

## SCORM 기반 반복 학습 콘텐츠 및 문항 생성 시스템 설계

백영태\*, 이세훈\*\*, 정재철\*\*\*

### Design of Iterative Learning Contents and Items Generation System based on SCORM

YeongTae Baek \*, SeHoon Lee \*\*, JaeCheul Jeong \*\*\*

#### 요 약

기존 연구에서는 문제은행을 만들고 평가시스템을 구현하여 학습자의 성취도를 평가하고자 했다. 그러나 문항을 만들거나 이미 만들어진 문항을 가져오는 과정에서 문제은행을 구현하는 데, 시간과 노력이 많이 소요되었다. 또 종합평가 위주의 모의고사형의 문항이 평가문항으로 제시되다보니 소단원의 학습 주제에 대한 성취도 평가가 실시되기 어려웠다.

소단원이나 수학 원리등을 학습하는 데 있어서, 평가에 대한 문제점을 개선하기 위하여, 본 논문은 문항 형태(Item Form)를 이용한 문제은행을 SCORM2004의 실행환경 RTE에서 데이터 모델 인터액션으로 구현한다. 학습 관리 시스템에 의하여 문항 형태의 정의에 따라 자동 생성된, 평가문항에 대한 성취도 검사에 있어서, 보다 객관적인 판단을 위하여 확신 인자 함수(Confidence Factor Function)를 사용한다. 실험을 위한 콘텐츠로 수학의 삼각 함수를 두 개의 실험 대비군에게 현장 적용을 하여 제안된 문항 생성 시스템을 이용한 교육이 유의성이 있음을 보였다.

#### Abstract

According to previous researches about online evaluation in many e-Learning contents, it took too much time and effort to generate test questions for formative or achievement tests using a database as an item pool. Furthermore, it is hard to measure accomplishment of learners for each unit through overall tests provided by existing e-learning contents.

In this paper, to efficiently cope with problems described above, the item pool based on Item Form was transformed into Interaction Date Model in Run-Time Environment of SCORM2004. And the contents for the math concepts and principles that students would learn from regular classroom were developed in accordance with SCORM. In addition, Confidence Factor Function was used to take an objective view in measuring the accomplishment of learners through the items automatically generated by LMS(Learning Management System).

▶ Keyword : 문항생성(Items Generation), 반복학습 콘텐츠(Iterative Learning Contents), 스크립(SCORM), 수학 온라인 학습(Mathematics e-Learning)

• 제1저자 : 백영태    교신저자 : 이세훈

• 투고일 : 2009. 1. 28, 심사일 : 2009. 1. 30, 게재완료일 : 2009. 2. 17.

\* 김포대학 IT학부 부교수    \*\* 인하공업전문대학 컴퓨터시스템과 교수    \*\*\* 인하대학교 정보·컴퓨터교육전공

※ 이 논문은 2008학년도 김포대학의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

## 1. 서론

지금까지 대부분의 온라인 학습 콘텐츠는 학습 내용을 이해하는 것에 초점을 맞추어 제작되었다. 학생들이 내용 학습에서 익힌 수학적 원리를 적용하여 문제를 풀면서 수학공식에 대한 개념을 한층 더 강화할 필요성이 있음에도 불구하고, 평가문항이 미리 정해진 일정 문항만을 제한적으로 제공하므로, 내용학습 후에 제공된 문항을 풀고 나면 학습목표가 성취되기 전에 학습이 중단되는 문제점이 있었다[1]. 온라인에서 평가에 대한 기존 연구에서는 문제은행을 만들고 평가시스템을 구현하여 학습자의 성취도에 초점을 맞추어 연구하였다. 그러나 문항을 만들거나 이미 만들어진 문항을 가져오는 과정에서 문제은행을 구현하는 데, 시간과 노력이 많이 소요되었다. 특히 종합 평가 위주의 모의고사형 문항이 평가문항으로 제시되는 경우에는 소단원의 학습 주제에 대한 성취도 평가를 수행하기 어렵다[2][3]. 중단원이나 대단원 학습 주제는 결국 소단원 학습 주제를 연결한 포괄적인 것이므로, 소단원에서의 완전한 이해와 성취도 평가는 학습 주제 전체를 이해하는데 기본이 되는 요소라 할 수 있다.

따라서 이 논문에서는 소단원에서 다양한 원리를 학습하기 위하여 평가에 대한 문제점[2][3]을 개선한 반복학습 콘텐츠를 설계 및 구현한다. 개발하고자 하는 콘텐츠의 특성은 수학 원리를 학습하는 데 있어서 학습자가 원하는 만큼 계속해서 문항 형태(Item Form)를 이용한 형성평가 문항을 공급해 주는 것이다. 설계할 문제 은행은 국제적으로 학습 콘텐츠 표준화 분야에 가장 주목을 받고 있는 SCORM2004의 실행환경인 RTE(Runtime Environment)[4]에서 상호작용 데이터 모델로 구현한다. 평가시스템은 LMS가 문항 형태의 정의에 따라 문항을 자동 생성한다. 학습내용에 대한 성취도 검사에 있어서, 보다 객관적인 판단을 위하여 CF 함수(Confidence Factor Function)를 사용한다.

## II. 관련 연구

### 1. 문항 형태

문항 형태는 다음 세 가지의 특징을 갖는다. 첫째, 고정된 구분론적 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 함

으로써 문항 문장을 정의해 준다. 문항 형태를 사용함으로써 얻어지는 이점은 다음과 같다[5]. 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 프로그램화된 문항 형태는 컴퓨터 계산의 정확도와 계산능력으로 인해 이득을 얻을 수 있다. 수량을 다루는 문제를 아주 정확하게 다양으로 만들 수 있다.

### 2. 확신 인자 함수

문항 반응 분석을 위한 확신 인자 함수(Confidence Factor Function)를 설계함에 있어서 다음 두 가지 사항을 고려한다[6]. 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[6].

$$CF(R_1, R_2, \dots, R_n) = \frac{R_{n-k+1}W_{n-k+1} + \dots + R_{n-1}W_{n-1} + R_nW_n}{W_{n-k+1} + \dots + W_{n-1} + W_n} \dots \text{(식1)}$$

$R_n = \text{Result of Responce n time}$   
 $W_n = \text{Weight of Responce n time}$

(식1)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][6].

### 3. SCORM 실행 환경

ADL은 웹기반 학습 환경에서 학습 내용을 표준화된 방식으로 검색하고, 공유하고, 활용할 수 있도록 지원하는 기술 표준을 위하여 SCORM을 만들었다(7)(8)(9). e-Learning의 접근 용이성, 상호 호환성, 재사용 가능성을 높이고자 하였으며 SCORM의 구성요소는 그림 1과 같이 SCORM의 개요(Overview)와 CAM, RTE, S&N(Sequencing and Navigation)으로 이루어져 있다.

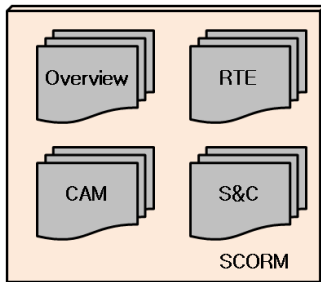


그림 1. SCORM의 구성요소  
Fig. 1. Component of SCORM

실행 환경(RTE)은 어떠한 LMS에서도 정상적인 동작이 가능하게 하기 위하여 학습객체와 LMS간 인터페이스 표준을 정의한 것이다. RTE는 콘텐츠의 재사용을 위해 LMS간의 통신을 위한 공통적인 메커니즘(Launch)과 학습자원 실행을 위한 방법(API, 데이터 모델로 구성된다(4)). Launch는 LMS가 웹기반 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(7)(8)(9).

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(4). 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. 상

호작용 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(4)(7).

### III. 반복학습 콘텐츠 및 문항 생성 시스템 설계

#### 1. 시스템 개요

시스템은 그림 2와 같이 학습 모듈과 평가 모듈, 리퍼지토리(Repositories)와 클라이언트 부분으로 나누어진다. SCO나 Asset이 실행되기 위해서는 론치(Launch)되어야 하며, SCO는 클라이언트인 웹브라우저에서 실행되면서 ECMA Script로 작성된 API 객체(Instance)를 통하여 LMS Server와 커뮤니케이션한다. 학습자가 SCO를 학습하는 중에 필요한 데이터들은 Data Model Element를 사용하여 서로 신호를 주고 받는다.

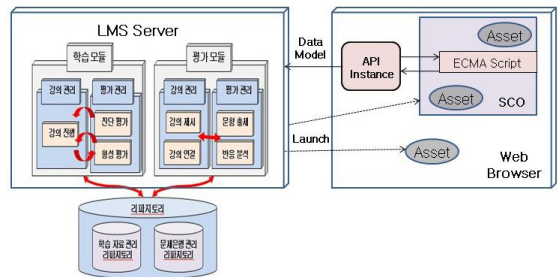


그림 2. 시스템 구조  
Fig. 2. The Systems Architecture

학습 모듈과 평가 모듈은 리퍼지토리와 연결되어 있으며, 리퍼지토리는 강의를 저장하고 관리하는 학습자원 관리 리퍼지토리, 문제를 생성하고 출제하고 해당문제의 정답을 유추, 채점 관리, 문항 분석을 하는 문제은행 관리 리퍼지토리로 구성된다.

구현은 SCORM 2004 3rd Edition Sample RTE\_V1.0.2를 LMS서버로 사용한다. 언어로 JavaScript, XML을 이용한다.

#### 2. 평가 모듈

다음은 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 문자열로 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> ...
```

quiz.xsd를 바탕으로 quiz.xml (데이터) 문서를 생성한다. 다음은 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> ...
```

형성평가를 시작하면 안내를 위한 html 파일이 실행되면서 다음과 같이 loadQuiz()를 읽어 와서 quiz.xml을 로드한다.

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

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, 이 논문에서 정의한 문제 유형을 구현하고자 'performance'를 사용 한다

```
// 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 들여 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")
```

학생이 입력한 답을 체크하여 응답내용을 상호작용 데이터 모델에 update 한다.

```
LMSGetValue("cmi.interactions."+index+".result", "correct")
```

상호작용 데이터 모델에 update되어 있는 학생의 응답내용에 대하여 CF 함수 값을 구하고 학생의 성취상태에 따라 다음 학습을 안내한다.

```
LMSGetValue("cmi.interactions."+i+".result")+')':
return(correct/incorrect)
```

이 논문에서는 인지 판단을 위한 CF 함수를 다음과 같이 적용한다. (식1)에서 [6]의 방법을 응용하여 응답의 개수를 5개로 하고 ( $k=5$ ), 5문항에 대한 가중치(weight)를  $W_{n-4}=1, W_{n-3}=2, W_{n-2}=3, W_{n-1}=4, W_n=5$ 로 한다. 본 시스템에서의 형성평가는 짧은 시간에 연속적으로 이루어지기 때문에 시간에 대한 가중치의 차를 작게 한다. 문항수가 많을 수록 인지 판단의 신뢰도가 높아지므로 문항의 개수를 늘려  $k=3$  대신에  $k=5$ 를 적용한다[9]. 형성평가에서의 인지 판단은 CF 함수 값이 0.5이하이면 모르는 것으로 판단하고, 0.8이상이면 알고 있다고 판단한다. 학생들은 수업을 하고 얼마 지나지 않은 상태이고, 비교적 단순한 수학적 개념에 대한 평가 이므로 CF 함수 값을 Shim이 사용한 것보다 높게 적용한다.

그럼 3은 정답(C)과 오답(W)으로 표시된 검사결과에 대한 CF 함수 값과 SCORM 콘텐츠에 적용하기 위한 준거 점수 설정(Criterion Score)을 보여주고 있다.



그림 3. CF 함수 값에 의한 준거 점수 리스트  
Fig. 3. List of Criterion Score by CF Function Values

다음 코드는 문항 반응에 대하여 CF 함수 값을 적용하고, 학생의 성취수준에 따라 안내하고 있는 자바스크립트 파일의 일부이다.

```

...
document.write("<br><br>");
document.write("-----<br>");
// CF 함수 값이 0.5 이하이면 모르는 것으로 판단
if ( cf <= 0.5 )
{
document.write("개념에 대한 보충학습이 필요합니다.<br>");
document.write("-----<br><br>");
document.write("<input type='button' name='quiz' title='다음' value='보충수업하기'>");
document.write("<br><br>");
document.write("<input type='button' name='quiz' title='다음' value='다시 한번 문제풀기'>");
document.write("<br><br>");
// CF 함수 값이 0.8 이상이면 알고 있다고 판단.
else if ( cf >= 0.8 )
...
    
```

3. 학습 모듈  
학습내용 콘텐츠는 초급과 중급으로 나누어서 제작한다. 초급과정은 기본적인 내용과 증빙보다는 단순한 직관의 간단한 적용으로 문제를 해결하고 원리를 숙지하도록 제작한다. 중급과정은 증명과정, 논리적 해설을 포함시켜 좀 더 복잡성을 주어 제작한다.

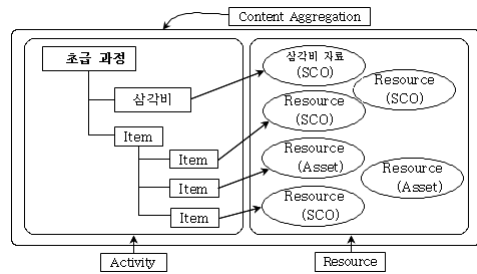


그림 4. 초급과정 콘텐츠 통합  
Fig. 4. Integration of Beginner Course Contents  
내용 학습 콘텐츠(Resource)와 강좌(Activity)를 연결하는 콘텐츠 통합(Content Aggregation)을 수행한다. 그림 4는 초급과정의 콘텐츠 통합을 보여 주고 있다. LMS가 추적할 수 있는 학습 자료인 SCO와 단순히 실행만 시키는 학습 자료인 Asset을 연결하여 강좌를 구성하고 있다.  
다음은 삼각비 학습 자료(Resource)와 삼각비 강좌(Activity)를 연결하는 Imsmanifest 파일이다.

```

<metadata>
<schema>ADL SCORM</schema>
<schemaversion>2004 3rd Edition</schemaversion>
<adlcp:location>Course.xml</adlcp:location>
</metadata>
<organizations default="CourseID-org">
<organization identifier="CourseID-org">
<title>Course</title>
<item identifier="삼각비" identifierref="삼각비 자료">
<title>Course</title>
<imsss:sequencing>
<imsss:controlMode choice="false" flow="true" />
...
<resources>
-<resource identifier="삼각비 자료" type="webcontent"
adlcp:scormType="sco" href="index.html">
<file href="index.html" />
<file href="content.html" />
<file href="titlemgr.html" />
<dependency identifierref="P_87" />
<dependency identifierref="R_2" />
<dependency identifierref="R_8" />
<dependency identifierref="R_11" />
<dependency identifierref="R_14" />
...
    
```

학습콘텐츠 제작은 Leatora와 Flash를 사용한다. 내용 학습 콘텐츠(Resource)와 강좌(Activity)를 연결하는 콘텐츠 통합(Content Aggregation)을 수행한다.

IV. 실험 및 평가

1. 주제 선정

이 논문에서 문항제작은  $\frac{n\pi}{2} \pm \theta$  삼각함수 원리를 학습시키는 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 5는 세분화된 학습 영역이다.



그림 5. 학습 영역  
Fig. 5. Domain of Learning Contents

SCORM 콘텐츠의 학습은 웹에서 로그인하여 학습자 모듈로 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.

2. 문항 형태 제작

그림 5의 세분화 된 교수-학습 영역에 따라 7개의 문항 형태를 정의한다. ㉑, ㉒, ㉓, ㉕ 영역에 대한 문항은 수학적 원리를 숙지시키는 데 목적을 두었으므로 생성되는 문항의 개수를 적게 한다. ㉔ 영역은 전체영역이므로 공식의 적용 및 활용에 주안점을 두고, 인지측정의 신뢰성을 위하여 생성되는 문항의 개수를 많게 한다. 표 1은 그림 5의 삼각함수 ㉔영역을 평가하기 위한 문항을 생성하기 위한 문항 형태를 정의하고 있다.

표 1. 삼각함수 문항 형태의 정의  
Table 1. Definition of Items Form for trigonometric function

대체구조	대체집합	보기
$A(\frac{B\pi}{2} C \theta)$ 의 값을 구하면?	A의 대체집합 = {sin, cos, tan, cot} B의 대체집합 = { $x$   $-40 \leq x \leq 40$ , $x$ 는 정수} C의 대체집합 = {+, -}	(ex1) ① -sinθ ② -cosθ (ex2) ① -tanθ ② -cotθ ③ sinθ ④ cosθ ③ tanθ ④ cotθ

문항 형태에 대한 <보기> 및 정답이 결정되는 과정을 보여주는 유사코드이다. 변인 요소 A에 의하여 <보기>가 결정되고, 변인 요소 B와 C에 의하여 정답이 결정된다.

알고리즘 1은 표 1의 문항 형태에 대한 정답을 결정하는 알고리즘이다.

알고리즘 1. 문항 형태에 따른 정답 결정  
Algorithm 1. Decision of Correct Answer by Items Form

```

Begin
If variable A = sin or cos Then Select "<ex1>"
Else Select "<ex2>"
Endif
Endif
SET DV to the remainder of the number divided by 4
to variable B

If variable A = sin or cos Then
For 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
    
```

표 2는 그림 5의 ㉔영역의 특수각 삼각함수를 평가하기 위한 문항 생성 형태를 정의하고 있다. 특수각의 삼각함수 값은  $0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}$ 에 대한 값이 주로 사용되지만,  $\frac{n\pi}{2} \pm \theta$  삼각함수 원리를 익히기 위하여  $\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3}$ 에 대한 값으로 제한하여 문항 형태를 정의한다.

표 2. 특수각 삼각함수 문항 형태의 정의  
Table 2. Definition of Items Form for trigonometric function of special degree

대체구조	대체집합	보기
A ( $\frac{B\pi}{2}$ C D) 의 값을 구하면?	A의 대체집합 = {sin, cos, tan, cot} B의 대체집합 = {x   -20 ≤ x ≤ 20, x는 정수} C의 대체집합 = {+, -} D의 대체집합 = { $\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3}$ }	(ex1) ① $-\frac{\sqrt{3}}{2}$ ② $-\frac{1}{\sqrt{2}}$ ③ $-\frac{1}{2}$ ④ $\frac{1}{2}$ ⑤ $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ⑥ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (ex2) ① $-\sqrt{3}$ ② $-\frac{1}{\sqrt{3}}$ ③ $-\frac{1}{\sqrt{3}}$ ④ $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ⑤ 1 ⑥ $\sqrt{3}$

3. 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. 그림 6은 SCORM RTE에서 구현한 초급과정 강좌를 선택하여 학습하는 화면을 보여준다.

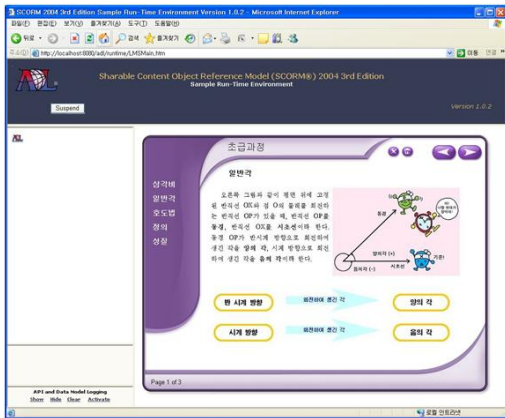


그림 6. 삼각함수 학습 화면  
Fig. 6. Learning Screen of trigonometric function

그림 7은 SCORM에 상호작용 데이터 모델(Interaction Data Model)에 있는 문제은행 리파지토리에서 출력한 형성평가 화면이다. 문항을 풀고, 다시 버튼을 누르면 같은 과정을 수행하여 문항이 자동 출제된다. 이와 같이 학습자가 원하는 만큼  $\frac{n\pi}{2} \pm \theta$  삼각함수와 특수각 삼각함수 원리를 반복하여 학습할 수 있도록 문항을 제공해 준다.

그림 7은 SCORM에 상호작용 데이터 모델(Interaction Data Model)에 있는 문제은행 리파지토리에서 출력한 형성평가 화면이다. 문항을 풀고, 다시 버튼을 누르면 같은 과정을 수행하여 문항이 자동 출제된다. 이와 같이 학습자가 원하는 만큼  $\frac{n\pi}{2} \pm \theta$  삼각함수와 특수각 삼각함수 원리를 반복하여 학습할 수 있도록 문항을 제공해 준다.

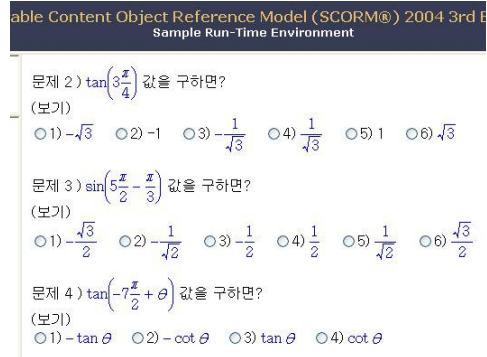


그림 7 형성평가  
Fig. 7. Formative Evaluation

제안 시스템의 SCORM 콘텐츠에서는 LMS 서버 안에 있는 문제은행 리파지토리에 의하여 연속적으로 형성평가 문항을 생성할 수 있다. 그림 8은 연속적으로 생성한 여러 개의 형성평가 화면을 보여주고 있다. 학습자는 목표점수에 도달할 때까지 계속해서 내용학습과 형성평가 문제풀이를 반복할 수 있다.

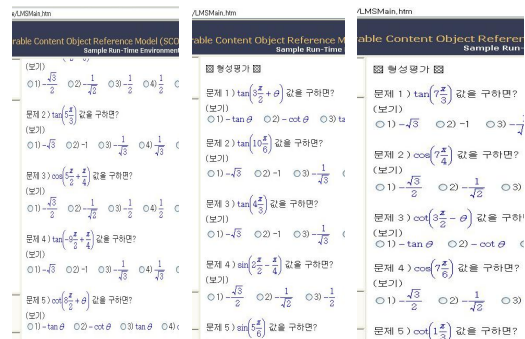


그림 8 연속 생성한 형성평가  
Fig. 8. Continuing Formative Evaluation

그림 9는 형성평가를 시행하고 CF 함수 값이 계산된 화면이다. 다시 문제풀기를 선택하면 새로운 문항지가 제공되어 문제를 풀 수 있다. 종료 버튼을 누르고 초급과정이나 중급과정 중에 택하여 학습할 수 있다.

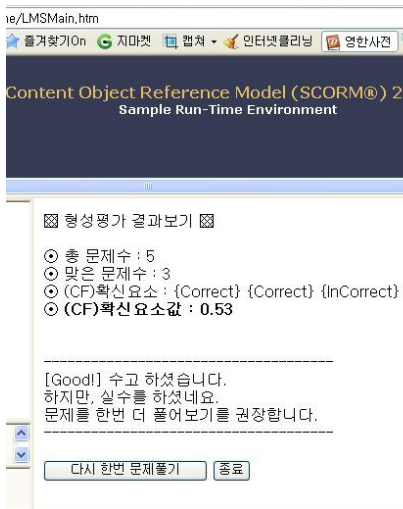


그림 9. CF 함수 값을 적용  
Fig. 9. Applying CF Function Value to Formative Evaluation

4. 평가

이 논문의 적용의 대상은 대학 1학년 대학수학 과목에서 80명을 적용대상으로 선정하였다. 적용집단과 일반집단 으로 구성되어 있다. 두 그룹 사이에 성적의 평균이 비교적 비슷한 두 반을 선택하였다. 이 논문에서 설계 구현한 SCORM 기반 반복학습 콘텐츠를 적용한 적용집단과 일반적인 콘텐츠를 적용한 일반 집단을 대상으로 적용 전/후에 측정한 학업성취도에 대하여 결과를 분석하였다.

표 3. 두 집단에 대한 성적 통계  
Table 3. Score Statistics of Compare Group

	N	최소 값	최대 값	평균	표준 오차	표준 편차	분산
적용집단 (그룹1)	40	48	91	69.55	1.617	10.226	104.562
일반집단 (그룹2)	40	41	85	62.55	1.646	10.408	108.336

40명의 학생을 일반 문제를 푼 집단과 제안 시스템을 이용해 문제를 푼 집단으로 분리하여 학습 결과를 측정한 결과를 요약하면 표 3과 같다.

적용집단의 평균은 69.55 으로 일반집단의 평균 62.55 보다 높고, 두 집단 모두 좌우 대칭을 분포를 따르고, 산포성도 비슷한 경향을 보이고 있으면 이상점은 없다. 두 그룹의

성적을 상자 그래프로 표현하면 그림 10과 같다.

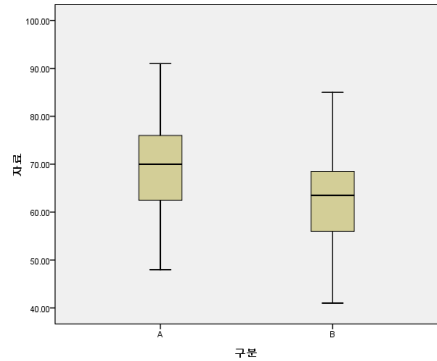


그림 10. 두 집단 사이의 성적 상자 그래프  
Fig. 10. Score Box Graph of Compare Group

문제 자동 생성 시스템을 사용하였을 경우 사용하지 않았을 경우보다 개선되었는가에 대한 가설에 대한 T-TEST 통계검정 한 결과는 표4 와 같다.

귀무가설( $H_0$ ) : 제안된 문항 자동 생성 시스템이 개선되지 않았다.

표 4. 독립표본 검정  
Table 4. Independent t-Test

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정		
		F	유의 확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)
자료	등분산이 가정됨	0.50	.823	3.121	78	.003*
	등분산이 가정되지 않음			3.121	77.975	.003

(유의도 수준: \*= $p < .05$ )

두 그룹간의 차에 대한 독립 검정시 등분산 가정은 기각되므로 등분산성은 가정하지 않고 두 그룹의 평균을 비교하면 유의확률(p-value)이 0.003로 귀무가설을 유의수준 0.05에서 기각되므로 "두 그룹 간에 차이가 있다"라고 할 수 있다. 따라서 문제 자동 생성 시스템을 사용하는 경우가 시스템을 사용하지 않은 그룹보다 개선되었다고 할 수 있다.

V. 결론

학습 활동과 내용 학습 콘텐츠를 결합하여 강좌를 구성하고 문항 생성을 위한 문항 형태를 설계하여, SCORM 2004



RTE의 상호 데이터 모델을 사용하여 형성평가를 위한 문제은행을 설계하였다.

SCORM 기반 반복학습 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 항상 새로운 문항으로 형성평가를 실시할 수 있게 하였다. SCORM 기반 반복학습 콘텐츠는 형성평가 결과에 대한 분석을 보다 객관화하기 위하여 CF 합수를 사용하였고 성취 수준에 따라 학습을 안내하였다.

이 논문은 형성평가 및 보충학습에 SCORM 기반 반복학습 콘텐츠를 적용하여 학습한 적용집단과 일반적인 콘텐츠를 통하여 학습한 일반집단 간에 적용 전/후 학습성취도 검사를 실시하였다. 적용 전 검사를 통하여 두 집단이 동질 집단임을 확인하였다. 적용 후 SCORM 기반 반복학습 콘텐츠를 통하여 학습한 적용집단의 학습 성취도가 일반적인 콘텐츠를 통하여 학습한 일반집단의 학습 성취도보다 더 높은 것으로 나타났다. 두 집단 간의 평균은 유의미한 차이를 보였다.

대학 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 상호 데이터 모델을 사용하면 수학교과의 소단원을 학습하기 위한 반복학습 콘텐츠를 개발하는 데 효과적임을 알 수 있었다.

### 참고문헌

- [1] 구성진, 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] ADL(Advanced Distributed Learning), SCORM 2004 3rd Edition Run-Time Environment(RTE) Version 1.0, <http://www.adlnet.gov/>.
- [5] G. H. Roid 외 1인, 문항작성방법론, 중앙교육진흥연구소, 1989.
- [6] I. S. Shim, *Student Modeling For an Intelligent Tutoring System: Based On The Analysis Of Human Tutoring Sessions*, Ph.D. Dissertation, Illinois Institute of Technology, USA, 1991.

- [7] 이가영 외 1인, "SCORM 기반 에듀테인먼트 콘텐츠 개발," 한국정보과학회 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 제35권, 제1호(B), 210-215쪽, 2008년 6월.
- [8] 백영태, 이세훈, "SCORM 지원 공개 소프트웨어 학습관리 시스템," 한국컴퓨터정보학회 학회 학술발표대회 논문집, 제14권 제1호, 185-196쪽, 2006년 6월.
- [9] 정재철 외 3인, "수학교과에서 SCORM 기반 반복 학습 콘텐츠의 설계 및 구현," 한국컴퓨터정보학회 동계학술발표대회논문집 제16권 제2호, 153-158쪽, 2009년 1월.

### 저 자 소 개

#### 백 영 태

1989: 인하대학교 전자계산학과 졸업  
 1993: 인하대학교 대학원 전자계산학과 졸업  
 2002: 인하대학교 대학원 전자계산공학과 졸업(공학박사)  
 1993~1998: 대성정보기술(주) 정보통신연구소  
 1998~현재: 김포대학 부교수  
 관심분야: 콘텐츠제작, 웹 교육시스템, 멀티미디어시스템, LMS



#### 이 세 훈

1985: 인하대학교 전자계산학과 졸업  
 1987: 인하대학교 대학원 전자계산학과 졸업  
 1996: 인하대학교 대학원 전자계산공학과 졸업(공학박사)  
 1987~1990: 해병대 분석장교  
 1991~1993: (주)비트컴퓨터 연구소  
 2001~2002: NJIT, USA visiting  
 1993~현재: 인하공업전문대학 교수  
 관심분야: 임베디드시스템, 유비쿼터스 컴퓨팅, 상황인식서비스



#### 정 재 철

1991: 경북대학교 수학과 졸업  
 2008: 인하대학교 대학원 정보·컴퓨터교육전공 졸업  
 1991~현재: 고등학교 교사  
 관심분야: 수학 교육 시스템, SCORM, LMS

