

基于 Nios II 处理器的 TFT-LCD 图形显示设计

石红晓, 吴光敏

(昆明理工大学 理学院, 云南 昆明 650093)

摘要: 主要阐述了以 Altera 公司的 FPGA 为核心的基于 Nios II 软核的嵌入式 LCD 图形显示设计方法。从系统的角度提出在 LCD 上显示图形的设计过程, 给出搭建 Nios II 软核的系统整体结构图, 并最终实现了图形以及汉字在 LCD 上的显示, 最后总结出利用 FPGA 技术实现 LCD 图形显示的优势。

关键词: LCD 显示; Nios II 软核; 现场可编程门阵列 (FPGA)

中图分类号: TN27; TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)18-0037-03

TFT-LCD graphic display design based on Nios II

SHI Hong Xiao, WU Guang Min

(Faculty of Science, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract: Focus is given on how to design an embedded system to display the picture on the LCD based on Nios II soft core, regarding FPGA of Altera company as the core. The display designing process is put forward from the systematic angle. It is also given the system overall structure diagram of the Nios II soft core, and finally realize the graphics and character display on the LCD. At last, we can gain the conclusions, which indicates that it has obviously more advantage to realize LCD display by using the technology of FPGA.

Key words: LCD display; Nios II soft core; field programmable gate array (FPGA)

随着工艺技术的发展与市场的需要, 超大规模、高速、低功耗的 FPGA 不断推出, 并且被广泛地应用在高速、高密度的数字电路设计领域。SoPC^[1] (System on a Programmable Chip) 是一种基于 FPGA 的 SoC 设计方案, 它将 FPGA 及微处理器的核心嵌在同一芯片上, 构成一个可编程的 SoPC 系统框架, 具有高度的集成能力, 很大程度上减小了产品体积以及外部信号对系统的干扰, 大大增加了系统的可靠性、稳定性和灵活性。本文介绍一种基于 Nios II 软核处理器实现对 LCD 控制显示图形的方法。在设计中, 利用 Altera 的 FPGA 的 SoPC Builder 定制 Nios II 软核处理器及其与显示功能相关的“软”硬件模块, 来协同实现控制显示的软硬件设计。

1 系统设计

在工业控制和消费电子领域, LCD 的显示技术呈现出越来越多的方式。本设计采用基于 Nios II 处理器的液晶显示图形的设计方法, 在 SoPC Builder 中以自定义接口的形式利用总线方式对 LCD 控制器进行设计, LCD 控制器^[2]一端接收用户控制, 一端实现 LCD 复杂时序, 并集成多种功能。用户只需要与控制器的简单接口交互, 便能达到控制 LCD 的目的, 进而编写应用程序, 实现

显示汉字、图片、画图等功能。本文的设计方法大大降低了工作量, 加快了数据的处理速度和扫描频率, 提高了各个功能模块的集成度, 改善了系统的性能和可靠性。

本设计最终实现了一个基于 Altera 公司的 DE2 开发板的 TFT-LCD 控制器对已知图形的显示。

2 硬件设计

2.1 系统的整体结构

SoPC 系统基于 Avalon 总线与其他系统构件来通信, 整个 SoPC 系统设计中的外设通过 Avalon 总线模块连接起来, 并且总线规范为外设端口与总线模块之间的数据传输提供了互连模型。

本设计的 SoPC 系统整体结构如图 1 所示。

2.2 SoPC 系统建立

基于 FPGA 的 SoPC 方案^[3]的可配置性表现在搭建硬件平台时, 用户可以根据自己要实现的功能来灵活选择所需要的存储器以及外围接口设备, 而不用把所有提供的元件添加到系统中, 这样就可以因功能不同而有针对性地进行设计每一个系统, 从而也避免了添加无用元件占用 FPGA 资源而引起浪费。例如, 由系统的整体结构可知, 本系统所需要的基本组件有 CPU、SDRAM 控制器、

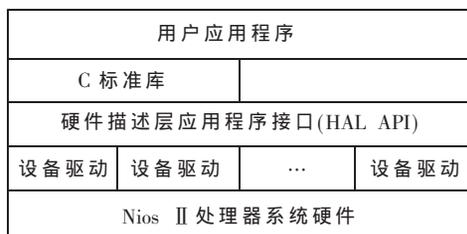


图 3 系统软件结构图

线相关联。由于 TCB8000A 的控制时序与 Avalon 总线三态接口的时序吻合,因此只需在定制接口时调整等待、建立时间便可以达到控制目的。在 Nios 程序内用简单的写操作产生 Avalon 总线时序,需要注意的是 TCB8000A 只需一个地址控制线 A1,且与总线的 A1 相连,因此写操作应使总线上的地址线 A1 符合 TCB8000A 对 A1 管脚的时序要求。即在并行模式下,MPU 首先把完整的命令包送入地址为 F004H 的只写寄存器(A1=0),然后将“1”送到地址为 F006H 的寄存器(A1=1),结束一个命令包,并打开显示。对于地址线 A0, A2~A17 使用的控制板已经设定好了,所以只需要控制 A1 便可完成命令的送入。流程图如图 4 所示。



图 4 设计流程图

代码如下:

```

void SdCmd(alt_u8 Command) //send command
{
    IOWR(GX_TFT_LCD_BASE, 0, Command); //A1=0
}
void CmdEnd() //send command
{
    IOWR(GX_TFT_LCD_BASE, 2, 1); //A1=1
}
  
```

在控制时序的基础上,程序中的显示图片部分^[7]首先把要显示的图片用 Bmp2HexPro.exe 软件工具转换成数据信息,把图片的数据信息以头文件的形式 (picture.h) 添加在工程中。

对储存的多张图片进行分类标号(例如 picx1、picx2、picx3 等),然后在 C 主程序中用 switch 语句^[8]来分别调用表示该图片信息的索引号码,示例程序如下:

```

void ShowBMP160(alt_u32 X,alt_u32 Y, alt_u8 picIndex)
{
    alt_u8 i,j,k,Buffer[5],*pic;
    alt_u16 p;
    alt_u32 addr;
    switch(picIndex){
        case 1: pic=picx1;break;
        case 2: pic=picx2; break;
        case 3: pic=picx3; break;
        default: break;
    }
  
```

接下来就是给 LCD 的 RAM 分配地址,把要显示的图片的数据信息以数据指针的方式从左到右依次写入目的地址。而 SdCmd() 函数为自己编写的发送数据命令的子函数。

```

    addr=Y*5;
    addr=addr<<7;
    addr=addr+X*2; //same as addr=X*2+Y*320*2
    p=0; //Data ROM pointer
    for(j=0;j<10;j++) //sprit one line data to 8 packet
    {
        SdCmd(0x84); //send data packet,送一个像素的数据到内存
        SdCmd(40); //no of byte in one packet,结束一个命令包
        for(k=0;k<20;k++) //no of pixels in one packet
        {
            SdCmd(pic[p+1]); //low byte
            SdCmd(pic[p]); //high byte
            p+=2;
        }
        CmdEnd();
    }
    addr+=640; //next line
}
  
```

对于汉字以及字符的显示也是通过定义 PrintGB() 函数,类似上述程序以命令包的形式把要显示的信息送入目的地址,在后面的程序中直接调用该子函数来进行显示。

随着 LCD 显示越来越多地应用于生产生活的各个方面,各种各样的处理器控制 LCD 显示的方案也相继出现,本文通过整个系统设计和在硬件平台上实验提出了一种基于 FPGA 的 SoPC 方案,并最终在平台上验证了其可行性。该方案的优势在于系统功能改进的灵活性,在不改变硬件平台的情况下对系统进行增删和优

化,降低了系统成本,这是传统 ARM 方案无法达到的。由于微处理器和用户逻辑接口都集成在一块 Cyclone 芯片上,编程人员可以灵活地定义 I/O 接口,基于 FPGA 有更好的灵活性和可靠性^[9]。对基于 Nios II 的微处理器,用户可以根据显示屏的大小灵活调整硬件逻辑设计以实现显示屏的控制,而不需要改变其原有硬件构成。但是 16 位微控制器却只能对固定大小的显示屏进行控制。从长远来看,基于 Nios II 的微处理器,可以通过更改其硬件逻辑配置方便地进行版本升级,节省了成本。开发人员通过处理器^[10]指令集中增加定制指令,可以加速软件算法,定制指令可以在一个周期的时间内完成复杂的处理任务,为系统优化提供了一种高性价比的解决方案。

参考文献

- [1] 潘松,黄继业,曾毓.SoPC 技术实用教程[M].北京:清华大学出版社,2005.
- [2] 王刚,张激.基于 FPGA 的 SoPC 嵌入式系统设计与典型实例[M].北京:电子工业出版社,2009.
- [3] 王晓迪,张景秀.SoPC 系统设计与实践[M].北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [4] 蔡伟刚.Nios II 软件架构解析[M].西安:西安电子科技

大学出版社,2007.

- [5] 田秀伟,郑喜凤,丁铁夫.基于 SoPC 的 LED 显示屏控制器设计[J].液晶与显示,2007,22(6):737-741.
- [6] 孙恺,程世恒.Nios II 系统开发设计与应用实例[M].北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [7] 郭强.液晶显示应用技术[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [8] 郭书军,王玉龙,葛勿秋.嵌入式处理器原理及应用—Nios 系统设计和 C 语言编程[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [9] 孙伟,龚兆岗,杨忠根.基于 Nios II 的 LED 显示屏控制系统[J].上海海事大学学报,2005,26(2).
- [10] 高兵,陈莉平.液晶和矩阵键盘 SoPC 外设组件设计开发[J].微计算机信息,2008,3(2):152-154.

(收稿日期:2010-07-07)

作者简介:

石红晓,女,1985 年生,在读硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统。