

## 基于物联网的智慧温室系统研究

郝万众 吴洋洋 陈晓范\*

西安思源学院, 陕西 西安 710038

**[摘要]**随着中国经济的发展传统温室农业生产方式和生产力已经跟不上社会的发展及人们的需求, 温室农业生产方式改造问题也成为了热点。物联网作为世界信息产物的第三次浪潮, 各行业与物联网结合产物也层出不穷, 我国作为农业大国, 将物联网与农业相结合将有着广阔的前景。文中将物联网技术与温室农业相结合来实现新的生产方式, 运用传感技术来收集温室环境数据; 运用 WIFI/GSM 网络配合 MQTT 协议传输数据; 运用阿里云物联网平台实现数据管理; 运用阿里云物联网应用开发 (IoT Studio) 平台实现用户可视化管理, 来实现温室农业的智慧化, 达到智慧温室的效果。从而使我国温室农业更加高产、优质、高效、智慧、安全, 使温室农业种植具有科技感, 用科技引领农户致富。

**[关键词]**物联网; 传感技术; 智慧温室; WIFI/GSM 网络; MQTT 协议绪论

DOI: 10.33142/sca.v5i4.6668

中图分类号: S126

文献标识码: A

## Research on Intelligent Greenhouse System Based on Internet of Things

HAO Wanzhong, WU Yangyang, CHEN Xiaofan\*

Xi'an Siyuan University, Xi'an, Shaanxi, 710038, China

**Abstract:** With the development of China's economy, the traditional greenhouse agricultural production mode and productivity can not keep up with the social development and people's needs, and the transformation of greenhouse agricultural production mode has also become a hot spot. As the third wave of the world's information products, the Internet of things is also emerging in an endless stream. As a large agricultural country, China will have broad prospects to combine the Internet of things with agriculture. In this paper, the Internet of things technology and greenhouse agriculture are combined to realize the new production mode, and the sensing technology is used to collect greenhouse environmental data; Use WIFI/GSM network to cooperate with MQTT protocol to transmit data; Use Alibaba cloud Internet of things platform to realize data management; Alibaba cloud Internet of things application development (IoT Studio) platform is used to realize user visual management to realize the intellectualization of greenhouse agriculture and achieve the effect of smart greenhouse, so as to make China's greenhouse agriculture more high-yield, high-quality, efficient, intelligent and safe, make greenhouse agriculture planting have a sense of science and technology, and use science and technology to lead farmers to get rich.

**Keywords:** Internet of things; sensing technology; smart greenhouse; WIFI/GSM network; MQTT protocol introduction

### 1 绪论

#### 1.1 中国温室种植在我国的重要性

现代农业的种植已经和温室大棚融为一体, 温室种植瓜果、植物、蔬菜、甚至培育动物幼苗, 温室的作用在现代农业生产中发挥着巨大的作用, 建立温室大棚的主要目的就是建立一个自然温度下的高温空间, 也就是温室种植。

随着人们生活水平的提高, 已经不仅能吃到当季美味的食品, 反季节的食物也能随处可见, 这就归功于温室种植。

#### 1.2 中国温室种植的发展现状

2021 年是“十四五”的开局之年, 我国克服新冠肺炎疫情和国际经济形势的不利影响, 经济整体复苏, 农业继续保持高质量稳步发展, 农业经济平稳增长, 粮食产量再创新高。2021 年第一产业增加值比上年增长 7.1%, 达到 83086 亿元, 占国内生产总值的 7.26%。

同时温室种植也在飞速的发展, 2021 年末全国温室种植占地面积约 400 千公顷。近年以来, 温室种植等农业设施快速增长, 改变了农业生产的时间和空间分布。满足

了人民快速增长的需求多样化, 未来几年我国温室种植的面积仍将保持增长。

### 2 物联网概述

#### 2.1 物联网技术

从技术方面看, 物联网是一个层次化的网络结构。可分为三层, 依次可划分为感知层、网络层、应用层; 物联网三层体系结构。

##### 2.1.1 感知层

感知层的主要功能是解决人类社会和物理世界的获取和数据收集的问题, 用于采集数据、转换数据、整理数据。感知层主要作用是用于数据采集和最终控制的终端装置, 这些装置主要是由电子标签和传感器构成, 负责完成信息的采集。

##### 2.1.2 网络层

物联网当然离不开网络, 物联网的主要价值就在于“网”, 而不在于“物”, 感知层只是物联网的第一步, 如果没有一个庞大的网络基础, 感知的信息就无法传输整

合, 这样物联网也就失去了意义。网络层就是通过现有的互联网、移动通信网、卫星通信网等基础网络设施, 对来之感知层的数据信息进行接入传输, 网络层可以称之为物联网的神经系统<sup>[1]</sup>。

### 2.1.3 应用层

应用层是加快物联网发展的, 物联网建设的主要目的是为了服务社会服务、服务人类让人们有一个更好的使用体验。应用层是物联网体系的用户接口, 该层通过分析处理感知层数据, 为用户提供丰富的特定服务(可视化页面等), 具体来看, 应用层接收网络层传来的数据信息, 并对信息进行处理和决策, 进行可视化页面展示或在通过网络层发送信息, 控制感知层的设备和终端。

## 2.2 物联网应用

时至今日物联网发展迅速, 物联网也出现了全栈式的解决方案和框架, 物联网业务方面将物联网架构分为四层如图 1 所示



图 1 物联网架构分层

此图显示的四层架构相比原三层架构差距在于平台层, 此前的三层架构中的应用层实际是将平台层包含进去未进行细分, 而在物联网的飞速发展下出现了多种多样的物联网开发平台, 如阿里云物联网平台、华为云物联网平台、ONENET 中移物联网平台等, 面向小型企业和个人物联网开发用户使用, 则逐渐将物联网架构分为四层架构<sup>[2]</sup>。

## 3 基于物联网的智慧温室管理系统

### 3.1 智慧温室概述

所谓“智慧温室”就是充分利用现代科技, 紧跟科技发展并与温室农业结合产生的成果。“智慧温室”应用了高度集成的嵌入式开发技术、传感技术、无线通信技术、物联网技术、云计算、音频视频处理技术和温室种植专家的智慧。实现了温室智能自主管理、远程监控、可视化远程管理, 脱离人力管理, 使得温室智慧起来。

智慧温室是温室农业生产的高级阶段, 以部署在温室中的各种传感器为传感节点(温湿度传感器、土壤浓度传感器、二氧化碳浓度传感器、光照传感器等)来采集温室农业生产环境数据, 以无线通信网络为通信节点(WIFI/NB-IOT)温室数据上传至平台层(阿里云、华为

云等)实现农业生产环境中产生的数据进行处理、可视化表达、智能分析、智能预警、智能决策、为温室农业提供精准化、科学化、即使化种植, 可视化管理, 智能化决策。

### 3.2 基于物联网的智慧温室系统设计

基于物联网的“智慧温室”系统的总体结构如图 2 所示, 该系统紧紧围绕新型物联网四层架构设计, 感知层使用 stm32 控制器利用它的高性能, 低功耗、多引脚的特性连接温湿度传感器、光照传感器、CO2 浓度传感器、土壤湿度传感器等; 用来收集环境状态将其转换为模拟数据发送到身 stm32 控制器进行处理, 从而 stm32 控制器通过数据来进行智能分析、智能判断、智能决策; stm32 控制器同时还有这下发指令的功能; stm32 通过继电器将引脚和大功率执行器连接起来, 实现低电压控制高电压设备, 从而实现调节环境状态设备的工作, 同时 stm32 控制器还连接了语音交互控制模块可以实现用语音来控制温室中的调节环境状态设备进行工作, 控制器搭载的摄像头实现了对温室的实时监控, 使温室实现初级“智慧”

网络层使用 WIFI 和 NB-IOT 模块实现网络通信, 从而实现数据的远程传输; WIFI/NB-IOT 模块和 stm32 控制器连接来实时获取传感器收集的环境状态数据; 并且 WIFI/NB-IOT 模块通过 MQTT 协议与阿里云物联网平台实现远程通信, 将传感器收集的环境状态数据传输给阿里云物联网平台。

平台层使用阿里云的物联网平台, 阿里云物联网平台提供免费的物联网设备连接服务, 用户通过创建账户建立自己的物联网模型通过 MQTT 协议实现网络层的相互通信, 实现数据互相传输从而实现感知层的数据进行二次处理、远程监控和下达调整环境状态命令; 实现温室的高级“智慧”。

应用层是通过搭建 web 可视化页面, 使用户更好实现对“智慧温室”的监控, 为用户提供一个简单方便的使用方式, 同时也是“智慧温室”更加“智慧”。

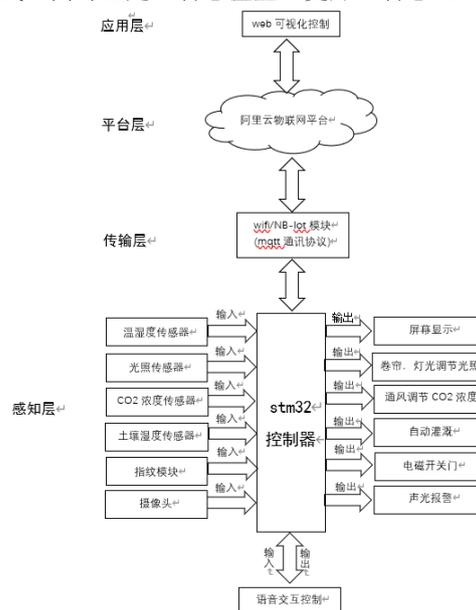


图 2 基于物联网的“智慧温室”系统的总体结构

### 3.3 系统硬件及软件设计

#### 3.3.1 控制节点设计

本系统控制节点选择意法半导体公司的 STM32F103ZET6 芯片,它是基于 Cortex-M3 内核的 32 位处理器,拥有一流的外设和低功耗,低压操作实现的高性能,同时保持了集成程度高易于开发的特点<sup>[3]</sup>。

#### 3.3.2 感知节点设计

感知节点主要是通过大量传感器实现的“感知”功能,通过传感器来将物理社会信息转化为数字信息,传感器主要由敏感元件构成,可以实现将温度、光照、湿度、压力等物理量,根据一定规律转化为电信号,从而实现物理社会数字化,达到“感知”的效果。

DHT11 数字温湿度传感器采用数字信号输出方式,是一款温湿度复合传感器,它采用单总线协议传输数据,极大的简化了器件的连接,进而提高了可靠性。

D23 光照传感器,该模块是基于 5528 光敏电阻的,用于定性检测周围光线强度的电子模块,电压跟随输出模拟值,抗干扰能力强

土壤湿度传感器,该传感器由两部分组成分别为土壤湿度检测部分和电位器部分,可实现通过传感器模拟值判断土壤湿度。

SH1106 的 OLED 显示屏幕模块,OLED 采用 IIC 四针四针接口只需两个 IO 轻松点亮,超低功耗。

#### 3.3.3 平台点设计

本次系统平台节点设计使用阿里云物联网平台,阿里云物联网平台主要作用帮助开发者搭建数据通道、方便嵌入端和云端的双向通讯。

阿里云物联网平台设计了产品与设备两个概念,产品即设备的集合,通常指一组具有相同功能的设备。阿里云物联网云平台为每个产品颁发全局唯一的 ProductKey。每个产品下可以有成千上万的设备。设备即归属某个产品下的具体设备。阿里云物联网云平台为设备颁发产品内唯一的证书 DeviceName。设备可以直接连接阿里云物联网平台也可作为子设备通过网关连接阿里云物联网平台。

首先登录阿里云物联网平台,点击公共实例,找到产品并新建产品,完成操作后获得 ProductKey 元组信息。

在完成上步骤后,点击设备进行添加设备,选择创建好的产品同时设置 DeviceName 元组信息,同时会自动生成 DeviceSecret 元组信息。

根据实际产品完成物模型功能定义,完成后就可以实现数据的上传了。

#### 3.3.4 传输节点设计

本次传输层设计分为 WIFI 模块设计和 NB-IOT 模块设计,两个设计有着有不同点也有相同点,此次设计两个传输方案是为了更好的适应实际环境情况,针对不同情况采用不同设计。

Esp-01s 模块,该传输方案适用于 WIFI 网络覆盖的情况下使用,Esp-10s 模块是一款低功耗的 WIFI 芯片,集成完整的 TCP/IP 协议栈的 MCU,通过串口通信协议实现与 stm32103zet6 控制芯片进行数据交换;通过 AT 指令实现对该 MCU 的控制,实现连接 WIFI 网络通过 MQTT 协议与平台层建立远程连接来实现数据交互,将感知层获取的数据上传给平台层,同时接收平台层下发的指令,来实现对执行器的控制,来实现远程控制的效果。

NB-IOT 模块,该传输方案可在脱离 WIFI 网络覆盖的情况下使用,NB-IOT 使用的是窄带物联网(Narrow Band-Internet of Things)技术;NB-IOT 聚焦于低功耗广覆盖(LPWA)物联网(IoT)技术,NB-IOT 使用 License 频段,可直接部署于 GSM 网络、UMTS 网络或 LTE 网络;同时拥有广覆盖、大连接、低功耗、低成本四大特点。通过 AT 指令进行控制,通过 MQTT 协议来实现与平台层的远程通信,实现远程控制。

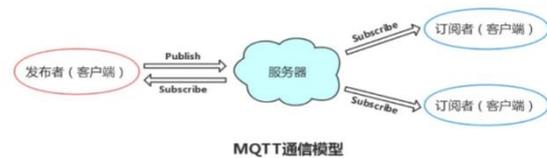


图3 MQTT 通信模型

MQTT 是一个基于客户端-服务器的消息发布/订阅传输协议。实现了发布者和订阅者的解耦,传送消息不需要知道对方的 IP 地址和端口号,只需要和服务器通信即可,发布和订阅者都一样。

本系统传输采用基于开源的 MQTT 连接方式连接阿里云物联网平台,首先通过 AT 指令使传输模块连接阿里云物联网平台的服务器,根据创建好物模型的三元组信息(ProductKey、DeviceName 和 DeviceSecret)进行一机一密、一型一密预注册认证方式进行连接,通过发布和订阅主题的方式,实现感知层和平台层的通信,达到远程控制监控效果。

#### 3.3.5 应用节点设计

本次系统应用节点设计使用阿里云物联网应用开发(IoT Studio)来进行 web 应用的开发,他提供了丰富的设备端、服务端、应用端开发能力。

IoT Studio 提供可视化搭建能力,提供流式化服务编程能力,以可视化拖拽的方式编排开发服务端应用,同时提供可视化的 Web、App 搭建能力可以通过拖拽,配置的方式开发前端应用。

IoT Studio 服务开发摒弃了传统的服务开发模式,传统开发模式首先需要 API 接口定义,在使用 C++、java、python 语言进行服务端的编程,而后进行服务测试,在进行全链路的服务联调,最后进行平台部署运维,开发周期较长,耗费大量人力物力和时间成本;IoT Studio 采用了新的服务开发模式,提供无服务器化编程,开发者只

需新建服务流,执行可视化编排,编排完成执行可视化测试,接口快速发布上线使用, IoT Studio 提供设备数据实时解析、Serverless 无服务器化部署、无缝对接云产品生态等,使得开发者只实现核心的业务逻辑,不需要关心系统的部署和运维。

## 4 总结与期望

### 4.1 总结

随着我国经济的快速发展,人民生活水平不断提高,人们对温室农产品的需求量增加,这对温室农业也是一个新的挑战;经济的快速发展也带动着科技的发展,面对新的挑战我们也有着新的解决方案,在保证环境和资源不被破坏和浪费的前提下,我们将科技与农业相结合,产生了新的农业种植模式,智慧温室农业应运而生,在节省人力的情况下还提高了生产力。

### 4.2 期望

随着国家经济的发展带动这科技的发展,智慧温室农业快速发展得到普及,相信随着科技的发展,会有更高级

的技术应用到温室农业上,使温室农业发展更上一层楼,但就目前而言,本文中介绍的物联网智慧内温室农业也无疑是解放生产力,提高温室农业产量的一个极好方法。

基金项目:2021年陕西省大学生创新训练计划项目(S202113121013)。

### [参考文献]

[1]黄玉兰.物联网技术导论与应用[M].北京:人民邮电出版社,2020.

[2]黄炎,杨林.华为云物联网平台技术与实践[M].北京:人民邮电出版社,2020.

[3]黄克亚.ARM Cortex-M3 嵌入式原理及应用:基于STM32F103 微控制器[M].北京:清华大学出版社,2020.

作者简介:郝万众(2000-)男,汉族,陕西西安人,本科,学生,西安思源学院,网络工程专业;吴洋洋,男,汉族,西安思源学院,学生,本科,网络工程专业;通讯作者:陈晓范,男,汉族,西安思源学院,副教授,研究方向:物联网云平台应用、NB-IoT、人工智能。