

文章编号:1673-0062(2014)02-0049-05

基于 PC 的颜色识别与匹配系统的设计

袁锋伟,邓 骞,王玉林,张国辉

(南华大学 机械工程学院,湖南 衡阳 421001)

摘 要:采用颜色传感器 TCS230 与单片机设计高精度颜色识别系统平台,对所测得的数据进行处理,转换成 RGB(Red、Green、Blue) 三种颜色光数值,通过 LCD 将经过处理后的数据显示出来;同时通过串口将测得的数据发送到上位机,在 PC 机上实现颜色的合成与识别,以提高 TCS230 传感器实际应用效果.

关键词:TCS230;颜色识别系统;颜色匹配

中图分类号:TP391 **文献标识码:**B

The Design of Color Recognition and Matching System Based on PC

YUAN Feng-wei, DENG Qian, WANG Yu-lin, ZHANG Guo-hui

(School of Mechanical Engineering, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China)

Abstract: The design of high-precision color recognition system was based on a new color sensor TCS230 and STC89C52. Using it, the measured data were processed, converted to RGB(Red, Green, Blue) three color light value, the LCD would display the data; while the measured data would be sent to the host computer through the serial port, the synthesis and identification of the color would be achieved on the PC. By doing this, it improved the practical application of the sensor TCS230 effect.

key words: TCS230; color recognition system; color-matching

颜色传感技术是现代颜色测量仪器核心技术之一,是当前研究的热点^[1-3]. 随着现代工业信息化、自动化,生产过程中长期由人眼起主导作用的颜色识别工作已经被相应的颜色传感器所替代,文献[4-7]分别介绍了颜色传感技术在玻纤物流分拣、水颜色辨识、油品颜色检测以及烟厂制丝线监测等方面的应用. 在文献[8-10]都采用颜色传感器 TCS230 与单

片机构建了颜色识别系统,通过输出 RGB 值来验证对颜色识别的准确性;文献[11]利用 LabVIEW 实现了 PC 机对 TCS230 输出的 RGB(Red、Green、Blue)值的处理、显示和保存;这些系统都只能得到颜色的 RGB 值,而不能直观地在电脑显示器上还原颜色. 因此本文设计了基于 PC 的颜色识别与匹配系统,首先基于 TCS230 构建单片机颜色识别装置,然后基于

收稿日期:2013-11-25

基金项目:湖南省科技计划基金资助项目(2012GK3130)

作者简介:袁锋伟(1977-),男,湖南新化人,南华大学机械工程学院副教授,硕士. 主要研究方向:测控技术.

VC 开发应用程序,对采样数据能够进一步处理,目的是在电脑显示器实现颜色的合成与识别,从而提高 TCS230 的实际应用效果.

1 基于 PC 的颜色识别与匹配系统原理

1.1 系统总体设计

基于 PC 的颜色识别与匹配系统是由上位机

和下位机两部分组成,其硬件系统组成框架如图 1 所示. 基于 PC 机开发上位机的颜色合成与识别模块;而下位机是基于 TCS230 的单片机颜色识别模块,在 MCS-51 系列单片机控制的基础上,添加了 TCS230 颜色传感器采集模块、液晶显示模块、颜色传感器状态显示模块、键盘接口模块等等.

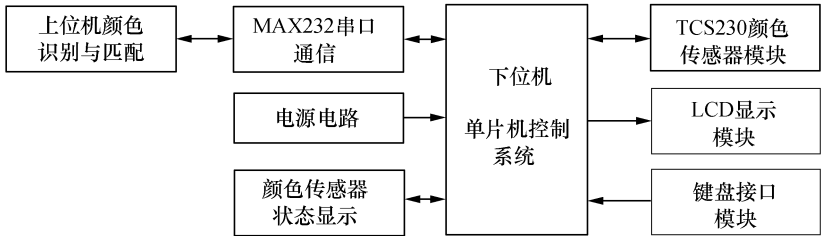


图 1 基于 TCS230 的单片机颜色识别模块组成框图

Fig. 1 The structure of colorimeter system based on TCS230 sensors

1.2 颜色传感器 TCS230 简介

TCS230 是美国 TAOS 公司推出的可编程光到频率的转换器,把可配置的硅光电二极管与电流频率转换器集成在一个单一的 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)电路上,同时还集成了红、绿、蓝(RGB)3 种滤光器,可直接输出色彩的 RGB 数值^[8]. 在图 2 中给出了 TCS230 的引脚封装,各引脚的功能如下:S0、S1——用于选择输出比例因子或电源关断模式;S2、S3——用于选择滤波器类型;OE——频率输出使能引脚,也可以作为片选信号,低电平有效;OUT——频率输出引脚;GND——芯片接地引脚;VCC——电源端.

2 基于 TCS230 的单片机颜色识别模块硬件设计

如图 1 所示,基于 TCS230 的单片机颜色识别模块的硬件部分可分为单片机主机电路、串口通信模块、TCS230 颜色传感器采集模块、LCD12864 液晶显示模块、颜色传感器状态显示模块、键盘接口模块以及稳压电路等部分组成. 这一部分都是采用非常成熟的技术,而且在文献[4-11]中都有很好的描述,由各模块电路设计分析可得到系统的硬件电路原理(略),基于 TCS230 实现的颜色实时检测系统,其精度可达 10 位以上,响应频率 2 ~ 500 kHz^[8]. 本文重点介绍构建一个可调节支

架、可补光的颜色传感器模块.

1) 与单片机的主机电路的连接. 单片机颜色识别模块是实验平台的关键部分. 硬件系统平台用颜色传感器 TCS230 与单片机 STC89C52 搭建, TCS230 的输出信号是数字量,可以驱动标准的 TTL 或 CMOS 逻辑输入,因此可直接与单片机的 I/O 引脚相连接^[8]. 单片机的 P2. 0、P2. 1、P2. 3、P2. 4 分别控制 TCS230 的 S0、S1、S2、S3 四个控制引脚, TCS230 输出频率引脚接至单片机 P1. 0 (T2)引脚,单片机 P2. 2 引脚控制 4 个补光的白色 LED. 当单片机依次选通红、绿、蓝滤波器时, TCS230 芯片输出管脚输出相应频率脉冲信号,被测量由 T2 计数器计数处理,获得当前环境下不同颜色在基准时间内的脉冲个数,从而得到被测颜色的 RGB 值.

2) 补光模块的设计. 颜色识别装置对照明光源的要求十分严格,因为需要在密闭的环境下实现,所以另外添加一个稳定的光源. 本模块主要是用 4 个白色的 LED 光,电路原理如图 2 所示,照在待检测的物体上,然后反射到 TCS230 上,达到补足合适的光强的目的. 另外,如图 3 所示,构建一个可调节支架,精确的高度可以通过松开螺母或者拧紧螺母来调整. 在支架顶上白纸,通过调整支架的高度,以确保 4 个 LED 的光在纸上合并成一个单一的亮点.

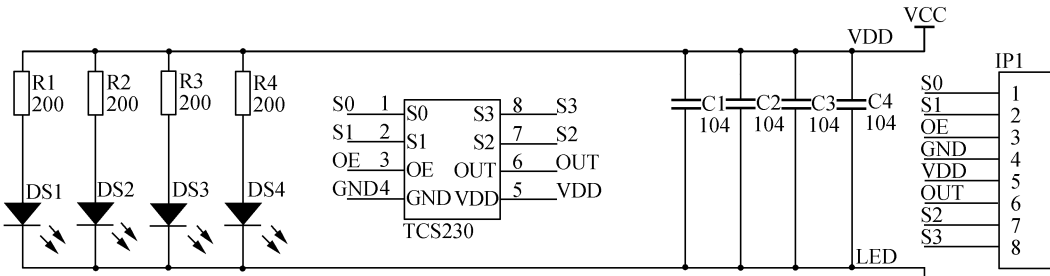


图 2 补光模块电路原理图

Fig. 2 The circuit schematics of supplemental lighting module

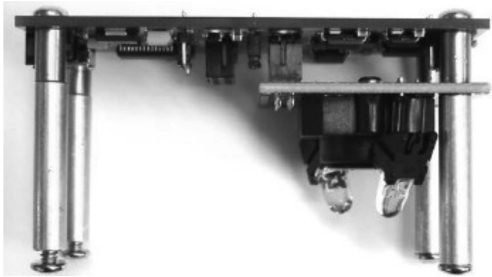


图 3 可调节支架的补光模块实物图

Fig. 3 The adjustable bracket supplemental lighting module

3 系统软件设计

3.1 下位机软件设计

下位机——基于 TCS230 的单片机颜色识别模块的软件功能主要有两个方面:一是控制 TCS230 进行颜色检测;二是实现与上位机——PC 机的串行通信.而颜色识别模块软件设计主要包括:白平衡校正子程序与颜色识别子程序.其中白平衡校正子程序用于颜色标定,颜色识别子程序用于颜色检测.

下位机软件设计流程如图 4 所示.颜色识别系统对光源没有特殊要求,但是光源发出的光要尽量集中,否则会造成传感器之间的相互干扰^[8,10],如图 3 所示,通过可调节支架设置精确的高度.当第一次使用颜色识别模块时,或模块重启、更换光源等情况时,都需要进行白平衡校正^[8,10].而白平衡校正与颜色识别子程序在文献[8-11]中都有比较详细的介绍,本文中不再作为重点讲述.

3.2 上位机颜色合成与匹配系统设计

上位机的颜色合成与匹配系统的设计采用 Visual C++ 6.0 作为软件开发平台,主要实现与下位机的串行通信,还利用 PC 机强大的数据存储和处理的能力,将下位机采集到的数据进行处理,再加上友好的人机交互界面,实现一种实用、

方便的基于 PC 的颜色识别与匹配系统.设计流程图如图 5 所示.

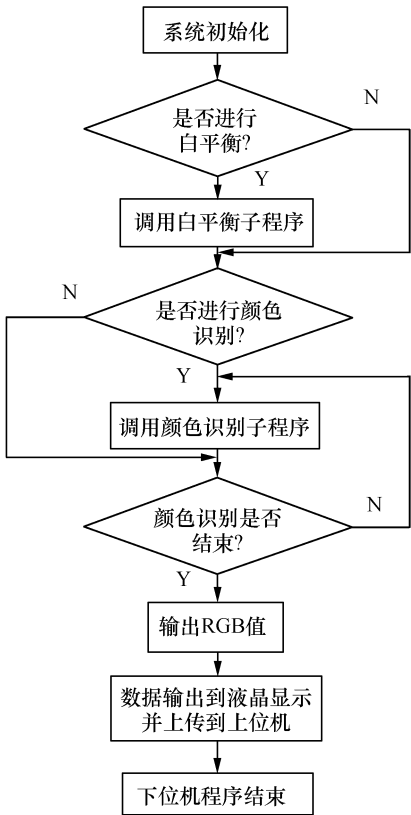


图 4 下位机软件设计流程图

Fig. 4 Software flow chart for lower computer

启动基于 PC 的颜色合成与匹配系统,其运行界面如图 6 所示,主要由串行通信参数配置区、操作区、颜色定义区、显示区等区域组成,能够实现与下位机串行通信的参数配置、白平衡实验、自然状态和平衡状态下的颜色识别,以及当前 RGB 值和当前呈现颜色的显示等功能.颜色识别可以在自然状态和平衡状态之间来回切换,但必须在进行了白平衡实验后,在平衡模式下,存储和匹配颜色.

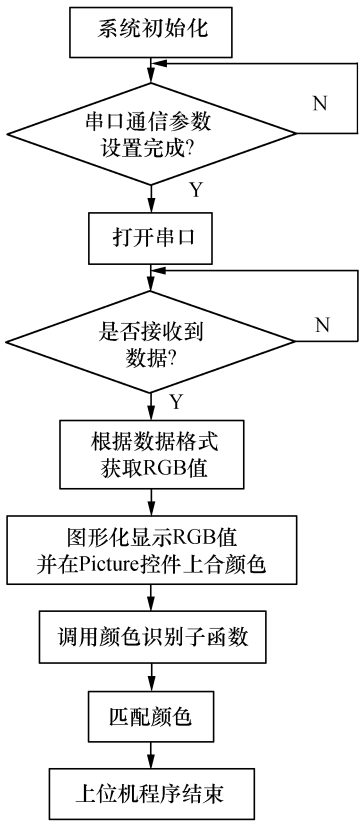


图5 上位机控制系统设计流程图

Fig.5 Software flow chart for Host Computer Control System

基于 PC 的颜色识别系统主要是能体现

TCS230 颜色匹配能力. 因此, 事先设置好1~98共98种颜色定义区域, 如图6所示, 当移动鼠标在相应的数字上就直接显示所对应的颜色, 如颜色定义按钮“4”, 为“冷灰”, RGB 值分别为“128, 138, 135”, 这样就可以方便得到较好的颜色匹配. 在颜色定义区域中的颜色匹配使用“最大差值最小化”的方式完成. 在该方法中, 在两种颜色之间的距离是最不同的 RGB 分量之间的差的绝对值:

$$D_i = MAX\{|R - R_i|, |G - G_i|, |B - B_i|\};$$

式中, R, G 和 B 为下位机扫描的颜色, R_i, G_i, B_i 和为颜色定义区域颜色 i 的 RGB 值. 最接近的匹配的颜色是 D_i 值最小的, 即最大差值最小化. 当颜色传感器识别颜色, 它会选择颜色定义区域中存储的 1~98 种颜色中最接近的匹配.

3.3 测试与分析

当前颜色显示在两个方面: 1) 当前 RGB 值, 2) 当前呈现颜色显示. 如图6所示, 首先校准颜色传感器. 在可调节支架颜色传感器模块下放置一张纯白纸, 单击“Balance(白平衡)”按钮, 颜色传感器的 RGB 输出 255(纯白色), 然后系统进入平衡模式, 能够进行颜色识别; 然后, 使用一张测试色卡, 通过下位机进行颜色识别, 输出的 RGB 值 ($R = 55, G = 96, B = 139$); 最后, 上传给 PC 机, 运行颜色合成与匹配系统, 在当前 RGB 值显示区域用图形和数字两种方式进行显示 RGB 值, 同时, 在电脑屏幕上显示出当前呈现的颜色.



图6 上位机控制系统软件界面

Fig.6 Software interface for host computer control system

经测试,如图6所示,在电脑屏幕上复合显示的颜色与测试色卡的颜色是相匹配的。

理想情况下,在电脑屏幕上复合显示的颜色应该与通过颜色传感器识别的颜色相匹配。但是,在测试中,颜色识别时有一些因素会影响颜色识别的结果,造成一定的偏差,主要原因分析如下:

1) 输入是饱和的。如果从消息框中得知,一个或多个颜色分量显示的值是超过255,即输入是饱和的。如果发生这种情况,在颜色识别子程序可以调整RGB值,然后在纯白纸上进行测试,使RGB值都略低于255。

2) 白平衡实验效果不理想。基于PC的颜色识别与匹配系统有两种模式识别颜色:自然状态和平衡状态。在自然模式下,是用未校准颜色传感器识别颜色,这时需要重新做白平衡来校准颜色传感器。

3) 电脑显示器是固有的非线性器件,因此显示器的颜色差没有预补偿的非线性。必要的预补偿的量被称为伽马。下一步的工作可以通过使用伽马设置调整的颜色范围,以获得最佳的匹配。

4 结束语

基于TCS230与单片机构建颜色识别系统平台,进行数据的前端采集,通过串口与PC机实现通信;上位机的颜色合成与匹配系统,通过友好的人机交互界面,对采集的数据进行合成与匹配,然后显示与保存等;测试并分析了TCS230传感器能够准确识别颜色的工作条件和调节方法;给出了将不直观的RGB数值转换转化为用户更直观的颜色显示的数据处理方法;可广泛应用于工业

生产中有关颜色检测的领域,确保颜色检测的准确性和精度,提高工业自动化程度。

参考文献:

- [1] Foster D H. Color constancy[J]. Vision Research, 2011, 51(7): 674-700.
- [2] Rockwell N C, Martin S S, Lagarias J C. Red/green cyanobacteriochromes: sensors of color and power[J]. Biochemistry, 2012, 51(48): 9667-9677.
- [3] Zhuang Y, Li B, Liu Y S. Fusing monocular vision and laser range data for human detection and tracking via multi-robot collaboration[J]. Sensor Letters, 2012, 10(8): 1607-1620.
- [4] 王峰年,袁硕,张建超. 颜色识别系统在玻纤物流分拣中的应用[J]. 制造业自动化, 2012, 34(8): 152-153, 156.
- [5] 侯昭武,包敬海,李尚平. 智能化水颜色辨识系统的研究[J]. 仪表技术与传感器, 2010(7): 102-104.
- [6] 段志伟,高丙坤,宋金波. 基于RGB颜色传感器的油品颜色检测系统设计[J]. 化工自动化及仪表, 2013, 40(8): 982-985.
- [7] 王青荣,李晓芬,潘福成. 烟厂制丝线监测终端系统设计[J]. 微计算机信息, 2010, 26(28): 88-89, 28.
- [8] 卢川英,于造成,孙敬辉,等. 基于TCS230传感器的颜色检测系统[J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2008, 26(6): 621-626.
- [9] 可荣硕,马晓军,张思博. 基于RGB色彩空间的颜色识别系统设计[J]. 微计算机信息, 2010, 26(14): 46-47, 36.
- [10] 胡建民. 颜色传感器TCS230及颜色识别电路[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2006, 6(4): 40-43.
- [11] 李爱勤,张绪坤. 基于TCS230与LabVIEW的颜色测量系统[J]. 电子科技, 2008, 21(6): 26-29.