

基於 Ubuntu Live CD 之嵌入式教學系統

翁孝元
明志科技大學
電機工程所
研究生
M961F8016@
mail2.mcut.edu.tw

唐明中
明志科技大學
電子工程系
助理教授
mtang@
mail.mcut.edu.tw

摘要

本論文之主旨在於能結合多種 Open Source 的軟體，來開發一套能輔助嵌入式教學的系統，一方面節省成本，另外一方面也能知道學生上課的情形，增進教學效率。

本系統分成兩個部份 Server 端和 Client 端，系統都以 Ubuntu 為主，結合 VNC 來連線、觀看和紀錄，在 Client 端我們是以 Live CD 來製作呈現，在 CD 中我們有放入 ARM 的教材和模擬系統 Skyeye，主要是用於開發與模擬嵌入式系統的環境，希望能在嵌入式系統教學上有正面的幫助。

關鍵字：VNC、ubuntu、Live CD、ARM、Skyeye

1.前言

在這經濟不景氣的多媒體時代，很多公司為了節省成本，使用自由軟體，變成企業的選項之一，而政府和學校為了培養更多的軟體人才，也紛紛投入資源投資這個市場。

可是自由軟體因為開放的關係，種類五花八門，而且淘汰非常快速，加上大家習慣使用 Windows 的介面，在使用自由軟體上，無法像使用 Windows 一樣流暢，讓學生產生排斥的心理，自由軟體在技術上又比 Windows 複雜許多，學生上完課沒實做往往對課程一知半解，回家練習又不知道如何下手，如此週而復始，造成教學上的困擾和學習資源的浪費。

所以本文希望能結合一些自由軟體，來開

發一個輔助教學的平台，讓老師能在教學的時候直接收集學生的上課狀況，一方面可以幫助學生更快上手，另一方面可以讓老師更好去準備教材，再者因為使用自由軟體的關係，也能幫助學校節省在軟體上的成本，和降低學校電腦被學生灌入非法軟體的風險。

當然現代很多廣播系統，也有附加觀看學生電腦螢幕的功能，不過硬體設備跟軟體比較起來，還是有相當費用上的差距，如果要發展成遠端功能，像是在家中可以直接使用電腦上課，老師可以直接得到遠處學生的上課資訊，還是軟體會較方便，下面為一般硬體和本系統的比較表。

表 1 硬體系統和本系統的比較

	硬體系統	本教學系統
遠端發展性	低	高
可攜帶性	低	高
錄製功能	無	有
費用	高	低
執行效率	高	中

為了能讓同學課後帶回家練習，並降低教室管理人員的負擔，我們決定採用 Live CD 的方式，將 ARM 教材放入光碟，這樣就算不去更動本來的系統，也能達到練習和上課的效果，如果使用將系統直接灌入電腦中，不但維護不易，方便性也比較低，以下為一般系統和本系統的比較表。

表 2 一般系統和本系統比較表

	一般嵌入式開發系統	本系統 (Live CD)
方便性	低	高
易維護性	低	高
中毒風險	高	低
重灌效率	慢	快
執行速度	快	中
需要硬體	高	中

本文採用的系統是 Ubuntu，由伺服器來連接到其他學生電腦，然後用瀏覽器來顯示在驅往內各電腦的螢幕，之後用抓取圖片的方式來把螢幕畫面抓下來，以影格的方式呈現。本系統使用 VNC 來連線到同學的電腦，希望能做出一個能記錄和觀看的系統，以便達到教學的目的。

2. 系統

2.1 製作內容

首先在製作時需要了解對系統的需求，在 Server 端方面，我們希望 Server 能紀錄各台 Client 端電腦狀況，然後將各台電腦所得到的資訊存入各別的资料夾，見圖 1 所示。

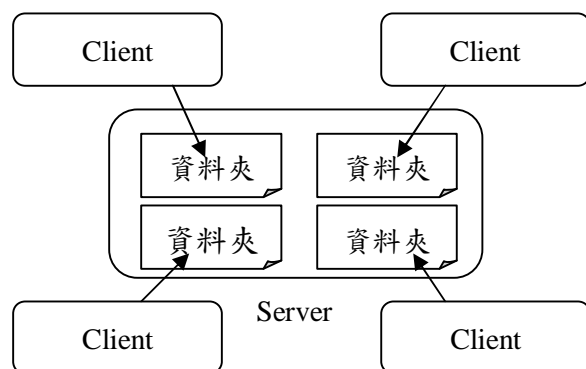


圖 1 資料夾存放狀況

因為主要是紀錄電腦教室上課情形，學校電腦教室屬於區域網路，在分配 IP 上屬於

DHCP，分配 IP 是隨機的，在電腦教室上課又不能限定學生一定要坐哪台電腦，電腦教室又是開放空間，無法限定一定要哪班學生，什麼時間使用才行，因此系統需要一個程式，可以掃出區網內有在使用的電腦和電腦名稱。

為了讓老師能夠方便的觀看各台電腦的情形，在伺服器端是使用瀏覽器來顯示各台 Client 端的畫面，以方便老師觀看，但是每次的學生一定不同，所以在製作過程中決定在掃描 IP 時自動產生 index.html 檔，用來顯示畫面。

在 IP 掃描完以後，需要的 Server 和 Client 連線交換資料，如果使用傳統錄影的方式來錄製螢幕動畫，在同時很多台電腦的情形下，會吃很多的網路頻寬和硬碟，而且也無法存太多的記錄檔，加上如果學生對做的地方沒問題，也不會一個畫面停留太久，所以本系統決定使用抓圖的方式，定時去抓取每個學生的螢幕，將螢幕儲存成圖片，再將所有圖片串聯起來像影格一樣放映，這樣不但能有效節省硬碟空間，也不會錄到太多不必要的資訊，綜合上面所述，可得出系統架構見圖 2 所示。

在 Client 端部份，老師可以依個人需求放入教材和輸入學生資料，為了能夠模擬嵌入式系統的環境，我們需要將 ARM 和 Skyeeye 等軟體放入 Live CD 之中，在 CD 放入電腦之後要能讓 Server 端將抓取螢幕資訊，並且讓 Server 端確認身分。

將需求加以整理可得下表：

表 3 Server 和 Client 需求表

Server	Client
1.掃描主機	1.上課教材
2.抓取圖片	2.學生資料
3.資料夾分配	3.跟 Server 連線
4.顯示 Client 狀況	

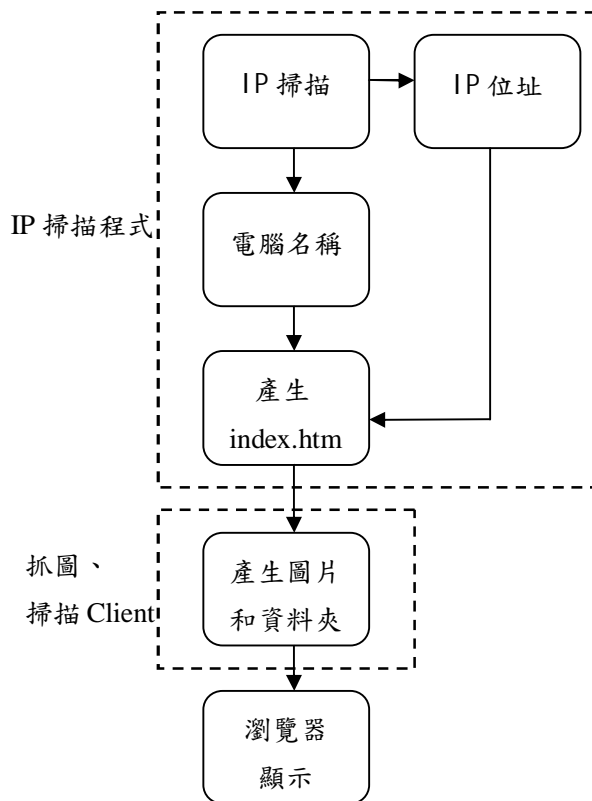


圖 2 系統架構圖

2.2 使用軟體

為了架設本系統，本文使用以下軟體希望能達到期望中的效果：

Ubuntu^[6]：Ubuntu 是一個以桌面應用為主的 Linux 系統，是以 Debian 和 Gnome 桌面環境為基礎所開發，因為本系統相較於其他 Linux 系統，對硬體的支援度較高，所以我們用本系統來架設伺服器 and 製作 Live CD。

Apache^[3]：是 Apache 軟體基金會開放的一個 Open Source 網頁伺服器，是目前被廣泛運用的網頁伺服器之一。

VNC^[9]：為一種使用 RFB 協定的遠端操作軟體，因為我們是使用 Linux 系統，在平時 Linux 系統做 VNC 連線時，都是顯示 X-desktop，不會顯示桌面，因此我們使用 x11vnc 並且做部分修改，來讓我們能直接抓到 Linux 桌面畫面，並且使用 xvnc4viewer 進行 VNC 的連線。

Vncsnapshot^[7]：主要是用來抓取 VNC Server 螢幕的圖片，方便我們做資料紀錄。

ImageMagick^[7]：是一圖片壓縮軟體，我們希望在抓取圖片之後壓縮，使檔案不至於太大，以利於傳輸和儲存。

Reconstructor^[4]：為製作 Live CD 的綠色軟體，我們主要使用它來放入我們想要使用的教材，和 Live CD 細部的設定。

Skyeye^[5]：主要是 Linux 嵌入式系統的模擬開發平台，是一個免費軟體，可以自由的下載使用，在軟體裡面它包含很多不同公司的嵌入式系統的開發環境，可以直接在電腦上用模擬。

DDD：是一圖形介面的程式語言除錯軟體，核心是載入 arm-elf-gdb，本系統是用於 ARM 程式語言的除錯。

arm-elf-tools：是將 C 語言轉換成 ARM 能讀取語言的套件，使學生能夠做 ARM 模組的開發。

3.建置

3.1 Server 端

我們先安裝上述系統來建置我們的伺服器環境，分別是 Apache2、xvnc4viewer、ImageMagick 和 vncsnapshot，之後以 Shell Scripts 來編輯我們需要的程式。

在安裝好 xvnc4viewer 後，我們先製作一個檔案用來存 vncserver 的密碼，之後只要連線到 vncserver 就直接從檔案讀取密碼來進行連線。

抓取圖片的方式是從 Server 端使用 vncviewer 連線到各台 Client 端的 vncserver 來抓取圖片，見圖 3 所示，之後再把抓到的圖片壓縮，然後顯示於瀏覽器上面，並且複製一份放入專屬資料夾中。

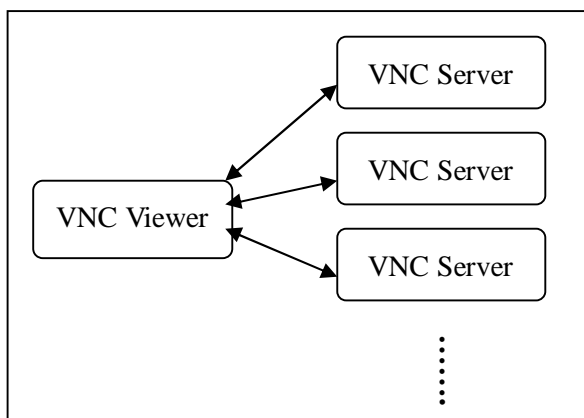


圖 3 連線示意圖

```

. . . . .
Echo "Nmap -sP 192.168.x.1/25 | cut -d ' ' -f
2 | grep '192.168'"> '/root/host'
. . . . .
For h in `cat /root/host`;do
{
    Echo "Traceroute -w 1 "$h"|grep
"1"|cut -d ' ' -f 4 | tee -a /root/vnc.hosts"
    Echo "Traceroute -w 1 "$h"|grep
"1"|cut -d ' ' -f 5 | tee -a /root/vnc.hosts"
}done
. . . . .
For u in `cat /root/vnc.host`;do
{
    Echo "<td align="center"><a
href="$u.jpg" width="640"
height="480"></a><br><$u></td>" | tee -a
/var/www/html/vncsnapshot/index.html
}done

```

圖 4 ip 掃描部份程式碼

首先系統要先進行 IP 的掃描以確定學生身分，先用 nmap 掃描確認有幾台電腦在這區網內使用，將掃描結果存入一個名為 host 的檔案之中，再以迴圈讀取 host，然後用 traceroute 抓取主機名稱，將主機名稱和 IP 分別存入 vnc.hosts 和/etc/hosts 當中，然後再由

vnc.hosts 產生 index.html 檔，部份程式碼見圖 4 所示。

之後執行抓取 VNC 畫面的程式，系統將抓取的圖檔檔名依照 IP 位置由 vnc.hosts 中讀取，之後在從系統裡面抓取時間資料，將資料夾檔名存成 vnc.hosts 中的姓名加年月日，

然後執行 vncsnapshot 指令以 vnc.hosts 內容為依據連線到各台電腦抓取螢幕圖片，第一張抓到的圖片是用來顯示於瀏覽器上，之後複製一張存到指定資料夾，並在抓取後將圖片壓縮成 1024x768 大小，為了避免檔名重複，圖片檔名是以時間來作為區分，如果有抓到 IP 可是沒有抓到螢幕畫面，我們就顯示 dadt2.jpg 來顯示。

為了能夠定時掃描 IP 和抓取螢幕圖片資訊，需要將程式執行放入伺服器的定時執行序列中，在/etc/crontab^[2]設定，在本篇設定 ip 掃描為 10 分鐘一次，抓取圖片為 1 分鐘一次，設定見圖 5 所示。

```

. . . . .
# m h dom mon dow user command
*/10 * * * * root /root/scanip.sh
*/1 * * * * root /root/vncsnapshot.sh
. . . . .

```

圖 5 定時執行設定

3.2 Client 端

Server 端建置好後，我們就要來製作給學生使用的 Live CD，製作過程見圖 6，

我們製作 Live CD 主要是使用 Reconstructor 來製作，在製作時，是使用軟體中附的終端機見圖 7，將想要放的程式放入，也可用網路更新下載需要的軟體，並且修改 Ubuntu 內部的程式相當方便。

將 x11vnc、Skyeye、arm-elf-tools、DDD 和 Skyeye 測試程式等相關教材放入後，再設

定 VNC 的密碼，密碼要和 server 端設的密碼相同，用於登入 vncserver 時讀取，然後編寫開機程式 rc.local，將 x11vnc 設定為開機啟動，之後設定 hostname，見圖 8，讓 Server 能讀取到主機名稱，設定好之後在 /etc/xinetd.d/ 寫入一個 x11vnc 的設定檔，將 vncserver 的 port 設定為 5900，見圖 9，和作一些細部設定，之後就可將光碟燒出。

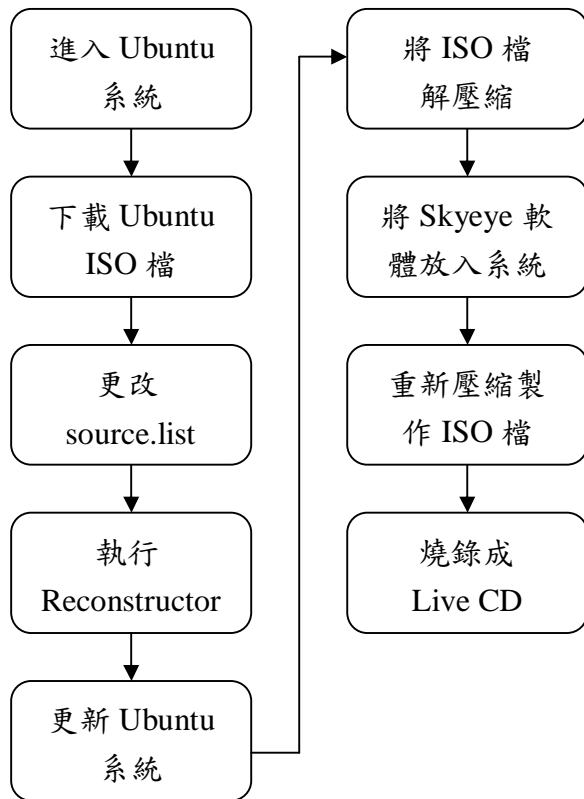


圖 6 Live CD 製作流程

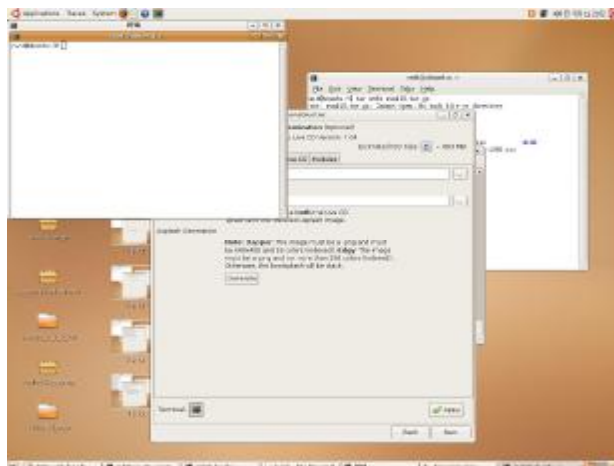


圖 7 Reconstructor 終端機

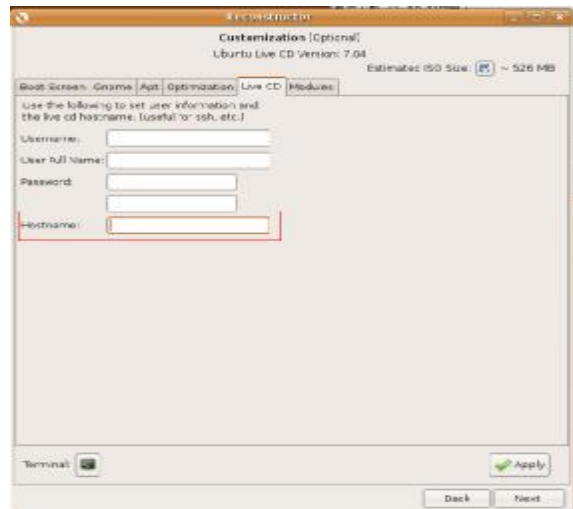


圖 8 Reconstructor 設定 hostname

```

Service x11vnc
{
    Port                = 5900
    Type                = UNLISTED
    Socket_type         = stream
    Protocol             = tcp
    Wait                = no
    User                 = root
    Server               = /usr/bin/x11vnc
    Server_args          = -inetd -o
                        /var/log/x11vnc.log
                        -display :0 -auth
                        /var/lib/gdm:0.xauth
                        -many -bg
    Disable              = no
}
  
```

圖 9 /etc/xinetd.d/x11vnc 程式設定

在安裝完成後可以用模擬軟體來確認製作情形以免製作失敗，圖 10 為 Live CD。



圖 10 Live CD 模擬測試

在製作完成後我們使用 Live CD 來進行 C 語言在 Skyeeye 上模擬 ARM 的環境，執行與除錯使用 DDD 和 arm-elf-gdb 等功能，步驟如下：

1. `sudo ./arm-elf-tools-200314.sh` 進行安裝。
2. `sudo tar jxvf skyeeye123ok.tar.bz2` 進行解壓縮。
3. `sudo arm-elf-gcc` 進行測試。
4. 在 `skyeeye_1_2_3_Rel` 目錄底下輸入 `sudo make NO_CHECK=1` 灌 Skyeeye。
5. `sudo unzip Hello4Skyeye.zip` 解壓縮測試檔。
6. 在 `Hello4Skyeye` 目錄底下輸入 `sudo make` 灌程式。
7. 在 `/skyeeye_1_2_3_Rel/binary` 底下輸入 `sudo cp skyeeye /usr/local/bin` 複製連結。
8. `sudo skyeeye -e Hello` 測試。
9. `sudo skyeeye -e hello -d` 來 debug。
10. `sudo ddd -debugger arm-elf-gdb hello` 使用程式 DDD debug。

當 DDD 和 arm-elf-gdb 模擬 ARM 環境執行成功後畫面見圖 11，此時就能進程式編寫和除錯。

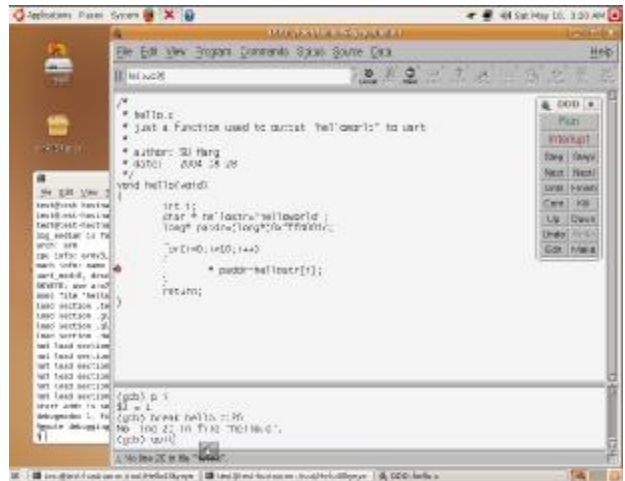


圖 11 Client 使用 Live CD 執行 DDD 練習

4. 成果

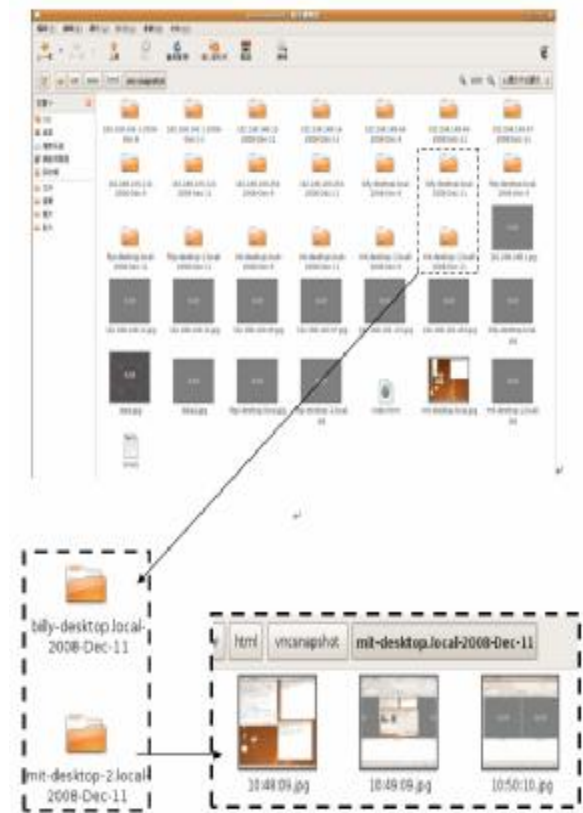


圖 12 Server 端資料夾分配圖

圖 12 為 Server 端執行後資料夾分配的圖片，可以看到每個 IP 和主機名稱都會有各自的資料夾，上面會有日期，在資料夾中圖片會以時間來命名以避免重複。

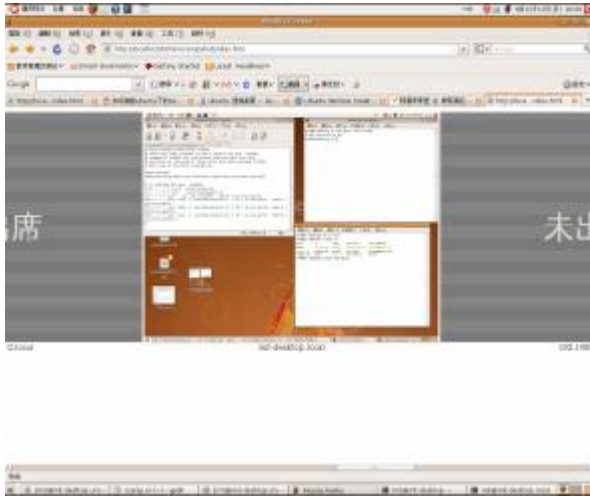


圖 13 Server 端抓取 Ubuntu 畫面圖

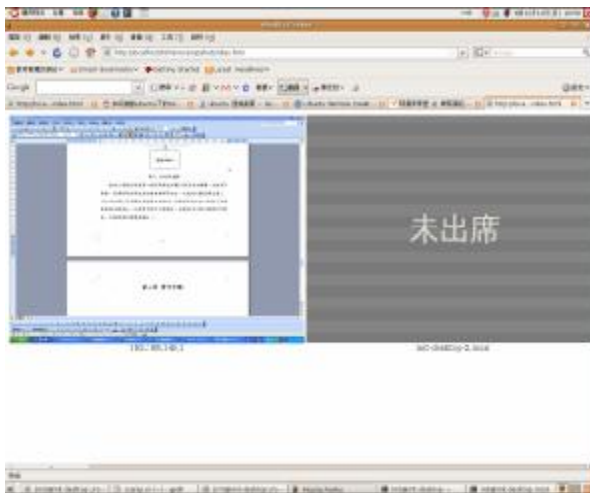


圖 14 Server 端抓取 windows 畫面圖

圖 13 和圖 14 為 VNC 抓取的畫面，本系統不單能抓取得到 Ubuntu 的畫面，如果 windows 中有 vncserver 開啟一樣能抓到，假如掃到 IP 可是沒有安裝 vncserver 或是 vncserver 關閉，我們以未出席的圖(data2.jpg)來做表示。

5. 結論

本文主要是希望能達到以結合 Open Source 的自由軟體，來達到輔助上課教學的目的，以便於自由軟體的推廣，文中主要是使用 VNC 和 Ubuntu 來結合，做出一套能觀看、紀

錄儲存和教學的系統，讓老師能夠了解學生狀況，整理出最適合的教材，而且能正確的掌握教學進度，有利於教學資源的利用。

在這事事講求低成本的多媒體年代，如果沒有推廣免費軟體的使用和開發，軟體開發市場一定遠遠落後於別人，因此自由軟體的推廣就顯的越來越重要，希望這篇文章能幫助更多願意推廣 Open Source 的老師達到更好的教學效果。

參考文獻

- [1] 李博明，"Leenix"，Leenix 免安裝光碟教學與應用研討會，2008
- [2] 鳥哥，**鳥哥的 Linux 私房菜**，上奇科技股份有限公司，2006。
- [3] 維基百科，<http://zh.wikipedia.org/>
- [4] Ubuntu 正體中文站，http://www.ubuntu-tw.org/modules/newbb/viewtopic.php?viewmode=compact&order=DESC&topic_id=353&forum=4
- [5] Chen Yu, Ren Jie, Zhu Hui, Shi Yuan Chun，"Dynamic Binary Translation and Optimization in a Whole-System Emulator--SkyEye"，*IEEE*, 2006
- [6] JHO Pretorius, H Scheepers，"The ubuntu approach to teaching systems development: Report on a South African study in progress"，*IEEE*, pp142-149, 1995
- [7] Jamyy's Weblog，<http://cha.homeip.net/blog/archives/2005/12/vncsnapshot.html>，2005
- [8] Kubuntu，https://wiki.kubuntu.org/TIPs_of_use_ubuntu
- [9] Tae-Ho Lee, Hong-Chang Lee, Jung-Hyun Kim, Myung-Joon Lee，"Extending VNC for Effective Collaboration"，*IEEE*, pp343-346, 2008。