

에이전트를 이용한 지능형 멀티미디어 교수 시스템 설계

범수균*, 유영호**, 윤위영**, 김경석**

*부산대학교 멀티미디어 협동과정

**부산대학교 전자계산학과

Design of Intelligent Multimedia Tutoring System Using Agents

Beum, Soogyun*, You YoungHo**, Yun Weyoung**, Kim, Kyongsok**

*Multimedia Co-operation Course, Pusan National University

**Dept. of Computer Science, Pusan National University

요 약

최근 멀티미디어 응용 기술을 기반한 컴퓨터 교육 매체 개발이 활발히 진행되어 왔다. 본 연구에서는 수준별 개별 학습으로 학습 효과를 극대화하기 위한 지능형 멀티미디어 교수 시스템(IMTS)을 제안한다. 제안하는 시스템은 활발한 상호작용으로 학습자의 상태를 진단하고, 개별 학습자 수준을 고려한 동적인 학습 과정을 능동적으로 수립하면서 교수 활동을 전개해 나간다. 제안하는 시스템은 다양한 학습자 수준과 상태에 따른 적응적 교수 과정을 수행하기 위하여 학습자 모델을 유지 관리한다. 그리고 다수의 학습자를 위한 원격 교수 시스템을 효율적으로 운영하기 위하여 교수 과정에 필요한 모든 모듈을 에이전트로 대체하여 클라이언트/서버 환경에서 교수 활동을 효율적으로 수행하도록 설계하였다.

I 서론

컴퓨터의 발전과 함께 개별화 학습의 가능성을 열어준 컴퓨터 보조 수업(CAI)에서 인공지능 원리와 기능을 도입한 지능형 컴퓨터 보조 수업(ICAI)이라는 새로운 교육 시스템이 나타났다[1]. 정보 산업의 발전과 함께 WWW를 기반으로한 원격교육 시스템의 등장으로 시간과 공간의 제약을 벗어나 학습자들이 열린 교육에 참여 할 수 있게 되어 전통적 학교 교육 체제에 많은 변화를 가져왔다[13, 14]. 사용자에게 보다 효율적으로 정보를 전달하고 전달된 정보의 이해도를 극대화 시킬 수 있는 멀티미디어 응용 프로그램들이 사용자와의 상호작용이 강조되는 수많은 교육 시스템으로 나타났다[3, 5].

교육을 위한 기존의 교수 시스템들은 사용자 수준에 따른 시스템의 적응력이 부족하고 효과적인 정보 전달을 위한 인터페이스와 접근 방식에 대한 고려가

부족하였다. 개발된 시스템의 대부분은 사용자의 능동적인 참여보다는 수동적인 교육에만 국한되어 있으며, 특정 학습 주제만을 대상으로 개발 되었다. 또한, 교육적인 측면 보다는 기술적인 측면이 더 많이 강조되는 경향이 있어 진정한 교육 효과를 얻기 어려웠다[1, 3, 8, 9].

기존 응용 프로그램들의 한계를 극복하고 시스템을 통한 수준별 개별화 학습으로 최대의 학습 효과를 얻기 위하여 본 연구에서는 학습자의 개별적 능력에 따라 각각 다른 수준별 교육과정을 운영하는 지능형 멀티미디어 교수 시스템(IMTS)을 제안한다. 제안하는 시스템은 WWW를 기반한 원격 ICAI 방식으로 클라이언트가 브라우저를 통해 멀티에이전트를 기반으로 운영되는 지능형 교수 시스템에 접속하여 수준별 개별 학습이 가능하도록 하는 방식이다.

II. 연구 배경

학습자 개개인의 특성과 학습 능력에 맞는 진정한 의미의 개별 학습 시스템으로써 CAI를 개발하는 것은 컴퓨터의 제한된 성능으로 인해 학습전략의 다양화와 학생, 교사간의 역동적인 상호작용의 측면에서 많은 제한을 받아 왔다. 이런 기술적인 한계를 극복하기 위해 인공지능분야의 연구를 CAI에 적용하면서, 컴퓨터의 성능을 충분히 활용하여 사고하고 진단할 수 있는 ICAI의 출현이 가능하게 하였다[1, 4].

각각의 ICAI 시스템들은 개발, 연구하는 학자들의 목적에 따라 학습지도 방법이나 학생 모델에 많은 차이를 보였고, 서로 다른 특성을 갖고 연구되었다. 그리고 ICAI는 학습 효과를 증진시키거나 시스템의 효율성보다는 인공지능 기술 개발에 더욱 치중하였다[1]. 또한 지능형 교습 시스템은 주로 독립형(stand-alone) 시스템으로 구축되었기 때문에 사용에 있어서 공간적, 시간적 제약을 받게 되었다[7]. 이런 단점들을 극복하기 위해 ITS(Intelligent Tutoring System)는 수준별 개별 학습을 적용한 학습 효과의 증진과 시스템의 효율성과 네트워크를 기반한 분산환경을 재고해야 한다.

본 연구에서는 개별 교육을 위해 네트워크 상에서 높은 이식성으로 확장용 용이하게 하고 자율성을 가진 에이전트를 지능형 교습 시스템에 적용하고자 한다.

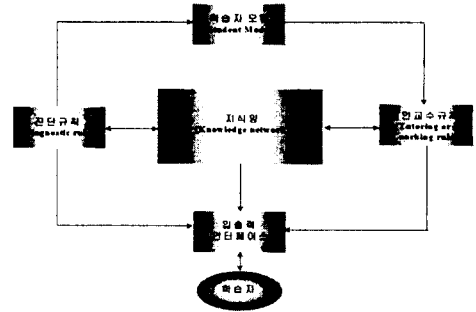
2.1 수준별 교육 과정

현재 운영되고 있는 제 7차 교육과정의 가장 중요한 특성 중의 하나는 학습자의 개별적 능력에 따라 각각 다른 수준별 교육과정을 운영한다는 것이다[2]. 이것은 개개인의 학습자의 능력에 따라 다른 수업을 받을 수 있게 하겠다는 것으로 최근 학교개혁의 집점이 되고 있는 열린교육의 중요한 구성요소이기도 하다.

수준별 교육과정은 학습자의 학습 능력 수준과 요구에 대응하는 차별적, 선택적 교육을 제공한다는 점에서 근본적인 의의를 두고 있다. 본 연구에서는 수준별 개별 교육 과정을 위하여 학습자 모델을 사용한다.

2.2 ICAI

ICAI(Intelligent Computer Assisted Instruction)는 지능형 교습 시스템(ITS : Intelligent Tutoring System)과 같은 의미를 가진다. 교육학, 심리학, 컴퓨터 과학에 중첩되는 학문 분야로써, 컴퓨터 과학 분야에서는 인공지능의 응용분야인 전문가 시스템의 한 분야로 다루어지고 있다. ICAI의 구성요소는 전문가 모듈, 학습자 모듈, 교수 모듈, 상호작용을 위한 인터페이스 모듈이 있으며, [그림 2-1]과 같은 구조를 가진다[1].



[그림 2-1] ICAI 시스템의 구조

2.3 에이전트

에이전트는 인공지능분야에서 오래전부터 연구되어 왔으며, 1990년대초부터 독립된 분야로 인식되기 시작한 개념이다. S.Russell과 P.Norvig은 “에이전트 시스템은 자신의 감각기관(Sensor)을 통해 환경을 인지(Percept)하여 작용기(Effector)를 통해 그 환경에 대해 반응(Action)하는 시스템이다”라고 정의 하였다[16]. 에이전트는 일반적으로 자율성(autonomy), 사회성(social ability), 반응성(reactivity), 주도적 능동성(pro-activeness), 적응성(adaptability)과 같은 특성을 가지면서 사용자 또는 다른 에이전트와 상호작용을 한다. 또한, 사용자나 다른 에이전트의 직접적인 지시 없이도 스스로 행동하고, 상호협동을 통해 목적을 달성하는 소프트웨어이다[12, 13].

III. 시스템 설계

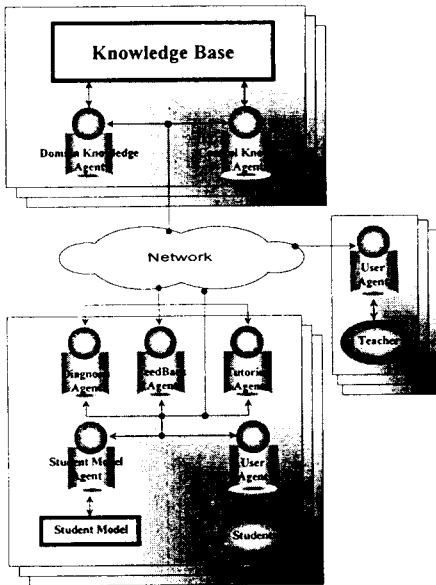
본 연구에서 제안 하는 교습 시스템은 기존 시스템들의 단점을 극복하고 학습자의 수준에 따른 개별화 학습을 지원하기 위해 다음 사항들을 고려하여 설계 하였다. 첫째, 학습자의 개인차를 고려하여 학습자 능력에 맞고 학습자의 시스템 환경에 적합하도록 설계 되어야 한다. 둘째, 네트워크를 기반한 분산환경을 제공함으로써 시간과 공간적인 제한을 극복해야 한다. 셋째, 학습자의 동기유발과 이해도의 극대화를 위한 다양한 멀티미디어 오브젝트를 지원한다. 넷째, 동시에 많은 사용자들의 접속을 고려해야 한다[1, 3, 4, 15].

본 연구에서는 수준별 교육 이론을 바탕으로 학습자에 대한 적응적 교습을 위하여 학습자 상태를 지속적으로 반영하는 학습자 모델과, 확장과 응용이 용이한 지식 베이스를 모델링하였다. 이러한 모델을 기반으로 학습자 수준에 맞는 개별 교육 계획을 수립하고 학습자의 교육 과정을 유동적으로 변화시키는 교수 에이전트, 학습자의 이해도를 평가하는 진단 에이전

트, 진단 에이전트의 진단 결과에 따라 학습 내용을 재구성하는 처방 에이전트, 그리고 교수자와 학습자를 위한 사용자 에이전트 등 복잡한 교수 과정을 협동적으로 수행하는 멀티에이전트 시스템으로 설계하였다.

3.1 시스템 구성

본 연구에서 제안하는 시스템은 클라이언트/서버 구조로 설계 되었고, ITS의 각 구성 모듈을 에이전트로 대체시켜 독립적으로 수행하면서 확장이 용이하게 하였다.



[그림 3-1] 시스템 구성도

지식 베이스는 교수 과정에 필요한 학습 내용, 문제 은행, 교수 전략 규칙 등 제반 정보를 가지고 있으며 지식베이스의 정보 변경시 서로의 영향을 극소화 하기 위하여 [그림 3-2]와 같이 도메인 지식(Domain Knowledge)부와 제어 지식(Control Knowledge)부로 나누어 설계하였다[4].

3.2.2 지식 베이스 모델

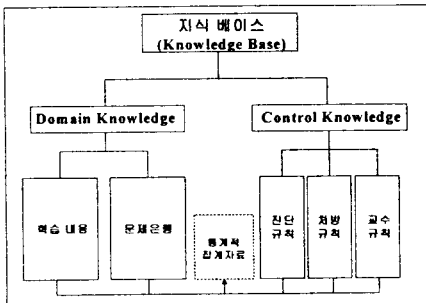
도메인 지식 베이스(Domain Knowledge Base)의 기본 구조로서 주로 학습 내용과 해당 내용에 관련된 문제은행의 정보들을 유지하며, 학습 과정 그래프(The Course Learning Graph)를 기반으로 학습 내용의 계열화 정보와 계층적인 학습 내용 정보를 가진다. 본 연구에서는 [그림 3-3]과 같이 각 노드와, 연관된 노드들간의 링크로 구성되어 있는 계층적인 비순환 방향 그래프로 구성된 지식 베이스 모델을 사용한다. 이 구조는 계층적이고 순차적인 특성을 갖는 일반적인 교육과정을 잘 반영할 수 있기 때문에 학습 내용을 구성하는 데 적합한 구조이다[3, 4].

각 노드는 학습 내용을 제공하는 학습 노드와 학습자의 이해도를 진단하기 위한 평가 노드로 구성되어 있다. 학습 노드를 연결하는 링크는 연결된 노드들, 즉, 학습 단위간의 연관성의 정도를 나타내기 위해 링크마다 가중치를 갖는다.

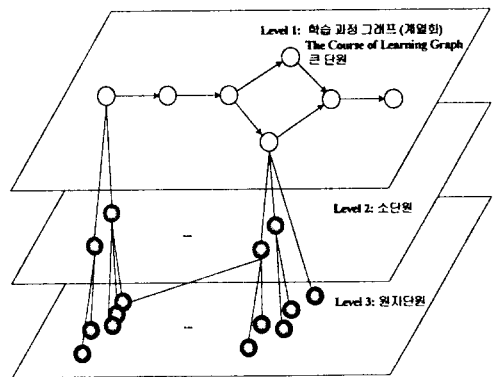
제어 지식 베이스(Control Knowledge Base)는 에이전트들로부터 입력되는 패턴들과 이에 대응되는 반응 정보들의 기본 형태인 'if 패턴 then 반응' 형태의 규칙들로 이루어져 확장이 용이하게 하였다. 그리고 평가 문항의 정답 및 오답 반응이나 처방후 학습 성과와 같은 교수 과정에 일어난 통계적 집계 자료를 지속 저장한다.

3.2 지식 베이스와 학습자 모델

3.2.1 지식 베이스



[그림 3-2] 지식 베이스 구조



[그림 3-3] 지식베이스 기본 모델

노드 ID	학습 내용의 Identifier
검색어	KeyWord 1 : Level 1의 노드 검색어
	KeyWord 2 : Level 2의 노드 검색어
	KeyWord 3 : Level 3의 노드 검색어
형태	{학습 내용 요약 예제}
상위 노드	상위 노드 ID List
가중치	상위 노드에 대한 가중치(weight) List
하위 노드	하위 노드 ID List
실제 데이터	Multimedia Object를 수용한 학습내용
계열화 정보	계열화정보 즉, 학습 과정의 순서 정보

[표 3-1] 학습 내용 프레임 구조

노드 ID	학습 내용의 Identifier
검색어	KeyWord 1 : Level 1의 노드 검색어
	KeyWord 2 : Level 2의 노드 검색어
	KeyWord 3 : Level 3의 노드 검색어
문항 ID	문제 은행의 문항 Identifier
형식	{객관식 주관식}
문제 내용	{정 반} 실제 문제와 해당 재평가시 문제 변형 가능
문제 해설	문제 풀이를 위한 해설
Level	문제의 난이도 정보
집계 자료	정/오 반응을 집계한 통계적 자료

[표 3-2] 문제 은행 프레임 구조

[표 3-1]과 [표 3-2]는 각각 지식 베이스의 학습 내용과 문제은행을 구성하는 정보를 나타낸다.

3.2.3 학습자 모델

학습자 모델은 학습자의 상태를 나타내는 개념적 구조이다. 즉, 학습자가 무엇을 배웠고 현재 무엇을 얼마만큼 알고 있는지, 그리고 학습 진행의 정도와 기타 변인차 정보를 나타낸다[1, 3, 4]. 학습자 모델은 각 레벨의 노드에 대한 학습자의 이해도와 변인차 등 학습자 정보들을 가진다. [표 3-3]은 학습자 모델이 가지는 정보를 나타낸다.

학생 ID	학습자 Identifier
현재 과정	현재 진행중인 학습과정 정보
각 노드의 이해도	Level 1 노드의 이해도 List
	Level 2 노드의 이해도 List
	Level 3 노드의 이해도 List
level	학습자 등급 (현재 이해도를 기반으로)
처방 정보	피드백 횟수 및 내역
성과도	재학습이후 학업 성과
성취 동기	가장 강력한 예측 변인의 성취 동기
기타 정보	기타 변인 정보 및 학습자

[표 3-3] 학습자 모델 프레임 구조

3.3 교수 전략을 위한 에이전트

3.3.1 진단 에이전트

진단 에이전트(Diagnosis Agent)는 정확한 학습자 평가를 위한 모듈이다. 진단된 학습자의 오류에 대해 문항해설과 같은 간단한 피드백을 준다.

진단 에이전트는 진단으로 인한 학습자의 학습 동기 감소를 막고, 평가 비용을 줄일 수 있는 방식인 SPRT(Sequential Probability Ratio Test : 순차적 확률비율 검증)를 이용하여 학습자를 진단한다. SPRT는 짧은 시간내에 적은 수의 평가 문항을 사용하여 학습자의 능력을 진단하면서도 통계적 추정오차는 최소가 되도록 정확하게 평가하는 방식이다[2, 10]. SPRT는 아래와 같은 공식과 법칙으로 학습자를 진단하여 학습자의 합격 여부를 판정한다.

$$PR = \frac{P_{om} P_m^r (1 - P_m)^u}{P_{on} P_n^r (1 - P_n)^u}$$

법칙S1: $PR \geq (1 - \beta) / \alpha$ 이면, 합격 가설 채택

법칙S2: $PR \leq \beta / (1 - \alpha)$ 이면, 불합격 가설 채택

법칙S3: $\beta / (1 - \alpha) < PR < (1 - \beta) / \alpha$ 이면, 다음 문항을 평가하여 PR을 재계산하고 다시 법칙들을 적용한다. (α : 제 1 종 오류, β : 제 2 종 오류)

SPRT 방식은 해당 학습 내용에 대한 학습자의 이해도의 합격 또는 불합격 판정만이 가능하다.

3.3.2 처방 에이전트

처방 에이전트(Feedback Agent)는 진단 에이전트에 의해 진단된 학습자의 이해도에 따라 학습 내용을 재구성하여 제시한다. 또한, 학습 효과를 고려해 상황에 따라 즉각적인 피드백 또는 지연적인 피드백을 제공하며[5, 11], 학습자의 수준을 고려해 간략한 피드백에서 구체적인 피드백을 단계별로 지원한다.

3.3.3 교수 에이전트

교수 에이전트(Tutoring Agent)는 개별 학습자의 학습 과정 그래프에 따라서 학습자에게 무엇을 어떻게 가르쳐야 하는 지를 결정하여 적응적으로 교습을 진행하는 에이전트다. 지식 베이스와 학습자 모델의 학습 성취 수준의 차가 일정한 수준으로 없어질 때까지 개인 교습을 시킨다.

3.3.4 사용자 에이전트

사용자 에이전트(User Agent)는 적응적 인터페이스로써 WWW를 기반으로 하며, 교수자용과 학습자용

에이전트가 있다.

3.3.5 학습자 모델 에이전트

학습자 모델 에이전트(Student Model Agent)는 시스템과의 상호작용에 의한 학습자 변인차들과 진단 에이전트에 의해 평가된 학습자 상태 정보를 갱신, 관리하면서 지식 베이스와 학생 상태를 비교해 학습자의 학습 이해도 및 기타 변인 정보를 교수 전략 에이전트들에게 전달하는 역할을 담당한다.

3.3.6 도메인지식 에이전트와 제어지식 에이전트

도메인지식 에이전트(Domain Knowledge Agent)와 제어지식 에이전트(Control Knowledge Agent)는 도메인 지식과 제어 지식 정보를 관리하면서 다른 에이전트들의 요구에 따라 지식베이스의 자료를 검색하여 전달한다.

교습 과정에 일어난 통계적 집계 자료를 관리하면서 문제은행의 문제 난이도를 조절하고, 교습과 피드백 이후 전체적인 학습 성과가 만족스럽지 않거나 학습 및 처방 자료가 부족하다고 판단될 때, 능동적으로 교수자에게 상황을 보고하고 추가 자료를 요청한다.

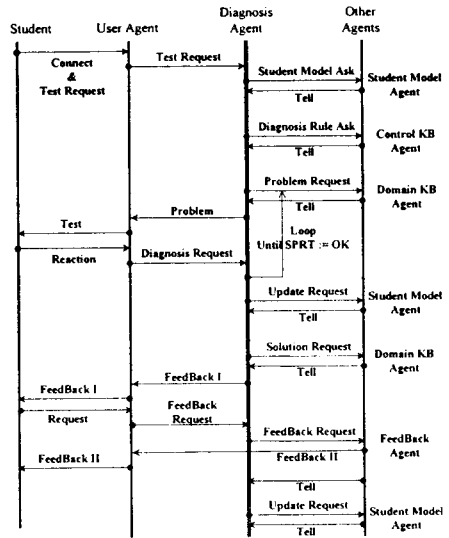
3.4 교습 진행 과정

지식 베이스를 기반으로 학습자를 위해 다음과 같은 교습을 진행 한다.

- (1) 네트워크를 통한 시스템 접속과 함께 시스템의 학습자의 변인차 체크(평가 가부를 물어 예비 평가를 실시하거나 성취동기와 같은 질문을 한다)를 한다.
- (2) 학습자 모델을 기반으로 학습자의 상태를 파악하고 알맞은 학습 수준과 학습량을 결정하여 제시한다.
- (3) 학습이 끝난 후 SPRT를 이용한 학습자 평가를 실시 한다.
- (4) 평가된 결과의 판정여부에 따라 불합격자는 문제 해설과 재구성된 학습 내용을 통해 재교습과 재평가를 한다. 반면에 합격자는 다음 단계의 학습을 진행 할 수 있도록 한다.
- (5) 학습자의 상태 변화에 따라 학습자 모델을 지속적으로 갱신하고 학습 진행 과정 중에 발생한 문항 정/오 반응과 처방 이후의 학습 성과와 같은 통계적 자료를 집계하여 저장 관리하며 주기적으로 교수자에게 보고한다.
- (6) 자율적인 학습자의 요구에 따라 적응적인 학습 과정 및 평가, 처방 등 제반의 교습 서비스를 학습자의 주도로 진행할 수 있다.

3.5 교습을 위한 에이전트 사이의 통신 과정

제안하는 시스템내의 에이전트들의 통신은 KQML (Knowledge Query and Manipulation Language)을 사용하여 이루어진다[13].



[그림 3-5] 에이전트간의 통신 과정 (진단)

[그림 3-5]는 교습의 한 예로서 학습자 평가를 위한 진단 에이전트와 다른 에이전트들간의 통신 과정이다. 먼저 사용자의 평가를 요구 받은 진단 에이전트는 학습자 모델 에이전트와 지식 베이스 에이전트로부터 학습자 상태 정보와 진단 규칙을 요구하고 해당 평가 문항들을 가져온다. 다음으로 진단에이전트는 SPRT 방식으로 학습자의 합격 여부를 판정하고 그 결과를 학습자 모델에 반영하기 위해 학습자 모델 에이전트에게 갱신을 요구한다. 틀린 답안은 진단 에이전트에 의해 문항 해설의 피드백을 받고 필요에 따라 처방 에이전트를 통해 재구성된 학습 내용으로 재학습을 받는 과정을 표현하고 있다.

IV. 결론 및 향후 과제

본 연구에서는 학습자 수준에 따라 적응적 교습 활동을 지능적으로 수행할 수 있는 IMTS를 제안하였다. 제안하는 시스템은 활발한 상호작용을 통해 학습자의 반응을 종합 분석할 수 있는 학습자 모델과 적용 및 확장이 용이한 지식 베이스를 갖추고 있다. 그리고 학습자의 상태를 반영하는 학습자 모델을 사용하여 학습자의 수준에 맞는 교육 계획으로 개별 학습

을 진행하는 원격 교육시스템이다. IMTS는 시간과 공간적 제한을 극복하고, 다양한 멀티미디어 데이터를 수용할 수 있으며, 개별 학습을 통한 높은 학습 효과를 기대할 수 있다. 시스템의 각 기능은 에이전트로 설계되어 자율적이고 능동적인 교습 과정을 협동적으로 수행하면서 시스템의 효율성을 높이고 시스템 확장을 용이하게 하였다.

앞으로의 향후 과제는 더욱 효율적인 IMTS를 구축하기 위하여 교습할 주제 내용의 전문가에 의해 학습 내용이 정교하게 구성되어야 하고, 다양해지는 학습자의 변인차에 따라 학습 내용과 피드백 내용을 동적으로 재구성할 수 있는 시스템을 고안해야 할 것이다. 그리고 IMTS의 구현을 통해 시스템의 효율성과 다양한 교수 전략의 효과를 검증해야 할 것이다.

참고 문헌

[1] D.H. 조나센 著, 朴成益, 崔廷任 譯 "CAI 코스웨어, 교수자료 개발을 위한 교수설계의 원리와 적용", 교육과학사, 1995.

[2] 김영환, 손미, "컴퓨터를 활용한 적응적 개별학습 성취도 검사의 제작과 활용을 위한 표준화 지침 개발 및 효과 연구".

[3] 이상구, 정재현, "지능형 멀티미디어 교육 시스템의 교수 모델과 학습자 모델" 정보과학회논문지 제 22권 제 7 호, 1996.7.

[4] "지능적 컴퓨터 보조교육 시스템에서 개별학습지원을 위한 지식베이스 및 규칙생성에 관한 연구", 한국과학재단, 1993.

[5] 변영계, "학습지도", 배영사, 1984.

[6] 변영계, 김영환, "교육방법 및 교육공학", 학지사, 1996

[7] 신 소영 외, "인터넷 환경의 지능형 교습 시스템 설계 및 구현", 정보과학회 논문집, 14권 1호, 1997.

[8] R. C. Schank. "Learning via Multimedia Computcr." Comm. ACM. Vol.36. No.5. May 1993.

[9] R. C. Schank. "Active Learning through Multimedia." IEEE. Muultimedia. pp.69-78 Spring 1994.

[10] Spary, J. A., & Reckase, M. D. "Comparison of SPRT and Sequential Bayes Procedures for Classifying Examinees into two categories using a computerized test", Journal of Education and Behavioral Statistics. Vol. 21, No. 4, pp 405-414, 1996.

[11] Gary, J. A. Instructional technology.

LIBRARIES UNLIMITED, Englewood, Colorado, 190-191. 1991.

[12] Alper. C, Colin. H, "Agent Sourcebook", John Wiley & Sons, Inc.

[13] UMBC AgentWeb : <http://www.cs.umbc.edu/agents/>

[14] Barry Willis. "Distance Education Strategies and Tools", Educational Technology Publications, Inc., 1994.

[15] Badrul H. Khan. "Web-Based Instruction". Educational Technology Publications, Inc., 1997.

[16] S.Russell, P.Norvig, Artificial Intelligent: A morden approach, Prentice Hall international, Inc., 1995