

# 취약성 분석 알고리즘을 이용한 웹기반 코스 스케줄링 멀티 모듈 시스템

이문호<sup>†</sup> · 김태석<sup>\*\*</sup> · 김봉기<sup>\*\*\*</sup>

## 요 약

웹의 등장은 멀티미디어 기술과 컴퓨터 통신 기술 개발의 가속화 및 이를 응용한 콘텐츠 개발에 촉진제 역할을 하게 되었다. 최근에는 교수-학습 활동에서의 새로운 형태인 웹을 기반으로 한 교육(WBI: Web-Based Instruction)이라는 교수 모형이 제시되기에 이르렀다. 또한, 개별 학습자의 학습 수준을 고려한 학습 및 평가 방식이 요구되고 있으며, 그에 따라 웹 기반 교육 시스템에 효율적이고 자동화된 교육 에이전트의 필요성이 인식되고 있다. 그러나 현재 연구되고 있는 많은 교육 시스템들은 학습자 성향에 맞는 학습 과정을 적절히 서비스해 주지 못할 뿐 아니라 지속적인 피드백과 학습자가 학습 과정에 따라 학습을 진행함에 있어서 취약한 부분을 재학습 할 수 있도록 도와주는 서비스를 원활히 제공하지 못하고 있다. 본 논문에서는 취약성 분석 알고리즘을 이용한 학습자 중심의 코스 스케줄링 멀티 모듈 시스템의 설계를 제안한다. 제안한 시스템은 먼저 학습자의 학습을 지속적으로 모니터링하고 평가하여 개인 학습자의 학습 성취도를 계산하며, 이 성취도 계산을 통해 나온 단위별 취약성을 에이전트의 스케줄에 적용하여 학습자에게 취약한 과목을 재학습 할 수 있는 학습 환경을 제공하고, 학습자는 이러한 학습 환경에 따라 반복된 학습을 통하여 완전학습을 수행하게 된다.

## A Course Scheduling Multi-module System based on Web using Algorithm for Analysis of Weakness

Moon-Ho Lee<sup>†</sup>, Tae-Seog Kim<sup>\*\*</sup> and Bong-Gi Lee<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

The appearance of web technology has accelerated the role of the application of multimedia technology, computer communication technology and multimedia application contents. Recently WBI model which is based on web has been proposed in the part of the new activity model of teaching-learning. How to learn and evaluate is required to consider individual learner's learning level. And it is recognized that the needs of the efficient and automated education agents in the web-based instruction is increased.

But many education systems that had been studied recently did not service fluently the courses which learners had been wanting and could not provide the way for the learners to study the learning weakness which is observed in the continuous feedback of the course. In this paper we propose design of multi-module system for course scheduling of learner-oriented using weakness analysis algorithm. First proposed system monitors learner's behaviors constantly, evaluates them, and calculates his accomplishment and weakness. From this weakness the multi-agent prepares the learner a suitable course environment to strengthen his weakness. Then the learner achieves an active and complete learning from the repeated and suitable course.

**Key words:** 웹기반 교육 시스템, 스케줄링 멀티 에이전트

본 연구는 2001년도 청운대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 수행 되었음.

<sup>†</sup> 정희원, 청운대학교 멀티미디어학과 교수

<sup>\*\*</sup> 정희원, 대림대학 컴퓨터정보계열 겸임교수

<sup>\*\*\*</sup> 종신회원, 진주산업대학교 컴퓨터공학과 교수

### 1. 서 론

최근 들어 인터넷의 발달로 웹기반 교육시스템을 이용한 온라인 강좌는 컴퓨터 교육 시스템 분야의 이슈로 부각되고 있으며 이러한 웹기반 교육시스템의 보급과 더불어 사용자의 다양한 교육 서비스에 대한 욕구 증대에 따른 교육서비스를 응용한 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

전통적인 교실 환경을 웹기반 교육 환경으로 전환할 때의 학습 유형은 자율학습 형태, 강의형태, 토론 형태의 세 가지 유형으로 나누어 생각할 수 있다[2]. 자율학습의 형태는 학습자가 자신의 부족한 학습 내용을 교사가 제시된 자료를 통하여, 또는 개별적인 정보검색을 통해 학습이 이루어진다. 강의 형태는 전통적인 교실환경과 마찬가지로 교사가 제시한 학습 자료를 가지고 교사가 제시한 강의 계획서에 근거하여 학습이 진행되지만, 전통적인 교실환경과는 달리 학습자는 자신의 스케줄에 따라 임의의 장소에서 학습을 전개할 수 있다. 또한, 전통적인 교실 학습과 마찬가지로 학습 내용에 대한 궁금한 사항을 교사와의 질의 응답을 통하여 해결하면서 학습활동이 이루어지는 것을 말한다. 토론 형태는 같은 코스에 등록된 게시판이나 채팅 모드를 통하여 다른 학습자들과 의견을 나눔으로 학습 활동을 수행하게 된다.

교실환경에서의 교육이 어느 한가지 유형만으로 이루어지지 않는 것처럼 현재 웹상에서 교육을 제시하는 각 사이트들도 한가지 유형만을 제시하고 있지는 않다. 따라서 이러한 웹 교육 시스템에 있어서 학습자 개인에게 적합한 코스를 구성해주는 것은 개인의 학습 효과를 증진시킬 수 있는 중요한 정보가 된다.

교사와 학습자 사이에서 지식을 전달하는 과정에서 발생하는 상호작용을 지원하기 위한 도구로는 비동기식 모드인 전자메일, 전자게시판이 활용되고 있으며, 동기식 모드로는 텍스트 또는 음성기반의 채팅과 화상회의 시스템이 활용되고 있다[3]. 학습자와의 상호작용을 위한 도구들이 다양하게 지원되고 있지만, 교과과정을 개설하고 이를 운영하는 교사의 입장에서 볼 때, 등록된 모든 학생들이 대면하게 되는 상황을 모두 접수하고, 그들의 학습 상태를 분석하여 학습자에게 가장 적합한 코스 구성 및 스케줄을 제공한다는 것은 어려운 일이다. 따라서, 이러한 웹기반 교육 시스템에서의 학습자에게 효과적인 학습 방법

과 코스 구성, 그리고 코스 스케줄 등의 피드백을 제공할 수 있는 에이전트가 필요하게 되었다.

본 논문에서는 학습자의 학습 수준과 학습 방법을 고려하여 학습자의 취약한 부분의 재학습을 위해 동적인 코스를 재구성하여 제공하는 웹기반 코스 스케줄링 시스템을 개발하여 자동으로 제공해 주는 반복 학습을 통해 학습자의 학습효과를 증진시키고자 한다. 이를 위하여 동적인 코스 스케줄링과 적절한 피드백을 제공해 주는 멀티 에이전트를 제안한다.

### 2. 관련연구

웹 교육 시스템의 대표적인 것이 텍사스 대학의 CODE(Customized On-Demand Education) 시스템이다[4]. 이 시스템은 전자 상거래의 응용으로 교육 설계를 위한 개념적인 모형을 정의하고 코스의 주문형 생산과 같은 부가 가치 서비스를 제공한다. 또한 교육의 학습자와 공급자 사이의 중개자로서의 교육 중개를 위한 모형을 설계하였으며 미리 정의된 표준에 따른 새로운 자료의 생산을 위해 잠재적인 공급자를 위임하고 코스 자료 저장소를 활용하는 중개에 기초한 코스 생산과 전달을 위한 방법론을 제안하였다. 또한, 학습 지원과 평가를 위한 방법과 도구를 포함하여 코스의 전달과 표현을 위한 통신망 기반의 학습 환경을 위한 모형을 제안하였다.

그림 1은 CODE의 전체 시스템 구조를 보이고 있다.

그러나 이러한 이론상의 웹 기반 교육 시스템은 실질적으로 응용하여 어플리케이션으로 구현하였을 때 많은 문제점이 발견되었고 그 중 가장 큰 문제 중의 하나가 학습자에 대한 정확한 고객화와 만족도이다[5].

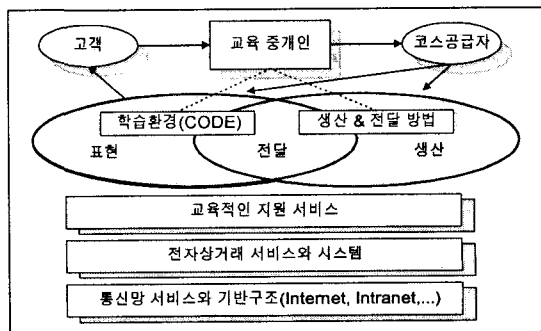


그림 1. CODE의 시스템 구조도

CODE 시스템은 전자상거래 기반에서 학습자가 원하는 코스를 제공해주지만 학습 성취도와 학습 효과를 증대시킬 수 있는 방법론을 제시하고 있지는 않다. 또한 동적인 개별 학습자의 학습 성취도를 평가할 수 있는 적절한 피드백의 기능이 결여되어 있다.

국내 웹기반 교육 시스템의 가장 대표적인 시스템은 서울대학교에서 실시되고 있는 가상강의라 할 수 있다. 서울대학교는 1998년 TopClass 플랫폼을 활용하여 가상강의를 실시하고 있으며 학생들은 어떠한 강좌가 가상으로 개설되는지를 수강편람이나 정보광장을 통해 알 수 있다. 가상강의를 진행하는 교수와 수강 학생들은 각자의 ID를 부여받아 가상대학에서 제공하는 플랫폼을 활용하여 수업을 진행하며 플랫폼에는 메일, 학습하기, 토론, 공지사항 등의 메뉴가 주어지고, 교수에게는 시험문제의 출제나 리포트를 위해 피드백을 주는 것과 같은 기능과 자신의 수업내용을 설계할 수 있는 메뉴가 주어진다. 이 가상교육의 특징은 학습자의 현행학습에 따른 선행학습과 후행학습을 프레임 구조의 인터페이스에 의해 하이퍼링크로 연결시켜 놓음으로써 학습자가 쉽게 현재의 학습 내용에 대한 이전 학습 내용을 찾아볼 수 있다는 것이다.

학습자가 학습의 내용을 임의로 선택할 수 있도록 모든 학습 자료를 개방하는 것은 지식획득이, 선행된 학습 내용을 기반으로 하여 이루어지는 것에 비추어 볼 때 학습자의 학습 활동을 저하시킬 수 있고, 때때로 학습자들로 하여금 학습 목표를 상실시키는 요인이 될 수 있다. 이러한 문제는 웹기반 교육환경을 설계할 때 교사-학습자 등 학습 활동에 중요한 멤버가 되는 학습자 측면을 고려해야 한다는 주장을 야기시키고 있다.

기존 연구들의 문제점은 먼대면 교육시스템에서의 교사와 학습자간의 필요충분 조건인 상호작용이 웹기반 교육시스템에서는 충분히 제공되지 못하므로 온라인 상에서의 교육에 있어서 학습자와 교수와의 피드백을 위한 적절한 지원 시스템의 결여라 할 수 있다. 본 논문에서는 웹 기반에서의 에이전트 기술과 교육 시스템의 인프라를 접목하여 학습자의 학습 평가 모니터링을 통해 학습 취약성을 계산하여 취약한 부분을 재학습할 수 있도록 최적의 학습 과정을 개별 학습자에게 제공해 주는 코스 스케줄링 시스템을 제안한다.

### 3. 코스 스케줄링 시스템의 구조

LTSA(Learning Technology System Architecture) [5]는 학습 환경 상호작용 시스템을 구현하는데 정보공학적 면에서 사용자의 측면을 고려하여 IEEE 1484 학습 기술 표준위원회(Learning Technology Standards Committee : LTSC)가 가상교육의 국제표준안 제정을 위해 작성한 학습 시스템 명세서이다. 코스 스케줄링 시스템의 기본 구조는 LTSA 모델에 의거 설계하였다.

#### 3.1 코스 스케줄링 시스템의 설계

제안하는 코스 스케줄링 시스템은 그림 2와 같으며 학습자, 교사, 멀티 에이전트, 전달, 평가 등의 프로세스를 가지며 학습 자료 저장소와 학습 기록 저장소 및 각 개체들의 상호작용으로 구성된다.

기존 학습 시스템 모델에서의 시스템 코치의 역할을 멀티 에이전트가 담당하게 하였으며 이 에이전트는 학습자의 학습 성취도 계산 및 코스 스케줄링을 담당한다. 또한 교사의 역할을 완전히 배제한 기존 모델에 교사 개체를 삽입하여 학습자의 질문을 처리할 수 있게 함으로써 효율적인 학습 시스템 모델을 제시한다.

학습자의 학습 행위를 살펴보면 첫째, 학습 자료에 대한 학습, 둘째, 학습 내용에 대한 질의, 셋째, 학습 자료에 대한 평가로 요약 할 수 있다. 학습자는 해당 시간에 할당받은 자료에 대하여 학습하게 되고 학습한 내용에 대해 질의할 수 있으며 해당 자료에 대한 학습을 마치면 학습 내용에 대한 평가를 받는다. 이러한 평가 결과에 따라 코스 스케줄링 시스템

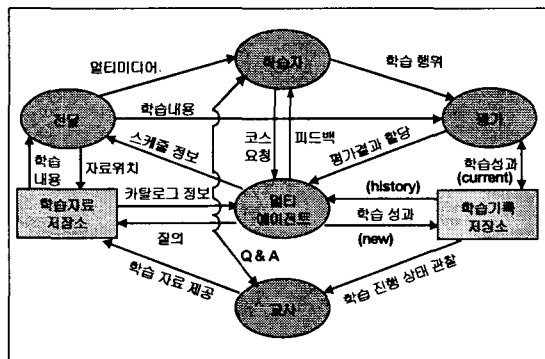


그림 2. CSMA 학습 시스템 모델

은 스케줄링을 하고 학습자는 재구성된 코스를 제공 받아 다시 학습 행위를 통해 학습을 하게 된다.

### 3.2 코스 스케줄링 멀티 에이전트

웹기반 학습 시스템에서의 에이전트의 역할은 매우 크다. 교사의 역할을 대신할 수 있을 뿐만 아니라 교사가 하기 어려운 one-to-one 교육을 할 수 있다. 코스 스케줄링에서 제안하는 멀티 에이전트(CSMA: Course Scheduling Multi-Agent)는 이러한 교사의 역할을 대신하며 더욱 효율적인 학습자 관리를 위해 여러 정보들을 모으고 분류하며 생성한다. 전통적 교육 시스템에서 교사의 역할이 학생을 가르치는 일 외에도 학습 평가 및 상담 등이 있듯이 여러 가지의 교사의 역할을 충분히 담당하기 위해서 에이전트의 역할을 분리하여 멀티 에이전트를 제안한다. 그림 3은 CSMA의 에이전트와 데이터베이스의 상호 작용을 나타내고 있다.

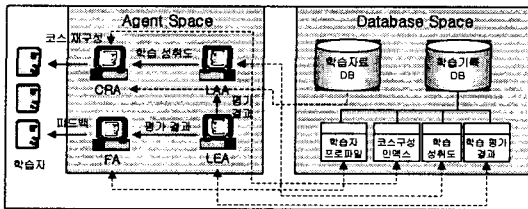


그림 3. 에이전트와 데이터베이스의 상호작용

CSMA의 핵심이 되는 에이전트 모듈은 4개의 에이전트로 구성되며 각각의 기능은 다음과 같다.

1) 코스 재구성 에이전트(Course Recomposition Agent, CRA) : 학습자의 학습 성취도에 대한 정보를 학습자 성취도 에이전트에게 전달받아 최적의 학습자 중심 코스를 생성하여 학습자에게 제공한다.

2) 학습 성취도 에이전트(Learning Accomplishment Agent, LAA) : 학습자의 학습 내용에 대한 평가를 담당하는 학습 평가 에이전트의 평가 결과를 바탕으로 학습 성취도를 계산하여 학습 효과를 파악한다. 학습 효과가 기준에 미달될 때는 즉시 코스 재구성 에이전트에게 코스 재구성 요청을 한다.

3) 학습 평가 에이전트(Learning Evaluation Agent, LEA) : 학습자의 학습 진행 과정에서 학습자의 학습 내용이 단계별로 완료될 때마다 학습 평가를 실행하여 학습자의 학습 능력을 판단하여 평가 결과를 학습

성취도 에이전트에게 넘겨 준다.

4) 피드백 에이전트(Feedback Agent) : 자료 저장소에 있는 학습자 프로파일 및 계산된 학습 성취도 등을 참조해 적절한 피드백을 제공하여 학습 효과를 높인다.

### 3.3 멀티 에이전트의 동작

멀티 에이전트의 동작은 각각의 역할에 따라 독립적으로 이루어지지만 각 결과값은 정의된 메시지 규칙에 의해 동작한다. 각각의 에이전트가 상호작용을 하며 받는 메시지들을 정의하면 다음 표 1과 같다

멀티 에이전트의 상호작용에서 각 에이전트가 주고받는 메시지는 각 에이전트의 역할을 수행하기 위해 필요한 부분이며 멀티 에이전트는 이러한 메시지들을 통해 상호간의 의사를 전달하게 된다.

표 1. 멀티 에이전트의 메시지 규칙

Source 에이전트	Destination 에이전트	Receiving 메시지	Sending 메시지
LEA	LAA		학습자의 평가 결과
	FA		학습자의 평가 결과
	CRA		
LAA	LEA	학습자의 평가 결과	
	FA		
	CRA		학습 성취도 결과
FA	LEA	학습자의 평가 결과	
	LAA		
	CRA		학습 내용 정보
CRA	LEA		
	LAA	학습 성취도 결과	
	FA	학습 내용 정보	

## 4. 코스 스케줄링 알고리즘

### 4.1 평가 규칙

코스는 1장부터 N장까지의 대 단원으로 나누어지고 각 장은 1절부터 n절까지의 소 단원으로 나누어진

표 2. 소 단원 평가 및 코스 진행규칙

평가 점수	60 이하	60~69	70~79	80~89	90~100
평가 등급 (G)	F	D	C	B	A
단계 이동 (S)	S(I, i-1)	S(I, i-1)	S(I, i)	S(I, i+1)	S(I, i+1)
학습 시간 (Tl)	Tl(I, i)	Tl(I, i)-10	Tl(I, i)-20	Tl(I, i)	Tl(I, i)-10

다. 대 단원은 각 장에 해당하며 소 단원은 각 장에 속해있는 절에 해당한다. 그림 4 과 같이 학습 자료와 학습 평가를 구분하기 위해 학습 자료는 S(I, i)으로 표현하고, 학습 평가는 T(I, i)로 표현한다. 순서적으로 1장 1절인 S(1, 1)를 학습한 학습자는 평가 에이전트의 소 단원 평가인 T(1, 1)을 통해 기준 점수 이상을 받아야 1장 2절인 S(1, 2)를 학습할 수 있다. 이렇게 순서적으로 학습하는 것이 일반적 코스 학습의 원칙이며 각 장, 각 절에 대한 평가에서 기준 등급에 따라 코스 스케줄링 에이전트에 의한 코스 재구성이 이루어진다.

표 2는 S(I, 1)부터 S(I, n-1)까지 소 단원별 평가 및 처리에 대한 규칙을 보인다. 해당 소 단원의 결과에 따라 학습진행 여부와 다음 학습 시간(Tl)이 결정된다.

표 2와 같이 특정 소 단원의 평가에서 B등급 이상을 받으면 다음 소 단원을 학습할 수 있고 C등급을 받으면 현재의 소 단원의 재학습이 이루어지며 D등급 이하를 받으면 그 이전 소 단원부터 재학습한다. 또한, 소 단원 평가에서 A등급과 D등급을 받으면 다음 소 단원 학습 시간에서 10분을 감한 시간이 주어지고, C등급을 받으면 20분을 감한 시간이 주어지며, F등급을 받으면 변함없이 원래의 기본 시간인 50분이 학습 시간으로 주어진다. 이는 학습 시간을 50분으로 하였을 때 실험 평가에 의해 나타난 최적의 시

간이다. 즉, 표 2의 학습 시간(Tl)으로 했을 때 가장 성취도가 높다.

4.2 학습 성취도 계산

학습 성취도 계산이란 학습자의 현재의 학습 평가 결과와 이전의 학습 평가 결과를 비교 분석하여 학습 효과가 얼마나 상승했는지를 계산하는 것이다. 현존하는 웹기반 교육시스템에서는 단순히 학습자의 학습 평가의 점수에 따라 취약성을 계산하여 이를 통해 학습 성취도로 이용하므로 학습자의 정확한 취약성에 대한 판단이 어렵다. 본 논문에서는 학습 성취도의 최고 기준을 1로 하였을 때 우선 학습자의 취약성을 계산하고 1에서 취약성의 결과를 빼어 학습 성취도로 이용한다. 학습 성취도를 식으로 표현하면 다음과 같다.

- A(I, i): 각 소 단원의 학습자 성취도(Accomplishment )
- W(I, i): 각 소 단원의 학습자 취약성(Weakness)
- $A(I, i) = 1 - W(I, i)$

학습자 취약성이 1보다 작아야하는 이유는 학습자 성취도를 백분율로 나타내기 위함이며 결국 학습자 성취도는 0과 1사이의 값을 갖게 된다.

각 대 단원 평가인 T(I)에서는 평가 결과를 평가 에이전트가 기억하여 성취도 계산에 파라미터 값으로 사용하며 해당 코스의 종합 평가인 마지막의 Tt와 함께 코스 재구성의 중요한 정보로 이용된다. 따라서 각 대 단원 평가인 T(I)는 다음 대 단원의 첫 소 단원 학습으로의 진행에는 관여하지 않으며 학습 평가 결과값은 학습 성취도 분석에 이용된다.

각 문항에 대한 평균 답안 마킹 시간을 기준으로 개별 문항에 대한 각 답안 마킹 시간을 비교하여 이를 코스 스케줄링의 가중치 값으로 사용한다. 이 가중치 값은 대 단원에서의 소 단원 취약성 계산의 중요한 파라미터로 작용한다. 취약 가능성을 보인 두 단계에 대한 답안을 확인하여 정답을 마킹한 문항과

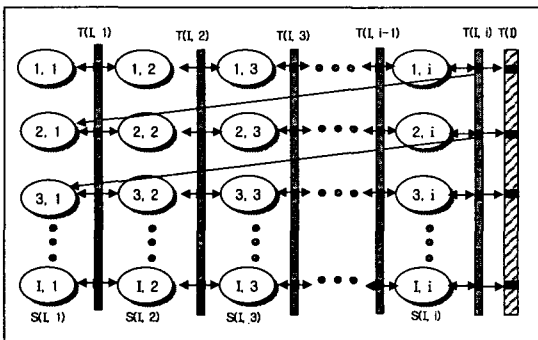


그림 4. 소 단원 평가와 대 단원 평가의 구조

오답을 마킹한 문항을 구분하여 정답을 마킹한 문항이 해당 소 단원에서 60% 미만일 경우 취약성이 있다고 규정한다.

각 대 단원 평가에서 나타난 결과를 통해서 학습 자료의 소 단원에 대한 마킹 시간의 지연과 정답률을 통해 취약 가능한 소 단원을 검출하도록 그 단원의 취약성을 계산한다. 학습자의 답안 마킹 시간과 정답률을 분석한 소 단원에 대한 취약성  $W_{IR}(I, i)$ 은 다음과 같이 구할 수 있다.

- $t_d(I, i)$ : 단원시험의 소 단원 문항풀이 소요시간
- $t_r(I, i)$ : 단원시험의 소 단원 문항풀이 요구시간
- $W_t(I, i)$ : 각 소 단원의 풀이 시간 취약성
- $R(I, i)$ : 단원시험에서 소 단원 문항의 정답률
- $W_{IR}(I, i)$ : 각 소 단원 풀이 시간과 정답 취약성
- $W_r(I, i)$ : 반복 학습 취약성

$$W_t(I, i) = \quad (1)$$

$$\begin{cases} 0 & : t_d(I, i) < t_r(I, i) \quad \text{일 때} \\ 1 & : t_d(I, i) \geq (4 * t_r(I, i)) \quad \text{일 때} \\ \frac{t_d(I, i) - t_r(I, i)}{3 * t_r(I, i)} & : t_d(I, i) < (4 * t_r(I, i)) \quad \text{일 때} \end{cases}$$

$$W_{IR}(I, i) = W_t(I, i) * 0.5 + (1 - R(I, i)) * 0.5 \quad (2)$$

소 단원 문항의 정답률과 소 단원의 풀이 시간을 50%씩 반영하는 이유는 실험을 통한 경험적 결과에 따른 최적의 수치이며 기본 값이다. 하지만 기본 값으로 반영을 원치 않을 경우 교수자가 임의로 정의할 수 있도록 선택사항으로 구현하였다.

학습자의 취약성 계산은 학습자의 답안 마킹 시간과 정답률을 분석한 소 단원에 대한 취약성뿐만 아니라 소 단원 학습의 반복 횟수를 계산하여 또 하나의 취약성을 계산한다. 소 단원의 반복학습 취약성  $W_r(I, i)$ 을 계산하는 식은 다음과 같이 정의할 수 있다.

- $L_c(I, i)$ : 소 단원의 학습 횟수
- $W_r(I, i) = (L_c(I, i) - 1) * 0.3 \quad (3)$

( $W_r(I, i) > 1$  일때는 1로 계산(반복회수가5회 이상일때))

따라서, 학습자의 코스 학습 평가에 따른 소 단원의 학습 취약성은 다음과 같이 구할 수 있다.

- $W(I, i)$ : 각 소 단원의 학습 취약성

$$W(I, i) = W_{IR}(I, i) * 0.7 + W_r(I, i) * 0.3 \quad (4)$$

반복 학습을 분석하여 얻은 학습 취약성은 답안 마킹 시간을 분석한 학습 취약성과 합하여 전체 소 단원의 학습 취약성을 나타낸다. 따라서, 각 소 단원의 학습 취약성은 학습자의 답안 마킹 시간과 정답률을 분석한 소 단원에 대한 취약성인  $W_t(I, i)$ 와 소 단원의 반복 학습을 분석한 학습 취약성인  $W_r(I, i)$ 의 가중치를 7:3으로 계산한다. 가중치를 7:3으로 하는 이유는 위에서 설명한 풀이 시간과 정답 취약성과 같이 실험을 통한 경험적 결과에 따른 최적의 수치이며 교수자가 임의로 정의할 수 있도록 선택사항으로 구현하였다. 이렇게 계산된 학습 취약성으로 학습 성취도를 계산할 수 있으며 학습 성취도 계산에 따라 취약성을 보이는 소 단원을 추출하여 코스 재구성을 한다. 하나의 소 단원을 평가한 결과 취약성이 0.4 이상인 소 단원은 CSMA에 의해 재학습을 하도록 코스 스케줄이 된다.

### 5. CSMA의 구현

소 단원 학습 후 소 단원 평가를 종료하게 되면 CSMA의 학습 평가 에이전트에 의해 평가 결과가 계산되어 학습자에게 제공된다. 학습자가 소 단원 평가에서 얻은 점수와 등급을 나타내며 해당 등급에 따른 학습 진행 소 단원을 결정하여 보여준다. 또한 각 문항별 정오답을 체크할 수 있도록 마킹번호와 정답번호 그리고 정답유무를 보여주어 학습자 스스로 평가결과를 분석할 수 있도록 도와준다. 그림 5는 소 단원 평가 결과 페이지를 나타내고 있다.

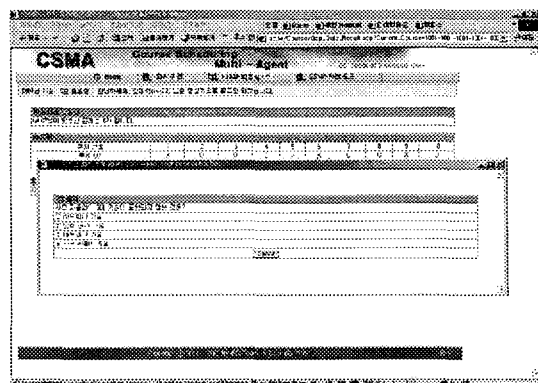


그림 5. 학습 평가 결과 페이지

학습자가 마지막 단원 평가를 종료하게 되면 CSMA의 학습 성취도 계산 에이전트에 의해 학습 성취도 분석이 시작되며 최종적인 학습자 평가 정보와 취약성 정보 및 재구성된 코스를 제공한다. 학습자의 소단원별 취약성을 그래프와 수치로 상세히 보여주며 최종 평가 등급을 계산하여 보여줌으로써 학습자의 자신의 목표등급과 비교할 수 있게 하였다. 자신의 목표 등급에 도달하지 못한 학습자는 CSMA가 제시한 코스 스케줄에 의해 재학습 프로그램을 시작할 수 있다. 그림 6은 학습자의 학습 성취도 정보를 제공하는 페이지이다.

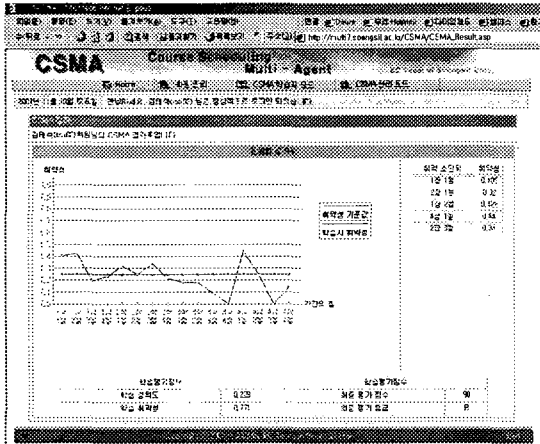


그림 6. 학습 성취도 정보 페이지

## 6. 결론 및 향후과제

본 논문은 학습자의 학습을 평가하여 개별 학습자 성향에 맞는 코스웨어를 재 생성하여 제공하는 학습

자코스웨어 스케줄링을 위한 멀티 에이전트를 제안하였다.

학습자 개인의 코스에 대한 이해 수준과 학습 효과에 대한 피드백을 지속적으로 에이전트가 학습하여 최적으로 스케줄링된 코스를 서비스함으로써 학습자에게 최대의 학습효과를 이룰 수 있으며 학습자가 주문한 코스는 코스 스케줄링 에이전트에 의해 가장 알맞은 코스로 제공받는 결과를 얻을 수 있다.

학습자는 요청한 코스에 대한 학습이 모두 끝날 때까지 지속적으로 에이전트와 상호작용하며 코스 스케줄이 최대의 학습 효과를 얻지 못한다고 에이전트가 판단하면 다시 코스를 스케줄링하여 학습자에게 새로운 코스 스케줄로 코스를 제공하게 된다. 시스템의 기능에 있어 제안하는 코스 스케줄링 시스템과 국내외 웹기반 교육 시스템과 비교하면 표 3과 같다.

향후 연구과제는 각 평가 문항의 난이도에 따른 학습 취약성 가중치를 부여하여 성취도 계산을 더욱 개별 학습자에게 적합한 알고리즘으로 완성시킬 것이며 또한, CSMA를 웹기반 학습시스템에 독립적으로 구현하여 서로 이질적인 프로토콜 환경에서도 CSMA가 활동하여 웹 환경의 모든 학습자의 학습 환경을 관리해 줄 수 있는 시스템을 개발할 계획이다.

## 참 고 문 헌

[1] Ward, D. "Technology and the Changing Boundaries of Higher Education", EDUCOM Review 29, 1 Jan/Feb, 23-30 1994.  
 [2] Hamalainen, M, Whinston, A, and Vishik, S.,

표 3. 국내외 웹기반 교육 시스템과의 기능 비교

처리 및 기능 관련 시스템	학습 위치 정보 확인	에이전트에 의한 자동처리	학습 성취도 계산	학습 시간 제어	학습자 모니터링
CODE (Texas Univ.)	유	무	무	무	무
PLeMA (SSU)	유	유 (학습 상태 관리)	무	무	무
TopClass (SNU)	유	무	무	무	무
WoongJin.com	유	무	무	무	무
CSMA (SSU)	유	유 (학습 스케줄링)	유 (취약성 분석)	유 (최적 학습 시간 계산)	유 (답안 마킹 시간 체크)

“Electronic Markets for Learning : Education Brokerages on the Internet”, Communicatinos of the ACM, vol. 39 no 6 (June), 51-58, 1996.

[3] Agogino, A, “The Synthesis Coalition : Information Technologies Enabling a Paradigm Shift in Engineering Education”, Proceedings of Hypermedia in Vaasa '94(June), Vaasa Institute of Technology, 3-10, 1994.

[4] Thomas, R. “Implications of Electronic Communication for the Open University, in Mindweave, Communication, Computers, and Distance Education”, R. Mason and A. Kaye (eds.), Pergamon Press, 166-177, 1992.

[5] <http://grouper.ieee.org/p1484> IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC)

[6] Whinston, A. “Re-engineering MIS Education.”, Journal of Information Science Education, Fall 1994, 126-133, 1994.

[7] Sandip Sen., Edmund H. Durfee., “On the design of an adaptive meeting scheduler”, In Prec. of the Tenth IEEE Conf. on AI Application, 1994.

[8] Katia Sycara, Dajun Zeng, “Coordination of Multiple intelligent Software Agent”, International Journal of Cooperative Information System, 1996.

[9] Online Education “The Electronic University”, Prospectus 1993/94.

[10] Hamalainen, M, Whinston, A, and Vishik, S., “Electronic Markets for Learning : Education Brokerages on the Internet”, Communicatinos of the ACM, vol. 39 no 6 (June), 51-58, 1996.

[11] Agogino, A, “The Synthesis Coalition : Information Technologies Enabling a Paradigm Shift in Engineering Education”, Proceedings of Hypermedia in Vaasa '94(June), Vaasa Institute of Technology, 3-10, 1994.

[12] 양선옥, “멀티 에이전트를 이용한 사용자 중심의 웹기반 개별학습시스템에 관한 연구”, 박사학위 논문, 숭실대학교, 1999

[13] 정갑주, 박종선, “효과적인 교수-학습을 위한 가상학습 지원 시스템 분석”, 정보과학회지 논문지, 제 16권 제10호, 1998.

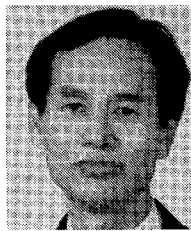
[14] 정인성, “웹기반 교수-학습체제설계 모형”, 웹기반교육, 교육과학사, 1999



이 문 호

서울대학교 공학사  
 숭실대학교 컴퓨터학과 공학석사  
 숭실대학교 컴퓨터학과 공학박사  
 한국전자통신연구소 연구원  
 현대전자(주) 과장

현재 청운대학교 멀티미디어학과 교수 재직중  
 E-mail : mhlee@www.cwunet.ac.kr



김 태 석

서울대학교 이학사  
 숭실대학교 컴퓨터학과 공학석사  
 숭실대학교 컴퓨터학과 공학박사  
 대림대학 겸임교수  
 (주) 키즈 기술이사로 재직중  
 관심분야 : 전자상거래, 가상대학,  
 멀티미디어

E-mail : tskkim@hanmail.net



김 봉 기

숭실대학교 전자계산학과 공학사  
 숭실대학교 컴퓨터학과 공학석사  
 숭실대학교 컴퓨터학과 공학박사  
 관심분야 : 멀티미디어, 데이터베이스  
 현재 진주산업대학교 컴퓨터공학과 교수 재직중

E-mail : bgkim@jinju.ac.kr