

유비쿼터스 웹 학습 환경을 위한 코스 스케줄링 멀티 에이전트 시스템

한승현*, 류동엽**, 서정만***

A Course Scheduling Multi-Agent System For Ubiquitous Web Learning Environment

Seung-Hyun Han *, Dong-Yeop Ryu **, Jeong-Man Seo ***

요 약

유비쿼터스 환경을 위한 웹 기반 교육 시스템으로서 다양한 온라인 학습에 대한 새로운 교수 모형이 요구되고 있다. 또한, 학습자의 요구에 맞는 코스웨어의 주문이 증가되고 있는 추세이며 그에 따라 웹 기반 교육 시스템에 효율적이고 자동화된 교육 에이전트의 필요성이 인식되고 있다. 그러나 현재 연구되고 있는 많은 교육 시스템들은 학습자 성향에 맞는 코스를 적절히 서비스해 주지 못할 뿐 아니라 지속적인 피드백과 학습자가 코스를 학습함에 있어서 취약한 부분을 재학습 할 수 있도록 도와주는 서비스를 원활히 제공하지 못하고 있다. 본 논문에서는 취약성 분석 알고리즘을 이용한 학습자 중심의 유비쿼터스 환경팩터를 통한 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.

Abstract

Ubiquitous learning environment needs various new model of e-learning as web based education system has been proposed. The demand for the customized courseware which is required from the learners is increased, the needs of the efficient and automated education agents in the web-based instruction are recognized. 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 a multi-agent system for course scheduling of learner-oriented using weakness analysis algorithm via personalized ubiquitous environment factors. 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.

▶ Keyword : U-러닝, 코스 스케줄링, Ubiquitous learning system, Multi Agent, Course Scheduling

• 제1저자 : 한승현

• 접수일 : 2005.08.05, 심사완료일 : 2005.09.05

* 숭실대학교 컴퓨터학과 대학원, ** 숭실대학교 컴퓨터학과 대학원, *** 한국재활복지대학 컴퓨터게임과 교수

I. 서론

최근 들어 유비쿼터스 환경의 e-learning을 위하여 기존의 웹 기반의 교육시스템을 이용한 온라인 강좌를 통한 컴퓨터 교육 시스템 분야의 개선 방향이 이슈로 부각되고 있으며 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 다양한 네트워크 환경을 기반으로 한 유비쿼터스 환경의 학습자는 자신의 스케줄에 따라 임의의 장소에서 학습을 전개할 수 있다. 또한, 전통적인 교실 학습과 마찬가지로 학습 내용에 대한 궁금한 사항을 교사와의 질의응답을 통하여 해결하면서 학습활동이 이루어지는 것을 말한다. 토론 형태는 주로 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[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 유비쿼터스 웹기반 교육 시스템에서는 무엇보다 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 제공성해 줌으로써 반복학습을 통한 학습효과를 증진시키고자 한다. 이를 위하여 동적인 코스 스케줄링과 적절한 피드백을 제공해 주는 유비쿼터스 멀티 에이전트를 제안한다.

II. 관련 연구

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.

(그림 1)은 CODE의 전체 시스템 구조를 보이고 있다.

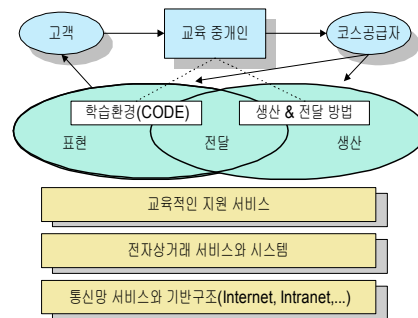


그림 1 CODE의 시스템 구조도(System Structure of CODE)

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].

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 결여 등 유비쿼터스 적인 요소 설계가 제대로 되어 있지 못하다.

또한, 국내 웹기반 교육 시스템의 가장 대표적인 시스템은 서울대학교에서 실시되고 있는 가상강의라 할 수 있다.

서울대학교는 TopClass 플랫폼을 활용하여 가상강의를 실시하고 있는데 학생들은 어떠한 강좌가 가상으로 개설되는지를 수강편람이나 서울대학교의 정보 광장을 진행하는 교수와 수강 학생들은 각자의 ID를 부여받아 가상대학에서 제공하는 플랫폼을 활용하여 수업을 진행한다. 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.

서울대학교에서 개설된 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 학습 자료를 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 필요충분조건인 상호작용이 웹기반 교육시스템에서는 충분히 제공되지 못하기 때문에 온라인상에서의 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.

III. 코스 스케줄링 멀티에이전트의 설계

LTSA(Learning Technology System Architecture) [5]는 학습 환경 상호작용 시스템을 구현하는데 정보공학적 인 면에서 사용자의 측면을 고려하여 IEEE 1484 학습기술 표준위원회(Learning Technology Standards Committee : LTSC)가 가상교육의 국제표준안 제정을 위하여 작성한 학습시스템 명세서이다. 본 논문의 코스 스케줄링 멀티 에이전트(CSMA:Course Scheduling Multi-Agent)를 이용한 학습 시스템의 기본 구조는 LTSA 표준 모델에 입각하여 설계하였다.

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.

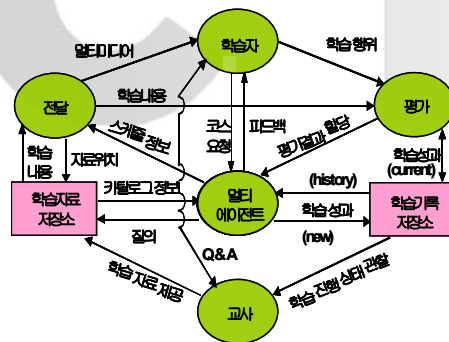


그림 2 CSMA 학습시스템 모델(Model of CSMA Learning System)

기존 학습시스템 모델에서의 시스템 코치의 역할을 멀티 에이전트가 담당하도록 하였으며 멀티에이전트는 학습자의 학습 성취도 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 제시한다.

3.2 CSMA의 구조

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. 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. (그림 3)은 CSMA의 시스템에 대한 전체 구조를 나타내고 있다.

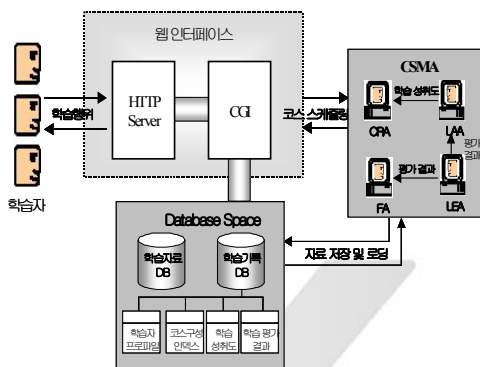


그림 3 CSMA 시스템 전체 구조/Overall Structure of CSMA System

학습자는 웹 인터페이스를 통해 학습 행위를 하게되며 이러한 행위는 CGI인터페이스를 통해 데이터베이스 공간에 유비쿼터스적인 요소들(사용자 프로파일, 사용자 환경, 사용자 성향)을 포함한 학습자 프로파일, 코스구성 인덱스, 학습 성취도, 학습평가 결과 등이 계속 기록/전달된다. CSMA의 멀티에이전트는 이러한 자료들을 분석하여 서로 메시지를 주고받으며 학습자에게 최상의 코스 스케줄링이 일어나도록 반영해 주는 결과를 가진다.

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 결과 값을 주고받는다. 멀티에이전트간의 동작은 각각의 역할에 따라 독립적으로 이루어지지만 각 결과 값은 정의된 메시지에 의해 동작한다. 각각의 에이전트가 상호작용을 하며 주고받는 메시지들을 정의하면 <표 1>과 같다.

표 1 멀티에이전트의 메시지 규칙(Message Rule of Multi-agent)

| S-Agent | D-Agent | 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 | | 학습내용 정보 |
| CRA | LEA | | |
| | LAA | 학습 성취도 결과 | |
| | FA | 학습내용 정보 | |

각 에이전트가 주고받는 메시지는 각 에이전트의 역할을 수행하기 위해 반드시 필요하며 멀티에이전트는 이러한 메시지들을 통해 상호간의 의사를 전달하게 된다.

(그림 3)에서 점선으로 표시된 부분은 멀티에이전트와 데이터베이스간의 상호작용을 나타내고 있다.

표 2 데이터베이스와 참조 에이전트
(Database and Reference Agent)

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

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.

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.

3.4 코스 스케줄링

3.4.1 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 대 단원으로 나누어지고 각 장은 1절부터 n절까지의 소단원으로 다시 나누어진다. 대 단원은 학습자료의 각 장에 해당하며 소단원은 각 장에 속해있는 절에 해당한다. 각 소단원을 학습한 후 학습자는 소단원 평가를 통해 현재의 소단원을 반복 학습을 할 것인지 그 이전의 학습했던 다른 소단원을 학습할 것인지를 결정할

수 있으며 교수자가 지정한 대 단원 중심의 학습 흐름에 의해 교수자가 정한 선수과목을 학습한다면 학습자가 원하는 대 단원을 학습할 수 있다.

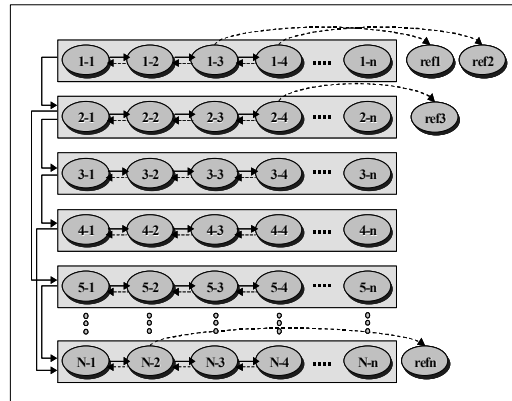


그림 4 코스의 단계별 학습 조직도
(Learning Step of Course by Phase)

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

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

3.4.2 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.

$$A(l, i) : \text{각 소단원의 학습자 성취도}$$

$$W(l, i) : \text{각 소단원의 학습자 취약성}$$

$$A(l, i) = 1 - W(l, i)$$

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 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 대 단원에서의 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 대 단원 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.

- $t_d(I, i)$: 소단원 문항의 풀이 소요시간
- $t_r(I, i)$: 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

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

..... (1)

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

..... (2)

학습자의 취약성 계산은 학습자의 답안 마킹 시간과 정답률을 분석한 소단원에 대한 취약성 뿐만 아니라 소단원 학습의 반복 횟수를 계산하여 또 하나의 취약성을 계산한다.

소단원의 반복 학습을 분석한 학습 취약성 $WtR(I, i)$ 를 계산하는 식은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$LC(I, i)$: 소단원의 학습 횟수

$$Wr(I, i) = (LC(I, I) * a) \dots\dots\dots (3)$$

(단, $Wr(I, I) > 1$ 일 때, 1로 계산)

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

$W(I, i)$: 각 소단원의 학습취약성

$$W(I, i) = WtR(I, i) * r_3 + Wr(I, i) * r_4 \dots\dots\dots (4)$$

(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 $WtR(I, i)$ 의 가중치를 7 : 3으로 계산한다. 이렇게 계산된 학습 취약성으로 학습 성취도를 계산할 수 있으며 학습 성취도 계산에 따라 취약성을 보이는 소단원을 추출하여 코스 재구성을 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.

IV. CSMA의 구현

본 CSMA 시스템은 Windows 2000 Advanced Server 환경에서 ASP.NET과 C#.NET을 기반으로 구축되었다. CSMA 시스템의 학습에 투입된 인원은 디지털멀티미디어 이론을 배우고 있는 학부과정 학생 30명이 참여하였다.

<표 3>은 관련연구에 소개된 CODE, TopClass 시스템과 본 CSMA 시스템의 기능을 분석한 것이다. CSMA는 기능적인 면의 다양성과 유비쿼터스환경요소의 고려에 따른 학습자 분류와 개별 학습자 분석, 학습효과증대를 위한 멀티에이전트의 도입 등을 통해 보다 효과적인 코스스케줄링, 동적 피드백, 성취도 및 만족도 평가가 모두 가능함을 보이고 있다.

표 3 각 시스템의 기능 분석
(Analysis of System Ability)

| 시스템 제공 기능 | CODE | TopClass | CSMA |
|--------------|------|----------|------|
| 코스주문생산 | ○ | ○ | ○ |
| 코스자료저장소 | ○ | ○ | ○ |
| 코스 제공 | ○ | ○ | ○ |
| U-환경요소고려 | X | X | ○ |
| 학습자분류 | △ | △ | ○ |
| 학습성취도분석 | △ | △ | ○ |
| 개별학습자분석 | X | X | ○ |
| 효과증대기법 | X | X | ○ |
| 학습자료 기방 | X | ○ | X |
| 선행/후행학습 | ○ | ○ | ○ |
| 동적 피드백 | X | X | ○ |
| 코스 스케줄링 | X | X | ○ |
| 만족도 평가 | X | X | ○ |

CSMA의 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 화면을 보이고 있다.

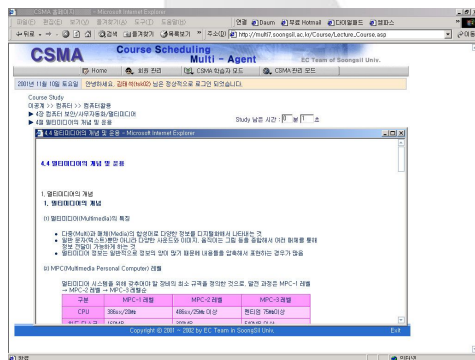


그림 5 소단원 학습(A Learning Unit)

소단원 학습 후 소단원 평가를 종료하게 되면 CSMA의 학습평가 에이전트에 의해 평가 결과가 계산되어 학습자에게 제공된다.

학습자가 소단원 평가에서 얻은 점수와 등급을 나타내며 해당 등급에 따른 학습 진행 소단원을 결정하여 보여준다. 또한 각 문항별 정/오답을 체크할 수 있도록 마킹번호와 정답번호 그리고 정답유무를 보여주어 학습자 스스로 평가결

과를 분석할 수 있도록 도와준다. (그림 6)은 소단원 평가 결과 페이지를 나타내고 있다.

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.

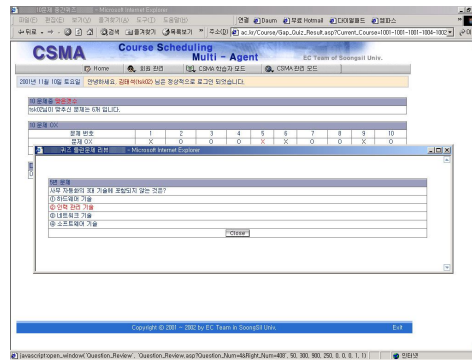


그림 6 학습평가 결과 페이지(Result Page of Learning Estimation)

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

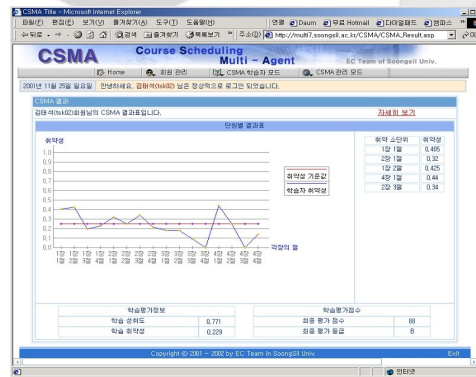


그림 7 학습 성취도 정보 페이지 (Information Page of Learning Achievement degree)

(그림 7)에서 개별 학생의 학습 일정에 따른 학습 성취도를 전체 학생과 비교할 수 있으며 개인의 성취도, 취약점,

학습량, 평가등급 등을 쉽게 파악할 수 있다. 또한 코스 스케줄링 전의 학습 취약점의 추이는 완만히 감소하나 코스 스케줄링 후의 학습 취약점 추이는 빠른 시간동안 급격히 감소함을 그래프로 확인할 수 있다.

V. 결론

본 논문은 학습자의 학습을 평가하여 개인 학습자의 학습 성향에 맞는 코스웨어를 제 생성하여 제공해 주는 학습자의 코스웨어 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 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 제 스케줄링하여 학습자에게 새로운 코스 스케줄로 코스를 제공하게 된다.

국내외 기존 웹기반 교육 시스템에서는 에이전트를 이용하여 학습자에게 편의성을 제공하고 학습 성취도를 분석해주는 기능이 미약하다. 에이전트를 이용한 시스템에서도 일방적인 학습자의 학습 상태 정보를 유지시켜주는 기능만 가지고 있을 뿐 학습 모니터링을 통해 학습자의 성취도 분석, 성취도 계산 및 코스 제 스케줄링을 통한 유비쿼터스 e-learning 요소를 충분히 고려하지 못하고 있다. 무엇보다 지속적으로 학습에 참여하여 일관된 방향을 유지해 주지 못하고 있다. 이에 반해 제안하는 시스템은 지속적인 참여와 반응을 유지하며 일종의 네트워크 게임 같은 기능을 가지고 적절한 상황에 따른 피드백과 잠재적으로 강요하는 기능으로 흥분된 학습을 유도하여 학습 능력을 향상시키는 것을 발견하게 되었으며 특히 유비쿼터스적인 시스템 설계로 사용자의 학습 만족도를 효과적으로 높일 수 있었다.

참고문헌

- [1] Ward, D.(1994), "Technology and the Changing Boundaries of Higher Education", *EDUCOM Review*, 29(1), pp. 23-30.
- [2] Hamalainen, M, Whinston, A, and Vishik, S. (1996), "Electronic Markets for Learning : Education Brokerages on the Internet", *Communications of the ACM*, 39(6), pp. 51-58.
- [3] Agogino, A(1994), "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.
- [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, pp. 166-177, 1992.
- [5] <http://grouper.ieee.org/pl1484> IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC)
- [6] Whinston, A.(1994), "Re-engineering MIS Education.", *Journal of Information Science Education*, pp. 126-133.
- [7] Sandip Sen., Edmund H. Durfee.(1994), "On the design of an adaptive meeting scheduler", In *Prec. of the Tenth IEEE Conf. on AI Application*.
- [8] Katia Sycara, Dajun Zeng(1996), "Coordination of Multiple intelligent Software Agent", *International Journal of Cooperative Information System*.
- [9] *Online Education*(1994), "The Electronic University", Prospectus.

- [10] Hamalainen, M, Whinston, A, and Vishik, S. (1996), "Electronic Markets for Learning: Education Brokerages on the Internet", Communicatinos of the ACM, 39(6) pp. 51-58.
- [11] 양선욱, "멀티에이전트를 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 제 10호, 1998.
- [14] 정강용, 박나연, "컴퓨터기술 웹사이트의 로그파일 분석에 의한 웹 서비스 활용에 관한 연구", 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제 5권 제1호, 2005
- [15] 최준기, "컴퓨터기술 선코드 스케줄링의 최적화를 위한 연구", 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제 5권 제3호, 2005

저자 소개



한승현

2002년 숭실대학교 컴퓨터공학과 졸업
(공학석사)
2003년~현재 숭실대학교 컴퓨터학과 박사과정
<관심분야> 멀티미디어, Mobile, 데이터마ining, 인공지능, 시맨틱웹



류동엽

2003년 숭실대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
2003~현재 숭실대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정
<관심분야> 컴퓨터 비전, 멀티미디어, DRM, 지식기반검색, Transcode, Mobile



서정만

2003년 2월 충북대학교 컴퓨터공학과 공학박사
2002년~현재 한국재활복지 대학 컴퓨터게임개발과 교수
<관심분야> 실시간처리, 데이터베이스, 게임프로그래밍, 가상현실

