

2020 年度省级虚拟仿真实验教学项目申报表

学 校 名 称	许昌学院
实 验 教 学 项 目 名 称	基于物联网技术的智能无土栽培 虚拟仿真实验
所 属 课 程 名 称	无线传感器网络原理及应用
所 属 专 业 代 码	080905
实 验 教 学 项 目 负 责 人 姓 名	张志立

河南省教育厅制

二〇二〇年十月

填写说明和要求

- 1.以 Word 文档格式，如实填写各项。
- 2.表格文本中的中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再次出现时可以使用缩写。
- 3.所属专业代码，依据《普通高等学校本科专业目录（2020年）》填写 6 位代码。
- 4.不宜大范围公开或部分群体不宜观看的内容，请特别说明。
- 5.表格各栏目可根据内容进行调整。

1. 实验教学项目教学服务团队情况

1-1 实验教学项目负责人情况					
姓 名	张志立	性别	男	出生年月	1964.7
学 历	研究生	学位	博士	电 话	
专业技术职务	教授	行政职务	院长	手 机	13803746887
院 系	许昌学院信息工程学院			电子邮箱	124480228@qq.com
地 址	许昌市魏都区八一东路 88 号			邮 编	461000
<p>教学研究情况：主持的教学研究课题（含课题名称、来源、年限，不超过 5 项）；作为第一署名人在国内外公开发行的刊物上发表的教学研究论文（含题目、刊物名称、时间，不超过 10 项）；获得的教学表彰/奖励（不超过 5 项）。</p> <p>1. 教学研究课题</p> <p>（1）高等院校教师教育质量与评价体系研究，省级教改项目，主持，2015.6</p> <p>（2）河南省教育厅高校“网络学习空间试点项目”，主持，2016.4</p> <p>（3）计算机科学与技术专业，河南省高等学校“专业综合改革试点”项目，主持，2015-</p> <p>（4）计算机实验教学中心，河南省高等学校“实验教学示范中心”项目，主持，2011-</p> <p>（5）河南省信息资源共享模式及运行机制研究，河南省政府决策研究课题，主持，2011-2012</p> <p>2. 教研论文</p> <p>（1）地方高校网络教学平台推广应用策略探析，软件导刊.教育技术，2018.3</p> <p>（2）面向学生创新能力、自学能力和实践能力的混合学习教学模式，教育与职业，2012.12</p> <p>（3）网络专业“泛校企合作”实践教学模式研究，教育与职业，2012.8</p> <p>3. 教学表彰</p> <p>（1）河南省教育厅优秀教育管理人才，省教育厅，2019.10</p>					
<p>学术研究情况：近五年来承担的学术研究课题（含课题名称、来源、年限、本人所起作用，不超过 5 项）；在国内外公开发行刊物上发表的学术论文（含题目、刊物名称、署名次序与时间，不超过 5 项）；获得的学术研究表彰/奖励（含奖项名称、授予单位、署名次序、时间，不超过 5 项）</p> <p>1. 科研项目</p> <p>（1）新一代物联网信息化综合实验平台的研究与实现，河南省科技厅，2018 年立项，主持</p> <p>（2）高校教育大数据支撑技术的研究与应用，河南省教育厅，2017-2019，主持</p> <p>（3）新一代物联网信息平台研究与实现，河南省教育厅，2015-2017，主持</p> <p>（4）基于 CEPH 架构国产分布式存储系统软件开发，河南省信息安全研究院有限公司，2019 年立项，主持</p> <p>（5）无人机监控关键技术研究，许昌周视经纬电子科技有限公司，2017 年立项，主持</p> <p>2. 学术论文</p> <p>（1）Practical Privacy-perserving frequent itemset mining on supermarket transaction, IEEE Systems Journal, 2, 2020</p> <p>（2）Improve proxy re-encryption with delegatable verifiability, IEEE Systems Journal, 2, 2020</p>					

(3) Crypanalysis of a Symmetric fully homomorphic encryption scheme , IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 2, 2018

3. 奖励

- (1) 新一代物联网信息平台实现及关键应用研究, 省教育厅科技成果一等奖, 主持, 2015.5
 (2) 基于下一代互联网的物联网网络融合架构, 许昌市科技进步一等奖, 主持, 2017.3

1-2 实验教学项目教学服务团队情况

1-2-1 团队主要成员 (含负责人, 5 人以内)

序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	张志立	许昌学院	教授	院长	整体策划、项目实施	
2	袁雅婧	许昌学院	高级工程师	物联网系副主任	课程建设、实验规划	技术支持
3	程菊明	许昌学院	副教授		实验内容规划	技术支持
4	张柯	许昌学院	讲师		实验内容规划、实验实施	在线教学服务
5	张玲	许昌学院	副教授	副院长	实验实施管理	

1-2-2 团队其他成员

序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	古琼昇	许昌学院	讲师	无	场景建模	技术支持
2	张向群	许昌学院	副教授	无	实验内容规划	
3	张洋	许昌学院	讲师	无	教学过程管理	在线教学服务
4	潘琛	许昌学院	助教	无	实验实施	在线教学服务
5	张辉	河南众诚信息科技股份有限公司	助理工程师	无	项目协调	技术支持
6	刘宁宁	河南众诚信息科技股份有限公司	架构工程师	无	软件规划	技术支持
7	吴岗	河南众诚信息科技股份有限公司	软件开发工程师	无	软件功能开发	技术支持

项目团队总人数: 12 (人) 高校人员数量: 9 (人) 企业人员数量: 3 (人)

注: 1.教学服务团队成员所在单位需如实填写, 可与负责人不在同一单位。

2.教学服务团队须有在线教学服务人员和技术支持人员, 请在备注中说明。

2. 实验教学项目描述

2-1 名称

基于物联网技术的智能无土栽培虚拟仿真实验

2-2 实验目的

物联网专业作为一个通信、计算机、电子等多学科融合的交叉学科，同时也是一个基于工程应用和现有先进信息技术综合集成化的学科，物联网专业人才培养更需要加强实验教学、工程技能和创新能力的培养。

许昌学院信息工程学院按照“地方性、应用型”的办学定位，将物联网工程专业人才培养目标确定为培养系统掌握传感器、无线传感网、软件开发和硬件设计等信息领域专业知识，能够从事物联网应用系统规划、分析、设计、开发、部署、运行维护及商务销售等工作的高素质应用型人才。智能无土栽培作为一种农业物联网领域典型的智能化应用场景，通过其工作过程案例化，对培养物联网工程方面的应用型人才具有十分重要的意义。然而，由于以下两点原因，导致在教学过程中各技术模块的工程实验设备不完备，严重阻碍了培养应用型人才的人才培养目标实现。第一，开发完整的智能无土栽培实验教学设备涉及到传感器技术、嵌入式应用、无线通信技术、无线传感网络技术、移动互联开发等多种核心技术，需要大量的硬件资源，研发周期长、投资成本大；第二，智能无土栽培是新型农业现代化作业，主要基于物联网和大数据技术，具有技术发展快，设备淘汰率高的特点。因此，针对农业物联网工程实验开展虚拟仿真项目实验显得尤为必要。

基于物联网的智能无土栽培虚拟仿真实验属于综合性应用实验，实验内容包括数据采集模块设计、控制系统设计及布设、实时监控交互和作物管理等。本实验通过无土栽培智能化的虚拟仿真操作，预期达到的总体实验目标是：强化学生对传感器应用、网络技术和嵌入程序开发等相关课程的知识理解，掌握物联网集成技术工程实践方法，提高物联网工程专业学生解决复杂工程问题能力，具体实验目标可细化为：

1) 通过感知装置的选型和信息读写仿真操作等实验环节，理解感知设备的类别、工作原理和通信标准等传感技术基本知识，掌握相关传感器的工作过程；

2) 通过系统控制器选型、电路设计和实现、嵌入式程序设计及仿真测试等实验环节，理解嵌入式微处理器芯片结构和常见外设的工作原理，掌握基于微控制器的嵌入式程序设计技术。

3) 通过无线传感器系统的网络布设和各类传感器选型与参数配置、系统拓扑结构和节点最优布设范围联调及异常情况处理仿真等实验环节，理解 Zigbee 网络的协议栈和远程监控的工作原理，掌握无线传感器网络网关的配置方法和网络的布设及优化技术。

4) 通过传感器布设、传感器参数设置、上下位机通信仿真等实验环节，理解常用网络通信技术的工作特点及应用范围，掌握控制器节点的设计过程。

2-3 实验课时

- (1) 实验所属课程所占课时： 48 课时
- (2) 该实验项目所占课时： 2 课时

2-4 实验原理（简要阐述实验原理，并说明核心要素的仿真度）

依托省级实验教学示范中心——河南省计算机实验教学示范中心和许昌学院物联网实验教学示范中心，许昌学院信息工程学院研发了基于物联网的智能无土栽培虚拟仿真实验。本仿真实验以真实无土栽培场景为原型，借助 3D 模型、2D 动画和虚拟现实等虚拟仿真技术，通过器件选型及参数配置、嵌入式程序设计、无线传感器网络参数设置、网络布设和节点优化、信息读写和网络信息传输、远程状态监控和执行器远程操控等仿真交互操作，高度还原了智能无土栽培的信息感知装置设计、执行器装置设计、控制器设计、无线传感器网络布设等工作过程中的技术参数配置、程序设计与控制、工作原理和交互操作等核心要素。

基于物联网技术的智能无土栽培虚拟仿真实验共分为 4 个核心模块，对应 13 个知识点，各个工作过程和知识点如下：

(1) 数据采集模块

- 传感器感知原理及应用
- ZigBee 网络结构

(2) 控制系统设计及布设

- 嵌入式处理器结构及应用
- 传感器网络网关技术
- 无线通信技术
- 无线传感器网络协议栈
- 无线传感器网络拓扑结构
- 无线传感器网络最优布设原理

(3) 实时监控交互

- 数据传输协议
- 执行器原理及应用

(4) 作物管理

- RFID 工作频率
- RFID 通信协议
- RFID 标签类别

以下是智能无土栽培 4 个核心工作过程的具体实验原理和知识点说明。

(一) 数据采集模块设计

(1) 传感器原理及应用

传感器是一种能感受到被测量信息的检测装置，并能将检测感受到的信息，按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出，以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。根据其基本感知功能可分为热敏元件、光敏元件、气敏元件、力敏元件、磁敏元件、湿敏元件、声敏元件、放射线敏感元件、色敏元件和味敏元件等十大类。传感器是实现自动检测和自动控制的首要环节。智能无土栽培虚拟仿真实验数据采集模块设计环节，通过模拟传感器和测量

对象、环境、精度、稳定性、灵敏度、线性范围等要素选择，借助传感器三维动画演示，100%实现了传感器选型知识点学习和考核。

(2) ZigBee 网络结构

ZigBee 网络结构如图 2-1 所示。(从物理实现角度)在 IEEE 802.15.4 网络中，根据设备所具有的通信能力，可以分为全功能设备(Full Function Device, FFD)和精简功能设备(Reduced Function Device, RFD)。FFD 设备之间以及 FFD 设备与 RFD 设备之间都可以通信。RFD 设备之间不能直接通信，只能与 FFD 设备通信，或者通过一个 FFD 设备向外转发数据。这个与 RFD 相关联的 FFD 设备称为该 RFD 的协调器(coordinator)。RFD 设备主要用于简单的控制应用，如灯的开关、被动式红外线传感器等，传输的数据量较少，对传输资源和通信资源占用不多，这样 RFD 设备可以采用非常廉价的实现方案。

(从网络组成的角度) IEEE 802.15.4 网络中，有一个称为 PAN 网络协调器(PAN coordinator)的 FFD 设备，是 LR-WPAN 网络中的主控制器。PAN 网络协调器(以后简称网络协调器)除了直接参与应用以外，还要完成成员身份管理、链路状态信息管理以及分组转发等任务。

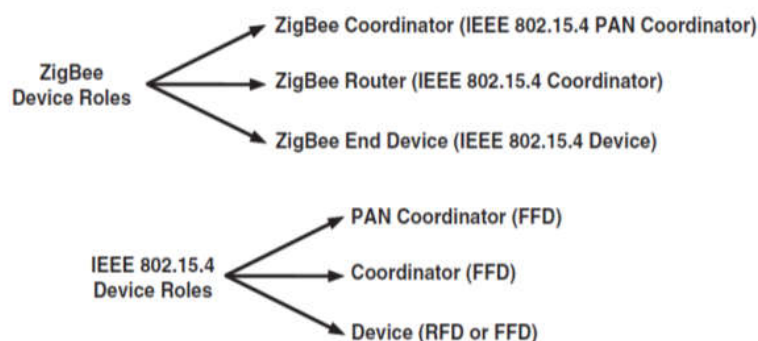


图 2-1 ZigBee 网络结构

(二) 控制系统设计及布设

系统主要采用嵌入式自动控制技术，它主要包括微处理器选择及使用等核心要素。系统布设则主要设计无线传感器网络相关知识。

(1) 微处理器选择知识点

目前，微处理器主要有 51 系列单片机和 STM32 处理器两大类。51 系列单片机被应用最多的就是 89C51 和 89C52 单片机，主要优点是：从内部的硬件到软件有一套完整的按位操作系统；能对片内某些特殊功能寄存器的某位进行处理，如传送、置位、清零、测试等，还能进行位的逻辑运算；片内 RAM 区间特别开辟了一个双重功能的地址区间，使用较为灵活。51 系列单片机的缺点为：EEPROM 等功能需要靠扩展，增加了硬件和软件负担；虽然 I/O 脚使用简单，但高电平时无输出能力；运行速度过慢，特别是双数据指针。因此，51 系列单片机无法满足智能智能无土栽培的多任务、实时性要求高、I/O 接口繁多等实际工况。相比之下，STM32 处理器基于 ARM Cortex-M 内核，支持串行调试(SWD)和 JTAG 接口两种调试模式，具备 2.0-3.6V 的电源供电和 I/O 接口的驱动电压，具有低功耗特性，

可以满足智能无土栽培高性能、低成本、低功耗的嵌入式应用场景。

(2) 协议栈与网关配置知识点

无线传感网络的网关负责连接 ZigBee 网络和 Internet 网络，处于 ZigBee 无线传感器网络与 Internet 网络之间的通道位置，它在 ZigBee 网络和互联网之间搭建一条传输数据的通道，实现了 Zigbee 协议数据包和 TCP/IP 协议数据包的相互转换和数据的双向传输，是智能化无土栽培各装置互联互通的关键。因此，无线传感器网络协议栈搭建和网关配置是理解智能无土栽培装置互联互通的核心要素。在仿真实验过程中，用户需要按照图 2-2 所示，搭建正确的无线传感器网络协议栈并正确配置网关参数，否则无法通过动画模拟演示观看网络的拓扑状态。

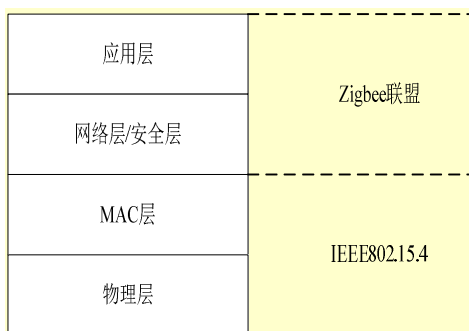


图 2-2 Zigbee 协议栈结构

(3) 无线传感器网络组成与网络拓扑知识点

无线传感器网络主要由传感节点和汇聚节点（Sink 节点）组成（见图 2-3）。传感节点具有感知和通信功能的节点，在传感器网络中负责监控目标区域并获取数据，以及完成与其他传感器节点的通信，能够对数据进行简单的处理。汇聚节点，又称为基站节点，负责汇总由传感器节点发送过来的数据，并作进一步数据融合以及其他操作，最终把处理好的数据通过网关上传至互联网。无线传感器网络中各感知节点的位置随机分布，并具有自组织特性。因此，无线传感器网络拓扑结构、协议栈设计、节点电路设计、网关配置、节点布设优化等核心要素直接制约着无线传感器网络的数据集采集和通信质量。

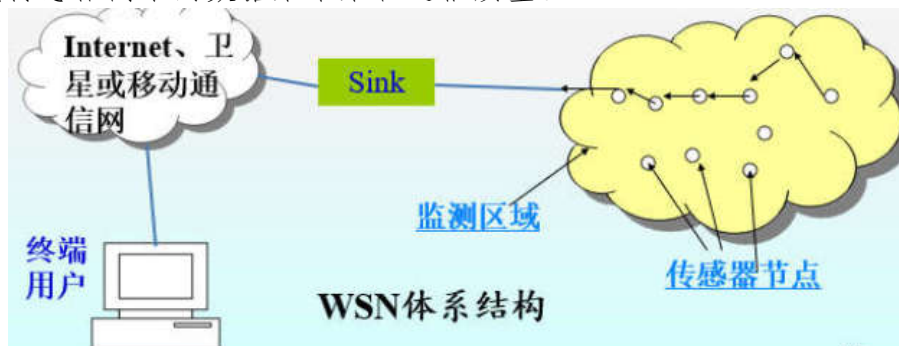


图 2-3 无线传感器网络示意图

无线传感器网络的三种常见拓扑结构为星型拓扑、网状拓扑和树状拓扑，

如图 2-4 所示。星形拓扑结构组网时，电池的使用寿命较长、覆盖范围小；网状拓扑具有组网可靠性高、覆盖范围大的优点，但电池使用寿命短、管理复杂；树状拓扑具有星形和网状拓扑的一些特点，既保证了网络覆盖范围大，同时又不至于电池使用寿命过短。因此，从智能无土栽培对组网简单、成本低以、使用寿命及网络覆盖范围的工程需要，本实验可选择星形拓扑结构。

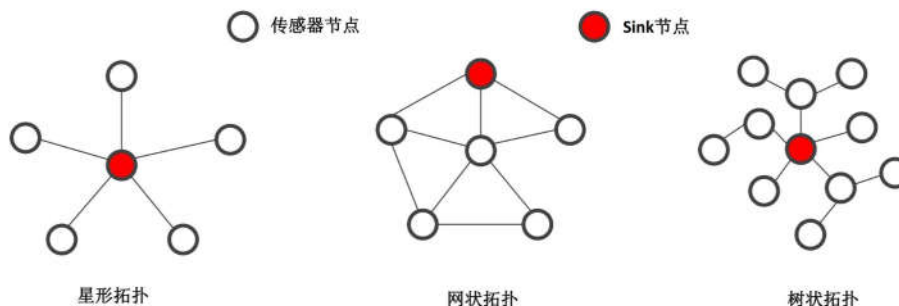


图 2-4 无线传感器网络拓扑结构图

(4) 无线传感器网络覆盖度和节点优化知识点

为了保证无线传感器网络监测的有效性，通常要求监测范围内的每一点都至少处于一个无线传感器节点的监测范围以内；为使无线传感器能够完成对给定区域进行特定的监测任务，必须要进行覆盖控制。无土栽培智能化过程中，传感器节点分布的覆盖度低至关重要。覆盖度太低会造成无线传感器信息丢失，覆盖度过高不仅经济成本高，而且信息冗余会增加无线传感器系统的稳定性和复杂度。无线传感网络节点仿真的通信能耗模型：

$$E_{Tx}(L, d) = (E_{elec} + \varepsilon_{amp} \times d^n) \times L$$

$$E_{Rx}(L) = E_{elec} \times L$$

其中，

$E_{Tx}(L, d)$ ：表示将长度为 L 比特的数据包发送 d 距离的能耗；

$E_{Rx}(L)$ ：表示节点接收长度为 L 比特的数据包能耗；

E_{elec} 发送和接收电路能耗系数相同均为；

ε_{amp} 表示功率放大系数；

d ：为传输距离；

d^n 为路径损耗；

n 为路径损耗因子 ($2 < n < 5$ ，一般取 $n = 2$)。

(5) 网络通信技术

网络通信技术是指通过计算机和网络通信设备对图形和文字等形式的资料进行采集、存储、处理和传输等，使信息资源达到充分共享的技术，可以分为 WiFi、Zigbee、485 总线和 CAN(Controller Area Network) 总线等四种：1) Wi-Fi 是一种允许电子设备连接到一个无线局域网 (WLAN) 的技术，通常使用 2.4G UHF 或 5G SHF ISM 射频频段；2) ZigBee 技术主要用于无线个域网 (WPAN)，是基于 IEEE 802.15.4 无线标准研制开发的；3) 485 总线技术采用平衡发送和差分接收，具有抑制共模干扰和抗噪声干扰的能力；4) CAN 总线采用数据块编码的方式，数据块

根据帧的类型，能够让挂载在总线上的不同节点接收到相同的数据，再根据每个节点的配置对信息进行选择性处理（处理 or 丢弃），具备错误检测功能、错误通知功能、错误恢复功能等能力。

通信技术选择和参数配置对无线传感器网络的信息采集、存储、处理和传输十分重要。在智能无土栽培仿真实验过程中，只有正确选择了 Zigbee 技术且正确配置汇聚节点网关各项参数，用户才能通过动画看到感知层传感器信息在网络中传输到远端的过程演示，并在远程云平台监控中心看到无土栽培的环境信息。

（三）实时监控及交互

（1）数据传输协议

物联网（IoT）设备必须连接互联网。通过连接到互联网，设备就能相互协作，以及与后端服务协同工作。互联网的基础网络协议是 TCP/IP。MQTT（消息队列遥测传输）是基于 TCP/IP 协议栈而构建的，已成为 IoT 通信的标准。MQTT 最初由 IBM 于上世纪 90 年代晚期发明和开发。它最初的用途是将石油管道上的传感器与卫星相链接。顾名思义，它是一种支持在各方之间异步通信的消息协议。异步消息协议在空间和时间上将消息发送者与接收者分离，因此可以在不可靠的网络环境中进行扩展。虽然叫做消息队列遥测传输，但它与消息队列毫无关系，而是使用了一个发布和订阅的模型。在 2014 年末，它正式成为了一种 OASIS 开放标准，而且在一些流行的编程语言中受到支持（通过使用多种开源实现）。MQTT 是一种轻量级的、灵活的网络协议，致力于为 IoT 开发人员实现适当的平衡：

①这个轻量级协议可在严重受限的设备硬件和高延迟/带宽有限的网络上实现。

②它的灵活性使得为 IoT 设备和服务的多样化应用场景提供支持成为可能。

（2）执行器原理及应用

数据采集模块用于采集传感器数据，并上传至系统服务器。在实时监控端，用户通过控制模块可以对接无土栽培中的各种执行设备，风扇、水泵等，实现自动控制或远程控制。

（四）作物管理模块设计

基于 RFID 技术的作物管理信息感知装置的工作原理如图 2-5 所示，主要涉及 RFID 标签类别、频率及通信协议选择、信息写入等 3 个知识点。

（1）RFID 标签类别知识点

无线射频识别技术（RFID）是一种非接触的自动识别技术，它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据，识别工作无须人工干预，可工作于各种恶劣环境。在智能无土栽培系统中主要用于存储作物架和作物生长相关信息。RFID 标签有无源和有源两种类型的，其中有源标签有电源，覆盖范围长（最长可达 100 米左右）；无源标签没有内置电源/电池，覆盖范围小。所以手持阅读器对作物信

息进行监测时，需要选择无源标签、降低干扰，这样不仅不会造成误读，而且适合无电源实际需求。

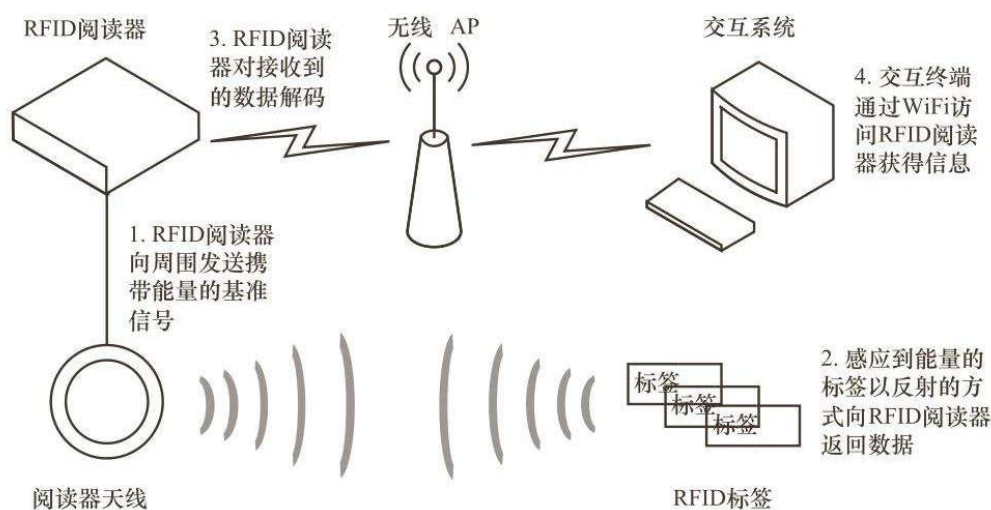


图 2-5 基于 RFID 技术的作物管理信息感知装置的工作原理

(2) RFID 标签频率及通信协议选择和搭建相应的 RFID 感知识别系统知识点

RFID 的可以分为低频 (LF)、高频 (HF) 和超高频 (UHF) 三个频段，其中低频段对应于频率范围 100-500KHz，高频段对应于频率范围 10-15MHz，超高频段对应于频率范围 850-950MHz。射频标签的通信标准是标签芯片设计的依据，目前国际上与 RFID 相关的通信标准主要有:ISO/IEC 18000 标准 (包括 7 个部分，涉及 125KHz, 13.56MHz, 433MHz, 860-960MHz, 2.45GHz 等频段)，ISO11785 (低频)，ISO/IEC 14443 标准 (13.56MHz)，ISO/IEC 15693 标准 (13.56MHz)，EPC 标准 (包括 Class0, Class1 和 GEN2 等三种协议,涉及 HF 和 UHF 两种频段)，DSRC 标准 (欧洲 ETC 标准，含 5.8GHz)。其中，ISO/IEC 14443 近耦合 IC 卡，最大的读取距离为 10cm；ISO/IEC 15693 疏耦合 IC 卡，最大的读取距离为 1m。

RFID 网络感知系统核心要素是频段和通信标准选择，如果选择不当会导致无法通信和识别读写失败，从而造成无土栽培作物信息漏识别或错误识别。

(3) RFID 标签存储信息写入

RFID 标签系统由一个询问器 (或阅读器) 和很多应答器 (或标签) 组成。智能无土栽培系统中各个作物架上作物生长信息和作物架信息等需要借助读写正确装置写入到 RFID 标签中，并放置在相应作物架的合适位置，否则 RFID 感知识别系统无法正确读取和识别。

2-5 实验仪器设备（装置或软件等）

(1) 基本仪器设备：虚拟仿真实验管理平台



图 2-6 虚拟仿真实验平台

(2) 虚拟仪器设备：人体红外传感器、CO₂ 传感器、空气温湿度传感器、光照传感器、液位传感器、网络摄像头、RFID 标签、RFID 读卡器、嵌入式处理器控制板、ZigBee 模块、水泵、风扇、LED 补光灯、卷帘机、声光报警器、网关设备、无线射频模块、网络线缆、电源设备等。

(3) 许昌学院自主知识产权实验软件

1 个软件著作权：基于物联网技术的智能无土栽培系统虚拟仿真实验软件 V1.0。

2-6 实验材料（或预设参数等）

本虚拟仿真实验教学项目线上基于 3D 建模的虚拟实验环境及虚拟实验对象，不需消耗类或易损类实验材料，项目以真实智能无土栽培场景为依托，学生可以根据实验流程引导，选择各个环节的实验参数，实施无土栽培信息化建设流程，满足实验教学需求，实验中所涉及的参数如下：

(1) 传感器配置参数：

传感器类型	传感器预设参数
人体红外传感器	供电电源：总线供电 DC9V-16V 工作温度：-10℃~+50℃ 工作湿度：95% 检测速度：每秒 0.2-7 米 抗白光：抗白光干扰 区域：(12+12+12+12+6+1) =55

		警报输出：常闭，28Vdc 0.15A
	二氧化碳传感器	供电电源：DC10-30V 测量范围：2000~5000ppm 检测精度：±(50ppm+3%F.S) 耗电：<1.5W 通信制式：移动/电信/联通 NB-IoT 响应时间：一般小于 15 秒 上报间隔：>10min
	光照传感器	供电：内置锂电池 电池工作时长：>3 年 上报间隔：>10min 光照强度精度：±5% (25℃) 光照强度：0-65535Lux/0-20 万 Lux 响应时间：<15s(1m/s 风速)
	温湿度传感器	供电电源：总线供电 DC10V-30V 温度测量范围：-40℃~+80℃ 温度精度：≤±0.3℃ (25℃) 湿度测量范围：0%RH~100%RH 湿度精度：≤±2%RH 输出信号类型：数字信号 通信端口：RS485 总线 设备功耗：<1.2W 运行温度：0-50℃ 工作湿度环境：20~90%RH 防水等级：IP65

(2) RFID 标签配置参数：

工作频率：100-500KHz（低频段）、10-15MHz（高频段）、850-950MHz（超高频段）。

通信协议标准：ISO/IEC 18000 标准(包括 7 个部分,涉及 125KHz, 13.56MHz, 433MHz, 860-960MHz, 2.45GHz 等频段)、ISO11785（低频）、ISO/IEC 14443 标准（13.56MHz）、ISO/IEC 15693 标准（13.56MHz）、EPC 标准（包括 Class0, Class1 和 GEN2 等三种协议,涉及 HF 和 UHF 两种频段）、DSRC 标准（欧洲 ETC 标准,含 5.8GHz）。

(3) CAN/RS-485 总线配置参数：

总线类型	配置预设参数
CAN 总线	工作模式：透明转换 波特率：200kbps 帧类型：标准帧 通信协议：ISO11519-2
RS485 总线	工作方式：半双工 网络拓扑：总线型结构 通信接口标准：Y, Z, A, B

2-7 实验教学方法(举例说明采用的教学方法的使用目的、实施过程与实施效果)

本实验教学项目坚持“实基础，强能力、有个性、富有创新精神”为实验教学设计理念，依托省级实验教学示范中心——河南省计算机实验教学示范中心，利用现代信息技术等手段，结合学校的实际教学情况，实行情景式、交互式个性化、自主式、反思式相结合的实验教学方法，实现学生的问题意识、创新精神、主动学习和自我反思能力培养。

(一) 使用目的

1) 巩固学生传感器、嵌入式开发和网络通信等理论基础。在仿真实验过程中，学生在完成各部分实验过程中均有对应的理论知识提示与错误提醒，直观、实时和互动的交互操作可帮助学生深入细致地学习智能无土栽培信息化建设的相关技术细节与实施过程；

2) 激发学生学习兴趣。虚拟仿真实验解决了真实场景下设备间信息传输不匹配，工程实施过程复杂多变，学生参与过程漫长，学习动机弱化的问题。在参与实验过程中，学生可根据提示逐步深化对已有理论知识的理解，直观感受到智能无土栽培系统建设实践过程中的效果，能够激发学生养成主动掌握知识和不断反思的习惯，推动学生将理论知识应用于实践。

3) 提高学生创新能力。本实验为学生提供了完整的无土栽培智能化工程实施过程，通过实验学生可以了解信息化工程项目的完整实施操作过程，可以查漏补缺，强化自身在各领域的能力，激发学生的主动式学习迁移，促进学生对工程问题的创新改进与实践。

(二) 实施过程

(1) 情景式环境漫游。学生进入虚拟的智能无土栽培环境，直观形象、立体生动地体验、感知与思考智能化无土栽培的建设思路、设备选择布局和网络结构。

(2) 交互式个性化学习。实验的各模块设计彼此相互独立，学生在实验过程中，学生可根据自身知识储备情况和兴趣个性化地选择对应模块参与实验，每个模块完成后均会以动画形式验证该模块的实验结果，学生可以反思自己的全部操作。同时通过人机交互的方式，实现边学习、边调整，错误和不足之处及时得到改正和补充。

(3) 自主式学习。仿真实验可分为“练习模式”和“考核模式”，在“练习模式”下，学生可以重复操作实验过程，在每步实验操作中均设置有相应的理论解释和操作提醒，学生可根据自身基础，进行自我提醒，自我纠错，灵活参与实验过程；教师也能够通过后台看到每一个学生的实验操作，最终在生成个性化、差异化的实验记录，方便提醒教师对每一个学生具有针对性的指导和答疑。

(4) 反思式评价。实验操作结束后，通过填写实验报告，学生可以反思自己的全部操作，并对自己掌握的情况作出评价。学生根据评价结果和兴趣，反复进行虚拟仿真实验，教学系统将自动记录学生操作过程，并上传相关信息至本项

目数据库，教师对学生的实际操作进行点评，学生之间相互点评，实现了师生互动与生生互动，进而提高学习效果。

（三）实施效果

（1）提高了应用型人才实践能力。本项目的开发突破了时间和空间的限制，学生可以随时随地进行实验。同时，软件中设有纠错和提示功能，学生可以反复进行学习。本项目的应用，大大提升了学生对物联网技术工程应用的科学化和专业化。自 2019 年以来，本校已有 150 余名学生完成了该项目的实验。

（2）提升了教学效率。本项目建构了一个类真实环境，目前支持并发访问高达 1000 人，解决了现实场景中，学生无法介入，实验设备之间信息不具备互通性，教学难度大，成本高等问题，激发了学生对专业的热情和兴趣，大大提升了学生的动手实践能力和创新能力，大大提高了教学效率，巩固了教学成果。

（3）降低了实验成本。本项目使学生足不出户就能观摩和体验智能无土栽培信息技术建设过程，大大节省了大量实验设备的搭建和研发成本，也节省了学生往返见习、实习单位的时间和交通成本。学生通过与虚拟的实验对象和现实中实验设备进行综合演练，交互对比，也解决了综合性实验投入成本大，利用率低，性价比不高的问题。

（4）共享教学资源。该项目可通过互联网访问使用，能够方便地开展大范围班级实验并向社会开放。目前，该虚拟仿真教学资源不仅惠及本专业的师生，也可以支持我校其它相近专业的虚拟仿真实验教学。许昌职业技术学院、许昌电气职业学院等多所院校相关专业共享了该虚拟仿真实验教学项目。

2-8 实验方法与步骤要求（学生交互性操作步骤应不少于 10 步）

（1）实验方法描述：

①模型法。本项目通过建构模型的方法模拟智能无土栽培场景和信息化设备，训练并评价学生在该情境下对物联网相关技术的理论基础和实际应用能力，以便学生在面对真实应用场景时，能够充分利用自身具备的理论基础知识完成相应的应用创新和工程实施，为后续学习和终生发展奠定坚实基础。

②比较法。本项目大量采用比较法实现对不同设备参数和设备配置信息的选择，通过将同类型的相关参数对比，加深学生对该技术实际应用的理解。

（2）学生交互性操作步骤说明：

本实验教学项目属于“无线传感器网络原理及应用”课程，共计 2 个实验学时，其中，智能无土栽培数据采集模块设计 0.5 个学时、无土栽培控制系统设计及布设 0.7 个学时、实时监控交互 0.3 个学时、作物管理模块设计 0.5 个学时。通过三维仿真技术、3D 动画，虚拟仿真了智能农业无土栽培环境及质量监控、智能信息化设备选型、网络设计、网络部署和故障诊断等农业智能化过程及运维，学生可在整个场景和工作情境中进行交互性操作。

基于物联网的智能无土栽培系统虚拟仿真实验的实验步骤可以分为数据采集模块设计、控制系统设计及布设、实时监控交互和作物管理等四个模块，具体操作步骤如下：

1: 基于传感器的无土栽培系统数据采集模块设计实验

步骤 1: 了解无土栽培的发展现状及应用前景。

营养液配方认知

配方 1 日本园艺配方均衡营养液

肥料名称	用量(毫克/升)
硝酸钙	950
硝酸钾	810
硫酸镁	500
磷酸二氢钾	155
EDTA 铁钠盐	15~25
硼 酸	3
硫酸锰	2
硫酸锌	0.22
硫酸铜	0.05
钼酸钠或钼酸铵	0.02

配方 2 绿叶菜营养液配方

肥料名称	用量(毫克/升)
硝酸钙	1260
硫酸钾	250
磷酸二氢钾	350
硫酸镁	537
硫酸铵	237

光对作物生长的影响认知

生菜按照红蓝光6:1或7:1的比例配置最佳, 油菜按照红蓝光9:1的比例配置最佳, 冬青按照红蓝光8:1的比例配置最佳

作物正常生长范围参数认知

	CO ₂ 浓度	空气温度	空气湿度	光照强度	PH值	液位
生菜	800-1200ml/m ³	18-30°C	50%-70%	1500-2000Lux	6-6.3	≥3cm
油菜菜	800-1200ml/m ³	20-25°C	85%-90%	1500-2001Lux	5-7	≥3cm
冬青	800-1200ml/m ³	15-20°C	85%-90%	1500-2002Lux	5.2-6.8	≥3cm

步骤 2: 根据实际场景, 从传感器列表中选择所需的传感器, 并了解各种传感器的相关属性。传感器列表中包含人体红外传感器、CO₂ 传感器、空气温湿度传感器、光照传感器、PH 值传感器、液位传感器、网络摄像头等。

传感器

- 人体红外传感器
- 二氧化碳传感器
- 空气温湿度传感器
- 光照传感器
- PH值传感器
- 液位传感器
- 网络摄像头

执行器

- 水泵
- 风扇
- LED补光灯
- 卷带机
- 声光报警器
- 主控芯片
- CC2530F256芯片

红外线传感器是利用红外线来进行数据处理的一种传感器, 有灵敏度高等优点, 红外线传感器可以控制驱动装置的运行。红外线传感器常用于无接触温度测量, 气体成分分析和无损探伤, 在医学、军事、空间技术和环境工程等领域得到广泛应用。

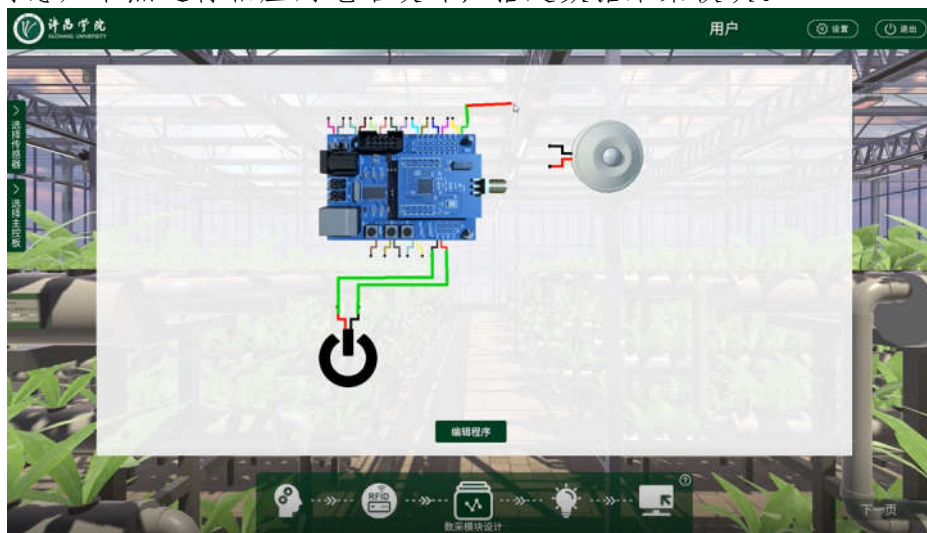
型号: PA-465

- 传感器: 低噪声高灵敏度双元红外
- 处理器: 二取自动脉冲, 自动温度补偿
- 启动时间: 通电 60 秒
- 检测速度: 每秒 0.2 - 7 米
- 工作温度: -10°C 至 50°C
- 电源输入: 9 - 16Vdc, 18mA
- 镜片: Fresnel 立体镜片
- 抗白光抗白光干扰
- 保护范围: 7.5 x 6米 (安装高度 2.4米)
- 金属护罩: 抗辐射干扰
- 区域: (12+12+12+12+6+1)=55
- 安装高度: 2.2 - 4.5米
- 警报指示: 绿色 LED 常保持 3秒 (可关闭)
- 警报警输出: 集电极, 28Vdc 0.15A
- 防拆开关: 常闭, 盖锁拆除开闭, 0.15", 28°C
- 工作湿度: 95%
- 重量: 80克
- 尺寸: 直径 90 x 30mm

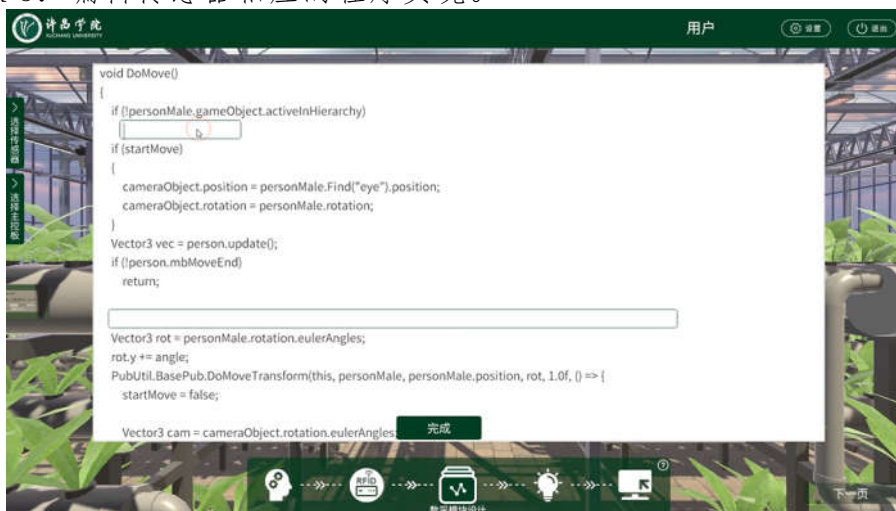
步骤 3: 初始化实验条件。



步骤 4: 在实验台中, 选择所需的电源模块, 并利用一个或若干个传感器和终端节点对感知节点进行相应的电路设计, 搭建数据采集模块。



步骤 5: 编辑传感器相应的程序实现。

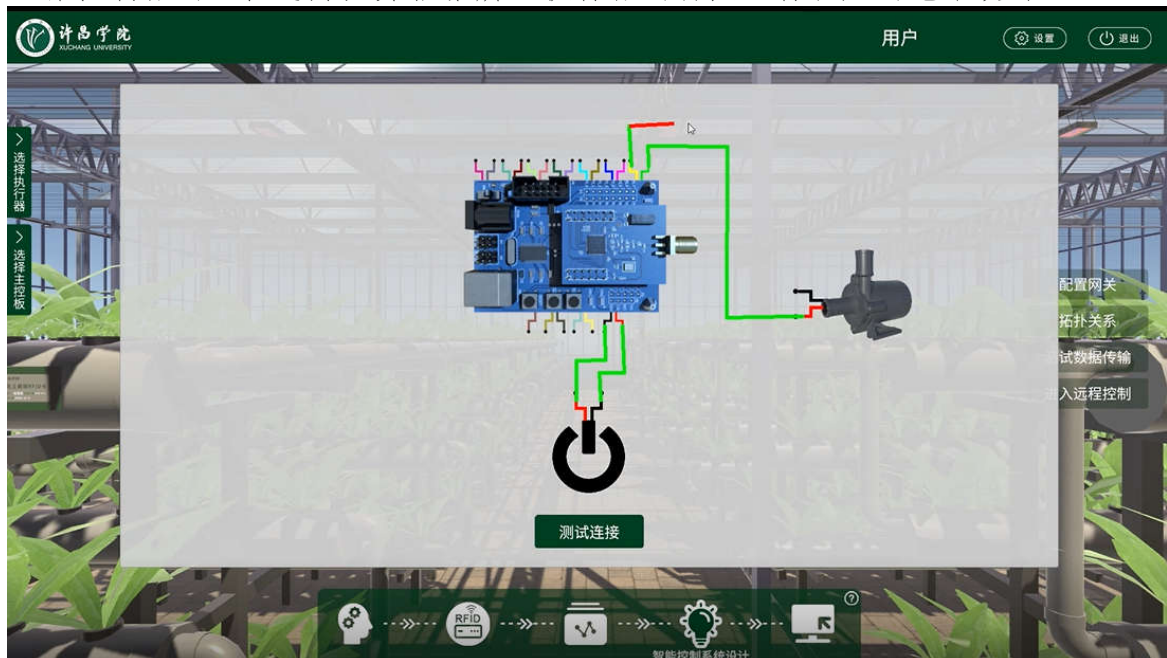


步骤 6：测试运行所搭建的数据采集模块是否连接正常。

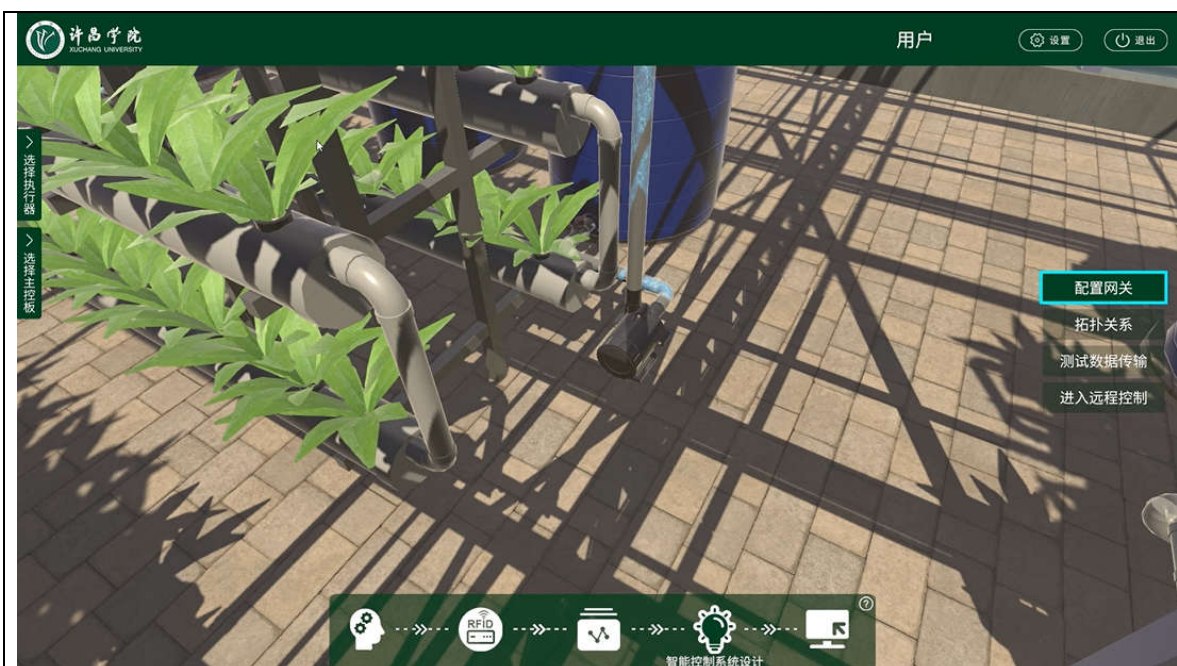


2：智能控制系统设计及布设

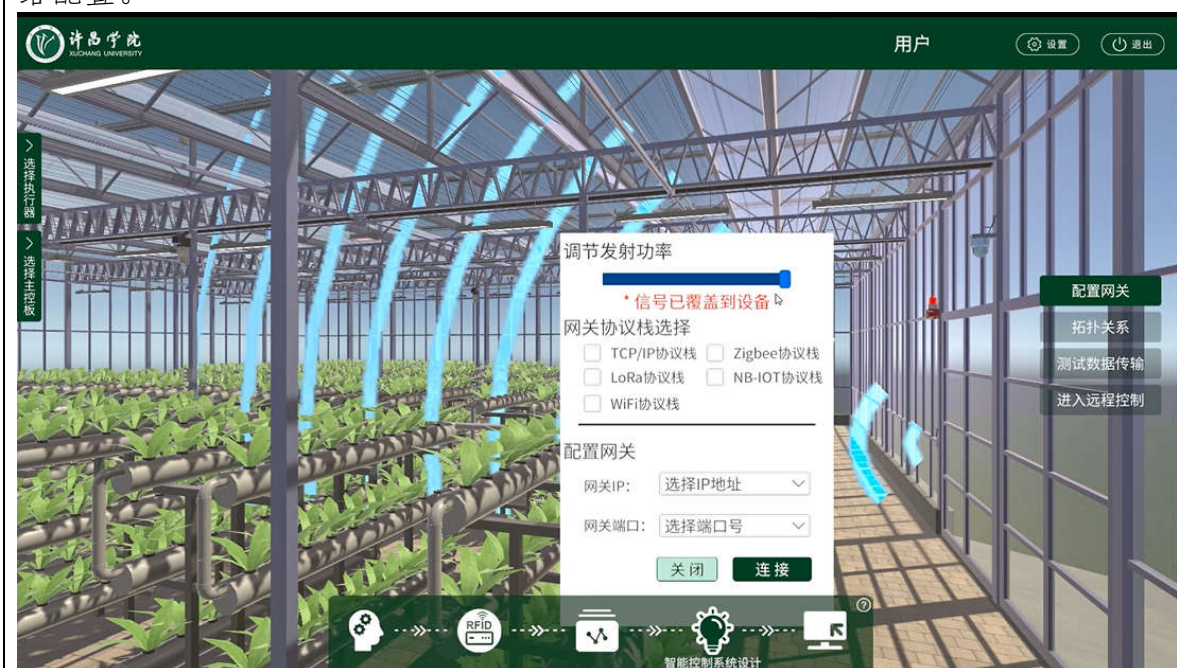
步骤 7：根据所选择传感器的场景需要，从执行器列表中选择所需的执行器；选择控制器的主控芯片，并根据所选执行器的特点进行相应的电路设计。



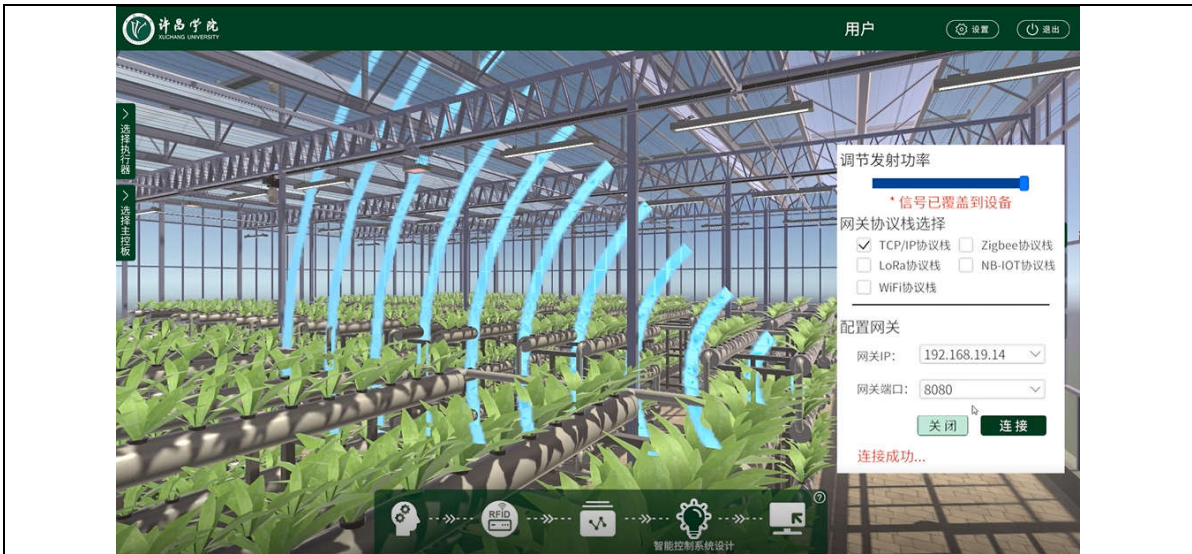
步骤 8：在实际场景中测试执行器电路功能是否正常。



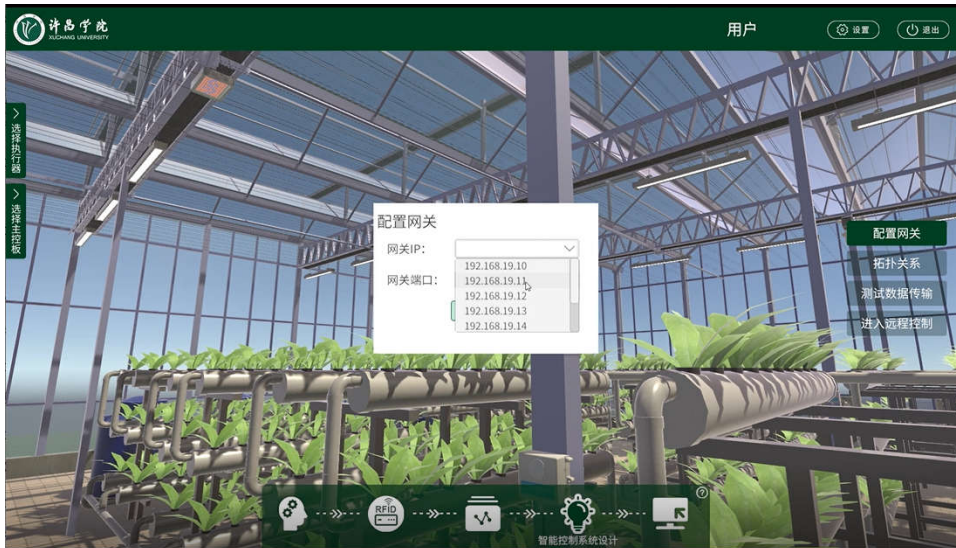
步骤 9: 结合无线传感器网络的相关理论, 依次对无线传感网络的传感器节点、执行器节点和主控节点进行布设, 并对各数据采集节点、执行器节点进行网络配置。



步骤 10: 测试各个节点配置是否可以正常工作。



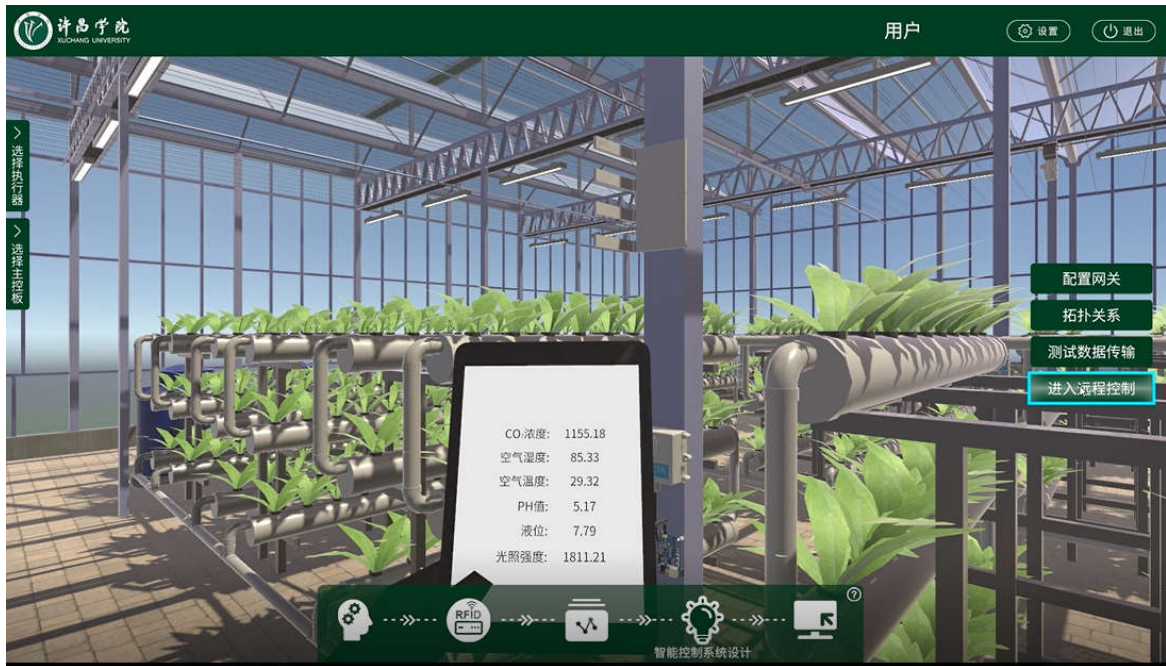
步骤 11: 配置网关。



步骤 12: 网络链路调整完成后，通过动画模拟演示网络的拓扑状态。

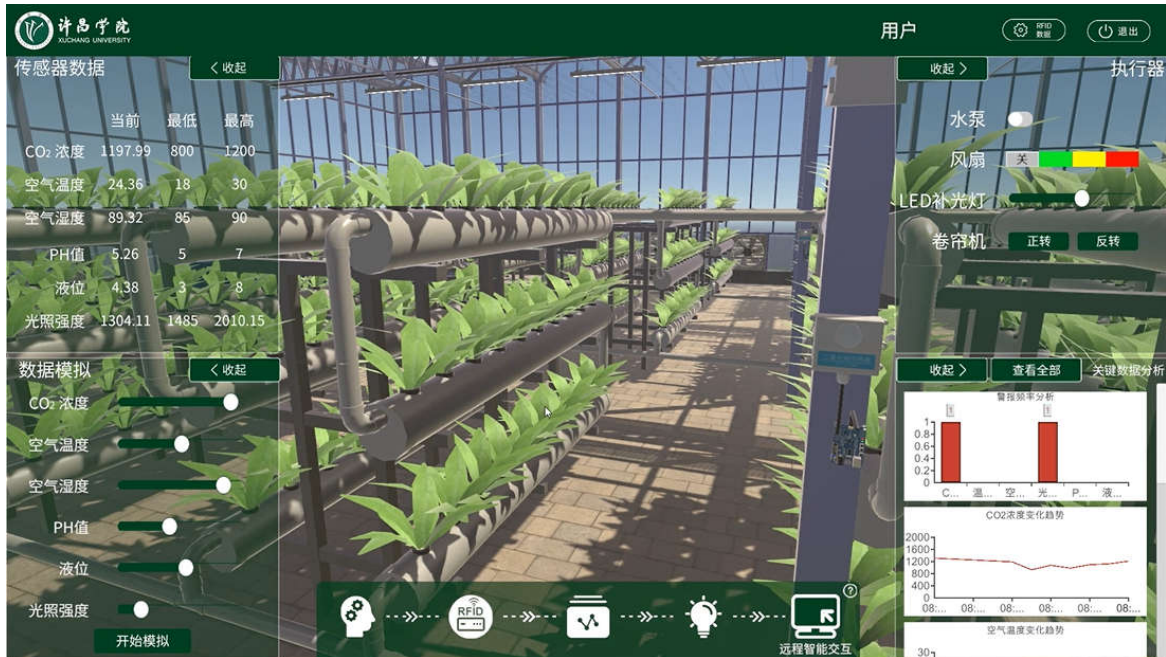


步骤 13: 在正确配置完成后, 学生可以通过动画看到感知层的传感器信息在网络中依次传输到客户端的过程演示。



3: 实时监控交互

步骤 14: 根据智能控制模块中发送来的温湿度、PH 值等传感器数据以及卷帘机、补光灯等设备的开关状态等, 通过 WIFI 或其他方式传入服务器, 并在用户平台的数据监测界面进行实时显示, 以便于随时掌握无土栽培中的各种状况。



步骤 15: 平台向实验者展现所有接入系统的可控设备及当前状态。实验者可

以对设备状态进行调整，实现远程控制或自动控制。



步骤 16: 对于智能控制模块上传的大量数据, 可以针对特定数据进行统计、分析, 最终以曲线图、柱状图等形式展现, 通过对长期数据的相同周期内的对比, 为优化无土栽培系统的自动控制方案提供依据。



4: 作物管理实验

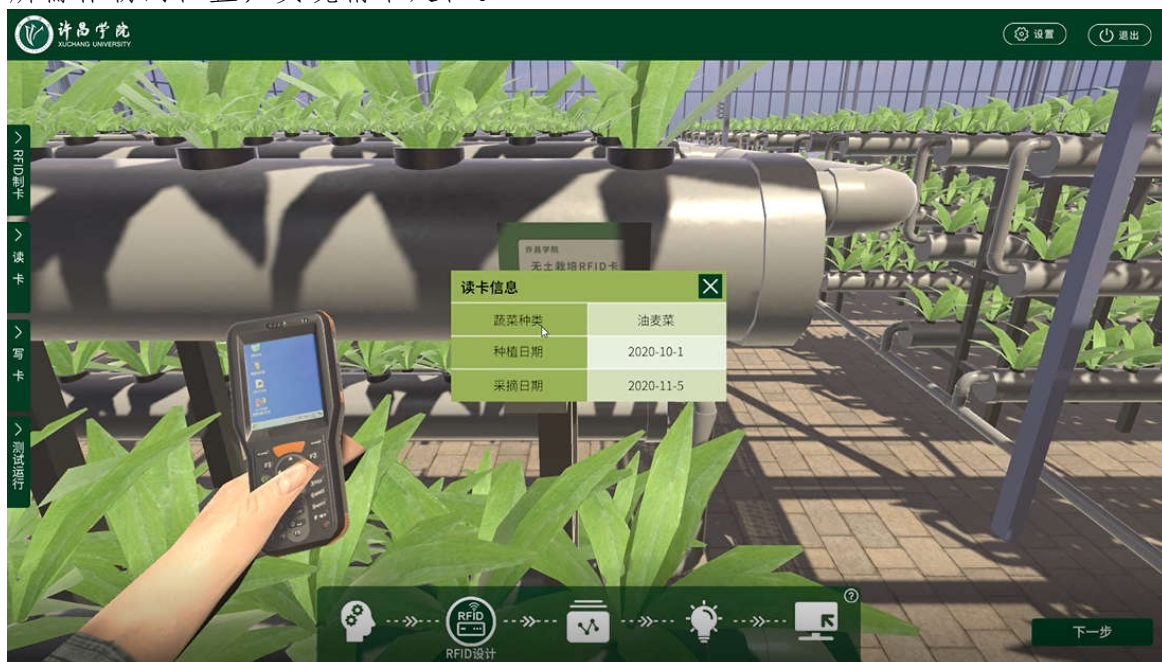
步骤 17: 每个作物架都配置 1 个 RFID 卡, 类别分为有源 RFID 标签和无源 RFID 标签, 根据实际场景需要在实验台中搭建相应的 RFID 感知识别系统。

步骤 18: 对 RFID 卡内部存写信息进行写入, 主要包括农作物品种、种植时间、

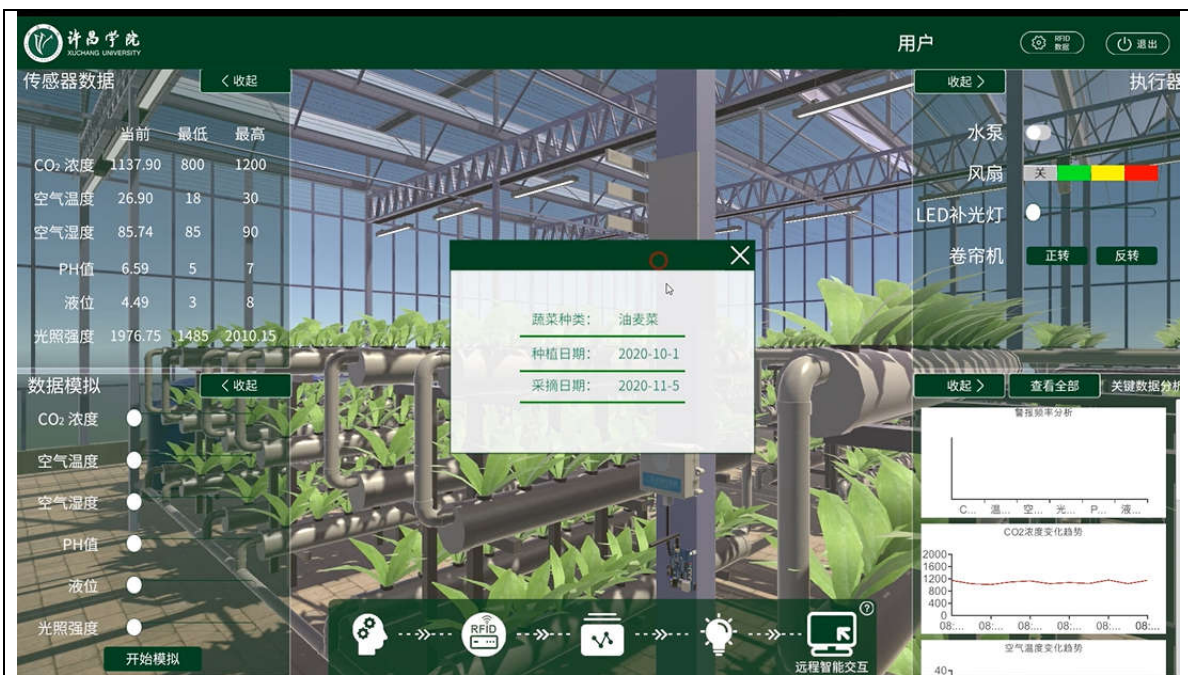
采摘时间、位置等信息。



步骤 19: 将制作完成的 RFID 标签固定至作物架合适的位置上, 实验者可利用 RFID 读卡器读写作物架上的 RFID 卡信息, 在大规模种植环境下能够快速查找所需作物的位置, 实现精准定位。



实验 20: 在远程监控平台实现对作物管理的远程监控。



2-9 实验结果与结论要求

- (1) 是否记录每步实验结果: 是 否
- (2) 实验结果与结论要求: 实验报告 心得体会 其他
- (3) 其他描述:

本实验坚持“虚实结合、以虚补实”的原则，利用线上虚拟仿真实验进行实体实验难以进行的操作，有效地解决了物联网综合实践系统模块之间信息传输不匹配，实施过程难度大，成本高，学生参与感弱等问题，让每一位学生都能在独立的实验环境下完成各自的实验任务。

实验结束后除完成实验报告和实验心得外，还需完成以下部分：

- 1) 总结各个实验模块中应用的技术以及相关原理；
- 2) 输出整个实验过程的误操作记录；

2-10 考核要求

本实验项目以学生对智能无土栽培相关物联网技术的掌握情况为考核目标，以信息化教学管理共享平台为载体，采用多维度、多元化的考核方法对学生进行全方位、系统的考核与评价。

实验项目包括数据采集模块设计、控制系统设计及布设、实时监控交互和作物管理等四个模块。实验成绩的具体考核要求如下表所示

考核要求	考核内容	考核要求/能力培养	计分 (满分 100)
实验预习 (5%)	预习考核	掌握复杂性工程问题的方案论证、立项需求分析基本知识，能够形成科学合理是实验方	5

		案；	
实验操作（70%）	操作步骤是否正确	具备解决智能无土栽培工作过程中一些传感器、网络传输、通信等异常情况的能力，能够对获得的能力进行迁移。	50
	仪器使用是否规范	理解电路元件及电子器件的特性和作用和 Zigbee 中断、定时/计数器等工作原理。	20
实验结果（10%）	实验完成情况，结果是否正确	掌握智能无土栽培工作过程中一些传感器、网络传输、通信等异常情况的综合问题解决能力。	10
实验报告（15%）	实验操作内容是否正确	具备撰写实验报告的实验目的、原理、步骤的实验报告撰写能力。	10
	实验分析是否正确、充分	具备根据统计信息实施正确的实验结果分析的能力；形成按时提交实验资料文档上传的素质和能力。	5
总分（100%）			100

2-11 面向学生要求

（1）专业与年级要求

面向物联网工程专业三年级学生。

（2）基本知识和能力要求

本实验项目要求学生具备以下基本知识和能力：

1) 能在综合实验中理解并践行信息安全操作的准则与规范；具有人文科学素养和社会责任感，并能够贯彻执行农业现代化作业的相关标准。

2) 具备一定的专业知识，如“数字逻辑与数字系统”、“电路与电子学”、“单片机原理及应用”、“传感器原理及应用”、“无线传感器网络原理及应用”和“通信原理”等课程知识，并能够综合运用这些知识解决该实验中的问题。具体包括：

熟悉“数字逻辑与数字系统”和“电路与电子学”课程中基本数字电路元件及电子器件的特性和作用，电路的基本概念、基本定理和基本分析设计方法等知识；

掌握“单片机原理及应用”课程中嵌入式语言程序设计、串行通信原理等单片机系统设计方法、硬件设计及软件编程；

掌握“传感器原理及应用”课程中传感器设计原理、传感器特性及应用要求，RFID 系统编码和调制方法、RFID 系统的射频前段的设计等知识。

掌握“无线传感网络原理及应用”课程中无线传感网络的通信传输、路由协议、各层特点和拓扑控制管理等知识。

2-12 实验项目应用及共享情况

- (1) 本校上线时间：2019 年年 7 月
- (2) 已服务过的本校学生人数：150 余人
- (3) 是否纳入到教学计划： 是 否
(勾选“是”，请附所属课程教学大纲)
- (4) 是否面向社会提供服务： 是 否
- (5) 社会开放时间：2019 年 9 月，已服务人数：500 余人

3. 实验教学项目相关网络及安全要求描述

3-1 有效链接网址（如没有，填写无）

<http://3d-stereovision.com:800/xcu/culture/>

3-2 网络条件要求

- (1) 说明客户端到服务器的带宽要求（需提供测试带宽服务）
建议 10M 以上，系统提供带宽测试服务。
- (2) 说明能够支持的同时在线人数（需提供在线排队提示服务）
1000 人同时在线，系统采用 B/S + C/S 模式，无需排队，即时启动。

3-3 用户操作系统要求（如 Windows、Unix、IOS、Android 等）

- (1) 计算机操作系统和版本要求
Windows 7 32/64 位及其以上版本
- (2) 其他计算终端操作系统和版本要求
通用
- (3) 支持移动端： 是 否

3-4 用户非操作系统软件配置要求（如浏览器、特定软件等）

- (1) 需特定插件 是 否
(勾选“是”，请填写) 插件名称 插件容量
下载链接
- (2) 其他计算终端非操作系统软件配置要求（需说明是否可提供相关软件下载服务）
支持 Web GL 的主流浏览器，如 Google Chrome、Firefox、Edge 等，提供下载跳转链接。

3-5 用户硬件配置要求（如主频、内存、显存、存储容量等）

- (1) 计算机硬件配置要求
CPU: i5, 3.2GHz;
内存: 8G 以上;
硬盘: 500G 以上;
显卡: 2GB 以上
- (2) 其他计算终端硬件配置要求
无

<p>3-6 用户特殊外置硬件要求（如可穿戴设备等）</p> <p>(1) 计算机特殊外置硬件要求 无</p> <p>(2) 其他计算终端特殊外置硬件要求 无</p>
<p>3-7 网络安全</p> <p>项目系统是否完成国家信息安全等级保护 <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否</p> <p>(勾选“是”，请填写) 1 级</p>

4. 实验教学项目技术架构及主要研发技术

指标	内容
系统架构图及简要说明	<p>系统采用 B/S 架构方式。通过 B/S 架构，用户访问虚拟仿真实验，查看相关功能；启动 3D 仿真项目后，采用 B/S 架构模式，利用 WebGL 技术，在用户本机启用 3D 虚拟仿真程序及其附属程序。3D 仿真程序独立于网站后台，采用 Mysql 作为底层数据库进行数据存储，数据与后台进行交换。</p> <pre> graph TD User[用户] --> Browser[支持WEBGL的网页浏览器] Browser --> Platform[学院虚拟仿真教学平台] Platform --> Auth[统一认证登录] Platform --> ExpRec[实验记录系统] Platform --> Eval[教学评估系统] Platform --> Sim[智能节水灌溉虚拟仿真实验] Sim --> ExpCogn[实验认知] Sim --> IrrigExp[灌溉实验] Sim --> Model[智能节水灌溉计算模型] Model --> Scene[智能节水灌溉3D场景] Model --> Growth[农田作物生长虚拟仿真动画] Model --> Water[田间水分运移虚拟仿真动画] Scene --> Report[智能节水灌溉虚拟仿真实验报告] Growth --> Report Water --> Report Sim --- DB[(Mysql数据库)] Auth -- 认证登录 --> Platform ExpRec -- 实验记录 --> Platform </pre>
实验教学项目	<p>开发技术</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>VR <input type="checkbox"/>AR <input type="checkbox"/>MR <input checked="" type="checkbox"/>3D 仿真 <input checked="" type="checkbox"/> 二维动画 <input checked="" type="checkbox"/>HTML5 其他 <u>WebGL</u></p>

	<p>开发工具</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/>Unity3D <input type="checkbox"/>3D Studio Max <input type="checkbox"/>Maya<input type="checkbox"/>ZBrush <input type="checkbox"/> SketchUp <input type="checkbox"/>Adobe Flash<input type="checkbox"/>Unreal Development Kit <input type="checkbox"/>Animate CC<input type="checkbox"/>Blender <input checked="" type="checkbox"/>Visual Studio <input type="checkbox"/>其他_____</p>
	<p>运行环境</p>	<p>服务器 CPU <u>四</u>核、内存 <u>8</u> GB、磁盘 <u>250</u> GB、 显存 <u>2</u> GB、GPU 型号 <u>GTX960</u> 操作系统 <input checked="" type="checkbox"/>Windows Server <input type="checkbox"/>Linux <input type="checkbox"/>其他 具体版本_ <u>Windows Server2008 R2 64bit</u> 数据库 <input checked="" type="checkbox"/>Mysql <input type="checkbox"/>SQL Server <input type="checkbox"/>Oracle 其他_____</p> <p>备注说明<u>（需要其他硬件设备或服务器数量多</u> <u>于 1 台时请说明）</u></p>
	<p>项目品质（如：单场景模型总面数、贴图分辨率、每帧渲染次数、动作反馈时间、显示刷新率、分辨率等）</p>	<p>单场景模型总面数：小于等于 10 万面； 贴图分辨率：1024*1024； 动作反馈时间：小于 10 毫秒； 显示刷新率：大于等于 25 帧； 分辨率：1900*900。</p>

5. 实验教学项目特色

(体现虚拟仿真实验教学项目建设的必要性及先进性、教学方式方法、评价体系及对传统教学的延伸与拓展等方面的特色情况介绍。)

(1) 实验方案设计思路

①建设基于物联网技术的智能无土栽培虚拟仿真实验的必要性

第一，实验环境匮乏。物联网智能农业是一个新型的农业现代化发展趋势。基于物联网、大数据等信息技术的农业 4.0，能够有效地减少或摆脱自然因素带来的影响，且不再受限于土壤种植，使农业作业更加生态化、智能化、都市化和自由化。人类可以以更低的成本、更优化的资源结构、更好的流通环节，从大自然中获取健康、干净、可持续的食物。实践证明，无土栽培具有节水、节能、省工、省肥、减少环境污染、防止连作障碍、产品无污染及高产高效等一系列特点。

智能无土栽培是一种计算机技术和物联网技术综合应用的典型场景，对工程师的理论水平、实践能力和综合素质均要求较高，对信息技术专业应用型人才培养具有重要的意义。然而，真实无土栽培场景往往具有面积大、设备多、操作难记录的情况，无法实施关注和调整所有设备的运行状况，且苗株对环境要求较高，室温、光照等需要精细控制、及时调整，但人的精力有限，无法全程兼顾。本项目借助虚拟仿真技术，通过 3D 虚拟场景将智能无土栽培的工作过程案例化、虚拟化，可以切实有效解决因实验环境匮乏所带来的困难。

第二，实验对象特殊，模拟成本高。首先，智能无土栽培数据采集模块设计是否合理、部署位置、数量等直接影响到检测对无土栽培作物的环境监测结果，这些不仅导致实验空间要足够大，而且每次实验成本高。另一方面，在智能无土栽培系统维护过程遇到各类型异常，如网络传输或组网异常、传感器工作故障、电路故障等，属于随机偶发性事件。该项目能有效解决因实验被试对象和耗材特殊而造成的实验实施和数据收集的困难。

②智能无土栽培虚拟仿真实验的先进性

首先，理念先进。本项目以面向工作过程导向教学理论为指导，以智能无土栽培工作过程为主线，对实验的知识和技能进行重构和整合，通过工程案例仿真开展实训、实验。这样可使得课程内容与职业活动相联系，使学生能够直接获得嵌入式硬件及程序设计、传感器设计、网络技术 etc 综合知识应用的实战经验。在智能化规范与流程设计上，融入了农业 4.0 种植、培育等自动化、智能化理念，确保了无土栽培工作智能化流程设计的前瞻性和可操作性。

其次，技术先进。本项目借助 3D 建模技术、模拟动画、虚拟场景生成等虚拟仿真技术，高度还原了物联网设备选型、嵌入式软硬件应用设计及调试、RFID 感知等无土栽培智能化工作过程。本实验主要使用了三种虚拟仿真实验手段：第一，通过 3D 建模技术逼真地展示常用电子信息设备；第二，通过模拟动画生动地演示传感器数据网络传输抽象的过程；第三，通过流程引导清晰地演示无土栽培智能化实施过程中的硬件选型、参数配置、故障测试等复杂的步骤。

我校拥有“基于物联网技术的智能无土栽培系统虚拟仿真实验软件”一项软件的自主知识产权。

③智能无土栽培虚拟仿真实验系统的设计思路

智能无土栽培虚拟仿真实验教学项目依托开放式虚拟仿真实验教学管理平台，实现数据接口无缝对接和实验全过程的记录与追踪。开放式虚拟仿真实验教学管理平台以计算机仿真技术、多媒体技术和网络技术为依托，采用面向服务的软件架构开发。如图 5-1 所示，智能无土栽培虚拟仿真实验系统集实物仿真、创新设计、智能指导、虚拟实验结果自动批改和教学管理于一体，是一个具有良好自主性、交互性和可扩展性的虚拟实验教学平台。

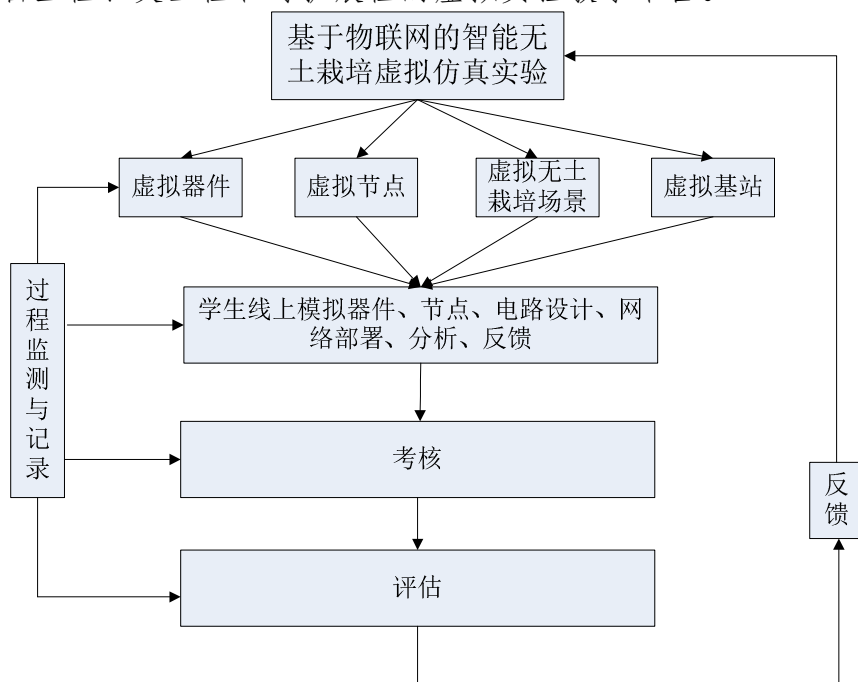


图 5-1 基于物联网的智能无土栽培虚拟仿真实验系统设计思路

(2) 教学方法创新

①采用了面向过程的教学理论。本项目以面向过程导向教学理论为指导，以培养具有专业胜任能力和社会适应能力的创新应用型信息化人才为目标，采用“厚基础，重应用，强能力，启创新”教学理念，让学生在沉浸式漫游、交互式个性化设计、反思式评价的实验过程中，掌握嵌入式微控制器电路设计、硬件选型和程序设计、传感器工作机制及部署规程等无土栽培智能化工作过程，具备根据传感器的信息进行无土栽培传感器及其网络拓扑缺陷判断的能力，具有解决智能无土栽培工作过程中一些传感器、执行器、网络传输、通信等异常情况的综合素质。采用面向过程的教学方法，将智能无土栽培虚拟仿真实验变成了“以与智能现代农业作业情景相关的工作过程知识和能力培养为主，以陈述性知识为辅”的实战过程，使得学生可以在学习中获得嵌入式硬件及程序设计、传感器应用、网络和通信技术 etc 综合知识应用的实战经验，达到提高教学效果的目标。

②教学效果明显。系统对学生操作的记录反馈显示了该教学方式方法激发了学生的学习兴趣，显著提高了学生的学习效率，提升了学生自主的能力，加深了他们对现代信息技术应用的理解。

(3) 评价体系创新

①反馈。项目的自主个性化设计实验，系统全程自动记录实验过程与操作步骤，学生能够追溯回看自己的操作记录，促使学生养成规范练习和主动思考的学习习惯。

②评价。在考核环节，系统对操作次数、操作时间、交互操作要点等进行多维度考核，并同时对学生理论知识进行考核，形成理论与实验相结合、过程性和终结性评价相融合的综合评价体系。

(4) 对传统教学的延伸与拓展

①延伸了传统实验教学内容的深度、广度与实验空间。该项目为学生提供了高度仿真的虚拟场景和实验环境，解决了智能无土栽培实验环境缺乏、实验场地受限、成本高等问题，有效地节省了实验教学成本；将传统的实验室、固定的上课时间延伸为网络虚拟实验室和 24 小时在线的“空中课堂”。

②拓展了以虚补实的实验教学方法。采用高度仿真的场景教学，通过实战操作，学生与虚拟微控器、虚拟植物栽培、虚拟传感器和执行器、虚拟远程实时监控、虚拟数据通信和传输等互动。学生在智能无土栽培虚拟实验操作和过程可通过教学系统自动采集并上传至网络数据库，及时做出纠错和反馈，线上线下师生互动，实现了以虚补实、虚实结合的实验原则。

③拓展了设备实验共享范式。本项目仅供许昌学院信息工程学院物联网专业学生使用，还与许昌职业技术学院、许昌电气职业学院等 2 所高校共享，为整体提升专业人才培养提供了丰富的资源。面向社会开放运行，为包括鄢陵花木、禹州大数据等在内的从事作物栽培智能化信息技术服务的企业和事业单位提供了产品展示和仿真平台，为我国无土栽培智能化行业做出了重要贡献。

6. 实验教学项目持续建设服务计划

(本实验教学项目今后 5 年继续向高校和社会开放服务计划及预计服务人数)

(1) 项目持续建设与服务计划:

在今后 3-5 年时间里, 不断整合学校和社会案例资源, 加大经费投入, 对本项目进行持续改进完善和服务, 补充并更新虚拟仿真实验教学数据和案例。具体工作内容包括:

①以高素质应用型人才培养为牵引, 实现仿真实验持续升级和内容更新。以河南省计算机示范实验教学中心、许昌市智能电磁感知重点实验室和鄢陵花木、禹州大数据行业应用和建设为支持, 结合物联网技术和大数据技术的发展, 对现有仿真系统持续升级和充实实验内容, 优化考核方式。

②集合专业群力量, 实现“交叉融合式共享”。在高等教育资源相对紧缺的条件下, 打破隔阂, 在全校范围内乃至跨校重组优化、构建“交叉融合式共享”专业群大基地: 即“不同方向、不同专业、不同学科”的交叉融合式共享。今后随着项目的持续建设, 我们将借助校园网络平台, 进一步扩大共享范围。

(2) 面向高校的教学推广应用计划:

从实验项目的更新、网址访问与访问界面要求、客户端硬件配置、软件环境要求及安装方法等方面, 使该实验项目更加贴合交互操作实际, 满足课程和时间要求, 为学生专业化保教能力的培养提供一个更好的虚拟仿真平台。有步骤有计划地向兄弟院校实施教学推广, 并做好面向高校的教学保障工作, 实现实验过程支持线上答疑、交流, 通过互联网实现解决技术问题的目的

(3) 面向社会的推广应用计划:

按照建设要求, 在校内共享的基础上, 计划实施项目被认定后 1 年内将通过省精品课程网站、国家级精品资源共享课程等共享平台, 继续面向高校和社会免费开放, 并提供在线教学服务; 1 年后至 3 年内免费开放服务内容不少于 60%; 3 年后免费开放服务内容不少于 50%。采用专人负责制, 实现对外企业、院校、个人有偿或免费使用虚拟网络教学平台或虚拟仿真实验, 扩大公用资源的规模经济性。

7. 知识产权

软件著作权登记情况	
软件著作权登记情况	<input checked="" type="checkbox"/> 已登记 <input type="checkbox"/> 未登记
完成软件著作权登记的, 需填写以下内容	
软件名称	基于物联网技术的智能无土栽培系统虚拟仿真实验软件

是否与项目名称一致	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
著作权人	许昌学院
权利范围	全部权利
登记号	2020SR1012827

8. 诚信承诺

本人承诺：所申报的实验教学设计具有原创性，项目所属学校对本实验项目内容（包括但不限于实验软件、操作系统、教学视频、教学课件、辅助参考资料、实验操作手册、实验案例、测验试题、实验报告、答疑、网页宣传图片文字等组成本实验项目的一切资源）享有著作权，保证所申报的项目或其任何一部分均不会侵犯任何第三方的合法权益。

本人已认真填写、检查申报材料，保证内容真实、准确、有效。

实验教学项目负责人（签字）：

年 月 日

9. 附件材料清单

1. 政治审查意见（必须提供）

（本校党委须对项目团队成员情况进行审查，并对项目内容的政治导向进行把关，确保项目正确的政治方向、价值取向。须由学校党委盖章。无统一格式要求。）

详见附件-政审材料。

2. 校外评价意见（可选提供）

（评价意见作为项目有关学术水平、项目质量、应用效果等某一方面的佐证性材料或补充材料，可由项目应用高校或社会应用机构等出具。评价意见须经相关单位盖章，以1份为宜，不得超过2份。无统一格式要求。）

3. 软件著作权登记证书（1份）

详见附件-软件著作权。

4. “无线传感器网络原理及应用 I” 教学大纲(查阅实验十)

详见附件-教学大纲。

10 申报学校承诺意见

本学校已按照申报要求对申报的虚拟仿真实验教学项目在校内进行公示，并审核实验教学项目的内容符合申报要求和注意事项、符合相关法律法规和教学纪律要求等。经评审评价，现择优申报。

本虚拟仿真实验教学项目如果被认定为“省级虚拟仿真实验教学项目”，学校将严格贯彻《教育部高等教育司关于加强国家虚拟仿真实验教学项目持续服务和管理有关工作的通知》（教高司函〔2018〕56号）的要求，承诺将监督和保障该实验教学项目面向高校和社会开放，并提供教学服务不少于5年，支持和监督教学服务团队对实验教学项目进行持续改进完善和服务。

（其他需要说明的意见。）

主管校领导（签字）：

（学校公章）

年 月 日

