

# 以建構主義為基礎之普及學習格網

廖慶榮\*

中原大學資訊管理學系  
中壢市 320 普仁 22 號

(Received: May 20, 2004; Accepted: September 2, 2004)

## 摘要

在本研究中，我們以建構主義為基礎，建構出一普及學習格網(Pervasive Learning Grid, p-Learning Grid)，期望讓使用者可以達到在任何地點(Anyplace)、任何時間(Anytime)以任何設備(Any device)取得任何資訊(Any Information)來進行主動探索學習，建構自己的知識。我們利用格網技術建構一格網服務環境，整合三種不同性質的學習平台，特別發展了以英語學習為主題的學習內容，讓使用者利用 PC、Notebook、Tablet PC、PDA 或手機在各個不同地點可以取得適切的內容來進行自主性學習。

**關鍵詞：**建構主義，普及學習格網，格網服務，自主學習。

## 壹、簡介

近年來，數位學習(e-Learning)漸漸成為取得知識的新形態與新趨勢。另一方面，由於行動電話功能的提升與普及，也使得數位學習因此衍生出另一種使用行動裝置的學習型態，稱之為行動學習(Mobile Learning, m-Learning)。而能提供使用者無時間、無空間限制的學習環境，則為近年發展之普及學習的中心概念。除了手機普遍的已成為資訊傳遞的媒介之一，手機設備與其通訊能力的提升也使得圖片、影像、聲音等多媒體得以在手機上展現。基於此等因素，在國外已經有學者提出以手機為媒介的普及學習等概念；例如 Gaeta 提出許多教育研究已朝向知識和技能的分享應該能夠提供使用者無時間、無空間限制的學習平台與環境，這種概念稱為普及學習[3]，而普及學習也預料將成為下一波數位學習的新趨勢。有鑑於此，我們提出與實作以此概念為中心之普及學習平台，以提供使用者無限制的學習環境。在另一方面，目前結合了數位學

習和 XML 為主的各項技術產生了諸如 IMS [4]、SCORM [11]、ULF [14]等標準，這些標準使用 XML作為基礎，將每一份數位學習的教材分別定義並加以描述成為一個學習物件(Learning Object, LO)，透過XML加以描述的一個學習物件，便得以在不同的學習平台下相互流通與重覆使用，以此整合並分享學習的物件。然而數位學習元件還面臨了幾個問題：(1)隨著數位學習的資源愈來愈多，使得數位學習的資源分散於各地，難以有效分享與重覆使用；(2)數位學習的元件大多是系統相依(system-dependent)的，難以和其他外部系統相結合；(3)各個學習物件之間無法相互繫結(binding)，缺乏服務層級的協議(service-level agreements)以達成工作流程的統籌控管與協同作業。為了解決這些問題，有些學者提出以Web服務(Web Service)作為其解決方案[1, 2, 6]；然而，描述Web服務目前的規範語言，例如Web服務描述語言(Web Services Description Language, WSDL)[15]仍有不完備之處，因此欠缺了服務層級的狀態管理與流程整合的能力；此外，Web服務的WSDL規範也僅描述了繫結服務的介面(PortType)與方法等屬性，欠缺描述其它資源的能

\* 通聯作者：廖慶榮 E-mail: cjlia@cycu.edu.tw

力，例如運算資源等。基於上述原因，我們不採取Web服務作為整合學習物件的核心技術，而使用近年來由格網領域發展出來的另一項新規範—格網服務。格網的技術從起初的格網計算直到納入Web服務的格網服務，一方面代表了新的發展趨勢，一方面也是為了得到產業界的支持。集合了格網技術與Web服務的格網服務，無縫地集成各種異質地、動態地、地理上分佈的資源，實現資源全面意義上的共用，建立虛擬組織(Virtual Organization, VO)，這些都是Web服務所無法實現的。

現代教育技術領域的研究物件是學習資源與學習過程，以目前的數位學習系統來看，目前還有部份不足之處仍待解決，這些包括了下列數點：

1. 數位學習系統之間欠缺了互動(interoperability)的能力。這是因為在目前的學習系統之間缺乏了完善的標準以達成互通。雖然目前已有一些標準，例如SCORM以XML標準來描述學習物件，讓我們可以辨別學習物件的類型、位置等等資訊，然而，這僅止於解決了學習物件無法共享的問題，在學習系統的元件之間仍然無法完全互通。
2. 缺乏了透明化的存取(transparent access)來應用於更複雜的學習系統與更大規模的資料儲存庫(data repository)。透明化原本來自分散式系統以及物件導向的概念，以介面(interface)來定義物件，以達到「一式多義」的理想。透明化的存取方法將能更有效的來管理更複雜的應用系統。
3. 學習系統軟體本身整合能力上的缺乏。在現今眾多的學習系統之間，系統整合(system integration)的工作也是一門重要的議題。
4. 學習系統之間的協同合作(collaboration)與工作流程(workflow)問題。學習系統之間的協同合作是建構於系統整合技術上更進階的一項議題，學習系統協同合作的目的不僅止於整合資料庫本身，更希望能整合學習物件，讓多個學習物件的應用程式能夠合作組成一個集合的、完整的服務來提供給學習者。這中間更複雜的學問在於如何規劃並驅動一個已經定義好的工作流程來達成協同合作的目的。

由於格網服務具備有對於數位學習平台資源分散難以整合與動態地協同作業等問題解決的可行性，因此本研究的目的希望以建構主義為基礎，實際運用格網技術來整合學習物件資源，藉此建構一

以格網服務為核心之「普及學習格網」。

整體而言，我們提出了使用格網的技術來解決現有學習系統的缺點，並促成協同合作的可能性。在這裡，我們並不強調格網技術於高效能運算上的優勢，而是利用格網服務所提供的更多服務實例與資源管理的機制，來應用於數位學習系統之上，有效地整合廣大的數位學習資源與協同合作。最重要的貢獻在於我們成功利用格網技術整合學習資源構成一普及學習格網，此種架構應是原創，並且具有實質上的意義。本次研究為英語學習所開發適用在手機與PDA的內容與功能，分述如下：

1. 英語大百科：可利用手機上網的功能，每日提供不同單字、片語讓使用者下載，提供各種英文資訊，分門別類增加學習的興趣。
2. 英語大測驗：透過手機下載考題，回傳成績紀錄到伺服器資料庫，方便使用者了解自我的學習狀況。
3. 英語大補帖：提供最新的英語學習相關的多媒體內容，例如手機桌布，每日氣象等。
4. 家庭聯絡簿：使用者透過手機傳遞個人學習紀錄和個人訊息至英語學習平台，提供平台管理者掌握使用者學習狀況以及使用者可用來觀看自己的學習紀錄。

本篇論文其餘架構將分為第貳章之相關研究，第參章將詳細描述我們所提出的普及學習格網架構，實作結果將在第肆章作討論，最後在第伍章提出本篇論文的結論。

## 貳、相關研究

建構主義學習理論是由皮亞傑於1970年提出[9]，強調學習以學習者為中心，學生在一定的學習環境下主動探索，主動發現，主動建構知識意義，即通過自主學習完成學習目標。Papert將這個理論開始驅動實現，他並且認為計算技術會成為教學非常關鍵的工具[8]。Kafai等學者將這個理論實際應用到課堂上[5]。也有些學者就利用建構主義來融入教學系統的設計，例如Li等學者利用建構主義來設計一個無所不在的學習環境(Ubiquitous Learning Environment)[7]，目前仍止於觀念的設計。而我們使用格網服務技術為核心所建置的數位學習系統，稱之為「學習格網」。



格網服務納入了許多 Web 服務的規範，例如 WSDL 以及 SOAP [12]等，並且結合格網的技術，成為一項新的規範。也因此，Web服務與格網服務之間存在著許多相同的特性，且均為服務導向的結構(Service-Oriented Architecture)。然而，格網服務原本由格網技術發展而來，因此具有許多Web服務所沒有的特性。首先，Web服務的繫結不是持續性的(stateless)。意即 Web 服務無法將你一連串操作(operation)後的資訊給保留下來。換句話說，如果你需要執行一連串的操作，你必須自行取得一個操作的結果，然後當成是一個參數來傳遞給下一個操作。目前已經有一些軟體廠商的工具或是Web容器(Web container)已經提供了自家的解決方案，這些大多是利用一個中介的代理者(mediate agent)來控制多個操作之間的工作流程，並且負責取得與傳遞參數的任務。在Web服務工作流程模型中，顯然工作流程的控制與資料的傳遞都必須經由Web服務工作流程引擎(Web Services Workflow Engine)這個中介代理者來負責，無法由一個服務直接將資料傳遞給下一個服務來使用。這是因為每一個Web服務本身都可以視為是一個單獨的實例(instance)，彼此之間無法得知各自的狀態，也無法互相傳遞資料，因此資料的傳遞工作仍要由Web服務工作流程引擎來居中協調，如圖 1(a)所示。在圖 1(a)中，以 Web 服務的中介者為媒介，在圖 1(b)中，格網服務透過服務之間直接傳遞參數與結果。

我們希望的情境是當學習者在家裡時，他可能打開一般的 PC 上網學習；當他到開會或到公園散步時，此時他可能打開PDA看一段學習內容；當他搭車時，他可能拿出手機學習一些單字或句子之類的語言相關內容，而這種學習是無縫式的，亦即學習紀錄均可被記錄下來。整體來說，目前的文獻針對以建構主義為基礎設計一個普及學習格網是較少的。

### 參、系統架構

從技術的觀點來看，格網的技術是最有前景的一項技術，可以用來實現本研究的基礎架構，並且達成學習系統之間的協同合作與互動。為何採用格網的技術來作為數位學習系統的核心，將能解決現況下學習系統的問題呢？分述如下：

1. 格網技術發展至今，包含了Web服務的技術與公開的標準，衍生出新一代的格網服務結構。由於格網服務包含了Web服務的技術與標準能夠整合異質性的平台，也因此將能夠應用於整合異質性的學習系統。
2. 格網服務提供了更多改良之處，例如製造廠(factory)的實作處理機制、生命週期的管理(lifecycle management)、服務資料(service data)的索引、通知(notifications)的機制等等，促成了服務之間的協同合作與工作流程制定的可行性。
3. 利用知識與語意格網形成異質環境下也可以發現知識，獲得適當的學習內容。

要了解第二點中為何格網服務將能促成了服務之間的協同合作與工作流程制定的可行性，我們需要對格網服務的特性來作了解。首先，不同於Web服務生成一個實例而被所有的客戶端採用，格網服務提出了使用製造廠(factory)的實作處理機制，讓製造廠依客戶端的需求來生成服務的實例並提供繫結。除此之外，製造廠也管理了服務實例的生命週期，讓實例可以在需要時才被生成，在不需要時可以自我終結(self-destruct)。

一個格網服務的實例可以被分享給兩個客戶

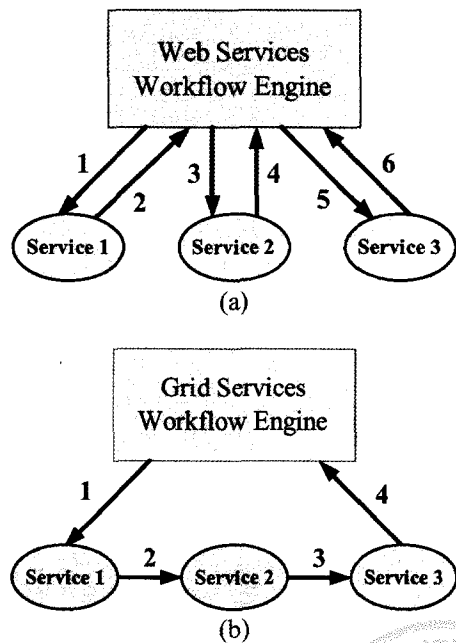


圖 1 工作流程資料傳遞次數示意圖(a) Web服務(b)格網服務

端，一個客戶端也可以存取兩個服務的實例，而且客戶端亦可以要求製造廠來生成一個新的服務實例。這些服務的實例是暫時性(transient)的，因為他們各自都可以有一個限制的生命週期，也可以被終結。通常，格網服務的實例是在客戶端需要的時候才生成。相較於Web服務的非持續性(stateless)與非暫時性(non-transient)的特性，格網服務具有更多對服務實例管理的機制。這對於應用到工作流程中，在服務的生成調用上，將是非常重要的。另一點，格網服務對於協同合作與工作流程制定相當有助益的是提供了通知(notification)的機制。通知的機制藉由設定認知來源與目的(notification source and sink)來建立兩個服務之間的通訊管道，這無疑是打破Web服務的實例原本自成一家格局的形態，讓服務實例之間可以直接傳遞資料，對於工作流程上而言便可以無需透過中介代理者的角色。

整個普及學習格網的架構如圖2所示，在左方可看到有許多的學習物件服務(LO Services)，可能由不同的內容創造者(Content Creators)來提供。這些

學習物件服務實際上可能分佈在不同的地理環境上，例如台灣、美國、中國大陸或是歐洲等各地。此外，這些學習物件服務也可能寄宿(hosting)於異質性的平台架構(例如：.Net 或 J2EE)或者不同的作業系統(例如：Windows 或 Linux)之上。每一個包含有學習物件服務的節點，可以有自己的平台架構、作業系統、軟硬體架構與組織政策，在系統邏輯架構中，我們稱其為一個虛擬組織。格網引擎(Grid Engine)包含有製造廠以及服務註冊處(Service Registry)，負責讓每個學習物件服務可以將服務登錄於此，以便讓服務的需求者(Service Requestor)可以繫結(bind)此一服務。值得注意的是，在普及學習格網中的服務註冊處與Web服務的服務註冊處最大的不同是，在普及學習格網中的服務註冊處可以由格網內任何一個節點的主機來擔任。因為普及學習格網是建構於格網的架構下，因此每個節點的主機是對等的(Peer-to-Peer)；此外，格網的核心引擎會定期的監看格網內各節點主機以及已註冊之服務的存活狀態，因此各節點的資訊將可以被分享與交

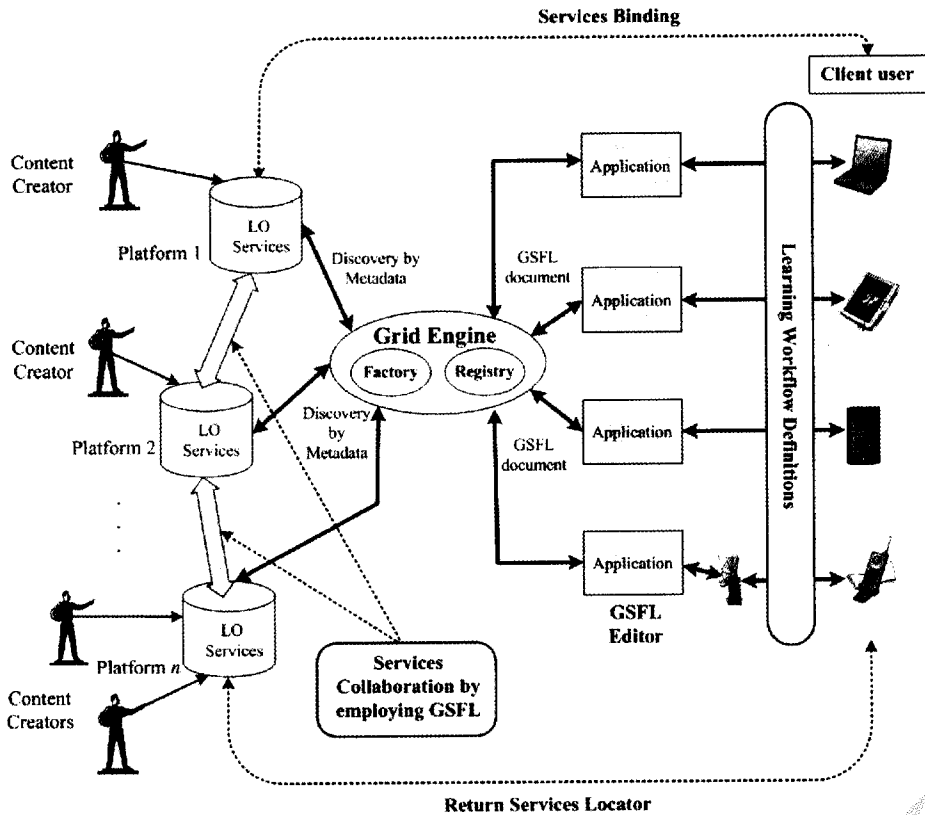


圖2 普及學習格網的架構



換。換言之，在普及學習格網中的學習物件服務是動態地存在，可以被動態地搜尋、發佈與繫結。普及學習格網中每一個節點的主機，也都能當作是服務的註冊處而具備有搜尋服務的能力。在普及學習格網的客戶端，這些客戶端可以是可攜帶的小型行動裝置，例如筆記型電腦、PDA或手機等。這些行動裝置只要透過適當的應用程式介面，即可連接到我們的普及學習格網引擎存取所需的服務。並且利用學習流程定義自行建構所需要的學習物件，因為建構主義以學習者為中心，學習者在一定的學習環境下主動探索，主動發現，主動建構知識意義，即可通過自主學習完成學習目標。以建構為基礎的學習需要學習情境、協同合作、溝通以及意義建構這幾項要素，普及學習格網的架構恰可滿足這些條件。學習流程定義可以轉換成格網服務流程語言(GSFL)文件，接著格網引擎可以解讀GSFL文件，取得所需要的協同合作服務，也可以讓學習者自主性建構知識意義。

在普及學習格網中學習內容的創造者或提供者將學習物件發佈並註冊至服務註冊處上，成為格網內的一項資源以供調派使用。然而，若學習物件資

源數量龐大，將難以分類與管理。我們將服務註冊處與學習物件的互動流程分為四個部份來說明，如圖3所示：

1. 學習內容的提供者根據格網內某一學習物件服務註冊處的位置，將其學習物件發佈出去。除此之外，某些額外的資訊也需要一併被提供，例如欲儲存之學習物件儲存庫(Repository)的位置與存取權限等等。
  2. 學習物件服務註冊處查詢格網內所有已知的其它學習物件服務註冊處，並從這些學習物件服務註冊處中取得所有可以獲得的學習物件儲存庫資訊。
  3. 格網內所有的學習物件服務註冊處分頭進行查看此一學習物件是否已經註冊於旗下的學習物件儲存庫。
  4. 如果查詢結果並沒有相符的學習物件被註冊至格網內的任何一個學習物件儲存庫，那麼學習物件將被儲存至被選擇的學習物件儲存庫，並指定唯一的ID代碼；反之，若學習物件已被註冊，則覆蓋原有的學習物件，並且使用相同的ID代碼。
- 透過上述的流程，學習物件將被儲存至學習物

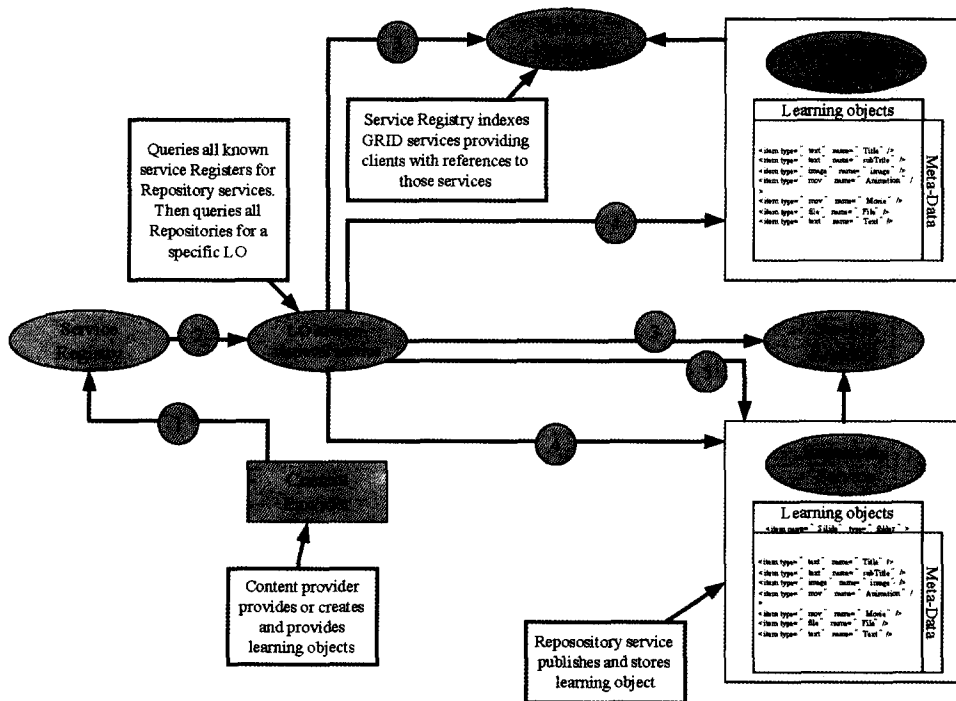


圖3 服務註冊處與學習物件的互動流程[10]



件儲存庫內，成爲一個格網服務以供調派使用。在學習物件儲存庫的結構上，可以分爲四個部份，如圖 4 所示：

1. WSDL 的描述和由 GSS (Globus Security Service) 延伸的相關規範：透過 WSDL 對服務的描述以及 GSS 所定義的安全性規範，來定義學習物件儲存庫的存取權限。如圖 4 的左上方所示。
2. 學習物件的操作定義：定義了學習物件儲存庫的四項操作機制，儲存(store)、取得(retrieve)、更改(update)與移除(remove)。如圖 4 右上方所示。而一個經過包裝好的學習物件，除了包含學習物件本體外，亦包含了附加的後設資訊(metadata)提供對於學習物件更詳細的描述，例如：學習物件內包含了什麼圖片檔、文字檔、影像檔，以及其連結的路徑資訊等等。如圖 4 右方所示。
3. 服務的實作：此部份定義了學習物件儲存服務的實作方式，包含了學習物件與後設資訊等的傳遞方法。學習物件的傳遞上，我們使用 Globus Toolkit Version 3.2 (GT3) [13]提供的RFT (Reliable File Transfer)檔案傳輸方式，以處理大量的資料傳輸；後設資訊的傳遞方式，則以 SOAP (Simple

Object Access Protocol)訊息爲主。如圖 4 中間部份所示。

4. 實體的儲存媒介：儲存的資料內容包含了學習物件與後設資訊。在學習物件將以檔案形式儲存於硬碟中，後設資訊則以資料庫管理系統(DBMS)儲存管理之。

由於格網服務部份採用了與 Web 服務相同的架構及想法，在 Web 服務的架構裡以服務爲性質區分成三種不同的角色，分別爲服務仲介者、服務提供者以及服務需求者。服務仲介者扮演媒介 Web 服務的角色，它可以接受來自服務供應者的註冊請求，也可以處理來自服務需求者的查詢要求。服務提供者者將開發好的 Web 服務，以 WSDL 格式描述並儲存成一個檔案發佈至服務仲介者，公佈給各界潛在的需求者以供查詢。因此當服務需求者發起服務的請求，服務仲介者便能提供適當的查詢以及鏈結適當的 Web 服務。而以上所涉及的角色及其進行的作業均是以 XML 爲內容的 SOAP 格式來進行，對於 Web 服務的實作與介面則是以 WSDL 來作爲描述。然而，Web 服務的架構雖然提供了媒介彼此雙方的機制，解決了傳統 Web 服務提供者與需求者間

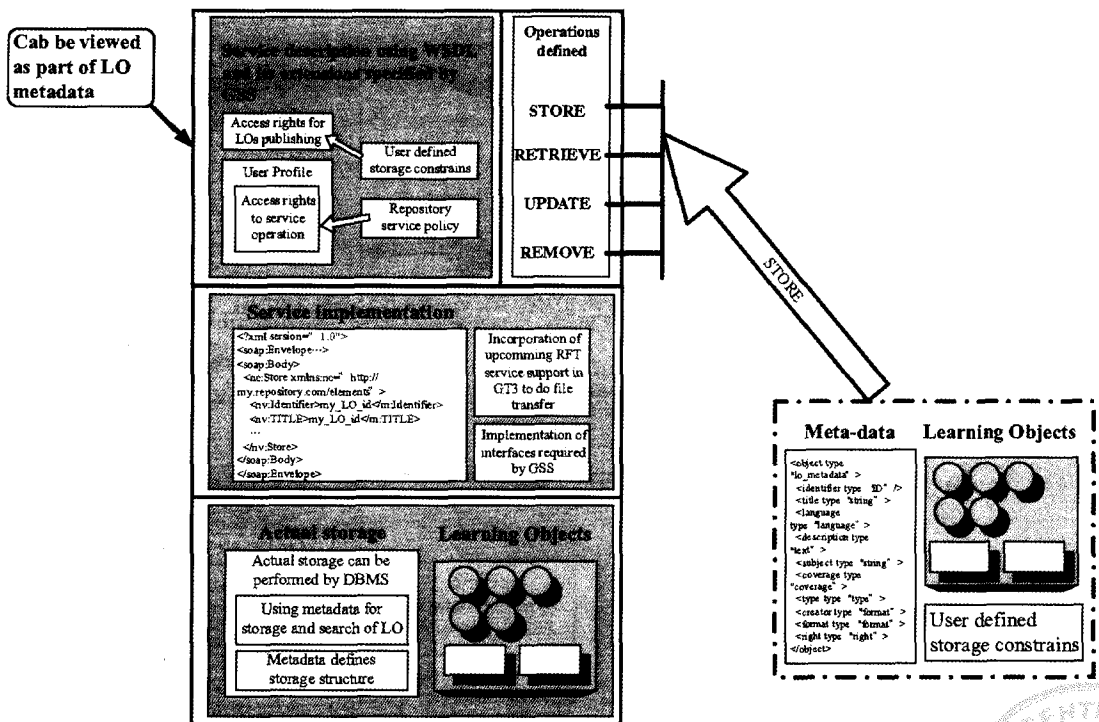


圖 4 學習物件儲存庫的結構[10]



互不相識、無法繫結等問題，但是卻缺乏了對於資源的調派、分享與協同作業等等能力。其中最大的原因是由於WSDL並未對這部份的描述有完整的定義，特別是對於運算的資源上，Web服務只定義了如何繫結服務，卻無法取得服務存在節點上的任何運算環境與平台資訊。

相較於Web服務，格網服務除了沿用WSDL來對服務的實作與介面定義來作描述，更包含了許多系統層級的服務來管理格網內的各項資源，使其服務具有更進一步的特性與機制，例如：動態地發佈與繫結服務的機制、整合不同地理區域上格網資源的管理機制、即時監看各節點與各服務之狀態以及效能的機制、服務層級的協議、服務間工作流程的協同、安全性的管理、以及容錯(fault tolerance)相關的穩定性機制等等，而這些能力都是透過格網引擎(Grid Container/Engine)內的各項系統服務來提供。在某些格網引擎中，例如GT3，甚至將這些服務融合了WSDL成爲一項新規範一格網服務描述語言(Grid WSDL, GWSDL)，目的便是爲了補足目前WSDL 1.1 版中的不足之處。

在另一方面，本研究中我們強調在學習者的學習介面上，運用了「手機」此項最普及的行動裝置。手機目前已成爲國人最普遍擁有的資訊家電之一，而Java MIDP也已成爲目前手機上用來開發應用程式最多的開發規格。使用手機來開發應用程式已漸漸普及，然而，使用手機來「學習」的概念至今仍處於萌芽階段。我們在普及學習格網上，開發以Java MIDP爲主的手機應用程式作爲客戶端媒介，讓使用者能夠「隨時隨地(at anytime and anywhere)」獲取所需的知識；搭配了以格網服務技術爲軸心的後台來有效整合與管理跨地理性、異質性的學習物件資源，讓學習的空間可以無遠弗屆的延伸。

對於資料格式的問題，在普及學習格網中，每一個提供服務的節點，本身都可以有不同的作業系統平台與資料庫，而每一個服務也需要從資料庫中取得學習教材內容的資料，例如每日一字的字義、每日一句的例句，就是儲存在各自的資料庫中，整體組成結構如圖5所示。

圖中每個VO提供一個服務，而每一個LO包

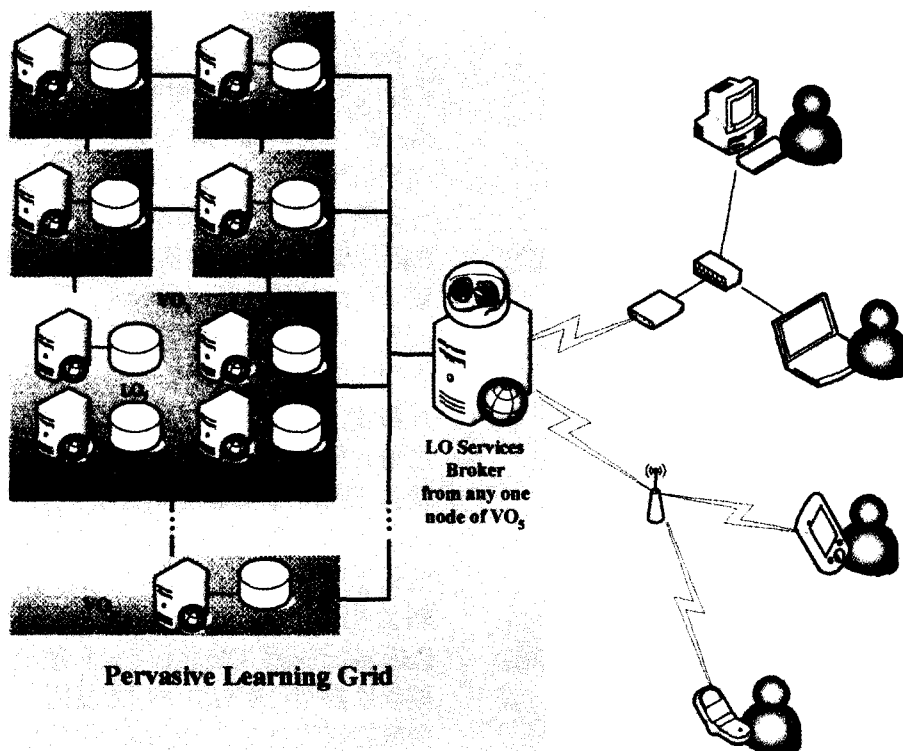


圖5 普及學習格網的節點組成架構

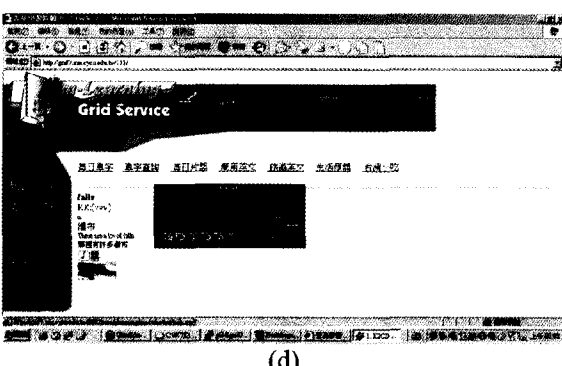
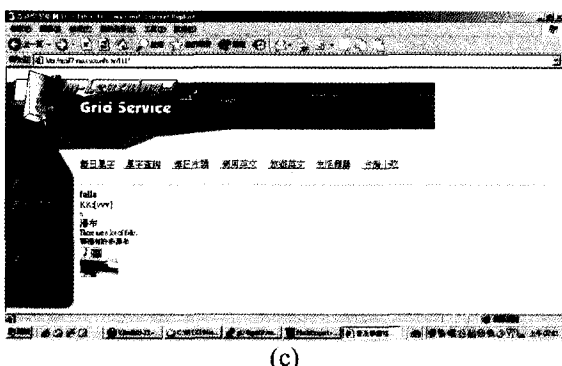
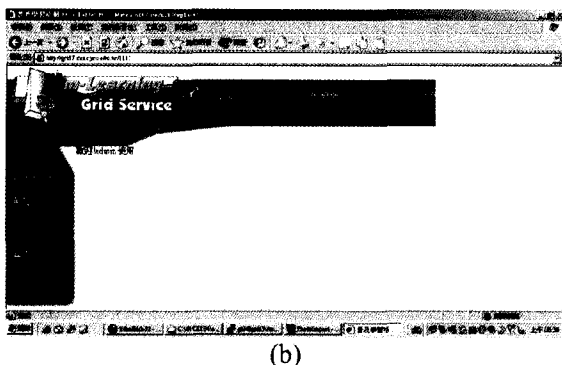
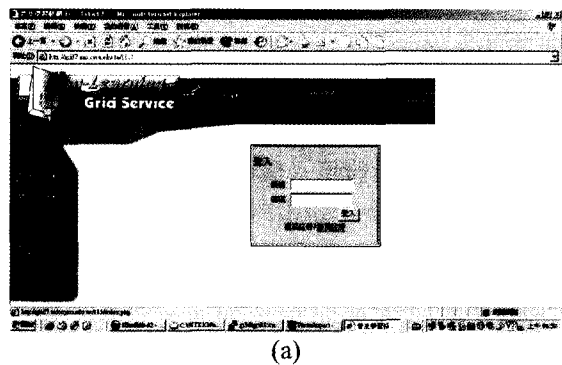


圖5 使用PC或Notebook擷取普及學習格網所得到的部份畫面(a)登入畫面(b)登入成功畫面(c)(d)學習內容

含了學習教材與資料，學習教材如文字檔、動畫檔、以及影音檔等，資料則儲存在資料庫中，例如單字、字義、以及例句等。在目前的普及學習格網中，由於各個平台分別提供給特定客戶端裝置的資料，例如桌上型電腦、筆記型電腦、個人數位助理，以及手機等，因此在每個LO的學習教材與資料皆不相同。在普及學習格網中也沒有試圖去整合與交換各個資料庫中的資料，因為我們在使用者連結進入普及學習格網時，就會將其自動導向至負責回應與呈現適合於該客戶端裝置學習內容的平台來處理，然後再依工作流程次序呼叫繫結分佈於各個節點的服務以取得單字的字義、例句、生活用語以及測驗等。

#### 肆、實作結果與討論

本實驗的系統硬體包括無線行動裝置，計有 Nokia 7210 手機（支援 J2ME、GPRS）或其它支援 Java 的手機、搭載 CF 無線網卡與 GPRS 模組的 iPAQ H3950 PDA、搭載無線網卡以及 GPRS 模組的 Notebook。有線網路裝置則為一般的 PC 主機。系統軟體包含作業系統（Linux Red Hat 9.0 版、Windows Server 2003）、網路伺服器（Apache Web Server、IIS）、媒體串流伺服器 (MS Media Server)、資料庫（MySQL、SQL Server）以及格網服務引擎（GT3 以及 TME GAIA 1.0 Beta）等。

在實際結果中，首先學習物件服務 (LO Services) 必須先行發佈於格網的引擎之上，接者學習者可以使用各種終端設備來取得學習物件服務。如果是使用手機，學習者必須先從我們的平台取得客戶端的 MIDP 手機程式，並安裝於手機上。之後學習者透過輸入一組經過授權核可之帳號與密碼，便可利用手機透過電信業者提供之 GPRS 服務，連接進入普及學習格網的學習物件服務仲介者 (LO Services Broker)，學習物件服務仲介者會列出學習者可以選用的服務，接著當學習者選擇了服務，格網的引擎便會根據該服務所提供之後設資料 (Metadata) 來尋找該服務，此一後設資料即存在於描述該格網服務的 WSDL 裡。最後，當學習者於取得並繫結該服務之際，格網的引擎也會為學習者自動繫結相關的系統服務（此亦為格網服務與傳統 Web 服務最大的不同處之一），以提供學習者相關資訊



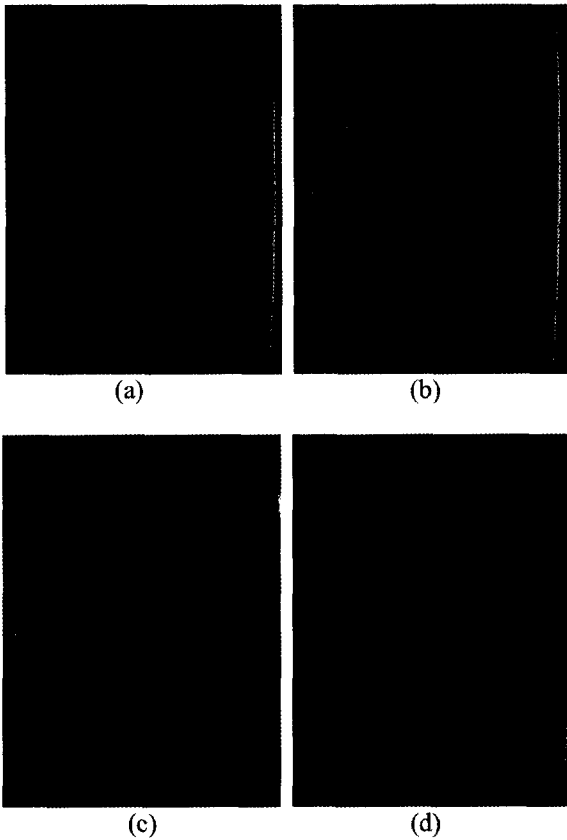


圖 6 使用 PDA 擷取普及學習格網所得到的部份畫面  
(a)登入畫面(b)登入成功畫面(c)(d)PDA顯示的學習內容

等等；如此一來，系統將可以根據學習者的學習狀態與學習進度，來提供學習者尚未學習過或最適合的學習內容。使用者首先利用學習流程定義學習流程，接著經過應用程式產生 GSFL 文件，利用格網引擎剖析，取得相關的協作服務，使用者即可利用這些服務進行自主性學習，建構自己的知識。例如使用者取得蘋果這個單字的說明、例句、生活用語以及數個測驗，例如拼字、翻翻看、圖形選擇等，即可完成一連串對「蘋果」相關的英文用法。

對於學習者而言，普及學習格網提供了一個無障礙的學習環境，除了可以在任何時間、任何地點以及使用任何裝置來進行學習，更可以自己挑選組成學習的內容，建構自己的學習環境。假設有一個使用者小明，是個學生，欲使用普及學習格網來學習英文，我們描述了普及學習格網的四個使用情境，分述如下：

情境 1：小明在學校的多媒體教室可以跟老師面對面來學習英文，也可以利用普及學習格網取得豐富的學習教材，並將學習過程記錄下來。

情境 2：當小明回到家時，利用家中的個人電腦上網，透過普及學習格網來學習英文。小明首先利用普及學習格網提供的使用者自建學習內容功能，挑選四個學習教材 (learning material)，分別是每日一字、每日一句、生活用語與評量測驗，並將其個人化設定記錄下來。接著，小明透過普及學習格網學習，普及學習格網學習平台今天教了小明一個單字 apple，並透過格網將分散於各地的學習教材利用工作流程的組成依序取得服務，然後提供給小明學習。因此，小明學到了 apple 的單字解釋、例句、生活用語以及相關的小測驗。

情境 3：假日小明在外時，無法使用個人電腦上網，於是利用方便的手機來學習。小明首先利用手機登錄進入系統，此時普及學習格網提供給小明第二個單字 banana，一樣地透過普及學習格網取得了 banana 的單字解釋、例句、生活用語以及相關的小測驗。此外，由於手機的顯示螢幕較小，因此普及學習格網提供的教材只有較單純的文字與簡單的圖片，但是小測驗仍然可以是遊戲互動方式的類型。

情境 4：當小明在教室有空時，他打開 PDA 來學習英文。小明同樣必須先登入普及學習格網學習平台，而普及學習格網則提供給小明第三個單字 orange，以及 orange 的單字解釋、例句、生活用語以及相關的小測驗。此時由於 PDA 支援了較佳的多媒體功能，因此普及學習格網提供了小明較佳的圖片以及影音教材來提供學習。

從上述的四個情境描述，我們可以發現使用者小明透過普及學習格網，不僅可以在任何時間、任何地點使用任何裝置來學習，亦可以自己建構自己個人化的學習教材；另一方面，普及學習格網在小明的學習過程中，利用格網將分散在各地的學習教材依照事先定義的工作流程依序取得，並且提供給小明具彈性、豐富與多元化的學習內容。

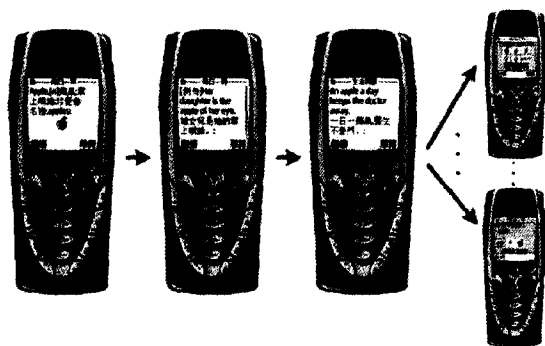


圖 7 手機顯示的一連串學習內容畫面

表 1 Web 服務與格網服務工作流程資料傳遞次數的比較

單位：次

項目 \ 服務個數 (個)	1	2	3	$n$
Web 服務工作流程	2	4	6	$2n$
格網服務工作流程	2	3	4	$n+1$

圖 5 顯示了使用 PC 或 Notebook 擷取普及學習格網所得到的部份畫面，包括(a)普及學習格網登入畫面、(b)登入成功畫面，以及(c)(d)顯示的學習內容。圖 6 顯示了使用 PDA 擷取普及學習格網所得到的部份畫面，包括(a)PDA 顯示的普及學習格網登入畫面、(b)登入成功畫面，以及(c)(d)顯示的學習內容。圖 7 則秀出利用手機學習所取得的一連串學習內容畫面。

在普及學習格網中，主要解決了在傳統與 Web 服務架構下的學習平台無法促成學習物件協同合作、以及實現服務之間的直接溝通問題，藉以達到工作流程控管的目的。在傳統的學習平台中，由於大多由特定平台的程式語言所開發，因此常常無法跨平台執行，或者是在不同的學習平台之間進行學習物件的交換。在 SCORM 與 Web 服務架構應用於學習平台之後，學習物件得以分享、學習系統也得以整合與延展。然而，在 Web 服務架構下，仍無法有效地促成學習服務間的工作流程，最主要的原因是因為服務之間無法直接有效地作溝通。因此，有許多開發廠商訂定自家的工作流程語言與中介代理

表 2 普及學習格網與其它學習平台的比較

項目 \ 平台類型	傳統學習平台	Web 服務架構	普及學習格網
系統互動能力		●	●
系統延展性		●	●
系統整合性		●	●
工作流程		○	●
大量運算能力			●
資源負載平衡			△
節點與服務資料檢索			△
服務安全性		●	●
資源全面共享(CPU、儲存空間、頻寬等)			△

●已實現 ○功能仍未完善 △尚未實作完成

者來試圖改善這些問題，例如微軟的 XLang 與 BizTalk Server。但是採用中介代理者來媒介各個工作流程固然可行，但是卻大大減低整體工作流程的效率。

有鑑於此，我們以格網架構為學習平台的基礎，並且應用格網服務的技術來佈建學習平台，達成服務之間可以直接溝通，因而促成工作流程的進行來解決這樣的問題。在圖 1(a)中，以 Web 服務的中介者為媒介，假設由三個服務組成的工作流程，則需要六次的資料傳遞方能完成。在圖 1(b)中，格網服務透過服務之間直接傳遞參數與結果，則三個服務僅需傳遞四次即可完成。如果組成工作流程的服務數量眾多，則資料傳遞的次數差距將會增大，所造成的執行效率差距也將是十分可觀的，如表 1 所示。其中對 Web 服務工作流程來說，當  $n$  個服務組成工作流程時，需要傳遞  $2n$  次的資料才能完成，反之格網服務只需  $n+1$  次即可完成。

綜合歸納前述的優缺點，我們將傳統的學習平台、Web 服務架構的學習平台與格網服務架構的學習平台，比較要點整理成如表 2 所示。

我們將普及學習格網與傳統以及 Web 服務架構的學習平台歸納相比較，可以發現普及學習格網在前五項的表現最佳，而且能有效地改善 Web 服務



架構學習平台的工作流程。除此之外，在未來的研究中，我們也評估將格網的資源負載平衡、節點與服務資料檢索，以及資源全面共享等特性應用於學習格網上的益處，而將學習資源作更有效率地整合與使用。本研究實作出的普及學習格網成功地整合格網技術至各種不同作業系統的學習平台，確實解決我們所提出的問題。

## 伍、結論

普及學習格網是以格網技術為基礎，結合各個異質學習系統，提供了一個可以行動的、協同作業的、資源能有效控管與分享的學習環境，讓使用者可以隨時隨地來進行學習。以建構主義為基礎可以提供學習者主動建構知識的學習環境，利用GT3當成格網引擎，實作此一以格網服務為架構的普及學習格網。在實驗中，製作英文學習的學習物件，利用Nokia 7210、6610、7650等手機、Compaq iPAQ H3950 PDA或Notebook來進行英文學習。學習資源的內容提供者將可以在自己偏好的開發平台上發展學習物件，然後透過加入普及學習格網的格網組織架構，即可動態地發佈服務並且和組織內的其它服務協同作業。另一方面，學習者也可以使用手機等設備透過普及學習格網即時地、動態地搜尋到所需之服務，並獲得系統所提供之最適化內容與穩定的服務品質。普及學習格網主要解決了數位學習平台上資源分散而無法有效共享的問題，並且促成了各個學習物件彼之間能夠協同的作業且有效地再使用，使教材製作與學習內容分享與再使用變的更加容易。

## 誌謝

本文承蒙國科會計畫部分補助，計畫編號NSC92-2213-E-033-026，特此誌謝。

## 參考文獻

1. Brusilovsky, P. and Nijhavan, H., "A Framework for Adaptive E-Learning based on Distributed Reusable Learning Activities," *Proceedings of E-Learn 2002, World Conference on E-Learning in Corporate,*

- Government, Healthcare, & Higher Education,* Montreal, Canada, Vol. 1, pp. 154-161, Oct. 2002.
2. Fox, G., Ko, S.H., Kim, K., Oh, S. and Lee, S., "Integration of Hand-Held Devices into Collaborative Environments," *Proceedings of the 2002 International Conference on Internet Computing (IC-02),* Las Vegas, Jun., 2002.
3. Gaeta, M., Ritrovato, P. and Salerno, S., "Implementing New Advanced Learning Scenarios Through GRID Technologies," *Proceeding of the First LeGE-WG International Workshop on Educational Models for GRID Based Services,* Lausanne, Switzerland, Sep. 2002.
4. IMS, <http://www.imsproject.org>
5. Kafai, Y. and Resnick, M. eds., *Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World,* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 1996.
6. Krauter, K., Buyya, R. and Maheswaran, M., "A Taxonomy and Survey of Grid Resource Management Systems for Distributed Computing," *Software — Practice and Experience,* Vol. 32, No. 2, pp. 135-164, Feb. 2002.
7. Li, L., Zheng, Y., Ogata, H. and Yano, Y., "Using Constructionism for Ubiquitous Learning Environment Design," *Proceedings of E-Learn 2003--World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education,* Phoenix, Arizona, USA, pp. 599-602, Nov. 7-11, 2003.
8. Papert, S., "Situating Construction," *Constructionism,* Harel, I. & Papert, S. Eds., Norwood, NJ: Ablex Publishing, 1991.
9. Piaget, J., *Science of Education and the Psychology of Child,* London: Longman, 1970.
10. Reklaitis, V., Baniulis, K. and Masevicius, A., "Towards e-Learning Application Architecture Based on GLOBUS Framework," *Proceedings of Euroweb 2002 Conference,* St Anne's College Oxford, UK, Dec. 2002.
11. SCORM, <http://www.adlnet.org>
12. Simple Object Access Protocol (SOAP) 1.2 Specification Assertions and Test Collection, <http://www.w3.org/TR/2003/REC-soap12-testcollection-20030624/>
13. The Globus Project, <http://www.globus.org/>
14. ULF, <http://www.saba.com>
15. Web Services Description Language (WSDL) Version 1.1, <http://www.w3.org/TR/wsdl>

## A Constructionism-Based Pervasive Learning Grid

CHING-JUNG LIAO

*Department of Management Information Systems  
Chung Yuan Christian University  
Chung-Li 32023, Taiwan, R.O.C.*

### ABSTRACT

In this study, a pervasive learning grid (p-Learning Grid) was built up based on the constructionism. The purpose was let users could access Any Information at Anyplace, Anytime, by Any Device to make active discovery learning for constructing their own knowledge. We setup a grid services environment by employing the grid technology to integrate three different types of learning platforms. The topic of learning contents was English. These contents especially developed by ourselves. Users could get proper contents for self learning by using PC, Notebook, Tablet PC, PDA, and mobile phone at various places.

**Key words:** *Constructionism, Pervasive Learning Grid, Grid Services, Self Learning.*

