Firewall & NAT

Teacher Assistants: Chia-Peng Lee,

Instructor: Prof. Phone Lin

Date: 2019/02/27

MOBILE COMMUNICATIONS NETWORKING Lab, NTU

注意事項

- 實驗(一)上機實驗 (@ R204)
  - 時間: 2019/03/06 14:20~17:10
    - 組別名單將公佈在課程網頁上
- 實驗(一)展演及實驗結報繳交 (@ R204)
  - 時間: 2019/03/13 14:20~17:10
  - 實驗結報繳交方式:
    - 一律使用電子郵件繳交電子檔，
    - 郵件主旨請依照 [CNL實驗(一)結報繳交_組別]
- 下次上課 (@ R204)
  - 時間: 2019/03/20 14:20~17:10

實驗說明

- 本實驗是要將一台裝有兩張網路卡的個人電腦，設定成一台有防火牆功能的IP分享器。不過與市面上的防火牆不同的地方是，除了要防止外面危險的封包進來之外，也要防止未經授權的內部使用者送封包出去。
  - 在Linux作業系統上建立自己的Firewall
  - 讓你的Linux成為NAT伺服器
  - 架設DHCP在你的Linux上

實驗說明

- 本實驗是要將一台裝有兩張網路卡的個人電腦，設定成一台有防火牆功能的IP分享器。不過與市面上的防火牆不同的地方是，除了要防止外面危險的封包進來之外，也要防止未經授權的內部使用者送封包出去。
  - 在Linux作業系統上建立自己的Firewall
  - 讓你的Linux成為NAT伺服器
  - 架設DHCP在你的Linux上

實驗目的

- 了解NAT、Firewall和DHCP它們的運作原理之後，實際在Linux上架設。
- 透過設定過濾IP封包的過程中，在OSI架構中之網路層了解基礎的TCP/IP原理和上層各種不同應用程式的通訊協定 (如: Skype、FTP、HTTP等)。

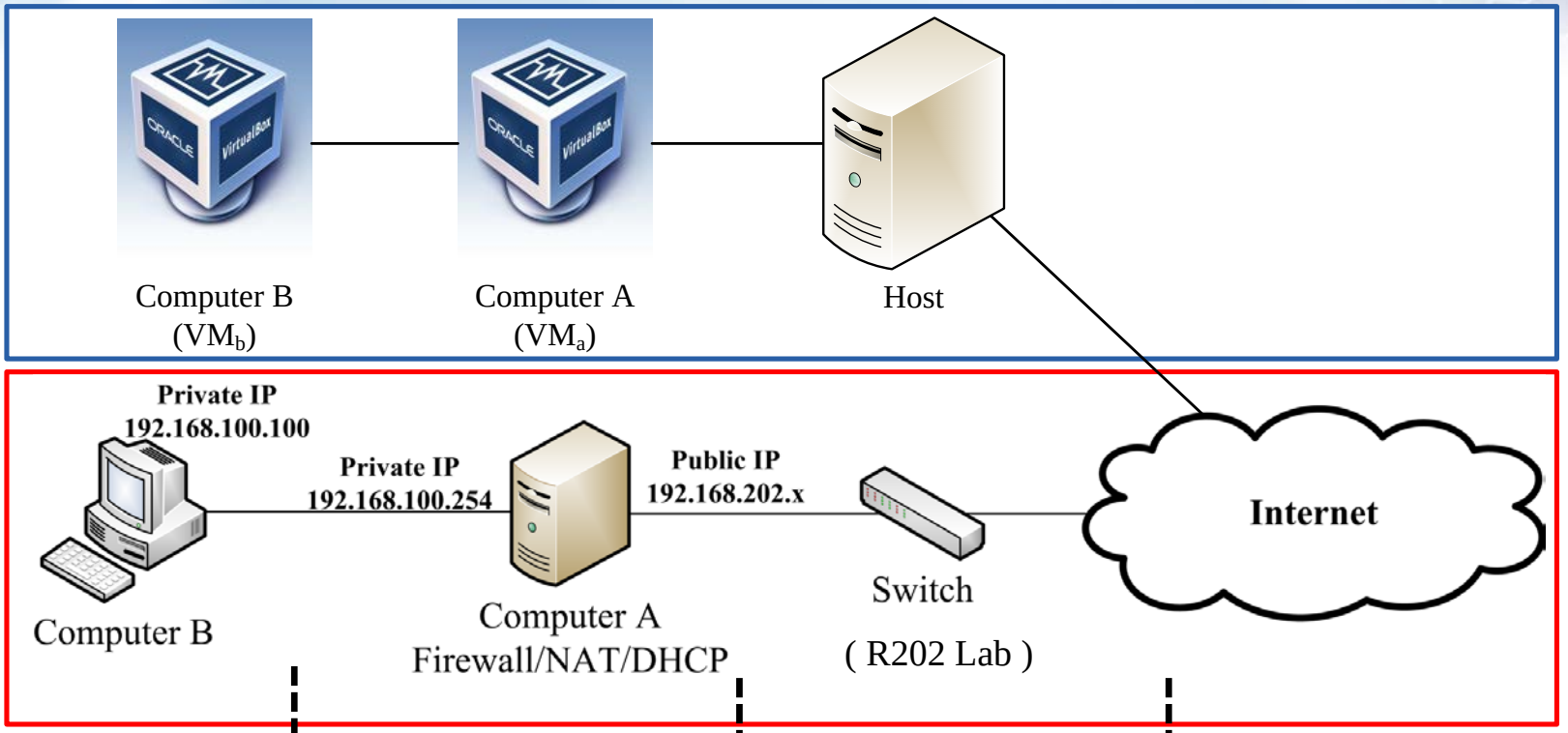
實驗器材

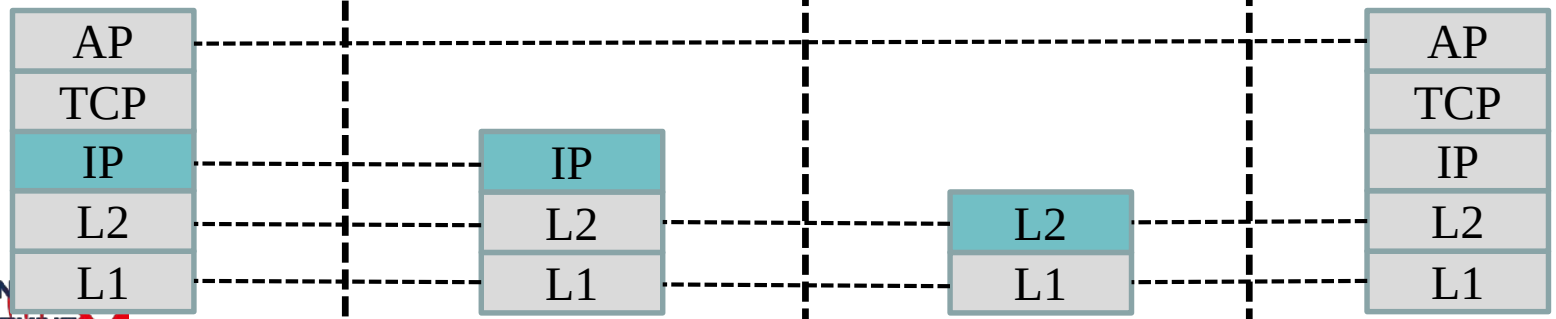
- R204
  - 一台電腦 with installed Virtual Box。
- R202
  - 一台hub。
  - 一台具兩張網路卡的個人電腦(架設NAT和Firewall，電腦A)。
  - 一台筆記型電腦或個人電腦(電腦B)。
  - 兩條網路線。
  - 兩條電源線。

實驗必備相關資料

- Linux安裝與設定。
  - http://www.ubuntu.com/download/desktop/contribute/?version=14.04.2&architecture=amd64
  - http://wiki.ubuntu-tw.org/index.php?title=%E9%A6%96%E9%A0%81
- TCP/IP的基礎知識。
- Linux network programming。
  - Advanced Linux Programming, by Mark Mitchell, Jeffrey Oldham, and Alex Samuel, of Code Sourcery LLC

實驗網路環境架構


R204
Computer B
(VMb)
Computer A
(VMa)
Host
Private IP
192.168.100.100
Private IP
192.168.100.254
Public IP
192.168.202.x
Internet
R202
Computer B
Computer A
Firewall/NAT/DHCP
Switch
(R202 Lab)


AP
TCP
IP
L2
L1
IP
L2
L1
L2
L1
AP
TCP
IP
L2
L1

實驗系統環境

- 作業系統: Ubuntu 16.04.2 LTS (不限制)
- Kernel版本: 2.6.32(不限制)
- 需要與安裝套件: vim, dhcp3-server

作業系統不限制Ubuntu!!

更改網路卡設定

- 由於Ubuntu 16.04 (從15.10開始更改)將以往的網路卡名稱從eth0改為enp0s3 (如圖)，將會造成pmipv6無法啟動，因此必須先更改網路名稱。

```
jet@jet-VirtualBox:~$ ifconfig
enp0s3    Link encap:Ethernet  HWaddr 08:00:27:dd:ad:ad
          inet addr:10.0.2.15  Bcast:10.0.2.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::3dfa:21c8:683b:a4f7/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:4004 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:1553 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:3664608 (3.6 MB)  TX bytes:103036 (103.0 KB)
```

- 步驟一：先將網卡設為DHCP。
- 步驟二：修改 /etc/default/grub
  - $ sudo vi /etc/default/grub

找到「GRUB_CMDLINE_LINUX=""」，加入參數「**net.ifnames=0 biosdevname=0**」

更改網路卡設定

- 步驟三，產生新的 grub.cfg 開機設定檔
  - $ sudo update-grub
- 步驟四，重新開機。

參考資料：http://learninginfree.blogspot.tw/2016/06/ubuntu-1604-eth0.html

防火牆 (Firewall)

- 單一主機型
  - Netfilter (封包過濾機制)
    - 分析進入主機的封包，擷取封包的header並判斷通過或阻擋。
  - TCP Wrappers (程式控管)
    - 判斷程式的名稱並決定是否通行，與程式啟動的port無關。
- 區域型
  - Netfilter
  - Proxy (代理伺服器)
    - Proxy代理使用者的需求，使用者並非直接連上Internet，而是透過Proxy存取網路服務。

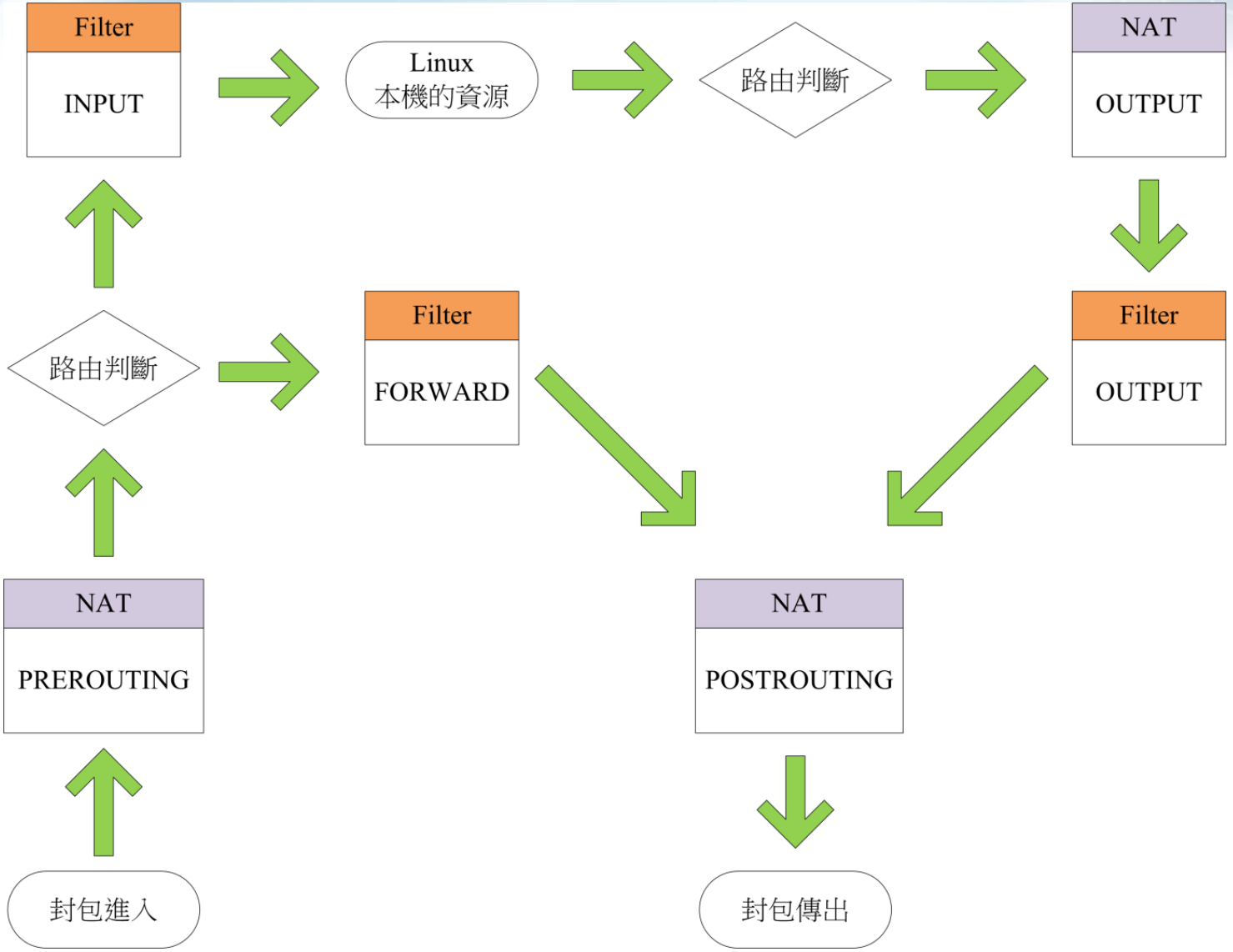
防火牆 (Firewall)

- 防火牆的功能
  - 拒絕讓Internet的封包進入主機的特定port
  - 拒絕讓某些來源IP的封包流入
  - 拒絕讓帶有某些特殊旗標(Flag)的封包流入
  - 分析硬體位址(MAC)來決定連線與否
- 防火牆的缺點
  - 不能有效的抵擋病毒或木馬程式
  - 防火牆防護來自內部LAN的攻擊較差

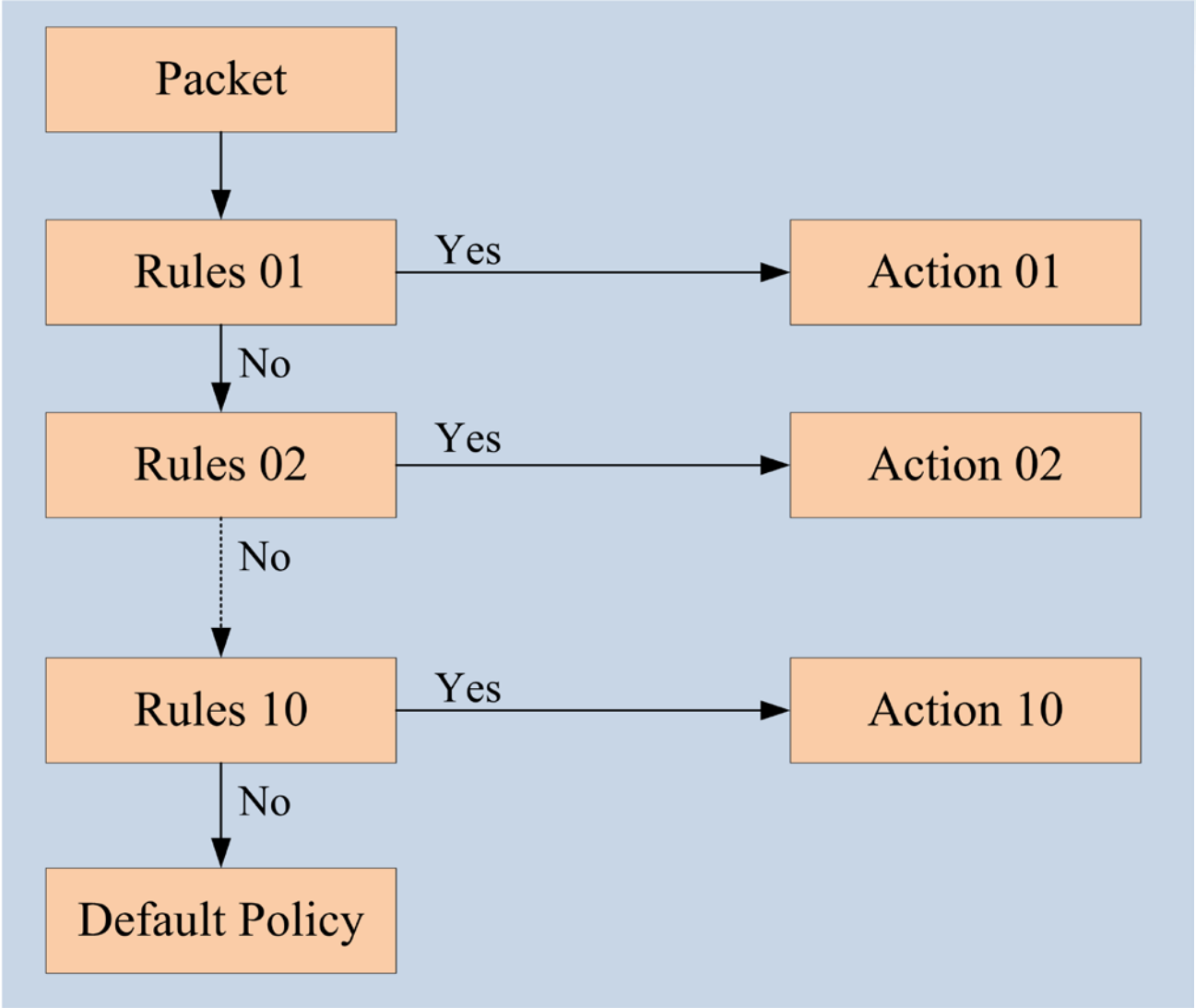
IPTables

- chains
  - PREROUTING
  - INPUT
  - FORWARD
  - OUTPUT
  - POSTROUTING
- 更詳細的解釋可以在linux輸入 “man iptables”查詢
- 使用iptables指令時必須要有root的權限
  - Ubuntu 加上 sudo

IPTables



封包過濾的規則與流程


Packet
Rules 01
Yes
Action 01
No
Rules 02
Yes
Action 02
No
Rules 10
Yes
Action 10
No
Default Policy

IPTables

- tables
  - Filter (過濾器)
    - 處理進入與出去本機端的封包。
  - NAT (位址轉換)
    - 來源與目的之IP與Port的轉換。
  - Mangle (破壞者)
    - 處理特殊旗標
    - 較少使用
  - Raw
    - 設定例外的狀況

查看Table

- iptables [-t tables] [-L] [-nv]

```
r99944039@ubuntu:/$ sudo iptables -t filter -L -n
Chain INPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source               destination

Chain FORWARD (policy ACCEPT)
target     prot opt source               destination

Chain OUTPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source               destination
```

Target	Prot	Opt	Source	Destination
進行的動作	封包協定	額外的選項	來源IP	目的IP

- 不指定Table時預設為filter table.

查看網路介面

- ifconfig

```
r99944039@ubuntu:/$ ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:0c:29:8e:4f:7e
          inet addr:192.168.81.128  Bcast:192.168.81.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::20c:29ff:fe8e:4f7e/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:5962 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:2557 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:7393947 (7.3 MB)  TX bytes:174507 (174.5 KB)
          Interrupt:19 Base address:0x2024

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:16436  Metric:1
          RX packets:8 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:8 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:480 (480.0 B)  TX bytes:480 (480.0 B)
```

清除防火牆的所有規則

- 指令
  - iptables -F
  - iptables -X
  - iptables -Z (清空計數器)

定義預設政策 (Policy)

- iptables [-t tables] -P [INPUT, OUPUT, FORWARD] [ACCEPT, DROP]

```
r99944039@ubuntu:/$ sudo iptables -t filter -P INPUT DROP
r99944039@ubuntu:/$ sudo iptables -t filter -L -n
Chain INPUT (policy DROP)
target     prot opt source               destination

Chain FORWARD (policy ACCEPT)
target     prot opt source               destination

Chain OUTPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source               destination
```

設定基本規則

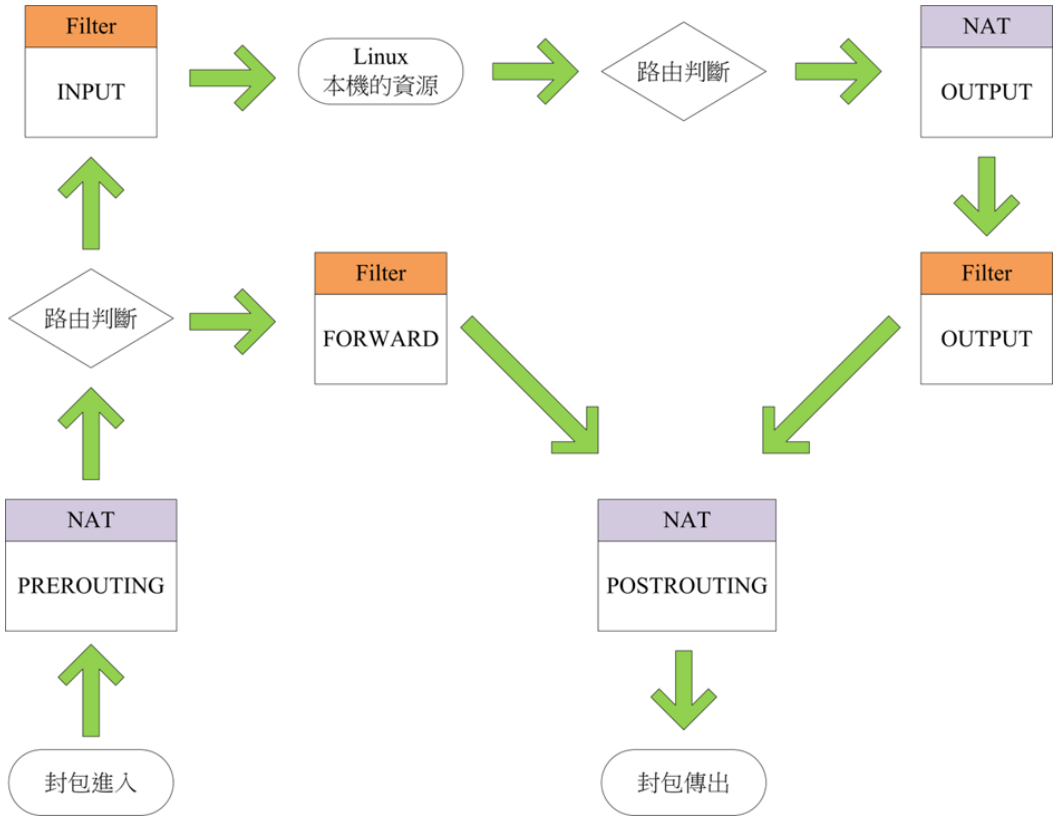
- iptables [-AID 鏈] [-io 網路介面] [-p 協定] [-s 來源IP/網域] [-d 目的IP/網域] –j [ACCEPT | DROP | REJECT | LOG]
  - -A 將rule放在chain的最後一個
  - -I number 指定rule放在chain的位置
  - -D 刪除rule
  - -I 與INPUT配合
  - -o 與OUTPUT配合

IPTables 範例

- 允許Http封包
  - iptables -A INPUT -i eth0 -p tcp --sport 80 -j ACCEPT
  - iptables -A OUTPUT -o eth0 -p tcp -dport 80 -j ACCEPT
- 丟棄所有來自INPUT的封包
  - iptables -P INPUT DROP

NAT

- NAT table的PREROUTING chain修改目的IP
- NAT table的POSTROUTING chain修改來源IP



NAT範例

- 將來自內部網路的封包傳送出去
  - iptables -t nat -A POSTROUTING -s 192.168.100.0/24 -o eth0 -j MASQUERADE
- 將來自外部網路的封包轉到內部網路的Web主機上
  - iptables -t nat -A PREROUTING -i eth0 -p tcp --dport 80 -j DNAT --to-destination 192.168.100.10:80
- 主機上有二張網卡，讓主要機器成為路由器
  - echo "1" > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
- 若發生/proc/sys/net/ipv4/ip_forward permission denied
  - sudo sh -c "echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward"

DHCP Server

- 安裝DHCP
  - sudo apt-get install isc-dhcp-server
- 設定發放IP的網路介面卡
  - sudo vim /etc/default/isc-dhcp-server
  - INTERFACE = "eth1"
- 設定DHCP Server
  - sudo vim /etc/dhcp/dhcpd.conf
- 啟動DHCP Server
  - sudo /etc/init.d/isc-dhcp-server start

DHCP Server

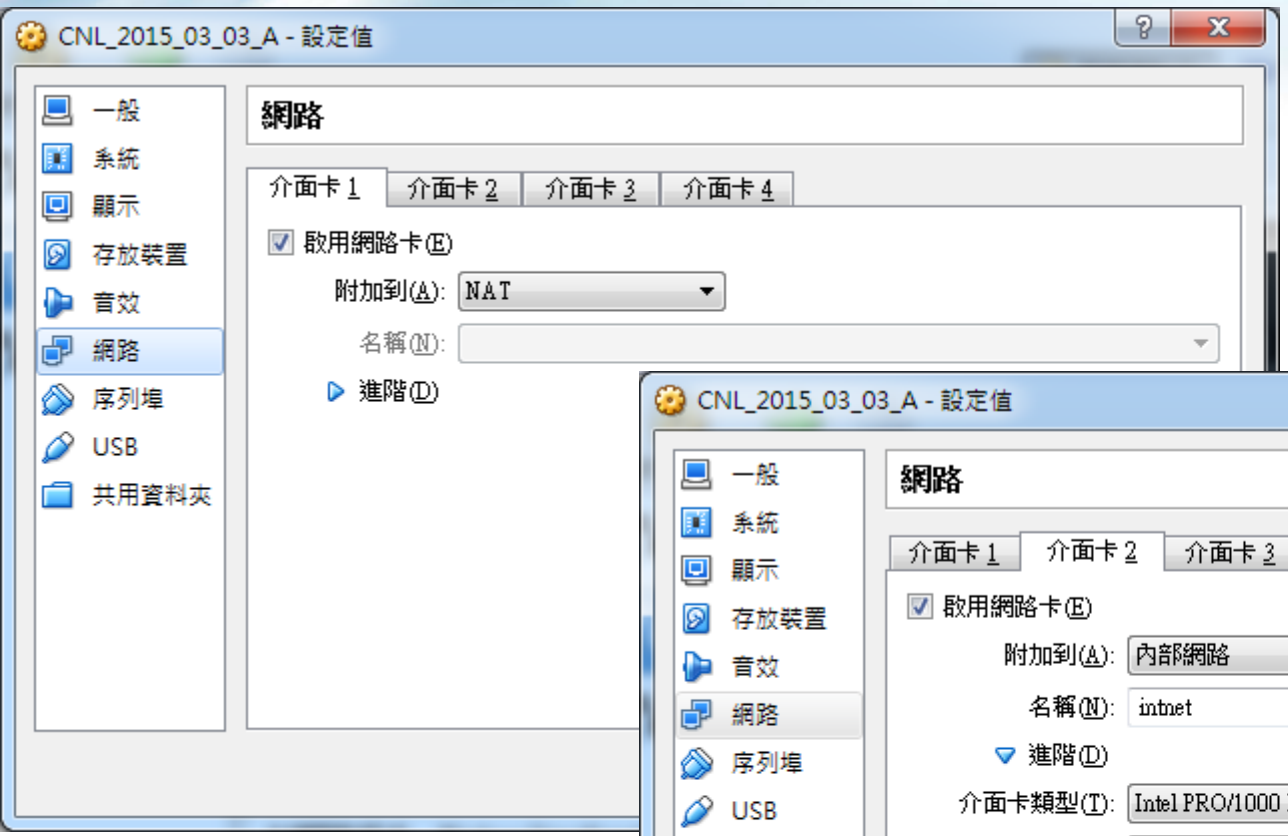
- dhcpd.conf 基本設定

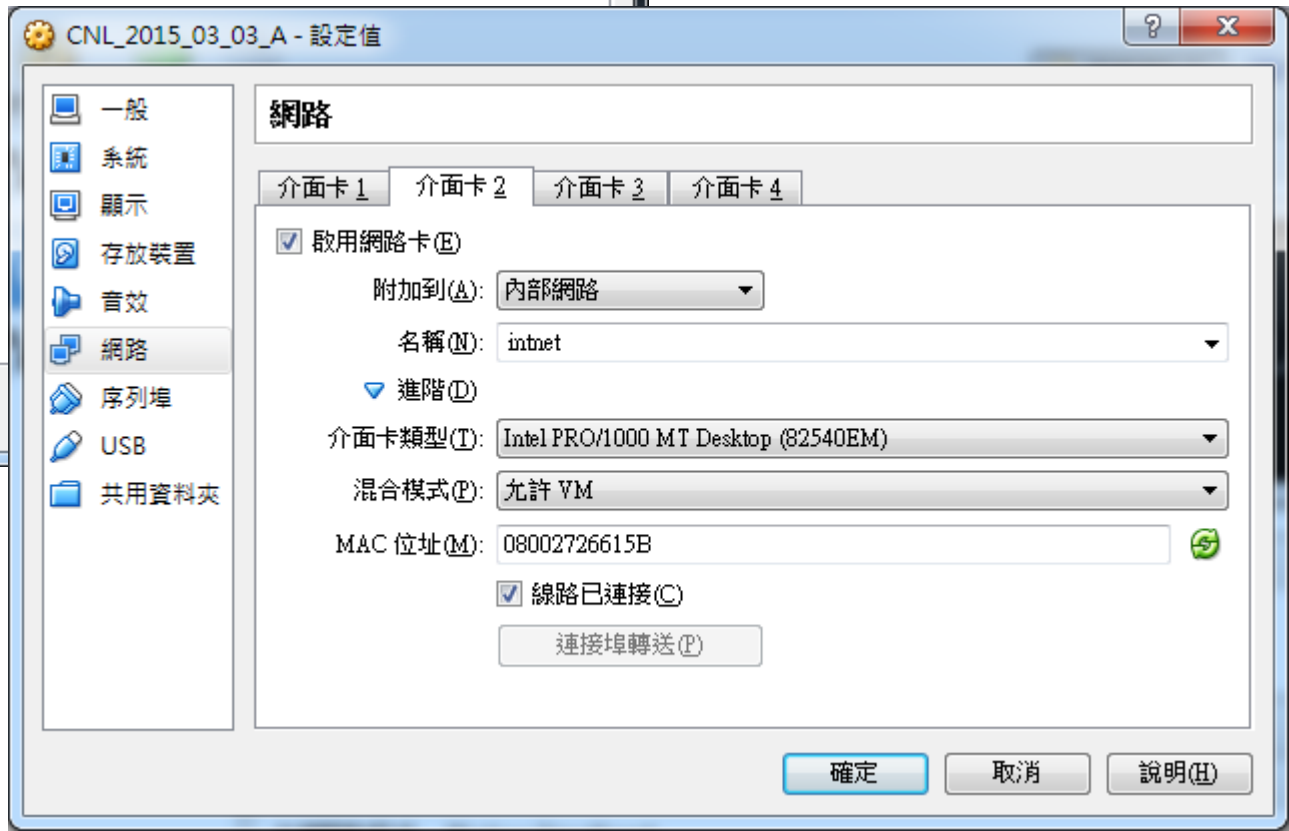
```
option domain-name "d98922029.stu";
option domain-name-servers 140.112.254.4, 140.112.17.1;
default-lease-time 6000;
max-lease-time 72000;
subnet 192.168.100.0 netmask 255.255.255.0{
        range 192.168.100.20 192.168.100.100;
        option routers 192.168.100.254;
        option broadcast-address 192.168.100.255;
}
```

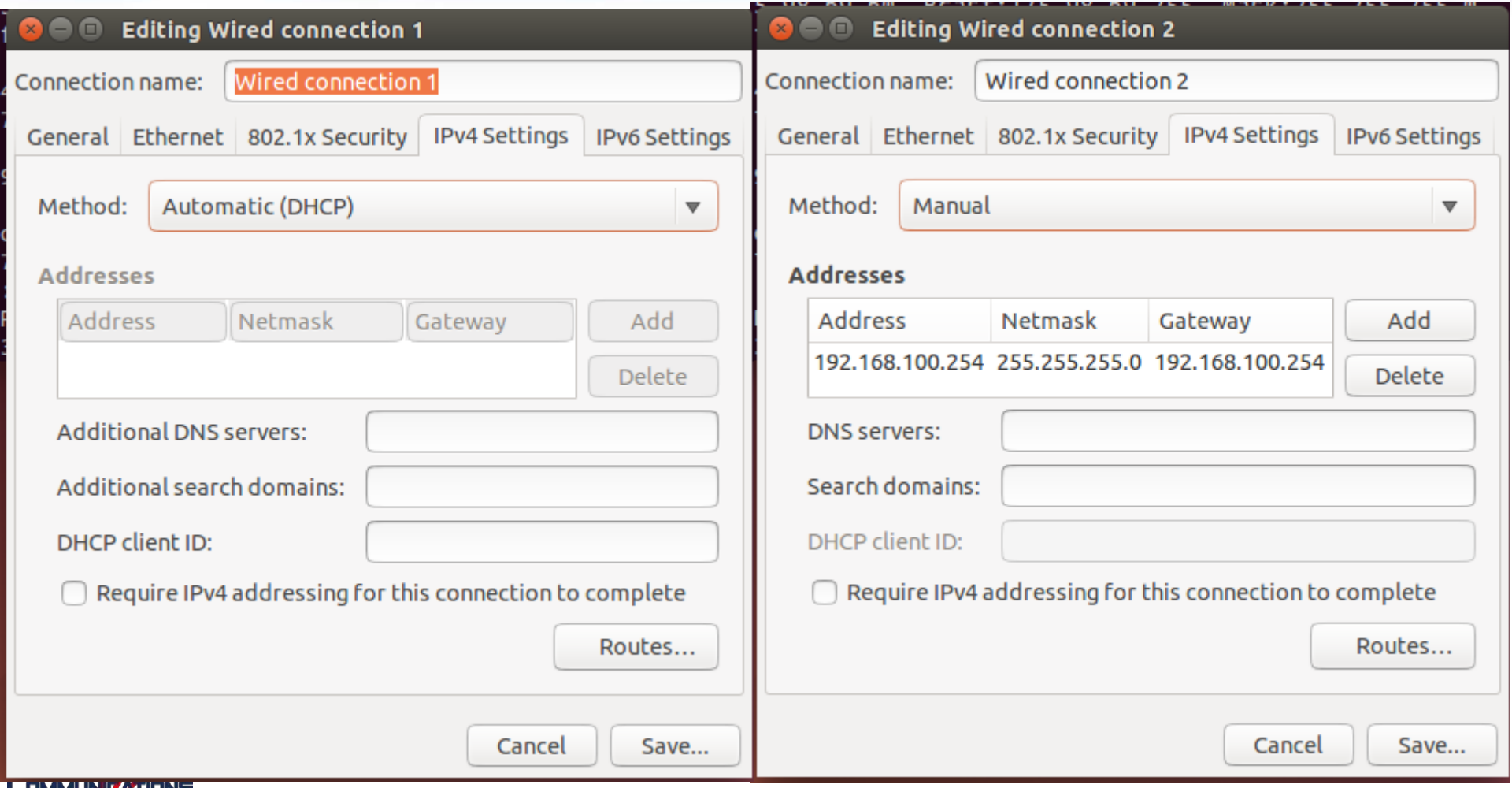
Domain Name
DNS Server
預設使用者租約時間
使用者租約時間上限

IP發放範圍
指定的Routers
Broadcast Address

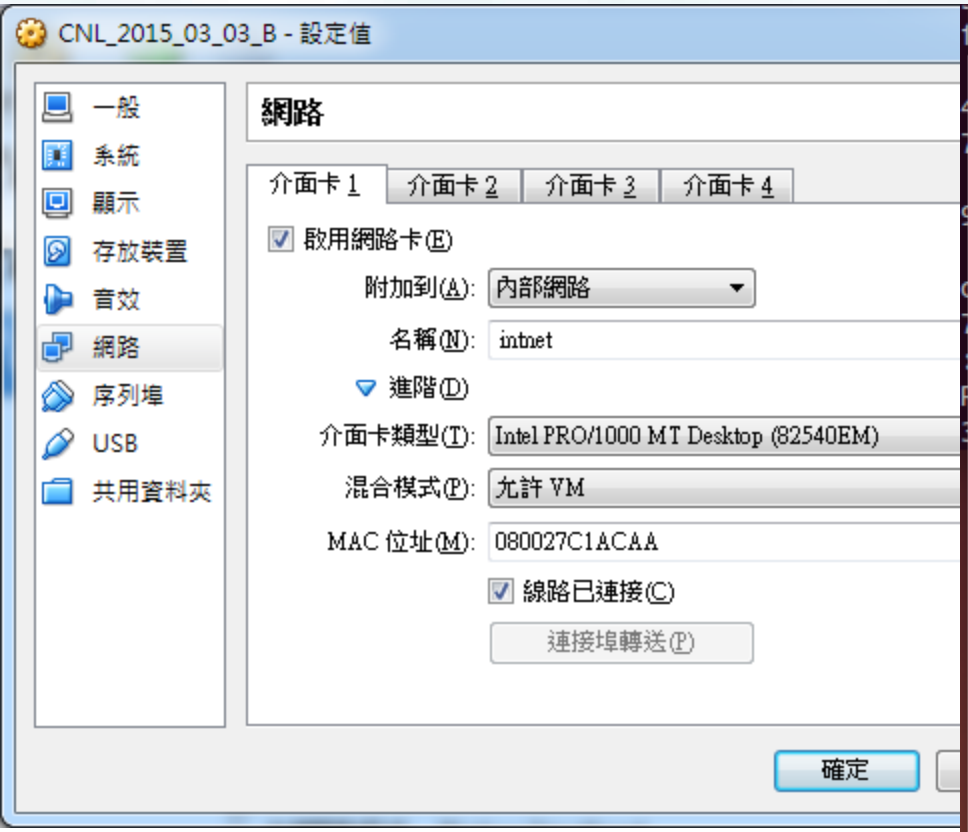
VM_a's configuration

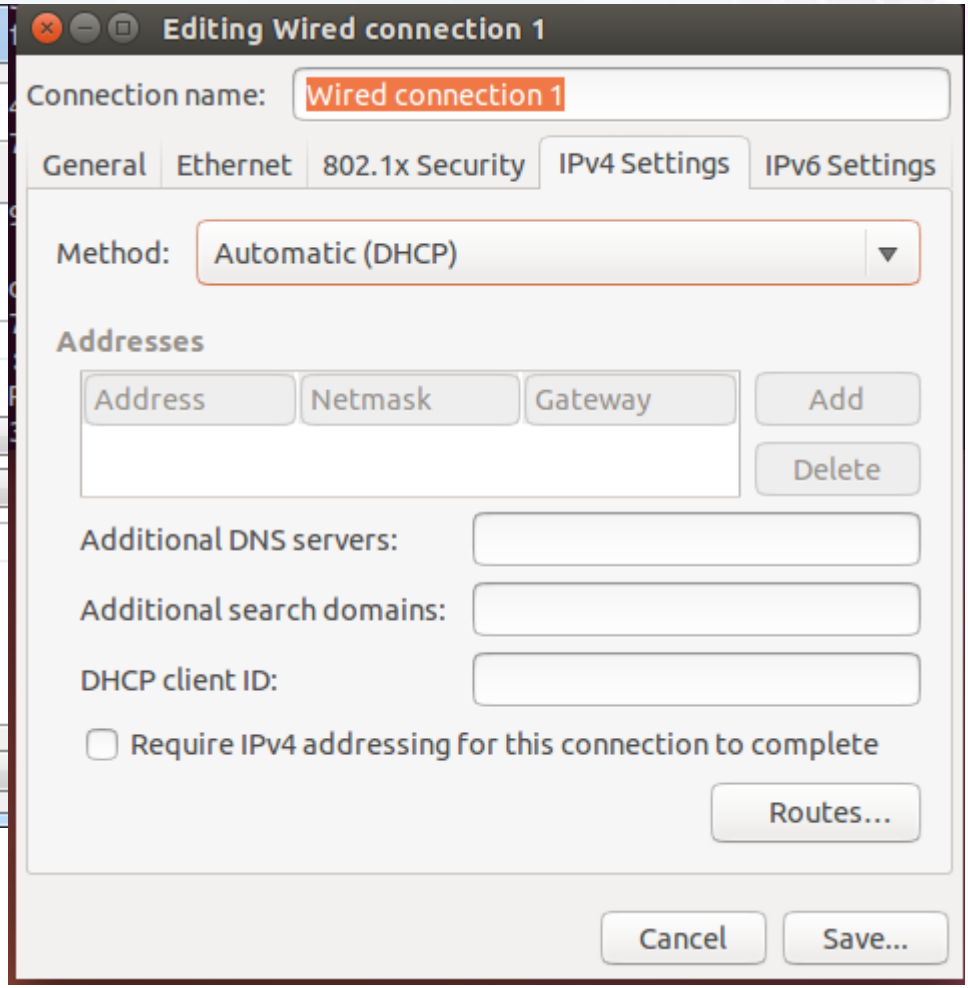





Editing Wired connection 1
Connection name: Wired connection 1
General
Ethernet
802.1x Security
IPv4 Settings
IPv6 Settings
Method: Automatic (DHCP)
Addresses
Address
Netmask
Gateway
Add
Delete
Additional DNS servers:
Additional search domains:
DHCP client ID:
Require IPv4 addressing for this connection to complete
Routes...
Cancel
Save...
Editing Wired connection 2
Connection name: Wired connection 2
General
Ethernet
802.1x Security
IPv4 Settings
IPv6 Settings
Method: Manual
Addresses
Address
Netmask
Gateway
192.168.100.254
255.255.255.0
192.168.100.254
Add
Delete
DNS servers:
Search domains:
DHCP client ID:
Require IPv4 addressing for this connection to complete
Routes...
Cancel
Save...

VM_b's configuration





實驗一展演要求

- (5%)電腦B能夠透過DHCP伺服器得到private IP address.
  - Private IP 發放參考下表

Address Range	mask
192.168.0.0 - 192.168.255.255	192.168.0.0/255.255.0.0

- (11%)利用Shell scripts撰寫你的Firewall和NAT規則並說明程式架構與邏輯。
- (10%)電腦B要能用電腦A上的NAT獲得private IP並與外部網路連結。(ex., ping www.google.com)

實驗一展演要求

- (24% ;1個應用程式4%)電腦B要能夠正常運作指定的程式。除了基本的DNS、HTTP、FTP、Telnet和ICMP之外，各組還要依組別號碼除以4的餘數來選擇第六個應用程式。其餘的封包一律檔掉。展演時，除了上述的應用程式可以正常使用之外，還要用抓封包的軟體來證實你們設計的firewall是正確的。

餘數	應用程式
餘0	Line
餘1	SSH
餘2	POP3/SMTP
餘3	Skype

實驗一結報要求

1. (30%)將你們設計的Firewall與NAT裡面的chains畫成流程圖，清楚說明裡面的規則，並在旁邊附上解釋。
2. (10%)用抓封包的軟體(wireshark)抓一些封包來證明你們設計的Firewall與NAT是正確的。請先整理好，列出關鍵的封包。
3. (10%)請寫下本次實驗內容如何應用於實際情況，請詳盡描述情境與假設條件。
4. 結報請在展演時一起交上。
5. 結報請填上貢獻度。

參考資料

- http://www.netfilter.org/
  - Document -> HOWTOs
- http://linux.vbird.org/　　鳥哥的Linux私房菜
- http://www.thegeekstuff.com/2011/01/iptables-fundamentals/

R204實驗注意事項

- 螢幕、鍵盤、滑鼠、網路線請使用204電腦原本的線材，實驗完畢後請記得歸位。