

如何將 PC 上編譯好的可執行檔放到開發板上執行呢？

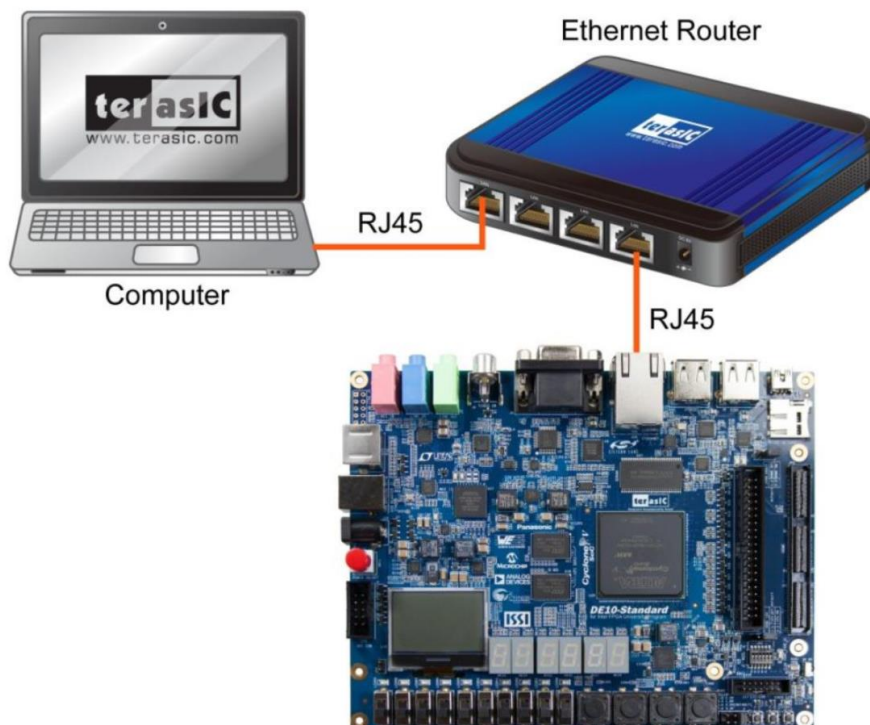
使用 SoC 系列的 FPGA 開發板，啟動 Linux 系統並進行開發或測試時，將 PC 編譯好的可執行檔複製到開發板的 SD 卡 Linux 系統中再執行，這是很常見的流程。那麼該如何將編譯好的可行執行檔複製到開發板的 SD 卡中呢？今天，以 DE10-Standard 開發板為例整理了三種可行方法。

說明：

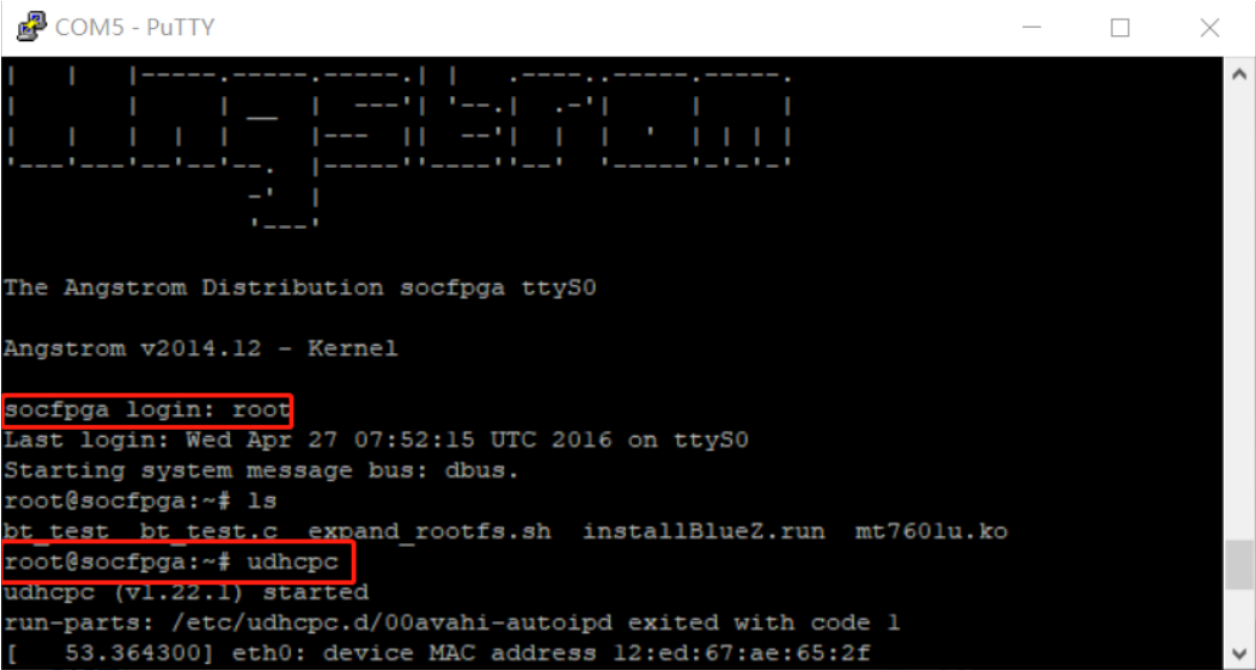
1. 全文以友晶官網上的 [DE10-Standard Linux Console 映像檔](#) 為 Linux 啟動系統；
2. 為分辨可執行檔是否成功複製，三種方法中編譯好的可執行檔分別命令為 `my_first_hps_1`, `my_first_hps_2`, `my_first_hps_3`。

方法一：使用網路自動獲取 IP，用 scp 命令進行複製

- 1-1. 將 PC 和 DE10-Standard 開發板通過 RJ45 網線連接到同一個路由器上，使其在同一個區域網中，如下圖：

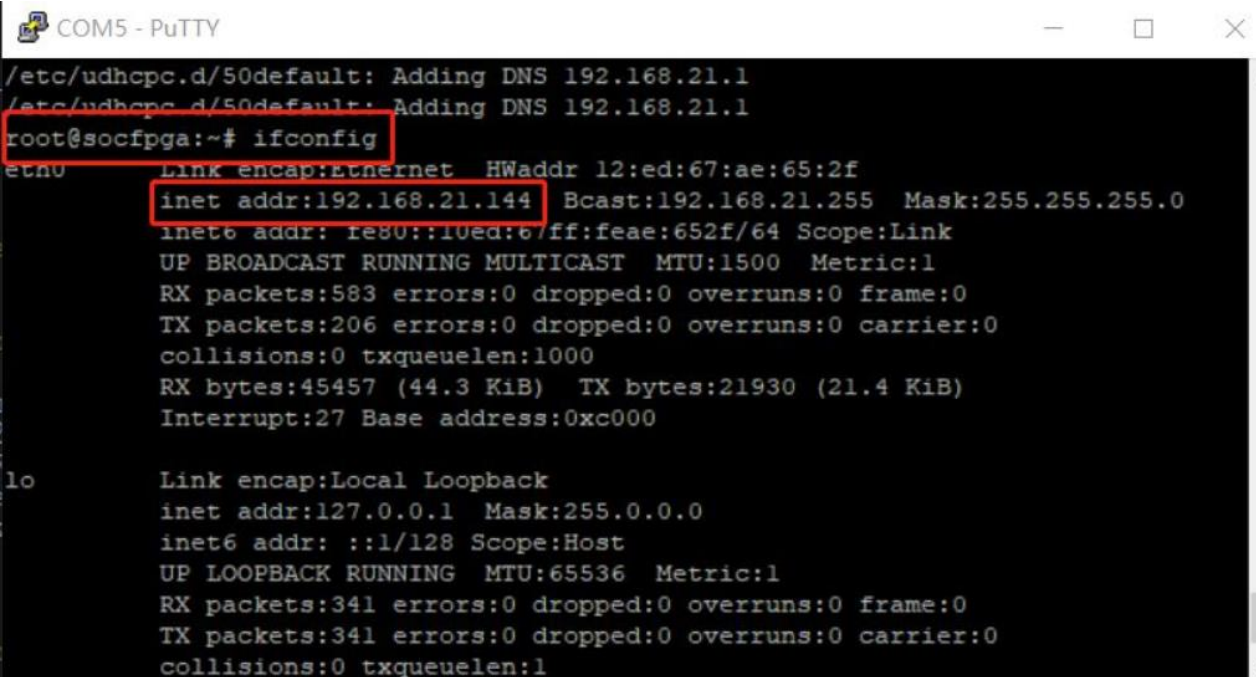


1-2. 使用 `root` 登錄 Linux 系統，並輸入 `udhcpc` 命令從 DHCP 伺服器自動獲取 IP ；



```
COM5 - PuTTY
[ASCII art]
The Angstrom Distribution socfpfga ttyS0
Angstrom v2014.12 - Kernel
socfpfga login: root
Last login: Wed Apr 27 07:52:15 UTC 2016 on ttyS0
Starting system message bus: dbus.
root@socfpfga:~# ls
bt test bt test.c expand_rootfs.sh installBlueZ.run mt7601u.ko
root@socfpfga:~# udhcpc
udhcpc (v1.22.1) started
run-parts: /etc/udhcpc.d/00avahi-autoipd exited with code 1
[ 53.364300] eth0: device MAC address 12:ed:67:ae:65:2f
```

1-3. 使用 `ifconfig` 命令查詢 DE10-Standard 獲取到的 IP 地址，為 “192.168.21.144” ；

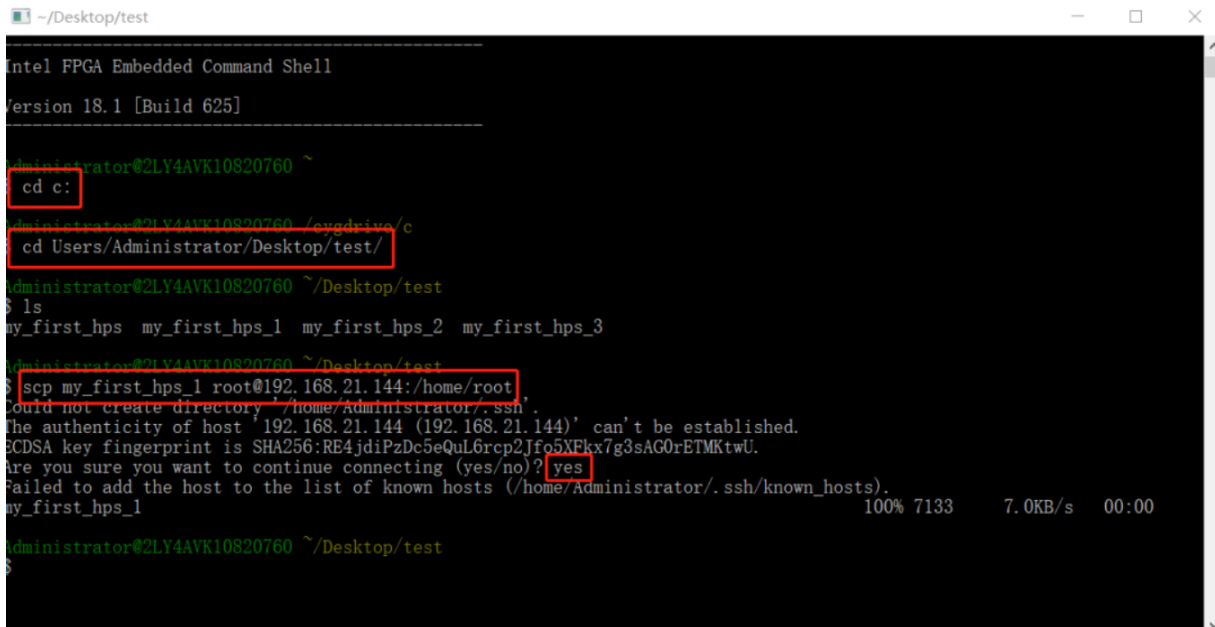


```
COM5 - PuTTY
/etc/udhcpc.d/50default: Adding DNS 192.168.21.1
/etc/udhcpc.d/50default: Adding DNS 192.168.21.1
root@socfpfga:~# ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 12:ed:67:ae:65:2f
          inet addr:192.168.21.144  Bcast:192.168.21.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::10ed:67ff:feae:652f/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:583 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:206 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:45457 (44.3 KiB)  TX bytes:21930 (21.4 KiB)
          Interrupt:27 Base address:0xc000

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
          RX packets:341 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:341 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1
```

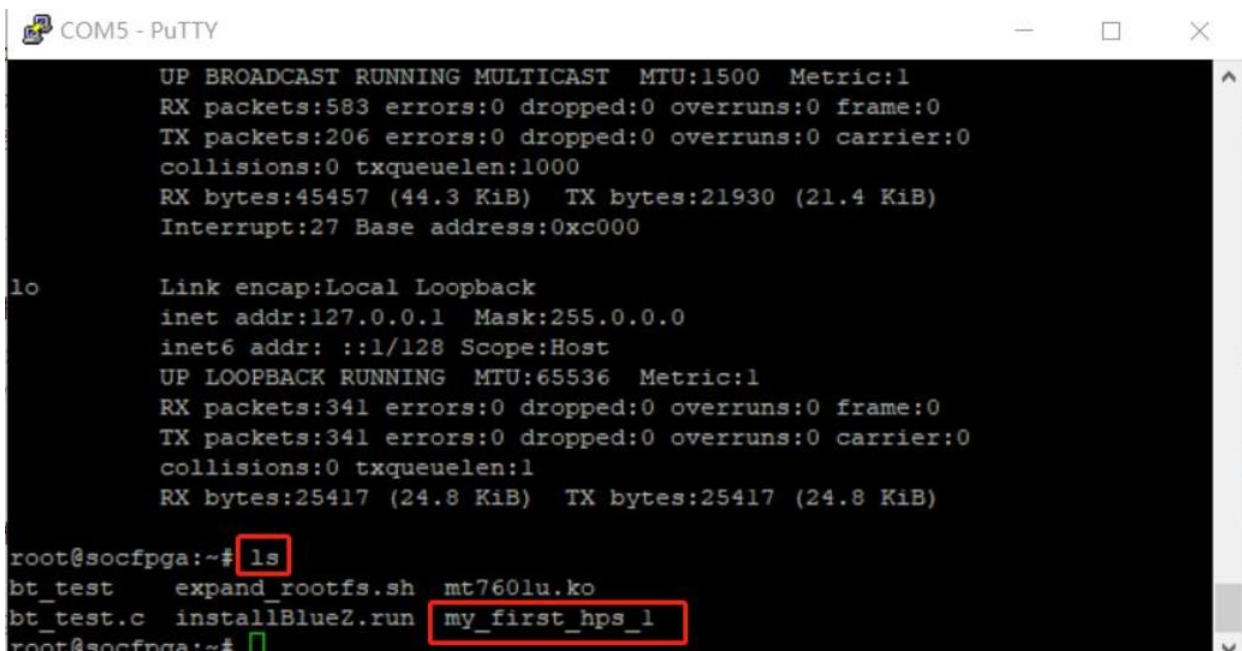
1-4. 此時，便可以使用 scp 命令將 “my_first_hps_1” 可執行檔複製到 SD 卡中。打開 Intel SoC EDS command shell 視窗，使用 cd 命令進入 “my_first_hps_1” 的路徑，然後輸入 scp my_first_hps_1 root@192.168.21.144:/home/root 命令，將檔案複製到 SD 卡 “/home/root” 路徑下。

注意，彈出 Are you sure you want to continued connecting (yes/no)? 命令後輸入 yes 並按下 enter 鍵；



```
~/Desktop/test
Intel FPGA Embedded Command Shell
Version 18.1 [Build 625]
-----
Administrator@2LY4AVK10820760 ~
cd c:
Administrator@2LY4AVK10820760 /c
cd Users/Administrator/Desktop/test/
Administrator@2LY4AVK10820760 ~/Desktop/test
$ ls
my_first_hps  my_first_hps_1  my_first_hps_2  my_first_hps_3
Administrator@2LY4AVK10820760 ~/Desktop/test
$ scp my_first_hps_1 root@192.168.21.144:/home/root
Could not create directory '/home/Administrator/./ssh'.
The authenticity of host '192.168.21.144 (192.168.21.144)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:RE4jdiPzDc5eQuL6rcp2Jfo5XFKx7g3sAG0rETMKtWU.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Failed to add the host to the list of known hosts (/home/Administrator/./ssh/known_hosts).
my_first_hps_1                                100% 7133      7.0KB/s   00:00
Administrator@2LY4AVK10820760 ~/Desktop/test
$
```

1-5. 完成複製之後，在 putty 終端輸入 ls 命令，就可以看到 “my_first_hps_1” 檔已經被成功複製進來。



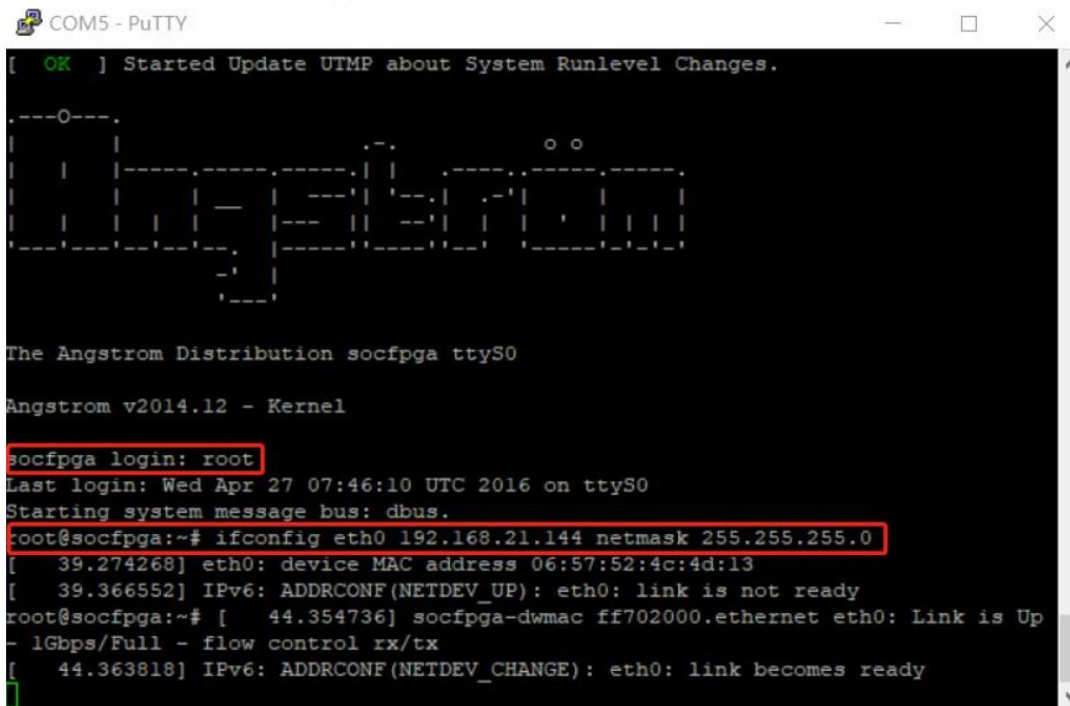
```
COM5 - PuTTY
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
RX packets:583 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:206 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:1000
RX bytes:45457 (44.3 KiB)  TX bytes:21930 (21.4 KiB)
Interrupt:27 Base address:0xc000

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
  RX packets:341 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
  TX packets:341 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
  collisions:0 txqueuelen:1
  RX bytes:25417 (24.8 KiB)  TX bytes:25417 (24.8 KiB)

root@socfpga:~# ls
bt_test  expand_rootfs.sh  mt7601u.ko
bt_test.c  installBlueZ.run  my_first_hps_1
root@socfpga:~#
```

方法二：網路線連接開發板和電腦，用 scp 命令進行複製

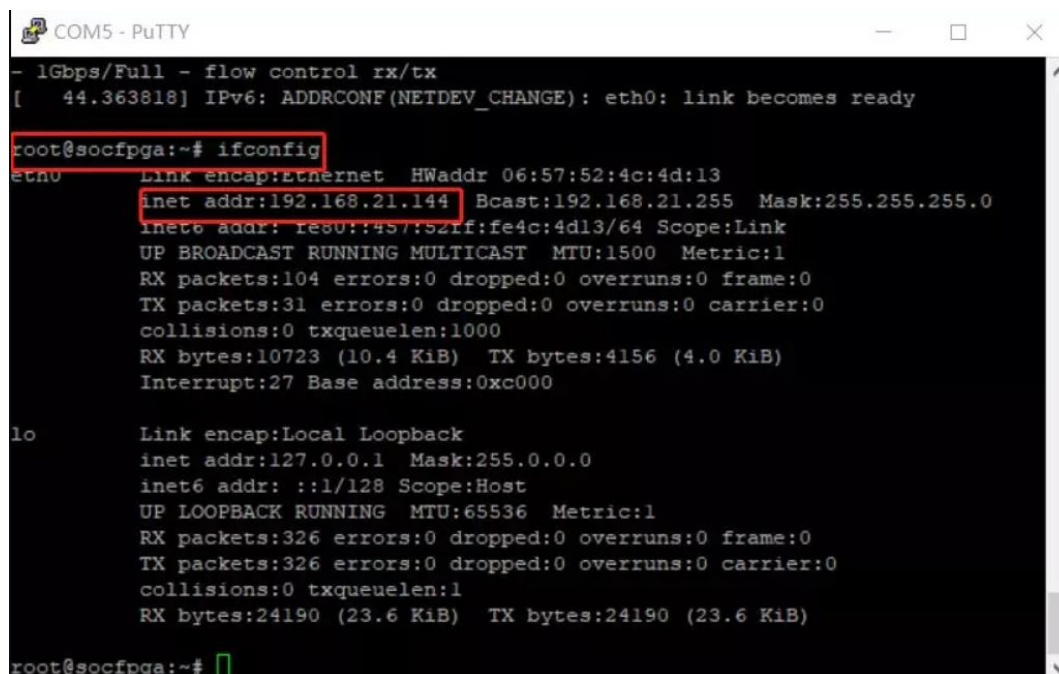
- 2-1. 用網路線將 PC 和 DE10-Standard 開發板連接起來；
- 2-2. 使用 root 登錄 Linux 系統，並使用命令 `ifconfig eth0 192.168.21.144 netmask 255.255.255.0` 將開發板的 IP 手動設置為 192.168.21.144(這裡 IP 可以自由設置，但是要保證跟 PC 的 IP 在同一個網域)；



```
COM5 - PuTTY
[ OK ] Started Update UTMP about System Runlevel Changes.

The Angstrom Distribution socfpga ttyS0
Angstrom v2014.12 - Kernel
socfpga login: root
Last login: Wed Apr 27 07:46:10 UTC 2016 on ttyS0
Starting system message bus: dbus.
root@socfpga:~# ifconfig eth0 192.168.21.144 netmask 255.255.255.0
[ 39.274268] eth0: device MAC address 06:57:52:4c:4d:13
[ 39.366552] IPv6: ADDRCONF(NETDEV_UP): eth0: link is not ready
root@socfpga:~# [ 44.354736] socfpga-dwmac ff702000.ethernet eth0: Link is Up
- 1Gbps/Full - flow control rx/tx
[ 44.363818] IPv6: ADDRCONF(NETDEV_CHANGE): eth0: link becomes ready
```

- 2-3. 然後，用 `ifconfig` 命令查看開發板的 IP 是否設置成功；



```
COM5 - PuTTY
- 1Gbps/Full - flow control rx/tx
[ 44.363818] IPv6: ADDRCONF(NETDEV_CHANGE): eth0: link becomes ready

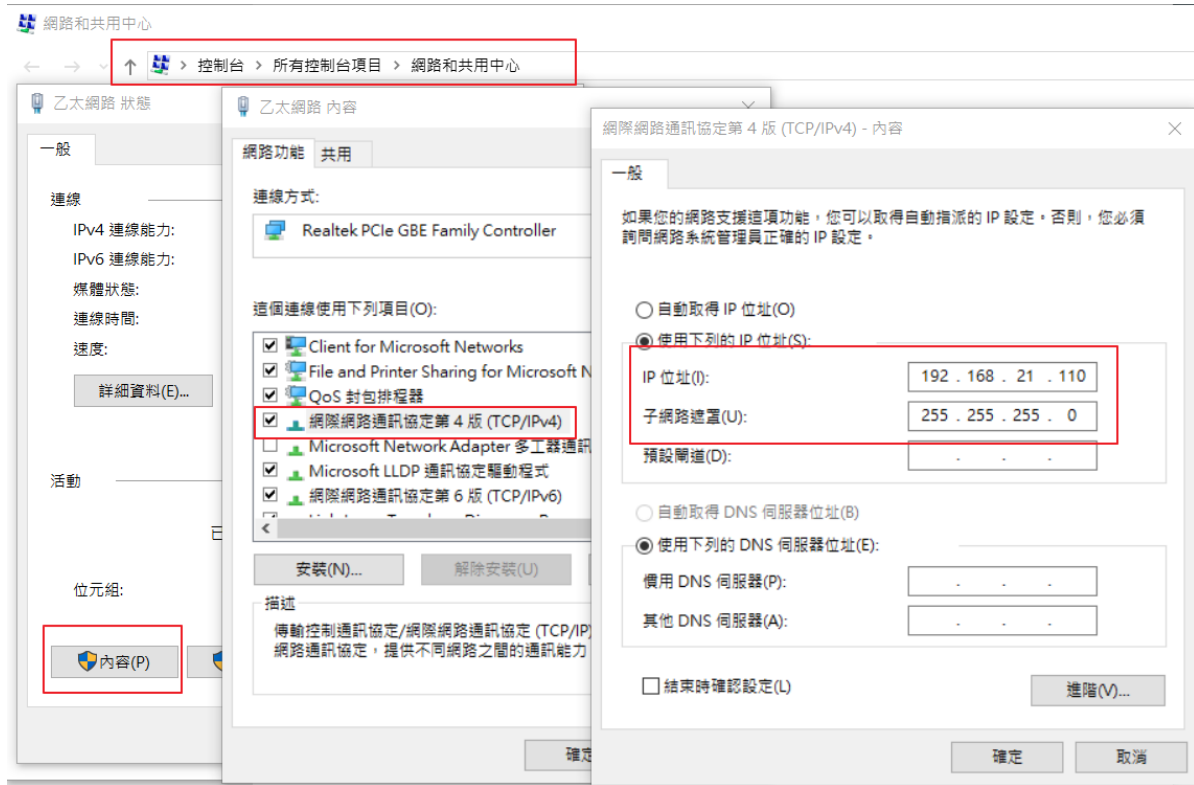
root@socfpga:~# ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 06:57:52:4c:4d:13
          inet addr:192.168.21.144  Bcast:192.168.21.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::457:52ff:fe4c:4d13/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:104 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:31 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:10723 (10.4 KiB)  TX bytes:4156 (4.0 KiB)
          Interrupt:27 Base address:0xc000

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
          RX packets:326 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:326 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1
          RX bytes:24190 (23.6 KiB)  TX bytes:24190 (23.6 KiB)

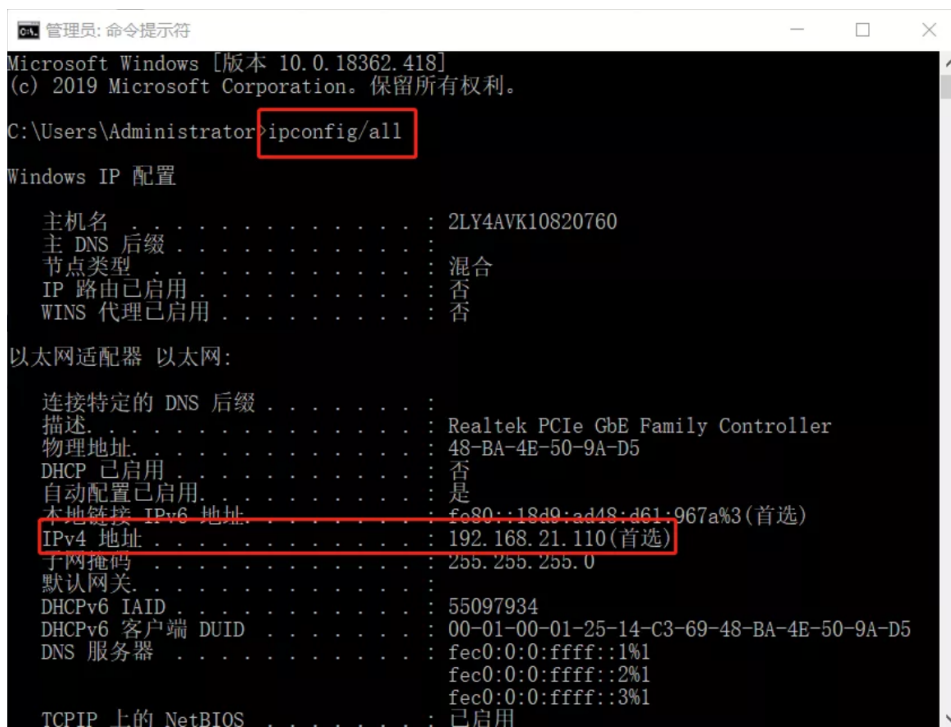
root@socfpga:~#
```

2-4. 打開 PC 的控制台 → 網路和網際網路 → 乙太網路 → 網路和共用中心 → 乙太網路 → 內容 → 網際網路通訊協定版本 4 (TCP/IPv4) · 設置 PC 的 IP · 如下圖。

(注意：這裡設置的 IP 需要保證和第二步設置的開發板的 IP 在同一個區域網路，預設閘道器和 DNS 可以不用設置)；



2-5. 進入電腦的 cmd 命令提示字元視窗，用 ipconfig/all 命令查看 IP 位址是否設置正確；並使用 ping 192.168.21.144 命令來查看網路是否連通；



```
管理员: 命令提示符

以太网适配器 蓝牙网络连接:

媒体状态 . . . . . : 媒体已断开连接
连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :
描述 . . . . . : Bluetooth Device (Personal Area Network)
物理地址. . . . . : CC-2F-71-46-49-79
DHCP 已启用 . . . . . : 是
自动配置已启用. . . . . : 是

C:\Users\Administrator>ping 192.168.21.144

正在 Ping 192.168.21.144 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.21.144 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=64
来自 192.168.21.144 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.21.144 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.21.144 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

192.168.21.144 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 0ms, 最长 = 2ms, 平均 = 0ms

C:\Users\Administrator>
```

2-6. IP 設置完成後，便可以使用 `scp` 命令將 “my_first_hps_2” 可執行檔複製到 SD 卡中。打開 Intel SoC EDS command shell 視窗，使用 `cd` 命令進入 “my_first_hps_2” 的路徑，然後輸入 `scp my_first_hps_2 root@192.168.21.144:/home/root` 命令，將檔案複製到 SD 卡 “/home/root” 路徑下。

注意，彈出 `Are you sure you want to continued connecting (yes/no)?` 命令後輸入 `yes` 並按下 `enter` 鍵；

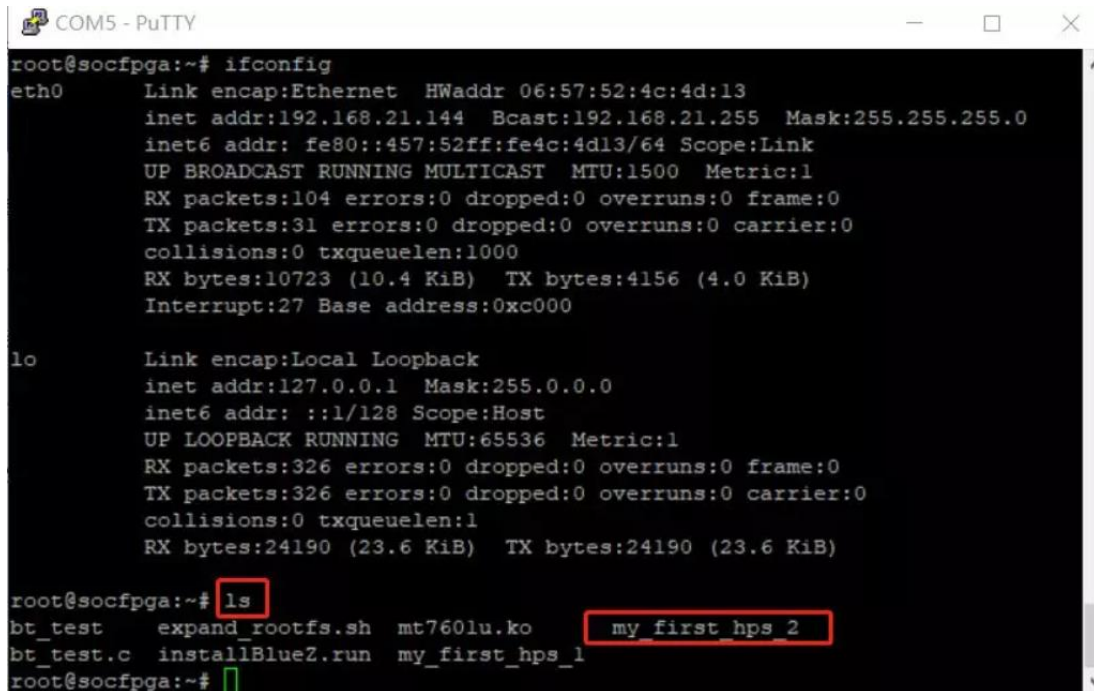
```
选择~/Desktop/test

Intel FPGA Embedded Command Shell
Version 18.1 [Build 625]

Administrator@2LY4AVK10820760 ~
$ cd c:
Administrator@2LY4AVK10820760 /cygdrive/c
$ cd Users/Administrator/Desktop/test/
Administrator@2LY4AVK10820760 ~/Desktop/test
$ scp my_first_hps_2 root@192.168.21.144:/home/root
Could not create directory /home/administrator/.ssh .
The authenticity of host '192.168.21.144 (192.168.21.144)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:RE4jdiPzDc5eQuL6rcp2Jfo5XFKx7g3sAG0rETMKtWU.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Failed to add the host to the list of known hosts (/home/administrator/.ssh/known_hosts).
my_first_hps_2                               100% 7133      7.0KB/s   00:00

Administrator@2LY4AVK10820760 ~/Desktop/test
$
```

2-7. 完成複製之後，在 putty 終端輸入 `ls` 命令，就可以看到 “my_first_hps_2” 檔已經被成功複製進來。



```
COM5 - PuTTY
root@socfpga:~# ifconfig
eth0    Link encap:Ethernet  HWaddr 06:57:52:4c:4d:13
        inet addr:192.168.21.144  Bcast:192.168.21.255  Mask:255.255.255.0
        inet6 addr: fe80::457:52ff:fe4c:4d13/64 Scope:Link
        UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
        RX packets:104 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
        TX packets:31 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
        collisions:0 txqueuelen:1000
        RX bytes:10723 (10.4 KiB)  TX bytes:4156 (4.0 KiB)
        Interrupt:27 Base address:0xc000

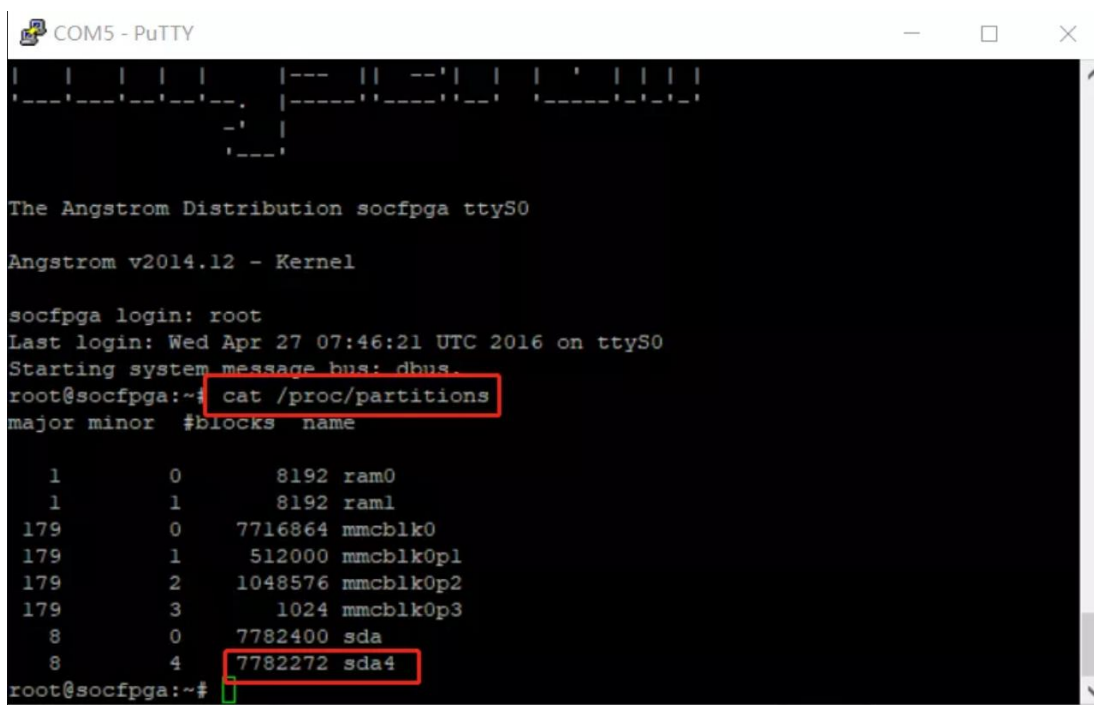
lo      Link encap:Local Loopback
        inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
        inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
        UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Metric:1
        RX packets:326 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
        TX packets:326 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
        collisions:0 txqueuelen:1
        RX bytes:24190 (23.6 KiB)  TX bytes:24190 (23.6 KiB)

root@socfpga:~# ls
bt_test  expand_rootfs.sh  mt760lu.ko  my_first_hps_2
bt_test.c  installBlueZ.run  my_first_hps_1
root@socfpga:~#
```

方法三：用隨身碟進行複製

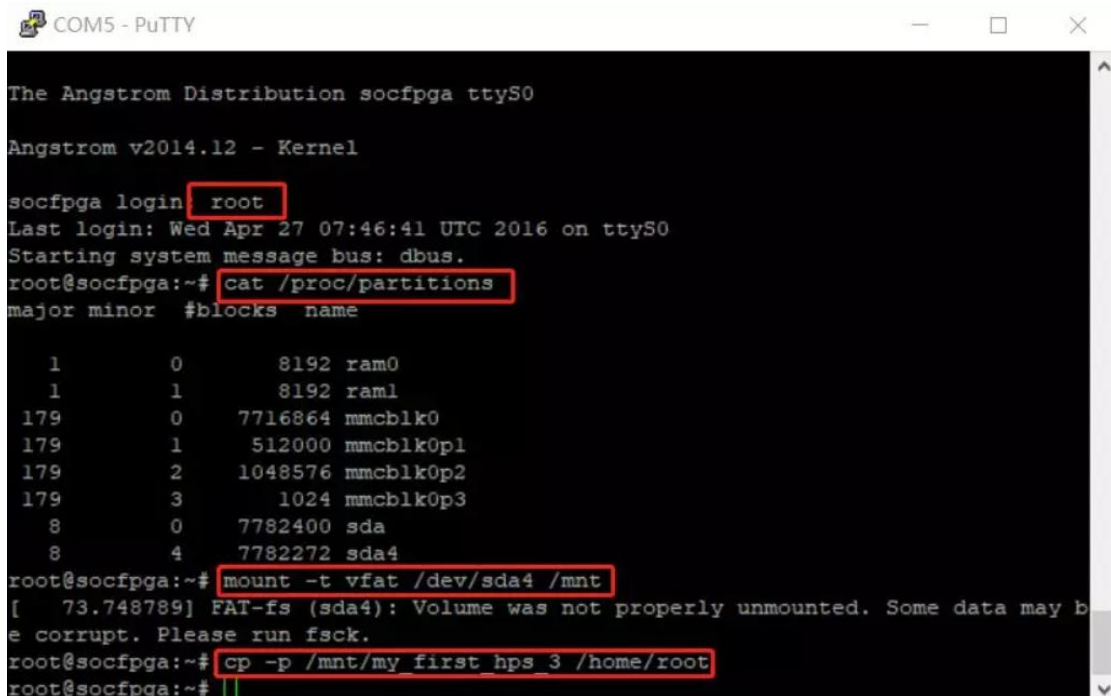
3-1. 首先將 my_first_hps 從 PC 複製到隨身碟，把隨身碟插到開發板的 USB1/USB2 介面（這裡選擇的是 USB2 介面）；

3-2. 使用 root 登錄 Linux 系統，用 `cat /proc/partitions` 命令來查看開發板上的硬碟資訊；



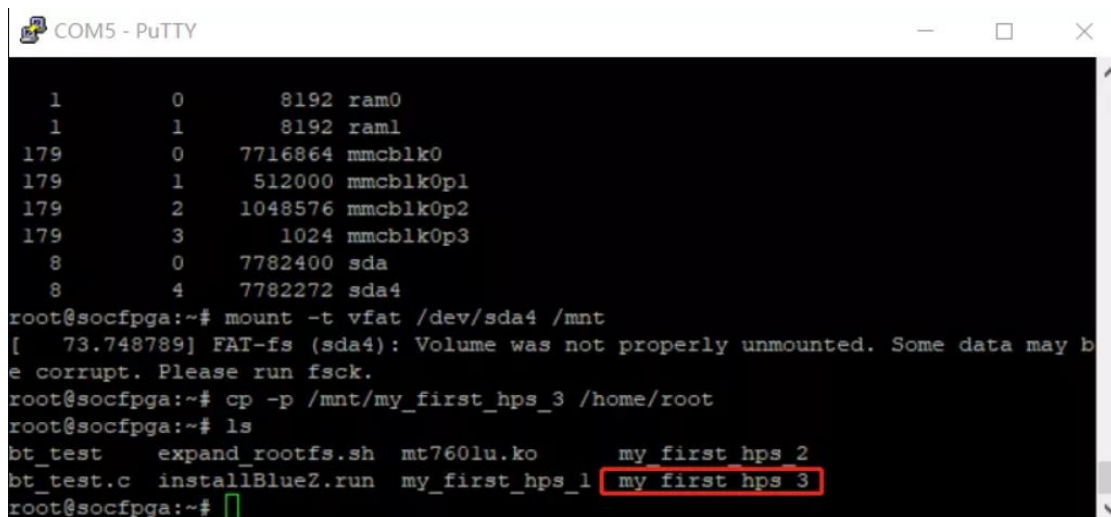
```
COM5 - PuTTY
The Angstrom Distribution socfpga ttyS0
Angstrom v2014.12 - Kernel
socfpga login: root
Last login: Wed Apr 27 07:46:21 UTC 2016 on ttyS0
Starting system message bus: dbus.
root@socfpga:~# cat /proc/partitions
major minor #blocks name
1 0 8192 ram0
1 1 8192 ram1
179 0 7716864 mmcblk0
179 1 512000 mmcblk0p1
179 2 1048576 mmcblk0p2
179 3 1024 mmcblk0p3
8 0 7782400 sda
8 4 7782272 sda4
root@socfpga:~#
```

- 3-3. 用 `mount -t vfat /dev/sda4 /mnt` 載入隨身碟至 `"/mnt "` 路徑下(該命令中的 `sda4` 是實際使用的隨身碟名稱，使用者需要根據自己的隨身碟資訊進行修改)，然後使用 `cp -p /mnt/my_first_hps_3 /home/root` 命令將可執行檔 `"my_first_hps_3"` 複製到 `"/home/root"` 路徑下；



```
COM5 - PuTTY
The Angstrom Distribution socfpfga ttyS0
Angstrom v2014.12 - Kernel
socfpfga login root
Last login: Wed Apr 27 07:46:41 UTC 2016 on ttyS0
Starting system message bus: dbus.
root@socfpfga:~# cat /proc/partitions
major minor #blocks name
1 0 8192 ram0
1 1 8192 ram1
179 0 7716864 mmcblk0
179 1 512000 mmcblk0p1
179 2 1048576 mmcblk0p2
179 3 1024 mmcblk0p3
8 0 7782400 sda
8 4 7782272 sda4
root@socfpfga:~# mount -t vfat /dev/sda4 /mnt
[ 73.748789] FAT-fs (sda4): Volume was not properly unmounted. Some data may be corrupt. Please run fsck.
root@socfpfga:~# cp -p /mnt/my_first_hps_3 /home/root
root@socfpfga:~#
```

- 3-4. 輸入 `ls` 命令，就可以看到 `"my_first_hps_3"` 檔已經被成功複製進來。



```
COM5 - PuTTY
1 0 8192 ram0
1 1 8192 ram1
179 0 7716864 mmcblk0
179 1 512000 mmcblk0p1
179 2 1048576 mmcblk0p2
179 3 1024 mmcblk0p3
8 0 7782400 sda
8 4 7782272 sda4
root@socfpfga:~# mount -t vfat /dev/sda4 /mnt
[ 73.748789] FAT-fs (sda4): Volume was not properly unmounted. Some data may be corrupt. Please run fsck.
root@socfpfga:~# cp -p /mnt/my_first_hps_3 /home/root
root@socfpfga:~# ls
bt_test expand_rootfs.sh mt760lu.ko my first hps 2
bt_test.c installBlue2.run my_first_hps_1 my first hps 3
root@socfpfga:~#
```

注意

方法一和方法二都用到了 `scp` 命令，使用的映像檔必須支持 `ssh` 功能，才能實現 `scp` 複製。