

例：江苏师大的DNS服务器为202.195.64.10，它负责进行jsnu.edu.cn域内的域名和IP之间的转换

- 通常每个域都有一台主**DNS服务器**，一台或数台备份**DNS服务器**



4.1.2 DNS服务器：四类

- **根域名服务器 (Root Name Server)**
 - 所有根域名服务器都知道所有顶级域名服务器的域名和 IP 地址
 - 不直接把域名转换成 IP 地址，仅告知本地服务器下一步应找哪一个顶级域名服务器进行查询
 - 数量很少，由于历史原因，主要分布在北美地区
- **顶级域名服务器 (TLD Name Server)**
 - 负责管理在该顶级域名服务器注册的所有二级域名
- **认证域名服务器 (Authoritative Name Server)**
 - 每台因特网中的主机都应该在所在域的域名服务器中注册，提供注册的域名服务器就是该主机的认证域名服务器
 - 一般来说，认证域名服务器就是主机所在单位的DNS服务器
- **本地域名服务器 (Local Name Server)**
 - 即每个组织/企业的DNS服务器



■ 根域名服务器总共只有 13 个不同 IP 地址的域名（计算机集群）

域名	IP 地址	运营商
a.root-servers.net	198.41.0.4 2001:503:ba3e::2:30	Verisign, Inc.
b.root-servers.net	199.9.14.201 2001:500:200::b	University of Southern California Information Sciences Institute
c.root-servers.net	192.33.4.12 2001:500:2::c	Cogent Communications
d.root-servers.net	199.7.91.13 2001:500:2d::d	University of Maryland
e.root-servers.net	192.203.230.10 2001:500:a8::e	NASA (Ames Research Center)
f.root-servers.net	192.5.5.241 2001:500:2f::f	Internet Systems Consortium, Inc.
g.root-servers.net	192.112.36.4 2001:500:12::d0d	US Department of Defense (NIC)
h.root-servers.net	198.97.190.53 2001:500:1::53	US Army (Research Lab)
i.root-servers.net	192.36.148.17 2001:7fe::53	Netnod
j.root-servers.net	192.58.128.30 2001:503:c27::2:30	Verisign, Inc.
k.root-servers.net	193.0.14.129 2001:7fd::1	RIPE NCC
l.root-servers.net	199.7.83.42 2001:500:9f::42	ICANN
m.root-servers.net	202.12.27.33 2001:dc3::35	WIDE Project



- 根域名服务器总共只有 **13** 个不同 **IP** 地址的域名（计算机集群）
- 根域名服务器采用**任播 (anycast)** 技术，当**DNS** 客户向某个根域名服务器发出查询报文时，路由器能找到离这个 **DNS** 客户最近的一个根域名服务器
- 截至 **2020年9月3日**，全球共有 **1098** 个根域名服务器在运行，其中有**28**个在我国



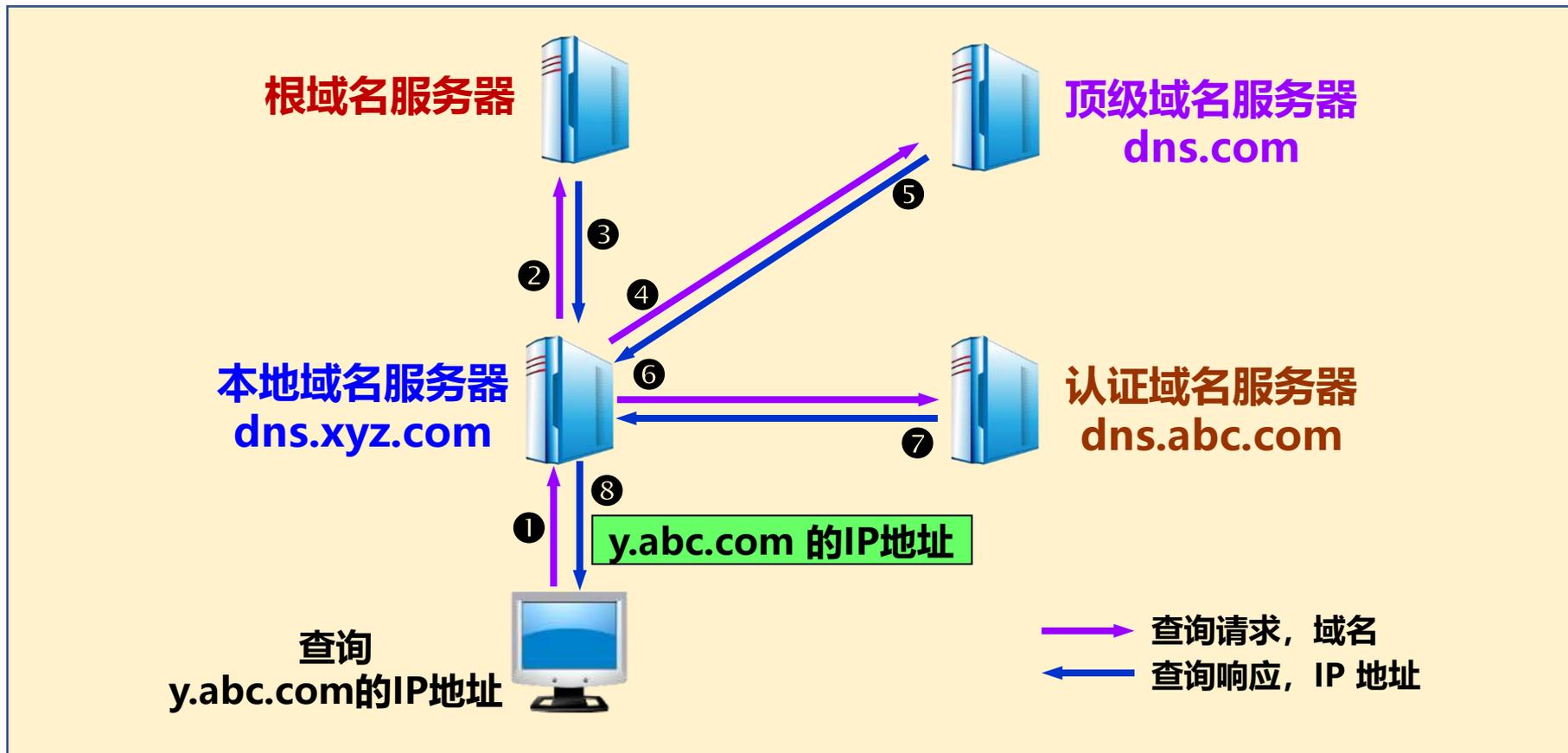
■ DNS服务器的功能

- 能够直接处理域内的域名解析请求
- 能够向其他DNS服务器发出查询请求来处理对其他域的域名解析请求
- 能够缓存对其他域的域名解析请求的结果

■ DNS服务器的操作

- 如果本地域名服务器不能解析域名，它就向根域名服务器询问
- 根域名服务器将告诉它与哪一个域名服务器联系
- DNS再向该域名服务器进行查询
- 一个DNS请求可能要经过多个往返

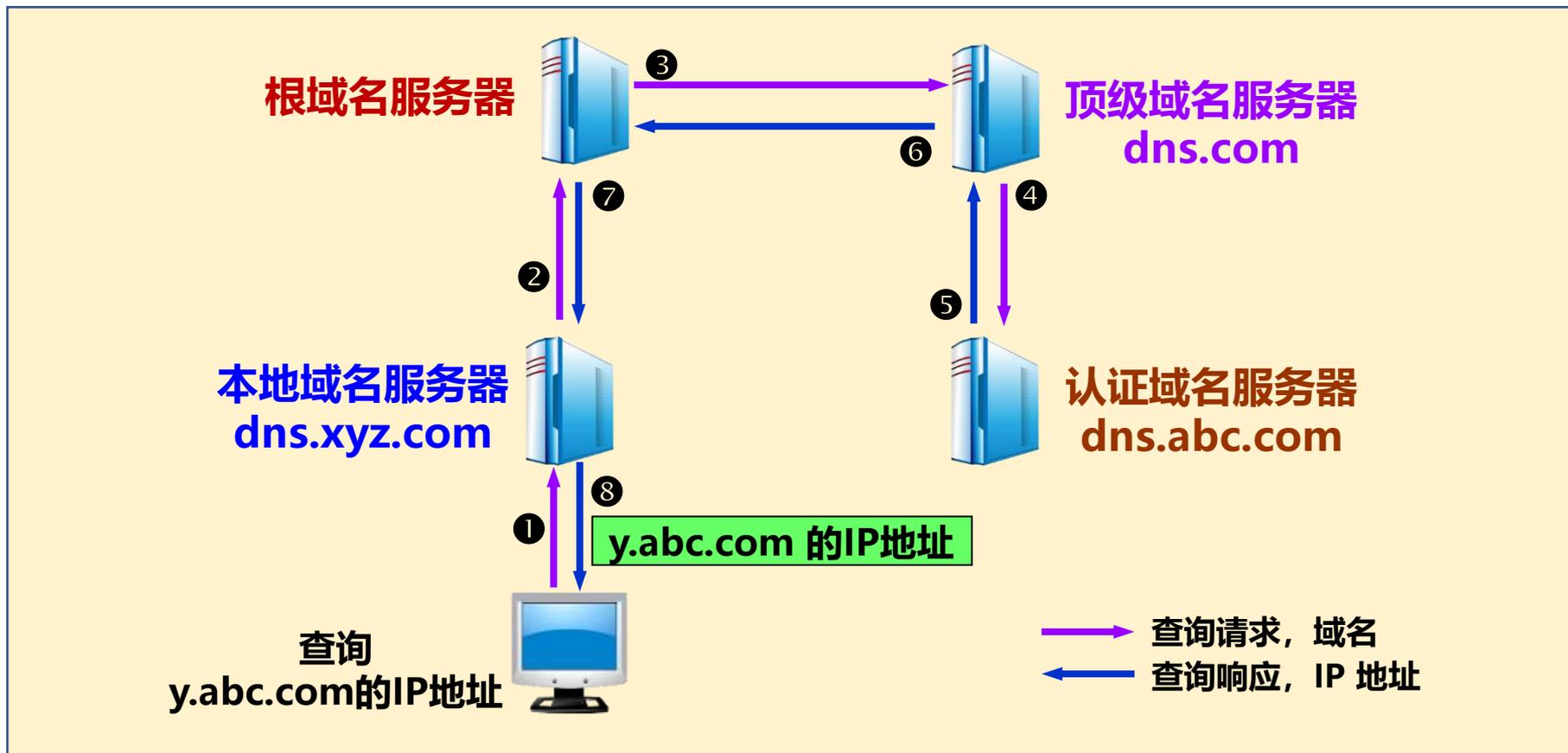
域名解析过程：迭代查询



可能的查询组合：

- ①⑧, ①②③④⑤⑥⑦⑧

域名解析过程：递归查询（不常用）



可能的查询组合：

- ①⑧, ①②⑦⑧, ①②③⑥⑦⑧, ①②③④⑤⑥⑦⑧



■ 域名解析的例子

- 某个用户要浏览江苏师大的主页，用户主机（假定为A）必须获得 <http://www.jsnu.edu.cn/>主机（以下简称为jsnu）的IP地址。

解析过程：本地→根→顶级→二级→...

- A向本地域名服务器DNS1查询请求
- 如果DNS1上有jsnu的记录，就立即将jsnu的IP地址返回给A
- 如果DNS1上没有jsnu的记录，DNS1就向根域名服务器发出查询请求
- 根域名服务器把负责cn域的域名服务器B的IP地址告诉给DNS1
- DNS1向B查询，获得负责edu.cn域DNS服务器C的IP地址
- DNS1向C查询，获得负责jsnu.edu.cn域DNS服务器D的IP地址
- DNS1向D查询，即可获得www.jsnu.edu.cn的IP地址

注：在命令行下可用nslookup命令进行DNS查询



域名数据库中的记录类型

- **A**（**Address**记录）
 - **A**记录是用来指定域名对应的**IP**地址。——最常用
- **NS**记录（**Name Server**记录）
 - 域名服务器记录，用来指定该域名由哪个**DNS**服务器来进行解析
- **别名**记录（**CNAME**记录）
 - 这种记录用于将多个名字映射到同一台计算机。通常用于同时提供**WWW**、**FTP**和**MAIL**服务的计算机。[例：控制台]
- **MX**记录（**Mail Exchanger**记录）
 - 邮件交换记录，它指向一个邮件服务器，用于电子邮件系统发邮件时根据收信人的地址后缀来定位邮件服务器。
- **PTR**记录
 - 域名指针记录，用于反向 **DNS**查找。例如，要查找**202.117.0.20**的域名时就需要借助于**PTR**记录。
- **SOA**记录——用于说明一个**DNS**系统的基本信息



A	用来指定域名的IPv4地址（如：8.8.8.8），如果需要将域名指向一个IP地址，就需要添加A记录。
CNAME	如果需要将域名指向另一个域名，再由另一个域名提供ip地址，就需要添加CNAME记录。
MX	如果需要设置邮箱，让邮箱能收到邮件，就需要添加MX记录。
TXT	在这里可以填写任何东西，长度限制255。绝大多数的TXT记录是用来做SPF记录（反垃圾邮件）。
NS	域名服务器记录，如果需要把子域名交给其他DNS服务商解析，就需要添加NS记录。
AAAA	用来指定主机名（或域名）对应的IPv6地址（例如：#06:0:0:0:0:0:c3）记录。
SRV	记录了哪台计算机提供了哪个服务。格式为：服务的名字、点、协议的类型。例如：_xmpp-server_tcp。
显性URL	从一个地址301重定向到另一个地址的时候，就需要添加显性URL记录（注：DNSPod目前只支持301重定向）。
隐性URL	类似于显性URL，区别在于隐性URL不会改变地址栏中的域名。

<input type="checkbox"/>	@	NS	默认	f1g1ns1.dnspod.net.	-	86400	2020-11-19 14:09:27	修改 暂停 删除
<input type="checkbox"/>	@	NS	默认	f1g1ns2.dnspod.net.	-	86400	2020-11-19 14:09:27	修改 暂停 删除
<input type="checkbox"/>	@	A	默认	175.46.174.59	-	600	2020-11-19 14:14:33	修改 暂停 删除
<input type="checkbox"/>	www	A	默认	175.46.174.59	-	600	2020-11-19 14:14:59	修改 暂停 删除
<input type="checkbox"/>	m	A	默认	175.46.174.59	-	600	2020-11-19 14:15:29	修改 暂停 删除
<input type="checkbox"/>	_dnsauth	TXT	默认	202011180625243frw5j8b...	-	600	2020-11-19 14:25:24	修改 暂停 删除



DNS与ARP的比较

	地址类型	作用范围	工作方式
DNS	域名→IP地址 应用层→网络层	全局 整个因特网	分布式数据库 查询过程
ARP	IP地址→MAC地址 网络层→数据链路层	本地 仅限于LAN内部	LAN内部广播查询



4.2 远程登录 (Telnet)

■ 什么是Telnet?

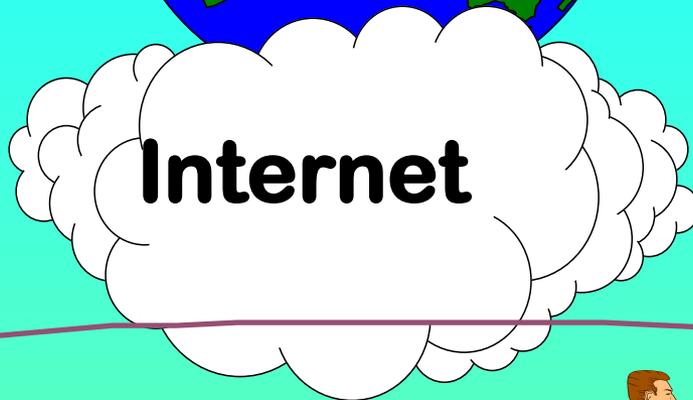
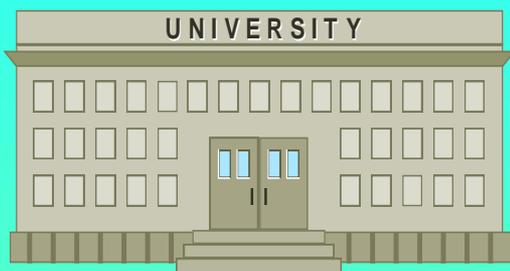
- **Telnet: Telecommunication Network Protocol**
- 用户在本地发出命令，**通过IP网络**，进入另一台机器的系统的过程
- 用户通过本地计算机登录到其他计算机上，本地计算机就成为了那台计算机的“终端”，与那台机器本身的终端享有同样的待遇，在它的权限范围内操作那台计算机

■ 大多数提供远程登录的目标系统以**UNIX**为主

注：远程登录中的“远”字并非指距离，而是指不是从本地登录到这台计算机

Telnet

中国
西安交通大学

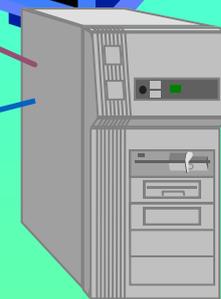


美国
加州大学



Username :

Password :



Telnet Server



Telnet是如何工作的？

- Telnet采用了C/S工作方式，并使用TCP传输协议进行通信（有连接过程）
- 客户端运行Telnet客户端程序
 - 建立与服务器端的TCP连接
 - 接收用户的输入命令及其他信息
 - 对命令及信息进行预处理
 - 把信息用TCP协议发送给服务器端
 - 接收服务器端返回的信息并做相应处理，例如显示在屏幕上



Telnet是如何工作的？

- Telnet采用了Client/Server工作方式，并使用TCP传输协议进行通信（有连接过程）
- 客户端运行Telnet客户端程序
- **服务器端**运行服务程序Telnet（常驻进程）
 - 通知正在准备接受连接的网络软件，Telnet服务已启动
 - 网络软件建立与客户机的TCP连接
 - 等候以标准格式出现的服务请求
 - 对到来的服务请求命令给予执行
 - 把服务结果按标准格式回送给客户机
 - 继续等待新到达的服务请求

如何使用Telnet?

■ 启动telnet客户端程序

```
telnet [remote-system] [port-number]
```

• 其中

- **telnet:** 命令名。注意也有别的名称，如NVT220等。
- **remote-system:** 目标主机名(域名)或目标主机的IP地址。
- **port-number:** 端口号。用于标识服务器上的telnet服务程序进程
telnet的默认端口号是23

■ telnet的内部命令行提示符为:

```
telnet>
```

注：尝试服务器上开启telnet服务。



4.3 电子邮件 (E-mail)

- 电子邮件是因特网上出现最早、最典型的服务之一

```
Received: from Peking by unikal; Sun, 20 Sep 87 16:55 (MET dst)
Date: Mon, 14 Sep 87 21:07 China Time
From: Mail Administration for China <MAIL@zel>
To: Zorn@germany, Rotert@germany, Wacker@germany, Finken@unikal
CC: lhl@parmesan.wisc.edu, farber@udel.edu,
jennings@irlean.bitnet@germany, cic@relay.cs.net@germany, Wang@zel,
RZLI@zel
Subject: First Electronic Mail from China to Germany
```

"Ueber die Grosse Mauer erreichen wir alle Ecken der Welt "
"Across the Great Wall we can reach every corner in the world "

Dies ist die erste ELECTRONIC MAIL, die von China aus ueber Rechnerkopplung in die internationalen Wissenschaft snetze geschickt wird.

This is the first ELECTRONIC MAIL supposed to be sent from China into the international scientific networks via computer interconnection between Beijing and Karlsruhe, West Germany (using CSNET/PMDF BS2000 Version).

University of Karlsruhe Institute for Computer
- Informatik Application of State

Rechnerabteilung - Commission of Machine Industry
(IRA) (ICA)

Prof. Dr. Werner Zorn
Michael Finken
Stephan Paulisch
Michael Rotert
Gerhard Wacker
Hans Lackner

Prof. Wang Yuen Fung
Dr. Li Cheng Chiung
Qui Lei Nan
Ruan Ren Cheng
Wei Bao Xian
Zhu Jiang
Zhao Li Hua



1987年我国第一封电子邮件从北京车道沟发出，历时6天后达到德国卡尔斯鲁厄大学。7年后，以64Kbps的专线正式全功能接入国际互联网。



4.3 电子邮件（E-mail）

■ 电子邮件系统的组成：用户代理+邮件服务器+电子邮件协议

1) 用户代理（非必须，可以是万维网邮件，如浏览器访问）

- 用户与电子邮件系统的接口
- 功能：撰写、显示、处理（发送+接收）等管理电子邮件
- 常见的用户代理有：
 - Outlook、Outlook Express、Foxmail等

2) 邮件服务器

- 是电子邮件系统的核心构件，由因特网服务提供商提供并维护
- 功能：类似邮局，接收和转发电子邮件，向发信人报告邮件发送状态
- 按照客户服务器方式工作：既是客户，又是服务器



4.3 电子邮件（E-mail）

- 电子邮件系统的组成：**用户代理+邮件服务器+电子邮件协议**

1) 用户代理

2) 邮件服务器

3) 电子邮件协议

- 发送/转发邮件：

- **SMTP**（Simple Mail Transfer Protocol）[RFC 821、822]
- **MIME**（Multipurpose Internet Mail Extension）[RFC 1521]
- **HTTP**（POST方法）

- 读取邮件：

- **POP3**（Post Office Protocol）[RFC 1939]
- **IMAP4**（Internet Message Access Protocol）[RFC 2060]
- **HTTP**（GET方法）

电子邮件的发送和接收过程

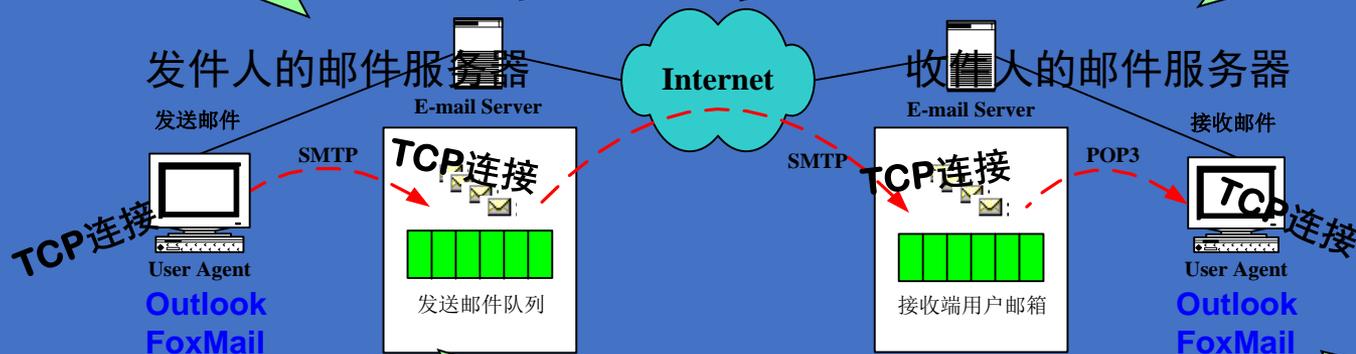
SMTP通信的3个阶段：连接建立、邮件传送、连接释放

● 用户代理利用SMTP协议将邮件传送给发件人的邮件服务器

● 发送端SMTP客户进程使用SMTP协议把邮件队列中的待发送邮件服务

● 发送端的SMTP客户进程使用SMTP协议把邮件队列发送给接收端的SMTP
● 发送完后，关闭TCP

● 接收端邮件服务器将收到的邮件放入收件人的邮箱中



● 发信人运行用户代理编辑邮件

● 发送端邮件服务器收到邮件后，将邮件放入邮件缓存队列，等待发送

● 收件人收信时，运行用户代理，用户代理使用POP3协议将用户邮箱中的邮件下载到本地计算机



4.3.2 简单邮件传输协议SMTP

- **SMTP(Simple Mail Transfer Protocol)**即**简单邮件传输协议**，是一种提供可靠且有效**电子邮件**传输的协议
- **SMTP**是建立在**FTP文件传输服务**上的一种邮件服务，主要用于传输系统之间的邮件信息并提供与来信有关的通知
- **SMTP**是因特网上通用的电子邮件传输协议
 - **特点：简单明了，容易实现**
- **SMTP**定义了邮件格式及如何**通过TCP连接**传输邮件
- **SMTP**协议由两个文档进行描述
 - **RFC821**：描述了邮件服务器之间如何转发邮件
 - **RFC822**：定义邮件信息的格式
- **SMTP**规定邮件的全部内容（包括附件）——无论是什么类型的数据——**都必须转换成7位ASCII码进行传输**



邮件格式[RFC822]

■ 标准的电子邮件信息由两部分组成：

- **邮件头 (header)**：相当于“信封”，主要包括

- 收件人地址
- 投递日期
- 邮件主题
- 发件人地址

- **邮件体 (body)**

邮件正文

- 举例

```
Received: from Peking by unikal; Sun, 20 Sep 87 16:55 (MET dst)
Date: Mon, 14 Sep 87 21:07 China Time
From: Mail Administration for China <MAIL@zel>
To: Zorn@germany, Rotert@germany, Wacker@germany, Finken@unikal
CC: lhl@parmesan.wisc.edu, farber@udel.edu,
jennings@irlean.bitnet@germany, cic@relay.cs.net@germany, Wang@zel,
RZLI@zel
Subject: First Electronic Mail from China to Germany
```

"Ueber die Grosse Mauer erreichen wir alle Ecken der Welt "
"Across the Great Wall we can reach every corner in the world "

Dies ist die erste ELECTRONIC MAIL, die von China aus ueber Rechnerkopplung
in die internationalen Wissenschaft snetze geschickt wird.

This is the first ELECTRONIC MAIL supposed to be sent from China into the
international scientific networks via computer interconnection between
Beijing and Karlsruhe, West Germany (using CSNET/PMDF BS2000 Version).

University of Karlsruhe Institute for Computer
- Informatik Application of State

Rechnerabteilung -
(IRA)

Commission of Machine Industry
(ICA)

Prof. Dr. Werner Zorn
Michael Finken
Stephan Paulisch
Michael Rotert
Gerhard Wacker
Hans Lackner

Prof. Wang Yuen Fung
Dr. Li Cheng Chiung
Qui Lei Nan
Ruan Ren Cheng
Wei Bao Xian
Zhu Jiang
Zhao Li Hua



- 邮件头信息都由一些关键词引导。邮件正文则没有任何关键词引导，正文是用户编辑邮件时输入的
- 邮件头主要关键词的含义：

Received	接收邮件的路径、日期、时间以及邮件代理程序版本号
From	邮件发送者，包括邮件地址和发送方的“真实姓名”
Date	发信时间
Message-ID	由传输代理分配给该邮件的唯一标识
To	收件人的电子邮件地址
Subject	邮件主题，是发件人写的，告诉收件人该邮件的目的
Content-type	邮件正文的类型，是文本还是 MIME 格式
Cc	抄送，它是“ Carbon copy ”的缩写，意为“复写副本”，用来指定收到该邮件副本的邮件地址



SMTP通信

- 支持**SMTP**协议的邮件服务器之间采用**C/S工作方式**，连接发起方称为客户，接收方称为服务器。一旦连接建立，邮件服务器之间通过**SMTP**协议进行对话，完成邮件的转发功能。
- **SMTP**定义了几个非常简单的命令用来进行邮件的发送，其中包括：
 - **HELO**
 - **MAIL FROM**
 - **RCPT TO**
 - **DATA**
 - **QUIT**



用Telnet进行SMTP协议对话的例子

TCP
连接

```
$ Telnet mail.xjtu.edu.cn 25 //连接到email服务器的25端口
Trying 202.117.1.21...
Connected to mail.xjtu.edu.cn.
Escape character is '^]'.
220 ESMTP ready [202.117.35.70/unknown]
```



连接建立

SMTP
握手

```
HELO <任意消息>
250 <应答信息>
MAIL FROM: <guest01@202.117.35.70>
```



邮件传送

邮件
传送

```
250 OK
RCPT TO: <xqcheng@xjtu.edu.cn>
250 OK
DATA
354 go ahead
This is a test message.
Be sure is sent by Telnet.
250 OK: has queued
```

断开
连接

```
QUIT
221 close connection
Connection closed by foreign host.
```



连接释放



SMTP的特点

- 电子邮件无论内容多少(包括附件)，均使用一个报文发送
- 所有的邮件内容，必须使用**ASCII**代码传送
- 所有的二进制文件内容必须使用**MIME**格式转换成**ASCII**代码
 - **MIME**——多用途因特网邮件扩充



4.3.3 多用途因特网邮件扩充（MIME）

- 为了能够发送ASCII码以外的内容——MIME
- MIME支持非ASCII字符、二进制格式附件等多种格式的邮件消息
- MIME（Multipurpose Internet Mail Extensions）
1992年最早应用于电子邮件系统，但后来也应用到浏览器。多用于指定一些客户端自定义的文件名，以及一些媒体文件打开方式
- 内容传送编码有：Quoted-Printable和Base64两种
- 内容类型有：文本、图像、音频、视频和应用、多重类型等



4.3.4 电子邮件地址

- 电子邮件由信封和内容两部分组成。电子邮件的传输程序根据邮件信封上的信息来传送邮件。
- 电子邮件地址由两部分组成：
 - 用户名
 - 邮箱所在的邮件服务器的主机域名
- 用户名@邮件服务器域名
 - 例如：
 - lic@jsnu.edu.cn
 - hnlican@163.com
 - lican@sslic.cn



4.3.5 邮件读取协议：POP3

- **POP3** (Post Office Protocol 3) 即**邮局协议**的第**3**个版本，规定个人计算机如何连接到互联网上的邮件服务器进行收发邮件的协议
- **简单，但功能有限的.....**
- 因特网电子邮件的第一个**离线协议**标准，**POP3**协议允许用户从服务器上把邮件存储到本地主机（即自己的计算机）上，同时根据客户端的操作删除或保存在邮件服务器上的邮件，而**POP3服务器**则是遵循**POP3**协议的接收邮件服务器，用来接收电子邮件的。
- **POP3**协议是**TCP/IP**协议族中的一员，由**RFC 1939** 定义。本协议主要用于支持**使用客户端远程管理在服务器上的电子邮件**



4.3.5 邮件读取协议：**POP3**

- 基于TCP协议
- 客户/服务器方式
 - 客户端程序（Outlook Express、Foxmail等）
 - 服务器程序（Exchange等）
 - 客户与服务器建立TCP连接后才能读取邮件
- 功能：
 - 为用户提供邮箱
 - 保存收到的邮件(POP3是具有存储转发功能的中间服务器)
 - 把邮件传输给用户（邮件在客户端脱机处理）
 - 邮件传输给用户后，POP服务器一般不再保留
 - POP3实际上是一个脱机协议



4.3.5 邮件读取协议：POP3

■ POP 协议支持“离线”邮件处理，具体过程：

- 邮件发送到服务器上，电子邮件客户端调用邮件客户机程序以连接服务器，并下载所有未阅读的电子邮件
- 这种离线访问模式是一种**存储转发服务**，将邮件从邮件服务器端送到个人终端机器上，一般是 **PC 机或 MAC**
- 一旦邮件发送到 **PC 机或 MAC** 上，邮件服务器上的邮件将会被删除
- 但目前的**POP3**邮件服务器大都可以“只下载邮件，服务器端并不删除”，也就是**改进的POP3协议**



4.3.5 邮件读取协议：IMAP

- **IMAP** (Internet Message Access Protocol) 即因特网报文存取协议，斯坦福大学在1986年研发的一种邮件获取协议
- 主要作用是邮件客户端（例如MS Outlook Express)通过这种协议从邮件服务器上获取邮件的信息，下载邮件等
- 当前的权威定义是RFC3501
- IMAP协议运行在TCP/IP协议之上，使用的端口是143
- **IMAP与POP3协议的主要区别：**
 - 用户可以不用把所有的邮件全部下载，可以通过客户端直接对服务器上的邮件进行操作



4.3.5 邮件读取协议：IMAP

■ IMAP优点：

- 用户可以在不同的地方使用不同的计算机随时阅读和处理自己的电子邮件
- 允许收信人只读取邮件中的某一个部分，即进行选择性地下载
- **例：**假如一封邮件里含有5个附件，而其中只有两个附件是你需要的，你就可以只下载那两个附件，节省了下载其余三个的时间

■ IMAP的缺点：

- 如果邮件没有复制到自己的PC上，则邮件一直存放在IMAP服务器上，需上网
- 由于用户查阅信息标题和决定下载哪些附件，也需要一定时间，因此链接时间也比POP方式长。在应用方面，由于IMAP比较复杂，给开发者开发服务器和客户机的软件带来一些难题
- 对于ISP来说，采用IMAP意味着要花钱购买相关商业软件，同时会付出高额技术支持费用



4.4 文件传输服务

- 文件传输协议（File Transfer Protocol, **FTP**）
- 用于Internet上的控制文件的**双向传输**。同时，它也是一个应用程序（Application）
- 用户可以通过它把自己的**PC机**与世界各地所有运行**FTP**协议的服务器相连，访问服务器上的大量程序和信息。
- **FTP的主要作用**：让用户**连接上一个远程计算机**（这些计算机上运行着**FTP**服务器程序）查看远程计算机有哪些文件，然后把**文件从远程计算机上拷到本地计算机**，或把本地计算机的文件送到远程计算机去。

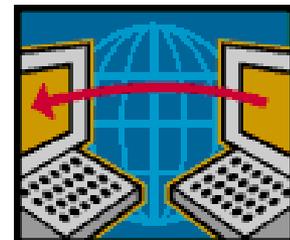
4.4 文件传输（FTP）

■ FTP是做什么用的？

- **FTP**用于**Internet**上的控制文件的双向传输
 - 把文件从本地主机传送到远程主机称为“**上载**”或“**上传**”
 - **Upload, Put**
 - 把文件从远程主机传送到本地主机称为“**下载**”
 - **Download, Get**

■ **FTP**可以传输各种类型的文件

- 文本文件（**ASCII**）、二进制文件（**Binary**）
- 压缩文件、非压缩文件





4.4 文件传输（FTP）

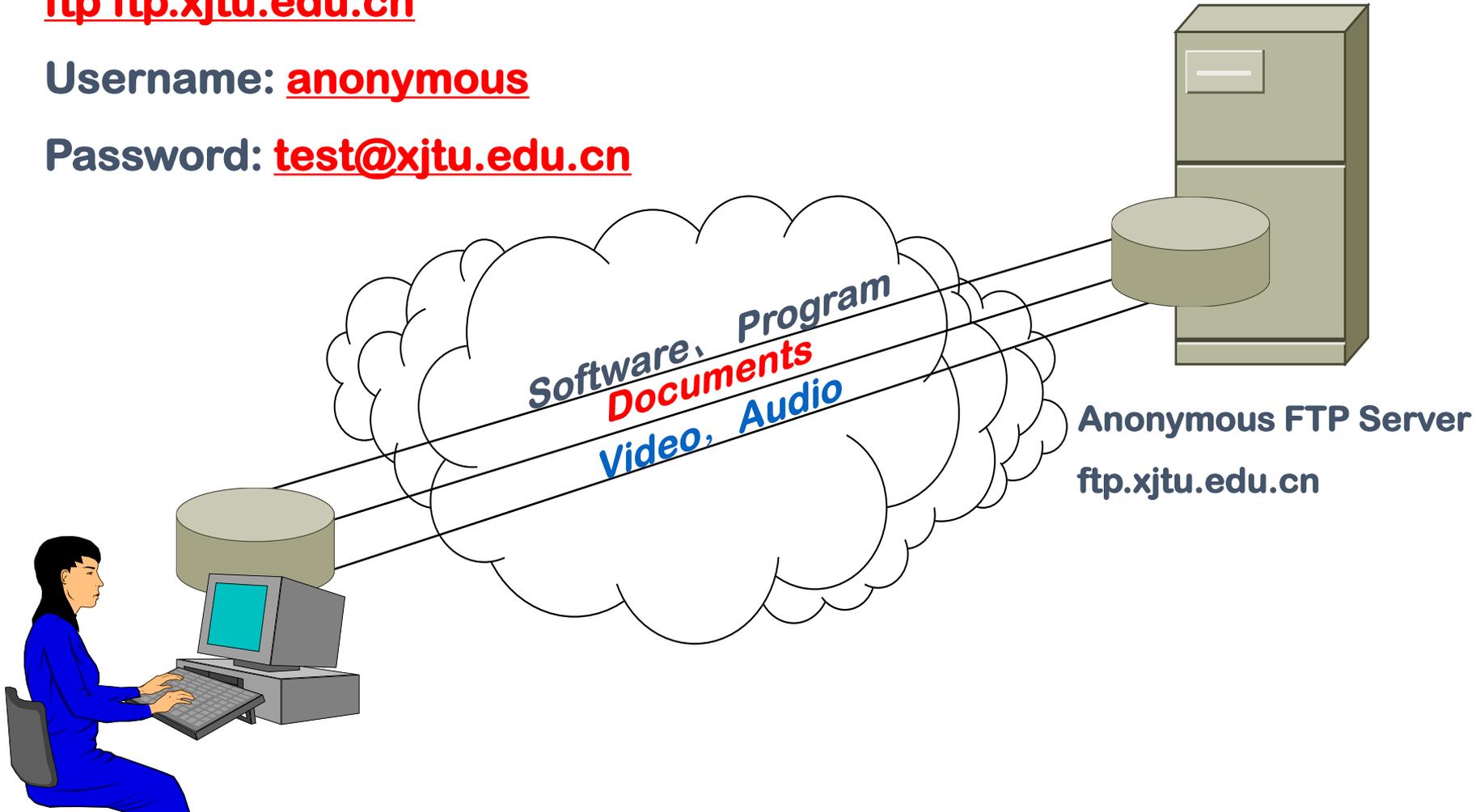
- 登录FTP服务器的用户需要注册才能登录，但有的FTP服务器也允许匿名（Anonymous）登录
- 因特网上有两大类FTP文件服务器：
 - 匿名服务器，匿名FTP是这样一种机制，用户可通过它连接到远程主机上，并从其下载文件，而无需成为其注册用户。系统管理员建立了一个特殊的用户ID，名为anonymous，Internet上的任何人在任何地方都可使用该用户ID。
 - 非匿名服务器，要进入这类服务之前，用户必须向服务器系统管理员申请用户名和密码，非匿名FTP服务器通常供内部使用或提供咨询服务。

匿名登录FTP

[ftp ftp.xjtu.edu.cn](ftp://ftp.xjtu.edu.cn)

Username: [anonymous](#)

Password: [test@xjtu.edu.cn](#)





4.4.1 FTP工作原理

- FTP基于**TCP**文件传输协议，其传输的可靠性由**TCP**保障
- FTP以**客户/服务器**方式工作：
 - **FTP**客户程序，如**Cuteftp**等，运行在用户计算机上
用户通过它发出传输文件的请求
 - **FTP**服务程序，如**Serv-U**等，运行在服务器上
接收并响应客户程序的请求，把指定的文件发送到客户端



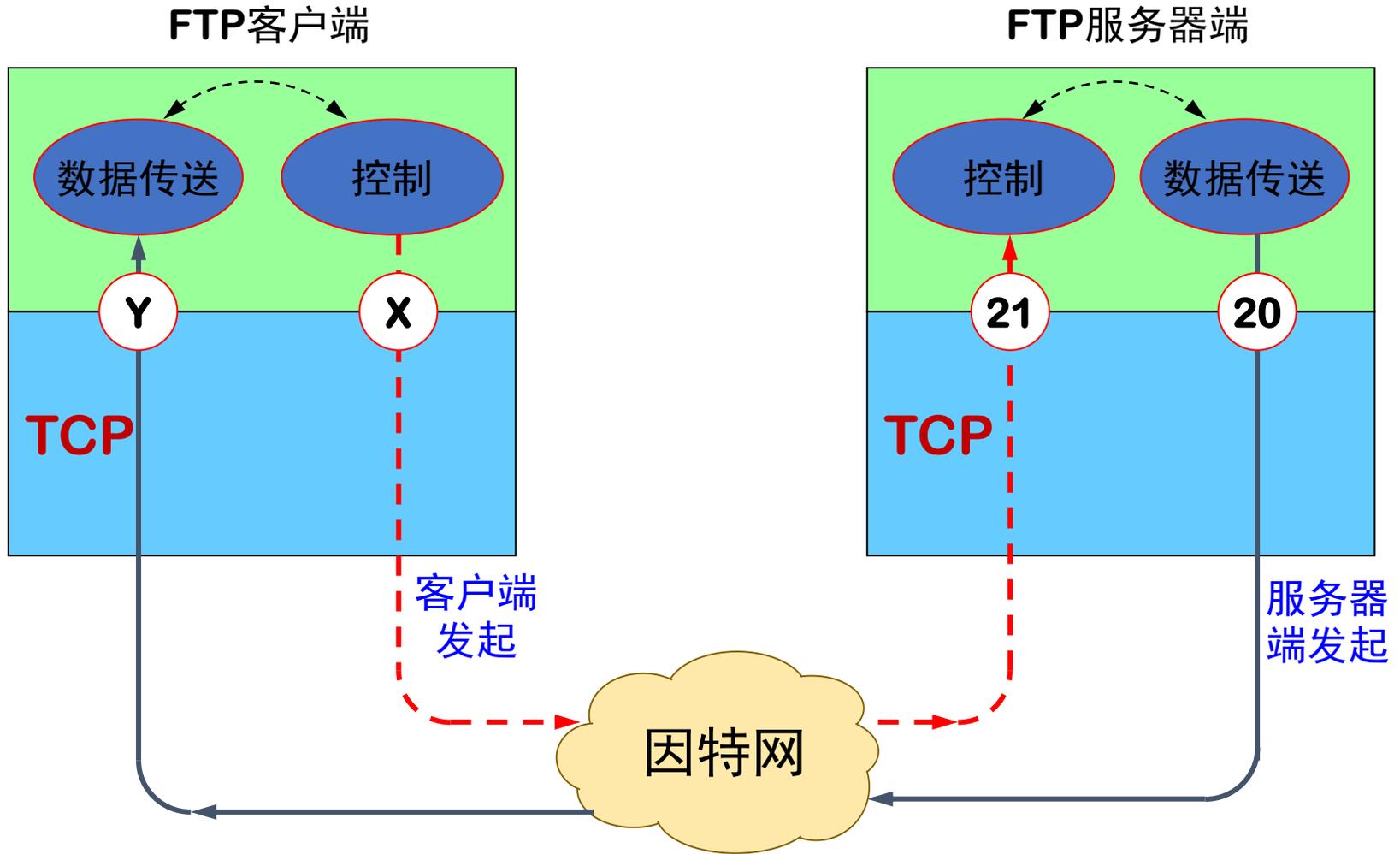
两个TCP连接（文件传输时）

■ 控制连接（Control Connection）

- 客户程序与FTP服务器的**端口21**建立控制连接，并在整个FTP会话过程中维持连接
- 控制连接用于在两台主机之间传输控制信息
- 由FTP客户端发起控制连接

■ 数据连接（Data Connection）

- 数据连接用于发送文件
- 每传输一个文件都要建立一个数据连接（在FTP服务器的**端口20**）
- 由FTP服务器发起数据连接





4.4.2 简单文件传送协议（**TFTP**）

- **TFTP**（Trivial File Transfer Protocol，简单文件传输协议）
 - TCP/IP协议族中的一个很小且易于实现的文件传送协议，端口**69**
- TFTP的传输层使用**UDP**支持，要自己实现纠错功能，TFTP只支持文件传输
- TFTP的主要**优点**：
 - TFTP可用于**UDP**环境
 - TFTP代码占用内存空间较小



4.4.3 网络文件系统（NFS）

- 网络文件系统（Network File System, NFS）
- NFS是在操作系统环境下实现文件和目录的共享
 - NFS可使本地计算机共享远地资源，就像这些资源在本地一样允许一个系统在网络上与他人共享目录和文件
- NFS主要应用在TCP/IP网络上
- NFS组成至少有两个主要部分：
 - 一台服务器
 - 一台（或者更多）客户机



4.4.3 网络文件系统（NFS）

■ NFS的常见应用

1. 多个机器**共享**一台**CDROM**或者其他设备
2. 在大型网络中，配置一台中心 **NFS** 服务器用来放置所有用户的**home** 目录可能会带来**便利**；这些目录能被输出到网络以便用户不管在哪台工作stations上登录，总能得到相同的**home**目录
3. 几台机器可以有**通用**的 **/usr/ports/distfiles** 目录

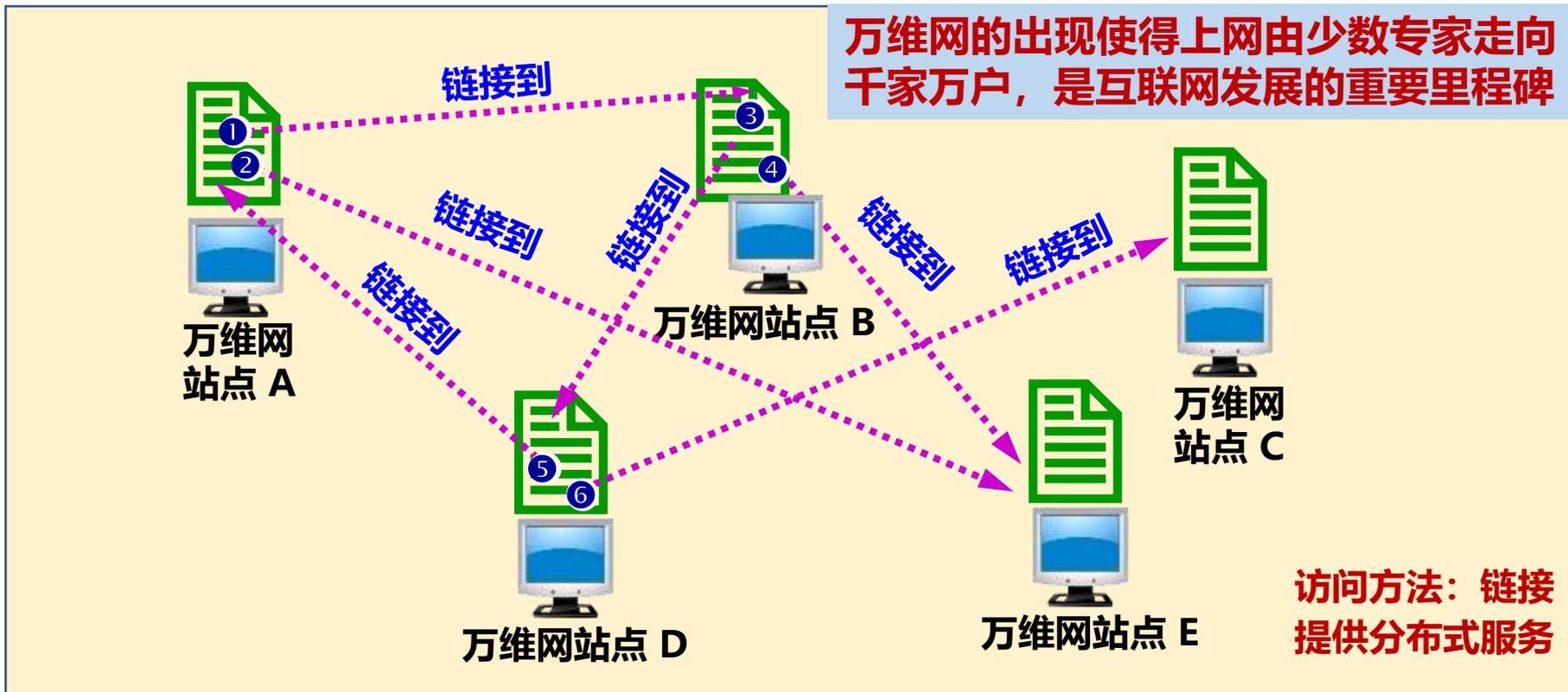


FTP、TFTP、NFS比较

FTP	TFTP	NFS
文件传输 交互式 存取权限 副本	文件传输（简） 非交互式 不验证身份	非文件传输 文件与目录共享 操作系统层面 如：少量数据修改

4.5 万维网 (WWW)

- 万维网 **WWW (World Wide Web)**，因特网服务之一，是一个大规模、联机式的**信息储藏所**，并非某种特殊的计算机网络
- 特点：用**链接**的方法能非常方便地从互联网上的一个站点访问另一个站点，从而**主动地按需获取丰富的信息**





4.5 万维网（WWW）

- **万维网基础：超文本（hypertext）**
- **浏览器（Browser）**：解释Web页面并完成相应转换和显示的程序
 - 浏览器通过Web页面来进行信息的传递和交流
- **Web页面**：用超文本标记语言编写的文档
 - 包括文字、图像、声音、动画、视频等各种多媒体信息
 - 也包括用超文本或超媒体表示的链接
- **统一资源定位器（URL）**：是专为标识因特网上资源位置而设的一种编址方式
- **超文本传送协议（HTTP）**：实现万维网上各种链接
- **搜索工具**：实现万维网信息查找
- **主页**：进入一个网站首先看到的页面，是一个网站的脸面





网页有哪些扩展名？

扩展名	含义
htm	静态文件：每次访问都是一样
html	超文件标记文件
asp	动态文件， active server page 活动服务文档，根据编程人员所写的代码，每次访问会有不同的地方
shtml	说明服务器上使用了“服务器端包含”（ Server Side Includes ）技术
jsp	Java Enterprise API 套件最新增加的功能之一。 jsp 表示“ Java Server Pages ”，实际上是 Java 对 ASP 做出的回应
php	以前表示“个人主页”（ Personal Home Page ），而现在它就是“ PHP ”，即一种脚本语言，且最常用于 Linux
pl	扩展名表示 PERL ，这是一种脚本语言。页面只包含 PERL 脚本，而该脚本动态生成页面
cgi	扩展名还意味着页面包含由服务器执行的代码，但代码类型几乎不受限制



统一资源定位器（URL）

- 统一资源定位器（Uniform Resource Locator）也称**Web地址**
 - 在**Web**页面中定义信息资源位置的标准方法
- URL的构成
 - **<协议>://<主机[:端口号]>/<路径>/<文件名>**
 - <http://dqxy.jsnu.edu.cn/a3/4f/c6466a303951/page.htm>
 - <ftp://ftp.pku.edu.cn/>
 - <https://baidu.com>



万维网基本概念（续）

■ 超文本（Hypertext）

- 是指可以链接到其他文档的文字是一种信息管理技术，它能根据需要把可能在地理上分散存储的电子文档信息相互链接，人们可以通过一个文档中的超链指针打开另一个相关的文档。网站或网页通常就是由一个或多个超文本组成的。

■ 超媒体（Hypermedia）

- 通过图形来完成的链接，或指通过链接可以获得多媒体信息或播放多媒体信息。
- 现在的万维网实际上是一个分布式的超媒体系统



4.5.1 超文本传送协议（HTTP）

■ Web服务器

- Web页面并向浏览器提供服务的服务器。目前应用最广的是 **Apache**

■ 超文本标记语言（Hypertext Markup Language, **HTML**）

- 编写Web页面的标准语言
- 通过标记来对Web文档的格式及链接进行定义的一系列规定

■ 超文本传输协议（Hypertext Transport Protocol, **HTTP**）

- 浏览器和Web服务器之间的通信协议
- 无论用户通过浏览器向服务器请求网页，还是服务器响应请求向用户发送网页，都需要遵循一定的规程或协议，而**HTTP**就是用来在因特网上传送超文本的通信协议
- 运行在TCP/IP之上的一个应用协议



HTTP的特点

1. 以C/S模型为基础

HTTP支持客户与服务器之间通信及相互传送数据，**一个服务器**可以为分布在世界各地的**许多客户服务**。

2. 简易性

HTTP被设计成一个非常简单的协议，客户机要连接到服务器，只需发送请求方式和**URL**路径等**少量信息**，即可得到服务器的应答。

3. 灵活性与内容——类型(content-type)标识

HTTP允许**任意类型数据**的传送，因此可以利用**HTTP**传送任何类型的对象。内容——类型标识指示了所传输数据的类型。

4. “无连接”性

每次连接只处理一个请求。客户要建立连接需先发出请求，收到响应，然后断开连接，这实现起来效率十分高。采用这种“无连接”协议，在没有请求提出时，服务器就不会在那里空闲等待。



HTTP的特点（续）

5. 无状态性（优点也是缺点）

- ◆ 无需记忆状态使得**HTTP**累赘少，系统运行效率高，服务器应答快
- ◆ 由于没有状态，协议对事务处理没有记忆能力，若后续事务处理需要有关前面处理的信息，那么这些信息必须在协议外面保存
- ◆ 缺少状态意味着所需的前序网页信息必须保留和交换，导致每次连接需要传送较多的信息

6. 元信息（Meta Information）

元信息被称为“**关于信息的信息**”，元信息允许服务器提供所发送数据的信息

- ◆ **例：HTTP可以提供所发送的对象的语言和类型。**收到数据的浏览器可以根据元信息确定服务器发来的是什么内容，预料有多少数据，确知是否接收到完整的数据，以及发送过程中是否有错。
- ◆ 元信息的引入大大扩充了**HTTP**协议的功能



HTTP不同版本

	0.9	1.0	1.1	2.0
时间	1991	1996	1999	2015
特点	仅纯文本	所有格式 非持续连接 (1次TCP连接1次请求)	持续连接 (1次TCP连接多次请求)	多路复用 头部压缩 二进制分帧 服务器推送



4.5.2 HTTP 报文格式

- HTTP 会话分成两种报文
 - 浏览器送往服务器的请求报文
 - 服务器送往浏览器的响应报文

4.5.2 HTTP 报文格式：请求

■ 请求报文由三个部分组成（P110，图4.8）

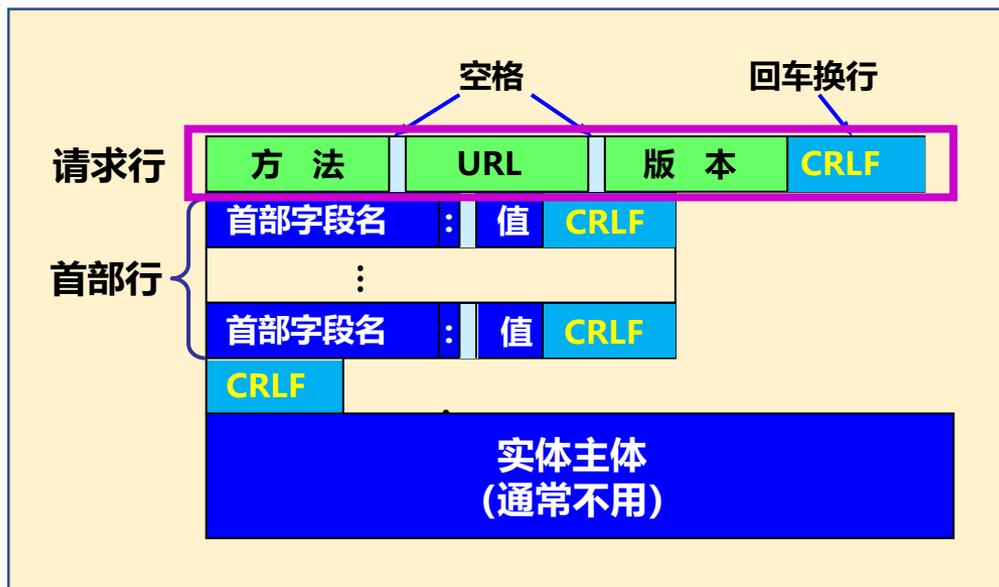
- 方法字段（method）

请求报文的**第一行**，指定所使用的**HTTP方法**和服务器资源的**地址**

- 头部字段（header）

把客户端对**HTML文件**的解析能力相关的**信息**传送到服务器

- 请求正文（body）



方法

意义

OPTION 请求一些选项的信息

GET 请求读取由URL标志的信息

HEAD 请求读取由URL标志的信息首部

POST 给服务器添加信息（例如，注释）

PUT 在指明的URL下存储一个文档

DELETE 删除指明的URL所标志的资源

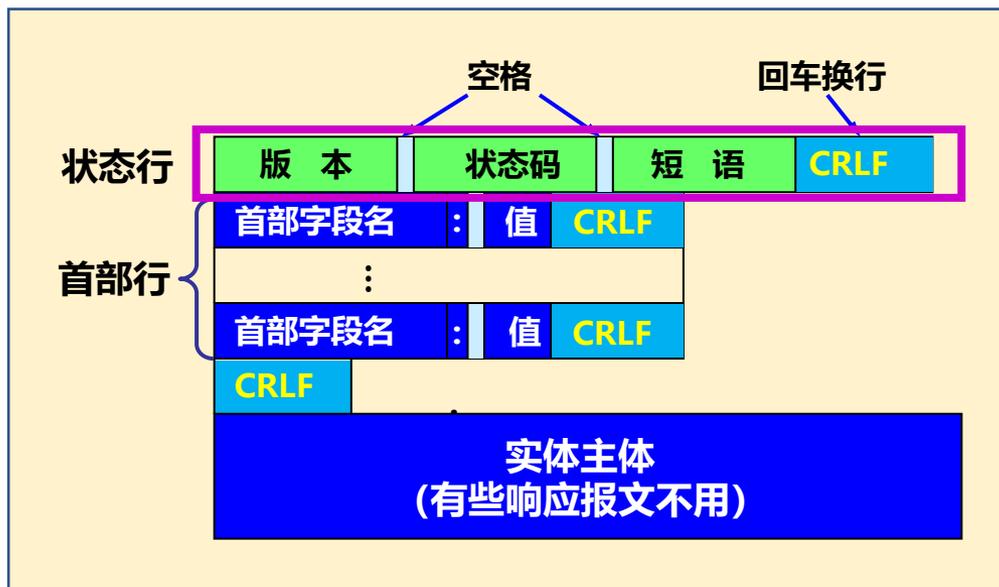
TRACE 用来进行环回测试的请求报文

CONNECT 用于代理服务器

4.5.2 HTTP 报文格式：响应

■ 响应报文由三个部分组成（P111，图4.9）

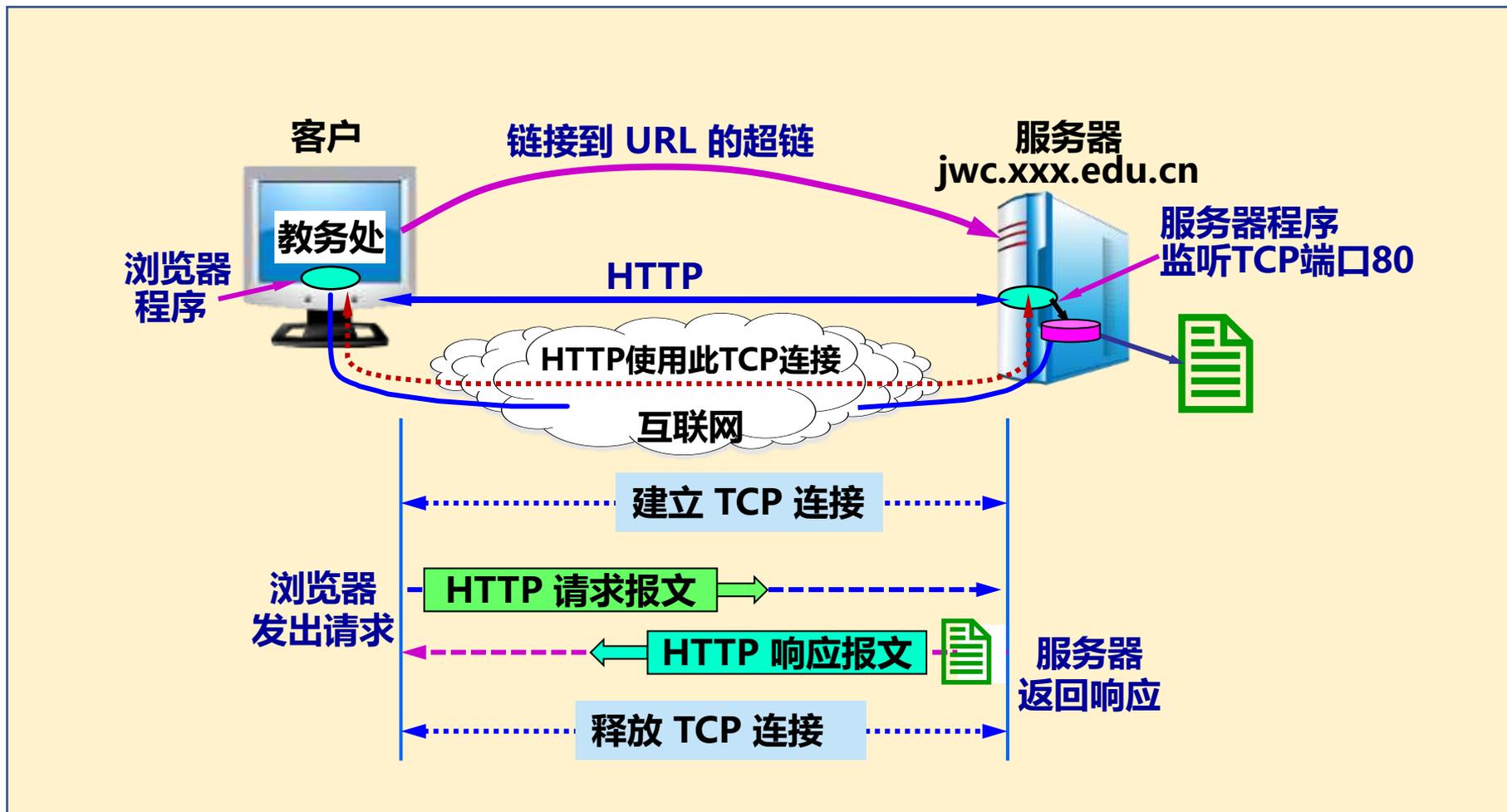
- **状态行（status line）**
第一行，让客户端知道服务器使用的协议和请求是否成功完成
- **响应首部（header）**
解释服务器和会话细节，传递指定返回文档的信息
- **响应正文（body）**



状态码	说明
200	完成请求
203	完成请求，但只返回部分报文
301	重定向到新的URL
400	请求语法错误
403	请求禁止使用的资源
404	服务器找不到请求的资源
500	服务器内部错误

详见：P112

HTTP的操作过程





HTTP与FTP比较

- 两个协议都需要**TCP**的支持
- 显著区别：
 - **FTP**使用两个并行的**TCP**连接来传输文件，一个称为控制连接，另一个称为数据连接，由于**FTP**使用单独的控制连接，所以**FTP**的控制信息被称为“分路”发送的
 - 而**HTTP**的控制信息则是“随路”发送的



HTTP与SMTP的比较

	HTTP	SMTP
共同点	都可以在不同主机间传送文件，都需要依赖 TCP 的传输服务，都支持持续连接	
不同点	HTTP基本上是一个“拉”的协议，即获取资料——因特网上的大部分万维网都是从 Web 服务器上取资料，并由发出数据请求的主机来启动 TCP 连接	SMTP主要是一个“推”的协议，即发送邮件——由发送方的邮件服务器将数据推给接收方的邮件服务器，由发送方的邮件服务器来启动 TCP 连接
	HTTP不需要对二进制数据进行转换	SMTP所传输的数据必须全部转换成7位标准 ASCII 码
	HTTP以对象（文件）为单位从 Web 服务器向浏览器传输资料，	SMTP以邮件报文为单位从一个邮件服务器传到另一个邮件服务器，邮件内所有文件全部整合到一个邮件报文中，包括附件



4.5.3 万维网的缓存机制：客户端缓存

■ 原理

在客户端主机上分配一个**专用文件夹**存放用户访问过的所有网页，再次访问同一网页时，浏览器会从该文件夹进行查找

■ 有条件获取（Conditional GET, P113-114）

如果客户端有**未修改**的对象则**不必重新发送**该对象，节约带宽，提高响应速度。如果有**更新**，则采用**有条件获取**

■ HTTP请求报文须具备两个条件

1. 在请求报文中使用**GET**方法
2. 在请求报文中包含“**If-Modified-Since**”字样的首部



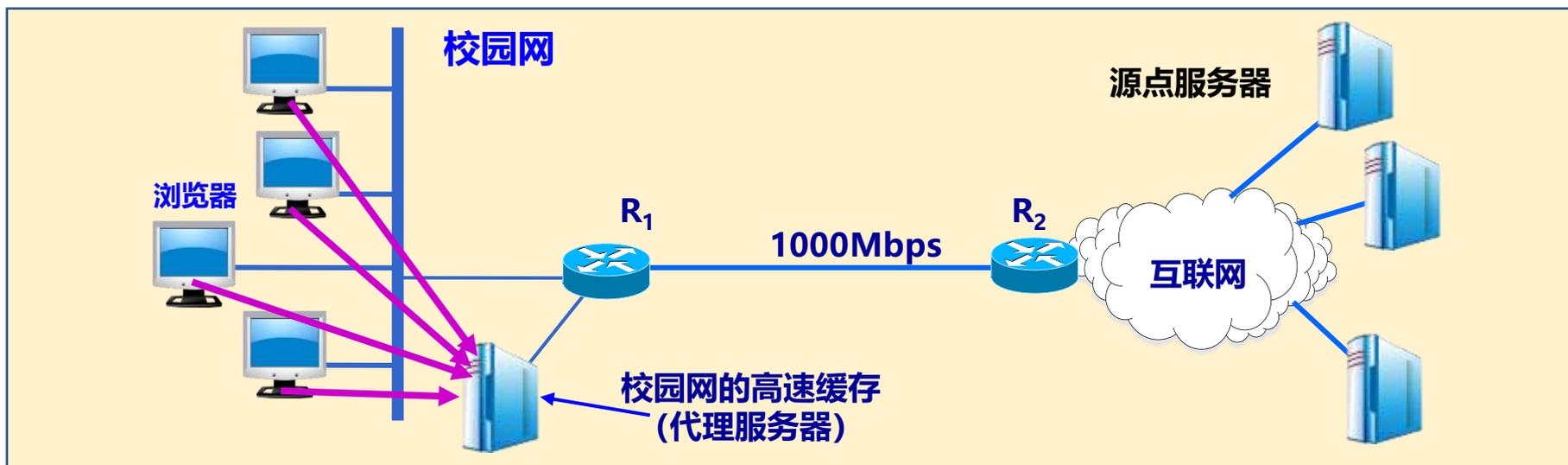
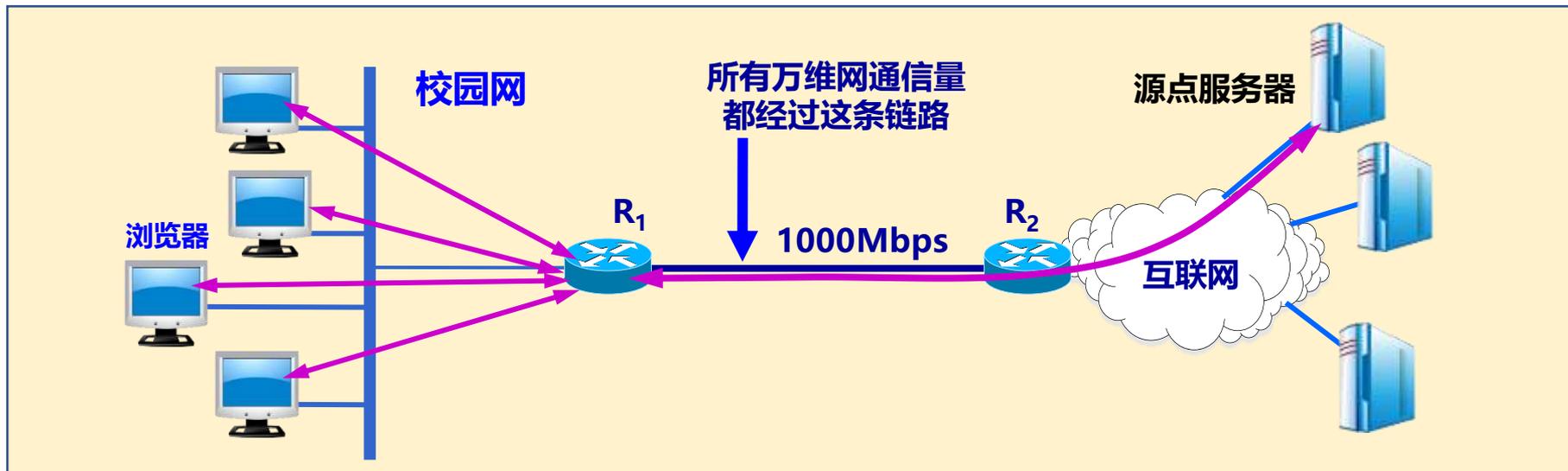
4.5.3 万维网的缓存机制：代理服务器

■ 原理

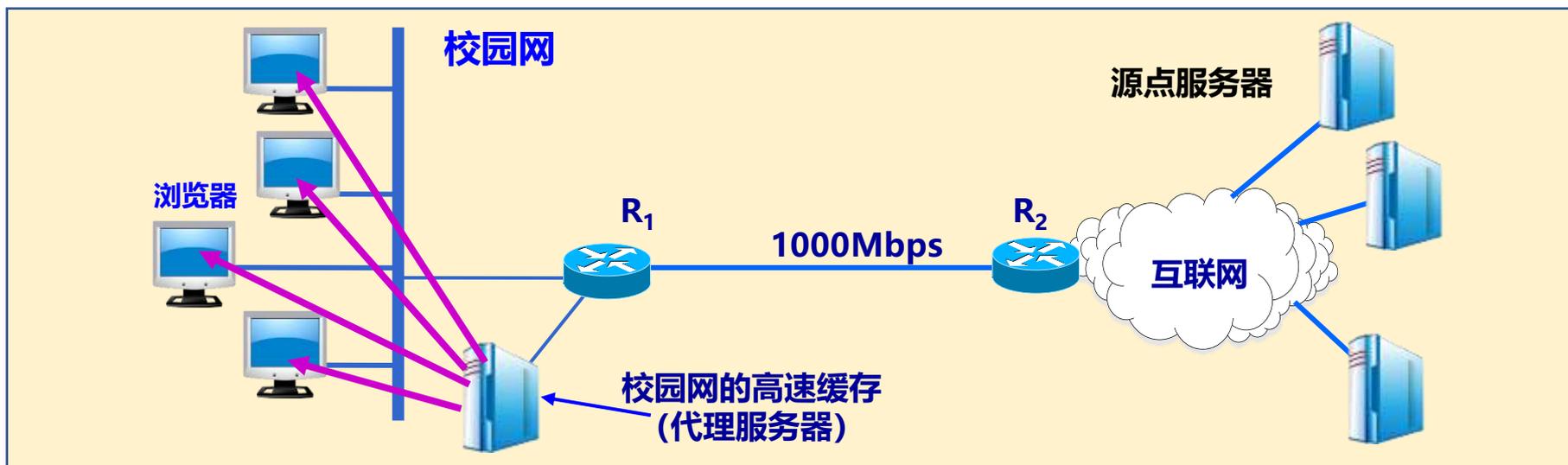
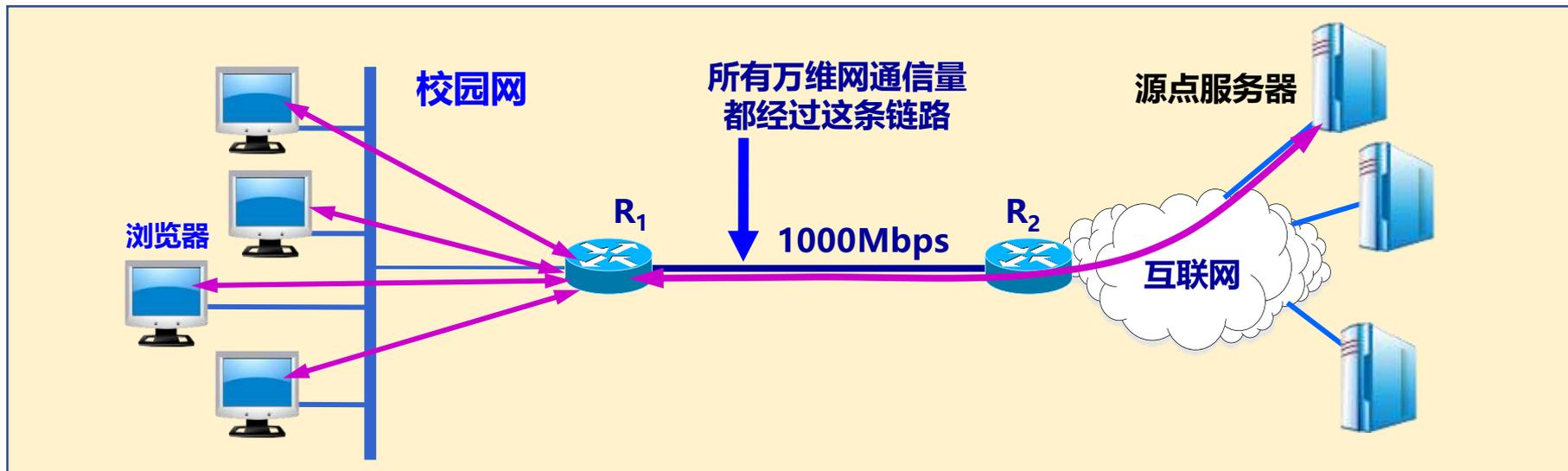
代理来自其他主机的浏览器发出的HTTP请求

1. 代理服务器有自己的本地磁盘，并存储最近取得的请求对象的副本；
2. 用户设置浏览器将所有的HTTP请求发到某个代理服务器，以后用户浏览器所有HTTP请求都经由该代理服务器向因特网发送；
3. 代理服务器从网站上得到请求对象时，一方面发给用户，另一方面存放在自己的本地磁盘上；
4. 当再有其他用户浏览器向代理服务器发出HTTP请求时，代理服务器将先检查本地磁盘上是否有该请求需要的对象，若有则取出后直接发给用户，若无再向原始服务器请求该对象，然后返回给客户端。

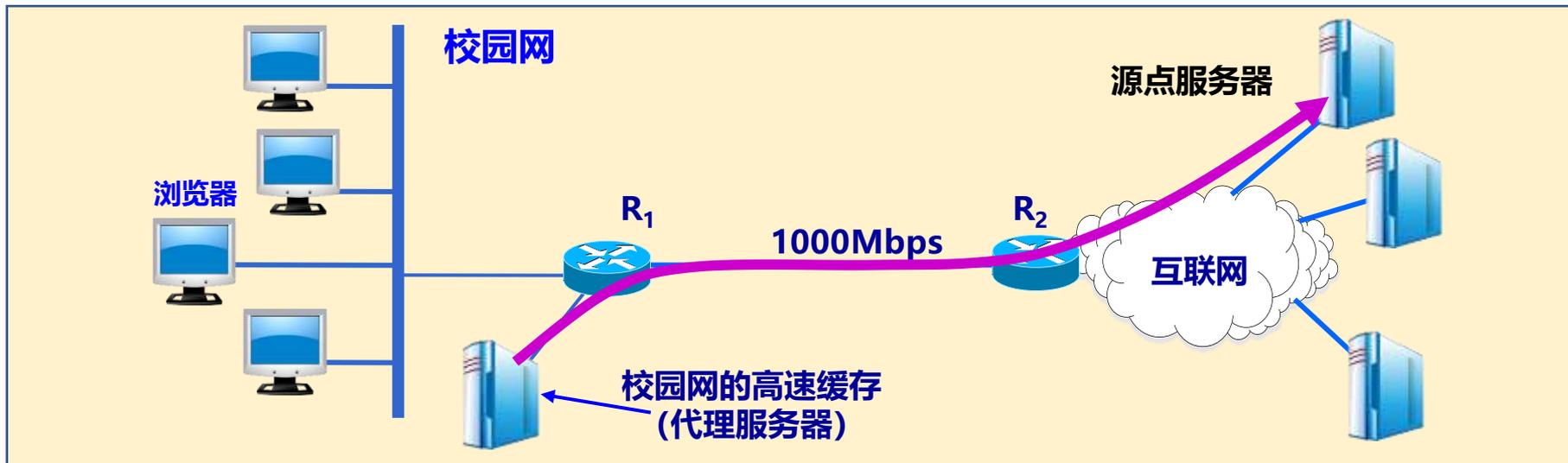
4.5.3 万维网的缓存机制：代理服务器



4.5.3 万维网的缓存机制：代理服务器

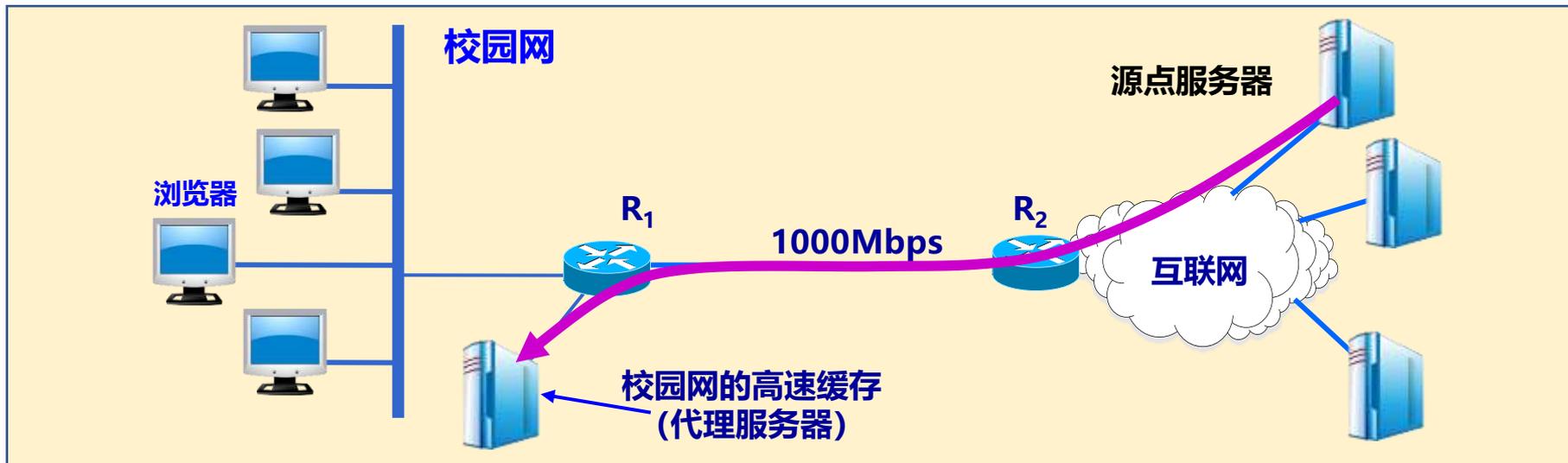


4.5.3 万维网的缓存机制：代理服务器

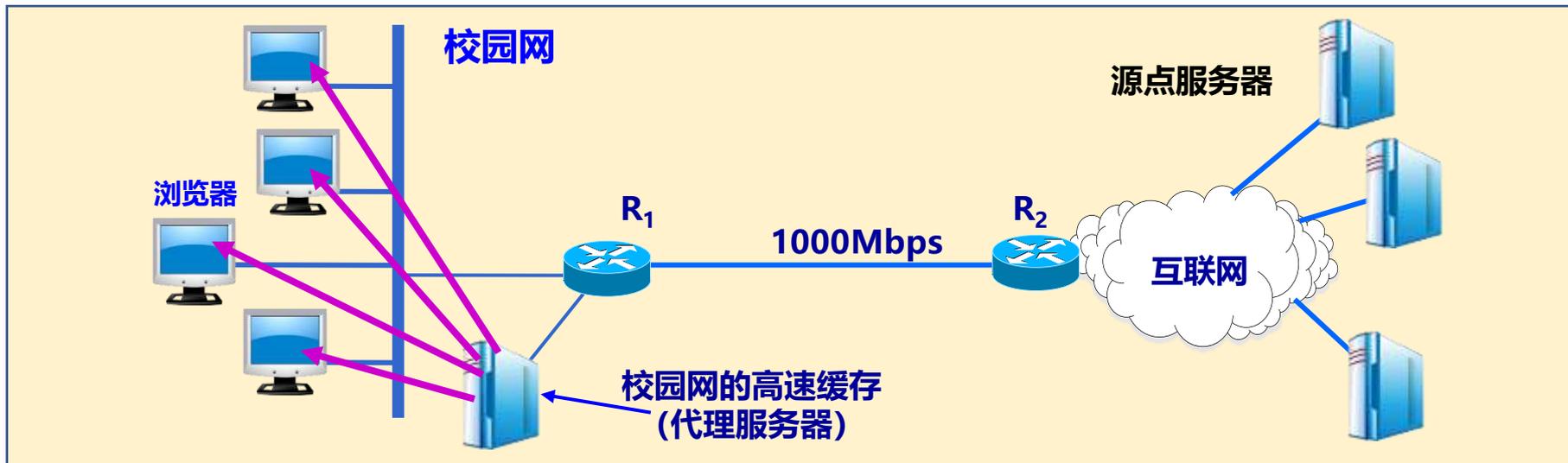




4.5.3 万维网的缓存机制：代理服务器



4.5.3 万维网的缓存机制：代理服务器



- 代理服务器同时扮演了服务器和客户端的双重角色
- 使用代理服务器的好处：
 - 可以大大减少对客户请求响应的的时间
 - 代理服务器用于企业、院校和机关办公环境中，可以节省带宽投入
 - 因特网中设置代理服务器可以提供快速发布因特网内容的信息结构



4.5.6* 浏览器的结构P118-120

■ 浏览器组成见图4.11

■ 浏览器缓存

- 用于保存网页副本，对提高网页的响应速度有好处
- 问题：占用磁盘大量的空间；浏览器性能的改善只有在用户再次查看缓存中的页面时才有帮助，因此可能会缓存了大量冗余网页
- 许多浏览器允许用户调整缓存策略，定期删除这些文件

■ 浏览器常见术语：

- 动态文档：动态文档的内容是在浏览器访问万维网服务器时才由应用程序动态创建
- 活动文档：活动文档则将所有的工作都转移给浏览器来完成
- 搜索引擎：是万维网上的检索系统



4.6* 因特网的多媒体应用 P123

■ 基本特性

- 对端到端的延迟、延迟变动十分敏感
- 可以容忍部分数据的丢失 (**loss tolerant**)
 - 与数据传输相反
- 多媒体也被称为“连续媒体”



4.6.1* 因特网多媒体应用的分类

流媒体

- 客户端从服务器请求其所存储的压缩的音频和视频文件
- **交互性**: 用户可以进行控制操作 (类似于VCR: pause, resume, fast forward, rewind, etc.)
- **延迟**: 从客户请求发出到开始显示经历**1到10秒**

实况音频和视频

- 除了是在因特网上传播之外, 这种分类与传统的无线广播和电视中的实况转播是一样的
- 不能交互, 只能听或者看

实时交互式的音频和视频

- 电话或者视频会议
- 对延迟的要求更加严格



4.6.2* 因特网的多媒体应用挑战

- TCP/UDP/IP提供的服务是所谓“尽力而为的服务(best-effort service)”，对其传输过程中所产生的延迟不作任何承诺。
 - 存储式流媒体的用户交互延迟时间一般为5-10秒，但在尖峰时间和跨越拥挤的链路（如拥挤的越洋链路）时，情况就不是那么令人满意。
 - Real-Time Interactive 应用对数据分组的延迟和延迟时间变动（也称分组抖动（packet jitter））十分苛刻。
- 如果因特网像铁路交通那样，有特快、直快分出等级，那么多媒体应用程序的设计就可以简单的多。
 - 但是在因特网上，所有的数据报都一律平等
- 现在正在努力提供有差别服务。



4.6.3* 音频和视频压缩

- 数据量由采样频率、量化级别、彩色位数和图像分辨率决定。
- 图像分辨率的提高将会使对象数据量以几何级数增长。
- 提高多媒体信息的存储和传输效率至关重要。
- 为了达到实用的要求，必须对多媒体中的数据对象进行压缩，以减少存储与实时传送的数据量。



4.6.4* 流媒体、存储式音频和视频

Streaming stored media

- **Audio/video** 文件存储在服务器
- 用户请求**audio/video**文件
- **Audio/video** 被传送给用户
- 允许交互

Media player

- 解压缩
- 消除抖动
- 纠错
- 为用户提供图形化操作界面



应用进程需要怎样的传输服务？ 考虑因素

■ 数据丢失 (Data loss)

- 某些应用 (e.g., audio) 可以容忍某种程度上的数据丢失
- 其他应用 (e.g., 文件传输, telnet) 要求 100% 可靠的数据传输

■ 实时性 (Timing)

- 某些应用(e.g., IP 电话, 交互式游戏) 要求较低的时延

■ 带宽 (Bandwidth)

- 某些应用(e.g., 多媒体) 对最低带宽有要求
- 其他应用(“弹性应用”) 则可灵活应用所能得到的带宽



4.6.5* IP电话

- IP电话是按国际互联网协议规定的网络技术内容开通的电话业务，中文翻译为网络电话或互联网电话，简单来说就是通过Internet网进行实时的语音传输服务。
- 它是利用国际互联网Internet为语音传输的媒介，从而实现语音通信的一种全新的通信技术。
- 由于其通信费用的低廉（每分钟互联网通信费用人民币6分6厘，而普通电话的国际通信费，每分钟需十几元人民币），所以也有人称之为廉价电话。



4.6.5* IP电话

- IP电话是**通信网络**通过**TCP/IP协议**实现的一种电话应用，包括：
 - PC to PC
 - PC to Phone
 - Phone to Phone
- IP电话可以分为**有话信号**和**无话信号**两类
- 为了节省网络带宽，可以**忽略无话信号**，只将有话信号**采样、量化、编码后输出**
- **缺点：**
 - 通话质量受到网络好坏的影响
 - 清晰度与传统的固话有差距
 - 存在被偷听偷录的风险



本章小结

- 因特网的编址机制
- 域名服务
- 远程登录（Telnet）
- 文件传输（FTP）
- 电子邮件（E-mail）
- 万维网（WWW）
- 因特网多媒体应用



Internet 的传输协议服务

TCP 服务

- **面向连接**: 在客户端和服务端进程之间需要建立连接 (setup)
- **可靠传输**: 在发送和接收进程之间
- **流量控制**: 发送数据的速度决不超过接收的速度
- **拥塞控制**: 当网络超负荷时, 束紧发送端口, 减缓发送速度
- **不提供**: 实时性, 最小带宽承诺

UDP 服务

- 在客户端和服务端进程之间实现 “**不可靠的**” 数据传输
- **不提供**:
连接建立、可靠性保证、流量控制、拥塞控制、实时性、最小带宽承诺



作业

- 第132页：

2, 6, 14

- 补充题：

1. 简述访问江苏师范大学主页www.jsnu.edu.cn的域名解析过程。
2. 简述万维网缓存机制中代理服务器的工作原理。