

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

**u-learning 環境中資源管理、
資料存取與評量策略之研發與應用**

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 95-2520-S-009-007-MY3

執行期間： 95 年 8 月 1 日至 96 年 7 月 31 日

計畫主持人： 曾憲雄

共同主持人： 蔡文能

計畫參與人員： 蘇俊銘、蔡佩瑾、蔡昂叡、林信男、王芙民

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

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

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：國立交通大學 資訊工程學系

中 華 民 國 96 年 5 月 31 日

總計劃: u-learning 環境中資源管理、 資料存取與評量策略之研發與應用(1/3)

計畫編號：NSC 95-2520-S-009-007-MY3

執行期間：95 年 08 月 01 日 至 96 年 07 月 31 日

中文摘要

目前，無所不在的學習模式(Ubiquitous Learning, U-Learning)(亦稱 U 化學習)已成為最新穎與前瞻的網路學習模式與研究議題。U-Learning 的情境感知(Context-aware)特性，可利用具感應能力(Sensors)的無線通訊裝置，來隨時獲得學習者的狀態，以提供適當的協助(Assistance)、導引(Guidance)與服務(Service)。然而，在 U 化學習模式中，如何有效的提供學習者無所不在與情境感知式的學習與服務，以及如何有效的在教與學的過程中運用 U 化的環境資源，是一個值得探討的問題。因此，在本計劃中，我們規劃並建置一套[u-learning 環境中資源管理、資料存取與評量策略之研發與應用]，其中包含 3 個子計畫，在第 1 年中，各子計畫之執行成果分別為：子計畫 1:「智慧型 u-learning 測驗與評量系統之建置與應用」：為了實現各種 u-learning 環境下的測驗與評量策略，規劃與建立一套智慧型 u 化測驗與評量系統。該系統利用情境感知互動介面來蒐集無線感應裝置對學習者情境感知的資源與透過 u 化測驗與評量知識擷取系統來擷取教師與專家在 u-learning 環境中的測驗與評量知識，以建立 u 化測驗與評量策略庫。再運用測驗與評量系統來依據 u 化測驗與評量專家系統分析學生學習情境而決定之評量策略，來選擇適當之 u 化測驗題目。子計畫 2:「u-learning 環境中學習資源管理系統架構之研究與應用」：提出整合學習平台參考架構(Integrated Learning Platform Reference Model, ILPRM)，其基於教材標示語言(TMML V1.5)，針對 U 化學習環境中各項學習資源之描述需求，整合與延伸國際標準 QTI、SCORM、LD，以有效支援 U 化學習所需的教學活動設計以及課程與試題資源之描述。亦提出框架式知識為主的互動與學習活動模型(Frame-based Interaction and Learning Model, FILM)，以支援有效規畫與重複利用 U 化學習服務，進而規劃與建置 U 化學習課程與環境。子計畫 3:「u-learning 環境中資料存取與呈現技術之研究與應用」：發展同儕式網路個人搜尋與註記系統模組來提供有效率地管理，分享與使用個人化知識以及找尋想要之資訊；調適性網路服務規劃系統來協助使用者規劃 Web Service 系統時所需之流程服務；內容調適機制來提供調適內容以呈現於不同之行動載具上；一個具 QoS 考量之網際服務挑選機制針對單一任務多重服務，及多重任務多重服務的使用環境來提供有效率的網際服務挑選機制；以及無所不在學習歷程感知與分析機制來收集與分析學習情境因子，並應用於學習流程中去支援學習歷程的記錄。而在本年度之計畫執行期間，我們總共發表了 1 篇國際專書章節(Book Chapter)與 8 篇期刊論文(1 篇 SSCI 論文與 2 篇 SCI-E 論文)，以及 32 篇會議論文，。

關鍵詞：無所不在的學習(u-learning)、學習資源管理、數位學習標準、測驗與評量、資料存取與呈現技術。

英文摘要

Nowadays, the Ubiquitous learning, a.k.a U-Learning, has become a novel and advanced learning mode and research domain. The context aware capability of U-Learning can use the mobile device with sensors to acquire the status of learners for offering suitable assistance, guidance, and service. However, how to provide learners with the ubiquitous and context aware learning and service, and how to efficiently make good use of this u-based environment to teach and learn are our concerns. Therefore, this project, **Investigations and Applications of u-learning Resource Management, Data Access and Assessment Strategies**, consists of three subtasks. In first year, the executable results are described as follows: Subproject 1, **“Development and applications of an intelligent testing and assessment system in u-learning environment”**, designs and builds an intelligent u-learning testing and assessment system, which develops a **Context Aware Interface** to collect the learners’ context aware data captured by wireless sensors, develops a **Knowledge Acquisition System of U-Testing and Assessment** to acquire the testing and assessment knowledge in u-learning environment from teachers and experts for building u-learning testing and assessment strategies base, and develops U-Testing and Assessment System to select appropriate u-test items according to the assessment strategies that **Expert System of U-Testing and Assessment** determined by analyzing the learners’ learning situation. Subproject 2, **“Research and applications of a framework of learning resource management system in u-learning environment”**, proposes the **Integrated Learning Platform Reference Model (ILPRM)**, which integrates and extends international standards, QTI, SCORM, LD, to support the data representation of instructional activities, learning contents, and test items in u-learning environment based on the TMML v 1.5. Moreover, **Frame-based Interaction and Learning Model (FILM)** is also proposed to design and reuse the u-learning activities and the u-learning services. Subproject 3, **“Research and applications of ubiquitous content access and representation in u-learning environments”**, develops **Peer-to-Peer Network Personalized Search and Annotation System** which efficiently manages, shares, and uses the personalized knowledge, and searches the desired information, **Adaptive Web Services Planning System** which provides users with the procedure services while designing Web Service System, **Content Adaptation Mechanism** which offers adaptive contents on different mobile devices, A QoS-Aware Web Services Selection Scheme which offers efficient internet service selection scheme according to single QoS-aware service discovery and QoS-aware optimization of service composition, respectively, and u-learning portfolio awareness and analysis scheme which collects and analyzes the context variables and can be applied to record the learning portfolio. In addition, during the progress of project, we have published 1 international book chapter, 8 journal papers including 1 SSCI paper and 2 SCI-E papers, 32 conference papers.

Keywords: Ubiquitous Learning, Learning Resources Management, Digital Learning Standard, Assessment, Data Access and representation.

一、前言

無線通訊技術與行動電話功能的不斷創新與改進，已使得行動學習載具成為未來的趨勢。早期的易利信(Ericsson)、摩托羅拉(Motorola)、諾基亞(Nokia)及Phone.com(Unwired Planet)等通信大廠為了實現"網路無線"的架構，於1997年12月成立無線應用協定論壇(WAP Forum)，提出了WAP(Wireless Application Protocol)無線應用軟體協定，該應用協定主要是為數位行動電話(GSM)與其他無線終端機裝置(PDA、IA等)，提供無線通訊與資訊服務，並執行Internet網路存取服務的開放標準。WAP所使用的協定類似HTTP的Internet協定，但主要針對無線通訊設備所開發的，因為無線通訊設備頻寬有限、螢幕也較小，因此需要制定專門的協定來支援。只要行動電話能支援WAP，就可以經由無線通訊網路存取網際網路資源，更可以透過行動電話在戶外進行各項交易。

隨著寬頻和無線網際網路技術的迅速擴展，各種內建(embedded)和隱藏(invisible)的無線通訊裝置以及軟體組件(software components)技術也逐漸成熟。這樣的趨勢，不僅為我們的日常生活帶來便利，更提供多元化的應用層面，讓許多人可以隨時隨地且無間斷地透過網路，來使用數量龐大且多樣化的功能物件[46]。這樣的網際網路使用環境，學者稱之為無所不在的計算環境(ubiquitous computing, u-computing)。u-computing系統的裝置必須在變動的環境中能夠自動與其他裝置交替運作；而要有自動交替運作的功能，必須運用可以隨著環境改變特性與功能的通訊元件[47]。當移動或有新的組件加入時，自動化交替運作組件可在不中斷操作的狀態下變換原搭配組件，而不需要安裝任何新的軟體或調整參數[50]。u-computing的另外一個特性，是使用具感應能力(sensors)的無線通訊裝置，以隨時獲得學習者的狀態，並提供適當的協助與導引；這個特性稱為情境感知(context aware)。

在這樣的電腦使用環境中，使用者能夠無間斷地在行進中獲得各種網路及電腦資源。例如，當需要無間斷地使用進行視訊會議時，系統會立即定位出必要的功能物件(functional objects)(例如距離最近的CCD照像機或顯示器等)。如果用戶必須在辦公室內移動，設備(application)必須根據用戶背景(context)無間斷地改變裝置以繼續視訊會議。並且當網路或者裝置狀態出現變化(例如用戶從具有100Mbps LAN的桌上型電腦轉移到具有802.11 wireless LAN的PDA)，系統也需要找尋額外的轉碼功能程式，以適應新的網路或裝置狀態。

由於u-computing及行動學習載具技術的進步，資訊及教育的學者已逐漸注意到u-computing環境對於未來數位學習可能帶來的衝擊。在無線通訊設備進步到可以隱藏在各種器具之中，並具有感應各種環境參數(例如溫度、溼度、物體接近)及計算與儲存功能的同時，RFID(Radio Frequency Identification)等通訊技術更可以使系統辨識行學習者所在的位置及移動的情形。在這些有利的軟硬體技術的成熟之下，無所不在的學習(ubiquitous learning, u-learning)的構想已逐步成為可行的新的學習方式。

從系統設計者的觀點來看，實體整合(physical integration)與自動化交替運作(spontaneous interoperation)是u-computing系統的兩個主要特點[47]。實體整合指的是u-computing系統整合了電腦功能與真實世界的物體，例如一個電腦化的咖啡杯，除了具有原本的功能外，同時具有感應、程序化及網路的元件，可傳遞需要的訊息(裝滿程度、杯子位置高度)[48]；因此，透過杯子本身的功能，系統可獲知杯子擁有者的狀態。另外像u化的會議室可能包括各種u化的辦公家具，例如可偵測狀態的座椅、可自動記錄內容的白板、可自動感應個人數位化裝置並啟動的投影機[49]；這些u化的裝置會依據與會者所在位置，例如坐在桌子前或站在白板前，提供適時的服務[51]。因此，本計劃構想的u-learning情境與特性，與傳統的m-learning有很大的不同(參考下表)：

傳統的 m-learning 環境(行動學習)	本計劃規劃的 u-learning 環境
系統經由學習歷程資料庫來瞭解學習者的狀態	系統不僅經由學習歷程資料庫，另外透過感知學習者在真實世界的所在地點、個人與環境情況，來瞭解學習者的狀態

學習者經由無線網路使用系統	系統根據學習者背景主動提供個人化服務
在學習歷程中記錄線上學習者行為	學習歷程中不僅記錄線上學習者行為，同時也記錄真實世界中學習者的行為與環境資訊
系統基於學習者資料與資料庫中的線上行為提供協助	系統基於真實世界中學習者與環境的狀況，在正確的時間地點提供正確的協助
系統僅在特定的地點使用特定學習載具提供無線電上網學習；學習地點或學習載具的改變將造成學習中斷	即使學習者的地點與環境改變，系統仍可隨時隨地提供學習，並在必要時由不同系統（包括載具及網路）交替執行而不中斷學習過程
學習者往往需要依不同的行動裝置安裝驅動程式或軟體。	系統主動調整主題內容，以符合不同行動裝置的功能。

二、 研究目的

無所不在的學習模式(Ubiquitous Learning, U-Learning)(亦稱U化學習)能根據學習者的當前學習情境，在考量到人、事、時、地、物(Who, How, When, Where, and What)的5種學習情境參數模式下，來提供學習者更多的學習功能與服務，已成為最新穎與前瞻的網路學習模式與研究議題[1][2][3][4][5][6][7][8][9][10][11]。在U化學習模式中，使用者所持的裝置為具有可在變動的環境中自動與其他裝置交替運作功能的通訊元件 [12]。此外，U-Learning的情境感知(Context-aware)特性，可利用具感應能力(Sensors)的無線通訊裝置，來隨時獲得學習者的狀態，以提供適當的協助(Assistance)、導引(Guidance)與服務(Service)，因此，U化學習是移動性(Mobility)、情境感知(Context-aware)與學習服務(Learning Service)3者兼具的學習模式。然而，在U化學習模式中，如何有效的提供學習者無所不在與情境感知式的學習與服務，所面臨的問題，將遠比在傳統網路學習與行動學習環境中還要多，因為其所要處理的對象不再僅止於固定的資料與學習者，而是隨時皆在變動的空間、資料與學習者間的多維度關係。且如何有效的在教與學的過程中運用這樣的環境資源，是一個值得探討的問題。

因此，針對 u-learning 環境中資源管理、資料存取與評量策略等相關研究主題，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 u-learning 測驗與評量系統之建置與應用**、**子計畫2：u-learning 環境中學習資源管理系統架構之研究與應用**與**子計畫3：u-learning 環境中資料存取與呈現技術之研究與應用**。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，3個子計畫的研究成果分別說明如下：

- **子計畫1—智慧型 u-learning 測驗與評量系統之建置與應用：**為了實現各種 u-learning 環境下的測驗與評量策略，規劃與建立一套智慧型 u 化測驗與評量系統。該系統利用**情境感知互動介面**來蒐集無線感應裝置對學習者情境感知的資源與透過**u 化測驗與評量知識擷取系統**來擷取教師與專家在 u-learning 環境中的測驗與評量知識，以建立 u 化測驗與評量策略庫。再運用**測驗與評量系統**來依據**u 化測驗與評量專家系統**分析學生學習情境而決定之評量策略，來選擇適當之 u 化測驗題目。並利用子計畫2所規劃之學習資源表示格式來建構題目與課程。
- **子計畫2—u-learning 環境中學習資源管理系統架構之研究與應用：**提出**整合學習平台參考架構 (Integrated Learning Platform Reference Model, ILPRM)**，其基於教材標示語言(TMML V1.5)，針對 U 化學習環境中各項學習資源之描述需求，整合與延伸國際

標準 QTI、SCORM、LD，以有效支援 U 化學習所需的教學活動設計以及課程與試題資源之描述。亦提出**框架式知識為主的互動與學習活動模型(Frame-based Interaction and Learning Model, FILM)**，以支援有效規畫與重複利用 U 化學習服務，進而規劃與建置 U 化學習課程與環境。子計畫 2 所發展的學習資源表示格式與 U 化學習活動模型將可提供給子計畫 1 與 3 使用。

- **子計畫 3—u-learning 環境中資料存取與呈現技術之研究與應用**：發展同儕式網路個人搜尋與註記系統模組來提供有效率地管理，分享與使用個人化知識以及找尋想要之資訊；**調適性網路服務規劃系統**來協助使用者規劃 Web Service 系統時所需之流程服務；**內容調適機制**來提供調適內容以呈現於不同之行動載具上；**一個具 QoS 考量之網際服務挑選機制**針對單一任務多重服務，及多重任務多重服務的使用環境來提供有效率的網際服務挑選機制；以及**無所不在學習歷程感知與分析機制**來收集與分析學習情境因子，並應用於學習流程中去支援學習歷程的記錄。其利用子計畫 2 研究成果來規劃學習資源與服務架構，並將子計畫 1 之 U 化學習評量活動有效地呈現在 U 化學習載具與環境中。

三、 文獻探討

此章節將針對本計畫研究內容相關之參考文獻進行說明與介紹。

3.1 數位學習標準 SCORM、QTI、LD

現有的題庫系統因為沒有統一的標準格式，因此各系統間不能有效的互相共用試題資源，導致了重複的試題開發，浪費了大量的人力物力，且使得題庫無法得到廣泛的普及。此外，因無法得到廣泛的使用，使得題庫的修訂和校正缺乏完善的資料基礎，因此難以提高整個題庫資料的品質。因此，為了使各學習系統中之試題資源亦可達到和網路教材一樣可以具有互操作性、長期性、可獲得性、可擴展性和可重用性等特性。因此，IMS 組織便制定的**[問題與測試互操作性(Question & Test Interoperability Specification, QTI)]**標準規範[27]。此規範主要在解決目前試題資源的獨享性和缺乏開放性等問題。IMS 定義了一試題資料的表示模型，該模型為 QTI 互換模型提供了題庫中內容的表現形式和內容的組織方法，即為如何對已有的內容進行組織描述。

SCORM(Sharable Content Object Reference Model)[23]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(Learning Management System, LMS)，可以分享所開發設計的學習教材，達到重複使用的目的。SCORM 基本上遵循 IMS 教材標準定義，依據 IMS 訂定之 Metadata，可將網路教材包裹成可分享教材元件。SCORM 最重要的概念在於可分享教材元件(Shareable Content Object, SCO)，共有教材資產(Asset)、共享教材元件及教材包裹(Content Packaging)。一個課程可以有許多的 SCO 教材元件。而一個 SCO 可由一個以上的實體教學教材檔案組成，如影像檔、聲音檔等，每個實體教學教材檔案都有自己的 Metadata 描述。而 SCORM 2004 所提出的 Sequencing & Navigation (S&N)[44]主要在規範系統如何呈現學習內容(Learning Content)給使用者學習的學習順序(Sequencing)，系統可以根據不同的學習情況，來提供不同的學習內容與不同的學習導引順序。

IMS 所公佈的**學習設計規範(Learning Design Specification, LD)[28]**，最初由荷蘭開放大學(Open University of the Netherlands, OUNL)所提出，稱為 EML (Educational Modeling

Language)。此規範考量到教學時所參與的角色、活動、時間與工具等，因此可支援線上學習情境中所要使用的許多不同教學法。LD提供從最簡單到較複雜的的學習活動設計，共分為A、B與C三個不同層次。教師或教學設計者可以利用LD規範來規劃與設計想要的教學活動，並利用支援LD標準之學習系統來進行線上學習，系統將會根據所規劃的學習活動來實施和導引學習者，以依據老師的規劃來完成指定的教學活動。

3.2 數位學習標準整合與擴充

在數位學習標準的整合與擴充相關研究上，Amorim等 [29] 就提出以本體論來呈現IMS Learning Design (IMS LD) 標準，並使用meta-language來描述學習設計流程主要的元素。研究中主要為解決實作IMS LD概念模型時的表達限制性，在知識層次上使用了Protégé建構了一個本體論，此外還提供OWL語意網路的標準語言與一套First Order Logic的關聯描述原則。透過這項研究，他們解決了不同IMS-LD based系統間的教學設計互通性問題，提供在程式語法層面，與教學流程設計上最佳化的用法。Colin等在 [30] 指出IMS LD數位學習標準，應該提供在教學設計與學習內容、學習物件間關係之彈性定義。他們建議以發展本體論來增強現今IMS LD數位學習標準，將可增進教學設計與學習內容的可再利用性。首先為了增加教學設計可再利用性的層次，其發展了在學習物件與物件間的相關脈絡的一個概念模型。接著創作一個基於IMS Learning Design Information Model的語意網路本體論—稱為學習物件脈絡本體論(Learning Object Context Ontology, LOCO)，來表達它。之後並使用了EU ProLearn NoE定義的學習內容結構稱為ALOCOM本體論。以概念模型為基礎，接著確認並具體指明在本體論中類別的關係。透過這些對應連結，他們並做了可能的使用案例與優勢討論。由這些研究中發現，以本體論處理相關標準欄位中的語意問題已有許多討論。然而，這些研究中，多以系統平台實做面的角度進行討論，非從教學設計的需求面進行分析，因此針對本論文需要的完整教學活動設計、教材資源描述與教學測驗評量的標準平台，以上所述之研究尚未完全探討到。

3.3 標準設計原則與評估指標

在數位學習標準評估相關研究中，[31]一文闡述設計標準的原則與是否合乎國際標準發展原則的指標。另外在「網路學習標準的分析與比較」之研究中 [32]，採用貝爾德比較研究法(Bereday's Comparative Method)比較網路學習標準間的差異，依序以描述(Description)、解釋(Interpretation)階段，分析網路學習標準蘊含的意義，接著在並列(Juxtaposition)階段，將網路學習標準擬訂四個向度：教材(Content)、學習者(Learner)、測驗(Quiz)與平台(Platform)，依向度內涵分列數個評估指標，將各標準的要點歸入其中進行比較。然而其比較對象僅止於國際數位學習教材資源部份的標準，對於國內自行定義之TW LOM[33]與規範教學設計層次的IMS LD[28]並未加以探討。因此，本論文將沿用其評估指標與研究結果，並加入TW LOM、IMS LD以及本論文所設計之整合型數位學習參考架構，一併參考比較。

3.4 U化學習環境

Brown et al[52]認為，學習如果與情境脫離而成為單獨的事件，所產生的知識將無法對學習者發揮明顯的作用；因此，學習的情境必須是能反應學習者學習某個概念或經驗的實際環境。針對這些想法，許多學者指出，學習者長期處在某個真實的情境中(教室內或教室

外的真實現場)跟隨一位或數位教師(或專家),除了可以深入觀察、模仿師傅的經驗與行為外,也有機會經驗完整的情境脈絡,從中被誘發出感興趣的事物,進而建構學習經驗,發展出新知識與技能的架構 [52][53][54]。近年來,由於可攜式裝置(包括Tablet PC、Pocket PC、PDA 或是任何可以裝載數位資訊內容的輔具或裝置)技術日漸成熟,Tatar等學者提出「無所不在的運算」(Ubiquitous Computing)的概念,認為裝置輕巧、功能強大的網路及通訊元件將變得無所不在;而這些科技的導入,正提供了一個實現在真實的情境中提供個人化學習指導的契機。

從系統設計者的觀點來看,實體整合(physical integration)與自動化交替運作(spontaneous interoperation)是u-computing系統的兩個主要特點[47]。實體整合指的是u-computing系統整合了電腦功能與真實世界的物體,例如一個電腦化的咖啡杯,除了具有原本的功能外,同時具有感應、程序化及網路的元件,可傳遞需要的訊息(裝滿程度、杯子位置高度) [48];因此,透過杯子本身的功能,系統可獲知杯子擁有者的狀態。另外像u化的會議室可能包括各種u化的辦公家具,例如可感知狀態的座椅、可自動記錄內容的白板、可自動感應個人數位化裝置並啟動的投影機 [49]:這些u化的裝置會依據與會者所在位置,例如坐在桌子前或站在白板前,提供適時的服務 [51]。

從使用者的觀點來看,每個人在ubiquitous computing的環境中可以隨時隨地利用公眾場所中任何內建的電腦。使用者只要攜帶任何具有無線網路科技的裝置即可連上網路。此外,不僅使用者可以自行連上網路,環境中已內建的電腦也可以辨別使用者的行為並依據使用者的狀態、行動裝置的功能、網路頻寬等提供各樣的服務。經由ubiquitous computing technologies提供給使用者適當的選擇或替代的方案是可以被實現的。亦即ubiquitous computing technology-equipped system經由自動感知使用者背景後所產生的結果來提供給用戶即時且有效的協助。

u-computing環境的情境感知(context aware)特性使系統更瞭解真實世界中使用者的狀態。Cheng等學者[55]於2005年提出u-learning 提供服務時所需的四個步驟:(1)針對每個學習者設定對學習行為的教學要求(2)感知學習者的行為(3)比較學習行為與教學需求(4)提供個人化的協助。因此,u-learning環境的特點如下:

- (1) 情境感知:u-learning環境具備對學習者的情境感知或地點感知(Location aware)的能力,即學習者個人的情況或周圍環境的狀況可被系統所感應。
- (2) 學習者歷程記錄:u-learning環境可主動地在正確的時間及地點提供正確的個人化協助,其分析的資料內容包括真實世界中個人與環境的狀況、學習者的基本資料(profile)與學習歷程資料(learning portfolio)。
- (3) 無所不在學習:u-learning環境使學習無間隙,即學習者不會因為位置上的移動而中斷學習。
- (4) 裝置自動化:u-learning環境具備自行調整以適應不同行動裝置或裝置改變的功能。

在過去的數位學習環境中,對於許多實務的學習(如觀察昆蟲、分析地質、解剖動物、參觀及討論等),學生在真實的學習情境中雖然可以進行真實的演練,卻不易記錄完整的學習歷程,因而無法分析其學習狀態及困難。唯有在實境學習與數位學習整合的全方位學習環境,並結合新的教學策略,才會產生巨大的學習能量。因此,未來必須研究出良好的Ubiquitous 技術整合實境學習與數位學習的應用工具及策略,以達到下列的學習情境與功能[56]:

- (1) 記錄學生在實境學習環境中的學習歷程，以分析學生即時解決實境問題的能力，並規劃個人化的學習進度及實境學習活動。
- (2) 提供實境與數位學習整合環境中完整的教學及活動設計策略，以協助教師在真實學習情境中充分運用數位學習環境的優勢，提高學生實境探索、分析、解決問題的能力，並促成同儕合作。
- (3) 提供學生在實境學習環境中，透過學習社群進行課程內容的討論及問題的求助。對於無人回答的問題，必須透過資訊技術，建立在討論區中提示問題解決方向或給予正確解答資料的機制，並記錄學生在實境學習環境中的討論及解決問題的過程。

提供整合環境中教學元件及學習歷程之標準規範與管理策略。由於實境學習與數位學習的整合將產生更複雜的學習行為描述及學習參數的記錄；因此，必須擴充原有的教學元件與學習歷程標準，以達到未來資源共享與再利用的目標。

在U-Learning相關的應用研究，許多應用位置感知的資訊，透過紀錄使用者位置歷程提供資訊輔助。如[60]提供情境感知的旅遊導覽系統，可以透過使用者位置歷程資訊提供景點推薦與輔助記錄旅遊日記。在[61]則是類似情境使用在研討會中，透過位置與研討會議程資訊，輔助提供研討會參予者場地查詢與導引。另一種u-Learning學習方式是結合RFID辨識技術、位置資訊與學習教材，如[62]是透過校園地圖與植物上黏貼之RFID資訊辨識植物，提供學生類似尋寶(treasure hunt)模式的校園植物教學。Ogata [63]則是透過對學習者間身份的辨識，提供日本語的問候詞禮貌教學。以上之u-Learning應用系統，不外乎透過RFID或GPS技術得到使用者位置資訊，並搭配資訊系統提供教學導引，但是研究中較強調感應器系統應用面的架設，對於學習者本身資訊的儲存、提供學習歷程的資料模式等則較少著墨，因此針對新的教學情境進行系統增建，不易提供好的系統延伸性(Extensibility)。

為了提供好的系統延伸性，因此有些研究從中介層(middleware)的技術進行探討，如Context Toolkit [64]設計了一個元件式的context information架構，使用context widgets, context interpreters 及context servers來提供較常遇到的context轉換與訊息處理。而Contextual Information Service (CIS) [67], HIVE [66] and smart space [65]也是透過middleware設計，將context data與系統計算分開，以提供更模組化的架構。然而這些架構在學習者個人資料的描述上，較缺乏詳細與標準化的描述。在[68]提出了learner ontology 與service ontology的context model，並提出了三種context acquisition技術，來輔助點對點合作是學習系統，這裡透過ontology描述，有針對學習者資訊較多的定義，然而一樣的對標準化的考量也是比較不足的。

四、 研究方法與結果討論

以下針對本計劃第一年度中各子計畫之研究成果作說明與介紹。

4.1 子計畫 1—智慧型 u-learning 測驗與評量系統之建置與應用

「動態評量」(Dynamic Assessment)一詞是由Feuerstein[57]所提出的，之所以稱為「動態」，主要是對於傳統靜態評量的形式無法記錄學生的評量歷程，故無法進一步分析學習者的學習成效，導致無法提供個人化補救教學。而動態評量主要的模式，是由教師以「測驗-介入-再測驗」的形式，表達對兒童一般認知能力或特定學科領域進行持續性學習歷程的評

量，藉以了解教師介入與兒童認知之間的關係，以及兒童認知發展的可修正程度，亦即所能發展的最大學習潛能[59]。同時，「動態評量」可用來診斷造成學習錯誤的原因，進而提供學生學習指引，以進行適當的補救教學。

動態評量突破了傳統靜態測驗時評量情境標準化的要求，主動變化測驗情境，來比較個體認知學習能力的差異，並檢視評量過程，以找尋增進個體學習的有效策略。在動態評量的觀念中，主張排除環境不利因素的影響，允許積極性的協助、主受試之間的互動關係。因此，動態評量的目標不在於過去已有的知識、技巧與能力，而是在於評量其身心成長、認知改變與學習潛能。

動態評量根據許多國內外學者的研究中，可歸納出它在區辨個別差上的三項效益[59]：

- (1) **排除不利個人環境因素的影響**：動態評量在評量過程中，透過指導語說明、作業材料的操作、讚美與鼓勵，使受測者排除環境不利因素的影響，因此在評量中，可較正確評估認知力。
- (2) **辨別相同程度受測能力**：透過動態評量方式，可進一步分辨相同程度的受測者，在獲益力或特殊認知功能方面的差異。
- (3) **學生潛能發展(ZDP，或譯「進側發展區」)**：動態評量涵蓋學習能力及遷移能力兩個層面的評量，藉此評估受測者獨力完成作業與教師協助下完成作業之間的差距，因此協助學生，使動態評量的內涵擴大，讓學生在教學活動中能從事有效的學習。並能提升能力，建立積極的自我概念。

在評量結果的解釋與影響方面，動態評量兼重質、量指數的分析比較，強調個人學習進步的程度，不同於靜態評量強調量化的結果及與同儕之間的競爭。然而，雖然動態評量對受試者在學習上有很好的參考價值，其評量過程頗為費時；因此，如果有效的藉由資訊與通訊科技，有效率的對學生進行個人化的情境察覺與回饋，是一個相當可行的方式，而 u-learning 的環境正符合這些條件。故本研究規劃在 u-learning 環境評量系統中，結合動態評量(Dynamic Assessment)-「測驗-介入-再測驗」的方式，改善以往只著重結果的測驗，透過動態評量的指引及補救教學能真正發揮評量本身的診斷及引導學習的功能。u-learning 動態評量之流程如圖 1 所示。

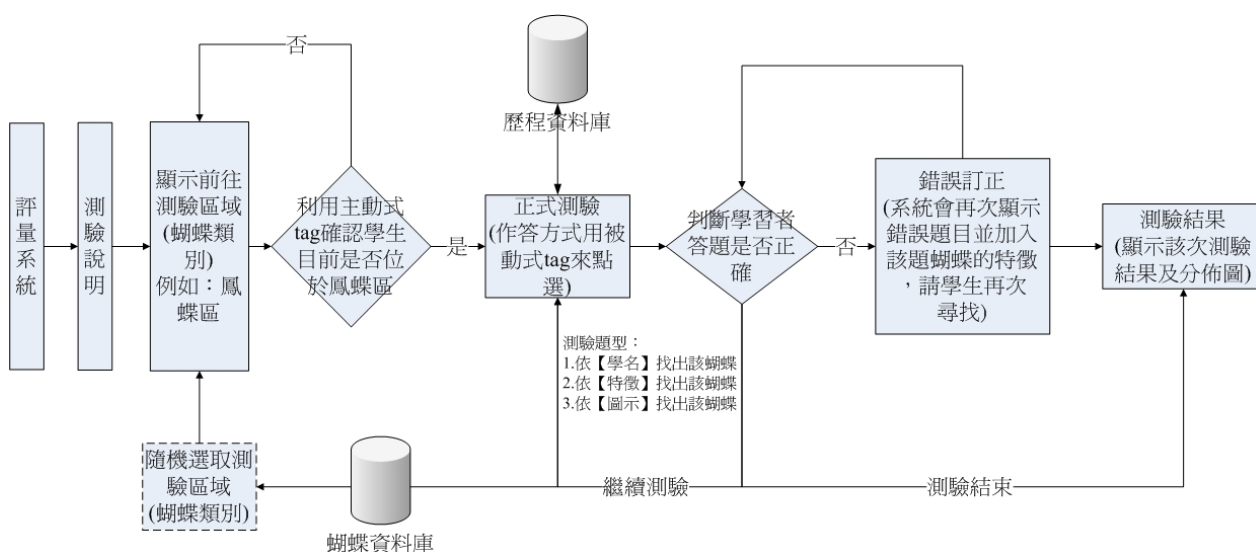


圖 1: 蝴蝶本位課程之 u-learning 動態評量系統流程圖

為了改善以往測驗試題，且符合u-learning實境教學的精神，我們將測驗試題做了初步的整合與說明，並結合蝴蝶本位課程導入u-learning，系統大致規劃成三種測驗試題，詳細說明如下：

- (1) **蝴蝶學名辨識測驗**：在真實情境中，使用者透過手持裝置PDA在蝴蝶標本區中，找尋系統詢問蝴蝶學名的蝴蝶所在標本區中的位置(如圖2所示)，當受測者答錯該題答案時(答案：大紅紋鳳蝶，特徵：前翅無斑紋、後翅尾部有突起及突起處有紅點)，此時系統會依動態評量的方式，提示該蝴蝶的特徵圖示(如圖3所示)、文字及影片等讓使用者選擇並進行答題，若使用者還是答題錯誤時，此時，我們就會將正確答案顯示供使用者學習如圖4所示。
- (2) **蝴蝶特徵辨識測驗**：由於臺灣素有蝴蝶王國的美名，而世界上的蝴蝶又有各式各樣的種類；因此，蝴蝶間相似度甚高，若不仔細觀察可能會照成蝴蝶辨別的混淆。所以，在u-learning評量系統中我們又將蝴蝶特徵測驗方式細分成兩種：
 - 文字特徵詢問(如圖5所示)：系統顯示該蝴蝶特徵之文字敘述，讓受測者根據系統上的線索找出相符的蝴蝶(如圖6所示)。
 - 細部圖示特徵測驗(如圖7所示)：系統僅顯示該蝴蝶主要的特徵，讓受測者根據圖片所顯示的蝴蝶細部特徵，找出該蝴蝶種類(如圖8所示)。

而蝴蝶特徵測驗的方式，猶如偵探遊戲般的有趣，不僅能測驗出受測者對蝴蝶程度上的瞭解，更培養受測者在實境評量中的洞悉能力。



圖2.蝴蝶學名式測驗



圖3.答錯細部特徵提示



圖4.答題錯誤更正顯示

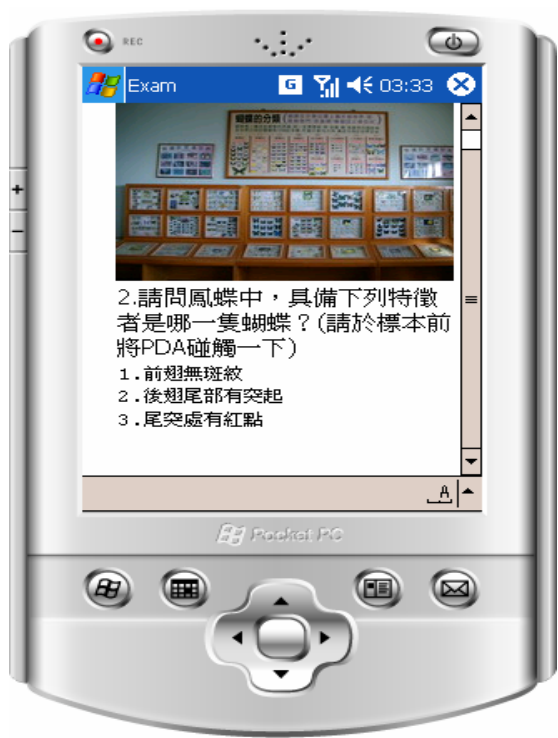


圖5.蝴蝶特徵式文字測驗

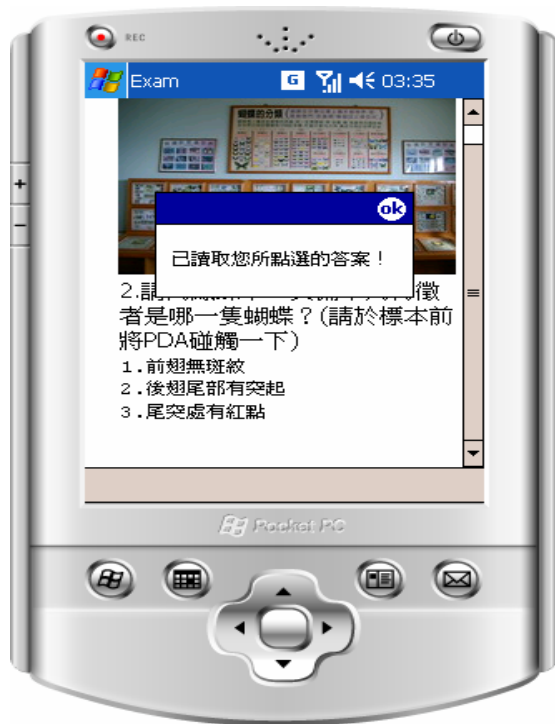


圖6.受測者點選標本的答案



圖7.蝴蝶細部特徵圖示測驗

(3) **蝴蝶圖示(照片)測驗**：此種測驗方式結合了模擬測驗中，由於照片可能失真，所以評量中不單只是做傳統選項的測驗，而是結合u-learning環境讓受測者找出實境中蝴蝶的美麗身影(如圖9所示)，讓學習不在只是靜態或模擬的情境，也能培養在實境中受測者的辨識能力。



圖8.受測者點選標本的答案



圖9.顯示蝴蝶圖示(照片)測驗

在 u-learning 環境中，動態評量系統提供的引導式評量，將測驗結合實境互動與觀察，使得評量不再只是著重測驗的結果，而是讓受測者真正展現在實際環境中的解決問題能力。本研究透過在蝴蝶標本展示區的實際測驗、觀察與學習，將能提昇學習者於戶外觀察蝴蝶的能力。

4.2 子計畫 2—u-learning 環境中學習資源管理系統架構之研究與應用

(1)整合學習平台參考架構 (Integrated Learning Platform Reference Model, ILPRM)

在U化學習環境中，常需搭配課程設計、豐富的教材資源與測驗評量等的設計，以支援各種複雜的教學設計，且不同的智慧型學習系統間，亦需有一致的學習標準，以使各式學習資源可在不同系統間分享、再利用。然而檢視現有的相關國際標準做為實作的參考，因缺乏有效整合，故無法有效支援U化學習所需的教學活動設計與資源描述。故為了能更完整描述U化教學設計，本計劃提出以本體論的方法[34]分析教學設計包含的概念與互相間溝通的關係，導入並整合了IMS LD、ADL SCORM及IMS QTI等國際數位學習標準，依實際教學資源描述之需求，提出整合溝通機制，並為本土性用法與教育定義之需求進行擴充，來規劃與設計一個可有效支援U化學習之整合型數位學習參考架構 (Integrated Learning Platform Reference Model, ILPRM)。此架構之設計，主要提供一個教學設計裡所需要涵蓋的教學活動、學習物件與測驗試題之整合的描述機制。本計劃並實際依ILPRM之規範與架構設計出一個以第二次世界大戰為主題的歷史神入數位學習教學單元，透過該學習單元的評估 [35]，以及與多個主流之數位學習標準比較 [32]，發現所提出之ILPRM確實具有良好的描述力、可與國際數位學習標準的相容性，以及對U化學習環境之教學設計的支援性。

應用本體論方法於標準整合：本計劃首先並參考美國教育心理學家格拉塞的通用教學模式裡提到的教學成分[45]，有系統的對每個標準有討論到的元素與欄位進行探討，利用本體論方法來建構數位學習的教學計畫本體論架構(如圖 10 所示)，以定義其各元素間之明確關係。

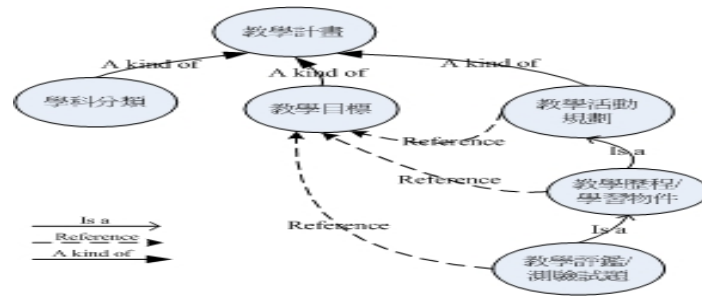


圖 10: 教學計畫本體論

由教學計畫本體論顯示，教學設計者的教學計劃包含學科分類、教學目標、教學活動規劃、教學歷程與教學評鑑等五個概念，概念間並有三種關係：A Kind of、Is a 與 Reference。藉此本體論闡述教學計畫與現有數位學習標準 IMS LD、ADL SCORM 與 IMS QTI 所描述的內容(如表 1)。其標示現有的部分需進行整合，標示延伸的部份須依需求進行欄位細節定義，標示修訂部份則須依實際需求進行欄位修改。

表 1: 教學計劃概念與應用標準對照表

概念名稱	可應用之數位學習標準定義	修訂動作	說明	
教學計畫	IMS LD、ADL SCORM與IMS QTI	整合	IMS LD提供將教學方法(method)與學習元件(component)分開的概念，在此使用與其相容之定義整合學習物件與測驗試題。	
學科分類	一般註錄	直接採用		
	主題分類	無定義	採圖書分類法進行修訂分類標籤定義。	
	學科分類	IEEE LOM定義不完備	延伸	IEEE LOM教育特性(Educational)類別之教材適用狀況教材適用狀況(Context)欄位中僅可粗略將教材依School、Higher education、Training與Other歸類，不夠完備，因此本論文採國內學科分類規定進行延伸修訂。
教學目標	內容概念	無定義	新增	IMS QTI 雖有主題(topic)的標籤定義，但IEEE LOM卻無欄位可與之呼應，兩者對教育用法上的教學目標也無法描述，因此，本論文採教育理論及教學目標分類修訂教學目標標籤定義，並順應本土用法，採教育部公布的「教育部九年一貫課程能力指標」作為的能力指標註錄規範。
	行為目標	無定義	新增	
	能力指標	無定義	新增	
教學活動規劃	IMS LD	整合	IMS LD以屬性(property)與條件(condition)控制學習歷程的進行規則，其屬性(property)會隨學習進行狀態維護其變數值，本論文提出其搭配學習物件之活動設計方法。	
教學歷程/學習物件	ADL SCORM	整合	學習物件雖有物件後設資料描述，但其學習活動描述與試題細節描述之不足，將透過標準之整合來彌補。	
教學評鑑	IMS QTI 定義不完備	修訂、整合	透過修訂 IMS QTI，明定各種題型之描述與提供測驗的評鑑方式銜接教學活動之溝通用法。	

結構之整合與詮釋資料之延伸 (Structure Integration and Metadata Extension): 依本體論相關概念及其中的階層性(Is a)的關係，搭配各標準原本之設計特性將整個教學結構分為 (1) 教學活動規劃、(2)學習物件與 (3)測驗試題三層，分別對應到 IMS LD、ADL SCORM 與 IMS QTI 標準間之階層關係。為達到教學設計中所需之概念呈現，在學科分類裡參考現有圖書分類方法，延伸出細部的中日主題分類與英文主題分類。教學目標部份依測驗評量之

需求，延伸出細部學習概念、教育目標與能力指標之描述。並將學科分類與教學目標中依需求延伸之概念(A kind of) 關係，轉換成標準裡詮釋資料的細節擴充定義。如下圖 11 所示。

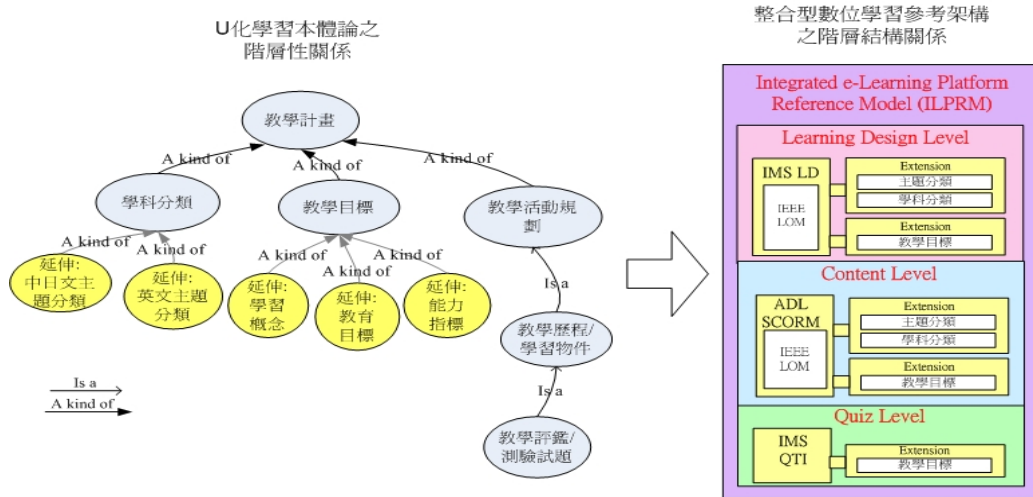


圖 11： 整合型數位學習參考架構 (ILPRM) 之階層性結構

行為模型之整合(Behavior Model Integration): 除結構性整合之外，當教學活動在進行狀態時，各標準間的動態屬性間如何溝通也是整合的重點之一。如圖 12 透過本體論首先可分析出，教學活動、學習物件與測驗試題，都需參考到教學目標來進行。因此對應到標準的整合部分，各標準間皆定義了動態屬性標籤，如果各標準間在教學目標裡設定相同教學概念或相同能力指標，則同步標準間動態屬性的欄位值，即可在教學活動進行時，讓教學活動設計與學習物件、測驗試題物件互相溝通。

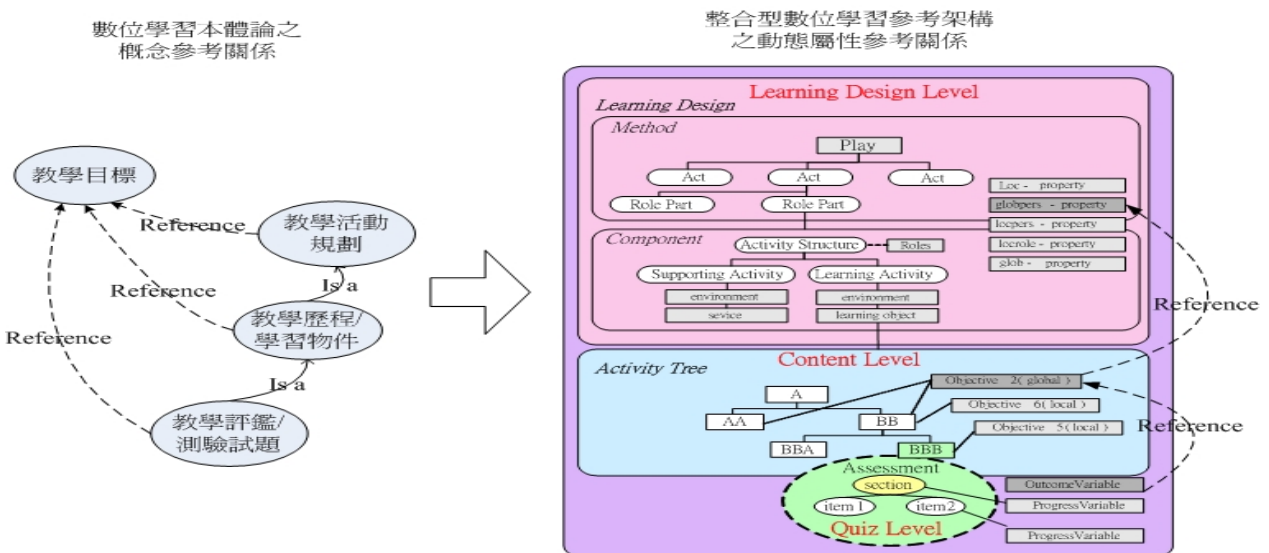


圖 12. 整合型數位學習參考架構 (ILPRM) 之動態屬性溝通

綜合以上所述，在各類標籤定義的延伸設計，與這三層標準間動態關係之整合，即為本 ILPRM 架構設計的兩大重點。

整合型數位學習參考架構 (Integrated Learning Platform Reference Model, ILPRM):

(1) LOM詮釋資料學科類別 (Category) 之延伸: 以此類做為與國內分類本土化用法與定義之接口, 引用「中國圖書分類法」[36]與美國「國會圖書館分類法」(Library of Congress Classification, LCC)[37]做為分類細目規劃。

(2) LOM 詮釋資料教學目標標籤定義(Pedagogy)之延伸: 教學目標標籤細部定義, 其可分為: (1) 學習概念(Concept)、(2) 教育目標 (Educational Objectives Taxonomy) 與 (3) 能力指標(Competency Taxonomy)之標籤定義。以支援測驗物件、學習物件、學習設計之教學目標設計能夠相互呼應, 達到明確的在教學實務中, 呈現評量與課程, 與學習設計之關係, 提供教學設計者及教師更完善的教學計劃, 以及更縝密的學習評量與診斷, 以真正提供學習者適性化之教學, (如表 2 所示)。

表 2: ILPRM 教學目標標籤定義

類別		說明
1	學習概念(Concept)	教學計劃中相關學習活動之學習概念名稱與說明。
	1.1 概念權重 (Concept Weight)	教學計劃中相關學習活動之學習概念間之相關權重。
	1.2 概念順序關係 (Concept Relevance)	教學計劃中相關學習活動之學習概念彼此間之順序關係。
2	教育目標分類 (Educational Objectives Taxonomy)	由於歷史神入之教學模式著重在探討學習者的知(Know)與思考(Think) 之行為, 因此目前採2001年所修訂之布魯姆(Bloom)[25] 認知領域教育目標分類(A Taxonomy for Educational Objectives), 未來此分類還可再行擴充, 以支援更多元教學模式所需之教育目標分類。
	2.1 認知歷程向度 (Cognitive Process Dimension)	認知歷程向度分為六大向度: 2.1.1. 記憶(Remember) 2.1.2. 了解(Understand) 2.1.3. 應用(Apply) 2.1.4. 分析(Analyze) 2.1.5. 評鑑(Evaluate) 2.1.6. 創造(Create)
	2.2 知識向度 (Knowledge Dimension)	知識向度分為四大向度: 2.2.1. 事實知識(Factual Knowledge) 2.2.2. 概念知識(Conceptual Knowledge) 2.2.3. 程序知識(Procedural Knowledge) 2.2.4. 後設認知知識(Metacognitive Knowledge)
3	能力指標 (Competency Taxonomy)	採用我國的「教育部九年一貫課程能力指標」[28]。

ILPRM 資訊模型之整合 (Integration of Information Model): 參考 IMS Content Package 設計以與現有國際標準相結合, 規劃 ILPRM 資訊模型架構(Information Model)如圖 13.a。第一層 Manifest 是對於學習設計層的描述, 第二層 Manifest 內則是包裝了整合後的內容層之學習物件與測驗物件。各層均包含 Metadata、Organizations 及 Resources 三個 element。而圖 13.b 為 ILPRM 之 PIF 示意圖。

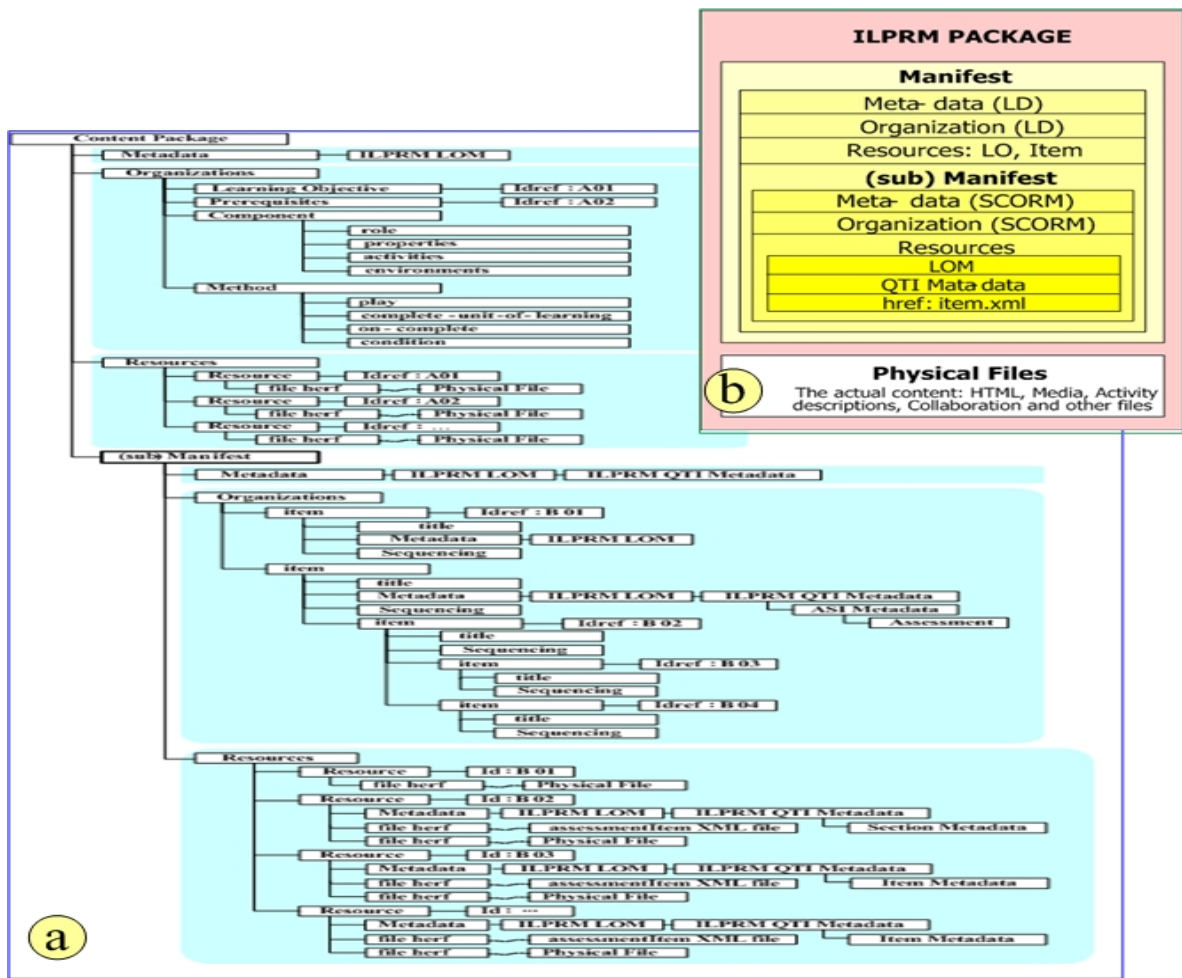


圖 13：ILPRM 資訊模型(a)與 ILPRM PIF(b)

ILPRM數位學習參考架構之可行性驗證：本計劃透過實際設計以第二次世界大戰為主題之課程，以ILPRM之U化學習參考架構規格來完成其內容包裹製作，實證研究以評估ILPRM U化學習參考架構之可行性，及其對於複雜的教學設計與執行之支援性。接著引用「網路學習標準的分析與比較」之評估指標與研究結果[32]，擴充對IMS LD、TW LOM，以及ILPRM之評估，進行多項主流國際數位學習標準之性能比較。圖 14 為基於ILPRM所規劃之第二次世界大戰的歷史教學課程之學習活動設計。

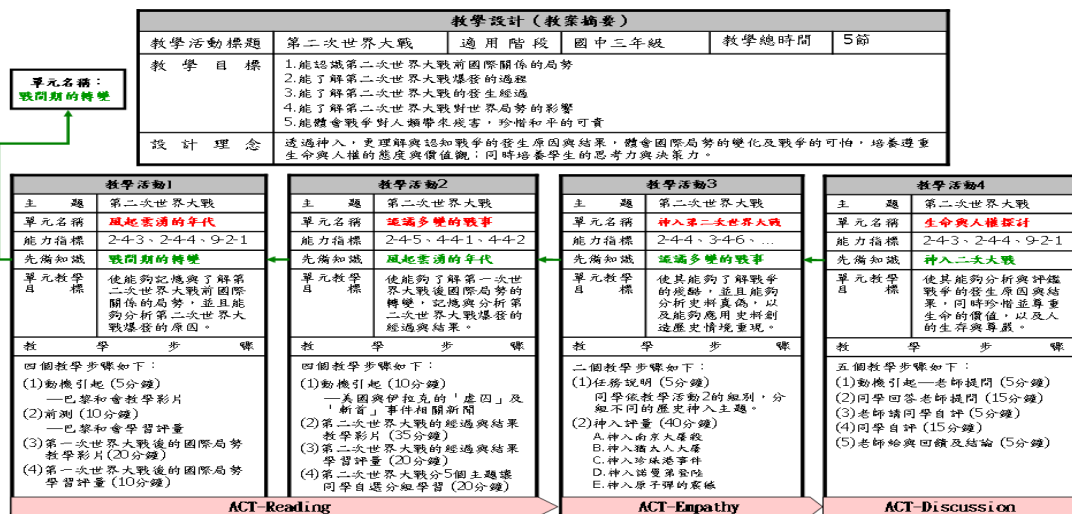


圖 14：教學計畫 - 第二次世界大戰課程架構示意圖

(2) 以框架式知識(Frame)與派翠網路(Petri-Net)為主之模組化架構設計

為了解決 U 化學習中需要考量到眾多系統服務與系統資訊的管理，在此透過 Ontology 的方法來對此領域進行分析管理，提出 U 化物件本體論(Ubiquitous Object Ontology)，將 U 化學習裡底層的元件分為服務(Service)與情境資訊(Context)兩種，如下圖 15 所示。

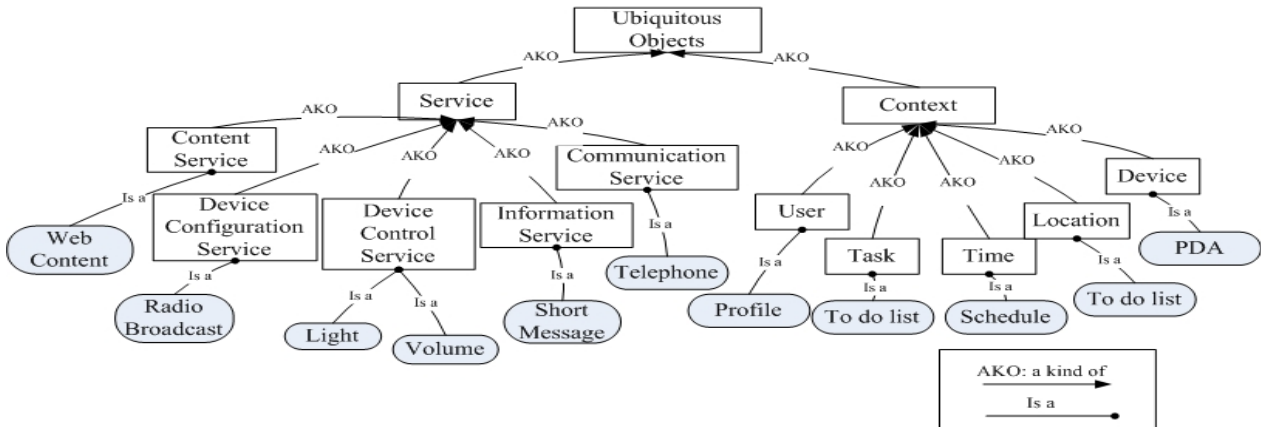


圖 15. Ubiquitous objects ontology

在 U 化學習所提供的 U 化服務中，基本上除了以往數位學習現有的線上教材之外，還須考量前端的學習設備如 PDA 或智慧型手機等。另外一方面則是學習環境資訊(Context)的搜集，透過了解學習環境之人、事、時、地、物等資訊，來提供判斷學習者學習狀態之基本資訊。然而為了提供 U 化智慧(Ubiquitous Intelligence)服務，在此將 U-Learning 環境之建構，視為一個 Real time Expert system 之建構的問題，因此要解決的是：“如何及時的搜集環境資訊，並透過推論判斷學習這學習狀態，提供使用者最適當的學習服務?”。因此提出了框架式知識為主的互動與學習活動模型(Frame-based Interaction and Learning Model, FILM) 如圖 16 所示。

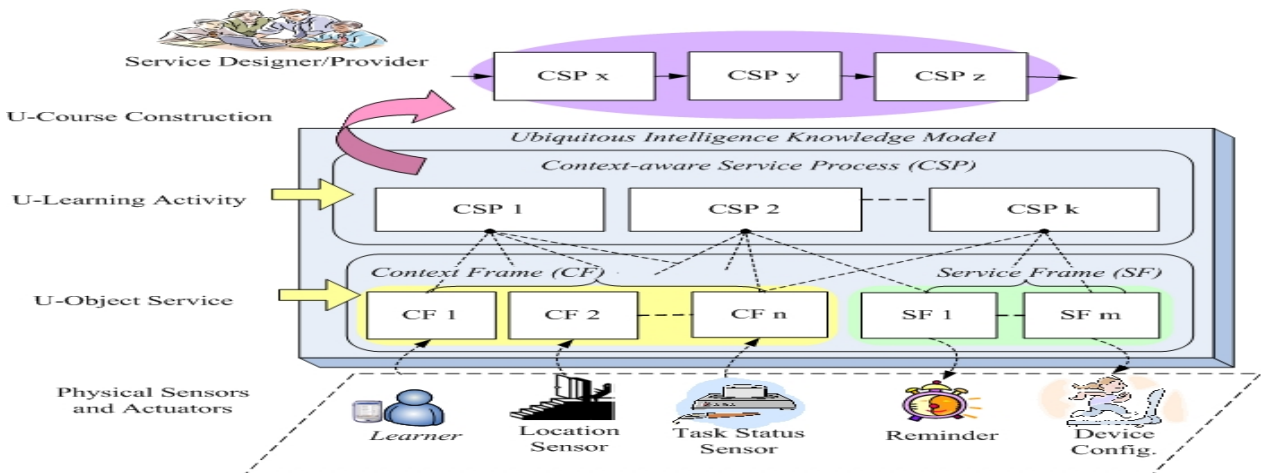


圖 16. The FILM system architecture

FILM 模型透過資料標準化的描述，可以使用框架式知識(Frame)來描述 U-Learning 環境中的 U 化物件服務(U-Object Service)，然後透過派翠網路(Petri-Net)來描述 U 化物件服務間，如何合作進行資訊傳遞與驅動設備提供服務，在透過此模型設計 U 化學習活動(U-Learning Activity)，而後即可重複利用這些 U 化學習服務，來建置編輯 U 化學習課程與環境。FILM 的定義與結構如下。

Definition 1. FILM = (UOF, CSP), where

- UOF = (FN, Rel, P, S)
 1. FN: frame name.
 2. Rel: relations of frames.
 3. P: the stored procedure call.
 4. S: the slots and slot values of the frame.
- CSP = (P, T, Σ , C, A, G, E, I_{init}),
 1. $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ is a finite set of places.
 2. $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ is a finite set of transitions ($P \cap T = \emptyset$).
 3. $\Sigma = \langle SN_i; v_i \rangle$ is the non-empty finite color sets of tokens.
 4. C is color function, where $C: P \rightarrow \Sigma$.
 5. $A \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$ is the union of “Get Value” arcs and “Set Value” arcs.
 6. $G: T \rightarrow \text{Boolean expression}$ is a guard function.
 7. $E: A \rightarrow \text{Expression}$ is an arc expression function.
 8. $I_{init}: P \rightarrow \text{Initialization Expression}$ is an initialization function.

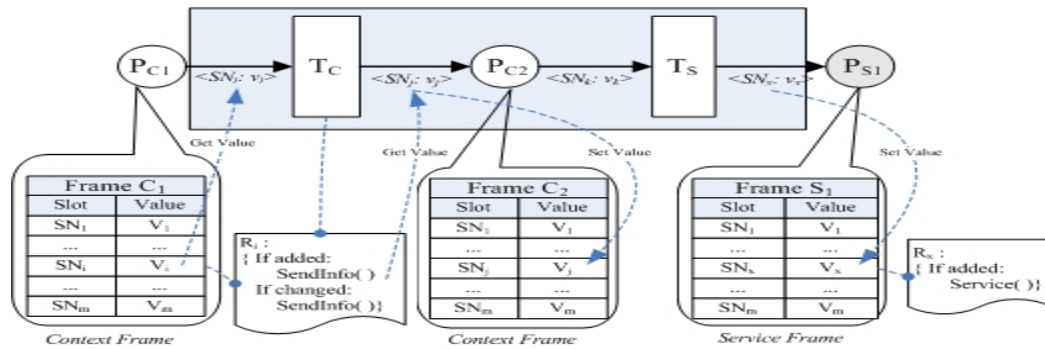


圖 17. The diagram of CSP and its relation with UOF.

透過 FILM 的設計，本計劃規劃出下列幾種常用的情境感知推論模型(參考表 3)，透過這些模型搭配 U 化物件本體論(Ubiquitous Object Ontology)，可以更容易輔助服務提供者依不同的需求設計出適當的 U-Learning Activity。圖 18.a 與 18.b 為利用 FILM 與表 31 模型所規劃設計出之位置感知服務與適性化服務之設計範例。

表格 1. Context-awareness in CSP representation

Context Awareness	CSP Representation	Description
Context Reference		Refer the context P_C to trigger the service P_S
Context Aggregation		Aggregate context source $P_{C1}, P_{C2}, \dots, P_{Cn}$ to P_{Cx}
State Transition		The context status transits between state P_{C1} and P_{C2}
Device Selector		Refer the context P_{C1} to select a service from P_{S1} to P_{Sn}
Adaptive Configuration		Refer the context P_{C1} to trigger the service P_S with an adaptive configuration

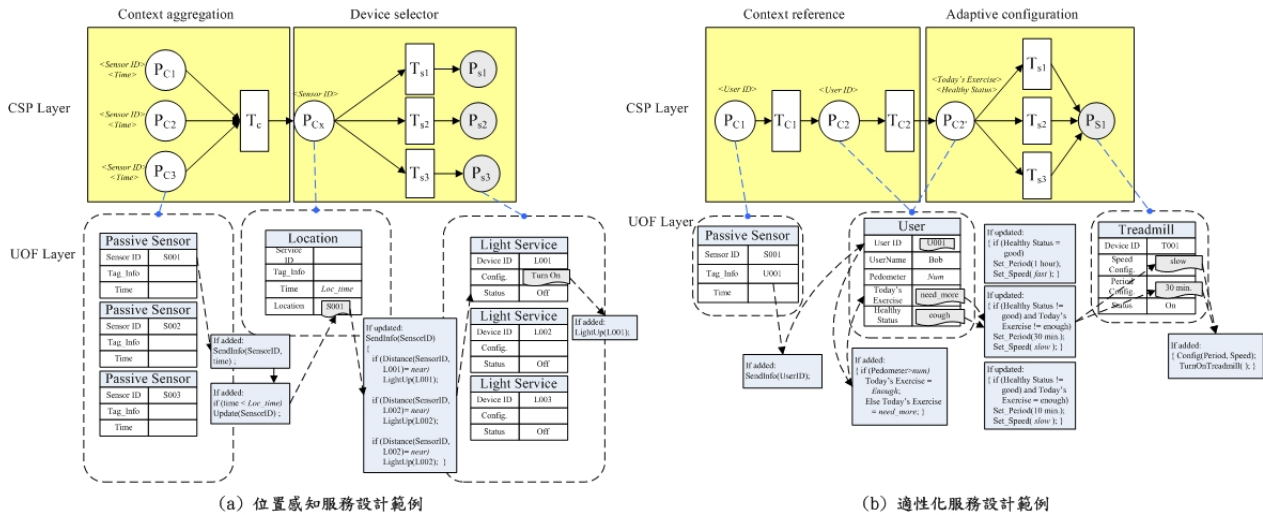


圖 18: The FILM diagram of context aware service(a) and scenario adaptive service(b)

4.3 子計畫 3—u-learning 環境中資料存取與呈現技術之研究與應用

本子計畫第一年度的研究共包含五項成果，詳細說明如後。

(1) 同儕式網路個人搜尋與註記系統模組: 在近年來，同儕式網路(Peer-to-Peer network)應用被廣泛流傳，而且同儕式網路優勢於集中式(Centralized)架構，實現一些延伸的應用架構與特色:非集中式伺服器，強健性(Robustness)避免單一個功能失敗，每一個節點都是獨立性，並且支援可伸縮性(Scalability)接受大量資源與連結節點聚集數量。因為缺乏集中式的控管，每一個系統的複雜與異質性的資源相對會被提高，因此我們決定使用語義(Semantic)技術來解決這些問題。我們提出一個本體論的內容模型(Ontology-based Content Model)來表示個人的領域知識與語義資訊，並且允許我們去處理異質知識領域，甚至針對互相矛盾之意見會有靈活的描述，然後等級模型與本體論的特徵結合起來。我們設計一個同儕式網路(P2P network)個人搜尋與註記系統，讓人們能夠方便去管理，分享，並且以有效率模式重新使用個人化知識。個人化註記(Personalized Annotation)可以被看作一種知識解釋內容，重建概念，並且使資訊擷取變得容易。在這個系統裡，基於語義的個人化註記被選出用同儕式網路改進註記與知識搜尋效能。基於本體論內容模型不僅可以分類個人化的資源與知識使用外，而且用於支援一個改進修正查詢(query refinement)過程，讓使用者能夠找到個人想要的資訊。下圖 19 為同儕式網路個人搜尋與註記系統之系統成果展示。

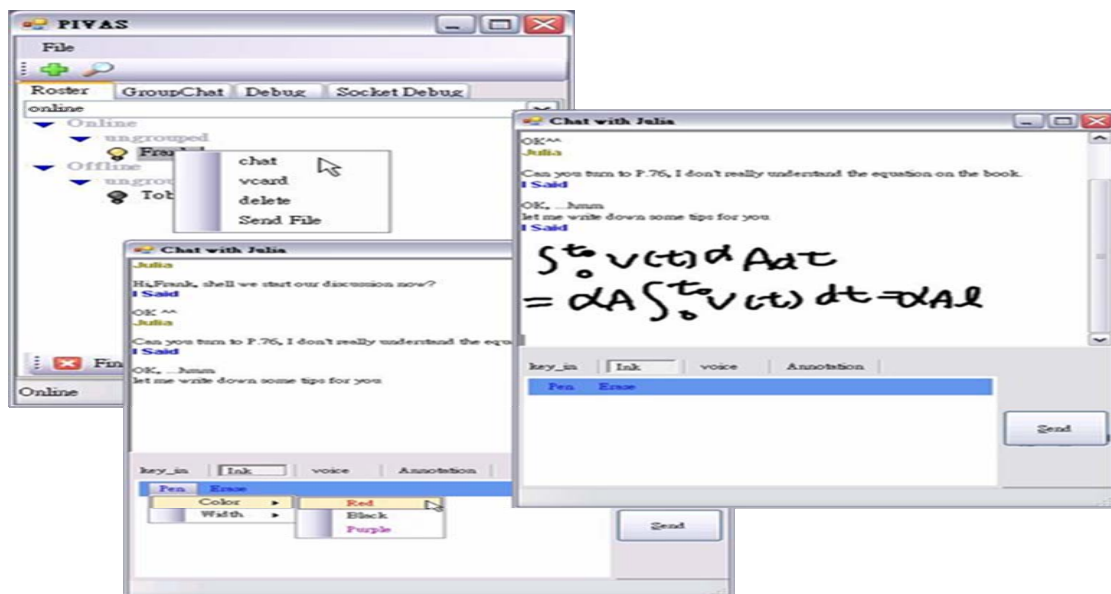


圖 19：同儕式網路個人搜尋與註記系統

(2) 調適性網路服務規劃系統: 當使用者開發一個新系統時, 可透過提出需求來尋找網路上公開的 Web services, 用以支援系統的快速開發。本研究致力於協助使用者規劃系統所需流程, 供其後續實際導入 WS 使用。本系統以人工智慧、規則式專家系統、本體論、工作流程模型等技術為基礎, 研發出自動替使用者規劃出可行的網路服務流程。下圖 20 為自動化網路服務流程規畫之系統成果展示。

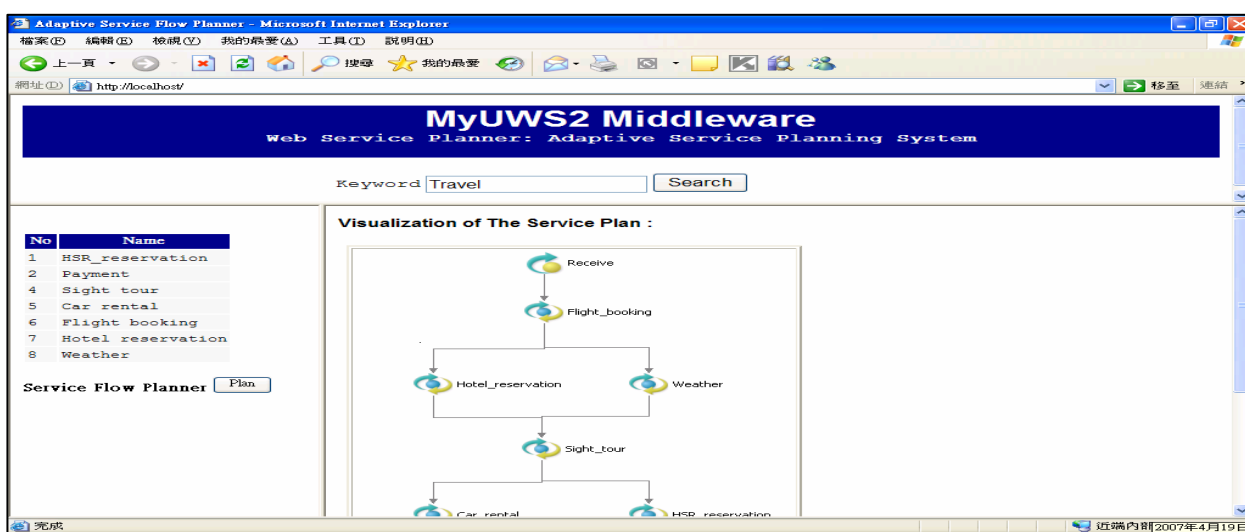


圖 20：自動化網路服務流程規畫

(3) 內容調適機制: 通用型多媒體學習內容存取播放機制是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, 存取數位學習內容資訊, 以滿足學習者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。本研究的特色為整合不同型態的內容與異質的行動裝置, 再結合使用者特性及環境因素。為求達到送至使用者時的內容為最適合使用者, 研究特色首重內容的擷取、內容的分析、裝置及情境的特性、內容的調整、內容的整合。下圖 21 為內容調適機制之系統成果展示。

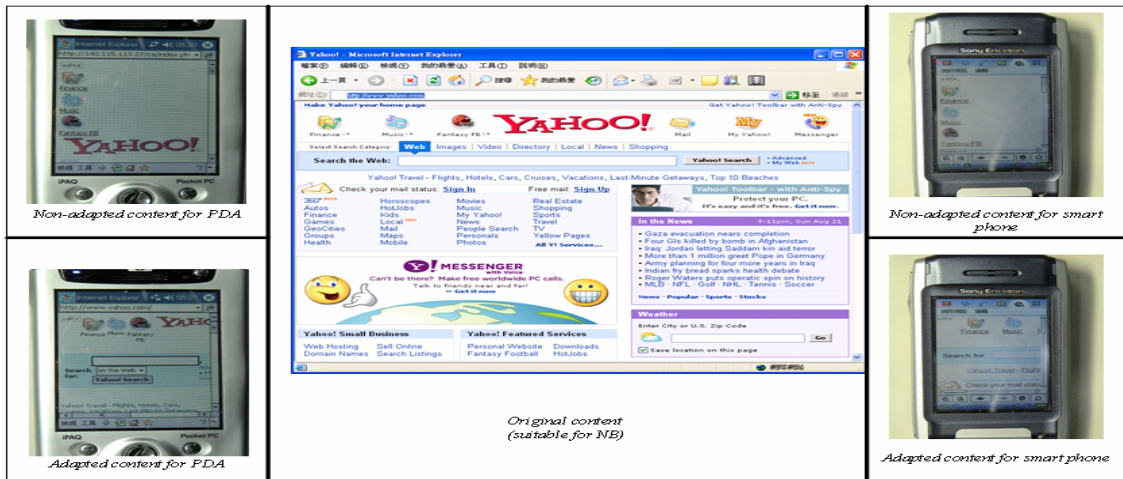


圖 21：內容調適機制

(4) 具 QoS 考量之網際服務挑選機制: QoS 包含了多項非功能面的議題，例如：效能、可靠度及安全性等。網際服務的 QoS 特性將成為區分具同功能之服務的關鍵因素。考量服務的 QoS 特性，我們提出了一個有效率的網際服務挑選機制。分別針對單一任務多重服務，及多重任務多重服務的使用環境提出了相對應的解決方案。以單一任務多重服務而言，我們利用了多重屬性的決策及權重配置的技巧來評估不同服務間的 QoS 效能。對多重任務多重服務而言，我們將找尋最佳服務組合的問題轉換成一個數學規劃模式，並利用問題本身的結構特性得以快速地找出問題的解。下圖 22 與圖 23，以及表 4 此研究之系統成果展示。

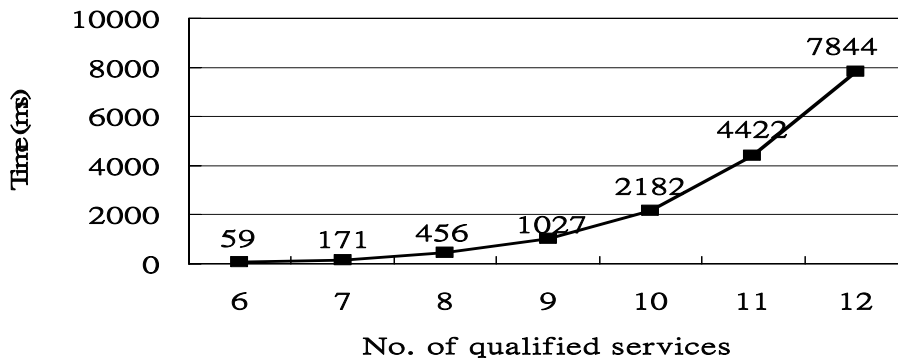


圖 22：The performance of enumeration method with 7 tasks

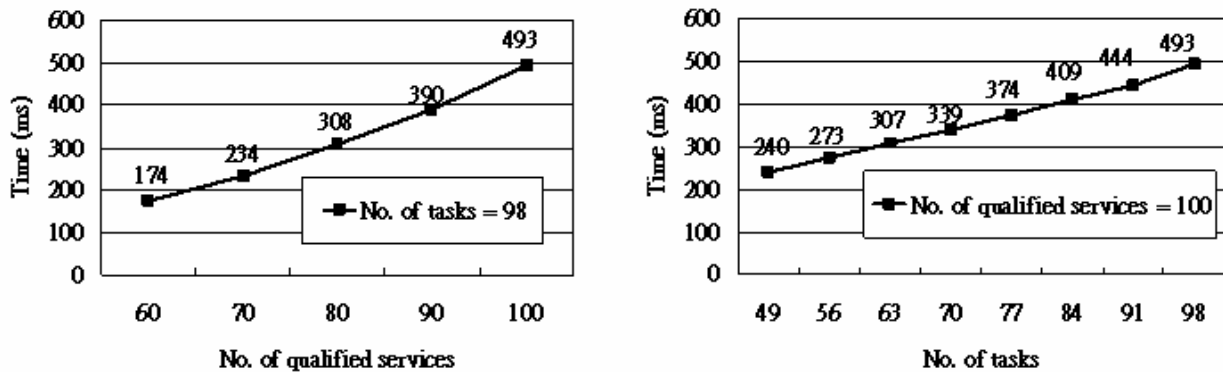


圖 23：The performance of mathematical programming based solution

表 4: Experimental Data of Mathematical Programming Based Solution

No. of tasks	No. of qualified services				
	60	70	80	90	100
525	919ms	1247ms	1629ms	2055ms	2564ms
630	1111ms	1507ms	1975ms	2506ms	3082ms
735	1290ms	1761ms	2325ms	2915ms	3648ms
840	1483ms	2064ms	2667ms	3304ms	4064ms
945	1656ms	2246ms	2927ms	3705ms	4589ms
1050	1880ms	2589ms	3308ms	4205ms	5242ms

(5)無所不在學習歷程感知與分析機制之研究設計:最佳的學習模式應能在情境學習中去培養出觀察、分析與探索的能力。為了達成此情境學習模式，我們必須建構一個無所不在的學習環境來支援普遍式的學習與探索活動。在本研究中我們提出了學習情境因子之收集與分析機制，並將它應用於學習流程中去支援學習歷程的記錄。基於此，我們安排與設計一學習流程，來將情境中的知識具體的傳遞給學習者。另一方面，本研究的重點為透過情境變數來動態記錄學習歷程。因此我們致力於情境資訊擷取的研究，並貢獻情境化的學習歷程之感知。

五、計畫成果自評

5.1 計畫之整合性

針對 u-learning 環境中資源管理、資料存取與評量策略等相關研究主題，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 u-learning 測驗與評量系統之建置與應用、**子計畫 2**: u-learning 環境中學習資源管理系統架構之研究與應用與**子計畫 3**: u-learning 環境中資料存取與呈現技術之研究與應用。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。

子計畫 1 為了實現各種 u-learning 環境下的測驗與評量策略，規劃與建立一套智慧型 u 化測驗與評量系統。該系統利用**情境感知互動介面**來蒐集無線感應裝置對學習者情境感知的資源與透過**u 化測驗與評量知識擷取系統**來擷取教師與專家在 u-learning 環境中的測驗與評量知識，以建立 u 化測驗與評量策略庫。再運用**測驗與評量系統**來依據 **u 化測驗與評量專家系統**分析學生學習情境而決定之評量策略，來選擇適當之 u 化測驗題目。並利用子計畫 2 所規劃之學習資源表示格式來建構題目與課程。而子計畫 2 提出**整合學習平台參考架構 (Integrated Learning Platform Reference Model, ILPRM)**，其基於教材標示語言(TMML V1.5)，針對 U 化學習環境中各項學習資源之描述需求，整合與延伸國際標準 QTI、SCORM、LD，以有效支援 U 化學習所需的教學活動設計以及課程與試題資源之描述。其可提供給子計畫 1 與 3 作為 U 化學習資源之描述與表示之使用。亦提出**框架式知識為主的互動與學習活動模型(Frame-based Interaction and Learning Model, FILM)**，以支援有效規畫與重複利用 U 化學習服務，進而規劃與建置 U 化學習課程與環境。並提供給子計畫 1 作為規劃動態評量學習環境規劃之用，以及子計畫 3 規劃 U 化學習服務表示之用。子計畫 3 發展同儕式

網路個人搜尋與註記系統模組來提供有效率地管理，分享與使用個人化知識以及找尋想要之資訊;調適性網路服務規劃系統來協助使用者規劃 Web Service 系統時所需之流程服務;內容調適機制來提供調適內容以呈現於不同之行動載具上;一個具 QoS 考量之網際服務挑選機制針對單一任務多重服務，及多重任務多重服務的使用環境來提供有效率的網際服務挑選機制;以及無所不在學習歷程感知與分析機制來收集與分析學習情境因子，並應用於學習流程中去支援學習歷程的記錄。其利用子計畫 2 研究成果來規劃學習資源與服務架構，並將子計畫 1 之 U 化學習評量活動有效地呈現在 U 化學習載具與環境中。因此，本子計畫之研究成果皆有效的提供給各子計畫進行研究與整合。

5.2 本計畫各子計畫主要之成果與貢獻

● 子計畫 1:

- (1) 情境感知互動介面：蒐集無線感應裝置對學習者情境感知的資源，儲存於學習歷程資料庫中，並提供推理引擎作為分析學習情境，以及進行測驗與評量的依據。
- (2) 測驗與評量系統：透過專家系統對學生學習情境的分析結果，決定評量的策略，並由 u 化測驗題庫中選擇適當的 u-learning 環境測驗題目。
- (3) u 化測驗與評量專家系統：包含推理引擎、u 化測驗與評量策略庫、學習歷程資料庫及學生基本資料庫；其中推理引擎將依據 u 化測驗與評量策略庫中的推論規劃，參考學習歷程資料庫及學生基本資料庫中的資料，以及由情境感知互動介面傳回的最新學生狀態，來進行學生學習情境的分析，並提出個人化的測驗與評量策略。
- (4) u 化測驗與評量知識擷取系統：運用知識工程的知識擷取與整合技術，由教師與專家學者處有系統的獲得在 u-learning 環境中的測驗與評量知識，並儲存在 u 化測驗與評量策略庫中，以作為專家系統推理的依據。

● 子計畫 2:

- (1) 提出整合學習平台參考架構 (Integrated Learning Platform Reference Model, ILPRM)，其基於教材標示語言(TMML V1.5)，針對 U 化學習環境中各項學習資源之描述需求，整合與延伸國際標準 QTI、SCORM、LD，以有效支援 U 化學習所需的教學活動設計以及課程與試題資源之描述。
- (2) 提出 U 化物件本體架構(Ubiquitous Object Ontology)，以有效描述與定義 U 化學習環境中眾多之系統服務與系統資訊
- (3) 提出框架式知識為主的互動與學習活動模型(Frame-based Interaction and Learning Model, FILM)，以支援有效規畫與重複利用 U 化學習服務，進而規劃與建置 U 化學習課程與環境。

● 子計畫 3:

- (1) 發展了一套『同儕式網路個人搜尋與註記系統模組』，提供人們能夠方便去管理，分享，並且以有效率模式重新使用個人化知識。且可有效地協助在同儕式網路的生手或專家使用者透過此機制找到他想要的資訊。
- (2) 發展了一套『調適性網路服務規劃系統』，提供協助使用者規劃系統時所需之流程服務，作為提供後續實際導入 Web Service 實作之使用。
- (3) 發展了一套『內容調適機制』，提供調適內容呈現於不同載具之適性化呈現，並讓學習

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，以滿足學習者的學習時間與學習空間之目的。

- (4) 發展了一套『一個具 QoS 考量之網際服務挑選機制』，提出了一個有效率的網際服務挑選機制。分別針對單一任務多重服務，及多重任務多重服務的使用環境提出了相對應的解決方案。
- (5) 發展了一套『無所不在學習歷程感知與分析機制之研究設計』，提出了學習情境因子之收集與分析機制，並將它應用於學習流程中去支援學習歷程的記錄，致力於情境資訊擷取的研究，並貢獻情境化的學習歷程之感知。

5.3 計劃進度與學術成果自評

- **研究內容與原計畫相符的程度、達成預期目標情況:**

本計畫針對各項研究議題所完成的各項成果，皆為根據當初計畫提案的規劃進行，而成果也符合原始計畫規劃。

- **研究成果之學術或應用價值、是否適合在學術期刊發表或申請專利:**

在本計畫執行期間，我們總共發表了 1 篇國際專書章節(Book Chapter)與 8 篇期刊論文(1 篇 SSCI 論文與 2 篇 SCI-E 論文)，以及 32 篇會議論文，茲列舉如下：

期刊論文:

- (1) Gwo-Jen Hwang*, Judy C. R. Tseng and Gwo-Haur Hwang (2007), “Diagnosing Student Learning Problems based on Historical Assessment Records”, accepted by *Innovations in Education and Teaching International*. (SSCI)
- (2) Nam-Kek Si, Jui-Feng Weng, and Shian-Shyong Tseng (2006), “Building a Frame-based Interaction and Learning Model for U-Learning ,”UIC 2006, Lecture Notes in Computer Science 4159, Springer-Verlag, September 2006, pp.796-805. (SCI Expanded)
- (3) C. C. Yeh, Shian-Shyong Tseng, P. C. Tsai, and Jui-Feng Weng (2006), “Building a personalized music emotion prediction system ,” Advances in Multimedia Information Processing-PCM 2006, Lecture Notes in Computer Science 4261, Springer-Verlag, Nov. 2006, pp.730-739. (SCI Expanded)
- (4) Hsiu-I Chien, Jui-Feng Weng, Jun-Ming Su, and Shian-Shyong Tseng, "A Study of e-Learning Standards Integration and Extension for Historical Empathy, "*Journal Of Computers (JOC)*, Vol. 17, No. 3, October, 2006, pp. 3-22.
- (5) S.J.H. Yang, B.C.W. Lan, J.S.F. Hsieh, J.Y. Chung, “Trustworthy Web Services: An Experience-Based Model for Trustworthiness Evaluation,” *International Journal of Information Security and Privacy*, vol. 1, no. 1, pp. 1-17, Jan. 2007
- (6) S.J.H. Yang, B.C.W. Lan and J.Y. Chung, “Trustworthy Service-Oriented Business Process Integration,” *International Journal of Simulation and Process Modeling*. vol. 3. no. 1, 2007.
- (7) S.J.H. Yang, I.Y.L. Chen, and J. Huang, “The Identification of Communities of Practice in Web 2.0,” *Journal of Scientific and Technological Studies*, vol. 41, no. 1, April 2007, pp. 1-15.

- (8) S.J.H. Yang, J. Zhang, B.C.W. Lan, "Service Level Agreement-Based QoS Analysis for Web Services Discovery and Composition," *International Journal of Internet and Enterprise Management*, vol.5, no. 1, pp. 39-58. Jan. 2007.

會議論文:

- (1) Hsinyi Peng, Po-Ya Chuang and Gwo-Jen Hwang (2007), "Ubiquitous Performance-support System (UPSS) as Mindtool: A Scenario for Data-driven Decision Making", TELearn 2007, July 14~15, 2007, National Central University, Jhong-Li, Taoyuan, Taiwan.
- (2) Gwo-Jen Hwang, Peng-Yeng Yin, Ji-Yu Lin and Hui-Chun Chu (2007), "An Innovative Approach to Generating Parallel Test Sheets from Large Item Banks with Multiple Assessment Criteria", TELearn 2007, July 14~15, 2007, National Central University, Jhong-Li, Taoyuan, Taiwan.
- (3) Ting-Ting Wu, Song, Gwo-Jen Hwang and Chu-Sing Yang (2007), "Technology and Application of U-Learning in a Mobile Ad Hoc Network Environment", *International Conference on Business and Information*, July 11-13, 2007, Tokyo, Japan.
- (4) 陳妍蓉、郭凡瑞、黃國禎 (2007), "支援情境感知 u-learning 的教學活動與學習歷程標準", 第二屆(2007)行動與無所不在數位學習研討會, 台灣師範大學, 2007年5月4-5日.
- (5) 黃國禎、黃淑賢、吳婷婷、楊子奇 (2007), "情境感知無所不在學習環境之動態評量模式", 第二屆(2007)行動與無所不在數位學習研討會, 台灣師範大學, 2007年5月4-5日.
- (6) 許馨勻、陳永芳、楊碧芬、黃國禎、黃淑賢 (2007), "數位內容融入蝴蝶生態教學之實證與省思", 第二屆數位內容管理與應用學術研討會, 臺南大學, 2007年6月1-2日.
- (7) Gwo-Jen Hwang, Pei-Shan Tsai, Judy C.R. Tseng, Chia-Ching Lin & Chin-Chung Tsai (2007), "Meta-Analyzer: A Web-based Environment for Analyzing Student Information Searching Behaviors", *2007 International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC-07)*, Kumamoto, Japan, September 5-7, 2007.
- (8) Yen-Jung Chen, Fan-Ray Kuo, Gwo-Jen Hwang and Hui-Chun Chu (2007), "SCORM/IMS-based Standards for Describing Personal and Environmental Contexts in Ubiquitous Learning Environments", *2007 International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC-07)*, Kumamoto, Japan, September 5-7, 2007.
- (9) Jui-Feng Weng, Shian-Shyong Tseng, Jun-Ming Su, and Yang-Ching Fan, "Constructing a Test Item Generator for Program Debugging Assessment", *accepted by the 2007 International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering (FECS'07) in WORLDCOMP'07*, Monte Carlo Resort, Las Vegas, Nevada, USA, 25-28, June, 2007. (Accept Rate 28% for regular papers)
- (10) Hsin-Nan Lin, Shian-Shyong Tseng, Jui-Feng Weng, Huan-Yu Lin, and Jun-Ming Su, "An Iterative, Collaborative Ontology Construction Scheme", *accepted by the Second*

- International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC 2007)*, Kumamoto City International Center, Kumamoto, Japan, September 5 - 7, 2007.
- (11) Pei-Chin Tsai, Shian-Shyong Tseng, Jui-Feng Weng, Nam-Kek Si(2006) "Developing an Ontology based Assessment System for Secondary School Mathematics," *Interactive Computer Aided Learning International Conference*, Villach, Austria, Sept. 2006.
 - (12) Yian-Shu Chu, Shian-Shyong Tseng, and Jui-Feng Weng (2006), "A Survey of Digital Divide in Taiwan using Data Warehousing Technology," *Proc. of the 3rd APIRA International Conference 2006*, Taipei
 - (13) Jui-Feng Weng, Shian-Shyong Tseng, and Nam-Kek Si(2007), "Constructing the Ubiquitous Intelligence Model based on Frame and High-Level Petri Nets for Elder Healthcare", *Proc. of the Fourth International Conf. on Information Technology and Applications, ICITA 2007*, Harbin, China 15-18 Jan. 2007, pp.174-179.
 - (14) 許嘉妮、楊哲青、曾憲雄(2007), "詞風判斷專家系統", 第三屆文學與信息科技國際研討會, 東京學藝大學, 19-20, March, 2007.
 - (15) 翁瑞鋒, 曾憲雄, 蘇俊銘, "A Framework of the Learner Information Management for Museum U-Learning," *accepted by 2007 年行動與無所不在數位學習研討會*, Taipei, Taiwan, 3-4, May, 2007.
 - (16) .S.J.H. Yang, J. Zhang, N.W.Y. Shao, R.C.S. Chen, "A Service Supporting Universal Access to Mobile Internet with Unit of Information-Based Intelligent Content Adaptation," ICWS 2007, July 2007, Utah.
 - (17) S.J.H. Yang, J. Zhang, I.Y.L. Chen, "Web 2.0 Services for Identifying Communities of Practice through Social Networks," SCC 2007, July 2007, Utah.
 - (18) S.J.H. Yang, I.Y.L. Chen, R.C.S. Chen, "Applying Content Adaptation Technique to Enhance Mobile Learning on Blackboard Learning System," ICALT 2007, July 2007, Japan.
 - (19) S.J.H. Yang, I.Y.L. Chen, A.Y.S. Su, "Personalized Annotation Management: A Web 2.0 Social Software for Enhancing Knowledge Sharing in Communities of Practice," ICALT, 2007, July 2007, Japan.
 - (20) S.J.H. Yang, I.Y.L. Chen, J. Huang, N.-S. Chen, Kinshuk, "Web 2.0 in Education: Improving Co-Learners Discovery through Social Networks," TelLearn 2007, July 2007, Taiwan.
 - (21) S.J.H. Yang, I.Y.L. Chen, R.C.S. Chen, "Applying Content Adaptation to Mobile Learning," ICICIC 2007, Sept. 2007, Japan.
 - (22) I.Y.L. Chen and S.J.H. Yang, "Preconditions for the Success of Knowledge Management," ACME 2007, July 2007, Las Vegas.
 - (23) A. Huang, I.Y.L. Chen, and S.J.H. Yang, "Ubiquitous Learning Services: Context Model and Context-Aware Applications," Ubilearn 2007, May 2007, Taiwan
 - (24) J. Huang, I.Y.L. Chen, and S.J.H. Yang, "The Collection and Analysis of Learning Context in Ubiquitous Learning Activities," Ubilearn 2007, May 2007, Taiwan
 - (25) A.Y.S. Su, I.Y.L. Chen, H. Chiou, S.J.H. Yang, "Web 2.0 Social Software: Supporting Knowledge Sharing with Annotation Management System," TWELF 2007, May 2007, Taiwan.
 - (26) F.J.J. Wu, I.Y.L. Chen, C.S.Q. Lin, S.J.H. Yang, "Content Adaptation in Web 2.0 and Their Applications to Mobile Learning," TWELF 2007, May 2007, Taiwan.

- (27) A.F.M. Huang, I.Y.L. Chen, D. Huang, S.J.H. Yang, “Providing Context-Aware Learning Services to Learners with Portable Devices,” TWELF 2007, May 2007, Taiwan.
- (28) C.S.Q. Lin, S.Z.C. Tsai, F.J.J. Wu, S.J.H. Yang, “Enhance reading experiences on e-learning environment by using context oriented content adaptation mechanism,” DCMA 2007, June 2007, Taiwan
- (29) S.J.H. Yang, B.C.W. Lan and J.Y. Chung, “Analyses of QoS-Aware Web Services,” in *2006 International Computer Symposium (ICS2006)*, Taiwan, Dec. 2006.
- (30) S.J.H. Yang, I. Chen, J. Huang, B. Lan, “Ubiquitous Provision of Context Aware Web Services,” in *2006 International Computer Symposium (ICS2006)*, Taiwan, Dec. 2006.
- (31) S.J.H. Yang, I. Chen, L. Lin, J. Huang, “Enhancing Virtual Learning Communities by Finding Quality Learning Content and Trustworthy Collaborators,” in *2006 International Computer Symposium (ICS2006)*, Taiwan, Dec. 2006.
- (32) I. Chen, S.J.H. Yang, J. Lin, J. Huang, “Applying P2P-based Social Network to Collaboration Support for Knowledge Sharing,” in *2006 International Computer Symposium (ICS2006)*, Taiwan, Dec. 2006.

國際專書章節(Book Chapter):

- (1) Shian-Shyong Tseng, Jun-Ming Su, Huan-Yu Lin, *Building an Intelligent Assisted Instructional Design System*, New Research on Expert Systems, Nova Science Publishers. (Article In Press)

六、参考文献

- [1] Aizawa, K., Tancharoen, D., Kawasaki, S. and Yamasaki, T.,(2004), Efficient Retrieval of Life Log Based on Context and Content, *Proc. of the First ACM Workshop on Continuous Archival and Retrieval of Personal Experiences*, pp.22-31,New York, NY, U.S.A, Oct. 2004.
- [2] Iwamoto, T. and Tokuda, H., (2003), PMAA:Media Access Architecture for Ubiquitous Computing, *Journal of IPSJ*, vol. 44, no. 3, pp. 848-856, 2003.
- [3] Cheng, Z., Shengguo, S., Kansen, M., Huang, T., and Aiguo, H., (2005). A Personalized Ubiquitous Education Support Environment by Comparing Learning Instructional. *Paper presented at the 19th International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, March, 28-30, 2005, 567-573.
- [4] Haruo, N., Kiyoharu, P.H., Yasufumi, K. and Shiho, M., (2003). [Designing Ubiquitous and Universal Learning Situations: Integrating Textbooks and Mobile Devices](#). *Paper presented at the 19th Annual conference on Distance Teaching and Learning*, 2003.
- [5] Chang, C.Y. and Sheu, J.P., (2002). Design and Implementation of Ad Hoc Classroom and e-Schoolbag Systems for Ubiquitous Learning. *Paper presented at the IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*, Aug. 29-30, 2002, 8-14.
- [6] Ogata, H. and Yano, Y., (2004). Context-Aware Support for Computer-Supported Ubiquitous Learning. *Paper presented at the 2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*, March, 2004, 27-34.
- [7] Takahata, M., Shiraki, K., Sakane, Y. and Takebayashi, Y., (2004). [Sound Feedback for Powerful Karate Training](#). *Paper presented at the International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, Japan, 2004, 13-18.
- [8] Zhang, G., Jin, Q. and Lin, M., (2005) A Framework of Social Interaction Support for Ubiquitous Learning. *Paper presented at the 19th International Conference of Advanced Information Networking and Applications*, 2005, 639-643.
- [9] Schilit, B., Adams, N. and Want, R., Context-Aware Computing Applications, *Proc. of the Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, pp. 85-90, 1994.
- [10] Khedr, M., (2005), A Semantic-Based, Context-Aware Approach for Service-Oriented Infrastructures, *Proc. of 2nd IFIP International Conference on Wireless and Optical Communications Networks (WOCN 2005)*, pp. 584-588. 2005.
- [11] Broens, T. et al, (2004), Context-aware, Ontology-based, Service Discovery, *Proc. of 2nd European Symposium on Ambient Intelligence (EUSAI 2004)*, pp. 72-83. 2004.
- [12] T. Kindberg and A. Fox, “System Software for Ubiquitous Computing”, PERVASIVE computing, JANUARY–MARCH 2002, pp. 70-81.
- [13] Content Object Repository Discovery and Registration/Resolution Architecture (CORDRA) (2005), CORDRA: Content Object Repository Discovery and Registration/Resolution Architecture: Learning Systems Architecture Laboratory, <http://cordra.lsal.cmu.edu/cordra/>
- [14] Global Collaborations in Accessibility Specifications, <http://www.cetis.ac.uk/members/accessibility/meetings/2003/sig4/specshtml>
- [15] General Web Services (2005), IMS General Web Services Public Draft Specification, <http://www.imsglobal.org/gws/index.html>
- [16] Tool Interoperability Framework (TIF) (2005), Tools Interoperability Guidelines, <http://www.imsglobal.org/ti/index.html>
- [17] IMS Abstract Framework (IAF) (2005), IMS Abstract Framework (IAF), <http://www.imsglobal.org/af/index.html>
- [18] E-Learning Framework (2005), The E-Learning Framework,<http://www.elframework.org/>
- [19] Open Knowledge Initiative (OKI) (2005), The Open Knowledge Initiative,<http://www.okiproject.org/>
- [20] Instructional Management System (IMS) 2004, IMS Global Learning Consortium. <http://www.imspjproject.org/>
- [21] IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) 2004, IEEE LTSC | WG12. <http://ltsc.ieee.org/wg12/>

- [22] Learning Material Markup Language (LMML) 2004, <http://daisy.fmi.uni-passau.de/pakmas/lmml/>
- [23] Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004, Advanced Distributed Learning. <http://www.adlnet.org/>
- [24] Aviation Industry CBT Committee (AICC) 2004, AICC - Aviation Industry CBT Committee. <http://www.aicc.org>
- [25] Alliance for Remote Instructional and Authoring and Distribution Networks for Europe (ARIADNE) 2004, ARIADNE: Foundation for The European Knowledge Pool. <http://www.riadne-eu.org>
- [26] Universal Learning Format (ULF) 2004, <http://www.saba.com>
- [27] Question & Test Interoperability Specification (QTI) 2004, IMS Global Learning Consortium, <http://www.imsglobal.org/question/index.cfm>
- [28] Learning Design (LD) (2005), IMS Learning Design Specification, <http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html>
- [29] Amorim, R. R., Lama, M., Sánchez, E., Riera, A., & Vila, X. A., "A Learning Design Ontology based on the IMS Specification", *Educational Technology & Society*, 9 (1), 2006, pp. 38-57.
- [30] Knight, C., Gašević, D., & Richards, G., "An Ontology-Based Framework for Bridging Learning Design and Learning Content", *Educational Technology & Society*, 9 (1), 2006, pp. 23-37.
- [31] Bos, Bert, "What is a good standard ? " <http://www.w3.org/People/Bos/DesignGuide/introduction>, 2003.
- [32] 陳品仲, "網路學習標準的分析與比較", 國立中山大學資管所 90 年度碩士論文, 民國九十一年。
- [33] 中央研究院計算中心, 數位典藏國家型科技計畫, 後設資料工作組分析, 台灣學習物件後設資料標準應用規範-數位教學資源交換規格V2.0, 民國九十五年, 頁15-62。
- [34] Decker, S., Melnik, S., van Harmelen, F., Fensel, D., Klein, M., Broekstra, J., Erdmann, M., & Horrocks, I., "The semantic web: the roles of XML and RDF", *IEEE Internet Computing*, 4 (5), 2000, pp. 63-74.
- [35] 黃國禎, "遠距學習環境中智慧型學習測驗及評估系統之研製", 八十六年度電腦輔助學習及遠距教學專題研究計畫成果討論會摘要, 民國八十六年, 頁488-491。
- [36] 賴永祥, "中國圖書分類法"增訂七版, 商務印書館, 民國七十八年。
- [37] 陳麥麟屏、林國強, "美國國會圖書館主題編目", 增訂二版, 台北市 三民, 民國九十年。
- [38] 總計畫:網路教學平台與內容標準化, 子計畫三:通用型教材內容標準之規劃, NSC91-2520-S-009-005 (91.5.1-92.04.30) .
- [39] 數位學習國家型計畫:分項五-前瞻數位學習技術, 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, 子計畫一:智慧型多媒體學習內容管理系統之研製(Design and Implementation of an Intelligent Multimedia Content Management System), NSC92-2524-S-009-001 & NSC92-2524-S-009-002, (92.05.01-95.04.30)

- [40] Jun-Ming Su, Shian-Shyong Tseng, Tong-Hsin Su, and Wen-Nung Tsai , “A Study of Standardization of Teaching Materials in E-Learning, “ Proc. of the 2003 Workshop on Web Instruction System & Content Standardization (WISCS), April 18, 2003, pp. 83-90.
- [41] J.M. Su, S. S. Tseng, et al, “The Development and Trend of Standardization for E-Learning Teaching Materials ,” Proc. Of ELTA 2002, HsinChu, Taiwan, Oct. 2002, pp. 5-15.
- [42] Jun-Ming Su, Shian-Shyong Tseng, Tong-Hsin Su, and Wen-Nung Tsai, “A Design and Implementation of Standardizing Transformation System for E-Learning Teaching Materials, “Proc. of CSIM, Kaohsiung, Taiwan, Nov. 2002, pp. 839-848.
- [43] Jun-Ming Su, Ching-Tai Chen, Shian-Shyong Tseng, Wen-Nung Tsai, and Chang-Jiun Tsai, “A Study of Standardization of E-Learning Teaching Material, “Proc. of 兩岸交大, Hsinchu, Taiwan, Oct., 2002.
- [44] 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=DownFile&libid=648&bc=false>
- [45] Glaser, R.. & Resnick L. B. (1972). **Instructional psychology**. Annual Review of Psychology, 23,207-276.
- [46] M. Minami, H. Morikawa and T. Aoyama, “The design of naming-based service composition system for ubiquitous computing applications”, 2004 International Symposium on Applications and the Internet Workshops, 26-30 Jan. 2004, pp. 304 - 312.
- [47] T. Kindberg and A. Fox, “System Software for Ubiquitous Computing”, PERVASIVE computing, JANUARY–MARCH 2002, pp. 70-81.
- [48] M. Beigl, H.-W. Gellersen, and A. Schmidt, “MediaCups: Experience with Design and Use of Computer-Augmented Everyday Objects,” *Computer Networks*, vol. 35, no. 4, Mar. 2001, pp. 401–409.
- [49] G.D. Abowd, “Classroom 2000: An Experiment with the Instrumentation of a Living Educational Environment,” *IBM Systems J.*, vol. 38, no. 4, Oct. 1999, pp. 508–530.
- [50] L. Feeney, B. Ahlgren, and A. Westerlund, “Spontaneous Networking: An Application-Oriented Approach to Ad Hoc Networking,” *IEEE Comm. Magazine*, vol. 39, no. 6, June 2001, pp. 176–181.
- [51] S.R. Ponnekanti et al., “ICrafter: A Service Framework for Ubiquitous Computing Environments,” *Ubiquitous computing 2001: Ubiquitous Computing*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 2201, Springer-Verlag, Berlin, 2001, pp. 56–75.
- [52] Brown J. S., Collins A.& Duguid P. (1989). Situated cognition and the cultural of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- [53] Collins, A. (1994). Goal-based scenarios and the problem of situated learning. A commentary on Andersen’s consulting design of goal-based scenarios.
- [54] Montague W. E. & Knirk F. G. (1993). “What works in adult instruction: the management, design and delivery of instruction?”. *International journal of educational research*, 19, pp. 329-331.
- [55] Cheng Z., Sun S., Kansen M., Huang T. and He A.(2005). “A personalized ubiquitous education support environment by comparing learning instructional requirement with learner's behavior”, *19th International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, 28-30 March 2005, pp. 567 - 573.
- [56] 楊子奇、蔡佩珊、黃國禎 (2006)。U-Learning 環境的建置與效益評估-以單晶 X 光繞射研究人員培訓為例。2006 行動與無所不在數位學習研討會。中央大學，中壢。2006 年 4 月 27-28 日。
- [57] Feuerstein, R. (1979). The dynamic assessment of related performers: The learning potential assessment device, theory, instrument, and techniques. Baltimore, MD: University Park Press.
- [58] 巫靜宜 (1999)。比較網路教學與傳統教學對學習效果之研究---以 Word 2000 之教學為例。臺北縣：淡江大學。淡江大學資訊管理學系碩士論文。
- [59] 陳嘉甄 (2003)。CAI 協助閱讀困難兒童之數學解題表現—以動態評量為基礎。臺南市：國立臺南大學。網專題學習與多元動態評量模式發展趨勢研討會。2003 年 3 月 22~23

- [60] G. D. Abowd, et al., "CyberGuide: A Mobile Context-Aware Tour Guide". ACM Wireless Networks, 1997.97.
- [61] A. K. Dey, et al., "The Conference Assistant: Combining context-awareness with wearable computing". Proceeding of the 3rd International Symposium on Wearable Computers, 1999
- [62] 邱柏升, 林大正, 陳宗禧, "情境感知無所不在學習環境之設計與實作—以國小自然與生活科技領域為例," 2006台灣網際網路研討會(TANET 2006), 花蓮, 台灣, November 1-3, 2006.
- [63] H. Ogata and Y. Yano, "Context-Aware Support for Computer-Supported Ubiquitous Learning", Proceedings of the 2nd IEEE International Workshop on Wireless And Mobile technologies in Education, 2004
- [64] A. K. Dey, D. Salber, and G.D. Abowd, "A Context-Based Infrastructure for Smart Environments", Proceedings of the 1st International Workshop on Managing Interaction in Smart Environments, 1999
- [65] J. Ma, L. T. Yang, B. O. Apduhan, R. Huang, L. Barolli and M. Takizawa, "Towards a Smart World and Ubiquitous Intelligence: A Walkthrough from Smart Things to Smart Hyperspaces and UbiKids", International Journal of Pervasive Comp. and Comm., 1(1), March 2005.
- [66] M. Nelson, et al., "Hive: Distributed agents for networking things". IEEE Concurrency, vol. 8, no. 2, pp. 24-33, 2000
- [67] J. Pascoe, "Adding generic Contextual Capabilities to Wearable Computers", Proceedings of the 2nd International Symposium on Wearable Computers, 1998
- [68] S. J. H. Yang, "Context Aware Ubiquitous Learning Environments for Peer-to-Peer Collaborative Learning", Educational Technology & Society, vol. 9, no. 1, pp. 188-201, 2006