



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

第1版获全国普通高等学校优秀教材一等奖

清华大学信息科学技术学院教材——信息与通信工程系列

图像工程

(第2版)

Image Engineering
(Second Edition)

章毓晋 编著
Zhang Yujin

清华大学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

第1版获全国普通高等学校优秀教材一等奖

清华大学信息科学技术学院教材——信息与通信工程系列

图像工程

(第2版)

Image Engineering
(Second Edition)

章毓晋 编著

Zhang Yujin

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为《图像工程》上中下册的合订本,全面介绍图像工程的第一层次——图像处理,图像工程的第二层次——图像分析,图像工程的第三层次——图像理解的基本概念、基本原理、典型方法、实用技术以及国际上有关研究的新成果。

上册主要分三个单元。第一个单元主要介绍图像的基础知识,初步的图像采集技术和常用的空域增强技术。第二个单元包括图像变换、频域增强、彩色处理、图像恢复和图像重建技术。第三个单元包括典型图像变换、图像编码、图像水印和多尺度技术。中册主要分五个单元。第一个单元回顾了有关的图像处理技术,并对数字化的图像进行了详细描述。第二个单元讨论图像分析的关键步骤——图像分割,包括基本的图像分割原理和技术、近年常用典型分割技术及其扩展、对图像分割的评价。第三个单元介绍对目标的表达、描述和特征测量。第四个单元包括纹理特性、形状特性和运动特性的分析技术。第五个单元介绍一类重要的图像分析数学工具——数学形态学方法。下册主要分四个单元。第一个单元介绍基本的视觉感知原理和过程,高维图像采集以及3-D目标表达方法。第二个单元论述立体视觉技术以及由单目图像恢复深度信息的技术。第三个单元介绍广义匹配的多种技术,图像模式识别的基础工具,图像理解理论的内容发展和图像信息系统的概况比较。第四个单元介绍三个典型图像理解技术的应用领域:多传感器图像信息融合、人脸和表情识别、基于内容的图像和视频检索。书中还提供了大量例题、思考题和练习题,并对部分练习题提供了解答或解题思路。

本书可作为信号与信息处理、通信与信息系统、电子与通信工程、模式识别与智能系统、计算机视觉等学科大学本科和研究生专业基础课教材,也可供信息与通信工程、电子科学与技术、计算机科学与技术、测控技术与仪器、机器人自动化、生物医学工程、光学、电子医疗设备研制、遥感、测绘和军事侦察等领域的科技工作者参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

图像工程/章毓晋编著. —2版. —北京:清华大学出版社,2007.5

(清华大学信息科学技术学院教材. 信息与通信工程系列)

ISBN 978-7-302-15047-3

I. 图… II. 章… III. 计算机应用—图像处理—高等学校—教材 IV. TP391.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第052074号

责任编辑:陈国新

责任印制:王秀菊

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

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印刷者:北京市昌平环球印刷厂

装订者:三河市春园印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印 张:88.25 字 数:1810千字

版 次:2007年5月第2版 印 次:2007年5月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:128.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:025933-01

《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
郑纬民 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

写在合订本前

历时近五年,第二版《图像工程》共三册终于全部出齐了。这版《图像工程》按照图像工程的三个层次分别写了三册,分别是图像处理、图像分析、图像理解。每册都可独立作为一门同名课程的教材(目前作者正是这样做的)。

那为什么要出这个合订本呢?图像工程作为一门系统地研究各种图像理论方法,阐述图像技术原理,推广图像技术应用及总结生产实践经验的新的交叉学科,作为对图像技术综合研究和集成应用的一个整体框架,其中的图像处理、图像分析、图像理解以及相关技术的工程应用有着密切的联系。图像工程是一个整体,合订本将对图像工程的全面介绍汇集在一起,应能更方便读者使用。

合订本将分别的三册合在一起,全书的开本、各册的页码等仍与分别的三册完全一样。全书共有 41 章正文,5 个附录,以及对应的习题解答和参考文献。在这 46 个一级标题下共有 215 个二级标题(节),再下还有 401 个三级标题(小节)。全书共有文字(也包括图片、绘图、表格、公式等)约 190 万字。全书共有编了号的图 1053 个、表格 126 个、公式 2223 个。为便于教学和理解,全书共给出各类例题 295 个。为便于检查教学和学习效果,各章后均有思考题和练习题,全书共有思考题和练习题 681 个,对其中(题前标 * 号)的 295 个练习题提供了参考答案。另外全书共列出了直接引用和提供参考文献的 700 多篇文献的目录。

章毓晋

丁亥年正月于清华园

全套书第2版前言

Preface

本套书为《图像工程》第2版,共分3册,分别为《图像工程(上册)——图像处理》,《图像工程(中册)——图像分析》和《图像工程(下册)——图像理解》。整套书全面介绍图像工程的基本概念、基本原理、典型方法、实用技术以及国际上有关研究的新成果。

本套书的第1版也分3册,其中《图像工程(上册)——图像处理和分析》1999年出版,《图像工程(下册)——图像理解和计算机视觉》2000年出版,《图像工程(附册)——教学参考与习题解答》2002年出版。至今各册已一共重印20多次,总计达10万册。根据在网上查询的结果,约有上百所学校院所采用该套书作为教材、教学参考书或考研指定书/参考书。从读者向作者发来的上千封电子邮件中,也得知许多人在利用该套书进行自学。

本套书第1版自出版后也得到相关领域研究人员的广泛使用。根据利用“中国期刊网”中的“中国期刊全文数据库”和“万方数据库”中的“万方数字化期刊”所做的检索,可知本套书第1版自出版以来,已被600多篇在国内重要学术期刊上发表的研究文献所引用。又根据利用“中国期刊网”中的“中国优秀博硕士论文全文数据库”所做的检索,可知本套书第1版自出版以来,已被1000多篇博士和硕士论文所引用。

该套书的多次重印和多次被引用表明,作者一直倡导的,为了对各种图像技术进行综合研究、集成应用而建立的整体框架——图像工程作为一门系统地研究各种图像理论、技术和应用的新的交叉学科得到了广泛的认可。同时,随着研究的深入和技术的发展,编写新版的工作也逐渐提到议事日程上来。

第2版的编写开始于2003年,是年作者选择了进行学术休假。期

间作为新加坡南洋理工大学的访问教授,一方面在那里开出一门新课“图像分析”(advance in image analysis),并参与了其他几门课的教学工作;另一方面,静心构思了整套书的新框架,并开始了第2版的编写。为使新版有更多新的内容,在那里收集了10多本相关书籍,还借阅了20多本书,并作了15万词(英文)的笔记。这些书籍中,既包括多本典型的图像处理、图像分析和图像理解教材,也包括如成像技术、数字电视、小波变换、二值图像处理、非线性图像处理、三维图像处理、图像分割和组合、纹理分析、形状分析、立体图像分析、体视学、多视几何、图像代数、视觉表达和识别等专著。这为新版的编写打了一个坚实的基础。第2版在内容的深度和广度上,仍希望读者能通过本书的学习,独立地和全面地了解该领域的基本理论、技术、应用和发展。

第2版的编写仍如第1版那样,在编写的方针上,力求具有理论性、实用性、系统性、实时性;在内容叙述上,力求理论概念严谨,论证简明扼要。考虑到图像技术的飞速发展,第2版既保留了第1版有代表性的经典内容,也消减了一部分近年使用不多的陈旧内容,同时还认真选取了近年的许多最新研究成果和得到广泛使用的典型技术以进行充实。这些新内容既参考了许多有关文献,也结合了作者的一些研究工作和成果以及这些年来的教学教案。第2版在整个篇幅上比第1版有相当的增加。

与第1版相比,第2版有如下几个特点:

第一,从总体框架上,第2版按图像工程的三个层次分为对应的三册。2004年,作者在清华大学也开出了“图像分析”课程,这样加上原有的两门课程,三门课程和三册教材就互相对应起来了。为此,第2版每册书都增加了教学使用建议,以帮助使用者。

第二,从教学的角度出发,以章为单位,对内容进行了均衡;同时对内容较多的技术,划分成基础部分和深入部分,以有利于不同专业背景使用者的选择。

第三,从学习的角度出发,结合教学实践和读者对第1版书的反馈意见,对一些重要和基本的章节概念,增加了解释和示例,以帮助读者理解和自学。

第四,从深入学习和开展科研的角度出发,在每章结尾处增加了各节小结以及为读者扩大视野和进一步研究而提供的一些相关参考文献的介绍,以帮助读者有的放矢地进行查阅。

第五,从使用方便的角度出发,将习题和对应的解答都集中在同一册书中。

本套书的第1版从1996年开始编写,至今已近10年。这期间,作者与许多读者(包括教师、学生、自学者)有过各种形式的讨论和交流,除了面谈外,许多人打过电话发过电子邮件。这些讨论和交流使作者获得了许多宝贵的意见和建议,对完善第1版和编写第2版都起到了不可或缺的作用。值得指出的是,书中汇集了几年来不少听课学生的贡献,许多例题和练习题是在历届学生作业和课堂讨论的基础上提炼出来的,一些图片还直接由学生帮助制作,在选材上也从学生的反馈中受到许多启发。借此机会一并表示衷心的感谢。

本套书中有相当内容基于作者和他人共同研究的成果,特别是历年的学生边辉、陈挺、戴声扬、傅卓、高永英、葛菁华、胡浩基、黄英、黄翔宇、贾波、贾慧星、姜帆、李乐、李勍、李睿、刘青棣、刘惟锦、刘晓旻、刘忠伟、陆海斌、罗惠韬、罗沅、钱宇飞、秦暄、谭华春、王志明、吴高洪、吴玮、徐丹、徐枫、徐寅、薛景浩、杨静波、杨翔英、姚玉荣、俞天利、张宁和朱小青,博士后高立志以及进修教师崔京守、石俊生、杨卫平、张贵仓等,第1版和第2版采用的图片除作者本人制作的外,也包括他们在研究工作中收集和实验得到的。本套书应该说是多人合作成果的体现。

全书在编写过程中得到陈国新编辑认真的审阅和精心的修改,这既使全书增色不少,也使作者受益匪浅。

最后,作者感谢妻子何芸,女儿章荷铭以及父母家人在各方面的理解和支持!

章毓晋

2005年夏于清华园

通信: 北京清华大学电子工程系, 100084

电话: (010) 62781430

传真: (010) 62770317

电子邮件: zhangyj@ee.tsinghua.edu.cn

个人主页: www.ee.tsinghua.edu.cn/~zhangyujin/

研究室网: image.ee.tsinghua.edu.cn

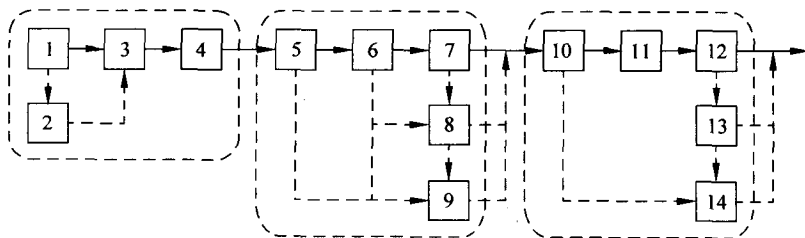
上册书概况和使用建议

本册书为《图像工程》的上册,主要介绍图像工程的第一层次——图像处理的基本概念、基本原理、典型方法、实用技术以及国际上有关研究的新成果。

本册书主要内容可划分在三个单元中。第一个单元(包含第1,2,3,4章)主要介绍图像的基础知识和图像工程的整体状况,基本的视觉过程和图像采集方法,图像中像素间的联系和坐标变换以及常用的空域图像增强技术等。这些也为进一步学习后面单元的内容打下了基础。第二个单元(包含第5,6,7,8,9章)以第5章介绍的基本图像变换为基础,论述改善图像质量的各种图像处理技术,包括频域图像增强技术,彩色图像处理技术和退化图像恢复技术,以及由投影重建图像技术等的基本原理和方法。这些典型的技术既可用于解决实际问题也为进一步学习图像工程中的高层技术奠定了基础。第三个单元(包含第10,11,12,13,14章)以第10章介绍的典型图像变换为基础,论述图像编码的基本原理和常用方法,涉及图像水印的相关内容,以及建立在多尺度表达基础上的图像处理方案等。书中的附录介绍了一些有关图像国际标准的情况,主要也与第三个单元相关。

本册书共有14章正文,1个附录,以及习题解答和参考文献。在这17个一级标题下共有75个二级标题(节),再下还有131个三级标题(小节)。全册书共有文字(也包括图片、绘图、表格、公式等)约60万字。本册书共有编了号的图304个、表格43个、公式923个。为便于教学和理解,本册书共给出各类例题109个。为便于检查教学和学习效果,各章后均有思考题和练习题,本册书共有思考题和练习题260个,对其中的137个练习题提供了参考答案。另外书末列出了直接引用和提供参考文献的近200篇文献的目录。

关于本册书的使用可借助下图解释。



本册书主要包括14章,根据内容可结合成为三个单元,每个单元包括的章如三个虚线框所示。每个单元选了三章作为基本内容,即第1章,第3章,第4章,第5章,第6章,第7章,第10章,第11章,第12章(可按此次序学习)。在包括了这9章基本内容的基础

上,可考虑根据专业和学时选择其他内容。如果需要了解图像采集方面的内容,可在第1章后学习第2章。第5章提供了第二部分的一些基础,如果有较好的数学基础且希望较深入地学习改善图像质量的技术,可在第6章或第7章后学习第8章;生物医学专业的也可以在第5章或第6章后直接学习第9章。第10章提供了第三部分的一些基础,如果希望了解图像水印方面的内容,可在第12章后学习第13章。最后第14章介绍多尺度技术,对许多图像处理技术从另一个角度进行了分析,可借助对它的学习来复习一些图像处理技术。

本册书各章内容基本平衡,根据学生的基础和背景,每章可用2~4课堂学时。各章后面均有较多的思考题和练习题(包括有若干个涉及编程实现图像处理算法),可每章平均安排1~3课外学时来完成。

本册书主要介绍图像处理的内容,最好作为学习图像技术的第一本书来学习(特别是自学的話)。如果比较关心图像分析的内容,可在学习完第1章,第3章,第4章后学习本套书的中册。在学习了第一个单元和第二个单元后应可以直接学习本套书下册。

中册书概况和使用建议

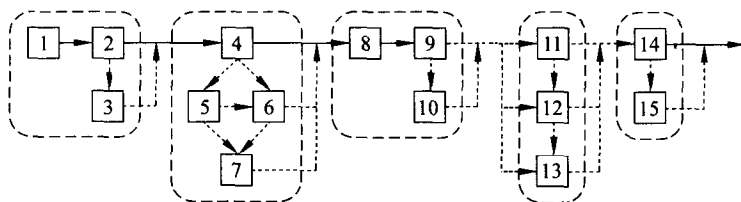
本册书为《图像工程》(第2版)的中册,主要介绍图像工程的第二层次——图像分析的基本概念、基本原理、典型方法、实用技术以及国际上有关研究的新成果。

本册书主要内容归纳在五大部分中。第一大部分(包含第1,2,3章)介绍图像和图像工程基础,回顾有关的图像处理技术,并对数字化的图像进行详细描述,以便为进一步的学习打下基础。第二大部分(包含第4,5,6,7章)讨论图像分析的关键步骤——图像分割,除介绍基本的图像分割原理和技术外,对近年一些得到广泛使用的分割技术以及对典型基本技术向3-D、运动和其他属性特殊图像扩展也进行了讨论,另外还对图像分割的评价等分割研究高层次内容给予全面的概括。第三大部分(包含第8,9,10章)介绍图像分析的另一组关键工作——对目标的表达、描述和特征测量,除具体介绍各种基本的表达和描述方法外,还特别对特征测量的误差分析进行了详细的讨论。第四大部分(包含第11,12,13章)分别介绍对图像目标重要特性,包括纹理特性、形状特性和运动特性的分析,这是对第三大部分的深入,与实际应用结合得更紧。第五大部分(包含第14,15章)介绍一类重要的图像分析数学工具——数学形态学方法(包括二值数学形态学和灰度数学形态学),它在图像分析的各种技术中都有广泛的应用。另外,附录A介绍了与图像分析密切相关的体视学内容。

本册书共有15章正文、1个附录以及习题解答和参考文献。在这18个一级标题下共有69个二级标题(节),再之下还有140个三级标题(小节)。全册书共有文字(也包括图片、绘图、表格、公式等)约65万字。本册书共有编了号的图451个、表格49个、公式646个。为便于教学和

理解,本册书共给出各类例题 113 个。为便于检查教学和学习,各章后均有思考题和练习题。本册书共有思考题和练习题 217 个,对其中的 64 个练习题提供了参考答案。另外书末列出了直接引用和提供参考文献的 300 多篇文献的目录。

关于本册书的学习/教学使用,建议参考下图。



图中将本册书主要包括的 15 章根据内容所结合成的五部分用五个虚线框来表示。本册书最基本的内容为第 1 章,第 2 章,第 4 章,第 8 章,第 9 章(可按此次序学习)。在包括了这些最基本内容的基础上,可考虑根据专业和学时选择其他内容。如果希望加强数字图像几何方面的内容,可在第 2 章后学习第 3 章。如果希望加强图像分割方面的内容,可在第 4 章后学习第 5 章或第 6 章(也可都学习)。如果希望加强对图像分割各层次的深入了解,还可学习第 7 章。如果希望加强特征测量方面的内容,可在第 9 章后学习第 10 章。第 11 章到第 13 章基本上相互并行,可根据应用要求和学时情况独立选择。对第 14 章和第 15 章的学习除可掌握数学形态学工具外,也可帮助回顾和总结复习先前各章的内容。对第 15 章的学习需在第 14 章的学习后进行。

本册书各章内容基本平衡,根据学生的基础和背景,每章可用 2~4 课堂学时。各章后面的练习题中有一部分涉及编程实现图像分析算法,可每章平均安排 1~3 课外学时来完成。

本册书主要介绍图像分析的内容,最好在学习完本套书上册后再进行学习(特别是自学),此时第 1 章和第 2 章可供简单回顾。但本册书也可作为学习图像工程的第一门课的教材,此时需对第 1 章和第 2 章详细介绍。

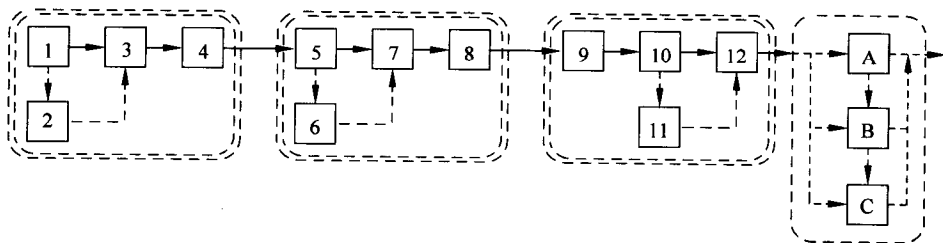
下册书概况和使用建议

本册书为《图像工程》的下册,主要介绍图像工程的第三层次——图像理解的基本概念、基本原理、典型方法、实用技术以及国际上有关研究的新成果。

本册书主要内容可划分在四个单元中。第一个单元(包含第1,2,3,4章)主要介绍图像工程的整体发展状况和图像理解与其他相关学科的联系,基本的视觉感知原理和过程,高维图像采集以及3-D目标表达方法等。这些也为进一步学习后面单元的内容打下了基础。第二个单元(包含第5,6,7,8章)论述景物恢复(重建)的各种典型技术,对应图像理解的较低层次。这里主要涉及立体视觉技术(包括双目和多目),以及由单目图像恢复深度信息的技术(包括立体光度学、从运动求取结构、从阴影恢复形状、从纹理变化确定表面朝向等)。第三个单元(包含第9,10,11,12章)论述场景解释的概念和原理,对应图像理解的较高层次。这里论述知识和表达基础及常用方法、广义匹配的多种技术,以及图像模式识别的基础工具、图像理解理论的内容发展和图像信息系统的概况比较。第四个单元(包含附录A,B,C)分别介绍了三个典型图像理解技术的应用领域:多传感器图像信息融合、人脸和表情识别、基于内容的图像和视频检索。

本册书共有12章正文、3个附录以及习题解答和参考文献。在这17个一级标题下共有71个二级标题(节),再往下还有130个三级标题(小节)。全册书共有文字(也包括图片、绘图、表格、公式等)约60万字。本册书共有编了号的图298个、表格34个、公式654个。为便于教学和理解,本册书共给出各类例题73个。为便于检查教学和学习效果,各章后均有思考题和练习题,本册书共有思考题和练习题204个,对其中的94个练习题(题前标“*”号)提供了参考答案。另外,书末列出了直接引用和提供参考文献的300多篇文献的目录。

关于本册书的使用可借助下图解释。



本册书主要包括12章,根据内容可结合成为三个单元,每个单元包括的章如三个虚线框所示。每个单元选了三章作为基本内容,即第1章、第3章、第4章,第5章、第7

章、第8章,第9章、第10章、第12章(可按此次序学习)。在包括了这9章基本内容的基础上,可考虑根据专业和学时选择其他内容。如果需要了解人类视觉感知方面的内容,可在第1章后学习第2章。第6章是第5章的扩展,如果有较好的数学基础且比较关注立体视觉的技术,可在第5章后学习。第11章涉及模式识别的内容,如没有学习过相关的课程可在第10章后学习。最后本册书还包括三个附录(在图中单虚线框内),均为涉及有关图像理解(图像工程高层)技术的应用内容,可根据专业和科研方向在第12章后选择学习。

本册书各章内容基本平衡,根据学生的基础和背景,每章可用2~4课堂学时。各章后面均有较多的思考题和练习题(包括若干涉及编程实现算法、编写例题或习题、进行开放式讨论等),每章平均可安排1~3课外学时来完成,有些可作为专题讨论、大作业或项目训练。

本册书主要介绍图像理解的内容,相比图像处理和图像分析更专业化一些,需在学习完本套书上册(或至少学习了其中的第一个单元和第二个单元)后再学习(特别是对于自学的读者)。如果已经学习了本套书中册(或至少其中的第二个单元和第三个单元的基本内容),则对学习本册书更为有利。

总 目 录

上册 图像处理

- 第 1 章 绪论
- 第 2 章 图像采集
- 第 3 章 像素空间关系
- 第 4 章 空域增强技术
- 第 5 章 基本图像变换
- 第 6 章 频域图像增强
- 第 7 章 彩色图像处理
- 第 8 章 图像恢复
- 第 9 章 图像重建
- 第 10 章 典型图像变换
- 第 11 章 图像编码基础
- 第 12 章 图像编码方法
- 第 13 章 图像水印
- 第 14 章 多尺度图像技术
- 附录 A 图像国际标准
- 部分习题解答
- 参考文献

中册 图像分析

- 第 1 章 绪论
- 第 2 章 相关图像基础
- 第 3 章 数字化的图像
- 第 4 章 图像分割基础
- 第 5 章 特色分割算法
- 第 6 章 分割技术扩展
- 第 7 章 图像分割评价
- 第 8 章 目标表达

- 第 9 章 目标描述
- 第 10 章 特征测量和误差分析
- 第 11 章 纹理分析
- 第 12 章 形状分析
- 第 13 章 运动分析
- 第 14 章 二值数学形态学
- 第 15 章 灰度数学形态学
- 附录 A 体视学和图像分析
- 习题解答
- 参考文献

下册 图像理解

- 第 1 章 绪论
- 第 2 章 视感觉和视知觉
- 第 3 章 高维图像采集
- 第 4 章 3-D 目标表达
- 第 5 章 立体视觉:双目
- 第 6 章 立体视觉:多目
- 第 7 章 景物恢复:多图像
- 第 8 章 景物恢复:单图像
- 第 9 章 知识和表达
- 第 10 章 广义匹配
- 第 11 章 图像模式识别
- 第 12 章 图像理解理论和系统
- 附录 A 多传感器图像信息融合
- 附录 B 人脸和表情识别
- 附录 C 基于内容的图像和视频检索
- 部分习题解答
- 参考文献