DOI:10.16016/j.1000-5404.2003.07.002
第25卷第7期 第三军医大学学报 Vol. 25, No. 7
2003年4月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Apr. 2003

文章编号:1000-5404(2003)07-0563-03

论著

首套中国男、女数字化可视人体结构数据的可视化研究

张绍祥[1],王平安[5],刘正津[1],谭立文[1],邱明国[1],李七渝[1],李 恺[1],崔高宇[1],郭燕丽[1],刘光久[1],单锦露[1],刘继军[1],张伟国[2],陈金华[2],王 健[3],陈 伟[3],陆 明[3],游 箭[3],庞学利[4],肖 红[4],谢永明[5],许忠信[6],王欲更[6],邓俊辉[6],唐泽圣[6]

[第三军医大学:[1]基础医学部解剖学教研室(计算医学实验室),重庆 400038;[2]附属大坪医院野战外科研究所影像诊断科,重庆 400042;[3]附属西南医院影像诊断科,重庆 400038;[4]附属西南医院肿瘤科放疗中心,重庆 400038;[5]香港中文大学计算机科学与工程学系虚拟现实、可视化与图像学研究中心,香港;[6]清华大学计算机科学与技术系,北京 100084]

提 要:目的 实现首套中国男、女数字化可视人体结构数据的计算机可视化。方法 在获得首套(包括1例男性和1例女性)数字化可视人体结构数据集(男性为2 518个横断面,总数据量为90.648 GB;女性为3 640个横断面,总数据量为130.04 GB)后,分别在SGI图像工作站和P4微机上,先对二维图像进行处理,然后经过在每幅图像上预留的定标点进行对位配准。重建时采用了两种方法,一是体绘制(Volume rendering)重建;二是面绘制(Surface rendering)重建。结果 在SGI工作站和微机上分别实现了男、女数字化可视人体的整体和局部可视化。并且,通过革新三维重建和数据处理技术,实现了中国首套数字化人体数据的交互式三维可视化。结论 ①经过可视化研究检验,本研究组采集的首套中国男、女数字化可视人体数据集符合三维可视化的要求。②本研究建立起来的中国男、女数字化可视人体数据的交互式三维可视化平台,形成了数字人体解剖学和虚拟外科手术的雏形。③经过数据分割、分类、配准和绘制重建起来的人体器官或局部模型为在计算机上细致表达人体全身的复杂结构奠定了基础。

关键词:可视人体;数字化;可视化;断面解剖;三维重建
中图法分类号:R319;R322 文献标识码:A

Visualization of the first Chinese visible human male and female

ZHANG Shao-xiang, WANG Ping-an, LIU Zheng-jin, TAN Li-wen, QIU Ming-guo, LI Qi-yu, LI Kai, CUI Gao-yu, GUO Yan-li, LIU Guang-jiu, SHAN Jin-lu, LIU Ji-jun, ZHANG Wei-guo, CHEN Jin-hua, WANG Jian, CHEN Wei, LU Ming, YOU Jian, PANG Xue-li, XIAO Hong, XIE Yong-ming, XU Zhong-xin, WANG Yu-su, DENG Jun-hui, TANG Ze-sheng
(Department of Anatomy, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: **Objective** To achieve computer visualization of the first Chinese visible male and female. **Methods** After acquisition of the dataset of the first Chinese visible male and female (2 518 cross-sections were obtained from the visible male, the complete data files take up 90.468 GBs; while 3 640 cross-sections from the female, the complete data files take up 131.04 GBs.), we processed 2-D images in an SGI Workstation and on P4 computer respectively. Then, image registration was performed through reserved scaling point. Reconstruction was achieved by two approaches: volume rendering reconstruction and surface rendering reconstruction. **Results** We visualized the whole body and special parts of Chinese visible male and female on an SGI Workstation and a personal computer respectively. Furthermore, by optimizing 3-D reconstruction and data processing technique, interactive 3-D visualization of the dataset was achieved. **Conclusions** ①The dataset of the first Chinese visible male and female proves to be eligible for 3-D visualization research. ②The platform setup of interactive 3-D visualization of Chinese visible male and female dataset provides foundation for digital human anatomy and virtual surgery. ③The models of human organs and parts built through data segmentation, classification, registration and drawing lay basis for rendering complex structures of the whole human body delicately.

Key words: visible human; digital; visualization; sectional anatomy; 3-D reconstruction

基金项目:国家杰出青年基金资助项目(39925022);国家自然科学基金资助项目(30270698)
作者简介:张绍祥(1957-),男,重庆市人,博士,教授,主要从事人体断层影像解剖学及计算机三维重建、数字化可视人体方面的研究,发表论文73篇。电话:(023)68752201
收稿日期:2003-02-15;修回日期:2003-03-15
?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

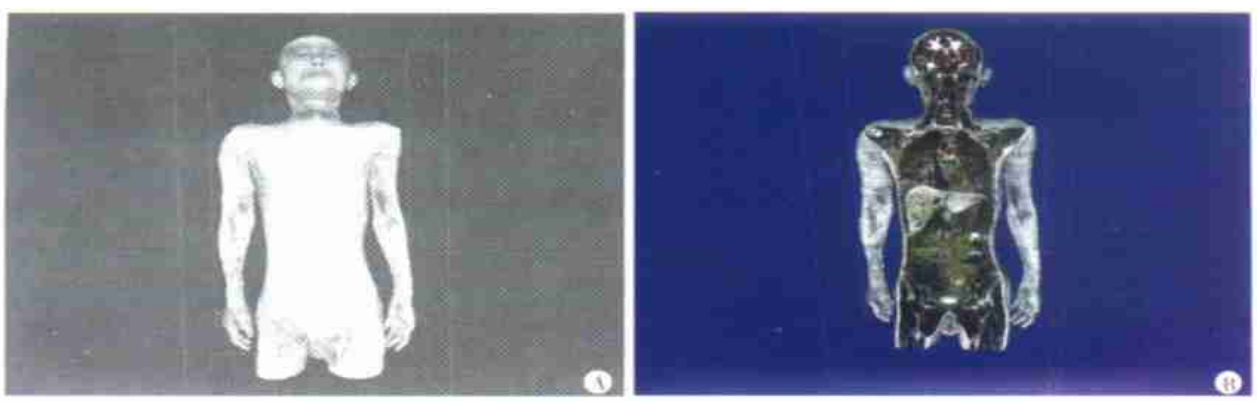
在本课题组分别采集到了首例中国男性和女性数字化可视人体数据集以后[1~3]，我们立即对数据进行了处理，包括图像优化和数据分割等，利用针对于数字化可视人体研究编制的计算机软件，分别在SGI工作站和微机上实现了男、女数字化可视人体的整体和局部可视化。现予报道。

1 材料与方法

在获得首套(包括1例男性和1例女性)数字化可视人体结构数据集(男性为2 518个横断面，总数据量为90.648 GB；女性为3 640个横断面，总数据量为130.04 GB)后，分别在SGI图像工作站和P4微机上，先对二维图像进行处理，包括图像增强和边缘锐化等，然后经过在每幅图像上预留的定标点进行对位配准。重建时采用了两种方法，一是体绘制(Volume rendering)重建；二是面绘制(Surface rendering)重建。在面绘制重建前，先要进行图像的二维分割，分割主要采用人工干预的办法进行。

2 结果

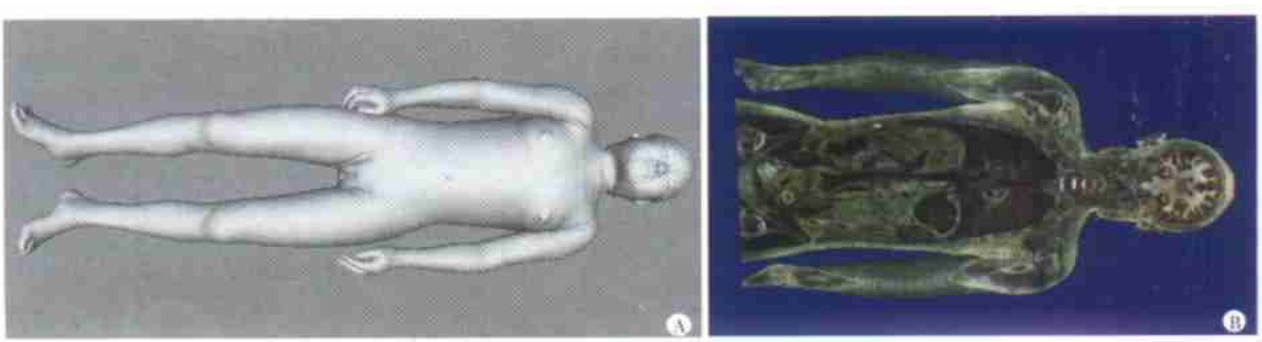
在SGI工作站和微机上分别实现了男、女数字化可视人体的整体和局部可视化。通过革新三维重建和数据处理技术，成功实现了中国首套数字化人体数据高质量的交互式三维可视化。我们的交互式三维可视化软件能够在个人电脑(单个PC机)上以三维方式清晰显示解剖细微结构，因此为人体解剖研究提供了一种新的方法。①根据RGB三原色，断面图像数据采用真彩色显示，应用体素作为基本的绘制单位，采用直接体绘制法真彩色三维重建了人体的三维结构。重建的三维人体模型可以在三维空间绕任意轴旋转，可以在任意方向进行剖切，并实现了局部放大和体内漫游，使得人体内部的器官结构能够得到清晰的显示。采用这种方法，我们很方便地实现了整个人体的可视化。对原始数据集进行优化后，在微机上实现了人体复杂结构的实时显示。②对数据集的心、脑、肝、肾、牙、喉等多个器官以及颅底部、颈部、盆腔等多个局部的解剖结构进行了分割(Segmentation)、分类(Classification)、配准(Registration)和绘制(Rendering)，采用表面重建法，在SGI工作站上重建了这些器官和这些局部的解剖结构，采用伪彩色对重建的不同结构加以区分。所重建的结构可以任意旋转、缩放和剖切，可以单独显示，也可任意搭配显示。实现了耳内窥镜的模拟。③建立起了虚拟解剖操作平台。通过增加图形加速卡和改进可视化技术，在一个三维虚拟屏幕上实现了中国数字化可视人体数据集的实时可视化。操作者手持一把模拟手术刀，在投影屏幕上的可视化人体模型上移动，屏幕上立即适时显示出手术刀到达部位的解剖结构。见图1~4。



A: External configuration; B: Internal structures

图1 首例中国可视化人体(男)

Fig 1 Chinese Visible Human Male dataset visualization



A: External configuration; B: Internal structures

图2 首例中国可视化人体(女)

Fig 2 Chinese Visible Human Female dataset visualization

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



A: Eye; B: Uper abdomen; C: Ear

图 3　基于首例中国可视化人体数据集的虚拟解剖(完成三维重建以后在计算机上进行剖切)

Fig 3　Virtual anatomy based on the first Chinese Visible Human dataset



A: The tiltable project table for real-scale visible human visualization; B: The user interface; C: Close-up of dataset visualization

图 4　中国首套数字化可视人体(男、女)数据集虚拟现实系统

Fig 4　Virtual reality toolkit for visualizing Chinese Visible Human dataset

3　讨论

人体结构数据的获取, 是数字化可视人体研究的关键步骤, 也是成功进行人体结构的计算机三维重建的首要前提[4]。因为如果在一套不准确的数据集上进行可视化研究, 重建出来的计算机图像必然变形, 后续研究的意义就会受到影响。对数据集的最基本也是最重要的要求就是准确。要求铣床的铣切精度要高, 进位误差要小; 对位精度要高; 图像要清晰, 结构分辨要清楚。检验数据集质量的重要方法, 就是进行数据集的可视化。经可视化检验, 本研究组采集的首套中国男、女数字化可视人体数据集符合三维可视化的要求。

数字化解剖学的建立和虚拟外科手术的实现都首先需要有一个人机交互的三维可视化平台。本研究建立起来的中国男、女数字化可视人体数据的交互式三维可视化系统, 形成了数字人体解剖学和虚拟外科手术的雏形。

要建立人体全身结构的计算机可视化模型, 先要分别进行各个系统、器官和各个局部的三维重建, 然后进行合成[5,6]。本研究经过数据分割、分类、配准和绘制重建起来的人体器官或局部模型为在计算机上细致表达人体全身的复杂结构奠定了基础。

参考文献:

[1] 张绍祥, 刘正津, 谭立文, 等. 首例中国数字化可视人体完成[J]. 第三军医大学学报, 2002, 24(10): 1231－1232.

[2] 张绍祥, 刘正津, 谭立文, 等. 首例中国女性数字化可视人体数据集完成[J]. 第三军医大学学报, 2003, 25(4): 371.

[3] 张绍祥, 刘正津, 谭立文, 等. 首例中国女性数字化可视人体数据集与可视化研究[J]. 第三军医大学学报, 2003, 25(5): 394－396.

[4] Spitzer V M, Whitlock D G. The Visible Human dataset: The anatomical platform for human simulation[J]. Anat Rec, 1998, 253(2): 49－57.

[5] Heng P A, Fung P F, Wong T T, *et al*. Virtual bronchoscopy[J]. Int J Virtual Real, 2000, 4(4): 10－20.

[6] Sarwal A, Dhawan A P. Three dimensional reconstruction of coronary arteries from two views[J]. Comput Methods Programs Biomed, 2001, 65(1): 25－43.

(编辑　汪勤俭)

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net