

学校编码: 10384 分类号__密级__
学号: X2008221040 UDC__

廈門大學

工程硕士学位论文

脑脊液图像序列的分割及三维重建

**Segmentation and 3D Reconstruction of Cerebro-Spinal
Fluid Images Sequence**

杨剑炉

指导教师姓名: 鞠颖副教授
专业名称: 计算机科学
论文提交日期:
论文答辩时间:
学位授予日期:

答辩委员会主席: _____

评阅人: _____

年 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

在脑积水检查中，医生往往无法通过二维图片序列直观地看到前后两个图片间的关系，而三维脑脊液临床诊断技术的出现很好地解决了这个问题。它能直观地展示出脑脊液的全方位的三维形态，帮助医生更直接地发现病变位置、病变性质等重要信息。因此三维脑脊液临床诊断技术将是对脑积水临床检查治疗技术的有益补充。

本文主要研究了基于ITK的水平集医学图像分割算法和基于VTK的移动立方体三维重建算法，并在两者的基础上实现了脑脊液的分割和重建。其分割和重建的速度都比较快，效果良好。

本文的脑脊液三维重建设计是以DICOM脑部MRI图像序列为研究对象，通过各项异向性扩散滤波器使得图像边缘保持平滑来去除输入图像中的噪声干扰，再采用梯度高斯图像滤波器实现图像的梯度计算，进而运用映射滤波器使图像的灰度值发生非线性变化。在此基础上研究和分析了水平集算法的一种改进算法——快速步进分割算法，实现脑脊液的快速准确分割。在分割后，使用移动立方体法实现图像的三维重建，建立了脑脊液的三维形态模型。最后以以上获得的结果为核心，开发了一个基于PC机和Windows平台的三维可视化演示系统，并通过提供图形用户界面，实现了用户与三维模型的互动操作。

关键词：脑脊液；图像分割；三维重建

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

In the treatment of hydrocephalus, it is unintuitive to get at the root of the problem through the two-dimensional picture sequence. However, the clinical diagnosis technology of three-dimensional fluid succeeded in solving the problem, it will visually demonstrate CSF all-round three-dimensional shape, then help doctors more directly detected lesion location, the nature of the lesions and other important information. So this technique is beneficial to the clinical examination and treatment technology of hydrocephalus.

This study realizes the segmentation and reconstruction of the Cerebro-Spinal fluid, which is mainly combined with level set segmentation algorithms in ITK and Marching Cube algorithm in VTK. The method can perform fast in the segmentation and reconstruction of images with good results.

The design is based on DICOM brain MRI images sequence as the object of study. Firstly, it makes the image edge preserving smooth removal of input image noise interference using the anisotropic diffusion filter. Then, it computes the magnitude of the image gradient by using the Gradient Magnitude Image Filter. And the casting filter is put to use in the image gray value non-linear mappings. Through the above research and analysis, it is an improved algorithm of level set algorithm—Fast Marching, which can achieve segmentation of cerebrospinal fluid quickly, accurately.

After segmentation, we established a three-dimensional shape model of Cerebro-Spinal Fluid, which combined with Marching Cube algorithm in VTK. Finally, according to the above results, we developed a 3D visualization system based on PC and Windows platform, which can provides a graphical user interface, and realizes the interactive operation between user and the three-dimensional model.

Key words : Cerebro-Spinal Fluid; Image Segmentation; Three-Dimensional Reconstruction

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

第一章 绪论	1
1.1 医学图像三维重建的应用	1
1.2 国内外三维重建研究现状	1
1.3 课题的研究背景和意义	2
1.4 本课题的研究工作	3
1.5 本文的组织结构和章节安排	4
第二章 脑脊液图像序列及其处理流程	5
2.1 DICOM 标准概述	5
2.2 DICOM 数据结构	5
2.3 脑脊液简介	7
2.4 脑积水简介	8
2.5 数据处理流程	9
第三章 脑脊液图像序列的平滑去噪	11
3.1 ITK 简介	11
3.2 ITK 中的滤波器	14
3.2.1 二值阈值图像滤波器	14
3.2.2 梯度滤波器	15
3.2.3 中值滤波器	16
3.2.4 Sigmoids 滤波器	18
3.3 脑脊液图像序列的预处理	19
3.3.1 预处理流程	19
3.3.2 预处理结果	22
第四章 脑部 MRI 图像序列的脑脊液分割	23
4.1 图像分割算法综述	23
4.2 水平集的基本思想	24
4.3 基于快速步进的脑脊液分割	25
第五章 脑脊液的三维重建	31
5.1 三维重建概述	31
5.1.1 面绘制技术	31
5.1.2 体绘制技术	32
5.2 VTK 简介	34
5.2.1 VTK 系统构架	35
5.3 脑脊液图像序列的面绘制	38
结束语	45
[参考文献]	46

致 谢..... 48

硕士期间发表论文及参与科研项目 49

厦门大学博硕士论文摘要库

Catalogue

Chapter1 Exordium	1
1.1 The application of 3D medical image reconstruction	1
1.2 Research situation of 3D Reconstruction.....	1
1.3 Status and Signification of Project	2
1.4 Research and Innovations	3
1.5 Structure of Thesis	4
Chapter2 Images sequence And Processing Flow	5
2.1 The DICOM standard overview	5
2.2 data structure of DICOM.....	5
2.3 Introduction of Cerebro-Spinal Fluid.....	7
2.4 Introduction of Hydrocephalus	8
2.5 Data Proceesion Flow.....	9
Chapter3 Imgae Smoothing and Denoising.....	11
3.1 Introduction of ITK.....	11
3.2 Filtering of ITK	14
3.2.1 binary threshold image filter.....	14
3.2.2 Gradient Magnitude Image Filter.....	15
3.2.3 Mean Filter.....	16
3.2.4 Sigmoids Filter.....	18
3.3 Pretreatment of Images sequence.....	19
3.3.1 Flow of Pretreatment.....	19
3.3.2 Result of Pretreatment.....	22
Chapter4 Segmentation of Cerebro-Spinal Fluid	23
4.1 General Method of Registration	23
4.2 principle of level set.....	24
4.3 Segmentation base on Fast Marching.....	25
Chapter5 3D Reconstruction of Cerebro-Spinal Fluid	31
5.1 Introduction of 3D Reconstruction	31
5.1.1 Surface Rendering.....	31
5.1.2 Volume Rendering.....	32
5.2 Visualization Toolkit	34
5.2.1 VTK System Architecture.....	35
5.3 Surface Rendering of Cerebro-Spinal Fluid	38
Conclusion and Prospect	45
[Bibliography].....	46

Acknowledgements.....	48
Publication and Projects.....	49

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第一章 绪论

1.1 医学图像三维重建的应用

计算机断层扫描和核磁共振成像等医学影像设备已广泛应用于疾病的诊断,但这些医疗影像设备只能提供人体内部的二维断层图像。随着计算机的计算能力不断提高,三维医学图像的质量得到提高,应用也随之扩大。国外已有许多医学图像三维重建系统,除了用于辅助医疗诊断外,也被用于外科手术操作方案演练、体内手术引导、医学教学与训练等各个方向^[1]。在临床医学中,CT图像,MRI图像都是诊断的有力手段,应用先进的三维重建技术对这些图像进行三维重建以及对其进行显示,有助于了解复杂的解剖特征、空间定位及随时间所发生的变化。三维重建在整形外科中可以用于假肢造型,如在做髋骨手术前,根据CT图像重构髋骨的精确三维模型,在计算机上进行模拟,并从各个不同角度观察效果,最后由医生选择出最佳实施方案,从而大大提高矫形手术的质量。又如在做脑部肿瘤放射治疗时,可利用三维重建技术,在重建出的人体内部结构三维图像的基础上,对颅骨穿孔位置、同位素置入通道、安放位置和等剂量线等进行计算机模拟,设计并选择出最佳方案^[2]。

1.2 国内外三维重建研究现状

20世纪70年代,在刚发明医用CT扫描机后,国外就有学者开始了医学图像三维重建的研究,并在八九十年代得到了快速发展。由于医学影像设备昂贵,国内在该领域起步较晚,也相对落后,到了90年代才开始有高校和研究所开展这方面的工作。

发达国家对该领域十分重视,投巨资进行研究。国外对于医学图像三维重建的研究,大都是基于工作站或是采用专用硬件实现。三维重建软件加速研究中的一个重要成果是美国Stanford大学的P.Lacroute博士1994年在SGI Indigo工作站上取得的。他提出用shear-warp算法^[3]来对体绘制进行加速,这种算法把分辨率为 $256 \times 256 \times 256$ 的中等规模体数据的体绘制速度提升到约1帧/秒,取得了很大的进展。在采用硬件加速方面,美国New York大学的H.Pfister博士提出采用并行处理技术来实现光线追踪的体绘制,1997年提出了专用的硬件结构Cube-4,1999年开发出了VolumePro体绘制加速卡^[4],完全实现了对中等规模的

提数据的实时重建，速度达到 30 帧/秒。我国对医学图像三维重建的研究尚处于起步阶段，国内的研究偏重于算法的研究，对一些三维重建算法提出了许多改进。

目前国际上在医学图像三维重建研究方面的一个重要项目是 1991 年开始进行的虚拟人（Visible Human）研究^[5]。计算机断层扫描与核磁共振技术使获取人体内部数据成为现实，而三维重建技术可以将一组二维 CT 图像或 MRI 图像重建成三维人体结构，从而使得对人体的三维建模观察成为可能。对虚拟人的研究在我国也取得了很大的成果^[6]，美国的虚拟人切片厚度是 0.33mm，韩国的是 0.2mm，而中国数字虚拟人 1 号的层厚仅 0.1mm，共包含 1.6 万多个层片。虚拟人数据问世后，基于照片的海量彩色数据向传统的医学图像三维重建与绘制工作提出了极大的挑战。这些数据与 CT 和 MRI 体数据最大的不同是带有色彩，从而使真实再现体内组织和器官的愿望成为可能。虚拟人在基础医学研究、医务人员培训、医学教育、国防、航天航空、体育、影视、汽车制造等诸多领域有着广阔的应用前景。通过对虚拟人进行三维重建，可提供丰富的人体结构和功能数据，大大地促进对三维重建的研究。

1.3 课题的研究背景和意义

近 20 年来，尽管计算机断层技术(CT)、核磁共振成像 (MRI) 和超声(US) 等医学影像技术已广泛用于疾病的诊断，但它们只能提供病变部位的一组二维断层图像，医生只能凭经验估算出病变的大小及形状，缺乏客观性和准确性。得到人体器官准确的形态描述对医学诊断、医学教学以及手术规划方面有广泛的应用前景，近年来已经成为医学图像处理界的热点，尤其是从 MRI 或 CT 图像入手来重建三维模型的方法得到了很大发展；MRI 三维结构重建也是结构成像和功能成像融合的必要步骤。由于人脑结构十分复杂，所以能够真实反映脑组织结构的脑模型的三维重建也就显得尤为重要。

脑脊液(Cerebro-Spinal Fluid, CSF)为无色透明的液体，充满在各脑室、蛛网膜下腔和脊髓中央管内。脑脊液由脑室中的脉络丛产生，与血浆和淋巴液的性质相似，略带粘性。正常成年人的脑脊液约 100—150 毫升，其比重为 1，呈弱碱性，不含红细胞，但每立方毫米中约含在 5 个淋巴细胞。正常脑脊液具有一定的化学成分和压力，对维持颅压的相对稳定有重要作用。患中枢神经系统疾病时，常常要作腰椎穿刺吸取脑脊液检查，以协助诊断。脑脊液的性状和压力受多种因

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