

网络仿真教学的典范：形态学数字图书馆

□ 刘燕权 / 美国南康涅狄格州立大学 纽黑文市

李伟光 / 北京师范大学管理学院 北京 100875

摘要：由德克萨斯大学数字形态学小组研究并建设的形态学数字图书馆（Digital Morphology Library）是一所独一无二的生物学可视化图书馆。它以海量的信息存储，将几乎所有类别脊椎动物、无脊椎动物的二维和三维图像提供给用户免费浏览，并致力于通过研发并提供一套全新的应用软件，将复杂的生物体的CT扫描和层析成像的数据转化为可用于教学、研究的二维和三维可视化图像。通过对该项目的综合评价，文章详述了该项目的背景、资源、组织、技术和服务功能等，同时也包括了作者的评估与建议。

关键词：形态学，数字图书馆，仿真教学，美国国家科学基金会（NSF）

DOI: 10.3772/j.issn.1673-2286.2011.05.009

1 项目概述

形态学数字图书馆（Digital Morphology或DigiMorph，网址为<http://digimorph.org/>）是德克萨斯大学数字形态学小组的一项研究成果，也是美国国家科学基金会（NSF）资助的数字图书馆研究项目的一部分。数字形态学小组的研究重点集中在处理、演绎和传播高分辨率X射线CT数据集，收集并为数字图书馆提供大容量的数据集等。小组的项目负责人是Timothy Rowe，该小组是由来自诸多大学的研究者、教员和学生

组成的非正式组织，图书馆网站后期的建设还得到了其他科学工作者、博物馆馆长、软件开发员、计算机程序员、多媒体和网页设计者及出版商等的大力帮助。学者们致力于研发并提供一套全新的软件，以便能够将复杂的生物体的CT扫描图片和其他层析成像的图片转化为新颖的、详尽的三维影像。

形态学数字图书馆旨在服务于课堂教学和实验室，为包括研究生及研究生以上资历的学者提供数字形式的生物形态学资料，内容包括现存的和已经灭绝的脊椎动物形体结构（包括外部结构和内部结构）的二维、三维视图，近年来还逐渐补充了无脊椎动物的相关资料。从某种意义上而言，形态学数字图书馆是一个关于数字化形态学以及高分辨率的生物学标本CT图像的动态文档集合，用户通过访问该图书馆，可以观看到地球上典型物种的大量生动有趣的图片、动态影片及其细节展示。图书馆收录的最新的标本还会在首页上循环展示（图1）。如图1所示，此为抓图时显示的一例残缺的红马鱼（*Moxostoma*）标本。

数字形态图像可视化技术（Digital Morphology Visualizations）在世界各地许多课堂教学和实验室中广泛应用，并在很多博物馆展览活动中获得展示机会。数字形态图像也得到很多广播电台和出版机构的特殊关注，比如NOVA（一个广受欢迎的科学系列电视节目

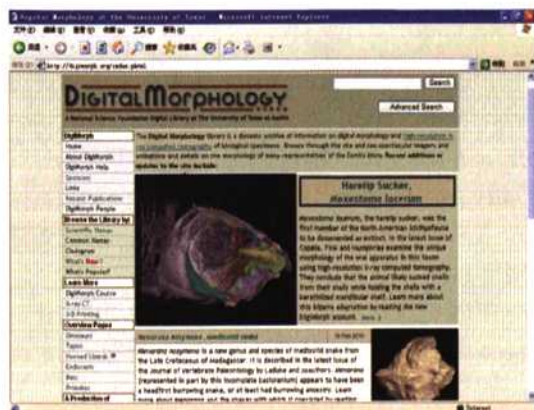


图1 形态学数字图书馆
（图片来源：<http://digimorph.org/index.phtml>）

目)、BBC地平线(BBC's HORIZON)^[1]、国家地理探索(NATIONAL GEOGRAPHIC EXPLORER)^[2]、自然(NATURE)^[3]、科学杂志(SCIENCE)^[4]、国家地理杂志(NATIONAL GEOGRAPHIC MAGAZINE)^[5]、纽约时报(THE NEW YORK TIMES)^[6]等。

2 数字资源及其组织

2.1 主要内容

形态学数字图书馆的数字资源包含如下内容:

- 所藏标本完整的CT切片动画展示(Quicktime)。
- 完整标本的三维动画展示。
- 三维对象的立体平版印刷(Stereolithography)

文档。这些文档可通过快速原型法做成具有伸缩性的实体三维标本复件,这些复件可用来替代标本原件应用于学习和观摩活动中。

● 作为扫描对象的生物体的详细介绍信息。这些介绍由相关学科领域的权威专家撰写。

● 每个标本的相关书目信息。

● 相关链接。

● “古生物学数字化方法”课程的课程资料。在这个课程里,学生们学习如何生成在形态学数字图书馆中所展示的各种类型的图片。

2.2 资源组织

形态学数字图书馆的数据库存储了750余例标本,接近百万兆字节的标本图像信息。形态标本以生物的二维和三维骨骼图像为主,部分标本还有附带皮肤和肌肉的仿真标本图像。如此丰富的馆藏必须有条理清晰的组织才能更好地为用户所使用。

为此,图书馆在首页左侧导航栏列举了多种浏览方式,包括按学名浏览、按常用名浏览、按进化树(生物进化的层级图示,如图2)浏览等。按生物的进化层级图示浏览包括以下内容:

(1) 无脊椎动物

珊瑚

节肢动物

棘皮动物

(2) 鲨鱼、鱼类和其他鱼样生物

(3) 两栖动物

无尾目动物

有尾目动物

蛇目

(4) 龟

(5) 蜥蜴、蛇和其他爬行动物

喙头目

(6) 扬子鳄和鳄鱼

(7) 鸟类

(8) 恐龙、翼龙和其他已灭绝的同类生物

(9) 哺乳动物和其他已灭绝的同类生物

多齿兽目

单孔目动物

胎盘哺乳动物

有袋类动物

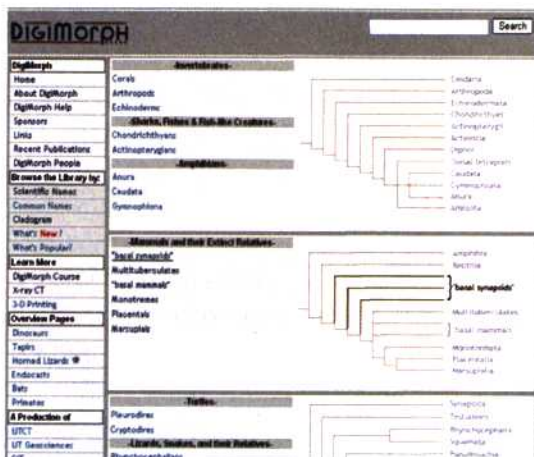


图2 资源组织层级图

(图片来源: <http://digimorph.org/navclado.phtml>)

2.3 类目数据

形态标本所展示的内容主要集中于生物体的头骨、颅部、脑部、卵、整体骨架(幼崽或成年动物)、半身等。图书馆在已收录的每个类中分别列出了物种的学名、常用名和种属,每一大类下均按物种的英文名称首字母顺序罗列了所收录的各类生物骨骼形态信息。

用户可根据生物的学名或常用名查找相应物种,随后观阅该物种标本的展示图。图下均附有简要的说明,包括提供标本的图书馆名称、制成标本的生物个体的性别年龄等信息,以及图像处理者、图像发布的时间等等。图像右侧是该标本的展示功能区,每个物

能。当用户进入某一标本的界面，找到如下两个图标点击，即可弹出多媒体功能描述的小窗口（图4、图5）。



图4 小应用程序、切片和三维模型图标



图5 三维动画展示图标

该图书馆使用的主要多媒体工具有四种：

- UTCT inspeCTor。这是一个Java的小应用程序，可供用户在三维直角坐标系中观察、扫描数据，同时提供基准线指示当前观看的切面，该应用还具备放大功能和测量工具。

- Movies。所有的动态影片都是QuickTime格式，用户必须事先下载QuickTime播放器才能观看。形态学数字图书馆提供的动态影像包括在三个维度轴上连续切片的标本扫描图像和矢量转换呈现图，部分标本还提供动态剥离视频。

- STL files (Stereolithography)。又称“立体平面印刷文档”，是三维网格图像的一种，部分标本可用。这种文件可以下载，也可以使用三维打印机打印出来或通过快速原型法制作成标本模型。

- 三维compress。用户可通过该多媒体工具以旋转、放大或缩小的方式观察标本，但目前该功能只能在Windows平台上运行。

3.2 硬件和软件要求

形态学数字图书馆对各类浏览器有不同要求。Netscape最低需求是4.0版本，如果用户想得到更好的使用体验则需要6.0及更高的版本。对于IE浏览器的要求是4.0及更高的版本。目前网站不支持Opera浏览器，其他第三方浏览器尚未经过检测。据监测，不同的浏览器对网页响应时间的影响非常小，几乎可以忽略不计。

网站部分功能的正常使用需以激活Java脚本为前提。IE 5.5 SP2版本和Windows 6.0版本不再支持

Netscape类型的插件，因此，在以上的环境中可能无法使用QuickTime，使用上述两个版本的浏览器和操作系统的用户必须下载Active-X控件才能使用QuickTime。图书馆的某些特定功能需要Java的支持，Windows XP的用户和其他不具备Java的用户必须下载Java插件才能使用UTCT inspeCTor。Windows和Linux用户可从<http://java.sun.com/j2se/1.3/jre>处下载，MAC用户可从<http://www.apple.com/java>网站下载。观看本网站的动态影片所必须的QuickTime播放器，下载地址为www.quicktime.com。

3.3 界面及网站层次设计

形态学数字图书馆的界面设计简单明晰，一致性强。图书馆主页左侧是竖排的导航栏，分为五个部分，分别是概况、按特定索引浏览网站、了解更多、综述页，以及相关机构介绍。导航栏右侧的区域是资源的显示窗口，所有的图片和文字信息都在这个窗口平面显示。无论用户处于哪个条目之下，导航栏始终在最前，用户可以直接点击导航栏中的项目前往想去的页面，并可以随时回到主页。页面的设计合理，排版清晰，主色调为墨绿色和灰色，字体及文字大小处处一致。

美中不足的是目前尚不具备在导航栏中高亮显示当前界面的功能，没有路径显示，用户无法得知自己是从何处到达当前界面的，对网站的整体结构的知识框架缺乏宏观的认识。

4 服务功能

4.1 目标用户

形态学数字图书馆可为世界各地课堂教学和实验室提供资源服务。其主要目标用户群体是研究生及研究生以上资历的学者，对使用者的专业背景要求较高，凸显了更强的科学性和专业性特征。图书馆网站建成后开设了数字形态学课程，该课程是为那些对CT扫描图像资源有兴趣的研究生准备的研讨、操作类课程。这个课程通过形态学数字图书馆的网站为学生提供了一个学习和交流的平台，使他们通过设计、操作、撰写和发布电子资源的过程，探索学术难题，交流学习经验以期早日成为颅骨学领域的专家。

图书馆在这一部分还介绍了相关课程的导师、课程安排、课程的时间和地点、课程的前提条件(包括计算机水平、计算机账号、对学生的忠告等)、学期规划、作业要求、课堂参与以及考试分级等信息。本部分还提供了在教学中可能会用到的软件工具和下载来源。

4.2 搜索功能

形态学数字图书馆为用户提供了基本搜索和高级搜索功能。

基本搜索功能提供一般的关键词匹配搜索。用户在图书馆首页上部的搜索框内输入想要查找的内容,点击“search”按钮(如图6),即可在全站内全文检索与输入关键词相匹配的内容。搜索的结果按照与关键词的匹配度降序排列,每个条目前面还列出了该条目与关键词相匹配的百分比供用户参考。



图6 基本搜索框

高级搜索则提供了更复杂详细的查询。点击首页上部的“Advanced Search”按钮(如图7)进入高级搜索界面(如图8),可以内容划分,分别按照生物的常用名、学名进行检索;还可以检索全部化石、检索全部带有评注的物种、按生物所属类目检索、按展示标本所用的播放媒介类型检索,以及按提供标本的博物馆检索、按作者检索等。其中,按生物的常用名和学名检索需要用户输入检索关键词;按其他方法检索,系统则为用户提供了下拉列表,用户只需从中选择自己需要的选项,再点击“提交查询内容”按钮即可查看查询结果。



图7 高级搜索按钮

该馆提供的搜索功能是由Sphider提供的(Sphider是一种用PHP语言编写的轻量级的网络爬行蜘蛛,它使用MySQL作为后台和数据库的支持^[9])。有了这个软件,用户可使用多种相关专业术语进行站内搜索,

搜索的速度很快,搜索结果会按照相关度从高到低排序展示。

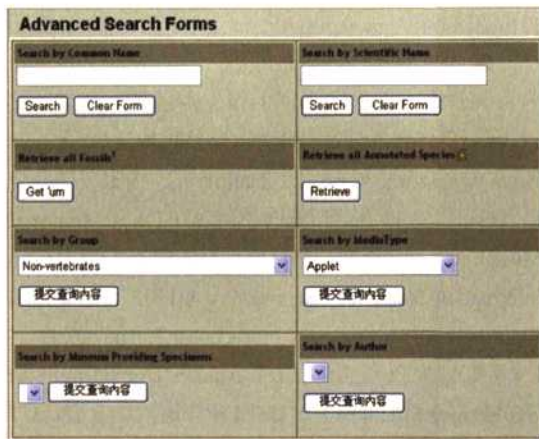


图8 高级搜索界面

4.3 版权管理

形态学数字图书馆展示的所有文本、图像和动画,除了特别标明的外,都是由数字形态学小组成员与德克萨斯大学高分辨率X射线CT机构共同协作研发的。图书馆的访问者可将图像用于个人教育使用,但禁止任何商业性质的复制、重组、出版以及其他对网站内容(包括电子及其他任何形式在内)的非学术性使用。

合法地使用网站资源还需持有由版权所有者的书面协议。用户如有关于版权信息或任何其他方面的疑问,可通过邮件联系项目负责人Dr. Timothy Rowe。图书馆首页在“DigiMorph People”栏目中介绍了与该图书馆建设密切相关、为项目实施和馆藏建设付出了辛勤劳动的众位学者,包括项目负责人Timothy Rowe、Digital Morphology项目管理者及图书馆网站设计者Julian Humphries、负责图书馆馆藏内容及数字成像的Jessie Maisano、负责设备管理、扫描及数字成像的Richard Ketcham,以及负责扫描、数字成像的Matthew Clobert。读者如有对这些部分内容产生疑问,可以通过邮件方式与这些负责人取得联系。其他对该图书馆建设作出卓越贡献的科学家、研究机构和赞助者等,也在DigiMorph Contributors部分分别介绍了他们的姓名、工作机构及其对图书馆建设所作出的贡献。用户点击他们的姓名还可以查看到他们详尽的个人档案。

4.4 其他特色

除了详尽的生物标本图像,网站还提供了多种其他信息服务:

● “赞助者”(Sponsors):这一部分列出了在内容和技术方面给予了图书馆支持的各大网站的链接,包括UT奥斯汀高分辨率X射线机构(UT Austin High Resolution X-ray CT Facility)、国家科学基金会(NSF)、德克萨斯纪念博物馆(Texas Memorial Museum)、UT奥斯汀信息技术服务中心(UT Austin Information Technology Services)、UT奥斯汀教育技术中心(UT Austin Center for Instructional Technologies)、UT奥斯汀地质科学部(UT Austin Department of Geological Sciences)、UT奥斯汀地质基金会(UT Austin Geology Foundation)、英特尔公司、苹果公司(Apple Computer)等。

● “链接”(Links):这部分中给出了CT扫描技术的相关链接、图书馆所用软件的下载链接、其他相关链接等(包括一些资料来源的博物馆网站、形态学相关网站等)。

● “最新出版”(Recent Publications):介绍了最新出版的科学发现。这一部分的更新很及时,分别列出了最新的标本图片、扫描技术、提供者和来源书刊,并且提供更早之前的物种标本以供查阅。

● “what's new”:用户可以按照进化树的分类浏览上个月或上一年内新添加进图书馆数据库的物种及标本。

● “what's popular”:列出了最近24小时内访问量最高的10个物种,用户还可查询最近7天内、最近6个月内访问量最大的10个物种。

导航栏的第五大部分提供了对本网站资源建设作出贡献的各种仪器和机构,包括UTCT(The High-Resolution X-ray Computed Tomography Facility at The University of Texas at Austin:德克萨斯大学奥斯汀分校的高分辨率X射线扫描机构^[10])、UT Geosciences(德克萨斯大学地质科学学院^[11])、CIT(UT Austin Center for Instructional Technologies:UT奥斯汀教育技术中心^[12])、TMM(Texas Memorial Museum:德州纪念博物馆^[13])。

用户浏览到任何界面时如有疑问,需要帮助,可以点击页面上方的帮助按钮,弹出的小窗口中将显示用户正在浏览的界面的相关主题的帮助信息。

5 评价和建议

德克萨斯大学数字形态学项目小组与来自世界各地的学者、研究员一道研发的数字形态学项目,成功地解决了珍贵的生物标本(尤其是已灭绝的生物的标本)数量少、在学习和研究的过程中容易损坏、不适合反复手工操作的难题。形态学数字图书馆作为这个项目的产物之一,不但丰富了数字图书馆领域的类型和模式,大量多媒体储存与展示技术的应用更是为形态学研究提供了新的研究方法和思路。

与同类型其他数字图书馆相比,形态学数字图书馆的优点是显而易见的。首先它无需注册,任何游客都可以直接访问它的资源;其次是它的搜索功能,基于网络爬行蜘蛛(Sphider)的自定义化的站内搜索引擎能够提供较快的反馈速度,足以满足一般用户的需要;再次图书馆所使用的第三方软件和插件对浏览器版本的要求不高,且多为公用免费软件,减少了用户注册的负担;最后,网站提供了大量相关链接,通过这些链接,用户不但能够获取更为丰富的信息,还能与其他同类资源互相参照,可见该馆秉持了开放友好的设计理念。

但是我们同样不应忽略图书馆使用中存在的一些问题。如上所述,目前图书馆的高级搜索功能还不完善,按图书馆和按作者搜索的搜索功能建设还未完成,目前只有空的下拉列表框;导航栏虽然能帮助用户随时返回首页,但不能显示当前用户所处位置,用户无法查知自己到达当前页面的路径,因此网站地图(site map)的构建很有必要。

网络传输的便利和多媒体的广泛使用正在改变着传统形态学研究的思路和方法。虚拟教学、形态学数字图书馆填补了这个空缺。也许在不远的未来,老师和学生已经不再需要亲手人工触摸生物标本实物,而数字图书馆则将成为他们最有力的试验平台与助手。

参考文献

- [1] BBC-Science & Nature-Horizon Horizon [OL]. [2010-12-26]. <http://www.bbc.co.uk/sn/tvradio/programmes/horizon/broadband/bx/>.
- [2] National Geographic [OL]. [2010-12-26]. <http://channel.nationalgeographic.com/series/explorer>.
- [3] Nature: The world's best science and medicine on your desktop [OL]. [2010-12-26]. <http://www.nature.com/>.
- [4] SCIENCE [OL]. [2010-12-26]. <http://www.science.gov/>.
- [5] National Geographic Subscriptions [OL]. [2010-12-26]. <http://www.nationalgeographic.com/magazines/>.
- [6] The New York Times [OL]. [2010-12-26]. <http://www.nytimes.com/>.
- [7] QuickTime in Wikipedia [OL]. [2010-12-26]. <http://zh.wikipedia.org/zh-cn/QuickTime>.
- [8] High Resolution X-ray CT Facility [OL]. [2010-12-26]. <http://www.ctlab.geo.utexas.edu/>.
- [9] Sphider: PHP search engine [OL]. [2010-12-26]. <http://www.sphider.eu/>.
- [10] High Resolution X-ray CT Facility [OL]. [2010-12-26]. <http://www.ctlab.geo.utexas.edu/>.
- [11] Department of Geological science [OL]. [2010-12-26]. <http://www.geo.utexas.edu/default.htm>.
- [12] The University of Texas at Austin: DIIA instructional technologies [OL]. [2010-12-26]. <http://www.utexas.edu/academic/cit/>.
- [13] Texas Natural Science Center [OL]. [2010-12-26]. <http://www.utexas.edu/tmm/>.
- [14] QuickTime7 [OL]. [2010-12-26]. <http://www.quicktime.com>.
- [15] Apple JAVA [OL]. [2010-12-26]. <http://www.apple.com/mac/>.
- [16] Vertebrata [EB/OL]. [2010-12-26]. <http://tolweb.org/Vertebrata>.
- [17] Biology Direct: Opportunities and challenges for digital morphology [EB/OL]. [2010-12-26]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2908069/>.
- [18] Digital Morphology - a 3D Collection of Natural History Specimens [EB/OL]. [2010-12-26]. http://www.archimuse.com/mw2004/abstracts/prg_260000654.html.
- [19] Biology Direct: Opportunities and challenges for digital morphology [EB/OL]. [2010-12-26]. <http://www.biology-direct.com/content/5/1/45>.
- [20] 數位典藏國家型科技計劃[OL]. [2010-12-26]. http://content.ndap.org.tw/main/links_detail.php?links_id=192.
- [21] D-Lib Magazine November 2002: Digital Morphology [EB/OL]. [2010-12-26]. <http://www.dlib.org/dlib/november02/11featured-collection.html>.
- [22] Advances in Paleontology: Morphology [EB/OL]. [2010-12-26]. http://serc.carleton.edu/research_education/paleontology/morphology.html.

作者简介

刘燕权, 毕业于美国麦迪逊大学信息学院, 现在南康涅克州立大学任终身正教授。曾在各类书刊杂志上发表80余篇专业论文。近年的出版物主要集中在数字图书馆、数据挖掘、软件工程、信息存储、数字化及多媒体技术、国家信息基础结构、图书馆统计及管理。E-mail: liuscsu@gmail.com

The Digital Morphology Library

Yan Quan Liu / Southern Connecticut State University, New Haven, CT, USA, 06515
Li Weiguang / Dept. of Management, Beijing Normal University, Beijing, China, 100875

Abstract: As a unique biological visualization library, the Digital Morphology (DigiMorph) library hosted at the University of Texas at Austin makes available free to the users a vast collection of two- and three-dimensional images of all types of vertebrates and invertebrates, aiming "to develop and implement new software for transforming CT and other tomographic data into novel and informative 2D & 3D visualizations of complex biological objects" and to be used in classrooms and research labs around the world. This essay conducted a comprehensive evaluation of this project, including its background, resources, organization, technologies, service features and the author's assessment and recommendations.

Key words: Morphology, Digital library, DigiMorph, Simulation teaching, NSF

(收稿日期: 2010-02-26)

业界动态

百度又陷音乐“侵权门”

百度文库的侵权纠纷尚未了结, 业界对百度MP3音乐侵权的声讨接踵而至。这并非第一次, 早2005年, 唱片界就掀起过一波针对百度MP3搜索的诉讼浪潮。文化部昨日(4月25日)在网站上发布了相关查处措施, 百度公司则表示对此暂无回应。

继百度文库之后, 百度音乐又陷“侵权门”。昨日, 文化部称百度等音乐网站发布违规音乐作品, 逾期仍未完成清理整改, 将对14家网络音乐网站进行立案查处。百度公司昨日对本报记者表示暂不回应此事。

来源: http://news.xinhuanet.com/fortune/2011-04/26/c_121348400.htm, 查询时间: 2011-04-27