**基于FPGA的LCD1602液晶显示屏系统设计**

学号：201202060116 姓名：彭怿骁

**摘要：**本设计基于FPGA实现驱动LCD1602液晶显示屏显示ASCII码和中文字符，设计中使用了Verilog硬件描述语言、Xilinx ISE 14.7软件编程调试环境和BASYS2开发板硬件环境，以完成对LCD1602液晶显示屏的系统设计。最终，此液晶显示屏LCD1602可以完成显示ASCII码和中文字符的功能，该系统得以验证。

**关键词：**FPGA；Verilog； Xilinx ISE 14.7；LCD1602液晶显示屏

**1、引言**

本设计中使用BASYS2开发板和LCD1602液晶显示屏，此显示屏能够显示2行16列的5×7点阵字符，液晶模块内部CGROM中储存的字符包括阿拉伯数字、英文字母的大小写、常用的符号和日文假名等 。

使用液晶显示屏相比于数码管或者LED显示有着极大的优势，其应用范围更广、显示功能更强，易于实现当今系统设计中越来越多的人机交互功能。如今LCD液晶在智能电子产品中应用广泛，使用LCD液晶显示的系统设计已经成为电子产品设计中不可或缺的一部分。使用FPGA对LCD1602进行驱动，可以实现系统各模块并行执行，从而使得显示部分实时反映系统状态，而且对于程序的各个模块便于修改与移植。[1]本设计使用Verilog语言对BASYS2开发板上的FPGA进行编程，驱动LCD1602显示字符。

**2、整体方案设计**

图片包含 图形用户界面

描述已自动生成

图1 系统框图

LCD1602受BASYS2开发板上XC3S100E芯片控制，两者相关引脚连接。通过对FPGA编程和外部信号输入可实现LCD1602的字符显示，系统框图如图1所示。

**3、硬件设计**

**3.1 LCD1602引脚功能说明**

图示, 示意图

描述已自动生成屏幕上有字

描述已自动生成

图2 外观及引脚功能图

1602 字符型 LCD 模块的应用非常广泛，而各种液晶厂家均有提供几乎都是同样规格的 1602 模块或兼容模块，尽管各厂家的对其各自的产品命名不尽相同。 1602 字符型 LCD 模块最初采用的 LCD 控制器采用的是 HD44780，在各厂家生产的 1602 模块当中，基本上也都采用了与之兼容的控制 IC，所以从特性上基本上是一样的。当然，很多厂商提供了不同的字符颜色、背光色之类的显示模块[2]。

**3.2 LCD1602的指令说明及功能**

1602液晶模块内部的控制器共有11条控制指令,如图3所示：

表格

描述已自动生成

图3 控制命令表

1602液晶模块的读写操作、屏幕和光标的操作都是通过指令编程来实现的。(说明: 1为高电平、0为低电平)

指令1:清显示,指令码01H,光标复位到地址00H位置。

指令2:光标复位,光标返回到地址00H。

指令3:光标和显示模式设置I/D:光标移动方向,高电平右移,低电平左移S:屏幕上所有文字是否左移或者右移。高电平表示有效,低电平则无效。

指令4:显示开关控制。D:控制整体显示的开与关,高电平表示开显示,低电平表示关显示C:控制光标的开与关,高电平表示有光标,低电平表示无光标B:控制光标是否闪烁,高电平闪烁,低电平不闪烁。

指令5:光标或显示移位S/C:高电平时移动显示的文字,低电平时移动光标。

指令6:功能设置命令DL:高电平时为4位总线,低电平时为8位总线N:低电平时为单行显示,高电平时双行显示F:低电平时显示5x7的点阵字符,高电平时显示5x10的点阵字符。

指令7:字符发生器RAM地址设置。

指令8:DDRAM地址设置。

指令9:读忙信号和光标地址BF:为忙标志位,高电平表示忙,此时模块不能接收命令或者数据,如果为低电平表示不忙。

指令10:写数据。

指令11:读数据。[2]

**3.3 BASYS开发板**

图示

描述已自动生成

图4 BASYS2开发板功能框图

Basys 2板是一个电路设计和实现平台，任何人都可以使用它来获得构建真正数字电路的经验。Basys 2主板围绕Xilinx Spartan-3E现场可编程门阵列和Atmel AT9OUSB2 USB控制器构建，提供完整的、随时可用的硬件，适用于从基本逻辑设备到复杂控制器的托管电路。包括大量的板载I/O设备和所有必需的FPGA支持电路，因此可以在不需要任何其他组件的情况下创建无数的设计。

**4、程序分析**

**4.1 用状态机实现字符显示控制**

LCD1602液晶模块的读/写操作、屏幕和光标的操作都是通过指令编程来实现的,为了方便控制,采用状态机实现设计。在设计中设置7个状态,分别是起始状态CLEAR,设置CGRAM状态SETCGRAM,工作方式设置状态SETFUNCTION,显示方式设置状态SWITCHMODE,输入方式设置状态SETMODE,字符移位状态SHIFT,写RAM状态WRITERRAM。字符液晶控制器状态转移图如下图:

图示

低可信度描述已自动生成

图 5 字符液晶控制器状态转移图

**4.2程序引脚绑定**

NET "rs" LOC = B2;

NET "rw" LOC = A3;

NET "en" LOC = J3;

NET "rst" LOC = A7;

NET "data[0]" LOC = C6;

NET "data[1]" LOC = B6;

NET "data[2]" LOC = C5;

NET "data[3]" LOC = A9;

NET "data[4]" LOC = B9;

NET "data[5]" LOC = A10;

NET "data[6]" LOC = C12;

NET "data[7]" LOC = A13;

NET "clk\_50M" LOC = B8;

**4.3 LCD1602液晶显示控制部分程序**

write\_data\_first: //显示第一行

begin

if(disp\_count == 14)

begin

data <= 8'hc2;

RS <= 1'b0;

disp\_count <= 4'b0;

state <= write\_data\_second;

end

else

begin

data <= data\_first\_line[disp\_count];

RS <= 1'b1;

disp\_count <= disp\_count + 1'b1;

state <= write\_data\_first;

end

end

write\_data\_second: //显示第二行

begin

if(disp\_count == 9)

begin

en\_sel <= 1'b0;

RS <= 1'b0;

disp\_count <= 4'b0;

state <= write\_data\_first;

end

else

begin

data <= data\_second\_line[disp\_count+1];

RS <= 1'b1;

disp\_count <= disp\_count + 1'b1;

state <= write\_data\_second;

end

end

**5、运用分析**

将调试完成的程序下载到 BASYS2 开发板上之后，LCD1602 屏幕上可以正常显示所需要显示的学号与中文姓氏，刷新显示ASCII码。通过复位按键可以重新刷新ASCII码的显示。图6为实物图。

图片包含 文本

描述已自动生成

图6 实物图

**6、总结**

通过这次课程设计使我懂得了理论与实际相结合是很重要的,只有理论知识是远远不够的,只有把所学的理论知识与实践相结合起来,从理论中得出结论,才能真正学到知识,从而提高自己的实际动手能力和独立思考的能力。在设计的过程中遇到许多问题,这毕竟第一次做FPGA,难免会遇到各种各样的问题,同时在设计的过程中发现了自己的不足之处,对以前所学过的知识理解得不够深刻,掌握得不够牢固。通过这次课程设计之后,以前所学过的知识又得到巩固。

LCD1602液晶模块体积小、功耗低、易于控制。字符数据内置在液晶模块内,无须外加字符数据存储芯片。由于液晶是慢显示设备,对读/写,时序控制要求高,如果速度过快可能导致显示错乱,在设计时须注意的。

参考文献

# [1] 段旭阳,韩延义,王晓丹,宋闻萱.基于FPGA的LCD1602液晶显示屏系统控制设计.电信技术,2018,（03）.

# [2] https://www.doc88.com/p-802573512251.html.