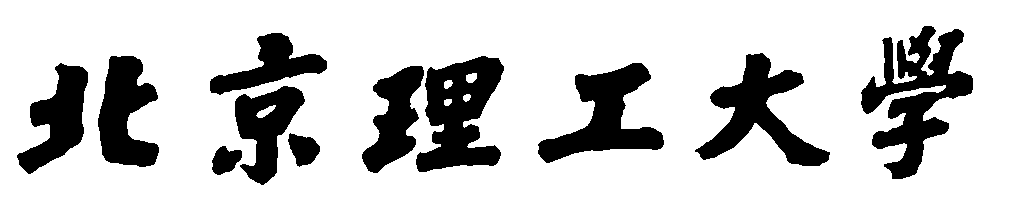
****

*计算机硬件系统设计*

实验一 SOPC流水灯与HPS,Yocto项目

姓 名：廖汉龙

学 号：1120151880

组 员：朱威浦，沈翰文，肖子原，廖汉龙

学 院：计算机学院

邮 箱：[liamliaohl@gmail.com](mailto:liamliaohl@gmail.com)

目录

[摘要 4](#_Toc516333911)

[第1章 5](#_Toc516333912)

[1.1 实验名称:： 5](#_Toc516333913)

[1.2 实验目的:： 5](#_Toc516333914)

[1.3 实验原理 5](#_Toc516333915)

[1.4 DE2i150实验步骤 6](#_Toc516333916)

[1.4.1 新建工程 6](#_Toc516333917)

[1.4.2 下载NOIS II 到DE2i150开发板 6](#_Toc516333918)

[1.4.3 编写并运行流水灯代码 8](#_Toc516333919)

[1.5 DE2i150实验结果及拓展功能 12](#_Toc516333920)

[1.5.1 实验结果 12](#_Toc516333921)

[1.5.2 拓展功能 12](#_Toc516333922)

[1.6 Sockit实验步骤 13](#_Toc516333923)

[1.6.1 新建工程 13](#_Toc516333924)

[1.6.2 下载noisII到开发板 13](#_Toc516333925)

[1.6.3 编写并运行流水灯代码 15](#_Toc516333926)

[1.7 Sockit实验结果及拓展功能 16](#_Toc516333927)

[1.7.1 实验结果 16](#_Toc516333928)

[1.7.2 拓展功能 17](#_Toc516333929)

[1.8 问题及解决思路 17](#_Toc516333930)

[1.8.1配置过程问题 17](#_Toc516333931)

[1.8.2 下载过程问题 17](#_Toc516333932)

[第2章 18](#_Toc516333933)

[2.1 实验名称： 18](#_Toc516333934)

[2.2 实验目的 18](#_Toc516333935)

[2.3 实验原理 18](#_Toc516333936)

[2.4 实验步骤 19](#_Toc516333937)

[2.4.1创建并编译hello, world工程文件 19](#_Toc516333938)

[2.4.2 连接Sockit开发板 21](#_Toc516333939)

[2.4.3使用scp命令传送可执行文件 23](#_Toc516333940)

[2.5 实验结果 24](#_Toc516333941)

[2.6 问题及解决思路 24](#_Toc516333942)

[2.6.1 putty无法正常使用 24](#_Toc516333943)

[2.6.2开发板无法识别 24](#_Toc516333944)

[第3章 25](#_Toc516333945)

[3.1实验名称： 25](#_Toc516333946)

[3.2 实验目的 25](#_Toc516333947)

[3.3实验步骤 26](#_Toc516333948)

[3.3.1在DE2i-150板上安装Yocto系统 26](#_Toc516333949)

[3.3.2配置FPGA 26](#_Toc516333950)

[3.3.3复制演示文件到板子 27](#_Toc516333951)

[3.3.4启动PCIE 驱动程序 27](#_Toc516333952)

[3.3.5启动演示相应的应用软件 27](#_Toc516333953)

[3.4实验结果及拓展功能 28](#_Toc516333954)

[3.4.1 PCIE基础演示 28](#_Toc516333955)

[3.4.2 PCIE显示演示 31](#_Toc516333956)

[3.4.3拓展功能 33](#_Toc516333957)

[3.5 问题及解决思路 34](#_Toc516333958)

[3.5.1 启动Yocto故障 34](#_Toc516333959)

[3.5.2 PCIE基础演示时一些功能无法出现预期结果 35](#_Toc516333960)

[第4章 35](#_Toc516333961)

[4.1个人工作和学习过程 36](#_Toc516333962)

[4.2 心得体会 36](#_Toc516333963)

# 摘要

本文主要介绍硬件系统设计课程中实验的过程及心得体会。本小组所有成员通过相互合作，共同学习的方法掌握了在DE2i-150和Sockit实验板下的SOPC流水灯设计，HPS和Yocto下的PCIE实验。其中第一章介绍了SOPC流水灯设计流程和实验结果展示以及实验中遇到的问题和解决思路，包括DE2i-150和Sockit实验板。第二章介绍了HPS使用流程和实验结果展示以及实验中遇到的问题和解决思路。第三章介绍了在Yocto下的PCIE传输实验过程和实验结果展示以及实验中遇到的问题和解决思路。第四章介绍个人在实验过程中的工作及学习步骤，并说明参与实验的心得体会。

# 第1章

1.1 实验名称:：SOPC流水灯设计实验

1.2 实验目的:：通过对SOPC流水灯的设计与实现，了解SOPC的设计理念和SOPC的设计过程，并掌握NIOS软核系统的使用方法。

## 1.3 实验原理

可编程片上系统（SOPC）是一种特殊的嵌入式系统，由单个芯片完成整个系统的主要逻辑功能，具有可裁减、可扩充、可升级和软硬件在系统可编程的功能。

NIOS是一个32位SOPC，实现了在FPGA上构建CPU，RAM等基本内容，可以在上面直接执行C语言程序。通过编写基于NIOS II的程序来控制LED灯，作为NIOS II最基本的应用。

若要在FPGA开发板中运行基于NIOS II的C语言程序，需要建立一个Quartus工程完成NIOS的基本配置，并将 NIOS II软核下载到开发板中。完成NIOS软核下板后，需要自行在集成Eclipse环境中编写C语言程序，最终在开发板上执行C程序，来控制LED灯，实现基于NIOS II的流水灯。

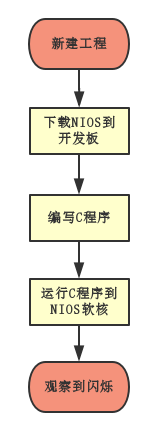
 

图1-1 实验流程图 图1-2 NIOS框架图

## 1.4 DE2i150实验步骤

### 1.4.1 新建工程

新建名为My\_First\_NiosII的Quartus工程，并依据实验指导手册的流程对工程文件进行配置。

### 1.4.2 下载NOIS II 到DE2i150开发板

通过USB下载电缆将电路板连接到主机, 启动Eclipse的Nios II软件构建工具，如图1-3。

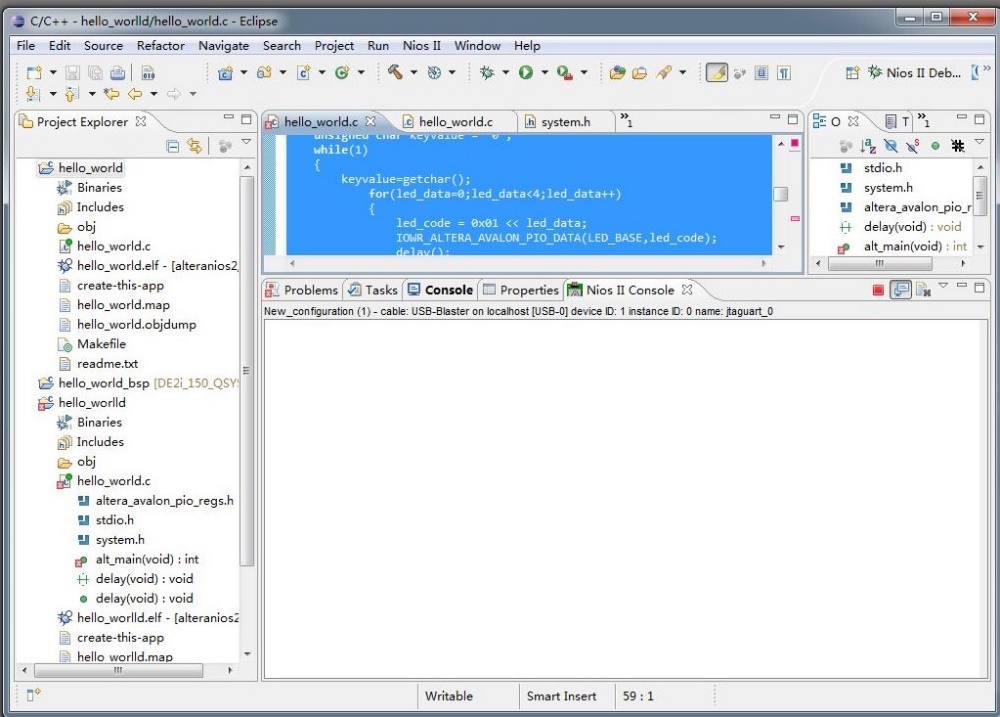


图1-3

选择Nios II-> Quartus II Programmer，如图1-4。

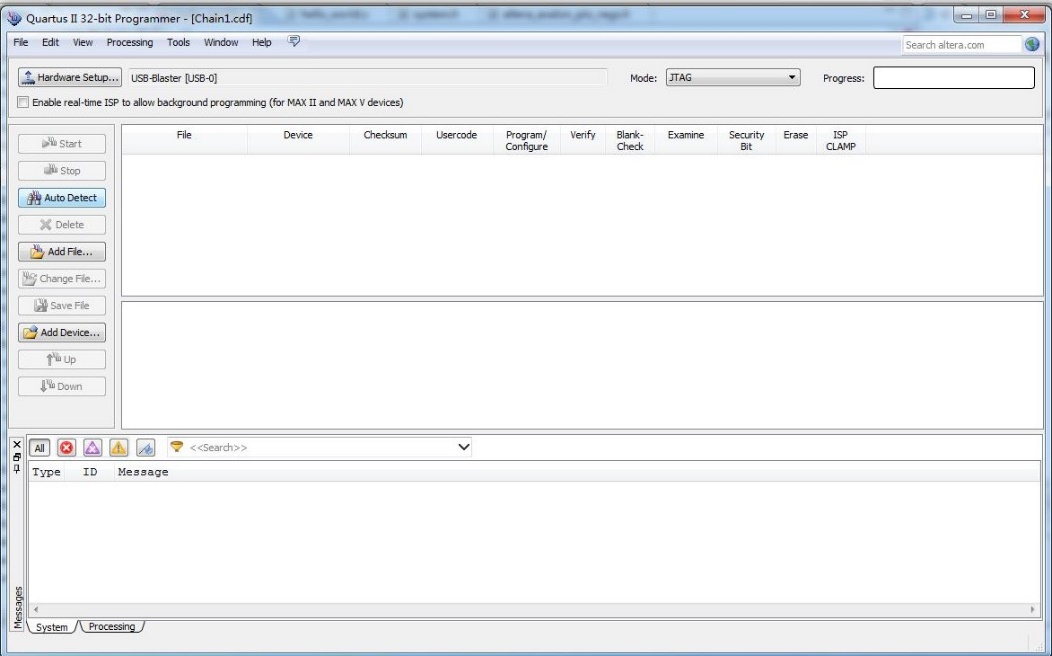


图1-4

配置Nios II系统，如图1-5。

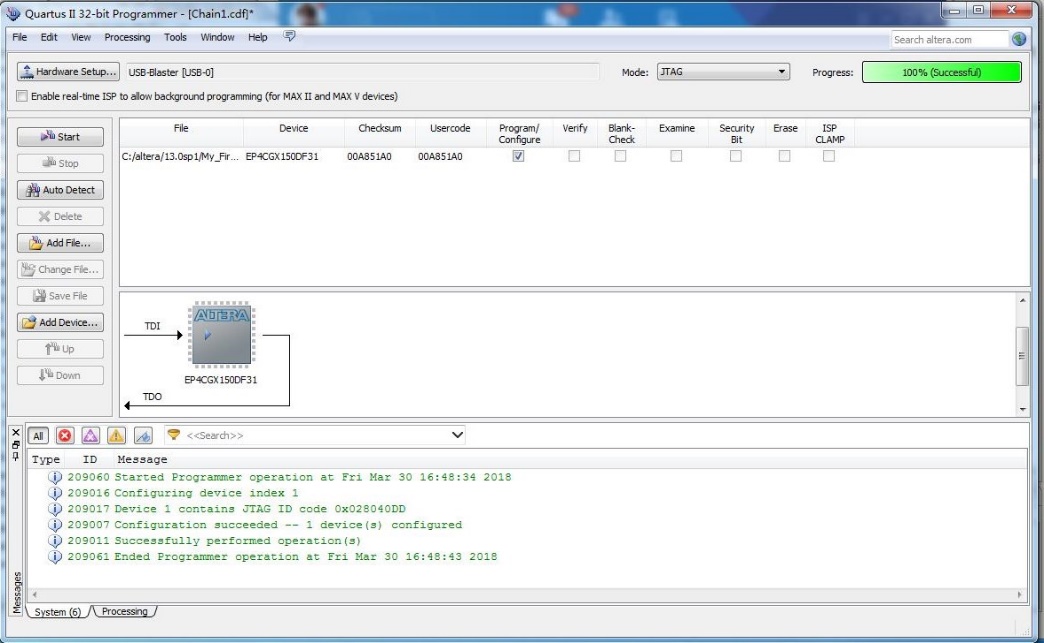


图1-5

### 1.4.3 编写并运行流水灯代码

通过查阅官方文档我们了解到，Nios II系统描述头文件system.h包含Nios II硬件系统中所有组件的软件定义，名称，位置，基址和设置， system.h文件位于My\_First\_NiosII \_bsp目录中。

如果想要控制LED灯的闪烁与否，则需要对相应的PIO管脚进行操作，例如板载LED灯的PIO常量是LED\_BASE，使用独热码进行操作，LED灯对应的码为1时，该LED灯亮，LED灯对应的码为0时，该LED灯灭。使用IOWR\_ALTERA\_AVALON\_PIO\_DATA( )函数对PIO管脚进行操作，IOWR\_ALTERA\_AVALON\_PIO\_DATA( )函数每次调用时都会写入PIO管脚的新值，这个值将会维持一段时间，直到再次调用为止。所以设计LED流水灯的思路在于周期性的改变PIO管脚的值，比如当前值为0001，保持了一段时间之后就变为0010，从而让LED一个接一个地点亮，实现流水灯操作。当然NIOS II软核系统的执行速度是很快的，所以在每个动作之间必须要有一定的延时，为了简单起见，我使用while( )循环来空操作一段时间，从而来控制流水灯的周期。

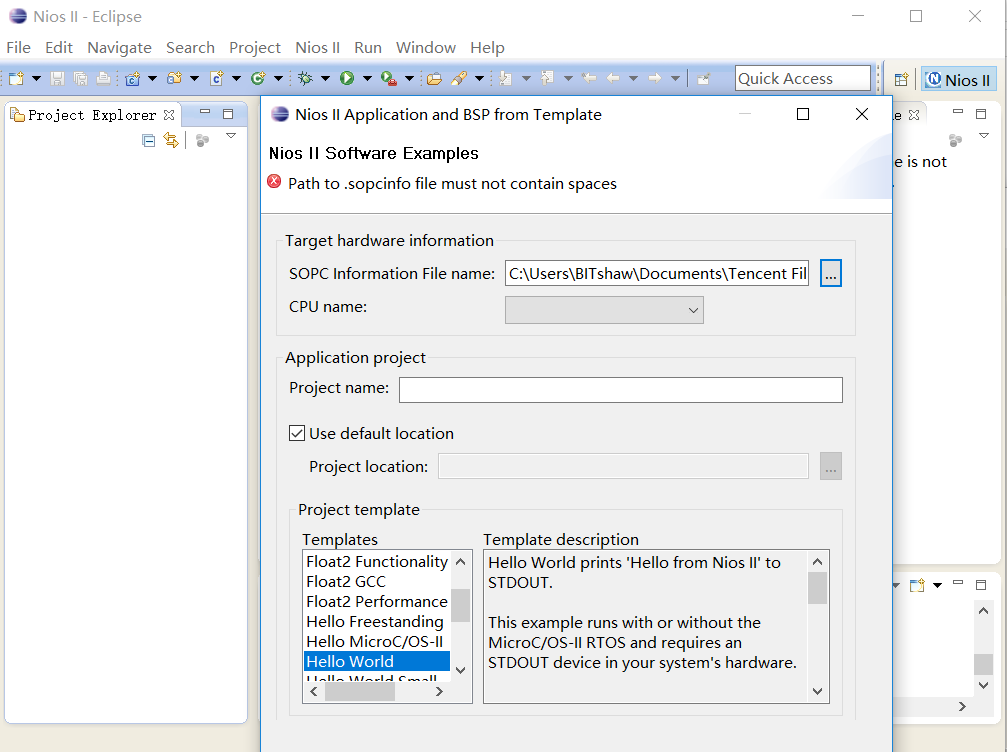
流水灯的C语言代码如代码1 所示。

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16 | #include <stdio.h>  #include "system.h"  #include "altera\_avalon\_pio\_regs.h"  int main(){  while(1)  {       for(i=0;i<4;i++)       {  IOWR\_ALTERA\_AVALON\_PIO\_DATA(LED\_BASE, 1<<i);           delay = 0;           while(delay < 1000000){delay++;}       }  }  return 0;  } |

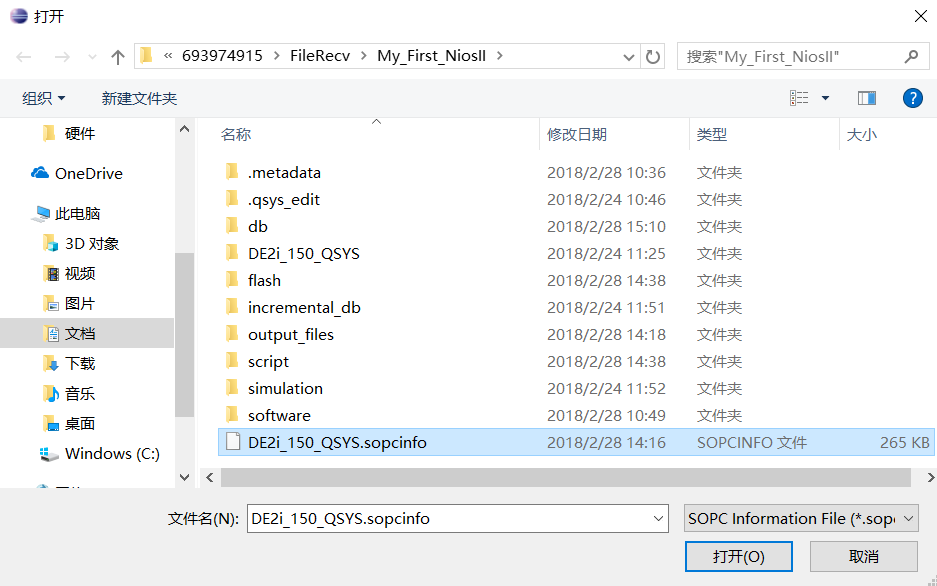
代码1 C语言流水灯代码

新建Eclipse C++项目

Eclipse是一个完整的IDE包含了编辑，运行，debug等功能，为了让刚刚编写的C程序能够正确地下板执行，必须要在Eclipse工程中编译并运行它。在新建Eclipse工程时，我们选择了使用Hello World模板，为了将SOPC系统的配置信息导入到工程，在Target hardware information栏中，选择相应的.sopcinfo文件，如图1-6。

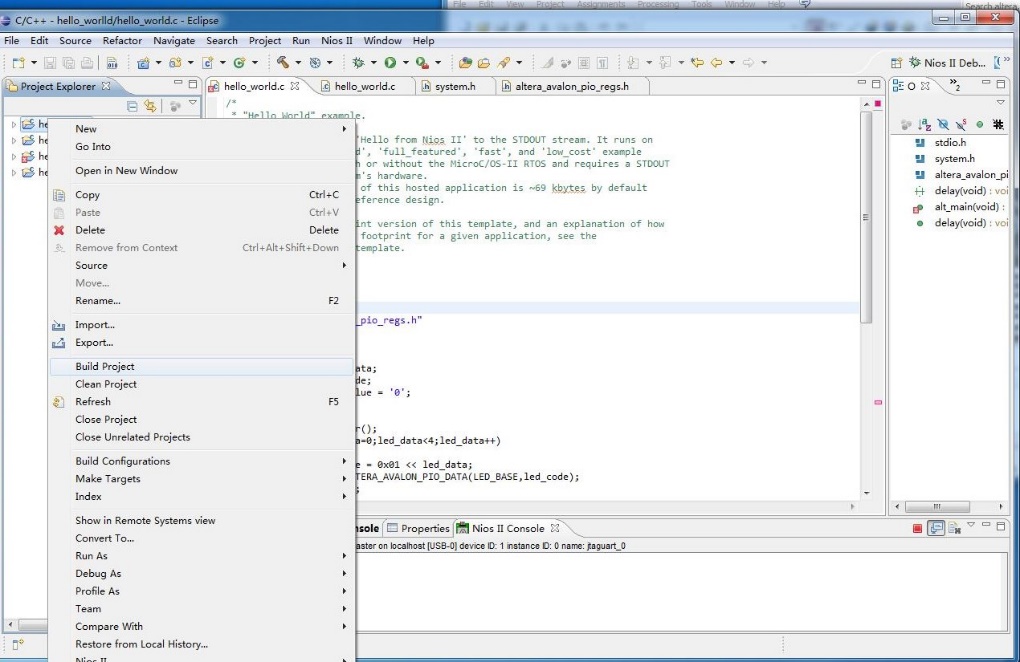
图1-6

在老师提供的压缩包中，选择对应的.sopcinfo文件，输入项目名称就完成了Eclipse工程的配置，将代码1所示的C语言程序写入到工程中，如图1-7。

图1-7

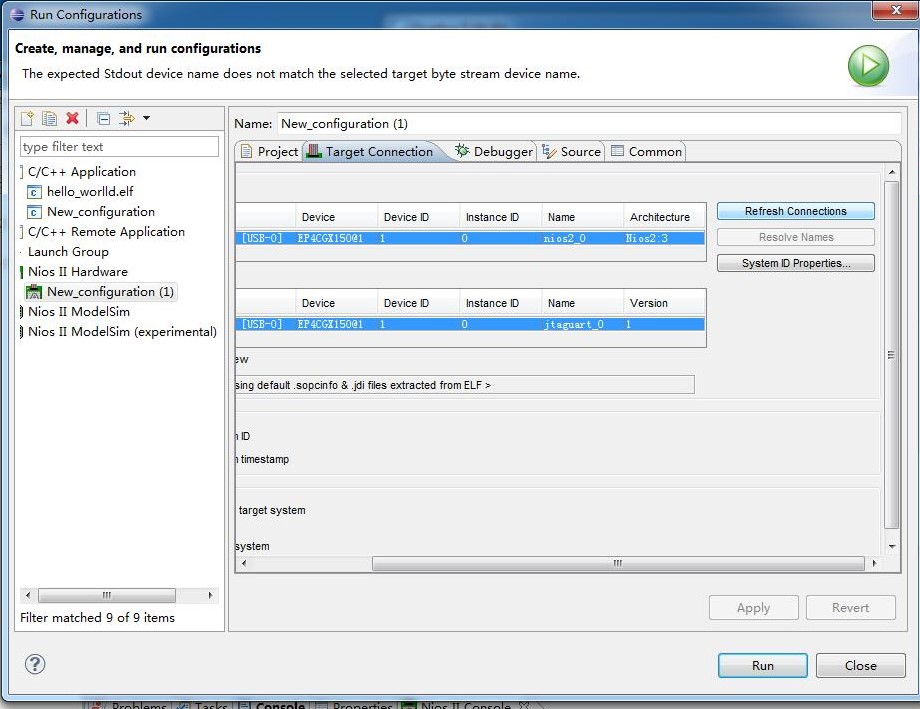
Build C语言流水灯项目

在Eclipse中使用build project可以完成项目的编译和链接操作。但如果不是第一次build，在进行build操作之前要先进行Clean Project操作，以清除上一次build操作的结果。除了选择build project操作还可以选择build all操作，将所有工作空间中的项目都编译链接一次，如图1-8。

图1-8

C程序下板运行

使用Run as> Nios II Hardware可以将C程序下载到开发板中，如图1-9。

图1-9

## 1.5 DE2i150实验结果及拓展功能

### 1.5.1 实验结果

LED灯对应的码为1时，该LED灯亮，LED灯对应的码为0时，该LED灯灭，如图1-10。

图1-10

### 1.5.2 拓展功能

如果想要控制LED灯的闪烁与否，则需要对相应的PIO管脚进行操作，例如板载LED灯的PIO常量是LED\_BASE，使用独热码进行操作，LED灯对应的码为1时，该LED灯亮，LED灯对应的码为0时，该LED灯灭。使用IOWR\_ALTERA\_AVALON\_PIO\_DATA( )函数对PIO管脚进行操作，IOWR\_ALTERA\_AVALON\_PIO\_DATA( )函数每次调用时都会写入PIO管脚的新值，这个值将会维持一段时间，直到再次调用为止。所以设计LED流水灯的思路在于周期性的改变PIO管脚的值，比如当前值为0001，保持了一段时间之后就变为0010，从而让LED一个接一个地点亮，实现流水灯操作。

最后实现的拓展功能为设计的流水灯动作先从左往右运行一次，再从右往左运行一次，最后在从左依次点亮并保持，完成一个周期循环。

## 1.6 Sockit实验步骤

Sockit开发板的下板流程与De2开发板的下板流程大体上相同，所以重点阐述不同的部分。

### 1.6.1 新建工程

新建名为My\_First\_NiosII的Quartus工程，并依据实验指导手册的流程对工程文件进行配置。

### 1.6.2 下载noisII到开发板

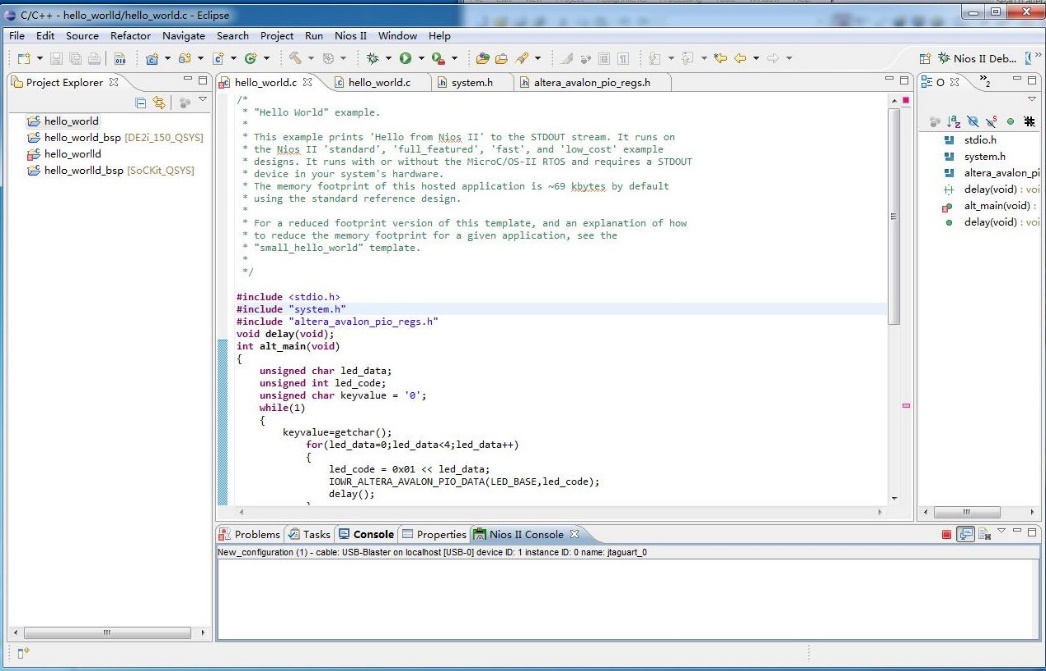
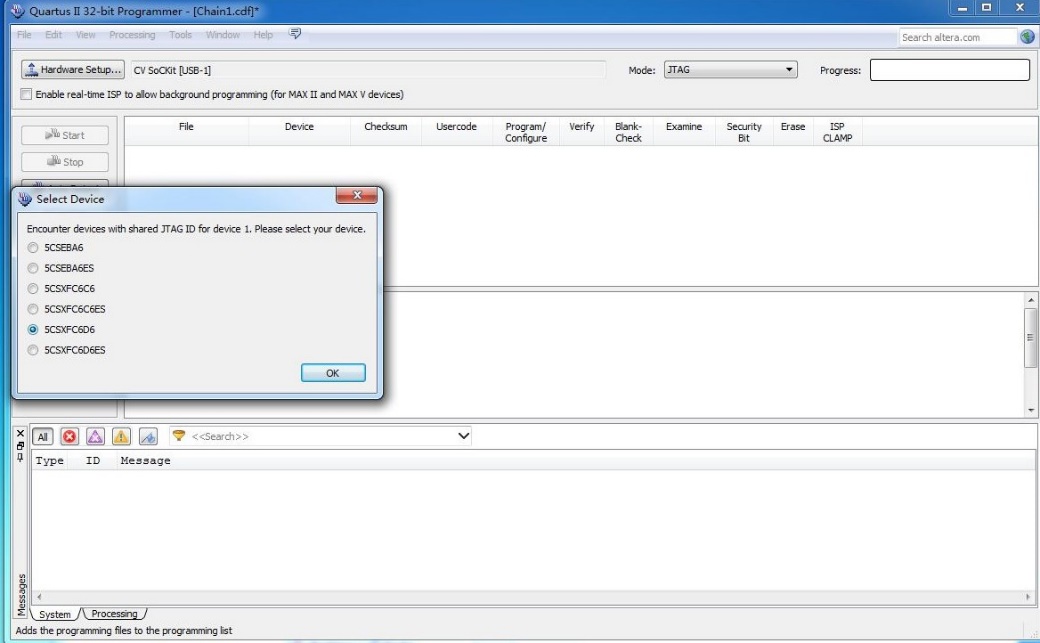
通过USB下载电缆将电路板连接到主机, 启动Eclipse的Nios II软件构建工具，如图1-11。

图1-11

配置Nios II系统

观察板子上的FPGA芯片型号，点击自动匹配芯片。建立Quartus工程时生成的.sof文件必须要与板子的物理特性相匹配，否则会造成下板失败，如图1-12。

图1-12

加载.sof文件

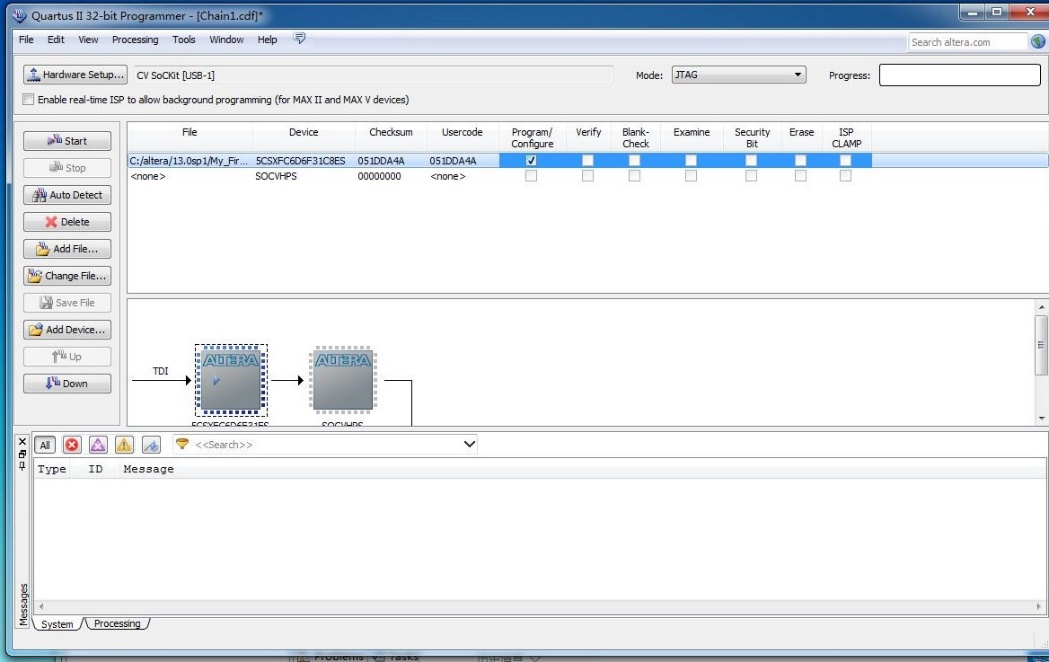
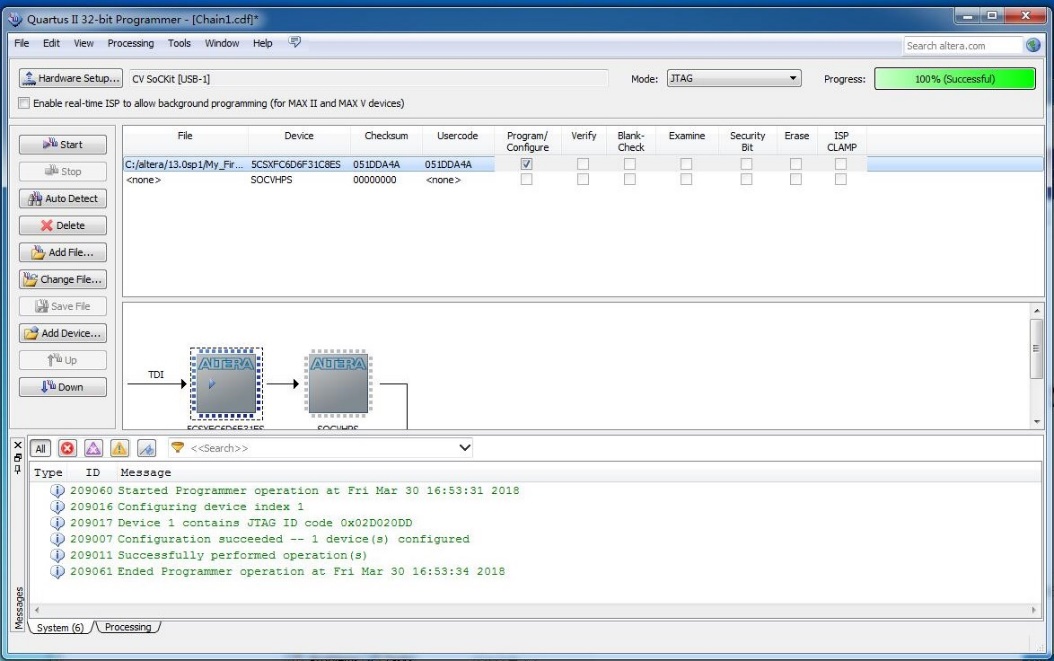
直接单击芯片对应的File栏，就会出现文件选择框，在文件选择框中选择建立Quartus工程时生成的.sof文件，如图1-13。

图1-13

完成NIOS II系统的烧录，如图1-14。

图1-14

### 1.6.3 编写并运行流水灯代码

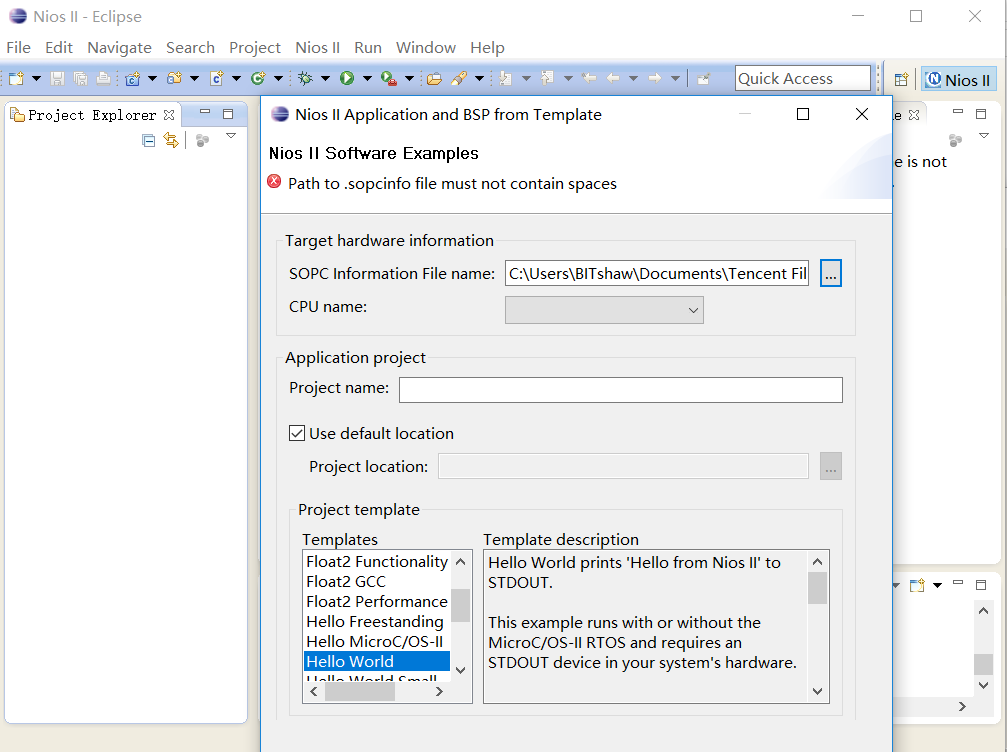
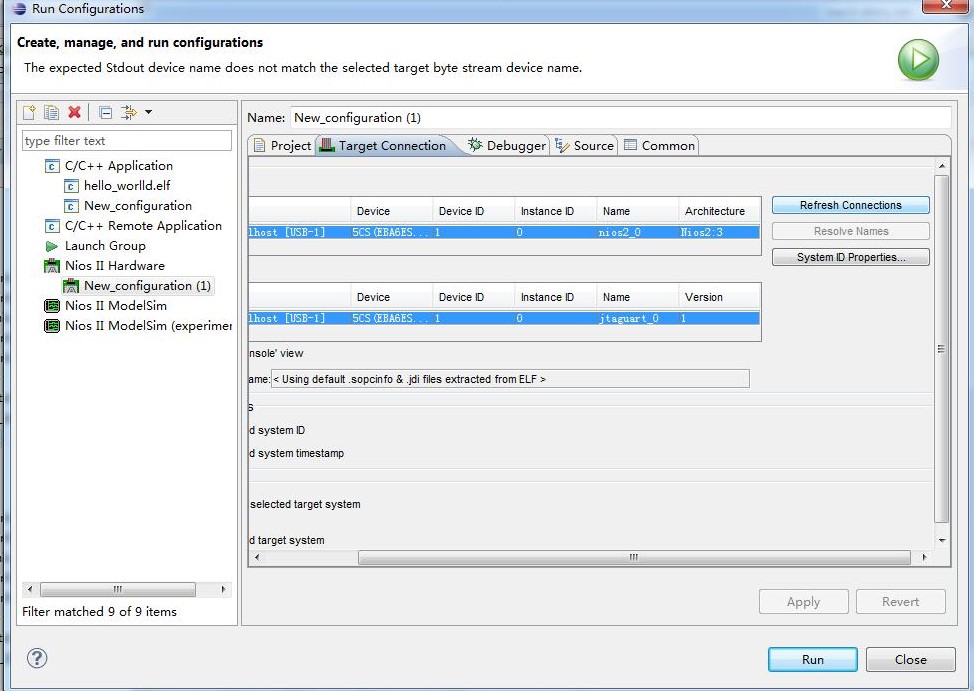
新建Eclipse C++项目，如图1-16。

图1-16

Build C语言流水灯项目，如图1-17。

图1-17

## 1.7 Sockit实验结果及拓展功能

### 1.7.1 实验结果

LED灯对应的码为1时，该LED灯亮，LED灯对应的码为0时，该LED灯灭，如图1-18。



图1-18

### 1.7.2 拓展功能

实现的拓展功能为设计的流水灯动作先从左往右运行一次，再从右往左运行一次，最后在从左依次点亮并保持，完成一个周期循环。

## 1.8 问题及解决思路

### 1.8.1配置过程问题

在配置Nios II系统时，需要注意一些细节。建立Quartus工程时生成的.sof文件必须要与板子的物理特性相匹配，否则会造成下板失败。为了让Programmer正确地识别开发板的物理型号，避免手动输入造成错误，将开发与PC链接并安装驱动之后，就可以使用Auto选项来识别FPGA芯片。

在选择完成后，FPGA就会出现下方的示意框中，但此时，如果将.sof文件写入到板子会造成错误。经过多次摸索尝试之后，我们发现了一个可行方法，直接单击芯片对应的File栏，就会出现文件选择框，在文件选择框中选择建立Quartus工程时生成的.sof文件，就可以完成.sof文件和硬件的匹配，选择开始烧录，则完成了NIOS II软核系统的下板。

### 1.8.2 下载过程问题

使用Run as> Nios II Hardware可以将C程序下载到开发板中。但这一步要特别注意一点，Eclipse不能直接识别出开发板，所以直接右键单击工程不会出现Run as> Nios II Hardware选项。为了解决这个问题，我们尝试了许多种方法，最终找到了一种可行方案：选择运行配置选项，点击NIOS II Hardware 可以生成一个新的配置，在New configuration的Target Connection选项中有一个刷新连接选项，在尝试几次刷新之后，可以在Device栏中找到相应的设备，此时点击运行即可。但有些时候点击运行并不会马上观察到结果，根据之前的经验我们猜测可能是Eclipse对开发板的识别存在滞后，这时，再次点击刷新即可观察到LED流水灯效果。

# 第2章

2.1 实验名称：Sockit开发板下的HPS(硬核处理器系统)实验

2.2 实验目的

通过使用Sockit开发板，对HPS 有一定的初步了解，掌握基于Sockit的HPS开发的基本操作。了解如何使用Putty 连接Sockit开发板中的Linux系统。了解在Liunx下的基本的C程序的编译与运行过程。

## 2.3 实验原理

SoC EDS是Altera SoC器件上的软件开发。它包含开发工具实用程序，运行时软件，和应用实例来跳转启动固件和应用软件开发。我们可以使用SoC EDS开发固件和应用软件。

Putty是一款集成虚拟终端、系统控制台和网络文件传输为一体的免费且开源的程序。它支持多种网络协议，包括SCP，SSH，Telnet，rlogin和原始的套接字连接。它也可以连接到串行端口。

本实验中主要是使用Putty来连接当前的windows系统与开发板，从而使用Linux的终端进程项目的编译与结果显示。

实验流程如图2-1。

图2-1

实验装置连接如图2-2

|  |
| --- |
|  |

图2-2

## 2.4 实验步骤

### 2.4.1创建并编译hello, world工程文件

在 “my\_first\_hps”文件夹下创建一个名为“main.c”的空文件。然后，在文件中输入以下代码并保存,将此文件夹存放在embedded文件夹的根目录下，当然这是为了后续操作的方便，也可以放在任意文件夹下，但是后续需要输入绝对路径来查找文件。

|  |
| --- |
|  |

由于Altera SoC EDS需要makefile才能知道如何编译和链接项目，所以需要在“my\_first\_hps”文件夹下创建一个名为“Makefile”的空文件。 然后，输入以下内容并保存。 在makefile中，“TARGET”变量定义了输出文件名。

|  |
| --- |
|  |

编译项目如下：

|  |
| --- |
|  |

图2-3

要编译一个项目，需要启动Altera嵌入式Command Shell，即上图所示的Embedded\_Command\_Shell.bat, 打开以后，所有的命令和Linux下是一致的，需要的操作是make在第一二步中已经写好的工程项目，操作如下：

|  |
| --- |
|  |

图2-4

可以发现，上图中，由于已经是make过的文件，所以出现的提示是未build, 已经make成功的标志是出现了“my\_first\_hps“ 文件。

在后续的步骤中，是通过Putty，在当前系统下操作Linux 运行my\_first\_hps，显示结果。

### 2.4.2 连接Sockit开发板

将开发板，路由器与计算机按照下图所示相连

|  |
| --- |
|  |

图2-5

使用Putty 连接开发板

打开putty.exe，点击Serial,配置如下，可以发现其实这个板子的连接条件是苛刻的，再有些计算机下边需要把Flow control设置成None才行。

|  |
| --- |
|  |

图2-6

再点击Session，进行连接即可。

连接上之后的操作如下

使用root 账户登录，直接再出现的终端方框中输入root回车

输入“udhcpc”从DHCP服务器查询IP。

|  |
| --- |
|  |

图2-7

输入“ifconfig”以检查SoCKit板的以太网IP。 在本教程中，将IP“192.168.1.113”分配给SoCKit板

|  |
| --- |
|  |

图2-8

通过以上操作，可以得知，分配给开发板的IP地址为10.1.1.143

“scp”命令需要密码，即使用Soc EDS 将可执行文件传送到开发板的操作需要密码，由于做到这一步尚未定义root帐户的密码，输入Linux命令“passwd”以创建密码。

|  |
| --- |
|  |

图2-9

### 2.4.3使用scp命令传送可执行文件

使用“scp”命令将可执行文件“my\_first\_hps”复制到SD卡中。 在Altera SoC命令行程序中，键入“scp my\_first\_hps root@10.1.1.143:/home/root”将文件复制到文件夹“/home/root”中。 其中，“10.1.1.143”IP地址是在上一步中获得的。 当看到提示信息“您确定要继续连接（是/否）？”时，请输入“yes”并按ENTER键回复yes。 接下来，输入密码。

|  |
| --- |
|  |

图2-10

## 2.5 实验结果

使用Putty 运行可执行文件

由于可执行文件已经成功的传送到SD中，所以，最有只需要和平时再Liunx下编译项目文件时一样，找到文件所在的目录下（当前靠在了home/root目录下），执行“./my\_first\_hps“,可得到编译结果，出现hello,world!。

|  |
| --- |
|  |

图2-11

## 2.6 问题及解决思路

### 2.6.1 putty无法正常使用

putty并不要求一定要是有线的方式，通过路由器来连接，实际上我们在做实验的时候，由于路由器是有问题的（小米路由器），路由器内部可能对网线连接有限制，所以即使换了计算机进行操作也一直没有成功，最后，直接使计算机连接无线校园网，Sockit开发板插入到实验室网口，也可连接校园网，这样操作使完全没有问题的。

### 2.6.2开发板无法识别

调整开发板的模式，将背面可调按钮调节成1向下，其他向上。

并且此串口的驱动程序已经在光盘文件中给出

|  |
| --- |
|  |

图2-12

# 第3章

3.1实验名称：PCIE DEMO

## 3.2 实验目的

安装了一枚Intel的ATOM N2600微处理器是Terasic旗下DE2i-150板的特色。在这个微处理器上可以跑简单的Linux系统。但如何利用好这个微处理器？一个很重要的方面就是将微处理器与FPGA进行联动。在我看来，本实验的实验目的主要有以下几项：

1. 增强对DE2i-150内部结构的理解，尤其是微处理器和FPGA之间的PCIE连接
2. 了解DE2i-150内微处理器Linux系统安装及该系统下的相关操作
3. 实现简单的PCIE演示功能

## 3.3实验步骤

### 3.3.1在DE2i-150板上安装Yocto系统

本实验首先要在DE2i-150板上安装Yocto系统，该系统将被安装在微处理器上。在这个地方我们一开始遇到了一些问题，详见后面的“3.5问题及解决思路”的部分。

### 3.3.2配置FPGA

PCIE DEMO也需要对FPGA进行配置，这里配置的方法相对比较简单。只需用USB电缆将板子和主机（这里用的是惠普笔记本电脑）连接，然后在DE2i-150系统盘的Demonstrations/FPGA路径下选取对应的PCIE文件夹。注意此处两种PCIE DEMO用到的文件夹不同，此处若不进行正确的配置将有可能导致之后PCIE DEMO失败，比如无法进行按钮状态演示等。我们组先做“PCIE基础演示”，则此处应选择的文件夹即为“PCIE\_Fundamental”，见图3-1。该文件夹的“demo\_batch”目录下有个叫“sof\_download.bat”的批处理文件，双击运行，即可完成配置工作。此时，还应重启系统以使下板的内容生效。

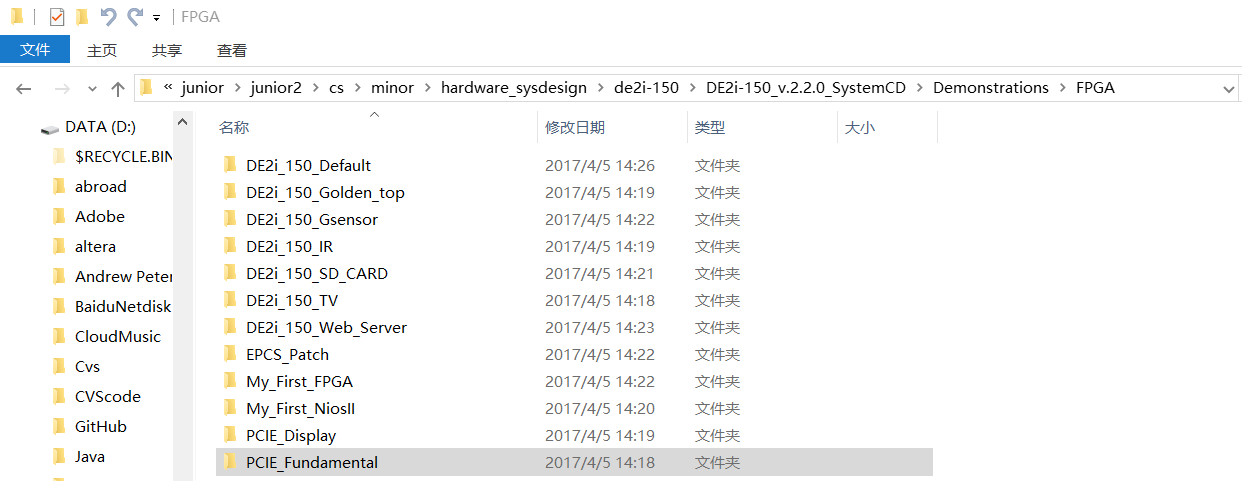


图3-1 配置FPGA时需选用正确的文件夹

### 3.3.3复制演示文件到板子

下一步就是把演示要用到的文件夹拷到板子上。此处的演示文件为“DE2i-150\_v.2.2.0\_SystemCD\Demonstrations\PCIe\_SW\_KIT\linux\PCIe\_DriverInstall”和“DE2i-150\_v.2.2.0\_SystemCD\Demonstrations\FPGA\PCIE\_Fundamental\linux\_app”（同理若是做PCIE显示演示则需要选择不同的文件夹）。在板子的yocto系统下的“/media”目录下可以找到自己的USB存储器，把相关的文件移动到“/home/root”目录下，供之后使用。重启yocto系统。

### 3.3.4启动PCIE 驱动程序

用终端打开/home/root目录，打开“PCIe\_DriverInstall”文件夹下的“yocto-3.10.11”目录，输入“sh ./load\_terasic\_qsys\_pcie\_driver.sh”命令。返回“找到匹配设备”信息则说明PCIE已启动。

### 3.3.5启动演示相应的应用软件

用终端打开/home/root目录，打开“linux\_app”文件夹输入“./app”命令，下面进行相应的操作即可，详见第五部分“实验结果和分析”。

以上是PCIE基础演示的基本步骤，对于PCIE显示演示，步骤基本相同，此处略去不表。

## 3.4实验结果及拓展功能

### 3.4.1 PCIE基础演示

在按上面第四部分的实验步骤走完后，会出现如图3-2所示的菜单。

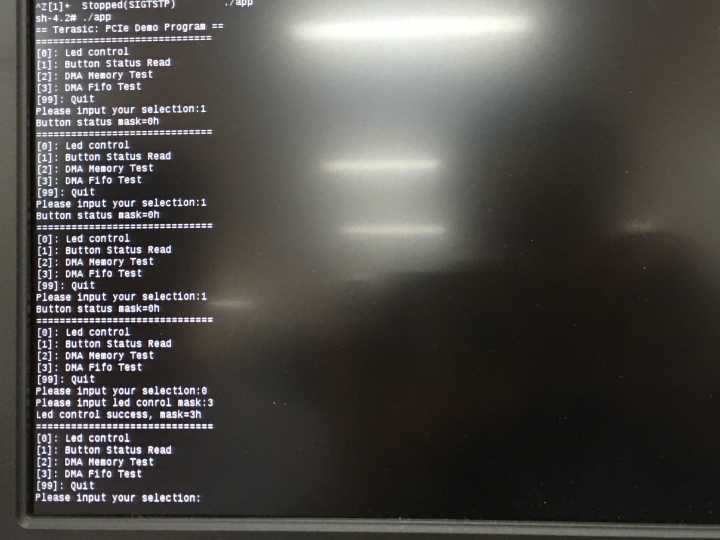


图3-2 PCIE基础演示在终端出现的菜单

从图中可以看出，该菜单一共包括“Led control”、“Button Status Read”、“DMA Memory Test”、“DMA Fifo Test”、“Quit”五项内容。这5项内容由其前面的数字序号指定。比如我们要测试“Led control”即对板上前4个LED灯的控制情况，则需先在终端输入“0”，表示选用该功能。下面我们分开演示一下这4个功能的实验结果。

（1）Led control

先在终端输入“0”，表示选用该功能，然后再输入相应的控制掩码，比如输入的是2，其转成二进制就是“0010”，所以按道理LED1应该亮，然后LED0、LED2、LED3都不亮。实验结果如下图3-3。

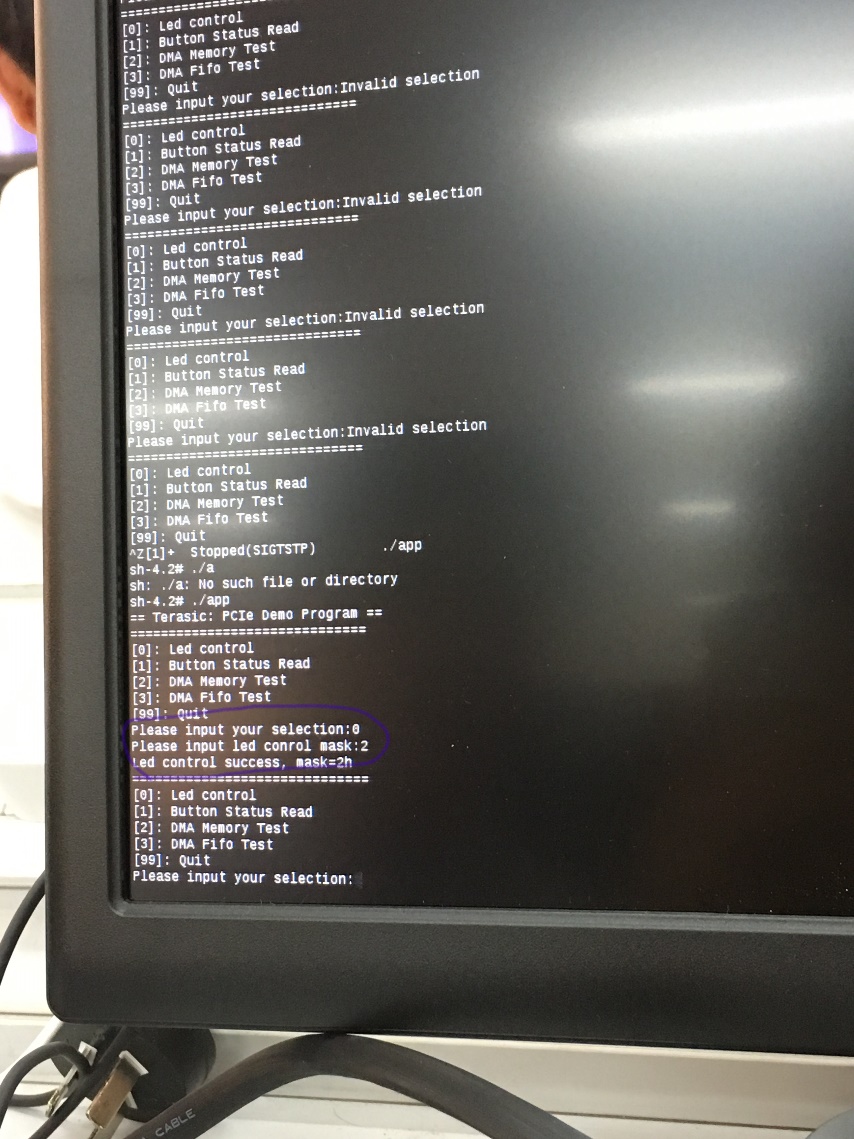


图3-3 LED控制测试，输入掩码为2，显示控制成功

从图中可以看到，终端输出了“Led control success, mask = 2h”的信息。而亮灯的情况如图3-4。

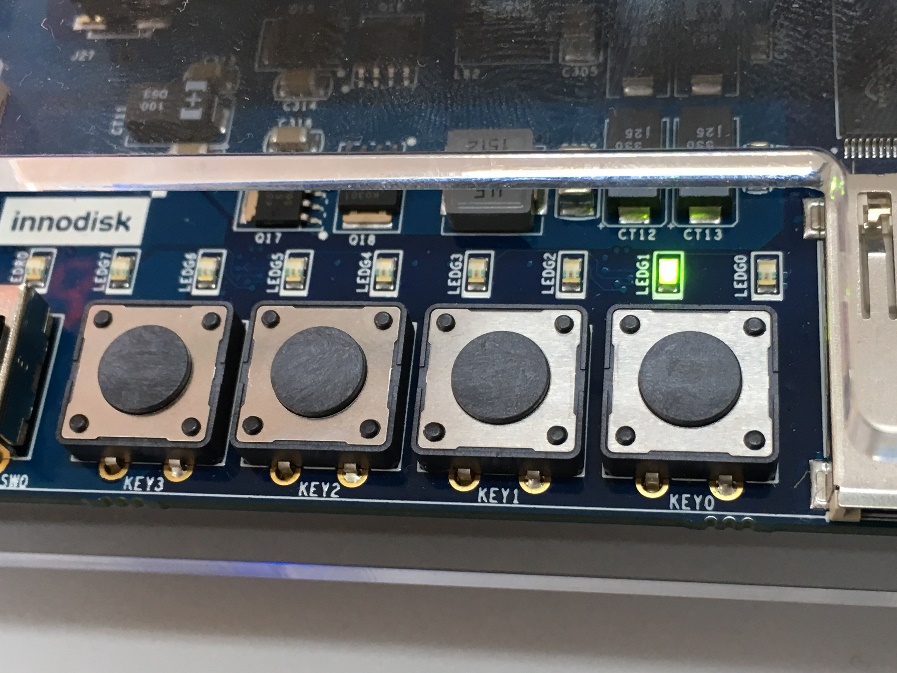


图3-4 输入控制掩码2时的LED灯点亮情况

从图中可以看到LED1亮了，其他LED灯都处于熄灭状态，刚好表示了0010b=2，这与前期的预测相符。

（2）Button Status Read

按动实验板上的任意按键，Terminal界面中以十六进制显示按键的编码，实验结果如图3-5。

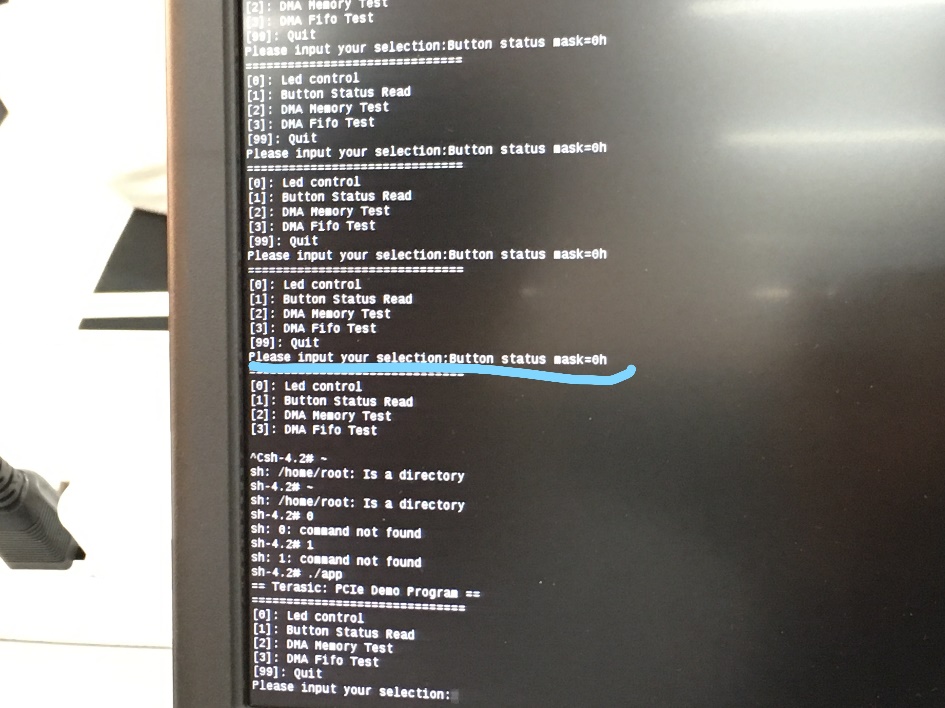


图3-5

（3）DMA存储测试

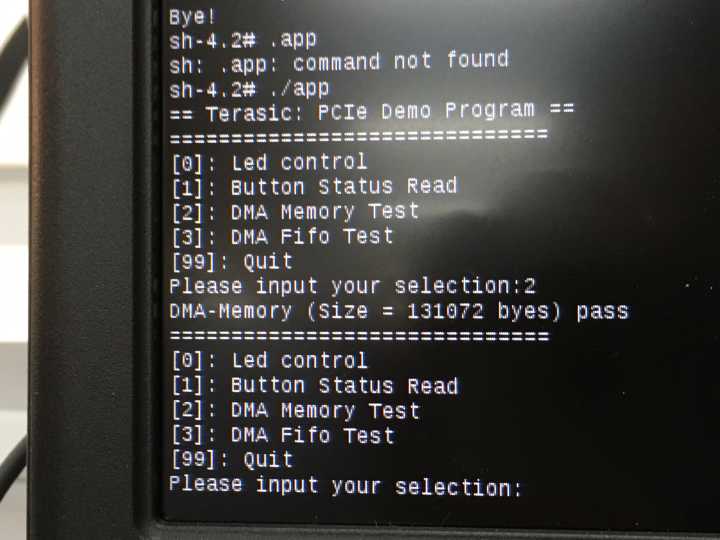


图3-6

（4）DMA FIFO

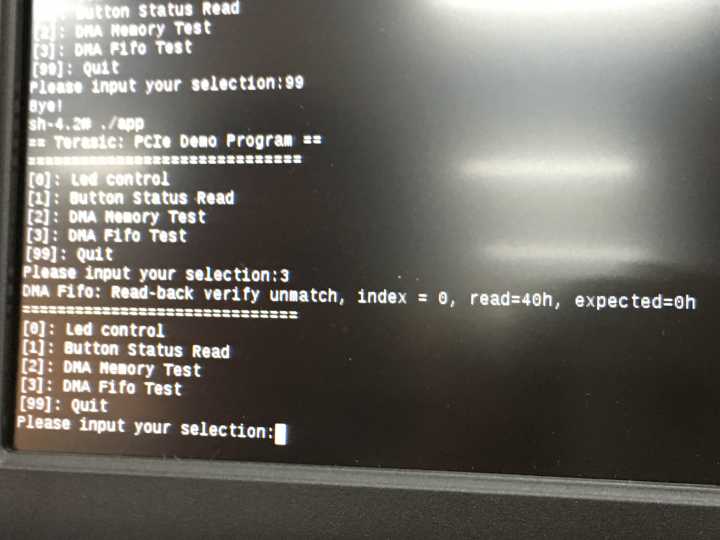


图3-7

### 3.4.2 PCIE显示演示

PCIE显示演示的步骤如第四部分里描述的那样。在终端进入指定目录输入“./app”命令，出现如下图3-8的数据传输字样，此时把显示器直接转接到板子的J8口，则会出现图3-9的显示结果。至此，实验结果陈述完毕。

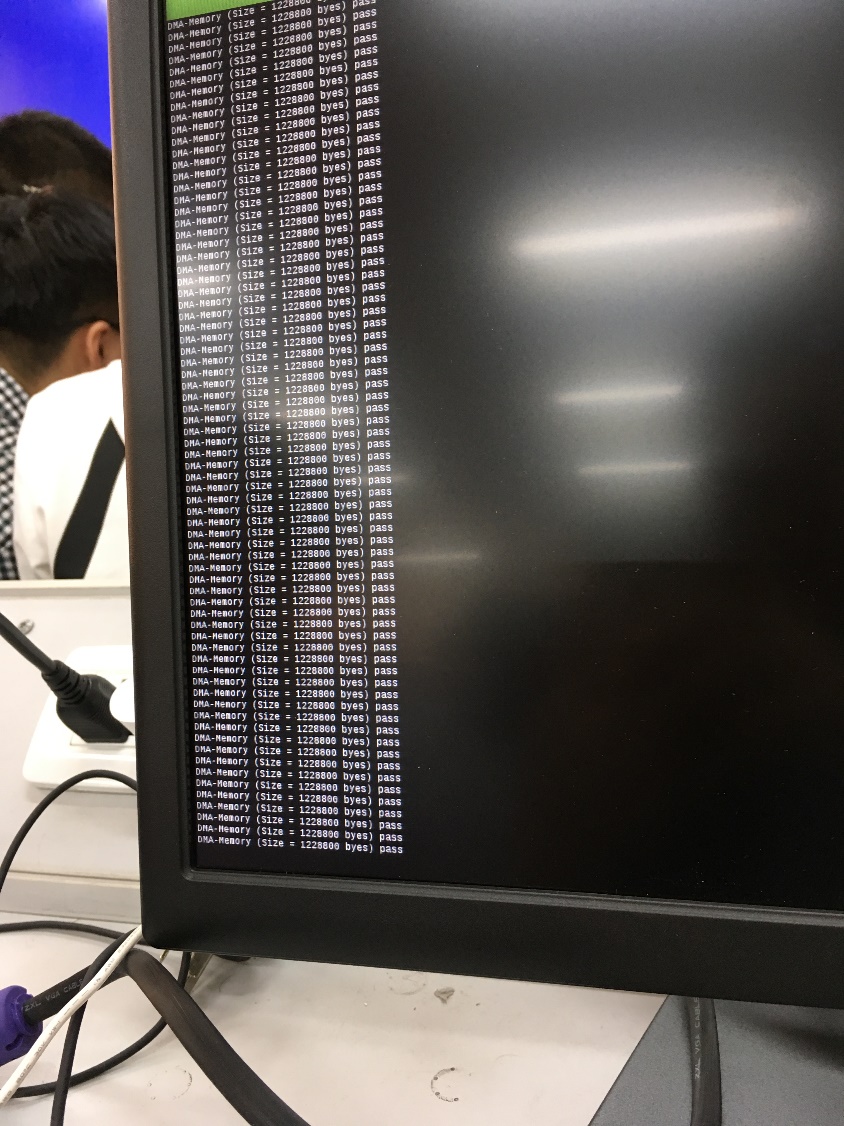


图3-8 PCIE显示演示未接显示器时终端传输的数据

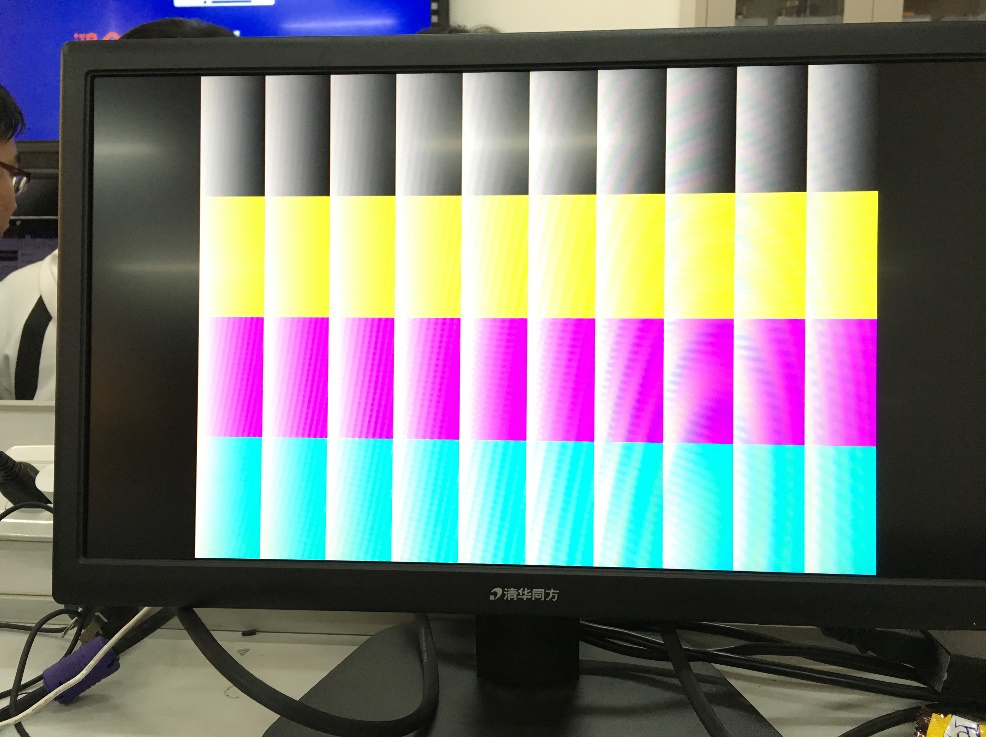


图3-9 PCIE显示演示接显示器的演示结果图

### 3.4.3拓展功能

1. 编写自己的PCIE演示app

为了编写自己的PCIE演示app，我们需要找到“linux\_app”文件夹里对应的晕源文件。



图3-10

这里我打开的是“PCIE\_Fundamntal”目录下的“linux\_app”文件，其中的app.c文件可以预见是之前在终端生成功能菜单的源文件。

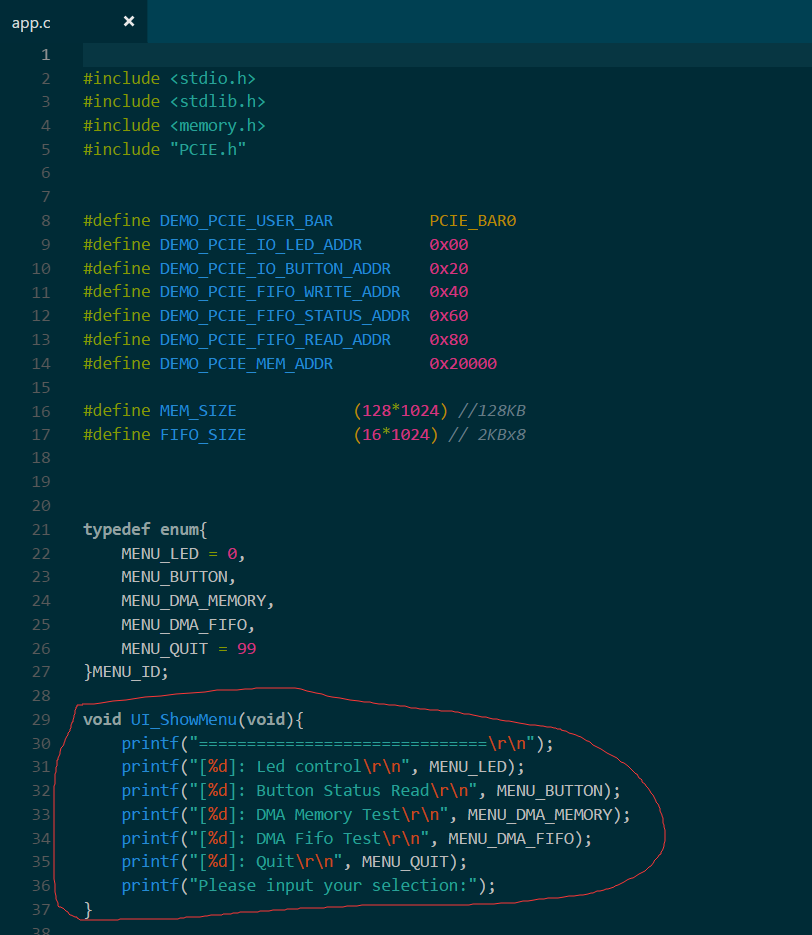


图3-11 app.c文件部分代码截图

从图中我们可以看到“UI\_ShowMenu”函数显然是显示菜单界面的函数，与我们的猜想一致。这样，我们只需要修改app.c源文件，就可以实现我们自己想要的PCIE演示功能。必要时可以修改Makefile文件以便对源文件进行编译。

## 3.5 问题及解决思路

### 3.5.1 启动Yocto故障

我们小组在最初给DE2i-150板子装Linux系统的时候按照老师给出的文档进行一步步操作，包括设置U盘启动等。但尝试了若干次重启用U盘进行系统install的时候，总是会出错，如图3-12。

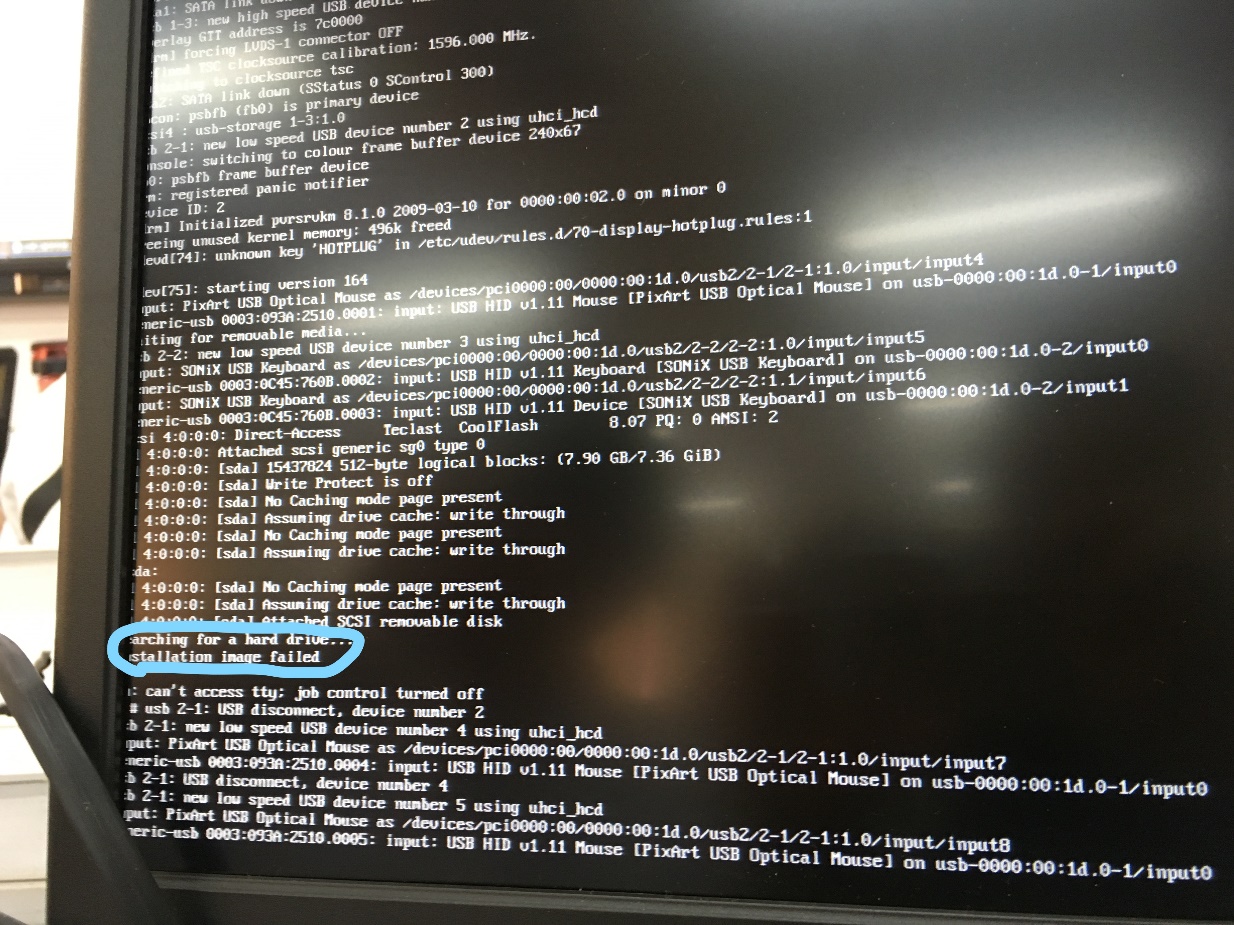


图3-12 U盘启动时出现的“searching for a hard drive”问题

从图中可以看出问题是没有找到空闲硬盘。

于是，我们怀疑DE2i-150板子没装硬盘。经过和其他组的讨论交流，发现板子的包装盒里果然有自带的硬盘，不过需要手装。装上后我们还惊喜地发现该硬盘上本身就带有yocto系统，我们不用再用U盘进行启动了。

### 3.5.2 PCIE基础演示时一些功能无法出现预期结果

在测试功能2即按钮状态测试时我们一度遇到一些问题，就是无论按钮怎么按，最终显示的状态都是0h。最终发现是下板时相关管脚文件并没有烧进去，即sof.bat执行完后没有进行reboot。

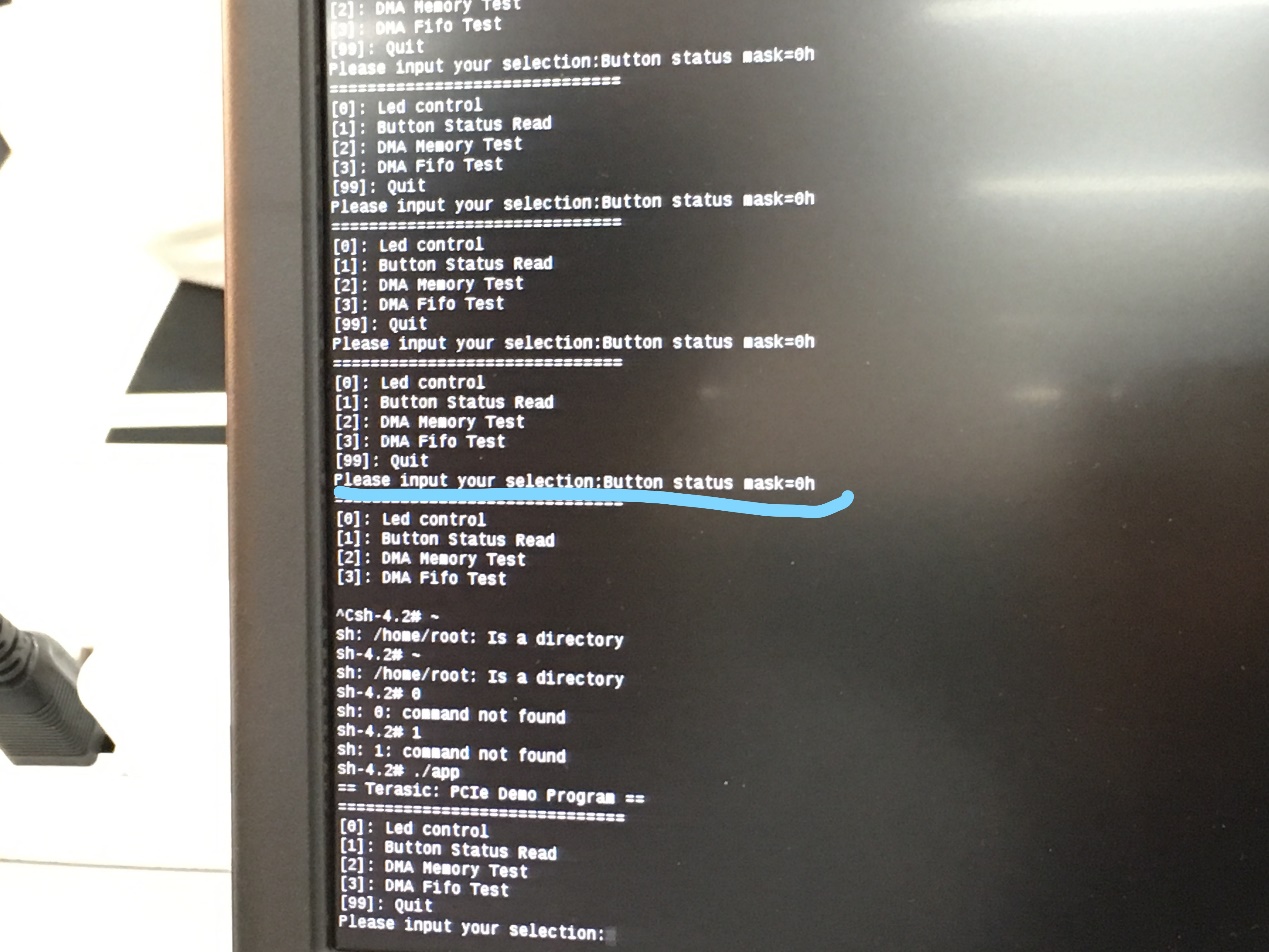


图3-13 测试PCIE基础演示功能2“按钮状态读取”时按钮状态一直是0h

# 第4章

## 4.1个人工作和学习过程

在这个实验中，我主要是和肖子原同学合作完成了在两块板子下的SOPC流水灯实验，并且增加了一些自己的想法，修改了代码，改变了流水灯的次序等。并且完成了HPS的实验部分，探究了相关实验软件工具的应用与实验的原理，与肖子原主要撰写了第一章与第二章的实验报告。

## 4.2 心得体会

通过整个实验下来，基本可以掌握两块板子的一些基本原理与基本操作，比如做SOPC流水灯实验的时候，了解了开发板的软核与硬核等，了解了在类似在De2i-150开发板上的软核与硬核上运行程序的方法。在做HPS实验的时候，了解了putty的使用，知道如何向开发板远程进行一些操作。我们自己还做了一些其他的有趣的使用。

在实验过程中，我们也做了一些自己的对于实验的创新，比如对于流水灯的运行方式，控制方式等，我们队代码都改动了一下，非常有趣。

整个实验中，我们遇到了挺多问题的，直到在最后验收的时候，PCIE都还出现了问题, 这个实验非常注重细节，非常容易因为忽略一些无不足道的细节就出现问题，得重新开始整个实验过程。

目前还是对整个开发过程缺乏深刻的认识，一些原理还是不太了解，所以在碰到一些问题的时候，不能分析出原因在哪，只能是重新按照文档进行操作。所以下一步，我们也将进一步熟悉这个开发过程与细节，希望对于FPGA的开发有更加深刻的理解。