

新型嵌入式图像处理器设计

New Design of Embedded Multimedia Image Processor

(中科院长春光学精密机械与物理研究所) 孙 航
SUN Hang

摘要: 设计了一种新型的嵌入式图像处理器, 该处理器以 TI 公司的 TMS320DM643 DSP 为图像处理核心并以 Xilinx 的 XC2S300E 为字符叠加 FPGA。详细论述了系统的硬件组成和工作原理, 并给出了基于嵌入式可裁剪内核 DSP/BIOS 的软件设计方法。该嵌入式处理器具备了强大的数字信号处理能力和灵活的调试方法。

关键词: DM643; DSP/BIOS; 图像处理; 嵌入式

中图分类号: TN911

文献标识码: A

Abstract: The paper designed one kind of new embedded multimedia image processor that used TMS320DM643 DSP of TI as the CPU and take the XC2S300E of Xilinx as the on screen display FPGA. The structure and the principium of the hardware system be discussed and the software design method with embedded core DSP/BIOS that can be cut out be expatiated in paper. This embedded multimedia image processor have the strong ability of the data signal process and the agility method of the debug.

Key words: DM643; DSP/BIOS; Image process; Embedded system

1 引言

在诸如图像目标识别, 运动目标捕获, 视频压缩编解码等视频图像处理领域中, 由于处理的数据量大、算法复杂, 因此对处理运算的核心有着较高的性能要求。设计中选用 TMS320DM643 嵌入式 DSP 芯片作为系统的运算核心。DM643 是一款专门面向应用的专用 DSP。该 DSP 时钟高达 600MHz, 8 个并行运算单元, 处理能力达 4800MIPS, 采用二级缓存结构; 具有 64 位外接存储器接口; 兼容 IEEE—1149.1(JTAG)边界扫描; 为了面向多媒体应用, 还集成了 3 个可配置的视频端口、面向音频应用的 McASP (Multi Channel Audio Serial Port)、10/100Mb/s 的以太网 MAC 等外设。利用 DM643 的视频端口, 可以方便的与视频解码芯片和编码芯片进行硬件连接, 简化了软硬件设计, 提高效率。

2 系统硬件设计

设计提供了 2 路标准模拟视频输入和 1 路模拟视频输出, 两路标准模拟视频输入, 通过相应的控制位进行选择, 每次只能选用其中一路。板内视频解码器选用 TVP5150PBS, 视频编码器选用 SAA7150H。视频解码器与视频编码器均支持标准的 NTSC 和 PAL 制式视频。

2.1 TMS320DM643 的 VP 口

TMS320DM643 上集成了 2 个 Video Port(简称 VP)口, 每个视频口由 20 位数据线 VPxD[19:0]、两个时钟信号 VPxCLK0(输入)和 VPxCLK1(输入/输出)、3 个控制信号 VPxCTL0、VPxCTL1 和 VPxCTL2 组成。时钟信号作为视频源的时钟信号输入/输出、控制信号作为视频源的同步信号输入/输出(行同步、帧同步、场同步、视频采集使能等)。VP1 配置为单通道视频输入+McASP

口, 以接口视频解码器和音频编解码器, 而 VP2 配置成为单通路的视频输出口, 以接口视频编码器。VP1 配置为单通道视频输入口时, VP1CLK0 作为视频源的输入时钟, VP1CLK1 未用。而 VP1CTL0、VP1CTL1 和 VP1CTL2 则分别作为视频的 CAPEN/AVID/HSYNC、VBLNK/VSYSNC、FID 输入同步信号。当 VP2 配置为单通道视频输出口时, VP2CLK0 作为视频源时钟输入和 VP2CLK1 作为视频源的输出时钟, 而 VP2CTL0、VP2CTL1 和 VP2CTL2 则分别作为视频源的 CAPEN/AVID/HSYNC、VBLNK/VSYSNC、FID 输入同步信号。DM643 的视频口作为 8 位视频口时使用 10 位数据总线中的高 8 位, 即 VPxD[9:2]或 VPxD[19:2]。

2.2 DSP 与 TVP5150A 数字视频流的连接

TVP5150APBS 是一款高性能视频解码器, 可将标准的 NTSC 或 PAL 制模拟视频信号转换成 BT.656 格式的标准数字视频信号(YUV4:2:2)。模拟视频输入可支持 2 个复合视频或 1 个 S 端子视频输入, 数字视频输入则为标准的 ITU-R BT.656 格式, 并支持 Macrovision™ 复制保护以及高级的 VBI 功能。不仅如此, TVP5150 还具备了封装小(32 脚的 TQFP)、功耗小的特点(<150mW), 因此, 非常适用于便携、高质量和高性能的产品需求。其连接框图如下图所示:

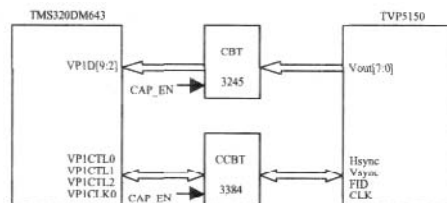


图 2 DSP 与 TVP5150A 的连接框图

TVP5150 的配置是通过标准的 IIC 总线来完成的。TVP5150APBS 的 IIC 标准总线是由串行数据输入/输出线(SDA)和时钟输入/输出线(SCL)组成的。TVP5150 只做为从设备, 不能做为主设备。IIC 总线的数据传送率最高可达 400Kbits/

孙 航: 助理研究员 硕士

基金项目: 中国科学院创新基金项目“光电经纬仪电子学系统的小型智能化改造”(200603)

s. 在系统中采用 100Kbits/s 的速率进行对 TVP5150 的配置。

2.3 DSP 与 SAA7105H 的硬件连接

视频解码器 SAA7105H 支持 PAL 与 NTSC 格式的视频编码输出; 同时可提供分辨率为 1280×1024 的 VGA 视频输出, 可直接驱动 PC 显示器; 最大分辨率 1920×1080P 的高清视频输出。当输出配置为 VGA 输出模式时, SAA7105H 还提供了行场信号。SAA7105 的配置是通过标准的 IIC 总线来完成的。SAA7105H 的 IIC 总线只支持 7 位地址的格式, 并只能做为从设备。它支持寄存器的地址自动加一的功能, 除了 2 个只读状态字节, 其余寄存器都是可读/写的。其数据交换的最高速度为 400Kbits/s。在激光对准图像板上, 视频流输出是通过 FPGA 送到 SAA7105H 的, 这样可以实现高清视频图像, VGA 视频图像的显示输出以及 OSD 调节等功能。SAA7105H 对应 DM643 的视频接口资源为 VP2, 其硬件连接示意图如图 3 所示。当 VP2 配置为单通道视频输出时, VP2CLK0 作为视频源时钟输入和 VP2CLK1 作为视频源的输出时钟, 而 VP2CTL0, VP2CTL1 和 VP2CTL2 则分别作为视频源的 CAPEN/AVID/HSYNC、VBLNK/VSYN、FID 输入同步信号。

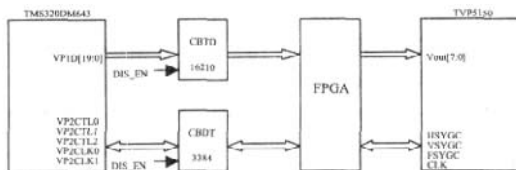


图3 DSP与SAA7105H硬件连接示意图

3 基于 DSP/BIOS 的软件设计

本文中对 TMS320DM643 进行的程序调试和烧写使用了 TI 公司的 CCS (Code Composer Studio) 集成开发环境。在 CCS 中不仅集成了常规的开发工具如源程序编辑器、代码生成工具 (编译、连接器) 以及调试环境外, 还提供了 DSP/BIOS 开发工具。

3.1 DSP/BIOS 实时内核插件

DSP/BIOS 是一种集成在 CCS 中的可不断升级的实时内核, 应用在实时进程安排以及主机到目标实时通信中, 提供了基于优先级的多线程处理和实时分析功能。DSP/BIOS 封装在可以直接或间接被程序调用的模块中, 另外, DSP/BIOS 配置工具 (Configuration Tool) 允许用户通过禁止 DSP/BIOS 在程序中的应用来优化代码的大小和运行速度。DSP/BIOS 支持对程序的实时探查 (Probe)、跟踪 (Trace) 和监控 (Monitor)。

3.2 基于 DSP/BIOS 的程序设计

在 DSP/BIOS 的配置文件 (后缀为 .cdb) 中设定 DSP/BIOS 使用的各种参数。并静态的说明需要调用的 DSP/BIOS 模块, 包括中断, 任务, 和内部集成的外设等。在全局设置的属性窗口中可以设置正使用的 DSP 型号、选择使用的片级支持库 CSL、Endian 模式和 Cache 模式等多种参数。在存储存储器段管理器的属性窗口中可以进行系统程序存储段的管理, 通过该项设置, 系统自动生成系统程序连接时使用的 .cmd 文件。图 4 所示为在存储器段管理器中设置 SDRAM 地址的对话框, 同样的在 BOOT 属性对话框中也设置好引导程序所在的地址和栈的参数。

在输入/输出 (input/output) 管理中设置好外围设备的数据软件结构, 包括 OSD FPGA, 视频编码芯片即 VP2DISPLAY, 视频解码芯片即 VP1CAPTURE 的软件句柄设置。如图 5 所示:



图4 存储器段管理器



图5 外围设备的数据软件结构设置

DSP/BIOS 是一个类似于先占式的多任务操作系统。一个线程是一个单独的控制点, 可能包含一个子程序、一个宏或者是一个函数调用。BIOS 中支持不同优先级的多种线程运行, 高优先级的线程可以中断低优先级的线程因此具有类似的先占式特点。如图 6 所示, 程序中包含两个线程一个是 CPU 空闲线程 TSK_idle, 另外一个为视频图像线程 tsloopback。当视频信号产生中断时, 线程 tsloopback 中断 TSK_idle 开始执行。

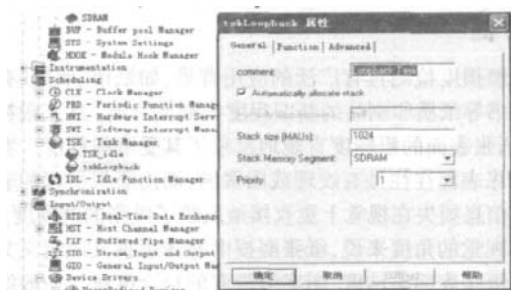


图6 线程管理

4 结语

本文介绍了一种嵌入式图像处理器的设计方法, 其在硬件设计中引用了新一代的 TI 公司的 DSP 产品 TMS320DM643, 该 DSP 针对应用提供了 Video Port 接口, 可以方便的实现编解码芯片的无缝连接。在软件设计中采用了 DSP/BIOS 实时操作系统, 针对图像处理编写了多任务应用程序。该设计有效降低了硬件成本, 通过使用 DSP/BIOS 提高了软件可靠性, 大大缩短了开发周期。

本文作者创新点: 提出并实现了一种新型的嵌入式图像处理器, 设计了基于 DM643 与 OSD FPGA 的硬件电路, 实现了与编解码芯片的无缝连接, 并利用 DSP/BIOS 嵌入式内核编写了多任务软件, 提高了系统的可靠性, 该系统成本低, 功能强大完全可以用到视频多媒体应用当中去。

参考文献

- [1] 季昱. DSP 嵌入式应用系统开发典型实例. 中国电力出版社, 2005.
- [2] TMS320DM642 Video/Imaging Fixed-Point Digital Signal Processor. Texas Instrument Incorporated, 2002. (下转第 105 页)

3.3 推理诊断专家系统

分析决策模块的功能主要由推理诊断专家系统完成,专家系统中的核心内容包括征兆获取、推理机和知识库等。在本系统中,故障征兆提取采用模糊获取技术,将故障征兆定义为模糊集合,模糊集合的隶属函数根据信号的分布特征或统计特征确定,征兆存在的倾向性用相应的隶属度来描述。推理机采用基于规则推理与案例推理相结合的推理机制,首先启动案例推理模块进行推理,如果满意结果,则停止推理,给出诊断结论。如果不满意,则启动规则推理。知识库包括案例库和规则库两部分,存放实际案例以及由专家经验知识等获得的规则。自学习是实现知识库丰富的一种方式,规则推理后,如果推理结果满意,则进行案例生成,记忆推理过程,实现案例库的增量式自学习。如果规则推理的结果也不满意,则可根据推理过程和人机交互采用向导式的规则半自动学习。

4 总结

本文介绍了基于飞行参数的机载设备性能趋势预测系统的总体架构,并详细探讨了系统中的几个关键技术。本系统采用基于小波变换和 ARMA 模型的组合预测模型,建模过程简单运算速度快,对反应机载部件性能发展趋势的性能参数时间序列进行预测,不仅能够大幅提高短期预测精度,对中长期预测精度也有很大改善,能够有效增加告警提前期和降低虚警概率。在准确预测的基础上,利用基于规则推理与案例推理相结合推理诊断专家系统,对异常状况进行智能分析,预报可能发生的故障,择优给出最优维修策略,能够有效地辅助机务人员进行飞机系统的监控与维护。

本文创新点:1)应用预测模型与专家系统相结合的方式,设计实现了基于飞行参数的机载设备性能趋势预测系统;2)为提高预测精度,提出了基于小波变换和 ARMA 模型的组合预测模型,并给出了小波分解层数的确定方法。

参考文献

- [1]Hess A, Fila L.The joint strike fighter (JSF) PHM concept: potential impact on aging aircraft problems [A]. Aerospace Conference Proceedings [C]. 2002-06 3021-3026.
 - [2]胡昌林,刘鹏远,李永军,魏保华.某装备状态监测与故障预测系统总体设计[J].微计算机信息,2006,9-1:189-191
 - [3]常继百.民航发动机性能监控和预测方法研究[D].南京:南京航空航天大学,2004
 - [4]杨福生.小波变换的工程分析与应用[M].北京:科学出版社,1999 64-70 95-97
 - [5]George.E.P.Box,Gwilym.M.Jenkins. Time Series Analysis- Forecasting and Control[M]. San Francisco: Holden- Day Inc. 1976: 21-182
 - [6]张树京,齐立心.时间序列分析简明教程[M].北京:北方交通大学出版社,2003 66-83,112-116.
- 作者简介:崔秀伶(1981-),女,河北人,硕士研究生,主研方向:自动测试系统、故障预测;李晓白(1953-),男,北京人,副教授,主研方向:测控技术、自动测试系统等;郎荣玲(1975-),女,博士后,主研方向:自动测试系统、故障诊断、趋势预测等。
- Biography:CUI Xiu-ling(1981-), female, Hebei province, master, specializes in automatic test system and fault prediction

(100083 北京 北京航空航天大学电子信息工程学院 204 教研室) 崔秀伶 李晓白 郎荣玲

(School of Electronic and Information Engineering, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China) CUI Xiu-ling LI Xiao-bai LANG Rong-ling

通讯地址:(100083 北京 北京市北京航空航天大学电子信息工程学院 204 教研室) 崔秀伶

(收稿日期:2008.6.3)(修稿日期:2008.8.5)

(上接第 277 页)

- [3]聂秋基于 TMS320DM642 的网络摄像机设计芯片应用 2005(7)
- [4]彭启琮 DSP 集成开发环境电子工业出版社 2004.
- [5]TMS320C6000 DSP/BIOS Application Programming Interface (API) Reference Guide. Texas Instrument Incorporated, 2002.
- [6]张小鹏 赵宇明 胡福乔.基于 DM642 平台的 PPP 协议的实现及应用.微计算机信息,2007,20:1-3.

作者简介:孙航(1978-),男,吉林长春人,助理研究员,硕士,主要从事电子学设计和开发。

Biography: SUN Hang(1979-), Male, born in Changchun of Jilin province, assistant researcher, master. Now research in design and development of electrical.

(130033 吉林长春 长春光学精密机械与物理研究所) 孙航
(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun Jinlin, 130033)
SUN Hang

通讯地址:(130033 吉林 长春东南湖大路 16 号长春光学精密机械与物理研究所 光电对抗部) 孙航

(收稿日期:2008.6.3)(修稿日期:2008.8.5)

《现场总线技术应用200例》

现场总线技术是现代工厂、商业设施、楼宇、公共设施运行、生产过程中的现场设备、仪表、执行机构与控制室的监测、控制装置及管理与控制系统之间的数字式、多点通信互连的,数据总线式智能底层控制网络。

现场总线技术保证了现代工厂、商业设施、智能楼宇、公共设施(自来水、污水处理、输变供电、燃气管道、自动抄表、交通管理等)、高可靠、低成本、安全绿色生产运行,同时易于改变生产工艺,多品种生产过程。

本书 200 个应用案例,介绍了 profibus、FF、CANbus、DeviceNET、WorldFIP、INTERbus、CC-Link、LonWorks 及 OPC、工业以太网、TCP/IP 在石油、化工、电力、冶金、铁路、制烟、造酒、制药、水泥、电力传动、机械、交通、设备管理、消防、自来水厂、电解铜、电解铝、继电保护、粮仓及储运、汽车检测、油库管理、造纸、气象、远程抄表、电缆生产、暖通空调、电梯、楼宇自动化及安防、……,各方面的应用。

本书是工程设计人员、设备维护人员、设备采购人员、技术领导干部、大、中专学校教员的案头参考书,同时也是大专院校本科生、研究生做课题、搞毕业设计的必备参考书。有志向有兴趣的高中文化水平的人均为本书读者。

本书已出版。大 16 开,每册定价 55 元(含邮费)。预购者请将书款及邮寄费通过邮局汇款至

地址:北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室

微计算机信息

邮编:100081

电话:010-62132436

010-62192616(T/F)

http://www.autocontrol.com.cn

http://www.autocontrol.cn

E-mail:editor@autocontrol.com.cn;

E-mail:control-2@163.com