

학습자를 위한 인터넷 코스 스케줄링 멀티 에이전트 시스템

이종희*, 김태석*, 이근왕**
숭실대학교 컴퓨터학과*, 청운대학교 멀티미디어학과**

An Internet Course Scheduling Multi-agent System for Learners

Jong-hee Lee, Tae-seog Lee, Keun-wang Lee
Dept. of Computing, Soongsil Univ., Dept. of Multimedia, Chungwoon Univ.,
E-mail : tskim@multi.soongsil.ac.kr, jhlee@multi.soongsil.ac.kr kwlee@cwunet.ac.kr

요약

웹기반 교육시스템을 이용한 온라인 강좌는 인터넷의 발달과 더불어 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. 학습자와 교사간의 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. 또한, 최근에 학습자의 요구에 맞는 코스웨어 주문이 증가되고 있는 추세이며 그에 따라 웹 기반 교육 시스템의 효율적이고 자동화된 교육 에이전트의 필요성이 인식되고 있다. 본 논문에서는 학습자의 학습 모니터링과 지속적인 학습 평가에 의하여 개인 학습자의 학습 성취도를 계산하여 학습자에게 적합한 코스 스케줄을 제공해 주는 코스 스케줄링 멀티 에이전트를 제안하고자 한다.

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.

국내·외 교육 소프트웨어 에이전트와 브로커는 학습자 개개인에게 적합한 교육시스템 보다는 보편적으로 다수를 위한 교육 및 학습 시스템에 맞게 구성되어 있

으므로 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[1]. 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, 등록한 모든 학생들이 대면하게 되는 상황을 모두 접수하고, 그들의 학습 상태를 분석하여 학습자에게 가장 적합한 코스 구성 및 스케줄을 제공한다는 것은 어려운 일이다[2]. 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 제공해 주는 멀티 에이전트를 제안한다.

2. 관련연구

웹 교육 시스템의 대표적인 것이 텍사스 대학의 CODE(Customized On-Demand Education) 시스템이다. 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 1은 CODE의 전체 시스템 구조를 보이고 있다.

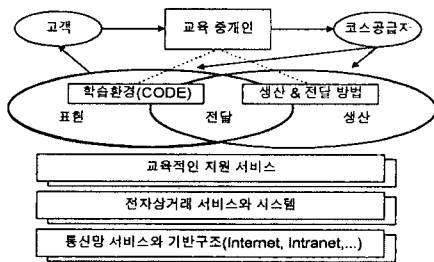


그림 1. CODE 의 시스템 구조도

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.

CODE 시스템은 전자상거래 기반에서 학습자가 원하는 코스를 제공해주지만 학습 성취도와 학습 효과를 증대시킬 수 있는 방법론을 제시하고 있지는 않다. 따라

서, 동적인 개별 학습자의 학습 성취도를 평가할 수 있는 적절한 피드백의 기능이 결여되어 있다.

카네기 멜론 대학에서 진행중인 플레이아데스 프로젝트는 분산환경하에서 독립적인 에이전트의 통합을 위한 멀티에이전트 구조인 RETSINA(Reusable Task Structure-based Intelligent Network Agents)를 의사결정 도메인에 적용한 것이다[3]. 이 프로젝트에서 구현한 방문객 관리 시스템은 카네기 멜론 대학을 방문하는 방문객과 방문객이 원하는 분야의 연구진의 일정을 조절하여 미팅을 주선하는 시스템이다.

기존 연구에 대한 문제점은 온라인 상에서의 교육에 있어서 학습자와 교수와의 피드백을 위한 적절한 지원 시스템의 부재와 학습자의 학습 성취도에 따른 적절한 코스 구성의 결여이다. 그러므로 전통적인 면대면 교육시스템에서 교사와 학습자간에 필요한 상호작용이 웹기반 교육시스템에서는 충분히 제공되지 못하여 학습자의 높은 학습 효과를 기대할 수 없다.

3. 코스 스케줄링 멀티 에이전트

LTSA(Learning Technology System Architecture)[4]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. 코스 스케줄링 멀티 에이전트CSMA(Course Scheduling Multi-Agent)를 이용한 학습 시스템의 구조는 LTSA 표준 모델에 입각하여 설계하였다.

3.1 CSMA 학습 시스템

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

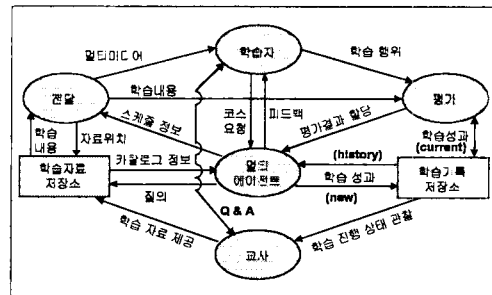


그림 2. CSMA 학습시스템 모델

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 제시한다.

3.2 CSMA의 구성

CSMA를 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 재생성되어 저장된다.

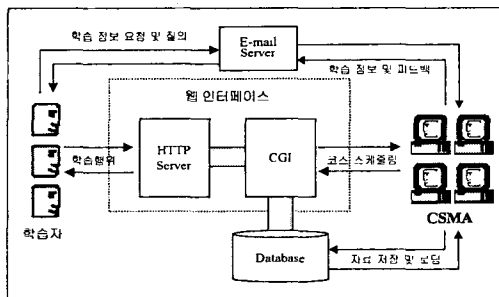


그림 3. 에이전트와 데이터베이스의 상호작용

그림 3에서 보는 것과 같이 CSMA의 핵심이 되는 멀티에이전트는 다음과 같이 4개의 에이전트로 구성되어 있으며 각 에이전트의 역할을 살펴보면 다음과 같다.

1) 코스 재구성 에이전트

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

2) 학습 성취도 에이전트

학습성취도 에이전트는 학습자의 학습 내용에 대한 평가를 담당하는 학습평가 에이전트의 평가 결과를 바

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

3) 학습 평가 에이전트

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.

4) 피드백 에이전트

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

4. 학습 성취도 분석 알고리즘

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

4.1 평가 규칙

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. 그림 4에서와 같이 학습 자료와 학습 평가를 구분하기 위해 학습 자료는 $S(I, i)$ 로 표현하고, 학습 평가는 $T(I, i)$ 로 표현한다.

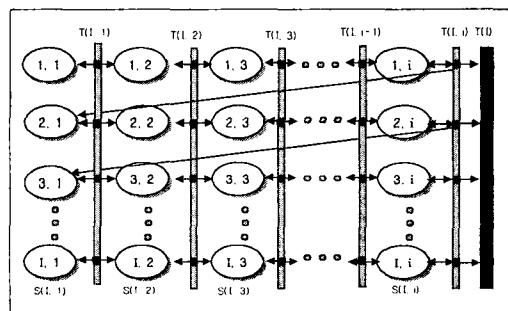


그림 4. 소 단원 평가와 대 단원 평가의 구조

순서적으로 1장 1절인 $S(1, 1)$ 을 학습한 학습자는 평가 에이전트의 소 단원 평가인 $T(1, 1)$ 을 통해 기준 점수 이상을 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. [표 2]는 S(I, 1)부터 S(I, n-1)까지의 소 단원별 평가 및 처리에 대한 평가 처리 규칙을 나타 내었다. 해당 소단원의 평가 결과에 따라 학습 진행 유 무와 다음 학습 시간이 결정된다.

각 대 단원 평가에서 나타난 결과를 통해서 학습 자 료의 소 단원에 대한 마킹 시간의 지연과 정답률을 통 해 취약 가능한 소 단원을 검출하도록 그 단원의 취약 성을 계산한다. 학습자의 답안 마킹 시간과 정답률을 분석한 소 단원에 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

$$W_I(I, i) = 0 \quad : \quad t_d(I, i) < t_r(I, i) \quad \text{일 때}$$

$$1 \quad : \quad t_d(I, i) \geq (4 * t_r(I, i)) \quad \text{일 때}$$

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

$$W_{IR}(I, i) = W_I(I, i) * 0.5 + (1 - R(I, i)) * 0.5 \quad \dots\dots\dots(2)$$

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

- $Lc(I, i)$: 소단원의 학습 횟수
- $W(I, i) = (Lc(I, i) - 1) * 0.3 \quad \dots\dots\dots(3)$
- ($W(I, i) > 1$ 일 때는 1로 계산(반복회수가5회 이상일때))

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

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

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 $W_{IR}(I, i)$ 와 소 단원의 반복 학습을 분석한 학습 취약성 인 $W(I, i)$ 의 가중치를 7: 3으로 하여 계산한다. 이렇게 계산된 학습 취약성으로 학습 성취도를 계산할 수 있 으며 학습 성취도 계산에 따라 취약성을 보이는 소 단원 을 추출하여 코스 재구성을 한다.

5. 결론

본 논문에서 제안한 CSMA는 학습자의 학습 행태 를 분석하고 학습 취약성을 계산하여 학습자로 하여 금 자신이 취약한 부분을 재학습할 수 있도록 도와주 는 코스 스케줄링 멀티 에이전트를 제안하였다. 소단 원 학습 후 소단원 평가를 종료하게 되면 CSMA의 학습평가 에이전트에 의해 평가 결과가 계산되어 학 습자에게 제공된다.

학습자가 소단원 평가에서 얻은 점수와 등급을 나 타내며 해당 등급에 따른 학습 진행 소단원을 결정하 여 보여준다. 또한 각 문항별 정오답을 체크할 수 있 도록 마킹번호와 정답번호 그리고 정답유무를 보여주 어 학습자 스스로 평가결과를 분석할 수 있도록 도와 준다. 그림 5는 소단원 평가 결과 페이지를 나타내고 있다.

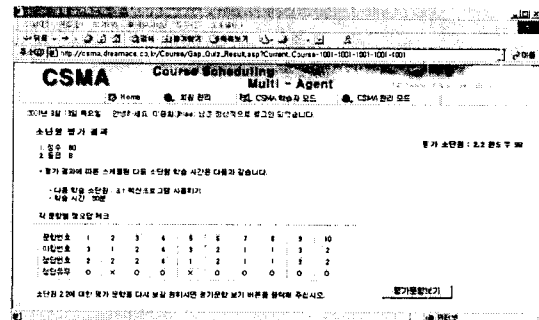


그림 5. 학습평가 결과 페이지

학습자가 마지막 단원 평가를 종료하게 되면 CSMA 의 학습 성취도 계산 에이전트에 의해 학습 성취도 분 석이 시작되며 최종적인 학습자의 평가정보와 취약성 정보 및 재구성된 코스를 제공한다. 학습자의 소단원별 취약성을 그래프와 수치로 상세히 보여주며 최종 평가 등급을 계산하여 보여줌으로서 학습자의 자신의 목표등 급과 비교해 볼 수 있도록 하였다. 자신의 목표 등급에 도달하지 못한 학습자는 CSMA가 제시한 코스 스케줄 에 의해 재학습 프로그램을 시작할 수 있다. 그림 6은 학습자의 학습 성취도 정보를 제공하는 페이지이다.

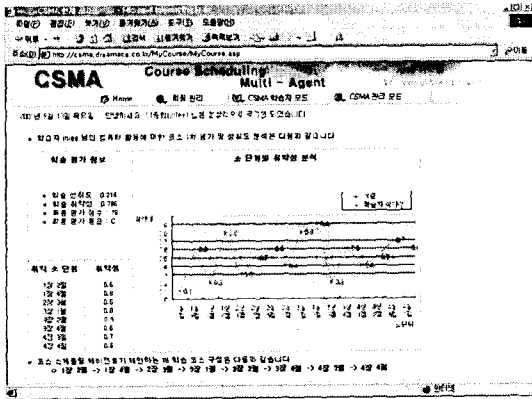


그림 6. 학습 성취도 정보 페이지

향후 과제는 CSMA의 설계를 기반으로 하여 실제적으로 학습자에게 완전한 코스 서비스를 제공하기 위한 편리한 학습자 인터페이스와 멀티에이전트의 구현이 주요 과제이며 실험 평가를 통해 CSMA의 성능과 효과를 증명할 수 있도록 할 계획이다.

[참고문헌]

[1] Hamalainen, M, Whinston, A, and Vishik, S., "Electronic Markets for Learning : Education Brokerages on the Internet", *Communicatinos 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] Katia Sycara, Dajun Zeng, "Coordination of Multiple intelligent Software Agent", *International Journal of Cooperative Information System*, 1996.

[4] <http://grouper.ieee.org/pl484>, IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC)

[5] R. Guttan and P. maes. "Agent-mediated Integrative Negotiation for Retail Electronic Commerce." To appear in the *Proceedings of the Workshop on Agent Mediated Electronic Trading(AMET'98)*, Minneapolis, Minnesota, April 9, 1998.

[6] Genesereth, M., and Ketchpel, P., *Software Agents*, *Communications of the ACM*, Vol. 37, No. 7, Jul., 1994.

[7] Whinston, A. "Re-engineering MIS Education.",

Journal of Information Science Education, Fall 1994, 126-133, 1994.

[8] Sandip Sen., Edmund H. Durfee., "On the design of an adaptive meeting scheduler", In *Prec. of the Tenth IEEE Conf. on AI Application*, 1994.

[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, 166-177, 1992.