

# 设施农业物联网情景感知技术应用研究

宋斌<sup>1,2,3,4</sup>, 陈立平<sup>2,3,4\*</sup>, 陈天恩<sup>2,3,4</sup> (1. 首都师范大学信息工程学院, 北京 100048; 2. 国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100097; 3. 农业部农业信息技术重点实验室, 北京 100097; 4. 北京市农业物联网工程技术研究中心, 北京 100097)

**摘要** 将虚拟现实与物联网技术相结合, 构建基于物联网情景感知的设施农业生产三维可视化管理系统。通过在三维制作软件 Maya 中使用多边形建模方法构建日光温室等模型, 并应用骨骼动画技术实现卷帘控制动画, 结合 Unity3d 三维引擎快速构建整个日光温室园区的三维场景; 完善感知数据传输及设备远程控制功能, 实现设施农业三维交互场景与物联网测控功能的融合, 通过三维场景实时获取温室内数据并实现设施生产执行机构的在线控制, 解决复杂三维场景客户端协调处理瓶颈。结果表明, 设施农业物联网情景感知技术可以为设施农业智能化生产及未来并行化农业生产管理提供技术支撑。

**关键词** 虚拟现实; 情景感知; 设施农业; 物联网; Unity3d

**中图分类号** S126; TP391.9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)20-369-03

## Application Research on Context Aware Technology in Facility Agriculture Based on Internet of Things

SONG Bin<sup>1,2,3,4</sup>, CHEN Li-ping<sup>2,3,4\*</sup>, CHEN Tian-en<sup>2,3,4</sup> (1. Information Engineering College, Capital Normal University, Beijing 100048; 2. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097; 3. Key Laboratory of Agri-informatics, Ministry of Agriculture, Beijing 100097; 4. Beijing Engineering Research Center of Agricultural Internet of Things, Beijing 100097)

**Abstract** In order to build the 3D visualization management system of facility agriculture of the technology of Internet of context awareness, it is appropriate to develop based on virtual reality and the Internet of things technology. This paper uses polygon modeling method to construct the greenhouse model in the three-dimensional production software of Maya, and applies the skeletal animation technology to realize rolling control animation, and constructs the complete scene of the greenhouse park efficiently by Unity3d; improving the perception of the data transmission and remote control functions for devices, the integration of interactive 3D scene of facility agriculture with monitoring and control functions of Things was realized, the real-time data of greenhouses was obtained and the online control of the facility actuator in the three-dimensional scene was achieved, bottlenecks in the coordination of complex 3D client was solved; research shows that context aware technology in the facility agriculture of Things can provide technical support for the agricultural intelligent production and parallelization of agricultural production management.

**Key words** Virtual reality; Context awareness; Facility agriculture; Internet of Things; Unity3d

随着物联网的普及应用和大数据分析技术的逐渐成熟, 海量实时感知数据处理问题的技术瓶颈正在被突破<sup>[1-3]</sup>, 在收集分析农田环境中的传感器和其他各种来源的信息后, 作物生长所处情景便能被计算机识别, 一定时间内的记录也会被感知, 通过虚拟现实技术, 可以为农业生产管理人员提供真实再现的物联网情景感知信息和计算服务<sup>[4]</sup>。设施农业是一种高效的资源节约型农业发展技术, 可以为农业生产提供高效可控的技术手段<sup>[5]</sup>, 设施农业物联网是结合了无线传感器网络、物联网、计算机自动化控制、人工智能和专家知识库的构建发展起来的, 可为种植作物的生长提供更加科学、有保障的环境<sup>[6]</sup>。虚拟现实技术已被广泛应用于作物的三维可视化<sup>[7-8]</sup>、景区的虚拟漫游、工业控制仿真及农业虚拟仿真等方面。

但目前在将设施农业物联网技术与虚拟现实技术相结合来为农业生产管理者提供三维可视化的服务方面尚无很好的研究。基于此, 笔者研究将虚拟现实技术与物联网技术相融合, 构建基于实时数据驱动的日光温室园区虚拟场景, 开发实现的基于物联网情景感知的设施农业园区三维可视化管理系统, 以三维可视化的方式为园区管理人员提供生产

管理的服务。

## 1 设施农业物联网情景感知三维可视化模式

该研究将虚拟现实技术与物联网技术相结合, 构建设施农业物联网情景感知日光温室园区三维可视化控制新模式的结构(图1), 其由硬件控制模块、远端中心服务器模块和日光温室园区三维交互场景客户端模块构成。硬件控制模块是由工控机进行负责, 实现对传感器采集的数据进行传输及对卷帘等控制设备的管理, 并与远端中心服务器进行通信; 中心服务器端运行的服务程序为远端工控机以及三维客户端提供通信, 并协调处理多客户端的请求, 通过调用“国家三农云服务平台”提供的农业知识库来对作物的生长提供控制决策; 日光温室园区三维交互客户端是基于 Unity3d 引擎来构建三维可视化的场景, 提供情景式的服务, 实现日光温室园区的模拟, 并通过调用服务器端的服务获取环境数据进行显示, 当在三维可视化场景中向服务器发送控制指令, 实现对温室卷帘等设备的控制并在三维客户端场景中进行实时的控制反馈仿真显示。

## 2 设施农业园区三维可视化管理客户端系统构建

应用 Unity3d 三维引擎开发实现设施农业园区客户端管理系统, 为农业生产者提供可视化的服务。

**2.1 Unity3d 三维引擎** Unity3d 引擎包含了整合的编辑器、地形绘制、Shader(着色器)、脚本控制、网络通信、音视频、物理效果等功能; 在图形绘制方面, 对 DirectX 和 OpenGL 图形库在图形渲染管道方面进行高度优化, 并具有优化的光影

**基金项目** 北京市农林科学院科技创新能力建设专项(KJXC2014-0416)。

**作者简介** 宋斌(1986-), 男, 河南鲁山人, 硕士研究生, 研究方向: 农业信息化技术及虚拟现实。\* 通讯作者, 研究员, 博士后, 博士生导师, 从事农业信息化和智能装备技术方面的研究。

**收稿日期** 2015-05-19

渲染系统。其强大的功能为开发日光温室园区三维可视化客户端系统提供支持。

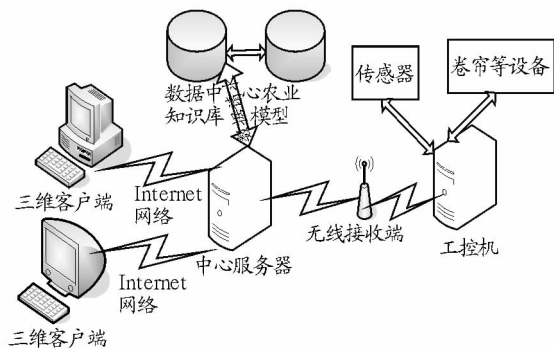


图1 设施农业物联网情景感知三维可视化模式

## 2.2 日光温室模型制作及卷帘动画控制

### 2.2.1 日光温室模型的制作。

日光温室模型由四周的墙体模型及卷帘结构组成,最复杂的是斜面,即形状大体为四分之一圆弧面的卷帘控制侧,制作方法是各个墙体和卷帘结构在三维制作软件 Maya 中,用多边形建模方法对基础几何体的顶点、边、面进行多边形的分割、点线面为单位的挤出并进行顶点的合并的综合操作后进行组合完成模型的制作。

### 2.2.2 卷帘动画制作。

卷帘动画的完成需要应用骨骼动画技术。骨骼动画的原理是根据人体自身的运动过程产生力量来带动骨骼运动(旋转),导致其各部位发生相对运动,产生肌肉变形的这一动力学过程。要制作的模型动画首先要创建骨骼,运用动力学方法进行骨骼绑定,最后进行骨骼蒙皮,实现正确的运动模拟。

骨骼运动控制常用的方法是正向动力学(FK),它是在骨骼节点及它们的角度已知的条件下求解其运动关系(图2)。在运动时从根节点开始计算,因为运动变化是逐层传递给子节点,而每个骨骼节点都有自己的局部坐标系,父节点的运动将影响子节点的位置及变换,并顺着骨架结构将再影响其子节点的子节点的位置及变化,以此类推得到每个骨骼在空间位置中发生的变化。

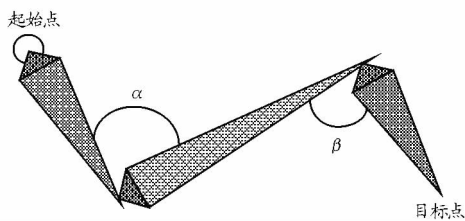


图2 骨骼节点运动关系

正向运动学的计算公式: $W(t) = f[U_0(t), V_0(t), V_1(t), V_2(t), \dots, V_n(t)]$ 。式中, $U_0, V_0$  分别代表骨架(根节点)在世界坐标系中的移动与旋转。 $V_1, V_2, \dots, V_n$  代表模型所有骨骼的旋转,一起决定着模型在空间中的姿态  $W$ 。通过计算骨架的姿态对于时间变化间的函数,最终得到骨架的运动<sup>[9]</sup>。

在经过上述日光温室卷帘结构模型的构建后,使用 Maya 中 Skeleton 提供的 Joint Tool 命令为卷帘结构创建 4 个 joint(骨骼节点),为控制臂模型机构创建 3 个 joint(骨骼节

点),根据分析其骨骼节点间的关系应用 FK(正向动力学方法)控制骨骼的运动,最后应用 Maya 中骨骼蒙皮的方法为其进行蒙皮,完成卷帘动画的制作,实现的日光温室模型卷帘控制结构如图 3 所示。

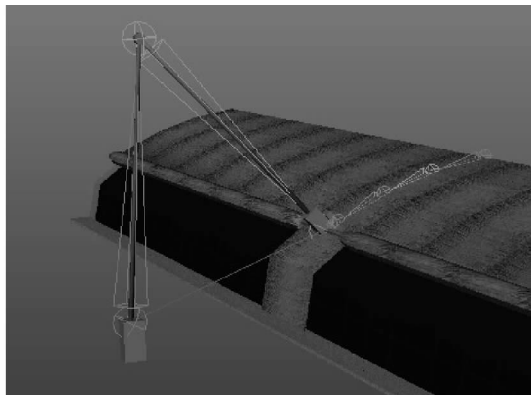


图3 日光温室模型卷帘动画控制

在 Maya 中将制作好的日光温室模型导出为 .fbx 格式,并导入到 Unity3d 制作的场景中,该模型包含了制作的卷帘控制的骨骼动画组件,通过脚本来控制卷帘动画实现与实际温室中卷帘设备运行状态相一致。

### 2.3 日光温室园区三维场景构建

完整的日光温室园区三维场景除温室模型外,还包括地形、草树模型及天空盒。将用 Photoshop 图像软件制作的地形、草树花模型的带 Alpha 通道的贴图之后添加到 Unity3d 引擎的地形(Terrain)系统中,用其提供的工具完成快速构建整个日光温室园区的三维场景。构建完成的整体三维场景如图 4 所示。



图4 构建的整体三维场景

### 2.4 自主导游功能

该功能为用户提供以第一人称视角的方式在三维场景中行走参观。用 Unity3d 提供的第一人称角色控制器(First Person Controller)实现用键盘控制人物的行走和用鼠标控制人物的角度旋转。

### 2.5 三维可视化管理系统交互控制界面的制作

三维可视化管理软件的交互控制界面,使用 NGUI(Next-Gen UI Kit)界面插件来进行开发,其制作的温室数据显示界面如图 5 所示,设备控制选项卡如图 6 所示。而其操作功能的实现是通过用 NGUI 的消息机制进行编程实现。

## 3 交互控制与服务通信

### 3.1 硬件架构模块

硬件终端模块的功能是通过传感器采集数据并发送给中心服务器及接收中心服务器发送的控制指令实现对终端设备运行状态的调控,硬件架构如图 7 所示。系统的硬件架构主要有核心控制模块、传感器模块、



图 5 数据显示窗口



图 6 设备控制选项卡

Gprs 通信模块、电源模块和继电器模块。

电源模块为硬件终端各模块进行供电。控制模块采用 ATmega128A 芯片作为硬件终端的控制核心,该芯片集成了 SPI、IIC、TWI 协议的两种串行总线和两路 USART 串行接口,通过配置寄存器后即可使用,从而减少了串行接口协议的编程实现。并具有 8 通道 10 位 AD 转换口,以将接入的传感器信号进行转换。GPRS 通信模块是通过标准 RS232 串行口将传感器模块转换的数据传送给服务器。在接收到控制指令后,核心控制芯片通过驱动继电器模块来控制相应设备的运行状态。

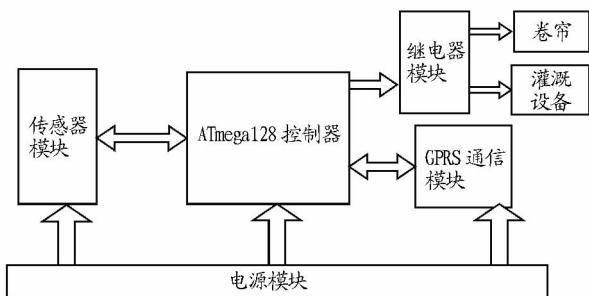


图 7 系统硬件架构

**3.2 通信服务器端** 服务器作为控制核心,承担着为硬件终端及三维客户端提供通信服务。通过构建的中心服务器实现三维交互客户端与硬件模块的通信控制,实现将虚拟现实与设施农业物联网的结合。

**3.2.1 Socket 通信服务。**服务器与硬件终端的通信使用 Socket 通信进行连接来获取传感器采集的数据及控制指令

的下达。该研究中构建服务器端作为监听服务端,而硬件终端作为客户端主动地与其进行通信连接。在同一时刻会有多个硬件终端请求服务器进行通信,为实现并发处理,服务器端程序使用多线程提供并发的访问,服务器端程序运行后首先启动父进程进行监听客户端的连接,当监听到有客户端请求连接时,由父进程派生出一个线程来为其服务,而当该客户端与服务器断开连接时,则由父进程销毁先前派生的线程,提供并发控制。

**3.2.2 Servlet 服务。**服务器端使用 Servlet 技术为三维客户端提供数据请求及指令控制服务。服务器端程序实现提供了 3 个 Servlet 请求服务,第 1 个用于为三维客户端请求的数据信息提供服务,第 2 个接受三维客户端发送的指令控制并对其决策处理后返回相应的信息,第 3 个是为三维客户端提供温室控制设备调控的决策服务。

**3.2.3 温室设备控制决策服务。**通过调用国家农业信息化工程技术研究中心研发构建的“国家三农云服务模型”中的作物分析决策接口,分析当前是否应对温室调控设备进行相应地控制。服务器端程序实现的为客户端提供的温室控制决策的处理结构如图 8 所示。

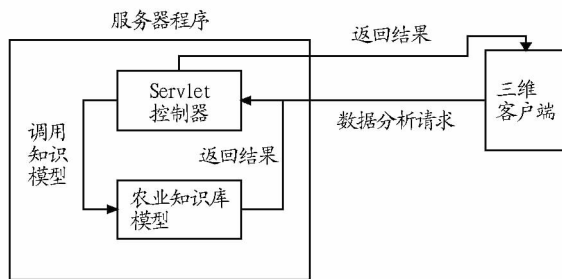


图 8 温室设备控制决策结构

**3.3 单客户端请求通信** 单一日光温室园区三维可视化客户端与服务器的请求通信,用 Unity3d 提供的 WWW 网络通信类发送 http 请求来获取服务器端提供的 Servlet 服务,实现数据的请求及控制指令的执行。

**3.4 复杂多客户端请求通信控制策略** 构建的日光温室园区三维管理客户端因同时部署了多套实现分布式的控制,故在同一时刻会有多个客户端对同一执行机构的控制,该研究实现多客户端协调控制的策略为在服务器端按照固定的算法,当客户端与服务器第 1 次请求连接时为其生成标识号,并将其返回给客户端,之后客户端通信就以此标识号进行标识,服务器对带有唯一标识的不同客户端进行排队处理,以协调处理可能导致通信请求的混乱。

**3.5 系统部署运行** 最终开发实现的设施农业园区三维管理系统,其整体由硬件控制机构、中心服务器和日光温室园区三维可视化管理客户端 3 个部分组成。其中硬件控制机构安装在湖北省宜昌市宜都市王家畈乡的农业园区示范区内的日光温室中。使用 MyEclipse 软件开发实现为三维客户端提供 Servlet 服务及与硬件控制机构通信交互控制的服务器程序部署在三峡大学中心机房电脑中的 Tomcat 7 这一

(下转第 375 页)

**2.3 交互式信息服务模式特点分析** 在分析湖北省农业信息化现状特点基础上,针对农业信息具有及时性、准确性、针对性和可用性的需求特点,提出了湖北省交互式农业信息服务模式。该模式强调了涉农主体之间相互需要的驱动力,突出互动的效应,保证农业信息在整体上满足各个涉农主体的个性化信息需求。首先,根据农业生产者的生产过程中各个环节对农业信息的需求,将能给予信息的主体与生产者自动关联,帮助生产者顺利完成生产任务。例如,根据该用户所属地域分析该用户种植环境,根据该用户种植的产品信息判断该用户所需的技术知识领域,并将系统自动判断的信息发送给能提供帮助的专家或企业单位,使其能更好地为生产者提供服务。其次,在目前成熟的信息拉取、推送和定制等技术的基础上,用户对信息的满意程度是该服务模式的原动力,而高质量的信息服务成效是该服务模式的终极目标。通过多媒体的应用和示范基地的建设,制作模式化科技信息,将原来生涩难懂的文字科技信息转化为可实际操作的、通俗易懂的手把手教学式信息传递模式。将声音、文字、图画、照片、录像多种表达方式融为一体,完美地诠释农业种植的全过程是平台的点睛之笔。最后,信息平台能为每位专家会员建立专门空间,在展示专家的科技成果的同时,也为农业从业者提供最完备的农业科技信息库,在系统自动分析用户的需求后,智能推送与用户需求相关的农业科技信息,同时也推送提供该信息的专家给用户。利用该服务模式的智能推送功能很好地解决了农业技术推广中存在的难题。

(上接第 371 页)

WEB 服务器中。而由 Unity3d 开发发布的日光温室园区三维可视化管理客户端安装在三峡大学校内的服务器上及其设施农业基地内的管理中心的电脑中。经过现场运行测试,其实际运行情况良好,不仅可为园区人员提供三维可视化的管理控制服务,而且还可实现多客户端的协调控制及分布式的生产管理服务。

#### 4 结语

基于 Unity3d 引擎制作三维可视化的农业温室场景,提供可以完全沉浸于其中进行三维漫游的功能,并且架构服务器端提供数据通信服务,实现可以在三维可视化的场景下访问远程服务器的服务,进行数据的通信,并对获取的数据存储进行建模分析做出决策,以向远程服务器发送控制指令,对相应的设备进行调控,为作物的生长提供适宜的环境条件。虚拟现实技术与设施农业物联网技术相结合的这一温室控制新模式充分应用设施农业物联网情景感知技术,以三

#### 3 结论

从 20 世纪 90 年代开始,我国开展了多种信息服务模式的探索和研究,有国家层面的也有地方层面的<sup>[6]</sup>。不同的服务模式有不同的特点,各省应结合实际的发展情况选择适合的服务模式才能发挥最好的效益。

该研究通过对农业生产者的需求进行深入分析,提出了充分调动各主体积极性的交互式信息服务模式。该模式将物力资源与人力资源相结合,将资源利用率发挥到最大化。而交互式信息服务模式其实是个性化信息服务模式的一种,主要体现在将现有的互动性网站会员系统的设计运用到为涉农主体之间建立循环互动模式,实现各主体之间主动、及时地发挥自己的资源优势并带动服务链条的运转。

该研究所提出的个性化信息服务方案力图有效避免农业信息服务网站的多建、滥建,利于提高农业信息服务的质量,最终帮助湖北省农业信息化建设的总目标顺利实现。

#### 参考文献

- [1] 梅方权. 中国农村信息化战略模式选择[J]. 数码世界, 2008(2): 6-9.
- [2] 王川. 我国农业信息服务模式的现状分析[J]. 农业网络信息, 2005(6): 22-24.
- [3] 薛飞. 探讨湖北农业信息化多元服务体系的构建[J]. 江西科学, 2013, 31(4): 524-528.
- [4] 郑红剑, 薛飞. 中部地区农业信息化发展战略研究——以湖北省农业信息化发展为例[J]. 江西蓝天学院学报, 2009, 4(1): 58-60.
- [5] 邓胜利. 交互式信息服务的构成要素与定位分析[J]. 理论与探索, 2009, 32(1): 18-22.
- [6] 白献阳. 我国农业信息服务模式研究[J]. 合作经济与科技, 2011, 428(11): 27-28.

维可视化的方式为农业生产者提供服务,实现对设施生产执行机构在线控制的应用研究,为设施农业智能化生产及未来并行化农业生产管理提供进一步的技术支撑。

#### 参考文献

- [1] 李道亮. 物联网与智慧农业[J]. 农业工程, 2012, 2(1): 1-7.
- [2] 童恩栋, 沈强, 雷君, 等. 物联网情景感知技术研究[J]. 计算机科学, 2011, 38(4): 9-20.
- [3] 赵志军, 沈强, 唐晖, 等. 物联网架构和智能信息处理理论与关键技术[J]. 计算机科学, 2011, 38(8): 1-8.
- [4] 杨宝祝, 刘妍, 吴华瑞, 等. 基于情景感知的个性化农业信息服务模型研究[J]. 农机化研究, 2012, 34(11): 11-13.
- [5] 齐飞, 周新群, 丁小明, 等. 设施农业工程技术分类方法探讨[J]. 农业工程学报, 2012, 28(10): 1-7.
- [6] 阎晓军, 王维瑞, 梁建平. 北京市设施农业物联网应用模式构建[J]. 农业工程学报, 2012, 28(4): 149-154.
- [7] 赵春江, 王功明, 郭新宇, 等. 基于交互式骨架模型的玉米根系三维可视化研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(9): 1-6.
- [8] 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.
- [9] 陈志荣, 陈福民. 基于骨骼混合的蒙皮网格技术[J]. 计算机辅助工程, 2006(4): 57-60, 68.