

文章编号: 1672-8785(2013)01-0021-04

基于 ADV212 芯片的红外视频无损压缩研究

路建方 王新赛 贺 明 肖志洋 张成斌 杜 云

(防空兵学院红外与成像制导技术实验室, 河南 郑州 450052)

摘 要: 为避免红外视频在压缩存储过程中发生细节损失, 提出了一种红外视频无损压缩的实现方案。该方案采用 FPGA 作为核心控制, 以 ADV212 为压缩芯片并对其进行分析, 选择合适的工作模式进行无损压缩。通过在线切换配置, 还可对所存储视频进行解压缩和回放。该方案已经在自主研发的手持式红外观测仪中使用, 效果良好。

关键词: ADV212; 无损压缩; 红外视频

中图分类号: TN219 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2013.01.04

Research on Lossless Infrared Video Compression Based on ADV212 Chip

LU Jian-fang, WANG Xin-sai, HE Ming, XIAO Zhi-yang, ZHANG Cheng-bin, DU Yun

(Lab for Infrared and Imaging Navigation Technologies, Air Defense Forces Academy, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: To avoid the loss of details of infrared video data during compression, a method for lossless compression of infrared video data is proposed. The method uses a FPGA as its core controller and uses an ADV212 chip as a compression chip. It can choose the appropriate operation mode for lossless compression. By switching its configuration on line, the saved infrared video data can be decompressed and played back. This method has been used in the portable infrared cameras we developed and good results are obtained.

Key words: ADV212; lossless compression; infrared video

0 引言

世界各国越来越重视红外成像技术, 红外视频的存储需求也越来越大。由于红外图像信噪比和对比度低, 视觉效果模糊, 在存储视频的过程中要尽量做到少损失或者不损失图像细节。为此本文提出了一种实现红外视频无损压缩存储的解决方案。

用硬件构建视频存储回放系统的实现方法有以下两种: 一是以 DSP 或 FPGA 为核心, 通过相关压缩算法来实现; 二是选用专门的视频压缩 / 解压缩芯片来实现。第一种方法由于压缩算法以及 DSP 或 FPGA 编程的复杂性, 性价比不高, 最终的性能指标也难以保证。本文选择专用的视频压缩 / 解压缩芯片 ADV212 来实现红外视频的无损压缩存储以及视频解压回放功能。

收稿日期: 2012-11-20

作者简介: 路建方 (1982-), 男, 河南郑州人, 硕士, 主要研究方向为红外图像处理及其应用。

E-mail: xiaoluzhl@gmail.com

1 ADV212 芯片功能特征介绍

1.1 ADV212 简要介绍

ADV212 是 ADI 公司发布的一款通过硬件实现图像压缩最新算法标准 JPEG2000 的专用图像压缩编码芯片。该芯片采用 SRAM 工艺构造, 专有的空间超效率回归滤波 (SURF) 技术使之能够实现低功耗和低成本的小波压缩, 可支持最高 6 级的 9/7 和 5/3 小波变换, 压缩率高; 其工作模式可通过设置内部寄存器进行灵活控制, 适用于多种视频和静止图像格式的数据压缩处理^[1,2]。

ADV212 的内部功能框图如图 1 所示^[3], 该芯片主要由像素接口、小波变换引擎、熵编解码器、嵌入式处理器、存储器系统和内部 DMA 引擎组成^[4]。图像和像素数据输入像素接口, 采样值则经过隔行扫描传输到小波变换引擎中。在小波引擎中, 每个图块或帧通过 5/3 或 9/7 滤波器分解成许多子带, 生成的小波系数被写入内部寄存器中。熵编码器将图像数据编码为符合 JPEG2000 标准的数据。内部 DMA 引擎提供存储器之间的高带宽传输及各模块和存储器之间的高性能传输^[5]。

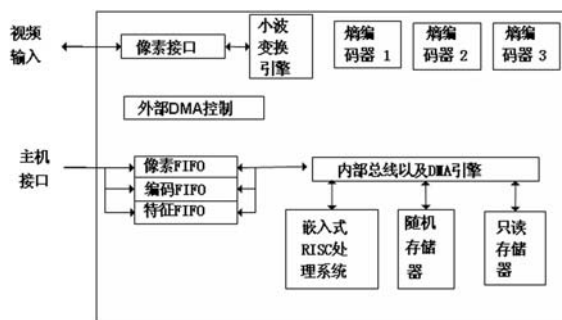


图 1 ADV212 内部结构图

1.2 ADV212 片数确定

ADV212 接口灵活, 对于数据处理量大的情况, 可采取多片并行处理方法。在本系统的设计中, 首先要考虑 ADV212 的片数。ADV212 的片数选取需要考虑以下两个方面的因素^[6,7]。

(1) 根据图像大小进行选取。单片 ADV212 对每幅图像采样的最大点数为 1.048M 点。对于

静态图像压缩, 必须先将单分量最大支持像素点的图像、彩色最大支持像素点的图像以及更大的图像分块, 然后再进行处理^[6]。

(2) 根据数据吞吐率进行选取。数据吞吐率 = 有效垂直分辨率 × 有效水平分辨率 × 像素分量数 × 场率。ADV212 在 150MHZ 主频下的最大数据吞吐率为 65MSPS。

本系统的红外视频是 YCbCr4:2:2 的 PAL 制式, 分辨率为 720×576。从以上两个方面考虑, 使用 1 片 ADV212 即可以满足要求。为了尽可能地降低系统功耗, 本系统采用单片 ADV212。

用单片 ADV212 实现系统功能时, 系统压缩和解压缩不能同时进行, 但可以通过在线切换配置, 实现压缩和解压缩半双工的工作方式。

2 系统设计

2.1 硬件设计

该系统主要有以下几个模块组成: 电源管理模块、视频解码器、视频编码器、图像压缩解压模块、存储器模块、USB 模块和系统运算控制模块。该系统硬件的总体设计框图如图 2 所示。

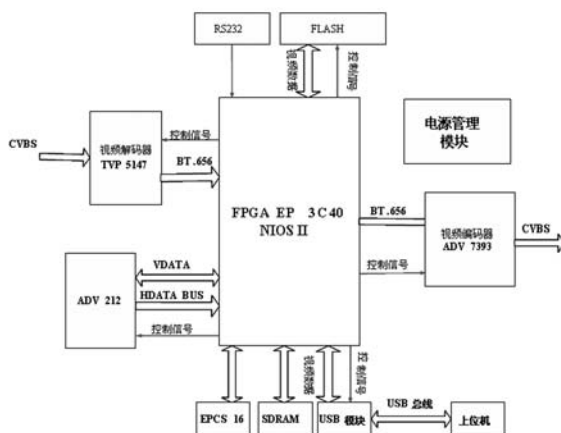


图 2 系统硬件结构图

系统的工作流程如下: 复合模拟视频信号由视频编码器 TVP5147 编码为 ITU.R-BT656 YUV4:2:2 格式(10 位)的数字视频信号。BT.656 格式的数字视频信号经过 FPGA 缓存后被分为两路, 一路是在系统接收到存储命令时, 将数字视频信号传输到 ADV212 的视频接口, 由 ADV212 压缩后进行存储; 另一路直接经过 FPGA 处理,

再由视频编码器 ADV7393 编码为 PAL 制式的复合模拟视频信号后输出。

如果系统接收到视频存储命令后, ADV212 编码压缩模块并不能立即接收数字视频信号, 则必须通过系统控制芯片 FPGA 在线更新芯片配置, 才能开始硬件编码工作。在线更新芯片配置的过程是: 系统控制芯片 FPGA 通过数据总线 DATA[15..0] 和地址总线 ADDR[3..0] 对 ADV212 内部寄存器(直接和间接)进行配置, 加载 ADV212 编码模式所需的固件并对 ADV212 编码参数进行设置。系统将 ADV212 的工作模式配置为 JDATA 模式, JDATA 模式在握手机制配合下通过读使能信号读编码 FIFO (CODE FIFO), 通过主机接口 HDATA[31..24] (JDATA [7..0]) 将压缩后的数据输出。FPGA 将接收到的经过压缩的数据写入 FLASH。压缩后的数据可以通过 USB 通讯模块读取到上位机。

系统接收到视频解压缩命令后, FPGA 首先在线切换 ADV212 的解压缩配置, 然后读取 FLASH 的压缩数据并通过 HDATA 接口将待解压数据传输给 ADV212。ADV212 在所配置的解压模式下完成解压缩操作, 再通过握手机制将数据输出给 FPGA。FPGA 通过多路选择器实现解压缩视频的回放。

本系统中, 红外视频的实时无损压缩存储和解压缩回放只能通过在线切换配置, 以半双工的方式实现。

2.2 软件配置

2.2.1 视频编解码芯片的配置

视频解码器 TVP5147 通过 IIC 总线进行输入和输出视频格式的配置, 视频编码器 ADV7393 可以选择 SPI 或者 IIC 总线进行输出视频格式的配置, 本系统选用 IIC 总线进行配置。可以通过 FPGA 内部软核处理器 NIOS II 进行视频编解码芯片的配置, 把 TVP5147 的工作方式配置为 10 位外同步模式的 BT.656 格式视频输出, 把 ADV7393 的工作方式配置为 10 位 PAL 制式的复合模拟视频信号输出。

2.2.2 ADV212 的配置

ADV212 有多种工作模式。在 JDATA 模式中, 16 位的主机控制由 HDATA[15 .. 0] 引脚完成, 压缩数据的传输由专门的 JDATA 接口 (HDATA[31 .. 24] 引脚) 完成, 其它的控制和数据传输不再引脚复用。本系统采用 JDATA 作为 ADV212 的工作模式。用嵌入式软核处理器对 Nios II ADV212 的初始化过程进行控制。

系统复位后, 控制芯片通过主机接口完成对 ADV212 的配置, ADV212 再开始对硬件进行压缩或解压缩^[8]。ADV212 有 16 个直接寄存器, 通过 HDATA[15:0]、ADDR[3:0]、CS、RD、WE 和 ACK 引脚对这些寄存器进行访问。对间接寄存器的读写通过间接地址寄存器 IADDR 和段寄存器 IDATA 这两个直接寄存器的组合完成。

系统复位后, 系统控制芯片首先配置 PLL 寄存器, 在等待至少 20 μ s 后, 开始配置 BOOT 寄存器、MMODE 寄存器和 BUSMODE 寄存器。其中 MMODE 寄存器控制间接寄存器的访问方式, BUSMODE 寄存器控制控制总线 and 数据总线的位数。然后开始固件的加载, 32kb 的固件数据可通过 USB 通讯模块下载到系统的 FLASH 存储器中。在开始加载固件时, 将 FLASH 中的固件数据通过间接寄存器的读写方式加载到 ADV212 指定的存储器中。接下来在重启软件后, 对 ADV212 固件的工作参数进行设置, 包括视频格式、小波核设置、压缩比率设置、量化因子设置、输出格式等。然后通过设置 EIRQIE 寄存器读取验证应用程序 ID(编码模式的应用程序 ID 为 0xFF82, 解码模式的应用程序 ID 为 0xFFA2)。如果读取的应用程序 ID 正确, 便完成了对 ADV212 寄存器的初始化。在 VALID 和 HOLD 握手成功后, 便可以开始进行编码或解码工作。

ADV212 的压缩模式初始化过程和解压缩模式初始化过程除了个别参数不同外都是类似的。图 3 给出了压缩模式下 ADV212 的配置过程。

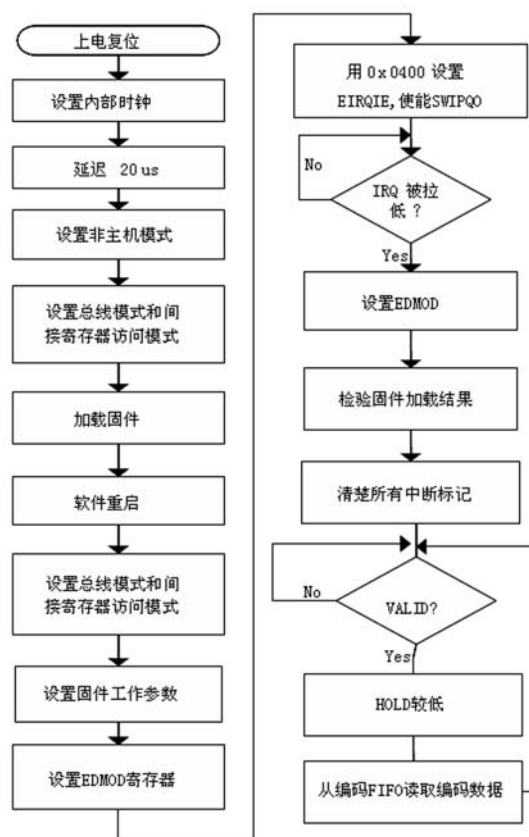


图 3 编码模式下 ADV212 的配置过程



图 4 无损压缩和有损压缩对比图



图 5 无损压缩和有损压缩对比图

3 实验结果

本红外视频无损压缩存储回放系统已经应用在自主研发的手持红外观测仪中。使用中, 压缩比为 4:1, 可以做到无损压缩, 最大限度地保留红外图像的细节, 为后续的图像处理提供最充分的原始数据。图 4 和图 5 给出了红外图像在无损压缩还原后的图像与在 10:1 有损压缩下还原后的图像。图 4 和图 5 中的 (a) 图是无损压缩情况下的还原图像, (b) 图是 10:1 有损压缩情况下的还原图像。

4 结束语

本系统实现了对红外视频的无损压缩。该技术应用广泛, 既可配备在多种型号的手持红外热像仪上, 用于记录目标物的图片或视频信息; 也可以独立作为一个系统, 应用于公安、反恐、缉私、安防等领域。

参考文献

- [1] 王丹, 杨允基. ADV212 编码芯片原理及应用 [J]. 舰船电子工程, 2008, 28(5):106-109.
- [2] 王占秋. JPEG2000 标准及其编解码芯片 ADV212 的研究 [J]. 数字通信, 2009, 36(2):21-24.
- [3] Analog Devices Inc. ADV212 JPEG2000 VideoProcessor User's Guide(Revision 1.1)[P]. December 11, 2006.
- [4] 陈勇. MPEG-4 视频编码的 DSP 软件优化及加密算法研究 [D]. 南京: 南京邮电大学, 2006.
- [5] 王风华. 基于 ARM 嵌入式系统的车载图像监视系统 [D]. 南京: 东南大学, 2007.
- [6] 杨俊, 鲁新平, 李吉成. 基于 ADV212 芯片的视频压缩系统应用设计技术 [J]. 微处理器, 2010, 8(4):119-122.
- [7] 刘春风. 基于 ADV212 的图像压缩编码系统设计 [D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2010.
- [8] Analog Devices Inc. ADV212 Programing Guide (Rev 2.0) [P]. February 23, 2007.