

웹기반 지능형 교수 시스템의 설계

(Design of an Intelligent Tutoring System based on Web)

우석대학교 컴퓨터교육과

최숙영

요 약 웹 기반 교수 시스템들은 대체로 수동적이며 정적인 하이퍼텍스트 위주이기 때문에, 학습자 개개인의 학습 능력에 따른 적응력 있는 학습 환경을 제공할 수 없다. 본 연구에서는 학습자들의 학습 상황을 효과적으로 파악하고, 학습 결과에 따라 학습자 개개인의 특성에 맞는 동적인 학습 내용을 구성하여 제공할 수 있는 지능형 교수 시스템을 제안한다. 본 시스템은 에이전트를 기반으로 설계되었으며, 학습을 위한 코스웨어 지식을 효과적으로 구성하여 학습 평가에 따른 적절한 피드백을 추론하여 학습자에게 지원하도록 하고 있다.

Abstract Since web-based tutoring systems are generally composed with passive and static hypertext, they could not provide adaptive learning environments according to learning ability of each student. In this study, we suggest an intelligent tutoring system, which grasps the learning state of student and provides each student with dynamic learning materials suitable to individual feature based on learning result. It is an agent based system, in which, courseware knowledge for learning is effectively constructed, the proper feedback according to learning assessment is inferred, and it is given to each student.

1. 서 론

웹기반 원격 학습(web-based distance learning)은 웹의 등장과 함께 나타난 새로운 온라인 형태의 교수 학습 방법으로서, 웹을 매체로 원격리에 있는 학습자를 교육시키는 혁신적인 접근 방법이라 할 수 있다. 이러한 웹기반 원격 교육은 멀티미디어/하이퍼미디어 기술을 이용하여 학습자의 인지 구조와 동일한 하이퍼텍스트 형태로 교육 자료들을 제공할 수 있다는 장점을 가지고 있기 때문에 많은 연구가 진행되고 있다[1,2,3,4,5,6]. 그러나, 지금까지 개발된 웹기반 교육 시스템들은 대체로 수동

적이며, 정적인 하이퍼텍스트 위주였기 때문에 학습자 개개인의 학습 능력에 따른 적응력 있는 학습 환경을 제시 할 수 없었다. 특히 교사와 학생 간에 시간적 공간적으로 떨어져 있기 때문에 학생에 대한 학습 활동을 판단하기가 힘들고, 학습 영역에 대한 적절한 평가가 어렵다. 하지만, 최근 개발되고 있는 웹기반 기술들을 교육 시스템에 이용한다면, 학습자의 웹 검색 과정뿐만 아니라 코스의 참여 과정을 추적함으로써 이를 지원할 수 있을 것이다.

본 연구의 목적은 학습자들의 학습 내용에 따른 웹 검색 과정과 그들의 학습 결과 사이의 상관성

을 조사하여 각 학생들에 적합한 지능적인 교수 모듈을 제공해주는데 있다. 이를 위해서는 웹기반 학습에 참여하는 학생의 학습 내용과 과정을 모니터하여 저장하기 위한 데몬(daemon) 프로그램이 필요하다. 이를 구현하는데 있어, 웹서버가 각 학습자들의 모든 상호작용에 대한 정보들을 다 추적하는 것은 힘들기 때문에 이동 에이전트(mobile agent) 프로그램을 이용하여 이러한 정보들을 모으도록 한다. 따라서, 에이전트는 각 학습자들에 대해 코스웨어(courseware)의 각 페이지를 방문한 시간, 방문 횟수, 검색 내용 등에 대한 정보를 저장하게 된다. 학습이 종료되면, 이러한 정보는 웹서버 데이터베이스에 저장되며, 이를 토대로 지능형 교수 모듈(intelligent tutoring module)이 구성된다.

본 연구에서는 먼저, 코스웨어를 생성하는데 있어, 학습 목표를 토대로 학습 내용과 평가 문제를 효과적으로 구성함으로써, 학습 및 평가 단계 후 적절한 피드백(feedback)을 제공할 수 있도록 한다. 또한 학생의 학습 과정을 모니터하여, 학습한 내용과 평가 결과를 분석한 후, 학생의 이해가 부족한 부분을 찾아 학습 내용을 새롭게 동적으로 구성하여 학생에게 제공하도록 한다. 또한 학습에 대한 평가 단계에서 오답을 냈을 경우, 그 문제에 가장 적합한 학습 내용을 추론하여 학생에게 힌트를 제공해 줌으로써 학생들이 스스로 학습하는데 도움이 되도록 한다.

본 논문의 구성과 같다. 2장에서는 관련 연구로서, 그동안 국내·외적으로 개발된 웹기반 교수 시스템들에 대해 살펴보고, 3장에서는 본 연구에서 제안하고 있는 학습 모델로서 코스웨어의 구조와 추론 과정, 동적 학습 구성 방법 등에 대해 설명하고, 4장에서는 이를 지원하는 시스템의 구성 및 구현에 대해 기술한다. 끝으로, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 웹기반 지능형 교수 시스템

지능형 교수 시스템은 특정 영역의 교과 과정을 그 분야의 전문가처럼 학습자 개개인의 능력에 적합하게 교육할 수 있는 기법이다[5]. 기존의 지능

형 교수 시스템의 주요 기술은 동적인 교과 과정 생성, 실시간 문제 해결 능력, 그리고 학습자 모델의 구축이라 할 수 있다. 이러한 기술들은 웹기반 지능형 교수 시스템 개발에 중심이 되어 왔으며, 핵심적인 역할을 하게 될 것이다.

웹기반 교수 시스템에서의 교과 과정은 대부분 많은 분량의 HTML 형식의 하이퍼미디어 코스웨어로 구성되어 있으며, 이러한 코스웨어를 어떻게 효과적으로 학습자에게 제시할 것인가 하는 것이 주요 관점이다. 만약, 학습자에게 효과적인 학습 방향을 제시하지 못하면 학습자가 상당히 혼란속에 빠질 위험이 있기 때문에 학습자 모델의 분석에 의한 최선의 학습 방향을 제시해야만 적응력있는 학습이 진행될 수 있다. 또한 이러한 교과 과정은 기존의 지능형 교수 시스템에서처럼 학습자 모델을 근거로 학습자의 능력에 맞게 보다 동적으로 생성이 되어야 할 것이다.

최근 외국을 중심으로 개발되고 있는 웹기반 교수 시스템들 중 대표적인 시스템들은 다음과 같다. [1]에서는 LISP 프로그래밍 학습을 적응력 있게 학습하는 방법을 제시하고 있는 ELM-ART 시스템을 개발하였으며, [5]에서는 멀티미디어 학습을 위한 효과적인 교과 과정을 제시하는 CALAT 시스템을 개발하였다. 또한, [3]에서는 일반 텍스트를 HTML 학습으로 개발할 수 있는 도구로, 비디오/오디오를 중심으로 멀티미디어 학습 환경을 제시하는 MANIC 시스템을 제안하였다. [6]에서는 학습자 모델을 이용하여 학습의 선수 조건을 제시하는 Albatross를 개발하였다.

이와 같이, 다양한 웹기반 교수 시스템들이 개발되고 있다. 이러한 시스템들은 대부분 특정 다수의 웹 사용자들을 대상으로 하기 때문에 우선적으로 적응력있는 교과과정의 제시 및 탐색을 중심으로 개발되고 있고, 문제 해결 능력, 학습자 응답 분석 그리고 협동 학습 등이 추가로 연구되고 있다.

국내에서 개발되고 있는 웹기반 교수 시스템들을 살펴보면 다음과 같다. [12]에서는 서버의 부담을 줄이기 위하여 CORBA를 이용한 분산 환경을 적용하여 학습자 중심의 원격 교육 시스템을 구현하였다. [13]은 지능형 교수 시스템을 기반으로 Tutor모듈에서 학습자의 학습 결과에 따라 학습을 제어할 수 있도록 설계되었으나 학습 결과를 측정

하기 위한 기준이 한정적이다. [11]에서는 에이전트를 이용하여 원격 교육 시스템을 개발하였으며, 교사의 역할을 추가하여 학생의 학습 결과에 따라 학습자를 지도할 수 있도록 하였다. [10]에서는 LCPG 학습 모델을 제안하고, 학습자 개인의 특성에 맞는 재학습 메커니즘을 제시하고 있다.

그러나, 대부분의 웹기반 원격 시스템들은 학생들의 학습 특성에 맞게 개별화 학습이 효과적으로 이루어지지 못하고 있으며, 학생들의 학습 결과에 따라서, 학습내용이 동적으로 구성되지 못하고 있다.

3. 학습 모델

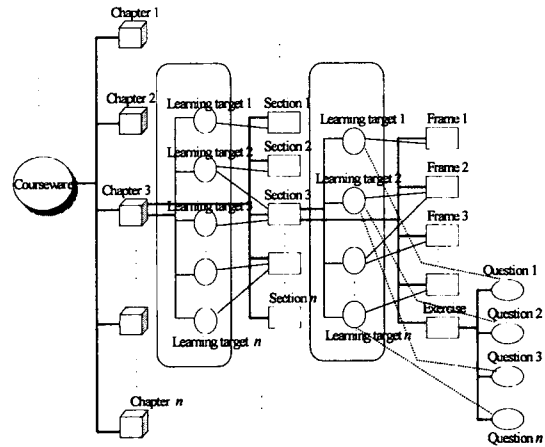
본 시스템에서는 효과적인 학습이 진행될 수 있도록 먼저, 코스웨어의 지식을 구조적으로 설계하였다. 이 코스웨어의 논리적인 구조로서 학습 목표를 정의하고, 이 학습 목표에 대응되는 학습 내용 및 평가 문제를 정의하고 있다. 이러한 구조를 이용하여 학생이 평가 문제에 대해 오답을 냈을 경우, 그 문제에 대한 힌트를 좀더 지능적으로 추론하여 제공함으로써 학습자가 학습하는데 도움을 줄 수 있도록 한다.

학습에 따른 학습자의 이해 정도를 측정하기 위해 평가 문제가 학생에게 주어지며, 학생이 응답한 내용은 자동적으로 시스템에서 채점되고, 응답에 대한 분석이 수행된다. 이를 통하여 학습자에 대한 학습 정보를 얻게 된다. 여기에서, 학생이 학습한 내용과 그에 관련된 평가 문제를 분석하여, 학습을 했음에도 오답을 한 경우와, 학습이 이루어지지 않은 상태에서 오답을 한 경우로 구분하여, 학습이 필요한 부분에 대해 학습 내용을 동적으로 재구성하여 학생에게 제공하도록 한다.

3.1 코스웨어 구성

본 시스템에서 제공되는 코스웨어의 구조는 <그림 1>과 같다. 각 코스웨어는 크게 여러개의 장(chapter)들로 구성되고, 각 장은 여러개의 절(section)들로 구성된다. 또한 각 절은 학습의 주제

단위인 프레임(frame)들로 구성된다.



<그림 1> 코스웨어 지식 구조

이 구조에서 각 장마다 학습 목표(learning target)를 정의하고 있으며, 또한 각 장마다 각 절이 정의되어 있다. 각 절은 각 장의 학습 목표와 대응 관계가 정의된다. 또한 각 절마다 세부적인 학습 목표가 정의되어 있으며, 각 학습 목표와 연관되어 프레임들이 정의되어 있다. 또한 평가 문제(question)는 각 절마다 두고 있으며, 평가 문제 역시 학습 목표와 대응 관계가 있다.

본 코스웨어의 설계 시 학습 목표를 정의함으로써 학습에서 도달되어 할 내용을 좀더 명확히 나타낼 수 있도록 하고, 이 학습 내용과 학습 목표 사이의 대응 관계를 이용하여 평가 과정에서 학생이 오답을 냈을 경우, 이에 적절한 학습 내용을 제공하기 위한 추론 과정이 수행된다.

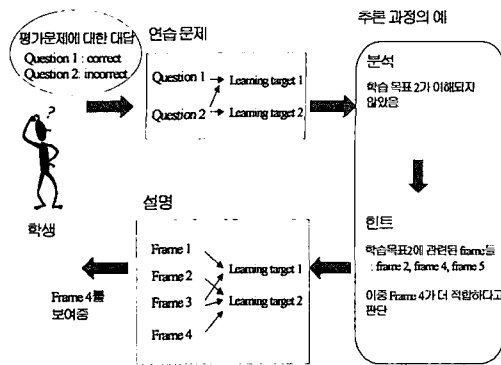
코스웨어에서 추구하는 학습 목표는 코스웨어 설계자와 관계없이 항상 동일하지만, 학습 목표에 관련된 각 절의 내용과 프레임의 내용은 설계자에 따라 다르게 정의될 수 있다. <그림 1>에서 볼 수 있는 바와 같이 각 학습 목표와 각 절, 프레임들의 매핑은 다대다(many-to-many) 관계로 정의되어 있다.

각 문제를 기술할 때 난이도를 정의하여 심화 학습을 원하는 학생의 경우에는 이에 적합한 고급 단계의 문제를 제시하도록 함으로서 학생 수준에

맞게 평가가 이루어지도록 한다.

3.2 추론을 이용한 힌트 제공

본 시스템에서는 평가 단계에서 학생이 오답을 냈을 경우, 그 문제에 대한 피드백으로서 힌트를 제공하여 다시 한번 그 문제를 풀 기회를 준다. 그 문제에 대한 힌트를 제시할 경우, 그 문제에 적합한 학습 내용이 제공되어야 한다. 따라서 본 시스템에서는 코스웨어의 논리적인 구조를 이용하여 추론을 함으로서, 가장 적절한 내용을 학습자에게 보여주도록 한다. <그림 2>는 이에 대한 과정을 보여주고 있다.



<그림 2> 추론 과정

<그림 2>에서 볼 수 있는 바와 같이, 각 문제와 관련된 학습 목표를 분석하고, 다시 이 학습 목표에 관련된 학습 내용을 분석하여 추론을 하고 있다.

학생이 문제 1과 문제 2를 풀어 문제 1은 정답을, 문제 2는 오답을 냈을 경우, 시스템은 문제 2에 적합한 힌트를 제공하기 위해 다음과 같은 추론 과정을 수행하게 된다. 문제 2에 관련된 학습 목표는 1과 2가 해당된다. 그러나, 문제 1은 옳게 답하였으므로, 문제 1에 관련된 학습 목표 1은 이해가 되었음을 알 수 있고, 학습 목표 2가 이해되지 않았음을 알 수 있다. 이 경우, 학습 목표 2에 관한 힌트를 제공하기 위해, 적합한 학습 내용이

선택되어야 한다. <그림 2>에서 볼 수 있는 바와 같이, 학습 목표 2에 관련된 프레임들은 프레임 2, 프레임 3, 프레임 4로서 모두 3개가 해당된다. 만약, 프레임 2가 다른 곳에서 이미 보여졌다면, 프레임 3과 프레임 4가 후보로서 적합하다. 그런데, 프레임 4는 학습 목표 2에만 관련되고, 프레임 3은 학습 목표 1과 2에 관련되므로 프레임 4가 더 적합함을 알 수 있다. 따라서, 프레임 4를 힌트로 제공하게 된다.

3.3 개인별 동적 학습 구성

본 시스템에서는 3.2와 같이 평가 단계에서 힌트를 제공할 뿐 아니라, 평가를 다 마친 후에 평가 결과를 분석하여 학생들에게 반복시킬 학습 내용을 동적으로 구성하여 학생들에게 제공한다. 이 단계에서 분석되는 내용은 크게 두가지로 구분된다.

먼저, 학습한 내용 중에서 이해가 충분히 되지 않아 오답을 낸 경우와, 학습이 이루어지지 않아 오답을 낸 경우로 구분된다. 첫 번째의 경우에는 반복 학습을 할 경우에 참조되며, 두 번째 경우에는 학습을 다시 시작 할 경우에 참조되도록 한다.

위와 같은 과정을 수행하기 위해서는 우선, 학습자들의 학습 내용과 평가 내용과의 관련성 정보를 알고 있어야 한다. 그런데, 이 정보들은 코스웨어의 논리적 구조를 통하여 쉽게 얻어질 수 있다.

다음으로, 학습자들이 학습을 수행하는 동안, 시스템은 저장된 학습 정보와 평가 내용을 검사하여 이들의 관련성 정보를 테이블에 유지한 다음, 분석 과정을 수행한다. <표 1>은 이에 관한 테이블 정보를 보여주고 있다. <표 1>에서 학습 여부를 학습이 이루어진 경우는 T로 표시하고, 학습이 이루어지지 않은 경우는 F로 표시하고 있다. 또한 분석 정보에서 C(complete)는 학습이 이루어진 프레임에 관련된 문제를 맞춘 경우로서 학습이 잘 이루어졌음을 나타내고 있으며, R(review)은 학습이 이루어진 프레임에 관련된 문제 중, 틀린 문제들에 대해 표시한 것으로서, 이 문제에 관련된 학습 내용에 대해 충분한 이해가 이루어지지 않았음을 의미하는 것으로서 재학습이 요구됨을 나타낸다. K(know)는 학습은 이루어지지 않았지만, 문제를

해결한 경우를 나타내며, N(no study)은 학습이 이루어지지 않은 문제에 대해서 틀린 경우를 나타내는 것으로, 학습을 다시 시작할 경우에 참조될 수 있다.

학습 평가가 이루어진 후, 재학습을 위한 내용을 학습자에게 제공하기 위해 시스템에서는 분석 정보를 토대로 그 내용이 R인 프레임들만을 동적으로 연결하여 학습 내용을 구성하게 된다. <표 1>에서는 프레임 2, 프레임 3, 프레임 8이 동적으로 연결된다.

<표 1> 학습 내용과 평가 결과 분석

학습내용	학습여부	관련 평가 문제	평가 결과	분석 정보	기타
프레임 1	T	문제 1	0	C	
프레임 2	T	문제 2	0	C	
		문제 4	X	R	
프레임 3	T	문제 3	X	R	
프레임 4	F	문제 4	X	N	
프레임 5	T	문제 5	0	C	
		문제 7	0	C	
프레임 6	F	문제 6	0	K	
프레임 7	T	문제 7	0	C	
프레임 8	T	문제 7	0	C	
		문제 8	x	R	
		문제 9	0	C	

&C: Complete, R:Review, N:No study, K:Know

이러한 학습자에 대한 분석 정보는 교사가 학생들의 학습 능력을 파악하는데 도움을 주고 있으며, 학생들의 학습 능력에 따라 적절한 학습 내용을 제공해줄 수 있도록 한다.

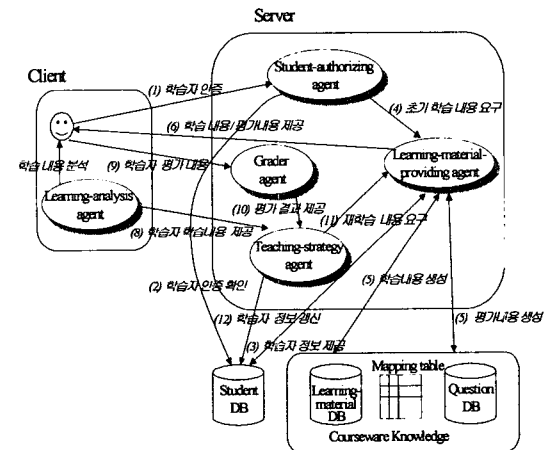
4. 시스템 구성

4.1 구현 환경

본 시스템은 웹기반 클라이언트/서버 구조로 설계되었으며, 운영체제는 Microsoft Windows 2000기반이며, 웹서버는 Apache를 사용하였다. 데이터베이스는 Oracle 7.0을, 개발 도구로는 J.D.K 1.1.6, JDBC, JSP을 사용하였다.

JSP는 웹을 비롯한 인터넷상에서의 여러 가지 응용 프로그램을 개발하기 위한 것으로서, MS사의 ASP와 대응되는 자바 기술이다. JSP는 ASP와는 달리 다양한 분야의 요구 사항에 따라 서버 및 플랫폼에 독립적이도록 설계되었다. 또한 JSP는 서버를 바탕으로 한 고차원의 프로그래밍 기술이기 때문에 기존의 서버로부터 여러가지 면에서 뛰어나다고 할 수 있다[14].

JDBC는 자바 API의 하나인데, 자바를 이용한 데이터베이스 접속과 SQL 문장의 실행, 그리고 실행 결과로 얻어진 데이터의 핸들링을 제공하는 방법과 절차에 관한 규약이다. JDBC를 이용하면 데이터를 저장하는데 사용한 데이터베이스 엔진의 종류에 상관없이 데이터베이스 연동을 수행할 수 있다는 장점이 있다[14].



<그림 3> 시스템 구성도

4.2 시스템 구성

본 시스템은 <그림 3>과 같이 5개의 에이전트들과 3개의 DB들로 구성된다. 5개의 에이전트들은 Student-authorizing 에이전트, Learning-material-providing 에이전트, Learning-analysis 에이전트, Grader 에이전트, Teaching-strategy 에이전트로써 세부기능은 다음과 같다.

1) Student-authorizing 에이전트

학습에 참여하고자 하는 학생은 이름과 비밀 번호를 입력하면, Student DB에 저장된 사용자 정보에 따라 사용자 인증 과정을 수행하여 접근 권한을 부여한다. 접근이 허용된 경우에는 학습이 수행될 수 있다.

2) Learning-material-providing 에이전트

사용자 접근이 허용되면, 학습자 DB로부터 학습자 정보를 받아 학습자의 학습 단계를 확인한 후, 학습자에게 학습 내용과 평가 내용을 전송한다. 또한, Teaching-strategy 에이전트가 재학습에 관련된 정보를 제공하면 이에 관련된 학습 내용을 동적으로 구성하여 학생에게 전송한다.

3) Learning-analysis 에이전트

학생이 학습을 진행하면서 학습한 경로 및 학습 횟수, 학습 시간 등을 모니터링하여 Teaching-strategy 에이전트에 보낸다.

4) Grader 에이전트

학습자의 평가 문제 답안을 받아 채점을 수행한 후, 그 결과를 Teaching-strategy 에이전트에 보낸다.

5) Teaching-strategy 에이전트

학습자의 학습 내용과 평가 내용을 받아 분석하여 학습자에 적합한 학습 내용을 찾아 제공하도록 한다. 또한, 학습자가 힌트를 요구할 경우에는 추론 과정을 거쳐 적합한 학습 내용을 제공하도록 한다.

DB는 Student DB, Learning-material DB, Question DB로 구성되며, 다음과 같은 내용을 유지한다.

1) Student DB

학생에 대한 정보와, 학습 정보로서 학습 과정과 평가 문제에 대한 학업 성취도를 저장한다.

2) Learning-material DB

학습 내용이 3.1절에서 설명된 바와 같이 장별, 절별, 프레임별로 저장되어 있으며, 각 내용은 HTML 파일 형태로 되어 있다.

3) Question DB

장별, 절별로 학습평가를 위한 문제들이 저장되어 있으며, 각 절의 학습목표에 대응되는 문제들이 난이도별로 작성되어 저장되어 있다. 학생이 심

화 학습을 원하는 경우에는 난이도를 조절하여 고급 문제를 제공해 주도록 한다.

학습 과정은 <그림 3>과 같으며, 이 과정을 설명하면 다음과 같다. 먼저, 학습자가 서버의 Student-authorizing 에이전트에 학습자의 ID와 비밀 번호를 전송하면, Student-authorizing 에이전트는 Student DB를 참조하여 학습자의 인증 과정을 수행한다. 학습자가 인증되면, Student-authorizing 에이전트는 Learning-material-providing 에이전트에게 학습자에게 제공할 초기 학습 내용을 요구하게 된다. 그러면, Learning-material-providing 에이전트는 Student DB에 있는 학습자 정보를 바탕으로 학습 내용을 구성하여 학습자에게 전송하게 된다. 학습자가 학습을 하게 되면 Learning-analysis 에이전트는 학습 진행 사항을 모니터링하여 학습이 종료되면 그 정보를 Teaching-strategy 에이전트에게 전송한다. 또한 Grader 에이전트는 학생이 평가 문제를 풀 경우, 그 평가 답안을 받아 채점을 수행하여 그 정보를 Teaching-strategy에게 전송한다.

Teaching-strategy 에이전트는 학습자의 학습 과정과 평가 문제에 대한 채점 결과를 받아, 학습 내용에 대한 분석을 수행한 후, 학습자가 재학습이 필요한 부분을 조사하여 그 정보를 Learning-material-providing 에이전트에게 보낸다. 그러면, Learning-material-providing 에이전트는 그 정보를 토대로 학습 내용을 동적으로 재구성하여 학습자에게 전송하게 된다. 학습자의 학습 과정과 평가 내용, 분석 내용에 대한 정보들은 Student DB에 갱신된다. 또한 Teaching-strategy 에이전트는 학습자의 평가 내용을 검사하여 어느 도달점 이상의 점수를 학습자가 얻었을 경우, 심화 학습 문제를 학생에게 제시할 수 있다. 이를 위해 Learning-material-providing 에이전트에게 심화 학습 문제를 요구하면, Learning-material-providing 에이전트는 난이도를 조절하여 고수준의 문제로 구성된 평가 내용을 학습자에게 제공한다.

5. 결 론

본 연구에서는 효과적인 웹기반 원격 교육 시스템을 지원하기 위해 지능형 교수 시스템의 기술을 도입하고자 하였다. 이를 위해 학습자들의 학습 과정을 추적하고, 분석한 후 학습자의 학습이 미진한 부분을 파악하여, 이에 적절한 학습 내용을 동적으로 구성하여 학습자에게 제공할 수 있도록 하고 있다. 또한 코스웨어를 구성하는데 있어 학습 목표를 도입하여 학습에서 도달되어야 할 부분을 명확히 제시하고, 그 학습 목표와 학습 내용과의 관련성을 정의하고 있다. 학생이 평가 문제에 대해 오답을 냈을 경우, 이 정보를 이용하여 추론함으로써 적절한 학습 내용에 관한 힌트를 제공해줄 수 있다. 또한 본 시스템은 에이전트에 기반하여 개발됨으로서 에이전트가 갖는 여러 특성들을 만족하여 동적이고 융통성 있는 지능형 교수 시스템을 지원할 수 있도록 하고 있다.

참 고 문 헌

- [1] P. Brusilovsky, E. Schwarz and G. Weber, "ELN-ART: An Intelligent Tutoring System on the WWW," In the Proceedings of ITS'96, pp.261-269, 1996.
- [2] M. Lai, B. Chen, and S. Yuan, "Toward a new Educational Environment," In the Proceeding of 4th International WWW Conference, pp. 11-14, 1995.
- [3] A. Silva, et al., "A Survey of Web Information Systems," In the Proceeding of WebNet'97 pp.520-530, 1997.
- [4] J. Wang, "Intelligent Hyper-media Learning System on the Distributed Environment," In the Proceeding of the World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia, 1997.
- [5] K. Nakabayashi et al., "Architecture of an Intelligent Tutoring System in the WWW," In the Proc. of AI-ED'97, pp.39-46, 1997.
- [6] M. Stern et al., "Intelligence on the Web?," In the Proc. of AI-ED'97, pp.490-497, 1997.
- [7] M. Kiyama et al., "Authoring Method for the Web-based Intelligent CAI System CALAT and its Application to Telecommunications Service," In the Proc. of AAAI-97,
- [8] 정갑주, 박종선, "효과적인 교수-학습을 위한 가상 학습 지원 시스템 분석," 정보과학회지, 16권 10호, pp.26-33, 1998.
- [9] 박경환, "사용자간 상호작용 지향적 통합 가상 교육 시스템의 설계 및 구현," 멀티미디어 학회 논문지, 1권 2호, pp. 215-223, 1998.
- [10] 송민화, 송은하, 정권호, 정영식, "학습 문제 구조화를 통한 효율적인 웹기반 개별화 학습 시스템 RC²의 설계 및 구현, 컴퓨터교육 학회 논문지, 제 3권 제 1호, pp. 51-63, 2000.
- [11] 이현희, 황부현, "에이전트를 활용한 웹기반 단계별 원격 교육 시스템의 설계," 컴퓨터교육학회 논문지, 제 3권 제 1호, pp. 127-134, 2000.
- [12] 임환섭, "CORBA를 이용한 학습자 중심의 원격 교육 시스템 구현," 한국 정보처리 학회 학술발표 논문집, 제6권 1호, 1998.
- [13] 최진우, 우종우, "프로그래밍 학습을 위한 Web 기반 지능형 교수 시스템의 개발," 한국 정보처리학회 춘계 학술발표 논문집, 제 6권 1호, pp.697-700, 1998.
- [14] 유재우의 3인, 웹개발자를 위한 서블릿 JSP, 이한 출판사, 2000.8