

학습자 모니터링을 이용한 학습 평가 시스템

이종희^o, 김태석, 이근왕, 오해석
승실대학교 컴퓨터학과
e-mail:multistar@it.soongsil.ac.kr

An Learning Evaluation System using Monitoring for Learners

Jong-Hee Lee*, Tae-seog Kim*, Keun-Wang Lee**, , Hae-Seok Oh*

*Dept. of Computing, Soongsil University

**Dept. of Multimedia, Chungwoon University

요약

최근에 웹 기반 교육 시스템으로서 다양한 온라인 학습에 대한 새로운 교수 모형이 제시되고 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 코스 스케줄링 멀티 에이전트 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 먼저 학습자의 학습을 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. 또한, 구현한 시스템에서의 학습과 일반 학습을 수행한 후 학습 평가를 비교하여 시스템에 대한 전체적인 실험 평가를 하였다.

1. 서론

전자도서관과 주문형 강의 시스템(Lecture On Demand)을 접목한 웹기반 교육 시스템은 공간적, 시간적 유연성과 상호작용에 의해 교육 효과를 높일 수 있다. 이러한 웹기반 교육시스템의 보급과 더불어 다양한 교육 서비스에 대한 욕구 증대에 따른 교육서비스를 응용한 연구가 활발히 진행되고 있다.

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[1].

국내·외 교육 소프트웨어 에이전트와 브로커는 학습자 개개인에게 적합한 교육시스템 보다는 보편적으

로 다수를 위한 교육 및 학습 시스템에 맞게 구성되어 있으므로 개별적인 학습자의 다양한 지식 요구 및 평가 수준을 만족시키기 어렵다.

전통적인 교실 환경을 웹기반 환경과 비교할 때의 학습 유형은 자율학습 형태, 강의형태, 토론 형태의 세 가지 유형으로 나누어 생각할 수 있다[2]. 자율학습의 형태는 학습자가 자신의 부족한 학습 내용을 교사가 제시한 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.

교과과정을 개설하고 이를 운영하는 교사의 입장에서 볼 때, 등록된 모든 학생들이 대면하게 되는 상황을 모두 접수하고, 그들의 학습 상태를 분석하여 학습

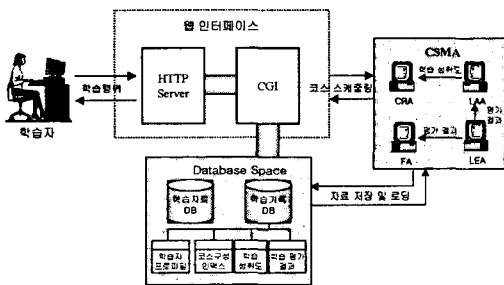
자에게 가장 적합한 코스 구성 및 스케줄을 제공한다
는 것은 어려운 일이다[3]. 따라서, 이러한 웹기반 교육 시스템에서의 학습자에게 효율적이고 효과적인 학습 방법과 코스 구성 그리고 코스 스케줄 등의 피드백을 제공할 수 있는 에이전트가 필요하게 되었다.

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 제공하는 멀티 에이전트 모듈을 갖는 학습 평가 시스템을 제안한다.

2. 학습 평가 시스템

2.1 시스템의 구조

제안하는 학습 평가 시스템은 학습자의 학습 진행에 따라 학습 성취도 평가 및 분석을 위해 멀티 에이전트를 이용한다[7]. CSMA(Course Scheduling Multi-Agent)를 이용한 학습 평가 시스템은 웹 인터페이스를 중심으로 학습자와 CSMA가 연결되어 있으며 웹 인터페이스를 통하여 학습자와 CSMA간의 코스 스케줄링의 요청과 전송이 이루어지며 학습자는 CSMA가 제공하는 코스를 학습하게 된다.



[그림 1] 학습 평가 시스템의 구조

[그림 1]에서 보는 것과 같이 CSMA는 다음과 같이 4개의 에이전트로 구성되어 있다. 코스 재구성 에이전트(Course Recomposition Agent : CRA)는 학습자의 학습성취도에 대한 정보를 학습자 성취도 에이전트에게 전달받아 새로운 최적의 학습자 중심의 코스를 생성하여 학습자에게 제공한다. 학습 성취도 에이전트

(Learning Accomplishment Agent : LAA)는 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. 학습 평가 에이전트(Learning Evaluation Agent : LEA)는 학습자의 학습 진행 과정에서 학습자의 학습 내용이 단계별로 완료될 때마다 학습 평가를 실행하여 학습자의 학습능력을 판단하여 평가 결과를 학습 성취도 에이전트에게 넘겨주게 된다. 피드백 에이전트(Feedback Agent : FA)는 자료저장소에 있는 학습자의 프로파일 및 계산된 학습 성취도 등을 참조해 적절한 피드백을 학습자에게 제공함으로써 학습 효과를 높이는 데 기여한다.

2.2 학습 평가 알고리즘

코스 구성은 1장부터 N장까지의 대단원으로 나누어지고 각 장은 1절부터 n절까지의 소단원으로 다시 나누어진다. 대 단원은 학습자료의 각 장에 해당하며 소 단원은 각 장에 속해있는 절에 해당한다.

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 $W_{KR}(I, i)$ 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
- $W(I, i)$: 각 소단원의 풀이 시간 취약성
- $W_{KR}(I, i)$: 각 소단원의 풀이 시간, 정답 취약성

$$W(I, i) = 0 \quad : \quad t_d(I, i) < t_r(I, i)$$

$$1 \quad : \quad t_d(I, i) \geq (4 * t_r(I, i))$$

$$\frac{t_d(I, i) - t_r(I, i)}{3 * t_r(I, i)} \quad : \quad t_d(I, i) < (4 * t_r(I, i)) \dots \dots \dots (1)$$

$$W_{KR}(I, i) = W(I, i) * 0.5 + (1 - R(I, i)) * 0.5 \dots (2)$$

학습자의 취약성 계산은 학습자의 답안 마킹 시간과 정답률을 분석한 소단원에 대한 취약성뿐만 아니라 소단원 학습의 반복 횟수를 계산하여 또 하나의 취약성을 계산한다. 소단원의 반복 학습을 분석한 학습 취약성 $W(I, i)$ 를 계산하는 식은 다음과 같이 정

의할 수 있다.

- $Lc(I, i)$: 소단원의 학습 횟수
 - $Wc(I, i) = (Lc(I, i) - 1) * 0.3$ (3)
- ($Wc(I, i) > 1$ 일 때는 1로 계산(반복회수가5회 이상 일 때))

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

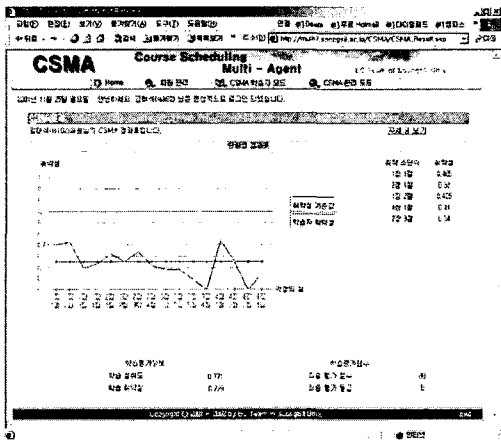
- $W(I, i)$: 각 소단원의 학습취약성
- $W(I, i) = W_{LR}(I, i)*0.7 + W_c(I, i)*0.3$ (4)

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 $W(I, i)$ 와 소단원의 반복 학습을 분석한 학습 취약성인 $Wc(I, i)$ 의 가중치를 7: 3으로 하여 계산한다. 이렇게 계산된 학습 취약성으로 학습 성취도를 계산할 수 있으며 학습 성취도 계산에 따라 취약성을 보이는 소단원을 추출하여 코스 재구성을 한다.

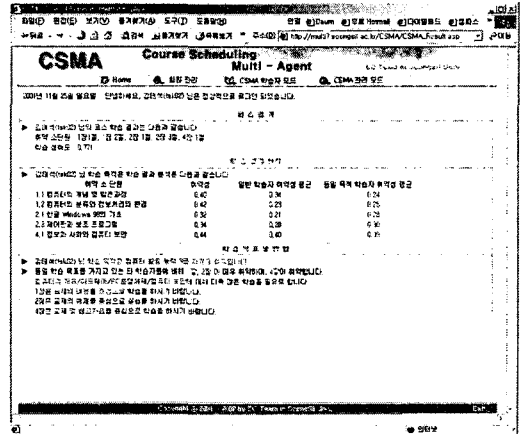
3. 학습 평가 시스템의 구현

학습자가 학습내용을 학습하고 학습 평가를 받으면 시스템은 CSMA의 성취도 분석에 의해 단원 취약성을 계산한다. [그림 2]는 학습자의 학습 성취도 정보 페이지이다. 학습자의 취약 단원을 그래프와 수치로 보여준다.



[그림 2] 학습 성취도 정보 페이지

[그림 3]은 성취도 분석을 다른 학습자들과의 비교로서 좀 더 세밀하게 나타내고 반복 학습 스케줄에 대한 정보를 나타낸다. 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 하게된다.



[그림 3] 반복 학습 스케줄링 결과

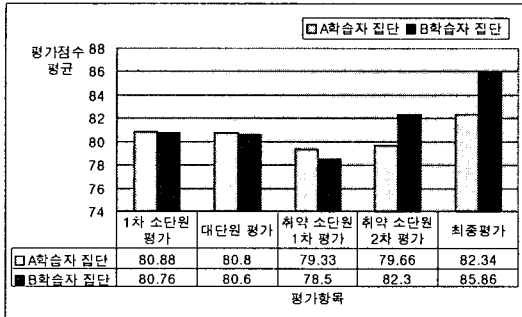
취약 소단원에 대한 “취약성”과 “일반 학습자 취약성 평균” 및 “동일 목적 학습자 취약성 평균”을 통해 세부적으로 취약성 분석을 보여주며, 학습자 자신의 학습 목표와 현재의 학습 성취도가 부합되는지에 대한 상세 정보를 확인해 볼 수 있도록 해준다.

4. 실험 및 평가

코스 스케줄링 멀티에이전트의 실험을 위한 환경은 불특정 다수를 대상으로 동일한 코스웨어를 선택하여 전통적인 학습 방법으로 100명을 추출하여 실험하였으며 CSMA를 이용한 웹기반 학습시스템으로 100명을 추출하여 실험함으로써 총 200명을 실험 대상으로 하였다. 전통적 학습 방법으로 학습한 학습자 100명을 A-학습자 집단이라 하고 CSMA 학습 방법으로 학습하는 100명을 B-학습자 집단이라 한다.

각 항목에 따른 전통적 학습 방법과 CSMA 학습 방법의 요소는 모두 동일하나 학습 시간에 있어서 전통적 학습 방법은 일반적인 50분 강의로 시간을 배정하였고 CSMA 학습 방법은 CSMA의 코스 스

케줄링 알고리즘에 입각하여 유동적으로 30분에서 50분으로 배정하였다. 학습 자료는 동일한 학습자료를 이용하였으며 A-학습자 집단인 100명에게는 출력물로 인쇄하여 각 소단원마다 50분간 학습하도록 하였으며 B-학습자 집단인 100명에게는 웹환경에서 HTML 문서를 통해 CSMA가 배정하는 학습시간에 따라 학습하도록 하였다.



B-학습자 집단은 처음 1차 소단원 평가에서는 A-학습자 집단 보다 낮은 평균 점수를 얻었으나 CSMA의 학습 스케줄에 입각한 학습 후 취약 소단원 2차 평가에서는 A-학습자 집단 보다 높은 점수를 얻었으며 최종 평가에서는 많은 차이를 보이며 높은 점수를 얻었다

이로써 CSMA의 학습 방식이 전통적인 학습 방법보다 학습 성취도를 높이는데 있어서 우수함을 입증하였다.

5. 결론

본 논문이 제안하는 시스템은 학습자의 학습 행위 모니터링을 이용한 학습 평가 시스템으로서 학습자의 학습 행태를 분석하고 학습 취약성을 계산하여 학습자로 하여금 자신이 취약한 부분을 자동으로 평가하여 재학습할 수 있도록 도와주는 시스템을 제안하였다.

향후 연구과제는 본 시스템을 무선 인터넷 학습시스템에 독립적으로 구현하여 무선 인터넷 환경에서도 CSMA가 활동하여 유무선 웹 환경의 모든 학습자의 학습 환경을 관리해 줄 수 있는 시스템을 개발할 계획이다.

참고문헌

[1] Hamalainen, M, Whinston, A, and Vishik, S.,

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

[2] 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.

[3] Badrul H. Khan, "Web-Based Instruction(WBI) : What Is It and Why Is It?", *Education Technology Publications, Inc.*, 1997.

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

[5] Katia Sycara, Dajun Zeng, "Coordination of Multiple intelligent Software Agent", *International Journal of Cooperative Information System*, 1996.

[6] Barbara Pernici and Fabio Casati, "The Design of Distance Education Applications Based on the World Wide Web", *Educational Technology Publications, Inc.*, 1997.

[7] 김태석, 이종희, 이근왕, 오해석, 취약성 분석 알고리즘을 이용한 학습자 중심의 코스 스케줄링 멀티 에이전트 시스템의 설계, *정보처리학회 논문지*, 제8-A권 제4호, 2001. 12.