

학습 평가 분석을 이용한 웹기반 코스 스케줄링 멀티 에이전트 시스템

박재표[†] · 이광형[†] · 이종희[†] · 전문석^{††}

요 약

최근 학습자의 요구에 맞는 코스웨어의 주문이 증가되고 있는 추세이며 그에 따라 웹 기반 교육 시스템에 효율적이고 자동화된 교육 에이전트의 필요성이 인식되고 있다. 본 논문에서는 취약성 분석 알고리즘을 이용한 학습자 중심의 코스 스케줄링 멀티 에이전트 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 먼저 학습자의 학습 평가 결과를 분석하고 학습자의 학습 성취도를 계산하며, 이 성취도를 에이전트의 스케줄에 적용하여 학습자에게 적합한 코스를 제공하고, 학습자는 이러한 코스에 따라 능력에 맞는 반복된 학습을 통하여 적극적인 완전학습을 수행하게 된다.

A Course Scheduling Multi-Agent System using Learning Evaluation Analysis

Jae-Pyo Park[†] · Hyoung-Kwang Yoo[†] · Jong-Hee Lee[†] · Moon-Seok Jeon^{††}

ABSTRACT

Recently, the demand for the customized courseware which is required from the learners is increased. Therefore the needs of the efficient and automated education agents in the web-based instruction are recognized. In this paper we propose a multi-agent system for course scheduling of learner-oriented using weakness analysis algorithm. At first proposed system analyze learner's result of evaluation and calculates learning accomplishment. From this accomplishment the multi-agent schedules the suitable course for the learner. The learner achieves an active and complete learning from the repeated and suitable course.

Keywords : Course Scheduling, WBI, Multi-Agent

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 요구 증대에 따른 교육서비스를

제공하는 연구가 활발히 진행되고 있다[1-3].

전통적인 교실 환경을 웹기반 교육 환경으로 전환할 때의 학습 유형은 자율학습 형태, 강의형태, 토론 형태의 세 가지 유형으로 나누어 생각할 수 있다[4]. 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 진

[†] 정 회 원: 송실대학교 컴퓨터학과 박사과정

^{††} 정 회 원: 송실대학교 컴퓨터학과 교수
논문접수: 2003년 10월 15일, 심사완료: 2004년 1월 14일

행되지만, 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.

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[5]. 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 방법과 코스 구성, 그리고 코스 스케줄 등의 피드백을 제공할 수 있는 에이전트가 필요하게 되었다.

본 논문에서는 학습자의 학습 수준과 학습 방법을 평가하여 학습자의 학습에 적합한 동적인 코스를 제공하고자 한다. 또한, 학습자의 학습 상태에 따른 빠르고 적절한 피드백을 제공하는 에이전트를 개발하여 학습 수준에 맞는 코스를 재구성해 줌으로써 반복학습을 통한 학습효과를 증진시키고자 한다. 이를 위하여 동적인 코스 스케줄링과 적절한 피드백을 제공해 주는 멀티 에이전트를 제안한다.

2. 관련 연구

웹 교육 시스템의 대표적인 것이 텍사스 대학의 CODE(Customized On-Demand Education) 시스템이다[6]. 이 시스템은 교육의 학습자와 공급자 사이의 중개자로서의 교육 중개를 위한 모형을 설계하였으며 미리 정의된 표준에 따른 새

로운 자료의 생산을 위해 잠재적인 공급자를 위임하고 코스 자료 저장소를 활용하는 중개에 기초한 코스 생산과 전달을 위한 방법론을 제안하였다. 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[2,5,7].

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.

또한, 국내 웹기반 교육 시스템의 가장 대표적인 시스템은 서울대학교에서 실시되고 있는 가상강의라 할 수 있다. 서울대학교는 1998년 TopClass 플랫폼을 활용하여 가상강의를 실시하고 있는데 학생들은 어떠한 강좌가 가상으로 개설되는지를 수강편람이나 서울대학교의 정보광장을 진행하는 교수와 수강 학생들은 각자의 ID를 부여받아 가상대학에서 제공하는 플랫폼을 활용하여 수업을 진행한다. 가상교육의 교수-학습 내용화면에서 확인할 수 있는 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 학습자료를 개방하는 것은 학습자의 지식획득은 선행된 학습내용을 기반으로 하여 이루어진다는 것에 비추어 볼 때 학습자의 학습 활동을 저하시킬 수 있고, 때때로 학습자들로 하여금 학습목표를 상실시키는 요인이 될 수도 있다. 이러한 문제는 웹기반 교육환경을 설계할 때 교사-학습자 등 학습활동에 중요한 멤버가 되는 학습자 측면을 고려해야만 한다는 주장을 제기시키고 있다.

앞에서 살펴보았듯이 기존 연구에 대한 문제점은 면대면 교육시스템에서의 교사와 학습자간의 필요충분 조건인 상호작용이 웹기반 교육시스템에서는 충분히 제공되지 못하기 때문에 온라인

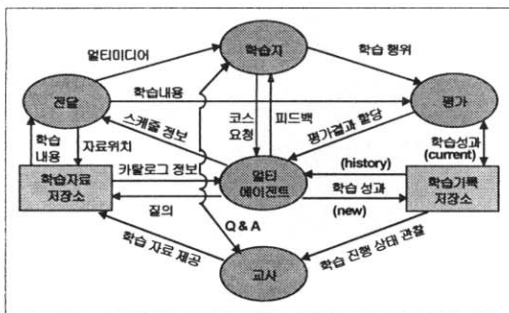
상에서의 교육에 있어서 학습자와 교수와의 피드백을 위한 적절한 지원 시스템의 결여라 할 수 있다. 따라서, 웹 기반에서의 에이전트 기술과 교육 시스템의 인프라를 접목하여 학습자 환경에 적합하도록 실용적이고 학습자에게 맞는 코스 스케줄링 에이전트 시스템을 개발하고자 한다.

3. 코스 스케줄링 멀티에이전트의 설계

코스 스케줄링 멀티 에이전트(CSMA:Course Scheduling Multi-Agent)를 이용한 학습 시스템의 기본 구조는 LTSA 표준 모델에 입각하여 설계하였다. LTSA(Learning Technology System Architecture) [8]는 학습환경 상호작용 시스템을 구현하는데 정보공학적인 면에서 사용자의 측면을 고려하여 IEEE 1484 학습기술 표준위원회(Learning Technology Standards Committee : LTSC)가 가상교육의 국제표준안 제정을 위하여 작성한 학습시스템 명세서이다.

3.1 CSMA 학습 시스템의 설계

제안하는 CSMA 학습시스템은 <그림 2>와 같으며 학습자, 교사, 멀티에이전트, 전달, 평가 등의 프로세스를 가지며 학습자료 저장소와 학습기록 저장소 및 각 개체들의 상호작용으로 구성되어 있다.



<그림 2> CSMA 학습시스템 모델

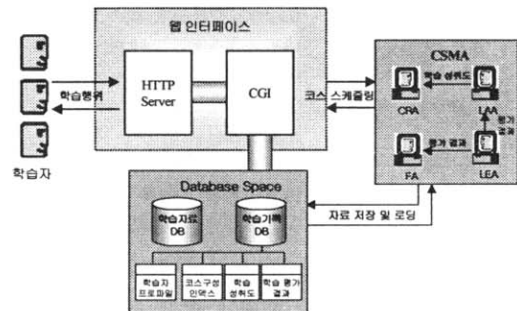
기존 학습시스템 모델에서의 시스템 코치의 역할을 멀티에이전트가 담당하도록 하였으며 멀티에이전트는 학습자의 학습성취도 계산 및 코스 스케줄링을 담당한다. 또한 교사의 역할을 완전히 배제한 기존의 모델에 교사 개체를 삽입하여

학습자의 질문을 처리할 수 있도록 함으로써 효율적인 학습 시스템 모델을 제안한다.

3.2 CSMA의 구조

전통적 교육 시스템에서 교사의 역할이 단지 학생을 가르치는 일 외에도 학습 평가 및 상담 등이 있듯이 이러한 여러 가지의 교사의 역할을 충분히 담당하기 위해서 에이전트의 역할을 분리하여 멀티에이전트를 제안한다.

웹기반 학습시스템에서의 에이전트의 역할은 매우 크다. 교사의 역할을 대신해 줄 수 있을 뿐만 아니라 교사가 하기 어려운 one-to-one 교육을 할 수 있다. CSMA에서 제안하는 멀티에이전트는 이러한 교사의 역할을 대신하며 더욱 효율적인 학습자 관리를 위해서 여러 정보들을 모으고 분류하며 생성한다. <그림 3>은 CSMA의 시스템에 대한 전체 구조를 나타내고 있다.



<그림 3> CSMA 시스템 전체 구조

CSMA의 핵심이 되는 멀티에이전트는 다음과 같이 4개의 에이전트로 구성되어 있으며 각 에이전트의 역할을 살펴보면 다음과 같다.

3.2.1 코스 재구성 에이전트(CRA)

코스 재구성 에이전트는 학습자의 학습성취도에 대한 정보를 학습자 성취도 에이전트에게 전달받아 새로운 최적의 학습자 중심의 코스를 생성하여 학습자에게 제공한다.

3.2.2 학습 성취도 에이전트(LAA)

학습성취도 에이전트는 학습자의 학습 내용에 대한 평가를 담당하는 학습평가 에이전트의 평가

결과를 바탕으로 학습 성취도를 계산하여 학습자의 학습 효과를 파악한다. 학습효과가 기준에 미달될 때는 즉시 코스 재구성 에이전트에게 코스 재구성 요청을 하게 된다.

3.2.3 학습 평가 에이전트(LEA)

학습 평가 에이전트는 학습자의 학습 진행 과정에서 학습자의 학습 내용이 단계별로 완료될 때마다 학습 평가를 실행하여 학습자의 학습능력을 판단하여 평가 결과를 학습 성취도 에이전트에게 넘겨주게 된다.

3.2.4 피드백 에이전트(FA)

피드백 에이전트는 자료저장소에 있는 학습자의 프로파일 및 계산된 학습 성취도 등을 참조해 적절한 피드백을 학습자에게 제공함으로써 학습 효과를 높이는데 기여한다.

3.3 에이전트와 DB의 상호작용

각 에이전트는 독립적으로 활동하며 원하는 정보 발생시 데이터베이스와의 상호작용을 통해 정보를 주고받으며 서로의 역할이 분리되어 있으며 역할에 따라 생성된 결과값을 주고받는다.

멀티에이전트간의 동작은 각각의 역할에 따라 독립적으로 이루어지지만 각 결과값은 정의된 메시지 규칙에 의해 동작한다. 각각의 에이전트가 상호작용을 하며 주고받는 메시지들을 정의하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 멀티에이전트의 메시지 규칙

S-Agent	D-Agent	Receiving 메시지	Sending 메시지
LEA	LAA		학습 평가 결과
	FA		학습 평가 결과
LAA	LEA	학습 평가 결과	
	CRA		학습 성취도 결과
FA	LEA	학습자의 평가 결과	
	CRA		학습내용 정보
CRA	LAA	학습 성취도 결과	
	FA	학습내용 정보	

각 에이전트가 주고받는 메시지는 각 에이전트의 역할을 수행하기 위해 반드시 필요하며 멀티 에이전트는 이러한 메시지들을 통해 상호간의 의

사를 전달하게 된다.

에이전트 상호간의 주고받는 메시지 이외에 에이전트는 질의를 통해서 데이터베이스에 저장되어 있는 정보를 요청하고 요청한 자료를 전달받을 때 이용되는 메시지들이 있으며 각 에이전트들은 역할을 수행하기 위해 필요한 데이터를 데이터베이스에 요청하여 받을 수 있다. 각 에이전트가 참조하는 데이터베이스는 <표 2>와 같이 표현할 수 있다.

<표 2> 데이터베이스와 참조 에이전트

데이터베이스	테이블	참조 에이전트
학습자료 DB	코스별 학습자료	CRA
학습기록 DB	학습자 프로파일	FA
	코스 재구성 인덱스	CRA
	학습 성취도	LAA
	학습평가 결과	LEA

따라서, 정보 요청을 받은 에이전트는 학습자료 DB와 학습기록 DB에서 해당되는 테이블에 있는 정보를 참조하여 메시지 규칙에 의해 해당 자료를 요청한 에이전트에게 정보를 전달하게 되는 것이다.

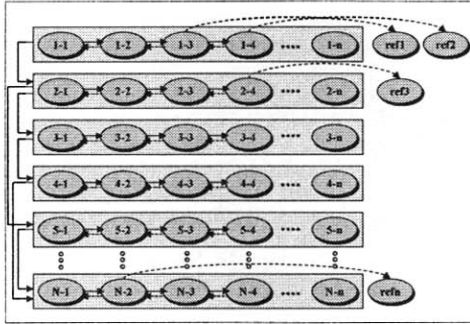
4. 코스 스케줄링

4.1. 코스 스케줄링의 기법

코스 스케줄링은 코스 재구성 에이전트의 독립적인 기능이지만, 코스 스케줄링을 하기 위해서 각 에이전트의 역할 분담 및 수행이 원활히 이루어져야 가능하다. 각 코스는 각 장과 각 절이 있는 일련의 단계로 이루어져 있으며 단계별로 학습이 이루어지며 학습자는 하나의 단계를 학습한 후, 다음 단계로 진행할 수 있다. <그림 4>는 코스 스케줄링 기법을 설명하기 위한 코스의 단계를 보이고 있다.

코스는 1장부터 N장까지의 대단원으로 나누어지고 각 장은 1절부터 n절까지의 소단원으로 다시 나누어진다. 대단원은 학습자료의 각 장에 해당하며 소단원은 각 장에 속해있는 절에 해당한다. 각 소단원을 학습한 후 학습자는 소단원 평

가를 통해 현재의 소단원을 반복 학습을 할 것인지 그 이전의 학습했던 다른 소단원을 학습할 것인지를 결정할 수 있으며 교수자가 지정한 대단원 중심의 학습 흐름에 의해 교수자가 정한 선수과목을 학습한다면 학습자가 원하는 대단원을 학습할 수 있다.



<그림 4> 코스의 단계별 학습 조직도

따라서 대단원 학습 패턴은 순차적인 모든 대단원 학습이 아닌 학습자의 선택에 의한 유동적 학습 패턴을 가진다.

또한, 학습자는 특정 소단원에 부여된 참고자료를 언제든지 참고할 수 있도록 구성되어있으며 이는 교수자가 필요한 소단원에 임의로 참고자료를 삽입할 수 있도록 되어있다. 참고자료를 참고한 후에도 학습자는 지속적으로 해당 소단원을 학습할 수 있다.

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. 성취도 계산은 학습 성취도의 최고 기준을 1로 하였을 때 우선 학습자의 취약성을 계산하고 1에서 취약성의 결과를 빼어 학습 성취도로 이용한다. 즉, 학습 성취도를 식으로 표현하면 다음과 같다.

- $A(I, i)$: 각 소단원의 학습자 성취도
- $W(I, i)$: 각 소단원의 학습자 취약성
- $A(I, i) = 1 - W(I, i)$

학습자 취약성이 1보다 작아야하는 이유는 학습자 성취도를 백분율로 나타내기 위함이며 결국

학습자 성취도는 0과 1사이의 값을 갖게 된다.

각 대단원 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 대단원 평가인 T(I)는 다음 대단원의 첫 소단원 학습으로의 진행에는 관여하지 않으며 학습 평가 결과값은 학습 성취도 분석에 이용된다.

각 문항에 대한 평균 답안 마킹 시간을 기준으로 개별 문항에 대한 각각의 답안 마킹 시간을 비교하여 이를 코스 스케줄링의 가중치 값으로 사용한다. 이 가중치 값은 대단원에서의 소단원 취약성 계산의 중요한 파라미터로 작용한다.

취약 가능성을 보인 두 단계에 대한 답안을 확인하여 학습자가 정답을 마킹한 문항과 오답을 마킹한 문항을 구분하여 정답을 마킹한 문항이 해당 소단원에서 60% 미만일 경우 취약성이 있다고 규정한다.

각 대단원 평가에서 나타난 결과를 통해서 학습 자료의 소단원에 대한 마킹 시간의 지연과 정답률을 통해 취약 가능한 소단원을 검출하도록 그 단원의 취약성을 계산한다. 학습자의 답안 마킹 시간과 정답률을 분석한 소단원에 대한 취약성 $WtR(I, i)$ 은 다음과 같이 구할 수 있다.

- $td(I, i)$: 소단원 문항의 풀이 소요시간
- $tr(I, i)$: 소단원 문항의 풀이 요구시간
- $R(I, i)$: 소단원 문항의 정답률
- $Wt(I, i)$: 각 소단원의 풀이 시간 취약성
- $WtR(I, i)$: 각 소단원의 풀이 시간, 정답 취약성

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

$$WtR(I, i) = Wt(I, i) * r_1 + (1 - R(I, i)) * r_2 \quad (2)$$

학습자의 취약성 계산은 학습자의 답안 마킹 시간과 정답률을 분석한 소단원에 대한 취약성

뿐만아니라 소단원 학습의 반복 횟수 $LC(I, i)$ 를 계산하여 또 하나의 취약성을 계산한다. 소단원의 반복 학습을 분석한 학습 취약성 $Wr(I, i)$ 를 계산하는 식은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$Wr(I, i) = (Lc(I, I) * a) \quad (3)$$

(단, $Wr(I, I) > 1$ 일 때, 1로 계산)

따라서, 학습자의 코스 학습 평가에 따른 소단원의 학습 취약성 $W(I, i)$ 은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$W(I, i) = W_{lr}(I, i) * r_3 + W_r(I, i) * r_4 \quad (4)$$

(단, r_3, r_4 는 각 취약성의 반영율)

반복 학습을 분석하여 얻은 학습 취약성은 답안 마킹 시간을 분석한 학습 취약성과 합하여 전체 소단원의 학습 취약성을 나타낸다.

따라서, 각 소단원의 학습 취약성은 학습자의 답안 마킹 시간과 정답률을 분석한 소단원에 대한 취약성인 $Wr(I, i)$ 와 소단원의 반복 학습을 분석한 학습 취약성인 $Wr(I, i)$ 의 가중치를 7: 3으로 계산한다. 이렇게 계산된 학습 취약성으로 학습 성취도를 계산할 수 있으며 학습 성취도 계산에 따라 취약성을 보이는 소단원을 추출하여 코스 재구성성을 한다. 하나의 소단원을 평가한 결과 취약성이 0.4 이상인 소단원은 CSMA에 의해 재학습을 하도록 코스 스케줄이 된다. 학습 성취도 계산에서 사용된 상수 및 비율은 실험을 통한 경험적 결과에 따른 최적의 수치이며 기본 값이다.

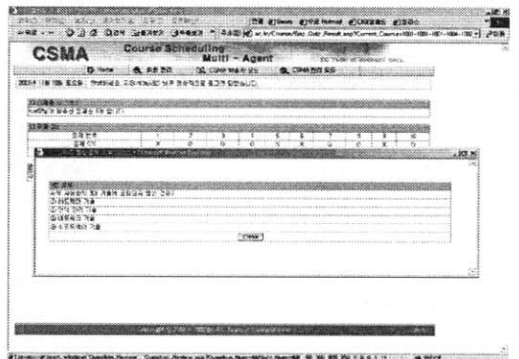
5. CSMA의 구현

학습자는 과목의 내용을 이전에 평가한 소단원 평가결과에 따라 주어진 학습 시간 내에 학습 자료를 학습하게 된다. 학습이 시작되면 현재 소단원에 부여된 학습시간이 카운트된다. <그림 5>는 학습자가 학습 자료를 통해 과목을 학습하는 화면이다. 소단원 학습 후 소단원 평가를 종료하게 되면 CSMA의 학습평가 에이전트에 의해 평가 결과가 계산되어 학습자에게 제공된다.



<그림 5> 소단원 학습

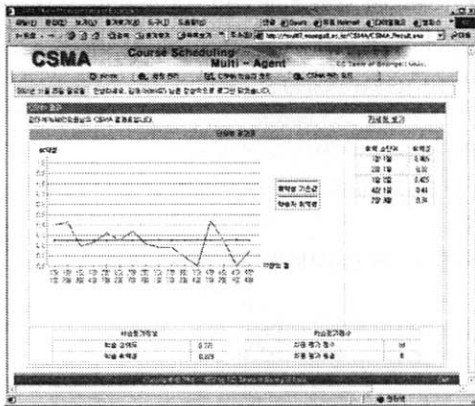
<그림 6>은 소단원 평가 결과 페이지를 나타내고 있다. 학습자는 자신이 수행한 소단원 평가의 각 평가 문항에 대한 정오답 및 정확한 답안을 확인할 수 있다.



<그림 6> 학습평가 결과 페이지

학습자가 마지막 단원 평가를 종료하게 되면 CSMA의 학습 성취도 계산 에이전트에 의해 학습 성취도 분석이 시작되며 최종적인 학습자의 평가정보와 취약성 정보 및 재구성된 코스를 제공한다.

<그림 7>은 학습자의 학습 성취도 정보를 제공하는 페이지이다. 학습자의 소단원별 취약성을 그래프와 수치로 상세히 보여주며 최종 평가 등급을 계산하여 보여줌으로써 학습자의 자신의 목표 등급과 비교해 볼 수 있도록 하였다. 자신의 목표 등급에 도달하지 못한 학습자는 CSMA가 제시한 코스 스케줄에 의해 재학습 프로그램을 시작할 수 있다.



<그림 7> 학습 성취도 정보 페이지

6. 실험 및 평가

6.1. 실험 환경

CSMA의 실험을 위한 환경은 불특정 다수를 대상으로 동일한 코스웨어를 선택하여 일반인 학습 방법으로 42명을 추출하여 실험하였으며 CSMA를 이용한 웹기반 학습시스템으로 44명을 추출하여 실험함으로 총 86명을 실험대상으로 하였다. 실험 환경에 대한 요약은 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 실험 평가 방법 비교

학습 방법	일반 학습 방법	CSMA 학습 방법
대상	비전공 대학생 42명	비전공 대학생 44명
과목명	컴퓨터 활용	
학습자료 구성	대단원 수 : 2 대단원별 소단원 수 : 4	
학습 방법	HTML 교육 자료	CSMA 코스 학습
학습 장소	PC 실습실	PC 실습실
학습평가 방법	웹환경 평가(객관식)	웹환경 평가(객관식)
소단원 학습시간	학습자 자율	CSMA 제시
평가 시간	최종 평가 : 15분	
평가 문항	20문항	
취약단원 재학습	자율적 판단에 의한 취약 소단원 학습	CSMA의 스케줄 제안에 의한 취약 소단원 학습

편의상 일반 학습 방법으로 학습한 학습자 42명을 A-학습자 집단이라 하고 CSMA 학습 방법으로 학습하는 44명을 B-학습자 집단이라 하겠

다. 각 항목에 따른 일반 학습 방법과 CSMA 학습방법의 요소는 모두 동일하나 학습 시간에 있어서 일반 학습 방법은 학습자 스스로 학습 시간을 배정할 수 있도록 하였고 CSMA 학습 방법은 CSMA의 코스 스케줄링 알고리즘에 입각하여 학습 시간을 학습자에게 적합하도록 제시하였다. 실험의 객관성을 높이기 위해 A-학습자 집단에게 별도의 구두 강의를 하지 않았으며 B-학습자 집단의 학습자료와 동일한 자료로 인터넷을 통해 학습하도록 하였다. A-학습자 집단과 B-학습자 집단 모두 학습 목표 등급은 A등급으로 하여 목표 의식을 분명히 한 후 실험을 시작하였다. 반복 학습에 따른 평가 문항은 3번 반복까지 중복되지 않도록 하였으며, 그 이후에는 중복이 최소화 되도록 구현하였다.

6.2. 실험 결과 분석 모델

실험을 통하여 두 실험 집단인 A-학습자 집단과 B-학습자 집단 모두 동일한 요소를 가지고 학습 방법만 다르게 학습하도록 하였으며 평가 결과를 비교 분석함으로써 실험 결과를 도출하였다. 실험결과의 두 집단의 평가 결과의 차이의 여부를 확인하는 방법으로 통계적 방법인 CHI-SQUARE TESTS의 모델을 사용하였다. 이 모델은 두 집단을 계급값 별로 도수 분포표를 만든 후 각 계급의 빈도수와 표준분포와의 차이를 제공한 값에다 표준분포를 나눈값을 합하여 통계적으로 검증하는 방법이다.

<표 4> 모델 도수분포표

계급	A집단	B집단	계
계급1	f11	f12	f1s
계급1	f21	f22	f2s
....
합계	fc1	fc2	n

<표 4>를 이용한 유사 CHI-SQUARE 분포에 대한 식은 다음과 같다.

$$X = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^2 \left(\left(f_{ij} - \frac{f_{i.} \times f_{.j}}{n} \right)^2 / \left(\frac{f_{i.} \times f_{.j}}{n} \right) \right) \quad (5)$$

여기에서 계산된 값과 통계 분포표의 값을 비

교하여 두 변량사이의 차이를 확인 하여 보면 우연에 의한 차이인지 확률적으로 검증할 수 있다.

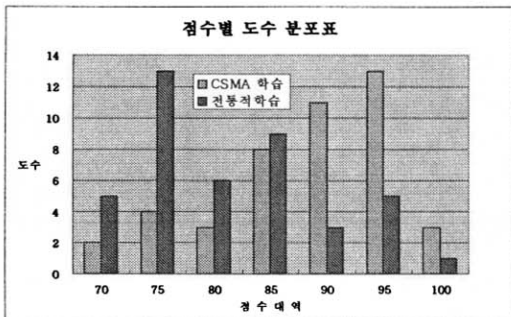
6.3. 실험 결과

A-학습자 집단은 200분의 인터넷 학습자료에 대한 자율적인 학습을 실시하고 수시로 질문에 대한 답변을 실시하였으며, B-학습자 집단은 15분의 소단원학습과 10문항에 대한 5분의 시험을 반복적으로 CSMA코스 스케줄링 학습을 하였으며 최종적으로 두 집단에 20 문항에 대하여 15분의 인터넷 시험에 임하게 하여 <표 5>와 같은 결과를 얻었다.

<표 5> 두 실험집단의 도수 분포표

점수계급	A집단	B집단	계
70	5	2	7
75	13	4	17
80	6	3	9
85	9	8	17
90	3	11	14
95	5	13	18
100	1	3	4
합계	42	44	86
평균	81.3	88.3	

<표 5>의 도수분포표를 그래프로 나타내어 보면 <그림 8>과 같이 나타나게 되며 상위 점수로 갈수록 B집단의 빈도수가 많아지고 하위 점수로 내려가면 A집단이 상대적으로 많다는 것을 알 수 있으며 또한 평균점수에 대해서 바로 B집단의 성과가 뛰어나게 좋다는 것을 알 수 있다.



<그림 8> 두 실험집단의 빈도수에 따른 그래프

그러나 여기의 7점의 차가 우연인지 아닌지를 통계적으로 알아보는 것이 타당하다고 할 것이다. 이에 대한 검증을 위하여 CHI-SQUARE 분포에 대한 값을 분석하기로 한다. 위의 내용을 CHI-SQUARE 값으로 계산하여 표를 만들어 보면 <표 6>과 같이 나타나게 된다.

<표 6> 두 실험 집단에 대한 CHI-SQUARE VALUE

점수계급	A집단	B집단
70	0.73	0.70
75	2.66	2.54
80	0.59	0.56
85	0.06	0.06
90	2.15	2.06
95	1.63	1.56
100	0.47	0.44
합계	16.20	

위의 표에서 계급이 7개임으로 자유도 7에서 95% 유의수준에서 차이가 날 확률은 통계표에서 찾아보면 $X = 12.59$ 가 되는 것을 알 수 있다. 따라서 본 실험의 근사 카이 제곱 분포 (approximate Chi-square distribution) 값인 16.20 은 충분히 큰 숫자가 된다. 따라서 위의 평균(88.3, 81.3)과 표 4의 카이 제곱 분포 값에 의하여 CSMA의 학습 방법은 95% 이상의 신뢰도에서 우수하다고 평가할 수 있다.

7. 결론

본 논문은 학습자의 학습 행위를 모니터링하여 개인 학습자의 학습 성향에 맞는 코스웨어를 재 생성하여 제공해 주는 학습 평가 분석을 이용한 웹기반 코스 스케줄링 멀티 에이전트 시스템을 제안하였다.

시스템의 기능성에 있어서 제안하는 코스 스케줄링 시스템과 국내외 웹기반 교육 시스템과의 비교를 해보면 <표 7>과 같다. 국내의 대다수의 웹 교육 시스템에서는 에이전트를 이용하여 학습자에게 편의성을 제공하고 학습 성취도를 분석해 주는 기능이 결여되어 있으며 에이전트를 이용한 시스템에서도 학습자의 학습 상태 정보를

유지시켜주는 기능만 가지고 있을 뿐 학습 모니터링을 통해 학습자의 성취도를 학습자에게 계산해주는 기능을 가지고 있지 않으며 지속적으로 학습에 참여하여 일관된 방향을 유지해 주지 못하고 있다.

<표 7> 기존 웹기반 교육 시스템과의 기능 비교

처리 시스템	학습위치 정보확인	에이전트 학습/추론	성취도 계산	학습시간 제어	학습자 모니터링
CODE (Texas Univ.)	유	무	무	무	무
PLeMA (SSU)	유	유	무	무	무
TopClass (SNU)	유	무	무	무	무
Woongjin.com	유	무	무	무	무
LAAS (SSU)	유	유	유	유	유

학습자 개인의 코스에 대한 이해 수준과 학습 효과에 대한 피드백을 지속적으로 에이전트가 학습하여 최적으로 스케줄링된 코스를 서비스함으로서 학습자에게 최대의 학습효과를 이룰 수 있도록 하였다. 따라서 학습자가 주문한 코스는 코스 스케줄링 에이전트에 의해 가장 알맞은 코스로 제공받게 되는 결과를 얻을 수 있다. 학습자는 요청한 코스에 대한 학습이 모두 끝날 때까지 지속적으로 에이전트와 상호작용하며 코스 스케줄이 최대의 학습 효과를 얻지 못한다고 에이전트가 판단하게 되면 다시 코스를 재 스케줄링하여 학습자에게 새로운 코스 스케줄로 코스를 제공하게 된다.

향후 연구과제는 개발한 시스템 모바일 환경에서도 서비스될 수 있도록 휴대폰이나 PDA 기반으로 시스템을 재구현할 계획이며, 이에 따른 연구가 진행 중이다.

참 고 문 헌

[1] 정갑주, 박종선, “효과적인 교수-학습을 위한 가상학습 지원 시스템 분석”, 한국정보과학회지 논문지, 제16권 제10호, 1998.
 [2] 정용기, 최은만, “웹 기반 학습자 중심의 프로

젝트 시스템의 설계 및 구현”, 한국정보처리학회 논문지(A), 제9권 제4호, 2002.
 [3] 손중호, 황대준, “원격 교육 시스템 설계 및 구현”, 한국정보처리학회 2001년 추계학술대회, 제8권, 제2호, 2001.
 [4] 김경아, 최은만, “웹기반교육에서의 자동 문제 출제 시스템”, 한국정보처리학회 논문지(A), 제9권, 제3호, 2002.
 [5] 김창근, 김병기, “WWW에서 GVA Author/CGI를 이용한 학습자 중심의 원격강의시스템”, 한국정보처리학회 2000년 춘계학술대회, 제7권, 제1호, 2000.
 [6] 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, pp. 166-177, 1992.
 [7] Hamalainen, M, Whinston, A, and Vishik, S., “Electronic Markets for Learning : Education Brokerages on the Internet”, Communicatinos of the ACM, 39(6), pp. 51-58, 1996.
 [8] <http://grouper.ieee.org/pl484> IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC)
 [9] Ward, D., “Technology and the Changing Boundaries of Higher Education”, EDUCOM Review, 29(1), pp. 23-30, 1994.
 [10] 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, pp. 3-10, 1994.
 [11] Whinston, A., “Re-engineering MIS Education.”, Journal of Information Science Education, pp. 126-133, 1994.
 [12] Sandip Sen., Edmund H. Durfee., “On the design of an adaptive meeting scheduler”, In Prec. of the Tenth IEEE Conf. on AI Application, 1994.
 [13] Katia Sycara, Dajun Zeng, “Coordination of Multiple intelligent Software Agent”, International Journal of Cooperative

Information System, 1996.

[14] Online Education, "The Electronic University", Prospectus, 1994.

박재표



1996 송실대학교
컴퓨터학과(공학사)
1998 송실대학교
컴퓨터학과(공학석사)
2001~현재 송실대학교
컴퓨터학과 박사과정

관심분야: WBI, 컴퓨터 보안, 전자상거래
E-Mail: jerry@ce.hankyong.ac.kr

이광형



1998 광주대학교
전자계산학과(공학사)
2002 송실대학교
컴퓨터학과(공학석사)
2002~현재 송실대학교
컴퓨터학과 박사과정

관심분야: 컴퓨터교육, 컴퓨터 보안, 멀티미디어
E-Mail: neobile@korea.com

이종희



1998 한밭대학교
전자계산학과(공학사)
2000 송실대학교
컴퓨터학과(공학석사)
2004 송실대학교 컴퓨터학과
(공학박사)

관심분야: WBI, 멀티미디어, 전자상거래
E-Mail: ejonghee@empal.com

전문석



1981 송실대학교
전자계산학과(공학사)
1986 미국 매릴랜드 대학
컴퓨터학과(공학석사)
1989 미국 매릴랜드 대학
컴퓨터학과(공학박사)

1989 Morgan State University 조교수
1989~1991 New Mexico State University
Physical Science Lab 책임 연구원
1991~현재 송실대학교 컴퓨터학과 교수
관심분야: 전자상거래 보안, 멀티미디어 보안
E-Mail: mjun@computing.ssu.ac.kr