

可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



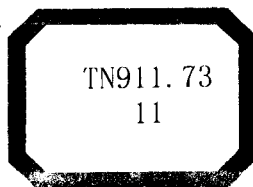
高等学校教材
计算机科学与技术

数字图像处理 与分析

龚声蓉 刘纯平 王 强 等 编著

清华大学出版社





TN911.73

11

高等学校教材
计算机科学与技术

数字图像处理 与分析

龚声蓉 刘纯平 王 强 等 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

数字图像处理与分析是集计算机科学、电子学、信息论、光学、数学、控制论、物理学、心理学和生理学等学科的一门综合性边缘学科。它包括图像存储与表示、图像增强、图像编码与压缩、图像恢复、图像重建、图像分割、图像特征提取与分析、图像匹配与识别等。本书从基本概念入手,采用由理论与实践相结合的方式,全面地介绍了图像处理与分析的基本问题、主要研究成果以及具体实例开发过程。全书内容系统、完整,讲解深入浅出,全书每章末皆有小结和习题。

本书可作为高校计算机科学、电子工程、自动化、生物医学、遥感、地质、矿业、通信、气象、农业等相关专业的高年级本科生教材,也可供相关领域的大学教师、科研人员和工程技术人员参考。

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

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

数字图像处理与分析/龚声蓉等编著. —北京:清华大学出版社,2006.7

(高等学校教材·计算机科学与技术)

ISBN 7-302-12649-6

I. 数… II. 龚… III. 数字图像处理—高等学校—教材 IV. TN911.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 017811 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:丁 岭

文稿编辑:李玮琪

印刷者:北京市通州大中印刷厂

装订者:三河市兴旺装订有限公司

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:20.5 字数:509千字

版 次:2006年7月第1版 2006年7月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-12649-6/TP·8086

印 数:1~4000

定 价:27.00元

编审委员会成员

(按地区排序)

高等学校教材·计算机科学与技术

清华大学	周立柱	教授
	覃征	教授
	王建民	教授
	刘强	副教授
	冯建华	副教授
北京大学	杨冬青	教授
	陈钟	教授
	陈立军	副教授
北京航空航天大学	马殿富	教授
	吴超英	副教授
	姚淑珍	教授
中国人民大学	王珊	教授
	孟小峰	教授
	陈红	教授
北京师范大学	周明全	教授
北京交通大学	阮秋琦	教授
北京信息工程学院	孟庆昌	教授
北京科技大学	杨炳儒	教授
石油大学	陈明	教授
天津大学	艾德才	教授
复旦大学	吴立德	教授
	吴百锋	教授
	杨卫东	副教授
华东理工大学	邵志清	教授
华东师范大学	杨宗源	教授
	应吉康	教授
东华大学	乐嘉锦	教授
上海第二工业大学	蒋川群	教授
浙江大学	吴朝晖	教授
	李善平	教授
南京大学	骆斌	教授
南京航空航天大学	秦小麟	教授
南京理工大学	张功萱	教授

南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	龚声蓉	教授
江苏大学	宋余庆	教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	王林平	副教授
	魏开平	教授
武汉理工大学	李中年	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	肖 侬	副教授
中南大学	陈松乔	教授
湖南大学	林亚平	教授
	邹北骥	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永峰	教授
西安石油学院	方 明	教授
西安邮电学院	陈莉君	副教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕 强	教授
长春工程学院	沙胜贤	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
山东科技大学	郑永果	教授
中山大学	潘小轰	教授
厦门大学	冯少荣	教授
福州大学	林世平	副教授
云南大学	刘惟一	教授
重庆邮电学院	王国胤	教授
西南交通大学	杨 燕	副教授

改改革开放以来,特别是党的十五大以来,我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就,高等教育实现了历史性的跨越,已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上,高等教育规模取得如此快速的发展,创造了世界教育发展史上的奇迹。当前,教育工作既面临着千载难逢的良好机遇,同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾,是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月,教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》,提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月,教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件,指出“高等学校教学质量和教学改革工程”是教育部正在制定的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分,精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一。教育部计划用五年时间(2003—2007年)建设1500门国家级精品课程,利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放,以实现优质教学资源共享,提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展、顺应并符合新世纪教学发展的规律、代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻

性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括:

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统。

清华大学出版社经过近 20 年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材经过 20 多年的精雕细刻,形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn

随着网络和通信技术的发展,数字图像处理与分析技术已经在科学研究、工农业生产、军事技术、医疗卫生、教育等许多领域得到了广泛应用,并产生了巨大的经济效益和社会效益,对推动社会发展和改善人们生活水平都起到了重要的作用。

数字图像处理与分析是研究计算机对数字图像的处理,以达到改善视觉效果,便于图像分析和识别的目的。它是集计算机科学、电子学、信息论、控制论、光学、数学、物理学、心理学和生理学等学科的一门综合性边缘学科。随着计算机科学的迅猛发展,以及与近代发展的新理论,如小波分析、马尔柯夫随机场、分形学、数学形态学、人工智能和人工神经网络等的结合,计算机图像处理与分析近年来获得了长足的进展,呈现出强大的生命力。

本书主要包括3部分内容,共11章。第1部分是数字图像处理的基础,包括绪论、数字图像表示及其处理、图像增强、图像编码与压缩、图像恢复、图像重建6章。第2部分是图像特征提取与分析的理论、方法和实例,包括图像分割技术、图像特征提取与表示、图像匹配与识别3章。第3部分为图像系统设计实例。包括基于MATLAB数字水印系统设计和车辆牌照识别系统设计2章。

本书力求理论与实践相结合,为了达到这一效果,在每章最后附有小结和习题。为便于自学,本书提供了多媒体教案以及部分源程序。通过本书的学习,学生除了了解图像处理的基本概念、掌握各种算法原理外,将具备完整图像系统设计能力,能够直接将所学知识用于工程实践。

本书适用于从事计算机技术、电子技术、网络和通信工程的高年级本科生和研究生作为教材或参考书,也可作为从事图像处理、模式识别研究和开发的工程技术人员的参考书。

本书由苏州大学的龚声蓉教授、刘纯平副教授、广西师范大学的王强教授和南通大学的赵敏老师共同编写。其中第1章~第4章、第11章由龚声蓉编写;第5章、第6章由王强编写;第7章~第9章由刘纯平编写;第10章由赵敏编写,最后由龚声蓉统稿。硕士生范益进、周翔、杨善超、郭丽、王艳、刘文尧、陆梯亮、倪峰、曹杰、赵万金等参与了本书源程序调试以及文字录入、校对工作。在编写本书过程中,受到了江苏省自然科学基金(BK2003029)和铁道部“铁路信息科学与工程”开放实验室开放基金课题

(TDXX0501)的资助,苏州大学计算机科学与技术学院也给予了大力支持,在此一并表示感谢。同时,也参考了国内出版的大量书籍和论文,对本书中所引用论文和书籍的作者深表感谢。在初稿完成的过程中,与北京交通大学阮秋琦教授进行的讨论使作者受益匪浅,在此对阮秋琦教授表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免有不足和不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2006年5月于苏州大学

目 录

高等学校教材·计算机科学与技术

第 1 章 绪论	1
1.1 数字图像处理的发展	1
1.2 数字图像处理的相关概念	2
1.2.1 数字图像及其组成要素	2
1.2.2 图像处理	2
1.2.3 图像分析	3
1.2.4 图像理解	3
1.2.5 与相关学科的关系	4
1.3 数字图像处理方法	4
1.3.1 空域处理方法	5
1.3.2 变换域处理方法	5
1.4 数字图像处理的主要研究内容	5
1.5 数字图像处理的应用实例	6
1.5.1 生物学中的应用	7
1.5.2 遥感领域中的应用	8
1.5.3 工业方面的应用	9
1.5.4 军事公安领域的应用	10
1.5.5 通信中的应用	12
1.5.6 文字识别	13
1.5.7 交通	13
1.6 小结	14
习题	15
第 2 章 数字图像表示及其处理	16
2.1 人眼成像过程	16
2.2 简单的图像形成模型	18
2.3 图像的数字化	19

2.3.1	采样	19
2.3.2	量化	20
2.4	数字图像的基本类型	23
2.4.1	二值图像	23
2.4.2	灰度图像	24
2.4.3	索引图像	24
2.4.4	RGB 彩色图像	25
2.5	数字图像的基本文件格式	25
2.5.1	BMP 图像文件格式	25
2.5.2	TIFF 图像文件格式	28
2.5.3	GIF 图像文件格式	29
2.5.4	PCX 文件	29
2.5.5	JPEG 图像格式	30
2.5.6	用 VC++ 实现 BMP 图像文件的显示	30
2.6	小结	44
	习题	45
第 3 章	图像增强	46
3.1	概述	46
3.2	空域增强	48
3.2.1	灰度变换增强	48
3.2.2	直方图变换增强	51
3.2.3	空间平滑滤波增强	60
3.3	频域增强	64
3.3.1	傅里叶变换	64
3.3.2	频域滤波增强	69
3.4	图像的锐化	76
3.4.1	基于一阶微分的图像增强——梯度算子	77
3.4.2	基于二阶微分的图像增强——拉普拉斯算子	80
3.5	彩色图像增强	81
3.5.1	伪彩色增强	81
3.5.2	假彩色增强	84
3.5.3	真彩色增强	84
3.6	小结	84
	习题	86
第 4 章	图像编码与压缩	87
4.1	图像编码的必要性与可能性	87
4.1.1	图像编码的必要性	87

4.1.2 图像编码的可能性	88
4.2 图像编码分类	89
4.3 图像编码评价准则	90
4.3.1 客观保真度准则	90
4.3.2 主观保真度准则	90
4.4 图像编码模型	91
4.4.1 信源编码器和信源解码器	92
4.4.2 信道编码器和解码器	92
4.5 无损压缩	93
4.5.1 霍夫曼编码	93
4.5.2 香农-费诺编码	96
4.5.3 算术编码	96
4.5.4 游程编码	98
4.5.5 无损预测编码	99
4.6 有损压缩	101
4.6.1 有损预测编码	101
4.6.2 变换编码	101
4.7 JPEG 图像编码压缩标准	106
4.7.1 JPEG 的工作模式	107
4.7.2 基本工作模式	108
4.7.3 JPEG 文件格式	115
4.8 MPEG 视频编码压缩标准	119
4.9 小结	121
习题	122
第 5 章 图像复原	123
5.1 基本概念	123
5.1.1 图像退化一般模型	123
5.1.2 成像系统的基本定义	124
5.1.3 连续函数的退化模型	125
5.1.4 离散函数的退化模型	126
5.2 非约束复原	128
5.2.1 非约束复原的代数方法	128
5.2.2 逆滤波器方法	129
5.3 有约束复原	131
5.3.1 有约束的最小二乘方图像复原	131
5.3.2 维纳滤波方法	132
5.3.3 有约束最小平方滤波	133
5.3.4 去除由匀速运动引起的模糊	136

5.4	非线性复原方法	137
5.4.1	最大后验复原	137
5.4.2	最大熵复原	138
5.4.3	投影复原方法	139
5.5	几种其他图像复原技术	140
5.5.1	几何畸变校正	140
5.5.2	盲目图像复原	142
5.6	小结	143
	习题	144
第6章	图像重建	145
6.1	图像重建概述	145
6.2	图像重建的方法	148
6.3	傅里叶反投影重建	150
6.3.1	反投影重建的基本原理	150
6.3.2	重建公式的推导	150
6.3.3	重建公式的实用化	152
6.4	卷积法重建	154
6.5	代数重建方法	155
6.6	重建的优化问题	158
6.7	重建图像的显示	160
6.7.1	三维图像重建的体绘制	160
6.7.2	三维图像重建的面绘制	163
6.8	小结	166
	习题	167
第7章	图像分割技术	168
7.1	图像分割概述	168
7.2	边缘检测	169
7.2.1	边缘检测概述	170
7.2.2	边缘检测方法	170
7.2.3	边界跟踪	175
7.3	阈值与图像分割	177
7.3.1	阈值分割原理及分类	177
7.3.2	全局阈值	179
7.3.3	基本自适应阈值	180
7.3.4	阈值选取方法	180
7.3.5	动态阈值	184
7.3.6	基于熵的二值化方法	187

7.4	基于区域的分割	190
7.4.1	区域生长	190
7.4.2	区域分裂与合并	193
7.5	彩色图像分割	194
7.5.1	彩色模型	195
7.5.2	彩色模型变换	197
7.5.3	彩色分割策略	198
7.6	基于形态学分水岭的分割	199
7.6.1	数字图像形态学处理技术	199
7.6.2	水坝构造	203
7.6.3	分水岭分割算法	204
7.7	连接成分的标记	206
7.8	小结	207
	习题	208
第 8 章	图像特征提取与分析	209
8.1	基本概念	209
8.2	颜色特征描述	210
8.2.1	颜色矩	211
8.2.2	颜色直方图	211
8.2.3	颜色集	212
8.2.4	颜色相关矢量	212
8.3	形状特征描述	213
8.3.1	几个基本概念	213
8.3.2	区域内部空间域分析	215
8.3.3	区域内部变换分析	219
8.3.4	区域边界的形状特征描述	221
8.4	图像的纹理分析技术	229
8.4.1	纹理分析概念	230
8.4.2	空间灰度共生矩阵	231
8.4.3	纹理能量测量	234
8.4.4	纹理的结构分析方法和纹理梯度	234
8.5	小结	235
	习题	236
第 9 章	图像匹配与识别	238
9.1	模式与模式识别	238
9.1.1	模式的概念	238
9.1.2	模式识别系统	239

9.1.3	模式识别方法的分类	240
9.1.4	模式识别的应用	241
9.2	基于匹配的认识技术	242
9.2.1	全局模板匹配	242
9.2.2	模板向量匹配	242
9.2.3	特征匹配	243
9.3	统计模式识别	244
9.4	句法模式识别	245
9.5	模糊模式识别方法	247
9.6	神经网络识别法	248
9.6.1	BP神经网络图像识别	248
9.6.2	自组织神经网络的图像识别	253
9.7	统计学习理论和支持向量机识别方法	255
9.7.1	SVM算法的基本思想	255
9.7.2	SVM算法的分类过程	256
9.7.3	遥感图像中的应用	256
9.8	小结	258
	习题	259
第10章	基于MATLAB数字水印系统设计	260
10.1	MATLAB简介	260
10.1.1	MATLAB基础	260
10.1.2	MATLAB的运行	261
10.1.3	MATLAB图像处理功能	265
10.2	数字水印概述	269
10.2.1	数字水印的相关概念	269
10.2.2	数字水印的分类	270
10.2.3	数字水印系统的组成	270
10.3	基于DCT域的鲁棒水印	272
10.3.1	水印的嵌入	272
10.3.2	水印的提取	276
10.4	基于空域的脆弱水印	279
10.4.1	水印的嵌入	280
10.4.2	水印的提取及篡改检测	282
10.5	基于DWT域的脆弱水印	284
10.5.1	水印的嵌入	285
10.5.2	水印的提取	286
10.6	小结	287
	习题	288

第 11 章 车辆牌照识别系统设计	289
11.1 概述	289
11.2 彩色图像转灰度图像	290
11.3 图像灰度拉伸	290
11.4 图像的二值化	292
11.5 图像的梯度锐化	293
11.6 图像的中值滤波	294
11.7 车牌牌照区域的定位	296
11.8 确定牌照区域的四个坐标值	298
11.9 车牌区域截取	300
11.10 牌照几何位置的调整	301
11.11 牌照区域的二值化	301
11.12 牌照字符的切分	301
11.13 牌照字符的识别	302
11.14 小结	305
习题	305
参考文献	306

绪论

数字图像处理(digital image processing)是指用计算机对数字图像进行的处理,因此也称为计算机图像处理(computer image processing)。数字图像处理主要有两个目的:其一,为了便于分析而对图像信息进行改进;其二,为使计算机自动理解而对图像数据进行存储、传输及显示。本章主要介绍以下几个方面的内容:①简要介绍数字图像处理的发展过程;②简要介绍数字图像处理中涉及的相关概念;③对数字图像处理的主要研究内容作一下概括;④通过数字图像处理的几个应用实例,介绍数字图像处理的主要应用领域。

1.1 数字图像处理的发展

图像是人类获取信息、表达信息和传递信息的重要手段。因此,数字图像处理技术已经成为信息科学、计算机科学、工程科学、地球科学等诸多方面的学者研究图像的有效工具。

数字图像处理发展历史并不长,起源于20世纪20年代。当时,人们通过Bartlane海底电缆图片传输系统,从伦敦到纽约传输了一幅经过数字压缩后的照片,从而把传输时间从一周多缩短至不到3小时。为了传输图片,该系统首先在传输端进行图像编码,然后在接收端用特殊打印设备重构该图片。尽管这一应用已经包含了数字图像处理的知识,但还称不上真正意义的数字图像处理,因为它没有涉及到计算机。事实上,数字图像需要很大的存储空间和计算能力,其发展受到数字计算机和包括数据存储、显示和传输等相关技术发展的制约。因此,数字图像处理的历史与计算机的发展密切相关,数字图像处理的真正历史是从数字计算机的出现开始的。

第一台可以执行有意义的图像处理任务的大型计算机出现在20世纪60年代早期。数字图像处理技术的诞生可追溯至这一时期计算机的使用和空间项目的开发。1964年,位于加利福尼亚的美国喷气推进实验室(JPL实验室)处理了太空船“徘徊者七号”发回的月球照片,以校正航天器上电视摄像机中的各种类型的图像畸变,这标志着图像处理技术开始得到实际应用。

进行空间应用的同时,数字图像处理技术在20世纪60年代末70年代初开始用于医学图像、地球遥感监测和天文学等领域。其后军事、气象、医学等学科的发展也推动了图像处理技术迅速发展。此外,计算机硬件设备的不断降价,包括高速处理器、海量存储器、图像数字化和图像显示、打印等设备的不断降价成为推动数字图像处理技术发展的又一个动力。