

· 电路与控制 ·

基于 DM642 的嵌入式可见光图像识别系统硬件设计与实现

陈沛然, 张晓霞, 王祥斌, 王仕超, 周 勇, 冷 洁

(电子科技大学光电学院, 四川 成都 610054)

摘 要: 基于 TMS320DM642, 采用 ADV7171 & ADV7181 视频编解码芯片, 设计了嵌入式可见光图像识别系统. 着重研究并对比分析了视频编解码芯片的选型, 拓展了类似的视频系统的视频编解码芯片的选型范围, 简要分析了系统构架, 并详细分析了各功能模块, 研究了在实际设计与实现中遇到的问题并给出了相应解决方案, 给出了主要模块的原理图. 最后介绍了系统的功能扩展及应用前景.

关键词: DM642; ADV7181; ADV7171; 图像识别; 可见光

中图分类号: TN911.72

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2009)02-0067-04

Hardware Design and Implementation of Embedded Visible-Light Video Image Identification System Based on DM642

CHEN Pei-ran, ZHANG Xiao-xia, WANG Xiang-bin, WANG Shi-chao, ZHOU Yong, LENG Jie

(School of Optoelectronic Information, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China)

Abstract: The embedded visible-light video image identification system is designed using ADV7181 & ADV7171 for digital video encoder/decoder based on TMS320DM642. The selected version of digital video encoder/decoder is emphatically analyzed in the comparative method, to expand the choice range of the digital video encoder/decoder of similar video systems. The architecture of this system and its function modules are analyzed. The problems occurred in the practice design and implementation process are studied and some solutions are given, and the schematic diagrams for the main parts are also given out. Lastly, it points out the possible improvements and the application foreground of the system.

Key words: DM642; ADV7181; ADV7171; video information identification; visible light

嵌入式图像识别系统具有可靠性高、成本低、体积小、使用方便等优点, 有着广泛的应用前景. 目前市面上的嵌入式图像识别系统大多采用了 TI 公司的一款多媒体专用芯片 TMS320DM642, 并较多地参考了 TI 公司为 TMS320DM642 推出的评估板, 而本文结合自己的实际需求另外给出了一套嵌入式图像识别系统的硬件方案, 并取得了不错的效果.

TMS320DM642 是 TI 公司 2003 年推出的面向视频图像处理的高性能定点 DSP 芯片, 具有极强的单核处理能力以及高度的灵活性和可编程性, 其主

频最高可达 600 MHz, 对应指令执行速度可达 4 800 MIPS^[1]. 其重要特点如下: 它拥有 3 个可独立配置的视频端口, 可独立配置为视频采集或显示端口, 均支持多种采集/显示方案和视频标准, 可以实现与一般视频编/解码芯片的无缝连接, 并且视频信号可以采用 EDMA 方式快捷地在存储器与视频端口之间传输^[2].

1 系统的总体构架

整个系统在硬件上分 6 个功能模块: 图像采集

收稿日期: 2009-01-21

作者简介: 陈沛然(1982-), 男, 四川德阳人, 硕士研究生, 主要研究工作是应用于图像处理方面的嵌入式硬件.

模块、目标识别模块、视频输出模块、存储模块、电源模块和串口调试模块;模拟视频信号经 ADV7181 解码后被送到 DM642 中进行图像识别算法处理,然后经过 ADV7171 芯片编码输出到机载显示器上,实现已识别视频图像输出.DM642 的 EMIF 口连接 UART 芯片 TL16C752B,其输出可接 PC 的串口,便于调试.从 DM642 上连接出来的 HPI 接口,可用于将来与其他板子的连接以扩展功能.

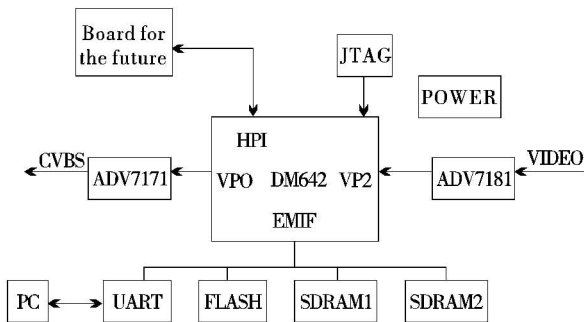


图 1 系统总体构架

2 TMS320DM642 的外围电路设计

2.1 视频采集通道设计及视频解码芯片的选型

由于受到 TI 为 DM642 推出的评估板的影响,目前基于 DM642 的图像处理系统有相当数量照搬了其方案而选用了 TVP5150 或者 SAA7115,这里将给出一种视频解码芯片选用 ADV7181 的方案,希望能丰富基于 DM642 的视频解码芯片选型.

下面将对这 3 种视频解码芯片进行比较分析

从价格上来看,ADV7181 和 SAA7115 较为接近,而 TVP5150 大概是以上 2 种视频解码芯片价格的三分之一倍,具有很高的性价比.从封装上来看,TVP5150 是做得最小的.另外它还具有连线简单,操作简单,功耗极低的优点^[3],其缺点是输出数据的格式单一,输入口太少,由于只包含了一个 ADC,分时复用也只支持 2 路 CVBS 输入,分辨率只有 8 位.以上这些特点使 TVP5150 更适合应用于 PDA、手机、MP4 等体积小,对功耗成本要求都很敏感的场所,而不适合在较为追求视频解码芯片性能,对将来的扩展性要求较高,同时又对封装大小、功耗不是很敏感的场所.总体来说 TVP5150 更适合应用于便

携式的小型电子产品.

ADV7181 和 SAA7115 的分辨率都可以达到 16 位,都可以支持 6 通道模拟输入,SAA7115 有 2 个 ADC^[4],而 ADV7181 包含了 3 个.同时 ADV7181 的最高采样频率为 54 MHz 是 SAA7115 的最高采样频率 27 MHz 的一倍,而更高的采样频率将给采样的准确性和数字滤波带来益处^[5],而系统的模拟输入一般采用 PAL 制式,其带宽为 6 MHz,54 MHz 相对 27 MHz 具有更高的过采样率,在不使用抗混叠滤波器的情况下,ADV7181 输出信号的频谱抗混叠性更好.同时虽然 ADV7181 的最高的采样频率为 54 MHz,但经过其内部的 DPP 滤波器的抽取,其输出的数据速率同样是 27 MHz,这样虽然与 SAA7115 的输出的数据速率相同,但是由于是通过 54 MHz 采样频率抽取得到的,其孔径抖动较 SAA7115 的更小,而更小的孔径抖动使 ADV7181 输出的数字信号具有更好的信噪比.

ADV7181、SAA7115 性能优于 TVP5150,一般应用在对视频解码芯片性能要求更高的场合,但在实际问题中除了性能往往还需要结合有无需要的特色功能、封装大小、功耗、成本等综合考虑,最后做出一种折中的选择.例如 SAA7115 本身的功耗很大,如果要应用在对功耗有严格要求的便携式电子产品中就不行,那么只有牺牲一些图像质量来满足对功耗的要求而选择 TVP5150.由于系统是针对机载搜救系统的,对图像质量要求很高,而对封装大小、功耗要求不高,ADV7181、SAA7115 都基本满足要求.但综合前文对两者的分析,ADV7181 性能更优,由于两者价格相近,故 ADV7181 具有更高的性价比.综上,系统的视频解码芯片选择了 ADV7181.

TMS320DM642 的视频口 2 (VP2) 用来作为 8 bit 的视频输入接口,NTSC/PAL/SECAM 制式的模拟信号送到 ADV7181 后,按照 Y Cb Cr 4:2:2 的格式转化成数字信号,并以 8 bit 的 ITU-R BT.656 格式输出到 VP2.其中 P[8...15]为 ADV7181 的数据输出管脚,与 DM642 视频口 2 的 VP2_D [2...9]管脚相连.SCL 和 SDA 作为 ADV7181 的 I²C 接口的时钟线和数据线,分别与 DM642 的 I²C 总线接口的时钟和数据线相连.系统使用了一个电源监控芯片 MAX706T 为 ADV7181 提供复位信号,当 ADV7181 的 3.3 V 电源下降到 3.08 V 以下时,MAX706T 就会产生一个低电平让其复位.ADV7181 的时钟同步信号 AD_CLK 与 DM642 视

频口 2 的 VP2_CLK0 相连,其场同步(FIELD)、垂直同步(VS)、水平同步(HS)、载波频率锁定(SFL)信号线按图 2 所示分别和 DM642 视频口 2 的 4 根控制线连接.

2.2 视频输出通道设计及视频编码芯片的选型

目前市面上的视频编解码芯片主要有 Philips 公司的 SAA71xx 系列、ADI 的 ADV71xx 系列、TI 公司的 TVP51xx 系列、Microns 公司的 VPX322x 系列等, TI 针对 DM642 的视频应用出的评估板选用了 Philips 公司的 SAA7105 这款视频编码芯片,同时本来 Philips 的视频编解码芯片 SAA71xx 在国内外就应用较广,所以目前基于 DM642 的视频处理系统绝大多数采用 SAA7105 作为视频编码芯片,这样可以参考 TI 评估板的电路图和初始化程序,这些都无疑可以给开发带来便利并缩短开发时间.但正如上文提到的,和选择视频解码芯片一样,选择视频编码芯片也需要综合考虑很多因素,特别是考虑到 ADV7171 价格只有 SAA7105 的一半,而总体

性能又不逊色于 SAA7105,所以在这里系统选择了 ADV7171 作为视频编码芯片.希望在针对 DM642 的视频编码芯片选型中多提供一种选择.

TMS320DM642 的视频口 0 (VP0) 用来作为视频的输出口. ADV7171 可以将数字视频信号 (ITU-R BT. 656) 编码成普通电视所能接收的 NTSC 或 PAL 制式的复合电视信号 (CVBS)^[6]. 如图 2 所示, ITU-R BT. 656 标准的 YCbCr 4:2:2 格式数据从 DM642 的 VP0 的数据管脚 (VP0_D [2...9]) 输出, 送到 ADV7171 的 P [0...7] 管脚上, 经过数模转换成模拟视频信号, 并从 ADV7171 的 DAC_A 管脚输出. 其复位信号和 ADV7181 一样, 也由电源监控芯 MAX706T 提供. ADV7171 的 I²C 接口的时钟线和数据线与 DM642 的 I²C 总线接口的时钟线和数据线相连, 其时钟同步信号 (DA_CLK)、场同步 (FIELD)、垂直同步 (VS)、水平同步 (HS) 分别和 DM642 视频口 0 的控制线连接, 具体如图 2 所示.

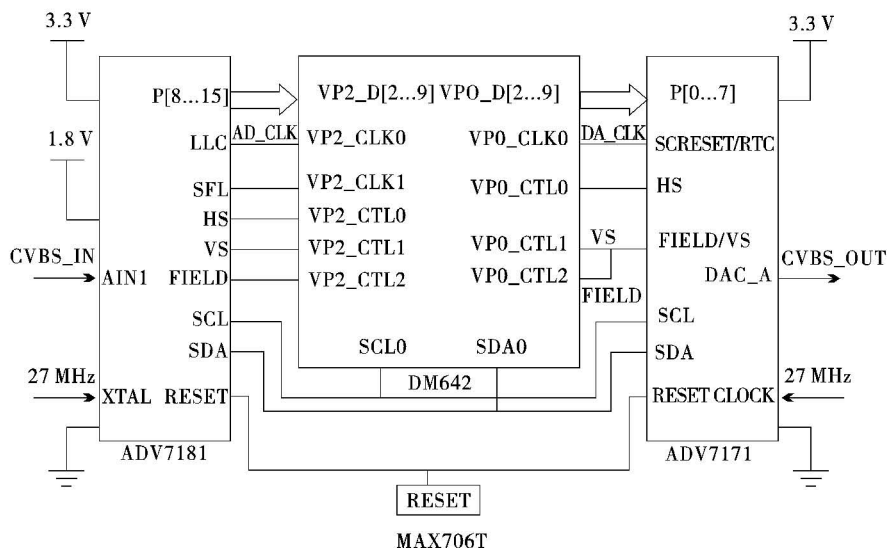


图 2 ADV7181、ADV7171 与 DM642 原理图

2.3 电源模块设计

DM642 需要高精度、稳定的双电源供电,系统采用了 1 个 5 V 电源驱动,2 个 MOSFET 的开关电源 (TPS54310) 分别供给 DSP 核心电压 CVDD (1.4 V) 和外围电压 DVDD (3.3 V). DM642 对于电源要求比较高, DVDD 为 $3.3\text{ V} \pm 160\text{ mV}$, CVDD

为 $1.4\text{ V} \pm 40\text{ mV}$ ^[7], 而 TI 公司的 TPS54310 的输出精度是 1%^[8], 在 TI 的评估板上负载测量, 其纹波小于 20 mV, 完全满足 DM642 正常工作的要求. 系统还采用了 MAX706T 和 TPS3823DBV-33 两款电源监控芯片分别用于对视频编解码芯片的 3.3 V 和整个系统的 3.3 V 的监测.

系统还采用了电压转换芯片 TPS767D318_M

为 ADV7181 提供模拟 1.8 V、数字 1.8 V、3.3 V，为了避免模拟 1.8 V 和数字 1.8 V 之间的影响，在输出时用磁珠将二者隔开。选用了一款 LDO - LM1086 为 ADV7171 提供 3.3 V 电源。尽量使用不同的电压转换芯片对不同的芯片供电，即使同样是 3.3 V 也不共用电压转换芯片，这样可以避免芯片之间通过电源相互影响。

2.4 串口模块设计

在嵌入式设计中，UART 通常用来与 PC 进行通信，它是不带同步不带调制的一种全双工串行传送方式，通常转换成 RS232 或 RS485 电平传送，而几乎所有的电脑都支持它。为了实现 DM642 和 PC 机的实时通信，系统也采用了这种方式。用得较多的 UART 芯片有 TL16C550 等，为了获得更好的实时性，系统选用了具有更高数据传输速率的 TL16C752B，其速率可达到 3.125 Mbps^[9]。TL16C752B 有 2 套可独立工作的 UART 系统，这里只用到了 1 套，由于 PC 端串口采用 RS232 电平标准，因此 TL16C752B 需要连接 MAX3243 以完成电平转换。TL16C752B 的数据发送引脚和数据接收引脚分别与 MAX3243 的数据输入引脚和数据输出引脚连接。通过扩展串口来完成 DM642 与 PC 机的串行通信接口比较简单、数据传送距离远、使用经济，能够较好地完成调试、实时显示等功能。

2.5 存储模块设计

(1) FLASH

作为一个成熟的硬件系统，为了实现系统的自启动，一般都会配备 FLASH。系统采用 8 Mbit 的 SST39VF800A 映射到 DM642 的 CE1 地址空间，用来存储程序。DM642 的 CE1 空间被配置成 16 bit 宽，因为其 8 Mbit 是按 512 K × 16 bit 来寻址的^[10]，所以需要 19 根地址线来寻址 512 K 的地址空间。而 DM642 的 EMIF 口可用地址线有 20 条，故可以满足其所需地址线数目，如果采用更大容量的 FLASH，在 20 根地址线都不够的情况下，就只有通过 DM642 的 GPIO 口线来模拟不足的地址线。由于 FLASH 属于低速器件，且在软件系统运行过程中 FLASH 相对于 SDRAM 读写操作要少得多，故对其布线可以不做过多考虑。

(2) SDRAM

由于在整个图像处理过程中需要 RAM 来缓存

大量的图像数据，同时当程序直接烧入 DM642 的时候，如果内部 RAM 不够，也需要外接 RAM 扩展存储空间。而 DM642 芯片内部只集成了 256 K 的 SRAM，显然不能满足需求，需要在外部存储器接口 (EMIF) 上扩展存储空间。DM642 的 EMIF 在 CE0 空间提供了容量为 1 G，宽度为 64 bit 的 SDRAM 接口总线，为了符合 64 bit 的接口，需要采用 2 片 32 bit 的 SDRAM。系统选用了型号为 MT48LC8M32B2 的 2 片 32 bit 的 SDRAM 芯片在片外扩展了 32 Mbyte 的动态存储空间。在正常工作频率下，通过仿真发现其 PCB 走线上的信号传输时间大于其上升时间 1/10，于是需要考虑高速数字电路两大问题：反射和延迟^[11]。反射造成 SDRAM 时钟线信号出现振铃，多次穿越门限造成误触发。数据线和时钟线的传输延迟不相同，造成时钟上升沿采样不到所需要的数据。解决的方法是：串联 33 Ω 的电阻做阻抗匹配，以降低传输线上的信号反射干扰，布线时控制数据线和时钟线的长度差在一定范围内，且走线尽可能的短。同时 2 片 SDRAM 的布线拓扑最好采用 T 型分支结构，且走线的分支点应靠近 DM642，这样可以降低传输线上的信号反射。

3 系统的扩展和应用前景

研究的基于 DM642 的嵌入式可见光图像识别系统具有成本低、体积小、可扩展性好、稳定性高等优点，光学图像经过视频解码芯片转化为数字信号，在 DM642 内经过图像识别算法的高速处理，实现对预定目标的识别跟踪，识别后的数字信号再被视频编码芯片转化为模拟信号在机载显示器上输出。

由于开发时间限制，系统首先考虑的是实现基本的功能，下一步将在系统的基础上进行扩展。例如 DM642 还有一个视频口 VP1 没有用，同时由于每一个 VP 口的数据是 16 位宽的，所以采用 8 bit 的 ITU-R BT.656 格式最多就可以扩展到 4 路视频采集，从而可以增大视角范围。另外还考虑增加本地硬盘接口，用于本地大容量存储。

参考文献

- [1] Texas Instruments. TMS320C6000 系列 DSP 的 CPU 与外设[M]. 卞红雨. 北京:清华大学出版社, 2007: 55-56.

(下转第 79 页)

熵来说明背景是否丰富.

表 4 彩色融合结果之间的比较

	R	G	B
融合结果 1	5.217	7.827 4	7.022 9
融合结果 2	5.302	9.714 2	7.318 7
融合结果 3	2.243	8.521 9	6.527 3
融合结果 4	1.176	7.733 6	4.150 8

表 4 中的 R 、 G 、 B 列的数据分别表示 R 、 G 、 B 三通道的平均目标背景对比度、粗糙度、熵. 综合对比度、粗糙度和熵考虑, 融合结果 2 的各个分量都比其他 3 个大, 效果较理想. 比较剩下的 3 个融合结果, 融合结果 1 的目标较为明显, 背景也较丰富. 融合结果 3 的细节信息较多, 融合结果 4 最差.

4 结 束 语

对彩色融合图像从主观和客观两方面进行评价. 主观评价主要从目标、细节、背景色彩等方面评

价, 客观评价利用平均目标背景对比度、粗糙度、熵等参量进行评价. 主观评价的人为因素较多, 主要从人的视觉舒适度和目标识别等方面考虑. 客观评价能够客观地说明目标识别和细节信息的情况, 但是背景色彩无法体现. 客观评价中的 YIQ 变换法较好. 要想很好地评价一幅彩色融合图像质量的好坏, 应该把主观评价和客观评价相结合, 方能得到理想的效果.

参考文献

- [1] 石俊生, 金伟其, 王岭雪. 视觉评价夜视彩色融合图像质量的试验研究[J]. 红外与毫米波学报, 2005, 24(3): 236-240.
- [2] 邵桂芳, 李祖枢, 成卫, 等. 基于视觉感知的融合图像质量评价[J]. 计算机应用, 2004, 24(5): 69-75.
- [3] 荆绍威, 杨风暴, 李申燕. 基于增强处理和 HSV 变换的多源图像彩色融合及评价[J]. 光电技术应用, 2008, 23(4): 57-61.
- [4] 杨风暴. 多波段红外图像目标特征分析与融合方法研究[M]. 北京: 北京理工大学, 2006: 46-51.
- [5] 石俊生, 金伟其. 彩色夜视融合图像熵评价研究[J]. 兵工学报, 2006, 27(6): 1039-1042.
- [6] Texas Instruments. TVP5150 Low-Power Video Decoder With Scaling[S], 2002: 5-6.
- [7] Texas Instruments. TMS320DM642 Video/Imaging Fixed-Point Digital Signal Processor[R]. Revised August, 2005: 70-71.
- [8] Texas Instruments. TPS54310 Datasheet[R], 2002: 1-1.
- [9] Texas Instruments. TL16C752B 3.3-V DUAL UART WITH 64-BYTE FIFO[R], 2003: 2-2.
- [10] SST. SST39VF800A Datasheet[R], 2001: 1-1.
- [11] 周润景, 袁伟亭. Cadence 高速电路板设计与仿真[M], 北京: 电子工业出版社, 2006: 456-457.

(上接第 70 页)

- [2] 付强, 王春平, 姚志刚. 基于 TMS320DM642 的电视跟踪系统设计[J]. 军械工程学院学报, 2005, 17(5): 68-71.
- [3] Philips. SAA7115 Datasheet[S], 2001: 23-25.
- [4] Analog Devices. Multiformat SDTV Video Decoder ADV7181B[S], 2004: 1-1.
- [5] Analog Devices. Digital PAL/NTSC Video Encoder with 10-Bit SSAFTM and Advanced Power Management

本 刊 声 明

本刊已成为《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊;《中文科技期刊数据库》收录期刊;《中国期刊全文数据库》全文收录期刊;《中国学术期刊综合评价数据库》统计源期刊;《电子科技文摘》数据库收录源之数据期刊. 本期刊所刊载的文章在国内外数据库检索机构(包括纸版、光盘版、网络版)报道时, 不再征求作者意见. 文稿刊登录用后作者著作权使用费与本刊稿酬一次性付给, 并赠送当期样刊一份.