



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

“十一五”国家重点图书出版规划项目  
获得国家科学技术学术著作出版基金 资助  
电子信息科技专著出版专项资金

# 数字成像基础 及系统技术

## Digital Imaging Fundamental, System & Technology

晏磊 赵红颖 罗妙宣 著

0110110111000100101001011001

0110110111000100101001011001

0110110111000100101001011001

0110110111000100101001011001

0110110111000100101001011001

0110110111000100101001011001

0110110111000100101001011001

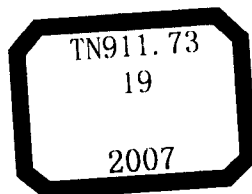
0110110111000100101001011001



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

“十一五”国家重点图书出版规划项目  
国家科学技术学术著作出版基金 资助  
获得 电子信息科技专著出版专项资金

数字中国丛书



# 数字成像基础及系统技术

Digital Imaging Fundamental, System & Technology

晏磊 赵红颖 罗妙宣 著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是我国第一部数字成像领域的专著。专著对相关技术进行了全面而又独到的论述,为我国成像技术领域学科发展方向提供了科学依据,为不同成像技术融合、互补提供了理论与实验依据;为我国数字成像技术全面发展提供了有价值的参考;为国防与遥感成像技术提供了新的拓展空间;对我国数字成像产业乃至信息产业的发展将起到促进作用。

本书的主要内容有:数字成像系统技术;数字影像的静态获取技术,包括数字缩微系统;数字影像的动态获取技术,包括CMOS数字相机成像系统、高速数字成像传感器阵列系统;数字影像的硬拷贝技术,包括数字感光扩印系统;数字影像的硬拷贝技术,包括数字投影系统、数字液晶电视系统、数字武器瞄准系统、数字投影显示光引擎系统;数字影像输入/输出组合技术,包括数字影像在线冲印电子商务系统、虚拟/增强现实技术、无人机遥感数字成像系统;数字影像综合基础,包括图像处理的软件硬件化技术、电子稳像技术、图像自动拼接技术和成像质量评价技术等。

本书应用性强,可为读者全面了解数字成像理论、技术、方法提供指南,也为相关领域教师、学生、研究人员、工程技术人员、生产企业工程师提供有价值的参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

数字成像基础及系统技术 / 晏磊, 赵红颖, 罗妙宣著. —北京: 电子工业出版社, 2007.3

(数字中国丛书)

ISBN 978-7-121-03896-9

I. 数… II. ①晏… ②赵… ③罗… III. 图像处理 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 023256 号

策划编辑: 沈艳波

责任编辑: 李新社 沈艳波

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 25.5 字数: 636 千字

印 次: 2007 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 52.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系电话: (010) 68279077; 邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zlt@phei.com.cn](mailto:zlt@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线: (010) 88258888。

## 《数字中国丛书》编委会

**名誉主编：**徐冠华 许智宏 陈述彭

**执行主编：**陈运泰 童庆禧

**副主编：**杨学山 刘燕华 李德仁 李小文 陈俊勇 迟惠生

方 裕 承继成 李 琦

**编委（按拼音排序）：**

陈拂晓 陈 军 陈秀万 程承旗 承继成 崔伟宏  
董宝青 方 裕 龚建雅 过静君 郝 力 何建邦  
景贵飞 李伯衡 李 斌 李 京 李 莉 李 琦  
李增元 李志林 李志忠 廖小罕 林 晖 林宗坚  
刘定生 刘燕华 刘纪远 闫国年 马蔼乃 潘 懋  
秦其明 邵立勤 史文中 田国良 王 宏 王 桥  
王钦敏 王瑞江 郭 伦 吴信才 徐 枫 徐希孺  
晏 磊 杨崇俊 杨学山 叶嘉安 曾 澜 查宗祥  
郑立中 周成虎

**执行编委（按拼音排序）：**

陈拂晓 陈秀万 程承旗 承继成 方 裕 李 琦  
秦其明 郭 伦 晏 磊 曾 澜 郑立中

**执行编委召集人：**方 裕 承继成

## 总 序

毛泽东同志语重心长，寄重望于青年，他说：“世界是你们的”，“你们是早上八九点钟的太阳”。在进步节奏越来越快的信息社会，青年同志承受着巨大的压力，渴望插上知识的翅膀，需要凝聚智慧的力量，展翅腾飞，才能胜任历史重任，适应社会需求。他们需要通过键盘去解释这个多动的世界，需要用电脑去跟踪这个多变的世界，去了解过去，去改善现状，去打造未来。

近半个世纪以来，人们已经向太空发射了数以千计的遥感对地观测卫星、地球定位卫星、全球通信卫星。这些卫星夜以继日地运行在太空，监测着地球上资源、环境和生态的变化，监视着城市化和土地覆盖的更新。人们敷设了遍布各大洲的通信光缆，设置了进入千家万户的宽带互联网络，加速了电离层以内的信息流的流动。人们在平流层开发了超音速飞机，加速了洲际往来，还在不断地修建高速公路，提速火车，增加集装箱的制造和门对门的运输，加速物流配送的能力。于是，地球上的时空观念发生了很大的变化，以上海双休日旅游半径为例，在一小时之内可以到达杭州、宁波和南京；两小时之内，可以到达黄山、庐山和武夷山。来自千里之外的新疆的石油、天然气和来自长江三峡的电力，川流不息地供应到市区和郊区……这就是我们今天生活中面对的信息社会的现实，使我们不能不转变传统的时空观念。

这个数字的信息社会，还只是一个虚拟的、透明的世界。展望未来，“数字地球”还将进一步改变我们人类居住的这个星球的面貌。在我国也相应地提出了“数字中国”计划，各级政府正在推行“电子政务”改革管理模式，提高工作效率和服务水平，转变政府职能。计划到2008年，全国政府采购额将达76亿元人民币，实现80%城市的信息化。以北京为例，在城区已设计了万米网格的管理和监理新模式，加强社区的空间管理，从社区开始打破过去条块分割的局面。2008年北京市将设置2000个便民信息亭，扩大公共信息服务范围；公司和企业积极开展电子商务能力建设，力争与国际接轨，缩小数字鸿沟，提高商贸竞争能力，节约水土资源，降低能源消耗成本；工业基地努力推行“电子制造”，走信息化带动工业化的新路。例如，我国地图测绘、地震、地质、气象行业早已实现全数字化；东北老工业基地也在实现自动化设计与质量控制一体化的基础上，明确提高了产量、质量，逐步促进工业生产的良性循环，向循环经济发展；在科技教育部门，大力推广远程教育和远程医疗，在我国西部开发和成人职业教育方面，取得了相当显著的实效，受到了普遍的欢迎。

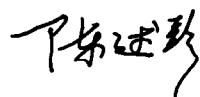
“数字中国”对国家经济规划与建设尤为重要。例如，粮食是否生产过剩，是否应该退耕还林、还草？煤炭生产是否过多？石油能源能否制约未来经济发展？是钢铁投资、汽车、房地产炒得过热，还是城市化过程太慢？水电、核电开发与火电比例是否失调？人口达到零增长是否导致老年化？西部开发战略，东北老工业基地改造与东部跨越式发展，带动中西部，孰先孰后，孰轻孰重？如何缩小地区差异、城乡差别？这些都是关系国家全面建设小康生活中的大问题，需要定性、定量地作出空间分析，为科学发展观提供科学的依据。

中国主张从我做起，2004年年底在北京大学成立了“数字中国研究院”；目前已有半数的省区开展“数字省区”建设；长江、黄河等五大河流启动“数字流域”工程；将近1/3，约200个城市，广泛、深入地开展“数字城市”、“数字街区”和“数字社区”的试点。另外，在生

态建设、功能区划、环境保护、文物保护等诸多方面，对协调城市与区域经济社会可持续发展，取得了可喜的进展。特别是近几年来，由于信息科学计算技术的迅速进步，IPv6 为网络计算提供大容量、快速的结点，第三代互联网的区域试点获得成功；空间信息的资源共享在技术上有了可靠的保障，公共的科学研究数据平台呼之欲出；空间分析模型与地学信息图谱也有所创新；汉字自动排版与专业制图软件开发有了重大突破；一个整合遥感、卫星定位系统、地理信息系统与互连网的全球技术系统，已脱颖而出，崭露头角，近 100 所大专院校为此设立了专科或本科，400 多家企业（法人）已注册，理论的梳理和人才的培养迫在眉睫。仅上海市就急需地理信息系统高级人才 6 万人。

从科学建设的角度着眼，无论是国家和社会的重大需求，还是人才培养、技术系统的开发、理论基础的研究，都需要一套能够反映当今国家数字化状况的丛书出版。北京大学的承继成、方裕教授等登高一呼，发起编写“数字中国丛书”，立刻得到了社会各界的积极响应，他们尽心尽力的奉献精神 and 协作攻关的团队精神，我是十分钦佩的。

丛书的形式能够为读者提供比较系统、全面的知识，早在清朝乾隆盛世编辑的国家级《四库全书》举世瞩目，叹为观止。近代商务印书馆王云五主编的《大学丛书》、中华书局编印的中学生《万有文库》，对于我国近代人才的培养，发挥过巨大的历史作用，以这些丛书为范本，自学成才的名家大有人在。但上述丛书都是多学科性的，而《数字中国丛书》的编辑、出版则推陈出新，自成一体。以数字技术为主体，以中国的信息化与现代化为研究范围，整合数字资源，集成信息系统；以科学理论指导应用实践；以技术系统支持科学研究。执笔者都是该领域工作在第一线的著名学者。该丛书不仅是为我国全面建设小康社会，加速信息化和现代化作出切实的贡献，同时也是为共建、共享“数字地球”作出示范。我衷心祝愿《数字中国丛书》为我国国民经济信息化建设起到一定的推动作用。



中国科学院院士  
第三世界科学院院士  
国际欧亚科学院院士

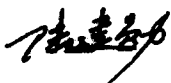
## 序 1

我与晏磊教授相识 12 年，首先是从 CCD 技术研究开始的。1995 年、1997 年，他分别从北京航空航天大学、北京大学博士后出站，我是专家委员会主席，知道了他在 APS 智能摄影系统方面所做的研究进展，是国内外领先的。2000 年，晏磊教授率领其研究团队在武汉“中国光谷”进行了数字成像技术进展科学报告会，他的 7 位博士后分别介绍了数字相机、数字扩印机、数字投影仪、数字缩微、数字虚拟现实系统等系列进展。我当时作为特邀专家出席，为他们的工作进展所感动。当时的湖北省科技厅厅长、现教育部部长周济院士和我一起与晏磊教授进行了交流。2001 年，他们的两项成果实现了产业化：一个是落户武汉“中国光谷”的 CMOS 数字相机；另一个是与上广电集团联合研制的超薄液晶电视。

本书是晏磊教授十多年研究成果的结晶，是我国第一本从数字影像的获取、存储及处理等方面全方位地阐述数字成像技术的专著，是当前图像信息技术高速发展所急需的。书中内容包括数字影像的静态、动态获取技术，数字影像的硬拷贝技术和软拷贝技术，数字影像输入/输出技术，以及数字影像的高技术应用和运动图像的处理技术。内容深入、系统性强，是本书的特色。

特此推荐。

中国工程院院士



2006 年 5 月

## 序 2

作为感光学会的学术委员会副主任、数字成像技术专业委员会主任，晏磊教授在我国数字成像领域具有重要影响。

晏磊教授十多年对数字成像获取、处理、输出、应用等涉及的关键技术进行了系统的研究工作，积累了丰富的研究成果。他主持完成多项研究与工程成果，在国内外居于领先地位，例如，“APS 智能成像系统”、“CMOS 数字图像获取、存储与显示传输装置”、“遥感数字图像/化学感光胶片输出系统”、“多媒体数字投影系统”、“无人机遥感信息平台”等。

在此研究基础上，晏磊教授客观分析了国内外数字成像技术发展的差异，对国内在数字成像领域取得的成就和面临的不足之处进行了详细的总结，并且结合自己十多年来的具体研究项目，通过长期的酝酿和严谨细致地撰写，得以形成此专著。

从书中涉及的内容来看，基本上覆盖了数字成像的各个方面。在数字影像的获取方面，作者介绍了 CCD、CMOS 等成像介质，并且对实际研究中取得的成果进行了总结，包括 CMOS 数字成像系统和 CMOS 高速数字成像传感器阵列系统的结构、功能及所涉及的关键技术。

在数字影像的输出方面，在详尽回顾了数字影像的硬拷贝输出和软拷贝输出的基础上，重点论述了作者近十年来所研制的科研成果，如数字缩微系统、数字投影系统、数字扩印系统、投影显示光引擎系统、数字在线冲印等。

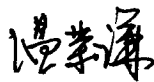
该书的新颖之处就在于不但有严谨的理论推导和相关领域最新进展的总结，而且有大量的具体科研成果的详细介绍。因此，该书不仅是数字成像科学领域的人员了解数字成像的理论、技术、方法的指南，同时对科研人员和工程技术人员进行相关的数字成像系统设计具有参考价值。

专著对相关技术进行了全面而又独到的论述，为我国成像技术领域学科发展方向提供科学依据，为不同成像技术融合、互补提供了理论与实验依据；为我国数字成像技术全面发展提供了有价值的参考；为国防与遥感成像技术提供了新的拓展空间；为遥感学科提供了一种新的研究与应用构架。

该书的出版，将填补国内数字成像领域论著的空白。由于应用性强，读者群将来自社会各界，相对其他技术类书籍，具有较好的发行空间。

基于以上理由，向读者推荐该书。

中国感光学会理事长



2006 年 3 月

# 前 言

视觉是人类最重要的感知方式,图像是视觉的基础。随着社会信息化的进步,数字图像在军事、遥感、气象、日常民用等大型应用领域中的需求不断增长;同时随着计算机技术的发展,计算机及其附属设备处理图像的功能越来越强大,人们已不再满足纯文字的信息,直观形象的图形、图像信息受到了普遍重视。因此,数字图像快速获取与输出技术已逐渐上升为信息时代的主体内容。

然而,数字成像技术涉及多学科综合发展,相对于信息科学的其他技术领域还是比较落后的。国内外已出版的书籍还没有系统全面介绍该领域整个研究状况的;为数不多的相关书籍多以局部技术的新进展来表述,并且缺乏实际工程背景。

十余年来著者以数字成像获取、处理、输出、应用为体系开展了长期、系统的研究工作,积累了丰富的研究成果;1998年率先在国内提出了数字成像的概念,并对该领域的各个方面进行了全面的技术规范,其取得的成果从图像捕获到输出显示,相互呼应,形成技术体系。经过汇总整理,完成了本书。本书较全面地介绍了数字成像技术发展的历史及现状,归纳了现代数字成像的主体技术,并分析了技术发展趋势,阐述了未来数字成像技术的发展趋势和应用前景,从学术上提出了数字成像的内涵、外延及研究应用体系。

本书的主要内容有:数字影像的静态获取,包括数字扫描技术、数字缩微技术;数字影像的动态获取,主要依靠光电传感器,包括数字摄像技术和数字照相技术;数字影像的硬拷贝输出,主要是指以纸张类、磁盘、磁带,以及光盘等媒体输出方式,包括数字打印技术、数字复印技术、数字传真技术和数字感光扩印技术;数字影像的软拷贝输出,指不需要特殊着体介质的输出,包括数字投影机技术、数字投影电视技术和数字投影光引擎技术;数字影像输入/输出技术,包括数字监控与移动信息技术、数字可视电话技术、数字瞄准/目标捕获和大屏幕监控技术;数字影像的高技术应用,包括遥感数字成像系统、运动图像的稳像技术、图像处理的软件硬件化技术等。

本书的主要素材,来源于第一著者所带领的研究团队(前后有40多人)1995—2004年数字成像领域的系列研究成果,涉及的相关内容曾经通过了教育部科技成果鉴定,如“CMOS数字图像获取、存储与显示传输装置原理样机(1999年1月)”,“遥感数字图像实时处理与无胶片化学感光快速输出系统(2000年1月)”,“目标图像快速捕获与大屏实时显示监控技术(2001年1月)”。

本书第13章由赵红颖完成,罗妙宣根据第一著者要求对主要章节的研究成果进行了组织整理;同时还要特别感谢著者的博士后周雅女士对第10章的主要贡献。在此基础上,第一著者历时一年多时间完成了全部章节的撰写和两次修改。

本书是我国第一本关于数字成像的专著，反映了我国该领域的最新进展。以第一手研究成果为依托，包含了行业研究状况分析、已实现的技术方案；不仅在理论上有所突破，而且通过了一系列的实际系统验证；工程化背景强，成果系列化程度高。著者期待本书在一定时期内是从事数字成像科学研究人员、教学人员全面了解数字成像理论、技术、方法的指南，也期待为相关领域教师、学生、研究人员、工程技术人员、生产企业工程师提供有价值的参考，更期待对我国数字成像产业乃至信息产业发展起到促进作用。

是为序。

著者于未名湖畔遥感楼

2007 年 1 月

# 目 录

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| 第 1 章 数字成像技术与系统概述 .....              | (1)  |
| 1.1 影像与信息科学 .....                    | (1)  |
| 1.2 数字成像技术的历史及成像系统的现状 .....          | (2)  |
| 1.2.1 历史回顾 .....                     | (2)  |
| 1.2.2 数字影像获取(输入)技术 .....             | (3)  |
| 1.2.3 数字影像输出技术 .....                 | (4)  |
| 1.2.4 数字影像输入/输出技术 .....              | (7)  |
| 1.3 数字图像信息产业的分类、趋势与系统技术 .....        | (8)  |
| 1.3.1 数字图像信息产业的分类与主体内容 .....         | (8)  |
| 1.3.2 数字图像信息产业的发展趋势 .....            | (9)  |
| 1.3.3 数字成像研究的主体内容与系统技术 .....         | (9)  |
| 第 2 章 数字影像获取 1: CMOS 数字相机系统 .....    | (10) |
| 2.1 数字图像传感器 .....                    | (10) |
| 2.1.1 CCD 图像传感器 .....                | (10) |
| 2.1.2 CMOS 图像传感器 .....               | (13) |
| 2.1.3 CMOS 图像传感器与 CCD 图像传感器的比较 ..... | (17) |
| 2.1.4 数字成像系统对图像传感器硬件的需求趋势 .....      | (18) |
| 2.2 CMOS 数字成像系统组成 .....              | (19) |
| 2.2.1 数字成像系统工作原理 .....               | (19) |
| 2.2.2 CMOS 成像系统组成原理 .....            | (20) |
| 2.3 基于 CMOS 图像传感器的数字成像系统的硬件实现 .....  | (21) |
| 2.3.1 CMOS 图像传感器控制 .....             | (21) |
| 2.3.2 SDRAM 实时存储 .....               | (26) |
| 2.3.3 图像压缩 .....                     | (27) |
| 2.3.4 USB 图像下载接口 .....               | (28) |
| 2.3.5 单片机控制系统 .....                  | (29) |
| 2.4 数字图像获取的软件设计 .....                | (31) |
| 2.4.1 成像系统设备 USB 驱动程序设计 .....        | (31) |
| 2.4.2 WDM 驱动程序设计 .....               | (32) |
| 2.4.3 数字图像获取应用软件设计 .....             | (33) |
| 2.5 我国 CMOS 数字相机研制与生产 .....          | (34) |
| 2.5.1 研制意义 .....                     | (34) |
| 2.5.2 数字相机现状技术经济分析 .....             | (34) |
| 2.5.3 CMOS 数字相机制作与产业化 .....          | (36) |

|                                        |      |
|----------------------------------------|------|
| <b>第 3 章 数字影像获取 2: 多成像传感器的高速数字摄像系统</b> | (37) |
| 3.1 高速数字成像系统基本原理                       | (37) |
| 3.1.1 化学胶片快照向 CMOS 高速数字成像传感器阵列的转化      | (38) |
| 3.1.2 高速数字成像系统的 CMOS 成像单元              | (39) |
| 3.1.3 高速运动图像的获得                        | (40) |
| 3.2 CMOS 成像阵列子系统(成像单元)设计               | (41) |
| 3.2.1 CMOS 成像传感器 OV7120                | (41) |
| 3.2.2 图像处理器 W9968CF                    | (43) |
| 3.2.3 随机存储器 SDRAM                      | (44) |
| 3.2.4 单片机                              | (45) |
| 3.3 CMOS 阵列高速数字成像系统的硬件结构及其控制           | (46) |
| 3.3.1 系统硬件                             | (46) |
| 3.3.2 系统控制固件 firmware 设计               | (48) |
| 3.3.3 初始化 OV7120 寄存器                   | (51) |
| 3.3.4 OV7120 曝光时间的确定                   | (53) |
| 3.4 CMOS 阵列高速数字成像系统的数据交换及其软件           | (54) |
| 3.4.1 对图像进行 JPEG 压缩、存储                 | (55) |
| 3.4.2 USB 驱动程序设计                       | (55) |
| 3.4.3 图像获取界面设计                         | (56) |
| 3.5 CMOS 成像阵列的同步控制                     | (58) |
| 3.5.1 系统时序                             | (59) |
| 3.5.2 成像单元拍摄时间的确定                      | (59) |
| 3.5.3 系统同步控制设计                         | (62) |
| 3.6 CMOS 阵列高速数字成像系统的实现                 | (63) |
| <b>第 4 章 数字影像获取 3: 快速传输的数字缩微原型系统技术</b> | (66) |
| 4.1 数字与缩微影像技术概况                        | (66) |
| 4.1.1 缩微品的社会发展需求与现状                    | (66) |
| 4.1.2 数字成像对缩微影像技术的影响及互补作用              | (68) |
| 4.1.3 两类资料信息存储技术                       | (69) |
| 4.2 数字化缩微设备现状及系统的物理结构                  | (71) |
| 4.2.1 缩微系统应用对象与具体处理方法                  | (71) |
| 4.2.2 缩微设备现状及数字缩微系统结构方案                | (72) |
| 4.3 基于 PCI 总线结构的数字缩微电路结构               | (79) |
| 4.3.1 总体设计                             | (79) |
| 4.3.2 PCI 总线传输模块                       | (81) |
| 4.3.3 控制与接口模块                          | (84) |
| 4.4 针对缩微图像的计算机处理                       | (85) |
| 4.4.1 图像软件                             | (86) |
| 4.4.2 面向对象的图像存取设计                      | (87) |
| 4.5 数字缩微系统及发展展望                        | (89) |

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| <b>第 5 章 数字影像输出 1: 彩色液晶电视与全色液晶目标捕获系统</b> | (91)  |
| 5.1 液晶在数字图像中的作用                          | (91)  |
| 5.2 LCD 系统结构                             | (92)  |
| 5.2.1 系统的总体功能分析                          | (92)  |
| 5.2.2 系统的总体结构                            | (93)  |
| 5.3 LCD 数字系统关键技术                         | (94)  |
| 5.3.1 目标图像信息的获取、格式转换及传输                  | (94)  |
| 5.3.2 数字图像的高速传输方法                        | (101) |
| 5.3.3 液晶的显示驱动                            | (103) |
| 5.3.4 光学系统设计                             | (104) |
| 5.3.5 LCD 显示装置的检测标准与电路                   | (104) |
| 5.4 我国第一代全色液晶目标捕获系统                      | (108) |
| 5.4.1 BDJX-1 型液晶组件                       | (108) |
| 5.4.2 系统样机及电路板的实物照片                      | (110) |
| 5.5 我国第一代彩色液晶电视                          | (110) |
| 5.5.1 液晶电视产品样机                           | (110) |
| 5.5.2 我国第一代彩色液晶电视                        | (112) |
| <b>第 6 章 数字影像输出 2: 多媒体投影仪系统</b>          | (113) |
| 6.1 投影技术概述                               | (113) |
| 6.1.1 CRT 投影技术                           | (113) |
| 6.1.2 LCD 投影技术                           | (114) |
| 6.1.3 DLP 投影技术                           | (116) |
| 6.1.4 几种投影技术的性能比较                        | (117) |
| 6.2 数字投影的系统与结构技术                         | (118) |
| 6.2.1 LCD 液晶板投影机的投影方式及主要技术指标             | (118) |
| 6.2.2 高质量投影光路系统                          | (119) |
| 6.2.3 LCD 驱动电路的设计                        | (120) |
| 6.3 面向对象的软件设计                            | (121) |
| 6.3.1 数字图像的存取与输出                         | (121) |
| 6.3.2 图像处理的基本程序流程图                       | (124) |
| 6.3.3 串口通信静态库 (SerialComm.lib)           | (125) |
| 6.3.4 其他主要功能的设计                          | (128) |
| 6.4 图像质量退化处理                             | (128) |
| 6.4.1 失真与色度失真                            | (128) |
| 6.4.2 $\gamma$ 校正的电路实现                   | (130) |
| 6.5 多媒体数字投影机原理样机                         | (131) |
| 6.5.1 样机的总体结构                            | (131) |
| 6.5.2 系统样机及核心电路的实物照片                     | (133) |

|                                                  |              |
|--------------------------------------------------|--------------|
| <b>第 7 章 数字影像输出 3: 无胶片数字扩印系统 .....</b>           | <b>(134)</b> |
| 7.1 无胶片数字扩印技术概述 .....                            | (134)        |
| 7.2 数字图像银盐彩色扩印系统 .....                           | (136)        |
| 7.2.1 基本技术 .....                                 | (136)        |
| 7.2.2 相纸数控曝光成像系统的共同关键技术 .....                    | (142)        |
| 7.2.3 无胶片数字化扩印系统功能 .....                         | (145)        |
| 7.3 数字扩印成像系统结构 .....                             | (145)        |
| 7.3.1 多显示器设计 .....                               | (146)        |
| 7.3.2 基于 LCD 的遥感数字图像感光输出体系结构的确定与分析 .....         | (146)        |
| 7.4 新型无胶片数字图像扩印系统的洗印输出 .....                     | (148)        |
| 7.4.1 银盐感光材料与图像洗印技术 .....                        | (149)        |
| 7.4.2 现代 LCD 技术及其与传统感光技术的融合方法 .....              | (151)        |
| 7.5 数字扩印系统的渐晕校正 .....                            | (154)        |
| 7.5.1 渐晕的成因 .....                                | (154)        |
| 7.5.2 渐晕校正的方法 .....                              | (155)        |
| 7.5.3 渐晕校正的实现 .....                              | (158)        |
| 7.6 我国首套无胶片数字扩印系统原理样机 .....                      | (159)        |
| <b>第 8 章 数字影像输出 4: 光学引擎系统 .....</b>              | <b>(161)</b> |
| 8.1 数字投影光学引擎技术概述及总体设计 .....                      | (161)        |
| 8.1.1 光学引擎系统原理 .....                             | (161)        |
| 8.1.2 光学引擎研制的工艺问题 .....                          | (162)        |
| 8.1.3 光学引擎系统总体设计 .....                           | (164)        |
| 8.2 光路系统设计 .....                                 | (164)        |
| 8.2.1 蓝光的光路设计 .....                              | (164)        |
| 8.2.2 绿光的光路设计 .....                              | (166)        |
| 8.2.3 红光的光路设计 .....                              | (166)        |
| 8.3 光源设计与制作 .....                                | (167)        |
| 8.3.1 光源 .....                                   | (168)        |
| 8.3.2 大屏幕高亮度投影光源 .....                           | (170)        |
| 8.3.3 光路设计中几种有效的技术方案 .....                       | (171)        |
| 8.4 分色及合色棱镜 .....                                | (173)        |
| 8.4.1 阵列透镜 .....                                 | (173)        |
| 8.4.2 PBS 偏振器件 .....                             | (173)        |
| 8.4.3 二向色分光镜 .....                               | (174)        |
| 8.4.4 合色棱镜 .....                                 | (175)        |
| 8.5 变焦镜头设计与制作 .....                              | (177)        |
| 8.6 我国首台光引擎系统样机 .....                            | (179)        |
| <b>第 9 章 数字影像输入/输出组合 1: 数字影像在线冲印电子商务系统 .....</b> | <b>(181)</b> |
| 9.1 系统功能 .....                                   | (181)        |

|        |                                  |       |
|--------|----------------------------------|-------|
| 9.1.1  | 前台交易系统 .....                     | (181) |
| 9.1.2  | 后台管理系统 .....                     | (182) |
| 9.1.3  | 核心模块 .....                       | (183) |
| 9.2    | 系统结构 .....                       | (185) |
| 9.2.1  | 系统拓扑图与逻辑体系 .....                 | (185) |
| 9.2.2  | 技术平台方案与选择 .....                  | (186) |
| 9.3    | 系统开发 .....                       | (188) |
| 9.3.1  | EJB 应用程序开发 .....                 | (189) |
| 9.3.2  | 数据库开发 .....                      | (193) |
| 9.3.3  | 系统设计与组件应用准则 .....                | (196) |
| 9.4    | 色域映射与补偿 .....                    | (199) |
| 9.4.1  | CRT、LCD 色域的建立 .....              | (200) |
| 9.4.2  | 色域映射的算法 .....                    | (203) |
| 9.5    | 我国首个数字影像在线冲印电子商务系统中心的建立 .....    | (208) |
| 9.5.1  | 束缚中国数字影像产业发展的瓶颈 .....            | (208) |
| 9.5.2  | 数字影像在线冲印电子商务系统中心的建立 .....        | (210) |
| 第 10 章 | 数字影像输入/输出组合 2: 图像虚拟与增强现实技术 ..... | (213) |
| 10.1   | 虚拟现实技术 .....                     | (213) |
| 10.1.1 | 虚拟现实技术发展过程与应用领域 .....            | (213) |
| 10.1.2 | 虚拟现实技术的重要特征及构成 .....             | (215) |
| 10.1.3 | 基于图像的虚拟现实 .....                  | (216) |
| 10.2   | 增强现实技术 .....                     | (218) |
| 10.2.1 | 增强现实技术及其应用背景 .....               | (218) |
| 10.2.2 | 增强现实技术中的虚拟物体注册与显示问题 .....        | (221) |
| 10.3   | 增强现实技术的实现基础 .....                | (221) |
| 10.3.1 | 增强现实头盔显示器的研制 .....               | (221) |
| 10.3.2 | 增强现实系统三维注册技术的研究 .....            | (224) |
| 10.4   | 增强现实系统真实环境光照模型的建立 .....          | (228) |
| 10.4.1 | 增强现实系统虚拟物体的注册 .....              | (228) |
| 10.4.2 | 光照模型的计算机图形学基础 .....              | (229) |
| 10.4.3 | 光线跟踪算法 .....                     | (233) |
| 10.4.4 | 增强现实系统真实环境光照模型建立的算法 .....        | (237) |
| 10.5   | 增强现实系统真实环境光照模型建立实验 .....         | (238) |
| 10.5.1 | 系统的构成 .....                      | (238) |
| 10.5.2 | 算法的程序实现 .....                    | (240) |
| 10.5.3 | 光照模型建立的实验结果 .....                | (242) |
| 10.6   | 虚拟与增强现实系统展望 .....                | (242) |
| 第 11 章 | 数字影像输入/输出组合 3: 无人机遥感成像系统 .....   | (243) |
| 11.1   | 无人机航空遥感数字成像系统结构 .....            | (243) |

|                                                     |              |
|-----------------------------------------------------|--------------|
| 11.2 无人机遥感总体设计 .....                                | (245)        |
| 11.2.1 系统集成结构 .....                                 | (245)        |
| 11.2.2 遥感数字成像飞行试验设计 .....                           | (247)        |
| 11.2.3 集成与接口关键技术 .....                              | (248)        |
| 11.3 核心部件研制 .....                                   | (249)        |
| 11.3.1 无人机遥感空中控制 .....                              | (249)        |
| 11.3.2 无人机遥感地面监测系统的研制 .....                         | (253)        |
| 11.3.3 多模态航空数字相机系统 .....                            | (257)        |
| 11.4 无人机遥感数字成像系列试验 .....                            | (259)        |
| 11.4.1 无人机实验预期成果与指标 .....                           | (260)        |
| 11.4.2 遥感成像航飞实验 .....                               | (261)        |
| 11.5 无人机遥感数字成像效果分析 .....                            | (268)        |
| 11.5.1 存在的问题 .....                                  | (268)        |
| 11.5.2 下一步工作 .....                                  | (269)        |
| <b>第 12 章 数字影像综合 1: 图像压缩及其软件硬件化技术 .....</b>         | <b>(271)</b> |
| 12.1 图像压缩算法 .....                                   | (271)        |
| 12.1.1 几种常用的静止图像压缩算法 .....                          | (271)        |
| 12.1.2 JPEG2000 静止图像压缩标准 .....                      | (272)        |
| 12.1.3 JPEG2000 标准的图像编码系统 .....                     | (274)        |
| 12.2 JPEG2000 标准的小波变换理论模式与软件基础 .....                | (276)        |
| 12.2.1 JPEG2000 标准下提升小波算法的理论基础 .....                | (276)        |
| 12.2.2 JPEG2000 标准下的小波提升 .....                      | (279)        |
| 12.3 JPEG2000 标准下提升小波算法的软件设计 .....                  | (280)        |
| 12.3.1 小波基的选取问题 .....                               | (280)        |
| 12.3.2 JPEG2000 标准中的处理方法 .....                      | (283)        |
| 12.4 JPEG2000 标准下提升小波的实现及实验分析 .....                 | (285)        |
| 12.4.1 小波变换的提升模式处理 .....                            | (285)        |
| 12.4.2 不同变换的性能比较 .....                              | (288)        |
| 12.4.3 JPEG2000 标准提升小波算法的计算机程序设计 .....              | (290)        |
| 12.5 基于 JPEG2000 标准的提升小波变换在 DSP 硬件系统中的软件硬件化设计 ..... | (293)        |
| 12.5.1 硬件系统的选择 .....                                | (293)        |
| 12.5.2 DSP 系统的开发环境 .....                            | (296)        |
| 12.5.3 集成开发环境 (CCS) .....                           | (301)        |
| 12.6 DSP 系统中 JPEG2000 标准提升小波算法软件硬件化的实现 .....        | (302)        |
| 12.6.1 软件的硬件化算法实现 .....                             | (302)        |
| 12.6.2 软件的硬件化实验分析 .....                             | (304)        |
| <b>第 13 章 数字影像综合 2: 电子稳像技术 .....</b>                | <b>(306)</b> |
| 13.1 电子稳像技术概述 .....                                 | (306)        |
| 13.1.1 电子稳像技术定义 .....                               | (306)        |

|               |                                 |              |
|---------------|---------------------------------|--------------|
| 13.1.2        | 国内外电子稳像的发展状况 .....              | (306)        |
| 13.1.3        | 电子稳像在舰船摄像系统中的地位和作用 .....        | (310)        |
| 13.2          | 电子稳像技术的基本原理及方法 .....            | (311)        |
| 13.2.1        | 电子稳像技术的基本原理 .....               | (311)        |
| 13.2.2        | 电子稳像技术中运动关系模型的建立 .....          | (312)        |
| 13.3          | 舰载摄像系统影像的电子稳像 .....             | (316)        |
| 13.3.1        | 灰度投影拟合算法 .....                  | (316)        |
| 13.3.2        | 灰度投影拟合算法的实现 .....               | (319)        |
| 13.3.3        | 实现舰载摄像系统图像序列的稳定方法 .....         | (320)        |
| 13.4          | 图像序列的补偿 .....                   | (321)        |
| 13.4.1        | 舰船图像运动的补偿 .....                 | (322)        |
| 13.4.2        | 摄像机靶面的稳像区域 .....                | (323)        |
| 13.4.3        | 舰船图像序列的补偿 .....                 | (325)        |
| 13.4.4        | 评定稳像效果的方法 .....                 | (327)        |
| 13.4.5        | 利用图像的评定方法评定稳像算法 .....           | (328)        |
| <b>第 14 章</b> | <b>数字影像综合 3: 图像自动拼接技术 .....</b> | <b>(330)</b> |
| 14.1          | 图像配准国内外研究现状 .....               | (330)        |
| 14.1.1        | 图像的几何校正 .....                   | (330)        |
| 14.1.2        | 图像的配准 .....                     | (331)        |
| 14.2          | 图像配准的基本原理和方法 .....              | (332)        |
| 14.2.1        | 图像配准的原理 .....                   | (332)        |
| 14.2.2        | 图像配准的准则 .....                   | (333)        |
| 14.2.3        | 图像配准的步骤 .....                   | (334)        |
| 14.2.4        | 图像配准的方法 .....                   | (337)        |
| 14.3          | 特征区域提取和特征点匹配 .....              | (341)        |
| 14.3.1        | 特征点的定义 .....                    | (341)        |
| 14.3.2        | 基于匹配的控制点的自动选取 .....             | (342)        |
| 14.3.3        | 匹配控制点的人机交互式选取 .....             | (345)        |
| 14.3.4        | 配准变换的建立和优化 .....                | (346)        |
| 14.4          | 大幅面地图图像的校正 .....                | (347)        |
| 14.4.1        | 地图图像几何畸变分析 .....                | (348)        |
| 14.4.2        | 基于仿射变换的控制点的修正算法 .....           | (349)        |
| 14.4.3        | 地图图像的几何校正方法 .....               | (350)        |
| 14.5          | 图像拼接软件系统设计与实验 .....             | (357)        |
| 14.5.1        | 系统的硬件和软件环境 .....                | (357)        |
| 14.5.2        | 系统的总体结构 .....                   | (357)        |
| 14.5.3        | 系统实验结果分析 .....                  | (360)        |
| <b>第 15 章</b> | <b>数字影像综合 4: 成像质量评价技术 .....</b> | <b>(362)</b> |
| 15.1          | 引言 .....                        | (362)        |