

黄瓜生长可视化系统的设计与实现

周淑秋¹, 郭新宇², 雷 蕾²

(1. 中国劳动关系学院 网络中心, 北京 100037;

2. 国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100089)

摘 要:利用计算机更好地模拟植物的生理过程、形态结构及生态变化的关键是确定虚拟植物模型。文中采用双尺度自动机模型模拟植物生长,对作物器官进行三维几何建模,以黄瓜为例设计并实现了作物生长可视化系统。该系统易于交互、真实感强、计算速度快并具有可扩展性,可以较好地模拟显示黄瓜整体植株与群体植株、群体漫游及黄瓜植株和黄瓜器官三维动态生长过程等。

关键词:虚拟植物;黄瓜;器官;可视化;模型

中图分类号:TP391.9

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)01-0227-02

Design and Realization of Cucumber Growing Visualization System

ZHOU Shu-qi¹, GUO Xin-yu², LEI Lei²

(1. Network Center of China Institute of Industrial Relations, Beijing 100037, China;

2. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100089, China)

Abstract: The visual plant model is very important in visualization of plant growth process on computer. According to the geometry model of 3-dimension plant organs and the dual-scale automation model based on plant growth mechanisms, the cucumber growing simulation and visualization system is designed. Major features of this system include parameter controlled demonstration of cucumber organs, dynamic demonstration of organs growing processes, the demonstration of cucumber whole individual plant and multiple plants, the demonstration of cucumber plants dynamic growth, and roaming. The advantages of the system are easy to use, high sense of reality, fast computer speed and extensible.

Key words: visual plant; cucumber; organ; visualization; model

0 引言

虚拟植物研究是一项融合了植物学、农学、应用数学、计算机科学等的新兴交叉学科,对于生物工程、农业、环境和病虫害管理等方面的研究有着重要意义^[1~3]。文中从软件工程的角度进行分析和设计,基于三维植物器官几何模型和双尺度自动机模型的可视化的角度开发了“黄瓜生长可视化系统 v1.0”。

1 系统分析和设计

软件设计要求具有代码可重用性、可扩充性、高可靠性,故采用面向对象的方法进行开发。针对软件的实际特点和需要,我们对系统的分析分为以下阶段:收集信息定义需求、优化需求、生成和评价可选方案。收集信息定义需求是指要与系统使用者交谈获得信息,明确系统的所有

目标;获得需求后,对需求进行分析整理、优化,并确定需求优先级,以利于系统实现和进度安排;然后归纳得出系统开发的基本方案,并进行了充分讨论,以保证方案科学、有效、可行。其中,充分地了解、明确需求对于系统的功能完备性和可扩展性非常重要,好的需求分析可以节省大量后期工作中因为临时发现需求增加而突增的工作量并大大提高系统稳定性,而优化需求的工作对于提高系统效率和系统开发的持续性也意义重大。

系统设计这样划分:设计数据结构、设计用户界面和系统控制、设计功能模块。其中数据结构的设计最为重要,文中设计的数据结构基于事先比较充分的需求分析和需求优化,保证了系统功能全部实现的前提下结构最稳定、空间代价最小,并有良好的可扩充性,同时也为功能的扩充、提高提供了可能。

关于数据结构的设计。在算法上我们用到最多的就是三角面片法^[4],需要记录许多顶点的3D坐标、3D法向量、颜色信息等等。

关于界面设计和控制,主要有两大功能区域:一个参数控制区,一个是图形显示区。其中显示区域可分为多视窗和单视窗两种状态。多视窗状态时可进行多视角的观

收稿日期:2006-03-31

基金项目:北京市自然科学基金项目(4032011)

作者简介:周淑秋(1967-),女,山东微山人,副教授,博士,研究方向为计算机仿真和虚拟现实技术;郭新宇,研究员,博士,研究方向为农业信息技术。

察。参数控制区会根据显示的需要进行切换。如果菜单栏中选择了“花”,那么参数控制区就是针对花瓣的参数设置;如果选择了“果实”,则控制区就是果实的参数设置。还可以根据需要隐藏控制区域,比如在进行漫游时希望最大化显示区域,这时就可以把参数控制区域隐藏起来。

从功能上本系统可以分成 3 大功能模块:

(1) 各器官的可视化。

a. 花;

b. 果实。

(2) 各植株的可视化。

a. 只有茎及节间的植株;

b. 带有叶片的植株;

c. 带有花及叶片的植株;

d. 带有花、果实、叶片的植株。

(3) 动态生长与群体漫游。

这 3 个模块即相互独立又有一定的关联。其中单个器官显示模块通过对参数的设定,改变器官的形态。植株个体是对单个器官进行拼接得到的,而群体又是由多个植株个体组成。

2 单个器官的可视化

关于系统的控制设计,使用了 VC 的窗口切分功能,将不同角度的器官形态展示在不同的窗口中。

2.1 花的可视化

界面左边为形态参数控制区域。其中花瓣中的参数可以控制其花瓣的形态。Bar 中的参数控制花萼的形态。其中 p_1, p_2, p_3 是空间中确定花瓣或花萼弯曲形态的轴心线上的 3 个点坐标。为了计算方便,花瓣的起始点坐标为 $(0,0,0)$ 。结果如图 1 所示。

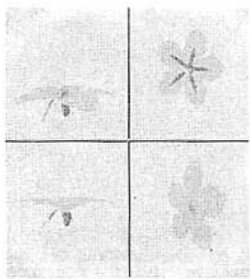


图 1 花的可视化

2.2 果实的可视化

左边的控制栏可以设定果实的轴线的三次 Bezier 曲线上的三维点坐标,及步长和最大半径值。如果选择的是正常瓜,那么将根据这些给定参数拟和出一个果实;如果选择了其它的病态选项,则根据这些参数拟和出病态的果实。结果如图 2 所示。

3 植株的可视化

左边的控制栏可以设定茎节数、茎节长度。菜单栏上

的选项可以控制植株的状态,有只带茎杆的植株、带叶片的植株及带花和果实的植株等。植株是根据所输入参数随机生成,如果在菜单上选择新植株,则根据输入参数生成另一符合的新植株。结果如图 3 所示。

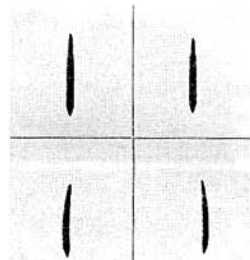


图 2 果实的可视化

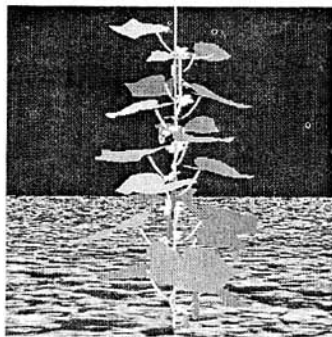


图 3 植株的可视化(茎节数为 18)

4 群体漫游与动态生长

在进行漫游的时候,算法的基本思想是通过不断改变视点的位置来达到漫游的目的。主要是用 OPENG 里的 gluLookAt 函数来实现的。gluLookAt 中的前 3 个参数是视点的位置,接下来的 3 个参数是视点看的目标位置,这些参数的值都通过数组 RoamSingle^[1~3] 和 RoamColony^[1~3] 保存,当漫游开始后,不断读出这些值显示就得到了漫游的效果。这里要设定一个定时器,当漫游开始时时定时器开始工作,漫游结束时定时器停止工作。

植株动态生长过程的模拟基于双尺度自动机原理^[5]。利用子结构算法以植物的生理年龄、生长年龄为尺度将植物结构递归分解为一系列相似子结构集,并且用子结构分解的方法得到各子结构所包含的不同器官的数量。根据不同生长阶段植物器官的几何尺寸,用子结构相似替代的方式依次由最大生理年龄的不同生长阶段的子结构到最小生理年龄的不同生长阶段的子结构建立一个子结构库。应用该方法描述植物的主结构时,只需要将主结构分解为主轴和附着于主轴上的一系列子结构。这些子结构已经被存贮于子结构库中,仅需要对它们进行适当的操作,即可描述完整的主结构。对于黄瓜植株来说,花、叶片、果实都为子结构存贮在子结构库中。分别绘制各种器官在几

(下转第 232 页)

果,其在频域中具有较好的局部化能力,可以把信号分解成各频率成分叠加和的形式。但在时域中,傅里叶变换没有局部化能力,即无法从信号 $f(t)$ 的傅里叶变换中看出 $f(t)$ 在任一时间点附近的性态。而小波变换在时域和频域上同时具有良好的局部化性质,能对不同的频率成分采用逐步精细的采样步长,聚焦到信号的任意细节。在低频部分具有较高的频率分辨率和较低的时间分辨率,在高频部分具有较高的时间分辨率和较低的频率分辨率。正是这种特性,使小波变换具有对信号的自适应性,适用于分析非平稳信号。

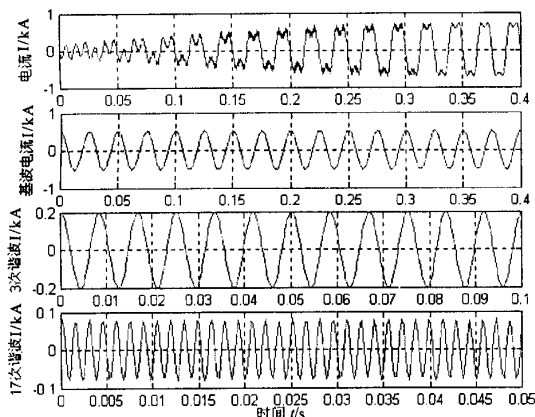


图 4 傅里叶变换分析非平稳信号

(上接第 228 页)

个形状变化明显阶段的图形样本,存入器官图形库(子结构库)中,然后根据得到的几何结构数据(方位角、倾角),调用器官库图形样本,通过简单地改变尺寸、调整空间位置和方向便构造出植物图形。在新的器官长出的过程中,其他器官都有一个从不成熟到成熟的发育过程。生长延时期决定器官发育的时间长度,在这个过程中,器官逐渐趋于成熟。

图 4 为黄瓜在生长阶段的三维图形。

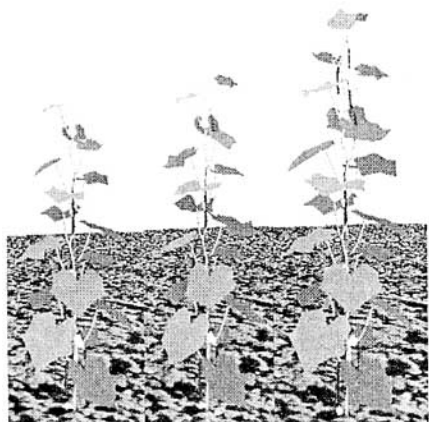


图 4 黄瓜植株生长模拟

4 结 论

根据以上的分析和实验,基于小波分析的多分辨分析可以有效地检测电力系统的电压和电流中的谐波含量并分解出基波信号和谐波信号,故其可以应用于谐波的检测和分析。与傅里叶变换对比,小波变换不仅可以知道哪些频率分量在信号中出现,而且可以知道这些频率分量在时域内是如何变化的,因此更适合于分析非平稳信号的谐波。小波变换对信号的分析灵敏度高,并且比较精确,它在电力系统中的应用会更加广泛。

参考文献:

- [1] 李建平. 小波分析与信号处理[M]. 重庆:重庆出版社, 1997.
- [2] 彭玉华. 小波变换与工程应用[M]. 北京:科学出版社, 2002.
- [3] 周文晖,李 青. 采用小波变换的电能质量暂态干扰检测[J]. 科技通报, 2002, 18(3): 208-212.
- [4] 杨 桦,任 震,唐卓尧. 基于小波变换检测谐波的新方法[J]. 电力系统自动化, 1997, 21(10): 39-41.
- [5] Mallat S. A Theory for Multiresolution Signal Decomposition: the Wavelet Representation[J]. IEEE Trans on Patt Anal Mach Intell, 1989, 11(7): 674-693.

5 结束语

本系统采用了软件工程的设计思想,具有很好的可扩充性。但是本系统中植物群体中的植株数目不能无效增多,植株数目的增多意味着存储空间的巨大消耗。这就需要提高绘制速度,改进渲染算法。这些都需要作进一步的改进。

参考文献:

- [1] Room P M, Hanan J S. Virtual cotton: a new tool for research, management and training[C]// In: Constable G A, Forrester N W, eds. Proceedings of the World Cotton Research Conference - 1: Challenging the Future, Brisbane, 1994. Melbourne, Australia: CSIRO, 1995: 40-44.
- [2] Room P M, Hanan J S, Prusinkiewicz P. Virtual plants: new perspectives for ecologists, pathologists and agricultural scientists[J]. Trends in Plant Science, 1996(1): 33-38.
- [3] 郭 炎,李保国. 虚拟植物的研究进展[J]. 科学通报, 2001, 46(4): 273-280.
- [4] 焦永和. 计算机图形学教程[D]. 北京:北京理工大学, 2000.
- [5] 赵 星, de Reffye P. 熊范伦,等. 虚拟植物生长的双尺度自动机模型[J]. 计算机学报, 2001, 24(6): 608-615.