

合作學習型之虛擬教室架構及其實作

A Framework for Web-based Virtual Classroom based on Cooperative Learning and its implementation

蘇建郡

南台科技大學資訊管理研究所
副教授兼計網中心主任
台南縣永康市南台街 1 號
ccsu@mail.stut.edu.tw

李少華

南台科技大學資訊管理研究所
台南縣永康市南台街 1 號
m8990101@email2.stut.edu.tw

摘要

本論文以合作學習理論為基礎，提出並實作一可行的線上合作學習型虛擬教室架構，完整之架構包含三個部份：(1)合作學習環境：學習者於虛擬教室組成之學習社群環境，透過合作學習及知識建構等工具，進行個人、組內(intra-group)及組外(inter-group)間之知識建構及交流；(2)課程發展環境：提供教師於教學前進行課程開發，其中教材管理以物件化為設計理念，可達到教材共製、共用及再利用之目的；(3)課堂管理機制：提供教師線上課堂管理之功能。

我們以 PHP 及 MySQL 來實作此合作學習型之虛擬教室架構，目前系統與於南台科技大學實際運作中，本文並討論 89 學年度下學期網路教學之統計分析資料。

關鍵字：虛擬教室、學習社群、合作學習、知識建構

Abstract

We proposed and implemented a practical framework for web-based virtual classroom based on cooperative learning theory. The framework includes three parts:(1) Cooperative learning environment: In the learning environment consisted of virtual classroom, learners use supporting tools to construct and share knowledge through the process of intra-group and inter-group cooperation. (2) Course development environment: The environment provides a workplace for developing course before teaching. In order to archive the goals for co-making, sharing and reusing learning contents, we adopted the object concept for material management. (3) Classroom management mechanism: It supports functions for arranging instructional activities.

The framework has been implemented by using PHP and MySQL and currently operated in Southern Taiwan University of Technology. Finally, we discussed statistical information acquired from the students involved in this system.

Keyword: virtual classroom, learning community, cooperative learning, knowledge construction

一、研究背景與動機

由於網路技術快速成長，網路已是繼傳統函授、廣播及電視教學後另一種新興的遠距教育媒介。遠距教育可分為遠距教學與遠距學習兩個領域，由於教育典範的轉移，目前系統多強調於學習環境上的研發，如強調呈現適性化教材的學習系統[16],[6]、強調合作學習及知識分散的學習社群的系統[4],[7],[28],[11]、強調結合智慧代理人技術的系統[17],[18]以及強調整合型虛擬教室的系統[2],[19],[25]等。在國內各大學教學應用方面，包含以即時同步影像進行遠距上課的同步教學及以 web 為基礎之非同步互動學習環境，但以整合型虛擬教室互動學習環境為主，輔助校內課程進行，或全程線上學習並授與學分，例如台灣大學、中正大學、中山大學及南台科技大學[10]等。本論文透過合作學習及教學與學習歷程觀點，提出合作學習型虛擬教室之系統架構並探討實作與設計理念。本系統已於南台科技大學實際運作，實施狀況及效果頗佳，最後並提供 89 學年度之學習者學習資料統計及問卷結果。

論文結構，第二節進行相關教學理論及系統架構文獻探討、第三節介紹合作學習型虛擬教室之系統架構，第四節探討系統實作與設計理念，第五節提供學習者學習資料統計結果及問卷結果，第六節為結論及未來工作。

二、文獻探討

遠距教學為一有系統的教育活動，利用事先製作之教材與教學活動，透過媒體科技連接教師與學生，並提供雙向溝通的功能，促使師生及教材之間互動，以達到預期的教育目標，教育情境中的教與學是分離的、可以是非同步的[14]。媒體科技無法確保教學品質與效果，應結合教育理論以達到能有助於增進學生認知技能的學習環境[15]。亦即唯有結合教育理論及電腦媒體通訊科技的系統，才能確保教學品質與效果並達到預期的教育目標。

以下分別就合作學習及教學與學習活動歷程及網路學習系統架構等相關文獻進行探討，作為本系統建置合作學習型虛擬教室之架構基礎。

2.1 合作學習(Cooperative Learning)理論

合作學習理論主要依據社會心理學的小團體理論(small group theory)，認為小團體成員會互相依賴並產生隸屬感及榮譽感，這種團體感情促使成員互動與溝通，藉以提昇參與學生認知、情意及社交上的發展[8]。合作學習使學習者經由社會協商的過程獲得多元觀點，並培養其知識貢獻與知識分享的態度。與合作學習相關之理論基礎有[1]：(1)動機理論：強調合作學習滿足人們“與人互動”或“隸屬感”的本能需求，經由互動所引發之好奇心，進而滿足人類的內在動機，促進成就表現及個體成長。(2)知識社會建構論：社會建構主義認為知識是個人與別人經由磋商與和解的社會建構[12]，同儕間之互動有利於重要觀念之學習(Slavin, 1983; King, 1989)。(3)社會模仿理論：社會學習領域大師班度拉(Bandura)認為社會互動提供直接觀察與模仿標準規範行為之場景，觀察與模仿之過程為人類習得新行為與修正舊行為模式之基本方式之一。(4)認知精進論：參與者當中能力較佳者經由合作學習之社會互動機會提昇其個人學習成效。合作學習歷程可分為全班授課、小組學習活動、小組報告及全般討論、全班測驗、小組學習反省、小組表揚等。

2.1 教學與學習歷程

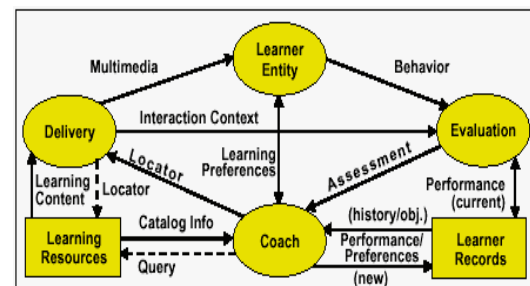
在教學與學習歷程上，教學方法之步驟為：瞭解目標、瞭解學生、選擇教材、指導學習、評量效果、診斷學習[3]。網路教學活動依序為：註冊登錄、課程教學設計、教材製作、互動討論、測驗、作業出題與批改、相關教學公告，學習歷程分析。學習活動則有：註冊、課程教材瀏覽、課程討論、測驗、作業撰寫、意見回饋、成績與學習紀錄查詢[9]。

在教學的方法上可使用[13]：(1) 示範：教師逐步地說明觀念及想法，使學生明瞭。(2) 教導：透過學習活動觀察學生學習狀況，並從

旁提供暗示及回饋協助學習者完成學習。(3) 提供鷹架及淡出：教師在學習活動中提供學生完成學習必要之架構與支持，使學習不致偏誤，並於學習者可自行完成學習活動時逐步淡出。(4) 闡明：提供學習活動讓學生有機會說明所學習到之知識與個人想法，使其想法能得一釐清。(5) 反省：提供學習活動讓學生有機會比較同儕、專家的思考模式及問題解決方法有何差異，作適當修正。(6) 探索：提供教學活動讓學生得以對所學習之知識進行演練與探索。

2.3 網路學習系統架構

由 IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC)提出之 Learning Technology Systems Architecture(LTSA)[23]，以資訊技術角度針對教育及訓練相關資訊系統之設計，提出的五層系統架構，圖一所示為其第三層 System Components Layer，此架構只針對一般化之教育及訓練系統思考，並未考慮任何教育理論，圖中之箭號表示資訊流的方向，主要強調學習者學習活動及教師輔導的角色定位，此架構提供本系統架構之主要思考方向。



圖一 LTSA 系統元件(System Components)層

三、系統架構

3.1 合作學習型虛擬教室架構

網路學習系統是一連串由教師、學生及學習內容之間複雜的互動活動所組成，學生、教師及教學內容為系統之三個互動元素。在教學的方法採用：示範、教導、提供鷹架及淡出、闡明、反省及探索等，則作為教學環境之互動要素，如圖二，表一則為教師、學生與教材互動說明。整個架構可分為以下三個部分

3.1.1 合作學習環境

合作學習環境包含(1)結合虛擬教室形成之學習社群：教師可彈性設定一個或多個虛擬教室，透過討論區、分享區及知識庫共享方式組成一個學習社群，如圖三，其中學習社群(LC)包含討論模組及知識管理模組(知識分享及知識庫)，教師可彈性設定這些模組。(2)分組學習環境：如圖四，學習者透過小組合作學習工具，進行個人、組內(intra-group)及組

外(inter-group)間之知識建構及交流。

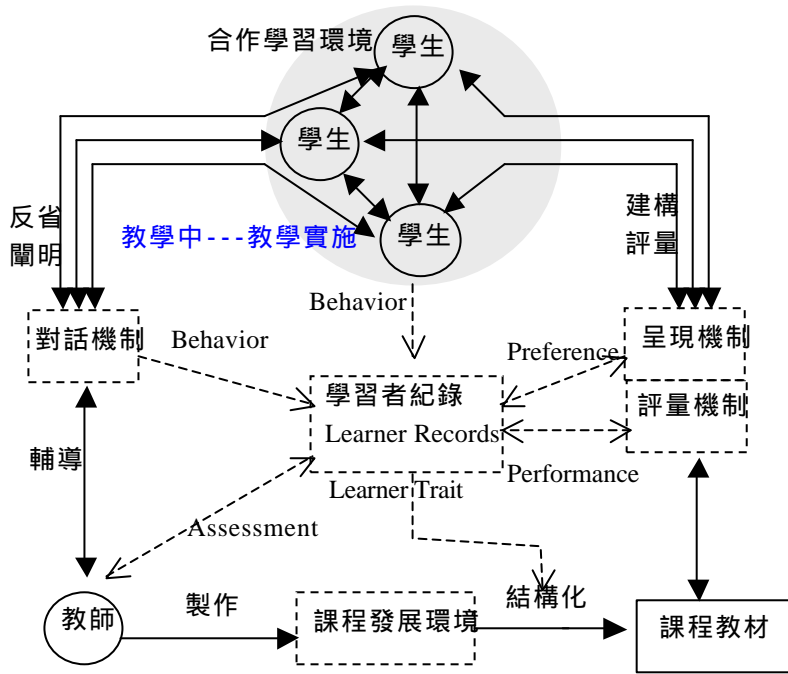
3.1.2 課程發展環境

如圖五，包含教材庫、知識庫以及教學資源等管理，其中教材庫以教材物件化管理為設計理念，達到教材共製、共

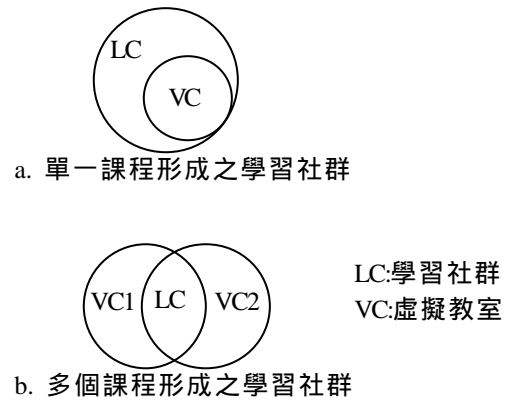
用及再利用之目的。

3.1.3 課堂管理機制

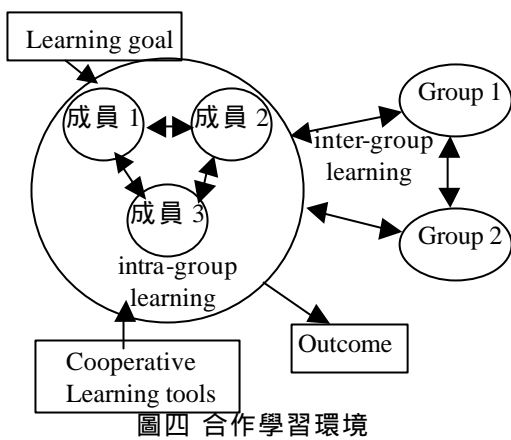
教師透過課堂管理機制，進行教學活動之安排，以利學生學習活動之進行。



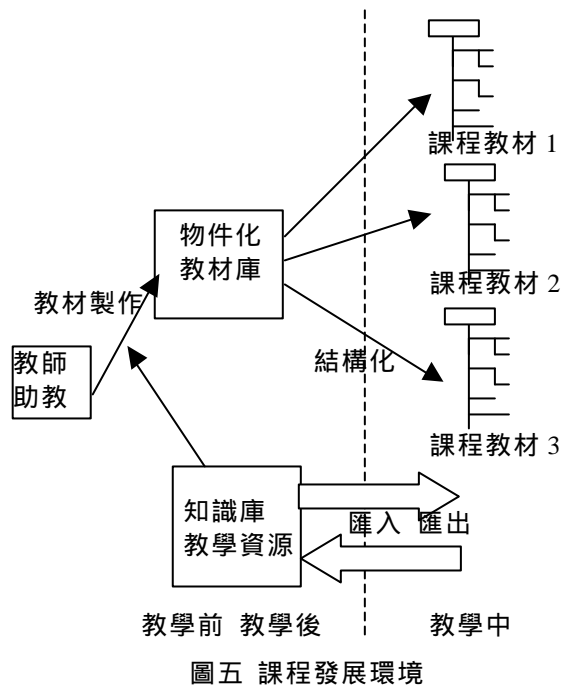
圖二 合作學習型虛擬教室架構



圖三 結合虛擬教室形成學習社群



圖四 合作學習環境



圖五 課程發展環境

表一 教師、學生及教材之互動及其目標

互動對象	階段	目標
教師與教材	教學前 教學後	1.提供教師線上開發課程及提供教師方便、快速的組織及建置教材庫，並達到教材共製、共用及重複使用的目標。 2.具備教材、教具、學習資源、討論精華、知識庫管理功能。 3.減少教師操作負荷，專注教材發展。
	教學中	1.提供學生學習特質及背景知識，或學生前測工具。 2.教學計劃擬定、安排課程教材。 3.提供評量機制，作為掌握學生學習狀況之管道。
學生與教材	教學中	1.依照學習特質呈現適性化教材及允許自我控速。 2.紀錄及提供學習者之學習資料。 3.提供評量機制，進行學生學習評量。
學生與教師	教學中	1.利用學習者回饋及對話機制掌握學生教材精熟度。 2.提供教師質化及量化之學習歷程分析機制。
學生與學生 (合作學習)	教學中	1.提供各種合作學習支援工具。 2.提供對話機制逐步修正學習者之建構知識，進行社會化建構。 3.提供小組活動歷程檔案，進行合作學習團體反省。

3.2 實作架構

本系統實作架構分可分為系統基礎服務、教學環境及學習環境，如圖六。

3.2.1 系統基礎服務

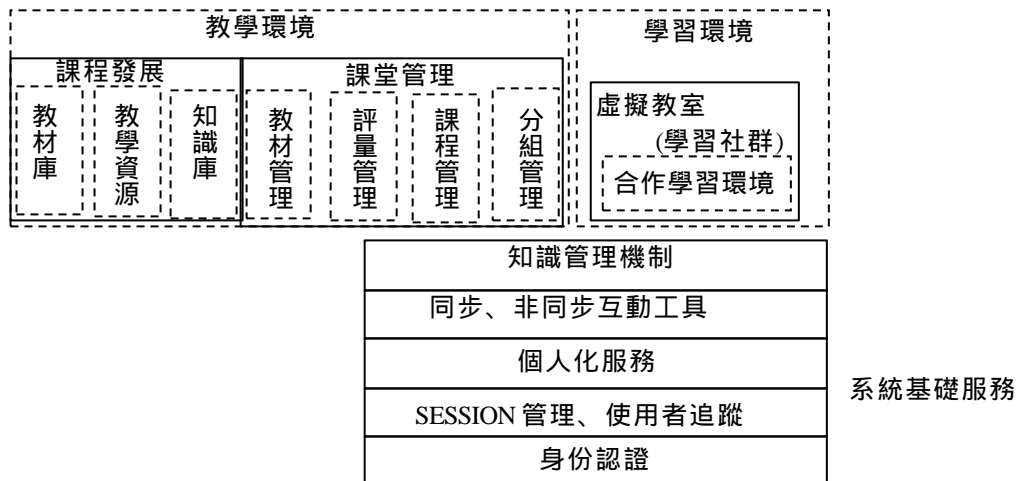
系統基礎服務供建置教學及學習環境所需之基礎性服務，包含有身份認證、SESSION 管理、使用者追蹤、個人化服務、互動及知識管理工具及學習者歷程紀錄及等工具。

3.2.2 教學環境

教學環境包含課程發展及課堂管理部份，課程發展包含教材庫、教學資源及知識庫等管理功能。課堂管理有教材管理、評量管理、課程管理及分組管理等功能。

3.2.3 學習環境

包含學習社群及小組合作學習之虛擬教室環境。



圖六 合作學習型虛擬教室實作架構

四、實作探討及設計理念

4.1 Web 系統與資料庫架構

Web 系統採用 Linux+Apache，資料庫採用 Mysql，伺服器端程式使用 PHP。為提昇系統擴充性及效能，Web 系統與資料庫分離，利用

硬體設備針對 Web 伺服器作負載平衡，資料庫則分為教務資料、使用者歷程、知識庫及教材庫四類。

4.2 系統認證

LDAP (Lightweight Directory Assistance Protocol) [26]目錄服務具有開放標準、存取性

高及便利搜尋等特性，對於資料異動不多，讀取頻繁之校園環境極為適合。本系統採用 LDAP 作為認證管道，使用者於網頁表單輸入帳號及密碼後，透過 php 連接 LDAP 作身分認證之程序。通過認證之後由目錄可取得使用者之個人資訊資料，並進一步作為系統個人化之依據。

4.3 使用者紀錄(Learner Records)

本系統根據 IEEE LTSC Public and Private Information (PAPI) for Learners [27]，針對學習者資料型態分為：個人資訊 (personal information)、社交關係 (relations information)、安全資訊 (security information)、個人喜好 (preference information)、學習表現 (performance information) 及學習歷程 (portfolio information) 等六類。實作上以個別程式進行學習者資料紀錄。

4.4 Session 建立及維護

Session 為使用者在進行登入系統後到登出系統的這段期間，使用者學習之路徑組合：

Session: {l_id, time, Req. [*]}

l_id 為登入序號，time 為 session 持續時間，Req.[] 為使用者發出之 http request 之集合。由於 HTTP 屬於 stateless 協定，無法得知使用者連線狀態，需使用 session 機制來管理，方法為：在使用者通過認證後，系統會產生唯一的登入序號，並紀錄登入身份、IP、登入時間等資訊，爾後每次使用者發出 HTTP 請求時，透過網頁內含之追蹤程式紀錄使用者存取時間及 URL 位址，達到追蹤目的。並利用 UNIX 常駐程式固定時間偵測 session timeout 的使用者，並將使用者紀錄移至歷史資料表。系統登入規則與限制有：(1) 同一台電腦，同一時間只允許同一帳號登入，但允許同一 IP 進行重複登入。(2) Session Timeout 時間設為 20 分鐘，每五分鐘採批次處理 session 紀錄，故最大延遲時間為 5 分鐘，即 Session Timeout 最長時間為 25 分鐘。(3) 登入後未持續瀏覽網頁之使用者，也就是登入時間與最後存取時間相同者，視為無效 session。

我們在實作過程中，若使用者透過 proxy 存取會無法紀錄正確之客戶端 IP 位址，解決方式為將 proxy server 設為支援 Client_IP HTTP 請求標頭，php 程式則可利用判斷變數 HTTP_X_FORWARDED_FOR 以取得正確的 Client IP 位址。另外若 Client IP 為不固定之撥接用戶斷線重撥後，將因 IP 改變，發生帳號鎖住 20 分鐘的問題，我們利用 cookie 將登入序號寫入 client 端解決之。

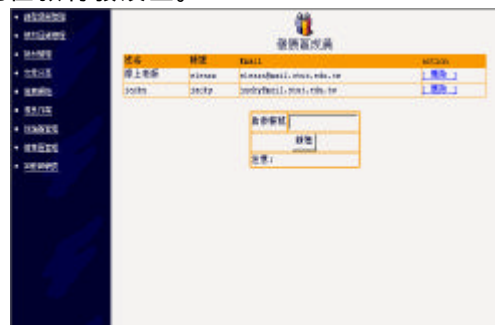
4.5 使用者追蹤 (User Tracking)

使用者追蹤之做法可分為利用 HTTP log (如 Apache log) [21],[24]、自行設計 Server 端應用程式作紀錄 [5] 及利用 Client 端應用程式紀錄

[20] 等方式。HTTP log 儲存方式為文字檔案，雖然方便簡易，但有紀錄不夠完整、session 不易確認、缺乏彈性等缺點。Server 端儲存方式一般紀錄在資料庫中，Server 端程式紀錄具有實作簡單的優點，但相對的 Server 負載較大。Client 端應用程式儲存方式則為 XML 形式，以供後續代理人分析，利用 client 端程式紀錄具有降低 Server 端負載之優點，但實作較為複雜及隱私權問題。本系統採用 Server 端方式紀錄，使用者在登入後，所有針對網頁的存取將會被紀錄在資料庫內，紀錄資訊包含登入序號、存取網址及其參數、存取時間等，以供後續分析。

4.6 教學環境

教學前階段，教師可自由於線上課程發展區 (如圖七) 進行課程發展及管理，如教材上傳及管理、保留歷屆優良作業、討論精華及分享區及知識庫管理等。於學期初，教師可由管理介面將教學資源匯入線上課程及組織課程教材後，即可於線上進行教學活動，可使用的工具有課程進度計劃、教材管理、社群管理、分組管理、評量管理、知識管理等，社群管理可設定社群是否跨班進行及相關權限，於學期末，教師亦可經由管理功能將這學期之相關教學資源匯入至課程發展區，此種做法將可協助教師快速累積教學資源、減少工作負擔，將心力花在教材發展上。



圖七 線上課程發展區

4.7 合作學習環境

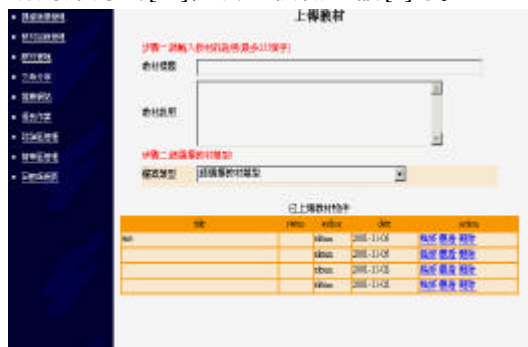
學習環境除了提供傳統教室的功能外，主要以合作學習 (圖八) 為設計理念，提供社群討論及知識分享等知識建構輔助工具及合作學習工具，如組內及跨組討論區、小組檔案櫃、小組發表區、行事曆、群組通訊及合作學習歷程等。教師於分組及分配作業及評量後，學生即可進入各小組之群組討論室進行互動溝通，老師可參與各組討論並進行觀察及指導；小組檔案櫃為檔案共享及成果發表的園地，對於任務成果可與教師核定後進行篩選並開放給別組觀摩，其他小組人員可針對這些成果進行互評；學習歷程提供學生及老師進行檔案歷程評量之用。



圖八 線上合作學習環境

4.8 物件化教材管理

課程教材之發展可分為兩階段，第一階段為教材製作及上傳(如圖九)，採用物件化教材的設計理念，Metadata 參考 SCORM (Sharable Course Object Reference Model) [29]，達到教材共製、共用及重複使用的目標，可支援各種格式的物件，目前包含一般檔案型式之教材、評量、資源網址及討論版等物件。第二階段則為組織課程教材之架構，此時針對各單元設定教材物件即可，課程教材之結構採用階層式架構來組織教材結構，可進一步發展適性化教材呈現機制[22]。目前教材仍以教師設計之順序呈現，未來將朝適性化教材呈現發展，相關研究多利用人工智慧來做適性化教材推論，例如規則庫方式[16]、灰色模糊理論[6]等。



圖九 物件化教材管理

4.7 知識管理為基礎之學習環境

虛擬教室除了提供合作學習環境之餘，亦提供個人及團體用以知識建構及管理的輔助工具，如討論區分為個人 (Individual)、組內 (Intra-Group)及組間(Inter-Group)討論型式，知識分享、網站推薦提供個人及團體進行知識分享及評比(圖十)，在確定知識之效力及可用性後，教師可協助學生進行知識成文化，成為正式之知識文件，教師可於學習結束後，針對相關資源及知識庫進行篩選並保留至往後教學使用。



圖十 知識分享及評比

五、學習者學習資料與問卷分析

依據本系統於南台科技大學 89 學年度下學期運作之學生學習資料，針對師生參與程度前 20 門課程進行學習資料分析及期末問卷，系統紀錄時間自民國九十年四月九日至六月二十四日，共十一週，資料組成如表二。

表二、學生基本資料組成表

課程	5 門共同科目，15 門專業課程
性別	男生佔 51.25%，女生佔 48.75% 總人數 1083 人
學制	二技 19.8%，四技 44.4% 夜二技 23.5%，夜四技 12.3%
系所分布	資管系(29.92%)，財金系(15.33%) 電子系(11.17%)，流通系(10.90%) 機械系(9.97%)，電機系(8.96%) 國貿系(6.93%)，工管系(5.91%) 化工系(0.28%)，企管系(0.09%) 英語系(0.55%)

本論文依據紀錄之學習資料分別就學生參與度、session 時間、討論、分享狀況進行統計。

4.1 登入次數及時間

登入次數少於 10 次以下的學生佔 27.72%，顯示這部份學生沒有上網學習的習慣，相對的亦有少數學生登入時間相當長，經觀察發現，因為授課教師將上網學習時間列為評分依據而造成少數學生時常掛在線上“灌水”的特殊現象。

4.2 登入方式

IP 分佈，校內佔 43.11%，校外佔 37.63%，宿網佔 13.88%，學校撥接佔 5.39%。其中校內登入佔近一半之比例，原因可能有日間與夜間部教室課程，學生下載及瀏覽教材及在學校上網較為經濟等。Session 持續時間，以校外 703 秒最長，最短者為宿網 522 秒，可能因為使用宿網之學生直接下載教材離線瀏覽及同儕討論機會較多。

4.3 Session 平均持續時間

總登入次數 26,336 次，總時間 14,572,820

秒，每次 session 持續時間約為 553 秒，約 9 分鐘。原因為部份學生登入後只在意有無新的討論、公告或教材，瀏覽後即離開，或純粹下載教材離線瀏覽。

4.4 討論區分析

線上討論共 2,427 篇，文章性質，以課程 52.08% 及小組討論 22.91% 為主，顯示討論內容以教材及小組活動為主。其中 41.79% 學生曾發表文章，而有 37.97% 的學生曾回應文章，文章回應比例 81.79%，其中老師回應只佔 12.11%，屬於學生與學生之間的討論形式；有 52.8% 的學生發表文章數介於 1~2 篇，顯示資訊提供者不多，網路學習情意層次仍偏低，至於在發言次數上男女比例並無顯著不同。

4.5 知識分享與網站分享

計有 163(15%) 位學生分享 681 篇文章，142(13%) 位學生提供 325 個網站連結，102(9.4%) 位學生會針對這些分享資源提出評比及意見，約 1/3 分享文章與課程無關，可能原因有：學生分享通俗文章作為學習時放鬆的管道、教師並未嚴格管控及系統未提供一般性質文章分享的地方。

4.6 期末問卷分析

期末問卷，採立意抽樣方式進行線上問卷，

學生於登入後即可於線上填寫問卷，問卷實施日期為 6 月 20 日至 6 月 30 日，實收問卷為 497 份，有效樣本數 162 份，回收率 32.6%。問卷顯示學生對於系統操作及互動介面持高度肯定，對於分享及推薦的學習資源(文章、網站)亦持肯定態度，72% 學生接收網路授課，並有 64% 學生認為學習成效良好。問卷結果如表三

六、結論及未來工作

本論文從合作學習理論的觀點，提出並實作虛擬教室學習環境架構，透過合作學習環境，取代競爭式或獨立的學習型態，培養學生合作學習觀念及社會化溝通技巧。此外由多個虛擬教室組成之學習社群環境下，學生透過知識管理建構及分享工具培養探究、分享及應用知識的能力。本系統已於南台科技大學運作，在提供線上學習環境之餘，亦作為校園資訊網路之入口網站(<http://online.stut.edu.tw>)。

本系統未來將配合現有學習物件標準(如 SCORM)，加強教材管理模組及教材呈現之 run-time 環境，達到教材跨平台共用的目的。

表三 問卷次數分配百分比

問項	百分比單位：%				
	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1.我對於系統操作容易感到滿意。	19.75	64.20	12.35	2.47	1.23
2.我認為畫面清楚不雜亂。	16.05	58.64	16.67	6.79	1.85
3.我對系統穩定度感到滿意。	8.02	37.65	27.16	25.31	1.85
4.我認為系統持續修改會影響學習意願。	11.5	44.44	30.86	11.73	1.85
5.我接受使用網路授課。	18.52	53.70	19.75	7.41	0.62
6.線上教材提供我想要的學習內容。	14.81	58.64	19.14	6.17	1.23
7.知識分享可以提供我更多的學習資訊。	20.37	57.41	20.37	1.23	0.62
8.推薦網站可以提供我更多的學習資訊。	18.52	59.26	19.75	2.47	0
9.線上討論提供良好的師生互動介面。	22.22	60.49	13.58	3.70	0
10.我覺得網路教學整體學習成果良好	9.88	54.32	28.40	7.41	0
11.參加網路教學學分班之意願。	20.99	42.59	27.16	8.02	1.23

七、參考文獻

- [1] 于富雲，民 90，從理論基礎探究合作學習的教學效益，教育資料與研究，第 38 期
- [2] 中山網路大學，(<http://cu.nsysu.edu.tw/>)。

- [3] 方炳林，民 58，普通教學法，台北：三民。
- [4] 行者數位學園，<http://linc.hinet.net/>。
- [5] 吳信賢，民 88，非同步網路教學系統之發展及學習歷程檔案，國立台灣師範大學資訊教育研究所碩士論文。
- [6] 李延儒、邱銓雯、洪朝富，民 89，虛擬學院之智慧形適性教學推論，遠距教

- 育, 第 15 . 16 期, 頁 85-97。
- [7] 亞卓市, <http://www.educities.edu.tw/>。
- [8] 林寶山, 民 87, 教學原理與技巧, 五南圖書。
- [9] 邱世宗, 民 87, 網路教學系統之功能分析與設計, 國立中山大學資訊管理研究所碩士論文。
- [10] 南台科技大學網路教學, (<http://online.stut.edu.tw>).
- [11] 張基成、唐宣蔚, 民 89, 一個架構於全球資訊網路上的知識分散式網路學習社群, 遠距教育, 第 13 14 期, 頁 18-37。
- [12] 張靜譽, 民 83, 何謂建構主義, 建構與教學, 第 3 期。
- [13] 陳品華, 民 89, 從學習遷移觀點演變談技職教學新趨勢, 教育資料與研究, 第 36 期。
- [14] 黃孟元、黃嘉勝, 民 88, 遠距教育的定義、演進及其理論基礎分析, 視聽教育, 第 40 卷, 第 4 期, 頁 8-18。
- [15] 楊坤原, 民 89, 教學主義與建構主義對電腦輔助教學設計的意含, 視聽教育, 第 42 卷, 第 3 期, 頁 14-27。
- [16] 蔡昌均、曾憲雄、蘇耿弘, 民 89, 虛擬教室的設計與實作, 遠距教育, 第 15 . 16 期, 頁 16-25。
- [17] Akio Koyama, Leonard Barolli, Akira Tsuda and Zixue Cheng, An Agent-based Personalized Distance Learning System, Information Networking, 2001. Proceedings.
- [18] Alexandra I. Cristea and Toshio Okamoto, Student model-based, agent-managed, adaptive Distance Learning Enviornment for Academic English Teaching, IWALT 2000. Proceedings.
- [19] Blackboard.com (<http://www.blackboard.com/>).
- [20] Cingil, I. Dogac, A. and Azgin, A., A Broader Approach to Personalization, Communication of the ACM, 43(8), 2000.
- [21] Feng Tao and Fionn Murtagh, Toward Knowledge Discovery from WWW Log Data, Information Technology: Coding and Computing, 2000, pp. 302-307.
- [22] Francesca Cirillo, Andrea Cozzolino, Massimo De Santo, Marco Marsella and Saverio Salerno, A Metadata Based Distance Learning Platform, Systems, Man, and Cybernetics, 2000 IEEE International Conference on , Vol 1, pp. 44-48.
- [23] John Tyler et al., Learning Technology Systems Architecture(LTSA), IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC), 2001, Draft 8. (<http://ltsc.ieee.org/wg1/>).
- [24] Kein-Hong Man, Su-Wei Tan, Sheng-Chyan Lee and Rajasvaran Logeswaran, Study of Student Access to Online Course Material Using HTTP Traffic Analysis, TENCON 2000. Proceedings , Vol. 2, pp. 276-280.
- [25] Learning Space, (<http://www.lotus.com/>).
- [26] M. Wahl, T. Howes and S. Kille, Lightweight Directory Access Protocol version 3 (LDAP v3), Network Group, RFC 2251.
- [27] Mike Collett et al., Public and Private Information (PAPI) for Learners, IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC), 2000, Draft 7. (<http://ltsc.ieee.org/wg2/>).
- [28] Pea, R., The Collaborative Visualization project, Communication of ACM, 1993, 36(5), pp. 60-63.
- [29] SCORM (Sharable Content Object Reference Model) version 1.2 , <http://www.adlnet.org/>.