

基于 CMOS 传感器的 智能车赛道自动寻迹系统

刘 鸣, 张翰林, 隆昌宇
(天津大学 精仪学院, 天津 300072)

摘 要: 在自动寻迹智能车导向方面, CMOS 机器视觉技术由于能提供丰富的信息、价格相对低廉、与单片机方便地进行数据传送等特点, 成为当前有着广泛应用的自动寻迹技术之一。本文分析了智能车的几个关键技术, 给出了一种采用 CMOS 摄像头检测方式的智能车的电路设计和软件流程。

关键词: CMOS; 自动寻迹; 微控制器

中图分类号: TP242

文献标识码: A

DOI: 10.3788/OMEI 20102710.0059

Auto Tracking Smart Car System based on CMOS Sensor

LIU Ming, ZHANG Han-lin, LONG Chang-yu

(School of Precision Instruments and Opto-electronics Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: In the respect of auto tracking smart car, CMOS is used widely as one of auto tracking technology for it can provide information of image, cheap and convenience of data transmission between the micro-controllers. The key technologies of auto tracking smart car are analyzed, and a kind of circuit design and software flow with CMOS are introduced in this paper.

Keywords: CMOS; auto tracking; micro-controller

1 引 言

智能车又名轮式移动机器人, 可作为安装有特

定设备的交通载体, 使用在工业生产等领域。目前, 智能车的研究重点主要集中在视频检测及目标检测、跟踪、避障等方面。在轨迹检测方面, 主要针对具有

黑色引导线并带有弯道等的特定道路,要求智能车能够自动识别路径并完成一些特定的任务。

机器视觉系统是指通过图像传感器(即图像摄取装置,分为CMOS摄像头和CCD摄像头两种)将被摄取目标转换成图像信号,该过程是由AD采样来完成的,然后把结果传送给专用的图像处理系统,根据像素分布和亮度、颜色等信息,转变成数字化信号;图像系统对这些信号进行各种运算来抽取目标的特征,进而根据判别的结果来控制现场的设备动作^[1]。

本实践任务采用OV7620数字图像传感芯片和Microchip公司高性能8位单片机PIC18F4550完成智能车赛道信息的采集和处理。

2 视频采集系统概述

图像采集时,为了减小硬件复杂度,增强模块的独立性,本文采用OV7620数字摄像头。它是基于Omnivision公司的CMOS图像传感器——OV7620的方案设计的;1/3 in 数字式CMOS图像传感器OV7620总有效像素单元为664(水平方向)×492(垂直方向)像素;内置10位双通道A/D转换器,输出8位图像数据;具有自动增益和自动白平衡控制,能进行亮度、对比度、饱和度、Y校正等多种调节功能;其视频时序产生电路可产生行同步、场同步、混合视频同步等多种同步信号和像素时钟等多种时序信号;5V电源供电,工作时功耗<120mW,待机时功耗<10μW。能够满足本系统道路识别的要求^[2]。

带全速USB接口的PIC18F4550的时钟通过内部PLL倍频可以达到12M的指令执行速度,完全满足本实践任务的要求^[3]。

3 视频采集系统硬件设计

3.1 图像传感器工作原理

图像传感器即摄像头,是组成机器视觉系统的重要组成部分。根据其原理不同,摄像头主要分为两种:CCD(Charge coupled device)摄像头,CMOS摄像头。CCD也称电荷耦合器件,其工作原理是:被摄物体反射光线到摄像头上,经过镜头聚

焦到CCD感光芯片上,感光芯片根据光线的强弱积聚相应电荷,经周期性放电而产生表示图像的电信号。CMOS摄像头其实跟CCD差不多,也是将光转换成电信号的器件。它们的差异之处就是图像的扫描方式不同,CCD是采用连续扫描方式,即它只有等到最后一个像素扫描完成后才进行放大;CMOS传感器的每个像素都有一个将电荷放大为电信号的转换器。因此,CMOS的功耗比CCD要小。由于CMOS功耗小,因而较CCD要便宜,而且图像质量满足要求。本图像采集系统的图像传感器选用美国Omnivision公司的1/3"OV7620CMOS感光芯片的黑白图像传感器。

OV7620是1/3CMOS彩色/黑白图像传感器。它支持连续和隔行两种扫描方式,VGA与QVGA两种图像格式;最高像素为664×492,帧速率为30fps;数据格式包括YUV,YCrCb,RGB3种,能够满足智能车图像采集系统的要求。

3.2 单片机F184550与读取黑白图像的接口

OV7620图像传感器接口如图1所示。OV7620提供3种数据制式,选用YUV16位的数据制式且只提取其中的Y信号即亮度信息,生成黑白图像。使用HREF-行同步信号、VSYNC-场同步信号为采集控制信号。

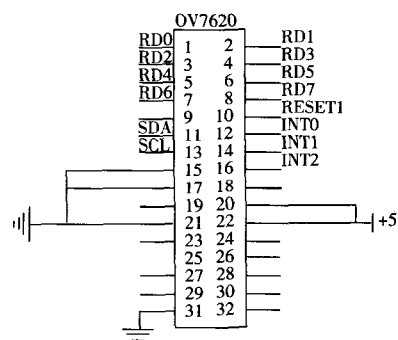


图1 OV7620 图像传感器接口

信号意义说明:

RD0-RD7 接到F184550的RD端口,即OV7620的YUV16位数据制式的Y信号。

RESET1 为单片机控制OV7620的复位引脚,高有效。

INT0: OV7620 的 FODD 奇偶场信号, 接到 F184550 的外部中断 0, 备用。

INT1: OV7620 的 HREF 行信号, 接到 F184550 的外部中断 1。

INT2: OV7620 的 VSYNC 场信号, 接到 F184550 的外部中断 2。

SDA, SCL 为 OV7620 的 SCCB 总线的数据线和时钟线, 通过该总线可以访问 OV7620 内部所有寄存器。本任务设置 OV7620 输出为 QVGA 制式, 有效像素可达 320×240; 逐行扫描; 黑白输出; 由于 OV7620 的相素输出频率相对单片机太高, 同时考虑

本任务的实际需求及像素时钟匹配, 通过反复实验确定像素时钟 2 分频, 单场采集有效像素为 30×30。

4 视频采集系统软件设计

4.1 OV7620 的像素输出时序分析

图 2 为 OV7620 的像素输出时序。由图 2 可知, VSYNC 信号的下降沿表示一场图像的到来, 随后 HREF 信号的上升沿表示一行图像输出的开始, 在 HREF 为高电平的有效期间, 在每个 PCLK 的上升沿锁定输出的 Y 通道或 UV 通道的像素数据。

PCLK 的频率可以通过设定寄存器的值来确定,

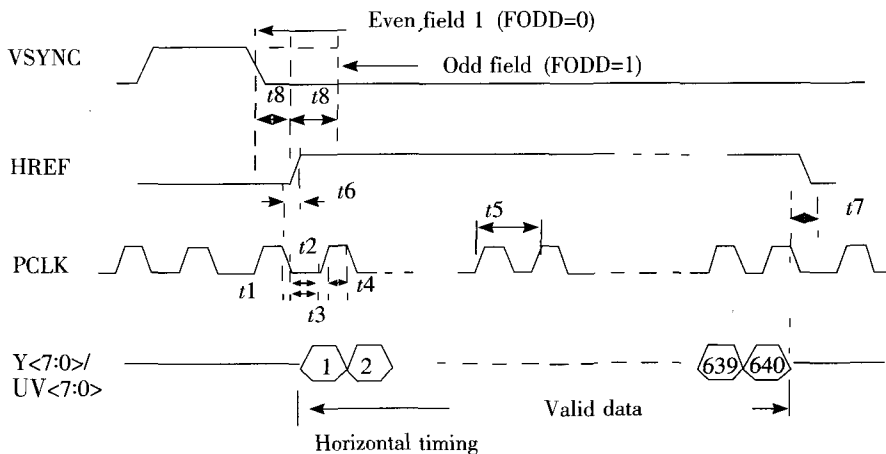


图 2 OV7620 的像素输出时序

本 OV7620 模块的外部时钟为 27 MHz, 设计向寄存器写入 0x01 来匹配单片机的采集速率。此时, 一场采 30 行, 每行采 30 个有效像素。

4.2 中断采样系统软件概述

为了提高本系统的实时性, 视频采集采用外部中断触发的方式采样图像数据。根据上文可知, YUV16 视频信号的场频为 60 Hz, 即一场信号将持续 16.67 ms, 且一般每场摄像头扫描 480 线。HREF-行同步信号、VSYNC-场同步信号为采集控制信号, 接至 F184550 的中断口, 使它们分别响应上升沿和下降沿中断。

从整个智能车系统来看, 每场持续的 16.67 ms 时间里系统不但要完成视频采集及处理, 还要控制前轮转向和后轮速度。故采样只能隔行进行, 但又

要得到足够多的信号来完成对道路的认识, 因此, 要选择合适的采样行。例如, 可以从第 4 行开始每隔 7 行采集图像, 即采集的行数分别是: 4、11、18、25…。为了实现该目的, 有一个很容易办法, 即将要采样的行号放到数组里: `SlampLine [LINE_MAX]= {4, 11, 18, 25…}`, `LINE_MAX` 是系统总的采样行数; 然后用行中断计数器与其比较, 当行中断计数器 `InterruptLine` 等于该数组的值时就采样。采用隔行采样的方式还可以充分利用 CPU 时间来进行图像处理, 因此本系统利用中断方式来触发采样, 并将采样得到的数据存储到一维数组里。采样系统的程序流程图如图 3 所示。

图像采样完成后还需处理, 一种很直接的算法就是等待图像采样完成后再进行图像处理, 这种叫

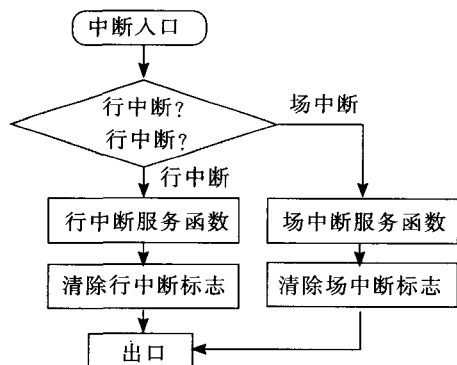


图3 采样系统的程序流程图

串行执行方式。这种方式的缺点是效率比较低。由于我们采用每隔3行采样一行的方式，因而浪费了隔行采样的优势。于是本文提出视频采样和处理并行执行的算法。

在调试阶段，为了在PC机上看到图像，由于OV7620像素输出速率与串口速率（115 200 bit/s）不匹配，可以一场只输出一行像素信息；在具体运行阶段，由于OV7620输出选择QVGA格式（行数为正常情况下一半），则在一行像素信息输出后会有一行的时间，单片机完全可以在这段时间里完成关于这行像素的算法处理。

5 图像采集系统效果及其分析

根据图片的质量我们可以判断采集系统的效果，为了观察图像，采用了计算机屏幕显示。按下拍按钮，PC机向单片机发送一个字符“0”（即二进制48）的命令，单片机可以在收到发送命令后开始采集图像和发送图像数据。单片机按协议规则发送图像灰度数据（byte，非ASCII码）（0~255，0=黑，

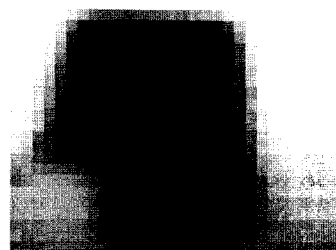


图4 采集到的轨迹图片

255=白），每帧图像开始先发送一个0（数值0，非字符‘0’，下同），设一行有 N 点，接着发送 N 个byte灰度图像数据（如遇到灰度值为0的像素需要将其修改为1，以免与换行符冲突），发一个0，换行继续发送第二行 N 个byte数据，发一个0，换行，以此类推，直到发送完所有图像数据，连续发两个0，结束。程序收到连续两个0即认为图像数据发送完成，自动在主界面上显示该图像，并在程序同一目录下生成一个bmp文件，并能覆盖原有文件。程序运行后，会在同一目录下生成一个ini文件，保存相应设置参数^[4]。

该图像是30×30像素，通过采集到的图片可以得出，道路中央的黑色导航线能比较清楚地图片中显示。同时也发现，光线的强弱和光线在被摄物体上投射的均匀性对图片的质量有很大影响。针对该问题，可以在摄像头的周边加LED发光二极管，形成手术室中无影灯的效果，从而较好地解决光线对图片整体质量的影响。

在控制寻迹车上，根据采集的图像分析轨迹的走向，程序控制车体是前进、左转或右转，达到自动寻迹的效果^[5]。

参考文献

- [1] 钟玉琢, 乔秉新, 李树青. 机器人视觉技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 1994.
- [2] 雷霏霏, 梁志毅. 基于CMOS传感器OV7620采集系统设计[J]. 电子测量技术, 2008, 31(12): 110-112.
- [3] 曹卫锋, 闫红岩. 带全速USB接口的PJC18F4550应用设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2007(5): 42-45.
- [4] 云康, 高超. 基于CMOS摄像头的智能寻迹车的设计与实现[J]. 华北水利水电学院学报, 2008, 29(5): 55-57.
- [5] 张江梅, 王姮. 一种机器人寻迹行走控制系统[J]. 计算机信息, 2009, 25(2): 225-226.

作者简介: 刘鸣 (1957-), 男, 河北唐县人, 高级工程师, 1995年毕业于天津师范大学, 主要从事光电检测技术、自动控制技术等方面的研究。E-mail: liuming@tju.edu.cn