文章编号: 1672-8785(2015)06-0021-05

基于TVP5147芯片的多路红外视频 切换解码问题研究

李明明¹ 王新赛¹ 郑献民² 谢志伟¹
(1. 防空兵学院,河南郑州 450052;
2. 71426 部队,河南焦作 454000)

摘 要: 在基于 TVP5147 和 FPGA 的高精度红外视频数据采集系统中,利用行同步信号 HS、列同步信号 VS、奇偶场信号 FID 和有效视频信号 AVID 进行视频采集,一般会造成采集与显示部分不能使用同一个时钟脉冲信号,以至于在不掉电进行视频切换时就会出现视频采集与显示无法同步的现象。介绍了一种基于 VPO 视频数据流解码来提取视频信号和时钟信号的视频采集方法。由于可使采集和显示部分使用同一个基准信号,该方法有效解决了视频切换时采集与显示不同步的问题,而且在自主研发的采集系统中取得了良好的使用效果。

关键词: TVP5147; 视频采集; 视频解码; FPGA

中图分类号: TN972 文献标志码: A DOI: 10.3969/j.issn.1672-8785.2015.06.005

Study of Switching and Decoding for Multi-channel Infrared Video Based on TVP5147 Chip

LI Ming-ming ¹, WANG Xin-sai ¹, ZHENG Xian-min ², XIE Zhi-wei ¹
(1. Air Defense Forces Academy, Zhengzhou 450052, China;
2. 71426 PLA Troops, Jiaozuo 454000, China)

Abstract: In the precision infrared video data acquisition systems based on TVP5147 and FPGA chips, the video signals are captured by using the Horizontal sync signal (HS), Vertical sync signal (VS), Odd/even field indicator signal (FID) and Active video indicator signal (AVID). This may generally cause the video capture part and video display part to be unable to use the same clock pulse signal, so that video capturing and video displaying can not be synchronized when the video is switched. A method for extracting video signals and clock signals by decoding VPO video data stream is presented. Since the video capture part and video display part can use the same reference clock signal, the problem that capturing and displaying are not synchronized when the video is switched is solved. The method is verified in our self-developed video capture system and good effectiveness is exhibited.

Key words: TVP5147; video capturing; video decoding; FPGA

收稿日期: 2015–04–26

作者简介: 李明明(1984-),男,河南漯河人,硕士研究生,主要研究方向为红外与成像制导技术。 E-mail: 83041248@qq.com

0 引言

随着红外成像技术的不断发展,红外成像 系统的成像质量越来越高,传统的8位图像数据 采集系统已经很难满足红外成像系统数据采集 精度的要求,促使具有10位精度的图像采集系 统逐渐得到普及。由于运行速度和数据处理能 力不断提高,FPGA在图像处理领域的应用变得 越加广泛和深入,其10位A/D采集芯片+FPGA 的图像采集系统已被越来越多的设计人员所采 用。TVP5147+FPGA的图像采集系统硬件搭配 就是其中的一个代表。在传统的系统设计中, 一般利用TVP5147芯片的行同步信号 HS、列同 步信号 VS、奇偶场信号 FID 和有效视频信号 AVID 对行、列信号进行计数,然后利用 FPGA 内部计数器 (lpm_counter) 产生显示部分所需的 同步扫描时钟信号。这一方法虽然在系统初次 上电时能很好地实现视频采集与显示的同步, 但由于采集部分和显示部分不是使用同一套基 准信号,在系统不掉电的情况下直接进行视频 切换时,就会出现视频行场不同步的现象。本文 介绍一种基于视频数据流解码提取视频信号和 时钟信号的视频采集方法。由于可使系统的采 集和显示部分使用同一套基准信号,该方法有 效解决了不掉电进行视频切换时采集和显示不 同步的问题,而且在自主研发的红外图像视频 采集处理系统中取得了良好的使用效果。

1 系统整体架构

本文在对红外视频数据进行采集解码和对 行、场同步信号进行分离时,只用到由 TVP5147 芯片提供的像素时钟同步信号 DATACLK 和视 频数据流输出信号 Y[9..0]。图1 所示为本文系统 的整体架构及处理流程。



图 1 本文系统的整体架构及处理流程

图 1 中,外部视频输入为多路红外视频切 换后的模拟视频输入;TVP5147 的 A/D 转换器 为视频模数转换芯片,负责 10 位精度的红外视 频 A/D 转换;FPGA 处理器采集/解码/编码为视 频数据处理部分,负责采集 TVP5147 A/D 转换 后的 10 位数字视频信号和时钟触发信号,随后 进行视频流数据解码、视频处理、视频流数据编 码等工作;ADV712 的 3D/A 转换器为视频数模 转换芯片,负责将处理完的 10 位精度的红外数 字视频信号转换为模拟视频信号^[7];外部视频 输出是将模拟信号输出给外部的显示器进行图 像显示。

2 TVP5147 芯片的视频信号分析

TVP5147 芯片是美国 TI 公司生产的一款高性能、高精度、低功耗、低成本、小型化的多路视频 A/D 转换芯片,现已广泛应用于各种嵌入式、高精度视频采集系统中。该芯片支持 NTSC、

PAL、SECAM、CVBS 和 S-video 等多种视频制式 输入,且具有自适应功能。根据系统设计需要, 可通过 I²C 总线对其内部寄存器进行设定,完成 输入、输出等各种数据格式的设置和调整^[6]。

通过 I²C 总线配置,将 TVP5147 芯片的输 出设置为符合 ITU-R BT.656 标准的 PAL (625/50 Hz) 制式输出^[3]。其中,1~22 行、311~355 行、 624~625 行为场消隐数据行,23~310 行、336 ~623 行为有效视频数据行,且每行数据为 1728 bit,包括定时基准信号和消隐数据 (288 bit)以 及有效视频数据 (1440 bit)^[5]。表1为定时基准 信号的编码表,图2为 ITU-R BT.656 行数据结 构图。

表1中, H在SAV为0, 在EAV为1; F的 奇数场为0, 偶数场为1; V 消隐时为0, 有效 视频时为1。P3=V xor H; P2=F xor H; P1=F xor V; P0=F xor V xor H。为了便于编程, 在不 涉及图像数据精度时, 都取前8位。



图 2 ITU-R BT.656 行数据结构图

表1 EAV 和 SAV 次序表

	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
状态字	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
状态字	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
状态字	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
状态字	1	F	V	Η	$\mathbf{P3}$	P2	$\mathbf{P1}$	$\mathbf{P0}$	0	0

表 2 SAV、EAV 数据与每行的关系表

行号	行属性	SAV	EAV
1 - 22	场消隐	1000 0000	1001 1101
23-310	有效视频行	1010 1011	$1011 \ 0110$
311 - 312	场消隐	1000 0000	1001 1101
313 - 335	场消隐	1100 0111	$1101 \ 1010$
336 - 623	有效视频行	1110 1100	1111 0001
624 - 625	场消隐	1100 0111	$1101 \ 1010$

本文设计的设置如下:采取符合 YUV4:2:2 标准的 10 bit 模式,DATACLK=2×Pixel Clock; 由于是红外灰度图像,只采集图像的灰度数据, 即图 2 中的"Y"部分灰度数据信息。

通过表 1 和图 2 可以看出,行控制信号为 288 bit,包括 280 bit 的消隐序列数据和 8 bit 的 SAV、EAV 数据,720 像素的有效视频数据为 1440 bit,灰度数据为 720 bit,且在偶数脉冲时出现。 于是,可得到 SAV、EAV 数据与每行的关系对 照表 (见表 2)。

3 视频有效数据解码

3.1 视频有效信号的提取

本文采用 FPGA 数据采集处理芯片,即利 用其状态机对各行的定时基准信号 (SAV) 进行 检测,从而判断接收到的每一行的属性。若为有 效视频数据行,则利用 FPGA 的 LPM_FIFO 对图 像数据进行暂存,并在此基础上提取行场扫描 同步信号。图 3 为其定时基准信号 (SAV) 检测的 流程图。

如图 3 所示, 在检测流程的开始部分一直检 测视频头 FF 00 00 80 是否到来, 若检测到就进 入状态机 Line1_22 的场消隐阶段, 这时仍需判断



图 3 定时基准信号 (SAV) 检测的流程图

定时基准信号 (SAV) 是否到来,若仍为视频头 FF 00 00 80,则需重新返回状态机 Line1_22 继 续进行检测;当检测到 FF 00 00 AB 时,则跳入 下一状态机 Line23_310,进入到有效视频行的状 态机。由图 2 可知,每行视频的有效视频数据为 1440 bit,其中灰度数据为 720 bit,且在偶数脉 冲时才出现,所以在偶数脉冲出现时进行提取 有效视频数据"Y"的操作,将 10 位的图像灰度 数据信息存入到在 FPGA 内部开辟的 LPM_FIFO 中,用于下一步的图像处理和输出显示^[4]。状 态机 Line311_312、状态机 Line313_355、状态机 Line336_623、状态机 Line624_625 的检测和循环 以此类推。

3.2 行场扫描同步信号的提取

本文采用 ADV7123 图像显示芯片。由该芯片 的使用手册可知, 需要 FPGA 为其提供行、列信 号和行的触发信号「?」。通过对有效视频信号进行 解码,在FPGA内部产生列计数器 hcnt[10..0]、 行计数器 vcnt[9..0] 和行触发信号 term 等三个信 号, 随后将其输出给 ADV7123 芯片来控制图像 的同步显示。本文中的视频制式为 PAL 制式, 时钟频率为13.5 MHz,其中列计数器应为864, 行计数器应为 625。通过前面的分析可知, 数据 的输入时钟为 27 MHz, 每行数据为 1728 bit, 则计数时就需要将每2B输入数据来触发1个列 计数脉冲,具体如下:当上电进入初始状态时, 行、列计数器都清零; 从初始状态开始检测, 当 检测到定时基准信号 (SAV) FF 00 00 80 时, 列计 数器 hcnt[10..0] 开始计数; 当列计数器 hcnt[10..0] 的计数值达到 864 时, 列计数器归零, 同时产生 一个行触发信号 term 和行计数器脉冲, 使行计数器 vent[9..0] 的值加 1; 当行计数器 vent[9..0] 的 值达到 625 时, 行计数器归零, 重新开始下一场 的行、列计数^[1-2]。

3.3 视频切换时状态机的跳出条件分析

由表2可知,定时基准信号 (SAV) 的检测实际上只有4种可分离状态。在视频切换后,为了保证能实现数据的继续同步提取和视频同步显示,需要及时判断其数据格式是否改变,也就是说,在及时发现数据改变后,迅速跳转到初始状态并将所有计数器及时清零,以免出现由于缓存未清零而产生图像行列不同步的现象。

本文中状态机跳出循环的条件是,当检测 到有与本状态机无关的其他任何状态时,都需 要跳转到初始状态,所有计数器归零,并开始重 新检测下一个新的定时基准信号 (SAV) FF 00 00 80 的到来。例如,在状态机 Line1_22 场消隐的阶 段,如果检测时发现 FF 00 00 80,则重新返回状 态机 Line1_22;如果检测时发现 FF 00 00 AB, 则跳入状态机 Line23_310;如果检测时发现 FF 00 00 EC 或 FF 00 00 C7,则立即跳出此状态机 至初始状态并将全部计数器归零。

3.4 系统实现结果及分析

图 4 所示为利用 QuartusII 软件中的 Signal-TapII Logic Analyzer 工具实时采集的本文硬件输 出的视频数据信号。其中, TVP_HS 为行同步信 号, TVP_Y 为视频数据流信号, DIS_HCNT 为列 计数器, DIS_VCNT 为行计数器, term 为行触发信 号。从图 4 中可以看出, 在行同步信号 TVP_HS 跳变的同时, 通过对 TVP_Y 进行解码可以捕捉



图 4 系统硬件实现后的数据采集图

到新的一行的数据;在列计数器清零的同时,产 生了 term 信号的跳变,行计数器 DIS_VCNT 的 数值从"0FEh"(254)跳变到"0FFh"(255);通 过 TVP_FID 场同步信号也可证明是在奇数场, 符合我们的分析。

4 结束语

本文通过对视频数据流进行解码,解决了 系统不掉电的情况下视频切换时容易出现视频 采集与显示不同步的问题。通过将该方法应用 于自行设计的图像处理硬件系统,证明了其稳 定性,并为在不掉电的情况下基于 TVP5147 芯 片进行针对多路红外视频切换的嵌入式系统设 计提供了另一种思路和方法。

(上接第20页)

数据指标都优于 Laplacian 金字塔算法、 Contourlet 变换算法和 DWT 算法。经本文算法处理 后,图像的边缘和纹理保存得比较好,处理后的 图像包含了大量的源图像信息。

但是,本文算法在NSCT 变换后对图像的融 合过程中,存储量和计算量都有所增加。下一步 工作将考虑如何减小存储量和计算量,以便能 较好地满足不同的实际应用需求。

参考文献

- [1] 柳翠寅,罗洪礼,李晓峰.基于压缩感知的红外 与可见光图像融合 [J].四川大学学报 (工程科学 版),2014,44(5):88-95.
- [2] 童涛,杨桄,孙嘉成,等.基于局部能量的多层级 红外与可见光图像融合算法 [J].四川大学学报 (自 然科学版),2014,51(1):88-94.
- [3] 首照宇,胡蓉,欧阳宁.基于多尺度稀疏表示的图像融合方法 [J].计算机工程与设计,2015,36(1):232-235.
- [4] 余汪洋,陈祥光,董守龙,等.基于小波变换的图像融合算法研究 [J.北京理工大学学报,2014,34(12):1262–1266.
- [5] Do M N, Martin V. Contourlets:a Directional Multi-resolution Image Representation[C].IEEE International Conference on Image Processing,IEEE,2002:357–360.

参考文献

- 孙成志,解梅,傳海东.基于 FPGA 的图像采集模 块设计 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2008, 8(11): 26-28.
- [2] 李明明, 王新赛, 李坚. 一种基于数据流的抗干扰
 视频解码和显示方法 [J]. 信息化研究, 2010, 36(1):
 45-47.
- [3] 袁堂青. 基于 FPGA 的多路视频采集并行技术的 研究 [D]. 济南: 济南大学, 2011.
- [4] 潘松, 黄继业. EDA 技术与 VHDL [M]. 北京: 清 华大学出版社, 2007.
- [5] 李文元. 电视原理试验 [M]. 北京: 国防工业出版 社, 2004.
- [6] Texas Instruments. TVP5147M1 Product Specification/D Atasheet [Z]. 2008.
- [7] Analogs Semiconductors. ADV7123 Product Specification/D Atasheet [Z]. 1998.
- [6] Cunha A L,Zhou J P, DO M N.The Nonsubsampled Contourlet Transform : Theory,Design, and Applications[J].IEEE Transactions on Imag-e Processing,2006,15(10):3089–3101.
- [7] Brouss A R P,Rogers S K,Oxley M,et al. Physiologically Motivated Image Fusion for Object Detection Using a Pulse Coupled n-eural Network[J].*IEEE Transactions on Neur-al Networks*,1999,10(3):554– 563.
- [8] 陈天华,林雨辰.基于 NSCT 变换的红外与可见光 图像融合方法 [J].北京交通大学学报,2013,37(6):18-21.
- [9] Nianyi W, Yide M, Kun Z. Development of PC-NN Research and its Application in Voice rec-ognition[J]. Journal of Convergence Informatio-n Technology, 2012, 7 (20):497–505.
- [10] 顾晓东,余道衡. PCNN 的原理及其应用 [J]. 电路 与系统学报,2001,6(3):45-50.
- [11] 陈广秋,高印寒,段锦,等.基于 LNSST 与 PCNN 的红外与可见光图像融合 [J].光电工 程,2014,41(10):12-20.
- [12] 许辉,张俊举,袁轶慧,等.红外与可见光图像融合系统的探测概率 [J].光学精密工程,2013,21(12):3205-3213.
- [13] 毕家宾,牛珍珍,魏宗寿.基于 CV 模型和 NSCT 的红外与可见光图像融合 [J].计算机工程与应 用,2013,49(19):180-185.