

以 VNC 建置電腦教室廣播系統

王德譽/何孟修/魏瑋良/溫以新
朝陽科技大學資訊工程系
413 台中市霧峰區吉峰東路 168 號
Tel:(04)23323000 ext. 4538
Email: dywang@csie.cyut.edu.tw

摘要

電腦教室與一般教室最大的不同，在於電腦教室可供老師示範操作及學生實機操作練習。因此電腦教室幾乎都會裝設螢幕廣播系統，廣播系統可分為硬體與軟體廣播兩種。硬體廣播無網路安全與訊號不佳的問題，但線路安裝與廣播設備花費龐大，且老師機廣播時學生機螢幕完全鎖定，學生無法在觀看老師示範操作的同時一邊上機跟著操作，等老師示範操作結束並將螢幕廣播解除後，學生可能已經忘了之前的示範，不但學習效果不好且上課也容易分心。軟體廣播雖然可以讓學生邊看老師示範操作邊上機操作，也省去設備線路的費用，但一般商業軟體還是需要軟體購買費用，且大都限制連線數量並限於 Windows 作業系統使用。

基於以上原因，本研究使用開放源碼 VNC (Virtual Network Computing) 遠端控制系統，設計成教學軟體廣播系統。除了不需花費昂貴的安裝線路、裝置費用或軟體費用外，且跨平台、無連線數量限制。本系統於 VNC 伺服器架設可操控及只能觀看兩種模式，老師以可操控模式的埠號及密碼登入進行操作示範，學生則以只能觀看模式的埠號及密碼登入，就可一邊看老師示範操作一邊跟著練習。為了提升系統可攜性，本系統同時架設 noVNC，VNC client 使用網頁瀏覽器，不需要安裝 VNC viewer 套件，一樣可以連線 VNC 服務進行操作或觀看。本系統已實際使用於朝陽科大 E-517 電腦教室一年以上，若 VNC 伺服器使用實體 IP，更可進行遠距教學，讓電腦教室以外的學生一起學習。

關鍵詞：教學廣播系統、遠距教學、VNC、noVNC。

Abstract

Teaching broadcasting system has two kinds of hardware and software. Hardware teaching broadcasting system equipment cost is high and lock the screen, students can not operate simultaneously. Business teaching broadcasting system must pay copyright fees, and mostly limit the number of connections and is limited to the Windows operating system.

For these reasons, this study design teaching broadcasting system using open source software VNC (Virtual Network Computing) Remote Control System. VNC server set up be manipulated and can only be viewed in two modes. This system setup vnc server with operable and view-only modes that use different ports and passwords. Login the vnc system with the view-only mode, students practice over see the teacher demonstration. In order to enhance the portability of the system, the system is also set up noVNC, VNC client using a web browser can connect VNC service to operate or watch. If the VNC server using fixed IP, the system can also be used distance learning, enable remote students to learn outside the classroom together.

Keywords: Teaching broadcasting system, Distance learning, VNC, noVNC.

1 前言

科技進步快速的年代，學校使用的教學工具非常多且越趨科技化，就電腦教室教學環境而言有電腦、投影機、廣播系統，學生可以實機操作電腦，投影機則可以將老師的電腦螢幕投影在投影幕上，讓學生可以邊上機邊觀摩，但這種教學方式容易讓學生因為座位配置，造成學生視線不佳或是視線阻礙，教學效果不

佳，電腦廣播系統則是可以讓所有學生清楚看到老師的電腦螢幕，使教學品質上升。

電腦的螢幕廣播系統可分為兩類，一類是常見的硬體廣播系統，另一類則是軟體廣播系統；硬體廣播系統的功能是能夠進行全體廣播、學生展示以及畫面監控，優點是支援高解析螢幕顯示、可適用於任何作業系統且無網路安全以及訊號不佳的問題，缺點則是廣播設備以及線路裝設的花費高，而且當老師機進行廣播時學生機的螢幕會被完全鎖定，學生無法在觀看老師示範的同時上機操作，等老師示範操作結束並將螢幕廣播解除後，學生可能已經忘了之前的示範內容，不但實習效果不好且上課也容易分心；而軟體廣播系統功能是播送教學畫面、觀看學生螢幕，優點是省去龐大的廣播設備及線路的費用，但市面上的一般付費軟體還是需要軟體購買費用與版權費用，且大多都限於 Windows 作業系統使用。

VNC[1] 是開放源碼的遠端桌面遙控系統，本研究將 VNC 設計成廣播系統，在老師機架設 VNC 伺服器並設計只能觀看不能操作的唯讀模式埠號做為廣播用，老師及學生的用戶端都必須安裝 vnc viewer 才能連線 vnc 伺服器，老師及學生使用不同的埠號及密碼登入，讓老師在 VNC Server 主機畫面進行教學示範的同時，學生則連線 vnc 唯讀模式埠號下瀏覽老師的主機畫面，且無法干涉老師機的操作畫面。

使用 VNC 設計成電腦教室廣播系統，除不需再花費昂貴的安裝線路與裝置費用、也不用擔心學生端的連線數量的問題。另學生可以邊觀看老師的教學畫面，一邊實作老師的教學項目，更可大大提升電腦教室中的實作教學效益。

為了免去老師及學生用戶端必須安裝 vnc viewer 套件才能連線 vnc 伺服器的困擾，同時提升本廣播系統的可攜性。本研究同時在 vnc 伺服器架設 noVNC[2]，不需要 VNC viewer 瀏覽套件，只要使用網頁瀏覽器就可遠端操作或觀看。noVNC 是以 VNC 為基底並使用網頁瀏覽器當作 VNC viewer 的開源碼軟體，因為 noVNC 不受系統限制，可以非常便利的使用或觀看 VNC 畫面，且 noVNC 瀏覽器需求非常低，電腦教室裡的網頁瀏覽器即可滿足 noVNC 的 Client 端需求，使學生觀看老師教學畫面的方式更多元，且不會侷限在只能使用特定的作業系統。

2 系統環境

2.1 VNC

VNC 原為 Olivetti & Oracle 研究室所開發[3]，所使用的是 AT&T 版本，但之後出現多種強大的分支版本，如 RealVNC、TightVNC、UltraVNC，使原本 AT&T 版本不再使用。RealVNC 是由部份 VNC 團隊成員開發，是目前最活躍且強大的主流，分成商業版(全功能)及免費版；TightVNC 則是強調節省頻寬的使用；UltraVNC 結合 Active Directory 及 NTLM 的帳號密碼認證，並加入了 TightVNC 的部份程式及加強效能的圖型對應驅動程式，但僅有 Windows 版本。本系統使用 CentOS[4] 預設 VNC 套件 Tigervnc[5]，Tigervnc 是 Tightvnc 在 2009 年所分支出來的一款高性能 VNC 版本，跨平台，不管是在 Server 端或 Client 端都允許使用者連接 VNC 進行遠端桌面操作或瀏覽。

VNC Server 端所安裝的套件為 tigervnc-server，VNC Server 用於啟動一個 VNC 遠端桌面視窗，所以在安裝完成後得進入 vncserver 設定檔，新增使用者、埠號(port)及遠端桌面的顯示的選項，啟動 vnc server 並設定防火牆開放 vnc 的埠號，老師即可連線登入 VNC 並在遠端桌面視窗進行示範。

在 VNC 廣播系統中，使用者使用 vnc viewer 連線 VNC，老師端與學生端使用連線的埠號與密碼不同，以區別可操控或只能瀏覽遠端桌面。vnc viewer 安裝非常簡單，只需要安裝 VNC 的 Client 端套件 tigervnc，安裝完成後在終端機輸入 IP 位址加上所要連接的埠號，即可連接所想要的 Server 端。

老師端與學生端使用的是同一遠端桌面畫面，只是學生端滑鼠及鍵盤不啟動，也就是無法操控遠端桌面只能觀看。為達到此廣播功能，vnc server 必須另外啟動限制滑鼠與鍵盤的 view-only 埠號，以 view-only 埠號連線主機，僅只能觀看遠端桌面，無法對其進行任何操控。

2.2 noVNC

noVNC 使用 HTML5 Canvas 和 WebSockets 實現以網頁瀏覽器做為 VNC client 的目的，架設時需要一個支援 WebSockets 的 VNC 服務器(如 libvncserver)，或者需要使用 websockify 做為瀏覽器和 VNC 服務器之間的橋樑。

TigerVNC Server 並不支援 Websock-

ets, noVNC 不能直接連接 VNC Server。因此需要一個代理來做 WebSockets 和 TCP sockets 的轉換,也就是 websockify, websockify 更之前稱為 wsproxy 是 noVNC 計畫中的一部份,本系統使用 python-websockify 套件完成此一 websockify 轉換,建立 noVNC 與 VNC Server 之間的通訊。websockify 語法:

```
websockify [options] \  
[source_addr:]source_port \  
[target_addr:target_port]
```

source_addr, target_addr 分別為來源及目標的位址,source_port, target_port 則分別為來源及目標的埠號。只要將來源的位址及埠號連接到目標位址及埠號即可,選項 options 可以選擇 websockify 所要執行動作,例如 --web=DIR 設定使用的預設網頁,-D, --daemon 將服務器變成 daemon,也就是背景程序。

本系統使用 CentOS 6 預設的的防火牆 iptables[6] 來設定所要開放的埠號。VNC 與 noVNC 使用的埠號不同,為讓 vnc viewer 及 novnc 瀏覽器都能使用遠端桌面,必須新增 iptables 防火牆 ACCEPT 規則,接受 VNC 及 noVNC 埠號封包。

3 開機自動建置 VNC 與 noVNC 環境

為使用 VNC 及 noVNC 啟動本研究以 Shell Script 程式語言將 VNC 的繁瑣設定過程與除錯判斷寫成腳本,並於開機時啟動腳本,在電腦教室中,授課老師不一定有能力及時間進行 VNC 及 noVNC 的設定,為簡化系統啟動的繁瑣的設定,達到一鍵啟動之目標。本系統以 Shell Script 完成所有偵測及設定,讓即使不熟悉 Linux 系統的授課老師,也可以直接點選桌面上圖示就可啟動廣播系統,以 VNC 電腦廣播系統授課提升教學效果。Shell Script 中包含:

3.1 自動偵測螢幕解析度

為加強系統可攜性,即使移植至其他環境或換螢幕也能以最適當的視窗大小呈現,不致於過大超出螢幕邊界或過小不易操作。本系統在腳本中先偵測目前視窗螢幕大小如程式 1,橫向及縱向大小 x,y 分別為目前視窗大小減 80 及 110,而且若橫向大小 x 大於 1400,則設定為 1280。變數 geometry=\${x}x\${y} 做為啟動 vnc server 的選項,遠端桌面即可依目前視窗大小自動調整成最適當的尺寸。

```
1 xy=$(sudo -u dywang xrandr |  
    egrep -o -m1 '[0-9]+x  
    [0-9]+' )  
    x=${xy%x*}; y=${xy##*x}  
3 ((x-=80)); ((y-=110))  
    test $x -gt 1400 && x=1280  
5 geometry="${x}x${y}"
```

程式 1: 偵測實體螢幕寬高。

偵測以設定遠端桌面視窗大小、偵測並安裝完整軟體及相依套件、抓取 ip 位址、刪除 VNC 的相關程序、開放老師端 VNC 與 noVNC 環境與開放、開放學生端 VNC 與 noVNC 環境、啟動防火牆埠號。

以下是 Shell Script 的腳本內容:

3.2 自動偵測 vnc server 是否安裝

為方便系統安裝,腳本中自動偵測是否已安裝 vnc server 套件如程式 2,先判斷系統中是否已安裝 tigervnc-server 套件,若是未安裝則自動安裝 VNC Server 與 noVNC 以及相關的相依套件,並在腳本中直接設定好 vnc server 用戶 dywang, DISPLAY 7,預設螢幕大小 1152x864,解析度 24 位元。

```
1 if rpm -V tigervnc-server | grep '  
    not installed'; then  
    yum install tigervnc-server  
    pixman pixman-devel  
    libXfont \  
3    novnc python-websockify  
    numpy -y  
    cat >> /etc/sysconfig/  
    vncserver << EOF  
5 VNCSERVERS="7:dywang"  
    VNCSERVERARGS[7]="-geometry 1152  
    x864 -depth 24"  
7 EOF  
fi
```

程式 2: 自動安裝 VNC 與 noVNC 套件。

3.3 自動偵測 server IP

由於 websockify 需要主機 IP 位址,腳本中自動偵測主機 IP 如程式 3。第 1 行先取得有線及無線網卡 IP,如果只有一個 IP,則 myip 就是該 IP,但若不只一個 IP,表示有兩張以上網卡都有設定 IP,則由用戶確認使用哪個 IP。若是用戶超過 30 秒未回應即自動跳過這一筆並繼續下一張網卡,若都沒回應則採

用第一張網卡的 IP。另外，若主機根本沒有網卡，只是想在本地測試 VNC 遠端桌面，此情況則 myip 設定為 127.0.0.1。

```

1 myip=$(ip addr | egrep 'inet.*(eth
  | wlan)' | grep -o '[0-9\.]*')
2 ip=$(echo $myip | sed 's/?/?g')
3 if [ "${#ip[@]}" == "1" ];then
4     myip=$ip
5 else
6     for ((i=${#ip[@]}-1;i>=0;i--))
7     ; do
8         [ "$i" -eq "0" ] && myip=${
9         ip[0]} && break
10        read -t 30 -p "myip=${ip[
11        $i]}?(y/n)" yn
12        [ "$yn" == "Y" -o "$yn" ==
13        "y" ] && myip=${ip[$i
14        ]} && break
15    done
16 fi
17 [ "$myip" == "" ] && myip
18 =127.0.0.1
19 echo myip=$myip

```

程式 3: 自動取得主機 IP 位址。

3.4 自動取得 VNC 用戶帳號名稱。

VNC server 必須取得可用用戶名稱並以此用戶啟動遠端桌面，腳本如程式 4。第 1 行先取得目前用戶名稱，再由 vnc server 設定檔取得視窗編號，若無此用戶則輸出沒有此一用戶並退出腳本。反之，若順利取得視窗編號，將 vnc server 及 novnc 埠號分別設定為 5900 及 6080 加上此一編號。接著清空相關的程序，以免因先前啟動或開啓的程式未正常關閉或佔用埠號，而造成系統啟動失敗。因為啟動 vnc server 時會將視窗參數寫入家目錄下的 .config/monitos.xml，下次啟動時若此檔存在則以此檔的參數啟動，為讓系統每次啟動都以目前的螢幕大小調整，故刪除此檔再執行 VNC Server。

```

1 user=$(getent passwd $user | cut -
  d: -f6)
2 port=$(egrep -o [0-9]{1,3}\:
  $user /etc/sysconfig/
  vncservers)
3 port=${port%:$user}
4 [ "$port" == "" ] && echo "NO user
  $user" && exit 1
5 vport=$((port+5900))
6 wport=$((port+6080))

```

```

7 sudo -u $user vncserver -kill :
  $port #2>/dev/null
8 ps ax | grep "[0-9]* $myip:$vport"
  | grep -v grep | awk '{print
  $1}' | xargs kill 2>/dev/null
9 netstat -tlnp | grep :$vport | sed ,
  s/.*\ \([0-9][0-9]*\)\.*/\1/,
  | xargs kill 2>/dev/null
10 rm -f /home/dywang/.config/
  monitors.xml

```

程式 4: 自動取得 VNC 用戶帳號名稱。

3.5 啟動 VNC 及 noVNC

VNC Server 啟動及 websockify 如程式 5，第 1 行 sudo 切換成 vnc 用戶並以該用戶環境變數啟動 vnc server，其中，-i 表示使用該用戶的環境變數，-u 表示要使用的使用者名稱；.XAUTHORITY 是 startx 腳本記錄檔，Xserver 啟動時，讀取檔案 ~/.Xauthority 對應其 DISPLAY 的記錄，因此 vnc server 啟動必須使用該用戶的記錄檔。最後 iptables 開放 VNC 與 noVNC 埠號。

```

1 sudo -i -u $user XAUTHORITY="{
  userhome}/.Xauthority"
  vncserver :$port -geometry
  $geometry
2 websockify --web /usr/share/novnc
  $vport $myip:$vport -D
3 iptables-save | grep $vport || \
4 iptables -A INPUT -m state --state
  NEW -m tcp -p tcp --dport
  $vport -j ACCEPT
5 iptables-save | grep $vport || \
6 iptables -A INPUT -m state --state
  NEW -m tcp -p tcp --dport
  $vport -j ACCEPT

```

程式 5: 啟動 VNC 與 noVNC。

3.6 View Only 模式

除了啟動老師可操控的 VNC 及 noVNC 外，還必須設定只能觀看不能操控的遠端桌面 View Only 模式，腳本如程式 6。第 1 至 8 行以 while 迴圈判斷 VNC 埠號與 noVNC 埠號，直到找到未使用之埠號，做為學生端 View Only 模式 VNC 與 noVNC 埠號。第 9 行 websockify 進行 noVNC 與 VNC 轉換。第 10 至 15 行以 x0vncserver 指令啟動學生端 View Only 模式遠端桌面，其中

--display=:\$port.0 使用與老師端可操控的遠端桌面相同的視窗編號，否則所學生端無法看到老師端的操作情況，而是一個全新的桌面；--AcceptKeyEvents=off 取消接受鍵盤的輸入事件；--AcceptPointerEvents=off 取消接受滑鼠事件；--AlwaysShared 設定可分享讓所有學生都可同時連線；--rfbport=\$vport 設定 View Only 模式使用的埠號。

```
1 vport=$((vport+1))
2 vwpport=$((wport+1))
3 while netstat -ln|grep -q :$vport
4   [[:space:]] ; do
5   ((vport++))
6 done
7 while netstat -ln|grep -q :$vwpport
8   [[:space:]] ; do
9   ((vwpport++))
10 done
11 websockify --web /usr/share/noVNC
12   $vport $myip:$vport -D
13 sudo -i -u $user x0vncserver --
14   PasswordFile=$userhome/.vnc/
   viewonly \
   --display=:$port.0 \
   --AcceptKeyEvents=off \
   --AcceptPointerEvents=off \
   --AlwaysShared \
   --rfbport=$vport &
```

程式 6: View Only 模式。

4 系統展示

本系統已經在朝陽科大 E-517 電腦教室使用一年以上，對象分為老師端電腦主機與學生端電腦主機。在老師使用 VNC 電腦教室廣播系統上課時，學生可使用 View Only 模式觀看老師端電腦教學的畫面。本系統之特點在於學生可以在觀看老師教學畫面的同時，一邊實機操作老師所教學的內容，使在電腦教室中的教學效益大大提升。且 VNC 環境設定在開機時就已經自動執行，所以就算是不熟悉系統環境的使用者，也可以非常方便操作本系統。

4.1 老師端 VNC

老師端使用者只要擁有可控制 VNC 的帳號與密碼即可登入並控置 VNC，且老師也可以遠端連線 VNC Server 操控 VNC 畫面，不一定要將 Server 設置於主機才可使老師登入 VNC。老師端登入 VNC 可以有兩種登入方

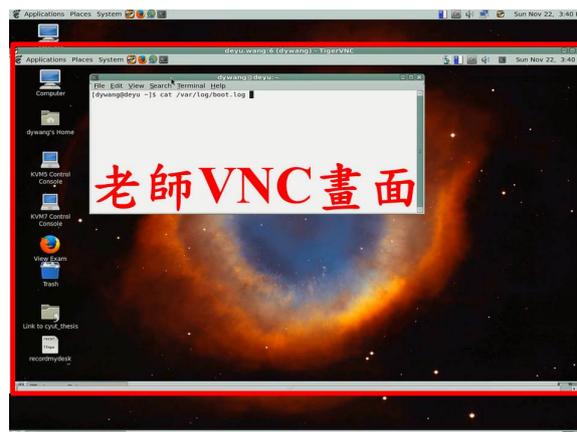


圖 1: 老師端 VNC 畫面。

式，一種是使用終端機文字介面登入，另一種是使用圖型捷徑登入，過程如下：

- 利用終端機文字介面登入 VNC，例如：主機 IP 為 192.168.1.106，開放之 VNC 埠號為 5906，指令為 `vncviewer 192.168.1.106:5906`，完成後，需要輸入密碼登入老師端 VNC，輸入完成後就會進入老師端 VNC。
- 利用圖形捷徑登入 VNC 使用圖形捷徑進入 VNC 的圖形化登入介面，輸入 IP 與 VNC 埠號後按下 Connect 按鈕並輸入密碼即進入 VNC。如圖 1 所示，為老師登入 VNC 之後的畫面。

4.2 學生端 VNC

本系統在每台學生端主機桌面放有預設老師端 IP 位址的 vncviewer，只要點擊桌面上的 vnc viewer，並輸入密碼就可以直接觀看 VNC。學生使用學生端主機觀看 VNC 非常方便，因為 VNC viewer 已經設定完成，學生一登入即可看到老師端 VNC 畫面。如圖 2，學生觀看老師端 VNC 畫面，同時實機操作。

4.3 學生端 noVNC

noVNC 是為沒有 VNC viewer 的使用者設計的，因為 noVNC 不受作業系統的限制，只需要瀏覽器就可以操作及觀看 VNC 畫面，對於使用不同系統的使用者更是方便許多。如圖 3，學生使用 noVNC 觀看老師端教學畫面，同時實機操作。

5 結論

硬體廣播系統必須購買硬體並佈線建置，且廣播時學生端螢幕完全鎖定，無法提供學生邊看老師示範邊練習的環境。市售軟體廣播系統，除要付費外且大多限制於 Windows 作業系統或使用主機數。因此，本研究將免費開源遠端桌面軟體 VNC 設定成教學廣播系統，不但免費、跨平台、無使用主機限制，學生可邊觀看老師教學操作示範的同時，一邊實機操作，可大大提升學習效益。

為提升本系統之可攜性，VNC 及 noVNC 啟動脚本全自動判斷目前螢幕、網路環境進行設定，以適用各種教學環境，用戶端無論是什麼作業系統只要打開瀏覽器，就可連線操作或觀看。本廣播系統已經在朝陽科大 E-517 電腦教室使用一年以上，結果顯示實機操作之上課內容，確實可提升學生的學習成效。

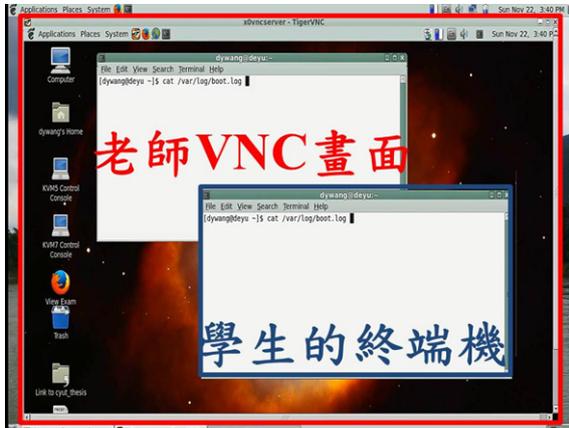


圖 2: 學生端 VNC 畫面。

參考文獻

- [1] Kenneth R. Wood Tristan Richardson, Quentin Stafford-Fraser and Andy Hopper. *Virtual Network Computing*. 1998.
- [2] Novnc. <https://kanaka.github.io/noVNC/>.
- [3] 維基百科virtual network computing. <http://zh.wikipedia.org/wiki/VNC>.
- [4] Centos. <https://www.centos.org/>.
- [5] Tigervnc. <http://tigervnc.org>.
- [6] 王德譽. 電腦教室客製化 NAT 系統設計與實作. 2014.

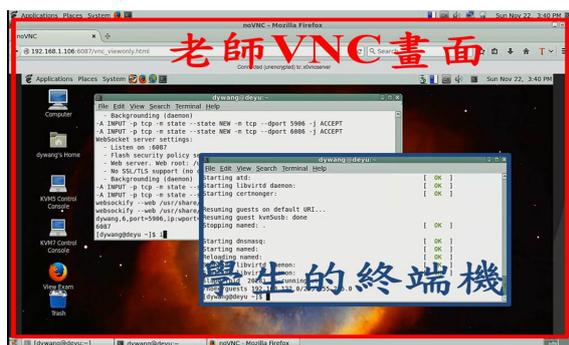


圖 3: 學生端 noVNC 畫面。