



全国中医药行业高等教育“**十二五**”规划教材

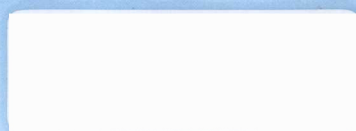


全国高等中医药院校规划教材(第九版)

医学图形图像处理

供医药类专业用

主编◎章新友



全国百佳图书出版单位

中国中医药出版社



全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材
全国高等中医药院校规划教材(第九版)

医学图形图像处理

(新世纪第二版)

(供医药类专业用)

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 烨 (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)

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. —2 版. —北京: 中国中医药出版社, 2015. 4

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5132 - 2429 - 1

I. ①医… II. ①章… III. ①医学图像 - 图象处理 - 中医药院校 - 教材 IV. ①R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 042196 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

廊坊市晶艺印务有限公司印刷

各地新华书店经销

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 23 字数 510 千字

2015 年 4 月第 2 版 2015 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5132 - 2429 - 1

*

定价 48.00 元

网址 www.cptcm.com

如有印装质量问题请与本社出版部调换

版权专有 侵权必究

社长热线 010 64405720

购书热线 010 64065415 010 64065413

微信服务号 zgzyycbs

书店网址 csln.net/qksd/

官方微博 <http://e.weibo.com/cptcm>

淘宝天猫网址 <http://zgzyycbs.tmall.com>

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材

全国高等中医药院校规划教材（第九版）

专家指导委员会

- 名誉主任委员 王国强（国家卫生和计划生育委员会副主任
国家中医药管理局局长）
邓铁涛（广州中医药大学教授 国医大师）
- 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 教授 中国工程院院士）
张伯礼（中国中医科学院院长 天津中医药大学校长 教授
中国工程院院士）
洪 净（国家中医药管理局人事教育司巡视员）
- 委 员（以姓氏笔画为序）
王 华（湖北中医药大学校长 教授）
王 键（安徽中医药大学校长 教授）
王之虹（长春中医药大学校长 教授）
王国辰（国家中医药管理局教材办公室主任
全国中医药高等教育学会教材建设研究会秘书长
中国中医药出版社社长）
王省良（广州中医药大学校长 教授）
车念聪（首都医科大学中医药学院院长 教授）
孔祥骊（河北中医学院院长 教授）
石学敏（天津中医药大学教授 中国工程院院士）
匡海学（黑龙江中医药大学校长 教授）
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）
孙秋华（浙江中医药大学党委书记 教授）
严世芸（上海中医药大学教授）
杨 柱（贵阳中医学院院长 教授）
杨关林（辽宁中医药大学校长 教授）
李大鹏（中国工程院院士）
李亚宁（国家中医药管理局中医师资格认证中心）
李玛琳（云南中医学院院长 教授）
李连达（中国中医科学院研究员 中国工程院院士）

- 李金田 (甘肃中医学院院长 教授)
- 吴以岭 (中国工程院院士)
- 吴咸中 (天津中西医结合医院主任医师 中国工程院院士)
- 吴勉华 (南京中医药大学校长 教授)
- 肖培根 (中国医学科学院研究员 中国工程院院士)
- 陈可冀 (中国中医科学院研究员 中国科学院院士)
- 陈立典 (福建中医药大学校长 教授)
- 陈明人 (江西中医药大学校长 教授)
- 范永升 (浙江中医药大学校长 教授)
- 欧阳兵 (山东中医药大学校长 教授)
- 周 然 (山西中医学院院长 教授)
- 周永学 (陕西中医学院院长 教授)
- 周仲瑛 (南京中医药大学教授 国医大师)
- 郑玉玲 (河南中医学院院长 教授)
- 胡之璧 (上海中医药大学教授 中国工程院院士)
- 耿 直 (新疆医科大学副校长 教授)
- 徐安龙 (北京中医药大学校长 教授)
- 唐 农 (广西中医药大学校长 教授)
- 梁繁荣 (成都中医药大学校长 教授)
- 程莘农 (中国中医科学院研究员 中国工程院院士)
- 谢建群 (上海中医药大学常务副校长 教授)
- 路志正 (中国中医科学院研究员 国医大师)
- 廖端芳 (湖南中医药大学校长 教授)
- 颜德馨 (上海铁路医院主任医师 国医大师)
- 秘 书 长** 王 键 (安徽中医药大学校长 教授)
- 洪 净 (国家中医药管理局人事教育司巡视员)
- 王国辰 (国家中医药管理局教材办公室主任
全国中医药高等教育学会教材建设研究会秘书长
中国中医药出版社社长)
- 办公室主任** 周 杰 (国家中医药管理局科技司 副司长)
- 林超岱 (国家中医药管理局教材办公室副主任
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)
- 办公室副主任** 王淑珍 (全国中医药高等教育学会教材建设研究会副秘书长
中国中医药出版社教材编辑部主任)

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材
全国高等中医药院校规划教材(第九版)

《医学图形图像处理》编委会

- 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 烨(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(按姓氏笔画排列)
- 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(甘肃中医学院)
- 洪佳明(广州中医药大学)
- 高贤波(天津中医药大学)
- 郭小磊(山西中医学院)
- 黄 浩(福建中医药大学)
- 彭 瑜(湖北中医药大学)
- 韩爱庆(北京中医药大学)
- 潘志方(温州医科大学)
- 秘 书 何杨明(江西中医药大学)

前言

“全国中医药行业高等教育‘十二五’规划教材”（以下简称：“十二五”行规教材）是为贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020）》《教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》和《中医药事业发展“十二五”规划》的精神，依据行业人才培养和需求，以及全国各高等中医药院校教育教学改革新发展，在国家中医药管理局人事教育司的主持下，由国家中医药管理局教材办公室、全国中医药高等教育学会教材建设研究会，采用“政府指导，学会主办，院校联办，出版社协办”的运作机制，在总结历版中医药行业教材的成功经验，特别是新世纪全国高等中医药院校规划教材成功经验的基础上，统一规划、统一设计、全国公开招标、专家委员会严格遴选主编、各院校专家积极参与编写的行业规划教材。鉴于由中医药行业主管部门主持编写的“全国高等中医药院校教材”（六版以前称“统编教材”），进入2000年后，已陆续出版第七版、第八版行规教材，故本套“十二五”行规教材为第九版。

本套教材坚持以育人为本，重视发挥教材在人才培养中的基础性作用，充分展现我国中医药教育、医疗、保健、科研、产业、文化等方面取得的新成就，力争成为符合教育规律和中医药人才成长规律，并具有科学性、先进性、适用性的优秀教材。

本套教材具有以下主要特色：

1. 坚持采用“政府指导，学会主办，院校联办，出版社协办”的运作机制

2001年，在规划全国中医药行业高等教育“十五”规划教材时，国家中医药管理局制定了“政府指导，学会主办，院校联办，出版社协办”的运作机制。经过两版教材的实践，证明该运作机制科学、合理、高效，符合新时期教育部关于高等教育教材建设的精神，是适应新形势下高水平中医药人才培养的教材建设机制，能够有效解决中医药事业人才培养日益紧迫的需求。因此，本套教材坚持采用这个运作机制。

2. 整体规划，优化结构，强化特色

“‘十二五’行规教材”，对高等中医药院校3个层次（研究生、七年制、五年制）、多个专业（全覆盖目前各中医药院校所设置专业）的必修课程进行了全面规划。在数量上较“十五”（第七版）、“十一五”（第八版）明显增加，专业门类齐全，能满足各院校教学需求。特别是在“十五”“十一五”优秀教材基础上，进一步优化教材结构，强化特色，重点建设主干基础课程、专业核心课程，增加实验实践类教材，推出部分数字化教材。

3. 公开招标，专家评议，健全主编遴选制度

本套教材坚持公开招标、公平竞争、公正遴选主编的原则。国家中医药管理局教材办公室和全国中医药高等教育学会教材建设研究会，制订了主编遴选评分标准，排除各种可能影响公正的因素。经过专家评审委员会严格评议，遴选出一批教学名师、教学一线资深教师担任主编。实行主编负责制，强化主编在教材中的责任感和使命感，为教材质量提供保证。

4. 进一步发挥高等中医药院校在教材建设中的主体作用

各高等中医药院校既是教材编写的主体，又是教材的主要使用单位。“‘十二五’行规教材”，得到各院校积极支持，教学名师、优秀学科带头人、一线优秀教师积极参加，凡被选中参编的教师都以高涨的热情、高度负责、严肃认真的态度完成了本套教材的编写任务。

5. 继续发挥教材在执业医师和职称考试中的标杆作用

我国实行中医、中西医结合执业医师资格考试认证准入制度,以及全国中医药行业职称考试制度。2004年,国家中医药管理局组织全国专家,对“十五”(第七版)中医药行业规划教材,进行了严格的审议、评估和论证,认为“十五”行业规划教材,较历版教材的质量都有显著提高,与时俱进,故决定以此作为中医、中西医结合执业医师考试和职称考试的蓝本教材。“十五”(第七版)行规教材、“十一五”(第八版)行规教材,均在2004年以后的历年上述考试中发挥了权威标杆作用。“十二五”(第九版)行业规划教材,已经并继续在行业的各种考试中发挥标杆作用。

6. 分批进行,注重质量

为保证教材质量,“十二五”行规教材采取分批启动方式。第一批于2011年4月,启动了中医学、中药学、针灸推拿学、中西医临床医学、护理学、针刀医学6个本科专业112种规划教材,于2012年陆续出版,已全面进入各院校教学中。2013年11月,启动了第二批“‘十二五’行规教材”,包括:研究生教材、中医学专业骨伤方向教材(七年制、五年制共用)、卫生事业管理类专业教材、中西医临床医学专业基础类教材、非计算机专业用计算机教材,共64种。

7. 锤炼精品,改革创新

“‘十二五’行规教材”着力提高教材质量,锤炼精品,在继承与发扬、传统与现代、理论与实践的结合上体现了中医药教材的特色;学科定位更准确,理论阐述更系统,概念表述更为规范,结构设计更为合理;教材的科学性、继承性、先进性、启发性、教学适应性较前八版有不同程度提高。同时紧密结合学科专业发展和教育教学改革,更新内容,丰富形式,不断完善,将各学科的新知识、新技术、新成果写入教材,形成“十二五”期间反映时代特点、与时俱进的教材体系,确保优质教材进课堂。为提高中医药高等教育教学质量和人才培养质量提供有力保障。同时,“十二五”行规教材还特别注重教材内容在传授知识的同时,传授获取知识和创造知识的方法。

综上所述,“十二五”行规教材由国家中医药管理局宏观指导,全国中医药高等教育学会教材建设研究会倾力主办,全国各高等中医药院校高水平专家联合编写,中国中医药出版社积极协办,整个运作机制协调有序,环环紧扣,为整套教材质量的提高提供了保障,打造“十二五”期间全国高等中医药教育的主流教材,使其成为提高中医药高等教育教学质量和人才培养质量最权威的教材体系。

“十二五”行规教材在继承的基础上进行了改革和创新,但在探索的过程中,难免有不足之处,敬请各教学单位、教学人员及广大学生在使用中发现问题及时提出,以便在重印或再版时予以修正,使教材质量不断提升。

国家中医药管理局教材办公室

全国中医药高等教育学会教材建设研究会

中国中医药出版社

2014年12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。作为全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材《医学图形图像处理》,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、中西医临床医学和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。

本书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。

本书在编写过程中得到全国高等中医药教材建设研究会、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。由于我们水平有限,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

2015 年 2 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	4
1.1.3 计算机图形学的研究内容	5
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	7
1.2 医学图像学的发展	9
1.2.1 医学图像的概述	9
1.2.2 数字图像处理的特点	16
1.2.3 医学数字成像技术的概述与发展	16
小结 1	20
习题 1	20
2 计算机图形学基础	21
2.1 图形处理技术的发展与应用	21
2.1.1 计算机图形学概述	21
2.1.2 计算机动画和艺术	22
2.2 计算机图形标准	23
2.2.1 图形标准化概述	23
2.2.2 图形元文件	24
2.2.3 GKS 元文件标准 GKSM	25
2.2.4 计算机图形元文件标准 CGM	27
2.2.5 计算机图形设备接口标准 CGI	30
2.2.6 应用程序接口标准	31
2.3 图形文件数据格式	36
2.3.1 图形文件及格式	36
2.3.2 图形文件的压缩及数据存储	40
2.4 几何图形的变换	42
2.4.1 图形变换概述	42
2.4.2 二维平面图形变换	43
2.4.3 三维立体图形变换	47

2.4.4 图形变换的处理及实现	49
小结 2	51
习题 2	51
3 医学图像处理基础	52
3.1 医学数字图像的数学表示	52
3.1.1 图像的函数表示	52
3.1.2 反射形成图像模型的数学结构	53
3.1.3 医学数字图像的统计表示	53
3.1.4 数字图像表示形式	54
3.2 医学图像信息的采集	55
3.2.1 采样定理	55
3.2.2 原函数重建技术	57
3.2.3 混叠	57
3.2.4 采样的实际问题	57
3.3 医学图像的量化技术	58
3.3.1 量化	58
3.3.2 最佳量化	59
3.3.3 有约束条件的量化	59
3.3.4 自适应量化	59
3.3.5 图像降色	59
3.4 Photoshop 简介	62
3.4.1 Photoshop 概述	62
3.4.2 Photoshop 的文件 (File) 菜单	63
3.4.3 Photoshop 的编辑 (Edit) 菜单	64
3.4.4 Photoshop 的图像 (Image) 菜单	65
3.4.5 Photoshop 的图层 (Layer) 菜单	68
3.4.6 Photoshop 的选择 (Select) 菜单	70
3.4.7 Photoshop 的滤镜 (Filter) 菜单	71
3.4.8 Photoshop 的分析功能	72
3.4.9 Photoshop 的 3D 功能	73
3.4.10 Photoshop 的视图 (View) 菜单	73
3.4.11 Photoshop 的窗口 (Window) 菜单	73
3.4.12 Photoshop 的帮助 (Help) 菜单	73
3.4.13 Photoshop 的图像处理功能	74
3.4.14 Photoshop 在医学图像处理中的应用	76
3.5 MATLAB 简介	78
3.5.1 MATLAB 主包	78

3.5.2	Simulink	79
3.5.3	MATLAB 工具箱	79
3.5.4	MATLAB 常用的基本命令	80
3.5.5	MATLAB 图像处理工具箱简介	83
3.5.6	MATLAB 在医学图像处理中的应用	87
3	小结	91
3	习题	91
4	医学成像技术	93
4.1	CT 成像	93
4.1.1	体素及 CT 值	93
4.1.2	CT 成像的数理基础	94
4.1.3	X-CT 扫描方式	95
4.1.4	X-CT 后处理技术	97
4.1.5	CT 新技术	99
4.2	超声成像	100
4.2.1	超声成像的物理基础	100
4.2.2	几种超声诊断仪的成像特点	102
4.2.3	超声设备新技术	104
4.3	核医学成像	105
4.3.1	放射性核素显像技术	105
4.3.2	核放射性及射线	105
4.3.3	单光子发射断层成像	108
4.3.4	正电子发射断层成像	108
4.4	磁共振成像	110
4.4.1	核磁共振现象	110
4.4.2	核磁共振的宏观描述	111
4.4.3	射频脉冲	112
4.4.4	弛豫过程和自由感应衰减信号	113
4.4.5	射频脉冲序列 (radio frequency pulse sequences)	113
4.4.6	空间位置编码	115
4.5	医学显微成像	117
4.5.1	相衬显微镜	117
4.5.2	激光扫描共聚焦显微镜	118
4.5.3	电子显微镜	118
4.5.4	隧道扫描显微镜原理	118
4.5.5	医学图像成像技术展望	119

小结 4	119
习题 4	119
5 医学图像重建和可视化	121
5.1 医学图像处理技术	121
5.1.1 医学图像处理技术的现状及发展方向	121
5.1.2 图像的代数处理技术	123
5.1.3 图像的几何处理技术	125
5.1.4 图像插值技术	126
5.2 二维图像的生成和显示	128
5.2.1 体数据的多平面重建	128
5.2.2 斜截面	128
5.2.3 曲线截面	129
5.3 医学图像的三维重建与可视化技术	130
5.3.1 医学图像重建与可视化技术概述	130
5.3.2 图像三维重建绘制技术概述	131
5.3.3 面绘制技术	132
5.3.4 体绘制技术	134
5.3.5 医学图像绘制技术性能评价	135
小结 5	136
习题 5	137
6 医学图像增强	138
6.1 医学图像对比度增强	138
6.1.1 灰度变换	139
6.1.2 直方图修正	144
6.1.3 模糊增强	147
6.2 医学图像噪声消除	148
6.2.1 邻域平均	148
6.2.2 中值滤波	151
6.2.3 图像变换及频域低通滤波	152
6.3 医学图像边缘锐化	159
6.3.1 差分算子	159
6.3.2 频域高通滤波	162
6.3.3 钝掩模法	164
6.4 医学图像伪彩色处理	165
6.4.1 伪彩色与假彩色	165
6.4.2 图像的颜色及其表示	166
6.4.3 灰度图像的伪彩色处理	168

小结 6	171
习题 6	171
7 医学图像分割	173
7.1 医学图像分割技术概述	173
7.1.1 算法研究的特点	174
7.1.2 CT 和 MR 图像的常见分割任务	174
7.2 阈值分割法	175
7.2.1 全局阈值法	176
7.2.2 最大方差自动取阈值法	176
7.3 区域分割法	177
7.3.1 区域生长	177
7.3.2 区域合并与分裂	178
7.3.3 登山算法	178
7.3.4 分水岭算法	178
7.4 边缘分割法	179
7.4.1 梯度算子	179
7.4.2 Sobel 算子	180
7.4.3 Roberts 算子	180
7.4.4 Laplace 算子	180
7.4.5 Kirsch 算子	180
7.4.6 Canny 算子	181
7.5 边界跟踪与边界拟合	182
7.5.1 八邻域搜索法	183
7.5.2 跟踪虫搜索法	183
7.5.3 端点拟合	184
7.5.4 最小均方误差曲线拟合	184
7.6 基于统计学的分割	185
7.6.1 马尔可夫随机场	185
7.6.2 概率分布混合法	186
7.7 变形模型	188
7.7.1 二维参数变形模型	188
7.7.2 梯度向量流变形模型	189
7.8 模糊聚类分割	190
7.8.1 c 均值算法	191
7.8.2 模糊 c 均值算法 (FCM)	191
7.8.3 适配模糊 c 均值算法 (AFCM)	192
7.9 医学图像分割技术的评估	193

7.10 医学图像参数测量	193
7.10.1 图像参数测量的步骤	194
7.10.2 图像面积测量	194
7.10.3 区域边界周长测量	195
小结 7	196
习题 7	196
8 医学图像配准与融合	197
8.1 医学图像配准的概述	197
8.1.1 图像配准的原理及分类	198
8.1.2 图像配准的步骤	200
8.2 图像配准的数学模型	202
8.2.1 刚体变换	202
8.2.2 非刚体变换	203
8.3 基于特征点的配准方法	204
8.3.1 全局配准法	204
8.3.2 局部配准法	205
8.3.3 基于点的刚体变换配准算法	206
8.4 基于表面的配准方法	207
8.4.1 刚体模型法	207
8.4.2 形变模型法	208
8.5 基于像素的配准方法	209
8.5.1 傅里叶法	209
8.5.2 相关法	210
8.5.3 最大互信息法	210
8.6 医学图像配准的评估	212
8.7 医学图像融合技术简介	213
8.7.1 基于分割的图像融合法	213
8.7.2 加权平均法	213
8.7.3 对比度调制法	213
8.7.4 小波变换融合法	214
小结 8	214
习题 8	214
9 医学图像的压缩、存储与通讯	216
9.1 图像压缩基础	216
9.1.1 图像压缩概述	216
9.1.2 无损压缩技术	221
9.1.3 有损压缩技术	225

9.2 医学图像存档与通信系统 (PACS)	232
9.2.1 PACS 概述	232
9.2.2 PACS 中医学图像存储与管理模式	233
9.2.3 医学图像存档常见格式	234
9.2.4 PACS 实施的相关技术	235
9.3 医学数字化图像通信标准——DICOM	236
9.3.1 DICOM 概述	236
9.3.2 DICOM 图像信息模型	238
9.3.3 DICOM 相关概念	239
9.3.4 DICOM 的工作过程	241
9.3.5 DICOM 中采用的编码算法	242
9.3.6 关于 DICOM 的网络资源	242
9.4 常用医学图像软件简介	243
9.4.1 eFilm 与 Piview	243
9.4.2 其他常用软件	243
小结 9	244
习题 9	244
10 医学图像标准数据库	246
10.1 数字化人脑图谱技术	246
10.1.1 数字化人脑图谱的概念	246
10.1.2 数字化人脑图谱的制作方法	246
10.1.3 数字化人脑图谱的应用	248
10.2 数字化虚拟人体	249
10.2.1 数字化虚拟人体概述	249
10.2.2 可视人计划数据的采集、处理	249
10.2.3 可视人的应用与研究	252
10.2.4 虚拟人计划	253
10.3 Talairach - Tournoux 图谱	254
10.3.1 Talairach 坐标系	255
10.3.2 数据集转换到 Talairach - Tournoux 图谱的方法	256
10.3.3 Talairach - Tournoux 图谱软件	258
10.4 国外其他医学图像标准数据库简介	259
10.4.1 Ono 脑沟回图谱简介	259
10.4.2 MNI - BIC 的 Brain Web 简介	260
10.4.3 哈佛全脑数据库简介	263
10.5 舌象图像	264

10.5.1 早期的探索性研究	264
10.5.2 舌象采集方法的研究	265
10.5.3 舌图像分割方法的研究	265
10.5.4 舌质舌苔自动分类方法的研究	267
10.5.5 舌象特征自动分析与识别方法的研究	268
小结 10	269
习题 10	269
11 医学图像应用	270
11.1 图像指导治疗	270
11.1.1 成像技术	270
11.1.2 图像后处理技术	273
11.1.3 图像指导治疗方法及应用研究	274
11.2 手术计划和导航	275
11.2.1 高质量的数字化图谱	277
11.2.2 手术工具的建模	277
11.2.3 内窥镜立体视觉的实现	278
11.2.4 医学可视化与医学增强现实技术	281
11.2.5 手术导航的触觉反馈	282
11.3 远程医学诊断	283
11.3.1 远程医疗发展状况	284
11.3.2 基于 Internet 的远程医学诊断	285
11.3.3 远程医学诊断的模式	286
11.3.4 基于 Internet 的医学远程诊断系统的实现技术	287
11.3.5 基于 Internet 的医学远程诊断系统的应用实例	288
11.4 医学虚拟现实	290
11.4.1 虚拟现实技术	290
11.4.2 输入处理技术	292
11.4.3 显示与呈现技术	293
11.4.4 数字虚拟人体和人体器官	294
11.4.5 医学虚拟现实的应用	296
小结 11	300
习题 11	300
12 医学图像分析实例与 Unity3D 应用实例	301
12.1 X-CT 图像分析实例	301
12.1.1 脑部 X-CT 图像分析	301