

# 第 1 章 图像及图像通信概述

人类通过视觉获取的信息量是非常巨大的。统计表明，视觉信息约占人类感觉所获取总信息的 60%，这些信息实际上就是图像。图像信息比其他形式的信号更易被大脑理解和记忆。日常接触到的照片、图画、电视画面等都属于图像范畴。图像信息具有直观、形象、易懂和信息量大等特点。近年来，图像信息处理和通信技术无论是在理论研究方面还是在实际应用方面都取得了长足的进展。目前各国皆投巨资，发展各自的信息产业，开发与应用图像通信和图像处理技术已形成新的热潮。本章从图像信号的基本概念出发，介绍图像通信的特点，分析图像通信系统的组成及其关键技术，最后介绍图像通信系统的发展。

## 1.1 图像的基本概念

图像是当光照射在客观存在的物体上，经其反射或透射，或由发光物体本身发出光能量，在人的视觉器官中重现出的物体的视觉信息。因此，照片、传真、电视、图画、计算机显示屏等介质所呈现的二维或三维视觉信息，都属于图像的范围。图像是人们体验到的最重要、最丰富、信息量获取最大的信息。

### 1.1.1 图像的特点

与文字和听觉信息相比，图像信息具有以下特点。

#### 1. 信息量大

俗话说说的“百闻不如一见”、“一目了然”等表明图像带给我们的信息量是非常大的。用一幅图像可以直接说明很多问题，而说明同样的问题可能需要许多文字。“百闻不如一见”中的“一见”也表明人们接受图像信息的方式是一种“并行”的方式，一眼看去，图中所有的像素尽收眼底，而不像看文字一样要一行一行地看。由此可知图像信息的直观性和便于并行接收的特点。

#### 2. 确切性

同样的内容由听觉和视觉两种不同方式获取信息其效果是不同的。后者显然比前者更容易确认，不易发生错误，这点在军事、工业指挥等重要通信中具有重要意义。

#### 3. 直观性

同样的内容，看图显然比听声音更为形象、直观，印象深刻，易于理解，也就是说，视觉信息产生的效果更好。

#### 4. 实体化和形象化

图像比文字和语言更具有实体化和形象化的功能。实体化和形象化能够帮助人们更有效

地理解、掌握和记忆学习内容。人们可在很短时间内，通过视觉接受到比声音和文字信息多得多的大量信息。

## 5. 适应多种业务

随着生产力的发展和提高，对通信业务将提出多样化的要求，而利用视觉得到的图像信息易于满足信息检索、生活指南、遥感图像、气象预报等各种各样的业务要求。

由于图像信息具有这样一系列的优点，所以传送、接收图像信息的图像通信方式，得到了较快的发展。

### 1.1.2 图像的分类

图像能够以各种各样的形式出现，例如，可视的和不可视的，抽象的和实际的，适于计算机处理的和不适于计算机处理的。就其本质来说，可以将图像分为两大类：模拟图像和数字图像。

传统的方式为模拟方式，例如，目前在电视上所见到的图像就是以一种模拟电信号的形式来记录，并依靠模拟调幅的手段在空间传播的。在生物医学研究中，人们在显微镜下看到的图像也是一幅光学模拟图像，照片、用线条画的图、绘画也都是模拟图像。模拟图像广泛存在，但处理困难，应用灵活性差。

将模拟图像信号经 A/D 变换后就得到数字图像信号，数字图像信号便于进行各种处理，例如，最常见的压缩编码处理就是在此基础上完成的。本书所介绍的图像信息处理技术就是针对数字图像信号的。与模拟图像相比，数字图像具有精度高、处理方便、重复性好等显著优点。

图像信号还可以按照其他规则分类。图像信号按其内容变化与时间的关系分类，主要包括静态图像和动态图像两种。静态图像信息密度随空间分布，且相对时间为常量；动态图像也称时变图像，其空间密度特性是随时间而变化的。人们经常用静态图像的一个时间序列来表示一个动态图像。图像信号按其亮度等级的不同可分为二值图像和灰度图像；按其色调的不同可分为黑白图像和彩色图像；按其所占空间的维数不同可分为平面的二维图像和立体的三维图像等。

## 1.2 数字图像处理

### 1.2.1 数字图像处理研究内容

数字图像处理主要研究的内容有以下几个方面。

#### 1. 图像数字化

将非数字形式的模拟图像信号通过数字化设备转换成数字图像，包括采样过程和量化过程。

#### 2. 图像变换

利用正交变换的性质和特点，将图像转换到变换域中进行处理，这样不仅可以减少计算量，而且能对图像进行更有效的处理。该技术包括傅里叶变换、沃尔什变换、离散余弦变换、离散小波变换等处理技术。

### 3. 图像增强

增强图像中的有用信息，削弱干扰和噪声，提高图像的清晰度，突出图像中感兴趣的对象，即所需研究的目标。例如，增强图像高频分量，可以使图像中的目标轮廓清晰。

### 4. 图像复原

对退化和降质了的图像进行处理，使处理后的图像尽可能接近原始图像。

### 5. 图像压缩编码

对图像进行压缩编码以减少数据量，从而减少所占用的存储容量，节省图像处理、传输时间。压缩可以在不造成图像失真的前提下进行，也可以在允许的失真条件下进行。

### 6. 图像分割

通过提取图像中有意义的特征，把图像分成若干区域，使得能够从中提取出感兴趣的目标。图像分割是进一步进行图像识别、分析和理解的基础。

### 7. 图像特征提取

将一幅图像分割成若干个区域后，提取图像内的物体或区域特征，以用于图像的分析 and 理解。图像特征既可以是人的视觉可以直接识别的自然特征，如物体形状、颜色等，也可以是对图像进行数学运算以后得到的数字特征，如物体周长、面积、重心、连通性、不变矩等。

### 8. 图像识别分类

根据从图像中提取的各目标物的特征或特征集，与已知的标准目标物固有的特征进行匹配，计算两者之间的相似度，以做出对各目标物类属的判别。

## 1.2.2 数字图像处理系统

数字图像处理系统主要由 5 个部分（模块）组成，即图像输入（采集）模块、图像存储模块、图像通信模块、图像输出（显示）模块以及图像处理模块，如图 1-1 所示。

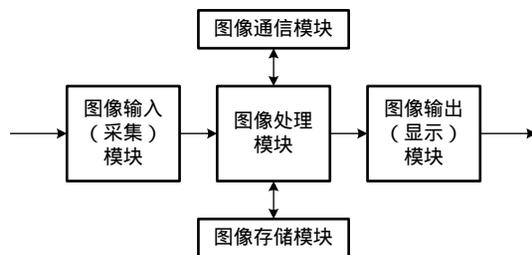


图 1-1 数字图像处理系统

#### 1. 图像输入（采集）模块

图像输入（采集）模块主要负责图像的采集，即将景物或模拟图像转换为数字图像，以供图像处理设备进行处理。数字图像信号的采集有间接和直接两种途径。间接方式是指将模拟图像信号数字化后得到数字图像信号。近年来，随着电子领域数字化的发展，越来越多地出现了直接输出数字图像的装置和设备，实现了数字图像信号的直接采集。目前，最常用的

数字图像输入设备主要有图像扫描仪、数码照相机、数码摄像机以及相应的计算机接口卡、图像采集卡构成的摄像输入设备。

## 2. 图像存储模块

由于图像包含大量的信息，因而存储图像也需要大量的空间，在图像处理系统中大容量和快速的图像存储设备是必不可少的。现代存储技术的发展使海量存储设备的价格越来越低，为图像存储提供了多种选择，如大容量磁盘、磁带、CD-ROM、DVD 等。此外，光盘库、硬盘及磁盘阵列、存储区域网络（Storage Area Network, SAN）技术为图像提供了极大的存储容量以及高速的存储。

## 3. 图像通信模块

图像通信模块主要负责图像的通信传输，即将图像传输到远端。在进行图像通信前通常要对图像进行压缩编码，以节约传输的带宽和时间。

## 4. 图像输出（显示）模块

图像输出（显示）模块主要是将图像的处理结果显示给人看。目前，最常用的图像输出设备为 CRT 荧光屏显示器，如电视机、计算机的显示器。平板液晶显示器（LCD）和 PDP 显示器是近年来迅速发展的一种显示设备，将很快取代大部分 CRT 显示器。此外还有彩色打印机、硬拷贝机、彩色绘图仪等。

## 5. 图像处理模块

这部分是图像处理系统的核心。主处理设备可以大到分布式计算机组、一台大型计算机，小至一台微机，甚至一片 DSP 芯片。除了硬件外，更重要的是它还包括用于图像处理的各种通用或专用软件，其规模可以是一套图像处理系统软件，也可能只是一段图像处理指令。

# 1.3 图像通信系统的组成

图像通信是用来传送静止或活动图像信息的通信方式。它能把用符号、语言难以描述的任意图形、绘画，以至动作、色彩等，通过适用的传输手段从发送方传送到接收方。按照所传输图像信号的性质，基本的图像通信系统可分为模拟系统和数字系统两种。

## 1.3.1 模拟图像通信系统的组成

模拟图像通信系统的组成方框图如图 1-2 所示。

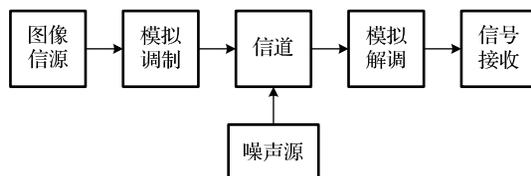


图 1-2 模拟图像通信系统的组成

图 1-2 中的图像信源是指光电变换器件（如摄像机或传真机的 CCD 器件等），它将光信

号变成电图像信息源。模拟调制主要完成把基带电图像信号的频率搬移至高频段实现高频频带传输,以满足信道传输的要求,通常以调频(FM)与残余边带(Vestigial Side Band, VSB)调制方式为主。模拟解调器是调制的逆过程,即将高频的图像信号反搬移至低频段,实现低频基带传输。信号接收一般将基带电图像信号变为光图像信号,实现信息重现。接收器可采用阴极射线管(CRT)、电视黑白与彩色显像管(BWC)及传真接收记录器等。信道是指无线、有线模拟信道。当然在信道中传递信息时,噪声干扰是客观存在的,必须采取减少或抑制措施,以保证图像质量的高标准。

### 1.3.2 数字图像通信系统的组成

在数字图像通信系统中,作为信源的输入图像是数字式的,然后由信源编码器进行压缩编码,以减少其数据量。信道编码器则是为了提高图像在信道上的传输质量,减少误码率而采取的有冗余的编码。由于数字图像通信系统具有传输质量好,频带利用率高,易于小型化,稳定性好和可靠性强等特点,正在逐步取代模拟图像通信系统。一个典型的数字图像通信系统的组成如图 1-3 所示。

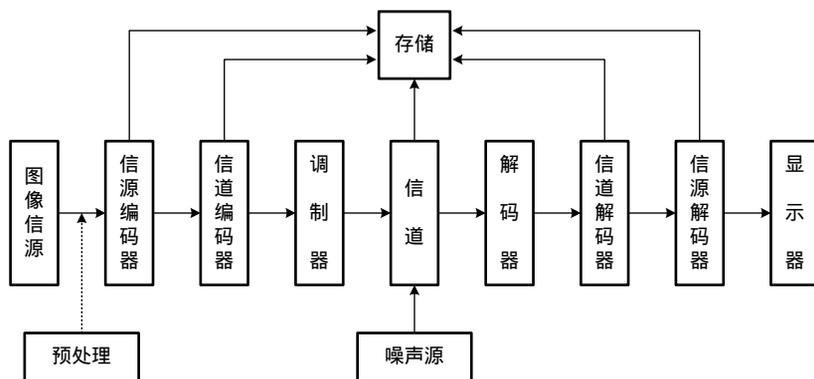


图 1-3 数字图像通信系统

与模拟图像通信系统相比,数字图像通信系统增加了信源编码器、信源解码器、信道编码器和信道解码器。由于图像信号具有相关性强的特点,采用信源编码器可以去除这种相关性,以压缩图像信号的频带或降低信号传输的数码率。信道编码器的作用与语音通信系统相同,也是为了提高对信道的抗干扰能力。在数字图像通信系统中,常用的调制方式有调幅、调频和调相 3 种方式。

随着通信的日益发展,数字图像通信系统取代模拟图像通信系统已成为必然趋势,这是因为前者较后者具备如下优点。

① 可以多次中继传输而不致引起噪声的严重积累,因此适用于需多次中继的远距离图像通信或在存储中的多次复制。

② 有利于采用压缩编码技术。虽然数字图像的基带信号的传输需要占用很高的频带,但采用数字图像处理 and 压缩编码技术后,可在一定的信道带宽条件下,获得比模拟传输更高的通信质量,甚至在窄带条件下,也能实现一定质量的图像传输。

③ 易于与计算机技术相结合,实现图像、声音、数据等多种信息内容的综合视听通信业务。

④ 可采用数字通信中的信道编码技术,以提高传输中的抗干扰能力。

⑤ 易于采用数字的方法实现保密通信, 实现数据隐藏, 加强对数字图像信息的内容或知识产权的保护。

⑥ 采用大规模集成电路, 可以降低功耗, 减小体积、重量, 提高可靠性, 降低成本, 便于维护。

当然数字通信系统也有不足之处, 如占用信道频带较宽及成本较高, 但这些不足, 将随着科学技术的发展及光器件的进一步更新, 一定会在不久的将来加以克服。

## 1.4 数字图像通信的关键技术

数字图像通信技术是一门跨学科的交叉技术, 它涉及的关键技术有多种, 下面分别对这些技术做简单介绍, 其中某些内容也是本书部分章节讨论的主题。

### 1. 图像数据压缩技术

图像信息数字化后的数据量非常大, 尤其是视频信号, 数据量更大。例如, 一路以分量编码的数字电视信号, 数据率可达 216Mb/s, 存储 1 小时这样的电视节目需要近 80GB 的存储空间, 而要实现远距离传送, 则需要占用 108~216MHz 的信道带宽。显然, 对于现有的传输信道和存储媒体来说, 其成本十分昂贵。为节省存储空间, 充分利用有限的信道容量传输更多的图像信息, 必须对图像数据进行压缩。

从图像压缩编码的发展过程看, 可以分为 3 个阶段, 即第一代、第二代、第三代图像压缩编码方法。第一代图像压缩编码方法以香农 (Shannon) 信息论为基础, 考虑图像信源的统计特性, 采用预测编码、变换编码、矢量量化编码、子带编码、小波变换编码、神经网络编码等方法。第一代图像压缩编码方法于 20 世纪 80 年代初已趋于成熟, 目前利用第一代技术对视频图像的压缩可以得到 8~48kb/s 的最低码率。第二代图像压缩编码方法充分考虑了人眼的视觉特性, 从人类的主观特性出发, 采用基于方向滤波的图像编码方法和基于图像轮廓-纹理的编码方法, 目前, 第二代技术尚未发展到成熟的阶段。第三代图像压缩编码方法考虑到了图像传递的景物特征, 采用分形编码方法和基于模型的编码方法, 其中, 基于模型的压缩编码方法是当前最活跃的研究领域, 代表着新一代的压缩编码方向。

有关图像压缩编码的国际标准主要有 JPEG、H.261、H.263、MPEG-1、MPEG-2、MPEG-4 等。JPEG 标准是由 ISO 联合摄影专家组 (Joint Picture Expert Group) 于 1991 年提出的用于压缩单帧彩色图像的静止图像压缩编码标准。H.261 是由 ITU-T 第 15 研究组为在窄带综合业务数字网 (N-ISDN) 上开展速率为  $p*64\text{kb/s}$  的双向声像业务 (例如可视电话、视频会议) 而制定的全彩色实时视频图像压缩标准。H.263 是由 ITU-T 制定的低比特率视频图像编码标准, 用于提供在 30kb/s 左右速率下的可接受质量的视频信号。MPEG 标准是由 ISO 活动图像专家组 (MPEG) 制定的一系列运动图像压缩标准。MPEG-1 是为速率为 1~1.5Mb/s 的数字声像信息的存储而制定的, 该标准通常用于提供录像质量 (VHS) 视频节目的光盘存储系统。MPEG-2/H.262 是由 ISO 活动图像专家组和 ITU-T 第 15 研究组于 1994 年共同制定发布的运动图像压缩标准, 初衷是提供一个广播电视质量的视频信号, 后来该标准的适用范围不断扩大, 成为能够在不同传输速率下对图像信号进行编码的通用标准。MPEG-4 即“甚低速率 (低于 64kb/s) 视听编码标准”, 其显著特点是采用了面向对象、基于内容的压缩编码、引入了视听

对象 (AVO) 的概念, 支持固定和可变速率视频编码, 使得多媒体系统的交互性、互操作性和灵活性大大增加。

## 2. 高效数字传输技术

数字图像通信系统的实现不仅需要对接信源有效的压缩编码, 而且有赖于高效、可靠的数字传输系统。这涉及各种信道纠错编码和数字信号调制技术。尽管信道纠错编码具有检错重传、信息反馈、前向纠错和混合纠错等多种纠错方式, 但由于图像特别是视频图像往往需要信号的实时传输, 因而在图像通信系统中主要采用前向纠错编码技术来保证信号的可靠传输。对于图像数据来说, 高效率的信号调制技术与信源压缩编码技术具有同样重要的作用, 设计良好的调制技术不仅可以在相同的信道资源下传输更多的数据, 而且可以提高信号传输的可靠性。在数字视频图像传输中较为常用的调制方式主要有多相相移键控调制 (MPSK)、多相正交幅度调制 (MQAM) 和栅格编码调制 (TCM)。在模拟图像传输中普遍采用的残留边带调制 (VSB), 在数字视频的地面广播中目前仍有一定的生命力。近几年来, 随着对数字编码技术和数字传输技术的深入研究, 同时借助于大规模集成电路的飞速发展, 人们将频分复用技术与现代数字技术相结合, 提出了正交频分复用 (OFDM) 和编码正交频分复用 (COFDM) 等新的数字通信方式, 大大提高了数字通信的频带利用率和传输质量。为 HDTV、VOD 等带大容量数据通信业务的开展提供了技术基础。

## 3. 图像通信网络技术

图像通信的网络技术包括宽带网络技术以及接入网技术。能够满足图像通信的网络必须具有高带宽、可提供服务质量 (QoS) 保证、实现媒体同步等特点。从网络的发展趋势来看, 在 IP 网络上实现图像通信是图像通信网络技术的主要目标, 然而 IP 网络的带宽不易控制、时延不能保障、QoS 不能保证等问题又不利于图像通信业务的开展, 因此必须解决这些相关问题。另外, 接入网是目前通信网中的一个瓶颈, 虽然全光网、无源光网络 (PON)、光纤入户 (FTTH) 被认为是理想的接入网, 但光终端设备价格偏高、无源光网络的稳定性和实用性等问题还没有完善地解决。而现阶段大量的窄带双绞铜线因为价格低廉而得到广泛的应用, 因此, 目前的重点是如何充分挖掘现有铜线的潜力, 将其改造为宽带接入网络, 比较成功的就是高速数字用户线 (HDSL)、不对称数字用户线 (ADSL)、甚高速数字用户线 (VDSL) 等技术; 其次可以充分利用 CATV 网络的带宽资源, 使其适应图像通信业务的传输, 目前比较看好的技术有混合光纤同轴系统 (HFC)、交换型数字视频系统 (SDV)、交互型数字视频系统 (IDV) 等。

## 4. 图像通信终端技术

图像通信技术的发展对图像通信终端提出了很高的要求, 图像通信终端应是能够集成多种媒体信息, 通过同步机制将多媒体数据呈现给用户, 具有交互功能的新型通信终端。它必须完成信息的采集、处理、同步、显现等多种功能, 而这些功能又涉及信号的处理与识别技术、信源编码的相关技术以及为了实现有效传输的信道编码技术 (包括基带传输技术、频带传输技术、纠错技术等) 等。同时, 为了实现图像信息的可靠传输和图像通信技术的普及, 必须将图像通信终端设备做成小型、可靠、低价的产品, 因此, VLSI (大规模集成电路) 和 EDA (电子设计自动化) 技术也是必不可少的。无疑, 这些问题的解决将会推动图像通信终端技术的迅速发展。

## 5. 图像信息存储技术

图像信息对存储设备提出了很高的要求，既要保证存储设备的存储容量足够大，还要保证存储设备的速度要足够快。通常使用的存储设备包括硬盘、光盘、磁带等。

磁带是以磁记录方式来存储数据的，它适用于需要大容量的数据存储，但对数据读取速度要求不是很高的某些应用，主要用于对重要数据的备份。光盘则以光学介质来存储信息，光盘的种类有很多，例如 CD-ROM、CD-R、CD-WR、DVD、DVD-RAM 等。硬盘及磁盘阵列则具有更快速的数据读取速度。虽然硬盘的存取速度已经得到了很大提高，但仍然满足不了处理器的要求。为了解决这个问题，人们采取了多种措施，其中一种就是由美国加州大学伯克利分校的 D.A. Patterson 教授于 1988 年提出的廉价冗余磁盘阵列 (Redundant Array of Inexpensive Disks, RAID)。RAID 将普通 SCSI 硬盘组成一个磁盘阵列，采用并行读写操作来提高存储系统的存取速度，并且通过镜像、奇偶校验等措施提高系统的可靠性。为了进一步提高数据的读取速度，同时获得大容量的存储，存储区域网络 (Storage Area Network, SAN) 技术应运而生。SAN 是一种新型网络，由磁盘阵列连接光纤通道组成，以数据存储为中心，采用可伸缩的网络拓扑结构，利用光纤通道有效地传送数据，将数据存储管理集中在相对独立的存储区域网内。SAN 极大地扩展了服务器和存储设备之间的距离，拥有几乎无限的存储容量以及高速的存储，真正实现了高速共享存储的目标，满足了图像通信应用的需求。

## 6. 图像数据库及其检索技术

随着视频会议、视频点播、远程教育等图像通信业务的展开，用户要存取图形、图像等图像数据。传统的数据库管理系统 (DBMS) 在处理结构化数据、文字和数值信息等方面是很成功的，但是对各种非结构化数据 (如图形、图像和声音等)，传统的数据库管理系统就有些难以胜任了，需要针对图像数据研究数据库管理系统。从 20 世纪 70 年代开始，人们将目光集中在基于图像内容的查询上，即通过人工输入图像的各种属性建立图像的元数据库来支持查询，由此开展图像数据库的研究，基于内容的多媒体信息检索研究方案也应运而生。目前，基于内容的图像检索在国内外尚处于研究、探索阶段，诸如算法处理速度慢、漏检误检率高、检索效果无评价标准等都是未来需要研究的问题。毫无疑问，随着图像内容的增多和存储技术的提高，对基于内容的图像检索的需求将更加迫切。

# 1.5 图像通信的应用及发展

## 1.5.1 图像通信的应用

图像通信技术极大地改变了现代人的生活和工作方式。典型的图像通信应用如下。

### 1. 视频会议系统

视频会议系统是一种实时的、点到多点的图像通信系统。通过在两个或多个地点的用户之间传输图像和声音，不同会场的与会者既可以听到对方的声音，又能看到对方的形象以及对方展示的文件、实物等，同时还能看到对方所处的环境，使与会者具有身临其境的感觉。

## 2. 远程教育系统

远程教育系统是以计算机和图像通信系统为基础的教育方式, 学生通过通信网络实时或非实时地接收教师上课的内容, 包括教师的声音、图像以及电子教案。如果是实时的远程教学, 学生还可以随时向教师提出疑问, 教师可以马上回答, 并且根据需要, 教师也可以看到学生的图像和声音, 从而模拟学校的课堂授课方式。对于非实时的教学, 教师可以将自己授课的内容做成课件放到网上, 学生可以在自己希望的任何时间和地点按照自己的学习速度和方式来学习。

## 3. 视频电子邮件

视频电子邮件不同于目前使用的 E-mail。E-mail 只有文字, 而视频电子邮件除了包含文字之外, 还包含高分辨率图像/视频。

视频电子邮件是一种非实时的存储转发系统, 对传输信道要求不高, 发送时可以采用低速率, 等待信道空闲时传送。

## 4. 可视电话系统

可视电话系统是较早提出的一种图像通信系统, 其目的是使电话网能够传送视频信号, 使用户在打电话的同时能够看到对方。可视电话与传统电话机相比, 除了具有语音处理部分以外, 还应包括图像的输入/输出部分以及对图像信号的处理部分。可以通过在普通电话机上加装屏幕, 利用专用芯片和专用电路来提供可视化功能, 也可以通过个人计算机, 加以相应的软/硬件来完成可视电话的功能, 或者通过电视机加装机顶盒来提供图像的输入/输出及处理功能。

## 5. 视频点播系统

传统的有线电视系统其模式为电视台单向播放节目, 用户被动接收。视频点播系统则可以为用户提供不受时空限制的交互点播, 使用户能够随时点播自己希望收看的节目。该系统将节目内容存储在视频服务器中, 随时根据用户的点播要求取出相应的节目传送给用户。用户点播终端可以是多媒体计算机, 也可以是电视机配机顶盒。

视频点播系统是一个开放式平台, 可以集成多种多媒体应用, 广泛应用于远程教育、数字图书馆、新闻点播和网上购物等。

## 6. 视频监控

在远端实现对现场信息的实时监控, 实现方便、快速、高效的管理。作为安全防范系统的重要组成部分, 视频监控以其直观、准确、及时和信息内容丰富而广泛应用于许多场合, 如教育、交通、金融、政府、商业、工业、农林等。

## 7. 移动视频业务

利用现代移动网络, 在个人通信终端上实现移动接收数字电视节目、移动视频点播、移动可视电话、移动游戏、高速上网等业务。

### 1.5.2 图像通信的发展

图像通信至今已经历了 100 多年的发展历程。早在 1865 年, 在法国的巴黎和里昂之间就已试验成功了属于图像通信领域的传真通信, 它比 1876 年美国贝尔发明的电话还要早。在进入 20 世纪之后, 传真通信的质量得到了不断的改进。1925 年发明电视, 1960 年彩色电视信号

开始广播。1964年,美国纽约国际博览会展出了第一台可以传送活动图像的“可视电话”,现代图像通信从此开始。20世纪70年代以后,远程会议电视的实验也获得成功。总体上说,由于受到社会发展及相关技术的制约,这些图像通信方式传送速度慢、设备复杂、成本高的缺点一直得不到有效的解决,图像通信一直处于缓慢、区域性的发展状态。与之成为鲜明对比的是,语音通信自出现以后得到了迅速发展,在通信中占据了主导地位,成为社会发展的支柱性产业。

20世纪70年代以来,微电子技术,特别是VLSI制造工艺的提高,计算机技术的发展,通信设备数字化程度的迅速提高,相关的国际标准的陆续颁布,以及社会信息交流的增加等技术和方面的原因,推动了图像通信的发展。1980年,CCITT(国际电报电话咨询委员会,现为国际电信联盟电信标准部门ITU-T)为在公共交换电话网上工作的数字传真设备(三类传真机)制定了网际标准建议。1984年,CCITT又形成了综合业务数字网(ISDN)的建议,这意味着非话通信方式,例如,会议电视、电视电话、图文电视、可视图文、传真等图像通信方式已开始通信中占有一席之地。

20世纪80年代末至90年代初,图像通信开始进入一个高速发展的新阶段。1988年,ITU-T开始制定用于视听业务的活动图像编码的国际标准,即H.261标准,并在1990年7月正式通过。该标准是对图像编码近40年研究成果的总结,解决了可视技术在通信中的应用这一长期困扰人们的问题,有力地推动了会议电视、电视电话等图像通信方式的国际化和产业化进程,成为图像通信史上一个重要的发展里程碑。在此之后,一系列有关图像编码、图像通信的国际标准先后颁布,一系列符合国际标准的图像通信设备纷纷涌向市场,新的图像通信方式也陆续出现,图像通信呈现出一派蓬勃发展的景象。这一阶段的图像通信主要包括多点视频会议、视频点播(交互式电视)、可视电话、远程教学和远程医疗等业务,主要承载于ISDN网和DDN网上,业务提供者通常是网络运营商。

进入21世纪以后,随着计算机网络和Internet的发展,无线和移动通信的普及,一个以宽带接入、无线收发、流式传送为特征的图像通信新业务已经呈现在人们面前。IP网上的直播和点播业务已经成为图像通信当今的主要方式。伴随着Internet的发展,图像通信的业务主要包括多点或广播方式的视频通信、网上音乐和电影的点播、与电子商务相关的商品信息的远程交互式的展示等;伴随着流媒体技术的发展,使人们在收听或收看广播电视节目时不受时间和地理位置的限制,最典型的代表就是手机电视和IPTV的兴起;伴随着移动通信网络的发展,原来仅能在有线网络上提供的图像业务开始向移动通信网络延伸,例如3G网络中采用流媒体技术的图像传输。

从目前图像通信技术的发展趋势来看,未来图像通信业务将会承载于有线、无线的IP网络上,未来的图像信息传输方式会逐渐统一到IP方式,同时其服务质量也将会满足各种层次商业化发展的需要。无线、IP图像通信的逐步普及,图像通信新业务的不断产生,会在许多方面改变人们的工作、生活,使其变得更加美好。

## 本章小结

本章首先介绍了图像的基本概念,包括图像的概念、特点和分类;其次对数字图像处理的研究内容和系统组成进行了分析;详细探讨和分析了图像通信系统的组成和关键技术;最后对图像通信的应用进行了简要介绍并对图像通信的发展进行了展望。

## 思考与练习

1. 举例说明目前典型的图像通信应用系统。
2. 图像信息相对于文字、语音信息的特点是什么？
3. 画出图像处理系统的组成框图，并解释各个部分的作用。
4. 试画出数字图像通信系统的组成框图，并解释各个部分的作用。
5. 请说出数字图像通信系统相对于模拟图像通信系统的优点。
6. 结合具体的图像通信应用，分析图像通信涉及的关键技术。