

◆ 视 ◆ 频 ◆ 通 ◆ 信 ◆ 系 ◆ 列 ◆ 丛 ◆ 书 ◆

# 图像通信应用系统

TUXIANG TONGXIN YINGYONG XITONG

朱秀昌 编著



北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)

# 图像通信应用系统

朱秀昌 编著

北京邮电大学出版社  
·北京·

## 内 容 提 要

本书在简述图像通信的基本原理与技术的基础上,着重介绍了目前常见的数字图像通信应用系统,分析了它们的基本原理、系统构成、主要技术和应用实例。全书共分七章,简单叙述了数字图像通信的发展,图像通信应用系统中的关键技术,并介绍了会议电视、可视电话、远程图像、VOD、数字电视等常见的图像通信应用系统。叙述中多处结合了应用系统的实例。

本书可作为高等院校相关专业的高年级学生或研究生学习图像通信应用系统的教材或参考书,并可供从事多媒体技术、信息处理技术、通信工程技术、计算机应用技术以及电视技术的工程技术人员学习和参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

图像通信应用系统/朱秀昌编著. —北京:北京邮电大学出版社, 2003  
(视频通信系列丛书)

ISBN 7-5635-0714-0

I. 图... II. ①朱... III. 图像通信-通信系统 IV. TN919.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 032605 号

---

书 名: 图像通信应用系统

作 者: 朱秀昌

责任编辑: 刘 洋

出 版 者: 北京邮电大学出版社(北京市海淀区西土城路 10 号)邮编: 100876

电话: (010)62282185 62283578(传真)

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张: 13

字 数: 306 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 次印刷

---

ISBN 7-5635-0714-0/TN·290

定价: 22.00 元

如有印装质量问题请与北京邮电大学出版社发行部联系

# 总 序

进行信息交流的最主要的手段之一就是通信,和人类生产、生活相伴随而产生的通信技术发展到今天,已经从面对面的语言、手势的信息交流,发展到相隔万里的声音、文字及图像信息的交流。

在丰富多彩的图像信息中,以充分表现活动彩色场景的视频图像最为引人注目。因此,视频信息的交流在当今的信息社会中备受欢迎,在现代通信中占据了重要的一席之地。日趋成熟的视频通信技术在很多方面已得到广泛的应用,并给人们的生活、学习、工作带来极大的方便。如用视频通信技术来实现实时现场信息的交流,在英特网上进行视频广播,用卫星视频传输系统建立的远程作战指挥系统,等等。

正是由于图像、视频信息的加入,使得传统的通信系统从单一媒体的传输发展为多媒体传输;同样是由于图像、视频信息的加入,使得传统的通信技术难以胜任多种媒体传输的需要。由此可知,在视频通信领域,既有良好的发展机遇,又存在相当严峻的挑战。本套丛书正是从视频通信这个角度来向读者介绍这一领域中的主要应用技术、实用系统、国际标准、最新发展以及简单的基本理论。当然,本丛书并不仅仅局限于此,还包含一些和视频通信密切相关的内容,如 IP 宽带通信网、静止图像通信等。

必须说明的是,本套丛书并未包括视频通信领域的所有的重要内容,仅涉及这一领域最主要且比较热门的一些专题。例如,如何保证图像、多媒体信息在通信中的安全之类的一些迫在眉睫的技术与应用问题,当前国内外主要的图像通信应用系统,有关视频、静止图像的国际标准、压缩处理技术近年来突飞猛进的发展,代表将来视频通信发展趋势的 IP 宽带通信系统,等等。

本套丛书以从事计算机技术、通信技术以及电视技术的工程技术人员、高等院校的有关专业高年级学生或研究生为主要阅读对象。

本套丛书的编著,从内容上主要体现以下四方面特点:

其一,密切联系实际。本丛书将重点放在经典的和新型的实用系统和实用技术上,对于所介绍的各个应用系统给出它的全貌以及主要的技术内容,对基础原理部分只是简要地提及。

其二,紧跟世界视频通信及相关技术发展的新潮流,在丛书中尽量体现当前视频通信技术方面的新技术、新应用、新系统、新标准和新观点。

其三,本套丛书在内容的编排上,既注重全面性和系统性,力求每一本书都能给读者以清晰简要的全貌;又注重关键技术的细节,对重要的部分、核心的概念给出了不少的实例和图解,力图使读者对它们有较为深刻的理解。

最后,本丛书没有明显的层次结构,不存在先读哪一本、后读哪一本的要求,每一本书都自成体系。之所以以丛书的形式出版,是鉴于这套书内容的内在联系,它们较为全面地向读者介绍了视频通信领域的基本概况。

本套丛书共5本,包括《多媒体信息安全技术与应用》、《图像通信应用系统》、《视频图像编码技术及国际标准》、《静止图像压缩编码技术及国际标准》和《IP宽带通信系统》,将陆续出版。

尽管本丛书的作者们一直从事这方面的科研和教学工作,并在这套丛书的编著中付出了辛勤的劳动,但由于通信和视频技术的发展日新月异,作者个人的视野和水平毕竟有限,再加之编写时间仓促,书中难免存在疏漏和不足之处,真诚地欢迎广大读者予以批评指正。

“视频通信系列丛书”编委会

2003年5月

# 前 言

文本、声音和图像是当今信息化社会中三项最主要的信息媒体,其中图像信息(包括静止图像、图片、视频、动画等不同的表现形式)以其包含的信息量大、易于被人们接受、内容生动而获得大家的青睐。然而,图像是一种视觉信息,最终要靠人们的眼睛来接收。局限于人的视觉能力,我们的眼睛只能看到近处的图像,而无从知晓远处的场面如何。为了突破这一局限,可以采用电信号传输的方式将某地的图像数据传到相隔千里的另一地,这就是图像通信最基本的传输方式 and 应用目标。

以上是从总的方面来描述图像通信的轮廓。在实际的具体应用中,根据图像通信应用的场合或目的不同,又可以将其划分为不同的应用系统。例如,有以替代多方开会的会议电视应用系统,有以传送通话人头肩像为目标的可视电话系统,有以传送数字视频信号的数字电视系统等。本书用较多的篇幅从不同的角度来分别叙述这些常见的图像通信应用系统,分析它们的基本原理、组成、特点和它们的实际应用。

与人类生产、生活相伴随而产生的通信技术发展到今天,已经从面对面的语言、手势的信息交流,发展到相隔万里的声音、文字及图像信息的交流。由于图像信息的加入和图像信息本身所固有的特点,使得图像信息在现有的通信系统中的传输,尤其是实时传输遇到了不少的问题。这些问题也是图像通信应用系统的基本问题。可以说,图像应用系统的产生和发展过程也就是这些问题逐步解决的过程。此外,数字化通信系统的特点决定了图像通信系统只能建立在现有的数字通信网络的基础上,而不可能再建立一个专用图像通信网络。因此,对图像通信所面临的问题,目前可以从两个方面来解决:一方面,改造现有的通信系统使它尽可能地适应图像信息的特点;另一方面,对图像信息进行适当的处理使它尽可能地适应现有的通信设施和通信方式。

本书的编著力图体现以下两个特点:其一,密切联系实际,本书将重点放在经典的和新型的实用的图像通信系统上,对于所介绍的各个应用系统给出它的全貌以及主要的技术内容,而对基础原理部分只是简要地提及(其详细的内容可参见作者编著的书籍或其它有关著作)。其二,尽量体现当前图像通信技术方面的新应用、新系统、新技术和新标准。本书以从事计算机技术、通信技术以及电视技术的工程技术人员、大专院校的相关专业高年级学生或研究

生为主要阅读对象。

本书第1章为概述,简要介绍了图像信息的特点,图像信号的输入输出,以及图像通信应用系统的组成、特点和发展概况;第2章着重分析了有关图像通信应用系统的几项关键技术;第3~7章分别介绍了目前图像通信常见的应用系统,既有经典的应用系统,也有新近出现的图像应用系统,它们分别为:第3章的会议电视系统,第4章的可视电话系统,第5章的远程图像系统,第6章的VOD系统和第7章的数字电视系统。

在本书编写过程中,参考和引用了前人的研究成果、著作和论文,具体出处在书后的参考文献中一一列出。在此,对这些文献的著作者表示深切的谢意。

尽管作者一直从事这方面的科研和教学工作,但由于图像通信技术的发展日新月异,作者的视野和水平有限,编写时间仓促,书中的错误和不足之处在所难免,真诚欢迎广大读者予以批评指正。

作者

2003年2月于南京

# 目 录

## 第 1 章 概述

|                        |    |
|------------------------|----|
| 1.1 图像信息的特点 .....      | 1  |
| 1.2 图像通信系统的组成 .....    | 2  |
| 1.3 图像的输入和输出 .....     | 4  |
| 1.3.1 图像的输入 .....      | 4  |
| 1.3.2 图像的输出 .....      | 8  |
| 1.3.3 模拟和数字视频的转换 ..... | 11 |
| 1.4 图像通信业务类型 .....     | 12 |
| 1.5 图像通信应用的发展 .....    | 13 |

## 第 2 章 图像通信的关键技术

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 2.1 图像信号数字化 .....                      | 18 |
| 2.1.1 取样、量化和编码 .....                   | 18 |
| 2.1.2 数字视频格式 .....                     | 20 |
| 2.2 图像压缩技术 .....                       | 22 |
| 2.2.1 图像信号的统计特性 .....                  | 22 |
| 2.2.2 空间域预测法 .....                     | 23 |
| 2.2.3 运动估计 .....                       | 24 |
| 2.2.4 频率域变换法 .....                     | 26 |
| 2.2.5 变长编解码 .....                      | 27 |
| 2.2.6 量化 .....                         | 28 |
| 2.3 网络传输技术 .....                       | 29 |
| 2.3.1 主要传输网络 .....                     | 29 |
| 2.3.2 数字调制技术 .....                     | 32 |
| 2.4 图像编码的国际标准 .....                    | 37 |
| 2.4.1 H.261 标准 .....                   | 37 |
| 2.4.2 H.263、H.263 +、H.263 + + 标准 ..... | 39 |
| 2.4.3 H.264 标准 .....                   | 39 |
| 2.4.4 MPEG-1 标准 .....                  | 42 |

|       |                      |    |
|-------|----------------------|----|
| 2.4.5 | MPEG-2 标准 .....      | 43 |
| 2.4.6 | MPEG-4 标准 .....      | 44 |
| 2.4.7 | JPEG 标准 .....        | 46 |
| 2.4.8 | JPEG2000 标准 .....    | 47 |
| 2.5   | 宽带用户接入技术 .....       | 48 |
| 2.5.1 | HDSL、ADSL 的接入 .....  | 48 |
| 2.5.2 | 高速 IP 接入 .....       | 50 |
| 2.5.3 | 光纤同轴混合接入 .....       | 51 |
| 2.5.4 | 光纤接入 .....           | 51 |
| 2.5.5 | 无线接入 .....           | 52 |
| 2.6   | 用于图像的 DSP 芯片 .....   | 52 |
| 2.6.1 | 图像数据对 DSP 的要求 .....  | 52 |
| 2.6.2 | 高速 DSP 的常用结构 .....   | 53 |
| 2.6.3 | 新型高速 DSP .....       | 54 |
| 2.6.4 | 高速 DSP 芯片的发展趋势 ..... | 57 |

### 第 3 章 会议电视系统

|       |                                |    |
|-------|--------------------------------|----|
| 3.1   | 会议电视中的视音频技术 .....              | 58 |
| 3.1.1 | 信号的输入和输出 .....                 | 58 |
| 3.1.2 | 视频编码 .....                     | 61 |
| 3.1.3 | 音频编码 .....                     | 62 |
| 3.1.4 | 唇音同步和回波抵消 .....                | 63 |
| 3.2   | 基于 N-ISDN 的 H.320 会议电视系统 ..... | 64 |
| 3.2.1 | H.320 标准 .....                 | 64 |
| 3.2.2 | 终端的组成和标准 .....                 | 65 |
| 3.2.3 | 时分信道复用 .....                   | 66 |
| 3.2.4 | BCH 纠错编码 .....                 | 68 |
| 3.2.5 | 通信过程和控制 .....                  | 68 |
| 3.2.6 | MCU 和多点会议电视网 .....             | 70 |
| 3.3   | 基于 IP 的 H.323 会议电视系统 .....     | 75 |
| 3.3.1 | IP 网络的 QoS .....               | 75 |
| 3.3.2 | H.323 终端 .....                 | 77 |
| 3.3.3 | 实体、地址和呼叫 .....                 | 80 |
| 3.3.4 | 网闸、MCU 和网关 .....               | 80 |
| 3.3.5 | 系统的分层结构 .....                  | 81 |
| 3.3.6 | 会议方式和通信过程 .....                | 82 |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 3.4 会议室的设置 .....       | 83 |
| 3.4.1 两类会议电视终端 .....   | 83 |
| 3.4.2 会议电视室的布置 .....   | 84 |
| 3.4.3 会议管理 .....       | 86 |
| 3.5 会议电视设备实例 .....     | 88 |
| 3.5.1 H.320 终端实例 ..... | 88 |
| 3.5.2 H.323 终端实例 ..... | 90 |
| 3.5.3 MCU 设备实例 .....   | 92 |
| 3.5.4 会议电视网实例 .....    | 94 |

#### 第4章 可视电话系统

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 4.1 可视电话终端 .....          | 98  |
| 4.2 低速视频编码 .....          | 98  |
| 4.2.1 对 H.261 的改进 .....   | 100 |
| 4.2.2 可选编码技术 .....        | 101 |
| 4.2.3 其它选项 .....          | 103 |
| 4.2.4 图像格式和码流结构 .....     | 104 |
| 4.2.5 可视电话的图像质量 .....     | 105 |
| 4.3 低速语音编码 .....          | 106 |
| 4.3.1 语音编码器的特性 .....      | 106 |
| 4.3.2 G.723 语音编码 .....    | 108 |
| 4.4 通信控制和复用技术 .....       | 109 |
| 4.4.1 信道复用 .....          | 109 |
| 4.4.2 通信控制 .....          | 112 |
| 4.4.3 软件编解码 .....         | 113 |
| 4.5 PSTN 的 Modem 接口 ..... | 114 |
| 4.6 可视电话实例 .....          | 114 |
| 4.6.1 不同的产品形式 .....       | 115 |
| 4.6.2 可视电话实例 .....        | 116 |

#### 第5章 远程图像系统

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 5.1 远程教育系统 .....      | 118 |
| 5.1.1 远程教育系统的功能 ..... | 119 |
| 5.1.2 远程教育系统的构成 ..... | 120 |
| 5.1.3 远程教育系统的组网 ..... | 122 |
| 5.1.4 远程教育系统实例 .....  | 124 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 5.2 远程医疗系统 .....            | 128 |
| 5.2.1 简述 .....              | 128 |
| 5.2.2 组建远程医疗系统 .....        | 130 |
| 5.2.3 远程医疗系统中的信息技术 .....    | 131 |
| 5.2.4 基于会议电视的远程医疗系统 .....   | 134 |
| 5.3 远程监控系统 .....            | 136 |
| 5.3.1 远程监控系统的特点和功能 .....    | 136 |
| 5.3.2 系统组建方案 .....          | 140 |
| 5.3.3 基于 PSTN 的远程监控实例 ..... | 142 |

## 第 6 章 VOD 系统

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 6.1 VOD 系统的构成 .....             | 147 |
| 6.1.1 VOD 的业务功能和通信过程 .....      | 148 |
| 6.1.2 VOD 的结构和服务方式 .....        | 149 |
| 6.1.3 VOD 的标准化 .....            | 152 |
| 6.2 VOD 中的服务器和机顶盒 .....         | 153 |
| 6.2.1 VOD 视频流服务器 .....          | 154 |
| 6.2.2 VOD 机顶盒 .....             | 156 |
| 6.3 基于有线电视网的 VOD .....          | 157 |
| 6.3.1 有线电视网 .....               | 158 |
| 6.3.2 基于 CATV 的 VOD 综合信系统 ..... | 160 |
| 6.3.3 功能的进一步扩充 .....            | 164 |
| 6.4 基于 IP 的 VOD .....           | 164 |

## 第 7 章 数字电视系统

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 7.1 数字电视系统 .....           | 166 |
| 7.1.1 数字电视的清晰度和主要技术 .....  | 167 |
| 7.1.2 数字电视的优越性 .....       | 169 |
| 7.1.3 数字视频信源编码技术 .....     | 170 |
| 7.1.4 数字视频信道传输技术 .....     | 170 |
| 7.2 数字高清晰度电视 .....         | 171 |
| 7.2.1 DTV 和 HDTV 的发展 ..... | 173 |
| 7.2.2 HDTV 标准 .....        | 177 |
| 7.2.3 HDTV 系统的基本组成 .....   | 183 |
| 7.2.4 数字调制 .....           | 184 |
| 7.3 视频流媒体技术 .....          | 185 |

---

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 7.3.1 网络视频传输方式 ..... | 185 |
| 7.3.2 单播、广播和组播 ..... | 186 |
| 7.3.3 实时协议 .....     | 187 |
| 7.3.4 工作过程 .....     | 188 |
| 7.3.5 流媒体服务器 .....   | 189 |
| 7.4 交互式电视简介 .....    | 190 |
| 参考文献 .....           | 193 |

# 第1章 概 述

## 1.1 图像信息的特点

在日常的生活和工作中,人们经常接触的信息主要有三大类,它们分别是语音、文本和图像信息。其中,语音和简单的图像(图形)是人类最早应用于信息交流的一种方式。随着社会的发展,又出现了表达某种特定信息的符号,即文字、文本。这里所说的图像信息的特点,是和语音、文本信息相比较而言的,并且仅从人们对这些信息的发出、接受、理解和表达等方面有何不同这一角度出发的。

生活的经验表明,对语音信息的发出和接受,是需要经过一定的学习和实践的,要学习发音规则,要学习不同的音节所表达的具体含意,等等。因此,人们无论是说话(发出语音信息)或听话(接受语音信息),都必须通过大脑的思维,将不同的音节“转换”为不同的含意。很显然,大家都必须遵循同一“转换”规则,才能进行有效的信息交流。

与语音信息相类似,文本信息的交流更是需要经过人的思维“转换”和一套严密的“转换”法则,将不同的符号赋予不同的含意。为此,人们必须学习这些规则。一般说来,与语音信息相比,一方面,文本信息是语音信息的书写“符号”表达方式,所表示的意义和相应的语音一样。但文本信息的规则往往较语音信息的规则更为复杂和严格,它所表示的内容也更为精确。所以,各种法律文书,都是以文本的形式发布和记录。这些规则的不同,就形成了不同的语言和文字。不经过一定的学习,是不可能“听懂”或“读通”某一种语言或文字的,更不用说用这种语言或文字来表达自己的思想了。一般说来,人们学习文字规则,要比学习语音规则的难度要大。这就是长期以来,社会上一直存在为数众多的“文盲”,而很少见正常人是“语言”的现象的原因。而且,对于大多数人来说,一般只能掌握一两种语言或文字,对其它的语言或文字仍然是无能为力的。

再从人们接受或发出信息的方式来比较一下。人们在发言或聆听的过程中,基本上是一种“串行”的输入、输出方式。以发言为例,说话者必须一个字一个字地说,由若干个字形成一句话,由若干句话形成一段发言;不可能同时将这段话的每个字的所有的语音一并发出。当然,听话也是如此。文本信息的接受或发出方式也和语音差不多,文章必须一个字一个字、一句话一句话地写出来。读书也必须逐字、逐句地读。显然,这也是一种串行的信息交流方式。虽然有所谓“一目十行”之美谈,但这只是形容阅读之快,并不违背“串行”的阅读方式。

和语音、文本信息相比较,图像信息(这里主要指自然场景图像,不包括某些特殊的图形、标记或图标等)主要具有以下三方面的特点:

一是图像的直观性强。在一般情况下图像是外界场景的直接反映,它的内容和我们由眼睛直接观察到的、呈现在我们脑海里的图像非常接近;或者说我们摄取图像的方法本身就是受人眼获得图像的机理的启示。因而图像信息使我们一看就懂,直观性很强,几近于“所见即所得”,不需要经过人的思维的特别“转换”,几乎可以直接被人所理解。对于通常的自然景物的图像,人们不必经过特别的学习就能理解,而不像语音或文本那样,存在语种的差别。例如,对于风景照片,无论是中国人,还是外国人,大家一看就明白,不存在“看不懂”的问题。

二是图像信息的信息量特别大。俗话说“百闻不如一见”,它表明一幅图像带给我们的信息量是巨大的。例如,我们可以凭某人的一张照片在人群中识别出此人。但我们很难依据一篇描述此人的文章(尽管可以用成千上万的字来描述)来识别他。此外,“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。而不是一个像素一个像素地看,一行一行地看。可见,由于图像信息的直观和便于并行接受,所以尽管图像的信息量庞大,但人们的接受速度却没有问题。

三是图像信息(尤其是自然场景图像)的确切性不十分好,存在一定的模糊性,这是相对于语音和文本信息而言的。例如,面对同一幅图像,不同的观察者会有不同的理解和感受,甚至有可能给出不同的解释。如让他们写出各自观察的内容,则几乎是各不相同的。

归纳以上内容,可以清楚地看出图像信息的特点,如表 1.1 所示。图像信息的直观性强,易于为人们所接受,能表达语音或文本信息难以表达的东西,这些就是图像信息倍受人们欢迎的根本原因之一,也是图像通信近来得到迅速发展的根本动力之一。人们喜欢图像信息,喜欢图像信息的交流,如“千里眼”的传说就反映了长期以来人们的这种需求和喜好,只是受限于通信能力,难以实现这种愿望而已。至于为什么难以实现,这恰恰又要归结于图像信息的“信息量特别大”的特点,使得我们在实现了“顺风耳”(语音通信)以后的很长的一段时间内,也可以说迄今为止都没有很好地实现图像通信。因此,如何解决图像信息量特别大的问题,在图像通信这一技术领域始终是一个放在首位的问题。

表 1.1 三类信息的特点比较

| 信息类型 | 确切性 | 直观性 | 接受方式 | 信息量 | 易于理解程度  |
|------|-----|-----|------|-----|---------|
| 语音信息 | 中   | 中   | “串行” | 中   | 难(需转换)  |
| 文本信息 | 好   | 差   | “串行” | 小   | 较难(需转换) |
| 图像信息 | 差   | 好   | “并行” | 特大  | 易(无需转换) |

## 1.2 图像通信系统的组成

图像通信系统所传送的主要是人的视觉能够感知的图像信息,包括:自然景物、文字符号、动画图形等。在通信的发送端,首先由图像输入设备将光图像信息变为电信号,经光、电等传输媒体传送到通信的接收端,再将其恢复成视觉可以接收的光图像形式。和声音信息相比,图像信息具有直观性强、信息内容丰富等特点。因此,通信中引入图像信息

的传输,不仅大大地丰富了通信的内容,而且也更适合人们获取信息的生理、心理特点。例如把图像、声音等信息综合起来的声像或视听业务(Audio-Video Service)取代单一的电话通信方式后,使“只闻其声不见其容”的语音通信变为“既闻其声又见其容”的可视通信,通信过程更加自然生动,满足了人们进行“面对面”信息交流的愿望。

目前,从应用的角度来看,图像通信的方式按业务的性质可分为电视广播、可视电话、会议电视、远程教育、远程医疗、传真、图文电视、按需电视(VOD)、Web 视频等。随着计算机、电视与通信技术的结合,新的图像通信业务也将不断出现。若按照图像内容的性质划分,则可分为活动图像和静止图像通信两大类。由于图像信息具有信息量大的特点,图像通信需要占用比话音通信大得多的信道。为了使图像通信在大众中普及应用,就必须根据不同类型的图像的特点,采用行之有效的信息压缩方法,达到图像信息的高效传输。

数字图像通信系统模型的组成框图如图 1.1 所示。图中左边是发送端,右边是接收端。在发送端,输入的是数字图像信号,或者是模拟图像经过数字化后形成的数字图像。信源编码的作用是去除或减少图像信息中的冗余度,压缩图像信号的频带或降低其数码率,以达到经济有效地传输或存储的目的。经过压缩后的图像信号,由于去除了冗余度,相关性减少,抗干扰性能较差。为了增强其抗干扰的能力,通常可对其进行信道编码,如适当增加一些保护码(纠错码)等方法,可以显著提高抗干扰性能。最后,系统中的调制部分把信号变为更适宜于信道中传输的形式,常用的数字调制方式有  $m$ PSK、 $m$ QAM、 $m$ VSF、OFDM 等。在接收端,接收信号的解调、信道解码、信源解码等部分均为发送端相应部分的逆过程,这里不再赘述。有时,为了获得更好的图像质量,可在信源编码之前增加预处理,在显示部分之后增加后处理。

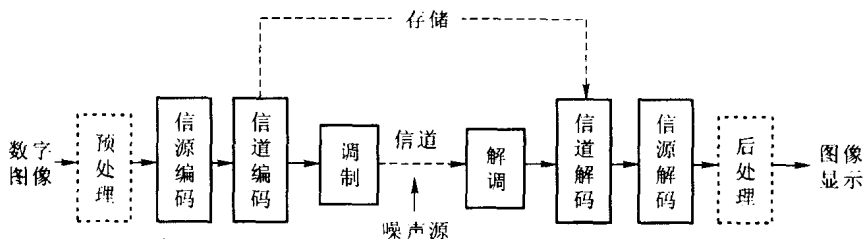


图 1.1 数字图像通信系统模型

通信信道一般可理解为传输图像信号的通信线路,但从广义上说,存储器也可看成信道,它也能将图像信息从一地传送到另一地,只不过不是实时的,而且是通过机械搬移的方法来实现的信息传送。

和以往的模拟系统相比,上述数字方式的图像传输系统具有以下几方面的优点:

(1) 可以多次中继传输而不致引起噪声的严重积累。因此适合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(传输码率)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通信。

(3) 易于与计算机技术结合,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性能。

(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。

## 1.3 图像的输入和输出

图像信息转化为电信号大体上有两种方式:一种是模拟方式,或称作模拟基带信号;另一种是数字方式,或称作数字基带信号。一般情况下是先将模拟基带信号数字化,形成数字基带信号。近来,有些图像设备,如数字摄像机、数字照相机等,它们可以直接输出数字化图像信号。这样一来,这些图像设备和其它数字设备的连接更加方便了,可以省去模数转换这一过程,既可缩小设备体积,降低设备成本,还可提高设备的可靠性。这里需要指出的是,如果说模拟基带信号还具有图像或语言信号特点的话,那么数字信号就基本上看不出图像或语言信号的特征,它们和其它数字信号的表现形式都一样,都是二进制的比特流。

### 1.3.1 图像的输入

数字视频信号可以有两种获得的途径,一种是直接的方式,另一种是间接的方式。所谓间接的方式是指将模拟视频信号数字化以后产生的数字视频,以前这是获得数字视频的唯一方法。近来,随着电子领域数字化的进程,开始并愈来愈多地出现直接输出数字图像的装置和设备。例如和计算机配合使用的彩色扫描仪输出的就直接是数字信号。再如,众多的数字摄像机的输出也是数字视频信号。这样的摄像机可以直接和数字图像设备相连接,而不需要经过 A/D 转换。可以预计,不久的将来,直接输出数字图像信号的设备一定会成为图像信号源的主流。

#### 1. 彩色扫描仪

扫描仪的主要作用是将纸质、胶片等介质上的图像、图形或文字采集下来,进行数字化处理以后通过和计算机的接口送到计算机存储、显示或处理。因此,扫描仪是一种静止画面的采集设备,为计算机提供数字化的静止图像信号。有些扫描仪本身还具有图像压缩功能,以减少图像输出的数据量,如它可输出经 JPEG 标准压缩后的图像数据。

扫描仪是集光、机、电于一体的产品,其核心部件是 CCD(Charged Coupled Device,电荷耦合器件),主要完成光电转换。除了 CCD 以外,它的组成部分还有光源、透镜、A/D 转换、信号处理电路及机械传动等机构。扫描时,从光源发出的光照在图片上,光电转换器 CCD 接收从图像反射回来的光,并把它转换为模拟电信号,经过 A/D 转换,变成数字信号送给计算机。被扫描的图像不同,反射光的强弱和颜色就不同,因而就可得到不同颜色和灰度的图像。

常见的彩色扫描仪是利用一个白色光源和一个可旋转的红、绿、蓝三色滤色片,分别

产生三色光源,经过三次扫描,每次分别得到待输入原稿中的红、绿、蓝色成分,再经过红、绿、蓝三基色套色合成为 RGB 彩色图像数据。每一次扫描过程类似于灰度扫描仪。若每次扫描 CCD 能分辨 8 位 256 等级灰度,在扫描图像中的每个像素经 RGB 三基色合成后即以 24 位真彩色数据在计算机中表示。

还有一种彩色扫描仪利用三个独立的红、绿、蓝光源一次完成扫描,其基本原理与上述的三次扫描的方法没有大的区别。所不同的是在每次扫描过程中,独立的三色光源按红、绿、蓝依次闪烁,一次就捕获 RGB 三色数据。这种方法可避免三次扫描时每次扫描机械传动的微小差别而造成的像素不准问题。但由于使用了三色光源,会造成三基色套色不准的毛病。

衡量扫描仪的好坏的一个主要指标是它的分辨率。分辨率表示扫描仪对图像细节的表现能力,通常用每英寸长度上扫描图像点数(DPI)表示,分辨率越高,图像越清晰。目前多数扫描仪的分辨率一般在 1 200 DPI 以上。

## 2. 摄像机

摄像机是图像信号的一个主要来源,尤其是活动图像信号几乎都来自摄像机。应用最早的是模拟摄像机,它输出的视频信号可以是标准的复合视频信号,也可以是 RGB 分量视频信号。此外,还有一种亮色分离的 S-video 视频信号。摄像机按照其所用的光电转换器件的不同可分两大类:一类是早期采用的光导管摄像机;另一类是现在最常用的 CCD 摄像机。

CCD 摄像机的核心部分是平面固态阵列,由若干行、若干列的离散硅成像元素排列而成。各自独立的硅成像单元又叫感光基元(photosites),它能产生与输入光强成正比的输出电压。通常,CCD 摄像机的感光阵列的大小为 1/2 英寸、3/4 英寸或 1 英寸。摄像机所对准的场景的光线通过镜头聚焦投射到阵列上,每个感光基元由于光照的作用而产生出不同的输出电压。这些电压通过适当的逻辑电路,按照逐单元、逐行的顺序,在一帧的时间内将整个阵列的所有基元的电压送出,形成标准的视频信号。平面阵列中每一行的基元数的多少和行数的多少决定了所摄图像的清晰度的高低。常用的 CCD 摄像机的分辨率为  $512 \times 512$ 、 $1\,024 \times 1\,024$  数量级,精度高达  $4\,096 \times 4\,096$  的 CCD 摄像机也已投入实用。

由于数字化的优越性和通信环境数字化的进展,数字摄像机的出现打破了多年来模拟摄像机占绝对优势的局面,并且其发展速度非常快,数字摄像、数字录像必将逐步取代模拟摄像和模拟录像。数字摄像机的种类较多,常见的有三类:一类是输出 ITU-R601 标准数字视频的摄像机,这类摄像机输出的数字视频质量高,但它们价格也较贵,一般用于电视演播室;另一类数字摄像机输出的是经压缩的数字视频,通常它们是摄录一体化的机型(如 DV 格式的摄录一体化机),即可以同时将摄取的内容记录在数字磁带录像机上,它们的体积小,价格只比同等的模拟摄像机稍贵一些,因此这一类数字摄像机应用最为广泛;第三类是一种简易型的数字摄像头,可以用于要求不高的办公室环境或家庭环境。

随着数字视频(DV: Digital Video)的标准被国际上几十个大电子制造公司统一,数字视频正逐步进入各个视频应用领域,其中最典型的代表是 DV 标准的数字摄录机。DV 摄像机是将通过 CCD 转换光信号得到的视频信号进行 A/D 转换成数字视频信号,然后再经过数字信号处理、数据压缩,最终可输出经压缩的数字视频信号(如压缩比为 5:1 左右)。