

# 수준별 평가를 지원하는 XML 기반 문제은행 시스템의 설계 및 구현

최속영<sup>†</sup> · 백현기<sup>††</sup>

## 요 약

웹기반 교수 학습이 효과적으로 이루어지기 위해서는 교수-학습 활동이 학습 목표에 도달되었는지를 평가하는 일이 필수적이라 할 수 있다. 기존의 HTML 형식과 파일 형식의 문제은행 시스템은 관리하기가 어렵고, 다양한 형태로 문제를 생성할 수 없으며, 공유를 할 수 없다는 단점이 존재한다. 또한 학습자 수준에 맞는 평가 문제를 제공하기가 힘들다. 이에 반해, XML 문서는 구조화된 정보를 체계적으로 생성하고 관리할 수가 있으며, 기존의 파일 형태 정보에 비하여 의미적인 정보 단위를 구조화하여 표현하기 때문에 문서의 관리 및 검색, 저장에 효과적으로 이용할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 XML을 기반으로 한 웹기반 문제은행 시스템을 설계 및 구현하였으며, 학습자 수준을 분석하여 적절한 평가 방향을 제시함으로써 수준별 개별학습을 지원할 수 있도록 하였다.

## Design and Implementation of XML-based Item Pool System Supporting Leveled Assessment

Sook-Young Choi<sup>†</sup> · Hyon-Ki Back<sup>††</sup>

## ABSTRACT

For effective web-based teaching and learning, it is necessary to estimate whether activities for it have attained to the learning goal. In HTML and file based item pool systems, it is difficult to manage, to create questions into various forms, and to share with other systems. It is also not easy to provide suitable questions according to the level of learners. On the contrary, XML document can systematically create a structured information. Since XML represents a structure with meaningful information units, it can be effectively used to manage, search, and store documents. Therefore, we designed and implemented a web-based item pool system based on XML, which can support leveled assessment by analyzing the level of learners and providing appropriate questions according to it

## 1. 서 론

최근 정보통신 기술의 발달로 인해 사이버 공간이 급속히 확장되고 있으며, 지식 정보화 사회

로의 진전이 가속화되고 있다. 교육 환경도 이와 함께 교육적인 패러다임의 변화를 요구받고 있다. 이러한 변화 요구를 교육에 적극 수용하고자 교육정보화 사업을 통한 기본적인 교육정보화의 물적 기반이 구축되었으며, 웹을 기반으로 하는 교수 모형(WBI : Web Based Instruction)이 점차 일반화되어가고 있다[1]. 이러한 WBI 교수 모형은 웹의 특성상 학생들에게 도움이 될만한 다양

<sup>†</sup> 중신회원: 우석대학교 컴퓨터교육과 교수

<sup>††</sup> 정 회 원: 우석대학교 컴퓨터교육과 겸임교수

논문접수: 2002년 12월 10일, 심사완료: 2003년 1월 14일

\* 본 논문은 우석대학교 교내 학술 연구비 지원에 의하여 연구됨

한 형태의 교육 자료를 제공해 줄 수 있으며, 개인별 능력이나 학습 속도에 따라 다양한 학습과정을 제공하여 줄 수 있다는 점에서 더욱 관심이 집중되고 있다. 이러한 웹기반 교수-학습 활동이 효과적으로 이루어지기 위해서는 교수-학습 활동이 목표에 도달되었는지를 평가하는 일이 필수적이라 할 수 있다[2].

특히, 최근에는 이와 관련하여 웹을 기반으로 한 평가 시스템을 통해 평가 문항을 계속 축적해 나갈 수 있는 문제은행 시스템에 관한 연구들 [1,2,3,4,5]이 활발히 이루어지고 있다. 그러나 현재 개발되어 있는 대부분의 웹기반 평가 시스템들은 그 자료나 문제들을 교사가 직접 관리하는데 제한이 있고, 학생들의 수준이나 환경 요소 등을 고려하여 문제를 작성하기 힘들다는 점이 있다. 또한 대부분 문제들이 HTML 형태로 제작되었기 때문에 사용자 수준에 맞는 문제 서비스가 어렵고, 문제 조합을 통한 다양한 문제지 생성이 어렵고, HTML의 한계로 인한 정보 손실이 많다는 단점이 존재한다.

본 연구에서는 이러한 단점들을 해결하기 위해 XML을 이용한 웹기반 문제은행 관리 시스템을 구현하고자 한다.

XML(eXtensible Markup Language)은 메타 언어(Meta Language)로서, 문서의 내용을 기술하기보다는 문서의 내용과 연관된 태그를 사용자가 직접 정의할 수 있도록 함으로서 HTML의 단점을 보완하기 위한 방안으로 제안된 것이다[8]. XML은 구조화된 문서를 웹 상에서 전송할 수 있도록 설계되어 표준화된 텍스트 포맷으로 전자출판, 디지털 도서관, 전자 상거래 등에서 매우 유용하게 이용되고 있다.

본 연구에서 개발하는 웹기반 문제은행 관리 시스템은 XML을 이용하여 개발되었기 때문에, 교사들이 문항제작에 필요한 노력을 줄일 수 있으며, 다양한 형태의 문제를 보다 쉽게 만들 수 있다. 또한 본 시스템은 학습자 수준을 분석하여 학습자 수준에 따라 평가 문항들을 임의로 조합하여 학습자에게 적절하게 제시함으로써 수준별 개별학습을 지원하고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 장에서는 관련 연구로서, 문제은행 시스템에 관한 기존 연

구들과 XML 문서의 특징에 대해 간략하게 살펴본다. 제 3 장에서는, 본 연구에서 설계한 문제은행 시스템에 대한 설명으로 시스템의 구성과 각 모듈들에 대해 기술하고, DTD, XML, XSL 등의 설계내용을 기술한다. 제 4 장에서는 시스템 구현 내용을 기술하며, 제 5 장에서 결론을 논의한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1. 문제은행 시스템

웹기반 문제은행 시스템은 교사가 웹상에서 문제를 출제하고 데이터베이스화하여 출제된 문제의 검색 및 관리를 효과적으로 할 수 있고, 학생들이 문제를 해결한 후, 즉각적인 피드백을 제공할 수 있도록 설계된 것이다[2]. 교사는 매번 새로운 문제를 출제하는 것이 아니라, 문제 은행에 저장되어 있는 문제를 검색하여 재사용할 수 있도록 하며, 채점과 피드백을 실시간으로 할 수 있도록 지원되어야 한다. 또한, 학습자 수준에 부합되는 문제들을 제공해야 된다. 이러한 문제은행 시스템에 대한 연구들을 살펴보면 다음과 같다

현재 개발되어 있는 학습과 평가를 제공하는 웹사이트들은 그 자료나 문제들을 교사가 직접 관리하는데 제한이 있고, 직접 가르치고 있는 학생들의 수준이나 지역의 환경 요소 등을 고려하여 문제를 작성하기 힘들뿐만 아니라 답이 두 개 이상이거나 비슷한 말로 표현되었을 때 정오답 판정이나 교사들이 출제한 문항에 대한 인증이 허술한 실정이어서 보다 적절한 평가 문항을 축적해 가는데 문제점이 있다. 이에 [1]의 연구에서는 교단에서 직접 학생들을 가르치고 있는 교사들이 학교에서 쉽게 접할 수 있는 하드웨어와 소프트웨어를 이용하여 학생들의 수준과 실정에 알맞는 자료와 문제를 웹 상에서 만들어 쉽게 DB에 저장, 수정, 인증이 가능한 웹기반 문제은행 시스템을 구현하였다. 그런데, [1]의 연구에서는 학습자들의 수준을 고려한 수준별 학습을 지원하고 있지 못하다.

[3]의 연구에서는 클라이언트/서버 환경에서 시.

공간적인 제약 없이 상호작용적인 문제은행 시스템을 구축하고 실시간 평가와 평가 결과에 대한 통계를 즉시 확인할 수 있도록 하였다. 이 연구에서는 원격교육시스템에서 학생들의 학습 이해 능력을 실시간으로 평가하고, 학생들의 평가 결과를 분석하여 개인차를 고려한 수준별 학습을 하는데 유용한 정보를 제공할 수 있도록 구현하였으며, 기존의 웹기반 평가 시스템의 경우 HTML과 자바스크립트만을 이용하여 구현하였기 때문에 상호작용이 떨어지고, 교육적인 효과가 미비하기 때문에 이를 고려하여 ASP와 MS SQL 7.0을 사용하여 구현하였다. 그런데, 이 연구에서도, 실제로 평가를 수행할 때는 학습자들의 수준을 고려한 수준별 평가를 지원하지 못하고 있다.

[4]의 연구에서는 학습자의 학습 상태에 따라 문항의 난이도 등을 선별하여 동적으로 제공할 뿐 아니라 학습된 결과를 저장하였다가 그에 따른 수준별 평가가 가능하도록 하는 학습자 개별 적용 평가 시스템을 구현하였다. 이 연구는 CAT(Computerized Adaptive Testing) 시스템에 기반하여 구현된 시스템으로 2 단계 학습자 개별 적용 평가 시스템을 지원한다. 1 단계에서는 학습자의 학습 상황에 따라 문제지를 추출하여 제공할 수 있도록 하는 단위별 진단평가를 시행하고, 2 단계에서는 그 결과에 따라 학습자의 상태에 맞는 본평가 문제를 제시하는 것으로서 기본, 보통, 심화 문제지군을 구성하여 제공하는 시스템이다. 이 연구는 수준별 평가를 지원하고는 있지만, 학습자의 수준을 평가하기 위해 진단평가에서 시험결과 점수를 토대로 80점 이상하면 심화단계로, 60점 이상이면 보통단계로, 60점 미만이면 기본단계로 구분하여 처리하고 있다. 그런데, 이러한 학습자의 수준을 평가하는 방법은 너무 단순하고, 학습자의 수준을 효과적으로 평가할 수 없다는 단점이 존재한다. [5]의 연구에서는 CAT기법에 응용되는 문항 반응 이론을 사용하여 학습자의 수준을 동적으로 계산하고, 학습자의 수준에 가장 적절한 문제를 제시하는 과정을 반복함으로써 수준별 학습을 지원하도록 하고 있다. 이 시스템은 테스트 단계, 본 학습 단계, 복습단계로 이루어지며, 테스트 단계에서는 학습자의 초기 수준을 계산하여 본 학습의 수준을 정한다. 본 학습에

서는 문항반응 이론에 의한 수준별 개별 학습이 이루어진다. 학습이 끝난 후, 틀린 문제를 복습하도록 하고 있다. 이 연구에서 기본으로 하고 있는 문항 반응 이론은 출발점에서 선정된 문항이 피험자의 특성 수준에 부합하면 할수록 적은 수의 문항을 가지고도 정밀한 측정을 할 가능성이 높기 때문에, 문항반응식 CAT는 검사의 목적이나 필요에 따라 보다 효율적인 검사 전략을 구상할 수 있다.

그런데, 문항 반응 이론에 입각한 CAT 시스템에서 문항 모수치를 분석하는 일은 중요한 과제이다[6]. 이러한 문항 모수치를 분석하기 위해 전문가 집단에 의해 타당성과 신뢰도가 검증된 문제들을 사전 지필 검사를 통해 모든 피험자의 모든 문항에 대한 응답결과를 가지고 문항 분석 프로그램에 적용하여 분석하게 된다. 하지만, 이러한 과정들이 과거에 비해 컴퓨터의 성능 향상으로 많이 단순화되었지만, 여전히 복잡한 과정을 요구하고 있으며, 일반 교사들이 문제를 이러한 과정을 이해하고 제작하기에는 어려움이 따른다.

위의 연구들을 살펴보면, 초기 연구들[1,3]의 경우 학습자의 수준을 고려하지 않았으며, 최근에 학습자의 수준을 분석하여, 그 수준에 적절한 평가 문제를 제공하기 위한 연구들[4,5]이 진행되었다. 그런데, 위의 연구들은 학습자에게 평가문제를 제공하는 관점에서 이루어졌고, 교사의 관점에서 평가 문제를 효과적으로 만들고 관리하는 관점은 고려되고 있지 않다. 또한 대부분의 문제은행 시스템은 HTML로 제작되거나, RDB 기반의 데이터 형태로 구축함으로써 기존의 개발된 문제들을 효과적으로 재활용하지 못하는 문제점을 가지고 있다.

따라서, 본 연구에서는 평가 문제를 XML 데이터 형식으로 저장 관리함으로써, 보다 효과적으로 관리하고 검색할 수 있도록 한다. 또한, 학습자의 학습 수준을 분석하여, 그에 적절한 평가 문제를 구성하여 제공함으로써 수준별 평가를 지원할 수 있도록 한다.

## 2.2 XML 문서

XML은 인터넷 전자 문서의 표준으로 1996년 W3C에 제안된 것으로 웹상에서 구조화된 문서를 전송 가능하도록 설계된 멀티미디어 문서 형식이다. 이는 SGML을 웹으로 올리려는 노력의 결과로 SGML의 장점을 최대한 수용하면서 인터넷에 적합하도록 복잡성을 제거하여 만들어졌다. XML은 현재 인터넷의 차세대 전자 문서 표준으로 자리를 잡아가고 있으며, 대량의 데이터를 효과적으로 검색, 관리 및 통합할 수 있도록 새로운 대안으로 떠오르고 있다[8].

다음은 XML을 이용하여 교육용 콘텐츠 개발을 할 경우 얻을 수 있는 장점과 XML 문서의 기본 구성을 기술한다[10,11].

### 2.2.1 XML의 장점

#### 1) XML 응용 표준을 이용한 정보표현의 다양성

XML의 응용 표준은 현재 수학에 관련된 MathML, 화학에 관련된 CML, 생물학에 관련된 BioML, 음악에 관련된 MusicML 등 다양한 형태로 제공되고 있다. 이러한 표준을 이용한 서비스 제공은 HTML 표현 기능의 제한으로 인해 이미지 형태로 서비스를 했던 다양한 학습 및 학술정보를 각분야의 특성에 맞도록 정보를 표현과 검색 기능을 제공한다.

#### 2) XSL을 이용한 효과적인 정보표현

XSL은 스타일 정보를 정의하는 언어로서 하나의 XML 문서에 대해 여러 가지 형태의 정보를 제공한다. 이러한 기능은 같은 정보에 대해 서로 다른 형태의 HTML 문서를 작성하는 번거로움을 없애고 보다 효과적으로 시스템을 관리할 수 있는 기능을 제공한다. 또한 사용자에게 여러 가지 스타일 정보를 적용하여 여러 각도에서의 정보를 표현하고 전달함으로써 보다 효과적인 정보를 전달할 수 있다.

#### 3) 검색 기능의 확장

XML의 엘리먼트 단위의 내용 정보와 구조 정보는 XML 문서에 대한 다양한 형태의 정보 검색 기능을 제공한다. 이는 각각의 엘리먼트에 정의된 정보의 검색을 제공하여 기존의 제공되는 논문의

제목, 저자, 요약뿐만 아니라 논문 전체 내용에 대한 검색 기능을 가능하게 한다. 또한 구조 정보는 문서의 구조적인 정보를 이용하여 더 확장되고 고급화된 질의를 가능하게 한다. 이는 보다 사용자에게 질의의 폭을 넓히며 정확한 정보를 제공할 수 있다.

#### 4) XLL을 이용한 확장된 정보 제공

XLL을 이용한 정보의 링크 정보는 기존의 정보에 대한 관련 정보의 표현의 범위를 더 확장해주는 기능을 제공한다. 이는 사용자에게 시스템에서 정의한 단일한 형태의 정보만을 제공하는 것이 아니라 여러 가지 형태의 관련 정보를 제공함으로써 보다 확장된 정보를 제공할 수 있다.

#### 5) 편리한 사용자 정보 제공

사용자로 하여금 별도의 프로그램 설치의 요구 없이 서비스를 하여 사용자로 하여금 불편함을 제공하지 않고 보다 효과적으로 서비스를 제공하도록 한다. 현재 여러 서비스는 다양한 교육 정보를 제공하기 위해 여러 가지 형태의 플러그인 설치를 요구하고 있으며, 이로 인해 사용자는 자신의 컴퓨터에 또 다른 프로그램을 가져야 한다는 부담감을 가진다.

### 2.2.2 XML 문서의 구성

#### 1) 문서 내용부

XML문서를 일컫는 문서 내용부는 문서형 정의부(Document Type Definition, DTD)와 문서 실례부(Document Instance, DI)로 나뉜다[8]. 문서형 정의부는 엘리먼트(Element), 엔티티(Entity), 속성(Attribute) 정보를 구성하여 정의하며, 실례부는 문서형 정의부의 정보로 문서의 내용을 작성한다. 이와 같이 XML 문서는 구조적으로 정의됨으로서 읽기 쉽고, 간결한 구성으로 문서를 처리하기 쉽다. XML은 응용 프로그램의 폭 넓은 다양성을 지원하고 인터넷상으로 전송할 수 있는 설계가 가능하므로 문서를 처리하는 적합한 기술로 여겨진다.

## 2) 문서 스타일부

문서 내용부에서 작성된 문서는 XML 문서의 엘리먼트, 속성, 엔티티 등의 요소로 구성되게 된다. 이러한 요소를 화면에 보여주거나 다른 문서로의 변환을 처리하기 위해서 XML 스타일 언어(XSL : eXtensible Style Language)를 사용한다 [12]. XSL은 크게 세가지로 구성되는 데 첫째 스타일 구성, 둘째 스타일 포맷, 셋째 스타일 변환으로 구성된다.

첫째, 스타일 구성은 규칙과 패턴으로 이루어져 XML문서를 다른 형식의 문서로 변환할 수 있도록 정의할 수 있다. 둘째로 스타일 포맷은 정의된 스타일 구성을 가지고 XML 스타일 처리기(XSL Processor)가 구조 트리를 만들어 XML 문서의 구조와 스타일 정보를 생성한다. 마지막으로 스타일 변환은 XML 스타일 처리기의 정보를 기본으로 하여 새로운 형식, 또는 다른 형식의 문서를 생성하기 위한 방법을 기술하고 있다.

## 3. 문제은행 시스템의 설계

### 3.1. 설계 방향

본 연구에서 개발한 문제은행 시스템은 XML을 기반으로 하여 개발되었고, 학습자들의 수준에 맞는 적절한 문제들을 제공함으로써 개별화 학습이 가능하도록 되어있다. 본 시스템이 갖는 특징을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 문제은행을 구축하려는 사람이 별다른 지식이 없더라도 쉽게 문항을 작성할 수 있도록 한다.
- 2) 개발된 문항에 대해서는 문항의 형태, 내용 요소, 난이도 등을 포함하는 각종 정보들을 문항과 함께 체계적으로 저장하고 관리한다.
- 3) 한번 작성된 문항이라 하더라도 수정하거나 편집이 가능하고, 문제 조합을 통한 다양한 문항을 개발할 수 있도록 한다.
- 4) 학습자의 수준을 분석하여 학습자의 수준에 적절한 평가문제를 제공함으로써 수준별 학습을 지원한다.
- 5) 학습자 수준에 맞게 임의로 문제들을 조합하

여 제공하거나, 사용자 검색 조건에 따라 자유롭게 문제들을 조합하여 다양한 형태로 제공할 수 있도록 한다.

6) 웹의 특징을 이용하여 소리나 영상 파일 등 멀티미디어 기능을 이용한 문항을 제작하고 관리할 수 있도록 한다.

### 3.2. 시스템의 구성

본 시스템의 구조는 (그림 1)와 같이 크게 교수 모듈, 학습자 관리 모듈, 학습자 모듈로 구성된다. 교수 모듈은 다시 문제은행 관리 모듈과 성적 관리 모듈로 구성되며, 학습자 관리 모듈은 학습 수준 추정 모듈과 차기 평가 수준 추정 모듈로 구성된다. 학습자 모듈은 시험 문제 응시 모듈, 성적 조회 모듈로 구성된다.

(그림 1) 시스템 구성도

#### 3.2.1 학습자 관리 모듈

이 모듈은 학습자의 학습 수준에 맞는 평가 문제를 제공하기 위한 것으로, (그림 2)와 같이 학습 수준을 추정하는 서브 모듈과 차기 평가 수준을 추정하는 서브 모듈로 구성되며, 이 서브 모듈들을 반복적으로 수행함으로써, 학습자의 학습 수준을 좀더 정확하게 분석할 수 있다.

(그림 2) 학습 수준을 추정하기 위한

반복 과정

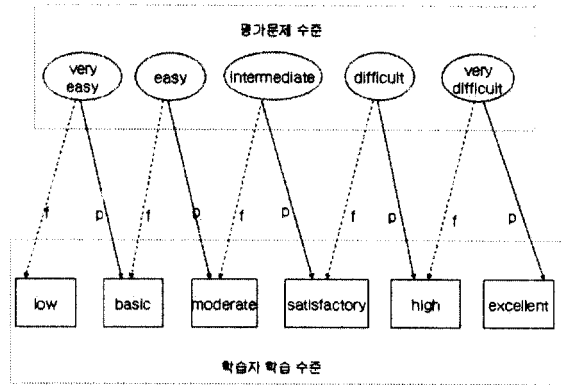
본 연구에서는 수준별 개별학습을 지원하기 위해 평가 문제의 수준과 학습 수준을 다음과 같이 정의하였다

평가 문제 수준 = { very easy, easy, intermediate, difficult, very difficult }  
 학습자의 학습 수준 = { low, basic, moderate, satisfactory, high, excellent }

학습 수준 추정 모듈은 학습자의 수준을 체크하기 위한 서브 모듈로서, 평가문제의 수준과 그 제시된 평가문항에 대한 결과를 입력으로 하여, 학습자의 학습 수준이 결정된다. 평가문항의 결과는 각 단계에서 학습자에게 3개의 문항이 주어지며, 3개의 문항 중 2개 이상을 맞추면 합격(pass)이 되고, 그렇지 않을 경우는 불합격(fail)이 된다.

학습 수준 추정 모듈로부터 결정된 학습 수준은 평가 문제의 수준과 함께, 차기 평가 수준 추정 모듈의 입력 데이터가 되며, 다시 이 차기 평가 수준 추정 모듈은 정의된 규칙에 의해 차기 평가를 위한 수준을 결정한다. (그림 2)는 학습자 관리 모듈에서 학습자의 학습 수준을 추정하기 위한 각 서브 모듈의 반복 과정을 보여준다.

다음은 각 서브 모듈에 대한 규칙으로써, 학습 수준 추정 모듈의 수행 규칙과 차기 평가 수준 추정 모듈의 수행 규칙을 기술하고 있으며, 이러한 규칙들을 그림으로 표현한 것이 (그림 3)과 (그림 4)에 보여진다.



(그림 3) 학습자 수준 추정 모듈의 수행 규칙

• 학습자 수준 추정 모듈의 수행 규칙

**규칙 1 :** 평가 문항의 수준이 "very difficult"이고 평가 결과가 "pass"이면 학습 수준은 "excellent"이다.

**규칙 2 :** 평가 문항의 수준이 "difficult"이고 평가 결과가 "pass"이면 학습 수준은 "high"이다.

**규칙 3 :** 평가 문항의 수준이 "intermediate"이고 평가 결과가 "pass"이면 학습 수준은 "satisfactory"이다.

**규칙 4 :** 평가 문항의 수준이 "easy"이고 평가 결과가 "pass"이면 학습 수준은 "moderate"이다.

**규칙 5 :** 평가 문항의 수준이 "very easy"이고 평가 결과가 "pass"이면 학습 수준은 "basic"이다.

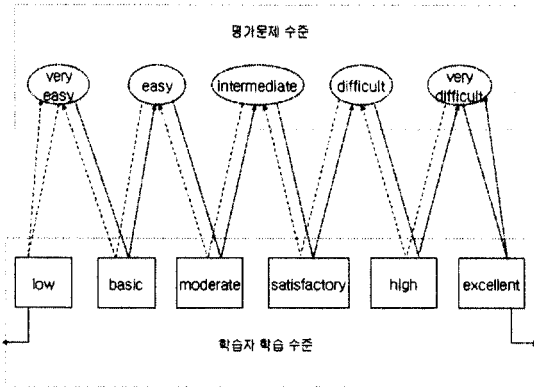
**규칙 6 :** 평가 문항의 수준이 "very easy"이고 평가 결과가 "fail"이면 학습 수준은 "low"이다.

**규칙 7 :** 평가 문항의 수준이 "easy"이고 평가 결과가 "fail"이면 학습 수준은 "basic"이다.

**규칙 8 :** 평가 문항의 수준이 "intermediate"이고 평가 결과가 "fail"이면 학습 수준은 "moderate"이다.

**규칙 9 :** 평가 문항의 수준이 "difficult"이고 평가 결과가 "fail"이면 학습 수준은 "satisfactory"이다.

**규칙 10 :** 평가 문항의 수준이 "very difficult"이고 평가 결과가 "fail"이면 학습 수준은 "high"이다.



(그림 4) 차기 평가 수준 추정 모듈의 수행 규칙

• 차기 평가 수준 추정 모듈의 수행 규칙

**규칙 1 :** 평가 문항의 수준<sup>(i)</sup>이 "very difficult"이고 학습 수준<sup>(i)</sup>이 "high"이면 차기 평가 문항의 수준은 "difficult"다.

**규칙 2 :** 평가 문항의 수준<sup>(i)</sup>이 "very difficult"이고 학습 수준<sup>(i)</sup>이 "excellent"이면 차기 평가 문항의 수준은 "very difficult"이다.

**규칙 3 :** 평가 문항의 수준<sup>(i)</sup>이 "difficult"이고 학습 수준<sup>(i)</sup>이 "high"이면 차기 평가 문항의 수준은 "very difficult"다.

**규칙 4 :** 평가 문항의 수준<sup>(i)</sup>이 "difficult"이고 학습 수준<sup>(i)</sup>이 "satisfactory"이면 차기 평가 문항의 수준은 "intermediate"이다.

**규칙 5 :** 평가 문항의 수준<sup>(i)</sup>이 "intermediate"이고 학습 수준<sup>(i)</sup>이 "satisfactory"이면 차기 평가 문항의 수준은 "difficult"이다.

**규칙 6 :** 평가 문항의 수준<sup>(i)</sup>이 "intermediate"이고 학습 수준<sup>(i)</sup>이 "moderate"이면 차기 평가 문항의 수준은 "easy"이다.

**규칙 7 :** 평가 문항의 수준<sup>(i)</sup>이 "easy"이고 학습 수준<sup>(i)</sup>이 "basic"이면 차기 평가 문항의 수준은 "very easy"이다.

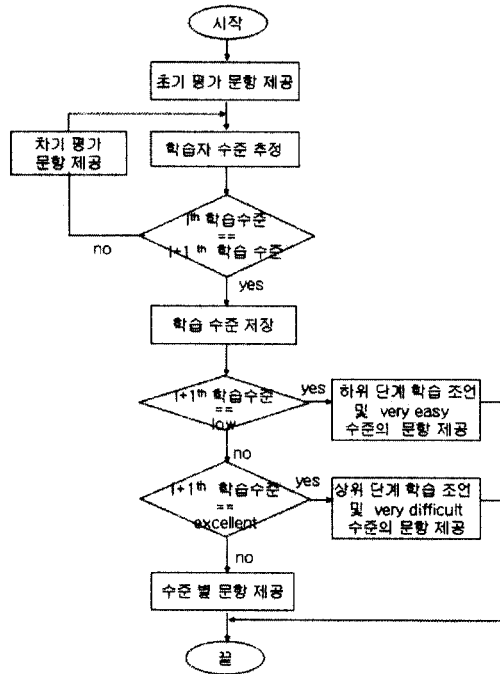
**규칙 8 :** 평가 문항의 수준<sup>(i)</sup>이 "easy"이고 학습 수준<sup>(i)</sup>이 "moderate"이면 차기 평가 문항의 수준은 "intermediate"이다.

**규칙 9 :** 평가 문항의 수준<sup>(i)</sup>이 "very easy"이

고 학습 수준<sup>(i)</sup>이 "basic"이면 차기 평가 문항의 수준은 "easy"이다.

**규칙 10 :** 평가 문항의 수준<sup>(i)</sup>이 "very easy"이고 학습 수준<sup>(i)</sup>이 "low"이면 차기 평가 문항의 수준은 "very easy"이다.

위의 규칙들을 기초로 하여 학습자 관리 모듈이 수행되는 과정은 다음과 같으며, (그림 5)에 이에 대한 과정을 순서도로 표현한 것이다.



(그림 5) 학습자 관리 모듈의 수행 과정에 대한 순서도

**단계 1 :** 초기 평가 문항의 수준은 학습자에 대한 학습 수준이 시스템에 저장되어 있는 경우에는 그 학습 수준에 맞는 평가 문항을 제공하고, 문제 은행 시스템을 처음 이용하는 학습자의 경우에는 학습자가 선택할 수 있다. 만약에 학습자가 선택하지 않을 경우에는 시스템에서 "intermediate(중)" 단계에 있는 평가 문항을 자동적으로 제공해준다.

초기 과정이 아닌 반복 과정에서의 평가 문항

의 수준은 차기 평가 수준 추정 모듈로부터 얻어진다.

**단계 2** : 학습자의 학습 수준을 얻기 위해 학습 수준 추정 모듈의 규칙을 적용한다.

**단계 3** :  $i$  번째의 학습 수준과  $i+1$  번째의 학습 수준이 같은 경우에 수행을 중단한다. 그렇지 않을 경우에는 차기 평가 문제의 수준을 결정하기 위해 차기 평가 수준 추정 모듈의 규칙을 적용하여 구한다. 그런 다음, 단계 1로 가서 반복 수행한다.

**단계 4** : 학습자들의 학습 수준을 저장한다.

**단계 5** :  $i+1$  번째의 수준이 "low"인 경우에는 선수학습으로서 그 하위 단계의 학습이 요망된다는 조건과 함께, "very easy" 수준의 문항을 제공한다.  $i+1$  번째의 수준이 "excellent"인 경우에는 차기학습으로서 그 상위 단계의 학습이 요망된다는 조건과 함께, "very difficult" 수준의 문항을 제공한다.

**단계 6** :  $i+1$  번째의 수준이 "low"와 "excellent"가 아닌 경우에는 학습 수준에 맞는 수준별 평가 문항을 학습자에게 제공한다.

### 3.2.2. 교수 모듈

교수 모듈은 문제은행 관리 서버 모듈과 성적 관리 서버 모듈로 구성된다. 문제은행 관리 모듈에서는 시험문제를 출제, 수정, 삭제 및 출제된 문제를 인증하는 부분으로 나누어진다. 문제를 인증하는 과정은 해당 과목에 대한 전문적인 지식이 있는 교사들이 적절한 문제라고 판단되는 문제에 대해서만 인증을 하여 양질의 문제들을 축적하여 학생들에게 제공될 수 있도록 한다. 또한 수준별 평가를 제공하기 위해서는 문제의 난이도와 변별성을 추정하는 것은 매우 중요한 작업이라고 할 수 있으며, 이를 위해서는 문항 분석 프로그램을 이용하여 수행되는 것이 필요하다. 본 연구에서는 평가에 사용되는 문항들이 난이도와 변별도가 검증되었다는 것을 기본 전제로 하고 연구를 수행하고 있다.

문제를 출제하는 경우, 출제하고자 하는 문제유형을 선택하여 문제를 작성하게 된다. 각 문항에는 문항과 관련된 과목, 단원명, 정답, 검색 키워

드, 문제의 난이도, 문항 형태, 문제에 관련된 도움말을 입력하는 부분이 있다. 성적 관리 모듈에서는 학생들이 온라인상에서 시험을 응시한 시험 결과를 데이터베이스에 저장한 후 교수 및 학습자의 개인성적 및 전체성적을 조회할 수 있도록 한다.

문제은행 관리 모듈의 내부 흐름도는 (그림 6)과 같다. 사용자(교사)는 웹 브라우저를 이용해서 자신이 원하는 정보(평가 문항)를 입력하고, 내용은 XML 문서 그대로 보여주는 것이 아니고, XSL를 적용해서 사용자에게 보여준다.

### 3.2.3. 학습자 모듈

학습자 모듈은 시험문제 응시 서버 모듈과 성적 조회 서버 모듈로 구성된다. 시험문제 응시 모듈은 교수모듈의 문제은행 관리 서버 모듈에서 출제된 문제를 제공받아 시험을 응시하는 모듈로서, 문제를 풀면 맞은 문항과 틀린 문항이 O와 X로 표시되어 몇점을 받았는지 결과를 확인할 수 있도록 하고, 틀린 문제에 관해서는 복습을 할 수 있도록 한다. 또한, 이 결과를 데이터베이스에 저장시켜 성적 조회 모듈에서 성적을 조회할 수 있도록 한다.

(그림 6) 문제은행 관리 모듈의 흐름도

### 3.3. 데이터베이스

(그림 7)의 문항 테이블은 문제은행의 근간을 이루는 테이블로서 그림에서 보는 바와 같이 자동으로 증가하는 문항번호 munno 필드와, 'Now()' 함수를 이용하여 문항작성 일시를 알



수 있도록 한 `ilsi` 필드, 지시문이 있는 문항을 처리할 수 있도록 `jisi` 테이블의 문항번호를 가르키는 `jisimun` 필드, 멀티미디어 자료를 취급하는 여부를 알려주는 `mlti` 필드를 가지고 있다. 이 외에도 `munhang` 테이블은 기본적인 문항 구성 요소인 문제, 선다형의 경우 4 개의 보기, 정답, 시험 종류, 과목, 단원, 검색 키워드, '단답형' '완성형' 등을 구분하는 문제 유형, 문제의 난이도, 문제의 풀이 과정 및 해설 등을 나타낼 수 있도록 구성하였다.

(그림 7) 문항 테이블

(그림 8) 지시문 테이블

(그림 8)는 지시문 테이블이다. 문항에 따라서는 지시문을 가지는 경우가 있으므로 필요한 경우에만 지시문을 작성하여 활용할 수 있도록 그림과 같이 별도의 테이블로 구현하였으며, 지시문의 문항번호인 `jisimun` 필드를 매개로 하여 `munhang` 테이블과 연동하여 사용하도록 구현하였다. 또한 지시문의 위치를 기록하는 `jisitype` 필드를 두어 여러 문항과 관련되는 지시문은 '문항 위' 에, 하나의 문항에만 해당되는 지시문은 '문항 아래' 로 구분하여 사용할 수 있도록 하였다.

### 3.4 DTD의 주요요소

(그림 9) 문항관련 DTD 세부 구조

입력받은 정보는 시스템에서 정의되어 있는 DTD를 이용해서 XML 문서를 작성한다. 이때 사용자가 입력한 문항의 내용은 하드에 XML 문서 형태로 그대로 저장됨으로써 사용자가 입력한 문항을 기록할 수 있다. (그림 9)는 문항 정보를 다룰 수 있도록 XML 문서를 정의한 DTD를 보인 것이다. 사용자가 입력한 모든 양식의 값은 항상 하드에 정의해둔 기존의 DTD를 근거로 XML 문서로 만들어진다. 이런 방법을 사용함으로써 매번 데이터베이스에 접속 후 저장해야 하는 부담을 줄일 수 있다.

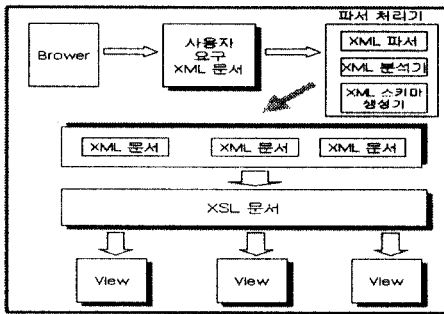
### 3.5. XSL 설계

XML 문서는 XSL를 통해서 상황에 따라 서로 다른 형태의 문제로 전환이 가능하다. 표현부를 완전히 분리함으로써 새로운 문제를 원하는 경우에도 원본이 되는 XML문서는 변형하지 않고 XSL에서의 각기 다른 형태로 표현이 가능하다.

(그림 10)은 XML 문서를 XSL 문서로 변환하는 과정이다. XSL 문서에서 조건부를 제공해서 상황에 따라 XML 문서를 보여줌으로써 사용자는 좀더 다양한 형태의 문서를 볼 수 있다. 동일한 XML 문서라도 적용되는 조건에 따라 서로 다른 형태의 문서가 생성된다.

이렇게 표현부와 연산부를 구분함으로써 하나의 문서를 다른 형태의 양식으로 보여주기 위해서 매번 서로 다른 파일을 생성하는 부담을 줄

여준다. 데이터 베이스가 가지고 있는 값을 매 페이지에서 보여준다면 항상 데이터베이스를 연결하기 위해서 많은 시스템에 부하를 준다. 이런 연결에 따른 시스템의 부담을 줄이기 위해서 완전하지 않는 요구사항을 데이터베이스에 저장하지 않고 파일의 형태로 서버가 간직하고 완전히 결정된 사항에 대해서만 데이터베이스에 저장한다. 이로써 관리자는 작업에 따라 필요한 작업을 처리하기 위해서 어떤 특정 디렉토리만 관리함으로써 작업의 효율성을 높일 수 있다.



(그림 10) XML 문서를 XSL 문서로 변환하는 과정

## 4. 문제은행 시스템의 구현

### 4.1. 시스템 환경

본 연구에서는 XML을 이용하여 웹 기반의 문제은행 시스템을 구현하였다. 사용된 서버의 환경으로 운영체제는 Windows 2000 Server, 웹서버는 IIS 5.0, 데이터베이스는 Microsoft SQL Server를 사용하였다. 그리고 시스템을 구현하기 위해 Active Server Page 3.0, JavaScript, VBScript, HTML, SQLXML을 사용하였다. 클라이언트의 환경은 웹브라우저로 MSXML3.0에 대한 지원이 포함되어 있는 Internet Explorer 6.0을 사용하였다.

### 4.2. 구현 결과

(그림 11) 문항 작성 화면

(그림 11)는 문항 작성 화면이다. 문제은행 관리시스템은 문항을 보다 쉽게 작성하고, 작성된 문항들은 그 문항과 관련된 난이도, 문제유형 등의 문항요소와 함께 체계적으로 관리될 수 있어야 한다. 학습에 필요한 문항들은 문항의 타당성이나 신뢰성을 위해 웹 관리자 또는 인증된 저작자에 의해서만 작성될 수 있다. 문항을 작성할 때에는 이미 저장되어 있는 시험구분, 과목, 단원은 미리 분류되어 콤보박스로 제공되므로 공백문자 등 저작자의 실수로 인하여 동일한 과목이 다른 과목으로 등록되는 경우를 예방할 수 있게 하였다. 또한 새로운 과목이나 단원의 경우에는 별도의 입력란을 이용해 등록할 수 있으며, 한 번 등록된 과목 명이나 단원명은 콤보 박스에 표시되어 선택할 수 있다. 문제 및 선다형 보기, 정답과 같은 기본적인 문항 요소 이외에도 문제유형, 난이도, 검색 키워드, 풀이 과정, 멀티미디어 자료 사용 여부 등의 부가적인 문항 요소도 한꺼번에 작성할 수 있고 하나의 데이터베이스 안에서 체계적으로 관리된다.

(그림 12)는 지시문 편집 화면이다. 지시문을 편집하는 입력창을 두어 지시문이 필요한 문항의 경우에만 문항 작성화면과 연동하여 사용되도록 하여 서버의 자원을 낭비하지 않도록 구현하였다.

(그림 13)은 문항 편집 및 검색 화면이다. 편집기는 DB에 저장한 XML 문서를 필요에 따라 수정 및 보완하기 위한 기능으로 중앙에 위치한 화면의 양식에 따라 편집하고자 하는 문서의 검색정보를 선택하고 확인을 누르면 거기에 해당하는

문서를 보여준다. 편집창에 수정 및 보완 할 문서가 보여지면 문서의 원하는 부분을 새로 꾸미거나 수정할 수 있다. 또한 필요 없는 부분은 삭제할 수 있다.

평가 문항은 교사가 제시해 주거나, 학습자가 직접 선택할 수 있고, 혹은 시스템에서 제공해 줄 수 있다. (그림 14)에서 문항을 선택하는 방법은 과목이나 단위, 문항요소를 임의대로 선택한 후 추출된 문항을 풀 수 있도록 구현하였다. (그림 15)는 학습자 관리 모듈에서 학습자의 학습 수준을 추정하기 위해 제공되는 문항을 보여주고 있다. (그림 2)에서와 같이 각 서브 모듈들의 반복 과정을 거쳐 추정된 학습자의 수준을 (그림 16)에서 보여준다.

## 5. 결론

본 논문에서는 최근 인터넷상에서 표준 공통 포맷으로 대두되는 XML을 이용하여 웹기반 문제은행 시스템을 설계 및 구현하였다.

Three-tier 환경에서 제안한 시스템은 미들웨어 위치의 웹 서버에서 XML 데이터에 기반하여 처리함으로써 원격의 교사에게 서버의 부하를 감소시켜 성능이 향상되도록 하였다. 이러한 결과는 교사에게 더 나은 속도로 서비스를 제공할 수 있을 뿐 아니라 교사가 원하는 대로 자신의 애플리케이션에서 XML 문서를 처리할 수 있으므로 최대의 융통성을 제공한다.

본 연구에서 제안한 문제은행 시스템을 활용할 경우 얻을 수 있는 기대효과는 다음과 같다.

첫째, 교과 전문가인 교수자가 웹에 대해 전문적인 지식이 없이도 손쉽게 평가 문항을 출제 및 관리할 수 있어 보다 질 높은 학습 평가의 실시가 가능하고 전문적인 평가 문항의 관리가 용이해질 수 있다는 것이다.

둘째, 학습자의 학습 수준을 분석하여 수준에 따라 차별적인 평가를 실시함으로써, 학습자의 개인차를 고려한 개별화된 평가가 가능하도록 하고 있다.

한편, 본 연구의 문제은행 시스템에서 평가에 대한 신뢰성을 검증하는 작업이 요구된다. 이러한 작업이 수행되기 위해서는 먼저, 평가 문항들에 대한 난이도와 변별도와 같은 분석이 선행되어야 한다. 이를 바탕으로 하여, 여러 가지 관점에서 신뢰성에 대한 분석이 고려될 수 있다. 기본적으로 고려될 수 있는 방안은 동일한 집단에 여러 차례의 검사를 통해 동일한 결과가 도출되는지에 대한 분석과, 본 시스템의 예비 평가 단계에서 판별되는 학습 수준에 따라 수준별 문항을 제공한 후 그 평가 결과를 통해 예비 평가 결과에 대한 각 수준별 비교 평가를 할 수 있다.

향후 연구 과제로서, 위와 같은 문항 분석과 평가의 신뢰성에 대한 연구가 심도 있게 이루어져야 한다.

## 참고 문헌

- [1] 김종길, 임병춘, "웹기반 문제은행 시스템의 설계 및 구현," 한국 정보교육학회 학술 발표 논문집, 2002, pp.147-154.
- [2] 홍종기, 전우천, "수준별 평가를 위한 문제은행 시스템의 설계 및 구현," 정보교육학회 하계 학술발표 논문집, 2001.
- [3] 나종석, 고병호, "웹을 기반으로 한 문제은행 시스템 설계 및 구현," 정보교육학회 논문지, 제 4권, 2호, 2000.
- [4] 이동춘, 권기태, "웹기반 학습자 개별적용 평가 시스템의 개발," 한국 컴퓨터교육학회 논문집 제4권 2호, pp. 21-29.
- [5] 백소영, 김명, "수준별 학습을 지원하는 문제은행 시스템의 설계 와 구현," 컴퓨터 교육 학회 논문지, 제 3권 2호, 2000.
- [6] 성태제, 문항 반응 이론의 이해와 적용, 교육과학사, 2001
- [7] F. Bota, et al., "An Educational-oriented framework for building on-line courses using XML," International Conference on Multimedia Application, 2000, pp. 19-22.
- [8] Tim Bray, Jean Paoli, C. M. "Extensible Markup Language(XML)," <http://www.w3.org/TR/WD-xml-lan g.html>.
- [9] W3C DOM WG, <http://www.w3.org/DOM/>, 2000.
- [10] 이창렬 외9인, "XML을 이용한 교육학술 정보 유통 기술 연구," 한국 교육 학술정보원 연구 보고서, 1999.
- [11] Frank Boumphrey et al., XML Applications, Wrox Press Ltd., 1988.
- [12] W3C, "Extensible Stylesheet Language (XSL) Ver sion 1.0" <http://www.w3c.org/TR/xsl/>
- [13] W3C, "Web Style sheets", <http://www.w3.org/Style/>
- [14] 류진영, 김찬홍, 유영호, 김경석, "관계형 데이터베이스에서 XML 문서 저장 방안 연구," 한국정보과학회 가을 학술발표논문

집 Vol. 25, no. 2 1998.

[15] 김규태, 현득창, 이수연, 정광철, "관계형 데이터베이스를 이용한 SGML 문서 처리," 정보과학회논문지(C) 제 3권 제3호 1997.

### **최속영(Sook-Young Choi)**

컴퓨터교육학회 논문지 제2권 1 호 참조

### **백현기(Hyon-Ki Back)**

2002 : 우석대학교 컴퓨터교육과  
(교육학석사)

2002~현재 : (주) 3-L 개발이사

2002~현재 : 우석대학교 컴퓨터  
교육과 겸임교수

관심분야 : 컴퓨터교육, 원격교육,  
교수설계, 차세대인터넷