

XML 웹서비스와 JDBC를 이용한 분산 메타데이터 검색 시스템의 설계 및 구현

최현종[†] · 황성욱[†] · 김태영^{††}

요 약

전국의 16개 시,도에 있는 교육과학연구원에서는 지역의 교사들이 개발한 각종 멀티미디어 교육 자료를 웹 서비스를 통해 전국의 교사들에게 제공하고 있다. 또한 한국교육학술정보원과 한국교육과정평가원에서도 교육 자료를 개발하고, 더불어 전국의 교육과학연구원에서 제공하는 교육 자료를 통합하려는 계획을 세우고 있다. 그 첫 출발점이 바로 2001년 개발된 한국교육학술정보원의 국가표준 교육정보 메타데이터 형식과 전국의 교육청이 작성하고 있는 교육자료 메타데이터이다. 이 메타데이터를 통해 전국의 교육 자료가 통합되어 서비스될 수 있을 것이다. 하지만 각 시도별로 작성된 메타데이터를 어떻게 통합하고 관리하느냐의 문제는 전국의 교육 자료를 통합하여 서비스하는데 있어, 먼저 해결해야 될 중요한 문제이다. 따라서 본 연구는 분산되어 있는 각 시도의 교육정보 메타데이터를 통합하여 서비스하는 방법으로 XML 웹 서비스 방법과 JDBC를 도입한 3 단계(-ter) 시스템을 제안해 보았다. 제안된 두 방법을 MS SQL Server 2000과 Oracle 9i에 각각 적용하여 성능평가 한 결과 두 방법이 서로 비슷한 응답시간을 보였다. 따라서 XML 형태의 메타데이터를 검색하는 방법으로 기존의 JDBC를 사용하는 것 이외에 웹 서비스를 이용하는 방법도 고려해 볼 수 있다는 결론을 얻었다.

Design and Implementation of Distributed Metadata Searching System using XML Web Service and JDBC

Hyunjong Choe[†] · Sungwuk Hwang[†] · Taeyoung Kim^{††}

ABSTRACT

Sixteen provincial Research Institute of Education and Science(RISE) in the country have provided good qualified multimedia educational materials that was produced by some special skilled teachers to elementary, middle and high school teachers using web services. And moreover KERIS and KICE have also produced educational materials and have a plan to integrate distributed multimedia educational materials that RISE produced. The development of KERIS's KEM metadata in 2001 and the making of educational material metadata of RISE is the first step of integration plan. These metadata can be used to make integration plan possible. But before taking integration plan, the study of how to integrate and manage it should be performed. Therefore, this paper introduces the technique of XML web service and JDBC with 3-tier system as the method of integrate distributed educational material metadata. The evaluation shows these two methods have similar response time with MS SQL Server 2000 and Oracle 9i. Thus, we conclude that JDBC and XML web service can be the proper solution to search XML-formatted metadata.

Keywords : Metadata, XML web service, JDBC, KEM

[†] 정 회 원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
^{††} 종신회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
 논문접수: 2003년 12월 12일, 심사완료: 2004년 3월 13일

1. 서 론

국내외로 활발하게 연구되고 있는 E-Learning의 대표적인 주제는 학습 객체(learning object)와 적응적 학습(adaptive learning)이다. 이 두 주제는 특히 최근 웹 표준화 기술의 하나인 XML(eXtensible Markup Language)을 기반으로 연구되고 있다. XML은 자료의 독립적 처리(processing)가 가능하다는 특징을 가지고 있기 때문에, 이를 이용하면 웹 자료를 비교적 자유롭게 처리할 수 있기에 웹 시스템 통합 연구의 구현 가능성에 예전보다 쉬워지고 있는 실정이다. 특히 학습 객체에 관한 연구는 국내에서도 대학과 각종 연구소에서 활발하게 연구되고 있으며 이를 실용화하는 전국의 16개 시,도 교육청에서 운영하고 있는 웹 기반 교육 자료(educational materials) 제공 서비스도 점차 자리를 잡아가고 있는 실정이다. 전국의 16개 시,도 교육청 산하의 교육과학연구원(Research Institute of Education and Science)에서는 각 지역의 교사들이 개발한 각종 멀티미디어 교육 자료들을 웹 서비스를 통해 전국의 교사들에게 제공하고 있다. 또한 한국교육학술정보원(KERIS)과 한국교육과정평가원(KICE)에서도 초, 중, 고등학교의 각종 교육 자료를 개발하여 배포하고 있으며, 더불어 전국의 교육청에서 이미 웹 서비스 형태로 제공하는 교육 자료를 서로 통합하려는 노력을 하고 있다.

<표 1>은 전국의 교육과학연구원과 KERIS와 KICE에서 제공하고 있는 교육 자료 제공 웹사이트 현황이다. 특히 KERIS와 KICE에서는 전국의 분산되어 있는 자료를 통합하여 전국의 교사와 학생, 학부모 및 교육 관련자들에게 양질의 교육 서비스를 제공하고자 하는 계획을 실행 중에 있다.

전국에 분산되어 있는 많은 교육 자료를 통합하고자 할 때 먼저 고려되어야 될 사항이 바로 자료의 메타데이터(metadata)이다. 메타데이터를 통해 자료를 통합할 수 있는 기초를 마련할 수 있고, 단순한 키워드(keyword) 검색이 지원하지 못하는 다양한 형태(학교급, 단원 및 차시명, 학습 주제, 자료의 형태 등)의 검색을 지원할 수 있

기 때문이다. 따라서 분산된 교육 자료를 통합하기 전에 메타데이터를 설계하고, 저장하고, 통합하는 방법의 연구가 먼저 선행되어야 할 것이다.

<표 1> 전국의 교육 자료 제공 웹사이트

	교육정보 제공 웹사이트
KERIS	http://www.edunet4u.net
KICE	http://classroom.kice.re.kr
서울특별시	http://www.sesri.re.kr/
부산광역시	http://busanedu.net/
대구광역시	http://www.tgedu.net/
인천광역시	http://www.edu-i.org
광주광역시	http://kjedu.ketis.or.kr/
대전광역시	http://www.edunet4u.net/top.html
울산광역시	http://211.46.216.2:8888/jsp/index.jsp
경기도	http://omega.kerinet.re.kr:8888/jsp/index.jsp
강원도	http://220.70.131.6:8888/jsp/index.jsp
충청북도	http://www.edulove.net/
충청남도	http://www.cise.or.kr:8000/
전라북도	http://www.cein.or.kr/cein.html
전라남도	http://www.cnei.or.kr/
경상북도	http://www8.gyo6.net/
경상남도	http://gnedu.net/
제주도	http://ns.cisec.or.kr:82/index1000.htm

학습 자료의 메타데이터 설계는 2001년 KERIS에서 “국가표준 교육정보 메타데이터 형식 개발”이라는 연구를 통해 발표되었다[10]. 이 메타데이터(Korea Educational Metadata, KEM) 형식에 따라 현재 전국의 교육청에서 자신들이 개발한 자료에 메타데이터를 작성하고 있는 중이다. KEM의 설계와 작성을 통해 전국의 교육 자료를 통합할 수 있는 기초가 마련되었다고 할 수 있다. 이제 연구되어야 할 문제는 시도별로 작성된 메타데이터를 어떻게 통합하느냐이다. 따라서 본 연구는 분산되어 있는 각 시도의 교육자료 메타데이터를 통합하여 서비스하는 방법으로 최현종이 제안한 XML 웹 서비스 방법을 제시하고 [8], 프로토타입을 설계 및 구현하고자 한다. 상용화된 많은 DBMS 제품들이 가지고 있는 XML 웹 서비스를 이용하면 간편하고 효율적으로 메타

데이터를 통합하여 검색할 수 있다.

본 논문의 2장에서는 XML과 데이터베이스, 학습 자료의 메타데이터, 관련 연구들에 대해 살펴보고, 3장에서는 시,도간 분산된 메타데이터 데이터베이스 시스템 프로토타입을 설계 및 구현하고 4장에서는 구현된 프로토타입의 성능 평가를 통해 본 연구에서 제안한 시스템에 대해 고찰해 보고자 한다.

2. 연구의 배경

2.1. XML과 데이터베이스

XML은 문서가 구조적으로 잘 정의(well-structured)되어 있고 XPath, XQuery와 같은 XML 처리 기술이 있기 때문에 데이터베이스라는 개념을 유연하게 적용해 본다면 XML 자체를 데이터베이스로 이용할 수도 있다. 하지만 아직까지 DBMS가 제공하는 데이터의 원자성 유지, 검색과 변경의 편리함, 트랜잭션(transaction) 등과 같은 편리한 관리 환경은 제공하지 못하고 있으며, 이미 상당히 많은 정보가 데이터베이스에 축적되어 사용되어지고 있기 때문에 XML 자체를 데이터베이스로 이용하지는 않고 있다. 하지만, XML이 웹 정보의 공유(sharing)와 통합(integration)의 표준 기술이 되고 있기 때문에 Microsoft, Oracle과 같은 데이터베이스 제품 개발사에서는 자사의 데이터베이스에 XML을 처리할 수 있는 기능 즉 XML 문서를 저장하고, 추출하고, 검색하는 기능을 추가로 데이터베이스에 삽입하고 있다. 여기에는 몇 가지 유형이 있는데 Ronald Bourret이 다음과 같은 대표적인 네 가지 유형을 제시하고 있다[17].

① Middleware : XML 문서와 데이터베이스간의 자료를 서로 교환할 수 있도록 해주는 어플리케이션을 적용한 유형으로 ODBC, JDBC가 있다.

② XML Server : XML 기반의 J2EE, 웹 어플리케이션 서버와 같이 사용 어플리케이션과는 별도의 프로세스로 서비스하는 유형으로 ATG

Dynamo, CoCoon 이 있다.

③ XML Enabled Database(XED) : XML 문서와 데이터베이스의 자료 구조 간에 서로 자료를 교환할 수 있는 기능이 더해진 데이터베이스로 DB2, MS SQL 2000, Oracle 9i 가 있다.

④ Native XML Database(NXD) : XML 문서를 순수하게 XML 형태로 데이터베이스에 저장해 주는 데이터베이스로 Tamino, XDB가 있다.

네 가지 유형 중에서 순수하게 데이터베이스에 XML 기술을 접속시킨 경우는 XED와 NXD이다. XED는 기존의 데이터베이스에 XML 기술을 추가한 경우로 XML 문서를 자신의 데이터베이스 구조로 변환(mapping)하여 저장, 관리하는 기능을 가지고 있다. MS SQL Server 2000의 경우 사용자와의 중간 계층에 데이터베이스에 저장되어 있는 자료를 XML로 변환해 주기도 하고 XML 자료를 자신의 데이터 구조에 맞게 변환해 저장하는 기능을 가진 프로세스인 SQLOLEDB가 추가되어 있는데, XED의 대표적인 경우이다 [14]. 이에 반해 NXD는 XED와는 달리 XML이 가지고 있는 특징들을 대폭 수용한 기술인데, XML:DB Initiative 는 NXD에 대해 다음과 같은 세 가지 특징을 제시하고 있다[19].

① XML 문서의 논리적 모델을 정의하고 있어야 한다. 즉, 예를 들어 요소(element), 속성(attribute), PCDATA과 같은 기본적인 XML 요소들이 정의되어 있고, XPath, DOM, SAX 와 같은 모델들도 포함되어 있어야 한다.

② 관계형 데이터베이스에서 테이블의 한 행(row)이 논리적 모델의 기본적 저장 단위라면, NXD에서는 XML 문서가 기본적인 저장 논리 모델이 되어야 한다.

③ 어떤 특정한 물리적 저장 모델에 구애받지 않는다. 즉, 관계형, 계층형, 객체지향형 데이터베이스를 기본 데이터베이스로 사용할 수 있다.

XED와는 달리 XML 문서를 중간 계층에서 데이터베이스의 자료 구조로 맞게 변환하여 저장하지 않고, XML 문서 자체가 데이터베이스의 자료 구조 형태를 이루어 사용할 수 있어야 하고

XML 프로세싱이 데이터베이스 자체에 포함되어져야 한다는 것이 큰 특징이다. 하지만 NXD의 저장 단위가 XML 문서 자체이기 때문에 관계형 데이터베이스에서 자료 처리에 사용하고 있는 질의(query) 언어인 SQL과 같은 사용하기 편하고 표준화된 언어가 없다는 단점이 있다. 따라서 NXD에서 쉽게 사용할 수 있는 공통적인 질의 언어가 필요한데, W3C에서 XML 질의 언어로 개발하고 있는 XML Query가 그 대안이 되고 있다. 현재 W3C에서 드래프트(working draft) 상태이다[20].

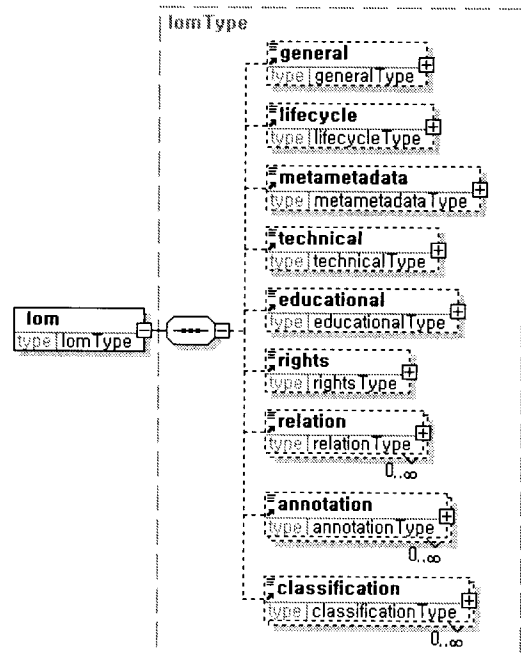
R. Bourret은 또한 XML 문서를 데이터베이스에 저장 하는 방법으로 자료 중심(data-centric) 처리 방법과 문서 중심(document-centric) 처리 방법으로 나누어 설명하고 있다[16]. 자료 중심 방식은 XML 문서안의 내용 즉 자료들이 잘 구조화되어 있어 이들을 관계형 데이터베이스의 테이블의 행과 열에 직접 매칭(matching)하여 자료를 저장하고 처리하는 방법이고, 문서 중심 방식은 XML 문서를 데이터베이스에 의해 저장되고 관리되는 자료 형의 하나로 처리하는 방법이다. 문서 중심 방법은 XML 문서 한 개를 하나의 문자열 자료와 같이 처리하는 방법이 많이 사용된다. 이 때 사용될 수 있는 저장 방법으로 데이터베이스에서 XML 문서를 Clob(Character large-object)이나 Blob(Binary large-object) 형태로 저장하고 처리한다[15]. 이 방법은 XML 문서 자체가 그대로 저장되기 때문에 문서의 내용들이 불규칙(irregular)이고 이종성(heterogeneous)이 강한 문서를 저장할 때 사용할 수 있다.

2.2. 교육 자료의 메타데이터 형식

국내외의 연구에서는 교육 자료라는 명칭보다 학습 객체라는 명칭을 더 많이 사용하고 있다. David Wiley는 학습 객체에 대해 다양한 디지털 기반의 교육 자료로, 객체지향형 프로그래밍 언어의 모듈처럼 한 번 만들어지면 여러 상황에서 다시 재사용하여 사용할 수 있게 해 보자는 아이디어에서 출발해 마치 레고(LEGO) 블록과 같이

학습자의 흥미와 동기, 목적에 의해 자유롭게 결합되어 하나의 학습을 위한 작은 학습 컴퍼넌트(small instructional component)로 정의할 수 있다고 하였다. 그는 이런 학습 객체를 Fundamental Learning Object, Combined-closed Learning Object, Combined-open Learning Object, Generative-presentation Learning Object, Generative-instructional Learning Object 로 분류하고 있다[12][13].

학습 객체 모델을 이용한 다양한 웹기반 교육 시스템들이 많이 시도되고 있는데, 현재 가장 주목을 받고 있는 모델은 ADL(Advanced Distributed Learning)의 SCORM(Sharable Course Object Reference Model)으로 이 모델은 XML을 기반으로 하는 웹 기반의 학습 콘텐츠 통합 모델이다[11]. SCORM에서 사용되는 학습 객체 메타데이터의 XML 스키마는 (그림 1)과 같다.



(그림 1) SCORM의 학습 객체 메타데이터 스키마

SCORM의 학습 객체 메타데이터는 세 가지 유형 Content Aggregation, Sharable Content Object(SCO), Asset 에 적용되어 있는데, 이 모

델은 아홉 개의 목록(categories)과 하위 목록 요소들(elements)이 계층적으로 이루어져 있다. 아홉 개의 목록은 General, Lifecycle, Meta-metadata, Technical, Educational, Rights, Relation, Annotation, Classification 으로 구성되어 있다. 이 아홉 개의 목록이 XML 문서의 "lom" 이라는 루트 요소(root element) 아래의 자식 요소(child element)로 구성되어 한 개의 학습 객체 메타데이터로 표현되고 있다[18].

<표 2> 교육자료 기술을 위한 표준 기술요소

요소명	정의	식별기호
표제*	자료의 표제	Title
저자*	자료의 내용을 기술한 개인(단체명)	Creator
주제	자료에서 취급된 주제	Subject
개요	자료의 내용에 대한 개요	Description
발행처*	발행처 정보	Publisher
기여자	부차적인 저자이며 Creator와 연관됨	Contributor
날자*	자료 생산일, 유효기간, 발행일, 수정일 등의 정보	Date
자료유형*	자료 내용유형	Type
자료형태*	자료처리에 필요한 정보와 크기	Format
접근정보*	자료 접근 정보	Identifier
정보원	자료 저작 정보원	Source
언어	본문에 사용된 언어	Language
내용범위	자료에서 취급된 지리/공간, 시대	Coverage
관련자료	기술대상자료와 관련이 있는 자료의 식별정보	Relation
교과목	기술대상자료가 기초하고 있는 교과목에 대한 정보	LearningArea
저작권	지적재산권에 관한 정보	Right
이용대상자	자료의 이용대상자	Audience
주석	주석, 논평, 서평, 독후감 등	Annotation
교수방법	교수방법, 평가방법, 선수과목 등	Pedagogy
메타데이터	메타데이터의 관리에 관한 사항	MetaMetadata
학습시간	자료를 학습하는데 걸리는 시간	TypicalLearningTime
상호작용 유형	자료와 자료이용자 사이의 상호작용의 유형	InterActivityType
상호작용 수준	자료와 자료이용자 사이의 상호작용의 정도	InterActivityLevel

우리나라에서도 2001년 KERIS에서 국가표준 교육정보 메타데이터의 형식을 발표했는데, 국외의 다양한 모델을 검토하여 국내 실정에 맞게 수정을 한 결과 23개의 기술 요소와 51개의 하위 요소(총 64개의 실제 기술 요소)를 발표하였다 [10]. <표 2>는 국가표준 교육정보 메타데이터의 23개 기술요소에 대한 간략한 설명과 식별기호이다. 요소명에 별표(*)가 있는 것은 필수 요소이고

그 외는 재량, 선택필수 요소이다. 이 요소들이 XML 문서의 각 요소(element)에 저장된다.

2.3. 국내외의 연구 동향

학습 객체를 이용하여 온라인 교육 시스템을 구현하는 국내외의 연구는 대부분 LOM 메타데이터를 기반으로 한 시스템이거나 SCORM을 기반으로 하고 있다[2][4][5]. 또한 구체적인 검색이나 통합 방법에 대한 연구보다는 적용성(adaptability), 자동 메타데이터 생성 등에 대한 연구가 있다[1][3][9]. 특히 최병욱은 XML 학습 콘텐츠 검색에서 각 문서를 키워드, 엘리먼트, 애트리뷰트 단위로 색인하여 검색하는 시스템을 개발하기도 하였다[6].

주로 학습 객체의 재사용성과 학습자의 특성을 고려한 온라인 코스웨어의 유연한(flexible) 설계 등의 이점을 고려한 프로토타입들이 주로 구현되고 있는데, 대부분 대용량의 데이터 관리를 제외한 클라이언트/서버 방식(2-tier)의 시스템들이다. 따라서 비즈니스 로직(business logic)과 데이터 로직(data logic)이 분리된 클라이언트/어플리케이션서버/백엔드(back-end) 데이터베이스 방식(3-tier)에 대한 연구를 통해 현재 시, 도에서 각각 운영하고 있는 교육 자료 서비스를 통합할 수 있는 실제적인 연구가 필요한 시기이다. 이에 본 연구는 교육 자료를 통합할 수 있는 통합 검색 시스템 프로토타입을 제안해 보고자 한다.

3. 시스템의 설계 및 구현

3.1. 시스템의 개요 및 설계

전국에 분산되어 있는 16개 시,도 교육청의 교육자료 메타데이터를 통합하기 위해서는 분산 데이터베이스(distributed database)의 데이터 통합이 이루어져야 한다. 각 시,도 교육청에서 저장하고 있는 교육 자료의 메타데이터 형식은 KERIS에서 제안한 국가표준 교육정보 메타데이터를 사용하고 있기 때문에 메타데이터의 스키마

(schema)는 동일하다. 따라서 구현하고자 하는 프로토타입의 대상 데이터가 동일 형(homogeneous)이기 때문에 스키마 통합기(integrator) 모듈은 필요하지 않다. 그리고 메타데이터는 전체 데이터측면에서 보면 각 서버 노드(node 시,도 교육청)별로 수평 분할(horizontal fragmentation)되어 있기 때문에 각 노드에 필요한 데이터를 요청한 뒤, 응답되는 메타데이터들을 통합하여 서비스하는 방법이 적용될 수 있다.

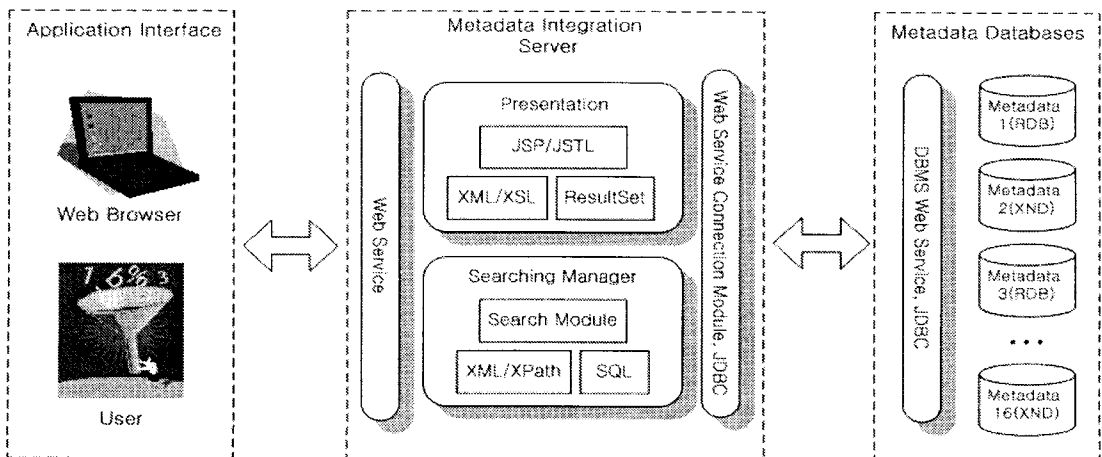
교육자료 메타데이터를 데이터베이스에 저장하는 방법은 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 한 가지는 메타데이터의 각 요소를 관계형 데이터베이스 테이블의 행과 열에 맞추어 저장하는 방법이다. 테이블에 저장된 데이터는 테이블 형태로 추출하거나 XML 형태로 추출하여 사용한다. 다른 방법은 순수한 XML 문서 형태로 메타데이터를 저장하는 방법이다. XML 형태로 메타데이터를 작성한 다음 NXD에 저장한다. 메타데이터를 테이블 형태로 저장한다면 관계형 데이터베이스에서 쉽게 데이터를 처리하고, 관리할 수 있다는 장점이 있지만, 메타데이터의 각 요소들이 다중 값(multi-value)과 널(null) 값을 가질 수 있기 때문에 테이블의 스키마 정규화(normalization)가 어렵다. 따라서 메타데이터를 순수한 XML 형태로 작성한 다음 NXD에 저장하게 되면 테이블에 저장했을 때의 단점은 해결할

미흡하기 때문에 실제 처리는 XPath를 이용해야 한다는 단점을 가지고 있다. 하지만, 두 방법 모두 데이터베이스에서 추출되는 메타데이터가 XML이기 때문에 시,도 교육청별로 추출된 메타데이터를 통합하는 것에는 문제가 없다. 시,도 교육청에서 저장하는 메타데이터가 테이블 형태로 저장될 수도 있고, XML 형태로 저장될 수도 있기 때문에 분산 메타데이터 통합 시스템은 두 가지 방법을 모두 통합할 수 있어야 할 것이다.

최현중은 대표적인 NXD인 오라클 데이터베이스 9i(Release 2)의 경우 XMLTYPE 데이터 형으로 저장된 XML 메타데이터를 웹 서버를 이용하여 추출, 처리하여 이를 메타데이터 통합 서비스에 이용할 수 있다고 하였다[7]. 따라서 메타데이터를 순수하게 XML 문서 형태로 저장하는 경우에는 데이터베이스의 웹 서비스를 이용하고, 메타데이터를 테이블 형태로 저장하는 경우에는 JDBC를 사용하면 두 가지 형태로 분리되어 저장된 메타데이터를 동시에 추출하여 통합할 수 있을 것이다. 본 연구에서 구현한 프로토타입의 구조는 (그림 2)와 같다.

3.2. 시스템의 개발 환경 및 구현

시스템의 개발 환경은 <표 3>와 같다.



(그림 2) 구현 시스템의 구조

수 있지만, SQL과 같이 사용하기 편한 XML 질의 언어인 XQuery가 아직은 표준화 및 구현이

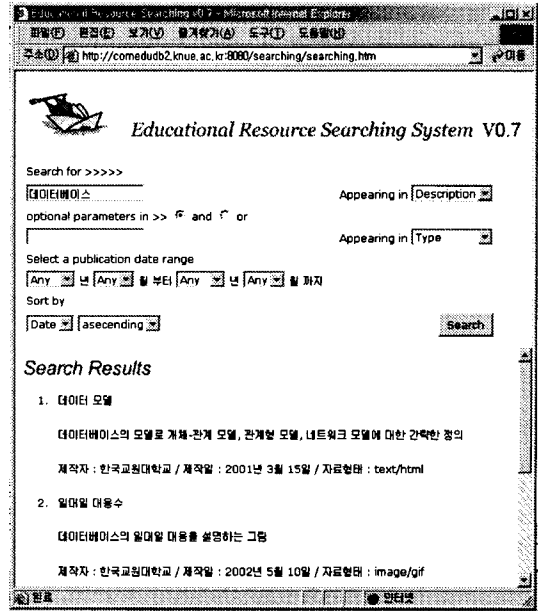
<표 3> 시스템의 개발 환경

Hardware	Client	IBM Compatible PC
	Web Server	IBM Netfinity 3500
	DB Server	IBM Netfinity 3500 SUN UltraBlade 3000
Software	Client Application	MS Explorer 6(sp1)
	Web Server	Tomcat 4.1.25
	Data	JDBC(Type 4)
	Middleware	XSQL, XPath & SAX
	DBMS	MS SQL Server 2000(sp2) Oracle 9i(release 2)

사용자 인터페이스는 웹 브라우저를 통해 XML/XSL을 이용하여 결과를 보여주기도 하고, JDBC의 결과인 ResultSet으로 처리된 결과를 보여주기도 한다. Java 언어와의 연동이 가능한 JSP를 통해 처리할 수 있기 때문에 사용자의 웹 브라우저는 XML/XSL 뷰어 기능이 있는 MS Explorer/Netscape 등이 사용될 수 있다. 웹 서버는 XML 과 JDBC를 동시에 처리할 수 있는 JSP/JSTL을 탑재한 Tomcat 4.1.25를 사용하였다. 테이블에 저장된 메타데이터를 추출하는데에는 JDBC(Type 4)를 사용하고, NXD에 저장된 XML 메타데이터는 데이터베이스의 웹서비스와 질의 언어인 XPath를 이용하여 추출하고, 추출된 XML 메타데이터를 처리할 때에는 SAX를 사용하였다. XML 메타데이터를 저장하는 DBMS는 MS SQL Server 2000과 Oracle 9i를 사용하였는데, 메타데이터를 테이블 형태로 저장하는 데이터베이스는 MS SQL Server 2000을 사용하였고, 메타데이터를 XML 문서 형태로 저장하는 데이터베이스는 Oracle 9i를 사용하였다.

사용자가 찾고자 하는 메타데이터의 요소(element) 항목을 선택한 후 찾기 버튼을 클릭하면 프로토타입의 찾기 모듈(search module)이 NXD에서는 데이터베이스의 웹서비스와 XML/XPath를 이용하여 메타데이터를 찾고, 테이블 형태로 저장된 데이터베이스에서는 JDBC와 SQL을 이용하여 메타데이터를 찾는다. 찾기 모듈(search module)을 통해 찾아진 메타데이터를 넘겨받은 표현 모듈(presentation module)에서는 XML 메타데이터의 경우 XML/XSL을 이용하고, 테이블 형태의 ResultSet인 경우에는 HTML을

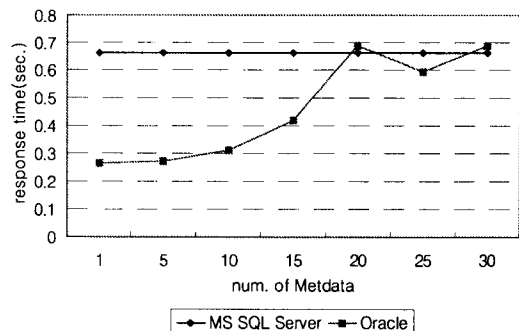
이용하여 메타데이터를 사용자에게 보여준 결과가 (그림 3)이다.



(그림 3) 구현된 시스템

4. 성능 평가 및 논의

구현된 프로토타입의 성능을 평가해 보기 위해 사용자가 요청한 메타데이터의 응답 시간을 측정해 보았다. 구현 환경과 같은 환경에서 실험을 실시하고, 데이터베이스에서 추출되는 하나의 메타데이터 크기는 약 5K bytes로 한정하였다. 추출되는 메타데이터 수를 1개, 5개, 10개, 15개, 20개, 25개, 30개까지 점차 늘려 가면 전체 응답 시간을 확인하였다.



(그림 4) 구현된 프로토타입의 성능평가

10번 측정 후 최고 값과 최저 값을 제외하고 평균값을 구한 결과 (그림 4)와 같은 결과를 얻었다.

메타데이터가 테이블 형태로 저장되어 있으면서 JDBC를 통해 메타데이터를 추출하는 MS SQL Server 2000의 경우 30개의 데이터를 동시에 추출할 때까지 평균 응답시간은 크게 변하지 않고 일정한 응답시간을 보였다. 메타데이터가 XML 문서 형태로 저장되어 있는 Oracle 9i의 경우 데이터베이스의 웹 서비스와 XML/XPath를 이용하여 추출한 경우 15개 정도의 데이터를 추출할 때에는 비교적 짧은 응답 시간을 보였다가, 20개부터 MS SQL Server와 비슷한 응답시간을 보였다. 추출되는 데이터의 크기가 크지 않고 두 방법 간의 응답시간의 차이 또한 그리 크지 않기 때문에 선불리 어떤 방법이 더 짧은 응답시간을 보였다고 결론지을 수는 없다. 하지만 데이터베이스의 웹 서비스를 이용할 경우 적은 데이터를 전송하는 경우에는 비교적 짧은 응답시간을 보였지만 데이터가 클수록 점차 응답시간이 커지는 현상이 생겼고, JDBC를 이용하게 되면 추출되는 데이터의 양에 비해 안정적인 응답시간을 보였다.

JDBC와 XML을 통해 데이터를 통합하기 위해서 각 기술의 데이터 모델에 대한 고려가 필요하다. <표 4>는 두 기술에 대한 데이터 모델의 비교이다.

<표 4> 데이터 추출 모델 비교

	JDBC	XML
데이터모델	E-R 모델	계층 모델
추출 언어	SQL	XPath/XQuery
데이터요소	table(행/열)	element/attribute
연결(link)	relation	XML/RDF
언어 인터페이스	ODBC/JDBC	DOM/SAX
저장 형식	File system	Text

JDBC는 일반적으로 관계형 데이터베이스에 구현되어 있기 때문에 E-R(Entity-Relationship) 모델로 데이터가 추출된다. 따라서 SQL을 통해 테이블 형태의 데이터를 추출하고, 추출되는 데이

터들은 관계(relation)를 통해 서로 연결한다. XML은 루트(root) 요소를 기반으로 각 노드(node)는 요소(element)로 구성되어 있는 계층(혹은 트리, tree) 모델이다. 데이터를 추출하거나 필터링하기 위해서는 XPath나 XQuery를 이용하며, 여러 개의 XML 데이터를 서로 연결하기 위해서는 RDF(Resource Description Framework)를 사용할 수 있다. 서로 다른 데이터모델을 통합하기 위해서는 한 모델에서 다른 모델로 변환하거나, 공통의 새로운 모델을 구축하여 통합하는 방안이 있다. JDBC의 경우 자바 언어를 기반으로 하기 때문에 자바 언어에서 XML 데이터를 처리할 수 있는 SAX 기술을 통해 비교적 쉽게 XML 데이터로 변환할 수 있다. 따라서 두 데이터 모델을 쉽게 통합할 수 있다. 결론적으로 XML 형태의 메타데이터를 통합하는 방법으로 제시된 JDBC와 데이터베이스의 웹 서비스를 이용하는 방법 모두 사용될 수 있다는 결론을 얻었다.

5. 결론

최근의 국내 컴퓨터 교육 관련 연구 논문들은 개발된 교육 자료의 재사용을 통해 웹 기반 교육 매체 개발의 효율성을 높이고, 학습자의 특성 분석을 통해 개별 적응적 학습의 제공을 목표로 하고 있다. 그리고 국내의 초, 중등학교의 교육현장에서는 개별 적응적 학습보다 좀 더 현실적으로 구현 가능한 시,도 교육청에서 개발된 지역화된 교육 자료를 재활용하는 계획에 더 초점이 맞추어져 있는 현실이다. 시,도 교육청의 교육자료 공유 체제 시스템과 KERIS의 에듀넷, KICE의 교수-학습 자료 개발 센터를 주축으로 시작된 사업은 한국교육학술정보원의 국가표준 교육정보 메타데이터 형식을 이용하여 이미 공유 시스템 구축에 착수한 상태이다. 하지만, 아직까지 시,도 별로 분산되어 있는 데이터와 자료를 어떻게 통합하느냐의 문제는 깊이 있게 고려되지 못하고 있다.

따라서 본 연구는 시,도에 분산된 교육 자료를 통합하기 위한 첫 번째 단계로 교육 자료의 메타데이터를 통합하여 검색하는 프로토타입을 설계 및 구현해 보았다. 분산 데이터베이스를 통

합하는 방법으로 데이터 통합 방법을 선택하여 설계하였으며, 메타데이터가 저장되어 있는 데이터베이스를 통합하는 방법으로 JDBC와 XML 웹서비스를 이용하는 방법을 제시하였다. 제시한 두 가지 방법을 MS SQL Server 2000과 Oracle 9i R2에 적용하여 프로토타입을 구현해 보았고, 구현 시스템의 응답속도를 이용하여 성능평가도 실시해 보았다.

연구 결과 JDBC(Type 4)를 사용하였을 때에는 30개의 데이터를 동시에 전송하여도 응답시간에 별 큰 영향이 없었다. JDBC를 사용했을 경우 실제로 데이터를 전송하는 시간보다는 네트워크를 통해 원격에 있는 데이터베이스 서버에 접속하는 접속 시간이 전체 응답 시간의 90% 이상을 차지하기 때문에 생기는 현상이라고 할 수 있다[7]. 즉 실제로 데이터를 전송하는 시간보다는 데이터베이스 서버에 연결하는 시간이 JDBC를 이용한 시스템의 성능을 좌우한다고 할 수 있다. 반면 XML을 이용하였을 경우에는 전송하는 데이터가 점차 많아지면서 응답시간이 늘어나는 현상을 보였다. 웹서비스가 가지고 있는 동시 연결, 전송되는 데이터가 많아질수록 응답시간이 늦는다는 전통적인 단점을 그대로 가지고 있었다. 하지만, 비교적 적은 데이터를 전송할 때에는 JDBC 연결보다 쉽고 빠르게 데이터를 얻을 수 있다는 장점을 가지고 있다. 하지만 또한 이 방법은 전송되는 메타데이터가 XML 형태이기 때문에 비즈니스 로직부분에서 데이터를 다시 DOM, SAX 와 같은 XML 기술을 이용하여 재처리하고 XSL을 이용하여 표현해 주어야 한다는 단점을 가지고 있다.

세계 여러 나라와 견주어 우리나라의 실정을 비교해 보면 인터넷 환경과 인적 자원이 풍부하고 잘 발달되어 있는 것을 알 수 있다. 따라서 현재 각 시, 도교육청에서 추진하고 있는 많은 학습 자료들의 통합 서비스 계획은 한 곳의 서버에 모두 저장하여 관리하는 방법보다는 자료의 효율적 사용과 지역적 관리라는 측면에서 데이터를 분산시키는 분산 데이터베이스에 대해 접근도 연구해 볼만한 가치가 있다고 생각한다.

참 고 문 헌

- [1] 고주란(2003). SME를 위한 KPI 중심의 SCORM 기반 학습시스템 구현 및 적용에 대한 현장연구. 한양대학교 박사학위논문.
- [2] 김강석·김기석(2003). 컴포넌트 기반 SCORM 표준 LMS의 개발 방법론 연구. 한국컴퓨터교육학회 논문지 6(1). 19-28.
- [3] 김용만(2003). SCORM 기반의 학습관리시스템 설계 및 구현, 고려대학교 석사학위논문.
- [4] 이은지(2002). SCORM 1.2 표준을 지원하는 학습 객체 생성을 위한 메타데이터 생성에 관한 연구. 한양대학교 석사학위논문.
- [5] 정영식(2003). MetaGene: SCORM 기반 학습 객체의 메타데이터 생성 및 콘텐츠 패키징. 한국컴퓨터교육학회 논문지 6(3). 75-86.
- [6] 최병욱·송미숙·조정원(2003). SCORM 기반의 XML 학습 콘텐츠 검색 시스템. 한국컴퓨터교육학회 논문지 6(1). 9-17.
- [7] 최현중·김태영·정상욱(2001). CORBA를 이용한 학교간 분산데이터베이스 프로토타입 시스템의 설계 및 구현. 한국컴퓨터교육학회 논문지 4(1). 145-152.
- [8] 최현중(2003). DBMS의 웹서비스를 이용한 학습객체 메타데이터 추출 및 통합에 관한 연구. 한국정보교육학회 논문지 7(2). 199-206.
- [9] 한경섭(2003). SCORM 기반의 적응형 학습관리 시스템의 설계 및 구현, 충북대 대학원 박사학위 논문.
- [10] 한국교육학술정보원(2001). 국가 표준 교육 정보 메타데이터 형식 개발 연구.
- [11] ADL. Advanced Distributed Learning. <http://www.adlnet.org>
- [12] David A. Wiley, II. Connecting learning objects to instructional design theory. <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>.
- [13] David A. Wiley, II(2000). Learning object design and sequencing theory. Brigham Young Univ.
- [14] Michael Rys(2001). "Bringing the Internet to Your Database: Using SQL Server 2000 and XML to Build Loosely-Coupled

Systems". ICDE'01. 465-473.

- [15] Oracle9i XML Database Developer's Guide.
http://otn.oracle.com/docs/products/oracle9i/doc_library/release2/appdev.920/a96620/toc.htm.
- [16] Ronald Bourret. XML and Databases.
http://www.rpbouret.com/xml/XMLAndDatabases.htm, 2003.
- [17] Ronald Bourret. XML Databases Products.
http://www.rpbouret.com/xml/XMLDatabaseProds.htm
- [18] SCORM. The SCORM Content aggregation Model v1.2.
http://www.adlnet.org
- [19] XML:DB. Initiative for XML Databases.
http://www.xmldb.org.
- [20] XML Query. XML Query in W3C.
http://www.w3.org/XML/Query



김태영

1985 한양대학교 산업공학과 (공학사)
 1990 Texas A&M University 컴퓨터 과학과(공학석사)
 1994 Texas A&M University 컴퓨터과학과 (공학박사)
 1994.4~1994.8 삼성 SDS(주) 정보기술 연구소 선임연구원
 1994.9~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 부교수
 관심분야: 데이터베이스, 컴퓨터교육, 데이터통신
 E-Mail: tykim@cc.knue.ac.kr



최현종

1993 공주교육대학교 수학교육학과(교육학학사)
 2001 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)
 2002~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
 관심분야: 컴퓨터교육, 분산객체, Semantic Web
 E-Mail: blueland@blue.knue.ac.kr



황성욱

1993 서울교육대학교 수학교육학과(교육학학사)
 2002 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)
 2003~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
 관심분야: 컴퓨터교육
 E-Mail: lidheart@chol.com