

基于 ARM9 的便携式 CIS 型扫描仪设计

程秋林¹, 朱凯燕²

(1. 同济大学 电子与信息工程学院, 上海 201804;

2. 同济大学 经济与管理学院, 上海 201804)

摘要: 通过 ARM9 技术深入分析 CIS 图像传感器采集 RGB 图像的过程和机理, 将 CIS 输出的模拟图像信号及时有序地采集到 MCU 中, 再精准地进行 A/D 转换, 最终经 TFT 显示屏获得图像信息, 可实现便携式 CIS 型扫描仪的功能, 或进一步进行图像智能识别及处理。

关键词: ARM9; STM911FA; 接触式图像传感器; ADC; TIM; SSP

中图分类号: TP368.1

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2010)12-0038-04

Design of portable CIS scanner based on ARM9

CHENG Qiu Lin¹, ZHU Kai Yan²

(1. College of Electronics & Information Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China;

2. College of Economics & Management, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: This research analyzes the procedure and mechanism of color contact image sensor acquiring RGB image by using ARM9 technique, putting the Analog signal into MCU in a timely manner. After a precise analog-to-digital converting, we get image information which can achieve CIS-type portable scanner functions or for further smart image recognition and processing.

Key words: ARM9; STR911FA; CIS; ADC; TIM; SSP

市面上的扫描仪品种繁多,但是按照图像传感器来分,扫描仪可以分为 CIS 扫描仪和 CCD^[1]扫描仪。接触式图像传感器 CIS(Contact Image Sensor)是 20 世纪 90 年代诞生的新型图像传感器,与 CCD 相比,具有尺寸小、结构紧凑、独立 LED 光源、采用单时钟/定时逻辑、功耗低等优点,因此成为继 CCD 之后得以广泛应用的优质图像传感器。

1 CIS 图像传感器简述

CIS 扫描仪将光源、聚焦镜片及感应器一同固定于一个外罩内,无须调节、预热,所以比 CCD 扫描仪启动快。CIS 扫描仪比 CCD 扫描仪体积小,制造成本低。

实际上,接触式图像传感器^[2]CIS 技术与 CCD 技术几乎是同时诞生的。早期,它的光学分辨率最高只能达到 200dpi,曾广泛用在低档手持式黑白扫描仪上。但是与 CCD 比较,它的噪声大、动态范围小、扫描精度低,因此很快就从扫描仪市场上销声匿迹了,之后只能在传真机上看到它的影子。1998 年后,国际扫描仪市场的竞争非常激烈,持续不断的降价使得不少生产厂商严重亏

损,于是有些厂家开始另辟蹊径,重新搬出了 CIS 接触式感光器件,并经过改进,使其分辨率达到了 600 dpi,然后以新技术的名义推向市场,再加上其生产成本只有 CCD 的 1/3,于是采用 CIS 的平台式扫描仪开始涌现出来。

本设计采用 C2R108-6378 型彩色接触式图像传感器,它由一个棒透镜阵列、一组彩色 LED 光源和一系列线性 MOS 图像传感器组成^[3],结构如图 1 所示。

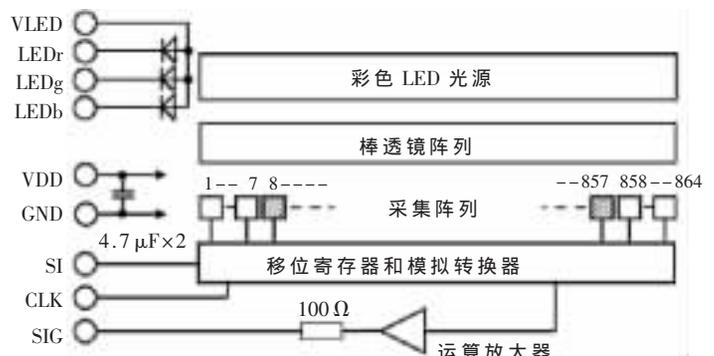


图 1 C2R108-6378 模块图

图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

2 基于 ARM9 的 CIS 图像处理

2.1 STR911FA 介绍

ST 公司将 ARM9E™ 处理器内核的处理能力带入通用闪存微控制器中,并加入了联网功能,使实现各种要求苛刻的应用变得更加简单和廉价,为嵌入式系统设计者带来了无限机会。

STR911FA^[4]的 MCU 直接从其闪存执行代码时的最高速度既可达 96 MIPS,还可在其 ARM966E-S® 核内执行单周期的 DSP 指令。此外,它还搭载了以太网、USB 和 CAN 接口。这些特性,结合容量高达 544 KB 的闪存以及 96 KB 的 SRAM,使得 STR911FA 成为在局域网或互联网上将嵌入式控制应用转换为低成本节点的最佳单片解决方案。

2.2 系统设计方案

本文的研究基于 STR911 开发平台(ST 公司 ARM 芯片 STR911FA44 为工作芯片),编写 C 程序,将 CIS 图像传感器 C2R108-6378 采集到的模拟信号送入 ARM 芯片,通过芯片中的 ADC 模块实现模数信号的转换,经由 TFT 屏显示出来。研究流程由 CIS 传感器的图像扫描、扫描数据的获取(MCU)、扫描数据的 A/D 转换、SSP 的传送和接收以及 TFT 屏的送显组成。工作芯片引脚配置和 C2R108-6378 电原理图分别如图 2 和图 3 所示。

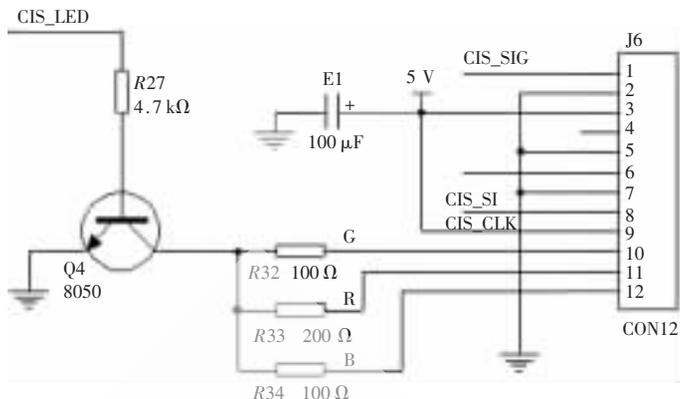


图 3 C2R108-6378 电原理图

4 个定时器^[5] TIM0、TIM1、TIM2 和 TIM3 均配置为 PWM^[6]模式,分别用于 CIS 传感器的 RGB 三色 LED 灯的控制、ADC 的外部触发、系统时钟的预分频处理供给 CIS 和 CIS_CLK 的计数。本设计用到 TIM3 的溢出中断和 TIM2 的外部触发中断,当计满 929 或者当 GPIO6.1 拉高时,TIM3 和 TIM2 分别向 MCU 发出中断服务请求,表示一次数据处理完成。

主程序流程图、TIM3 溢出中断程序流程图和 TIM2 外部触发中断程序流程图分别如图 4、图 5 和图 6 所示。

2.3 扫描数据的获取

C2R108-6378 由 864 个感光头列成一排,每个感光头采集一个点的图像信息。由 CIS 的结构图(如图 1 所示)可知,C2R108-6378 有自己独立的 LED 光源,分 RGB 三色。在第 64 个 CLK 之前必须点亮 LED 光源,具体的点亮时长可根据对图像还原的需要来确定。C2R108-6378 图像采集时序图如图 7 所示。

从图 7 可以看出,一个 SI 周期(0.25 ms)完成一整次(一排)图像的采集。然而,CIS 图像传感器 C2R108-6378 的工作频率是 4 MHz,而以 ARM966E-S® 为内核的 STR911FA 的系统时钟频率高达 48 MHz,其内部 ADC 的工作方式采用的是逐次逼近型,转换速率为 0.7 μs/25 MHz。因此为了使得 A/D 转换和 CIS 图像采集精准及时,必须对系统时钟进行预分频后作为图像传感器和 ADC 的共用时钟信号。

程序写入 TIM 控制寄存器 2(TIM_CR2) Bit[9:8]0x12,48 MHz/19=2.526 MHz,符合 ADC 的转换速率要求。相应地,SI 周期变为 0.25 ms×19=4.75 ms。

设置 A/D 参考电压为正电源 3.3 V,

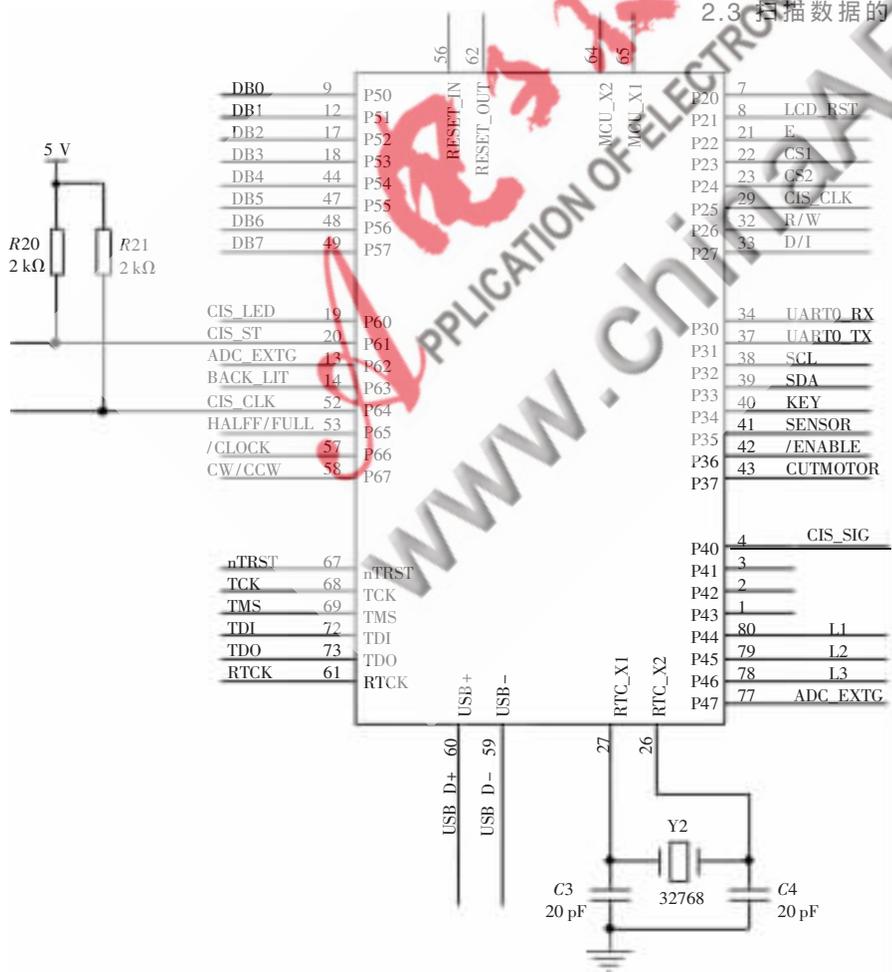


图 2 STR911FA 芯片引脚配置图

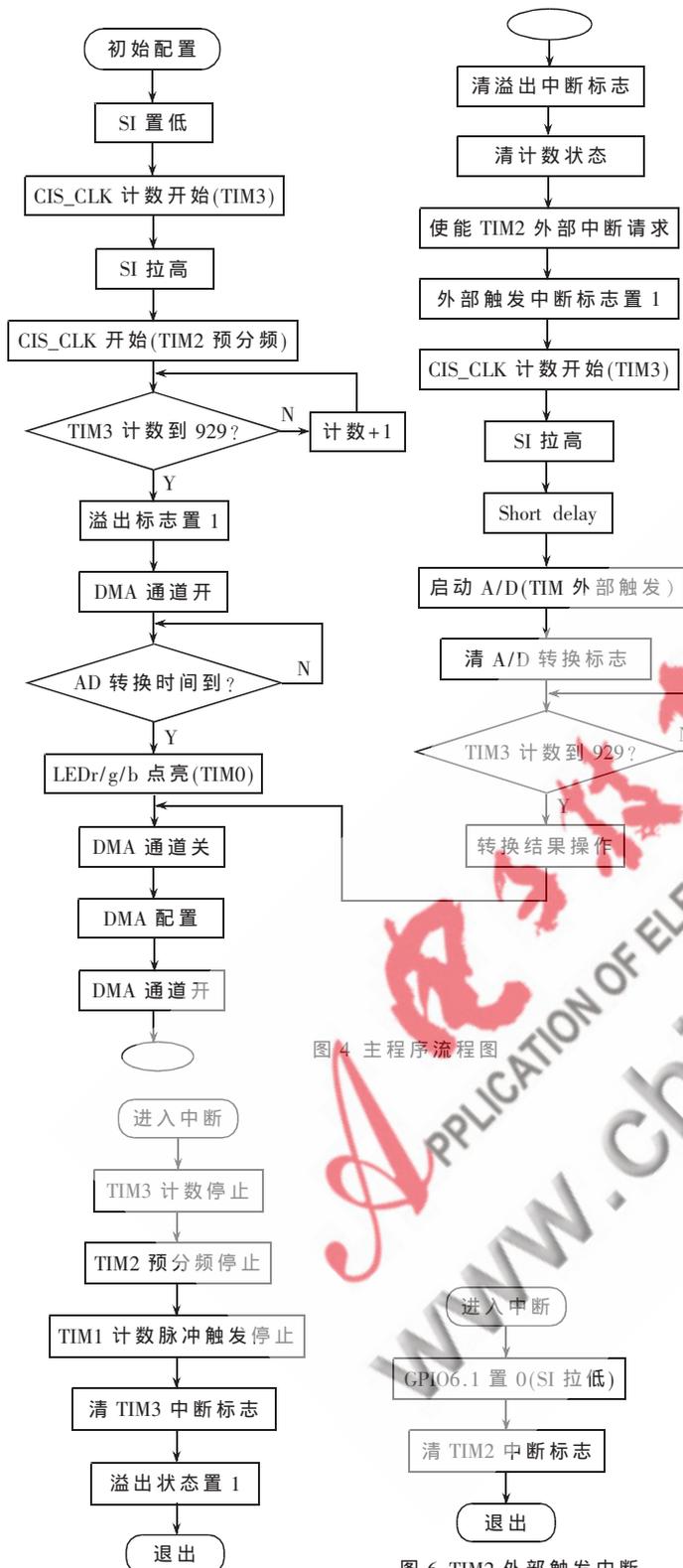


图4 主程序流程图

图6 TIM2 外部触发中断程序流程图

图5 TIM3 溢出中断程序流程图

则 CIS 图像传感器输出模拟信号最大为 1.6 V,对应十位 A/D 转换量为 $1024 \times (1.6) / (3.3) = 496.48$, 再将转换结果通过 SSP 方式传送到从机的 TFT 显示屏上显示。

2.4 SSP 的传送和接收

SSP 是一种在外设间同步串行通信的主控或从控接《微型机与应用》2010 年第 12 期

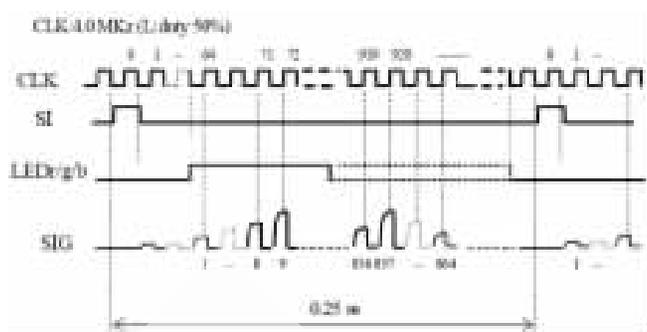


图7 C2R108-6378 图像采集时序图

口, 执行把从外设接收到的数据进行串/并转换的操作。

系统 SSP 参数设置为如下:

```

SSP_InitStructure.SSP_FrameFormat = SSP_FrameFormat_Motorola;
SSP_InitStructure.SSP_Mode = SSP_Mode_Master;
SSP_InitStructure.SSP_CPOL = SSP_CPOL_High;
SSP_InitStructure.SSP_CPHA = SSP_CPHA_2Edge;
SSP_InitStructure.SSP_DataSize = SSP_DataSize_8b;
SSP_InitStructure.SSP_SlaveOutput = SSP_SlaveOutput_Disable;
SSP_InitStructure.SSP_ClockRate = 5;
SSP_InitStructure.SSP_ClockPrescaler = 2;
SSP_Init(SSP1, &SSP_InitStructure);
    
```

主从机工作芯片分别是 STR911FA 和 STM32, 约定一简单传送协议: 定长 9 B, 分别为起始字(3 个 0x02)3 字节, 命令字 4 B(TFT 显示屏 X、Y 坐标值各占 2 B), A/D 转换结果 2 B。之所以用 3 个 0x02 来作为起始字, 是基于收发数据同步考虑的。部分传输数据示波器显示如图 8 所示。

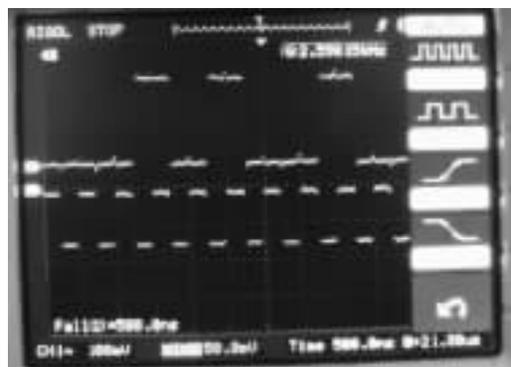


图8 部分传输数据示波显示

3 实验结果及总结

系统控制 CIS 传感器周而复始地扫描对象, 经 A/D 转换和 SSP 传送, 在 TFT 屏上显示持续的灰度各异的图像。一个传感器有一排共 864 个采光头, 而 TFT 屏规格是 320×240, 所以一次完整的图像扫描需两行半显示。

图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

程序设定下一次扫描的图像紧接着前一次显示,因此屏幕上看起来是连续不断的数条线,如图9所示。



图9 扫描结果显示

整个系统运用了STR911最基本的模块,结合了定时器、中断、A/D采样、DMA控制、SSP传送与接收以及C代码的实现等功能,完成了基于ARM9的便携式CIS扫描仪的系统设计。由实验结果可以看出,系统清晰真实地还原了CIS图像传感器扫描的模拟图像,且整个系统基于ARM实现,功耗低、体积小、重量轻、器件更换方

便,为便携式CIS扫描仪的封装生产提供了很好的研究尝试。

参考文献

- [1] 刘铁根. 嵌入式图像检测技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [2] 刘笃仁, 韩保君. 传感器原理及应用技术[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2003.
- [3] 刘贵喜, 杨万海, 谢仕聘. CIS信号检测与处理技术[J]. Opto-Electronic Engineering, 2000, 27(4).
- [4] ARM公司. ARM Architecture Reference Manual, 2000.
- [5] ARM公司. ARM PrimeCell™ Vectored Interrupt Controller (PL190).
- [6] 马潮. AVR单片机嵌入式系统原理与应用实践[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.

(收稿日期: 2010-04-07)

作者简介:

程秋林, 男, 1988年生, 硕士研究生, 主要研究方向: SoC和嵌入式应用。

朱凯燕, 女, 1986年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 决策支持系统。