

SCORM 기반의 e-Learning 시스템에서

적응형 학습자 수준 판단기법

한향숙*, 정철호, 문현정, 김영지, 우용태
창원대학교 컴퓨터공학과

hshan@ce.changwon.ac.kr, jch21@samsung.co.kr, (mun, yjkim, ytwoo@sarim.changwon.ac.kr

An Adaptive Method for Student Level Estimation in a SCORM-based e-learning System

Hyang-Suk Han*, Cheol-Ho Jeong, Hyeon-Jeong Mun, Young-Ji Kim, Yong-Tae Woo
Dept. of Computer Engineering, Changwon National University

요 약

본 논문에서는 SCORM을 기반으로 한 e-Learning 시스템에서 학습자의 학습 활동을 트래킹하여 학습자의 수준을 적응적으로 판단하는 기법을 제시하였다. 제시된 기법에서는 모집단의 크기가 작을 경우 교수자가 지정한 난이도를 이용하여 학습자의 수준을 판단하고, 모집단의 크기가 충분히 클 경우에는 문항반응이론을 적용한 난이도에 의해 학습자의 수준을 판단하였다. 문항반응이론을 적용할 시점에서 교수자가 지정한 난이도가 문항반응이론에서 추정된 난이도와 차이가 날 경우, 교수자가 지정한 난이도를 문항반응이론의 난이도로 수정하는 적응적인 기법을 제시하였다. SCORM의 트래킹 기능을 이용하여 실험한 결과 문제를 푼 학습자의 수가 적을 경우에는 학습자 수의 변화에 따라 학습자의 수준이 계속 바뀌는 문제점이 있음을 알 수 있었다. 따라서 모집단의 크기가 작을 경우, 본 논문에서 제안한 방법에 의해 교수자가 지정한 문항의 난이도를 이용하여 학습자의 수준을 판단하는 것이 효과적이었다.

1. 서 론

e-Learning 시스템은 전자적인 형태의 도구나 기술에 의해서 구현될 수 있는 교육체계, 교수자료, 그리고 학습경험을 포괄하는 개념으로 정의된다[1]. 기존의 e-Learning 시스템은 콘텐츠가 특정 시스템에 종속되어 다른 시스템과 공유가 어려운 문제점이 있다.

최근에 e-Learning 시스템을 표준화하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. ADL에서 주도하는 SCORM(Sharable Content Object Reference Model)은 AICC, IMS, IEEE LTSC 등에서 제시한 개념을 통합하여 e-Learning 분야의 사실상 표준(de facto standard)으로 인정받고 있다. SCORM은 플랫폼에 독립적으로 콘텐츠의 재사용과 공유를 하기 위해 콘텐츠를 학습객체로 구성하여 관리할 수 있다. 특히 SCORM의 핵심적인 기술은 XML(eXtensible Markup Language) 기반으로 구성되어 콘텐츠의 내용과 표현을 분리 조작할 수 있으며, 학습자의 학습 활동을 트래킹 할 수 있는 기능을 제공한다[2].

e-Learning 시스템에서 학습자의 수준을 정확하게 판단하는 방법은 학습 효율의 향상을 위해 중요한 문제이다. 기존의 교육공학 분야에서 널리 사용되는 문항반응이론은 개별 문항에 대한 분석을 통하여 검사의 난이도나 학습자 집단의 특성에 상관없이 학습자의 수준을 판단할 수 있다[3].

본 논문에서는 학습자의 수준을 효율적으로 판단하기 위해 SCORM의 트래킹 기능과 문항반응이론을 결합한 새로운 기법을 제시하였다. 제시된 기법에서는 새로운 문제나 학습자의 수가 적을 경우에 교수자가 지정한 난이도를 이용하여 학습자의 수준을 판단하였다. 그리고 모집단의 크기가 충분히 클 경우에는 문항반응이론을 적용한 난이도에 의해 학습자의 수준을 판단하였다. 각 문항별 난이도는 모집단의 크기가 충분히 커져서 문항반응이론을 적용하는 시점에서 교수자가 지정한 난이도가 문항반응이론에서 추정된 난이도와 차이가 날 경우 문항반응이론의 난이도로 수정하게 된다.

제안 기법의 효율성을 입증하기 위해 SCORM 기반의 수준

판단용 코스를 작성하여 학습자의 응답을 수집하였다. 학습자 수의 변화에 따라 문항반응이론에서 추정된 난이도의 변화를 분석하였다. 그리고 각 문항별 난이도와 교수자가 지정한 난이도의 차이를 분석하여 제안 기법의 효율성을 보였다.

2. 기존 연구의 문제점

기존의 e-Learning 시스템은 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 먼저, 원격교육 환경에서 학습자들은 아직까지 자기 주도적인 학습에 대한 욕구가 취약하다. 또한 대부분의 e-Learning 시스템은 기존의 콘텐츠를 단순히 디지털화하는 관계로 양질의 콘텐츠를 기대하는 학습자의 요구에 부응하지 못하고 있다. 그리고 콘텐츠가 특정 시스템에 종속되어 다른 시스템과 공유가 어려운 문제점이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 그동안 SCORM 기반으로 학습 자원의 상호운용성과 재사용성을 향상하기 위한 연구가 다양하게 진행되었다[4,5]. 이러한 연구는 SCORM을 기반으로 코스웨어를 구축한 연구가 대부분이다. 그러나 SCORM을 기반으로 학습자의 학습 활동을 트래킹하고, 학습자의 수준을 판단하는 등의 학습자 중심의 연구는 아직 미흡한 실정이다.

문항반응이론은 검사의 난이도나 학습자 집단의 특성에 상관없이 학습자의 수준을 판단할 수 있다. 그러나 문항반응이론은 문항 모수치를 추정하기 위해 통계적인 추정법을 주로 사용한다. 이러한 통계적인 추정법은 모집단의 크기가 작거나 새로운 문제에 대해서는 신뢰도가 떨어지는 문제점이 있다.

3. e-Learning

3.1 SCORM 표준안

ADL의 SCORM은 가장 포괄적인 표준안으로 e-Learning 분야의 사실상 표준이 되고 있다. SCORM은 XML을 기반으로 플랫폼의 구분 없이 콘텐츠의 재사용과 공유가 가능하다. 또한 콘텐츠를 학습객체로 저장, 검색, 전달하며, 학습객체의 효율적인 저장 및 검색을 위해 메타데이터를 부착한다. 이러한

SCORM의 핵심적인 기술은 내용과 표현을 분리할 수 있는 XML을 기반으로 구성되어 있다[2].

SCORM version 1.2의 표준안은 크게 Content Aggregation Model과 Run-Time Environment로 나누어진다[6]. Content Aggregation Model은 교수설계자와 개발자가 학습경험을 전달하기 위해 학습 자원을 통합하여 특정 교수법에 독립적인 방법론이다. Run-Time Environment는 LMS(Learning Management System)와 SCO(Sharable Content Object) 사이의 커뮤니케이션 매커니즘이다. 메타데이터는 콘텐츠 모델을 구성하는 요소들의 속성을 기술하는 방법을 정의한 것이다[7].

3.2 문항반응이론

문항반응이론은 문항 하나 하나를 분석하여 문항 고유의 문항특성곡선(Item Characteristic Curve : ICC)에 의해 문항의 속성을 파악하는 이론이다. 문항반응이론은 검사의 난이도나 학습자 집단의 특성에 영향을 받지 않고 학습자의 수준을 판단할 수 있는 특징이 있다[8]. 여러 가지 문항반응모형 중 2-모수 로지스틱모형은 문항난이도와 문항변별도에 의한 문항반응모형으로 계산상의 편리함 때문에 널리 사용되는 모형이다[9].

4. 적용형 학습자 수준 판단 기법

4.1 SCORM 기반의 e-Learning 시스템

본 논문에서는 SCORM을 기반으로 한 e-Learning 시스템에서 학습자의 학습 활동을 트래킹하여 학습자의 수준을 판단하기 위한 기법을 제시하였다. 제안 시스템에서는 SCORM을 기반으로 학습 코스 데이터베이스와 문제 SCO 데이터베이스를 구축하였다. 그림 1은 제안 시스템의 전체적인 구성도이다.

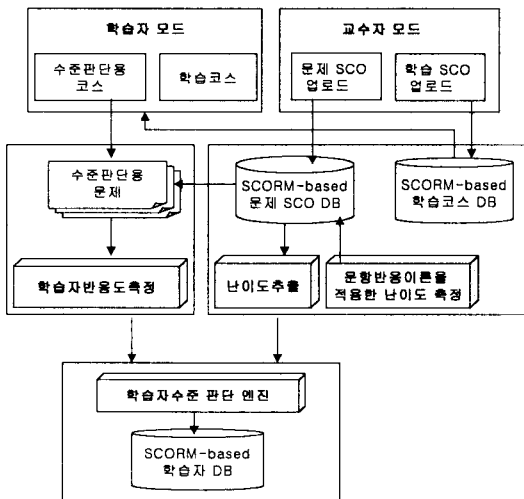


그림 1. 제안 시스템의 구성도

본 시스템에서 문제 SCO에는 교수가 지정한 문제의 난이도가 초기 값으로 지정된다. 각 문제의 난이도는 SCORM의 메타데이터 정보 모델(Meta-data Information Model) 중 교육 카테고리(Educational Category)에 있는 "Difficulty" 엘리먼트를 사용하여 지정된다. "Difficulty" 엘리먼트의 종류는 "아주 쉬움, 쉬움, 중간, 어려움, 아주 어려움"의 5가지가 있다.

4.2 학습자 응답 측정

각 문항에 대한 학습자 응답은 학습자가 특정 문항에 대해 마킹한 답을 측정한 것이다. 본 논문에서는 응답을 측정하기

위해 SCORM의 Run-Time Environment 데이터 모델을 사용하였다. Run-Time Environment 데이터 모델은 학습자 정보, 질문과 테스트 상호작용, 상태정보, 평가 등을 포함하고 있다.

학습자의 수준을 판단하기 위해서는 학습자가 특정 문항에 대해 체크한 답, 학습자의 성적이거나 최고·최저 점수 등의 정보를 관리할 필요가 있다. 이러한 학습자 수준 판단을 위한 정보는 SCORM의 Run-Time Environment 데이터 모델을 사용하여 관리할 수 있다.

4.3 제안 기법

본 논문에는 모집단의 크기가 작을 경우 신뢰도가 떨어지는 문항반응이론의 문제점을 개선하기 위하여 새로운 문항나 학습자의 수가 적을 경우에는 교수가 지정한 난이도를 이용하여 학습자의 수준을 판단하였다. 그리고 모집단의 크기가 충분히 클 경우에는 문항반응이론을 적용한 난이도에 의해 학습자의 수준을 판단하는 적용적인 기법이다.

각 문항에 대해 교수가 지정한 난이도는 SCORM의 메타데이터 정보 모델 중 교육 카테고리에 있는 "Difficulty" 엘리먼트를 사용하여 "아주 쉬움, 쉬움, 중간, 어려움, 아주 어려움"의 5가지 중의 하나로 지정하였다. 각 난이도는 1 ~ 5점으로 대응시켜 학습자의 수준을 판단하였다. 식(1)은 본 논문에서 사용한 교수가 지정한 난이도를 사용하여 학습자의 수준을 판단하는 식이다[10].

$$L(U_j) = \frac{\sum_{i \in A} (b_i * R_{ij})}{\sum_{i \in A} b_i} \quad (1)$$

where, U_j : 학습자
 $L(U_j)$: U_j 의 수준
 A : 문항 전체의 집합
 b_i : 교수가 지정한 문항 i 의 난이도
 R_{ij} : 학습자 U_j 의 문항 i 에 대한 응답 결과
 $R_{ij} = \begin{cases} 1 & (\text{문항 } i \text{의 답을 맞혔을 때}) \\ 0 & (\text{문항 } i \text{의 답을 맞히지 못했을 때}) \end{cases}$

본 논문에서는 교수가 지정한 문항에 대한 난이도와 문항반응이론에 의한 난이도가 차이가 날 경우 교수가 지정한 난이도를 적용적으로 수정하였다. 전문가인 교수는 문제에 대한 난이도를 어느 정도 추정할 수 있지만, 교수의 주관적인 판단이 개입될 가능성이 있다. 하지만 문항반응이론에서 추정한 난이도는 모집단의 크기가 충분히 클 경우 통계적인 기법에 의해 보다 정확하게 추정할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 모집단의 크기가 충분히 커서 문항반응이론을 적용하는 시점에서 교수가 지정한 난이도가 문항반응이론에서 추정한 난이도와 차이가 날 경우 문항반응이론의 난이도로 수정하는 방법을 제시하였다.

본 논문에서 제안한 적용형 난이도 수정 방법은 모집단의 크기가 작거나 새로운 문제에 대해서 문항반응이론의 신뢰도가 떨어지는 문제점을 개선할 수 있다. 그리고 모집단의 크기가 충분히 클 경우, 교수가 지정한 문제의 난이도를 문항반응이론의 난이도로 수정함으로써 학습자의 수준을 보다 정확하게 판단할 수 있다.

5. 실험 결과 및 고찰

본 논문의 실험 환경은 SCORM Version 1.2를 기반으로 e-Learning 시스템을 구성하였다. 시스템 구현을 위해 사용한 언어는 HTML, JavaScript, JSP 등이다. 실험데이터는 500명의 학습자에게 수준판단용 코스 내의 문제를 풀도록 하여 수집하였다. 수준판단용 코스는 총 10문제로 구성하였다.

다음 그림 2는 교수자가 지정한 문제의 난이도를 이용하여 학습자의 수준을 판단한 결과이다. 학습자는 500명중에서 랜덤하게 10명을 선정하였다. 학습자 수준은 1부터 5까지로 표현하였다.

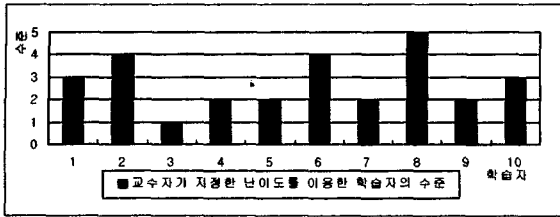


그림 2. 교수자가 지정한 난이도를 이용한 학습자의 수준

다음 그림 3은 학습자 수에 따라 변화된 난이도를 이용하여 학습자의 수준을 판단한 결과이다.

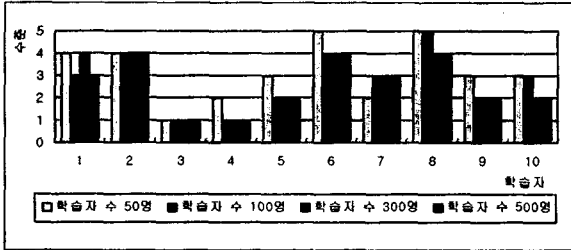


그림 3. 문항반응이론의 난이도를 이용한 학습자 수준

그림 3에서처럼 문항반응이론을 적용한 문제의 난이도가 학습자 수의 변화에 따라 민감하게 변화하는 것을 보여준다. 따라서 문제를 푼 학습자의 수가 적을 경우에는 학습자 수의 변화에 따라 학습자의 수준이 계속 바뀌는 문제점이 있음을 알 수 있다. 따라서 모집단의 크기가 작을 경우 교수자가 지정한 난이도를 이용하여 학습자의 수준을 판단하는 것이 더 효과적이다. 다음 그림 4는 모집단의 크기가 충분히 클 경우 교수자가 지정한 난이도와 문항반응이론에서 추정된 난이도를 이용한 학습자 수준을 비교한 그림이다.

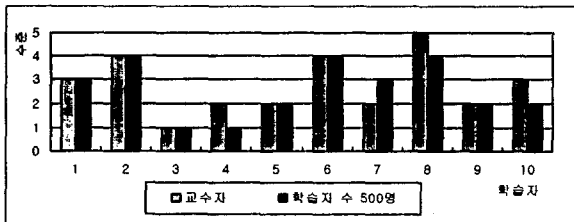


그림 4. 교수자가 지정한 난이도와 문항반응이론에서 추정된 난이도를 이용한 학습자 수준 비교

실험결과, 모집단의 크기가 500명일 경우 교수자가 지정한 난이도 중에서 약 20%가 문항반응이론에서 추정된 난이도와 다른 결과를 보였다. 이것은 교수자가 지정한 문제의 난이도가 교수자의 주관적인 판단이 어느 정도 개입되어 있다는 것을 의미한다. 따라서 교수자가 지정한 난이도가 문항반응이론에서 추정된 난이도와 차이가 있는 약 20%의 문제를 문항반응이론에서 추정된 난이도로 수정하였다. 그리고 그림 4에서처럼, 난이도가 수정됨에 따라 학습자의 수준도 변화하였다. 이에 따라 학습자의 수준도 문항반응이론에서 추정된 난이도를 적용한 수

준으로 수정하였다.

본 논문에서 제안한 적용형 난이도 수정 방법은 모집단의 크기가 작거나 새로운 문제에 대해서 문항반응이론의 신뢰도가 떨어지는 문제점을 개선할 수 있다. 그리고 모집단의 크기가 충분히 클 경우, 교수자가 지정한 문제의 난이도를 문항반응이론의 난이도로 수정하여 학습자의 수준을 보다 정확하게 판단할 수 있음을 보였다.

6. 결론

본 논문에서는 학습자의 수준을 효율적으로 판단하기 위해 SCORM의 트래킹 기능과 문항반응이론을 결합한 새로운 기법을 제시하였다. 제시된 기법에서는 모집단의 크기가 작을 경우 신뢰도가 떨어지는 문항반응이론의 문제점을 개선하기 위하여 새로운 문제나 학습자의 수가 적을 경우에는 교수자가 지정한 난이도를 이용하여 학습자의 수준을 판단하였다. 그리고 모집단의 크기가 충분히 클 경우에는 문항반응이론을 적용한 난이도에 의해 학습자의 수준을 판단하였다. 문항반응이론을 적용할 시점에서 교수자가 지정한 난이도가 문항반응이론에서 추정된 난이도와 차이가 날 경우, 교수자가 지정한 난이도를 문항반응이론의 난이도로 수정하는 적용적인 기법을 제시하였다.

제안 기법의 효율성을 검증하기 위해 SCORM 기반의 수준 판단용 코스를 작성하여 500명의 학습자의 응답을 수집하였다. 학습자 수의 변화에 따른 문항반응이론에서 추정된 난이도의 변화를 분석하였다. 실험 결과, 문제를 푼 학습자의 수가 적을 경우에는 학습자 수의 변화에 따라 학습자의 수준이 계속 바뀌는 문제점이 있음을 알 수 있었다. 따라서 모집단의 크기가 작을 경우 교수자가 지정한 난이도를 이용하여 학습자의 수준을 판단하는 것이 더 효과적이다. 향후 제안한 학습자 수준 판단 기법에 의해 SCORM 기반의 학습 코스 추천 시스템에 적용하기 위한 추가적인 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] 학술진흥재단 제출 중간보고서 "지식경제 시대의 평생학습모형개발 - 평생학습 지원수단으로서의 e-Learning 연구," http://211.36.253.5/~gayacom/main/html/main_4_b1.htm
- [2] 박춘원, "ADL-SCORM 표준 지원 E-Learning 시스템 및 콘텐츠 개발 환경구축 제안," 알렉스시스템, 2002
- [3] 강승호 외, 현대 교육평가의 이론과 실제, 양서원, pp.454-460, 1996
- [4] Changtao Qu and Wolfgang N., "Towards Interoperability and Reusability of Learning Resource : a SCORM-conformant Courseware for Computer Science Education," IEEE ICALT, 2002
- [5] Helic, D., Maurer, H. and Scerbakov, N., "Aspects of Collaborative Authoring in WBT Systems," Proc. Int. Conf. on Advances in Infrastructure for Electronic Business, Education, Science, and Medicine on the Internet, CD-ROM publication (ISBN 88-85280-62-5), paper 37, 2002
- [6] "Advanced Distributed Learning," <http://www.adlnet.org>, 2002
- [7] "SCORM Content Development Course," <http://www.scorm.tamucc.edu/scorm/home.html>, 2002
- [8] Baker F.B. and 성태제 편역, 문항반응이론 입문, 양서원, 1991
- [9] "Computerized Testing Service," <http://www.evercation.com>, 2001
- [10] http://www.dayip.com/nesin/cal_info/terminology.htm