

《嵌入式系统》

(第二次实验 小键盘、LED 灯、LED点阵、数码管、LCD显示器、步进电机实验)
(简化版)

厦门大学信息学院软件工程系 曾文华

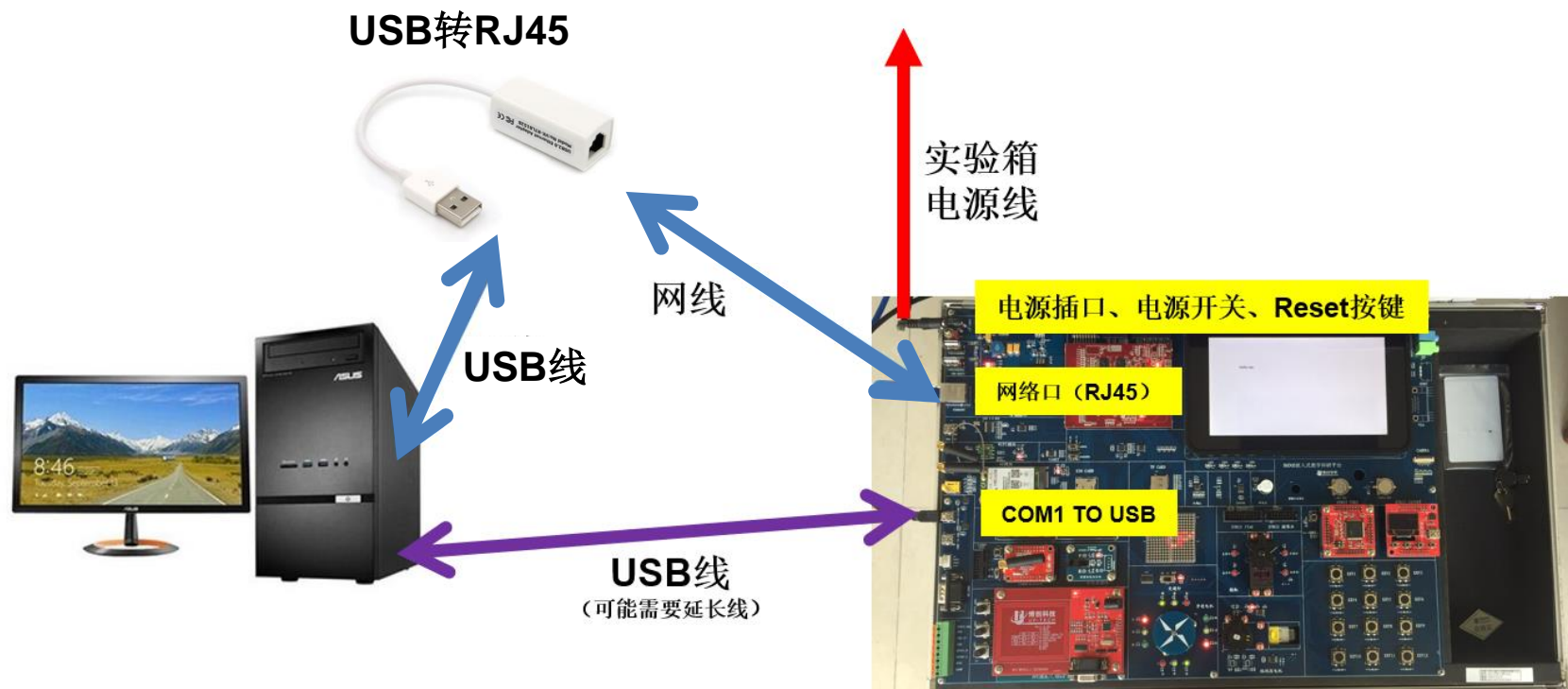
2023年10月17日

目录

- 1、小键盘实验（12个键）
- 2、LED灯实验（4个灯）
- 3、LED点阵实验（16*16点阵）
- 4、数码管实验（8个数码管）
- 5、LCD液晶显示器实验
- 6、步进电机实验
- 7、Qt环境下的LED灯实验
- 8、自启动加载LED灯实验

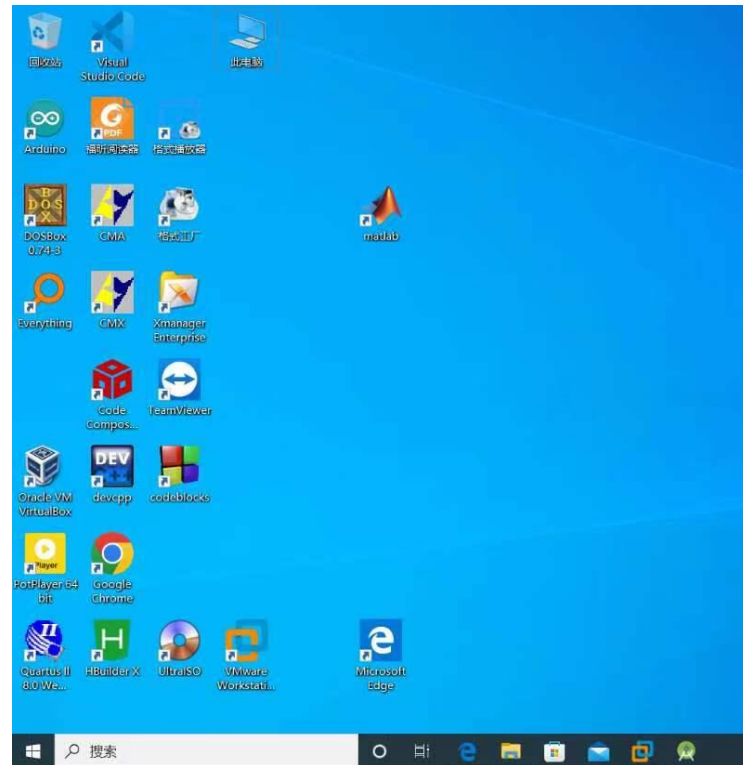
设置IP地址，并挂载Ubuntu

实验接线

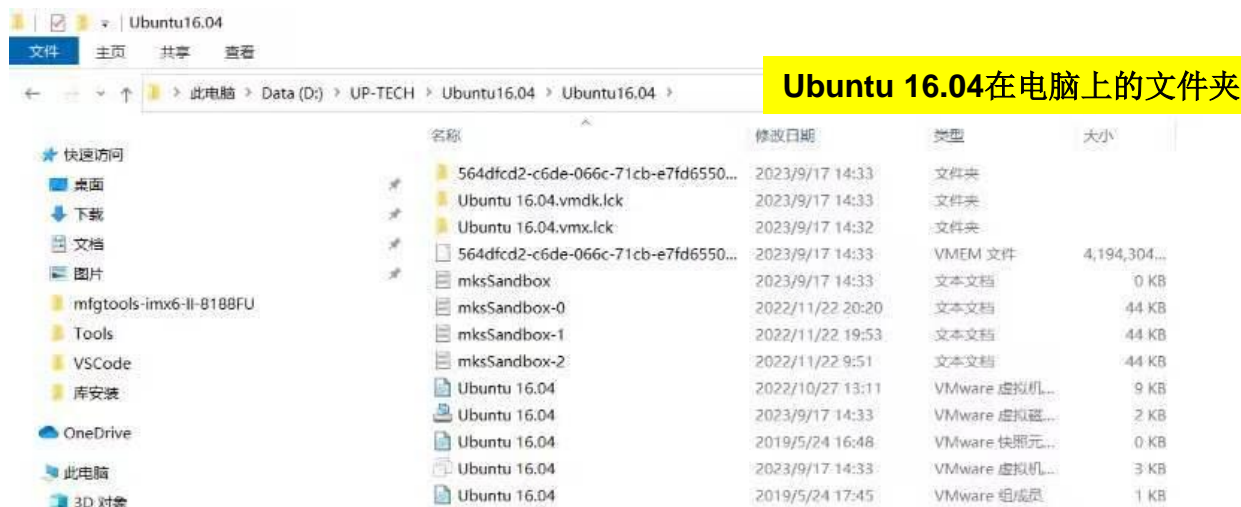


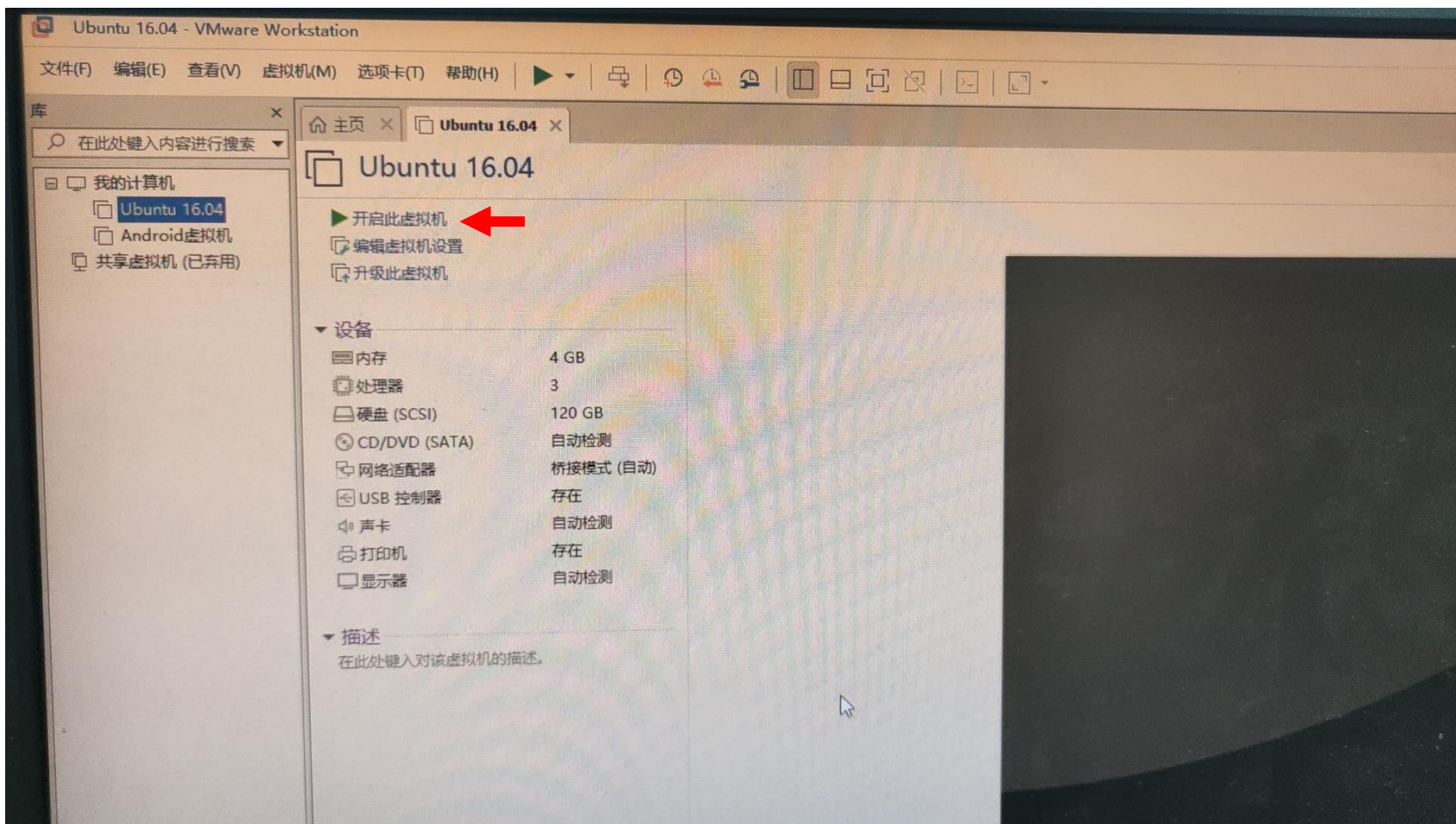
打开Ubuntu

- （1）运行桌面上的VMware

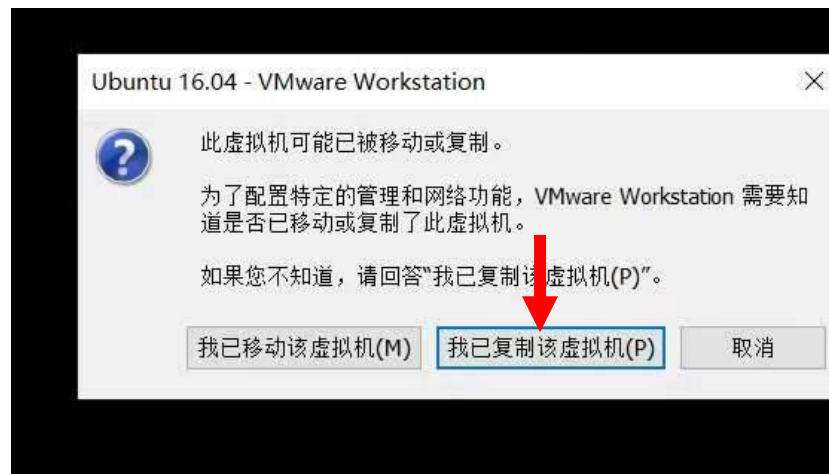


- (2) 在VMware中，打开Ubuntu 16.04

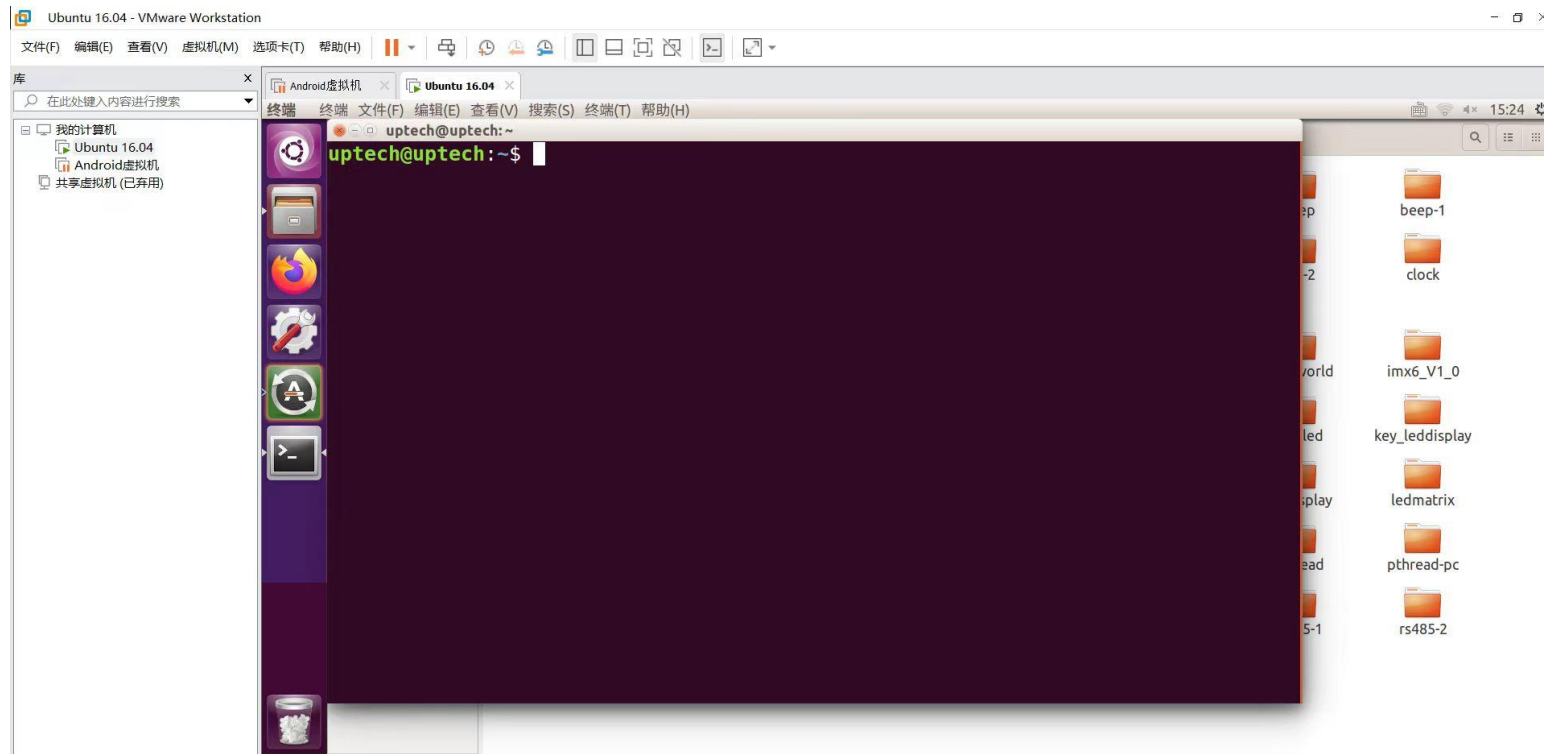




- (3) 输入密码: 123456



- (4) 成功运行Ubuntu后的界面



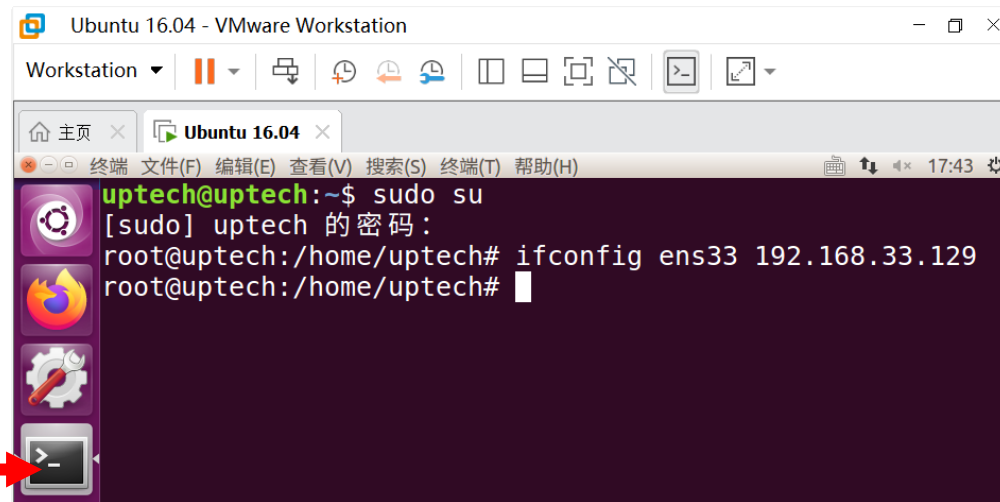
设置Ubuntu的IP地址

- 在Ubuntu的“终端”上执行：

- `sudo su` （密码123456）

请从“第2次实验用到的有关命令.txt”中拷贝

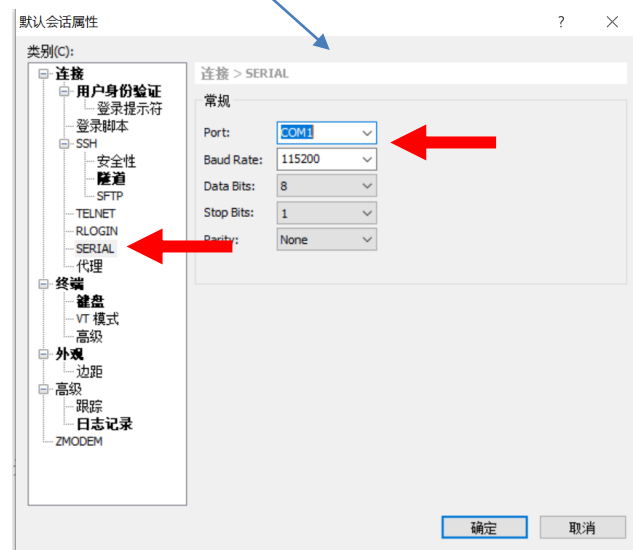
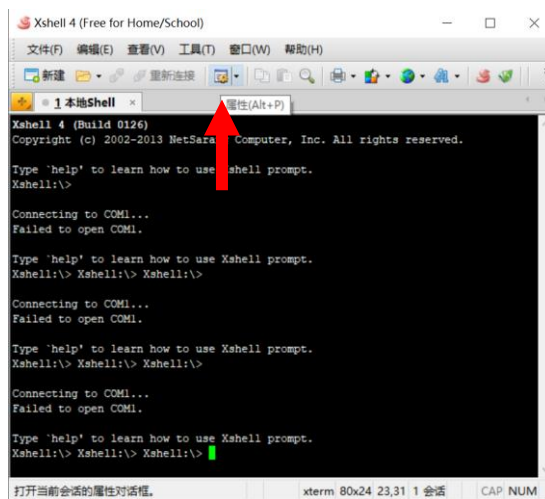
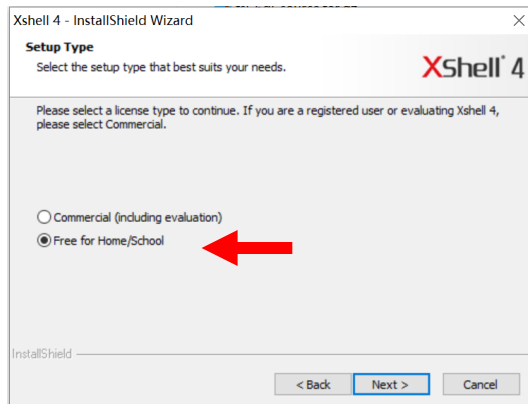
- `ifconfig ens33 192.168.33.129`



点击打开终端

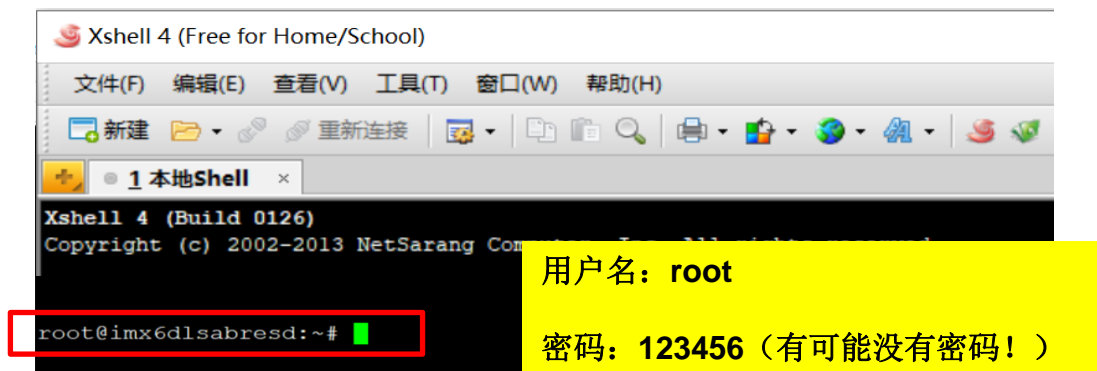
“超级终端”连接实验箱

- 点击运行 D:\UP-TECH的“**xshell4.exe**”
- 选择“Free for Home/School”，安装完成后，进行串口属性的设置



“超级终端”连接实验箱

- 出现下面的界面，表示连接成功！



- 如果出现下面界面，表示连接失败。可以先退出“Xshell 4”，再打开“Xshell 4”，重新连接实验箱。如果还是不行，请按实验箱“复位”键。

```
Type 'help' to learn how to use Xshell prompt.  
Xshell:\> Xshell:\> Xshell:\>
```

设置实验箱的IP地址并进行挂载

- 在“超级终端（Xshell 4）”上，输入以下命令设置实验箱的IP地址：
 - `ifconfig eth0 192.168.33.155`
- 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”上执行挂载（mount）命令：
 - `mount -t nfs 192.168.33.129:/imx6 /mnt`
- 出现下面的界面，表示挂载成功！

```
root@imx6dlsabresd:~#
```

如果挂载不成功请检查是否Ping通？

- 在Ubuntu的“终端”上执行：
 - `ping 192.168.33.155`
- 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”上执行：
 - `ping 192.168.33.129`

运行实验程序

(一) 小键盘实验

1、基本的小键盘实验 (**key**)

2、改进的小键盘实验 (**key-1**)


- 1、在实验箱上执行key程序

- 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”上执行：

- `cat /proc/bus/input/devices`

查看键盘的设备号

```
I: Bus=0019 Vendor=0001 Product=0001 Version=0100
N: Name="gpio-keys.21"
P: Phys=gpio-keys/input0
S: Sysfs=/devices/soc0/gpio-keys.21/input/input6
U: Uniq=
H: Handlers=kbd event4 evbug
B: PROP=0
B: EV=3
B: KEY=c0000 0 0 7f
root@imx6dlsabresd:/mnt/whzeng/key#
```



键盘的设备号为：**`/dev/input/event4`**

– 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”上运行key文件（需要带参数）：

- `cd /mnt/whzeng/key`
- `./key /dev/input/event4`

– key 2 Pressed	按下 KEY1 键
– key 2 Released	
– key 3 Pressed	按下 KEY2 键
– key 3 Released	
– key 4 Pressed	按下 KEY3 键
– key 4 Released	
– key 5 Pressed	按下 KEY4 键
– key 5 Released	
– key 6 Pressed	按下 KEY5 键
– key 6 Released	
– key 7 Pressed	按下 KEY6 键
– key 7 Released	
– key 8 Pressed	按下 KEY7 键
– key 8 Released	
– key 9 Pressed	按下 KEY8 键
– key 9 Released	
– key 10 Pressed	按下 KEY9 键
– key 10 Released	
– key 1 Pressed	按下 KEY10 键
– key 1 Released	
– key 115 Pressed	按下 KEY11 键
– key 115 Released	
– key 114 Pressed	按下 KEY12 键
– key 114 Released	
– ^C	

Pressed 表示按键被按下

Released 表示按键被松开



CTRL+C 可以终止程序

- 2、运行改进的小键盘程序（key-1.c）

- 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”上执行（不需要带参数，按CTRL+C可以终止程序）：

- cd /mnt/whzeng/key-1

- ./key-1

- 1 按下 KEY1 键
 - 2 按下 KEY2 键
 - 3 按下 KEY3 键
 - 4 按下 KEY4 键
 - 5 按下 KEY5 键
 - 6 按下 KEY6 键
 - 7 按下 KEY7 键
 - 8 按下 KEY8 键
 - 9 按下 KEY9 键
 - * 按下 KEY10 键
 - 0 按下 KEY11 键
 - # 按下 KEY12 键



1	2	3
4	5	6
7	8	9
*	0	#

(二) LED灯实验

1、基本的LED灯实验 (led)

2、小键盘控制的LED灯实验 (key_led)

- 1、在实验箱上执行led程序

- 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”上运行led文件（需要带参数）：

- `cd /mnt/whzeng/led`

- `./led /dev/ledtest 1 0`

- `./led /dev/ledtest 1 1`

- `./led /dev/ledtest 1 2`

- `./led /dev/ledtest 1 3`

分别使LED1、LED2、LED3、LED灯亮

- `./led /dev/ledtest 0 0`

- `./led /dev/ledtest 0 1`

- `./led /dev/ledtest 0 2`

- `./led /dev/ledtest 0 3`

分别使LED1、LED2、LED3、LED灯灭



• 2、运行小键盘控制LED的程序

– 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”下执行：

- `cd /mnt/whzeng/key_led`
- `./key_led`

• 此时按KEY1至KEY11键，可以控制LED1至LED4灯的亮或灭

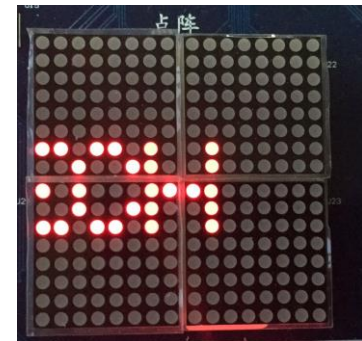


(三) LED点阵实验

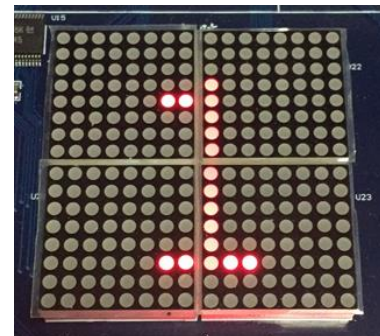
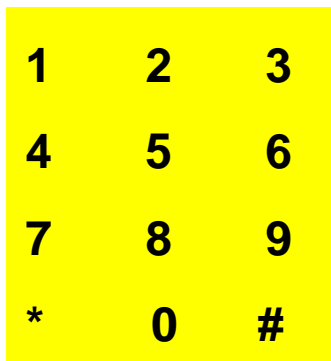
- 1、基本的LED点阵实验 (`ledmatrix`)
- 2、显示小键盘键值的LED点阵实验 (`key_ledmatrix`)
- 3、显示其他字符的LED点阵实验 (`ledmatrix-1`)

- 1、在实验箱上执行ledmatrix程序
 - 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”上执行：
 - `cd /mnt/whzeng/ledmatrix`
 - `./ledmatrix`
 - 此时在LED点阵上显示“恭喜发财”4个字

按Ctrl+C退出程序



- 2、运行将小键盘的按键值在LED点阵上显示的程序（key_ledmatrix.c）
 - 在实验箱的超级终端（Xshell 4）上执行“ledmatrix-1”文件
 - `cd /mnt/whzeng/key_ledmatrix`
 - `./key_ledmatrix`
 - 此时，按小键盘的键，则在LED点阵上显示该按键的值

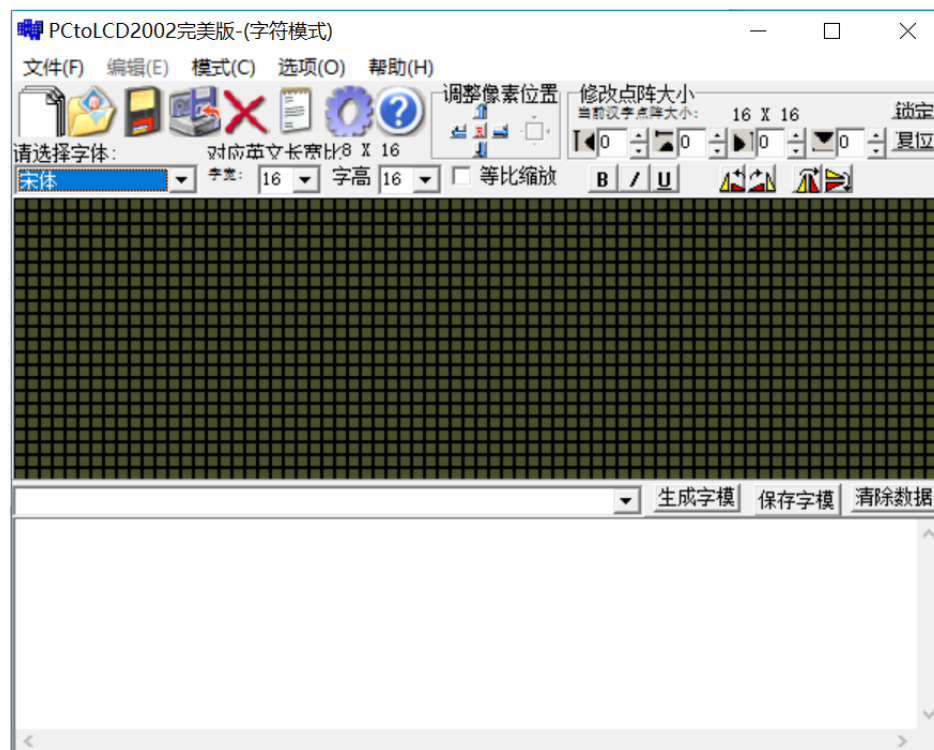


- 3、在LED点阵上显示“厦门大学信息学院欢迎您！0123456789ABCDEFGHabcdefg”

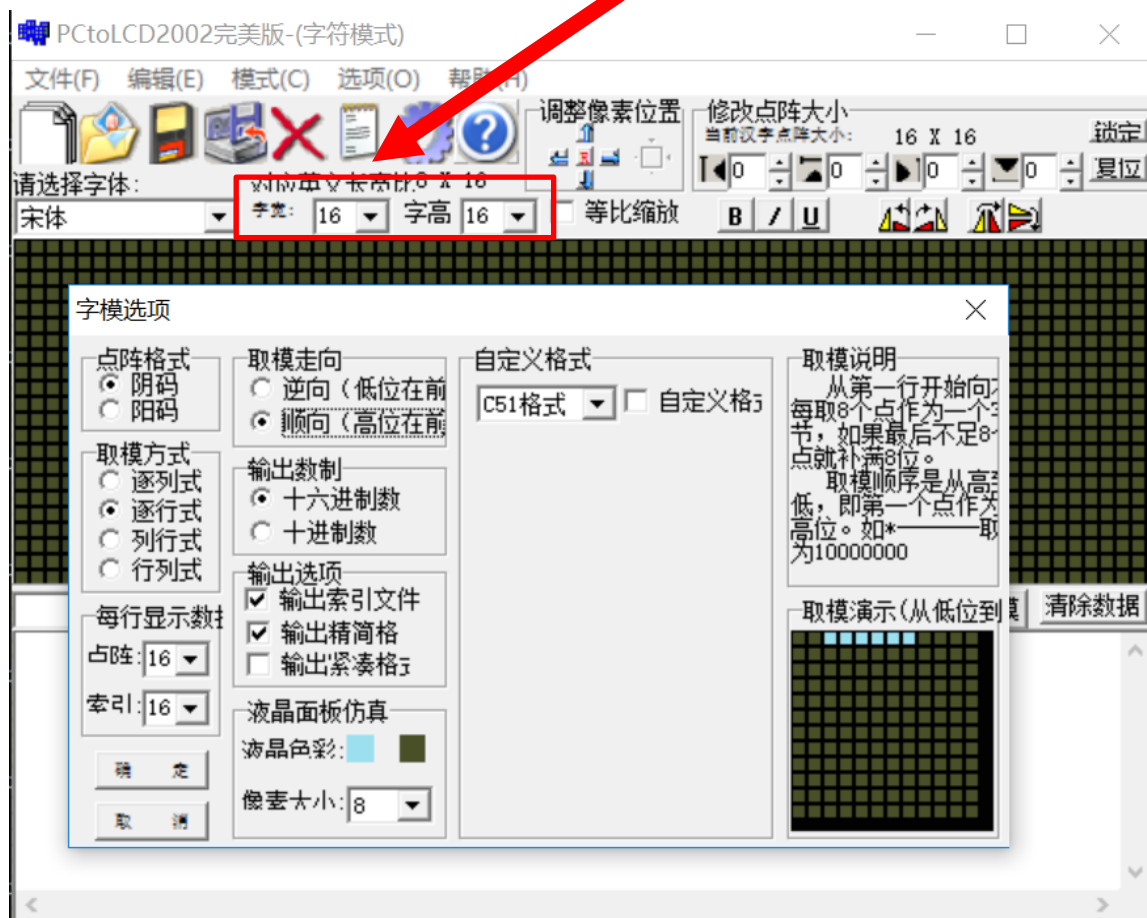
- 第一步：运行取模软件“PCtoLCD.exe”

此电脑 > Local Disk (C:) > 嵌入式系统 (2020年下半年) > UP-TECH安装用软件 > 取模软件 > 取模软件

<input type="checkbox"/>	名称	修改日期	类型
★	ASC.PTL	2002/5/11 12:05	PTL 文件
★	Gb2312.PTL	2002/5/15 15:31	PTL 文件
★	PCtoLCD	2002/5/11 19:53	应用程序
★	PCtoLCD	2016/4/18 15:20	配置设置
	PCtoLCD2002	2006/5/23 9:44	配置设置
	RTL60.BPL	2002/2/1 22:00	BPL 文件
20年下半年)	shuzi	2003/8/27 10:35	文本文档
)	VCL60.BPL	2002/2/1 22:00	BPL 文件

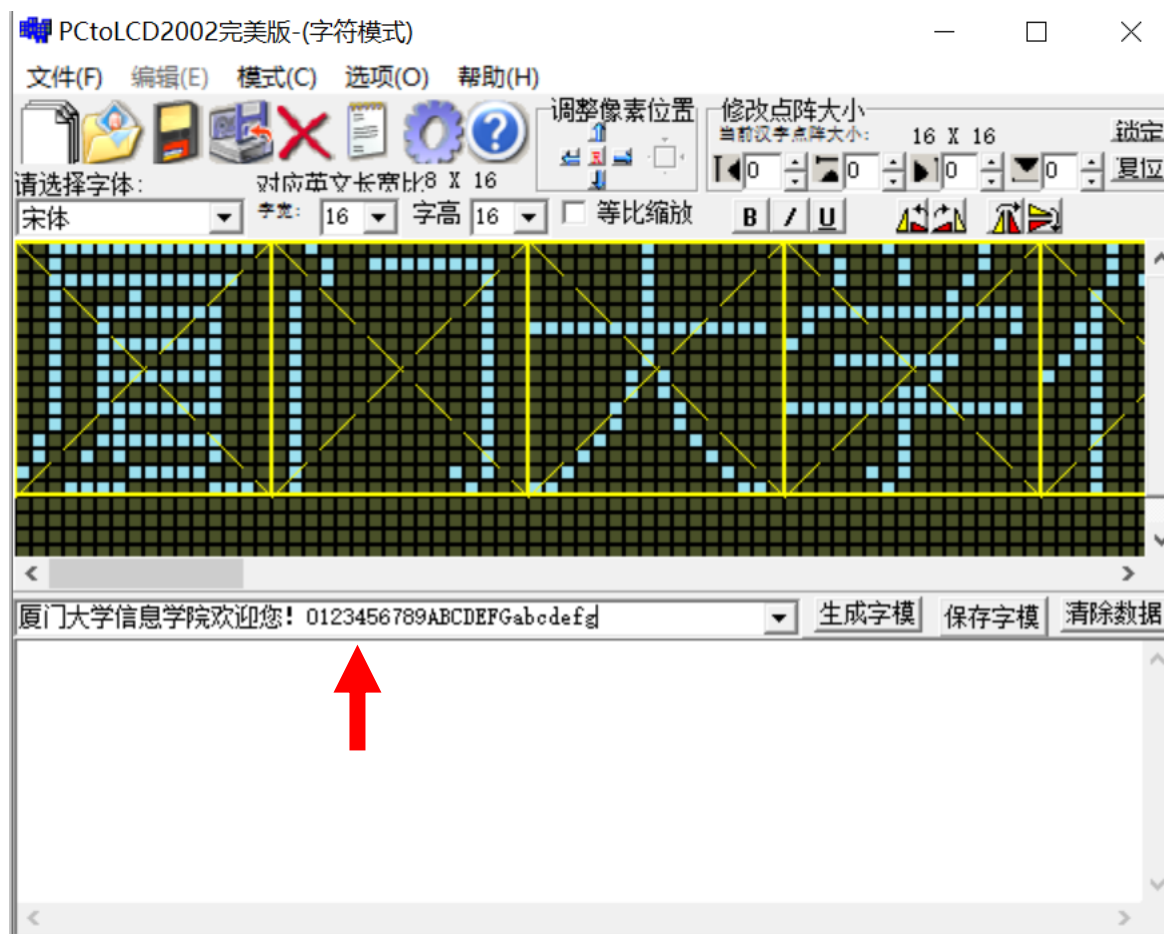


- 第二步：查看取模软件的参数：字宽=16，字高=16；如果不是，请修改。

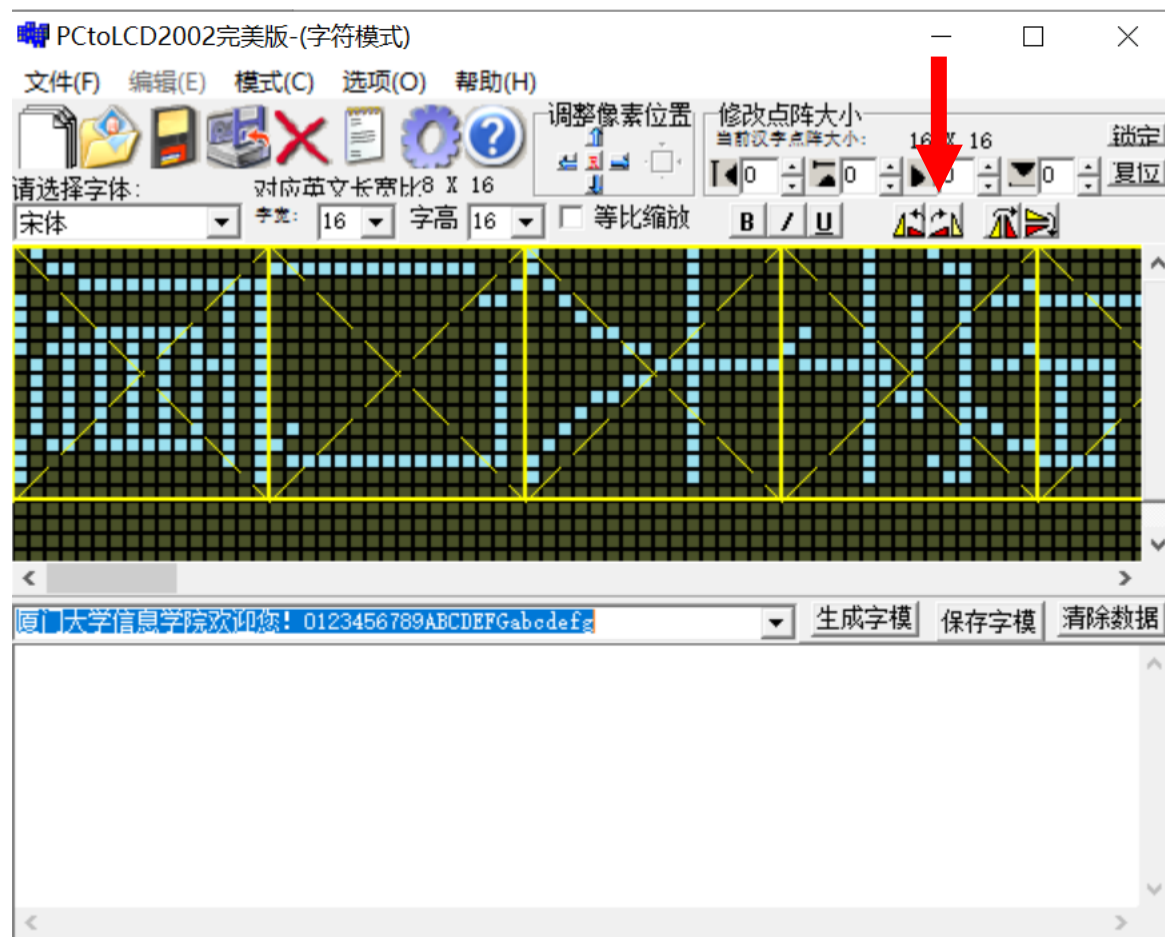


– 第三步：生成汉字（或西文字符）的字模

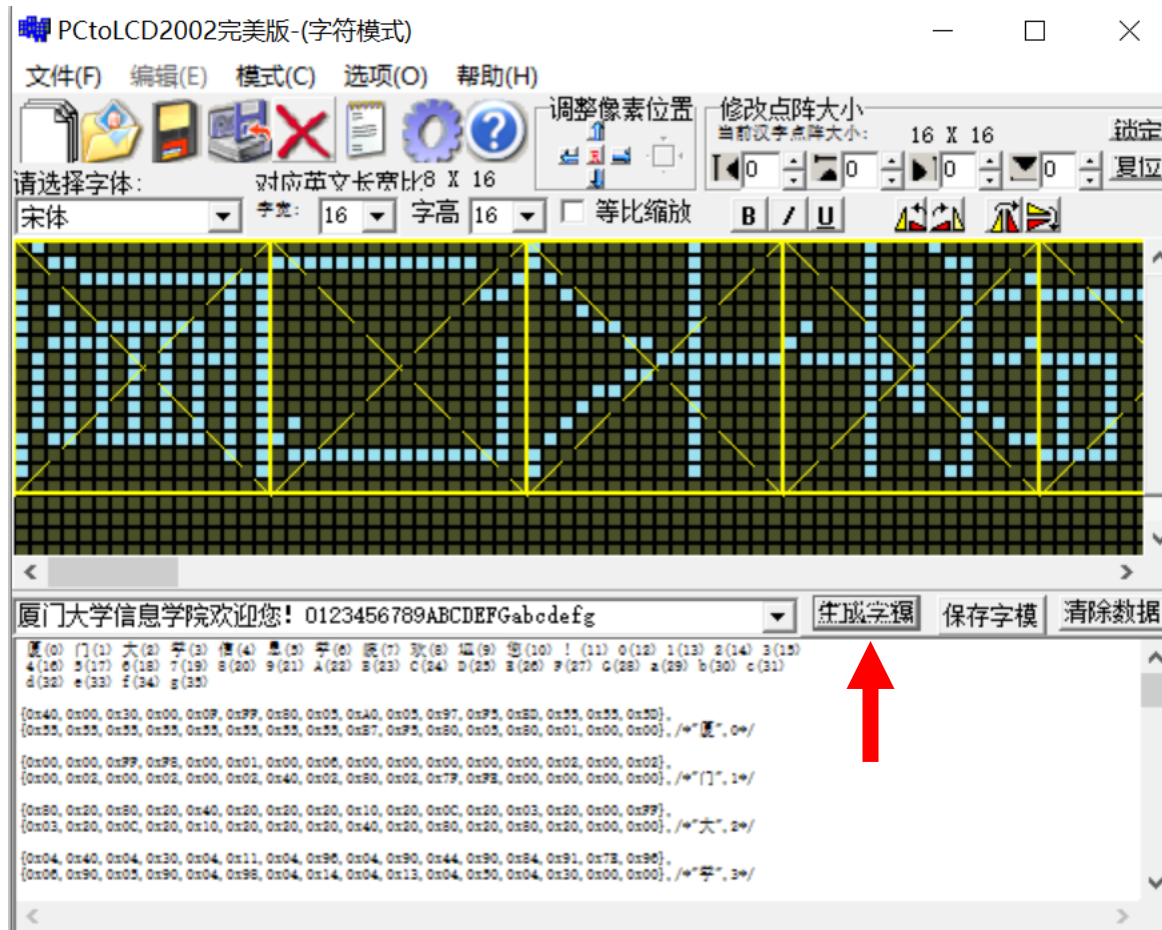
- 在输入框（红色箭头标志的地方）中输入“厦门大学信息学院欢迎您！0123456789ABCDEFGHabcdefg”



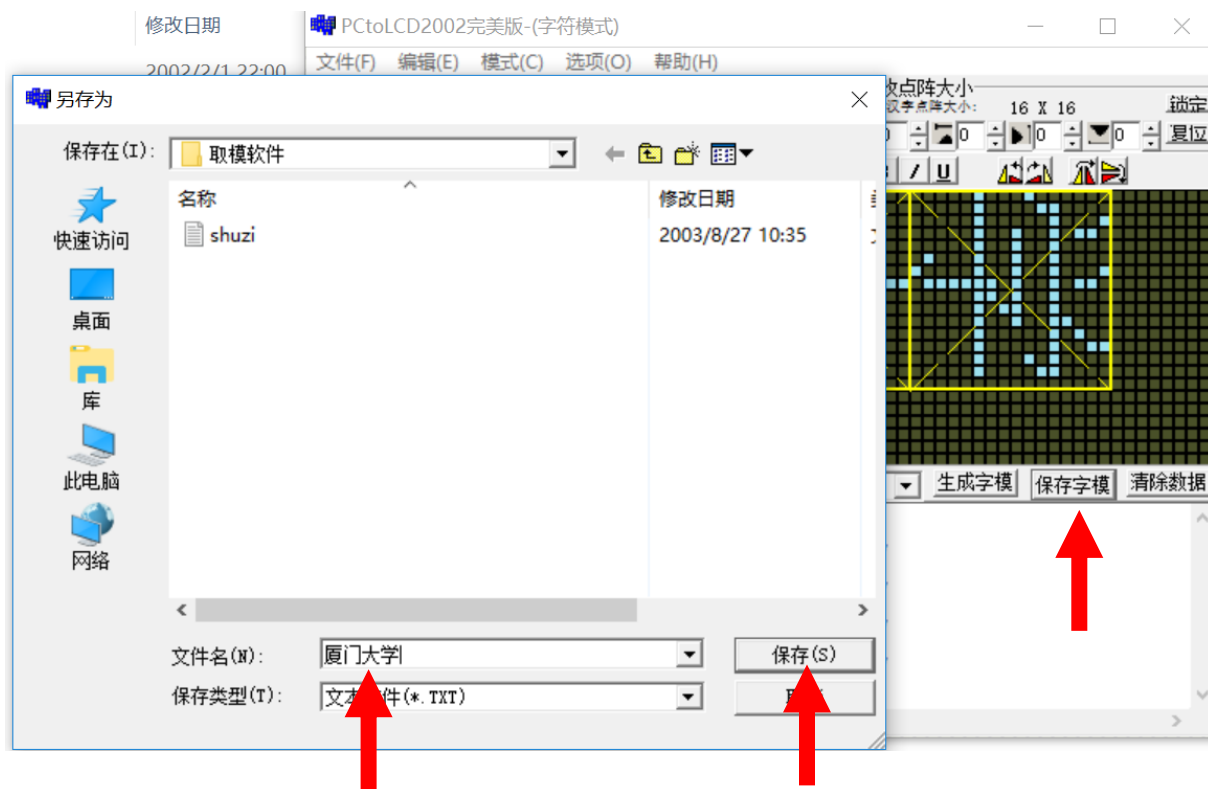
- 点击按钮（红色箭头），将文字右旋90度



- 点击“生成字模”



- 点击“保存字模”，保存到“厦门大学.txt”文件中（在电脑硬盘“取模软件”目录下）



厦(0) 门(1) 大(2) 学(3) 信(4) 息(5) 学(6) 院(7) 欢(8) 迎(9) 您(10) ! (11) 0(12) 1(13) 2(14) 3(15)
4(16) 5(17) 6(18) 7(19) 8(20) 9(21) A(22) B(23) C(24) D(25) E(26) F(27) G(28) a(29) b(30) c(31)
d(32) e(33) f(34) g(35)

{0x40,0x00,0x30,0x00,0x0F,0xFF,0x80,0x05,0xA0,0x05,0x97,0xF5,0xBD,0x55,0x55,0x5D},
{0x55,0x55,0x55,0x55,0x55,0x55,0x55,0x55,0xB7,0xF5,0x80,0x05,0x80,0x01,0x00,0x00},/*"厦",0*/

{0x00,0x00,0xFF,0xF8,0x00,0x01,0x00,0x06,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x02,0x00,0x02},
{0x00,0x02,0x00,0x02,0x00,0x02,0x40,0x02,0x80,0x02,0x7F,0xFE,0x00,0x00,0x00,0x00},/*"门",1*/

{0x80,0x20,0x80,0x20,0x40,0x20,0x20,0x20,0x10,0x20,0x0C,0x20,0x03,0x20,0x00,0xFF},
{0x03,0x20,0x0C,0x20,0x10,0x20,0x20,0x20,0x40,0x20,0x80,0x20,0x80,0x20,0x00,0x00},/*"大",2*/

{0x04,0x40,0x04,0x30,0x04,0x11,0x04,0x96,0x04,0x90,0x44,0x90,0x84,0x91,0x7E,0x96},
{0x06,0x90,0x05,0x90,0x04,0x98,0x04,0x14,0x04,0x13,0x04,0x50,0x04,0x30,0x00,0x00},/*"学",3*/

{0x01,0x00,0x00,0x80,0x00,0x60,0xFF,0xF8,0x00,0x07,0x00,0x00,0x00,0x04,0xF9,0x24},
{0x49,0x24,0x49,0x25,0x49,0x26,0x49,0x24,0x49,0x24,0xF9,0x24,0x00,0x04,0x00,0x00},/*"信",4*/

{0x40,0x00,0x30,0x00,0x00,0x00,0x03,0xFC,0x39,0x54,0x41,0x54,0x41,0x56,0x45,0x55},
{0x59,0x54,0x41,0x54,0x41,0x54,0x73,0xFC,0x00,0x00,0x08,0x00,0x30,0x00,0x00,0x00},/*"息",5*/

{0x04,0x40,0x04,0x30,0x04,0x11,0x04,0x96,0x04,0x90,0x44,0x90,0x84,0x91,0x7E,0x96},
{0x06,0x90,0x05,0x90,0x04,0x98,0x04,0x14,0x04,0x13,0x04,0x50,0x04,0x30,0x00,0x00},/*"学",6*/

{0x00,0x00,0xFF,0xFE,0x04,0x22,0x08,0x5A,0x07,0x86,0x80,0x10,0x41,0x0C,0x31,0x24},
{0x0F,0x24,0x01,0x25,0x01,0x26,0x3F,0x24,0x41,0x24,0x41,0x14,0x71,0x0C,0x00,0x00,0x00},/*"院",7*/

{0x10,0x04,0x08,0x24,0x06,0x44,0x01,0x84,0x82,0x64,0x4C,0x9C,0x20,0x40,0x18,0x30},
{0x06,0x0F,0x01,0xC8,0x06,0x08,0x18,0x08,0x20,0x28,0x40,0x18,0x80,0x00,0x00,0x00},/*"欢",8*/

{0x00,0x40,0x40,0x40,0x20,0x42,0x1F,0xCC,0x20,0x00,0x40,0x00,0x4F,0xFC,0x44,0x04},
{0x42,0x02,0x40,0x00,0x7F,0xFC,0x42,0x04,0x44,0x04,0x43,0xFC,0x40,0x00,0x00,0x00},/*"迎",9*/

{0x40,0x20,0x30,0x10,0x00,0x08,0x77,0xFC,0x80,0x23,0x81,0x10,0x88,0x88,0xB2,0x67},
{0x84,0x04,0x83,0xF4,0x80,0x04,0xE0,0x24,0x00,0x54,0x11,0x8C,0x60,0x00,0x00,0x00},/*"您",10*/

{0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x33,0xFE,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00},
{0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00},/*"! ",11*/

{0x00,0x00,0x0F,0xE0,0x10,0x10,0x20,0x08,0x20,0x08,0x10,0x10,0x0F,0xE0,0x00,0x00},/*"0",12*/

{0x00,0x00,0x00,0x00,0x20,0x10,0x20,0x10,0x3F,0xF8,0x20,0x00,0x20,0x00,0x00,0x00},/*"1",13*/

{0x00,0x00,0x30,0x70,0x28,0x08,0x24,0x08,0x22,0x08,0x21,0x08,0x30,0xF0,0x00,0x00},/*"2",14*/

{0x00,0x00,0x18,0x30,0x20,0x08,0x21,0x08,0x21,0x08,0x22,0x88,0x1C,0x70,0x00,0x00},/*"3",15*/

— 第四步：将字模拷贝到程序中

- 打开“厦门大学.txt”文件，将其中的内容拷贝到ledmatrix-1.c程序中（该程序在Ubuntu的/imx6/whzeng/ledmatrix-1目录中）

```
厦门大学 - 记事本
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)
厦(0) 门(1) 大(2) 学(3)

{0x40,0x00,0x30,0x00,0x0F,0xFF,0x80,0x05,0xA0,0x05,0x97,0xF5,0xBD,0x55,0x55,0x5D},
{0x55,0x55,0x55,0x55,0x55,0x55,0x55,0x55,0xB7,0xF5,0x80,0x05,0x80,0x01,0x00,0x00},/*"厦",0*/

{0x00,0x00,0xFF,0xF8,0x00,0x01,0x00,0x06,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x02,0x00,0x02},
{0x00,0x02,0x00,0x02,0x00,0x02,0x40,0x02,0x80,0x02,0x7F,0xFE,0x00,0x00,0x00,0x00},/*"门",1*/

{0x80,0x20,0x80,0x20,0x40,0x20,0x20,0x20,0x10,0x20,0x0C,0x20,0x03,0x20,0x00,0xFF},
{0x03,0x20,0x0C,0x20,0x10,0x20,0x20,0x20,0x40,0x20,0x80,0x20,0x80,0x20,0x00,0x00},/*"大",2*/

{0x04,0x40,0x04,0x30,0x04,0x11,0x04,0x96,0x04,0x90,0x44,0x90,0x84,0x91,0x7E,0x96},
{0x06,0x90,0x05,0x90,0x04,0x98,0x04,0x14,0x04,0x13,0x04,0x50,0x04,0x30,0x00,0x00},/*"学",3*/

struct typFNT_GB16 GB_16[] = // 数据表
{
    "",    0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
           0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
    "厦",  0x40,0x00,0x30,0x00,0x0F,0xFF,0x80,0x05,0xA0,0x05,0x97,0xF5,0xBD,0x55,0x55,0x5D,
           0x55,0x55,0x55,0x55,0x55,0x55,0x55,0x55,0xB7,0xF5,0x80,0x05,0x80,0x01,0x00,0x00,
    "门",  0x00,0x00,0xFF,0xF8,0x00,0x01,0x00,0x06,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x02,0x00,0x02,
           0x00,0x02,0x00,0x02,0x00,0x02,0x40,0x02,0x80,0x02,0x7F,0xFE,0x00,0x00,0x00,0x00,
    "大",  0x80,0x20,0x80,0x20,0x40,0x20,0x20,0x20,0x10,0x20,0x0C,0x20,0x03,0x20,0x00,0xFF,
           0x03,0x20,0x0C,0x20,0x10,0x20,0x20,0x20,0x40,0x20,0x80,0x20,0x80,0x20,0x00,0x00,
    "学",  0x04,0x40,0x04,0x30,0x04,0x11,0x04,0x96,0x04,0x90,0x44,0x90,0x84,0x91,0x7E,0x96,
           0x06,0x90,0x05,0x90,0x04,0x98,0x04,0x14,0x04,0x13,0x04,0x50,0x04,0x30,0x00,0x00
};
```

- 需要对“！”和数字“0123456789”英文字母“ABCDEFGHabcdeffg”的字模进行调整

欢迎您! - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

欢(0) 迎(1) 您(2) ! (3)

```
{0x10,0x04,0x08,0x24,0x06,0x44,0x01,0x84,0x82,0x64,0x4C,0x9C,0x20,0x40,0x18,0x30},
{0x06,0x0F,0x01,0xC8,0x06,0x08,0x18,0x08,0x20,0x28,0x40,0x18,0x80,0x00,0x00,0x00},/*"欢",0*/
```

```
{0x00,0x40,0x40,0x40,0x20,0x42,0x1F,0xCC,0x20,0x00,0x40,0x00,0x4F,0xFC,0x44,0x04},
{0x42,0x02,0x40,0x00,0x7F,0xFC,0x42,0x04,0x44,0x04,0x43,0xFC,0x40,0x00,0x00,0x00},/*"迎",1*/
```

```
{0x40,0x20,0x30,0x10,0x00,0x08,0x77,0xFC,0x80,0x23,0x81,0x10,0x88,0x88,0xB2,0x67},
{0x84,0x04,0x83,0xF4,0x80,0x04,0xE0,0x24,0x00,0x54,0x11,0x8C,0x60,0x00,0x00,0x00},/*"您",2*/
```

```
{0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x33,0xFE,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00},
{0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00},/*"! ",3*/
```

“！”

```
"欢", 0x10,0x04,0x08,0x24,0x06,0x44,0x01,0x84,0x82,0x64,0x4C,0x9C,0x20,0x40,0x18,0x30,
      0x06,0x0F,0x01,0xC8,0x06,0x08,0x18,0x08,0x20,0x28,0x40,0x18,0x80,0x00,0x00,0x00,
"迎", 0x00,0x40,0x40,0x40,0x20,0x42,0x1F,0xCC,0x20,0x00,0x40,0x00,0x4F,0xFC,0x44,0x04,
      0x42,0x02,0x40,0x00,0x7F,0xFC,0x42,0x04,0x44,0x04,0x43,0xFC,0x40,0x00,0x00,0x00,
"您", 0x40,0x20,0x30,0x10,0x00,0x08,0x77,0xFC,0x80,0x23,0x81,0x10,0x88,0x88,0xB2,0x67,
      0x84,0x04,0x83,0xF4,0x80,0x04,0xE0,0x24,0x00,0x54,0x11,0x8C,0x60,0x00,0x00,0x00,
"! ", 0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
      0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x33,0xFE,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
      0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
```

前面添加6个0x00

让“！”显示在中间

后面减少6个0x00

数字“0123456789”
英文字母“ABCDEFGHabcdefgh”

后面添加10个0x00

[illegible]

– 第五步：编译并执行程序

- 在Ubuntu的“终端”上执行以下命令，编译生成可执行文件

- `cd /imx6/whzeng/ledmatrix-1`
- `source /opt/fsl-imx-wayland/4.9.88-2.0.0/environment-setup-cortexa9hf-neon-poky-linux-gnueabi`
- `make clean`
- `make`

- 将编译生成： `ledmatrix-1.o` 目标文件、 `ledmatrix-1` 可执行文件

- 在实验箱的超级终端（Xshell 4）上执行“`ledmatrix-1`”文件

- `cd /mnt/whzeng/ledmatrix-1`
- `./ledmatrix-1`

- 即可看到在LED点阵上显示“厦门大学信息学院欢迎您！ 0123456789ABCDEFGHabcdefgh”

按**Ctrl+C**退出程序

（四）数码管实验

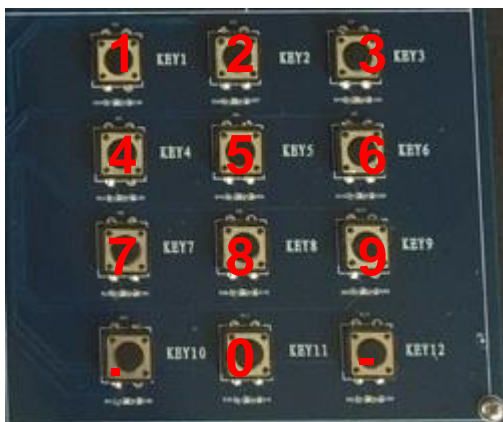
1、基本的数码管实验（**leddisplay**）

2、显示小键盘键值的数码管实验（**key_leddisplay**）

- 1、在实验箱上执行leddisplay程序
 - 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”上运行ledtest文件：
 - `cd /mnt/whzeng/leddisplay`
 - `./leddisplay`
 - 此时，在8个数码管上显示：`0000 0000 -> 0001 0001 -> 0002 0002`



- 2、运行在数码管上显示小键盘按键值的程序
 - 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”上运行key_leddisplay文件：
 - `cd /mnt/whzeng/key_leddisplay`
 - `./key_leddisplay`
 - 此时，按小键盘，则在8个数码管上显示相应的按键值（从右向左显示）。



(五) LCD液晶显示器实验

- 1、基本的LCD液晶显示器 (lcd)
- 2、显示中英文字符的LCD实验 (lcd-1)
- 3、显示小键盘键值的LCD实验 (key_lcd)
- 4、显示其他中英文的LCD实验 (lcd-2)

- 1、在实验箱上执行lcd程序

- 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”上执行：

- `cd /mnt/whzeng/lcd`
 - `./lcd`

Video memory address = 0x76d23000

显存地址 = 0x76d23000

Video visible resolution: x_res = 800, y_res = 960

像素 = 960*800

Test PutPixel: Press any key to continue...

在指定的位置画一个像素

Test DrawLine_H blue: Press any key to continue...

画横线（蓝色）

Test DrawLine_V: green Press any key to continue...

画竖线（绿色）

Test DrawDashed_H red: Press any key to continue...

画虚横线（红色）

Test DrawDashed_V: Press any key to continue...

画虚竖线

Test DrawRect: Press any key to continue...

画矩形

Test fillRect: Press any key to continue...

填充矩形

Test DrawEllipse: Press any key to continue...

画椭圆

Test FillEllipse: Press any key to continue...

填充椭圆

Test text_16x8: Press any key to continue...

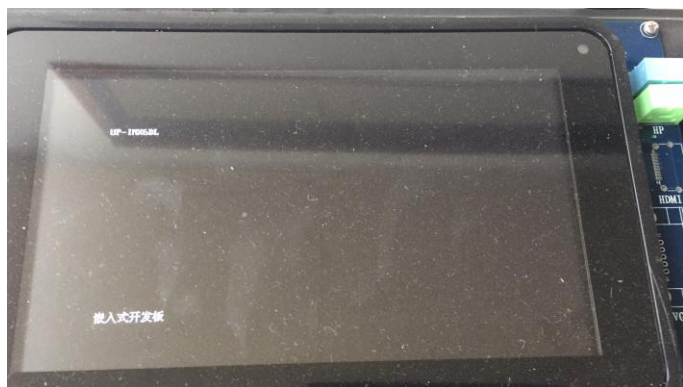
显示英文字符（16*8点阵）

Test text_16x16: Press any key to continue...

显示中文字符（16*16点阵）

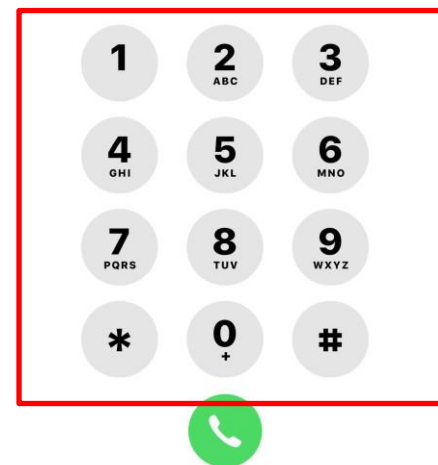
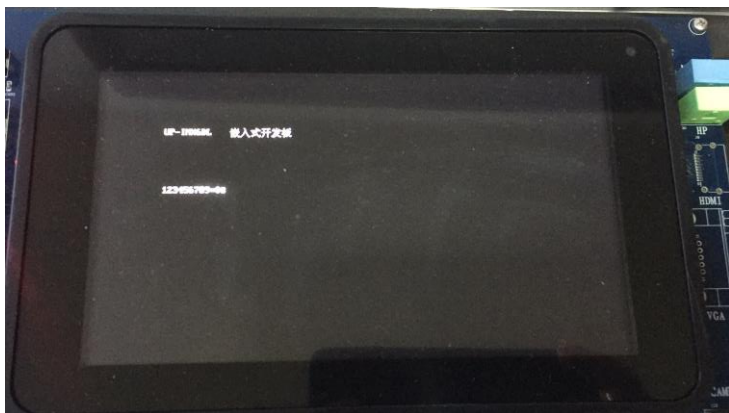
Finished Test. Press any key to exit.

- 2、运行在LCD上只显示英文和中文的程序
 - 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”上执行：
 - `cd /mnt/whzeng/lcd-1`
 - `./lcd-1`
 - 此时在实验箱的LCD上显示一行英文、一行中文



- 3、运行将小键盘按键值显示在LCD上的程序

- 先显示“UP-IMX6DL”和“嵌入式开发板”；接下去，按什么键，在LCD上显示什么键值（123456789*0#）
- 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”上执行：
 - `cd /mnt/whzeng/key_lcd`
 - `./key_lcd`



- 4、在LCD中间位置显示2行文字（lcd-2/test-2.c）

厦门大学信息学院欢迎您！

0123456789abcdefgABCDEFG

- 修改test-1.c，修改后的程序命名为test-2.c，放在Ubuntu的imx6/whzeng/lcd-2目录中。同时还要修改Makefile文件。
- 在Ubuntu的“终端”上执行：
 - cd /imx6/whzeng/lcd-2
 - source /opt/fsl-imx-wayland/4.9.88-2.0.0/environment-setup-cortexa9hf-neon-poky-linux-gnueabi
 - make clean
 - make
- 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”执行：
 - cd /mnt/whzeng/lcd-2
 - ./lcd-2

Makefile文件

Makefile - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

CC=arm-poky-linux-gnueabi-gcc -march=armv7-a -mthumb-interwork -mfloat-abi=hard -mfpu=neon -mtune=cortex-a9 --sysroot=/opt/fsl-imx-wayland/4.9.88-2.0.0/sysroots/cortexa9hf-neon-poky-linux-gnueabi

EXP_INSTALL = install -m 755

INSTALL_DIR = ../bin

EXEC = ./lcd-2

OBJS = test-2.o lcd.o

all: \$(EXEC)

\$(EXEC): \$(OBJS)
\$(CC) -o \$@ \$(OBJS)

install:
\$(EXP_INSTALL) \$(EXEC) \$(INSTALL_DIR)

clean:
-rm -f \$(EXEC) *.elf *.gdb *.o

（六）步进电机实验

- 1、基本的步进电机实验（**stepmotor**）
- 2、小键盘控制的步进电机实验（**key_stepmotor**）

- 1、在实验箱上执行stepmotor程序

- 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”上执行：

- `cd /mnt/whzeng/stepmotor`

- `./stepmotor`

- 请输入步进电机状态：

- 2

- 请输入步进电机状态：

- 3

- 请输入步进电机状态：

- 0

输入2或者6：电机顺时针转动

输入3或者7：电机逆时针转动

输入0、1、4、5、8、9中的任何一个数字：
电机停止转动

按Ctrl+C退出程序



- 2、运行使用小键盘控制步进电机的顺时针转、逆时针转、停止的程序
 - 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”上执行：
 - `cd /mnt/whzeng/key_stepmotor`
 - `./key_stepmotor`
 - 按KEY1：顺时针转
 - 按KEY2：逆时针转
 - 按KEY3：停止转动



(七) Qt Creator环境下的LED灯实验

qt-led

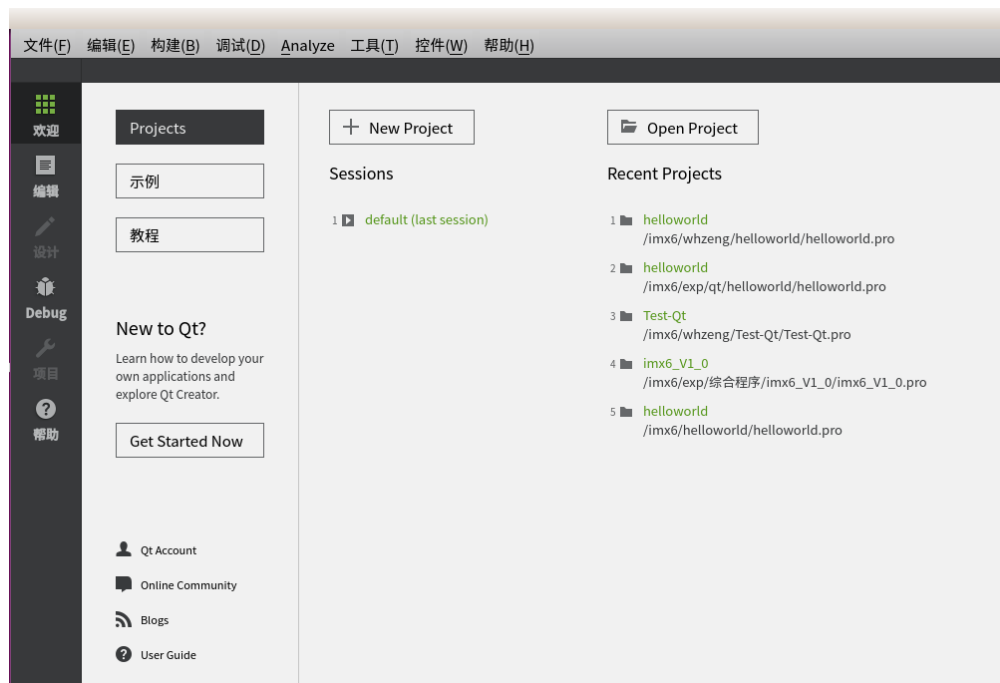
- 1、运行qt-led程序（方法一）
 - 在实验箱的超级终端（Xshell 4）上运行qt-led程序
 - `cd /mnt/whzeng/qt-led`
 - `./led`
 - 就可以在实验箱的液晶显示器上显示：
 - 按某个灯图标，则相应的LED灯会“亮”或“灭”



- **2、运行qt-led程序（方法二）**

- （1）在Ubuntu的“终端”上执行以下命令，运行Qt Creator:

- **sudo sh /opt/qtcreator-4.5.0/bin/qtcreator.sh**



— （2）测试Qt Creator是否与实验箱连接成功

- 点击Qt Creator的菜单“工具”->“选项”->“设备”。
- 如果“主机名称”中的IP地址不是实验箱的IP地址，请修改成实验箱的IP地址：
192.168.33.155。
- 点击“Test”，则连接实验箱，如果连接成功，则显示右下角（上）的界面。
- 如果连接不成功，则显示右下角（下）的界面，此时请检查虚拟机（Ubuntu）和实验箱之间是不是能够Ping通过？



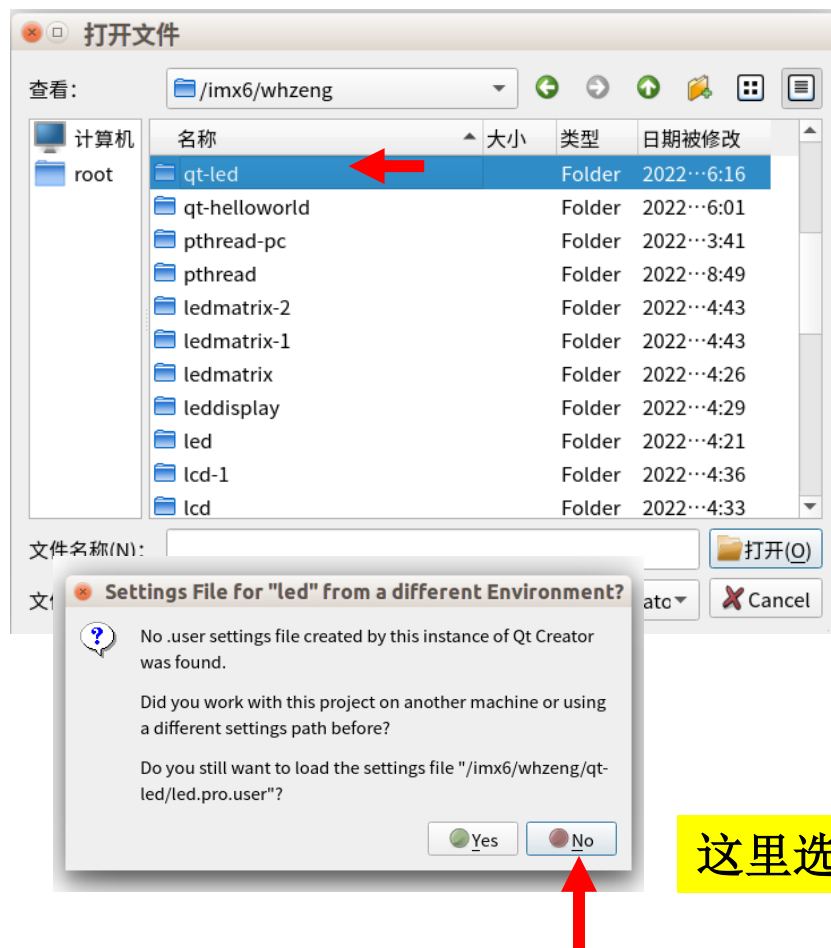
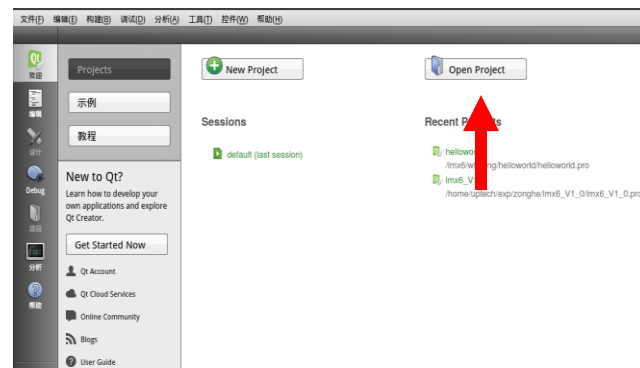
192.168.33.155

如果实验箱没有密码，
则将密码的内容清空！

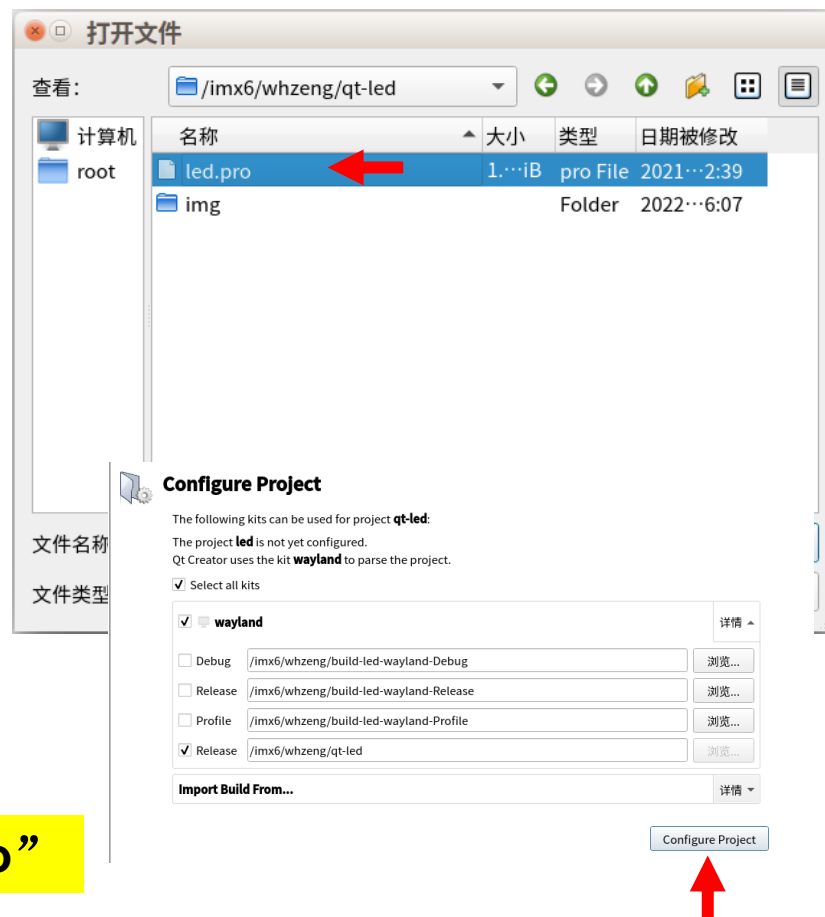


— (3) 打开qt-led工程

- 点击Qt Creator的“Open Project”



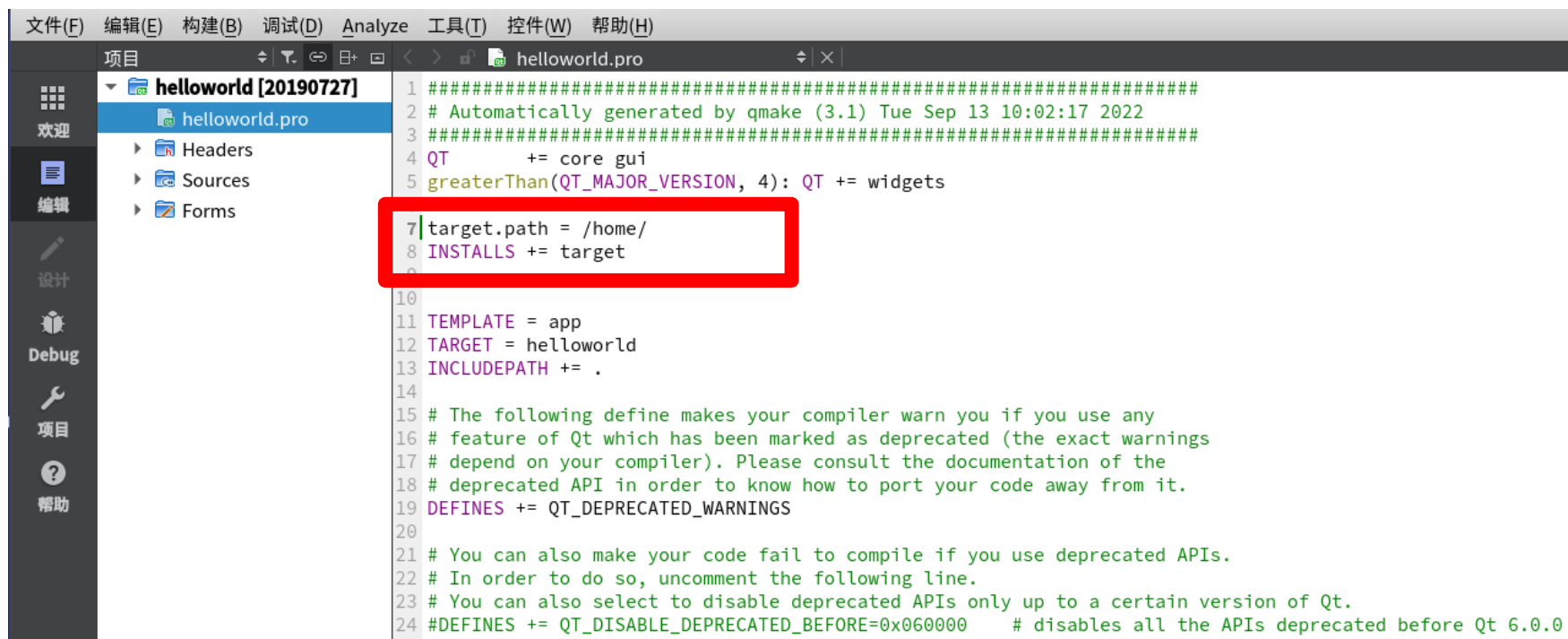
这里选 “No”



- (4) 修改 “led.pro” 文件，增加，然后保存（如果已有，则不增加）：

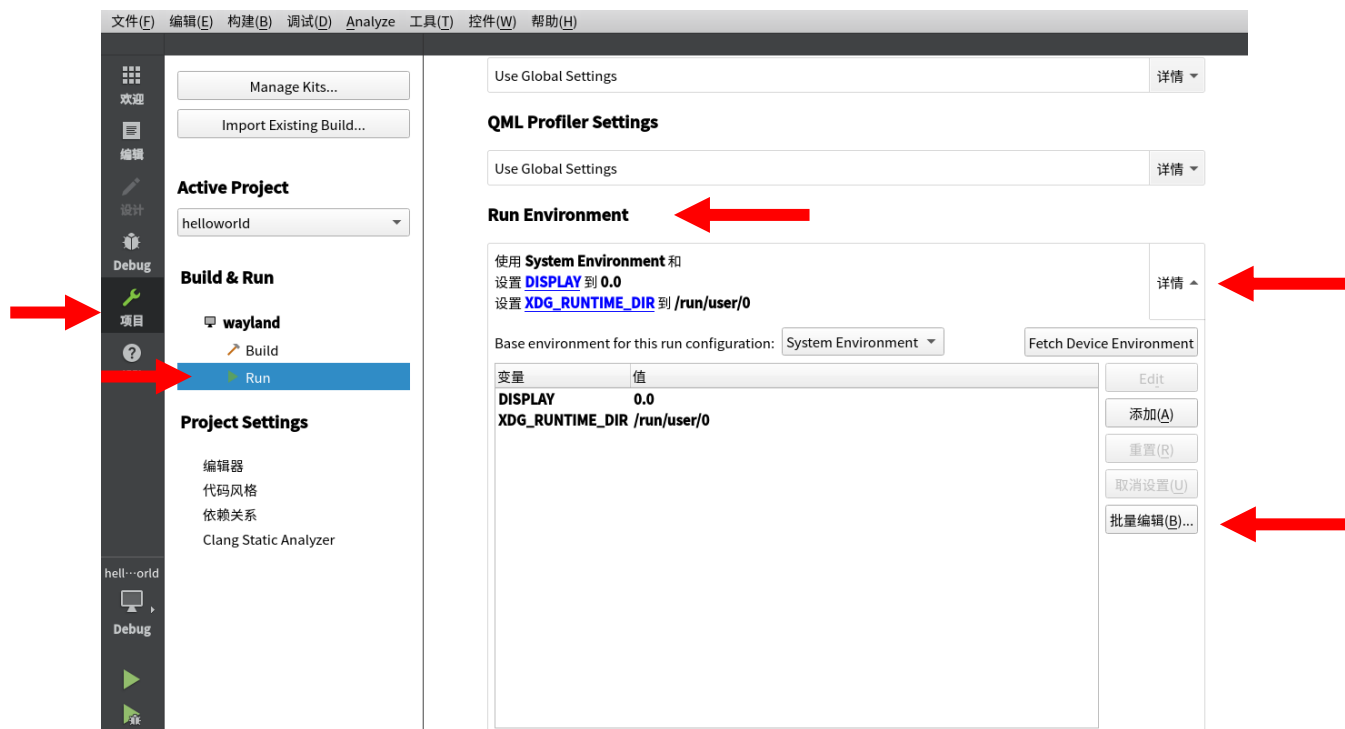
target.path = /home/

INSTALLS += target



```
文件(F) 编辑(E) 构建(B) 调试(D) Analyze 工具(T) 控件(W) 帮助(H)
项目
helloworld [20190727]
  helloworld.pro
    Headers
    Sources
    Forms
1 #####
2 # Automatically generated by qmake (3.1) Tue Sep 13 10:02:17 2022
3 #####
4 QT      += core gui
5 greaterThan(QT_MAJOR_VERSION, 4): QT += widgets
6
7 target.path = /home/
8 INSTALLS += target
9
10
11 TEMPLATE = app
12 TARGET = helloworld
13 INCLUDEPATH += .
14
15 # The following define makes your compiler warn you if you use any
16 # feature of Qt which has been marked as deprecated (the exact warnings
17 # depend on your compiler). Please consult the documentation of the
18 # deprecated API in order to know how to port your code away from it.
19 DEFINES += QT_DEPRECATED_WARNINGS
20
21 # You can also make your code fail to compile if you use deprecated APIs.
22 # In order to do so, uncomment the following line.
23 # You can also select to disable deprecated APIs only up to a certain version of Qt.
24 #DEFINES += QT_DISABLE_DEPRECATED_BEFORE=0x060000 # disables all the APIs deprecated before Qt 6.0.0
```

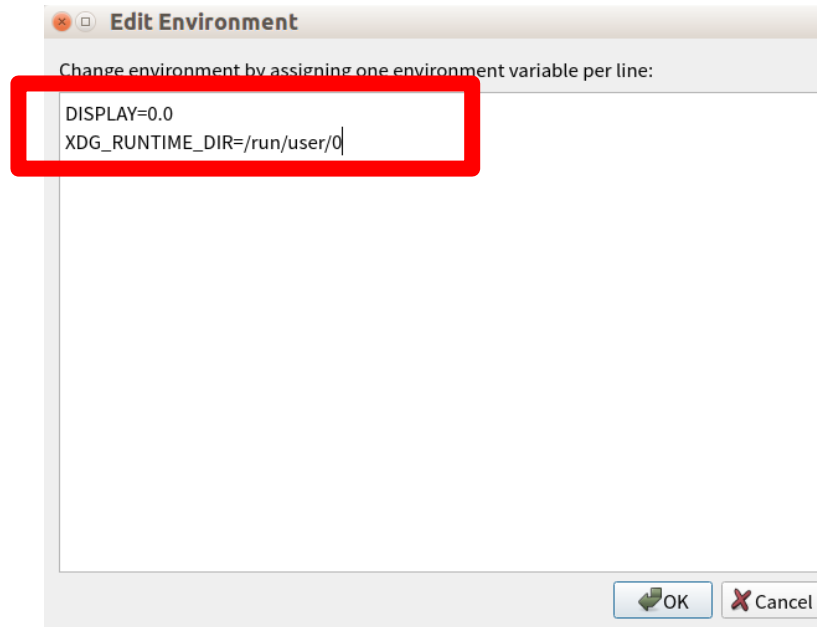
- (5) 增加“运行环境”变量（如果已有，则不增加）
 - 点击Qt Creator的“项目” -> “Run”，将界面拉到最下面的“Run Environment”
 - 点击“详情”、“批量编辑”



- 增加以下内容:

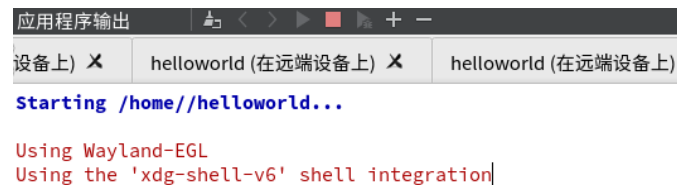
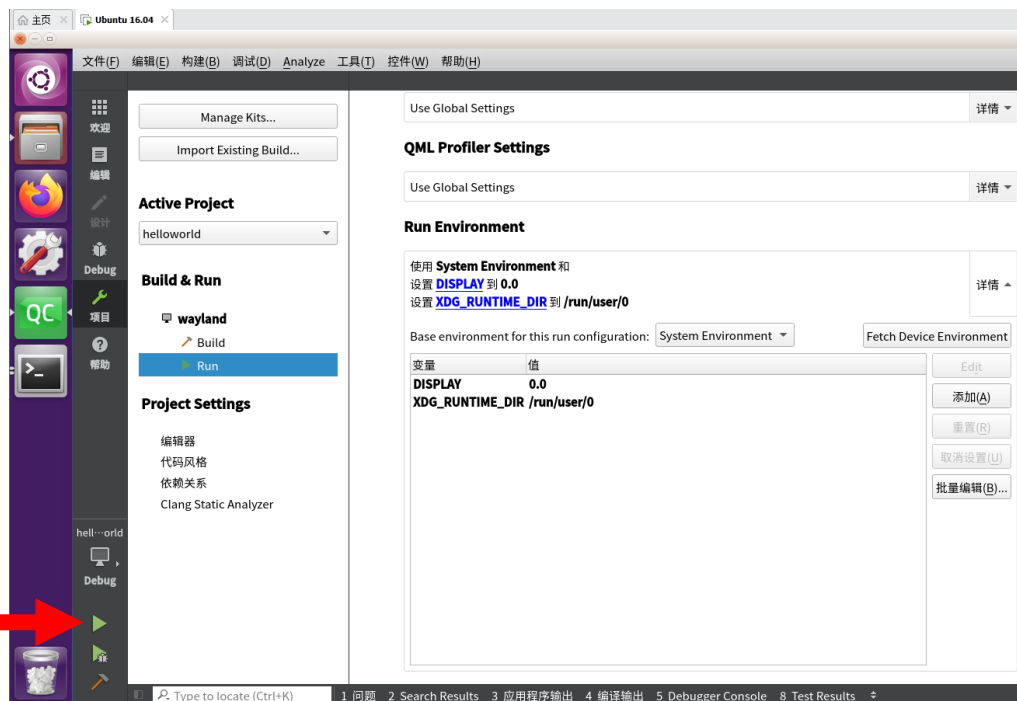
DISPLAY=0.0

XDG_RUNTIME_DIR=/run/user/0



— (6) 运行

- 点击运行按钮（**绿色三角形**），此时实验箱的LCD上显示结果
- Qt Creator上也会显示相关信息
- 按某个灯图标，则相应的LED灯会“亮”或“灭”



(八) 自启动加载LED灯实验

led.c

- 实验要求：
 - ① 将LED灯的可执行文件（led）下载到实验箱的Flash ROM中。
 - ② 采用自启动方式运行led程序。

- 第一步：查看启动脚本文件（qt5.sh）的内容

- 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”下，执行以下命令：
- **cat /etc/profile.d/qt5.sh**
- qt5.sh脚本文件的内容为：

```
#!/bin/sh  
  
export QT_QPA_PLATFORM=wayland  
  
sleep 1  
  
/home/root/userver.sh
```

执行reboot命令，或按实验箱的Reset键，或关闭再打开实验箱的电源，将执行这个脚本文件

- 第二步：向脚本文件“**userver.sh**”中添加内容
 - 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”下，执行以下命令：
 - **cd /home/root**
 - **vi userver.sh**
 - 然后向“**userver.sh**”文件中添加以下内容：
 - 按“i”进入编辑状态
 - 按“Esc”退出编辑状态
 - 按“:wq!”退出并保存，退出编辑状态后才能保存

/home/root/userver.sh

运行LED灯程序的脚本文件

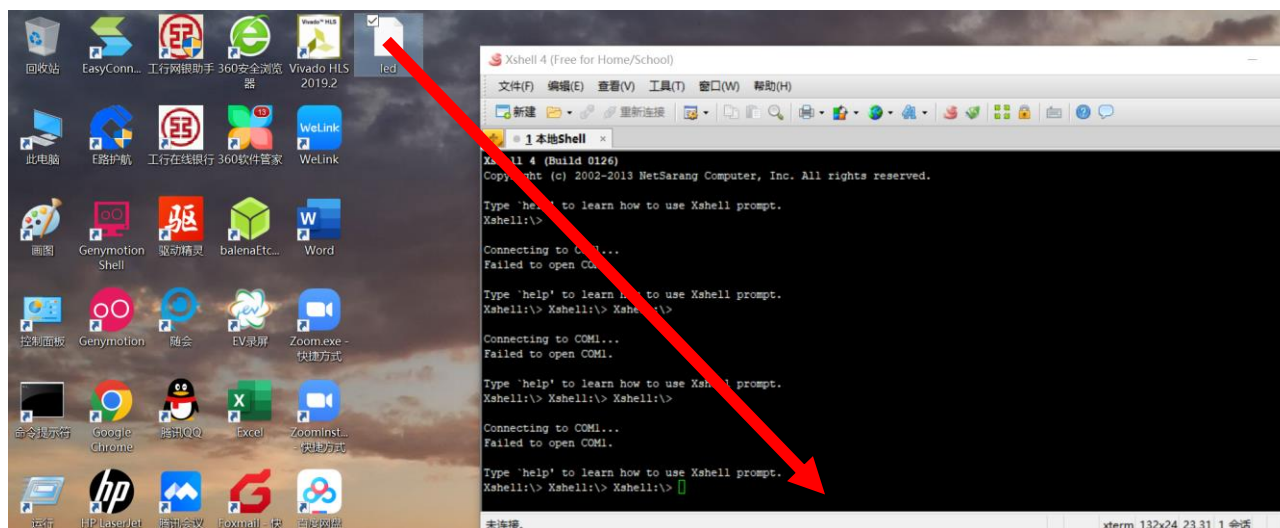
```
#!/bin/sh
cd /home/root/
for ((i=0;i<2;i++))
do
```

```
    ./led /dev/ledtest 1 0
    sleep 1
    ./led /dev/ledtest 1 1
    sleep 1
    ./led /dev/ledtest 1 2
    sleep 1
    ./led /dev/ledtest 1 3
    sleep 1
    ./led /dev/ledtest 0 0
    sleep 1
    ./led /dev/ledtest 0 1
    sleep 1
    ./led /dev/ledtest 0 2
    sleep 1
    ./led /dev/ledtest 0 3
    sleep 1
```

```
done
```

#!/bin/sh: 表示此脚本文件使用/bin/sh来解释执行

- 第三步：将LED灯的可执行文件（led）下载到实验箱的Flash ROM中
 - 将“led”文件从Ubuntu中（位于/imx6/whzeng/led目录下）拷贝到Windows的桌面上
 - 将“led”文件从Windows的桌面上拖到实验箱的/home/root目录下
 - 如果不能拖动，则在“Xshell 4”超级终端上执行“rz”命令，也可以完成将“led”文件下载到实验箱
 - 在“Xshell 4”超级终端上执行“sz”命令，则完成将文件从实验箱下载到电脑上



- 第四步：修改led文件和userver.sh文件的权限，重启实验箱

- 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”下执行：

- **cd /home/root**

- **chmod 777 led**

chmod: 修改文件权限命令

- **chmod 777 userver.sh**

- **reboot**

reboot: 重启命令

- 此时实验箱系统会重启，重启后，可看到四个led 灯循环的先亮后灭2次。按实验箱的Reset键，或关闭再打开实验箱的电源，也可以重启实验箱。

- 之后，需要重新设置实验箱的IP地址，并执行mount命令。

- 在实验箱的“超级终端（Xshell 4）”下执行：

- **ifconfig eth0 192.168.33.155**

- 192.168.33.155为实验箱的IP地址

- **mount -t nfs 192.168.33.129:/imx6 /mnt**

- 192.168.33.129为Ubuntu的IP地址

实验要求

- 1、请在实验箱上完成小键盘、LED 灯、LED点阵、数码管、LCD显示器、步进电机、Qt环境下的LED灯、自启动加载LED灯等实验，将实验结果通过屏幕拷贝（或拍照）的方式黏贴到实验报告中，并对有关实验结果进行分析（实验报告模板请从FTP上下载）。
- 2、请分析以下实验程序（作为第3次作业，采用PPT格式）：
 - ① 用小键盘控制4个LED亮或灭的程序（key_led.c）
 - ② 在LED点阵上显示小键盘按键值的程序（key_ledmatrix.c）
 - ③ 在数码管上显示小键盘按键值的程序（key_leddisplay.c）
 - ④ Qt Creator环境下的LED灯程序（qt-led工程）
- 3、第2次实验报告和第3次作业提交截止时间：**2023年10月30日晚上24点。**
- 4、在下一次上课时（**2023年10月31日**），会随机抽取4个同学分别汇报上述4个程序。

Thanks