

[单片机]

基于Arduino的自动浇花机

文/中南民族大学计算机科学学院 李明 任鹏 孔德龙 田微 雷声

基于Arduino单片机设计了一种自动盆栽浇水系统，该系统集温湿度传感器、水位传感器、土壤湿度传感器、电动机驱动及OLED液晶显示器为一体，明确了自动盆栽浇水系统的工作原理，采用闭环反馈系统对盆栽土壤湿度实行检测及自动浇水，实现了盆栽温湿度实时检测与动态显示。

室内种植花卉可净化空气、提升生活品位，其广泛应用于家庭、办公场所及公共场所。而自动化浇花可有效利用水资源、提高花卉成活率。针对盆栽自动化灌溉的问题，采用闭环反馈系统对盆栽土壤湿度实行检测及自动浇水，实现盆栽温湿度实时检测与动态显示，有利于解决因浇花时机难而引起花卉枯萎的现象，其研究能对智能浇花系统提供理论价值和实践意义。

总体结构及工作原理

自动浇花系统由传感器系统、显示系统及单片机控制系统组成。传感器系统主要用于实时采集盆栽生长环境温度、土壤湿度和蓄水池水位等数据信号。显示系统主要显示植物生长环境温度湿度值与动态图片、蜂鸣器和LED灯相结合的系统工作状态。其主要界面实时显示盆栽生长环境温度与湿度值。当水位低于设定值时，红色LED点亮，蜂鸣器开始发出报警声，提示用户为蓄水池加水。当土壤湿度低于设定值时开始自动浇水，绿色LED点亮，提示用户正在进行自动浇水。单片机控制系统主要由核心控制器和电动机驱动，控制器作为系统核心，进行数据处理和收发控制指令。单片机控制系统主要由Arduino单片机系统与电动机驱动系统组成，其电动机驱动系统主

要负责接收单片机信号并驱动水泵开展浇灌工作。当土壤湿度低于设定值时，控制器发出控制信号为高电平信号，控制电动机驱动系统起动，为微型潜水泵供电，水泵开始抽水，实现自动浇水，并在显示器上同步显示浇水图案起到提示功能。当土壤湿度达到系统设定土壤湿度值时，控制器发出控制信号为低电平信号，电动机驱动停止工作，水泵停止抽水，停止对盆栽浇水。当检测到蓄水池水位低于安全值时，由显示模块显示提示信息进行报警，并中断水泵浇水，同时对水泵进行保护。图1为单片机控制系统硬件结构框图。

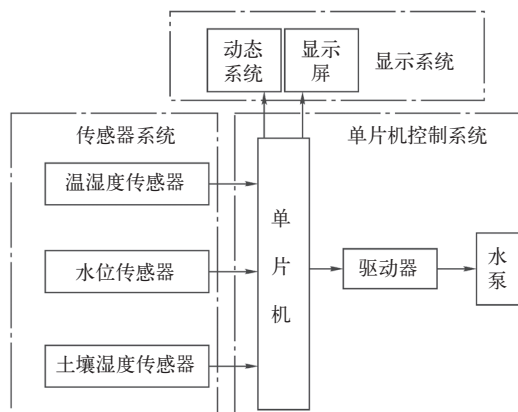


图1 单片机检测系统硬件结构框图

基金项目：中央高校基本科研业务费资助项目（CZQ18007）

单片机检测系统硬件设计与分析

1. Arduino单片机系统

系统采用AVR系列单片机,具有能耗低、运行速度快、抗干扰能力强和扩展能力强等诸多优势。Arduino单片机属于AVR系列单片机,总线结构采用哈佛结构、RISC指令集,具有AD、SPI接口等,满足自动浇花系统控制要求。

2. 土壤湿度传感器

土壤湿度传感器利用土壤中水分含量与导电性的正相关关系测量土壤湿度。土壤湿度传感器探头悬空时,晶体管处于开路状态,输出为零;当插入土壤时,因土壤水分含量不同引起电阻不同,晶体管可采集不同大小导通电流,晶体管集电极到发射极的导通电流受到基极控制,经过发射极的下拉电阻后转换成电压,将采集到的电压信号传送到单片机控制系统进行处理。如图2为利用Fritzing软件设计自动浇花系统电路。

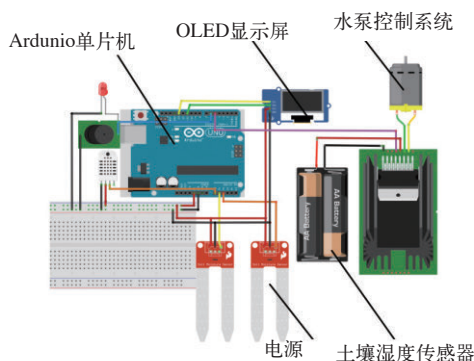


图2 Fritzing设计自动浇花系统电路

3. 温湿度传感器

本系统DHT11温湿度传感器采用3.5~5 V电源供电,可直接采用单片机板载电压5 V端口进行供电。DHT11温度测量范围为0~50℃,湿度测量范围为20%~90% RH,通信方式为单总线,温度准确度范围为±2℃,湿度准确度范围±5% RH,响应时间为5 s,传输时间1 s,满足室内盆栽生长环境温湿度测量要求。

4. OLED显示电路

选用0.96英寸OLED显示模块。有机发光二极管(Organic Light-Emitting Diode, OLED),具有自发光、广视角、几乎无穷高的对比度、较低耗电和极高反应速度等优点。

5. 水泵控制系统

L298N电动机驱动系统为双全桥大电流(2 A×2)电动机,4通道逻辑驱动电路,驱动芯

片用于电动机驱动H桥集成电路。详细参数如表1所示。

表1 L298N电动机驱动模块参数表

规格参数	数据
驱动芯片	L298N双H桥直流电动机驱动芯片
供电	+4.5 V~+46 V
输出电压	+5 V~+7 V(可板内取电+5 V)
逻辑部分工作电流	0~36 mA
控制信号输入电压	-0.3 V≤V _{in} ≤1.5 V; 2.3 V≤V _{in} ≤V _{ss}
信号输入电压	-0.3 V≤V _{in} ≤1.5 V; 2.3 V≤V _{in} ≤V _{ss}
存储温度	-25℃~+130℃

7. 电源选型与分析

L298N电动机驱动模块内置最高46 V电源输入接口和5 V稳定输出接口,故系统的电源模块直接采用9 V锂电池供电,锂离子电池具有重量轻、容量大和无记忆效应等优点。

自动浇花机预试验

1. 主程序流程

本文主程序在Protel DXP软件设计系统原理图与集成电路PCB板开发,如图3所示为自动浇花系统主程序流程图。

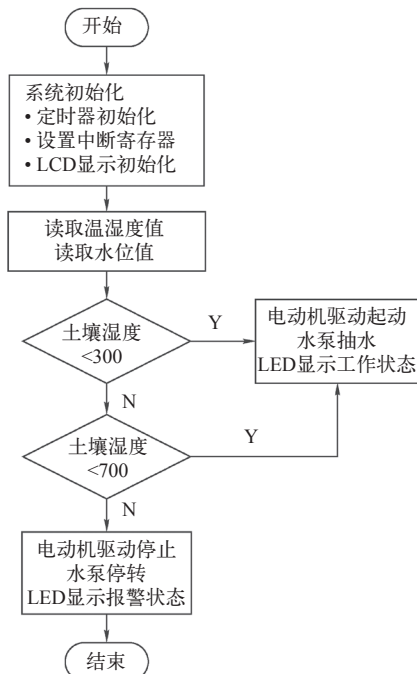


图3 自动浇花系统主程序流程图

2. 温湿度传感器预试验

温湿度传感器在本系统中用于采集盆栽生长环境的温度与湿度值。为验证该传感器测量准确度,DHT11温湿度传感器在单片机与OLED显示工作系统状态下,初始化且设定湿度阈值90%。当湿度值为72%时,OLED显示工作系统由花朵

图案切换为浇水图案；环境温度为29℃，湿度为95%时显示花朵图案。并实时采集由温湿度传感器测量温湿度值，再与气象台实时发布气温数据对比，测量结果对比分析如表2所示。两者数据对比分析可知，DHT11传感器对于环境温湿度值测量满足自动浇花系统温湿度测量要求。

表2 室外环境与气象台气温数据对比

测量时间	DHT11 (温湿度值)	气象台数据 (温湿度值)
2018.5.6/8:00	26℃/75%	26℃/71%
2018.5.6/9:00	21℃/92%	21℃/94%
2018.5.6/12:00	20℃/95%	20℃/96%
2018.5.6/15:00	21℃/86%	21℃/86%
2018.5.6/17:00	21℃/80%	21℃/80%
2018.5.6/18:00	21℃/80%	21℃/79%

3. 土壤湿度传感器预试验

土壤湿度传感器在本系统中主要用于采集盆栽的土壤湿度值，是本系统的核心传感器。为验证土壤湿度传感器的测量准确度，在不同土壤湿度状态下测试多组数据进行对比验证，如图4所示。

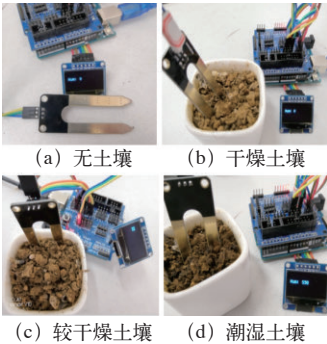


图4 不同土壤的湿度值

测试的结果如表3所示，该款土壤湿度传感器对土壤湿度的测量符合方案要求。并确定本系统土壤湿度低于300为干燥，高于700为潮湿。

表3 土壤湿度测试对照表

土壤状态	无	干燥	较干燥	潮湿
含水状态	无水	少量水	加水	大量水
湿度值	0	22	64	598

4. 电动机驱动预试验

L298N电动机驱动模块在系统中用于驱动微型潜水泵。系统主要的浇灌对象为小型盆栽，每次浇水的量非常小。所以要求水泵电动机的转速可调，能根据实际需求调节水流量。故对水泵电动机的转速做以下测试。电动机驱动调速函数：analogWrite (motor, i)。

analogWrite () 函数有两个参数，第一个参数是要控制的引脚，第二个参数控制的占空比，输入范围是0~255。当输入的值是255时，电动机以全速运行；当输入的值是127时以半速运行；当输入的值为0时，电动机停转。通过模拟输出控制PWM波的占空比。

本次调试操作，通过analogWrite函数对模拟输出控制PWM波的占空比进行分档测试。分别从0、50、100、150、200和255合计六档进行测试，如表4所示。在不同数值下，水泵的抽水量也不同。结合系统的使用对象为小型家庭盆栽，故本次调试最终选定数值为100的次半速时的转速来为系统抽水。

表4 水位测量数据对比

液位/cm	水位传感器1	水位传感器2
0	0	0
0.5	540	543
1.0	546	547
1.5	564	564
2.0	575	576
2.5	588	588
3.0	600	602
3.5	615	616
4.0	631	630

5. 显示系统预试验

OLED 液晶显示器在本系统中用于动态显示环境温湿度值与工作状态。为验证OLED液晶显示器的实际显示效果，对其进行如下的图形测试和汉字与图片显示。测试操作中使用u8glib库函数分别绘制了实心矩形Box，空心矩形Frame，实心圆Disc，空心圆Circle，空心圆角矩形RFrame，实心圆角矩形RBox，0-90-180-270圆周角度String，多条直线Line，三角形Triangle，ASCII码字符以及英文艺术字体。

6. 自动浇花系统预试验

开机启动，读取温湿度传感器的温湿度值，显示器显示环境温湿度与花朵图案。读取蓄水池水位，判断水位是否大于480，若大于则表示蓄水池水量充足无需报警；继续进行土壤湿度判断，若土壤湿低于300时，电动机驱动启动水泵开始浇水，同时显示浇水图案。当土壤湿度大于700时，电动机驱动停止水泵抽水；若水位低于480时，电动机驱动停止水泵抽水，红色LED亮，并显示水位报警图片。EA

(收稿日期：2019.06.25)

(编辑：朱金凤)