

学校编码: 10384

分类号____密级____

学号: 20051302303

UDC____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 CT 数据的鼻咽癌虚拟手术计划系统

关键技术研究

Research on Key Techniques of Virtual Surgery Planning
System for Nasopharyngeal carcinoma Based on CT Data
Set

王 雷

指导教师姓名: 王博亮教授

专业名称: 计算机体系结构

论文提交日期: 2008 年 4 月

论文答辩时间: 2008 年 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2008 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

兹提交的学位论文，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的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

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

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1. 保密 ()，在 年解密后适用本授权书。
2. 不保密 ()

(请在以上相应括号内打“√”)

作者签名： 日期： 年 月 日

导师签名： 日期： 年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘 要

人体器官的建模与仿真是当前国际上生物医学工程领域研究的前沿课题，它涉及了医学，计算机科学，物理学，电子学等多个学科领域，是一项多学科交叉的研究课题。鼻咽作为人体中一个结构极为复杂且十分重要的器官，其建模仿真与手术计划系统的实现具有十分重大的临床意义。

本文针对鼻咽癌虚拟手术计划系统中若干关键技术进行了系统深入地研究。本研究根据重建出来的鼻咽部三维图像的特点，致力于设计了一个速度较快，检测精确的碰撞检测算法。本文着重论述了一种基于凸块包围盒层次的碰撞检测算法。该方法是解决碰撞检测问题固有时间复杂性的一种有效的方法，它是用体积略大而几何特征简单的包围盒来近似描述复杂的几何对象，并通过构造树状层次结构来逼近对象的几何模型，从而在对包围盒树进行遍历过程中，通过包围盒间的快速相交检测来及早排除明显不可能相交的基本几何元素对，从而提高了碰撞检测速度。

本为探索性的研究工作内容及创新主要包括以下几点：

1. 针对医学图像的特点，在保持模型细节特征的基础上，采用网格简化算法，来加快碰撞检测的速度。
2. 把物体表面分解为凸面片，并为每个凸面片构造凸包围体；进而把这些凸包围体构造成层次二叉树。本文采用的包围体是 OBB 包围盒，利用 OBB 包围盒尽可能早地排除不可能发生碰撞的凸块，从而加快碰撞检测速度。
3. 在对基本几何元素进行相交检测时，采用一些简单但行之有效的空间几何知识来加快整个算法的运行速度。

关键词： 鼻咽癌； 网格简化； 碰撞检测； 包围盒；

厦门大学博硕士学位论文摘要库

ABSTRACT

The modeling and simulation of human organs is one of the frontier areas of biomedicine research. It is a multi-disciplinary topic, including computer science, physics, electronics and related medical knowledge. As one of the most important and complex organs within human body, nasopharyngeal tissue's virtualization and surgery planning system plays a significant role in the practice of medicine.

In this thesis, some key technologies of virtual surgery planning system for nasopharyngeal carcinoma are investigated systematically. With the background of surgery simulation, this paper proposes a collision detection method based on Oriented Bounding Box bounding volume tree. Bounding volume hierarchy provides an effective method to resolve the intrinsic time complexity in collision detection. The idea behind it is to approximate the object with a simpler bounding volume that is a little bigger than the object. In building hierarchies on object, one can obtain increasingly more accurate approximations of the objects. So during traversing bounding volume hierarchy, it speeds up collision detection by prune away primitive pairs, which will not intersect clearly though rapid intersection test between bounding volumes and just deal with those bounding volume is intersected.

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

1. According to the features of medical image, this paper uses a kind of mesh simplification algorithm to speed up collision detection; The algorithm also can preserve the specific features of the model during the process of simplification.
2. This paper decomposes the surfaces of an object into a list of convex pieces. High efficiency of the algorithm is obtained by organizing the convex pieces into a binary tree with nodes composed of convex pieces. Furthermore, the algorithm speeds up collision detection by prune away primitive pairs, which will not intersect clearly though rapid intersection test between bounding volumes.
3. This paper also uses the acknowledges of geometry to simplify the complexity of the collision detection.

Keywords: nasopharyngeal carcinoma; mesh simplification; collision detection; bounding volume

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 课题的背景和意义	1
1.2 国内外研究现状	3
1.3 本课题的研究工作及创新之处	4
1.4 本文的组织结构	6
第二章 鼻咽部及其周围组织的数据获取以及三维重建和显示 ...	7
2.1 鼻咽部及其周围组织的解剖结构	7
2.2 图像数据的获得与预处理	8
2.3 三维重建和三维显示	9
2.4 本章小结	12
第三章 碰撞检测的预处理	13
3.1 预处理流程图	13
3.2 基于表面的凸分解的层次二叉树	14
3.2.1 基于表面的凸分解	14
3.2.2 凸块的定义	15
3.2.3 凸块的实现	16
3.2.4 凸块的划分	17
3.2.5 层次二叉树的建立	17
3.3 OBB 树的建立	18
3.3.1 凸块网格简化	18
3.3.2 包围体的选择	21
3.3.3 OBB 树的建立	24
3.4 层次二叉树和 OBB 树关系和区别	26
3.5 本章小节	27
第四章 碰撞检测	29

4.1 初步碰撞检测	29
4.1.1 初步碰撞检测的流程	29
4.1.2 凸块包围盒之间的相交检测	30
4.1.3 凸块间的相交检测	31
4.2 精确碰撞检测	33
4.2.1 精确碰撞检测流程	33
4.2.2 基本几何元素的相交检测概述	33
4.2.3 三角面片的六面体的获取和相交检测	34
4.2.4 三角面片的相交检测	37
4.2.5 碰撞检测最终结果	40
4.3 本章小结	40
第五章 鼻咽癌虚拟手术计划系统	43
5.1 开发工具简介	43
5.2 系统介绍	45
5.2.1 系统结构框架	45
5.2.2 系统的主要功能	45
5.3 本章小结	49
总结与展望	50
参考文献	52
攻读硕士学位期间发表论文及科研情况	54
致 谢	55

CONTENTS

1 Exordium	1
1.1 Status and Signification of Project	1
1.2 Research Status	3
1.3 Innovations	4
1.4 Frame of This Thesis	6
2 Pre-procession and 3D Reconstruction of Nasopharyngeal Tissue Image	7
2.1 CT Imaging Features of Nasopharyngeal Tissue	7
2.2 Pre-procession of Nasopharyngeal Tissue Data	8
2.3 3D Reconstruction and 3D Exhibition of Nasopharyngeal Tissue	9
2.4 Summary of This Chapter	12
3 Pre-procession of Collision Detection	13
3.1 Flow Diagram of Pre-procession of Collision Detection	13
3.2 Surface Convex Decomposition and Binary Tree Creation	14
3.2.1 Surface Convex Decomposition	14
3.2.2 Definition of 3D Convex Hull	15
3.2.3 Realization of 3D Convex Hull	16
3.2.4 Partition of 3D Convex Hull	17
3.2.5 Building of Binary Tree	17
3.3 Building of OBB Tree	18
3.3.1 Mesh Simplification of 3D Convex Hull	18
3.3.2 Selection of Bounding Box	21
3.3.3 Building of OBB Tree	24
3.4 Difference between Binary Tree and OBB Tree	26
3.5 Summary of This Chapter	27
4 Collision Detection	29
4.1 First Step of Collision Detection	29
4.1.1 Process of First Detection	29
4.1.2 Detection between Bounding Box of Convex Hull	30

4.1.3	Detection between 3D Convex Hulls.....	31
4.2	Precision Collision Detection	33
4.2.1	Process of Precision Collision Detection.....	33
4.2.2	Summary of Detection between Basic Geometry.....	33
4.2.3	Intection Detection between Hexahedrons of Triangle Plane.....	34
4.2.4	Intection Detection between Triangle Plane.....	37
4.2.5	End of Collision detection.....	40
4.3	Summary of This Chapter	40
5	Virtual Surgery Planning System for Nasopharyngeal Carcinoma	43
5.1	Development Tools	43
5.2	System Instruction	45
5.2.1	Architecture.....	45
5.2.2	Fuction.....	45
5.3	Summary of This Chapter	49
	Conclusion and Prospect	50
	Reference	52
	Projects and Publications	54
	Acknowledgements	55

第一章 绪论

医学影像学是一门多学科交叉的边缘学科。它涵盖了医学、计算机技术、物理学、电子学等多个学科领域。医学影像学与计算机等技术紧密结合,使得医学步入崭新的可视化时代,人们可以利用科学可视化技术,将一系列二维图像重构出三维形体,并在计算机上显示出来,让医生真正看到了人体的内部,大大方便了医生对病人进行诊断和治疗。

1.1 课题的背景和意义

医学影像学的起源可以追溯到 1895 年德国物理学家伦琴发现 X 射线,为医学放射科学的形成提供了先决条件。其后的 100 多年间,医学影像技术得到了不断的发展。20 世纪 60 年代出现了影像增强技术,超声成像技术(USG);20 世纪 70 年代出现了 X 射线计算机断层扫描设备(CT, X-Ray Computer Tomography);20 世纪 80 年代出现了数字减影血管造影(DSA),核磁共振成像(MRI)等技术[1]。从此传统的医学诊断方式发生了根本性的变化,人类可以无创地观察到自己体内任何位置的解剖结构。

20 世纪 80 年代以后,计算机技术与医学进一步紧密结合,辅助医生进行更好、更精确地诊断,使得医学步入崭新的时代。尽管计算机断层扫描及核磁共振成像已广泛应用于疾病的诊断,但是这些图像都还是二维的信息,需要有经验的医生根据多幅二维图像去顾及病灶的类型、形状和大小。医学可视化技术的引入,可以将这一系列二维图像重构出三维图像,并在计算机上显示出来,让医生真正直观地看到了人体的内部,大大方便了医生对病人进行诊断。

进入 21 世纪,以人类基因组计划的完成为标志,医学生物学正处于以信息化为主要特征的时期。从基因构成到蛋白质的三维结构,再到细胞、组织以及器官的形态与功能,对人体信息的完整描述已经提到科学研究日程上来了。利用信息技术实现人体从微观到宏观的结构和技能的数字化、可视化,最终达到人体的精确模拟,将对医学生物学及其人体相关学科的发展起到难以估计的影响^[2]。21 世纪被认为将是生物世纪,以人体科学为中心的科学技术将以前所未有的速度发

展。传统上医药学研究依赖于大量动物和人体实验的做法将在很大程度上由计算机模拟所取代。从这个方面来看，人体的数字化模型至关重要。

数字化虚拟人对于增进对人类自身的认识、促进医学的发展有重要的科学意义，它将人体结构和功能信息数字化与可视化，建立能够为计算机处理的数学模型，使得借助于计算机的定量分析计算和精确模拟成为可能。随着信息获取和处理技术的进步、数据采集精度的提高，将在越来越精确和广泛的程度上模拟人体的功能和行为。数字化虚拟人体模型具有广泛的应用前景：可为医学研究、教学与临床提供形象而真实的模型；为疾病诊断、新药和新的医疗技术的开发提供参考；促进形成新一代医疗高新技术产业，大大加速我国医学教育和临床的现代化。

在这个“虚拟人”研究的热潮中，虚拟器官的建模与仿真是当前国际上生物医学工程领域研究的前沿课题。通过建立各类虚拟器官，人们可以运用手术仿真和导航等技术实现复杂的医学解剖体数据的三维可视化，还可对可视化的数据进行实时操作，从而建立可供术前规划使用的虚拟环境。运用该技术可以使医务工作者沉浸于虚拟的场景内，体验并学习如何应付各种临床手术的实际情况，可以通过视、听、触觉感知并学习各种手术实际操作。这样大大的节约了培训医务人员的费用和时间，使非熟练人员实习手术的风险性大大降低，并利用专家学者的手术经验和实例对年轻医生特别是小医院、边远地区医院的医生进行培训，这对提高医学教育与训练的效率和质量以及改善医学手术水平有着非常重大的意义。另外，将来应用于临床手术中，医生可以看着屏幕做手术，精确地去除肿瘤，遇到重要区域还可以“绕道走”，大大降低了脑颅手术的创伤、时间和意外率。

特别地，对于像鼻咽这样具有复杂组织结构的器官，更需要建立一套虚拟手术计划系统来运用于教学和临床手术指导，以利于医生对鼻咽癌的治疗。

鼻咽癌好发于我国广东一带，因此又叫“广东癌”，是原发于鼻咽粘膜被覆上皮的恶性肿瘤。鼻咽癌早期一般没有明显症状，通常出现鼻塞、涕血或回缩性血涕、耳鸣及头痛等，晚期常有劲淋巴结肿大及脏器转移。鼻咽癌位于颅内较深的腔、隙、颈周围，解剖结构复杂，手术难度非常大。95%以上的鼻咽癌属鳞状细胞癌，且分化程度较差，放疗敏感，可起到“立竿见影”的近期效果^[3]。

我国是鼻咽癌的高发区，世界上 80%的鼻咽癌病例发生在我国南方各省^[4]。了解鼻咽部组织的结构和功能、保护鼻咽部组织健康对我们的工作、生活有着非常重要的意义。建立鼻咽部组织及其内部管道的可视化模型并设计一套虚拟手术

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