

基于 MLX90640 和 STM32 的人体红外热成像仪

翟靖宇, 陈金立, 乔欢

(南京信息工程大学电子信息工程学院, 江苏南京, 210044)

摘要: 针对目前市场上的人体红外热成像仪存在高度和水平视角调节困难、成像效果一般、成本较高等问题, 设计一种基于 MLX90640 和 STM32 的人体红外热成像仪, 能够自动测温报警、成本较低、成像效果良好而且能根据被测人员的头部位置灵活调整角度, 提高了实用性。

关键词: STM32; MLX90640; PID; 图像插值

DOI:10.16520/j.cnki.1000-8519.2021.15.003

Human infrared thermal imager based on MLX90640 and STM32

Zhai Jingyu, Chen Jinli, Qiao Huan

(Nanjing University of Information Science&Technology School of electronic information and Engineering, Nanjing Jiangsu, 210044)

Abstract: In view of the problems of difficulty in adjusting height and horizontal viewing angle, average imaging effect and high cost of human infrared thermal imager on the market at present, a human infrared thermal imager based on MLX90640 and STM32 is designed, which can automatically measure temperature and alarm, has low cost and good imaging effect, and can flexibly adjust the angle according to the head position of the tested person, thus improving practicability.

Keywords: STM32; MLX90640; PID; Image interpolation

0 引言

当前, 公共场所的人体热成像监控测温主要采用手持式测温仪和工作人员在线监控这两种方式。手持式测温仪需要安检人员一人一检来测温, 容易造成人流拥堵和交叉感染。在线监控方式通过使用在线式人体红外热成像仪, 工作人员在计算机端查看测温数据, 由于采用了测温红外热成像仪与彩色摄像机融合技术, 配合专业的测温软件从而导致成本较高, 此外工作人员需时刻注意经过人员的测温数据, 容易造成疲惫。由于每个人的身高和体型各不相同, 市场上大多数人体热成像仪的高度和水平视角是固定的, 因此在测量时会造成测量部位不准确, 同时现有红外热成像仪成像效果一般。结合上述背景, 本文以 STM32 为控制和数据处理核心驱动 MLX90640 远红外温度传感器设计一种能够自动测温报警、成本较低、成像效果良好而且能自动调节成像视角的人体红外热成像仪。

1 基于 MLX90640 和 STM32 的人体红外热成像仪

1.1 系统总体设计

该热成像仪以 STM32 单片机主控为核心, 采用 MLX90640 远红外测温模块采集人头部的温度, 通过舵机搭载测温模块, 将当前 LCD 屏上人头部的中心坐标和 LCD 屏中心坐标的差值作为 PID 控制算法的输入, 单片机根据 PID 控制算法的计算结果及时改变输出到舵机的 PWM 波的占空比, 从而自动自动调整成像视角, 单片机通过插值算法对温度数据进行处理, 转换成对比度高、清晰的图像。当发现体温异常时, 该成

像仪通过蓝牙向工作人员手机发送人体温度、报警时间等信息, 以便于及时隔离危险人员, 节省了大量的人力物力, 增强了监控测温系统的可靠性和安全性, 同时该成像仪成本较低, 利于普及使用。

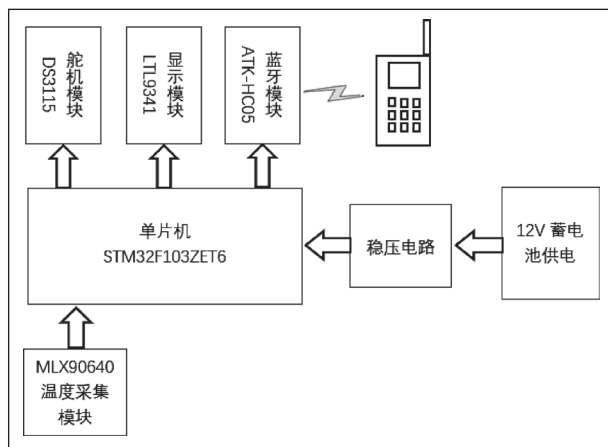


图1 系统总体框图

1.2 硬件系统设计

(1) MLX90640 温度采集模块

MLX90640 温度采集模块是一种完全校准的高分辨率红外测温阵列芯片, 其内部集成的 768 个红外测温像元, 可精确检测特定区域和温度范围内的目标物体。它支持 IIC 接口通信, STM32 单片机通过模拟 IIC 通信协议对其工作模式进行配置, 读取它相应寄存器内的温度数据。图 4 为 MLX90640 温

度采集模块电路图,其中 SCL 引脚与单片机的 PB6 相连;SDA 脚与单片机的 PB7 相连,VCC 引脚接 3.3V 直流电,GND 引脚接地。

(2) DS3115 舵机模块

舵机模块选用 DS3115 型号舵机。舵机模块采用 5V 直流电供电。由一个单轴舵机搭载一个双轴舵机组成,MLX90640 温度采集模块安装在双轴舵机上。单轴舵机左右方向转动,双轴舵机上下方向转动。通过矩阵按键模块控制单片机的 PA6 和 PA7 引脚输出两路不同占空比的 PWM 波信号,进而控制 DS3115 舵机转动的角度,来调整 MLX90640 温度采集模块的视角。

(3) STM32 主控模块

本实用新型采用 STM32F103ZET6 单片机主控电路,如图 2 所示。单片机 STM32F103ZET6 通过模拟 IIC 协议读取 MLX90640 温度采集模块的温度数据,采用先三次多项式插值再双线性插值的算法进行图像处理并在 LCD 显示屏上显示,并通过蓝牙发送温度信息和时间信息到手机 APP。

(4) TFTLCD 显示模块

显示模块选用型号为 LTL9341 的 TFTLCD 电容触摸屏,显示 STM32 单片机发送的图像数据,温度信息以及时间信息。LCD 接口连接在 STM32F103ZET6 的 FSMC 总线上面,可以显著提高 LCD 的刷屏速度。图 3 中的 T_MISO、T_MOSI、T_PEN、T_SCK、T_CS 连接在单片机的 PB2、PF9、PF10、PB1、PF11 上,这些信号用来实现对液晶屏的控制。

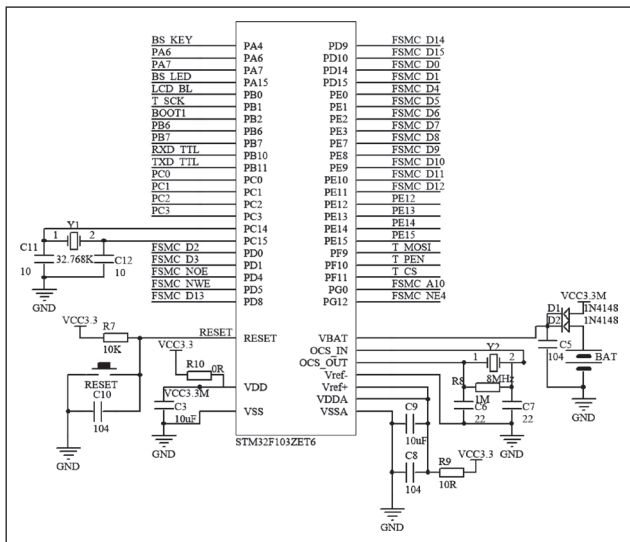


图2 单片机 STM32F103ZET6 电路原理图

(5) ATK-HC05 蓝牙模块

蓝牙模块由 STM32 单片机驱动,向手机 APP 发送人体温度信息以及时间信息,便于工作人员查看。模块自带一个状态指示灯 STA。在模块上电的同时(也可以是之前),将 KEY 设置为高电平(接 VCC),此时 STA 慢闪(1 秒亮 1 次),模块进入 AT 状态,且此时波特率固定为 38400。在模块上电的时候,将 KEY 悬空或接 GND,此时 STA 快闪(1 秒 2 次),表示模块进入可配对状态。如果此时将 KEY 再拉高,模块也会进入 AT 状态,

但是 STA 依旧保持快闪。模块配对成功,此时 STA 双闪(一次闪 2 下,2 秒闪一次)。

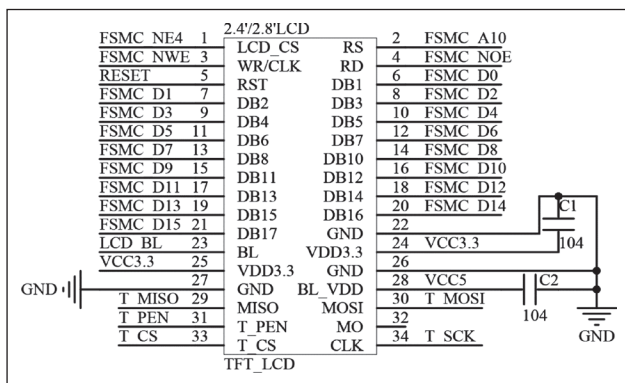


图3 TFTLCD 显示屏电路原理图

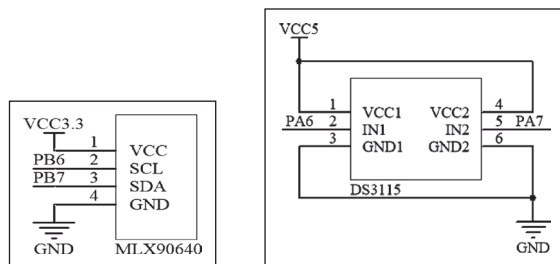


图4 MLX90640 温度采集模块电路图 图5 DS3115 舵机模块电路图

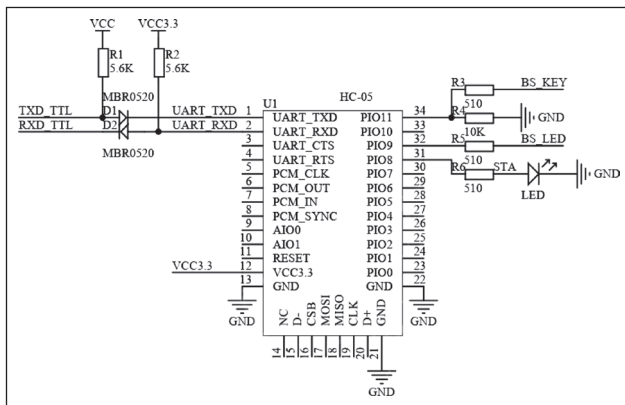


图6 蓝牙模块电路图

2 算法分析及使用

2.1 双线性插值算法

图像插值算法是在对图像进行缩放过程中,根据已有的像素值合理估计生成图像像素值的过程。图像插值方法有:最近邻插值,双线性插值,双立方插值以及其他高阶方法。本文采用双线性插值算法对已有的温度数据进行合理的扩充,从而提高图像分辨率,高低温分布更加明显,成像效果更趋于真实。

线性插值多项式为:

$$y = y_0 + (x - x_0) \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \quad (1)$$

双线性插值就是线性插值在二维时的推广,在两个方向上做线性插值,具体操作如图 8 所示:

令 $f(x, y)$ 为两个变量的函数, 其在单位正方形顶点的值已知。假设我们希望通过插值得到正方形内任意点的函数值。则可由双线性方程:

$$f(x, y) = ax + by + cxy + d \quad (2)$$

来定义的一个双曲抛物面与四个已知点拟合。整理得:

$$f(x, y) = [f(1, 0) - f(0, 0)]x + [f(0, 1) - f(0, 0)]y + [f(1, 1) + f(0, 0) - f(0, 1) - f(1, 0)]xy + f(0, 0) \quad (3)$$

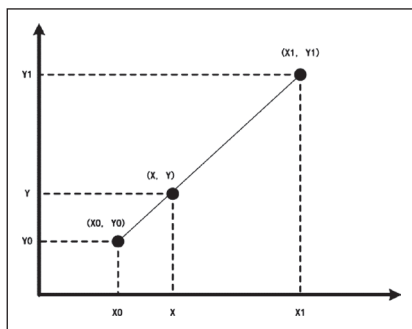


图7 线性插值

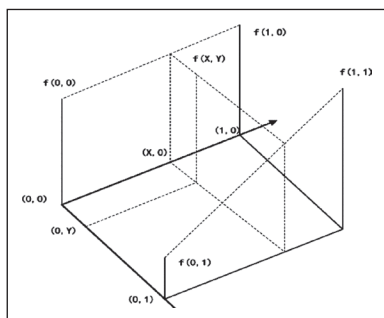


图8 双线性插值

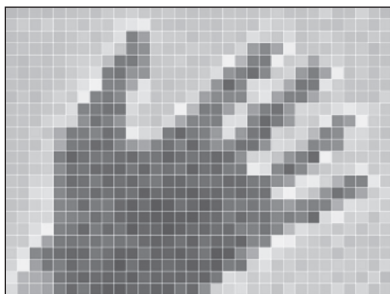


图9 插值前



图10 插值后

图9和图10是用MATLAB对该算法效果对比测试。

2.2 PID 算法

PID 英文全称为 Proportion Integration Differentiation, 它是一个数学物理术语。

PID 是以它的三种纠正算法而命名。受控变数是三种算法, 包括: 比例、积分、微分相加后的结果, 即为其输出, 其输入为误差值, 即设定值减去测量值后的结果或是由误差值衍生的信号。PID 算法可以用下式表示:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\zeta) d\zeta + K_d \frac{d}{dt} e(t) \quad (4)$$

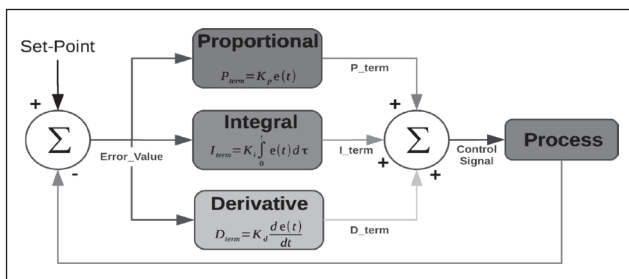


图11 PID 原理图

PID 算法的使用提高的系统的稳定性, 使用方便, 鲁棒性强。

3 系统实现与调试

图11展示了一位同学分别作举手和剪刀手手势的图片。整个显示界面包括热像图、最大温度、最小温度和指定点的温度。右图设定当前指定点为手指尖, 温度显示为 31.00°C , 所测最大温度为 34.20°C , 为图中的白亮区域, 即为人的手背。通过查阅资料可知正常人的手背的温度约为 34.00°C , 由此可知此人体温正常。测量误差为 0.5% , 可知测温较为准确。

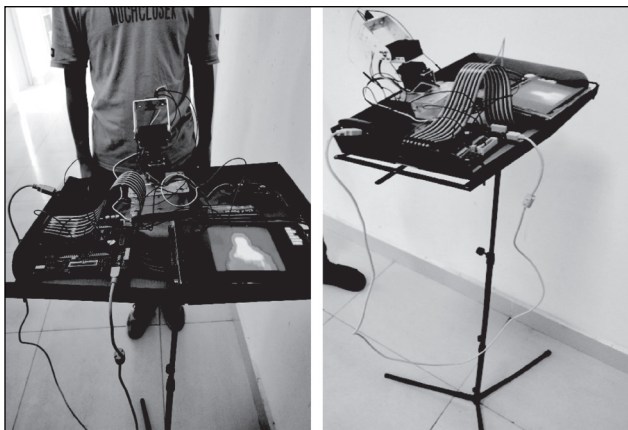


图12 系统实物图

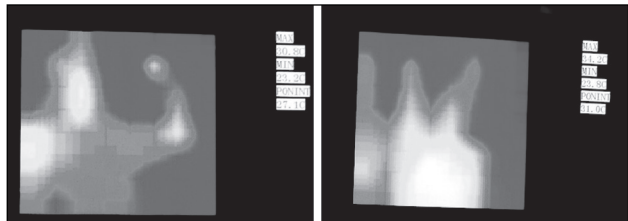


图13 实测效果图

而直接实现了对于信号点沿线的两个图像发射信号交流电压值的控制以及 OLED 的图像发光度和亮度。

3.3 TFT-OLED 显示驱动模块

由上述数据分析结果可知,虽然这种 OLED 液晶显示屏只能是短路电流过滤驱动的典型点阵式液晶显示屏,但是通过两个基于 TFTD 元器件的两个像素控制电路驱动结构,可以分别实现两个信号输出线的长路电压驱动对流过滤和 OLED 的短路电流的驱动控制,从而,我们可以用 TFT-LCD 的显示驱动模块来驱动 TFT-OLED 的显示。本文利用专用于驱动 TFT-LCD 的控制驱动器 HD66773R 来驱动 TFT-OLED。本文采用 MCS-51 系列的 AT89C51 单片机来访问 OLED 显示模块 HD66773R 中的寄存器,我们采用两种方案,第一种方案是利用 P0 口和 HD66773R 进行数据传输。单片机的时钟频率采用 12MHZ 可以实现与显示模块 HD66773R 的访问速度匹配。两者的通讯通过柔性连接的方式进行。

4 结论

本文简要介绍了设计电子化图像框信号控制卡所需要涉及的电子信号图像处理系统理论,利用 TFT-LCD 的驱动控制芯片,通过单片机的控制,提出了 TFT-OLED 的驱动电路方案,详细介绍了这种电路的软硬件设计方法。

参考文献

- [1] 张旭,张红娟,靳宝全,等.基于 MST703 的 TFT-LCD 驱动方案研究与设计[J].电子器件,2015,v.38(06):1268-1272.
- [2] 金薇.OLED 驱动电路的设计研究[J].现代显示,2013.
- [3] 胡星波,江源,梁虹,等.Design and implementation of electronic paper display driver software% 电子纸显示器驱动程序的设计与实现[J].计算机应用,2013,033(010):2989-2992.
- [4] 魏廷存,高武.TFT-LCD 驱动控制电路芯片研究[J].固体电子学研究进展,2008(02):104-109.

(上接第 17 页)

- [4] 黄正峰,王世超,欧阳一鸣,易茂祥,梁华国.40 nm CMOS 工艺下的低功耗容错锁存器[J].电子与信息学报,2017,39(06):1464-1471.
- [5] Fazeli M, Patooghy A, Miremadi S G, et al. Feedback redundancy: A power efficient SEU-tolerant latch design for deep sub-micron technologies[C]//37th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN' 07). IEEE, 2007: 276-285.
- [6] Wang, Tianqi, Xiao, et al. Low cost and highly reliable radiation hardened latch design in 65 nm CMOS technology[J]. Microelectronics and reliability, 2015.
- [7] Katsarou K, Tsiatouhas Y. Soft error interception latch: double node charge sharing SEU tolerant design[J]. Electronics Letters, 2015, 51(4):330-332.
- [8] 王旭明,正峰.一种新颖高效抗 SEU/SET 锁存器设计[J].微电子学与计算机,2014,31(07):27-31+36.

- [9] kins A, Tragoudas S. Radiation Hardened Latch Designs for Double and Triple Node Upsets[J]. IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, 2017:1-1.
- [10] peng, Lin, Yiran, et al. A novel self-recoverable and triple nodes upset resilience DICE latch[J]. Ieice Electronics Express, 2018.
- [11] A, Xu Z, Yang K, et al. A Novel Low-Cost TMR-Without-Voter Based HIS-Insensitive and MNU-Tolerant Latch Design for Aerospace Applications[J]. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 2019, PP(99):1-1.
- [12] tive Technology Model (PTM) for SPICE [Online]. Available:http://ptm.asuedu/
- [13] el T.F, Beutler D.E. Solutions to heavy ion induced avalanche burnout in power devices[J]. IEEE Trans. Nucl. Sci. 1992.

(上接第 14 页)

4 结语

针对目前市场上的人体红外热成像仪存在高度和水平视角调节困难、成像效果一般、成本较高等问题,设计了一款基于 MLX90640 和 STM32 的人体红外热成像仪,能够自动测温报警、成本较低。在图像处理方面采用双线性插值算法,图像更加平滑,高低温分布更加明显,成像效果更接趋于真实。利用 PID 控制算法使系统能够自动校准成像角度,提高的系统稳定性,灵活性。

参考文献

- [1] 阳红玉.无线红外人体测温系统的研发[D].长沙:中南林

业科技大学,2015.

- [2] 张志强,王萍,于旭东,张剑,李婷.高精度红外热成像测温技术研究[D].天津:天津大学电气自动化与信息工程学院,2020.
- [3] 王元,孟令广.红外热成像仪在新型冠状病毒肺炎防控中的应用[D].郑州:郑州大学附属肿瘤医院医学装备部,2020.
- [4] 黄元忠,廖小华,卢庆华.结合双线性插值与局部均值的红外图像插值算法[D].深圳:深圳市方直科技股份有限公司,2020.