DOI:10.16016/j.1000-5404.2003.07.001
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)07-0561-02

专家论坛

数字化可视人体研究

Digitized visible human project

张绍祥,刘正津 [第三军医大学基础医学部解剖学教研室(计算医学实验室),重庆 400038]

由于计算机技术的快速发展,使得科学计算可视化和虚拟现实得以实现。而随着数字化时代的来临,与人体结构数据有关的医学、航天、体育、军事、汽车、机械制造、艺术等领域对数字化可视人体研究提出了巨大的需求。数字化可视人体就是应用现代信息技术,主要是计算机图形图像技术,采用人体解剖学和现代影像学方法获取人体解剖结构数据信息,在计算机上建立起的全数字化的人体真实结构三维模型,将此模型作为一个基础数据平台,可应用于与人体结构有关的多个领域。

1 国外研究概况

美国国家医学图书馆(NLM)抓住先机,于1989提出了"可视化人体计划(Visible Human Project, VHP)"。1991年8月,美国NLM与Colorado大学健康科学中心(Health sciences center)签署协议,由Colorado大学进行人体结构数据的采集,10月完成三维重构。Colorado大学采用的方法是将人体标本低温冰冻后,用工业铣床逐层铣切、逐层照相,输入计算机获取人体连续横断面图像,然后进行人体结构的三维重建。该研究小组获得了世界上第一套人体结构数据集。该研究小组于1994年11月完成并向世界公布了男性数据集。该套数据为中年男性,共有1 878个横断面图像,相邻断面之间间隔1.0 mm。每幅断面图像数字化扫描分辨率约为250万(2 048×1 216)像素,总的数据量为13 GB[1]。1995年11月,该研究组又完成了1例女性标本的断面制作和图像数据采集,断面总数为5 189幅,断面间距为0.33 mm,总数据量达到43 GB[2]。美国可视人计划的实施在全世界引起了巨大反响。由NLM主持,于1996、1998、2000和2002年举行了4次VHP国际学术会议。美国国家医学图书馆已经和43个国家的1 400多个用户签订了数据集的使用协议。不少研究机构或大学利用VHP的连续断面图像数据,已经或正在开发新的计算机人体模拟系统和实用产品。如华盛顿大学开发的数字解剖学家系统、哈佛大学开发的全脑图谱及外科手术规划系统、斯坦福大学开发的虚拟内窥镜系统、汉堡大学的开发的Voxel-Man系统、美国伦斯利尔理工学院开发的核医学虚拟仿真系统,等等。目前,韩国、日本、德国、澳大利亚纷纷启动了可视人体计划。其中,韩国可视人体计划的正式实施和取得的阶段性研究结果令人注目。韩国Ajou大学医学院和韩国科技信息研究所获得国家科学基金资助,实施了韩国可视人五年计划(Visible Korean Human, VKH, 2000-03—2005-02)。在2001年3月,获得了第1例韩国65岁的老年脑瘤患者的数据,连续横断面厚度为0.2 mm,断面数字摄影为610万(3 040×2 008)像素。韩国可视人体的后续研究工作正在按照五年计划抓紧进行。

2 国内研究进展

由于可视人体研究是一项人类借助计算机技术进一步认识自身,同时在医学、仿生学等多个领域具有广阔应用前景的重大课题,经解剖学界和计算机学界专家提议,经国家科技部和中国科学院有关部门批准,于2001年11月5—7日,在北京香山召开了主题为"中国数字化虚拟人体的科技问题"的第174次香山科学会议。与会的42位专家一致认为,虽然美国已有了世界上第一套人体结构数据,但具有明显的缺点:一是数据来源于白种人,不完全适合于中国人的结构特点;二是VHP将尸体截为3段,造成了交接处的数据缺损;三是断面间距为1 mm和0.33 mm,仍然不够细致;四是无法保存断面标本,在光学照片和数码图像上都无法对较小的血管尤其是神经进行辨认。会议认为,中国作为一个具有13亿人口的大国,不能没有自己的可视化人体,而且,以我们现有的技术,有可能克服上述四个缺点。这一研究项目,需要人体解剖学、计算机图形图像学和医学专家协作研究,在获得完整的人体薄层连续断面图像数据集的基础上进行综合研究,建成可视化人体和各种面向应用的虚拟人体模型,为与人体结构有关的领域如现代临床医学、体育、航空航天、汽车撞击、核武器防护、战创伤研究、仿生学、人体器官代用品的研制等提供基础。

国内多家单位(如香港中文大学、清华大学、中科院自动化所、计算所、软件所、首都医科大学等)已经利用美国的可视化人体数据集进行了前期的算法研究和软件研制。香港中文大学已经成功的开发出一个仿真支气管内窥镜检查的互动虚拟环境。通过简易的三维界面,用户可以控制一个三维的虚拟内窥镜以对病人的支气管树状结构进行浏览和检查。这个环境除了可以提供互动的支气管浏览和寻迹以外,还具有一套可以从原始的计算机X射线肺部断层扫描数据(CT数据)中,直接抽剥分离出支气管并且确定在其中飞行浏览时中心路线的自动算法。他们利用SGI工作站的三维贴图能力开发出一个高性能的虚拟环境,这个环境可以用来实现在一个虚拟工作台上对心脏核磁共振数据可视化。基于iso-region leaping和并行绘制技术,已经开发出一套有效的,直接的,可以实现对人体肺部CT数据实时可视和导航的体绘制技术。

作者所在的课题组从1985年开始从事人体断面解剖学研究,1990年以后,集中于人体薄层影像断面解剖学研究,1999年获得国家杰出青年基金资助,开始进行中国人体结构数据集建

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方面的研究,发表论文72篇。电话:(023)68752201
收稿日期:2003-02-15;修回日期:2003-03-06

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

立的研究工作。经过3年多的工作，于2002年8月完成了中国首例数字化可视人体数据集的采集，10月完成计算机三维可视化的研究工作。所选用标本为男性，35岁，身高1 700 mm，体质量65 kg，非器质性疾病死亡。连续横断面层厚：头部和颈部为0.5 mm，其中颅底部为0.1 mm，其他部位为1.0 mm，全身共计2 518个断面。数字化摄影分辨率为6 291 456(3 072×2 048)像素，每个断面图像文件大小为36 MB，整个数据集数据量为90.468 GB[4]。在获得数据集后，即利用与清华大学联合研制的三维重建软件包进行了器官结构的图像分割和立体重建，并与香港中文大学签署了联合研究协议，通过合作研究，实现了人体结构可视化。为了交流数字化可视人体研究方面的信息，建立了国际互联网站，网址为：http://www.chinesevisiblehuman.com/，其研究信息和图像数据及时在该网站发布。随后，于2003年2月，完成了第1例中国女性数字化可视人体数据集的采集和可视化研究。所选用标本为女性，22岁，身高1 620 mm，体质量54 kg，非器质性疾病死亡。连续横断面层厚：头部为0.25 mm，其他部位为0.5 mm，全身共计3 640个断面。数字化摄影分辨率为6 291 456(3 072×2 048)像素，每个断面图像文件大小为36 MB，整个数据集数据量为131.04 GB[4]。该套数据集于2003年2月23日通过了由重庆市科委组织的专家鉴定。鉴定意见认定"该套数据集(包括1例男性数据和1例女性数据)为中国数字化可视人体的首套数据集，是国际上继美国可视化人体(VHP)之后获得的第二套未见器质性病变的数字化可视人体数据集。与美国VHP数据集相比较，有如下特点：①该套数据集为整个人体标本的连续切片，无节段性数据缺损，而VHP则有3段数据缺损；②数码图像的分辨率(清晰度)比VHP高；③进行了血管灌注，使血管更加容易分辨；④由于在低温实验室中进行铣切，避免了牙齿、鼻甲、关节软骨等小结构从铣切表面脱落，使图像数据保持了更好的完整性；⑤所选用标本在年龄、身材和体形上都比较适中，具有更好的代表性"。

今年1月19—22日，在重庆召开了首届中、美、韩数字化可视人体国际学术研讨会，中(包括港、澳地区)、美、韩三国学者140余人交流了可视化人体研究的最新进展，Spitzer教授、郑民锡博士、张绍祥教授共同签署了国际合作研究协议。

3 在医学领域的发展趋势

数字化可视人体的研究，对于与人体形态结构有关的多个学科领域，如医学、体育、汽车、人体器官结构代用品制造、影视与广告制作、航空与航天、军事等领域都具有重要意义和应用价值。下一步，在医学领域的发展趋势大致有以下几个方面。

一是适应数字化时代需要的"人体数字化解剖学"即将诞生。现有的解剖学知识和数据是经过将人体剖切开以后进行观察和测量得来的。最大的缺陷在于缺乏某个器官或结构在人体空间中的准确定位、三维测量数据和立体图像，而这恰恰是以计算机技术为支撑的现代临床诊断和治疗手段中最需要的，它是计算机辅助医学(CAM)的基础，是计算医学研究的首要工作。因此，建立一部新的人体数字化解剖学是数字化时代到来的迫切要求，将为古老的人体解剖学科带来一次划时代性的革命。进一步要做的工作是要获取更多例数的人体结构数据集，进行观测和统计；对重要的器官，获取更为细致的数据资料；完成人体结构的细致分割、重建和显示；建立计算机解剖学教学和实习操作系统等。

二是为现代临床影像诊断提供正常参照系统。临床断层影像诊断(B超、CT、MRI、PET等)均需要正常人体断面解剖学图像和数据资料作为诊断的形态学基础。目前，新一代CT和MRI已能将断层的厚度减小到1～2 mm甚至更薄，从而使得微小病灶的检出率大大提高，这对于占位性病变尤其是肿瘤的早期发现和早期治疗具有重要意义。数字化可视人体数据集，就是由几千个连续断面图像数据组成的，可视化以后可从任意方位剖切。建立与临床影像检查匹配的适时显示系统是数字化可视人体研究的重要任务之一。

三是建立中国数字化标准人脑。由于我国尚无数字化标准人脑，目前在临床上使用的功能磁共振(fMRI)、PET等，所使用的标准脑是一位56岁的法国妇女的数字脑，与东方人脑匹配不好，导致定位诊断的准确性降低。我国目前已大量引进了fMRI、PET等应用于临床，因此，建立中国数字化人脑已迫在眉睫。

四是实形放疗模拟定位系统研究。γ刀，X刀等放疗手段的有效实施，有赖于对病灶在三维空间的准确定位，以便于对病灶部位的准确切除和对周围正常组织的有效保护。提供一套全方位的正常人体解剖结构的图像与数据资料，对于放疗方案的准确制定和有效实施具有较大帮助。

五是临床介入诊断和介入治疗针对性模拟系统研究。内镜、导管等介入诊断、介入治疗手段以其创伤小、准确、快捷等优点在临床上得到越来越广泛的应用，对人体管道结构的三维形态规律和正常数据非常需要。在临床诊断和治疗中，有创性介入(内窥镜、导管等)和外科手术往往因不可预测的因素(包括医生缺乏应急处理的预案)而导致失败，给病人造成不可挽回的损失和痛苦，甚至危及生命。如何利用数字化可视人体在计算机上事先进行手术模拟，如虚拟内窥镜、虚拟介入导管等，针对于具体病人的手术训练和准确而有效的手术方案的制定等都是重要的研究课题。

六是虚拟外科手术系统研究。任何有创性外科手术都具有一定的风险性，特别是一些以前被认为是手术禁区的重要部位的外科手术风险性就更大。利用数字化可视人体数据，建立外科手术计算机模拟系统，术前制定出直观的针对性手术方案，并仿真模拟外科手术过程，术前进行手术组协调训练，以提高手术的成功率，这可能也是外科医生感兴趣的课题。

关键词：可视人体；数字化；数字化解剖学；虚拟现实
中图法分类号：R319；R322 文献标识码：A

参考文献：

[1] Spitzer V M, Ackerman M J, Scherzinger A L, *et al*. The visible human male: a technical report[J]. J Am Med Inform Assoc, 1996, 3(2): 118—130.

[2] Spitzer V M, Whitlock D G. The visible human dataset: the anatomical platform for human simulation[J]. The Anatomical Record (New Anat), 1998, 253(2): 49—57.

[3] 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.

[4] 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.

(编辑 汪勤俭)

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