

電腦網路上的遠距學習與測驗

林盈達、李俊弘、吳文鐘

國立交通大學資訊科學系

新竹市大學路 1001 號

TEL: (03) 5712121 EXT. 56611

EMAIL: ydlin@cis.nctu.edu.tw

摘要

由於電腦網路的發展漸趨成熟，透過網路進行教學已不再是夢想。一個成功的遠距學習環境必須能模擬傳統環境的精神，即在課堂上老師與學生間能彼此互動，而課餘時同學間亦能互相討論。此外，若能進行隨堂測驗或練習，則更能加強學習的動機與成效，並評估個人或群體的學習效果。

針對上述幾點，我們發展出三套系統以提供所需之功能。第一套為“多點傳輸主幹上之桌上型虛擬教室系統”，此系統提供傳統教育環境下師生間的互動功能：開課者（老師）可開一堂課讓參與者（學生）加入，並將影像及聲音多點傳給課堂上的所有的參與者，而參與者能從自己的螢幕及喇叭看到並聽到開課者。第二套為“CORAL*:多伺服器架構的遠距合作學習系統”，此系統是一個以全球資訊網為基礎的遠距合作學習環境，使用者可讀取遠端教材，找尋學習同伴並透過共用白版或交談來進行線上討論。第三套為“WebCAT*:多伺服器的電腦輔助測驗系統”，此系統亦架構在全球資訊網上，老師可透過瀏覽器輸入考題、指定考試範圍等，而學生則可進行線上考試或練習，以幫助對該課程的了解，考試結果皆會記錄在資料庫內，以供往後的參考。

1. 簡介

在電腦網路上遠距教學與學習系統的實做有兩大類，一類是**線上教學系統**，老師和學生在同一時間，透過電腦網路直接以聲音，影像及教材做互動式溝通。現有的互動式遠距教學系統大都有下列三個特性：使用專線網路，使用數個會議室進行影像傳輸，須要專業的操作人員。這些特性的缺點是成本太高，使用者操作不便，系統的可攜性低。

另一類是**非線上學習系統**，是指老師和學生非同一時間在網路上，就像市面上販售的教學錄影帶，學生可以在任何時候自己學習，系統只是提供一些教材及輔助。

線上型的遠距教學系統的好處：節省時間，節省差旅費，縮小地方教育資源分佈不均現象。比如說，我是一個上班族，想利用公餘時間進修，而我家附近又沒有適合的夜間部，如果我去附近城市有適合我的夜間部進修，每天下班已經很累了，我還要坐車或開車去上學，此時如果有網路開課，我可以從容的上課。又如我是一個專業講師，可能一週七天要跑台北，台中，台南，高雄，很少有機會陪家人，

利用線上型的遠距教學系統，可以在台北同時和各地的學員上課，不用每週跑來跑去。

在線上型的遠距教學系統，我們會在後面介紹我們在交通大學非同步傳輸網路及 Internet 平台上，以多點傳送主幹為基礎所發展出的虛擬教室系統。此虛擬教室系統藉由使用共用的非同步傳輸區域網路或網際網路，桌上型的操作，使用軟體控制等特性，改善上述現有互動式遠距教學系統的缺點。

非線上型的遠距學習系統的好處：隨時可以學習，一個人也可以學習，藉由讀取教材，自己測驗和尋找網路學習伙伴一起討論來輔助學習。這類系統的功能就比較沒有特別規定，完全看設計者如何有創意的輔助學習。

在非線上型的遠距學習系統方面，我們會介紹 CORAL* (CoOperative Remote Access Learning*) 系統，這是一個在交通大學發展出來，以全球資訊網(World Wide Web)為基礎的非線上型遠距學習系統。CORAL*的功能有讀取教材，記錄學習行為，查詢學習行為(曾經讀過哪些教材)，並可經由查詢學習行為，找到和你一樣對某個主題特別有興趣的學習伙伴。並可以互相經由共用白版，交談來和學習伙伴討論，也可由一人帶領數人瀏覽教材，以增進學習效果。這些合作學習打破 Web 的原先限制--獨立，互不相干，不知彼此存在的瀏覽行為。

有了一個良好的學習環境，為幫助學生對所學科目有更深一層的了解，及評量個人及群體的學習成效，我們必須具備一套完整的電腦輔助測驗(Computer Assisted Testing)系統來進行測驗。針對這個需求，我們亦發展了一套多伺服器的電腦輔助測驗系統— WebCAT*。使用者只要有一個瀏覽器，便可進行線上考試或自行作練習，以達到遠距測驗的效果。接下來的幾個章節將對這幾個系統作進一步的介紹。

2. 線上教學系統介紹—交大桌上型虛擬教室系統

2.1 簡介

這個系統提供一個遠距教學及學習的環境，讓相隔兩地的開課者(老師)與參與者(學生)彼此互相連繫起來。開課者可以開一堂課讓參與者加入，並將影像及聲音多點傳輸給課堂上所有的參與者，使參與者能從自己的螢幕及喇叭看到並聽到開課者。我們設計了一個課堂控制協定，讓開課者控制參與者進入該課堂及傳輸影像的行為。因此，此系統允許數十人甚至上百人同時加入一個課堂，可應付實際課堂的需要。

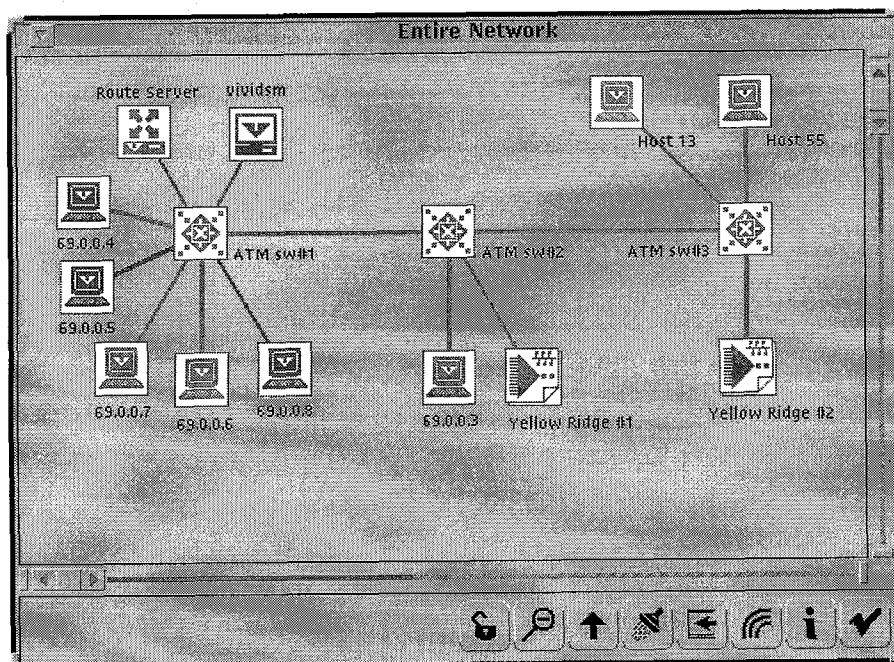
2.2 設備與平台

首先，我們決定使用桌上型的工作站加上攝影機與麥克風為我們使用者端的設備，可以降低成本。為了能接受更多使用者同時上課且涵蓋更大的地區，我們放棄了專屬網路，改採網際網路。為了克服網際網路上多點傳輸的問題，我們採用了 MBONE (Multicast Backbone)來解決。為了能有更高的頻寬，我們把此遠距教學系統架在交通大學的 ATM 網路實驗平台上。

2.2.1 交通大學 ATM 網路實驗平台

此平台採用 NewBridge[1-2] Vivid Fore System 及 IBM 產品。包括 ATM Workgroup Switch，每個 port 支援 155Mbps。藉由 ATM Bridge 轉換傳統網路上的 Packet 成為 ATM 網路上的 Cell，提供 ATM 網路和傳統網路間的連結。另有 ATM Sbus 網路卡，ATM Router Server，提供 ATM 網路廣播功能，並

充當虛擬路由器。ATM System Manager，提供網管功能。交通大學 ATM 網路實驗平台主要架構如圖一所示。

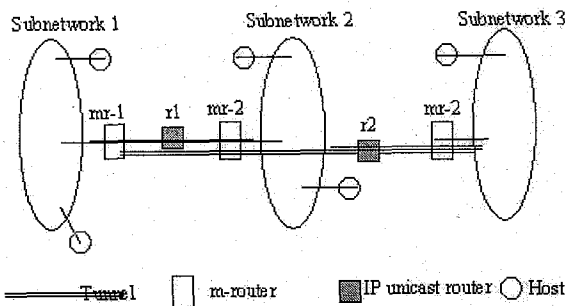


圖一 Configuration of the ATM LAN testbed at NCTU.

2.2.2 MBONE 簡介

MBONE[3-6]是 Multicast Backbone 的縮寫，是網際網路上的虛擬網路。

一個 Island 是指一個支援 IP Multicast 的 Subnetwork，如 Ethernet。每個 Island 上有 Mrouter(支援 IP Multicast 的 Router)，藉由 Mrouter 把多個 Island 連接起來，Mrouter 和 Mrouter 間虛擬的點對點連結稱為 Tunnel。就這樣構成了網際網路上支援多點傳輸的的虛擬網路：MBone。如圖二所示。



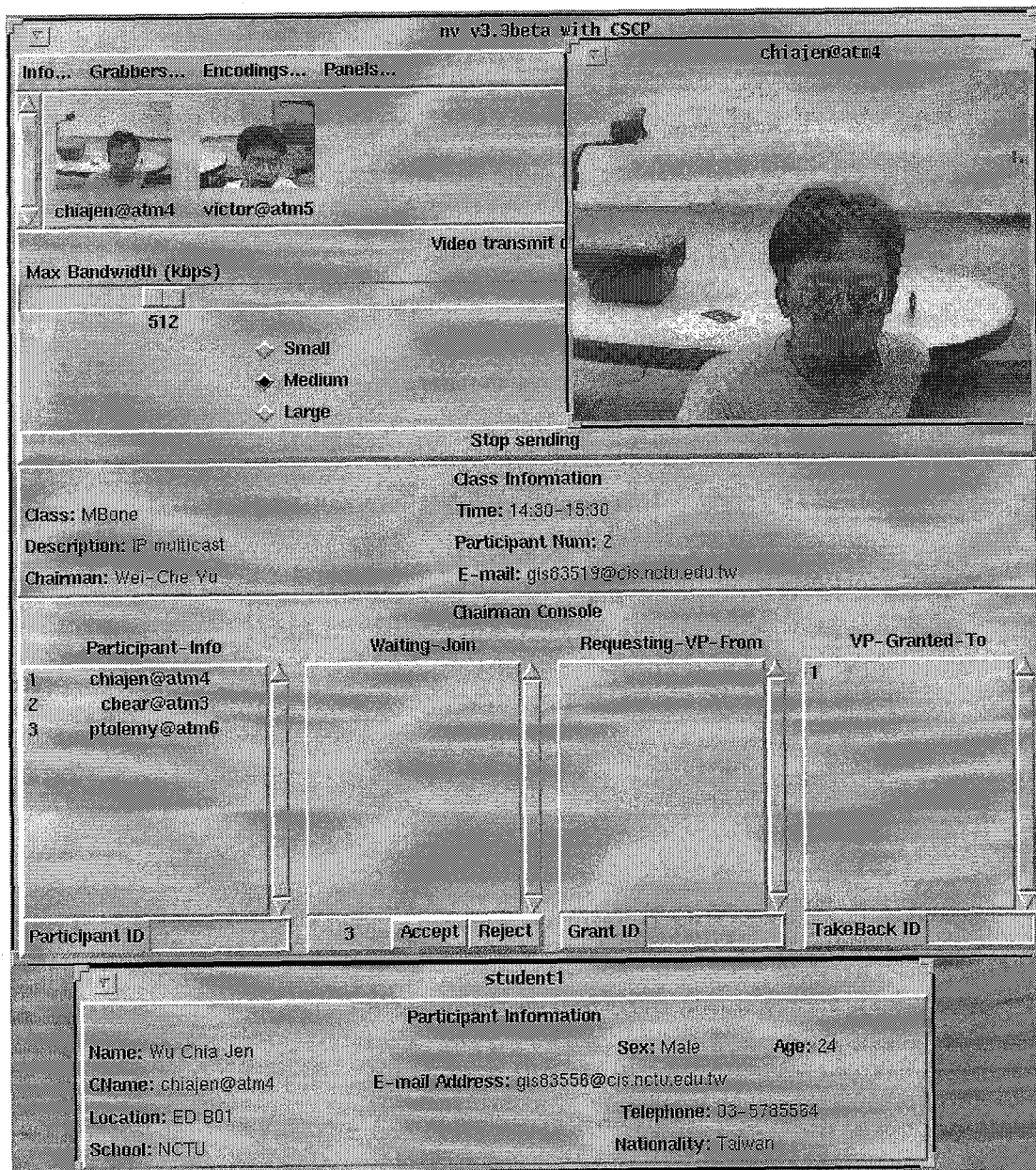
圖二 Tunnels can coexist with traditional IP unicast routers and m-routers

在 Mbone 上有很多已經發展好的應用程式，如 NV(NetVideo)提供及時的影像傳輸，VAT(Visual Audio Tool)提供及時的聲音傳輸，WB(WhiteBoard)提供共用白版，可讓多個使用者共同分享一份文件，SD(Session Directory)管理網路上課程的開啓與使用者的加入與離開。我們的系統就是以上的幾種應用程式加以修改而成。

2.3 系統設計與實作

爲了防止有人惡意破壞或因不當的操作，擾亂課程的進行，或參與者任意傳送影像，不依照我們的設計操作，以致消耗太多網路頻寬。我們修改 NV 並在 NV 上加上 CSCP (Class Session Control Protocol) 課程控制協定。

首先把 NV 修改成兩個版本，一個是開課者(Chairmen)使用 CNV ，另一個是參與者 (Participant) 使用的 PNV 。此 CSCP 以類似 RTP (Real_time Transport Protocol) 的方式傳遞資料，設計在 UDP (User Datagram Protocol) 上執行。圖三是開課者所看到的 CSCP 介面，另有白板及教材板介面輔助教學進行。



圖三 CNV with CSCP

以上即為我們在交大非同步網路實驗平台上做的虛擬教室系統。有了這個系統，就可以上網開課，老師和學生可以做雙向溝通。

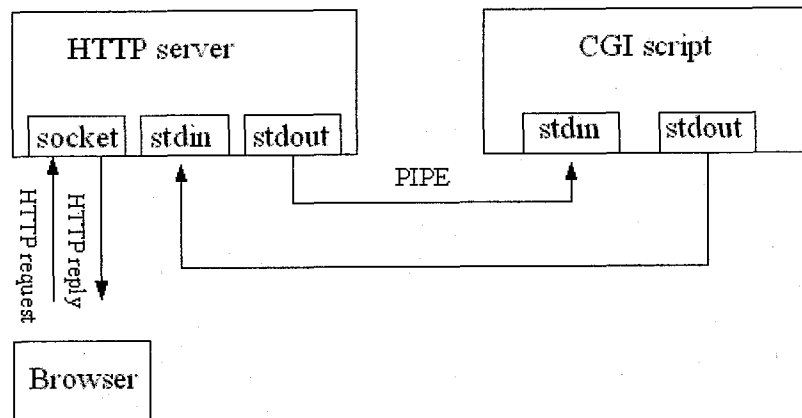
除了程式設計外，我們還研究在網際網路上多點傳輸的協定，在此不多說了。

3. 非線上學習系統介紹—交大 multi-server Coral*系統

3.1 簡介

CORAL[7-9]一開始的設計是單一伺服器系統，讀取教材，記錄學習行為，查詢學習行為，尋找學習伙伴都只是在 local 伺服器上做，這樣就侷限了 local 使用者不能存取別處的教材，不能找別處的使用者當學習伙伴。

為了改善這個缺點並推廣 CORAL 到許多組織機構中以擴大學習環境，我們將此系統擴展成緊密結合的多伺服器架構。我們發展了多伺服器的管理程序及使用者的管理和擴展原先的單伺服器溝通管道成為多伺服器的溝通管道。四個主要功能為：導覽系統，郵件系統，語音系統及學習查詢系統。我們希望此系統能提供一個環境(1)學習同伴，並達到合作學習，(2)指導者可以監視及研究學習活動，(3)管理者可以個別的操作並管理他自己的伺服器。



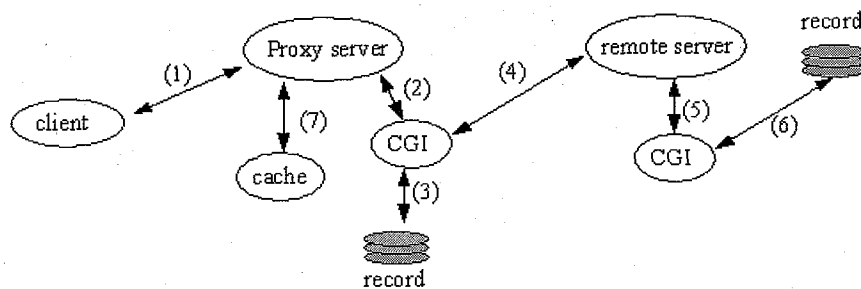
圖四 UNIX CGI implement diagram

3.2 系統設計與實作

CORAL 是以 WWW 為基礎的系統，把教材編成 HyperText 放在 WWW 伺服器上，讓使用者以 HTTP 連上伺服器，並在讀取教材時加以記錄。使用 CGI 來在 WEB 上達成互動。如圖四。

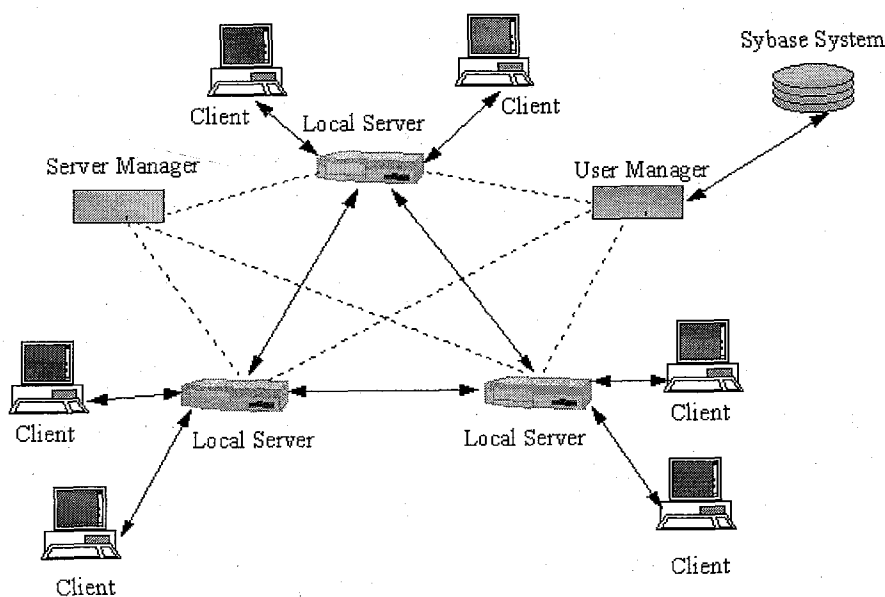
由於我們擴充 CORAL 為廣域多重-伺服器，我們必須要有一個中央伺服器來負責其他所有 CORAL 伺服器的註冊。此伺服器還要負責管理所有的使用者名單，當有新的使用者加入時，local 伺服器要把新的名單送到中央伺服器更新。每個使用者的學習活動記錄則是分散記錄在各伺服器中。

WWW 的伺服器分爲 proxy 和 non-proxy，我們放教材的 local 伺服器採用 proxy HTTP 伺服器。此種伺服器有快取，可以較有效率的存取教材。整個教材的存取過程如圖五所示。



- (1) hypertext is accessed
- (2) if URL points to local server
- (3) CGI records the accessing activity
- (4) if URL points to remote server
- (5) remote server pass it to CGI
- (6) CGI record the accessing activity
- (7) return hypertexts in cache to client

圖五 Recording Involving HTTP Proxy Server

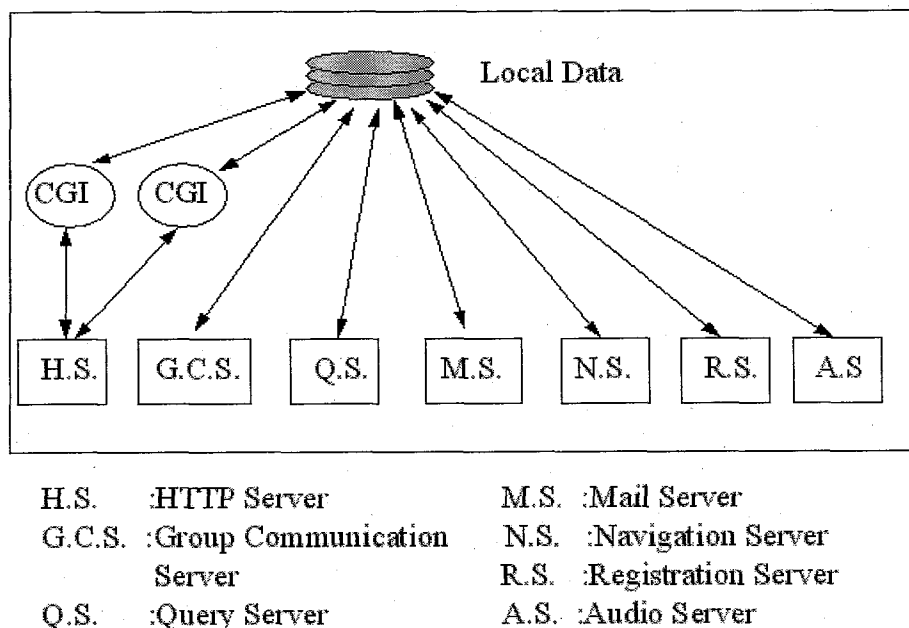


圖六 Multi-server Coral architecture

依照前面所提中央伺服器的概念，在實作上我們加了一個 Server Manager 和一個 User Manager，Server Manager 負責管理伺服器的加入與離開，User Manager 負責管理使用者的新增與記錄學習活動。整個多伺服器的 CORAL 系統，就是由一個 User Manager，一個 Server Manager，和多個 local

伺服器所組成。如圖六。

local 伺服器新增了四個功能：導覽系統，郵件系統，語音系統及學習查詢系統的結構如圖七所示。



圖七 Architecture of local server

我們成功的完成 CORAL 並將單一伺服器的架構改成多伺服器，並給予系統新的功能。下一步希望能把 CORAL 加以推廣，並將 CORAL 和線上型教學系統加以整合，學生可以以線上型系統上課，下課後以輔助教學的離線系統 CORAL 找資料，參閱教材，並尋找學習伙伴，老師也可以查詢學生的學習活動資料，知道學生下課後是否有複習。

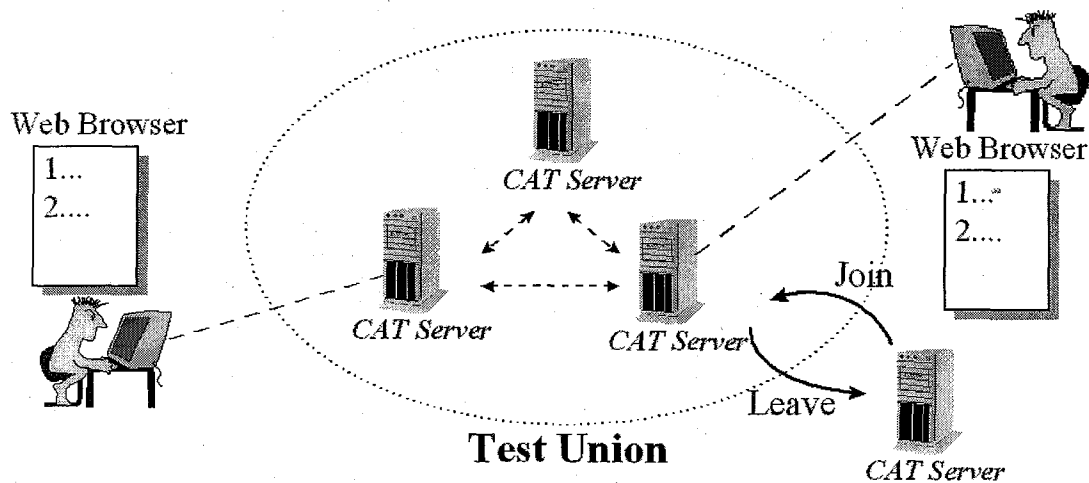
4. 線上測驗系統介紹—交大 webCAT*系統

4.1 簡介

WebCAT* 是一個結合全球資訊網、資料庫系統及網際網路的多伺服器系統：所有的考題皆存放在每個伺服器的資料庫，使用者可透過瀏覽器經由網際網路存取這些題目；而各個伺服器上的題庫是可以彼此之間共享的。題庫上的每個考題皆有難度指數、所屬科目等屬性，當要產生一份考卷時，可定規格指定範圍及最高/最低難度，系統便會自目前所有可供使用的題庫中以隨機方式拈取題目。本系統具備三大特點：多重題庫分享、考題即時產生及結果交叉分析。

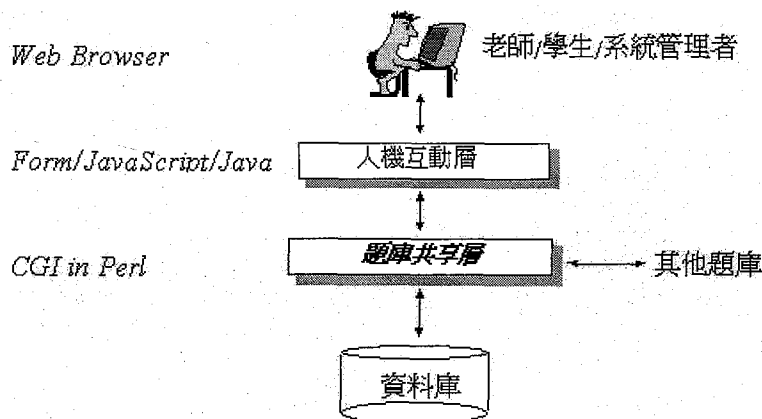
4.2 系統設計與實作

WebCAT*的整體系統架構如圖八所示。每個題庫伺服器(CAT Server)可自行運作，或組成一個題庫聯盟。欲使用這套系統時，使用者便利用瀏覽器連線到其所屬單位的伺服器，經通過身份確認後，便可盡情享受其所提供的功能。



圖八 Structure of the WebCAT* system

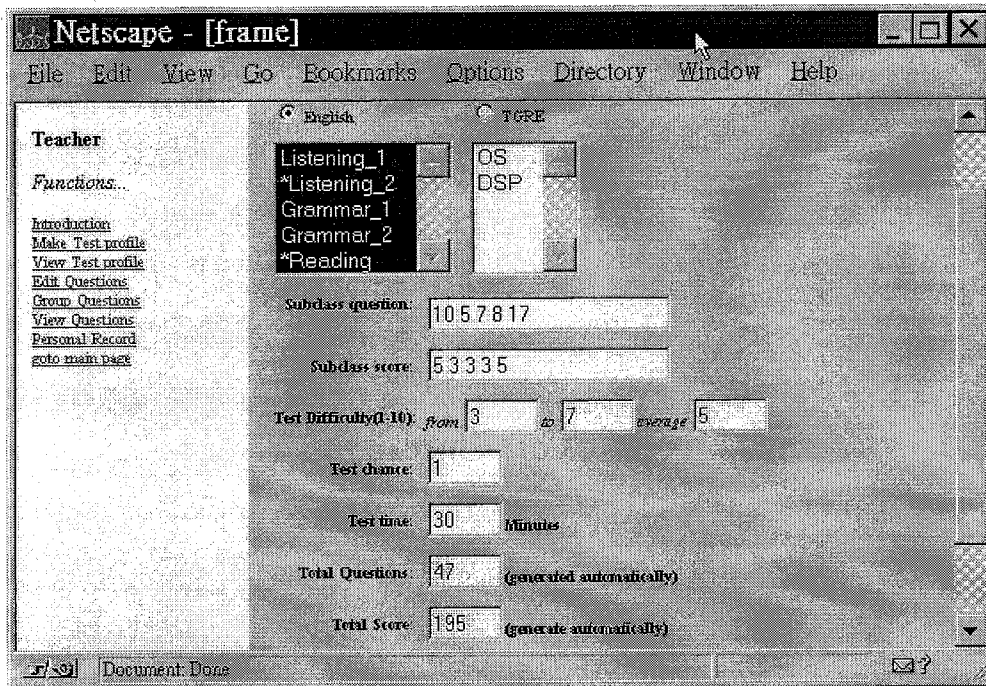
能維持 WebCAT*的正常運作，我們依據使用者的權限將其區分為三大類：系統管理者、老師及學生。系統管理者可以增加/刪除使用者帳號，決定是否加入或離開題庫聯盟等；老師則負責出題目及訂定考試範圍；學生則可進行線上考試或自行練習感興趣的科目。使用者與系統間的互動架構如圖九所示：人機互動層是採用 Form 搭配 JavaScript 及 Java 所構成，而題庫共享層則須負責處理使用者輸入的資料，及當產生一份考卷時，要從目前題庫聯盟中的所有題庫伺服器擷取所要的考題等；資料庫則是用來存放考題，考試記錄及使用者帳號等。



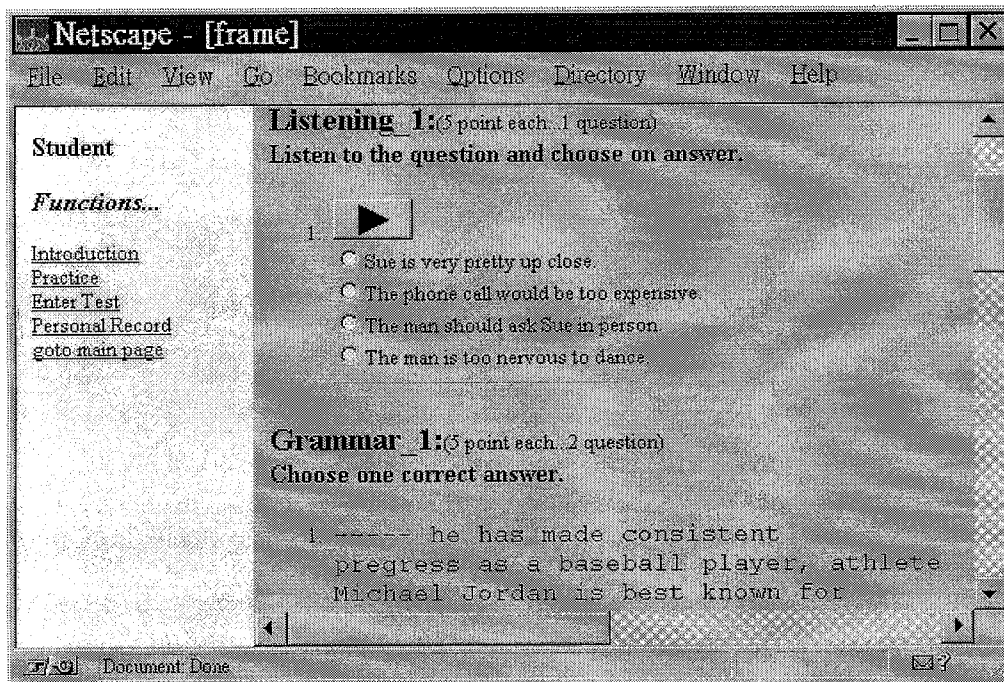
圖九 System structure of a CAT server

圖十為老師用來訂定考試範圍的介面，其中包括考試科目、各大題題目數目及分數、考試時間、考題難易度等。當學生要進行考試時，須先選擇一個老師所指定的考試規格，系統便會以隨機方式產生一份符合要求的考卷，所以每個學生所考的考卷都會不相同。若老師希望每個學生都考同樣的一份試卷，則在制定完考試規格後，可要求系統先產生一份試題，並將其存在資料庫內，如此每個學生便會使用同一份考題。

圖十一則為學生參加考試時的介面，目前的系統除了可考一般文字型態的題目外，亦支援有聲考題，使考試的內容能夠多元化，符合更多的需求。

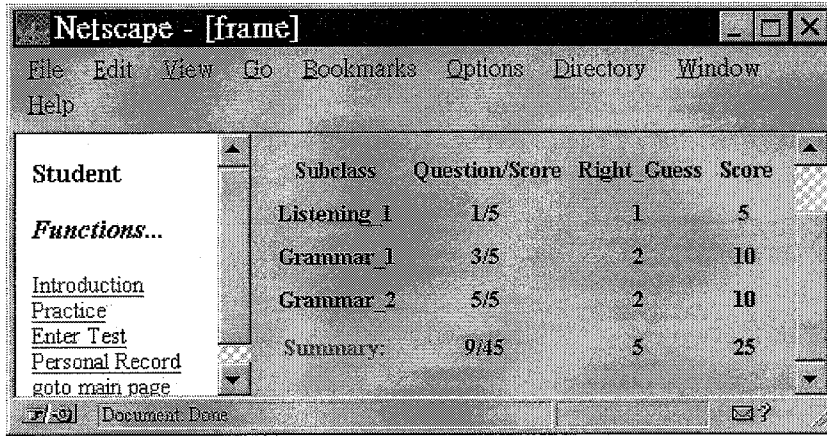


圖十 Interface used to identify the scope of a test

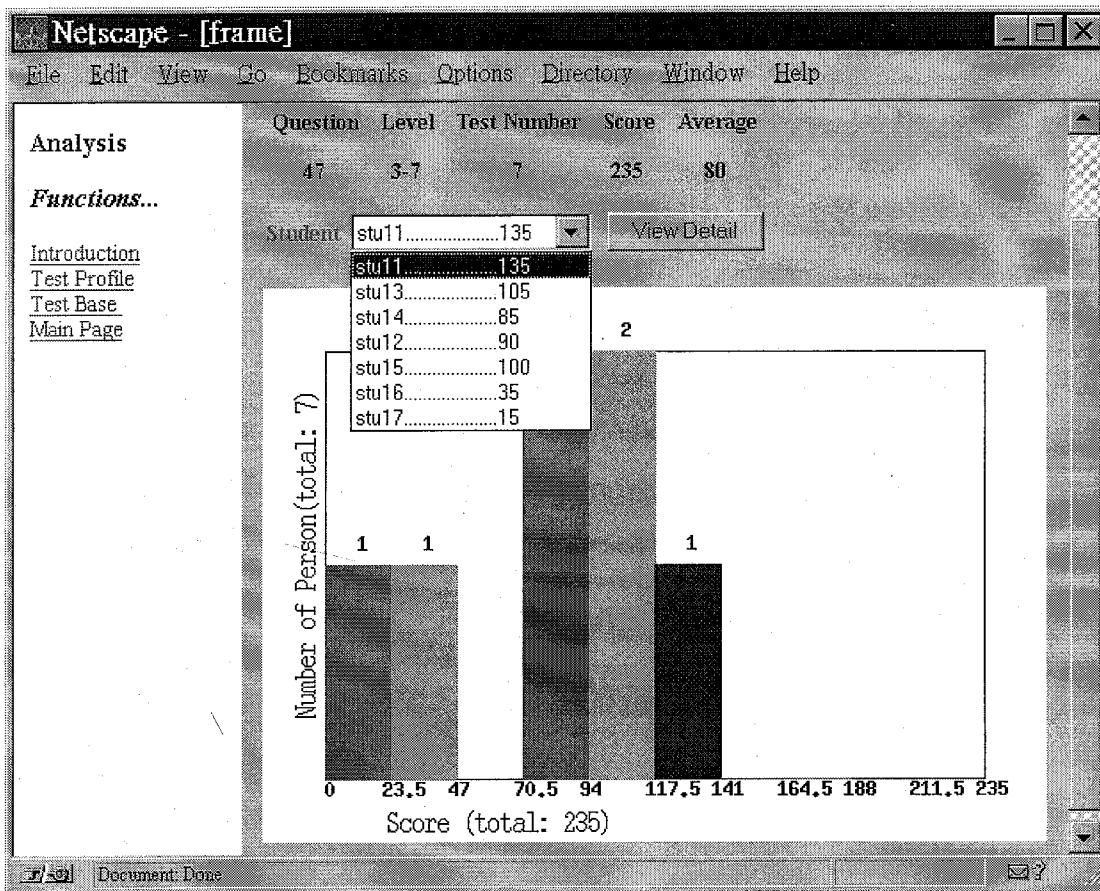


圖十一 Interface of a test

當學生作完題目，按下交卷鈕後，系統便會立刻計算該學生答對答錯的題目，並將總分計算出來，圖十二即為顯示的結果。除了個人記錄外，所有參加某一特定科目的成績亦能夠以長條圖顯示出來。圖十三為考試成績分佈長條圖的一個例子，老師及系統管理者還可以選擇查看某一學生的答題狀況，以了解他實際作答的情形。



圖十二 Test result



圖十三 Statistical result of a test

5. 結論

本論文所介紹的教學、測驗三個系統，可以一起運用於實際教學環境中：虛擬教室系統可以用來進行線上教學；而在課餘時間，學生則可利用 CORAL*系統尋找學習同伴互相討論、研究；再搭配 WebCAT*系統進行線上考試或練習，則能有效評估學生的學習成效並加強其學習動機。

在時間就是金錢的今天，很多時候可以利用科技的方法，來節省時間。雖然目前遠距教學無法普遍實

行，還屬於在實驗室階段，但相信在不久的未來，網路普及率高，網路基本建設完成，家家戶戶都有高網路頻寬的時代來臨時，本文中所提到的遠距教學及測驗系統將不再是遙不可及的事。若讀者的單位有意移轉及試用這幾套系統，請 email ydlin@cis.nctu.edu.tw 或來信交大資訊科學系。

參考文獻

- [1] Stuart Aaron, "Managing ATM Virtual LAN Workgroups," Newbridge Networks Inc. Technical Document, 1995, <http://www.vivid.newbridge.com/documents/vivid-managing.html>
- [2] Jean Quale, "Building Scalable ATM LANs," Newbridge Networks Inc. Technical Document, April 1994, <http://www.vivid.newbridge.com/documents/vivid-scalable.html>
- [3] Vinay Kumar, "MBone: Interactive Multimedia on the Internet," New Riders Publishing, 1995.
- [4] Hans Eriksson, "MBone: The Multicast Backbone," Communication of The ACM, August 1994, Vol. 37, No. 8, pp 54-60.
- [5] Michael R. Macedonia and Donald P. Brutzman, "MBone Provides Audio and Video Across the Internet," IEEE Computer Magazine, April 1994, <ftp://taurus.cs.nqs.navy.mil/pub/mbmq/mbone.ps.Z>.
- [6] Casner, "Frequently Asked Questions (FAQ) on the Multicast Backbone," May 6, 1993, <ftp://venera.isi.edu/mbone/faq.txt>
- [7] Ming-Chih Lai, Bih-Horng Chen, Shyan-Ming Yuan, "Toward a new educational environment", World Wide Web Journal, Issue One: Conference Proceedings, O'Reilly & Associates, Inc., pp.221-230, Nov. 1995.
- [8] Ming-Chih Lai, Hsiou-Mien Lien, Shyan-Ming Yuan, "Navigation Control in Educational Hypermedia," Proceedings of ED-MEDIA 95, pp.773, Jun. 1995.
- [9] Sun, C. T. and Chou, C. "Experiencing CORAL: Design and Implementation of Distant Cooperative Learning," IEEE Trans. on Education, pp.357-366, Aug. 1996.