

玉米可视化系统的设计与开发

周淑秋¹, 郭新宇², 邓旭阳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:计算机能更好地模拟玉米的生理过程、形态结构及生态变化的关键是确定玉米的虚拟模型和可视化实现技术。文中利用玉米的三维形态几何模型,采用面向对象的方法,对玉米各器官作为单独的对象进行处理,采用模型-文档-视图方法,设计实现了玉米三维可视系统。该系统对玉米的根、茎、叶、穗分别建立了动静态模型,可实现玉米各器官、单株和群体三维静态建模及动态生长过程。本方法具有普遍性,可用于开发其他禾谷类作物的三维造型和可视化系统。

关键词:三维几何模型;可视化;玉米

中图分类号:TP391.9

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)04-0144-03

Design and Development of Visualization System for Corn

ZHOU Shu-qi¹, GUO Xin-yu², DENG Xu-yang²

(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 virtual model and visualization are very important in visualization of the corn growth process on computer. Based on corn 3-dimensional geometric modeling, an object oriented programming method is given, which can take a corn organ as single object. Using the model-document-view method, the corn 3-dimensional visualization system is designed. The system can take a static model for a corn organ, individual and multiple corns, and can take the demonstration of corn dynamic growth. This method can be applied on others corns plant modeling and visualization system.

Key words: 3-dimensional geometric modeling; visualization; corn

0 引言

农作物的三维生长过程数字化显示,也就是虚拟作物^[1],对农业科研、生产、教学有着极大的应用价值。计算机能以真实感模拟作物的三维生长的关键是作物的三维几何形态建模和计算机可视化技术^[2],这两大技术也是虚拟作物的热点研究问题。文中以玉米为例,探讨了有关作物三维几何形态建模与可视化软件的设计和开发。

1 软件的关键技术

1.1 基于面向对象的软件设计方法

面向对象的设计和开发方法在软件领域是比较成熟的技术,其核心内容是以对象为主要研究对象,对象间通过消息相互作用,对象具有封装、继承等特性。面

向对象的方法大大提高了软件的可重用性、可维护性和可扩展性。

本系统采用了面向对象的设计和开发方法,例如把叶片作为一个单独的对象,对象内部封装了具体的实现细节,对外提供了一些例如参数设置、显示等功能的函数接口,通过这些接口和其他的对象进行消息传递。当需要绘制一片叶片时,只需要调用此对象的一个实例,给出初始化相关参数,然后调用实例的显示接口,便可以在计算机上得到一个特定的叶片的图形,而不必去关心其内部是怎样去构建叶脉、叶边缘等问题了,如果有新的功能需要添加进去,只需要添加和此功能相关的代码和接口,其他的部分不需要作任何的改动。

1.2 模型-文档-视图方法

模型是指作物的模型,如叶片、根系模型等;文档是指所要操作的对象,例如要显示一株玉米,此株玉米的相关参数和对象实例便是文档的一部分,具有保存物体当前状态的功能;视图是指显示部分,把模型、文档呈现给用户,并能和用户交互。

收稿日期:2006-07-02

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,主要研究方向为计算机仿真和虚拟现实技术。

此方法改变了传统方法中的杂乱现象,把模型、显示、用户交互分开,便于软件的维护。本软件采用 Visual C++ 开发,采用其固有的文档视图结构,以对象的形式设计相关的叶片、根系等模型,实例化模型对象,存储在文档中,在显示部分调用实例的相关接口和用户交互和显示,整个过程清晰明了,软件容易维护。

2 软件的体系结构

玉米可视化系统是一个功能综合软件系统,其中主要的功能是建立叶片的静态三维几何模型、叶片动态生长三维几何模型、根系生长的三维几何模型,以及玉米器官级的三维可视化展示,系统能够基于实测点的几何空间数据、器官模型的参数输入,实现玉米器官三维可视化,还能基于植株、群体级显示,用户不但可以将具有农学意义参数输入进系统控制器官、单株以控制它们的三维几何造型,还能控制显示规格如群体的株数、行距、株距等。系统由输入、模型、存储系统、可视化控制、输出系统等几大部分组成。

2.1 输入系统

可以接受两种类型的参数输入:形态参数输入和三维实测点的空间几何参数。

驱动器官三维几何模型的参数称为器官形态参数,驱动由器官所组成的单个植株的三维几何模型的参数称为拓扑形态参数,形成单株玉米植株时,需要输入玉米的品种参数。

拓扑形态参数、器官形态参数、品种参数三者共同驱动三维几何模型,可以形成玉米的单株图形。显示的效果如图1所示。

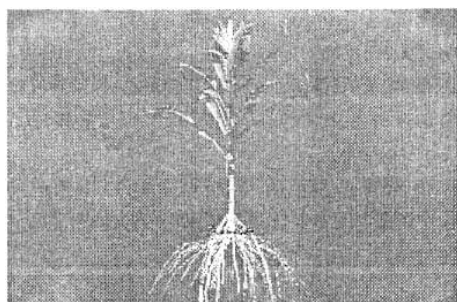


图1 基于形态参数输入模型所形成的玉米单株

基于三维实测点的空间几何参数的显示的功能是能够读取器官的实测数据,加上器官的拓扑参数,借助已经建好的显示模型,在计算机上显示玉米的单株和由单株构成的群体,能够更加精确地计算和观测作物的相关特征,为农学研究和教学提供了准确分析数据和方便的研究手段。

本系统采用的器官的实测数据是通过空间数据捕

获的仪器三维数字化仪以一定的测定规则测定的玉米叶片的空间三维数据,然后通过 B-样条拟和曲线^[3,4],从而渲染成具有较强真实感的光滑曲面形状的叶片,然后以交互的形式输入各个叶片的方位角,离地面的高度等信息,便可以组装成一颗单株。如果多输入几颗株体参数和相关的行距、株距就能形成群体,为随后的在群体上的农学计算和分析奠定了基础。

2.2 模型

系统显示和可视化功能是由一序列模型支撑的,系统实现了叶片的静态三维几何形态模型、叶片的动态生长的三维几何形态模型、根系动态生长的三维几何模型等。

本系统采用的处理方法为:模型是以面向对象中类的形式出现的,以器官为单位,然后由器官的模型类派生出单株玉米模型类,不同特征的玉米组合成玉米植株群体。

玉米的主要器官有:叶片、茎、根、穗。以叶片模型为例,基于面向对象的构建方法和组织形式,叶片包括静态叶片和动态叶片。

静态叶片模型的构建:根据基于三角面片和 Cardinal 样条插值构建静态叶片的原理^[4],在软件中静态叶片模型以一个单独的类的形式出现,下面是以伪代码的形式给出类的定义:

```
Class StaticLeaf
{
    void setParameters(...)
    float * triangleNormal(...)
    float * Cardinal(...)
    void drawTriangle(...)
    void display(...)
    .....
}
```

其中, setParameters() 为对象接受参数部分,计算部分的函数有 triangleNormal(), Cardinal(), drawTriangle(), 它们分别用来计算三角面片的法向量,做 Cardinal 样条插值,绘制三角面片, display() 函数实现模型对象的输出功能。

动态叶片模型类:叶片动态模型的设计思路是:动态连续的叶片生长过程是由单个时刻组成的,单个时刻的叶片的几何造型由一定的叶片生理参数驱动,为此只要能够提供一组连续的叶片生长过程的形态生理参数,模型就能显示生长过程中叶片的连续的三维几何形态,模拟叶片的生长过程,而这些参数的提供者是叶片生长的生理模型。

软件系统中还有玉米的其他的器官造型,这里不做阐述。它们一起构成玉米植株的个体的三维几何模

型,植株模型类是单个器官的综合体^[5]。

2.3 存储系统

存储系统对于一个软件系统来说,是一个比较重要的组成部分,用户不必每次输入所有的形态参数,只需要修改一些预先定义好的参数,从而减少用户的输入量,还可以保存用户现有的输入参数,以供下次调用分析。本系统采用数据库和文件两种形式的存储系统。

基于数据库的存储方式:玉米植株的三维几何造型是基于模型的,而每个模型需要很多数据,如叶片的形态参数、根系的形态参数,系统中数据库的模型中序号表中存储的是叶片、节等参数表的序号,以保存不同的用户的参数,当用户属于或者修改的参数需要保存时,会在数据库中产生命名如[名称]序号的表,如叶片 01,根 01 等;品种参数表保存玉米的品种参数,拓扑结构表保存玉米植株的拓扑信息;节表、雌穗表、雄穗表、根表、叶片表分别保存植株的器官的三维几何形态参数。

基于文件的存储方式:对于基于实测数据的玉米植株的三维显示,用户需要输入叶片的拓扑信息,如方位角、高度等;叶片的三维点数据文件,如 raw 文件。用户的输入需要大量的时间和工作量,保存用户输入的特定参数而形成的玉米的三维几何造型显得尤为重要,本系统采用文件的形式(TxT 格式)整合用户的输入的参数和叶片的 raw 文件,所形成的文件中不但具有拓扑信息,而且还具有从 raw 文件中提取的三维点的信息。

2.4 可视化控制、输出

系统的可视化控制部分的功能是控制显示类别、显示模式和现实参数,可以显示基于实测数据的玉米三维几何造型、基于形态参数的玉米植株的三维几何造型、单株显示模式、群体显示模式,控制显示群体时群体的参数如单株数目、控制显示的空间效果。输出部分主要是在计算机屏幕上显示作物的三维几何造型。图 2 是群体显示效果。

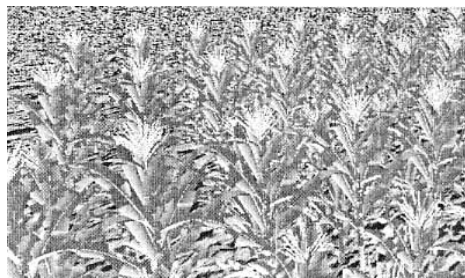


图 2 群体显示效果

本软件采用一种兼顾速度和多样性的方法,采用数量不多的互异的样本,在形成群体时采用随机的方法分布这些样本,并对样本作基于随机角度的绕茎秆旋转变形,这样的群体具有明显的互异性。为了提高显示速度,采用了 OpenGL 中的显示列表技术,为每个样本创建一个预定义显示列表。

3 结束语

文中提出了构建虚拟作物三维显示和可视化软件的方法,并以玉米为例对其中采用的关键技术和软件体系作了详细的说明。本方法具有普遍性,可用于开发及与其他禾谷类作物的三维造型和可视化系统。

参考文献:

- [1] 郭焱,李保国.虚拟植物的研究进展[J].科学通报,2001(4):273-280.
- [2] 胡包钢,赵星.植物生长建模与可视化——回顾与展望[J].自动化学报,2001(6):816-835.
- [3] SMITH G S, CURTIS J P, EDWARDS C M. A method for analyzing plant architecture as it relates to fruit quality using three-dimensional computer graphics[J]. Annals of Botany, 1992, 70: 265-269.
- [4] 邓旭阳,周淑秋,郭新宇,等.基于 Cardinal 样条插值和三角面片的叶片静态建模[J].计算机工程与应用,2004, 40(25):199-200.
- [5] 邓旭阳,郭新宇,周淑秋,等.玉米叶片动态几何造型研究[J].中国图象图形学报(A辑),2005(10):637-641.

(上接第 143 页)

参考文献:

- [1] Bernard D. Spacecraft Autonomy Flight Experience: The DSI Remote Agent Experiment[C]//1999 AIAA Space Technology Conference & Exposition. Albuquerque, NM: AIAA, 1999.
- [2] Schetter T, Campbell M, Surka D. Multiple Agent-Based Autonomy for Satellite Constellations[J]. Artificial Intelligence, 2003, 145(1-2):47-80.
- [3] 高济,朱森良,何钦铭.人工智能基础[M].北京:高等教育出版社,2004:410-454.
- [4] Surka D M, Brito M, Harvey C G. The Real-Time Object-Agent Software Architecture for Distributed Satellite Systems[C]//2001 IEEE Aerospace Conference Proceedings. Big Sky, Montana: [s. n.], 2001.
- [5] 王经卓,秦培军,胡小兵,等.用遗传算法实现的 Multi-Agent 协同设计中的子任务调度[J].淮海工学院学报,2000(1):18-23.
- [6] 曹锦纲,郑顾平.多 Agent 系统中的协商及其算法研究[J].计算机与信息技术,2005(3):20-21.