

# 협력학습을 위한 웹 기반 지능형 교수 시스템에 관한 연구 :도형학습을 위한 스케줄링 에이전트 시스템을 중심으로

한선관\*·김세형\*\*·조근식\*\*\*

## A Study on Web Based Intelligent Tutoring System for Collaborative Learning : A Case of Scheduling Agents Systems for Figure Learning

Sun-Gwan Han\*·Se-Hyoung Kim\*\*·Geun-Sik Jo\*\*\*

### 요약

본 연구는 Web상에서 원격 협력 학습을 위한 수준별 학습자 모집 스케줄링 에이전트의 설계와 구현에 관해 제안한다. 본 시스템의 구조는 원격 교사 모듈과 여러 명의 학습자, 그리고 이를 연결해 주는 스케줄링 Agents, 학습자를 진단할 수 있는 진단 Agent로 구성된다. 컴퓨터가 분산환경으로 발전됨에 따라서 교육의 변화도 가속화되었고, 지식의 공유와 정보의 공유가 원격 협력학습에 의하여 절실히 필요하게 되었다. 원격 협력 학습에서의 학습자는 동일한 과목과 주제에 흥미를 느끼는 여러 명의 아동이 동시에 학습할 수 있는 상황이 필요하며, 선행 지식 또한 비슷한 수준이어야 동일한 주제로 학습의 효과가 있다. 이런 학습자를 판단하기 위해서 진단 Agent가 학습자를 진단하며 스케줄링 Agents의 학습자 지식에 추가한 후 스케줄링 Agents가 학습자의 기본 사항과 요구 내용을 추론하여 비슷한 수준의 학습자를 연결한다. 교사 모듈은 전통적인 ITS의 구조의 교수 학습 모듈, 전문가모듈로 구성되어 교수 학습을 할 수 있다. 이렇게 여러 명의 학습자를 연결하여 협력학습을 하기 위해서는 학습자간의 요구사항과 지식 수준 그리고 학습 가능한 시간이 같아야 하는데 이를 위해 시간을 자원으로 하는 동적 자원 스케줄링(Dynamic Resource Scheduling)으로 모델링 하였다. 본 연구에서 도형학습을 기반으로 하는 실험을 통해 구현한 원격 협력학습을 위한 지능형 스케줄링 에이전트를 평가하였다.

Key Words : Intelligent Tutoring System, Intelligent agent system, Collaborative learning, Diagnosis agent, Scheduling agents

\* 인하대학교 전자계산공학과

\*\* 인하대학교 전자계산공학과

\*\*\*인하대학교 전자계산공학과 부교수

## 1. 서론

오늘날 인터넷에 접속할 수 있는 가장 쉽고, 가장 인기 있는 방법인 웹의 등장과 함께 인터넷은 가장 중요한 교수-학습 도구로서 교사들에게 인식되고 있으며, 웹을 이용한 새로운 교수 모형에 대한 시각이 나타나고 있다. 새롭게 출현하고 있는 이 교수 모형을 Web Based Tutoring System이라고 부르고 있는데 이는 특정한 방법으로써 학습자의 지식이나 능력을 육성하기 위한 의도적인 상호작용을 웹을 통해 전달하는 활동이라고 정의 내릴 수 있다(Cho Monwon *et al*, 1998).

그러나 현재 운용되고 있는 Tutoring 시스템들은 대부분이 주어진 과제의 암기가 학습목표가 되고 있다. 암기를 강조하는 경우 학습자의 인지적 정보처리과정을 고려하지 않고 있을뿐더러 학습자의 실제 학습이 이해되었는지 판단하기 어렵다. 따라서 이들은 학습자의 심층적 사고 과정에 개입하여 적절한 자극을 줄 수 없으며, 학습자가 이미 알고 있는 내용에 새로이 학습한 정보를 의미 있게 연결시키기 어려워 진정한 의미의 학습이나 심도 있는 이해를 가져오기 어렵다. 이를 극복하기 위한 방법으로 웹 기반 하의 지능형 교수 시스템이 등장하게 되었다. 지능형 교수 시스템(Intelligent Tutoring System-ITS)은 4가지의 모듈을 가지고 있는데 학습자 모듈, 교수학습 모듈, 전문가 모듈, 인터페이스 모듈로 구성되어 있다[Shim *et al*, 1994].

웹 상에서의 ITS는 각각의 모듈이 분산화 될 수 있으며, 각 모듈은 지능적인 Agent Systems에 의하여 상호 통신과 협력적인 작업을 자율적으로 처리할 수 있다. Agent Systems는 지식과 추론 능력

을 가지고 사용자를 대신해서 원하는 작업을 자율적으로 해결해 주는 독립적인 컴퓨터 프로그램이다(Barbara *et al*, 1995).

웹 상에서의 협력학습은 공통의 주제를 학습하려는 다중의 학습자와 협력학습이 가능한 교수학습 모듈을 가진 서버가 많이 필요하며 이를 중개해 줄 수 있는 에이전트가 필요하다. 또한 원활하고 효율적인 협력학습을 위해서는 협력학습에 적합한 교수학습전략이 필요하지만 지금 구축되고 있는 대부분의 WBI와 WITS는 이를 뒷받침 해주지 못하고 있는 실정이다. 이러한 협력학습은 적합한 학습자를 선정하여 교수학습 전략에 알맞게 그룹을 형성하는 작업이 가장 먼저 선행되어야 한다.

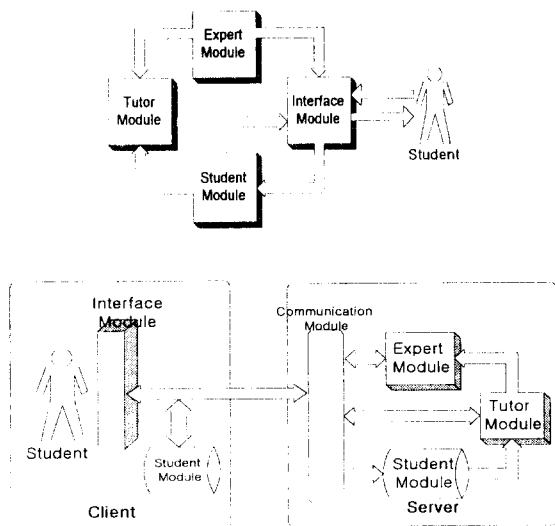
따라서 본 연구에서는 효율적인 협력학습을 위해서 다양한 교수학습 전략을 탐색하여 설계하고 학습자들이 학습하려고 하는 주제의 선행 지식 수준을 진단 Agent를 이용하여 진단하여 보고, 이 결과를 토대로 다양한 학습자들을 선별하여 학습자가 원하는 학습 시간에 원격으로 협력할 수 있는 스케줄링 Agent를 설계 구현하였다. 또한 교육용 EKQML을 정의하여 교수학습의 정보나 학습자의 지식, 학습 행동, 결과를 교환할 수 있도록 하였다. 또한 본 연구에서는 웹 상에서 여러 명의 학습자와 서버의 교수학습 모듈간에 협력학습을 할 수 있도록 웹 기반의 ITS 기본 구조를 설계하고, 원활한 협력학습 기본 도구인 다중 채팅, 다중 화이트보드 시스템, 웹보드, 토의실, 전자우편 시스템, 멀티미디어 학습, 발견학습을 할 수 있도록 협력 통합 시스템을 설계하였다. 마지막으로 이 구조에 따르는 원격 협력 학습 스케줄링 에이전트를 구현해 봄으로써 그

타당성을 입증하도록 하였다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 웹 기반 ITS

CAI의 정적인 단점을 극복하여 새롭게 발전된 기본 ITS의 구조를 살펴보면 [그림2-1]의 위 그림과 같다(Marry *et al.*, 1998).



[그림 2-1] ITS와 웹기반 ITS의 구조

전통적인 ITS의 모형은 Stand alone 형태로 단일 컴퓨터에 모든 module이 설계되어 있어 단일 사용자에게 한해 지능적으로 학습을 하였다. 이러한 구조의 단점은 다양한 학습자의 지식이 축적되고, 공유되지 못한다는 점이다. 그러나 ITS는 인터넷이라는 웹 환경의 발달로 지식의 공유가 확산되며 ITS도 [그림2-1]의 아래 그림과 같이 분산 환경에 맞게 발전하게 되었다. 웹 기반 ITS의 구조를 보면 일반적으로 학습자 모듈과 인터페이스 모듈이 Client에 위치하고 교수학습 모듈과 전문가 모듈은 Server에 위치하게 되어 공유

할 수 있게 된다. 이러한 분산환경의 특성으로 말미암아 Client-Server간의 통신을 위해 통신 Agent와 이를 적절하게 조정해 줄 수 있는 조정 Agent(Facilitator)가 필요하게 되었다(Marry *et al.*, 1998).

### 2.2 Agent System과 KQML

Agent System은 사용자의 컴퓨터 업무를 도와주거나 대신해 주는 지적인 특성을 갖는 프로그램이라고 정의 할 수 있다. 다시 말해서 에이전트는 지식 베이스와 추론 기증을 가지며 사용자, 자원 또는 다른 에이전트와 정보 교환과 통신을 통해 문제 해결을 도모하는 소프트웨어로서 이들이 가지는 고유의 통신언어와 규약을 통해 분산된 이질의 시스템들 간의 지식 공유를 통한 CSCW(Computer Supported Software Work)를 구현하기 위한 것이다.

Agent의 특성들을 살펴보면 autonomy, social ability, cooperative relationship, reactivity, pro-activeness 등을 가지고 있으며, 일을 어떻게 수행하는가에 따라 다음의 3가지로 나눌 수 있다(Nicholas R. Jennings *et al.*, 1995).

-Single agent : 하나의 agent로 고유 분야에서 사용자에게 서비스를 제공하며, Assistant agent system, User interface agent, Intelligent agent system 등이 있다.

-Cooperating agent : 몇 개의 Agent 간에 상호 협력을 통하여 공통된 목표를 달성하기 위해 서비스를 제공하며 Multi agent라고 불리 운다.

-Society of agents : Cooperating agent 보다 더 광의의 개념이다

이러한 다중 Agents 간의 대화는 정해

진 언어 규약에 의해 메시지를 주고받게 된다. 이때의 Message 형태는 Data, Logic information, Command, Script를 사용한다. 서로 다른 언어로 개발된 프로그램간의 공통의 통신규약은 ACL (Agent Communication Language)을 사용하게 되는데 가장 대표적인 것은 DARPA에서 개발한 KQML (Knowledge Query Manipulation Language)을 주로 사용한다. KQML은 화행 이론(Speech-Act Theory)에 기반을 두고 First Order Logic 형태를 갖는 Message에 대한 문법적 구조와 어휘를 제공할 뿐만 아니라 통신 규약을 포함하고 있다(Finin & Labrou et al., 1995, Gerherd, 1999). 또한 Agent와 프로그램이 정보나 지식을 교류할 수 있는 기반 구조를 제공하고 있다.

### 2.3 학습 시간의 동적 자원 스케줄링 (Dynamic Resource Scheduling) 문제

학습자간의 학습 시간 스케줄링은 선호하는 학습 시간, 기존의 개인 일정, 서버의 부담을 덜어 주기 위한 완화책 등의 여러 가지 제약 조건을 만족하면서 효율적인 학습을 할 수 있도록 스케줄링 되어야 한다. 학습자들은 누구나 능률적인 학습하기 위해 좋아하는 시간이 있다. 또한 자신의 기존의 일정이 있으므로 어느 특정의 시간을 이용하여 학습하기를 바란다. 그러나 학습자들의 선호도는 각자 다르며 기존의 일정 또한 누구나 다르다. 또 협력 학습이 실시된다고 하더라도 서버의 이용자가 많을 경우 전송 속도가 현저히 떨어져 효율적인 학습을 기대하기 어렵다. 이러한 여러 가지 제약 조건들을 만족하는 시간을 찾는다는 많은 시간과 노력이 필요하며 체계적인 방법으로 수행되지 않

면 매우 비효율적인 학습을 초래할 것이다.

이렇게 학습 시간을 스케줄링 하는 문제는 학습자의 시간 자원을 고려한 동적 자원 스케줄링 (Dynamic Resources Scheduling) 문제에 속한다.

학습자의 시간 자원을 고려한 동적 자원 스케줄링 문제는 다음과 같은 다양한 제약 조건이 있다.

- 학습자 개인은 각자의 일정이 따로 있으며, 동일시간에 여러 개의 일정이 겹칠 수 없다.

- 학습자들은 학습을 효율적으로 하기 위해 각자 선호하는 시간이 있다.

- 학습자들의 지식수준은 매우 다양하며 각 학습자의 지식에 알맞은 학습을 부여해야 한다.

- 학습을 제공하는 Server도 각각 일정이 있으며 한꺼번에 많이 접속하여 학습을 할 경우 병목(Bottle Neck) 현상이 발생할 수 있다.

- 동시에 같은 서버에 접속하여 Data Base System을 이용할 경우와 동시에 다중 사용자가 파일을 올리거나 받을 경우 서버 시스템이 멈출 수 있으며 이를 해결할 수 있어야 한다.

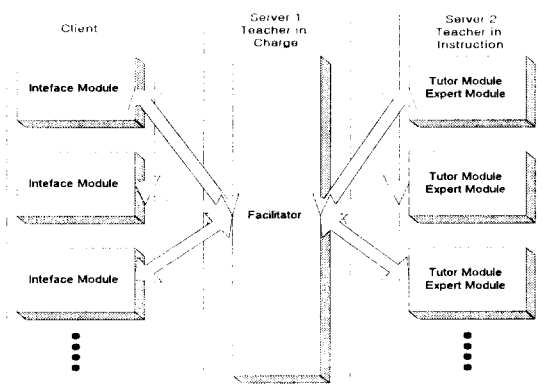
많은 학습자가 더 나은 학습을 하기 위해 자기에게 알맞은 학습자를 선택하여 학습을 하려고 시도할 것이다. 하지만 학습자 자신은 일정을 따로 관리하기 때문에 학습 시간 스케줄링에 필요한 정보나 지식은 자연적으로 분산되어 있으며 어느 누구도 학습 전체적인 활동에 대해 모르고 있다(E. H. Durfee *et al.*, 1992). 이것은 분산 시스템의 일반적인 특성이라 할 수 있으며 이로 인해 학습자간의 학습 시간에 충돌이 발생할 수 있다. 따라서 이

충돌을 해결하기 위해서 스케줄링 Agent는 스케줄링 방법과 적합한 학습자를 찾기 위한 경쟁과 협상 전략을 채택해야 한다.

### 3. 협력학습을 위한 Web 기반 ITS

#### 3.1 기본 구조

본 시스템의 네트워크 구성도는 [그림 3-1]과 같다.



[그림 3-1] 웹기반 ITS의 전체 네트워크 구성도

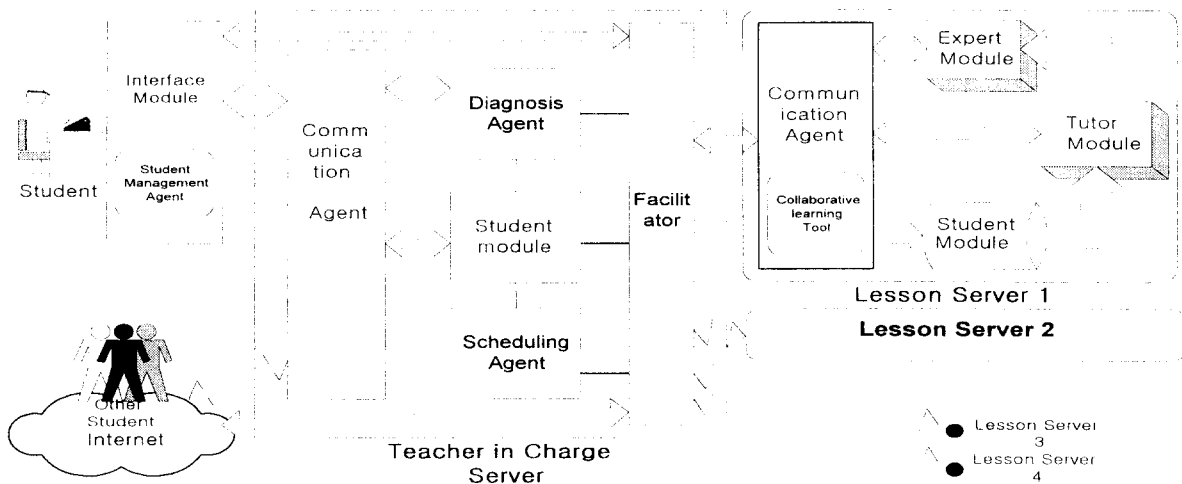
기본적으로 세 개의 Layer로 구성되었으며 학습자가 서버와 상호 작용할 수 있

는 인터페이스 모듈은 각각의 클라이언트 영역에 위치하고 있으며 나머지 모듈들은 각각의 학습을 가지고 있는 서버에 위치하고 있다. 멀티 에이전트의 기본 구조에서 볼 수 있는 것과 같이 Facilitator라는 에이전트가 서버와 클라이언트 사이에 존재하게 되며 학습자와 학습서버를 등록하여 관리하고 협력학습에 알맞게 조정하고 정보를 공유하는 역할을 담당하게 된다.

이러한 기본적인 네트워크 체제를 기반으로 하여 구성되어지는 웹 기반 ITS의 기본 구조는 [그림3-2]와 같다. 각 클라이언트에 인터페이스 모듈과 학습자 모듈을 두고 서버에 교수학습 모듈과 전문가 모듈을 구성한다.

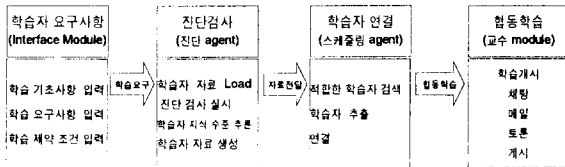
진단 Agent는 인터페이스 모듈을 통해 입력되는 학습자의 기초 사항과 요구 사항을 가지고 학습에 맞는 진단 검사를 실시하고 학습자의 학습 수준 및 지식을 추론한다. 그 다음에 학습자의 요구 사항과 추론된 지식수준을 스케줄링 Agent에게 전달한다.

스케줄링 Agent는 전달된 정보를 가지고 Facilitator에 등록되어 있는 다른 학습자를 Web상에서 검색하게 된다. 비슷한 지식 수준을 가지고 같은 주제를 학습하



[그림3-2] 웹 기반 ITS 시스템 구성도

고자 하는 다른 학습자를 찾게 되면 협력 학습을 제의하게 되고 이를 수락할 경우 학습하고자하는 시간에 공통영역의 협력 학습을 시작하게 된다. 전체적인 협력학습의 시나리오에 대한 설명이 [그림3-3]에 나타나 있다.

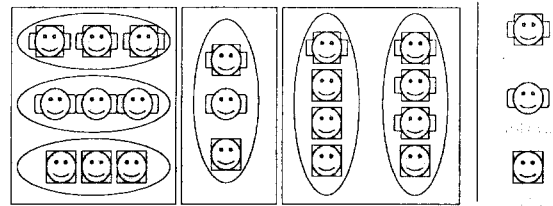


[그림 3-3] 시스템 시나리오

### 3.2 교수 전략 모듈/전문가 모듈

교수 전략 모듈은 각 학습의 내용과 전략이 포함되어 있고 학습자의 학습 요구가 들어오면 전문가 모듈에서 학습 내용을 추출하여 학습에 알맞은 교수방법이나 학습자의 오류 교정, 진단, 조언 등을 해준다. 전문가 모듈은 각 학습의 전문적인 내용들이 저장된 지식 베이스이다. 이 교수 전략 모듈과 전문가 모듈은 각 학습 내용에 따라 다른 서버에 위치하여 한 곳에 있는 서버에 과부하가 걸리는 것을 방지하고 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 교수 학습 전략에 있어서 협력학습의 모델은 학습자들의 지식 수준으로 분류하는 방법으로는 다음과 같이 세 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째로, [그림3-4]의 A와 같이 학습자들의 지식 수준이 서로 비슷한 학습자들로 그룹을 형성하는 경우와 두 번째로 그림의 B와 같이 다양한 수준의 학습자들을 골고루 분배하여 그룹을 형성하는 경우, 그리고 세 번째로 그림의 C와 같이 상위 수준의 학습자와 하위 그룹의 학습자로 매칭시켜 그룹을 형성하는 방법이 있다. 본 연구에서는 동일한 학습자들

을 그룹시켜 주는 학습 전략을 가지고 설계하였다.



[그림 3-4] 협력 학습의 전략

서버들은 스케줄링 Agent에 의해 상호 Message를 주고받으며 학습자들의 학습을 연결하고 학습자의 학습 내용이나 서버의 스케줄을 교환한다.

본 연구가 진행되면서 계속적으로 확대, 구축되어야 할 부분이다. 외부 인터넷상의 지식 베이스와 연결하여 지식을 공유할 수 있다. 전문가 모듈과 교수전략 모듈은 graphics, music, voice, animation, text, 3D 같은 각종 multimedia 자료와 mail, chatting, white board system, e-mail, web board, 화상회의 등의 다양한 통신 방법에 의해 지원 받을 수 있다.

### 3.3 학습자 모듈

학습을 하기 위한 학습자의 기초 입력 자료와 요구사항은 <표 3.1>과 같다.

학습자 모듈은 Frame의 지식 형태로 표현될 수 있으며, 3단계로 구분하여 관리한다. 학습자의 기초적인 입력 사항과 학습에 필요한 학습자의 요구 사항(제약 조건), 그리고 진단과 학습 결과에 대한 내용들로 구성되어 이를 토대로 학습자의 지식 수준을 추론하고 학습 상황을 파악한다.

<표 3-1> 아래의 그림은 학습자 테이블을 frame의 형태로 표현한 것이며, 이러한 지식의 구조를 통해서 학습자에 대

한 관리와 이해, 분석을 더욱 편리하게 해 줄 수 있다.

<표 3.1> 학습자 모듈

구분	항목	예	
기초 입력 사항	성명	Han sun gwan	
	성별	man	
	나이	11	
	학년	5	
	언어	Korean	
요구 사항 제약 조건	성명(ID)	학습자 고유 ID -Han	
	과목	수학	
	주제	도형	
	학습 가능일	월, 수, 목, 금	
	학습가능 시간	PM 7-10시 AM 2-5시	
	주간 학습시간	3시간	
	학습 인원	4-8명	
학습자 수준 자료	학습한 내용	도형	
	학습한 시간	3회 4시간	
	각 지식 수준	평면도형 이해(CF 0.9)	
	각 학습 영역 관계	흥미도:	높음
		지속력:	좋음
		흥미과목:	과학
학습태도:		매우 좋음	
평가결과:	총괄(90점)		

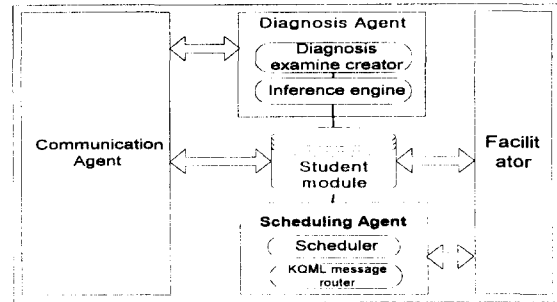
(Deframed HAN-Learning  
(is-a student)  
(sex M)  
(Age 11)  
(requirement  
(lesson figure)  
(date mo,we,th)  
(time 3)  
(member 4-8))  
(has-a attributes  
(content figure)  
(study 4)  
(level 3)  
(relation  
(interest high)  
(endu good)  
(rela science)  
(eval 90P))))

이 학습자 모듈의 내용은 인터페이스 모듈을 통해 입력이 되고 진단 평가와 학습 후에 학습에 대한 결과가 학습자 모듈에 저장되어 다음의 학습과 스케줄링에 이용된다.

### 3.4 진단 Agent

진단 Agent는 학습자가 요구한 각 단원의 진단 평가 문제를 해결하여 학습자의 선행 지식 상태와 이해 정도, 또 가능한 학습 영역을 추론한다. 물론 학습자의 기초 사항과 입력 사항을 토대로 추론을 한다. 이에 대한 결과 값은 학습자 모듈에 다시 저장되고 이 값에 의해 스케줄링

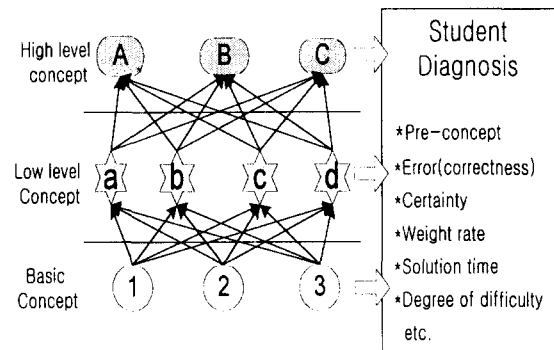
Agent가 협력학습에 참여할 각 학습자들을 모집하게 된다.



[그림 3-5] 진단 에이전트의 구조

[그림3-5]는 진단 에이전트의 구조를 나타낸 것이다. 진단 에이전트는 내부에 진단 검사 생성기와 추론 엔진을 포함하고 있으며 학습자 모듈과 링크되어 학습자 진단을 지속적으로 유지할 수 있다.

진단의 과정은 [그림3-6]에서 보는 바와 같이 수준별 진단 문제에서 각 문제간의 관계 및 정오답 확인, 해결 시간, 난이도, 가중치 등이 규칙 기반 생성 시스템(Rule based Production System)의 형태로 표현되어 추론된다.



[그림 3-6] 수준별 문항 진단 과정 모형

<Rule Base의 예>  
IF 1=known and a= known  
THEN A=known  
IF 2,3=unknown and b=known  
THEN B=unknown

진단 검사를 이용한 추론 방법은 Rule

Base system을 이용한다. 진단 문제는 3 단계의 Level로 나누고, 여기에 가중치 (Weight rate)와 해결 시간(Solving time)을 적용하여 문제 해결에 따른 학습자의 지식 수준을 추론하게 된다. 위에 예를 보인 것과 같이, 하위 수준을 모르는 경우 상위 수준 문제의 정답을 맞추었을지라도 학습자가 상위 수준 문제를 실제로 알고 있다고 볼 수 없다. 이를 위해 확신도 (Certainty Factor) 공식을 이용하여 신뢰도를 높일 수가 있다. 다음 [그림3-7]의 공식은 가중치와 문제 해결 시간에 따라서 학습자의 문제 해결 능력을 확인하는 공식으로 본 연구에서 제안한 시간-가중치 확신인자 공식이다.

$$CF(X) = \sum_{i=1}^A \left( \frac{\sum_{i=1}^A (P_i \times W_i \times T_i)}{A} \right)$$

- X: 확신 인자 값 ( $X \leq 1$ )
- A: 모든 문제의 집합
- i: 문제의 레벨 (High Middle, Low)
- i: 각 레벨의 문제의 수
- P: 문제의 정-오답 (0 또는 1)
- W: 각 문제의 가중치 (전체 합=1)
- T: 각 문제의 해결 시간

[그림3-7] 시간-가중치 확신인자 공식

또한 Agent의 진단 평가 내용은 학습 영역에 의해 매우 다양한 방법과 내용으로 변환되고 업데이트되어 질 수 있다.

### 3.5 스케줄링 Agent

스케줄링 Agent는 학습자의 요구사항들 (제약 조건들)과 진단 에이전트에 의해 평가받은 결과에 의해 전달받은 학습자의 지식 수준을 가지고 협력학습에 적합한 학습자를 검색하고 모집하는 Agent이다.

이렇게 학습자 모듈과 진단 Agent와 통

신하는 기능은 KQML의 메시지에 의해서 가능하다. KQML에 의해 전달된 정보들은 학습자간의 시간이나 학습하고자하는 내용, 지식 수준에 따라 필터링되고, 중재하며 연결시키는 기능이 필요하다. 특히 동일 영역의 학습을 같은 시간 내에 하기 위해서는 스케줄링(Scheduling)이 필요한데 협력학습을 할 인원이 많아지게 되면 복잡한 계산이 필요하게 된다. 다음의 KQML 예제는 학습자의 지식 수준을 요구하고 전달하는 예이다.

```
(ask
:sender scheduling-agent
:receiver student1-agent
:reply-with sch-agent9909110523
:language EJESS
:ontology Collaborative-learning
:content (lesson_OK
:s_subject student1 sub?
:s_date student1 date?
:s_time student1 time?
:s_level student1 level?))
```

```
(tell
:sender student1-agent
:receiver scheduling-agent
:in-reply-to sch-agent9909110523
:language EJESS
:ontology Collaborative-learning
:content (lesson_OK
:s_accept student1 1001001
:s_subject student1 figure
:s_date student1 Mon
:s_time student1 P10,P11,A3,A6
:s_level student1 high-0.9))
```

이렇게 KQML을 통해 각각의 학습자 에이전트에게서 전달받은 정보를 가지고 스케줄러가 교수학습 전략에 맞는 학습자들을 협력학습에 맞도록 스케줄링을 한다.

우선 제약 조건에 따라 학습 가능한 학습자들을 찾은 후에 각각의 학습자의 시간을 파악한다. Server는 사용자 수에 따라 Full, Common, Empty로 나누고 학습자의 시간은 각각 일정에 따라 Good,



Yes, No, Blank로 나눈다. Server와 각각의 학습자들의 시간을 탐색하며 적합하지 않은 시간(No or Full)을 제거해 간다. 학습 시간이 같은 경우의 학습자들은 적절한 시간을 할당받아 학습을 하게 되며, 적합하지 않은 학습자들을 제약 조건을 완화하여(Common or Blank) 적절한 시간을 할당받는다.

동일한 시간에 학습자가 많을 경우 협력 학습에 무리가 있으므로 평가 함수에 의해 학습자들을 우선 할당할 수 있다. 평가 함수는 진단 Agent에 의해 전달된 학습자의 학습 태도를 가지고 평가할 수 있다. 각각의 Agent가 경쟁과 타협을 통해 가장 좋은 학습자를 선택하게 되는 것이다.

### 3.6 통신 Agent

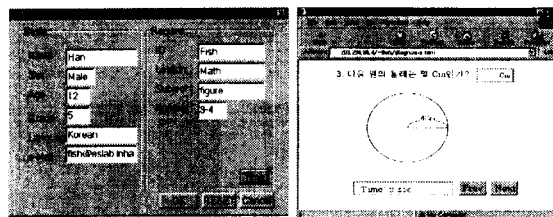
통신 Agent는 각 학습자를 연결하여 관리해 주며 학습 상황에서 여러 가지 다양한 멀티미디어 서비스를 제공한다.

제공될 수 있는 통신 서비스에는 채팅, 화이트 보드 시스템, 멀티미디어 표시기, 메일 관리, 사용자 관리, VOD, 게시판 등 기존 웹에서 사용되는 다양한 학습 방법을 제공할 수 있다.

## 4. 실험 및 고찰

본 연구에서 설계하고 구현한 원격 협력 학습 ITS는 운영체제를 Windows NT를 기반으로 ASP 환경에서 JAVA와 라이브러리를 이용하여 인터페이스와 통신 서비스 부분을 구현하였다. 진단 검사와 인터페이스 부분의 제작은 교육용 저작틀인 Pass 2000을 이용하였다. 추론 엔진의 패턴 매칭을 위해 JESS(Java Expert

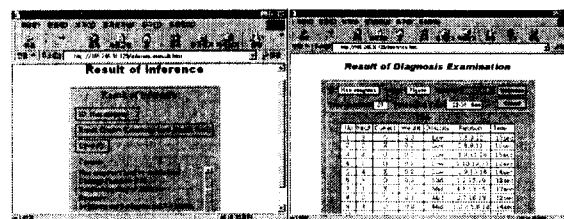
System Shell)를 사용하였으며 Agent 간의 Message를 교환하기 위해 JKQML을 사용하였다.



[그림 4-1] 기초사항 입력

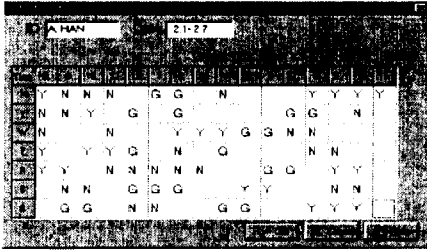
Interface Module을 통해 입력되는 사용자 기초자료와 요구사항을 살펴보면 [그림4-1]과 같다. Interface Module을 통해 입력 값들은 학습자 모델에 적용이 된다.

진단검사는 Pass 2000 프로그램을 이용하여 [그림4-2]와 같이 도형 학습에 관한 수준별 문제 20문항을 출제하여 학습자의 지식수준을 검사하였다. 진단 문제의 위계성 및 문제 난이도는 Van Hiele의 도형 위계학습에 관한 내용에서 추출하였다. 각각의 문제들은 [그림 3-6]에서 보는 바와 같이 서로 관련되어 있으며, 이러한 진단 검사의 신뢰도를 위하여 10문항을 제시하고 실제 학습자의 수준을 검사하는 문제는 10문항이다. 각각의 문항들은 시간적 제약이 있으며, 가중치와 난이도가 부여되어 있어 확신 인자 공식에 적용하여 신뢰도를 높일 수 있으며, 학습자의 지식 수준을 객관적으로 평가할 수 있다. 진단 검사 결과를 추론기(Inference Engine)를 통하여 추론한 예를 [그림 4-3]에 나타내고 있다.



[그림 4-3] 진단 검사의 추론 결과  
본 연구에서 구현한 시스템으로 학습

시간을 스케줄링 한 것을 보면 [그림4-4]와 같이 입력할 수 있다. 학습자는 학습할 수 있는 요일을 선택하며, 각각의 시간에 자기가 학습 가능한 선호도를 다양하게 입력하여 전송한다.



[그림 4-4] 학습 가능시간 입력

스케줄링 Agent는 입력된 값을 전달받아서 [그림4-5]와 같이 스케줄링을 시작한다. 우선 학습할 Server의 일정을 확인 후 가능 여부를 제시하고, 여러 학습자의 스케줄을 일렬로 제시한다. Server의 Full과 학습자의 No를 선택한 시간을 삭제하고 Server의 Empty부분과 학습자가 Good을 선택한 시간을 추출한다. 학습자 수가 너무 많이 한 서버로 모일 경우, 적당한 수로 나누어 학습 시간을 할당하는데 이때 학습자 모델의 평가 함수를 이용하여 최적의 학습자끼리 연결시켜준다. 만약 학습자가 적을 경우 제약 조건을 완화하여 Server의 Common과 학습자의 Good or

Yes를 선택한 시간을 할당한다. 실험은 학습자 10명을 대상으로 실험하였으며, 각 학습자는 자신의 시간을 입력하여 협력 학습의 결과를 받아 보게 하였다. [그림 4-5]에서 보는 바와 같이 학습자 B, C, F, I가 목요일 3~4시 사이에 학습을 하고, A, D, E, G, J가 금요일 7~8시에 도형 학습을 할 수 있도록 스케줄링의 결과를 보여 주고 있다.

## 5. 결론

본 연구에서는 원격 협력 학습을 위한 ITS의 학습자 모델을 기초로 진단 Agent와 도형 협력 학습을 가능하게 하는 스케줄링 Agent를 설계, 구현하였다. 기존의 ITS가 지니고 있는 문제점들을 극복하고 웹 상에서 더욱 확장된 웹 기반 ITS의 구조를 설계하여 제시하였고, 에이전트를 기반으로 하는 새로운 형태의 지능형 교수 시스템의 세부 구조를 제안하였다. 진단 Agent는 학습자의 도형에 관한 선행 지식 수준을 규칙 기반 시스템을 통해 진단했으며 추론 결과에 대한 신뢰도를 높이기 위해 시간과 가중치를 부여한 확신 인자 공식을 새롭게 제안하여 적용하였다. 에이전트를 기반으로 하는 스케줄링Agent를

Agent	Time	Server	Status
A	7-8 PM	1	Good
B	3-4 PM	2	Good
C	3-4 PM	2	Good
D	7-8 PM	2	Good
E	7-8 PM	2	Good
F	3-4 PM	2	Good
G	7-8 PM	2	Good
H			
I	3-4 PM	2	Good
J	7-8 PM	2	Good
K			

[그림 4-5] 스케줄링 결과표

설계 구현하여 수준별 협력 학습을 가능하게 하였으며, 또한 스케줄링 Agent는 학습자의 요구사항과 제약 조건을 가지고 알맞은 시간을 할당하여 적절한 학습을 할 수 있도록 하였다. 또한 다중 학습자와 경쟁과 협력을 하며 최적의 학습자와 학습을 할 수 있도록 스케줄링을 하였다. 교수전략 모듈과 전문가 모듈은 분산화 되어 지식을 공유하며 확장 할 수 있는 구조를 가질 수 있으며 KQML을 이용한 서로간의 통신으로 다양한 학습자 모델을 새롭게 생성해 나갈 수 있다.

향후 연구 계획은 교수 전략 모듈과 전문가 모듈의 미흡한 부분을 개선 확장하고, 다양한 학습 교류 방법에 대한 연구가 시급하다. 또한 협력 학습에서 나타나는 집단의 지식 수준 파악의 어려움과 집단 전체가 잘못 인식하고 있는 오류에 대한 진단, 교정 부분이 꼭 필요한 연구 분야이다. 또한 다중의 학습자의 모델을 파악하여 새로운 모델로 학습시키는 과정도 계속 연구되어야겠다.

## 참 고 문 헌

[1] Badral H. Khan, "Web based Instruction", Educational Technology Publication, pp 1-80, 1997.

[2] Barbara Hayes-Roth. "An Architecture for adaptive intelligent agent systems", Artificial Intelligent, Vol 72, pp.329-365, 1995.

[3] Choo Monwon, Choi Youngmi. "Adaptive tutoring agents", Korean Association of Information Education, Vol 2, Nov. pp.201-207, 1998.

[4] David H. Jonassen, "Computer in the classroom : Mindtools for critical thinking", prentice hall, pp. 47-95, 1996.

[5] E.H. Durfee and S. Sen, "A formal analysis of communication and commitment in distributed

meeting scheduling", 11th Workshop on DAI, Feb. pp. 333-344, 1992.

[6] Finin, T., Labrou, Y. and Mayfield, J., "KQML as an agent communication language", MIT Press, 1995.

[7] Gerhard weiss, "Multiagent System", Mit press, pp. 62-93, 1999.

[8] Microsoft, "System administrator for Microsoft SQL server 6.5", Microsoft student workbook, 1996.

[9] Moises, L. and Thomas, D. "A Framework for the Development Architecture", IEEE Expert, Dec. pp. 47-59, 1996.

[10] Marry A. Nixon, "Collaborative learning Web Based Instruction", AAAC, Nov., 1999.

[11] Nicholas R. Jennings, "Intelligent Agent", Springer Verlag, pp 1-28. 1996.

[12] Shim Leem Seop, "Intelligent Tutoring System", Korea Information Science Society Review, Oct..pp 52-69, 1994.

[13] [Http://www.kmec.net/malsm/wbi/index.html](http://www.kmec.net/malsm/wbi/index.html)

[14] [Http://herzberg.ca.sandia.gov/jess](http://herzberg.ca.sandia.gov/jess)

[15] [Http://www.alphaworks.ibm.com/formula/jkqml](http://www.alphaworks.ibm.com/formula/jkqml)