



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

오픈소스 DBMS 기반 공간정보 메타데이터
변환 및 질의처리기 설계 및 구현

2011年



漢城大學校 大學院

情報시스템工學科

情報시스템工學專攻

韓 璵 默

碩士學位論文

指導教授 李箕遠

오픈소스 DBMS 기반 공간정보 메타데이터 변환 및 질의처리기 설계 및 구현

Open Source DBMS based Design and Implementation
of Query and Transformation Processor
for Geo-Spatial Information Metadata

2010年 12月 日

漢城大學校 大學院

情報시스템工學科

情報시스템工學專攻

韓 璵 默

碩士學位論文

指導教授 李箕遠

오픈소스 DBMS 기반 공간정보 메타데이터 변환 및 질의처리기 설계 및 구현

Open Source DBMS based Design and Implementation
of Query and Transformation Processor
for Geo-Spatial Information Metadata

위 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

2010年 12月 日

漢城大學校 大學院

情報시스템工學科

情報시스템工學專攻

韓 璞 默

韓璣默의 情報시스템工學 碩士學位論文을 認准함

2010年 12月 日

審査委員長 _____ 이 관 우 _____ 印

審査委員 _____ 이 기 원 _____ 印

審査委員 _____ 계 희 원 _____ 印

목 차

제 1 장 서론	1
제 1 절 연구의 배경	1
제 2 절 연구의 동기 및 의의	2
제 3 절 연구의 범위와 방법	5
제 2 장 적용 기술	7
제 1 절 PostgreSQL-PostGIS	7
제 2 절 Web Catalog Service (CSW)	17
제 3 절 공간정보 표준 메타데이터	22
1. 벡터형 공간정보 메타데이터 표준	23
2. 영상 및 격자형 공간정보 메타데이터 표준	26
제 3 장 구성 요소 설계 및 구현	30
제 1 절 오픈소스 DBMS 기반 질의 처리기 설계 및 구현	30
1. PostgreSQL의 XML 함수	30
2. 공간정보 XML 메타데이터 응용 서버	34
제 2 절 다중 공간정보 표준 메타데이터 변환	39
1. 공간 정보 표준 메타데이터 사양 비교	40
2. 메타데이터 ETL 도구의 설계 및 구현	45
제 3 절 관련 연구와의 비교 분석	50
제 4 장 결 론	56

【참고문헌】	58
ABSTRACT	62



【 표 목 차 】

[표 2-1] PostgreSQL의 각 항목들의 최대 크기	8
[표 2-2] 공개 소스 DBMS의 비교	9
[표 2-3] PostGIS의 주요 특징	12
[표 2-4] PostGIS에서 지원되는 주요 공간 연산자	13
[표 2-5] PostgreSQL-PostGIS에서 지원하는 SDK 인터페이스	15
[표 2-6] OGC CSW의 기본 연산자	20
[표 2-7] OGC CSW의 각 연산자들의 파라메타	20
[표 2-8] CSW에서 이용되는 NAMESPACES	21
[표 2-9] 22개의 핵심 메타데이터 항목: ISO/TC 19115	22
[표 3-1] PostgreSQL의 XML 함수	32
[표 3-2] PostgreSQL의 xpath함수에서 인식하는 XML문서의 각 부분	33
[표 3-3] PostgreSQL의 xpath함수의 연산자	33
[표 3-4] 본 연구에서 사용된 개발 환경	35
[표 3-5] 표준 메타데이터의 비교 : 메타데이터 개체 셋(Metadata Entity set)	42
[표 3-6] 표준 메타데이터의 비교: 식별(Identification)	43
[표 3-7] 표준 메타데이터의 비교: 식별의 참조 개체 셋	44
[표 3-8] 메타데이터 ETL 도구의 개발 환경	46
[표 3-9] tinyXML의 주요 클래스와 멤버 함수	47

【 그림 목 차 】

<그림 1-1> 정보통신 분야에서의 메타데이터 표준의 종류들	4
<그림 2-1> PostgreSQL의 공간 엔진인 PostGIS의 역할	10
<그림 2-2> PostGIS와 연계되는 다양한 공개 소스들	16
<그림 2-3> OGC와 상호운용이 가능한 데이터베이스의 웹 맵핑에 관한 시나리오	17
<그림 2-4> OGC 표준 카탈로그 서비스와 관련된 표준 규격	19
<그림 2-5> 메타데이터 개체 셋 정보 : ISO/TC 19115:2003	25
<그림 2-6> 메타데이터 개체 셋 정보 : TTAS.IS-19115:2003	25
<그림 2-7> 메타데이터 개체 셋 정보 : TTAS.KO-10.0139/R1:2007 ·	26
<그림 2-8> 메타데이터 개체 셋 확장:ISO 19115-2	27
<그림 2-9> MI_GCPCollection(GCP의 품질 정보):ISO 19115-2	28
<그림 2-10> MI_AcquisitionInformation(획득 정보):ISO 19115-2	29
<그림 3-1> PostgreSQL의 XML 질의 처리 예시	31
<그림 3-2> PostgreSQL의 xpath함수를 이용한 질의 처리 예시	34
<그림 3-3> 본 연구에서의 카탈로그 서비스의 DBMS 스키마	35
<그림 3-4> 본 연구에서 이용된 카탈로그 서비스의 간단한 시스템 구조	37
<그림 3-5> 공개소스 미들웨어 연동 XML 질의처리기 절차	37
<그림 3-6> XML 질의 처리기의 주요 특징	38
<그림 3-7> XML 메타데이터 DB 구축 및 내부 프로세스	38
<그림 3-8> 본 연구에서 수행된 XML 질의 처리기와 카탈로그 서비스의 주요 함수 처리 결과	39
<그림 3-9> 메타데이터 ETL 도구의 스키마	47
<그림 3-10> 메타데이터 ETL 도구의 결과 화면 : Shapefile 경우	48
<그림 3-11> 메타데이터 ETL 도구의 결과 화면: GeoTiff 경우	49
<그림 3-12> 메타데이터 변환: TTA.KO-10.0139/R1 to TTAS.IS-19115	49

<그림 3-13> 본 연구에서 제안하는 통합적인 메타데이터 처리 시스템의 워크플로우	50
<그림 3-14> INSPIRE 시스템 구성에서의 카탈로그 서비스의 역할	51
<그림 3-15> 카탈로그 서비스와 메타데이터: 전체도	52
<그림 3-16> HDF-EOS 메타데이터와 ISO 19115 간의 변환	54
<그림 3-17> MARC, Dublin Core, ISO 19115 메타데이터 간의 변환기 개발	55



제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경

웹 기반 공간정보 서비스가 다양하게 발전함에 따라 이와 관련된 기술 및 표준에 대한 수요가 증대되고 중요성이 강조되고 있다. 이러한 공간정보와 콘텐츠를 다루는 다양한 웹 어플리케이션과 서비스의 웹 기반 공간정보 처리 기술이나 방법론에 대한 연구가 국제 지리정보 표준화 기구인 OGC(Open Geospatial Consortium, Inc.)의 주도하에 활발하게 진행되고 있다. 2000년대 중반이후 OGC에서 개발된 표준 사양 중에서 국제적으로 다양한 웹 기반 공간정보 서비스 구축 및 활용에 자주 적용되고 연관된 연구결과가 다양하게 도출되는 분야 중 하나가 카탈로그 서비스 관련 사양(OGC CSW: OGC Catalog Service on Web)들이다.

일반적으로 카탈로그 서비스는 XML/HTTP 인터페이스를 통하여 지공간 데이터 및 서비스에 대한 접근을 제공한다. 이러한 사양은 공간정보 웹 서비스 안에서 중요한 구성요소로 사용되며, 웹 클라이언트는 OGC 서비스에서 데이터를 검색하는 역할을 수행한다. 이상적인 검색 방법은 GIS 사용자는 전체 데이터베이스 중에서 필터링된 데이터를 볼 수 있고, 필터링된 데이터를 자신이 이용할 수 있도록 다운로드가 가능한 것이다. 또한 WFS(Web Feature Service), WMS(Web Map Service)와 같은 OGC 웹 표준 방식으로 지공간 정보를 제공받는 것이다.

웹 기반 공간정보 서비스는 구조적으로 데이터 내용을 정의하는 XML 프로토콜을 이용하며, 다양한 출처나 형태를 갖는 메타데이터의 경우 XML 서버에 구축된다. 따라서 웹 기반 공간정보 처리 시에는 XML 메타데이터를 입력 및 변환 등의 기능을 수행하는 응용 프로그램, 카탈로그 서비스 및 XML 질의 처리 기능이 필요하다.

한편 공간정보 시스템의 구축과 운영에서 메타데이터는 핵심 요소 중의 하나이다. 일반적으로 메타데이터는 ‘데이터에 관한 데이터’로서 정보자원

의 속성 정보를 기술하고, 실 데이터와 직접적 혹은 간접적으로 연관된 정보를 제공하는 데이터를 의미한다. 메타데이터를 이용하면, 사용자는 원하는 데이터를 쉽고 빠르고 정확하게 찾아낼 수 있다.

따라서 메타데이터는 정보자원을 설명하는 요소의 집합이다. 데이터 관리 측면에서도 메타데이터는 자료의 계속 유지, 갱신, 재생산, 삭제 여부를 결정하는 중요한 정보로 이용될뿐더러 자료의 신뢰도를 판단하는 근거로 이용될 수 있다. 한편 해당 정보자원을 이용하는 프로젝트 관리 측면에서도 메타데이터는 자료의 종류와 내용의 문서화 및 계획에 이용된다.

이러한 메타데이터의 일반적인 개념이나 활용 목적은 공간정보 메타데이터의 경우에도 그대로 적용된다. 또한 공간정보 메타데이터는 복잡하고 다양한 유형으로 이루어진 공간자료의 시스템 내부적인 구조화(박용재와 이기원, 2010), 카탈로그 서비스(한선목과 이기원, 2010), 데이터 마트나 데이터 웨어하우스의 운영에 적용할 수 있도록 시스템 구성 자료에 대한 정보를 제공하고, 외부로의 서비스로부터 요청된 자료의 처리에 대한 정보를 제공한다. 즉, 데이터 서버 측면에서는 관리의 용이성을, 데이터 이용자 측면에서는 검색의 용이성을 제공받을 수 있어서 메타데이터의 중요성은 더욱 강조되고 있다(Baca, 2008).

제 2 절 연구의 동기 및 의의

OGC 카탈로그 서비스 사양은 개방 및 공유, 분배 될 수 있는 환경에서 간단한 인터페이스를 이용하여 다양한 형태의 공간정보들을 저장 및 관리, 반환하는 기능을 제공하여 사용자들에게 GIS 데이터 집합의 구조화된 정보를 분석, 분류, 분배 및 검색 등의 활용을 할 수 있도록 한다. 이러한 기능을 제공하는 OGC 카탈로그 서비스 사양은 인터페이스 형태로 정의되어 있으며, ISO 19115, ISO 19139, ISO 19119 등과 같은 메타데이터 사양을 적용하고 있다.

OGC 카탈로그 서비스 인터페이스 모델은 공간정보 자원에 대한 카탈로그의 조직 및 유지, 접근과 검색의 지원 등 모든 서비스 인터페이스들을

총칭한다. 따라서 OGC 카탈로그 서비스 인터페이스 모델은 내부 기능들에 대해서 인터페이스만 정의되어 있고, 실제 구현에 대해서는 자유롭다.

국토연구원(2007)에서는 OGC에서 제안하는 ‘카탈로그 서비스’를 ‘서로 다른 서비스들로부터 들어온 검색 요청에 대하여 검색 조건을 만족하는 지리정보 및 콘텐츠들의 목록을 반환하는 기능과 자체적으로 관련 데이터 및 콘텐츠 들을 발굴하여 그들에 대한 메타데이터 정보를 축적해 가는 기능을 제공하는 서비스’라고 번역하여 정의한 바 있다. 한편 이러한 정의에 근거하여 카탈로그 서비스의 주요 기능은 데이터 수집 기능(Data Discovery), 서비스 수집 기능(Service Discovery), 갱신 기능(Catalog, Update) 및 질의어를 통한 검색 기능이 주요 내용이라고 할 수 있다.

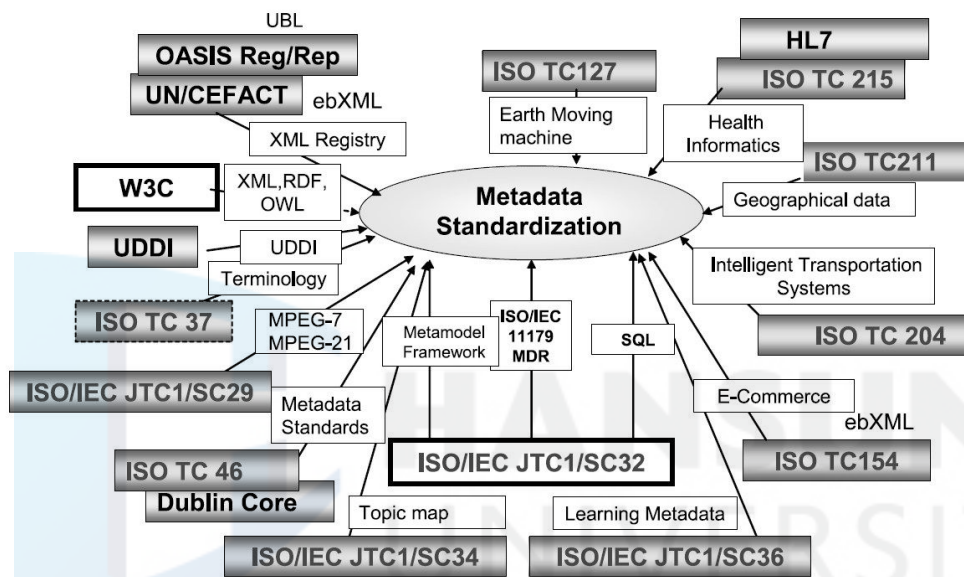
OGC 카탈로그 서비스 사양은 각각의 분야에서 다양한 방식으로 적용되어 구현되고 있다. 다양한 방식으로 구현되고 있는 OGC 카탈로그 서비스의 주요 요소 중 하나인 질의 처리기는 카탈로그 서비스가 제공하는 외부 서비스들로부터 요청된 질의에 대해서 카탈로그 서비스가 가진 주요 기능들을 수행하여 결과를 반환하여야 한다. 따라서 설계 및 구현이 복잡하고 난이도 높으며 수행하는 연산이 양이 매우 많다. 또한 기존 연구에서의 질의 처리기는 XML 형식으로 요청된 질의를 DBMS에 질의하기 위해 SQL 질의로 변환하는 과정이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 공간정보 XML 메타데이터 응용 서버의 구축에 필요한 기본 사양을 설계 및 구현하며, 그 기본 요소 중 하나인 질의 처리기를 공개소스 DBMS인 PostgreSQL의 XML 함수를 기반으로 하여 설계 및 구현하였다. PostgreSQL의 XML 함수는 XML 기반의 문서 및 질의에 대한 처리를 DBMS 기반으로 할 때 추가적인 변환과정 없이 XML 자체를 질의에 이용할 수 있도록 한다. 따라서 웹 기반 공간정보 처리 시에 필요한 XML 응용 프로그램, 카탈로그 서비스 및 XML 질의 처리 기능에 유용하게 사용되며, 질의 처리기의 설계 및 구현이 기존에 비해 간단해지며, 질의 처리기 자체가 담당하는 연산을 DBMS에 요청함으로써 질의 처리기의 연산 수행 양을 줄일 수 있다.

한편 정보자원을 설명하는 요소의 집합인 메타데이터는 데이터 관리 및

자료의 신뢰도 판단의 중요한 정보이다. 따라서 공간정보를 서비스 하는 카탈로그 서비스에서도 중요한 자원으로 활용된다.

정보통신 및 정보처리 분야에서 메타데이터 표준은 ISO(International Organizations for Standardization), ISO/IEC(International Engineering Consortium), W3C(The World Wide Web Consortium) 등과 같은 국제 표준화 기구에서 주도하고 있으며, 여러 정보통신 및 정보처리 분야에서 다양한 기술요소 및 어플리케이션 분야에 활용될 수 있는 메타데이터 표준을 개발하고 있다(<그림 1-1>).



<그림 1-1> 정보통신 분야에서의 메타데이터 표준의 종류들 (Seo, 2008).

그러나 ISO, ISO/IEC, W3C 등과 같은 국제 표준화 기구에서 정의되고 공표되는 공간정보 국제 표준은 공간정보에 대한 거의 대부분의 항목들을 포함하고 있고, 그 항목들에 대한 정의에 대해서도 복잡한 부분이 있다. 따라서 실무적인 관점에서 공간자료로부터 메타데이터를 구축할 경우 국제 표준이나 단체 표준을 그대로 수용하기 보다는 구축 주체의 환경에 맞게 필수 항목만을 중심으로 설정하는 경우가 많다. 그러므로 기존의 방법

으로 구축 및 입력된 메타데이터는 전문적인 지식의 필요성과 입력 시 의도하지 않은 오기나 오류가 발생할 가능성이 있다.

본 연구에서는 이러한 문제점에 대한 하나의 대안으로 메타데이터 추출, 변환, 수정 및 입력이 가능한 메타데이터 ETL 도구를 설계 및 구현하였다. 직접 공간자료로부터 메타데이터를 자동으로 추출하거나 표준 메타데이터 간의 변환을 위한 연구는 실무적인 필요성에 비하여 국내외를 막론하고 연구된 사례가 많지 않다. 공간정보 데이터 또는 지공간 영상 데이터는 메타데이터 항목을 일부 포함하고 있고, 공간정보 표준 메타데이터는 이러한 메타데이터 항목을 거의 대부분 포함하고 있기 때문에 실 데이터로부터 메타데이터 항목을 자동으로 추출하는 것은 용이하다.

또한 일반적으로 표준은 기관 표준, 단체 표준, 국가 표준, 국제 표준 등으로 구분하는데 이러한 표준 간에는 해당 표준의 목적에 맞게 프로파일링을 수행하기 때문에 메타데이터 항목이 상이한 부분이 발생한다. 따라서 상이한 항목 때문에 사용자는 시스템이 지원하지 않는 메타데이터 표준을 사용하지 못하는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서 수행한 메타데이터 변환을 통해 해당 시스템이 지원하는 메타데이터 표준으로 변환함으로써 다양한 메타데이터 표준을 사용자에게 서비스할 수 있다.

또한 메타데이터 추출 및 변환은 미리 작성된 정확한 표준 방식으로 메타데이터를 생성하기 때문에 메타데이터 구축 및 관리 측면에서 발생할 수 있는 오류의 방지와 메타데이터 이용자에게 다양한 메타데이터를 바로 활용할 수 있는 편의성을 제공 할 수 있다.

제 3 절 연구의 범위와 방법

본 연구의 접근 방법은 실제 메타데이터 XML 서버를 구축하고, 그 기본 요소 중 하나인 메타데이터 XML 질의 처리기를 오픈소스 DBMS인 PostgreSQL의 XML 질의 함수를 기반으로 설계 및 구현하는 것이다. 또한 이렇게 구현된 메타데이터 XML 서버와 카탈로그 서비스를 연계하는 시험 모델을 제시하고자 한다.

본 연구에서 사용된 오픈 소스 데이터베이스관리시스템인 PostgreSQL은 데이터베이스의 확장성 및 무결성을 위한 기본 구조를 제공하고 있으며, 다양한 어플리케이션으로 개발할 수 있는 응용 프로그래밍 인터페이스(Application Programming Interface: API)를 지원한다(Matthew and Stones, 2005; Douglas and Douglas, 2006). 특히 본 연구에서 주안점을 두고 있는 XML 정보 처리에 있어서, PostgreSQL에서 지원하는 XML 함수는 XML 자료의 입력 및 출력, Xpath 질의, XML 색인 등을 위한 다양한 함수를 제공하고 있어서 XML 기반 응용 프로그램 개발 및 서버에 유용하다. 또한 시험 개발 대상이 되는 카탈로그 서비스는 공간정보 메타데이터 표준 및 카탈로그 서비스 표준을 지원하므로 기존에 사용하고 있는 다른 시스템과도 연동이 가능한 구조이다.

한편 벡터형 공간정보에 대해서는 국내 단체 표준인 TTA의 두 가지 메타데이터 표준과 ISO 국제 표준을 대상으로 하고, 공간영상정보의 경우에는 국제 표준을 대상으로 하여 공간정보 데이터로부터 직접 메타데이터를 자동으로 추출하고, 추출된 메타데이터를 서로 다른 표준으로 변환하는 연구를 수행하였다.

공간정보 변환의 방법으로는 각각의 표준에 정의된 요소들을 기준으로 맵핑 테이블을 구성하여 변환을 수행하였다. 국내 단체 표준인 TTA의 두 가지 메타데이터 표준이 ISO 국제 표준을 참조 표준으로 하여 프로파일링되었기 때문에 대부분의 항목들이 정확하게 1:1 맵핑 될 수 있다. 그러나 프로파일링 되면서 발생한 추가, 삭제 또는 변경된 항목에 대해서는 표준 문서에 정의된 각 요소의 정의에 기반하여 유사한 항목을 찾아 맵핑하였다.

제 2 장 적용 기술

제 1 절 PostgreSQL-PostGIS

일반 DBMS에 비하여 강력한 이점을 가지고 있는 공간 DBMS는 DBMS에 GIS 객체의 속성과 구조를 같이 저장하는 공간 GIS 구조와 GIS 객체간의 관계를 찾는 공간 GIS 질의 및 크기가 큰 공간 GIS 데이터를 빠르게 이용하도록 돕는 공간색인 기능을 제공한다. 보통 이러한 공간 GIS 데이터 처리 기능은 미들웨어 형태로 제공된다. 공간 GIS 데이터 처리를 위해서는 이러한 공간 DBMS 기능이 반드시 필요하다.

또한 본 연구에서는 경량화된 공간 데이터베이스 응용 프로그램의 개발과 공간정보 웹 서비스와의 연동을 위하여 확장 가능한 공개 소스 기반 시스템을 설계 및 구현하고자 한다. 이러한 목적을 위하여 적용 가능한 무상의 공간 엔진 소스 코드는 몇 가지가 있지만 300가지 이상의 다양한 공간 질의 함수와 OGC 표준 사양을 지원하는 OGC 라이브러리를 제공하는 PostgreSQL-PostGIS를 적용하고자 한다. PostgreSQL은 공개소스 데이터베이스 관리시스템이고(<http://www.postgresql.org/>), 현재 9.0.1 버전까지 릴리즈 되어있다. 또한 PostGIS는 PostgreSQL의 공간 질의 처리를 위한 공개 소스이고(<http://postgis.refractions.net/>), 현재 1.5.2 버전까지 릴리즈 되어있다. 즉 PostgreSQL과 PostGIS는 각각 설계나 구현 단계에서 공간 데이터 서버 및 공간 질의 함수를 이용하는 사용자 인터페이스에서 이용된다.

공개소스 데이터베이스 관리시스템인 PostgreSQL은 공간 데이터베이스 관리시스템으로써 객체-관계형 데이터베이스 모델을 지원한다. 또한 Windows, Linux, UNIX (AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, Mac OS X, Solaris, Tru64)와 같은 대부분의 주요 운용체제에서 구동이 가능하다. 또한 PostgreSQL은 강력한 객체 관계형 데이터 모델과 풍부한 데이터 타입과 거의 제한 없는 자료 크기를 지원[표 2-1]하고, 고수준의 확장성을 가

지고 있으며, 복합 객체(complex object), 규칙(rule) 등의 기능과 질의 최적화, 동시성 제어, 트랜잭션 처리, 다중 사용자 기능, GiST, R-tree 등과 같은 공간 검색 알고리즘을 제공하고 있다. 또한 PostgreSQL은 다양한 개발 언어에 대한 SDK 인터페이스를 제공한다.(Philippe, et al., 2002; Matthew and Stones, 2005)

[표 2-2]는 현재 이용 가능한 공개 소스 데이터베이스 관리시스템을 비교한 것이다. PostgreSQL과 Ingres의 경우는 대부분의 데이터베이스 관리 시스템에서 요구되는 기능과 함께 공간 엔진 기능을 제공하므로 비록 무상의 공개 소스지만 공간 데이터베이스 관리시스템에 기반한 응용 시스템 구축에 적용하는 데 적합한 것으로 나타나 있다. 한편 Hass(2007)는 공개 소스 데이터베이스 관리시스템의 성능 비교를 수행한 바 있는데, PostGIS와 MySQL의 비교에서는 PostGIS가 성능이 우수하다고 보고한 바 있다.

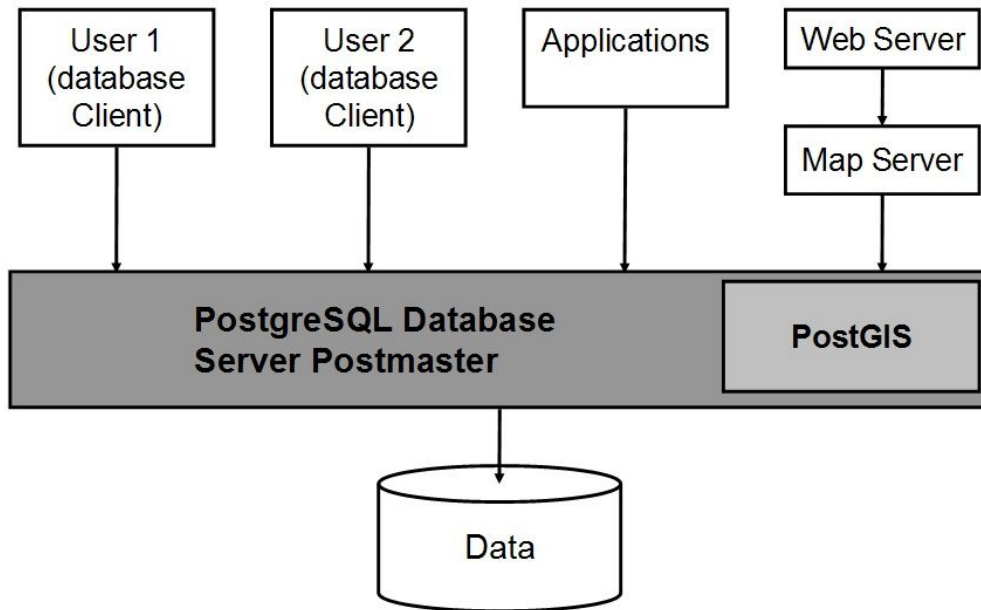
PostGIS는 PostgreSQL에서 공간 정보 처리를 위한 공간 엔진(Spatial Extension)으로, <그림 2-1>은 PostgreSQL 데이터베이스 서버 환경에서 공간 질의 처리 모듈인 PostGIS의 역할을 보여준다.

[표 2-1] PostgreSQL의 각 항목들의 최대 크기 (<http://www.postgresql.org>)

Limit	Value
Maximum Database Size	Unlimited
Maximum Table Size	32 TB
Maximum Row Size	1.6 TB
Maximum Field Size	1 GB
Maximum Rows per Table	Unlimited
Maximum Columns per Table	250 - 1600 depending on column types
Maximum Indexes per Table	Unlimited

[표 2-2] 공개 소스 DBMS의 비교 (Lemmen, 2007; Hall and Leahy, 2008)

		Open Source DBMS			
		PostgreSQL 8.2	FireBird 2.0	MySQL 5.0	Ingres 2006
ACID		Support	Support	Support (InnoDB table)	Support
Associated Integrity		Support	Support	Support (InnoDB table)	Support
DB transactions		Support	Support	Support (InnoDB table)	Support
Unicode Index	R-/R+	Support	Support	Support	Support
	Hash	Support	No support	Only MyISAM	Support
Table partition	GiST	Support	No support	Only InnoDB	Support
		Support	No support	No support	No support
	List	Support	No support	Support	Support
Cluster	Range	Support	No support	Support	Support
	Hash	Support	No support	Support	Support
	List	Support	No support	Support	Support
Spatial extension		Support	No support	Support	Support



<그림 2-1> PostgreSQL의 공간 엔진인 PostGIS의 역할 (Arnulf, 2006).

공간 질의 처리 미들웨어인 PostGIS는 공간 GIS 데이터를 관리하고, 공간 질의를 처리하기 위해 다음과 같은 기본 규칙을 가지고 구현되었으며 PostGIS의 주요 특성은 [표 2-3]에 나타나 있다.

- SQL을 위한 OGC Simple Features 명세 구현
- 공간 객체들의 입력, 질의, 조작, 삭제에 대한 연산자들과 SQL 스키마 정의
- 공간 객체들의 좌표정보는 Feature Table에서 저장
- 하나의 Feature Table은 한 가지 유형의 기하 요소만 표현
- 각각의 객체의 좌표정보는 공간적 유형을 가진 하나의 필드에 저장
- 좌표정보의 필드 유형으로 WKT(Well Known Text)
- 각각의 Feature Table 메타 데이터는 유형과 포함된 기하 좌표로 구성
- 각각의 Feature Table 메타 데이터는 geometry_columns(공간 테이블)에 저장

일종의 공간 질의 처리 미들웨어로서 PostGIS는 OGC WKT (Well-Known Text)와 WKB(Well-Known Binary) 형태인 공간 GIS 객체들과 공간 GIS 데이터를 관리하기 위한 공간 연산자와 함수를 제공한다. 또한 일부 상업적 공간정보 포맷을 포함한 다양한 종류의 데이터를 읽고, 변환하고, 추가를 가능하게 하는 OGC 라이브러리를 제공한다. 그리고 OGC 표준을 따르는 대부분의 기하 요소와 300개 이상의 다양한 공간질의 함수와 쉽고 강력한 공간 색인을 제공한다. 지원되는 Geometry 형태는 Point, LineString, Polygon, MultiPoint, MultiLineString, MultiPolygon, GeometryCollection 이다.

[표 2-4]는 PostGIS에서 제공하는 다양한 공간질의 함수를 정리한 것이다. 이러한 공간 GIS 데이터 처리 기능은 보통 미들웨어 형태로 구성되어 있고, 공간 GIS 데이터를 정의하기 위한 개체 구조와 접근을 위한 JDBC 나 ODBC 등과 같은 연결자 및 추가, 검색, 조작을 위한 다양한 함수들을 제공한다. 한편 [표 2-5]는 PostgreSQL-PostGIS에서 제공하는 다양한 개발 언어에 대한 SDK 인터페이스이다.



[표 2-3] PostGIS의 주요 특징 (Hall and Leahy, 2008)

DBMS/ Date of Introduction	PostGIS 1.2.1/2007.1
OGC compliant	SFSQL-TF 1.1 Certified
ISO standards support	SQL/MM
Spatial data-types (vector-oriented) 2D, 3D	As specified in OGC SFSQL: Point, LineString, Polygon, MultiPoint, MultiLinestring, MultiPolygon, GeometryCollection
Spatial data-types (raster-oriented)	CHIP data type to store rasters in PostgreSQL
Spatial data-operators (vector-oriented)	OGC + ST_* + PostGIS Specific - several hundred data-operators are supported
Spatial data-operators (raster-oriented)	Input/output only
Spatial data index 2D, 3D	2D GiST and R-Tree (with multi-version concurrency and recovery)
Supported co-ordinate systems/projections	All EPSG CRS systems
Topology support (node, edge, face)	SQL/MM Topology Model + Basic Functions
Spatial join algorithms	Spatial join using index operations spatial/attribute query optimization
Exchange formats	FME(ESRI Interoperability Extension) formats, GML, SVG, KML

[표 2-4] PostGIS에서 지원되는 주요 공간 연산자 (Ramsey, 2004; Paul, 2007)

Function Category	Elements	Functions
Measurement	ST_Area (geometry) returns Numeric	Area of the geometry, in the units of the geometry projection
	ST_Length (geometry) returns Numeric	Length of the geometry, in the units of the geometry projection
	ST_Perimeter (geometry) returns Numeric	Perimeter of the geometry, in the units of the geometry projection
	ST_Distance (geometryA, geometryB) returns Numeric	Distance between geometryA and geometryB
Comparison	ST_Intersects (geometryA, geometryB) returns Boolean	True if the geometries intersect
	ST_Contains (geometryA, geometryB) returns Boolean	True if geometryA contains geometryB
	ST_Within (geometryA, geometryB) returns Boolean	True if geometryA is within geometryB
	ST_Touches (geometryA, geometryB) returns Boolean	True if the geometries touch at their boundaries only
	ST_Crosses (geometryA, geometryB) returns Boolean	True if the geometries cross (useful for lines)
Utility	ST_SRID (geometry) returns Integer	Returns the SRID of the geometry
	ST_SetSRID (geometry, srid) returns Geometry	Returns a geometry with the SRID set to the specified value. Note that SetSRID does not transform the geometry to the new SRID, it simply sets the value

	ST_GeometryType (geometry) returns String	Returns the type of the geometry.
	ST_AsText (geometry) returns String	Returns the geometry as a human-readable string.
	ST_AsBinary (geometry) returns ByteA	Returns the geometry as a machine-readable byte array
	ST_AsGML (geometry) returns String	Returns the geometry as a Geometry Markup Language XML string
Geometry Operation	ST_Intersection(geometryA, geometryB) returns Geometry	Returns the geometric intersection of geometryA and geometryB
	ST_Union(geometryA, geometryB) returns Geometry	Returns the geometric union of geometryA and geometryB
	ST_Difference(geometryA, geometryB) returns Geometry	Returns the geometric difference of geometryA less geometryB
	ST_Buffer(geometry, distance) returns Geometry	Returns a geometry expanded by the specified distance, or shrunk if distance is negative
	ST_Expand(geometry, distance) returns BBOX	Returns a bounding box, larger than the box of the input geometry by the specified distance
	ST_Centroid(geometry) returns Geometry	Returns a point, near the center of the geometry. Not necessarily inside polygonal features. Use ST_PointOnSurface(geometry) for that
	ST_Transform(geometry, srid) returns Geometry	Returns a geometry with the coordinates transformed to the new SRID
	ST_Simplify(geometry, tolerance) returns Geometry	Returns a geometry with fewer vertexes, using the Douglas/Poiker vertex weeding method

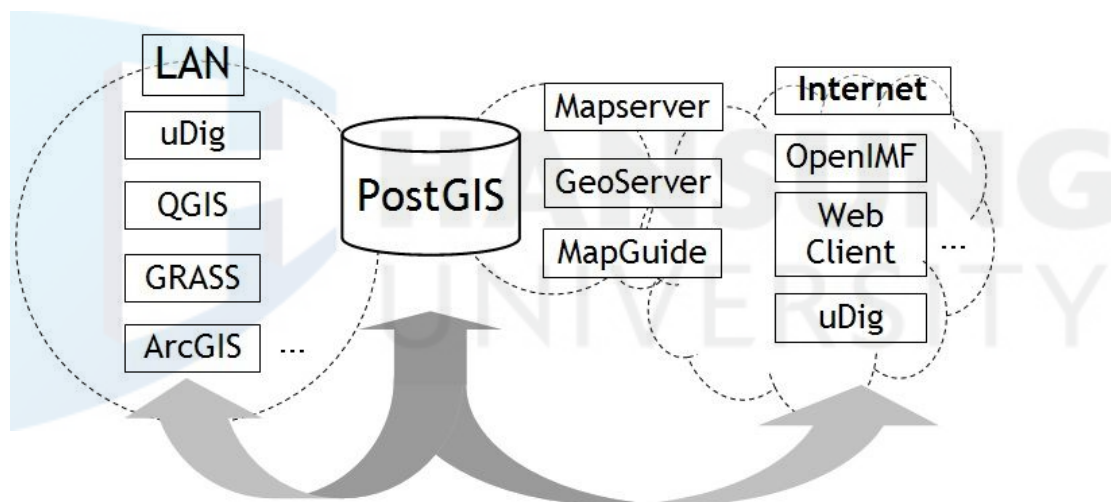
[표 2-5] PostgreSQL-PostGIS에서 지원하는 SDK 인터페이스 (Paul, 2007)

Interface	Language	Processing	Advantages
LIBPQ	C	compiled	native interface
LIBPGEASY	C	compiled	simplified C
ECPG	C	compiled	ANSI embedded SQL C
LIBPQ++	C++	compiled	object-oriented C
ODBC	ODBC	compiled	a p p l i c a t i o n connectivity
JDBC	Java	both	portability
PERL	Perl	interpreted	text processing
PGTCLSH	TCL/TK	interpreted	i n t e r f a c i n g , windowing
PYTHON	Python	interpreted	object-oriented
PHP	HTML	interpreted	dynamic Web pages

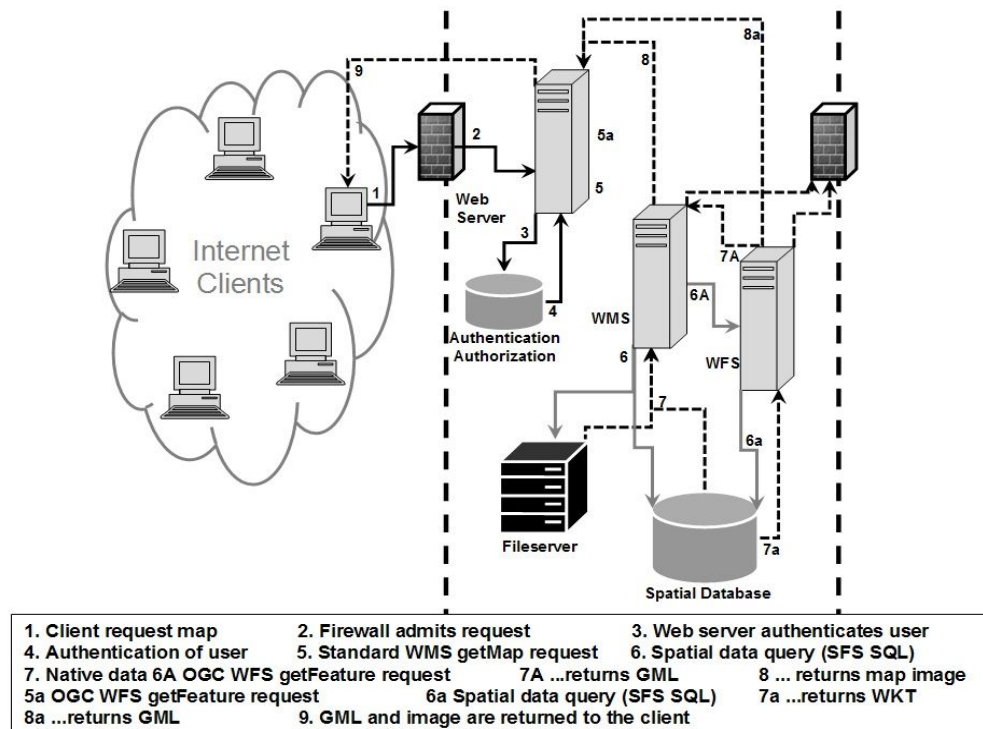
<그림 2-2>는 공개 소스의 특징 중 하나인 소위 공개 소스 에코시스템 (Eco System) 측면에서 PostGIS와 연동이 가능한 공개 소스나 공간 엔진을 또는 개발 환경은 Mapserver, Geotools (Geoserver, uDig), JUMP (OpenJUMP, Kosmo), OGR (QGIS, Mapserver), Autodesk MapGuide 등과 같이 다양하다. 하나의 공개 소스만으로 어플리케이션이 구축될 수도 있으나 각 공개 소스는 각각 고유한 특성과 적용상의 장점이 있으므로 공개 소스간의 통합 연계를 도모하는 개발 전략은 공개 소스 기반 어플리케이션 구축에서는 일반적인 특징이다 (Brovelli and Magni, 2004; Paolo, *et al.*, 2006; Ramsey, 2004; Chu and Pao, 2007).

공간 데이터베이스를 기반으로 OGC 상호운영 프로세스를 통한 웹 매핑 어플리케이션에 대한 하나의 시나리오에서 웹 클라이언트의 지도정보 조회 및 요청이 있을 때 요청하는 데이터의 유형에 따라 웹 서버와 공간 엔

진에서는 다양한 처리 과정이 필요하게 된다(<그림 2-3>). 여기서 공간 데이터베이스 엔진은 입력된 공간 질의를 처리하고 그 결과를 다양한 데이터 형식으로 반환하고 다양한 데이터 형식으로 분산되어 있는 공간 자료를 통합 관리하는 역할을 수행한다. 공간 데이터베이스 관리시스템으로는 PostgreSQL이 이용될 수 있고, 공간 엔진인 PostGIS는 사용자 인증을 담당하는 웹 서버(과정 2, 3, 4)와 연동하여 OGC 라이브러리를 이용하여 공간 자료의 송수신, 변환, 추가 등의 기능(과정 5, 6, 7, 8, 9)을 통합 환경이나 개별 환경에서 수행하게 된다. 이 경우에 웹 서비스되는 공간 정보의 유형이나 기능이 수요자로부터 추가적으로 요구되는 경우에는 <그림 2-2>와 같이 다른 공개 소스와 연동이 가능하다. 이러한 경우에는 데이터베이스 무결성 문제와 최적화, 안정성 문제 등을 같이 고려해야 하는 데 이러한 작업이 가능한 공개 소스의 툴 킷이 별도로 제공되는 경우에는 중간 개발자는 보다 용이하게 통합 환경 어플리케이션을 구축할 수 있다.



<그림 2-2> PostGIS와 연계되는 다양한 공개 소스들 (excerpted from anonymous internet sources).



<그림 2-3> OGC와 상호운용이 가능한 데이터베이스의 웹 맵핑에 관한 시나리오 (Modified from web mapping as spatial data infrastructure by Arnulf (2006)).

제 2 절 Web Catalog Service (CSW)

OGC에서는 2000년대 초반 이후 지속적으로 카탈로그 서비스 사양 및 관련 인터페이스 표준 사양에 관한 성과물을 개발하여 공개 발표하고 있다(<그림 2-4>). 공간정보 웹 서비스에서 카탈로그 서비스를 OGC 표준 방식으로 구현하기 위해서는 <그림 2-4>에서 제시된 각 표준 사양들에 관한 기본적인 개념이나 상호 간의 관계에 대해 파악할 필요성이 있다.

또한 공간정보의 검색 및 확인을 위한 메타데이터는 다양한 메타데이터 요소로 구성되어 있다. 따라서 <그림 2-4>와 같이 OGC CSW 사양에서는 특히 ISO 19115, ISO 19139, ISO 19119 등과 같은 메타데이터 사양을 적용하도록 하고 있다.

첫째로 ISO의 공간정보 메타데이터 내용구성 요소 표준인 ISO 19115는 메타데이터의 구성, 패키지, 데이터유형, 핵심메타데이터, 데이터사전, 확장 및 프로파일 원칙 및 적용을 위한 메타데이터 스키마를 제시하고 있다. 둘째, ISO 19119는 공간정보 서비스의 구조, 상호 운용성을 위한 참조 모델 및 설계 양식과 서비스의 인터페이스와 연산 및 범위 등에 대해 정의되어 있다. 마지막으로 ISO 19139는 ISO 19115에 정의된 공간정보 메타데이터 XML을 표현하고 XML 스키마를 구현하기 위한 네임스페이스 및 UML(Unified Modeling Language) 모델 등을 정의하고 있다 (Kresse and Fadaie, 2004).

OGC 카탈로그 서비스 인터페이스 모델은 공간정보 자원에 대한 카탈로그의 조직 및 유지, 접근과 검색의 지원 등 모든 서비스 인터페이스들을 총칭한다. 따라서 본 연구에서는 기본 요소인 서비스 정보에 대한 접근, 검색, 사용 및 관리를 위한 일반 연산만을 고려하였다.

[표 2-6]과 [표 2-7]은 카탈로그 서비스의 일반 연산과 각각의 연산을 위한 변수들을 보여준다. 필수 항목인 GetCapabilities는 카탈로그 서비스의 상세한 메타데이터 정보를 반환 받을 수 있는 연산이다. DescribeRecord는 등록되어 있는 하나 또는 많은 자원의 타입에 대한 정의 메타데이터를 반환받는다. 카탈로그 서버에 등록되어 있는 정보를 반환받는 GetRecords와 GetRecordById는 등록되어 있는 자원의 속성 값을 검색해서 원하는 자원의 속성 값의 메타데이터를 반환받는다. 관리를 위한 연산인 Transaction은 카탈로그 서비스가 관리하고 있는 자원에 입력, 수정 및 삭제와 같은 작업을 수행하는데 이용된다.

카탈로그 서비스들은 대부분 웹 기반으로 구동되어 메타데이터에 대한 XML 서버와 연계 되므로 네임스페이스(Namespace)들을 사용한다. 대부분의 네임스페이스들은 OGC 표준 문서인 ISO/TC 19139 문서에 정의되어 있지만 일부 항목들은 W3C, Dublin Core, SOAP(Simple Object Access Protocol) 등과 같이 외부 네임스페이스를 사용한다. 네임스페이스란 XML 문서상에서 요소나 속성들의 이름처럼 이용되는 URI 레퍼런스의 확인을 위한 집합이다. 네임스페이스를 통하여 메타데이터 각 단계의 속성 값의

형태를 정의해주고, 다른 명세와의 연동이나 각 단계의 속성 값을 정확하게 이용할 수 있다. [표 2-8]의 목록은 CSW에서 사용되는 네임스페이스를 보여준다. 메타데이터를 구성할 때 네임스페이스는 [표 2-8]의 첫 번째 항목인 접두사를 이용하여 사용되어 진다. 두 번째 항목은 네임스페이스의 URI이고, 세 번째 항목은 네임스페이스 접두사의 간략한 설명이다.

Catalogue Service

OpenGIS Catalogue Service Implementation Specification

1) Downloads

2) Related News

1) Downloads

Version	Document Title (click to download)	Document #	Type
2.0.2	OpenGIS Catalogue Service Implementation Specification	07-006r1	IS
	OGC Cataloguing of ISO Metadata (CIM) using the ebRIM profile of CS-W (0.1.7)	07-038	DP
	OGC® Catalogue Services – OWL Application Profile of CSW (0.3.0)	09-010	DP
	Revision Notes for Corrigendum for OpenGIS 07-006: Catalogue Services, Version 2.0.2 (1.0)	07-010	ISC
	CSW-ebRIM Registry Service – Part 1: ebRIM profile of CSW (1.0.1)	07-110r4	IS
	CSW-ebRIM Registry Service – Part 2: Basic extension package (1.0.1)	07-144r4	IS
	CSW-ebRIM Registry Service – Part 3: Abstract Test Suite (1.0.1)	08-103r2	IS
	CSW-ebRIM Registry Service – Part 1: ebRIM profile of CSW (1.0.0)	07-110r2	D-IS
	CSW-ebRIM Registry Service – Part 2: Basic extension package (1.0.0)	07-144r2	D-IS
	OpenGIS Catalogue Services Specification 2.0.2 – ISO Metadata Application Profile (1.0.0)	07-045	SAP
	EO Products Extension Package for ebRIM (ISO/TS 15000-3) Profile of CSW 2.0 (0.1.9)	06-131r4	D-BP
1.1.1	Catalog Interface	02-087r3	D-IS
	OGC Catalogue Services – ebRIM (ISO/TS 15000-3) profile of CSW (0.9.1)	04-017r1	D-DP
1.0	Catalog Interface	99-051	D-IS
2.0.1	OpenGIS Catalogue Service Implementation Specification	04-021r3	D-IS
	EO Application Profile for CSW 2.0 (1.4)	06-079r1	DP
	FGDC CSDGM Application Profile for CSW 2.0 (0.0.12)	06-129r1	BP
	EO Products Extension Package for ebRIM (ISO/TS 15000-3) Profile of CSW 2.0 (0.0.3)	06-131	D-DP
0.9.3	ISO19115/ISO19119 Application Profile for CSW 2.0 (CAT2 AP ISO19115/19)	04-038r2	D-BP
1.0.0	OpenGIS Catalogue Services – ebRIM (ISO/TS 15000-3) profile of CSW	05-025r3	D-DP
	Feature Type Catalogue Extension Package for ebRIM (ISO/TS 15000-3) Profile of CSW 2.0 (0.1)	07-172r1	DP
0.9.2	ISO19115/ISO19119 Application Profile for CSW 2.0	04-038r1	D-DP
0.3.0	Minimal Application Profile for EO Products	05-057r3	D-DP
0.3	OpenGIS Catalogue Services – Best Practices for for Earth Observation Products	05-057r4	D-BP

<그림 2-4> OGC 표준 카탈로그 서비스와 관련된 표준 규격.

[표 2-6] OGC CSW의 기본 연산자

Operation	Obligation	Binding
GetCapabilities	mandatory	POST
DescribeRecord	mandatory	POST
GetRecords	mandatory	POST
GetRecordById	optional	POST
GetDomain	optional	N/A
Harvest	optional	N/A
Transaction	optional	POST

[표 2-7] OGC CSW의 각 연산자들의 파라메타

Operation	Parameter	Accepted Values
Describe Record	typeName	• csw:Record • csw:SummaryRecord • csw:BriefRecord
	outputFormat	• text/xml • application/xml
Get Records	typeNames	• csw:Record
	outputFormat	• text/xml • application/xml
	outputSchema	• http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2
	resultType	• results • hits • validate
	ElementSetName	• summary • brief • full
	constraintLanguage	• Filter
GetRecord ById	ElementSetName	• summary • brief • full
	outputFormat	• text/xml • application/xml
	outputSchema	• http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2 • original

	service	• CSW • http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2
	version	• 2.0.2
	PostEncoding	• XML

[표 2-8] CSW에서 이용되는 NAMESPACES

Prefix	Namespace URI	Specification
gco	http://www.isotc211.org/2005/gco	Geographic Common extensible markup language
gmd	http://www.isotc211.org/2005/gmd	Geographic Metadata extensible markup language
gmx	http://www.isotc211.org/2005/gmx	Geographic Metadata XML Schema
gss	http://www.isotc211.org/2005/gss	Geographic Spatial Schema extensible markup language
gsr	http://www.isotc211.org/2005/gsr	Geographic Spatial Referencing extensible markup language
gts	http://www.isotc211.org/2005/gts	Geographic Temporal Schema extensible markup language
gml	http://www.opengis.net/gml	Geographic Markup Language 3.0.0
xlink	http://www.w3.org/1999/xlink	W3C XML Linking Language
csw	http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2	OGC Catalogue Services 2.0.2, Corrigendum 2 Release, OGC 07-006r1
ows	http://www.opengis.net/ows	OGC Common 1.0.0
ogc	http://www.opengis.net/ogc	OGC Filter 1.1.0
dc	http://purl.org/dc/elements/1.1/	Dublin Core
dct	http://purl.org/dc/terms	Dublin Core terms
SOAP-ENV	http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope	SOAP Version 1.1

제 3 절 공간정보 표준 메타데이터

메타데이터는 ‘데이터에 관한 데이터’로써 데이터를 구조화 시킨 정보이므로 분석 및 분류, 부가적인 정보의 추가, 활용도의 가능성 확대 등의 장점을 가진다.

공간정보 메타데이터는 실무적인 수요에 따라 표준 개발을 위한 연구와 표준화 작업이 1990년대 중반부터 수행되었고, ISO/TC 211에서 메타데이터 표준을 개발하여 공표한 이후 가장 활용도가 높은 표준으로 알려져 있다. 공간정보 메타데이터를 정의한 ISO/TC 19115 지리정보 메타데이터 표준은 공간정보 데이터의 이용자에게 모호함 없이 메타데이터를 이해할 수 있고, 상호운용성을 증대시키기 위해서 22개의 핵심 메타데이터 항목을 정의하였다([표 2-9]).

[표 2-9] 22개의 핵심 메타데이터 항목: ISO/TC 19115

1. Resource title (M)
2. Resource reference date (M)
3. Resource responsible party (O)
4. Geographic location of the dataset (by four coordinates or by geographic identifier) (C)
5. Resource language (M)
6. Resource character set (C)
7. Resource topic category (M)
8. Spatial resolution of the resource (O)
9. Abstract describing the resource (M)
10. Distribution format (O)
11. Additional extent information for the resource (vertical and temporal) (O)
12. Spatial representation type (O)
13. Reference system (O)
14. Lineage (O)
15. On-line access to the resource (O)
16. Metadata file identifier (O)

- | |
|--|
| 17. Metadata standard name (O) |
| 18. Metadata standard version (O) |
| 19. Metadata language (C) |
| 20. Metadata character set (C) |
| 21. Metadata point of contact (M) |
| 22. Metadata date stamp (M) |
| (M) = mandatory, (C) = conditional, (O) = optional |

1. 벡터형 공간정보 메타데이터 표준

본 연구에서 대상으로 하는 벡터형 공간정보 메타데이터 표준은 국제 표준인 ISO/TC 19115와 국내의 단체 표준인 TTAS.KO-10.0139/R1(지리 정보 유통 목록(메타데이터) 표준 Ver.2)와 TTAS.IS-19115(지리정보 관리 용 메타데이터 표준)이다. 본 연구에서 대상으로 하는 두 개의 국내 표준은 국제 표준인 ISO/TC 19115를 참조 및 권고 표준으로 하기 때문에 [표 3-1]에 있는 국제 표준인 ISO/TC 19115와 동일한 22개의 핵심 메타데이터를 가지고 있다. 따라서 표준 간의 상호 변환 시 공간정보 데이터를 이용할 때 발생 할 수 있는 모호함이나 상호운용성 증대라는 기존의 장점을 그대로 이용 가능하다.

각각의 표준 문서들은 지리정보에 대해서 메타데이터 섹션(Section), 개체(Entity), 요소(Element)들에 대한 필수(Mandatory), 조건(Conditional), 선택(Optional) 정의 및 지리정보 메타데이터 사용을 위한 메타데이터 셋을 정의하고 있다. 또한 공간정보 메타데이터의 구성, 패키지, 데이터유형, 핵심메타데이터, 데이터사전, 확장 및 프로파일 원칙과 적용을 위한 메타데이터 스키마를 제시한다.

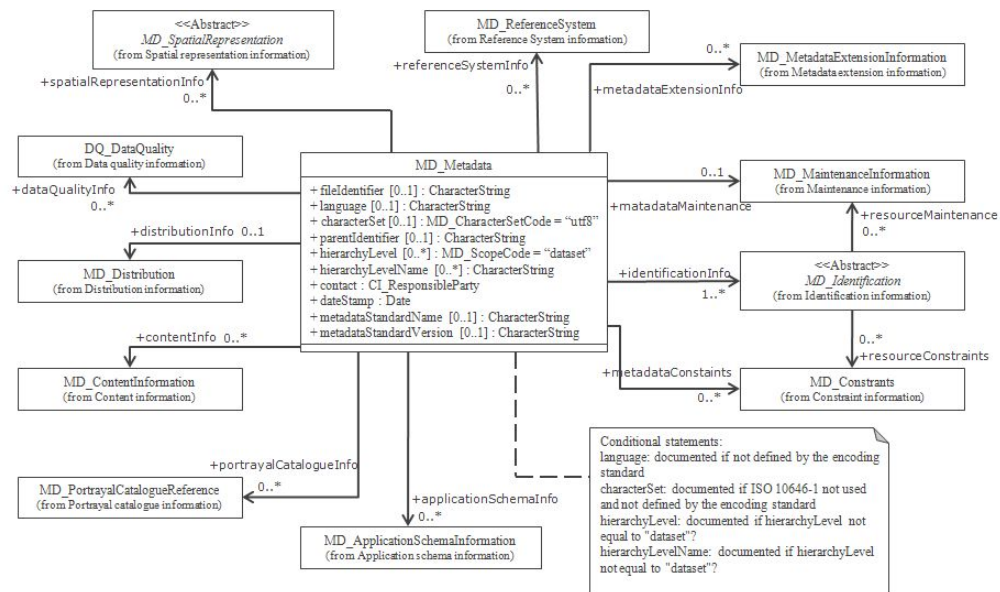
국제 표준인 ISO/TC 19115는 <그림 2-5>와 같이 MD_Metadata 개체 셋을 기준으로 MD_ReferenceSystem, MD_Constraints, MD_Distribution, DQ_DataQuality 등과 같은 11개의 개체 셋을 참조하고 있다. 이러한 참조 개체 셋에 존재하는 정보들은 22개의 핵심 메타데이터 이외에 해당 공간 정보 데이터에 대한 추가적인 정보를 담고 있다. 이러한 추가적인 정보를

통해 해당 메타데이터 이용자는 좀 더 정확한 정보를 획득할 수 있다.

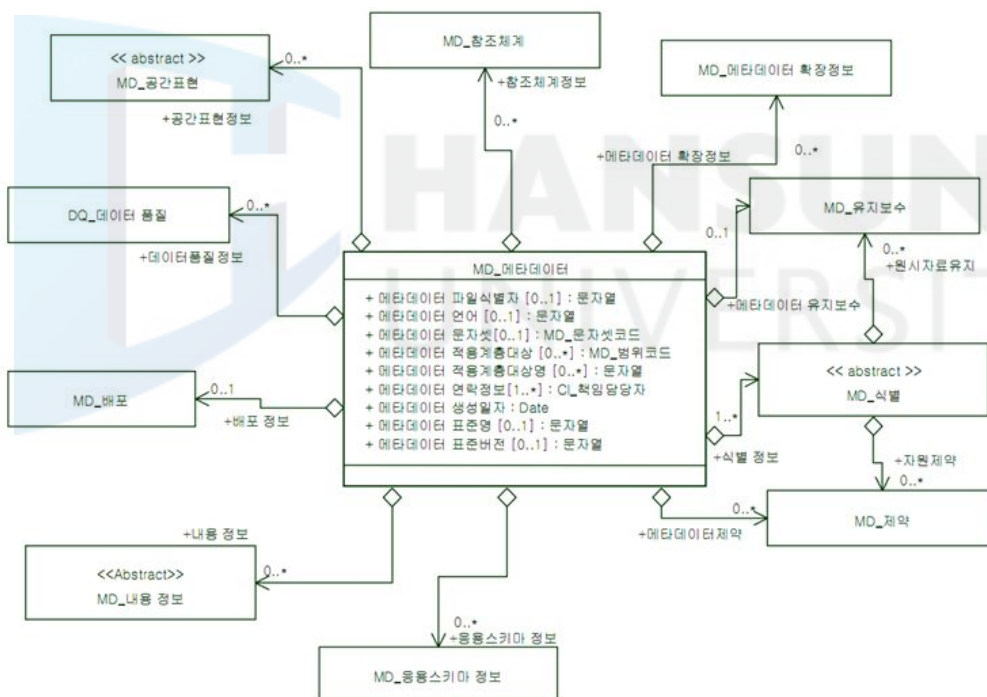
국내 표준인 TTAS.IS-19115 표준은 우리나라의 한국정보통신기술협회인 TTA(Telecommunications Technology Association)에서 우리나라의 환경에 맞게 개발된 표준으로써 지리정보 사용자의 효율적인 지리정보 유통과 관리를 위해서 유통용 및 관리용 통합 메타데이터의 내용표준을 제시함으로써 지리정보의 효율적인 생산, 관리, 유통 및 활용을 지원하기 위해 2003년에 공표되었다. 참조 및 권고 표준으로 국제 표준인 ISO/FDIS 19115:2002와 국내 권고인 TTAS.KO-10.0139:2002(지리정보 유통 목록(메타데이터) 표준 Ver.1)을 참조하였다. <그림 2-6>와 같이 국제 표준인 ISO 19115 공간정보 메타데이터 표준을 거의 그대로 번역해서 정의되었지만, 우리나라의 상황에 맞게 조금의 프로파일링이 되어있다.

역시 우리나라의 TTA에서 제정한 국내 표준인 TTAS.KO-10.0139/R1 표준은 지리정보 유통을 위한 메타데이터의 정의 및 지리정보 유통용 메타데이터 서비스를 위한 메타데이터 셋을 정의하고 있다. 최초 제정된 TTAS.KO-10.0139는 2002년에 제정되었지만 국내 권고인 'KS X ISO 19115 지리정보 - 메타데이터'와의 일관성을 위해 프로파일 개념에 근거하여 2007년에 Ver.2로 개정되었다. 주요 개정내용으로는 적합성 조항 및 기존 메타데이터 패키지에 누락된 유지관리정보 패키지를 추가하였으며, 이와 관련된 UML과 데이터사전정의를 추가하였다. 또한 KS X ISO 19115의 영문약어에 준거하여 데이터사전에 영문약어를 추가하였으며, TTAS.KO-10.0139 지리정보 유통 목록(메타데이터)에서 확장했던 데이터 요소에 관한 영문 약어를 추가하였고, KS X ISO 19115와의 용어 일관성을 위한 용어조정이 이루어졌다.

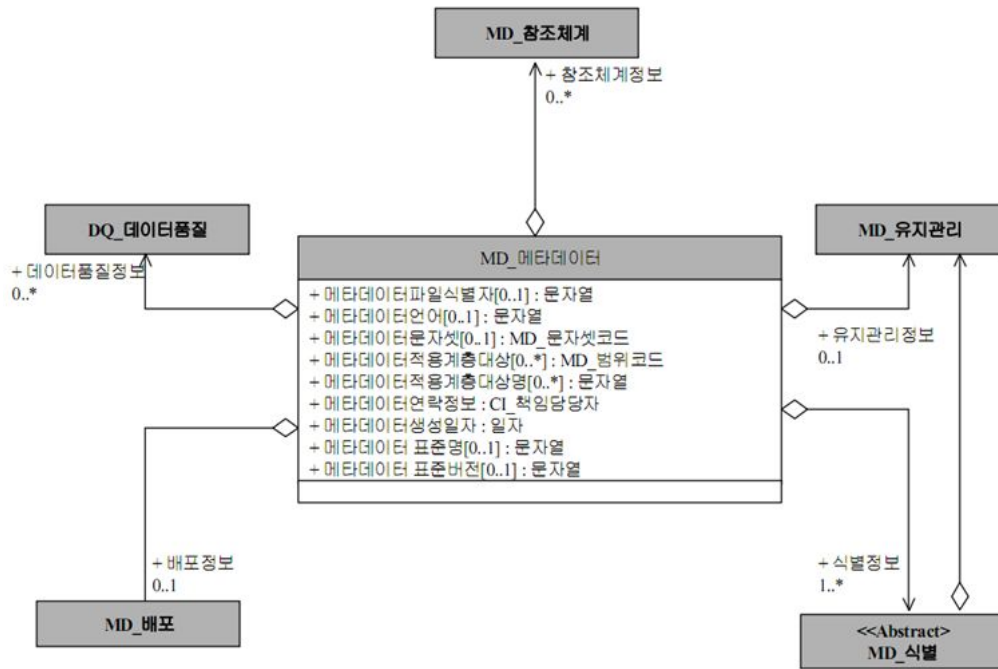
지리정보 유통이라는 정의를 위해 간단하게 프로파일링된 TTAS.KO-10.0139/R1 표준은 <그림 2-7>과 같이 핵심인 MD_메타데이터 셋 개체가 MD_참조체계, MD_유지관리, MD_식별, MD_배포, DQ_데이터품질 이렇게 5가지의 개체 셋만 참조하게 프로파일링 되었다.



<그림 2-5> 메타데이터 개체 셋 정보 : ISO/TC 19115:2003.



<그림 2-6> 메타데이터 개체 셋 정보 : TTAS.IS-19115:2003.



<그림 2-7> 메타데이터 개체 셋 정보 : TTAS.KO-10.0139/R1:2007.

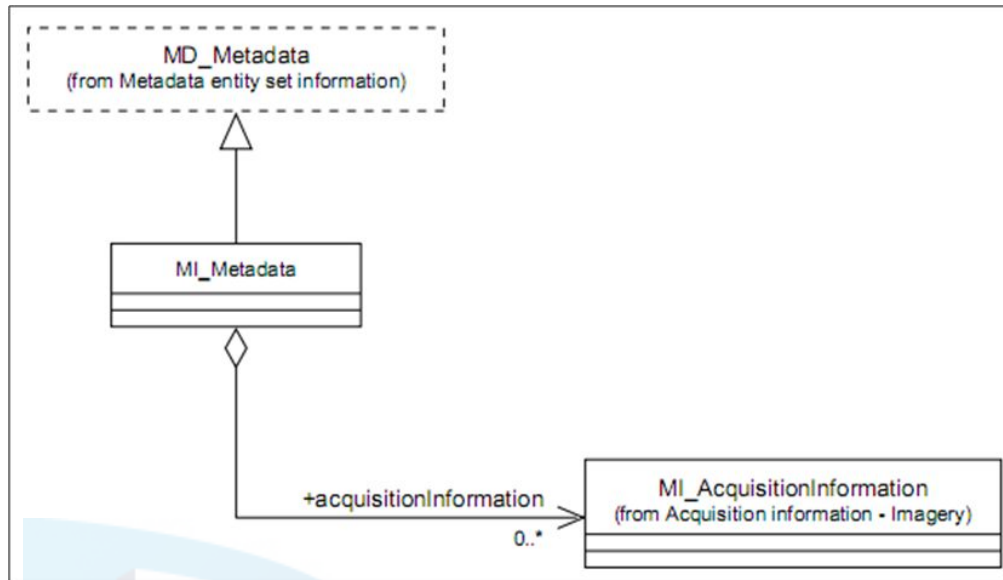
2. 영상 및 격자형 공간정보 메타데이터 표준

국제적으로 벡터 형태의 공간정보 메타데이터를 위한 가장 유용한 표준인 ISO 19115 표준이 2003년 제정되고 6년 후인 2009년에 영상과 격자형 데이터를 위한 확장 표준인 ISO 19115-2가 제정되었다. 이 표준의 목적은 벡터 형태의 공간정보 메타데이터에서 제공하지 못했던 로우 데이터를 위한 공간정보 영상과 격자형 데이터의 묘사, 측정 장비의 지오메트리의 묘사, 측정 시스템의 속성 정보, 적용된 수학적 방법론과 데이터 처리 절차 등을 속성 값으로 정의하여 제공하는 것이다.

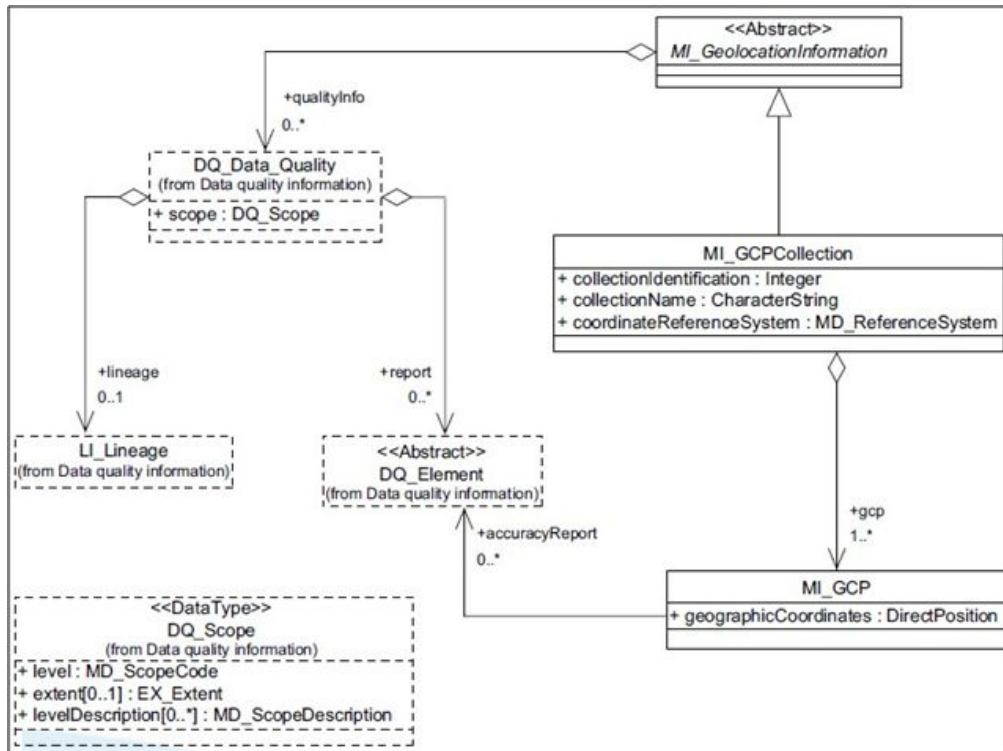
따라서 ISO 19115-2 표준은 <그림 2-8>과 같이 기존의 ISO 19115에서 가지고 있던 모든 개체 셋을 MI_Metadata라는 클래스로 상속받아 포함하고, 데이터 품질, GCP(Ground Control Point)(<그림 2-9>) 및 자료 획득(<그림 2-10>)에 대한 정보들이 추가되었다.

공간영상정보의 경우 한국정보통신기술협회(2005)에서 개발한 단체 표준

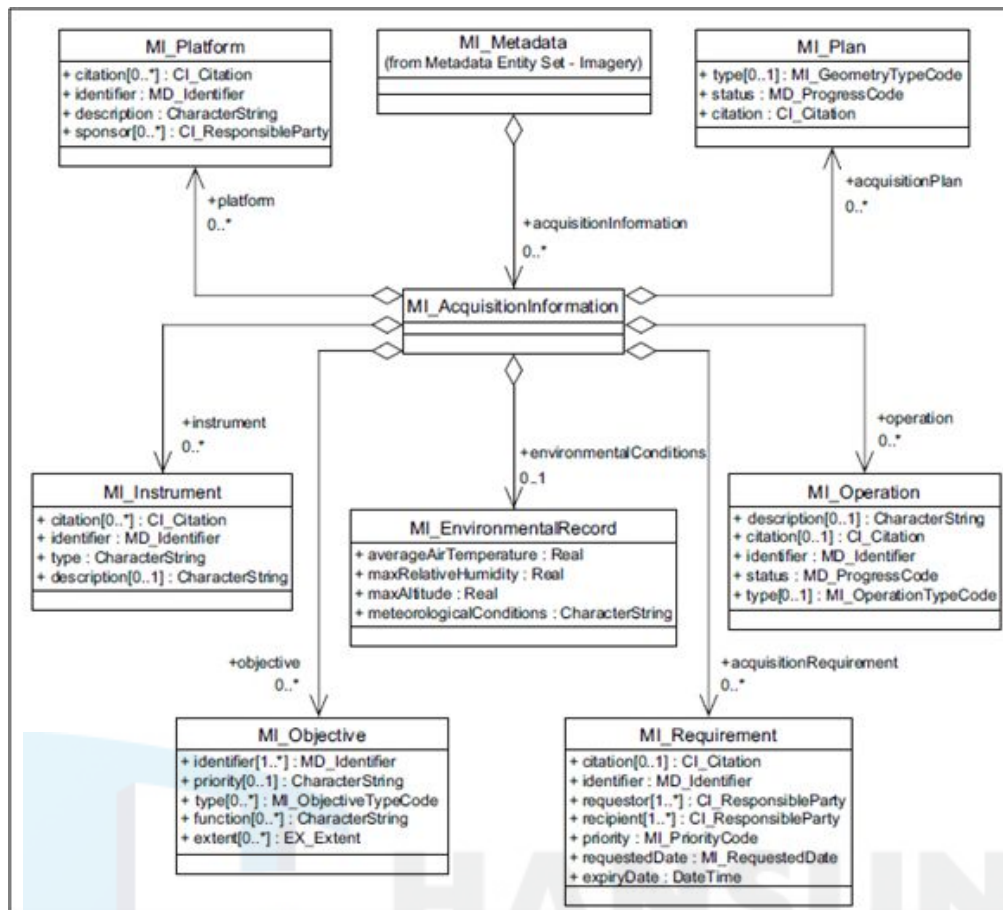
인 ‘그리드 데이터 유통 목록(메타데이터)’이 있으나 이 단체 표준은 ISO/TC 19115를 기본 모델로 하여 확장한 것이므로 본 연구에서는 고려 대상에 포함하지 않았다.



<그림 2-8> 메타데이터 개체 셋 확장:ISO 19115-2.



<그림 2-9> ML_GCPCollection(GCP의 품질 정보):ISO 19115-2.



<그림 2-10> MI_AcquisitionInformation(획득 정보):ISO 19115-2.

제 3 장 구성 요소 설계 및 구현

제 1 절 오픈소스 DBMS 기반 질의 처리기 설계 및 구현

1. PostgreSQL의 XML 함수

XML 기반 메타데이터 서버 구축은 DBMS를 필요로 한다. 본 연구에서는 공개소스 DBMS인 PostgreSQL을 이용하였고, 해당 DBMS를 대상으로 한 근거는 다른 오픈 소스 DBMS와 기능 비교를 수행한 기본 연구(한선묵과 이기원, 2009)를 바탕으로 하였다.

카탈로그 서비스의 주요 구성요소 중의 하나로 XML 질의 처리 기능이 포함되며, 해당 질의의 내용은 데이터베이스관리시스템에 XML 형태로 저장된다. XML 질의 및 메타데이터는 XML 문서의 특성에 따라 계층 구조로 되어 있고, 각 태그 위치에 값이 존재하거나 코드 값이 존재하는 구조로 되어 있다. 따라서 XML 문서를 효과적으로 처리할 수 있는 PostgreSQL의 XML 함수를 이용하면 카탈로그 서비스의 XML 질의 처리 기능을 손쉽게 구현이 가능하다.

공개소스 DBMS인 PostgreSQL의 XML 함수는 질의의 결과를 XML 형식으로 반환하는 함수로써 XML 형태의 데이터의 입력 및 출력, Xpath 질의, XML 인텍싱 등에 이용될 수 있어서 XML 기반 응용 프로그램에서 유용하게 이용될 수 있다. 또한 PostgreSQL의 XML 함수는 XML 데이터 내의 네임스페이스에 대한 지원도 하기 때문에 다양한 네임스페이스들을 참조하고 있는 OGC의 카탈로그 서비스에 대해서도 만족할 수 있다. PostgreSQL의 XML 질의 처리 함수의 간단한 사용법은 <그림 3-1>과 같으며, [표 3-1]은 PostgreSQL의 XML 질의 처리 함수의 목록을 보여준다. 예를 들면 PostgreSQL의 XML 함수인 XMLFOREST와 XMLAGG의 경우, XMLFOREST는 여러 개의 필드 값을 연속해서 보여주는 함수로써 하나의 테이블에 있는 값들을 연속으로 보여줄 때 유용하다. XMLAGG는

여러 개의 속성 값을 결합하여 보여주는 함수로써 분리되어 관리되는 속성 값을 결합하는 경우 적용할 수 있다. 한편 XML 문서의 루트노드의 속성 값을 결정하는 XMLROOT, XML 문서의 태그 값을 지정하는 XMLATTRIBUTES, XML 문서의 계층 구조를 만드는 XMLELEMENT, 여러 개의 필드 값을 연속으로 보여주는 XMLFOREST와 같은 PostgreSQL의 XML 함수들을 이용하면 XML 문서와 동일한 형태의 XML를 SQL 질의를 통해 반환 받을 수 있다.

XML 문서의 각 부분(element, attribute 등)을 노드로 표현되는 트리 형태로 간주하여 편리한 검색을 제공하는 xpath 함수는 XML 문서를 PI(Processing Instruction), Root, Element, Attribute, Text, Comment, Namespace로 나누어 인식하며([표 3-2]), [표 3-3]과 같은 연산자를 가지고 있고, 간단한 사용 예시는 <그림 3-2>와 같다.

• SQL:

```
SELECT
XMLROOT(
  XMLELEMENT(
    name MD_ScopeCode,
    XMLATTRIBUTES(
      'MD_ScopeCode' AS
codeList,
      'dataset' AS codeListValue),
    XMLELEMENT(
      name language, 'en'
    )),
  version '1.0' , standalone yes);
```

• Result:

```
<?xml version= "1.0"
standalone= "yes" ?>
<MD_ScopeCode
codeList= "MD_ScopeCode"
codeListValue= "dataset" >
<language>en</language>
</MD_ScopeCode>
```

```
csw=# SELECT XMLROOT(XMLELEMENT(name MD_ScopeCode, XMLATTRIBUTES('MD_ScopeCode'
AS codeList, 'dataset' AS codeListValue), XMLELEMENT(name language, 'en')), vers
ion '1.0', standalone yes);
-----
<?xml version="1.0" standalone="yes"?><md_scopecode codeList="MD_ScopeCode" cod
elistvalue="dataset"><language>en</language></md_scopecode>
<1건 있음>
```

<그림 3-1> PostgreSQL의 XML 질의 처리 예시.

[표 3-1] PostgreSQL의 XML 함수

Function name	Explanation
xmlcomment	XML comment
xmlconcat	Concatenates a list of individual XML values to create a single value containing an XML content fragment
xmlelement	Produces an XML element with the given name, attributes, and content
xmlattributes	Support to express an XML attribute in xmlelement
xmlforest	Produces an XML forest (sequence) of elements using the given names and content
xmlpi	Creates an XML processing instruction
xmlroot	Alters the properties of the root node of an XML value
xmlagg	Aggregate result of the other functions
xpath	To process values of data type xml
*_to_xml	Return table, query, cursor to xml
*_to_xmlschema	Return table, query, cursor to xmlschema
*_to_xml_and_xmlschema	Return table, query to xmlschema and xml
schema_to_*	Return schema to xml, xmlschema, xml and xmlschema
database_to_*	Return database to xml, xmlschema, xml and xmlschema

[표 3-2] PostgreSQL의 xpath함수에서 인식하는 XML문서의 각 부분

Node type	Description
PI (Processing Instruction)	Document processing Instruction, Encoding method described.
Root	A type of Element. However, Only one in a XML document, and every Element and Attribute, etc. are described in Root.
Element	A logical component of a document which either begins with a start-tag and ends with a matching end-tag, or consists only of an empty-element tag.
Attribute	A markup construct consisting of a name/value pair that exists within a start-tag or empty-element tag.
Text	The characters between the start- and end-tags
Comment	comment. Not interpreted by the XML parser.
Namespace	Define a document and Element type.

[표 3-3] PostgreSQL의 xpath함수의 연산자

Operator	Description
/	Child operator; selects immediate children of the left-side collection
//	Recursive descent; searches for the specified element at any depth
.	Indicates the current context.
..	The parent of the current context node.
*	Wildcard; selects all elements regardless of the element name.
@	Attribute; prefix for an attribute name.

@*	Attribute wildcard; selects all attributes regardless of name.
:	Namespace separator; separates the namespace prefix from the element or attribute name.

- xpath('struct of element', columnName, NamespaceArray)
- element, attribute, text를 추출하는데 이용
- Example:
SELECT (xpath('/csw:Transaction/csw:Insert',
ColumnName, ARRAY[ARRAY['csw',
'http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2']]))[1]::text FROM TableName;

SELECT (xpath('/csw:Insert/gmd:MD_CharacterSetCode/@codeList',
ColumnName, ARRAY[ARRAY['csw',
'http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2'], ARRAY['gmd',
'http://www.isotc211.org/2005/gmd']]))[1]::text FROM TableName;

<그림 3-2> PostgreSQL의 xpath함수를 이용한 질의 처리 예시.

2. 공간정보 XML 메타데이터 응용 서버

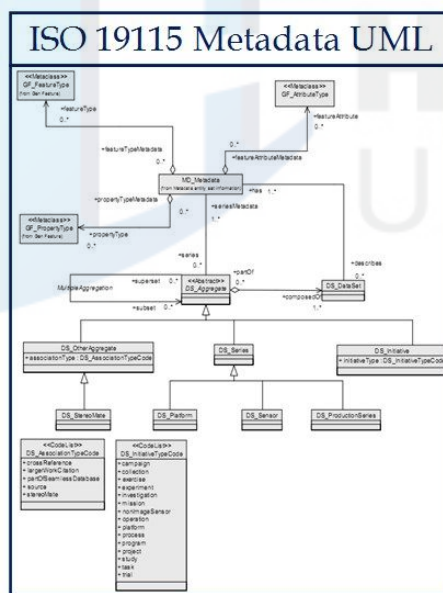
본 연구에서 시험 구현된 공간정보 XML 메타데이터 응용 서버의 구현 환경은 [표 3-4]와 같다. 운영 체계로는 Windows XP를 이용하였고, 데이터베이스관리시스템은 PostgreSQL의 XML 함수를 이용하여 카탈로그 서비스의 XML 기반 메타데이터 질의 처리기를 구현하기 위해 PostgreSQL 8.4.0과 공간 질의를 위한 확장 모듈인 PostGIS 1.4를 이용하였다. 구현을 위해 사용된 언어는 JSP(Java Server Page)이며 웹 서버는 Apache Tomcat 6.0을 이용하였고, 웹 뷰어는 MS Internet Explorer 7.0을 이용하였다.

본 연구에서 시험 구현한 카탈로그 서비스는 OGC의 카탈로그 서비스 표준을 지원한다. 정의된 데이터베이스관리시스템의 스키마는 <그림 3-3>

과 같다. OGC의 공간정보 메타데이터의 구조를 정의한 ISO 19115 공간정보 메타데이터 표준 모델을 정의하고, 카탈로그 서비스에서 간단하게 데이터를 검색할 수 있는 주 클래스와 공간 영역에 대해서 검색할 수 있는 bbox 클래스, 그리고 XML 기반 메타데이터의 관리 작업을 위한 임시 저장소인 inXML 클래스를 정의하였다.

[표 3-4] 본 연구에서 사용된 개발 환경

Category	Contents
Operating System	Windows XP
DBMS	PostgreSQL 8.4.0
Spatial Extension	PostGIS 1.4
Programming Language	Java JDK 1.6.0_16 / JSP
Web Server	Apache Tomcat 6.0
Web Viewer	MS Internet Explorer 7.0

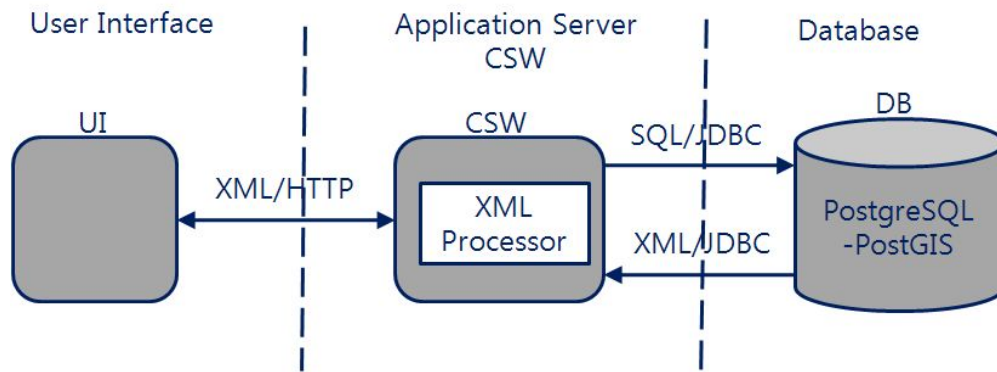


<그림 3-3> 본 연구에서의 카탈로그 서비스의 DBMS 스키마.

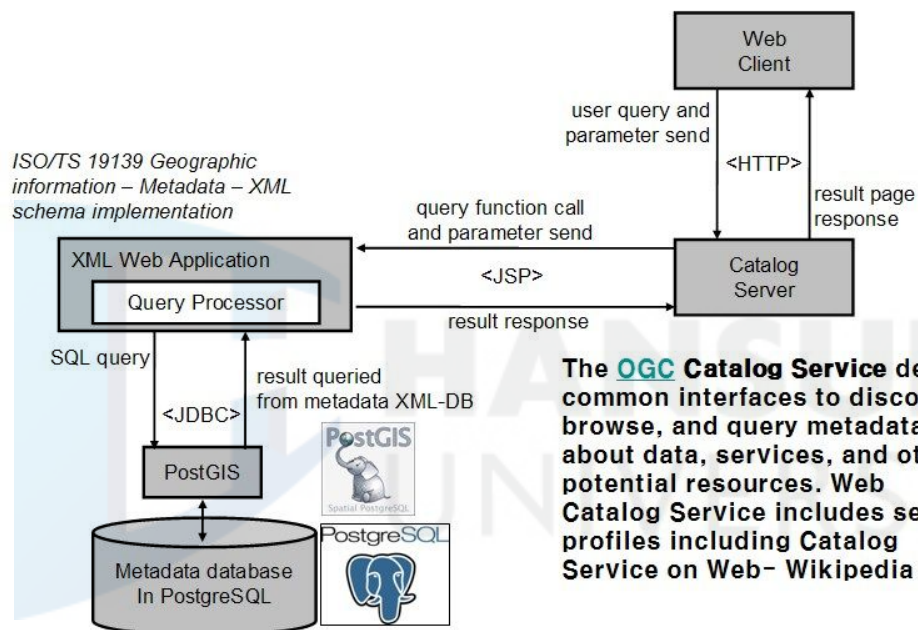
본 연구에서 시험 구현한 카탈로그 서비스의 간단한 시스템 구조는 <그림 3-4>와 같이 3단계로 구성되어 있다. 카탈로그 서비스와 연동된 XML 질의 처리기의 자세한 처리 절차는 <그림 3-5>와 같으며, 카탈로그 서비스의 자세한 XML 질의 처리 및 XML 질의 처리기의 역할은 <그림 3-6>과 같다. 사용자의 질의를 받은 웹 클라이언트는 XML 질의와 변수 값을 HTTP 방식으로 카탈로그 서버로 보내게 된다. 카탈로그 서버는 받은 질의에 해당하는 함수를 부르게 되고, XML 메타데이터 질의 프로세서는 XML 질의를 결과 값을 XML 형태로 받을 수 있는 SQL 질의로 변환하여 데이터베이스로부터 질의를 수행하고 결과 값을 반환 받는다. 반환 받은 결과 값은 XML 형태이기 때문에 카탈로그 서버는 추가적인 과정 없이 사용자에게 XML 메타데이터 질의 결과를 반환할 수 있다. 이와 같이 XML 메타데이터 질의 처리기의 주요 역할은 XML 질의를 SQL 질의로 변환해 주고, 데이터베이스에 질의를 하여 메타데이터를 가져오며, 그 결과를 결합 및 정렬하여 카탈로그 서버에 XML 메타데이터를 반환하는 것이다.

XML 질의 처리기의 주요 역할은 <그림 3-6>과 <그림 3-7>과 같이 XML 질의를 DBMS에 보낼 SQL 질의로 변환하여 DBMS로부터 원하는 데이터를 반환받고, 질의를 사용자가 원하는 형태로 정렬 및 병합하고, XML 형태로 반환하는 역할을 수행한다.

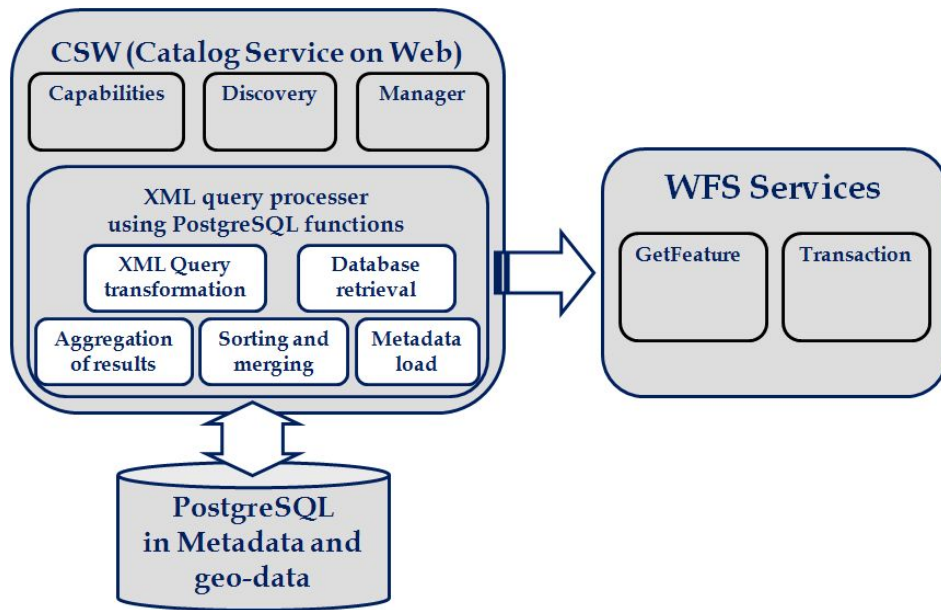
<그림 3-8>은 클라이언트 상에서 XML 질의 처리기를 포함하는 카탈로그 서비스 시험 모델 구현 결과의 한 예시이다. <그림 3-8>의 사용자 인터페이스에서는 오픈 소스 데이터베이스관리시스템과 연계한 질의처리 입력항목을 제공하고 있으며, OGC CSW의 필수 연산자 적용에 따른 XML 문서 자료만을 결과로 나타내도록 하였다.



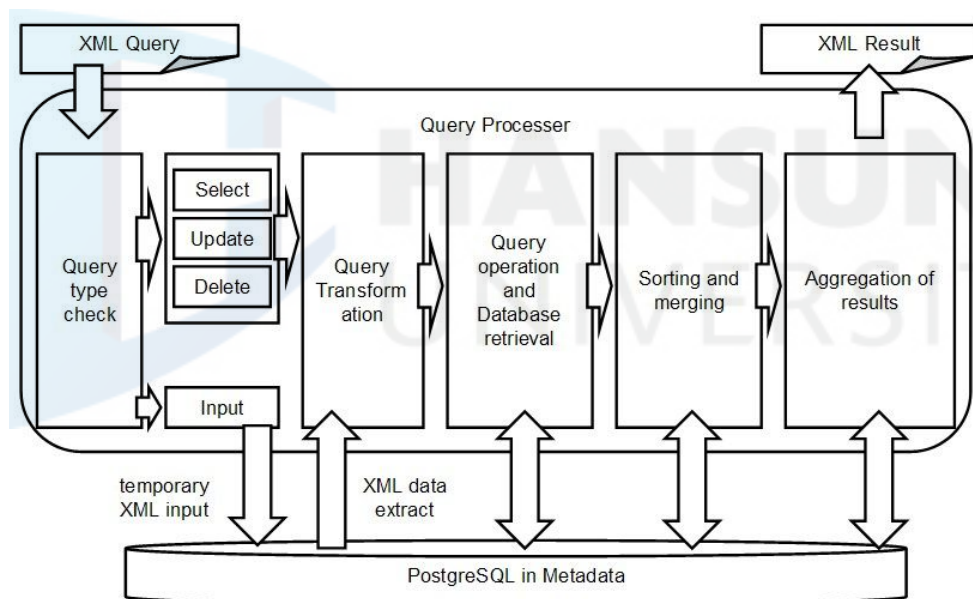
<그림 3-4> 본 연구에서 이용된 카탈로그 서비스의 간단한 시스템 구조.



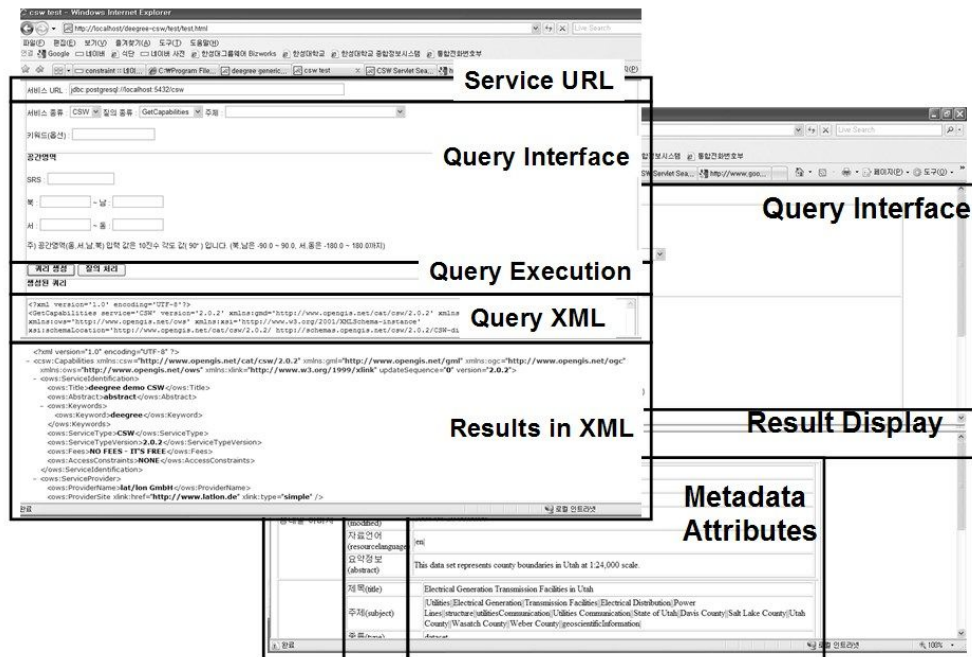
<그림 3-5> 공개소스 미들웨어 연동 XML 질의처리기 절차.



<그림 3-6> XML 질의 처리기의 주요 특징.



<그림 3-7> XML 메타데이터 DB 구축 및 내부 프로세스.



<그림 3-8> 본 연구에서 수행된 XML 질의 처리기와 카탈로그 서비스의 주요 함수 처리 결과.

제 2 절 다중 공간정보 표준 메타데이터 변환

공간정보 표준 메타데이터란 지리정보의 효율적인 이용을 위하여 지리정보의 검색 및 확인에 필요한 구조화된 정보이다. 공간정보 표준 메타데이터는 다양한 종류의 공간정보들을 저장 및 관리, 반환하는 기능을 하는 카탈로그 서비스에서 중요한 자원으로 사용된다(Nogueras-Iso *et al.*, 2005(a)). 또한 웹 기반 공간정보 서비스에서는 XML/HTTP 프로토콜을 이용하여 자료나 서비스를 검색 및 확인하므로 공간정보 메타데이터 또한 이러한 표준 XML 메타데이터 기반으로 구성되어 있다.

이러한 공간정보 표준 메타데이터의 장점으로 일관성 있고 체계적인 정보의 제공, 실 데이터 선택의 편의성 제공, 호환성과 상호운용성을 가진 정보의 교환 등을 가지고 있다. 또한 정보 및 기술 분야에 대한 세계의 장벽이 인터넷을 통해 완화되면서 그 중요성이 더욱 증가되었다.

그러나 공간정보 표준 메타데이터는 다음의 문제점으로 사용에 제약이 존재한다. 즉, 생성 규칙의 어려움, 소스 및 표준의 다양성, 동기화된 데이터의 유지 등이 그것이다. 또한 대부분의 공간정보 메타데이터는 해당 공간정보 데이터를 유지 및 관리하는 관리자가 직접 생성 하므로 유사한 기능을 가진 메타데이터라도 상이한 포맷을 가질 수 있다. 따라서 유사한 데이터를 가진 공간정보 메타데이터를 통합 및 관리하기 위해서는 표준 메타데이터가 필요하고, 기존에 생성되고 유지되고 있거나 국가, 기관 또는 단체에서 프로파일링 되어 사용되는 표준 메타데이터 간에 변환을 할 수 있는 방안이 필요하다.

1. 공간정보 표준 메타데이터 사양 비교

본 연구에서는 이러한 다중 메타데이터 중에서 국제 표준인 ISO/TC 19115와 국내 표준인 TTAS.KO-10.0139/R1, TTAS.IS-19115 간의 변환을 수행하였다. 메타데이터 변환이란 서로 다른 스키마를 가진 메타데이터 간의 변환을 의미한다. 이때 동일하거나 또는 비슷한 의미를 가진 메타데이터 셋을 의미적으로 맵핑하여야 한다. 국내 표준 2가지 모두 국제 표준인 ISO/TC 19115를 참조 표준으로 사용하였기 때문에 본 연구에서 비교한 3가지 표준은 모두 동일한 22개의 핵심 메타데이터를 가지고 있다. 하지만 국내 표준 두 가지는 국제 표준인 ISO/TC 19115를 기준으로 국내 상황과 해당 표준이 가지는 목적에 맞게 프로파일링 되어 있기 때문에 상이한 부분들이 존재한다.

국제 표준인 ISO/TC 19115는 주로 벡터 자료를 대상으로 하므로 공간 영상정보와 격자형 자료에 대한 확장형 표준인 ISO/TC 19115-2는 비교 대상에 포함하지 않았다. 또한 국제 표준인 ISO/TC 19115는 영문 그대로 기술하였고, 국내 표준인 TTA의 유통 및 관리용 표준은 국문 그대로 각각 구분하여 비교하였다.

[표 3-5]는 표준 메타데이터 내용 중 메타데이터 개체 셋에 대한 메타데이터 항목을 비교한 것이다. 관리용 공간정보 메타데이터 표준인

TTAS.IS-19115는 기본적으로 ISO/TC 19115를 기본 모델로 하고 있으므로 parentIdentifier나 PortrayalCatalogueReference등 과 같은 일부 요소를 제외한 대부분의 항목은 일치하고 있다. 그러나 TTA 유통 메타데이터 표준의 경우에는 TTA 관리용 표준 항목에 포함되어 있는 ‘공간표현’, ‘제약’, ‘내용정보’등이 제외되어 있음을 알 수 있다.

[표 3-6]은 표준 메타데이터 내용 중 식별 정보에 대한 항목을 나타낸 것으로 ISO/TC 19115와 TTA 관리용 메타데이터는 geographicBox나 geographicDescription등을 제외하고 많은 부분이 대응하고 있다. 그러나 ISO/TC 19115와 TTA 유통용 메타데이터는 이러한 항목이 ‘지리경계’, ‘지리설명’등으로 번역되어 대응하고 있다. 그러나 TTA 유통용 메타데이터는 개체 요소에서 ‘주제어’, ‘용도’, ‘제약’등의 항목은 제외되어 있음을 알 수 있다.

[표 3-7]은 표준 메타데이터 내용 중 식별 정보가 참조하는 개체 셋에 대한 내용이다. ISO/TC 19115를 기준으로 하여 TTA 관리용 메타데이터는 ‘파일명’, ‘주제어’, ‘거리’, ‘상세용도’, ‘사용자연락정보’ 등이 번역되어 대응하고 있지만 TTA 유통용 메타데이터에는 해당 항목들이 제외되어 있음을 알 수 있다. 또한 ISO/TC 19115의 denominator, equivalentScale은 TTA 유통 및 관리 메타데이터에서 각각 ‘분모’와 ‘비율’, ‘상용스케일’과 ‘동치축척’으로 다르게 번역되어 대응하고 있다. 한편 ‘데이터베이스’와 ‘유통정보’와 같은 개체 셋은 TTA 메타데이터에 프로파일링되어 추가된 개체이므로 국제 표준인 ISO/TC 19115에는 없음을 알 수 있다.

물론 이 세 가지 비교 항목은 메타데이터의 전체 중 일부에 해당하며, 다른 항목에서도 상호 간에 대응하지 않거나 일치하지 않는 경우가 많이 있으나, TTA의 메타데이터 표준 문서에 배경이나 근거가 제시되어 있으므로 본 연구에서는 표준 항목만을 고려하고자 하였다.

[표 3-5] 표준 메타데이터의 비교 : 메타데이터 개체 셋(Metadata Entity set)

	ISO/TC 19115	TTAS.KO-10.0139 (유통)	TTAS.IS-19115 (관리)
요소 (Element)	fileIdentifier	메타데이터 파일식별자	메타데이터 파일 식별자
	language	메타데이터 언어	메타데이터 언어
	characterSet	메타데이터 문자셋	메타데이터 문자셋
	hierarchyLevel	메타데이터 적용계층 대상	메타데이터 적용계층 대상
	hierarchyLevelName	메타데이터 적용계층 대상명	메타데이터 적용계층 대상명
	contact	메타데이터 연락정보	메타데이터 연락정보
	dateStamp	메타데이터 생성일자	메타데이터 생성일자
	metadataStandardName	메타데이터 표준명	메타데이터 표준명
	metadataStandardVersion	메타데이터 표준버전	메타데이터 표준버전
	parentIdentifier	(없음)	(없음)
개체 (Entity)	MD_ReferenceSystem	MD_참조체계	MD_참조체계
	MD_MaintenanceInformation	MD_유지관리	MD_유지보수
	MD_Identification	MD_식별	MD_식별
	MD_Distribution	MD_배포	MD_배포
	DQ_DataQuality	DQ_데이터품질	DQ_데이터품질
	MD_SpatialRepresentation	(없음)	MD_공간표현
	MD_MetadataExtensionInformation	(없음)	MD_메타데이터확장정보
	MD_Constraints	(없음)	MD_제약
	MD_ApplicationSchemaInformation	(없음)	MD_응용스키마정보
	MD_PortrayalCatalogueReference	(없음)	(없음)
	MD_ContentInformation	(없음)	MD_내용정보

[표 3-6] 표준 메타데이터의 비교: 식별(Identification)

	ISO/TC 19115	TTAS.KO-10.0139 (유통)	TTAS.IS-19115 (관리)
요소 (Element)	MD_Identification(MD_식별)		
	citation	참고자료	참고자료
	abstract	요약설명	요약설명
	purpose	(없음)	목적
	credit	(없음)	(없음)
	status	(없음)	상태코드
	postOfContact	공간정보연락처	공간정보연락처
	MD_DataIdentification(MD_데이터 식별)		
	spatialRepresentationType	공간표현유형	공간표현방식
	spatialResolution	공간해상도	공간해상도
	language	자원언어	자원언어
	characterSet	자원문자셋	자원문자셋
	topicCategory	주제분류	주제분류
	geographicBox	지리경계	(없음)
	geographicDescription	지리설명	(없음)
	environmentDescription	(없음)	환경설명
	extent	범위	범위
	supplementalInformation	(없음)	보충정보
	(없음)	검색정보	검색정보
개체 (Entity)	MD_Identification(MD_식별)		
	MD_MaintenanceInformation	(없음)	MD_유지보수정보
	MD_BrowseGraphic	(없음)	MD_도시용그래픽
	MD_Format	MD_포맷	MD_포맷
	MD_Keywords	(없음)	MD_주제어
	MD_Usage	(없음)	MD_용도
	MD_Constraints	(없음)	MD_제약
	MD_DataIdentification(MD_데이터 식별)		
	(없음)	DT_자료구조형태	DT_자료구조

[표 3-7] 표준 메타데이터의 비교: 식별의 참조 개체 셋

	ISO/TC 19115	TTAS.KO-10.0139 (유통)	TTAS.IS-19115 (관리)
요소 (Element)	MD_BrowseGraphic(MD_도시용그래픽)		
	fileName	(없음)	파일명
	fileDescription	(없음)	(없음)
	fileType	(없음)	(없음)
	MD_Keywords(MD_주제어)		
	keyword	(없음)	주제어
	type	(없음)	(없음)
	thesaurusName	(없음)	(없음)
	MD_RepresentativeFraction(MD_대표비율)		
	denominator	분모	비율
	MD_Resolution(MD_해상도)		
	equivalentScale	상응스케일	동치축척
	distance	(없음)	거리
	MD_Usage(MD_용도)		
	specificUsage	(없음)	상세용도
	usageDateTime	(없음)	(없음)
	userDeterminedLimitations	(없음)	(없음)
	userContactInfo	(없음)	사용자연락정보
	DT_DataStructure(DT_자료구조)		
	DT_Database(DT_데이터베이스)		
	(없음)	데이터제공자종류	데이터제공자종류
	(없음)	주제명	주제명
	(없음)	레이어명	레이어명
	DT_File(DT_파일)		
	(없음)	파일경로	파일경로
	DT_DistributionInformation(DT_유통정보)		
	(없음)	도엽명	도엽명
	(없음)	도엽번호	도엽번호
	(없음)	지도분류유형	지도분류유형
	(없음)	지역범위	지역범위

2. 메타데이터 ETL 도구의 설계 및 구현

메타데이터 변환 도구는 [표 3-8]과 같은 환경에서 연구되었다. XML 생성에 사용된 TinyXML은 이용하기 쉽고 빠른 C++ 기반의 XML DOM(Document Object Model) Parser이다. 개발 언어를 C++기반으로 하여 XML관련 작업을 수행할 때 tinyXML은 매우 유용하게 이용될 수 있다. tinyXML에서 XML 문자열은 const char*형으로 정의되어 있고, 주요 클래스 및 멤버 함수의 설명은 [표 3-9]와 같다. 또한 공간정보 기반 영상 메타데이터 추출에 사용된 Geotiff_Lib, ShapeLib는 각각에 해당하는 파일에서 메타데이터를 추출하여 표준 메타데이터의 항목을 채우는데 이용되었다.

메타데이터 ETL(Extract, Transformation, Load) 도구는 <그림 3-9>과 같은 구조를 가진다. 로드 모듈에서 메타데이터 XML 파일을 읽거나, 메타데이터 항목을 직접 입력 받거나, 공간정보 기반의 파일을 읽어서 추출 모듈을 통해 메타데이터를 추출하면 편집 모듈에서 해당 메타데이터를 표준 메타데이터 형식으로 사용자에게 보여준다. 사용자는 해당 내용을 추가로 수정 및 보완한 후 변환 모듈을 통해 다른 표준으로 변환하거나 저장할 수 있다. 저장되는 메타데이터는 사용자가 정한 표준 메타데이터 방식의 XML 파일 구조로 저장되고, 저장된 XML 메타데이터는 XML 메타데이터 서버에 저장되어 카탈로그 서비스 등에 활용될 수 있다.

<그림 3-10>는 Shapefile을 메타데이터 ETL 도구에서 로드한 경우의 결과 화면이다. (C)는 Shapefile로부터 파일 내에 존재하는 메타데이터 항목들을 추출하여 중간 저장한 결과이고, (A), (B)는 추출한 항목들을 표준 메타데이터 항목에 넣어서 편집 모듈에서 보여진 결과 화면이다. (D)는 사용자가 추가적으로 비어있는 몇 가지 항목들을 수정 및 보완하여 ISO 19115 표준 메타데이터 XML 파일로 저장한 결과 화면이다.

<그림 3-11>은 GeoTiff 파일을 로드한 경우로써 이 경우에 로드된 GeoTiff 파일은 KOMPSAT-2 영상이다. (A)는 해당 메타데이터를 추출하여 보여주는 편집 모듈의 결과화면이고, (B)는 GeoTiff 파일에서 추출한

메타데이터 항목들이며, (C)는 KOMPSAT-2 영상에 추가적으로 존재하는 메타데이터 txt 파일의 내용이다. (A)의 결과는 영상에 대한 메타데이터 이므로 ISO 19115-2 표준의 화면이고, (B)와 (C)에 있는 메타데이터 항목들은 표준 항목에 맞추어 결과화면의 항목 칸에 자동으로 보여지게 된다.

<그림 3-12>는 메타데이터 변환의 결과화면으로써 TTA.KO-10.0139/R1 표준으로 되어 있는 메타데이터를 TTAS.IS-19115 표준 메타데이터로 변환한 결과 화면이다. 결과화면에서 알 수 있듯이 메타데이터 유통용 표준인 TTA.KO-10.0139/R1의 항목이 메타데이터 관리용 표준인 TTAS.IS-19115 보다 적기 때문에 일부 항목이 비어 있는 것을 알 수 있다.

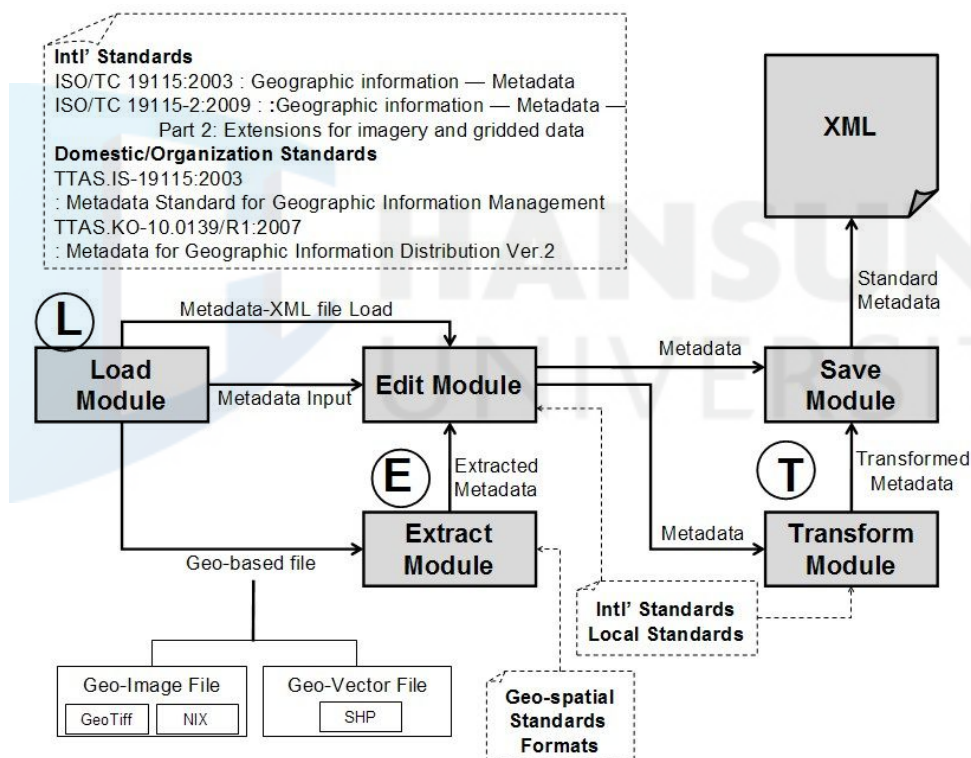
이러한 메타데이터 ETL 도구는 메타데이터 질의 처리기와 함께 카탈로그 서비스에서 중요한 역할을 수행한다(<그림 3-13>). GIS 일반 사용자가 메타데이터 응용 프로그램 환경에서 메타데이터를 생성, 검색, 편집 등을 수행할 때 유용하게 이용될 수 있다. 또한 메타데이터 관리자나 공간정보 업로더는 메타데이터 ETL 도구를 이용하여 메타데이터 XML DB 서버를 업데이트 및 관리를 수행하는데 도움을 받을 수 있다.

[표 3-8] 메타데이터 ETL 도구의 개발 환경

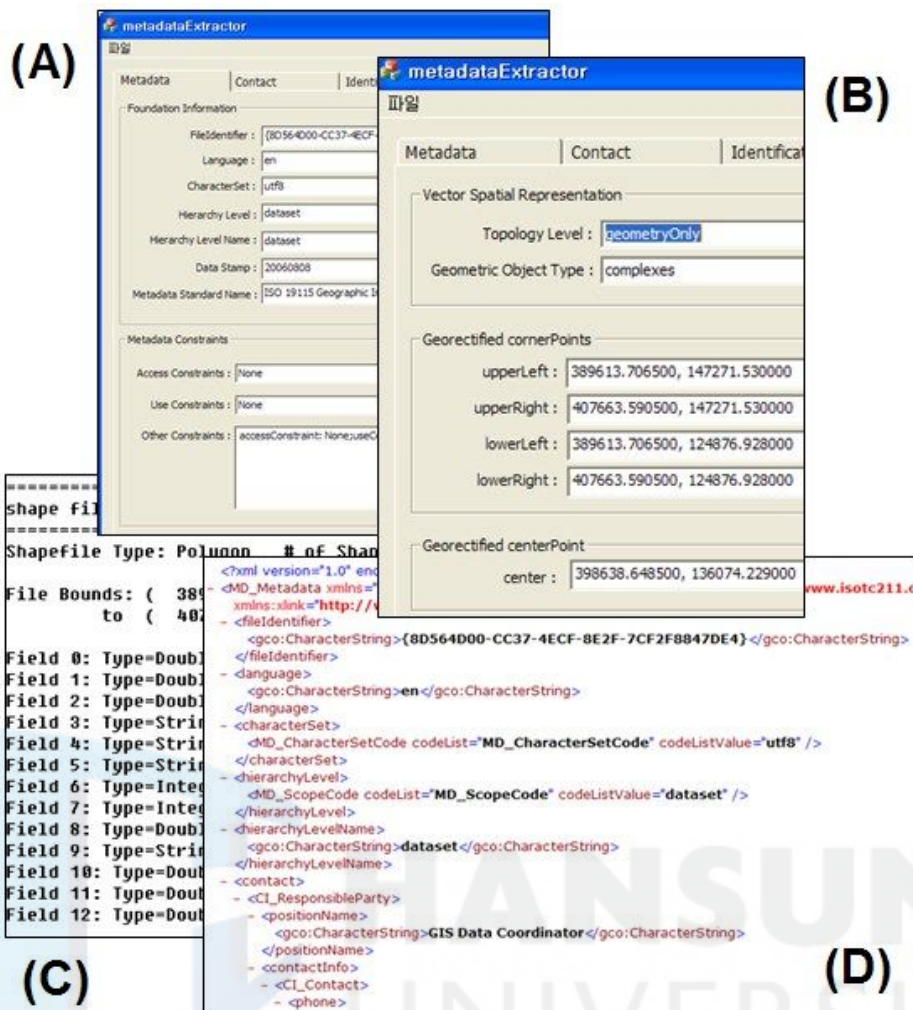
Environment	Version	Note
OS	Windows XP	
Platform	Visual Studio C++ 2005	
Library	TinyXML 2.6.1	XML Generation
	Geotiff_Lib, ShapeLib	Geo-based Image Metadata Extraction

[표 3-9] tinyXML의 주요 클래스와 멤버 함수

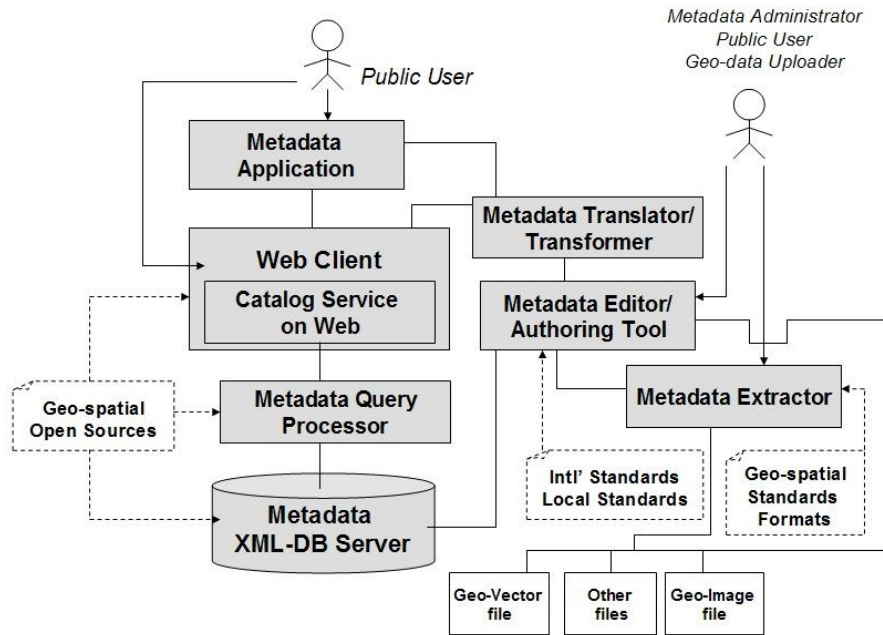
Class	Member function	Description
TiXmlDocument	LoadFile	Load XML file.
	SaveFile	Save XML string in a file.
TiXmlElement	InsertEndChild	Add to current element at end of XML document.
	SetAttribute	Set a attribute value of element.
TiXmlNode	ToElement	Reference node of element.
TiXmlText	setValue	Set a Text value.



<그림 3-9> 메타데이터 ETL 도구의 스키마.



<그림 3-10> 메타데이터 ETL 도구의 결과 화면 : Shapefile 경우.



<그림 3-13> 본 연구에서 제안하는 통합적인 메타데이터 처리 시스템의 워크플로우.

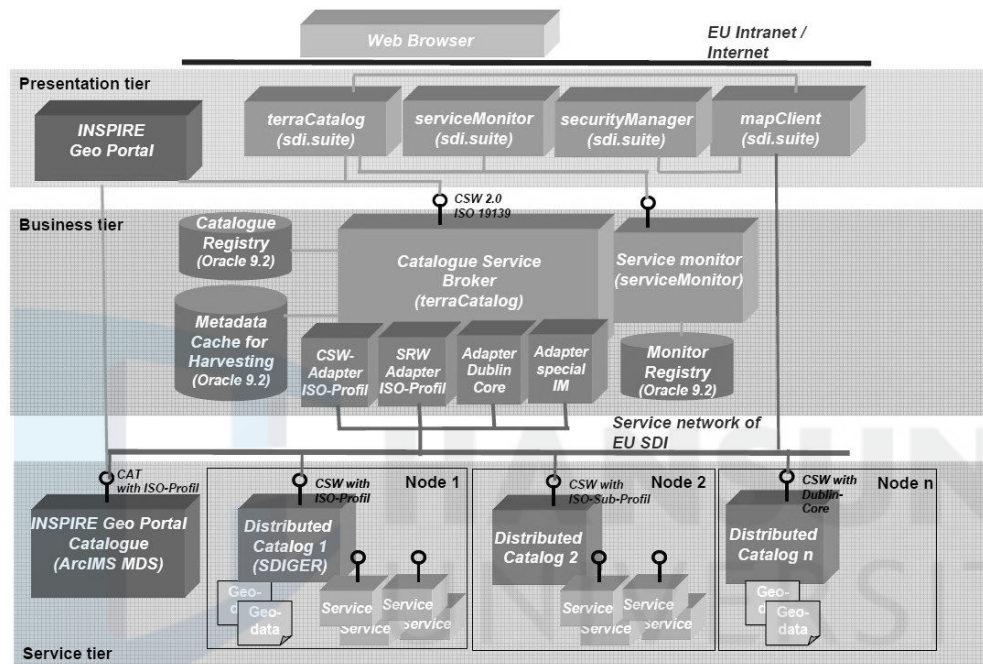
제 3 절 관련 연구와의 비교 분석

OGC CSW에 관한 몇 가지 기존 연구사례는 다음과 같이 요약할 수 있다.

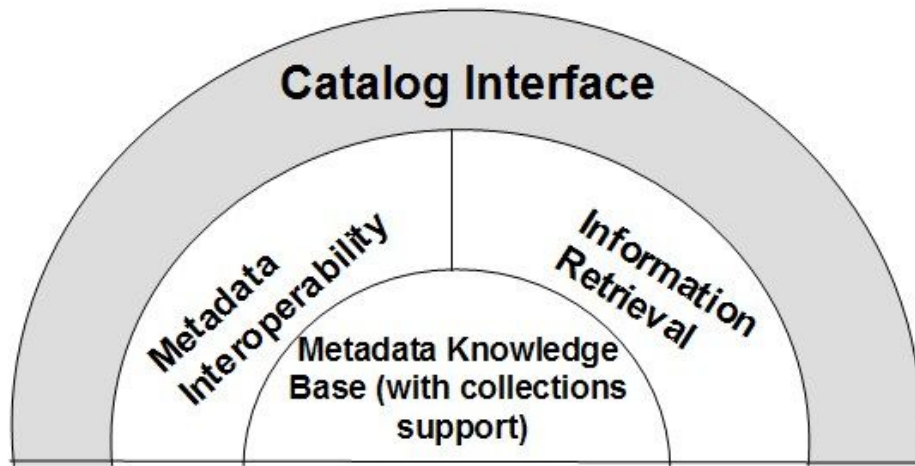
유럽 연합의 공간정보 웹 서비스 및 아카이빙 시스템 구축을 목표로 하는 INSPIRE 프로젝트(<http://www.inspire-geoportal.eu/>)에서 제공하는 지오 포털의 경우 메타데이터 생성 및 편집, 공간정보 뷰어, 검색과 같은 기능을 간단한 사용자 인터페이스를 통해 제공한다. 내부 구조 중 일부인 카탈로그 서비스의 시스템 구성은 <그림 3-14>과 같다. 여기서 비즈니스 계층에 포함되는 카탈로그 서비스 중계자는 다양한 형태의 메타데이터를 처리할 수 있도록 설계되고 있고, 서비스 계층은 외부의 분산형 카탈로그 자원을 나타낸다.

Nogueras-Iso *et al.*(2005(a))에서는 소위 ‘공간정보기반’을 의미하는 SDI(Spatial Data Infrastructure) 구축 단계에서 카탈로그 서비스가 핵심

요소(Key element)라고 정의하고, OGC Web Map 서버와 OGC Web Feature 서버와 연동되는 지리정보 자료 데이터베이스와 OGC 카탈로그 서버와 연동된 메타데이터 서버를 SDI의 내부 구성요소로 하여 외부의 다양한 Web Map, Web Feature 서버와 카탈로그 서버가 상호 운영될 수 있는 기본적인 아키텍처를 제시한 바 있다. 카탈로그 서비스를 지원하는 인터페이스와 메타데이터의 관계에 대한 소위 큰 그림(Big Picture)은 <그림 3-15>에 제시된 바와 같다.



<그림 3-14> INSPIRE 시스템 구성에서의 카탈로그 서비스의 역할 (Senkler *et al.*, 2006).



<그림 3-15> 카탈로그 서비스와 메타데이터: 전체도 (cited from Nogueras-Iso, 2005(b)).

Bai *et al.* (2007)은 미국 NASA의 지구관측시스템(EOS: Earth Observation System)에서 운영하는 지리정보 클리어링하우스(Clearing House)와 환경청(DOE)의 시뮬레이션 자료 카탈로그 시스템 등을 연계하는 분산형, 통합형 메타데이터 검색을 동시 지원하는 연합형(Federation) 질의 인터페이스 구축에서 OGC 카탈로그 서비스 사양이 내부적인 프로토콜을 정의하는 데 직접적으로 적용될 수 있는 사례 연구를 수행한 바 있다. 웹상에서의 공간정보 유통 및 정보 사용자가 직접 정보 구축자로 참여할 수 있도록 하는 GeoRSS (Really Simple Syndication), GeoJSON (Javascript Object Notation)뿐 만아니라 구글의 KML과 같은 다양한 자료 유형에 대한 연구도 진행되고 있다 (박용재와 이기원, 2008)

한편 Pasual *et al.* (2009)는 오픈 소스 기반의 카탈로그 연결 프로그램(Catalog Connector)을 개발한 바 있는 데, 이는 다수의 외부 자원이 OGC CSW 사양으로 구축된 경우에 이를 관리자 계정에서 연결하도록 하여 사용자의 HTTP-GET 요청이 있을 경우에 JSON/XML 유형으로 응답하도록 하는 방식으로 설계되어 있다. 또한 공간정보 웹 서비스에서 공개소스와 미들웨어 처리에 관한 다양한 연구도 진행되고 있다 (박용재와 이기원,

2009)

Kojima *et al.* (2010)은 다양한 유형으로 존재하고 서로 간에 상이한 스키마로 구축되는 지구관측 자료의 메타데이터 서버를 기반으로 하여 확장형 검색이 가능하도록 하는 카탈로그 서비스 시스템 구축에 관한 연구를 수행한 바 있다.

본 연구에서 구현한 예시는 실제 특정한 웹 어플리케이션이나 공간정보 콘텐츠 서비스 시스템을 대상으로 하여 카탈로그 서비스 인터페이스를 설계한 것이 아니므로 메타데이터 사양은 ISO 19115 표준사양을 적용하였다. 또한 우리나라의 표준인 KS X ISO 19115나 한국정보통신기술협회(2007)의 유통용, 관리용 메타데이터 표준 사양도 ISO 19115와 상당한 부분이 일치하기 때문에 필요한 부분에 대해서만 추가적인 작업을 수행한다면 표준 사양을 지원하는 것은 큰 문제가 없다.

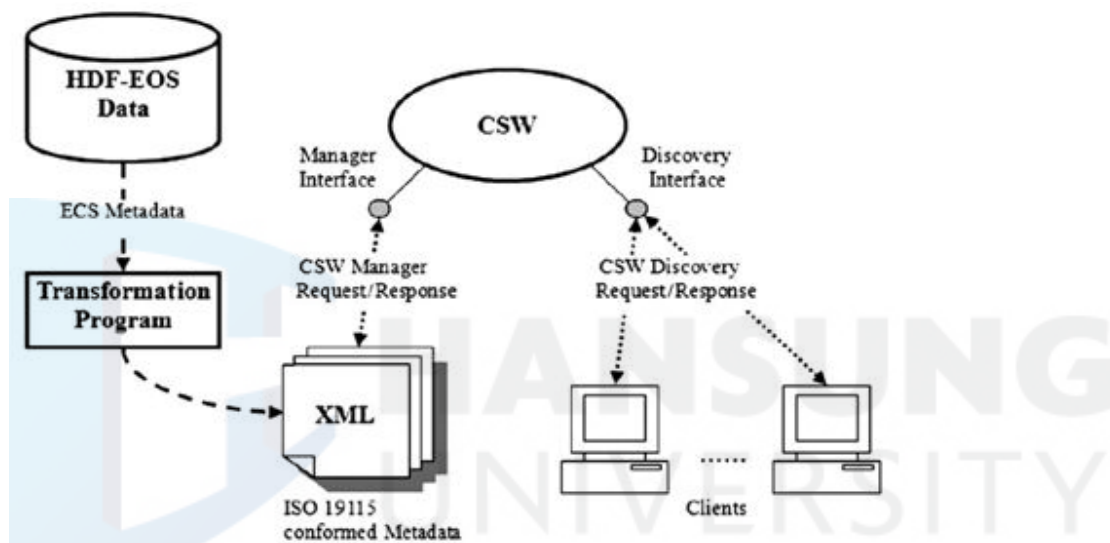
또한 웹 카탈로그 서비스에서 질의 처리기는 핵심 요소 중 하나이고, 카탈로그 서비스에 요청되는 다양한 질의를 효과적으로 처리해야 하기 때문에 구현의 복잡성과 난이도가 높다고 할 수 있다. 하지만 본 연구에서는 DBMS인 PostgreSQL의 XML 함수를 이용함으로써 기존의 연구에 비해 손쉽게 질의 처리기를 작성할 수 있었고, DBMS가 가지는 확장성 및 무결성 등과 같은 안정적인 성능 지원을 제공한다.

한편 메타데이터 변환관련 연구는 실제적인 수요에 비하여 연구사례가 많지 않다. Wei *et al.*(2007)은 카탈로그 서비스에서 사용할 XML 표준 메타데이터를 생성하기 위해 HDF-EOS 데이터의 ECS 메타데이터를 ISO 19115 표준으로 변환하는 변환기를 개발하였다(<그림 3-16>). 또한 Nogueras-Iso *et al.*(2004)은 XSL stylesheet를 이용하여 서로 다른 영역에서 사용되는 메타데이터인 MARC, Dublin Core, ISO 19115 간의 메타데이터 변환을 수행하였다(<그림 3-17>).

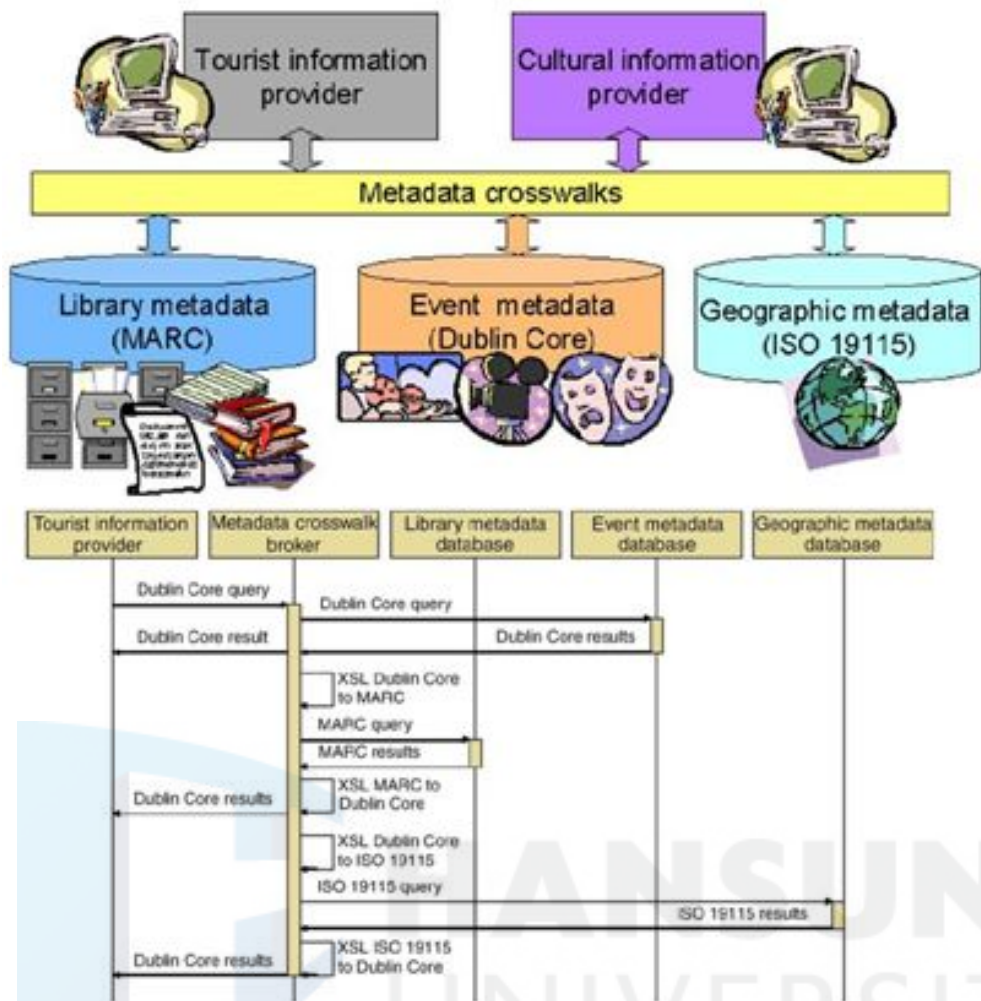
본 연구에서 수행된 메타데이터 변환은 국제 표준과 국내 단체 표준간의 변환을 수행하였기 때문에 기존의 연구와 차별성을 가진다. 따라서 기존의 연구에서는 유사한 항목에 대한 변환이 많이 이루어졌다면, 본 연구에서는 동일한 항목에 대한 변환이 더 많이 수행되었다. 따라서 공간정보

메타데이터의 변환에 대한 신뢰도가 높다고 할 수 있다. 또한 사용자가 추출 및 변환이 수행된 결과를 보고, 추가적인 입력을 손쉽게 할 수 있는 도구를 제공함으로써 조금 더 정확한 메타데이터 생성을 기대할 수 있다.

그러나 국제 표준인 ISO/TC 19115는 영어로 주로 입력이 되고, TTA 표준은 국문 단어로 처리 되어야 하기 때문에 XML 요소는 국문으로, 입력 결과는 영어로 처리되는 결과를 가진다. 이는 국영문 변환 처리 용어 사전(Data Dictionary)을 별도로 구축하거나 단어 번역기 등과 같은 추가 기능을 통하여 해결될 수 있으며, 온톨로지 기반 메타데이터 추출 및 변환 시스템 개발이 실무적으로도 필요하다는 것을 나타내는 것이다.



<그림 3-16> HDF-EOS 메타데이터와 ISO 19115 간의 변환(Wei *et al.*, 2007).



<그림 3-17> MARC, Dublin Core, ISO 19115 메타데이터 간의 변환기 개발(Nogueras-Iso *et al.* 2004).

제 4 장 결 론

OGC의 카탈로그 서비스 인터페이스 사양은 지속적으로 개발되고 발표되어 있으나 웹 기반 공간정보 서비스 시스템에서 이를 직접 적용하는 경우는 그리 많지 않다. 이는 일부는 OGC 표준 사양의 기술적 난이도가 높아 일반 이용자들에게 적용의 어려움이 크기 때문이며, 한편으로는 표준 사양 보다는 자체 시스템에 맞게 카탈로그 서비스를 설계하기 때문이기도 하다. 그러나 이용할 수 있는 공간정보의 종류 및 형태가 다양해지고, 공공기관을 중심으로 표준 수용의 요구 사항이 증가함에 따라 점차적으로 OGC 표준의 이용이 증가할 것으로 예상된다.

본 연구에서는 이를 위한 OGC의 표준 사양 중 기본 요소만을 바탕으로 시험 모델을 구현하였고, 시험 모델 구현을 위한 중요 구성 요소 중 일부를 공개 소스를 통해 구현해 보았다. 그러나 특정 시스템에서 OGC의 표준 사양을 준수하여 시스템을 구성할 때 본 연구에서 구현한 사양은 기본 사양이므로 이를 바탕으로 하여 추가적인 개발을 통해 시스템의 확장이 큰 어려움 없이 가능하다. OGC에서는 표준 인터페이스에 대한 표준 사양만을 제시하므로 실제적인 구현에서는 다양한 기술적 방법이나 도구가 적용될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 공개소스 데이터베이스관리시스템인 PostgreSQL을 이용하여 XML 메타데이터 서버를 구축하고 카탈로그 서비스와 연계를 위한 기본 요소 중 하나인 질의 처리기를 PostgreSQL XML 함수를 이용하는 시험 모델을 설계 및 구현하였다. PostgreSQL의 XML 함수는 XML 질의를 DBMS에서 직접 XML 자체로 처리할 수 있으므로 XML 처리를 수행하는 여타 다른 연구에서도 유용하게 이용될 수 있다. 또한 질의 처리기가 수행해야 하는 업무의 일부를 성능 좋은 DBMS가 처리하기 때문에 질의 처리기의 부하를 줄일 수 있다.

또한 사용자가 이용할 수 있는 공간정보의 종류 및 형태가 다양해지고, 더욱 좋은 서비스를 원하는 사용자의 요구사항에 부합하기 위하여 다양한

공간정보 표준 메타데이터를 이용할 수 있도록 메타데이터 ETL 도구를 구현하였다. 공간정보를 관리하는 측면에서는 XML 표준 메타데이터의 수집의 용이성을 제공하고, 일반 이용자 측면에서는 공간정보 이용의 편의성 및 다양성을 제공할 수 있는 메타데이터 ETL 도구는 카탈로그 서비스의 유지, 관리 및 이용 측면에서 유용하다 할 수 있다.

또한 본 연구에서 연구된 메타데이터 ETL 도구는 공간정보 메타데이터 표준을 준수하므로 일관성 있고 체계적인 정보의 제공, 실 데이터 선택의 편의성 제공, 정보 자원의 호환성과 상호운용성 증진 등과 같은 메타데이터 표준이 가지는 기본 장점을 제공한다. 또한 일반적으로 공간정보 메타데이터 표준이 가지는 문제점인 생성규칙의 어려움, 소스 및 표준의 다양성, 동기화된 데이터의 유지 등과 같은 운영상의 문제점을 실무적으로 해결할 수 있는 방법이기도 하다.

본 연구는 OGC의 표준 인터페이스 사양을 준수하였으므로 특정 시스템에 원하는 부분의 추가적인 개발을 통해 손쉽게 확장이 가능한 구조로 되어있다. 또한 본 연구에서 수행된 메타데이터 변환도구는 활용도가 높은 자료 포맷을 대상으로 구현되었으나 기타 자료 포맷이나 기관별 메타데이터 사양을 처리할 수 있는 추가 기능 확장을 통해 다양한 메타데이터 처리가 가능하므로 메타데이터 표준의 활용도를 증가시킬 수 있을 것으로 기대된다.

【참고문헌】

1. 국내문헌

- 국토연구원, 2007. 국가지리정보유통 고도화 방안 연구, 최종 보고서, 391p.
- 박용재, 이기원, 2009. 지오 포털 구축을 위한 공개 소스 미들웨어 Degree의 적용, 대한원격탐사학회지, 25(4): 367-374.
- 박용재, 이기원, 2010. 공개소스 DBMS 미들웨어 연동 공간정보 브라우저 설계 및 프로토타입 구현, 대한원격탐사학회지, 26(2): 99-108.
- 서태설, 2008. 메타데이터, TTA Journal, 119, 113-118.
- 한국정보통신기술협회, 2007. 지리정보 유통 목록(메타데이터) Ver 2.0.
- 한선묵, 이기원, 2009. 공개소스 PostGIS 기반 공간정보 처리 툴킷 사용자 인터페이스 구현, 대한원격탐사학회지, 25(2): 185-292.
- 한선묵, 이기원, 2010. 지형공간정보 카탈로그 서비스 기본요소의 PostgreSQL 연동 시험모델 구현, 대한원격탐사학회지, 26(2): 133-142.

2. 국외문헌

- Arnulf C., 2006. Introduction to Spatial Data Management with Postgis, *Proc. of 2006 GeoWeb*.
- Baca, M., 2008. *Introduction to Metadata (2nd)*, Getty.
- Bai, Y., L. Di, A. Chen, Y. Liu, and Y. Wei, 2007. Towards a Geospatial Catalogue Federation Service, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 73(6): 699–708.
- Brovelli, M. A. and D. Magni, 2004. *An Archeological Web GIS Application based on Mapserver and PostGIS*, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 34-Part5/WS12.
- Chu, C. and J. Pao, 2007. Transitioning Low Earth Orbit Satellite Archive Data from Informix (Geodetic DataBlade) to PostgreSQL (PostGIS), *presented at the FOSS4G 2007 Conference*.
- Douglas, K. and S. Douglas, 2006. *PostgreSQL: The comprehensive guide to building, programming, and administering PostgreSQL databases*, Developer's Library, 1006p.
- Hall, G. B. and M. G. Leahy, 2008. *Open Source Approaches in Spatial Data Handling*, Springer.
- Hass, W., 2007. Database Shootout: Benchmarking spatial DBMSs, *presented at the FOSS4G 2007 Conference*.
- Kojima, I., M. Kimoto, and A. Matono, 2010. OGC catalog service for heterogeneous earth observation metadata using extensible search indices, *Proceedings of the 6th Workshop on Geographic Information Retrieval*.

- Kresse, W. and K. Fadaie, 2004. *ISO Standards for Geographic Information*, Springer, 322p.
- Lemmen C., 2007. *Product Survey on Geo-databases*, GIM International: 21(5).
- Matthew, N. and R. Stones, 2005. *Beginning Databases with PostgreSQL from Novice to Professional*, APRESS, 637p.
- Nogueras-Iso, J., F.J. Zarazaga-Soria, J. Lacasta, R. Bejar, P.R. Muro-Medrano, 2004. Metadata standard interoperability: application in the geographic information domain, *Computers, Environment and Urban Systems*. 28: 611 - 634.
- Nogueras-Iso, J., F. J. Zarazaga-Soria, R. Bejar, P. J. Alvarez and P. R. Muro-Medrano, 2005(a). OGC Catalog Service: a Key element for the development of Spatial Data Infrastructure, *Computers & Geosciences*, 31: 199-209.
- Nogueras-Iso, J., F. J. Zarazaga-Soria and P. R. Muro-Medrano, 2005(b). *Geographic Information Metadata for Spatial Data Infrastructure*, Springer, 262p.
- Paolo C., E. Venturato and M. Napolitano, 2006. *Free, Cheap, and Powerful PostGIS, the Open Source geodatabase*, GIS Development Middle East, 2(5): 34-39
- Paul R., 2007. Introduction to PostGIS, *presented at the FOSS4G2007 Workshops*.
- Philippe R., S. Michell and V. Agnes, 2002. *Spatial Database with Application to GIS*, Elsevier Science.
- Ramsey, P., 2004. Introduction to PostGIS, *presented at the Open GIS 2004 Conference*.
- Senkler, K., U. Voges and U. Einspanier, 2006. *Software for Distributed Metadata Catalog Services to Support the EU Portal*, Final

Report, European Commission Joint Research Center, 51p.

Wei, Y., L. Di, B. Zhao, G. Liao, and A. Chen, 2007. Transformation of HDF-EOS metadata from the ECS model to ISO 19115-based XML, *Computers & Geosciences*, 33: 238 - 247.



ABSTRACT

Open Source DBMS based Design and Implementation of Query and Transformation Processor for Geo-Spatial Information Metadata

Han Sun-Mook

Major in Information System

Engineering

Dept. of Information Systems

Engineering

Graduate School, Hansung University

As diverse web-based geo-spatial services are developed, the values of technologies and standards related to this trend are also emphasized. Also, metadata is one of the crucial factors in geo-spatial services building and operation. Geo-spatial metadata is widely used in the spatial information technology and industry with the main advantages of compatibility, interoperability and management of consistent and systematic information. However, because those are composed of complicated elements and needs XML storage and management, individual organization which implement and operate

practical application system is inclined to define and use its own metadata specifications. In this study, a prototype supporting mandatory components in OGC standard catalog service is designed and implemented, linked to PostgreSQL, open source DBMS. As the main features, XML metadata server was built with the helps of XML query functions in PostgreSQL. Metadata extraction program, that metadata elements are directly extracted from geo-based file formats was developed to easily utilize standard metadata such as ISO/TC 19115, TTAS.KO-10.0139 and TTAS.IS-19115, and those elements are processed into XML. Furthermore, geo-based images sets are applied to another metadata of ISO/TC 19115-2. As well, metadata transformation is needed due to inconsistent or non-corresponding definition among standard metadata; in this program, transformation modules are also implemented to interoperable uses between standard metadata. Given target applications with geo-spatial data sources and contents, this model can be applied, and it can be used for extension in other external web-based service systems or applications, because it supports international standard specifications. Also through this kind of development, extension for other formats and other metadata specifications is possible.

Key words: OGC CSW, Query Processor, Metadata Transformation, Open Source DBMS, PostgreSQL