

국내외 10여개 제품 경쟁

대용량의 XML 문서를 관리하기 위해서는 전형적인 XML 저장관리시스템이 필요하다. 이 글에서는 XML 저장관리시스템의 구조 및 구성모듈과 시스템 구현시 고려되어야 할 기능과 핵심 관련 기술을 살펴본다. 또한 지금까지 개발된 국내외 XML 저장관리시스템의 특성을 소개한다.

■ 유재수/ 충북대 전기전자 정보통신공학부 교수

앞 의 글에서 살펴보았지만 XML은 차세대 웹 문서 포맷으로 부각되고 있는 것으로 W3C에서 제안된 국제 표준의 전자문서 메타 언어이다[14]. XML은 웹에서 구조화된 문서를 전송 가능하도록 설계된 표준화된 텍스트 형식으로, 문서를 구성하는 각 요소들의 독립성을 보장하게 함으로써 문서의 호환성, 내용의 독립성, 요소 변경의 용이성 등의 특성을 제공한다.

이에 따라 HTML의 새로운 대안으로 떠오르고 있는 XML이 현재 인터넷 관련업계의 주요 관심사가 되고 있으며, 인터넷 웹 문서뿐만 아니라 전자도서관, CSCW(Computer Supported Cooperative Work), 그리고 CALS(Commerce At the Light Speed)를 포함한 다양한 분야에서 XML을 활용하고자 폭 넓은 연구를 하고 있으며, 수학 분야의 MathML, 채널 기술의 CDF(Channel Definition Format), 이동통신에서의 HDML(Handheld Device Markup Language) 등 최근에 구체화되는 응용이 부쩍 많아지고 있다.

이처럼 XML이 광범위한 응용분야에서 채택되는 이유는 다음과 같다.

첫째, 시스템에서 독립적인 문서 교환 및 처리가 가능하기 때문에 이질적인 네트워크 및 분산 환경 하에서의 전자 상거래 및 EDI의 정보 기술 언어로 활용할 수 있다.

둘째, 정보 생성에 드는 비용과 시간을 줄일 수 있기 때문이

다. 하나의 단위로 참조될 수 있는 문자들의 집합인 엔터티를 정의한다. 이와 같은 엔터티 기능은 동일한 정보를 다양한 목적에 따라 효율적으로 재구성, 재사용 할 수 있게 하며, 데이터베이스 시스템을 저장소로 이용하여 사용자 요구에 의한 문서를 동적으로 생성할 수 있다.

셋째, 문서의 논리적인 마크업과 포매팅 정보를 분리시킴으로써 특정 문서 집합에 대한 표준화된 출력과 동일 문서에 대한 다수의 출력 포맷을 지정할 수 있다.

이와 같이 전세계적으로 XML에 대한 관심이 고조되고 실제 많은 분야에서 활용되고 있기 때문에 향후 XML 문서의 확산이 더욱 가속화될 것이며, XML 문서의 생명주기 전 과정에서 정보의 생산성, 재사용성, 지속성, 이식성 등과 같은 XML 문서 사용의 장점들을 얻기 위해서는 XML 문서들을 저장, 관리 및 검색할 수 있는 XML 저장관리시스템이 필수적으로 요구된다.

XML 저장관리시스템

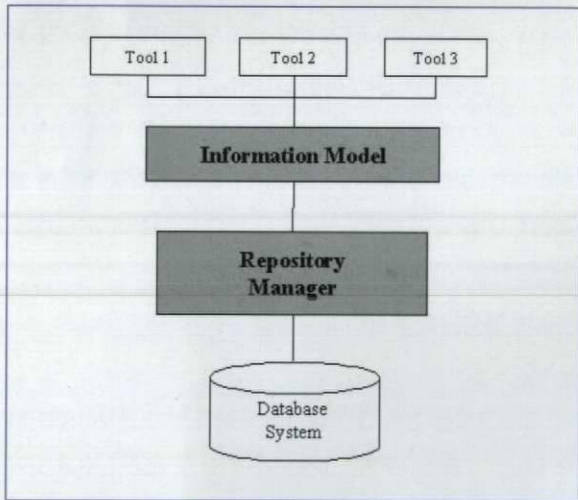
일반적인 저장관리시스템

일반적으로 저장관리시스템은 소프트웨어, 문서, 지도, 전자 회로 등과 같은 특정 분야의 정보를 관리하는 시스템이다[6].

예를 들어, 소프트웨어 개발을 지원하는 저장관리시스템은 데이터베이스 설명, 형식 정의, 제어, 문서들, 인터페이스 정의, 소스 코드, 도움말 문서, 실행 파일, 아이콘, makefile들의 내용을 저장하고 관리한다. 저장관리시스템과 DBMS의 가장 두드러진 차이점은 내장된 정보모델을 갖는다는 것이다.

이는 저장하고자 하는 정보의 특징을 잃어버리지 않고 데이터베이스에 저장하기 위해 반드시 필요하다. 또한 데이터베이스에서 제공하는 기능 이외에 저장하고자 하는 데이터의 특성에 맞는 객체관리(Object Management), 버전관리(Version Management), 관계관리(Relationship Management), 동적 확장(Dynamic extensibility), 통지(Notification)서비스 등 다양한 기능을 제공한다는 점이다. <그림 1>은 전형적인 저장관리시스템의 구조를 보여주고 있다.

소프트웨어 툴을 사용하여 생성된 정보는 데이터베이스에 저장하고자 할 때 저장하고자 하는 정보의 특징을 살려주기 위해 설계한 정보 모델로 변환을 하고 저장관리자(Repository Manager)를 통해 데이터베이스에 저장한다. 저장관리자(Repository Manager)는 정보들을 저장, 관리 및 조작할 수 있는 서비스들을 제공한다.



<그림 1> 일반적인 저장관리시스템의 구조

XML 저장관리시스템의 특징

일반적인 저장관리시스템에 비해 XML 저장관리시스템은 XML이 갖고 있는 다음과 같은 특성을 고려하여야 한다 [8,9]. XML 문서는 복잡한 구조와 다양한 미디어를 포함할 수 있다. 이러한 XML 문서는 구조 정보를 이용하여 문서를

효율적으로 관리하기 때문에 데이터베이스에 XML 문서, DTD, 구조정보 및 다양한 미디어를 저장, 관리해야 된다. 즉, XML 문서들이 포함하고 있는 많은 특성들을 손실없이 데이터베이스에 표현할 수 있도록 스키마 설계가 잘 이루어져야 한다.

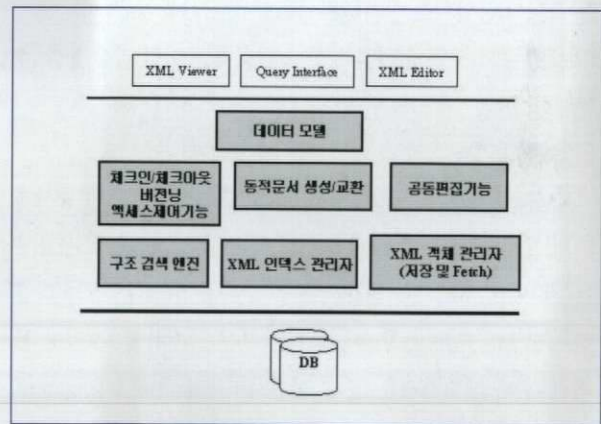
또한 기존의 정보검색시스템(IRS: Information Retrieval System)은 문서의 논리적 구조에 따른 정보검색을 거의 이용하지 못하고 있다. 그러나 XML 문서의 특성을 볼 때 다음과 같은 검색 조건을 줄 수 있어야 하며 이것을 혼합하여 사용할 수 있어야 한다.

첫째, XML 문서에 대한 내용질의

둘째, XML 문서가 갖는 논리적인 계층 구조를 이용한 질의

셋째, 엘리먼트가 갖는 속성에 대한 질의

<그림 2>는 XML 저장관리시스템 구현시 일반적으로 고려해야 될 기능들은 보여주고 있다. 각 기능들에 대한 설명은 다음과 같다.



<그림 2> XML 저장관리시스템의 주요기능

데이터 모델링 기능

XML 문서를 저장하기 위한 데이터 모델은 저장 시스템에 삽입하기 전의 문서와 저장된 문서를 다시 복원했을 때의 데이터 손실을 방지하기 위해 XML의 모든 특성들을 고려해야 한다. 또한 문서 내에 포함된 멀티미디어 정보와 XML 문서의 구조정보의 저장을 고려해야 한다.

XML 객체 관리자

XML 저장관리시스템에서 가장 핵심적인 기능을 담당한다. XML 객체관리자에서는 앞에서 설계한 데이터 모델을 바

탕으로 실제 XML 문서를 저장하기 위한 스키마를 생성하고, 생성되어 있는 스키마에 XML 문서, 구조정보, 멀티미디어 등을 저장하며, 저장된 XML 문서에서 사용자가 원하는 전체 문서 또는 문서의 일부분을 꺼내는 일을 담당한다.

XML 인덱스 관리자

XML 저장시스템에 저장되는 문서 및 기존에 저장된 문서의 수정/삭제 시 색인을 생성하고 구축된 색인 정보들을 동적으로 갱신하는 기능 등을 제공한다.

구조 검색 엔진

저장된 XML 문서 중 사용자에게 접근 권한이 허용된 문서들에 대한 구조, 속성, 엘리먼트, 키워드에 대한 검색을 처리하는 기능을 담당한다. 사용자는 정보 검색시 검색 범위를 문서의 일부 특정 부분으로 한정시켜 질의를 할 수 있으므로 검색 결과를 향상시킬 수 있다.

라이브러리 서비스 기능

문서의 생명 주기 제어 기능, 사용자 권한에 의한 액세스 제어 기능, 다수 저자의 동일 문서에 대한 공동 저작 시 발생하는 문서의 불일치를 방지하는 check-in/check-out 기능, 문서의 생명 주기 동안의 변경 사항을 관리하는 버전 기능 등을 제공해야 한다.

공동 편집 기능

XML 문서들이 주어졌을 때, 몇몇 사용자들이 종종 동시에 전체 문서의 서로 다른 부분들을 접근한다. 그러므로 사용자는 저장소로부터 문서의 일부분을 추출할 수 있는 또는 다양한 툴(XML Editor, Viewer 등)에 부분을 전송할 수 있고 처리한 후에 재통합하는 문서 단편서버(document fragment server)와 같은 서비스들이 필요하다.

동적 문서 생성/교환 기능

사용자의 질의 또는 문서 생성 템플릿에 의해 저장소에 저장된 객체들을 재구성하여 동적으로 문서를 생성하는 기능 및 문서의 내용을 유지할 수 있는 부분 교환 기능을 제공해야 한다.

2. XML 저장관리시스템의 핵심기술

특히 대용량의 XML 문서를 효율적으로 저장, 관리 및 내용 검색 뿐만 아니라 구조검색을 지원하는 XML 저장관리시스

템 개발시 요구되어지는 핵심 논점은 다음과 같다.

첫째, 구조화된 문서에 표현할 수 있는 모든 정보에 대한 사용자의 요구에 부응하기 위해서는 모든 정보의 손실 없이 저장할 수 있어야 하며 문서의 일관된 관리기능이 필요하다.

둘째, 문서의 내용에 의한 검색이외에 문서의 구조에 의한 검색도 지원하여야 한다. 구조화된 문서를 효율적으로 검색하기 위해서는 키워드 인덱스 이외에 구조 정보에 대한 인덱스 구조가 필요하다.

셋째, 기존의 내용 중심 정보검색의 질의 언어로는 문서의 구조에 대한 질의 표현에 제한이 많음으로 문서의 내용 및 구조에 대한 질의 표현을 나타낼 수 있는 질의어의 정의가 필요하다.

이와 같은 XML 저장관리시스템의 핵심기술을 위한 기존연구들을 다음에서 기술한다.

데이터 모델링

XML 문서 관리 시스템에서 가장 핵심적인 역할을 수행하는 XML 객체 관리자를 개발함에 있어서 가장 먼저 선행되어야 하는 것이 데이터 모델링이다.

XML 문서 모델링에 대해서 기존에 연구되었던 내용들에 대해서 살펴보면 DBMS 활용에 따른 데이터 모델링에서 관계형 모델과 객체지향 모델로 나눌 수 있고, XML 문서의 저장 방식에 따른 데이터 모델링으로는 분할 저장 모델, 비분할 저장 모델, 혼합 모델로 나눌 수 있다[1,2]. 각각의 특징을 보면 다음과 같다.

DBMS 활용에 따른 데이터 모델링

관계형 모델

관계형 모델은 현재 가장 많이 사용하고 있는 관계형 데이터 베이스를 기반으로 하고 있기 때문에 쉽게 접근할 수가 있어 사용자들의 전반적인 확산이 빠르고 쉽게 상용화할 수 있으며 내용 검색 등에 용이한 장점이 있다. 그러나, 관계형 데이터 베이스의 특성상 문서의 구조에 대한 충분한 정보를 유지하기 위해 필요로 하는 테이블과 튜플의 수가 기하급수적으로 늘어날 수 밖에 없으며, 이에 따른 JOIN 연산으로 인한 시스템의 성능이 저하되고, 상속의 개념이나 복잡한 하이퍼미디어 객체의 표현, 엘리먼트의 속성인 애트리뷰트 등의 표현이 불가능

하다.

객체지향 모델

객체지향 모델은 객체지향 데이터베이스에서 스키마를 설계할 때 사용되는 클래스를 이용하여 각 요소들의 구조를 정의할 수 있다. 이 모델은 데이터베이스에서 지원하는 객체지향 개념을 이용할 수 있기 때문에 상속과 같은 객체지향 특성을 이용할 수 있으며, 엘리먼트 간의 전후종속 관계를 클래스에 기반한 객체들간의 링크로 나타낼 수 있기 때문에 구조적인 문서를 모델링하는데 적합하다 할 수 있다.

저장방식에 따른 데이터 모델링

분할 저장 모델

분할 저장 모델은 XML 인스턴스를 엘리먼트 별로 나누어서 저장하는 방식을 말하며, 문서의 실제 내용을 가지고 있는 각각의 단말 엘리먼트안에 문서의 내용이 쪼개져서 저장된다. 따라서, 문서의 구조적 정보나 일부 내용들이 수정되었을 때 관계되는 노드들만 수정하면 되므로 문서의 편집 및 관리가 쉽고, 동일한 내용을 갖는 노드들을 공유할 수 있다는 장점이 있지만, 문서의 내용을 추출하고자 할 때 각 단말 노드들을 순회하며 통합하는 과정에서 시스템의 성능을 저하시키는 문제가 발생한다.

비분할 저장 모델

비분할 저장 모델은 분할 저장 모델과 같이 문서의 내용을 나누어서 저장하지 않고 문서 전체를 BLOB 형태로 저장한다. 다음, 각각의 단말 노드는 오프셋 정보를 가지고 접근하는 방식이다. 이는 문서를 한꺼번에 저장하였기 때문에 통합 과정이 필요 없어 문서 참조를 빨리 할 수 있지만, 내용의 일부만이 수정되었을 때도 문서 전체를 재구성해야한다는 큰 단점이 있다.

혼합모델

혼합모델은 분할 저장 모델과 비분할 저장 모델을 혼용하여 사용하는 모델로 각각의 모델에서 단점을 보완하고자 상대 모델의 특성을 일부 포함하였다. 하지만 혼합 모델의 단점인 저장 공간이 많이 소모된다는 점과 문서의 일부를 가져오거나 했을 때에는 어쩔 수 없이 통합 과정이 필요하게 되는 문제

점이 있다.

구조정보검색을 위한 색인구조

XML 문서를 구성하는 기본 단위는 엘리먼트이다. 따라서 구조화된 문서 관리 시스템은 기존의 정보 검색에서의 문서 단위를 위주로 한 검색이외에 엘리먼트 단위의 검색이 이루어져야 하며, 문서를 구성하는 논리적인 구조에 의한 구조검색과 엘리먼트의 특성값에 대한 질의도 지원해야 한다. 구조정보검색을 위한 질의 형태는 다음 <표>와 같다.

<표> 구조질의 유형

질의 형태	질의 예
특정 키워드를 갖는 엘리먼트 검색	"XML"이라는 단어를 갖는 (첫 번째) Chapter를 찾아라
특정 키워드를 갖는 엘리먼트의 조상, 형제 자손 엘리먼트 검색	"XML"이라는 단어를 갖는 (첫 번째) Chapter의 부모 엘리먼트를 찾아라
특정 키워드를 갖는 엘리먼트의 조상, 형제, 자손 엘리먼트 검색, 이때 찾고자 하는 목적 엘리먼트에 순서정보 부여	"XML"이라는 단어를 갖는 (첫 번째) Chapter의 두 번째 자손 엘리먼트를 찾아라
특정 엘리먼트의 조상, 형제, 자손 엘리먼트 검색, 이때 찾고자하는 목적 엘리먼트 이름, 순서, 키워드 정보 부여	Chapter의 자손 엘리먼트인 Section들 중 "SGML"이라는 단어를 갖는 것을 찾아라
특정 키워드를 갖는 엘리먼트의 조상, 형제, 자손 엘리먼트 검색, 이때 찾고자하는 목적 엘리먼트 이름, 순서, 키워드 정보 부여	"XML"이라는 단어를 갖는 (첫 번째) Chapter의 자손 엘리먼트인 Section들 중 "SGML"이라는 단어를 갖는 것을 찾아라

이와 같은 구조정보검색을 지원하기 위한 전형적인 접근 방식은 XML 문서의 논리적인 구조를 구성하는 엘리먼트별로 ID를 부여하여 이 값을 기반으로 해당 문서 혹은 문서의 일부분을 검색하는 구조색인 기법으로서 Subtree 모델, SCL 모델, K-ary Complete 트리 등이 있다(7,11,13). 그러나 Subtree 모델은 문서를 subtree 형태로 표현한 후 여기에 나타나는 모든 단위에 대해서 중복 색인을 하고 색인어가 위치하는 단위를 기록하는 방법을 제안하였다.

이 방법은 추출된 색인어가 나타난 단위의 모든 상위 단위에 대해서도 색인을 하게 되어 공간상에 중복이 일어나게 된다.

SCL 모델은 색인어가 포함된 엘리먼트에 대해 트리내의 깊이를 표현할 수 없다는 단점을 가진다. 즉, 특정 엘리먼트의 조상, 형제를 알 수 없으며 포함하고 있는 엘리먼트가 몇 번째 자손에 해당하는지 알 수 없다.

K-ary Complete은 구조 인덱스 구현시 K-ary 완전 트리 방식을 사용함으로써 계산에 의해서 논리적 포함관계인 엘리먼트를 빠르게 찾을 수 있는 장점이 있으나, 모든 구조화된 문서를 K-ary 트리로 재구성하는 단점과, 특히 부분 삽입과 부분 삭제의 동적인 환경에서 노드 번호가 대부분 바뀌므로 연산 오버헤드가 크다는 단점이 있다. 이와 같은 기존 구조색인 기법들의 문제점을 해결하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다(3,4).

XML 질의어

W3C 내에서 XML 문서에 대한 검색어 표준안 제정 움직임이 확산되고 있다. XML 문서에 대한 검색어로 제안된 XML-QL, XQL, XQuery에서는 문서의 구조적인 특성을 반영한 다양한 검색기능을 제안하고 있다(5,10,12). 현재까지 제안된 것을 분석할 때 각 언어의 모습은 각기 다르고, 구조 기반 검색에서 지원하는 범위가 약간씩 다르며, 내용기반 검색은 현재 정확한 매치를 지원한다. 따라서 하루 빨리 XML 문서에 대한 표준 질의어가 제정되어 이를 지원할 수 있는 질의 처리기 개발이 시급하다.

XML 저장관리시스템 개발 현황

지금까지 POET사의 CMS(15), ObjectDesign사의 eXcelon(16), Oracle 8i의 인터넷 파일 시스템(iFS)(17), Blue Angel Technologies사의 MetaStar(18) 등과 같은 XML 저장관리시스템이 출시되고 있으며, 국내적으로는 케이오테크, 테크노2000프로젝트(19) 등 국내 XML 전문업체에서 XML 저장관리시스템을 잇따라 선보이고 있다.

POET사의 CMS(Content Management Suite)는 SGML 관리 시스템 기술 확보를 바탕으로 XML 뿐만아니라 비디오, 그래픽 등을 포함하는 다양한 타입의 데이터를 관리하는 XML 저장관리시스템이다(15). CMS는 well-formed XML 문서 관리가 가능하고, check-in/check-out 기능, 엘리

먼트 단위의 버전닝, Verity와 OQL을 확장한 질의 인터페이스, POET Web Factory를 이용하여 웹을 통한 XML 서비스 기능 등을 포함하는 다양한 기능을 제공하고 있다.

ObjectDesign사의 eXcelon은 XML 문서를 파싱하고 파싱된 형태로 문서를 저장한다(16). 또한 XML 파일 뿐만 아니라 텍스트를 포함한 MIME 데이터, multimedia, HTML 등 여러 종류의 문서를 저장하고 XML 문서에 질의하기 위해 XQL을 지원한다. eXcelon에 저장된 XML 데이터를 조작하기 위해 DOM(Document Object Model)을 사용한다. eXcelon 클라이언트는 COM 객체를 통하여 이용가능하고 XML 데이터는 여러 머신에 분산되어 저장될 수 있다.

오라클 인터넷용 데이터베이스의 새로운 버전인 Oracle 8i의 인터넷파일시스템(iFS)은 XML을 지원한다(17). 오라클에서 개발한 XML 파서는 Java 언어로 작성되었고 데이터베이스에 들어오거나 나가는 XML문서를 자동적으로 프로세싱하고 XML 문서를 각 컴포넌트로 나누어 저장한다. 구조 정보검색을 위한 ConText 엔진은 XML 태그에 기반한 검색을 통해 검색이 문서의 특정 섹션, 혹은 극히 짧은 문단 안에서 이루어지도록 한다.

Blue Angel Technologies에서는 XML을 지원하는 통합 지식관리시스템인 MetaStar를 개발하였다(18). XML 데이터를 관리하는 MetaStar는 관계형 데이터베이스 기반으로 다른 프로그래밍 없이 XML 문서의 구조를 생성하고 자동으로 XML 문서를 import하고 export한다. 또한 SGML을 포함한 다양한 파일 형식을 지원하며 관계형 데이터베이스에 대한 인터페이스로 ODBC(Open Database Connectivity)를 지원한다.

케이오테크는 본 저자의 연구팀과 공동으로 개발한 XML 문서를 저장, 관리 및 검색 할 수 있는 XRMS를 개발하였다(3). XRMS는 XML 객체 관리자, XML 인덱스 관리자, XML 검색엔진 등으로 구성되어 있으며 내용 기반 검색뿐만 아니라 구조검색, 애트리뷰트 검색 등을 효율적으로 지원하고 있다.

특히 XML 문서에 대한 효율적인 구조정보 표현을 바탕으로 개발한 구조정보 추출기는 DTD에서 발생하는 순환을 해결하였을 뿐만 아니라 어떤 하부 저장시스템과도 무관하게 독립적으로 사용할 수 있는 특징이 있으며 다양한 상용 데이터베이스

스(DB)와 각종 검색엔진과의 연동이 수월하다.


테크노2000프로젝트는 XML 문서를 효과적으로 관리할 수 있는 XML 저장관리시스템인 XDMS2000을 개발하고 있다 [19]. 국산 DB인 UniSQL 기반으로 개발된 XDMS2000은 대용량 XML 문서에 대한 구조검색과 전문검색을 지원하며 검색결과 순위표시 기능, 요약정보 미리보기 기능, 링크에 대한 질의 기능 등을 갖추고 있다.

결론

본 고에서는 대용량의 XML 문서를 관리하고 저장할 수 있는 XML 저장관리시스템의 특징, 핵심기술, 개발시 고려되어야 할 사항을 살펴보았다. 또한 국내의 개발된 XML 저장관리시스템의 특성을 조사하고 분석한 결과를 제시하였다. 이러

한 분석 결과는 본 저자가 직접 제품을 사용해보지 않고 개발 회사의 소개책자, 논문, 잡지 등에 기반하여 도출되었기 때문에 약간의 오류가 있을 수 있다는 것을 밝혀두는 바이다. 따라서 향후 국내외 XML 저장관리시스템에 대한 정확한 비교 분석이 요구된다.

결론적으로 XML 저장관리시스템은 XML로 작성된 문서의 구조 정보와 대용량의 멀티미디어 데이터를 손실없이 저장, 검색, 관리할 수 있게 해 주는 시스템으로 향후 XML 문서가 점차 보편화되면 문서의 다양한 활용을 위한 가장 중요한 기반이 되는 기술이다.

따라서 독자, 정부, 관련연구기관 및 산업체 등에서 XML 저장관리시스템에 대한 많은 관심과 지원이 적극적으로 이루어졌으면 한다. 

참고문헌

- [1] 연제원, 장동준, 김용훈, 이강찬, 이규철, "효율적인 검색 지원 SGML 저장 관리기의 설계 및 구현", '99 한국 데이터베이스 학술대회 논문집 15권 1호, pp136-143, 1999.
- [2] 이원석, 대량의 구조화 문서 관리를 위한 SGML 저장 관리기의 설계 및 구현, 석사 학위 논문, 충남대학교(1998).
- [3] 유재수외8인, "전자도서관 표준 문서 관리를 위한 XML 저장관리기 개발", 시스템매뉴얼, 케이오테크, 1999.
- [4] 손정환, 한성근, 장재우, 김현기, 강형규, "동적 환경에 적합한 구조 인덱스 및 SGML 인덱스 관리자의 설계", '99 한국 데이터베이스 학술대회 논문집 15권 1호, pp130-135, 1999.
- [5] Alien Deutsch, Mary Fernandez, Daniela Florescu, Alon Levy, Dan Suci, "XML-QL: A Query Language for XML", <http://www.w3.org/TR/NOTE-xml/>
- [6] Bernstein, P.A, "The Repository : A Modern Vision," Database Programming and Design, Miller Freeman, 1996, pp. 28-35.
- [7] Brian Lowe, Justin Zobel, Ron Sacks-Davis, A Formal Model for Databases of Structured Text, DASFAA 1995, pp. 449-456.
- [8] Francois, "Generalized SGML repositories: Requirements and modelling", Computer Standards & Interfaces, 1996.
- [9] Ian A. Macleod, Storage and Retrieval of Structured Documents, Information Processing and Management, vol. 26,

No., pp.197-208, 1990.

- [10] Jonathan Robie, Joe Lapp, David Schach, "XML Query Language(XQL)", <http://www.w3.org/TandS/QL/QL98/pp/xql.html>
- [11] Lee, Y.K., Yoo, S.J., Yoon, K., and Berra, P.B., Index Structures for Structured Documents, Proc. Digital Library 96, pp. 91-99, 1996.
- [12] Steven J. DeRose, "XQuery: A unified syntax for linking and querying general XML documents", <http://www.w3.org/TandS/QL/QL98/pp/xquery.html>
- [13] Tuong Dao, Ron Sacks-Davis, James A.Thom, "An indexing scheme for structured documents and its implementation," Proceedings of the 4th International Conference on DATABASE Systems for Advanced Applications, Melbourne, Australia, 1997.
- [14] W3C, "Extensible Markup Language(XML) 1.0", <http://www.w3c.org/TR/1998/REC-xml-19980210>, 1998.
- [15] POET Products Information, <http://www.poet.com>
- [16] ObjectDesign Products Information, <http://www.odi.com>
- [17] ORACLE Technical Data Sheet, <http://www.oracle.com>
- [18] BlueAngle Products Information, <http://www.blueangletech.com>
- [19] Techno2000 Products Information, <http://xml.t2000.co.kr>