

지능적 컴퓨터보조수업(ICAI) 설계방안에 대한 연구

김 정 겹*

목 차

I. 緒 論	IV. ICAI의 구성요소
II. ICAI 設計의 背景	V. 結 論
III. AI와 ICAI	

I. 緒 論

현대사회에서 컴퓨터는 정부, 기업, 연구소 등은 물론 일반 가정과 개인에게 이르기까지 폭넓게 보급되어 활용되고 있다. 우리사회에 컴퓨터의 등장으로 인간 생활과 밀접한 관련을 맺게 됨에 따라 학교에서도 컴퓨터를 수용하여 이를 가르침으로써 사회적 요구에 부응하고 나아가 컴퓨터를 이용하여 교육의 질을 향상시키려는 노력을 기울이고 있다.

Taylor(1980)에 의하면, 컴퓨터는 개인교수자(tutor)로서의 역할과 피교수자(tutee)로서의 역할, 그리고 학습도구(tool)로서의 역할을 하도록 교실수업상황에 이용될 수 있다고 한다. 이는 컴퓨터가 학습자의 모든 학습상황에 다양한 방법으로 이용될 수 있음을 시사하고 있는 것이다.

교육에 컴퓨터를 이용한 수업(CAI : Computer Assisted Instruction)이 도입된 이래 컴퓨터의 프로그램의 질을 높이는 데 도움이 되는 요인들 즉 프로그램에 대한 학습의 통제권(Tennyson, 1980), 교수내용의 조직형태(Tennyson, 1980, 1981), 적응성(Frick, 1983; Weiss and kingsburg, 1984; Clancey, 1987), 피이드백(Rha, 1988; 김정겹, 1990) 등에 관한

* 충남대학교 문과대학 교육학과 강사

연구가 계속되고 있다. 실제로 학교수업에서 CAI의 도입은 학교교육에 많은 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(정택희외 2인,1986; 유재구, 1991.). 그러나 컴퓨터 프로그램의 질을 향상시키려는 모든 노력에도 불구하고 현재 개발되어 있는 CAI 프로그램이 학생 개개인 개인차 변인을 고려한 적절한 학습지도가 가능한가에 대해 많은 의문을 제기하고 있다(백영균, 1991).

기존의 CAI가 획일적인 교수방법(이민숙외 2인,1992)과 전문지식 전달에만 관심(정목동, 신교선, 1992)을 가지고 설계되어 학습자의 개개인의 능력에 따른 적절한 교수방법과 학습 내용의 조직이 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 이러한 기존의 CAI가 가지고 있는 한계점을 극복하기 위하여 인지과학적 이론에 기초하여 컴퓨터를 이용한 수업설계 방안(ICAI : Intelligent Computer Assisted Instruction)에 대한 연구가 진행되고 있다.

그리하여 본 고에서는 기존의 CAI가 가지고 있는 한계점을 극복하고 개별화수업이 가능한 지능적 컴퓨터 보조수업 설계에 관련된 구성요소를 고찰하여 그 가능성을 검토하는 것이 본 연구의 목적이다.

II. ICAI 設計의 背景

A. CAI의 비판

우리 나라에서 컴퓨터 교육의 필요성이 提擧된 것은 1960年代 말이고, 컴퓨터 교육정책 방향이 정립된 것은 1970年代 초의 일이다(류완영외, 1983). 그러나 실제 국민학교에 컴퓨터가 보급되기 시작한 것은 1983년도 이후의 일이다. 정택희·김선숙(1991)의 조사에 따르면 1991년 8월말 현재 전문업체 및 관련 연구기관에서 개발한 것이 1,907편이고, 학교 현장의 교사가 개발한 것이 60편이었다고 한다.

정택희·김선숙(1991)은 이 조사의 결론에서 “교육용 소프트웨어의 개발은 이제야 유아 단계를 벗어나고 있기 때문에 그 수량 면에서 매우 부족할 뿐만 아니라 교과, 용도, 태도 면에서도 多樣性을 보이지 못하고 있다”라고 지적하고 있다. 1991년도에 들면서 교육용 소프트웨어의 개발편수가 급격하게 늘어나고 있다. 그러나 이러한 교육용 소프트웨어의 급격한 양산에도 불구하고 교육용 소프트웨어에 대한 비판의 소리도 점차 높아져 가고 있다. 백영균(1991)은 CAI를 비판하기를 CAI의 가장 큰 長點을 個別化 수업을 지향한다는 점인데도 기존의 CAI 프로그램들은 단지 몇가지 종류의 피이드백을 마련하여 놓고 순서적으로 또는 임의적으로 선택하여 학습 문제를 제공하는 수준에 불과하다든가, 학습자의 수준에 맞는 적절한 수준의 문제가 제공되지 않고 있음을 지적하고 있다.

실제로 요사이의 프로그램의 개발은 일정한 절차에 의하여 순서적으로 문제가 제시되고 있는 형편이다. 다시 말하면 진정한 개별학습보다는 똑같은 내용을 단지 개인에 따라 해결할 수 있는 시간의 차이만 주는 정도에 지나지 않고 있는 실정에 있다. 이용호(1991)는 기존 CAI 短點을 아래와 같이 지적하고 있다.

1) 소프트웨어에 기억된 내용이 고정되어 있어서 학습자의 학습 수준에 맞는 개별화가 미비했다.

2) 학습자의 활동은 컴퓨터가 제시하는 내용과 지시에만 따라야 하므로 피동적인 학습의 소지가 많다.

3) 학습방법이 단순히 質問-反應의 형식에서 옳고 그름을 판단하게 되므로 연속된 학습에서 학습자의 반응의 누적에 따른 정보 제공이 쉽지않다.

4) 학습자에게 프로그램을 제공할 때 학습자의 능력에 맞는 프로그램인지 설명하기가 어렵다.

5) 기존의 CAI는 프로그래머의 의도에 의하여 코스웨어가 구성되어 있어 신축성이 적기 때문에 학습자가 학습에 흥미를 잃어버리기 쉽다.

6) 기존의 CAI는 인간 교사와 같이 문제를 해결하기 위한 추론 기능이 없으므로 진정한 의미의 개별학습을 실현하기 어렵다.

또한, 유재구(1991)는 “수학과의 CAI프로그램을 수업에 적용하기 위하여 사전에 분석하여 본 결과, 진단평가에서 미달된 학생들이 45분 동안에 주어진 문제를 해결하기 어려운 것으로 나타나 전체 학생이 개별학습하는 데는 다소의 문제점이 있다.”고 지적하였다.

컴퓨터를 이용한 전통적 CAI의 수업효과에 대한 연구결과들을 박성익(1988)은 다음과 같이 요약하였다. 첫째, 반복연습과 같은 형태의 코스웨어를 이용한 전통적인 교수법의 보조자료로서의 CAI는 학업성취를 향상시켜 주는 것으로 나타났다. 둘째, 전통적 교수법을 대치하는 매체로서의 CAI의 효과는 연구결과들간에 효과적, 역효과, 그리고 차이가 나지 않는 등 서로 일치하지 않고 있으므로 교사의 역할을 완전히 대신할 수는 없는 것으로 나타났다. 셋째, CAI의 교수보조 기능에 따른 학습효과의 분석에서는 반복연습은 초등 학생에게, 개인교수, 문제해결, 시뮬레이션은 중등학생에게 적합한 CAI기법임을 알 수 있다. 넷째, CAI 기법과 다른 교수법과의 학습효과 및 학습시간 비교에서는 실험실 학습, 프로그램 학습, 전통적인 교수법에 비해 CAI가 학습효과나 학습시간 면에서 매우 유용한 것으로 나타났다. 다섯째, 학습자의 능력수준에 따른 CAI의 적용효과에 관해서는 능력수준이 낮은 학생들에게서 CAI수업기법이 매우 효율적인 것으로 나타났다. 그러나 이러한 기존의 연구결과들을 종합해 보면 CAI는 주로 학습의 보조자료로서의 효과는 어느 정도 있는 것으로 나타났지만, 개인교사로서 인간교사를 대신할 수 있는 기능은 매우 부족한 것으로 나타났다.

위와 같은 비판을 극복하기 위한 노력으로 CAI의 프로그램에 마치 인간전문가 교사와 같이 학생들의 학습과정을 추적하여 정·오 판단을 할 수 있는 능력을 갖게 하기 위하여 인간전문가 교사가 가지고 있는 전문지식을 가지고 있고, 이러한 지식에 학생들의 학습과정을 추적 비교하여 학생들의 지식의 상태를 정확히 판단하고, 그에 따른 적절한 교수전략을 구사할 수 있는 지능적 컴퓨터 보조수업에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

이러한 지능적 컴퓨터 보조수업은 인공지능의 개념을 수업에 직접 응용한 결과물로 인간과 유사한 정도로 CAI프로그램 자체가 지능적으로 작용하므로써 사람이 교수하는 것과

비슷하게 진행하여 나가는 CAI 프로그램이라고 볼 수 있다(나일주의, 1990).

박옥춘(1989)은 지능형 프로그램의 특성을 1) 학습내용의 생성적 기능, 2) 혼합된 학습주도 기능, 3) 학생 모델링의 기능, 4) 교수전략의 질적 결정 기능, 5) 추론의 기능, 6) 자체 개선의 기능을 가지고 있다고 말하고 있다.

결국 ICAI는 CAI가 단순히 문제만을 제시하며 정해진 순서에 따라 학습을 진행하는 것에 비하여 스스로 문제를 생성하고, 이에 따른 학습자의 반응 결과를 질적으로 평가하여 학습자의 수준에 맞는 내용이나 순서를 개선하는 교수전략을 가지고 있다고 할 수 있다. 이는 결국 인간교사가 아동을 상대로 수업을 하는 것과 같은 절차를 따른다고 할 수 있다.

B. CAI와 ICAI의 差異

백영균(1989)은 “코스웨어의 미래를 예측하기 힘들지만 인공지능(Artificial Intelligence)의 기법이 敎育현장에 채택되어 학생의 능력수준과 진보의 상황이 수시로 체크되어 그에 따르는 敎育경험이 제공될 것이다.”라고 말하고 그와 같은 변화는 멀지 않는 장래에 敎育의 현장에 도입될 것임을 예측하였다. 이러한 인공지능의 능력을 CAI에 도입한 것이 ICAI가 된다.

ICAI를 구현하기 위해서는 초임교사가 아닌 전문 교사의 영역지식과 교수방법 등등에 관한 지식을 이해하여 이를 컴퓨터상에 표현하여야 한다. 특히, ICAI는 학생 개개인의 학습내용에 대한 이해 상태를 나타내는 모델을 구축하고, 그 모델을 참조하면서 학생을 학습 목표에 도달시키는 기능을 가지고 있다. 전통적인 CAI에서도 학생의 상태를 점검하는 것이 있을 수 있으나, 거기에서는 단순한 자료에 의한 “이다”와 “아니다” 정도의 정보밖에 제공하지 못하고 있다.

ICAI가 인간을 대신할 교사에 좀 더 접근하려면 전통적인 CAI에 다음의 여덟가지를 추가시켜야 할 것이라고 이용호(1991)는 말하고 있다.

첫째, 시스템에는 전문가가 문제를 해결하거나 推論을 이끌어 내기에 충분한 敎과내용 또는 문제 영역지식이 반드시 있어야 한다.

둘째, 시스템은 학습자에게 알맞은 예와 문제를 제공해야 한다.

셋째, 시스템은 영역지식과 관련한 학습자의 지식상태를 반드시 추론해 낼 수 있어야 한다.

넷째, 도움이 필요할 때 해결 방법을 추천하고, 그 기법을 적용하는 방법을 예시할 수 있어야 한다.

다섯째, 학습지도 전략 또는 학습방법이 지능적이어서 컴퓨터 교사가 전문가와 학습자의 학습활동사이에서 일어나는 차이를 극소시킬 전략을 구사하기에 충분한 것이어야 한다.

여섯째, 상호주도(mixed-initiative)의 기능을 통해서 학습자들이 학습도중에 이해하지 못하는 것을 물을 수 있으며, 시스템은 그러한 질문을 반영하여 학습과정을 전환시킬 수 있어야 한다.

일곱째, 학습자가 필요로 하는 것이 무엇인지 알기 위하여 장기간 관찰할 수 있는 기능

이 필요하다.

여덟째, 전문교사가 실제 학습 현장에서 사용하는 적절한 방법 즉, 학습자가 어떤 행동을 하였을 때 그 이유를 생각하고 원인을 찾는 질적 방법(Qualitative Method)에 의한 학습 평가가 이루어질 수 있어야 한다.

이러한 기능이 추가된 CAI가 결국 ICAI가 되는 것이고, 이는 실제 충분한 전문 교사가 되는 것이기도 하다. 결국 CAI와 ICAI와의 차이점은 전통적인 CAI가 단순히 문제를 제시하고, 그 문제에 대한 간단한 정답이나 몇가지 종류의 피이드백, 맞힌 문항의 갯수만을 계산하는 정도에 그친데 반하여 ICAI는 좀 더 실제 인간 교사에 접근하는 교사와 같은 역할을 수행하는 프로그램이라고 생각하면 될 것이다.

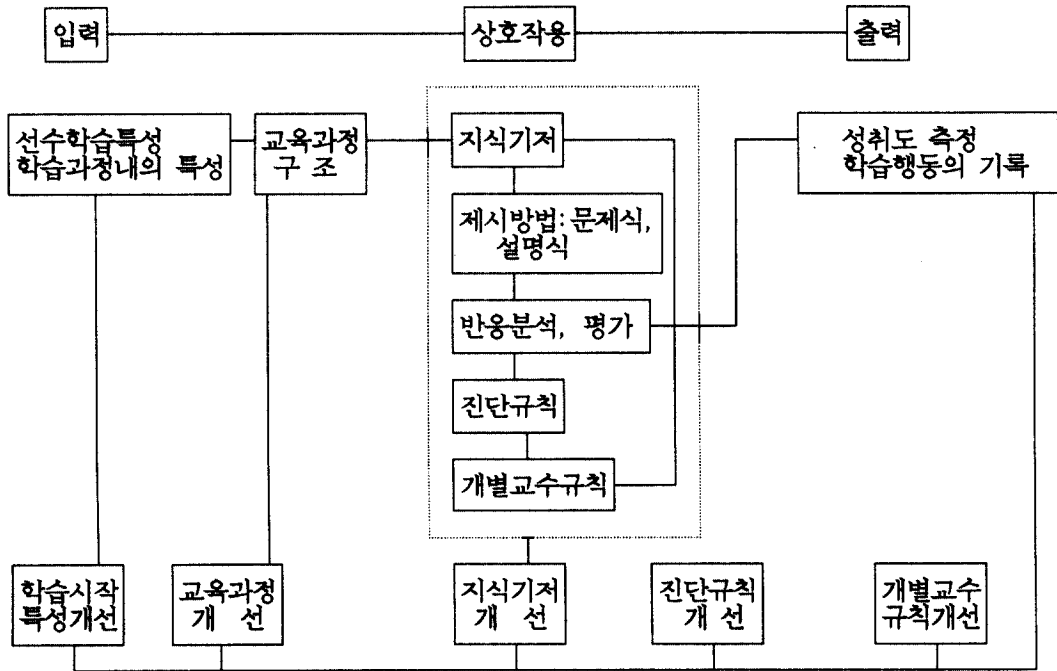
ICAI는 전산과학의 일부인 인공지능 과학자들과 인간의 인지과정을 컴퓨터 속에 시뮬레이션하는데 관심을 가진 인지과학자에 의해 개발되었기 때문에 전통적인 CAI와는 학습프로그램개발 목표, 프로그램에 대한 이론적 토대, 학습통제권, 학습모델링, 교수방식, 추론기능 등에 있어서 상이하다.

정광규(1992)는 실제 ICAI와 CAI는 여러 면에서 차이가 있음을 지적하면서 그 차이를 종합하여 <표 1>과 같이 제시하고 있다.

<표 1> CAI와 ICAI의 비교

문 제	CAI	ICAI
개발의 목표	교수적으로 효율적이고 능률적인 시스템의 개발	인지과학적인 접근을 이용하여 교수-학습의 성과에 인공지능기법의 탐색
이론적 기초	학습이론 및 교수이론	인지과학
시스템의 구조와 과정	틀지향의 정적구조, 미리 규정된 시스템 주도적인 과정	처리중심의 동적인 구조, 생산적이고 상호주도적인 과정
교수원칙	설명식	발견식
지식구조화의 방법	주로 하위 과업 및 내용요소들을 확인하는 과업분석	지식을 자료구조속에 조직화하는 인공지능의 지식표출기법
학생모델	학생의 응답에 예정된 반응	학생응답에 질적인 평가
교수형태	개인교사형, 반복연습형, 게임, 모의 실험형등 다양	주로 개인교사형과 게임
교과영역	거의 전교과에 걸쳐 가능함	잘구조화된 영역으로 제한됨
추론기능	없음	있음
학습성취도	확률적인 수량자료 의존	법칙에 의한 논리적 추론
융통성	비신축적임	적응적 처방
학습자에 대한 반응	응답의 옳고 그름에 따라 미리 규정된 피이드백 제공, 양적평가	응답에 대한 질적평가를 행하고 새로운 질문이나 피이드백을 생성함

박옥춘(1989)은 CAI와 ICAI와의 이러한 차이점에도 불구하고 학습상황에서의 개별교수를 위한 ICAI와 CAI와의 통합 모델을 <그림 1>와 같이 제시하고 있다.



<그림 1> ICAI와의 통합을 위한 포괄적인 CAI모델

ICAI와 CAI와의 통합 모델인 위의 그림을 보면, 학습 시작전의 입력단계에서는 학습자의 선행지식, 경험, 적성, 학습동기, 지능과 같은 학습자 특성 변인과 학습목적, 학습시간, 학습 자원과 같은 상황 변인들이 고려되어야 한다.

상호작용 단계에서는 실질적인 교수-학습이 이루어지는 장으로 상호 작용의 시작은 입력단계에서 주어진 자료를 기초로 하여 가르쳐야 할 내용을 담고 있는 지식 기저(knowledge base)에서 적절한 학습 내용을 개별 교수식의 설명이나 질문으로 학생에게 제시한다. 이러한 일은 기존의 CAI에서는 어렵지만 지식 기저 속에 있는 학습내용의 요소를 몇 개의 형식으로 묶어 제한된 범위내에서 그 내용을 제시해 주는 진보된 형태의 분기 기법(branching)을 사용하면 가능하다. 다음은 학생의 반응이나 다른 입력을 평가하고 분석을 해야 하는데 기존의 CAI에도 이 기능은 수행가능하다. 어려운 문제는 학생의 모든 예상 가능한 대답이나 반응을 미리 확인 시스템 속에 담아 두어야 된다는 것이다. 따라서 ICAI와 같은 혼합된 기능은 갖기 어렵지만 학습자 통제의 방법을 사용하면 전통적인 CAI에서도 가능하다.

학생의 대답이나 반응이 분석되면 시스템은 그 결과와 입력 단계에서 받은 자료를 토대

로 학생이 어떠한 학습의 필요를 갖고 있는지 진단해야 하는데, 이 진단규칙 역시 일반적인 프로그래밍에 의해서 가능하다. 진단 규칙에 의거하여 학생이 필요로 하는 학습이 무엇인지가 밝혀지면 그 학습을 촉진시키기 위하여 필요한 내용과 학습 전략을 개별 교수 규칙에서 생성해야 한다.

학생과의 상호 작용 결과를 출력 단계에 보내어 학생의 학업성취 수준과 학습과정 속에서 보여준 학습 행동의 패턴 등을 기록 보관하며 이를 토대로 시스템의 기능은 수정·보강된다. 그러나 ICAI에서는 이 자체 개선의 기능이 자동적으로 이루어질 수 있지만 전통적인 CAI에서는 이 개선 기능은 수동적인 방법에 의해 이루어지는 것이 타당하다. 즉 학생이 그 학습 프로그램에서 완전히 벗어났을 때 시스템 속에 수집된 자료들을 토대로 그 중요 구성요소들을 수정하여 다음에 사용할 학생이나 또는 같은 학생이 공부할 다음 내용에는 다른 규칙과 학습전략이 활용되도록 하는 것이다. 이 수동적 시스템 개선 방법을 위해서는 사전에 그 구성요소의 변화를 위한 규칙들을 따로 만들어 놓고 그 규칙에 따라 수행되도록 하는 것이 좋다(김원중, 1992).

III. AI와 ICAI

지능적 컴퓨터 보조수업(ICAI)은 인공지능을 발달시킨 컴퓨터 공학에 의해 발달된 수업의 형태라고 할 수 있다. 이와 같은 ICAI의 지능적 구조를 알아보기 위해서는 먼저 인공지능의 개념과 영역에 대해서 알아보아야 할 것이다.

A. 인공지능(Artificial Intelligence)의 개념과 영역

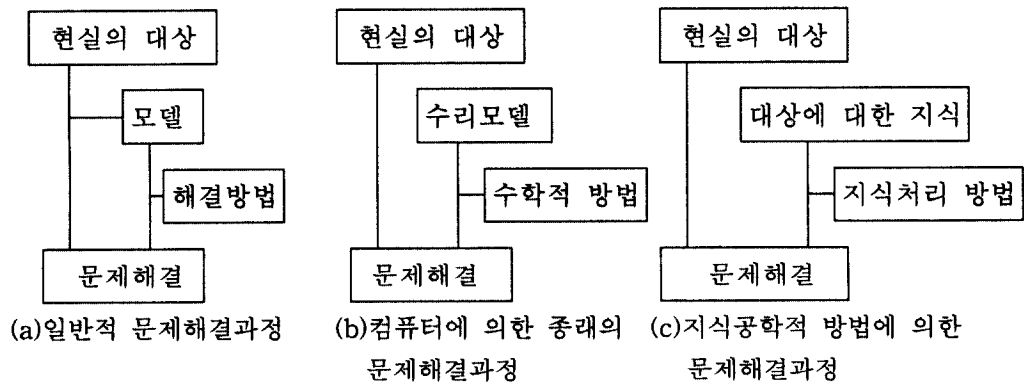
인공지능이란 개념에 대한 견해는 학자들마다 매우 다양하다. 이에 대한 정의들 중에 대표적인 것으로 Feigenbaum & Barr(1982)는 “인공지능은 인간이 언어를 이해하고 학습하며 추론하고 문제를 해결하는 것과 같은 지능적인 특징을 보여주는 지적인 컴퓨터 시스템을 고안하고자 하는 컴퓨터 과학의 한 분야이다”라고 정의하고 있다. 박옥춘(1987)은 “인공지능은 인간의 사고, 문제해결 그리고 학습 등의 인지적 과정을 시뮬레이션 할 수 있는 컴퓨터 시스템을 개발하려는 인지과학적 그리고 전산과학적 노력이다”라고 하였다. 그러므로 인공지능 공학적 관점에서의 CAI개발은 컴퓨터로 하여금 어떻게 하면 인간처럼 지식을 표현하고 문제해결이 복잡한 상황속에서 어떻게 가장 적절한 해결의 길을 찾게 하며, 어떻게 인간처럼 추론을 할 수 있는가를 연구하여 인공지능 공학의 기본 원리를 학습과 교수과정에 응용하여 CAI의 제한되었던 많은 기술적 문제를 해결하는 것이다. 즉, 종래의 컴퓨터 공학의 우수한 기억용량, 정보처리의 신속성, 정보의 입력과 산출 방식의 다양성, 또는 시간 배분의 기능에 더하여 컴퓨터가 가진 대부분의 제한점을 극복하여 인간교사가 할 수 있는 학습자와의 수업에 필요한 지능적 요인을 갖춘 개념이 인공지능이라고 할 수

있을 것이다. 이와 같은 인공지능에 관한 연구 분야는 기초분야와 응용영역의 두가지로 대별된다.

그중 기초영역은 지식표현(knowledge representation), 경험적 탐색(heuristic search), 연역과 정리 증명(deduction and theorem proving), 학습(learning)등이 있으며, 응용영역으로 전문가 시스템(expert system), 컴퓨터 시각(computer vision), 자동프로그래밍(automatic programming), 자연언어처리(natural language processing), 문제해결과 계획(problem solving and planning), 그리고 로보틱스(robotics)등으로 구분된다(손상윤, 1990). 이 중 AI의 응용분야에 해당되는 전문가 시스템, 자연언어 처리, 컴퓨터 시각, 로보틱스 등에 대해 좀 더 살펴보기로 한다.

1. 전문가 시스템

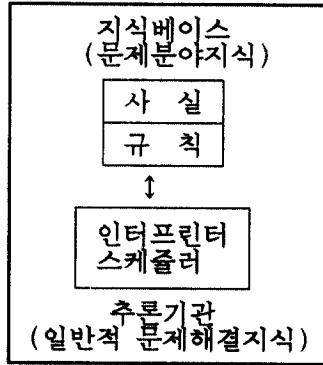
전문가 시스템이란 “전문가의 지식을 컴퓨터라는 환경을 통해 재구성하고 이를 토대로 추론의 형태로 부터 정보를 획득할 수 있는 시스템”이라고 정의된다(조동섭, 1988). 즉, 특정 분야에 관하여 그 분야의 전문가처럼 판단하고 행동할 수 있도록 하는 컴퓨터 프로그램의 한 형태라고 할 수 있을 것이다. 즉, 전문가 시스템은 주어진 문제를 해결하기 위하여, 전문가의 전문지식의 축적으로 된 지식 베이스에 있는 정보를 이용하고, 추론하며 문제에 대한 해답을 찾아낸다. 이는 다음 <그림 2>과 같은 문제해결 방법의 비교를 보면 쉽게 이해할 수 있을 것이다.



<그림 2> 문제해결 방법의 비교 (조동섭, 1988)

즉, 전문가 시스템에서는 처리분석하려는 대상을 지식으로 기술하고 이로부터 지식을 처리하는 과정을 통해 문제를 해결하려는 것이다(조동섭, 1988). 이와 같은 역할을 수행하기 위하여 전문가 시스템에는 전문가가 갖고 있는 지식을 어떻게 기억 시킬 것인가하는 지식 표현 방법과 이러한 지식을 어떻게 이용할 것인가 하는 지식 추론 기관이 있어야 한다(Forsyth, 1986). 추론기관은 추론엔진이라고도 하는데 이것이 지식 베이스의 지식을 이용

하여 필요한 정보를 추론하는 것이다. 이를 도해하면 다음<그림 3>와 같다. 이때, 추론 엔진과 지식 베이스는 지식베이스 관리 시스템(knowledge based maintenance system)의 관리하에 있게 되고, 전문가의 지식이 지식습득기구(knowledge acquisition mechanism)를 거쳐서 지식 베이스에 기억된다(손상윤, 1990).



<그림 3> 전문가 시스템의 구조

추론방식에는 역방향 추론(backward chaining)과 순방향 추론(forward chaining)이 있으며, 지식 베이스를 추론하는 방식도 순차적 방식(procedural), 규칙 기반 방식(rule-based), 논리적 방식(logic), 의미망 방식(semantic network), 최근에 개발된 틀방식(frame)등이 있다.

2. 자연언어의 처리

컴퓨터는 전통적으로 프로그래밍 언어에 의해 이용되어 왔으며 이 언어는 컴퓨터와 의사소통을 하기 위하여 사용해야 하는 일련의 명령어들로 구성되어 있다. 그러나 컴퓨터의 이용에 있어서 프로그래밍 언어에 의한 의사소통방식은 컴퓨터 활용자들에게 많은 부담과 곤란을 주었다. 이러한 문제를 해결하기 위한 컴퓨터와 인간의 의사소통 방법으로 자연언어를 이용하는 것이다. 자연언어란 우리 인간이 의사소통에 일상적으로 사용하는 언어를 말한다. 즉 자연언어 처리의 목적은 인간과 컴퓨터의 의사소통 방법에 있어서 컴퓨터 언어가 아닌 인간의 언어로 의사소통이 가능하도록 하는데 있다.

지금까지 자연언어에 관한 연구로는 기계어 번역수준에 머물렀던 것이 미흡하지만 인공지능의 영역에서 자연언어를 처리하는 방식에 관한 시스템 연구가 이루어지고 있다. 우리나라에서도 이동애(1991)의 "자연어를 이용한 DOS 인터페이스에 관한 연구"와 김승광 외(1991)의 지적 지리 교육 시스템(Intelligent Geometry Tutoring System)에서 한국의 자연지리에 대한 소크라테스식 대화(Socratic dialogue)형태를 이용하는 자연언어 인터페이스하는 시스템이 개발되어 있다. 자연언어 처리에 대한 연구결과들에 따라서는 인간과 컴퓨터 간의 상호작용을 용이하게 만들어 컴퓨터와 인간을 좀 더 친숙하게 만들 것이다.

3. 컴퓨터 시각

인간의 정보획득은 대부분 시각을 통하여 이루어진다. 이 시각활동을 통하여 입력된 정보, 쉽게 말해 눈으로 본 것은 지적으로 분석된 후 인식되게 된다. 컴퓨터 시각의 목적은 컴퓨터에게 이러한 시각활동을 부여하여 외부세계 즉 보이는 세계와 연결하는 것이다. 여기서 시각활동은 외부의 물체를 보는 것만 의미하는 것이 아니고 본 것을 인식하는 작용도 포함한다. 컴퓨터 시각 시스템은 크게 신호처리(signal processing), 분류(classification), 이미지 이해(image understanding) 등의 세가지 작업을 통해 이루어진다. 컴퓨터 시각을 이용한 첨단 분야는 로봇트이다. 컴퓨터 시각은 컴퓨터에 전자화된 카메라를 부착하여 시각적 영상을 직접 기억시킬 수 있고 또한 그러한 정보를 처리해 낼 수도 있다. 컴퓨터 시각의 적용 분야는 제품 생산과정의 자동화에서 부터 염색체의 문제를 확인하는 일까지 광범위하다(한국정보과학회, 1988).

4. 로보틱스(robotics)

로봇트는 수동적 작업을 수행할 수 있도록 프로그램된 전기적 기계 장치이다. 로봇트는 다양한 과업을 수행하도록 프로그램된 움직임을 통하여 재료, 부품, 도구 또는 특별한 장치를 움직이도록 설계된 재 프로그램 될 수 있는 다기능적 기계 장치이다.

로봇트에는 두가지 타입이 있다. 하나는 정해진 위치에서 정해진 일만을 수행하는 산업용 조립로봇트(assembly robot)이고, 하나는 자유롭게 행동하는 자동 이동로봇트(autonomous mobile robot)이다. 전자의 경우는 구현이 그다지 힘들지 않지만 후자의 경우는 자유도가 크다는 점에서 구현에 상당한 어려움이 따른다.

우리 인간은 어떤 물건을 잡는다든지 몸을 움직이는 데 있어 전혀 어려움을 느끼지 못한다. 하지만 로봇트 팔이 하나의 물건을 집게 하는 데에는 상당한 어려움이 따른다. 팔이 어느 경로로 이동해야 하며, 물건을 잡기까지 관절의 움직임은 어떠한지, 또 움직이는 로봇트가 장애물을 피해가기 위해서는 어떠한 경로로 움직여야 하는지 등을 모두 계산해야 하기 때문이다. 하나의 그럴듯한 로봇트가 완성되기 위해서는 이동에 관련된 문제 뿐만 아니라 컴퓨터 시각, 음성인식, 만져서 느낄 수 있는 능력 등의 문제가 모두 해결되어야 한다.

B. ICAI의 정의와 지능적 기능

1. ICAI의 정의

ICAI란 컴퓨터 과학의 발달로 인해 이루어진 인공지능의 개념을 교육 분야에 도입하여, 컴퓨터의 사고하는 기능과 자연스러운 대화능력, 인간 전문교사와 동일한 방식으로 학습자의 문제를 진단하고 처리하는 능력을 이용한 교수 방법의 한 형태이다.

ICAI의 목적은 인공지능의 기술을 적용하여 보다 학습자의 요구에 부응하고 개별지도가 가능하며, 성능이 좋은 CAI를 개발하는 것이다. 이러한 CAI를 개발하기 위해 적용될 수

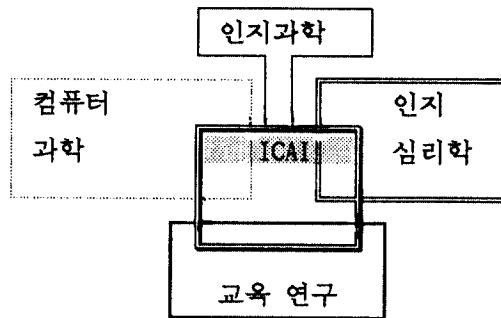
있는 인공지능의 기능은 다음 여섯가지 정도로 집약할 수 있다.

- (1) 자연언어의 이해 기술
- (2) 학습 모형의 개념
- (3) 질적 의사결정
- (4) 추론 기능
- (5) 시스템의 자기개선 기능
- (6) 상호 작용적 주도 작용(mixed-initiative)

이러한 인공지능의 기능이 CAI에 적용되어 ICAI가 가능하게 되었다고 볼 수 있으며 위의 인공지능 기술이 곧, ICAI의 특성이라고 할 수 있다.

지능적 컴퓨터 보조 수업은 학습의 극대화를 위해 학습 내용의 선정, 학습흐름의 선택, 평가의 기준 등을 학습 전과정을 학습자 특성에 맞추어 재조직하는 것으로, 고도로 개별화된 컴퓨터 보조 수업이다. 즉 전통적인 컴퓨터 보조 수업에 훌륭한 교사가 갖는 특성을 가미한 학습형태(백영균, 1989)라고 할 수 있다.

Kearsley(1983)는 인간의 학습을 돕기 위하여 인공지능 기법을 사용한 컴퓨터 프로그램을 ICAI 라고 하면서, ICAI는 컴퓨터 과학(computer science), 인지심리학(cognitive psychology), 그리고 교육연구(educational research)의 공통 부분에 위치하는 것으로 이러한 영역을 인지 과학(cognitive science)이라고 하면서 <그림 4>와 같이 ICAI의 영역을 나타내고 있다(김원종, 1992).



<그림 4> ICAI의 영역

컴퓨터 보조 수업의 근본적인 목적은 학생의 개인차에 따른 특성을 충분히 고려하여 학생이 필요로 하는 학습내용과 전략이 무엇인지를 계속적으로 진단하면서 그에 가장 알맞은 교수 처방을 제시해 나가는 전문교사와 같은 역할을 하는데 있다. ICAI는 CAI의 한계를 극복하기 위하여 인지심리학적 이론과 컴퓨터 과학, 그리고 교육학 연구를 토대로 개발된 CAI 프로그램이라고 말할 수 있다.

2. ICAI의 지능적 기능

기존의 CAI는 프로그램내에서 주어진 정보를 단순히 재생만 할 수 있을 뿐 학습자의 다양한 지식상태에 충분히 적응하지 못하는 단점을 가지고 있었다. 이를 극복하기 위한 노력은 컴퓨터가 지능적 기능을 갖게 하는 것이다. 학습 사태 속에서 진정한 개별화가 가능토록 인공지능 기법을 도입한 ICAI는 다음과 같은 지능적 기능을 가지고 있다(박옥춘, 1989).

(1) 학습내용의 생성적 기능: CAI가 주어진 프로그램의 범위내에서만 학습자에게 학습내용을 제시할 수 있는 것과는 달리 ICAI는 학습자에게 제시해야 할 학습프로그램의 내용과 전략을 현재의 학습자의 학습능력 및 진단결과에 따라 생성해 낼 수 있다. 이는 인공지능의 전문가 모듈에 있는 지식 베이스와 추론 엔진의 기능에 의해 생성되는 것이다. 이러한 생성적 기능의 설계를 위해 지금까지 ICAI의 설계에 사용되는 지식 표현 기법은 대표적으로 (1)생산적 규칙(production rule), (2)의미망(semantic network), (3)프레임과 스크립트(frames-script)등이 있다.

생산적 규칙이란 Newell과 Simon(1972)이 개발한 것으로 "If-Then" 즉, 주어진 조건이 만족된다면 지정된 행동을 해야 한다는 식의 지식 표현 방식이다.

의미망은 학습에 필요한 모든 지식이 하나의 큰 데이터 베이스 안에 서로 연결된 망으로 구성되어 있다고 보는 인간의 연상적 기억이론에 근거를 둔 방법이다. 의미망이란 개념, 사물, 상황과 같은 정보를 표현하는 노드(node)와 이들간의 관계를 연결하는 링크(link)로 구성된다.

프레임과 스크립트는 의미망에서 발전된 개념으로 생산적 규칙으로 알맞게 표현될 수 있는 절차적인 기술이나 지식 그리고 의미망으로 표현될 수 있는 지식들을 한꺼번에 표현시킬 수 있는 방법으로서 후레임은 대상지식에 관하여 알려진 사실이나 그 사실의 특성들을 표현키 위한 절차에 관한 일반적 지식을 담은 슬롯(slot)을 갖고 있으며 스크립트는 이들의 관계를 사전에 정의된 관계 안에서 나타낸다.

(2) 혼합된 학습주도의 기능(mixed-initiative): CAI에서는 프로그램이 학습을 주도적으로 이끄는 데 비해서, ICAI에서는 컴퓨터뿐 아니라 학습자가 자기의 필요에 따라서 학습을 능동적으로 진행할 수 있다. 이러한 기능은 인공지능에서의 자연어 의사소통의 기능에 따라 그 정도가 결정될 수 있다.

(3) 학습자 모델링의 기능: 이는 ICAI프로그램이 학습이 진행되는 동안의 학습자의 문제, 필요한 학습내용, 학습전략의 진단과 그에 따른 교수처방을 내릴 수 있는 기능이 있다.

(4) 교수전략의 질적 결정 기능: 전통적 CAI에서 학습자의 학습에 대한 프로그램의 적용은 일반적으로 학습자의 학습성취의 양에 근거하여 진행이 결정된다. 그러나 이와는 달리 ICAI는 학습자에게 필요한 교수절차를 결정하는데 학습자의 학업성취뿐 아니라 학습상의 문제나 개념적 오류를 추론함으로써 질적인 방법으로 교수전략을 결정한다.

(5) 추론의 기능: ICAI는 학습자가 갖는 학습상의 문제와 필요를 진단하고 그에 다른 효과적인 교수전략을 결정하기 위한 추론적 기능(inferencing)을 갖는다.

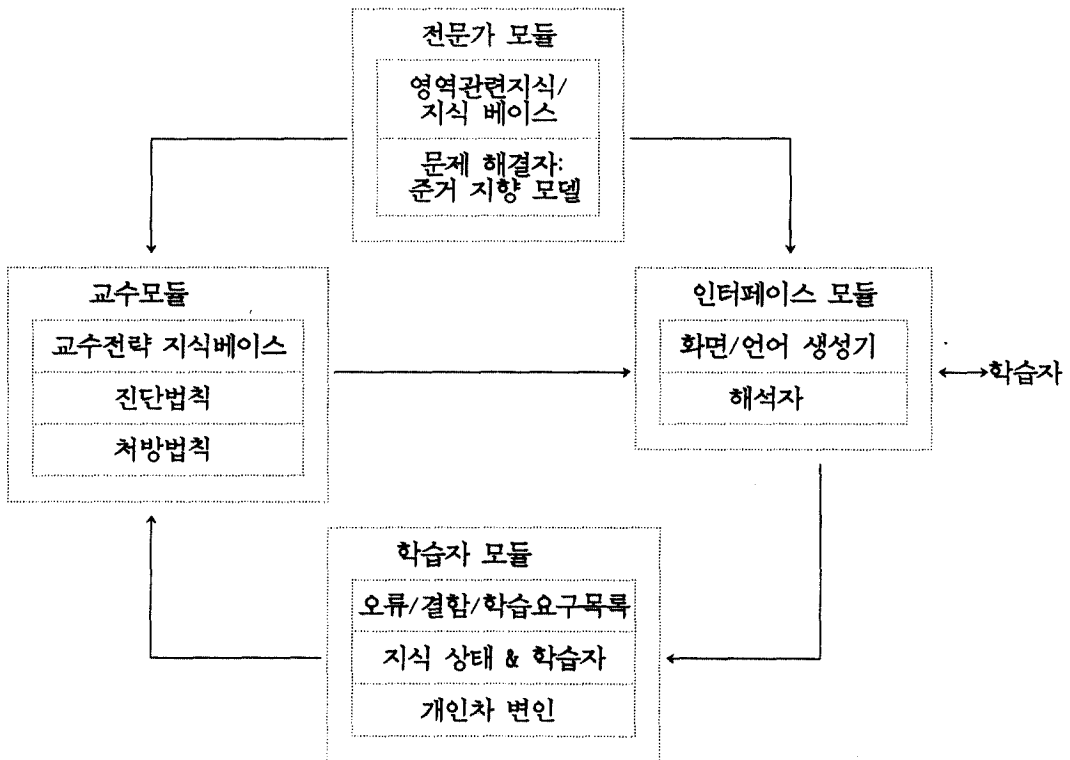
(6) 자체개선의 기능: 전통적인 CAI는 학습자로부터 받는 입력된 정보가 같으면 진단

및 교수를 위한 결정을 함께 하는 반면, ICAI는 학습자 모듈로 부터 IF-THEN의 규칙에 의해 그 절차와 결정들을 자기 개선할 수 있게 한다.

이상과 같은 ICAI의 지능적 기능은 WHY, WEST(Burton & Brown, 1979), MYCIN, DARTS등의 지능적 CAI시스템들에서 찾아볼 수 있다.

IV. ICAI의 구성요소

ICAI 시스템의 구조는 학자들마다 조금씩 다른 견해를 가지고 있으나 전문가모듈, 학습자모듈, 교수전략모듈과 상호작용모듈의 구성요소로 이루어진다. 박옥춘(1989)은 일반적으로 ICAI의 구성요소로는 학습자에게 가르칠 내용을 구성하고 있는 지식 베이스(knowledge base), 학습자의 학습진행 상태 또는 학습진단에 필요한 정보나 자료를 포함한 학습자 모듈(student module), 그리고 학습 요구를 진단하고 그에 따른 교수처방을 결정 제시해주는 교수전략(tutorial strategy)모듈의 세가지 요소와 그들의 상호작용모듈을 <그림 5>과 같이 제시하고 있다.



<그림 5> ICAI의 구성요소

위의 그림과 같은 ICAI의 네가지 구성요소들을 좀더 구체적으로 알아보기로 하겠다.

A. 전문가 모듈

전문가 모듈은 말 그대로 어떤 사실을 분류하고 처리하며 해결하는데 있어서 전문가의 지식이나 방법을 담고 있는 부분이다(홍성욱, 1991). 이 모듈은 학습자에게 가르치고자 하는 내용을 지식으로 구조화 하고, 그에 따라 학습자의 문제해결 방법이 전문교사 문제해결 방식에 비추어 옳은지를 확인, 평가하여 지도하는 모델이다. 그러므로 전문가 모듈을 구축할 때는 가르치고자 하는 학습영역의 지식을 시스템에 자료로 구조화해야 하는 측면과 문제해결의 절차 측면에서 용이하게 조작되도록 어떻게 표현할 것인지를 결정해야 한다. 영역 지식을 전문가 모듈에 구축하는 일반적인 단계는 (1)문제영역의 선정 및 정의 (2)선정된 문제의 해결 방법 (3)프로토타입 구축 (4)전문가 시스템 모형 구축 (5)시험 및 평가 (6)장기간에 걸친 개선 등이다(손상윤, 1990). 이때 전문가 모듈에서 가르쳐야 할 지식베이스의 내용은 전문가가 가진 지식으로 전문가와 초보자와 문제해결전략이 다르기 때문이다.

조동섭(1988)은 지식을 수집하여 지식베이스화할 때는 지식 표현에 관한 효율성 및 간결성이 유지되기 위해 첫째로 어떤 사실이나 과정에 대하여 전문가적으로 이해를 하고 있어야 하며, 둘째로는 그러한 지식을 문장으로 기술하여 제 삼자가 알아 볼 수 있고, 셋째로 그 문장을 기본문으로 분해할 수 있으며, 넷째, 기본문의 기본적인 요소를 기호로 나타낼 수 있고, 그리고 마지막으로 문장 전체를 어떤 기호화로 체계화 시킬 수 있어야 함을 지적하고 있다. 일반적으로 지식공학분야에서 사용 되어온 지식표현의 기법으로는 술어논리 표현(Predicate logic), 의미망(Semantic Network), 산출시스템(Production System), 프레임(Frames) 등이 있다. 이들을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

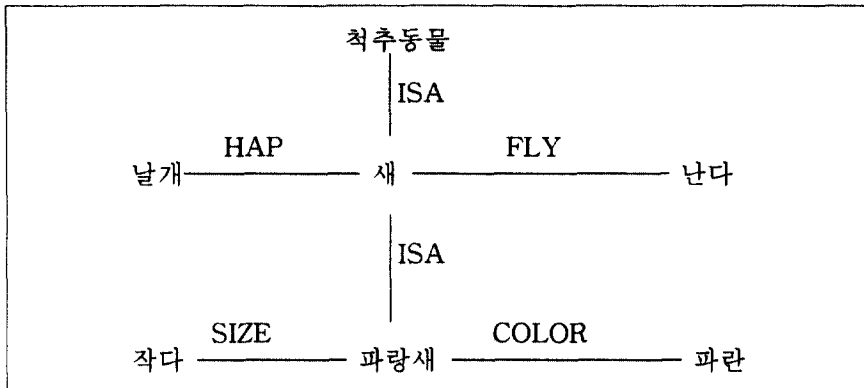
1. 술어논리 표현

술어논리 표현은 문장의 내부 구조를 논리적으로 명확히 표현할 수가 있고, 명제 논리보다 강력한 표현이 가능하며, 인공지능용의 프로그램 언어로서 각광을 받고 있는 Prolog의 기본이 되는 논리체계로 특정 대상물, 즉 개체에 관한 서술문을 나타내는데 쓰인다(오동준, 1988).

우리가 지식을 술어 논리적으로 표현하려고 할 때 무엇을(좋아한다 따위) 단위로 하여 정리하느냐가 매우 중요하다. 되도록이면 포괄적이라서 모든 사실을 표현하는데 지장이 없는 서술적 논리로 표현해야 한다(백영균, 1991).

2. 의미망

의미망은 가르치려는 지식을 노드(node)와 링크(link)로 표현하고 연결시키는 방법이다. 이때 노드는 개념 또는 상황지식들을 뜻하고 링크는 이러한 노드들간의 관계를 나타낸 개념이다. 이러한 기법의 근거는 인간의 연상기억(associative memory)모델이다. 예를 들어 파랑새를 가지고 있는 의미망을 만들어보면 <그림 6>과 같다.



<그림 6> 파랑새의 의미망

ISA, HAP, SIZE, FLY, COLOR 등은 의미망 방식에서 자료간의 관계를 표현해 주는 약 속단어로 여기서 사용된 ISA는 “속한다”의 뜻이며 HAP는 “가지고 있다”, SIZE는 “크기”, FLY는 “난다”, COLOR는 “~ 색깔이다”를 나타낸다.

의미망은 정보의 윤곽을 제시하기 때문에 분명한 지식을 제시한다. 또 그 방법은 관계들 간에 있어서 유목과 하위유목 간의 자연적인 관계를 보여 주기 때문에 위계가 분명한 지식을 취급하는데 편리하다. 의미망의 잇점은 첫째로 단원성(modularity)이 뛰어나기 때문에 지식의 추가, 삭제가 용이하며, 둘째로 형식적인 추론이 가능해지고, 세째, 표현구조가 간단하다는 점을 들 수 있으며, 단점으로는 세밀한 지식을 표현하기가 어렵다(오동준, 1988).

3. 산출 시스템

산출 시스템은 지식이나 정보를 조건과 이에 따른 반응으로 연결하여 표현하는데 조건이 만족될 때 행동이 일어나게 된다. 즉, 어떤 사실은 일련의 다른 사실들에 따라 결정된다는 가정하에 “만약 어떤 조건이 진이면, 어떤 결과가 일어난다”와 같은 일반적 구조를 가진 진실 수단에 의해 지식을 표현하는 것이다(Fischetti & Gisolfi, 1990). 문제해결에 필요한 지식은 “어떤 상황 하에서는 어떻게 한다”하는 식의 규칙에 바탕을 둔 경우가 많으므로 조건과 행동의 형태로 지식을 표현하는 산출 시스템이 많이 사용될 수 있다. 산출 시스템이 지식의 표현 형식으로서 유리한 점은 산출 규칙에 의해서 나타난 조건→행동과 같은 지식의 단위가 많은 전문가가 갖고 있는 전문가의 지식의 기술에 아주 적합하다는 것과 단원성이 뛰어나며 따라서 규칙을 서로 독립적으로 추가, 수정, 삭제 등이 가능하다는 것이다(백영균, 1991). 이러한 지식 표현기법을 사용한 대표적 코스웨어로는 MYCIN(Clancey, 1987)이 있다.

4. 프레임

프레임은 의미망으로 부터 발전된 개념으로 서술적 지식(declarative information)과 절차적 지식(procedural information)을 미리 정의된 구조에 표현하는 자료구조(data structure)의 기법이다. 그리하여 각 프레임은 대상을 설명하기 위한 지식을 담은 슬롯(slots)과 연결고리(loop)를 갖는다. 이것은 Schank와 Abelson이 사건의 연계를 표현하기 위해 나타낸 기법이다(박옥춘, 1989).

프레임은 지식이 단위가 되고 그중의 특정 요소에 대해 특히 자세히 알고 싶으면 그 요소에 대한 자세한 상황을 나타내는 부분 프레임이 있어 계층적인 개념 관계를 표시하는데 적절하다. 이와 같이 프레임은 그 보다 단위가 작은 부분 프레임으로 구성되어 있고 이 부분 프레임은 어떤 대상이나 사상에 관한 기술을 하기 위해서 슬롯의 집합으로 구성되어 있으며 각 슬롯은 의미망을 구성하고 있다.

B. 학습자 모듈

학습자 모듈은 학습자에 관한 지식 즉 학습정도에 관한 정보가 수록되어 있고(이옥화, 1989) 학습자가 학습내용을 습득하는 과정을 표현한 것이다. 학습자 모듈속에는 학습수행과 관련된 학습자 특성변인들 즉 교육과정내에서의 학업수행정도, 학습자가 선호하는 학습스타일, 그리고 학습과 관련한 다양한 형태의 정보들이 포함되어져 있다.

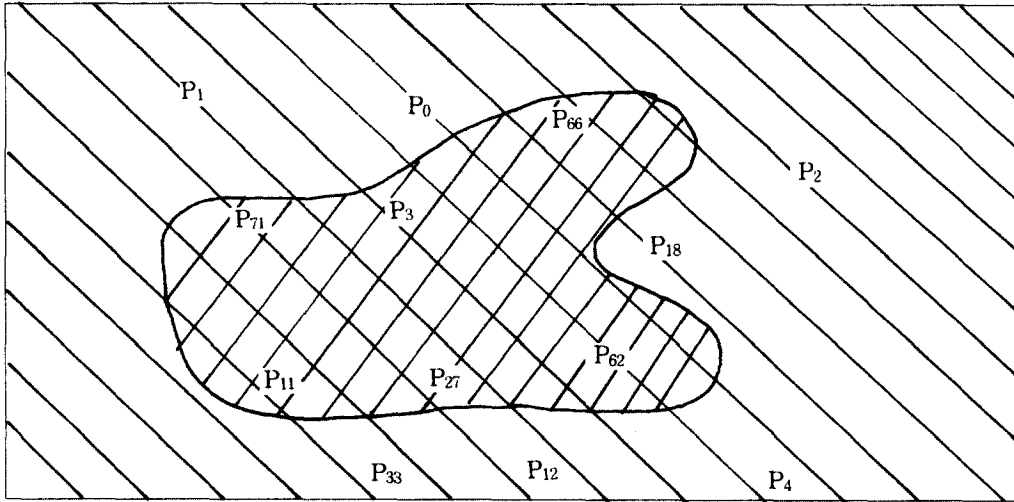
McCalla(1992)는 학습자 모듈을 표면적 학습자 모듈과 잠재적 학습자 모듈로 구분하고 있다. 표면적 학습자 모듈은 학습체계내에서 수업적 의사결정에 사용되는 학습자의 지식표현을 의미하며, 잠재적 학습자 모듈은 수업설계에 반영된 수업체계설계자의 신념들이 반영되는 것을 의미한다. 일반적으로 인공지능에 관한 연구자들은 표면적 학습자 모듈에 관심이 있다.

학습자 모듈은 학습자가 잘못된 개념을 가지고 있거나 최적의 해결방법을 인식하지 못할 때 그 원인을 탐색, 추론한 후 가설을 설정하여 교수전략 모듈(Instructional Strategy Module)에서 왜 학습자가 실패했는지를 파악하게 하고 그 원인을 제시하는 정보를 제공한다. 전통적인 CAI에서 학습자 모듈은 학습자 반응에 대하여 양적 점수로서 비과정적(Unprocess)이고 비구조적 형태로 저장되었다. 그러나 ICAI에 있어서는 불완전(overay) 또는 비규칙적인 형태의 영역 지식으로 저장된다. ICAI에서 학습자 모듈은 일반적으로 불완전모델(overay model), 오류모델(buggy model), 추적 모델(path-tracing model)의 세가지로 구분될 수 있다.

1. 불완전 모델(Overay Model)

원래 학습자는 불완전한 지식을 가지고 있는 상태라는 가정하에 불완전 모델에서는 불완전하다는 의미를 지식의 부족함을 의미한다. 학습자가 학습내용에 관하여 알고 있는 것과 모르고 있는 것을 전문가의 견지에서 보아 학습자의 지식상태를 알아보는 것이다. 학습

자는 학습하고자 하는 내용에 있어서 초보자 상태에서 전문가의 상태로 도달하는 것을 목적으로 한다는 가정하에서 현재 학습자가 알고 있는 지식을 전문가가 가진 영역지식의 부분 집합관계가 있다고 본다. 이와 같은 관계를 도식화하면 <그림 7>과 같다(Holt, Dubs, & Greer, 1993).



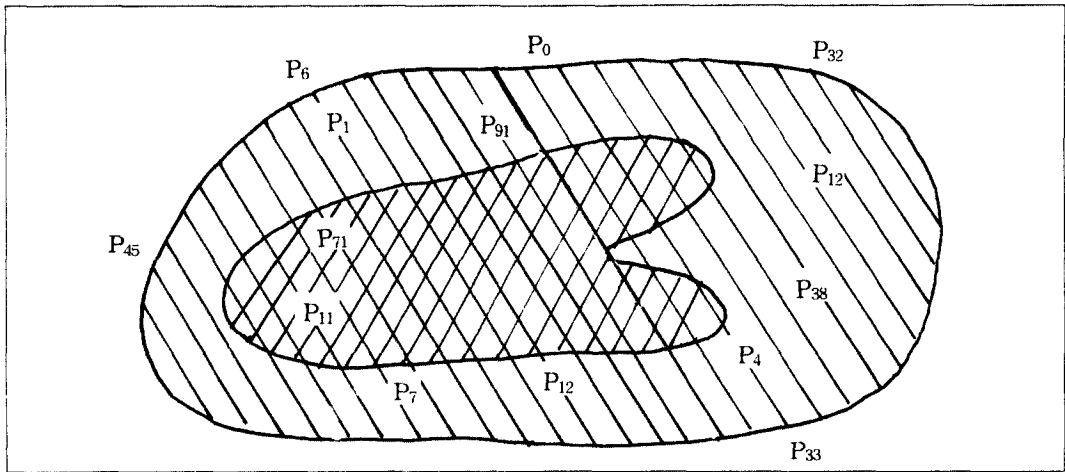
▨ : 영역지식

▧ : 불완전 학습모델

<그림 7> 불완전 학습자 모델

불완전 모델 구성법은 전문가 지식과 비교하여 학습자가 이해하고 있다고 생각되는 지식에 대한 비교표를 만들면 쉽게 구현할 수 있다. 그러나 학습자가 습득한 지식을 시작으로 한 추론법에 오류가 있을 경우나 학습자가 원래 잘못된 지식을 가지고 있을 경우에 불완전 모델하에서의 잘못된 지식의 교정은 어렵다. 이와 같은 불완전 모델이 가지는 약점을 보완하기 위한 수정된 불완전 모델을 차이모델(Differential Student Model)이라 한다. 이는 전문가와 학습자간의 문제해결 과정은 차이가 있다고 보고 학습자가 학습하는 과정을 비교하므로써 학습자의 결함 또는 불완점함을 발견하는 것이다. 즉 학습자가 정확한 지식을 이해하고 있지 못할 때 전문가가 학습자의 입장이라면 어떻게 할 것인가를 비교하는 입장에서 서 있는 것이 차이모델이다.

이 모델에서는 영역지식을 학습자가 알아야 할 지식과 학습자가 알지 않아도 될 지식으로 구분한다. 불완전 모델과는 달리 차이모델에서는 학습자 모델에서의 모든 차이를 학습자가 도달할 전문가적 지식의 모든 영역에 포함되는 것은 아니라는 가정이다. 이와 같은 관계를 도식화하면 <그림 8>과 같다(Holt, Dubs, & Greer, 1993).



□ : 영역 지식
 ▨ : 기대된 학습자 지식
 ▩ : 불완전한 학습자 모델
 <그림 8> 차이 학습자 모델

차이 모델은 학습자와 전문가의 문제해결과정의 차이를 비교하여 인식함으로써 학습자가 무엇을 모르고 있고, 무엇을 배우지 못했는가에 대하여 평가 한 후 학습자에 대한 조언을 할 수 있다. 그러나 차이모델의 구축에 대한 전제는 동일한 환경하에서 전문가가 행할 수 있는 가능한 모든 방법들에 기초하여 학습자가 이미 행한 학습방법을 평가하는 기능과 학습방법과 관련하여 전문가의 더 나은 방법을 선택하여 적용할 때 이용 가능한 잠재적 지식 또는 기술(Skills)이 무엇인가를 결정할 수 있어야 한다.

불완전모델은 학습자는 학습해야 할 내용의 전체 중 일부만을 습득하여 불완전한 지식을 가지고 있다고 보고 있으며, 학습자가 학습한 내용이 전체의 전문가의 지식 내용과 비교 하여 어떤 부분인지, 앞으로 배워야 할 것이 무엇인지를 판단한다. 지금까지의 대부분의 ICAI의 학습자 모델은 이 모델에 속한다. 이러한 관점은 학습자에게 실제로 가르쳐야 할 내용이 전문가의 전략이라고 보는 입장에서의 전문가 모듈에서의 전문가-초보자 차이 이론의 인지심리학적 입장과 같은 맥락에서 볼 수 있을 것이다.

2. 오류모델(Buggy Model)

오류모델은 일반적으로 학습자가 학습해야 할 내용에 관해서 보이게 되는 실수나 오류에 관한 정보를 학습자 모듈에 수록하는 형태이다. 이 모델은 학습자의 잘못된 선행지식이 학습자가 학습을 수행하는 도중에 나타내게 되는 가능한 모든 오류를 분석하여 학습상에 나타나는 문제를 지도하는 것이다. 즉, 학습자가 학습해야 할 내용에 대해서 바른 해답을 하지 못하는 이유를 학습자가 가진 잘못된 학습개념, 부정확한 학습개념, 틀린 지식을 가지

고 이를 수행하기 때문이라고 보는 관점이다. 그리하여 오류모델에서는 학습자에게 자신이 가진 오류의 원인과 틀린 이유를 설명함으로써 올바른 방법으로 학습하도록 지도하는 방법이다.

3. 추적모델(Path-knowledge Model)

이는 불완전 모델의 범주에 속한다고 볼 수도 있는 개념으로서, 학습자 모델내에 시스템이 진단하려는 개념이 있다고 가정되면 모델추적(Model Tracing), 경로탐색(Path Finding), 귀납적 조건법(Condition Induction), 문제추적(Issue Tracing) 등의 기법을 활용하여 학습자 모델을 진단하는 것이다.

모델추적은 학습자 모델내에 아직 실행되지 않은 규칙과 사실을 추적하여 가능한 다음 방법을 찾아내는 것이다. 이 방법은 전문지식이 절차적이고 위계적 구조를 가지면서 학습의 초기 상태의 진단에 적합한 진단기법이다. 경로탐색은 연속된 규칙의 적용으로 초기의 인지 상태에서부터 중간 상태 또는 최종상태에 이르는 경로가 학습자 모델에 있는가를 진단하는 것이며, 귀납적 조건법은 시스템이 갖는 조건에 맞는 학습자 모델내의 실행부분을 추적하여 진단하는 방법이다. 이 기법들은 절차적이면서 평면적 구조를 가진 전문지식에서의 모델 진단에 적합한 기법이다. 문제 추적 기법은 핵심이 되는 문제점만을 탐색하는 것으로 전문지식이 절차적이고 계층적 구조를 가진 학습진단 기법이다. 즉, 추적모델은 학습자의 문제해결과정을 전문가가 갖는 문제해결과정과 비교하여 거기에서 나타나는 오류를 확인하여 올바른 과정으로 문제를 해결하도록 지도하는 과정이다.

C. 교수전략 모듈

다양한 종류의 학습전략 내용, 학습상의 문제점과 필요를 진단하여 적절한 처방을 주는데 필요한 규칙을 담고 있어 학습자 모듈에 의해 파악된 정보에 따라 학습과제를 어떻게 지도하는 것이 최선의 교수 방법이 될 것인가 하는 정보가 수록된 곳이 교수전략 모듈이다. 이 모듈은 학습자가 학습하는 과정에서 왜, 그리고 얼마나 자주 학습진행에 관한 지도를 해 주어야 하는지에 관한 전략으로 학습자와의 상호작용이 일어나도록 하는 곳이다. 일반적으로 사용되는 교수전략방법은 크게 코우치법(coaching method)과 소크라테스법(socratic method)방법의 두가지가 있다.

1. 코우치법

이 방법에서 학습자는 교육용 게임과 같은 학습활동을 통해 일반적인 문제해결 능력이거나 기술을 습득할 수 있는 학습환경을 제공받게 된다. 이 방법의 목적은 학습과정 속에서 만족을 느끼면서 그 결과로 학습을 성취하게 하는 것이다. 또한 학습자가 틀린 결정을 내리면 옳은 결정을 내리도록 필요한 자료를 제시하고 연관된 지식을 제공한다.

2. 소크라테스식 방법

학습자에게 질문을 던져 자기가 잘못 알고 있는 지식이나 개념을 학습자 스스로 사고하고 유도하여 그것을 깨닫게 하고, 잘못된 개념을 수정하는 과정에서 학습자 스스로가 알고 있는 것과 알고있지 못하는 것에 관해 생각하게 되고 스스로 개념을 수정한다.

D. 인터페이스 모듈

인터페이스 모듈은 학습자와 컴퓨터간의 상호작용 즉, 학습자와 컴퓨터가 대화를 주고 받는 것을 말한다. 컴퓨터가 전적으로 학습의 통제권을 갖고 있는 상태에서 학습문제를 제시하고 학습자는 단순히 정답을 입력하는 정도의 기존의 CAI에 있어서는 컴퓨터와 학습자간의 상호작용에 거의 제약이 없었다. 그러나 학습자 주도형인 프로그램에 있어서는 좀 복잡한 양상을 띠게 된다. 이는 인간의 다양한 의사표현 형태를 컴퓨터가 인식해야 하기 때문이다. Swigger(1991)는 전통적인 CAI에서의 상호작용 스타일과는 다른 학습자가 주도하는 프로그램의 통제 유형을 대화적 교수(Tutoring) 자문형(Consultation) 그리고 비판적 안내형(Critiqueing)으로 구분하면서 상호작용 스타일과 상호작용 장치 그리고 교수 스타일을 다음과 같이 연결하고 있다.

<상호작용스타일>

- 메뉴
- 윈도우
- 명령어
- 아이콘
- 자연어
- 음성
- 직접적 조작적

<상호작용장치>

- 제시
- 포인터 장치
- 디지털타이저
- 키보드
- 프린터
- 음성인식장치

<교수스타일>

- 대화적 교수
- 자문
- 비판적안내

위의 상호작용 스타일에서 아이콘, 자연어, 음성, 직접적 조작은 직접적 상호작용(first-person interface) 형태이며, 나머지는 간접적 상호작용(second-person interface) 형태이다. Miller(1988)는 간접적 상호작용방법보다는 직접적 상호작용 방법이 바람직하다고 하였다. 백영균(1991)은 전문지식의 저장과 검색은 선언적 접근이 보다 용이하게 적용될 수 있으나 학습자와 컴퓨터의 상호작용은 절차적 접근이 더 용이하다는 점을 지적하고 있다.

ICAI에 있어서 학습자와 컴퓨터의 상호작용은 학습자가 입력한 여러 정보를 전문가 모듈의 지식과 문제해결 절차를 걸쳐 평가한 후 학습자 모듈에 정보를 제공되어진다. 교수전략 모듈은 학습자 모듈에서 학습자의 학업관련 여러변인에 대한 정보를 얻어 학습자의 학업수행 수준에 따라 적절하고 다양한 교수방법을 적용하여 상호작용모듈을 통하여

제시한다. 의사소통 형태는 크게 학습자 주도와 컴퓨터 주도의 두가지로 나누어 볼 수 있다. 컴퓨터 주도의 상호작용은 기존의 CAI와 별다른 차이점 없이 진행될 수 있다. 그러나 학습자 주도의 상호작용에 있어서는 여러가지 복잡한 문제가 야기된다. 프로그램의 통제권이 학습자에게 있기 때문에 학습자가 표현하는 다양한 형태의 정보를 컴퓨터가 인지하여야 하며 학습자가 키보드를 이용하여 문장적 대화를 수행한다 하더라도 학습자가 서술형으로 쳐 넣은 문장을 어떻게 쪼개어 그 의미를 이해하여야 하는지가 문제가 된다. 이는 자연어를 통한 인터페이스 분야의 인공지능의 연구와 인지 심리학에서의 연구 분야 즉, 지각에 관한 이론과 관련시킨 연구가 많은 도움이 될 것이다. 즉, 컴퓨터 프로그램이 아무리 지능을 갖추고 있다고 하더라도 인가의 다양한 표현의 형태의 문장을 이해하기는 용이하지 않기 때문에 해석(parsing)이나, 형태인지(pattern recognition), 문장발생(text generation)등의 어려움이 있다. ICAI에 있어서 상호작용 모듈의 기본 전제로는 첫째, 교수 모듈이 잘 수행될 수 있도록 문맥상 적절하고 효율적인 결과를 만들어 주어야 한다. 예를 들어 올바른 질문은 문제해결방법을 제시하며 답을 완성해 가는데 도움을 준다. 둘째로, 간결하고 분명하며 문맥상 적절한 답을 하기 위하여 학습자의 반응을 해석한다. 이 기능을 수행하기 위해서는 부정확하거나 불완전하고 또는 양적으로 표현할 수 없는 定性的 정보를 받아들일 수 있고, 철자가 틀린다거나 오타에 대응할 수 있으며, 相異한 반응이 언제 동일한 의미를 갖는가를 결정할 수 있는 능력을 갖추고 있어야 한다. 따라서 현재의 상호작용 모습은 인공지능의 한계로 인하여 제한적 범위내에서의 상호작용이 이루어지고 있다.

V. 結 論

현재 인공지능의 분야에는 자연언어처리(Natural Language Processing:NLP), 음성인식(Speech recognition), 지능적 컴퓨터 보조수업(ICAI), 전문가 시스템(Expert Systems), 컴퓨터비전(Computer Vision), 로보틱스(Robotics)등 수많은 연구 분야가 있다.

지능적 컴퓨터보조수업은 컴퓨터에 인공지능의 개념을 도입하여 인간 전문교사에 가까운 개인교사의 역할을 수행할 수 있도록 한 것이다. 이와같은 지능적 컴퓨터 보조수업은 다음과 같은 효과를 가져올 수 있을 것으로 생각된다.

첫째, 정보화시대에 대비하는 교육이 될 것이다.

정보의 급격한 증가에 따라 학습현장에서 한 사람의 교사가 다루기에는 벽찬 전문성을 띤 지식의 요구가 늘어나게 될 것이므로, 교사지식의 한계를 극복할 수 있는 방안이 될 것이다.

둘째, 지역에 따른 교육격차 해소에 기여할 것이다.

시설, 인적자원등 지역의 차이에 따른 교육 기회의 불평등을 극복하여 지역간 교육 격차 해소에 기여할 것이다.

셋째, 다인수 학급에서 완전학습이 가능해질 것이다.

현재 우리나라 교육현장은 다인수 학급으로 이루어져 개인차를 고려한 수업이 제대로 실시 되지 못하고 있으나 ICAI는 학습자 개개인의 개인차가 고려되는 개별화 수업이 가능한 유용한 도구가 될 것이다.

넷째, 매체를 이용한 동적인 교육이 가능해 질 것이다.

종래의 CAI는 코스웨어 개발자 중심으로 프로그램이 개발되어 학습자 관점에서는 수동적이고 정적인 교수방법에 의한 학습이 이루어져 왔는데 비하여, 지능형 컴퓨터보조수업은 컴퓨터에 인지과학적 원리를 동원하여 학습자의 동적 참여가 가능하도록 설계되어 있기 때문에 매체가 가지고 있는 한계를 극복하여 전문 인간교사가 실시하는 교육환경을 만들 수 있을 것이다.

다섯째, 비싼장비와 비실용적인 장비에 대한 활용교육에 있어 활용이 용이해질 것이다.

이는 원자력 발전소의 운영분야와 우주선에 대한 발사처리 시스템에서 고장발견, 수리분야 그리고 핵연료적재장비분야, 폭팔성병기의 처리를 요구하는 국방분야 등에서 안전하고 값싼가격으로 수행의 오류가 적도록 훈련을 하는 교육에 활용 가능할 것이다.

여섯째, 원격교육의 실현이 가능해 질 것이다.

지능적 컴퓨터 보조수업은 선박, 잠수함, 장거리의 공군기지, 지구를 선회하는 우주 정거장에서 교사 없이도 인간 전문교사가 제공하는 것과 같은 양질의 교육을 제공 받을 수 있을 것이다.

위와 같은 ICAI의 효과는 코스웨어 설계의 질에 따라 지능적 개인교사의 역할을 충실히 수행할 수 있느냐가 결정되게 된다. 또한 인공지능 컴퓨터분야의 발전도 병행되어야 진정한 의미의 지능적 컴퓨터수업이 실현될 수 있을 것으로 보인다.

參 考 文 獻

- 김승관, 이동애, 장덕성(1991). 지적 CAI에서의 자연어 활용에 관한 연구, 한국정보과학회 분 학술발표논문집 Vol. 18, No. 1, 53-556.
- 김원종(1992). 도형학습에 있어서 아동의 오류 수정이 가능한 ICAI의 개발. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김정겸(1990). 컴퓨터 보조수업에 있어서 피이드백의 효과에 관한 연구. 충남대학교 대학원. 석사학위논문.
- 나일주, 정인성(1990). CAI개발과 활용. 서울:교육과학사.
- 류완영 외 2인(1983). 초·중등학교 컴퓨터 교육을 위한 기초 연구. 한국교육개발원 연구보고 RR 83-23.
- 박성익(1988). 컴퓨터 교육. 서울 : 교육과학사.
- 박옥춘(1987). CBI 개발의 세계적인 동향, 국내 CBE R & D 및 실용화에 관한 세미나. 한국과학기술원, 시스템공학센터.

- 박옥춘(1989). 이상적인 코스웨어 설계: 인공지능적 방법의 적용을 중심으로. 코스웨어 설계에 관한 기초 연구. 한국교육개발원 연구보고 KR 89-1. 425-460.
- 백영균(1989). 전문가 시스템 : 교육에서의 접근 방향, 교육공학연구. 제5권 제1호. 3-20. pp.20-21.
- 백영균(1991). 지적교수시스템(ITS) 설계를 위한 지식 표현의 기법에 관한 연구. 교육공학연구, 제7권 제1호. 87-110.
- 손상윤(1990). 컴퓨터 프로그램 교육을 위한 ICAI에 관한 연구. 숭실대학교 정보과학대학원 석사학위논문.
- 오동준(1988). 전문가 시스템의 지식표현에 관한 연구. 고려대학교 경영대학원 석사학위 논문.
- 유재구(1991). CAI 프로그램활용을 통한 학습력 신장. 91 교육용 소프트웨어 활용 발표회 및 전시회. 한국교육개발원 KEDI-CERC RM91-14. 45-79.
- 이동애(1991). 자연어를 이용한 DOS 인터페이스에 관한 연구. 계명대학교 대학원 석사학위논문.
- 이민숙 외 2인(1992). 학습자 수준과 문제 난이도에 따라 풀이 시간을 부여하는 학습자 모델의 설계. 1992년도 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집, VOL.19, No.2. 1083-1086.
- 이옥화(1989). 교육용 소프트웨어(CAI)의 개발과 인공지능의 역할. 춘계전산교육심포지움 발표논문집.
- 이용호(1991). 추상적학습을 신장시키기 위한 ICAI의 구현. 고려대학교 교육대학원. 석사학위논문.
- 정광규(1992). 지능형 컴퓨터보조수업 프로그램의 설계. 한국교원대학교 대학원. 석사학위논문.
- 정목동·신교선(1992). 개인용 전문가 시스템을 위한 지식 표현. 1992년도 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집, VOL.19, No.2. 1103-1106.
- 정택희,김선숙(1991). 국내 교육용 소프트웨어 개발 현황 조사 보고서. 한국교육개발원. KED1-CERC RM 91-10.
- 정택희,이남호,손병길(1986). CAI 프로그램의 현장적용 실험연구. 한국교육개발원. RR 86-8. 1-67.
- 조동섭(1988). 전문가 시스템의 개관. 마이크로소프트웨어. 1988년 9월호.
- 한국정보과학회(1988). 전산과학개론. 서울 : 정익사. 361-377.
- 홍성욱(1991). 지적교수시스템의 학습자 반응시간을 고려한 T-BUGGY의 설계 및 구현. 고려대학교 대학원 석사학위논문.
- Anderson, A., & O' Hagen, F.J.(1989). Dyadic interactions at the microcomputer interface : a case of computer assisted learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 5(2), pp.114-124.

- Burton, R.B., & Brown, J.S.(1982). An investigation of computer coaching for informal learning activities. In D.Sleeman & J.S. Brown(Eds.), *Intelligent tutoring systems*(pp.79-98). New York: Academic Press.
- Carbonell, J.(1970). AI in CAI: an artificial intelligence approach to Computer Assisted Instruction. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*, 11. 180-202.
- Clancey, W.(1987). Methodology for building an intelligent tutoring system. In G. Kearsley(Ed.) *Artificial intelligence and instruction:Applications and Methods*. MA: Addison-Wesley, 193-227.
- Feigenbaum, E.A. & Barr, A.(1982). *The handbook of artificial intelligence*. Vol. 2. Las Altos, Ca: William Kauffman, 187-198.
- Fischetti, E. & Gisolfi, A.(1990). From computer aided instruction to intelligent tutoring systems, *E.T.* Vol. 30, No. 8. 1990.Aug. 7-17
- Forsyth, R., The anatomy of Expert system, in M. Yazdani(Eds.)(1986). *Artificial Intelligence: Principles and application*, New York : Champman and Hall, 1986, 187-108
- Frick, T.W.(1983). Nonmetric temporal path analysis(NTPA): An alternative to the linear a models approach for verification of stochasitic educational relations. Bloomington, IN:Doctoral dissertation, Indiana University.
- Holt, P., Dubs, S. & Greer, J.(1993) The State of Student Modelling. Greer, J. E. & McCalla, G. I.(Eds) *Student Modelling : The Key to Individualized Knowledge-Based Instruction*. NY : Springer-Verlag.
- Ilju, Rha,(1988). Effects of CAI Feedback on Different Learning Tasks, Doctoral dissertation, Indiana University.
- Kearsley, G.P.(1983). *Computer-based training : A guide to selection and implementation*. Reading, NA : Addison-Wesley.
- McCalla G. I.(1992). The centrality of student modelling to intelligent Tutoring. In *New Directions for intelligent Jutoring Systems* (E. Costa, ed.), pp.107-131, NATO ASI Series F. Vol. 91, Berlinj Springer-Verlag.
- Miller, J.R.(1988). The Role of Human-Computer Interaction in Intelligence Tutoring Systems. In M.C. Polson & Richardson(Eds)., *Foundations of Intelligent Tutoring System*(pp143-181), Hillsdale, New Jersey : Lawrence Earlbaum Associates Publishers.
- Swigger, K.M.(1991). Managing Communication Knowledge. In H.Burns, J.W. Parect, and C.L. Redfield, *Intelligent Tutoring Systems : Evolutions in Design*(pp. 13-34). Hillsdale, NJ : Lawrence Earlbaum Associates Publishers.
- Taylor, R.P.(Ed.)(1980). *The computer in school:Tutor, tool, tutee*. New York:Teacher

College Press.

- 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, 525-532.
- Tennyson, R.D.(1981). Interactive effect of cognitive learning theory with computer attributes in design of computer-assisted instruction. *Journal of Educational Tecnology Systems*, 10(2), 175-186.
- Weiss, D.J., & Kingsburg, G.G.(1984). Application of computerized adaptive testing to educational problems. *Journal of Educational Measurement* 21(4). 361-375.