

基于 DSP + FPGA 的图形显示控制系统

范俊锋, 邓 轲, 简秦勤

(西安电子科技大学 电子工程学院, 陕西 西安 710071)

摘要 提出了一种基于 DSP 和 FPGA 的图形显示控制系统, 以及系统各部分的设计方法和思想。硬件上充分利用 DSP 高速计算和 FPGA 并行处理特点; 软件上给出了图形图像、汉字字符等的驱动函数。通过键盘输入和图形图像显示的功能, 系统验证表明, 系统可以满足图像、正弦波、三角波等较为复杂的动态图形的显示, 效果良好。

关键词 DSP; FPGA; 图像显示控制

中图分类号 TN911.72; TP391.41 文献标识码 A 文章编号 1007-7820(2013)03-078-03

Graphics Display Control System Based on DSP + FPGA

FAN Junfeng, DENG Ke, JIAN Qinqin

(School of Electronic Engineering, Xidian University, Xi'an 710071, China)

Abstract Control system based on DSP and FPGA Figure line display, and each part of the system design methods and ideas. Take full advantage of the hardware DSP high-speed computing and FPGA parallel processing characteristics; graphic image, Kanji characters drive function gives software. Functions through the keyboard input and display graphic images, show that the actual use of the system can meet the more complex image, sine wave, triangle wave dynamic graphics display, and to good effect.

Keywords DSP; FPGA; image display control

随着现代电子信息技术的发展, 人机交互、图形图像数据的输出显示在系统设计中越来越重要, 一方面要求各种参数的输入, 另一方面要求将数据结构显示出来。文中设计的基于 DSP 和 FPGA 的系统结构, 实现了人机交互和各种图形图像的输出显示, 而且可以达到动态显示的效果。在设计上采用了软件填充的图形设计方法, 先由 DSP 生成全局数据缓冲区, 填充要绘制的图形, 之后通过 DSP^[1] 的 EDMA 传递给 FPGA, FPGA 实现显示屏的接口不断扫描, 将数据送到显示屏显示。同时 FPGA 连接键盘接口, 通过扫描法扫描键值, 之后通过中断方式送到 DSP, 使 DSP 对各种输入进行控制。整个系统的结构图如图 1 所示。

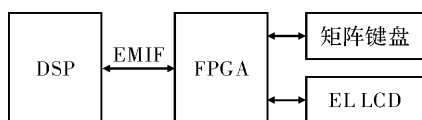


图 1 系统结构

收稿日期: 2012-09-05

作者简介: 范俊锋(1987—), 男, 硕士研究生。研究方向: 高速实时信号处理及多 DSP 系统设计。E-mail: fanjunfeng001@163.com。邓轲(1987—), 男, 硕士研究生。研究方向: 电子对抗中的信号处理。简秦勤(1988—), 女, 硕士研究生。研究方向: 直扩信号的检测与恢复。

1 系统功能

为实现显示系统的基本功能, 系统要求实现人机交互, 通过键盘输入各种键值, 选择或输入各种参数, 因此设计了 6×6 的矩阵键盘, 可以输入 26 个英文字母和 0~9 共 10 个数字, 键盘的接口连在 FPGA 上, FPGA 将扫描到的键值以中断方式送到 DSP, DSP 根据输入的参数进行处理。

对于显示部分, 系统要求提供各种驱动函数, 可以实现画点、画线、画方框、画矩形、填充矩形、画椭圆、填充椭圆、画圆、填充圆、显示汉字、数字、英文字符以及图标 Logo 等功能, 在这些基本画图函数的基础上可以实现各种复杂图形的显示。

总的实现方式是在 DSP 内部开辟一缓冲数据区, DSP 将要输出的图形数据填充至数据缓冲区, 需要显示时, DSP 启动 EDMA, 通过总线将缓冲区的数据送至 FPGA, 在 FPGA 内开辟一双向 RAM, 一端接收 DSP 传输的缓冲区的数据, 保存在双向 RAM 中, 另一端将双向 RAM 中保存的缓冲区数据读出, 以不断扫描的方式按照显示屏的时序将数据显示在显示屏上。

2 系统硬件设计

DSP 具有高速处理的特点, 运算速度快、FPGA 并行处理能力强, 常用于设计一些接口。DSP 和 FPGA

相结合的结构,能充分发挥二者的优点,选用各种复杂的系统。

显示控制系统采用的 DSP 是 TI 公司的 TMS320C6713^[2],它是 TI 公司推出的一款高性能的数字信号处理器。FPGA 采用的是 Altera 公司 Cyclone 系列的一款芯片 EP3C78017^[3],这是一款高性价比的 FPGA 芯片。FPGA 和 DSP 通过 DSP 的外部总线接口 EMIF 连接。为便于系统的扩张,将 FPGA 映射在 DSP 的 CE2 和 CE3 的地址空间,对应的存储器映射地址分别为 0xA0000000 和 0xB0000000。

由于要加载字库,系统需要大容量的数据存储器来存储字库数据和数据缓冲区,而 DSP 的内部 RAM 只有不到 200 kB,因此需要扩展系统的数据存储器。系统外挂了一个 SDRAM,它依然通过 DSP 的 EMIF 接口和 DSP 相连接,连接在 DSP 的 CE0 空间,对应的存储器映射地址为 0x80000000,SDRAM 的型号为 MT48LC2M32BTG。

显示屏是 640 × 480 点阵的 EL LCD 宽温显示屏,其上下半屏同时扫描的双扫描单色显示屏,由于宽温特性,多用在工业和军事中,型号是 EL640.480 AF1 ET^[4-6]。

系统将键盘接口和显示接口连接在 FPGA 上。系统硬件原理如图 2 所示。

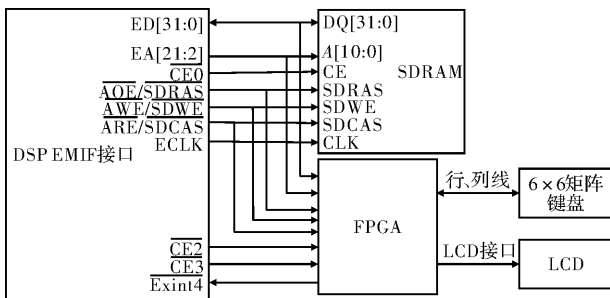


图 2 系统硬件原理图

3 系统软件设计

3.1 键盘接口设计

为实现人机交互必须要有相应的输入接口,系统在 FPGA 外部连接了 6 × 6 的矩阵键盘,以实现各种参数的输入和显示控制。DSP 和 FPGA 要完成各自不同的控制逻辑。

FPGA 中用 VHDL 硬件描述语言设计键值的扫描程序,采用逐行扫描的思想,并开辟一寄存器保存扫描到的键值,DSP 读取该寄存器即得到按键键值,该寄存器对应的地址为 0xA0001000,对应 DSP 中 CE2 的选址空间。当有按键按下时,FPGA 扫描得到键值,保存至按键寄存器中,并向 DSP 发送外部中断 Exint4,DSP 在中断服务程序中读取地址为 0xA0001000 寄存器中的

内容即可得到键值。

3.2 显示接口设计

由于显示屏是 640 × 480 的单色显示屏,要在 DSP 内开辟一显示的数据缓冲区,大小为 38 400 Byte,缓冲区的每一位代表一个像素,代表显示屏上的一个像素点,缓冲区的第一个 Byte 的最低位点代表显示屏的第一个像素点,依次类推。

对于要显示的图像,DSP 必须先用相应的图形算法填充该图形缓冲区,之后启动 DSP 的 EDMA 将数据通过 DSP 的总线送至 FPGA 的双口 RAM 中,双口 RAM 的起始地址是 0xA0080000,对应 LCD 显示屏第一行的第 1 ~ 32 个像素点,结束地址是 0xA00895FC,对应显示屏第 480 行第 637 ~ 640 个像素点。DSP 是 32 位数据总线,每个地址可存储 32 位的像素点。

对于画图函数,最基本的莫过于画点函数,它是其他各种作图函数的基础,也是实现各种复杂图形显示的基础。

画线、画方框、画矩形、填充矩形、画椭圆、填充椭圆、画圆、填充圆的驱动函数只要基于画点函数再配合相应的算法即可实现。

对于汉字的显示,需要加载相应的字库,系统中的字库采用 16 × 16 点阵的汉字字库。首先根据汉字的区位码在字库中找到相应的点阵数组,然后将点阵数组输入到相应坐标的显存缓冲区即可。为提高程序的运行速度,系统中没有采用标准 C 库文件的文件操作方式来读取字库数组,而是将字库文件转换为数组形式保存在 SDRAM 中,程序只需根据汉字的区位码查表即可得到点阵数组,大幅提高了程序的运行速度。

对于图标和图像的显示,首先也要将图像转换为相应的点阵数组,再按照要显示的坐标区域将点阵数组输入的相应区域即可。

用基本画图函数就可实现各种图形的显示,在此基础也可以实现各种复杂图像的显示,系统验证时曾显示了图像、正弦波、三角波等较为复杂的动态图形的显示,并可以通过键盘控制波形频率的改变,如图 3 所示。

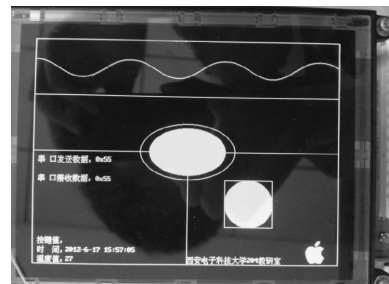


图 3 图像显示

(下转第 89 页)

温曲线的斜率,单位 $^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。报警键在开机时默认开启,当实际温度与跟踪温度相差 2°C 或实际湿度与跟踪湿度相差 1°C 时,发出长为 0.5 s 的间断报警声。只有当实际温度与跟踪温度相差 1°C 以下且实际湿度与跟踪湿度相差 0.5°C 以下时,报警开关自动关闭。当烘烤完成时,将发出的长为 2 s 的间断报警声。运行状态时,只有按停止键才有效,此时可修改参数。

从SD卡读出来温度数据可生成温度变化曲线,如图7所示。图中可以看出实际温度与目标温度基本一致,说明智能控制情况良好,实际温度中两次温度急剧下降是因为有断电关机。目标温度的曲线斜率为零时,实际温度与目标温度有差距,此时加热器开至最大,使实际温度尽快达到目标温度。

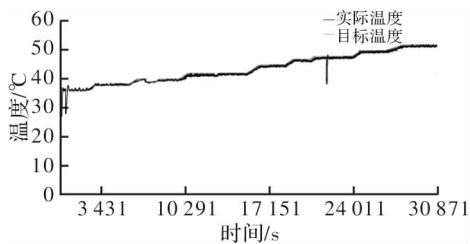


图7 目标与实际温度变化曲线图

(上接第79页)

4 结束语

人机交互和图形图像显示技术,在需要人机交互系统应用中具有重要现实意义,文中讨论了基于DSP + FPGA的图形显示控制系统,给出了各部分的设计思想,提供了键盘输入和图形图像显示的功能,可以满足各种复杂的人机交互和图形图像显示,在实际使用中也得到了验证。

参考文献

[1] 李方慧,王飞,何佩琨. TMS320C6000系列DSPs原理与应用[M]. 2版. 北京:电子工业出版社,2003.

5 结束语

针对烟叶烘烤的自动化及后期的数据分析,提出了一种烟叶自动烘烤系统的设计方案。系统以微控制器LPC2148为核心,自行设计的数字式干湿球温度计采集温湿度信息,并根据采集到的温湿度信息,实现对加热器功率与通风口开度的自动控制,达到控制烤箱内温湿度的目的;同时,系统具有良好的人机交互界面,并通过SD卡存储数据以便后期分析。本系统具有功能齐全、操作简便、安全性好、控制精度高等优点,提高了劳动效率。

参考文献

- [1] 乔晓娟. 烟草烤窑智能化控制系统关键技术的研究[D]. 咸阳:西北农林科技大学,2010.
- [2] 马聪. 浅谈现代烟草农业[M]. 郑州:河南省科学技术协会,2008.
- [3] 宫长荣. 烟草调制学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [4] 姚天祥,李华贵,孔若英,等. $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 在LPC2148上的移植[J]. 电子元器件应用,2007,9(7):15-16.
- [5] 马云峰,陈子夫,李培全. 数字温度传感器DS18B20的原理与应用[J]. 电子元器件应用,2002,4(1):23-25.

用[M]. 2版. 北京:电子工业出版社,2003.

- [2] TI Conpration. TMS320C6713B floating point digital signal processors (SPRS1861) [M]. USA:TI Conpration,2006.
- [3] Altera Conpration. Cyclone III device handbook [M]. USA: Altera Conpration,2010.
- [4] Planar Conpration. EL640. 480 - AF1 family 6.4 electroluminescent VGA flat panel display user's manual [M]. USA: Planar Conpration,2006.
- [5] 刘宇. 基于TMS320F28335信号处理板的设计与实验[J]. 电子科技,2011,24(5):44-48.
- [6] 张云昌,张令弥,赵建洋. 基于McBSP的TMS320C6713异步串行通信的实现[J]. 电子科技,2009,22(7):55-58.

(上接第85页)

参考文献

- [1] 公安部交通管理局. 2011年上半年全国公路交通情况[EB/OL]. (2011-11-29)[2011-12-26]http://www.mps.gov.cn/n16/n85753/n85870/2857811.html
- [2] 公安部交通管理局. 2009年全国公路交通情况[EB/OL]. (2010-09-30)[2011-12-26]http://www.mps.gov.cn/n16/n85753/n85870/2450243.html
- [3] 公安部交通管理局. 2010年全国公路交通情况[EB/OL]. (2011-09-15)[2011-12-26]http://www.mps.gov.cn/n16/n85753/n85870/2758752.html
- [4] 赵忠利. 驾驶员交通肇事行为原因及预防[J]. 济南交通

高等专科学报,1996,1(9):149-153.

- [5] 张建军. 连续长大下坡路段避险车道设置原则研究[D]. 合肥:合肥工业大学机械与汽车学院,2005.
- [6] 范士儒. 交通心理学教程[M]. 北京:中国人民公安大学出版社,2005.
- [7] 潘晓东. 人体信息技术在道路几何构造安全性评价中的应用[D]. 上海:同济大学交通运输工程学院,2002.
- [8] 闫莹. 公路长大下坡路段线形指标对驾驶员心理生理影响的研究[D]. 西安:长安大学,2006.
- [9] 阎莹,刘浩学. 山区公路纵坡路段线形指标对驾驶员心理生理影响研究[J]. 武汉理工大学学报,2008,12(6):1013-1016.