

第17章 多媒体网络应用与服务质量



目录

- 17.1 计算机通信网络
- 17.2 流媒体的传输方法
 - 流媒体与媒体流播
 - 先下载后播放—用Web服务器实现
 - 边流边播—用Web服务器实现
 - 边流边播—用流媒体服务器实现
- 17.3 典型的多媒体网络应用
- 17.4 多媒体服务质量(QoS)
 - 服务质量
 - 综合服务(IntServ)保障法
 - 区分服务(DiffServ)保障法

目录

- 17.1 计算机通信网络
- 17.2 流媒体的传输方法
 - 流媒体与媒体流播
 - 先下载后播放—用Web服务器实现
 - 边流边播—用Web服务器实现
 - 边流边播—用流媒体服务器实现
- 17.3 典型的多媒体网络应用
- 17.4 多媒体服务质量(QoS)
 - 服务质量
 - 综合服务(IntServ)保障法
 - 区分服务(DiffServ)保障法

17.1 计算机通信网络

- 计算机网络对于现代计算环境至关重要。
- 多媒体通信网络面临计算机通信网络相同的技术问题。
- 各种新老多媒体应用持续增长的需求已使网络成为最活跃的研发领域之一。

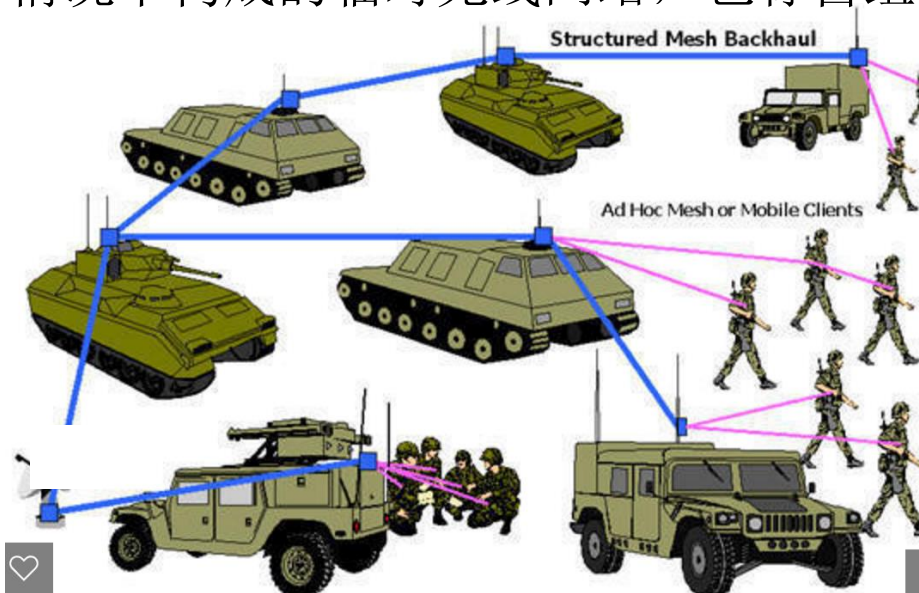
17.1 计算机通信网络

■ 网络是什么？

- 人与人之间或设备之间进行通信的系统；
- 从计算机角度看，通过有线或无线传输媒体把计算机和相关设备连接在一起构成的通信系统。
 - (1) 因特网(Internet): 全世界的计算机网络组成的网络
 - (2) 公共电话交换网(PSTN): 全世界由电话运营商运营的线路交换电话网络的集合，为公共电信提供基础设施和服务
 - (3) 家庭网络(home network): 在家中的多台计算机和其他设备相互连接组成的局域网
 - (4) 无线局域网(wireless LAN, WLAN): 使用电磁波或其他技术收发数据的局域网，传输距离约几十米

17.1 计算机通信网络

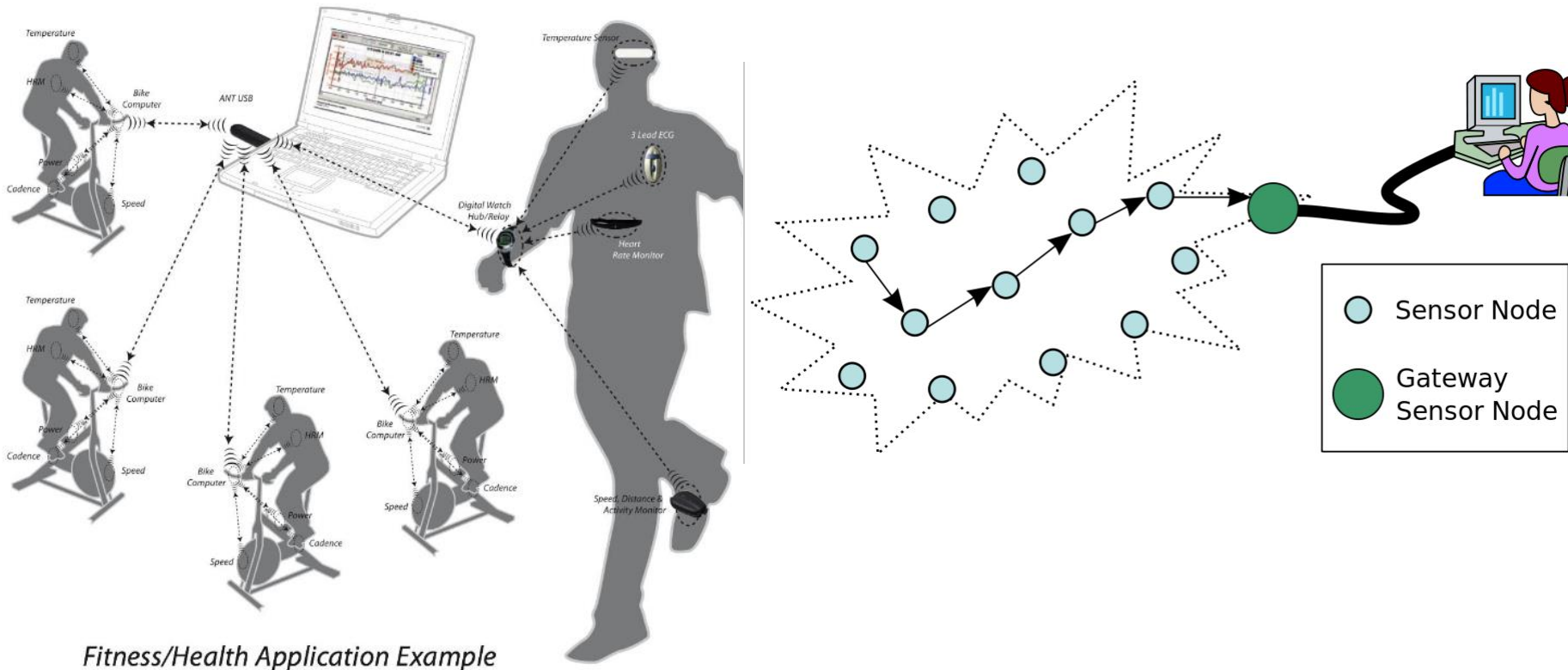
(5) 移动即兴网络(mobile ad hoc network): 为某种目的但又无事先准备情况下构成的临时无线网络, 也称自组网络



(6) 蜂窝接入网络(cellular access network): 无线通信网络, 它把通信区域划分成许多“蜂元”小区域, 每个区域中的站点通过地面通信线路或微波与交换机相连, 可将终端用户直接接入到骨干网, 也可与公众电话网络通信

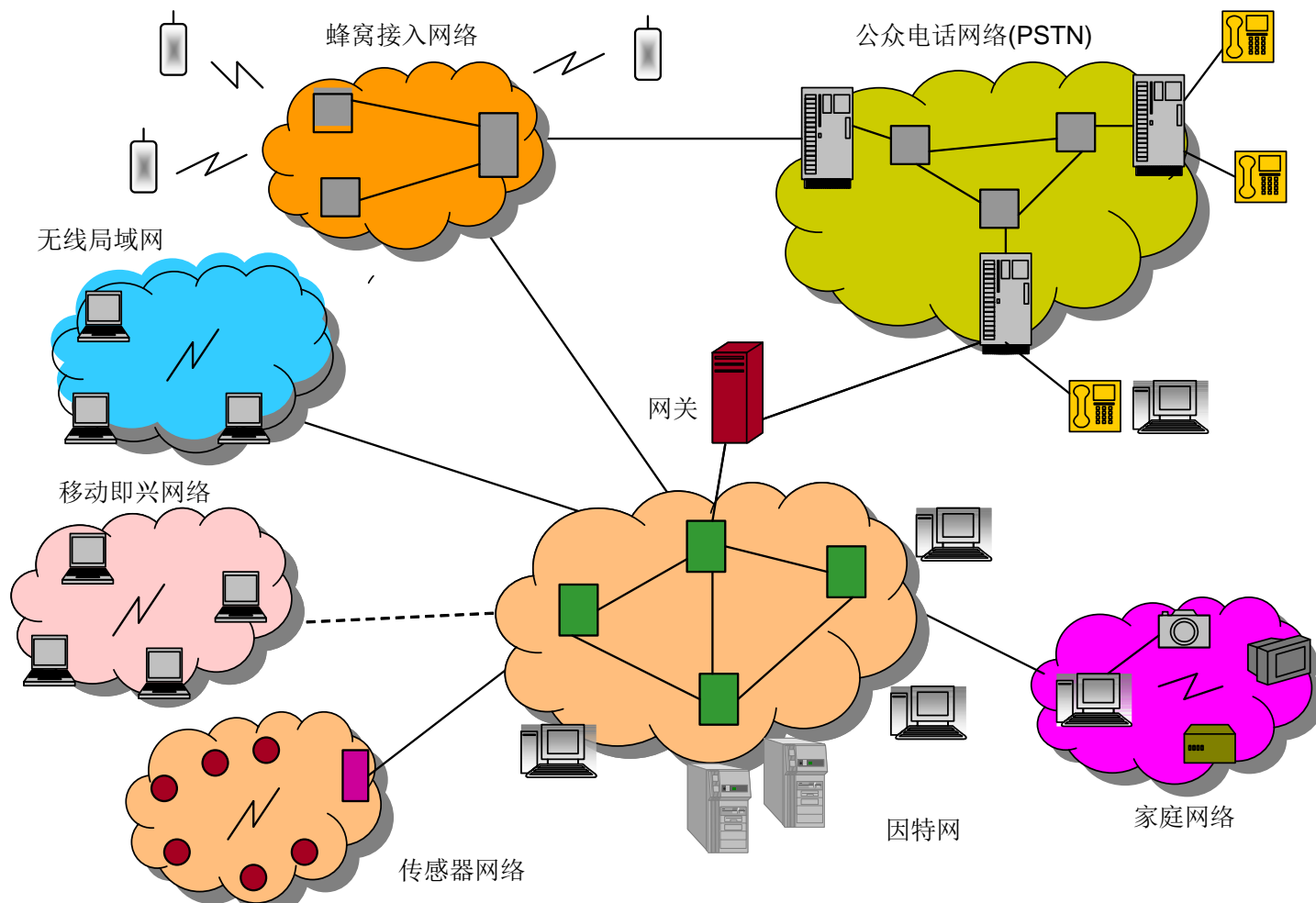
17.1 计算机通信网络

(7) 传感器网络(sensor network): 用于连接传感器和执行器的低速工业网络，没有控制功能或控制功能有限



Millions of practical wireless networks, such as those in this fitness/health application example, are already in use across the world

17.1 计算机通信网络



网关(gateway): 连接多个物理网络的计算机, 用于管理和选择数据传输的路径, 实际上是指路由器。

17.1 计算机通信网络

网络通信是一个牵涉多层协议的复杂任务。

OSI

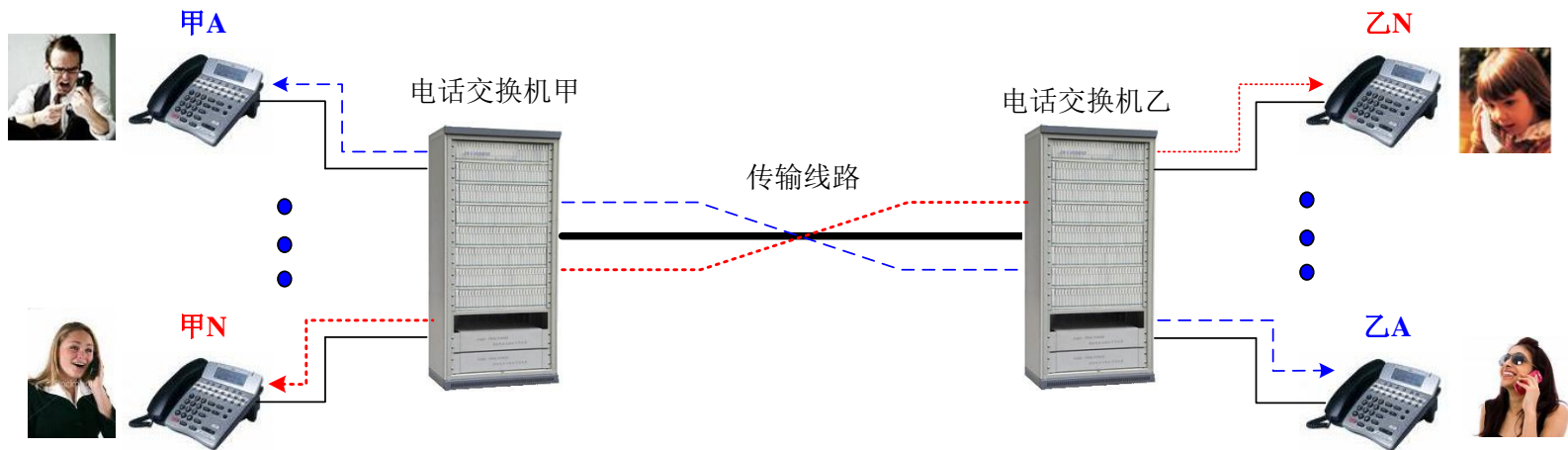
Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data link
Physical

17.1.1 网络层：IP

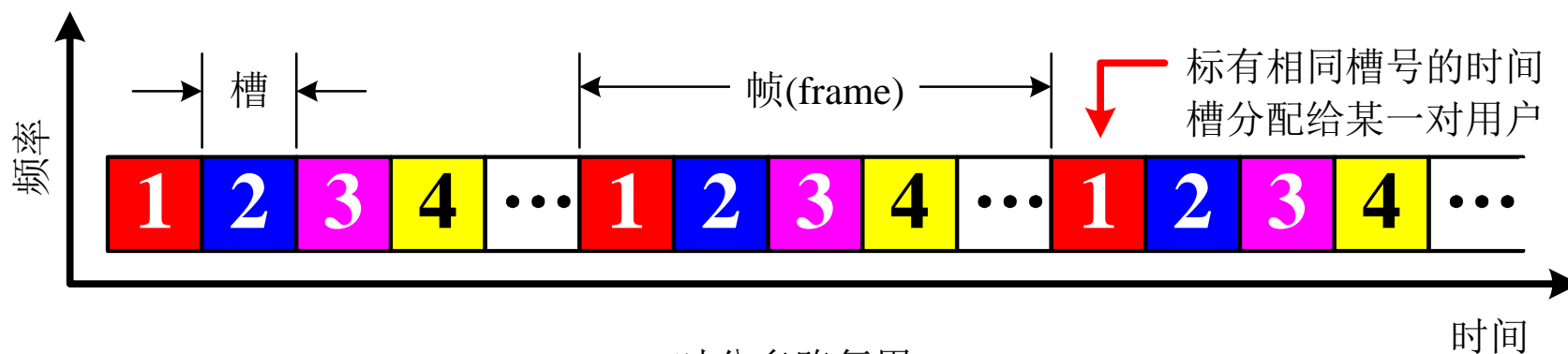
- 网络层提供基本服务：数据包寻址和数据包转发
- 转发操作由路由表引导，而路由表由路由器使用路由协议共同构建和更新。
- 利用网络链路和路由器传输数据的交换方法：
 - 线路交换(Circuit switching)
 - 数据包交换(Packet switching)

17.1.1 线路交换(Circuit switching)

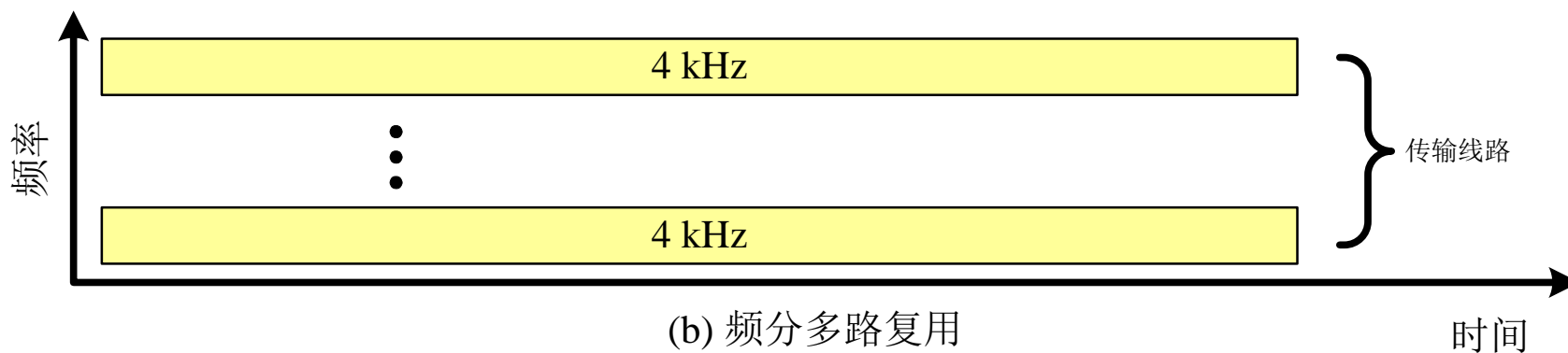
- 在连接过程中必须建立端到端物理连接，用于在保证连续连接时的带宽
- 典型应用:公共交换电话网络(Public Switched Telephone Network, PSTN)



17.1.1 线路交换(Circuit switching)



(a) 时分多路复用



(b) 频分多路复用

17.1.1 数据包交换



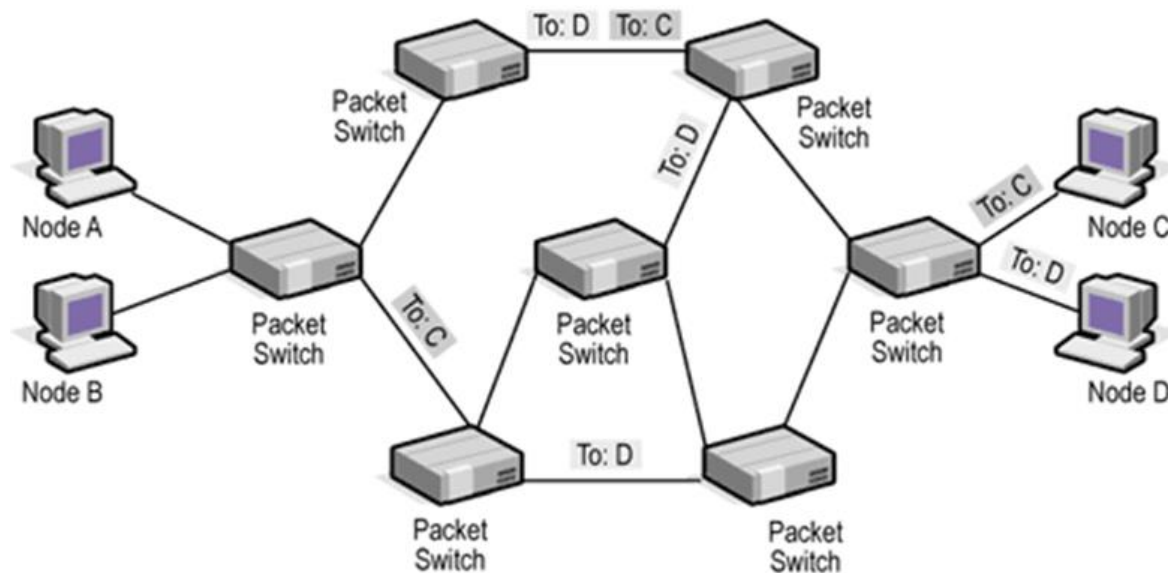
Message switching



Packet switching

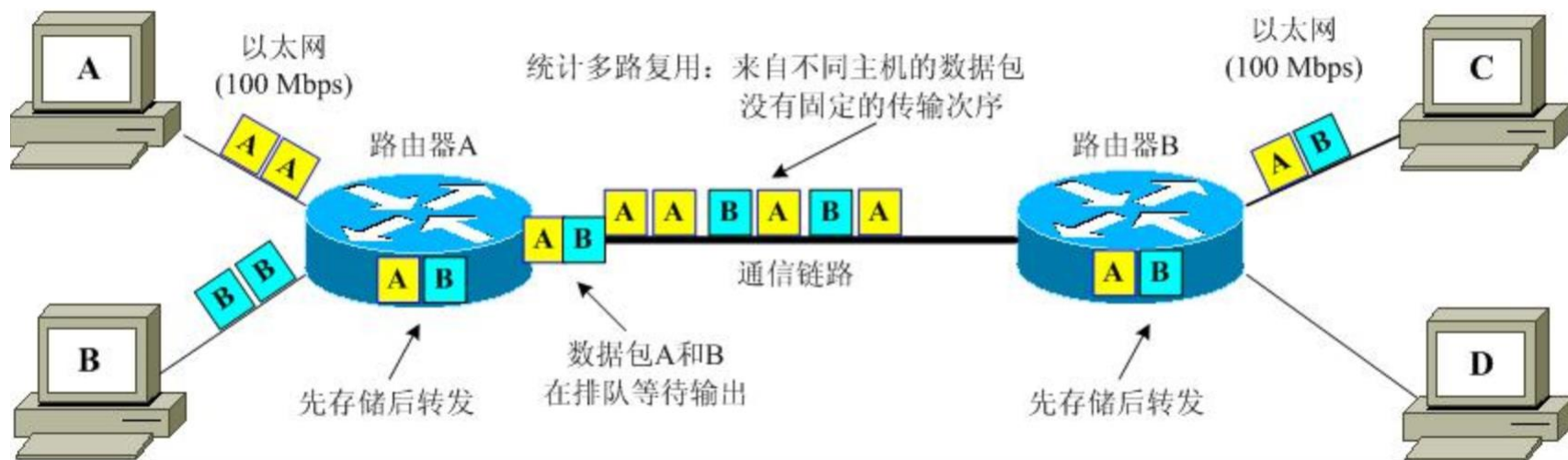
- 许多现代数据网络采用包交换
 - 传输前，数据（消息，message）被分成小数据包
 - 每个“包头(header)”包含必要的控制信息，如源地址、目的地址和错误控制等。

17.1.1 数据包交换



- 每个数据包独立处理，没有预先确定的传输路径。

17.1.1 数据包交换



17.1.1 数据包交换

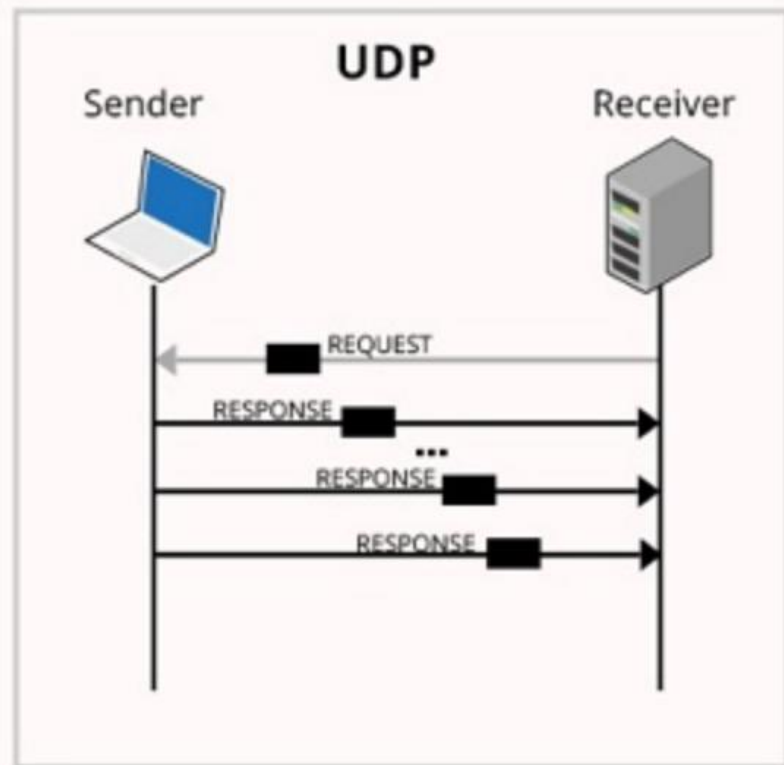
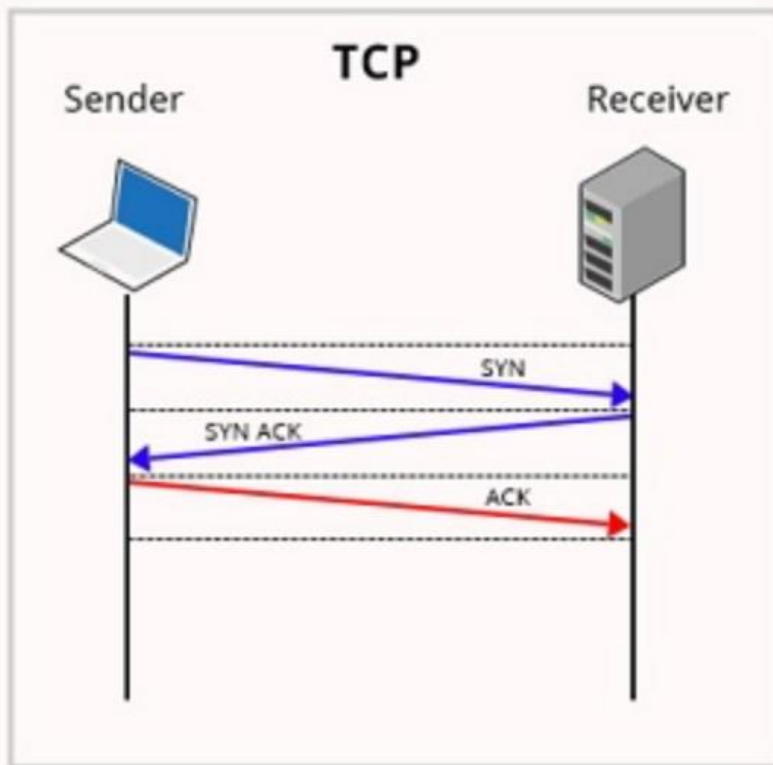
- 数据包延时：从发送端传输到接收端将产生延迟，延迟时间包括
 - 传输延迟(transmission delay)，也称“存储转发延迟(store and forward delay)”
 - 处理延迟(processing delay)
 - 排队延迟(queueing delay)
 - 传播延迟(propagation delay)

17.1.2 传输层:TCP和UDP

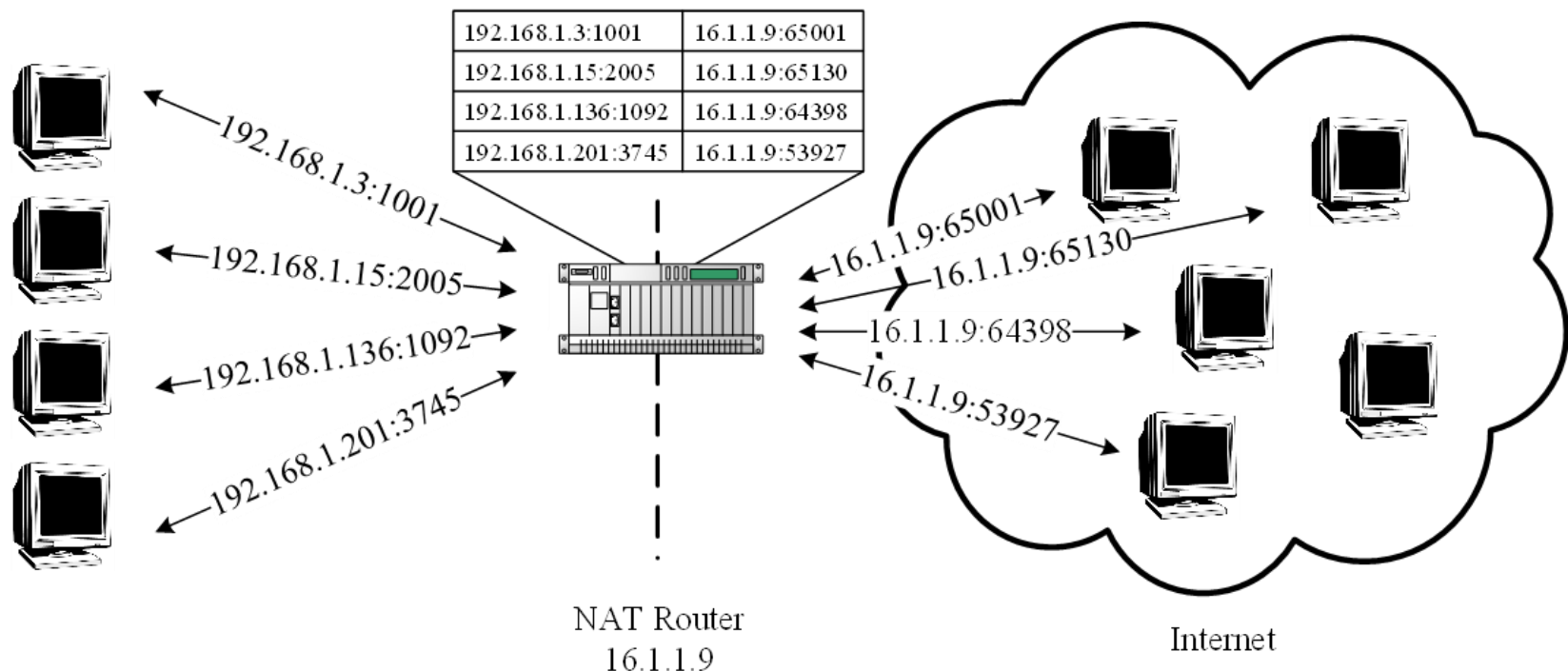
- 传输控制协议(TCP)和用户数据报协议(UDP)是Internet中用于主机之间（或端到端）通信的两个传输层协议。
 - TCP为两台计算机间发送和接收应用程序消息提供了可靠的字节管道，与具体的应用程序类型无关。
 - UDP是不可靠的无连接传输模式;如要可靠传递，则须由应用层中的程序来处理。

17.1.2 传输层:TCP和UDP

TCP Vs UDP Communication



17.1.3 网络地址转换和防火墙



- 尽管 32 位 IPv4 寻址原则上允许 $2^{32} \approx 40$ 亿个地址，但实际上，它已基本耗尽。
- 为了解决 IPv4 地址短缺问题，一个实用的解决方案是网络

17.1.3 网络地址转换和防火墙

- 虽然NAT缓解了 IP 地址短缺问题，但它加大了对节点成对连接的基本限制，并可能禁止节点与其他设备间的直接通信。
- 防火墙也存在类似的渗透问题，防火墙是一种基于软件或硬件的网络安全系统，可以根据规则集控制传入和传出网络流量。
- 连通性约束对于互联网上多媒体内容分发机制的可行性是一个重大的挑战，尤其是点对点（P2P）共享机制。

目录

- 17.1 计算机通信网络
- 17.2 流媒体的传输方法
 - 流媒体与媒体流播
 - 先下载后播放—用Web服务器实现
 - 边流边播—用Web服务器实现
 - 边流边播—用流媒体服务器实现
- 17.3 典型的多媒体网络应用
- 17.4 多媒体服务质量(QoS)
 - 服务质量
 - 综合服务(IntServ)保障法
 - 区分服务(DiffServ)保障法

17.2 流媒体

- 流媒体(Streaming media)模式：多媒体内容一般是在整体下载完毕之前就开始播放

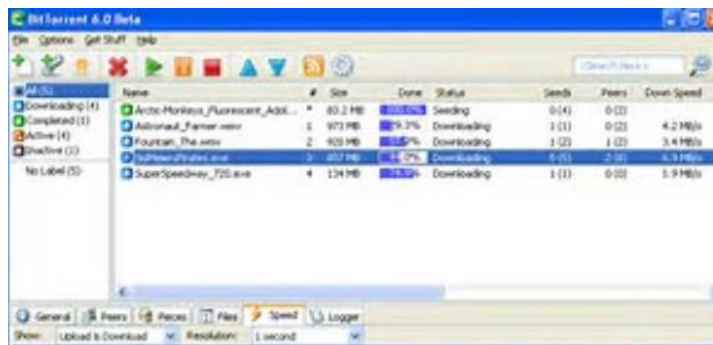


17.2 流媒体

- 媒体流播(media streaming): 边下载边播放



- 媒体文件下载: 先下载后播放

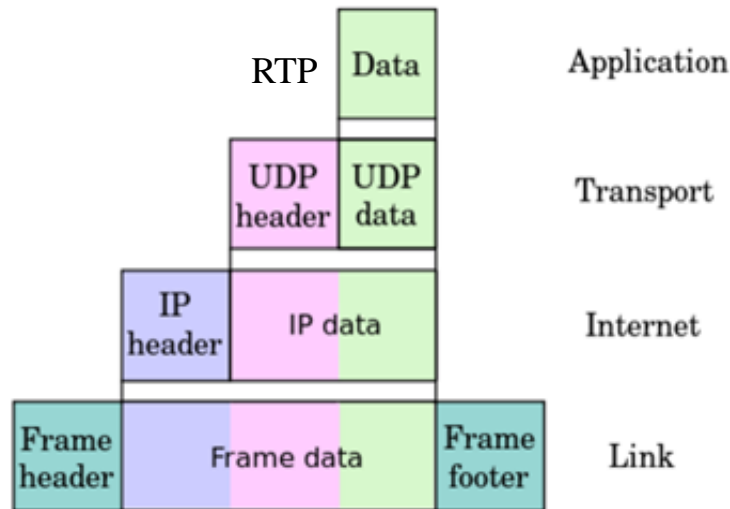


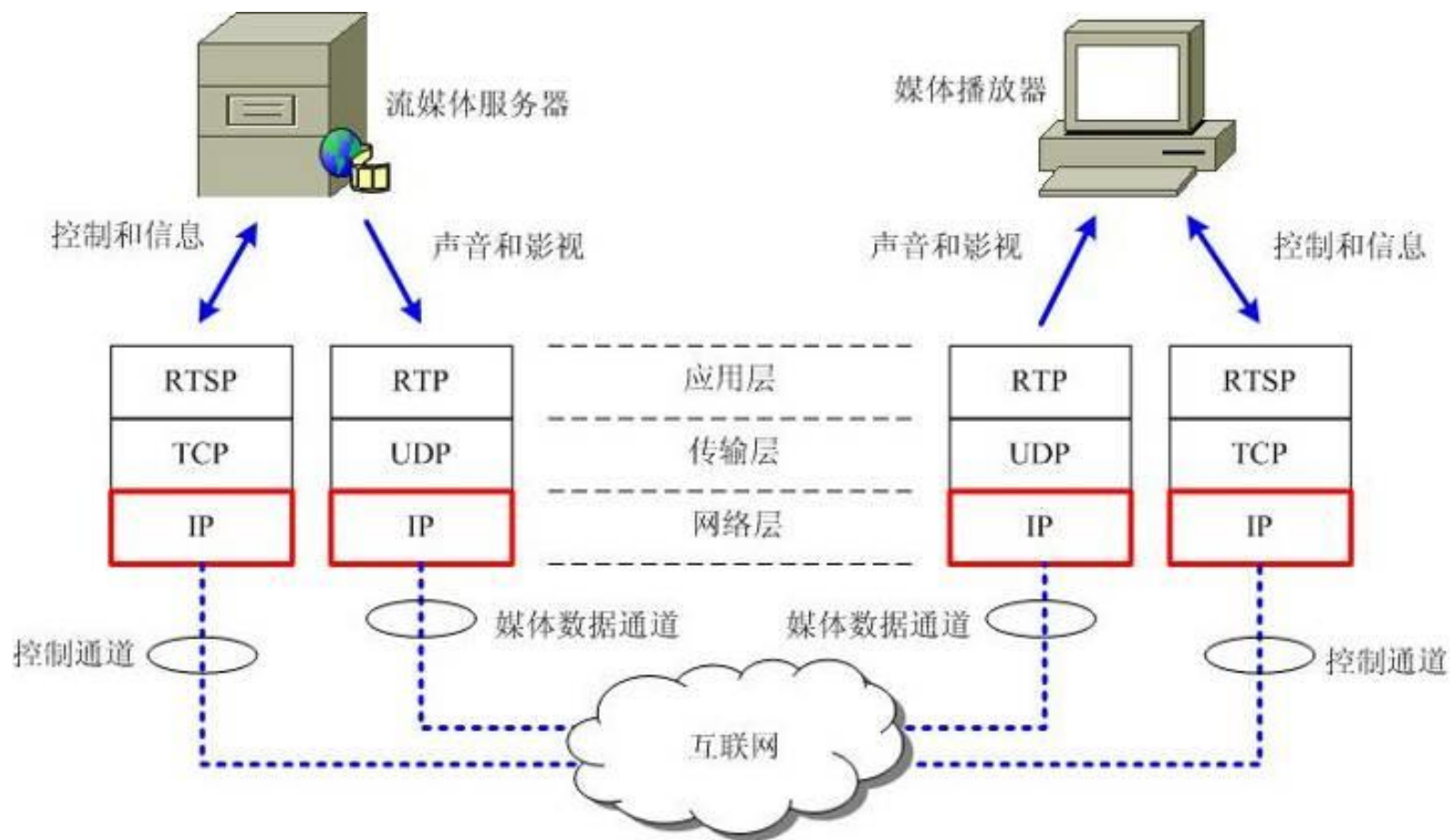
17.2 流媒体

- 流媒体通过摄像、压缩和编码，最后生成媒体文件。为适应带宽不同的传输通道，需用流媒体文件格式
- 常见流媒体格式
 - MPEG: 如MPEG4标准格式，生成的文件扩展名为.mp4。
 - RealNetworks: 影视文件扩展名为.rm，声音文件扩展名为.ra
 - Apple: 影视文件扩展名为.mov
 - Microsoft: ASF(Advanced Streaming Format)，文件扩展名为.wmv和.wma

17.2 流媒体的流播原理

- 网络的层次
 - 从顶部到底部：应用层、传输层、网络层，...、物理层
- 传输流媒体协议
 - RTP(实时传输协议)、UDP(用户数据包协议)和IP(网际协议)
- 控制流媒体传输的协议
 - RTSP(实时流播协议)、TCP(传输控制协议)和IP协议





17.2 流播方式

- 推(push)：将流媒体直接发送给接收者的传输方式-“现场直播(live streaming)”
- 拉(pull)：接收者请求发送者将流媒体发送给自己的传输方式-“点播(on-demand)”

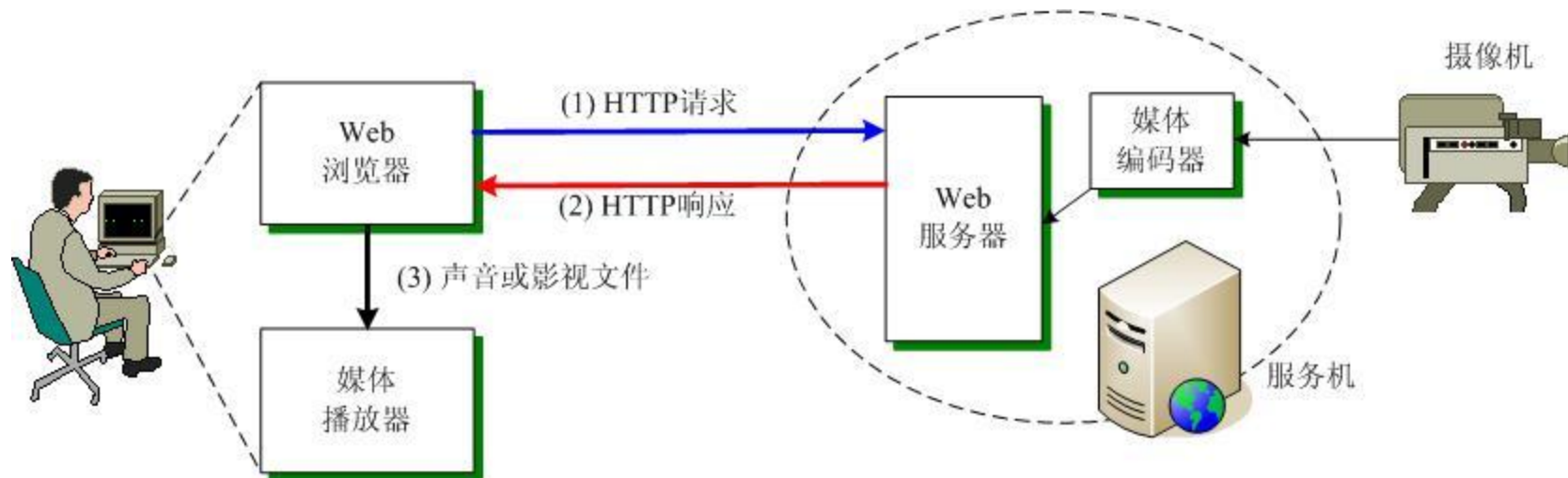
17.2 多媒体文件获取方式

- 先下载后播放—用Web服务器实现
- 边流边播—用Web服务器实现
- 边流边播—用流媒体服务器实现

17.2.2 先下载后播放—用Web服务器

- 客户机获取多媒体文件的最简单方法
 - 把声音或影视文件放到Web服务机上
 - 在Web服务机上创建包含媒体文件所在地址的网页，媒体文件所在地址称为“统一资源地址(URL)”
 - 通过Web浏览器把媒体文件下载到客户机上。
 - 启动媒体播放器播放媒体文件

17.2.2 先下载后播放—用Web服务器

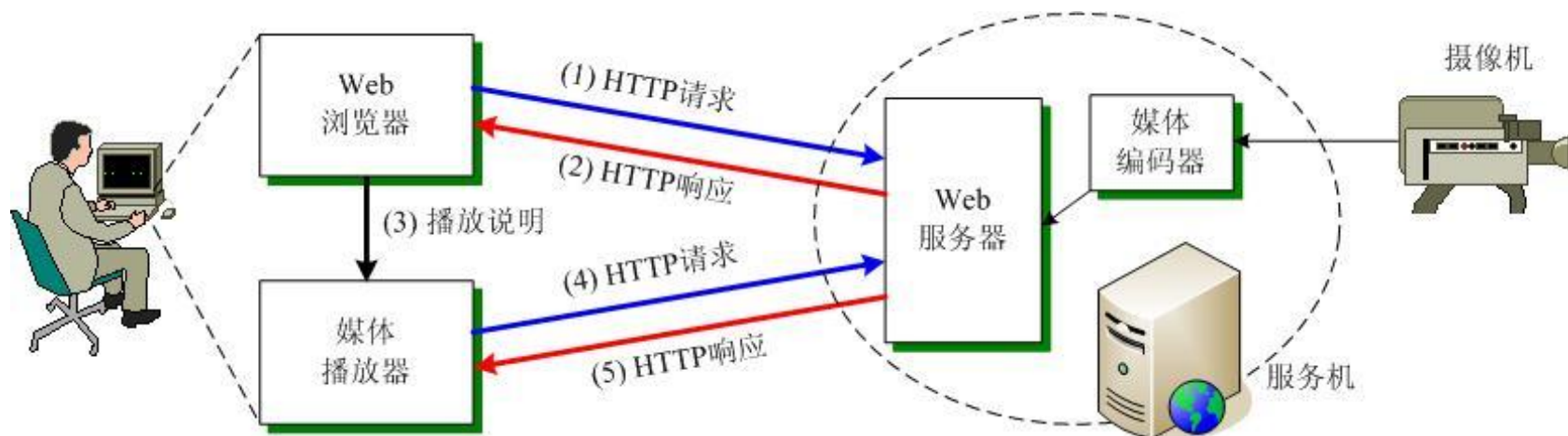


使用Web服务器先下载后播放的多媒体播放过程

17.2.3 边流边播—用Web服务器实现

- 用Web服务器实现的边流边播系统
 - (1) 将声音和影视数据压缩成适合特定网络带宽的单个媒体文件(media file)
 - (2) 将媒体文件和它的播放说明文件(presentation description file)放到Web服务器上
 - (3) 在Web服务机上创建包含媒体文件所在地址(URL)的网页。

17.2.3 边流边播—用Web服务器实现

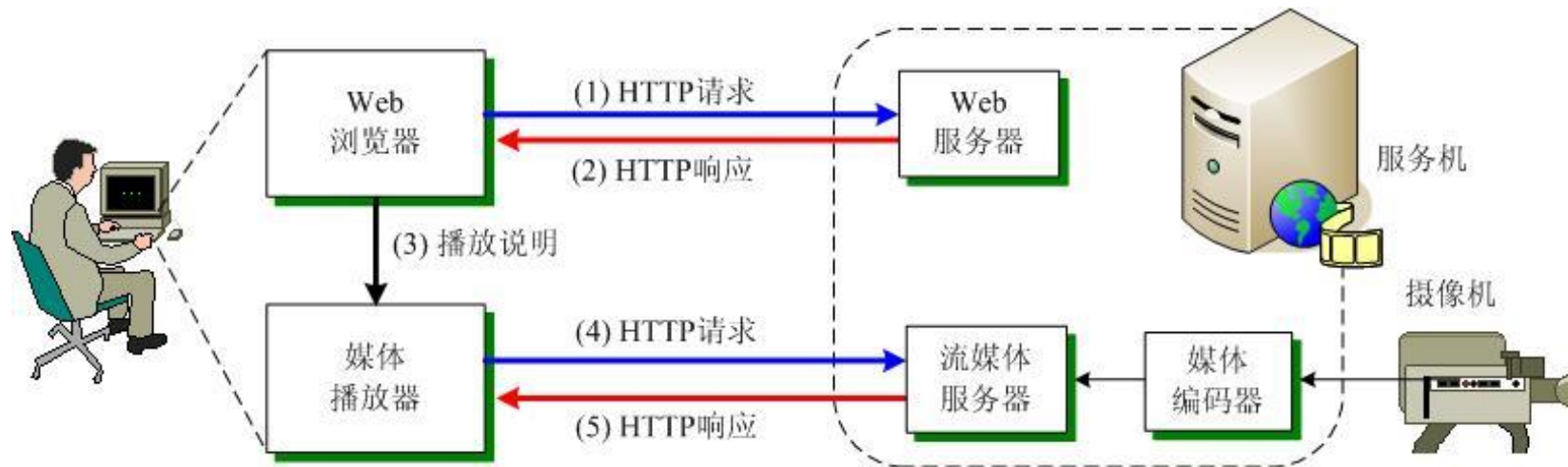


使用Web服务器的流媒体播放过程

17.2.4 边流边播—用流媒体服务器

- 用流媒体服务器实现的边流边播系统
 - 媒体文件放在安装有流媒体服务器的服务机上
 - 媒体播放文件和包含媒体文件所在地址(URL)的网页要放到Web服务器上
- 媒体播放器接到Web浏览器的播放说明文件后，直接与流媒体服务器打交道，媒体播放器和流媒体服务器之间建立连接后就可边流边播

17.2.4 边流边播—用流媒体服务器



使用流媒体服务器的流媒体播放过程

17.2.5 媒体播放器的主要功能

- 媒体播放器(media player)是用于播放声音、影视或动画文件的软件。
 - 解压缩
 - 去抖动
 - 错误处理
 - 用户可控接口
- 媒体播放器可嵌入到Web浏览器，称为“Web播放器(Web player)”

目录

- 17.1 计算机通信网络
- 17.2 流媒体的传输方法
 - 流媒体与媒体流播
 - 先下载后播放—用Web服务器实现
 - 边流边播—用Web服务器实现
 - 边流边播—用流媒体服务器实现
- 17.3 典型的多媒体网络应用
- 17.4 多媒体服务质量(QoS)
 - 服务质量
 - 综合服务(IntServ)保障法
 - 区分服务(DiffServ)保障法

17.3 多媒体广播

- 一个广播源向多个用户的广播，称为“多媒体多目标广播(multimedia multicast)”



17.3 IP电话(IP telephony)

- 用IP协议在数据包交换网络上进行的通话



17.3 IP电视会议

- 分散在不同地方的成员之间，使用IP协议在数据包交换网络上传输图像和声音的会议



17.3 IP电视(Internet Protocol Television, IPTV)

- 使用IP协议在数据包交换网络上传输的电视
 - 广播方式：用IP多目标广播传输实况转播数据流
 - 点播方式：用单播技术传输在存储器中存储的电视视频数据流



17.3 IP影视点播(Video on demand, VoD)

- 使用IP协议在数据包交换网络上提供的影视服务，允许用户自己选择影视节目



17.3 IP声音点播(audio on demand, AoD)

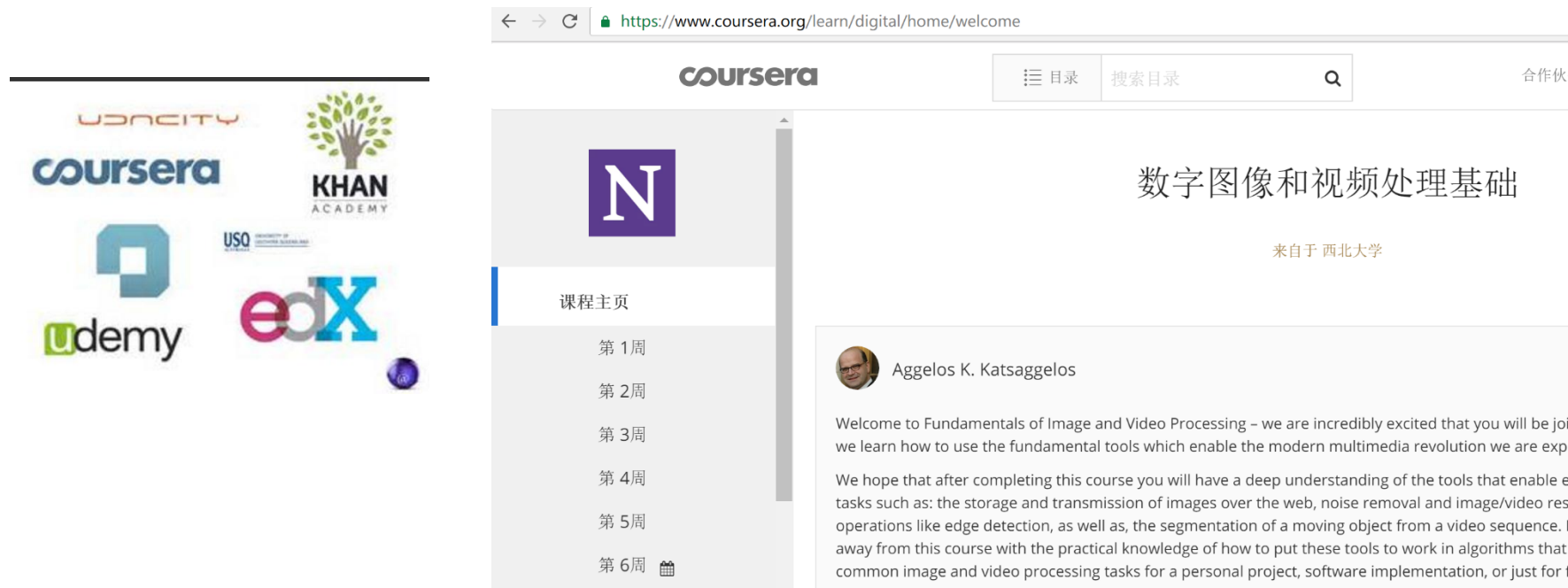
- 使用IP协议在数据包交换网络上提供的语音服务

The screenshot shows the Xiami music website interface. The top navigation bar is orange and contains the Xiami logo, navigation links (发现音乐, 我的音乐, 精选集, 电台, 音乐人, APP), a search bar, and user options (免费注册, 立即登录). The left sidebar is grey and contains a list of categories: 发现, 排行榜 (highlighted), 专辑创作笔记, 音乐人企划, 音乐人, 歌曲, and 专辑 (with a '无损' tag). The main content area is white and displays a playlist titled '音乐人新歌榜' (Musician New Song Chart). The playlist is updated '更新于昨日' (Updated yesterday) and includes a '播放选中' (Play Selected) button. The playlist contains five items, each with a checkbox, a rank number, a song title, the artist, and a 'HIDE' button.

Rank	Song Title	Artist	Album
1	来日方长	黄龄; 薛之谦	来日方长
2	演员	薛之谦; 黄兵	无中生有
3	告白气球 (Cover 周杰伦)	「么凹」	告白气球
4	小半	陈粒	小梦大半
5	告白气球 (Cover 周杰伦)	陶心瑶	致敬周杰伦

17.3 IP远程教育系统

- 远程教育(distance education)或远程学习(distance learning)



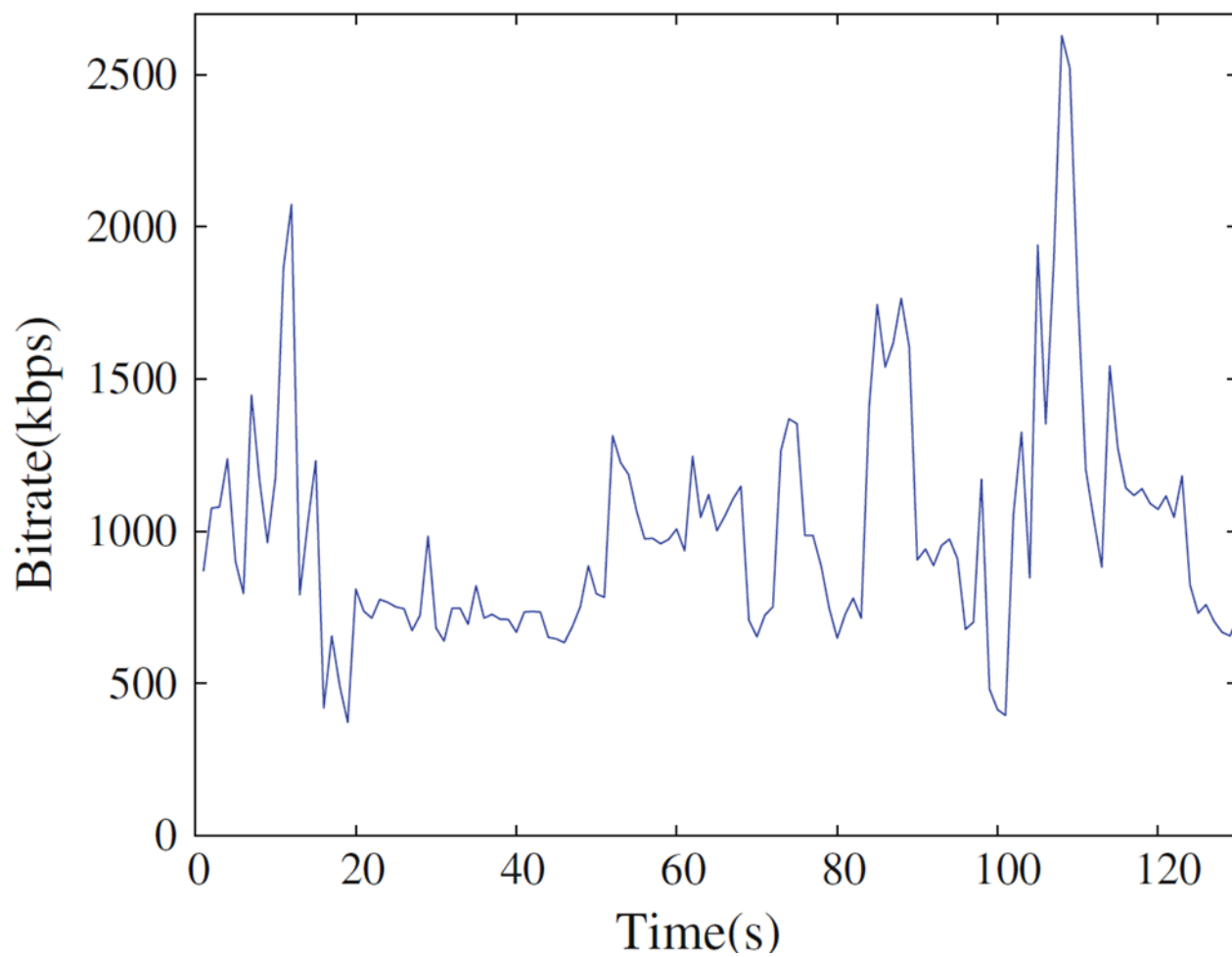
The screenshot displays the Coursera website interface. On the left, there is a vertical sidebar with logos for Udacity, Coursera, Khan Academy, Udemy, and edX. The main content area shows the course title '数字图像和视频处理基础' (Fundamentals of Image and Video Processing) in Chinese, with the instructor's name 'Aggelos K. Katsaggelos' and a welcome message. The course is listed as '第 1 周' (Week 1) in the sidebar. The URL in the browser's address bar is <https://www.coursera.org/learn/digital/home/welcome>.

目录

- 17.1 计算机通信网络
- 17.2 流媒体的传输方法
 - 流媒体与媒体流播
 - 先下载后播放—用Web服务器实现
 - 边流边播—用Web服务器实现
 - 边流边播—用流媒体服务器实现
- 17.3 典型的多媒体网络应用
- 17.4 多媒体服务质量(QoS)
 - 服务质量
 - 综合服务(IntServ)保障法
 - 区分服务(DiffServ)保障法

17.4 多媒体通信服务质量(QoS)

- 由于音频/视频数据的一系列不同特征，使得多媒体网络通信更具有挑战性：
 - **数据量大和连续性** 多媒体网络通信要求高数据速率，而且往往有一个较低的下限，以确保连续播放。
 - **实时性和交互性** 要求低启动延迟和音视频之间的同步，以便进行"唇同步"。
 - **速率波动性** 多媒体数据速率波动剧烈且有时具有突发性。

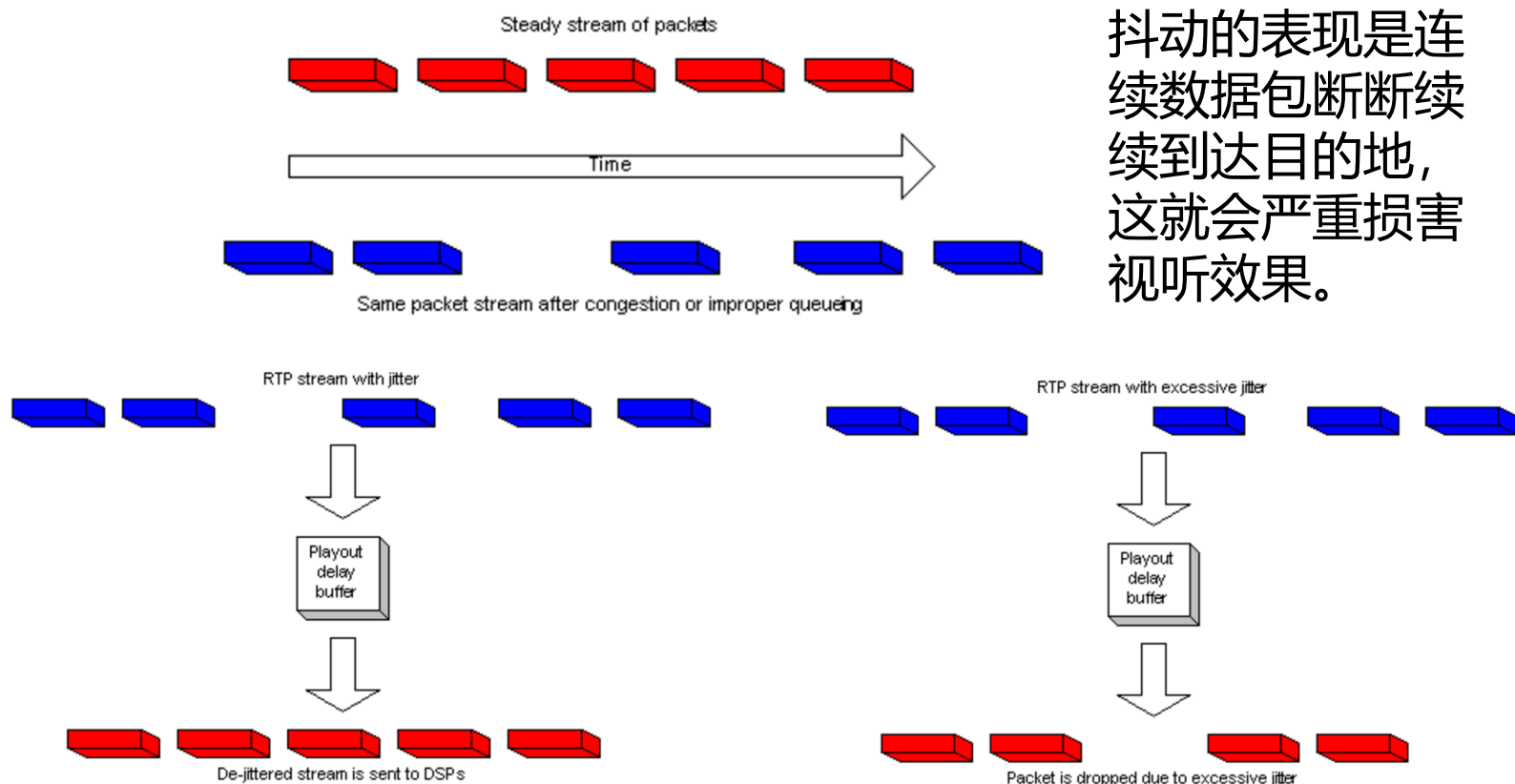


一段MPEG-4视频的速率

17.4.1 服务质量(Quality of Service, QoS)

- 多媒体数据传输的 QoS 取决于许多参数。
 - **吞吐率**：数字链路或网络传输速度的度量。
 - **时延**：从传输到接收所需的最长时间。
 - **丢包率或错误率**：数据包传输的丢失或错误的百分比。
 - **抖动（或延迟抖动）**：音频/视频播放的平滑度（沿时间轴）的度量。
 - **同步偏斜**：多媒体数据同步的度量值。

- **抖动(jitter):** 每个数据包到达目的地的延迟时间的变化。



抖动的表现是连续数据包断断续续到达目的地，这就会严重损害视听效果。

抖动可在接收端用缓存来平滑，容量小的缓存只能消除小的抖动，容量大的缓存将增加延迟时间



(a) 高抖动



(b) 低抖动

帧回放时的抖动

多媒体服务等级

- 多媒体应用具有不同 QoS 需求，例如：
 - 双向通信、低延迟和抖动，可能需求优先传递，如语音电话和视频
 - 双向流量、低丢失率和低延迟，可能需求优先传递，如电子商务应用程序
 - 中等延迟和抖动，严格排序和同步。单向流量如视频流播；双向流量，如浏览网页和在线游戏
 - 没有实时要求，例如下载或传输大型文件（电影）

17.5 多媒体服务质量(QoS)

各种应用的服务质量要求

应用	可靠性	时延	抖动	吞吐率/带宽
IP电视会议	低	小	小	高
IP电话	低	小	小	低
IP电视	低	-	小	高
影视点播(VOD)	低	-	小	高
音乐点播(AOD)	低	-	小	中
Web访问	高	中	-	中
文件传输	高	-	-	中
电子邮件	高	-	-	低

网络带宽/比特率的要求

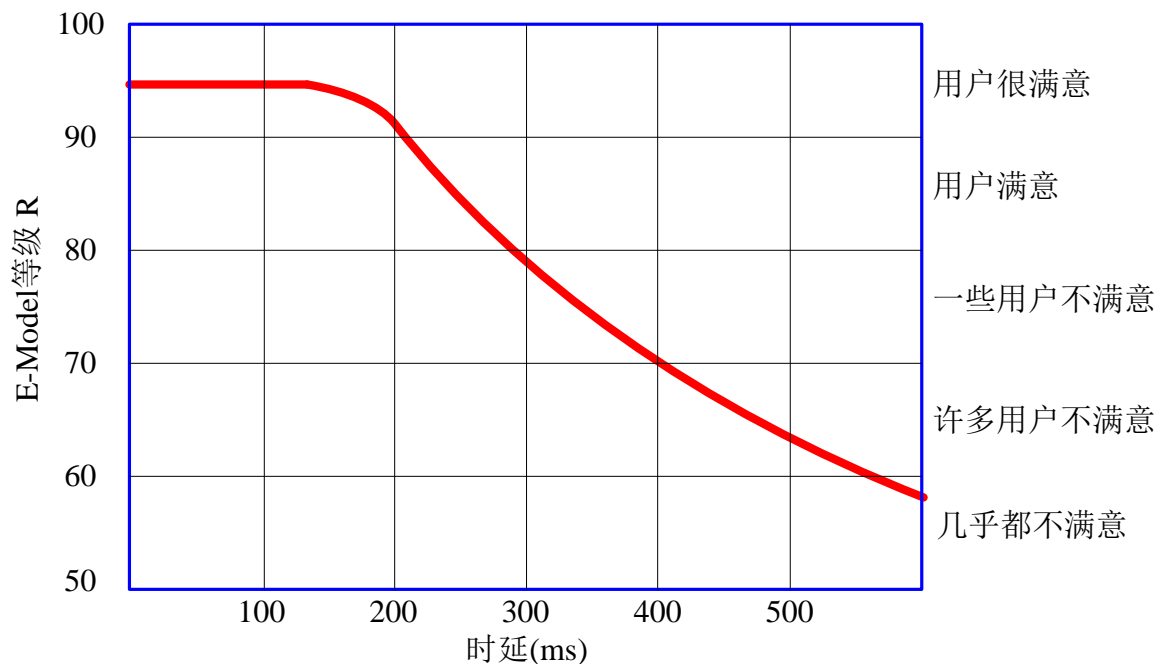
Application	Speed requirement
Telephone	16 kbps
Audio conferencing	32 kbps
CD-quality audio	128-192 kbps
MPEG-1 video	1.2-1.5 Mbps
MPEG-2 video	4-60 Mbps
MPEG-4 video	1-20 Mbps
HDTV (compressed)	>20 Mbps
HDTV (uncompressed)	>1 Gbps
MPEG-4 video-on-demand (QoS)	250-750 kbps
Videoconferencing (QoS)	384 kbps-2 Mbps

17.5 对话应用的QoS

- ITU-T为对话应用提出了单向传输时延的具体数值
 - 可以接受的对话质量：时延<150 ms；
 - 可以容忍的对话质量：时延<400 ms；
 - 不可接受的对话质量：时延>400 ms。

这是感知模型，可作为应用设计和质量评估的依据

传输时延与
E-Model的质量等级





反恐精英



魔兽世界



模拟人生

Example Game Type	Perspective	Delay Threshold
First Person Shooter (FPS)	First Person	100 ms
Role Playing Game (RPG)	Third-Person	500 ms
Real Time Strategy (RTS)	Omnipresent	1000 ms

TABLE I
DELAY TOLERANCE IN TRADITIONAL GAMING

传统游戏中的延迟容忍度

用户感知服务质量

- 尽管 QoS 通常由上述技术参数来衡量，但它本身是“服务性能的集体效应, 决定了该服务用户满意度”。
- 可以利用感知问题来实现网络多媒体中最佳的感知 QoS。
 - 在实时多媒体中，规律性比延迟更重要，时间正确性比声音和图像质量更重要。
 - 人类也倾向于一次只关注一个主题;用户的焦点通常位于屏幕的中心，重新聚焦需要时间。

17.4.2 因特网服务质量(QoS)

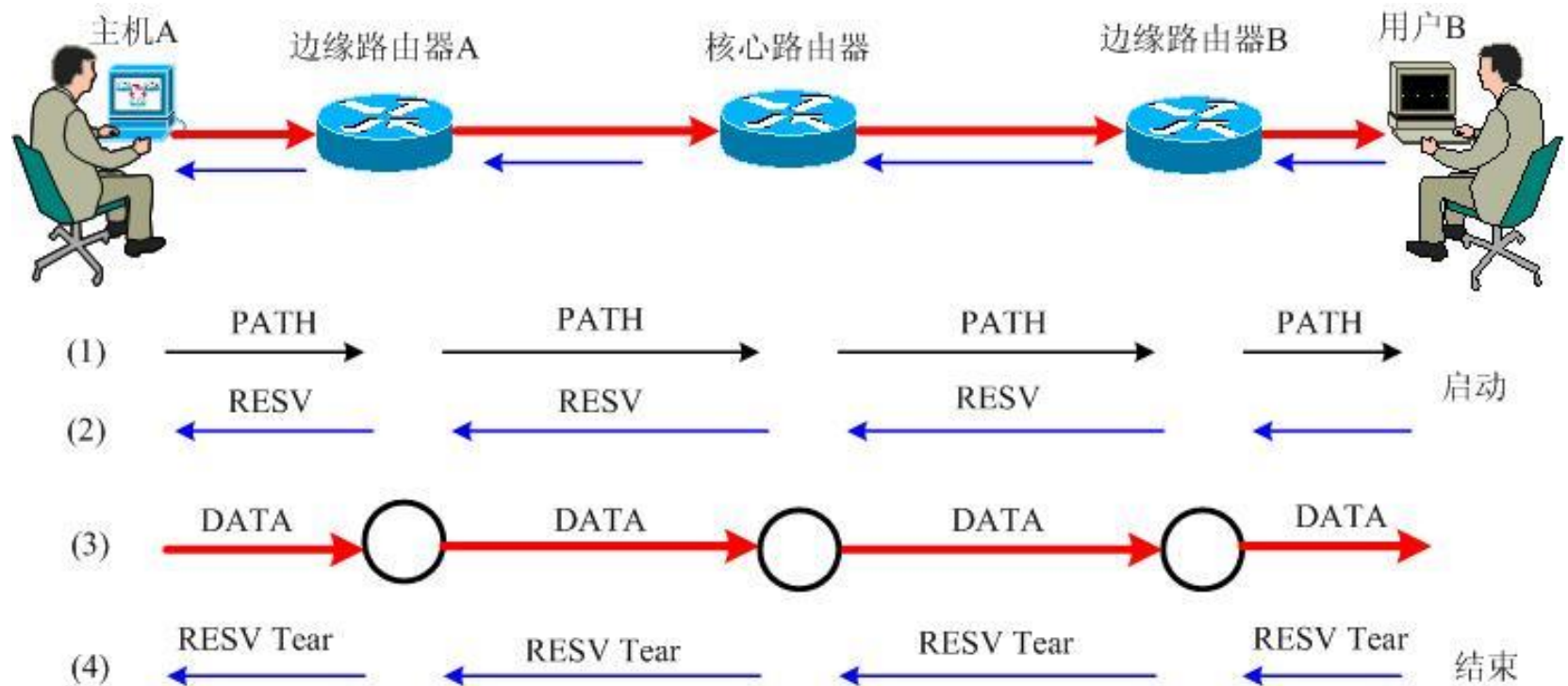
- 传统的 IP 仅提供"尽力而为"的服务，不区分应用程序。
- 提高因特网QoS的两种常见方法：
 - **综合服务(IntServ)**: 一种体系结构，在细粒度上为每个媒体流指定元素来保证QoS
 - **区分服务(DiffServ)**: 指定一种简单的、可扩展的、粗粒度的基于类的机制来分类管理聚合网络流量，并为不同类别的流量提供特定的 QoS。

17.4.2 综合服务(IntServ)

- 1994年IETF发布的用在IP网络上的第一个QoS保障方法；
- 在 IntServ 中，流量规格描述一个流的资源预留是什么，而资源保留协议（Resource ReSerVation Protocol, RSVP）作为底层机制，通过网络发信号。

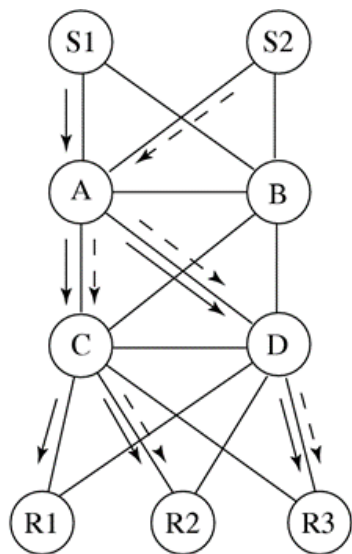
17.4.2 综合服务(IntServ)

假设主机A要向主机B传送有QoS要求的数据，数据从主机A发出，途经边缘路由器A、核心路由器和边缘路由器B到达主机B



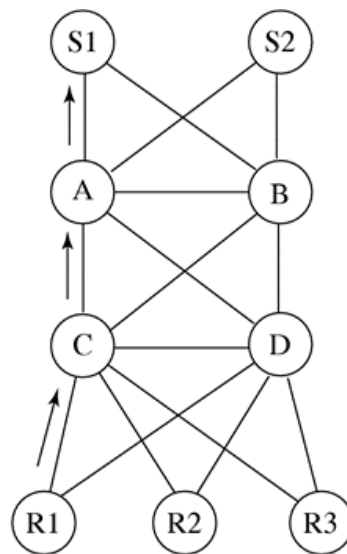
综合服务的结构和工作原理

发送path
消息



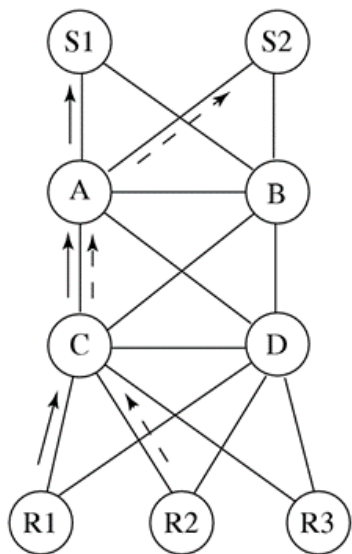
(a)

发送Resv
消息



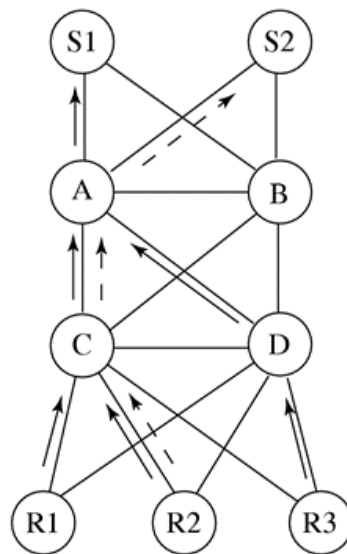
(b)

发送Resv
消息



(c)

发送Resv
消息



(d)

使用RSVP的网络资源预留的一种方案

17.4.2 综合服务(IntServ)

- 综合服务是以每个数据包流为对象的QoS保障方法，称为基于流(flow-based)的QoS保障方法，它要为数据包流预先建立保留资源的传输通道
- 综合服务这种QoS保障机制的额外开销大，因此IETF又开发了比较简单的“区分服务”保障方法

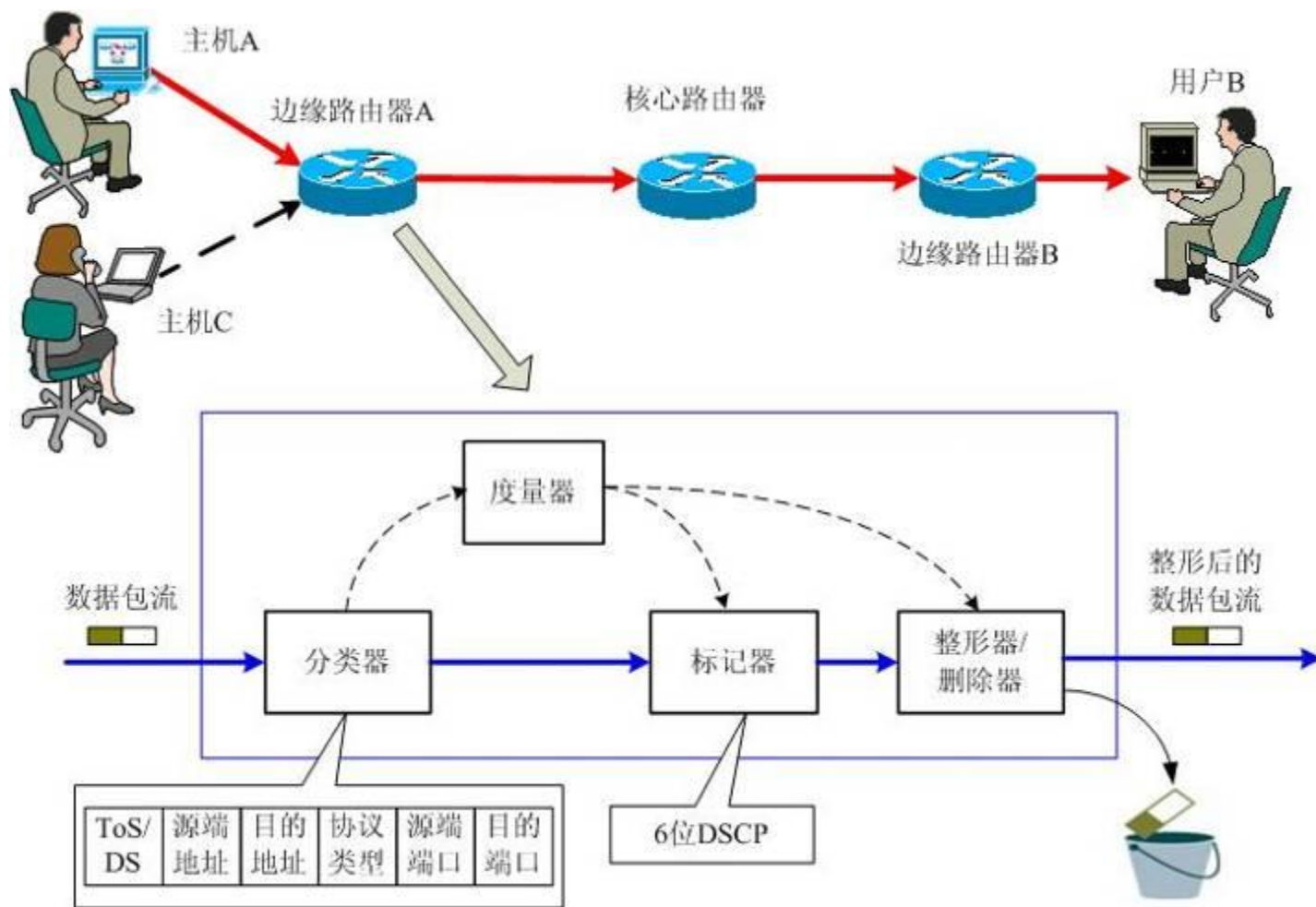
17.4.2 区分服务(DiffServ)

- 区分服务（DiffServ）根据流量聚合和分类的原理运行。
- 在 DiffServ 中，网络路由器实现段行为(per-hop behavior, PHB)，定义了与流量分类相关的分组转发属性。

17.4.2 区分服务(DiffServ)

- 可以定义不同的 PHB 以在多媒体应用程序数据中提供不同的服务：
 - 未压缩的音频：PCM 音频比特流根据优先级可以分成包含 n 个样本的组 — 并发送 n 组中的 k 组 ($k \leq n$)，如果需要则要求接收方并插入丢失的组。
 - JPEG 图像：对渐进式 JPEG 中的不同扫描和分层 JPEG 的不同分辨率可以提供不同的服务。
 - 压缩视频：为了尽量减少播放延迟和抖动，可以为 I 帧的接收提供最佳服务，对 B 帧的优先级最低。

17.4.2 区分服务(DiffServ)



区分服务在边缘路由器上的概念模型

17.4.2 区分服务(DiffServ)

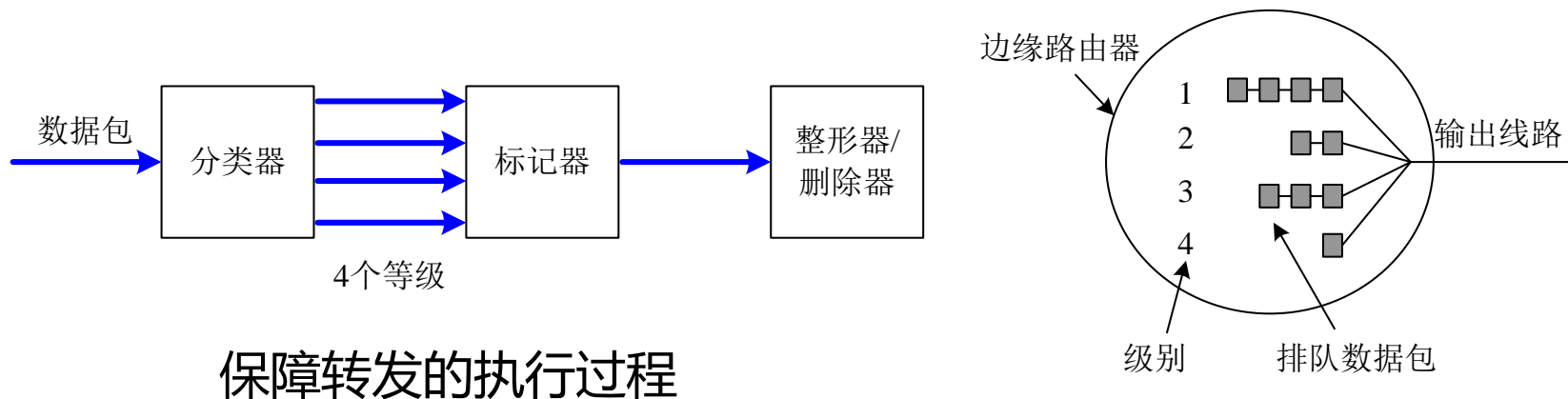
- 实际上，大多数网络使用以下通常定义的 PHB：
 - 默认 PHB，通常是尽力而为的服务。
 - 加速转发（Expedited Forwarding，EF），专用于低损耗、低延迟流量。
 - 保障转发（Assured Forwarding，AF），在规定的条件下实现传送担保。
 - 类选择器 PHB，与非 DiffServ 流量保持向后兼容性

17.4.2 区分服务(DiffServ)

区分服务保障转发码点表

丢包次序	Class #1	Class #2	Class #3	Class #4
Low Drop Precedence	AF11(001010)	AF21(010010)	AF31(011010)	AF41(100010)
Med Drop Precedence	AF12(001100)	AF22(010100)	AF32(011100)	AF42(100100)
High Drop Precedence	AF13(001110)	AF23(010110)	AF33(011110)	AF43(100110)

到底使用哪一级转发数据包，这要取决于服务商的服务等级协议(SLA)



区分服务 vs. 综合服务

- 区分服务是**基于数据包分类(class-based)**的交通管理方法，即按照不同类型的数据包提供不同等级的服务；综合服务是**基于媒体流(flow-based)**的交通管理方法，即按特定数据包流来保障服务质量
- 区分服务是**粗粒度的(coarse-grained)**交通管理方法，实现服务质量保障比较简单；综合服务是**精细的(fine-grained)**交通管理方法，实现质量保障比较复杂，使用该方法时对每个数据流都需保留沿途的网络资源

小结

- 计算机通信网络
- 流媒体的传输方法
- 典型的多媒体网络应用
- 多媒体服务质量(QoS)
 - 服务质量
 - 综合服务(IntServ)保障法
 - 区分服务(DiffServ)保障法

END

第17章 多媒体网络应用与服务质量