

基于 STC12LE5A32S2 单片机的 车轮 LED POV 系统设计

张崇晖, 张 晖

(南通航运职业技术学院 机电系, 江苏 南通 226010)

摘 要:文章基于视觉暂留现象的原理,以 STC 单片机为控制核心,LED 二极管为控制对象,设计了一套安装在自行车车轮上的 LED POV 系统,并详细介绍了系统的 LED 发光体硬件电路和基于自适应调节算法的程序设计。

关键词:STC 单片机;车轮;LED POV

中图分类号:U484

文献标识码:A

文章编号:1671-9891(2016)01-0057-05

0 引言

物体在快速运动时,其影像会做一个短暂的保留,这种现象被称为视觉暂留现象(Persistence of Vision,以下简称“POV”)。LED POV 系统是指利用单片机控制 LED 灯在旋转平面的相应位置上点亮,此时前面的图像没有完全消退,新的图像又继续产生,在大脑里会形成连贯的影像。将 LED POV 系统安装在自行车车轮上,可以使得自行车在夜间骑行更加安全、更有乐趣。^[1]

1 车轮 LED POV 系统设计方案

LED POV 系统以单片机为控制单元,用户把要显示的图形和字符通过数据线烧入单片机中,系统运行以后,系统中的霍尔传感器产生电平跳变,生成转速信号,转速信号经过单片机处理后,将调整 LED 发光状态,并通过 LED 驱动电路点亮 LED 灯。LED POV 系统结构框图如图 1 所示。^[2]

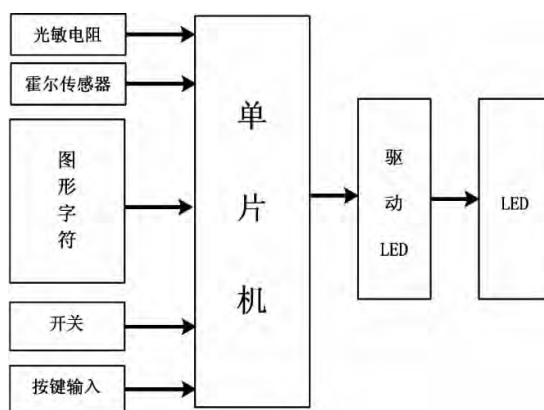


图 1 LED POV 系统结构框图

2 车轮 LED POV 系统硬件设计

2.1 系统主控芯片

STC12LE5A32S2 单片机是宏晶科技出品的高速、低功耗、超强抗干扰的新一代单片机,指令代码完全兼容传统单片机,但速度比普通 8051 快 8-12 倍。片内集成了 2 个 16 位定时器/计数器和 2 个 PCA 定时

收稿日期:2015-09-09

基金项目:江苏省高等学校大学生创新创业训练计划项目“基于单片机控制的可编程车轮 LED POV 系统”(项目编号 201412703008Y)。

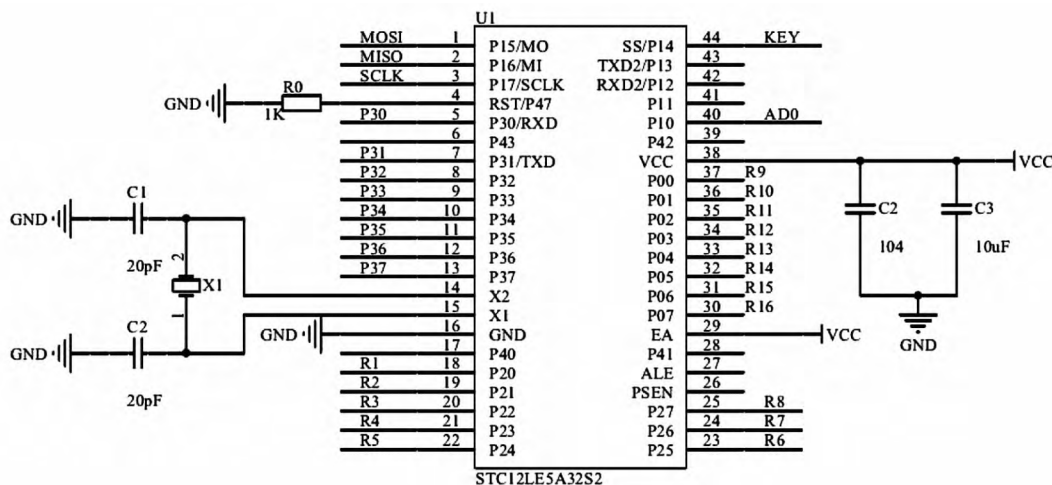
作者简介:张崇晖(1982—),男,江苏南通人,南通航运职业技术学院机电系实验师。

器 8 路 10 位的 ADC 转换 2 路 PWM 脉宽调节和复位电路。片内具有 32K 字节的 Flash 程序存储器和 1 280 字节的 SRAM 空间,具有 ISP 和 IAP 功能,无需专用编程器,可直接通过串口下载用户程序。对本设计而言,需要经常更换显示的图形和字符,相比传统 51 单片机通过烧录器烧录程序更加方便。根据行 LED POV 系统要求,STC12LE5A32S2 单片机的引脚分配如表 1 所示:

表 1 单片机引脚分配

引脚	电路连接
P1.5/MO P1.6/MI P1.7/SCLK	SPI
SS/P1.4	图形选择按键 KEY
P3.0 P3.1	程序下载口
P3.2	霍尔传感器
P3.4-P3.7	LED 发光二极管阳极
P0.0-P0.7 P2.0-P2.7	LED 发光二极管阴极
P1.0	光敏电阻
XTAL1 XTAL2	晶振

LED POV 系统以 STC12C5A32S2 单片机为控制核心,通过霍尔传感器测取速度,控制 LED 闪烁,显示精美的图形和文字,其外部接口电路如图 2 所示:



LED POV 系统设计为双面显示, 两面各 32 个单色 LED 二极管。为了便于控制 LED 二极管, 一面又分为 2 组, 16 个 LED 灯为一组。这四组 LED 灯分别由管脚 P3.4、P3.5、P3.6 和 P3.7 通过 PNP 三极管控制选通, 选通的管脚给高电平, 并持续一段时间, 在此延时值预设为 10ms, 其他不通的管脚给低电平。选通的一组 LED 灯又通过与 LED 灯阴极连接的单片机管脚, 即 P0.0-P0.7 和 P2.0-P2.7 来控制点亮或熄灭, 只有在选通状态下且阴极输入为低电平, 该 LED 灯才能点亮。

2.3 传感器设计

为了使每一次显示的画面都能稳定, LED 的闪烁频率应与车轮旋转的频率同步, 车轮旋转的频率需要加装传感器通过脉冲计数法进行测量。因为自行车轮相对自行车是旋转的, 所以采用非接触式传感器——霍尔传感器, 在自行车车架上安装磁铁作为刷新零点, 当霍尔传感器接近磁铁时则会有一次电平跳变作为中断信号, 单片机检测这一电平跳变进行数据显示输出, 以及进行测速和显示的调整, 从而将转速信号测量并显示出来。

3144E 霍尔传感器采用半导体集成技术制造的磁敏电路, 它是由电压调整器、霍尔电压发生器、差分放大器、史密特触发器、温度补偿电路和集电极开路的输出级组成的磁敏传感电路, 其输入为磁感应强度, 输出是一个数字电压讯号。霍尔传感器 3144E 在 LED POV 系统中的主要作用是车轮转速检测。车轮每转一周, 磁铁经过霍尔传感器 3144E 一次, 引脚 3 就输出一个脉冲信号作为单片机 STC12LE5A32S2 的外中断信号, 从 P32 口输入。单片机测量脉冲信号的个数和脉冲周期, 根据脉冲信号的个数计算出车轮频率。霍尔传感器与单片机连接结构图如图 3 所示。

考虑到系统使用时多为夜间, 环境照明情况复杂, 为了在不同的照明环境中达到良好的显示效果, 设计了一个基于光敏电阻的亮度感应电路。光敏电阻器又称光导管, 具有光照强时阻值迅速减小, 光照弱时阻值变大的特性。感应电路由光敏电阻和一个上拉电阻与电源串联而成, 通过光敏电阻阻值的改变来实现输入电压的变化, 并将变化的电压值输入到单片机的 P1.0 口中。设计根据不同的光照情况, LED 灯显示的亮度有所不同。亮度感应电路如图 4 所示。

3 车轮 LED POV 系统软件设计

本系统程序采用 C 语言开发, 由主程序和 LED 显示程序构成。系统通电启动后, 由光敏电阻控制系统的工作模式, 当外界有阳光照耀时, 系统处于低功耗模式下; 当外界无阳光时, 系统退出低功耗模式, 进入正常工作模式。系统正常工作后启动霍尔传感器, 检测霍尔传感器是否经过固定在自行车车架上的磁铁, 若有电平跳变, 则该跳变作为外部中断信号, 启动定时器 T0, 预先给 T0 一个合适的初始值 10ms。由于自行车车轮在运动中转速变化大, 而自行车转速又与画面的刷新频率息息相关, 如果两种频率不匹配, 无法显示出完整的图形和字符。所以在车轮旋转运动中, 通过定时器通 T0 处理程序给 T0 的中断的次数(即显示的列数)计数, 当旋转一周完成后, 根据实际中断次数与预设的值 N_1 比较, 根据比较结果, 在外部中断处理程序中对 T0 的初设值进行修正, 直到定时器 T0 的中断次数达到预设值为止。^[5]根据车轮 LED POV 系统工作情况的特性, 设计总程序流程如图 5 所示。

3.1 自适应转速计算

制作自行车上的 POV LED 显示时, 难度最大的是自行车车轮的转速变化大, 导致图像和文字会发生严重变形。如何在随时改变转速的情况下, 正常显示是 POV 制作中的难题。针对这种控制对象会发生不可预测的变化的情况, 自适应调节算法可以有效解决此类问题。

在外部中断处理程序中, 预先给 T0 一个合适的初始值。在旋转运动中, 通过定时器 T0 处理程序给 T0 的中断的次数 S(即显示的列数)计数, 当霍尔传感器经过刷新零点即完成旋转, 根据实际中断次数与预设的值 $N[M]$ 比较。根据比较结果, 在外部中断处理程序中对定时器 T0 的初设值进行自动修正, 直到定时器 T0 的中断次数达到预设值为止, 调节过程如图 6 所示。^[6]修正值 D 的计算如式(1):

$$D = D + (S - N[M]) \times 2 \quad (1)$$

式中, D—修正值, S—实际中断次数, $N[M]$ —预设值。

自适应调节算法部分主要程序如下:

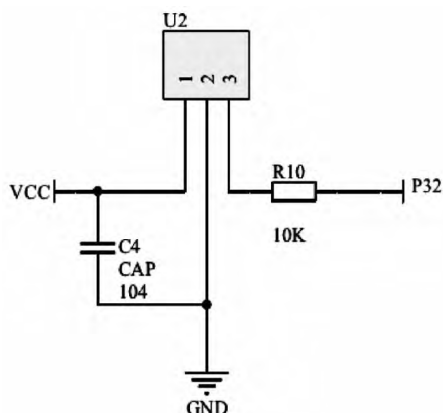


图3 霍尔传感器与单片机连接结构图

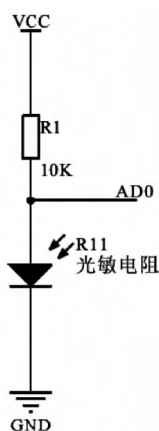


图4 亮度感应电路

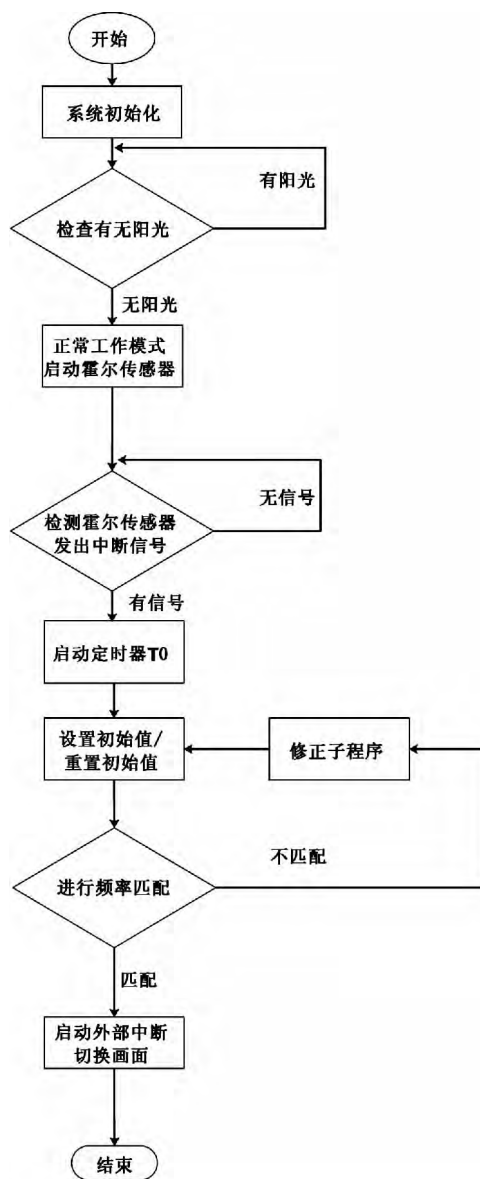


图5 程序设计流程图

```

void intersvr0(void) interrupt 0 using 1
{
    TH0=-1;TL0=-1;           //设定定时器 T0 初值
    D=D+(S-N[M])*2;          //计算修正值
    Pt=600+D;                 //自适应调节
    S=0;                      //清零
}
  
```

3.2 图像文字的处理

对于要显示的图像和文字,通过LCD/LED点阵取模软件(CharacterMatrix字模提取软件)来实现。该软件是一款对字符进行处理的软件,它能够支持图片和文字混合排版编辑,支持包括BMP、JPEG、ICO、EXE、DLL格式的文件等,并且LCD/LED点阵取模软件还支持使用指定字体、指定取点模式及字节排列模式,支持字体加粗、斜体、删除线、下划线等设置,并且可以生成C格式代码或ASM格式代码。多幅静态的图像组合起来可以构成动态的图像。

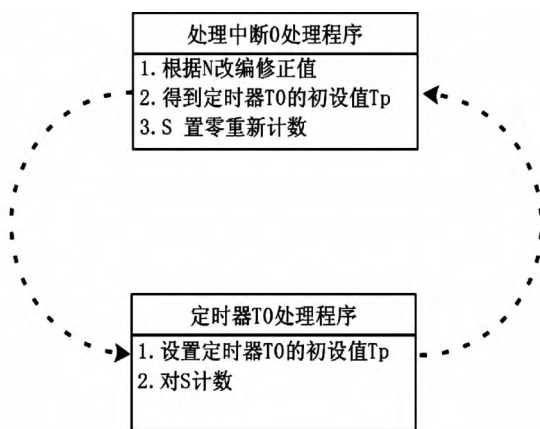


图 6 自适应调节算法流程图框图

4 结束语

本文详细研究了 LED POV 系统的工作原理,并设计制作了车轮 LED POV 系统,用 C 语言编写系统程序,利用自适应调节算法改进了图形的显示。在软件和硬件的联合调试中,车轮 LED POV 系统能够很好地控制 LED 发光二极管显示预设的文字和画面,达到了预期目的。

参考文献:

- [1]沈新创,钱平.基于视觉暂留原理的旋转式线阵 LED 显示屏开发[J].上海应用技术学院学报(自然科学版),2007(2):150-153.
- [2]刘晋,王政林,薛凯方.基于 STC12C5A60S2 单片机的 LED 显示屏硬件设计[J].微型机与应用,2011(22):24-27.
- [3]李强.超高亮度 LED 技术及其应用的概述[J].连云港师范高等专科学校学报,2007(1):93-95.
- [4]阎欢,任健铭.基于 POV 的两类旋转 LED 屏的研究与实现[J].电子世界,2013(18):9-10.
- [5]樊梅香,崔琳.单片机控制 LED 显示屏动态显示的设计[J].河北工业科技,2011(5):306-308.
- [6]郑军,诸静.基于自适应遗传算法的图像匹配[J].浙江大学学报(工学版),2003(6):61-64.

Wheel LED POV System Design Based on STC12LE5A32S2 Microcontroller

ZHANG Chong-hui, ZHANG Hui

(Dept. of Mechatronics, Nantong Vocational & Technical Shipping College, Nantong 226010, China)

Abstract: Based on the principles of persistence of vision, this article attempts to design a LED POV system installed on the bicycle wheel, with STC microcontroller as the control core and LED diode as the control object. In addition, it introduces the LED hardware circuit and the program design based on adaptive adjustment algorithm.

Key words: STC microcontroller; Wheel; LED; POV