

以學習者個人偏好與試題反應理論為基礎之 個人化英文文章推薦系統

鍾岳豪

林志敏

洪振偉*

逢甲大學資訊工程學系

逢甲大學資訊工程學系

* 亞洲大學資訊工程學系

m9805971@fcu.edu.tw

jimmy@fcu.edu.tw

stewart@asia.edu.tw *

摘要

現今個人化學習在資訊教育中，為一項重要的研究和趨勢，以個人偏好或是著重個人能力值為主的系統不斷地被提出。而線上學習的主要優勢可提供學習者在不受空間及時間之下，提供學習者適當的學習教材，以及有效率的學習教程。但此類系統也遭遇一些挑戰，例如線上學習的輟學率約高於一般傳統學習的兩倍。本系統提出一套個人化學習系統，以增進英文閱讀理解力為主要目的，本系統將學習的測驗結果，導入應用電腦適性化測驗中試題反應理論(Item Response Theory, IRT)，經過計算推薦教材，並與學習者之學習歷程結果及個人化偏好為推薦參數，可幫助學習者增進其興趣與效率。

關鍵字：試題反應理論、個人化學習、閱讀理解、閱讀策略

Abstract

Nowadays personalized learning is an important issue and trends in computer education. Based on learner preference and personalized learning system were proposed constantly. The main advantage of online learning can provide learners in place anywhere, at any time and at any pace. And Provide

learners with appropriate learning materials and effective learning tutorial. But such systems also face some challenges. For example, the dropout rate of online learning is about twice higher than traditional learning. This research proposed a personalized learning system that helps learners improve English reading comprehension. The systematic study of the test results import into the Computer Adaptive Test of Item Response Theory. The system recommended teaching material has been calculated, and the results of the learning process of learners and personal preference for the recommended parameters to help learners to improve their interest and efficiency.

Keywords: Item Response Theory (IRT), Personalized Learning, Reading Comprehension, Reading Strategies

一、緒論

近年來 E-learning 為主的系統發展迅速，各類型的數位學習系統不斷的被提出來，例如推薦學習系統、診斷學習系統、偏好取向推薦系統等。這些系統皆擺脫傳統的數位學習系統，不單單只是提供單一套的教材給學習者循序地學習資訊，進而加入個人化的考量，針對

*國科會計畫編號 NSC99-2221-E-468-006

學習者皆有不同的知識背景、需求、目的而量身訂製的系統。這類型的系統主要根據每一位學習者不同的需求給予不同的教學，使得學習者能夠更有效率的學習。而完善的學習系統不僅僅能幫助學生更有效率的學習，更能夠使學生得到多元化、豐富性的學習資訊。除提供在現今學習者有一個不受時間及距離限制的學習環境，且因網路的發展，也不必再侷限於傳統教室的學習方式，可透過網絡便利的學習。此類的系統則是著重於興趣或者偏好等，依據學習習慣或者個人興趣[11](例：家庭生活類、學校生活類、醫學類等)來做推薦學習系統或診斷學習以推薦教材的系統。此類的個人化系統常常忽略了考量學習者能力值之因素且無一個對應的方式。而在目前也有不少的線上數位學習系統，使用的理論以及技術也不盡相同，其中一項從適性化學習理論中較廣泛被使用的試題反應理論(Item Response Theory, IRT)也被使用於強調個人能力值的推薦學習系統，其用來計算評估學習者的能力值(ability)，定義與推薦學習者的能力值與該學習的教材，解決了學習系統沒有考慮個人能力值的問題。且此類型的推薦學習系統也應用於台灣國中基測、多益以及托福等考試系統。有學者提出數位學習可提供廣泛性、靈活性，個人化以能力值為基礎的推薦系統，可以取得符合學習者能力值的教材並快速的學習。

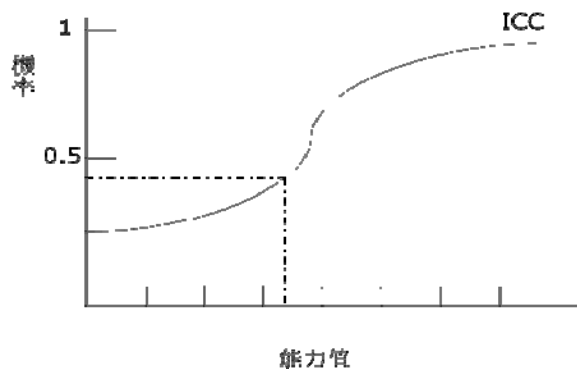
上述所提到以個人能力值為主的系統，提供學習者更多的學習空間，但較未深入研究教材與學習者的偏好、取向。在[14]中，研究顯示數位學習系統輟學率約為傳統教室學習的2~3倍。其主要原因包含推薦教材不符合學習者的需求、興趣等。且學習教材與學習者之間的關係，也鮮少系統提出其中的關聯性[9]。因此把學習者與推薦教材做連結，是本研究系統的核心，主要將學習者所學習過的字彙與現有而未學習過的文章做字彙上的百分比例。例如：系統所推薦文章為學習者已學習單字比例

較高的文章。透過關聯性，以增強學習者的學習信心，來達到提升學習效果。本研究在資料庫的部分，先將教材利用斷詞的方式，取得每篇英文文章的字彙以及字彙比例，並透過GEPT的字彙難度分級以及專家對於教材的文法困難所訂定的分數，綜合之後定義為該教材的困難度，根據學習者的個人資料來做推薦，以達到推薦出符合學習者興趣、目的的學習教材[11]。

■ 二、相關研究

2.1 試題反應理論

試題反應理論 IRT (Item Response Theory) [10, 15, 16]是一系列心理統計學模型之總稱，其理論主要目的是分析受試者之考試成績數據之數學模型，而 IRT 目前泛用於心理以及教育量測之領域，而其特點是以概率的概念來解釋學習者能力和受測题目的反應之間的關係，以學習者受測的結果經由計算推估得到新的能力值(ability)或者心理特質(latent traits)。而此數學模型稱為試題特徵函數(Item Characteristic Function, ICF)此圖形表示則稱為試題特徵曲線(Item Characteristic Curve, ICC)。圖一為典型的 ICC:橫軸為受測者能力值，縱軸為答對試題的機率，由圖一可知能力值愈高者，答對試題的機率(P 值)則愈大。



圖一、試題特徵曲線

項目反應理論(IRT)以試題特徵函數(ICF)表達受測者能力與測驗反應間之關係，因此函數中所採用的參數個數不同，可被區分為單參數、雙參數、三參數模式。

公式分別為：

1. 單參數模式：

$$P_{ij} = \frac{e^{(\theta_j - b_i)}}{1 + e^{(\theta_j - b_i)}} \quad (1)$$

2. 雙參數模式：

$$P_{ij} = \frac{e^{a_i(\theta_j - b_i)}}{1 + e^{a_i(\theta_j - b_i)}} \quad (2)$$

3. 參參數模式：

$$P_{ij} = c_i + (1 - c_i) \frac{e^{a_i(\theta_j - b_i)}}{1 + e^{a_i(\theta_j - b_i)}} \quad (3)$$

e ：自然對數。

j ：受測者編號。

θ_j ：第 j 位受試者之能力值。

i ：題目編號。

a_i 、 b_i 、 c_i ：第 i 題的鑑別參數、難度參數、

猜測參數。

$P_{ij}(\theta_j)$ ：能力值 θ_j 答對第 i 題的機率函數。

而經過 IRT 計算得到新的能力值，則是利用最大概似法(Maximum Likelihood Estimation, MLE)找出受試者的反應概似函數

最佳化能力值，為了找到最佳解通常使用牛頓-約佛森(Newton-Raphson)法進行疊代：

$$\theta^{(j)} = \theta^{(j-1)} + \delta^{(j)}$$

$$\delta^{(j)} = \frac{\frac{\partial \ln L(\theta | \mathbf{u})}{\partial \theta}}{\frac{\partial^2 \ln L(\theta | \mathbf{u})}{\partial \theta \partial \theta}}$$

2.2 英文閱讀理解力

理解為閱讀的主要目的，而理解力可分為傳統、心理兩個部分[23]，而在傳統的觀點上可分四層次的理解。計有字義的理解、推論的理解、評鑑的理解、批評的理解。而在心理學的觀點上[1, 2]也包含幾點。1. 認為理解必須依靠讀者具備的知識與經驗，2. 語言的過程，3. 思考的過程，4. 需要讀者主動投入文章中。以上為閱讀理解所具備的一些特徵，是一複雜的心智運作過程，閱讀過程中包含思考、語言的活動，與讀者本身具有的舊知識(prior knowledge)有著密切關係。所以理解的產生也需要運用某些相關的技能，已達到不同程度的理解狀態。

在其他研究中認為影響英文閱讀理解的兩個主要因素為：

1. 內容知識(content knowledge): 指有關所閱讀領域，所具備運用先前的知識，對於文章結構、組織以及整體架構的知識。

2. 策略性知識(strategic knowledge): 指如何對於閱讀理解做筆記、註解以及推論。而國內學者綜合 Wiederholt & Bryant [1]的論述認為可用三個主要因素來概括影響閱讀理解的主要因素，而這些因素為閱讀理解的交互作用的過程，包含：

1. 文章相關變項: 包含文章組織、可讀性、語言表述的清晰性。

2. 讀者相關變項: 包含讀者的能力與背景知識、記憶力等。

3. 環境相關變項: 指教學策略、學習氣氛等。從上述可以得知影響閱讀理解有很多原因, 而針對不同年齡的學習者需給予不同的策略。

針對高中學習者而言, 國內學者邱俊宏[21, 22] 與黃淑芬[23] 研究表示對於高中閱讀理解關鍵因素在於字彙及語法, 此兩項因素皆可以用來預測閱讀理解的表現。在研究中, 學生表示不熟悉的單字及推論性的問題為閱讀困難所在, 只能採用利用上下文來進行猜字或者理解較難的句子, 而程度較差的受試者他們反應冗長的句子, 在回答細節或推論的問題較為困難, 且較不會使用字根、字首、字尾來分析不熟悉的單字, 也不懂較難的文法運用。

■ 三、系統設計

在系統的設計上, 為提高學習者的興趣及學習動機, 推薦過程分為兩個階段的過濾, 學習者第一次進入系統, 系統要求學習者對 13 類的偏好屬性給予一個偏好分數, 同樣地以五尺度給予學習者的個人偏好分數。透過系統計算(Fitness Analysis)從所有教材中取得 10 篇教材, 得到已學習者個人偏好的第一次過濾。在第二部分過濾, 我們採用 IRT 中的機制, 依據學習者能力值來判斷適合學習者的教材。在學習過後透過評測與問卷的方式來修正學習者能力值與教材困難度。

在教材困難度上, 本研究將學習者以學習過的字彙與文章內容字彙做關聯性的分數計算, 例如有 A、B 兩篇文章, 而某學習者對於 A 篇文章的字彙有較高比例上的理解, 那 A 篇文章的困難度有較高機率對於此學習者較為容易。並與專家與學習者評定文章文法困難度, 以及全民英檢(GEPT)中字彙的困難度來決定教材困難度。

3.1 文章分類

在教材分類的部分, 在以英文文章為例的系統中, 我們先將學習教材請專家分類屬性(13 類; 生活類、運動類、藝術類等), 並給予每項相關性一個五尺度分數(5: 高度相關; 1: 低度相關), 並請專家對於每一篇教材給與文法困難度的分數。

3.2 評論回饋

在學習之後, 系統會給予學習者一個理解力評測及問卷, 理解力評測透過由專家提供的單一選擇題來評測學習者的能力值, 經由 IRT 計算得到新的個人能力值; 而問卷的部分分為兩個問題: 1. 本篇文章類型是否符合偏好需求? 2. 本篇文章文法困難度評分(100: 困難; 1: 簡單)收集學習者的回饋, 來修改個人偏好及教材的文法困難度。

3.3 系統流程

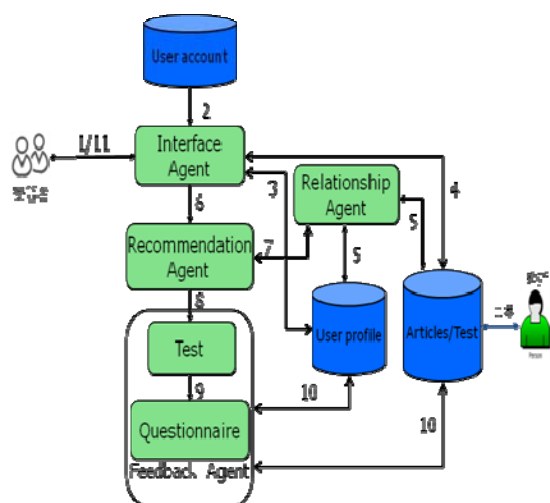
系統流程可分四個階段。第一階段進入系統, 登入個人帳號之後, 由個人資料庫中取得個人的偏好及能力值(初次進入系統者給予能力值 default 值為 0)。第二階段系統由學習者偏好透過 Fitness analysis 取得教材中所適合的十篇英文文章教材, 作為第一次的過濾。第三階段由試題法應理論中的 MLE(Maximum likelihood estimation)來計算, 得出應給予學習者符合其能力值之英文文章。第四階段經過閱讀之後, 系統將給予理解度測驗以及問卷, 並將測驗及問卷的結果, 記錄至學習者個人資料表中, 將測驗的結果經由 IRT 計算得到新的個人能力值(Θ), 並將問卷結果反饋至系統, 由系統計算此次閱讀文章的文法困難度, 作為教材的微調。並在個人資料表中標記以學習過文章, 以避免重覆學習。



圖二、系統流程

3.4 系統架構及元件

本系統將包含四個主要智慧型軟體代理人(Agents)及三個資料庫(Database)。資料庫可分為 user account database、user profile database、article/test database 三部分，user account database 主要是記錄學習者登入資訊；而 user profile database 主要建構學習者的能力值(Θ)、學習歷程、記憶曲線、個人偏好等；而 article/test database 則是存放課程教材以及相關的試題。



圖三、系統架構

智慧型軟體代理人則可分為 user interface agent、vocabulary relationship agent、user feedback agent、recommendation agent。其中 user interface agent 主要負責與學習者進行互動的介面並提供資訊回饋給後端資料庫進行紀錄與修正文章難易度。而 vocabulary relationship agent 則是將以學習過的單字與文章做字彙的相關度比對，將學習者已學單字與未學習過文章中的單字存在百分比做為推薦的一項參數。user feedback agent 則是負責評估學習者能力值，經過測驗的反應得到新的能力值，並且利用 user interface agent 其蒐集的評論回饋資訊進行第二部分的微調並修改其結果至 user profile database。而 recommendation agent 則是負責推薦適合個人需求(包含個人偏好、已學字彙百分比相關性、GEPT 等參數)的英文文章。

在說明各元件的功能之後，來介紹學習者進入系統後，各元件間如何聯繫的步驟。

3.5 系統步驟

- Step 1: 第一次進入系統學習者收集個人偏好並給予基礎能力值。
- Step 2: 非第一次進入系統學習者經過認證進入系統。
- Step 3: 由個人資料表中取得使用者偏好與能力值。
- Step 4: 經個人以閱讀文章標記取得教材資料庫中尚未閱讀之文章。
- Step 5: 將個人以學習字彙與各篇文章字彙做相關性計算，來決定文章困難度參數。
- Step 6: 計算文章理解困難度，將其結果反饋至 Recommendation Agent
- Step 7: 以偏好過濾與 IRT 兩階段做教材推薦。
- Step 8: 由專家制定的題目進行理解度測驗

Step 9: 以問卷方式，反饋學習者對於文章內容的理解度，並進行文法困難度的微調。

Step 10: 將測驗結果經 IRT 計算得到新的能力值並將已學習之文章標記並記錄在個人資料表中，將問卷的結果對於文法困難度進行修正，依照專家制定難度(70%)與學習者修正難度(30%)，進行微調。

Step 11: 提供學習者學習檢索與學習歷程。

■ 四、結論

本研究提出以個人偏好結合試題反應理論，並且加入回饋與字彙相關性機制，收集教學者與學習者的意見反映，以達到平衡學習教材困難度的目的。本研究系統希望能提供一個個人化之學習系統，除了考量學習者的能力值，以學習過的字彙為參數，進而考量學習者的學習興趣，以不同類型的英文文章推薦適合學習者的教材，且在不限空間以及時間的情況。本研究系統藉由推薦的方式來幫助學習者縮短學習時程，或是想要學習特定類型的教材等客製化的學習系統。

參考文獻

- [1] 陳佳吟、柯明憲、吳紫葦、張俊盛，“FAST：電腦輔助英文文法出題系統，” 2005
- [2] 楊媛茜、楊捷扉、張嘉銘、張俊盛，“電腦輔助閱讀測驗自動出題，” 2005
- [3] 林關成、李亞安，“基於ANN與SVM的分類與回歸比較研究，” 2005
- [4] 林志敏、洪振偉、卓汶叡、金凱儀，“以IAML與試題反應理論為基礎之個人化數位學習系統，” 2009
- [5] 林志敏、黃銳堂，“支援知識型推薦之互動式代理人系統—以電子小說推薦者系統為例，” 2008
- [6] 李琮堯、郭冠廷、朱延平，“電腦適性化測驗雛型系統之究，” 2004
- [7] 胡瓊君，“高中生中、英文閱讀策略之差異及其與中、英文閱讀理解能力關係之研究，” 淡江大學教育與心理諮商研究所碩士論文，2006
- [8] 黃淑芬，“台灣高中生之字彙及語法與英文閱讀理解的關係，” 國立高雄師範大學英語系碩士論文，2001
- [9] Ling-Hsiu Chen, “Enhancement of student learning performance using personalized diagnosis and remedial learning system,” *Computers & Education*, vol. 56, pp.289-299, 2011.
- [10] Ahmad Baylari, Gh. A. Montazer, “Design a personalized e-learning system based on item response theory and artificial neural network approach,” *Expert System with Application*, vol. 36, pp.8013—8021, 2009.
- [11] Ching-Kun Hsu, Gwo-Jen Hwang and Chih-Kai Chang, “Development of a reading material recommendation system based on a knowledge engineering approach,” *Computers & Education*, vol. 55, pp.76-83, 2010.
- [12] Heejung An, Sunghee Shin, Keol Lim, “The effects of different instructor facilitation approaches on students’ interactions during asynchronous online discussions,” *Computers & Education*, Vol. 53(3), pp. 749-760, 2009.
- [13] Xia Mao, Zheng Li, “Agent based affective tutoring systems: A pilot study,” *Computers & Education*, vol. 55,

- pp.202–208, 2010.
- [14] Ioanna Lykourantzou, Ioannis Giannoukos, Vassilis Nikolopoulos, George Mpardis, Vassili Loumos, “Dropout prediction in e-learning courses through the combination of machine learning techniques,” *Computers & Education*, vol. 53, pp.950–965, 2009.
 - [15] Chih-Ming Chen, Ching-Ju Chung, “Personalized mobile English vocabulary learning system based on item response theory and learning memory cycle,” *Computers & Education*, vol. 51, pp. 624–645, 2008.
 - [16] Chih-Ming Chen, Hahn-Ming Lee, Ya-Hui Chen, “Personalized e-learning system using Item Response Theory,” *Computers & Education*, vol.44, pp. 237–255, 2005.
 - [17] Chih-Ming Chen, Shih-Hsun Hsu, “Personalized Intelligent Mobile Learning System for Supporting Effective English Learning,” *Educational Technology & Society*, vol.11 (3), pp.153-180, 2008.
 - [18] Jin An Xu, Kenji Araki, “SVM-based Personal Recommendation System for TV Programs,” *Proceedings of the 12th International Conference on Multi-Media Modeling*, pp.4-6, 2006.
 - [19] Tung-Kuang Wu, Shian-Chang Huang, Ying-Ru Meng, “Evaluation of ANN and SVM classifiers as predictors to the Diagnosis of students with learning disabilities,” *Expert Systems with Applications*, vol. 34, pp.1846–1856, 2008.
 - [20] Christian Bomhardt, “NewsRec,a SVM-driven Personal Recommendation System for News Websites,” *Proceedings of International Conference on Web Intelligence*, 2004.
 - [21] Feng-Hsu Wang, “Application of Componential IRT Model for Diagnostic Test in a Standard conformant eLearning System,” *Proceedings of the 6th International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2006.
 - [22] Chih-Ming Chen, Chao-Yu Liu, Mei-Hui Chang, “Personalized curriculum sequencing utilizing modified item response theory for web-based instruction,” *Expert Systems with Applications*, vol. 30, pp.378–396, 2006.
 - [23] Ming-Jin Tsai, “The strategies research for fostering the successful outcome of English reading comprehension,” *SHU-TE university of Humanities and Social Electronics Taipei, Taiwan, September II*.