

以 OpenStack 結合樹莓派之雲端環境電腦教室

許翔盛
朝陽科技大學資訊工程系
研究生
s10427610@gm.cyut.edu.tw

王德譽
朝陽科技大學資訊工程系
助理教授
dywang@csie.cyut.edu.tw

摘要

網際網路的發展快速進步讓雲端運算成為現今關注的議題，各個廠商提供的雲端運算服務也越來越多與方便使用。OpenStack 在近年來是相當熱門並且正在快速成長的的開源專案，業界中也開始紛紛投入相關產品並支援 OpenStack 的項目。在本論文中將以 OpenStack 為基礎並結合只需低價就能購買的樹莓派，透過 SPICE 協定的架構能遠端桌面雲端虛擬機，還能夠提供與真實電腦主機的操作體驗，建置一個方便佈署與低碳低耗能的雲端電腦教室，取代需要高耗能的電腦主機與維護設備成本高的傳統電腦教室。在管理雲端電腦教室方面，對於一間雲端電腦教室有多台虛擬機的情形，管理者不需要使用 OpenStack 提供的網頁圖形介面，可直接操作 Shell 腳本進行一次多台管理的動作，不僅省時又不費力。

關鍵詞：OpenStack、樹莓派、雲端電腦教室、SPICE。

Abstract

The rapid advancement of the Internet has made Cloud Computing a hot issue receiving great attention. Cloud Computing services by factories have also mushroomed and become increasingly user-friendly. In recent years, OpenStack has been an open source project with enormous popularity and fast growth. Thus, relevant businesses have also started developing related products that support items of OpenStack. Integrating OpenStack, inexpensive Raspberry Pi, and SPICE capable for Remote Desktop virtual machine control, this paper aimed to build a Cloud Computing classroom featuring rapid elasticity, energy efficiency and carbon reduction to replace traditional computer classrooms equipped with computers of high energy consumption and high maintenance

cost. With respect to management of Cloud classroom with multiple virtual machines, the graphic interface by OpenStack is no longer needed. Instead, Shell Script could be directed operated for related management of multiple machines, thus allowing for time-efficient and effort-saving management.

Keywords: OpenStack, Raspberry pi, Cloud Computer Classroom, SPICE.

1 前言

近年來隨著網路寬頻的快速增加，帶來網際網路越來越發達與依賴性越來越高，現今很多東西都可以直接搬到網路上進行，只要能連上網際網路的設備與簡單的介面，如瀏覽器程式。不需顧慮，每到不同的主機都要建置一次環境才能開始工作，所有使用的資源都可以來自網際網路，這些網際網路的雲端服務給使用者帶來很多的便利性與方便性。

雲端運算(Cloud Computing)[1]是一種基於網際網路的運算方式，使用這種方式，透過共享的軟體資源和資訊，按照需求提供給各種終端設備。雖然不是全新的網路技術，不過算是一種全新的網路應用的概念，讓多台的電腦同時的進行運算，這些電腦彼此之間可以互相溝通，進而加快運算的速度，一起幫你做事情，而「雲」指的就是常用的網際網路，「端」指的就是能夠連結網際網路使用者端的終端設備，在雲端運算裡主要提供三大類的服務：軟體即服務(Software as a Service)、平台即服務(Platform as a Service)、基礎設施即服務(Infrastructure as a Service)，根據不同的需求選擇不同的服務。

在傳統的電腦教室裡，每個學生的座位都需要一台電腦，如果學生數量一多，一間電腦教室就需要花費更多的電腦主機成本，並且電腦設備的汰換、維護電腦教室主機，都需要很多的經費與人力。因此本論文將以 OpenStack 為基礎，結合樹莓派建置雲端電腦教室虛擬環

境管理，使用樹莓派不僅可以降低電腦主機的成本更可以減碳減耗能，而且雲端系統管理方便，也能使建置電腦教室變得既簡單又輕鬆。

在本文第 2 節將介紹系統上的作業環境，第 3 節則說明本研究的系統架構及建立系統整體環境，第 4 節為系統操作上的相關程式碼說明，第 5 節為結論。

2 作業環境

2.1 OpenStack介紹

OpenStack[2][3] 是一個基礎設施即服務(Infrastructure as a Service)的開源雲端運算管理平台，主要以 Python 語言所撰寫，是由美國國家航空暨太空總署(National Aeronautics and Space Administration, NASA)和 Rackspace 共同合作研發，並且有 Apache 許可證授權。OpenStack 提供完整底層的環境佈署，可以依使用者自身的需求安裝需要的部份。

在本論文中使用的 OpenStack 版本為 mitaka 版本，主要由以下幾個模組組成：

1. Nova 運算模組：主要提供佈署與管理虛擬機的功能。
2. Swift 物件儲存模組：提供可擴展的分散式儲存平台。
3. Glance 映像檔管理模組：主要提供映像檔搜尋、註冊及服務交付的功能。
4. Horizon 儀表板模組：提供圖形化的網頁界面，讓 IT 人員能夠方便觀看雲端服務目前的狀況與管理。
5. Cinder 區塊儲存模組：提供雲端硬碟的服務，並具有虛擬機快照管理功能。
6. Keystone 身份辨識模組：提供 OpenStack 身份驗證服務，並具有多種驗證方式。
7. Neutron 網通模組：主要網路管理的功能。
8. Ceilometer 資料監控計量模組：監控與量測 OpenStack 中使用的資料量。
9. Heat 編排模板模組：主要可以設定一個雲端應用的模板，來串連相關的 OpenStack 服務資源，不需個別建立設定。
10. Trove 資料庫服務模組：主要目的是銜接與簡化實際資料庫的使用。

在 OpenStack 中使用的 KVM(Kernel-based Virtual Machine)[4] 是一個開源虛擬化技術，支持 x86 和 x86-64 處理器，並且支援 Windows 系列和大多數的 Linux 發行版本，電腦週邊裝置可通過 QEMU[5] 來達成虛擬與實體週邊裝置的溝通橋樑。

2.2 樹莓派(Raspberry pi)

樹莓派(Raspberry pi)[6]，是一款基於 Linux 系統大小只有信用卡大小的單板微電腦。是由英國的樹莓派基金會所開發，目的是以低價硬體及自由軟體刺激學生在學校基本的電腦科學教育及程式設計，而且一塊樹莓派只需要35塊美金，讓人們可以輕鬆的擁有一台簡易的電腦。樹莓派有一顆 ARM 架構的處理器，而且配有內建記憶體，使用記憶卡(SD)當作存放作業系統的裝置，並有網路界面、USB 界面、HDMI 影像輸出...等週邊裝置。

本論文使用的樹莓派版本為樹莓派3(Raspberry pi 3)版本，硬體採用的是，1.2GHz 的 ARM Cortex-A53 的 CPU，內建記憶體也提昇到了1GB，配有4個 USB 界面，一個 RJ45 網路界面和支援802.11n 無線網路及藍牙4.1，一個 HDMI 影像輸出。本論文中的樹莓派作業系統採用的是 Fedora 版本的 fedberry 24[7]版本，使用的視窗管理員軟體採用的是 OpenBox[8]，OpenBox 是一個輕量級可高度客製且包含廣泛標準，而且選單系統是運用動態選單，通過設定的腳本輸出建構選單，讓開發者有更大的靈活性。

2.3 SPICE(Simple Protocol for Independent Computing Environment)

SPICE 起初是由 Qumranet[9]公司開發的開源網路協定，在2008年紅帽公司(Red Hat)收購了 Qumranet 獲得了這個協定[10]。SPICE 提供了與虛擬桌面設備的遠程登入實現，能夠有與真實 PC 相同的用戶體驗，與 VNC 不同的是經由 SPICE 可以直接再虛擬機裡播放高清影片與播放音頻，SPICE 與 VNC 兩者的比較如表 1 所示。

表 1: SPICE 與 VNC 比較

SPICE		VNC
視頻播放支持	GPU 加速支持	不能
音頻傳輸	雙向語音可以控制	不能
鼠標控制	客戶端伺服器都可以控制	伺服器端控制
USB 傳輸	USB 可以通過網路傳輸	不能
加密	通訊可以使用 SSL 進行加密	不能

3 系統架構與環境建立

本章節將介紹系統的整體架構與環境建立，包含了 SPICE 環境的建立和虛擬機加入光碟機的驅動。

3.1 系統整體架構

如圖 1 所示，為本論文的系統整體架構，系統主要為開發一個雲端減碳低耗能的電腦教室，利用 OpenStack 這個開源的雲端平台為基礎，搭配低耗能的樹莓派，達到以此目的，不僅降低電腦教室電腦主機的成本，建置也變得簡單和方便，以下為步驟及詳細說明。

1. 管理者可以經由遠端連線(ssh)至伺服器，進行 OpenStack 平台的管理。
2. OpenStack 配置並建立雲端教室虛擬機。
3. 樹莓派與雲端虛擬機經由 SPICE 協定進行通訊連線。
4. 在教室裡學生可以直接使用樹莓派來操作雲端虛擬機。

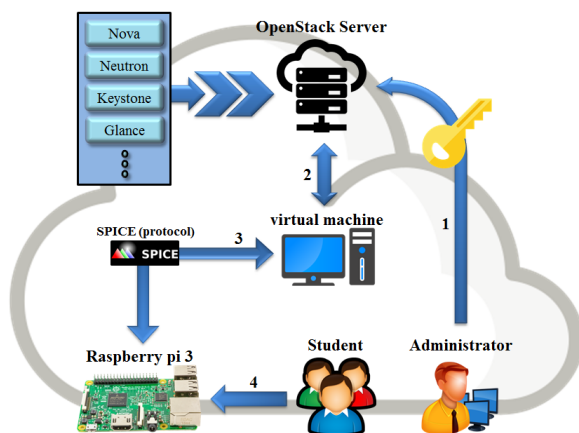


圖 1: 系統整體架構

3.2 建立 SPICE 環境

在 OpenStack 裡內建的配置是 VNC，所以要在 OpenStack 裡配置 SPICE 環境需要安裝 SPICE 的套件，如程式 1 所示。

```
1 yum install -y spice-server spice-protocol
```

程式 1: 安裝 SPICE 套件

在安裝完 SPICE 套件後，需要修改在 /etc/nova/nova.conf 的配置文件，並且在 default 裡將 VNC 和 NOVNC 指定為 false 如程式 2 所示，否則啟動了 SPICE，OpenStack 仍然會使用 VNC。

```
1 [default]
   vnc_enabled=false
3 novnc_enabled=false
5 ...
7 [vnc]
   enabled=false
9 ...
11 [spice]
13 enabled=true
```

程式 2: 在 nova.conf 裡配置 SPICE

SPICE 有別於 VNC 的一個重要功能，就是能夠輸出聲音，這功能在電腦教室是很重要的，有時後老師需要播放一些教學影片來輔助教學用，就需要輸出聲音，但是 OpenStack 在建立雲端虛擬機時是不會啟動聲卡驅動的，所以需要到 OpenStack 的原始碼進行修改與新增，在 /usr/lib/python2.7/site-packages/nova/virt/libvirt/ 裡修改 config.py，新增聲卡驅動如程式 3 所示，並在 driver.py 裡讓虛擬機能加入聲卡驅動如程式 4 所示。

3.3 虛擬機加入光碟機驅動

電腦教室上課時老師和講師有時後都會需要用到光碟裡的檔案，或是需要用光碟安裝某些軟體來作為教學的用途，所以在電腦教室裡很常需要使用到光碟機。

但是 OpenStack 使用 QCOW2 映像檔建立虛擬機時是不會自動在 libvirt.xml 裡加入光碟機驅動，所以需要在 OpenStack 的原始碼進行修改，在建立虛擬機時能主動加入光碟機的驅動，這樣就可以正常的掛載光碟檔。

不過因為需求，不需要讓 OpenStack 建立虛擬機時，讓每台虛擬機都需要用到光碟機的驅動，所以在本論文中需要先建立起新的 flavor，並在 extra_specs 加入 hw_set_cdrom 的參數如程式 5 所示，然後修改 driver.py，加入 cdrom 如程式 6 所示，讓 OpenStack 知道，映像檔使用的 flavor 裡要有 hw_set_cdrom 參數才會進行新增光碟機驅動的動作。

```

...
2 class LibvirtConfigGuestSound(LibvirtConfigGuestDevice):
4     def __init__(self, **kwargs):
        super(LibvirtConfigGuestSound, self).__init__(root_name="sound",**
            kwargs)
6         self.model = "ich6"
8     def format_dom(self):
        dev = super(LibvirtConfigGuestSound, self).format_dom()
        dev.set("model", self.model)
10    return dev
...

```

程式 3: 修改 config.py，新增聲卡驅動

```

...
2
def _add_video_driver(self, guest, image_meta, flavor):
4    ...
6    sound = vconfig.LibvirtConfigGuestSound()#新增
    guest.add_device(sound)                #新增
8    ...

```

程式 4: 修改 driver.py，讓虛擬機加入聲卡

```

$ nova flavor-create openstack
  auto 2048 30 2      #新增新
  的 flavor
2 $ nova flavor-key openstack set
  hw_set_cdrom=True  #為新
  的 flavor 新增參數

```

程式 5: 建立新的 flavor

4 系統操作

OpenStack 使用 Horizon 模組可以在網頁直接對 OpenStack 做相關操作，像是使用網頁開機虛擬機、建立虛擬機，但是一個電腦教室通常都有好幾台的主機，然而使用 OpenStack 建立雲端教室時也是需要管理好幾台的虛擬機，不過不可能直接在網頁上一台一台的管理這些虛擬機，所以在本論文中會使用 Shell 來一次管理多台的虛擬機。

要使用 OpenStack 的 API 服務需要先設定環境變數，讓身份認證服務可以建立起來，如程式 7 所示，然後使用 source 這指令來載入設定環境變數的 Shell 腳本如程式 8 所示。

```

1 export OS_SERVICE_TOKEN=
  ADMIN_TOKEN
3 export OS_SERVICE_ENDPOINT=http://
  controller:35357/v2.0
5 export OS_TENANT_NAME=admin
6 export OS_USERNAME=admin
7 export OS_PASSWORD=password
  export OS_AUTH_URL=http://
    controller:35357/v2.0

```

程式 7: 設定環境變數 admin.sh 腳本資訊

```
source admin.sh
```

程式 8: 執行設定環境變數 admin.sh 腳本

4.1 建立與控制雲端虛擬機

接下來如程式 9 所示，使用 Shell 腳本的方式來建立 OpenStack 的雲端虛擬機，只要執行 sh 的指令，並帶入虛擬機名稱與需要哪種作業系統的參數，如程式 10 所示。

```

...
2 def _get_guest_storage_config(self, instance, image_meta,
                                disk_info,
4                                rescue, block_device_info,
                                inst_type, os_type):
6    ...

8    if inst_type['extra_specs'].get('hw_set_cdrom', False): #新增
        cd_cfg = vconfig.LibvirtConfigGuestDisk()
10        cd_cfg.driver_name = 'qemu'
        cd_cfg.source_device = 'cdrom'
12        cd_cfg.driver_format = 'raw'
        cd_cfg.driver_cache = 'none'
14        cd_cfg.target_bus = 'ide'
        cd_cfg.target_dev = 'hda'
16        cd_cfg.root_name = 'disk'
        cd_cfg.source_type = 'block'
18        cd_cfg.source_path = ''
        devices.append(cd_cfg)
20    ...

```

程式 6: 修改 driver.py 讓虛擬機加入光碟機

```

1 source ./admin.sh
vmname=$1;os=$2
3 glance_image(){
    case $1 in
5        linux)echo $(glance image-list | grep -w L | awk 'END{print $2}');;
        win)echo $(glance image-list | grep -w W | awk 'END{print $2}');;
7        esac
    }
9    ...
nova_boot(){
11    nova boot --flavor $1 --image $2 --security-groups $3 --nic net-id=$4 $5
    }
13    nova_boot $(nova_flavor) $(glance_image $os) $(nova_secgroup) $(
        neutron_net) $vmname

```

程式 9: 建立雲端虛擬機的 createvm.sh 腳本

```
sh createvm.sh cloudvm linux
```

程式 10: 執行建立雲端虛擬機的 Shell 腳本

再來需要能夠控制雲端虛擬機，如讓虛擬機關機、重新啟動，如程式 11 所示，並帶入要執行的動作與要被控制的雲端虛擬機網路 ip 的參數，如程式 12 所示。

```
1 sh vm.sh stop 192.168.30.5
```

程式 12: 執行控制雲端虛擬機的 Shell 腳本

4.2 掛載光碟檔

在 3.3 節裡，本研究修改了 OpenStack 的原始碼，讓雲端虛擬機可以加入光碟機的驅動，然後接下來需要能夠掛載光碟檔，所以本論文寫了能夠掛載光碟檔的 Shell 腳本，如程式 13 所示，只要執行這個 Shell 腳本，並帶入要執行的動作、雲端虛擬機的網路 ip 和光碟檔名稱的參數，如程式 14 所示。

```
1 sh mountcd.sh mount 192.168.30.5  
file.iso
```

程式 14: 執行掛載光碟檔的 Shell 腳本

4.3 建立映像檔快照(snapshot)

在維護電腦教室時，會遇到電腦主機的系統發生錯誤或是學生亂操作電腦而出現無法運作的情形，進而需要進行還原或重灌電腦主機來恢復系統的正常，所以在本論文中會需要對雲端虛擬機進行快照的處理，本研究中會使用 OpenStack 的快照方式製作還原的映像檔如程式 15 所示，當雲端電腦教室裡，有學生的雲端虛擬機有問題，就可以直接進行還原，以恢復正常運作。

```
1 source ./admin.sh  
date=$(date +"%Y-%m-%d-%H-%M")  
3 nova_image_create(){  
...  
5 nova pause L  
nova image-create L "L-$date"  
7 nova unpause L  
}
```

程式 15: 建立映像檔快照的 snapshot.sh 腳本

4.4 使用樹莓派遠端桌面連線至雲端虛擬機

在本研究中，使用樹莓派來取代電腦教室的主機，既減少耗能的支出也降低建置電腦教室的成本，不過因為不是直接使用樹莓派的作業系統，而是直接遠端連線至雲端虛擬機來使用，所以需要能夠選擇作業系統的選單，論文中的樹莓派使用的視窗管理員為 OpenBox，安裝好 OpenBox 後在家目錄裡會有個 .config/openbox/autostart.sh 的檔案，這檔案在裡面做的設定可以讓登入進系統時直接啟動，本研究中需要這個檔案讓樹莓派開機登入後可以直接進入作業系統選單的介面，來讓學生可以依照不同的課程選擇要使用那種作業系統的雲端虛擬機。



圖 2: 作業系統選單介面

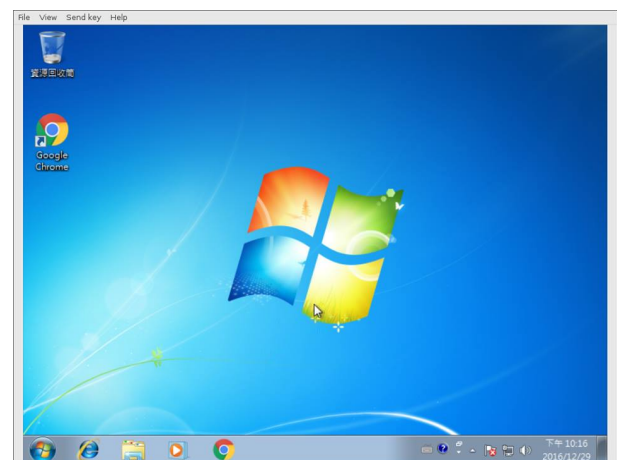


圖 3: 教學用 windows7 作業系統的雲端虛擬機


```

1 source ./admin.sh
do=$1;vmip=$2
3 ...
var=$(vm_ip $vmip)
5 if [ "$var" != '' ] ; then
    case $do in
7         start) nova_start $var ;;
            stop) nova_stop $var ;;
9         reboot) nova_reboot $var;;
            esac
11 else
    echo "No this ip"
13 fi

```

程式 11: 控制雲端虛擬機的 vm.sh 腳本

```

1 source ./admin.sh
do=$1;vmip=$2;file=$3
3 ...
mount(){
5     sudo virsh attach-disk $1 /tmp/file/$2 hda --type cdrom --mode readonly
}
7 unmount(){
    sudo virsh attach-disk $1 '' hda --type cdrom --mode readonly
9 }
...
11 var=$(virsh_name $vmip)
    if [ "$var" != '' ] ; then
13         case $do in
            mount) mount $var $file ;;
15         unmount) unmount $var ;;
            esac
17         else
            echo "No this ip"
19         fi
        ...

```

程式 13: 掛載光碟檔的 mounted.sh 腳本

```

from Tkinter import *
2 import os
class gui(Frame):
4     ...
    def loadlinux(self):
6         os.system("remote-viewer spice://controller:5902 &")
    def loadwindows(self):
8         os.system("remote-viewer spice://controller:5901 &")
    ...

```

程式 16: 作業系統選單介面 gui.py 程式碼



圖 4: 證照教學用 dywang Linux 作業系統的雲端虛擬機

在論文中使用的 GUI 繪製是 python 的 tkinter 函式庫如程式 16 所示，接下來在 autostart.sh 裡加入如程式 17 所示，然後重新登入，就可以看到一個簡單的 GUI 作業系統選單如圖 2 所示，再來直接點選課程需要的作業系統的按鈕，可以直接遠端桌面連線至 OpenStack 平台上 windows7 或 dywang Linux[11] 的雲端虛擬機如圖 4 與圖 3 所示，學生們就可以在電腦教室進行操作。

```
1 python .config/openbox/gui.py &
```

程式 17: 登入自動執行檔案 autostrat.sh

5 結論

本論文以 OpenStack 為基礎，結合樹莓派並透過 SPICE 遠端桌面協定的架構，建置一個低碳低耗能的雲端電腦教室，不僅建置電腦教室變得簡單又輕鬆，因為使用雲端環境讓電腦教室的管理也變得方便許多，而且以樹莓派取代電腦教室的電腦主機，更可以大幅降低購買電腦教室的電腦主機成本，並減少汰舊換新與維護設備需要的人力經費。在本論文中管理者可直接透過 Shell 腳本的方式一次對多台雲端虛擬機進行操作，不需要只透過 OpenStack 提供的網頁圖形介面來管理多台雲端虛擬機，對管理雲端教室而言既省時也不費力，進而大大提高維護電腦教室的效率。

參考文獻

- [1] 雲端運算 - wiki. <https://zh.wikipedia.org/wiki/>.
- [2] OpenStack - wiki. <https://zh.wikipedia.org/wiki/OpenStack>.
- [3] OpenStack 官網. <https://www.openstack.org/>.
- [4] KVM - wiki. https://en.wikipedia.org/wiki/Kernel-based_Virtual_Machine.
- [5] QEMU - wiki. <https://en.wikipedia.org/wiki/QEMU>.
- [6] Raspberry pi - wiki. https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi.
- [7] fedberry 官網. <http://fedberry.org/>.
- [8] Openbox - wiki. <https://zh.wikipedia.org/wiki/Openbox>.
- [9] Qumranet - wiki. <https://en.wikipedia.org/wiki/Qumranet>.
- [10] SPICE(protocol) - wiki. [https://en.wikipedia.org/wiki/SPICE_\(protocol\)](https://en.wikipedia.org/wiki/SPICE_(protocol)).
- [11] dywang 網頁 <https://dywang.csie.cyt.edu.tw/moodle23/user/profile.php?id=2>.