

# 網際網路無人實驗室之規劃與實現

趙春棠

南台科技大學電機工程系、所 助理教授

蔡得元

南台科技大學電機工程研究所 研究生

## 摘要

在本論文中，我們將提出一個網際網路無人實驗室之規劃與實現，以提昇傳統實驗室之效能。在網路系統方面，我們將在伺服主機上建立資料庫系統，以儲存使用者及實驗之相關資料，藉由 ADO 資料庫物件，及 ASP 網頁等技術，使用者可以對資料庫作存取的动作，及下達實驗命令。同時我們也建立影音伺服系統，以完成網路實驗室影音及時撥放之功能。最後，我們則利用單晶片微處理器配合 CCD 攝影機及感測元件等，建立實驗平台，並作安全性的考量，而實驗平台也將結合資料庫系統，以管制使用者使用實驗平台之權限或順序，並執行使用者下達之實驗命令。我們以步進馬達及直流馬達實驗為例，驗證本系統之可行性，希望藉由本研究，能改進傳統實驗室在使用時間、安全性、及管理成本等各方面之問題，並擴展實驗教育之新領域。

關鍵詞：資料庫、實驗室、遠端控制、網際網路

## 1、簡介

在這個多元化的二十一世紀裡，人們對於教育的觀感，已不再侷限於傳統上教師於講台的授課方式，許多家長與學生亦迫切的期待新型態教育的到來，因此現今相當多的教育學者，便發展出多元化的教學方式來改變過去單一的教學型態。例如新提出之建構式教學法(王世全，民 90)，它強調以學生作為中心，而在教學過程中，老師則擔任引導、輔助、及指正的角色。學生依據老師所建構的教學情境，主動的進入學習，在這個自然的教學環境中，期使學生會主動的思考，並經由與同儕之互動，共同討論以尋找解答，而將知識納入生活中的一部份。

如此地強調學生主動的思考，學習知識，並尋找解答，在教學上便出現了學習隨選(LOD, Learning On Demand)的方法(黃武元、揚岱霖、許榮隆，民 89)，這個方法讓學習者可以依據自我的需求，來選擇自己所需要的課程。正因如此，隨選視訊(VOD, Video On Demand)的技術便隨之而生(溫明正，民 87)，也就是說學員可以依照自己的需求，隨意自由的檢索、參考包含影像在內的多媒體資訊系統。如眾所知，傳統的電視教學只能將準備的影像在預定的時間對收視者對單向的傳送，但在 VOD 系統下，則能接受學員的點選，與學員進行雙向的互動溝通，大大的增進學習的效果。

由以上的說明，我們發現資訊科技用來輔助教師教學，甚而改變傳統教育方式的趨勢。例如進一步結合多媒體技術以及運用網際網路技術，建立同步或非同步遠距教學系統，藉著網際網路無遠弗屆的功能，使得不同地區的學生能依照個人的需要，透過網路點播及時或非即時之教學課程，以突破傳統教學上時間以及空間的限制。

然而不論是隨選視訊系統，或是遠距教學系統，目前所提供的多為多媒體資訊，或虛擬實境的互動系統，鮮少有牽涉到實體硬體之控制者，亦即極少見有應用新一代資訊科技於實體實驗教學者。然而對於自然學科以及理工科系的學習而言，實驗則是一個非常重要的科目，學生們可以透過實驗課程，驗證理論上的知識，並從操作中去了解各種設備或元件的使用方法及特性，甚而刺激出新的創造力，真正達到從作中學，活學活用的效果。基於此，本研究希望能結合網際網路遠端控制，以及網路多媒體等技術，規劃並實現一網際網路無人實驗室。

網際網路無人實驗室之建構，預計將可改善傳統實驗室之諸多缺失，例如傳統實驗室之開放時間短暫，使用上並不自由，此外必須派遣專人負責管理，更嚴重的是，實驗室偶而因學員的操作不當，造成學員及公共安全事故，或設備、元件之徒然耗損，這些都將增加了維護實驗室之成本，或造成無法彌補之遺憾。是以，對於網際網路無人實驗室之規劃，本文試著進行多方面的考量，除尋求適合建構網際網路無人實驗室之伺服系統以及遠端控制技術外，亦將利用微控制器配合適當之感測元件，建立實驗平台。而在實驗平台的控制方面，同樣的必須加強安全性的考量，以避免人為的操作錯誤，造成機構的破壞或當機。

以下首先說明網際網路無人實驗室之規劃，其中包括伺服主機上資料庫系統之建立、影音伺服系統之建立、以及實驗平台之建立。接下來，我們則設計一步進馬達及直流馬達實驗平台，以驗證本系統之可行性，希望藉由本研究，能改進傳統實驗室在使用時間、安全性、及管理成本等各方面之問題，並擴展實驗教育之新領域。

## 2. 研究方法

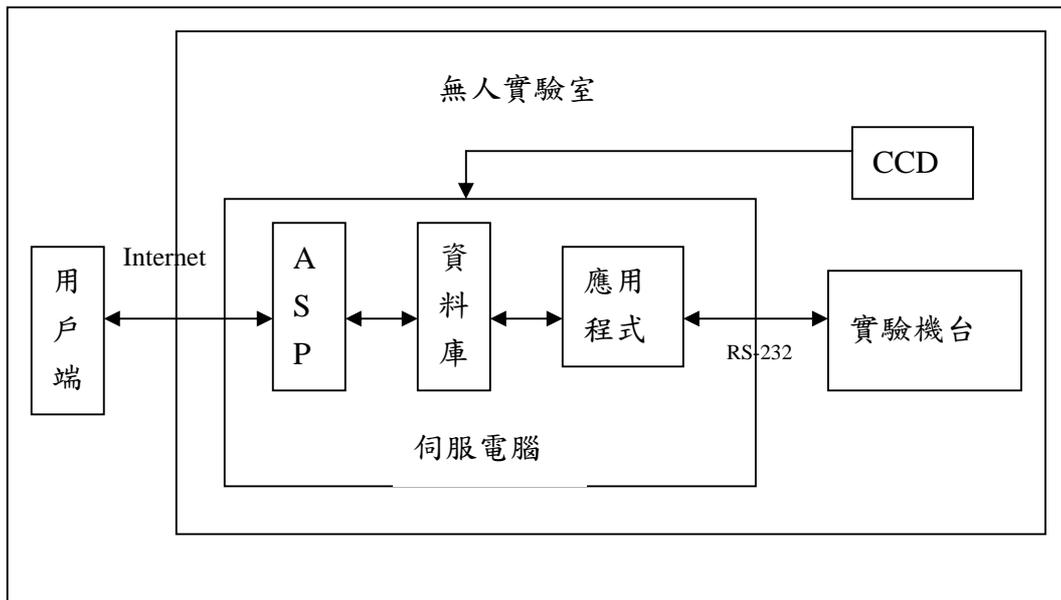
以下說明網際網路無人實驗室之系統架構，並分節說明感測元件的認識與規劃、網際網路遠端控制技術、以及及時影像傳輸系統等主題。目的在希望從這些主題的研究當中，找出建構網際網路無人實驗室之經濟可行方法。

### 2.1 系統架構

圖一所示為本文所提出之系統架構圖，其中將以一部伺服電腦為中心，在這部伺服電腦上，架構ASP網頁，使用者則可以經由網際網路，在使用者端(Client)對伺服電腦(Server)下達命令。同時在這部伺服電腦中，我們也將建立一個具

有紀錄實驗指令及實驗結果的 Access 資料庫，例如前述使用者所下達的命令，都將紀錄在此資料庫中。

在實驗機台方面，它是與伺服電腦經由 RS-232 界面相連接，可以接收來自伺服電腦的控制命令，我們採用了 PIC 單晶片(趙春棠，民 90)作為實驗機台的控制晶片。而在伺服電腦中，我們利用 Visual Basic 語言撰寫了一個程式，這個程式可以擷取資料庫中的實驗指令，以對實驗機台中的 PIC 單晶片下達命令，另一方面，它也可接收實驗機台執行結果的資訊，並將之紀錄在資料庫中。最後，我們在伺服主機中安裝了 CCD 攝影機，捕捉實驗機台進行實驗的即時影像，並利用網際網路影音傳輸的技術，將影像畫面傳送到用戶端。



圖一 網際網路無人實驗室系統架構

## 2.2 感測元件的認識與規劃

對於實驗過程中，溫度、長度、壓力、速度等因素的紀錄，是進行實驗時，非常重要的一環。以複雜的訊號分析而言，通常必須使用精密的量測儀器，而對於一般的訊號，則可以直接應用適當的感測器來達成。以下依人體基本感官器官及一般常見感測訊號為例，說明架構網際網路實驗室時，有關感測器之使用。

- 1.眼：在眼睛觀察方面，我們可以直接利用攝影機做影像的擷取，而市面上的攝影機，依其性能的不同有著價位的高低。如果有經濟方面的考量，則最便宜的做法，則是選擇一般能以 USB 介面直接連接電腦之數位 CCD 攝影機，本文即採用此方法。
- 2.耳：在聲音的聽取方面，最直接的方法，就是利用麥克風，將震動的聲音訊號，轉換成電子信號，一旦要將聲音還原時，只需利用喇叭，即可將信號還原，而原音重現了。在本文中，我們利用市面上所購的電腦網路麥克風，結合伺服電腦上的音效卡，配合網路傳輸技術，即時傳送實驗過程所產生之聲

音。

- 3.鼻：若要利用感測器，來辨別氣味，並不容易。目前的電子鼻，是一種相當先進的技術，而其人工嗅覺技術的目的即在模仿，甚至超越人類的嗅覺系統，並結合生醫、化學、半導體電子、訊號處理與人工智慧等專業技術，建立具體化的電子鼻儀器系統，改善傳統的化學分析與人類感知評估的辨識方法，並相互配合，以有效地辨識氣味的分類(呂志誠，民 90)。
- 4.舌：電子舌也是目前最新的發明，電子舌頭上裝有 4 個化學感測器，其中包含非常薄的聚合物薄膜等物質，沉積在金屬質的電極上，與電路相連。電子舌頭接觸待檢測的溶液時，傳感器薄膜能吸收溶解在水中的物質，使電極的電容量發生改變。4 個傳感器的狀態組合，就是這種溶液的“味道”，它可以在包含甜鹹酸苦等標尺的圖譜上佔據一個特定的點。不同的飲料和食物有不同的味道特徵點，一些味道只有微弱差別的飲料如蒸餾水和礦泉水，其特徵點在圖譜中的位置有明顯差(科技日報，民 91)。
- 5.溫度：至於溫度的測量，以最常見的溫度檢測器為例，它的測溫電阻體，是以白金線捲在雲母或玻璃上，然後裝入類似熱電偶的保護管而成，這種感測器會因溫度的變化，改變其電阻量。我們只需利用電橋的方法，便可量測其電阻，而電阻的改變恰與溫度成比例(謝文福，民 73)。
- 6.壓力：壓力的測量，常見的是半導體應變檢測器，它的主要組成只是利用晶片及其上的矽板所組成，當我們對矽板施壓時，矽板會因形狀的改變，而有電阻的改變，因此我們便可以利用電橋的方式檢出(謝文福，民 73)。

隨著科技的進步，不同種類或功能之感測器，相繼被研發出，例如在本文中，我們將使用一組光感應式的感測元件，作為直流馬達的轉速測試，這個元件是由一個發光二極體，及個光感電晶體組成，常用於電腦滑鼠等物件上，價格低，且使用上非常方便(謝文福，民 73)。

由於網際網路無人實驗室系統中，實驗者並不在現場，故必須設計感測器電路，以及單晶片程式，使感測器所量測得到的結果，能夠傳給實驗者。事實上，許多感測器所量測到的訊號非常弱，而且是類比的訊號，此時則必須設計放大電路，將訊號放大，並利用類比轉數位晶片(ADC)，將類比訊號轉換成數位訊號，方便電腦系統擷取分析。總之，根據不同的實驗主題，慎選感測元件，是實現網路無人實驗室中，非常重要的步驟。

## 2.3 網際網路遠端控制系統

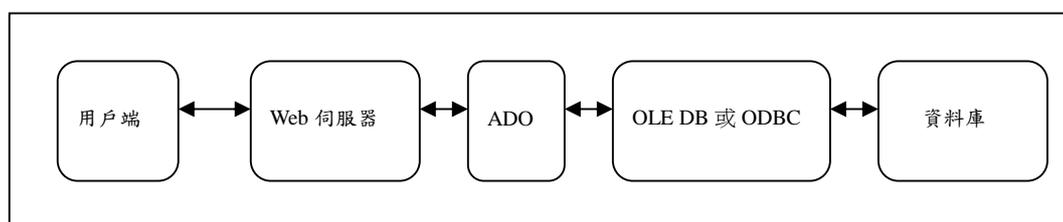
有關網際網路遠端控制，方法並非唯一，以下試著將常見的幾種方法歸納分析如下：

- 1.利用 Visual Basic 元件：利用 Visual Basic 語言，以及語言中的 Winsock 控制元

- 件、MSComm 通訊元件，來撰寫監控所需的網頁程式，並連結 RS-232 介面。此方法技術性不高，也可有效的對伺服端作資料的收送，然而使用此種方法，在用戶端的電腦必須安裝前端的軟體，對於程式的安裝、維護、及更新版本等等操作均很麻煩（董恩家、黃懷慶、陳志銘、陳威樵、楊馥華、楊曜誠，民 89）。
2. 利用動態連結檔(ActiveX.dll)：此法利用 ASP 網頁技術，及動態連結檔來撰寫監控網頁，並利用動態連結檔作 RS-232 介面的使用，此方法改進了前述方法 1 中的做法，但動態連結檔的撰寫層次較高，對程式開發者有其困難度（趙春棠，民 89）。
  3. 利用 Java 技術：結合 Java 中的 Java RMI Java Comm API，Java Applet 和 Java AWT 等技術來完成遠端控制系統，其中以 Java RMI 為最主要部分，整個遠端控制系統的軟體設計，都是以 Java RMI 為主架構的(王利裕，民 90)。
  4. 利用 ADO 資料庫技術：如圖二所示，以 ASP 網頁以及 ADO 資料庫技術，作為使用者與伺服主機系統間之訊息連結，再用 Visual Basic 通訊程式來達成資料庫與周邊介面的資訊交換，此方法正好達到了，使用者方便，撰寫者容易的需求(龍仁光、徐銘鴻、許晉懷、游耀程、張齊文，民 91)。

本文採用以上第 4 種方式，進行網際網路遠端控制，在網路監控方面，利用 ASP 網頁，結合 ADO 物件，將使用者所下達之實驗命令，傳達至電腦資料庫，再由伺服端中另行撰寫之 Visual Basic 通訊程式，定時擷取資料庫中的命令，將此命令傳送給實驗機台。另一方面，實驗機台亦可利用此一管道，將實驗的數據結果，傳達給用戶端。

由此可見，資料庫的應用，是本研究選擇以上方法 4 的主要原因。例如我們可以利用此資料庫，紀錄每一位使用者使用時間、使用步驟，作未來實驗室的維護與發展依據。此外，利用資料庫還可以記錄使用者個人資料與密碼，以便作使用者管制及流量管理，甚至可以利用它做報告繳交登記。值得一提的是，使用本方法時，伺服主機必須經常的對資料庫作新資料的檢查，以確認使用者是否下達了新的實驗命令，在這一方面，我們可以利用檢查日期、時間或檔案長度等方式，以減少系統之負擔，提昇系統之效能。



圖二 用戶端讀取資料庫示意圖

## 2.4 即時影像傳輸系統

為了使在網際網路用戶端的實驗者能即時的觀看實驗機台上的實驗過程，我們必須利用網際網路即時影音傳輸系統來達成此一功能。首先我們在伺服器主機上安裝了一個數位 CCD (Charge Coupled Device, 電荷耦合元件) 攝影機，將其鏡頭對準實驗機台，利用它擷取實驗過程之影像。

在網際網路即時影音傳輸系統方面，目前網路視訊系統主要以兩大公司 Microsoft 及 Real Network 為主，兩者分別免費提供了 Windows Media Player 及 Real Player G2 兩種撥放軟體。由於大多數的使用者電腦系統中均有 Windows Media Player 軟體，故本計劃將使用 Microsoft 的影音軟體。在實作中，我們利用伺服器電腦主機中所安裝的 Windows Media Encoder 軟體，將 CCD 攝影機視訊訊號做即時的壓縮，產生視訊串流 (Stream) 訊號，使用者即可以 Windows Media Player 撥放軟體，在用戶端接收並撥放影音串視訊(鄭志強、李文中，民 90)。當然，這部分仍是需要在網頁中做連結的設定，以本研究為例，伺服器電腦主機之 IP 位址為 163.26.220.1，則我們必須做一個 ASX 影片指示檔(例如:Live.asx)，在網頁中產生 ASX 檔案的超連結，如此即可達成即時之影音播放(趙春棠，民 89；董恩家、黃懷慶、陳志銘、陳威樵、楊馥華、楊曜誠，民 90；鄭志強、李文中，民 90)，以下是 Live.asx 檔案之部分程式。

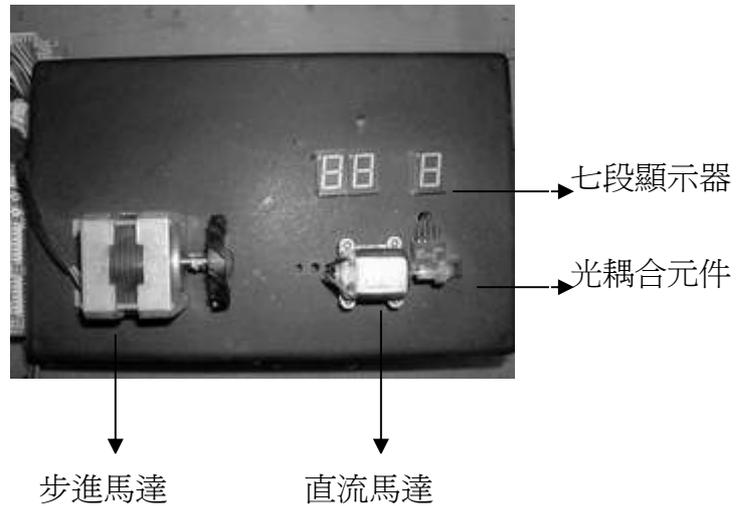
```
.  
. .  
. .  
<asx version="3.0">  
<title>Video Live</title>  
<entry>  
<ref href="msbd://163.26.220.1:7007"/>  
</entry>  
</asx>
```

### 3. 設計實例

以下將以步進馬達的驅動以及直流馬達轉速控制等實驗主題為例，實際建構網際網路無人實驗室系統。

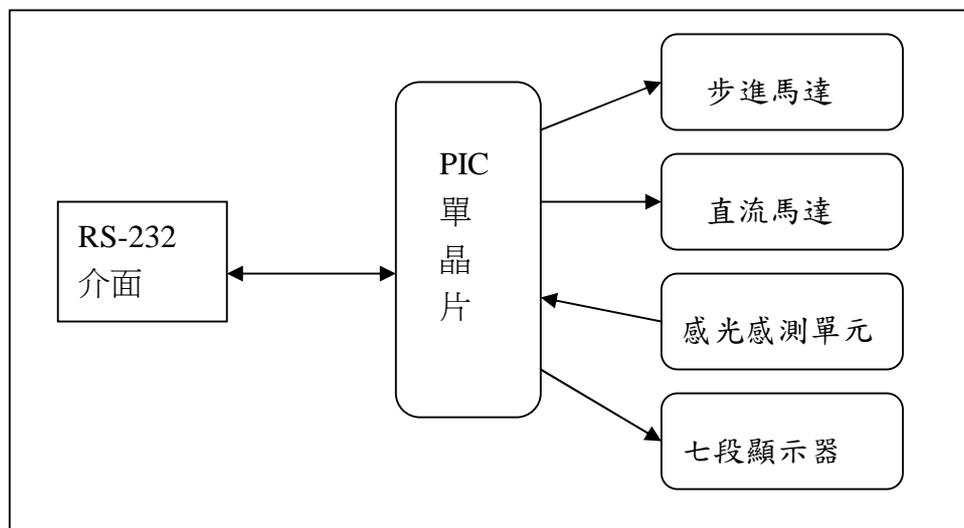
#### 3.1 實驗機台之設計

圖三所示為馬達驅動實驗機台，其中包含一顆步進馬達以及一顆直流馬達、光耦合元件以及七段顯示器，固定在一壓克力平板上，連接一 PIC 單晶片，由單晶片控制整個實驗機台之動作，並負責實驗機台與伺服主機之間，經由 RS-232 介面(范逸之、陳立元、賴俊朋，民 89)之通訊。



圖三 馬達驅動實驗機台

在步進馬達的驅動方面，有許多不同的激磁方式，例如 1 相激磁、2 相激磁、以及 1-2 相激磁，本實驗提供實驗者能採取不同的激磁方式進行實驗。而在直流馬達轉速實驗方面，我們利用一遮斷式的光感應感測單元，由偵測直流馬達在轉動時遮斷光感應感測單元的次數，來偵測馬達之轉速，將遮斷時所產生的信號，送回給 PIC 單晶片處理器，經處理後再把轉速顯示於七段顯示器上。其餘尚需包含步進馬達驅動電路、驅動直流馬達的直流信號功率放大電路、及感測器用的 I/O 轉換電路，整個實驗機台之系統架構如圖四所示。



#### 圖四 實驗機台系統架構

我們採用單晶片的主要考量，在於單晶片價格便宜，I/O 埠相當多，電源要求品質不高，程式撰寫容易，未來再發展變更上也較為寬廣。另一方面多數的單晶片可加入 RS-232 連接埠，易於與電腦連接，接受來自電腦所發出的命令。

### 3.2 網路監控系統之程式設計

在本實作之網路監控系統，是以一部 PC 個人電腦為伺服主機，使用 Windows 98 作業系統，並在其中架設 PWS (Personal Web Server) 網頁伺服器，以便架設 ASP 網站。系統資料庫則採用 Microsoft Access 軟體製作，而 ASP 網頁對資料庫的存取，採用前述中的 ADO 資料庫元件方式來製作，我們將在伺服電腦中建立一個資料庫，用戶端的使用者，可以藉著 ASP 網頁下達實驗指令，而實驗指令將自動存入此資料庫中。

我們另外以 Visual Basic 語言撰寫程式，將命令從資料庫取出，並傳達給實驗機台，在程式設計上，我們規定每 0.5 秒完成一次資料庫讀取的動作，首先讀取資料庫時，優先比對資料登錄時間，以便確認是否為新載入的資料，若為舊資料，就不需開啟資料庫讀取檔案內容了。以上 0.5 秒的延遲，對於網路通訊速度以及人為下達指令的速度而言，應是可以接受的範圍。此外，實驗機台所得到的實驗結果，亦是經由此 Visual Basic 程式讀取，寫入資料庫中，供實驗者讀取(王國榮，民 90；王國榮，民 90)。

另外我們在伺服電腦中，執行微軟公司免費提供 Windows Media Encoder 的軟體，並將此軟體的設定，連結至實驗機台之 USB 介面 CCD 攝影機，我們在網頁上寫入一個影音超連結，只要進行實驗者點選此一超連結，便可以 Live 即時觀看實驗機台的影音直撥了(鄭志強、李文中，民 90)。

### 3.3 步進馬達實驗操作

在馬達驅動實驗範例中，其中第一個是步進馬達的實驗，透過瀏覽器的操作選項並透過網路 Live 時況轉播，觀察馬達轉動情形，圖五所示為其操作畫面，以下分別說明實驗步驟。

#### 1. 選擇 1、2、1-2 相激磁：

激磁方式的設定，目的在使實驗者了解在不同激磁方式下，轉距的差異及轉速之影響。

#### 2. 設定順轉或逆轉：

利用步進馬達轉向設定的不同，可以讓學生易於觀察馬達的轉動，也可使學生了解到，只要改變激磁的相序，便可使馬達改變運動的方向。

#### 4. 要求馬達加減速：

利用馬達加減速的設定，我們便可讓學生了解到，只要我們改變激磁脈波頻率，便可改變馬達的轉速。



圖五 步進馬達操作畫面

當實驗者設定好激磁相數後，便可以由順轉或逆轉的按鍵，來啟動馬達的正反轉，此時我們可以在螢幕看到馬達上的扇葉，依所要求的方向轉動，若此時我們再利用加速或減速的按鍵要求馬達加減速，我們便可看到馬達的扇葉速度便快，傳回的聲音也加大了。

### 3.4 直流馬達實驗操作

馬達驅動實驗的第二個範例為直流馬達的轉速實驗。經由網頁上的按鈕，實驗者可以經由網路傳回的影像，觀察七段顯示器上所顯示的直流馬達轉速值，圖六為操作畫面，以下分別說明實驗步驟。

#### 1. 啟動：

按此鈕可讓使用者透過網路畫面中的七段顯示器，了解直流馬達加速的狀況及穩定時的轉速。

#### 2. 停止：

同樣的，停止按鈕可讓使用學生了解直流馬達在斷電後減速的情況，並且可讓學生提早完成實驗。



圖六 直流馬達操作畫面

總之，我們利用網頁上的啟動按鈕，啟動步進馬達，便可看到實驗機台上的七段顯示器，顯示出直流馬達的轉速，並依時間遞增，若按停止鍵則反之。

#### 4. 成果與討論

本研究之目的，在實現網際網路無人實驗室的構想，我們成功的結合了許多 Internet 的新技術，如：ASP、ADO、網路影像 Live 播放等，以及單晶片控制技術來加以達成。從實際執行的結果中，我們發現網路即時撥放的部分，仍然受限於網路頻寬的不足，使得畫面流暢度與解析度，還是有無法盡如人意的地方，這只有期待寬頻使用能夠普及化，以及網路提供業者，能夠持續加大本身的頻寬，如此影像的種種問題，即可以有大幅度的改善。

另外，本研究所提出的網路無人實驗室構想，在安全上，隔開了實驗者與實驗機台的距離，並且利用已規劃的實驗步驟，限制了實驗者大膽的行動，因此減少了實驗室災害的發生。在未來的工作裡，我們還可以嘗試將使用者身份，作密碼及時間的管制，以免有人惡意以長時間操作，來破壞實驗機台；或是方便管制實驗人員，讓下一位使用者知道將等待多久的時間，及使系統在發生異常狀況時，不致無窮境的執行下去，此外，也方便系統作教學上的紀錄。

總之，希望藉由本文的研究，能夠繼續推廣網際網路無人實驗室的進一步研究與應用，如與量測儀器之間的通訊結合，及實際應用於中小學科學實驗，或大專教學實驗，改進傳統實驗室在使用時間、安全性、及管理成本等各方面之問題，並擴展實驗教育之新領域。

#### 5. 參考文獻

- 1.趙春棠(民89):研製具有影像傳送功能之蠕曲無線網路遙控車。工業自動控制與電力應用研討會。Vol.E3、pp.39-33。
- 2.董恩家、黃懷慶、陳志銘、陳威樵、楊馥華、楊曜誠(民89):無線視訊遙控車。教育部八十九年度通信科技專題製作競賽展示專刊。67-83。
- 3.龍仁光、徐銘鴻、許晉懷、游耀程、張齊文(民91):工業控制網路結合ASP資料庫在監控系統之應用研究。機電整合雜誌。Vol.2002 January, P.87-P.99。
- 4.溫明正(民87):E世代資訊變革對校園生態的影響。資訊與教育雜誌。Vol.79, pp.20-30。
- 5.王世全(民90):從教育改革來看資訊教育所扮演的角色。資訊與教育雜誌。Vol.83, pp.52-62。
- 6.王利裕(民90):網際網路化遠端伺服控制系統,碩士論文。國立成功大學電機工程研究所。民國九十年六月。
- 7.科技日報(民91):國際要聞(2002,01,16)網頁。上網日期:民九十一年三月十日。World Wide Web:<http://www.stdaily.com/today/kjrb/20020116>。
- 8.呂志誠(民90,6):人工嗅覺與電子鼻技術。科儀新知 Vol.122。pp.86-96。
- 9.范逸之、陳立元、賴俊朋(民89):Visual Basic 與 RS-232 串列通訊控制。文魁資訊股份有限公司。
- 10.黃武元、揚岱霖、許榮隆(民90):非同步適應化學習系統之教材架構之研究。國立高雄師範大學資訊教育研究所。
- 11.趙春棠(民90):PIC 單晶片學習秘笈。全威圖書出版股份有限公司。
- 12.鄭志強、李文中(民90):網路影音即時撥放技術公開。學貫圖書出版股份有限公司。
- 13.王國榮(民90):Active Server Pages 網頁製作教本。旗標出版股份有限公司。
- 14.王國榮(民90):Visual Basic 6.0 實戰講座,旗標出版股份有限公司。
- 15.盧毅(民90):Visual Basic 資料庫設計實例領航。文魁資訊股份有限公司。
- 16.謝文福(民73):檢測器原理與使用。全華科技圖書股份有限公司。