

無障礙情境感知適性化數位學習環境研究

葉耀明 邱秋菊

台灣師範大學資訊教育研究所

ymyeh@csie.ntnu.edu.tw chioujiu@gmail.com

摘要

數位台灣計畫強調知識經濟發展，數位學習扮演培育專業人才的關鍵性角色。若數位學習平台未考慮身心障礙者對教材結構、媒體呈現、介入輔具操作的可及性需求，身心障礙者將被排拒在數位學習的推動潮流外。本研究目的在於開發具情境感知之適性化數位學習平台所需功能模組和無障礙學習環境可及性評估，以建立適合身心障礙者的理想數位學習環境。學習環境可及性評估以「無礙e網」為研究對象，使用無障礙網頁開發規範之機器檢測進行學習平台可及性評估；輔以改良式螢幕鍵盤為個案進行介入替代性輸入輔具的平台操作可及性評估；並同時使用機器檢測與人工檢測進行非智能障礙類的教材可及性評估。情境感知之適性化數位學習系統功能模組設計，參考IMS組織之學習者資訊包裝設計代表個人學習履歷之身心障礙者網路學習護照，並且能由系統感知學習情境資訊。此外，導入SCORM教材順序導引，依據測驗結果判斷學習能力，提供適性化服務。本研究貢獻在於學習環境可及性評估結果能做為建構理想無障礙數位學習環境參考。身心障礙者網路學習護照能節省人力、時間成本及學習經驗可攜性。具情境感知之適性化學習系統的功能模組設計成效受到個案肯定，系統能自動感知學習者情境資訊，並依學習者個別需求，提供自動課程分流、學習路徑選擇與學習順序導引。

關鍵詞：無障礙網頁開發規範、情境式學習、適性化學習、LIP、身心障礙者網路學習護照、SCORM SN

1. 前言

在挑戰 2008 國家發展重點計畫的分項數位台

灣計畫，分類為 e 化生活的數位學習國家型科技計畫，強調知識經濟發展的關鍵，首重培育高素質的專業人才，因此數位學習扮演了關鍵性的角色（來源：數位台灣計畫辦公室）。（王鼎元，民 95）提到若數位學習平台沒有考慮無障礙網路的可及性因素，這些因素包括在數位學習內容的結構組織、媒體呈現、介入輔具操作等各方面做可及性的考量和設計，以及學習管理系統的特殊功能規劃和設計等。身心障礙者將可能會面臨一個可望不可及的數位學習環境，即使有各種電腦輔具的協助亦無法正確的吸收以達到學習成效，而被排拒在國內這一波數位學習的推動潮流之外。

（王鼎元，民 95）提到 SCORM 標準有一套 API 可以提供一般的客戶端執行模組來呼叫 SCORM 伺服器的執行模組(Run-Time Environment) 做數位教材物件的傳遞和互動，然而在客戶端和伺服器端都必須要提供專門為身心障礙者設計的個別化特殊功能以滿足身心障礙者進行數位學習的需求。

有鑒於僅以學習時間作為學習者學習狀況的判斷因素確實不足，可採用作業成績、測驗成績、學習態度等多元的判斷準則，來衡量學習能力，能夠更準確地動態變更學習順序的過程，提升適性化學習的程度。此外率先提出的身心障礙者網路學習護照構想為增加其實用性，能夠跨平台流通，由系統自動判定封包內容，自動感知學習者的情境資訊，有必要統一資料結構網要標準，並由具備公信力的機關背書，猶如現實生活中的殘障手冊。

本研究目的是開發具情境感知之適性化數位學習平台所需功能模組和無障礙學習環境可及性評估，建立適合身心障礙者的理想數位學習環境。

基於上述目的，提出研究問題如下：

(一)學習環境需有各種可及性評估以確保無障礙

特色。

(二)能跨平台流通的身心障礙者網路學習護照需有統一標準可遵循。

(三)能自動課程分流、學習路徑選擇與動態學習順序導引的適性化機制設計。

(四)具情境感知之適性化數位學習平台所需功能模組設計。

2. 文獻探討

2.1. 無障礙數位學習環境

資訊溝通科技為人類帶來了便利,使每一個人不論在學習與生活上都與電腦和網路密切的結合。然而對身心障礙者而言卻存在數位落差問題,因此引起社會對縮減數位落差議題的重視。在孟令夫等人研究中協助五個肌萎縮性側索硬化症個案發展出無障礙的電腦使用環境。歸納其中一種介入策略為替代鍵盤的使用(譬如:小面積鍵盤、螢幕小鍵盤、鍵盤置放位置的改變等)。陳昫辰等人發展之「全方位中英文螢幕協助鍵盤」,支援注音、新注音、倉頡、新倉頡、無蝦米、大易、縱橫、自然注音、自然倉頡、漢語拼音、英文 11 種輸入法;允許使用者自訂螢幕鍵盤按鍵的字型、字體、顏色、透明度、尺寸、位置;支援功能表操作功能、Flash 操作、特殊符號、智慧型版面調整等。

網頁親和力 (Web Accessibility) 為身心障礙者可以覺察、瞭解、瀏覽和網頁互動並且提供回饋 (WAI)。而輔助科技在支援身心障礙者學習同時扮演著重要的角色,兩者可說相輔相成,因此藉由正確的網頁設計呈現教材及適當的輔助科技,讓網頁親和力科技結合專業輔具促進學習資源被學生存取,使障礙者也能自由擷取網際網路資訊的益處。

關於網頁親和力評估方法有無障礙網頁開發規範之指導方針與個案研究。我國參考 W3C 協會的 WAI 組織的無障礙網頁內容標準相關規範,完成「無障礙網頁開發規範」包含十四條規範以及九十條相關的檢測要點,這些要點並可分別歸類為三個優先等級。個案研究是普遍可用來證實網頁親和力問題的方法,(Nielsen Norman Group)集團致力於

研究使用者體驗,說明尤其讓殘障者參與網站的研究會有大量的發現且相當有效,只是比較花時間。各種評估方法各有優劣處,視不同研究性質取最適當的方法或各種方法組合運用來截長補短。

2.2. 情境感知學習者資訊

Schilit 等人在情境感知 (Context-Aware) 的概念中提到,一個人所進行的活動與其所處的環境有相當大的關係,例如一個人接近圖書館的時候,所進行的活動就可能是閱讀、借書或還書,而接近廚房的時候,所進行的活動就可能是開冰箱或煮咖啡,由此可知人與週遭環境的關係密不可分,因此 Schilit 等人定義,「週遭環境」即是一種「情境 (Context)」,所謂情境感知的應用就是要依使用者的情境不同,給予適合的資訊。

學習者資訊包裝 (Learner Information Package, LIP) 規範由 IMS 全球學習聯盟 (IMS Global Learning Consortium) 在 2001 年三月提出,用以描述學習者 (個人或群組) 的特徵,讓學習系統能快速地反應學習者需求,且學習資料可以在不同的學習系統間傳送與交換。在 (王鼎元, 民 95) 研究中已先提出身心障礙者學習手冊構想,手冊匯入系統後,系統根據其身心障礙特性自動至課程庫搜尋適合學習者的教材。

2.3. 適性化學習

雖然無礙 e 網開啟身心障礙者學習大門,但身心障礙者的差異不只障礙類別,也可能具備著學習能力的差異。即使是同樣類型的身心障礙者,都可能因為週遭環境或是輔具使用情況種種的因素而造成極大的學習能力差別 (王鼎元, 民 95)。所以設計適性化學習機制有其必要性。

在 (蘇俊銘, 民 94) 等人的研究中提出教學活動模型 (Instructional Activity Model, IAM), 定義順序規則與活動樹元件間之關聯性,活動樹元件的屬性可依教育學需求來延伸與管理。另 (Ravikumar & Pamela) 提出一個有效的以學習者為中心的學習管理系統,可藉由學習者狀態監控機制如考試和點選回饋指標瞭解學習成效。採用 Bruner 建構式學習理論考量學習者的先備知識、學習興趣、學習經

驗來調整課程順序。學習者能決定自己的學習進度，亦能接受系統建議跳躍式學習或循序學習。

美國國防部的分散式學習主導計畫(Advanced Distributed Learning Initiative, ADL)參考 IMS 簡單順序規範(Simple Sequence Specification, SSS)並依據學習活動(Learning Activity)的概念與因應實際的學習情境(Learning Situation)需求提出了 SCORM Sequencing and Navigation，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。Sequencing 標籤包含八大類語法，每個語法有各自的意義，有了 SCORM Sequencing，程式設計師可以轉換教學設計師運用其教學策略設計的學習活動樹，就是在課程的 imsmanifest.xml 檔案加入 sequencing 語法如圖 1，並透過 SCORM RTE 之 API, Data Model, Launch 三元素交互作用來實現可適性環境。

```

<item identifier="s_j002_0204" identifierref="s_j002_0204_sco" isVisible="true">
  <title>公式解題介紹</title>
</item>
<imss:sequencing>
  <imss:controlMode choice="true" choiceExit="true" flow="true" forwardOnly="false"
  useCurrentAttemptObjectiveInfo="true" useCurrentAttemptProgressInfo="true"/>
  <imss:sequencingRules>
    <imss:preConditionRule>
      <imss:ruleCondition operator="hoOp" referencedObjective="global-s_j002_0100">
        <imss:ruleConditions>
          <imss:ruleAction action="skip"/>
        </imss:ruleConditions>
      </imss:preConditionRule>
    <imss:preConditionRule>
      <imss:ruleConditions conditionCombination="all">
        <imss:ruleCondition operator="ne" referencedObjective="global-s_j002_0100">
          <imss:ruleConditions>
            <imss:ruleAction action="hiddenFromChoice"/>
          </imss:ruleConditions>
        </imss:preConditionRule>
      </imss:preConditionRule>
    </imss:sequencingRules>
  </imss:sequencing>

```

圖 1 非智能障礙類課程之 sequencing 語法片段

3. 研究方法

本研究架構如圖 2 主要分為二部份，第一部份是學習環境之平台、數位教材與介入替代性輸入輔具平台操作可及性評估研究；第二部份研究重點在具感知學習情境資訊與能提供適性化服務之學習系統所需功能模組分析與設計。

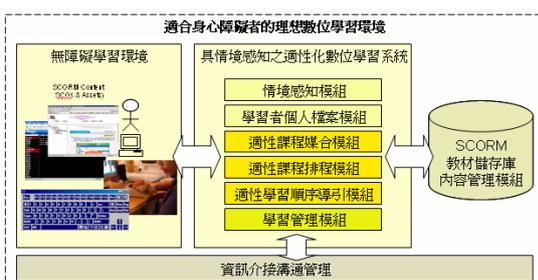


圖 2 研究架構圖

3.1. 無障礙學習環境可及性評估設計

一個理想的無障礙數位學習環境應考量輔具介入不同障別進行學習的可及性需求，因此發展符合無障礙規範的數位教材與學習平台顯得格外重要。以國內第一個為身心障礙者開啟學習大門的學習平台「無礙 e 網」為研究對象，本研究規劃三種評估方案，詳細說明如下：

- (一) 採用機器自動檢測方法，檢測「學習平台」的可及性，需滿足無障礙網頁開發規範第二優先 AA 等級。
- (二) 採用機器自動檢測與人工檢查方法，檢測「數位教材」的可及性，需滿足無障礙網頁開發規範第二優先 AA 等級。
- (三) 使用改良式的螢幕鍵盤為個案實際進行介入輔具之測試實驗與可及性分析，期能驗證無障礙電腦使用環境輔具介入的適切性。

3.2. 身心障礙者網路學習護照設計

規劃中的身心障礙者網路學習護照將遵循 IMS LIP v1.0 規範並參考王鼎元的研究成果和其他創意構想來設計具有實用價值與跨平台流通性。學習護照就像是學習履歷，必須記載基本個人資料、學習證照、學習經驗、學習目標與學習偏好等訊息；個別可及性需求如障別資訊、輔具使用現況等資訊也記載到學習護照裡，增加內容的豐富性能夠讓學習系統瞭解學習者並提供適性化的學習服務。另外，在學習護照裡可以自由記載增加的創意構想，本研究擬增加職業類別偏好，做為模擬輔導身心障礙者就業，職能訓練的重要參考資訊。

```

<fielddata>肢體障礙</fielddata>
</ext_qcd>
- <ext_qcd>
- <fieldlabel>
  <typename>
    <tyvalue>DisableLevel</tyvalue>
    <!-- 障障等級 -->
  </typename>
</fieldlabel>
<fielddata>中度</fielddata>
- <ext_preference>
- <fieldlabel>
  <typename>
    <tyvalue>職業類別偏好</tyvalue>
  </typename>
</fieldlabel>
<fielddata>多媒體設計</fielddata>

```

圖 3 身心障礙者網路學習護照之障別與職業偏好

3.3. 適性化學習機制

(一) 依學習者特性自動課程分流

從身心障礙者網路學習護照讀取障礙類別、學習偏好、輔具使用情況與職業類別偏好等資訊，到網路環境中其他同質或異質平台的教材儲存庫，查詢課程的 metadata 描述，篩選出適合學習者的職能訓練課程，自動匯入學習管理系統並加入學習者的選課清單。

(二) 自動化適性學習路徑選擇

面對選課清單眾多的課程，學習者往往會不知該如何閱讀課程，有必要提供學習路徑。目前廣泛被使用的概念圖(Concept Map)和蘇俊銘等人提出的教學活動模型(IAM)，都很適合做為學習路徑選擇的判斷理論依據。擬定網站程式設計師職能訓練概念圖如圖 4。教學活動模型 IAM 建構方法透過課程間貢獻關係和權重矩陣計算，最後由學習活動順序圖如圖 5 推導出學習活動順序為 AT1->AT2->AT4->AT3，所以網站程式設計師職能訓練的學習路徑為網頁設計入門->網頁設計進階->資料庫入門->ASP 程式設計入門。



圖 4 網站程式設計師職能訓練概念圖

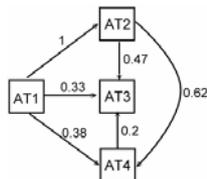


圖 5 學習活動順序圖

(三) 依學習者的學習能力動態學習順序導引

為了實驗課程能於學習管理系統內依學習者的學習能力動態學習順序導引，非智能障礙類課程的教學策略採用評量測驗為學習能力評估方法，分為單元預備測驗與單元回顧測驗，具循序性、選擇性與個別化。智能障礙類課程的教學策略則採用循序性的學習方式，輔以單元後遊戲式闖關挑戰增強學習動機。

3.4. 系統功能模組分析

情境感知功能需求主要因系統需具備傳送與接收 SOAP 訊息封包，而 SOAP 除了時間、地點資訊外，另含有 LIP 附件，稱為身心障礙者網路學習護照，是重要學員資訊來源，為了讓 LIP 能與系統溝通，於是衍生學員個人檔案溝通功能模組

(Learner Profile Module)，做為剖析與更新 LIP。適性化功能需求主要因身心障礙者個別差異性，有可及性需求如不同障別、障礙限制、使用輸入、輸出輔具等，還有學習、職業類別偏好與學習能力等，所以需有適性化學習機制，讓系統瞭解學習者並提供適性化的學習服務。規劃系統提供的適性化學習機制有三種，各自成為功能模組，提供適性服務，分別是依學習者特性自動課程分流和自動適性學習路徑選擇與依學習者的學習能力動態學習順序導引。

4. 具情境感知之適性化學習系統實作

4.1. 功能模組

系統架構主要由七個功能模組彼此合作如圖 6，功能模組詳細介紹於下：

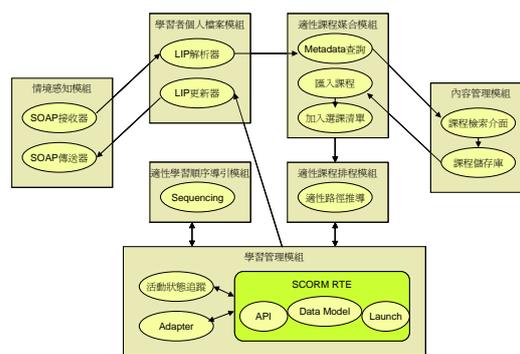


圖 6 功能模組彼此合作模式

(一) 情境感知模組

提供 SOAP 接收與傳遞服務，目前 SOAP 封包是以 XML File 模擬，記錄使用者的時間、地點、頻寬資訊，身心障礙者網路學習護照以附件的方式和 SOAP 一起傳送到本系統。

(二) 學習者個人檔案模組

實作了 LIP 解析器與更新器，提供身心障礙者

網路學習護照資訊解析與更新服務，此模組的輸入和輸出資訊是和其他模組溝通與合作的橋樑。

(三) 內容管理模組

以實驗室學長建置的 SCORM 教材儲存庫 prototype 做為主要內容管理模組，教材儲存庫裡 Asset, SCO, CA 的 Metadata 需詳細描述，並修改查詢功能，及允許 Client 端匯入課程。

(四) 學習管理模組

學習管理模組就像系統的心臟，扮演協調與控制者角色，也是適性化功能模組中活動狀態追蹤與學習順序導引彼此溝通橋樑，提供可適性環境。

(五) 適性課程媒合模組

依據學習者的障別、職業類別偏好，到教材儲存庫查詢 Metadata，媒合到課程會通知系統匯入並自動加入學習者的選課清單。所以本模組包含三階段任務：Metadata 查詢->匯入->選課。

(六) 適性課程排程模組

由適性課程媒合模組自動產生的選課清單，依課程間的權重與難易度推導適當的學習路徑。

(七) 適性學習順序導引模組

教學設計師賦予每個課程單元學習目標與順序條件，學習管理模組提供可適性環境，並依測驗分數判斷學習能力與導引順序。

4.2. 使用情境

假設某學員是位輕度智能障礙者，目前沒有使用任何輔具，使用電腦與上網經驗較少，學習風格喜歡較結構化，偏好多媒體動畫與聲音的教材，想從事的職業類別是電腦文書處理。

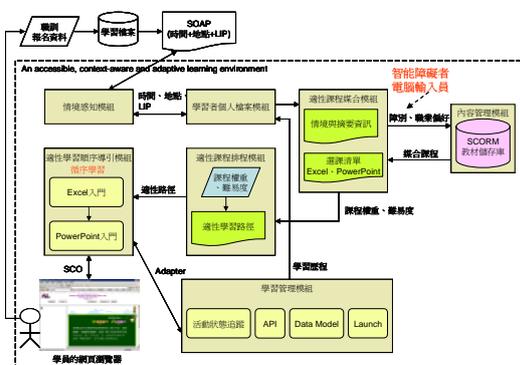


圖 7 學習情境概圖

圖 7 為學員與系統互動的學習情境概圖。系統

依據身心障礙者網路學習護照，經過模組間彼此合作，幫學員媒合了智能障礙類課程，Excel 入門與 PowerPoint 入門，專屬智障者的課程其學習單元將會循序的被遞送與呈現在學習者的瀏覽器。

5. 研究結果與討論

5.1. 無障礙學習環境可及性評估結果

(一) 學習平台可及性評估結果

機器檢測評估結果首頁符合無障礙網頁開發規範第二優先 AA 等級，雖然無礙 e 網具有網頁導盲磚 (:::) 搭配鍵盤快速鍵 (Accesskey)，但整個平台檢測不符合 A⁺ 與 AA。

(二) 介入替代性輸入輔具的平台操作可及性評估結果

介入螢幕鍵盤輔具的學習平台操作具有可及性，使個案能參與社群互動，增加學習便利性。

(三) 數位教材可及性評估結果

無障礙網頁機器檢測結果非智能障礙類課程都有滿足無障礙網頁開發規範第二優先 AA 等級。一位全盲的 e-Tutor 執行人工檢測的教材任務，不僅發現視障者使用的潛在問題，也提供改善教材的建議，研究結果如下述。

(1) 課程設計仍以一般滑鼠操作為主，對視障者而言不方便。

(2) 視障者操作多媒體影音，會有鍵盤快速鍵功能作用失效情形。

(3) 建議改善教材可及性，才能讓視障者感受無障礙的真正涵意，相信會有更多視障團體樂於使用無礙 e 網。

5.2. 具情境感知之適性化學習系統設計成效

評估結果

(一) 感知學習者個人檔案

個案對於身心障礙者網路學習護照構想感到新鮮好奇，表示能在畫面上看到自己的障別、學習風格、職業類別偏好等個人學習可及性資訊，肯定系統能感知個人學習檔案並自動登入系統。

(二) 適性化服務

個案肯定系統能依障別、興趣、職業偏好媒合課程，並自動加入選課清單，會幫使用者選擇適性學習路徑，建議先學繪圖軟體入門再學繪圖軟體進階，且在學習過程中會依測驗分數導引學習順序。

(三) 與其他學習平台的比較

個案接觸過許多數位學習平台並回應東吳大學的學習平台與 k12 數位學校有提供類似的適性化服務，但本系統能由身心障礙者網路學習護照自動登入系統的功能，是其他學習平台所沒有的。

6. 結論與未來發展

6.1. 結論

(一) 無障礙數位學習環境可及性評估以確保無障礙特色

為了確認無障礙數位學習環境應考量輔具介入不同障別進行學習的可及性需求，並發展符合無障礙網頁開發規範的數位教材與學習平台，以國內第一個為身心障礙者開啟學習大門的學習平台「無礙 e 網」為例，本研究進行學習平台可及性評估、介入替代性輸入輔具的平台操作可及性評估與數位教材可及性評估，其結果能做為「無礙 e 網」與其他學習平台建構理想無障礙數位學習環境參考。

(二) 身心障礙者網路學習護照實用價值與標準

身心障礙者網路學習護照能節省人力、時間成本及學習經驗可攜性，但資料格式的完備性有待專家評鑑、統一標準。

(四) 開發具情境式與適性化功能的數位學習平台

系統能自動感知學習者情境資訊，自動登入系統，並依學習者個別學習情境，不同障別需求，自動課程分流，選擇適性路徑與動態學習順序導引。此外，本系統能由身心障礙者網路學習護照自動登入系統的功能，是其他學習平台所沒有的。

6.2. 未來發展

(1) 情境感知功能模組未來可與實驗室同學研究的 RFID 應用程式整合。

(2) 身心障礙者網路學習護照資料格式完備性並統一標準。

(3) 課程排程功能模組演算法改良。

(4) 融入多元且有效的教學策略之 SCORM 順序語法研究。

參考文獻

- [1]SCORM Sequencing and Navigation Version 1.3. 國立臺灣師範大學圖書資訊研究所數位圖書館研究團隊-RDLG 編譯。
- [2]王鼎元(民 95)。整合身心障礙者適性化數位學習與 SCORM 課程庫之研究。國立台灣師範大學資訊教育研究所碩士論文。
- [3]行政院研究發展考核委員會(2003)：無障礙網頁開發規範。取自 <http://enable.nat.gov.tw/download.jsp>。
- [4]行政院，挑戰 2008：國家發展重點計畫，數位台灣計畫辦公室，2003 年 1 月。取自 <http://www.etaiwan.nat.gov.tw/content/application/etaiwan/e2008/index.php?sn=1>。
- [5]孟令夫、李天佑、朱繼農等人 (2002)。「可及性策略」影響「四肢偏癱疾患」電腦操作之效應。第五屆工程科技與中西醫學應用研討會 (182-187 頁)。台中：逢甲大學。
- [6]蘇俊銘、曾憲雄、林喚宇、呂真郁(民 94)。物件導向式學習活動系統之研製。2005 台灣數位學習發展研討會。
- [7] ADL (2006). SCORM 2004 3rd EDITION Run-Time Environment(RTE) version 1.0. At <http://www.adlnet.gov/>.
- [8] Bill N. Schilit, Norman Adams, and Roy Want, Context-Aware Computing Applications, IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, December 8-9 1994.
- [9] IMS (2001). IMS Learner Information Package Best Practice & Implementation Guide. At <http://www.imsproject.org/>.
- [10] Ravikumar & Pamela. (2004). CURRICULUM SEQUENCING USING QUIZZES AND STATISTICS. Mid-South College Computing Conference.