基于TMS320DM6446的嵌入式视频处理模块硬件设计

杭　翔，金立左，李久贤
（东南大学自动化学院，江苏省南京市 210096）

摘　要：采用TI公司的DaVinci系列芯片TMS320DM6446为主芯片设计了一套视频处理模块，该模块通过高速视频解码电路对模拟视频信号进行数字化处理，由DSP（数字信号处理器）芯片对数据进行处理，从而实现实时处理和输出。详细介绍了视频处理模块的硬件设计方案，主要涉及到视频解码芯片TVP5150、FPGA（现场可编程门阵列）及DSP等，还包括视频协处理电路和网络通信及接口电路。所提出的系统设计方案满足嵌入式视频处理要求，可作为最小的独立视频处理系统运行。

关键词：数字信号处理器；嵌入式；视频处理；TMS320DM6446；硬件设计
中图分类号：TN911.73

0　引　言

嵌入式视频处理系统是当前图像研究的热点。嵌入式视频监控系统被广泛地应用于银行、宾馆、商场、机场等领域的安全监控报警等。相对于传统的模拟视频监控系统而言，嵌入式数字视频系统在图像质量方面有了很大的提高。新一代DSP（数字信号处理器）产品的出现为大批量图像数据的处理奠定了坚实的基础。TMS320DM6446（以下简称DM6446）是TI公司推出的高集成度的数字视频处理器，可以实现完整D1格式的H.264视频编解码功能。在操作系统和DM6446相关库函数的支持下进行嵌入式视频处理系统研究的条件已经成熟。

本文在参考达芬奇开发板的基础上有效地利用32位高端微处理器（ARM + DSP）的处理能力，提出了嵌入式视频处理系统完整的设计方案，完成了一个基于DM6446视频处理模块的硬件设计。

1　TMS320DM6446概述

TI公司针对高端视频多媒体系统的需求设计推出了DMSoC（数字媒体片上系统）系列双核处理器，其中的DM6446采用了TI公司的DaVinci技术，该芯片为361脚BGA封装。该芯片包括一个ARM子系统、一个DSP子系统和一个VPSS（视频处理子系统），同时还带有一个VICP（图像协处理器）和各种丰富的外设。

ARM采用ARM926EJ-S内核，主频高达297 MHz；DSP采用C64 + 内核，主频高达594 MHz；VPSS包括一个视频前段和视频后端，支持图像的缩放、自动对焦/曝光/白平衡、CFA插值、OSD数据混合等一系列图像处理功能；外设包括DDR2控制器、ATA硬盘控制器、USB2.0接口和VLYNQ接口等。ARM和DSP软件代码兼容并且全部采用固定的小端模式。

2　视频处理模块总体设计

该视频处理模块可以看做一个视频处理的最小系统，总体结构主要由以下3部分组成[1]：

a）视频前端设计。模块在工作时，前端摄像头采集的监控数据通过同轴电缆传输至系统的视频解码芯片。视频解码芯片将解码后的视频数据输入至DM6446的视频端口。

b）网络传输设计。DM6446内部集成EMAC（以太网媒体访问控制器），外接以太网物理层传输器后可以为用户提供以太网接口，用于网络数据传输。

c）视频后端设计。DM644内部集成了视频编码器及DAC（数模转换器），在DSP内部完成对视频数据的相关运算处理后，系统使用复合视频接口或者S-video接口作为显示输出，同时用户的操作界面也通过该接口输出，实现了对视频信息的监控功能。

根据系统设计的实际要求，我们对它的外设做一些精简，在满足设计需求的同时节约一定的成本。具体的视频处理模块硬件构成如图1所示。

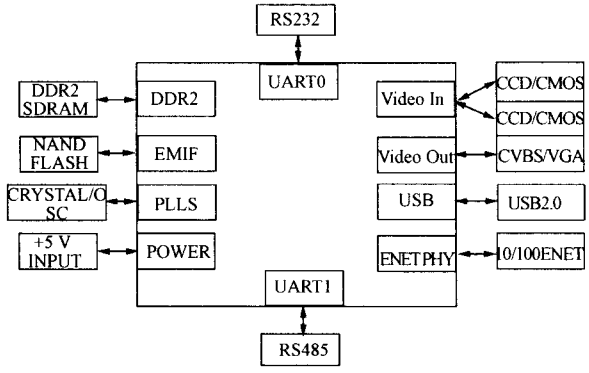

图1　视频处理模块结构

收稿日期：2009-04-23；修回日期：2009-05-31。

主要包括:DM6446 为主处理器;2 路 PAL/NTSC 的标准模拟视频输入(CVBS);1 路 PAL/NTSC 标准模拟视频输出(CVBS),支持 VGA 输出;扩展 256 MB DDR2 SDRAM;扩展 64 MB NAND Flash 存储器;2 路 UART 接口,分别支持 RS-232 和 RS-485 标准;10 M/100 M 标准以太网接口;USB2.0 接口;JTAG 接口;电源接口。

整个视频处理系统主要有以下几个模块构成:电源管理模块、存储模块、CPLD 模块、视频输入模块、视频输出模块、通信及接口模块。

整个系统的工作流程大致为:在系统完成上电或者复位后,从 Flash 存储器加载程序,完成对芯片的初始化和对外围硬件的初始配置,然后通过视频前端图像采集设备(CCD/CMOS)采集实时图像,采集的模拟视频信号经过视频解码芯片(TVP5150)转换为数字视频信号传入 DM6446 的视频通道(VFPE),经过 VPSS 的处理实现对信号的编码压缩,或者存入 DDR2 SDRAM,或者通过外部显示设备输出。

3　具体硬件设计

3.1　电源模块

DM6446 有独特的电源配置,有 3 种电源管理模式:正常模式、低功耗模式和备用电源模式。备用电源模式是 3 种模式中功耗最低的,DSP 核和视频协处理器系统都不运行,除了通用 I/O、UART 和 PWM 运行外,其他的外设都不运行。而在低功耗模式下,仅仅运行一些 ARM 的基本功能,DSP 和视频协处理器系统都不运行,除了通用 I/O、UART、PWM、SPI 和定时器运行外,其他的外设都不运行。在正常模式下,除了所有的模块和外设都可以运行外,两个时钟也正常运行。

电源分为 +5 V、+3.3 V、+1.8 V 以及 +1.2 V,系统的主电源为 +5 V,其余电压均由 +5 V 电源供给。其中 +1.2 V 是供给 DM6446 内核电压,+1.8 V 是为 DM6446 的 I/O 以及 DDR2 内存供电,+3.3 V 是给大部分的外设供电。选择 TI 公司生产的专供 FPGA 和 DSP 芯片供电的 TPS75003 给 DM6446 提供 +1.2 V 的内核电压和 +3.3 V 的外设供电电压,选择 TPS62040 提供 +1.8 V 电压输出[3]。

TPS75003 工作温度 -40 ℃ ~ +85 ℃,采用 QFN 封装,供电稳定且能耗低。电源模块原理见图 2。

为了保证 DM6446 在电源未达到要求的电平时,不会产生不受控制的状态,同时确保电路的所有器件的上电同步复位,需要在设计中采用电源监测电路。本设计采用 TI 公司生产的 TPS3808 电源监测芯片,它的固定复位信号时间最长达 1 s,能满足系统中所有芯片的复位要求,同时还具有手动复位端。该电路能够确保在系统的加电过程中,内核电压、I/O 口电压以及外设电压达到要求的电平之前,处理器始终处于复位状态,复位信号的输出顺序为内核复位信号→ +3.3 V 电压复位信号→ +1.8 V 电压复位信号。电源监测电路原理图如图 3 所示。

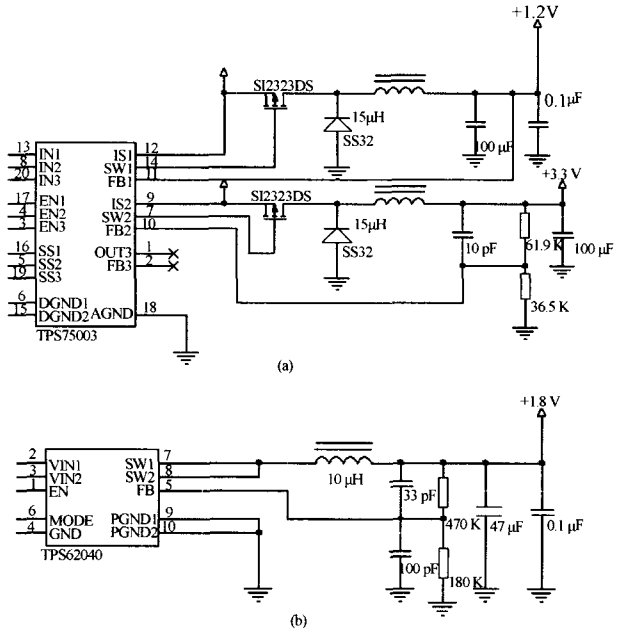

图 2　系统电源供给电路

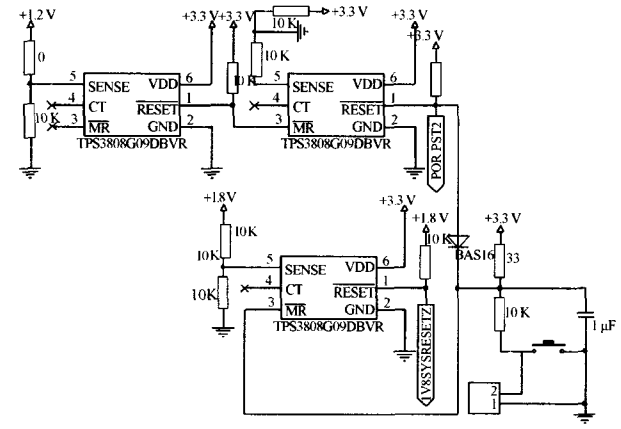

图 3　电源监测电路

3.2　存储模块

在 DM6446 中有与几种形式的外部存储器接口:异步 EMIFA(NOR Flash、SRAM)、NARD Flash 等。DDR2 存储控制器用于 DDR2 SDRAM 连接。

a) DDR2 存储器:是整个系统的缓存中心,系统运行代码、图像数据搬移等都要使用 DDR2。本系统采用 2 片 16 位的 MT47H64M16BT 并联,存储空间达到 256 MB,DDR2 总线利用内部 PLL(锁相环)主频高达 166 MHz 双边情况下可达 325 MHz,通过其刷新 DaVinci 芯片自动实现,选型的主要原则是该芯片与不同

厂商生产地、不同容量的DDR2芯片都能实现引脚与引脚间的完全兼容。

b) NAND Flash：主要优点是可集成度高、价格便宜等，本系统在片选CS2映射中有64 MB的NAND Flash，主要用于系统的引导，其中存储嵌入式Linux操作系统内核和内核引导程序U-Boot bootloader[5]。

3.3 CPLD模块

CPLD（复杂可编程逻辑器件）模块主要用于系统中组合逻辑的设计。如果对逻辑设计采用专用芯片设计，成本将大大提高，且占用的面积也将变大。选用CPLD设计增加了设计的灵活性，降低了今后PCB（印制电路板）设计的面积，同时也增强了系统的保密性。

系统采用了Altera公司的EMP240GT100芯片，主要功能包括内核电平与I/O电平转换，时钟分频以及其他逻辑功能的实现。

3.4 视频输入模块

本系统在视频输入端选用了专业视频解码芯片TVP5150，这是一款高性能视频解码器，可将NTSC、PAL视频信号转换为数字色差信号（YUV422），同时支持两个复合视频或者一个S端子输入。

从模拟视频输入口输入的模拟信号在TVP5150内部经过钳位，抗混叠滤波、A/D转换、YUV分离电路之后，最后再转换成BT.656视频数据流，输入到压缩核心单元DM6446中。

本系统使用了2片TVP5150，每片使用了1路复合信号，原理图如图4所示。

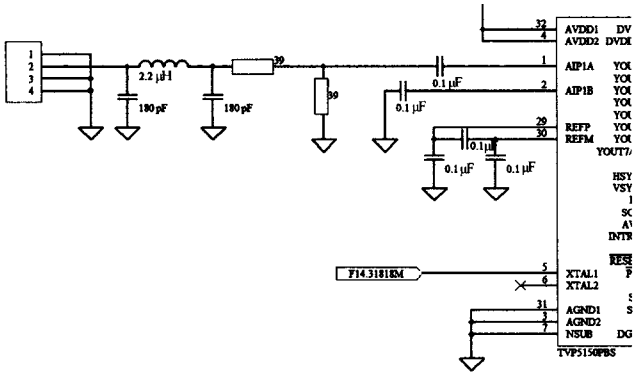

图4　视频输入电路

3.5 视频输出模块

DM6446的VPBE内置视频编码器，视频信号经过FPGA（现场可编程门阵列）芯片，连到VPBE，接收来自DSP的BT.656视频流信号，显示于监视器上。

系统视频输出部分采用了DM6446片内的4路10位DAC输出，用其中的3路DAC实现了VGA输出，另外一路DAC实现了CVBS输出。当系统配置为VGA输出接口时，还使用了HSYNC和VSYNC场同步信号。具体的原理图如图5所示。

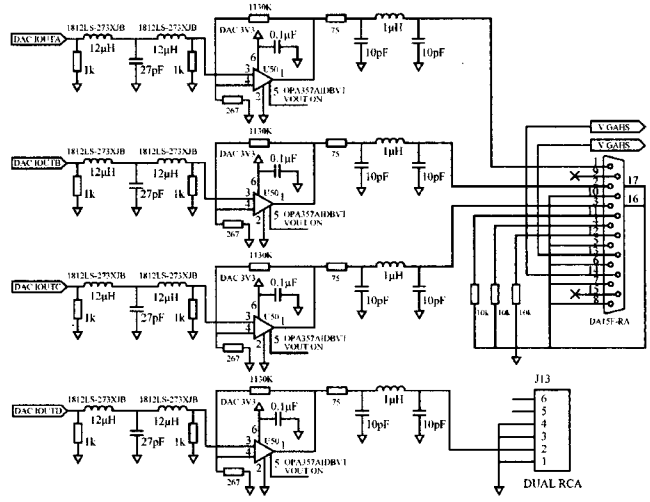

图5　视频输出模块

视频模块硬件设计中的滤波非常重要，在本系统中，使用了电感和电容组成的滤波网络，能够很好地降低噪声的感染。为了避免数字电源和模拟电源之间的相互干扰，系统采用了磁珠隔离数字电源和模拟电源。

3.6 通信及接口模块

系统中保留了必要的外设通信接口模块有UART（通用异步串口），一个配置成RS-232，用于系统启动时控制台使用，另一个配置成RS-485，用于工业应用如云台控制等。设计中采用MAX3221单通道RS-232协议收发器，使得异步串口电平符合RS-232电平标准。系统扩展的RS-485接口通过SN65HVD485ED半双工RS-485收发器连接。

网络接口是TMS6446的另一重要组成部分，随着嵌入式系统的发展，对于网络功能的需求也越来越大。DM6446集成了EMAC和物理层设备的MDIO（管理数据输入输出）模块。本次设计中采用BCM5221作为10/100Base－TX以太网收发器，BCM5221的MII接口与DM6446的MII接口对接。该接口内部集成了隔离变压器，所以不再单独使用隔离变压器芯片。

USB是一种快速双向同步传输的串行接口，具有传输速度快、价格便宜、使用方便和支持热插拔等诸多优点。DM6446片上集成了USB控制器，同时支持主机和外设模式，它可以通过ARM端控制存储映射寄存器进行操作。

3.7 ARM与DSP的通信及资源共享

由于DM6446是双核架构，因此存在两个核之间的通信问题。DM6446系统中，ARM主要负责系统整体控制功能，而DSP主要专注于大批量的数据传输和视频数据处理等工作。ARM和DSP都可以访问EDMA，ARM可以访问DSP的内存空间，包括L1P、L1D

和 L2,DSP 可以访问 ARM 内存,ARM 和 DSP 都可以访问 DDR2 和异步外部存储器接口 AEMIF,ARM 和 DSP 可互相触发中断。它们之间资源的共享见图 6。

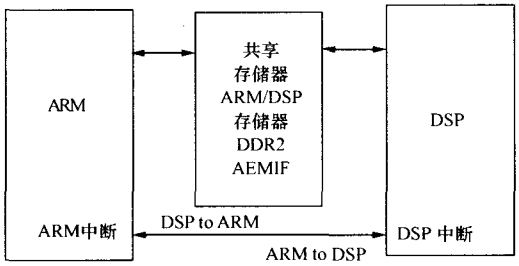

图 6　ARM-DSP 资源共享示意图

4　结束语

本文使用了先进的Davinci技术,有效地利用了 DM6446 设计了一个最小的嵌入式视频处理系统,硬件结构清晰,在确保系统有可升级空间的前提下满足了一个视频处理系统的主体功能需求。本设计具有一般数字视频处理系统的优势,同时由于采用了嵌入式硬件体系的设计,集成度变得更高。

参　考　文　献

[1] 秦云川. 基于 DM6446 的视频监控开发平台的设计与实现[D]. 长沙:湖南大学,2008.

[2] 骆张强. 基于 Davinci 的技术的智能家庭监控系统的设计与实现[D]. 成都:电子科技大学,2005.

[3] 赵燕丽,刘志猛. 基于 DM642 的视频监控系统硬件设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2007(5):39-41.

[4] SEED-DaVinci EVM User's Guide[EB/OL]. http://www.seeddsp.com. Rev. A 2006. 12.

[5] 王钊,冀小平. 基于 DM6446 视频处理的硬件分析[J]. 科技情报开发与经济,2007(30): 241.

杭　翔(1982-),男,硕士研究生,主要研究方向为模式识别与智能系统。

Hardware Design of an Embedded Video Processing Module Based on TMS320DM6446

HANG Xiang, JIN Lizuo, LI Jiuxian

(School of Automation, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: A video processing module using TI's DaVinci chip TMS320DM6446 as the main chip is described in this paper. In this system analog video signal is digitized by a high-speed video decoding circuit and computed by the DSP chip to achieve real-time processing and output. The hardware is made up of a special video decoder TVP5150, FPGA and DSP, and the circuits include video processing, network communication and other interface circuits. It achieves the basic requirements of embedded video processing and can be used as a minimum independent video processing system.

Keywords: DSP; embedded; video processing; TMS320DM6446; hardware design

(上接第 3 页)

Ten Greatest Development Trends of Foreign Electronic Information Technique and Its Product

WANG Suozhu[1], YANG He[2]

(1. 92493 Unit of PLA, Huludao 125000, China; 2. 92941 Unit of PLA, Huludao 125001, China)

Abstract: Since the beginning of 21 century, the development of electronic information technique and its products has been having high development speed, but the development speed of each main technique is not the same, some technique development is even slow, but the development of some techniques are accelerating with each passing day. In this paper according to the last few years technical development status of the electronic product information, ten greatest future developments trends of the foreign electronic information technique and products are summarized.

Keywords: integrated circuit; software; computer and network; photoelectron; information material; information safety