

학습 행위 모니터링을 이용한 온라인 반복 학습 시스템

이종희^{*}, 김태석, 이근왕, 오해석
송실대학교 컴퓨터학과
e-mail:multistar@it.soongsil.ac.kr

An On-line Relearning system using Monitoring for Learning Activity

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.

1. 서론

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 학습

자는 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 나누어 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 개개인에게 적합한 코스를 구성해주는 것은 개인의 학습 효과를 증진시킬 수 있는 중요한 정보가 되는 것이다.

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, 등록한 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 제공해주는 멀티 에이전트를 제안한다.

2. 기존 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. 또한, 학습 지원과 평가를 위한 방법과 도구를 포함하여 코스의 전달과 표현을 위한 통신망 기반의 학습 환경을 위한 모형을 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[5].

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 개설되는 지를 수강편람이나 서울대학교의 정보광장을 진행하는 교수와 수강 학생들은 각자의 ID를 부여받아 가상대학에서 제공하는 플랫폼을 활용하여 수업을 진행한다. 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 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[6].

앞에서 살펴보았듯이 기존 연구에 대한 문제점은 면대면 교육시스템에서의 교수자와 학습자간의 피드백을 위한 적절한 지원 시스템의 결여라 할 수 있다. 따라서, 웹 기반에서의 에이전트 기술과 교육 시스템의 인프라를 접목하여 개별 학습자에게 적합한 피드백과 성취도 향상에 도움을 주는 온라인 학습 시스템을 개발하고자 한다.

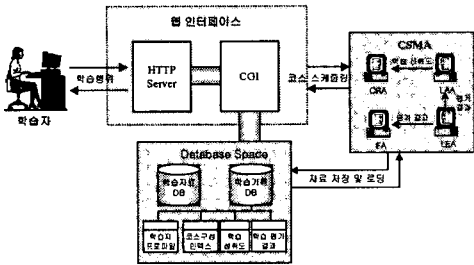
3. 온라인 반복 시스템

3.1 시스템의 구조

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

CSMA로부터 생성되는 모든 정보들은 데이터베이스에 저장되며 필요시 CSMA에 의해 로딩되어 코스 재구성에 이용된다. 학습자의 프로파일을 비롯한 학습자의 학습 행위로부터 얻어지는 정보는 웹 인터페이스를 통해 데이터베이스에 저장되며 저장된 후에 CSMA에 의해 학습자에게 필요한 정보 즉, 학습성취도, 코스 스케줄링, 평가자료, 피드백 등으로 재생성되

어 저장된다.



[그림 1] CSMA 전체 구조도

[그림 1]에서 보는 것과 같이 CSMA의 핵심이 되는 멀티에이전트는 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 높이는데 기여한다.

3.2 학습 평가 모니터링

코스는 1장부터 N장까지의 대 단원으로 나누어지고 각 장은 1절부터 n절까지의 소 단원으로 다시 나누어진다. 대 단원은 학습자료의 각 장에 해당하며 소 단원은 각 장에 속해있는 절에 해당한다.

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

$$W_k(I, i) = 0 : t_d(I, i) < t_r(I, i)$$

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

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

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

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

- $Lc(I, i)$: 소단원의 학습 횟수
 - $W_k(I, i) = (Lc(I, i) - 1) * 0.3 \dots \dots \dots (3)$
- ($W_k(I, i) > 1$ 일때는 1로 계산(반복회수가5회 이상일 때))

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

- $W(I, i)$: 각 소단원의 학습취약성
- $W(I, i) = W_{ik}(I, i) * 0.7 + W_k(I, i) * 0.3 \dots \dots \dots (4)$

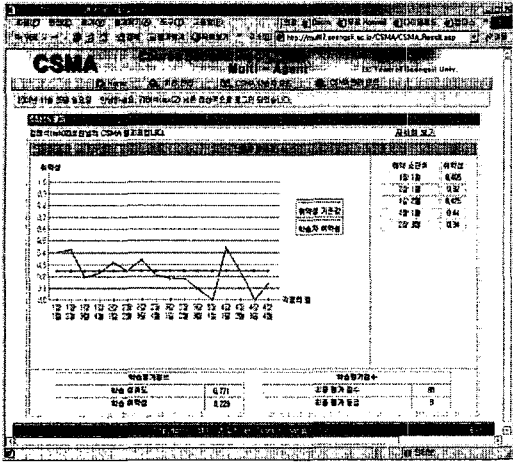
반복 학습을 분석하여 얻은 학습 취약성은 답안 마킹 시간을 분석한 학습 취약성과 합하여 전체 소단원의 학습 취약성을 나타낸다.

따라서, 각 소단원의 학습 취약성은 학습자의 답안 마킹 시간과 정답률을 분석한 소 단원에 대한 취약성인 $W_k(I, i)$ 와 소 단원의 반복 학습을 분석한 학습 취약성인 $W_{ik}(I, i)$ 의 가중치를 7: 3으로 하여 계산한다. 이렇게 계산된 학습 취약성으로 학습 성취도를 계산할 수 있으며 학습 성취도 계산에 따라 취약성을 보이는 소 단원을 추출하여 코스 재구성을 한다.

4. 온라인 반복 학습 시스템의 구현

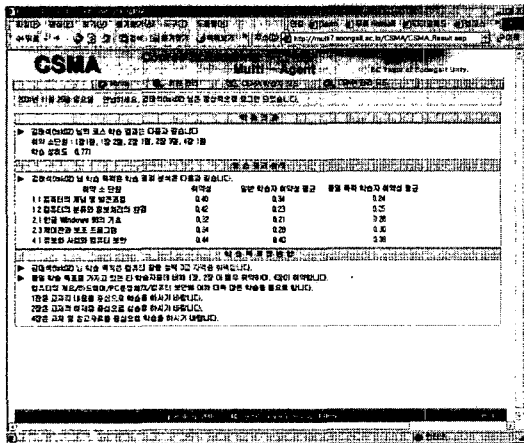
학습자가 학습내용을 학습하고 학습 평가를 받으면 시스템은 CSMA의 성취도 분석에 의해 단원 취약성을 계산한다. [그림 2]는 학습자의 학습 성취도

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 부합되는 지에 대한 상세 정보를 확인해 볼 수 있도록 해준

다.

5. 결론

본 논문은 학습 행위 모니터링을 이용한 반복 학습 시스템은 학습자의 학습 행태를 분석하고 학습 취약성을 계산하여 학습자로 하여금 자신이 취약한 부분을 재학습할 수 있도록 도와주는 시스템을 제안 하였다.

향후 연구과제는 CSMA를 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.