

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 23020061152462

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

人眼组织切片和OCT图像的分割与三维重建方法研究

Research on Segmentation and 3D Reconstruction of human eyes tissue and OCT images

胡 丽 玲

指导教师姓名: 王博亮教授

专 业 名 称: 计算机应用技术

论文提交日期: 2009年4月

论文答辩时间: 2009年5月

学位授予日期: 2009年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2009年4月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文(包括纸质版和电子版)，允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

()1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于
年 月 日解密，解密后适用上述授权。

()2. 不保密，适用上述授权。

(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。)

声明人(签名)：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

虚拟器官的建模和仿真是当前国际上生物医学工程领域研究的前沿课题。眼睛作为人观察客观事物的视觉器官，是人体最重要的器官之一，对它的建模和仿真具有很高的科学意义和应用价值。随着数字技术进入生物医学领域，医学图像处理技术越来越受到研究工作者的关注和探究。通过医学图像处理可以帮助医师对疾病的诊断，进而指导疾病治疗和预后判断，甚至病因分析等。

本文所研究的主要内容是与眼睛有关的医学图像处理，包括：人眼组织切片和放射状光学相干层析(OCT)视盘两类图像序列的图像分割以及OCT视盘图像的配准、中间插值和三维重建。

根据人眼组织切片序列和取自于活体的放射状OCT眼底视盘图像序列特点，本文分别采用合适的算法对切片中的角膜和OCT图像中的视盘进行自动、高效的提取。还深入研究探讨了适合于OCT图像的配准算法、使图像达到渐变效果进行的插值方法以及OCT三维重建方法，并实现对显示三维物体进行旋转、缩放操作以及以任意角度对三维模型进行切割提取图像的系统。

本文的研究工作内容和创新主要包括以下几点：

1、基于BP神经网络的分割方法应用在彩色图像人眼组织切片图像序列中，同时借助区域增长、孔洞填充方法，达到快速、自动的提取序列图像中位置不一的角膜区域。

2、考虑OCT视盘图像的特点，提出边缘提取算法，有效的提取出视盘上表面边界，并达到图像序列自动、准确分割的目的。

3、根据图像以视盘凹处中心为中心点放射状扫描获得，首先将图像序列的凹处中心对齐，结合图像上边界曲线拟合的方法对图像进行刚性配准。

4、为了建立视盘三维形态模型，并使模型表面光滑，首先采用三次样条插值算法对相邻图像进行多幅图的层间插值；其次将图像转换为柱坐标系后采用基于Bresenham算法的线性插值算法对图像进行点间插值；最后在这些数据点的基础上建立眼底视盘的三维形态模型，并实现以视盘凹处中心点为中心的任意角度分割图像提取。

关键词：角膜；人眼组织切片；放射状OCT图像；视盘

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

The modeling and simulation of virtual organ is one of the frontier research areas. As an eyespot to observe objective things, eye is one of the most important organs of human. Modeling and simulation of eyes has very high value and application of scientific significance. With digital technology into the field of biomedicine, medical image processing is receiving increasing attention of researchers and exploring. Through the medical image processing can help doctors diagnose the disease, thereby guiding treatment and prognosis of disease, even cause analysis.

In this paper, the main contents are concerned with the eyes of medical image processing, including: images segmentation of Human eyes tissue and radical OCT optic disc, registration of OCT optic disc images, middle interpolation, finally modeling.

According to the characters of Human eye tissue images sequence and radical OCT optic disc images sequence from live human eye, we take proper algorithms to get the cornea from the tissue images and to get the optic disc from the fundus images automatic with high efficiency. And we study valuable registration for OCT images followed with middle interpolation and model methods. Finally, a demo system provides a graphics user interface to rotate, scale the 3D objects. It can extract images at any angle from the 3D model.

The main contributions of this thesis are mainly lied in the following aspects:

- 1、 With the analysis of human eyes tissue images, a segmentation method based on BP neural network is proposed. Followed with the regional growth and holes filled, we can extract the cornea in different direction of images sequences.

- 2、 According to the characteristic of OCT optic disc images, an edge detection method is used to get the object effectively.

- 3、 Because images are radical scanned in the middle of optic disc hollow, a rigid registration method is applied with the help of curve fitting center-aligned.

- 4、 An interpolation arithmetic based on cubic spline function is designed to get intermediate images; To enable the reconstruction of the optic disc coherence, images are converted to cylindrical coordinates. The Bresenham algorithm is used to finish the interpolation among points; A 3D macula model is reconstructed finally. We can get optic disc images at arbitrary angle.

Keywords: cornea; human eye tissue; radical OCT images; optic disc;

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目录

第一章 绪论	1
1.1 数字化虚拟人研究	1
1.2 虚拟器官研究现状	2
1.3 课题的背景和意义	2
1.4 本文的研究工作及创新之处	4
1.5 本文的组织结构和章节安排	5
第二章 人眼组织切片图像序列的角膜分割	7
2.1 人眼组织切片图片序列获取	7
2.2 角膜简介	8
2.3 切片图像角膜分割流程	9
2.4 分割算法研究	9
2.4.1 常见颜色模型	10
2.5 人眼组织切片图像序列的角膜分割	12
2.5.1 人眼组织切片图像分析	12
2.5.2 BP 神经网络介绍	12
2.5.3 人眼组织切片图像预处理	14
2.5.4 BP 网络的建立和图像分割	15
2.5.5 人眼组织切片图像后处理	17
2.6 本章小结	18
第三章 OCT 数据的获取和处理流程	19
3.1 OCT 简介及成像原理	19
3.2 放射状 OCT 图像获取	20
3.3 视盘简介	21
3.4 OCT 数据处理流程	22
第四章 放射状 OCT 视盘图像的分割	25
4.1 常见的分割算法	25
4.1.1 基于区域的分割方法	25
4.1.2 基于边缘的分割方法	26

4.2 放射状 OCT 视盘图像的分割	29
4.2.1 放射状 OCT 视盘图像特征分析	30
4.2.2 放射状 OCT 视盘图像上表面的分割	30
4.3 本章小结	30
第五章 放射状 OCT 视盘图像配准	33
5.1 医学图像配准	33
5.1.1 医学图像配准分类	33
5.1.2 医学图像通用配准步骤与方法	34
5.1.3 刚体变换	36
5.1.4 拟合多项式	38
5.1.5 互信息配准结果	39
5.2 放射状 OCT 视盘图像配准	40
5.3 放射状 OCT 视盘图像配准结果	41
5.4 本章小结	42
第六章 放射状 OCT 视盘图像三维重建	43
6.1 三维重建简介	43
6.1.1 面绘制法	43
6.1.2 体绘制法	44
6.2 VTK 简介	45
6.3 OCT 插值	47
6.3.2 OCT 视盘图像三次样条插值结果	48
6.3.3 基于 Bresenham 算法的点间线性插值结果	51
6.4 OCT 视盘图像序列的体绘制结果	54
6.5 OCT 视盘图像序列的面绘制结果	57
6.6 本章小结	58
总结与展望	61
参考文献	63
致谢	63
硕士期间发表论文及科研项目	639

Contents

Chapter1 Exordium	1
1.1 Digital Vitual Human	1
1.2 Vitual Human Organ.....	2
1.3 Status and Signification of Project	2
1.4 Research and Innovations	4
1.5 Structure of Thesis	5
Chapter2 Cornea Segmentation in Human Eye Tissue SlicesImages	7
2.1 Human Eye Tissue Slices.....	7
2.2 Cornea	8
2.3 Cornea Segmentation Processing Flow	9
2.4 Introduction of Segmentation	9
2.4.1 General Color Model	10
2.5 Cornea Segmentation.....	12
2.5.1 Human Eye Tissue Slices Images	12
2.5.2 BP Neural Network.....	12
2.5.3 Slices Images' Pre-processing	14
2.5.4 Building of BP Neural Network And Images Segmentation	15
2.5.5 Slices Images' Post-processing.....	17
2.6 Summary of This Chapter.....	18
Chapter3 Data Acquisition And Processing Flow	19
3.1 Optical Coherence Tomography And Principle.....	19
3.2 Radical OCT Images.....	20
3.3 Optic Disc.....	21
3.4 Data Processing Flow of OCT.....	22
Chapter4 Segmentation of Radical OCT Optic Disc Image	25
4.1 General Segmentation Algorithm.....	25
4.1.1 General Region Based Segmentation Algorithms	25
4.1.2 General Edge Based Segmentation Algorithms.....	26
4.2 Segmentation of Radical OCT Optic Disc Images	29
4.2.1 Features of OCT Optic Disc Images	30
4.2.2 Segmentation of Upper Slide	30

4.3 Summary of This Chapter.....	30
Chapter5 Registration of OCT Optic Disc Images	33
5.1 Medical Images Registration	33
5.1.1 Classes of Medical Images Registration.....	33
5.1.2 General Registration methods.....	34
5.1.3 Rigid Body Transform.....	36
5.1.4 Polynomial fitting	38
5.1.5 Results of Mutual Information.....	39
5.2 Registration of OCT Optic Disc Images	40
5.3 Registration Result.....	41
5.4 Summary of This Chapter	42
Chapter6 3D Resconstruction of Optic Disc Images.....	43
6.1 Introduction of 3D Reconstruction.....	43
6.1.1 Surface Rendering.....	43
6.1.2 Volume Rendering.....	44
6.2 Visualization Toolkit.....	45
6.3 Interpolation of Optic Disc Images	47
6.3.1 Cubic Spline Function.....	48
6.3.2 OCT Interpolation.....	48
6.3.3 Intermediate Interpolation Among Points Based on Bresenham.....	51
6.4 Volume Rendering of Optic Disc Images.....	54
6.5 Surface Rendering of Optic Disc Images.....	57
6.6 Summary of This Chapter.....	58
Conclusion and Prospect.....	61
[Bibliography]	63
Acknowledge.....	61
Achievements.....	63

第一章 绪论

1.1 数字化虚拟人研究

“数字化虚拟人”是把人体形态学、物理学和生物学等信息，通过大型计算机处理，而实现的数字化虚拟人体，可替代真实人体进行试验研究的技术平台。

“数字化虚拟人”研究是一项医学、生物技术、计算机与信息技术等学科相互交叉、综合发展起来的前沿性交叉学科领域，集成了最新的科技成就，代表了当代最高的科技发展水平，对人类科技发展和社会进步有深远意义。它的起源要追溯到 1989 年美国国家医学图书馆（National Library of Medicine）发起的可视人计划（Visible Human Project，简称 VHP）于 1994、1995 年分别完成第一套男性、女性 VHP 数据集并向世界公布^[1]。VHP 数据集的出现改变了医学可视化的模式，为计算机图像处理和虚拟现实技术进入医学领域敞开了大门，为了进一步完善和接近真正的人体实况，美国正在建造第二代有物理性能的虚拟人体和第三代有生理功能的虚拟人体。美国 VHP 的实施在全世界引起了巨大反响。韩国于 2000 年开始了“虚拟韩国人”研究的 5 年计划，获取了世界第二例“虚拟可视人”的数据集。日本、德国和澳大利亚也纷纷启动了可视人体计划。与此同时全球越来越多的科学家、研究工作者从事虚拟人的相关研究，组成了一支庞大的虚拟人研究队伍。

2001 年 11 月，以“中国数字化虚拟人体的科技问题”为主题的第 174 次香山科学会议，宣布了中国数字化可视人体研究的开始。并于 2003 年完成了国内首例虚拟人的数据采集，使中国成为继美国、韩国后第三个拥有本国虚拟人数据库的国家。中国的数字化虚拟人的研究规划包括“虚拟可视人”、“虚拟物理人”、“虚拟生理人”和“虚拟智能人”四个发展阶段。目前多数开展的是虚拟可视人研究，进一步的探索将不仅推动医学技术发展，汽车碰撞试验、航天技术、服装设计业、美容业等也将同样获益。

1.2 虚拟器官研究现状

拟人的相关研究领域中，各类虚拟器官的研究是一个重点研究方向。世界范围内有许多科学家致力于虚拟器官的研究。国外比较早的有德国 ADS 先进模拟和设计公司研制的“模拟器官”^[3]，在移植手术中，可以帮助医生选择最佳手术方案，预防手术后可能出现的问题。目前已应用于人造髋关节移植手术中，“虚拟心脏瓣膜”和“虚拟肾脏”也在研究当中。日本名古屋大学设计的虚拟胃模型^[4]，除了考虑胃器官的形态之外重点考虑了胃组织的形变和粘弹性特性，主要用于研究胃的延展形态等相关问题。最近加拿大卡尔加里大学研发出的世界上第一个计算机 4-D 数字仿真人体模型——CAVEman^[5]，可以通过输入医学数据和图像，生成仿真人体模型，由表及里，详尽研究人体内部结构，准确诊治病情，或向患者展示他们体内的病灶细部，不仅可以用来研究疾病，还可用来探索新的医疗手术途径。美国伦斯勒理工学院正在研发虚拟病患呼吸模型^[6]。它是在 3-D 人体模型基础上，加上时间变量获取的 4-D 模型，即使在脱机状态下，也可以看到这种模型的肺部可以像真实肺部那样起伏呼吸，其研究应用将能明显改善肺癌和肝癌放疗的精确度和效果。

国内对虚拟器官的研究虽然起步晚，但发展较快。如浙江大学吕维雪教授的虚拟心脏研究^[7]是最著名的，从最初的心血管系统的形态建模，到主要研究物理特性的心肌力学模型，到着重对心脏功能进行模拟的电生理模型，直到虚拟心脏的应用研究等方面都做了大量的工作。厦门大学王博亮教授的“虚拟眼”“虚拟肝脏”研究^[8]、第三军医大学大坪医院王洛夫的虚拟肾脏研究^[9]，各种其他虚拟器官如虚拟皮肤、虚拟结肠镜等都有相关报道，并且有些研究已应用于临床。

1.3 课题的背景和意义

眼睛作为人观察客观事物的视觉器官，是人体最重要的器官之一，约 80% 的外部信息都是通过它获取。了解眼睛的结构和功能，保持眼睛健康对我们工作、生活有着非常重要的意义。与此同时，由于眼部结构十分精密复杂且比较脆弱，导致眼部相关疾病的种类很多，因此构造能够用于眼科相关教学、科研和临床诊断、治疗的虚拟人眼具有很高的学术和应用价值。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库