

한국형 지형공간 데이터 Clearinghouse의 설계 및 구현

(Design and Implementation of Korean Geospatial Data Clearinghouse)

백인구*, 이강준**, 한기준***

(In-Gu Baek*, Kang-Jun Lee**, Ki-Joon Han***)

초 록

최근 정보화 사회에서 정보의 처리와 공유에 대한 관심이 크게 증가하지만 기존 지리정보시스템(GIS)이 갖고 있던 상호 이질적인 지형공간 데이터 포맷을 가지고는 효율적인 정보의 처리와 공유가 어려운 형편이다. 이러한 지형공간 데이터 포맷의 문제로 인해 지형공간 데이터의 중복수집의 문제가 발생하였으며, 또한 많은 시간과 경비가 중복 투자되고 있다. 본 논문에서는 지형공간 데이터 중복수집의 문제점을 효과적으로 해결하고, 이미 구축되어 있는 지형공간 데이터를 필요로 하는 사람들과 공유하고 유통하기 위하여 KGDC(Korean Geospatial Data Clearinghouse)를 설계 및 구현하였다.

KGDC를 통하여 ESRI와 Intergraph사의 상용 지리정보시스템들의 데이터를 별도의 처리과정 없이 공유할 수 있으며, 또한 OGC(OpenGIS Consortium)의 OpenGIS 구현명세에 기술되어 있는 표준 OpenGIS 인터페이스를 지원하는 지형공간 데이터 서버의 데이터도 효과적으로 공유할 수 있다. 특히, KGDC는 다양한 검색 기능과 다양한 정보를 제공하여 손쉬운 지형공간 데

이터의 공유 및 유통을 가능하게 하며, 검색을 위한 정보와 검색의 결과로 이용하기 위해 ISO/TC211 표준 메타데이터를 부분적으로 지원하고 있다.

키 워 드

OpenGIS, 지형공간 데이터 Clearinghouse, 웹 데이터베이스, Internet GIS, 분산 객체 기술, 지리정보시스템(GIS)

1. 서 론

최근 정보화사회가 심화되면서 정보처리 기능 및 정보의 공유에 대한 관심이 증가하고 있다. 이러한 맥락에서 현재 주요한 정보기술의 하나인 지리정보시스템(GIS: Geographics Information Systems)에서도 지형공간 데이터의 처리방법과 공유에 대한 관심이 급증하고 있다. 지형공간 데이터는 일반적으로 그 속성상 다양한 종류의 정보를 포함하고 있기 때문에 다른 데이터 포맷들에 비해 훨씬 더 복잡하다. 이러한 본질적 특성 외에도 지형공간 데이터의 수집이나 활용에 사용되는 다양한 소프트웨어들의 데이터 저장 포맷이 모두 다르기 때문에 지형공간 데이터의 공유는 쉽지 않다 [6, 9, 20].

* 건국대학교 컴퓨터공학과 석사과정

** 건국대학교 컴퓨터공학과 박사과정

*** 건국대학교 컴퓨터공학과 교수

또한, 지형공간 데이터 포맷의 차이는 소프트웨어를 사용하는 개개인이나 기관들에 의해 개별적으로 채택된 상위 기술 방식, 관례 및 규정들에 의해 더욱 더 심화되고 있다. 이러한 각 분야의 지리정보시스템들은 개별적으로 특정 지리정보 분야에 가장 적합한 방식으로 설계 및 구현되어 왔고, 수 많은 지형공간 데이터를 생산하는데 사용되어 왔다. 문제의 심각성은 이들 소프트웨어들이 기본적으로 지형공간 데이터를 사용하는데 있어서 그들 지형공간 데이터 간에 거의 호환성이 없다는 점이다 [13].

지형공간 데이터는 그 특성상 데이터의 크기가 매우 방대하기 때문에 데이터의 수집에 많은 시간과 경비가 소모된다. 지금까지 같은 지역에 대한 지형공간 데이터의 수집이 별도로 이루어지고 있어 많은 시간과 경비의 중복투자가 발생되었다. 이는 지형공간 데이터의 공유와 유통을 위한 기구나 시스템이 개발되지 않아 발생하는 문제이다 [20]. 선진국에서는 국가차원에서 지형공간 데이터 공유의 중요성을 인식하여 지형공간 데이터의 중복투자를 방지하고 이를 효율적으로 관리하기 위한 국가정보기반 구축에 많은 노력을 기울이고 있다. 이러한 국가정보기반은 모든 지리정보시스템 구축의 기본적인 토대가 되고 있다.

미국의 국가정보기반은 공간정보 구축활동을 담당하는 연방지리정보위원회(Geographic Data Committee)를 설치하여 여러 조정업무를 수행하고 있다 [14]. FGDC에서는 메타데이터를 기반으로 지형공간 데이터 Clearinghouse를 구축하여 여러 사용자가 상이한 지형공간 데이터를 공유하고 유통할 수 있도록 해주고 있다 [5, 15]. 우리나라에서도 Clearinghouse를 구축하여 지형공간 데이터를 공유하고 유통하게 되면 중복된 데이터를 수집하는데 드는 시간과 경비의 손실을 줄이는 것은 물론이고, 이미 구축되어 있는 지형공간 데이터를 공유할 수 있어 지형공간 데이터의 효과적인 활용이 가능하게 된다.

상호 이질적인 지형공간 데이터의 근본적인 문제점을 해결하기 위해 세계 각국의 산업계와 정부, 업체들을 중심으로 OGC (OpenGIS Consortium)가 설립되었다. OGC의 OpenGIS 프로젝트는 네트워크 상에서 지형공간 데이터와 지리정보 처리 자원의 분산접근을 위한 소프트웨어 명세를 제공하여 상이한 지형공간 데이터에 대한 투명한 접근을 가능하게 해준다. OpenGIS 프로젝트의 목적은 소프트웨어 개발자들이 이러한 기능을 제공하는 소프트웨어를 개발할 수 있도록 개방형 인터페이스 명세를 제시하는 것이다 [10-13].

본 논문에서는 이러한 상호 이질적인 지형공간 데이터들의 문제점들로 인해 발생하는 지형공간 데이터 수집의 중복투자에 대한 문제점을 해결하고 기존의 지형공간 데이터를 공유, 유통하여 효과적으로 이용할 수 있도록 하기 위한 KGDC (Korean Geospatial Data Clearinghouse)의 설계 및 구현에 대해서 기술한다. KGDC에서는 다양한 지형공간 데이터의 공유를 위해 ESRI의 MapObjects[3]와 Intergraph의 GeoMedia WebMap[7]과 같은 상용 지리정보시스템을 연결하는 인터페이스를 지원하며, OGC의 OpenGIS 구현명세를 따르는 지형공간 데이터 서버[19]를 공유하기 위해 필요한 인터페이스도 지원한다. 그리고, 효과적인 지형공간 데이터의 유통을 위한 다양한 검색 서비스를 제공하기 위하여 필요한 인터페이스와 기능도 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장의 관련연구에서는 가장 대표적인 시스템인 FGDC를 중심으로 지형공간 데이터 Clearinghouse에 관해 분석하고, 캐나다의 정보유통기법인 DELTA-X와 KGDC에서 지원하는 OpenGIS에 대해 알아본다. 그리고, ISO/TC211에서 제정한 표준 메타데이터에 대해서 알아본다. 제 3장에서는 KGDC의 전체 구성을 설명하고 상용 지리정보시스템과 OpenGIS 구현명세를 따르는 지형공간 데이터 서버를 공유하고 유통하는 KGDC 인

터페이스들에 관해 설명하고, 마지막으로 제 4 장에서는 본 논문의 결론에 대해 언급한다.

2. 관련연구

2.1 지형공간 데이터 Clearinghouse

지형공간 데이터 Clearinghouse는 Internet상에서 지형공간 데이터의 유통과 공유를 위한 분산 시스템으로 정의될 수 있으며, Internet상에 분산되어 있는 상호 이질적인 형태의 지형공간 데이터를 변환과정 없이 공유하는 S/W 프레임워크로써 기존 지형공간 데이터를 공유와 유통을 통하여 최대한 재활용할 수 있도록 한다 [6, 9]. 또한, 지형공간 데이터 Clearinghouse는 지형공간 데이터의 QNA나 관련 사이트 모음을 통해 지형공간 데이터의 유통 뿐만 아니라 다양한 지형공간 데이터에 대한 서비스도 제공하고 있다.

지형공간 데이터 Clearinghouse는 메타데이터를 이용한 시스템이 가장 대표적이며 많은 기관과 단체에서 이 방법을 사용하고 있다 [14]. 즉, 지형공간 데이터가 시스템들상에 상호 이질적인 포맷으로 존재한다면 Internet을 통해 검색하는 것이 어렵기 때문에 표준 메타데이터를 통해 공간 데이터를 검색할 수 있는 방법을 제공하고 있다. 메타데이터를 이용하면 다른 시스템에 저장되어 있는 지형공간 데이터를 별도의 변환과정 없이 검색할 수 있다. Clearinghouse는 다양한 매개체를 통해 지형공간 데이터 정보를 수집하고 메타데이터로 변환하며, 또한 이러한 메타데이터를 이용하여 지형공간 데이터를 공유한다.

지형공간 데이터 Clearinghouse는 지형공간 데이터의 인덱스를 생성하고, 사용자들은 이것을 이용하여 원하는 지형공간 데이터를 쉽게 검색하여 이용할 수 있다. 이러한 지형공간 데이터 Clearinghouse는 다양한 기관에서 개발한 다양한 포맷의 지형공간 데이터를 별도의 처리과

정없이 공유, 유통하는 서비스를 제공하며, 양질의 지형공간 데이터 정제, 문서화도 꼭 갖추어야 할 서비스들에 포함된다. 그리고, Internet상의 지형공간 데이터 서버들을 검색하기 위해 지형공간 데이터 서버 카테고리를 생성하여 yahoo와 같은 디렉토리 서비스를 제공한다. 또한, 지형공간 데이터 처리 기술이나 공유 방법 등을 공개하여 많은 사용자나 개발자, 연구원들이 이러한 기술을 공유할 수 있도록 한다. Clearinghouse는 Importdata 변환틀을 제공하여 자신의 지형공간 데이터를 다른 사람들과 공유, 유통할 수 있도록 하는 기능도 지원한다 [1, 8].

지형공간 데이터 Clearinghouse는 Internet, 특히 웹을 기반으로 하기 때문에 웹에서 서비스할 수 있는 다양한 검색 방법이나 서비스를 제공한다. 카다로그 방식을 응용하여 분산된 지형공간 데이터를 주제나 이름별로 분류하고, 이를 사용자가 선택하여 검색할 수 있도록 하고 있으며 이미지 맵 방식을 이용하여 사용자가 맵을 통해 지형공간 데이터를 검색할 수 있도록 하고 있다. 또한, Java로 개발된 애플릿을 이용하여 사용자와 상호작용하면서 지형공간 데이터를 검색할 수 있을 뿐만 아니라 사용자가 하나의 지리정보시스템을 이용하는 것처럼 Zoom in, out 방식을 통하여 맵을 확대, 축소하면서 검색할 수 있다. 뉴욕주나 조지아주의 Clearinghouse[8]의 경우에는 지역의 특징들, 예를 들면 늪지대가 많거나 산림지형이 많이 있다면 늪지대나 산림지형에 관해 연간 분포도나 현재 전체 분포도와 같은 지리학과 연관된 지형공간 정보를 서비스하기도 한다.

지형공간 데이터 Clearinghouse에서의 데이터 검색 방법을 정리하면 다음과 같다. 인구수에 따른 분류, 지형에 따른 분류(습지대, 늪지대 등), 경제 현황에 따른 분류, 오염도에 따른 분류 등과 같은 주제에 의한 검색, 이미지 맵을 통해 원하는 지형을 선택하는 지역별 검색, 그리고 Java 등의 웹 응용프로그램을 통해 사용

자와 상호작용에 따라 검색하는 방법 등을 지원한다. 그 밖에, 인구분포도, 오염분포도, 살림분포도 등의 주제에 따른 검색, 국가, 주, 시 등의 단위를 갖는 공간 데이터 규모에 따른 검색, 1:24,000이나 1:100,000등의 축척에 따른 검색, 지역의 이름에 따른 검색, 키워드에 따른 검색, 공간 데이터 타입(벡터, 래스터, 테이블)에 따른 검색 등의 방법을 지원한다 [8].

Clearinghouse에서 검색 결과를 처리할 때에는 지형공간 데이터를 웹에서 이용할 수 있도록 하기 위해 벡터, 래스터, 테이블 방식으로 처리한다. 벡터는 선과 포인트, 좌표 등으로 표현되고, 래스터는 JPG, TIFF 등과 같은 이미지로 표현된다. 테이블은 메타데이터를 속성과 값으로 구성된 테이블 형식으로 표현된다. Clearinghouse에서는 이미지와 이미지의 특징을 속성으로 가지고 있는 Orthophoto라는 방식으로 지형공간 데이터를 처리하기도 한다. Orthophoto는 Tagged Image File Format(TIFF) 방식으로 256 흑백에 압축되지 않은 형태로 저장되며, TIFF 화일의 헤더에는 아스키 형태로 된 정보가 저장되어 있다.

가장 대표적인 지형공간 데이터 Clearinghouse는 FGDC가 구축한 Clearinghouse이다 [4, 6, 14]. FGDC Clearinghouse 광범위한 지형공간 데이터의 수집에 들이는 노력을 최소한으로 줄이고 서로 공유할 수 있는 데이터의 수집을 촉진시키기 위해 만들어졌다. FGDC Clearinghouse는 미 연방과 미국 주 위주로 구축 중에 있으며, 현재 많은 대학, 연구소, 업체들과 연계하여 Clearinghouse 구축에 대한 연구개발도 활발히 이루어지고 있다.

FGDC Clearinghouse의 기본적인 목적은 메타데이터를 통해 지형공간 데이터에 접근할 수 있는 기반을 제공하는데 있다 [5, 15]. 즉, FGDC Clearinghouse는 표준 메타데이터를 이용하여 지형공간 데이터를 공유, 유통하고 있으며 미국의 많은 주 단위의 Clearinghouse들도

이를 따르고 있다. 그리고, FGDC는 표준 메타데이터를 이용하여 Clearinghouse를 구축할 수 있도록 필요한 소프트웨어도 제공하고 있다. 또한, FGDC Clearinghouse는 분산된 서버에서 검색할 수 있는 기능도 제공하고 있는데, 이를 위해 그림 1에서 처럼 분산된 서버에서의 검색을 위해 ANSI 표준인 Z39.50-1995(ISO 10163-1995)를 사용하고 있다 [6].

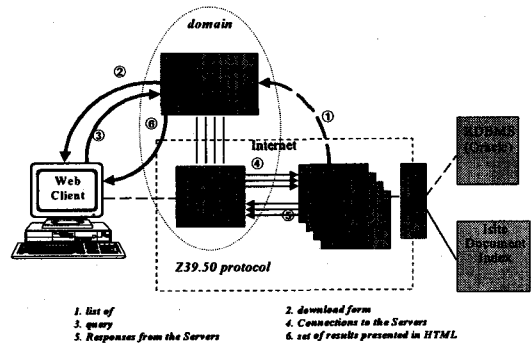


그림 1. FGDC의 Clearinghouse 서비스

그러나, 모든 지형공간 데이터 Clearinghouse가 FGDC Clearinghouse과 같이 표준 메타데이터 방식을 따르는 것은 아니다. 자신만이 특유의 메타데이터 형태를 정의하여 사용하는 곳도 있으며, ESRI나 Intergraph와 같은 상용 지리정보시스템을 이용하여 Clearinghouse를 구축하고 서비스를 하는 곳도 있다. 그리고, 특별한 지형공간 데이터에 대해 상세한 정보를 제공하기도 한다. 예를 들면, 미국의 와이오밍주의 지형공간 데이터 Clearinghouse 경우에 TIGER(Topologically Integrated Geographical Encoding and Referencing System)에 대한 정보를 매우 자세히 다루고 있는 것을 볼 수 있다 [16].

2.2 DELTA-X

캐나다는 미국과 같은 연방정부지만 SDTS와 같은 교환표준을 사용하기보다는 모든 데이터의

포맷을 교환 소프트웨어로 해결하는 공간정보 유통방법을 사용하고 있다. 이것은 모든 사용자들이 표준의 제약에 관계없이 자기의 실정에 맞는 데이터베이스와 지리정보시스템 S/W를 선택할 권리를 주는 것이다. 이러한 접근방법은 기본적으로 SDTS와 같은 데이터교환표준을 사용하지 않고 모든 상용 지리정보시스템의 데이터 포맷을 허용하는 환경에서 교환 엔진을 제공함으로써 상호운영성을 증대시키고자 하는 기술적인 방법이다. 이것은 미국의 상업적 표준화 움직임인 OpenGIS Consortium과 유사한 방법이지만 하지만 캐나다의 독자적인 기술개발로 이루어진 결과이다. 연합된 공간정보 관리시스템의 코드명인 Delta-X는 상이한 데이터베이스를 가지고 있는 전산망 안에서 상호운영성(interoperability)을 제공하기 위한 접근법이다 [2]. 그리고, 사용자가 필요한 자료를 확인하기 위해 MetaView/GIS spatial browser (MetaView/GIS 공간 검색기)가 개발되었다.

2.3 개방형GIS (OpenGIS)

OGC는 1994년 OGF(OpenGIS Foundation)의 대표단에 의해 설립된 컨서시움으로서, OGIS (Open Geodata Interoperability Specification)를 발전시키기 위해 조직된 기구이다 [13]. OGIS의 목적은 애플리케이션 개발자들이 단일 환경과 단일 작업 흐름으로 네트워크상을 통해 사용할 수 있는 모든 형태의 지형공간 데이터와 그에 대한 처리 기능 또는 처리 과정을 사용할 수 있는 기술을 규정하는 것이라 할 수 있다. 또한, 지형공간 데이터 처리 공동체 내에 존재하는 장벽 및 지형공간 데이터 처리 공동체와 다른 정보 기술 산업 사이에 존재하는 장벽과 같은 기술적인 장벽도 없애고자 하는 것이다.

이러한 OGC의 주요 활동으로는 우선 개방적 지리정보 처리를 위한 소프트웨어 명세를 들 수 있다. 이것은 지리 데이터와 지리정보처리 자원

의 분산접근을 위한 광범위한 소프트웨어 골격에 관한 포괄적인 명세로써 개방형 지리데이터 상호운영성 명세(OGIS: Open Geodata Interoperability Specification)라고 불린다. OGIS는 전세계의 소프트웨어 개발업자에게 상세한 공통 인터페이스 모형을 제공할 것이며, 시스템을 구축하는 개발자들은 이러한 인터페이스에 기초하여 모든 종류의 지리 데이터와 지리정보 처리 기능을 다룰 수 있는 미들웨어, 콤포넌트웨어, 애플리케이션을 개발할 것이다.

OGC의 개방적 지리정보 처리를 위한 소프트웨어 명세는 OpenGIS의 핵심 기술을 설명한 추상화 명세와 CORBA, OLE/COM, SQL3로 구성된 소프트웨어 구현 명세로 나뉜다. 추상화 명세는 Feature Geometry, Spatial Reference Systems, Locational Geometry, Stored Functions and Interpolation, The Open GIS Feature, The Coverage Type, Earth Imagery, Relations Between Features Quality, Transfer Technology, Metadata, The Open GIS Service Arch., Catalog Services, Semantics and Information Communities 등의 총 14개의 주제로 구성되어 있다 [12]. 그리고, 소프트웨어 구현 명세는 CORBA, OLE/COM 등의 분산 환경을 기술하고 있으며 IDL(Interface Definition Language)을 이용하여 소프트웨어 구현을 위한 표준 인터페이스를 정의해 놓았다 [10, 11]. 이러한 표준 인터페이스는 지형공간 데이터에 접근, 질의하기 위한 Feature 모듈과 Point, Curve, Surface 등의 지형공간 데이터 모델을 매핑하여 이를 이용할 수 있도록 하기 위한 Geometry 모듈로 나뉘어 진다.

2.4 ISO/TC211 Metadata

국제표준화기구(ISO: International Organization for Standardization)는 표준 관련 국제 연합체이다. ISO/TC211은 디지털 지질학 정보의 영

역에서의 국제표준화 위원회이며, 표준화 작업 목표는 지구상의 위치에 직접 및 간접적으로 관계된 관련 객체 혹은 현상들에 대한 표준들의 구조적인 집합을 설립하는 것이다. ISO/TC211 국제 표준 초안은 공간 정보 및 공간 정보 서비스에 필요한 스키마를 정의하고 있는데 즉, 공간 정보의 개요 및 데이터 식별 정보, 데이터의 범위, 데이터의 질, 공간 및 시간 스키마, 공간 참조, 정보 획득에 관한 사항들의 정의이다 [18].

ISO/TC211에서는 데이터셋의 목록작성, 공간 정보유통기구 활동, 데이터셋에 대한 전체 설명을 기술하고 있으며, 이와 함께 지형공간 데이터셋, 데이터셋 시리즈와 각각의 지형지물과 속성에 적용하기 위한 표준 메타데이터를 정의하고 있다 [21]. 표준 메타데이터는 지리정보시스템에서의 검색, 공간정보의 유통을 위해 필요한 메타데이터의 구조와 내용, 지리적 정보와 서비스를 설명하기 위해 요구되는 지리적 메타데이터의 스키마를 정의한다. 이것은 지형공간 데이터의 식별, 범위, 품질, 공간과 시간스키마, 공간 참조, 배포에 대한 정보를 제공한다.

메타데이터는 식별, 데이터 품질, 연혁, 공간 데이터표현, 기준체계, 지형지물 목록, 자료배포와 메타데이터 참조의 8개 섹션과 참고문헌, 책임담당, 주소의 3가지 부가적인 개체로 분류된다. 메타데이터 표준에서는 필수, 조건부, 선택적 메타데이터 요소를 정의하고 있다. 필수 및 조건부의 메타데이터 섹션, 메타데이터 개체, 메타데이터 요소는 데이터 검색, 데이터 이용적합성 결정, 데이터 접근 및 변환과 같은 전체 범위의 메타데이터 응용을 위해 요구되는 핵심 집합이다. 그리고, 선택적인 메타데이터 요소는 필요한 경우에 따라, 지리적 데이터에 대하여 더 넓은 범위의 표준설명을 제공하도록 하고 있다.

3. 한국형 지형공간 데이터 Clearinghouse

본 논문에서 설계 및 구현하는 KGDC(Korean

Geospatial Data Clearinghouse)는 한국형 지형공간 데이터 Clearinghouse로써 2장에서 설명한 Clearinghouse의 기능을 모두 지원한다. 뿐만 아니라 분산 프로토콜을 기반으로 한 분산환경과 OpenGIS, 표준 메타데이터, ESRI와 Intergraph의 상용 지리정보시스템을 지원하며, 전체 구성도는 그림 2와 같다.

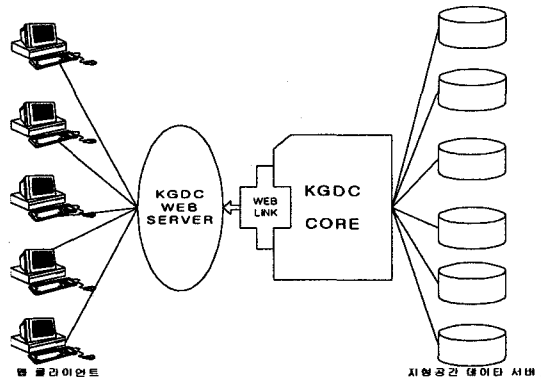


그림 2. KGDC 전체 구성도

KGDC는 그림 2에서 처럼 크게 네부분으로 구성된다. 웹 브라우저를 이용하는 웹 클라이언트 부분, 웹 서비스 및 다양한 Clearinghouse 서비스를 제공하는 KGDC 웹 서버 부분, 분산된 지형공간 데이터 서버를 공유하고 클라이언트의 질의를 처리하며 상호 이질적인 지형공간 데이터 공유하는 KGDC CORE 부분, 마지막으로 ESRI의 MapObjects[3]이나 Intergraph의 GeoMedia WebMap[7]과 같은 상용 지리정보시스템들과 OpenGIS 구현 명세를 구현한 시스템 [19]들로 구성된 지형공간 데이터 서버[들이 그것이다.

3.1 웹 클라이언트

본 논문에서 설계 및 구현하는 KGDC는 Internet을 기반으로 동작하기 때문에 클라이언트는 주로 Internet Explorer이나 Netscape 등의

웹 브라우저를 이용한다. 이러한 웹 클라이언트는 KGDC 웹 서버에서 제공하는 검색 서비스를 이용하여 다양한 형태의 지형공간 데이터를 검색할 수 있으며, 검색을 위해 HTML의 FORM 태그를 이용할 수 있다. 그리고, APPLET 태그를 이용하여 자바 애플릿을 실행시킬 수 있다.

3.2 KGDC 웹 서버

KGDC 웹 서버는 웹 클라이언트에게 Clearinghouse의 다양한 서비스를 제공하며 그 서비스 내용은 다음과 같다. 첫째, 지리정보시스템과 지형공간 데이터를 위한 Clearinghouse의 목적, 설립, 활동사항 등에 대한 다양한 정보를 웹 방식으로 문서화하여 일반 사용자들에게 제공함으로써 사용자들이 지리정보시스템과 Clearinghouse에 대한 개념을 쉽게 배우고 익힐 수 있도록 한다. 둘째, 한국이란 도메인 안의 다양한 테마를 갖는 맵 서비스를 한다. 예를 들면, 한국에 대한 등고선을 표시한 이미지 맵이나 인구 분포도를 표시한 이미지 맵 등 다양한 테마의 맵 서비스이다. 셋째, 사용자가 KGDC CORE를 통하여 지형공간 데이터를 질의하는데 필요한 입력 폼과 자바 애플릿을 이용한 맵 기반의 검색 엔진도 제공한다. 입력 폼의 경우에는 국가, 도, 시 단위의 키워드를 이용한 방법과 축척, 지역의 이름, 지형공간 데이터 타입(벡터, 래스터, 테이블)의 검색을 위한 방법을 제공한다. 넷째, 지형공간 제작자들 간의 상호 연동을 위한 토론의 장이나 정보의 장을 마련하여 여러 사용자들이 지형공간 데이터에 대한 다양한 정보들을 서로 공유하고 유통할 수 있는 서비스를 제공한다.

이러한 KGDC 웹 서버는 Microsoft Windows NT 4.0의 IIS(Internet Information Server) 4.0에서 구현되며, ASP(Active Server Page)를 이용하여 웹 페이지와 검색을 위한 폼을 설계한다.

3.3 KGDC CORE

메타데이터를 기반으로 하는 기존 Clearinghouse와는 다르게 KGDC는 별도의 처리과정 없이 상용 지리정보시스템을 공유할 수 있으며, 이와 함께 OpenGIS의 구현명세를 지원하는 지형공간 데이터 서버도 공유할 수 있다. KGDC CORE는 분산되어 있는 상이한 지형공간 데이터의 공유, 유통, 검색 등의 기능을 지원하며, 이것은 KGDC에서 가장 핵심이 되는 기술이다. KGDC CORE의 모든 인터페이스는 자바를 이용하여 개발되고, 또한 자바 서블릿을 이용하여 ASP의 폼과 연결되어 질의를 수행한다.

KGDC CORE 부분은 그림 3에서 처럼 Register Server Wizard Interface, Web Link Interface, Geospatial Data Server Management Interface, KGDC Query Management Interface, CommercialGIS Query Interface, OpenGIS Query Interface, KGDC Result Set Management Interface, CommercialGIS Result Set Interface, OpenGIS Result Set Interface, KGDC Commercial Gateway Client/Server Interface의 모두 10개 인터페이스로 구성되어 있다.

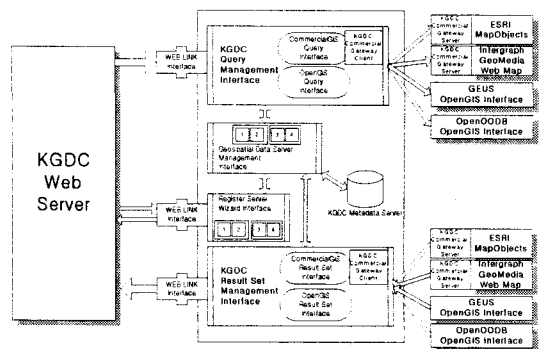


그림 3. KGDC CORE

이들 10개의 인터페이스에 대한 상세한 설명은 다음과 같다.

3.3.1 Register Server Wizard Interface

Register Server Wizard Interface는 지형공간 데이터 제공자가 자신의 지형공간 데이터 서버를 KGDC 서버에 등록할 때 사용하는 인터페이스이다. KGDC에서 이용할 수 있는 지형공간 데이터 서버는 현재 ESRI의 MapObjects, Intergraph의 GeoMedia WebMap, 그리고 OGC의 OpenGIS Interface를 지원하는 서버이다. 지형공간 데이터 서버 제공자는 그림 4와 같이 Register Server Wizard Interface를 이용하여 제공자의 서버 종류에 따라 필요한 정보를 입력하고, 입력이 완료되면 지형공간 데이터 서버에 맞는 KGDC Commercial Gateway Server를 다운로드 받아 설치한다. 예를 들어 OpenGIS를 지원하는 서버의 경우 분산환경이 CORBA나 OLE/COM을 지원하는지 구분하여 입력한 후 각 분산환경에 따라 필요한 정보(CORBA의 경우 Naming Service를 위한 Nameing Root명 등)를 입력한다.

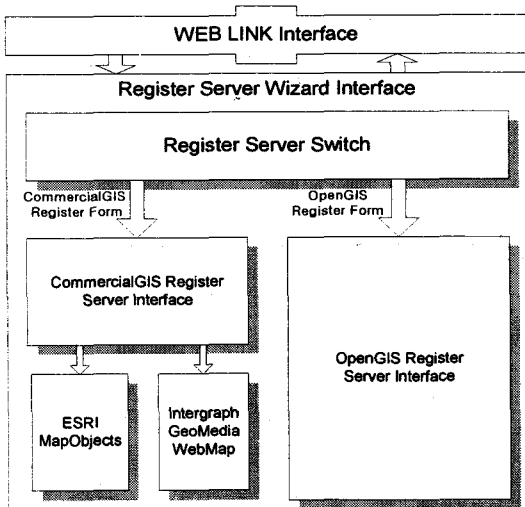


그림 4. Register Server Wizard Interface

사용자가 입력하는 공통된 필드는 제목, 책임 부서, 책임부서명, 책임부서 역할, 책임부서 위

치, 우편 주소, 도시, 행정구역, 우편번호, 국가, 네트워크 주소, 전자우편 주소, 참조날짜 등을 포함하는 ISO/TC211의 표준 메타데이터의 필드들과 제작업체명, 데이터 포맷, 데이터 확장자, 대표자명, 연락처, 서버 종류, 서버 제작사, 서버 버전, 서버 IP, CGI명, 통신 프로토콜, 지형공간 데이터 이름, 갱신일 등의 KGDC Metadata Server에서 지정한 필드들이다.

Register Server Wizard Interface를 통해 입력된 지형공간 데이터 서버의 정보는 Geospatial Data Server Management Interface를 통하여 KGDC Metadata Server에 저장되고 저장된 정보는 검색을 위한 자료와 검색의 결과로 이용된다. 그러나, 지형공간 데이터 서버의 종류가 모두 틀리기 때문에 Wizard 기능을 이용하여 서버 종류에 맞는 입력 폼과 처리 모듈이 자동으로 구성되는 것이 필요하다. 이를 위해 그림 4에서 처럼 Register Server Wizard Interface는 상용 지리정보시스템인 ESRI와 Intergraph, 그리고 OpenGIS 구현 명세에 기술된 CORBA, OLE/COM에 따른 별도의 처리 모듈을 갖고 있으며, 또한 필요한 모듈을 자동으로 수행하여 Register Wizard의 기능을 수행한다.

3.3.2 Web Link Interface

Web Link Interface는 KGDC CORE와 웹 서버사이의 통신을 위한 인터페이스로써 웹 서버에서 전달된 메시지(질의, 탐색, 등록 등)를 KGDC CORE로 전달하거나 KGDC CORE로부터 웹 서버로 메시지를 전달하는 역할을 한다. 그리고, KGDC Query Management Interface, Register Server Wizard Interface, KGDC Result Set Management Interface 등과 연동되어 있으며, Clearinghouse 웹 서버로부터 전달된 요청을 필요한 인터페이스에게 전달해 주고, 또한 KGDC CORE의 질의 결과를 웹 서버가 인식할 수 있는 포맷(HTML)으로 변환을 해준다.

3.3.3 Geospatial Data Server Management Interface

Geospatial Data Server Management Interface는 KGDC에 등록된 지형공간 데이터 서버의 데이터를 관리하는 인터페이스로써 데이터의 삽입, 삭제, 갱신 등의 작업을 수행한다. Geospatial Data Server Management Interface에서 사용하는 기본적인 함수는 표 1과 같다. 표 1의 함수들에는 파라미터가 명시되어 있지 않은데, 이것은 지형공간 데이터 서버에 따라 데이터베이스 스키마가 모두 상이해 ESRI나 Intergraph, OpenGIS for CORBA, OpenGIS for DCOM 등에 따라 필요한 파라미터들이 동적으로 결정되기 때문이다.

표 1. 지형공간 데이터 서버 정보 관리 함수

용도	함수
정보 저장	gdsm_storeMData(...)
정보 삭제	gdsm_deleteMData(...)
정보 갱신	gdsm_updateMData(...)
정보 검색 및 정보 제공	gdsm_searchMData(...)

Geospatial Data Server Management Interface는 Register Server Wizard Interface를 통해 전달된 지형공간 데이터 서버의 정보를 KGDC Metadata Server에 저장하는 역할을 한다. 또한, 질의에 필요한 정보(서버 IP, 데이터베이스 이름, 종류 등)를 KGDC Query Management Interface에게 제공하며, KGDC Result Set Management Interface에서 질의 결과를 출력할 때 필요한 정보를 제공한다.

3.3.4 KGDC Query Management Interface

KGDC Query Management Interface는 CommercialGIS Query Interface와 OpenGIS Query Interface를 관리하는 역할을 한다.

CommercialGIS Query Interface와 OpenGIS Query Interface가 서로 틀리기 때문에 하나의 인터페이스를 통해 모든 질의가 가능하도록 하기 위하여, KGDC Query Management Interface에서는 공통된 질의 인터페이스(KGDC Standard Query Interface)를 이용하여 각각 필요한 질의 인터페이스를 호출하고 이를 처리한다.

CommercialGIS Query Interface는 지형공간 데이터 서버가 ESRI나 Intergraph에 따라 각기 다른 질의 인터페이스를 갖고 있다. KGDC Query Management Interface가 상용 지리정보 시스템에 질의를 하기 위해서는 먼저 Geospatial Data Server Management Interface에서 질의에 필요한 정보(서버의 종류 등)를 받아 질의 문장과 질의 인터페이스를 결정하고, KGDC Commercial Gateway Client를 통해 분산된 지형공간 데이터 서버에 접속해 질의를 수행한다.

OpenGIS Query Interface도 CommercialGIS Query Interface와 마찬가지로 Geospatial Data Server Management Interface에서 질의에 필요한 정보(CORBA, OLE/COM 분산기술 정보)를 받아 질의 문장과 질의 인터페이스를 결정하여 질의를 수행한다.

위의 내용을 정리하면 그림 5와 같다. KGDC Query Management Interface는 KGDC 웹 서버로부터 WEB LINK Interface를 통해 전달된 사용자의 질의를 서버의 종류에 상관없이 하나의 공통된 인터페이스로 질의가 가능하도록 하기 위해 KGDC Standard Query Interface를 이용하여 질의한다. KGDC Standard Query Interface는 지형공간 데이터 서버의 종류에 따라 필요한 질의 파라미터 정보를 Geospatial Data Server Management Interface를 통해 KGDC Metadata Server에서 가져오고, 이를 이용하여 필요한 질의 인터페이스(즉, OpenGIS Query Interface나 CommercialGIS Query Interface)를 호출하여 질의를 처리한다.

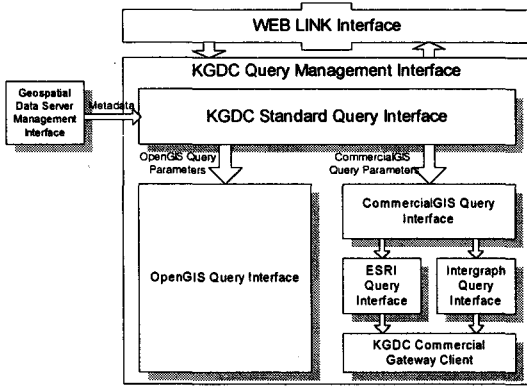


그림 5. KGDC Query Management Interface

3.3.5 CommercialGIS Query Interface

CommercialGIS Query Interface는 상용 지리 정보시스템인 ESRI의 MapObjects와 Intergraph의 GeoMedia WebMap에 대한 질의를 처리하기 위한 인터페이스이며 KGDC Query Management Interface를 통해 요청된 질의중 상용 지리정보시스템에 질의하는데 필요한 인터페이스를 정의하고 있다. 질의 문장은 ESRI의 MapObjects와 Intergraph의 GeoMedia WebMap에 따라 서로 틀리기 때문에 지형공간 데이터 서버로 질의를 전달하기 전에 적합한 질의 형태로 변환이 필요하다. 이를 위해 CommercialGIS Query Interface는 요청된 질의를 지형공간 데이터 서버에 맞는 질의 형태로 변환하고 이를 KGDC Commercial Gateway Client를 통해 서버로 전송한다.

ESRI의 MapObjects는 ESRIMAP.DLL이란 서버측 콤포넌트를 이용하여 질의를 처리하고 이것을 이용하여 결과를 MapObjects에게 전달한다. CommercialGIS Query Interface의 ESRI 질의 처리 모듈은 요청된 질의 문장을 ESRIMAP.DLL이 인식할 수 있는 질의 문장(데이터베이스 이름, 질의 명령어, 키워드 등)으로 변환하고, 이를 KGDC Commercial Gateway Client를 통해 KGDC Commercial Gateway

Server로 전송하는 기능을 한다. 질의를 전달받은 지형공간 데이터 서버는 KGDC Commercial Gateway Server를 사용해 질의를 수행하고 질의 결과를 다시 KGDC Commercial Gateway Client로 전송하는 방식으로 질의를 처리한다.

Intergraph의 GeoMedia WebMap는 Active Server Page, ActiveX 콤포넌트, ActiveCGM을 이용하여 사용자의 질의 요청을 처리한다. Intergraph에서 질의를 처리할 때는 ESRI와 마찬가지로 요청된 질의 문장을 Intergraph GeoMedia WebMap가 인식할 수 있는 형태로 변경한 후 KGDC Commercial Gateway Client를 통해 지형공간 데이터 서버로 전송하면 KGDC Commercial Gateway Server는 이를 받아 질의를 수행하고 질의 결과를 KGDC Commercial Gateway Client로 전송하는 방식으로 처리된다.

위의 내용을 종합해 보면 그림 6과 같다. 상용 지리정보시스템에 질의를 하기 위해서는 KGDC와 지형공간 데이터 서버가 서로 통신하기 위한 프로그램이 필요한데, 이것이 KGDC Commercial Gateway Client와 KGDC Commercial Gateway Server이다. 사용자의 질의가 KGDC Commercial Gateway Client를 통해 KGDC Commercial Gateway Server로 넘어가게 되면, KGDC Commercial Gateway Server는 이를 받아 각각의 처리 모듈(ESRI의 ESRIMAP.DLL, Intergraph의 ActiveX Component)을 이용하여 질의를 처리하게 된다. 이러한 질의는 CommercialGIS Query Interface라는 하나의

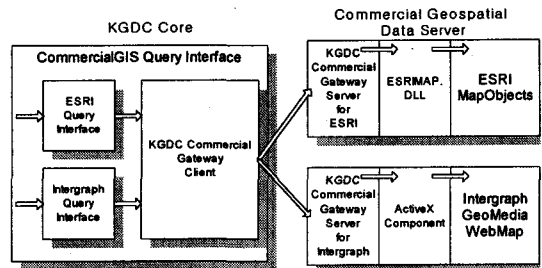


그림 6. CommercialGIS Query Interface

인터페이스로 처리되는데, 이것은 ESRI Query Interface와 Intergraph Query Interface로 구성되어 있으며 내부적으로 cgi_interfaceSwitch() 함수를 이용하여 질의를 처리할 때 필요한 인터페이스를 호출한다.

3.3.6 OpenGIS Query Interface

OpenGIS Query Interface는 OpenGIS의 구현 명세에 나와 있는 표준화된 질의 인터페이스를 말한다. OpenGIS 구현 명세는 CORBA, OLE/COM, SQL3의 3가지 버전이 있지만 현재 KGDC에서는 CORBA 인터페이스만을 지원하고 있으며, OLE/COM 인터페이스는 차후 확장을 고려한 상태로 설계되어 있다.

OpenGIS Query Interface를 통한 질의 수행 순서는 다음과 같다. 제일 먼저 Queryable Collection 객체를 호출하여 QueryableCollection Interface가 이용할 수 있는 지형공간 데이터 객체 리스트를 가져 온다. 그런 후 QueryableCollection Interface의 Iterator를 통해 각 객체들을 질의하고 질의 결과를 QueryResultSet Interface를 통해 검색한다. OpenGIS Query Interface가 질의를 수행할 때 QueryEvaluator Interface를 이용하며, 이를 이용하여 질의를 할 때에는 질의 대상이 되는 지형공간 데이터 서버의 종류(관계형, 객체지향, 객체 관계형)에 따라 각기 다른 질의 문장이 필요하다. 이를 위해 KGDC의 OpenGIS Query Interface는 KGDC Metadata Server를 통해 질의를 하는 지형공간 데이터 서버의 종류를 알아내고, 서버 종류에 따라 적합한 질의 문장을 생성하여 질의하는 기능을 갖고 있다. KGDC의 OpenGIS Query Interface는 지형공간 데이터 서버의 종류에 따라 필요한 질의 문장을 자동으로 생성하고 질의하는 하나의 인터페이스를 이용하여 다양한 종류의 OpenGIS 서버에 대해 질의한다.

3.3.7 KGDC Result Set Management Interface

KGDC Result Set Management Interface는 그림 7과 같이 CommercialGIS Result Set Interface와 OpenGIS Result Set Interface로 구성되며, 이들 두 인터페이스를 관리하는 역할을 한다. KGDC Result Set Management Interface에서는 CommercialGIS Result Set Interface와 OpenGIS Result Set Interface의 처리 결과가 서로 틀리기 때문에 이들을 하나의 인터페이스를 통해 투명하게 접근하고 처리하기 위해 KGDC Standard Result Set Interface라는 질의 결과 인터페이스를 제공한다. KGDC Result Set Management Interface는 이것을 이용하여 각기 다른 지형공간 데이터 서버의 질의 결과를 처리할 수 있다.

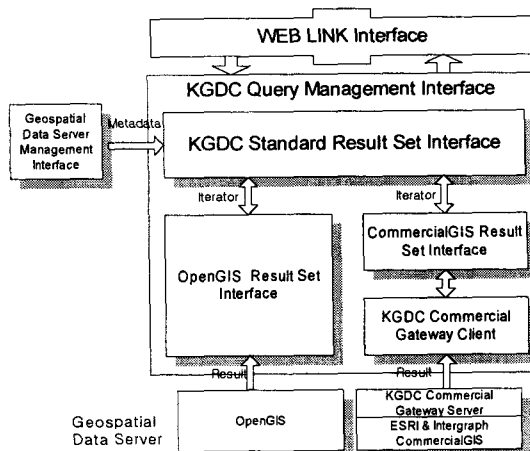


그림 7. KGDC Result Set Management Interface

CommercialGIS Result Set Interface는 ESRI나 Intergraph의 상용 지리정보시스템의 질의 결과를 처리하는 인터페이스로 구성되어 있다. KGDC Commercial Gateway Client를 통하여 CommercialGIS Result Set Interface로 전달된 질의 결과는 내부적으로 적절한 질의 결과 처리

모듈(ESRI나 Intergraph의 질의 처리 모듈 등)을 선택하여 질의 결과를 처리한다. 질의 결과 처리 모듈을 선택할 때에는 Geospatial Data Server Management Interface를 이용하여 필요한 정보(질의한 서버의 종류 등)를 알아낸다.

OpenGIS Result Set Interface는 CORBA나 OLE/COM에 따라 다른 인터페이스로 구성되는데 KGDC Result Set Management Interface는 각각의 다른 처리 결과를 공통된 하나의 질의 처리 인터페이스를 통해 접근할 수 있도록 해준다. 질의 결과는 CORBA나 OLE/COM에 따라 다르기 때문에 이를 처리하기 위해 OpenGIS Result Set Interface는 내부적으로 적절한 질의 결과 처리 모듈(CORBA나 OLE/COM)을 선택하여 질의 결과를 처리한다. 처리된 질의 결과를 보여줄 때에는 지형공간 데이터 서버에서 넘어온 질의 결과 뿐만 아니라 KGDC Metadata Server에 저장되어 있던 메타데이터 정보도 함께 보여준다.

3.3.8 CommercialGIS Result Set Interface

ESRI나 Intergraph와 같은 상용 지리정보시스템은 각기 다른 질의 결과 형식을 갖고 있다. CommercialGIS Result Set Interface는 이러한 상이한 질의 결과 형식을 공통된 질의 결과 처리 인터페이스를 통해 이용할 수 있도록 하며, 이를 위해 ESRI와 Intergraph를 위한 두 가지 질의 처리 모듈을 지원하고 있다. 이러한 두개의 처리 모듈은 KGDC Commercial Gateway Client를 통해 넘어온 질의 결과를 받아 ESRI를 위한 Result Set 모듈과 Intergraph를 위한 Result Set 모듈을 이용하여 질의 결과를 처리한다.

3.3.9 OpenGIS Result Set Interface

OpenGIS Result Set Interface는 질의 결과를

Iterator 함수를 이용하여 검색하는 인터페이스로써 내부적으로 CORBA, OLE/COM의 질의 결과 처리 모듈을 갖고 있다. 질의 결과는 KGDC Metadata Server에 등록되어 있는 정보와 함께 KGDC Result Set Management Interface를 통해 사용자에게 전달된다. OpenGIS Result Set Interface를 통해 질의 결과를 검색할 때 이용되는 OpenGIS의 인터페이스로는 QueryResultSetIterator Interface의 get_property 함수들과 QueryResultSetMetaData Interface 등이 있다.

3.3.10 KGDC Commercial Gateway Client/Server Interface

상용 지리정보시스템들은 각각 상이한 질의 처리 모듈을 갖고 있으며 웹 서버와는 모두 다른 방식으로 통신을 하기 때문에 이들을 하나의 공통된 인터페이스를 가지고 처리하는 것이 필요하다. 이를 위해 KGDC는 Commercial Gateway Client/Server Interface를 지원한다. KGDC Commercial Gateway Client/Server Interface는 두 가지로 구성된다. 하나는 KGDC CORE에서 이용하는 KGDC Commercial Gateway Client이며, 다른 하나는 지형공간 데이터 서버에서 상용 지리정보시스템의 질의를 처리하는 KGDC Commercial Gateway Server로써 ESRI와 Intergraph를 위한 두 가지 종류의 KGDC Commercial Gateway Server가 있다.

지형공간 데이터 제공자는 상용 지형공간 데이터 서버를 등록할 때 지형공간 데이터 서버 종류(ESRI, Intergraph)에 맞는 KGDC Commercial Gateway Server를 다운로드 받아 지형공간 데이터 서버에 설치해야 한다. 그런 다음에 KGDC Commercial Gateway Client가 KGDC Commercial Gateway Server에게 질의를 요청하고, KGDC Commercial Gateway Server는 질의 결과를 돌려주는 작업을 하게 된

다. OpenGIS의 경우 IIOP나 RPC와 같은 프로토콜이 존재하여 서버와 클라이언트간에 통신을 하지만, 각기 다른 처리 모듈을 갖고 있는 상용 지리정보시스템과 KGDC가 통신하기 위해서는 이러한 KGDC Commercial Gateway Client/Server가 반드시 필요하다. KGDC Commercial Gateway Client가 사용하는 기본적인 함수들은 다음과 같다. 주기적으로 지형공간 데이터 서버가 살아 있는지를 체크하는 KPing 함수, 질의를 전달하는 KTransQuery 함수, 질의 결과를 받는 KTransResult 함수, 마지막으로 네트워크 문제로 질의나 결과가 지연되는지를 체크하는 KTimeout 함수 등이 있다.

3.4 지형공간 데이터 서버

KGDC에서 이용할 수 있는 지형공간 데이터 서버는 크게 2가지 종류로 나뉘는데, 첫째는 ESRI나 Intergraph의 상용 지리정보시스템이고, 둘째는 OpenGIS 구현 명세를 지원하는 GUES나 Open OODB같은 지형공간 데이터 서버이다. 본 논문에서 설계 및 구현한 KGDC에서 현재 이용한 지형공간 데이터 서버는 표 2와 같다. OpenGIS의 구현 명세를 지원하는 지형공간 데이터 서버의 경우 CORBA의 IIOP나 OLE/COM의 RPC같은 Internet상의 분산 프로토콜을 갖고 OpenGIS의 표준 인터페이스를 지원하기 때문에, 이를 이용하면 분산되어 있는 상호 이질적인 지형공간 데이터의 공유가 가능하다. 이것을 위해 KGDC CORE에서는 OpenGIS Interface를 지원하고 있다.

표 2. KGDC 지형공간 데이터 서버

종류	지형공간 데이터 서버
상용 지리정보 시스템	ESRI MapObjects
	Intergraph GeoMedia Webmap
OpenGIS 서버	GEUS
	Open OODB

그러나, 상용 지형공간 데이터 서버의 경우에는 자사의 처리 방식과 자신의 지형공간 데이터 포맷을 갖고 있다. 이렇게 상호 이질적인 지형공간 서버들의 데이터를 효과적으로 공유하기 위해 KGDC에서는 KGDC Commercial Gateway Client/Server를 제공한다. 상용 지형공간 데이터 서버를 KGDC에 등록할 때에는 ESRI나 Intergraph에 따라 적합한 KGDC Commercial Gateway Server를 다운로드 받고, 이를 구동시켜야 한다. KGDC Commercial Gateway Server는 NT 버전과 UNIX 버전을 지원한다.

4. 결론

정보화사회가 도래하면서 국가정보기반의 중요성이 크게 인식되었다. 이런 흐름에 따라 중요한 국가정보기반 중의 하나인 지리정보시스템도 많은 연구소나 업체에서 연구개발되면서 많은 발전을 하게 되었다. 또한, 지리정보시스템이 연구개발되면서 많은 업체, 연구소, 대학에서 각기 상이한 지형공간 데이터 포맷이 개발되었다. 이러한 상이한 지형공간 데이터 포맷으로 인하여 데이터 수집의 중복투자 문제, 이미 구축된 이질적인 지형공간 데이터를 사용하지 못하는 문제들을 발생시켜 많은 경비의 손실을 초래하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 Internet 상에 존재하는 상호 이질적인 지형공간 데이터를 효율적으로 공유하고 이를 효율적으로 관리하기 위한 지형공간 데이터 Clearinghouse가 필요하다.

지형공간 데이터 Clearinghouse를 구축하기 위해서는 현재 세계 곳곳에 만들어져 있는 지형공간 데이터 Clearinghouse의 서비스와 그곳에서 이용하는 지형공간 데이터 공유 및 유통 방법에 대한 상세한 분석이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 FGDC의 Clearinghouse와 캐나다의 정보유통 방법인 Delta-X에 관해 알아보

왔다. 그리고, 최근 개방형 지리정보시스템의 표준화를 진행하는 OGC의 OpenGIS와 Clearinghouse 구축에 이용되는 지형공간 데이터의 ISO/TC211 표준 메타데이터에 관해 조사하였다.

본 논문에서는 이러한 분석을 바탕으로 하여 KGDC의 서비스 모델을 설계하였고, 상호 이질적인 지형공간 데이터를 공유하고 유통하기 위하여 모두 10개의 인터페이스로 구성된 KGDC CORE를 설계 및 구현하였다. KGDC는 KGDC CORE를 통해 지형공간 데이터간의 상호운영성을 갖는 OpenGIS를 지원하며, 전 세계에서 가장 큰 지리정보시스템 업체인 ESRI와 Intergraph의 대표적인 지리정보시스템도 지원하고 있으며, 또한 표준 메타데이터를 지원하여 국제 표준화를 따르고 있다.

KGDC를 이용하면 한국에서 구축된 다양한 형태의 지형공간 데이터를 사용자나 개발자간에 공유, 유통할 수 있기 때문에 기존에 구축된 지형공간 데이터를 효과적으로 활용할 수 있으며 지형공간 데이터 수집에 들어가는 중복투자를 크게 감소시킬 수 있다.

향후 연구방향으로는 본 논문에서 개발한 KGDC 인터페이스들에 최근 새로운 소프트웨어 패러다임으로 부각되고 있는 컴포넌트 기술을 적용하기 위한 컴포넌트 기반의 지리정보시스템에 관한 연구, ISO/TC211의 표준 메타데이터를 완벽히 지원하는 시스템으로 확장하기 위한 메타데이터 자동 생성툴과 메타데이터 저장 구조에 관한 연구, 그리고 보다 다양한 상용 지리정보시스템을 지원하기 위한 인터페이스의 확장에 관한 연구 등이 필요하다.

참고문헌

- [1] Colorado Geospatial Data Clearinghouse Info Page, <http://www.colorado.edu/geography/facilities/cgdc/>.
- [2] DELTA-X, <http://bora.dacom.co.kr/~eun1955/new103-2.html>.
- [3] ESRI, *MapObjects Internet Map Server*, 1998.
- [4] Federal Geographic Data Committee, <http://www.fgdc.gov/>.
- [5] FGDC Content Standard for Digital Geospatial Metadata, <http://www.its.nbs.gov/nbs/meta/meta.html>.
- [6] FGDC Geospatial Data Clearinghouse Activity, <http://www.fgdc.gov/Clearinghouse/Clearinghouse.html>.
- [7] GeoMedia WebMap White Paper, http://www.intergraph.com/software/gwmregister/white_paper.asp.
- [8] Georgia GIS Data Clearinghouse, <http://www.gis.state.ga.us/about/>
- [9] Nebert,D., *Information Architecture of a Clearinghouse*, 1996.
- [10] Open GIS Consortium, Inc., *OpenGIS Simple Feature Specification for CORBA*, Revision 1.0, 1998.
- [11] Open GIS Consortium, Inc., *OpenGIS Simple Feature Specification for OLE/COM*, Revision 1.0, 1998.
- [12] Open GIS Consortium, Inc., *The OpenGIS Abstract Specification Model*, Version 3, 1998.
- [13] Open GIS Consortium, Inc., *The OpenGIS Guide*, 1998.
- [14] Status of the National Geospatial Data Clearinghouse on the Internet, <http://globe.geo.u-szeged.hu/arcinfo.htmls/ovmsp roc95/p196.html>.
- [15] USGS, Frequently-asked Questions on FGDC Metadata, <http://geochange.er.usgs.gov/pub/tools/metadata/tools/doc/faq.html>,
- [16] Wyoming Spatial Data Clearinghouse,

<http://wgiac.state.wy.us/wscd/about.html>.

- [17] 김은형, “지리정보시스템의 현황과 미래”, 개방형 GIS 연구회지, 제1권1호, 1999, pp.23-36.
- [18] 문상호, 반재훈, 김창호, “ISO/TC211의 GIS 표준 인터페이스 구성 요소의 분석,” 한국 개방형 GIS 연구회, 제1권1호, 1998, pp.225-235.
- [19] 장영승, 윤재관, 한기준, “GEUS 기반 OPenGIS 서버의 설계 및 구현,” '99 개방형 지리정보시스템 학술회의, 1999 (Accepted).
- [20] 한국전산원, Internet GIS의 데이터 공유 표준 연구, 1998.
- [21] 한국전산원, 국가지리정보체계(NGIS) 정보 유통을 위한 정보기록방식(메타데이터) 표준화 연구, 1997.

백 인 구

1998년 건국대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
1998년~현재 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사 과정
관심분야 : 개방형 지리정보시스템, 객체 관계형 데이터베이스, 콤포넌트 GIS

이 강 준

1995년 건국대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
1997년 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
1997년~현재 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사 과정
관심분야 : 지리정보시스템, 공간 데이터 마이닝, 객체 지향 데이터베이스, 콤포넌트 GIS

한 기 준

1979년 서울대학교 수학교육학과 졸업(이학사)
1981년 한국과학기술원 전산학과 졸업(공학석사)
1985년 한국과학기술원 전산학과 졸업(공학박사)
1990년 Stanford 대학 전산학과 visiting scholar
1985년~현재 건국대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 지리정보시스템, 객체 지향 데이터베이스, 공간 데이터 마이닝, 주기억-상주 데이터베이스