

以情境感知建構適性化學習風格之行動學習系統

黃河銓 謝福明

國立高雄應用科技大學 資訊管理研究所

hchuang@cc.kuas.edu.tw 1094345105@cc.kuas.edu.tw

摘要

隨著行動嵌入式裝置的迅速發展，行動學習的概念應蘊而生，學習者可以透過不同的行動裝置閱讀教材，以達到任何時間、任何地點的學習。目前，許多學習系統雖然能提供豐富的教材內容以及多樣化的功能，但是無法依據學生的知識能力與學習風格提供適性化教材。本研究主要目的是建置一適性化行動學習系統，以解決目前學習系統無法提供學生能力適性與內容適性等問題。本研究使用貝氏網路診斷學習者的知識能力，了解學習者在學習中所產生的知識盲點，推薦符合學習者知識能力的教材給學習者，並且再藉由貝氏網路推論學習者的學習風格，依照不同的學習風格提供適當的教材，以達到能力適性之目的。為了達到行動化學習，本研究透過情境感知的方式來判別學習者使用何種裝置來進行學習，以利於學習者在學習上能運用不同的行動學習載具，並根據不同的情境資訊提供不同呈現的教材內容，以達到內容適性之目的。

關鍵字：情境感知、學習風格、貝氏網路

1. 前言

近年來，由於個人電腦的普及以及網際網路的盛行，教學方式產生了巨大的變革，從以往面對面教學的傳統授課方式逐漸轉變為數位學習的教學方式，因此，學生能不再受到時間、地點的限制來進行學習。目前數位學習逐漸融入到學校甚至是企業之中，在學校課堂上，教師透過數位學習系統進行教學，以提升學生的學習成效；在企業中，企業亦促使員工透過數位學習系統進行學習，給予員工最有效率的教育訓練。以數位學習的學習模式進行學習不僅可以提升員工本身的工作能力，亦提升企業整體競爭力。

雖然許多數位學習系統能提供豐富的教材內容，但是無法依照學習者的學習風格與知識能力提供適當的教材內容給學習者，亦即無法達到因材施教及能力適性的目的。並且大多數的數位學習系統只能支援桌上型裝置，但並不支援行動裝置，無法達到內容適性。在本研究中，能力適性意指學習系統能依照學習者的學習風格與知識能力的不同提供適合學習者的教材；而內容適性意指學習系統能

根據學習者所使用的裝置提供符合該裝置能力的內容。一般的數位學習系統無法依據不同的裝置提供不同教材內容的呈現。然而，行動裝置本身有許多限制，例如運算能力、螢幕大小、色階等，所以要如何如何在行動裝置上呈現適當的教材內容是個值得探討的議題。

因此，本研究嘗試建置一適性化行動學習系統，以改善目前數位學習系統無法達到學生能力適性與內容適性的問題。在學生能力適性方面，本研究透過貝氏網路推論學習者所屬的學習風格為何，以了解學生在學習時的偏好，藉由此提供學生多元化呈現的教材，以滿足不同學生的學習風格；並再藉由貝氏網路診斷學習者在學習上所產生的學習盲點，推論學生目前在學習上有哪些觀念較薄弱，以提供符合學生知識能力狀況的教材。藉由上述的方法達到學生能力適性。在內容適性方面，透過情境感知(Context-aware)的方式來判別學習者是使用何種裝置來進行學習，並擷取裝置的軟硬體資訊，系統依據所接收到的軟硬體資訊來進行教材內容適性處理，亦即學習者使用不同的裝置存取同一份教材時，系統會根據裝置的情境資訊(Context)產生不同的教材呈現方式。透過上述的方法達到教材內容適性，以改善目前數位學習系統的問題。本研究架構如下，第二節介紹相關的技術與研究，並說明相關的研究方法。第三節說明本研究的系統架構及系統模組的功能。第四節敘述本系統的實作方法。最後，第五節則對整個研究做結論及討論未來的研究方向。

2. 文獻探討

2.1 Felder and Silverman 學習風格理論

Felder and Silverman [5]將學習風格定義為學習者在學習上獲得及處理資訊的不同模式、特性及喜好的方法即為學習風格。二位學者依照學生對於資訊的接收以及處理資訊方法的不同，將學習者的學習風格分成四個面向，分別為感知能力(Perception)、輸入方式(Input)、處理方式(Processing)、瞭解方式(Understanding)。每個面向又包含二種學習風格，分別為感覺的(Sensitive)及直覺的(Intuitive)、視覺的(Visual)及口語的(Verbal)、主動的(Active)及反思的(Reflective)、循序的(Sequential)和總體的(Global)。表 1 為 Felder 及

Silverman 的學習風格定義。

表 1 Felder 及 Silverman 的學習風格定義[1]

Definitions	Dimensions		Definitions
Do it	Active	Reflective	Think about it
Learn Facts	Sensing	Intuitive	Learning Concepts
Require Pictures	Visual	Verbal	Require Reading or Lecture
Step by Step	Sequential	Global	Big Picture

綜合上述，Felder and Silverman 學習風格理論中包含四個維度，每個維度各包含二種不同的風格類型，經過排列組合後，可產生 16 種不同的學習風格。因此在本研究中，系統推論學習者學習風格時，會以這 16 種學習風格為主，系統會根據學習者的學習行為及歷程進行推論，主動判斷其學習風格的類別，並依此結果提供符合學習者學習風格的教材。

本研究根據 Felder 及 Silverman 的學習風格理論，並參考 Carver 等學者[1]提出的相對應教材，依照不同的學習風格提供適當的教材給學習者，相對應的教材敘述如下：

- (1) 處理方式(Processing)
 - 主動的(Active)：偏重群組學習討論，猜想可能的問題，找出答案，並且提供討論區。
 - 反思的(Reflective)：在繼續下個階段課程之前，先給他們思考的時間，寫總結、心得。
- (2) 感知能力(Perception)
 - 感覺的(Sensitive)：偏重事實、先舉例再解說、與週遭環境相關的應用例子及練習式教材。
 - 直覺的(Intuitive)：偏重抽象、概念、理論及先解說再舉例的教材。
- (3) 輸入方式(Input)
 - 視覺的(Visual)：偏重於圖片、圖形、圖表、圖解、流程圖、實地示範、概念圖、顏色區分標記及多媒體片段的教材。
 - 口語的(Verbal)：偏重於文字跟聲音的教材。
- (4) 瞭解方式(Understanding)
 - 循序的(Sequential)：符合邏輯式步驟化教材呈現，有順序的描繪整個教材的輪廓。
 - 總體的(Global)：提供課程的整體概念、上、下文內容脈絡及可跳躍式的教材。

2.2 貝氏網路(Bayesian networks)

貝氏網路是一種圖型模式，亦即將所有的隨機變數與變數之間的相互關係，藉由圖型的方式將這些變數的節點表達出來[8]。使用貝氏網路，可以在不確定的條件下進行推理，結合直覺跟經驗上的優勢，用數學的模式呈現，並且可以用一致的角度，判斷初始機率影響的不確性推論[12]。

貝氏網路是結合圖型理論(graph theory)與機率理論(probability theory)所構成。在圖型理論中圖型模式是由許多節點(Node)和線(Edge)所組成，每一個節點代表一個隨機變數，而線代表兩個節點間的因果關係。而貝氏網路是圖型模式中一種有方向性並且非循環的圖型(Directed acyclic graph, DAG)[2]，如圖 1 所示，由於節點 A 指向節點 B 和節點 C，而節點 B 和節點 C 並無指向節點 A，因此沒產生循環。圖中節點 A“引起”B、C 二節點，節點 A 為父節點(Parent node)，節點 B 與節點 C 為子節點(Child node)，A 與 B 以及 A 與 C 節點之間有因果關係。根節點(root node)是用事前機率表表示(Prior probability table)，其餘節點包含條件機率的分布(Conditional Probability Distribution, CPD)，並且用條件機率表(Conditional Probability Table, CPT)的方式呈現，父節點的條件機率值會影響子節點的機率值[2]。

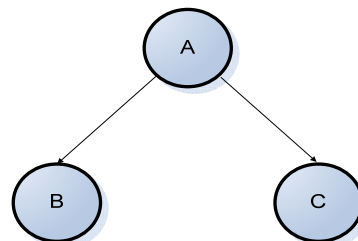


圖 1 簡易貝氏網路圖

2.3 情境感知(Context-aware)

情境感知(Context-aware)意指在使用者與系統的互動過程中，當系統有能力分析週遭環境的人、事、時、地、物，以及使用者和系統本身時，即可稱該系統具有情境感知的能力[4]，如圖 2 所示。

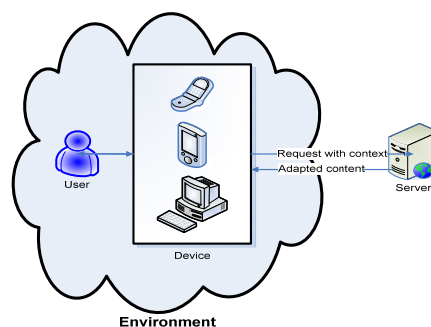


圖 2 情境感知示意圖

近年來，有關情境感知研究相當的多，例如 Yang [13]等人使用情境模式(Context model)描述情境並且獲取情境資訊，提供學習者適當的內容，該系統以本體論為基礎來描述情境，並以學習者與內容兩個觀點來定義情境資訊，該研究中使用 GPS 和 RFID 來獲取學習者的區域資訊，以提供適當的內容。Chu [3]等人透過情境感知中介軟體負責偵測行動裝置的軟硬體資訊，並且使用代理人基礎的分析

器去提供動態的內容呈現給使用者，該系統中代理人基礎的分析器，負責針對教材提供者所上傳的靜態文件，解析文件內容結構，並且依據接收到的情境資訊配置適當的內容版面，以產生適當的內容呈現，再回覆給使用者。

近年來亦有研究使用 W3C 組織所提出的 CC/PP (Composite Capabilities/ Preference Profiles) [7] 標準來實做情境感知。CC/PP 是一種以 RDF(Resource Description Framework)為基礎的描述框架，主要用來描述用戶端的裝置能力與偏好設定，內容提供者或網頁伺服器可以藉由 CC/PP 所描述的裝置能力以及使用者的偏好進行內容適性。CC/PP 中定義了裝置能力的綱要，而綱要中主要由描述硬體、軟體、網路等裝置特徵的元件組合而成。

當用戶端透過裝置欲存取網頁內容時，會向網頁伺服器發出需求 (Request) 並且也會另外送一組 URL 告知網頁伺服器 CC/PP 設置文件的所在資料庫，通常該資料庫為裝置供應商所提供，如圖 3 所示。

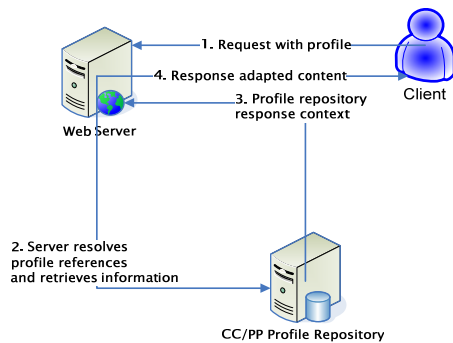


圖 3 CC/PP 存取方式示意圖

當用戶端送出需求和 URL 後，網頁伺服器接收到便依照 URL 指示的位置連線至存放 CC/PP 的資料庫中，並擷取 CC/PP 設置文件，網頁伺服器便依照 CC/PP 所描述的裝置資訊將網頁內容進行適性處理；最後，再傳送適性內容給用戶端。近年來亦有許多研究使用 CC/PP 標準來實作情境感知。例如，Lemlouma 及 Layaida [9] 運用裝置獨立 (Device Independence) 的概念，提出了以內容語意與裝置能力的自動適性系統，該系統使用了 UPS (universal profiling schema) 來定義情境資訊。UPS 是基於 CC/PP 與 RDF (Resource Description Framework) 標準的一種綱要 (Schema)，該綱要不僅考慮用戶端裝置的軟體資訊並且包含了用戶端的環境資訊。該系統不只透過情境感知來達到內容適性，並且能依據使用者的偏好，例如語言，來達到適性的目的。

2.4 內容轉形

內容轉形意指將多媒體檔案或物件從某種形式或格式轉換為另一種形式 [11]，例如將一份供 PC 閱讀的 HTML 檔，轉換為符合手機或 PDA 能螢幕大小的格式與檔案類型；或是將一份寬度與高度為 1024 X 768 的 JPG 圖形格式轉換為 200 X 100 的

PNG 圖形格式，皆可稱之為轉形。目前關於有許多關於內容轉形的研究，例如 Smith 等人 [10] 提出了以內容為基礎的圖形轉形架構。該研究中，以決策樹依圖形類型與圖形使用目的進行分類，再以不同的轉形函式進行適當的轉換，以達到適性化的內容。

3. 系統架構

本研究運用學生的相關背景資訊，包含學習風格、學生知識能力，並結合了情境感知來達到適性化的目的。本研究中所提出的系統架構如圖 4 所示。

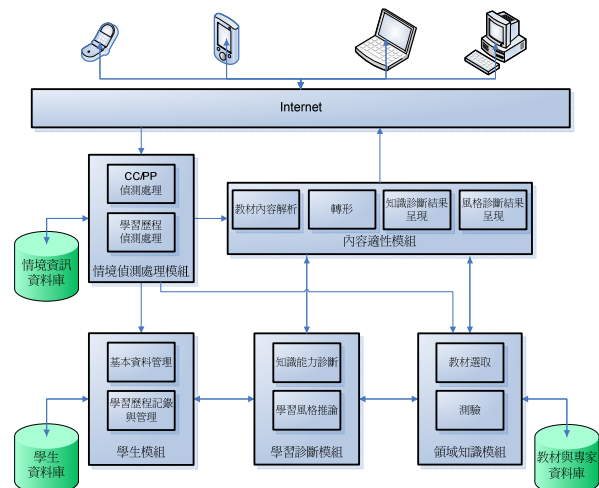


圖 4 系統架構圖

本系統主要包含五個主要模組分別為學生模組、領域知識模組、學習診斷模組、情境偵測模組以及內容適性模組。各模組功能如下：

情境偵測處理模組

本模組主要負責偵測並記錄適性化處理所需的情境資訊，包含 CC/PP 偵測處理子模組及學習歷程偵測處理子模組二個子模組，如下所述：

● CC/PP 偵測處理子模組

本模組負責偵測裝置的軟體硬體資訊。在本研究中，使用 CC/PP 標準來了解學習者所使用的軟體硬體資訊，當學習者連線至本系統時，本模組便自動偵測學習者使用的裝置的 CC/PP，並將偵測到的軟體硬體資訊存入資料庫中，做為內容適性模組進行適性處理的參考依據。

在本研究中，CC/PP 所提供的情境資訊為執行內容適性的重要參考依據，雖然 CC/PP 中定義了非常詳細的裝置軟體硬體資訊，但是許多描述欄位對本系統並不具有太大相關性，因此本研究只擷取對本系統較重要的欄位。選用的依據為進行內容適性時所需要的資訊，所以選用的欄位資訊如表 2 所示。

● 學習歷程偵測處理子模組

本模組會自動偵測使用者與系統的互動過程中所有的紀錄，包含線上討論次數、討論區發問次

數、討論區文章閱讀次數、電子郵件使用次數、純文字教材閱讀次數、聲音教材閱讀次數、圖表教材閱讀次數、影音教材閱讀次數、動畫教材閱讀次數、閱讀速度、考試交卷速度、習題練習多寡、補充教材閱讀次數、閱讀時間、測驗結果、閱讀方式等 16 種情境資訊，以供系統透過貝氏網路自動化地推論學習者的學習風格。

表 2 CC/PP 欄位對照表

欄位資訊	欄位描述
Model	裝置型號
BitsPerPixel	裝置螢幕顏色深度
ColorCapable	是否支援彩色
ScreenSize	裝置螢幕大小
ImageCapable	是否支援圖像
CcppAccept	裝置支援的檔案類型

學生模組

學生模組主要負責管理學習者的基本資料、學習歷程、知識能力及學習風格等資料，以便給予學習診斷模組使用。在學習歷程部份，此模組會將情境偵測模組所偵測到的學習歷程資訊存入學生資料庫中，以便學習診斷模組推論學習者的學習風格；在知識能力部分，本模組會詳細記錄學生在每次測驗中的作答情況，以及測驗分數；學習風格部份，本模組會將學習診斷模組推論出的學習者學習風格記錄於學生資料庫中，以便提供適性化教材。

學習診斷模組

學習診斷模組利用貝氏網路來診斷學習者的知識能力和學習風格，二個主要功能分述如下：

● 診斷知識能力

當學習者測驗完畢，此模組便開始進行診斷，依照學習者測驗中作答的情況診斷學習者的學習盲點，例如學習者有哪些概念不懂，並依此結果推薦適合學生能力的教材。

本研究使用的領域知識為物件導向程式語言課程，主要以「迴圈」概念為例。參考專業書籍並與專家討論後，決定貝氏網路的變數節點及因果關係，因此貝氏網路模型中包含「迴圈」、「for 迴圈」、「while 迴圈」、「起始值」、「表示式」、「條件式」、「單一敘述」、「多敘述」、「巢狀敘述」、「執行次數」等 10 個概念節點，如圖 5 所示。

● 推論學習風格

在推論學習者學習風格時，此模組會先至學生資料庫中，擷取學習者的學習行為及歷程，藉由此資訊推論出學習者的學習風格。

在貝氏網路模型學習風格部份，本研究參考 García 等人[6]用貝氏網路推論不同學習者學習風格

的方法，並考慮考量系統複雜度以及系統功能，因此學習風格貝氏網路模型如圖 6 所示。

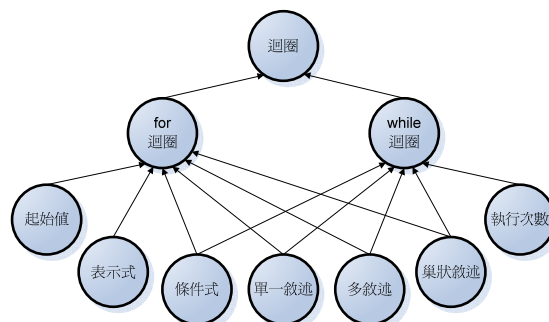


圖 5 領域知識貝氏網路圖

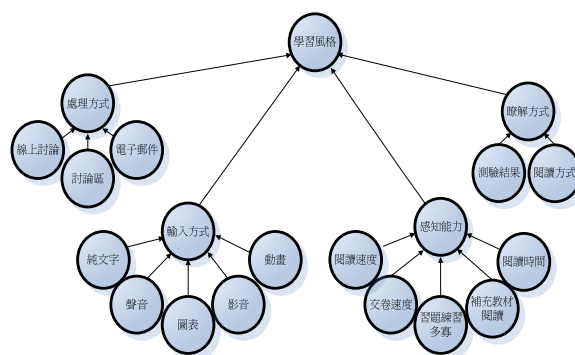


圖 6 學習風格貝氏網路圖

領域知識模組

領域知識模組負責管理教材，也負責提供測驗給學習者。此模組會依照學習診斷模組給予的指令進行適當的動作，這些動作包含依據診斷結果選擇符合學習者能力的教材、提供符合學習者學習風格的教學元件、學習者閱讀到一定階段後，便提供測驗與試題的正確答案等。

內容適性模組

此模組接收到情境偵測模組所偵測到的軟體資訊後，並依照該資訊執行內容適性處理。可分為兩個子模組，分別為教材內容解析子模組與轉形子模組，敘述如下：

● 教材內容解析子模組

負責解析教材內容的排版，透過分析教材的標籤，來編排內容版面樣式。本系統所使用的教材是由 XML 編制而成，因此本模組會依照不同的裝置將教材內容進行適性化調整，並且轉換為裝置可接受的格式。

● 轉形子模組

依據接收到的裝置資訊將教材中的圖像轉換成適當的大小、解析度、檔案類型。由於手機、PDA 等行動裝置本身能力有限，因此若教材內容包

含圖像時，必須將圖像轉換為裝置可接受的格式、大小等，以符合裝置能力。

4. 系統實作

在本研究中，整個系統環境建構在 Windows XP 平台上，使用 Tomcat 5.0 作為伺服器，系統開發使用 Servlet/JSP 語言，資料庫則使用 MySQL，在貝氏網路部分，使用貝氏網路發展軟體 Netica 建置貝氏網路模型，推論時，則透過 Netica Java API 呼叫 Netica，並將學習者的測驗及學習歷程資料，傳入 Netica 以進行推論與診斷。在用戶端則使用一般桌上型電腦、PDA 以及手機等裝置進行實機測試，但為了便於呈現不同的行動裝置畫面，本論文則是使用 Microsoft Windows Mobile 5.0 版 PDA 與 Smartphone 的模擬器呈現行動裝置的畫面。

在學生能力適性方面，當學習者登入本系統後，情境偵測處理模組便開始偵測學習者的瀏覽行為，並將該行為資訊告知學生模組以儲存學習者的歷程資訊。然而，當學習者學習至一定的階段後，領域知識模組便搜尋適當的測驗給學習者進行能力檢測，測驗完後，學習診斷模組便開始依據學習者的作答情況診斷學習者的學習盲點，並通知學生模組擷取該學生之學習歷程資訊，以推論學習風格。最後，依據診斷結果通知領域知識模組到教材資料庫中搜尋相對應的教材，並將教材傳遞給內容適性模組進行處理。診斷結果呈現畫面如圖 7 所示。



圖 7 學生能力診斷畫面

在內容適性方面，當學習者登入本系統時，情境偵測模組便開始偵測學習者使用的裝置軟硬體資訊，並將該資訊傳送給內容適性模組。當內容適性模組接收到學習診斷模組所推薦的教材後，便依照情境偵測模組所擷取的用戶端裝置資訊，若學習者使用桌上型裝置，則教材內容結構解析子模組則不進行內容適性處理，將教材直接套用預設的 XSLT 傳遞給學習者；然而，若學習者使用行動裝置，則本模組將偵測教材樣版資料庫中是否有符合裝置的 XSLT，若無適當的 XSLT，則本模組會依據裝置資訊產生適當的 XSLT 檔；若有符合的 XSLT，則直接使用。此外，由於行動裝置的螢幕限制，為了避免教材頁面長度過於冗長，可能造成學習者操

作上的不方便，因此本模組會將教材內容進行切割，如圖 8 所示，本模組會依照段落進行切割，為每個段落產生超連結，以利學習者操作。



圖 8 教材頁面切割

當教材內容結構解析子模組處理完後，轉形子模組便接續進行圖像轉形，若使用的硬體設備是 PC，則圖像則不進行轉換處理。若是使用的設備是 PDA 或手機則依照螢幕大小與裝置所支援的色深進行調整。最後，系統會將適性處理後的教材傳遞給學習者。圖 9 為轉形結果，依序分別為 PC、PDA 與手機之呈現結果。

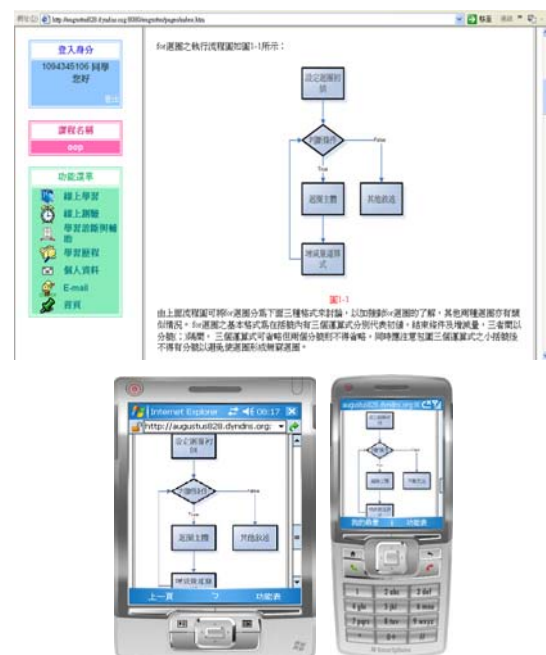


圖 9 教材圖像轉形之結果

5. 結論

本研究主要目的是建置一具有學生能力適性與內容適性之行動學習系統。學生能力適性部分使用貝氏網路推論學習者的學習風格，依照不同的學習風格提供學習者不同的教材內容與教學元件，並且再使用貝氏網路診斷學習者在每次測驗中，哪些概念不懂，依據診斷結果提供學習者適當的教材，加強學習者知識能力，以達到因材施教之目的。在內容適性部份，本研究使用情境感知的方法，判別學習者使用何種裝置，以及裝置的能力資訊，若學習者使用行動裝置進行學習，則將教材內容進行適性化處理，以產生適當的教材內容與排版，方便行動裝置學習者閱讀教材，以達到任何時間、任何地點的學習。在後續研究方面，本研究將結合本體論來建構貝氏網路，使貝氏網路架構更佳的完善。另外，在情境感知方面，除了學習者所使用的軟硬體資訊外，將結合更多的情境資訊，讓系統能提供更符合學習者的學習情境。

參考文獻

- [1] C. A. Carver, R. A. Howard, W. D. Lane, "Enhancing student learning through hypermedia courseware and incorporation of student learning styles", *Transactions on Education*, Vol. 42, No. 3, pp. 33-38, 1999.
- [2] E. Charniak, "Bayesian networks without tears", *AI Magazine*, Vol. 12, pp. 50-63, 1991.
- [3] W. C. Chu, Y. W. Chen, J. N. Chen, "Context-sensitive content representation for static document", *Proceedings of the 11th Asia-Pacific Software Engineering Conference. APSEC'04*, pp. 719-725, 2004.
- [4] A. K. Dey, G. D. Abowd, "Towards a better understanding of context and context-awareness", *Proceedings of the First International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC' 99)*, Vol. 1707, Karlsruhe, Germany, 1999.
- [5] R. M. Felder, L. K. Silverman, "Learning and teaching styles in engineering education", *Engineering Education*, Vol. 78, No. 7 pp. 674-681, 1988.
- [6] P. García, A. Amandi, S. Schiaffino, M. Campo, "Evaluating Bayesian networks' precision for detecting students' learning styles", *Computers & Education*, 2005.
- [7] G. Klyne, F. Reynolds, C. Woodrow, H. Ohto, J. Hjelm, M.H. Butler, L. Tran, *Composite Capability/Preference Profiles (CC/PP): Structure and vocabularies*, W3C working draft., 2004.
- [8] S. L. Lauritzen, D. J. Spiegelhalter, "Local computations with probabilities on graphical structures and their application to expert systems", *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, Vol. 50, No. 2, pp. 157-224, 1988.
- [9] T. Lemlouma, N. Layaida, "Context-aware adaptation for mobile devices", *Proceedings of the International Conference on Mobile Data Management (MDM' 04)*, pp. 106-111, 2004.
- [10] J. R. Smith, R. Mohan, C. S. Li, "Content-based transcoding of images in the Internet", *Proceedings of the International Conference on Image Processing (ICIP 98)*, Chicago, IL, USA, pp. 7-11, 1998.
- [11] A. Vetro, H. Sun, Y. Wang, "Object-based transcoding for adaptable video content delivery", *Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 11, pp. 387-401, 2001.
- [12] M. Xenos, "Prediction and assessment of student behaviour in open and distance education in computers using Bayesian networks", *Computers & Education*, Vol. 43, pp. 345-359, 2004.
- [13] J. H. Yang, F. M. Huang, R. Chen, S. S. Tseng, Y. S. Shen, "Context model and context acquisition for ubiquitous content access in U-Learning environments", *Proceedings of the International Conference on Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing (SUTC' 06)*, pp. 78-83, 2006.