

广东生态工程职业学院  
“大学生创新创业训练计划”  
项目结题报告

项目名称： “守护林果种植水资源”

—智能林果种植节水集成方案开拓者

项目编号： 2020z1gc-xj-dcxm03

所在院系： 信息工程学院

指导教师： 郑少雄

项目负责人： 叶晓峰

项目组成员： 柯伟杰、谢昱文、胡飞、刘树龙

骆科峰、李嘉辉

创新创业教育工作办公室 制

基本信息					
项目编号	2020z1gc-xj-dcxm03	所属学院	信息工程学院	起止时间	2020年12月至2023年5月
项目名称	“守护林果种植水资源”——智能林果种植节水集成方案开拓者				
项目负责人	姓名	学号	专业/班级		联系电话
	叶晓峰	610201200134	计算机应用技术 2001 班		13612743136
指导教师	姓名	所在系及专业		职称	研究领域
	郑少雄	信息工程学院物联网应用技术专业		讲师	人工智能技术
项目组成员	姓名	学号	班级	联系电话	项目分工
	柯伟杰	610201190103	计算机1901班	13302573178	无人机软硬件系统设计
	谢昱文	610119200203	物联网2002班	13424010187	WSN路由算法设计,上位机软件设计
	胡 飞	510209210132	人工智能2101	13421748110	滴管系统软硬件开发设计
	刘树龙	510102220204	物联网2202班	19865292171	节水灌溉现场试验与分析
	骆科峰	510102220131	物联网2201班	18319500879	无人机飞行操控与试验
	李嘉辉	510102220223	物联网2202班	17623152735	系统测试运行和维护
资助经费	10000 元		其它资助经费	0 元	
经费开支合计__10000__元, 余额__0__元					

## 项目简介

### 1.项目研究内容

本项目建立利用无人机作为林果业环境信息采集与智能灌溉控制的中枢系统,地面采用 WSN 节点实现林果业环境监控,无人机在上空汇总并转发 WSN 节点采集的林果环境信息,设置不同的灌溉阈值,对林果进行节水灌溉,达到节约人力资源和水资源的目的。

通过采用多种传感器采集林果环境参数,将数据存储至 WSN 节点,节点搭载 GPS 模块,并将环境信息传输给无人机,无人机自主巡航飞行并与节点建立无线通信,获取节点采集的环境信息并传输至云端服务器,由服务器分析数据后,发送指令给无人机,并由无人机转发至各个节点附近的滴管系统阀门开关,从而实现对林果生长环境的智能灌溉控制。

本项目采用 WSN 节点实现林果环境信息采集,无人机在节点上空汇总并转发地面节点采集的林果环境信息,将数据传送给远程服务器,果农们可以通过手机 APP 或者登录数据管理上位机软件获取各监测点的林果环境信息,根据设定的林果环境参数阈值,实现对需要灌溉的地方进行及时灌溉,对不需要灌溉的地方及时关闭水阀,实现对林果的综合智能灌溉控制,达到节约人力物力、节约水资源的目。

系统从结构上可以分为三个部分,即为控制端、云平台 and 硬件设施。

(1) 控制端包含了环境监控网站和上位机软件,在环境监控网站上用户通过选择节点形图,可以宏观分析数据信息的变化。在上位机软件中,用户通过上位机选取需要巡航的坐标,与无人机进行串口通信,对无人机的作业时间和作业路径进行规划,达到自主巡航的目的。

(2) 云平台包括服务器、数据库和网关,通过采用阿里云服务器对系统存储的数据进行接收、处理、存储和调用分析。

(3) 硬件设施包含无人机和环境信息采集与智能灌溉控制节点。实时掌握飞机的姿态、方位、空速、位置、电池电压、即时风速风向、任务时间等重要状态,进行坐标定点自动巡航,以获取林果中的传感器信息。当传感控制节点开始运作时,节点进入 ZigBee 协调器的初始化网络(即物联网)。初始化后的传感器从初始化网络中获得短地址并发送自身的设备号到协调器

系统各部分详细研究内容如下:

(1) 面向 WSN 的无人机林果节水灌溉系统包括云平台(数据中心)、控制端和硬件设备。

系统布局示意图如图 1 所示,图中云平台即云数据中心,它是一个提供云服务的服务集群器,能通过 TCP/IP 协议接收来自无人机的数据并持久化存储至云端数据库,根据内置智能分析系统或来自控制端的指令将控制数据传输给无人机平台;通过 GPRS 网络和 TCP/IP 协议与控制端连接,向控制端提供系统的实时数据或历史数据,接收来自控制端的指令;对存储的大量数据进行数据挖掘,寻找可供进一步利用的数据。

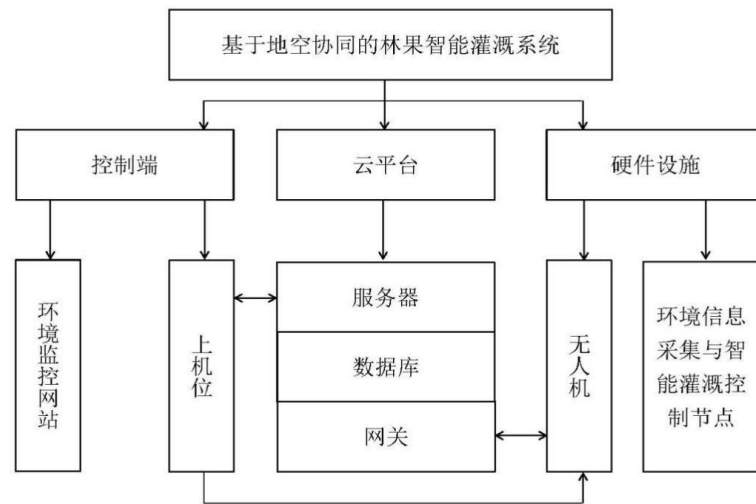


图 1 系统布局示意图

控制端是一个人机界面设备，是用户使用智能灌溉系统的媒介。本系统的控制端是基于 WEB 服务器的网站它们使得用户能够获得系统各方面的信息，对系统进行配置和使用。

网关节点程序和无人机飞控程序用 C 语言编写,上位机程序采用 C#开发。实现上位机和无人机信息采集系统之间的串行通信，并达到准确交换数据的目的。

### (2) 服务器

采用阿里云服务器对系统数据进行接收、处理、存储和调用分析。服务端采用 java 编程语言，并引入了支持高并发的 Apache-mina 网络通信框架，对来自节点终端的大量数据进行异步和高可靠接收与存储。同时系统采用 MySQL 数据库对数据进行持久化存储，采用读写分离的方法实现数据存储与调用的高可靠性。管理员可以利用手机 APP 和网站对数据进行读取，并根据需要自行设定相应参数。

### (3) 林果环境监控网站

该系统由远程 ZigBee-GPRS 网关与无线传感器网络(WSN)节点组合,林果参数在 WSN、GPRS 与 Internet 间进行采集与传输,实现远距离林果环境实时监测。节点采用 CC2530 作无线数据收发芯片,GPRS 采用 ComWay 模块,由 ZigBee 进行组网采集环境信息,通过 GPRS 网络回传给上位机实现实时监测,再由决策支持系统进行分析发送指令控制节点电磁阀通断从而营造一个适合果树生长的环境。

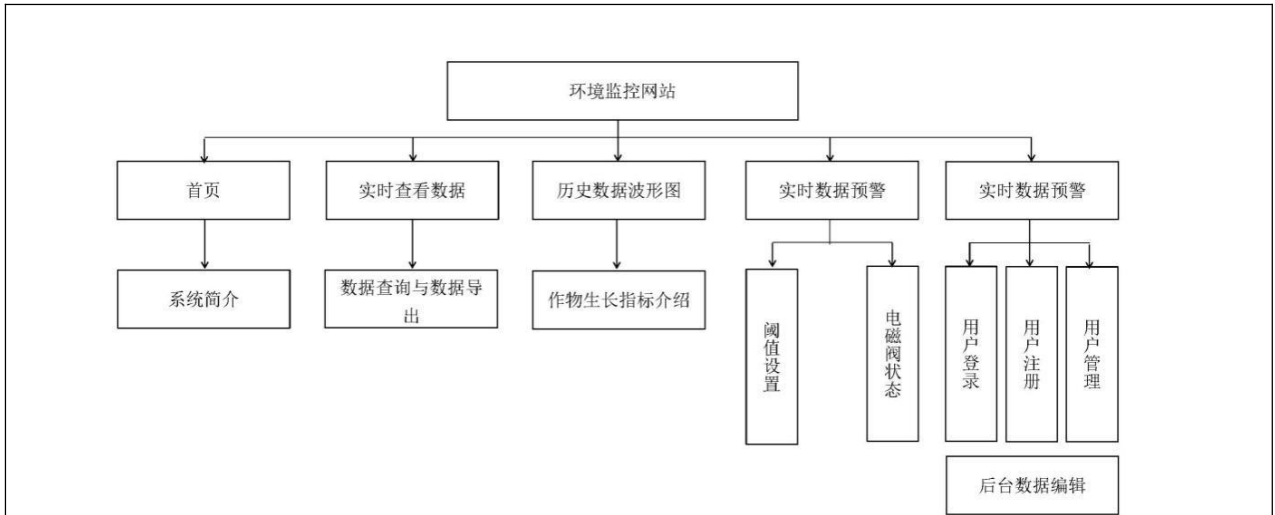


图 2 环境监测网站结构图

用户通过选择节点号、林果环境参数类型、波形图类型等来查看相应的林果环境参数的监测数据波形图，可以宏观分析数据信息的变化。

#### (4) 上位机

用户通过上位机选取需要巡航的坐标，与无人机进行串口通信，对无人机的作业时间和作业路径进行规划，达到自主巡航的目的，环境监测网站结构图如图 2 所示。

#### (5) 无人机

实时掌握飞机的姿态、方位、空速、位置、电池电压、即时风速风向、任务时间等重要状态，进行坐标定点自动巡航，以获取林果中的传感器信息。

#### (6) 环境信息采集与智能灌溉控制节点

① 节点由处理器模块、传感器模块、电源模块、电磁阀控制模块组成，如图 3 所示。

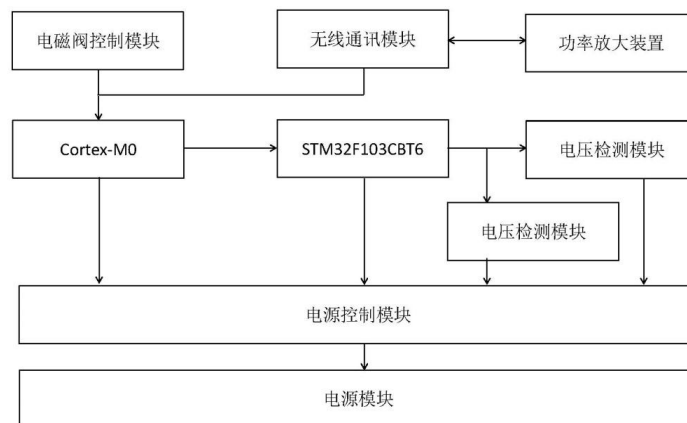


图 3 传感控制节点结构框图

核心处理器采用意法半导体的 STM32F103CBT6，无线通信模块选用 TI 公司的 CC2630 模块，根据林果的环境数据精度和变化范围要求，传感器模块利用锦州阳光科技有限公司生产的 TDR-3 传感器来进行采集土壤水分含量工作、利用 DHT11 传感器来采集空气温湿度和 GY-302 传感器来采集光照强度的数据。传感器模块和处理器模块采用分开设计的方式，有效提高了节点的灵活性，更便于各种数据的收集。在传感器模块接口连接上双稳态脉冲电磁阀，该款双稳态脉冲电磁阀开和关动作时，每休眠 5 s 则驱动电磁阀开或关动作一次，电流为 240mA，10000mA·h 的 12v 电池可供电磁阀开关动作 750000 次，符合低功耗的要求。

## ② 节点的软件设计

当传感控制节点开始运作时，节点进入 ZigBee 协调器的初始化网络（即物联网）。初始化后的传感器从初始化网络中获得短地址并发送自身的设备号到协调器，之后进行周期为 30min 的环境数据采集，即采集模式 1。据采集工作完成后整理成数据包发送给协调器之后节点进入休眠模式。如果上位机分析数据包时发现数据到达设定的阈值时，就让节点切换到周期为 10min 的环境数据采集，即采集模式 2，流程图如图 4。并且从网页端获得短地址并发送自身的设备号到协调器，通过传感控制节点传回来的土壤水分值与预先设定的阈值进行对比。

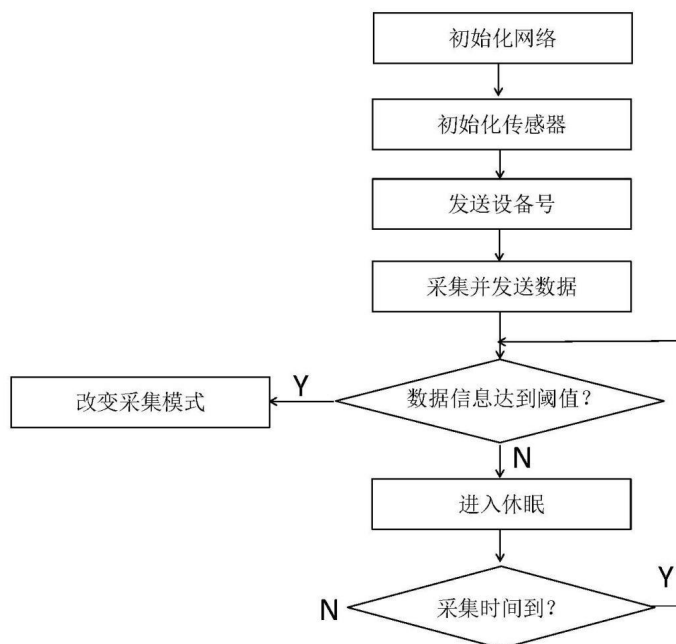


图 4 节点运行流程图

## (7) 无人机移动控制中心

### ① ZigBee 协调器功能

ZigBee 协调器是物联网构建的基础。通过 ZigBee 协调器，实现与各个节点的连接，从而建成一个物联网网络。构建成功后 ZigBee 协调器开始将节点加入网络中，接受节点中传感器收集的数据，然后将收到的数据经过处理后，通过串口发送给 GPRS 模块。GPRS 模块再将信息发送到监控中心。ZigBee 协调器功能流程图如图 5 所示。

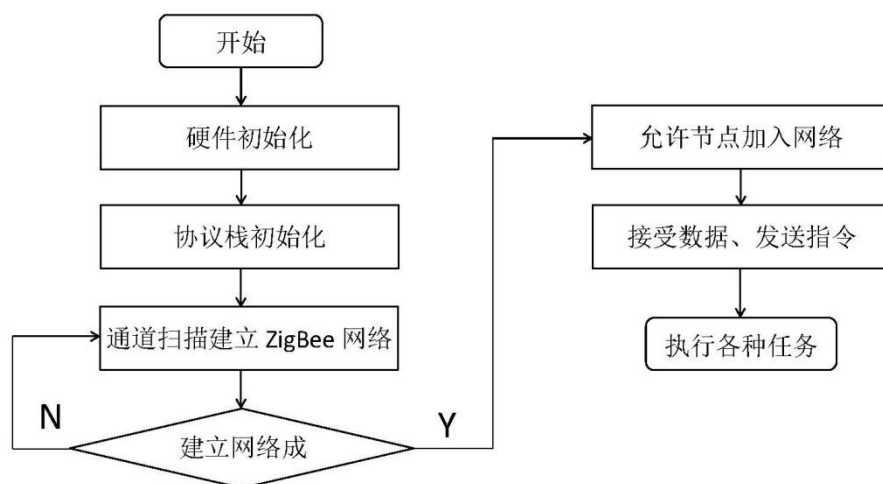


图 5 ZigBee 协调器功能流程图

### ② STM32 控制程序

当系统加电，芯片内核启动后，首先初始化应用程序。本项目设计提供 2 种与管理平台的交互方式：GPRS 交互模块与 TCP 交互模块，前者通过发送 A T 指令启动 GPRS 模块，设定串口的通信速率，建立 socket 连接准备数据通信。后者通过读取配置信息，建立 socket 连接。两者均提供统一接口，主程序选择启动上述其中一种交互方式。下文将两者统称为管理平台交互模块。物联网建设完毕后网关监听网络，等候外部事件中断的产生，并通过判断响应的类型并通过判断响应的类型是否为数据或者命令。如果是传感网侧数据，则对数据进行协议解析后通过管理平台交互模块转发到管理平台；如果是管理平台下达的命令，则对命令进行进一步判断：若此命令为获取网关侧信息的命令，则调用管理平台交互模块发送信息给管理平台；若此命令为下达给传感网的传感网命令，则对命令进行协议解析后，调用串口读写模块将命令发送给汇聚节点。网关工作流程如图 6 所示。

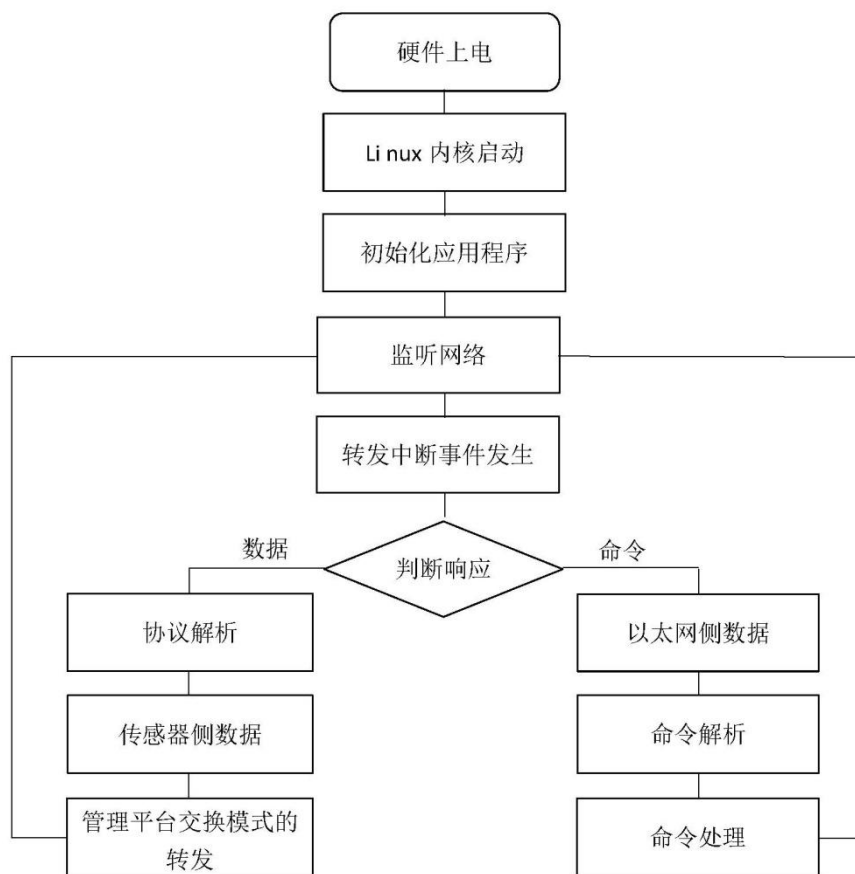


图 6 网关工作流程图

### ③ 无人机移动基站

如图 7 所示，适当的设计电路并在无人机上合理地安排电子器件的分布。STM32F103 和 Zigbee CC2530 模块采用现成的模块，以保证可靠性。模块化的设计使其可以适用于大部分无人机，提高资源的利用率，减少冗余的开支。机架采用现成的，如此可以加快开发周期，无需工业制图。根据实际情况采用合适的电调与电机以完成动力系统。选取大疆云台搭建摄像系统，因为其内置了控制芯片，实现自平衡，如此便可节约 MCU 的资源，较少程序开发难度与开发时间。电力供应系统拟采用无线充电技术，在无人机检测到电力缺乏时，自动停靠于充电器上，完成充电后继续完成设定好的工作。MCU 写入经过多次测试的可靠的程序，提高无人机的可靠性。



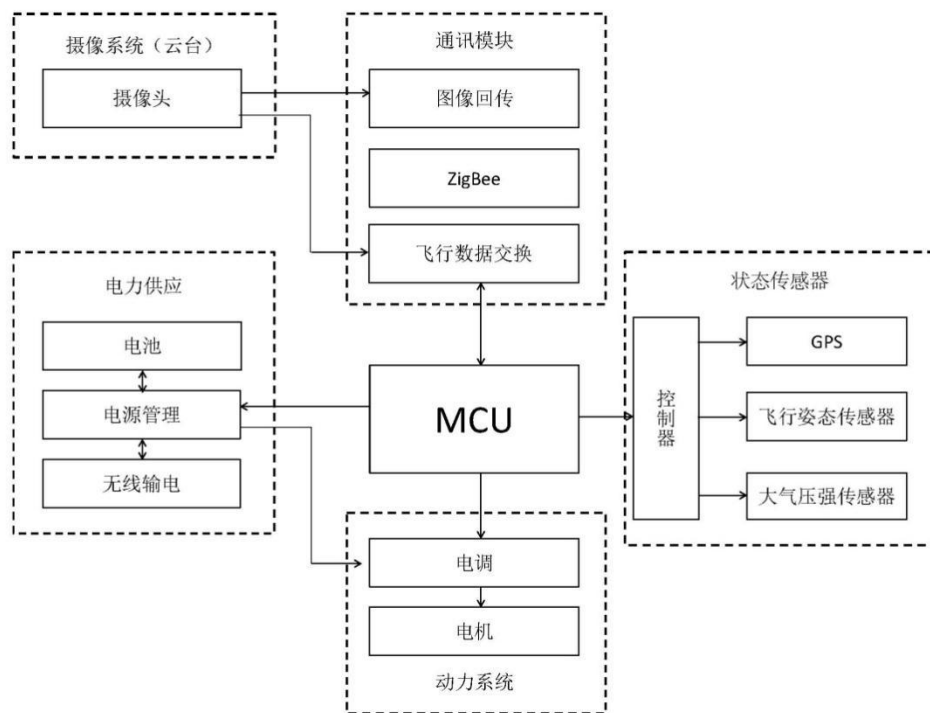


图 7 无人机框架结构图

传统的物联系统，需要组网和多跳来实现数据传输，需要专门设计通信算法来让数据正常传输，在山地复杂环境下，数据传输可靠性难以保证。设计无人机移动基站，网关节点搭载有 GPS 模块，无人机可以根据模块上传的经纬度数据来精确到达节点位置，实现数据的高精度采集，避免了多跳路由数据传输丢包问题，并且相比于有线数据传输方式，设计无人机移动基站，可以避免大量布线，节省成本。

#### （8）云端服务器的设计

云端服务器设计采用 Eclipse，基于 java 编程语言，并引入了 Apache-mina 网络通信框架，使用网络通讯相关的类 TcpListener 和 TcpClient、IoAcceptor、IoSession 和多线程编程及 MySQL 数据库操作，实现了响应客户端的连接请求，实时数据接收和存储等功能，服务器端设计流程如图 8 所示。

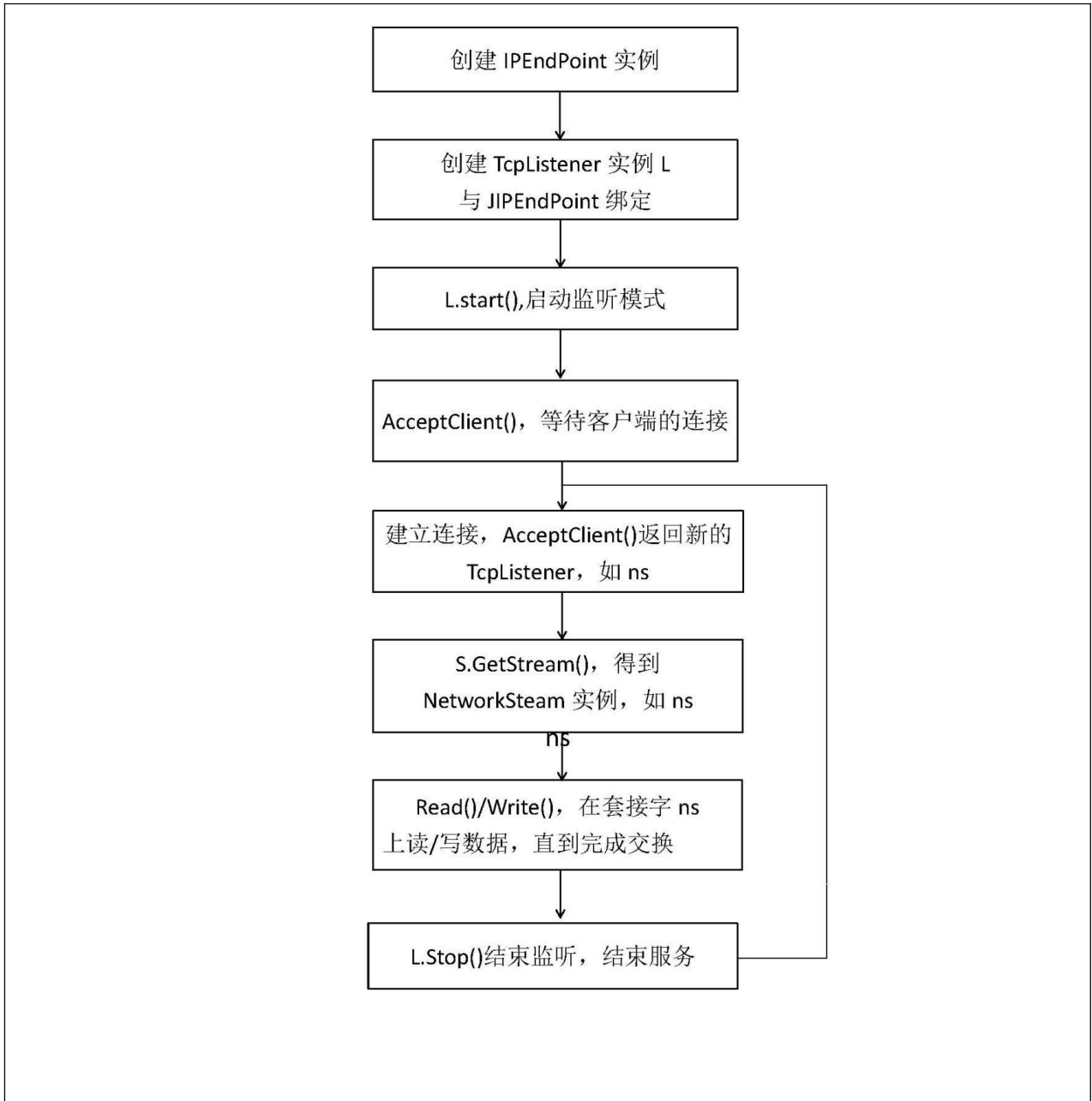


图 8 云端服务器设计流程图

服务器接收客户端连接请求并且响应后，便建立起 TCP 连接，客户端的连接时间、ip 地址和端口号都可以在整体界面里显示出来，整体界面如图 8 所示。

## 2.项目研究成果

本项目终期研究内容实现了：采用土壤水分传感器、空气温湿度传感器和光照度传感器等来采集林果环境参数，将转换得到的相应数据存储至节点存储器中；利用节点搭载的 GPS 模块，上报自身坐标位置；利用自行研发的自主巡航无人机，按照设定好的作业时间和节点坐标规划巡航路径，当到达节点位置后，与节点建立无线通信，之后获取节点存储

的环境数据；无人机将数据打包后传输至远程云端服务器，由服务器分析历史数据和当前环境数据后，下发相关控制指令到无人机，并由无人机转发至各个节点，从而实现对林果生长环境的闭环智能灌溉控制。同时管理员可以通过手机 APP 或者登录数据管理平台获取各监测点果树环境的信息，并根据需要设定林果环境参数阈值，结合节点采集到的环境参数，综合实现对林果的环境调控，从而提高林果种植与管理的科学水平。

本项目构建了林果智能节水灌溉系统 1 套，节水灌溉上位机软件 1 份，智能节水灌溉设备 1 套以及配套的林果智能灌溉无线传感器网络节点。

### **3. 项目特色**

(1) 便利高效，自动规划航线，无人机按航线飞行并可自主接力，全方位观察林果生产环境。无人机能从不同距离收集林果局部和整体的信息，多角度了解林果的情况，保证数据的准确性与可靠性。

(2) 项目研究带通讯模块的新型无人机，通过建立起整个服务器网络系统，实现土壤水分信息的收集以及灌溉系统的远程控制，实现林果灌溉的管理和控制。

(3) 性价比高，一架无人机能代替在数量众多的节点上都安装价格较高的长距离通讯模块，并且无人机能准确迅速获得节点信息。目前 NB-IoT 有较大的局限性，如低速率属性、高时延属性、低频次属性、移动性弱特征等，综合拓展性不如无人机。

### **4.项目创新点**

#### **4.1 项目创新点**

(1)空中采用无人机技术，地面采用 WSN 技术，采用地空协同的机制获取林果环境信息。

(2)无人机作为地面 WSN 的数据传输中继节点，实现和地面数据的收集和汇总，提高山地林果种植环境下 WSN 数据传输质量的提升。

#### **4.2 项目技术关键**

(1)基于 STM32F1 和 TI CC2630 模块及外围传感器进行节点设计,建立起整个节点网络的管理。

(2)基于 F450 无人机外设模块，设计可靠易用的自主无人机飞控系统。

(3)节点、无人机、远程服务器工作步调的协调以及与无人机通信的同步问题。

(4)移动平台与后台系统间的数据传输的可靠性。

#### **4.3 项目主要技术指标**

(1)无人机的飞行续航时间；

(2)无人机的 WSN 节点数据传输的丢包率；

(3)远端数据的数据处理计算时间；

## 项目总结

### 1.已完成的内容

本项目终期研究内容实现了：①采用土壤水分传感器、空气温湿度传感器和光照度传感器等来采集林果环境参数，将转换得到的相应数据存储至节点存储器中；②利用节点搭载的 GPS 模块，上报自身坐标位置；③利用自行研发的自主巡航无人机，按照设定好的作业时间和节点坐标规划巡航路径，当到达节点位置后，与节点建立无线通信，之后获取节点存储的环境数据；④无人机将数据打包后传输至远程云端服务器，由服务器分析历史数据和当前环境数据后，下发相关控制指令到无人机，并由无人机转发至各个节点，从而实现对林果生长环境的闭环智能灌溉控制；⑤管理员可以通过手机 APP 或者登录数据管理平台获取各监测点果树环境的信息，并根据需要设定林果环境参数阈值，结合节点采集到的环境参数，综合实现对林果的环境调控，从而提高林果种植与管理的科学水平。

### 2.取得的成果

#### (1) 依托本项目发表论文

[1]郑少雄.基于无人机和 WSN 的林果智能灌溉系统[J].软件,2021,42(05):70-73.

[2] An Accurate Forest Fire Recognition Method Based on Improved BPNN and IoT [J]. Remote sensor, 2023,15(9), 2365.

[3]郑少雄,王卫星,周宇飞,吴泽鹏,刘泽乾.基于无人机的森林火险监测预警系统设计[J].现代信息技术,2021,5(21):16-20.

[4]郑少雄,王卫星,吴泽鹏,周宇飞.基于无线传感网络的森林火险监测与预警试验研究[J].软件,2021,42(09):1-4.

#### (2) 依托本项目发表专利

[1]发明专利：基于无线传感器网络的森林防火监控装置及监测方法

[2]实用新型专利：一种用于森林防火的监测装置

[3]实用新型专利：一种基于混合天线 WSN 的森林微气象数据监测系统

[4]外观设计专利：植保无人机

[5]外观设计专利：多旋翼无人机（林业）

#### (3) 依托本项目登记计算机软件著作权

[1]地空协同林果智能灌溉系统

[2]林果全生命周期监测软件

[3]基于混合天线 WSN 的森林微气象数据监测上位机软件

#### (4) 本项目学生团队获奖

[1]第十六届“挑战杯”广东大学生课外学术科技作品竞赛特等奖

[2]第十七届“振兴杯”全国青年职业技能大赛（学生组）银奖

[3]第八届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛广东省分赛铜奖

[4]2020-2021 年度广东省职业院校技能大赛软件测试赛项一等奖

[5]2022-2023 年度广东省职业院校技能大赛软件测试赛项一等奖

[6]2021-2022 年度广东省职业院校技能大赛无人机应用技能与创新赛项二等奖

[7]2022-2023 年度广东省职业院校技能大赛无人机应用技能与创新赛项二等奖

### 3.达到的目标和水平

控制端包含了环境监控网站和上位机软件，在环境监控网站上用户通过选择节点号、林果环境参数类型、波形图类型等来查看相应的林果环境参数的监测数据波形图，可以宏观分析数据信息的变化。在上位机软件中，用户通过上位机选取需要巡航的坐标，与无人机进行串口通信，对无人机的作业时间和作业路径进行规划，达到自主巡航的目的。

(1) 基于 STM32F1 和 TI CC2630 模块及外围传感器进行节点设计，通过建立起整个节点网络来进行数据传输、收集和处理，解决传感器节点网络的控制与管理问题。

(2) 基于 F450 无人机外设模块，设计可靠易用的自主无人机飞控系统。在系统总服务台输入传感器节点的坐标，将无人机作为数据采集系统，利用无人机进行大范围的数据收集。

(3) 节点、无人机、远程服务器工作步调的协调以及与无人机通信的同步问题，系统服务器端设计，云端数据处理算法和数据回调机制的设置等问题。

(4) 移动平台与后台系统间的数据传输的可靠性。本系统基于无人机平台和多种传感器信息融合，必然面临移动平台在数据采集后，因移动平台与控制中心的距离、地形因素以及林果树的树冠对信号的衰减而导致的数据传输可靠性问题。

## 二、对本项目后续研究工作的设想和建设

本项目后续研究工作设想为持续深入探索面向 WSN 的无人机林果智能节水集成方案的关键技术，下一步研究计划为：

1.UAV 与 WSN 协同通信算法研究：进一步优化无人机与地面 WSN 节点之间的通信机制，构建更加健壮、高效、鲁棒性强的通信网络。

2.林果种植水分胁迫机理研究：根据不同的林果品种对水资源的要求不同，探索林果种植与所需水分之间的胁迫关系，构建更加合理的水分胁迫供给模型。

3.人工智能技术的深入研究：在现有的智能林果种植节水集成方案的基础上，进一步研究智能化技术的应用，如机器视觉、深度学习的进一步应用，以提高林果种植的效率和节水效果。

4.农民培训和技术推广：为了让更多的农民受益于智能林果种植节水集成方案，在今后依托学校办学特色开展农民培训和技术推广工作，促进智能林果种植节水集成方案的推广和应用。

指导教师评语

指导教师评语(要求对学生的工作态度、能力以及该成果的科学性、先进性、理论与实际意义做出评价)

本项目由学生团队结合专业实际自行设计和试验,是课外科技学术作品,展示了学生勇于实践并在实践中积极探索的能力。

该项目采用无人机技术和无线传感器网络技术,能对林果环境信息进行快速采集并在灌溉上实现精准浇灌,解决农业生产人力不足的问题,适用于大中型林场果园的生产,具有较好的推广应用前景。

指导教师签名: 郑少雄

2023年5月20日

答辩组专家对项目的评价意见

同意立项

答辩组专家签名: 李仲奇

2023年6月18日

学院对项目结题的意见:

结题验收最终结果  
(请打√)

优秀

合格

不合格

学院负责人签名(盖章):

2023年6月18日



备注: 可以加附页