

智能宜家式盆栽自动灌溉控制系统设计

李明枫, 梁国铮, 李晓飞, 陈志杰, 乔宇杰, 张家旗, 李富权

(桂林电子科技大学机电工程学院, 广西桂林, 541004)

基金项目: 广西大学生创新训练项目 (C88JWE09YX40); 广西高等教育本科教学改革工程项目 (2017JGA190); 广西大学生创新训练项目 (C77JWA24YX34)。

摘要: 针对现代人常因忙于工作而不能及时对家中盆栽进行灌溉护理, 而造成盆栽干死的问题, 设计了宜家式智能盆栽灌溉控制系统, 系统中STM32单片机作为控制中心负责人机交互以及数据汇总, STC89C51单片机负责控制水阀门进行灌溉, 系统主要功能包括有: 盆栽浇灌功能、土壤湿度检测功能、通风散热功能、数据存储功能。该系统能对各种盆栽进行个性化管理, 具有可多节点扩展的特点。结果表明, 系统能根据实时的盆栽土壤湿度和环境温度实现自动灌溉, 为更加人性和物联网智能家居提供可靠的参考。

关键词: 智能灌溉; STM32; STC89C51; 土壤湿度检测; 智能家居

DOI:10.16589/j.cnki.cn11-3571/tn.2019.z1.011

0 引言

随着人们生活水平的提高, 人们越来越追求精神上的享受, 很多家庭、办公场所、公共场合等都种植有盆栽, 但是因为这些盆栽分布较为分散, 因此给及时灌溉和护理带来了困难。尤其是在外出差的次数越来越多, 很多家中的盆栽存在不能及时灌溉而干死的难题^[1,2]。

本文设计一种宜家式智能盆栽灌溉系统来管理用户的盆栽。该系统充分利用STM32单片机的强大功能, 把STM32作为控制系统的主控芯片, STM32在收集整个系统数据后可以与上位机通信, 传递日志, 统计数据, 从而得出有效信息。每个盆栽都有一个STC89C51单片机检测盆栽的土壤湿度和环境的温度, 并控制水阀的关闭, 将数据发送给STM32, 再从STM32接收数据, 进行相应的操作。通过对这两款单片机的结合, 系统能够根据不同的环境参数, 合理浇灌盆栽, 控制环境温度, 实现盆栽自动灌溉和个性化管理。

1 智能宜家式盆栽自动灌溉系统总体设计

1.1 控制系统的整体架构

控制系统可以分为STM32数据处理模块和STC89C51传感采集控制模块两部分。STC89C51采集控制模块的主要任务是收集盆栽的状态参数, 并把数据发送给STM32数据

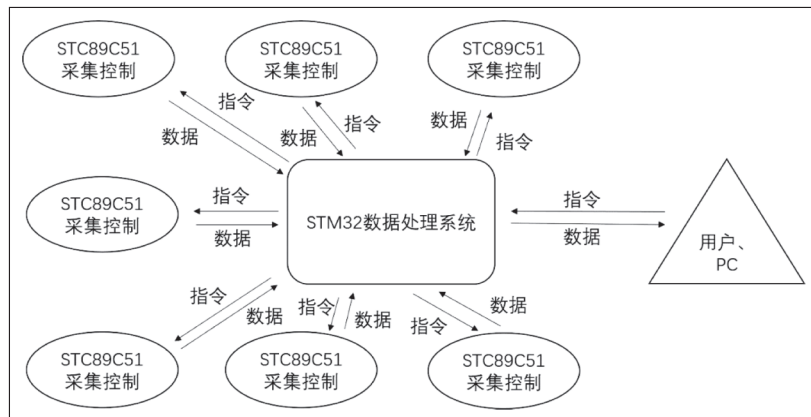


图1 整体控制方案示意图

处理系统, 收到STM32系统命令对盆栽进行处理, 以及对系统本身状态报警。STM32数据处理系统是智能宜家式盆栽自动灌溉系统的数据处理核心, 负责协调各个节点工作, 记录每个盆栽的各项数据, 并且生成日志提供给上位机查看, 同时作为人机交互主要平台, 通过LCD触摸屏得到用户指令。系统整体架构如图1所示。

1.2 系统的工作原理

每一个STC89C51采集控制系统对自己工作范围内的一个盆栽进行数据监测, 包括土壤湿度、环境温度, STC89C51通过读取对应的传感器获得数据, 再发送至STM32处理器。当收到STM32的命令时, 依照命令对盆栽进行相应的操作, 没有命令便按通用模式对变化的参数做出反应, 使环境有利于植物生长。STC89C51采集控制系统信息处理流程图如图2所示。

STC89C51单片机通过I/O口读取温湿度传感器DHT11的数据, 了解盆栽现在的环境的状态, 当土壤湿度低于用户预设值, 单片机会控制灌溉部分给植物增加湿度。程序中用到了PID调节算法^[3], 保证系统湿度不会超调。

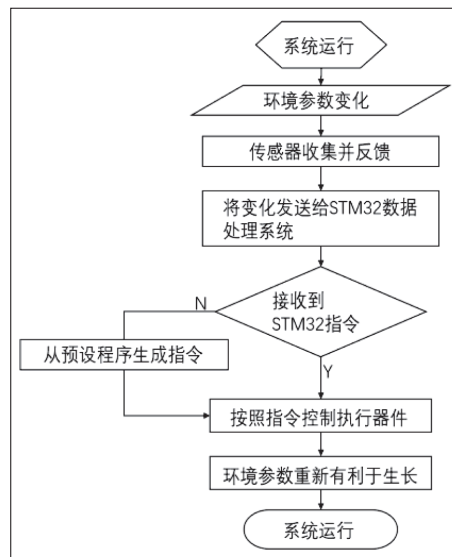


图2 单节点51单片机工作流程图

如果温度过高就开启风扇降温,反之则打开电热丝向盆栽输送暖气流。考虑到室内的美观,夜晚可以开启观赏灯。系统自带了储水箱,液位低于预警值系统会通过蜂鸣器向用户发出无水警报;系统通过 NRF24L01 无线模块向 STM32 数据处理系统发送状态信息和执行日志,从 STM32 系统获得指令。STC89C51 采集控制系统构成如图 3 所示。STM32 数据处理系统主要负责人机交互。用户通过 TFTLCD3.5 寸电容屏对任意一个盆栽进行操作和查看,如给 2 号浇水、查看 3 号动态……每个盆栽对应的采集控制系统也可以自定义名字,方便用户记忆、管理。除了接收用户的命令,STM32 数据处理系统也会反馈信息给用户。它自动生成日志,记录具体时间的具体操作和盆栽状态,并把日志储存在 SD 卡中,数据便于日后的开发和升级工作。用户通过这些数据对不同的盆栽进行个性化的设置,使这套系统更加智能。STM32 数据处理系统构成如图 4 所示。

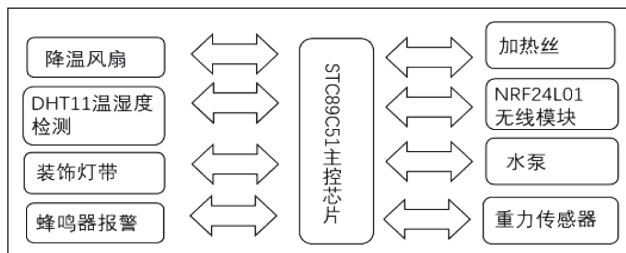


图 3 STC89C51 单片机控制方案

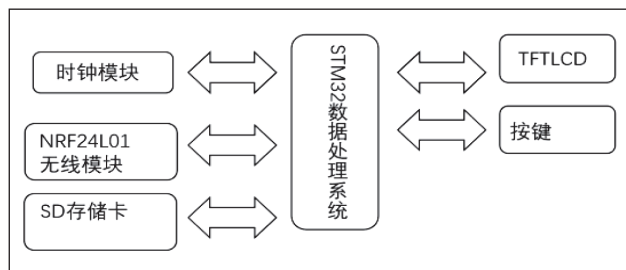


图 4 STM32 主控端控制方案

2 STC89C51 控制系统硬件设计

STC89C51 采集控制系统采用锂电池供电,每节电池电压为 3.7V,用三节串联得到 11V 左右的电压,再通过降压芯片将电压稳定在 5V 给系统供电。土壤湿度检测采用了 LM393 比较器,土壤中水分的改变引起电阻阻值的改变从而得知干湿程度。土壤内部湿度只能代表根部的水分指数,有些特殊的植物对叶子的湿度更加敏感,因此检测空气的湿度温度使用了 DHT11 湿度模块^[4]。考虑到只有一个传感器测出某一点的温度并不能代表整个环境的温度,系统还使

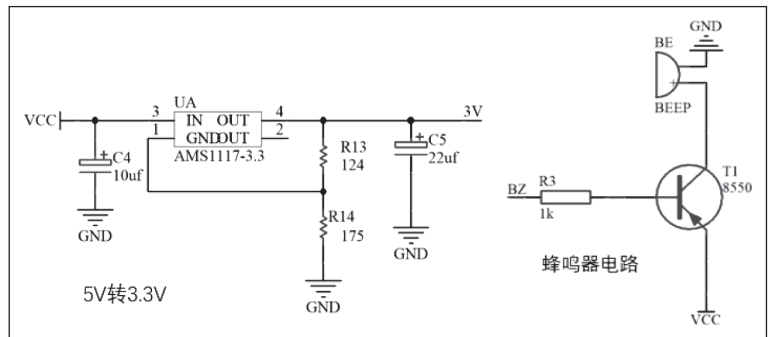


图 5 节点控制系统电源报警电路图

用了 DS18B20 温度传感器,通过求平均数来得到盆栽所处环境温度。这些传感器都是允许 5V 供电的,和单片机一起接入 5V 供电网络。5V 电压经过 AMS1117 芯片降压为 3.3V 为无线通讯模块——NRF2401 供电。单片机 I/O 口控制一个三极管 8550 来控制蜂鸣器的通断。图 5 为该系统的电源电路和报警电路。

3 控制系统软件设计

■ 3.1 STC89C51 采集控制系统软件设计

STC89C51 采集控制系统软件设计流程图如图 6 所示。系统开机检测各个传感器是否正常、水箱中是否还有足够的水。及时提醒用户加水。这里以温度参数的调节为例,温度低于预设值就执行加热操作,同时把标志变量置为 1。标志变量是为了更加方便地反映各个循环的状态,单片机在扫描了所有的传感器后执行相应操作后,只需要根据几个标志变量便可以清楚哪些发生了变化、做了哪些操作,最后再根据这些变量生成合理的日志发送给 STM32 数据处理系统。收到

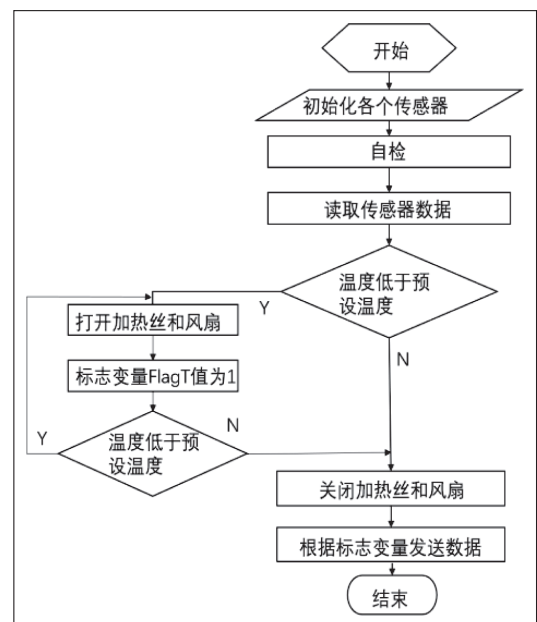


图 6 STC89C51 采集控制系统软件流程图

来自 STM32 数据处理系统的命令则属于中断事件, 产生了中断之后根据 STM32 数据处理系统发送到特征值来进行相应的操作, 通过一些特殊数字的传输使得繁琐的信息变得简单。

■ 3.2 STM32 主控系统流程

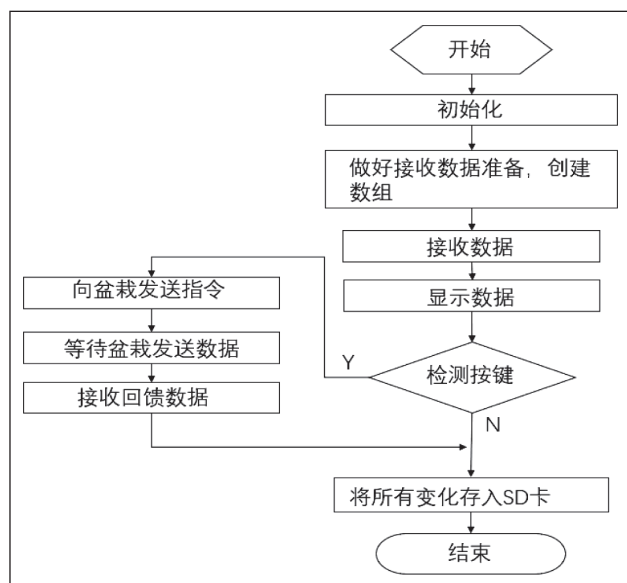


图 7 STM32 主控系统流程

STM32 主控系统主要是整理数据和人机交互, 核心的功能是驱动显示屏 TFTLCD 与人交互, 接收各个节点的 STC89C51 单片机传送过来的盆栽土壤湿度和温度的数据, 然后发送控制指令, 让 STC89C51 单片机控制水电阀门运动,

进行灌溉^[5]。系统流程图如图 7 所示。

4 结论

宜家式盆栽自动灌溉系统利用 STM32 和 STC89C51 单片机进行控制, 能够满足日常生活中用户对盆栽灌溉的需要, 实现一周以上无人干预的盆栽自动灌溉, 为经常外出的用户提供方便。系统对数据的搜集为以后在手机上通过 APP 查看自己的盆栽提供了可能, 也为系统自行根据盆栽植物种类, 自行计算得出最佳水量提供了可靠的数据, 为更加智能化和人性化的盆栽管理智能家居提供一定的技术基础。

参考文献

- * [1] 孙静. 基于模糊控制的智能灌溉系统的研究 [D]. 山东大学, 2014.
- * [2] 刘晓, 张一铭, 黄文强等. 基于 AT89C51 的节水灌溉系统设计 [J]. 机械工程与自动化, 2016(2):184-186.
- * [3] 刘红艳, 张明伟, 魏纯. 基于 ARM 和 STM32 的树苗无线灌溉智能控制系统设计 [J]. 农机化研究, 2017, 39(1):132-136.
- * [4] 韩佳佳. 基于 Arduino 的蔬菜大棚智能灌溉控制系统设计 [J]. 山西水利科技, 2016(4):82-85.
- * [5] 李晓帆, 尹胜. 多点采集无线传输的智能灌溉系统的设计 [J]. 怀化学院学报, 2013(11):43-49.

(上接第 22 页)

由表 2 可以看出实验室内一天的空气参数变化情况, 由于上午实验室内空调打开, 所以温度基本维持在 26℃ 左右, 中午 12 点左右关闭空调后, 下午的室内温度随之上升, 并且傍晚有所下降。从本设备测得的数据与商场购买的温湿度计测量结果对比来看, 基本呈现相同趋势, 但是商场购买的温湿度计测量结果普遍略高于本设备的测量结果。由于实验室内没有 PM2.5 检测设备, 而通过网络测得的 PM2.5 浓度值并不是基于本实验室, 从数据来看, 除了在 17 点测得的 PM2.5 浓度值为 82 μg/m³, 其他全天数据均小于 41 μg/m³, 空气质量优。

6 结束语

本课题设计的基于 STM32 的手持式空气参数检测设备实现了温、湿度检测和 PM2.5 检测, 检测数据灵敏可靠, 显示界面友好, 采用干电池或可充电锂电池作为电源, 具有良好的便携性, 具有很好的推广价值。

参考文献

- * [1] 彭煜. 基于 STM32 的便携式室内空气质量监测器的研究 [D]. 广州: 暨南大学, 2013.
- * [2] 梅祥. 基于 STM32 的 PM2.5 检测系统设计 [J]. 工业控制计算机, 2016, 29 (9) : 159-160.
- * [3] 杨威凤. 基于 STM32 的室内空气质量检测器的设计与研究 [D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2015.
- * [4] 王宪伟, 程广亮. 基于嵌入式 STM32 平台的 μC/GUI 人机交互界面设计 [J]. 长春大学学报, 2014, 24 (10) : 1318-1319.
- * [5] 李萍. 基于 ARM 的室内空气质量监测系统的设计 [D]. 成都: 西南交通大学, 2010.
- * [6] 邓桂昌. 室内便携式智能空气品质监测仪的研究与设计 [D]. 吉林: 吉林大学, 2009.
- * [7] 周文平. 基于 STM32 的室内 PM2.5 监测器设计 [D]. 合肥: 安徽大学, 2016.