

XML기반 문제은행 시스템의 설계 및 구현 (Design and Implementation of XML-based Item Bank Systems)

김 영 기* 이 철 환** 한 선 관*** 한 희 섭****
(Young-Gi Kim) (Chul-Hwan Lee) (Sun-Gwan Han) (Hec-Seop Han)

요 약

본 논문은 XML을 이용하여 통합적인 문제를 생성, 검색 및 교육에 적용할 수 있는 XML기반 문제은행 시스템의 설계 및 구축에 관한 연구이다. 표준화된 문제를 학습자에게 제공하기 위하여 문제의 표준 유형을 분석하고 이를 XML DTD로 설계하였다. 설계된 표준안을 적용하여 초등학교 수학 교육용 문제를 추출하였으며 관계형 DB를 이용하여 문제은행을 구축하였다. 또한 XML파서와 문제 해석기를 구현하여 표준화된 문제를 온라인으로 학습자에게 제공하였다. 시스템의 활용 결과 온라인 교육에 필요한 평가용 문항을 학습자에게 적절하게 제공하고 웹 상의 비표준화된 문제들을 통합시키는데 매우 효율적으로 적용시킬 수 있음을 보였다.

ABSTRACT

This study is design and implementation of XML-based Item Bank System. This system can apply the student with effective assessment by creating, searching and providing of educational problems using XML. In order to supply standard problems to student, first, we analyzed the standard types of various problems and designed these types with XML DTD. Second, we extracted math problem in the elementary school by applying these standard types. Third, we constructed the Item Bank System using relational Data Base and XML parser. The result of system applying, proposed system could offer the student the standard problems at on-line environment. Therefore we shown to be applied educational assessment and integrated non-standard problems effectively.

1. 서론

인터넷의 발달에 따라 교육의 환경뿐만 아니라 교육의 패러다임까지도 바뀌어가고 있다. 학습 형태 면에서 교사와 직접교수에 따른 Off-Line 학습에서 On-Line 학습으로의 변화뿐만이 아니라 On-Line 평가

로의 변화 속도도 빠르고 다양하게 진행되고 있다. 교육 평가 부분은 교육 과정 중에서 학습자의 능력과 교육의 결과를 측정하는 가장 중요한 부분이지만 그에 따라 교사들에게는 많은 업무와 부담을 주는 부분이다. 그러다 보니 그 중요성만큼 실질적으로 이루어지기가 힘들었다.

* 정희원 : 인천교육대학교 컴퓨터교육과 교수

** 정희원 : 인천교육대학교 컴퓨터교육과 교수

*** 정희원 : 인천교육대학교 컴퓨터교육과 전임강사

**** 정희원 : 인천 봉수초등학교 교사

※ 이 논문은 2001년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2001-030-C00029)

논문접수 : 2002. 8. 16.

심사완료 : 2002. 12. 10.

On-Line평가에서는 교사가 수행하던 많은 양의 과정을 컴퓨터가 대신할 수 있다는 장점이 있으며 이를 실제 학습에 적용하기 위한 많은 문제은행이 DB로 구축되어 e-learning 서비스를 하고 있다. 그러나 이들 문제 은행들의 문제점은 상당히 많은 문제들이 HTML 또는 다양한 형태(Formats)로 제작되어 이형적이거나 DB로 구성되어 공유하기 어려운 형태로 문제 자료가 구축되어 있다는 점이다. 그 결과 온라인 문제 은행의 적절한 검색과 문항의 공유에 어려움이 많다. 또한 기존 자료의 재활용에 많은 어려움이 있다[9].

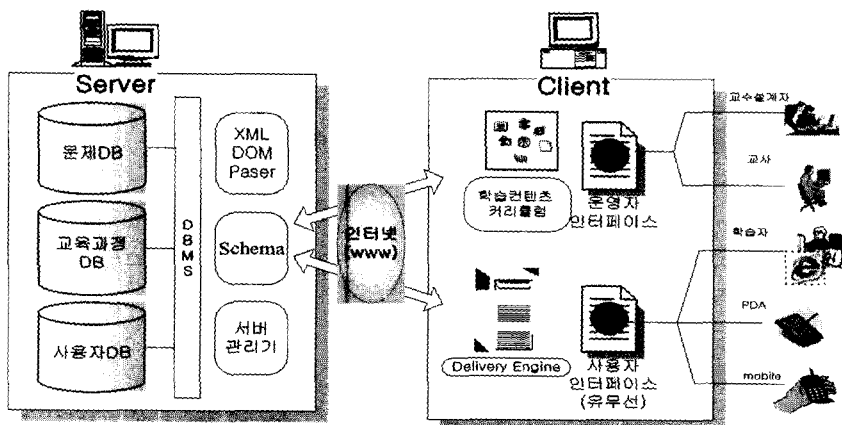
이것을 보완하기 위한 대안으로서 XML을 활용할 수 있다. XML은 자료의 변환과 메타 검색어를 활용한 검색이 용이하여 공유 및 재활용에서 많은 가능성을 가지고 있다[7]. 또한 학습자의 능력에 맞는 적절한 문항을 제공할 수 있어 온라인 교육에서 매우 유효한 평가를 제공할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 XML을 이용하여 통합적인 문제를 생성, 검색 및 교육에 적용할 수 있는 XML기반 문제은행 시스템의 설계 및 구축을 하였다. 표준화된 문제를 학습자에게 제공하기 위하여 문제의 표준 유형을 분석하고 이를 XML DTD로 설계하였으며, 관계형 DB를 이용하여 문제은행을 구축하였다. XML파서와 문제 해석기를 구현하여 표준화된 문제를 온라인으로 학습자에게 제공하였다.

2. XML 기반 문제 은행 시스템의 설계

본 연구에서 제안하고 있는 XML 기반 문제 은행 시스템의 전체 구조는 [그림 1]과 같다. 전체 시스템 속에 문제에 대한 정보와 교육과정 정보 그리고 학습자에 대한 정보를 Data Bases에 저장하고 문제에 대한 정보를 XML로 구성하여 다양하게 활용하도록 구성되어 있으며 향후 다른 시스템과의 공유를 고려하여 설계되었다.

시스템의 구조는 [그림 1]과 같이 클라이언트-서버의 형태를 띄고 있다. 서버에 문제은행 DB와 XML DOM파서 그리고 문제 변환기와 문제 출제를 구성하는 XML 스키마로 구성되었다. 각 DB들은 관계형DB로 구성하여 서로 유기적인 역할을 한다.

클라이언트는 일반 웹브라우저의 사용뿐만 아니라 무선인터넷을 통한 서비스를 할 수 있도록 설계되었다. 클라이언트의 경우에는 교수 설계자의 경우에 일반 웹자료 및 문서자료와 멀티미디어 자료를 변환할 수 있는 인터프리터를 이용할 수 있으며 교사로서 시험 출제를 위한 인터페이스를 이용하여 온라인으로 문제를 출제하고 그 결과를 제공받을 수도 있다.



[그림 1] XML 기반 문제 은행 시스템의 구성도

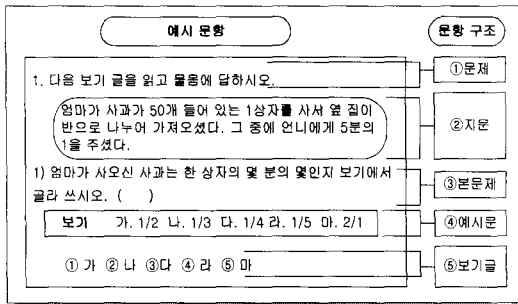
[Fig. 1] System Structure

3. 문항의 분석 및 XML DTD의 설계

3.1 문항형태의 구조적 분석

IDB(Item Data Bank) 시스템을 설계하기 위하여 시스템의 구조에 맞게 표준화된 문항의 구조적인 분석과 그에 따른 교육과정의 분석 그리고 학습자 데이터의 처리를 위한 분석과정을 거쳤다. 교육과정의 분석은 문제가 가지고 있는 구조적 부분뿐만 아니라 구조의 내용 부분을 이해하는데 필수적인 부분이며, 학습자의 데이터 처리 부분은 학습자의 인지과정과 학습자 정보에 의해 문제의 구조적 부분이 변경되기 때문에 실제 학습의 적용 및 응용을 위하여 중요한 부분이다.

문제은행 시스템을 설계하기 위해서는 가장 먼저 문제의 형태와 해결에 관한 분석이 이루어져야 한다. 문제의 형태는 매우 다양하다. 흔히 객관식 주관식으로 분류하지만 객관식의 경우에도 문제의 구조를 보면 출제 형식에 많은 차이들이 있다. 예를 들면 예문이 있는 객관식이라든지 여러 개의 지문을 가지고 있는 객관식도 많이 있다. 문항구조 분석에서 가장 중요한 것은 객관식이든 주관식이든 모두를 통합하여 DB에 구성할 수 있도록 하나의 통합된 형태를 분석해 내는 것이었다. 또한 대량의 DB구축을 위해 DB에서 가장 효과적으로 저장을 하고 검색을 할 수 있도록 문항구조를 분류하였다. 일반적인 문제의 예를 살펴보면 다음 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 문항형태의 구조적 분석
[Fig. 2] Structural Analysis of Item

예제 문항의 구조도를 분석해보면 3번의 본문항의 제시 부분은 주관식이든 객관식이든 필수 사항(#REQUIRED)이다. 1,2,4,5번 부분은 문항구조에 따라 선택적으로 필요한 부분(#IMPLIED)이다. 이 때 가장 유동성이 많은 공간이 5번 보기글 항목이다. 이 부분은 DB 설계에서 따로 분리하여 다루도록 설계를 하였다.

3.2 DTD의 설계

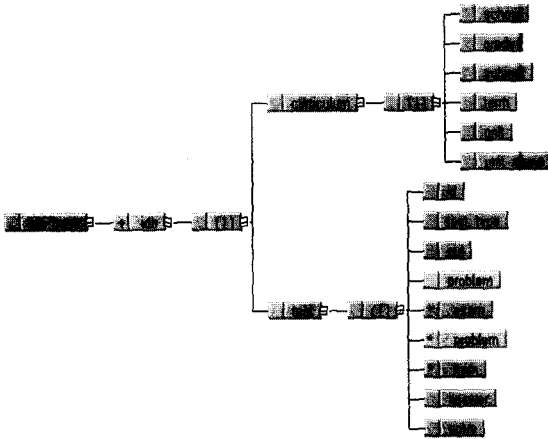
문제에 관한 XML DTD 설계는 문항의 스키마를 작성하기 위해 문항구조 분석한 내용을 어떻게 표현해내느냐에 대한 측면에서 중요하다. 문항의 구조뿐만 아니라 문항 구조 속에 문항이 갖는 속성을 표현해내야 의미 있는 문제가 된다. 또한 DTD로 표현되어 분석된 구조와 속성은 실제 학습에 적용할 때 적합한 문항의 검색 및 분류, 학습자 지식 수준 분석, 비슷한 유형의 문제 생성, 문제 해결과정 자동 파악, 적절한 선행 학습 및 후속학습 제시 등 매우 다양한 방법으로 활용되어질 수 있다.

```

<!ELEMENT idb_bank (idb)+>
<!ELEMENT idb (curriculum | test)>
<!ELEMENT curriculum (school | grade | subject | term | unit | unit_name)> # 이 부분은 문제와 관련된 교육과정을 정의하는 부분이다
<!ELEMENT school (#PCDATA)>
<!ELEMENT grade (#PCDATA)>
<!ELEMENT subject (#PCDATA)>
<!ELEMENT term (#PCDATA)>
<!ELEMENT unit (#PCDATA)>
<!ELEMENT unit_name (#PCDATA)>
<!ELEMENT test (id | test_type | pid | problem | exam* | problem* | item* | answer | solve)> # 이 부분이 문제의 구조를 정의하는 부분이다
<!ELEMENT id (#PCDATA)>
<!ELEMENT test_type (#PCDATA)>
<!ELEMENT pid (#PCDATA)>
<!ELEMENT problem (#PCDATA)>
<!ELEMENT exam (#PCDATA)>
<!ELEMENT item (#PCDATA)>
<!ELEMENT answer (#PCDATA)>
<!ELEMENT solve (#PCDATA)>
    
```

[그림 3] 문제에 관한 XML DTD 설계
[Fig. 3] XML DTD Design of Item

설계된 DTD 속에는 교육과정과 문제를 포함하여 구성하였다. 문제의 내용 부분에는 정답과 풀이가 포함되어 있으며 문항이 갖는 난이도를 가지고 있어서 문제 출제시 학습자의 지식 수준을 고려하여 출제가 되도록 구성하였다. 이러한 구조를 DTD 분석기를 통하여 제시한 것이 [그림 4]와 같다.

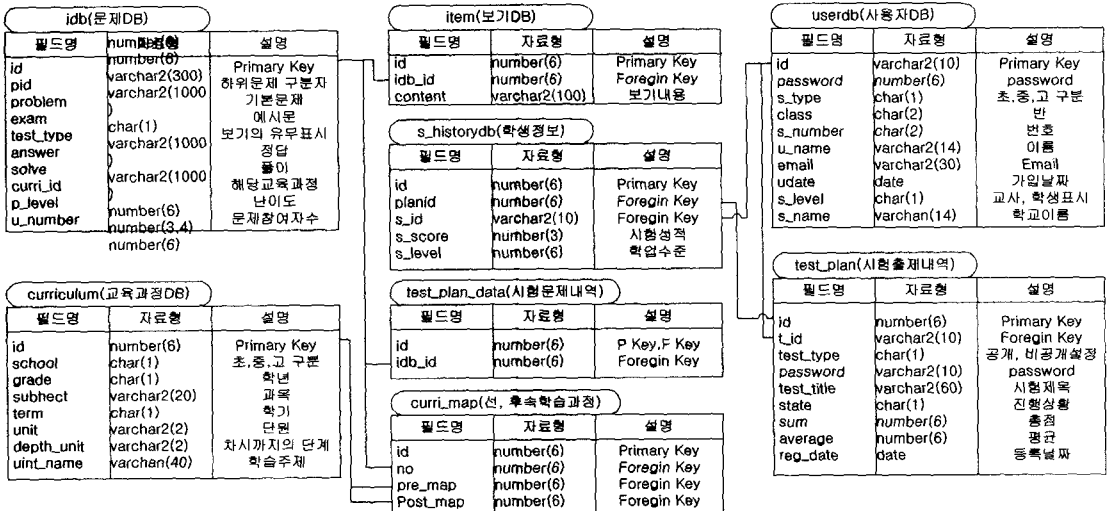


[그림 4] 교육과정과 문제를 포함한 DTD 구조도

[Fig. 4] DTD Structure with Curriculum and Item

3.3 DB 스키마 설계

XML 문제의 저장은 XML로 자체로 저장할 수 있으나 문제 은행의 특성 상 문제의 양이 증가하면 그 DATA의 크기가 매우 커지고 관리와 처리 속도에 있어 많은 문제를 가지고 온다. 따라서 본 연구에서는 관계형 DB인 오라클을 이용하여 XML 문항을 DB로 관리하도록 스키마를 설계하였다. 또한 사용자 DB와 문제에 관한 교육과정 또한 문제와 관련이 있기 때문에 DB로 구축하였다. DB를 문제, 교육과정, 학습자 DB로 크게 3가지로 구분하여 설계하였으며 교육과정 DB와 문제 DB와 관련되어 학습자가 문항을 해결하면 그에 따른 정보들이 학습자 DB에 저장 관리된다. 전체적인 DB 스키마 구조도는 [그림 5]와 같다.



[그림 5] 문제은행 시스템의 DB 스키마 구조도

[Fig. 5] Design of DB Scheme

4. IDB 시스템의 구현 및 평가

본 연구에서 제안하고 있는 IDB 시스템의 구현을 위하여 교수설계자와 전문 프로그래머의 협조를 구하였다. 시스템의 구현 환경은 다음과 같은 사양으로 구현되었다.

팬티엄IV를 서버로 이용하였으며 OS는 리눅스 기반으로 하였다. 본 시스템에 사용한 리눅스는 Oracle DB와 연동이 되는 SuSE Linux 7.1K를 이용하였다. 웹서버는 Apache를 이용하였으며, 관계형 DB는 Oracle 9i 버전을 이용하였다. 문항을 XML과 HTML로 연동하기 위하여 XML Parser는 Xerces DOM 파서를 이용하여 Schema를 구성하여 자료의 표현 및 검색과 변환이 가능하도록 구성하였다. DB와의 연동은 PHP 스크립트를 이용하여 XML과 연동이 되도록 DOM 객체를 활용하였다.

4.1 교사 모드 화면

[그림 6]과 [그림 7]은 교사 모드 화면의 인터페이스를 나타낸다. 문제 입력 화면은 문항 DB의 생성과 삭제, 문제의 카테고리 생성 그리고 문제의 출제 및 수정, 풀기, 해답 입력 부분으로 구성되며 성적에 대한 결과와 분포, 순위를 처리할 수 있도록 하였다. 또한 문제 수정 부분은 카테고리별로 생성된 문제를 수정할 수 있도록 하였다. 머릿글 편집과 지문 편집, 그리고 문항의 전체 구조 편집 및 정답까지 편집할 수 있다.

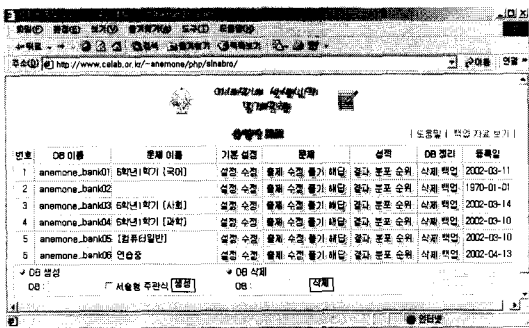


그림 6 문제 입력 화면
[Fig. 6] Screen of Item Input

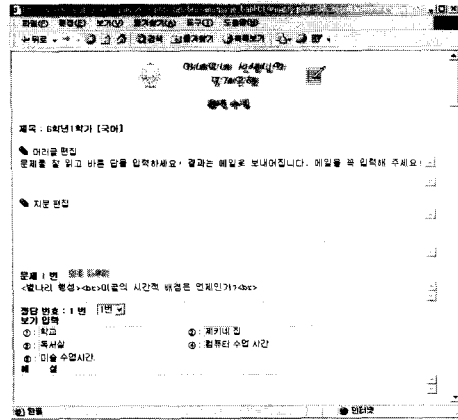


그림 7 문제 수정 화면
[Fig. 7] Item Editing Screen

4.2 학습자 모드 화면

[그림 8]은 학습자 문제 출력 화면을 나타내며 [그림 9]는 학습자 문제 풀기 화면을 나타낸다. 학습자 문제 출력 화면은 문항에 대한 생성 또는 편집, 삭제 기능은 포함되지 않으며 문제에 대한 풀기, 해답 확인, 결과 분석 및 순위에 대한 Feedback을 받을 수 있도록 구성하였다. 학습자가 선택한 문제의 풀기 화면으로 접근하면 자신의 기초 정보만 입력하고 제한된 시간에 문항을 풀 수 있다.

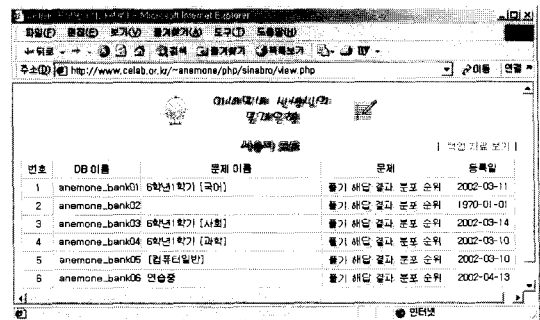
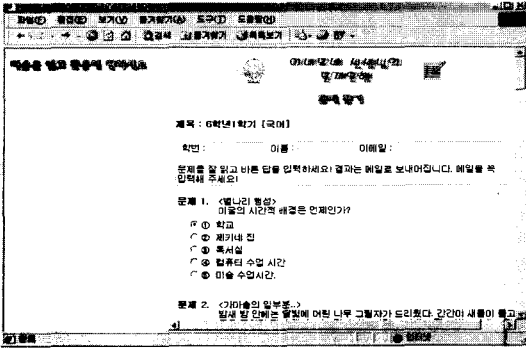


그림 8 학습자 문제 출력 화면
[Fig. 8] Item Screen for Student



[그림 9] 학습자 문제 풀기 화면
[Fig. 9] Item Screen for Student

4.3 문제 은행 평가

문제 은행의 효과를 살펴보기 위하여 교사에 의해 생성된 문항의 구조를 살펴보았다. 일반 교사가 입력되는 문항은 일반적인 웹기반 자료 입력 화면으로 구성되어 새로운 문항 생성 방법이나 XML을 이해하지 않아도 누구나 쉽게 문항을 생성할 수 있다. 이는 DOM을 이용하여 변환하기 때문에 기존의 문항 생성과 같은 방법을 이용할 수 있으며 학습자의 경우에도 문제를 해결할 때 생성한 화면이나 XML을 이해하지 못해도 기존의 문제 해결 방법을 이용하여 쉽게 문항에 접근하여 문항을 해결할 수 있다.

이것 역시 DOM을 이용하였으며 문항의 인터페이스를 위하여 HTML에 Embed된 CSS와 XSL을 적용하였다.

본 연구에서 설계되고 구현된 XML 문제 은행 시스템은 기존의 문제은행을 그대로 적용할 수 있으며 교사, 학습자 모두 손쉽게 문제를 활용하여 학습에 적용할 수 있다. 또한 XML의 융통성과 표준에 의해 다양한 학습에 적용되어 질 수 있다.

본 연구에서 제안한 문제 은행 시스템은 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

- 1) 교육과정과의 연결을 통해 적응형 학습과 학습자 수준에 맞는 문항을 제공할 수 있다.

- 2) 기존의 우수한 문서자료나 웹의 HTML자료를 XML 변환기를 이용하여 표준화하거나 그대로 재활용할 수 있다.
- 3) 문제 풀이 결과를 분석, 측정할 수 있도록 시스템에서 처리하여 문제의 중요도를 분석해 내고 학습자의 능력을 판별하여 수준을 체크하여 준다. 따라서 통계적인 작업뿐만이 아니라 교사의 업무부담의 경감효과가 있다.
- 4) 학습자의 능력을 판별하여 교육과정에 따라 이전 단계의 학습요소를 제공하고 학력 향상에 기여할 수 있다.
- 5) 타 문제은행 시스템과 문제 자료를 쉽게 공유할 수 있으며 웹기반 시스템의 문제들을 표준화하는데 기반이 될 수 있다.
- 6) 유무선 환경을 모두 포괄하여 적용할 수 있으며 지능형 에이전트 기술을 활용하여 다양한 부분에 지적인 평가 시스템으로 적용할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 온라인 교육에서 가장 핵심 부분 이면서 적용하기 어려운 학습자 평가 부분의 적절한 문제를 생성, 검색, 제공하기 위하여 XML기반의 문제은행 시스템을 설계 및 구현하였다. XML의 기본 철학이 통합과 표준에 있는 것과 같이 본 연구에서 제안한 문제의 표준화를 위하여 XML을 이용하였으며 DTD를 통하여 표준화된 구조와 내용을 정의하였다. 또한 DOM을 이용하여 다양한 분야에 적용할 수 있는 기반을 제공하였다.

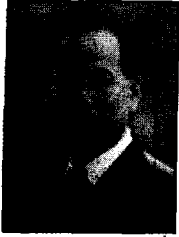
본 연구와 관련하여 향후 연구 과제는 다음과 같다.

실제 구현된 시스템에 사용될 학습자 적응형 문제 은행 구성이 매우 필요하며 추론 엔진을 탑재하여 지능적인 평가 에이전트로써의 기능을 추가해야 하며 초등학교 전과목의 문제 은행을 구축하여 실제 학습에 적용하여야 한다. 또한 WAP과 같은 무선 환경의 문제 은행으로의 확장과 P2P기반 독립 문제 은행 시스템 구축 또한 필요하다.

※ 참고 문헌

- [1] David Hunter, *Beginning XML*, wrox, 2000.
- [2] Fox, G. C., *Initial discussion of use of XML for Universal Access, Shared Places on the Web: XML for Web-based collaboration and Distance Education*, XML Developers Conference <http://www.gca.org/conf/xmldev99/> Montreal August 19-20 1999.
- [3] Hank Simon, *Strategic Analysis of XML for Web Application Development*, Computer Technology Research Corp, 2000.
- [4] M. Carey, D. Florescu, Z. Ives, Y. Lu, J. Shanmugasundaram, E. Shekita, and S. Subramanian. XPERANTO: Publishing object-relational data as XML. In Proc. of the Int. Workshop on Web and Databases (WebDB), 2000.
- [5] Marsh, J., 2000. XML Base (XBase). W3C Working Draft 21-February-2000. <http://www.w3.org/TR/xmlbase>.
- [6] Richard Blair, *Professional XML Applications*, wrox, 1998.
- [7] Tim Bray, Jean Paoli, and C. M. Sperberg-McQueen. Extensible markup language (XML) 1.0. Recommendation, W3C, February 1998. <http://www.w3.org/TR/1998/REC-xml19980210>.
- [8] 양광모, 최성, XML기반 문제 은행 시스템, 정보처리학회지, 2001, may, 제8권 제3호.
- [9] 채진석, XML문서와 DB의 효율적인 연동을 위한 XML 스키마 기술 연구, 한국 정보과학회, 16권 2호, pp23-28, 2000.

김 영 기



1981년 명지대 전자공학과 졸업
1984년 연세대학교 교육대학원 졸업(교육학석사)
1996년 미 NOVA대 컴퓨터교육학(박사)
1985년 3월~현재 인천교육대학교 컴퓨터교육과 교수
연구 분야: 컴퓨터 교육, 저작도구, 멀티미디어, 웹기반 교육

한 선 관



1991 인천교육대학교(교육학학사)
1995 인하대학교(전자계산교육학석사)
2002 인하대학교 전산공학과(공학박사)
2002~현재 인천교육대학교 전임강사
관심분야: 인공지능, 지능형 에이전트, ITS, 컴퓨터교육, XML

E-Mail: han@inue.ac.kr

이 철 환



1977 인천교육대학교(초등교육학사)
1980 연세대학교 (법학사)
1987 연세대학교 (교육학석사)
1993 미 Pittsburgh대(정보공학석사)
1994 미 Pittsburgh대 (컴퓨터교육/교육공학전공 교육학박사)
1994~현재 인천교육대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 초등컴퓨터교육, ICT교육, 멀티미디어
E-Mail: chlee56@inue.ac.kr

한 회 섭



1992 청주교육대학교(교육학학사)
1999~ 현재 인천교육대학교 (컴퓨터교육학석사과정)
1992~ 현재 인천 봉수초등학교 교사
관심분야: WBI, ICT활용 교육, 컴퓨터교육, 교육용 콘텐츠