

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

跨平台之動態智慧型代理人整合系統之研究 - 以電腦輔助  
學習為例(1)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2213-E-009-117-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立交通大學資訊科學學系

計畫主持人：曾憲雄

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 10 月 27 日

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 跨平台之動態智慧型代理人整合系統之研究 以電腦輔助學習為例

計畫類別： 個別型計畫          整合型計畫

計畫編號：NSC 91 2213 E009 117

執行期間：91年8月1日至92年7月31日

計畫主持人：曾憲雄教授

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立交通大學資訊科學系

中 華 民 國          年          月          日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 跨平台之動態智慧型代理人整合系統之研究 以電腦輔助學習為例

### A study of Adaptable Intelligent Agent System for Platform Independent Environment – A Case of Computer Assisted Learning

計畫編號：NSC 91-2213-E009-117-

執行期限：91年8月1日至92年7月31日

主持人：曾憲雄 國立交通大學資訊科學系

計畫參與人員：陳威州，陳錦輝，曲衍旭，陳家瑜，蘇培綺，  
溫建豪，王威

國立交通大學資訊科學系

#### 一、中文摘要

本計畫整合了資訊理論、人工智慧及網際網路等三個領域之技術，來建構出一個適合在現今網際網路上的動態智慧型代理人(AI Agent)之機制。我們將提出一個以規則式專家系統為推論核心之動態智慧型代理人的機制，主要研究方向可分為動態智慧型代理人之核心模組之研發、動態智慧型代理人之溝通機制、可動態調整之行為知識模組機制、可動態載入之知識與衍生知識產生及搜尋機制、互動結果之回饋機制及自動學習與調整模組等五大部份進行研究。利用一個純物件導向之輕量型規則式專家系統為系統推論核心，預先載入以 XML 描述之動態代理人行為知識模組，並依使用者的需求進行行為程序排程、動態載入特定工作之知識模組、和進行衍生知識的推論與近似知識搜尋的動作。由於動態智慧型代理人需散布並安裝在使用者的電腦上，所以我們將採用跨平台的系統模式並以 XML 為知識傳送、交換與訊息傳送的資料格式，並將使用者的行為模式與互動結果送回學習系統模組，亦將該模組所傳回之結果來動態調整學習代理人的行為模式與作業排程，並建立同階層使用者間的虛擬群組並進行適當的良性互動與競爭。

本計畫希望在電腦輔助學習系統平台與學生間建構出一個智慧型教育代理人的機制；同時利用專家系統中知識管理的相關機制，建構物件化教材與物件化規則集合，並利用物件化特性進行動態知識載入。其中物件化規則集合即是儲存教師的教學策略與行為特性，在搭配適當之教學本體論的建構和知識格式轉換的機制後，完成一個學生專屬的虛擬教學小老師；而這個虛擬教學小老師不僅可以安排適當的教學程序、提供學生教學知識、收集學生行為與學程資訊、進行學習後測驗並提供需要的補強教育，同時亦提供同階層的學生一個虛擬學習群組以進行同儕間的良性競爭。最後，將學生的學程與測驗結果饋回主系統進行漸進式合作式學習，並依結果調整教學行為與學習程序，以達到電腦輔助學習系統適性與適量教育的目的。

**關鍵字：**動態智慧型代理人、規則式專家系統、機器學習、電腦輔助學習。

#### 英文摘要(Abstract)

The technologies of information theory, artificial intelligent and internet computing had been successfully integrated in this project and a novel adaptable intelligent agent (AI Agent) architecture that based on the light-weight rule-based expert system is this proposed. There are five major components including the kernel module, communication module, adaptable agent behavior module, adaptable knowledge and derivational knowledge module, feedback and learning module, in the whole system platform. An object-oriented light-weight rule-based expert shell is used to be the kernel of the AI agent and some XML-based meta rules and facts for some particular agent behaviors are thus preloaded on such agent. When the working sequence of agent is proceed, the AI Agent will arrange the workflow sequence according to the current status of user and the necessary XML-based knowledge materials, including some rules and facts, is then loaded into the memory of the agent. Since the AI agents need to be distributed and installed on the computer of users, the agent will be designed for platform independent and all message and knowledge are transferred using XML format. Also, the virtual user group will be organized thru the interaction between agents and then some competitions between users may thus be initialized. Moreover, the user behaviors and interactive results are fed back to the learning module for further investigation and learning via some machine learning methods. The results of learning module are used to adapt the behavior and working sequence of the AI agent.

**Keywords:** Adaptable intelligent agent(AI Agent), rule-based expert system, machine learning, computer aided learning.

#### 二、計畫緣由與目的

近年來由於電腦技術的進步及網路環境的普及化，智慧型代理人技術的研究與應用已被廣泛的討論；而智慧型代理人技術亦被成功的應用於企業活動、訊息傳遞、網路管理、網路購物與交易撮合等領域，並有不少國內外相關研究。在本計畫中，我們希望能整合本實驗室以往的研究成果與智慧型代理人技術，不同以往之靜態式代理人技術，提出一個可以動態載入知識之智慧型代理人整合機

制；並以電腦輔助學習這個領域為主要發展方向進行研究，以期能提出一個可以減少網路通訊流量、動態載入 / 卸載知識，可自行依教材知識庫所提出的內容自行衍生測驗題目與可依測驗結果與互動狀態進行漸近式學習的結果自行調整行為與教學模式的動態智慧教學代理人。

傳統教育環境之中，普遍的教學模式為班級教學的型態，對整班的學生進行學科教學，再針對學生之學習狀況予以個別輔導。目前，在中小學更推行小班教學，主要也是希望讓老師可以多了解學生的學習狀況，不會因為班級人數過多，而不易確實掌握學生的學習狀況。但是傳統的班級教學環境仍存在一些本質上的問題：

1. 即使班級學生人數減少之小班教學模式，所累積的學習狀況資訊仍然非常繁雜，如：學科考試成績、作業成績、平時表現、與他人合作學習之能力等等。
2. 教材內容的龐雜，其中之相互關係若無法以有系統的方式管理及分析，許多隱藏資訊將會流失，不易進一步發現學習者的問題。
3. 龐大的教材內容若無法以有效率的方式及形式傳達給學習者，常常會造成學習者事倍功半，無法了解問題真正的本質，並啟發學習者對於問題的思考力。
4. 班級教學所提供給學習者的內容有統一的進度標準，對於學習較慢的學習者而言，常常無法趕上進度，而對於學習較快的學習者來說，則是因為整體學習速度減緩本身學習進度。

因此，電腦輔助學習 (Computer-Assisted Learning, CAL) 它所扮演的角色也就日益重要。電腦輔助學習之所以能夠解決上述因人力所不及而衍生的問題，在於它能夠發揮電腦可以掌握並處理大量繁雜資料的能力，紀錄學習個人之學習狀態，進行大量資料分析，提供分析資訊，協助教師提進行學習輔導，並制定學習策略，讓學習者可以依照個人特質與學習能力進行學習。也就是說，它可以提供學習者適性化的學習環境。

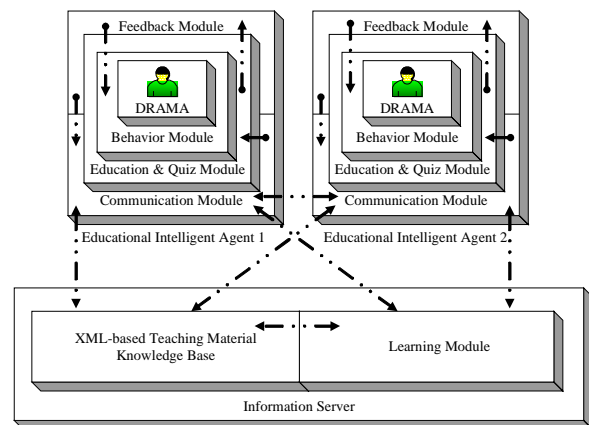
在本計畫中，將整合了教育理論、學科內容及資訊技術三個領域，來建構出一個適合在現今網際網路上的整合式學習環境。主要目標是提出與發展一能適當的在電腦輔助學習系統與學生間的動態智慧型教學代理人的機制，並利用專家系統中知識管理的相關機制，建構物件化教材與物件化規則集合；並利用物件化特性進行動態知識載入。其中物件化規則集合即是儲存教師的教學策略與行為特性，再搭配適當的教學本體論的建構與搭配的知識格式轉換的機制，完成一個學生專屬的虛擬教學小老師。

### 三、想法與討論

在本計畫中，總共規劃三個階段來完成。第一階段為智慧型教學代理人之專用核心模組之探討與研究，主要工作項目包含智慧型教學代理人之功能與行為特性之探究、專用輕量型核心模組實作、行為特性規則庫之建立、對外溝通介面模組的研發與設計、以及智慧型教學代理人功能之可行性分析。第二階段將針對動態載入之教學與測驗知識模

組的進行討論與研究，主要工作項目包含衍生測驗知識轉換機制之討論與研究、衍生測驗知識轉換機制的預載規則庫之建立、教學與測驗知識規則庫之建立、教學知識規則庫之建立與定義衍生測驗知識轉換機制的功能及實作。在最後一階段中，希望能導入學習行為模式與測驗結果之回饋機制、智慧型教學代理人之雛形系統之建立、與協助系統上線及推廣。

針對所規劃之三階段性工作內容，我們設計並實作了五大模組，並以下列之系統架構進行雛形系統的構建：



於此架構中，我們可以很明確的看到模組化的各個區塊，包括有動態智慧型教學代理人之核心模組(DRAMA Kernel)、動態智慧型教學代理人之溝通模組(Communication Module)、可動態調整之教育行為知識模組(Behavior Module)、可動態載入之教學與測驗知識模組(Educational & Quiz Module)與學習行為模式與測驗結果之回饋機制(Feedback Module);在圖中並可看出動態智慧型教學代理人與資訊伺服器上(Information Server)的XML教材知識庫(XML-based Teaching Material Knowledge Base)與學習模組(Learning Module)的互動關係。各個模組化的功能，整合起來達到我們所希望的教學系統。

首先，本計畫以數學領域之知識本體來做為教材知識的資源，並將其轉換成一個以物件為基礎的教材知識本體；而後將針對所設計出來的知識本體，參考 SCORM、TMML 等國際標準進行適當的修正，並將知識本體轉換成易於在網際網路上交換之 XML 格式。接著，搭配動態智慧型教學代理人之核心模組、動態智慧型教學代理人之溝通機制、可動態調整之教育行為知識模組機制、可動態載入之教學與測驗知識模組機制與學習行為模式與測驗結果之回饋機制等五個部份的研究成果，進行實驗性的檢測。由於知識本體的型式是以物件化的方式表示，所以本計畫將以一個純物件導向之規則式專家系統為系統推論核心，預先載入以 XML 所描述之動態教育行為知識模組 (事先由專家所提供之數學領域之教育行為法則)，並依學生的需求進行教學程序排程並依教學程序動態載入特定科學的教學與測驗模組；由於動態智慧型教學代理人需散布並安裝在學生的電腦上，所以我們將採用跨平台的系統模式並以 XML 為知識傳送、交換與訊息傳送

的資料格式，並將學生的行為模式與測驗進行儲存並進行系統學習；最後，將學習後的結果傳回代理人且動態調整學習代理人的行為模式與教學進度，並建立同階層學生間的虛擬學習群組並進行適當的良性互動與競爭。

經由一年多的努力，本計畫以數學領域為知識本體，已初步在電腦輔助學習系統平台與學生間建構出一個智慧型數學領域教育代理人的機制；同時利用專家系統中知識管理的相關機制，建構物件化數學學習教材與物件化數學教學策略規則集合，並利用物件化特性進行動態知識載入。再搭配適當之教學本體論的建構和知識格式轉換的機制後，完成一個學生專屬的虛擬數學小老師；而這個虛擬數學小老師不僅可以安排適當的教學程序、提供學生教學知識、收集學生行為與學程資訊、進行學習後測驗並提供需要的補強教育，同時亦提供同階層的學生一個虛擬學習群組以進行同儕間的良性競爭。最後，將學生的學程與測驗結果饋回主系統進行漸進式合作式學習，並依結果調整教學行為與學習程序，以達到電腦輔助學習系統適性與適量教育的目的。

#### 四、計畫成果自評(以下這部份是我以 E-book 期中報告的成果自評為樣板，希望能提供你一些資訊)

在這個計劃中希望能利用電腦輔助學習系統平台與學生間建構出一個智慧型教育代理人的機制；同時利用專家系統中知識管理的相關機制，建構物件化教材與物件化規則集合，並利用物件化特性進行動態知識載入。在我們試圖在大量的教材間使用資料挖掘及機器學習的方法來萃取出適量的特徵與資料以減低代理人與代理人及伺服器間的資料傳輸，我們提出了一種以位元組索引機制為引快速特徵選取方法，以期將系統及代理人的執行效率提至最高；同時，我們亦發表了一篇會議論文 [Chen+ 03] 於 ACM SAC2003，並有投稿二篇期刊論文 [ChenTseng+ 03][ChenTsengHong+ 03] 於 Journal of Information Science and Engineering 及 Data and Knowledge Engineering: An International Journal 中。

未來在下一階段中，我們將利用 Data mining 技術改進查詢的結果以更符合學員及教師需求外，並與使用者喜好、背景、相關外界因素...等記錄，找到影響使用者教學成果的癥結所在，並進而回饋到知識庫中進行修正或是修正領域專家所建立的教材與程序並進而提供更人性化的個人化服務。

#### 五、參考文獻

[Agrawal+ 93] R. Agrawal, T. Imielinski, and A. Swami, "Database mining: a performance perspective," IEEE Tran. Knowledge and Data Engineering, Vol. 5, No. 6, pp. 914-925, Dec., 1993.  
[Agrawal+ 96-1] R. Agrawal and J. C. Shafer, "Parallel mining of association rules," IEEE Tran. Knowledge and Data Engineering, Vol. 8, No. 6, pp. 962-969, Dec., 1996.  
[Agrawal+ 96-2] R. Agrawal and J. C. Shafer, "Parallel mining of association rules: design, implementation, and experience," Research Report RJ 10004, IBM Almaden Research Center, San Jose, Calif., Feb. 1996.

[Banerjee 88] U. Banerjee, Dependence Analysis for Supercomputing, Kluwer Academic Publishers, Norwell, Mass. 1988.

[Black+ 96] Black, J. B. and McClintock, R. O., An interpretation construction approach to constructivist design, in B. Wilson(ed), Constructivist learning environments, Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

[Bradshaw+ 90] J. M. Bradshaw and J.H. Boose, "Decision analysis techniques for knowledge acquisition: combining information and preferences using Aquinas and Axotl," International Journal of Man Machine Studies, Vol. 32, pp. 121-168, 1990.

[Chan+95]Chan, T.W. "Artificial Agents in Distance Learning," International Journal of Educational Telecommunications, Vol. 1, No. 2/3, 263-282

[Chandrasekar+98] R. Chandrasekar and B. Srinivas, "GLEAM: Using syntactic information in document filtering," Information Processing & Management, Vol. 34, No. 5, pp. 623-640, 1998.

[Chen+ 96] M. S. Chen, J. Han, and P. S. Yu, "Data mining: An overview from database perspective," IEEE Tran. Knowledge and Data Engineering, Vol. 8, No. 6, pp. 866-883, Dec., 1996.

[Chen+ 00] W. C. Chen, S. S. Tseng, L. P. Chang and M. F. Jiang, "A similarity indexing method for the data warehousing - bit-wise indexing method," The 5th Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 525-537.

[Chen+ 03] W. C. Chen, M. C. Yang and S. S. Tseng, "A bitmap-based Feature Selection Methods," Proceeding of ACM Symposium on Applied Computing, 2003, 465-469.

[ChenTseng+ 03] W. C. Chen, M. C. Yang and S. S. Tseng, "A Novel Feature Selection Method for Large-Scale Data Set", submit to Data and Knowledge Engineering: An International Journal, 2003.

[ChenTsengHong+ 03] W. C. Chen, S. S. Tseng and T. P. Hong, "An Efficient Bit-based Feature Selection Method for Case-based Reasoning Systems", submit to Journal of Information Science and Engineering (minor revise), 2003.

[Cortez+ 95] E. M. Cortez, S. C. Park, and S. Kim, "The hybrid application of an inductive learning method and a neural network for intelligent information retrieval," Information Processing and Management, Vol. 31, No. 6, pp. 789-813, 1995.

[Chang 01] L. P. Chang, Parallelized similarity indexing technology for case-based reasoning, Master Thesis, National Chiao Tung University, 2000.

[Cheung+ 96] D. W. Cheung, V. T. Ng, A. W. Fu, and Y. Fu, "Efficient mining of association rules in Distributed databases," IEEE Tran. Knowledge and Data Engineering, Vol. 8, No. 6, Dec. 1996.

[Chu+ 98] K. Y. Chu, J. L. Lu, T. W. Chan and J. S. Heh(1998), "Mathematical Problem Solving System for Social Learning", 7th International Conference on Computer-Assisted Instruction, Kaoshiung, 1998 .

[Duffy+ 92] Duffy, T. M. and Jonassen, D. H., Constructivism and the technology of instruction, Hillsdale, NJ: LEA.

[Gaines 87] B. R. Gaines, "An overview of knowledge-acquisition and transfer," International Journal of Man Machine Studies, Vol. 26, pp. 453-472, 1987.

[Giarratano 93] J. Giarratano, G. Riley, Expert Systems, 2nd edition, PWS Publishing Company, 1993.

[Han+ 93] J. Han, Y. Cai, and N. Cercone, "Data-driven discovery of quantitative rules in relational database," IEEE Tran. Knowledge and Data Engineering, Vol. 5, No. 1, pp. 29-40, Feb., 1993.

[Heh+ 96]J. S. Heh, W. T. Shu, J. C. Jehng and T. K. Chan(1996), "Design and development of a distributed multi-user visual learning environment," ITS'96, Montreal, pp.187-196

- [Hwang+ 91] G. J. Hwang, New knowledge elicitation methods for constructing expert system, Ph.D. Thesis, National Chiao Tung University, 1991.
- [Hwang+ 90] G. J. Hwang and S. S. Tseng, "EMCUD: A knowledge acquisition method which captures embedded meanings under uncertainty," *International Journal of Man Machine Studies*, Vol. 33, 1990, pp. 431-451.
- [Jiang+ 99] M. F. Jiang, S. S. Tseng, and C. J. Tsai, "Discovering Structure from Document Databases," *The Third Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, PAKDD-99*, Beijing, China, 1999.
- [Kjell+ 95] B. Kjell, W. A. Woods, and O. Frieder, "Information retrieval using letter ruples with neural network and nearest neighbor classifiers," *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 2, pp. 1222-1226, 1995.
- [Lee+ 99] Lee, F.L., Liang, S. & Chan, T.W, "An Attempt to Design Synchronous Collaborative Learning Environments For Dyad Peers on the World Wide Web," *Journal of Educational Computing Research*, Vol. 21 (2) 221-253.
- [Li+ 98] Q. Li and F. H. Lochovsky, "ADOME: An advanced object modeling environment," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 10, No. 2, pp. 255-275, 1998.
- [Lien 01] C. H. Lien, Parallelized indexing technologies of data warehousing, Master Thesis, National Chiao Tung University, 2001.
- [Owran+ 97] M. M. Owran O. and F. H. Grupe, "Database tools to acquire knowledge for rule-based expert systems," *Information & Software Technology*, Vol. 39, pp. 607-616, 1997.
- [Owston 97] Owston, R. D., "The world wide web: A technology to enhance teaching and leanging?" *Educational Researcher*, 26, 2, pp. 27-33.
- [Payne+ 97] T. R. Payne, P. Edwards, and C. L. Green, "Experience with rule induction and k-nearest neighbor methods for interface agents that learn," *IEEE Transactions on knowledge and data engineering*, Vol. 9, No. 2, pp. 329-335, 1997.
- [Silberschatz+ 96] A. Silberschatz and A. Tuzhilin, "What makes patterns interesting in knowledge discovery systems," *IEEE Tran. Knowledge and Data Engineering*, Vol. 8, No. 6, pp. 970-974, Dec., 1996.
- [Simoudis 96] E. Simoudis, "Reality check for data mining," *IEEE Expert*, Vol. 11, No. 5, pp. 26-33, Oct., 1996.
- [Sun+ 96] C. T. Sun and C. Chou, "Experiencing CORAL: design and implementation of distance cooperative learning," *IEEE Transactions on Education*, Vol. 39, No. 3, pp. 357-366, 1996.
- [Su+ 99] G. H. Su, S. S. Tseng, C. J. Tsai, and J. R. Zheng, "Building an object-oriented and individualized learning Environment on the WWW," *Proceeding of ICCE'99*, pp. 728-735, Chiba, Japan, 1999.
- [Su+ 00] G. H. Su, S. S. Tseng, C. J. Tsai, and J. R. Zheng, "Implementation of An Object-Oriented Learning Environment Based on XML," *Proceeding. of ICCE'00*, Taipei, Taiwan, R.O.C, 2000.
- [Tsai+ 99] C. J. Tsai and S. S. Tseng, "結構化教學資源庫的設計與實作," *遠距教育季刊*, 第 10 期, pp. 7-13, 1999.
- [Tsai+ 00-1] C. J. Tsai, S. S. Tseng, and G. H. Su, "Design of an object-oriented and rule-based virtual school," *Proc. of GCCCE'00*, pp. 320-327, Singapore, 2000.
- [Tsai+ 00-2] C. J. Tsai, S. S. Tseng, and G. H. Su, "虛擬教室的設計與實作," *遠距教育季刊*, 第 15/16 期, pp. 16-25, 2000.
- [Tsai+] C. J. Tsai, S. S. Tseng, and G. H. Su, "Design and implementation of an intelligent, adaptive learning system: based on object-oriented technology," submitted to *IEEE Transaction on Education*.
- [Tjoa+ 97] A. M. Tjoa, M. Hofferer, G. Ehrentraut, and P. Untersmeyer, "Applying evolutionary algorithms to the problem of information filtering," *Eighth International Workshop on Database and Expert Systems Applications*, pp. 450-458, 1997.
- [Tsai+ 99-1] C. J. Tsai, S. S. Tseng, and Y. C. Wu, "A new architecture of objected-oriented rule base management system," *Proceeding of Tools'31*, pp. 200-203, Nanjing, China, 1999.
- [Tsai+ 99-2] C. J. Tsai, S. S. Tseng, and H. T. Cheng, "Intelligent E-mail Management System," *Proceeding of SMC'99*, Tokyo, Japan, 1999.
- [Wang+ 97] C. H. Wang, T. P. Hong, and S. S. Tseng, "Integrating fuzzy knowledge by genetic algorithms," to appear in *IEEE Trans. On Evolutionary Computation*, Vol.3, No. 4, Nov., 1997.
- [Wang+ 00] Wang, W.C. & Chan, T.W, "CAROL5: An Agent-Oriented Programming Language Based on Experience for Developing Social Learning Systems," *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol. 11, 1-32.