
SCORM 기반의 학습자 수준별 콘텐츠 구성 시스템

허선영* · 김은경**

SCORM-based Contents Organization System on Learners' Level

Sun-Young Heo* · Eun-Gyung Kim**

요 약

많은 이러닝 시스템들은 맞춤형 서비스를 위해 SCORM(Sharable Content Object Reference Model)을 표준으로 채택하고 있다. 이러닝 시스템들은 학습자의 학습 효율을 높이기 위해서 학습 난이도를 평가하여 적용하고 있다. 그러나 SCORM은 런-타임 시 학습자의 수준 변화에 따른 맞춤형 콘텐츠 제공이 어렵고, 선택적 학습을 제어하기 어렵다는 단점 때문에 학습도중에 난이도를 변경하면서 학습 콘텐츠를 제공하기 어렵다.

본 논문에서는 이러한 SCORM의 단점을 보완하기 위하여, 학습 도중 학습자의 수준 변화에 따른 학습자의 수준을 재평가하여, 변화된 수준에 적합한 학습 콘텐츠를 제공하는 수준별 콘텐츠 구성 시스템(SCOS)을 설계 및 구현하였다. 본 논문에서 구현한 시스템 단위 학습 도중 퀴즈가 제시되는 시점을 불규칙적으로 지정함으로써 학습자의 학습 몰입도를 높이고자 하였으며, 향후에는 보다 정밀한 수준 평가를 기반으로 학습자에게 최적화된 피드백을 제공할 수 있도록 보완할 계획이다.

ABSTRACT

Many e-learning systems adopts SCORM as an e-learning standard. E-learning systems evaluate and apply the learning difficulty in order to improve the studying efficiency. But, it is hard to change the learning difficulty and provide the customized learning contents during studying in SCORM. Because it is difficult to provide the customized contents to learners by changing the learners' level at runtime and to control optional learning.

In this paper, we designed and implemented SCORM-based Contents Organization System on learners' level(SCOS) for complementing the SCORM's weakness. SCOS re-evaluates a learner's level whenever the learner's level is changed during learning, and provides customized contents on the learner's level.

키워드

수준 평가, 문항반응이론, 원격교육시스템, 이러닝

Key word

Level evaluation, SCORM, a question item reaction theory, remote education system, e-learning

* 한국기술교육대학교 박사과정(hsysj119@kut.ac.kr)

** 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 교수

접수일자 : 2009. 12. 24

심사완료일자 : 2010. 02. 09

I. 서 론

인터넷의 확산으로 원격 교육 시스템이 급격히 증가하면서 학습자 개인의 수준에 적합한 학습 서비스에 대한 요구가 증가하고 있다. 대부분의 이러닝 시스템들은 학습자의 학습 효율을 향상시키기 위한 방법으로 학습자의 수준별 학습을 선택하고 있으며, 학습자의 수준을 판별하기 위한 방법으로 문항분석이론과 문항반응이론을 채택하고 있다. 그러나 학습자의 수준이 판정되면 학습이 종료되고 다음 학습 문제가 제시될 때까지 결정된 학습 수준이 유지되고, 학습과정 중 학습자의 수준변화를 반영하고 있지 않기 때문에 학습자가 학습도중 쉽게 흥미를 잃는 경우가 많다. 이와 같은 맞춤형 학습 서비스에 대한 요구에 발맞추어 ADL(Advanced Distributed Learning)에서는 SCORM을 발표하였고 많은 나라들이 SCORM을 이러닝 표준으로 채택하고 있다. 그러나 SCORM은 런-타임 시 학습자의 상태 변화가 교수설계자가 설계한 시퀀스와 다를 경우, 학습의 흐름을 제어하기 어렵다는 단점을 갖고 있다.

본 논문에서는 이러한 SCORM의 단점을 보완하고, 단원 학습 이전 이후뿐만 아니라 학습 도중 변화된 학습자의 수준을 문항반응이론을 기반으로 학습자의 수준을 재평가하고 재평가된 학습자의 수준에 적합한 콘텐츠를 제공하기 위한 학습자 수준별 콘텐츠 구성 시스템(SCOS)을 설계 및 구현하였다.

II. 관련 연구

2.1 학습자 수준 평가에 관한 연구

[1]의 연구에서는 SCORM을 기반으로 한 이러닝 시스템에서 학습자의 학습 활동을 트래킹 하여 학습자의 수준을 적용적으로 판단하는 기법으로 제시하였다. [2]의 연구에서는 문항반응이론을 적용할 시점에서 교수자가 지정한 난이도가 문항반응이론에서 추정된 난이도와 차이가 날 경우, 교수자가 지정한 난이도를 문항반응이론의 난이도로 수정하는 적용적인 기법을 제시하였다.

[3]의 연구에서는 학습자의 학업 성취도를 높이기 위해 학습자의 수준에 맞는 평가문항을 제공하기 위한 방안으로 문제의 정답과 오답 율을 측정하고, 코스 구성 시 추정된 정답과 오답 율을 근거로 문제를 구성하는 방안을 제안하고 있다.

기존 연구에서는 학습자의 수준 평가에만 주안점을 두거나 처음 평가된 학습자의 수준이 평가되면 학습 도중 변화되는 학습자의 수준은 고려하고 있지는 않다. 이에 본 시스템에서는 학습 도중 변화되는 학습자의 수준을 재평가하여 반영함으로써 학습자의 수준을 좀 더 정확하게 평가하고자 하였다.

2.2 수준별 콘텐츠 제시에 관한 연구

[4]의 연구에서는 SCORM에 기반으로 학습 개체의 생성이나 기존의 학습 개체에 대한 재사용 시 학습 개체에 대한 난이도를 지정함으로써 학습자의 수준에 맞는 콘텐츠를 제공하기 위한 시스템을 제안하였고, [5]의 연구에서는 교육자나 콘텐츠 제작자가 교과목에 맞는 학습코스를 효율적으로 생성할 수 있도록 지원하기 위해 기존의 학습코스와 학습객체들을 활용하여 교과목에 맞는 학습코스를 자동 생성하는 연관기법을 제안하였다. 이 연구에서는 학습코스 제작의 편의성과 효율성을 높이기 위해 연관기법을 제안함으로써, 학습 콘텐츠 개발 비용을 줄일 수 있는 장점이 있다.

기존 연구에서는 처음 평가된 학습자의 수준에 따라 콘텐츠를 제공하기 때문에 단원 학습 도중 학습자의 상태 변화에 따른 콘텐츠를 제공하고 있지는 않다. 이에 본 시스템에서는 단원 학습 도중 변화되는 학습자의 수준을 재평가하여 학습 콘텐츠를 제공함으로써 학습 도중 변화되는 학습자의 상태에 적합한 콘텐츠를 제공하고 하였다.

III. 학습자 수준별 콘텐츠 구성 시스템

3.1 SCOS의 설계 및 구현

본 논문에서는 학습자의 수준 평가의 정확도를 높이고자 문항반응이론을 기반으로 학습 이전 또는 이후에 이루어지는 평가뿐만 아니라, 단원 학습 도중 학습자의 수준 변화를 반영하여 학습자의 수준을 평가하고, 학습자의 학습 의욕 및 학습 몰입도를 높이기 위해서 퀴즈를

제공하는 SCOS를 설계 및 구현하였다. 그림 1은 본 논문에서 설계한 SCOS의 구조도이다.

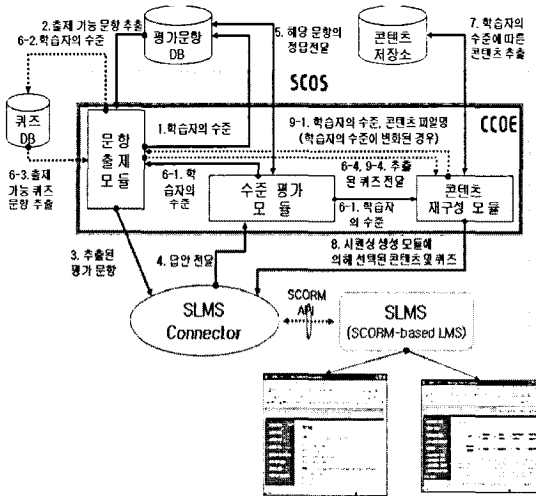


그림 1. SCOS의 구조
Fig. 1 Architecture of SCOS

그림 1에서 알 수 있듯이, SCOS는 SLMS (SCORM-based LMS)에 수준별 콘텐츠 구성 엔진인 CCOE(Customized Contents Organization Engine)를 결합하여 설계하였으며, SLMS Connector가 CCOE와 SLMS와의 통신을 담당한다. SLMS Connector 통해 전달된 정보를 기반으로 SLMS는 학습에 필요한 콘텐츠를 학습자에게 제시하고 학습자의 학습 정보를 수집하는 역할을 한다. 선택형의 경우 정답을 모르고서 우연에 의하여 답을 맞출 수 있다. 그래서 SCOS의 수준 평가 모듈에서는 문항반응이론인 3-모수 로지스틱 모델을 기반으로 학습자의 수준을 평가하여 문항 출제 모듈과 콘텐츠 재구성 모듈에 전달한다. 문항 출제 모듈에서는 각 장의 학습 진행 이전에 학습자의 수준 평가를 위해 제시되는 사전 평가와 각 단원 학습을 마친 다음 학습자의 수준 평가를 위해 제시되는 단원 평가, 그리고 단원 학습 도중 학습자의 수준 평가를 위해 제시되는 퀴즈를 추출하여 제공한다. 또한, 퀴즈로 제공하기 위해 추출된 문항들은 콘텐츠 재구성 모듈로 전달한다.

콘텐츠 재구성 모듈에서는 각 콘텐츠에 태깅(Tagging)된 난이도를 검색하여 평가된 학습자의 수준

에 적합한 콘텐츠들 추출하고, 추출된 콘텐츠들과 문항 출제 모듈로부터 전달받은 퀴즈들에 대한 시퀀스를 생성한다. 이와 같이 CCOE를 통해 생성 및 전달된 정보는 SLMS Connector에 의해서 SLMS에 전달되어 SLMS를 통해 학습자에게 적합한 콘텐츠를 제공한다. 그림 2는 SCOS 운용에 대한 학습의 흐름을 다이어그램으로 나타낸 것이다.

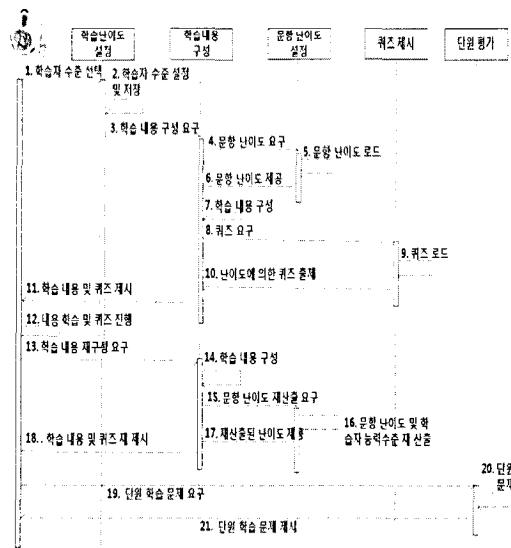


그림 2. 학습 시퀀스 다이어그램
Fig. 2 The Sequence Diagram of Learning

그림 2에서 알 수 있듯이, 초기 학습자의 수준은 사전 평가에 의해 결정되지만, 단원 학습 도중 퀴즈에 의해서 학습자의 수준을 재평가하고, 학습 종료 후에는 단원 평가를 통해 학습자의 수준을 재평가하게 된다. 또한, 학습자의 수준을 재평가할 때 학습자의 이전 수준을 반영한다. 사전 평가의 경우는 각 수준별로 랜덤하게 추출하여 제공하지만, 단원 평가의 경우는 학습자의 성취율을 높이고자 학습자의 수준에 적합한 문항을 제공하고자 하였다.

단원 평가 문항은 초기 문항은 현재 학습자의 수준에 적합한 평가 문항을 제공하고, 제공된 평가 문항을 통해 학습자의 수준을 재평가하여 재평가된 학습자의 수준에 적합한 문항을 다시 추출하여 제공하는 방식을 제공한다.

3.2 문항반응이론에 의한 학습자 수준 평가

SCOS는 학습자의 능력에 따라 문항을 추출하여 개별적인 검사를 함으로써 학습자의 수준을 정확히 파악하고자 심리측정이론인 문항반응이론을 기반으로 학습자의 수준을 평가한다. 문항반응이론 중 각 문항의 난이도, 변별도, 추측도를 고려하는 3모수 로지스틱 모델을 이용하였고, 각 문항에 대한 모수치를 구하기 위해 BILOG를 이용하였다. a_i 는 문항 i 의 변별도, b_i 는 문항 i 에 난이도, c_i 는 문항 i 에 추측도, 학습자의 능력 추정치를 θ 라고 하면, 문항 i 를 맞힐 확률 $P_i(\theta)$ 는 아래와 같다.

$$P_i(\theta) = c_i + \frac{1 - c_i}{1 + e^{-1.7a_i(\theta - b_i)}}$$

항의 수가 같은 학습자들이라 하더라도 보다 어려운 문항을 맞힌 학습자들이 쉬운 문항들을 맞힌 학습자보다 학습 능력을 높게 추정하는 정밀성을 지닌다. 문항반응이론의 적용은 학습자의 수준 평가의 객관성을 확보하기 위한 것이며, 문항반응이론에 근거한 학습자의 학습 수준 평가를 통해 학습자의 수준 평가의 정확성을 높임으로써 학습자의 수준에 맞는 콘텐츠를 제공하기 위한 것이다.

학습자가 문항 i 를 맞힐 확률을 구하기 위해서 사용되는 학습자의 능력 추정치 θ 는 초기에는 0으로 설정되고 각 문항들을 풀면서 학습자의 능력 추정치는 재조정된다. 학습자의 문항 i 에 대한 응답을 U_i 라고 하면, s 번째 교정 학습자의 능력 추정치인 θ 를 구하는 수식은 아래와 같다.

$$\theta_s = \theta_{s-1} + \frac{\sum_{i=1}^n a_i [U_i - P_i(\theta_{s-1})]}{\sum_{i=1}^n (a_i)^2 P_i(\theta_{s-1}) [1 - P_i(\theta_{s-1})]}$$

사전 평가는 단원 학습 이전에 이루어지므로 사전 평가를 통해 평가되는 학습자의 수준은 L_{before} 라 하고, 단원 학습 도중 학습자의 수준 평가는 퀴즈를 통해 이루어지므로 L_{quiz} 라 하였으며, 단원 학습을 마친 다음 이루어지는 단원 평가를 통해 평가되는 학습자의 수준은 L_{after} 라 한다.

초기 학습자의 수준은 중 수준으로 설정하며, 사전 평가를 통해 각 단원을 학습하기 이전 학습자의 수준을 평가하고 단원 학습 도중 변화되는 학습자의 수준은 퀴즈를 통해 평가한다. 사전 평가를 위한 문항은 각 수준별로 랜덤하게 추출하여 제시하며, 단원 학습 도중 변화되는 학습자의 수준을 평가하기 위해 퀴즈는 현재 학습자의 수준에 적합한 문항을 추출하여 제시한다. 사전 평가를 통해 학습자의 수준인 L_{before} 를 구하는 수식과 퀴즈를 통해 학습자의 수준인 L_{quiz} 를 구하는 수식은 다음과 같이 동일하다.

$$L_{before} = L_{quiz} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (P_i(\theta) \times D_i)}{\sum_{i=1}^n D_i} \right] \times 5$$

사전 평가와 퀴즈 시행 이후의 학습자의 수준은 사전 평가 및 퀴즈 시행 이전 학습자의 수준을 반영하여 재평가한다. 각 단원의 학습을 마친 후에는 단원 학습에 대한 학습자의 수준을 평가하기 위한 단원 평가를 풀게 된다. 아래의 수식에서 L 은 현재 학습자의 수준을 의미하며, n 은 누적 문항수를 의미한다. 단원 평가의 경우는 학습자의 만족도를 높이기 위해 현재 학습자의 수준에 적합한 문항을 추출하여 제시한다. L_{after} 는 이 단원 평가를 통해 얻어지는 학습자의 수준으로 구하는 수식은 아래와 같다.

$$L_{after} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (P_i(\theta))}{n} \right] \times L$$

SCOS에서는 문항반응이론을 활용함과 동시에 이전에 평가된 학습자의 수준을 현재 평가된 학습자의 수준에 반영하고 단원 학습 도중 변화되는 학습자의 수준을 퀴즈를 통해 평가된 학습자의 수준을 반영함으로써 학습자의 상태 변화에 따른 수준 평가의 정확성을 높이고자 하였다.

3.3 학습자 수준별 콘텐츠 구성

SCOS에서는 수준별 콘텐츠 구성을 위하여 학습 내용 및 퀴즈와 평가 문제는 상, 중, 하로 구분하였으며, 학습자의 수준은 최상, 상, 중, 하, 최하의 5단계로 구분한다.

각 단원의 학습 콘텐츠는 사전 평가 이후 결정된 학습자의 수준을 기준으로 구성되며, 단원 학습 도중 학습자의 수준 변화를 평가하기 위해 제시되는 퀴즈는 퀴즈가 제시되는 시점에서의 학습자의 수준에 적합한 문항을 추출하여 제시된다.

초기 학습자의 수준은 중간 수준인 중 단계로 설정되며, 사전 평가 및 단원 평가를 통해 학습자의 학습 수준이 재평가되며 학습 난이도와 문항 난이도, 추측도, 변별도를 같이 고려한다. 단원 학습 도중 변화되는 학습자의 수준은 퀴즈에 의해 재평가되고 재평가되는 학습자의 수준은 이전 학습자의 수준을 반영하여 재평가한다.

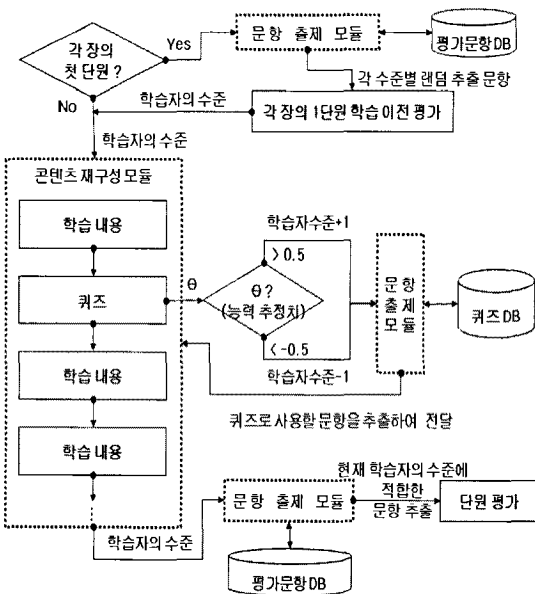


그림 3. 콘텐츠 재구성 모듈의 처리 절차
Fig. 3 Process of Contents Organization Module

사전 평가 후 학습 콘텐츠를 구성할 때는 퀴즈가 제시되는 시점과 그 당시의 학습자의 수준에 적합한 문항을 추출하여 콘텐츠를 구성하지만, 단원 학습 도중 학습자의 수준이 변화된 경우에는 그 학습자의 수준에 적합한 퀴즈를 다시 추출하여 제시하게 된다. 퀴즈로 사용하게 될 퀴즈의 난이도 조정은 현재 푼 퀴즈에 의해 평가된 학습자의 능력 추정치에 따라 조정된다.

학습 콘텐츠는 그림 3에서 알 수 있듯이, 사전 평가 문항을 통해 단원 학습 이전 학습자의 수준을 평가하며, 평가된 학습자의 수준을 콘텐츠 재구성 모듈과 문항 출제 모듈로 전달한다. 학습자의 수준을 전달받은 콘텐츠 재구성 모듈은 콘텐츠에 태깅(Tagging)된 난이도를 검색하여 평가된 학습자의 수준에 적합한 콘텐츠를 추출하고, 그 추출된 콘텐츠들과 퀴즈들을 조합하여 적정한 시퀀스를 생성하여 제공한다.

학습자의 학습 집중도를 높이기 위해 사용된 퀴즈는 단원 학습 도중 변화되는 학습자의 수준을 재평가하기 위한 용도로도 사용된다. 퀴즈에 의해 평가된 학습자의 능력 추정치가 -0.5 미만이면 학습자의 수준을 한 수준 내리고, 이것이 0.5를 초과하면 한 수준 올려서 다음에 제시하기 위한 퀴즈를 새로 추출하여 콘텐츠 재구성 모듈로 하여금 새로운 시퀀스를 생성하여 제공하도록 한다.

학습자의 수준은 학습자의 능력 추정 과정에 의해 최종적으로 구해진 능력 추정치를 학습자가 이해하기 쉬운 수준 표현으로 변환하여 제공한다.

표 1. 진점수에 따른 학습자의 수준 매핑
Table. 1 Mapping of the learner's level and True Score

수준	최상	상	중	하	최하
π	90이상	90미만 80이상	80미만 60이상	60미만 40이하	40미만

이와 같이 수준을 표현하기 위해 아래와 같은 과정을 거치며, 이때 사용되는 n 은 시험에 응시하는 피험자 수를 의미한다. 먼저 값의 범위가 -3~3인 능력 추정치를 0~1의 형태로 변환하기 위하여 문항 반응 이론의 진점수(True Score) 개념을 이용한다. 이때, 학습자의 수준은 표 1과 같이 진점수와 매핑이 되고, 능력 추정치 θ 에 대응하는 진점수(π)를 구하는 수식은 아래와 같다.

$$\pi(\theta) = \frac{\sum_{i=1}^n P_i(\theta)}{n} \times 100$$

표 2. 학습 모집단의 단원별 학습 중 학습자의 수준 조정표
Table. 2 Adjusted the level of learners during Lesson learning

단원 \ 학습자	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
단원1	최상	하	중	중	중	상	중	최상	중	하	중	최상	최상	중	상	중	최상	상	중	중	상	최상	상	최상	중
단원2	최상	중	중	중	상	중	중	상	중	하	상	상	최상	중	중	상	중	상	중	중	상	상	최상	최상	상
단원3	중	중	상	중	상	최상	중	최상	상	중	중	최상	최상	상	중	중	상	상	중	상	상	상	상	최상	최상

V. 적용 및 결과

본 실험은 25명의 학습자들이 서로 다른 단원을 SCOS에서도 학습하고 오프라인 강의를 통해서도 학습하도록 실시하였다. 학습내용은 VC++의 학습 내용 중 6개 단원을 가지고 실험하였으며, 이 중 3개 단원은 SCOS에서 학습하도록 하였고, 나머지 3개 단원은 오프라인 강의를 통해 학습하도록 하였다. 유사한 특성을 가진 모집단을 2그룹으로 나누어 실험하였다면 더 좋은 결과 데이터를 얻을 수 있었겠지만, 모집단의 대상 인원이 적은 관계로 동일한 학습자들이 각기 다른 단원을 오프라인 강의 또는 SCOS에서 학습하도록 한 다음 그 결과를 비교분석하여 유의미한 결과를 얻고자 하였다.

표 2는 학습 모집단을 대상으로 SCOS에서 학습을 실시한 후 학습과정 중에 변경된 학습자의 수준 변화를 나타낸다. 본 시스템에서는 표 2에서 나타난 수준 변화에 따라 다음에 학습할 학습자의 학습 난이도를 변경하고 적용하였으며, 학습자의 현재 수준 변화에 따른 적합한 학습 콘텐츠가 제공하였다.

그림 4는 각 학습자가 오프라인 강의를 통해 학습한 경우와 SCOS에서 학습 한 경우에 대한 각각의 평균 점수를 산출하여 나타낸 것이다. 이러한 결과를 통하여 SCOS의 학습자 수준 평가가 어느 정도 정확함을 알 수 있다.

VI. 향후 연구 방향

본 논문에서 제안한 SCOS는 문항반응이론을 기반으로 평가된 이전 학습자의 수준에 현재 평가된 학습자의 수준을 반영할 뿐만 아니라, 퀴즈를 통해 평가된 학습자의 수준도 반영함으로써 학습자 수준 평가의 정확성을 높이고자 하였다. 또한, 단원 학습 도중 퀴즈가 제시되는 시점을 불규칙적으로 지정함으로써 학습자의 학습 몰입도를 높이고자 하였다.

최근 조사에 의하면 학습자들이 평가 문항 및 피드백이 중요하다고 인식하고 있으나, 이에 대한 만족도는 현저하게 낮게 평가되고 있다. 따라서 향후에는 보다 정밀한 수준 평가를 기반으로 학습자에게 최적화된 피드백을 제공할 수 있도록 보완할 계획이다.

참고문헌

[1] 한향숙 외 4명, "SCORM 기반의 e-Learning 시스템에서 적응형 학습자 수준 판단기법", 한국정보과학회 봄 학술발표대회 논문집, Vol. 30 No.1, pp.566 - pp.568, 2003.4
 [2] 신중우, 강석훈, "SCORM 기반의 학습자 수준별 학습 시스템에 대한 연구", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, Vol.30 No.2, pp.559 - pp.561, 2003.10

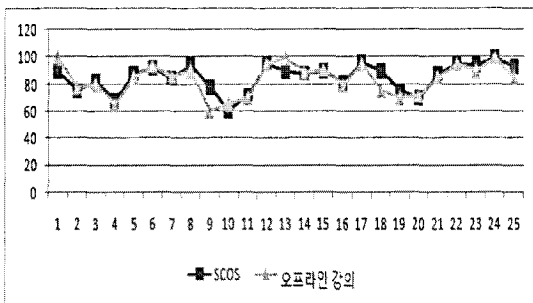


그림 4. SCOS와 오프라인 강의 학습 결과 비교
Fig. 4 Learning Results of SCOS and Off-Line

- [3] 김철현 외 2명, "SCORM 기반 학습 콘텐츠 난이도 분석", 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 B, Vol. 32 No. 1, pp.358 - pp.360, 2005.7
- [4] 정화영, 홍봉화, "효율적인 이러닝 시스템 개발을 위한 SCORM API 상호 연결", 한국통신학회논문지, Vol.33 No.12, 2008.12, pp.441 - pp.446, 2008.12
- [5] Kwang-Hoon Kim , Hyun-Ah Kim, and Chang-Min Kim, "SCO Control Net for the Process-Driven SCORM Content Aggregation Model", ICCSA2005, pp.38 - pp.47, 2005.5
- [6] 이은경, "문항반응 평가도구를 이용한 학업 성취도 평가 시스템", 동국대 교육대학원, 석사학위논문, 2004.8
- [7] "SCORM 2004 3rd Edition: Sequencing and Navigation, Version 1.0", Advanced Distributed Learning, 2006

저자소개



허선영(Sun-Young Heo)

1995년 2월: 대전대학교
전자계산학과 졸업
2005년 2월: 한국기술교육대학교
공학석사

2008년 2월: 한국기술교육대학교 공학박사과정수료
※관심분야: 온톨로지, 시멘틱 웹, 원격교육시스템,
SCORM, 집단지성 등



김은경(Eun-Gyung Kim)

1983년 2월: 숙명여자대학교
물리학과 졸업
1986년 2월: 중앙대학교 전자계산
학과 이학석사

1991년 2월: 중앙대학교 컴퓨터공학과 공학박사
1992년~현재: 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부
교수
※관심분야: 지능형 에이전트, 상황인식, 트리즈,
창의적 문제해결 방법 등