

数字人——信息与生命科学结合的新领域

钟世镇

(南方医科大学(原第一军医大学)临床解剖学研究所 广州 510515)

〔摘要〕“数字人”(以下不加引号)是通过计算机技术,将人体结构数字化,经过重建和虚拟技术的处理,在电脑屏幕上出现的看得见的、能够调控的虚拟人体形象。研究过程可以分为数字化“可视人”、“物理人”、“生理人”、“智能人”4个阶段。我国在2001年和2003年两次香山科学会议后,启动了这个领域的研究工作,发展较快。现在已有8个中国人数据集报道,不少高校、科研机构、临床科室也进行了开发应用研究。数字人作为新的技术载体,将在航天、航空、体育、影视、国防、医学等众多领域拥有应用发展的空间。当前尚有许多急需解决的科学问题和关键技术,如图像分割、神经系统和淋巴系统信息获取、海量数据管理、科学数据共享等。

〔关键词〕数字人 可视人 虚拟人 可视人计划(VHP) 虚拟中国人(VCH) 中国可视人(CVH)

〔中图分类号〕Q811.8

〔文献标识码〕A

〔文章编号〕1000-7857(2005)02-0009-04

DIGITAL HUMAN—A NEW RESEARCH FIELD COMBINED INFORMATION AND LIFE SCIENCE

ZHONG Shi-zhen

(Institute of Clinical Anatomy, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China)

Abstract: Digital human is a visible, adjustable and controllable virtual human image, which can show on screen. The image was obtained by digitize human structure by computer technology, then reconstructed and processed by virtual technology. The whole process could be divided into the following four periods: digital “Visible Human”, “Physical Human”, “Physiological Human” and “Intelligent Human”. After two Xiangshan Science Conferences in 2001 and 2003, this study was initiated in our country and made great progress. Up to now, there 8 sets of digital Chinese database have been reported, many universities, academic institutes and clinical departments were involved in development study. As a new technology carrier, digital human could be applied in spaceflight, aviation, sports, entertainment, national defense and medicine fields. Currently there are still some unanswered scientific questions and key technology, such as image segment, information obtain from nerve system and lymph system, great capacity database management, scientific data sharing.

Key Words: digital human, visible human, virtual human, visible human project (VHP), virtual Chinese human (VCH), Chinese visible human(CVH)

CLC Number: Q811.8

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2005)02-0009-04

数字人(Digital Human)是信息科学与生命科学结合点上的一个新的研究领域。研究的方法和内容是:通过计算机技术,将人体结构数字化,经过三维重建和虚拟技术的处理,在电脑屏幕上出现看得见的、能够调控的虚拟人体形象。早期的研究报道称之为“数字化可视人”或“数字化虚拟人体”。2003年第208次香山科学会议时,按与会科学家们的建议,基于数字化技术的大前提,统称之数字人的研究。

1 美国开展研究时的思路

1989年,美国国立图书馆(NLH)即开始建立可供读者检索查阅的人体结构的图像资料库,称之为可视人计划(Visible Human Project, VHP)。1991年NLH与Colorado大学的健康科学中心签订协议,由Colorado大学进行人体断

面图像的获取研究。1994年到1995年,Colorado大学完成了男女两组可视人计划(Visible Human Project, VHP)图像数据集^[1,2]。数据集包括CT、MRI和切片图像,切片距离为1.0mm和0.33mm;切片的总数量分别为1878和5189片。这就是目前在国际上发行最广、引用最多的VHP数据集。VHP数据集公布后,在美国和其他国家的应用开发项目蓬勃发展。由NLH主持,于1996年开始,每两年举行一次VHP应用国际会议,取得了丰硕的成果,引起了世人的瞩目。

2 国外研究的概况

NLH与Colorado大学的VHP数据集发行后,美国的许多重要机构,利用VHP数据集进行研究开发,例如:宇航局

收稿日期:2004-12-01

基金项目:国家高技术研究发展(863)计划(2001AA231031、2002AA231021)

作者简介:钟世镇,男,1925~;中国工程院院士,广东省广州市南方医科大学(原第一军医大学)临床解剖学研究所,教授,主要从事临床解剖学研究;E-mail:zhshzh@fimmu.com



图 1 美国国立图书馆出版的 VHP 数据集封面

(NASA)、国防部 (DOD)、能源部 (DOE)、健康研究院 (NIH) 等。拥有人体切片数据集的第二个国家是韩国。2000 年亚洲大学和韩国科技信息研究所报道了断层距离为 0.2mm 的可视韩国人 (Visible Korean

Human, VKH) 数据集, 切片总数为 8 590, 进一步提高了断层的精度^[3]。在动物模型研究上, 美国德克萨斯大学已能在豚鼠脑获取精度为 250nm 的切片。

目前运用 VHP 这个数据集有较突出特点的项目, 当推美国仁斯利理工学院研制的虚拟仿真用成年男子全身模型 Visible Photographic Man (VIP-Man) 和德国汉堡大学研制的 Voxel-Man 系统。VIP-Man 包含大约 34 亿个体元, 将人体结构分割出并归类了 100 多个对核辐射敏感的组织 and 器官。这些数据被成功地应用到非常成熟的蒙特卡罗代码中, 用于辐射传输研究和器官剂量模拟计算。模拟的粒子类型包括光子、电子、中子和质子。VIP-Man 已经用在辐射照射的危险性评估上, 也可用作放射性治疗过程的标准病人模型对放疗剂量的监控^[4]。Voxel-Man 系统是汉堡大学将医学图像处理方面的技术积累, 利用 VHP 数据集开发的一种交互式人体虚拟解剖学图谱, 也是迄今为止, 运用人工智能语义网络方法, 将图像与医学融为一体, 在医学教育上起重要作用的一个系统。

在国际上有代表性的开发性研究中, 还有瑞士联邦理工学院计算机图像实验室开发的腹腔镜模拟系统以及英国 PA 咨询公司与美国菲西奥姆科学公司联合研制计算机化的“虚拟人体”系统。他们认为目前一种药物从研制成功到投入应用, 要经过大量实验室或临床试验。如果借助数字化人体, 模拟药物在人体中代谢动力学的作用, 测试过程就可以加快, 成本也可得到降低。利用虚拟人体替代真人进行药物的初期测试, 还可以避免药物可能对人体造成的损害。法国医学界则以超声波、CT、MRI 等获得数据集后, 以计算机完成三维重建立体图像, 复制成“自己”的数字人, 在外科手术之前, 让医师们先从影像中, 针对病人的身体结构状况, 拟订手术实施方案。国外对数字人研究有许多进一步的研究设想。1996 年开始, 美国橡树岭国家实验室 (ORNL) 牵头酝酿虚拟人创新计划 (The Virtual Human Project Initiative), 其主要设想是将人类基因组计划与可视人计划的研究结合起来, 完成人体的物理建模, 使虚拟人在外界刺激下, 作出带有科学规律性的反应, 进一步提高人体信息数字化研究的进展。经过几年的准备和学术探讨, 已向国家科学院及国会递交了正式报告, 并得到国防部非致命委员会的支持。美国华盛顿大学于 1997 年发起生理人计划 (The Physiome Project), 提出开发有关细胞、器官和整体功能的数据库和计算机模型的设想。此外, 美国人类脑计划 (Human Brain Project, HBP) 的第二阶段, 也准备将神经科学与信息科学结合起来研究, 建立数据库, 绘制出相应的图谱。由美国科学家联盟 (FAS) 发起的数字人联盟 (Digital Human Consortium) 提出在约 10 年期间内, 以 10 亿美元以上的投

入, 用信息技术表达人体从 DNA 分子和蛋白质到细胞、组织、器官以至整体的生命过程。

3 研究的过程和技术

“数字人研究”的发展进程, 概略地可以分为 4 个阶段, 各阶段间可以有交叉重叠, 即“数字化可视人”、“数字化物理人”、“数字化生理人”、“数字化智能人”^[5]。第一阶段, 首先要将人体切成若干横断面。将这些断面的二维平面图像参数数字化后, 输入电子计算机, 作为人体结构的数据集资料加以存储。通过计算机的三维重建技术, 可以在电脑屏幕上, 显示人体的三维立体形像; 经过虚拟技术处理, 还能够演示动画形式的表演。这个启步性的第一阶段工作, 就是媒体经常报道的“数字化可视人”或“数字化虚拟人”阶段。

但是, 第一阶段的“数字化可视人”, 只有人的形状而已, 还不能表现出人体的物理学性能、生理学功能和判断分析智能。在后续的研究工作中, 将逐步把人体的物理学、生理学、脑科学等生命科学研究成果, 借助信息科学的理论和技术, 转化成为数字化的参数, 赋予到可视人的框架上。这些后续的科研工作, 就称之为“数字化物理人”、“数字化生理人”和“数字化智能人”阶段。在这些后续阶段的研究取得成果后, 人们才有可能看见电脑上显示的人体有功能性反应。例如: 骨骼遭受暴力后将发生骨折; 肿瘤发生、发展病理生理学过程; 人体对内外界刺激作出的分析判断反应等。但是, 将生命科学的成果数字化, 是一项难度很高的探索性工作, 在信息技术处理上也是一项任重而道远的艰巨任务。

4 发展和应用的前景

数字人作为一种科学技术研究的载体, 有宽阔的应用前景。凡是涉及与人体结构有关的、用先进的信息科学技术为研究手段的项目, 都必须要有这个基础性的框架。数字人这个载体, 经过虚拟仿真技术的处理, 有可能在航天航空、体育竞技、影视虚拟、国防建设、舞蹈编排、服装设计、家具设计、驾驶室设计、医学教育和科研等领域中, 具有广阔的发展空间。例如: 若能在数字人框架上, 赋予组织或器官对失重变化和宇宙辐射敏感的性能, 就有可能替代动物实验, 为航天员的保障防护提供对策和依据; 若能模拟运动员达到最佳成绩瞬间的动作, 就可以帮助教练员拟订科学训练方案; 若能将人体组织器官对环境影响因素的反应加以收录, 就能替代真人接受伤害性武器实验。上述各行各业, 都有利用数字人进行研究开发的广阔空间。特别是在以人体结构和功能为主要研究对象的医学领域, 更具发展的前景。在医学临床上, 当高度掌握计算机融合技术后, 在数字人体上精巧的手术模拟, 将与病人影像现场的采集融为一体, 进行理想的虚拟导航手术。因此, 数字人的研究在医学相关领域中最受关注、发展最快、应用最广, 形成了一个方兴未艾的高潮。

5 我国的研究进展

据科技部基础司和香山科学会议主编的 2003 年科学前沿报告《数字化虚拟人体以及我国的研究进展》和《科学前沿与未来》中的表述, 在世纪之交, 生命科学研究中有两个值得重视的发展方向: 一个是功能基因组学的研究, 另一个是数字化虚拟人体的建设。可见, 处在科学前沿的信息科学与生命科学交汇点上的“数字化人体研究”, 作为一种新

的研究领域,已经令科技界人士瞩目^[6]。

由国家科技部和中国科学院主办的、专门研讨科技发展前沿、提倡发表不同见解、探讨学科新生长点的“香山科学会议”,在近两年间已为中国数字人的研究召开了2次研讨会。2001年11月召开的第174次题为“中国数字化虚拟人体的科技问题”会议,得到相关领域科学家的积极响应,成为国内开展数字人研究的标志。当年,我国的专家们还未曾在这一方面开展过工作。虽然一致认为,有13亿人口的泱泱大国,不能够没有自己的数字人,必须开展此项科技工作。但是,能不能开展好此项工作,还是心中无数。两年后,2003年9月召开的第208次香山科学会议,有了明确的答案。这一次研讨会的主题是:“中国数字化虚拟人体研究的发展与应用”。与两年前的情况大不相同,参与这一次会议的专家们,是带着亲自研究的资料和发展应用的目标有备而来的,研讨场面空前热烈。会议肯定了两年来取得了令人瞩目的成绩:从无到有,从模仿到创新,从继承到发展,从理论探讨到开发应用。由于这两年间做了大量研究工作,在实践中遇到了许多具体问题,发现了工作中还存在不少错误、缺点和不足之处,找到了有待改进和完善的关键要点,提高了信心,锻炼了队伍,拟订了进一步的学术活动规划。虽然我国数字人的研究工作起步较晚,但对这个领域的国际科技动态已有系统的跟踪,并积累了较丰富的科技资料。我国已经拥有许多可以利用的资源:在信息科学技术部分,已有超级计算机银河、神威、曙光3个基本系统;有大规模的计算机图形图像处理技术、三维重建技术、虚拟现实技术、高速网络技术;在人体模型的切削加工方面,我国是具有研制高精度机械产品的国家,这是对高精度数据获取系统的有力支持;特别值得一提的是,我国南方医科大学(原第一军医大学)人体解剖学科掌握的“人体管道铸型技术”,具有特色和优势。此项技术能够成功地将人体的动脉、静脉、肝管、胰管、气管、输尿管等清晰显示(图2、3)。目前,美国的VHP和韩国的VKH数据集,在血管灌注显示上都还存在不足。我们若能充分发挥这种管道显示技术储备优势,在人体数据集的构建上就有可能后来居上。

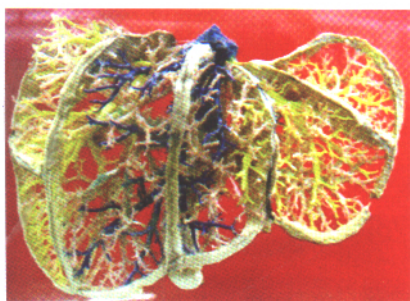


图2 肝内管道和分叶相关的铸型标本



图3 心肺的血管铸型标本

中国人体数据集的构建对启动我国数字人的研究工作有重大意义,因为国外的人体模型存有明显的人种差异,不能替代中华民族的体质特征。近年来在上海、重庆、广州三地,已有文献正式报道的数据集8个(见表1)^[7-9]。我国早期报道的数据集,在技术上、精度上都还比较粗放,但近期构建的数据集,已有所提高,对国外数据集中所存在的不足,也有所改进和完善,已经能跻身于国际先进行列。

表1 我国已报道人体数据集的主要参数

地区	性别	年龄	报道时间	切片间距(mm)	切片总数	扫描分辨率(像素)	储存数量(GB)
上海	男	40岁	2000.12	1.70	1 058	745×516	1.2
上海	女	28岁	2002.04	0.57	3 022	1 024×1 536	7.5
重庆	男	35岁	2002.10	1.0-0.1	2 518	3 072×2 048	90.7
广州	女	19岁	2003.02	0.20	8 556	3 024×2 016	149.7
重庆	女	22岁	2003.04	1.0-0.1	3 640	3 072×2 048	130.0
广州	男	24岁	2003.05	0.20	9 232	3 024×2 016	161.6
广州	女	1月	2003.11	0.10	4 236	4 256×2 848	148.0

在我国已提供的整体数据集和一部分局部数据集基础上,不少高等院校、科研机构、临床科室等进行了开发应用研究。在医学方面,复旦大学与中科院计算所协作,对臂神经丛的功能定位进行了重建;中国科技大学对人体器官进行了虚拟浏览演示;上海中医药大学和协和医学院对中医经络穴位进行了虚拟;厦门大学报告了数字眼建模与功能模拟;北京友谊医院对肝脏进行了建模;浙江大学对人体运动和舞蹈进行编排;海军总医院与北京航空航天大学协作实施图像引导脑外科手术等。此外,中科院遥感所、上海交通大学、首都医科大学、中科院自动化所、华中科技大学、北京同仁医院等单位,均有开发应用的项目。

6 存在的问题和展望

目前数字人的研究还有很多有待攻关探索的难题。2002年在美国举行的第4次可视人国际会议上,可视人研究先驱 Spitzer 认为有3个具有挑战性的问题,就是分割、分割、再分割。图像的准确分割,是器官和组织三维重建的基础。如何提高数据图分割的精度和速度是目前公认的技术瓶颈。不仅构建“数字化物理人”和“数字化生理人”的功能参数提取技术还十分匮乏,就在第一阶段的“数字化可视人”技术中也还有不少瓶颈性难题。例如在医学上有重大意义的周围神经系统和淋巴系统等,还难以进行图像识别分割。要解决这些科技问题,必须有光电子学、生物化学、超声技术等专业人员参加攻关。

另外还要研究解决海量数据管理问题。数字化虚拟人体的数据量非常庞大,如何方便、高效和安全地存储与管理这些数据,已是一个突出的问题。因此,还要研究基于数据网格的数字人数据管理系统。目前的设想是利用互联网把分散在不同地理条件位置的计算机组织成一台“虚拟的超级计算机”,实现计算资源、存储资源、数据资源、信息资源、软件资源、通信资源、知识资源、专家资源等的全面共享。

数据集的构建要耗费大量人力物力,但数据集的充分发挥作用,要由信息科学技术专家们去开发利用。为此,在解放军总医院神经信息中心的促成下,已经形成了国家科学数据共享系统,并将尽快建立面向医学的全方位研发数据共享机制,服务于社会。我国数字人研究起步较晚,更应当汲取国外的经验和教训,按照社会需求,加强原创性的技术研究,按照中国人的特点,提供有知识产权的成果。

我国海洋生物物种多样性研究

周秋麟¹ 杨圣云² 陈宝红¹

(1.国家海洋局第三海洋研究所 福建厦门 361005; 2.厦门大学海洋学系 福建厦门 361005)

〔摘要〕 综述了国际海洋生物多样性的研究现状以及海洋生物物种的数量及分布;综述了我国海洋生物物种多样性研究现状、经济生物的数量、海洋珍稀物种的数量与分布;介绍了国际海洋生物普查计划的缘起、项目的组织和实施以及全球海洋生物物种多样性的展望;最后,探讨了我国海洋生物物种多样性研究的若干问题。

〔关键词〕 海洋生物多样性 中国海 国际海洋生物普查计划 珍稀濒危物种 生物多样性研究

〔中图分类号〕 P745

〔文献标识码〕 A

〔文章编号〕 1000-7857(2005)02-0012-05

STUDIES ON MARINE BIODIVERSITY IN CHINA

ZHOU Qiu-lin¹ YANG Sheng-yun² CHEN Bao-hong¹

(1.Third Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Xiamen 361005, Fujian Province, China;

2.Department of Marine Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian Province, China)

Abstract: The state of art of marine biodiversity studies and the quantity and distribution of marine organisms in the world were reviewed. And the state of art of marine biodiversity studies were introduced and the quantity and distribution of commercial species and rare and endangers species in the Chinese waters were reported. The origins, organization and implementation of Census of Marine Lives and forecasts the number of marine species to be discovered in various regimes in the world waters were introduced. In the end, some issues on marine biodiversity research in China were discussed.

Key Words: marine biodiversity, China Seas, Census of Marine Lives, rare and endangered species, biodiversity research

CLC Number: P745

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2005)02-0012-05

物种多样性是生物多样性的主要构成要素之一,通常指一定面积区域内发现的物种数量。目前地球上已经描述的物种数量在 140 万~170 万种之间^[1],但全球多样性评价认为保守的估计应该为 175 万种^[2]。已知陆地上的物种数量多于海洋,这主要是由于甲壳虫(Coleoptera)的物种多样性特别高所致。海洋动物门类的数量多于陆地动物门类,海洋动物

有 35 个门类,其中 14 门独有;淡水有 14 门类,但没有一门独有;陆地动物有 11 门类,其中只有 1 门独有,上述数字包括最新在挪威龙虾的鳃中发现的 Cyclophora 门^[3]物种门类多样性在海洋中体现得最明显,因此,加强海洋生物物种多样性研究,对执行《生物多样性公约》,进一步研究生物的遗传多样性、生态系统多样性,保护全球的生物多样性都具有

收稿日期: 2005-01-10

作者简介: 周秋麟,男,1947~;福建省厦门市思明区大学路 178 号国家海洋局第三海洋研究所,首席研究员,主要研究方向为海洋生态学、海岸带综合管理、海洋生物多样性保护和管理; E-mail: zhou@public.xm.fj.cn

参考文献 (References)

- [1] Spitzer VM, AcKerman MJ, Scherzinger AL, et al. The visible human male: a technical report [J]. *J Am Med Inform Assoc*, 1996, 3(2): 118~130
- [2] Spitzer VM, Whitlock DG.. The visible Human dataset: the anatomical platform for human simulation [J]. *Anat Rec*, 1998, 253(2): 49~57
- [3] Chung MS, Kim SY. Three-dimensional image and virtual dissection program of the brain made of Korean cadaver [J]. *Yousei Med J*, 2000, 41: 299~303
- [4] Xu XG, Chao TC, Bozkurt A. VIP-Man: An image-based whole-body adult male model constructed from color photographs of the visible human project for multi-particle Monte Carlo calculations [J]. *Health Physics*, 2000, 78(5): 476~486
- [5] 钟世镇. 数字化虚拟人的研究和前景 [A]. 香山科学会议——科学前沿与未来 [C]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002. 171~178
- [6] 科技部基础司和香山科学会议组委会主编 (李增慧执笔). 科学前沿报告——数字化虚拟人体以及我国的研究进展 [C]. 北京: 中国环境科学出版社, 2003. 1~7
- [7] 余安胜, 张海东, 李凤梅, 等. 人体穴位标本断面切割方法的研究 [J]. 针刺研究, 2002, 27(3): 224~227
- [8] 张绍祥, 王平安, 刘正津, 等. 首套中国男、女数字化可视人体结构数据的可视化研究 [J]. 第三军医大学学报, 2003, 25(7): 563~565
- [9] Zhong SZ, Yuan L, Tang L, et al. Research report of experimental database establishment of digitized virtual Chinese No.1 female [J]. *Journal of First Military Medical University*, 2003, 23 (3): 196~209

(责任编辑 李慧政)