

# 分散式數位學習管理系統

## Distributed Learning Management System

田子杰                      陳惠淳                      謝育峰                      王派斌  
[tctien@iii.org.tw](mailto:tctien@iii.org.tw)      [bottle@iii.org.tw](mailto:bottle@iii.org.tw)      [yfs@iii.org.tw](mailto:yfs@iii.org.tw)      [pb@iii.org.tw](mailto:pb@iii.org.tw)

財團法人資訊工業策進會電子商務技術實驗室

### 摘要

除了像一般數位學習管理系統 (LMS, Learning Management System) [1] 提供線上課程的開課、上課、上課紀錄和學習者的管理之外, 更重要的, 分散式數位學習管理系統 (DLMS, Distributed Learning Management System) 提供了資訊分享的介面, 讓彼此可以分享課程、學習者以及學習紀錄等資訊。分散式數位學習管理系統打破了目前數位學習孤島, 也就是打破了數位學習系統彼此獨立、學習資訊無法流通的現況, 讓使用者可以透過單一學習系統, 擷取其他學習系統所開設的課程、排行榜等資訊。我們運用網路服務 (Web Service) [2] 的技術, 實作了一個符合 SCORM 1.2 標準 [3] 的分散式數位學習管理系統; 並希望透過輕巧的實作, 促成「各系統獨立營運, 資源跨系統分享」有彈性的數位學習環境建立, 帶動整體數位學習產業的發展。

**關鍵詞:** LMS, SCORM, Web Service, E-Learning

**附註:** 本研究由經濟部委託財團法人資訊工業策進會新世代數位學習環境技術研發五年計畫辦理。

### 一、介紹

知識經濟 [4] 時代的競爭力取決於知識存量的多寡和創新的能力, 有效的學習成為影響知識取得的一個關鍵因素, 學習到的知識包括如何更有效學習, 在良性循環下知識存量將更多、競爭力將更擴大。對缺乏天然資源如台灣而言, 競爭力取決於人力素質, 知識經濟的來臨將是一個機會, 如何藉著教育與學習來提升知識存量及創新的能力, 以及如何彌補知識經濟下知識和技能迅速的落伍, 是迫切要面對的課題。

隨著資訊和網路科技的進步, 學習的科技

也不斷在進步, 數位學習以電腦為媒介來學習數位型態的內容成為一種新興的學習方式。從早期的單機式、使用光碟的學習模式, 到可以透過網際網路擷取遠端的學習資源; 而學習內容的呈現從簡單的圖文, 到聲音、動畫、錄影、模擬、即時線上對談, 數位學習展現了學習方式和內容的多樣性和彈性, 具有不受限時間、空間可隨時隨地學習的特性, 並可以模擬現實生活不允許發生的狀況等諸多優點。數位學習如果結合傳統課堂式面對面的學習而成為混成式 (Blended Learning) 的學習模式, 所發揮的學習效果將更可觀。依照 Gartner Research [5] 的預測, 雖然目前數位學習相對於全球訓練市場所佔比例仍然很小, 但至 2005 年時, 數位學習所佔的比例將接近 1/3。

依據世界經濟合作會議的資料顯示, 從 1995 到 2000 年間, 全球的數位學習規模, 以每年 45% 的速度迅速成長。許多先進國家對於促進數位學習產業及應用發展不遺餘力, 並有許多國家級大型計畫推動中。Brandon-hall.com [1] 對美國數位學習市場的預估是 2002 年有 100 億美元、2006 年是 800 億美元、2011 年則成長到 2000 億美元, 美國聯邦政府將以 40% 的成長、每年至少花費 5 億美元在數位學習的產品和服務上。歐洲由於是多語言文化, 傳統學習模式會因多語言狀況而受影響, 根據 IDC [6] 資料, 2005 年歐洲數位學習市場將達 60 億美元。中國大陸由於傳統學習資源有限, 只有少數比例學生能進入高等教育學府, 數位學習勢將成為必要的學習模式。這樣的狀況也存在許多發展中國家, 缺乏足夠的大專院校, 會是數位學習很大的潛在市場。至於 MIC [7] 對台灣數位學習市場的估計是以年複合成長率 104% 成長、西元 2004 年突破 30 億。

但要達到上述各項研究對數位學習市場規模的估計值仍有許多問題待解決。其中一個問題是數位學習資源如何可以有效地再用、分享和散佈, 以節省數位學習內容開發的成本, 並促進數位學習的推廣。因此一些國際組織致力於數位學習標準化的制定和推動。由美國國防部成立的 ADL (Advanced Distributed

Learning) [3]所推動的 SCORM (Shareable Content Object Reference Model) 就是一個漸漸為國際所接受的數位學習標準,目前版本是 1.2, 定義了數位學習內容物件的構成以及和學習平台如何溝通。

雖然許多數位學習系統[8][9][10][11]都已經遵循了 SCORM 1.2 標準來實作,但 SCORM 標準的效益還沒有真正發揮出來,比如在台灣的數位學習環境還是處於一個個孤島的狀態,如圖一,學習系統即使都符合 SCORM 1.2 標準,彼此卻仍然不能互相交換資訊。對一個學習者而言,已經在 A 學習系統註冊,想要選 B 學習系統開設的課程,就必須重複在 B 學習系統註冊;而且在兩個學習系統上課的學習資訊沒辦法互相流通。而對一個老師而言,可能同時在好幾個學習系統上課,如果學習系統彼此獨立,老師就必須一一進入每個系統了解學習者的學習狀況,解答每個學習系統上學習者的提問。更重要的是,單一學習系統的學習內容往往不足,難以符合需求,數位學習孤島的現況,阻礙了數位學習的推展。

為了解決數位學習孤島的問題,我們實作了一個符合 SCORM 1.2 標準的分散式數位學習管理系統,使得學習資訊可以彼此分享。我們採用網路服務的技術來定義數位學習系統彼此溝通的介面,並據以交換學習資訊。網路服務是近幾年興起的技術,系統與系統之間用 SOAP 協定[2]來達成既可以與遠端可執行模組聯繫,又不致於一直佔用網路頻寬的鬆散耦合的架構。目前許多研究單位[12][13]都選擇應用網路服務的技術,來解決學習資訊交換的問題,比如 IMS[14]所制定的數位倉儲(Digital

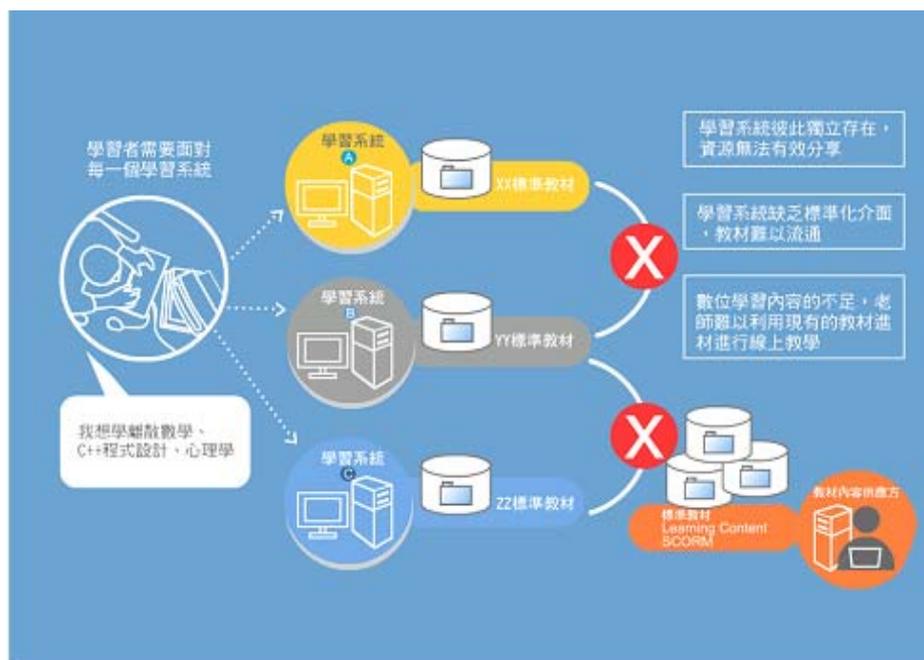
Repository) 標準[15]。如果一個學習元件庫也提供網路服務的元件搜尋和取用標準介面的話,我們的分散式數位學習系統就可以搜尋並取得元件庫裡的學習元件。

分散式學習系統除了能讓彼此交換訊息之外,還提供了其他優點:第一、分散式的建置學習系統可以分攤單一學習系統的負荷;第二、訊息的分享使得數位學習經營者可以彙整各個系統的經營資料;第三、學習系統彼此連網產生了一種特別的加盟經營模式,數位學習業者可以透過學習系統的加盟方式與其他業者合作。這些將在第七章有更清楚的說明。

本篇論文的組織如下:第二章介紹理想的數位學習網絡環境及分散式學習管理系統在這個環境所扮演的角色;第三章介紹分散式學習管理系統的參與角色和使用情境;第四章說明我們的分散式學習管理系統概觀;第五章則詳細敘述我們分散式學習管理系統的實作架構;第六章說明我們系統其他的特色或應用;第七章總結我們的系統。

## 二、數位學習網絡與分散式學習管理系統

理想上的數位學習環境應該是各地學習系統和學習資源可以互相連結的學習網絡,使得(1)學習資源可以在網絡中流動、交換,(2)學習者可以面對單一系統,存取網絡中的資源,(3)管理者可以透過單一系統,了解各系統的使用狀況。



圖一 學習系統彼此成為一個個數位學習孤島不能互通資訊

每一個分散式學習管理系統在這樣的環境裡，開放查詢介面供外部程式查詢自己的學習資訊，並提供學習資源取用的管道。系統的擁有人可以依據自己的應用和需求，發展應用程式來蒐集其他系統的資訊、取用學習資源，提供單一操作介面，就可以滿足使用者存取整個網絡中的學習資訊。

### 三、角色與情境

分散式學習系統的角色可以區分為使用者和經營業者兩類，使用者包括學校管理人員、學生、家長、老師。使用情境整理如下：

- 學校管理人員
  - 各校依其教務及課務需求，能夠自由開課
- 學生
  - 能夠將實體的學習行為搬到線上執行，以符合學習習慣
- 家長
  - 能夠了解學生的學習進度及排名
- 老師

- 能夠了解學生的學習進度，並回答學生的問題

- 經營業者
  - 能夠了解各地分校的經營狀況，進而加強行銷

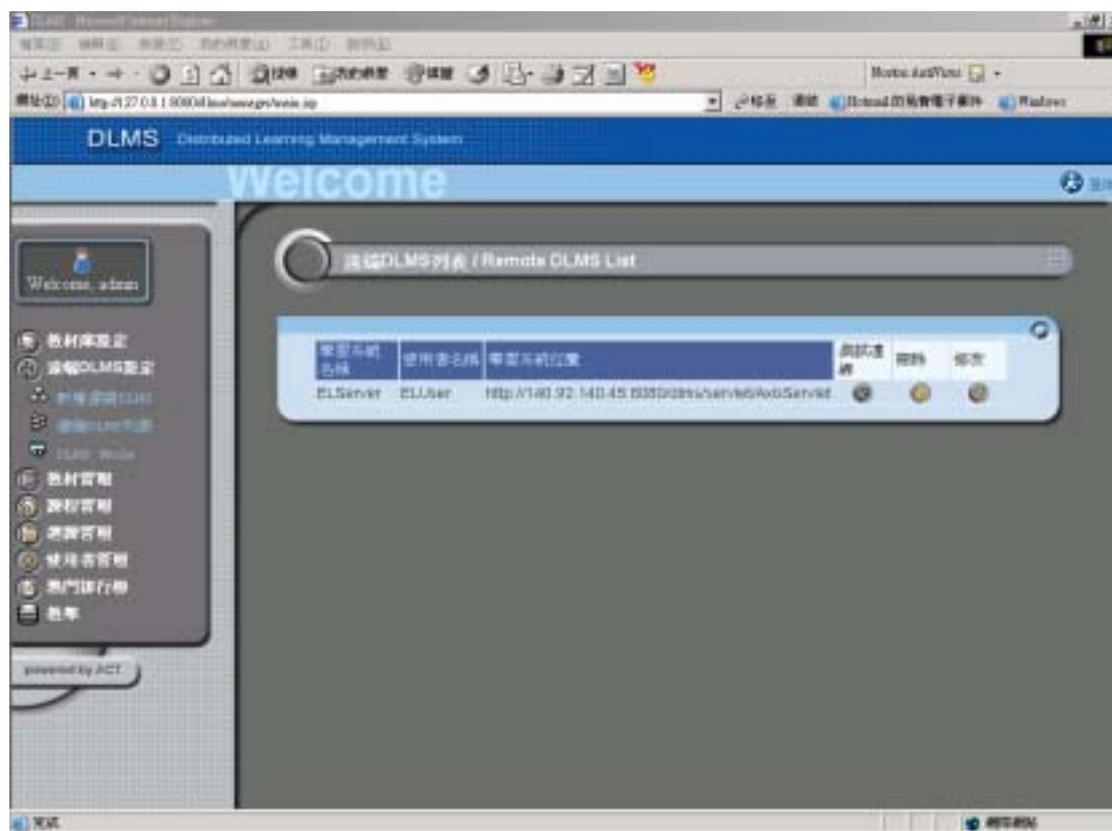
### 四、系統概觀

系統依使用情境分為學習端和管理端，每個使用者依據權限設定的不同而擁有不同的操作功能。

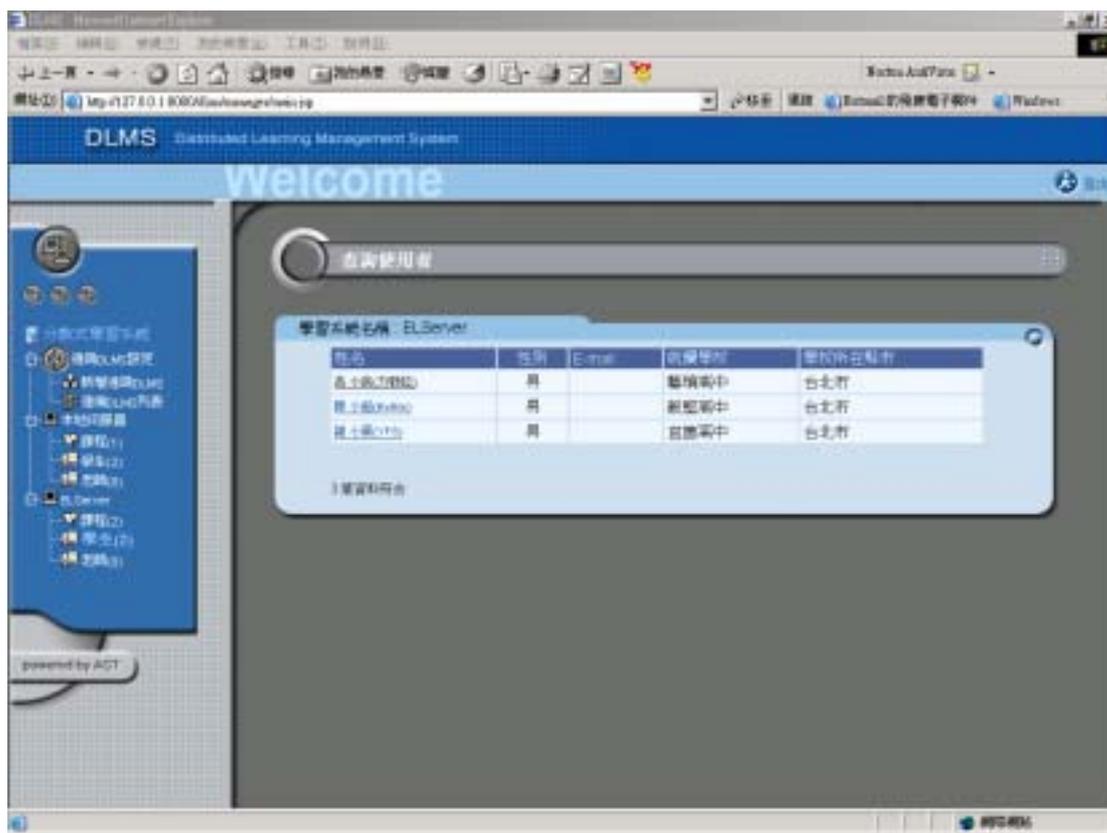
#### (一) 管理者端的使用

管理者的使用畫面如圖二，完整的管理者功能包括教材庫設定、遠端分散式學習系統設定、教材管理、課程管理、選課管理、使用者管理、排行榜、學習報表等。透過教材庫的設定，系統就可以連接遠端開放有網路服務的教材庫，搜尋並取得想要的學習元件。

透過遠端分散式學習系統的設定，系統就可以和其他系統相連接，從而取得其他系統的學習資訊。系統並提供另一種顯示模式如圖三，從經營業者的角度出發列出所有相連接的系統。



圖二 管理者端的使用畫面



圖三 經營業者面的系統列表顯示模式



圖四 老師登入單一系統即可獲得全部資訊

## (二) 老師的使用

如果使用者的身份是老師，將可從單一學習系統看到來自各個學習系統負責課程的學生學習狀況包括提問等。

## (三) 學習者端的使用

學習者的使用畫面如圖六。使用者選課成功後，就可以進入上課畫面，上課畫面由三個部份組成(如圖七)，上方版面為上課時可使用的工具列，包括瀏覽前(後)一章節、上課筆記、上課問答及離開上課教室等功能；左下方版面

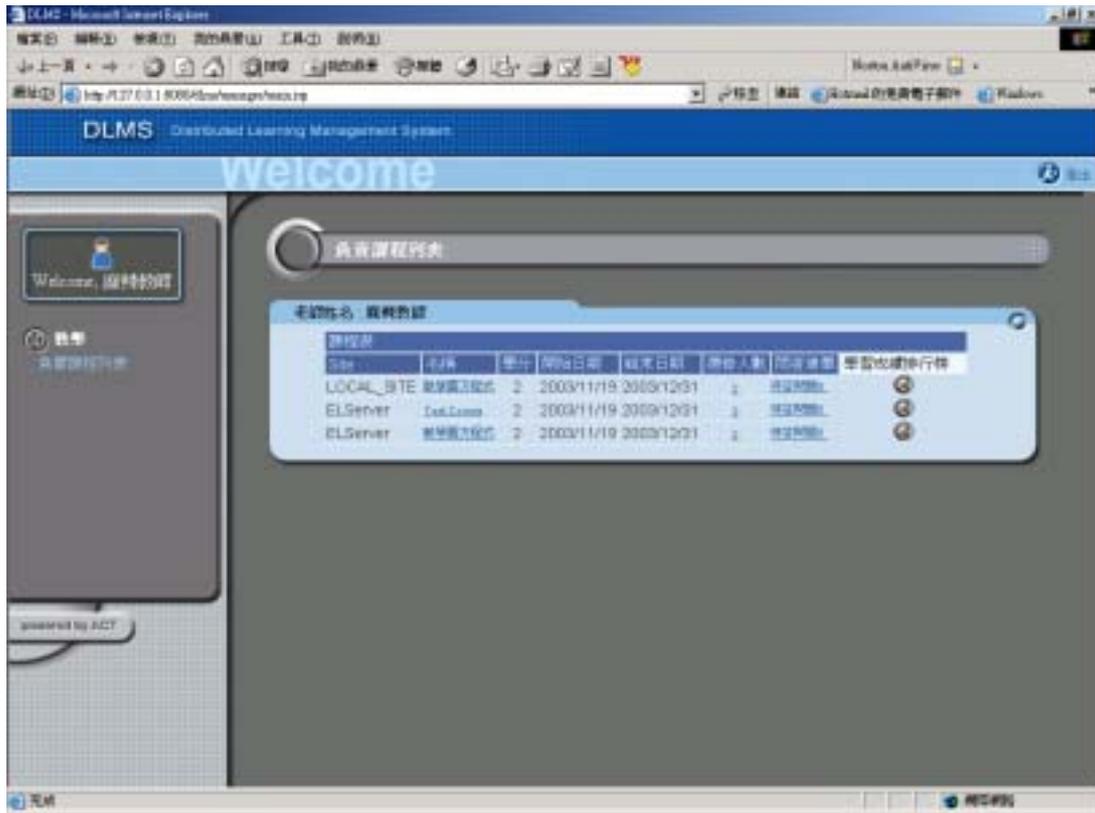
為課程章節的樹狀架構，使用者可以直接點選偏愛的章節讀取相關課程內容；右下方版面主要展示課程內容，使用者除了可閱讀課程內容，亦可以參與課程中設計的互動模式(如課後測驗等)。

上課筆記與問答為本學習系統特色之一，學習者可以針對每一 SCO 單元，利用上課筆記留下對此課程的心得，供日後複習時查詢如圖八。

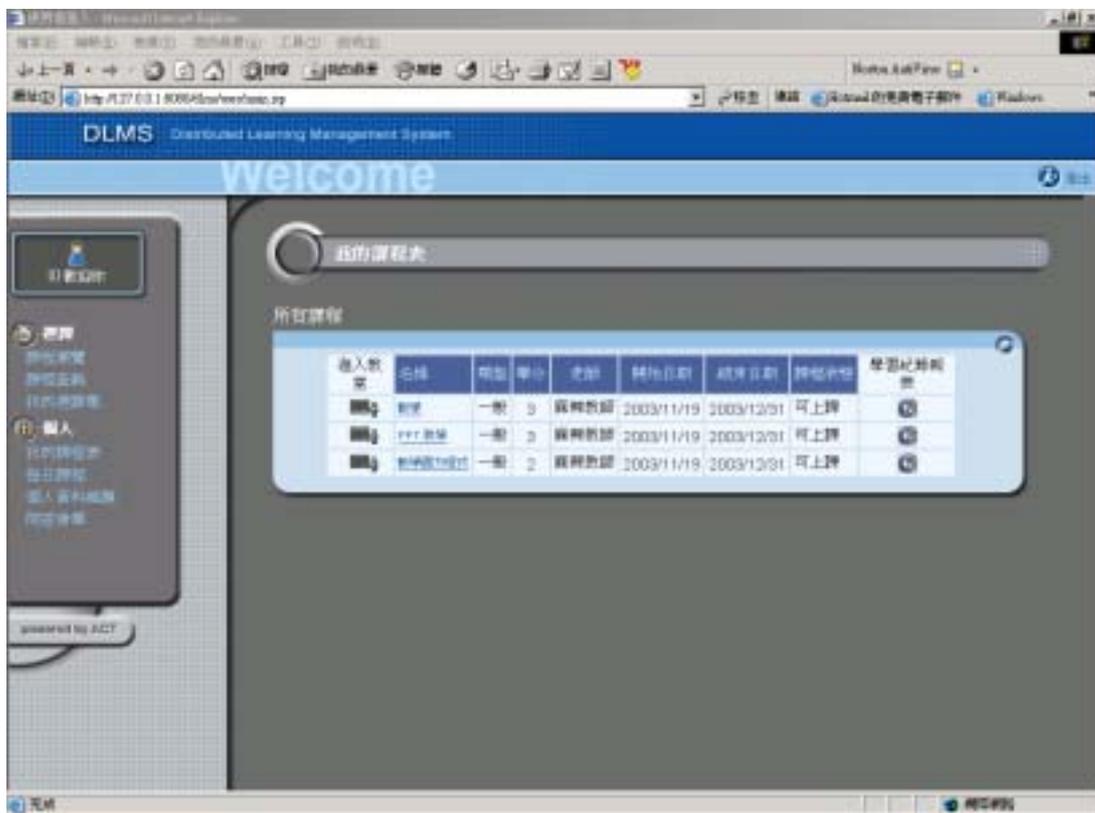
而問答功能更提供學習者與線上老師直接的互動，學習者可以提出對課程單元不了解

的問題，當線上老師收到該問題時，可以立即回答此問題，當學習者重新瀏覽問題清單時，

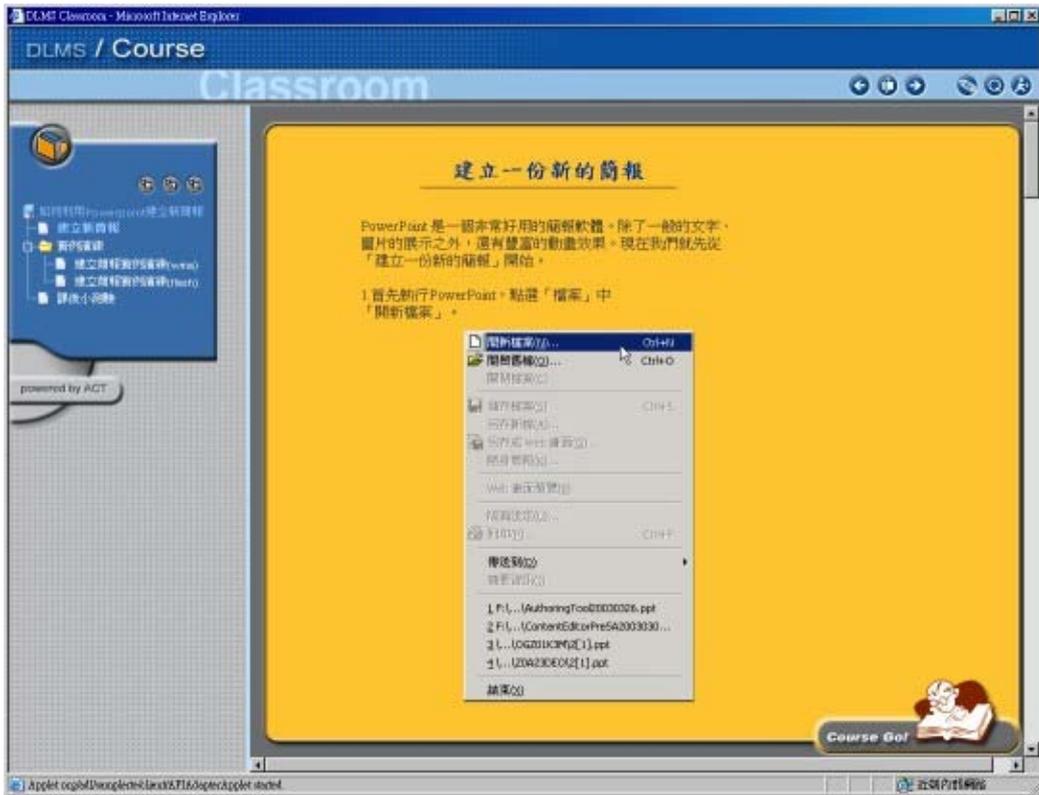
若發現問題已有答覆時，便可選擇此答覆，收聽老師的答覆。



圖五 老師的使用介面



圖六 學習者的使用畫面



圖七 上課畫面



圖八 筆記畫面



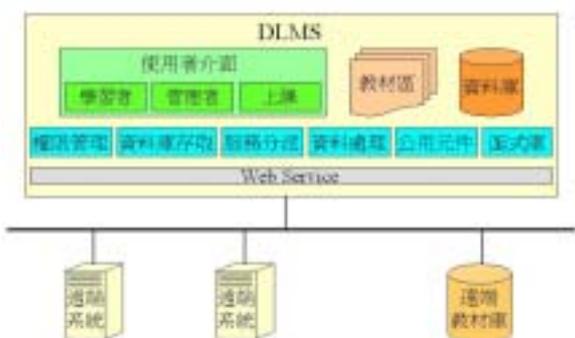
圖九 錄音畫面



圖十 問題清單

## 五、實作架構

系統是以 Java 程式語言開發而成，以 Tomcat4.1[16]作為網路伺服器並可移轉到其他應用程式伺服器上，支援的資料庫包括 Microsoft® SQL Server™ 2000[17] 以及 MySQL[18]。系統模組包括上課服務、學習紀錄、人員管理、課程管理、教材管理、遠端系統和教材庫的連線設定及遠端服務等。如圖十一，透過遠端系統和教材庫的連線設定，系統便可以與其他系統和教材庫連接，透過網路服務來取得遠端系統和教材庫的資訊。系統本身也開放一些遠端服務比如資訊查詢服務，供其他系統透過網路服務協定取得資料。



圖十一 分散式學習管理系統架構

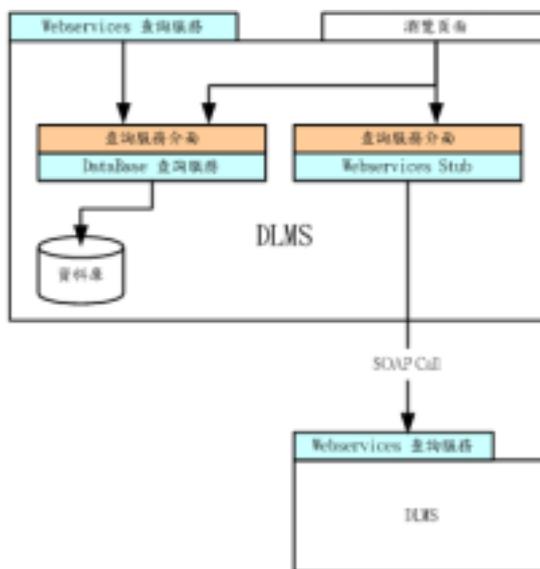
### (一) 遠端系統的資料取得

為了整合本地及遠端的資料，我們使用單一查詢服務介面的方式來設計 DLMS 的資料查詢架構，透過單一查詢服務介面的方式，DLMS 可以通透的查詢本地及遠端 DLMS 的內部資料。並且，在遠端查詢服務介面及參數的實作上，我們使用 Webservices[2] 及 XML(Extensible Markup Language) [19]的技



圖十三 查詢介面 API

術，利用 Webservices 的 SOAP(Simple Object Application Protocol)[20]的異質平台溝通機制及 XML 文件訊息格式的標準，讓其他的異質平台也能使用查詢服務來存取 DLMS 的內部資料。各系統可將其提供的服務登錄在 UDDI ( Universal Description, Discovery and Integration Service ) [21]介面上讓其他系統可以查詢和使用。



圖十二 系統查詢服務

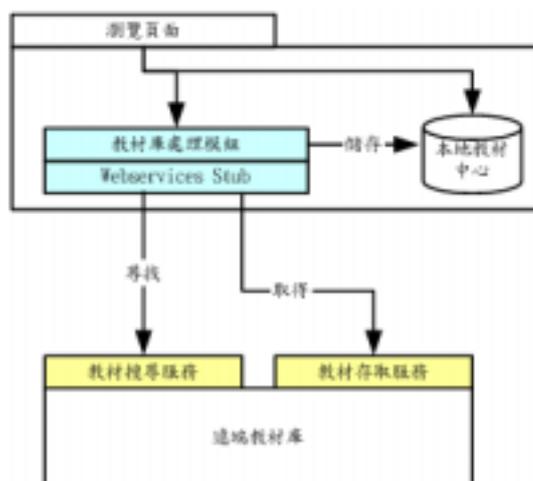
為了減低往後 DLMS 新增更多查詢服務功能時介面的變動，我們使用抽象的查詢介面 API 設計方式，利用高階的抽象 API，利用傳遞條件參數的設定，將函式呼叫對象的權責完全分擔到實作服務上，而非介面上。並且提供整合查詢的服務實作(IntegrateQueryService)，讓查詢者可以更容易的整合查詢到多個查詢服務。

例如，查詢端在在使用系統查詢使用者時，應該知道查詢的是那個方法及所需要的參數，及回傳的查詢結果形態。所以在呼叫查詢服務時，需要在呼叫條件(Condition)上設定相對應的方法及參數，當服務實作接收到呼叫條件時，即能取得要呼叫的方法及所需的參數，並進行實際的查詢動作，然後將結果傳回。查詢端在接受到結果，即能轉換成預期的查詢結果文件格式，取得正確的查詢結果資料。

### (二) 遠端教材庫的教材取得

為了提供更有有效的教材管理、分享及取得的機制，DLMS 使用教材元件管理平台來儲存教材，並且經由教材管理平台的搜尋服務(SearchService)及存取服務(StorageService)讓 DLMS 可以方便的找尋到合適的教材。

配合教材庫的服務介面設計，我們同樣使用 Webservices 及 XML 的技術銜接教材管理平台的搜尋及存取服務，並將取得的教材儲存在本地教材中心，讓課程可以直接使用到本地教材中心的教材來開課。



圖十四 遠端教材庫的服務

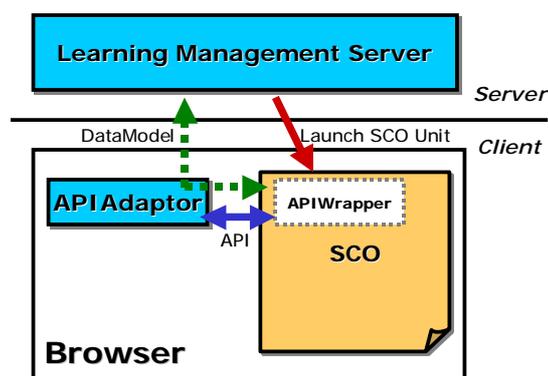
### (三)上課過程資訊的紀錄

本學習系統為符合 ADL SCORM Level 3 的標準平台，因此所有放置此系統中的課程必需符合 ADL SCORM 的標準。課程符合 SCORM 最大優點，除了可以將課程部署於任一符合 SCORM 標準的平台外，並可將學習者的學習記錄傳回學習平台中，供日後分析使用。

學習者進入課程中任一章節時(SCORM 中定義為 SCO)，SCO 單元首先會向學習系統取得學習者之前關於此 SCO 單元的學習記錄，SCO 單元可以根據取得的學習記錄而將課程內容做更多的變化，而當學習者離開此章節

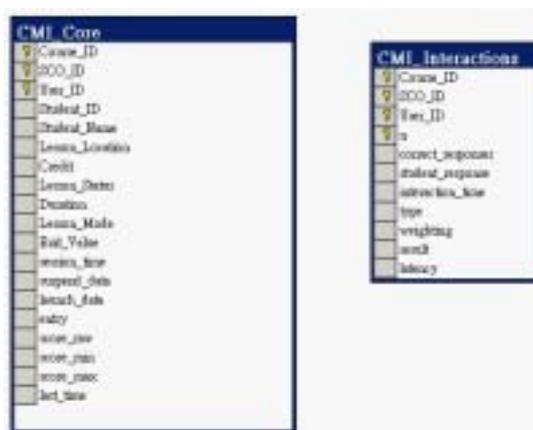
時，SCO 單元會將學習者的學習記錄傳送回學習系統中。如果學習者進入的 SCO 單元為一個測驗單元，當學習者送出答案後，所有作答資料及學習記錄也一併送回學習系統中。

實作 ADL SCORM 平台的有許多方法，圖十五為本系統所採用的架構，當學習者進入上課教室畫面時，同時從學習系統端下載一個 APIAdaptor JAVA Applet 元件置於學習者端，此 APIAdaptor 最大的功能就是建立學習系統與學習者溝通的管道，並實作課程取得學習記錄所需要的相關函式。SCO 課程單元中的 APIWrapper 為一 JAVASCRIPT 所寫的元件，主要功能為當課程內容需要存取學習記錄時可與 APIAdaptor 溝通。



圖十五 系統的 ADL SCORM 平台架構

本系統所使用學習記錄包含學習者對於每個 SCO 單元所花費的時間、SCO 單元狀況及學習者互動資訊。圖十六為學習記錄所採用的表格，CMI\_CORE 主要包含學習者資訊及學習者學習過的 SCO 單元資訊，CMI\_Interactions 則主要記錄學習者參與過的互動課程，如課後測驗等資訊。



圖十六 系統實作學習紀錄的表格

### (四)報表與匯出

本學習系統可以對學習者的學習記錄，做強大的查詢。管理者可以指定開始時間及結束時間、哪一個學習系統、該學習系統上哪一門課及該學習系統上哪些學生(多選)，並選擇報表表所需包含的內容(課程表、成績單、成績排行表)。在輸出報表中將會展示學習者個人資料、課程中各章節所學習的時間、參與測驗的成績、及所有參與測驗的學習者成績排名列表。學習報表輸出格式，目前支援兩種-網頁形式(html)及 MS Excel 形式。

## 六、系統特色和應用

分散式學習系統打破了數位孤島的狀況，對學習產業可能的影響：

第一、分散式學習系統支援 Tomcat 伺服器與 MySQL 資料庫，展現輕巧與成本低廉的特色，非常適用用在中小學數位學習環境。學校可以建置一個主要的學習管理系統儲存全校的學習資訊，然後在各班級或年級建立屬於各班級或年級的學習系統，主學習系統和各次學習系統可以透過網路服務互相傳遞資料。如此可以節省網路頻寬。同時分散式學習系統輕巧的特性也節省校方維護的負擔。

第二、學習系統可以分散式的佈點以滿足效能需求和頻寬限制。透過方便地資料傳遞，系統的經營單位就可以在適當地方建置系統並管理，以減輕單一學習系統可能遇到的負荷，降低網路頻寬需求，使主要的上課需求侷限在各局部區域系統。

第三、訊息的分享使得系統經營者可以彙整各個系統的經營資料，比如修課人數，可以很容易地掌握各個系統的經營狀況。

第四、學習系統彼此連網可產生一種特別的加盟經營模式，數位學習業者可以透過學習系統的加盟方式與其他業者合作，將自己的單一學習系統加盟到聯盟之中，彼此分享資源。而學習內容提供者也可以透過建置教材庫，以網路服務的方式開放出來，擴大市場規模。

## 七、結論

本篇論文介紹了我們所實作的分散式數位學習管理系統，以解決學習資源無法互通、學習系統彼此無法溝通的現況。透過網路服務，學生得以選修其他系統的課程、老師或管

理者得以匯整各處系統的資訊。我們的系統也展現輕巧的特性，方便系統經營者佈點和維護，展現各種經營模式。希望透過我們的系統，有助於達成理想的數位學習網絡環境。

## 八、參考文獻

- [1] <http://www.brandonhall.com/>
- [2] <http://www.w3.org/2002/ws>
- [3] <http://www.adlnet.org/>
- [4] C. Leadbeater, *Living on This Air: The New Economy*. Penguin Books, 2000.
- [5] <http://www3.gartner.com/>
- [6] <http://www.idc.com/>
- [7] <http://mic.iii.org.tw/>
- [8] <http://www.cybertutor.com.tw/>
- [9] <http://www.sun.net.tw/>
- [10] <http://www.cyberlink.com.tw/chinese/index.jsp>
- [11] <http://www.canthink.com.tw/>
- [12] C. P. Chu, Alice C. P. Chang, Y. F. Yeh, "Web-Service Oriented Content Providing for SCORM Compatible LMS System," submitted to the 9<sup>th</sup> International Conference on Distributed Multimedia Systems Florida International University, Miami, Florida Sep., 2003
- [13] C. P. Chu, Alice C. P. Chang, "Web-Service Oriented Computing Framework for SCORM Compatible LMS Systems," WICS 2003
- [14] <http://www.imsproject.org/>
- [15] <http://www.imsglobal.org/digitalrepositories/index.cfm>
- [16] <http://jakarta.apache.org/tomcat/>
- [17] <http://www.microsoft.com/sql>
- [18] <http://www.mysql.com/>
- [19] <http://www.w3.org/XML/>
- [20] <http://www.w3.org/TR/SOAP/>
- [21] <http://www.uddi.org/>