

# 個別化教學：

## 智慧型電腦輔助教學的展望(下)

楊家興

美國南加州大學博士班

### 參、對傳統電腦輔助教學的批評：

從歷史的發展來看，電腦輔助教學並不是為解決某一項教育問題而設計出來的。相反的，它是由科技的發明應用在教育上，而產生了電腦輔助教學這個工具，之後，教育工作者再來研究，看看它能解決什麼問題，這就是為什麼 Gagne 和 Dick 在教育工學的發展中，指出早期的電腦輔助教學沒有本身的理論基礎，只是被應用來作為使傳統教學自動化的工具而已。

然而近年來，電腦開始被用來建立、測試新的學習理論，這趨勢反應在電腦輔助教學的研究上，就是由“電腦輔助教學與傳統教學孰優”的研究，轉移至“何種教學策略能使電腦輔助教學更有效”的研究。

儘管在市面上已經有上千種的電腦教學軟體，但這些教學軟體的品質實在令人懷疑，甚至於我們也要懷疑當前大部分的教師及所謂的“課程設計專家”到底懂不懂得如何運用，設計電腦輔助教學來改進教學。

大部分的教育工作者，把電腦輔助教學 (Computer Assisted Instruction) 與電腦管理教學 (Computer Managed Instruction) 視為兩種不同的電腦軟體，電腦輔助教學是用來傳達知識，而電腦管理教學則是用來登錄、計算學生的成績，對他們而言，這兩種電腦軟體代表截然不同的兩種觀念，儘管目前電腦輔助教學的課程軟體大多具有管理系統，但這兩個管理系統的功能相當貧弱，它只是用來記錄學生在測驗中的表現，或做為移轉功能的依據，我們可以說：這種管理系統的設計，完全是為了教師的方便，而不是用來協助學生改善教學效果的。

因此從個別化教學的觀點來看，目前的電腦輔助教學是相當的“愚笨”，由於缺少一個有威力的管理系統來了解學生，控制教材，因此它們無法達到適應個別差異的目的。Bergan 和 Dunn 在前文中，曾指出個別化教學的六個特性，這六個特性加以簡化，可以歸納為兩點：廣泛的學習資料和精密的管理系統。傳統的電腦輔助教學，在一定的範圍內，可以對教材的控制提供最基本的控制，但它們顯然不夠“聰明到能”了解學生的能力及需要，而適當的剪裁學習內容；另一方面，它們也限於記憶、管理的能力，而無法儲存廣泛的學習資料；因此在個別化上面，傳統的電腦輔助教學可以說是處處捉襟見肘。

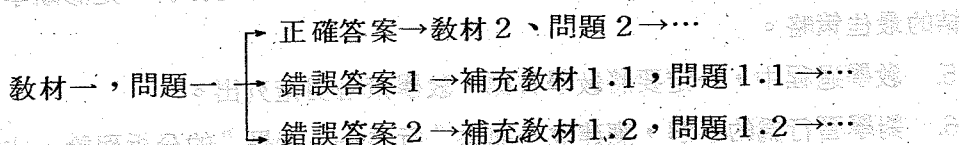
## 肆、未來的電腦教學軟體

### ——智慧型電腦輔助教學（Intelligent CAI）

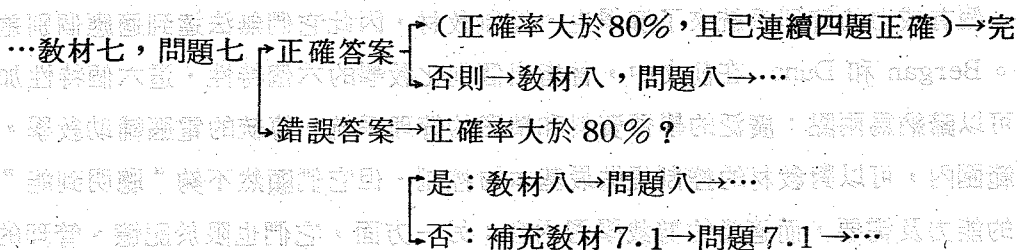
Gable 和 Page（1980）曾將近代教育工學的教學設計分為四個階段；第一階段是將教材細分為一個個緊密相連的序階，熟悉前一部分的教材，是進到下一序階的必要條件，這種教學設計，即是我們所通稱的“編序教學”了，第二階段的教學設計，是以“湊和課程”（Scrambled Textbooks）為代表，學生在回答某一問題後，根據他選擇的答案，而被移轉（Branching）到不同的教學內容，第三階段稱為“調適型”（Adaptive）的教學設計，在這一階段內，教材的移轉是根據學生在整個教學過程中的所有表現，綜合起來而決定，而不限於只是對一個問題的選擇，這種調適型的教學系統，主要是用來“了解”學生的真正能力，以做最恰當的移轉；第四階段的教學設計稱為“創造型”（Generative）這種教學設計的目的是要“了解”教材，要對不同的學生，“創造”出最合適的教材，調適型的教學設計，是就現在的教材選出合適的部分，而創造型的教學設計，是利用電腦知識庫中所儲存的知識法則，加以選擇，並由“句子產生系統”（Sentence Generating System）產生有意義的教材，這四種教學設計，筆者以為可由下圖來表示其結構：

① 第一階段：教材一→教材二→…→完

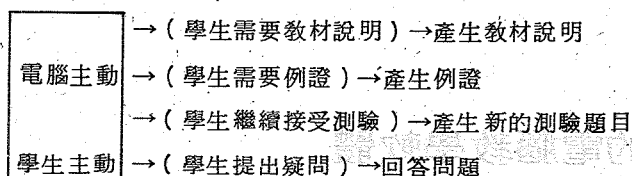
② 第二階段：



③ 第三階段：



④ 第四階段：



圖一 四種教學設計的結構圖 (楊家興, 1986)

筆者以為：當前的電腦輔助教學，還停在第二階段的教學設計上，充其量也不過是湊合課程的電腦版而已，然而隨著電腦科技的進步，尤其是人工智慧 (Artificial Intelligence) 的發展，教學設計正邁向第三，乃至第四階段。換言之，電腦輔助教學正由“愚笨”邁向“聰明”，未來的電腦教學軟體，不但要能了解學生，而且也可以了解教材，這正是我們要以“智慧型”來形容未來電腦輔助教學發展的原因。

對偏重電腦知識的教育工學家們，智慧型電腦輔助教學常意謂著在設計過程中，使用人工智慧技巧的電腦教學軟體，他們以為這種智慧型電腦輔助教學必須要有知識庫及查詢系統，然而這種定義過分偏重科技的特質，而且只強調了外在教材的價值。因此對於重視心理活動的教育而言，似乎並不妥切，Suppes (1979) 因此主張：智慧型電腦輔助教學的研究，必須有以下基本共識：

1. 智慧型電腦輔助教學在本質上，應該是一門資訊處理模式 (Information Processing Model) 在心理學上的應用。
2. 在學習的過程中，學生一定存有某種內在模式來處理資訊。
3. 對學生的錯誤反應進行分析，能因而發現學生內在模式的缺點。
4. 截至目前為止，程序網路 (Procedure Network) 的分析，是診斷學生內在模式癥結的最佳策略。
5. 教學過程中，一定要將教學目標，教學策略明確列出。
6. 對學習行為的了解，應建立一連串“行為——後果”的分析理論，才能建立程

序網路。

7. 對所教科目的專業知識，應有深入的了解（以便建立知識庫及診斷學生的學習困難）。

Sappes 對智慧型電腦輔助教學的解釋，強調心理及教學的基礎，他將這種電腦軟體視為教學工具來研究，而不是視它為電腦的應用科技，因此他所提出的共識，是更適合我們教育人員的。

雖然，目前我們對智慧型電腦輔助教學有了比較清楚的輪廓，但是由於人工智慧本身仍在發展中，我們不能肯定智慧型電腦輔助教學到底可以“了解”學生或教材到怎樣地一個程度。因此要將它做一個肯定的描述，事實上是有相當的困難，智慧型電腦輔助教學的“智慧”這個字眼，我們應該視它為“形容詞”用來描述智慧型電腦輔助教學的能力，而不要把它當做“條件”來區分一般的電腦輔助教學與智慧型電腦輔助教學，從一般的電腦輔助教學邁向智慧型，是個不斷的歷程，同時智慧型電腦輔助教學也不是一個靜態、固定的事物，它代表了電腦化教學邁向完美的歷程，因此了解為什麼要有智慧型電腦輔助教學，及什麼是它可能的特色，也許能幫助我們更清楚地掌握它的發展。

#### 甲、理論基礎：

1. Tennyson 的二階認知學習論（Two-Stage Cognition Learning Theory），基於認知心理學，他將學習過程分為兩個階段：成型期（Prototype Formation）及辨識期（Classification Skill Development），他以為：學習是由具體知識的了解，經由抽象化的轉換，最後到達組成，創造新知識的一連串認知活動的歷程，由於在早期階段，學習者對所學科目一無所知。因此講解性的教材，可以用來幫助學生塑造知識的架構，但到了學習階段的後期，我們要用詢問的方法，來幫助學生澄清，鞏固所學的知識，只有學生已建立了知識的架構時，詢問法才能對學生有所助益。因此，在電腦化教學上，Tennyson 主張要有一個“調適系統”來協調、控制教材的順序、數量、速度及內容，來配合學生認知發展的階段。

配合他所主張的“反應靈敏型”的移轉功能，及“基於學習表現而動態調整的適應系統”，Tennyson 在明尼蘇達大學創立了一套 MIS 系統（Minnesota Adaptive Instructional System）來印證他的學習理論。

2. Merrill 的元素提示論（Component-Display Theory）：

Tennyson 的理論，強調建立一套聰明的電腦系統，但 Merrill 則強調由學習者來

自行控制的調適系統，在他的元素提示論中，他認為：知識包括四類元素：事件（Factor）、概念（Concepts）、原則（Principles）及程序（Procedures）；除了事件本身是單一、具體的事物外，其它三個元素都可以用例子（Examples）或通則（Generality）二種型態來表達，而表達這些元素的方式，又可分為解釋（Expository）——告訴學生，及考詢（Inquisitory）——詢問學生；將表達的型態與表達的方式組合，我們可以得到四種教材型式：①告訴學生一個例子，②告訴學生一個通則，③要學生列舉例子，及④要學生歸納出一個通則。

Merrill 以為這四種教材型式，可以配合學生不同的認知發展階段，一個個別化的教學，就是要使用學習者控制系統來選擇適合的教材型式，配合自己認知發展的需要。

### 3. 主動學習論

Merrill 和 Tennyson 的學習理論，基本上都假設只要教材能配合學生知識發展的階段，學習必然成功，可是筆者以為他們兩人都犯了同樣的一個錯誤：忽視了學生的主動性。正如我國的一句俗諺所說的：「你可以牽牛到河邊，但你却不能勉強它吃草。」牽牛到河邊，並不表示牛一定會喝水，同樣的，呈現了合適的教材，並不表示學生就獲益了。Ackoff（1972）曾指出：「“教”不是“學”的必要條件，而且也不是它的起因；同樣明確地，教也不是學的充分條件，…我並不是說：學和教是兩碼子事，但我認為大部分的教學設計者，都忽略了教與學的交互作用（Interaction），這個因素才是教學過程中，最重要的部分。」在皮亞傑 Piaget 的教學理論中，我們也可以發現他強調學生在智慧成長過程中的主動參與。

但包括 Skinner 在內，許許多多的教育工作者對交互作用的解釋過分狹隘。他們以為：如果在教學過程的每個階段後，提出問題，要學生親自回答（而不是聆聽別人回答），並且根據答案予以適當地回饋與增強，這就已達到教與學的交互作用。但事實上，筆者以為這只是被動的、膚淺的交互作用，因為在這種交互作用中，學生只能接受問題，而不能發問，學生只能接受回饋，而不能給予回饋。

在實際的教學活動中，不管教材內容如何詳盡，教學方法如何靈活，我們都無法保證每個學生都能達到百分之百的了解，一旦學生有了疑難，而且沒能得到及時的圓滿解答，那麼這個學生可能就因此阻延了學習的進行，甚至無法繼續下去，這主動性的學習需要，反應在教學設計上，也就是為什麼編序教學要進化到調適型或創造型的原因吧！

但即使是調適型的教學設計，筆者認為依然存在著兩大問題：

- ① 這種系統不允許學生主動發問。

② 即使調適型的設計，百分之百的了解了學生的需要，但限於能力，它只能選擇現有教材中較合適的部分，而無法製造出真正最合適的教材。

調適型的教學設計，只能問問題，並且對學生的反應，與正確答案做一字一字的比較，由於它無法了解或回答學生的問題，因此它在主動性學習的功能上是相當貧弱的。相反的，創造型教學設計正足以彌補它的不足，同時它也致力於改善學生的學習型態，允許學生更積極、更主動地參與學習，而達到教學效果提昇的目的。

## 乙、智慧型電腦輔助教學應具有的特色：

在本文結束前，我們要特別強調：智慧型電腦輔助教學只是電腦化教學邁向個別化的一大步而已，它比傳統的電腦輔助教學增加了了解學生和教材的潛力，但在歷史上，只有真正的“人”才能完全實現個別化教學的理想，從來沒有過任何一種媒體，能夠有足夠的智慧來了解學生或創造教材。人工智慧的發明與應用，或許可以突破舊日媒體的極限，但充其量，智慧型電腦輔助教學只是模擬人的能力與智慧，而無法超越人的。

基於以上教學理論的需求，筆者以為未來的電腦輔助教學，必須發展以下幾點特色（功能）：

1. 知識庫：智慧型電腦輔助教學必須在所教科目上，具有一個包羅廣泛的知識庫（Knowledge Base）這個知識庫可以是由知識的原則組成的（Rule-Based），也可以是由許多事實組成的（Example-Based），但最重要的，它的架構不但要能提供廣泛的材料，配合學生不同的需要，而且要使創造型的教學設計變成可能。

2. 精密管理系統：這個系統的功能，不僅止於記錄學生的表現，而且還要對學生的困難進行分析、診斷，並進行修改教材教法及提供改進意見。在精神上，這個管理系統不是為教師的成績管理而設計的，而是致力於學生的學習指導。

3. 查詢系統（Inquiring System）：查詢系統允許學生用近似人類的自然語言（而非電腦語言），來向知識庫查詢資料，而且它更可進一步地重新組合知識庫中的資料，形成有意義的訊息，而呈現給詢問者，這一特色將大幅改變學生在學習中所扮演的角色。

## 伍、未來研究的方向及結論：

當教育工學的重心，由行為科學移到認知心理學時，傳統的電腦輔助教學已經無法

滿足教育研究者的需要了。近年來，更由於人工智慧在工商業中成功地導致專家系統，智慧型機器人的發展，教育學者們對人工智慧在教育上的運用，因此抱有極大的企圖。在大學校園、雜誌期刊上，專家學者熱烈的討論智慧型電腦輔助教學時代的來臨。然而，這些學者們大半都只注意到電腦科技如何使智慧型的電腦軟體變成可能，而忽略了“這些科技要用來解決什麼問題？”“科技的運用要受什麼理論的指導？”及“個別差異如何影響這些教學的設計？”等問題。

在未來，我們需要更多，更深入的學習理論，來探討如何設計智慧型電腦輔助教學的策略，以達到個別化教學的理想。過去電腦輔助教學的研究中，最大的缺點之一，就是沒有建立理論基礎，一個沒有穩固堅實理論的研究，只是盲目的，隨機地在探討問題的一鱗半爪，對整個教學的改進上，不會產生什麼重大的貢獻。事實上，這也就是為什麼美國近二十年來，花了上億的經費，來比較電腦與教師孰優，結果除了得到一個很膚淺的結論：“電腦大致上比教師好”外，對什麼原因使電腦比教師有效，不同的教學策略在電腦輔助教學上是否有什麼不同的效果…等問題。一無所獲，此後的研究，尤其在國內經費並不寬綽的情形下，我們應先建立教學理論，這個理論基礎，不但可以提供我們研究的方向，而且更可以使研究的結果，推廣（Generate）到相關的領域上。

一旦理論有了，開始進行實驗來評估教學策略時，我們對學生的個別差異及不同型態的科目組織，會如何影響這些策略的成效，應多加留心，在推展個別化教學時，我們絕不能忽略了個別差異，過去電腦化教學的研究，偏重一般性的團體，忽視了“策略——個別差異的交互作用”（Aptitude-Treatment Interaction）因而在應用上，往往混淆迷惑或與預期結果大相逕庭。

第三個研究方向也是最重要的，是任何電腦輔助教學的研究，應該是導向教學設計的應用（Prescription），一般而言，對學習理論（Learning Theories）的研究，我們往往用不同的教學策略當獨立變數，以教學環境等當控制變數，而以教學成果的好壞當結果變數，這是一種由原因求結果的描述設計（Description），它可以有助於我們對理論的了解，但對教學理論（Instructing Theories）的研究，這程序正相反，我們知道我們的目標是什麼（提高教學效果），也知道教學環境是什麼（用在自己的班級），問題是我們該採取何種教學策略？這種研究是由結果來推求原因的應用設計（Prescription），它的特性與前者截然不同，我們現有的研究，絕大多數是由因找果的描述設計。因此在實用上無法提供有效的參考，舉個例來說：理論上，一個能適應所有個別差異的電腦化教學系統是最理想的。但在事實上，這樣的一個電腦系統即使不是不可能，就

是龐大而無效率的，因此如何在效力與效率間取得平衡，正是我們在設計上的挑戰。

Clark 和 Saloman (1985) 指出：沒有任何一種媒體，比其它媒體（包括教師）更能增強教學效果。能使媒體有效力的因素，是導因於建立在媒體教學中所有的“策略”（Strategies），這些策略也許在某種媒體中，發揮得淋漓盡致，但却無法在其它媒體中發揮；但無論媒體如何發揮巨大的功能，基本上，仍然是“人”賦給予媒體這個策略，而且也只有人，才能充分利用各種策略的優點。理論上，智慧型電腦輔助教學或許有這個潛力，來運用策略，實現個別化教學的理想；但這絕不表示它會比教師優越，在最好的情況下，它也許在未來，會比教師便宜，而且容易得到，因此採用智慧型電腦輔助教學的考慮，必須是基於效益、經濟因素及實用性等因素的判斷，而絕不是時髦的追求。

### 參考書籍：

1. Ackoff, R. L. (1972). Computer and Education. A paper presented at the conference on *Man and Computer*.
2. Belland, J. C., Taylor, W. D., Canelos, J., Dwyer, F. and Barker, P. (1985). Is the Self-Paced Instructional Program, Via Microcomputer-Based Instruction, the Most Effective Method of Addressing Individual Learning Difference? *Educational Communications and Technology Journal* 33(3), 185-198.
3. Bergan, J. R. and Dunn, J. A. (1976). *Psychology and Education*, New York: John Willey & Sons, Inc.
4. Clark, R. E. and Salomon, G. (1985). Media in Teaching. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching*, No. 3, New York: Macmillan. Galley's.
5. Cohen, V. B. (1985). A Reexamination of Feedback in Computer-Based Instruction: Implications for Instructional Design. *Educational Technology*, 25(1), 33-37.
6. Dewey, J. (1902). The Child and the Curriculum. In R. D. Archambault (Ed.), *John Dewey on Education: Selected Writings*, Chicago: The University of Chicago Press, 1964.



7. Gable, A. and Page, C. V. (1980). The Use of Artificial Intelligence Techniques in Computer-Assisted Instruction: An Overview. In D. F. Walker and R. D. Hess (Ed.), *Instructional Software*, (pp. 257-268), Belmont, Ca: Wadsworth.
8. Gagne, R. M. and Dick, W. (1983). Instructional Psychology. *Annual Review of Psychology*, 34, 261-95.
9. Gay, G. (1985). Interaction of Learner Control and Prior Conceptual Understanding in Computer-Assisted Video Instruction. A paper presented at the American Education Research Association annual meeting.
10. Gaynor, P. (1981). The Effects of Feedback Delay on Retention of Computer-Based Mathematical Material. *Journal of Computer-Based Instruction*, 8(2), 28-34.
11. Johansen, K. J. and Tennyson, R. D. (1983). Effect of Adaptive Advise-ment on Perception in Learner Controlled, Computer-Based Instruction Using a Rule-Learning Task. *Educational Communication and Technology Journal*, 31(4), 226-36.
12. Jonassen, D. H. (1985). Interactive Lesson Designs: A Taxonomy. *Educational Technology*, 25(6), 7-17.
13. Kolers, P. A., Duchnicky, R. L. and Ferguson, D. C. (1981). Eye Movement Measurement of Readability of CRT Displays. *Human Factors*, 23(5), 517-27.
14. McEwing, R. A. and Roth, G. L. (1985). Individualizing Learning with Computer-Based Instruction. *Educational Technology*, 25(5), 30-32.
15. Merrill, M. D. (1980). Learner Control in Computer-Based Learning. *Computers & Education*, 4, 77-35.
16. Merrill, M. D. (1984). What is Learner Control. In R. K. Bass and C. R. Dills (Ed.), *Instructional Development: The State of Art, II*, Dubuque, Iowa: Kendall/Hurt.
17. Page, E. B. (1958). Teacher Comments and Student Performance: A Seventy-four Classroom Experiment in School Motivation. *Journal of*

*Educational Psychology*, 49, 173-81.

18. Park, O. and Tennyson, R. D. (1980). Adaptive Design Strategies For Selecting Numbers and Presentation Order of Examples in Coordinate Concept Acquisition. *Journal of Educational Psychology*, 72, 362-70.
19. Reiser, R. A. (1984). Reducing Student Procrastination in a Personalized System of Instruction Course. *Educational Communications and Technology Journal*, 32(1), 41-49.
20. Resnick, L. B. (1981). Instructional Psychology. *Annual Review of Psychology*, 32, 659-704.
21. Ross, S. M. (1984). Matching the Lesson to the Student: Alternative Adaptive Designs for Individualized Learning Systems. *Journal of Computer-Based Instruction*, 11(2), 42-48.
22. Suppes, P. (1979). Observations About the Application of Artificial Intelligence Research to Education. In D. F. Walker and R. D. Hess (Ed.), *Instructional Software*, (pp. 298-308), Belmont, Ca:Wadsworth.
23. Tennyson, R. D. (1980). Instructional Control Strategies and Content Structure as Design Variables in Concept Acquisition Using Computer-Based Instruction. *Journal of Educational Psychology*, 72(4), 525-32.
24. Tennyson, R. D. (1981). Use of Adaptive Information for Advisement in Learning Concepts and Rules Using Computer-Assisted Instruction. *American Educational Research Journal*, 18(4), 425-38.
25. Tennyson, R. D. and Buttrey, T. (1980). Advisement and Management Strategies as Design Variables in Computer-Assisted Instruction. *Educational Communications and Techonology Journal*, 28, 169-176.
26. Tennyson, R. D., Christensen, D. L. and Park, S. I. (1984). The Minnesota Adaptive Instructional System: An Intelligent CBI System. *Journal of Computer-Based Instruction*, 11(1), 2-13.