

수학교과에서 SCORM 기반 반복 학습 콘텐츠의 설계 및 구현

정재철*, 신경애*, 이세훈**, 유원희***
*인하대학교 교육대학원 정보컴퓨터전공
**인하공업전문대학 컴퓨터시스템과
***인하대학교 컴퓨터정보공학부

e-mail: saejangkol@empal.com, mool0404@naver.com., seihoon@inhac.ac.kr, whyoo@inha.ac.kr

Design and Implementation of Iterative Contents based on SCORM in Mathematics

Jae-Cheul Jeong*, Kyeong-Ae Shin*, Se-Hoon Lee**, WonHee Yoo***

*Graduate School of Education, Inha University

**Dept. of Computer&Systems, Inha Technical College

***School of Computer Science & Information Technology, Inha University

요 약

SCORM(Sharable Content Object Reference Model)은 세계 e-Learning 표준화 분야에서 가장 주목을 받고 있는 ADL(Advanced Distributed Learning)의 표준화 모델이다. SCORM2004 RTE(Run-Time Environment)에서 상호작용 데이터 모델(Interaction Data Model)의 기능을 활용하면 LMS(Learning Management System)가 문항을 자동 생성하여 문제은행을 보다 쉽게 구현할 수 있다. 내용학습 후에 형성평가를 실시하기 위한 문항을 학습자가 원하는 만큼 공급할 수 있다. 본 연구는 일반계 고등학교 수학교과와 삼각함수 성질을 학습하는 데 있어 RTE의 상호작용 데이터 모델로 구현한 문제은행을 갖춘 반복학습 콘텐츠를 개발하여 학습효과를 높이고자 한다.

I. 서론

지금까지 대부분의 학습 콘텐츠는 학습 내용을 이해하는 것에 초점을 맞추어 제작되었다. 학생들이 내용 학습에서 익힌 수학적 원리를 적용하여 문제를 풀면서 수학기초에 대한 개념을 한층 더 강화할 필요성이 있음에도 불구하고, 평가문항이 많이 제공되지 않으므로 내용학습 후에 제공된 문항을 풀고 나면 학습목표가 성취되기 전에 학습이 중단되는 문제점이 있었다[1]. 온라인에서 평가에 대한 기존의 연구를 살펴보면, 문제은행을 만들고 평가시스템을 구현하여 학습자의 성취도를 평가하고자 했다. 그러나 문항을 만들거나 이미 만들어진 문항을 가져오는 과정에서 문제은행을 구현하는 데, 시간과 노력이 많이 소요되었다. 또 종합평가위주의 모의고사형의 문항이 평가문항으로 제시되므로 인하여 소단원의 학습 주제에 대한 성취도 평가가 실시되기 어려웠다[2, 3]. 소단원에서 수학 원리를 학습하기 위하여 평가에 대한 문제점

을 개선한 반복학습 콘텐츠를 설계 및 구현한다. 개발하고자 하는 콘텐츠의 특성은 단순한 수학 원리를 학습하는 데 있어서 학습자가 원하는 만큼 계속해서 형성평가 문항을 공급해주는 것이다. 문항 형태(Item Form)를 이용한 문제은행을 설계한다. 표준화 분야에 가장 주목을 받고 있는 SCORM2004의 실행환경인 RTE에서 상호작용 데이터 모델로 문제은행을 구현한다. 구현한 평가시스템은 LMS가 문항 형태의 정의에 따라 문항을 자동 생성한다. 학습내용에 대한 성취도 검사에 있어서, 보다 객관적인 판단을 위하여 CF함수(Confidence Factor Function)를 사용한다. 만들어진 SCORM 콘텐츠를 고등학교 1학년 64명을 대상으로 적용한다.

II. 관련 연구

1. 문항 형태

문항 형태는 다음 세 가지의 특징을 갖는다(4). 첫째, 고정된 구문론적 구조를 가진 문항을 만든다. 둘째, 한 개 혹은 그 이상의 변인 요소(variable elements)를 포함한다. 셋째, 변인 요소에 대한 대체 집합(replacement sets)을 명세화 함으로써 문항 문장을 정의해 준다. 문항 형태를 사용함으로써 얻어지는 이점은 다음과 같다(4). 첫째, 문항 하나하나를 개별적으로 만들기보다 문항 형태를 만드는 데 시간을 들인다면 결국 문항 형태는 검사 개발 시간을 절약할 수 있다. 둘째, 문항 형태는 CR 검사(Criterion-Referenced Testing)의 기초가 되는 영역을 엄격하게 정의한다. 이러한 CR 검사는 전체 영역 중에서 학생이 통달한 부분을 정확히 추정하여 주는 것으로 여겨진다. 셋째, 수준 높은 통계 문제나 원가 계산, 예산 같은 특히 복잡한 양적 분야에서 컴퓨터 프로그래밍된 문항 형태는 컴퓨터 계산의 정확도와 계산능력으로 인해 이득을 얻을 수 있다. 수량을 다루는 문제를 아주 정확하게 다량으로 만들 수 있다.

2. CF 함수

문항 반응 분석을 위한 CF 함수를 설계함에 있어서 다음 두 가지 사항을 고려한다(5). 첫째, 가장 최근 응답이 제일 가치 있고, 가장 오래된 응답의 가치가 제일 적다. 둘째, 여러 번의 맞는 응답이 있으면 학생이 완전히 이해하고 있다고 판단할 수 있다.

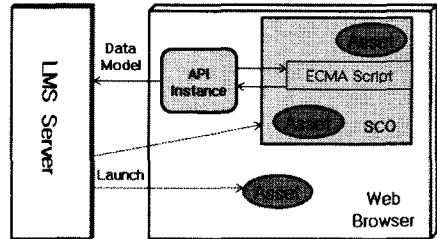
학생이 완전히 이해하고 있는 상태일 때 CF 함수 값은 1이고, 학생이 전혀 모르는 상태일 때 CF 함수 값은 0이다. 반응검사를 실시하기 전 상태의 CF 함수 값은 0.5이다. 인지 상태를 파악하기 위한 CF 함수의 정의는 다음과 같다(5).

$$CF(R_1, R_2, \dots, R_n) = \frac{R_{n-k+1}W_{n-k+1} + \dots + R_{n-1}W_{n-1} + R_nW_n}{W_{n-k+1} + \dots + W_{n-1} + W_n} \dots (*)$$

(*)에서 $CF(R_1, R_2, \dots, R_n)$ 는 n개의 응답에 대한 인지상태를 나타내는 확신요소 값이다. R_n 은 n번째 응답에 대한 결과로, 맞는 응답일 때 $R_n = 1$ 이고, 틀린 응답일 때 $R_n = 0$ 이며, 응답을 하지 않은 상태에서 $R_n = 0.5$ 이다. W_n 은 시간의 흐름에 따른 가중치(weight)이다. 학습자가 학습 내용을 인지하고 있는 지를 판단하는 CF 함수 값의 준거를 설정해야 하는데, 0.6보다 큰 값이 나오면 학생이 알고 있고, 0.3보다 작은 값이 나오면 학생은 모르는 상태이며, 0.3에서 0.6사이의 값이 나오면 판단할 수 없다. 그리고 판단을 위한 기준 값들은 보다 정확한 인지측정을 위하여 연구될 필요가 있다(5).

3. SCORM RTE

RTE는 어떠한 LMS에서도 정상적인 동작이 가능하게 하기 위하여 학습객체와 LMS간 인터페이스 표준을 정의한 것이다. RTE는 [그림 1]과 같이 콘텐츠의 재사용을 위해 LMS간의 통신을 위한 공통적인 메커니즘(Launch)과 학습 자원 실행을 위한 방법(API), 데이터 모델로 구성된다(6). Launch는 LMS가 웹 기반 학습자원을 실행할 수 있는 공통적인 방법을 정의하며 이미 학습자에게 전달된 학습 자원과 LMS간의 통신을 위한 절차와 책임들을 정의한다. 특정 LMS의 구현방법에 구애받지 않고 학습 자료의 전달이 가능하며 어떠한 학습 자료를 실행시킬 것인가는 콘텐츠의 구조, 학습자의 정보 등을 고려하여 LMS가 결정한다(6).



(그림 1) SCORM RTE의 구성요소

API(Application Program Interface)는 LMS에게 학습자원의 상태(오류상태, 초기화하기, 끝내기, 유지하기 등)를 알려주는 커뮤니케이션 메커니즘으로 LMS와 SCO간에 데이터를 교환하고 저장하는데 활용한다. API는 LMS와 SCO간의 표준화된 통신 방법을 제공하는데 SCO는 표준화 API를 구현한 API Adapter를 통해서 LMS와 통신을 하게 된다(5). 데이터 모델은 학습자원의 상태, 학습자 정보, 질문과 테스트 상호작용, 평가 등과 같이 커뮤니케이션을 통해 교환되는 정보를 명확히 하기 위해 사용된 데이터 요소들의 표준 모음으로 LMS가 실행시간 내내 계속 유지하고 있어야 하며, 서로 다른 LMS 환경에서도 학습정보들이 추적되고 교환되기 위해 사전에 정의된 데이터 요소들만 활용해야 한다(5). 상호작용 데이터 모델의 속성은 객체ID, 사용시간, 정답, 점수, 학생응답, 응답시간, 문항 화면표시, 문항타입(type), 등으로 이루어진다. 검사과정에서 문항마다 각 속성들의 값이 정해지고, SCO가 실행되고 있는 웹브라우저와 LMS 서버 사이에 필요한 데이터가 커뮤니케이션 된다(6).

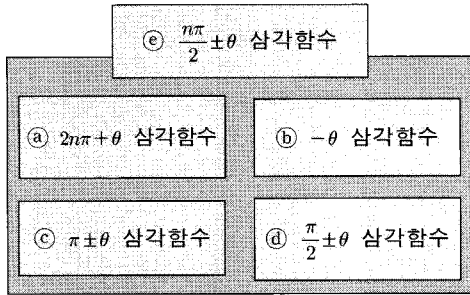
III. 반복학습 콘텐츠의 설계 및 구현

1. 설계

1.1 주제 선정

본 연구에서 문항제작은 $\frac{n\pi}{2} \pm \theta$ 삼각함수 원리를 학습시

키는 것을 목적으로 한다. 삼각함수의 정의역을 축소하여 단순한 문항을 만든다. 제공되는 문항을 반복 학습하므로 $\frac{n\pi}{2} \pm \theta$ 삼각함수 원리를 이해하는 것에 구현의 초점을 둔다. [그림 2]는 세분화된 학습 영역이다.



[그림 2] 학습 영역

1.2 학습 순서

SCORM 콘텐츠의 학습은 웹에서 로그인하여 학습자 모델로 들어오면 학습영역 선택에서 내용학습과 형성평가로 구분하여 제시한다. 형성평가를 하고, 그 결과 합격 판정을 받으면 SCORM 콘텐츠를 종료하고, 불합격 판정을 받으면 내용학습으로 가서, 제시된 학습 자료를 통하여 학습활동을 전개한다. 내용학습이 종료되면, 다시 형성평가를 실시하고 합격이면 종료, 불합격이면 내용학습을 계속 진행하는 반복학습 콘텐츠이다. [그림 3]은 구현하고자 하는 SCORM 콘텐츠의 학습 순서에 대한 유사코드(pseudocode)이다.

```

Begin
Choose the course for learning
If the course = "내용학습",
Then Study "초급과정"
Study "중급과정"
Perform "형성평가"
While Score<Criterion Score
Study "내용학습"
Perform "형성평가"
Endwhile
Else
Perform "형성평가"
While Score<Criterion Score
Study "내용학습"
Perform "형성평가"
Endwhile
Endif
End
    
```

[그림 3] 학습 순서에 대한 유사코드

1.3. 문항 형태 제작

[그림 2]의 세분화 된 교수-학습 영역에 따라 7개의 문항 형태를 정의한다. ①, ②, ③, ④영역에 대한 문항은 수학적 원리를 숙지시키는 데 목적을 두었으므로 생성되는 문항

의 개수를 적게 한다. ⑤영역은 전체영역이므로 공식의 적용 및 활용에 주안점을 두고, 인지측정의 신뢰성을 위하여 생성되는 문항의 개수를 많게 한다. [표 1]은 [그림 2]의 ⑤영역을 평가하기 위한 문항을 생성하기 위한 문항 형태를 정의하고 있다.

[표 1] 문항 형태의 정의

대체구조	대체집합	보기
A ($\frac{B\pi}{2}$ C θ) 의 값을 구하면?	A의 대체집합 = { sin, cos, tan, cot }	(보기1) ① - sin θ ② - cos θ ③ sin θ ④ cos θ
	B의 대체집합 = { x' - 40 \leq x \leq 40, x는 정수 }	(보기2) ① - tan θ ② - cot θ ③ tan θ ④ cot θ
	C의 대체집합 = { +, - }	

문항 형태에 대한 (보기) 및 정답이 결정되는 과정을 보여주는 유사코드이다. 변인 요소 A에 의하여 <보기>가 결정되고, 변인 요소 B와 C에 의하여 정답이 결정된다. [그림 4]는 [표 1]의 문항 형태에 대한 정답을 결정하는 유사코드이다.

```

Begin
If variable A = sin or cos Then Select "<보기1>"
Else Select "<보기2>"
Endif
SET DV to the remainder of the number
divided by 4
variable B
If variable A = sin or cos Then
Fof DV=0 to 3
If C=+ Then Select 정답
Else Select 정답
Endif
Endfor
Else SET DV to the remainder of the number
divided
by 2 to
variable B
For DV=0 to 1
If C=+ Then Select 정답
Else Select 정답
Endif
Endfor
Endif
End
    
```

[그림 4] 정답 결정 유사코드

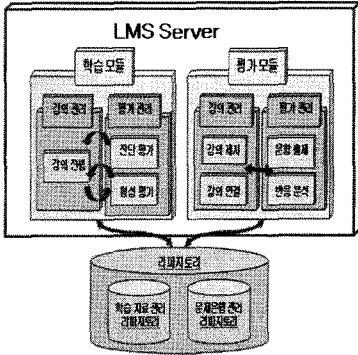
1.4 학습 자료 제작

학습내용 콘텐츠는 초급과 중급으로 나누어서 제작한다. 초급과정은 기본적인 내용과 증명보다는 단순한 직관의 간단한 적용으로 문제를 해결하고 원리를 숙지하도록 제작한다. 중급과정은 증명과정, 논리적 해설을 포함시켜 좀 더 복잡성을 주어 제작한다. 학습콘텐츠 제작은 Leatora와 Flash를 사용한다.

2. 구현

2.1 시스템 개요

S C O R M 2004 3rd Edition Sample RTE_V1.0.2 를 LMS서버로 사용한다. 저작 언어로 JavaScript, XML을 이용한다. 내용 학습 자료를 Lectora 2008, Flash MX로 제작한다.



(그림 5) 시스템 개요

[그림 5]에서 학습 모듈과 평가 모듈은 리퍼지토리 (Repositories)와 연결되어 있으며, 리퍼지토리는 강의를 저장하고 관리하는 학습자원 관리 리퍼지토리, 문제를 생성하고 출제하고 해당문제의 정답을 유추, 채점 관리, 문항 분석을 하는 문제은행 관리 리퍼지토리로 구성된다.

2.2 평가 모듈 구현

[그림 6]은 문항 형태의 대체구조 (' $A(\frac{B\pi}{2} C \theta)$ 의 값을 구하면? ')와 변인 요소들의 스키마를 정의하고 있는 Quiz.xsd 파일의 일부를 보여주고 있다. A의 대체집합의 타입(Type)은 문자열(string)로 정의하고 있다.

```
<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?> ...
<xsd:complexType name="a_domain">
<xsd:sequence>
<xsd:choice maxOccurs="unbounded">
<xsd:element name="Type" type="xsd:string"/>
</xsd:choice>
</xsd:sequence>
</xsd:complexType> ...
```

(그림 6) Quiz.xsd

quiz.xsd를 바탕으로 quiz.xml (데이터) 문서를 생성한다. [그림 7]은 대체 구조 (' $A(\frac{B\pi}{2} C \theta)$ 의 값을 구하면? ')의 A에 대한 대체집합의 설정 중 일부를 보여주고 있다. xml로 만들었기 때문에 문항의 추가/수정/삭제가 용이하다.

```
... - <QUIZ xmlns="Schema.xsd" xmlns:xsi= ...
xsi:schemaLocation="Schema.xsd Quiz.xsd">
- <question>
<ID>1</ID>
<Type>`A(B pi/2 C theta)`</Type>
- <A_domain>
<Type>sin</Type>
<Type>cos</Type> ...
```

(그림 7) Quiz.xml

형성평가를 시작하면 안내를 위한 html 파일이 실행되면서 (그림 8)의 loadQuiz()를 읽어 와서 quiz.xml을 로드한다.

```
function loadQuiz()
{var xmlDoc = new
ActiveXObject("MSXML.DOMDocument");
xmlDoc.async = false;
xmlDoc.load("Quiz.xml"); ...
```

(그림 8) Quiz.xml 로드

읽어온 quiz.xml 내용을 상호작용 데이터 모델을 이용하여 저장한다. 상호작용 데이터 모델에는 여러 종류의 문항 타입(true/false, choice, fill-in, long-fill-in, likert, matching, sequencing, performance, numeric, other)을 지원하고 있으며, 본 연구에서 정의한 문제 유형을 구현하고자 'performance'를 사용한다

// Set the Interaction ID

LMSSetValue("cmi.interactions."+index+".id", "Quiz");

// Set the Interaction type for this "interaction"

LMSSetValue("cmi.interactions."+index+".type", "performance");

// to describe this Interaction, we'r using the actual test question

LMSSetValue("cmi.interactions."+index+".description", description);

문제풀이를 시작하면 Interaction Data Model에 저장된 내용을 읽어 들어 화면에 출력한다.

// get description of question

LMSGetValue("cmi.interactions."+idx+".description");

// get correct_responses.0.pattern

LMSGetValue("cmi.interactions."+idx+".correct_responses.0.pattern");

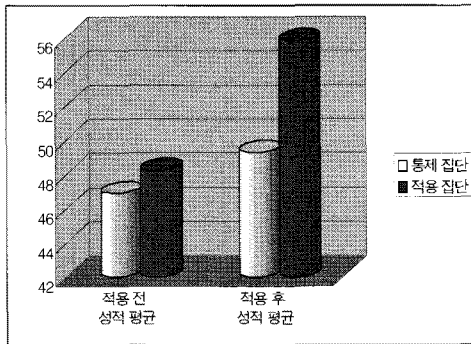
학생이 문제에 대한 답을 입력하였는지 체크하여 Interactions Data Model에 update 한다. 만약, 답을 입력하지 않았으면 다음 화면으로 이동하지 못하게 처리된다.

LMSGetValue("cmi.interactions."+index+".learner_response", "true")

[표 3] 사전 사후 성적 비교

구 분	적용 전 평균	적용 후 평균	적용 전 표준편차	적용 후 표준편차
적용집단	48.3	55.9	17.7	24.8
통제집단	46.9	49.3	18.3	22.9

[표 3]에서 적용집단과 통제집단을 대상으로 사전 학력 검사 성적은 2학기 1회고사 성적으로 대신하였고, 적용 전에 적용집단과 통제집단의 평균의 차이는 적용집단이 1.4점 높으며, 표준편차는 통제집단이 0.6점 높았다. 적용 후, 적용 집단과 통제집단의 평균의 차이는 6.6점이고, 표준편차는 적용집단이 1.9점 높았다. 본 연구에서 설계 구현한 SCORM 기반 반복학습 콘텐츠를 통하여 학습한 적용집단이 일반적인 콘텐츠를 통하여 학습한 통제집단에 비하여 학업 성취도가 향상되었음을 알 수 있었다. [그림 10]은 적용집단과 통제집단의 적용 전/후 성적을 비교한 차트이다.



[그림 11] 적용 전 후 성적 비교 차트

V. 결론

본 연구는 일반계 고등학교 1학년 수학교과 블렌디드 러닝에서, 웹에서 SCORM 기반 반복학습 콘텐츠를 통한 학습이, 일반적인 콘텐츠에 의한 학습보다 효과적임을 보이고자 하였다.

Lectora와 Flash를 사용하여 내용 학습 콘텐츠를 제작하였다. 학습 활동과 내용 학습 콘텐츠를 결합하여 강좌를 구성하였다. 문항 생성을 위한 문항 형태를 설계한 후, SCORM 2004 RTE의 Interaction Data Model을 사용하여 형성평가를 위한 문제은행을 구현하였다. SCORM 기반 반복 학습 콘텐츠는 문항 형태의 정의에 따라 LMS가 자동으로 문항을 생성하므로, 기존의 방법인 수기로 문항을 작성하는 데서 오는, 시간과 노력의 제약을 한층 덜어 주었다. 그리고 학습자로 하여금 성취목표가 달성될 때까지 내용학습 후에 항

상 새로운 문항으로 형성평가를 실시할 수 있게 하였다. SCORM 기반 반복학습 콘텐츠는 형성평가 결과에 대한 분석을 보다 객관화하기 위하여 CF 함수를 사용하였고 성취 수준에 따라 학습을 안내하였다. SCORM 기반 반복학습 콘텐츠의 학습효과에 대한 적용을 위하여, 일반계 고등학교 1학년 64명으로 각 32명씩 적용집단과 통제집단을 구성하였다. 본 연구는 형성평가 및 보충학습에 SCORM 기반 반복학습 콘텐츠를 적용하여 학습한 적용집단과 일반적인 콘텐츠를 통하여 학습한 통제집단 간에 적용 전/후 학업성취도 검사를 실시하였다. 적용 전 검사를 통하여 두 집단이 동질집단임을 확인하였다. 적용 후, SCORM 기반 반복학습 콘텐츠를 통하여 학습한 적용집단의 학업 성취도가, 일반적인 콘텐츠를 통하여 학습한 통제집단의 학업 성취도보다, 더 높은 것으로 나타났다. 두 집단 간의 평균은 유의미한 차이를 보였다.

일반계 고등학교 수학교과 수업에 적용한, 형성평가 및 보충학습을 위한 SCORM 기반 반복학습 콘텐츠는, 일반적인 콘텐츠보다 학습의 성취도에 효과가 있음을 확인 하였다. 또한, ADL에서 제공하는 SCORM2004 RTE의 다양한 기능들 중에서 Interaction Data Model을 사용하면, 수학교과 의 소단원을 학습하기 위한 반복학습 콘텐츠를 개발하는 데, 효과적임을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] 구성천, 초등학교 수학과 개별학습용 코스웨어의 설계 및 구현, 영남대학교 석사논문, 2006
- [2] 박현주, 웹기반 수준별 학습평가 시스템의 설계 및 구현, 충남대학교 석사논문, 2007
- [3] 이민경, 웹 기반 학습 평가를 위한 문제은행 시스템의 설계 및 구현, 한양대학교 석사논문, 2007
- [4] SCORM® 2004 3rd Edition Run-Time Environment (RTE) Version 1.0 © 2006 Advanced Distributed Learning. <http://www.adlnet.gov/>
- [5] Gale H. Roid 외 1인, 문항작성방법론, 중앙교육진흥연구소, 1989
- [6] Insub Shim, Student Modeling For an Intelligent Tutoring System : Based On The Analysis Of Human Tutoring Sessions, Ph.D Dessionation, IIT, USA, 1991
- [7] 이가영 외 1인, "SCORM 기반 에듀테인먼트 콘텐츠 개발," 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 제35권, 제1호 (B), pp210~215, 2008