



全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材



全国高等中医药院校规划教材（第十版）

医学图形图像处理

（新世纪第三版）

（供计算机科学与技术、医学影像学、生物医学工程、中医学等专业用）

主 编 章新友

全国百佳图书出版单位
中国中医药出版社



责任编辑 李占永
文字编辑 岳雪莲
责任印制 常悦

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材（第二批）

全国高等中医药院校规划教材（第十版）

医学伦理学
医学心理学
线性代数
国学经典导读
中医文化学
中医医案学
医患沟通技能
大学生职业发展规划
大学生就业指导
公共管理学
管理心理学
卫生法学
管理学基础
公共关系学
卫生经济学
医院管理学
卫生管理学
社会医学
医药人力资源管理
护理健康教育
护理教育学
临终关怀护理学
康复评定学
康复医学
康复医学导论
临床康复学
物理治疗学
中医老年病学
作业治疗学

言语治疗学
中医康复学
运动医学
微生物学与免疫学
分子生药学
生物药剂学与药物动力学
生药学
天然药物化学
药剂学
药物分析
药物合成反应
药学文献检索
药用辅科学
药用高分子材料学
制药工艺学
中成药学
物理药剂学
中药安全与合理应用导论
医药商品学
中药商品学
中药新药研发学
针刀医学
神经解剖学
腧穴解剖学
神经定位诊断学
中西医结合急救医学
中西医结合皮肤性病学
中药学（中西医结合医学）
中医基础理论（中西医结合医学）

方剂学（中西医结合医学）
病理学（中西医结合医学）
诊断学（中西医结合医学）
生理学（中西医结合医学）
创伤急救学
中医筋伤学
骨科手术学
骨伤科影像学
中医骨病学
中医正骨学
骨科生物力学
针灸推拿学
传染病学
基础医学概论
临床医学概论
医学生物学
医学遗传学
医学免疫学
解剖生理学
中医全科医学概论
医学图形图像处理
医药数据库系统原理与应用
医学数据挖掘原理
SPSS 统计分析教程
ACCESS 中医药数据库教程
大学计算机基础教程
Visual Basic 程序设计教程

读中医药书，走健康之路

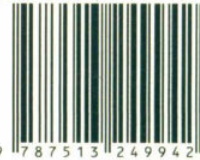


服务号
(zgzyycbs)



医开讲
(yikaijiang)

ISBN 978-7-5132-4994-2



定价：59.00 元

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材

全国高等中医药院校规划教材（第十版）

医学图形图像处理

（新世纪第三版）

（供计算机科学与技术、医学影像学、生物医学工程、中医学等专业用）

主 编

章新友（江西中医药大学）

副 主 编

马志庆（山东中医药大学）

杨 焯（上海中医药大学）

董海艳（南京中医药大学）

叶含笑（浙江中医药大学）

李巍巍（黑龙江中医药大学）

编 委（以姓氏笔画为序）

王甜宇（辽宁中医药大学）

田翔华（新疆医科大学）

张 康（江西中医药大学）

柳 春（甘肃中医药大学）

洪佳明（广州中医药大学）

高贤波（天津中医药大学）

郭小磊（山西中医药大学）

董 浩（福建中医药大学）

彭 瑜（湖北中医药大学）

韩 庆（北京中医药大学）

潘志方（温州医科大学）

学术秘书

何扬明（江西中医药大学）

中国中医药出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

医学图形图像处理/章新友主编. —3 版. —北京: 中国中医药出版社, 2018. 6

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5132-4994-2

I. ①医… II. ①章… III. ①医学摄影-中医学院-教材 IV. ①R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 102072 号

中国中医药出版社出版

北京市朝阳区北三环东路 28 号易亨大厦 16 层

邮政编码 100013

传真 010-64405750

廊坊市三友印务装订有限公司印刷

各地新华书店经销

开本 850×1168 1/16 印张 21 字数 523 千字

2018 年 6 月第 3 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-5132-4994-2

定价 59.00 元

网址 www.cptcm.com

社长热线 010-64405720

购书热线 010-89535836

维权打假 010-64405753

微信服务号 zgzyycbs

微商城网址 <https://kdt.im/LIdUGr>

官方微博 <http://e.weibo.com/cptcm>

天猫旗舰店网址 <https://zgzyycbs.tmall.com>

如有印装质量问题请与本社出版部联系 (010-64405510)

版权专有 侵权必究

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材

全国高等中医药院校规划教材（第十版）

专家指导委员会

名誉主任委员

王国强（国家卫生计生委副主任 国家中医药管理局局长）

主任委员

王志勇（国家中医药管理局副局长）

副主任委员

王永炎（中国中医科学院名誉院长 中国工程院院士）

张伯礼（教育部高等学校中医学类专业教学指导委员会主任委员
天津中医药大学校长）

卢国慧（国家中医药管理局人事教育司司长）

委员（以姓氏笔画为序）

王省良（广州中医药大学校长）

王振宇（国家中医药管理局中医师资格认证中心主任）

方剑乔（浙江中医药大学校长）

孔祥骊（河北中医学院院长）

石学敏（天津中医药大学教授 中国工程院院士）

卢国慧（全国中医药高等教育学会理事长）

匡海学（教育部高等学校中药学类专业教学指导委员会主任委员
黑龙江中医药大学教授）

吕文亮（湖北中医药大学校长）

刘力（陕西中医药大学校长）

刘振民（全国中医药高等教育学会顾问 北京中医药大学教授）

安冬青（新疆医科大学副校长）

许二平（河南中医药大学校长）

孙忠人（黑龙江中医药大学校长）

严世芸（上海中医药大学教授）
李灿东（福建中医药大学校长）
李青山（山西中医药大学校长）
李金田（甘肃中医药大学校长）
杨 柱（贵阳中医学院院长）
杨关林（辽宁中医药大学校长）
余曙光（成都中医药大学校长）
宋柏林（长春中医药大学校长）
张欣霞（国家中医药管理局人事教育司师承继教处处长）
陈可冀（中国中医科学院研究员 中国科学院院士 国医大师）
陈明人（江西中医药大学校长）
武继彪（山东中医药大学校长）
范吉平（中国中医药出版社社长）
周仲瑛（南京中医药大学教授 国医大师）
周景玉（国家中医药管理局人事教育司综合协调处处长）
胡 刚（南京中医药大学校长）
谭元生（湖南中医药大学校长）
徐安龙（北京中医药大学校长）
徐建光（上海中医药大学校长）
唐 农（广西中医药大学校长）
彭代银（安徽中医药大学校长）
路志正（中国中医科学院研究员 国医大师）
熊 磊（云南中医学院院长）

秘 书 长

王 键（安徽中医药大学教授）
卢国慧（国家中医药管理局人事教育司司长）
范吉平（中国中医药出版社社长）

办公室主任

周景玉（国家中医药管理局人事教育司综合协调处处长）
林超岱（中国中医药出版社副社长）
李秀明（中国中医药出版社副社长）
李占永（中国中医药出版社副总编辑）

编审专家组

组 长

王国强（国家卫生计生委副主任 国家中医药管理局局长）

副组长

张伯礼（中国工程院院士 天津中医药大学教授）

王志勇（国家中医药管理局副局长）

组 员

卢国慧（国家中医药管理局人事教育司司长）

严世芸（上海中医药大学教授）

吴勉华（南京中医药大学教授）

王之虹（长春中医药大学教授）

匡海学（黑龙江中医药大学教授）

王 键（安徽中医药大学教授）

刘红宁（江西中医药大学教授）

翟双庆（北京中医药大学教授）

胡鸿毅（上海中医药大学教授）

余曙光（成都中医药大学教授）

周桂桐（天津中医药大学教授）

石 岩（辽宁中医药大学教授）

黄必胜（湖北中医药大学教授）

前言

为落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》《关于医教协同深化临床医学人才培养改革的意见》，适应新形势下我国中医药行业高等教育教学改革和中医药人才培养的需要，国家中医药管理局教材建设工作委员会办公室（以下简称“教材办”）、中国中医药出版社在国家中医药管理局领导下，在全国中医药行业高等教育规划教材专家指导委员会指导下，总结全国中医药行业历版教材特别是新世纪以来全国高等中医药院校规划教材建设的经验，制定了“‘十三五’中医药教材改革工作方案”和“‘十三五’中医药行业本科规划教材建设工作总体方案”，全面组织和规划了全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材。鉴于由全国中医药行业主管部门主持编写的全国高等中医药院校规划教材目前已出版九版，为体现其系统性和传承性，本套教材在中国中医药教育史上称为第十版。

本套教材规划过程中，教材办认真听取了教育部中医学、中药学等专业教学指导委员会相关专家的意见，结合中医药教育教学一线教师的反馈意见，加强顶层设计和组织管理，在新世纪以来三版优秀教材的基础上，进一步明确了“正本清源，突出中医药特色，弘扬中医药优势，优化知识结构，做好基础课程和专业核心课程衔接”的建设目标，旨在适应新时期中医药教育事业发展和教学手段变革的需要，彰显现代中医药教育理念，在继承中创新，在发展中提高，打造符合中医药教育教学规律的经典教材。

本套教材建设过程中，教材办还聘请中医学、中药学、针灸推拿学三个专业德高望重的专家组成编审专家组，请他们参与主编确定，列席编写会议和定稿会议，对编写过程中遇到的问题提出指导性意见，参加教材间内容统筹、审读稿件等。

本套教材具有以下特点：

1. 加强顶层设计，强化中医经典地位

针对中医药人才成长的规律，正本清源，突出中医思维方式，体现中医药学科的人文特色和“读经典，做临床”的实践特点，突出中医理论在中医药教育教学和实践工作中的核心地位，与执业中医（药）师资格考试、中医住院医师规范化培训等工作对接，更具有针对性和实践性。

2. 精选编写队伍，汇集权威专家智慧

主编遴选严格按照程序进行，经过院校推荐、国家中医药管理局教材建设专家指导委员会专家评审、编审专家组认可后确定，确保公开、公平、公正。编委优先吸纳教学名师、学科带头人和一线优秀教师，集中了全国范围内各高等中医药院校的权威专家，确保了编写队伍的水平，体现了中医药行业规划教材的整体优势。

3. 突出精品意识，完善学科知识体系

结合教学实践环节的反馈意见，精心组织编写队伍进行编写大纲和样稿的讨论，要求每门

教材立足专业需求,在保持内容稳定性、先进性、适用性的基础上,根据其在整个中医知识体系中的地位、学生知识结构和课程开设时间,突出本学科的教学重点,努力处理好继承与创新、理论与实践、基础与临床的关系。

4. 尝试形式创新,注重实践技能培养

为提升对学生实践技能的培养,配合高等中医药院校数字化教学的发展,更好地服务于中医药教学改革,本套教材在传承历版教材基本知识、基本理论、基本技能主体框架的基础上,将数字化作为重点建设目标,在中医药行业教育云平台的总体构架下,借助网络信息技术,为广大师生提供了丰富的教学资源和广阔的互动空间。

本套教材的建设,得到国家中医药管理局领导的指导与大力支持,凝聚了全国中医药行业高等教育工作者的集体智慧,体现了全国中医药行业齐心协力、求真务实的工作作风,代表了全国中医药行业为“十三五”期间中医药事业发展和人才培养所做的共同努力,谨向有关单位和个人致以衷心的感谢!希望本套教材的出版,能够对全国中医药行业高等教育教学的发展和中医药人才的培养产生积极的推动作用。

需要说明的是,尽管所有组织者与编写者竭尽心智,精益求精,本套教材仍有一定的提升空间,敬请各高等中医药院校广大师生提出宝贵意见和建议,以便今后修订和提高。

国家中医药管理局教材建设工作委员会办公室

中国中医药出版社

2016年6月

编写说明

21 世纪, 医学图形图像处理技术在医学领域得到了广泛应用, 特别是在中医临床上也得到了迅速推广, 医学图形图像处理已成为中医学人才必备的知识。近年来, 全国很多医药院校, 不仅在本科生、研究生中开设了医学图形图像处理等相关课程, 有的院校还开设了计算机科学与技术、医学影像学、生物医学工程等与计算机相关的专业。作为医药院校培养出的这类专业人才, 掌握医学图形图像处理技术是十分必要的, 也是今后从事医务工作的必备知识。《医学图形图像处理》作为全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材, 是依据教育部关于普通高等教育教材建设与改革的意见精神, 以及教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会医学类分委员会对高等医药院校计算机教学的基本要求, 在国家中医药管理局的规划指导下, 参照高等医药院校《医学图形图像处理》教学大纲, 由全国高等医药院校从事医学图形图像处理课程教学及其研究的教师 and 专业技术人员联合编写。本书主要供计算机科学与技术、医学影像学、生物医学工程、中医学、中西医结合临床等各专业本科生或硕士研究生作为医学图形图像处理课程的教材选用, 也可作为从事医学工作者的参考书。

本教材在介绍医学图形图像处理的发展、计算机图形学基础和医学图像的采样、成像等原理的基础上, 力求与医学临床相结合, 在保证教材科学性、系统性的前提下, 重点介绍医学图像重建和可视化, 医学图像增强, 医学图像分割, 医学图像配准与融合, 医学图像的压缩、存储与通讯, 医学图像标准数据库, 以及医学图像应用等内容。在医学图像标准数据库中介绍了数字化人脑图谱技术、数字化虚拟人体和舌象图像, 在医学图像应用中介绍了图像指导治疗、手术计划和导航、远程医学诊断、医学虚拟现实等医学图像的最新应用成果。同时还介绍了常用的图像处理系统 Photoshop 和 MATLAB 软件, 以及医学图像分析实例与 Unity3D 应用实例等内容。每章后面有本章小结, 并有丰富的习题, 以便学生课后复习。

本教材在编写过程中得到国家中医药管理局教材建设工作委员会办公室、中国中医药出版社和江西中医药大学领导的关心和支持, 以及全国各兄弟院校领导和同行的支持与帮助, 在此一并表示感谢。由于编者水平有限, 经验不足, 加上时间仓促, 书中如有不足之处, 希望广大读者和教师提出宝贵意见, 以便再版时修订提高。

《医学图形图像处理》编委会

2018 年 3 月

教材立足专业需求,在保持内容稳定性、先进性、适用性的基础上,根据其在整个中医知识体系中的地位、学生知识结构和课程开设时间,突出本学科的教学重点,努力处理好继承与创新、理论与实践、基础与临床的关系。

4. 尝试形式创新,注重实践技能培养

为提升对学生实践技能的培养,配合高等中医药院校数字化教学的发展,更好地服务于中医药教学改革,本套教材在传承历版教材基本知识、基本理论、基本技能主体框架的基础上,将数字化作为重点建设目标,在中医药行业教育云平台的总体构架下,借助网络信息技术,为广大师生提供了丰富的教学资源和广阔的互动空间。

本套教材的建设,得到国家中医药管理局领导的指导与大力支持,凝聚了全国中医药行业高等教育工作者的集体智慧,体现了全国中医药行业齐心协力、求真务实的工作作风,代表了全国中医药行业为“十三五”期间中医药事业发展和人才培养所做的共同努力,谨向有关单位和个人致以衷心的感谢!希望本套教材的出版,能够对全国中医药行业高等教育教学的发展和中医药人才的培养产生积极的推动作用。

需要说明的是,尽管所有组织者与编写者竭尽心智,精益求精,本套教材仍有一定的提升空间,敬请各高等中医药院校广大师生提出宝贵意见和建议,以便今后修订和提高。

国家中医药管理局教材建设工作委员会办公室

中国中医药出版社

2016年6月

编写说明

21 世纪, 医学图形图像处理技术在医学领域得到了广泛应用, 特别是在中医临床上也得到了迅速推广, 医学图形图像处理已成为中医学人才必备的知识。近年来, 全国很多医药院校, 不仅在本科生、研究生中开设了医学图形图像处理等相关课程, 有的院校还开设了计算机科学与技术、医学影像学、生物医学工程等与计算机相关的专业。作为医药院校培养出的这类专业人才, 掌握医学图形图像处理技术是十分必要的, 也是今后从事医务工作的必备知识。《医学图形图像处理》作为全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材, 是依据教育部关于普通高等教育教材建设与改革的意见精神, 以及教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会医学类分委员会对高等医药院校计算机教学的基本要求, 在国家中医药管理局的规划指导下, 参照高等医药院校《医学图形图像处理》教学大纲, 由全国高等医药院校从事医学图形图像处理课程教学及其研究的教师和专业技术人员联合编写。本书主要供计算机科学与技术、医学影像学、生物医学工程、中医学、中西医临床医学等各本科专业学生或硕士研究生作为医学图形图像处理课程的教材选用, 也可作为从事医学工作者的参考书。

本教材在介绍医学图形图像处理的发展、计算机图形学基础和医学图像的采样、成像等原理的基础上, 力求与医学临床相结合, 在保证教材科学性、系统性的前提下, 重点介绍医学图像重建和可视化, 医学图像增强, 医学图像分割, 医学图像配准与融合, 医学图像的压缩、存储与通讯, 医学图像标准数据库, 以及医学图像应用等内容。在医学图像标准数据库中介绍了数字化人脑图谱技术、数字化虚拟人体和舌象图像, 在医学图像应用中介绍了图像指导治疗、手术计划和导航、远程医学诊断、医学虚拟现实等医学图像的最新应用成果。同时还介绍了常用的图像处理系统 Photoshop 和 MATLAB 软件, 以及医学图像分析实例与 Unity3D 应用实例等内容。每章后面有本章小结, 并有丰富的习题, 以便学生课后复习。

本教材在编写过程中得到国家中医药管理局教材建设工作委员会办公室、中国中医药出版社和江西中医药大学领导的关心和支持, 以及全国各兄弟院校领导和同行的支持与帮助, 在此一并表示感谢。由于编者水平有限, 经验不足, 加上时间仓促, 书中如有不足之处, 希望广大读者和教师提出宝贵意见, 以便再版时修订提高。

《医学图形图像处理》编委会

2018 年 3 月

目 录

1 医学图形图像学的发展	1		
1.1 计算机图形学的发展	1		
1.1.1 计算机图形学的发展简史	1		
1.1.2 计算机图形学在我国的发展	3		
1.1.3 计算机图形学的研究内容	4		
1.1.4 计算机图形学的应用	5		
1.1.5 计算机图形学的研究发展方向	6		
1.2 医学图像学的发展	8		
1.2.1 医学图像的概述	9		
1.2.2 数字图像处理的特点	14		
1.2.3 医学数字成像技术的概述与发展	15		
小结 1	18		
习题 1	18		
2 计算机图形学基础	19		
2.1 图形处理技术的发展与应用	19		
2.1.1 计算机图形学概述	19		
2.1.2 计算机动画和艺术	19		
2.2 计算机图形标准	21		
2.2.1 图形标准化概述	21		
2.2.2 图形元文件	21		
2.2.3 GKS 元文件标准 GKSM	23		
2.2.4 计算机图形元文件标准 CGM	24		
2.2.5 计算机图形设备接口标准 CGI	27		
2.2.6 应用程序接口标准	28		
2.3 图形文件数据格式	33		
2.3.1 图形文件及格式	33		
2.3.2 图形文件的压缩及数据存储	36		
2.4 几何图形的变换	38		
2.4.1 图形变换概述	38		
2.4.2 二维平面图形变换	39		
2.4.3 三维立体图形变换	43		
2.4.4 图形变换的处理及实现	45		
小结 2	46		
习题 2	46		
3 医学图像处理基础	47		
3.1 医学数字图像的数学表示	47		
3.1.1 图像的函数表示	47		
3.1.2 反射形成图像模型的数学结构	48		
3.1.3 医学数字图像的统计表示	48		
3.1.4 数字图像的代表形式	48		
3.2 医学图像信息的采集	50		
3.2.1 采样定理	50		
3.2.2 原函数重建技术	51		
3.2.3 混叠	52		
3.2.4 采样的实际问题	52		
3.3 医学图像的量化技术	53		
3.3.1 量化	53		
3.3.2 最佳量化	53		
3.3.3 有约束条件的量化	54		
3.3.4 自适应量化	54		
3.3.5 图像降色	54		
3.4 Photoshop 简介	57		
3.4.1 Photoshop 概述	57		
3.4.2 Photoshop 的文件 (File) 菜单	57		
3.4.3 Photoshop 的编辑 (Edit) 菜单	58		
3.4.4 Photoshop 的图像 (Image) 菜单	59		
3.4.5 Photoshop 的图层 (Layer) 菜单	62		
3.4.6 Photoshop 的选择 (Select) 菜单	64		
3.4.7 Photoshop 的滤镜 (Filter) 菜单	64		
3.4.8 Photoshop 的分析功能	66		
3.4.9 Photoshop 的 3D 功能	66		
3.4.10 Photoshop 的视图 (View) 菜单	66		
3.4.11 Photoshop 的窗口 (Window) 菜单	67		

3.4.12 Photoshop 的帮助 (Help) 菜单	67	4.5.3 电子显微镜	108
3.4.13 Photoshop 的图像处理功能	67	4.5.4 隧道扫描显微镜原理	109
3.4.14 Photoshop 在医学图像处理中的应用	69	4.5.5 医学图像成像技术展望	109
3.5 MATLAB 简介	71	小结 4	109
3.5.1 MATLAB 主包	71	习题 4	110
3.5.2 Simulink	72		
3.5.3 MATLAB 工具箱	72	5 医学图像重建和可视化	111
3.5.4 MATLAB 常用的基本命令	73	5.1 医学图像处理技术	111
3.5.5 MATLAB 图像处理工具箱简介	76	5.1.1 医学图像处理技术的现状及发展方向	111
3.5.6 MATLAB 在医学图像处理中的应用	80	5.1.2 图像的代数处理技术	113
小结 3	83	5.1.3 图像的几何处理技术	114
习题 3	84	5.1.4 图像插值技术	115
		5.2 二维图像的生成和显示	117
4 医学成像技术	85	5.2.1 体数据的多平面重建	117
4.1 CT 成像	85	5.2.2 斜截面	118
4.1.1 体素及 CT 值	85	5.2.3 曲线截面	119
4.1.2 CT 成像的数理基础	86	5.3 医学图像的三维重建与可视化技术	120
4.1.3 X-CT 扫描方式	87	5.3.1 医学图像重建与可视化技术概述	120
4.1.4 X-CT 后处理技术	89	5.3.2 图像三维重建绘制技术概述	120
4.1.5 CT 新技术	91	5.3.3 面绘制技术	121
4.2 超声成像	92	5.3.4 体绘制技术	123
4.2.1 超声成像的物理基础	92	5.3.5 医学图像绘制技术性能评价	124
4.2.2 几种超声诊断仪的成像特点	93	小结 5	125
4.2.3 超声设备新技术	95	习题 5	125
4.3 核医学成像	96		
4.3.1 放射性核素显像技术	96	6 医学图像增强	126
4.3.2 核放射性及射线	96	6.1 医学图像对比度增强	126
4.3.3 单光子发射断层成像	99	6.1.1 灰度变换	127
4.3.4 正电子发射断层成像	99	6.1.2 直方图修正	132
4.4 磁共振成像	100	6.1.3 模糊增强	134
4.4.1 核磁共振现象	101	6.2 医学图像噪声消除	135
4.4.2 核磁共振的宏观描述	102	6.2.1 邻域平均	135
4.4.3 射频脉冲	103	6.2.2 中值滤波	138
4.4.4 弛豫过程和自由感应衰减信号	103	6.2.3 图像变换及频域低通滤波	139
4.4.5 射频脉冲序列 (Radio Frequency Pulse Sequences)	104	6.3 医学图像边缘锐化	145
4.4.6 空间位置编码	106	6.3.1 差分算子	146
4.5 医学显微成像	107	6.3.2 频域高通滤波	149
4.5.1 相衬显微镜	107	6.3.3 钝掩模法	150
4.5.2 激光扫描共聚焦显微镜	108	6.4 医学图像伪彩色处理	151
		6.4.1 伪彩色与假彩色	152

6.4.2 图像的颜色及其表示	152	7.10 医学图像参数测量	178
6.4.3 灰度图像的伪彩色处理	154	7.10.1 图像参数测量的步骤	178
小结6	157	7.10.2 图像面积测量	179
习题6	157	7.10.3 区域边界周长测量	180
7 医学图像分割	159	小结7	180
7.1 医学图像分割技术概述	159	习题7	181
7.1.1 算法研究的特点	160	8 医学图像配准与融合	182
7.1.2 CT和MR图像的常见分割任务	160	8.1 医学图像配准的概述	182
7.2 阈值分割法	161	8.1.1 图像配准的原理及分类	183
7.2.1 全局阈值法	161	8.1.2 图像配准的步骤	185
7.2.2 最大方差自动取阈值法	162	8.2 图像配准的数学模型	186
7.3 区域分割法	163	8.2.1 刚体变换	186
7.3.1 区域生长	163	8.2.2 非刚体变换	187
7.3.2 区域合并与分裂	163	8.3 基于特征点的配准方法	188
7.3.3 登山算法	163	8.3.1 全局配准法	188
7.3.4 分水岭算法	164	8.3.2 局部配准法	190
7.4 边缘分割法	164	8.3.3 基于点的刚体变换配准算法	190
7.4.1 梯度算子	165	8.4 基于表面的配准方法	191
7.4.2 Sobel算子	165	8.4.1 刚体模型法	191
7.4.3 Roberts算子	165	8.4.2 形变模型法	192
7.4.4 Laplace算子	165	8.5 基于像素的配准方法	193
7.4.5 Kirsch算子	166	8.5.1 傅里叶法	193
7.4.6 Canny算子	166	8.5.2 相关法	194
7.5 边界跟踪与边界拟合	168	8.5.3 最大互信息法	194
7.5.1 八邻域搜索法	168	8.6 医学图像配准的评估	196
7.5.2 跟踪虫搜索法	169	8.7 医学图像融合技术简介	196
7.5.3 端点拟合	169	8.7.1 基于分割的图像融合法	197
7.5.4 最小均方误差曲线拟合	169	8.7.2 加权平均法	197
7.6 基于统计学的分割	170	8.7.3 对比度调制法	197
7.6.1 马尔可夫随机场	170	8.7.4 小波变换融合法	198
7.6.2 概率分布混合法	171	小结8	198
7.7 变形模型	173	习题8	198
7.7.1 二维参数变形模型	173	9 医学图像的压缩、存储与	199
7.7.2 梯度向量流变形模型	174	通讯	
7.8 模糊聚类分割	175	9.1 图像压缩基础	199
7.8.1 c 均值算法	176	9.1.1 图像压缩概述	199
7.8.2 模糊 c 均值算法(FCM)	176	9.1.2 无损压缩技术	203
7.8.3 适配模糊 c 均值算法(AFCM)	177	9.1.3 有损压缩技术	207
7.9 医学图像分割技术的评估	177		

9.2 医学图像存档与通信系统 (PACS) ...	214	10.5.3 舌图像分割方法的研究	244
9.2.1 PACS 概述	214	10.5.4 舌质舌苔自动分类方法的研究	245
9.2.2 PACS 中医学图像存储与管理模式	215	10.5.5 舌象特征自动分析与识别方法的研究	246
9.2.3 医学图像存档常见格式	216	小结 10	247
9.2.4 PACS 实施的相关技术	217	习题 10	247
9.3 医学数字化图像通信标准——DICOM ...	217	11 医学图像应用	248
9.3.1 DICOM 概述	217	11.1 图像指导治疗	248
9.3.2 DICOM 图像信息模型	219	11.1.1 成像技术	248
9.3.3 DICOM 相关概念	220	11.1.2 图像后处理技术	250
9.3.4 DICOM 的工作过程	222	11.1.3 图像指导治疗方法及应用研究	252
9.3.5 DICOM 中采用的编码算法	222	11.2 手术计划和导航	253
9.3.6 关于 DICOM 的网络资源	223	11.2.1 高质量的数字化图谱	254
9.4 常用医学图像软件简介	223	11.2.2 手术工具的建模	255
9.4.1 eFilm 与 Piview	224	11.2.3 内窥镜立体视觉的实现	255
9.4.2 其他常用软件	224	11.2.4 医学可视化与医学增强现实技术	258
小结 9	225	11.2.5 手术导航的触觉反馈	259
习题 9	225	11.3 远程医学诊断	260
10 医学图像标准数据库	226	11.3.1 远程医疗发展状况	261
10.1 数字化人脑图谱技术	226	11.3.2 基于 Internet 的远程医学诊断	262
10.1.1 数字化人脑图谱的概念	226	11.3.3 远程医学诊断的模式	263
10.1.2 数字化人脑图谱的制作方法	226	11.3.4 基于 Internet 的医学远程诊断系统的实现技术	263
10.1.3 数字化人脑图谱的应用	228	11.3.5 基于 Internet 的医学远程诊断系统的应用实例	264
10.2 数字化虚拟人体	228	11.4 医学虚拟现实	266
10.2.1 数字化虚拟人体概述	228	11.4.1 虚拟现实技术	267
10.2.2 可视人计划数据的采集、处理	229	11.4.2 输入处理技术	268
10.2.3 可视人的应用与研究	231	11.4.3 显示与呈现技术	268
10.2.4 虚拟人计划	232	11.4.4 数字虚拟人体和人体器官	270
10.3 Talairach-Tournoux 图谱	234	11.4.5 医学虚拟现实的应用	272
10.3.1 Talairach 坐标系	235	小结 11	275
10.3.2 数据集转换到 Talairach-Tournoux 图谱的方法	235	习题 11	275
10.3.3 Talairach-Tournoux 图谱软件	237	12 医学图像分析实例与 Unity3D 应用实例	276
10.4 国外其他医学图像标准数据库简介	238	12.1 X-CT 图像分析实例	276
10.4.1 Ono 脑沟回图谱简介	238	12.1.1 脑部 X-CT 图像分析	276
10.4.2 MNI-BIC 的 Brain Web 简介	239	12.1.2 胸部 X-CT 图像分析	280
10.4.3 哈佛全脑数据库简介	241		
10.5 舌象图像	242		
10.5.1 早期的探索性研究	243		
10.5.2 舌象采集方法的研究	243		

12.1.3 肝脏 X-CT 图像分析	285	12.3.3 肺功能图像分析	310
12.2 超声图像分析实例	288	12.4 Unity3D 应用实例	312
12.2.1 胃超声图像分析	288	12.4.1 Unity3D 技术简介	312
12.2.2 肾超声图像分析	292	12.4.2 三维数字人体腧穴交互式教学系统	313
12.2.3 肝超声图像分析	296	小结 12	316
12.2.4 胎儿超声图像分析	301	习题 12	316
12.3 医学功能图像分析实例	304	主要参考书目	317
12.3.1 心脏功能图像分析	305		
12.3.2 肝脏功能图像分析	309		