

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

總計畫：智慧型多媒體學習內容管理系統之研製、應用與評估

計畫編號：NSC92-2524-S-009-002

執行期限：93年5月1日至94年4月30日

主持人：曾憲雄 教授 國立交通大學 資訊科學系

共同主持人：蔡文能 副教授 國立交通大學 資訊工程系

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。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, 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，在本計畫中，我們規劃並建置一套[智慧型多媒體學習內容管理系統]，其中包含3個子計畫，在第2年中，各子計畫之執行成果分別為：子計畫1:「智慧型個人化多媒體學習內容管理系統之研製」：應用 High Level Petri Nets (HLPN)理論，提出物件導向課程塑模(Object Oriented Course Modeling, OOCM)機制來有效的建構出符合SN標準的課程，並實際發展 OOCM 的編輯工具。亦提出 Level-wise Content Management Scheme (LCMS)來管理符合SCORM標準之學習物件資源庫，以提供使用者有效地查詢 (Searching)、檢索 (Retrieving)與管理 (Maintaining) LOR。子計畫2:「智慧型個人化題庫系統之建置與管理」：以TMML標準為基礎，針對建置智慧型測驗系統之需求，延伸TMML之QTI試題標準在能力指標上的定義並實際建置符合SCORM延伸標準的智慧型測驗系統。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」：研發一個符合SCORM標準的SMIL多媒體製作工具與嵌入式SMIL多媒體播放器。來彌補目前大多數播放器與瀏覽器不具備支援SMIL與 CC/PP 的能力。而在本年度之計畫執行期間，我們總共發表了8篇期刊 (Journal)論文與29篇會議 (Conference)論文。

關鍵詞：網路學習、SCORM、學習內容管理系統、題庫、行動載具。

Abstract

As internet usage becomes more popular over the world, e-learning system in the past ten years has been accepted globally. 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, LOM, etc. proposed by international

organizations can overcome the issues of interoperability, reusing, and sharing, most existing e-learning systems can not satisfy the personalized instruction, and course and exercise sequencing. Thus, the features of local culture, personalized teaching strategy, and automatic course and exercise sequencing are still required. Therefore, in this project, Implementation, Application, and Evaluation of an Intelligent Multimedia Content Management System (IAEIMCMS), we try to develop an intelligent multimedia content management system by employing and extending the SCORM/TMML standard. The entire project consists of three subtasks. In second year, the executable results are described as follows: Subproject 1, "Design and Implementation of an Intelligent Multimedia Content Management System", based upon High Level Petri Nets (HLPN) theory, we proposed the Object Oriented Course Modeling (OOCM) scheme to efficiently create SCORM 2004 compliant course with desired sequencing rules in SN. Besides, an OOCM authoring tool was also developed, which could offer teachers to efficiently construct SCORM compliant course. Moreover, we also proposed a management approach, called *Level-wise Content Management Scheme* (LCMS), to efficiently maintain, search, and retrieve the learning contents in SCORM compliant learning object repository (LOR). Subproject 2, "Implementation and Management of an Intelligent Personalized Test Bank", took the requirements of implementing an intelligent testing system into account to extend the definitions of QTI in TMML based upon TMML standard. Then, an intelligent testing system was also developed based upon the extended SCORM version. Subproject 3, "Design and Implementation of a Universal Access Mechanism to Multimedia Learning Content", developed a learning content management system, a content adaptation system, and a SMIL multimedia authoring and analysis tool. Finally, we had applied our environment and mechanism to a university to exercise a field study and get feedback to improve our system. In addition, during the progress of project, we have published 8 journal papers and 29 conference papers.

Keywords: E-Learning、SCORM、Learning Content Management System (LCMS)、Test Item Bank, Mobile Device.

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。目前一些國際標準組織已開始著手規範網路教材文件的標準，以導入文件交換與共享的概念。目前著名國際組織與教材標準約有：AICC [1]、IMS[2]、IEEE LOM[3]、ADL SCORM [5]等等。而目前各國際標準中，SCORM (Sharable Content Object Reference Model)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。然而，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[7][8][9]。

因此，在本計劃中，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。其中，子計畫一與子計畫二皆以 SCORM 國際標準為基礎，針對個人化、學習歷程與教材內容等標準做延伸。子計畫一針對多媒體學習內容提供有效的管理與個人化之教材，而子計畫二根據子計畫一所發展之多媒體學習內容物件庫與個人資訊來提供子計畫一所需要的個人化題庫，子計畫三透過所有可能之行動學習載具，讓學習者能夠在任何時間、任何地點、利用有線或無線網路，存取子計畫一與二所提供之多媒體學習內容資訊，以達到延伸學習者的學習時間與學習空間之目的。

在第 2 年中，3 個子計畫的工作規劃與進度分別詳述如下。

- **子計畫 1—「智慧型個人化多媒體學習內容管理系統之研製 (Design and Implementation of an Intelligent Multimedia Content Management System)」**：應用 High Level Petri Nets (HLPN)理論[12][13][14][15][16][17][18][19]，提出物件導向課程塑模(Object Oriented Course Modeling, OOCM)機制來有效的建構出符合 SN 標準的課程，並實際發展 OOCM 的編輯工具。亦提出 Level-wise Content Management Scheme (LCMS) 來管理符合 SCORM 標準之學習物件資源庫，以提供使用者有效地查詢(Searching)、檢索(Retrieving)與管理(Maintaining) LOR。
- **子計畫 2—「智慧型個人化題庫系統之建置與管理 (Implementation and Management of an Intelligent Personalized Test Bank)」**：在學習過程中，評估與測驗是非常重要的一環，不僅可以瞭解學生的學習成效，更可以對克服學習障礙提供有用的線索，而目前教材標準在此方面

的定義相當不足。因此，子計畫 2 以 TMML 標準為基礎，針對建置智慧型測驗系統之需求，延伸 TMML 之 QTI 試題標準在能力指標上的定義並實際建置符合 SCORM 延伸標準的智慧型測驗系統。

- **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 (Design and Implementation of a Universal Access Mechanism to Multimedia Learning Content)」**：研發一個符合 SCORM 標準的 SMIL 多媒體製作工具與嵌入式 SMIL 多媒體播放器。來彌補目前大多數播放器與瀏覽器不具備支援 SMIL 與 CC/PP 的能力。因為在關鍵技術上有了突破，使得系統效率提升，並可應用於 Web Service 上。

三、結果與討論

在此章節中，將針對本計畫各研究子計畫之內容與目前成果進行說明與介紹。

3.1 子計畫 1：「智慧型個人化多媒體學習內容管理系統之研製 (Design and Implementation of an Intelligent Multimedia Content Management System)」

在此章節中將詳述子計畫 1 第 2 年之研究規劃與成果。

3.1.1 Object Oriented Course Modeling (OOCM)

因在目前 SCORM 2004 所提出的 Sequencing & Navigation (SN)規範[6]中，具有複雜的規則與架構定義，所以要製作出符合 SN 規範的教材變的相當的困難，雖然有相關之編輯工具被提出與開發[4][10][11]，但因無考量到 SN 規範之規則定義與結構特殊性，故依然難以使用。因此，本計劃運用物件導向的概念，提出了一系統化的方法，稱為物件導向課程塑模(Object Oriented Course Modeling, OOCM)機制。

The Scheme of OOCM:

圖1為OOCM的流程架構，包含以下4個處理：

- (1) **OOAT Modeling with HLPN**: 應用 HLPN 來分析 SN 的規則定義與架構，將 SN 規範與架構模組化成 5 基本的順序元件，稱為 Object Oriented Activity Tree (OOAT)。每一 OOAT 如同一中介軟體(Middleware)，代表在學習活動中一個基本的課程架構並相對應於在 SCORM 中，一個具有相關順序規則的活動樹(AT)架構。
- (2) **Course Construction with OOAT**: 使用這些 OOAT 可建構具有複雜順序規則的 SCORM 學習活動之 HLPN 模型架構。
- (3) **PN2AT Process**: 將 HLPN 的課程模型轉換成符合 SCORM 標準架構且具有相關順序規則 (Rules)的活動樹架構。
- (4) **AT2CP Process**: 將轉換後的 AT 架構與相關的實體教材資料包裝成 SCORM 的教材包裹檔案(Content Package File)。

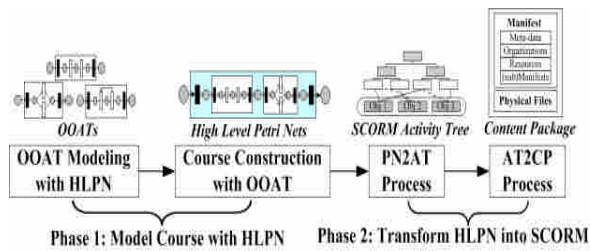


圖 1: The Flowchart of Object Oriented Course Modeling (OOCM)

The Prototypical Framework of OOCM Authoring Tool:

圖 2 為利用 OOCM 機制所發展的 OOCM 編輯工具架構圖，其說明如下：

- (1) **Learning Object Importer:** 可匯入現存之學習資源或使用使用者定義之學習元件至 Learning Object Pool.
- (2) **Course Sequencing Constructor:** 提供使用者利用從 OOAT 函式庫中插入 OOAT 的方式來編輯具有複雜順序規則的 SCORM 課程。
- (3) **SCORM Content Package Transformer:** 利用 PN2AT 與 AT2CP 演算法來轉換圖形表示的課程架構成為 SCORM 課程。

圖 3 為此 OOCM 編輯工具的使用畫面。

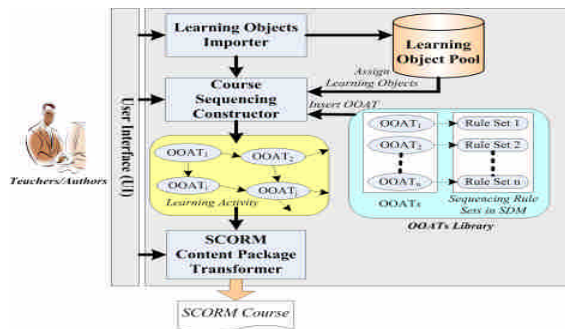


圖 2: The Prototypical Architecture of OOCM Authoring Tool

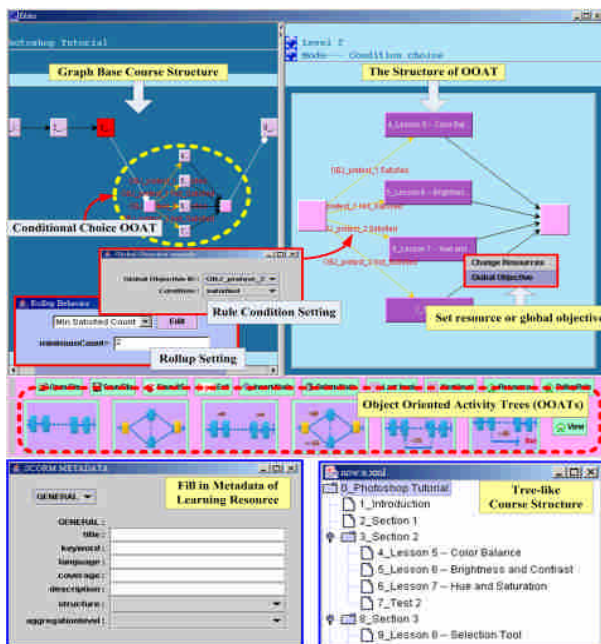


圖 3: The Screenshot of the OOCM Authoring Tool

3.1.2 LEVEL-WISE CONTENT MANAGEMENT SCHEME (LCMS)

而為了針對儲存有大量符合 SCORM 標準教材之學習物件資源庫 (LOR) 提供有效的管理機制，以提供使用者有效查詢 (Searching)、檢索 (Retrieving) 與管理 (Maintaining) LOR，我們亦提出一 Level-wise Content Management Scheme (LCMS)。

The Processes of LCMS:

如圖 4 所示，LCMS 機制分為 *Constructing Phase* 與 *Searching Phase*。前者從 SCORM 的教材中利用 CP2CT 處理來建置 Content Tree (CT) 並利用 Clustering 技術來建構與管理一個如同 Directed Acyclic Graph (DAG) 的 Multistage Graph 並儲存有有學習物件 (Learning Object, LO) 間的關係，稱為 Level-wise Content Clustering Graph (LCCG)。

後者可根據使用者查詢來利用我們所提出的 LCCG Content Searching Algorithm (LCCG-CSAlg) 來搜尋此 LCCG 架構，以同時擷取具有一般概念與細部概念的學習內容

Constructing Phase 包含以下 3 個處理步驟：

- **Content Package to Content Tree (CP2CT) Process:** 轉換 SCORM 的教材成為帶有代表性特徵向量樹狀 (Representative Feature Vector) 的 Content Tree (CT)。
- **Level-wise Content Clustering Process:** it clusters LOs according to content trees (CTs) to establish the *level-wise content clustering graph* (LCCG) for creating the relationships among LOs. 依據 CT 來叢集 LO 以建立 *level-wise content clustering graph* (LCCG)，其可建構各 LO 間之關係。
- **LCCG Maintaining Process:** 監督 LCCG 中之各節點的情況，如需要便進行重建 LCCG 之處理。

Searching Phase 包含以下處理：

- **SCORM Metadata Searching:** 利用 SCORM 的 Metadata 來搜尋 LCCG 的主要進入點。
- **Level-wise Content Searching:** 從入口節點來細部搜尋 LCCG 的各個相關子點，以提供更精確的 LO 擷取。

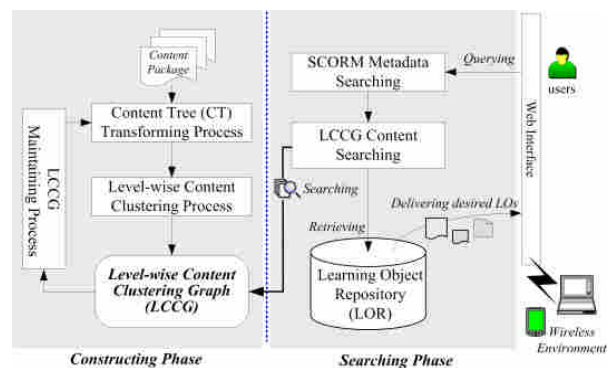


圖 4: The Flowchart of Level-wise Content Management Scheme (LCMS)

圖 5 為雛型系統之使用畫面。

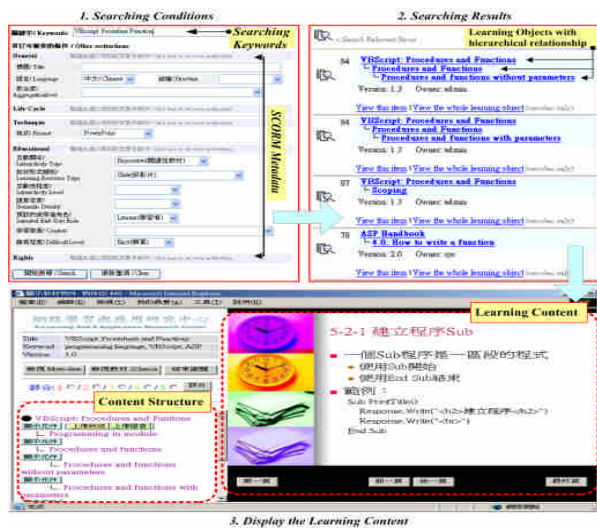


圖 5: The Screenshot of LCMS Prototypical System

3.2 子計劃2：「智慧型個人化題庫系統之建置與管理(Implementation and Management of an Intelligent Personalized Test Bank)」

此章節中將詳述子計畫 2 第 2 年之研究成果。

3.2.1 支援診斷功能的測驗標準之制訂

在考慮建置智慧型測驗系統的狀況下，我們參考 TMML 的 ASI 定義，並擴充其層級架構關係。圖 6 為採用的 Assessment Metadata，其中 **concept_identifier** 代表指定測驗的能力指標編號集合，**concept_weight_lowerbound** 為指定測驗的能力指標最少權重。能力指標 (Concept) 為政府推行的九年一貫課程中所定義的學生能力標記[20]，與上述的「概念」意義相同。以國小一年級為例，能力指標名稱「數與量」中，編號 N-1-01 在描述學生是否能進行 100 以內的數數，認識「個位」與「十位」的位名，並進行位值單位的換算 (即能力指標說明)；而編號 N-1-02 在描述學生是否能作連加、連減與加減混合運算 (能力指標說明)。另外，**qmd_assessmenttype** 代表測驗的性質，以 0 或 1 來標示測驗的性質，包括四類：Examination (測驗)、Survey (調查或前測)、Tutorial (教學輔助範例)、Self-assessment (課後自我評量)；**qmd_timelimit** 代表時間限制，分為兩類：Unlimited (不限制時間) 或時間限制的分鐘數，如 **qmd_timelimit=60**；**qmd_absolutescore_max** 代表該測驗可能得到的最高最高分；**qmd_absolutescore_min** 代表該測驗可能得到的最低分；**qmd_scoretype** 代表計分方式，可分為三種：Absolute(絕對分數)、Percentage(百分比)及 Unscored(不計分)；**qmd_sectionsequence** section 代表序列，以 0 或 1 來標示此份試卷中 section 的排列方式，可分為兩種：Normal (section 不可重複出現在試卷中)及 Repeated (section 可重複出現在試卷中)；**qmd_sectionselection** 代表對 section 的選用方式，分為四種：All(全選)、Parameterized All(選擇所有符合自訂條件的 section)、Partial(部分選擇，需另外指定 section 的數量)、Parameterized Partial(選擇符合自訂條件下的部分 section，需另外指定 section 的數量)；**qmd_sectionordering** 代表 Section 的排列方式，分為兩種：Sequential (循序，以被選

擇時的順序來排列)及 Random(隨機的方式排列)；**qmd_feedbackpermitted** 用來決定此份試卷是否會根據學生表現給予不同的訊息；**qmd_hintpermitted** 用來決定此份試卷是否提供提示。

Assessment	qmd_assessmenttype (性質)	Examination (考試) Survey (研究) Tutorial (輔助) Self-assessment (自我評量)
	qmd_timelimit (時間限制)	
	qmd_absolutescore_max (總分)	
	qmd_absolutescore_min (最低分)	
	concept_identifier (指定測驗的能力指標編號集合)	
	concept_weight_lowerbound (指定測驗的能力指標最少權重)	
	qmd_scoretype (計分方式)	Absolute (絕對成績) -default Percentage (百分比) Unscored (不計分)
	qmd_sectionsequence (section 序列)	Normal (傳統) -default Repeated (可重複)
	qmd_sectionselection (Section 的選擇)	All (全選) -default Parameterized All (條件性全選) Partial (部分) Parameterized Partial (條件部分選擇)
	qmd_sectionordering	Sequential -default/Random
	qmd_feedbackpermitted (回應)	Yes/No -default
	qmd_hintpermitted (提示)	Yes/No -default

圖 6: Assessment Metadata

圖 7 為採用的 TMML Section Metadata，其中 **qmd_numberofitems** 代表定在此 section 中所包含的題目個數；**qmd_sectionsinclude** 記錄此 section 中是否還包含其他的 section；**qmd_timelimited** 描述答題的時間限制，可分為兩類：Unlimited (不限制時間)，或是時間限制的分鐘數，例如 **qmd_timelimit=10**；**qmd_absolutescore_max** 代表該 Section 可能得到的最高最高分；**qmd_absolutescore_min** 代表該 Section 可能得到的最低分；**qmd_scoretype** 代表此 Section 的計分方式，可分為三種：Absolute(絕對分數)、Percentage(百分比)及 Unscored(不計分)；**qmd_itemsequence** 描述此 section 中各 item(題目)的排列方式，可分為 Normal: item(題目不可重複出現)及 Repeated (題目可重複出現)；**qmd_itemselection** 定義題目的選擇方式，分為下列四種：All(全選)、Parameterized All(選擇所有符合自訂條件的題目)、Partial(部分選擇，需另外指定題目的數目)、Parameterized Partial(選擇符合自訂條件下的部分題目，需另外指定題目的數量)；**qmd_itemordering** 定義題目的排列方式，分為兩種：Sequential(循序)及 Random (隨機)；**qmd_feedbackpermitted** 指明此 section 是否會根據學生的表現給予不同的訊息；**qmd_hintpermitted** 指明此 section 是否會給予提示。

Section	qmd_numberofitems (item 的數目)	
	qmd_sectionsinclude (是否包含其他 sections)	Yes No
	qmd_timelimited (時間限制)	
	qmd_absolutescore_max (總分)	
	qmd_absolutescore_min (最低分)	
	qmd_scoretype (計分方式)	Absolute (絕對成績) Percentage (百分比) Unscored (不計分)
	qmd_itemsequence (item 的序列)	Normal (傳統) Repeated (可重複)
	qmd_itemselection (item 的選擇)	All (全選) Parameterized All (條件性全選) Partial (部分) Parameterized Partial (條件部分選擇)
	qmd_itemordering (item 的排列)	Sequential (循序) Random (隨機)
	qmd_feedbackpermitted (回應)	Yes No
	qmd_hintpermitted (提示)	Yes No
	Concept_relevance (概念間的順序關係)	

圖 7: Section Metadata

此外，為了提供進行學習障礙診斷所需的資訊，我們在 Item Metadata (圖 8) 部分加入了幾個新的標籤，包括鑑別度 (discrimination level)、相關能力指標編號集合 (Concept Identifier)、能力指標與試題的相關程度集合 (Concept Description)。另外，qmd_itemtype 代表題型，分為五類：Logical Identifier (找出正確答案的題型)、X-Y co-ordinates (找出正確位置的問題)、String (文字敘述型的問題)、Numerical (數字類的問題)、Logical Groups (邏輯分群的問題)；qmd_responsetype 為答題型態，包括 Single (答案只有一個)、Multiple (答案有很多個，如複選題)、Ordered (答案間彼此有一定的順序)；qmd_renderingtype 代表呈現方式，包括 Choice (以選擇題的型態呈現)、Hotspot (從圖上點選或選擇某個圖形)、Slider (借助於拖曳捲軸來“拖曳”或“捲動”到正確的答案的位置)、String (藉由字串的輸入來作答)、Proprietary (其他特殊的方式)；qmd_absolutescore_max 為此題的配分，以一個正整數表示；qmd_absolutescore_min 為學生在此題可能得到最低的分數，預設值為 0；qmd_material 為問題內容的型態，包括 Text (文字檔)、Image (圖形檔)、Audio (聲音檔)、Video (影片檔)、Applet/java 程式及 Application (應用程式)；qmd_topic 為題目的主題，例如“二元一次方程式”；qmd_levelofdifficulty (難易度)：Basic (基礎)、Middle (中等)、Advanced (進階)；qmd_timedependence 指明是否將時間的長短納入成績的評估；qmd_timelimit 描述時間的限制，可能為 Unlimited (不限制時間) 指定的分鐘數，如 qmd_timelimit=3；qmd_penaltyvalue 指明是否需要倒扣，通常是根據在 Assessment_metadata 裡對 score 的定義，若 score_model=“Guesspenalty”時才需要定義，否則就省略。

Item	qmd_itemtype (題型)	Logical Identifier X-Y co-ordinates String Numerical Logical Groups
	qmd_responsetype (答案型態)	Single (單一答案) Multiple (答案不只一個) Ordered (排列順序)
qmd_renderingtype (呈現方式)	Choice (選擇題)	
	Hotspot (由圖形中點選)	
	Slider (拖曳捲軸)	
	String (字串)	
	Proprietary	
qmd_absolutescore_max (總分)		
qmd_absolutescore_min (最低分)		
qmd_topic (主題)		
qmd_levelofdifficulty (難易度)		
Item Concept (概念與試題關係的標記)		
Discrimination Level (鑑別度)		
Competence Indicators (相關能力指標編號集合)		
concept_relevance (能力指標與試題的相關程度集合)		
Revised Bloom Taxonomy (Bloom 認知歷程向度與知識向度)		
qmd_timedependence (時間考量)		
qmd_timelimit (時間限制)		
qmd_penaltyvalue (倒扣)		
qmd_weighted (權重值)		
qmd_feedbackpermitted (回應)		
qmd_hintpermitted (提示)		
qmd_solutionpermitted (解答)		
qmd_material (內容型態)	Text	
	Image	
	Audio	
	Video	
	Applet/java	
	Application	

圖 8: Item Metadata

3.2.2 符合 SCORM 延伸標準的智慧型測驗系統之規劃

依據所提出的 TMML (SCORM/QT) 延伸標準，我們在 Windows 2003 作業環境中，以微軟的 C# 發展一套工具試題及學習歷程匯入及匯出工具 - TELD (TMML-Extension for Learning Diagnosis)。圖 9 為 TELD 的系統首頁，使用者可透過 TELD 將傳統的試題轉換成符合 TMML 試題延伸標準的檔案；並可透過 TELD 匯入或瀏覽符合試題標準的 XML 檔，如圖 10 所示。另外，TELD 也可將儲存為 XML 檔的學習歷程文件 (包括學習障礙診斷參數及結果) 匯入，如圖 11 所示。



圖 9: TELD 系統首頁畫面



圖 10: XML 文件匯入

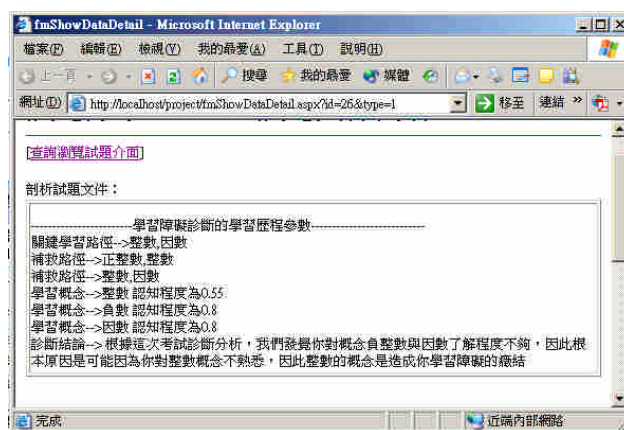


圖 11: 符合標準的 XML 學習歷程文件

3.3 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 (Design and Implementation of a Universal Access Mechanism to Multimedia Learning Content)」

通用型多媒體學習內容存取播放機制 (universal access) 是透過所有可能之行動學習載具 (mobile learning terminal devices)，讓學習者能夠在任何時間、任何地點、利用有線或無線網路，存取數位學習內容資訊，以達到延伸學習者 (learners) 的學習時間與學習空間之目的。為了讓伺服器端知道是什麼人、使用何種載具、如何連線到伺服器，使用者端必須詳細描述以上相關資訊。因此，我們研究整合國際通用之標準，包括 XML、RDF、CC/PP、UAProf 來描述載具的設備特性以及學習者特性。同時，為了讓學習者能夠無間斷的學習 (continuous and seamless)，需要發展一個以 SyncML 為根據的同步通訊協定。讓學習者無論使用何種載具連線到伺服器，均能銜接上最近一次連線時的學習內容並接收無間斷的學習資訊。

在第2年，子計畫3研發一個符合 SCORM 標準的 SMIL 多媒體製作工具與嵌入式 SMIL 多媒體播放器。來彌補目前大多數播放器與瀏覽器不具備支援 SMIL 與 CC/PP 的能力。因為在關鍵技術上有了突破，使得系統效率提升，並可應用於 Web Service 上，所以我們先將第三年的計畫內容移至第二年來實行，在這一年我們已經完成內容呈現的機制，未來的一年，我們將會將重點放在同步通訊的機制研發上。而所提出的通用存取機制包含了三個子項目：內容調適、內容傳遞與內容呈現，圖12為整個系統之架構圖，其工作成果詳述如下。

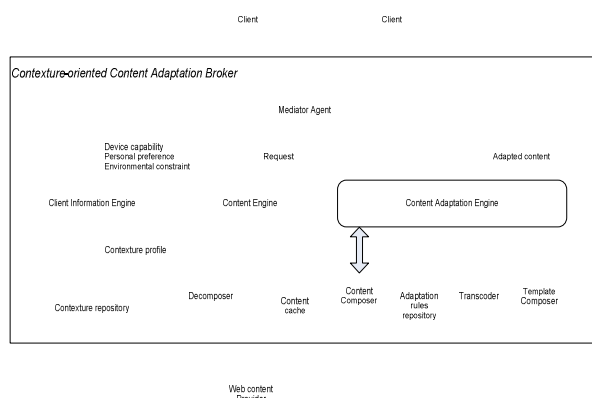


圖 12: The Architecture of Context Oriented Content Adaptation Framework.

● 內容調適機制 (Content Adaptation Mechanism):

此為一個動態調整內容顯示，以符合網路頻寬、使用者喜好和裝置的限制等條件，因此，在調適內容之前，此機制必須擷取到網路、使用者和裝置的相關訊息。

● 內容傳遞機制:

此為一個提供即時監控和追蹤使用者的學習狀

態且包含網路的連線狀況的機制，所以內容伺服器可以提供使用者在有線和無線的網路間轉換並且提供續接和同步的內容。

● 內容呈現機制

此為一個管理呈現何種內容和如何呈現給使用者的機制，當所要呈現的連續性多媒體內容，包含空間和時間上的同步複合性整合媒體時，目前以 HTML 為基礎的呈現方式有其限制。故此內容呈現機制將解決此缺陷。

4、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，本計畫共規劃了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、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，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 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。

而子計畫2利用學習者的試題資料來建構概念影響關係圖，以診斷出學習者之學習障礙所在，並規劃出符合本土化與標準化之試題標籤，以增加 TMML 在智慧型題庫系統上之完整性。並利用子計畫1所發展之教材編輯工具來發展智慧型題庫中之試題元件。子計畫3並整合 W3C 的標準到 SCORM/TMML 中，以規劃 TMML 在行動載據上之規範完整性，並利用派翠網路來規劃多媒體教材之呈現順序與發展 SMIL 編輯工具來快速的編輯多媒體教材與自動轉換成為 SMIL 檔案格式。

因此，本計畫有效整合各子計畫之研究成果，並已針對第2年之研究進度作妥善之規劃與管理，以其有更完善之研究成果。

本計畫各子計畫主要之成果與貢獻如下：

子計畫1：

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。

子計畫 2：

1. 以 TMML 標準為基礎，針對建置智慧型測驗系統之需求，延伸 TMML 之 QTI 是題標準在能力指標上的定義。
2. 實際建置符合 SCORM 延伸標準的智慧型測驗系統。

子計畫 3：

1. 研發符合 SCORM 標準的 SMIL 多媒體製作工具
2. 研發符合 SCORM 標準的嵌入式 SMIL 多媒體播放器。
3. 提昇行動學習之系統效率，以應用於 Web Service。

在本計畫第2年之執行期間，我們總共發表了8篇期刊(Journal)論文[21] [22] [23] [24] [25] [26] [27] [28] [29]與29篇會議(Conference)論文[30] [31] [32] [33][34][35][36][37][38][39][40][41][42][43][44][45] [46][47][48][49][50][51][52][53][54][55][56][57][58]。

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

5、參考文獻

- [1] Aviation Industry CBT Committee (AICC) 2004, AICC - Aviation Industry CBT Committee. <http://www.aicc.org>
- [2] Instructional Management System (IMS) 2004, IMS Global Learning Consortium. <http://www.imsproject.org/>
- [3] IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) 2004, IEEE LTSC | WG12. <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- [4] Reload Editor (Reload) 2004, Reload Project, <http://www.reload.ac.uk>
- [5] Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004, Advanced Distributed Learning. <http://www.adlnet.org/>
- [6] Sequencing and Navigation (SN) 2004, 'Sharable Content Object Reference Model (SCORM) Sequencing and Navigation (SN) Version 1.3', Advanced Distributed Learning. <http://www.adlnet.org/index.cfm?fuseaction=DownloadFile&libid=648&bc=false>
- [7] P. Brusilovsky and J. Vassileva. Course Sequencing Techniques for Large-Scale Web-based Education. *Journal of Engineering Education and Lifelong Learning*, Vol. 13, 2003, pp. 75-94.
- [8] L. Sheremetov and A.G. Arenas, EVA: An Interactive Web-based Collaborative Learning Environment. *Computers & Education*, Vol. 39, Issue 2, 2002, pp. 161-182.
- [9] J. Vassileva and R. Deters, Dynamic Courseware Generation on The WWW. *British Journal of Educational Technology*, Vol. 29, Issue. 1, 1998, pp. 5-14.
- [10] Timothy K. Shih, J. C.S. Hung, W.C. Ko, W.C. Chang, and N. H. Lin, "COLLABORATIVE COURSEWARE AUTHORIZING BASED ON SCORM METADATA", *Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia & Expo 2003 (ICME 2003)*, Taipei, Taiwan, July, 2003. Retrieved 4 September 2004 from <http://www.mine.tku.edu.tw/scorm/>
- [11] J.T. D. Yang, C.Y. Tsai, and T.H. Wu, "Visualized Online Simple Sequencing Authoring Tool for SCORM-compliant Content Package", *Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Advanced Learning technologies (ICALT 2004)*, Finland, August, 2004.
- [12] K. Jensen, *Coloured Petri Nets. Basic Concepts, Analysis Methods and Practical Use*. Monographs in Theoretical Computer Science, Springer-Verlag, 1997.
- [13] K. Jensen, *An Introduction to the Theoretical Aspects of Coloured Petri Nets*. In: J.W. de Bakker, W.-P. de Roever, G. Rozenberg (eds.): *A Decade of Concurrency, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 803, Springer-Verlag, 1994, pp. 230-272.
- [14] K. Jensen and G. Rozenberg, *High-level Petri Nets. Theory and Application*. Springer-Verlag Publishers, 1991.
- [15] J. Lee and L.F. Lai, A High-Level Petri Nets Based Approach to Verifying Task Structures. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 14, No. 2, 2002, pp. 316-335.
- [16] X. Li and W. Yu, Object Oriented Fuzzy Petri Net for Complex Knowledge System Modeling. *Proceedings of the 2001 IEEE International Conference on Control Applications*, 2001, pp. 476-481.
- [17] F.H. Lin, Modeling Online Instruction Knowledge for Virtual Training Systems using Petri Nets. *Proceedings of IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing*, Victoria, B.C., Canada, Vol. 1, ISBN: 0-7803-7080-5, 2001, pp. 212-215.
- [18] X.Q. Liu, et al, Knowledge Aggregation And Navigation High-Level Petri Nets-based in E-learning. *Proceedings of the First International Conference on Mache Learning and Cybernetics*, Beijing, China, 2002, pp. 420-425.
- [19] T. Murata, Petri Nets: Properties, Analysis and Applications", *Proceedings of the IEEE*, Vol. 77, No. 4, 1989, pp. 541-580.
- [20] 台灣教育部資訊網 <http://www.edu.tw/>
- [21] J.M. Su, S.S. Tseng, C.Y. Chen, J.F. Weng, and W.N. Tsai, "Constructing SCORM Compliant Course Based on High Level Petri Nets, " *accepted by the International Journal Computer Standards & Interfaces*, 2005. (SCI)
- [22] J.M. Su, S.S. Tseng, C.Y. Wang, Y.C. Lei, Y.C. Sung, and W.N. Tsai, "A Content Management Scheme in SCORM Compliant Learning Object Repository," *to appear on the Journal of Information Science and Engineering (JISE)*, Vol. 21, No. 5, September, 2005. (SCI)
- [23] J.M. Su, S.S. Tseng, C.T. Chen, and W.N. Tsai, "Adaptive Learning Environment for Pedagogical Needs," *Journal of Information Science and Engineering (JISE)*, Vol. 20, No. 6, November, 2004, pp.1057-1077. (SCI)
- [24] J.M. Su, J.H. Chen, Wei Wang, J.Y. Chen, P.C. Sue, S. S. Tseng, and W.N. Tsai, "Design and Implementation of SCORM Compliant Intelligent Learning System," *Global Chinese Journal for Computers in Education (GCJCE)*, Vol. 2, No. 1, 2004, pp. 45-58.
- [25] Gwo-Jen Hwang, Bertrand M.T. Lin, Tsung-Liang Lin (2005), "An Effective Approach for Test-Sheet Composition from Large-Scale Item Banks", accepted by Computers & Education. (SSCI) 計劃編號：NSC-93-2524-S-260-001
- [26] Gwo-Jen Hwang, Peng-Yeng Yin and Shu-Heng Yeh (2005), "A Tabu Search Approach to Generating Test Sheets for Multiple Assessment Criteria", accepted by IEEE Transactions on Education. (SCI, EI) 計劃編號：NSC-93-2524-S-260-001
- [27] Gwo-Jen Hwang (2005), "A Data Mining Algorithm for Diagnosing Student Learning Problems in Science Courses", accepted by International Journal of Distance Education Technologies. (EI) 計劃編號：NSC-93-2524-S-260-001
- [28] Gwo-Jen Hwang, Bertrand M.T. Lin, Hsien-Hao Tseng, Tsung-Liang Lin (2005), "On the Development of a Computer-Assisted Testing System with Genetic Test Sheet-Generating Approach", accepted by IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Part C. (SCI, EI) 計劃編號：NSC-93-2524-S-260-001
- [29] Gwo-Jen Hwang and Tsung-Liang Lin (2005), "A Genetic Approach to the Management of Website Content Rating Information", *Journal of Information Management (資訊管理學報)*, Vol. 12, No. 1, January 2005, pp. 171-194. (TSSCI) 計劃編號：NSC-93-2524-S-260-001
- [30] J.M. Su, S.S. Tseng, J.F. Weng, K.T. Chen, Y.L. Liu, and Y.T. Tsai, "An Object based Authoring Tool for Creating

- SCORM Compliant Course, " *Proc. of the IEEE 19th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA 2005)*, Taipei, Taiwan, March, 2005, pp. 209-214.
- [31] J.M. Su, S.S. Tseng, C.Y. Chen, and J.F. Weng, "Constructing SCORM Compliant Course Based on High Level Petri Nets, " *the IADIS International Conference of Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2004)*, Lisbon, Portugal, 2004.
- [32] P.C. Sue, J.F. Weng, J.M. Su, and S.S. Tseng, "A New Approach for Constructing the Concept Map", *Proc. of the 4th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2004)*, Joensuu, Finland, Aug, 2004, pp. 76-80.
- [33] W. Wang, J.F. Weng, J.M. Su, and S.S. Tseng, " Learning Portfolio Analysis and Mining in SCORM Compliant Environment", the 34th Frontiers in Education Conference (FIE 2004), October, 2004.
- [34] Gwo-Jen Hwang, Peng-Yeng Yin, Gwo-Haur Hwang and Ying Chan (2005), "A Novel Approach for Composing Test Sheets from Large Item Banks to Meet Multiple Assessment Criteria", The 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Kaohsiung, Taiwan, July 5-8, 2005.
- [35] Jun-Ming Chen, Gwo-Haur Hwang, Gwo-Jen Hwang and Carol H.C. Chu (2005), "Analyzing Domain Expertise by Considering Variants of Knowledge in Multiple Time Scales", The Ninth International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information & Engineering Systems, Melbourne, Australia, 14-16 September 2005.
- [36] Tony C. K. Huang, Gwo-Jen Hwang and Judy C.R. Tseng (2005), "A Muti-Stage Fuzzy-Grey Approach to Analyzing Software Development Cost", The Ninth International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information & Engineering Systems, Melbourne, Australia, 14-16 September 2005.
- [37] 陳依珮、曾榮淥、黃國禎 (2005), "資訊科技融入健康領域教學之研究—以國小兒童早餐行動研究為例", TWELF'2005 台灣數位學習發展研討會, 台灣師範大學, 2005年5月6-7日。
- [38] 施禎瑛、王姿婷、黃國禎、彭瑞鈞、蔡亞芸 (2005), "九年一貫自然學習領域基本能力測驗之現況分析", TWELF'2005 台灣數位學習發展研討會, 台灣師範大學, 2005年5月6-7日。
- [39] 楊佩泰、王榕榆、黃國禎、李宗祐、許哲譯(2005), "九年一貫社會學習領域基本能力測驗之現況分析", TWELF'2005 台灣數位學習發展研討會, 台灣師範大學, 2005年5月6-7日。
- [40] 李冠宏、曾秋蓉、黃國禎 (2005), "支援學習障礙診斷功能之數位內容延伸標準與工具", TWELF'2005 台灣數位學習發展研討會, 台灣師範大學, 2005年5月6-7日。
- [41] 楊佩泰、王榕榆、黃國禎、李宗祐、許哲譯(2005), "九年一貫社會學習領域基本能力測驗之現況分析", TWELF'2005 台灣數位學習發展研討會, 台灣師範大學, 2005年5月6-7日。
- [42] Judy C.R. Tseng and Gwo-Jen Hwang (2004), "A Novel Approach to Diagnosing Student Learning Problems in E-Learning Environments", 3rd WSEAS International Conference on E-Activities, Rethymno, Crete Island, Greece, October 24-26, 2004.
- [43] 黃國禎、蕭智允、陳佐霖、劉英鈺、黃秀蓮、李育駿 (2004), "線上自律學習輔助系統之研究與實證", ELTA2004 網路學習理論與應用學術研討會, 交通大學, 2004年11月19日。
- [44] 黃國禎、陳佐霖、蕭智允、李育駿、黃秀蓮、劉英鈺 (2004), "線上自律學習指標及分析模式之建立", 2004 管理新思維學術研討會, 台灣科技大學, 2004年11月5日。
- [45] 鄭翔、黃國禎 (2004), "以模糊推論為基礎之英語學習障礙診斷專家系統", 第九屆人工智慧與應用研討會, 國立政治大學, 2004年11月5日。
- [46] 劉翔銘、黃國禎 (2004), "模糊知識驗證演算法之研究與實證", 第十五屆國際資訊管理學術研討會, 台北福華文教會館, 2004年5月29日。
- [47] Gwo-Jen Hwang, Judy C.R.Tseng, Chih-Hsiang Wu, Chung-Ming Lee and Gwo-Haur Hwang (2004), "Development of an Intelligent Management System for Monitoring Educational Web Servers", The Eighth Pacific-Asia Conference on Information Systems, Shanghai, China, July 8-11, 2004.
- [48] Judy C.R.Tseng, Yi-Shiang Huang, Li-Chen Cheng and Gwo-Jen Hwang (2004), "Development of an Automatic Customer Service System on Computer Networks", The Eighth Pacific-Asia Conference on Information Systems ia, Shanghai, China, July 8-11, 2004.
- [49] Pei-Jin Tsai, Gwo-Jen Hwang and Judy C.R.Tseng (2004), "I-Designer: a Computer-Assisted System for Conducting Information Technology Applied Instructions", The Eighth Pacific-Asia Conference on Information Systems, Shanghai, China, July 8-11, 2004.
- [50] 楊鎮華、吳建德、邵維揚, 2004, "應用於 HTML 內容的模組化調適機制," 在第九屆 (TAAI 2004) 人工智慧與應用研討會, NSC 93-2524-S-008 -001.
- [51] S.J.H. Yang, A.Y.Y. Lan, and N.W.Y. Shao, 2004, "SMIL-based Multimedia Content Adaptation," in *OOTSIG*, Taiwan, NSC 93-2524-S-008 -001
- [52] S.J.H. Yang, A.C.N. Chang, and B.C.W. Lan, 2004, "Dynamic Matchmaker for Web Services Discovery and Composition," in *The Ninth Conference on Artificial Intelligence and Applications*, Taiwan, NSC 93-2524-S-008 -001.
- [53] S.J.H. Yang, A.Y.S. Sue, and N.W.Y. Shao, 2004, "Semantic Description Applied to Web-based Document Retrieval," in *OOTSIG*, Taiwan, NSC 93-2524-S-008 -001.
- [54] S.J.H. Yang, A. Hwang, and B.C.W. Lan, 2004, "Based on Contextual Profiles to Verify Semantic Web Services," in *The 1st Workshop on Intelligent Web Technologies*, Taiwan, NSC 93-2524-S-008 -001.
- [55] S.J.H. Yang, K.C.Y. Kuo, N.W.Y. Shao, 2004, "Modeling and Analysis of Spatiotemporal Behavior of Multimedia in SMIL," in *International Compute Symposium (ICS 2004)*, Taiwan, NSC 93-2524-S-008 -001.
- [56] S.J.H. Yang, B.C.W. Lan, J.Y. Chung, 2005, "A New Approach for Context Aware SOA," in *IEEE International Conference on e-Technology, e-Commerce and e-Service (EEE'05)*, Hong Kong, NSC 93-2524-S-008 -001.
- [57] S.J.H. Yang, B.C.W. Lan, J.Y. Chung, 2005, "A Trustworthy Web Services Framework for Business Processes Integration," to appear in *WORDS05*, Sedona, Arizona, NSC 93-2524-S-008 -001.
- [58] S.J.H. Yang, B.J.D. Wu, A.C.N. Chang, and B.C.W. Lan, 2005, "Context Aware Service Oriented Architecture for Web Based Education," to appear in The 4th IASTED International Conference on Web-Based Education, 2005, Grindelwald, Switzerland, NSC 93-2524-S-008 -001.