

清华大学信息科学技术学院教材——信息与通信工程系列

图像信息系统原理

Principles of Image
Information Systems

谭耀麟 编著

Tan Yaolin

清华大学出版社

清华大学信息科学技术学院教材——信息与通信工程系列

图像信息系统原理

Principles of Image Information Systems

谭耀麟 编著

Tan Yaolin

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

图像信息系统设计参数的选择和图像处理方法的指导原则都离不开图像的视觉原理、色度学原理和扫描原理,以及图像信息的基础理论,本书主要介绍这些基本原理。它从图像与网络结合的视角,重点介绍了视频系统的组成原理,并扩展到计算机多媒体、遥感、医学等应用。在内容上本书共分为7章:第1章介绍信息媒体和图像信息的概念;第2章介绍图像的视觉特性和光度学;第3章介绍色度学、扫描原理和视频信号;第4章介绍彩色电视制式和图像压缩编码;第5章介绍电视、遥感以及医学图像应用系统;第6章介绍图像的输入、输出和记录设备;第7章介绍图像信息的基础理论。各章均配有习题和思考题,它们大部分是从图像工程实践中总结和提取的,贴近于实用。

本书从图像系统硬件组成的角度出发,全面系统地介绍图像信息系统的原理,适合作为高等学校电子信息类专业的本科教材,也可以作为电视以及视频应用、计算机多媒体等图像处理领域的科技人员的参考用书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

图像信息系统原理/谭耀麟编著. —北京:清华大学出版社,2006.10

(清华大学信息科学技术学院教材·信息与通信工程系列)

ISBN 7-302-13388-3

I. 图… II. 谭… III. 图像处理—信息系统—高等学校—教材 IV. TN919.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 077577 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 陈国新

文稿编辑: 李玮琪

印 刷 者: 北京密云胶印厂

装 订 者: 三河市化甲屯小学装订二厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×230 印张: 23 字数: 488 千字

版 次: 2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-13388-3/TP·8400

印 数: 1~3000

定 价: 32.00 元

《清华大学信息科学技术学院教材》

编 委 会

(以姓氏拼音为序)

主 任: 郑大钟

副 主 任: 蔡鸿程 邓丽曼 胡事民 任 勇 章 征

王希勤 王 雄 余志平

编 委: 高文焕 华成英 陆文娟 王诗宓 温冬婵

萧德云 谢世钟 殷人昆 应根裕 郑君里

郑伟民 周立柱 周润德 朱雪龙

秘 书: 王 娜

责任编辑: 马瑛珺 王一玲 陈国新 邹开颜

出版说明

本套教材是针对清华大学信息科学技术学院所属电子工程系、计算机科学与技术系、自动化系、微电子研究所、软件学院的现行本科培养方案和研究生培养计划的课程设置而组织编写的。这些培养方案和培养计划是基于清华大学对研究型大学的定位和对研究型教学的强调,吸纳多年来在教学改革与实践中所取得的成果和形成的共识,历经多届试用和不断修订而形成的。贯穿于其中的“本科教育的通识性、培养模式的宽口径、教学方式的研究型、专业课程的前沿性”的相关思想是我们组编本套教材所力求体现的基本指导原则。

本套教材以本科教材为主并适量包括研究生教材。定位上,属于信息学科大类中各个基本方向的基本理论和前沿技术的一套高等院校教材。层次上,覆盖学院公共基础课程、专业技术基础课程、专业课程、研究生课程。领域上,涉及6个系列14个领域,即学院公共基础课程系列,信息与通信工程系列(含通信、信息处理等领域),微电子光电子系列(含微电子、光电子等领域),计算机科学与技术系列(含计算机科学、计算机网络与安全、计算机应用、软件工程、网格计算等领域),自动化系列(含控制理论与控制工程、模式识别与智能控制、检测与电子技术、系统工程、现代集成制造等领域),实验实践系列。类型上,以文字教材为主并适量包括多媒体教材,以主教材为主并适量包括习题集、教师手册等辅助教材,以基本理论和工程技术教材为主并适量包括实验和实践课程教材。列入这套教材中的著作,大多是清华大学信息科学技术学院所属系所院开设的课程中经过较长教学实践而形成的,既有多年教学经验和教学改革基础上新编著的教材,也有部分已出版教材的更新和修订版本。教材在总体上突出求新与求实的风格,力求反映所属领域的基本理

论和新进展,力求做到学科先进性和教学适用性的统一。

本套教材的主要读者对象为电子科学与技术、信息与通信工程、计算机科学与技术、控制科学与工程、系统科学、电气工程、机械工程、化学与技术工程、核能工程等相关理工专业的大学生和研究生,以及相应领域和部门的科学工作者和工程技术人员。我们希望,这套教材既能为在校大学生和研究生的学习提供内容先进、论述系统和适于教学的教材或参考书,也能为广大科学工作者与工程技术人员知识更新与继续学习提供适合的和有价值的进修或自学读物。我们同时要感谢使用本系列教材的广大教师、学生和科技工作者的热情支持,并热忱欢迎提出批评和意见。

《清华大学信息科学技术学院教材》编委会

2003年10月

前言

Preface

美国著名的未来学家 Alvin Toffler 在他的《力量转移》一书中指出：以信息为基础创造财富体系的崛起是当代经济方面最重要的事情，知识已成军事和经济中最重要的因素。在当今综合国力的竞争中，谁掌握信息并使之转化为经济优势，谁就将取得胜利。

目前，以数字技术、网络技术和多媒体技术为代表的信息技术革命正把人类社会由工业化带入崭新的信息时代，它广泛而深刻地影响着人类的生产方式、生活方式和思维方式，影响着包括文化生活在内的社会生活的各个领域和各个层面。

图像是视觉信息，人们通过可视能够有效地组织与提取有用信息，利用可视化可以有效地表示信息。因此，在人类获取的信息中，图像信息就占到 70%~80%。例如电视、电影、网络多媒体、办公自动化、计算机辅助设计与制造、多媒体教学、遥感、监控、地理信息系统、影像诊断、机器人等都涉及图像信息，我们每一天都离不开它们。图像技术作为信息时代的核心技术之一，已经融入国民经济和社会的各个领域，并深刻影响着人们的生活。为了更好地适应和指导工作，为了提高和丰富生活的品质，人们需要了解图像信息和图像系统的基本原理。这将为我们研究和设计更多更好的图像信息系统，为加速我国信息产业的技术进步打下扎实的基础。

本书是为清华大学电子信息工程专业“图像信息系统原理”课程编写的教材。它从图像电子学的角度出发，兼顾经典和新技术的发展，同时结合实际的应用，比较全面地介绍了图像信息系统的组成原理和应用。

全书共 7 章。第 1 章导论，介绍了信息媒体和图像信息的概念、图

像技术的发展史和图像科学涉及的关键技术、图像技术的主要应用领域以及相关的诺贝尔奖获奖的情况。第2章介绍图像的视觉特性和光度学的有关基础知识。第3章介绍图像视频信号的组成原理,涉及色度学和电子扫描的原理、视频信号的有关标准以及常用的测试信号。第4章重点介绍图像的编码,包括作为模拟方式编码的三大彩色电视制式;作为数字编码的PCM、DPCM、变换编码和熵编码;以及常用的图像压缩编码标准,例如H.26×、JPEG×、MPEG×等。第5章介绍了典型的图像应用系统,包括高清晰度电视与立体电视在内的广播电视和应用电视、数字电视与网络电视。作为非电子扫描的图像系统,本书介绍了遥感系统的红外与多光谱扫描仪,以及医学图像系统的伽玛照相机和核磁共振成像等。第6章主要介绍图像的输入、输出和记录设备,包括CCD和CMOS数字摄像器件与CRT、LED、LCD、PDP、SED、OELD、LCOS和DLP等显示器件的原理,以及彩色摄像机、显示器和平板大屏幕显示和投影系统的原理;作为以记录图像信号形式的磁带录像、磁盘阵列和光盘录像等的原理,作为以记录影像的胶片等图像的存储与记录设备的原理;作为图像硬复制输出的光印刷机、热敏印刷、喷墨和针式打印设备等的原理。第7章是为后续的“数字图像处理”(算法)等课程做准备,介绍图像信息基础理论的几个概念和图像的质量评价方法,并简要介绍了多种实用的图像显示规格和图像文件。为了方便教学,使读者加深和巩固对知识的理解与应用,本书中各章均配有习题和思考题。

本书是从硬件系统组成的角度出发,全面介绍图像信息系统原理的教科书,其内容比电视原理方面的书籍涉及的内容更系统、更广泛,除了传统电视外,更注重新技术的介绍,同时还涉及图像技术在计算机多媒体、遥感、医学影像诊断等方面的应用,适合作为高等学校信息类专业的本科教材,也可以给从事电视以及视频应用、计算机多媒体等图像处理领域的科技人员作为参考书。另外,由于本书还包括有较多的视觉和色度学方面的知识,因此,也可以作为绘画、印刷、生物、医学等专业的参考书。

在此特别感谢赵世霞、谭章熹、岳晓、董永兰等同志,他们在本书的编写过程中,参加了绘图、校稿等工作,给予了作者极大的支持。还十分感谢与该书相关的清华大学出版社的编辑和工作人员。

由于作者的水平有限和经验不足,疏漏和谬误之处在所难免,敬请专家、读者批评指正。

编 者

2006年8月于清华园

tanyaolin@mail.tsinghua.edu.cn

目 录

Contents

1 导论	1
1.1 信息媒体与图像信息	2
1.2 图像信息系统	3
1.3 图像技术的发展和涉及的关键技术	5
1.4 图像技术的应用	8
习题与思考题	11
2 图像的视觉基础	12
2.1 光的特性与度量	12
2.1.1 电磁波与可见光谱	13
2.1.2 光源和色温	14
2.1.3 光的度量	16
2.2 视觉系统的基本性质	21
2.2.1 视觉系统的构造	21
2.2.2 视觉的光谱感受性	27
2.2.3 视觉的空间性质	36
2.2.4 视觉的时间性质	39
2.2.5 对比的视觉现象和知觉恒定性	44
2.2.6 形状知觉和视错觉现象	46
2.3 立体视觉和颜色视觉	50
2.3.1 生态光学和双眼视觉	50
2.3.2 立体视觉机理	53
2.3.3 色觉机理学说和颜色的分类	56
习题与思考题	61

3 图像信号的组成原理	62
3.1 图像色度学原理	62
3.1.1 颜色的表示和颜色混合	63
3.1.2 CIE 标准基色量系统	66
3.1.3 均匀颜色空间的表色系	79
3.1.4 显色(减色)系统的表色	81
3.1.5 电子法彩色重现的色度学原理	85
3.2 图像的扫描变换	92
3.2.1 扫描方式与图像的分解力	92
3.2.2 逐行扫描与隔行扫描	95
3.2.3 扫描的同步	99
3.2.4 扫描的非线性和光栅几何失真	102
3.3 视频信号	105
3.3.1 视频信号的组成	105
3.3.2 视频信号的频谱与频带宽度	110
3.3.3 常用视频测试信号	114
习题与思考题	117
4 彩色制式和图像编码	119
4.1 彩色电视制式	119
4.1.1 NTSC 制	120
4.1.2 PAL 制	129
4.1.3 SECAM 制	139
4.2 电视图像的数字编码	145
4.2.1 图像信号的 PCM 编码	146
4.2.2 图像信号的 DPCM 编码	151
4.2.3 图像信号的变换编码	156
4.2.4 统计编码技术	160
4.3 常用的视频信号压缩标准	163
4.3.1 H. 261 视听通信编码标准	164
4.3.2 JPEG 静止图像压缩编码标准	167
4.3.3 MPEG 运动图像压缩编码标准	172
习题与思考题	185

5 图像应用系统	187
5.1 广播电视与应用电视	187
5.1.1 广播电视系统的组成与发展	188
5.1.2 应用电视系统的组成与发展	191
5.2 模拟电视广播	194
5.2.1 地面电视广播	194
5.2.2 卫星电视广播	203
5.2.3 立体电视	206
5.3 高清晰度电视与数字电视	214
5.3.1 高清晰度电视	214
5.3.2 数字电视	221
5.3.3 网络电视	226
5.4 其他图像应用系统	234
5.4.1 遥感图像系统	234
5.4.2 医学图像系统	240
习题与思考题	245
 6 图像设备	 247
6.1 图像的输入设备	247
6.1.1 成像系统的基本性质	247
6.1.2 电视摄像机	253
6.1.3 图像扫描输入	267
6.2 图像的显示设备	271
6.2.1 电真空显示器件原理	272
6.2.2 其他显示器件原理	281
6.2.3 图像显示系统	292
6.2.4 大屏幕显示器	296
6.3 图像的记录设备	303
6.3.1 图像的磁记录	304
6.3.2 多媒体存储技术	309
6.4 图像的输出设备	317
6.4.1 光化学方式的图像输出	318
6.4.2 电磁方式的图像输出	320

6.4.3 击打式图像输出设备	323
习题与思考题	324
7 图像信息的理论初步	326
7.1 图像的数学特征	326
7.1.1 连续图像表示	326
7.1.2 图像的空域统计特性	327
7.1.3 图像的频域统计特性	331
7.2 图像的信息量和信道容量	333
7.2.1 离散图像信息的平均信息量	333
7.2.2 连续图像信息的平均信息量	334
7.2.3 信息通道容量	335
7.3 图像的质量和评价	337
7.3.1 图像信息保真度	337
7.3.2 图像质量的主观评价	338
7.3.3 图像质量的客观评价	340
7.3.4 数字图像 PCM 参数与图像质量	343
7.3.5 图像的数字滤波	344
7.4 图像的数据文件结构	347
7.4.1 图像的数据结构	347
7.4.2 图像的文件结构	351
7.4.3 常见的图像文件格式	352
习题与思考题	355
参考文献	356

1

导论

材料、能源和信息是人类社会赖以生存的基础。与之对应,在科学认知上人们经过了从认知物质、能量到认知信息的升华。很难给信息(information)下一个明确的定义,信息科学的3位先驱者作了不同的描述。控制论之父 Norbert Wiener(1894—1964 年,美国)指出,信息是人们在适应外部世界并使这种适应反作用于世界的过程中同外部交换内容的总称。通信理论创始人 Claude E. Shannon(1916—2001 年,美国)给出信息的数学表达为一个事件发生概率的对数的负值。数学物理学家 Louis Marcel Brillouin(1854—1948 年,法国)则认为信息是接收前后可能答案的关系的函数。

人的信息摄取能力是非常强大和相当高级的,人类通过眼、耳、皮肤(以四肢为主)、口以及鼻等感觉器官从外界获取信息。有资料表明:在人所获得的全部信息来源中,视觉约占 60%,听觉占 20%,肤觉占 15%,味觉占 3%,嗅觉占 2%。如果再考虑借助各种传感器感知不可见光的图像(例如超声、微波、红外、紫外、X 光、伽玛和中子等粒子成像),以及利用电子与计算机技术将其他信息转换成可视的图像,例如各类图表以及视窗操作系统、可视化计算、可视化编程和虚拟现实等人机交互技术,可以毫不夸张地说,人类获取的信息 70%~80%是以图像形式提供的。

图像技术在古代作为印刷技术,18 世纪后又作为光学技术(例如照相和电影)发展起来。第 2 次世界大战后随着电视的出现和普及,使得仅在应用光学领域中处理的图像与电子工程紧密联系起来,成为电子学的重要领域。特别是在近年来由电视、通信和计算机三个领域相互融合产生的多媒体(multimediu)技术已经成为了现代信息高速公路的核心。

总之,通过可视能够有效地组织与提取有用信息,利用可视化可

以有效地表示信息。由于图像科学与技术的普遍性和有效性,确立了它在先进的信息处理领域内居中心的地位。

1.1 信息媒体与图像信息

信息有三方面特征:语法特征(包括信息的语法、存储和传递的描述)、语义特征(信息的含义)和语用特征(信息总是为一定的目的服务)。Shannon 定义信息的数学表达方式主要是表达了信息的语法特征。Brillouin 的定义指出信息将减少不确定性,是语义特征。Wiener 则强调了信息的语用特征,这在控制论以及与信息源的反馈过程中反映得非常明显。

如同空间要依赖于物质而存在那样,必须具有信息的载体(或称媒体),才存在信息。现代的社会是信息化的社会,信息在生活中不可缺少和普遍存在。如果说“视”是人类最有效和最重要的信息获取方式(正如常说的百闻不如一见),“听”与“说”则是人类最方便的信息交流方式,那么,多媒体技术通过使用计算机把各种电子媒体集成起来,完成视、听、说、记忆、通信等功能,成为了人类交流信息的重要媒体。根据国际电信联盟电信标准化部门(International Telecommunications Union—Telecommunication Sector, ITU-T)的相关文件,信息媒体可以有以下 5 种定义。

(1) 感觉媒体(perception medium):能直接作用于人的感官,使人产生感觉的媒体。包括人类的语言、音乐和自然界的各种声音、活动图像、静止图像、图形、曲线、动画、文本等。

(2) 表示媒体(representation medium):为传输感觉而使用的中间手段,以便能更有效地将感觉从一地传到另一地。表示媒体包括说明交换信息的类型,定义信息的特征,一般以编码的形式描述,如声音编码、图像编码、文本编码等。

(3) 显示媒体(presentation medium):用于通信中电信号和感觉媒体之间转换所用的媒体。显示媒体主要包括获取和显示信息的输入、输出设备两种。常用的输入设备有键盘、鼠标、摄像机、扫描仪、光笔和话筒等,输出设备有显示器、打印机、音箱等。

(4) 存储媒体(storage medium):用于存储表示媒体,以便使本机随时调用或供其他终端远程调用。存储媒体主要是存储数据的物理设备,如磁带、软盘、硬盘、光盘等。

(5) 传输媒体(transmission medium):用来表示媒体从一地传输到另一地的物理实体。传输媒体主要由传输数据的物理设备组成,如双绞线、铜轴电缆、光纤和无线电波等。

图像可以简单定义为在二元(或三元)画面上呈现出来的视觉信息,它是周围世界能量场的一种映像,是由空间三维坐标、能量波长分布和时间为变量的多维函数。这些由空间信息形成的图像在人的视觉系统和大脑中引起感觉、知觉、情绪等各种程度的变化。但是包括人眼在内的大部分成像系统得到的仅是二维平面图像,而且对能量波有积累效应,

因此往往不必精确重现景物辐射的能量波长分布,这就使得图像工程中要实现摄像以及图像的重现才有可能。

图像信息的内容大体上有两种表示方法:把物体作为图像来表示,称为直觉性符号(presentational symbol);以及把符号化了的東西(例如文字、图画等)作为图像来表示,叫做推论性符号(discursive symbol)。图像或影像(image)与图画(picture)的区别在于前者是逼真地重现,后者是相似。实际上,实物的信息量很大,要完全一模一样重现不仅技术难度大,也没有必要。因为人类视觉本身的限制会丢失景物中过分精细的信息,而且观察者往往是按照应用要求和本人愿望来选择对图像的某些部分有所重视和偏爱,因此,图像信息系统强调的是图像的有用性并非全部内容,它采用的技术手段包括应用光学、光化学、机械和电子等各种技术。

图像一般是作为具有一定的时间和具有空间频率能谱的信号来处理的,时间和空间频谱定义是在统计方面处理图像的。图像信号形式可以分成模拟图像和数字图像。数字图像是数据量大的二维结构,它实时传输时的数据码率高,对图像系统有很高要求。如果按照数据结构观点以及从光谱、空间与时间轴等方面考虑,对图像 $f(x, y)$ 进行分类,可以分为如下几类。

- 二值图像: $f(x, y) = 0, 1$, 例如文字、线图形等。
- 灰度图像: $0 \leq f(x, y) \leq 2^n - 1$, 例如黑白照片等。
- 彩色图像: 通常用三基色分量图像或者亮度与色度分量图像联合表示, $\{f_i(x, y)\}$, $i = R, G, B$ 或 Y, U, V 或 Y, I, Q 等。
- 多光谱图像: $\{f_i(x, y)\}$, $i = 1, \dots, m$, 例如遥感图像等。

如果考虑图像随时间变化的情况,又可以分为没有动作印象的静止图像和活动图像(时间序列图像): $\{f_i(x, y)\}$, $t = t_1, \dots, t_n$ 。

另外,虽然常见的二维平面图像也包含着景物深度 z 的信息,但是栩栩如生的立体图像(stereoscopic image)更会受到人们的青睐。立体图像一般有两种:一种是由左、右两眼各自观看同一景物的两幅视图,视觉系统使之融合产生立体图像,称为双目视立体像。另一种是在观众眼前呈现三维的全息立体图像,称为三维图像(3-dimensional image)。

1.2 图像信息系统

人类需要掌握技术是因为人类本身的感觉机能和行动机能不能满足人类的需求,其中对于视觉系统有两种:第一是想会见远方亲人的欲望,从而发展了望远镜和电视;第二是想永远记住的欲望,为此产生了照相或印刷技术。这些可以看作是人类感觉机能的时空延长和时间延长,就图像科学而言就是图像传输技术和图像记录技术。此外,正在发展扩大视觉识别机能的技术,例如把超出视觉能力的红外线和紫外线图像转换成可视像;

把细节模糊的图像处理得更清晰等,这种技术称为图像处理技术(image processing)。

图像处理技术最初是和照相以及电影技术一起发展起来的,是应用光学机械和光化学技术处理自然可见光图像的空间信息,它属于同时制(simultaneous system)。后来它们与电子技术结合,产生了电子照相、电子印刷等新的技术领域。被誉为视觉革命的电视,它的发明使得仅应用光学领域中处理的图像与电子工程紧密联系起来,而电子学的发展给图像的传送、存储、处理等各技术领域带来了巨大的变革。长期以来,在电子学领域内处理的信息和信号都是时间函数。图像电子学利用扫描方法(scanning)把图像的空间信息变换成便于处理的时间信息,它属于顺序制(sequential system)。另外,半导体技术的发展、各种新的电光和光电转换器件的产生,使得摄像与显像设备日新月异,因此图像在光电子领域中占有很大的比重。20 世纪 50 年代后期激光技术的出现,又使电子工程学中的工作波长从微波波段扩展到光波波段。这就促使光学领域与图像电子学领域更加接近和融合,为图像信息的记录、显示以及传输增添了新的发展空间。

一般最常见的图像信息系统是首先把目标物体的信息(多数是光学像,但不局限于光学像)变成容易传输、记录和处理的电信号,然后再经过传输、记录和处理后恢复成视觉信息(通常是光学像)。图 1.1 是接收视觉信息的通用图像信息系统的概念模型,该模型符合 Shannon 通信模型的形式(括号内是 Shannon 通信模型的提法)。

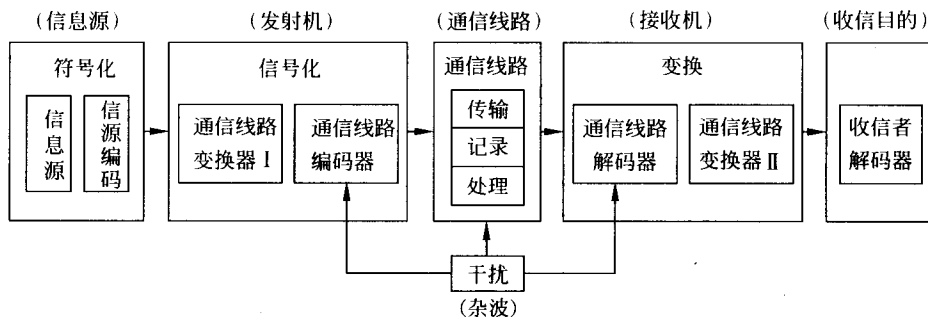


图 1.1 图像信息系统的概念模型(宫川洋、渡部 叡)

其工作原理简述如下: 首先把想要告诉对方的视觉信息客观化(符号化),然后把符号变换成物理存在的信号并按后续的通信线路便于处理的形式编码(信号化),例如用摄像管把光像转换成电信号等。图像信号再经过广义通信线路(诸如传输、记录、处理信号的装置)处理后送往接收端。在接收端,通过解码把信号作为可视的空间图像来显示,进而引起接受者的感觉和知觉。最后收信者(信息论称其为信宿)把引起的感觉、知觉和过去的学习、记忆相对照,从而认识信息源的内容或者刺激情绪。另外,在光与电的转换以及信道传输过程中会引入干扰和噪声。通常,图像的噪声大致可分为 3 类:感光照片上的颗粒噪声(可以用高斯白噪声作为模型)、光电转换过程中产生的光电子噪声(光照较弱

时,可以用具有泊松分布的随机变量作为模型,在光照较强时,泊松分布趋向高斯分布),以及电子设备产生的热电子噪声(一般常用零均值的高斯白噪声作为模型)。根据信息论的信息不增性,在数据处理过程中总会失掉一些信息,而且用任何处理手段也不可能再恢复。同时,噪声也会增加对信源符号的疑义度(平均不确定度),另一方面人类视觉系统对信息也有选择过滤作用。因此,可以充分利用人眼的视觉特性以及针对不同的应用需求来选择具有不同性能要求的图像信息系统,追求最佳的系统性能价格比。

1.3 图像技术的发展和涉及的关键技术

图像技术经过了印刷术、摄影术、光电子技术与计算机技术结合的发展阶段。下面仅列举出 20 世纪以前一些具有标志性的发展事件:

1837 年法国人 L. M. Daguerre(1787—1851 年)发明银板照相。

1884 年 11 月俄裔德国科学家 Paul Nipkow(1886—1940 年)申报了电望远镜发明专利(世界电视史上的第一个专利),这就是著名的 Nipkow 圆盘。

1895 年法国 Lumière 兄弟 Louis(1862—1954 年)与 Auguste(1864—1948 年)在巴黎“大咖啡馆”放映《火车到站》,这标志着电影的诞生。

1895 年,俄国人 A. C. Popov 和意大利人 Guglielmo Marconi 分别在俄罗斯和意大利独立地实现了第一次无线电传输。

1897 年德国人 K. F. Braun(1850—1918 年)设计 CRT 显像管方案。

1925 年美籍俄国人 V. K. Zworykin(1889—1982 年)发明积累式摄像方式。

1926 年 1 月英国人 J. L. Baird(1888—1946 年)发明机械扫描电视。

1936 年英国广播公司(BBC)在伦敦开播 405 行每秒 25 帧的黑白电视广播。

1945 年年底美国宾夕法尼亚大学的莫尔学院和美国陆军阿伯丁弹道研究实验室研制出电子数值积分计算机(ENIAC),1946 年 2 月公开展示世界上第一台电子计算机。

1950 年美国第一台和麻省理工学院(MIT)的 Whirlwind I 型计算机联用的显示器产生了简单的画面,计算机图形学出现了曙光。

1953 年美国联邦通信委员会(FCC)确定 NTSC 制,这是第一个广播的彩色电视制式。

1960 年美国第一台红宝石激光器起振,激光技术为图像工程带来巨大的进步。

1965 年美国 Ted Nelson 提出计算机处理文本的超文本(hypertext)方法。

1968 年美国国防部高级研究计划署(DARPA)将 Web 网络项目交给加州大学洛杉矶分校,1969 年研制出 ARPANET 分组(packet)交换计算机网络。1972 年 Xerox 公司开发出以太网(Ethernet)。

1972 年英国独立广播公司(IBA)研制出第一台数字式电视制式转换设备。