

답안 마킹 이벤트를 이용한 학습 성취도 분석 시스템

이 증 희[†] · 김 정 재^{††} · 신 창 둔^{†††} · 오 해 석^{††††}

요 약

웹의 등장은 멀티미디어 기술 및 컴퓨터 통신 기술 개발의 가속화 및 이를 응용한 콘텐츠 개발에 촉진제 역할을 하게 되었다. 또한 웹기반 교육 시스템의 연구에서도 전자도서관과 LOD 기술을 접목한 연구들이 활발히 진행되어 왔다. 최근에는 교수-학습 활동에서의 새로운 형태인 웹을 기반으로 한 교육(WBI: Web-Based Instruction)이라는 교수 모형이 제시되기에 이르렀다. 또한, 학습자의 요구에 맞는 코스웨어의 주문이 증가되고 있는 추세이며 그에 따라 웹 기반 교육 시스템에 효율적이고 자동화된 교육 에이전트의 필요성이 인식되고 있다. 본 논문에서는 학습 평가에서 학습자의 답안 마킹 이벤트를 이용한 학습 성취도 분석 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 먼저 학습자의 학습 행위를 지속적으로 모니터링하고 평가하여 개인 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 Learning Accomplishment Analysis System using Answer Marking Events

Jong Hee Lee[†] · Jung-Jae Kim^{††} · Chang-Doon Shin^{†††} · Hae-Seok Oh^{††††}

ABSTRACT

The appearance of web technology has accelerated the development of the multimedia technology, the computer communication technology and the multimedia application contents. Researches on WBI (Web-based Instruction) system have combined the technology of the digital library and LOD. Recently WBI (Web-based Instruction) model which is based on web has been proposed in the part of the new activity model of teaching-learning. As the demand of the customized coursewares from the learners is increased, the needs of the efficient and automated education agents in the web-based instruction are recognized. In this paper we propose a system for effective analysis of learning accomplishment using marking events for answer in evaluation state. The first proposed system monitors learner's behaviors constantly, evaluates them, and calculates his accomplishment. And the system offers suitable course to learner applying this accomplishment degree to agent's schedules. Therefore, the learner achieves an active and complete learning from the repeated and suitable course. semantic-based retrieval.

키워드 : 온라인 교육 시스템(On-line Education System), 학습 성취도 분석(Analysis of Learning Accomplishment), 멀티에이전트(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 욕구 증대에 따른 교육 서비스를 응용한 연구가 활발히 진행되고 있다[1, 2].

전통적인 교실 환경을 웹기반 교육 환경으로 전환할 때의 학습 유형은 자율학습 형태, 강의형태, 토론 형태의 세 가지 유형으로 나누어 생각할 수 있다[3]. 자율학습의 형태

는 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 한 가지 유형만으로 이루어지지 않는 것처럼 현재 웹상에서 교육을 제시하는 각 사이트들도 한 가지 유형만을 제시하고 있지는 않다.

† 준 회 원 : 대한화학 전산실 실장
 †† 준 회 원 : 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과
 ††† 정 회 원 : 한림정보산업대학 교수
 †††† 종신회원 : 숭실대학교 컴퓨터학과 교수
 논문접수 : 2003년 7월 9일, 심사완료 : 2003년 9월 18일

따라서 이러한 웹 교육 시스템에 있어서 학습자 개인에게 적합한 코스를 구성해주는 것은 개인의 학습 효과를 증진시킬 수 있는 중요한 정보가 된다[4].

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 시스템에서 학습자에게 효과적인 학습 방법과 코스 구성, 그리고 코스 스케줄 등의 피드백을 제공할 수 있는 에이전트의 필요성이 대두되고 있다[6, 7].

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 학습 성취도 분석 시스템을 제안한다.

2. 관련 연구

웹 교육 시스템의 대표적인 것이 텍사스 대학의 CODE (Customized On-Demand Education) 시스템이다[8, 9]. 이 시스템은 전자 상거래의 응용으로 교육 설계를 위한 개념적인 모형을 정의하고 코스의 주문형 생산과 같은 부가 가치 서비스를 제공하며 학습 지원과 평가를 위한 방법과 도구를 포함하여 코스의 전달과 표현을 위한 통신망 기반의 학습 환경을 위한 모형을 제안하고 있다. 하지만, CODE 시스템은 전자상거래 기반에서 학습자가 원하는 코스를 제공해주지만 학습 성취도와 학습 효과를 증대시킬 수 있는 방법론을 제시하고 있지 않으며, 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 가상강의[11]를 실시하고 있는데 학생들은 어떠한 강좌가 가상으로 개설되는 지를 수강편람이나 서울대학교의 정보광장을 진행하는 교수와 수강 학생들은 각자의 ID를 부여받아 가상대학에서 제공하는 플랫폼을 활용하여 수업을 진행한다. 학습

자가 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.

또한, 현재 가장 활발히 운영되고 급성장하고 있는 국내의 웹기반 교육 시스템 중 하나가 웅진닷컴에서 제공하는 웅진 IT 클래스[12]이다. 회원인 학습자는 배우고 싶은 프로그램을 선택하면 교육이 진행되는 동안 실제 그 소프트웨어를 사용하는 것처럼 한 단계씩 직접 마우스로 클릭해보며 학습을 할 수 있다. 따라서, 강의하는 내용이 직접 학습자의 실습에 반영되기 때문에 학습효과를 증진시킬 수 있다는 것이 장점이다. 하지만 이것은 소프트웨어 부분에 한정되어 있는 학습 방식이며 소프트웨어 교육이 아닌 이론 교육에는 적합하지 않다. 또한, 학습자에 대한 피드백이 없으며 일반 게시판으로 질의 및 응답을 하는 매우 전형적인 방식으로 운영되고 있다.

송실대학에서 개발한 학습자의 개별 학습관리 에이전트인 PLeMA(Personalized Learning Management Agent)는 학습자의 학습 내용의 이해, 학습 진행속도 및 학습에 필요한 자원들을 학생 스스로가 확인해야 하는 단점을 에이전트를 통해 대행함으로써 개개인의 학습 효과를 높일 수 있는 웹기반 교육 시스템이다[13]. PLeMA는 에이전트의 기능을 세분화시켜서 각 에이전트에 대한 명확한 기능부여를 함으로서 에이전트의 독립성을 보장하지만 개별적인 학습자에 대한 학습 성과에 대해 적절한 피드백을 주지 못한다는 단점을 가지고 있다.

지금까지 언급한 기존의 웹기반 교육 시스템의 단점을 정리해 보면 다음과 같다.

첫째, 정적인 코스 구성을 유지하고 있다. 다시 말해, 처음 스케줄된 코스가 학습자 모두에게 공통으로 적용된다. 따라서, 학습자의 학습 성과에 따라 코스가 적절히 재구성되어야 한다.

둘째, 적절한 피드백 부족으로 인한 개별 학습자의 학습 성취도 분석을 통한 재학습 유도를 제공을 하지 못한다.

셋째, 에이전트의 정확한 학습 성취도 계산 기능의 부재라 할 수 있다. 개별적인 학습자에게 최적화된 코스를 제공하기 위해서 학습자의 정확한 학습 성취도를 계산하고 학습자에게 적절한 코스를 재구성 해주기 위한 코스 스케줄링 에이전트의 기능이 없다.

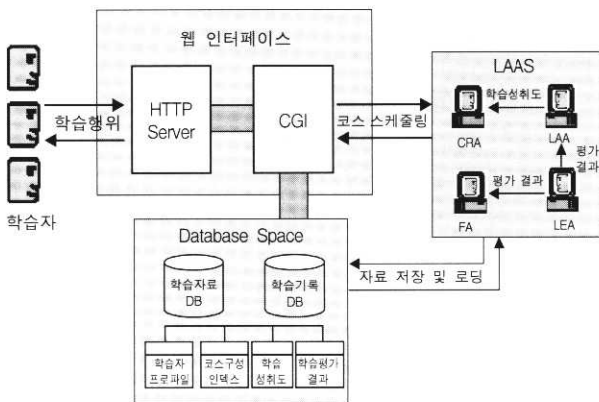
넷째, 코스 학습과 평가에 있어서 시간적인 요소를 고려하지 못하고 있다. 기존 시스템에서는 학습 성취도 계산에 있어서 학습에 대한 평가 점수만을 고려하여 학습 성취도를 계산하므로 학습자의 학습 중에 발생할 수 있는 고의적인 로그아웃이나 장기적인 부재 등을 고려하여야 한다.

따라서 본 논문에서는 기존 시스템의 단점들을 보완하여 더욱 정확한 학습 성취도를 계산하여 개별 학습자에게 적절한 피드백과 코스 재스케줄링을 해주기 위한 평가 에이전트를 이용한 학습 성취도 분석 시스템을 제안한다.

3. 학습 성취도 분석 시스템의 설계

3.1 시스템 구조

학습 멀티 에이전트를 이용한 학습 성취도 분석 시스템(Learning Accomplishment Analysis System : LAAS)은 웹 인터페이스를 중심으로 학습자와 LAAS가 연결되어 있으며 웹 인터페이스를 통하여 학습자와 LAAS간의 코스 스케줄링의 요청과 전송이 이루어지며 학습자는 LAAS가 제공한 코스를 학습하게 된다. LAAS로부터 생성되는 모든 정보들은 데이터베이스에 저장되며 필요시 LAAS에 의해 로딩되어 코스 재구성에 이용된다. 학습자의 프로파일을 비롯한 학습자가 학습 행위로부터 얻어지는 정보는 웹 인터페이스를 통해 데이터베이스에 저장되며 저장된 후에 LAAS에 의해 학습자에게 필요한 정보 즉, 학습성취도, 코스 스케줄링, 평가자료, 피드백 등으로 다시 재생성되어 저장된다. (그림 1)은 LAAS 시스템의 전체 구조를 보이고 있다.



(그림 1) LAAS 시스템 전체 구조

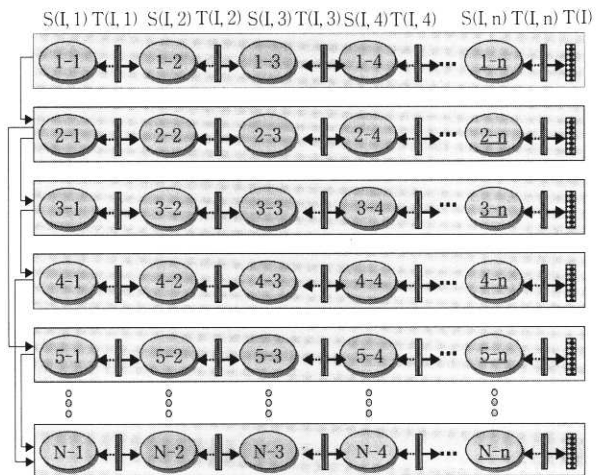
웹 인터페이스를 통하여 이루어지는 학습자의 학습행위를 살펴보면 첫째, 학습자료에 대한 학습, 둘째, 학습내용에 대한 질의, 셋째, 학습자료에 대한 평가로서 세 가지로 요약 할 수 있다. 학습자는 해당 시간에 할당받은 학습자료에 대하여 학습하게 되고 학습한 내용에 대하여 질의를 할 수 있으며 해당 학습자료에 대한 학습을 마치게 되면 학습한 내용에 대한 평가를 받게 된다. 이렇게 해서 평가받은 학습자의 평가 결과에 따라 LAAS는 코스 스케줄링을 하게되고 학습자는 재구성된 코스를 LAAS로 제공받아 다시 학습행위를 통해 학습을 하게 된다.

LAAS의 학습 멀티 에이전트는 학습자의 학습성취도에 대한 정보를 학습자 성취도 에이전트에게 전달받아 새로운

최적의 학습자 중심의 코스를 생성하여 학습자에게 제공하는 코스 재구성 에이전트(Course Recomposition Agent : CRA)와 학습자의 학습 내용에 대한 평가를 담당하는 학습 평가 에이전트의 평가 결과를 바탕으로 학습 성취도를 계산하여 학습자의 학습 효과를 파악하는 학습 성취도 에이전트(Learning Accomplishment Agent : LAA), 학습자의 학습 진행 과정에서 학습자의 학습 내용이 단계별로 완료될 때마다 학습 평가를 실행하는 학습 평가 에이전트(Learning Evaluation Agent : LEA), 그리고 학습자의 프로파일 및 계산된 학습 성취도 등을 참조해 적절한 피드백을 학습자에게 제공하는 피드백 에이전트(Feedback Agent : FA)로 구성되어 있다[14].

3.2 학습 성취도 계산

학습 성취도 계산이란 학습자의 현재 학습 평가 결과와 이전의 학습 평가 결과를 비교 분석하여 학습 효과가 얼마나 상승했는지를 계산하는 것이다. 본 논문에서는 학습 성취도 계산을 위해 소단원의 반복 학습에 의한 학습 취약성과 학습 평가에 따른 소단원의 학습 취약성 알고리즘을 제안한다. (그림 2)는 제안하는 시스템의 학습 구조를 나타낸 것이다.



(그림 2) 코스의 단계별 학습 조직도

순서적으로 1장 1절인 S(1, 1)을 학습한 학습자는 평가 에이전트의 소단원 평가인 T(1, 1)을 통해 기준 점수를 받아야 1장 2절인 S(1, 2)를 학습할 수 있다. 이렇게 순서적으로 학습하는 것이 일반적인 코스 학습의 원칙이며 각 장, 각 절에 대한 평가에서 기준 등급에 따라 코스 스케줄링 에이전트에 의한 코스 재구성이 이루어지게 된다.

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

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

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 코스 평가와 함께 코스 재구성의 중요한 정보로 이용된다. 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 $W_{IR}(I, i)$ 은 다음과 같이 구할 수 있다.

- $t_d(I, i)$: 단원시험에서 소단원 문항의 풀이 소요시간
- $t_r(I, i)$: 단원시험에서 소단원 문항의 풀이 요구시간
- $R(I, i)$: 단원시험에서 소단원 문항의 정답률
- $W_i(I, i)$: 각 소단원의 풀이 시간 취약성
- $W_{IR}(I, i)$: 각 소단원의 풀이 시간, 정답 취약성

$$W_i(I, i) = \begin{cases} 0 & : t_d(I, i) < t_r(I, i) \quad \text{일 때} \\ 1 & : t_d(I, i) \geq (4 \times t_r(I, i)) \quad \text{일 때} \\ \frac{t_d(I, i) - t_r(I, i)}{3 \times t_r(I, i)} & : t_d(I, i) < (4 \times t_r(I, i)) \quad \text{일 때} \end{cases} \quad (2)$$

$$W_{IR}(I, i) = W_i(I, i) \times 0.5 + (1 - R(I, i)) \times 0.5 \quad (3)$$

식 (2)에서 상수 3의 값은 네트워크 트래픽 상황이나 학습자의 학습 평가 중 학습자의 임의의 로그아웃이나 부재로 인해 발생하는 풀이 시간 소요를 반영한 경험적 실험 결과에 의해 산출한 값이다. 또한, 소단원 문항의 정답률과 소단원의 풀이 시간을 50%씩 반영하는 이유는 교수자의 선택이 없을 시 가장 기본적인 값이며, 기본 값을 원하지 않을 경우 교수자가 임의로 정의할 수 있도록 선택사항으로 구현하였다. 학습자의 취약성 계산은 학습자의 답안 마

킹 시간과 정답률을 분석한 소단원에 대한 취약성 뿐만 아니라 소단원 학습의 반복 횟수를 계산하여 또 하나의 취약성을 계산한다.

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

- $L_c(I, i)$: 소단원의 학습 횟수
- $W_r(I, i) = (L_c(I, i) - 1) \times 0.3$ (4)
- ($W_r(I, i) > 1$ 일 때는 1로 계산(반복회수가 5회 이상일 때))

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

- $W(I, i)$: 각 소단원의 학습 취약성
- $W(I, i) = W_{IR}(I, i) \times 0.7 + W_r(I, i) \times 0.3$ (5)

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 $W_r(I, i)$ 와 소단원의 반복 학습을 분석한 학습 취약성인 $W_{IR}(I, i)$ 의 가중치를 7:3으로 계산한다. 이는 기본적인 값이며, 교수자가 코스의 내용 및 평가의 난이도에 따라 유동성있게 선택할 수 있도록 구현하였다.

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 LAAS에 의해 재학습을 하도록 코스 스케줄이 된다. 학습 성취도 계산에서 사용된 상수 및 비율은 실험을 통한 경험적 결과에 따른 최적의 수치이며 기본 값이며, 교수자가 임의로 정의할 수 있도록 선택사항으로 구현하였다.

4. LAAS의 구현

시스템의 구현에 사용된 웹 서버는 1GHz 펜티엄 IV PC이며 메인 메모리는 512Mbyte, 운영체제는 윈도우즈 2000 Advanced Server가 사용되었다. 메일 서버는 유닉스 운영체제로서 Solaris 2.5가 탑재된 Sun UltraSparc-2가 사용되었다. 인터페이스 개발 툴로 마이크로소프트사의 Visual Interdev 6.0과 Sun Microsystems사의 Java 2를 사용하였고, 학습자의 학습 이벤트와 학습 취약성 계산 알고리즘과 학습자의 학습 성취도 분석 등의 프로그램을 위한 언어로는 마이크로소프트사의 ASP 3.0과 자바 애플릿 그리고 자바 스크립트 및 비주얼 베이직 스크립트 언어를 사용하였다. 구현된 시스템의 전체적인 알고리즘은 (그림 3)과 같다.

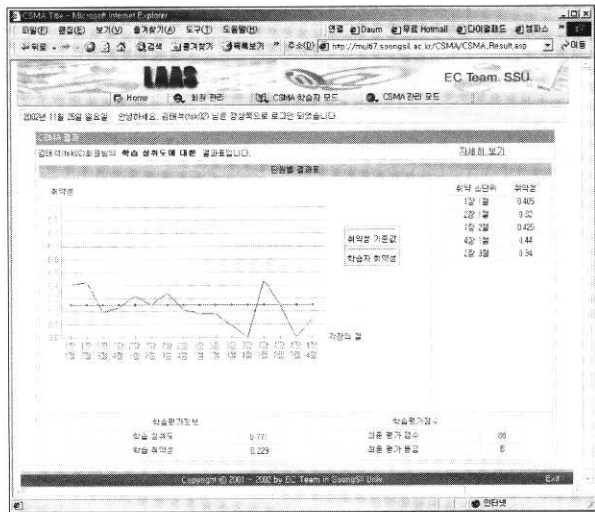
소단원 학습 및 평가에 대하여
 Step 1: 학습자의 소단원 학습을 위해 해당 학습자료를 푸쉬
 Step 2: 소단원 학습에 대한 평가를 실행
 Step 3: 평가 등급에 따라 다음 소단원과 학습 시간 계산
 Step 4: 계산 결과에 따라 다음 소단원에 대한 학습자료 푸쉬
 Step 5: 한 대단원의 마지막 소단원이 아니면 goto Step 1

취약성 계산에 대하여
 Step 6: 각 소단원의 정답률 계산
 Step 7: 각 소단원의 답안 마킹시간 계산
 Step 8: 각 소단원의 반복 학습 횟수 계산
 Step 9: 각 소단원의 취약성 계산

코스 스케줄링에 대하여
 Step 10: 취약성 계산에 의한 재구성된 코스 푸쉬
 Step 11: 최종 평가
 Step 12: 학습 성취도 분석 및 정보 푸쉬

(그림 3) 구현 시스템의 학습 및 평가 처리 알고리즘

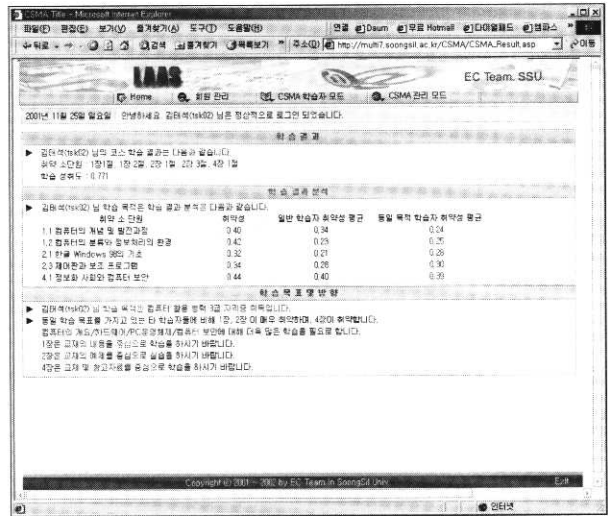
소단원 학습 후 소단원 평가를 종료하게 되면 LAAS의 학습평가 에이전트에 의해 평가 결과가 계산되어 학습자에게 제공된다. 학습자가 소단원 평가에서 얻은 점수와 등급을 나타내며 해당 등급에 따른 학습 진행 소단원을 결정하여 보여준다. 또한 각 문항별 정오답을 체크할 수 있도록 마킹번호와 정답번호 그리고 정답유무를 보여주어 학습자 스스로 평가결과를 분석할 수 있도록 도와준다.



(그림 4) 학습 성취도 계산 결과 페이지

(그림 4)는 학습자의 학습 성취도 정보를 제공하는 페이지이다. 학습자가 마지막 단원 평가를 종료하게 되면 LAAS의 학습 성취도 계산 에이전트에 의해 학습 성취도 분석이 시작되며 최종적인 학습자의 평가정보와 취약성 정보 및 재구성된 코스를 제공한다. 학습자의 소단원별 취약성을 그래프와 수치로 상세히 보여주며 최종 평가 등급을 계산하여 보여줌으로써 학습자가 자신의 목표등급과 비교해 볼 수 있도록 하였다. 자신의 목표 등급에 도달하지 못한 학습

자는 LAAS가 제시한 코스 스케줄에 의해 재학습 프로그램을 시작할 수 있다. 또한 (그림 4)의 학습 성취도 정보 페이지에서 자세히 보기를 누르면 LAAS는 학습 성취도 계산 결과에 의한 상세한 분석을 통해 학습자로 하여금 스스로 학습한 과목의 성취도를 다양한 속성으로 비교 평가해 볼 수 있도록 상세한 학습 성취도 분석을 최종적으로 하게 된다. (그림 5)는 학습 성취도 결과에 의한 분석 정보를 보여주는 화면이다.



(그림 5) 학습 성취도 분석 결과

취약 소단원에 대한 “취약성”과 “일반 학습자 취약성 평균” 및 “동일 목적 학습자 취약성 평균”을 통해 세부적으로 취약성 분석을 보여주며, 학습자 자신의 학습 목표와 현재의 학습 성취도가 부합되는지에 대한 상세 정보를 확인해 볼 수 있도록 해준다. (그림 4)의 학습 결과 분석 항목에서 취약성은 현 학습자의 개인 취약성이며, 일반 학습자 취약성은 해당 코스를 신청했던 모든 학습자들에 대한 취약성이며, 동일 목적 학습자 취약성은 코스 신청 시 자격증 취득, 공무원 시험, 취업 시험 등 학습 목적을 선택한 학습자 중에 학습 목적인 동일한 학습자를 말한다. (그림 5)에서 보이는 학습자의 경우 컴퓨터 활용 능력 3급 자격증을 선택한 동일 목적 학습자들의 취약성에 대한 비교 분석을 보이고 있다.

5. 실험 평가

5.1 실험 환경

LAAS의 실험을 위한 환경은 불특정 다수를 대상으로 동일한 코스웨어를 선택하여 일반인 학습 방법으로 42명을 추출하여 실험하였으며 LAAS를 이용한 웹기반 학습시스템으로 44명을 추출하여 실험함으로 총 86명을 실험대상으로 하였다. 실험 환경에 대한 요약은 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 실험 평가 방법 비교

학습 방법	일반 학습 방법	LAAS 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	LAAS 코스 학습
학습 장소	PC 실습실	PC 실습실
학습평가 방법	웹환경 평가(객관식)	웹환경 평가(객관식)
소단원 학습시간	학습자 자율	LAAS 제시
평가 시간	최종 평가 : 15분	
평가 문항	20 문항	
취약단원 재학습	자율적 판단에 의한 취약 소단원 학습	LAAS의 스케줄 제안에 의한 취약 소단원 학습

편의상 일반 학습 방법으로 학습한 학습자 42명을 A-학습자 집단이라 하고 LAAS 학습 방법으로 학습하는 44명을 B-학습자 집단이라 하겠다. 각 항목에 따른 일반 학습 방법과 LAAS 학습방법의 요소는 모두 동일하나 학습 시간에 있어서 일반 학습 방법은 학습자 스스로 학습 시간을 배정할 수 있도록 하였고 LAAS 학습 방법은 LAAS의 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.

5.2 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. 실험결과와 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 방법으로 간단한 예는 다음과 같다.

〈표 2〉를 이용한 유사 CHI-SQUARE 분포에 대한 식은

$$X = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^2 \left\{ \left(f_{ij} - \frac{f_{is} \times f_{cj}}{n} \right)^2 / \left(\frac{f_{is} \times f_{cj}}{n} \right) \right\} \quad (6)$$

여기에서 계산된 값과 통계 분포표의 값을 비교하여 두

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

〈표 2〉 모델 도수 분포표

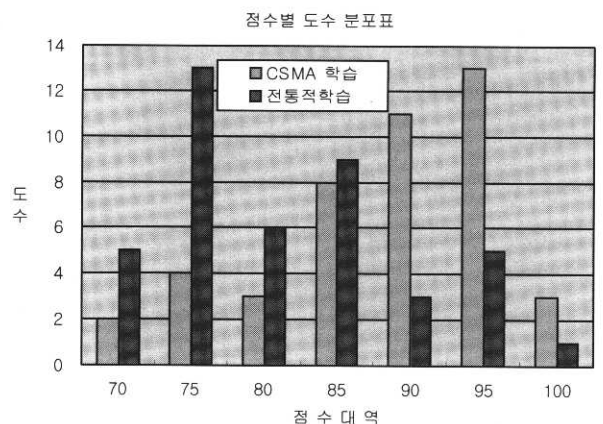
계 급	A집단	B집단	계
계급 1	f11	f12	f1s
계급 1	f21	f22	f2s
...
합 계	fc1	fc2	n

5.3 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 LAAS 코스 스케줄링 학습을 하였으며 최종적으로 두 집단에 20문항에 대하여 15분의 인터넷 시험에 임하게 하여 다음 표와 같은 결과를 얻었다.

〈표 3〉 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	



(그림 7) 두 실험집단의 빈도수에 따른 그래프

〈표 3〉의 도수 분포표를 그래프로 나타내어 보면 (그림 6)과 같이 나타나게 되며 상위 점수로 갈수록 B집단의 빈도수가 많아지고 하위 점수로 내려가면 A집단이 상대적으로 많다는 것을 알 수 있으며 또한 평균점수에 대해서 바

로 B집단의 성과가 뛰어나게 좋다는 것을 알 수 있다.

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 4>와 같이 나타나게 된다.

<표 4> 위의 표에 대한 CHI-SQUARE VALUE

두 실험집단의 CHI-SQUARE 값		
점수계급	A 집단	B 집단
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
합 계	16.20	

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

6. 결 론

본 논문은 학습자의 학습 행위를 모니터링하여 개인 학습자의 학습 성향에 맞는 코스웨어를 재 생성하여 제공하는 학습 성취도 분석 시스템을 제안하였다.

시스템의 기능성에 있어서 제안하는 코스 스케줄링 시스템과 국내외 웹기반 교육 시스템과의 비교를 해보면 <표 5>과 같다.

<표 5>에서 보이듯이 국내외 대다수의 웹 교육 시스템에서는 에이전트를 이용하여 학습자에게 편의성을 제공하고 학습 성취도를 분석해 주는 기능이 결여되어 있으며 에이전트를 이용한 시스템에서도 학습자의 학습 상대 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. 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 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.

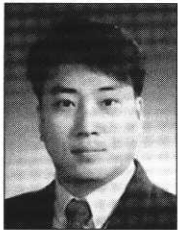
참 고 문 헌

- [1] Online Education, "The Electronic University," *Prospectus*, 1993/94.
- [2] Ward, D., "Technology and the Changing Boundaries of Higher Education," *EDUCOM Review*, Vol.29, No.1, Jan/Feb., pp.23-30, 1994.
- [3] Badrul H. Khan, "Web-Based Instruction(WBI) : What Is It and Why Is It?," *Education Technology Publications*, 1997.
- [4] Whinston, A., "Re-engineering MIS Education," *Journal of Information Science Education*, pp.126-133, 1994.
- [5] Agogino, A., "The Synthesis Coalition : Information Technologies Enabling a Paradigm Shift in Engineering Education," *Proceedings of Hypermedia in Vaasa '94, Vaasa Institute of Technology*, pp.3-10, June, 1994.
- [6] Sandip Sen., Edmund H. Durfee, "On the design of an adaptive meeting scheduler," In *Proceeding of the Tenth IEEE Conference on AI Application*, pp.40-46, 1994.
- [7] Katia Sycara, Dajun Zeng, "Coordination of Multiple intelligent Software Agent," *International Journal of Cooperative Information System*, Vol.5, No.2, pp.181-212, 1996.

<표 5> 국내외 웹기반 교육 시스템과의 기능 비교

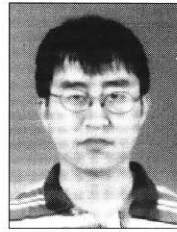
시 스템 \ 처 리	학습위치정보확인	에이전트에 의한 자동처리	학습 성취도 계산	학습 시간 제어	학습자 모니터링
CODE(Texas Univ.)	유	무	무	무	무
PLeMA(SSU)	유	유(학습 상태관리)	무	무	무
TopClass(SNU)	유	무	무	무	무
WoongJin.com	유	무	무	무	무
LAAS(SSU)	유	유(학습 스케줄링)	유(취약성 분석)	유(최적학습 시간계산)	유(답안마킹 시간체크)

- [8] Hamalainen, M, Whinston, A. and Vishik, S., "Electronic Markets for Learning : Education Brokerages on the Internet," *Communications of the ACM*, Vol.39, No.6, pp.51-58, 1996.
- [9] 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.
- [10] <http://grouper.ieee.org/p1484>, IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC).
- [11] 서울대학교 가상강의, <http://snucv.snu.ac.kr>.
- [12] 웅진 IT 클래스, <http://www.e-run.net/cp/woongjin/woongjin>.
- [13] 양선욱, "멀티에이전트를 이용한 사용자 중심의 웹기반 개별 학습시스템에 관한 연구", 숭실대학교 박사학위논문, 1999.
- [14] 김태석, 이종희, 이근왕, 오해석 "취약성 분석 알고리즘을 이용한 학습자 중심의 코스 스케줄링 멀티 에이전트 시스템의 설계", 정보처리학회논문지A, 8-A권 제4호, 2001.



이 종 희

e-mail : multistar@freechal.com
 1998년 한밭대학교 전자계산학과(공학사)
 2000년 숭실대학교 컴퓨터학과(공학석사)
 2002년 숭실대학교 컴퓨터학과(박사수료)
 2001년~현재 대한화학 전산실 실장
 관심분야 : WBI, EC, e-CRM, Mulimedia, S/W Agent



김 정 재

e-mail : argnissr@yahoo.co.kr
 1999년 영동대학교 컴퓨터공학과(공학사)
 2001년 숭실대학교 컴퓨터학과(공학석사)
 2001년~현재 숭실대학교 컴퓨터학과 박사 과정
 관심분야 : 원격교육, 정보보호, EC



신 창 둔

e-mail : cds shin@hallym-c.ac.kr
 1987년 숭실대학교 전자계산학과(공학사)
 1989년 숭실대학교 전자계산학과(공학석사)
 2001년 숭실대학교 컴퓨터학과(박사수료)
 1997년~현재 한림정보산업대학 부교수
 관심분야 : 멀티미디어, 워터마킹, 전자지불 시스템



오 해 석

e-mail : oh@computing.ssu.ac.kr
 1975년 서울대학교 응용수학과(이학사)
 1981년 서울대학교 계산통계학과(이학석사)
 1989년 서울대학교 계산통계학과(이학박사)
 1982년~현재 숭실대학교 정보과학대학 컴퓨터학과 교수

관심분야 : Multimedia, Database, MIS