

2019 年度国家虚拟仿真实验教学项目

申 报 表

学 校 名 称	洛阳理工学院
实 验 教 学 项 目 名 称	牧场智能化虚拟仿真实验
所 属 课 程 名 称	无线传感器网络
所 属 专 业 代 码	080905
实 验 教 学 项 目 负 责 人 姓 名	石念峰
有 效 链 接 网 址	http://3d-stereovision.com:800/lit/information/index/index

教育部高等教育司 制

二〇一九年七月

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（2012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	石念峰	性别	男	出生年月	1976.08
学历	研究生	学位	博士	电话	0379-65929102
专业技术职务	教授	行政职务	副院长	手机	13937953674
院系	计算机与信息工程学院			电子邮箱	shinf@lit.edu.
地址	河南省洛阳市洛龙区学子街8号			邮编	471023
<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>(一) 教研课题</p> <p>[1]面向能力评价的Java程序设计系列课程改造（201702099004），教育部高教司，2017，排名第一。</p> <p>[2]面向企业级Java项目的应用型人才培养课程改革（201802123105），教育部高教司，2018，排名第一。</p> <p>[3]面向对象程序设计应用型课程建设，洛阳理工学院，2018，排名第一。</p> <p>[4]河南省高等学校“专业综合改革试点”项目——计算机科学与技术，河南省教育厅，2013，排名第四。</p> <p>[5]河南省高等学校实验教学示范中心——物联网工程实验中心，2013，排名第五。</p> <p>(二) 教研论文</p> <p>[1] Nianfeng Shi, Wen Cui, Ximing Sun. Evaluating the Effectiveness Roles of Variables in the Novice Programmers Learning, Journal of Educational Computing Research, 2018, SSCI 收录 JCR Q3, IF=0.678.</p> <p>[2] Nianfeng Shi, Zhiyu Min, Ping Zhang. Effects of Visualizing Roles of Variables with Animation and IDE in Novice Program Construction, Telematics and Informatics, 2017, SSCI 收录 JCR Q1, IF=3.398.</p> <p>[3] 变量角色技术对大学生程序阅读能力培养的实证性研究, 科技视界, 2017.</p> <p>(三) 教学表彰和奖励</p> <p>[1] 河南省优秀教师, 2015年.</p> <p>[2] 河南省教育系统教学技能竞赛一等奖, 河南省教学标兵, 2015年, 排名第一.</p> <p>[3] 变量角色可视化对编程初学者程序编写能力的培养效果分析, 河南省教育科学研究优秀成果一等奖, 2018, 排名第一.</p> <p>[4] 《虚拟实验及实验报告智能管理系统》河南省信息技术教育优秀成果奖, 一等奖, 2014, 排名第一.</p> <p>[5] 河南省高等学校教学团队, 2016年, 排名第三.</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）

（一）近五年来承担的学术研究课题

[1] 基于数字足迹的景区个性化浏览路径服务技术研究，河南省重点科技攻关计划，结项，2018，第一完成人；

[2] 融合粒子群算法和工艺规划的车间调度作业协同工作技术研究，河南省重点科技攻关计划，结项，2017，第一完成人；

[3] 红外线与可见光成像的人脸安全认证技术研究，河南省重点科技攻关计划，结项，2017，第二完成人；

[4] 基于分子模型的聚合物成型过程模拟及流场中聚合物微观形态流变研究，省基础与前沿技术计划，结项，2017，第二完成人；

[5] 多特征融合的运动视频中人体动作评分技术研究，河南省重点科技攻关计划，在研，2018，第二参与人；

（二）学术论文

[1] 石念峰,张平,王国强. 基于 Fisher 矢量编码的运动视频自动评分技术[J]. 计算机应用研究,2018, (10).

[2] 石念峰,侯小静,张平. 时空特征局部保持的运动视频关键帧提取[J]. 计算机应用,2017,37(09).

[3] 石念峰,侯小静,张平,孙西铭. 姿态估计和跟踪结合的运动视频关键帧提取[J]. 电视技术,2017,41.

[4] 石念峰. 开放网络环境下电子档案访问控制技术研究[J]. 档案管理,2017, (05).

[5] Guoqiang Wang, Nianfeng Shi. Embedded Manifold-Based Kernel Fisher Discriminant Analysis for Face Recognition, Neural Processing Letters,2016,11;

（三）学术研究表彰/奖励

[1] 电力系统继电保护信息采集与智能分析系统，河南省科学技术进步二等奖，第四完成人，2012；

[2] 物流综合信息智能管理软件平台，河南省科学技术进步三等奖，第二完成人，2014；

[3] 一种允许误差的异构图形语义匹配技术，河南省自然科学优秀论文二等奖，第一完成人，2011；

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（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	石念峰	洛阳理工学院	教授	副院长	整体策划、项目实施	
2	杨尚森	洛阳理工学院	教授	院长	课程建设、课程规划	
3	李明照	洛阳理工学院	讲师		实验实施	技术支持
4	高春玲	洛阳理工学院	副教授	副院长	教学过程管理	
5	韩哲	洛阳理工学院	助教		实验内容规划、实验实施	在线教学服务
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	刘保罗	洛阳理工学院	副教授		实验内容规划、实验实施	
2	聂雅琳	洛阳理工学院	讲师		U3D 工程师	在线教学服务
3	龚蕾	洛阳理工学院	讲师		教学过程管理	在线教学服务
4	李远博	洛阳理工学院	讲师		场景建模	技术支持
5	王伟静	洛阳理工学院	讲师		教学过程管理	在线教学服务
6	郭俊恩	洛阳理工学院	副教授		Java 工程师	技术支持
7	王国强	洛阳理工学院	教授		教学过程管理	在线教学服务
8	王晶	河南众诚信息科技股份有限公司	产品经理	业务部经理	项目协调	技术支持
9	张兴伟	洛阳莱普生信息技术有限公司		总经理	应用指导	
10	刘文彦	清华大学天津高端装备研究院			应用指导	
11	崔广伟	河南众诚信息科技股份有限公司	总工程师	技术总监	仿真平台架构设计	技术支持
12	张尧	河南众诚信息科技股份有限公司	软件工程师	开发人员	软件功能开发	技术支持
项目团队总人数： <u>17</u> （人） 高校人员数量： <u>12</u> （人） 企业人员数量： <u>5</u> （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

牧场智能化虚拟仿真实验

2-2 实验目的

随着现代通讯技术的发展，物联网技术和计算机应用技术集成的智能化应用，已经成为提高企业生产、工作效率，增强企业竞争力的主要手段之一。智能化产品研发和应用涉及传感器感知、无线通信网络、嵌入式控制等多种理论知识和专业技能，通常需要复合性物联网或计算机应用专业人才。然而目前全国这类专业技术人员培养能力不足，人才市场缺口较大。

计算机与信息工程学院按照“行业性、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具备计算机技术、通信技术、传感技术等信息领域专业知识，能够从事物联网领域的应用开发、工程设计、物联网系统运行维护和管理的高素质应用型复合人才。牧场智能化作为一种典型的智能化应用场景，如果将其工作过程案例化，对培养物联网工程和计算机应用技术方向应用型复合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彼此相互独立、不能互通互联，严重阻碍了培养复合型应用型人才的人才培养目标实现。第一，开发完整的牧场智能化实验教学设备涉及到 RFID 技术、嵌入式应用技术、传感器感知技术、无线通信技术、无线传感网络技术和异构网关、数据融合和数据存储与处理等多种核心技术，研发周期长、投资成本大；第二，物联网技术和牧场智能化处于蓬勃发展的关键时期，技术更新快，技术和设备淘汰周期短。因此，针对物联网工程实践开展虚拟仿真项目实验显得十分必要和迫切。

牧场智能化虚拟仿真实验属于综合性应用实验，实验内容包括基于 RFID (Radio Frequency Identification, 即 RFID) 技术牲畜信息感知装置设计、入栏自动化计数系统设计、自动分栏控制器设计和无线传感器网络布设等。本实验通过牧场智能化的虚拟仿真操作，预期达到的总体实验目标是：深化学生对嵌入式、传感器网络、通信技术等相关课程的理论知识理解，掌握物联网技术和计算机应用技术集成工程实践的方法和技术，提高物联网工程、计算机科学与技术等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 RFID 感知装置的 RFID 标签选型和信息读写仿真操作等实验环节, 理解 RFID 标签的类别、工作频率和通信标准等 RFID 技术基本知识, 掌握 RFID 传感器的工作过程;

2) 通过自动计数系统设计的控制器选型、电路设计和中断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, 掌握微控制器中断技术和嵌入式操作系统程序设计技术。

3) 通过无线传感网络布设的各类传感器选型与参数配置、传感网络的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 网络的协议栈结构和远程云平台的工作原理, 掌握无线传感网网关的配置方法和传感器网络的布设及优化技术。

4) 通过自动分栏控制器设计的红外传感器布设、重量传感器参数设置和 RFID 信息输入和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, 掌握自动分栏控制器的设计过程。

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——洛阳理工学院物联网工程实验教学中心和洛阳市农牧智能传感网络系统重点实验室, 洛阳理工学院计算机与信息工程学院研发了牧场智能化虚拟仿真实验。本仿真实验以洛阳莱普生信息科技有限公司的智能牧场解决方案为原型, 借助 3D 模型、2D 动画和虚拟现实等虚拟仿真技术, 通过 RFID 标签选型及参数配置、微控制器选型和中断控制及程序设计、无线传感器参数设置和网络布设和节点优化、RFID 信息读写和网络信息传输、突发异常情况处理等仿真交互操作, 高度还原了牧场智能化的牲畜信息感知装置设计、入栏自动化计数系统设计、自动分栏控制器设计和无线传感网络布设等工作过程中的技术参数配置、程序设计与控制、工作原理和故障诊断处理等核心要素。

牧场智能化虚拟仿真实验共分为 4 个核心工作过程, 对应 14 个知识点, 各个工作过程和知识点关系结构如图 2-1 所示。



图 2-1 牧场智能化仿真实验知识点关系结构图

以下是牧场智能化 4 个核心工作过程的具体实验原理和知识点说明。

(一) 基于 RFID 技术的牲畜信息感知装置设计

基于 RFID 技术的牲畜信息感知装置的工作原理如图 2-2 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。

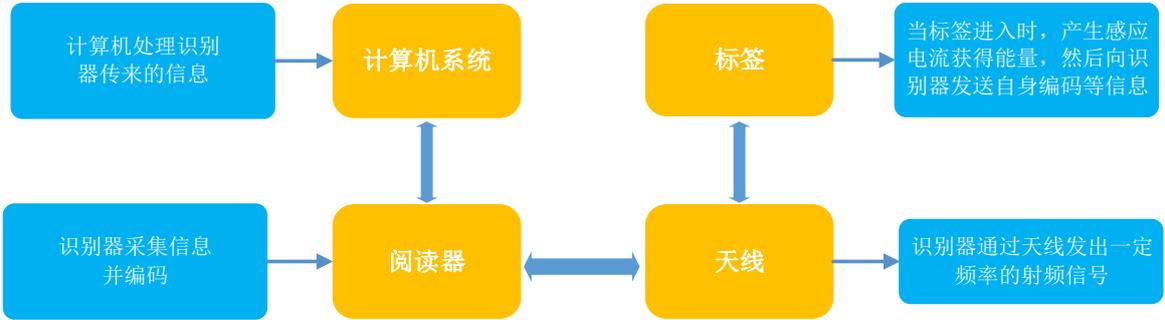


图 2-2 基于 RFID 技术的牲畜信息感知装置的工作原理

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，在智能牧场中主要用于存储牲畜信息和标识牲畜身份信息。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。所以当来进行牲畜分栏控制时，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。

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，从而造成牲畜漏识别或错误识别。

3、RFID 标签存储信息写入和佩戴知识点

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。智能牧场中的牲畜的生物信息和身份信息等需要借助读写正确装置写入到 RFID 标签中，并配到牲畜的耳朵等身体部位，否则 RFID 感知识别系统无法正确读取和识别。

(二) 入栏自动化计数系统设计

牲畜入栏自动检测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、外部接口判断、中断系统与定时器程序设计、操作系统选择等核心要素。

(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牧场的多任务、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，可以满足智能牧场高性能、低成本、低功耗的嵌入式应用场景。

（2）中断系统技术知识点

中断技术是一种使 CPU 中止正在执行的程序而转去处理特殊事件的操作，可以使微处理器支持多个外设同时工作，从而可以提高微处理器的利用率，提升数据输入、输出的速度。同时，中断功能可以使微处理器及时处理各种软硬件故障，并根据中断系统的设置自行处理相关故障。在智能牧场入栏装置工作过程中，需要使用步进电机、信息读写装置、传感器控制等多种外设和信息源，对系统的实时性要求较高，是否使用中断技术以及使用硬件中断、软件中断只管重要。通过中断选择和程序设计仿真操作，不仅可以帮助学生理解中断的工作原理，而且可以帮助他们掌握中断程序设计。

（3）操作系统选择知识点

STM32 处理器需要使用嵌入式操作系统（Embedded Operating System, EOS）。EOS 有嵌入式实时操作系统（包括 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ ，嵌入式 Linux, Windows Embedded 和 VxWorks 等）以及应用在智能手机和平板电脑的 Android、iOS 等。EOS 具有、需配置相应的开发工具和环境等优点，被广泛应用于工业领域。根据应用场景不同，用户需要选择不同的 EOS，例如本次实验应采用系统内核小、专用性强、系统精简、高实时性、多任务的 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 实时操作系统，保证入栏自动计数装置的实时响应和多任务特征需要。

（三）无线传感器网络布设

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。

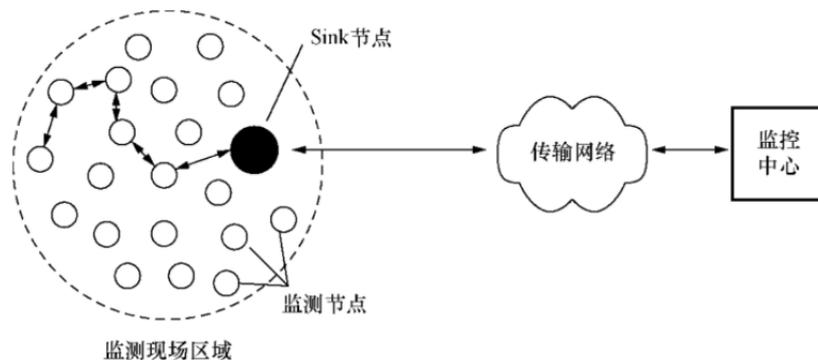


图 2-3 无线传感器网络示意图

(1) 无线传感器网络组成与网络拓扑知识点

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，从牧场智能化对组网简单、成本低以、使用寿命及网络覆盖范围的工程需要，本实验应选择星形拓扑结构。

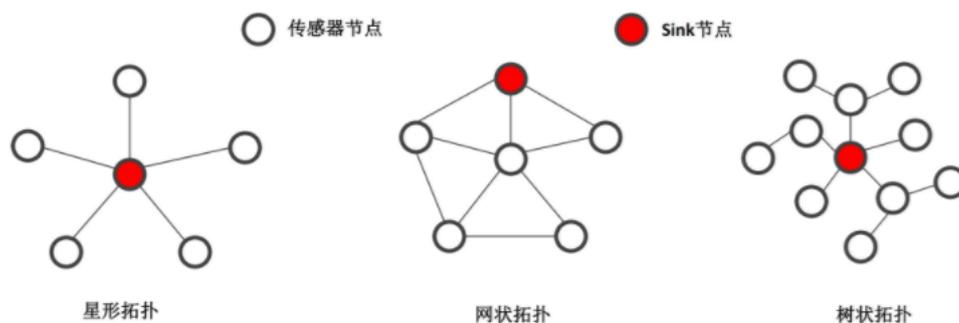


图 2-4 三种拓扑结构示意图

(2) 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。牧场智能化过程中，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 $n = 2$ ）。

(3) 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，是牧场智能化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牧场智能化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 2-5 所示，搭建正确的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。

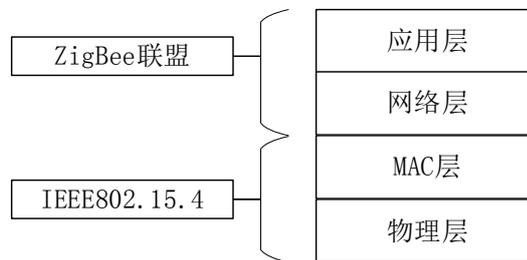


图 2-5 Zigbee 协议栈结构

(4) 网络通信参数配置知识点

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(Controllor 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。在牧场智能化仿真实验过程中，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牲畜棚的环境信息。

（四）自动分栏控制器设计

传感器是一种检测装置，能感受到被测量的信息，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。牧场智能化虚拟仿真实验自动分栏控制设计环节，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，借助牲畜三维分栏动画演示，100%实现了传感器选型知识点学习和考核。

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：RFID 标签、RFID 读卡器、耳标钳、红外对射传感器、STM32 控制器、门禁控制器、LCD 显示器、温湿度传感器、氧气传感器、甲烷传感器、氨气传感器、联动控制器、空气调节器、无线传感器网络汇聚节点、网关设备、ZigBee 模块、无线射频模块、网络线缆、电源设备等。

(3) 洛阳理工学院自主知识产权实验软件

牧场智能化仿真实验教学管理软件、智能牧场网络通信仿真软件、智能牧场传感器部署仿真软件，共 3 个软件著作权。

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，项目以真实牧场场景为依托，学生可以根据实验流程引导，选择各个环节的实验参数，实施牧场信息化建设流程，满足实验教学需求，

实验中所涉及的参数如下：

1) 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)。

2) 传感器配置参数：

传感器类型	传感器预设参数
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
氧气传感器参数	供电电源：总线供电 DC9V-24V1A 氧气测量范围：0-30% 测量精度：≤读数的±3.5%F.S (25℃) 输出信号类型：数字信号 测量方式：电化学传感器 通信端口：RS485 总线 运行温度：0~50℃ 工作湿度环境：20~90%RH

二氧化碳传感器	供电电源：DC10-30V CO2 测量范围：400~5000ppm CO2 检测精度：±(40ppm+3%F.S) 通信端口：RS485 总线 防水等级：IP65
氨气传感器	供电电源：DC10-30V NH3 测量范围：0~500ppm NH3 检测精度：<20ppb NH3 分辨率：1ppm 通信端口：RS485 总线 输出信号类型：数字信号 防水等级：IP65
硫化氢传感器	供电电源：DC12-24V H2S 测量范围：0~100ppm 测量方式：电化学传感器 H2S 检测精度：≤读数的 3% 通信端口：RS485 总线 输出信号类型：数字信号 防水等级：IP65

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“扎实基础，学生中心、问题导向、学科融合、创新实践”为实验教学设计理念，依托省级实验教学示范中心——洛阳理工学院物联网工程实

实验教学中心，利用现代信息技术等手段，结合学校的实际教学情况，研究并实行了“五式导引”，即沉浸式、交互式、自主式、模块式、反思式，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) 巩固学生现代信息技术和传感器等理论基础。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牧场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，直观感受到牧场智能化建设实践过程中的效果。同时，借助选择练习模式或考核模式，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牧场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) 沉浸式环境漫游。学生进入虚拟的牧场环境，直观形象、立体生动地体验、感知与思考智能化牧场的建设思路、设备选择布局和网络结构。

2) 交互式练习。进入练习环节后，学生与线上教师进行互动提问与答疑；也可以实时更改或配置虚拟牧场中的相关设备，进行操作练习。当操作有误时，系统会给出正确操作提示和相关理论介绍，学生通过人机交互的方式，实现边练习、边学习、边调整，错误和不足之处及时得到改正和补充。

3) 模块式参与。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，并总结相应的知识储备和实践应用能力。

4) 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。

5) 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，进而提高学习效果。此外，在线下，学生可在具备 VR 体验的仿真实验室，动手体验牧场信息化建设的全部操作和过程，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。

(三) 实施效果

1) 提高了应用型人才培养质量。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，学生可以反复进行练习。大量虚拟实验环境里对虚拟实验对象的“试误”，练就了学生的熟练保教能力。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 3 月以来，本校已有 1800 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 150 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，大大提高了教学效率，巩固了教学成果。同时，把线下课堂中所学的知识应用于线上实验中，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。

3) 降低了教学成本。本项目使学生足不出户就能观摩和体验牧场智能化信息技术建设过程，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，也支持了我校其它相近专业的虚拟仿真实验教学。河南城建学院、黄河水利职业技术学院、

郑州信息科技职业学院、郑州铁路职业技术学院等多所兄弟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牧场场景和信息化设备，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，以 RFID 标签工作频率的选择为例，实验中列举了四种不同的工作频率和对应的工作协议，学生可以通过横向对比，准确辨识在不同的工作协议/频率下，RFID 标签的应用场景，应用特点和性能指标等。

（2）学生交互性操作步骤说明：

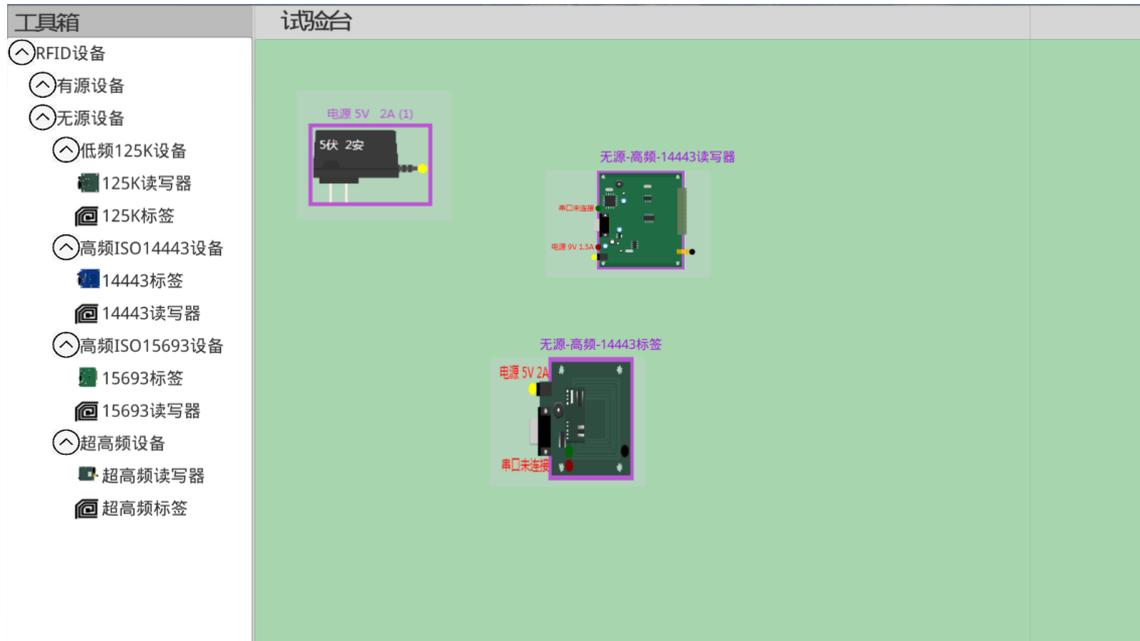
本实验教学项目属于“无线传感网络”课程，共计 2 个实验学时，其中，牲畜信息感知装置设计 0.5 个学时、入栏自动化计数系统设计 0.5 个学时、自动分栏控制器设计 0.5 个学时和无线传感器网络布设 0.5 个学时。通过三维仿真技术、2D 动画，虚拟仿真了牧场环境及质量监控、智能信息化设备选型、网络设计、网络部署和故障诊断等牧场智能化过程及运维，学生可在整个场景和工作情境中进行交互性操作。

牧场智能化虚拟仿真实验的实验步骤可以分为牲畜信息感知装置设计、入栏自动化计数系统设计、自动分栏控制器设计和无线传感器网络布设等四个模块，具体操作步骤如下：

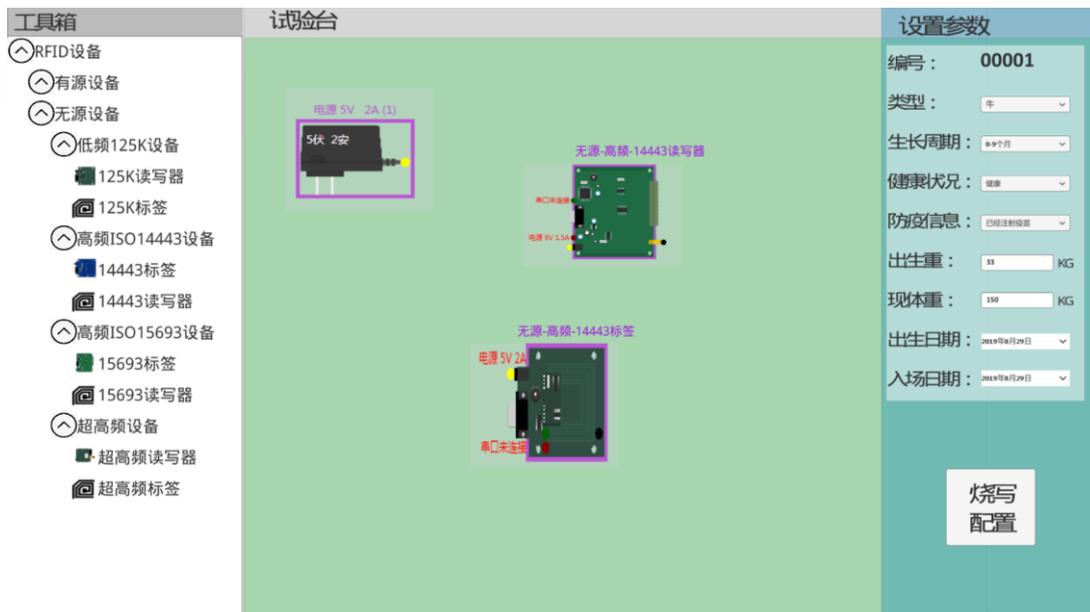
1: 基于 RFID 技术的牲畜信息感知装置设计实验

步骤 1: 选择牧场牲畜入场时需佩戴的 RFID 卡的类别，类别分为有源 RFID 标签和无源 RFID 标签。

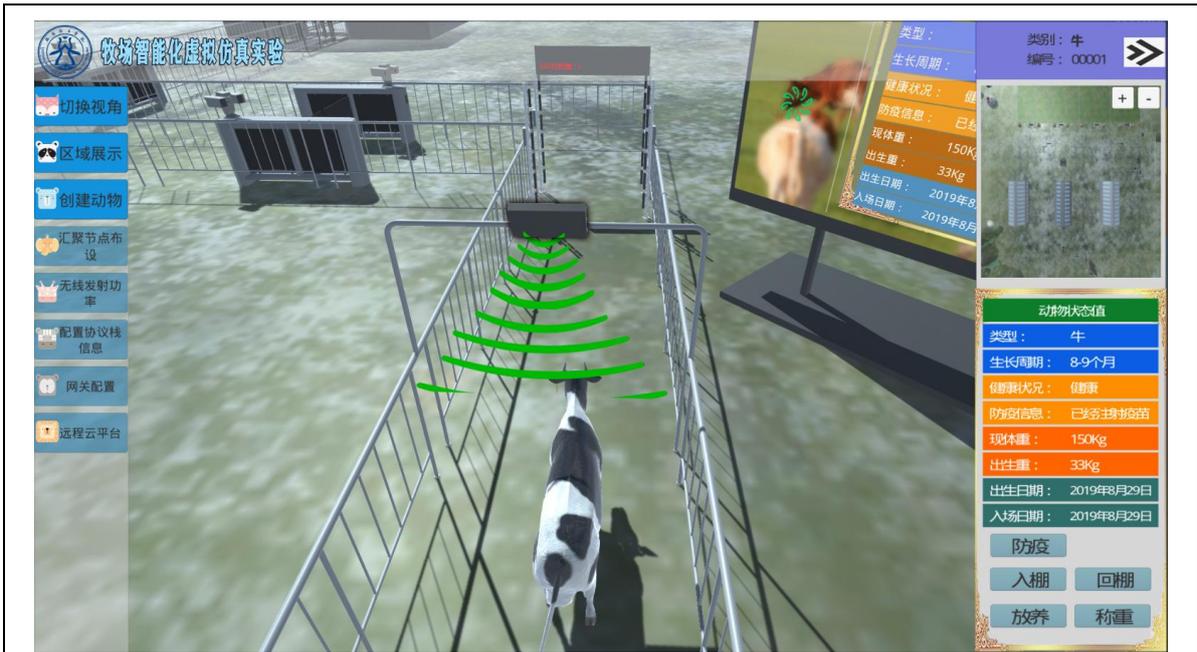
步骤 2: 根据实际场景需要选择 RFID 标签的工作频率, 并在实验台中搭建相应的 RFID 感知识别系统。



步骤 3: 利用上位机软件对 RFID 卡内部存写信息进行写入。



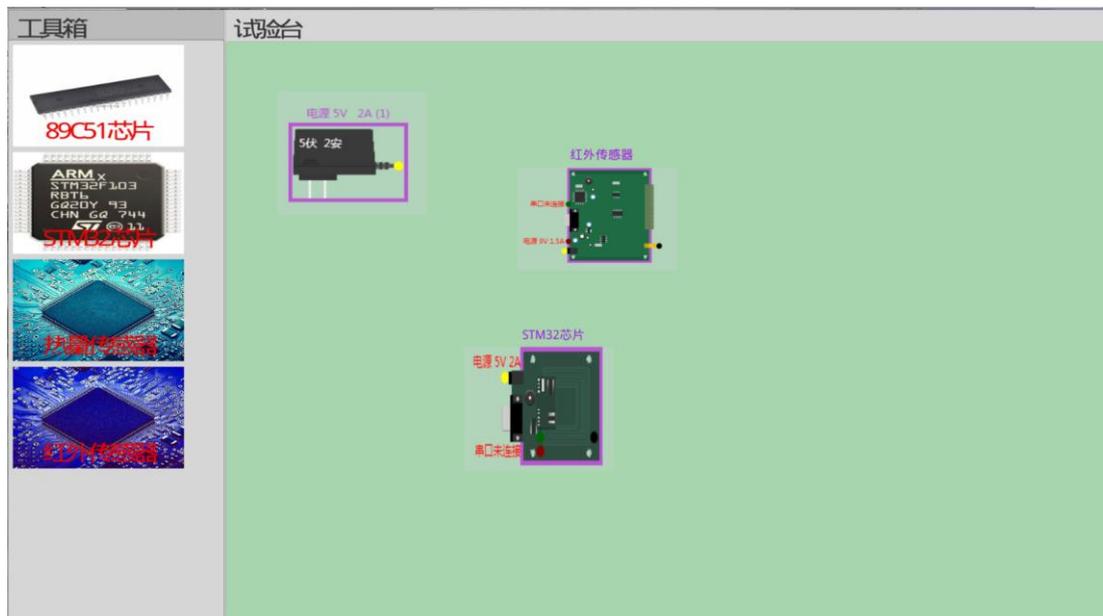
步骤 4: 将制作完成的 RFID 标签佩戴至牲畜身上, 并在入场时进行读卡检测和门禁识别。



2: 入栏自动化计数系统设计实验

步骤 5: 选择控制器的主控芯片。

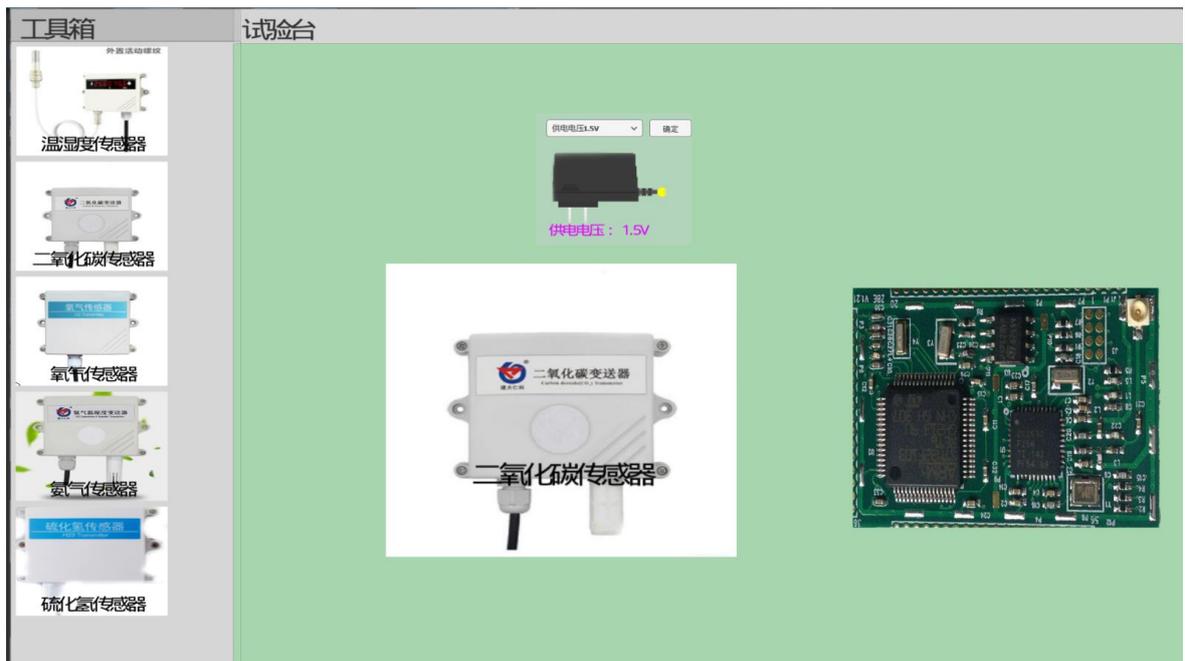
步骤 6: 根据设计需求选择检测需要用的传感器类型，并在实验台中搭建自动计数的电路系统。



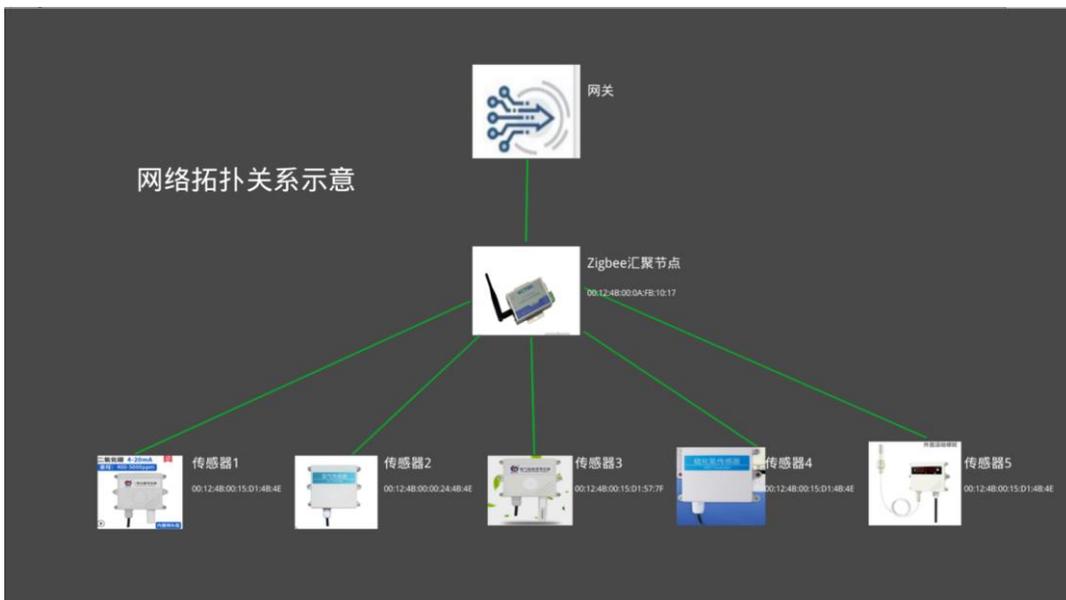
步骤 7: 根据场景需求依次设计自动技术系统的中断开关状态和操作系统，并利用集成开发环境编写和下载主控芯片的核心代码。



步骤 10: 对传感器加装无线通信模块, 并对感知节点进行相应的电路设计。



步骤 11: 结合无线传感网络的相关理论, 依次对无线传感网络的感知节点和汇聚节点进行布设, 调整相应节点的无线发射功率, 保证网络链路的连通性, 并在调整完成后, 通过动画模拟演示网络的拓扑状态。



步骤 12: 结合 Zigbee 网络协议栈的相关知识, 配置网络汇聚节点的协议栈信息。

Zigbee汇聚节点协议栈配置

ZigBee联盟

- 应用层
- 网络层

IEEE802.15.4

- MAC层
- 物理层

- 物理层**规范了ZigBee的通信频率, 传输速率和调制方式等, 具有基于直接序列扩频技术的2.4 GHz和868/915MHz两个物理层标准。
- MAC层**, 管理无线物理信道的接入过程, 包括设备间无线链路的建立、维护和断开, 及帧发送与接收、信道接入与控制、帧校验与快速自动请求重发(ARQ)、预留时隙管理以及广播信息
- 网络层**负责管理网络的形成和路径选择, 将信息转发到目标设备的地址。通过网络层管理实体服务接入点提供网络管理服务, 如配置一个新的设备、初始化一个网络、连接和断开网络
- 应用层**负责向用户提供应用软件接口, 包括应用支持层 (ApplicationSub-layerSupport, APS)、ZigBee设备对象层 (ZigBeeDeviceObject, ZDO) 等, 实现应用层对设备的管理。

配置完成

步骤 13: 完成与 Zigbee 汇聚节点相连接的网关配置，将无线传感网络的感知信息通过 TCP/IP 网络传送至云端，实现远程对牲畜棚的信息监测。



步骤 14: 在正确配置完成以上实验后，实验者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远端的过程演示，并在数据传输完成后，在远程云平台监控中心看到牲畜棚的环境信息。

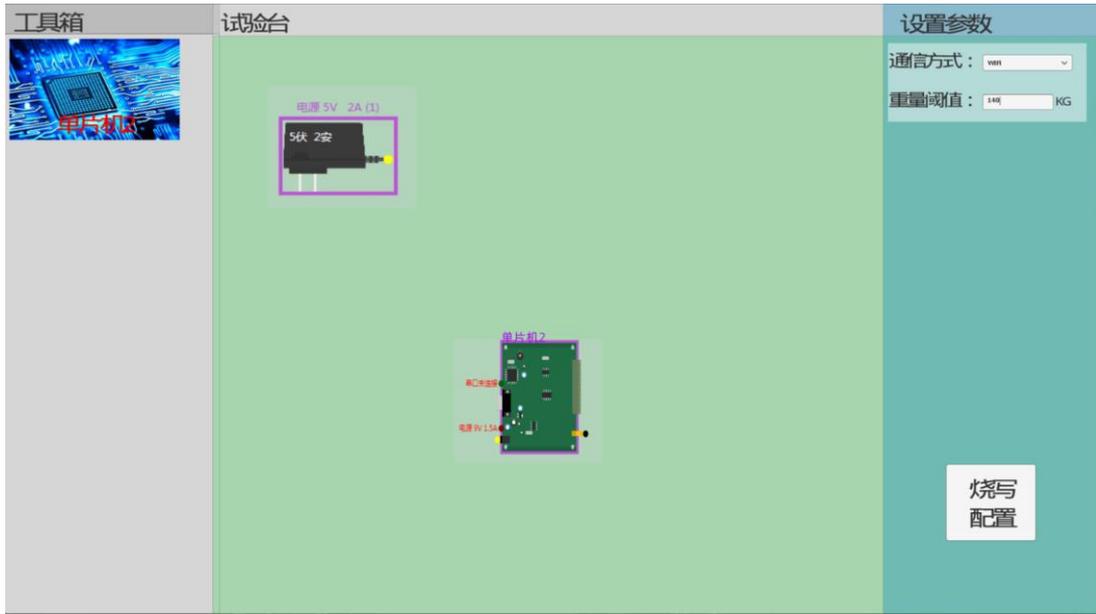
步骤 15: 在云平台中完成智能联动信息配置，根据牲畜棚内的温湿度、二氧化碳、氨气等信息，设置合理的阈值控制棚内空气调节器的工作状态，实现对牲畜棚环境的智能调节。



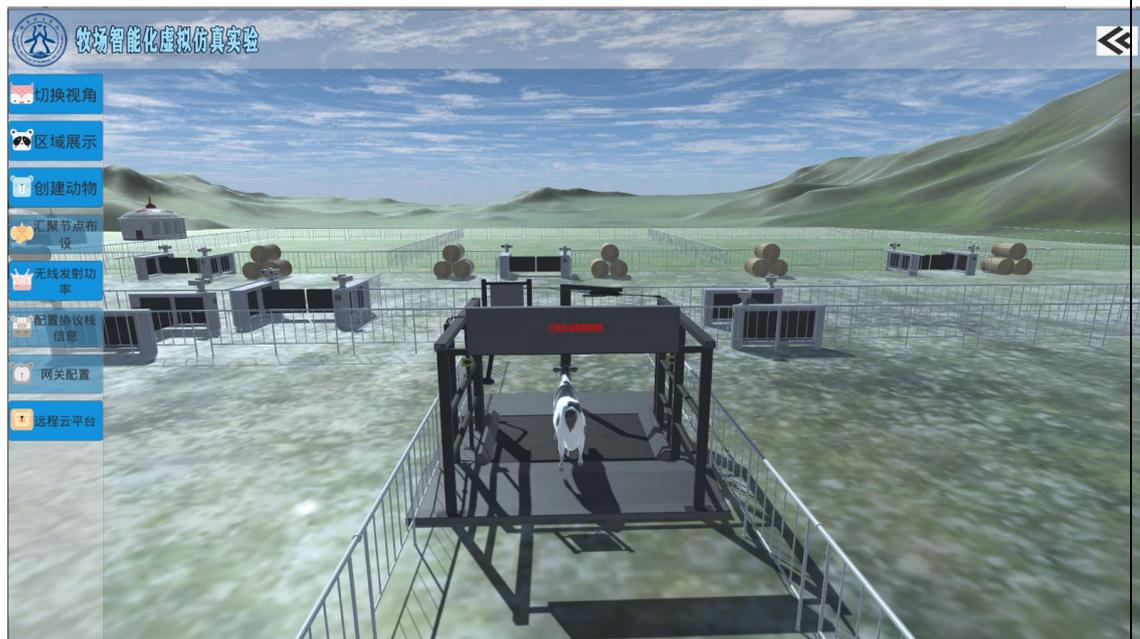
4: 自动分栏控制器设计实验

步骤 16: 利用 RFID 读卡器读写牲畜佩戴的 RFID 卡信息, 根据牲畜的防疫情况, 控制相应门禁的开关, 将牲畜分至称重区和医疗区。

步骤 17: 在称重区, 选择控制称重台的控制器与门禁控制器之间通信方式。而后在称重台的上位机中自行配置牲畜的重量阈值, 当重量高于阈值时, 牲畜将被分至出栏区, 当重量低于阈值时, 牲畜将被分至放养区。



步骤 18: 利用三维动画演示上述自动分栏过程。



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：实验过程记录表
- (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，学生参与度低等问题，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；
- 3) 模拟一份信息化建设项目，并完成项目管理与项目实施的计划表，列表如下所示：

表 2-1：项目管理与项目实施的计划表

项目名称		总负责人		计划完成周期(天)
项目阶段	子项目工作内容	计划开始时间	实际开始时间	计划结束时间
(M0) 方案论证				
(M1) 立项需求				
(M2) 采购阶段				
(M3) 设计制作				
(M4) 安装调试				
(M5) 验收总结				

2-10 考核要求

本实验项目以学生牧场智能化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。

实验项目分为练习模式和考核模式，其中练习模式包括牧场环境下的 RFID 标签感知识别相关技术原理、嵌入式自动技术系统设计、无线传感网络拓扑结构与综合应用、网络通信技术应用四部分内容；考核模式为牧场智能信息化建设的综合实践。实验成绩的具体考核要求如下表所示：

表 2-2：牧场智能化虚拟仿真实验考核要求

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 (15%)	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案；	15
实验操作 (40%)	操作步骤是否正确	具备解决牧场智能化工作过程中一些传感器、网络传输、单片机通信等异常情况的能力，能够对习得能力进行迁移。	20
	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单片机中断、定时/计数器等工作原理。	20
实验结果 (15%)	实验结果是否正确	掌握牧场智能化工作过程中一些传感器、网络传输、单片机通信等异常情况的综合问题解决能力。	15
实验报告 (30%)	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。	15
	实验分析是否正确、充分	具备借助 spss、Excel 等信息化工作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。	15
总分 (100%)			100

2-11 面向学生要求

(1) 专业与年级要求

面向计算科学与技术二年级学生、物联网工程三年级学生、通信工程三年级学生、计算科学与技术（专升本）二年级学生和计算机应用技术大二学生。

(2) 基本知识和能力要求等

本实验项目要求学生具备以下基本知识和能力：

1) 遵守师德规范和职业道德，能在综合实验中理解并践行尊重用户信息隐私、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，并能够贯彻执行畜牧业行业的相关标准。

2) 具备一定的专业知识，如“电路与模拟电子技术”、“单片机原理与应用”、“传感器原理与应用”、“无线传感网络”、“无线局域网技术”和“RFID 技术”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“电路与模拟电子技术”课程中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方法等知识；

掌握“单片机原理与应用”课程中嵌入式语言程序设计、中断系统、定时器/计数器、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“传感器原理与应用”课程中传感器选择、温度补偿、抗干扰设计等知识。

掌握“无线传感网络”课程中无线传感网络的通信协议与路由选择、介质访问和网络拓扑控制等知识；掌握“RFID 技术”课程中 RFID 系统编码和调制方法、RFID 系统的射频前段的设计等知识。

2-12 实验项目应用及共享情况

(1) 本校上线时间：2019.05.13

(2) 已服务过的本校学生人数：1800

(3) 是否纳入到教学计划：是 否

本实验已经纳入到“无线传感器网络”课程的综合训练课程中，占 2 个学分，详细请参见附件大纲。

(4) 是否面向社会提供服务：是 否

(5) 社会开放时间：2019.05.13 已服务人数：

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

<http://3d-stereovision.com:800/lit/information/index/index>

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）

网络带宽不低于 20M，建议网络带宽 50M 及以上，可点击实验项目首页面下方网速测试按钮进行测试。



图 3-1 网络带宽测试界面

(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）

系统支持最大并发响应数量 150 人，实验项目首页面下方显示在线人数；当实验人数超过 150 人时则进入实验时提示进行在线等待，等待前面实验者实验结束后，方可进入，系统显示实验者等待队列的序号。

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

Windows7 及以上版本操作系统或 Mac OS X10 及以上版本操作系统。

(2) 其他计算终端操作系统和版本要求

无

(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) 需要特定插件 是 否

插件名称：浏览器 Google Chrome

插件容量：48.1MB

下载链接：http://dl.hdmoon.com/tools/chrome_x64.exe

(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）

不提供软件下载服务。

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

表 3-1：用户硬件配置表

计算机硬件配置需求（最低）	计算机硬件配置需求（推荐）
处理器：Intel I5 2.8Ghz 及以上	处理器：Intel I5 3.2Ghz
内存：8GB 及以上	内存：8GB
硬盘空间：500G	硬盘空间：500G
显卡：独立显卡，NVIDIA GTX 750Ti	显卡：独立显卡，NVIDIA GTX 960
显存：2G 及以上	显存：4G
网卡：100Mbps 以太网卡及以上	网卡：1000Mbps 以太网卡
显示器：16:9 分辨率 1280*720 及以上	显示器：16:9 分辨率 1920*1080
操作系统：Windows7/8/10	操作系统：Windows7/8/10

(2) 其他计算终端硬件配置要求

无特殊要求。

3-6 用户特殊外置硬件要求（如可穿戴设备等）

(1) 计算机特殊外置硬件要求

无特殊要求。

(2) 其他计算终端特殊外置硬件要求

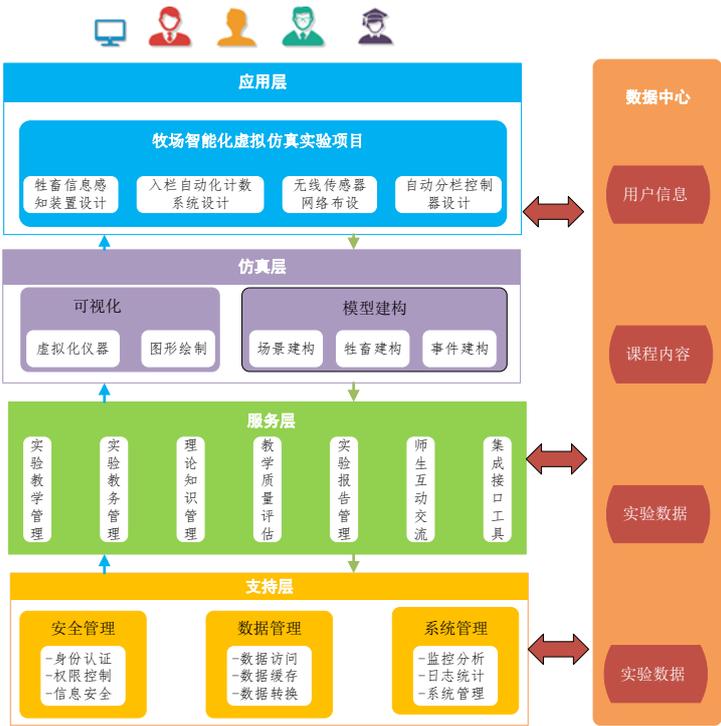
无特殊要求。

3-7 网络安全（1）

项目系统是否完成国家信息安全等级保护 是 否

（勾选“是”，请填写） 一 级

4. 实验教学项目技术架构及主要研发技术

指标	内容
<p>系统架构图及简要说明</p>	<p>牧场智能化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，总体架构图 4-1 所示。在图 4-1 中，支撑项目运行的平台及项目运行的架构共分为四层，每一层都为其上层提供服务，直到完成具体虚拟实验教学环境的构建。</p>  <p>图 4-1 牧场智能化仿真实验系统架构图</p>
<p>实验教学项目</p>	<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 type="checkbox"/>HTML5 <input checked="" type="checkbox"/>其他 <u>WebGL 技术，OpenGL 技术等</u> </p>

<p style="text-align: center;">开发工具</p>	<input checked="" type="checkbox"/> Unity3D <input checked="" type="checkbox"/> 3D Studio Max <input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>Photoshop</u>
<p style="text-align: center;">运行环境</p>	<p>服务器</p> <p>CPU <u>4</u> 核、内存 <u>8</u> GB、磁盘 <u>500</u> GB、显存 <u>4</u> GB、GPU <u>NVIDIA GTX1050</u> 型号</p> <p>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 Server 2008 R2 Enterprise</u></p> <p>数据库 <input checked="" type="checkbox"/> Mysql <input type="checkbox"/> SQL Server <input type="checkbox"/> Oracle</p> <p>其他 <u> </u></p> <p>备注说明 <u>(需要其他硬件设备或服务器数量多于 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: 500000 面; 贴图分辨率: 1024*1024</p> <p>显示帧率: 高于每秒 30 帧; 刷新率: 高于 30Hz</p> <p>正常分辨率 1920*1080</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) 建设牧场智能化虚拟仿真实验的必要性

第一，实验环境匮乏。畜牧业是农业生产的一大支柱。随着现代通信技术在畜牧行业深入应用，以数据采集电子化和设备管理自动化、智能化为特征的智能化牧场已经成为改善农民收入水平和畜牧产品消费者健康水平的有效途径。牧场智能化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，智能牧场对场地大小、资金成本和人员素质及管理平等都有非常高的要求，由于受历史原因和经济发展规模等各方面的限制，我国智能牧场目前尚处于起始阶段，导致智能牧场数量较少且自动化、智能化程度非常低，无法满足大批量学生进入真实工作现场实习、见习的需求，也难以给学生提供专业的指导。本项目借助虚拟仿真技术，通过3D虚拟场景将牧场智能化的工作过程案例化、虚拟化，可以切实有效地解决因实验环境匮乏所带来的困难。

第二，实验具有对象特殊，实验模拟成本高，生产工况异常具有危险性。首先，智能化牧场的肉牛（奶牛）分栏器设计是否合理和RFID的频率选择、部署位置、数量等直接相关，而且肉牛（奶牛）通过姿态和行为也影响到检测结果，这些导致不仅导致实验空间要足够大，而且每次实验成本高。其次，从社会伦理及农场企业家的角度，都不允许学生以真实的牧场和牧场肉牛（奶牛）作为实验对象进行反复实验操作与练习。另外，一方面，在牧场智能化工作过程中，如果传感器部署不合理、不均匀，会导致二氧化硫超标、温湿度指标不合格，进而可能会造成牲畜生病甚至死亡，属于危险性操作；另一方面，在牧场智能化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、分栏器电路故障等，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) 牧场智能化虚拟仿真实验的先进性

首先，理念先进。本项目依托洛阳市农牧智能传感网络系统重点实验室，以面向工作过程导向教学理论为指导，以牧场智能化工作过程为主线，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单片机硬件及程序设计、传感器设计、网络技术等综合知识应用的实战经验。在牧场智能化规范与流程设计上，参考了国家种牛场建设标准（NY/T 2967-2016）和奶牛场建设标准（DB37/T308-2002）等，接轨了英国、荷兰等发达国家智能牛场饲喂、挤奶等自动化、智能化理念，确保了牧场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 RFID 感知、物联网设备选型、单片机应用设计及调试等牧场智能化工作过程。本实验主要使用了四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牧场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；第四，通过虚拟场景建模技术构建了因传感器部署不合理、不均匀，导致二氧化硫超标、温湿度指标不合格，造成牲畜生病甚至死亡的真实故障场景。

我校拥有“牧场智能化仿真实验教学管理软件”、“智能牧场网络通信仿真软件”和“智能牧场传感器部署仿真软件”等三项软件的自主知识产权。

3) 牧场智能化虚拟仿真实验系统的设计思路

牧场智能化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，牧场智能化仿真实验系统集成实物仿真、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。

(2) 教学方法创新

1) 采用了面向工作过程的教学理论。本项目以面向工作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、问题式辨析、交互式练习、自主式设计、支架式引导、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牧场工作智能化

工作过程，具备根据传感器（包括二氧化硫、温度、湿度）的信息波动和网络质量等信息进行牧场传感器及其网络拓扑缺陷判断的能力，具有解决牧场智能化工作过程中一些传感器、网络传输、单片机通信等异常情况的综合素质。采用这种以面向工作过程的教学方法，将牧场智能化仿真实验变成了“以与牧场智能化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，使得学生可以在上述“六式引导”的学习中获得单片机硬件及程序设计、传感器设计、网络技术等综合知识应用的实战经验，达到提高教学效果的目标。

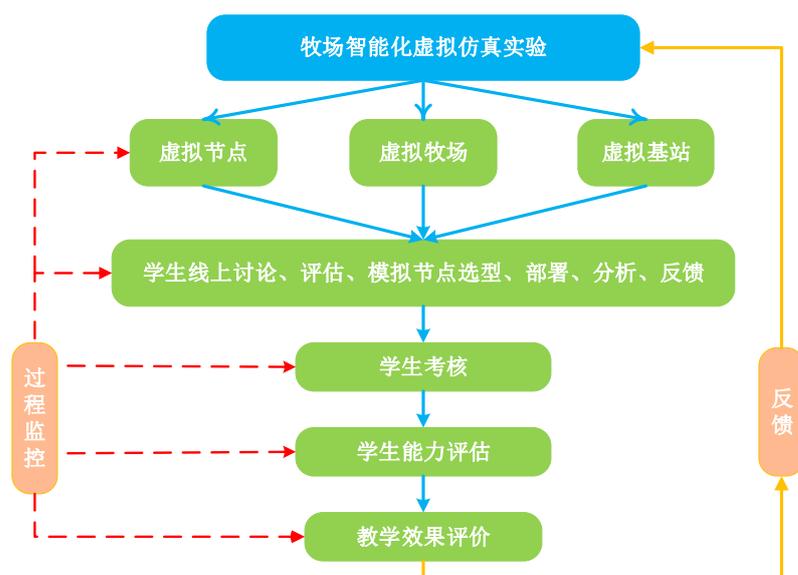


图 5-1 牧场智能化仿真实验系统设计思路

2) 教学效果明显。系统对学生操作的记录反馈和就业单位对毕业生的满意度调查，都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，提升了学生对习得能力进行迁移的水平，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) 纠错与反馈。在项目的规范练习环节，操作错误时系统会自动提示和纠错；自主设计实验，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) 评价与反思。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，并同步“作业与习题”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) 延伸了实验内容的深度、广度与实验空间。该项目为学生提供了高度仿真的虚拟实验环境，解决了牧场智能化实验具有一定危险性、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泛在化的网络虚拟实验室和 24 小时在线的“空中课堂”。

2) 拓展了以虚补实的“六式导引”实验教学方法。采用“六式导引”实验教学方法，通过实战操作，学生与虚拟 51 单片机、虚拟分栏场景、虚拟肉（奶）牛饲养、虚拟传感器互动。学生在牧场智能化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，线下线上师生互动，实现了以虚补实、虚实结合的实验原则。

3) 拓展了仿真实验共享范式。本项目不仅供洛阳理工学院通信工程、物联网工程、计算机科学与技术等专业学生使用，还与河南城建学院、黄河水利职业技术学院、郑州信息科技职业技术学院和郑州铁路职业技术学院等 4 所高校共享，为整体提升学前教育专业人才培养提供了丰富的资源。面向社会开放运行，为包括洛阳莱普生信息科技有限公司等在内的从事牧场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，为我国牧场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) 以应用型人才培养为抓手，实现仿真实验持续升级和内容更新。以物联网工程实验中心为河南省示范实验教学中心、洛阳市农牧智能传感网络系统重点实验室、洛阳莱普生信息科技有限公司的智能牧场行业应用和建设为支持，结合物联网技术和现代通信技术的发展，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) 集合相关学科力量，实现“跨越式共享”学科大基地。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“跨越式共享”学科大基地：即“跨方向、跨专业、跨学科”的跨越式共享。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，促进学科的交叉、融合。

（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70%；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	<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	1. 牧场智能化仿真实验教学管理软件 2. 智能牧场网络通信仿真软件 3. 智能牧场传感器部署仿真软件
是否与项目名称一	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
著作权人	洛阳理工学院
权利范围	全部权利
登记号	2019SR0875977 2019SR0875980 2019SR0876061

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。）

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（3 份）

4. “无线传感器网络”实验教学大纲

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“国家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