

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

## 學習者學習檔案分析與管理(1/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC92-2524-S-002-006-

執行期間：92年08月01日至93年04月30日

執行單位：國立臺灣大學電機工程學系暨研究所

計畫主持人：陳銘憲

共同主持人：岳修平

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 3 月 2 日

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計劃成果報告

## 智慧型數位學習平台前瞻技術之設計與實作

計劃型別：整合行型計劃

計劃編號：NSC 92-2524-S-002-006

執行期間：民國 92 年 5 月 1 日至民國 95 年 4 月 30 日

計劃主持人：朱正忠 東海大學資訊工程與科學系(所)

陳銘憲 國立台灣大學電機工程學系

黃悅民 國立成功大學工程與科學系

執行單位：東海大學資訊工程與科學系

國立台灣大學電機工程學系

國立成功大學工程與科學系

# 智慧型數位學習平台前瞻技術之設計與實作

總計畫主持人：陳銘憲 台灣大學電機工程學系

子計畫主持人：黃悅民 國立成功大學工程科學系

朱正忠 東海大學資訊工程與科學系

## 一、 前言

由於網路發達，應用普及，數位化學習（e-learning），已經由數年前的理論研究，演進至今日的廣泛運用。人們的問題，也由原本的如何發展、如何使用數位化學習，演進至今日的如何透過數位化學習，有效提升學習效率。甚至希望協助評量教學成效，進而改善教學品質。

此外，無線網路與手持式設備的風行，也創造了數位學習與知識獲取的新一波重要應用，如何能夠善加利用此一工具，展現既存課程網頁，幫助使用者隨時隨地自我充實，也是本計畫的目標之一。

## 二、 計畫背景與執行所遭遇的問題

第一代的網路學習平台，其目的著重於教材內容的數位化呈現，也就是希望能夠透過網路，達成「非同步教學」的理想。第二代的網路學習平台，便以加入「個人化設定」為訴求。系統紀錄每一位使用者的個別資料，當使用者連線操作時，除了會將使用者登記選修的課程顯示於第一頁之外，甚至可以紀錄使用者上次瀏覽狀態，直接將網頁導向上次停留頁面，繼續學習。此外，使用者也可以設定個人喜好，例如網頁排版、顯示方式等等。總而言之，就是希望能夠透過個人化的貼心服務，取得使用者的認同感，提高造訪網站頻率，進而加強網路教學之功效。

在經歷前二代的開發與實用經驗後，絕大多數的系統使用者，包括學生與教師，開始產生以下疑問，如何評鑑數位學習成效？顯示大家對於資訊學習科技的期望，已經由華麗網頁的展現，轉變為實質的基本面需求。因此，對於下一代學習平台的發展重心，焦點將集中於數位學習對於學習行為本身的幫助與改善。也因此，我們需要的背景知識，也由純粹的多媒體製作與網頁程式撰寫，轉變成資訊科技的分析能力，包括資訊蒐集與分析，以及資訊探勘。

此外，為進行標準化課程教材之製作，此時更需開發能製作符合標準教材格式的教材

編輯工具(Authoring Tool)，以幫助達到教材資源共享、資料交換的目的，且增進教材的重複使用率，避免製作重複教材與降低教材的開發時間。本計畫希望能開發一標準化多媒體教材編輯工具。第一方面，要提昇教材的豐富性，提供網路教學課程的多媒體教材的製作，透過此教材編輯工具製作一份精彩豐富的教材給學生瀏覽，而不只是單純的把學習資料放在學習平台上。另一方面，由於 SCORM 此 e-Learning 國際標準之推動，希望網路上的教學資源可以達到可再利用性(reusable)、可存取性(accessible)、恆久性(durable)、通用性(interoperable)、可適應性(adaptable)、效率性(affordable)等要求。充分達到教材資源共享及再利用的目的，並降低各學習管理平台上教材的建置成本，若能讓生動有趣、實用性高的教材，透過標準的機制，更容易的被取得或共享，將能使得更多學習者受益。為確定能達到教材資源共享、資料交換的目的，故開發一個符合教材共享格式的電子化教材製作工具，希望透過此教材製作工具提供影音與網頁教材同步化的多媒體效果，並在網路教學的標準化課程上盡一份力，使得網路教學環境的課程教材能更加豐富、吸引大眾。

最後，當我們將桌上型網路基礎之數位學習，轉換成鬆散式連結各種設備之行動數位學習的同時，必須遵循幾項新原則：“數位學習要能符合使用者所需求的內容，考慮使用者何時才需要，以及使用者如何得到他所需要的資料。現實生活中，我們可以用多種方式來與電腦溝通。因此，數位學習的應用，應該被設計與實作成具有鍵盤、麥克風、光筆、電話按鍵、大型螢幕、小型螢幕、彩色螢幕、黑白螢幕等工具使用上的優點。然而，大部分的學習內容管理系統(Learning content Management System, LCMS)並無法處理與內文(context)相關的議題，誠如他們並非「內容感知」(context-sensitive)的學習內容管理系。因此，在此計畫中，我們亦設計並且實作一個 context-sensitive 的內容呈現模型。期望能夠將任何符合 SCORM 標準的數位教材，轉換為具備 context-sensitive 的 LCMS。

由於各項小型周邊設備，並沒有提供像 Desktop PC、Notebook 等如此充足的系統資源，故我們在考慮「內容呈現」的同時，還必須考量到記憶體大小(Memory size)、儲存空間大小(Storage size)、解析度大小(Color resolution)、影像大小(Image size)及雙向捲軸(Scrollbars)等問題。舉例來說，我們將一份靜態的學習教材(PDF、DOC、PPT)下載至手機或 PDA，首當其衝所面臨到的，就是螢幕大小(Screen size)的問題，學習教材無法按照原比例來放置，再者，則是記憶體及儲存空間大小的限制，一旦學習教材之容量，超出系統之資源限制，則會造成系統不穩甚至當機。最後，若該份學習教材有提供影像檔(Image file)，我們則必須考量其 Image size 及 Color resolution 的限制。在本成果報告的第四部份，我們將針對上述所面臨之問題，提出我們的解決方式。

### 三、計畫執行步驟與研究成果

整體的計畫包含電子化教材管理系統、學習檔案分析與管理與內容感知與內容呈現模型等三部份，茲分列如下。

#### 3.1 電子化教材管理系統

為發展一個多媒體教材編輯工具，當使用者想要新增一課程教材時，可以完全利用系統提供的編輯工具對課程教材進行主題資訊的設定，並以本實驗室對於多媒體技術之研究為基礎，利用多媒體串流的技術，結合教師對教材的指引動作、解說畫面，製作出生動的教材影音檔，提供不同模式教材的表現方式。在此多媒體教材編輯工具裡，我們利用 Microsoft 的 Windows Media Encoder 的技術來發展動態課程教材導引的功能，利用 Encoder 把教材網頁編輯時的畫面同步壓縮成串流影片，將老師上課時的影像與相對應的教材解說動作都能即時的記錄下來，提供學生瀏覽多媒體的課程。

進一步的，老師可選擇將此課程壓縮成符合 SCORM 共享教材格式的教材封裝檔，根據使用者輸入的教材相關資訊設定，教材編輯工具將協助產出 imsmanifest.xml、Lesson.xml、sco.xml 這些符合 SCORM 標準必備的封裝檔案，以及各教材主題的多媒體網頁，來製作出符合標準格式課程封裝檔，以提供至各個與 SCORM 相容學習管理平台(Learning Management System)上成為一共享教材，達到教材資源共享及再利用的目的，以下圖 3-1 就是此多媒體教材編輯工具的系统概念圖。

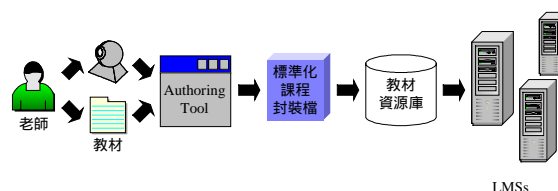


圖 3-1 教材編輯工具系統概念

如系統概念圖所示，經由老師提供的影片或是現場錄製老師的影音說明，加上課程教材檔與老師講解時對教材的解說動作，同步化的產出多媒體教材；並設定教材資訊，將教材壓縮成符合 SCORM 格式的教材封裝檔，學生就可以透過學習管理平台觀看有老師指引動作的多媒體影音教材。整個教材編輯工具的架構可以分為三個主要運作的部分：(1) 教材網頁的控制 (2) 多媒體影音的控制 (3) 教材資訊的標準化控制。

圖 3-2 為多媒體教材編輯工具之系統畫面，包括教材網頁顯示區、教材影片顯示區、教材註記工具區、系統功能選單四個主要部分。



圖 3-2 教材編輯工具系統畫面

完成計畫的預先相關設定後，老師可以按下系統功能選單中「開始錄製」，左下角的教材影片顯示區就會開始播放匯入的影片或是從 CCD 擷取的現場影像，同時在教材網頁顯示區將會顯示教材網頁或是由定位程式選擇的軟體，如圖 3-3。而在錄製課程的同時，老師可以利用教材註記工具配合對教材網頁進行重點標記，如在上圖中，以畫直線、畫圓、畫矩形來強調教材的重點，也可以選擇不同的顏色做特別的重點提示。

完成課程主題的解說之後，可以按下「完成錄製」來結束教材的錄製，接著可由功能選單的「預覽專案」觀看剛錄製完的課程，如圖 3-4。在瀏覽課程時，可以選擇「播放」、「暫停」、「停止」、「倒轉」、「快轉」的按鈕進行影片控

制功能，也可以按下按鈕「1」或「2」，將上方老師的影音或是教材導引的影片切換做全螢幕的播放。



圖 3-3 使用教材註記工具講解教材



圖 3-4 預覽課程教材

最後教材編輯工具將會專案目錄下的課程包裝成一個符合 SCORM 的標準化的課程封裝檔(JuniorComputer2.zip)與產出一個同步化的課程網頁，讓老師可以將此課程提供在學習管理平台上共享。我們將此“Content Packaging”匯入至 ADL 的參考學習管理平台之樣本測試環境來做測試，我們可以看到在 SCORM Run-Time Environment 中能呈現出我們所設定的課程結構，與產出的課程資訊檔。而課程畫面也能成功的在學習管理平台上的教材區域顯示，學生可以透過學習管理平台看到老師的影音，以及老師對每一節的主題教材講解時的動作。由此可證明教材編輯工具能輔助老師建立一套多媒體教材，除了在製作完成時產出一套同步化課程網頁可以提供學生直接瀏覽，更進一步的壓縮成標準化教材封裝檔，讓老師可以簡單的將課程提供至學習管理平台上匯入與建立，達到教材共享的目的，也能節省重製教材的時間。

### 3.2 學習檔案分析與管理

本研究工作，將配合第一子計畫所開發之學習平台，蒐集使用者之行為紀錄，加以分析，並將結果 feedback 回第一子計畫之學習平台，反覆試驗，藉由對於使用者之學習成效分析，加以驗證所提出之模式是否正確，並做適當修正。首先，將對相關學習行為的資訊勘測技術的研究與分析。並研究與分析在所開發數位學習系統平台開發資訊勘測技術所面臨的問題與困難，包含規劃與設計針對子計畫一，數位學習平台的提供教材使用學習紀錄的資訊勘測技術，以幫助教師修改教材、瞭解學生學習狀況，以及學生自我評量，進而增進學習效率。且已建置可以分析使用者瀏覽課程網頁的雛型與機制。

相關學習行為的資訊勘測技術的研究與分析，分述如下：

#### 1. 使用者網頁瀏覽路徑分析

藉由紀錄使用者瀏覽網頁的路徑，我們可以得知網頁瀏覽的順序與過程，從而得知網頁編排適當性和 loop 之偵測。

#### 2. 課程相關性與順序性分析

在一般的情況下，使用者瀏覽課程網頁，往往基於本身興趣。因此，根據系統紀錄分析，我們會發現使用者的瀏覽行為模式，具備相關網頁重複瀏覽（courseA->courseB->courseA）與依序瀏覽（courseA->courseB->courseC）之特性。藉由精確的分析工作，我們可以判別：

##### a. 課程網頁的相關性

通常瀏覽「西洋藝術史」的同學，也會瀏覽「文藝復興時期繪畫」與「米開郎基羅作品賞析」，以此類推。

因此我們透過此類分析歸納，將課程自動分類，未來將提供使用者學習建議，自動為其建立「參考課程網頁」，以便使用者交叉學習參考相同領域之知識。

##### b. 課程網頁的順序性

同理，許多學門具備有循序漸進之特性，藉由分析系統紀錄，我們可以得知，修習「作業系統」的同學，通常都具備先修「程式語言」與「資料結構」之特性。

因此，透過紀錄分析，我們可以建立課程學習的 learning tree，未來當使用者瀏覽某一課程網頁時，我們可以自動推薦「未來修習課程」，或者是查詢使用者修課歷程，提醒使用者欠缺之「先修科目」。

同理，許多學門具備有循序漸進之特性，藉由分析系統紀錄，我們可以得知，修習「作業系統」的同學，通常都具備先修「程式語言」與「資料結構」之特性。



因此，透過紀錄分析，我們可以建立課程學習的 learning tree，未來當使用者瀏覽某一課程網頁時，我們可以自動推薦「未來修習課程」，或者是查詢使用者修課歷程，提醒使用者欠缺之「先修科目」。

### 3. 使用者學習紀錄

大部分的課程網頁，都有提供自我評量與意見調查等功能，因此藉由此類調查，我們不難得知使用者對於該課程的學習狀況。因此，當樣本空間母群體數，大於我們的信心要求門檻後，我們即可得知該門課程的難易度，以及學習成效分佈，並作課程內容編排建議以及使用者學習狀況追蹤。

當應用學行為的資訊勘測技術在所開發數位學習系統平台開發資訊勘測技術時，我們面臨到以下的課題，

- I. 如何從以下的資料使用者學習記錄來分析出有用的使用者學習行為資訊，包括使用者的個人學習資料、課程內容與格式、藉由學習行為所留下的學習記錄。
- II. 根據不同的資料紀錄來分析出不同的學習行為是所面臨到的重要課題
- III. 如何針對課程網頁使用記錄檔案，來分析使用者網頁瀏覽路徑分析的資訊勘測技術研究。

為克服所面臨到的技術問題，我們已經設計可以分析使用者瀏覽課程網頁的雛型與機制，並可以整合到所開發之數位學習平台系統。目前已經開發與研究完成「數位學習內容使用與個人學行為的行為勘測與統計機制」。數位學習內容使用狀況的分析報表如圖 3-5；個人學行為的使用行為紀錄與分析如圖 3-6。



圖 3-5：數位學習內容使用狀況



圖 3-6：個人學行為的使用行為紀錄與分析

### 3.3 內容感知與內容呈現模型

此次成果報告，主要強調使用者內文(User Context)之相關議題研究，我們針對靜態文件之內容呈現上的種種問題，提出 Agent-based Parser 與 Context-Sensitive Middleware(CSM)並結合 dynamic adaptation 的技術來達到客製化的效果，讓學習內容能在各種不同的平台上作最佳化的呈現，有效的提升內容呈現的多樣性(Multiplicity)以及教學資源的可再用性(Reusability)。

一個完整的 LCMS，必須包含以下幾項子功能與其相關功能，以下圖 3-7 所示：

- I. Authoring Tool：
  - 一個讓 Content Developer 能容易開發教材的編輯工具，因為教材元素包括了文字 影像 音樂 視訊 所以 Authoring Tool 必須要針對這些元素作處理。
- II. Content Management System(CMS)：
  - 負責管理教材的內容與紀錄其關係，包括 Content Packaging、SCO、SCA(Sharable Content Asset)、Asset 等，以及描述這些教材與其結構關係的 XML 檔案。
- III. Content Storage：
  - 實際儲存學習教材的媒體。
- IV. Content-Sensitive Middleware(CSM)：
  - 依據 Client 端的各種 Context，為元素作適當的 Adaptation，並編製成最佳化的版面佈置，再轉換成 HTML 或 WML 回應給 Client。

在 Authoring Tool 與 CSM 各自有一個 Interface，分別針對不同的 Client User。Authoring Tool 裡的 Content Creation Interface 是給 Content Developer 使用，而 CSM 裡的 Publishing Learning Interface 是給 Learner 使用。這兩者皆透過 Content Assembly Interface 來與 CMS 作溝通，並利用 CMS 來對資料庫進行存取。

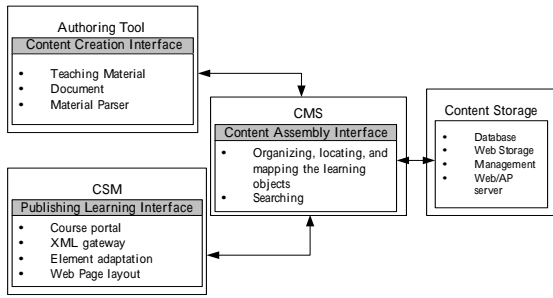
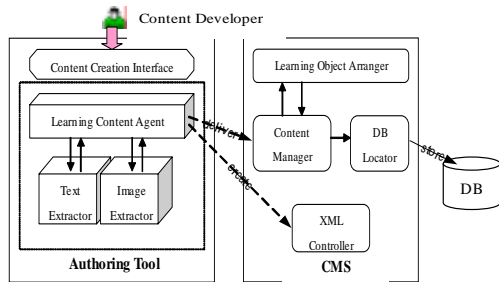


圖 3-7：LCMS 子系統交談概念圖

在設計上，我們則是採用 MVC Pattern[3] 來規範整個系統的 Architecture。在 Model 的內容管理上，為了提升各層級之教學內容的可再用性，我們遵循 SCORM1.3 的國際標準，將教學內容(Learning Content)分成 Asset SCQ SCA 以及 Content Packaging，並利用 XML 對這些內容元素加以描述以及鏈結他們之間的關係 [1]。

### 3.3.1 Agent-based Parser

我們的成果之一，就是透過 Agent-based Parser 來處理教學者的教材，以下圖 3-8 的概念圖來表示[4]。



3-8：LCMS 解析靜態文件概念圖

依據以上概念圖所描述，Content Developer 透過 Content Creation Interface 將 PDF、DOC、PPT 等靜態文件上傳至 Authoring Tool，而後透過 Learning Content Agent 來加以解析，我們透過 Text Extractor 與 Image Extractor 將這些元素擷取出來，而後呼叫 XML Controller 建立一份 XML 文件來描述這些元素的架構與關係。在 XML 建立完成之後，Learning Content Agent 會把這些 Asset 交給 Content Manager 來處理。Content Manager 主要工作有兩個，其一是透過 Learning Object Arranger 來處理元素之關聯性與相依性，其二則呼叫 DB Locator 來將這些元素一一存進資料庫。

### 3.3.2 Context-Sensitive Middleware(CSM)

我們的成果之二，則是透過 Context-Sensitive Middleware(CSM)來處理不同的學習者可能會透過相異的設備來存取 CMS，以下圖 3-9 之概念圖所示。

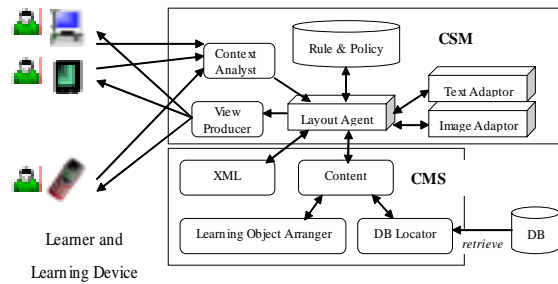


圖 3-9：LCMS 客製化呈現內容概念圖

當 Learner 向 LCMS 要求網頁時，Context Analyst 會先分析 Client Device 的 Context，然後把 Device-Context 傳送給 Layout Agent 來作處理。Layout Agent 會先透過 XML Controller 讀取 XML，得知該網頁的結構與屬性等相關訊息。接著從 Policy 與 Rule 取得排版的知識、決策、與法則，然後虛擬網頁的版面佈置。當最佳化的版面被選定後，Layout Agent 會通知 Content Manager 排版所需的元素，Content Manager 再呼叫 DB Locator 將存於資料庫的元素取出，並利用 Learning Object Arranger 把相依性高的元素封裝成一組 Unit (或稱為 non-atomic asset)。在 Content Manager 把元素回傳給 Layout Agent 後，Layout Agent 會將需要轉換的元素交給 Text Adaptor 與 Image Adaptor 來處理，最後再經由 View Producer 產生符合 Client Device 需求的 HTML 或 WML，並回應給 Learner。

針對所提到的 Memory size、Screen size 及 Color resolution 等種種問題，提出 Page Partition and Page Hyperlink 的方法。這類的做法主要是針對 Client Device 記憶體不足的問題，當 Layout Agent 在佈置版面與 View Producer 在製造網頁的同時，就必須計算內容是否超過限制。我們的做法是到達 4/5 的記憶體容量時，就將原網頁切割成兩個新網頁  $P_1$  與  $P_2$ ，並在  $P_1$  的第一行與最後一行加入連向  $P_2$  的超連結；同樣地也在  $P_2$  的第一行與最後一行加入連向  $P_1$  的超連結，以下圖 3-10 所示。

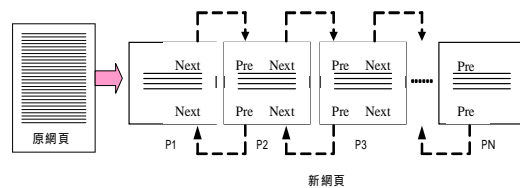


圖 3-10：網頁切割示意圖

#### 四、計畫成果自評

此整合計畫所開發與研究的智慧型數位學習平台，其特色歸納如下：

1. 是整合多媒體影音、教材畫面與老師解說的教材編輯工具，透過此教材編輯工具來錄製課程，老師可在教材網頁使用畫筆、畫圖等註記工具強調教材重點，也可配合應用程式的操作來錄製軟體教學課程。
2. 將老師對於教材每一個導引動作依時間性記錄下來，讓學生在瀏覽課程時也感受得到老師逐步的說明，提供不同於一般僅以文字而無影音呈現教材的方式，相信能提昇網路教學課程的品質與學生的學習效果。
3. 考慮到學生瀏覽課程的便利性，我們將課程以網頁的方式來呈現，因此學生不需安裝軟體，只要在系統支援的環境下，均可經由網頁上的 Microsoft Media Player 來播放，提昇了使用者的方便性，讓學生學習不受限制。
4. 我們為標準化課程教材的共享與製作提供簡單的製作工具，可以將一般的教材網頁轉換成標準教材格式，製作出符合 SCORM 格式的課程封裝檔，使用者只要透過教材編輯工具，就能發展出標準化的教材內容。
5. 由多媒體編輯工具製作完成的課程內容，可匯入到任一符合 SCORM 的學習管理平台(Learning Management System)上，可達到教材共享、交流的目的，並能縮短整體網路教學環境的教材製作成本。
6. 學習行為的資訊勘測技術的研究與分析：  
I.使用者網頁瀏覽路徑分析；  
II.課程相關性與順序性分析；  
III.課程內容編排建議。
7. 已經建置可以分析使用者瀏覽課程網頁的雛型與機制，並可以整合到所開發之數位學習平台系統。目前已經開發與研究完成“數位學習內容使用與個人學行為的行為勘測與統計機制”。

8. 利用系統中的 Agent-based Parser 與 Context-Sensitive Middleware 的技術來有效的提升現有教材資源的可再用性與教學內容的多樣性。此外，針對 PDF、DOC、PPT 等靜態文件來作內容呈現的處理，在未來，我們將陸續考慮其他像是 VIDEO、AUDIO 等動態文件。另外，我們的 LCMS 是採用 Dynamic Adaptation 的方法，依據各種設備的特性，提供最佳化的內容。未來我們也將朝 ad hoc 環境以及 offline learning 等數位學習領域邁進。
9. 本計畫之研究成果放置在我們專屬的數位學習網站：<http://itlab.csie.thu.edu.tw/elearning/>，以提供有興趣的研究人員一個便利的學習環境。

#### 參考文獻

- [1] Advanced Distributed Learning(ADL), “ADL SCORM Version 1.3 Application Profile,” WORKING DRAFT 0.9, November 27, 2002.
- [2] M. Brennan, S. Funke, C. Anderson, “The Learning Content Management System - A New eLearning Market Segment Emerges,” An IDC White Paper, 01 December 2001.
- [3] T. Reenskaug, “Working With Objects: The OOram Software Engineering Method,” Manning Publications, 0-13-452930-8, Per Wold and Odd Arild Lehne, 1996.
- [4] Available to <http://www.softinterface.com/>
- [5] 計畫建置網址：<http://itlab.csie.thu.edu.tw/elearning/>
- [6] Advanced Distributed Learning (ADL) initiative, “Sharable Content Object Reference Model (SCORM)”, <http://www.adlnet.org/>.
- [7] Aviation Industry CBT Committee (AICC), “Computer Managed Instruction (CMI)”, <http://www.aicc.org/>.
- [8] IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC), “Learning Object Metadata (LOM)”, <http://ltsc.ieee.org>.
- [9] W3C, “Document Object Model (DOM)”, <http://www.w3.org/DOM>.