

数字视频编码器 SAA7120H 在红外成像系统中的应用

冯化纲 *

(中国科学院上海技术物理研究所, 上海, 200083)

摘 要 视频是红外系统的重要组成部分, 本文介绍了 PHILIPS 公司的数字视频编码器 SAA7120H 的功能和特点, 并对法国 SOFRADIR 公司 256×256 元红外焦平面探测器实现了成像, 同时实现了跟踪波门的显示以及告警或跟踪目标坐标、灰度和面积等有关信息的字符显示。

关键词 数字视频 IRST 编码器 I²C 总线 USB FPGA 焦平面探测器

1 引言

红外热成像技术在航天、军事等领域得到了越来越广泛的应用。随着能降低普通雷达效能的“隐身”技术的出现, 红外搜索跟踪 (IRST) 系统在依赖于监视优势的军事领域中的作用越来越重要。在这种系统中, 视频成像是非常重要的组成部分, 它极大地方便了系统的实验室和外场调试。

2 视频的基本知识

视频简单地说就是活动图像。电影是活动图像, 电影把大量静止图像记录在胶片上, 一张一张地连续显示出来, 就成了我们看到的电影。对于电视视频, 每秒钟包含几十帧静止图像, 每一帧静止图像由几百个行组成, 每一行又由几百个像素点组成。一秒钟包含的图像帧数为帧频, 一秒钟包含的总行数为行频, 一秒钟包含的总像素数实际上就相当于视频带宽。视频分模拟视频和数字视频两种, 数字视频是模拟视频的数字表示。

3 SAA7120H 的功能描述和特点

PHILIPS 公司的数字视频编码器 SAA7120H 将数字亮度信号和色差信号编码成模拟 CVBS 信

号, 并同时编码成 S-video 信号。它支持 NTSC-C、PAL-B/G 及其子标准, 支持所有标准的隔行和逐行扫描操作。输入信号可以是 Cb-Y-Cr (CCIR 656) 或者 MPEG 解码数据; 对 Y、C 和 CVBS 有三个数模转换器。基本编码函数由副载波生成、彩色调制和同步信号内插组成。SAA7120H 的内部结构图如图 1 所示。

SAA7120H 提供 I²C 总线接口, 可按主模式或从模式工作。外部器件可以通过 I²C 通信读写 SAA7120H 内部的寄存器, 改变和获取其工作状态。SAA7120H 除了一个可读的状态寄存器, 所有的寄存器都是只写的。I²C 总线数据格式见表 1。

其中:

S	: 开始位
SLAVE ADDRESS	: 从地址, 若 SA=1, 为 88H; 若 SA=0, 为 8CH
ACK	: ACK 位, 由从器件产生
SUBADDRESS	: 子地址
DATA	: 数据字节
……	: 后续的数据字节和 ACKs
P	: 停止位

SAA7120H 以 4:2:2 的复合格式接收 Cb-Y-

* 2001 级硕士研究生

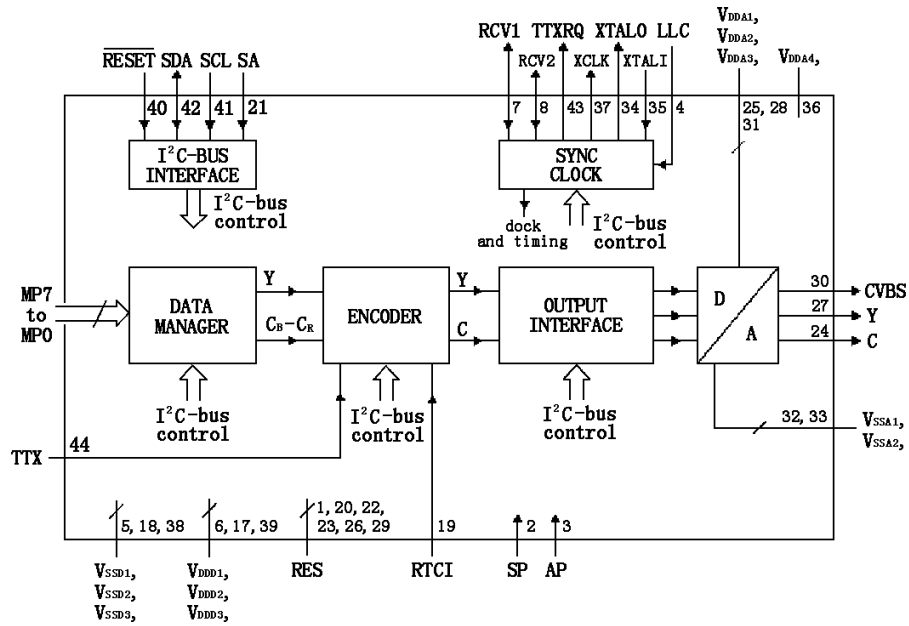


图 1 SAA7120H 的内部结构图

表 1 I²C 总线数据格式

S	SLAVE ADDRESS	ACK	SUBADDRESS	ACK	DATA 0	ACK	DATA n	ACK	P
---	---------------	-----	------------	-----	--------	-----	-------	--------	-----	---

Cr(CCIR 656) 或者 MPEG 解码数据, 每行 720 个有效像素, 其功能时序图如图 2 所示。

SAA7120H 和 SAA7121H 的功能及封装都是相同的, 只是 SAA7120H 有反拷贝功能, 而 SAA7121H 没有。跟 CONEXANT 公司的数字视频编码器 Bt856、Bt866 相比, SAA7120H 的封装更小, 重量更轻, 功耗更小, 使用更加灵活, 它具有以下特点:

- (1) 单片 3.3V CMOS 器件;
- (2) 数字 PAL/NTSC 编码器;
- (3) 系统像素频率 13.5MHz;
- (4) 从 8 位宽端口输入 MPEG 解码数据, 输入数据格式 Cb-Y-Cr(CCIR 656);

- (5) 对 Y、C 和 CVBS 有三个 10 位数模转换器;
- (6) 副载波的实时控制;
- (7) 色失真衰减滤波器;
- (8) 闭标题编码和包含音序器和滤波器的 WST 和 NABTS 编码;
- (9) 线 23 WSS 编码;
- (10) 快速 I²C 总线控制端口 (400 KHz);
- (11) 可以设置为主、从两种工作模式;
- (12) 可编程 HS 和 VS 相位;
- (13) 内部彩条发生器;
- (14) 可控制的同步信号上升 / 下降时间和空白输出信号;
- (15) QFP44 封装

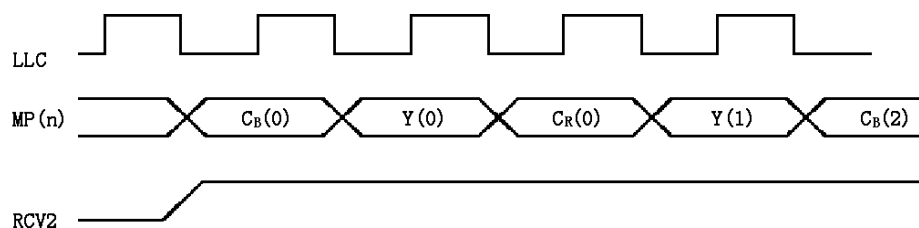


图 2 功能时序图

4 系统硬件设计

该系统的设计主要完成以下功能：完成法国 SOFRADIR 公司 256×256 元红外焦平面探测器的视频成像，系统为凝视型工作方式；在监视器上显示跟踪波门或告警目标；以字符形式显示跟踪或告警目标的坐标、灰度和面积。系统硬件框图如图 3 所示。

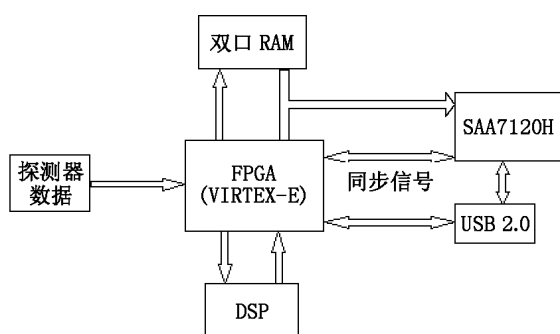


图 3 系统硬件框图

其中，探测器头部的数据为 12 位 AD 转换数据，而 SAA7120H 芯片有 8 根数据线，所能显示的灰度范围为 $0 \sim 255$ ，所以必须在 FPGA 中对探测器头部的数据作一定的格式转换，FPGA 芯片选用 XILINX 公司 10 万门 XCV200EPQ240-8，并以 XC18V02 进行配置。USB2.0 芯片通过 I²C 总线设置编码器 SAA7120H 芯片内的寄存器，从而控制其工作状态。双口 RAM 选用 IDT 公司的高速 $128K \times 8$ 双口静态 RAM。探测器头部的数据在 FPGA 中经过一定的处理后被送到 DSP，DSP 完成目标提取或跟踪，目标点的坐标、灰度和面积等再返回到 FPGA 中用于显示。

5 逻辑和软件设计

该设计用 IDT 公司的高速 $128K \times 8$ 双口静态 RAM 作为图像像素灰度值的存储芯片，一帧图像为 256×256 像素，每个像素灰度值为一个字节，一帧图像的存储量为 $64K \times 8\text{bit}$ ，该设计选双口 RAM 的低 64K 字节作为存储空间。因为红外图像只是对物体温度的反映，用黑白图像就可以满足显示的要求，所以像素的色度值是没有意义的，为了简化逻辑设计，该设计中像素的色度值直接取该像素的灰度值。为了提高图像的清晰度和对比度，首先求出每一帧图像的平均灰度，我们显示的灰度是每一像素点的灰度和平均灰度的差值，以平均灰度为中心，上下各取 128，高于上限取最亮，低于下限取最暗。FPGA 中对像素灰度值的处理框图如图 4 所示，其中 PD[5:0] 为探测器头部的数据，12 位 AD 转换后经过了倍频，PCLK 为探测器头部的时钟，VSYN 为帧同步信号，VAL[11:0] 为像素灰度值，MEAN[11:0] 为帧平均灰度值。

除了视频成像，该系统还要求显示跟踪波门，并要以字符形式显示告警或跟踪目标的坐标、面积和灰度等有关信息。跟踪波门的显示容易实现，在 FPGA 中做一些逻辑就可以直接实现。监视器上字符的显示比较烦琐，首先要建立所要显示的字符的字库，并存储在 FPGA 中，USB2.0 芯片根据告警或跟踪目标的有关信息来读取所要显示的字符的字库，然后送到 FPGA 中用于显示。为了简化逻辑，可以考虑屏

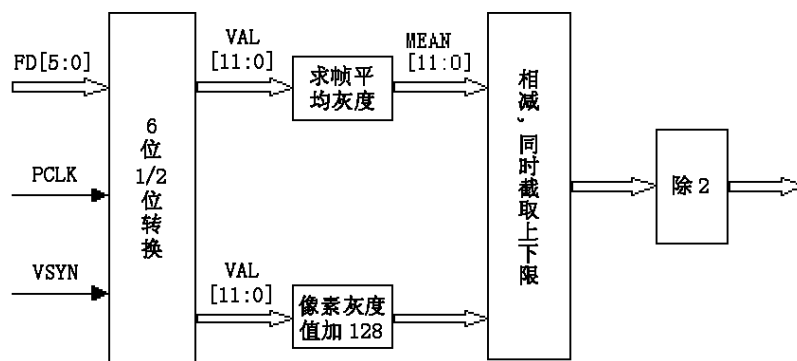


图 4 像素灰度值的处理框图

幕上显示字符的部分不再显示图像，该设计是选择屏幕中 16 行来专门显示字符信息的。

SAA7120H 内部有四十多个寄存器，除了一个可读的状态寄存器，所有的寄存器都是只写的。该设计中 USB2.0 芯片通过 I²C 总线设置编码器内的寄存器，从而控制其工作状态，其中主要的寄存器设置如表 2 所示。

表 2

Sub	Data
Reg 26H	00H
Reg 27H	00H
Reg 28H	21H
Reg 29H	1DH
Reg 2AH	00H
Reg 2BH	00H
Reg 2CH	00H
Reg 2DH	00H
Reg 3AH	03H
Reg 6BH	33H
Reg 6CH	98H
Reg 6DH	60H
Reg 6EH	01H
Reg 6FH	14H
Reg 70H	CAH
Reg 71H	94H
Reg 72H	61H
Reg 73H	42H
Reg 74H	03H
Reg 75H	03H
Reg 7AH	00H
Reg 7BH	38H
Reg 7CH	40H

6 实验结果及分析

该设计用法国 SOFRADIR 公司 256×256 元红外焦平面探测器进行的视频成像如图 5 所

示，该图是在液晶监视器上所成的视频图像，图像的清晰度和对比度比较好，可以满足系统的要求。如果想进一步改善图像的质量，可以考虑采用直方图的方法来求每帧图像的平均灰度。数字编码器 SAA7120H 的体积较小，重量较轻，使用灵活方便，非常适用于对体积、重量有较高要求的机载和箭载红外系统。



图 5 法国 SOFRADIR 公司 256×256 元红外焦平面探测器的视频成像

参考文献

- [1] SAA7120H; SAA7121H Digital video encoder data sheet, 2002 Oct 11.
- [2] Digital video encoder Module System 7120/21MOD2, Application Note.
- [3] Xilinx Virtex-E FPGA Data Sheet, www.xilinx.com.
- [4] 程建刚. 数字视频基本知识探讨. 武汉万德数码技术有限公司. 2002 年 9 月 2 日.
- [5] Jan Axelson 著, 陈逸 等译. USB 大全. 中国电力出版社, 2001.
- [6] 萧世文. USB2.0 硬件设计. 清华大学出版社, 2002.

简 讯

美国 CMC 电子公司将生产战斗机用兆像元红外探测器

据美国《光子学光谱》杂志报道，根据与美国 Northrop Grumman 公司签订的一份合同，美国俄亥俄

州 CMC 电子公司将为 F35 联合攻击战斗机提供具有兆像元的红外探测器组件。这种红外探测器组件将被用于一种具有六个传感器的电光分布孔径系统，后者将可以在大多数天气条件下提供 24 小时成像能力以及适用于导弹威胁告警、导航和情况意识的飞机周围的全球面覆盖范围。

□ 高国龙