한국산학기술학회논문지
Vol. 10, No. 11, pp. 3241-3245, 2009

취약성 분석 알고리즘을 이용한 학습자 중심의 코스 스케줄링 기법

이기성[1*]
[1]호원대학교 컴퓨터·게임학부

Mechanism of Course Scheduling of Learner-Oriented Using Weakness Analysis Algorithm

Gi-Sung Lee[1*]
[1]**Division of Computer and Game, Howon University**

요 약 본 논문에서는 취약성 분석 알고리즘을 이용한 학습자 중심의 코스 스케줄링 기법을 제안한다. 제안한 기법은 먼저 학습자의 학습을 지속적으로 모니터링하고 평가하여 개인 학습자의 학습 성취도를 계산하며, 이 성취도를 스케줄에 적용하여 학습자에게 적합한 코스를 제공하고, 학습자는 이러한 코스에 따라 능력에 맞는 반복된 학습을 통하여 적극적인 완전학습을 수행하게 된다.

Abstract In this paper we propose mechanism for course scheduling of learner-oriented using weakness analysis algorithm. The proposed mechanism monitors learner's behaviors constantly evaluates them and calculates his accomplishment. From this accomplishment the schedules the suitable course for the learner. The learner achieves an active and complete learning from the repeated and suitable course.

Key Words : Course, Scheduling, Weakness, Learner

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 학습자는 자신의 스케줄에 따라 임의의 장소에서 학습을 전개할 수 있다[3].

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[4].

교사와 학습자 사이에서 지식을 전달하는 과정에서 발생되는 상호작용을 지원하기 위한 도구로는 비동기식 모드인 전자메일, 전자게시판이 활용되고 있으며, 동기식 모드로는 텍스트 또는 음성기반의 채팅과 화상회의 시스템이 활용되고 있다[5-8]. 학습자와의 상호작용을 위한 도구들이 다양하게 지원되고 있지만, 교과과정을 개설하

이 논문은 2009년 호원대학교 교내연구비의 지원에 의하여 연구되었음.
*교신저자 : 이기성 (ygslee@howon.ac.kr)
접수일 09년 10월 28일 수정일 09년 10월 30일 게재확정일 09년 11월 12일

고 이를 운영하는 교사의 입장에서 볼 때, 등록한 모든 학생들이 대면하게 되는 상황을 모두 접수하고, 그들의 학습 상태를 분석하여 학습자에게 가장 적합한 코스 구성 및 스케쥴을 제공한다는 것은 어려운 일이다. 따라서, 이러한 웹기반 교육 시스템에서의 학습자에게 효과적인 학습 방법과 코스 구성, 그리고 코스 스케쥴 등의 기법이 필요하게 되었다.

본 논문에서는 학습자의 학습 수준과 학습 방법을 평가하여 학습자의 학습에 적합한 동적인 코스 스케쥴링 기법을 제안한다. 학습자의 학습 상태에 따른 빠르고 학습 수준에 맞는 코스를 재구성해 줌으로써 반복학습을 통한 학습효과를 증진시키고자 한다.

2. 관련 연구

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. 기존의 연구에서의 문제점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 정적인 코스 구성을 유지하고 있다. 다시 말해, 학습자의 학습 성과에 따라 코스가 적절히 재구성되어야 한다. 그러나 기존연구에서는 처음 스케줄된 코스가 학습자 모두에게 공통으로 적용된다는 것이다.

둘째, 적절한 피드백 부족으로 인한 학습자 수준에 맞는 코스 제공을 하지 못한다. 학습자와 에이전트간의 상호작용을 통해 학습자의 수준을 파악하고 해당 학습자 수준에 맞는 코스를 제공해야 하는데 일괄적인 학습평가 방법과 테스트를 통해 학습자 개개인의 수준에 맞는 코스를 제공하지 못하고 있다.

본 연구에서는 학습자의 학습수준과 학습방법을 평가하여 개별 학습자의 학습성향에 맞는 코스를 제공할 수 있는 학습자 중심 코스 스케줄링 기법을 제안하고자 한다.

제안하는 스케줄링 기법은 학습자 개인의 코스에 대한 이해 수준과 학습효과에 대한 정보를 지속적으로 학습한 다음, 다른 학습자들이 동일 또는 유사한 코스를 요구할 경우 코스 스케줄링 기법에 의해 최적으로 학습자에게 맞는 코스를 스케줄링한다.

학습자의 학습효과를 최대한 증대시킬 수 있도록 학습자에게 적합한 코스를 스케줄하기 위해서 학습자의 각종 정보를 학습자 프로파일로 만들어 학습자에게 가장 적합한 코스를 스케줄하게 된다.

본 연구의 결과로 제안된 코스 스케줄링 기법(Course Scheduling Mechanism : CSM)은 인터넷 환경에서 학습자에게 최적의 코스를 제공함으로서 최대의 학습효과를 얻을 수 있다.

3. 코스 스케줄링 기법의 설계

본 장에서는 코스 스케줄의 핵심 부분인 코스 스케줄링 알고리즘을 제안한다. 코스 스케줄링에서 각 코스는 각 장과 각 절이 있는 일련의 단계로 이루어져 있으며 단계별로 학습이 이루어지며 학습자는 하나의 단계를 학습한 후, 다음 단계로 진행할 수 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.

[표 1] 자료구조의 표현

기호	기호 내용	기호	기호 내용
S(I, i)	소단원 학습자료	*Ts*	소단원 평가 점수
I	대단원 색인	a_1	소단원 학습시간 반영계수
i	소단원 색인	a_2	평균 성취 요구율
N	대단원의 수	β	시스템의 최대 반영율
n	각 대단원에서 소단원의 수	*Pb*	문항별 초기 배점
T(I, i)	소단원 시험	*Pm*	최대 반영 정답율
T(I)	대단원 시험	*Wri*	정답 문항의 배점
P(I, i)	소단원 평가 점수	*Wj*	전체 문항의 배점
G(I, i)	소단원 평가 등급	*Ts(I, i)*	소단원 시험 점수
tls (I, i)	소단원 기준학습 요구시간	*Ts(I)*	대단원 시험 점수
tlr (I, i)	소단원 학습 요구시간	*Ts*	코스 시험 점수
Lc (I, i)	소단원 학습 반복 횟수	*W*	문항별 배점
Ra (I, i)	평균 정답율	*Wtl*	문항별 배점의 최고한계값
P	문항별 정답율	*Wbl*	문항별 배점의 최소한계값
Ep	기대 정답율		

위의 자료구조를 이용하여 코스스케줄링을 정리하여 보면 순서적으로 1장 1절인 S(1, 1)을 학습한 학습자는 평가의 소단원 평가인 T(1, 1)을 통해 90점 이상을 받아야 1장 2절인 S(1, 2)를 학습할 수 있다. 또한 80점 이상, 90점 미만을 받으면 그 절을 복습하게 되고 80점 미만을 받으면 전 단계로 가서 다시 학습을 해야 한다. 이렇게 순서적으로 학습하는 것이 일반적인 코스 학습의 원칙이며 각 장, 각 절에 대한 평가에서 기준 등급에 따라 코스 스케줄링에 의한 코스 재구성이 이루어지게 된다. 표 2는 S(I, 1)부터 S(I, n-1)까지의 소단원별 평가 및 코스 진행 규칙을 나타내었다. 소단원별 학습 평가에서 학습자의 평가 등급에 따라 단계 이동 및 이동한 단계의 학습 시간 배정을 재구성하여 학습자의 학습 평가에 따른 학습 방식에 변화를 주었다.

[표 2] 소단원 평가 및 코스 진행규칙

평가 점수*Ts(I, i)*	*60* 이하	...	*95~100*
평가 등급 *(G)*	F	...	A+
단계 이동 *(S)*	*S(I, i-1)*	...	*S(I, i+1)*
학습 시간 *(tlr)*	*tlsF(I, i)*	...	*tlsA+(I, i)*

소단원 평가에 따른 이동 및 학습시간에 대한 알고리즘은 다음과 같다.

3.1 소단원의 문항에 대한 배점 및 평가

각 소단원의 문항은 교수가 지정한 문항별 초기 배점으로 시작하여 계속적인 학습자의 시험을 통한 평균 정답율에 따라 정답율이 높으면 배점을 줄여 주고 낮으면 높여 주어 자동으로 난이도가 측정되게 하며 또한 교수는 미리 최고의 배점과 최하의 배점을 주어 다른 문항과의 균형을 유지하도록 하였으며 최대 반영 정답율을 지정함으로서 기준이하의 학습자군으로 인한 난이도의 왜곡을 방지하도록 하였으며 이에 대한 식은 다음과 같다.

W : 문항별 배점 , P_b : 문항별 초기 배점
P : 문항별 평균정답율 , E_p : 기대 정답율
P_m : 최대 반영 정답율
W_{tl} : 문항별 배점의 최고 한계값
W_{bl} : 문항별 배점의 최소 한계값

$$W = P_b \quad \text{.....} \quad (1)$$

$$\text{if } (P < P_m) \text{ then } P = P_m; \quad \text{.....} \quad (2)$$

$$W = W * (1 - (P - E_p)) \quad \text{.....} \quad (3)$$

$$\text{if } (W < W_{bl}) \text{ then } W = W_{bl} \quad \text{.....} \quad (4)$$

$$\text{if } (W > W_{tl}) \text{ then } W = W_{tl} \quad \text{.....} \quad (5)$$

위의 식에 의한 문항별 배점에 의하여 소단원의 평가 점수는 다음의 식으로 평가 할 수 있다.

$T_s(I, i)$: 소단원 시험 점수
W_{ri} : 정답 문항의 배점
W_j : 전체 문항의 배점

$$T_s(I, i) = \sum W_{ri} \div \sum W_j \times 100 \quad \text{.....} \quad (6)$$

3.2 소단원 학습시간의 난이도에 따른 유동적인 반영

각 소단원의 학습시간은 학습하는 학습자들의 성취에 따라 난이도를 검사하고 이에 따라 유동적으로 반영되도록 한다. 물론 최초에는 전문적인 교수자가 예측한 초기값을 가지게 되며 학습자들의 성적평균이 높아지면 상대적으로 쉬운 과제라고 생각하고 기준학습시간을 줄여 주며 평균이 떨어질 경우 어려운 과제라고 생각되며 이때에는 기준학습 시간을 늘려 주게 되며 이때에도 목표하는 소단원 학습시간 반영계수를 이용하게 되며 이 계수에 수렴하도록 시간의 배분을 하게 되며 부정확한 왜곡을 피하기 위한 시스템의 최대 반영율을 여기에서도 도입하게 된다. 이에 따른 소단원 학습 요구시간을 계산하는 식은 다음과 같다.

$t_{lr}(I, I)$: 소단원 학습 요구시간
$R_a(I, I)$: 소단원 평균 정답율
a_1 : 소단원 학습시간 반영 계수
β : 시스템의 최대 반영율

$$\text{if } ((R_a(I, i) < \beta) \text{ then } R_a(I, i) = \beta \quad \text{.....} \quad (7)$$

$$t_{lr}(I, i) = t_{lr}(I, i) * (1 - (R_a(I, i) - \alpha_1)) \quad \text{.....} \quad (8)$$

학습시간은 기준 시간을 기준으로 평가점수에 따라서 다음 단원으로 또는 현재 단원이나 이전의 소단원으로 다음의 식에 의하여 취득한 점수에 따라서 기준 학습시간에 따른 식으로 계산한 시간만큼 학습을 하게 된다.

다음은 학습시간을 식으로 나타낸 것이다.

$t_{lr}(I, i)$: 소단원 학습 요구시간
$t_{ls}(I, I)$: 소단원 표준학습 시간
α_1 : 소단원 학습시간 반영 계수
$T_s(I, i)$: 소단원 평가점수

$$t_{lrA+}(I, i) = t_{ls}(I, i) * (1 - \alpha_1 * (Ts(I, i) - 95)) \quad \text{A+학점인 경우} \quad \text{.....} \quad (9)$$

$$t_{lrA0}(I, i) = t_{ls}(I, i) * (1 - \alpha_1 * (Ts(I, i) - 90)) \quad \text{A0학점인 경우} \quad \text{.....} \quad (10)$$

$t_{lrF}(I,\ i) = t_{ls}(I,\ i)$ F학점인 경우 ..... (11)

소단원에서 학습평가의 평가 기준 등급은 A0등급이며, 학습자는 A0등급 이상을 얻어야만 다음 단계를 학습할 수 있다. 또한 기준 학습요구시간 $t_{ls}(I,\ i)$에서 취득한 점수에 따라 위의 식에 따른 다음 학습 시간이 결정되며 B학점을 취득하였을 시에는 학습자의 재량에 따라서 이전의 소단원으로 가지 않고 현재의 소단원을 기준시간으로 학습할 수도 있는 유동성을 제공한다.

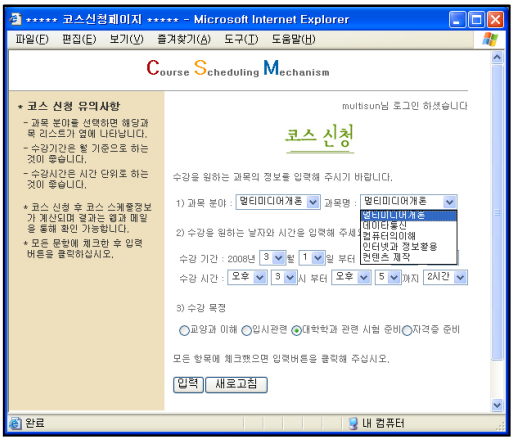
4. 구현 및 실험평가

본 장에서는 사용자 인터페이스의 구현을 설명하며 실험 평가로는 CSM을 이용하여 코스 스케쥴링을 하여 코스 스케쥴링을 통한 학습과 일반적인 학습을 비교하여 CSM의 학습 효과가 현저히 높음을 증명한다.

4.1 시스템 인터페이스

학습자는 로그온 하여 학습을 원하는 과목을 선택하여 코스 신청을 할 수 있다. 학습자는 코스 신청 페이지에서 과목과 수강 기간 및 시간 그리고 수강 목적을 체크함으로 신청을 하게 되며 CSM은 학습자의 프로파일과 비교 및 분석하여 적합한 평가 기준을 세운다.

수강기간을 월 단위로 일일 학습을 기준으로 하며 수강 시간은 시간 단위로 한다. 그림 1은 학습자가 수강할 과목을 신청하는 CSM의 코스 신청페이지이다.



[그림 1] 코스 신청

CSM의 코스 스케쥴에 의해 구성된 코스에 따라 학습자는 학습을 시작하게 되며 일반적으로 1일 학습시간에 소단원 1절을 학습하게 된다.

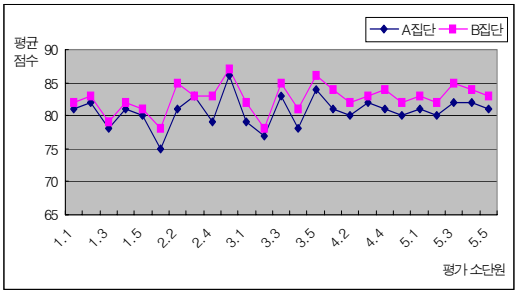
매 학습 시간마다 학습 과목 전체 목차를 보여주어 자신의 현재 학습 위치를 파악할 수 있도록 하였으며 또한 수시로 자신의 학습 스케쥴을 확인 할 수 있도록 학습 스케쥴 및 평가 정보를 링크하였다. 이미 학습한 소단원 링크를 클릭하면 학습 정보가 나타나며 해당 소단원 평가 결과 정보도 제시하여 준다.

4.2 실험평가

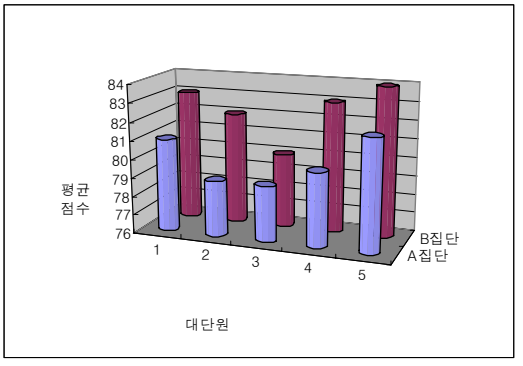
코스 스케쥴링 멀티에이전트의 실험을 위한 환경은 불특정 다수를 대상으로 동일한 코스웨어를 선택하여 전통적인 학습 방법으로 100명을 추출하여 실험하였으며 CSM을 이용한 웹기반 학습시스템으로 100명을 추출하여 실험함으로 총 200명을 실험대상으로 하였다.

편의상 전통적 학습 방법으로 학습한 학습자 100명을 A-학습자 집단이라 하고 CSM 학습 방법으로 학습하는 100명을 B-학습자 집단이라 하였다.

실험을 통하여 두 실험 집단인 A-학습자 집단과 B-학습자 집단 모두 동일한 요소를 가지고 학습 방법만 다르게 학습하도록 하였으며 평가 결과를 비교 분석함으로서 실험 결과를 도출하였다. 1차 코스 학습에 의한 소단원 평가 결과는 그림 2와 같이 나타났다.



[그림 2] 학습자 집단별 1차 소단원 평가 점수 비교



[그림 3] 학습자 집단별 1차 대단원 평가 점수 비교

A-학습자 집단과 B-학습자 집단의 소단원 평가 점수를 비교해본 결과 각 소단원에서 서로 유사한 점수대를 나타내었으며 A-학습자 집단의 각 소단원 점수의 전체평균은 “80.68”이 나왔으며 B-학습자 집단 "82.68"으로 A-학습자 집단보다 다소 높게 측정되었다. 두 실험집단의 각 소단원 평가에 이어 각 대단원 평가결과를 비교하여 그림 3과 같은 결과를 도출하였다.

결과에서 나타나듯이 동일한 조건에서 두 실험집단의 실험 결과는 예상대로 유사한 점수대를 보였으며 A-학습자 집단의 각 대단원 점수의 전체평균은 “80.20”이 나왔으며 B-학습자 집단은 "82.40"으로 A-학습자 집단보다 다소 높게 측정되어 근소한 차이를 우위를 보이고 있다.

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

5. 결론

본 논문에서 제안한 CSM은 학습자에게 최적의 코스를 제공해 주기 위해 상호작용하며 학습자에게 적합한 코스를 재 생성한다.

본 논문에서 제안한 CSM의 스케줄링 기법은 기존의 웹기반 교육 시스템에서 다음과 같은 결과를 향상시켰다.

1) 웹기반 학습시스템에 스케줄링 기법을 도입하여 학습자의 학습 효과를 높였다.
2) 각 소단원 별 취약성을 계산하여 학습자의 취약한 부분을 정확히 판단하여 지적해 줌으로 학습자로 하여금 자신의 학습 진단을 할 수 있도록 하였다.
3) 취약한 소단원을 재 코스 스케줄링 해줌으로서 학습자의 재학습을 통한 시간 절약적 학습 효과와 학습 성취도를 높이는 학습 효과를 나타내었다.

향후 연구과제는 CSM을 웹기반 학습시스템에 독립적으로 구현하여 어떠한 웹 환경에서도 CSM을 적용하여 웹 환경의 모든 학습자의 학습 환경을 관리해 줄 수 있는 시스템을 개발하는 것이 필요하다.

참고문헌

[1] Moore, M.G and Kearsley, G., "Distance Education", Wadsworth Publishing Company, 1998.

[2] 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.

[3] Kirshner, D. and Whitson, J.,"Situated Cognition : Social, Semiotic, and Psychological Perspectives", *Lawrence Erlbaum Associates*, 1997.

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

[5] Agogino, A, "The Synthesis Coalition : Information Technologies Enabling a Paradigm Shift in Engineering Education", Proc. of Hypermedia in Vaasa '94(June), Vaasa Institute of Technology, 3-10, 1994.

[6] 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.

[7] http://grouper.ieee.org/p1484 IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC)

[8] Whinston, A. "Re-engineering MIS Education.", Journal of Information Science Education, Fall 1994, 126-133, 1994.

이 기 성(Gi Sung Lee) **[종신회원]**

- 1993년 2월 : 숭실대학교 컴퓨터학과 (공학사)
- 1996년 2월 : 숭실대학교 컴퓨터학과 (공학석사)
- 2001년 8월 : 숭실대학교 컴퓨터학과 (공학박사)
- 2001년 9월 ~ 현재 : 호원대학교 컴퓨터·게임학부 교수

<관심분야>
이동통신, 네트워크 보안, 데이터베이스관리, 멀티미디어