

# 基于 Unity 3D 引擎的玉米栽培可视化系统\* Corn Cultivation Visualization System based on Unity 3D Engine

汪 强<sup>1</sup>, 郑 光<sup>1</sup>, 马新明<sup>1,2</sup>, 席 磊<sup>1\*\*</sup>

WANG Qiang<sup>1</sup>, ZHENG Guang<sup>1</sup>, MA Xinming<sup>1,2</sup>, XI Lei<sup>1</sup>

(1. 河南农业大学信息与管理科学学院, 河南郑州 450002; 2. 河南农业大学农学院, 河南郑州 450002)

(1. College of Information & Management Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan, 450002, China; 2. College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan, 450002, China)

**摘要:**【目的】针对玉米绿色高产定向栽培的种植技术,收集并整理玉米生产定向栽培数据资源。【方法】根据玉米定向栽培可视化系统需求,构建玉米6个时期的栽培管理知识模型;建立玉米绿色高产定向栽培3D模型库,包括种子模型、虫害模型、药剂模型、杂草模型、玉米苗模型、农机模型等。【结果】根据系统可视化和交互式要求,搭建了玉米播前准备、播种期、苗期、穗期、花粒期、收获期6个时期的生产环节三维场景。基于Unity 3D引擎进行场景渲染与知识可视化交互,开发了玉米绿色高产定向栽培可视化系统。【结论】该系统为粮食生产经营者提供栽培知识的体验性过程,为玉米绿色高产定向栽培提供技术支撑。

**关键词:**绿色高产 定向栽培 玉米 可视化 Unity 3D

**中图分类号:**TP391.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-9164(2017)03-0292-06

**Abstract:**【Objective】For green, high-yield and oriented cultivation planting technology of the corn, the directional cultivation data resources of the corn production was collected in this paper. 【Methods】According to the requirements of the corn orientation cultivation visualization system, the corn cultivation management knowledge models in 6 periods were built. Moreover, the 3D model library of the green, high-yield and oriented cultivation corn planting including the seed model, the pest model, the pesticide mode, the weed mode, the maize seedling mode, the agricultural machinery mode and so on was established. 【Results】On the basis of the visual and interactive requirement of the system, the 3D scenes of the corn production processes in pre-sowing preparation, sowing time, seedling stage, ear period, flowering and milking stage and harvest time 6 periods were also constructed. Eventually, based on the Unity 3D engine for scene rendering and knowledge visual interaction, the directional cultivation visualization system for green, high-yield corn planting was developed. 【Conclusion】The establishment of the system would provide the experiential process of the corn cultivation knowledge for the food production operators and the technical support for green, high-yield and oriented cultivation planting technology of the corn.

system for green, high-yield corn planting was developed. 【Conclusion】The establishment of the system would provide the experiential process of the corn cultivation knowledge for the food production operators and the technical support for green, high-yield and oriented cultivation planting technology of the corn.

**Key words:** high-yielding, directional cultivation, corn, visualization, Unity 3D

收稿日期:2017-04-06

修回日期:2017-05-20

作者简介:汪 强(1979-),男,讲师,主要从事虚拟仿真、物联网技术研究。

\* 国家“十二五”科技支撑计划项目(2014BAD10B06)和河南省重大科技专项(131100110400)资助。

\*\* 通信作者:席 磊(1972-),男,教授,硕士生导师,主要从事虚拟仿真研究,E-mail:hnaustu@126.com。

## 0 引言

**【研究意义】**精准农业是在信息技术的支持下,定位、定时、定量地实施一整套现代化农事操作技术与管理规范。精准农业技术能够做到按需分配农业生产要素和资源,能够减少资源浪费,降低农业生产成本,提高生产效率,达到社会、经济、资源、环境协调,最终实现农业的可持续发展。近年来,随着作物生理生态理论、试验手段和信息技术的发展,作物生产逐渐向与高科技结合的智能化、数字化生产方式转变<sup>[1-2]</sup>。计算机和信息技术在农业领域的广泛应用为农业产业的技术改造和提升注入了巨大活力,也为作物生产管理提供了新的方法和手段<sup>[3-5]</sup>。农作物的三维生长过程数字化显示,也就是虚拟作物,对农业科研、生产、教学有着极大的应用价值<sup>[6-7]</sup>。**【前人研究进展】**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<sup>[8]</sup>。计算机图形学技术与农业知识的有机结合使得对农作物形态结构和生理功能的研究跨入到数字化、可视化的阶段,在计算机上以三维可视的方式来分析、研究和设计农作物的形态结构和生长过程已经成为可能<sup>[9-11]</sup>,数字植物、作物数字化设计等新的研究领域逐渐得到研究者的重视<sup>[12-14]</sup>。虚拟现实技术是仿真技术的一个重要方向,是仿真技术与计算机图形学、人机接口技术、多媒体技术、传感技术网络技术等多种技术的集合。虚拟现实技术主要包括模拟环境、感知、自然技能和传感设备等,通过计算机模拟出实时动态的三维立体逼真图像。除计算机图形技术所生成的视觉感知外,还有听觉、触觉、力觉、运动等感知,由计算机来处理与参与者的动作相适应的数据,并对用户的输入作出实时响应。**【本研究切入点】**近年来,对于作物个体生长过程的可视化模拟研究,以及对作物生长的形态虚拟化研究越来越少,作物生长的仿真模拟开始向作物生产者的具体应用转变,而以栽培技术为知识模型的虚拟现实技术(VR)是这种转变过程中的一个重要方向。**【拟解决的关键问题】**通过对玉米的6个生长周期(播前准备、播种期、苗期、穗期、花粒期、收获期)的栽培知识解说、作物生长过程的仿真展示与模拟,为玉米绿色高产定向栽培提供技术支撑。

## 1 系统总体设计

针对玉米绿色高产高效种植设计,收集并整理玉米生产定向栽培数据资源,集成玉米高产高效知识模型和生长发育模型,向用户推荐玉米定向栽培方案,

序列化玉米关键生产环节场景;基于知识网络与生产场景映射进行生产过程的人机交互设计,使知识融于人机交互过程,使用户在使用的过程中掌握玉米定向栽培技术方案。系统总体设计如图1所示。

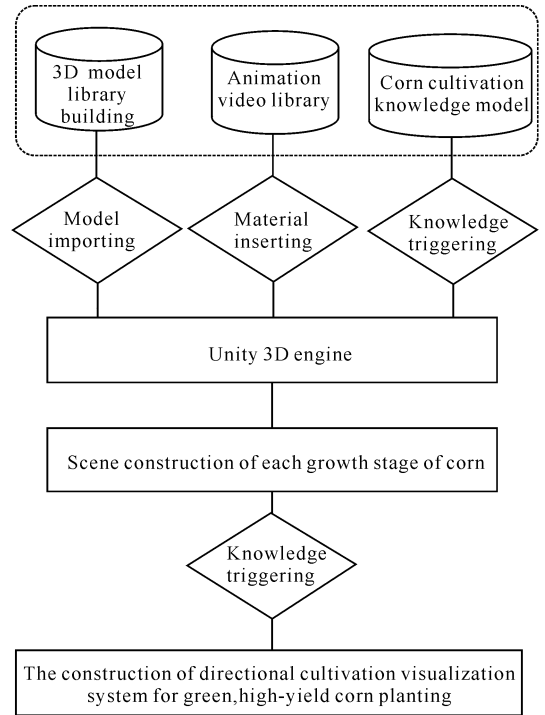


图1 系统总体设计

Fig. 1 The general design of the system

### 1.1 玉米各生育时期知识模型库的构建

根据玉米定向栽培可视化系统需求,构建玉米播前准备、播种、苗期、穗期、花粒期、收获期6个时期的知识模型。以河南省长葛市为例,构建出6个不同生育时期的管理知识模型库,包括栽培措施,水、肥管理,病虫害防治,防倒伏等。

### 1.2 玉米三维模型库的构建

构建玉米高产定向栽培3D模型库,包括种子模型、虫害模型、药剂模型、杂草模型、玉米苗模型、肥料模型、灌溉模型、农机模型、农机挂件模型、秸秆模型、仓库模型、建筑物模型等各生育时期的所有模型。使用Maya建模软件进行建模,导入Unity 3D引擎中。

### 1.3 玉米绿色高产定向栽培系统场景的构建

根据系统可视化、交互式需求,搭建播前准备、播种、苗期、穗期、花粒期、收获期6个时期的生产环节三维场景。

### 1.4 玉米绿色高产定向栽培知识点的动画视频库的构建

根据玉米各生育期种植环节的技术要求,对玉米种植主要生育期知识点进行动画视频制作,通过视频解说、flash动画、图片、声音、文字、三维动画等,对实际种植场景的逼真模拟和再现,使粮食生产经营者如

同身临其境。

### 1.5 玉米绿色高产定向栽培可视化系统的构建

基于 Unity 3D 引擎实现玉米各生育期三维生产场景渲染与栽培知识可视化交互,构建玉米绿色高产定向栽培可视化系统,趣味形象表达玉米栽培知识运用过程,通过玉米不同生育期场景漫游和交互操作,开发玉米绿色高产定向栽培可视化系统,为粮食生产经营者提供玉米生产知识体验过程,使玉米栽培技术通过人机交互达到“看动画,学知识,玩游戏,长技能”<sup>[15]</sup>的效果。

## 2 系统功能设计

根据玉米绿色高产定向栽培技术的要求,按照玉

表 1 系统一级模块功能设计

Table 1 The primary function of the system

一级模块 Level 1 module	功能设计 Function design
Pre-sowing preparation	Seed quality, seed screening, pelleting seed
Sowing time	Straw turnover, sow fertilizer and seeds concurrently, watering for seed germination, formulation of pesticides for weeding, spraying in sowing time
Seedling stage	Spacing and singling, disease discovery, formulation of pesticides in seedling stage, spraying in seedling stage
Ear period	Water and fertilizer management, disease discovery, formulation of pesticides in ear period, spraying in ear period
Flowering and milking stage	Topdressing and earth up, drought control and drainage, formulation of pesticides in flowering and milking stage, spraying in flowering and milking stage
Harvest time	Maturity symbol, mechanical harvest, standard for storing in granary

米栽培的 6 个时期,对系统功能进行详细设计。系统功能分为 2 个层次:一级功能对玉米的生育时期进行模块划分,共划分为 6 个时期:播前准备、播种期、苗期、穗期、花粒期、收获期,其功能设计如表 1 所示。二级功能对玉米各生育时期内的栽培技术进行人机交互仿真模拟,包括栽培措施,水、肥管理,病虫害防治,防倒伏等。通过对每个周期知识点的互动视频解说、局部精细展示、声音等形式,来展示玉米栽培技术的知识体系,从而为粮食生产经营者提供生产知识体验过程。按照玉米生产管理的自然流程,将玉米 6 个生育时期的栽培技术知识体系进行详细设计,如图 2 所示。

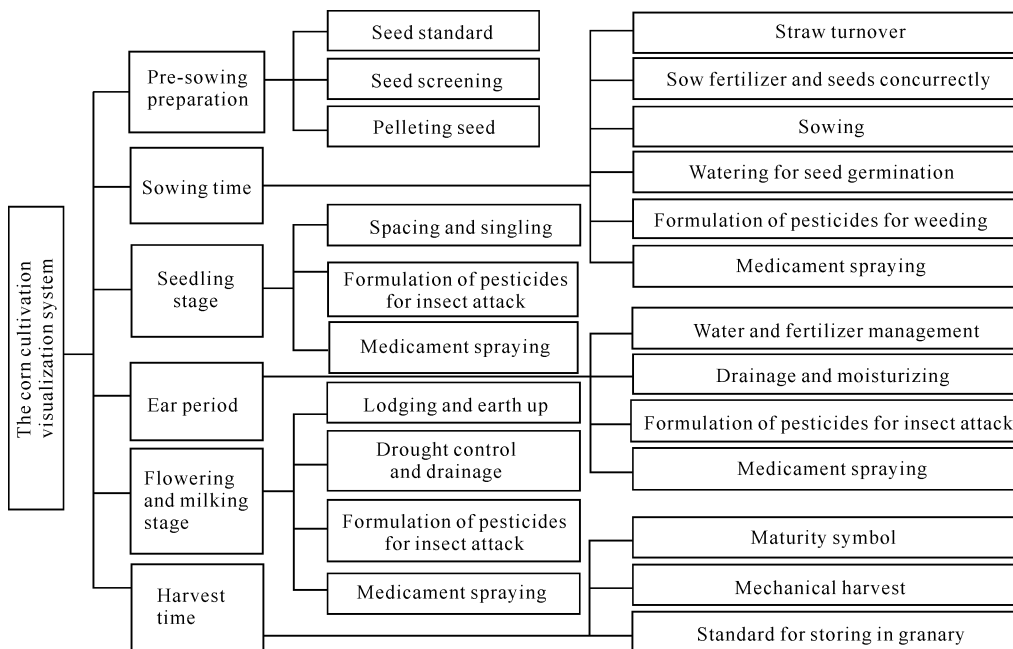


图 2 系统功能设计图

Fig. 2 The diagram of the system

### 3 系统实现

系统场景可分为静态部分和动态部分两大部分,静态部分主要是地形、地貌、植被建筑以及相应的光照纹理渲染等优化手段;动态部分主要是实现虚拟互动技术,如动态信息、虚拟漫游、视听效果、虚拟农作体验和病虫害防治等。

#### 3.1 三维模型库及场景构建

三维模型库的精细建模是玉米绿色高产定向栽培虚拟互动交互的基础,集成应用参数化建模、基于点云的三维重建、曲面重构等几何造型技术,开发三维场景模型库,包括种子模型、虫害模型、药剂模型、杂草模型、玉米苗模型、肥料模型、农机模型、秸秆模型、仓库模型等。为了快速、精确地对玉米不同品种各生育时期的三维模型进行建模,采用三维数字化仪在田间对玉米的茎节、叶片进行关键点三维坐标获取;对于叶片数据的获取规则是获取叶边缘与叶脉上的三维数据关键点。玉米生长建模参照肖伯祥等<sup>[16]</sup>的方法,对叶片进行参数化建模,并进行网格简化;参照乔桂新等<sup>[17]</sup>的方法对植物茎秆进行建模。部分模型如图3~6所示。

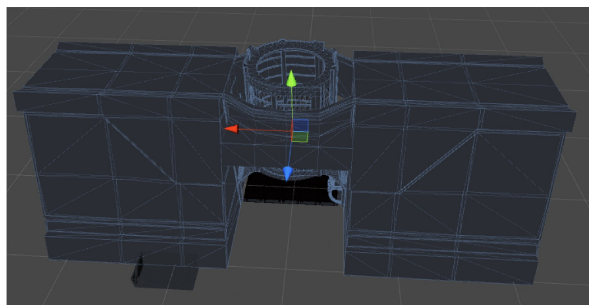


图3 建筑物模型

Fig. 3 The model of buildings

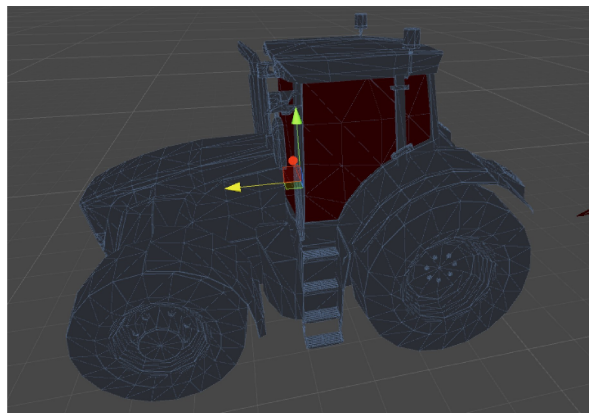


图4 农机模型

Fig. 4 The model of the agricultural machinery

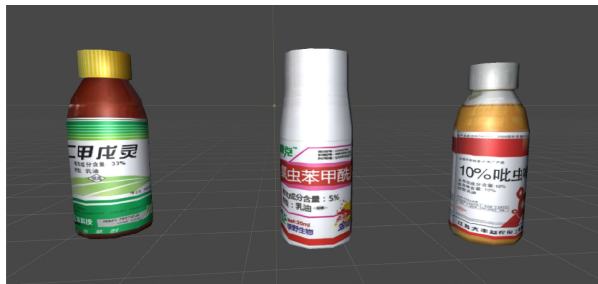


图5 药剂模型

Fig. 5 The model of chemical bottles



图6 植株模型

Fig. 6 The model of the plants

#### 3.2 玉米种植视频动画制作

根据玉米各生育期种植环节的栽培技术要求,对玉米播种、玉米生长变化过程等知识的演示采用动画的形式进行表达。采用 Maya 动画制作软件进行动画视频制作,通过对实际种植场景的动画模拟对玉米栽培技术及玉米的生长过程进行快速模拟展示。如图7、图8所示。



图7 种子展示动画

Fig. 7 The show of seeds animation

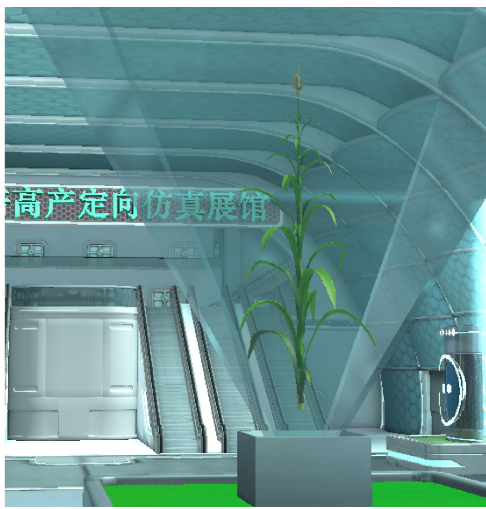


图 8 玉米生长过程展示动画

Fig. 8 The show of corn growth animation

### 3.3 模型导入与系统实现

基于 Unity 3D 引擎详细实现玉米播前准备、播种、苗期、穗期、花粒期、收获期 6 个时期的玉米生产三维场景,以及渲染与栽培知识可视化展示与人机交互。通过系统程序对模型素材、动画素材、声音素材、图片素材、文本素材等进行加载和调用,并按照玉米的 6 个生育时期模拟展示玉米的定向栽培管理措施,系统界面友好,UI 设计新颖,易于用户操作和学习。系统场景及部分操作界面如图 9~13 所示。



图 9 玉米生育时期选择界面

Fig. 9 The interface of the software on maize growth period

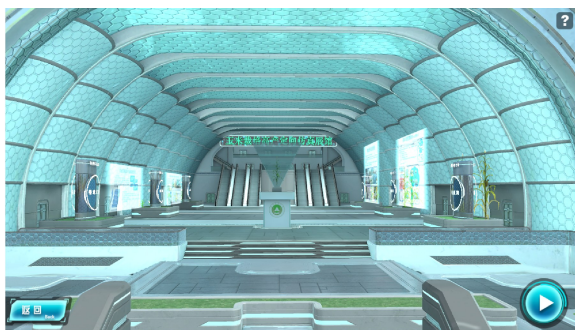


图 10 系统演示大厅场景

Fig. 10 The scene of the hall



图 11 种子包衣操作间场景

Fig. 11 The scene of the console

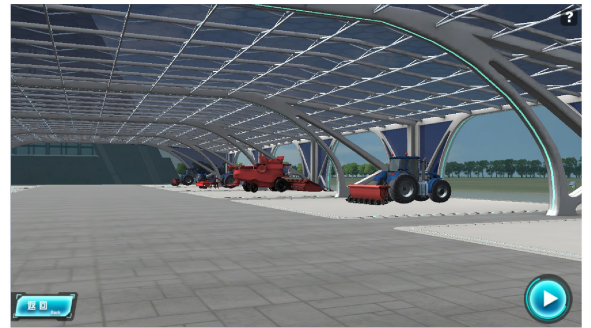


图 12 农机室场景

Fig. 12 The scene of the console

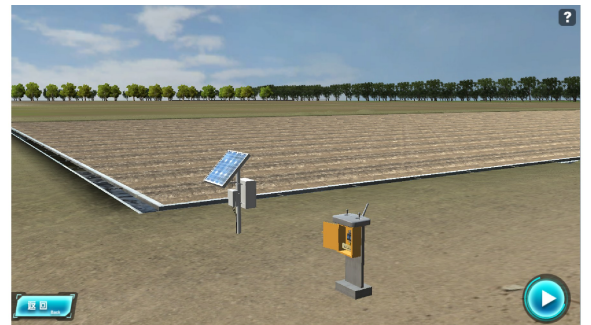


图 13 农田场景

Fig. 13 The scene of the farm

## 4 结论

基于虚拟现实技术的数字化玉米种植能够缩短作物品种学习周期,方便直观,降低成本,是实现快速农业知识学习的关键。本研究重点研究了基于数字交互技术,以三维虚拟世界为载体,以农业仿真模型为科学计算依据,以任务驱动为特色的虚拟农业仿真平台架构,并基于 Unity 3D 引擎实现了交互式虚拟农业仿真平台。平台模拟展示了玉米绿色高产播种 6 个生育时期的栽培管理技术,并针对不同时期的不同情况模拟展示了具体的管理措施。通过趣味形象虚拟现实的方式表达了玉米栽培管理知识,为粮食生产经营者提供生产知识的体验性过程,达到学习知识,增长技能的效果,为玉米绿色高产定向栽培提供技术支撑。

参考文献:

- [1] 郭银巧,郭新宇,赵春江,等.玉米栽培管理知识模型系统的设计与实现[J].玉米科学,2005,13(2):112-115.  
GUO Y Q, GUO X Y, ZHAO C J, et al. Design and implementation of a knowledge model system for maize management[J]. Journal of Maize Sciences, 2005, 13(2): 112-115.
- [2] 郭新宇,郁明谏,王利文.现代作物栽培研究方法概况[J].耕作与栽培,2000(2):23-25.  
GUO X Y, YU M J, WANG L W. The survey of modern crop cultivation research methods[J]. Tillage and Cultivation, 2000(2): 23-25.
- [3] 张怀志.基于知识模型的棉花管理决策支持系统的研究[D].南京:南京农业大学,2003.  
ZHANG H Z. Knowledge model-based decision support system for cotton management [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2003.
- [4] 廖桂平.作物智能化栽培管理系统的现状与发展[J].中国农学通报,2000,16(5):34-37.  
LIAO G P. The current situation and future development of crop intelligent cultivation management system [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2000, 16(5): 34-37.
- [5] 刘海波,孙彦坤,梁荣欣,等.黑龙江省玉米生产管理信息咨询系统[J].东北农业大学学报,1997,28(3):243-249.  
LIU H B, SUN Y K, LIANG R X, et al. An information system for maize producing management in Heilongjiang Province[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 1997, 28(3): 243-249.
- [6] 周淑秋,郭新宇,邓旭阳.玉米可视化系统的设计与开发[J].计算机技术与发展,2007,17(4):144-146.  
ZHOU S Q, GUO X Y, DENG X Y. Design and development of visualization system for corn [J]. Computer Technology and Development, 2007, 17(4): 144-146.
- [7] 郭焱,李保国.虚拟植物的研究进展[J].科学通报,2001,46(4):273-280.  
GUO Y, LI B G. New advances in virtual plant research [J]. Chinese Science Bulletin, 2001, 46(4): 273-280.
- [8] 胡包钢,赵星,严红平,等.植物生长建模与可视化——回顾与展望[J].自动化学报,2001,27(6):816-835.  
HU B G, ZHAO X, YAN H P, et al. Plant growth modeling and visualization—Review and perspective[J]. Acta Automatica Sinica, 2001, 27(6): 816-835.
- [9] DE REFFYE P, EDELIN C, FRANÇON J, et al. Plant models faithful to botanical structure and development [J]. ACM SIGGRAPH Computer Graphics, 1988, 22(4): 151-158.
- [10] BOUMAN B A M, VAN KEULEN H, VAN LAAR H H, et al. The ‘School of de Wit’ Crop growth simulation models: A pedigree and historical overview [J]. Agricultural Systems, 1996, 52(2/3): 171-198.
- [11] 展志岗,王一鸣,DE REFFYE P,等.冬小麦植株生长的形态构造模型研究[J].农业工程学报,2001,17(5):6-10.  
ZHAN Z G, WANG Y M, DE REFFYE P, et al. Morphological architecture-based growth model of winter wheat [J]. Transactions of the CSAE, 2001, 17(5): 6-10.
- [12] 郭新宇,赵春江,肖伯祥,等.玉米三维重构及可视化系统的设计与实现[J].农业工程学报,2007,23(4):144-148.  
GUO X Y, ZHAO C J, XIAO B X, et al. Design and implementation of three-dimensional geometric morphological modeling and visualization system for maize [J]. Transactions of the CSAE, 2007, 23(4): 144-148.
- [13] DE REFFYE P, HOULLIER F. Modelling plant growth and architecture: Some recent advances and applications to agronomy and forestry [J]. Current Science, 1997, 73(11): 984-992.
- [14] 杨丽丽,王一鸣,董乔雪,等.基于结构功能模型实现番茄植株产量优化[J].中国农业大学学报,2008,13(1):71-76.  
YANG L L, WANG Y M, DONG Q X, et al. Optimization of fruit set and yield of tomato using the functional-structural model [J]. Journal of China Agricultural University, 2008, 13(1): 71-76.
- [15] 吴升,郭新宇,贺谊,等.基于Unity3D的甘蔗种植虚拟教育培训系统设计与实现[J].中国农业科技导报,2014,16(6):96-102.  
WU S, GUO X Y, HE Y, et al. Design and realization of virtual education training system for sugarcane cultivation based on Unity3D [J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2014, 16(6): 96-102.
- [16] 肖伯祥,郭新宇,王纪华,等.玉米叶片形态建模与网格简化算法研究[J].中国农业科学,2007,40(4):693-697.  
XIAO B X, GUO X Y, WANG J H, et al. Maize leaf morphological modeling and mesh simplification of surface [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2007, 40(4): 693-697.
- [17] 乔桂新,温维亮,郭新宇,等.植物茎秆可视化研究[J].计算机工程与应用,2011,47(35):164-167.  
QIAO G X, WEN W L, GUO X Y, et al. Research on visualization of plant stalk [J]. Computer Engineering and Applications, 2011, 47(35): 164-167.

(责任编辑:陆雁)