

# 大棚环境采集小车设计

高琦 潘勇 李志宏  
重庆三峡学院 重庆万州 404020

**摘要：**设计了一种大棚环境采集小车及其配套系统，小车可以按照设定自动地动态采集温室大棚中农作物的生长环境。通过预先设定好的轨迹路线运行，用户可以实时通过手机客户端查看小车采集到的数据，并通过手机客户端对小车进行控制。最后，在以Hi3861芯片为计算平台的开源鸿蒙操作系统上进行了实际实验，试验证明了本系统设计的大棚环境采集小车在确保稳定运行的同时，完成了的大棚环境采集功能，进一步提高了农业数据化程度，解放了劳动生产力。

**关键词：**温室大棚；环境采集小车；微控制器；开源鸿蒙操作系统

## Design of greenhouse environment acquisition car

Qi Gao Yong Pan Zhihong Li  
Chongqing Three Gorges University, Wanzhou, Chongqing 404020

**Abstract:** A greenhouse environment collection car and its supporting system are designed. The car can automatically and dynamically collect the growing environment of crops in the greenhouse according to the settings. The user can view the data collected by the car through the mobile phone client in real time and control the car through the mobile phone client through the preset track route. Finally, an actual experiment was carried out on the open-source OpenHarmonyOS operating system with Hi3861 chip as the computing platform. The experiment proved that the greenhouse environment collection car designed by this system can not only run stably, but also complete the greenhouse environment collection function, further improving the agricultural data processing and liberating the labor productivity.

**Keywords:** Greenhouse; Environment collection car; Microcontroller; OpenHarmonyOS operating system

### 引言

面对日益复杂的国际形势和各种“卡脖子”的事件，我国发展自主可控的核心技术以及这些技术的配套应用是非常迫切的。而国产操作系统开源鸿蒙操作系统的发布，及时有效的弥补了我国的自主操作系统领域的短板。开源鸿蒙 (OpenHarmonyOS) 是一个面向全场景的分布式操作系统，通俗来讲就是该系统可以方便的在各种算力，各种存储大小的平台上运行，通过虚拟终端、软总线等技术可以轻而易举的将这种设备汇聚到一起，创造一个万物互联的世界。

我国自古以来都是农业大国，农业生产不仅要为十四亿人民服务，还要为我们创造丰厚的经济价值。因此，农业生产对我国来说是重中之重。随着物联网行业的飞速发展，农业生产已经进入信息化时代。目前，传统的大棚环境监测系统不仅效率低下，而且只能监测固定点的环境信息，对于一些监测的盲点，传统的大棚环境监测系统几乎束手无策，因此，研究设计一款大棚环境采集小车具有十分重要的意义。

文献 [1] 设计了一种基于云计算的温室巡检小车，可以将收集到的信息通过无线传输模块传输给云服务器，种植者可通过微信查看，有效解决了温室大棚生产

劳动成本高的问题；文献 [2] 设计与开发了一种基于模糊控制的小型农场巡检小车系统，采用多传感器和模糊控制融合的方法来对局部路径进行合理规划；

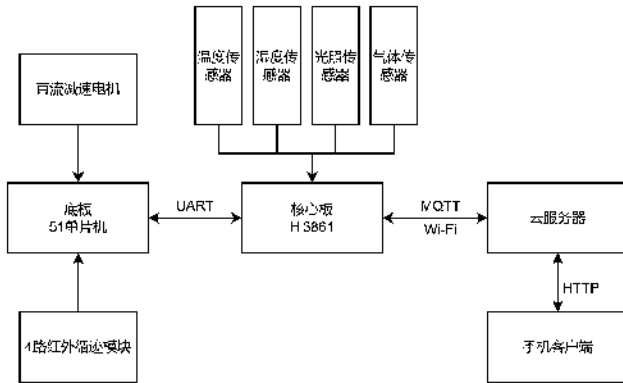
文献 [5] 提出了一种基于鸿蒙系统的农业监测器，实现了农田环境参数的实时监测。鸿蒙系统在农业中的应用不仅可以“万物互联”使农业更加智慧化、科技化，还可以有效解决多操作系统复杂农民适应能力差的问题，因此鸿蒙系统在农业领域中的推广是十分重要的。

本文提出了一种大棚环境采集小车及其配套系统。该采集小车分为核心板和底板，核心板以 Hi3861 单片机作为微控制器，驱动温度、湿度、光照以及气体传感器动态采集温室大棚内的环境数据，通过 Hi3861 自带的 Wi-Fi 模块接入本地局域网，将数据通过 MQTT 协议上传至云服务器。底板以 51 单片机作为控制模块驱动小车底盘上的电机来控制小车运动姿态，驱动小车按照预先设定的轨道运行。客户端可以实时查看上传到云服务器的数据。

### 一、小车总体设计

本采集小车系统主要分为三个部分，分别是小车部分、云服务器部分和客户端部分。小车部分主要负责采集温室大棚中的环境信息，环境信息包括：温度数据、

湿度数据、光照强度、二氧化碳浓度等信息。同时将采集到的环境数据以及小车自身运行数据，包括小车运行状态信息等，通过 MQTT 协议上传到云服务器。客户端采用 HTTP 协议和云服务器进行数据交互，不仅可以实时查看小车当前的运行状态和农作物生长状态，还可以实时对小车进行控制。



大棚环境采集小车总体系统框图

## 二、硬件设计

小车硬件分为两个部分，分别是底板、核心板。

### 1. 底板硬件设计

底板主要负责控制小车的运动姿态。

考虑到农场应用的实际情况以及成本问题，小车底板设计采用 STC89C51 为 MCU，驱动 2 个直流减速电机用于控制小车的运动姿态。该驱动芯片具有良好的抗干扰能力，另外，直流电机不仅价格低廉，便于采购且响应快，控制容易。同时，底板前方向下放置一个四路反射式红外传感器用于识别轨迹线进行循迹，具有更大的宽容度，降低了“脱轨”的概率。避障模块包括底盘两侧两个朝前放置反射式红外传感器，以及一个底盘朝前放置的超声波传感器，两个反射式红外传感器和一个超声波传感器组合为一个完整避障模块。底板通过串口和核心板进行通信。

### 2. 核心板硬件设计

核心板分为微控制器单元、数据采集单元和数据传输单元。

微控制器单元采用 Hi3861 单片机，该芯片采用最新的 RISC-V 架构，自带 Wi-Fi 模块，内部集成 IEEE802.11b/g/n 基带和 RF 电路，即微控制器单元中包含了数据传输单元，Hi3861 单片机内置了丰富的外设接口，包括 IIC、SPI、UART、GPIO 等，完全满足本设计的需求，且可以完美运行开源鸿蒙 LiteOS-m 内核操作系统。

数据采集模块作为本系统中的输入源，是尤为重要的一部分，因此对于各类数据采集模块中的各类传感器的选择非常关键，数据采集单元包括：温度传感器、湿度传感器、光照传感器以及气体传感器等。

其中温度传感器和湿度传感器采用 SHT30，该传感

器能够提供极高的可靠性和出色的长期稳定性，具有功耗低、反应快、抗干扰能力强的特点；光照传感器采用 BH1750 传感器，该传感器拥有较高的分辨率，测量偏差小的特点；气体传感器采用 SGP30 模块，针对大棚环境最容易出现 CO2 浓度超标问题，该模块内部集成 4 个气体传感元件，具有完全校准的空气质量输出，能够准确快速度的监测 CO2 浓度。

IIC 协议的特点在只需要两根总线的情况下即可驱动多个 IIC 从设备进行数据的交换，IIC 总线上的从设备都具有唯一的地址，在通信时，从设备会验证由通信的发起方也就是微控制器所发送的地址，验证通过后，才会响应主设备，因此，极大的减小了 PCB 的复杂程度。数据采集模块中的传感器模块都选用了 IIC 协议进行通信，微控制器单元通过 IIC 协议分时分别获取各个传感器所采集到的数据后，微控制器单元将这些数据进行处理组合打包通过数据传输单元即 Hi3861 芯片内部集成的 Wi-Fi 模块发送给云服务器。

### 3. 电源模块设计

本系统采用 1200mA 的 12V 可充电锂电池，通过 5V 稳压芯片，将电压稳压到 5V 稳定输出，同时给底盘和核心板提供电源输出。

## 三、软件设计

在本系统中，小车负责按照预定的轨道运行，并动态巡检采集环境数据，通过 Wi-Fi 和 MQTT 协议和 MQTT 服务器将数据上传到云服务器，云服务对数据进行解析并分类储存在数据库中，用户可以根据手机客户端和云服务器进行交互，实时查看采集到的数据，同时也可以通过客户端向小车发送控制指令来控制小车运动状态和工作模式等。

### 1. 小车软件设计

小车的底板和核心板两个板子上都有对应的微控制器单元，分别执行不同的任务，两个板子之间通过串口进行通信和协同工作。这样的分层设计降低了模块之间耦合度，核心板和底盘都可以独立进行升级而互不影响。

#### (1) 底盘软件设计

由于底盘采用 STC 系列的单片机，因此底盘的整个程序的设计、编码和调试都在 keil 集成开发环境中完成。底盘整体运行逻辑如下：系统上电后，底盘的上的 STC89C51 单片机首先初始化各个模块，包括时钟模块、电机驱动模块、串口通信模块等，然后执行电机初始化动作，验证电机是否正常控制。验证完成后，等待核心板发送的控制命令。等接收到核心板的控制指令后，底盘即可执行相应的动作反馈。

①转向控制算法。小车底盘采用四路红外传感器，当小车向前行进时，当左侧内侧传感器检测到轨迹线时，单片机控制小车向左侧转向；当右侧内侧传感器检测到轨迹线时，单片机控制小车向右侧转向；如果都未检测到黑线，则单片机控制小车向前行进；如此循环即可完

成小车稳定向前运行。为了让小车能够更稳定的根据轨距运行，小车在循迹过程中采用了鲁棒性更好的 PID 控制算法，在理论计算的前提下，加入了实际参数来对算法进行调试和补偿，极大的减小了外部因素对小车运动姿态的影响。

②避障算法。无可避免的情况是轨迹线可能会被障碍物所侵占，当系统监测到障碍时，除了向云服务器上报遇到障碍之外，还会启动避障算法。该算法融合放置在两侧红外避障传感器和放置在中间超声波传感器，确定障碍物大小和方位，利用模糊控制算法进行尝试和试探，以判断是否可以越过障碍物。例如，当左侧红外传感器检测到障碍物时，启动超声波传感器，测量障碍物大体距离和方位，然后执行相应的运动动作，继续检测，直到越过障碍物，重新回到轨道上。

### (2) 核心板软件设计

开源鸿蒙系统采用在 Ubuntu20.4 系统作为开发和交叉编译环境。

系统上电后，核心板的 Hi3861 进行初始化程序，载入开源鸿蒙操作系统。然后开启一个初始化任务。该任务主要完成对各个硬件模块的初始化，包括 Wi-Fi 模块，以及各个传感器模块的初始化，然后创建两个消息队列，用于不同进程间通信。然后启动 Wi-Fi 协议和 AP 进行连接和配对，同时和 MQTT 服务器建立通信，订阅 MQTT 服务器上的相关主题，然后再和底盘进行配对。初始化任务完成后，系统初始化配置完毕，然后创建两个高优先级任务，任务 1 和任务 2。

任务 1 初始化完成后，检查是否接收到来自于 MQTT 服务器的消息推送，若没有接收到消息，则该任务一直阻塞等待消息，若接收到消息，则该任务被唤醒，解析并响应该消息。

任务 2 初始化完成后，循环去访问各个传感器所采集到的数据以及小车定位数据，并将这些数据存储到结构体对应的位置中，轮询结束，将这些数据打包通过 MQTT 协议上传到 MQTT 服务器。

### 2. 客户端设计

本项目基于 HarmonyOS 的 ArkUI 框架，使用 JavaScript、Hml、CSS 语言开发了一个鸿蒙手机客户端。该客户端拥有登录页面、数据展示页面、指令控制页面以及消息通知页面。用户在登录页面输入用户名和密码进行验证，若验证成功则进入数据展示页，客户端向服务器请求近期采集到的数据并返回给客户端显示。在指令

控制页面，用户可以控制小车当前的工作状态。

### 3. 云服务器设计

本系统云服务部分分为两个大类，分别是 MQTT 服务器和 HTTP 应用服务器，MQTT 协议相比于 HTTP 协议更加轻便，且容忍接入设备的算力有限，因此，本系统在嵌入式领域引入了 MQTT 协议，而在算力更好的设备上引入了 HTTP 服务器。MQTT 服务器采用 emqx 消息服务器实现，是开源社区中最流行的 MQTT 消息服务器，支持各种接入标准 MQTT 协议的设备，实现从设备端到服务器端的消息传递，从而实现物联网设备的数据采集，和对设备的操作和控制。HTTP 应用服务器采用 SpringBoot+MyBatis+MySQL 的框架实现，该框架成熟稳定，可以快速开发出一个应用服务器。

#### (1) 数据上报

在 HTTP 应用服务中集成了 MQTT 客户端，在 MQTT 服务器中订阅数据上报主题 (topic)，这样，当小车向 MQTT 数据上报主题发布消息时，MQTT 服务器会自动将这些消息推送到 HTTP 应用服务器上。HTTP 应用服务器将这些数据解析后，最终放入 MySQL 数据库存储。客户端可以通过 HTTP 协议和 HTTP 应用服务器交互查看这些数据。

#### (2) 指令控制

小车在 MQTT 服务器中订阅指令控制主题，当 HTTP 应用服务器向这个主题发布控制指令消息时，MQTT 服务器就会把这些消息推送给小车。用户可以操作客户端，通过客户端发送到控制指令到 HTTP 应用服务器，HTTP 应用服务器解析后，向 MQTT 服务器的指令控制主题发布对应的控制指令消息，即可完成用户客户端对小车的控制。

### 四、测试及验证



小车图

温度数据对比图

时间/h	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
实际温度	22.36	22.46	22.84	22.88	22.89	22.48	22.97	23.32	23.53	23.39
测量温度	22.36	22.45	22.81	22.88	22.92	22.50	22.97	23.31	23.53	23.42

## 五、结束语

本系统以开源鸿蒙操作系统为平台, 以对大棚植物生长环境的动态监测为背景, 设计了一个大棚环境采集小车及其配套系统。该采集小车分为核心板和底板, 核心板以 Hi3861 单片机作为微控制器, 驱动温度、湿度、光照以及气体传感器动态采集温室大棚内的环境数据, 通过 Hi3861 自带的 Wi-Fi 模块接入本地局域网, 将数据通过 MQTT 协议上传至云服务器。底板以 51 单片机作为控制模块驱动小车底盘上的电机来控制小车运动姿态, 驱动小车按照预先设定的轨道运行。经过多次测试小车以及配套系统能够稳定运行, 准确采集大棚环境数据。

### 参考文献:

[1] 王万富, 王琢, 刘佳鑫, 韩亚辉, 李春波. 基于 Qt/Embedded 的林草巡检小车人机交互系统设计 [J]. 现代电子技术, 2022, 45(12): 160-164.  
[2] 刘佳敏. 智能巡检小车的应用现状及优化提升 [J].

电子产品世界, 2022, 29(06): 16-17+70.

[3] 胡腾, 倪航, 方力, 欧阳峰, 宋运团. 智能巡检小车研究现状与发展方向分析 [J]. 小车产业, 2022, (03): 30-35.

[4] 李忠玉, 孙睿, 卢洪友. 基于模糊控制的小型农场巡检小车系统开发与设计 [J]. 现代电子技术, 2022, 45(08): 174-180.

[5] 沈周锋, 郑慧珍. 基于鸿蒙系统的农业监测器的研究 [J]. 九江学院学报 (自然科学版), 2022, 37(01): 59-62.

[6] 郭德财, 彭石林. 基于海思芯片与鸿蒙操作系统的智慧灌溉系统设计 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2022, 22(03): 11-15.

[7] 韩涛国, 谷志新, 涂文宇, 车玉, 范涛. 基于云计算的温室巡检机器人 [J]. 林业机械与木工设备, 2021, 49(04): 40-43.

[8] 刘勇. 果蔬大棚巡检机器人移动平台的设计及关键技术研究 [D]. 江西农业大学, 2020.