

一种改进型矩阵键盘电路^{*}

张绍荣 莫禾胜

(桂林航天工业学院电子信息与自动化学院 桂林 541004)

摘要:在分析现有键盘电路不足的基础上,提出了一种新型的矩阵键盘电路。现有的矩阵键盘电路,使用各种方法减少单片机控制 I/O 的数量;但是,组合按键功能、识别长短时间按键等问题不能得到同时兼顾。为了解决此问题,改进型键盘电路通过外加计数器、译码器以及若干二极管,使用 2 个单片机 I/O 端口即可实现 4×4 矩阵键盘的检测和识别,同时在程序设计中构建一个按键结构体,记录组合按键信息和按键按下的时间。实验结果表明,改进型矩阵键盘电路可正确识别单按键和组合按键,同时可识别长短时间按键。另外,简单的控制接口和程序设计为矩阵键盘在不同单片机系统上的移植带来了极大的便利。

关键词:矩阵键盘;I/O;单片机处理器

中图分类号: TN710.9 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.8040

Improved matrix keyboard circuit

Zhang Shaorong Mo Hesheng

(Guilin University of Aerospace Technology, College of Electronic Information and Automation, Guilin 541004, China)

Abstract: On the basis of analyzing the disadvantage of the existing keyboard circuit, a new kind of matrix keyboard circuit is proposed. The existing matrix keyboard circuit, reducing the amount of the I/O of microcomputer (MCU) for controlling with a variety of methods. However, detecting combination of buttons and identifying buttons for different pressed time can't get both at the same time. Combined with additional counter, decoder and a number of diode, the 4×4 matrix keyboard can be detected and identified only by two MCU I/O port. At the same time a structure for buttons detection is built in programming to record the information for the combination of buttons and time for the pressed button. The experimental results show that the improved matrix keyboard circuit can correctly identify a single key and combination, also recognizing buttons for different pressed time. In addition, it is conveniently transplanted to other processors for the simple control interface and programming.

Keywords: matrix keyboard; I/O; MCU processor

1 引言

在检测和控制系统中,矩阵键盘得到了广泛的使用^[1-4]。由于单片机 I/O 资源紧张,传统的 4×4 矩阵键盘要占用 8 个 I/O 口(行列各 4 个),对于一些系统来说还是不能接受。于是设计者开始寻找各种方法来减少矩阵键盘对 I/O 口的占用数量,但是传统的做法更多的是想方设法减少 I/O 数量,对于组合按键检测、识别长短时间按键、多

个按键同时按下引发的高低电平短路等问题欠缺周全的考虑。本文先分析现有矩阵键盘的优点和不足,提出一种改进型的矩阵键盘电路,随后给出矩阵键盘的驱动程序。

2 现有的改进型键盘电路

对已有的改进电路进行归类总结,深入分析其优缺点,通过取长补短提出一种新的改进型电路。以下是一些常用的改进型矩阵键盘电路。

收稿日期:2016-10

^{*} 基金项目:广西高校教学研究项目 2015 年度重点项目“基于 Zigbee 的智能静脉输液器网络控制系统设计”(编号:KY2015ZD143)资助

2.1 使用二极管和组合逻辑电路改进

文献[5]介绍了使用二极管搭建阶梯式键盘,对硬件电路和程序都给出了详细的论述,实现了4个I/O对4×4矩阵键盘的控制。文献[6]使用组合逻辑的思想,使用4个I/O实现对4×4矩阵键盘的检测和识别。

此类电路充分利用了二极管的单向导通性和组合逻辑设计思想,大大减少了控制I/O的数量,但是当电路中有多个按键按下时,会导致某些按键的键值无法正确识别,即不支持组合按键的功能。

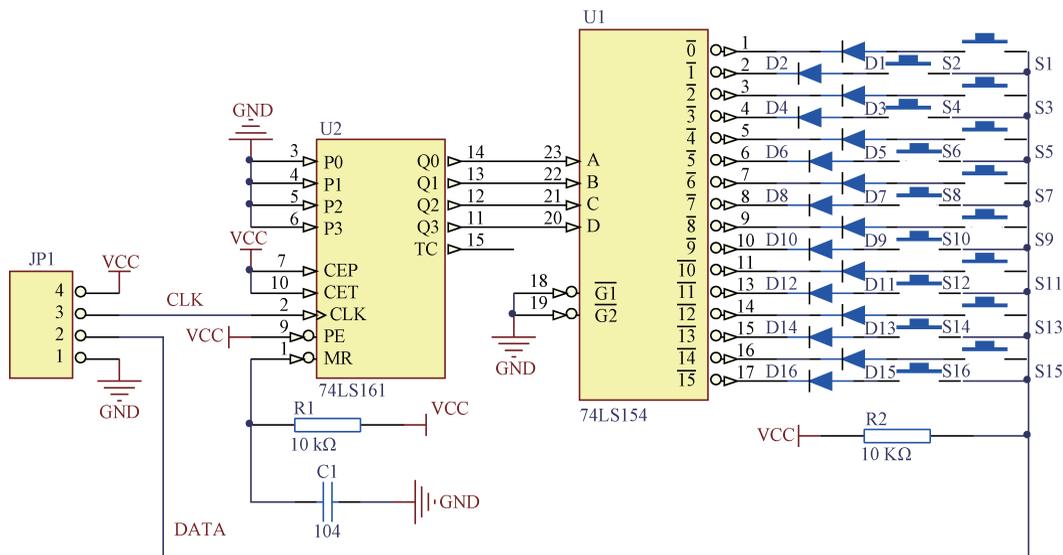


图1 电路原理结构

文献[8]做了相应的改进,使用恒流源给键盘供电,经改进后,电路的稳定性将得到提高,但是仍有一些问题未得到解决。比如,如果要处理多按键同时按下的情况,软件的处理将异常的复杂。另外,当单片机由5V供电转到3.3V供电的时候,分压电阻要重新选择,程序也要重新设计,可移植性不高,用户使用不方便。

2.3 专用键盘管理芯片

使用专门的键盘管理芯片。此类电路可检测的按键数量比较多,一般控制I/O数量需要3~4个。此类芯片功能强大,因此价格也比较贵。另外,内部的寄存器也比较复杂,用户需详细了解芯片的接口信号和内部寄存器配置,才能掌握电路的设计和程序编程。此类电路在单片机系统里面不经常使用,通常使用在庞大和复杂的系统里面。

2.4 使用计数器或者译码器

文献[9]使用优先编码器实现对矩阵键盘的扫描,相对其他方案,I/O数量减少不明显;另外,由优先编码器的工作原理可知,此电路不能处理一个以上的按键被同时按下的情形。文献[10]使用译码器实现16个按键的扫描,占用了单片机5个I/O端口。但是,如果电路中有多个按键按下时,译码器输出端将发生高低电平短路的现象。本文将在文献[9]和[10]的基础上进行改进。

2.2 基于AD转换的键盘电路

电路组成如文献[7]的图1所示,主要由电源、分压电阻和按键组成。当不同的按键按下时,将输出不同的电压值,通过ADC(analog-to-digital converter)测量这个电压值即可判断是哪一个按键按下。此类键盘电路,对集成了AD功能的单片机处理器尤其方便。但是按键的准确识别受AD的转换精度、电源的稳定性、电阻的精度和温度特性等因素的影响,经常会出现按键误判的情况;受多方面的综合影响,工作并不可靠。

3 两线式矩阵键盘

在文献[9]和[10]的基础上,对矩阵键盘进行改进,提出了两线控制的改进型矩阵键盘电路。使用计数器代替文献[9]中的优先编码器,在文献[10]的译码器输出端添加二极管,防止发生“线与”现象。

电路如图1所示。JP1为键盘与处理器的接口,除了电源和地之外,只需两个I/O控制信号:CLK和DATA。计数器74LS161的异步复位端MR接了上电复位电路,保证电路上电之后,计数器进行一次复位,使得初始上电时计数器的Q3~Q0输出状态为“0000”。计数器并行置位端PE以及计数使能端CEP、CET都接高电平,保证计数器能正常计数输出。

计数器的输出端Q3~Q0分别连接到译码器74LS154的数据输入端D、C、B、A端口,译码器的G1、G2接到低电平,使得译码器能正常译码工作。译码器的输出端,每一个数据口连接一个二极管和按键,按键的另外一端连接在一起,此端口即为键盘输出的数据口:DATA。数据端口DATA平时处于高电平,当有按键按下时输出低电平。

此硬件电路使用两个信号线(CLK和DATA)即可实现对矩阵键盘的扫描,一个输入,一个输出;电源供电可以

是3.3 V,也可以是5 V。该键盘电路可很方便应用于3.3 V或者5 V供电的单片机系统中,控制键盘的I/O口可以随意选择,减少了对硬件处理器的要求。

工作原理:在4×4矩阵键盘中,检测和识别按键最经典的方法是行列扫描;而该改进型电路的键盘扫描延续了行列扫描的思想。由处理器提供计数脉冲,计数器随着脉冲的个数依次累加。计数器的输出端Q0~Q3以及译码器的输出端Y0~Y15的数据变化如表1所示,由以上的电路连接可知计数器的计数初值为0,上电初始状态Q3~Q0输出为:0000。处理器每给一次脉冲(CLK信号由低电平变成高电平),计数器计数值加1,同时检测一次数据线DATA。如果DATA为低电平说明有键按下,此时可标识一个按键值(每给一次脉冲,计数值累加1,而计数值程序设计师在每次给脉冲之前是知道的,可以把当前的计数值作为按键值);如果为高电平说明无键按下,处理器继续输出脉冲,直到完成整个计数过程(Q3~Q0对应的变化值为:0000~1111~0000),在整个过程中记录按下按键的键值,完成16个按键的扫描。

表1 键盘扫描过程计数器和译码器输出数据

计数脉冲	Q3~Q0	Y15~Y0
0	0000	1111111111111110
1	0001	1111111111111101
2	0010	1111111111111011
3	0011	1111111111110111
4	0100	1111111111101111
5	0101	1111111111011111
6	0110	1111111110111111
7	0111	1111111101111111
8	1000	1111111011111111
9	1001	1111110111111111
10	1010	1111101111111111
11	1011	1111011111111111
12	1100	1110111111111111
13	1101	1101111111111111
14	1110	1011111111111111
15	1111	0111111111111111
16	0000	1111111111111110

4 程序设计

4.1 按键结构体

为了兼顾组合按键的处理,定义了一个按键结构体:key_inf,用于保存按键信息,主要包括按键的值、按键按下的时间和按键按下的个数。

```
typedef struct
{
    unsigned char key_value[16];
```

```
    unsigned long key_down_time[16];
    unsigned char key_num;
}key_inf;
```

4.2 按键程序

以下将介绍按键的扫描程序。为了后面程序处理方便,在处理器上电之后,先对计数器进行初始化设置,让Q3~Q0输出状态为:1111,这样在按键扫描时用一個for循环即可实现对按键的扫描检测。

由表1可知,给15个脉冲即可让Q3~Q0输出状态为:1111。假设使用的处理器是51单片机,先对硬件接口进行位定义。其他的处理器可以根据相应的位操作来定义管脚信号。

```
sbit CLK=P1^0;
sbit DATA=P1^1;
初始化程序如下,在初始化程序中不检测按键。
for(i=0;i<15;i++)
{
    CLK=0;
    CLK=1;
}
```

经过初始化的处理之后计数器的计数状态为:1111,现在介绍矩阵键盘的扫描和检测过程。以下是按键扫描函数,返回参数是一个按键结构体。在逐行扫描中,如果要检测按键按下时间,需配置一个定时器,在判断有按键按下时,启动定时器计数,按键释放时,停止计数,由此算出按键按下的时间。

程序的执行过程如下:首先给一个脉冲,然后检测是否有按键按下。如果有,则记录键值,同时按键按下的数量加1,在定时器中断服务函数中,记录按键按下的时间;如果没有,继续给脉冲。此过程循环执行16次,最后返回一个按键结构体,里面包含了按键按下的数量,以及相应的按键值。

```
key_infkey_scan(void)
{
    key_infkey_temp;
    for(i=0;i<16;i++)
    {
        CLK=0;
        CLK=1;
        if(DATA==0)
        {
            delay_ms(10);
            if(DATA==0)
            {
                TR0=1;
                key_temp.key_value[i]=i+1;
                key_temp.num++;
                while(DATA==0);
```

```

delay_ms(10);
while(DATA==0);
TR0=0;
}
}
}
returnkey_temp;
}

```

在按键扫描函数返回的按键结构体中,只要按键按下的数量大于1,可判断有组合键按下;而用户可以划定一个时间阈值与返回的按键时间进行比较,通过比较判断此按键是长按键还是短按键。通过以上的这些信息比较,用户可以很灵活地设计自己的顶层应用程序。

5 实验测试

为了检验改进型矩阵键盘电路工作的正确性和可靠性,对该电路进行了实际的测试。由于单独按键的识别检测与长短时间按键的识别本质上是一样的,即都是对单个按下的按键进行检测,只是按键闭合的时间长度不一样,这个可以直接在按键结构体里面进行记录,所以这两个功能一起检测。而组合按键测试主要测试当键盘有多个按键按下时,该电路能否正确的检测和识别。由4.2节的按键扫描程序可知,按键的键值为:1~16。

5.1 单按键检测及其时间测试

对16个按键进行随机测试,被按下的按键随机,按下的时间长短随机,同时保证每个按键都被按下。对电路进行了多次测试,所有按键都能正常的检测和识别。如表2所示为某次测试的一组数据。单片机内部定时器的计数时钟周期是1 μ s,而定时计数器为16位,计数值最大为65 535,所以最大只能定时65.553 6 ms,显然不能满足使用要求。为了检测长时间按键,定时计数器要累积计数,当计数值大于65 535时继续从0开始计数。程序中有变量记录定时器循环计数过程的次数,记为M;假设当按键释放时,当前计数值为N,则按键按下的时间:key_down_time=M \times 65 535+N(μ s)。由于在程序设计过程中,当释放按键时有一个按键消抖的延时,大约为10 ms,所以表中记录时间应该减去10 ms。

表2 单按键检测

键值	按键时间/ μ s	键值	按键时间/ μ s
2	45 789	11	58 694
5	112 369	1	51 789
6	2 586 983	4	89 653
14	79 683	7	1 589 687
10	72 653	8	436 545
13	21 047	12	352 774
15	157 850	9	4 587 872
3	12 587	16	5 425 258

5.2 组合按键测试

组合按键的测试,当电路中有两个或者两个以上按键按下时,按键能否正常的识别。为检测此功能,对电路进行了多次测试,当组合按键个数在3个或3个以下时,按键按下的个数以及键值都能正确识别。当组合按键数目比较多时,可能会有漏检的情况。这可能是由于多个按键按下时,人手有抖动导致按键接触不良的情况。如表3所示为试验中的某8次测试数据。

表3 组合按键测试

实验次序	按键个数	键值	实际按键个数	实际键值
1	2	2,5	2	2,5
2	4	4,6,9	3	4,6,9,12
3	3	1,6,14	3	1,6,14
4	5	3,7,8,12,14	5	3,7,8,12,14
5	3	4,7,9	3	4,7,9
6	6	2,3,8,11,15	5	2,3,6,8,11,15
7	4	5,7,8,12	4	5,7,8,12
8	7	1,2,3,8,9	5	1,2,3,4,7,8,9

6 结论

提出了一种改进型矩阵键盘电路,主要论述了改进型矩阵键盘的电路设计和编程控制。经过实验测试表明按键的识别和检测正确,电路工作可靠。电路中按键数量的裁剪和增加可灵活控制,控制键盘的I/O口可以随意选择,减少了对硬件处理器的要求。通过设计,把控制矩阵键盘的I/O口数量减到了最少,同时组合按键功能、识别长短时间按键功能等问题都得到了很好的解决。此键盘电路和程序可以很方便地移植到各种单片机处理器中。

参考文献

- [1] 李晓坤,刘百玉,欧阳娟,等. 基于FPGA和SRAM的智能点胶机控制系统设计[J]. 仪器仪表学报, 2009,30(7):1378-1383.
- [2] 彭正琴,翟浩,陆昉,等. 基于小型伽频标的数字化多功能时统的研制[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(2):164-170.
- [3] 郭红霞,刘磊. 基于PID控制算法的自动取暖控制器的设计[J]. 国外电子测量技术, 2014,33(2):29-32.
- [4] 徐伟,汤莹,杨绪森. 基于CPLD的高精度程控移相器[J]. 电子测量技术, 2014,37(12):5-9.
- [5] 刘然. 一种新颖的键盘扫描方法与仿真实现[J]. 电子制作, 2008(7):86-87.
- [6] 刘天时,刘赏,付春. 一种单片机键盘电路设计与消抖处理[J]. 计算机与网络, 2010,36(10):66-68.

(下转第95页)