

中药附子形态结构计算机三维重建与动态显示[△]

四川省中药研究所(重庆 630065) 肖小河* 舒光明 方清茂 李江陵 夏文娟 尹国萍
重庆大学电子信息学院 陈 菁 李时光

摘 要 实现了道地药材附子连续切片三维重建与动态显示,为计算机辅助生药学教学和鉴定提供了具有生动性和立体感的三维图像技术和资料。

关键词 附子 连续切片 三维重建 三维显示

由断层图像序列(Serial Cross-sectional Image)重建物体三维模型及其可见表面显示是当今国际科学计算可视化(Visulization in Science Compulering)领域中十分活跃的研究课题之一,并在形态学和组织学中展现了应用前景^{〔1〕}。该技术突破传统组织学和形态学表达二维形态资料的局限性,为生药学研究和教学提供了形象直观、立体感强的三维动态图像资料及其形态学参数。因而不仅有助于对生药性状及其组织细胞进行完整且准确的形态学描绘和鉴定,而且有助于阐明组织结构与生理功能、品质构成以及各组织细胞的空间位置相互关系。为此,我们开发建立了主要川产道地药及其对照品的计算机三维重建模型图鉴系统。现将附子重建方法和结果报道如下。

1 原理与方法

三维重建与显示主要是根据组织连续切片图形在量化过程中被赋予的相应的深度信息及其变化,将物体不同切片上的二维图像数据按照切片的空间位置关系依次叠加排列而组成物体的三维数据;再利用计算机图像处理技术、图形生成理论及视觉心理学原理,在二维平面上形象直观地显示出具有生动性和立体感的三维图像,目前国际上研究较多

的是根据物体的断层图像序列重建出完整的三维结构,断层图像可以来自显微镜切片、大体制片和二维CT图像。由二维断层图像重建三维图像的方法主要有以下几种:a)线框模型法(Wire frame model)^{〔2〕};b)立体图对法(Stereo-pair)^{〔3〕};c)灰度表面模型法(Shade surface model)^{〔4〕};d)体素模型法(Voxel model)^{〔5〕};e)深度彩色法(Depth-color)^{〔6〕};f)真实立体图像显示法^{〔7〕}(Realistic graphics)。

上述重建方法各有利弊,且大都是针对不同的研究对象而提出的,因而均有一定的适用范围。本文的研究对象——生药性状图形和组织细胞,为多目标离散体或任意复杂形状物体,有的目标还相互包含,为了不失真地、快速清晰地将它们重建出来,作者提出了基于三角形面元以及NURBS(非均匀有理B样条)曲面的三维重建算法,并将模式识别的原理和模式分类方法引入多目标识别过程,实现了中药组织三维动态显示及形态参数测定^{〔8〕}。

三角形表面逼近算法(Trianglar surface approximation)是一种快速实用的表面重建方法,适用于具有封闭的边界且表面细节不多的对象;而样条曲面逼近法(NURBS

* Address: Xiao Xiaoho Sichuan Provincial Institute of Chinese Materia Medica, Chongqing

△ 国家自然科学基金项目

* 现为第二军医大学博士生

curved surface approximation) 的优势恰好在于可以灵活地选择目标的全体数据或部分数据进行拟合,从而生成闭合或不闭合的表面,且重建的精细度和表面的平滑程度都有较大的提高,但其运算量大增:本研究首次提出在同一重建场景中对细节不同的目标物分别用平面法和曲面法重建其三维表面并同时显示,满足不同的重建要求及观察需要。能够同时观察到各个目标的二维结构以及其空间位量关系与递变规律,从而获得对重建对象的总体认识。

在多目标识别过程中,首次采用模式识别(pattern recognition)原理与模式分类(pattern classification)方法。成功地解决了多目标的自动识别问题,为多目标物离散断层图像序列的三维重建奠定了理论基础。因为在切片间隔充分小的前提下,每两层相邻切片的轮廓图中属于同一目标的两个轮廓在几何形状和断层平面上是有最大的相似性,并以此为依据构造了任意两轮廓之间的距离作为轮廓相似性的量度,将彼此之间距离最小的两个轮廓归于同一个目标,从而准确地实现多目标情况下轮廓匹配与目标分离。

对于重建结果,采取了灵活多样的三维显示方式。采用线框结构方式以观察物体的内部构造,采用光照模型方式得到具有真实感的表面形状。显示过程采取人机交互方式进行控制,用户可以选择任意视角任意距离观察物体。实现自动或手动旋转等动画效果,有选择地显示各个目标。

限于篇幅,现对实验所用三维重建与显示方法之函数运算,逻辑推论及程序设计不一赘述,详见有关的文献^[8,9]。

2 方法与结果

本实验主要步骤为:a)样本制备及切片图形数字化;b)图像校准,目标分割与轮廓匹配;c)三角形面元法重建与NURBS曲面法重建、三维形态学参数测量;d)图形变换、隐面消除、照明处理;e)利用SGI图形卡三维动态显示。

2.1 材料及样本制备:附子来源于毛茛科植物乌头 *Aconitum carmichaeli* Debx. 的侧生块根,有南瓜叶和花叶子等栽培品种类型。南瓜叶附子与花叶子附子在抗逆性、产量、植物形态和生物碱含量等方面均有不同程度的差异^[11]。新鲜附子于1994-05采于其道地药材产区——四川江油市彰明乡,去支根须根后于FAA中固定,凭证标本存四川省中药研究所标本馆(SM),样本制备比较简单,只需将整个药材进行连续切片(切片厚度约0.5mm),然后逐一投影到水平面上并刻划出截面及各种特征组织轮廓图。显微切片采用常规的石蜡永久制片法,切片厚度为15 μm,然后通过Olympus自动显微照像得到麦冬各特征组织细胞的灰度图像,要组织连续切片的基准定位是三维重建制片中的一个技术难题,本实验主要依据有关附子生药学和发育解剖学的先验知识而判别,还可利用微电极或激光打孔方式在药材组织蜡块上留下2~3个对位基准孔,以便轮廓校准,从而保证三维重建的真实性。

全部切片图像均在PhotoStyler环境下,由型号为ScanMaker的扫描仪完成数字化。扫描分辨率为150 DPI(Dot Per Inch)。

2.2 实验系统环境:三维重建与显示的硬件环境为486计算机,SGI IV-AT 24Z三维实时图形卡、NEC大屏幕监视器。软件环境为Windows、PhloloStyler 1.03、SGI图形库GL(Graphics Library),全部程序采用High C及Microsoft C/C++语言编制。

2.3 三维重建与显示的实现:本实验三维重建结果是充分利用SGI图形卡的图形生成和快速运算功能并在大屏幕监视器上实现三维动态显示的,该卡是近年来国际上具有代表性的视象技术产品之一,其Graphics Library可为图像处理 and 图像生成提从各种高级和低级支持的图形程序和实用程序,在三维显示过程中,坐标变换、隐面消除、光明处理等功能可以调用GL中相应的例程,从而使重建速度大幅度提高,显示方式灵活多样,

并且实现了在任意视角任意距离观察物体的移动、放缩和旋转变换,显示结果生动性和立体感强。为了便于本文图例说明,作者选拍了部分瞬间定位显示模型图像并拼合成照片图版。

花叶子附子:短圆锥形或近圆珠形,长2~5 cm,直径1~3 cm。上部短钝,中部圆阔,下部急尖。表面有锥形瘤状突起的小支根(习称“钉角”)。横切面可见多角形的形成层环纹。二维重建图像为双层立体结构,外层示药材外形,表面较平滑,可见稀疏的“钉角”,内

层为形成层环体结构,呈不规则长圆锥形,表面上锥形突起为多角形成层环的外向角突,以后部分发育成小支根或须根(图1,1~4,9)。

南瓜叶附子:圆锥形或近椭圆形,比花叶附子稍大。上部较粗,中下部渐细。表面“钉角”较多,断面形成层环纹凹凸明显。三维重建图像亦为双层立体结构,外层示药材外形,“钉角”大都已去,内层为多角形的形成层环体结构(图1,5~8,10)。

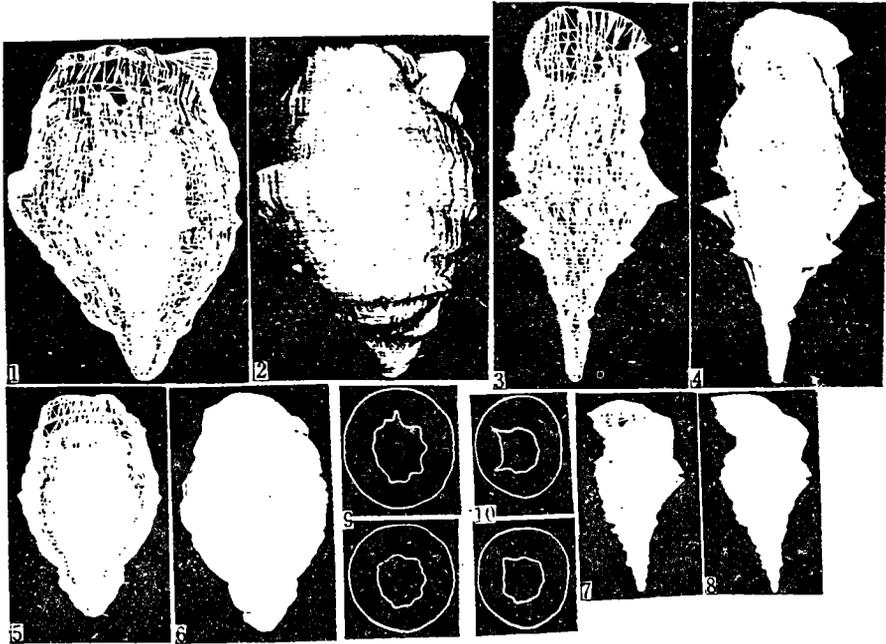


图1 附子三维重建模型图象

1、2-花叶子附子形态结构线框模型图和光照模型图,均为双层立体结构,但光照模型图内层形成层环纹结构体被遮蔽 3、4-剥去外层(表皮和皮层)后,花叶子附子形成层环纹体线框模型图和光照模型图 5、6-南瓜叶附子形态结构线框模型和光照模型图,亦均为双层立体结构 7、8-剥去外层(表皮和皮层)后南瓜叶附子形成层环纹体线框模型图和光照模型图 9、10-花叶子附子和南瓜叶附子连续横切面轮廓图像选例

图实际大小参照文中说明

此外,笔者还从显微切片重建了附子导管群和皮层石细胞三维结构模型图像,但于种下等级鉴别意义不大,本文从略。

3 讨论

研究表明,中药形态组织计算机三维重建模型形象直观,具有生动性和立体感,并可根据先验知识进行适当的修饰,从而使三维

重建模型图鉴比传统平面绘图和照片图鉴更趋标准化,更具可比性。同时,可在计算机上任意显示,或通过大屏幕显示器输出接口与录像机或摄像机相连,连续转录和复制重建与显示图像。

影响三维重建图像效果的因素很多,除系统环境条件、重建算法与显示方式外,断层

切片图像的数量与质量亦是影响重建结果真实性的因素。一般来说,连续切片间断愈小,数目愈多,信息量愈丰,特征组织界线愈分明,重建图像愈生动逼真,但其工作量浩繁程度将剧增,由于组织细胞形态小,其连续切片的数量和质量保证难度较大,通常药材外形重建效果优于组织细胞重建。

在实际应用中,除了需要获得重建目标在显示屏上的直观立体形象外,往往还希望对物体的形态和空间分布作出定量的分析和判断,以获得物体实际的数量特征:由于在重建中形成和保留了物体表面的几何信息和拓扑信息,藉此可利用重建结果把目标物的三维形态参数计算出来。主要参数有周长、截

面积和体积等,限于篇幅,以后再做报道。

参 考 文 献

- 1 肖小河,等.首届中国药物资源开发研讨会论文集.重庆.1992.58
- 2 Willey TJ. IEEE Trans, on Biome. Eng, July 1973. 288
- 3 王今著.生物物理学报,1990,2(3):17
- 4 Heffeman PB, et al. IEEE Trans, on Medical Imaging. 1985. MI-4:25
- 5 Udupa JK. Comput. Graph. Imag. Proc. 1982,18. 213
- 6 Farrell EJ. IBM J Res Devel, 1983,27(4):356
- 7 李淑梁,等.清华大学学报,1986,26(5):10
- 8 陈 善.重庆大学硕士学位论文.1995
- 9 张家树,等.中国生物医学工程学报,1994,13(1):29
- 10 肖小河,等.中药材,1992,15(5):18

(1996-05-07 收稿)

A Model Atlas of the Shape and Structure of the Crude Drug Fuzi (*Aconitum carmichaeli*) in Tri-dimensional Computer Reconstruction

Xiao Xiaoe, Cheng Jing, et al

A tri-dimensional computer reconstruction and animated display form serial transections of the genuine drug Fuzi (*Aconitum carmichaeli*) have been achieved, which may offer some tri-dimensional image technique and information for the teaching of pharmacognosy and identification of genuine herbal drugs.

蛇类药材的药源调查

南京师范大学生物系(210097) 王义权* 周开亚

摘 要 对1990年版《中国药典》所载的3种蛇类药材的药源调查表明,乌梢蛇的主要产区为江苏、浙江、安徽、江西、湖南、湖北和四川等省。蕲蛇主产区为浙江、江西、湖南、福建等省。金钱白花蛇主产区为广东、湖南、江西等省。目前蛇类药材直接或间接来自野生蛇类,在人工养殖条件下尚未实现大规模的人工繁殖。

关键词 蛇类药材 主产区 药源调查

1990年版《中国药典》所载蛇类药材有乌梢蛇、蕲蛇和金钱白花蛇3种。1993-07-07~08-29对我国蛇类药材的主产地四川、湖南、湖北、安徽、广东、广西、福建、江西、江苏、

浙江等省区进行了药源调查。此次调查主要是以走访各地药材公司、药材站、主要的药材批发市场和中药店的形式进行,调查中在各药材市场和中药店共购得乌梢蛇药材标本

* Address: Wang Yiquan, Nanjing Theach's University, Nanjing
现在中国药科大学中药学院