

基于 AIoT 技术的智能温室花园

刘海晨¹, 丁学文¹, 季晓坤¹, 韩豪奇¹, 杨一铭¹, 王哲凌¹, 赵飞云¹

(1. 天津职业技术师范大学电子工程学院, 天津 300222)

摘要: 综合应用 AIoT 和图像处理等技术, 进行跨平台技术创新, 设计实现一座可以实现环境监测、自动控制、图像识别、数据实时上传和远程控制等功能的智能温室花园。智能温室花园结构分为三层, 第一层对人员进行无接触体温检测, 第二、三层置有各类检测模块, 对花园内部各项环境数据进行实时检测, 对数据进行存储和分析, 将检测到的各项数据传输到显示屏, 并无线传输到电脑端和手机端进行显示, 使得花园管理人员实时观察这些数据。顶层设有智能穹顶, 根据花园内植物对阳光的摄取需求和天气情况来自动选择穹顶的开关, 并且花园内设有自动浇水系统来呵护花园里的植物, 防止植物出现缺水干枯的情况, 保证植物对水的需求量。此外, 管理人员可根据实际情况及时远程控制花园内联网设备的开关。

关键词: AIoT; 图像处理; 环境检测; 自动控制; 远程控制; 无线传输; 智能穹顶

中图分类号: TN98 **文献标识码:** A **文章编号:**

Smart Greenhouse Garden Based On AIoT Technology

LIU Haichen¹, DING Xuewen¹, JI Xiaokun¹, HAN Haoqi¹, YANG Yiming¹, WANG Zheling¹, ZHAO Feiyun¹

(1. School of Electronic Engineering, Tianjin University of Technology and Education, Tianjin 300222, China)

Abstract: Comprehensive application of AIoT and image processing and other technologies, cross-platform technology innovation, design and realization of a smart greenhouse garden that can realize environmental monitoring, automatic control, image recognition, real-time data upload and remote control. The intelligent greenhouse garden structure is divided into three layers, the first layer of non-contact body temperature detection for personnel, the second and third layers are placed with various types of detection modules, real-time detection of the environmental data inside the garden, storage and analysis of data, the detection of various data transmitted to the display screen, and wireless transmission to the computer and mobile phone terminal for display, so that the garden management personnel observe these data in real time. The top floor is equipped with a smart dome, which automatically selects the opening and closing of the dome according to the intake needs of the plants in the garden for sunlight and weather conditions, and there is an automatic watering system in the garden to protect the plants in the garden, prevent the plants from drying up and drying up, and ensure the demand of plants for water. In addition, the management personnel can remotely control the switch of the garden intranet equipment in time according to the actual situation.

Key words: AIoT; Image processing; Environmental testing; Automatic control; Remote control; Wireless transmission; Smart Dome

引言

当今社会发展迅速, 高楼大厦层出不穷, 但发展的过程中绿色生态环境遭到了一定的破坏, 绿色资源变得越来越少。因此制作具有完整的环境监测系统、数据传输系统、智能运作系统的智能温室花园是目前保护生态环的一项好策略, 不但增加了城市的绿色与美感, 而且对保护人们生存的环境做出了一定的贡献。根据资料显示, 国外环境监测系统的研究现状: 欧美日等发达国家对环境监测系统的研究在整个世界都是

¹ 基金项目: 天津市大学生创新计划训练项目 (202210066052)

处于领先状态的，在环境监测系统方面有更多的科技经验以及措施^[1]。采用物联网技术的环境检测系统可以与多种技术手段集成在一起，如在美国，哈佛大学和 BBN 联合开发了一款功能很强大的系统——CitySense 无线传感器网络系统，用于探测当前大气实时质量，实时监测大气中二氧化碳浓度、大气当前的温度、大气湿度、风向和风速等数据^[2]。目前，我国主要的环境监测技术主要方法是以物理技术，并配有生物和生态系统，为我国的环境发展提供了重要的制度保障，期间新技术不断应用于环境监测，并有着很积极的公众意义，例如可以改进环境监测数据和环境质量分析和报告制度，拉近与公众的距离，提高公众参与意识，形成更加积极的态度环境保护意识在公众中广泛传播。

1 系统总体构成及设计

基于 AIoT 技术的智能温室花园系统由 STM32 系列单片机为主控的人体体温检测模块、环境监测模块、机械穹顶、自动浇水模块、图像识别模块、数据显示模块以及无线传输模块所组成，结构设计上具有完整的三层式温室花园模型，并且花园顶层伴有穹顶式花园观赏结构。花园系统组成框图如图 1 所示，花园硬件实物图如图 2 所示。

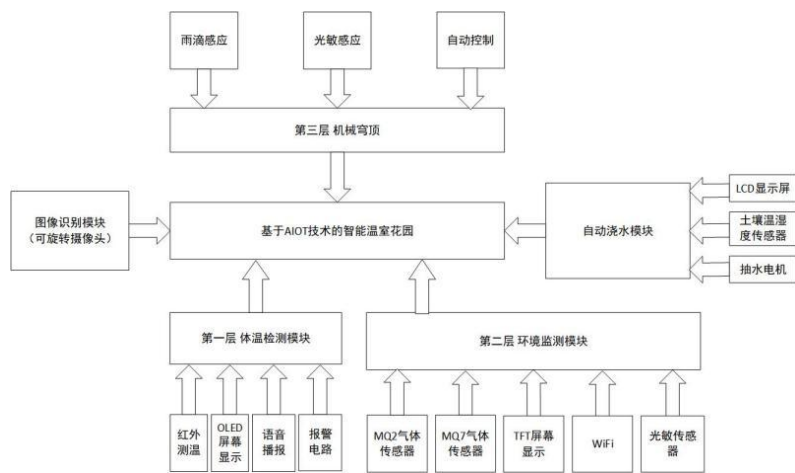


图 1 系统组成框图

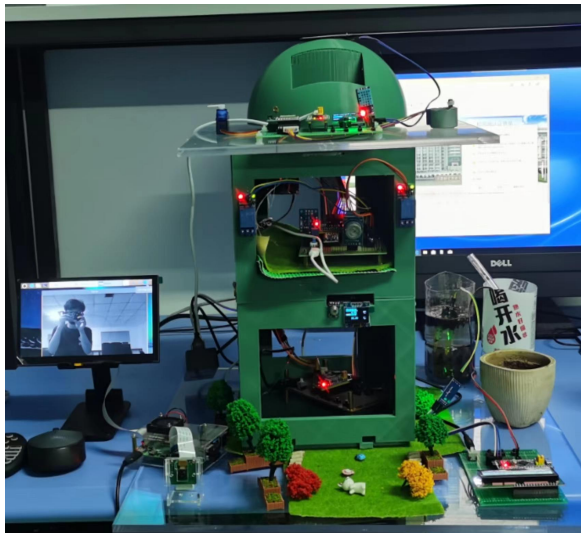


图 2 花园硬件实物图

2 硬件电路设计

其中硬件模块以 STM32F103C8T6 作为系统主控，体温检测部分由 MLX90612 红外测温模块、蜂鸣器、TTS 串口语音模块和喇叭组成，实现人员体温无接触检测；环境监测部分由 DHT11 温湿度传感器、GY-30 光敏

传感器、MQ-2 烟雾传感器和 MQ-7 烟雾传感器组成,实现花园内部环境数据(温度、湿度、光照强度、氧化锡和一氧化碳)的检测,智能穹顶由 YL-83 雨滴传感器、GY-30 光敏传感器、舵机、电机和 OLED 显示屏组成,实现根据天气情况来控制穹顶的开关,并在屏幕上显示当前天气情况(是否下雨和光照强度)以及穹顶的开关情况。自动浇水系统由 FC-28 土壤温湿度传感器、水泵、LCD1602 显示屏和蜂鸣器组成,实现根据土壤的温湿度情况来判断是否开启浇水装置,当土壤缺水时,蜂鸣器发出警报声,并有屏幕显示当前土壤温湿度示数。图像识别部分由树莓派 4B、OV5647 摄像头和触摸屏组成,实现对花园管理人员身份检测,开启后台数据管理权限。无线传输部分由 ESP8266 WiFi 模块组成,当体温检测和环境监测部分检测完数据后,经单片机主控处理,使用 AT 指令将数据传输到 WiFi 模块,并由 WiFi 模块将数据远程传输到手机端和电脑端,当管理员根据环境情况在手机或电脑上选择开关花园内联网设备时,将数据无线传输至 WiFi 模块, WiFi 模块再将数据传输到单片机主控,经信号处理转换后,控制联网设备(灯、风扇和空调等)的开关。

2.1 体温检测部分

体温检测部分采用无接触式 GY-906 红外温度传感器,根据红外辐射能量来确定温度,通过 IIC 协议与主控建立通信。具有响应快、分辨率高、稳定性好的特点,在日常生产生活中有着广泛的应用^[3]。根据目前防疫的需要,研究现有红外测温技术,选用合适红外测温传感器,实现对人体体温的无接触测量功能,在测量完成后语音播报每一位被测人员的体温数,并将测量得到的数据传输到单片机,单片机进行数据处理后,再将测量结果显示到 OLED 显示屏上。此外,单片机将处理的体温数据通过串口通信传输到语音播报模块,实现实时播报每一位被测人员的体温数值的功能。

2.2 环境监测部分

环境监测部分通过 DHT11 温湿度传感器对环境中的温湿度进行测量, MQ-2 烟雾传感器对环境中的烟雾进行测量, MQ-7 烟雾传感器对环境中的一氧化碳进行测量以及 GY-30 光敏传感器对日照强度的测量,并将测量到的各项数据传输到单片机进行数据处理转换,转换后的数据传输到 TFT 显示屏进行显示。同时,设置每个传感器的阈值,如果超过阈值,蜂鸣器将发出警报。环境检测系统使用数据融合处理算法,该算法对各传感器采集到的各项数据会进行适当的融合,并对环境的质量进行整体评价。

2.3 智能穹顶

智能穹顶,穹顶温室整体为网壳结构,受力均匀、合理,采用仿生技术手段,以鸟巢为原型,结合三角形稳固特性,根据跨度大小,可形成单层网壳及双层空间桁架结构,具有高强度及强抗风雪能力。穹顶温室内部空间大,使用立体栽培模式可提高土地利用率,并且适用于任何地形,全透明及半透明的覆盖方式还可适应不同地区的光照和保温需求,极大地促进了观光农业和种植业的发展^[4]。智能机械穹顶系统中设置雨滴和光敏传感器的阈值。如果超出阈值,即出现下雨、阳光强度过高或过低的情况时,电机和舵机会自动旋转来带动穹顶的开关。管理员也可视情况来主动控制穹顶的开关;电机运行使用闭环模式,计算调整到合适 PWM 的值,有效地控制机械穹顶升降的速度和保持其稳定性。此外,通过雨滴和光照传感器对天气情况进行监测,将测得的数据传输到单片机,单片机进行数据处理后,再将结果显示到显示屏、手机和电脑端,方便管理人员进行查看。

2.4 自动浇水系统

自动浇水系统通过土壤温湿度传感器来检测土壤温湿度数据,并将数据传输给单片机,单片机进行数据处理,再将反馈信号数据传输到抽水电机和显示屏,若缺水,抽水电机自动工作,为花园中的植物进行浇水;显示屏上显示土壤温湿度数据以及植物是否缺水。

2.5 图像识别部分

图像识别部分使用树莓派、摄像头模块和触摸屏,树莓派具有 BCM4908 64-bit 处理器,其 Raspbian 操作系统可以运行 Python 算法,还可以连接屏幕实时显示摄像头所拍的内容,小巧的外型增强了可移植性,对于硬件部署和系统操作非常便捷^[5]。人脸识别的过程即在 TensorFlow 深度学习平台,搭建 YOLO3 模型进行花园管理人员人脸识别,先拍摄管理人员的人脸照片,保存在 MySQL 数据库中,再使用 YOLO3 模型算法即利用卷积神经网络(CNN)将图像特征提取到网络,并进行大量的人脸识别模型的训练,增强人脸识别高效性和稳定性。

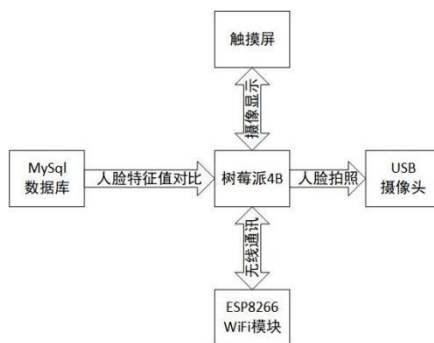


图 3 人脸识别结构框图

2.6 无线传输部分

就硬件方面来说，有线的技术比较成熟应用比较广泛，但要受到布线的限制在某些受环境限制的地点应用比较困难。如果采用无线通信在使用过程中不需要连接通信电缆简化了工作流程降低了成本^[6]。无线传输部分将人体体温数据和花园内各模块检测到的各项环境数据传输至单片机处理后，通过 AT 指令发送到 ESP8266 WiFi 模块，WiFi 模块再将数据远程传输至手机 APP 和电脑端，便于管理人员的查看工作人员和用户可以随时在手机上查看测量数据，使得环境数据变化一目了然，并与数据库中的标准环境数据表进行比对，进行进一步的数据分析并生成对比结果，根据生成的对比结果工作人员可以进行提出制定更加合理的花园环境管理方案，并且花园管理员可以根据天气和花园环境情况通过手机端来远程控制空调、照明灯等联网设备和穹顶系统的开关。

3 软件设计

3.1 系统程序流程

软件开发环境为 Keil5 MDK 和 Thonny 软件，系统主体编程基于 C 语言，图像识别部分基于 Python 语言。花园内每部分系统都有着一套完善的工作执行方案，系统程序流程图如图 3 所示。

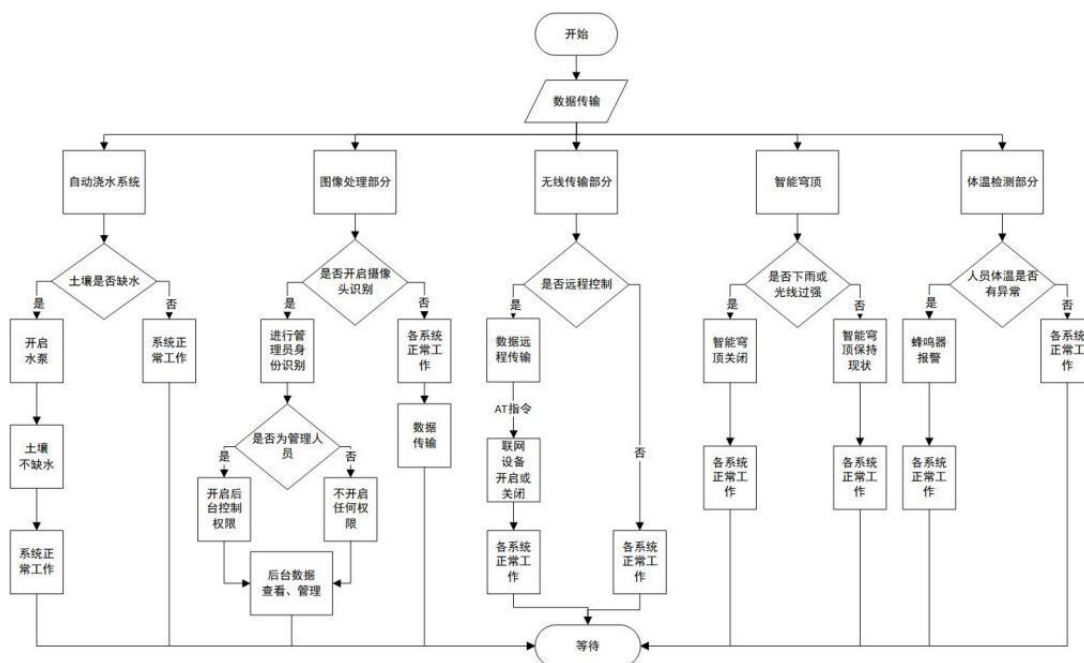


图 3 系统程序流程图

3.2 人脸识别技术

人脸识别使用树莓派 4B 微型计算机为主处理器，在其 Raspbian 操作系统上使用 Thonny 软件进行人脸识别 Python 代码的运算，在 TensorFlow 深度学习模型平台，使用数据流图技术（data flow graph）进行

数值计算,通过节点数值计算和边多维数据(Tensor)之间的联系,重复执行一系列的训练操作;搭建 YOLO 3 图像识别模型,利用卷积神经网络(CNN)将图像特征提取到网络、类别预测等统一到一起,放在一个框架中从而实现端到端的高效训练,增强人脸识别的稳定性和准确性。即整个人脸识别的过程为在 TensorFlow 平台上完成 YOLO 3 模型的搭建,对 Imagenet 的 1000 个分类数据进行预训练,准备目标检测的训练数据,采用 PASCAL VOC 2012 的 train/val 数据加上 2007 的 train/val/test 的数据来进行训练,在 JPEGImages 目录下存放图片,在 Annotations 目录下面存放了图片对应的人脸检测框 BBOX 的数据;因此我们需要首先把 Annotation 里面的 BBOX 提取出来,用代码来对数据进行提取后,保存为一个 csv 文件;然后开始对目标检测的训练,验证模型效果,代码将读取之前训练好的模型,对图像进行检测,检测时,只选取 Confidence 值大于 0.1 的 BBOX,最后再应用非最大化抑制方法来消除 IOU 大于 0.2 的 BBOX,通过上述过程完成了花园管理人员人脸识别模型的训练,以及实现了人脸识别的功能。此外,人脸识别功能实现的过程中进行了反复大量的模型训练,加入阈值分割算法和图像压缩算法,提高图像识别的准确性和图像信号传输的稳定性。

4 基于 AIoT 技术的智能温室花园的应用

随着我国工业的迅速发展,伴随而来的是对环境的污染也愈发的严重,环境状况已经严重地威胁到了人们日常生活的质量。为了控制工业排放物等对空气的污染,对大气环境进行保护,我国制定了许多有效的计划和措施。然而,与经济发展相比。我国环境监测技术的发展速度相对滞后,这种情况严重制约了我国的环境监护工作的发展。近年来,人们的生活有了显著的改善和进步,对自身生活环境质量的追求也随之增高。并且,绿水青山就是金山银山,环境保护的重要性尤为重要。基于 AIoT 技术的智能温室花园在环境监测技术中渗透智能化的理念,使得能够更方便地为人们提供服务,并间接地提高人们的环境保护意识。花园为人们提供舒适的环境氛围,让人们沉浸于大自然的清新环境中,使人们亲身感受大自然的魅力并意识到美好的自然环境对生活的重要性。

5 结束语

随着我国工业的迅速发展,伴随它而来的是对环境的污染也愈发的严重,环境状况已经严重地威胁到了人们日常生活的质量。为了控制工业排放物等对空气的污染,对大气环境进行保护,我国制定了许多有效的计划和措施。然而,与经济发展相比。我国环境监测技术的发展速度相对滞后,这种情况严重制约了我国的环境监护工作的发展。近年来,人们的生活有了显著的进步,对自身环境质量的要求越来越高,希望在美丽、健康的环境中生活。绿水青山就是金山银山,环境保护的重要性尤为重要。基于 AIoT 智能温室花园的制造,为人们提供优美绿色环境的同时,不断学习提升各项技术并应用于花园中,为我国环境监测技术水平的提升做出一份力量,并学习应用其他各项技术,来实现打造真正意义上智能化、自动化、模块化、人性化的智能温室花园,让人们享受美好环境的同时,感受到智能化时代的到来。

参考文献:

- [1] 仪器信息网. 发达国家和地区环境监测体系的特点及其启示 [EB / OL]. <https://www.instrument.com.cn/news/20171113/233278.shtml>
- [2] 机智云物联网开发者社区.CitySense——城市实时监测无线传感网络 [EB / OL]. <https://club.gizwits.com/thread-910-1-1.html>
- [3] 齐曼,胡乃瑞,安天洋,高唯峰. 基于 STM32 的口罩识别及无接触测温系统的实现[J]. 工业控制计算机, 2022, 35(03):128-130.
- [4] 关姝杰. 基于芡实叶脉脉络的穹顶温室结构仿生研究[D]. 吉林大学, 2020. DOI:10.27162/d.cnki.gjlin.2020.000041.
- [5] 李志龙,董麒麟,张万,赵天煜. 基于树莓派的人脸识别系统设计与实现[J]. 现代计算机, 2022, 28(08):109-112.
- [6] 孙程光. 基于智能温室的多参数环境监测系统的研究与设计[D]. 河北工业大学, 2006.