

학습자 수준에 맞는 차별적 콘텐츠 구성 시스템의 설계 및 구현

허 선 영[†] · 김 은 경^{††}

요 약

많은 학습시스템이 학습효율을 높이기 위해 자기 주도적 학습을 적용하고 있다. 동일한 수준의 학습자라 할지라도 학습 내용을 이해하는 정도는 서로 다를 수 있다. 따라서 제공된 콘텐츠를 이해하기 어려움에도 불구하고 정해진 난이도와 학습과정에 따라 획일적으로 학습이 진행되는 방법은 효율적인 학습효과를 나타내기 어렵다. 본 논문에서는 런타임시 변화된 학습자의 수준에 적합한 학습 콘텐츠를 재구성할 수 있도록 SCORM의 기능을 확장하고, 이 확장된 SCORM을 기반으로 DCOS(Differential Contents Organization System)을 설계 및 구현하였다. DCOS는 학습자의 수준에 적합한 학습 콘텐츠를 효율적으로 재구성하기 위하여, 학습자의 수준 이외에 학습 콘텐츠의 구성단위인 학습객체 간의 관련성 및 학습 목표 달성 정도를 기반으로 콘텐츠를 재구성하도록 하였다. 각 30명의 학생이 기존 시스템과 DCOS에서 학습한 결과, DCOS에서 학습한 학습자들의 평균점수와 시스템 만족도가 전체적으로 높은 것을 알 수 있었다.

키워드 : 자기 주도적 학습, SCORM, 문항반응이론, 이러닝

Design and Implementation of the Differential Contents Organization System based on Each Learner's Level

Sun-Young Heo[†] · Eun-Gyung Kim^{††}

ABSTRACT

Many learning systems are applying Self-Directed Learning to improve learning efficiency. The degree of understanding of the same learning contents can be different even if the learner's level is same. Therefore, it is difficult to represent an effective learning experience because the learning is progressed by the determined difficulty of learning and the learning process even though the provided content is difficult to understand. In this paper, we augmented SCORM to reconstruct the learning contents which are suitable for the changed level of each learner in real-time. Also, we designed and implemented this augmented SCORM based DCOS(Differential Contents Organization System). In order to provide the suitable contents for each learner, DCOS reorganizes learning contents based on the learner's level, the learner's achievement of learning objectives, and the correlation between learning objects, that is the component of the learning content. Each 30 Each 30 students studied e-learning contents, which are constructed based on the existing System and DCOS respectively. And the average score and system's satisfaction of the students who studied DCOS based e-learning contents was higher.

Keywords : Self-Directed Learning, SCORM Level Evaluation, A Question Item Reaction Theory, E-Learning

1. 서 론

이러닝 시스템에 대한 연구는 학습의 교육학적인 설계와 공학적인 설계로 나누어 연구되고 있다. 웹의 다양한 변화로 인해 이러닝에서도 변화가 필요하게 되었으며, 웹을 기

반으로 시간적, 공간적, 내용적, 구조적 융통성을 학습자에게 제공하게 되었다. 또한, 학습의 내용과 경로, 속도 등에 대한 선택의 자유를 최대한 제공해 줌으로써 자율적이고 자기 주도적 학습을 가능케 하는 연구가 진행되고 있다[7][15].

본 논문에서는 학습자의 학습 참여를 유도하고, 런타임시 변화된 학습자의 수준에 적합한 학습 콘텐츠를 제공하기 위한 콘텐츠 구성 시스템을 설계 및 구현하였다. 이를 위해 자기 주도적 학습 전략[1]을 수정하였으며, 학습전략에 따른 학습 콘텐츠의 효율적인 운용을 위하여 학습객체(SCO)간의 연결 구조를 고려하였다. 적용된 자기주도적 학습 모형은

※ 이 논문은 한국기술교육대학교의 교육연구진흥비 지원에 의하여 수행되었음.

† 준 회 원 : 한국기술교육대학교 공학박사과정 수료

†† 종 신 회 원 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 교수

논문접수: 2011년 8월 3일

수정일: 1차 2011년 10월 4일, 2차 2011년 10월 7일

심사완료: 2011년 10월 7일

Como와 Mandinach의 학습전략[2]을 수정하였으며, 학습 모집단 각 30명이 기존 시스템과 DCOS에서 자료구조에 대한 이러닝 콘텐츠를 학습한 결과, 후자를 학습한 학습자들의 평균점수 및 만족도가 더 높은 것으로 분석되었다.

2. 관련 연구

[12]의 연구에서는 문항반응이론을 적용할 시점에서 교수자가 지정한 난이도가 문항반응이론에서 추정된 난이도와 차이가 날 경우, 교수자가 지정한 난이도를 문항반응이론의 난이도로 수정하는 기법을 제안하였다. [3],[6]의 연구에서는 교수자의 주관적인 과점과 견해에 의해 각 문항의 난이도가 결정되는 단점을 보완하기 위해서 문항반응이론을 이용하여 학습자에게 적합한 문항을 제공하고, 제공된 문항을 푼 결과를 가지고 학습자의 능력을 추정하기 위한 방법을 제안하였다. [5]의 연구에서는 데이터마이닝 기법을 이용하여 학습자들의 오류 성향을 파악하여 각 학습자에게 그 오류 성향에 맞는 학습을 적용시킴으로써 학습자의 학업 성취를 높이고자 하였으며, [8], [17]의 연구에서는 SCORM을 기반으로 한 이러닝 시스템에서 학습자의 학습 활동을 tracking하여 학습자의 수준을 적응적으로 판단하는 기법으로 제시하였다.

[9]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 제안하였다. [10]의 연구에서는 문제 기반 학습을 통해, 학습자가 정답 또는 오답을 한 경우에 따라 미리 설정된 문제의 난이도에 가중치를 적용한 다음 문제의 유형을 변경하였다. 그러나 난이도 설정 시 교수자에 의한 학습 난이도를 기반으로 적용함으로써 보다 정확한 난이도가 적용되지 못하였다. [11]의 연구는 학습 내용을 동적으로 구성하기 위하여 퍼지기반의 지능형 학습방법을 도입하여 학습자의 요구사항을 시스템이 자동으로 분석하고 해석하여 능동적으로 대처할 수 있다는 장점을 가지고 있으나, 학습콘텐츠만을 가지는 기존의 학습 시스템에서 인공지능을 위한 별도의 복잡한 로직과 신뢰성 있는 운용방법이 필요하다. [16]의 연구는 선행학습을 통하여 학습자의 학습 수준을 분석하고 이에 적합한 학습 수준을 체크한다. 그리고 진도 및 학습 콘텐츠 등을 제공하는 방식으로 학습 도중 학습자의 수준 변화에 적합한 학습 콘텐츠의 변경 및 적용이 어렵고, 학습 평가에 문항난이도를 도입하지 않음으로서 학습자의 수준에 보다 적합한 학습 콘텐츠를 제공하기 어려웠다. [13]의 연구에서는 학습자의 흥미와 수준에 적합한 학습 서비스를 제공하기 위한 맞춤형 이러닝 시스템을 IEEE 학습 기술 시스템 아키텍처(LTSA)를 기반으로 설계한 시스템을 소개하고 있으며, [18]의 연구에서는 각 학생의 과거와 현재의 단계별 수행평가 점수를 바탕으로 향후 학습 성취도를 데이터마이닝 기법을 이용하여 분석 및 예측하여 개인별 수준을 판단하고, 선별적으로 보충 학습을 제공하고 있다.

3. 학습자의 수준 및 학습 목표 달성 평가

3.1 학습자의 수준 평가

학습자의 수준에 적합한 콘텐츠를 제공하기 위해서는 학습자의 수준을 객관적으로 평가할 수 있는 척도의 개발이 필요하다. 만일 타당한 척도가 제공될 수 없다면, 학습자의 수준에 적합한 콘텐츠를 제공할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 심리측정이론인 문항반응이론을 이용하여 학습 이전 또는 이후에 이루어지는 평가뿐만 아니라, 학습 도중 학습자의 수준 변화를 평가에 반영함으로써 학습자의 수준 평가의 정확성을 높이고자 한다. 아래의 수식 중에서 수식 1은 학습자의 능력을 3-모수 로지스틱 모형[4]을 이용하여 추정하기 위한 수식이고, 수식 2는 학습자가 주어진 문항을 맞출 확률이다. 그리고 수식 3은 학습자의 수준을 평가하기 위한 수식이다.

$$\begin{aligned} \theta &: \text{학습자의 능력 추정치} (\theta_0: 0) & a_i &: \text{문항 } i \text{의 변별도} \\ D_i &: i\text{번째 문항에 설정된 난이도} & b_i &: \text{문항 } i \text{에 난이도} \\ U_i &: \text{학습자의 문항 } i \text{에 대한 응답} & c_i &: \text{문항 } i \text{에 추측도} \\ L &: \text{학습자의 수준} (L_0: 3) \end{aligned}$$

(1) s번째 교정 능력 추정치[4]

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

(2) 문항 i를 맞출 확률[4]

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

(3) s번째 교정 학습자 수준 평가

$$L_s = \left[(L_{s-1} + \left[\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (P_i(\theta) \times D_i)}{\sum_{i=1}^{i=n} D_i} \times 5 \right] / 2 \right]$$

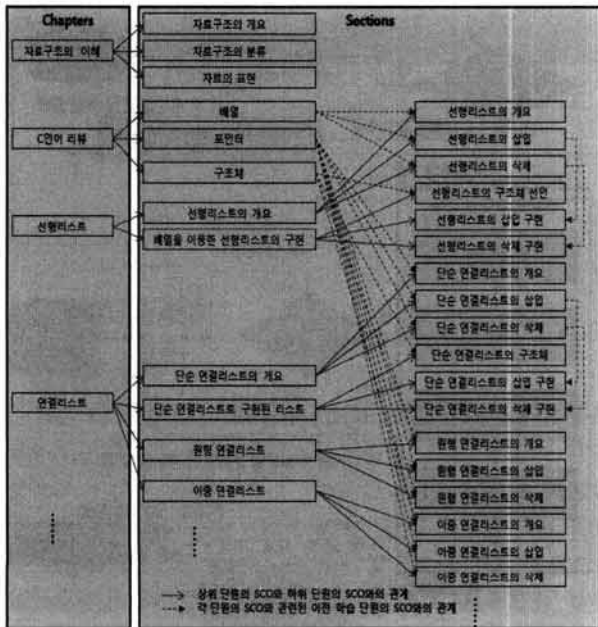
각 장의 학습을 시작할 때마다, 학습 이전 평가를 통해서 학습자의 수준을 평가한다. 이때, 제공되는 학습 이전 평가 문항은 각 수준별로 랜덤하게 추출하여 제공한다. 각 단원의 학습을 마친 후에는 단원 평가를 통해서 학습자의 수준을 평가하기 위한 단원 평가 문항은 현재 학습자의 수준에 적합한 문항을 추출하여 제공한다. 학습 도중 제시되는 퀴즈는 학습자의 학습 의욕을 고취시키고 학습 몰입도를 높이기 위해 퀴즈가 제시되는 위치를 랜덤하게 지정하고, 퀴즈

로 사용될 문항은 현재 학습자의 수준에 적합한 문항을 추출하여 제시한다.

본 논문에서는 문항반응이론을 활용하여 학습자의 수준을 평가함과 동시에 이전에 평가된 학습자의 수준을 현재 평가된 학습자의 수준에 반영하고 학습 도중 변화되는 학습자의 수준을 퀴즈를 통해 평가된 학습자의 수준을 반영함으로써 학습자의 상태 변화에 따른 수준 평가의 정확성을 높이고자 하였다.

3.2 학습목표 달성 평가 방법

학습 목표 달성 평가는 학습 수준 평가 모듈의 결과와 학습 도중 수집되는 학습 시간, 학습 진행 정도, 각 학습목표별 문항 평가 점수 등과 같은 학습 정보 및 학습목표의 난이도, 중요성을 기반으로 평가된다. 또한, 학습전략에 따라 학습자의 수준에 적합한 학습 콘텐츠를 효율적으로 재구성하기 위하여, 학습자의 수준이외에도 학습 콘텐츠의 구성단위인 학습객체(SCO) 간의 관련성을 고려하여 학습 목표 달성 정도를 평가하였다. (그림 1)은 각 학습객체 간의 관계를 도식화한 것이다.



(그림 1) 각 학습객체 간의 연결 구조

(그림 1)에서 알 수 있듯이 각 학습객체 간에는 동일한 학습 목표를 달성하기 위한 연결 구조를 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 동일한 학습 목표를 갖는 이전 학습객체의 학습 목표 달성정도를 해당 학습객체의 학습 목표 달성 정도를 평가하는데 반영함으로써 좀 더 학습자의 수준에 적합한 콘텐츠가 재구성될 수 있도록 하였다. 학습자의 수준을 평가하기 위한 문항은 학습 목표 달성 정도와 학습자의 수준으로 기반으로 추출하여 학습자에게 제공함으로써 각 학습목표별 학습자의 학습 성취 수준을 좀 더 정교하게 평가하고자 하였다. 평가 문항에 따른 학습자의 수준은 2단계

를 걸쳐서 평가된다. 첫 단계에서는 문항반응이론 중 각 문항의 난이도, 변별도, 추측도를 고려하는 3모수 로지스틱 모형을 기반으로 수준을 평가하고 있으며, 추정된 학습자의 능력 추정치를 0~100 사이의 수치로 표현하기 위한 진점수(π)로 변환하여 사용하였다. 능력 추정치 θ 에 대응하는 진점수(π)를 구하는 수식은 아래와 같다[6].

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

두번째 단계에서는 진점수를 기초로 하여 $S_{current}$ 값을 구한다. 학습목표별 난이도를 G_{diff} , 중요도를 G_{import} , 각 학습목표별 학습자의 취득 점수를 $S_{current}$ 라 하면, $S_{current}$ 를 구하는 수식은 다음과 같다.

$$S_{current} = \pi(\theta) \times G_{diff} \times G_{import}$$

위 식을 통해 구해진 학습자의 취득 점수인 $S_{current}$ 와 학습자 수준은 <표 1>과 같이 매핑된다.

<표 1> 학습자의 취득 점수에 따른 학습자 수준 매핑 표

수준	A	B	C	D	F
$S_{current}$	100~90	89~80	79~60	59~40	40~0

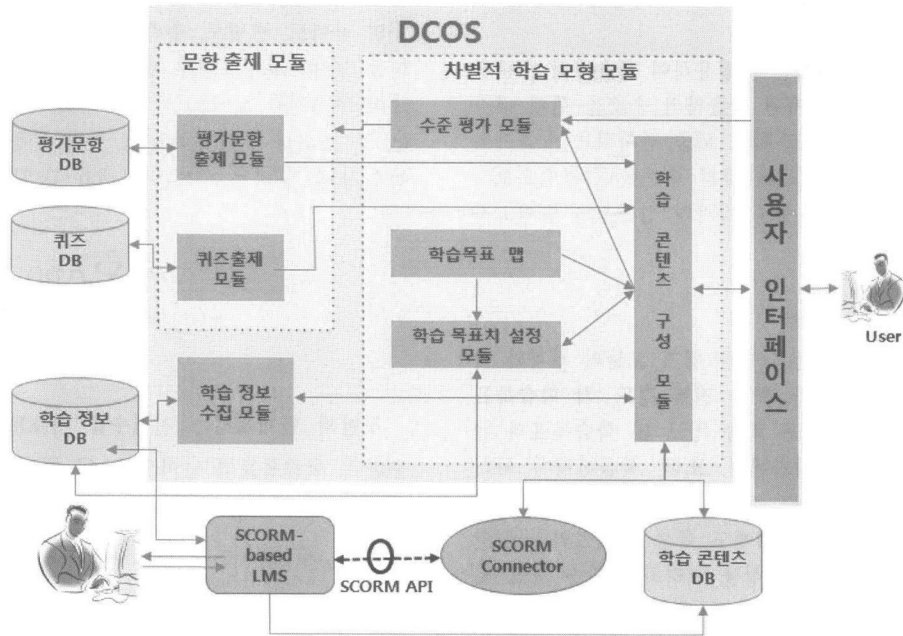
학습목표별 난이도와 중요도는 0~1 사이의 수를 가지며, 1에 가까울수록 난이도와 중요도가 높다. 학습목표별 점수는 각 학습목표로 학습 초기에 설정되는 S_{goal} 과 학습하면서 학습자가 취득하게 되는 $S_{current}$ 로 나뉜다.

4. DCOS의 설계 및 구현

4.1 시스템 구성

(그림 2)에서 알 수 있듯이, DCOS 시스템은 학습 정보수집 모듈, 차별적 학습 모형 모듈, 문항 출제 모듈과 학습 정보 DB, 학습 콘텐츠 DB, 평가문항 DB, 퀴즈 DB와 같은 4개의 DB로 구성된다. DCOS는 평가 문항과 퀴즈, 콘텐츠는 학습목표별 상, 중, 하 3개의 수준으로 나뉘어 저장되어 있으며, 학습 콘텐츠는 대학에서 강의되고 있는 자료구조의 학습 콘텐츠를 활용하여 운영하고 있다. 본 시스템은 모든 학습자들이 모두 최종 학습목표를 달성할 수 있도록 하는데 중점을 두고 있다. 각 모듈의 기능은 다음과 같다.

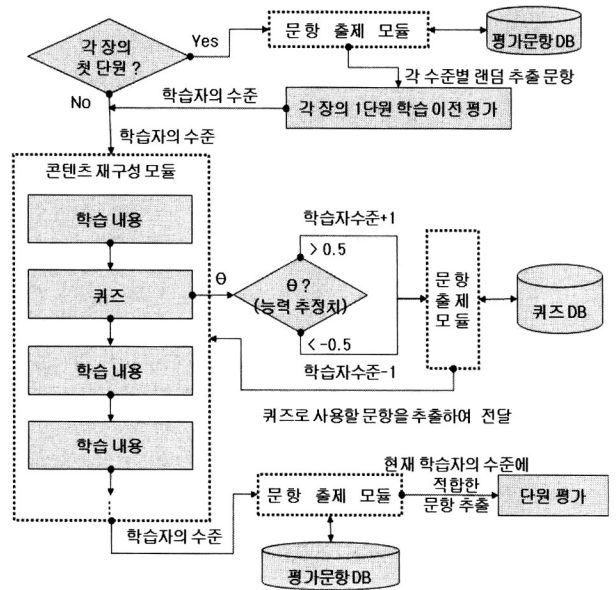
초기 학습 시 학습 정보 수집 모듈은 학습 정보 DB에 저장된 학습자의 학습 이력을 학습 콘텐츠 구성 모듈에게 전



(그림 2) DCOS의 구조도

달하고, 학습 콘텐츠 구성 모듈은 전달받은 학습 이력을 수준 평가 모듈에게 보낸다. 수준 평가 모듈은 전달받은 학습 이력을 토대로 학습자의 수준을 평가하고 평가한 학습자의 수준을 문항 출제 모듈과 학습 콘텐츠 구성 모듈에게 보낸다. 학습자의 수준을 전달받은 문항 출제 모듈은 전달받은 학습자의 수준에 적합한 문항들을 추출하여 학습 콘텐츠 구성 모듈에게 전달한다. 문항 평가 모듈로부터 문항을 전달받은 학습 콘텐츠 구성 모듈은 수준 평가 모듈로부터 전달받은 학습자의 수준과 학습 목표 맵으로부터 전달받은 각 학습 객체 간의 관계 및 각 대단원의 학습 목표와 학습 객체들 간의 관계, 그리고 목표치 설정 모듈로부터 전달받은 학습자가 학습 전에 설정한 학습 목표치(학습 목표 점수 및 학습시간)를 기반으로 학습자에게 적합한 콘텐츠를 학습 콘텐츠 DB에서 추출한 후 추출한 학습 콘텐츠와 문항 평가 모듈로부터 전달받은 평가 문항을 기반으로 학습자에게 제공하기 위한 시퀀스를 생성한다.

초기 학습이 아닌 경우, 수준 평가 모듈은 사전 평가 및 단원 평가, 퀴즈 문항의 응답 결과를 문항반응 이론을 기반으로 평가한 결과와 학습 도중 수집되는 학습 시간, 학습 진행 정도, 각 학습목표별 문항 평가 점수 등과 같은 학습 정보 및 이미 학습을 마친 관련 단원의 학습목표 달성 정도를 기반으로 학습자의 수준을 평가한 후 평가된 학습자 수준을 문항 출제 모듈과 학습 콘텐츠 구성 모듈에게 전달한다. 학습 정보 수집 모듈은 학습 도중 생성하는 학습자의 평가 점수, 학습 진행율, 학습 활동 상태 등과 같은 학습 정보를 tracking하여 학습 정보 DB에 저장하고, 학습 도중 tracking한 학습 정보와 학습 정보 DB에 저장된 수강한 학습 이력 정보를 학습 콘텐츠 구성 모듈에게 전달한다. 또한 (그림 3)에서 알 수 있듯이, 학습 도중 제공되게 되는 퀴



(그림 3) 학습 콘텐츠 구성 모듈의 처리 절차

지는 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 학습 콘텐츠 구성 모듈에게 보낸다.

기존 SCORM 기반의 이러닝 시스템들은 학습 tracking 정보를 LCMS에만 학습객체 단위로 저장하므로[13][16], 지금까지 수집한 학습 tracking 정보를 다음 학습에 활용할 수 없다는 문제가 있다. 따라서 본 논문에서는 학습 tracking 정보를 학습 정보 DB에 저장하고 LMS(Learning Management System)에도 사용가능하도록 허용함으로써,

학습 도중 수집된 학습 tracking 정보를 다음 학습에서도 활용할 수 있도록 SCORM의 기능을 개선하였다. 또한 기존 SCORM 기반의 이러닝 시스템들은 학습 콘텐츠를 packaging하여 올리게 되면, 학습자에게 처음 계획한 순서대로 콘텐츠를 제공하게 된다. 즉, 학습 도중 변화되는 학습자의 현 상태에 맞도록 학습 콘텐츠를 재구성하여 제공하는 것이 불가능하다[13]. 따라서 본 논문에서는 학습 도중 변화된 학습자의 상태에 적합한 제어 모드로 변경하고, 학습에 필요한 콘텐츠를 새로운 학습객체 단위로 추가하며, 학습 콘텐츠의 진행 순서를 변경하도록 함으로써, 학습자에게 최적화된 학습 서비스를 제공할 수 있도록 하였다.

4.2 시스템 구현 환경

DCOS는 자료구조를 학습하기 위한 목적으로 Tomcat 환경에서 java를 기반으로 개발되었으며, 현재 옥천에 있는 충북인력개발원의 양성 1년 과정에 재원 중인 학생들이 활용하고 있다. <표 2>는 DCOS의 구현 환경을 표로 나타낸 것이다.

<표 2> 시스템 구현 환경

구분	환경	
S/W	OS	Windows XP 이상
	Database	MySQL 4.1 이상
	개발 언어	html, Javascript, java
	웹 서버	Tomcat7.0

5. 적용 및 결과

5.1 연구 목적

모든 수업은 학습목표를 가진다. 교수자는 수업을 듣는 학습자들이 모두 학습목표를 달성하는 것을 목표로 한다. 그러나 교육 현장의 현실은 그렇지 못 하다. 학습 목표를 달성하는 정도가 개인의 능력, 흥미, 필요, 적성에 따라 다르기 때문이다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위한 수단으로 대학에서는 이러닝을 수업의 보조수단으로 사용하고 있다. 본 연구의 목적은 자료구조 실습 과목을 수강하는 학습자에게 학습자의 수준에 맞는 차별화된 학습 콘텐츠를 제공함으로써 모든 학습자들이 학습 목표를 달성할 수 있도록 하는데 있다.

5.2 연구 범위

본 논문에서 연구의 범위는 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 학습자들의 꾸준한 관리가 필요한 관계로 대학을 졸업하고 취업을 준비하기 위해 충북인력개발원의 1년 양성과정에 다니고 있는 재학생 중 “자료구조”를 수강하는 60명의 학생들로만 한정하여 1학기 동안 실시하였다.

둘째, 연구에 사용된 콘텐츠는 이미 개발되어 사용되고 있는 자료구조 콘텐츠와 문항들 제공받아 활용하였으며, 문

항은 3단계로 구분하여 각 단계 당 5문항씩 출제되었다.

셋째, 연구 진행은 온라인을 통해 이론 학습하도록 하였으며, 온라인 학습한 것에 대한 실습을 오프라인으로 진행한 후 하였다.

넷째, 본 연구는 SCORM 2004 2rd Edition을 채택하여 적용하였으며, ADL에서 제공하는 sample RTE를 기반으로 구축하였다.

다섯째, 본 연구를 위해 비슷한 수준의 학생을 각 30명씩 A, B반으로 나누어 A반은 기존 SCORM 기반의 시스템에서 자료구조를 학습하도록 하고, B반은 DCOS에서 자료구조를 학습하도록 하였다.

5.3 적용 전 사전 평가

DCOS의 효과를 검증하기 위해 60명의 학생을 30명씩 A반과 B반으로 나누어 선발하고, 각 반의 구성원들의 수준이 비슷한지를 판단하기 위하여 사전 검사를 실시하였다. 먼저, 첫 대단원을 일반 시스템에서 학습하게 한 후 학업 성취도를 사전 검사하였다. 사전평가 결과는 <표 3>에서 알 수 있듯이 두 반의 평균과 표준편차가 유사하며, 결과적으로 두 반의 학습자 수준이 비슷한 것을 알 수 있다.

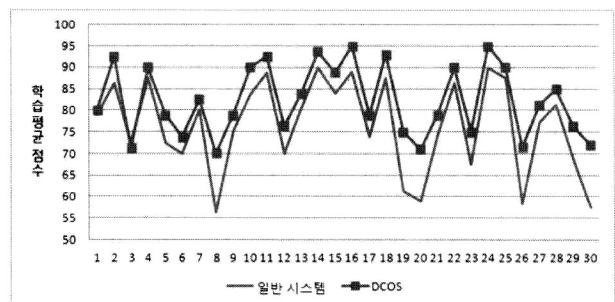
<표 3> A반과 B반의 학업 성취도 검사

구분	인원	평균	표준편차
A반	30	76.25	4.02
B반	30	75.92	4.08

현재까지 4개의 대단원을 학습하였으며, 첫 대단원은 A반과 B반이 모두 일반 시스템에서 학습하도록 하였으며, 두 번째 대단원부터는 A반은 일반 시스템에서 학습하도록 하고, B반은 DCOS에서 학습하도록 하였다.

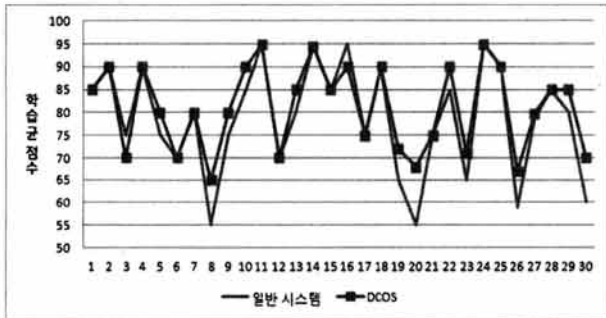
5.4 학습 평균 성적 비교

학습자들의 성적 변화를 알아보기 위하여 먼저 네 번째 대단원인 연결리스트 단원을 구성하고 있는 소단원 중 쉬운 부분인 단순연결리스트 부분의 학습 결과와 어려운 단원인 이중연결리스트 부분의 학습 결과를 다음과 같이 비교해 보았다.



(그림 4) 단순연결리스트를 학습 후 학습 평균 성적 비교

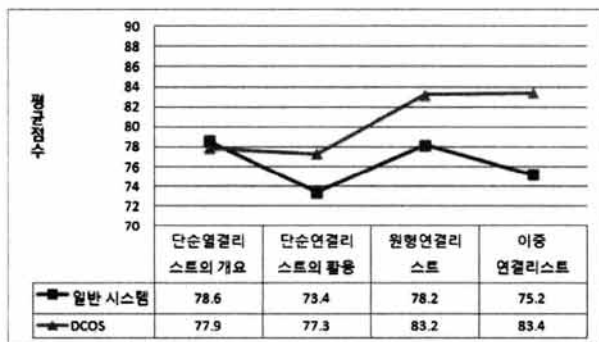
(그림 4)를 보면 일반 시스템에서 학습한 학습자와 DCOS에서 학습한 학습자들은 연결리스트 단원에 미리 설정되어 있는 기본 목표 점수인 70점 이상을 취득한 반면, 비교적 쉬운 단원을 학습하였음에도 불구하고 일반 시스템에서 학습한 학습자들은 달성하지 못한 학생들이 존재하는 것을 알 수 있다.



(그림 5) 이중연결리스트를 학습 후 학습 성적 비교

(그림 5)의 경우는 비교적 어렵다고 판단되는 단원을 학습한 결과로, 두 시스템 기본 목표 점수를 달성하지 못한 학습자들이 발생했지만 DCOS에서 학습한 학습자들이 기본 목표 점수에 더 근접한 것을 알 수 있다.

5.5 연결리스트를 구성하고 있는 소단원의 학습 평균 성적 비교

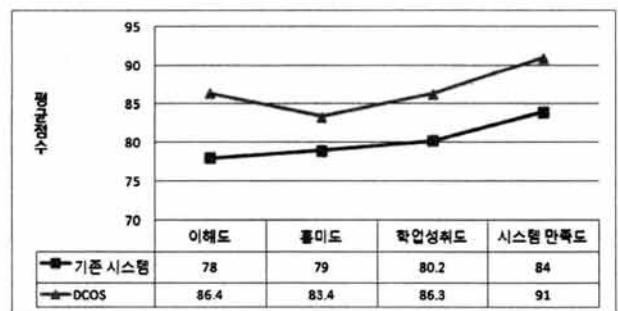


(그림 6) 두 시스템간의 각 단원별 평균 비교

기존 시스템과 DCOS에서 연결리스트 부분을 학습한 평균 성적을 학습자별로 비교한 결과, (그림 4)와 (그림 5)에서 알 수 있듯이 DCOS에서 학습한 학습자들의 평균 점수가 전반적으로 높은 것으로 났으나, 학업 성취 정도를 보다 세밀하게 분석하기 위하여 연결리스트 부분을 구성하는 각 소단원을 학습한 결과를 비교 분석해 보았다. (그림 6)은 연결리스트 부분을 이루는 각 소단원을 학습한 후 반평균 점수를 비교한 그래프이다. (그림 6)에 의하면 연결리스트 부분의 각 소단원별 반평균 점수가 DCOS에서 학습한 경우 더 높은 것을 알 수 있다. 비교적 쉬운 단원에서는 학습 성취 정도의 차이가 거의 없으나, 특히 어려운 단원일수록 학습 성취 정도의 차이가 더욱 크게 차이 나는 것을 알 수 있다.

5.6 만족도 조사 결과

기존 시스템과 DCOS를 사용해본 사용자들을 대상으로 각 시스템에 대한 만족도를 조사한 결과, (그림 7)과 같은 결과를 얻을 수 있었다. (그림 7)에서 알 수 있듯이, 학습 후의 학습 이해도를 묻는 질문에는 8.4점의 차이를 보였으며, 흥미도는 4.4점, 학업 성취도는 6.1점 그리고 시스템 만족도는 7점의 차이를 보였다. 즉, DCOS가 학습 내용의 이해도 및 학업 성취도를 높이는 데 도움이 되었으며, 학습자들의 학습 만족도 및 흥미를 높였다는 것을 알 수 있다.



(그림 7) 학습 후 학습 만족도 비교

5.7 타 시스템과의 비교

5.7.1 학습자 수준 평가 방법

<표 4> 학습자 수준 평가 방법 비교

항목	시스템					
	[8][17]	[10]	[9]	[5]	[18]	DCOS
학습자의 학습 활동	○	○	×	×	×	○
문항 반응이론	×	○	×	×	×	○
문항에 난이도 설정	×	○	○	×	×	○
데이터마이닝 기법	×	×	×	○	○	×

<표 4>에서 알 수 있듯이, [8][17]에서는 학습자의 학습 활동을 tracking하여 학습자의 수준을 판별하고 있으나 문항 평가를 통한 수준 평가를 하고 있지는 않다. [9]와 [10]에서는 문항 평가를 통한 수준 평가를 하고는 있으나 학습자의 학습 활동을 수준 평가에 반영하고 있지는 않다. 그러나 본 논문에서 구현한 DCOS는 평가문항을 통해 수준을 평가할 뿐 아니라 학습자의 학습 활동을 tracking하여 수준 평가에 반영하고 있다. [5]와 [18]의 경우는 데이터마이닝 기법을 이용하여 분석 및 예측하여 개인별 수준을 판별하고 있으나, 이것만을 기초로 학습자의 성취 정도를 명확히 파악하는 것은 어려움이 있다.

5.7.2 콘텐츠 제시 방법

<표 5>에서 알 수 있듯이, [8],[17]과 [16]은 수준별 학습을 위해 SCORM을 기반으로 시스템을 구축하고 학습자의 학습 활동 정보를 tracking하여 활용하고 있으나, SCORM의

〈표 5〉 학습 콘텐츠 제공 방법 비교

항목	시스템				
	[8][17]	[11]	[16]	[18]	DCOS
SCORM 기반 여부	○	×	○	×	○
학습 객체간의 관련도 설정	×	○	×	×	○
학습자의 학습 활동	○	×	○	×	○
런타임시 콘텐츠 변경	×	×	×	×	○
선택적 학습 제어	×	×	×	×	○
선택적 보충 학습	×	×	×	○	×

단점인 런타임시 변화된 학습자 수준을 반영하는 기능은 제공하지 않고 있다. 그러나 본 논문에서 구현한 시스템은 SCORM의 단점을 보완하여 런타임시 변화된 학습자의 수준에 적합한 학습 콘텐츠를 제공하고, 선택적 학습을 제어할 수 있도록 하였다. [11]의 경우에는 학습 콘텐츠를 제공할 때 학습자의 학습 활동을 tracking한 정보를 반영하고 있지는 않지만, 학습 객체 간의 관련성을 기반으로 학습 콘텐츠를 추출하여 제공하고 있다. [18]의 경우는 학습 성취도를 데이터마이닝 기법을 이용하여 분석 및 예측하여 개인별 수준을 판단하고, 선별적으로 보충 학습을 제공하고 있으나, 학습 도중 발생하는 학습자의 수준 변화는 고려하고 있지 않다.

6. 결론 및 향후 연구 과제

많은 이러닝 학습이 교수자에 의한 학습 모형이나 과정에 따라 학습자의 선택이 없이 진행되어 학습자 개인의 특성을 반영하기 어렵고, 다양하고 방대한 학습콘텐츠가 제공되는 이러닝의 특성상 학습자 스스로가 자신에 맞는 학습 콘텐츠를 구성하기는 매우 어려웠다. 본 연구에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위해서 학습자의 수준이외에도 학습 콘텐츠의 구성단위인 학습객체(SCO) 간의 관련성과 학습 목표 달성 정도를 기반으로 콘텐츠를 재구성하여 학습자의 수준에 따라 차별적으로 콘텐츠를 제공하고자 하였으며, 학습자가 학습 계획을 세워 학습할 수 있도록 하기 위하여 학습자가 학습 전에 학습의 목표치(학습 목표 점수, 학습시간)를 설정하도록 하였다. 학습 모집단 60명을 대상으로 기존의 시스템과 DCOS에서 실행한 결과, DCOS에서 학습한 학습자들의 평균점수와 만족도가 전체적으로 높은 것을 알 수 있었다.

앞으로 [17]의 연구에서처럼 각 학습자에게 최적화된 피드백을 제공하도록 보강하고 이론 학습과 함께 실습 학습이 가능하도록 보강함으로써 학습자의 학습 효율 및 만족도를 높일 수 있도록 할 계획이다.

참 고 문 헌

[1] Brockett, R. G., & Hiemstra, R. "Self-direction in adult learning: Perspective, on theory", research, and practice. NY: Routledge, 1991.

[2] Corno, L.,& Mandinach, E.B. "The role of cognitive engagement in classroom learning and motivation". Educational Psychologist, 18. pp.88-108, 1983.

[3] 백소영, 김명, "수준별 개별 학습을 지원하는 문제은행 시스템의 설계와 구현", 한국 컴퓨터 교육학회 논문지, 제3권 제2호, pp.31-37, 2000.

[4] 성태제, 문항반응이론의 이해와 적용, 교육과학사, 2001.

[5] 문종배, "IBM DB2 Intelligent Miner를 이용한 진단학습 시스템", 전북대학교 석사 논문, 2002. 2.

[6] 송은하의 3인, "문항반응이론에 의한 학습자 평가 시스템 설계 및 구현", 한국 컴퓨터 교육학회 논문지, 제6권 제2호, pp.1-8, 2003.

[7] 한상훈, "성인학습자의 교육 참여 동기와 자기주도 학습의 관계", 평생교육학연구 제9권 제3호, 2003.

[8] 한향숙 외 4명, "SCORM 기반의 e-Learning 시스템에서 적응형 학습자 수준 판단기법", 한국정보과학회 봄 학술발표대회 논문집, Vol.30, No.1, pp.566-568, 2003. 4.

[9] Kwang-Hoon Kim , Hyun-Ah Kim, and Chang-Min Kim, "SCO Control Net for the Process-Driven SCORM Content Aggregation Model", ICCSA2005, pp.38-47, 2005. 5.

[10] 조성호, "컴퓨터기반 시험 시스템 설계 및 구축", 한국콘텐츠학회 논문지 제5권 제1호, pp.1-8, 2005.

[11] 최숙영, 양형정, 백현기, "문항반응 이론에 의한 컴퓨터 적응적 평가와 동적 학습내용 구성에 기반한 적응형 교수 시스템", 정보과학회논문지 :소프트웨어 및 응용 제32권 제5호, 2005.

[12] 김은정, "웹기반 학습 시스템의 평가 문제에 대한 출제 방법 및 난이도 재조정에 대한 연구", 정보처리학회논문지 D, 제 12-D권 제3호, pp.471-480, 2005.

[13] Xin Li,S and K. Chang, "A Personalized E-learning System Based on User Profile Constructed Using Information Fusion," The eleventh International Conference on Distributed Multimedia Systems (DMS'05), Banff, Canada. Sep., 5-7, pp.109-114, 2005.

[14] ADL (2006). SCORM 2004 3rd Edition Content Aggregation Model (CAM) Version1.0. SCORM 2004 3ED DocSuite.

[15] 방영주, "교사-학생간의 홈페이지를 활용한 자기주도적 학습의 효과", 영어어문교육 12권 3호, 2006.

[16] 강신천, 박혜진, "학습양식에 따른 개별화 학습 지원 시스템이 학습만족도에 미치는 영향", 열린교육연구 Vol.14, No.2, pp.101-122, 2006.

[17] 정영희, "학업성취도 분석을 통한 단계별 완전학습 시스템 구현 연구", 한양대학교 석사논문, 2008. 8.

[18] 정화영, 홍봉화, "효율적인 이러닝 시스템 개발을 위한 SCORM API 상호 연결", 한국통신학회논문지, Vol.33, No.12, 2008. 12, pp.441-446, 2008. 12.



허 선 영

e-mail : hsysj119@kut.ac.kr

1995년 2월 대전대학교 전자계산학과(학사)

2005년 2월 한국기술교육대학교(공학석사)

2008년 2월 한국기술교육대학교 공학박사

과정수료

관심분야: 온톨로지, 시멘틱 웹, 원격교육
시스템, SCORM, 집단지성 등



김 은 경

e-mail : egkim@kut.ac.kr

1983년 2월 숙명여자대학교 물리학과(학사)

1986년 2월 중앙대학교 전자계산학과

(이학석사)

1991년 2월 중앙대학교 컴퓨터공학과

(공학박사)

1992년~현재 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 교수

관심분야: 지능형 에이전트, 상황인식, 트리즈, 창의적 문제해결
방법 등