

· 电路与控制 ·

## 高帧频视频图像预处理电路的设计与实现

曾祥萍<sup>1,2</sup>, 金炜东<sup>1</sup>

(1. 西南交通大学信息科学与技术学院, 四川 成都 610031; 2. 成都信息工程学院电子基础教学实验中心, 四川 成都 610225)

**摘要:**针对高帧频图像传感器所获取的模拟视频图像在模数转换中所遇到的问题, 设计了视频图像预处理电路. 该电路通过阻抗匹配、视频放大、视频箝位、同步分离、同步切割、低通滤波及直流偏置调整与驱动等主要环节, 不仅消除了图像集中产生的各种噪声信号, 而且将模拟视频图像信号调整到模数转换器所要求的动态范围内. 实验结果表明, 通过所设计的视频预处理电路所得到的图像具有时延小、质量好、清晰稳定、信噪比高的优点.

**关键词:**视频预处理; 高帧频图像; 模数转换; 电路设计

**中图分类号:** TN941.1; TN702

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-1255(2009)02-0058-04

## Design and Implementation of Video Preprocessing Circuits for High-Frame Rate Image

ZENG Xiang-ping<sup>1,2</sup>, JIN Wei-dong<sup>1</sup>

(1. School of Information Science & Technology, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;

2 Center of Electronic Lab, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

**Abstract:** In view of the problem caused by high-frame rate image sensor to analog-to-digital converter of video image, video image preprocessing circuits are designed. Through several important links, such as impedance matching, video buffer amplifier, video DC restoration, synchronous separation, synchronous clipping, low-pass filtering, DC adjustment and driver, these circuits eliminate all kinds of noise signals produced during gathering images, and adjust analog video image to the dynamic range required by analog-to-digital converter. Experimental results show that the images preprocessed in these circuits have advantages of short time delay, good quality, high SNR, better clarity and stability.

**Key words:** video preprocessing; high-frame rate image; analog-to-digital conversion; circuit design

图像处理技术在工程学、计算机科学、信息科学、统计学、物理学、化学、生物学、医学甚至社会科学等多种领域与学科得到了非常广泛的应用, 成为科学研究、社会生产乃至人类生活中不可缺少的强有力的工具<sup>[1]</sup>. 视频图像处理系统中图像源的获取手段有很多种, 目前使用最广泛的视频图像获取设备是电视摄像机, 它通过图像传感器将光像信号转变为电信号. 图像传感器是时间轴上的“显微镜”, 能帮助人类判断在更短的时间内事物的变化<sup>[2]</sup>. 随着

科学技术的不断发展, 目前高帧频图像传感器能够在 1 s 内摄取上万幅图像, 如果将这些图像“慢放”或变为一幅幅静止的图片, 那么就可以观察每万分之一秒内事物所处的状态并总结出其状态变化规律. 因此高帧频的图像采集系统在高速运动分析、高速物体追踪及高速变化过程图像的获取等科研领域中有着重要的应用.

高帧频视频图像预处理是高帧频模拟视频信号数字化前的准备, 它将模拟视频信号调整到比较理

收稿日期: 2009-03-16

基金项目: 成都信息工程学院院选科研项目(CRF200816)

作者简介: 曾祥萍(1974-), 女, 讲师, 博士研究生, 主要研究方向为视频图像处理; 金炜东(1959-), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为智能信息处理.

想的状态送入模数转换器完成模拟图像信号的数字化,变为数字图像信号.目前大多数高帧频模拟视频图像采集系统中,输入光图像都是采用先冻结再扫描的方式将二维图像变成一维时序电信号,再对其进行处理、存储、传输等加工变换,在此过程中,会产生各种噪声信号,需要对此进行消除<sup>[3]</sup>.另外,为了便于进行数字图像处理,输入的模拟图像信号一般都要经过 A/D 转换装置转换为数字图像信号,转换之前不仅要图像信号和同步信号进行分离,而且需要将模拟图像信号调整到模数转换器所要求的动态范围内,才能转换为所需的数字图像信号.所有这些过程都是在所设计的高帧频视频图像预处理电路中完成的.

另外,由于目前实际使用的高帧频摄像机的帧频一般为几百至几万赫兹,该频率远远高于一般电视制式标准,该图像信息在经过视频图像预处理和模数转换后,无法直接从普通监视器上显示出来,因此,还需要将高帧频视频信号转换为监视器能够正确接收并显示的普通制式视频信号.这可以通过行、场扫描变换来实现<sup>[4]</sup>.

## 1 视频图像预处理电路的基本构成

视频信号预处理是模拟视频信号数字化前的准备,它将模拟视频信号调整到所需的状态送入模数转换器完成模拟图像信号的数字化,变为数字图像信号进行处理.它一般包括:阻抗匹配、视频缓冲放大、视频箝位、同步分离、同步切割、低通滤波以及直流偏置调整与驱动等环节.图 1 所示为视频图像预处理电路的原理方框图.

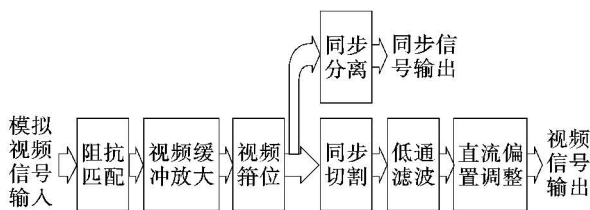


图 1 视频图像预处理电路的原理框图

## 2 视频图像预处理电路的设计

### 2.1 阻抗匹配

根据电视传输国际标准,视频信号的传输阻抗

为  $75 \Omega$ ,长线传输和设备之间连接时有阻抗匹配的问题<sup>[2]</sup>.如果输出阻抗、传输线、负载阻抗不匹配时,就会产生反射,反射信号反映在图像画面上,就是图像镶边或重影,严重时会带来图像模糊,清晰度下降的后果.因此一般都需在视频信号输入端加入一个  $75 \Omega$  的电阻接地以实现阻抗匹配.

### 2.2 视频缓冲放大

标准视频信号的峰值为  $1 \text{ V}$ ,而 A/D 转换器的输入要求是  $2 \text{ V}$  甚至更高,因此为了使视频输入达到 A/D 转换器对输入信号的要求就需要将视频信号进行相应的放大<sup>[2]</sup>.这里选用 LM318 运算放大器进行视频信号的缓冲和放大,一般视频信号的带宽为  $6 \text{ MHz}$ ,如果所用放大器的带宽较低会造成信号的失真,而 LM318 的带宽为  $15 \text{ MHz}$ ,完全能够满足放大的要求.

### 2.3 视频箝位电路

箝位电路又称直流恢复电路,其主要目的是为了恢复在图像的传输过程中丢失的直流成份,从而使输入信号有一定的动态范围和直流电压偏置.模拟视频箝位电路有二极管箝位电路、三极管箝位电路和运算放大器箝位电路.这里选用 EL4089 视频箝位放大器来完成直流恢复的功能.图 2 所示为 EL4089 的典型应用电路.模拟视频信号通过  $0.1 \mu\text{F}$  的电容器耦合后从 2 脚输入到运放的同相输入端,接成同相放大器的形式;3 脚是参考电平输入端,一般接地;4 脚为箝位信号输入端;7 脚是经箝位后的视频信号输出端.

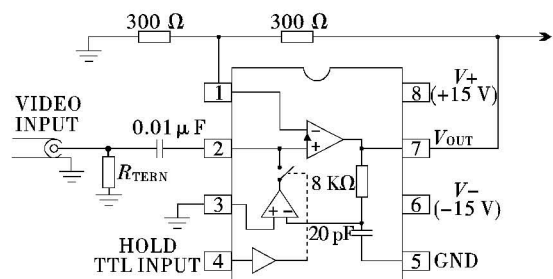


图 2 视频箝位放大器 EL4089 应用电路

### 2.4 同步分离电路

标准制式的模拟视频信号只有一根数据线,其

复合同步信号、复合消隐信号和视频图像信号是叠加在一起的,形成全电视信号.在进行预处理时,需要设计专门的同步分离电路将行、场同步信号提取出来,以便于进行同步处理.如果输入是非标准制式的模拟视频信号,则其视频图像信号与行、场同步信号是分别用多根数据线送入的,因此不需要再进行同步分离.但是,这时 A/D 转换芯片的采样时钟必须和该摄像机的像素时钟(由摄像机单独送出)一致,否则无法正确地进行数据的读取.这里,采用集成同步分离芯片 EL4583 来完成输入视频信号的同步分离,电路设计如图 3 所示.其中标准制式的视频图像信号滤波后从 4 脚输入,经过 EL4583 进行同步分离后提取出场同步信号 VS、行同步信号 HS、奇偶场标志信号 OE 以及复合同步信号 VB.

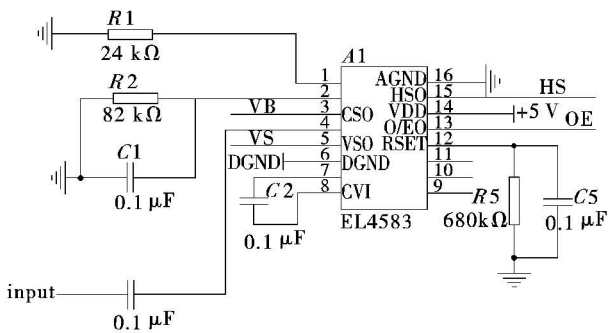


图 3 同步分离电路

## 2.5 同步切割电路

同步切割电路又叫去同步电路,其主要作用是除去全电视视频信号中的复合同步信号和复合消隐信号,只留下感兴趣的视频图像信号,以便于送入 A/D 转换器进行模拟图像的数字化处理.图 4 为同步切割电路的设计.当复合同步信号到来时,由于是负电平信号,这时二极管  $D1$  导通,且导通电阻很小,此时输出接近于 0;当图像信号到来时,由于是正电平信号,这时  $D1$  截止, $D2$  导通,此时运放 AD817 的输入输出端有如下关系

$$V_0 \approx -\frac{RW_2}{R_8} \times V_i$$

这样就除去了复合同步信号,而只留下视频图像信号,并且该电路可以通过调节  $RW_2$  的值来调整输出图像的放大倍数.

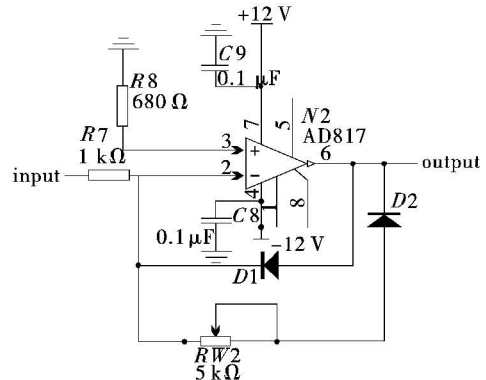


图 4 同步切割电路

## 2.6 低通滤波

根据采样定理的要求,采样频率至少应该是被采样信号最高频率的 2 倍,这样采样后的信号才能无失真的复原.但是采样频率受器件性能和采样后处理速度和处理流量的限制不可能太高,如果按照 2 倍的视频信号带宽进行采样,则采样过程中采样时钟信号和高出带宽的信号之差形成的信号就会落在视频带宽内造成“假视频信号”干扰,从而出现频谱混叠现象.所以,在对视频信号进行模数转换之前,通常需要一低通滤波器对原始视频信号进行低通滤波.

## 2.7 直流偏置调整与驱动电路

A/D 转换器都有一定的动态输入范围,在进行模数转换之前,需要将视频图像信号调整到这个范围之内,这就是直流偏置调整;模数转换芯片由于含采样保持电路,所以是较大的容性负载,如果进入 A/D 转换器的信号源输出电阻很大,则会造成图像信号的高频成分严重衰减,边缘模糊,从而影响模数转换效果.因此在进入 A/D 转换之前,有必要对模拟信号加以驱动,减小输出电阻.该电路的设计如图 5 所示.其中  $RW_3$  用来调整输出信号的直流偏置电平, $RW_5$  用来调整驱动电路的电压增益.至此,整个视频预处理的过程就全部结束,从直流偏置调整与驱动电路输出的信号就可以送入 A/D 转换器进行视频图像的数字化处理了.

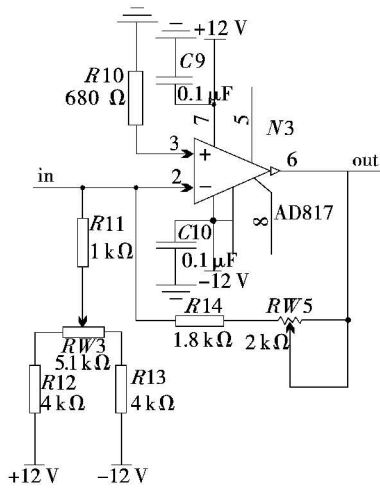


图 5 直流偏置调整与驱动电路

通过所设计的视频图像预处理电路所得到的图像达到了理想的效果,而且时延小、质量好、清晰稳定、信噪比高。

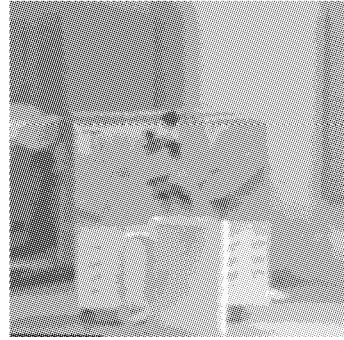


图 6 监视器显示的实验结果

### 3 实验结果及结论

对高帧频模拟视频输入图像的预处理电路进行了详细的设计,并在此基础上设计实现了高帧频视频采集与显示系统.该系统通过 DALSA CA-D1 摄像机以 225 帧/s 的帧频输入模拟视频信号,经视频预处理后进行模数转换,并在 FPGA 中进行制式转换与显示控制,最后经数模转换后在监视器上显示出来.其实验结果如图 6 所示.实验结果表明,

### 参考文献

- [1] K R Castleman. 数字图像处理[M]. 朱志刚. 北京: 电子工业出版社,1998.
- [2] 裴昌辛,刘乃安,杜武林. 电视原理与现代电视系统[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2002.
- [3] 王敬儒. 基于 FPGA 设计的图像增强预处理器[J]. 光电工程,2001,28(3):48-50.
- [4] 王华闯,刘旨春,张覃平. 高帧频数字图像制式转换显示系统[J]. 光电工程,2002,29(1): 65-68.

(上接第 50 页)

的广播, Tornado 下实现宿主机-目标机的连接使用 RS232,它的不足之处就是下载到目标机进行调试的速度比较慢. 软件固化到 Doc 上后,经实践证明,整个系统响应时间快,工作稳定可靠,通信流畅,满足了预期的要求.

### 参考文献

- [1] 孔祥营,柏桂枝. 嵌入式实时操作系统 VxWorks 及其

开发环境 Toanado[M],2002:21-27.

- [2] 朱德森. 微型计算机(80486)原理及接口技术[M]. 2003:279-288.
- [3] 白岚. 数据流图在信息处理中的应用[J]. 光电技术应用,2005,20(6):64-67.

欢迎订阅 欢迎投稿