

# 产教融合视域下智慧森林公园环境监控系统的设计与实践

吴庆昆<sup>\*</sup>, 郜辉, 张浩轩

西安工业大学 陕西 西安 中国

**摘要** 针对智慧旅游产业升级与高校工程实践教育深度融合的现实需求, 本论文以一项产教融合实践项目为载体, 设计并实现了一套集成化的、基于 OneNet 云平台的森林公园环境智能监控系统。本项目由高校师生团队与产业方协同开展, 旨在解决当前森林公园在环境监测、客流管控、儿童防走失等方面存在的管理痛点。系统采用以 STM32 为核心的环境感知单元与以树莓派为核心的视觉处理单元相结合的双核架构, 集成多类传感器与高清摄像头, 通过 ESP8266 Wi-Fi 模块将数据上传至 OneNet 云平台。基于云端数据分析, 系统实现了环境参数实时监控、人流量统计与疏导、儿童特征检索与定位、安全预警及设备联动控制等一系列功能。测试结果表明, 系统运行稳定, 功能达到预期。本项目的成功实施, 不仅为森林公园的智能化管理提供了可行的技术解决方案, 更是一次有效的产教融合实践。它通过“真题真做”的方式, 将物联网、云计算、人工智能等理论知识应用于真实产业场景, 显著提升了学生的工程实践与创新能力, 实现了产业需求与人才培养的无缝对接, 为同类院校的产教融合模式提供了可借鉴的案例。

**关键词** 产教融合; OneNet 云平台; 智慧旅游; 环境监测; 人流分析; 智能管控

**文章编号** 056-2026-3845

## Design and Practice of Intelligent Forest Park Environmental Monitoring System from the Perspective of Industry-Education Integration

Qingkun Wu<sup>\*</sup>, Hui Gao, Haoxuan Zhang

Xi'an Technology University, Shaanxi 710021, China

**Abstract** In response to the practical need for deep integration between smart tourism industry upgrading and engineering practice education in higher education, this paper presents an industry-education integration practice project, designing and implementing an integrated intelligent environmental monitoring system for forest parks based on the OneNet cloud platform. This project was collaboratively carried out by a university student-faculty team and industry partners, aiming to address current management challenges in forest parks, such as environmental monitoring, visitor flow man-

收稿日期: 2026-01-27 录用日期: 2026-04-20

通讯作者: 吴庆昆; 单位: 西安工业大学 陕西 西安

基金信息: 西安工业大学大学生创新创业训练计划项目(编号: 202510702042)

agement, and child safety. The system adopts a dual-core architecture combining an STM32-based environmental sensing unit and a Raspberry Pi-based visual processing unit. It integrates multiple sensors and a high-definition camera, transmitting data to the OneNet cloud platform via an ESP8266 Wi-Fi module. Leveraging cloud-based data analysis, the system achieves a series of functions including real-time environmental parameter monitoring, visitor flow statistics and guidance, child feature retrieval and localization, safety warnings, and equipment linkage control. Test results demonstrate stable system operation and achieved intended functionalities. The successful implementation of this project not only provides a feasible technical solution for the intelligent management of forest parks but also serves as an effective practice of industry-education integration. By applying theoretical knowledge in IoT, cloud computing, and artificial intelligence to real-world industry scenarios through "authentic project-based learning," it significantly enhances students' engineering practice and innovation capabilities. This bridges the gap between industry demands and talent cultivation, offering a referential case for similar industry-education integration models in other institutions.

**Keywords:** Industry-Education Integration; OneNet Cloud Platform; Smart Tourism; Environmental Monitoring; Crowd Flow Analysis; Intelligent Control

## 1 引言

近年来,中国旅游业持续快速发展,旅游活动的智慧化、精细化管控已成为产业升级的核心方向。森林公园作为热门生态旅游目的地,其管理面临着客流动态管控复杂、环境监测手段滞后、安全服务(如儿童走失)响应不及时等多重挑战。传统的人工巡逻、独立安防系统等方式已难以满足现代智慧景区高效、智能的管理需求。与此同时,高等教育,特别是工程应用类专业,正积极探索产教融合新模式,以期培养更符合产业需求的复合型人才。

在此背景下,本研究源于一项明确的产教融合实践项目。本项目由高校与行业方共同策划,旨在将真实的产业问题——“森林公园的智能化监控与管理”——转化为一个综合性的学生实践课题。传统的解决方案,如人工巡逻、GPS定位、无人机巡检和GPRS系统等,普遍存在效率低、成本高、稳定性差或功能割裂等问题。更为关键的是,现有教学模式中,学生较少有机会系统性接触并解决此类跨学科、重集成的实际工程问题。

为此,依托产教融合平台,本研究设计并实现了一套集成的森林公园环境监控系统。该

项目的目标不仅是开发一个技术系统,更是探索一种“产业需求驱动、项目实践育人”的教学模式。系统将区域人流监测、多维环境信息采集、儿童防走失追踪和实时语音播报等功能模块融为一体,通过传感、物联网和云计算技术,实现对园区数据的实时采集、云端分析和精准反馈。在项目实施过程中,学生团队综合运用了嵌入式开发、传感器技术、无线通信、图像识别、云平台应用等多领域知识,完成了从需求分析、方案设计、硬件搭建、软件开发到系统联调的全过程,极大地锻炼了解决复杂工程问题的能力。

本系统的应用,不仅能优化森林公园的客流管理、提升管理效率与智能化水平、为游客提供更全面的信息服务与安全保障,其更大的价值在于验证了产教融合模式在培养新工科人才方面的有效性。它为智慧旅游产业链提供了可直接参考的技术原型,也为高校相关专业的实践教学改革提供了鲜活的案例,有助于推动教育链、人才链与产业链、创新链的有机衔接,更好地适应旅游业高质量发展与工程教育创新改革的双重要求。

## 2 智慧森林公园环境监控系统技术指标

本系统的设计源于一项明确的产教融合实践项目，旨在将智慧旅游产业中的真实痛点——森林公园的智能化、精细化运营管理——转化为一个综合性的工程实践课题。基于 OneNet 云的森林公园环境监控系统主要有环境监测和智能管控两大功能。环境监测功能主要负责检测森林公园的环境信息，比如空气温湿度、土壤温湿度、光照强度、烟雾浓度、人流量分布等信息；智能管控功能则负责对园区进行自动调控、安全预警与游客服务。该设计目标不仅源于技术可行性分析，更直接对标产业方的实际运营需求，确保了项目实践的“真题真做”属性。系统主要技术指标如下：

(1) 系统需具备对空气温湿度、土壤温湿度、光照强度、烟雾浓度等环境参数的精确测量能力，其测量误差应严格控制在预设的设计精度范围之内。

(2) 系统需能够实时获取并分析森林公园内部不同区域的瞬时人流量数据及其密度分布态势。

(3) 系统需具备实时采集并记录在园儿童的特征信息（如外貌衣着等）的能力，并支持在必要时进行快速检索与地理位置定位。

(4) 当环境参数超过安全阈值，或某区域人流密度达到预设的拥堵警戒线时，系统应能自动触发声光或远程告警功能。

(5) 系统的监测网络部署应能够覆盖森林公园的规划全域，实现对整个园区环境状态与人流活动的无死角监控。

(6) 所有监测数据均需能够实时上传至云端服务器进行存储，系统应支持对历史监测数据的查询与回溯，并能以曲线图等形式进行可视化趋势分析。

(7) 系统应能根据实时分析的环境数据，

自动触发并联动相应的控制设备，独立完成诸如启动喷雾降温、开启灌溉系统、播报语音提醒等操作。

## 3 智慧森林公园环境监控系统整体设计方案

在产教融合的框架下，本系统的整体设计遵循“产业问题导向、技术集成应用、教学实践验证”的思路展开。系统架构围绕环境监测与智能管控两大核心功能设计。环境监测功能模块负责对森林公园内的多种信息进行采集，包括但不限于空气的温度与湿度参数、土壤的温度与湿度状态、环境光照的强度水平、空气中烟雾的浓度水平、园区内的人流量及其分布密度、以及特定儿童游客的特征信息等。智能管控功能模块则主要负责依据上述监测信息，对森林公园的环境状态进行自动化调节（如温湿度调节），对游客流进行动态疏导，并对潜在安全风险进行预警。系统整体设计框图如图 1 所示。

系统由以下核心硬件模块与软件平台协同构成：电源供应模块、空气温湿度传感检测模块、土壤温湿度传感检测模块、光照强度传感检测模块、烟雾浓度传感检测模块、以 STM32

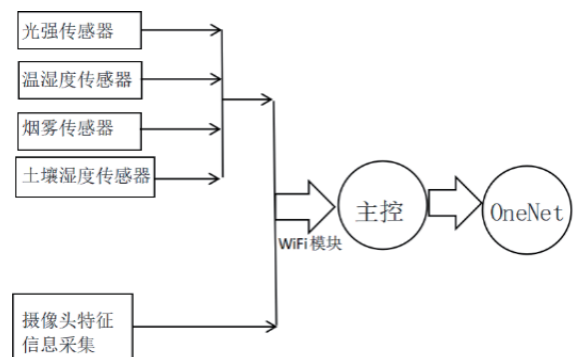


图 1. 森林公园环境监控系统整体设计框图

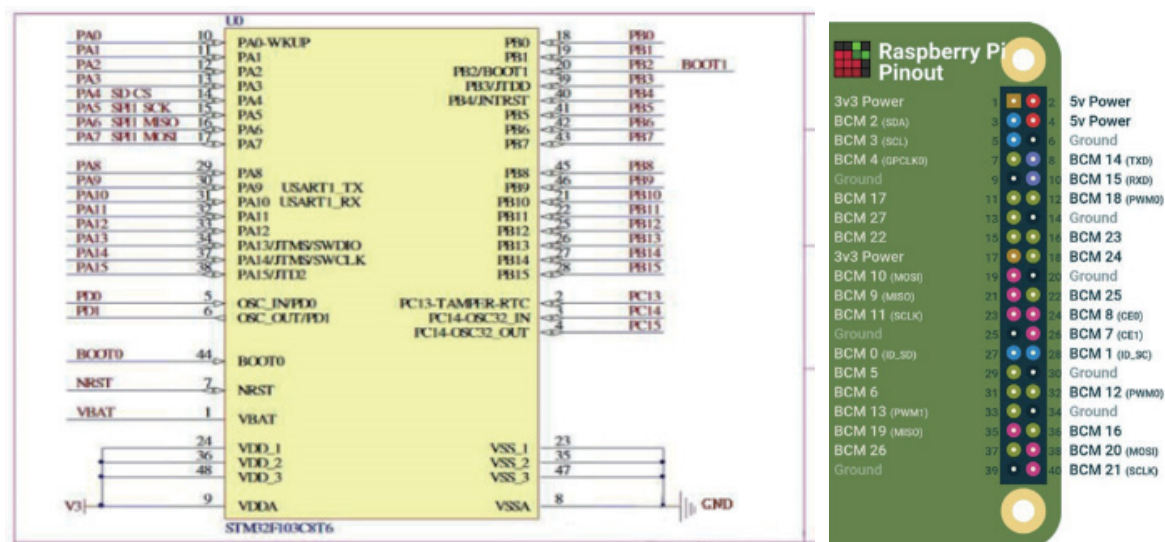


图 2. 检测模块和监控杆模块主控接口图

为核心的主控制器模块、以树莓派为核心的视觉处理模块、Wi-Fi 无线通信模块、本地 LCD 信息显示模块，以及位于云端的 OneNet 数据分析与管理平台。在项目实施中，硬件选型与系统集成工作由学生团队在导师指导下完成，综合考量了成本、性能、可靠性与可扩展性，是一次完整的电子系统设计实践。

在系统工作流程中，各类环境监测传感器模块实时采集森林公园内的空气温湿度、土壤温湿度、光照强度、烟雾浓度等物理参数，并将这些原始数据传输至 STM32 主控单元进行初步处理与整合。与此同时，树莓派单板计算机与配套的高清摄像头模块实时采集视频流，从中分析计算人流量信息与特定儿童的特征信息。经处理后的视觉数据与环境监测数据一并通过 ESP8266 Wi-Fi 通信模块上传至 OneNet 云平台。在云平台中，数据被持久化存储并进行深度分析。当系统运行于智能管控模式时，会依据预设算法与规则对实时监测数据进行自

动研判。一旦判断环境参数超出安全阈值、某区域人流密度过高、或系统识别到儿童走失事件，系统将立即启动本地语音播报模块进行警示提醒，同时将详细的异常事件信息上传至云端，供管理人员远程查看与决策。这一闭环流程的设计，使学生深入理解了从数据感知、传输、处理到决策控制的完整物联网系统架构，实现了理论知识向工程能力的转化。

## 4 智慧森林公园环境监测系统硬件设计

### 4.1 核心主控模块

硬件设计是本次产教融合实践的关键环节，学生团队需完成从器件选型、电路设计到系统调试的全过程。本系统采用双核心控制架构。环境数据采集与控制的核心，选用 STM32F103C8T6 微控制器。该选型是综合考虑了芯片的性价比、处理性能、外设资源以及开发成本等多方面因素后确定的。这一决策过程锻炼了学生的工程经济性思维与器件评估能

力。STM32F 103C8T6 能够高效地调度和控制各个传感器模块，并进行初步的数据运算，有助于提高整个系统的性价比并降低硬件开发成本。<sup>[1]</sup>

用于人流监控与儿童防走失功能的核心处理单元，选用树莓派 3B+ 单板计算机。该主控板搭载了 BroadcomB CM2837B0 系统级芯片，其为四核 Cortex-A53(ARMv8)64 位架构，主频达 1.4GHz；配备了 1GB LPDDR2 SDRAM 运行内存；集成了 2.4GHz 与 5GHz 双频 IEEE802.11.b/g/n/ac 无线网络模块、蓝牙 4.2/BLE，以及基于 USB2.0 的千兆以太网控制器。其丰富的接口资源，包括 40 针的通用 GPIO 接口、全尺寸 HDMI 接口、4 个 USB2.0 接口、专用的 CSI 摄像头接口和 DSI 显示接口，以及 MicroSD 卡存储接口，为连接摄像头、进行复杂的图像识别算法运算提供了强大的硬件基础。选择树莓派作为视觉处理核心，使学生能够在接近真实产业应用的平台上，实践 Linux 系统操作、计算机视觉算法部署等高级技能。<sup>[2]</sup>

#### 4.2 空气及土壤温湿度检测模块

为精确测量环境温湿度，本研究选用 SHT11 数字式温湿度传感器。该传感器采用单总线数字通信协议，能够同步测量环境的温度值与相对湿度值。该模块具有体积小、测量精度高、长期稳定性好的特点，能够实时、可

靠地采集森林公园内的空气温湿度数据，并传输给主控单元进行处理。

对于土壤状态的监测，则采用专用的土壤温湿度传感探头。该探头直接埋设于待监测区域的土壤中，与主控模块相连，可持续采集园区土壤的体积含水量与温度信息，为园区植被的精细化养护和自动化灌溉系统的触发提供最直接的数据依据。<sup>[3]</sup>

#### 4.3 光照强度检测模块

环境光照强度的采集采用 BH1750 数字环境光强度传感器完成。该传感器通过标准的 I2C 串行总线接口与主控单片机进行通信，能够以较高的精度测量环境光照强度（单位为勒克斯，Lux）。所获取的光照数据可用于判断园区特定区域的光照是否过强，从而为向游客发布防晒提醒或调整遮阳设施提供数据支持。该模块的选择与应用，使学生掌握了数字传感器通信协议（如单总线）的实际应用，理解了精准数据采集在环境监控系统中的基础性作用。

#### 4.4 烟雾浓度检测模块

为实现火灾安全隐患的早期预警，系统集成了 MQ-2 半导体气体传感器用于烟雾浓度检测。该传感器对烟雾、液化气、丙烷、氢气等多种可燃气体具有较高的灵敏度，能够实时监测园区内（特别是室内场馆、餐饮区、森林边缘等关键区域）的烟雾浓度变化。当检测到浓度超过安全阈值时，系统会及时触发本地与远程报警，以预防火灾事故的发生。

#### 4.5 WiFi 通信模块

为实现监测数据与云端平台的远程交互，本系统选用 ESP8266 系列 Wi-Fi 模块作为无线传输的核心。该模块通过串行通信接口（UART）与 STM32 主控单元连接，负责将整合后的传感器数据、处理得到的人流统计信息以及设备自身状态信息上传至 OneNet 云平台。<sup>[4]</sup>

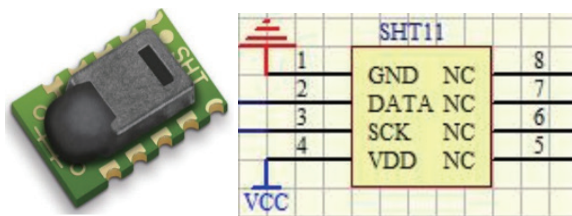


图 3. 空气与土壤湿度监测模块实物图与电路图



图 4. 光照强度检测模块实物图与电路图

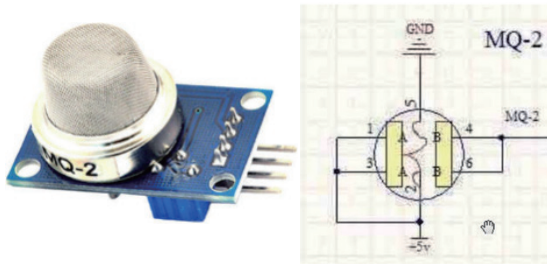


图 5. 烟雾浓度采集模块实物图与电路图

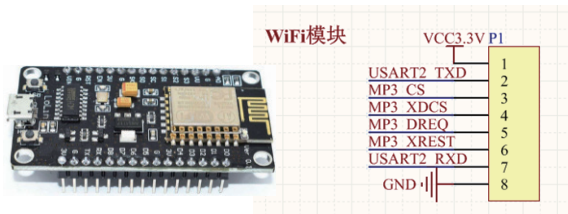


图 6. WiFi 模块实物图与电路图



图 7. LCD 显示模块实物图与电路图

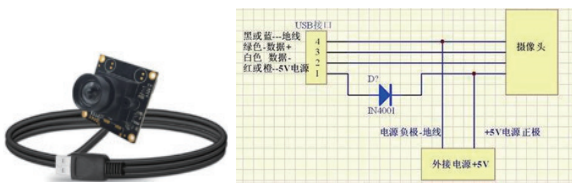


图 8. 摄像头模块实物图与电路图

#### 4.6 LCD 显示模块

系统显示部分采用 LCD 液晶显示模块，可实时显示环境温湿度、光照强度、烟雾浓度、设备运行状态等信息，便于现场调试与本地状态查看。

#### 4.7 摄像头模块

人流统计与儿童特征识别采用树莓派 3B+ 作为视觉处理核心，搭配 USB 高清摄像头，通过图像识别算法实现人流统计、区域密度分析、儿童特征记录与定位查找，数据通过 WiFi 上传至云端。视觉模块的集成，是本系统实现智能分析的关键。学生通过此部分实践，将课堂所学的图像处理理论与产业中迫切需求的人流统计、安全监控等应用场景相结合。

#### 4.8 语音播报及自动控制执行模块

语音播报模块用于在多种需提醒用户的场景下工作，例如当环境参数超标、某区域人流过于密集、或系统匹配到走失儿童信息时。该模块可通过主控单元的 IO 口触发，播放预置的语音提示或预警通知，从而提升系统的智能化服务水平与应急响应能力。

自动控制执行模块由继电器组、功率驱动电路及相应的外部受控设备构成。外部设备包括自动灌溉装置、大功率降温风扇、声光警示装置等。当系统判定某项环境指标（如土壤湿度过低、空气温度过高）超过预设的自动控制阈值时，主控单元会通过驱动相应的继电器，自动启动对应的外部设备，实现无人值守情况下的自动灌溉、环境降温、或增强型语音 / 灯光提醒等功能。

### 5 基于OneNet云的森林公园环境监测系统软件设计

#### 5.1 数据可视化模块设计

曲线绘制主要是为了方便用户查看一段时

间内各个环境参数的变化趋势，当光照过强或温度过高时，超过了阈值上限就进行语音播报，提醒游客注意防晒和活动强度防止中暑现象发生。云端数据可视化界面的开发，使学生实践了前后端分离的思想，并利用 OneNet 等工业级云平台服务，理解了物联网应用层开发的关键技术。<sup>[5]</sup>

## 5.2 人流密集算法

人流统计处理算法嵌入式人流分析终端中的 DSP 处理器，实时采集视频图像，并检测运动目标的特征点，然后对特征点进行空域上的聚类及时域上的匹配，从而识别运动目标；通过头肩信息、圆心距、行人运动的柔性特征等特征，人流分析算法可以准确进行目标分类，准确识别运动目标中的行人；通过对行人目标的实时双向跟踪，可以实现准确的计数和方向的判定。

第一步：检测阶段。背景模型是人流分析算法处理的基础，本算法采用帧间差分算法与

概率统计模型相结合的方法，能够在各种复杂环境下建立起一副尽可能真实的背景图像，从而为前景目标的提取提供重要基础。在系统中，一个模型可以理解为在一个环境（主要为角度）下，一个“人”特征的集合体。首先在一个固定角度的场景下，取得很多人的图片，称之为样本，取得足够的样本（一般在十万到一百万之间）后，通过样本来学习这些特征，得到的参数就是模型，模型集合了训练样本的特点。在遇到相似场景时，装载相应模型就完成了系统检测的初始化。

第二步：提取特征。为了让模型应用于一个物体，以确定这个物体是不是人，我们需要提取相应的特征。根据机器自动学习的结果，一个模型 90% 的数据是基于形状提取的，10% 的数据基于颜色和纹理提取。

第三步：输出结果。将模型视为一个过滤器，而特征是待分类的材料，满足过滤器的材料得以通过（即判定为“人”），不满足的则被拦住。根据模型和特征，通过计算就可以判断一个物体是不是人，最后进行数量的统计计算得到人流密度。算法实现过程中，学生团队面临了真实场景下的光照变化、遮挡、人群密度不均等挑战，通过反复调试与优化，提升了解决实际工程问题的韧性与算法改进能力。这一过程深化了他们对计算机视觉理论的理解，并积累了宝贵的项目调试经验。<sup>[6]</sup>

## 5.3 人脸识别算法

### (1) 人脸检测

人脸检测的目的是寻找图片中人脸的位置。当发现有人脸出现在图片中时，不管这个脸是谁，都会标记出人脸的坐标信息，或者将人脸切割出来。可以使用方向梯度直方图 (HOG) 来检测人脸位置。先将图片灰度化，接着计算图像中像素的梯度。通过将图像转变成

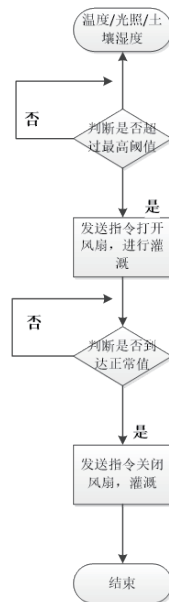


图 9. 测控控制模块工作流程图

HOG形式，就可以获得人脸位置。

## (2) 人脸对齐

人脸对齐是将不同角度的人脸图像对齐成同一种标准的形状。先定位人脸上的特征点，然后通过几何变换（仿射、旋转、缩放），使各个特征点对齐（将眼睛、嘴等部位移到相同位置）。

在儿童防走失功能模块中，人脸识别算法的集成与测试是项目难点之一。学生通过实践，不仅应用了HOG、特征点对齐等经典方法，还探讨了在资源受限的嵌入式平台上实现实时识别的优化策略，锻炼了算法移植与性能优化的工程能力。<sup>[7]</sup>

## 6 总结与展望

### 6.1 结论

本项目成功设计并实现了一套基于OneNet云平台的森林公园环境智能监控系统，并以此为核心完成了一次深入的产教融合实践。

在技术层面，本系统采用STM32与树莓派3B+的双核架构，集成了多类环境传感器与视觉模块，通过ESP8266 Wi-Fi模块与OneNet云平台实现数据互联。系统稳定实现了对空气温湿度、土壤湿度、光照、烟雾等环境参数的实时监测，以及基于视频流的人流量统计、区域密度分析和儿童特征检索功能。当参数超阈或发生安全事件时，系统可自动触发语音播报、设备联动（如灌溉、降温）等控制动作。测试表明，系统运行可靠，各项功能达到设计指标，为智慧森林公园的智能化管理提供了一个可行的原型解决方案。

更为重要的是，本项目取得了显著的产教融合成效：

**教育价值：**学生团队通过参与从需求分析、方案设计、硬件开发、软件编程到系统集成的

全过程，将物联网、嵌入式系统、传感器技术、云计算与图像处理等多学科理论知识融会贯通，应用于解决真实产业问题，极大地锻炼了复杂工程问题解决能力、系统集成能力和团队协作精神。

**产业价值：**系统设计直指景区在环境监控、客流疏导、安全预警等方面的实际痛点，其原型验证了通过低成本物联网方案提升管理效率与游客安全性的可行性，为合作景区或智慧旅游行业提供了可直接参考的技术思路与实践案例。

**模式价值：**本项目探索了“以真实产业需求为导向，以综合性项目为载体育人”的有效路径，是推动教育链、人才链与产业链、创新链初步衔接的一次成功实践，为类似工科专业的实践教学改革提供了可借鉴的模式。

### 6.2 展望

基于现有成果，未来工作可从技术与产教融合模式两个层面进一步深化：

#### (1) 技术优化与功能拓展展望

**算法优化：**可引入更先进的轻量化深度学习模型（如YOLO、MobileNet）用于人流统计与人脸识别，以提升复杂场景下的准确性与实时性。

**功能扩展：**考虑集成更多传感器（如PM2.5、噪声、水质监测模块），并探索与景区票务系统、公共广播系统、应急救援系统的数据联动，构建更全面的“智慧景区大脑”。

**部署优化：**研究系统的低功耗设计、网络覆盖优化与边缘计算架构，以降低长期运营成本并提升系统可靠性。

#### (2) 产教融合模式深化展望

**项目迭代与课程化：**可将本系统原型作为持续迭代的“活项目”，纳入相关专业的课程设计、毕业设计或创新实训中，吸引不同年级、

不同专业的学生参与功能升级与优化，形成可持续发展的育人平台。

跨学科协作：邀请管理学、旅游学、设计学等专业师生共同参与，从用户体验、商业模式、景观融合等角度对系统进行再设计，探索“新工科”与“新文科”交叉融合的产教实践。

成果转化与推广：积极寻求与更多景区、科技企业或地方政府合作，推动本系统从“教学原型”向“试点应用”乃至“产品化”方向探索，真正实现教育成果服务社会经济发展，形成“需求 - 研发 - 应用 - 反馈 - 教学”的良性循环。

## 参考文献

- [1] 意法半导体 .Discovery kit for STM32F0 Series microcontrollers. [https://www.st.com/resource/en/user\\_manual/um1690-discovery-kit-for-stm32f0-series-microcontrollers-with-stm32f072rb-stmicroelectronics.pdf](https://www.st.com/resource/en/user_manual/um1690-discovery-kit-for-stm32f0-series-microcontrollers-with-stm32f072rb-stmicroelectronics.pdf).2020/03/19
- [2] 黄威铭, 吴焯标, 陶铭. 基于 HOG 和 SVM 的嵌入式行人检测与追踪系统设计与实现 [J]. 物联网技术, 2023,13(08):29-32.DOI:10.16667/j.issn.2095-1302.2023.08.008.
- [3] 付文新, 王洪丰. 基于 STM32 单片机和 DHT11 温湿度传感器的温湿度采集系统的设计与实现 [J]. 光源与照明, 2022,(03):119-121.
- [4] 杨雨, 许金奎, 蔡池, 等. 基于物联网的温室环境远程监控及滴灌系统 [J]. 电子制作, 2023,31(09):40-42+91.DOI:10.16589/j.cnki.cn11-3571/tn.2023.09.013.
- [5] 王平, 陈瑞堉. 基于物联网技术的森林环境监测系统设计与实现 [J]. 电脑编程技巧与维护, 2025,(06):21-23.DOI:10.16184/j.cnki.com-prg.2025.06.036.
- [6] 洪英汉, 陈平华, 刘竹松, 等. 基于物联网人流图像匹配的密度估计方法 [J]. 计算机仿真, 2013,30(06):389-392.
- [7] Dalal N, Triggs B. Histograms of oriented gradients for human detection. Proceedings of 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. San Diego: IEEE, 2005. 886-893.