

基于Arduino的摩尔斯电码解码器

谢汶卿

2020年5月16日

摘要

本实验利用Arduino单片机和光敏电阻制备了摩尔斯电码的接收器和解码器，能够接收摩尔斯电码的光信号，然后转换为相应的字母，并显示在LCD显示屏上。此外，利用按钮，LED灯和蜂鸣器，可制备摩尔斯电码地发信器，并可将发信地内容显示在LCD显示屏上。最终，我们整合了发信器和接收器，使其可在同一个程序中实现。

1 实验原理

1.1 摩尔斯电码

摩尔斯电码也被称作摩斯密码，是一种时通时断的信号代码，通过不同的排列顺序来表达不同的英文字母、数字和标点符号。它发明于1837年，是一种早期的数字化通信形式。

它的代码包括五种：

- 1.点 (·)：1
- 2.划 (-)：111
- 3.字符内部的停顿（在点和划之间）：0
- 4.字符之间的停顿：000
- 5.单词之间的停顿：0000000

国际摩尔斯电码表如图1所示。

1.2 光敏电阻

光敏电阻是用硫化镉或硒化镉等半导体材料制成的特殊电阻器，它具有光照越强，电阻值越低的特性。光敏电阻的工作原理基于内光电效应：

Morse Code

A dash is equal to three dots in time, while the interval between the dots and dashes in a letter equals a dot in time. Between the letters in a word the interval is equal to three dots and between words, five dots.

THE ALPHABET

A	— ·	N	— —
B	— · · ·	O	— — —
C	— · — ·	P	— — — ·
D	— · ·	Q	— — — —
E	·	R	— — ·
F	· · — ·	S	· · ·
G	— — —	T	— ·
H	· · · ·	U	— · —
I	· ·	V	· — —
J	· — — —	W	— — — ·
K	— — —	X	— — — —
L	— — — ·	Y	— — — — ·
M	— —	Z	— — — —

Full Stop (.) — — — — —

图 1: 摩尔斯电码表

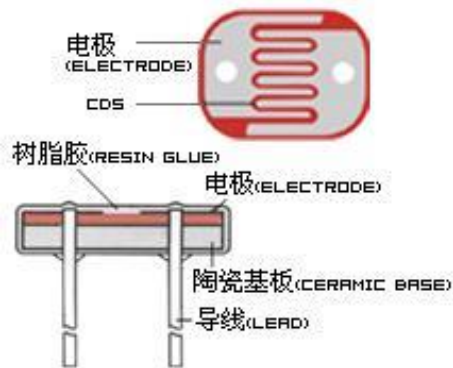


图 2: 光敏电阻

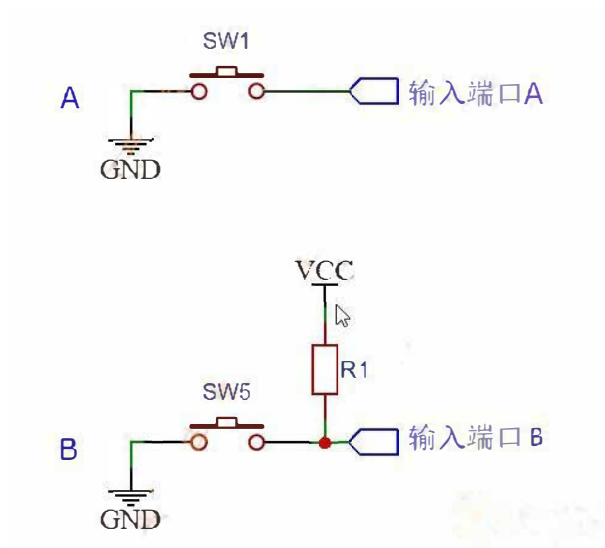


图 3: 上拉电阻原理

当入射光的能量 $h\omega$ 大于光导体材料的禁带宽度 E_g 时，价带上的电子将被激发到导带上，使光导体材料的电导率增加，电阻率降低。

1.3 上拉电阻

Arduino的引脚模式有三种：

INPUT——输入模式

OUTPUT——输出模式

INPUT_PULLUP ——输入上拉模式

上拉就是将不确定的信号通过一个电阻钳位在高电平。我们用轻触开关的电路说明：

如图3所示，在A情况下，未接上拉电阻，轻触开关SW1按下时，输入端口A是低电平，然而，当开关SW1断开时，我们不知道输入端口A是高电平还是低电平。

因此，解决的办法便是接入上拉电阻R1，如B情况所示。此时，开关SW5按下时，输入接口B是低电平，开关SW5断开时，输入接口B是高电平。

1.4 松手检测

在摩尔斯电码接收器/发信器中，为了判断信号是点 (·) 还是划 (-)，我们需要较精确地计算光信号/按键按下的持续时间，这时我们就可以利用松手检测：

松手检测的原理是，在光信号亮起/按键按下后，程序无限循环等待光信号熄灭/按键松开，即让程序不断检测IO状态，若光强降低，模拟信号减小/按键松开，数字信号变为HIGH，则跳出循环。

1.5 按键去抖

人手的机械动作使按键按下时可能会产生20ms左右的按键抖动，若Arduino在抖动过程中检测IO口的电平，可能会得到不稳定的信号。因此，可以通过忽略50ms以下的信号来减小出错的几率。

2 实验装置及过程

2.1 实验装置

实验装置如图4。

- 1.Arduino UNO
- 2.1602 LCD (带I2C接口)
- 3.光敏电阻: Light A1
- 4.LED管: LED1 D13
- 5.按钮: SW1 D2, SW2, D3

2.2 实验过程

1.测试使用按钮与LED发送摩尔斯电码：

按下按钮时LED亮起，蜂鸣器响；松开按钮时LED熄灭，蜂鸣器停止。并通过计算按下按钮的时间长短区分点/划，并翻译成字母，显示在1602LCD显示屏上

2.测试使用光敏电阻接收和翻译摩尔斯电码：

通过手机闪光灯发摩尔斯电码，利用光敏电阻接收信号，通过计算光照时间区分点/划，并翻译成字母，显示在1602LCD显示屏上。

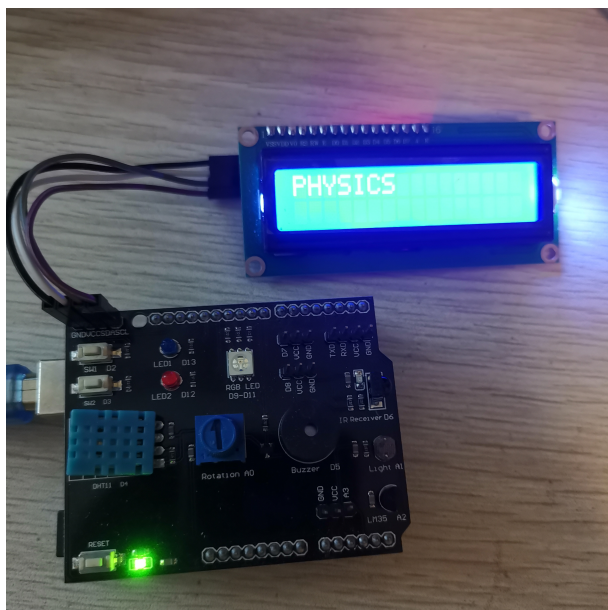


图 4: 实验装置

3 实验结果及分析

3.1 程序实现

程序主要由接收函数（图5），解码函数（图6），初始化（图7）和循环结构（图8）四部分组成。

3.2 讨论

1.由于过去接触光敏电阻是在稳态电路中，一开始并不确定光敏电阻对照明的反应是否足够迅速。结果本实验中，利用光敏电阻能够成功的识别摩尔斯电码，证明光敏电阻对照明变化的反应时间至少小于 $0.5s$ 。基于对光电效应的了解，光电效应在瞬时发生，时间尺度小于纳秒 ns 级别。因此，限制反应时间的可能是程序循环的时间。

2.由于不同环境中背景亮度不同，在初始化时，可先通过光敏电阻读取背景亮度，在此基础上提高一定值作为接收信号的阈值。在这种情况下，倘若背景照明条件发生变化，应重启程序，保证阈值的选择合理。

3.最终，我们整合了摩尔斯电码的发信和接收功能。我们必须把发信功

```

char readio(unsigned long t)
{
    if(t>50 && t<600)
    {
        return '.';
    }
    else if (t>600)
    {
        return '-';
    }
}

```

图 5: 接收函数

```

char convertor()
{
    //Serial.println (code);
    int i;
    static String alphabet={".-", "...", "-.-", "-..", ".",
    "...", "-.-", "...", "...", ":-:", "-.-", "-.-", "-.-", "-.-",
    ":-:", "-.-", ":-:", "-.-", "...", "-", "-.-", "-.-", "-.-",
    "-.-", "-.-", "-.-."};
    for (i=0;i<26;i++)
    {
        if (code==alphabet[i])
        {
            return char('A'+i);
        }
    }
    if (code=="-.-.-")
    {
        return '.';
    }
    else
    {
        return ' ';
    }
}

```

图 6: 解码函数

```

void setup()
{
  pinMode(input, INPUT_PULLUP);
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(reset, INPUT_PULLUP);
  Serial.begin(9600);
  lcd.init(); // 初始化LCD
  lcd.backlight(); // 设置LCD背景等亮
  lcd.setCursor(0,0); // 设置显示指针
  threshold =analogRead(light)+300; //根据背景亮度设定阈值
}

```

图 7: 初始化

```

void loop()
{
  NextDotDash:
  while (analogRead(light) <threshold)
  {
    if (digitalRead(reset)==LOW)
    {
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0,0); //用按键清空显示屏
    }
  }
  t1 = millis(); //time at button press
  digitalWrite(led, HIGH); //LED on while button pressed
  while (analogRead(light) >threshold) {}
  t2 = millis(); //time at button release
  digitalWrite(led, LOW); //LED off on button release
  t=t2-t1; //time for which button is pressed
  if (t > 50) //to account for switch debouncing
  {
    code += readio(t); //function to read dot or dash
  }
  while ((millis() - t2) < 500) //if time between button press greater than 0.5sec, skip loop and go to next alphabet
  {
    if (analogRead(light) > threshold)
    {
      goto NextDotDash;
    }
  }
  Serial.print (convertor()); //function to decipher code into alphabet
  lcd.print(convertor()); //输出字符到LCD1602上
  code="";
}

```

图 8: 循环结构

```

if(digitalRead(input)==LOW)
{
  NextDotDash1:
  while (digitalRead(input)==HIGH)
  {
  }
  t1=millis();
  digitalWrite(led,HIGH);
  while (digitalRead(input)==LOW)
  {
  }
  t2=millis();
  digitalWrite(led,LOW);
  t=t2-t1;
  if(t>50)
  {
    code+=readio(t);
  }
  while (millis()-t2<500)
  {
    if (digitalRead(input)==LOW)
    {
      goto NextDotDash1;
    }
  }
  lcd.print(convertor());
  code="";
}

```

图 9: 发信功能

能的程序放在原本等待接收信号的while循环中。因为在未接收到光信号时，程序一直在while循环中等待光信号。然而，若直接在while循环中嵌套另一个等待发信的while循环，则程序会在等待发信中循环，接收不了光信号。因此，我们必须使用触发机制if来嵌入发信功能。在发信按键未按下时，程序正常接收光信号，但若按下按键，则程序触发发信功能。如图9:

然而，仍有一个缺陷：发信和接收显示在LCD显示屏的同一行上，因此每次发信/接收完后，未避免混淆，我们要通过另一个按钮手动将LCD清零。

4 实验结论

1.由Arduino，按钮、LED灯和蜂鸣器制备成的摩尔斯电码发信机能成功发送目标字母串。

2.由Arduino，光敏电阻和LCD1602显示屏制备成的摩尔斯电码接收器及解码器成功接收手机手电筒光信号，并转化成对应字母，显示在显示屏上。

3.整合了发信和接收摩尔斯电码的功能，能在一个程序中完成发信和接收。

5 参考文献

[1]摩尔斯电码解码器, <https://www.instructables.com/id/Morse-Code-Decoder/>

[2]电工之家, 上拉电阻, <https://www.dgzj.com/dianzi/96971.html>

[3]搜狐, 光敏电阻的基础知识介绍, https://www.sohu.com/a/275061735_100149984

[4]维基百科, 摩尔斯电码, https://en.wikipedia.org/wiki/Morse_code#Representation,_timing,_and