

数字人体可视化技术的探讨

□ 吴 斐 毕思文*

(中国科学院遥感应用研究所遥感科学国家重点实验室 北京 100101)

摘 要: 本文阐述数字人体—人体系统数字学研究的目的和意义, 并重点探讨了数字人体的可视化技术, 主要内容包括人体系统数字建模、数字人体系统的各个子系统信息可视化、数字人体经络信息可视化、数字人体脏腑信息可视化、数字人体动态信息可视化、数字人体的整体信息可视化。文章最后提出了数字人体可视化技术的难点和前景展望。

关键词: 数字人体 可视化技术

一、绪 论

数字人体也称“人体系统数字学”^[1], 是信息化、数字化的虚拟人体系统。它不是人体系统简单的数字化, 而是以真实的活人为基础, 建立起的多时空、动态的人体系统, 运用信息化与数字化的方法研究和构建虚拟人体, 是对人体系统的数字化模拟和仿真。

数字人体的可视化就是通过可视化技术来对数字人体进行直观的视觉表达, 它是数字人体应用的基础平台。数字人体的数据具有多分辨率、海量和各种数据的相互融合的特性, 为了更好的表达这些数据之间的关系, 需要能够直观的表达即通过可视化的手段用视觉来实现。因此, 数字人体的可视化具有极其重要的作用, 它是数字人体研究的基础。通过数字人体的可视化, 可以使科研人员直观地对

数字人体开展相关的研究。同时数字人体的可视化研究对提高数字人体的整体研究有着积极的作用, 它的深入研究有利于数字人体研究水平的整体提高。

二、数字人体

数字人体是当今生物医学科学技术、信息科学、计算机科学和计算机技术的高度综合, 是医学科学技术的最新领域^[1-5], 也是当今医学信息科学中新的热点, 它是对医学科学技术从定性描述到定量表达一座桥梁。它的出现必将改变未来有关人体的研究模式, 最终深刻的影响到人们生活方式。

人们对数字人体技术已经从不同的角度进行了初步的探索, 并取得了初步的成绩。其中数字化虚拟人的研究最引人瞩目, 极易与数字人体混淆。数字人体和“数字化虚拟人”、“虚拟人”、“可视化人”虽然有着相似之处, 它们都是用计算机来重建一个

收稿日期: 2004-12-11

修回日期: 2005-02-06

* 联系人: 毕思文, 研究员, 本刊编委, 中科院理学博士, 北京大学和清华大学双博士后, 研究方向: 地球系统科学, 量子遥感, 数字人体—人体系统数字学, Tel: 010-64889544, E-mail: bisw@irsa.ac.cn。

数字化的人体,但二者在研究思路和研究内容有着本质的区别^[1]。数字人体研究的对象是“活的”虚拟人,能够对人体的生理活动、生理功能等进行模拟和仿真;而数字化虚拟人或虚拟人等研究的对象是死的,是一个静态的虚拟人体,由采集人体横断面的CT、磁共振MRI和组织学数据,利用计算机图像重构技术来建造简单虚拟人体,侧重于人体结构的数字化研究以及相关数据库的建立。

但是数字人体并不拘泥于“虚拟人”这样的仅仅是对建立一个大而全的可视的“人体数据库”,而是包括了所有涉及到信息化、数字化的虚拟人体系统的学科。

数字人体的最终目标是宏伟的,它要建立起一个如同真实的自然人的数字人。这个人有首先要能模拟自然人的所有生理功能,能够模拟人的生理活动,这是创造虚拟生命,然后是模拟和仿真人的智能,给这个虚拟的生命赋予灵魂。

三、可视化技术

可视化技术把数据以及数据之间的关系转变成人的视觉可以感受到的计算机图像。这些图像可以将大量的抽象数据有机的组织在一起,并形象生动的显示数据所表达的内容及其之间的关系,有助于人们直观的洞察问题的本质。可视化技术是当代科学技术飞速发展的结果,它能够帮助数据使用者了解数据之间的相互关系及其发展趋势。根据侧重点的不同,可视化可以大致分为科学计算可视化和信息可视化,其中科学计算可视化一般是指空间数据的可视化,而信息可视化则一般是指非空间数据的可视化^[4]。

1. 科学计算可视化

科学计算可视化技术是指通过研制计算机工具、技术和系统,并运用计算机图形学和图像处理技术,将科学计算过程中产生的数据及计算结果等大量的抽象数据转换成图形或图像后在屏幕上显示出来,从而可进行数据探索和分析,并进行交互处理的理论、方法和技术。

科学计算可视化可以使科技工作者在进行科学

计算的时候,不仅仅能对最终结果进行解释,而且能对计算的中间结果进行解释,即可以对整个计算过程进行实时的监控,随时改变其参数、调整其显示分辨率及视觉效果等。

科学计算可视化,有利于加快数据的处理速度,使日益庞大的数据得到有效利用。通过科学计算可视化,将计算过程和结果用图形或图像直观地显示出来,从而使许多抽象的、难于理解的原理和规律更容易理解,便于客观的观察到在传统的科学计算中发生的现象,成为发现和理解科学计算过程中各种现象的有力工具;同时还可以实现对计算过程的引导和控制,通过交互手段改变计算所依据的条件,并观察其影响^[6]。

科学计算可视化提供了帮助科学家实现其驾驭计算过程模型研究系统的一个定量分析过程。

2. 信息可视化

信息可视化是在计算机的协助下,对数据的可见的、交互的表示。信息可视化的目的是洞察数据,发现信息,作出决策或解释数据^[3]。

随着社会的发展,出现海量的抽象数据,这些数据具有多维、无形和没有对应的自然现象等特点。要了解和利用这些抽象数据之间的相互关系及发展趋势以及蕴藏在这些数据之间的重要信息,必须借助于表示抽象信息的信息可视化技术。海量的数据只有通过可视化变得形象,才能激发人的形象思维。

信息可视化的本质是从抽象数据到可视结构的映射。通过信息可视化技术,我们可以较为直观地发现隐藏在抽象信息中规律。

四、数字人体中可视化技术的应用

数字人体的可视化技术的出现为数字人体的研究提供了一个可视化的平台,它包括从最基本的虚拟的三维可视化的人体显示技术到人体系统复杂的活动和反映的模拟仿真技术。这是一个循序渐进的过程,它的发展必须要数字人体整个学科协同发展。根据数字人体本身的规律及可视化技术的现状,可将数字人体的可视化大致有以下几个部分:

1. 人体系统数字建模

数字人体最基本、最基础的可视化就是人体系统数字建模,即把采集到的各种基本人体信息进行计算机三维重建,将采集到的人体数据在计算机中形象的通过视觉直接表达出来。当前的数字化虚拟人做的大致是这个工作,把尸体解剖断层的二维数据重建为三维的立体结构图像,实现人体结构和功能的数字化、可视化,达到对人体的精确模拟^[7]。

这个基本的数字人体三维模型是数字人体进一步可视化工作的基础,它为人体系统其它信息的可视化建立了一个人体坐标系,可以认为是在构建和打造数字人体的数字躯体。它属于科学可视化的范畴,只仅仅做了数字人体可视化工作的初步工作,所有其它的信息可视化都必须依赖这个建立好的人体坐标系。

2. 数字人体系统的各个子系统信息可视化

人体系统是由呼吸系统、循环系统、消化系统、内分泌系统、生殖系统、淋巴系统、神经系统等子系统组成。这些子系统作为人这个整体系统的一部分,都承担了人体的某部分功能。数字人体中这些子系统可视化不仅仅只是简单将这些系统在人体坐标系上定位,而且是需要这些子系统能够模拟并仿真人体系统对应子系统的功能,将其功能可视化表达出来。

子系统在人体坐标系上定位属于人体系统数字建模的功能。而各个子系统信息可视化的侧重点在于各个子系统不同的功能信息的可视化。不同的子系统的信息可视化需要深入的研究自然人体相应功能的现象和规律,并对这些现象和规律做出适当的归纳和总结,以便于可视化表达。

数字人体系统的各个子系统信息可视化这一步工作将数字人体的各个子系统赋予了它原型——人体相应得功能。使原来的仅仅只是数字化了的人体模型有了虚拟的生理活动。为数字人体的虚拟生命奠定了基础。

3. 数字人体经络信息可视化

中国医药学是一个伟大的宝库,需要用现代科学技术努力发掘和开拓,促进中西医结合,实现中医现代化。“经络学说”是中医的基本理论之一,是

中医针灸、推拿、按摩等长期医疗实践的经验总结和理论概括,在中医长期临床应用中行之有效。但是人体解剖中,未发现经络(经脉,络脉,穴位)的特异实体组织结构^[8]。

虽然这些经络没有实体组织结构,但是我们可以将经络系统在数字人体可视化表达出来,通过传统的中医学理论和研究将经络形象的标定在数字人体上,并根据经络信息规律和功能也给可视化表达出来。

数字人体的经络信息的可视化首先要做的是为人体经络系统建立数字模型并进行可视化,然后为人体经络系统的规律和功能进行可视化。通过这两步的工作,整个数字人体上建立一个“数字经络层”,这个立体三维“层”为我们可视地提供了人体经络信息,以及这些经络运行的规律,以及可以参考其它的“层”的信息,观察经络与人体上其它部分关系。有助于我们直观地研究本来不可见的人体经络系统。

4. 数字人体脏腑信息可视化

“脏腑”是中医藏象学的重要组成部分,包括五脏、六腑、奇恒之腑。主要揭示脏腑的生理功能及脏腑之间的相互关系,脏腑与精神情志之间的关系等。中医藏象学的主要特点就是强调以五脏为中心的整体观。即:以五脏为中心,配以六腑,经过经络系统“内属于脏腑,外络与枝节”的作用来实现机体的整体一致性^[9]。

基于“脏腑”的作用,脏腑信息可视化也是必要的。数字人体脏腑信息的可视化首先要建立数字脏腑功能模型,再将该模型在初步可视化建立的人体坐标系上进行可视化表达,最后根据中医藏象学理论将脏腑系统的规律和功能可视化表达。

数字人体的“脏腑”可以以五脏为核心建立5个系统功能模型和以五行生克制化规律建立脏腑功能模型两个角度来建立。这两个功能模型各有特点,有着各自独特的特点,它们的可视化也有着各自的特点,他们之间也可以相互补充说明。

脏腑信息的可视化,特别是脏腑系统的规律和功能其中涉及到了五脏、六腑、经络等,需要从数字人体

的整体来可视化表达脏腑信息的规律和功能,而不应拘泥于脏腑只从脏腑研究脏腑信息的可视化。

5. 数字人体动态信息可视化

人体是一个不断变化发展的实体,或者生病发烧了,体温升高,或者由于处于不同的生理期,身体有着相应的变化,其对应的数字人体也必须向对应的做出相应的变化。即时更新数字人体的信息,使数字人体能够及时对刺激做出反馈并通过动态信息的可视化将之通过视觉可视化地表达出来。数字人体动态信息的可视化有利于人们动态的研究数字人体。

数字人体的动态信息的可视化的第一步工作是采集动态信息的数据。动态信息的采集可以通过各种医学仪器来采集各种数字影像数据来更新数字人体系统,也可以通过热红外探测技术,高光谱探测技术等等及时获取人体的信息并相应的做出及时地更新。数字人体的动态信息来源十分广泛。在数字人体上将这些动态信息可视化地表达,关键是建立数字人体的动态模型,将人体系统与采集的数据关联起来,然后使数字人体根据采集的数据即时做出相应地变化,使数字人体系统的能够动起来。

6. 数字人体的整体信息可视化

数字人体最终还是一个整体,由于数字人体的原型—人体系统是一个复杂的巨系统,要求我们研究数字人体的时候,不可能直接从整个人体系统来直接研究,必须将其分解成小的各个子系统来研究,但是部分之和并不等于整体,最终还是要从整个人体系统的角度来看它属于整体的整体信息。

而数字人体可视化技术同样是先将数字人体可视化分为若干的角度来研究,最后从整体的角度来研究数字人体的整体信息的可视化。

数字人体的整体信息可视化的关键也是找出数字人体整体信息的规律,建立数字人体可靠的系统整体信息模型。只要找到了规律,并建立了模型,根据这个模型,将之可视化。

从数字人体的人体系统数字建模、各个子系统信息可视化、经络信息可视化、脏腑信息可视化、动态信息可视化一直到整体信息可视化的过程和步骤,可以看出,数字人体的可视化,不是单调的人体

造型数字建模,也不是人体器官简单地在人体坐标上定位,而是整个人分层次、分部分、分功能、分步骤的多方面、多角度的可视化。它包括数字人体的虚拟躯体建立,数字人体虚拟生理活动的模拟,人体变化发展的仿真等等。它最终的结果是一个拥有完整人功能的可视化的数字人,这个数字人拥有虚拟的生命,虚拟的生理活动,甚至可疑拥有虚拟的感觉、虚拟的智慧等等。

五、数字人体中可视化技术的难点与前景

数字人体可视化技术需要大量的数字人体研究作为基础,上面讨论的每个部分的可视化,都需要深入的研究人体系统的本身规律,并建立起相应的数字人体模型,然后根据这些模型将其可视化。当前可视化研究的难点是如何找出人体的规律并建立相应各种子系统信息模型、经络信息、脏腑信息、动态信息、整体信息模型。这些模型建立的质量直接决定了数字人体可视化的质量。

数字人体研究最后得到的数字人和现实中的人并不完全一样,它仅仅是以现实中的自然人为基础和蓝本的。数字人体是完全数字化的,其可视化工作能够使我们形象直观的观测到人体的生理活动和生理规律。通过数字人体的可视化,人们可以直观的研究人的生理活动,并可以通过可视化的数字人体做以前由于道德不容许的各种试验。由于数字人体的可视化不是人体的简单数字建模,它是数字人体多个角度的可视化表达,所以以前许多抽象的数字人体信息,比如经络系统,就算是通过解剖我们也很难直观来研究它,而通过可视化的数字人体,我们就可以直观的研究它了。还有像循环系统、消化系统这类系统,虽然在解剖学上可以找出对应的实体,但是我们这样观测到的都是死了的尸体,观测到的仅仅是现象,通过可视化的数字人,我们就可以从“活着”的数字人来形象化的研究人体系统这些系统的规律。诸如此类的应用难以胜数,让我们可以大胆的预见数字人体的可视化技术将会拥有更加广阔的应用前景。

(下转第 89 页)

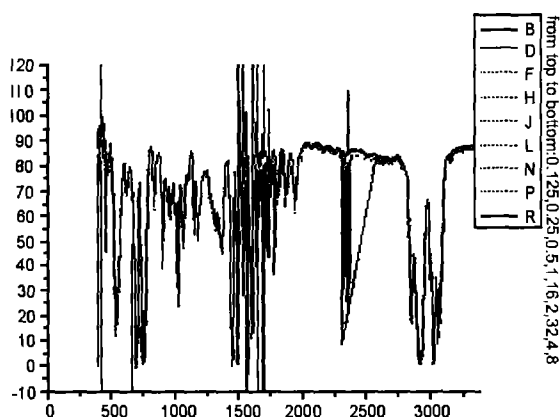


图1 1.5 mil 样本的光谱图

从总体来说,分辨率越高,细节显示越多,但是当分辨率达到一定的数量时,显示的细节变化不大,但是这在人体信息获取机理研究方面能提供重要的科学依据。

参考文献

- 1 毕思文. 数字人体—人体系统数字学总论, 中国医学影像技术, 2003, 19(204): 1~8.
- 2 毕思文、王秀丽. 数字人体原型—人体系统, 中国医学影像技术, 2003, 19(2): 140~144.
- 3 毕思文、王秀丽. 数字人体研究的方法论, 中国医学影像技术, 2003, 19(3): 269~272.
- 4 毕思文等. 数字人体(人体系统数字学)的概念、框架、内涵和应用, 北京: 第九届全国医药信息学大会论文集, 2002. 7.
- 5 韩力群、毕思文. 数字人脑高级中枢神经模型及实现方案, 中国医学影像技术, 2004, 20(1): 114~117.
- 6 毕思文. 数字人体简单巨系统的几种数学模型, 中国医学影像技术, 2003, 19(11): 1490~1493.
- 7 毕思文. 数字人体系统演化的分析方法, 中国医学影像技术, 2003, 19(12): 1606~1609.
- 8 景东升、毕思文. 数字人体信息标准化体系和内容研究, 中国医学影像技术, 2003, 19(204): 146~149.
- 9 毕思文. 数字人体微观研究—量子人体, 中国医学影像技术, 2004, 20(6): 833~836.
- 10 毕思文. 数字人体—人体系统数字学, 北京: 科学出版社, 2004. 8.

(责任编辑: 张志华)

(上接第 97 页)

参考文献

- 1 毕思文, 数字人体——人体系统数字学总论, 中国医学影像技术, 2003, 19(204): 1~8.
- 2 毕思文, 王秀丽, 数字人体研究的方法论. 中国医学影像技术, 2003, 19(3): 269~272.
- 3 信息可视化——情报学研究的新领域 靖培栋 情报科学 2003.
- 4 <http://cto.icxo.com/htmlnews/2003/12/22/53574.htm>.
- 5 郭森慧, 王枫, 刘建毅, 数字人体与人工智能——生命科学与信息科学的融合 中国医学影像技术, 2003, 19(204): 22~24.
- 6 张力岩, 毕思文, 可视化技术及其在抗击 SARS 中的应用, 中国医学影像技术, 2003, 19(204): 168~171.
- 7 数字化虚拟人初见端倪, 知识就是力量, 2004 年.
- 8 涂序彦. 广义数字生命与经络数字人体, 中国医学影像技术, 2003, 19(204): 25~27.
- 9 高颖. 基于中医藏象理论构建“数字脏腑”功能模型, 中国医学影像技术, 2004, 19(204): 57~58.

(责任编辑: 张志华)

(上接第 113 页)

参考文献

- 1 周吉好. 胰岛素抗性、肥胖与高血压关系的流行病学研究进展. 心血管病学进展, 1995 年, 16(3): 146.
- 2 程文江, 覃志成, 郭峰. 原发性高血压病 602 例中医证候流行病学研究. 浙江中西医结合杂志, 2003, 13(4): 261.
- 3 郑峰, 胡世云, 郭建建等. 高血压病中医辨证分析. 河北中医, 2000, 22: 651.
- 4 邓世周, 王兵, 耿黎明等. 中医分型治疗高血压病 200 例疗效分析. 海军医学杂志, 2000, 21: 159.

(责任编辑: 毕思文 张志华)

(上接第 132 页)

- 28 张文高, 刘龙涛, 何煜等. 降脂红曲超微粉碎对高脂血症疗效影响的临床与实验研究—中药超微粉碎对疗效影响的研究之二. 中医药工程学会学术年会论文集, 2004, 4.
- 29 谢敏. 概念结构与知识的神经网络模型表达——无软件专家系统的理论基础. 第二届世界华人生物医学工程学术会议论文集, 2004, 9.
- 30 谢敏. 中医是天生的亚健康医学——中医药工程发展的新契机. 第二届世界华人生物医学工程学术会议论文集, 2004, 9.
- 31 岳长礼, 曹洪欣. 男性病中医专家诊疗系统. 第二届世界华人生物医学工程学术会议论文集, 2004, 9.

(责任编辑: 毕思文 张志华)

and the simulation and computation of the system of digital human body. In this article the author lays emphasis on the theory, prototype and model of digital human body, all - roundly describes the technology of digital human body and its application, and refers to the microscopic study —— quantum human body of digital human body and the middle - far infrared experiment and study of quantum human body.

Key Words: digital human body, prototype and model, technology and method, experiment

Study of Information Acquisition Technology for Digital Human Body

*Han Jixia and Bi Siwen (State Key Laboratory of Remote - sensing Science,
Institute of Remote - sensing Application, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)*

In this article the conception of digital human body is expounded first and then information acquisition technology for digital human body —— infrared and multi - spectra technology is described and the application of infrared and multi - spectra technology to the study of acupuncture —— channels and collaterals is presented, and finally the role of information acquisition technology in the study of digital human body is summed up.

Key Words: digital human body, information acquisition, thermal infrared, multi - spectrum

Exploration of Visual Technology of Digital Human Body

*Wu Fei and Bi Siwen (State key Laboratory of Remote - sensing Science, Institute of Remote - sensing Application,
Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)*

This article expounds the objective and significance of the study of digital human body —— digital science of human body system and explores the visual technology of digital human body, which mainly includes the digital modeling of human body system, the visualization of information from all the sub - systems of digital human body system, the visualization of information from Channels and collaterals of digital human body, the visualization of information from Zang - Fu (internal organs) of digital human body, the visualization of dynamic information from digital human body and the visualization of integral information from digital human body, and illustrates the difficulties and prospects of visual technology of digital human body.

Key Words: digital human body, visual technology

An Idea about Study of Clinical Experience of Famous Veteran Doctors in Traditional Chinese Medicine on the Basis of Information and Data Mining Technology

*Wang Yinghui, Jiang Zaichang, Yan Yingjie, Zhu Jiangui, Tian Lin, Gao Ronglin, Li Ping and Jiao Yongzheng
(Guang ' anmen Hospital, China Academy of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100053)
Liu Baoyan (China Academy of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100070)*

[World Science and Technology / Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica] 141