

DOI:10.3724/SP.J.1008.2012.01203

3D 真人侧脑室模型的设计与构建

杨治荣, 施巍, 沈晨, 郭智霖*

上海交通大学医学院附属第九人民医院神经外科, 上海 200233

[摘要] **目的** 构建3D真人侧脑室解剖模型,用于显微神经解剖教学和临床手术计划。**方法** 以1例36岁健康成年志愿者176张头颅MRI T₂加权二维断层图像图片为原始数据,联合应用Matlab、Geomagic和Maya等软件对原始图像进行预处理,轮廓线提取,三维重建形成3D模型,然后对模型和影像进行关联。**结果** 根据176张原始图像数据成功完成了人侧脑室三维模型的重建,计算证实模型轮廓线与原始图像边缘吻合较好,经过3D模型与MRI数据场关联后所得模型具有更好的视觉效果。所建模型可任意旋转、放缩,从各个角度观察。**结论** 成功构建的模型能够重复观察和研究且不受时间限制,也没有手术的压力。该模型也可作为进入侧脑室目标部位提供潜在的外科练习,为后续指导临床实践奠定了基础。

[关键词] 侧脑室;计算机模拟;三维成像;解剖学模型

[中图分类号] R 322.811 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2012)11-1203-04

Design and construction of a three-dimensional lateral ventricle model based on MRI data

YANG Zhi-rong, SHI Wei, SHEN Chen, GUO Zhi-lin*

Department of Neurosurgery, The 9th People's Hospital of Shanghai, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200233, China

[Abstract] **Objective** To construct a three-dimensional (3D) anatomic model of the lateral ventricles for teaching microneurosurgical anatomy and clinical surgery planning. **Methods** The 3D model was constructed with a series of 176 MRIT₂ head sections of a healthy male volunteer (36 years old) using software Matlab, Geomagic, Maya, etc. The 176 sections were subjected to management with software Matlab for image preprocessing and contour extracting; the acquired contours were subjected to software geomagic for 3D model constructing, 3D-model and image connecting and other processings. **Results** The 3D model of the lateral ventricles and related structures were successfully constructed using more than 240,000 remodeled polygons, and the contour of the model consisted well with the images. The model had a even better visual effect after combining the 3D-model and image. The model could be viewed from any angle and could be rotated by 360 degrees in any plane using any structure as the focal point of rotation. Moreover, the model could be reduced or enlarged using the zoom function. **Conclusion** The constructed 3D model can be observed and studied repeatedly at any time, with no stress from surgery. The model may be used for interactive surgical exercises, paving a way for subsequent clinical practice.

[Key words] lateral ventricles; computer simulation; three-dimensional inaging; anatomic model

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2012, 33(11):1203-1206]

三维医学图形用于临床诊断和手术计划多年^[1],但在神经外科方面的应用比较少。侧脑室是一个位于大脑中央的形状不规则的复杂几何体,单侧侧脑室呈C形的腔隙型结构,其内容物是脑脊液和脉络丛,它的四壁主要由神经核团和传导纤维组成。侧脑室是室管膜瘤和脉络丛乳头状瘤的好发部位,同时也是大脑中央部位手术的重要通道。直观显示侧脑室的三维形态对解剖教学和临床实践有很大帮助。头颅CT或MRI平面图像是了解侧脑室空间结构的重要信息,本研究利用头颅MRI的平面图

像构建侧脑室的三维模型,实现医学解剖向工程迈进。

1 资料和方法

1.1 资料获取 36岁健康男性自愿者,1.5T磁共振头颅矢状位薄层成像,所得T₁DICOM格式原始数据为本研究的资料。成像条件:层厚1.0mm,层距1.0mm;W×H=256×256;层数176。

1.2 工作平台 图形工作站(Core中央处理器,4GB内存,256色彩色显示器,1024×768分辨率,

[收稿日期] 2012-05-14 **[接受日期]** 2012-06-26

[作者简介] 杨治荣,博士,主治医师, E-mail: zhirongy@hotmail.com

* 通信作者(Corresponding author). Tel: 021-23271699, E-mail: guozhilin@hotmail.com

1 200 GB 存储空间;Windows XP 操作系统), Matlab、Photoshop、Geomagic 10.0 及其相关软件。

1.3 方法 在头颅解剖和头颅磁共振断层影像的基础上,对研究资料进行预处理,精准分割目标结构,然后进行三维重建形成模型,对模型进行头颅 MRI 图像映射。

1.3.1 图像预处理 图像的预处理包括断层图像的滤波增强、目标图像轮廓线的描绘、抠图(图像的分割)和数据的生成。在 Matlab 7.0 中增强和轮廓线描绘,然后利用 Photoshop 软件进行图像分割,提取出目标图像。目标图像从前到后以 3 位序数重新命名(001brain.bmp~)。分割后的各组织图像背景色为黑色,保证后续工作中无底色干扰。为每一分割组织新建文件夹,文件夹命名规则为名称+起始层面及终止层面。

1.3.2 二维图像转化为三维图形 工作平台为 Mimics 8.0,打开 Mimics 将预处理所得 bmp 格式数据文件按顺序依次导入指定图层。设定图片的空间方位,使图像在 Mimics 中的空间位置 and 实际空间位置统一,然后载入。设定输入位置参数(first table position, slice distance=0.95 mm, pixel size=1.0 mm)。生成蒙板;分割图像背景为黑色(grey values=0),因而设定最小阈值(threshold value=1),生成分割组织蒙板。然后设定象素参数(number of pixels=2),交替进行两次形态学开运算和闭运算,以消除边缘细小的凸凹不平。接着执行三维运算,设定优化的重建质量为高(quality=high),对分割组织进行三维重建。然后输出 STL 格式保存,以分割组织的英文名称命名文件,例如 brain.stl 为以 STL 格式保存的脑的三维模型。到此完成了三维粗模的构建。

1.3.3 模型转化 原始生成的粗模面数巨大,不便于和体数据关联。在不影响模型精度的基础上,对模型进行降面处理。首先,将粗模在 Geomagic 打开,执行去除噪音点,光滑点云和重新排序点云等相关命令。相关参数设定,必须保证不改变点云图像的完整。处理后的模型导入 TOPOGUN,在处理后的粗模引导下,生成低面模型。满意后以 stl 格式保存。

1.3.4 模型与体数据关联 打开 Maya 导入本研究原始头颅 MRI 数据,导入低面的 STL 格式模型数据,计算模型的轮廓线,并在体数据场中显示。

2 结果

本研究中,获得一只真人双侧侧脑室骨架模型(图 1),一只侧脑室剖开顶的骨架模型(图 2),获得的真人侧脑室 3D 模型可单独显示,也可和参考面组合显示,所有结构可以绕任意轴任意角度旋转。模型和影像数据关联后可以显示核团、内囊以及胼胝体之间的空间关系。

2.1 重建获得粗模结果 从模外面、里面透视位观察结果如图 1、图 2 所示。

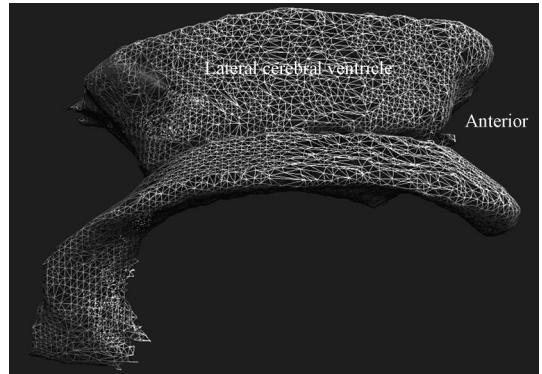


图 1 双侧侧脑室模型

Fig 1 Model of bilateral cerebral ventricle

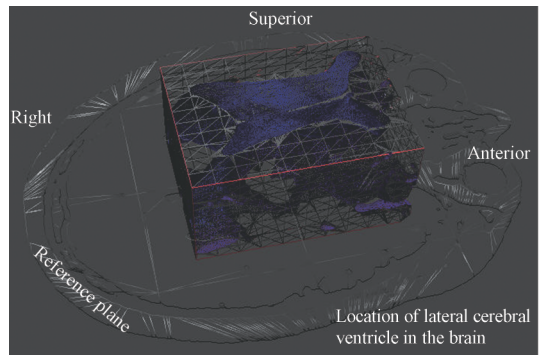


图 2 侧脑室模型骨架

Fig 2 Framework of lateral cerebral ventricle model

2.2 转化后模型结果 去噪音点,点云重排、降面后模型表面更加光滑,如图 3 所示。

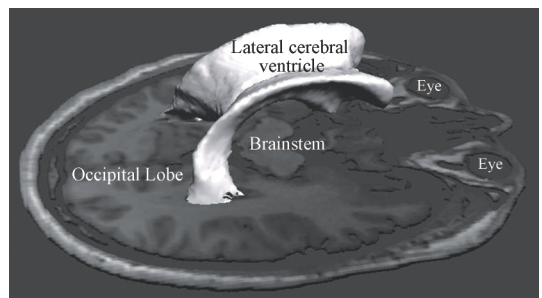


图 3 侧脑室在脑中的位置

Fig 3 Location of lateral cerebral ventricle in the brain

2.3 模型与图像数据场关联结果 计算所得模型 轮廓线与原始图像边缘十分吻合,如图 4、图 5。

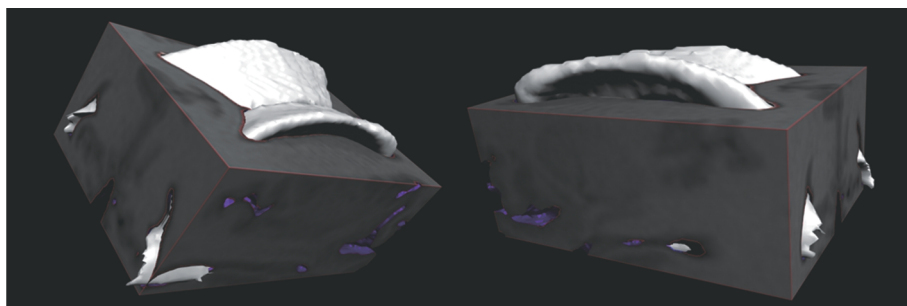


图 4 两种模型配准后观察

Fig 4 Satisfactory consistency of two types of model

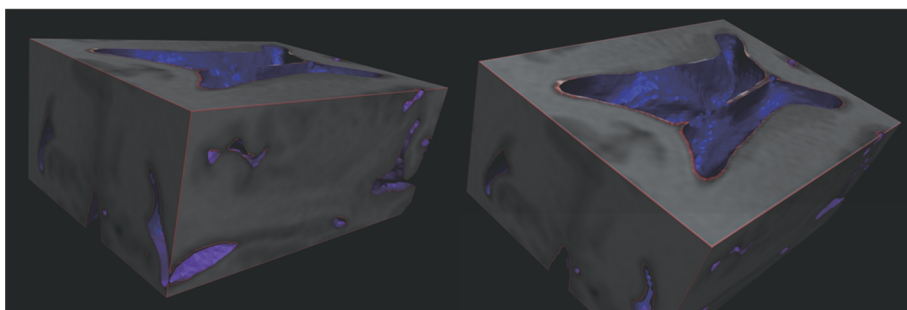


图 5 模型和图像数据场关联后不同方位观察

Fig 5 Different view after fusing the model and MRI data field

2.4 数据关联、旋转和渲染结果 任意旋转渲染出 的图像,模型与图像一体,见图 6。

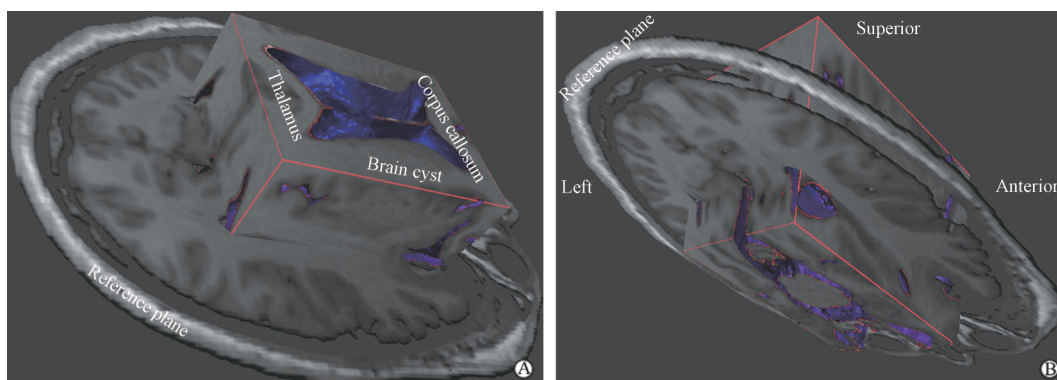


图 6 参考平面上方(A)、下方(B)观察模型

Fig 6 Inferior view of model from upper(A) and under(B) the reference plane

3 讨论

数字化技术是 21 世纪人类科学技术研究的热点之一,数字机床、数字电视等分别是这种技术在各自领域的成功应用。数字图谱是 21 世纪医学解剖图谱中最具特色的形式^[2]。它的特色就在于将解剖结构和功能信息数字化与可视化,使人们能够以三维的形式看到人脑解剖结构的大小、形状、位置及相互的空间关系,建立起能够为计算机处理的数学模

型,使得借助计算机的定量分析计算和精确模拟成为可能^[3]。数字真人侧脑室模型出现将为未来精确手术模拟奠定基础^[4]。本研究是人脑图谱研究的一部分。

3.1 侧脑室图谱个性化和轮廓线提取 正常成人的侧脑室的形态大小因人而异各不相同,没有统一参数,同一个人的侧脑室在不同年龄和病变状态下也不一样,它是一个可变的几何体。比如,脑积水时侧脑室变大,脑水肿侧脑室受压变小;年老的人比年

轻的人侧脑室大。所以,一方面根据侧脑室的大小可以诊断一些脑内病变,另一方面侧脑室的可变性给一些手术操作带来困难。建立个性化的侧脑室模型(一人一模型)将会给神经外科医生带来方便。本研究就是要解决个性化侧脑室模型的建立,同时也是三维脑图谱研究的一部分内容。怀疑颅内病变常规都要进行头颅 MRI 成像,所以我们认为选择头颅 MRI 作为研究资料取材更方便。提取实际头颅 MRI 图像中的侧脑室表面轮廓线是本研究的关键。林开颜等^[5]认为没有统一的通用算法可自动将图像中的目标区域分割出来。我们试图用一些数学边缘检测算子(如 Roberts、Sobel、Prewitt、Laplacian 和 Canny)对头颅 MRI 图像的目标区域的边界进行检测并分离,结果均不理想。最终我们应用 Matlab 分割工具 livewire,在解剖知识的指导下,成功地从头颅 MRI 图像中精确提取了目标图像轮廓线。

3.2 重建 德国海德堡大学的 Ganser 教授利用印刷图谱和 MRI 图片进行了人脑三维重建,获得了三维人脑模型^[6]。本研究采用的重建方法与 Ganser 教授的方法不同,完全是分别将轴位、冠状位和矢状位相邻两层图像的轮廓线用面片连接起来构成侧脑室表面,实现由二维变三维,平面变立体的过程,再经过隐面消除,光照处理,得到物体三维图像,其优点是直观效果好^[7]。很多软件(如 Amira、UG、Maya 等)具有重建功能,但由于各自适用范围的侧重不同,重建出的人侧脑室模型像均不理想。本研究采用的逆向工程 Geomagic 软件具有一些简单的编辑功能,对图像某些部位的轮廓线进行再次编辑,然后拟合成曲面。但是,不论如何编辑,只能向真实解剖逼近。本研究重建所得立体模型也只是和真实生物体轮廓接近,并非完全一样的复制品。

3.3 模型和 MRI 图像关联 模型是表现真实立体解剖结构的基础,但是模型本身没有 MRI 图像的信息,从这个意义上讲,模型来源于 MRI 却又脱离了 MRI。为了把 MRI 的灰度信息赋予模型,必须把模型置于原始头颅 MRI 的数据场中,成为真实头颅 MRI 侧脑室结构的复制品。所以我们又对模型和影像进行了关联处理,这项工作影视软件 Maya 中完成。

真人侧脑室解剖结构复杂,用语言、文字和二维图片很难描述。本研究以三维立体的形式充分显示

出侧脑室立体结构,并可以对这个结构进行全方位的观察,使抽象问题具体化、复杂问题简单化,大大提高了对侧脑室的认识。虽然仿真虚拟为外科教学和模拟做出了贡献,但毕竟不能取代尸体解剖^[8-10]。模型研究是医学解剖向工程迈进的初步探索。

本研究把影视技术理念引入神经外科虚拟研究领域,构建出了仿真人侧脑室的三维模型,为今后一些难以想象、语言难以描述、肉眼难以观察的空间结构和动态生理过程实现最方便、生动、形象的动态仿真奠定了基础。

4 利益冲突

所有作者声明本文不涉及任何利益冲突。

[参考文献]

[1] Chen T, Rangarajan A, Eisenschenk S J, Vemuri B C. Construction of a neuroanatomical shape complex atlas from 3D MRI brain structures[J]. Neuro Image, 2012, 60: 1778-1787.

[2] Toga A W, Thompson P M, Mori S, Amunts K, Zilles K. Towards multimodal atlases of the human brain[J]. Nat Rev Neurosci, 2006, 7: 952-966.

[3] 杨治荣, 李勇杰, 马 腾. 三维数字人脑模型的构建与验证[J]. 第二军医大学学报, 2011, 32: 291-295.

Yang Z R, Li Y J, Ma T. Construction and verification of a three-dimensional digital human brain atlas[J]. Acad J Sec Mil Med Univ, 2011, 32: 291-295.

[4] Van Essen D C, Dierker D L. Surface-based and probabilistic atlases of primate cerebral cortex[J]. Neuron, 2007, 56: 209-225.

[5] 林开颜, 吴军辉, 徐立鸿. 彩色图像分割方法综述[J]. 中国图象图形学报(A辑), 2005(1): 1-10.

[6] Ganser K A, Dickhaus H, Metzner R, Wirtz C R, Dickhaus H. A deformable digital brain atlas system according to talairach and tournoux[J]. Med Image Anal, 2004, 8: 3-22.

[7] 张绍祥, 刘正津, 何光箴, 徐美和, 唐泽圣. 生物塑化薄层连续断面的计算机三维重建[J]. 解剖学报, 1996, 27: 113-118.

[8] Balogh A, Preul M C, Schornak M, Hickman M, Spetzler R F. Intraoperative stereoscopic QuickTime virtual reality [J]. J Neurosurg, 2004, 100: 591-596.

[9] Henn J S, Lemole G M Jr, Ferreira M A, Gonzalez L, Schornak M, Preul M. Interactive stereoscopic virtual reality: a new tool for neurosurgical education [J]. J Neurosurg, 2002, 96: 144-149.

[10] Nieder G L, Scott J N, Anderson M D. Using QuickTime virtual reality objects in computer assisted instruction of gross anatomy: Yorick-The VR skull[J]. Clin Anat, 2000, 13: 287-293.

[本文编辑] 尹 茶