

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

智慧型個人化多媒體學習內容管理系統之研製(1/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC92-2524-S-009-002-

執行期間：92年05月01日至93年04月30日

執行單位：國立交通大學資訊科學學系

計畫主持人：曾憲雄

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 4 月 6 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

智慧型個人化多媒體學習內容管理系統之研製(1/3)

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC92 - 2524 - S - 009 - 002

執行期間： 92 年 05 月 01 日至 93 年 04 月 30 日

計畫主持人：曾憲雄 教授 國立交通大學 資訊科學系

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立交通大學資訊科學系

中 華 民 國 九 十 三 年 四 月 六 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

智慧型個人化多媒體學習內容管理系統之研製(1/3)

計畫編號：NSC92 - 2524 - S - 009 - 002

執行期限：92年5月1日至93年4月30日

主持人：曾憲雄 教授 國立交通大學 資訊科學系

一、中文摘要

隨著網際網路的盛行，網路學習的概念已被廣泛的接受，例如：線上學習、遠距教學、員工訓練、電子書等等。它可突破時空的限制，讓學習者在任何時間與任何地點都可以進行學習。然而，各個系統所使用的不同格式教材，使的難以互相分享彼此間的教學資源，造成教材製作成本的提高。雖然國際組織所提出的SCORM, IMS, AICC, LOM等等標準可些微的解決教材在互操作性、再用性與分享性上之困難。但在本土化教材、個人化教學與課程、試題自動化上之定義仍嫌不足。另外，在個人化教學與課程、試題自動化上，目前所提出的網路學習系統亦無法呈現出完善的效能與成果，甚至有些系統根本就忽視此考量。

因此，本計畫之目標在於發展一個智慧型個人化內容管理系統(Intelligent Multimedia Content Management System, IMCMS)，以根據學習者的學習能力與評估後的學習成果來提供學習者適當的個人化標準學習教材。在第一年中，本計畫之執行成果主要為針對前導計畫所提出之 2 層次架構教材標準，教材標示語言(Teaching Material Markup Language, TMML)，來發展 SCORM/TMML 之標準教材轉換與編輯工具，並提出教學活動模型(Instructional Activity Model, IAM) 架構，以達到學習活動(Learning Activity)之管理與再使用，亦發展 IAM 學習系統以產生適性化之學習課程並驗證與 SCORM 之相容性。而在本年度之計畫執行期間，我們總共發表了 4 篇會議(Conference)論文，其中包含 1 篇最佳論文與 1 篇佳作論文。

關鍵詞：網路學習、SCORM、學習內容管理系統、學習活動、教材標準。

Abstract

As internet usage becomes more popular over the world, e-learning system including online learning, employee training courses, and e-book in the past ten years has been accepted globally. It can make learners conveniently study at any time and any location. However, the different formats of teaching materials among e-learning systems result in difficulty of the sharing the resources and increasing the cost of creating teaching materials. Although the SCORM, IMS, AICC, LOM, etc. proposed by international organizations can overcome the issues of

interoperability, reuse, and sharing, none of the application results of the existing e-learning systems which possess the features of personalized instruction and course and exercise sequencing are satisfied. Thus, the features of local culture, personalized teaching strategy, and automatic course and exercise sequencing are still required.

Therefore, this subproject aims to develop an Intelligent Multimedia Content Management System (IMCMS) to provide personalized teaching materials for learners in accordance with their learning aptitudes and evaluation results of learning. In first year, the executable results of prototype of this subproject are based upon TMML (Teaching Material Markup Language) in previous project to develop transformation and authoring tools of standardized teaching materials. Moreover, we also propose an Instructional Activity Model (IAM) to solve the issues of managing and reusing the learning activity in SCORM and develop an IAM system to generate the adaptive learning content and verify the compatible between IAM system and SCORM RTE. In addition, during the progress of subproject, we have published 4 conference papers including 2 best award papers.

Keywords: E-Learning、SCORM、Learning Content Management System (LCMS)、Learning Activity、Teaching Material Standard.

二、計畫緣由與目的

隨著網際網路的興盛與普及，使的網路學習環境的設計與開發已廣泛的受到重視，而如何設計一個適性化的網路學習環境，更成為目前各國發展學習科技的重要前瞻議題。由於網路的資源豐富，目前一些國際標準組織已開始著手規範網路文件標準，希望在兼顧製作的方便性外，更能導入文件交換與共享的概念。目前國外著名的教材標準包括：航空業 AICC [1]推出的 AGRs 與 CMI 規範 IMS[2] 制訂之 QTI、LIP、Content Packaging 等規範。美國政府推動之 ADL [3]制訂之 SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 皆為被廣泛討論之規範。其他如 IEEE LOM [4]、LMML [5]、ARIADNE [6]、荷蘭開放大學的 EML [7]及大陸地區目前正在制定的遠距教學技術標準 DLTS [8]等等。綜觀目前各國提出的標準中，SCORM 因集各家標準之所長，已成為最受國際廣泛支持與採用的數位學習標準規範，其目的在於提供可再用與分享

的課程元件撰寫準則。SCORM 將 E-Learning 系統上的教材視為元件，透過 API(Application Program Interface)來操作與分享這些教材元件，目的是讓網路上不同的學習管理系統，可以分享所開發設計的學習教材，達到重複使用的目的。由於目前 SCORM 在個人化教學的部分仍存在許多問題，例如：在本地化教材、個人化教學與課程、試題自動化上之定義仍嫌不足。另外，在個人化教學與課程、試題自動化上，目前所提出的網路學習系統亦無法呈現出完善的效能與成果，甚至有些系統根本就忽視此考量。

因此，在總計劃中，我們以開放原始碼的精神與元件設計方式，來規劃並建置一套[智慧型多媒體學習內容管理系統]，其中包括子計畫 1：「智慧型個人化多媒體學習內容管理系統之研製」、子計畫 2：「智慧型個人化題庫系統之建置與管理」與子計畫 3：「行動學習載具上通用型多媒體學習內容存取播放機制之研發」等 3 個子計畫。而在第一年的工作規劃與進度中，本子計畫主要針對前導計畫所提出之 2 層次架構教材標準，教材標示語言 (Teaching Material Markup Language, TMML)，發展出 SCORM/TMML 之標準教材轉換與編輯工具，以提供教師與編輯者快速的編輯出符合 SCORM/TMML 的標準化教材。此 TMML 標準規範與教材轉換與編輯工具，便可提供給子計畫 2 與子計畫 3 使用，進而達到建置標準示範模式之目的。並針對 SCORM 1.3 中，複雜之學習活動 (Learning Activity)難以管理之問題，提出教學活動模型 (Instructional Activity Model, IAM)之架構，以達到學習活動之管理與再使用，亦發展 IAM 學習系統以產生適性化之學習課程並驗證與 SCORM 之相容性。

三、結果與討論

在此章節中，將針對本子計畫之內容與目前成果進行說明與介紹。

3.1 教材標記語言 (Teaching Material Markup Language, TMML) 之轉換與編輯工具

在目前已制定出的各種標準規範中，SCORM 因集合各家標準之所長，而成為目前最受廣泛採用的標準，而其主要參照了 IMS、LOM 與 AICC 等標準之規範。因此，在 2001 年，由台灣國立交通大學曾憲雄教授所領導的研究團體，在國科會科教處的支持下，著手將 SCORM 加以延伸，發展成為更完善的兩層次教材標記語言 (Teaching Materials Markup Language, TMML)，此 TMML 不但承襲了 SCORM 的標籤與結構，並詳細規劃其學科之內容，其完整架構如圖 1 所示。

本子計畫繼續架構在 TMML 架構上，作其規範上之延伸與強化，因此，為了使我們所延伸與修訂出的 TMML 教材標準能快速與方便提供給教師與學習者使用，因此我們發展了一教材標準化之轉換機制來快速的轉換傳統教材成為符合 SCORM/TMML 的標準教材。其轉換流程之系統展示請參考圖 2 所示。

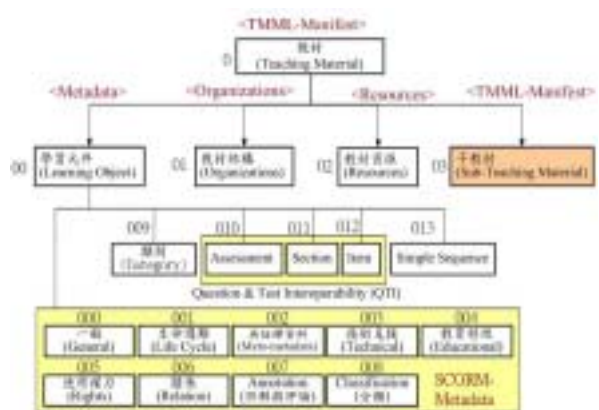


圖 1：TMML 之整體組織架構圖

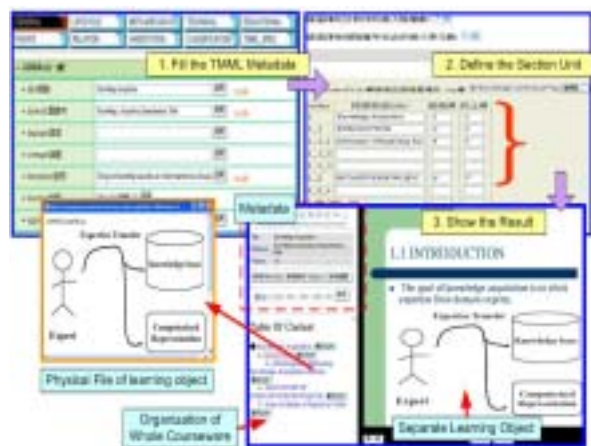


圖 2：傳統教材標準化之轉換流程

而為了提供教師或使用者能快速與方便編輯出符合 TMML 格式的標準教材，因此我們在建制了一套符合本標準的線上教材編輯工具，其運作流程如圖 3 所示。使用者只需要登入至此系統，即可使用此教材編輯工具，不需要個別安裝系統，具有極大的方便性。此外，此編輯工具亦可作為子計畫 2 之試題編輯工具，提供快速編輯符合 TMML 標準化試題之介面。



圖 3：線上標準教材編輯流程

3.2 教學活動模型 (Instructional activity Model, IAM)

如前所述，TMML 採用 SCORM 為發展基礎，並融入了 Simple Sequence Specification (SSS) 與 Question & Test Interoperability (QTI) 等規範。然而在目前的 SSS 中，對於龐大的學習活動樹 (Activity Tree, AT) 存在著不易管理與重新使用的問題，且對

於個人化的學習，如何應用教育理論(Pedagogical Theory)來提供更適性的學習環境，也是本計畫中所關心的。因此，在本計畫中，我們運用教育理論與物件導向方法論(OOM)來分別將AT的結構加以延伸與模組化，使不同之AT彼此具有關聯性與教育理論之實體意義，可便於管理與重新使用，AT模組化之概念可參考圖4所示。於是我們提出了教學活動模型(Instructional Activity Model, IAM)，此模型由許多具有互關聯性(Inter-relation)與特殊屬性的小AT節點組成，因此藉由這些互關聯性與屬性，這些AT節點便可簡易的被管理、重組與整合，IAM架構之示意圖如圖5所示。此外，我們也提出AT Selection Algorithm來瀏覽IAM架構，以動態的產生學習內容(Learning Content)給使用者。IAM具有延伸性與彈性，因此可以藉由延伸機制來應用教育理論以符合特殊的需要。

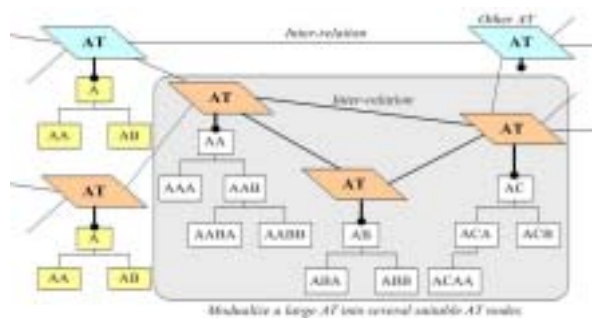


圖 4：AT 模組化之概念

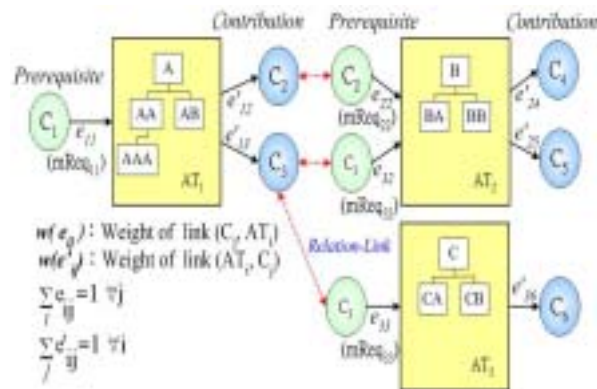


圖 5：IAM 示意圖

因此，IAM 即為一學習活動或課程之圖形化表示，其包含一些 AT、包含先備知識(Prerequisite)與貢獻(Contribution)之能力(Capability)、包含具有 $mReq_{ij}$ 的 e_{ij} 與 e'_{ij} 的關係邊(Relation Edge)，及一些評估函數(Measure Functions)，所以，它可以被表示為 $IAM=(AT_{set}, C_{set}, E_{set}, E'_{set})$ ，此處：

- $AT_{set} = \{AT_1, AT_2, \dots, AT_n\}$.
- $C_{set} = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$.
- E_{set} 為所有 Prerequisite Edges 的集合，被表示為 $E_{set} = Y E_j, E_j = Y_i (e_{ij}, mReq_{ij}), e_{ij} \in AT_j$.
- E'_{set} 為所有 Contribution Edges 的集合，被表示為 $E'_{set} = Y E'_j, E'_j = Y_j (e'_{jk}, e'_{jk} \in AT_j)$.

AT Selection Algorithm 為 IAM 之 AT 選取演算

法，而圖6為AT Selection Algorithm之流程圖。

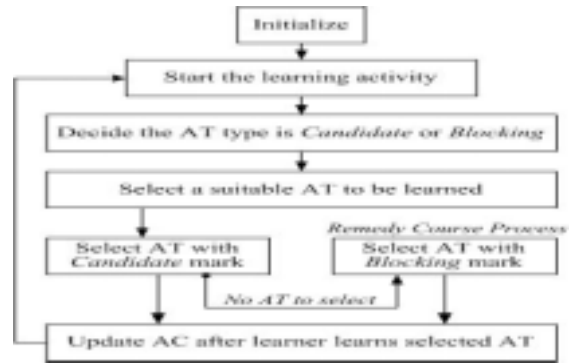


圖 6：IAM 之學習處理流程

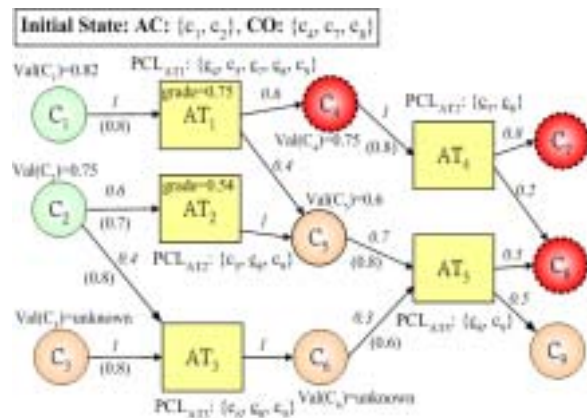


圖 7：IAM 之例子

Algorithm 1: AT Selection Algorithm
Input: IAM, AC and CO of learner, and *SelectingPolicy* = {*Simplest First*, *Median First*, *Hardest First*}
Output: the new AC after learner has finished learning activity.
Step1: Evaluate the PCL_{AT} of every AT in IAM.
Step2: while (CO≠AC) Start the learning activity
 // decide whether the type of AT is Candidate or Blocking state
 2.1: for each c_i with a_i in AC
 { if ($mReq_{ij}$) = $val(c_i)$
 then mark the AT_j with Blocking
 else if (AT_j has not been learned yet)
 then compute CF_j and (mark the AT_j with Candidate) }
 // select a suitable AT to be learned
 2.2: if (EAT with Candidate mark) // select the AT with Candidate mark
 then
 2.2.1: if \exists extended selecting scheme of AT then do it. // for specific needs
 2.2.2: Select an AT with the highest CF and deliver it to the learner
 else if (EAT with Blocking mark)
 then // go to Remedy Course Process & select a suitable AT
 2.2.3: for each AT_j with Blocking mark
 { Count the amount of a_i & CO which is connected by e_{ik} }
 2.2.4: Select the AT_j with the largest amount of a_i & CO
 2.2.5: for all c_i with a_i
 { if *SelectingPolicy* = "*Simplest First*", "*Median First*" or "*Hardest First*"
 then Find the c_i with the smallest, median, largest value of ($mReq_{ij}$)- $val(c_i)$, respectively }
 2.2.6: for all $e_{ij} \in E_i$
 Select the AT_j with $MAX_i (mReq_{ij}) - grade(e_{ij}) + val(c_i)$.
 2.2.7: Clear the mark of AT_j and deliver the AT_j to the learner
 2.3: if learner passes the selected AT
 then mark that AT with Learned
 2.4: update AC after the learner learns selected AT.
Step3: return new AC.

例子1：

在圖 7 中的 IAM 可表示為如下：

$IAM = (\{AT_1, AT_2, AT_3, AT_4, AT_5\}, \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6, c_7, c_8, c_9\}, \{(e_{11}, 0.8), (e_{22}, 0.7), (e_{23}, 0.8), (e_{33}, 0.8), (e_{44}, 0.8), (e_{55}, 0.8), (e_{65}, 0.6)\}, \{e'_{14}, e'_{15}, e'_{25}, e'_{36}, e'_{47}, e'_{48}, e'_{58}, e'_{59}\})$.

Case1: 我們假設 $AC = \{(c_1, 0.82), (c_2, 0.75)\}$ 與 $CO = \{c_4, c_7, c_8\}$. 此處括號中的數值為 $val(c_i)$.

所有的 PCL_{AT} 結果已經表示在圖7中, 在經過演算法中之While 迴圈後, 其執行結果如表1所示。於是, 具有最高CF值的 AT_1 將會被傳遞給學習者進行學習。

表1：AT1與AT2之相關結果

| | SGP | NOW | CF |
|--------|--|--|---|
| AT_1 | $SGP_1 = \frac{val(c_1) + 90(val_2)}{-0.82 - 1} = -0.82$ | $NOW_1 = \frac{\text{the number of } \{c_4, c_7, c_8\}}{\text{the number of } \{c_1, c_2, c_7, c_8\}} = \frac{3}{5} = 0.6$ | $CF_1 = \alpha \times 22P_1 + \beta \times ACW_1 = 0.5 \times 0.82 + 0.5 \times 0.6 = 0.71$ |
| AT_2 | $SGP_2 = 0.45$ | $NOW_2 = 0.33$ | $CF_2 = 0.38$ |

Case2: 我們假設 $AC = \{(c_1, 0.82), (c_2, 0.75), (c_4, 0.75), (c_5, 0.6), (c_6, \text{unknown})\}$, $CO = \{c_4, c_7, c_8\}$, 與 $\text{Blocking } AT = \{AT_3, AT_5\}$ 。則 AT 選取處理將進入 **Remedy Course Process**.

在 Step 2.2.5 之前, 因為 AT_5 有一個 $c_m \in CO$, 因此 AT_5 被選取, 而如果 **Selecting Policy** 為“*Easiest First*”, 則具有 $(mReq(e_{55}) - val(c_5))$ 最小值 0.2 的 c_5 將被選取。接著, 計算 $(mReq(e_{55}) - grade(e'_{15})) \times w(e'_{15})$ 與 $(mReq(e_{25}) - grade(e'_{25})) \times w(e'_{25})$, 我們可決定具有值為 0.26 的 AT_2 將被傳遞給學習者作學習。

此外, 本子計畫所提出之IAM更融入了Gagne的Learning Outcome[13] (包含Verbal Information、Intellectual Skills、Cognitive Strategies、Motor Skills與Attitude等5種能力)、學習風格[15](包含Visual、Auditory與Kinesthetic等3種)與Bassing的教材組織[12](包含Logical、Psychological與Eclectic Organization等3種組織架構)等教育理論, 以提供更人性化的學習內容給使用者作學習, 其詳細的定義與內容可參考[22]。

3.3 IAM系統

在本子計畫中, 我們亦針對所提出之IAM架構, 實際發展了一個IAM系統, 此系統將SCORM RTE 1.3作為學習管理系統平台, IAM系統負責產生適性化的課程以傳送給SCORM RTE來展示給學習者進行學習。如圖8所示, IAM系統主要部分, 分為2個模組: **1. IAM Module** - 包含IAM Controller、IAM Model與IAM Database及**2. AT Tree Inference Engine Module** - 包含AT Parser與DRAMA Inference Engine。在IAM Module中, IAM Controller主要管理IAM Model及負責和Controller與AT Tree IE Module作通訊。當有學習者登入系統時, IAM系統將分配一個Controller給學習者來負責學習過程中所有的事件管理。而當學習者要求學習課程時, SCORM RTE 將透過 Controller 送要求至 IAM Controller, 此IAM Controller將擷取學習者的個人資訊與IAM Model以通知AT Parser來萃取出正確的規則資訊(Rules)並傳遞給在AT Tree IE Module中所內嵌的推論引擎, 稱為DRAMA [11, 16, 17, 18], 以進行課程推論處理, 並產生適合的課程送

交SCORM RTE進學習。因此, 此系統可證實我們所提出之IAM系統可與任何SCORM/TMML相容之學習管理系統相容。

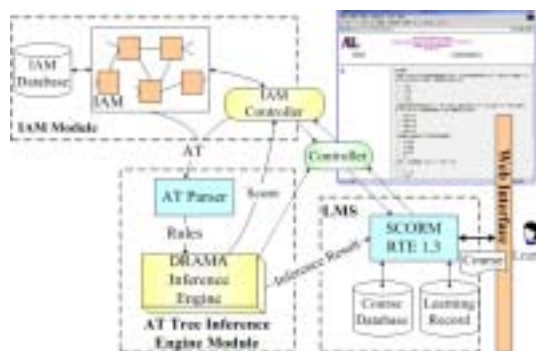


圖8：建構在 SCORM RTE 1.3 上之 IAM 系統架構

圖9為IAM系統之管理者介, 以方便觀察學習者之學習狀態。而為了方便編輯IAM架構中所需之推論規則, 因此本計畫中亦發展了一IAM編輯工具, 如圖10所示。



圖9：IAM系統之管理者介面



圖10：IAM模型之編輯工具

四、計畫成果自評

針對智慧型多媒體內容管理系統相關的標準及工具等相關研究主題, 總計畫共規劃了3個子計畫來進行的分析與研究, 包含: **子計畫 1:** 智慧型個人化多媒體學習內容管理系統之研製、**子計畫 2:** 智慧型個人化題庫系統之建置與管理與**子計畫 3:** 行動學習載具上通用型多媒體學習內容存取播放機制之研發。各子計畫間皆互相關聯與支援, 以有效整合各子計畫之研究成果。

在第 1 年中，本子計畫 1 針對前導計畫所提出之 2 層次架構教材標準，**教材標示語言(Teaching Material Markup Language, TMML)**，發展出 SCORM/TMML 之標準教材轉換與編輯工具，以提供教師與編輯者快速的編輯出符合 SCORM/TMML 的標準化教材。此 TMML 標準規範與教材轉換與編輯工具，便可提供給子計畫 2 與子計畫 3 使用，進而達到建置標準示範模式之目的。並針對 SCORM 1.3 中，複雜之學習活動 (Learning Activity) 難以管理之問題，提出教學活動模型 (Instructional Activity Model, IAM) 架構，以達到學習活動之管理與再使用，亦發展 IAM 學習系統以產生適性化之學習課程並驗證與 SCORM 之相容性。

因此，本子計畫之研究成果有效的提供給各子計畫進行研究與整合，並已針對第 2 年之研究進度作妥善之規劃與管理，以期有更完善之研究成果。

本子計畫主要之成果與貢獻如下：

1. 針對前導計畫提出之教材標示語言 (Teaching Material Markup Language, TMML) 來發展教材標準化之轉換機制，以提供方便與快速之傳統教材之 SCORM/TMML 標準化轉換與發展線上編輯工具介面，以快速的編輯出符合 SCORM/TMML 之標準教材。
2. 提出教學活動模型架構 (IAM)，以有效的管理、再使用龐大的學習活動樹，並導入教育理論，以提供更個人化的教材內容。
3. 並實際發展 IAM 系統，以產生適性化之學習課程並驗證其與 SCORM RTE 1.3 系統平台之相容性。

在本計畫第一年之執行期間，我們總共發表了 4 篇會議 (Conference) 論文 [19, 20, 21, 22]，其中，[21] 為 GCCCE 2003 之最佳論文，而 [22] 為 NCS 2003 之佳作論文。

(計畫網站：<http://e-learning.nctu.edu.tw>)

5、參考文獻

- [1] AICC (Aviation Industry CBT Consortium), <http://www.aicc.org>
- [2] IMS (Instructional Management System), <http://www.imsproject.org/>
- [3] SCORM (Sharable Content Object Reference Model), <http://www.adlnet.org/Scorm/scorm.cfm>
- [4] LTSC (IEEE Learning Technology Standards Committee), <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- [5] LMML (Learning Material Markup Language), <http://www.lmml.de>
- [6] ARIADNE (Alliance for Remote Instructional and Authoring and Distribution Networks for Europe), <http://www.ariadne-eu.org>
- [7] EML (Educational Modelling Language), <http://eml.ou.nl/eml-ou-nl.htm>
- [8] 遠距教學技術標準 DLTS (Distance Learning Technology Standards),

- <http://www.cernet.edu.cn/html/keyanz/yuancheng/jiaoyu.shtml>
- [9] XML (eXtensible Markup Language), <http://www.w3c.org/xml/>
 - [10] W3C, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org>
 - [11] S. S. Tseng, G. J. Hwang, M. F. Jiang, C. J. Tsai, and Y. T. Lin, 專家系統 導論/工具/應用, 文魁資訊股份有限公司, Taiwan, 2002.
 - [12] Nelson L. Bassing, *Teaching in Secondary Schools*, Boston: Houghton Mifflin Company, pp. 51-55. 1963.
 - [13] R.M. Gagne, "Learning Outcomes and Their Effects," *American Psychologist*, No.4, 1984.
 - [14] J.D. Novak, "Applying Learning Psychology and Philosophy of Science to Biology Teaching," *The American Biology Teacher*, Vol.43, pp. 12-20, 1981.
 - [15] R. Sternberg and E. Grigorenko, *Styles of Thinking in the School*, Branco Weiss Institute, May 1998.
 - [16] C. J. Tsai, S. S. Tseng, and Y. C. Wu, "A New Architecture of Object-Oriented Rule Base Management System," *Proc. of Tools Asia'99*, Nanjing, China, Sep., 1999.
 - [17] C. J. Tsai, and S. S. Tseng (2002), "Building A CAL expert system based upon two-phase knowledge acquisition," *Expert Systems with Applications* 22, pp. 235-248.
 - [18] Y.C. Wu (1999), *An Approach to Object-oriented Rule Base Management System*, master thesis, Department of Computer and Information Science, National Chiao Tung University.
 - [19] C.C. Yang, J.M. Su, S.S. Tseng, et al, "詩作風格知識庫之研究 - 以蘇軾近體詩為例," *Proc. of 文學與資訊科技會議 2003*, 中壢, Taiwan, 2003.
 - [20] Jun-Ming Su, Shian-Shyong Tseng, Chun-Han Chen, Yu-Chang Sung, Tong-Hsin Su, and Wen-Nung Tsai, "A Study of Standardization of Traditional Teaching Materials," *Proc. of ICSEE2003*, International Conference on Engineering Education, Valencia, Spain, July 2003.
 - [21] J.M. Su, J.H. Chen, W. Wang, J.Y. Chen, P.C. Sue, S.S. Tseng, and W.N. Tsai, "A Study of the Intelligent Learning System with SCORM standard in E-Learning", *Proc. of GCCCE2003*, Nanjing, China, 2003. (Best Paper Award)
 - [22] Ching-Tai Chen, Jun-Ming Su, Shian-Shyong Tseng, Huan-Yu Lin, Chang-Zhuo Chen, and Yi-Li Liu, "Adaptive Learning Environment for Pedagogical Needs", *Proc. of NCS 2003*, Dec. 2003. (佳作)