

实验教学要求

(教学设计详案)

实验名称	基于物联网的种猪繁育智慧养殖虚拟仿真实验		
授课类型	理论课 ()、实践课 (<input checked="" type="checkbox"/>)、实习 ()	教学时数	3 学时
授课教师	余文琼 (信息工程学院/物联网工程系)	课程名称	传感网技术
实验任务	任务 1: 完成基于物联网的种猪繁育智慧养殖虚拟仿真实验 (必选) 任务 2: 完成基于传感网的 <u>种猪繁育智慧养殖</u> 管理系统的规划与设计 (可选)		
教学重点难点	教学重点: 种猪繁育应用场景的传感网的规划与设计 教学难点: 传感网规划与设计的合理性验证以及参数优化		
教学目标设计	实验教学目标 (实验后应该达到的知识、能力水平) <p>本实验的教学目标分为课程思政目标、知识目标和能力目标。</p> <p>思政目标: 通过了解国家乡村振兴、脱贫攻坚、农村“新基建”等政策导向, 提高学生的社会责任意识, 通过虚拟仿真实验的实时反馈机制促进学生反复调试, 设计出科学合理的传感网系统, 培养学生严谨的科学态度。</p> <p>知识目标: 学生通过基于物联网的种猪繁育智慧养殖虚拟仿真实验教学系统提供的自主设计功能, 实现种猪环境参数的监测、设备控制、策略控制等功能, 反复尝试, 模拟如何让种猪获得最佳的生长环境, 达到健康养殖和繁育的目的, 使学生了解传感器网络的感知层、网络层、应用层的基本知识、基本原理和基本应用, 使学生熟练掌握传感器网络应用系统的设计与规划。</p> <p>能力目标: 利用真实种猪养殖科研成果转化而来的数字模型开发的仿真实验系统, 使学生具备理论联系实际的能力, 具备分析和解决实际问题的能力, 具备工程意识, 培养“新工科”“新基建”背景下的跨学科的复合型人才。</p>		
实验环境要求	传感网技术实验室软硬件设备要求: 1、电脑 51 台: 电脑需要安装最新版的火狐 Firefox 50.0 以上版本或谷歌浏览器 Chrome 55.0 以上版本 2、基于物联网的种猪繁育智慧养殖在线虚拟仿真实验教学系统及其共享平台。 3、超星学习通在线学习平台、相关教学资源		

	<p>4、虚拟仿真的设备包括：</p> <p>(1) 虚拟仿真的传感器：种猪场常用的氨气 NH₃、硫化氢 H₂S、甲烷 CH₄（俗称沼气）、甲醛、PM2.5、一氧化碳 CO、二氧化碳 CO₂、大气压、氧气 O₂、温度、湿度、光照等各类传感器。</p> <p>(2) 虚拟仿真的控制设备：种猪场常见的控料机、水帘、水泵、氧气泵、加热器、灯光、风机、窗户、内外遮阳、照明及配电开关等各类智能控制设备。</p> <p>(3) 虚拟仿真的近距离的无线通信设备：蓝牙、WIFI、Zigbee、LoRa 等传感器网络的汇聚节点或基站</p> <p>(4) 虚拟仿真的远距离的无线通信设备：NB-IoT、GPRS、3G、4G、5G 等网关或基站</p> <p>(5) 虚拟仿真的有线通信设备、通信协议和通信线路：IPV4/IPV6 通信协议、RS232、RS485 近距离通信线路及协议、光纤、RJ45 双绞线等远距离通信线路、交换机、路由器等</p> <p>(6) 虚拟仿真的云端的服务器设备：WEB 服务器、数据库服务器等各类服务器</p> <p>(7) 虚拟仿真的工作站：用户电脑、RFID 读写器等</p> <p>(8) RFID 等身份识别设备：耳标（RFID 电子标签）、读卡器、门禁系统等身份识别设备</p>
学情分析	<p>学生基础：学生已学完传感器技术，已掌握一定的传感器性能、工作原理等知识，已学完 C 语言程序设计、WEB 程序设计等课程，有一定的程序开发能力。</p>
教学总体设计	<p>本虚拟仿真实验主要采用“以学生为中心+成果导向+课程思政+新工科”四位一体的教育理念。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 遵循“以学生为中心”的教育理念，提高学生获得感 2. 遵循“课程思政”的教育理念，发挥立德树人课堂主阵地作用 3. 遵循“成果导向”的教育理念，采用反向设计增强学习目的性 4. 遵循“新工科教育”的教育理念，提升学生工程实践能力
	<p>本次课采用“线上+线下”混合式教学，即采用“线下课堂实验教学为主，线上教学为辅，虚拟仿真实验系统开放共享为拓展”的“三位一体”的立体化教学模式。</p>

教学方法	<p>本虚拟仿真实验项目主要采用实验法，通过项目驱动、任务驱动、翻转课堂、虚拟仿真等方式力求提高学生自主学习和工程实践能力，更好的感知与理解，更好的理论联系实际，更好的分析问题和解决问题。</p>																								
教学环节及组织	<ol style="list-style-type: none"> 1. 发布在线实验课程资源：发布实验指导书、项目简介视频、教学引导视频、在线练习等。 2. 学生实验前预习： 3. 教师讲解：课堂实验演示 4. 学生提问：将预习时遇到的无法解决的问题提出来，展开课堂讨论。 5. 实验开始：学生开始做实验，老师进行现场指导。 6. 学生自测：利用虚拟仿真实验系统进行传感网规划设计的合理性进行验证，调整参数。 7. 教师现场检查、测试：线下检查和答辩、成绩评定等 8. 布置课外学习任务：利用虚拟仿真实验系统进行课外线上自主学习、自主测试、系统自动评分，拓展知识、技能，撰写实验报告。 																								
教学用时	<ol style="list-style-type: none"> 1、课前在线预习、在线观看视频、在线练习：30 分钟 2、课堂实验：3 节课（135 分钟） 3、课后学习、完成报告：30 分钟 																								
重难点处理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 采用虚拟仿真技术：将抽象的理论知识直观展现出来，以降低难度。 2. 采用分层次教学方法：将实验任务分解成二个层次的任务，第 1 个任务为基本任务，要求人人要达到。第 2 个任务为较优秀的学生准备的，让学生觉得学有所用，有触类旁通之效果，使得大部分学生跳一跳够得着的，让学生感觉有一定的挑战性和有一定的获得感。 																								
教学内容、教学过程设计	<p>实验步骤要求（不少于 10 步的学生交互性操作步骤。操作步骤应反映实质性实验交互，系统加载之类的步骤不计入在内）</p> <p>一、学生交互性操作步骤，共 16 步</p> <table border="1" data-bbox="323 1753 1423 2007"> <thead> <tr> <th>步骤序号</th> <th>步骤目标要求</th> <th>步骤合理用时</th> <th>目标达成度赋分模型</th> <th>步骤满分</th> <th>成绩类型</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>养殖场现场调查</td> <td>5</td> <td></td> <td>5</td> <td><input checked="" type="checkbox"/>操作成绩</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>需求分析报告</td> <td>10</td> <td>提交需求分析报告</td> <td>10</td> <td><input checked="" type="checkbox"/>实验报告 <input checked="" type="checkbox"/>预习成绩</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>系统架构设计及设备认知</td> <td>5</td> <td></td> <td>5</td> <td><input checked="" type="checkbox"/>教师评价报告</td> </tr> </tbody> </table>	步骤序号	步骤目标要求	步骤合理用时	目标达成度赋分模型	步骤满分	成绩类型	1.	养殖场现场调查	5		5	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩	2.	需求分析报告	10	提交需求分析报告	10	<input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩	3.	系统架构设计及设备认知	5		5	<input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
步骤序号	步骤目标要求	步骤合理用时	目标达成度赋分模型	步骤满分	成绩类型																				
1.	养殖场现场调查	5		5	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩																				
2.	需求分析报告	10	提交需求分析报告	10	<input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩																				
3.	系统架构设计及设备认知	5		5	<input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告																				

4.	有线网络通信设备选型和安装	10		5
5.	无线远程通讯设备选型和安装	10		5
6.	近距离通讯选型和安装	10		5
7.	传感器识别与选型	10		10
8.	传感器节点设计与组装	10		5
9.	节点程序和设备程序烧写、参数设置	5		5
10.	传感器节点部署	10		5
11.	网关/基站安装	10		5
12.	控制设备的安装与测试	10		5
13.	App 程序测试	10		5
14.	自动控制观察	10		10
15.	系统架构扩展	5		5
16.	报告实验结果及成绩	5	提交实验报告	10
	合计	135		100

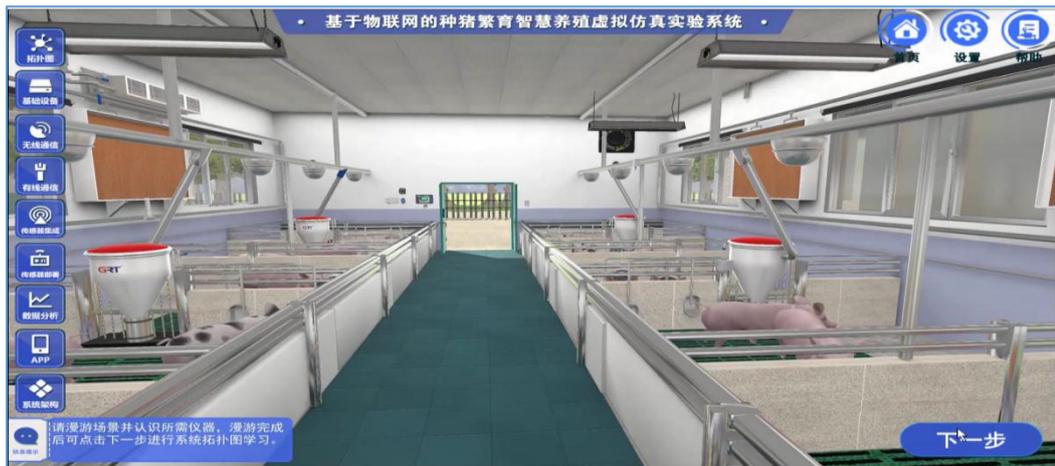
二、交互性实验步骤详细说明

基于物联网的种猪繁育智慧养殖虚拟仿真系统是针对三明学院物联网工程专业《传感网技术》实验课程配套开发的可在网上开展基于 B/S 架构的虚拟实验教学系统，系统由课程实验仿真平台和虚拟实验教学管理系统两部分组成。仿真平台采用虚拟机技术仿真实验中用到的器材和设备，提供与真实实验相似的实验环境；虚拟实验教学管理系统提供全方位的虚拟实验教学辅助功能，包括：实验前的预习、实验的开课管理、典型实验库的维护、实验教学安排、实验过程的指导、实验结果的批改、实验成绩统计查询等功能，为实验教学环境提供服务并开展应用。以满足《传感网技术》课程实验教学环节的需要，尤其适用于远程教学。用 64 位火狐浏览器打开虚拟仿真实验系统首页

<http://xxgc.fjismu.owvlab.net/vlab/zhyz.html>



虚拟仿真实验系统首页



养猪场内部界面



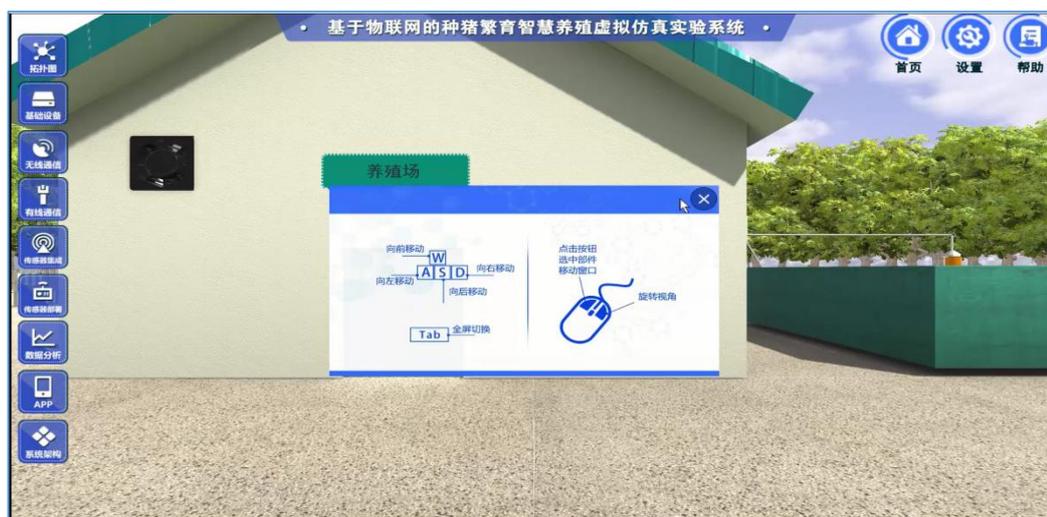
学生自主规划设计网络拓扑界面

具体实验步骤如下：

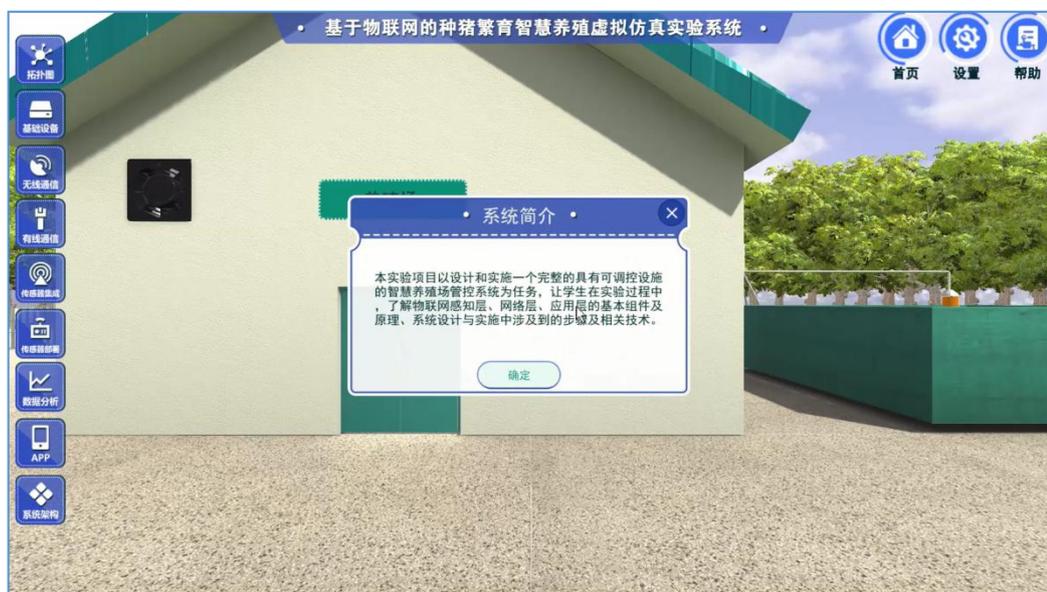
实验步骤 1 种猪养殖场现场调查

对智慧养殖场进行现场调研，以熟悉模拟的养殖场、蓄水池、服务中心的控

制室等场景，熟悉智慧养殖系统中常见的控料机、风机、水帘、水泵、氧气泵、加热器、灯光、通风、智能控制设备等各类生产设备等，熟悉 NH₃、H₂S、CH₄、大气压、PM_{2.5} 等各种传感器，熟悉各个模块的位置及需要安装的设备。以第一人称视角在 3D 场景中漫游，鼠标悬停在相应设备，可显示该部分的功能、属性及控制方式，可控设备包括窗户、内外遮阳、风机、潜水泵、照明及配电开关等，选择设备后显示设备名称、功能等，并完成相关内容测试题。



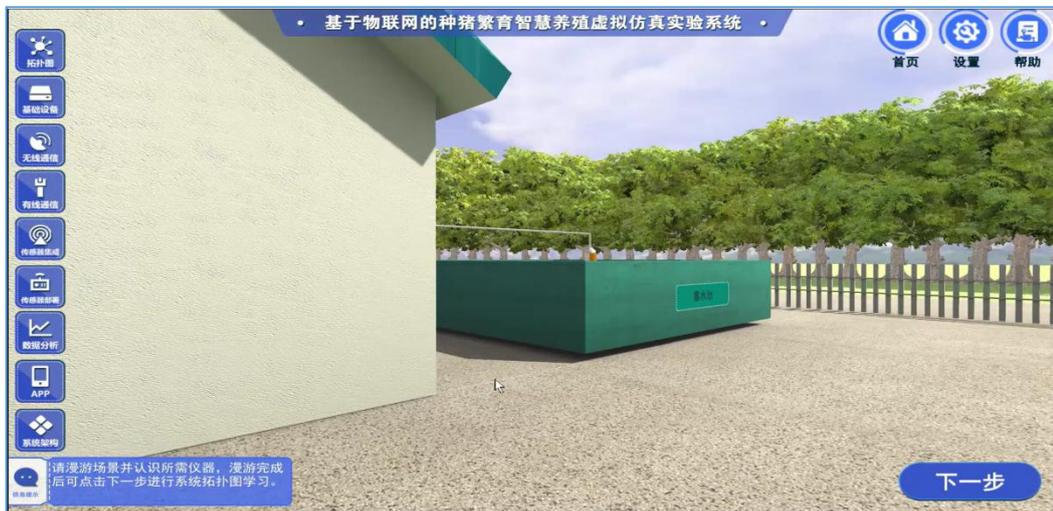
虚拟仿真系统按键使用引导



系统简介



虚拟养殖场



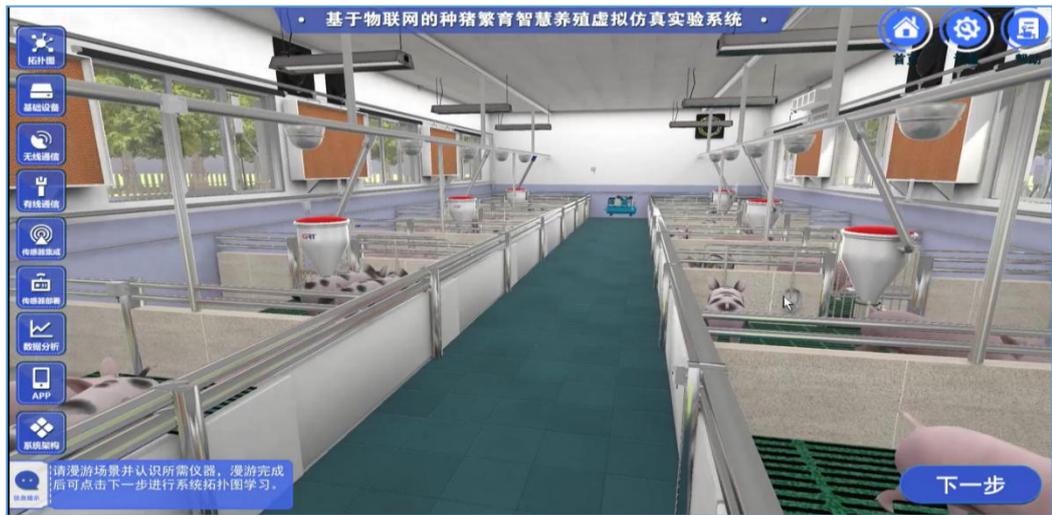
虚拟蓄水池



虚拟服务中心的控制室



虚拟的智能门禁



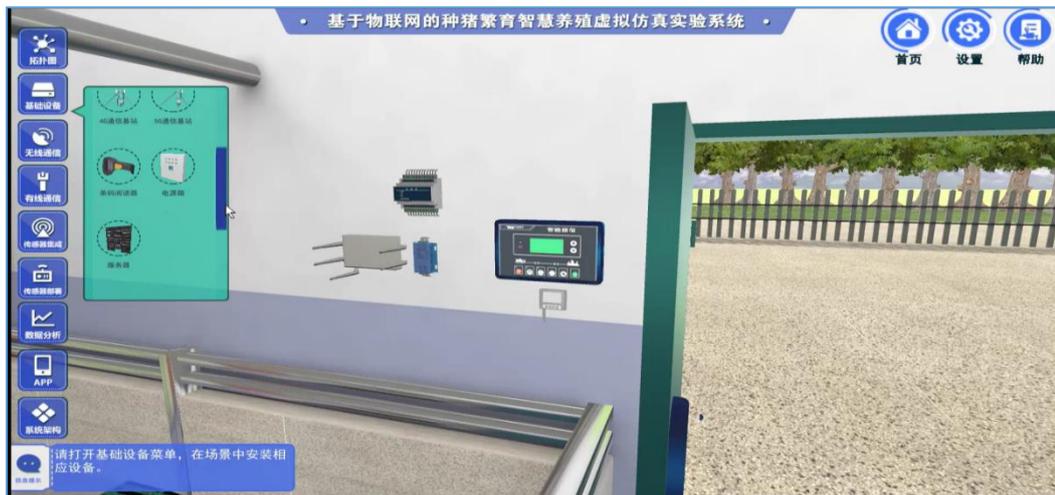
虚拟的猪舍、控制机、监控、水帘、氧气泵、换气设备



虚拟的服务器机房

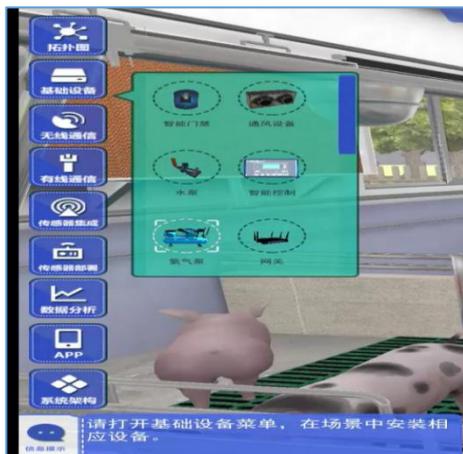


虚拟控制室、电脑、读写器、智能门禁



虚拟的猪舍智能控制系统、路由器网关、智能控制器、继电器、数据采集器等
实验步骤 2 需求分析

对智慧养殖场提出用户需求，根据现场调研，完成系统的需求分析，提交需求分析报告。





虚拟的各种实验设备

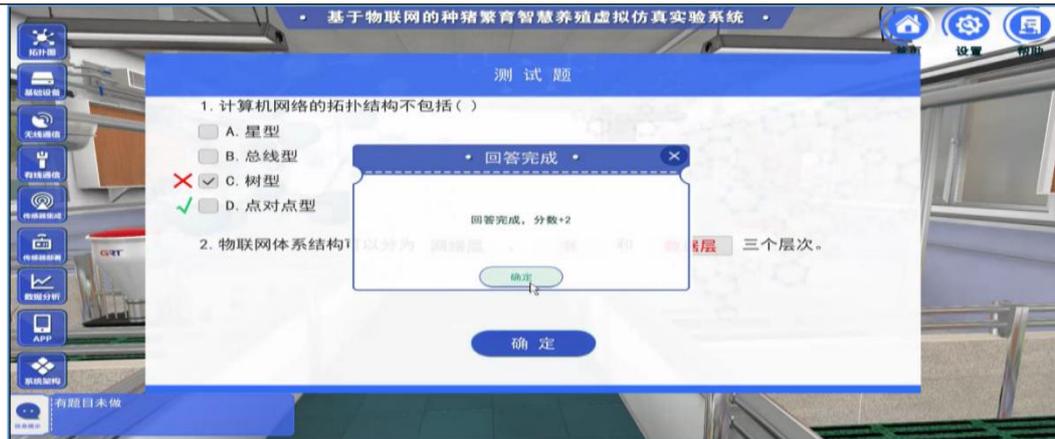
实验步骤3 系统架构设计及设备认知

了解感知层所需设备知识，包含传感器、终端节点、控制设备，并完成相关内容测试题。

根据第二部分的需求，在系统内搭建智慧养殖场拓扑图，将系统左侧设备库中设备选中拖拽到布局界面，将相应设备进行连线。



学生可自主设计拓扑结构图



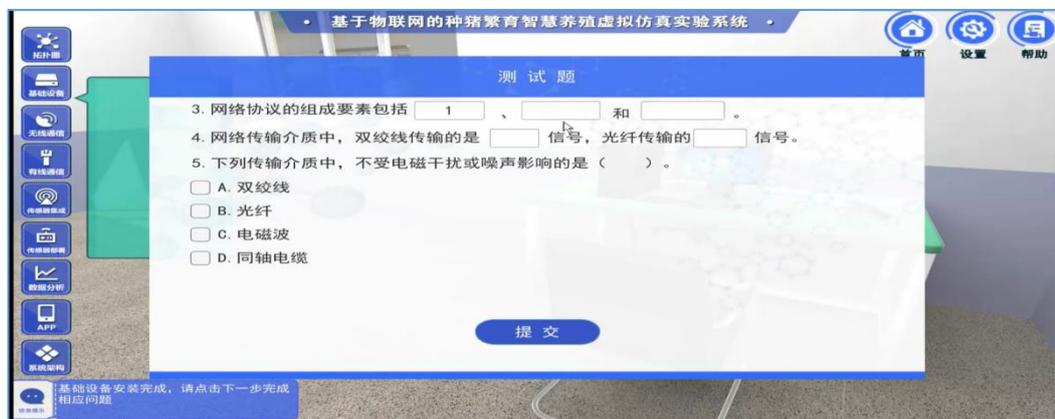
有测试题等评价考核机制，也有得分等激励机制

实验步骤4 有线网络通信设备选型和安装

网络通信设备有无线通信设备和有线通信设备，无线通信设备又分为远程通讯设备和近距离通讯设备。了解有线通信网络中有线网络通信设备、通信协议和通信线路，并完成测试题。



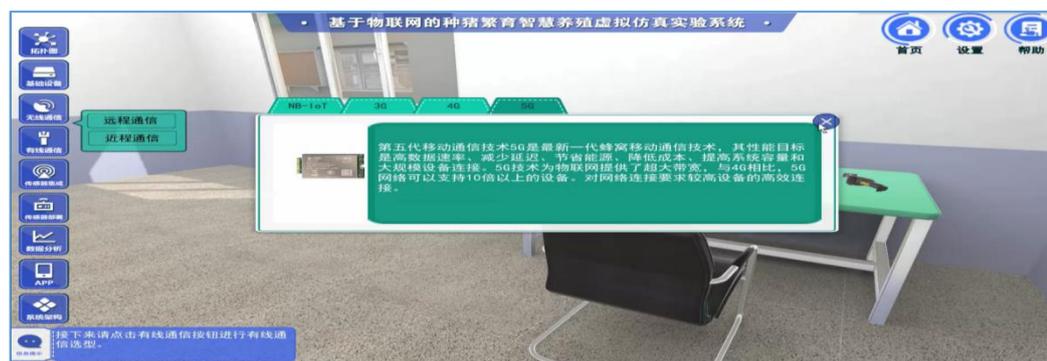
有线网络通信设备、通信协议和通信线路



有线通信网络知识测试

实验步骤 5 无线远程通讯设备选型和安装

了解网络层远程通信技术所需知识，对物联网网关、路由器、交换机、防火墙、机柜机架等设备以及网络层原理认知，并完成相关内容测试题。然后选择网关与服务器之间的通信方式，系统内置 NB-IoT、GPRS、3G、4G、5G 等通信方式，学生可根据养殖场情况，根据流量大小及节点间的距离，自由选择适合的远程通信方式。并完成相关内容测试题。



无线远程通信方式：NB-IoT、GPRS、3G、4G、5G

实验步骤 6 近距离通讯网络选型和安装

了解网络层近距离通信技术所需知识，并完成相关内容测试题。近距离通信设备指网关与传感器之间的通信方式，系统内置 WiFi、LoRa、Zigbee、Bluetooth 通信模块等近距离通信方式，学生可根据养殖场情况，根据流量大小及节点间的距离，自由选择适合的近距离通信方式。选择时提示以下相关信息：

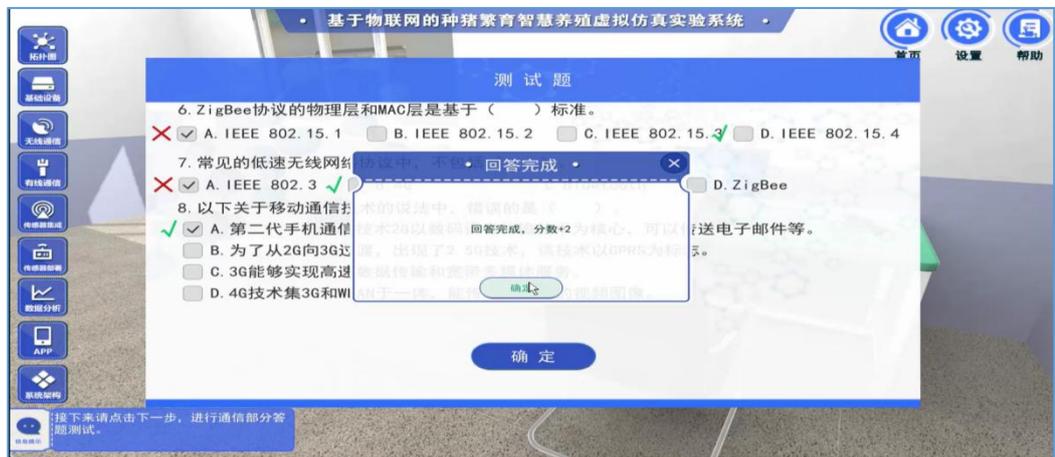
(1) WiFi 组网：配置路由器节点为 AP 模式，各个节点设备的 IP 地址、子网掩码、网关地址、端口号等网络信息，保证设备能够正常连接。

(2) Zigbee 组网：模拟嵌入式程序烧写过程，如何连接烧录器，如何操作软件进行烧写。烧写内容为所有传感器节点、汇聚节点的父节点编号 PANID、组号 GRP、节点编号 NID 等信息，要求同一个猪圈内的 GRP 号要一致，否则无法连接。

(3) 蓝牙组网：针对蓝牙模块，通过串口方式，利用 AT 命令，配置主从节点， 一般为一对一连接方式，一般不适用于多个设备。



近距离通信组网: 蓝牙、WIFI、Zigbee、LoRa



近距离通信组网知识测试

实验步骤 7 传感器选型与定位

了解感知层的各种传感器知识，学生根据应用需求选择不同传感器的类型，再进一步根据项目采集要求的精度，从不同的传感器中进行选择，主要确定传感器的量程及灵敏度，以便确定传感器的安装位置，并完成相关内容测试题。



各种传感器选型、位置确定

实验步骤 8 传感器节点设计与设备组装

了解感知层的各种传感器知识，学生根据应用需求选择不同传感器的类型，再进一步根据项目采集要求的精度，从不同的传感器中进行选择，主要确定传感器的量程及灵敏度，并完成相关内容测试题。

学生根据项目的需求和设计，完成传感器和通信方式选型后，学生根据前面自己的设备选型方案，动手将相应的传感器节点进行组装，形成不同通信方式的传感器，例如：选用 Zigbee 通讯模块+温湿度传感器，则形成 Zigbee 通信的温湿度传感器，只需将通讯模块拖拽至传感器模块即可完成组合。



氧气传感器节点的设计与组装



大气压传感器节点的设计与组装



温湿度传感器节点的设计与组装



甲醛传感器节点的设计与组装



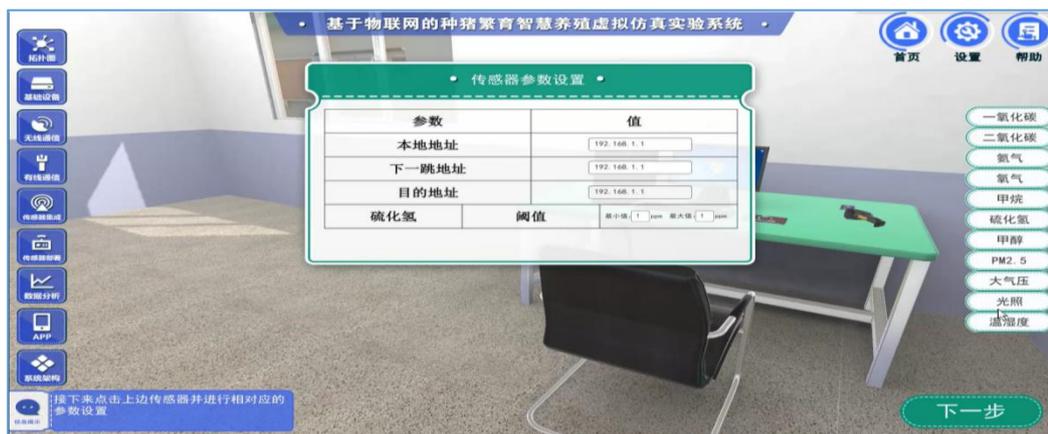
光照传感器节点的设计与组装



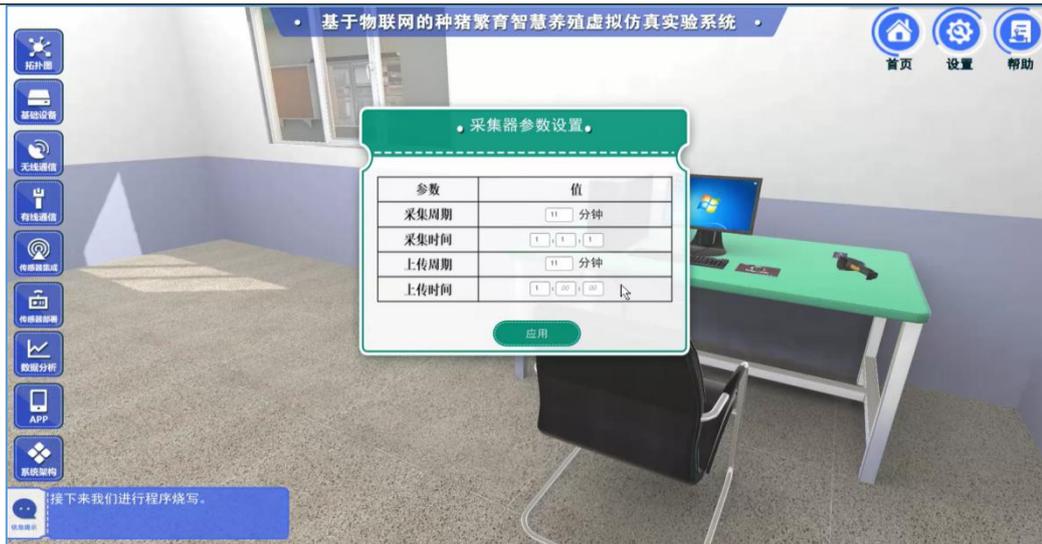
甲烷传感器节点的设计与组装

实验步骤9 节点 APP 程序和设备程序烧写

模拟嵌入式程序烧写过程，如何连接烧录器，如何操作软件进行烧写。烧写前要先进行参数设置，根据传感器通信模块的不同，配置不同的参数，如果涉及 IP 地址，需要事先对养猪场的整体架构进行 IP 地址规划，确保网络能互连互通。烧写内容为所有设备本地地址、下一跳地址（网关地址）、目的地址等信息，或本地节点编号 NID、组号 GRP、父节点编号 PANID、目的节点编号等信息。类似如下：



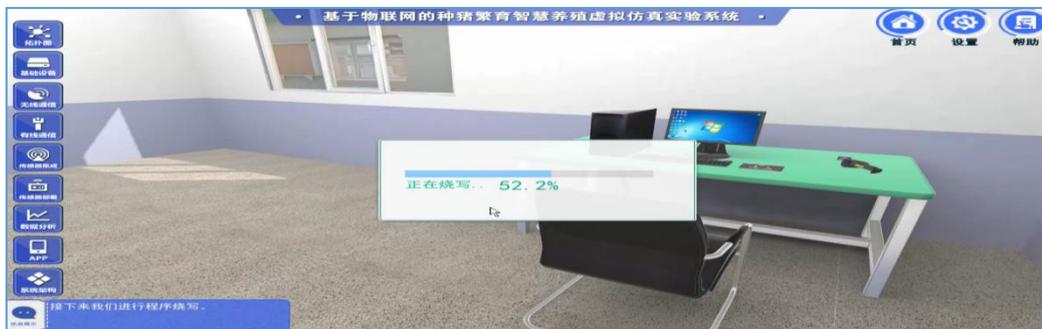
传感器节点通信模块参数设置



传感器节点采集模块参数设置



各种控制设备及继电器参数及状态设置

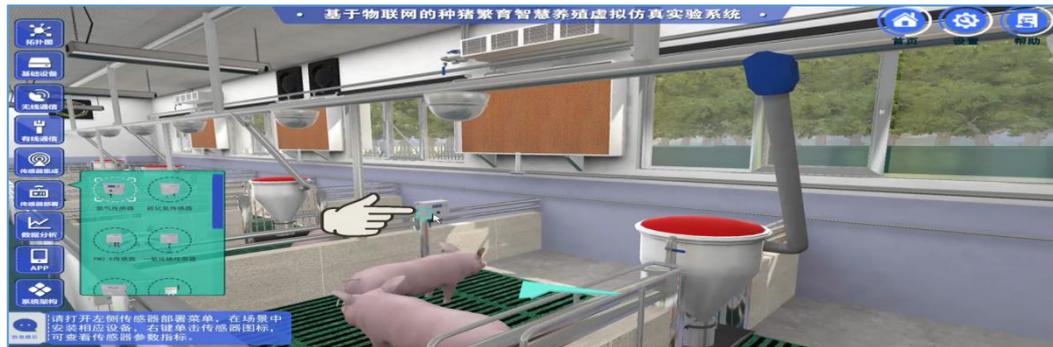


传感器节点 APP 程序烧录

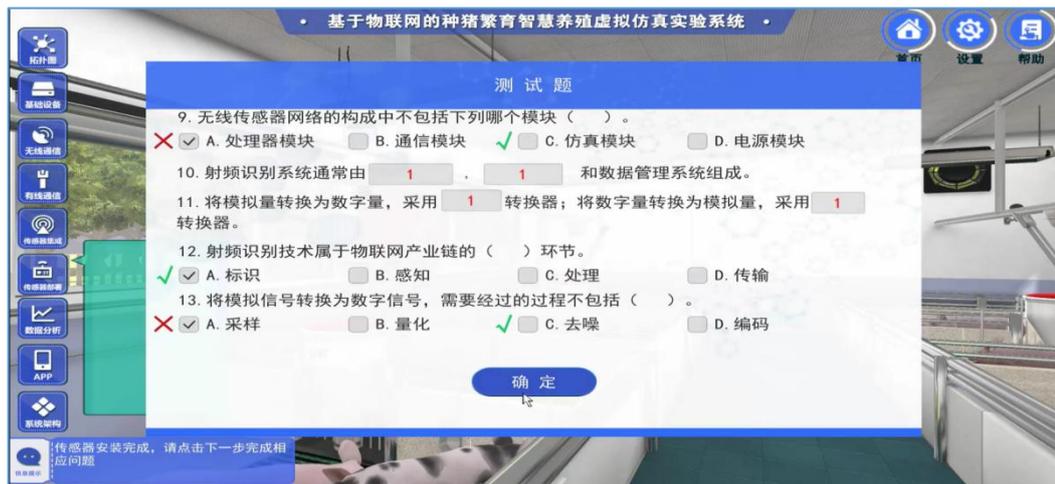
实验步骤 10 传感器节点位置选取与部署

系统内提供多个传感器节点安装点，分别为 A 点、B 点、C 点，考虑多个传

感器如光照传感器和温湿度传感器，光照传感器不能有遮挡、温湿度传感器需接近目标才能采集到准确的数据，以下哪个安装点最为合适。以场景漫游的方式将感知层设备安装至指定位置。在放传感器节点的时候，每成功放一个传感器节点有个得分胜利的小动画，每个检测点的传感器都布放成功后，图中相应的检测点颜色发生变化，并完成知识点测试。



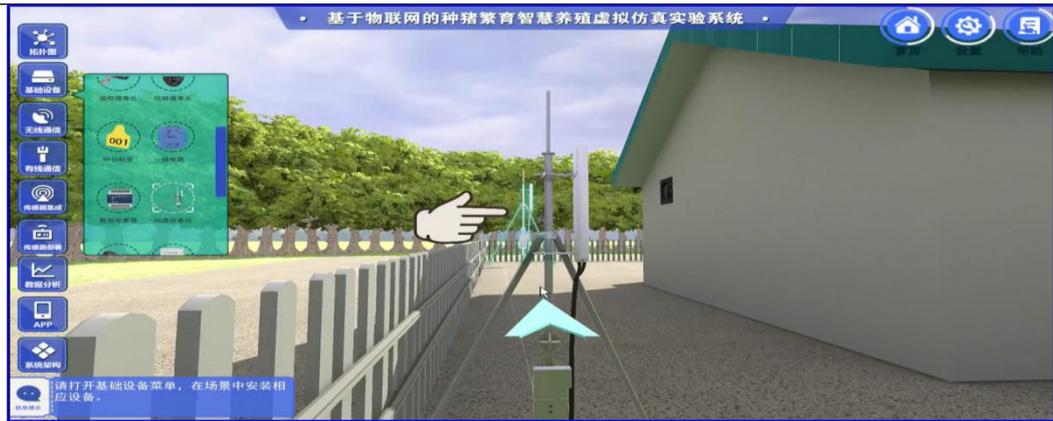
各传感器节点的位置选取与部署



无线传感器网络知识测试题

实验步骤 11 网关/基站安装

传感器网络的网关或基站等组件的安装。介绍网关及基站等相关设备



5G 基站的安装部署



网关（无线路由器）的安装部署

实验步骤 12 控制设备的安装部署与测试

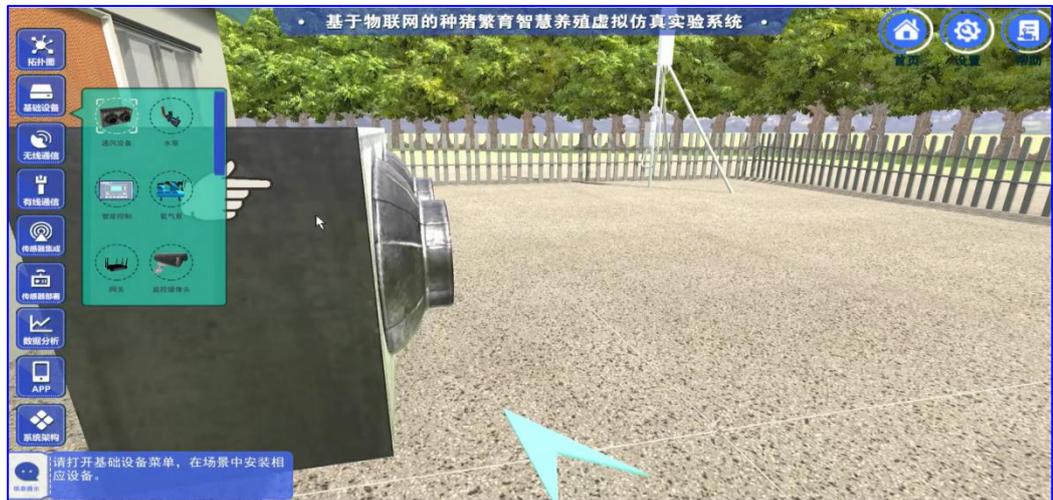
验证上述控制器安装是否正常，可点击控制面板测试所有控制设备是否正常运转。



智能门禁系统的安装部署



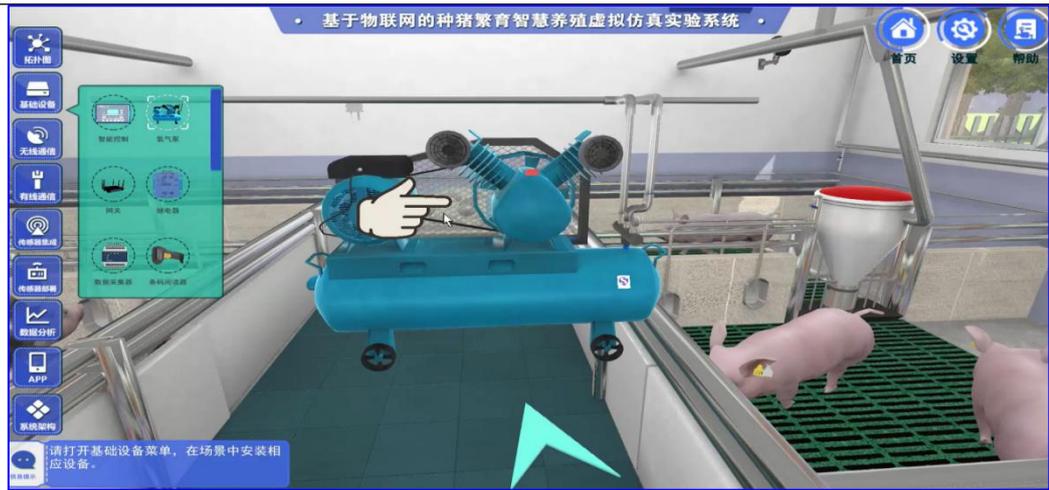
水泵的安装部署



通风设备的安装部署



监控摄像头的安装部署



氧气泵的安装部署



智能控制设备的安装部署



继电器的安装部署



数据采集器的安装部署



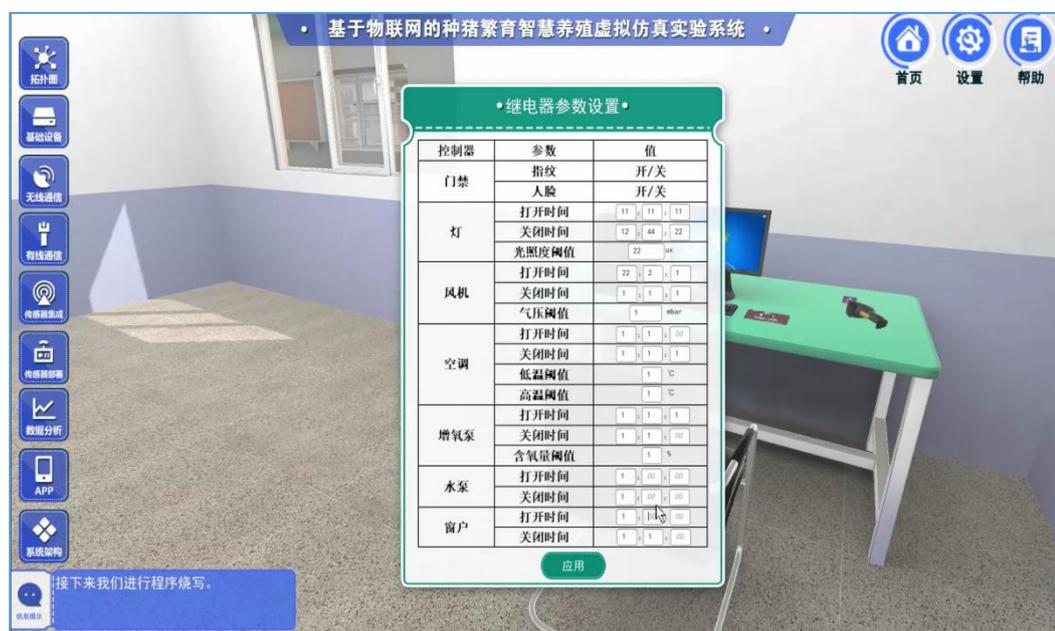
服务器机房的设计与安装部署



电源配电箱的安装部署



电脑、RFID 读写器的安装部署



各种控制设备可进行参数设置

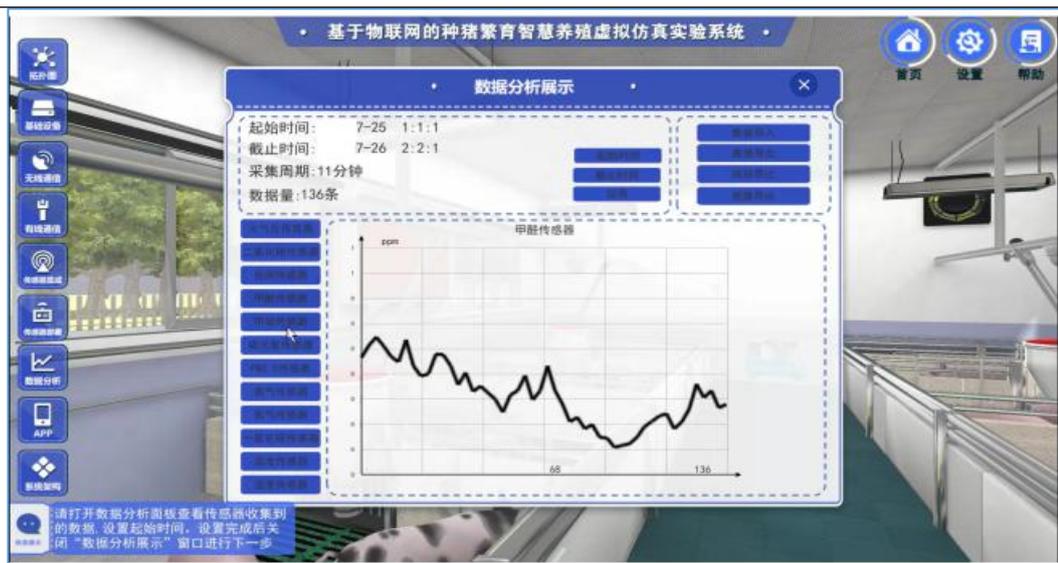
实验步骤 13 手机 App 查看数据分析展示

系统预置虚拟手机 APP，打开 APP 控制界面，查看环境参数数据和执行控制设备控制。

环境检测功能，包括：

1、系统通过温湿度传感器、光敏传感器和 PM2.5 气体传感器，检测外部环境信息。通过光照强度，自动控制路灯的亮灭。

2、系统设置环境检测点，通过电子大屏，显示当前环境信息，包括：温湿度、光照强度和 PM2.5 的环境参数。当出现恶劣天气时，及时发布道路警报信息。



实验步骤 14 手机 APP 对种猪场进行全面管控和异常报警

学生在系统界面点击智能控制设置，获取环境参数默认值范围，点击打开智能控制，观察哪些参数产生变化，哪些控制设备自动打开或关闭。



可进行设备手动控制、可进行参数设置

下图的右下角为异常报警模块，如果设备控制和参数设置不正确会弹窗提示，如果是严重问题可能导致猪宝宝生病或死亡，就会在右下角出现倒地猪死亡的状态。学生可以反复地调试设备，直到能让猪宝宝健康舒适成长的环境。

思政元素：培养学生严谨的科学态度。



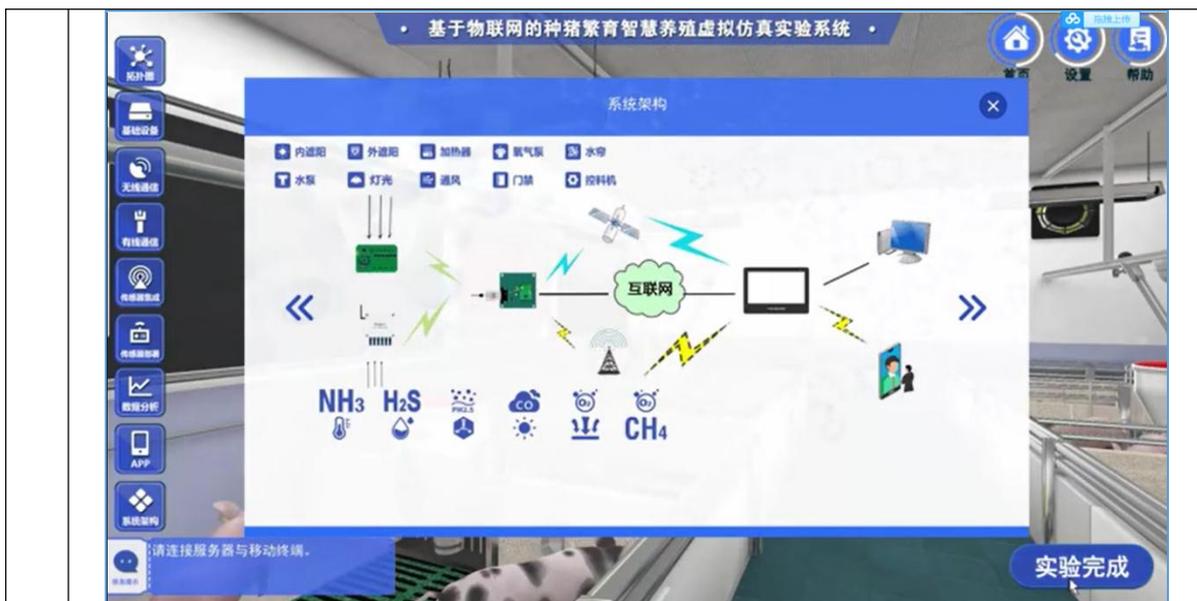
异常报警模块

实验步骤 15 系统架构设计

学习物联网的系统架构相关知识，将一个种猪场的传感器网络扩展成多个种猪场的大型传感器网络，并通过互联网进行互联，规划设计出更大范围的传感网。



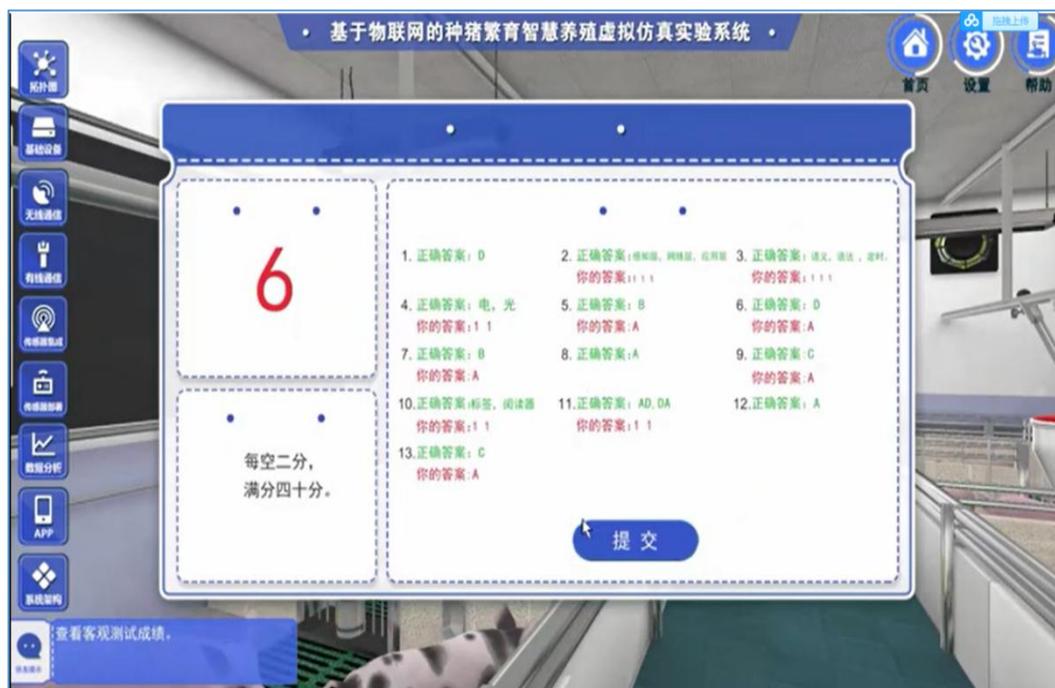
物联网的系统架构



学生自主设计

实验步骤 16 报告实验结果

学生自主架构传感器网络，报告所规划和部署的传感器网络的成功或失败的结果。若测试成功，结束实验，若测试失败，重新修订规划方案、重新部署传感器网络，重新修订传感网应用系统，直到成功为止。如下图，如果学生没有认真完成规划设计，或没有一定传感网技术相关知识作为基础，设备选型随便选，测试题乱填，就会出现以下不及格的情况，系统将会要求重新规划部署。



报告实验成绩

	<p>实验结果（说明在不同的实验条件和操作下可能产生的实验结果与结论）</p> <p>本系统通过 3D 技术进行种猪繁育智慧养殖虚拟仿真，系统提供室内漫游、各种传感器数据采集、各种智能设备控制、报警监控等功能。通过本系统学生可掌握种猪繁育智慧养殖传感网软硬件设备的使用方式、工作流程，以及无线传感器网络 WSN 网关节点、汇聚节点、传感器节点等无线传感器网络组建与应用开发。学生通过实验操作，保证种猪环境舒适、健康成长。学生规划和部署的传感网虚拟仿真系统，若部署的系统或参数设置出现异常情况，轻则该系统弹窗提示存在什么问题，并要求返回重新进行参数设置和部署，情节严重的，除了自动报警，弹窗提示外，还可能出现种猪患病、死亡警报，出现种猪倒地的直观警报。表示前面的规划和部署不合理，需要采取一定措施进行故障定位和排除故障。或返回第一步骤，重新进行规划和部署，直到达到种猪生长的环境需求的效果。</p>
<p>学生课后学习设计</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、实验完成后，要求提交一份实验报告 2、线上复习和拓展学习：学生利用课外时间学习在线平台上提供的在线课件、在线视频、在线练习、虚拟仿真实验系统及共享平台、其它在线学习资源等，进行在线复习和拓展知识等自主学习。设置奖励积分，鼓励自主学习。
<p>教学后记</p>	<p>该实验完成后，学生觉得收获很多，很有成就感。3D 仿真漫游，像身临其境，非常直观，方便理论学习联系实际，亲身体会到“书到用时方恨少”，传感网的规划与设计，自由度高，还能验证传感网规划的合理性，虚拟仿真实验解决了真实实验种猪养殖过程长教学效果不佳、对种猪健康损害不可逆、综合性实验难、成本高、可在实验室施放有害气体又存在安全隐患等问题。</p>