

互動式環境之介面設計 - 以國中物理力學電腦輔助學習系統為例  
Interface Design of the Interactive Environment - A Case Study of the Computer Assisted Learning System for Mechanics of Junior High School

吳怡慧 趙銘 戴嬋玲

私立逢甲大學 資訊工程學系  
Department of Information Engineering  
Feng Chia University  
E-mail: mingchao@fcu.edu.tw

摘要

本論文以國中物理力學電腦輔助學習系統為例製做互動式環境之介面設計，並提出一個智慧型輔助學習系統的雛形。我們應用超媒體、仲介者等方法來增強使用者介面的互動性，以瞭解學生的學習狀況，引導學生在眾多的教材中做適當的學習。

關鍵詞：智慧型輔助學習系統，學生模組，物理力學，多媒體，仲介者

Abstract

*In our work, we presented an interactive interface design by employ a Computer Assisted Learning (CAL) system of junior high school mechanics as an example. This system will be a prototype of an intelligent assisted learning system. We applied methodologies of hypermedia and agents to enhance the user interfaces.*

1 前言

隨著電腦使用的蓬勃發展，電腦軟體之介面設計愈形重要，多媒體的展現成爲時代的潮流。如何適當地設計出一個介面，可讓使用者注意到訊息、瞭解訊息所要表達的理念，便是介面設計者努力想要達成的目標。

另一方面，身處在這資訊爆炸的時代，資訊量愈來愈龐大，甚至透過網路的傳輸，可獲得各式各樣的資訊。然而如何輔助使用者從這些大量的資訊中迅速地找到適於使用者的部分？這也是我們今日努力的研究目標[1]。

• 研究背景、動機與目的

在過去數年，資訊系大學部的學生於專題實驗中以多媒體編輯軟體ToolBook製作了許多有關國中物理力學的多媒體輔助學習系統，包括的單元有：(1) 位置的座標表示法及其向量性質、(2) 速度、加速度及摩擦力、(3) 拋體運動及自由落體、(4) 等速圓周運動及簡諧運動、(5) 力的概念及其量度、(6) 轉動慣量及轉動動能、(7) 萬有引力及克卜勒行星運動、(8) 牛頓第三定律及動量守恆、(9) 動能與位能及能量守恆、(10) 槓桿原理及力矩、(11) 物體之平衡及虎克定律與彈性和(12) 表面張力與毛細現象。

這些教材與題目皆是個別的一本電子書，若沒有一套可適當管理且可輔助導覽的方法，學生難以從中選擇適合自己的教材與題目。因此，利用這些教材與題目爲測試床，嘗試整合出一套智慧型電腦輔助學習系統 (intelligent computer assisted learning system) 之雛形，並設計互動式環境的介面。由於教學的目的在於溝通與瞭解，透過與使用者之間的互動溝通，才能瞭解學生的學習狀況，並從不同的教材或試題中找出適當的部分，因材施教。對互動式環境的介面設計來說，此國中物理力學電腦輔助學習系統是十分適當的應用環境。而具互動式環境的介面設計對電腦輔助學習系統來說，也將是必然的趨勢。

爲了設計一個良好的智慧型電腦輔助學習系統之互動式環境介面，我們必須思考出其設計的方法。此人機交談介面，需以使用者的觀點與需求爲考量，互動式的瞭解使用者的信念 (beliefs)、慾望 (desire)、意圖 (intention)，以建構出目標 (goals) 和計畫 (plans) [2]，即爲使用者模型 (user model)。在多媒體 (multimedia)、超媒體 (hypermedia) 的製作方式下，加入智慧，形成智慧型超媒體 (intellimedia)，以輔助導覽 [3]。人機介面的設計，所牽涉到的專業甚多，包括認知心理學、哲學、語言學、計算機科學...等 [4]。

然而，此系統之教材與题目的測試床將逐漸增加擴大，與未來龐大的資訊流量有異曲同工之妙。新

的資訊技術 (Information Technology, IT) 對人類的適應性 (adaptability) 來說是一項挑戰[ 5 ]。如何應用新的資訊技術，將之與教育系統結合，是一個重要的研究方向。軟體仲介者 (software agents) 技術不論對人機交談、介面設計、系統功能等都有很大的幫助與改進。仲介者可以是觀察者 (observers)、資訊處理者和建議者 (proposers)。它們可以監視使用者的互動情形，得到使用者的資料並處理後產生行動，在使用者介面展現出生動的行為。它們可以有形的，也可以是無形的。我們將嘗試以智慧型仲介者的方法來設計本系統與介面。

## 2 系統設計

本系統之發展平台為個人電腦Windows 95作業系統，發展軟體為Asymetrix公司的多媒體編輯軟體ToolBook 3.0版。系統中各種多媒體物件則是利用3D Studio和Video for Windows等動畫編輯軟體製作而成，並利用CorelDraw 5.0版等軟體製作圖片、影像等多媒體物件。

ToolBook提供製作視窗、媒體物件的圖形化工具，並提供一種叫做OpenScript的程式語言，可用來控制及表現各個物件的行為，其媒體控制功能極佳，適於設計互動式環境之介面。ToolBook可透過Windows的動態連結程式庫 (Dynamic Linking Library, DLL)，呼叫其他外部的資料庫管理系統來管理資料，並提供許多取用這些資料庫檔案的函式。在本系統中，我們將以dBASE為資料庫管理系統，並撰寫ToolBook的OpenScript程式來存取資料庫的內容。

本系統主要分成四個模組：教學模組、學生模組、專家模組和使用介面模組。整體的系統架構如圖一所示，圖中圓圈代表程序 (process) 或工作 (task)，而方形代表資料庫。

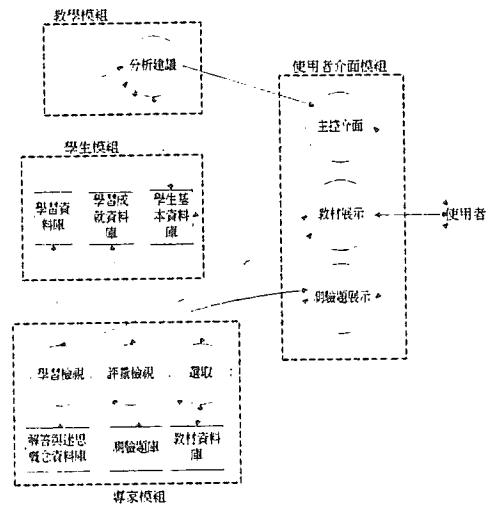
其中各個模組的功能將於接下去的各個小節分別敘述之。

### 2-1 教學模組

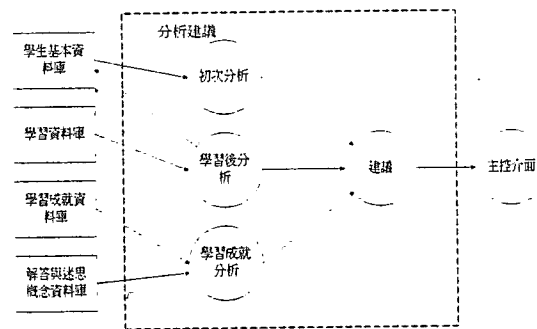
教學模組是主要做決策的部分，必須一方面維護學生模組的資料，另一方面還要決定如何根據個人的差異來因材施教，以採取適當的教學策略，從專家模組中選出適合的教材來教育學生。

我們表達教學策略的方式與教練法較為相似，提供一個學習與評量的環境，監督學生，只在適當的時候提出建議給學生。此模組之分析建議仲介者 (agent) 主要分成四個子仲介者 (圖二)：

1. 初步分析：主要根據學生所輸入的基本資料，做初步的分析。
2. 學習後分析：根據記錄學生學習過程的學習資料庫中的資訊，進行分析。
3. 學習成就分析：根據學生經過評量後所記錄的學習成就資料庫中之資訊，進行分析。
4. 建議：個別根據前三項之分析結果，給予學生適當的建議。



圖一：系統架構圖



圖二：分析建議仲介者之子仲介者圖，子仲介者為虛線內四個圓圈所標示者

### 2-2 學生模組

學生模組紀錄學生目前的知識狀態，以便了解學生的知識、觀念以及所學得的技巧，並且利用一個機制來指出學生已具備哪些錯誤觀念，或是預測學生在學習過程中可能遭遇到的困難與瓶頸等等。另外，我們也考量到學生的個人興趣與喜好。這些學生的相關資訊都將提供給教學模組分析，以便依據這些資訊來決定教學的方式、重點、份量，以及教材的順序等。

我們的學生模組主要包括三個資料庫：學生基本資料庫、學習資料庫和學習成就資料庫[ 6 ][ 7 ][ 8 ][ 9 ][ 10 ]。

1. 學生基本資料庫：此資料庫記錄學生的基本資料如：學號、性別、年齡、年級、學過之課程單元、興趣、成就等級...等等。
2. 學習資料庫：記錄學生的各等級之課程單元學習狀況。
3. 學習成就資料庫：記錄學生做過評量之後的成就及其迷思概念。

在此模組中，我們所用的模式是結合績效模式與錯誤模式，一方面利用學生以其知識解決問題的答案和一些量測功能來瞭解學生的學習狀況，另一方面根據已定義的迷思概念來描述學生的知識。

### 2-3 專家模組

專家模組紀錄專家對教材所了解的知識，也就是系統要教給學生的知識。教學模組可以利用專家模組所儲存的知識，取出適合學生的教材，做適性的教學。本模組包括三個資料庫：教材資料庫、測驗題庫和解答與迷思概念資料庫。

1. 教材資料庫：此部份目前包含十二個課程單元。原型由本校大學部資訊系學生所製作，再經修改以適用於本系統。
2. 測驗題庫：目前包含約一百餘題的測驗題目。原型由本校大學部資訊系學生所製作，再經修改以適用於本系統。
3. 解答與迷思概念資料庫：記錄測驗題庫之解答與相關之迷思概念。

此模組大致上可分為選取、評量檢視和學習檢視等三個仲介者：

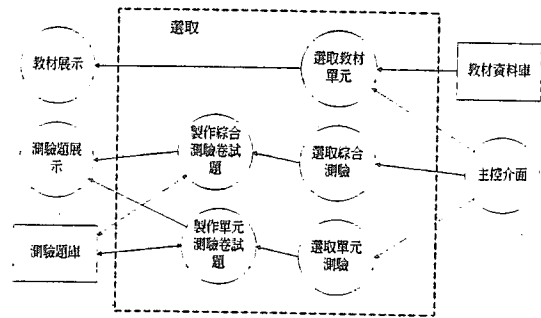
- 選取：主要分為教材的選取、綜合測驗的選取和單元測驗的選取等三部份，各有子仲介者 (subagents) 各司其職，如圖三所示。
- 評量檢視：觀察學生的答題情形，記錄學生的作題答案，批改並記錄其迷思概念，適時提供回饋訊息。各子仲介者運作如圖四所示。
- 學習檢視：觀察學生在學習課程時的學習情形，如觀察在每個單元每頁的學習時間，適時提供回饋訊息。各子仲介者運作如圖五所示。

### 2-4 使用者介面模組

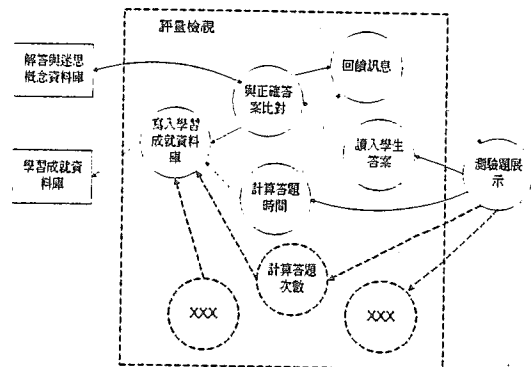
使用者介面模組是使用者與系統溝通的橋樑，當然，在此之使用者為學生。使用者介面必須是親切友善、容易使用、有效用、有效率的。其目的是讓學生方便傳遞訊息給系統，系統也能了解學生行為的涵義 [11]。

我們的使用者介面主要分為：主控介面、教材展示和測驗題展示等三個仲介者：

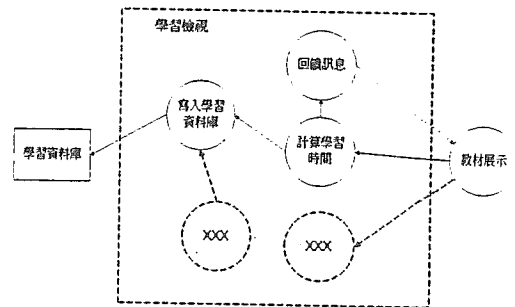
1. 主控介面：此部份為由學生主動控制流程的介面，仲介者適時提供建議。
2. 教材展示：展示學生所要學習的教材。仲介者適時提供建議。
3. 測驗題展示：展示學生所要作的評量測驗。仲介者適時提供建議。



圖三：選取仲介者之子仲介者組成圖，選取仲介者為虛線內之部分



圖四：評量檢視仲介者之子仲介者組成圖，虛線之圓圈為可再增加之子仲介者

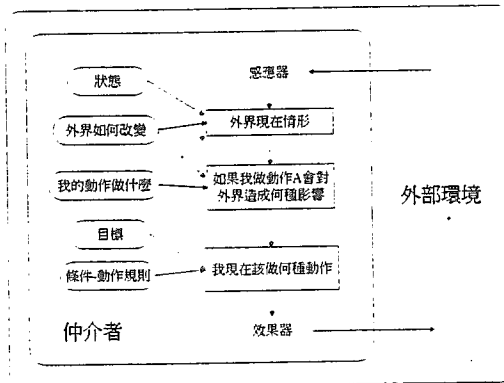


圖五：學習檢視仲介者之子仲介者組成圖，虛線之圓圈為可再增加之子仲介者

## 3 仲介者與外部環境之間的互動關係

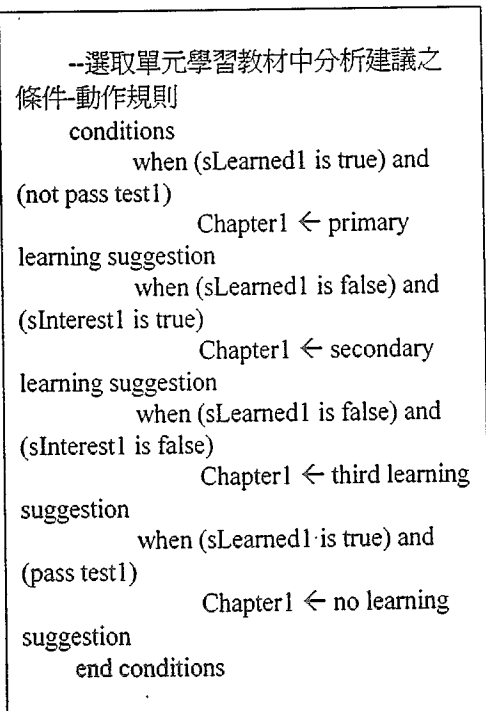
本系統的仲介者與外部環境之間的互動關係可由圖六得知。如此的仲介者是以目標為主要考量。仲介者與外部環境的互動透過感應器 (sensors) 接收訊息，根據感應到之外部環境的狀態、如何改變，以及所採取的動作將對環境有何影響等因素，並考慮仲介者之目標 (goals) 為何，再根據條件—動作規則

(condition-action rules) 決定現在該做何種動作，透過效果器 (effectors) 產生動作，回應給外部環境。



圖六：仲介者（內部圓角方塊之部分）與外部環境之互動關係，動作A表示某一動作

以下簡單說明仲介者的運作。例如，我們所面臨的外部環境為學生的學習情形，此時仲介者依照我們對學生所記錄的資料（即外界現在的狀態與改變的情形），考慮該做什麼動作，依循我們的目標（讓學生學會本系統之所有課程），根據條件-動作規則（如圖七所示），分析並透過介面給予學生適當的建議。



圖七：初步分析之規則

#### 4 使用者介面模組

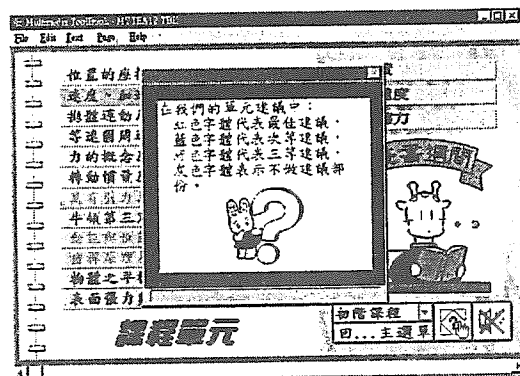
本節將介紹互動式環境介面中部份設計製作的畫面。介面仲介者將在系統中利用利用語音、提示動作等來導覽、建議、輔助學生學習及作答。

為達到針對個別之學生因材施教的目標，必須對不同的學生做不同的資料記錄，因此本系統以學生的學號為識別，學生必須先輸入其學號以及一些相關的個人基本資料，以供系統作初步的分析及建議。若學生已經使用過此系統，此表將顯示其原來輸入之資料，可由學生再行修改，如圖八所示。

目前本系統提供十二個課程單元給予學生選擇學習，系統將分析並給予學生建議，學生可透過選單選擇自己想要學習的單元。各課程單元可能還有子單元可以選擇，而且各課程單元還有初階、中階和高階三個等級，如圖九所示。單元測驗目前亦分為十二個單元，各有三個等級，系統將分析並給予學生建議，學生可透過選單從測驗題庫中選取適當的題目作答，單元測驗亦分為初階、中階和高階三個等級。綜合測驗與單元測驗類似，但可多重勾選。

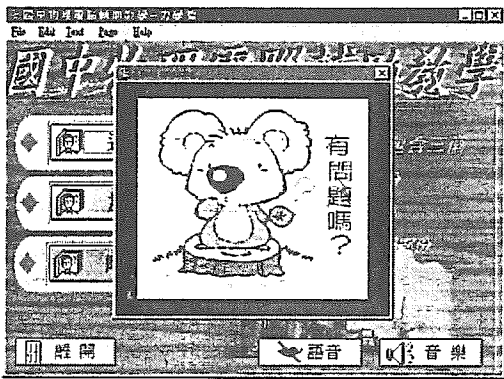


圖八：個人基本資料表

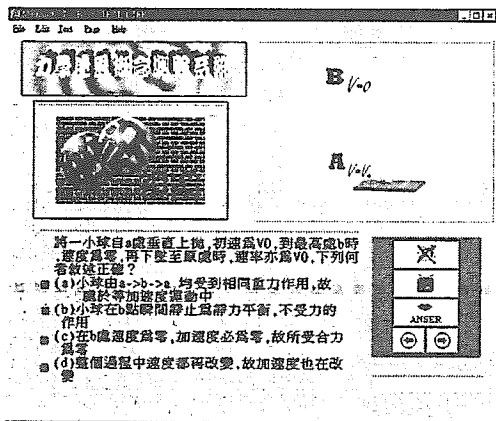


圖九：課程單元選單與建議說明

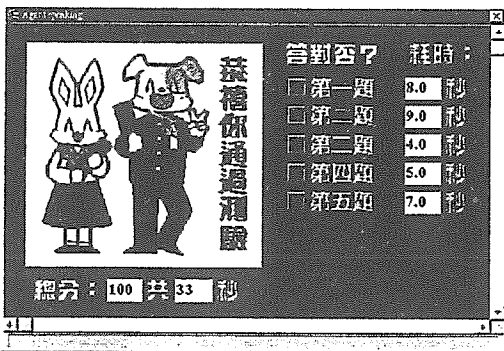
在此列舉一教學畫面（教材展示）及一測驗畫面（測驗題展示）為例，如圖十、圖十一所示。在學習過程中，系統會依據學生的學習情形有所反應。在學生做完評量測驗後，系統會告知學生之學習成就，如圖十二所示。



圖十：學習過程中系統之反應



圖十一：測驗題目之一



圖十二：學習成就顯示

床，嘗試整合出智慧型電腦輔助學習系統之雛形，並設計製作本系統的互動式環境之介面。此互動式介面的設計開發，與智慧型計算機輔助系統內部的運作息息相關。我們就建構化領域的觀點來看，本系統大致上可分為專家模組、教學模組、學生模組以及使用者介面模組等四大模組。我們希望能透過一個良好的互動式介面與學生溝通，以便建立並維護適當的學生模組，分析學生目前的狀態及其反應，決定何時要做什么測驗、何時要學習些什麼，並提供適當的建議。

為設計製作本系統之互動式介面，我們應用超媒體、仲介者等方法來增強使用者介面的互動性，透過與使用者之間的互動溝通，以瞭解學生的學習狀況，引導學生在眾多的教材中做適當的學習。以多媒體、超媒體的方式設計介面，可提高活潑性、解說力以及學生的接受理解程度[12]。而仲介者的觀念又可分為觀察者(observers)、資訊處理者和建議者(proposers)。它們可以監視使用者的互動情形，得到使用者的資料並處理後產生行動，在使用者介面展現出生動的行為。它們可以是有形的，也可以是無形的。在本系統中，我們仲介者的目標就是，從大量的教材與測驗題庫中選出適合學生的部份，並給予學生適當的建議，以求因材施教[13]。

在本系統中，仍有許多可供繼續研究的地方：

- 將我們的系統應用至網路，以達到移動性。
- 測試床可繼續擴大，未來教材與試題將可繼續增加，加以分門別類，如單元種類、難易程度、教學型式、測驗題型...等等。
- 由於我們的系統目前為一雛形系統，各模組仍須大幅改善，增加功能。
- 維護(maintenance)與再使用(reuse)本系統中的多媒體物件，以節省未來課程軟體開發在時間與人力上的花費。

智慧型的系統永遠有成長的空間，使系統的智慧性增加。人類由於知識的累積變得更有智慧，而計算機系統除了累積知識外，亦須經由推理能力的增強而使計算機更有智慧。在我們的工作中，我們深深體會出人類智慧的奧妙及難以模仿的特性。我們亦思考如何以客觀的方式給我們的系統一個指標，以瞭解它的智慧程度，此點亦是另一個值得深入發展的研究領域。

## 5 結論

在本篇論文中，我們以本校大學部資訊系學生所做的國中物理力學電腦輔助學習教材和測驗題為測試

參考文獻

- [ 1 ] Sara Hedberg, "Agents for Sale: First Wave of Intelligent Agents Go Commercial", IEEE Expert, Vol. 11, No. 6, pp. 16-19, 1996.
- [ 2 ] Jorg P. Muller, "The Design of Intelligent Agents: A Layered Approach", Lecture notes in computer science; Vol.1177: Lecture notes in artificial intelligence, Springer, pp.7-24, 1996.
- [ 3 ] James M. Ragusa, "Models and Applications of Multimedia, Hypermedia, and Intellimedia Integration with Expert Systems", Expert Systems with Applications, Vol. 7, No. 3, pp.407-426, 1994.
- [ 4 ] Jenny Preece, Yvonne Rogers, Helen Sharp, David Benyon, Simon Holland and Tom Carey, Human-Computer Interaction, Addison-Wesley Pub. Co. Workingham, England, p.48, 1994.
- [ 5 ] Guy Boy, "Learning Evolution and Software Agents Emergence", in Claude Frasson, Gilles Gauthier, Alan Lesgold (Eds.), Intelligent Tutoring Systems, Third International Conference, ITS'96, Montreal, Canada, June 1996 Proceedings, Spring-Verlag Pub., Berling, pp.10-25, 1996.
- [ 6 ] Jason A. Collins, Jim E. Greer, and Sherman X. Huang, "Adaptive Assessment Using Granularity Hierarchies and Bayesian Nets", in Claude Frasson, Gilles Gauthier, Alan Lesgold (Eds.), Intelligent Tutoring Systems, Third International Conference, ITS'96, Montreal, Canada, June 1996 Proceedings, Spring-Verlag Pub., Berling, pp.569-577, 1996.
- [ 7 ] Cornelia E. Dowling, Cord Hockemeyer, Andreas H. Ludwig, "Adaptive Assessment and Training Using the Neighbourhood of Knowledge States", in Claude Frasson, Gilles Gauthier, Alan Lesgold (Eds.), Intelligent Tutoring Systems, Third International Conference, ITS'96, Montreal, Canada, June 1996 Proceedings, Spring-Verlag Pub., Berling, pp.578-586, 1996.
- [ 8 ] Antonija Mitrovic, "SINT - a Symbolic Integration Tutor", in Claude Frasson, Gilles Gauthier, Alan Lesgold (Eds.), Intelligent Tutoring Systems, Third International Conference, ITS'96, Montreal, Canada, June 1996 Proceedings, Spring-Verlag Pub., Berling, pp.587-595, 1996.
- [ 9 ] Jim Reye, "A Belief Net Backbone for Student Modelling", in Claude Frasson, Gilles Gauthier, Alan Lesgold (Eds.), Intelligent Tutoring Systems, Third International Conference, ITS'96, Montreal, Canada, June 1996 Proceedings, Spring-Verlag Pub., Berling, pp.596-604, 1996.
- [ 10 ] Mia Stern, Joseph Beck, and Beverly Park Woolf, "Adaptation of Problem Presentation and Feedback in an Intelligent Mathematics Tutor", in Claude Frasson, Gilles Gauthier, Alan Lesgold (Eds.), Intelligent Tutoring Systems, Third International Conference, ITS'96, Montreal, Canada, June 1996 Proceedings, Spring-Verlag Pub., Berling, pp.605-613, 1996.
- [ 11 ] J. G. Bonar, "Interface Architectures for Intelligent Tutoring System", in: H. Burus, J. W. Parlett and C. L. Redfield (Eds.), Intelligent Tutoring Systems: Evolution in Design, Lawrence Erlbaum Associates Inc. Pub., pp.35-67, 1991.
- [ 12 ] Perben Spath, "Design Considerations in Hypermedia Tutorials", in Armando Oliveira (Ed.), Hypermedia Courseware: Structures of Communication and Intelligent Help, NATO ASI Series F: Computer and Systems Sciences, Vol. 92, pp.39-50, 1992.
- [ 13 ] Michael J. Baker, "Negotiating Goals in Intelligent Tutoring Dialogues", in Ernesto Costa (Ed.), New Directions for Intelligent Tutoring Systems, NATO ASI Series F: Computer and Systems Sciences, Vol. 91, pp.229-255, 1992.