

## 基于逆向工程的虚拟中药材构建研究\*

□陶 欧 艾 路 乔延江\*\*

(北京中医药大学中药信息工程研究中心 北京 100102)

**摘 要:**目的:利用逆向建模技术探讨虚拟中药材的构建方法。方法:基于逆向建模思想,利用三维扫描仪获取中药材表面的空间数据,对数据进行预处理和整合,得到中药材的几何造型;结合图像处理技术,获取药材表面纹理图像,将纹理图像映射于几何造型,从而实现虚拟中药材的构建。结果:利用逆向建模技术构建了白术、泽泻、草乌等 20 多种根茎类药材的实体三维模型。结论:逆向建模技术直观、简便,可用于虚拟中药材的构建。

**关键词:**逆向建模 虚拟中药材

中药品种繁多、来源广泛,混淆品与伪劣品屡有出现。传统的中药鉴定方法直观、有效。然而,由于个人主观经验、判断能力和地方局限性的影响,易造成人为的失误,给中药直观鉴定带来难度。同时,对于中药直观鉴定知识的推广与传承也会由于个人经验的差异,缺乏客观的评价方法。此外,中药材标本制作专业性要求强、保存困难,某些贵重药材资源缺乏,造成了各地的中药材标本不完全,在很大程度上制约了中药材的推广与普及。为实现中药标本资源的共享,突破中药数字化鉴定的瓶颈问题,减少人为主观失误,本文采用逆向工程技术,建立虚拟中药材构建的技术平台。

虚拟中药材(Virtual Traditional Chinese Medicine, VTCM)是在综合图形学、计算机科学、三维建模技术等的基础上,构建与真实药材标本相似或相近的三维数字模型。虚拟中药材不仅能直观、立体地展现出中药材的形状、颜色、纹理等特征,实现中药材

的数字化表达,并可对模型进行全方位地观察。

逆向工程(Reverse Engineering, RE)技术,是将实物变为计算机模型的数字化技术、几何模型重建技术和产品制造技术的总称,可将已有产品或实物模型转化为工程设计模型和概念模型,在此基础上对已有产品进行剖析、深化和再创造的工程<sup>[1]</sup>。其中几何模型重建是逆向工程的关键部分,指借助一定设备获取实体的“点云”数据,利用逆向建模软件,通过插值或者拟合等操作,重构实体模型的过程。

本文利用逆向工程中几何模型重建技术,构建了立体直观、形象逼真、便于浏览的虚拟中药材,利用基于 IE 浏览器的免费插件可以在网络上自由缩放、移动、旋转虚拟中药材模型。

### 一、基于逆向建模技术的虚拟中药材构建方法

本文构建与显示虚拟中药材的硬件环境为 Intel Pentium 4 1.8GHz、内存 512M、独立 64M 显存,柯尼卡美能达 Vivid910。软件环境为 Windows 2000

收稿日期:2008-06-14

修回日期:2008-08-04

\* 北京市重点实验室(JD100260652):清热解暑中药有效成分发现的方法学研究,负责人:乔延江。

\*\* 联系人:乔延江,本刊编委,教授,博士生导师,主要研究方向:中药信息工程,中药新药研发,Email:yjqiao@263.net。

Server, Rapidform。模型的构建流程如图 1。

用高倍清晰数码扫描仪或者照相机获取药材的纹理图像。利用三维扫描仪 Vivid910 在同一条件下从多个角度获取药材表面三维数据,称为“点云”数据(如图 2);将获得的“点云”数据输出到 Rapidform 中进行初筛,选出数据较完整且表现特征清晰的“点云”数据,利用网格数据编辑功能对其进行预处理。

以定点对应方式重建,得到药材的几何造型。将获取的纹理图像利用 Rapidform 的纹理处理功能映射到药材的几何造型上,从而得到药材的三维模型。

## 二、结果与讨论

本研究基于逆向三维建模技术已制作了包含白术、泽泻、草乌等 20 多种根茎类药材在内的实体三维模型数据库。其中白术和天花粉的三维模型如图 3,虚拟中药材从几何造型及纹理特征上表现了真实药材的特点。利用逆向三维建模技术构建虚拟中药材主要分为纹理获取、几何造型、纹理映射三个过程。由于中药品种繁多,形态各异,在建模过程中需根据中药材的特点,采取相应的处理方式。

### 1. 纹理获取

纹理特征是中药材直观鉴别的重要特征之一,纹理的获取可以根据药材的形状特征采用不同的方式:(1)用高倍像素的平板扫描仪,用于形状较规则,平滑区域较大的药材,纹理图像不受阴暗、色差、距离等因素的影响,使得从不同角度扫描得到的纹理图像具有统一的图像品质,减少了图像的后续处理;(2)用高倍像素的照相机,对于平滑区域较小,几何形状曲率变化较大的药材,其纹路较深、遮挡较大的纹理用扫描仪获取较困难,可以利用高清晰数码相机获取其纹理。用数码相机获取纹理时,由于照相环境的影响可能存在色彩、阴暗等不一致,所以对获取的纹理图像进行色彩、阴暗等平衡处理,操作相对于用扫描仪获取纹理的方法复杂。

### 2. 几何造型

采用逆向建模技术构建实体的几何造型,核心技术主要包括三部分:三维数据的采集、数据的预处理和三维模型重建。

#### (1) 三维数据的采集。

三维数据的采集是利用一定的设备获取实体表面的“点云”数据。现有采集方式主要分为三种:接触式、非接触式和逐层扫描。接触式扫描是利用

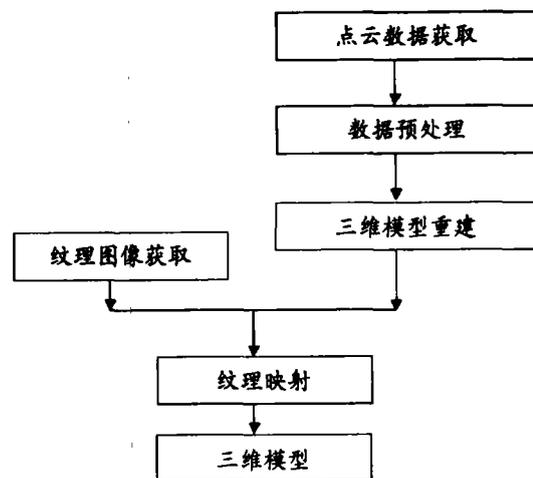


图 1 虚拟药材模型构建流程

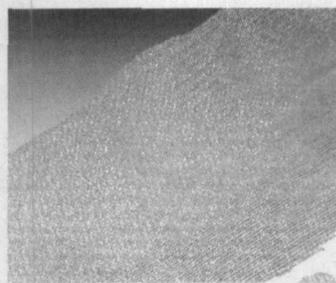


图 2 药材“点云”数据

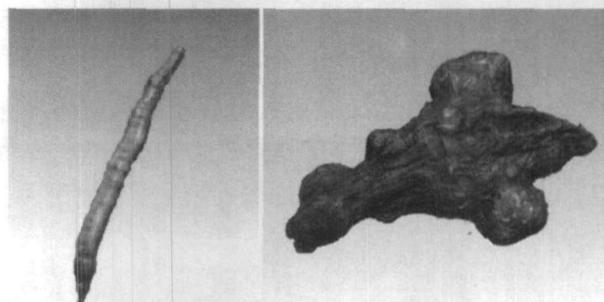


图 3 天花粉、白术的三维模型

安装在扫描设备上的探针逐点采集对象表面的数据,扫描精度较高,但是扫描速度慢,而且在采集数据时,探针是压着被测物体运动,所以对于一些质地较松脆的物体容易划伤其表面<sup>[2]</sup>。逐层扫描可同时获得被测物体的外形和内腔结构数据,但却是一种破坏性的扫描,不适用于珍贵药材标本。本研究所用的柯尼卡美能达 Vivid 910 是一种非接触式扫描仪,扫描速度快,操作方便,能够获取物体表面的空间信息及其表面纹理信息,扫描精度可达到 0.1 毫米<sup>[3]</sup>。

#### (2)数据的预处理。

由于药材表面特性、测量环境、测量角度等因素影响,采集所得数据可能存在大量的杂点,需要进行除噪、精简等预处理。对于“点云”数据中明显的噪声点可以手动选择后删除,对于整体数据较差的区域可以整体选中后删除。与产品设计不同,由于多数药材表面本身并不是光亮平滑的,所以在对药材的“点云”数据进行预处理时,一般不进行平滑处理,以免损失药材本身的表面特征。

#### (3)三维模型重建。

Rapidform 提供两种根据“点云”数据重建三维模型的方法:一种方式是自动重建,由软件将实体的“点云”数据自动整合在一起,由于药材的形状各异,此法不易生成符合要求的药材模型。另一种方式是根据定点重建,即在两组不同的“点云”数据之间手动选择不少于三个的共同点(如图 4、5)来逐一整合所有“点云”数据。根据药材的几何形状和纹理的特点,本文采用两种方式进行定点重建:一是基于纹理特征,这种方式适用于几何形状较规则,整体形状变化不大的药材(如图 4);二是基于形状特征,用于表面纹理特征较均一而几何形状特征较明显的药材(如图 5);两种方式也可结合使用。而对于表面纹理特征较均一且几何形状又相对规则的药材,为了方便定点重建,在数据采集时,可以在药材表面做相应的标记,以标记点作为重建时的参考点。

#### 3. 纹理映射

纹理映射是指将纹理图像映射到几何模型上。

Vivid910 在采集三维数据时,虽然能获取药材的彩色纹理信息,但精度只能达到 30 万像素,不能体现药材纹理的细节,且由于相同区域的叠加也使得叠加部分的纹理失真。因此需要对几何模型映射相应的纹理,使得构建的虚拟中药材在几何形状和纹理特征上都与真实药材逼近。在纹理映射时,Rapidform 可将纹理图像与几何模型采用点对点的方式进行映射。为了保证映射到几何模型上的纹理图像不会产生拉伸变形,在映射时,必须从所获取的纹理图像中选取正面垂直角度所得到的区域作为有效的映射区域,而每一张纹理图像仅存在较小的有效映射区域,其余区域则直接删除。将从不同角度得到的纹理图像逐一映射到几何模型的相应部位,利用虚拟画刷功能在几何模型的表面将这些单独映射的纹理图像拼接整合,从而完成纹理图像的映射。

#### 4. 逆向建模技术构建虚拟中药材应注意的问题

应用逆向建模技术构建虚拟中药材快速、便捷,构建的中药材模型形象直观、具有立体感,突出表现了药材的几何形状以及表面纹理特征。然而,影响三维模型效果的因素很多,在构建三维模型时,需注意以下问题:

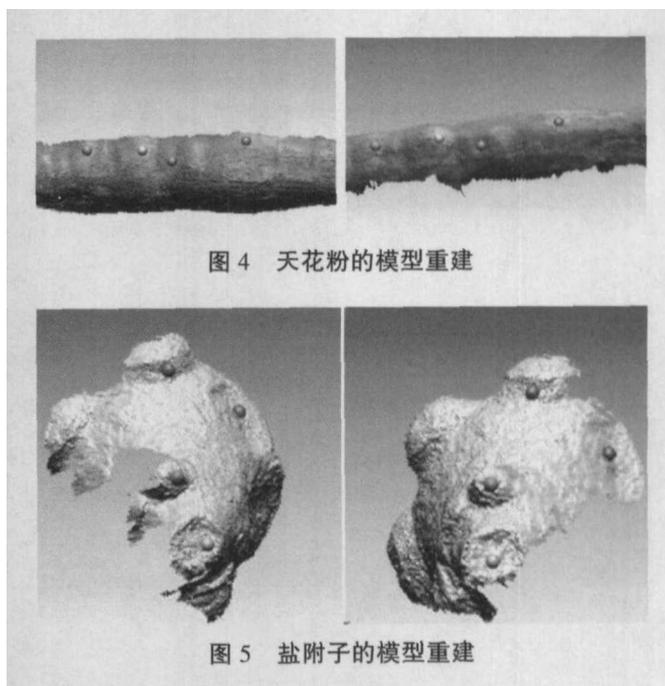


图 4 天花粉的模型重建

图 5 盐附子的模型重建

### (1)方法的局限性。

由于中药品种繁多,形态各异,对于部分中药材应用逆向建模技术可以方便、快捷的构建药材三维模型,所构建的模型能表现药材的细节特征,例如表面的沟壑、突起的茎块等;但是由于在数据采集时,其采集方式是由激光束发射到物体表面反射后获得相应数据,因此对于可视面较小的部分,不易获得其三维数据,例如较薄的饮片侧面,重叠较多、相互遮挡的根须部位。因此要构建此类中药材的三维模型,就需要考虑其他的三维建模方法。

### (2)三维数据采集方式的影响。

由于三维数据采集时采集角度以及对药材形状特点的把握不同会直接影响采集数据的效果,为了使得细节部位的三维数据不遗漏,应尽可能多的从不同角度获取药材的三维数据;而另一方面,采集数据过多,又可能产生大量的冗余数据,使后续处理难度增加。因此,在数据采集时应重点考虑用于药材鉴定的关键特征,并保持其完整性和正确性,从而使所构建的虚拟中药材模型具有代表性。

### (3)环境光对纹理的影响。

Vivid910 在获取药材三维表面数据的同时能得

到其表面纹理信息,虽然纹理图像的精度较低,但是如果设置较好的环境光,仍可得到较好的纹理效果,在构建模型时,直接利用所得纹理信息将大量减少构建模型的难度。为了得到较好的纹理,环境光不宜过亮,光线不足时可以添加冷色光为辅助光源,以减少纹理色度信息的失真。

## 三、小 结

本文针对虚拟中药材的构建问题,介绍了利用逆向建模技术构建虚拟中药材的方法,分析了方法的优势与不足,并就实现过程中应注意的问题提出了相应的解决思路。逆向建模技术用于构建虚拟中药材直观、简便,证明是可行的。随着逆向建模方法及设备的发展,围绕虚拟中药材进行更深入的研究,是中药数字化的重要组成部分,将推动中药现代化的发展。

## 参考文献

- 1 张海林.逆向工程技术的体表器官仿真修复重建研究.中国协和医科大学博士学位论文,2007:9.
- 2 袁超.逆向工程技术应用研究.装备制造技术,2007,3:30-32.
- 3 庞爱民,生鸿飞,汪小曼,林富生.基于逆向工程的产品设计研究.武汉理工大学学报(信息与管理工程版),2007,29(7):77-80.

## RE Technique Based Virtual TCM Modeling

Tao Ou, Ai Lu, Qiao Yanjiang

(Research Center of TCM-information Engineering, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100102)

This is an attempt to establish a virtual TCM model using Reverse Engineering(RE)techniques. The virtual model is built using the Moreover, technique, including obtaining the surface data of TCM using a three-dimensional scanner, and reconstructing the geometric shape of TCM using the reverse modeling software for data pre-processing and integration. Authors have used the reverse modeling technique to construct some 20 kinds of herbal roots, including Rhizoma Atractylodes macrocephala, Rhizoma Alisma, and Radix Aconiti, and other ingredients. It is believed that the technique is intuitive, simple, and feasible for virtual TCM modeling.

Keywords: Reverse Modeling, Virtual Traditional Chinese Medicine

(责任编辑:王 瑀,责任译审:邹春申)