

21世纪高等学校电子信息工程规划教材

图像通信原理与技术

娄 莉 编著

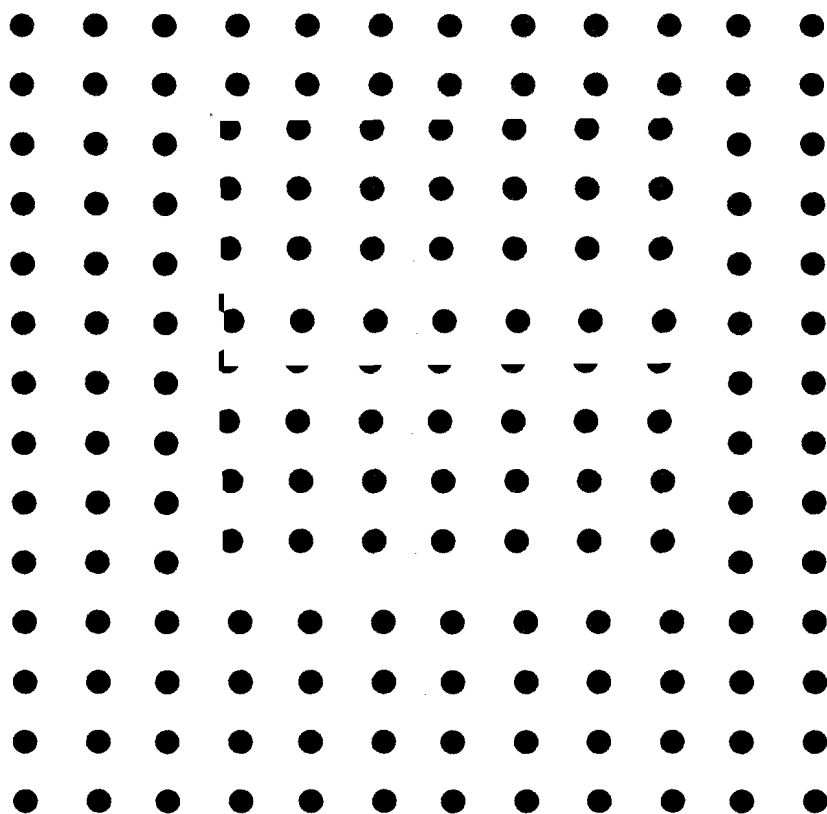
清华大学出版社



21 世纪高等学校电子信息工程规划教材

图像通信原理与技术

娄 莉 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书讲述了图像通信的基本原理、基本技术和目前广泛使用的图像通信系统,充分分析了图像通信的理论基础,反映了当代图像通信发展的新技术。

全书共分为8章,对基本原理和技术分析的同时涉及模拟图像通信和数字图像通信,并以数字图像的分析为主。具体内容包括图像与数字图像通信、图像分析与正交变换、图像压缩编码、静止图像编码、活动图像编码、图像通信中的信道编码与传输技术、图像编码方法的新进展和数字图像通信系统。

本书适合作为通信工程、电子信息工程、电子信息科学与技术、计算机科学与技术及相关专业本科生或研究生的专业课教材或教学参考书,也可供从事图像通信、图像处理、数字电视、多媒体通信等领域的科技人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

图像通信原理与技术/娄莉编著. —北京:清华大学出版社,2010.6

(21世纪高等学校电子信息工程规划教材)

ISBN 978-7-302-22266-8

I. ①图… II. ①娄… III. ①图像通信—高等学校—教材 IV. ①TN919.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第047670号

责任编辑:郑寅堃 李玮琪

责任校对:梁毅

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:14.25 字 数:351千字

版 次:2010年6月第1版 印 次:2010年6月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:23.00元

产品编号:028725-01

出版说明

随着我国高等教育规模的扩大和产业结构调整的不断深入,社会对高层次应用型人才的需求将更加迫切。各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,合理调整和配置教育资源,在改革和改造传统学科专业的基础上,加强工程型和应用型学科专业建设,积极设置主要面向地方支柱产业、高新技术产业、服务业的工程型和应用型学科专业,积极为地方经济建设输送各类应用型人才。各高校加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的力度,从而实现传统学科专业向工程型和应用型学科专业的发展与转变。在发挥传统学科专业师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势的同时,不断更新其教学内容、改革课程体系,使工程型和应用型学科专业教育与经济建设相适应。

为了配合高校工程型和应用型学科专业的建设和发展,急需出版一批内容新、体系新、方法新、手段新的高水平电子信息类专业课程教材。目前,工程型和应用型学科专业电子信息类专业课程教材的建设工作仍滞后于教学改革的实践,如现有的电子信息类专业教材中有不少内容陈旧(依然用传统专业电子信息教材代替工程型和应用型学科专业教材),重理论、轻实践,不能满足新的教学计划、课程设置的需要;一些课程的教材可供选择的品种太少;一些基础课的教材虽然品种较多,但低水平重复严重;有些教材内容庞杂,书越编越厚;专业课教材、教学辅助教材及教学参考书短缺,等等,都不利于学生能力的提高和素质的培养。为此,在教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议下,清华大学出版社组织出版本系列教材,以满足工程型和应用型电子信息类专业课程教学的需要。本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点:

(1) 系列教材主要是电子信息学科基础课程教材,面向工程技术应用的培养。本系列教材在内容上坚持基本理论适度,反映基本理论和原理的综合应用,强调工程实践和应用环节。电子信息学科历经了一个多世纪的发展,已经形成了一个完整、科学的理论体系,这些理论是这一领域技术发展的强大源泉,基于理论的技术创新、开发与应用显得更为重要。

(2) 系列教材体现了电子信息学科使用新的分析方法和手段解决工程实际问题。利用计算机强大功能和仿真设计软件,使电子信息领域中大量复杂的理论计算、变换分析等变得快速简单。教材充分体现了利用计算机解决理论分析与解算实际工程电路的途径与方法。

(3) 系列教材体现了新技术、新器件的开发应用实践。电子信息产业中仪器、设备、产品都已使用高集成化的模块,且不仅仅由硬件来实现,而是大量使用软件和硬件相结合的方法,使产品性价比很高。如何使学生掌握这些先进的技术、创造性地开发应用新技术是本系列教材的一个重要特点。

(4) 以学生知识、能力、素质协调发展为宗旨,系列教材编写内容充分注意了学生创新能力和实践能力的培养,加强了实验实践环节,各门课程均配有独立的实验课程和课程

设计。

(5) 21 世纪是信息时代,学生获取知识可以是多种媒体形式和多种渠道的,而不再局限于课堂上,因而传授知识不再以教师为中心,以教材为唯一依托,而应该多为学生提供各类学习资料(如网络教材,CAI 课件,学习指导书等)。应创造一种新的学习环境(如讨论,自学,设计制作竞赛等),让学生成为学习主体。该系列教材以计算机、网络和实验室为载体,配有多种辅助学习资料,可提高学生兴趣。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校电子信息工程规划教材编委会

联系人: 魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

随着微电子技术、计算机技术、多媒体技术和通信网络技术的飞速发展,图像通信这一新兴的技术领域,进入了一个飞速发展的时期。为了适应社会对于图像通信技术领域人才的迫切需要,通信类、电子信息类和计算机类等许多专业都纷纷开设了图像通信课程。为了适应不同专业的教学需要,特意编写了本书。

全书共分为 8 章,第 1 章是概述,主要讲述图像及其特点、图像的分类及表示方法、图像通信系统的基本构成、图像的输入输出方法等。第 2 章主要讲述图像的分析方法、正交变换技术和图像的统计特性等内容,是全书的数学基础。第 3 章介绍的是如何以尽量少的数据量来表示一幅图像,主要包括 Huffman 编码、游程编码、算术编码和 LZW 字典编码。第 4 章主要是针对无失真编码范畴,包括率失真理论、预测编码、变换编码、灰度图像编码和矢量量化编码等。第 5 章主要讲述活动图像及其数字化、帧内预测编码、帧间预测编码和混合编码。第 6 章包括 3 部分内容:一是信道编码,包括线性分组码、循环码、BCH 码、交织码、卷积码、TCM 码、Turbo 码、LDPC 码、自动请求重传(ARQ)方式、多描述编码、信源信道联合编码以及解码端的差错控制技术;二是图像通信中的传输技术,图像信号的模拟调制方式,主要包括双边带调幅、单边带调幅和残留边带调幅,数字调制包括四相相移键控、正交振幅调制、残留边带调制以及正交频分复用;三是图像信号的传输方式,包括微波传输、卫星传输、光纤传输、光纤同轴混合系统和无线传输等。第 7 章包括两部分内容:一是介绍几种新型图像编码方式,包括子带编码、小波变换编码、分形编码、模型基图像编码等;二是对国际编码压缩标准的发展进行介绍。第 8 章介绍了几种实用的数字图像通信系统,包括视频会议系统、远程图像系统、数字电视系统、VOD 系统、流媒体及 IPTV。希望通过本教材,使学生对图像通信的原理与技术有一个较全面的认识,并掌握一些典型的图像压缩编码方法。

使用本教材时,可根据不同的教学内容适当取舍内容,灵活安排讲课学时。例如,对通信工程专业的参考学时是 64 学时,各章的学时分配为:第 1 章 4 学时,第 2 章 10 学时,第 3 章 10 学时,第 4 章 6 学时,第 5 章 6 学时,第 6 章 12 学时,第 7 章 4 学时,第 8 章 4 学时,留出 8 学时做实验。对电子信息类和计算机类的参考学时可选 48 或 36 学时,第 7 章、第 8 章不讲,目录中标有 * 的章节为选讲内容。

本书在编写过程中参考了国内外出版的大量文献、书籍及网站等资料,这些资料在本书的参考文献中已尽量列出。但由于编写时间较长,有些通过网络查找的资料和文献没有详细的原始出处,可能还会遗漏一些文献和书籍的著录,在此表示歉意。同时对这些作者在图像通信教学方面的开创性工作和辛勤总结的成果表示敬意。

本书由娄莉编写,冯建利对 1~4 章进行了后期校对,段沛沛对 5~8 章进行了后期校对,卢胜男对 1~8 章进行了整体校对。在本书的出版过程中,得到了清华大学出版社编辑的诸多帮助,在此表示感谢;同时作者衷心感谢曾对本书的写作给予各种鼓励、支持和帮助的西安石油大学计算机学院的各位老师。由于编者水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,恳请读者批评指正。

娄 莉

2010 年 1 月于西安石油大学

目 录

第 1 章 图像与数字图像通信	1
1.1 图像及其特点	1
1.2 图像的分类及表示方法	2
1.2.1 图像的分类	2
1.2.2 图像的表示方法	3
1.3 图像通信系统的基本构成	3
1.3.1 模拟图像通信系统的组成	3
1.3.2 数字图像通信系统的组成	4
1.4 图像处理系统及外围设备	5
1.4.1 图像处理的输入设备	5
1.4.2 图像处理的输出设备	6
1.4.3 图像数据的存储设备	6
1.5 图像通信的发展历程	6
1.6 图像通信的发展方向	7
1.7 图像信息的接受与质量测度	8
1.7.1 人眼的构造	8
1.7.2 视觉特性	9
1.7.3 视觉模型	11
1.7.4 图像的质量测度	12
思考题	13
第 2 章 图像分析与正交变换	14
2.1 二维傅里叶变换	14
2.1.1 二维线性位移不变系统	14
2.1.2 空间频率响应及其物理意义	15
2.1.3 二维傅里叶变换	16
2.2 图像信号的分析	19
2.2.1 图像的扫描与抽样	19
2.2.2 二维抽样定理	20
2.2.3 图像的量化	22

2.3	正交变换	26
2.3.1	二维离散线性变换	26
2.3.2	二维离散傅里叶变换	28
2.3.3	二维离散余弦变换	38
2.3.4	正交变换的性质	41
2.4	图像的统计特性	42
2.4.1	图像的空间域统计特性	42
2.4.2	图像的频率域统计特性	43
2.4.3	图像差值信号的统计特性	44
	思考题	45
第3章	图像压缩编码	46
3.1	图像压缩编码的分类	46
3.2	数据压缩与信息论基础	47
3.2.1	数据压缩与数据冗余	47
3.2.2	图像压缩编码系统的基本构成	48
3.2.3	信息论基础	49
3.3	霍夫曼编码	54
3.4	游程长度编码	57
3.4.1	二值图像的游程编码	58
3.4.2	一维游程编码	58
3.4.3	二维游程编码	62
3.4.4	游程编码综述	62
3.5	算术编码	62
3.5.1	算术编码原理	63
3.5.2	算术码分析	66
3.5.3	算术编码的效率	68
3.6	LZW 字典编码	68
	思考题	71
第4章	静止图像编码	72
4.1	率失真理论	72
4.2	预测编码	73
4.2.1	无损预测编码	73
4.2.2	有损预测编码	74
4.2.3	最佳线性预测	76
4.2.4	自适应预测编码	77
4.3	变换编码	77
4.3.1	变换编码的基本原理	77

* 4.3.2	K-L 变换	79
* 4.3.3	沃尔什-哈达玛变换	79
4.3.4	变换编码系统	81
4.3.5	DCT 实际应用举例	85
4.3.6	编码比特率的控制	93
4.4	灰度图像编码	93
4.4.1	方块编码	93
4.4.2	比特平面编码	96
4.4.3	抖动图像编码	98
* 4.5	矢量量化编码	98
4.5.1	编码过程	99
4.5.2	码书的设计	99
	思考题	99
第 5 章	活动图像编码	101
5.1	活动图像及其数字化	101
5.1.1	电视的基本理论	102
5.1.2	电视制式	107
* 5.1.3	采样格式	108
* 5.1.4	输入图像格式	109
5.2	帧内预测编码	110
5.2.1	电视帧内编码	110
5.2.2	降低数码率的措施	111
5.3	帧间预测编码	112
5.3.1	帧间线性预测	113
5.3.2	运动估计与补偿	113
5.4	混合编码	118
	思考题	118
第 6 章	图像通信中的信道编码与传输技术	119
6.1	信道编码	120
6.1.1	前向差错控制技术	120
6.1.2	纠错码的分类	121
* 6.1.3	容错编码	137
* 6.1.4	解码端差错控制	139
6.2	图像通信中的传输技术	140
6.2.1	图像信号的模拟调制方式	140
6.2.2	数字信号传输	144
6.3	图像信号的传输方式	150

6.3.1	微波传输	151
6.3.2	卫星传输	152
6.3.3	光纤传输	152
6.3.4	光纤同轴混合系统	153
6.3.5	无线传输	154
思考题		154
第7章 图像编码方法的新进展		157
7.1	子带编码	157
7.1.1	基本编码原理	157
7.1.2	子带分解与重建	158
7.1.3	抽样信号的频谱分析	158
7.1.4	正交镜像滤波器	160
7.1.5	图像的子带分解	160
7.2	小波变换编码	161
7.2.1	传统傅里叶变换的不足及与小波变换的比较	162
7.2.2	小波变换的概念	164
7.2.3	小波变换的特点	165
7.2.4	小波在图像处理中的应用	165
*7.3	提升小波编码	169
*7.4	嵌入式零树小波编码	170
*7.5	分形图像编码	172
7.5.1	分形的概念及其特性	172
7.5.2	分形图像编码的数学基础	172
7.5.3	分形图像编解码方法	173
*7.6	模型基图像编码	174
7.6.1	简介	174
7.6.2	物体基图像编码	175
7.6.3	知识基、语义基编码	175
7.7	国际图像压缩标准	177
7.7.1	二值图像压缩国际标准	177
7.7.2	静止图像压缩国际标准	179
7.7.3	运动图像压缩国际标准	181
*7.8	多媒体国际标准	187
7.8.1	MPEG-7	187
7.8.2	MPEG-21	188
思考题		189

第 8 章 数字图像通信系统	190
8.1 视频会议系统	190
8.1.1 多点控制单元的原理	190
* 8.1.2 视频会议标准体系	191
* 8.1.3 视频会议系统的发展趋势	194
8.2 远程图像系统	195
8.2.1 远程教育系统	195
8.2.2 远程医疗系统	196
8.2.3 远程监控系统	197
8.3 数字电视系统	198
8.3.1 数字电视系统	198
8.3.2 数字高清晰度电视	200
8.3.3 数字机顶盒	201
* 8.3.4 下一代数字电视的技术发展方向	202
8.4 视频点播系统	203
8.4.1 VOD 系统的组成及工作原理	203
8.4.2 VOD 系统的典型通信流程	204
8.5 流媒体	205
8.5.1 概述	205
8.5.2 流媒体的基本结构和关键技术	205
* 8.5.3 流媒体开发平台简介	208
* 8.6 IPTV 技术	208
思考题	209
参考文献	210

第 1 章 图像与数字图像通信

通信在现代信息社会中起着非常重要的作用,随着科技发展和人类进步,通信的内容不断发展和丰富。人们对通信业务种类的需求也日益增加,从模拟通信到数字通信,从语音通信到图像通信。由于图像通信技术与图像处理技术的强大生命力,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。

本章主要讨论图像及其特点、图像的分类及表示方法、图像通信系统的基本构成、图像的输入输出方法、图像通信的发展历程以及图像的接收与质量测度。

1.1 图像及其特点

要想了解图像通信,首先来分析图像的概念。通常将图像分成两部分来理解,即“图”和“像”。图(picture 或 graphic)表示用手描绘或用摄影器材拍摄得到的人物、景物等相似物;而像(image)表示直接或间接得到的人或景物的视觉印象。将“图”和“像”结合起来,通常这样来描述图像: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。

人们之所以将图像通信作为重点来研究,是因为日常通过感觉器官收集到的各种信息中最主要的是视觉信息和听觉信息。据一些学者估计,视觉约占全部信息的 60%,听觉占 20%,触觉占 15%,味觉占 3%,嗅觉占 2%。可见,视觉信息占据了人们收集的信息中的大部分。和听觉信息相比,视觉信息及图像信息具有以下优点。

1. 更直观和确切

通过视觉获得的信息往往比通过听觉或其他途径获得的信息更加直观,印象更为深刻,易于理解,产生的效果更好。俗话说,耳听为虚,眼见为实。同样的内容由视觉获得比通过听觉获取更容易确认,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。

2. 高效率性

通过视觉获取信息比听觉等其他途径效率更高,由于视觉器官具有较高的图案识别能力,人们可在很短的时间内,通过视觉接收到比声音多得多的大量信息。例如用语言来解释某种产品的内部结构,需要相当长的时间,但观看实物结构后,往往很快就明白了,百闻不如一见,也说明了这个道理。

3. 与多种业务的结合能力

随着人们对通信业务多样性要求的不断提高,要求通信业务与多种业务结合的能力越来越强,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、远程监控等各种各样的业务要求。

由于图像信息具有上述一系列优点,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。

1.2 图像的分类及表示方法

1.2.1 图像的分类

图像一般是作为具有一定的时间和空间频率能谱的信息来处理的,时间和空间能谱定义是在统计方面处理图像。可以按照图像的传输方式、表现形式以及生成方法进行各种不同的分类。

1. 按照图像信号的传输方式分类

- (1) 模拟图像。指在空间和亮度上连续取值的图像。
- (2) 数字图像。如果对连续图像在空间、亮度上进行离散化,就成为数字图像,这也是唯一能够用计算机进行处理的图像形式。

2. 按照图像的存在形式分类

- (1) 实际图像。是物质或能量的一种分布,通常是二维分布的。它又可分为可见图像和不可见图像,可见图像是指人眼能够看到并接受的图像,包括照片、绘画、图纸等图片和由光学镜头、光栅和衍射图生成的光学图像等。不可见图像如温度、压力、高度和人口密度分布图等。
- (2) 抽象图像。指数学函数图像,包括连续函数和离散函数等。

3. 按照图像的光谱特性分类

- (1) 二值图像。图像 $f(x, y) = 0$ 或 1,例如文字、线形图等。
- (2) 灰度图像。 $0 \leq f(x, y) \leq 2^n - 1$,每个像点只有一个亮度值。例如黑白照片、黑白电视机画面等。
- (3) 彩色图像。彩色图像又称为多光谱图像,通常用三基色分量图像或亮度与色度分量图像联合表示,图像上的每个点有多于一个的局部性质。例如,在彩色摄影和彩色电视中重现的所谓三基色(红、绿、蓝)图像,每个像点就有分别对应三个基色的三个亮度值。

4. 按照图像是否随时间而变化分类

- (1) 活动图像。指随时间而变化的图像。例如电影和电视画面等。
- (2) 静止图像。指不随时间而变化的图像。例如各类静止图片等。

综上所述,一幅图像通常可用这样一个分布函数 $A(x, y, z, t)$ 来表示,其中, (x, y, z) 表示像点的空间坐标,而 t 表示时间。如果忽略时间因素,即将图像按静止图像来处理,并简化为二维图像,就会得到一个研究图像的基本形式为

$$f(x, y) = \int_0^{\infty} A(x, y, \lambda) E(\lambda) d\lambda \quad (1-1)$$

式中, A 是视觉对象的辐射能量; λ 是波长; 而 $E(\lambda)$ 代表波长为 λ 的单位辐射能量所产生的等效亮度,称为亮度敏感函数。对于彩色图像,通常可按照三基色原理分解为红、绿、蓝三个单色图像分量,即

$$\begin{aligned} f_R(x, y) &= \int_0^{\infty} A(x, y, \lambda) E_R(\lambda) d\lambda \\ f_G(x, y) &= \int_0^{\infty} A(x, y, \lambda) E_G(\lambda) d\lambda \\ f_B(x, y) &= \int_0^{\infty} A(x, y, \lambda) E_B(\lambda) d\lambda \end{aligned} \quad (1-2)$$

式中, $E_R(\lambda)$ 、 $E_G(\lambda)$ 和 $E_B(\lambda)$ 分别代表波长为 λ 的单位辐射能量所产生的等效红、绿、蓝分量的强度。

1.2.2 图像表示方法

对于一幅实际图像 $f(x, y)$, 在空间和亮度上的取值都是受限的, 即满足:

$$0 \leq f(x, y) \leq f_{\max} \quad (1-3)$$

及

$$\begin{aligned} x_{\min} &\leq x \leq x_{\max} \\ y_{\min} &\leq y \leq y_{\max} \end{aligned} \quad (1-4)$$

这一性质称为图像的有界性和非负性。

通常, 数字图像可以用一个二维序列表示:

$$f(x, y), x = 0, 1, 2, \dots, M-1; y = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (1-5)$$

也可以表示为一个 M 行 N 列的矩阵:

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \cdots & f(0, N-1) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \cdots & f(1, N-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1, 0) & f(M-1, 1) & \cdots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix} \quad (1-6)$$

还可将以上矩阵按行或按列堆叠为一个一维的矢量。

$$\mathbf{F} = [f(0, 0) f(0, 1) \cdots f(0, N-1) \cdots f(M-1, 0) f(M-1, 1) \cdots f(M-1, N-1)]^T \quad (1-7)$$

图像的这几种表示方法在后续几章中均要用到。

1.3 图像通信系统的基本构成

1.3.1 模拟图像通信系统的组成

我国的广播电视系统采用的就是模拟图像通信系统, 它的组成方框图如图 1-1 所示。

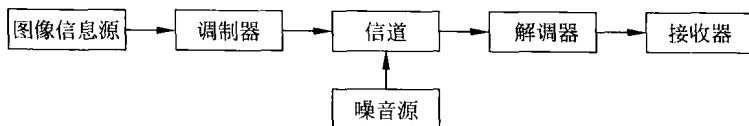


图 1-1 模拟图像通信系统

与语音通信系统的组成类似,只是在图像通信系统中,信息源变成了图像信息源,作用是进行光电变换后得到图像信息,完成光电变换的设备也称为图像通信系统的输入设备。

信号的接收器即信宿,充当图像系统信宿的大多是图像显示器,显示被复原的图像,也称为图像的输出设备。

调制器完成频谱变换的作用,使图像信号更适合在信道中传输。常用的调制方式为残留边带调制和调频。

1.3.2 数字图像通信系统的组成

数字图像通信系统的组成方框图如图 1-2 所示。

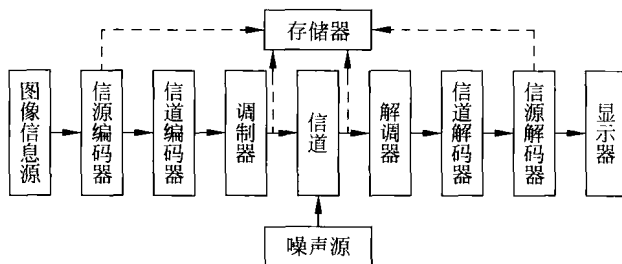


图 1-2 数字图像通信系统

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。这样当图像信号通过信道传输时,可以提高存储介质(例如磁带、磁盘)的利用率。在数字图像通信系统中,由信息源送给信源编码器的图像信号可以是模拟的,也可以是经过抽样和量化后的数字信号。信道编码器的作用与话音通信系统相同,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、调频和调相三种方式。

信源编码包括三个过程:抽样、量化和编码。根据抽样定理,将连续图像转化为离散图像,经过抽样的图像,只是在空间上离散的像素阵列,而每一个像素的亮度值还是一个连续量,接着按照允许的误差将样值脉冲进行量化分层,用四舍五入的方法将样值用最接近的分层级代替,再把它转化为有限个离散值,并对其进行编码。

在采样过程中形成了图像中的一个一个点,称为像素或像点(pixel),对于模拟图像,图像可以看做由无限多个像素组成;对于数字图像,图像是由有限个像素组成。图像在每个点上的取值称为图像在该点上的亮度或灰度。一幅数字图像所占的总数据量由其总像素数

和表示每个像素的灰度所需的二进制位数(即比特数)决定。例如,一幅 (256×256) 点的数字图像,如果具有256个灰度级,即每个像素用8比特(一个字节)表示,那么,其总数据量就是64KB(即 $256 \times 256 \times 1 = 65\,536$)。再如电视信号带宽为6MHz,进行数字化后,抽样频率应大于12MHz,若用PCM对其进行编码,每个样值要求用8比特表示(8比特/像素),则电视信号的数码率将达到100Mbps(即 $8 \times 12 = 96\text{Mbps}$),这样高的数码率要求信道容量大,所需代价高,对传输不利。如图1-3所示的就是两幅数字图像。



图 1-3 两幅数字图像

数字图像通信系统与模拟通信系统相比具有一系列的优点:如不会引起长途传输多次中继导致的噪声积累,有利于压缩编码,适用于多种抗干扰编码技术,易于保密通信,易于计算机联网等,但也有一定的缺点,即占用信道频带较宽。

通过以上分析发现,数字图像所占的数据量大,需要对图像信号进行压缩,降低数码率,以利于图像的传输和存储。这是图像通信领域中需要解决的主要问题之一。后续的章节将详细阐述图像压缩编码的基本理论和基本方法。

* 1.4 图像处理系统及外围设备

图像处理技术发展很快,图像处理及传输的目的和用途也多种多样,但其基本的硬件结构都如图1-4所示,由图像处理主机、输入设备、输出设备和存储设备组成,下面分别介绍。

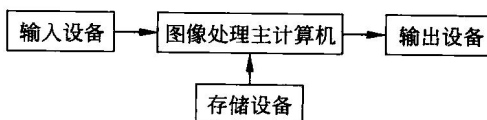


图 1-4 图像处理系统的构成

1.4.1 图像处理的输入设备

将景物或模拟图像转换为数字图像是计算机处理、编码和传输中首先要解决的问题。这一任务是由图像的输入设备完成的。

常用的输入设备有摄像机、照相机、各种扫描器(仪),以及光敏二极管矩阵图像传感器等。摄像机中常用的是利用硅靶管制成的光电导型摄像机,它的原理是:当光照射在靶面