

## 一、動機與目的：

本文的目的是在 Ubuntu 系統下使用 KVM 建立虛擬機器，再使用這些虛擬機器建構一個 Kubernetes 環境的手動安裝範例。

系統環境設定如下：

實體主機： k8s-host 192.168.100.90	虛擬主機： master1 192.168.100.91	虛擬主機： node1 192.168.100.92	虛擬主機： node2 192.168.100.93
KVM	Docker ETCD CA & Certificates API Server Front proxy Bootstrap Admin Controller manager Scheduler Adding Kubelet	Docker CA & Certificates Kubernetes CNI	Docker CA & Certificates Kubernetes CNI

### 1.1 在實體主機上安裝 Ubuntu 16.04 作業系統：

使用 ubuntu-16.04.3-desktop-amd64.iso 檔案安裝作業系統。

主機名稱：k8s-host

用戶帳號：user

### 1.2 建立 SSH 連線機制：

執行下列指令，安裝、啟用和查詢 SSH 服務：

```
$ sudo apt-get install openssh-server
$ sudo service ssh restart
$ sudo service ssh status
```

### 1.3 將用戶帳號設定為 sudo no password：

執行下列指令：

```
$ sudo visudo
```

將下列內容：

```
# Allow members of group sudo to execute any command
%sudo    ALL=(ALL:ALL) ALL
```

改為：

```
# Allow members of group sudo to execute any command
%sudo    ALL=(ALL:ALL) NOPASSWD:ALL
```

儲存並關閉檔案。

### 1.4 網路組態設定：

執行 ifconfig 指令查詢網路組態設定，如圖 1。

```
$ ifconfig
enp0s3  Link encap:Ethernet  HWaddr 08:00:27:e3:56:cf
        inet addr:10.10.1.174  Bcast:10.10.1.255  Mask:255.255.255.0
        inet6 addr: fe80::acfe:4970:3abc:311f/64 Scope:Link
        UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
        RX packets:12914 errors:0 dropped:1455 overruns:0 frame:0
        TX packets:75 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
        collisions:0 txqueuelen:1000
        RX bytes:808444 (808.4 KB)  TX bytes:8574 (8.5 KB)

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:36 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
        TX packets:36 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
        collisions:0 txqueuelen:1000
        RX bytes:2823 (2.8 KB)  TX bytes:2823 (2.8 KB)
```

圖 1 動態位址 k8s 主機網路組態設定

從圖 1 中，可以知道此主機的網卡名稱為 enp0s3。

接著編輯 /etc/network/interfaces 檔案，以設定主機的 IP 位址。

原始網路設定內容：

```
$ cat /etc/network/interfaces
```

```
# interfaces(5) file used by ifup(8) and ifdown(8)
auto lo
iface lo inet loopback
```

將 /etc/network/interfaces 內容改成下列文字：

```
# interfaces(5) file used by ifup(8) and ifdown(8)
auto lo
iface lo inet loopback

auto enp0s3
iface enp0s3 inet static
    address 192.168.100.90
    netmask 255.255.255.0
    gateway 192.168.100.254
    dns-nameservers 8.8.8.8 8.8.4.4
```

重啟作業系統：

```
$ sudo reboot
```

檢查新的網路組態設定：

```
enp0s3    Link encap:Ethernet  HWaddr 08:00:27:e3:56:cf
          inet addr:10.10.1.90  Bcast:10.10.1.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::a00:27ff:fee3:56cf/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:2855 errors:0 dropped:2641 overruns:0 frame:0
          TX packets:75 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:184496 (184.4 KB)  TX bytes:8909 (8.9 KB)

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:8 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:8 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:396 (396.0 B)  TX bytes:396 (396.0 B)
```

圖 2 固定位址 k8s 主機網路組態設定

## 二、虛擬主機的安裝與設定：

### 2.1 KVM 安裝：

### 2.1.1 檢查是否支援硬體虛擬化技術

要在 Linux 系統中執行 KVM，必須先確認處理器是否支援硬體虛擬化技術。確認的方法是執行下列指令：

```
$ egrep -c '(vmx|svm)' /proc/cpuinfo
```

出現數字 0 表示 CPU 不支援硬體虛擬化技術，大於 0 則表示支援硬體虛擬化技術。

除了確認 CPU 是否支援支援硬體虛擬化技術外，同時必須確認 BIOS 中的硬體虛擬化技術功能是否已經啟用，如果未啟用，那麼還是無法執行硬體虛擬化技術。

如果想確認 CPU 是否為 64 位元，可以執行下列指令：

```
$ egrep -c 'lm' /proc/cpuinfo
```

出現 0 表示非 64 位元 CPU，大於 0 則表示是 64 位元 CPU。

如果想要知道 kernel 是否為 64 位元，可以執行下列指令：

```
$ sudo uname -m
```

出現 x86\_64 表示是 64-bit 核心。出現 i386, i486, i586 or i686 則表示是 32-bit 的核心。

### 2.1.2 安裝 KVM

安裝 KVM：

```
$ sudo apt-get update && sudo apt-get upgrade
```

```
$ sudo apt-get install qemu-kvm libvirt-bin ubuntu-vm-builder bridge-utils
```

將使用者帳號加入 kvm 群組：

```
$ sudo adduser `id -un` kvm
```

```
Adding user `user' to group `kvm' ...
Adding user user to group kvm
Done.
```

確認使用者帳號已隸屬於 kvm 和 libvirt 群組：

```
$ groups user
```

```
user : user adm cdrom sudo dip plugdev lpadmin sambashare kvm libvirt
```

重新開機使群組設定立刻生效。

```
$ sudo reboot
```

KVM 安裝確認，如果出現下列訊息則表示成功。

```
$ kvm-ok
```

```
INFO: /dev/kvm exists
KVM acceleration can be used
```

如果出現下列訊息，表示 CPU 不支援硬體虛擬化技術，但是還是可以執行 KVM，但是速度會變慢。

```
INFO: Your CPU does not support KVM extensions
INFO: For more detailed results, you should run this as root
HINT:  sudo /usr/sbin/kvm-ok
```

執行 virsh 指令，如果出現下列訊息則表示安裝成功：

```
$ virsh list --all
```

Id	Name	State
-----		

### 2.1.3 設定 KVM 的網路組態設定

因為安裝了 KVM，所以必須修改 /etc/network/interfaces 的內容讓網路可以正常運作，執行指令如下：

```
$ sudo nano /etc/network/interfaces
```

修改後內容如下：

```
# interfaces(5) file used by ifup(8) and ifdown(8)
auto lo
iface lo inet loopback

auto enp0s3
iface enp0s3 inet manual

# Bridge
auto br0
iface br0 inet static
    address 192.168.100.90
    netmask 255.255.255.0
```

```
gateway 192.168.100.254
dns-nameservers 8.8.8.8 8.8.4.4
bridge_ports enp0s3
bridge_stp off
bridge_fd 0
bridge_maxwait 0
```

編輯完成後重啟主機，並執行 `ifconfig` 指令確定網路組態設定。

```
br0      Link encap:Ethernet  HWaddr 08:00:27:e3:56:cf
          inet addr:10.10.1.90  Bcast:10.10.1.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::a00:27ff:fee3:56cf/64  Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:16191 errors:0 dropped:14017 overruns:0 frame:0
          TX packets:121 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:879852 (879.8 KB)  TX bytes:16128 (16.1 KB)

enp0s3   Link encap:Ethernet  HWaddr 08:00:27:e3:56:cf
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:17868 errors:0 dropped:1234 overruns:0 frame:0
          TX packets:133 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:1216140 (1.2 MB)  TX bytes:17489 (17.4 KB)

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:14 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:14 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:630 (630.0 B)  TX bytes:630 (630.0 B)

virbr0    Link encap:Ethernet  HWaddr 00:00:00:00:00:00
          inet addr:192.168.122.1  Bcast:192.168.122.255  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)
```

圖 3 安裝 KVM 後的 k8s 主機網路組態設定

## 2.2 建立虛擬主機

### 2.2.1 安裝 `virt-manager`：

使用下列指令安裝 `virt-manager` 套件：

```
$ sudo apt-get update && sudo apt-get upgrade  
$ sudo apt-get install -y virt-manager
```

### 2.2.2 下載 Ubuntu ISO 檔案：

下載桌機版 Ubuntu 16.04 的指令如下：

```
$ mkdir -p ~/kvm/images  
$ cd ~/kvm/images  
$ wget http://releases.ubuntu.com/16.04.4/ubuntu-16.04.4-desktop-amd64.iso
```

下載伺服器版 Ubuntu 16.04 的指令如下：

```
$ wget http://releases.ubuntu.com/16.04.4/ubuntu-16.04.4-server-amd64.iso
```

### 2.2.3 建立虛擬主機：

執行下列指令，將會出現 Virtual Machine Manager 視窗，如圖 4。

```
$ virt-manager
```

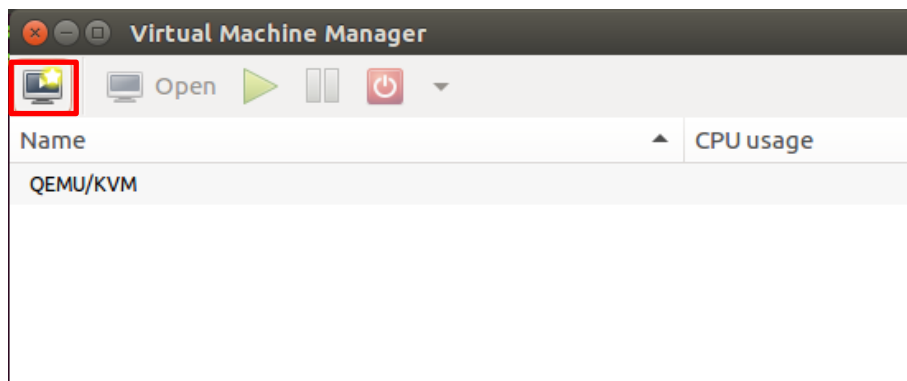


圖 4 virt-manager

在圖 4 中，按下左上角的 Create a new virtual machine 按鈕，就會出現 New VM 視窗，如圖 5。在 New VM 視窗中共有 5 個步驟要執行：

- A. 在圖 5 中，點選 Local install media (ISO image or CD ROM) 選項後，按下 Forward 按鈕，出現步驟 2 的視窗。如圖 6。

- B. 在圖 6 中，點選 Use ISO image 選項，並按下 Browse 按鈕後，出現 Choose Storage Volume 視窗，如圖 7。
- 在圖 7 中，按下 Browser Local 按鈕，就會出現 Locate ISO media 視窗，如圖 8。
- 在圖 8 中選擇剛剛下載的 Ubuntu ISO 檔案，按下 Open 按鈕，就會回到圖 6。在圖 6 中，按下 Forward 按鈕就會前進到 Step 3，如圖 9。
- C. 在圖 9 中，選擇記憶體大小與 CPU 數量後按下 Forward 按鈕，接著執行 Step 4，如圖 10。
- D. 在圖 10 中，設定虛擬主機的磁碟空間大小，確認後按下 Forward 按鈕，出現 Step 5 的視窗，如圖 11。在圖 11 中，將虛擬主機名稱設定為 master1，按下 Finish 按鈕後，就會開始安裝虛擬主機。
- E. 安裝程序和一般 Ubuntu 的安裝方法完全一樣。當 master1 虛擬主機安裝完畢後，重複上面的程序建立虛擬主機 node1 和 node2。

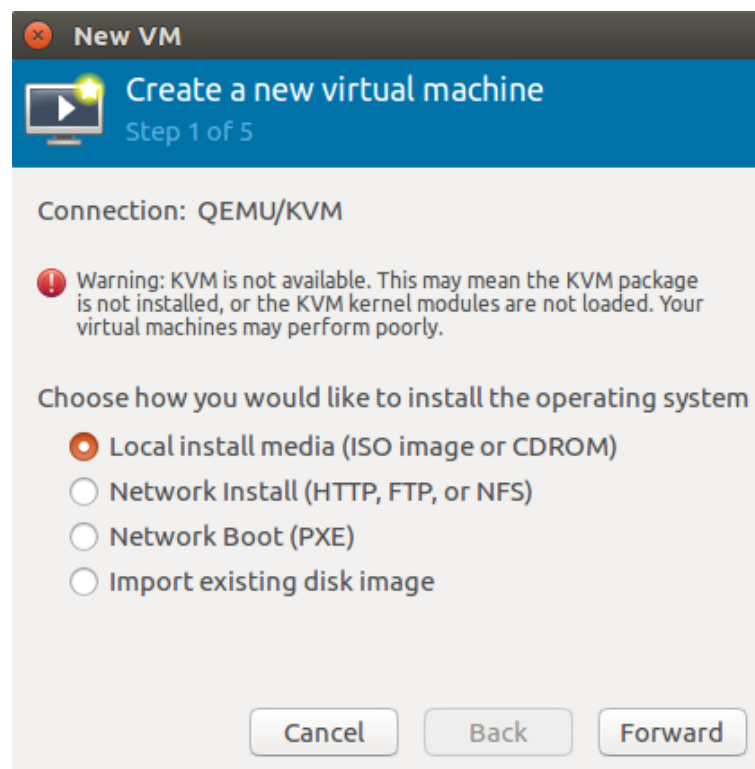


圖 5 Create a new virtual machine: Step 1



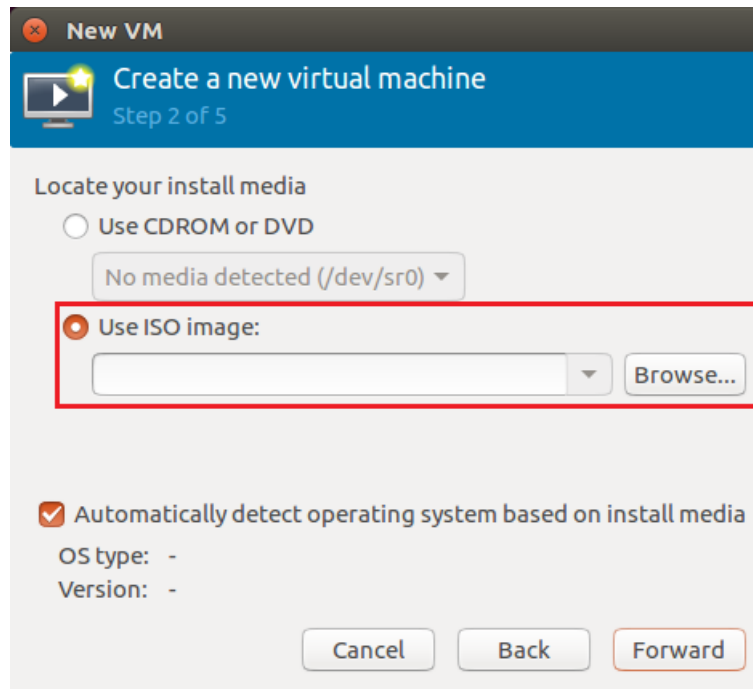


圖 6 Create a new virtual machine: Step 2

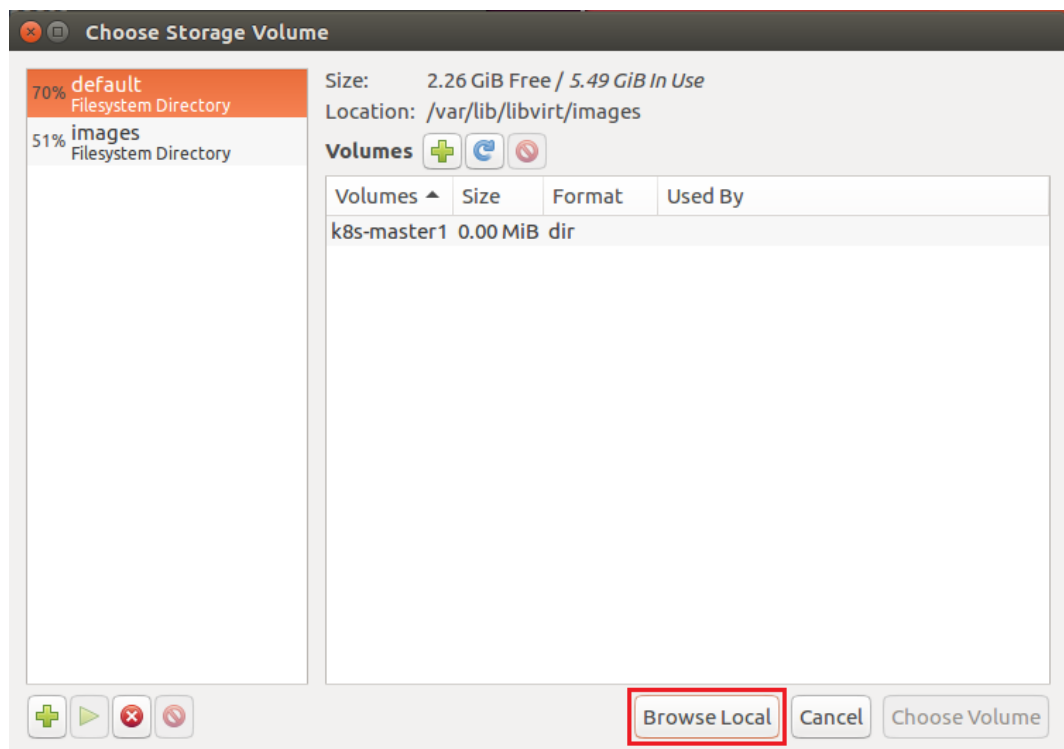


圖 7 Choose Storage Volume 視窗

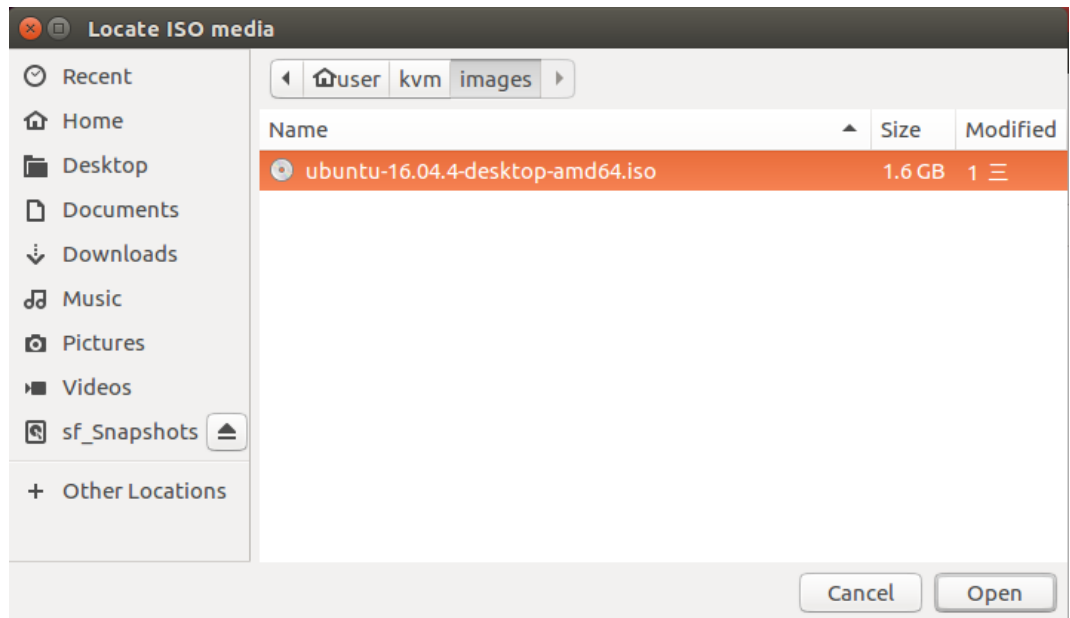


圖 8 Locate ISO media 視窗

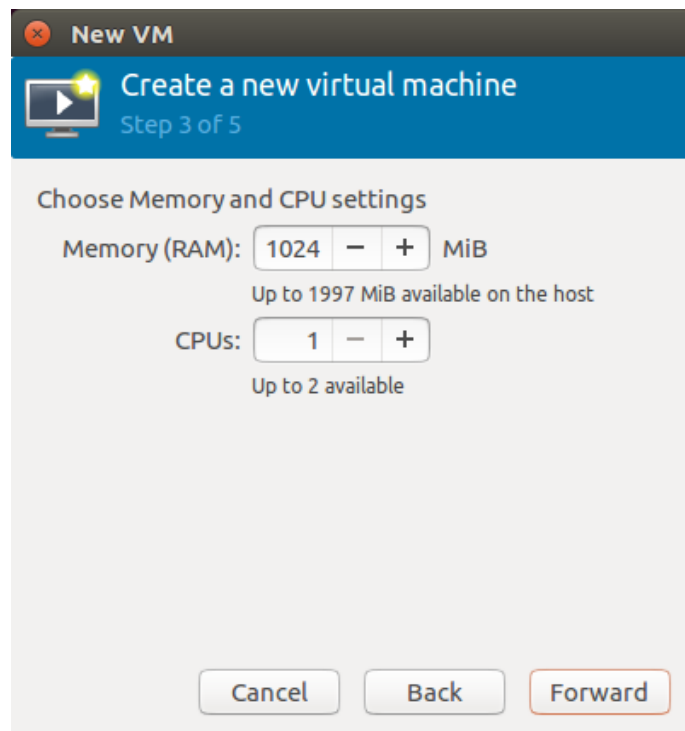


圖 9 Choose Memory and CPU settings 視窗

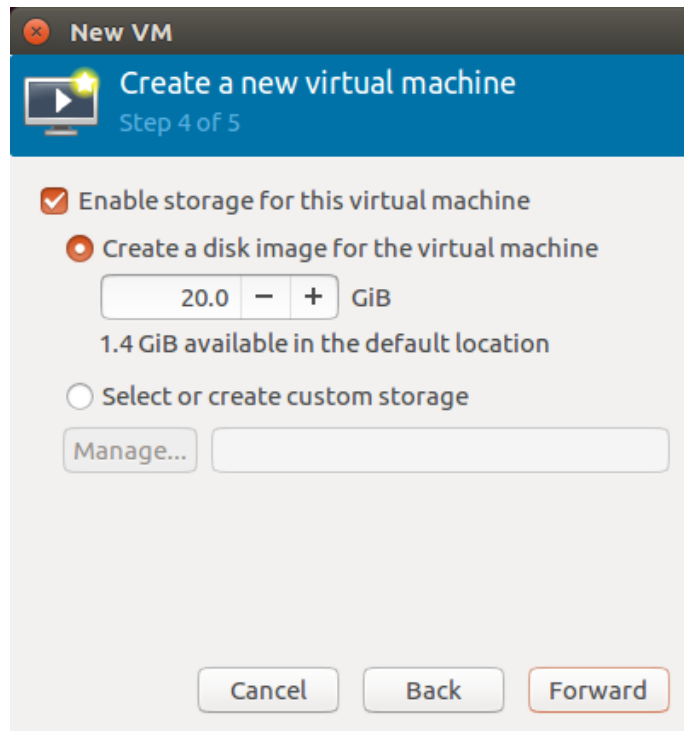


圖 10 Enable storage for this virtual machine

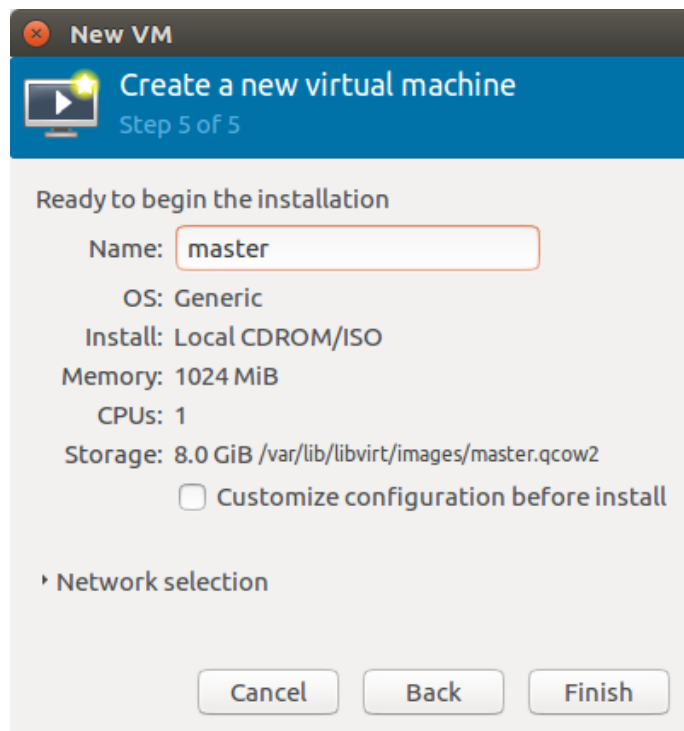


圖 11 Ready to be the installation

## 2.2.4 設定虛擬主機的網路組態設定：

當所有虛擬主機建置完畢後就設定網路組態，方法如下：

master1 虛擬主機的 /etc/network/interfaces：

```
# 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 ens3
iface ens3 inet static
    address 192.168.100.91
    netmask 255.255.255.0
    gateway 192.168.100.1
    dns-nameservers 8.8.8.8 8.8.4.4
```

node1 虛擬主機的 /etc/network/interfaces：

```
# 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 ens3
iface ens3 inet static
    address 192.168.100.92
    netmask 255.255.255.0
    gateway 192.168.100.1
    dns-nameservers 8.8.8.8 8.8.4.4
```

node2 虛擬主機的 /etc/network/interfaces：

```
# 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 ens3
iface ens3 inet static
```

```
address 192.168.100.93
netmask 255.255.255.0
gateway 192.168.100.1
dns-nameservers 8.8.8.8 8.8.4.4
```

在所有虛擬主機的 /etc/hosts 加入下列文字：

```
192.168.100.91 master1
192.168.100.92 node1
192.168.100.93 node2
```

所有虛擬主機的網路組態都設定完畢後，就全部重新開機。

## 2.3 建立 Win7 和 Ubuntu 間的 SSH 憑證登錄機制：

考慮到管理人員可能需要從 Win7 使用 SSH 登錄到各個 Ubuntu 系統，以方便管理和安裝軟體，所以提供在 Win7 環境下使用 Xshell 軟體和一組金鑰憑證登錄所有 Ubuntu 主機的方法，包含了實體主機 (k8s) 和虛擬主機 (master1, node1 & node2)。

### 2.3.1 建立 Win7 和實體主機的 SSH 密碼登錄：

在 Win7 安裝 Xshell 軟體。

Xshell 5 的下載網址是 [https://www.netsarang.com/download/download\\_form.html?code=522](https://www.netsarang.com/download/download_form.html?code=522)，如圖 12。填寫基本資料後按下 Submit 按鈕，官網就會把下載連結寄到登記的 email 信箱，點擊 email 中的連結即可下載。

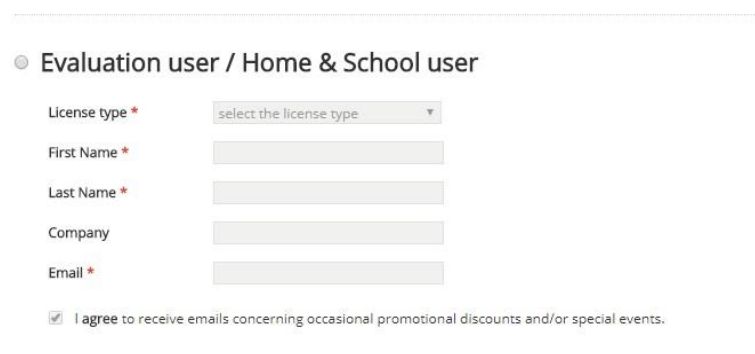


圖 12 Xshell 5 下載頁面

下載完成且安裝完畢後，點擊 Xshell 的圖示，會出現 Xshell 的視窗畫面，如圖 13。在圖

13 中，按下右上角的「建立新工作階段」，就會出現「新增工作階段屬性」視窗。輸入名稱 (N) 和主機 (H) 資訊，其中，名稱 (N) 可以任意填寫，例如 k8s-host。主機 (H) 則填寫實體主機的 IP，也就是 192.168.100.90。

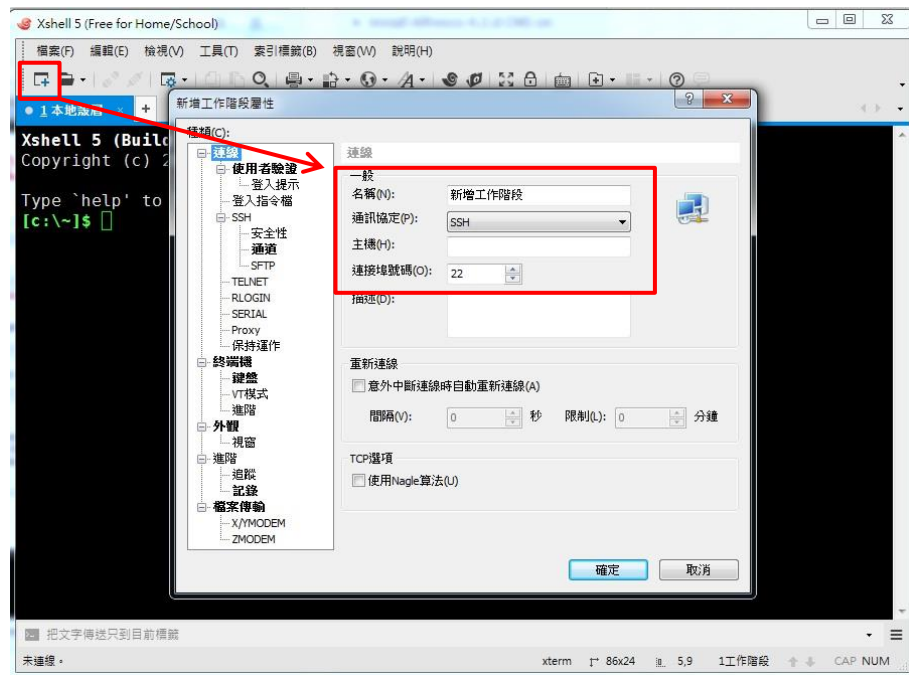


圖 13 Xshell 新增工作階段畫面

接下來，點選左邊樹狀結構中的「使用者驗證」。右邊視窗中的方法 (M) 選擇 'Password' 項目，使用者名稱 (U) 和密碼 (P) 分別填寫實體主機中的帳號名稱和密碼，再按下「確定」按鈕後完成設定。最後，開啟「工作階段」視窗，點選剛剛建立的連線名稱，例如 k8s-host，再按下「確定」按鈕，就可以完成連線。

### 2.3.2 建立 Win7 和實體主機的 SSH 憑證登錄：

首先，在實體主機 k8s-host 中產生金鑰憑證：

```
$ cd ~/
$ ssh-keygen
$ ls ~/.ssh/
```

會看到 id\_rsa 和 id\_rsa.pub 檔案。

在實體主機 k8s-host 的 /etc/hosts 檔案，加上下列文字：

```
192.168.100.90 k8s-host
```

接著，將憑證傳送到實體主機 k8s-host。

```
$ ssh-copy-id -f user@k8s-host
```

確認憑證已經建立。

```
$ ls ~/.ssh/authorized_keys  
/home/user/.ssh/authorized_keys
```

在 /etc/ssh/sshd\_config 中設定公鑰憑證檔案的路徑和名稱。

編輯 /etc/ssh/sshd\_config：

```
$ sudo nano /etc/ssh/sshd_config
```

找到下列文字：

```
# AuthorizedKeysFile      %h/.ssh/authorized_keys
```

移除前面的 '#' 註解符號，存檔後離開。完成後內容如下：

```
RSAAuthentication yes  
PubkeyAuthentication yes  
AuthorizedKeysFile      %h/.ssh/authorized_keys
```

重啟 SSH 服務。

```
$ sudo service ssh restart
```

查看憑證密鑰的內容。

```
$ cat ~/.ssh/id_rsa  
-----BEGIN RSA PRIVATE KEY-----  
MIIEpAIBAAKCAQEA1R0IB1M+MXccF+KMTcQWjoXGVJ6azfnPBmiyKGwgcmhR5dj0  
...  
qLH1/hXV7WiA2PFyPdC8H4HIRjK2i9GlmCB+Us3Ys+3j1aewkZQdYw==  
-----END RSA PRIVATE KEY-----
```

將憑證密鑰內容複製到 Win7 儲存成文字檔，例如 id\_rsa\_k8s-host.pem。

在 Win7 使用 Xshell 軟體視窗中工具列的 工具(T) → 使用者金鑰管理(U) 功能開啟「使用者金鑰」視窗，如圖 14。在圖 14 中，點選「匯入(I)」按鈕，在「開啟舊檔」視窗中，選擇剛剛建立的 id\_rsa\_k8s-host.pem 檔案，就會自動匯入。按下「關閉」後結束視窗。

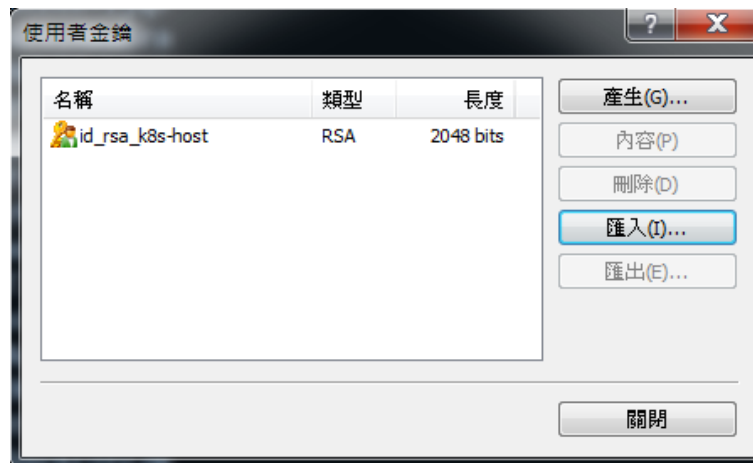


圖 14 Xshell 使用者金鑰視窗

接下來，建立新的工作階段。在名稱 (N) 中輸入 k8s-host，並將主機 (H) 的內容設定為 192.168.100.90。接著，點選「使用者驗證」選項，將方法 (M) 改為 'Public Key'，使用者名稱輸入 user，使用者金鑰 (K) 選擇 id\_rsa\_k8s-host，如圖 15。按下「確定」按鈕後關閉視窗。

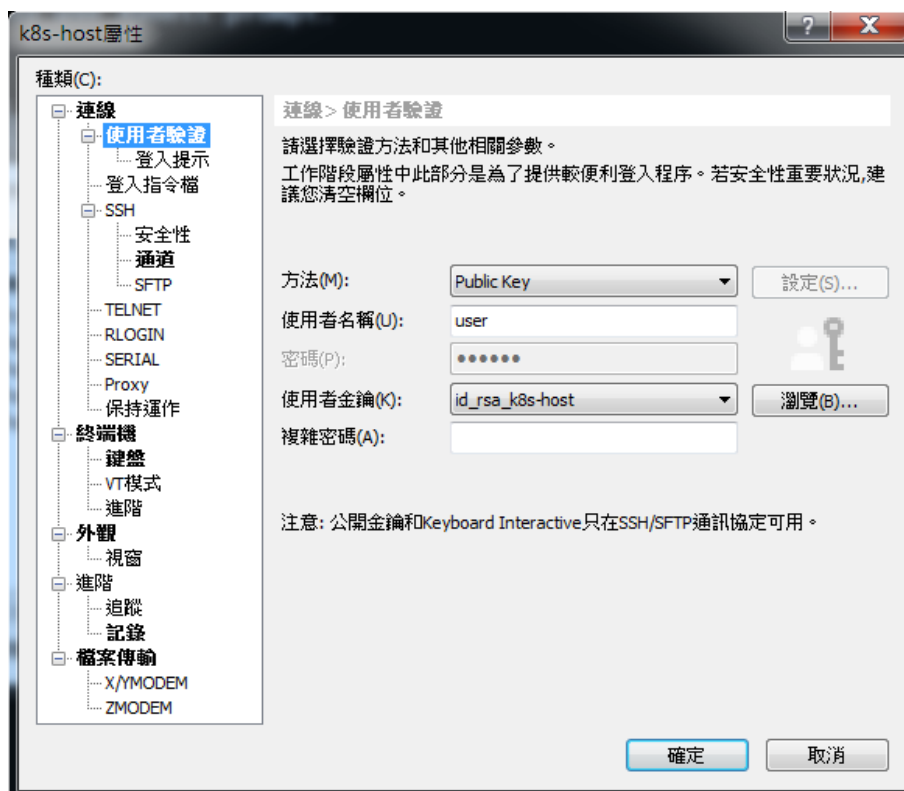


圖 15 使用 Public key 方法連線登錄

接下來，從 Xshell 工具列左上角第二個圖形「開啟(Alt+O)」功能，開啟「工作階段」視



窗。在「工作階段」視窗中點選 k8s-host 名稱，按下「連線」按鈕，就會開始連線。當 SSH 憑證登錄成功連線時，出現畫面如圖 16。

```
Xshell 5 (Build 1339)
Copyright (c) 2002-2017 NetSarang Computer, Inc. All rights reserved.

Type `help' to learn how to use Xshell prompt.
[c:\~]$

Connecting to 192.168.100.90:22...
Connection established.
To escape to local shell, press 'Ctrl+Alt+J'.

Welcome to Ubuntu 16.04.4 LTS (GNU/Linux 4.13.0-38-generic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:    https://landscape.canonical.com
 * Support:       https://ubuntu.com/advantage

0 個套件可以更新。
0 個屬於安全性更新

Last login: Thu Apr  5 23:37:01 2018 from 192.168.100.3
```

圖 16 SSH 憑證登錄成功畫面

### 2.3.3 設定所有虛擬主機的 SSH 憑證登錄：

在實體主機 k8s-host 的/etc/hosts 檔案，加上下列文字：

```
192.168.100.91 master1
192.168.100.92 node1
192.168.100.93 node2
```

將公開金鑰憑證複製到各虛擬主機。

```
$ ssh-copy-id -i ~/.ssh/id_rsa.pub user@master1
$ ssh-copy-id -i ~/.ssh/id_rsa.pub user@node1
$ ssh-copy-id -i ~/.ssh/id_rsa.pub user@node2
```

到所有虛擬主機執行下列指令，確認公鑰憑證傳送成功。

```
$ ls ~/.ssh/authorized_keys
```

如果 authorized\_keys 檔案存在則表示成功。

依 2.3.2 節的 Xshell 設定 Public key 憑證登錄建立程序來設定個虛擬主機的工作階段。完成後的「工作階段」視窗如圖 17。

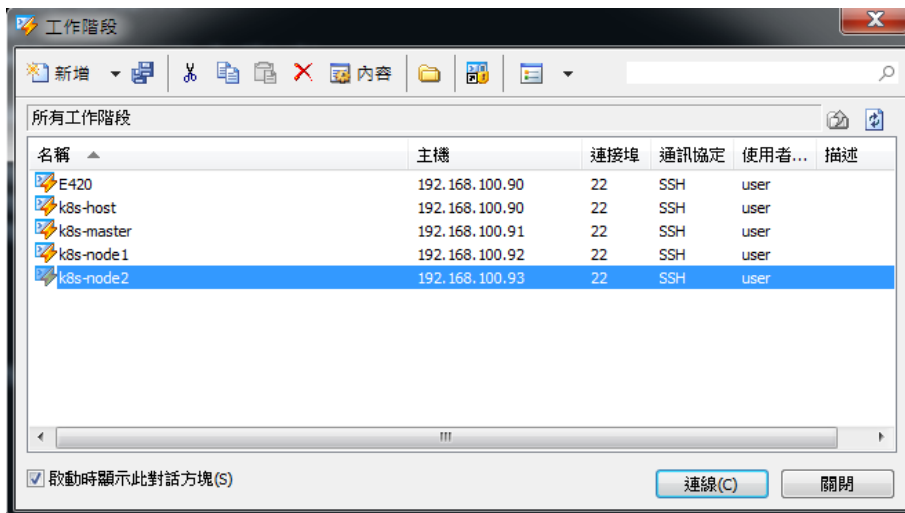


圖 17 虛擬主機 SSH 憑證登錄工作階段建立完成

## 2.4 建立虛擬機之間 root 的無密碼 SSH 連線環境：

在建置 Kubernetes 時，將會有許多認證金鑰和組態設定檔需要從 master1 傳遞到 nodes，其中一種方法是使用無密碼 SSH 傳遞這些檔案，但由於有些金鑰的權限為 root 擁有，所以需先建立虛擬主機之間 root 帳號的無密碼 SSH 憑證登錄環境，以利後續傳遞 root 權限的金鑰和組態設定檔時使用。值得特別注意的是，所有的虛擬主機，包含 master1 和 nodes，在執行下列的指令操作之前都必須先下達 `sudo -s` (或 `sudo -i`) 指令。其原因有二個，第一是許多 kubernetes 套件和環境的安裝與設定需要 root 權限。第二是 user 帳號的 `/home/user/.ssh/authorized_keys` 檔案已經使用於 Win7 和 Ubuntu 間的 SSH 憑證登錄使用，如果再在虛擬主機之間使用 user 帳號來執行無密碼 SSH 連線，容易使兩組 SSH 憑證金鑰相互覆蓋，增加管理困難，甚至無法連線。故在虛擬主機之間是採取 root 帳號的無密碼 SSH 憑證登錄機制。

### 2.4.1 在 master1 端建立 SSH 登錄憑證：

因為此組金鑰是供虛擬主機間 SSH 憑證登錄使用，所以將金鑰組的名稱設為 k8s。

為了方便後續操作，在所有虛擬主機環境下先切換成 root 帳號。並以 root 身分來執行下面所有指令：

```
$ sudo -i
```

建立 SSH 連線用的金鑰：

```
$ mkdir ~/.ssh
$ cd ~/.ssh
$ ssh-keygen -f k8s
```

```
Generating public/private rsa key pair.
Enter passphrase (empty for no passphrase):
Enter same passphrase again:
Your identification has been saved in k8s.
Your public key has been saved in k8s.pub.
The key fingerprint is:
SHA256:UvzMWGhxQ9PanrSIVGvhtjBKZi81D+cg772smkVUZU0 root@master1
The key's randomart image is:
+---[RSA 2048]---+
|      ..*oooE   |
|      . =o+. .  |
|      *o.=      |
|      =+0*B o   |
|      +.BS&+= o  |
|      oo+ = +   |
|      o..       |
|      o...      |
|      o...o.    |
+-----[SHA256]-----+
```

```
$ ls ~/.ssh/k8s*
```

執行完畢後在 /root/.ssh/ 目錄下會有 k8s 和 k8s.pub 兩個檔案。

#### 2.4.2 在 node 端允許 root 使用密碼登入：

在 node 端編輯 /etc/ssh/sshd\_config。

```
$ nano /etc/ssh/sshd_config
```

找到 #Authentication，將底下的 PermitRootLogin prohibit-password 註解起來。

```
# Authentication:
LoginGraceTime 120
```

```
#PermitRootLogin prohibit-password
StrictModes yes
```

加上下列文字：

```
PasswordAuthentication yes
PermitRootLogin yes
```

儲存並離開 `/etc/ssh/sshd_config`。

重啟 SSH 服務：

```
$ service ssh restart
```

設定 root 帳號的密碼：

```
$ passwd
```

### 2.4.3 將 master1 憑證傳給 node 端：

在 master1 端執行下列指令：

```
$ ssh-copy-id -i ~/.ssh/k8s root@node1
$ ssh-copy-id -i ~/.ssh/k8s root@node2
```

測試 SSH 連線：

```
$ ssh -i k8s root@node1
$ ssh -i k8s root@node2
```

### 2.4.4 在 node 端禁用密碼認證：

在 node 端執行下列指令：

```
$ passwd -l root
passwd: password expiry information changed.
```

編輯 `/etc/ssh/sshd_config`，解除密碼認證並允許 root 遠端登錄：

```
$ nano /etc/ssh/sshd_config
```

將下列文字註解或移除：

```
PasswordAuthentication yes  
PermitRootLogin yes
```

增加下列文字：

```
PasswordAuthentication no  
PermitRootLogin without-password
```

重啟 SSH 服務：

```
$ sudo service ssh restart
```

#### 2.4.5 在 master1 端執行憑證登錄測試：

執行下列指令：

```
$ ssh -i ~/.ssh/k8s root@node1  
Welcome to Ubuntu 16.04.4 LTS (GNU/Linux 4.4.0-116-generic x86_64)  
  
* Documentation:  https://help.ubuntu.com  
* Management:    https://landscape.canonical.com  
* Support:       https://ubuntu.com/advantage  
  
7 packages can be updated.  
7 updates are security updates.  
  
Last login: Fri Apr  6 13:09:56 2018 from 192.168.100.91  
測試 node2 的 SSH 憑證登錄。  
$ ssh -i ~/.ssh/k8s root@node2
```

### 三、Kubernetes 安裝：

Kubernetes 提供了許多雲端平台與作業系統的安裝方式，本章將以全手動安裝方式來部署 Kubernetes v1.8.x 版本，主要是學習與了解 Kubernetes 建置流程。

### 3.1 預先準備資訊：

本次安裝中，所有的虛擬主機都是使用 Ubuntu 16.04 Server 版本。

#### 3.1.1 虛擬主機的設定如下：

IP Address	Role	CPU	RAM	Disk
192.168.100.91	master1	2	2048 MB	10.0 GB
192.168.100.92	node1	2	2048 MB	10.0 GB
192.168.100.93	node2	2	2048 MB	10.0 GB

其中，master1 為主要控制節點也是部署節點，node 為應用程式工作節點。

以下所有的指令操作，都是以 root 帳號執行的，所以如果是用一般帳號登錄虛擬主機時，請先執行 sudo 指令：

```
$ sudo -i
```

在開始安裝前要確認以下事項都已經準備完成：

#### 3.1.2 關閉防火牆

確認防火牆 (ufw) 已關閉。

```
$ sudo ufw disable
```

#### 3.1.3 在所有虛擬主機的 /etc/hosts 加入網域名稱解析

```
$ nano /etc/hosts
```

加入下列內容：

```
192.168.100.91 master1
192.168.100.92 node1
192.168.100.93 node2
```

### 3.1.4 安裝 Docker

在所有虛擬主機安裝 Docker，並啟動 Docker 服務。

安裝 Docker 套件

```
$ curl -fsSL "https://get.docker.com/" | sh
```

將 Docker 設定成開機自動啟動，且立即啟動 Docker 服務。

```
$ systemctl enable docker && systemctl start docker
```

檢查 Docker 服務的狀態。

```
$ systemctl status docker
```

```
• docker.service - Docker Application Container Engine
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/docker.service; enabled; vendor preset:
   enabled)
   Active: active (running) since Fri 2018-04-06 13:36:21 CST; 1min 43s ago
     Docs: https://docs.docker.com
  Main PID: 3641 (dockerd)
    CGroup: /system.slice/docker.service
            └─3641 /usr/bin/dockerd -H fd://
               └─3649 docker-containerd --config
                 /var/run/docker/containerd/containerd.toml
```

檢查安裝的 Docker 版本。

```
$ docker -v
```

```
Docker version 18.03.0-ce, build 0520e24
```

編輯/lib/systemd/system/docker.service。

```
$ nano /lib/systemd/system/docker.service
```

找到 ExecStart=...，在上面加上：

```
ExecStartPost=/sbin/iptables -A FORWARD -s 0.0.0.0/0 -j ACCEPT
```

儲存並離開檔案。

完成後內容如下：

```
[Service]
Type=notify
# the default is not to use systemd for cgroups because the delegate issues still
# exists and systemd currently does not support the cgroup feature set required
# for containers run by docker
ExecStartPost=/sbin/iptables -A FORWARD -s 0.0.0.0/0 -j ACCEPT
ExecStart=/usr/bin/dockerd -H fd://
ExecReload=/bin/kill -s HUP $MAINPID
```

重啟 docker 服務並確認服務狀態：

```
$ systemctl daemon-reload && systemctl restart docker
$ systemctl status docker
```

### 3.1.5 設定 k8s 參數：

在所有虛擬主機設定/etc/sysctl.d/k8s.conf 的系統參數。

```
$ cat <<EOF > /etc/sysctl.d/k8s.conf
net.ipv4.ip_forward = 1
net.bridge.bridge-nf-call-ip6tables = 1
net.bridge.bridge-nf-call-iptables = 1
EOF
```

啟動 k8s 組態設定。

```
$ sysctl -p /etc/sysctl.d/k8s.conf
net.ipv4.ip_forward = 1
net.bridge.bridge-nf-call-ip6tables = 1
net.bridge.bridge-nf-call-iptables = 1
```

### 3.1.6 安裝 CFSSL：

在 master1 安裝 CFSSL 工具，在建立 TLS certificates 時會用到。

```
$ export CFSSL_URL="https://pkg.cfssl.org/R1.2"
$ wget "${CFSSL_URL}/cfssl_linux-amd64" -O /usr/local/bin/cfssl
$ wget "${CFSSL_URL}/cfssljson_linux-amd64" -O /usr/local/bin/cfssljson
$ chmod +x /usr/local/bin/cfssl /usr/local/bin/cfssljson
```



## 3.2 安裝 ETCD

在開始安裝 Kubernetes (K8S) 之前，需要先將一些必要系統建置完成，其中 ETCD 就是 K8S 最重要的一環，K8S 會將大部分資訊儲存於 ETCD 上，來提供給其他節點索取，以確保整個叢集運作與溝通正常。

### 3.2.1 建立叢集 CA 與 Certificates

在這一節，將會需要產生 client 與 server 的各元件 certificates，並且替 K8S admin user 產生 client 證書。

首先在 master1 建立 /etc/etcd/ssl 資料夾，然後進入目錄完成以下操作。

```
$ mkdir -p /etc/etcd/ssl && cd /etc/etcd/ssl
$ export PKI_URL="https://kairen.github.io/files/manual-v1.8/pki"
```

下載 ca-config.json 與 etcd-ca-csr.json 檔案，並從 CSR json 產生 CA 金鑰與 Certificate：

```
$ wget "${PKI_URL}/ca-config.json" "${PKI_URL}/etcd-ca-csr.json"
$ cfssl gencert -initca etcd-ca-csr.json | cfssljson -bare etcd-ca
$ ls etcd-ca*.pem
etcd-ca-key.pem etcd-ca.pem
```

下載 etcd-csr.json 檔案。

```
$ wget "${PKI_URL}/etcd-csr.json"
```

依據 master1 的 IP 位址，修改 etcd-csr.json 的 hosts。

```
$ cat etcd-csr.json
{
  "CN": "etcd",
  "hosts": ["127.0.0.1", "192.168.100.91"],
  "key": {
    "algo": "rsa",
    "size": 2048
  },
  "names": [{
    "C": "TW",
    "ST": "Taipei",
```

```
"L":"Taipei",
"O":"etcd",
"OU":"Etcd Security"
}]
}
```

產生 Etcd certificate 證書：

```
$ cfssl gencert \
  -ca=etcd-ca.pem \
  -ca-key=etcd-ca-key.pem \
  -config=ca-config.json \
  -profile=kubernetes \
  etcd-csr.json | cfssljson -bare etcd
```

```
$ ls etcd*.pem
etcd-ca-key.pem etcd-ca.pem etcd-key.pem etcd.pem
```

完成後刪除不必要檔案：

```
$ rm -rf *.json
```

確認/etc/etcd/ssl 有以下檔案：

```
$ ls /etc/etcd/ssl
etcd-ca.csr etcd-ca-key.pem etcd-ca.pem etcd.csr etcd-key.pem etcd.pem
```

### 3.2.2 Etcd 安裝與設定

首先在 master1 下載 ETCD，並解壓縮放到 /opt 底下與安裝：

```
$ export ETCD_URL="https://github.com/coreos/etcd/releases/download"
$ cd && wget -q0- --show-progress "${ETCD_URL}/v3.2.9/etcd-v3.2.9-linux-amd64.t
  ar.gz" | tar -zx
$ mv etcd-v3.2.9-linux-amd64/etcd* /usr/local/bin/ && rm -rf etcd-v3.2.9-linux-a
  md64
```

完成後新建 Etcd Group 與 User，並建立 Etcd 設定檔目錄：

```
$ groupadd etcd && useradd -c "Etcd user" -g etcd -s /sbin/nologin -r etcd
```

下載 ETCD 相關檔案：

```
$ export ETCD_CONF_URL="https://kaiaren.github.io/files/manual-v1.8/master"
$ wget "${ETCD_CONF_URL}/etcd.conf" -O /etc/etcd/etcd.conf
$ wget "${ETCD_CONF_URL}/etcd.service" -O /lib/systemd/system/etcd.service
```

將 etcd.conf 中的 172.16.35.12 以 master1 的 IP 位址取代。

```
# [cluster]
ETCD_ADVERTISE_CLIENT_URLS=https://192.168.100.91:2379
ETCD_INITIAL_ADVERTISE_PEER_URLS=https://192.168.100.91:2380
ETCD_INITIAL_CLUSTER=master1=https://192.168.100.91:2380
```

建立 var 存放資訊，然後啟動 ETCD 服務：

```
$ mkdir -p /var/lib/etcd && chown etcd:etcd -R /var/lib/etcd /etc/etcd
$ systemctl enable etcd.service && systemctl start etcd.service
```

確認 ETCD 服務已啟動。

```
$ systemctl status etcd
```

驗證 ETCD：

```
$ export CA="/etc/etcd/ssl"
$ ETCDCTL_API=3 etcdctl \
  --cacert=${CA}/etcd-ca.pem \
  --cert=${CA}/etcd.pem \
  --key=${CA}/etcd-key.pem \
  --endpoints="https://192.168.100.91:2379" \
  endpoint health
https://192.168.100.91:2379 is healthy: successfully committed proposal: took
= 4.282902ms
```

### 3.3 Kubernetes Master：

Master 是 Kubernetes 的大總管，主要建置 apiserver、Controller manager 與 Scheduler 來元件管理所有 Node。本節的目的是下載 Kubernetes 並安裝至 master1 上，然後產生相關 TLS Cert 與 CA 金鑰，提供給叢集元件認證使用。

### 3.3.1 下載 Kubernetes：

首先，從網路取得所有需要的執行檔案：

下載 Kubernetes：

```
$ export KUBE_URL="https://storage.googleapis.com/kubernetes-release/release/v1.8.6/bin/linux/amd64"
$ wget "${KUBE_URL}/kubelet" -O /usr/local/bin/kubelet
$ wget "${KUBE_URL}/kubectl" -O /usr/local/bin/kubectl
$ chmod +x /usr/local/bin/kubelet /usr/local/bin/kubectl
```

下載 CNI：

```
$ mkdir -p /opt/cni/bin && cd /opt/cni/bin
$ export CNI_URL="https://github.com/containernetworking/plugins/releases/download"
$ wget -qO- --show-progress "${CNI_URL}/v0.6.0/cni-plugins-amd64-v0.6.0.tgz" | tar -zx
```

### 3.3.2 建立叢集 CA 與 Certificates：

在此節，將會需要產生 client 與 server 的各元件 certificates，並且替 Kubernetes admin user 產生 client 證書。

在 master1 建立 pki 資料夾，然後進入目錄完成以下操作。

```
$ mkdir -p /etc/kubernetes/pki && cd /etc/kubernetes/pki
$ export PKI_URL="https://kaiaren.github.io/files/manual-v1.8/pki"
$ export KUBE_APISERVER="https://192.168.100.91:6443"
```

下載 ca-config.json 與 ca-csr.json 檔案，並產生 CA 金鑰：

```
$ wget "${PKI_URL}/ca-config.json" "${PKI_URL}/ca-csr.json"
$ cfssl gencert -initca ca-csr.json | cfssljson -bare ca
$ ls ca*.pem
ca-key.pem  ca.pem
```

### 3.3.3 API server certificate

下載 apiserver-csr.json 檔案，並產生 kube-apiserver certificate 證書：

如果 master1 的 IP 位置不同，需要修改第 6 列 hostname 的 IP 位址。

```
$ wget "${PKI_URL}/apiserver-csr.json"
$ cfssl gencert \
  -ca=ca.pem \
  -ca-key=ca-key.pem \
  -config=ca-config.json \
  -hostname=10.96.0.1,192.168.100.91,127.0.0.1,kubernetes.default \
  -profile=kubernetes \
  apiserver-csr.json | cfssljson -bare apiserver
```

```
$ ls apiserver*.pem
apiserver-key.pem  apiserver.pem
```

### 3.3.4 Front proxy certificate

下載 front-proxy-ca-csr.json 檔案，並產生 Front proxy CA 金鑰。

Front proxy 主要是用在 API aggregator 上：

```
$ wget "${PKI_URL}/front-proxy-ca-csr.json"
$ cfssl gencert -initca front-proxy-ca-csr.json | cfssljson -bare front-proxy-ca
```

```
$ ls front-proxy-ca*.pem
front-proxy-ca-key.pem  front-proxy-ca.pem
```

下載 front-proxy-client-csr.json 檔案，並產生 front-proxy-client 證書：

```
$ wget "${PKI_URL}/front-proxy-client-csr.json"
$ cfssl gencert \
  -ca=front-proxy-ca.pem \
  -ca-key=front-proxy-ca-key.pem \
  -config=ca-config.json \
  -profile=kubernetes \
  front-proxy-client-csr.json | cfssljson -bare front-proxy-client
$ ls front-proxy-client*.pem
front-proxy-client-key.pem  front-proxy-client.pem
```

### 3.3.5 Bootstrap Token

由於手動建立 CA 的方式在每次簽證時都需要綁定 Node IP，程序太過繁雜，只適合少量機器佈署。因此這裡使用 TLS Bootstrapping 方式進行授權，由 apiserver 自動給符合條件的 Node 發送證書來授權加入叢集。

主要做法是 kubelet 啟動時，向 kube-apiserver 傳送 TLS Bootstrapping 請求，而 kube-apiserver 驗證 kubelet 請求的 token 是否與設定的一樣，若一樣就自動產生 kubelet 證書與金鑰。具體作法可以參考 [TLS bootstrapping](#)。

首先，建立一個變數來產生 BOOTSTRAP\_TOKEN，並建立 bootstrap.conf 的 kubeconfig 檔：

```
$ export BOOTSTRAP_TOKEN=$(head -c 16 /dev/urandom | od -An -t x | tr -d ' ')\n$ cat <<EOF > /etc/kubernetes/token.csv\n${BOOTSTRAP_TOKEN},kubelet-bootstrap,10001,"system:kubelet-bootstrap"\nEOF
```

# bootstrap set-cluster

```
$ kubectl config set-cluster kubernetes \n  --certificate-authority=ca.pem \n  --embed-certs=true \n  --server=${KUBE_APISERVER} \n  --kubeconfig=../bootstrap.conf
```

# bootstrap set-credentials

```
$ kubectl config set-credentials kubelet-bootstrap \n  --token=${BOOTSTRAP_TOKEN} \n  --kubeconfig=../bootstrap.conf
```

# bootstrap set-context

```
$ kubectl config set-context default \n  --cluster=kubernetes \n  --user=kubelet-bootstrap \n  --kubeconfig=../bootstrap.conf
```

# bootstrap set default context

```
$ kubectl config use-context default --kubeconfig=../bootstrap.conf
```

如果想使用 CA 方式來認證，可以參考 [Kubelet certificate](#)。

### 3.3.6 Admin certificate

下載 admin-csr.json 檔案，並產生 admin certificate 證書：

```
$ wget "${PKI_URL}/admin-csr.json"
$ cfssl gencert \
  -ca=ca.pem \
  -ca-key=ca-key.pem \
  -config=ca-config.json \
  -profile=kubernetes \
  admin-csr.json | cfssljson -bare admin
```

```
$ ls admin*.pem
admin-key.pem  admin.pem
```

接著使用下面指令產生名為 admin.conf 的 kubeconfig 檔：

```
# admin set-cluster
```

```
$ kubectl config set-cluster kubernetes \
  --certificate-authority=ca.pem \
  --embed-certs=true \
  --server=${KUBE_APISERVER} \
  --kubeconfig=../admin.conf
```

```
# admin set-credentials
```

```
$ kubectl config set-credentials kubernetes-admin \
  --client-certificate=admin.pem \
  --client-key=admin-key.pem \
  --embed-certs=true \
  --kubeconfig=../admin.conf
```

```
# admin set-context
```

```
$ kubectl config set-context kubernetes-admin@kubernetes \
  --cluster=kubernetes \
  --user=kubernetes-admin \
```

```
--kubeconfig=../admin.conf
```

```
# admin set default context
```

```
$ kubectl config use-context kubernetes-admin@kubernetes \
--kubeconfig=../admin.conf
```

### 3.3.7 Controller manager certificate

下載 manager-csr.json 檔案，並產生 kube-controller-manager certificate 證書：

```
$ wget "${PKI_URL}/manager-csr.json"
$ cfssl gencert \
  -ca=ca.pem \
  -ca-key=ca-key.pem \
  -config=ca-config.json \
  -profile=kubernetes \
  manager-csr.json | cfssljson -bare controller-manager
```

```
$ ls controller-manager*.pem
controller-manager-key.pem controller-manager.pem
```

接著使用下面指令產生名為 controller-manager.conf 的 kubeconfig 檔：

```
# controller-manager set-cluster
$ kubectl config set-cluster kubernetes \
  --certificate-authority=ca.pem \
  --embed-certs=true \
  --server=${KUBE_APISERVER} \
  --kubeconfig=../controller-manager.conf
```

```
# controller-manager set-credentials
```

```
$ kubectl config set-credentials system:kube-controller-manager \
  --client-certificate=controller-manager.pem \
  --client-key=controller-manager-key.pem \
  --embed-certs=true \
  --kubeconfig=../controller-manager.conf
```

```
# controller-manager set-context
```

```
$ kubectl config set-context system:kube-controller-manager@kubernetes \
```



```
--cluster=kubernetes \  
--user=system:kube-controller-manager \  
--kubeconfig=../controller-manager.conf
```

# controller-manager set default context

```
$ kubectl config use-context system:kube-controller-manager@kubernetes \  
--kubeconfig=../controller-manager.conf
```

### 3.3.8 Scheduler certificate

下載 scheduler-csr.json 檔案，並產生 kube-scheduler certificate 證書：

```
$ wget "${PKI_URL}/scheduler-csr.json"  
$ cfssl gencert \  
-ca=ca.pem \  
-ca-key=ca-key.pem \  
-config=ca-config.json \  
-profile=kubernetes \  
scheduler-csr.json | cfssljson -bare scheduler
```

```
$ ls scheduler*.pem  
scheduler-key.pem scheduler.pem
```

接著使用下面指令產生名為 scheduler.conf 的 kubeconfig 檔：

# scheduler set-cluster

```
$ kubectl config set-cluster kubernetes \  
--certificate-authority=ca.pem \  
--embed-certs=true \  
--server=${KUBE_APISERVER} \  
--kubeconfig=../scheduler.conf
```

# scheduler set-credentials

```
$ kubectl config set-credentials system:kube-scheduler \  
--client-certificate=scheduler.pem \  
--client-key=scheduler-key.pem \  
--embed-certs=true \  
--kubeconfig=../scheduler.conf
```

```
# scheduler set-context
```

```
$ kubectl config set-context system:kube-scheduler@kubernetes \
  --cluster=kubernetes \
  --user=system:kube-scheduler \
  --kubeconfig=../scheduler.conf
```

```
# scheduler set default context
```

```
$ kubectl config use-context system:kube-scheduler@kubernetes \
  --kubeconfig=../scheduler.conf
```

### 3.3.9 Kubelet master certificate

下載 kubelet-csr.json 檔案，並產生 master node certificate 證書：

```
$ wget "${PKI_URL}/kubelet-csr.json"
```

這裡的 master1 是 kubernetes 的管理主機的網域名稱，要依設定而改變。

```
$ sed -i 's/${NODE}/master1/g' kubelet-csr.json
```

底下 hostname 中的 IP 位址要隨著 master1 的 IP 位址而改變。

```
$ cfssl gencert \
  -ca=ca.pem \
  -ca-key=ca-key.pem \
  -config=ca-config.json \
  -hostname=master1,192.168.100.91 \
  -profile=kubernetes \
  kubelet-csr.json | cfssljson -bare kubelet
```

```
$ ls kubelet*.pem
```

```
kubelet-key.pem kubelet.pem
```

接著使用下面指令產生名為 kubelet.conf 的 kubeconfig 檔：

```
# kubelet set-cluster
```

```
$ kubectl config set-cluster kubernetes \
  --certificate-authority=ca.pem \
  --embed-certs=true \
```

```
--server=${KUBE_APISERVER} \  
--kubeconfig=../kubelet.conf
```

# kubelet set-credentials

```
$ kubectl config set-credentials system:node:master1 \  
--client-certificate=kubelet.pem \  
--client-key=kubelet-key.pem \  
--embed-certs=true \  
--kubeconfig=../kubelet.conf
```

# kubelet set-context

```
$ kubectl config set-context system:node:master1@kubernetes \  
--cluster=kubernetes \  
--user=system:node:master1 \  
--kubeconfig=../kubelet.conf
```

# kubelet set default context

```
$ kubectl config use-context system:node:master1@kubernetes \  
--kubeconfig=../kubelet.conf
```

### 3.3.10 Service account key

Service account 不是透過 CA 進行認證，因此不需透過 CA 來做 Service account key 的檢查，這邊建立一組 Private 與 Public 金鑰提供給 Service account key 使用：

```
$ openssl genrsa -out sa.key 2048  
$ openssl rsa -in sa.key -pubout -out sa.pub  
$ ls sa.*  
sa.key sa.pub
```

完成後刪除不必要檔案：

```
$ rm -rf *.json *.csr
```

確認/etc/kubernetes 與/etc/kubernetes/pki 有以下檔案：

```
$ ls /etc/kubernetes/  
admin.conf bootstrap.conf controller-manager.conf kubelet.conf pki
```

```
scheduler.conf token.csv
```

```
$ ls /etc/kubernetes/pki
```

```
admin-key.pem      ca.pem             front-proxy-client-key.pem  sa.pub
admin.pem          controller-manager-key.pem  front-proxy-client.pem     scheduler-key.pem
apiserver-key.pem  controller-manager.pem     kubelet-key.pem            scheduler.pem
apiserver.pem      front-proxy-ca-key.pem     kubelet.pem
ca-key.pem         front-proxy-ca.pem        sa.key
```

### 3.4 Kubernetes 核心元件安裝：

首先下載 Kubernetes 核心元件 YAML 檔案，這邊我們不透過 Binary 方案來建立 Master 核心元件，而是利用 Kubernetes Static Pod 來達成，因此需下載所有核心元件的 Static Pod 檔案到 /etc/kubernetes/manifests 目錄：

#### 3.4.1 安裝 apiserver

```
$ export CORE_URL="https://kaiaren.github.io/files/manual-v1.8/master"
$ mkdir -p /etc/kubernetes/manifests && cd /etc/kubernetes/manifests
$ for FILE in apiserver manager scheduler; do
    wget "${CORE_URL}/${FILE}.yaml.conf" -O ${FILE}.yaml
done
```

查看下載的 yaml 檔案：

```
$ ls *.yaml
```

```
apiserver.yaml  manager.yaml  scheduler.yaml
```

將 apiserver.yaml 中的 172.16.35.12 改為 master1 的 IP 位址，總共有兩處。

```
- --advertise-address=192.168.100.91
- --service-cluster-ip-range=10.96.0.0/12
- --service-node-port-range=30000-32767
- --etcd-servers=https://192.168.100.91:2379
```

apiserver 中的 NodeRestriction 請參考 [Using Node Authorization](#)。

### 3.4.2 安裝 ETCD

產生一個用來加密 ETCD 的 Key：

```
$ head -c 32 /dev/urandom | base64
EM65ajavmNA25B+x+dad9C0nt+JUzm7y+mDzF/8ruk8=
```

在/etc/kubernetes/目錄下，建立 encryption.yml 的加密 YAML 檔案：

```
$ cat <<EOF > /etc/kubernetes/encryption.yml
kind: EncryptionConfig
apiVersion: v1
resources:
  - resources:
    - secrets
  providers:
    - aescbc:
      keys:
        - name: key1
          secret: EM65ajavmNA25B+x+dad9C0nt+JUzm7y+mDzF/8ruk8=
    - identity: {}
EOF
```

Etcd 資料加密可參考這篇 [Encrypting data at rest](#)。

### 3.4.3 安裝 Auditing

在/etc/kubernetes/目錄下，建立 audit-policy.yml 的進階稽核策略 YAML 檔：

```
$ cat <<EOF > /etc/kubernetes/audit-policy.yml
apiVersion: audit.k8s.io/v1beta1
kind: Policy
rules:
  - level: Metadata
EOF
```

Audit Policy 請參考這篇 [Auditing](#)。

### 3.4.4 安裝 kubelet

下載 kubelet.service 相關檔案來管理 kubelet：

```
$ export KUBELET_URL="https://kaiaren.github.io/files/manual-v1.8/master"
$ mkdir -p /etc/systemd/system/kubelet.service.d
$ wget "${KUBELET_URL}/kubelet.service" -O /lib/systemd/system/kubelet.service
$ wget "${KUBELET_URL}/10-kubelet.conf" -O /etc/systemd/system/kubelet.service.d/10-kubelet.conf
```

若 cluster-dns 或 cluster-domain 有改變的話，需要修改 10-kubelet.conf。

最後建立 var 存放資訊，然後啟動 kubelet 服務：

```
$ mkdir -p /var/lib/kubelet /var/log/kubernetes
$ systemctl enable kubelet.service && systemctl start kubelet.service
$ systemctl status kubelet.service
```

完成後會需要一段時間來下載映像檔與啟動元件，可以利用該指令來監看：

```
$ watch netstat -ntlp
```

若看到下面資訊表示服務正常啟動，若發生問題可以用 docker cli 來查看。

```
Every 2.0s: netstat -ntlp                               Fri Apr  6 16:00:53 2018

Active Internet connections (only servers)
Proto Recv-Q Send-Q Local Address           Foreign Address         State       PID/Program name
tcp        0      0 0.0.0.0:22              0.0.0.0:*               LISTEN      1003/sshd
tcp        0      0 127.0.0.1:10248         0.0.0.0:*               LISTEN      1932/kubelet
tcp        0      0 127.0.0.1:10251         0.0.0.0:*               LISTEN      2237/kube-scheduler
tcp        0      0 127.0.0.1:10252         0.0.0.0:*               LISTEN      2303/kube-controller
tcp6       0      0 :::22                  :::*                     LISTEN      1003/sshd
tcp6       0      0 :::4194                 :::*                     LISTEN      1932/kubelet
tcp6       0      0 :::10250                :::*                     LISTEN      1932/kubelet
tcp6       0      0 :::6443                 :::*                     LISTEN      2365/kube-apiserver
tcp6       0      0 :::2379                 :::*                     LISTEN      1391/etcd
tcp6       0      0 :::2380                 :::*                     LISTEN      1391/etcd
tcp6       0      0 :::10255                :::*                     LISTEN      1932/kubelet
```

完成後，複製 admin kubeconfig 檔案，並透過指令來驗證：

```
$ cp /etc/kubernetes/admin.conf ~/.kube/config
$ kubectl get cs
```

NAME	STATUS	MESSAGE	ERROR
scheduler	Healthy	ok	
controller-manager	Healthy	ok	
etcd-0	Healthy	{"health": "true"}	

```
$ kubectl get node
```

NAME	STATUS	ROLES	AGE	VERSION
master1	NotReady	master	4m	v1.8.6

```
$ kubectl -n kube-system get po
```

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE
kube-apiserver-master1	1/1	Running	0	3m
kube-controller-manager-master1	1/1	Running	0	3m
kube-scheduler-master1	1/1	Running	0	3m

```
root@master1:/etc/kubernetes/manifests#
```

確認服務能夠執行 logs 等指令：

```
$ kubectl -n kube-system logs -f kube-scheduler-master1
```

```
Error from server (Forbidden): Forbidden (user=kube-apiserver, verb=get, resource=nodes, subresource=proxy) ( pods/log kube-scheduler-master1)
```

這邊出現 Forbidden 問題是屬於正常結果，因為 kube-apiserver user 並沒有 nodes 的資源權限。

由於上述權限問題，必需建立一個 apiserver-to-kubelet-rbac.yml 來定義權限，以執行 logs、exec 等指令：

```
$ cd /etc/kubernetes/
$ export URL="https://kaiaren.github.io/files/manual-v1.8/master"
$ wget "${URL}/apiserver-to-kubelet-rbac.yml.conf" -O apiserver-to-kubelet-rbac.yml
```

```
$ kubectl apply -f apiserver-to-kubelet-rbac.yml
```

```
clusterrole "system:kube-apiserver-to-kubelet" created
clusterrolebinding "system:kube-apiserver" created
```

# 測試 logs

```
$ kubectl -n kube-system logs -f kube-scheduler-master1
```

```
...
I0406 08:00:37.301498      1 leaderelection.go:184] successfully acquired lease
kube-system/kube-scheduler
...
```

## 3.5 Kubernetes Node 安裝

Node 是主要執行容器實例的節點，可視為工作節點。在此節會下載 Kubernetes binary 檔，並建立 node 的 certificate 來提供給節點註冊認證用。Kubernetes 使用 Node Authorizer 來提供 Authorization mode，這種授權模式會替 Kubelet 生成 API request。

### 3.5.1 複製 CA 與 Cert：

從 master1 將需要的 ca 與 cert 複製到 Node 節點上：

```
$ for NODE in node1 node2; do
> # Create directory
> ssh -i ${K8S_SSH_KEY} ${NODE} "mkdir -p /etc/kubernetes/pki/"
> ssh -i ${K8S_SSH_KEY} ${NODE} "mkdir -p /etc/etcd/ssl/"
> # Etcd ca and cert
> for FILE in etcd-ca.pem etcd.pem etcd-key.pem; do
> scp -i ${K8S_SSH_KEY} /etc/etcd/ssl/${FILE} ${NODE}:/etc/etcd/ssl/${FILE}
> done
> # Kubernetes ca and cert
> for FILE in pki/ca.pem pki/ca-key.pem bootstrap.conf; do
> scp -i ${K8S_SSH_KEY} /etc/kubernetes/${FILE} ${NODE}:/etc/kubernetes/${FILE}
> done
> done
```

查詢是否有成功複製到 Node 端：

```
$ ssh -i ${K8S_SSH_KEY} ${NODE} "ls /etc/etcd/ssl/"
```

```
etcd-ca.pem
etcd-key.pem
etcd.pem
```

```
$ ssh -i ${K8S_SSH_KEY} ${NODE} "ls /etc/kubernetes/"
```

```
bootstrap.conf
pki
```

```
$ ssh -i ${K8S_SSH_KEY} ${NODE} "ls /etc/kubernetes/pki/"
```

```
ca-key.pem
ca.pem
```



### 3.5.2 在 Node 們下載 Kubernetes 元件：

在 node 端執行下列指令，從網路下載所有需要的執行檔案：

# Download Kubernetes

```
$ export KUBE_URL="https://storage.googleapis.com/kubernetes-release/release/v1.8.6/bin/linux/amd64"
$ wget "${KUBE_URL}/kubelet" -O /usr/local/bin/kubelet
$ chmod +x /usr/local/bin/kubelet
```

# Download CNI

```
$ mkdir -p /opt/cni/bin && cd /opt/cni/bin
$ export CNI_URL="https://github.com/containernetworking/plugins/releases/download"
$ wget -qO- --show-progress "${CNI_URL}/v0.6.0/cni-plugins-amd64-v0.6.0.tgz" | tar -zx
```

### 3.5.3 設定 Kubernetes node

接著下載 Kubernetes 相關檔案，包含 drop-in file、systemd service 檔案等：

```
$ export KUBELET_URL="https://kaiaren.github.io/files/manual-v1.8/node"
$ mkdir -p /etc/systemd/system/kubelet.service.d
$ wget "${KUBELET_URL}/kubelet.service" -O /lib/systemd/system/kubelet.service
$ wget "${KUBELET_URL}/10-kubelet.conf" -O /etc/systemd/system/kubelet.service.d/10-kubelet.conf
```

若 cluster-dns 或 cluster-domain 有改變的話，需要修改 10-kubelet.conf。

接著在所有 node 建立 var 存放資訊，然後啟動 kubelet 服務：

```
$ mkdir -p /var/lib/kubelet /var/log/kubernetes /etc/kubernetes/manifests
$ systemctl enable kubelet.service && systemctl start kubelet.service
```

### 3.5.4 授權 Kubernetes Node

當所有節點都完成後，在 master1 節點建立一個 ClusterRoleBinding：

```
$ kubectl create clusterrolebinding kubelet-bootstrap \
  --clusterrole=system:node-bootstrapper \
  --user=kubelet-bootstrap
clusterrolebinding "kubelet-bootstrap" created
```

在 master 透過簡單指令驗證，會看到節點處於 pending：

```
$ kubectl get csr
```

NAME	AGE	REQUESTOR	CONDITION
node-csr-auKTe9C3_rA2HRed803lqS1H2qHdLfivAZpm0Pohzcx	40s	kubelet-bootstrap	Pending
node-csr-cv7H4tk3f0NoM7iU9QozSYUVEJtBwGnaQ0g9S-mXr0E	37s	kubelet-bootstrap	Pending

透過 kubectl 來允許節點加入叢集：

```
$ kubectl get csr | awk '/Pending/ {print $1}' | xargs kubectl certificate approve
```

```
certificatesigningrequest "node-csr-auKTe9C3_rA2HRed803lqS1H2qHdLfivAZpm0Pohzcx" approved
certificatesigningrequest "node-csr-cv7H4tk3f0NoM7iU9QozSYUVEJtBwGnaQ0g9S-mXr0E" approved
```

```
$ kubectl get csr
```

NAME	AGE	REQUESTOR	CONDITION
node-csr-auKTe9C3_rA2HRed803lqS1H2qHdLfivAZpm0Pohzcx	3m	kubelet-bootstrap	Approved, Issued
node-csr-cv7H4tk3f0NoM7iU9QozSYUVEJtBwGnaQ0g9S-mXr0E	3m	kubelet-bootstrap	Approved, Issued

```
$ kubectl get no
```

NAME	STATUS	ROLES	AGE	VERSION
master1	NotReady	master	42m	v1.8.6
node1	NotReady	node	1m	v1.8.6
node2	NotReady	node	1m	v1.8.6

### 3.6 Kubernetes Core Addons 部署

當完成上面所有步驟後，可以安裝一些非常重要跟好用的套件，例如 Kube-dns 與 Kube-proxy。

### 3.6.1 Kube-proxy addon

[Kube-proxy](#) 是實現 Service 的關鍵元件，kube-proxy 會在每台節點上執行，然後監聽 API Server 的 Service 與 Endpoint 資源物件的改變，然後來依據變化執行 iptables 來實現網路的路由。這邊會需要建議一個 DaemonSet 來執行，並且建立一些需要的 certificate。

首先在 master1 下載 kube-proxy-csr.json 檔案，並產生 kube-proxy certificate 證書：

```
$ export PKI_URL="https://kairen.github.io/files/manual-v1.8/pki"
$ cd /etc/kubernetes/pki
$ wget "${PKI_URL}/kube-proxy-csr.json" "${PKI_URL}/ca-config.json"
$ cfssl gencert \
  -ca=ca.pem \
  -ca-key=ca-key.pem \
  -config=ca-config.json \
  -profile=kubernetes \
  kube-proxy-csr.json | cfssljson -bare kube-proxy
```

```
$ ls kube-proxy*.pem
kube-proxy-key.pem  kube-proxy.pem
```

接著使用下面指令產生名為 kube-proxy.conf 的 kubeconfig 檔：

# kube-proxy set-cluster

```
$ kubectl config set-cluster kubernetes \
  --certificate-authority=ca.pem \
  --embed-certs=true \
  --server="https://192.168.100.91:6443" \
  --kubeconfig=../kube-proxy.conf
```

# kube-proxy set-credentials

```
$ kubectl config set-credentials system:kube-proxy \
  --client-key=kube-proxy-key.pem \
  --client-certificate=kube-proxy.pem \
  --embed-certs=true \
  --kubeconfig=../kube-proxy.conf
```

# kube-proxy set-context

```
$ kubectl config set-context system:kube-proxy@kubernetes \
  --cluster=kubernetes \
  --user=system:kube-proxy \
  --kubeconfig=../kube-proxy.conf
```

# kube-proxy set default context

```
$ kubectl config use-context system:kube-proxy@kubernetes \
  --kubeconfig=../kube-proxy.conf
```

完成後刪除不必要檔案：

```
$ rm -rf *.json *.csr
```

確認/etc/kubernetes 有以下檔案：

```
$ ls /etc/kubernetes/
```

admin.conf	bootstrap.conf	kubelet.conf	pki
apiserver-to-kubelet-rbac.yml	controller-manager.conf	kube-proxy.conf	scheduler.conf
audit-policy.yml	encryption.yml	manifests	token.csv

在 master1 將 kube-proxy 相關檔案複製到 Node 節點上：

```
$ for NODE in node1 node2; do
> echo "--- $NODE ---"
> for FILE in pki/kube-proxy.pem pki/kube-proxy-key.pem kube-proxy.conf; do
> scp -i ${K8S_SSH_KEY} /etc/kubernetes/${FILE} ${NODE}:/etc/kubernetes/${FILE}
> done
> done
```

```
--- node1 ---
kube-proxy.pem                100% 1456    1.4KB/s   00:00
kube-proxy-key.pem            100% 1679    1.6KB/s   00:00
kube-proxy.conf                100% 6484    6.3KB/s   00:00
--- node2 ---
kube-proxy.pem                100% 1456    1.4KB/s   00:00
kube-proxy-key.pem            100% 1679    1.6KB/s   00:00
kube-proxy.conf                100% 6484    6.3KB/s   00:00
```

完成後，在 master1 透過 kubectl 來建立 kube-proxy daemon：

```
$ export ADDON_URL="https://kairan.github.io/files/manual-v1.8/addon"
$ mkdir -p /etc/kubernetes/addons && cd /etc/kubernetes/addons
$ wget "${ADDON_URL}/kube-proxy.yml.conf" -O kube-proxy.yml
```

```
$ kubectl apply -f kube-proxy.yml
serviceaccount "kube-proxy" created
daemonset "kube-proxy" created
```

```
$ kubectl -n kube-system get po -l k8s-app=kube-proxy
```

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE
kube-proxy-9smgm	1/1	Running	0	32s
kube-proxy-llq5w	1/1	Running	0	32s
kube-proxy-rmqwl	1/1	Running	0	32s

### 3.6.2 Kube-dns addon

[Kube DNS](#) 是 Kubernetes 叢集內部 Pod 之間互相溝通的重要 Addon，它允許 Pod 可以透過 Domain Name 方式來連接 Service，其主要由 Kube DNS 與 Sky DNS 組合而成，透過 Kube DNS 監聽 Service 與 Endpoint 變化，來提供給 Sky DNS 資訊，已更新解析位址。

只需要在 master1 透過 kubectl 來建立 kube-dns deployment 即可：

```
$ export ADDON_URL="https://kairan.github.io/files/manual-v1.8/addon"
$ wget "${ADDON_URL}/kube-dns.yml.conf" -O kube-dns.yml
$ kubectl apply -f kube-dns.yml
```

```
serviceaccount "kube-dns" created
service "kube-dns" created
deployment "kube-dns" created
```

```
$ kubectl -n kube-system get po -l k8s-app=kube-dns
```

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE
kube-dns-6cb549f55f-59bjf	0/3	Pending	0	11s

## 3.7 Calico Network 安裝與設定

Calico 是一款純 Layer 3 的資料中心網路方案（不需要 Overlay 網路），好處是已與各種雲原生平台有良好的整合，而 Calico 在每一個節點利用 Linux Kernel 實現高效的 vRouter 來負責資料的轉發，而當資料中心複雜度增加時，可以用 BGP route reflector 來達成。

### 3.7.1 建立 Calico policy controller

首先在 master1 透過 kubectl 建立 Calico policy controller：

```
$ export CALICO_CONF_URL="https://kaiaren.github.io/files/manual-v1.8/network"
$ wget "${CALICO_CONF_URL}/calico-controller.yml.conf" -O calico-controller.yml
```

依 master1 的 IP 位址修改 calico-controller.yml 中 ETCD\_ENDPOINTS 的 value。

```
$ nano calico-controller.yml
```

```
env:
  - name: ETCD_ENDPOINTS
    value: "https://192.168.100.91:2379"
  - name: ETCD_CA_CERT_FILE
    value: "/etc/etcd/ssl/etcd-ca.pem"
```

```
$ kubectl apply -f calico-controller.yml
```

```
clusterrolebinding "calico-kube-controllers" created
clusterrole "calico-kube-controllers" created
serviceaccount "calico-kube-controllers" created
deployment "calico-policy-controller" created
```

```
$ kubectl -n kube-system get po -l k8s-app=calico-policy
```

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE
calico-policy-controller-76bf9574d4-qbnqd	0/1	Pending	0	3m

### 3.7.2 安裝 Calico：

在 master1 下載 Calico CLI 工具：

```
$ wget https://github.com/projectcalico/calicoctl/releases/download/v1.6.1/calicoctl
$ chmod +x calicoctl && mv calicoctl /usr/local/bin/
```

在所有節點下載 Calico，並執行以下步驟：

```
$ export CALICO_URL="https://github.com/projectcalico/cni-plugin/releases/download/v1.11.0"
$ wget -N -P /opt/cni/bin ${CALICO_URL}/calico
$ wget -N -P /opt/cni/bin ${CALICO_URL}/calico-ipam
$ chmod +x /opt/cni/bin/calico /opt/cni/bin/calico-ipam
```

在所有節點下載 CNI plugins 設定檔，以及 calico-node.service：

```
$ mkdir -p /etc/cni/net.d
$ export CALICO_CONF_URL="https://kaiaren.github.io/files/manual-v1.8/network"
$ wget "${CALICO_CONF_URL}/10-calico.conf" -O /etc/cni/net.d/10-calico.conf
```

將所有節點的 /etc/cni/net.d/10-calico.conf 中的 etcd\_endpoints 的值改為 master1 的 IP 位址。修改後內容如下：

```
"name": "calico-k8s-network",
"cniVersion": "0.1.0",
"type": "calico",
"etcd_endpoints": "https://192.168.100.91:2379",
"etcd_ca_cert_file": "/etc/etcd/ssl/etcd-ca.pem",
```

```
$ wget "${CALICO_CONF_URL}/calico-node.service" -O /lib/systemd/system/calico-node.service
```

將所有節點的 /lib/systemd/system/calico-node.service 中的 ETCD\_ENDPOINTS 的 172.16.35.12 改為 master1 的 IP 位址。以及將 IP\_AUTODETECTION\_METHOD 和 IP6\_AUTODETECTION\_METHOD 的值改為虛擬主機的網路名稱，在此範例中為 ens3。

```
[Service]
User=root
PermissionsStartOnly=true
ExecStart=/usr/bin/docker run --net=host --privileged --name=calico-node \
-e ETCD_ENDPOINTS=https://192.168.100.91:2379 \
-e ETCD_CA_CERT_FILE=/etc/etcd/ssl/etcd-ca.pem \
-e ETCD_CERT_FILE=/etc/etcd/ssl/etcd.pem \
-e ETCD_KEY_FILE=/etc/etcd/ssl/etcd-key.pem \
-e NODENAME=${HOSTNAME} \
-e IP= \
-e NO_DEFAULT_POOLS= \
-e AS= \
-e CALICO_LIBNETWORK_ENABLED=true \
-e IP6= \
-e CALICO_NETWORKING_BACKEND=bird \
-e FELIX_DEFAULTENDPOINTTOHOSTACTION=ACCEPT \
-e FELIX_HEALTHENABLED=true \
-e CALICO_IPV4POOL_CIDR=10.244.0.0/16 \
-e CALICO_IPV4POOL_IPIP=always \
-e IP_AUTODETECTION_METHOD=interface=ens3 \
-e IP6_AUTODETECTION_METHOD=interface=ens3 \
-v /etc/etcd/ssl:/etc/etcd/ssl \
```

### 3.7.3 啟動 Calico

然後在所有節點啟動 Calico-node：

```
$ systemctl enable calico-node.service && systemctl start calico-node.service
```

在 master1 啟動 Calico-node 時會出現下面訊息，在 node 則不會出現任何訊息：

```
Created symlink from /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/calico-node.service to /lib/systemd/system/calico-node.service.
```

在 master1 查看 Calico nodes：

```
$ cat <<EOF > ~/calico-rc
export ETCD_ENDPOINTS="https://192.168.100.91:2379"
export ETCD_CA_CERT_FILE="/etc/etcd/ssl/etcd-ca.pem"
export ETCD_CERT_FILE="/etc/etcd/ssl/etcd.pem"
export ETCD_KEY_FILE="/etc/etcd/ssl/etcd-key.pem"
EOF
```

```
$ . ~/calico-rc
$ calicoctl get node -o wide
```

NAME	ASN	IPV4	IPV6
master1	(64512)	192.168.100.91/24	
node1	(64512)	192.168.100.92/24	
node2	(64512)	192.168.100.93/24	

查看 pending 的 pod 是否已執行：

```
$ kubectl -n kube-system get po
```

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE
calico-policy-controller-76bf9574d4-qbnqd	1/1	Running	0	46m
kube-apiserver-master1	1/1	Running	0	2h
kube-controller-manager-master1	1/1	Running	0	2h
kube-dns-6cb549f55f-59bjf	3/3	Running	0	59m
kube-proxy-9smgm	1/1	Running	0	1h
kube-proxy-1lq5w	1/1	Running	0	1h
kube-proxy-rmqwl	1/1	Running	0	1h
kube-scheduler-master1	1/1	Running	0	2h

最後，如果想省事，可以直接用 [Standard Hosted](#) 方式安裝。



## 3.8 Kubernetes Extra Addons 部署

本節說明如何部署一些官方常用的 Addons，如 Dashboard、Heapster 等。

### 3.8.1 Dashboard addon

[Dashboard](#) 是 Kubernetes 社區官方開發的儀表板，有了儀表板後管理者就能夠透過 Web-based 方式來管理 Kubernetes 叢集，除了提升管理方便，也讓資源視覺化，讓人更直覺看見系統資訊的呈現結果。

在 master1 透過 kubectl 來建立 kubernetes dashboard 即可：

```
$ kubectl apply -f https://raw.githubusercontent.com/kubernetes/dashboard/master/src/deploy/recommended/kubernetes-dashboard.yaml
```

```
secret "kubernetes-dashboard-certs" created
serviceaccount "kubernetes-dashboard" created
role "kubernetes-dashboard-minimal" created
rolebinding "kubernetes-dashboard-minimal" created
deployment "kubernetes-dashboard" created
service "kubernetes-dashboard" created
```

```
$ kubectl -n kube-system get po,svc -l k8s-app=kubernetes-dashboard
```

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE
po/kubernetes-dashboard-5569448c6d-2w6mq	1/1	Running	0	1m

NAME	TYPE	CLUSTER-IP	EXTERNAL-IP	PORT(S)	AGE
svc/kubernetes-dashboard	ClusterIP	10.98.144.35	<none>	443/TCP	1m

這邊會額外建立一個名稱為 open-api Cluster Role Binding，這僅作為方便測試時使用，在一般情況下不要開啟，不然就會直接被存取所有 API：

```
$ cat <<EOF | kubectl create -f -
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1beta1
kind: ClusterRoleBinding
metadata:
  name: open-api
  namespace: ""
roleRef:
  apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
  kind: ClusterRole
  name: cluster-admin
subjects:
```

```
- apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
  kind: User
  name: system:anonymous
EOF
```

P.S：管理者可以針對特定使用者來開放 API 存取權限，但這邊方便使用直接綁在 cluster-admin cluster role。

完成後，就可以透過瀏覽器存取 [Dashboard](#)。

在 1.7 版本以後的 Dashboard 將不再提供所有權限，因此需要建立一個 service account 來綁定 cluster-admin role：

```
$ kubectl -n kube-system create sa dashboard
serviceaccount "dashboard" created
```

```
$ kubectl create clusterrolebinding dashboard --clusterrole cluster-admin --serviceaccount=kube-system:dashboard
clusterrolebinding "dashboard" created
```

```
$ SECRET=$(kubectl -n kube-system get sa dashboard -o yaml | awk '/dashboard-token/{print $3}')
```

```
$ kubectl -n kube-system describe secrets ${SECRET} | awk '/token:/{print $2}'
```

```
eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJpc3MiOiJrdWJlcm5ldGVzL3NlcnZpY2VhY2NvdW50Iiwia3ViZXJuZXRlcy5pby9zZXJ2aWNLWYWNjb3VudC9uYW1lc3BhY2UiOiJrdWJlLXN5c3RlbSI6Imt1YmVybmV0ZXMuaW8vc2VydmljZWJjY291bnQvc2VjcmV0Lm5hbWUiOiJkYXNoYm9hcmQtdG9rZW4tdmpnZ3ciLCJrdWJlcm5ldGVzLmVlL3NlcnZpY2VhY2NvdW50L3NlcnZpY2UtYWNjb3VudC5uYW1lIjoieGFzaGJvYXJkIiwia3ViZXJuZXRlcy5pby9zZXJ2aWNLWYWNjb3VudC9zZXJ2aWNLWFJjY291bnQudWlkIjoiejQ1YjgzOTgtMzk4Zi0xMWU4LTgyOWYtNTI1NDAwMGEyOTdiIiwic3ViIjoic3lzdGVtOnNlcnZpY2VhY2NvdW50Omt1YmUtc3lzdGVtOmRhczhib2FyZCJ9.BRHG-p2bWSTZ_d2-CJAybwMVRMSx_LFzoQTfPubQ8tjSwT_hGu7wa7mxLwE0WRGX3P4QcDM7zoXKRfUz-nRTUvpiJpjt5qEThdkeC-kDeNTurGGN0Cxqgv8KccjnztaTaTWTRdCEuIJndfyzz8bpXt03PZJRh88PfkJEIDNVcEp4cuZgB29EEicDq0BhaHjjehHXHdaQ_C86n8-CiQo7yR71vvL2M0-l1rvExiC18fA8TyAvaHHGhhGCItwl4qJGbk26v2GN-QrFubwoLyNve9o8InLjyxwWTru-t6U967BC9VlBFLA05iqL2L4Nc3_aFaP_AQNbPCAlxPu0ePQQ
```

複製此 token，然後貼到 [Kubernetes dashboard](#)。

### 3.8.2 Heapster addon

[Heapster](#) 是 Kubernetes 社區維護的容器叢集監控與效能分析工具。Heapster 會從 Kubernetes apiserver 取得所有 Node 資訊，然後再透過這些 Node 來取得 kubelet 上的資料，最後再將所有收集到資料送到 Heapster 的後台儲存 InfluxDB，最後利用 Grafana 來抓取 InfluxDB 的資料源來進行視覺化。

在 master1 透過 kubectl 來建立 kubernetes monitor 即可：

```
$ export ADDON_URL="https://kairan.github.io/files/manual-v1.8/addon"
$ wget ${ADDON_URL}/kube-monitor.yml.conf -O kube-monitor.yml
$ kubectl apply -f kube-monitor.yml
```

```
serviceaccount "heapster-sa" created
clusterrolebinding "heapster-binding" created
role "system:pod-nanny" created
rolebinding "heapster-binding" created
service "heapster" created
service "monitoring-grafana" created
service "monitoring-influxdb" created
deployment "heapster" created
deployment "influxdb-grafana" created
```

```
$ kubectl -n kube-system get po,svc
```

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE
po/calico-policy-controller-76bf9574d4-qbnqd	1/1	Running	0	2h
po/heapster-74fb5c8cdc-zxrg8	4/4	Running	0	1m
po/influxdb-grafana-55bd7df44-hl7lv	2/2	Running	0	1m
po/kube-apiserver-master1	1/1	Running	0	3h
po/kube-controller-manager-master1	1/1	Running	0	3h
po/kube-dns-6cb549f55f-59bjf	3/3	Running	0	2h
po/kube-proxy-9smgm	1/1	Running	0	2h
po/kube-proxy-llq5w	1/1	Running	0	2h
po/kube-proxy-rmqwl	1/1	Running	0	2h
po/kube-scheduler-master1	1/1	Running	0	3h
po/kubernetes-dashboard-5569448c6d-2w6mq	1/1	Running	0	13m

NAME	TYPE	CLUSTER-IP	EXTERNAL-IP	PORT(S)	AGE
svc/heapster	ClusterIP	10.100.144.51	<none>	80/TCP	1m
svc/kube-dns	ClusterIP	10.96.0.10	<none>	53/UDP,53/TCP	2h
svc/kubernetes-dashboard	ClusterIP	10.98.144.35	<none>	443/TCP	13m
svc/monitoring-grafana	ClusterIP	10.96.100.17	<none>	80/TCP	1m
svc/monitoring-influxdb	ClusterIP	10.100.136.239	<none>	8083/TCP,8086/TCP	1m

完成後，就可以透過瀏覽器存取 [Grafana Dashboard](#)。

### 3.8.3 簡單部署 Nginx 服務

Kubernetes 可以選擇使用指令直接建立應用程式與服務，或者撰寫 YAML 與 JSON 檔案來描述部署應用程式的配置，以下將建立一個簡單的 Nginx 服務：

```
$ kubectl run nginx --image=nginx --port=80
```

```
deployment "nginx" created
```

```
$ kubectl expose deploy nginx --port=80 --type=LoadBalancer --external-ip=192.168.100.91
```

```
service "nginx" exposed
```

```
$ kubectl get svc,po
```

NAME	TYPE	CLUSTER-IP	EXTERNAL-IP	PORT(S)	AGE
svc/kubernetes	ClusterIP	10.96.0.1	<none>	443/TCP	3h
svc/nginx	LoadBalancer	10.101.25.10	192.168.100.91	80:31438/TCP	16s

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE
po/nginx-7cbc4b4d9c-w4zp8	1/1	Running	0	1m

這邊 type 可以選擇 NodePort 與 LoadBalancer，兩者的差異在於 NodePort 只映射 Host port 到 Container port，而 LoadBalancer 則繼承 NodePort 額外多出映射 Host target port 到 Container port。

確認沒問題後即可在瀏覽器存取 <http://192.168.100.91>。瀏覽器畫面如下：

## Welcome to nginx!

If you see this page, the nginx web server is successfully installed and working. Further configuration is required.

For online documentation and support please refer to [nginx.org](http://nginx.org).  
Commercial support is available at [nginx.com](http://nginx.com).

*Thank you for using nginx.*

### 3.8.4 擴展服務數量

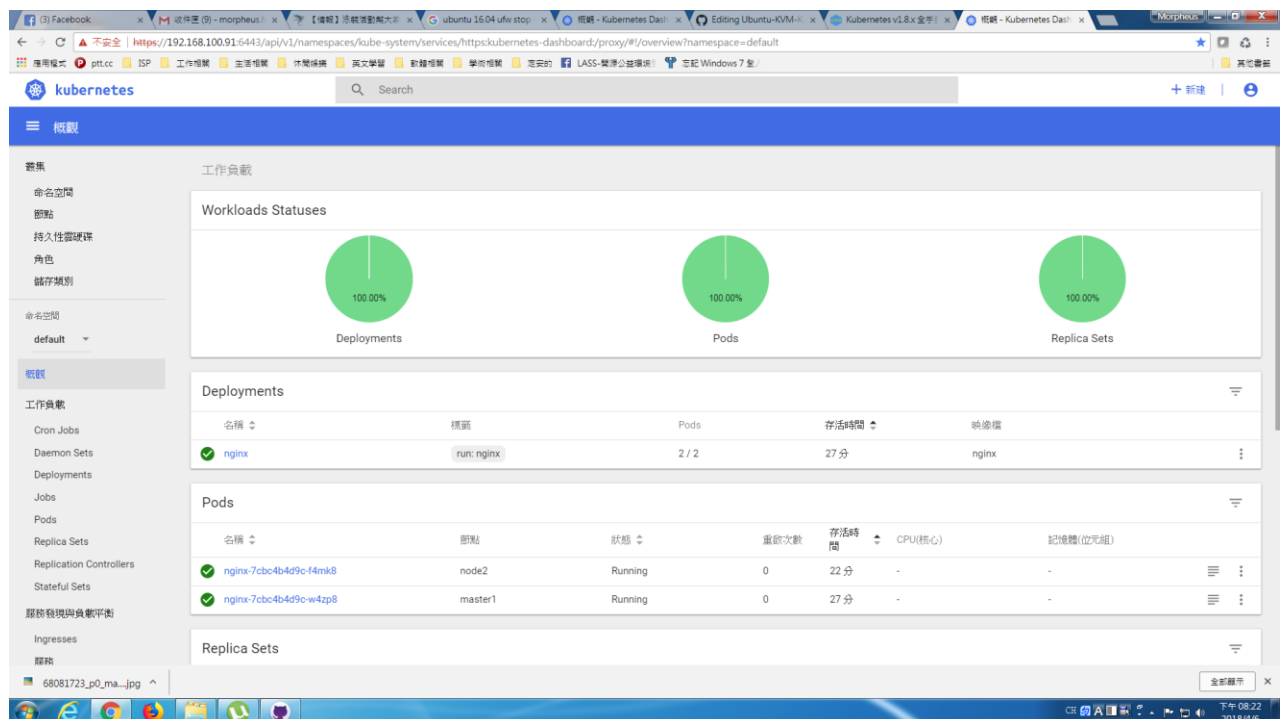
若叢集 node 節點增加了，而想讓 Nginx 服務提供可靠性的話，可以透過以下方式來擴展服務的副本：

```
$ kubectl scale deploy nginx --replicas=2  
deployment "nginx" scaled
```

```
$ kubectl get pods -o wide
```

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE	IP	NODE
nginx-7cbc4b4d9c-f4mk8	1/1	Running	0	21s	10.244.104.4	node2
nginx-7cbc4b4d9c-w4zp8	1/1	Running	0	5m	10.244.137.65	master1

### 3.9 Kubernetes Dashboard 畫面：



參考文獻：

- [1] KVM Installation, online: <https://help.ubuntu.com/community/KVM/Installation>
- [2] 架設 Linux KVM 虛擬化主機, online: <http://www.lijyyh.com/2015/12/linux-kvm-set-up-linux-kvm.html>
- [3] Kubernetes v1.8.x 全手動苦工安裝教學, online: <https://kaiaren.github.io/2017/10/27/kubernetes/deploy/manual-v1.8/>
- [4] KVM and Libvirt on Ubuntu 16.04, online: <https://www.packet.net/developers/guides/kvm-and-libvirt/>