

TC-无线网络系统组

安装 USRP 指南

版本	3.0
日期	2020 年 11 月 21 日

1 设备环境	1
2 硬件连接	1
3 软件配置	2
3.1 安装 Linux 操作系统	2
3.2 连接 USRP 设备	3
3.3 下载相关依赖、驱动和软件	5
4 程序示例	12
4.1 软件界面介绍	12
4.2 跑一个简单例程	13
5 可参考资料教程	16

1 设备环境

USRP 型号: x310

PC 型号: intel NUC 微型计算机

OS 版本: ubuntu 16.04 LTS

2 硬件连接

1、首先确保 USRP 接通电源；

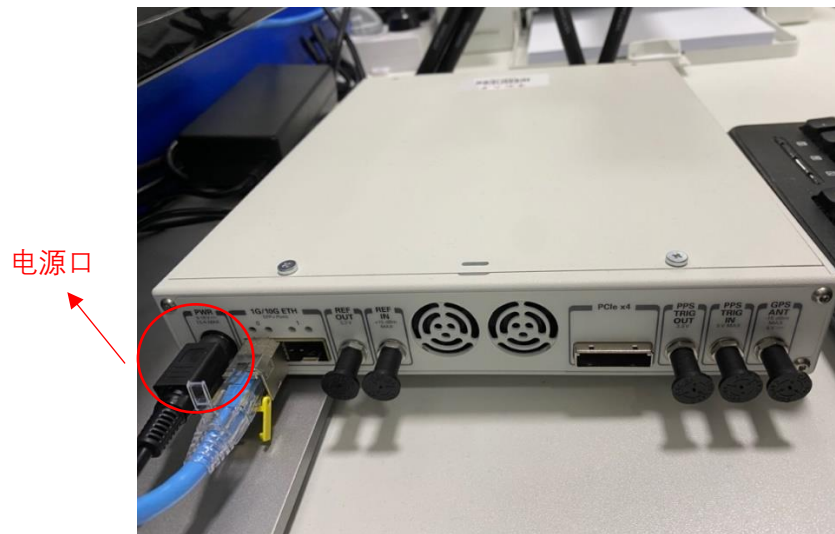


图 2-1 USRP 电源口说明

2、根据实际来，利用网线连接 USRP 和主机；

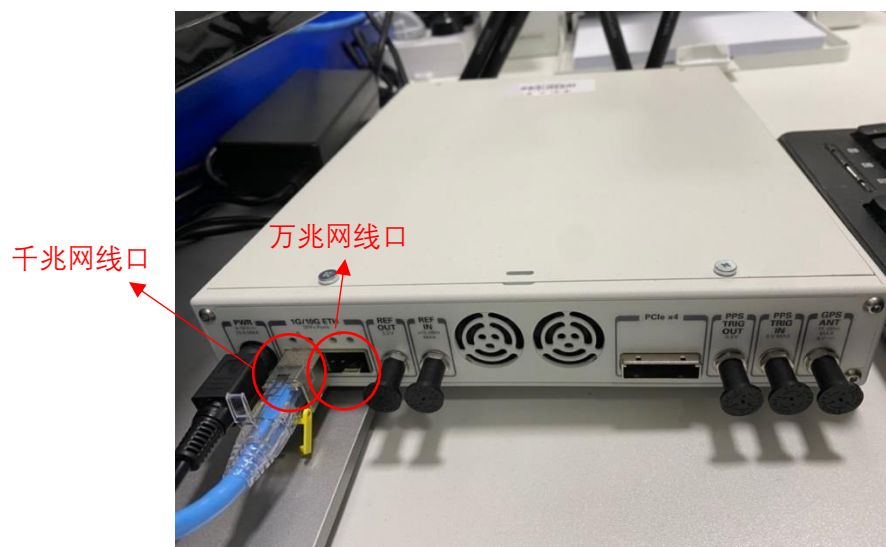


图 2-2 USRP 网线口说明



图 2-3 主机网线口说明

【注意】

(1) USRP 上有两个网线口，一个是千兆网口（左侧 0 口，需对应使用千兆网线），一个是万兆网口（右侧 1 口，需对应使用万兆网线）。若连接正确，对应接口处指示灯会闪烁；

(2) 注意主机网线口的连接顺序，不同接口可能支持的类型不同，需根据实际主机进行连接，图 2-3 为本机连接方式。

3 软件配置

3.1 安装 Linux 操作系统

对电脑主机安装 ubuntu 系统，建议使用 16.04 LTS，可以换成清华的源，具体参考网上教程。

【安装时显卡问题】

安装系统的过程中，可能因为显卡（A 卡（AMD）和 N 卡（NVIDIA）都可能出问题），会遇到如下 clean, files, blocks 的问题，如图 3-1。一般来说都是因为显卡和 ubuntu 不兼容导致的（经常有）。

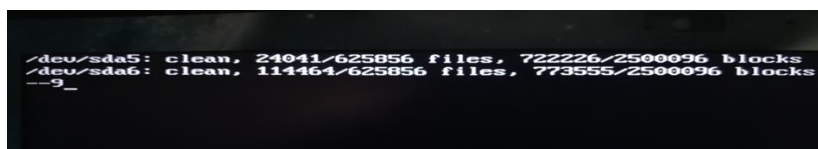


图 3-1 安装系统时出现显卡问题

针对这种问题，**临时做法**是在 grub 引导界面内编辑，即选择 ubuntu 系统时

按 e，进入编辑，grub 引导界面如下：

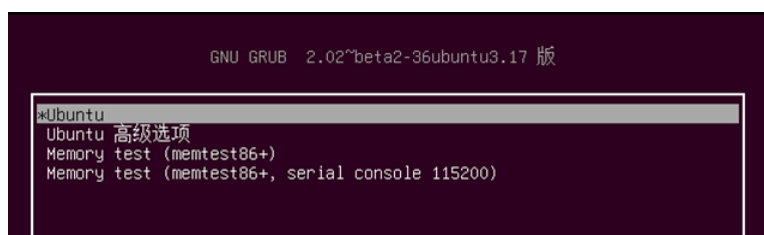


图 3-2 grub 引导界面

进入编辑界面后，在 quiet splash 后加 nomodeset，按 F10 保存即可：

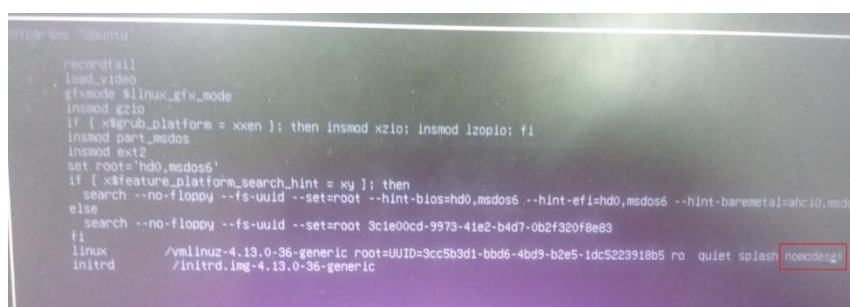


图 3-3 在编辑界面加 nomodeset

长期解决办法：在进入系统后，修改永久 grub 启动项，即在命令窗口输入：

```
sudo vi /etc/default/grub
```

在上述命令下把 grub 文件内的 quiet splash 改为 quiet splash nomodeset，再输入下述语句，更新 grub 文件即可：

```
sudo update-grub
```

3.2 连接 USRP 设备

在安装完系统之后，首先要保证主机能找到 USRP 设备。

对于 x310 型号来说，千兆口的地址是 192.168.10.2（局域网，且默认的），万兆网口地址为 192.168.40.2。我们要做的就是将主机设置为局域网内的一个 IP，即 192.168.10.x（x 不为 2，或者 192.168.40.x），直到主机能够 ping 通 USRP。具体步骤如下：

（1）第一步，利用 ifconfig 命令查看自己网卡的名称，为 enp5s0，如下图 3-4 所示。利用该命令还可查看当前主机 IP，此时为 192.168.10.3。

```
eno1 Link encap:Ethernet HWaddr 54:b2:03:98:3c:46
      inet addr:172.16.1.101 Bcast:172.16.1.255 Mask:255.255.255.0
      inet6 addr: fe80::6169:81dd:2a11:8e97/64 Scope:Link
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
      RX packets:333 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:250 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:1000
      RX bytes:86665 (86.6 KB) TX bytes:23840 (23.8 KB)
      Interrupt:16 Memory:dc200000-dc220000

enp5s0 Link encap:Ethernet HWaddr 54:b2:03:98:3c:47
        inet addr:192.168.10.3 Bcast:192.168.10.255 Mask:255.255.255.0
        UP BROADCAST MULTICAST MTU:1500 Metric:1
        RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
        TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
        collisions:0 txqueuelen:1000
        RX bytes:0 (0.0 B) TX bytes:0 (0.0 B)
        Memory:dc100000-dc11ffff

lo Link encap:Local Loopback
    inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
    inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
    UP LOOPBACK RUNNING MTU:65536 Metric:1
```

图 3-4 查看网卡名称和主机 IP

(2) 修改主机 IP:

`sudo gedit /etc/network/interfaces`

输入上述命令后, 根据下图修改 interfaces 文件内容。这里注意一下, 修改网卡 IP 需要根据自己电脑的网卡名称来, 即 enp5s0 处可能不一样。

```
# interfaces(5) file used by ifup(8) and ifdown(8)

# This file describes the network interfaces available on your system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

source /etc/network/interfaces.d/*

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

#####
# The primary network interface
auto enp5s0
iface enp5s0 inet static
address 192.168.10.3
netmask 255.255.255.0
gateway 192.168.10.2
dns-nameservers 8.8.8.8
```

图 3-5 修改主机 IP

【代码参考】:

```
# interfaces(5) file used by ifup(8) and ifdown(8)

source /etc/network/interfaces.d/*

auto lo

iface lo inet loopback

auto enp5s0

iface enp5s0 inet static
```

```
address 192.168.10.1
netmask 255.255.255.0
gateway 192.168.10.2
dns-nameservers 8.8.8.8
```

(3) 修改好使用命令:

```
sudo /etc/init.d/networking restart
```

之后重启电脑就可以更换 IP。

更换成功后, 尝试 ping 一下 192.168.10.2, 如果 ping 不通, 可能是硬件连接的问题, 再检查一下上面的接口连接是否正确或重启一下 USRP 再试试, 直至能 ping 通再进行下面的步骤。

(4) 补充: 修改主机 IP 后可能不能上网, 可以通过禁用/启动网卡来控制主机是否在局域网。启用命令为: `ifup enp5s0` (使用 USRP), 禁用命令为: `ifdown enp5s0` (可以联网)。

3.3 下载相关依赖、驱动和软件

连接好设备后, 需要开始下载相关的依赖和 USRP 的驱动 UHD, 以及开发软件 GNURadio。

1、首先是安装依赖, 可参考输入如下命令:

```
sudo apt-get -y install git swig cmake doxygen build-essential libboost-all-dev libtool libusb-1.0-0 libusb-1.0-0-dev libudev-dev libncurses5-dev libfftw3-bin libfftw3-dev libfftw3-doc libcppunit-1.13-0v5 libcppunit-dev libcppunit-doc ncurses-bin cpufrequtils python-numpy python-numpy-doc python-numpy-dbg python-scipy python-docutils qt4-bin-dbg qt4-default qt4-doc libqt4-dev libqt4-dev-bin python-qt4 python-qt4-dbg python-qt4-dev python-qt4-doc python-qt4-doc libqwt6abi1 libfftw3-bin libfftw3-dev libfftw3-doc ncurses-bin libncurses5 libncurses5-dev libncurses5-dbg libfontconfig1-dev libxrender-dev libpulse-dev swig g++ automake autoconf libtool python-dev libfftw3-dev libcppunit-dev libboost-all-dev libusb-dev libusb-1.0-0-dev fort77 libsdl1.2-dev python-wxgtk3.0 git-core libqt4-dev python-numpy ccache python-opengl libgsl-dev python-cheetah python-mako python-lxml doxygen qt4-default qt4-dev-tools libusb-1.0-0-dev libqwt5-qt4-dev libqwtplot3d-qt4-dev pyqt4-dev-tools python-qwt5-qt4 cmake git-core wget libxi-dev gtk2-engines-pixbuf r-base-dev python-tk liborc-0.4-0 liborc-0.4-dev libasound2-dev python-gtk2 libzmq-dev libzmq1 python-requests python-sphinx libcomedi-dev python-zmq
```

【注意】

(1) 在之后安装驱动或软件时, 若报错提示有些依赖未安装, 则根据提示

利用 apt-get 或 pip3 去安装即可。

(2) 若提示 python 中的 cheetah 包未导入时, 可考虑使用:

```
pip3 install cheetah3
```

语句进行安装, 其他可能会报错。

2、接着是 UHD 驱动, 可去官网下载最新版的代码手动安装, 或采用最简单的方式。

(1) 通过 PPA 安装 (不确定是否可以安装成功)

```
sudo add-apt-repository ppa:ettusresearch/uhd
```

```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get install libuhd-dev libuhd uhd-host
```

(2) 手动安装 (推荐)

从官网下载合适版本的 uhd 驱动, 这里选择 uhd-UHD-3.9.LTS 版本进行下载 (下面附有资源)。之后, 将下载好的驱动压缩包解压后存放于一个路径中 (应该都可以), 这里选择放在了 Documents 文件夹下, 如下图所示。

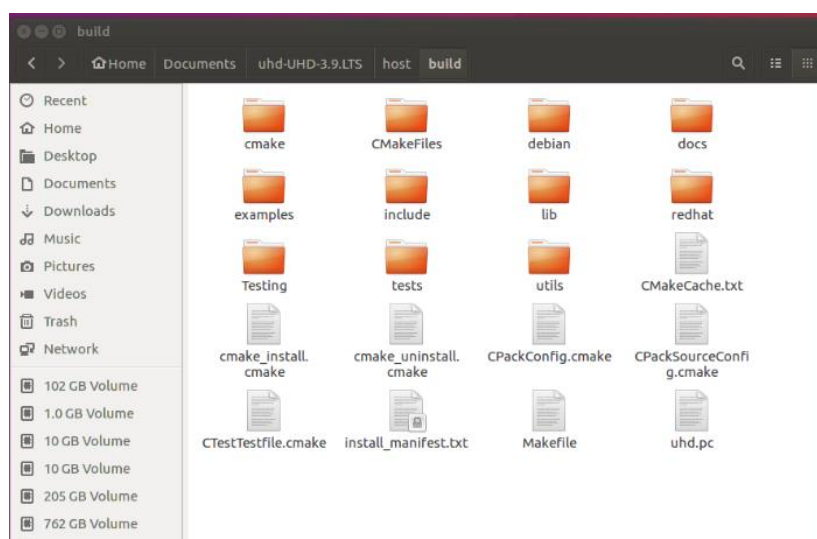


图 3-6 将驱动资源保存在 Documents 文件夹下

在 uhd-UHD-3.9.LTS 文件夹下打开终端窗口, 输入下述命令:

```
cd host
```

```
mkdir build
```

```
cd build
```


通过上面的命令，在 host 子目录中创建好 build 文件夹并打开，完成后如下图所示。

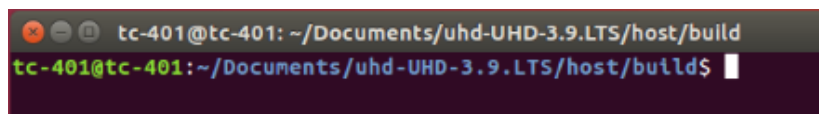


图 3-7 创建 build 文件夹并打开

依次输入下述命令，开始安装：

```
cmake ../  
make  
make test  
sudo make install
```

更新共享库和环境：

```
sudo ldconfig  
export LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/lib
```

至此，uhd 驱动安装过程结束。检测是否安装好的代码为：

```
sudo uhd_find_devices
```

若成功会有如下显示（需保证前一步的设备连接是成功的）：

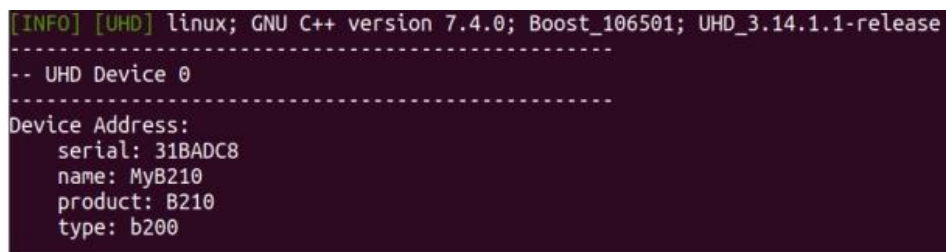


图 3-8 成功找到设备后显示

【uhd 镜像问题】

如果能 ping 通，但是显示如下：

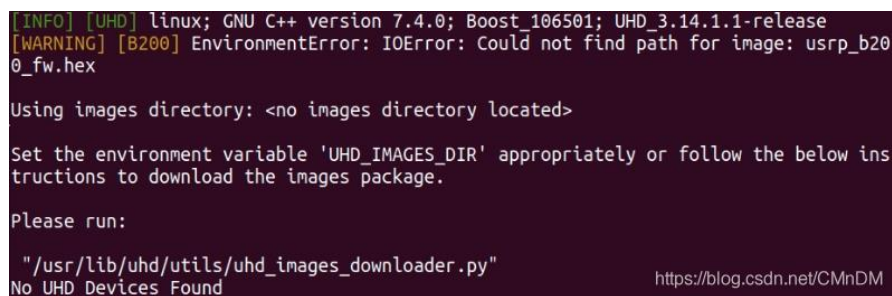


图 3-9 镜像文件不匹配报错提示

或报了 FPGA 相关的错：

USRP x310 RuntimeError: Expected FPGA compatibility number 19, but got 35, 类似下图 3-10 所示。

```
Error: RuntimeError: Expected FPGA compatibility number 35, but got 33:  
The FPGA image on your device is not compatible with this host code build.  
Download the appropriate FPGA images for this version of UHD.  
Please run:
```

```
"/usr/lib/uhd/uhd_images_downloader.py"
```

图 3-10 FPGA 相关报错提示

或因运行出错，镜像冲突导致的网口灯不亮等情况，可能都是因为 uhd 镜像文件存在问题，这时候需要重新烧录和加载镜像文件，解决步骤如下：

(<https://knowledge.ni.com/KnowledgeArticleDetails?id=kA00Z00000190RXSA2&l=zh-CN> 步骤 1 到 5 可参考上述网址)

(1) 安装然后打开 Digilent ADEPT 程序。下载网址：

<https://store.digilentinc.com/digilent-adept-2-download-only/>

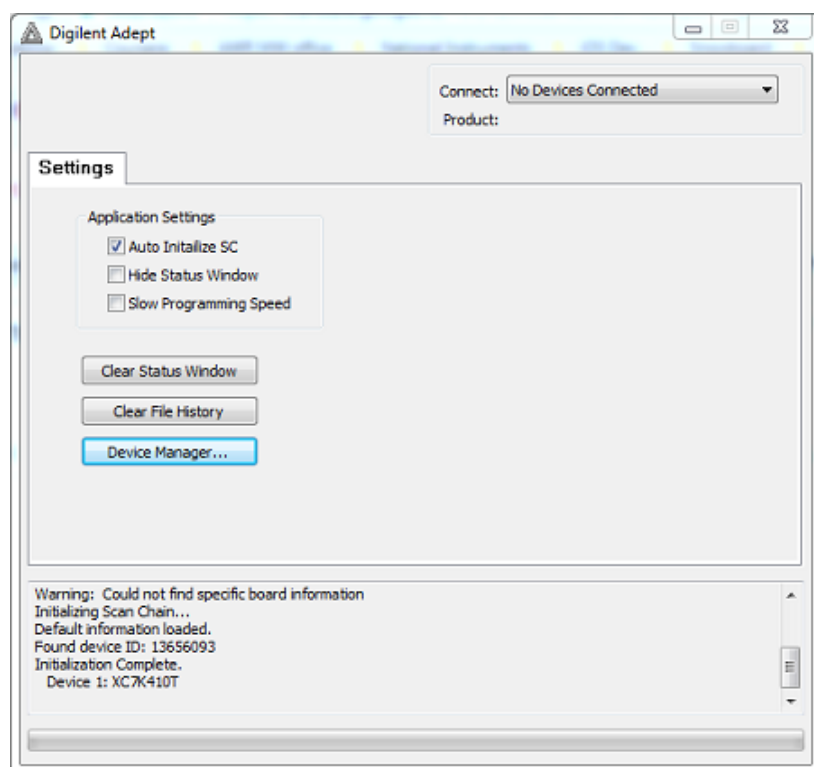


图 3-11 Digilent ADEPT 程序初始界面

(2) 打开 USRP 设备电源，通过 JTAG-USB 连接线将 USRP 连接到 PC。

(3) Adept 程序中，将设备识别为 Dps 1:

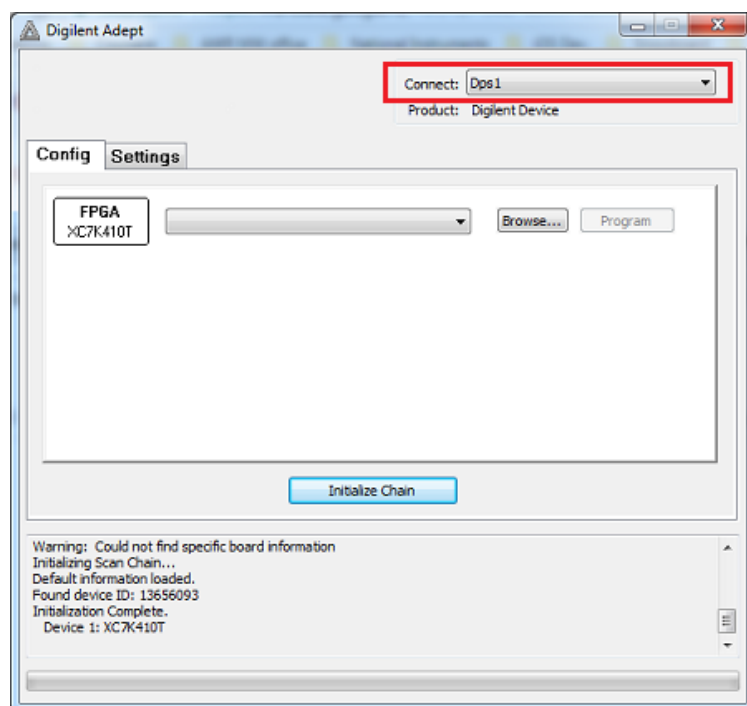


图 3-12 进行设备选择

(4) 使用 “Browse...” 按钮打开浏览窗口选择之前下载好的镜像文件 usrp_x310_fpga_HG.bit。

(5) 单击 “Program” 按钮，成功后如下图所示。（上述操作均在 Windows 系统下执行）

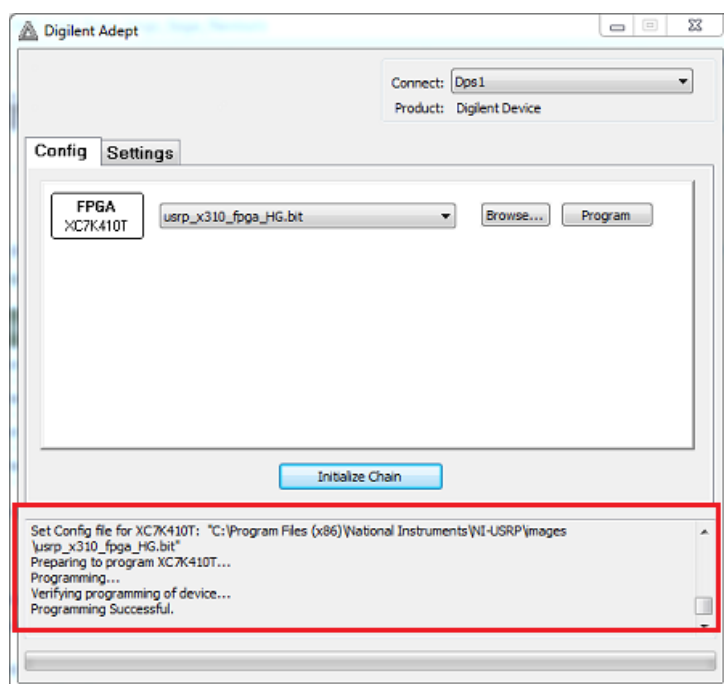


图 3-13 将镜像文件成功烧录到设备中

(6) 切换回 ubuntu 系统，将镜像文件放到合适的路径下。使用下述语句，在 PC 上安装好镜像文件：

```
uhd_image_loader --args="type=x300,addr=192.168.10.2" --fpga-path="/usr/local/lib/uhd/images/usrp_x310_fpga_HGS.bit"
```

其中 fpga path 这个路径根据自身实际存放位置填写。

【注意】

在执行上面第六点中的指令时，若报错提示如下，可能是因为镜像大小不匹配导致的。

```
$ uhd_image_loader --args "type=x300,addr=192.168.40.2" --fpga-path
~/workarea-rfnoc/uhd/fpga-src/usrp3/top/x300/build/usrp_x310_fpga_RFNOC_HG.bit
[INFO] [UHD] linux; GNU C++ version 5.4.0 20160609; Boost_105800;
UHD_4.0.0.rfnoc-devel-788-g1f8463cc
Error: RuntimeError: The specified FPGA image is too large: 15878040 vs.
15878032
```

图 3-14 镜像文件大小不匹配报错提示

这里我们选择去官网重新下载了对应版本的镜像（后缀为 HGS）替换第六点中操作的镜像文件，之后再执行语句便不再报错。

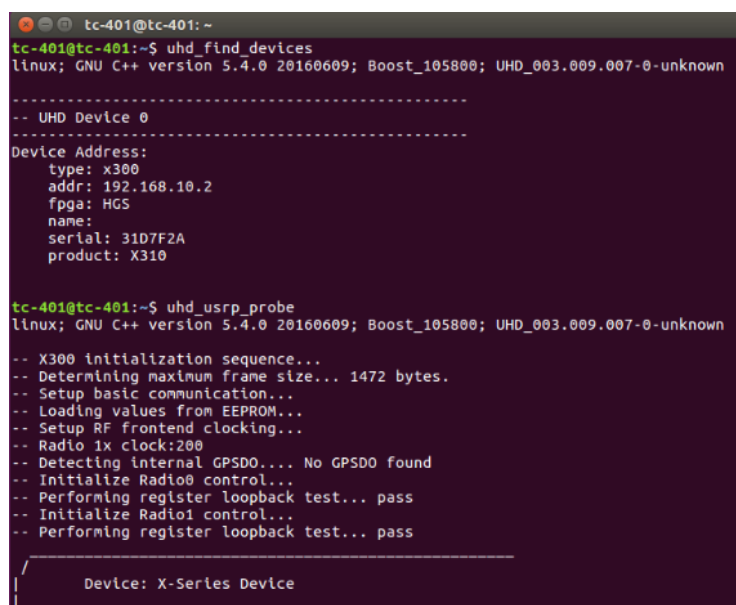
至此，uhd 安装完成。

可以通过输入：

```
uhd_find_devices
```

```
uhd_usrp_probe
```

这两条语句确认前面的步骤都已成功执行，成功后应显示出来的结果如下。



```
tc-401@tc-401:~$ uhd_find_devices
linux; GNU C++ version 5.4.0 20160609; Boost_105800; UHD_003.009.007-0-unknown
-----
-- UHD Device 0
-----
Device Address:
  type: x300
  addr: 192.168.10.2
  fpga: HGS
  name:
  serial: 31D7F2A
  product: X310

tc-401@tc-401:~$ uhd_usrp_probe
linux; GNU C++ version 5.4.0 20160609; Boost_105800; UHD_003.009.007-0-unknown
-- X300 initialization sequence...
-- Determining maximum frame size... 1472 bytes.
-- Setup basic communication...
-- Loading values from EEPROM...
-- Setup RF frontend clocking...
-- Radio 1x clock:200
-- Detecting internal GPSDO... No GPSDO found
-- Initialize Radio0 control...
-- Performing register loopback test... pass
-- Initialize Radio1 control...
-- Performing register loopback test... pass
-----
Device: X-Series Device
```

图 3-15 成功完成步骤后执行上述指令的部分结果显示

【资源】

(1) 参考官网资源:

<https://www.ettus.com.cn/Download/software/UHD.html#>

(2) uhd 驱动: uhd-UHD-3.9.LTS 版本

链接: <https://pan.baidu.com/s/1mAh6cc6ViJuGhKb2S2PCog>

提取码: nf6e

(3) 第一次操作使用的镜像文件 usrp_x310_fpga_HG.bit (Windows 系统下)

链接: https://pan.baidu.com/s/1Q_jg4ti6J7FnA8_I7Gzr_Q

提取码: 4jmz

(4) 第二次操作使用的镜像文件 usrp_x310_fpga_HGS.bit (ubuntu 系统下)

链接: <https://pan.baidu.com/s/1Xv5TGfxpKGiwbsUarwJRzQ>

提取码: ofbq

(5) uhd3.9.7 版本下的各设备类型对应的镜像文件

链接: <https://pan.baidu.com/s/1wU0rhcF2EVSf34-bpAFoMA>

提取码: 8ax0

3、安装 GNU Radio

最简单方式:

通过 apt-get 安装 (推荐)

```
sudo apt-get install gnuradio
```

如果不能安装, 请参考网上的手动安装方式, 资料较多。输入命令测试其是否安装成功, 如果出现窗口, 则安装成功。

```
sudo gnuradio-config-info
```

```
sudo gnuradio-companion
```

还可利用下述语句进行测试:

```
uhd_fft -a addr=10.144.97.123 -f 835M -s 10M
```

若出现下面的结果和窗口, 则表明 USRP 的安装和连接过程已顺利完成, 可以正式开始调试。

```

tc-401@tc-401:~$ uhd_fft -a addr=10.144.97.123 -f 825M -s 10M
linux; GNU C++ version 5.4.0 20160609; Boost_105800; UHD_003.009.007-0-unknown

-- X300 initialization sequence...
-- Determining maximum frame size... 1472 bytes.
-- Setup basic communication...
-- Loading values from EEPROM...
-- Setup RF frontend clocking...
-- Radio 1x clock:200
-- Initialize Radio0 control...
-- Performing register loopback test... pass
-- Initialize Radio1 control...
-- Performing register loopback test... pass
Using Volk machine: avx2_64_mmx_orc

```

图 3-16 执行上述语句结果显示

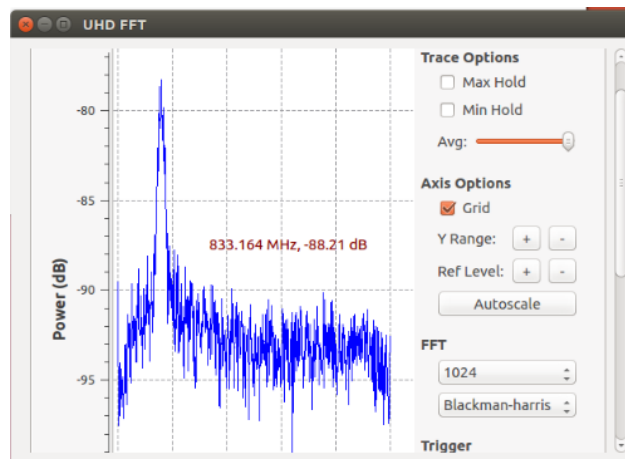


图 3-17 执行上述语句窗口显示

4 程序示例

4.1 软件界面介绍

若之前步骤都顺利完成，此时应该可以看到如下软件界面。

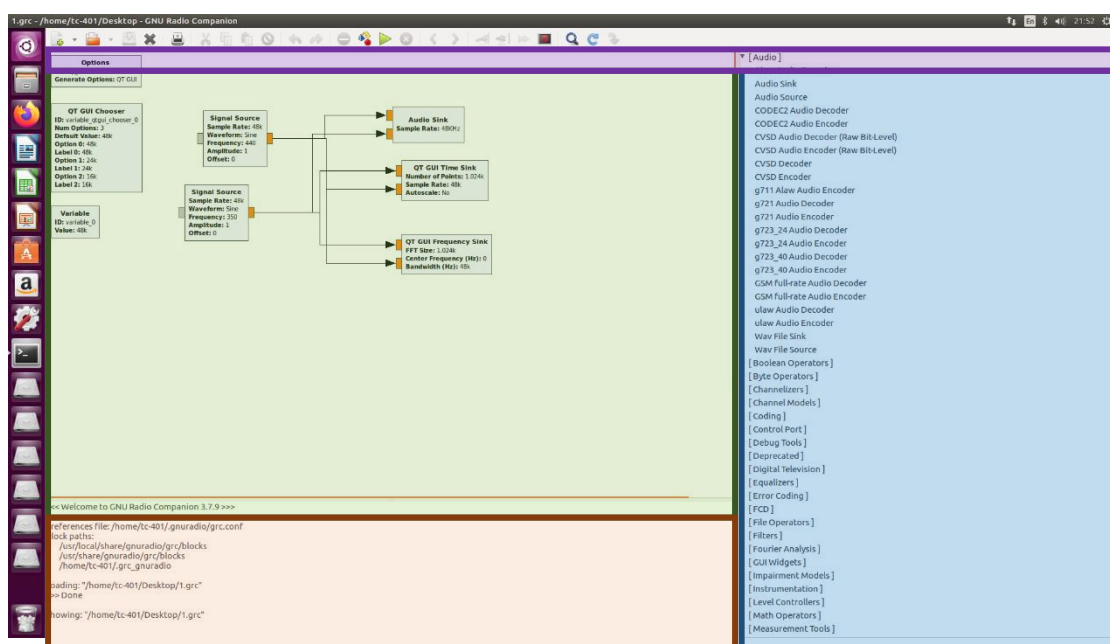


图 4-1 GNU Radio 软件界面

主要分为四个区域：模块库（蓝色区域）、工具栏（紫色区域）、函数输出窗口（橙色区域）和工作区域（绿色区域）。

4.2 跑一个简单例程

1、首先在右侧模块库中选择想要的模块，点击拖动放至工作区域内。

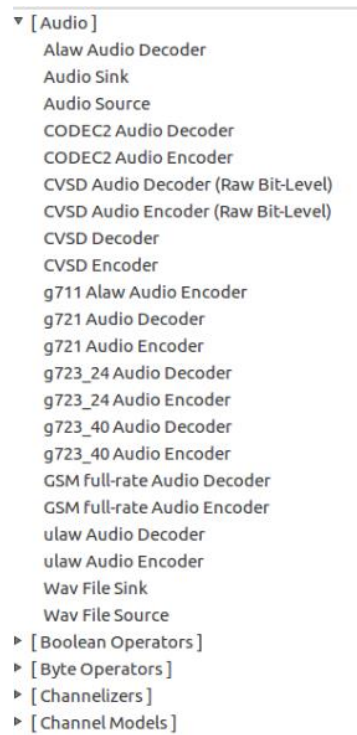


图 4-2 模块库选择

2、选好下述模块后，依次点击每个模块的输入/输出方块（橙色、灰色部分），可自动将两个模块用箭头连接。左侧部分主要是结果显示窗口 GUI 的一些设置。

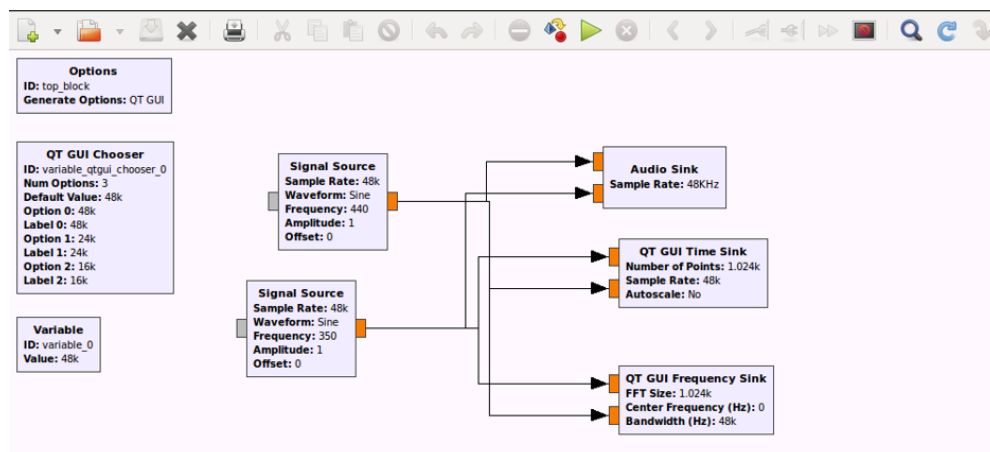


图 4-3 模块选择与连接

双击每个模块，可弹出模块参数设置窗口。根据所需设置参数，如采样率、幅度、频率和输入输出数量等，如下图所示。

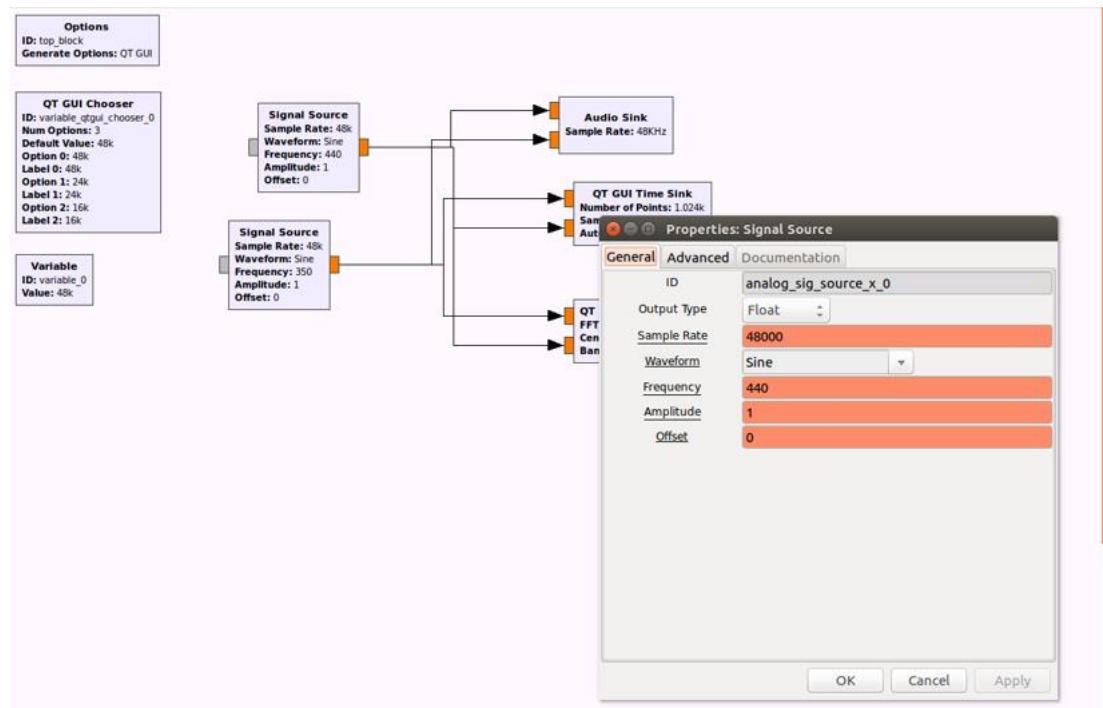


图 4-4 模块参数设置

【注意】

(1) 若这里的箭头或模块呈现红色，则表明此处有错。可通过点击工具栏中的如下图所示的按钮查看具体报错信息，进行相应修正。



图 4-5 报错信息查看按钮（有错时图标为红白配色）

(2) 有时报错是因为前后模块的 Output Type 不同，导致前后数据类型不一致，需设置成一致类型后才可执行。

3、若没有报错，可从左到右依次点击工具栏中如下图所示的两个按钮，生成并执行程序。



图 4-6 生成并执行程序按钮

成功后，弹出结果窗口，如下图 4-7 所示。可利用窗口上的按钮选择查看对应数据，左键画框放大查看对应区域数据，右键返回上一步的查看比例。

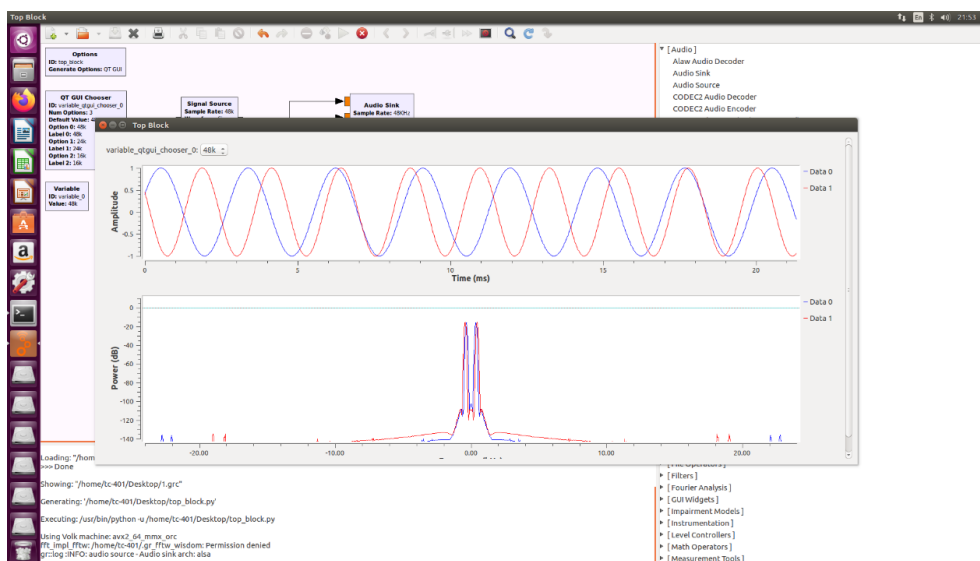


图 4-7 结果显示窗口

至此，USRP 的简单例程演示结束。

另附一个收音机的简单例程，模块连接与参数设置：

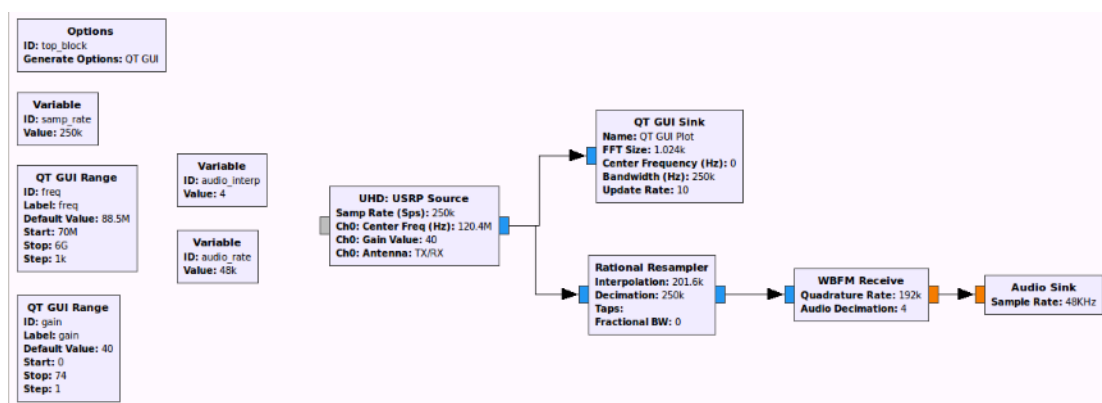


图 4-8 收音机简单例程模块连接与参数设置

运行窗口图（部分）：

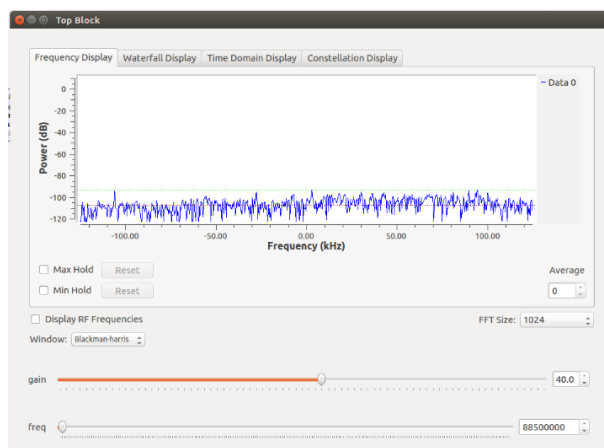


图 4-9 收音机简单例程运行窗口图

5 可参考资料教程

- (1) <https://www.ettus.com.cn/peixun/5/>
- (2) <http://xilinx.eetrend.com/d6-xilinx/article/2017-03/11246.html>
- (3) How to Build a USRP Development Environment Under Linux GNU Radio
链接: <https://pan.baidu.com/s/1KS7Zmmc3WJnZMfS2A03JDw>
提取码: d5da