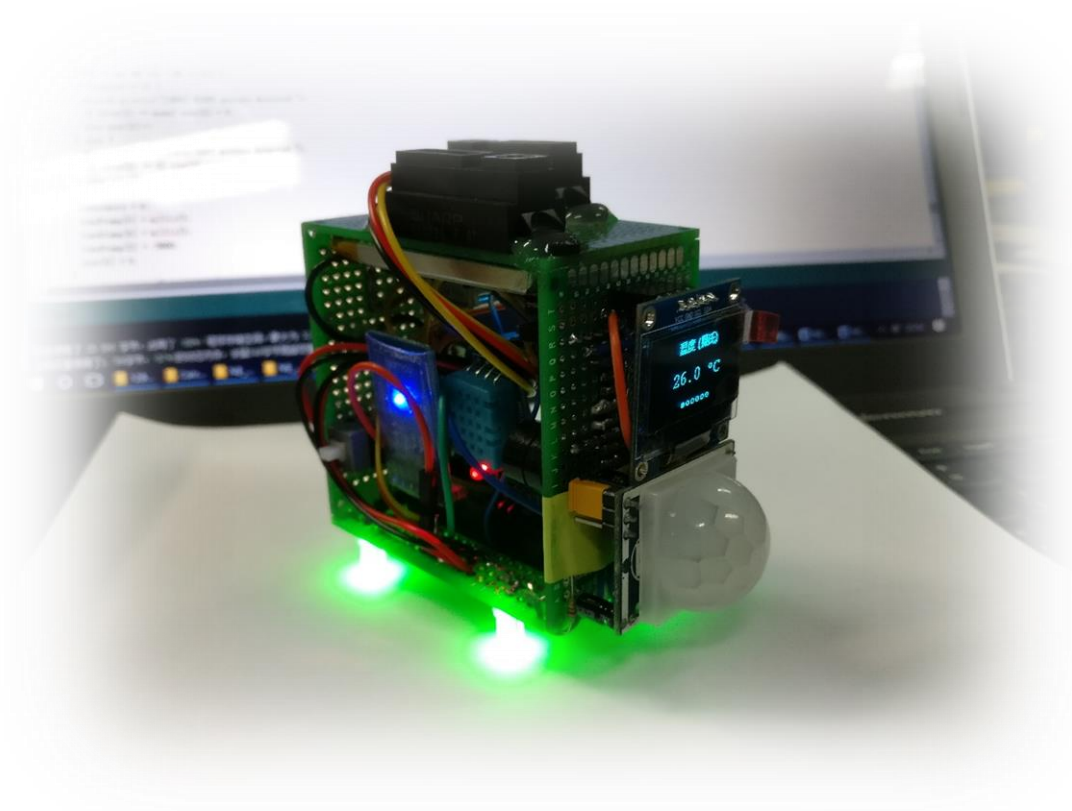




2016 年“NE 杯”创新创业大赛

智能家用环境监测仪（A 题）

【大一组】



2016 年 11 月 5 日



摘 要

环境监测仪是最常见的家居智能电子产品之一，也是众多 IoT 制作者的入门项目。

为了得到正确的测量数据和流畅的使用体验，总是需要大量的程序优化和精致的外观设计。本文介绍的，便是我们设计并制作的一款智能家用温湿度监测仪。用户可以不通过按键，而是通过左右挥动手掌实现酷炫的手势识别，进入我们的平行页面，观看实时环境数据。

通过设计程序，该产品可以实现温湿度检测和报警功能，并有动画显示、平行菜单、音量开关、远程遥控、数据联网、重力转屏、红外感应、手势识别和缤纷的 LED 柔光等人性化设计。紧凑的元件布局、立体的电路焊接方式以及锂电池设计，这些创新设计使得整个作品只有手掌般大小，一改一大块电路板的传统外观，让产品便携耐用成为可能。

本次设计中的智能家用环境监测仪在测量性能和用户体验方面显示出它独特的优越性。

关键字 :AVR 单片机 OLED 手势识别 蓝牙指令 Wi-Fi 重力感应 水平仪
锂电 可插拔设计 便携 设计



目 录

| | |
|---------------------------|----|
| 1 方案论证 | 4 |
| 1.1 比较与选择 | 4 |
| 1.1.1 单片机模块的比较与选择 | 4 |
| 1.1.2 显示模块的比较与选择 | 4 |
| 1.1.3 供电模块的比较与选择 | 5 |
| 1.1.4 温度传感器模块的比较与选择 | 6 |
| 1.1.5 手势识别元件的比较与选择 | 6 |
| 1.1.6 通信模块的比较与选择 | 7 |
| 1.2 方案描述 | 7 |
| 2 理论分析与计算 | 8 |
| 2.1 系统设计 | 8 |
| 2.2 系统功能说明 | 8 |
| 3 电路与程序设计 | 11 |
| 3.1 系统组成 | 11 |
| 3.2 原理框图 | 12 |
| 3.3 电路原理图 | 13 |
| 3.3.1 单片机及外围电路电路原理图 | 13 |
| 4 测试方案与测试结果 | 14 |
| 4.1 测试方案 | 14 |
| 4.2 测试结果与结果分析 | 14 |
| 附件 1 | 16 |



【按格式规定，本部分为题目要求的全文内容】

2016 年NE杯（第四届）竞赛试题

智能家用环境监测仪(A题)

【大一组】

一、任务

现在人们对于日常生活家居环境的要求越来越高，本次竞赛要求大家设计并制作一款智能家用环境监测仪，能监测家居环境的温度，湿度等信息，有温度报警，并能感应人经过时显示信息。

二、要求

基本要求：

温度传感，要求精度达到 ± 3 摄氏度。能显示出温度，单位摄氏度。

有设定报警温度，默认设定为 28 摄氏度，当前温度超过设定温度时发出声光报警信号。

当人经过或者靠近时，显示温度（湿度）信息，亮灯。当人远离时，进入休眠模式，不显示温度（湿度）信息，灭灯。

发挥要求：

1. 设备能对环境湿度信息进行监测并显示，精度在 $\pm 5\%$ 以内。
2. 要求能在设备上手动操作修改设定报警温度，并能查看修改的值。
3. 使用蓝牙，Wi-Fi，射频等无线通信方式在手机上显示温度（湿度）的信息。
4. 使用远程通信方式，直接修改设定报警温度，可使用遥控器，智能手机等设备。
5. 自行发挥部分。



智能家用环境监测仪 (A 题)

【大一组】

1 方案论证

1.1 比较与选择

本系统主要由单片机模块、显示模块、供电模块、温度传感器模块、手势识别元件构成，外加通信模块及少量其他元器件。下面分别论证以上模块的选择。

1.1.1 单片机模块的比较与选择

方案一：选择 STC89C52 作为主控芯片。

STC89C52 周期比较慢，使系统反应比较慢。

方案二：选择 ATMEGA328P-PU 作为主控芯片。

这块单片机运算速度快，运算性能强，组员有使用此平台开发作品的经验。经过分析论证，ATMEGA328P-PU 相对适合开发此题。由于全球使用此块单片机的开发者非常多，相关资料非常丰富，众多厂商都有对其的特别支持。它可以被轻松地制成最小系统，并应用在各种领域。

综合以上两种方案，选择方案二。

1.1.2 显示模块的比较与选择

方案一：使用 1602 液晶屏。

1602 显示屏显示内容少，引脚众多，模块体积较大，不利于产品小型化。

方案二：使用 12864 液晶屏。

12864 液晶屏比 1602 液晶屏能显示更多内容，能实现更丰富的功能，但仍存在占用引脚多、体积大的问题，使用不方便。

方案三：使用 OLED 显示屏。

OLED 显示屏在使用 I²C 接口时只占用 2 个引脚，显示效果好，点阵密集，体积小，价格便宜，优于以上两款显示屏。且使用 Universal 8bit Graphics Library 可以方便地驱动 OLED，使我们有更多的精力进行界面的深度开发。

综合以上三种方案，选择方案三。

1.1.3 供电模块的比较与选择

本方案整体模块需要两种电压输入（3.3V、5V）。

方案一：利用 USB 接口外接供电。

利用 USB 接口外接供电，电压稳定，但产品无法脱离外接电源单独使用，违反了家用小设备的设计需求。

方案二：利用干电池供电。

电池可以方便地更换，不用担心没电。但干电池对环境有一定损害，且电池盒及电池较大较重，同样地，移动十分不便。

方案三：利用锂电池供电。

锂电池比能量高，使用寿命长，而且锂电池轻薄小巧，能使产品更加美观。机载锂电池可以方便产品的随时使用，而搭配常见于移动电源的锂电充电/保护模块可以大大增强产品的实用性与安全性。同时，充放电模块还能将产品变为移动电源以备应急使用。

综合以上三种方案，选择方案三。

1.1.4 温度传感器模块的比较与选择

方案一：采用 DS18B20 温度传感器。

DS18B20 使用广泛，驱动简单，准确性高（误差 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ），温度范围大（ $-40\sim 125^{\circ}\text{C}$ ）。但是单一的温度测量功能应用在本产品上略显不足。

方案二：采用 DHT11 温湿度传感器。

DHT11，该系列的早期产品，也是 DHT 传感器家族最为人所熟知的一员，支持 3-5V 宽电压驱动。不过其测量湿度范围较窄（20-80%，误差 $\pm 5\%$ ），温度范围也不够出众（ $0\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，误差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ）。

方案三：采用 DHT22 温湿度传感器。

DHT22 同样集成了温湿度测量功能，同样支持宽电压供电。相比 DHT11，DHT22 各项性能都有显著提高。湿度测量范围达到 0-100%，误差仅为 2-5%；温度测量范围达到了与 DS18B20 比肩的 $-40\sim 125^{\circ}\text{C}$ ，误差也下降到了 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

综合以上三种方案，选择方案三。

1.1.5 手势识别元件的比较与选择

手势识别控制是作品的一处亮点。当手左右挥动时，界面也随之发生了变化。

方案一：采用 E18-D80NK 红外光电开关。

E18-D80NK 红外光电开关反应灵敏。不过作为漫反射式避障传感器，E18-D80NK 红外光电开关智能返回开、闭两种状态，无法测得手的距离信息。

方案二：采用 SHARP 2Y0A211 红外测距传感器。

SHARP 2Y0A211 同样装备了一对红外收发头。它的第三根引脚可以为单片机送出精确的 10-80cm 距离数据，对温度、光线的抗干扰能力也较强。小巧的体积，低廉的价

格使我们决定尝试利用这款传感器，自己开发一套手势识别模块。

综合以上两种方案，选择方案二。

1.1.6 通信模块的比较与选择

方案一：采用红外 LED+遥控器。

这种设计应用广泛，不过使用过的人都知道，这种设计遥控距离有限，无法实现数据双向传输，同时经常面对找不到遥控器的麻烦。

方案二：采用 ESP8266 Wi-Fi 模块。

ESP8266 是一款集成程度极高的 Wi-Fi 模块，同时也是一块功能强劲的 MCU。ESP8266 可以刷入多种固件，默认使用 AT 指令集。它甚至可以用 Arduino IDE 进行编译和烧写，十分方便。

方案三：采用 HC-05 蓝牙模块。

HC-05 蓝牙主从一体模块使用广泛，程序实现简单明了。同时蓝牙也比较符合家用设备的需求。

综合以上两种方案，选择蓝牙为主要通信方式，Wi-Fi 为可选功能。硬件上，两款模块都可以被我们特别设计的插槽收纳，使用和替换毫无阻碍。

1.2 方案描述

我们选择 ATMEGA328P-PU 作为主控芯片，通过一对红外测距传感器实现手势识别，从而替换了千篇一律的按钮交互。显示方面使用 OLED，通过 3.7V 锂电池供电，用 HC-SR501 检测是否有人靠近。温湿度测量通过市面上最新的 DHT22 实现，并有蓝牙、Wi-Fi 多种通信方式可供选择。

2 理论分析与计算

2.1 系统设计

由于我们的方案采用的芯片运算能力拔群，使得加载图片、动画，实现多个菜单功能得以实现。

产品系统设计采用树状结构，由供电系统作为支撑，由显示系统、交互系统提供优良的用户体验，由测量系统和通信系统实现数据采集和传输，加上周边的声光系统，使产品得以成为相对完善的智能家居设备。

2.2 系统功能说明

(1) 获取数据

说明：从串口得到室内温度（摄氏度与华氏度）及空气湿度的值

命令: get

(2) 设置报警阈值

说明：通过参数可设置报警温度的上限及下限

命令 1: seth[温度(单位:摄氏度)] 设置温度上限

命令 2: setl[温度(单位:摄氏度)] 设置温度下限

示例: seth30 上限被设置为 30 摄氏度

setl16 下限被设置为 16 摄氏度



(3) 警报开关

说明：如果室温超出设定好的上下阈值，则开始声光报警

命令 1:alarm 开启报警功能

命令 2:noalarm 关闭报警功能

(4) 节电模式

说明：若 1 分钟内没有人在设备周围经过，则自动关闭显示屏与报警功能。

命令 1：sleep 开启节电模式

命令 2：nosleep 关闭节电模式

(5) 调整基准温度

说明：由于安装位置等原因，温度的默认返回值可能与实际室温有一定差距。使用该指令可调节基准温度。

命令：temp[温度(单位:摄氏度)]

示例：temp+1 基准温度调高 1 摄氏度

temp-2 基准温度降低 1 摄氏度

(6) 切换屏幕

说明：使用该指令可强制切换屏幕

命令：page+ 向右滑动一页

page- 向左滑动一页



(7) 手势控制

说明：手的左右挥动可使屏幕左右滑动。(该功能为实验功能，环境不稳定时可将其关闭)

命令 1:hand 开启手势控制功能

命令 2:nohand 关闭手势控制功能

(8) 呼吸灯

说明：设备正常运行时，脚垫 LED 会产生双色呼吸效果。

命令 1:led 开启呼吸灯

命令 2:noled 关闭呼吸灯



3 电路与程序设计

3.1 系统组成

显示系统：基于丰富的 U8glib 库函数，可以创造出屏幕重力感应并反转、多屏切换的效果；

交互系统：用一对红外测距头实现手势识别；

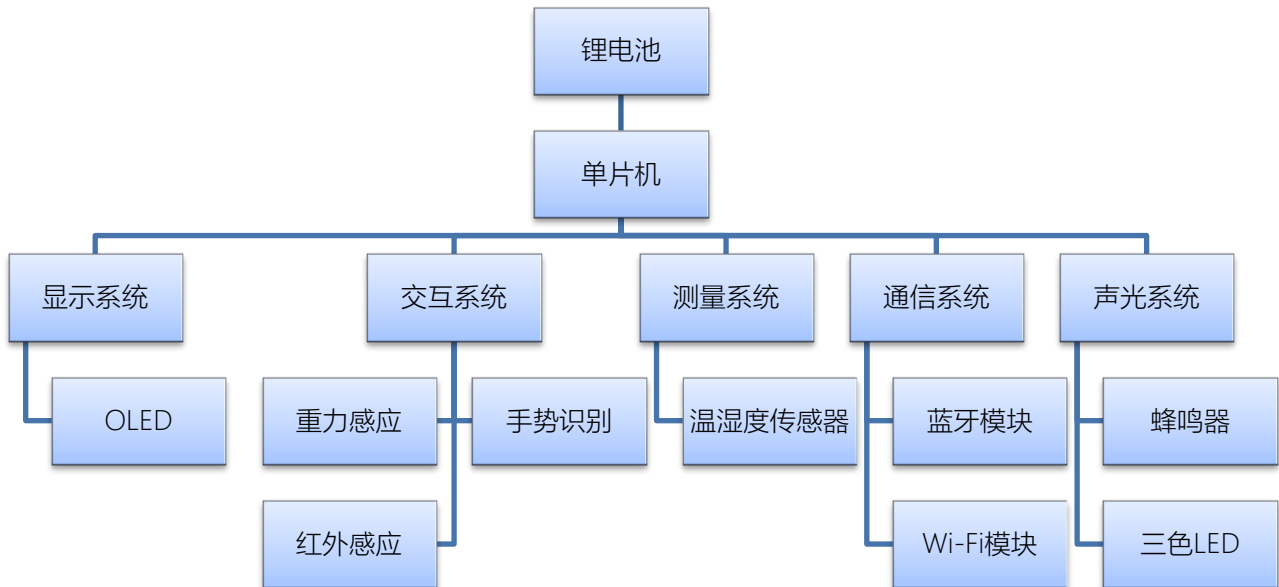
测量系统：基于 DHT22 反馈温湿度信息；

通信系统：基于蓝牙、Wi-Fi 模块实现手机遥控、设置以及数据联网功能；

供电系统：锂电池与充电板相连，方便使用 Micro-USB 充电的同时，也预留了 USB 接口供手机等设备应急充电使用；

声光系统：实现声光报警，同时根据时间改变 LED 颜色，产生绚丽的照明效果，也让作品具备了家居设备的内涵。

3.2 原理框图



系统总体框图

单片机使用 ATMEAL 的 ATMEGA328P-PU，显示采用了 0.96 寸的 OLED 屏，键盘使用矩阵键盘搭配两颗独立按键，蜂鸣器为有源型。其中，单片机与屏幕以 I²C 方式通讯。

3.3.1 单片机及外围电路电路原理图



4 测试方案与测试结果

4.1 测试方案

温度测试：

将设备置于稳定运行的空调出风口，以空调显示的实时温度为准，观测设备的运行及测量情况；

先取正常测量范围内的一次测量值为初始值，对比空调实时温度，通过串口发送指令校准设备；

而后多次改变设定温度，得到多组测试结果，确保测试结果的准确性；

湿度测试：

将设备置于干湿球湿度计所在的房间内，于不同时刻观察记录设备和湿度计的读数，比较之。

4.2 测试结果与结果分析

温度测试：

将设备置于稳定运行的空调出风口，空调温度为 24℃，水银温度计显示约 24℃，设备显示 24.2℃；

通过串口发送指令，对设备温度进行校准(temp-0.2)，设备温度被设置为 24.0℃；

将空调提升至 28℃，稳定后水银温度计显示约 27.5℃，设备显示 27.9℃。

反复测试后设备工作正常，测量结果准确。



湿度测试：

将设备置于干湿球湿度计所在的房间内,于不同时刻观察记录设备和湿度计的读数,比较后发现测量结果与湿度计读数的误差处于设定范围内。

反复测试后设备工作正常,测量结果准确。

附件 1

