

多媒体网络

位于世界各个角落的人们当前正使用因特网来按需观看电影和电视节目。因特网电影和电视分发公司（如北美的 Netflix 和 Hulu、中国的“优酷”（Youku）和“看看”（Kankan））实际上已经成为家喻户晓的名称。而人们不仅观看因特网视频，他们也使用诸如 YouTube 这样的站点来上载和分发用户自己生成的内容，不仅成为因特网视频的消费者，也成为视频的生产者。此外，网络应用如 Skype、Google Talk 和 QQ（在中国十分流行），不仅允许人们经过因特网打“电话”，而且可以用视频和多方会议来强化该电话。事实上，我们能够确定地预测：到当前年代末，几乎所有的视频分发和语音会话都将在因特网的端到端发生，通常出现在经 4G 和 WiFi 接入网与因特网连接的无线终端上。

本章以 7.1 节中的多媒体应用的分类方法开始。我们将看到多媒体应用能够分为流式存储音频/视频、会话式 IP 音频/视频或流式实况音频/视频等几类。我们将看到这些应用类型中的每一类都有自己独特的服务需求，这些需求与传统的弹性应用如电子邮件、Web 浏览和远程注册的需求差异很大。在 7.2 节中，我们较为详细地研究流式视频。我们将探讨支撑流式视频的许多基础原则，包括客户缓存、预取和对可用带宽的适应性视频质量。我们也将研究内容分发网（Content Distribution Network, CDN），CDN 是今天广泛使用的最有影响的流式视频系统。在 7.3 节中，我们研究会话式语音和视频。它们不同于弹性应用，对端到端时延高度敏感，但能够容忍偶尔的数据丢失。此时我们将研究诸如适应性播放、前向纠错和差错掩盖等技术是如何减缓网络引入的丢包和时延的。我们还将考察 Skype 作为学习案例。在 7.4 节中，我们将学习 RTP 和 SIP，这是两个用于实时会话式语音和视频应用的协议。在 7.5 节中，我们将研究网络内部的一些机制，这些机制能用于区分一类流量（如会话式语音这样的时延敏感应用）和其他类型流量（如浏览 Web 网页这样的弹性应用），并且在多类流量中提供区分服务。

7.1 多媒体网络应用

我们将多媒体网络应用定义为任何应用音频或视频的网络应用。本小节中，我们将提供多媒体应用的分类法。我们将看到在该分类法中的每类应用都具有自己独特的服务要求和设计问题集合。但在深入讨论因特网多媒体应用前，考虑音频和视频媒体自身的内在特点是有益的。

7.1.1 视频的性质

视频最为显著的特点或许是它的高比特率（high bit rate）。经因特网分发的视频的典型传输速率从用于低质量视频会议的 100kbps 到用于流式高分辨率电影的 3Mbps。为了比较视频带宽需求与其他因特网应用的带宽需求的不同，我们简要地考虑三个不同的用户，他们每人使用了一种不同的因特网应用。第一位用户 Frank，他打算迅速将照片张贴到他的朋友的脸谱（Facebook）页面上。我们假设 Frank 每 10 秒钟查找一次新照片，并且这些