

지능형 교육 시스템의 통합 모형 탐색 연구

허 균[†] · 강 승 희
([†] 부경대학교)

A Study on the Design Method of the Integrative Intelligent Model for Educational System

Gyun HEO[†] Seung-Hee KANG

Pukyong National University

(Received August 28, 2008 / Accepted October 4, 2008)

Abstract

Education is a field that has tried to make use of the advantages of computers since they were introduced to the world. Intelligent Tutoring System and multimedia have become methods of teaching students of Computer Science, Education, Psychology, and Cognitive Science. Until now, they have been designed and produced only on the basis of a very specific domain and format. However, in the education field, most learners ask for integrated service that is practical, realizable, and sensitive to technological change.

Therefore, in this study, we would like to present the technological and formal integration model as an ITS model which acknowledges changes in the fields of technology and education. As a technological integration model, the integration model of traditional Symbolic Artificial Intelligence and Artificial Neural Networks was presented. As a formal integration model, three integration models were presented according to (a) the process of learning diagnosis (b) learners' action behaviors (c) intelligence service respectively.

Key words : Intelligent Educational System, Integrative Model

I. 서론

교육 분야에서는 21세기 정보화 시대를 열기 위한 노력이 오래전부터 있어 왔다. 멀티미디어와 컴퓨터의 교육적 활용이 중요해 짐에 따라 정부에서는 정보화교육 강화, 교육 현장에의 정보화 기기 보급, 학급 업무에의 정보화 활용 등의 정책으로 나타나고 있다 이러한 노력으로 정보

화 인프라가 구축되었으며, 2003년 OECD 통계에 따르면 학교당 컴퓨터 보유 대수는 미국에 이어 2위를 나타내었고, 학생 1인당 컴퓨터 대수는 3위를 나타내었다(OECD, 2006).

정보기술의 발전과 더불어 교육시스템도 여러 가지 유형의 형태로 진화되고 발전되어 오고 있다. 학습의 보조 도구로써 컴퓨터를 도입하는 컴

[†] Corresponding author : 051-629-5510, gyunheo@pknu.ac.kr

퓨터보조학습(CAI: Computer Assisted Instruction)의 개념이 1960년대 초반에 도입된 이후 컴퓨터 관리학습(CMI: Computer Management Instruction), 학습관리시스템(LMS, Learning Management System), 지능형 교육시스템(ITS: Intelligent Tutoring System)으로 발전되어 오고 있다. 특히 지능형 교육시스템은 학문적으로 컴퓨터과학, 교육학, 심리학, 인지과학 등의 통합적 관심 대상이 되었으며, 인공지능의 발전과 더불어 발전하고 있다.

교육시스템의 기술적 발전에도 불구하고 최근 학습자들이 경험하는 교육 콘텐츠 서비스는 지능적 기술 서비스를 제대로 반영하지 못하는 경향이 있다. 예를 들면, 최근의 교육 콘텐츠의 상당 부분들은 플래시 애니메이션, 동영상 강좌, 웹 기반 형태의 콘텐츠 등의 유형으로 제작되고 있다. 개발 측면에서 보다 세련된 디자인으로 보다 빠른 시간에 만들 수 있는 여건이 성숙하였지만, 학습자의 특성, 수준 등을 고려한 최적화된 지능형 교육서비스는 여전히 찾아보기 힘든 실정이다. 이러한 배경에는 급변하는 기술적 발전과는 달리 어플리케이션에 의존하여 콘텐츠를 제작해야 하는 어려움과 교육이라는 특수한 영역에 대한 이해 부재로 인한 기술적 접목의 어려움 때문일 것이다.

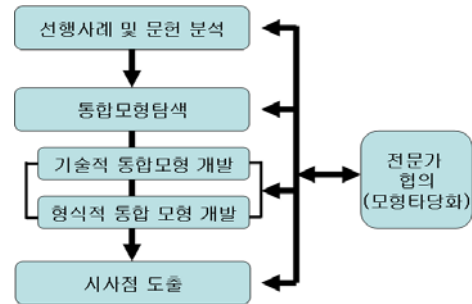
전통적 알고리즘 기반 인공지능 시스템의 한계점을 극복하기 위한 노력으로 최근에 신경망 기반 기술들이 나타나고 있다. 다양한 분야에서 두 기술을 통합하려는 시도는 있어왔지만 지능형 교육시스템에서는 이러한 노력이 부족하였다. 두 기술의 통합은 현재 교육시스템이 가진 한계점을 극복하고 교육 영역에 있어서 보다 효율적이고 효과적인 시스템으로 성장하는데 기여할 것으로 기대된다.

본 연구에서는 지능형 교육시스템의 연구동향을 알아보고, 지능형 교육시스템을 설계할 때 고려될 수 있는 기술적 통합모형과 교육 형식적 통합모형을 탐색하고자 하였다.

II. 연구 절차 및 방법

기술적 관점과 교육 형식적 관점에서 최적의 통합적 지능형 교육시스템 모형 탐색을 위해 연구 절차 및 방법을 [그림 1]과 같이 도식화 하였다.

첫째, 선행연구 및 문헌 분석을 실시하였다 이를 통하여 지능형 교육시스템의 등장 배경과 개념, 구성, 연구 동향을 탐색해 보았다 그리고 최근 기술적 진보로 나타난 신경망을 적용한 인공지능 연구의 개념 장단점 및 교육에서 적용한 사례들을 탐색하고 정리하였다.



[그림 1] 연구절차 및 방법

둘째, 지능형 교육시스템 통합 모형을 탐색해 보았다. 통합모형은 인공지능 기술적 진화로 인한 기술적 통합접근과 교육이라는 영역 특수적 통합적 접근의 두 가지 관점에서 탐색되었다 이를 바탕으로 기술적 통합 모형과 형식적 통합모형을 개발하였다.

셋째, 전문가 협의 과정이다. 전문가 협의를 통하여 개발된 모형의 수정과 함께 최종 모형의 타당성을 확보하려고 계획하였다. 지능형교육시스템의 통합 모형의 타당성을 확보하기 위하여 개발 모형을 전문가의 의견을 묻는 선행연구(나일주, 정현미, 2001)에서 사용한 타당성 도구를 바탕으로 전문가 의뢰 문항을 제작하였다. 전문가의 의견 의뢰 문항에는 설명력, 유용성, 타당성, 이해도, 보편성 및 기타 의견을 5점 리커트 척

도로 묶는 것으로 구성되었다.

마지막으로 개발되어진 모형이 주는 시사점을 도출하였다. 지능형 교육시스템의 통합방향을 기술적 관점과 교육 형식적 관점의 모형이 주는 의미를 제안하였다.

본 연구는 다음과 같은 연구의 제한점을 가진다. 지능적 교육시스템의 기술적 통합 방식에서 나타날 수 있는 유형, 유형별로 가지는 특징, 발생할 수 있는 문제점으로 연구 영역을 한정하여 모델 탐색이 이뤄졌다. 그리고 교육 형식적 통합 방식에서는 학습자 진단과정에서 나타날 수 있는 통합 모형, 학습자의 활동 행태에서 나타날 수 있는 통합 모형, 교육에 특화된 지능형 서비스 유형에 따른 통합 모형으로 한정하여 모델 탐색이 이뤄졌다.

Ⅲ. 문헌 분석

1. 지능형 교육 시스템(ITS, Intelligent Tutoring System)의 개념

ITS 연구는 학습(learning)을 지원하고 이해하기 위한 인지과정 모델에 바탕을 두고 있다. 목적은 학습 과정에서 학습자의 특별한 요구와 관심을 이해하고 이끌어냄으로써 학생에게 적용하는 최적의 교육 서비스를 제공하는 것이다. 이러한 서비스는 학습자의 인지적 상태를 알기 위해 행동을 진단해야 하고, 진단 과정은 학습자 모델을 근거로 하여야 한다(Derry & Lajoie, 1993; Kaplan & Rock, 1995; Koedinger & Anderson, 1993; Winkels, 1992).

ITS는 학습 및 문답을 통해 학습자의 지식수준을 파악하며 그 수준에 맞는 학습을 하도록 설계된 지능을 갖춘 시스템으로 이해될 수 있다(박은혜, 1992). 이상구와 정재현(1995)의 연구에서는 ITS를 (1) 해당분야 전문가에 의한 교육내용 결정, (2) 컴퓨터에 구현 가능한 시나리오 모델로의 표현, (3) 구성된 학습 내용에 대한 학습자의 수

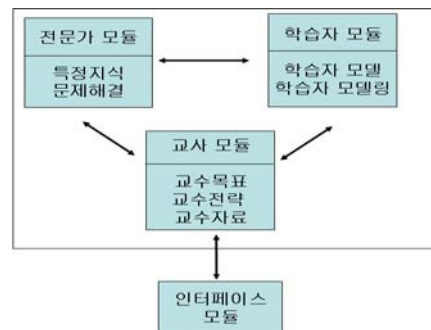
준을 판단하기 위한 학습자 모델 (4) 학습 내용과 학습자 모델로 이루어지는 교육 계획의 자동 수립 (5) 학습자와의 지속적인 피드백에 의한 교육 스케줄의 동적변화라고 주장하였다. 이러한 주장은 학습자의 이해를 바탕으로 지능적 교육 서비스를 제공하는 관점을 잘 반영하고 있다.

ITS는 인공지능의 개념을 학습용 프로그램이나 교수용 프로그램에 직접 응용한 결과물로서 사람이 가르치는 것과 비슷하게 진행하고, 학습자에 대한 세밀한 진단과 분석을 통해 개별적인 학습을 지도하며, 방대한 데이터베이스를 바탕으로 학습자의 학습 진도와 향상 속도에 맞추어 학습의 전체적인 측면을 관리하고 보조해 줄 수 있는 '지능적 교수시스템'이라고 할 수 있다.

2. ITS의 구성

ITS의 기능적 구성요소는 [그림 2]와 같이 주요기능을 나타내는 전문가 모듈 학습자 모듈, 교사 모듈의 세 가지 모듈과 사용자와 직접 상호작용을 담당하는 인터페이스 모듈로 구성된다.

[그림 2]는 ITS의 구성요소를 나타낸다. 전문가 모듈(Expert Module)은 어떤 사실을 분류하고 처리하며 해결하는데 있어서 전문가의 지식이나 방법을 담고 있다. 이때 전문가의 지식들은 특정전문지식(Domain Knowledge)을 나타내고 이것을 분류하고 표현하는가에 대한 영역의 모듈이다.



[그림 2] 기존의 ITS 모델 구성요소
(이기호, 최영미, 1993 재구성)

전문가의 특정지식들의 유형에 따라 최적의 문제해결을 하는 규칙과 원리들이 포함된다. 학습자 모듈(Student Module)은 학습자의 인지적 형태에 따라 학습자가 가지는 오개념과 오류 등을 분석하기 위한 인지적 모형인 '학습자 모델'과 이를 학습자의 응답으로 부터 찾아내는 학습자 모델링으로 구성된다. 교수 모듈(Teaching Module)은 학습자 모듈에서 파악된 정보를 바탕으로 학습내용을 어떠한 목표, 전략, 자료를 통하여 표현하는 모듈이다. 인터페이스 모듈(Interface Module)은 학생과 컴퓨터간의 상호작용을 담당하는 곳이다. 상호작용의 용이성을 높이고 학생들에게 동기를 부여할 수 있도록 하기 위하여 학습자들의 능동적인 참여를 제공하는 학습 환경이 포함된다.

3. ITS 관련 연구 동향

전통적인 ITS 연구들은 전문가 시스템에서 교수 규칙들을 분리하여 교육 지능형 시스템모형을 구축하는 데에 초점이 맞춰져 있다. 이러한 연구들에는 <표 1>의 BUGGY, SOPHIE, WEST, GUIDON 등의 시스템 연구들이 포함된다. MYCIN은 의사들의 전문적 진단 과정에 대한 지식 영역을 컴퓨터 시스템으로 구축한 것인데, GUIDON은 MYCIN의 규칙들을 바탕으로 교수 규칙을 독립적으로 분리하려는 시도가 있었다.

<표 1> 전통적 지능형교육시스템 관련 연구 (이기호, 최영미, 1993 재구성)

연구주제	내용	비고
BUGGY 시스템	다단계 백셈 문제 풀이 기법을 배우기 위한 것으로 발견된 학습 환경인 컴퓨터 코칭 모델로 개발	학습자 실수 원인 진단
SOPHIE 시스템	학습자 생각을 이끌어 내고 실험하고 필요시 수정할 수 있게 지원하는 컴퓨터 개인교사 구성	BUGGY 시스템을 발전 시킴
WEST 시스템	컴퓨터 게임 환경에서 산술식의 구성 방법을 가르치기 위해 고안된 프로그램	
GUIDON 시스템	의학 진단 문제를 가르치기 위한 교육시스템, 상호 주도형 대화 기법	MYCIN 시스템을 기반 교수모듈 추가

[그림 2]의 모델 구축을 위한 모듈들을 구축하고 대부분의 ITS 프로그램은 크기와 복잡성 때문에 기존의 교육시스템에서 ITS의 구성요소인 가르칠 내용, 교수전략, 학습자 지식 등을 모두 만족시키지 못하고 대부분은 단일 구성요소 개발에 초점을 맞추고 있다. 이러한 ITS에 관한 대표적인 연구에는 BUGGY 시스템, SOPHIE 시스템, WEST, GUIDON 등이 있다(이기호, 최영미, 1993).

BUGGY, SOPHIE, WEST, MYCIN, GUIDON 등이 전문가 시스템 기반의 연구였다면, ELM-ART는 신경망 이론을 적용한 연구였다. 최근의 국내 연구에서도 <표 2>와 같이 지능형 교육 시스템과 관련하여 다양한 시도가 나타나고 있다(강신천, 2003; 유정수, 2004; 신지연, 2002; 홍지영, 2004).

<표 2> 지능형교육시스템 관련 연구 유형

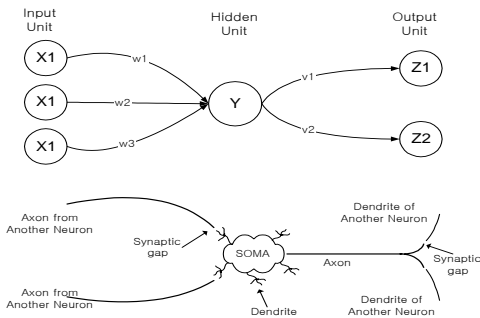
연구 유형	내용	활용 기술
지능적 개별화 시스템 관련 연구	학습 휴리스틱 기반 보충학습 PUSH 시스템 설계 및 구현(신창하, 2003) 개인화된 학습 자료 추천 시스템 설계 및 구현(안대환, 2002) 수준별 학습 지원 웹기반 지능형 교육 시스템의 설계 및 구현(김선익, 이상용, 2001) ELM-ART(Brusilovsky et al., 1996)	인공 지능 / 신경망
적용형 하이퍼미디어 시스템 연구	학습자 모델링에 기초한 적용적 웹 에이전트 개발(강신천, 2003) 학습자의 특성과 수준에 맞는 학습 경로를 제공하는 시스템과 사용자 모형 개발(유정수, 2004) 웹기반 학습환경에서 개별 적응적 피드백을 지원하는 e-SRM 시스템의 설계 및 구현(백장현, 김영식, 2004) 적용적 이터닝 시스템 및 웹기반 교육시스템(Shute & Towle, 2003; Peylo, 2003)	인공 지능
하이브리드형 협력학습 시스템 연구	웹 에이전트를 탑재한 교육용 시스템 개발 및 온라인 토론에서 상호작용 분석(차정호, 2003)	에이전트
모델 연구	학습객체 기반 개별화 학습모형 연구(홍지영, 2004)	

4. 신경망의 개념과 구조

지능형 시스템에 신경망 이론이 도입됨으로써 기술적 관점에서 획기적 진보를 가지고 오게 되었다. 신경망의 개념을 교육 시스템에 적용하기 위한 기초적 개념을 탐색해 보면 다음과 같다

신경망은 프로그램이나 데이터 구조 등의 동작 원리를 인간 뇌의 뉴런 동작방식에 비유하여 적용함으로써 나타난 시스템이다. 이 개념은 프로이드 이론에서 인간의 두뇌를 신경들의 망이라고 주장하는데서 비롯되었다(김은주, 이일병, 1988; 이철환, 한선관, 1999). McCulloch와 Pitts는 1943년에 “신경 활동에 내재하는 논리적 연산 개념”을 도입하였고, Minsky는 1951년 신경망 컴퓨터로 미로 학습 문제를 해결하여 실용화 가능성을 보여 주었다(권순창, 1997 재인용).

신경망은 노드, 연결(Connection), 가중치로 구성된다. 이들 노드들은 네트워크 상의 역할에 따라 입력노드(Input Unit), 은닉노드(Hidden Unit), 출력노드(Output Unit)의 세 부분으로 나뉘어 진다(김대수, 1992). [그림 3]은 신경망의 구성과 신경세포의 구성을 비교하고 있다.



[그림 3] Neuron과 Neural Network의 구조
(이철환, 한선관, 1999; 정환목, 1999)

신경망의 형태는 퍼셉트론(perceptron), 역전파망(Back propagation network), 자율신경망(SOM: Self-Organization Map)등으로 구분할 수 있다. 퍼셉트론은 Ronsenblatt이 1958년에 제안하였으

며 입력부, 중간부, 출력부로 구성되었다. 역전파망은 기존의 퍼셉트론 모형에 여러 개의 중간(은닉) 계층을 도입하여 출력을 유도하는 형태이다. 다층퍼셉트론이나 역전파 알고리즘의 경우는 교사신호가 있어야만 학습할 수 있는 교사학습(Supervised learning)으로써 스스로 학습할 수 없다. 자율 신경망은 교사신호 없이 스스로 학습을 할 수 있는 능력을 이용한 신경망 모델이 코호넨에 의해서 제안되었으며, 음성인식과 음성타자기 등에 이러한 기술이 널리 이용되고 있다(김대수, 1992; 이철환, 한선관, 1999; 정환목, 1999).

5. 신경망의 장단점과 교육적 활용 사례

오랫동안 신경망 연구는 이론적으로 연구되어 왔는데 최근 컴퓨터 기술의 비약적인 발전과 효율적인 학습 알고리즘 및 강력한 다층 신경망의 개발로 산업 현장에 실용화 되고 있다

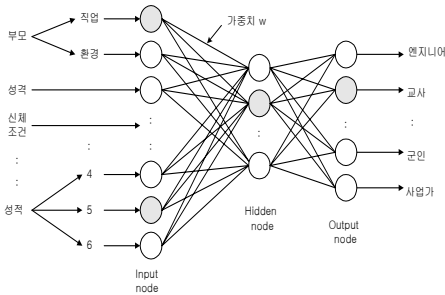
<표 3> 신경망의 장단점 (권순창, 1997)

장점	단점
비선형적이고 적응성이 뛰어남 병렬분산처리에 효과적임 불확실한 자료처리가 뛰어나 패턴인식 및 근사 기능에 효과적임	수집·훈련 자료가 큰 영향을 끼침 설계가 복잡하고 시간이 많이 소요됨. 근거나 효과적 설명력이 부족함.

하지만 그 사용에는 <표 3>과 같은 근본적인 제약점이 있다. 그러므로 근사, 최적화, 분류, 예측, 일반화 등과 같은 실제 문제를 적용하기 위해서는 신경망의 장,단점을 고려하여야 한다(권순창, 1997).

[그림 4]는 신경망을 교육에 이용하여 학생의 성격과 환경, 흥미도 등의 자료를 가지고 있는 생활 기록부를 이용하여 학생에게 적합한 직업과 진로를 탐색하여 결정하는 과정이다(이철환, 한선관, 1999). 진로결정과정에서 신경망의 이론을 적용한 사례를 나타내고 있다. 이처럼 신경망은 학

습자 진단, 학습자 모델링 등의 여러 가지 형태로 응용되어 나타날 수 있다.



[그림 4] 신경망을 이용한 진로 교육의 적용 예(이철환, 한선관, 1999)

IV. 통합 모형 탐색

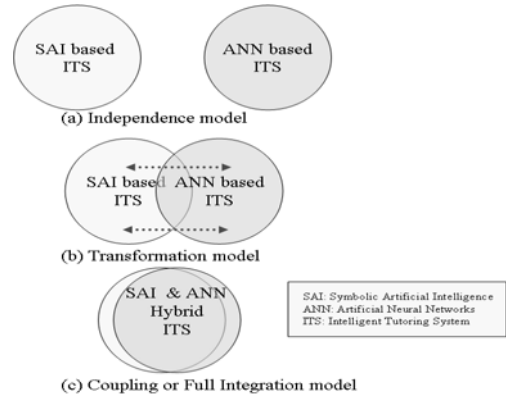
본 연구에서는 지능형 교육시스템의 통합적 접근을 위해 기술적 관점과 교육 형식적 관점으로 구분하였다. 기술적 통합 모형은 지능형 교육시스템을 구현하기 위한 전통적 기술과 최근의 기술의 결합적 관점에서 접근하였다. 교육 형식적 관점은 지능적 시스템이 '교육'이라는 상황에서 나타날 수 있는 변인들을 바탕으로 학습 진단 학습자 행태, 지능형 시스템 유형에 따라 구분하여 모형을 제안하였다.

1. 기술적 통합 모형

지능형 교육시스템의 기술적 통합모형은 다소 이질적인 두 기술의 통합 형태에 따른 모형을 제안하고 있다. 전통적 지능형 시스템(SAI¹⁾를 기반으로 구축되었으며 전문가 시스템과 같은 기존의 전문지식을 바탕으로 컴퓨터가 판단할 수 있는 기능을 제공하고 있다. ANN²⁾ 기반의 신경망 네트워크 이론은 패턴인식, 추론, 기계학습 등과 같이 학습을 통하여 지능적 서비스를 강화할 수 있는 최신 이론이다.

1) SAI : Symbolic Artificial Intelligence 전통적인 알고리즘 기반의 인공 지능 시스템

2) ANN: Artificial Neural Networks 신경망 기반의 인공지능 시스템



[그림 5] 기술 결합 관계적 ITS 통합 모형

[그림 5]와 같이 ITS와 신경망이 결합하는 관계에 따라 독립적 모형(Independence Model), 전이적 모형(Transformational Model), 완전 결합 모형(Coupling or Full Integration Model)로 구분할 수 있다. 먼저, 독립적 모형(Independence Model)은 [그림 5] (a)와 같이 ITS내의 Expert Module과 신경망(NN: Neural Network)이 독립적으로 존재하게 된다. 즉, 같은 문제를 해결하기 위한 두 개의 시스템이 존재하게 되고 학습자나 사용자는 둘 중 자신에게 맞는 경우를 선택해야 한다. 이러한 독립적 모형은 다음과 같은 세 가지 주요한 목적을 가진다. 첫째, 두 가지 형태의 추론 결과 실행의 가능성을 제안 받을 수 있다. 신경망에 의해 생성된 해결책과 논리적인 귀추에 의한 결론을 모두 살펴볼 수 있다. 둘째, 학습자는 현재 존재하는 ITS내의 전문가 모듈이나 지식 베이스에서 받은 결과를 신경망에 의해 다시 결과를 확인해 봄으로서 신뢰성을 가질 수 있다. 셋째, 점점 더 많은 ITS의 데이터들이 신경망에 의해 생김으로써 더욱 발전된 시스템이 될 것이다.

하지만 이러한 모형은 다음과 같은 단점이 있다. 첫째, 전문가 모듈이나 다른 모듈내의 전문가적 기능을 담당하는 부분을 신경망으로 다시 만들어야 하며, 둘째, 두 시스템이 독립적이기 때문에 서로의 약점을 보완 할 수 없으며 각각의 유

지 보수가 들어가며 자료 추가시 많은 의미의 혼돈과 혼란을 가지고 올 수 있다는 점이다 (Medsker, 1992).

다음으로, 전이적 모델(Transformation Model)은 [그림 5]의 (b)와 같이 독립적 모델과 그 결과 값이 SAI 기반 ITS와 ANN 기반 ITS 사이에 독립적으로 존재한다는 점에서 유사성이 있다. 하지만 처음 시작은 SAI 기반으로 하더라도 과정이나 결과에서 ANN 기술을 활용할 수 있고 그 반대의 경우도 가능하다는 차이점이 있다. 전이적 모델은 Expert-Neural Transformation ITS와 Neural-Expert Transformation ITS의 두 가지 형태가 나타날 수 있다. 장점은 개발자에게 하나의 시스템에서 유지와 보수 등을 신속히 할 수 있다는 점과 변환 작업에 의해 사용자나 개발자에게 적합한 환경을 제공해 준다. 한계점은 전이(Transformation)시 정확하고 완전하게 변환을 시켜주지 못하고 그 방법이 알려져 있지 않다는 것이다. 그리고 일단 한번 변환 한 후 다시 변환할 경우 새로운 방법과 노력이 필요하다.

마지막으로, 완전 결합 모델은 외부 데이터의 이동 보다는 메모리를 경유하여 한 시스템 내에서 독립적으로 처리하기 때문에 속도가 빠르며 이상적인 모델이다. 이 모델은 선처리기(Preprocessing)방식, 후처리기(Postprocessing)방식, 상호협조적(cooperative)방식의 세 가지 형태를 가진다. 선처리기 방식은 지식기반(Knowledged-based)시스템에 기반을 둔 독립적 에이전트들(Agents) 간에 데이터를 공유함으로써 상호작용을 촉진시킨다. 즉, 앞 데이터들을 신경망 처리기로 먼저 처리하고 그 결과를 바탕으로 결정값이나 룰(Rule)을 정한다. 패턴의 인식이나 데이터마이닝 등과 교육을 응용한 ITS분야에 적용될 수 있다.

후처리기 방식은 학습자 진단, 병원 진료, 학습자 모니터링 등에 응용될 수 있는 것으로 정해진 규칙을 바탕으로 데이터와 규칙 등이 결정되기 때문에 신경망에 의해 수행되는 선처리기 방식과

는 반대적 개념이다.

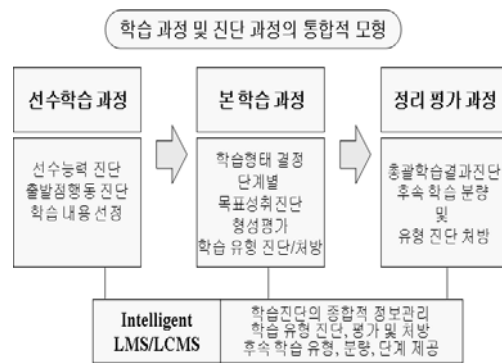
상호 협조적 방식은 상호 방향성을 가지며 양쪽에서 동시에 데이터를 처리하는 방식이다. 반복적인 문제해결이나 상호 결정 문제 부분에 응용될 수 있다.

2. 형식적 유형에 따른 통합 모형

앞 절에서는 기술적 결합 관계에서 나타나는 SAI 기반의 ITS와 ANN 기반의 ITS의 통합 모형을 살펴보았다. 여기에서는, '교육'과 관련된 여러 형식적 유형에 따라 지능형 교육시스템이 어떻게 통합 설계 되어야 하는지 탐색하고자 한다.

2.1 학습 진단 과정에서 통합 모형

지능형 교육시스템의 중요한 기능 중 하나는 학습자나 학습 과정을 지능적으로 진단하고 평가하여 피드백을 주는 것이다. 교수-학습의 상황에서 진단 과정이 나타날 수 있는 상황을 [그림 6]과 같은 통합 모형형태로 나타낼 수 있다



[그림 6] 학습 진단 과정의 통합적 모형

이 모형에서는 학습의 시간적 순서에 따라 선수학습 과정, 본 학습 과정, 정리평가과정, 지능형 학습 및 학습 콘텐츠 관리시스템으로 구분하고 있다.

선수학습 과정에서는 학습자의 출발점 행동, 선수학습 능력을 진단하고 학습자의 요구에 맞는

학습 내용과 과정을 처방하는 것이 중요한 활동이다.

본 학습과정에서는 학습 형태를 결정하고 각 단계별 목표 성취를 확인하기 위한 형성 평가와 관련이 되어 있다. 학습의 단계별 성취과정에서 학습 내용의 양, 학습 유형 등의 처방이 이뤄질 수 있다.

정리 평가 과정은 단원과 같은 한 유닛에 해당되는 학습 후 학습자의 총괄적 능력을 진단하는 과정이다. 이를 통해 본 학습 과정의 부족한 부분을 파악할 수 있으며 지능형 학습 및 학습 콘텐츠 관리 시스템에 의해 보충학습이 이뤄질 수 있다.

학습 진단 과정 통합모형을 바탕으로 <표 4>과 같이 네 가지 유형의 학습자 진단을 구분할 수 있다. 네 가지 유형에는 사전 학습자의 능력을 평가하는 제 1 유형, 학습과정에서 학습자의 학업 성취 정도를 형성적으로 평가하는 제 2 유형, 학습을 마친 후 결과에 대해 총괄적으로 평가하는 제 3 유형, 학습 결과들에 대해 지능적으로 관리하는 제 4 유형으로 나눌 수 있다.

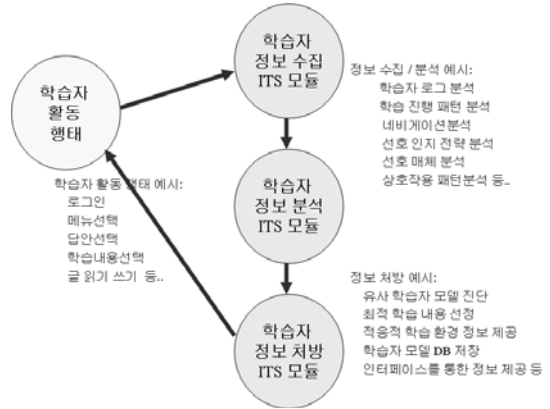
<표 4> 학습 진단 과정 유형

학습자 진단 과정	핵심 내용	비고
제 1 유형: 사전 진단	선수학습진단	선수능력, 출발점 행동 (학습내용) 판단
제 2 유형: 학습 과정 진단	형성 평가	학습 과정에서 단계별 목표 성취 여부 확인
제 3 유형: 학습 결과 진단	총괄 평가	총괄적 학습 결과 확인
제 4 유형: 학습 관리 진단	결과 관리	학습 진단에 대한 정보 통합 관리 정보 제공

2.2 학습자 활동 행태의 통합 모형

학습자가 어떠한 행태를 보이느냐에 따라 지능적으로 반응하는 교육시스템을 제안할 수 있다. 이제까지의 지능형 시스템이 전문가 모듈, 평가 모듈, 학습자 모듈 등으로 학습자의 학습 오류와 학습 결손에 관심을 두었다면, 통합모형은 [그림 7]과 같이 학습자의 행동패턴이나 활동 행태로부

터 지능적 서비스를 제공하는 모형이다. 지능적 서비스는 지능적 인터페이스 변화, 학습자의 활동 공간 변화, 학습자의 동기 유발 요소 변화 등으로 나타날 수 있다.



[그림 7] 학습 활동 행태의 통합적 모형

[그림 7]과 같이 학습자의 활동 행태는 로그인, 메뉴선택, 학습내용 선택 등과 같이 다양하게 나타난다. 학습자 정보수집 ITS와 학습자 정보 분석 ITS에서는 학습자 로그 분석, 선호 인지전략 분석, 선호 매체 분석 등을 통하여 최적의 학습 정보를 제공할 수 있다.

<표 5> 학습자 행태 및 정보수집 유형

학습자 행태 유형	핵심내용	비고
제 1 유형: 시스템 반응 행태	로그정보 선택정보	학습자의 접속시간, 선호컬러 등의 분석을 통한 지능적 인터페이스 제공
제 2 유형: 학습내용 반응 행태	활동 성향 학습 유형	자기주도형, 협력 학습형 등에 따라 지능적 활동 공간 (Activity Space) 제공
제 3 유형: 정서적 반응 행태	동기 정보	학습 동기와 관련 깊은 동기 정보 제공

학습자의 행태 유형은 <표 5>와 같이 세 가지로 구분해 볼 수 있다. 제 1 유형은 학습자의 로그 정보 분석을 통하여 접속시간, 선호하는 컬러, 선호하는 유형의 학습스타일 등의 정보를 수집한

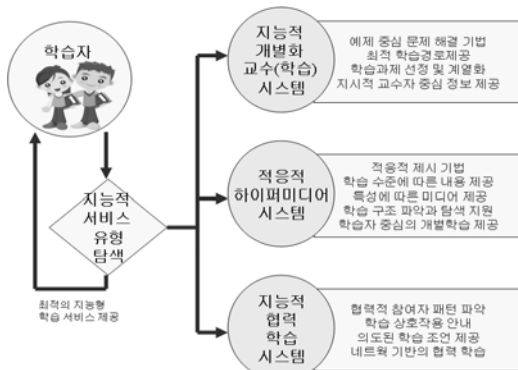
다. 이를 통해서 학습자에게 최적의 인터페이스 환경을 제공하는 역할을 한다. 예를 들어, 학습자가 시간에 따라 새벽형 학습 스타일이라면 환경에 있어서도 새벽을 나타내는 인터페이스와 배경화면 등을 제공해 줄 수 있을 것이다.

제 2 유형은 학습자의 활동 성향, 학습 유형을 분석함으로써 학습자에게 적합한 학습 활동 공간을 제공해 주는 모델이다. 학습자의 반응에 따라 학습자가 자기 주도적인지 협력 학습 형태를 선호하는지 분석을 통하여 주요 학습내용의 학습 전략으로 개별학습, 실험학습, 협력학습 등의 학습 전략 패턴을 결정하는 역할을 한다.

제 3 유형은 학습자의 목표와 관련된 동기정보를 제공한다. 동기 정보는 학습의 형태에 따라 주의 유발 정보, 관련성 있는 정보, 확신을 주는 정보, 만족감을 주는 정보로 구분해 볼 수 있다. 이 중 학습자의 선순위 목표와 연관된 동기 정보를 지능적으로 제공해 줌으로써 학습 효율과 효과를 극대화 할 수 있을 것이다.

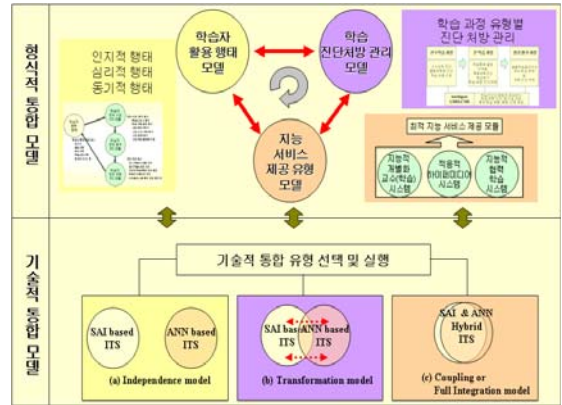
2.3 지능 서비스 유형에 따른 통합 모형

개별화 학습을 지원하는 지능형 교육시스템은 서비스 유형에 따라 세 가지 서비스 유형으로 모형화 할 수 있다.



[그림 8] 지능 서비스 유형에 따른 통합 모형

[그림 8]은 학습자가 학습활동에서 통합된 지능형 교육시스템에서 학습 상황에 따라 차별적인



[그림 9] 지능형 교육 시스템의 종합적 통합 모형 제안도

서비스를 받을 수 있는 것을 모형으로 나타내고 있다. 이를 간략히 세 가지 유형으로 <표 6>과 같이 정리하고 있다.

제 1 유형은 개별 학습자의 교육내용을 체계적으로 처방할 수 있는 지능형 개별화 교수(학습) 시스템이다. 학습 목적과 요구를 학습자로부터 분석하여 최적의 교육과정 내용을 선택하여 제안한다. 지시적 교수자 중심의 정보를 제공하고 학습과제 선정과 계열화에 지능적 정보 서비스를 제공한다.

<표 6> 지능형 시스템 유형

지능시스템 유형	핵심내용	비고
제1유형: 지능 개별화 교수 시스템	교육과정 계열화 적 용	학습 목적과 요구를 체계화하여 학습자가 최적의 학습 경로를 찾게 함
제2유형: 적응적 하이퍼미디어 시스템	적응적 시스템	개별 학습자의 특성에 따라 학습내용과 미디어 유형을 변화시켜 적응시킴
제3유형 지능적 협력학습 시스템	협력 시스템	학습자나 교수자의 행위를 시스템에 반영하여 학습

제 2 유형은 개별학습자의 특성에 맞는 내용과 함께 인지적 특성, 매체 선호도 등을 반영하는 적응적 하이퍼미디어 시스템이다. 가장 큰 특징은 학습자에 적응하는 것이다. 학습자 수준에 따라 학습 내용을 제공하고, 선호하는 특성에 따라

미디어를 제공하여 학습자 중심의 개별학습을 제공하는 서비스 유형이다.

제 3 유형은 학습 상태에서 지능적 협력 학습 시스템을 제공한다. 협력하는 참여자의 패턴을 파악하여 조언해 주고, 학습 상호작용을 안내하며 의도된 학습 조언해 준다.

3. 통합 모형의 타당화 결과

개발모형의 타당도를 확인할 수 있는 도구(나일주, 정현미, 2001)를 바탕으로 관련 분야에 전문가로 활동하고 있는 5명의 전문가(컴퓨터 교육 박사 1인, 교육공학 박사 2인, 멀티미디어 박사과정 1인, 교육공학 박사과정수로 1인)에게 모형과 설명 자료를 보내고 전문가 피드백을 의뢰한 결과 평균값은 4.28(5점 기준), 설명력 4.20, 유용성 4.60, 타당성 4.00, 이해도 4.20, 보편성 4.40으로 나타났다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 기술적 관점에서 ITS와 신경망의 교육적 적용에 관해 살펴보고, 지능형 교육 시스템의 기술적 통합에서 나타날 수 있는 모형과 교육 형식적 통합모형을 탐색해 보았다 이를 바탕으로 연구 결론을 정리해 보면 첫째 기술적 측면에서는 전통적 인공지능 기법과 신경망 기법의 통합 방식으로 독립적 모델, 전이적 모델, 완전 결합 모델을 제안하였고, 둘째, 형식적 측면에서는 학습자 진단과정에서의 통합모형, 학습자 활동 행태에 따른 통합 모형, 지능 서비스 유형에 따른 모형을 제안하였다.

제안된 모형으로부터 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있다.

첫째, 기술적 통합모형을 통해 최적의 지능형 교육시스템 구현에서 발생할 수 있는 예측 가능한 문제와 해결방안을 제시해 준다. 이를 통해 기술통합의 정책적 결정이 가능하게 해 준다. 전

통적 전문가 시스템 기술과 신경망 기반의 기술을 통합할 때 발생할 수 있는 여러 가지 문제점들과 해결방안을 미리 파악함으로써 올바른 의사 결정에 도울 수 있는 것이다.

둘째, 여러 유형의 기술 통합모형에 따른 특징과 장단점을 미리 파악함으로써 최적의 지능형 교육시스템을 구현에 도움을 준다. 전통적 방식과 신경망을 이용한 방식이 어떻게 통합되어야 하는지 각 유형에 따른 특징, 장단점 등을 미리 파악하여 상황에 따른 최적의 교육시스템 구현을 할 수 있는 개념적 도구를 제공해 준다.

셋째, 교육이라는 특수한 분야에 특화된 지능형 시스템 구현을 위한 개념적 도구를 제공한다. 기술적 모형 뿐만 아니라 교육의 상황에서 적용할 수 있는 형식적 통합모형을 제시함으로써 진단(평가), 활동행태, 그리고 지능 서비스 유형에 따른 처방 방안을 구체적으로 모형으로 제시하고 있다.

본 연구는 지능적 교육 시스템을 설계할 때 거시적 관점에서 기술적 통합 방안에서 나타날 수 있는 문제점을 분석하고 해결할 수 있는 방안으로 3가지 형태의 모델을 제안한 것에 효용적 가치가 있을 것이다. 이와 함께 교육의 형식적 측면에서 학습자 활용 행태, 학습자 처방 및 관리, 지능 서비스 제공의 유기적 관계를 제안함으로써 지능형 교육 시스템을 설계할 때 방향을 제안하였다.

본 연구가 거시적 관점의 결합 관계나 유형들을 정리하였다면, 향후 연구에서는 미시적 유형들을 모형화하고 구현할 수 있는 연구로 이어져야 할 것이다. 예를 들면, 형식적 통합 모델 내의 학습자 활용 행태 모델은 연구자의 관점에 따라 학습자의 인지적 모델이나 학습자의 심리적 모델 혹은 학습자의 동기적 모델이 될 수가 있다. 또 다른 예로 기술적 통합 모델을 세 가지로 제안하였는데 실제 구현 과정에서 어떠한 것이 효과적이고 효율적인지 비교 하는 연구로 이어져야 할 것이다.

참고 문헌

- 강신천 (2003). 학습자 모델링에 기초한 적응적 웹 에이전트의 개발. 한국교원대학교 박사학위 논문.
- 권순창 (1997). 다변량 자료 분류를 위한 교육용 신경망 시뮬레이터 개발에 관한 연구. 교육공학연구, 13(1), 99-115.
- 김대수 (1992). 신경망 이론과 응용 (I). 하이테크정보.
- 김선익, 이상용(2001). 수준별 학습을 지원하는 웹 기반 지능형 교육시스템의 설계 및 구현 한국학교수학회논문집 4(1), 60-80.
- 김은주, 이일병 (1998). 자료발굴과 신경회로망/기계학습. 한국경영과학회, SIGDM98(1), 62-82.
- 나일주, 정현미(2001). 웹기반 가상교육 프로그램 설계를 위한 활동모형 개발. 교육공학연구, 17(2), 27-52.
- 박은혜 (1992). 효과적인 ITS(Intelligent Tutoring Systems)의 설계를 위한 지식표현기법에 관한 연구. 한양대학교 석사학위논문.
- 백장현, 김영식(2004). 웹 기반 학습 환경에서 개별 적응적 피드백을 지원하는 e-SRM 시스템의 설계 및 구현. 정보교육학회논문지, 8(3), 307-320.
- 신창하 (2003). 학습자의 학습 휴리스틱 기반 보충학습 PUSH 시스템 설계 및 구현. 한경대학교 석사학위논문.
- 신지연 (2002). 웹기반 교육에서 학습자별 학습 현황 분석에 관한 연구: 웹 로그 마이닝을 중심으로. 이화여자대학교 석사학위논문.
- 안대환 (2002). 개인화된 학습자료 추천 시스템의 설계 및 구현. 경기대학교 석사학위논문.
- 이기호, 최영미 (1993). 지능형 교육 시스템 개론 교학사.
- 이상구, 정재현 (1995). 지능형 멀티미디어 교육 시스템의 교수 모델과 학습자 모델. 한국정보과학회지, 22(7), 1078-1089.
- 이철환, 한선관 (1999). 교육에서 효율적인 정보 활용을 위한 데이터 마이닝 기법. 한국정보교육학회 논문지 3(1), 75-85.
- 유정수 (2004). 교육용 적응적 하이퍼 미디어 시스템의 사용자 모형 개발. 정보교육학회논문지 8(4), 547-554.
- 정환목 (1999). 21세기를 향한 지능정보시스템 원론. 21세기사.
- 차정호 (2003). 개별화 웹 에이전트를 탑재한 화학교육 홈페이지의 개발과 온라인 토론에서 상호작용 분석. 서울대학교 박사학위논문.
- 허균, 변혜란 (2002). 지능형 교육 시스템에서 신경망을 적용한 모델 설계. 한국정보교육학회 동계발표대회, 208-215.
- 홍지영(2004). 학습객체 기반 개별화 학습 모형 연구. 한국교원대학교 박사학위 논문.
- Derry, S. J. & Lajoie, P. (1993). A middle camp for intelligent instructional computing: An introduction. In P. Lajoie & S. J. Derry(eds.), "Computers as cognitive tools"(1-11). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fausett, L. (1994). Fundamentals of Neural Network. Prentice Hall.
- Kaplan, R. & Rock D. (1995). New directions for intelligent tutoring. AI Expert, 1(2), 30-40.
- Koedinger K. R. & Anderson J. R. (1993). Refrying implicit planning in geometry: Guidelines for model-based intelligent tutoring system design. In P. Lajoie & S.J. Derry(eds.), Computer as cognitive tools(pp.15-45). Hillsdale, NJ:Lawrence Erlbaum Associates.
- Medsker, L. (1992). Models and Guidelines for Integrating Expert Systems and Neural Networks, Hybrid Architectures for Intelligent Systems. Abraham Kandel, Gideon Langholz(ed). The CRC Press.
- OECD(2006). Education at a Glance 2006. OECD.
- Brusilovsky, P., Schwarz, E., & Weber, G., (1996). ELM-ART : An Intelligent Tutoring System on the WWW, The Proceedings of ITS'96, 261-269.
- Shute, V. & Towle, B. (2003). Adaptive E-Learning. Educational Psychologist, 38(2), 105-114.
- Winkels, R. (1992). Explorations in intelligent tutoring and help, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications Series, Amsterdam: IOS Press.