

行政院國家科學委員會補助
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* ***** *
* 計 畫 具備測驗引導學習及改變學習者學習動機之線上測驗 *
* 名 稱 系統研究 *
* ***** *

執行計畫學生： 邱虹蓉
學生計畫編號： NSC 98-2815-C-216-023-S
研究期間： 98年07月01日至99年02月28日止，計8個月
指導教授： 應鳴雄

處理方式： 本計畫可公開查詢

執行單位： 中華大學資訊管理學系

中華民國 99年04月01日

行政院國家科學委員會補助

大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* 計畫 : 具備測驗引導學習及改變學習者學習動機之線上測驗 *
* 名稱 系統研究 *

執行計畫學生：邱虹蓉

學生計畫編號：NSC 98-2815-C-216-023-S

研究期間：98年7月1日至99年2月底止，計8個月

指導教授：應鳴雄

處理方式(請勾選)：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：中華大學資訊管理學系

中華民國 九十九年 三月 十五日

行政院國家科學委員會補助
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告
具備測驗引導學習及改變學習者學習動機之線上測驗系統研究
計畫編號：NSC 98-2815-C-216-023-S
執行期限：98年7月1日至99年2月28日
指導教授：應鳴雄 教授 中華大學 資訊管理學系
執行計畫學生：邱虹蓉

1. 中文摘要

目前網路教學平台對於學習者的學習行為觀察、學習曲線變動分析，以及學習者特質的適性測驗研究仍相當缺乏。就學習者的學習潛力發展及學習成效而言，試卷包含的試題難度及試題能評量的認知向度層次高低與分佈，可能使不同人格特質及學習成就的學習者產生不同的學習反應。極端簡單的試卷，可能導致程度好的學習者對學習失去興趣；極端困難的試卷，也可能導致程度不好的學習者在學習上產生挫折、沮喪，甚至放棄學習。本研究試圖透過經由是性分析後的測驗活動來影響學習者的心理及行為反應，進而提升學習者學習動機與成效。為達此目的，本研究結合人格特質、正向心理學、Bloom 認知分類等概念，以學習者特質及正向心理學為基礎，發展一個具備學習者特質及測驗歷程分析的適性測驗系統，以期系統能考量學習者的心理特質與學習程度，自動選取合適每位學習者的個人化適性試題。本系統內建之演算法在學習者測驗後，在初步效能評估中可給予學習診斷與改進學習建議，並能藉由引發學習者在測驗活動後進行自我調節，進而提升學習成效，並發生「以測驗引導學習」的效果。

關鍵字：適性化學習、適性化測驗、人格特質、正向心理學、Bloom 認知分類

Abstract

With regards for learner's learning

behaviors, traditional adaptive testing research do not focus on learning curve analysis and personality. For the learning potential and learning effectiveness of learners, the items difficulty, knowledge dimension level and cognitive process level of item that can cause learners who has different personality and learning performance to generates personal learning response. An extremely simple examination paper might generates learner who is high achievement of testing falls out of learning interest, and an extremely difficult examination paper might generates learner who is low achievement of testing feels depressed and even give up. This study attempts to affect psychology and behavior of learner by testing, and promote motive of learning and performance.

This study integrates personality with positive psychology and Bloom's taxonomy for educational objectives, developing an adaptive testing system (PPATS) for accomplishing the objective. PPATS selects adaptive examination paper for each learner. And PPATS also provides learning diagnosis and suggestion, to generate the learner proceeds self-regulated learning after testing, and to promote learning performance and guide learning by way of testing.

Keywords: Adaptive learning; Adaptive testing; Personality; Positive psychology; Bloom's taxonomy for educational objectives.

2. 計畫緣由與目的

隨著網路的普及與發展，以網際網路作為主要傳遞管道的電子化學習（E-Learning）也隨之興起。如何利用資訊技術發展教學和測驗系統，並提供學習者適性學習的輔助平台，進而提升教學品質、學習成效和建構課程整合學習環境，已成為電子化學習應用的重要研究議題。學習者是否達到線上學習系統設定的教育目標，可藉由線上測驗來評量其學習成效。然而測驗的目的並非只是在測驗後給予學習者一個分數，而應讓學習者透過測驗活動來了解自己在 Bloom 認知領域分類中各向度的學習結果，並針對系統給予的學習建議來改進學習，甚至提升自我學習的成效。

目前的網路教學平台雖已可提供豐富的內容管理，但仍潛藏許多可改進的空間，像是過度自主性和開放性衍生了認知超載 (cognitive overhead) 和學習迷失 (disorientation) 的問題，並影響學習者的學習成效。此外，現有教學平台對於學習者的學習行為觀察、學習曲線變動分析，以及學習者特質的適性測驗研究仍相當缺乏，因此仍無法有效透過測驗活動對個別學習者提供個別化的學習引導，也無法引發「以測驗引導學習」的效果。

有鑑於「因材施教」及「因材施測」的重要性，本研究將以「因材施測」及「以測驗引導學習」為研究核心，結合人格特質、正向心理學、Bloom 認知分類等概念，以學習者特質及正向心理學為基礎，發展一個具備學習者特質及測驗歷程分析的適性測驗系統。本研究期望透過學生在測驗活動中的信心維持及信心建立，以及系統提供給每位學生的適性學習建議，引發學生在測驗活動後進行學習上的自我調節，進而提升學習成效，並發生「以測驗引導學習」的效果。

本研究探討的問題著重在發展一個以人格特質 (personality) 及正向心理學 (positive psychology) 為基礎的適性化測驗系統 (adaptive testing system)，簡稱為 PPATS。PPATS 能藉由分析個別學生每次的學習歷程與測驗結果，給予學生適當的學習建議，並由電腦自動產生能維持及建

立學習信心的試卷試題，藉由「因材施測」及「測驗引導學習」的觀念，引發學習者的興趣與信心，進而提升學生者的學習成效。因此本研究將探討人格特質與正向心理學所可能增進的效果，並藉由資料分析確認不同人格特質與心理特質的學生，在 PPATS 中的學習成效差異。本研究期望經由 PPATS，學生可不再畏懼考試，並能瞭解自己在哪些知識類型及認知層次試題上的學習需要改進，並對學習弱點進行加強。此外，PPATS 能提供教師重要的學生學習現況資訊，以增加教師對學生學習狀況的瞭解。

3. 文獻探討

3.1 網路教學

遠距教學源起於 1840 年，當時主要的教學方式是以函授為主 (Keegan, 1996)，隨著資訊的進步，演變發展至現今的網路教學。Rosenberg(2001)提到網路教學是透過網際網路傳遞大量經過整理的解決方案，並藉以促進知識的獲得與提升學習者的績效表現。Vincenza 等人(2007)認為網路教學是透過網際網路技術，可即時且有效的更新、散佈、存取及分享教學內容或資訊。McGreal(1998)指出，一個理想的網路學習環境應具備線上課程、線上測驗、虛擬教室、教學管理、學習工具等五項要素。

陳年興與王逸洪(民 95)依據教學時間空間特性，而將網路教學區分為三類：第一種為非同步教學模式，利用電腦及網路工具，使得教師與學生在不同時間、地點，仍可以透過網路教學平台學習互動；第二種為同步教學模式，利用電腦軟體、視訊設備，將老師及學生的影響傳送至對方的電腦，時間上需要固定，但可在不同地點進行；第三種為整合式教學模式，是整合以上兩種模式，使得教師及學生雙方能夠用兩種方式進行學習。而本研究屬於其中的第一種類型，學生可於不同時間地點登入系統進行線上自我學習，系統所給予的學習建議即扮演著教師的角色。

3.2 適性化學習

適性化教學指的是為適應各別差異的特性，教師採取各種合適的教學策略，調整學習環境、提供多樣學習資源，以提供

個別學生適合其需求的學習經驗(林寶山, 民 92)。適性化教學的發展主要以學習者為中心, 讓學習者在教學歷程中, 能夠依據自己的需求, 完成學習的目標。而適性化教學的類型, 包含了選擇(selection)、充實(enrichment)和加速(acceleration)三種基本形式(Walberg, 1975)。「選擇」是以學習者的資質或表現作為篩選學習者的參考。「充實」是在固定的學習時間內, 設法增加學習的內涵以達到不同的學習目標。「加速」是以相同的學習目標, 觀察學習者完成目標所需的時間(林進材, 民 88)。

林寶山(民 92)則提出適性化教學策略可以分為調整學習進度教師、提供多樣性教材、調整評量的標準、調整教師角色與任務。本研究著重於第三種策略, 並對於不同學習程度之學習者, 提供不同的評量標準。

3.3 人格特質

Allport(1937)認為人格是一個人的心理生理系統所形成的內在動態組織, 它決定了個人對於環境獨特的適應。人格也是一個人的心理生理系統所形成的內在動態組織, 它決定了個人特有的行為和思想。人格不完全是心理的, 也不完全是生理的, 此組織同時包含了生理和心理的作用。

Sheldon(1942), Jung(1933)為代表的類型論(types)指的是依照身體特質採間斷分類的方式, 將人定義成各種不同的典型; 而 Allport(1937), Cattell(1965)為代表特質論(trait)則以個體人格特質為主要研究主題, 採連續向度來區分人格特質。

3.3.1 挫折容忍力

本研究主要人格特質分類採用挫折容忍力的概念, 是指當個人遭遇挫折或失敗時能夠免於失常、承受打擊與挫折、繼續堅持的一種能力(張春興, 民 95)。Brooks 與 Goldstein 認為挫折容忍力是一種內在力量, 可應付處理日常的各種挑戰, 它是一種適應、並自覺足以克服挑戰的能力(馮克芸、陳世欽, 民 92)。王夢萍(民 94)指出挫折承受力是指一個人遭受挫折後, 能夠忍受和擺脫挫折的能力。Brooks 出版了《The Power of Resilience》一書, 國內翻

譯為「挫折復原力」, 其中提到說挫折復原力通常是指克服壓力與逆境的能力, 許多人都表示每天都要面對無數壓力, 挫折復原力確實是生命的主要支撐力(洪慧芳譯, 民 93)。另外, 近年來在企業管理的領域使用 A.Q.(adversity quotient)一詞描繪一個人的挫折容忍力, Paul G. Stoltz 的研究指出一個人的 AQ 越高, 越能面對逆境, 並且積極樂觀, 接受困難的挑戰, 發揮創意找出解決方法, 因此能不屈不撓邁向成功之路; 反之, AQ 越低者則會感到沮喪及迷失, 並且容易抱怨、逃避挑戰(于建忠, 民 92)。

本研究受測者的挫折容忍力是採用謝毓雯(民 87)所編制之「挫折容忍力量表」。該量表已有多位研究者於研究中使用, 代表具有一定水準之信效度。而本研究也將於後續實證階段時, 進行信效度之驗證。

3.3.2 自我效能

Bandura 於 1997 年提出自我效能(self-efficacy)的概念, 並於 1980-1982 年進一步指出自我效能可做為預測變項的一種解釋行為。認為重視認知與動機的關係, 因為認知的過程對於行為的產生與持續有重要的影響, 並強調社會情境對個人的影響, 因而提出「三元交互論」, 認為個人受到認知、行為與環境三者交互作用的影響。

Hackett 與 Betz(1981)認為自我效能預期是指個人的認知態度, 這種態度促使個人盡可能的發揮其天賦潛能, 這種自己對自己的信心, 也就是一種認知態度, 是促使個人有所行動的最佳力量。Gist 與 Mitchell(1992)認為自我效能是指一個人對自己在某種特殊工作表現能力之預估, 不同期望值通常會影響到個人所設立的目標水準, 以及願意為目標所付出的努力, 也會影響到個人所採取的行為、對任務的選擇及結果表現。因此, 自我效能高者會促使其自信與積極的行為, 通常能夠較主動解決學習遇到的困難, 但若無法達到正面的結果卻不一定會終止行動, 反而會嘗試加強自身的努力甚至嘗試去改變環境的限制; 反之, 自我效能低者則會傾向於放棄。

本研究受測者所採用 Sherer 與

Maddux(1982)所編制之量表題目，主要的目的是測量受試者在自評的一般性自我效能感。該量表已有多位研究者於研究中使用，代表具有一定水準之信效度。而本研究也將於後續實證階段時，進行信效度之驗證。

3.4 正向心理學

正向心理學(positive psychology)是在幫助個人找到內在的心理能量，這樣的能量隨時可以面對困難、對抗挫折、掌控逆境。Panksepp(1998)認為過去研究者主要聚焦在負向心理對身心的影響，而目前的重心則在強調正向情緒。而正向心理學主要內涵包含了強調樂觀、強調正向情緒、強調正向意義、強調內在動機。Scheier 和 Carver(1985)根據自我調節論，對自我導向行為(self-directed behavior)進行系統性的研究，認為樂觀在目標導向處關鍵之地位。Fredrickson(2001)更進一步提倡正向心理學，並建立「擴大建立理論」(broaden-and-build theory)，說明歡愉、興趣、滿足、自信和愛等正向情緒，可以促進行為的方式，並能擴大人類短暫思考行動的技能，有助於建立長期的資源。Frankl(1969)認為人可以透過實現創造性價值、經驗性價值、態度性價值來發現生命的意義。而信心(confidence)可使個人和他人分享新成果並展望未來更大的成就(Lewis, 1993)。

本研究將利用正向心理學概念，設計教學系統中之學習建議資料庫，適時適度的給予學生鼓勵與建議，並且依據不同程度、不同需求的學生給予不同的題目，建立其自信心。使學生能夠在遇到困難時，仍能保有正向情緒，不會輕易的放棄，並且能夠從中找出解決問題的方法。

3.5 Bloom 教育目標分類

Bloom(1956)提出認知領域教育目標分類 (A taxonomy for educational objectives)，並將認知領域分成知識(Knowledge)、理解(Comprehension)、應用(Application)、分析(Analysis)、綜合(Synthesis)和評鑑(Evaluation)等六個層次。而 Anderson and Krathwohl(2001)則針

對此分類提出了新的版本，並將教育目標分成知識向度和認知歷程向度。知識向度從「學習」的角度將知識類型區分為事實、概念、程序及後設認知等四類；認知歷程向度則從「思考」的角度將思考的認知層次區分為記憶、了解、應用、分析、評鑑與創造等六類，各分類皆包含若干次分類。

3.6 網路測驗

教育的目的在於引發學生行為改變，因此教師必須善用測驗來評量學生學習前後行為的改變，因此測驗扮演著重要的角色(林璟豐，民 90)。而測驗的目的在增進學習效果，所以在學習的各階段及擬定教學計畫時，必須將測驗納入成為整個教學過程中的一部份(陳英豪等，民 71)。而將電腦及網路應用於教學活動，進行電腦測驗及網路測驗是一個無法避免的趨勢。電腦輔助測驗(Computer-Based Testing, CBT)是將傳統的紙筆作答轉移到電腦之中，讓學生藉由電腦螢幕閱讀考題、利用鍵盤或滑鼠來移動游標並點選答案。Alessi 與 Trollip(1991)指出，電腦輔助測驗在應用之上，具有選擇組合試題、易於產生試題、共享試題題庫等作用。

以網路測驗所能夠達成的效果而言，它不僅只是施測的工具，同時也可以是教學的工具(周文正，民 87)。McCormack 及 Jones(1997)認為網路測驗能夠改善評量的程序和方法，因為網路測驗具備有節省時間、即時回饋、減少資源、保存記錄、更加便利等特性。此外，Khan(1998)認為測驗及教學實際在網路上進行時能夠提供的特色包括不受時空條件限制、適性化的環境、多元化的互動...等。若把 WWW 環境所建置的測驗系統與傳統紙筆測驗做比較，結果顯示網站基礎的測驗系統對於具有固定答案的是非題、單選題、複選題等題型之評量，仍然可以達到測驗等化的效果(楊亨利、應鳴雄，民 94)。

電腦自動從題庫中選取最適合受試者程度的試題來施測，根據適性選題策略判斷題目是否符合受試者能力水平，稱為電腦化適性測驗(Computerized Adaptive Testing, CAT)。而本研究利用網路進行 CAT，使得學生獲得專屬於自己的試卷及

學習建議診斷回饋，期望能提升學習成效。

4. 研究方法及步驟

4.1 研究方法

為了讓電腦能根據學習者的人格特質、測驗歷程資料、學習成就，本研究發展一個具備學習者特質及測驗歷程分析的適性測驗系統(PPATS)，透過電腦自動選取合適每位學習者的適性試題的機制，維持學習者的學習動機與信心，並藉由適當的測驗回饋與學習建議診斷等測驗活動來影響的學習者的心理及行為反應，進而提升學習者學習動機與成效。本研究現階段工作以發展系統及內部機制為主，並針對系統運作方式提出說明。對於 PPATS 所產生之學習成效影響，則列為下階段工作。

4.2 系統架構

本系統架構圖如圖 1 所示，其內容說明如下：

- A.教材與題庫編修介面：教師可在此功能選單進行新增、修改、查詢、刪除教材與題庫。
- B.測驗事件設定介面：教師可在此功能選單中進行新增、修改、查詢、刪除測驗事件，並可讀取學生資訊，其中包括學生人格特質、測驗結果，也可對學習建議進行編修。
- C.教材資料庫：儲存經處理之教材，以便系統進行讀取使用等功能。

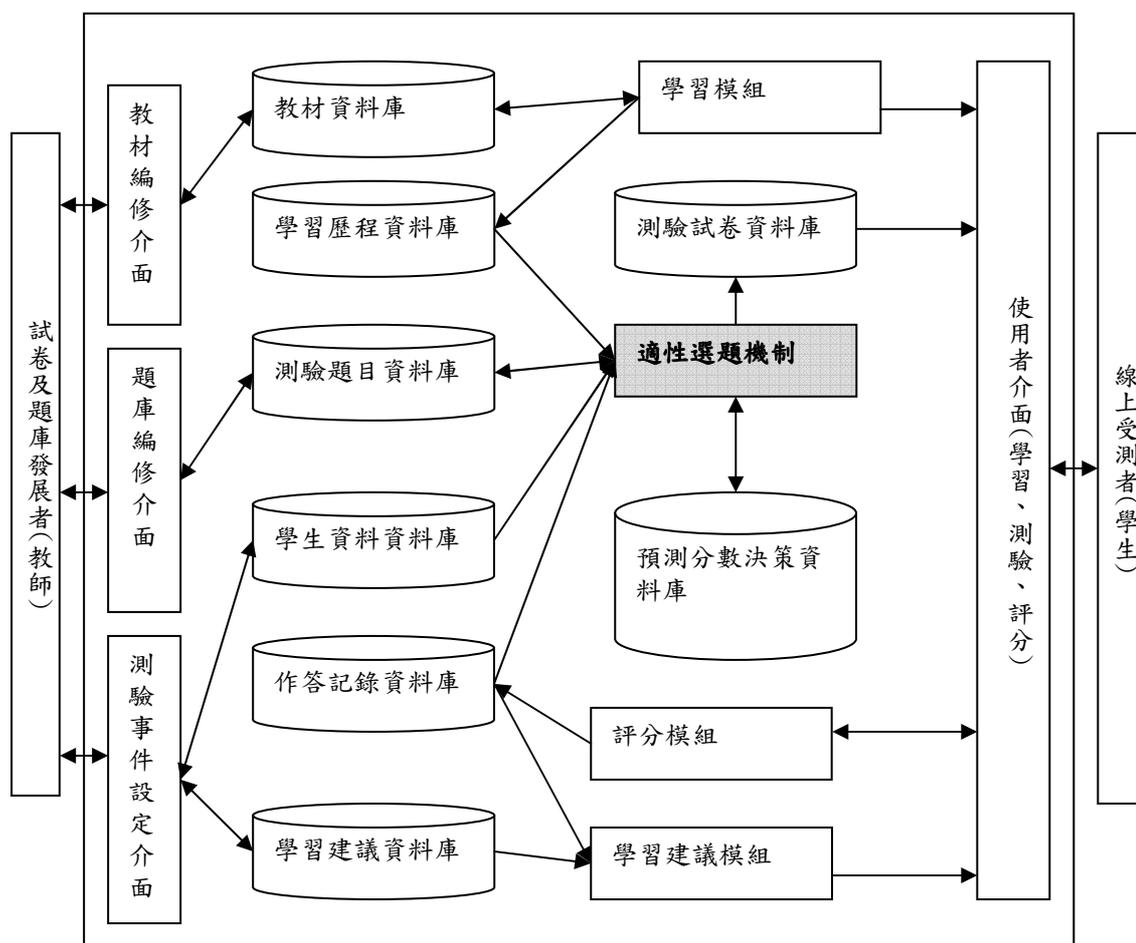


圖 1 PPATS 架構圖

- D.學習歷程資料庫：此區會記錄學生利用本系統進行線上學習及線上章節練習等行為，以供適性選題機制使用。
- E.測驗題目資料庫：將經由處理過之測驗題目放在同一資料庫，以供適性選題機

- 制系統進行讀取使用等功能。
- G.學生資料資料庫：此區存放學生個人資料，包含人格特質等重要資料，以供適性選題機制使用。
- H.作答記錄資料庫：此區存放學生試卷作

答紀錄，包含測驗分數及答對率等數據，以供適性選題機制使用。

- I.學習建議資料庫：存放系統會根據學生測驗結果所給予的學習建議。
- J.學習模組：學生登入後可利用此模組進行線上教材閱讀及線上章節練習等行為。
- K.測驗試卷資料庫：由於本系統是針對個人學習情況而給予不同試題，因此每位學生試卷內容皆不相同，故利用此資料庫儲存每位學生每次測驗之試卷內容。
- L.適性選題機制：此機制為本篇研究的重點，系統利用此機制產生專屬於每位學生的試卷，其內容將於後續詳細介紹。
- M.預測分數決策資料庫：為了維持並學生學習信心，系統會根據預測分數決策資料庫去決定下次試卷內容變化，其內容將於後續詳細介紹。
- N.評分模組：學生可利用此模組去得知測驗結果，包含內容及作答紀錄。
- O.學習建議模組：測驗完成後，學生可利用此模組獲得專屬於個人學習情況之學習建議。
- P.使用者介面：學生登入後可利用此介面進行上述學習、測驗、評分等模組的行為。

4.3 PPATS 內建之選題演算法

PPATS 內建隨機及適性兩種選題模式，以下針對兩種選題之演算法進行說明。

4.3.1 隨機選題

教師設定考試事件選定測驗範圍後，PPATS 會依照題庫題目之各分類比例選題，例如設定某次測驗的試卷題目需求數為 n ，該出題範圍在題庫中的試題總題數為 N ，試題在 Bloom 3*5 的 15 類試題數量分別以 $N_1 \sim N_{15}$ 來表示，各分類出題數為 X_1 到 X_{15} 。 $x_i = n \times N_i / N$ 。 x_i 表示為 X_i 之期望值， x_i 先進行四捨五入運算決定初步 X_i ，其中若 $x_i > 0$ 且 $x_i < 1$ 時，則 $X_i = 1$ ，以確保題庫中既有的各類題型均會被選取，並能對學習者在各類題型的學習能力進行評量。若題目數超過或不足則利用期望值的概念，PPATS 會從 $\text{Max}(x_i)$ 的類型中，讓 $X_i = x_i \pm 1$ ，系統會反覆此動作直到符合要求為止。

4.3.2 適性選題機制

為了使 PPATS 能針對不同的學生自動選擇適性的試卷試題組合，本研究之系統設計及運作過程需要透過人格特質與試題難度分析、Bloom 認知分類等概念來進行演算法之設計。本研究提出之適性選題機制，在選取適性試題時將依據以下六種分析功能來進行。

- A. 人格特質分析:本研究根據學習者前幾次的測驗成績及其所具備之人格特質，而給予不同平均難度之試卷題目。根據古典測驗理論，難度表示試題被答對的人數百分比，其公式為 $DP=R/N$ ，其中 DP 表示難度， N 為全部受測者人數， R 為答對該題目人數。而試卷平均難度則表示整份試卷題目之平均難度水準。本系統在人格特質分析中，將依據學習者在自我效能及挫折容忍力量表的填答結果，將每位受測者歸類至 A~D 四種類型中的其中一種。其中 A 型人格代表學習者的挫折容忍力高，自我效能高；B 型人格代表學習者的挫折容忍力高，但自我效能低；C 型人格代表學習者的挫折容忍力低，自我效能高；D 型人格代表學習者的挫折容忍力低，自我效能低。本研究針對學習者人格類型，設計了決策樹，以使不同特質的學習者能夠依據學習狀況，而在試題內容上獲得不同的變動範圍。
- B. 試題難度分析:系統隨機選題得到之試卷可算出平均試卷難度(ED_t)，難度值越高表示測驗越簡單；難度值越低表示測驗越困難， t 則表示為測驗的時間序列。而 $ED_t = \text{各題難度總和} / \text{測驗題目數}$ n ，每次測驗難度 ED_t 照人格分類組別根據決策樹改變。而單次測驗答對率 (CB_i) = Bloom 分類 i 答對題數 / Bloom 分類 i 題目數 X_i ，又考慮每次測驗學生學習及作答情況，因此在適性選題答對率參數 (TCB_i) 的計算上採取比重的觀念，較接近此次測驗的歷史作答記錄將採用較高的比重，其公式(1)如下，其中 $X_{i(t)}$ 表示第 t 次測驗時 Bloom 分類 i 測驗題數：

$$TCB_i = \frac{X_{i(t-3)} * CB_{i(t-3)} * 2 + X_{i(t-2)} * CB_{i(t-2)} * 2^2 + X_{i(t-1)} * CB_{i(t-1)} * 2^3}{X_{i(t-3)} * 2 + X_{i(t-2)} * 2^2 + X_{i(t-1)} * 2^3} \quad (1)$$

C. Bloom 認知分類之試題類型分析:由於後設知識通常不列入正式的課程評量中,而創造層次的試題也不易透過線上測驗系統之是非題、選擇題等題型來評量,因此本研究僅針對目前線上測驗系統能自動正確評分的基本題型進行試題分析。所以本研究中僅採用 Bloom 認知分類在「知識向度」上的事實知識、概念知識、程序知識等三項,而在「認知歷程向度」則採用了記憶、了解、應用、分析、評鑑等五個層次,共將試題區分為 3×5 的十五種類型。由於每個學習者在各認知領域題型的能力不同,因此本研究將會依據學習者前次測驗結果及人格特質,同時考量試題難度,而透過選題機制演算法來調整下次測驗時提供給受測者的各類型試題比例。

D. 測驗結果分析:根據學生測驗結果對其進行分析,計算預期分數 $FS_{(t)}$,預期分數為估算下次學生可能得分。使用公式(2)如下:

$$FS_{(t)} = X_{i(t)} * TCB_i * s \quad i=1.2...15 \quad (2)$$

TCB_i 為 Bloom 分類 i 答對率, $X_{i(t)}$ 為第 t 次時 Bloom 分類 i 測驗題數、 s 為單題配分。系統會根據決策表得知該學生預測分數,根據預測分數的增減來達成準確增加學生分數,使其信心度上升。由於每份試卷難度不一,成績計算若直接採計原始分數有失公平,

表一、決策表

P	$OS_{(t-1)}$	OS_d	S_{zo}	FS	$BD_{i(t)}$	BD_{zo}
A 型人格	59	10	1	65	0.1	1
...
B 型人格	79	30	1	80	0.05	1
...
C 型人格	89	100	1	95	0.1	0
...

從公式(2)可得知,預測分數決定後,其值會跟隨題目難度及出題數改變,PPATS 會根據難度來調整選題,決定該 Bloom 分類 i 難度為 $BD_{i(t)}$,取最接近其值

因此該學生之真分數則利用下列公式(3)轉換,用於評量最後之學習成績。

$$(1.5 - ED_t) * OS_t = RS_t \quad (3)$$

ED_t 表示該次測驗之試卷平均難度、 OS_t 表示原始分數、 RS_t 表示真分數。根據古典測驗理論,一份好的試卷平均難度應為 0.5,故將公式中之參數設定為 0.5。

E. 學習歷程分析:根據學生線上學習的歷程,紀錄所點選閱讀過的章節,而當學生點閱章節之後,會依照學生之學號給予試題題庫中對應的題目作為練習,練習結果也會存入資料庫,作為出題判斷的依據之一。此外,由於章節練習題目已事先曝光,因此選題時暫不列入,留待提升學生分數及信心使用。

F. 出題頻率分析:根據題庫內容題目所出過之頻率,遇到相同 Bloom 分類題目時,優先考慮出題頻率低之題目。

4.3.3 適性選題機制決策表及選題規則

根據 3.3.2 適性選題分析機制,再利用適性選題決策表決定測驗題目。決策表判斷依據為人格特質 P 、上次測驗原始成績 $OS_{(t-1)}$,根據數據來決定學生下次測驗之預測分數及難度變化。又考量學生因特殊情況使得分數大幅度改變,因此將近兩次成績差距 $OS_{(t-2)} - OS_{(t-1)} = OS_d$ 列入決策原則,決策表如下表一所示。在 S_{zo} 中 1 表示分數進步;0 表示分數退步、FS 表示預測分數、 BD_{zo} 的 1 表示增加難度值(降低測驗難度);0 表示降低難度值(增加測驗難度)。

的題目,若是降低試卷難度則先取最接近 $BD_{i(t)}$ 且難度較低之題目 X_n ,再取最接近 $BD_{i(t)}$ 且難度較高之題目 X_n 一題;增加難度則反之,如圖 2 所示。

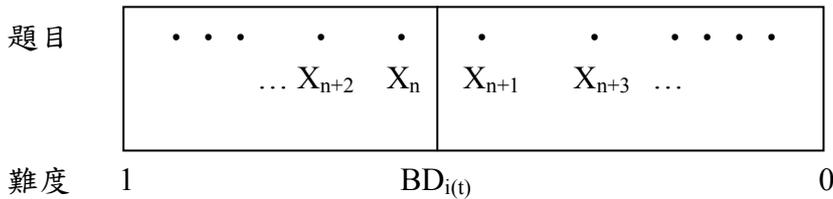


圖 2 選題機制難度選題規則

適性選題時先不考慮學生練習過題目，但若學生之 $OS_d < 60$ ，表示未達及格標準，才將學生練習過題目列入優先選題考量。根據決策表調整難度後，利用公式(2)計算其預測分數，若計算出來的值與決策表中預測分數相差 5 分以內，則至此決定試卷內容。而若計算出來的值與預測分數相差 5 分以上，則利用開始進行出題數改變，若是要增加難度則要減少 $Max(TCB_i)$ 題目數 $MaxX_i$ ，將 $MaxX_i - 1$ ，增加 $Min(TCB_i)$ 題目數 $MinX_i$ ，將 $MinX_i + 1$ ，題目增減完後進行難度運算，依此類推，並配合適性選題機制的五種分析，使得難度趨近於調整後的 ED_t ；降低難度則反之，照此來選出下次測驗最適合該學生的題目。作答紀錄及 ED_t 會根據每次測驗完成後採取累積的方式進行更新，並儲存於學生資料資料庫

中，以便後續測驗使用。

4.3.4 學習建議

適性選題測驗後學生可獲得學習診斷建議，內容為學生 Bloom 各分類知識作答情況統計，包含針對該次測驗及縱觀所有測驗統計比較，並給予適當建議，期望學生經由學習建議而能對自己較不擅長的知識類型做準備，並針對不同人格特質，利用正向心理學觀念，給予適合學生之建議敘述，鼓勵學生向上學習。其演算法規則如下表二所示。其中 P 表示該學生人格特質分類 A~D、Type 表示各 Bloom 分類知識向度名稱、Kind 表示作答情況，共可分四種情況，0 表示 $CB_i < 0.5$ ；1 表示 $Max(TCB_i)$ ；2 表示 $Min(TCB_i)$ ；3 表示 $CB_i > 0.8$ 、Msg 則為告知的學習建議訊息內容。

表二、學習建議表

P	Type	Kind	Msg
A 型人格	事實知識記憶向度	0	多熟讀課本內容並記憶。
...
B 型人格	事實知識了解向度	1	在您整個答題狀況屬於良好，可繼續保持。
...
C 型人格	程序知識記憶向度	2	在您整個答題狀況中表現較差，不過別氣餒，可多花時間在記憶課本內流程性的問題，一定會有所進步。
...

4.4 系統使用情境

PPATS 其各元件功能使用情境，分為教師使用、選題機制及學生使用來介紹。

- A. 教師使用：教師登入後可利用教材編修介面及題庫編修介面進行線上教材及測驗題庫之更新，本系統重點在於測驗事件介面，教師可設定藉由此介面設定測驗事件資料，使學生登入後進行線上測驗。
- B. 選題機制：教師設定測驗事件後，選題

機制會讀取學生資料資料庫，得到學生人格特質分類及先前測驗結果資料，產生學生的測驗試卷。

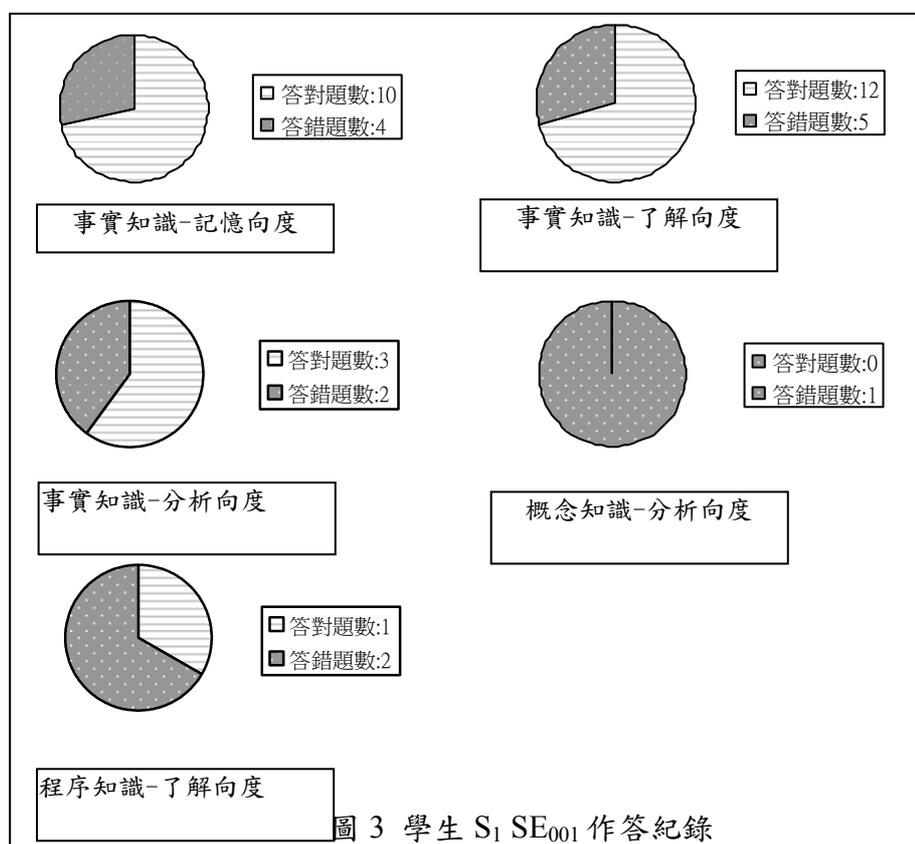
- C. 學生使用：學生登入後可利用學習模組進行線上教材閱讀，並於教材閱讀結束後得到閱讀章節的練習題，進行線上練習，練習結果資料會存入學習歷程庫，作為選題機制的參數；當教師設定測驗事件後，學生便可進行線上測驗的功能，根據適性選題機制得到屬於自己的

試卷，測驗結束後會依照實驗組別給予學習建議，並且將資料存入學生資料資料庫，作為選題機制的參數。

4.5 系統成效初期評估

本研究針對演算法機制與系統功能進行成效評估，並透過北部某大學資管系 6 位修習企業資源規劃之學生進行初期系統成效評估，並產生 SE₀₀₁~SE₀₀₅ 的五次測驗資料。經由觀察每位學生對於演算法導出的適性試題，所做出的各種測驗反應，而進行 PPATS 的適性試題選取機制與建議能力評估。以下採用學生 S₁(人格特質分組為 A 型人格)於測驗後所獲得的資訊為例來進行系統成效說明。

A. 作答狀況：此區會顯示該學生各 Bloom 分類答題情況，並利用圓餅圖表示，以該生第一次測驗 SE₀₀₁ 為例；測驗 SE₀₀₁ 試卷內容：總考題數 40 題，難度 0.5，其作答狀況如下圖 3 所示，該圖呈現了學生 S₁ 在 SE₀₀₁ 中共考了 40 題試題，其中僅包含 Bloom 共 15 種分類中的 5 類試題，在事實知識-記憶向度的題數為 14 題，作答情況答對題數為 10 題，答錯題數為 4 題；而概念知識-分類向度則僅有 1 題，且並未正確回答。測驗結果之原始分數為答對題數*單題配分 = 26*2.5=65 分。



B. 適性選題機制運作：PPATS 根據學生 S₁ 在 SE₀₀₁ 測驗結果，選取學生下次測驗 SE₀₀₂ 試卷內容。根據下表三決策表內容，首先判斷學生 S₁ 人格分類為 A 型人格，OS_d 為 NA 表示上次測驗為第一次測驗，故無兩次測驗分數差距，則

可知 SE₀₀₂ 預測分數為 75 分，且難度應降低 0.05(代表難度值增加 0.05)，從 0.5 轉變為 0.55。難度係數設定完成後，系統便開始利用選題機制難度規則選題及公式(2)預測分數(FS)計算，決定 SE₀₀₂ 試卷內容。

表三、學生 S₁ SE₀₀₁ 至 SE₀₀₂ 決策表內容

P	OS _(t-1)	OS _d	Szo	FS	BD _{i(t)}	BDzo
A 型人格	79	NA	1	75	0.05	1

首先利用選題機制難度規則決定 Bloom 各分類題目數，依序為事實知識-記憶向度 13 題、事實知識-了解向度 21 題、事實知識-分析向度 3 題、概念知識-分析向度 1 題及程序知識-了解向度 2 題，利用公式(2)預測學生作答 SE₀₀₂ 試卷，可獲得分數為 $13*0.714*2.5+21*0.764*2.5+3*0.6*2.5+1*0.0*2.5+2*0.33*2.5=69.48$ 分，與決策表設定之預測分數 75 分差距為 5.52 分，大於系統設定的 5 分可接受範圍，因此開始進行題目數上的增減。首先考慮 $Min(TCB_i)$ 之題目數， $Min(TCB_i)$ 為答對率 0 之概念知識-分析向度，但因其題目數僅有一題，因此改為減少答對率 0.33 之題目數，減少為 1 題，增加 $Max(TCB_i)$ 之事實知識-了解向度題目數為 22 題。而經過題目數改變後之預測分數為

$13*0.714*2.5+22*0.764*2.5+3*0.6*2.5+1*0.0*2.5+1*0.33*2.5=70.55$ 分，達到系統設定可接受的範圍，至此決定第二次測驗 SE₀₀₂ 試卷內容。

C. 學習建議診斷：學生 S₁ 進行測驗 SE₀₀₂ 後，PPATS 根據學生作答情況而給予相對應的學習建議診斷，包含針對單次測驗及縱觀測驗比較，以該生在第一次測驗 SE₀₀₁ 與第二次測驗 SE₀₀₂ 為例，該生之作答記錄與學習建議如圖 4 所示，圖 4 左半部顯示學生 S₁ 在 Bloom 各向度答對率情況，可得知該生在 SE₀₀₂ 答對率高於 SE₀₀₁；圖 4 右半部顯示系統根據學生 S₁ 作答情況，從學習建議表中抓取資料，根據正向心理學給予鼓勵與適合該學生之學習建議訊息。

D.

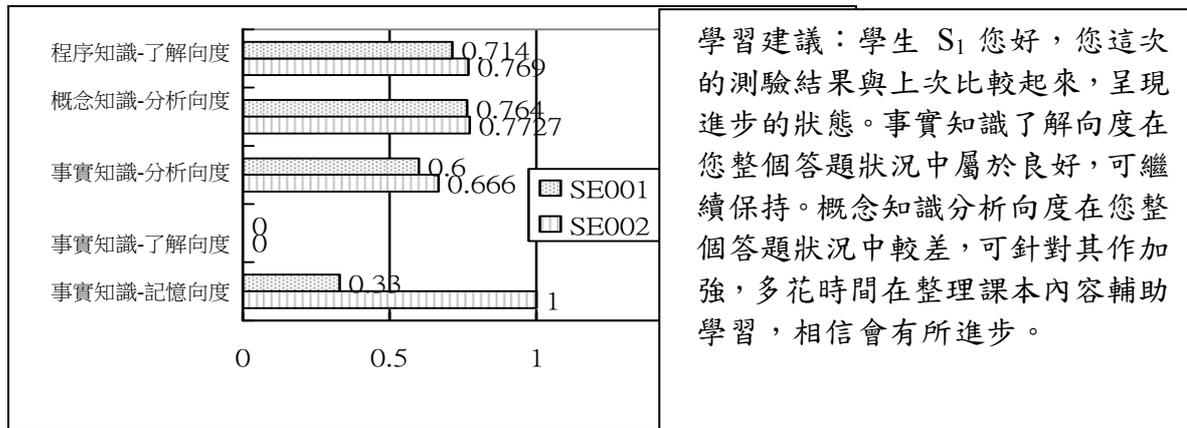


圖 4 學生 S₁ SE₀₀₁ 至 SE₀₀₂ 作答紀錄與學習建議

E. 學習建議比較：PPATS 會根據不同人格特質，而給予適合該學生之學習建議敘述，以學生 S₁ 至學生 S₄ 為例，學生 S₁ 為 A 型人格、學生 S₂ 為 B 型人格、學生 S₃ 為 C 型人格、學生 S₄ 為 D 型人格，假設四者在測驗 SE₀₀₁ 至 SE₀₀₂ 作答情況相同，則四者所得到之學習建議如表四所示。A 型人格所獲得之建議多

為期許能繼續進步，並且給予適當的鼓勵與刺激；B 型人格之自我效能較低，因此針對其測驗結果會多加督促；C 型人格之挫折容忍力較低，因此建議語句多採取鼓勵敘述；D 型人格自我效能及挫折容忍力都較低，因此學習建議綜合 B 型人格及 C 型人格之敘述，給予適當督促及鼓勵。

表四、學習建議範例表

學生編號	人格特質	學習建議內容
S ₁	A 型人格	學生 S ₁ 您好，您這次的測驗結果與上次比較起來，呈現進步的狀態，希望下次會更進步，相信

		您可以的。事實知識了解向度在您整個答題狀況中屬於良好，可繼續保持。概念知識分析向度在您整個答題狀況中較差，可針對其作加強，多花時間在整理課本內容輔助學習，相信會有所進步。
S ₂	B 型人格	學生 S ₂ 您好，您這次的測驗結果與上次比較起來，呈現進步的狀態，但不能鬆懈，還是要繼續保持喔。事實知識了解向度在您整個答題狀況中屬於良好，希望可以繼續保持。概念知識分析向度在您整個答題狀況中較差，可針對其作加強，多花時間在整理課本內容輔助學習，相信會有所進步。
S ₃	C 型人格	學生 S ₃ 您好，您這次的測驗結果與上次比較起來，呈現進步的狀態。事實知識了解向度在您整個答題狀況中屬於良好，要繼續保持喔。概念知識分析向度在您整個答題狀況中較差，可針對其作加強，多花時間在整理課本內容輔助學習，相信一定會增加學習成效。
S ₄	D 型人格	學生 S ₄ 您好，您這次的測驗結果與上次比較起來，呈現進步的狀態，但不能鬆懈，還是要繼續保持喔，相信您一定可以持續進步的。事實知識了解向度在您整個答題狀況中屬於良好，要繼續保持喔。概念知識分析向度在您整個答題狀況中較差，可針對其作加強，多花時間在整理課本內容輔助學習，相信一定會增加學習成效。

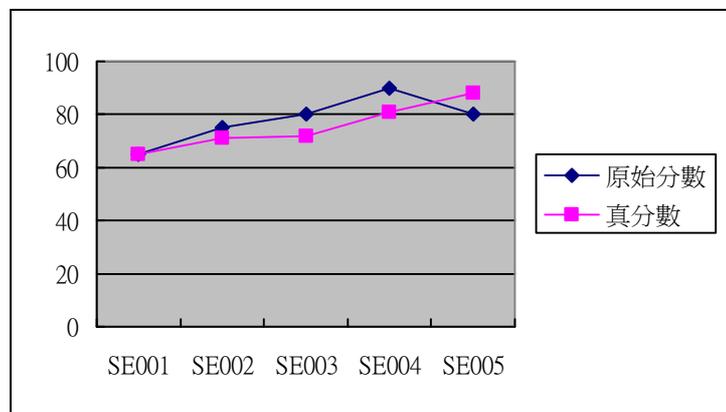


圖 5 學生 S₁ 分數轉換

5. 結論與建議

本研究旨在於發展一針對人格特質及學習狀況之適性化測驗系統，PPATS 會提供學習改進建議的個人化測驗回饋，以協助學習者瞭解自己在哪些知識類型及認知層次試題上的學習需要改進，並對學習弱點進行加強，以增進學習成效建

議其加強，期望能輔助學生學習。藉由電腦依照每位學習者的學習程度及人格特質，自動從題庫選取能維持及建立學習者信心的試卷試題，並利用「因材施教」及「測驗引導學習」的概念，引發學習者的興趣與信心。

並透過適性選題機制、測驗歷程分析及人格特質，提供學習改進建議的個人化

測驗回饋，以協助學習者瞭解自己在哪些知識類型及認知層次試題上的學習需要改進，並對學習弱點進行加強，以增進學習成效。圖 5 為學生 S₁ 模擬測驗 SE₀₀₁ 至 SE₀₀₅ 之分數曲線，經由公式(3)轉換，可知學生 S₁ 之真分數呈現成長趨勢，這也正是未來實驗中期望看到的數據。

本研究在初期系統成效評估階段已確認演算法的成效，下一階段將以北部某大學資訊管理系修習企業資源規劃課程的學生進行實證研究，以確認 PPATS 在完整學期的課程學習過程的提升與引導學習成效。而在未來研究方面，本研究也期望分析學生的人格特質與 PPATS 對於學生學習成效的關係。

6. 參考文獻

- 【1】 林政斌 (2001)，「線上學習代理人之分析與設計，」 國立中山大學資訊管理研究所碩士論文。
- 【2】 黃國禎、朱蕙君、曾秋蓉、黃國豪、黃繼緯、林農堯 (2007)，「具自我調適功能之線上課程問題自動回覆系統，」 電子商務學報，第 9 卷第 3 期，599-624 頁。
- 【3】 許鈞南 (2004)，「智慧型代理人，無所不能？」 Hopenet 科技月刊，102 期，取自 <http://www.hope.com.tw/Art/Show2.asp?O=200410301612447225&L=TM>。
- 【4】 曾守正、周韻寰 (2007)，「資料庫系統之理論與實務，」 華泰出版社。
- 【5】 魏智強 (2006)，「自動化問答系統之研製，」 中華大學資訊工程研究所碩士論文。
- 【6】 蕭淳豐 (2001)，「網路教學平台下的訊息代理人實作，」 國立高雄師範大學資訊教育研究所碩士論文。
- 【7】 Andrew Cumming, "SQLzoo," 網址：<http://sqlzoo.net/>
- 【8】 Gordon Russell, "Database eLearning," 網址：<http://db.grussell.org/>
- 【9】 Hirschman, L. and Gaizauskas, R. "Natural Language Question Answering: The View from Here," Natural Language Engineering, Cambridge University Press, 2001.
- 【10】 Johnson, W. L., Rickel, J. W., & Lester, J. C. (2000), Animated pedagogical agent: Face-to-face interaction in interactive learning environments, International Journal of Artificial Intelligence in Education, 11, 47-78.
- 【11】 Maes, P. "Agents that Reduce Work and Information Overload," Communications of the ACM, Vol. 71, No. 7, pp. 31-40, 1994.
- 【12】 Sycara, K., A. Pannu, M. Williamson and Zeng, D., "Distributed Intelligent Agents," IEEE Expert, Vol 11, Issue 6, pp. 36-46, 1996.
- 【13】 Tomoko, K. & Toyohode, W. (2000), Agent-oriented Support Environment in Web-based Collaborative Learning, ICCE/OCCAI2000.
- 【14】 Wooldridge, M. J., & Jennings, N. R. (1995), Agent theories, architectures, and language: A survey, In M. J. Wooldridge & N. R. Jennings (Eds.) Intelligent agents - theories, architectures, and languages. Lecture Notes in AI 890, Springer-Verlag, Berlin, Germany.