

지리정보 DB 설계 지침의 표준화 연구†

A study on the Standardization of Design Guidelines for Geographic Information Databases

임덕성*, 문상호**, 시종익***, 홍봉희****

Duk-sung Lim, Sang-ho Moon, Jong-ik Si, Bong-hee Hong

요약 현재 ISO, OGC 등의 국제표준화 기관들을 중심으로 지리정보 표준화에 대한 작업이 활발하게 진행 중에 있으며, 이러한 결과로 다수의 GIS 표준이 제정되었다. GIS DB 들간의 공간정보 공유, 상호 교환, 유통 등의 상호운용성을 높이기 위한 표준화 작업들은 개방형 인터페이스 설계 표준에 중점을 두고 있다. 그러나 이러한 표준화 작업에서는 지리정보 DB 자체에 대한 스키마 설계 절차 및 방법 등은 고려하고 있지 않고, 상호운용을 위한 인터페이스를 표준화하거나 공간 DB의 추상스키마 표준만을 제안하고 있다. 설계 표준 없이 서로 다른 데이터 모델에 따라 개별적으로 구축된 지리정보 DB들간의 표준 인터페이스를 통한 데이터 공유는 데이터 모델의 상이성으로 인해 정보의 손실이 발생하는 문제가 있다.

본 논문에서는 GIS DB를 구축할 때 서로 다른 GIS S/W를 이용하더라도, 구축된 지리정보시스템들간의 공간 데이터 모델, 논리적 구조, 의미 구조 등을 통일할 수 있도록 하기 위한 지리정보 DB의 설계 지침을 제시한다. 특히, ISO 추상 스키마 표준을 관계형 모델, 객체-관계형 모델, 객체 중심 모델, 기하 중심 모델로 변환하는 표준 지침을 제안한다. 그리고 기존의 상용 GIS S/W를 대상으로 논리적, 물리적 설계 지침에 따른 각 S/W의 적용 예제 모델을 제시하여 DB 설계 지침으로 활용하기 위한 토대를 제공한다. 본 논문에서 제시한 지리정보 DB 설계 지침의 응용 스키마, 개념적 및 논리적/물리적 구현 스키마를 적용하여 GIS DB를 구축하는 경우에는 각 DB들 간의 상호운용성이 원활해지고 각 스키마들의 산출물을 통하여 통일화된 스키마 정의 및 카탈로그 지원이 가능해진다.

ABSTRACT Recently, two international standard organizations, ISO and OGC, have done the work of standardization for GIS. Current standardization work for providing interoperability among GIS DB focuses on the design of open interfaces. But, this work has not considered procedures and methods for designing GIS DB. Eventually, GIS DB has its own model. When we share the data by open interface among heterogeneous GIS DB, differences between models result in the loss of information.

Our aim in this paper is to revise the design guidelines for geographic information databases in order to make consistent spatial data models, logical structures, and semantic structure of populated geographical databases. In details, we propose standard guidelines which convert ISO abstract schema into relation model, object-relation model, object-centered model, and geometry-centered model. Furthermore, we provide sample models for applying these guidelines in commercial GIS S/Ws. Building GIS DB based on design guidelines proposed in the paper has the following advantages: the interoperability among databases, the standardization of schema definitions, and the catalogue of GIS databases through

주요어 : 지리정보 DB설계, GIS DB 설계 지침, GIS DB 스키마, 지리정보 표준화

Key word : GIS DB Design, GIS DB Design Guide, GIS DB Schema, Geographic Information Standardization

1. 서론

최근 국내외적으로 공간정보 유통을 실현하기 위해서

는 여러 형태의 지리정보 데이터 표준화 작업이 활발하다. 국내 지리정보에 대한 표준화 연구는 국제 표준을 도입하여 현지화하는 단계에 있다. 국외에서는 국제표준

† 본 논문은 한국전산원에서 수행한 국가 GIS 표준화 연구사업의 결과물에 기초한 내용임을 밝힙니다.

* 영진전문대학 컴퓨터정보기술예열

junsung@yic.ac.kr

** 부산외국어대학교 컴퓨터공학부

shmoon87@pufs.ac.kr

*** 한국전산원 정보화표준부

si@nca.or.kr

**** 부산대학교 컴퓨터공학과

bhhong@pusan.ac.kr

화기구(ISO: International Organization for Standardization), OGC(Open GIS Consortium) 등의 표준화 기관을 중심으로 연구가 활발히 진행되고 있으며, 2002년까지 ISO등을 중심으로 국제표준에 많은 개정과 보완이 이루어져 왔다.

반면, 국내에서는 정부 주도로 그 동안 국가기본도, 주제도, 지하 시설물도 등에 대한 각종 표준안 제정을 추진해 왔고, 실제로 지난 1996년부터 16개 이상의 GIS 표준이 제정되었으며 17건 이상의 표준화 관련 연구가 진행 중에 있다. 그러나, 현재GIS 수요 기관들은 GIS DB를 구축하는데 있어서 동일한 지역에 대하여 응용마다 서로 다른 GIS DB를 설계 구축하여 상호 교환과 공유가 쉽게 이루어지지 않는 문제가 있다. 그 이유는 각각 구축된 공간 DB가 서로 다른 개념적 모델에 기준으로 하여 스키마들이 정의되어 있기 때문이다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 개방형 인터페이스 설계 표준은 클라이언트/서버 또는 인터넷 환경에서의 GIS 응용 S/W 개발과 공간정보 유통을 위한 데이터 제공자(data provider) 및 서비스 제공자(service provider)의 개방형 인터페이스 개발에 주력하고 있다. 그러나 이 작업에서는 데이터 제공자의 대상인 지리정보 DB에 대한 스키마 설계 절차의 표준을 고려하고 있지 않다. 구체적인 설계 표준이 없이 각 지리정보 DB들이 서로 다른 데이터 모델에 따라 스키마를 구축하게 되면, 개방형 인터페이스를 사용하더라도 데이터 변환, 시맨틱 변환, 개방형 인터페이스 구현 등을 위한 비용이 증가할 뿐만 아니라 정보의 손실도 발생할 수 있다.

본 논문에서는 GIS DB를 구축할 때 서로 상이한 GIS S/W를 사용하더라도 구축된 지리정보시스템의 공간데이터 모델, 논리적 구조, 의미 구조 등을 통일할 수 있도록 하기 위한 지리정보 DB의 설계 지침을 제시한다. 설계 지침에서는 세부적으로 지리정보 DB의 설계 과정을 단계별로 구분하여, 개념적 지리정보 DB설계와 논리적 및 물리적 구현 지리정보 DB설계로서 구분한다. 개념적 지리정보 DB설계 단계에서는 모든 지리정보 DB설계시 표준화된 모델링 방법을 따라 설계하고, 구현 지리정보 설계시에는 개념적 지리정보 DB를 바탕으로 각 지리정보 DB별로 모델 변환과 매핑을 통하여 설계하는 방법을 제시한다. 따라서 개념적 단계에서의 GIS DB설계를 위하여 표준화된 절차 및 방법을 정의하여 제공함으로써, 이후에 각 DB별로 생성되는 구현 스키마들이 서로 상이하더라도 근본적인 개념 모델이 일치하기 때문에 GIS DB의 상

호운용을 원활하게 지원할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 GIS DB 설계를 위한 관련 연구를 기술하고, 3장에서는 GIS DB를 설계하기 위한 설계 지침을 제시한다. 4장에서는 3장에서 제시한 설계 지침에 따라 상용 GIS DB에 적용한 예제 모델을 기술한다. 마지막으로 6장에서는 결론과 향후 과제를 기술한다.

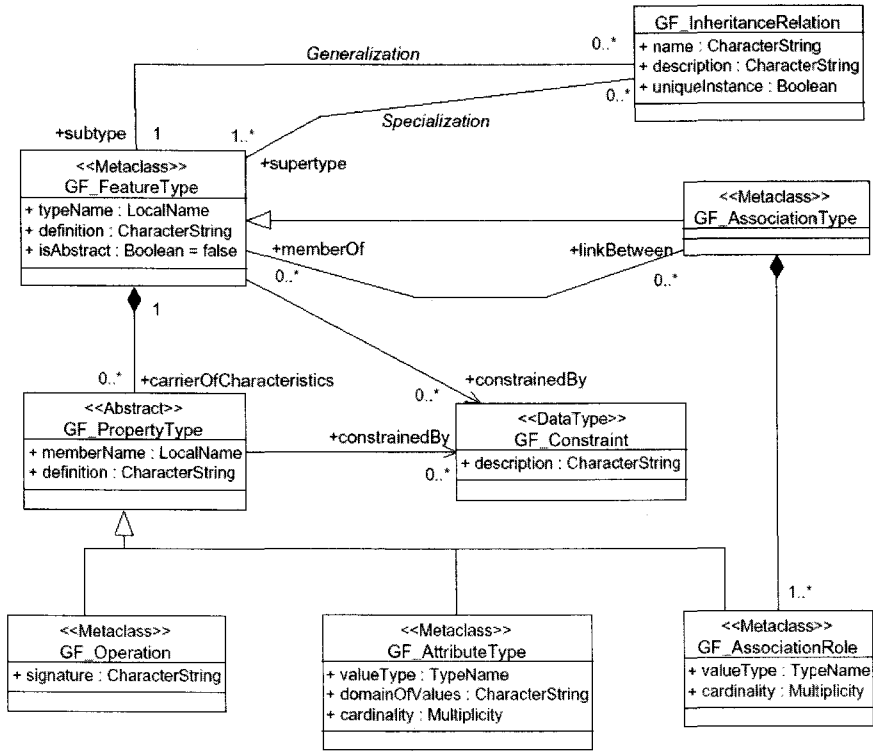
2. 관련 연구

지리정보 DB 설계를 위한 관련연구는 크게 지리 정보의 모델링 방법, DB설계 방법, 그리고 지리 정보 DB 표준에 대한 연구로 나눌 수 있다. 지리 정보 모델링 방법은 크게 필드-기반 모델과 객체-기반 모델로 분류된다[11]. 필드-기반 모델은 지리 정보를 필드의 집합으로 모델링하는 방법으로 대표적으로 TIN(Triangulated irregular network)모델과 DEM(Digital elevation model)이 있다. 객체-기반 모델은 지리 정보를 객체 또는 피쳐들의 집합으로 모델링하는 방법으로 객체가 임베딩하는 공간의 위상에 따라 Euclidean, Metric, Topological, Set-oriented 방식으로 모델링 된다.

객체-기반 모델에서 식별자, 속성, 연산을 가진 객체는 지리정보의 가장 기본 단위로 ISO19110에서는 이를 피쳐(feature)로 정의하고, 이를 위한 일반 피쳐 모델(GFM: General Feature Model)을 <그림 1>과 같이 정의한다. GFM에서는 피쳐 타입들 간의 관련성을 정의하기 위하여 피쳐 연관성과 상속 개념을 사용한다. 또한 피쳐 타입들은 피쳐 속성, 피쳐 연산, 피쳐 결합 역할들과 같은 프로퍼티(property)를 가지고 있다. 이러한 모든 개념들은 GFM에서 UML 메타 클래스로 표현되어진다. 따라서 GFM은 하나의 피쳐 타입들의 메타 모델로서의 의미를 가진다.

지리 정보를 표현하는 데이터 모델로서 GFM에 따라 정의된 스키마인 공간 스키마(ISO19107-Spatial Schema)[2]가 있다. 공간 스키마는 지리 피쳐들의 공간 특성을 서술하는 개념적 스키마와 공간 객체들의 지리정보를 접근, 질의, 관리, 처리, 교환하기 위한 공간 연산들의 집합을 정의하는 표준으로서 벡터 데이터로 표현되는 지리 피쳐를 기하 원시요소(geometric primitive)와 위상 원시요소(topology primitive)로 분류한다. 기하 원시요소는 피쳐의 공간 특성을 양적으로 표현하고, 위상 원시요소는 공간이 변경되는 경우에도 변하지 않는 지리 피쳐의 특성을 다룬다.

<그림 2>에서와 같이 기하 원시요소들의 가장 기본이 되는 GM_Object은 기하 객체의 최상위 클래스



〈그림 1〉 일반 피쳐 모델(GFM: General Feature Model)

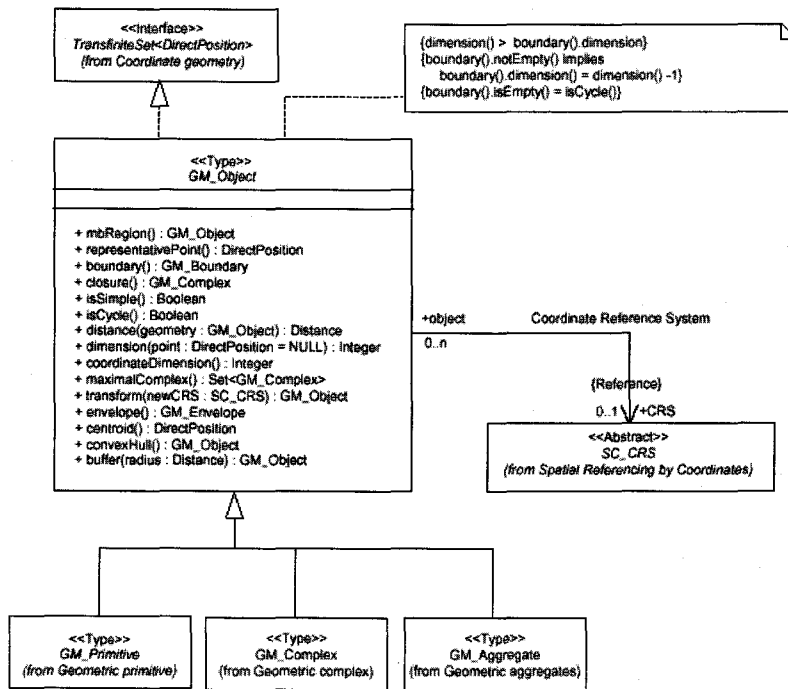
(root class)이고, 지리 참조 기하 객체들에 공통적인 인터페이스를 지원한다. 또한 각 기하 객체는 좌표 기하(coordinate geometry)와 좌표참조시스템으로 구성되기 때문에 모든 기하 연산은 기하 객체의 좌표참조시스템을 참조하여 수행되며 결과 객체도 동일한 좌표참조시스템을 참조하게 되는 의미를 가진다.

데이터베이스의 설계는 요구조건 분석, 개념적 설계, 논리적 설계, 물리적 설계, 그리고 데이터베이스의 구현 단계를 가진다[13]. 요구 조건 분석은 데이터베이스에 대한 잠재적 사용자를 식별하고 그 사용자가 원하는 데이터베이스의 용도를 파악하는 과정으로 사용자의 요구조건을 수집하고 분석해서 공식적인 요구 조건 명세를 생성하는 것이다. 개념적 설계는 데이터베이스에 사용하는 데이터의 조직과 표현을 중심으로 하는 개념적 스키마 모델링과 데이터 처리에 주안점을 두는 트랜잭션 모델링을 수행한다. 논리적 설계는 개념적 구조를 데이터베이스가 처리할 수 있는 스키마를 생성하는 과정으로 무결성이나 일관성 제약조건 등을 고려해야한다. 물리적 설계는 데이터베이스

시스템의 성능을 위해 효율적이고 구현 가능한 물리적 데이터베이스 구조를 생성하는 것이다.

일반적인 데이터베이스의 설계방법으로 지리 정보 DB설계를 할 경우 다양한 방법의 개념적 스키마 모델링이 적용될 수 있다. 즉 데이터모델링 방법에 따라 실세계의 지리 정보를 다양한 형태의 표현방법으로 기술된다. 이 경우 응용의 목적에 따른 지리 정보 DB의 설계는 가능하지만 지리 정보의 교환 및 유통을 위해 구축된 지리 정보 DB를 사용할 경우 데이터 모델링이 상이함으로 상호운용성 변환 비용이 증가하거나, 정보의 손실이 발생할 수 있다. 이를 위해 데이터 모델을 기술하는 응용 스키마를 작성하기 위한 표준으로 응용 스키마 규칙(ISO 19109-Rules for application schema)[1]이 있다.

응용 스키마 규칙은 다른 사용자, 시스템, 위치들 사이에서 지리정보의 획득, 처리, 분석, 접근, 표현과 이동을 쉽게 하기 위해서 일관된 방법으로 응용 스키마를 만드는 데 있어 필요한 규칙을 정의한다. 그리고 데이터 교환을 위한 하나의 전용 응용 스키마를 만들기 위하여,



〈그림 2〉 GM Object

사용자의 데이터와 내용에 관련된 의미와 구조를 해석하기 위해 데이터셋의 전송과 두 개의 데이터셋(data set) 사이의 필요한 변환을 정의하기 위한 목적을 위해 사용된다. 응용 스키마는 데이터의 구조와 내용을 정의하여 이를 개념적 스키마 언어로 표현한다.

표준에서 정의한 응용 스키마 규칙은 개념적 스키마 모델링을 위한 방법을 표준화한 것으로서 데이터의 교환 및 전송에서 의미 변환에 초점을 맞추고 있다. 그러나 상용 GIS DB에서 동일한 모델링으로 표현된 개념적 스키마라 할지라도 논리적 설계, 물리적 설계 과정에서 데이터의 의미가 달라지거나 정확성이 낮아질 수 있다. 즉 지리 정보 DB간의 상호운용성을 위하여 개념적 스키마 모델링에 대한 표준 방법을 제시한 ISO의 표준은 개념적 모델에서 물리적 모델에 이르는 총체적인 표준 방법이 아닌 이질적인 지리 정보 DB간의 개념적 단계에서의 데이터의 공유를 가능하게 하기 위한 방법이다. 따라서 개념적 설계에 대한 표준 방법 뿐만 아니라 논리적, 물리적 설계 과정에 이르는 모든 과정에 대한 설계 방법에 제시가 필요하다.

3. 지리정보 DB설계 방법

3.1 개념적 지리정보 DB 설계

개념적 지리정보 DB 설계에서 응용 스키마는 개념적 모델로서 특정 응용 분야에서 데이터 구조를 공통되고 정확하게 이해하고, 자동화된 메커니즘을 적용하여 데이터 관리를 하기 위한 컴퓨터가 해결할 수 있는 스키마이다. 이와 같은 응용 스키마 생성은 〈표 1〉과 같이 5단계로 구분되며, ISO 15046-9를 기반으로 한다. 표에서 의무/조건 항목은 필수사항(M: Mandatory), 조건사항(C: Conditional), 선택사항(O: Optional) 값들 중에서 한가지를 가지며, 여기서 필수사항은 반드시 수행해야 하며, 조건사항은 조건에 부합되는 경우에 수행해야 하며, 그리고 선택사항은 설계자의 견해에 따라 수행 여부를 결정한다.

1단계의 응용의 요구사항 조사는 작업의 역할, 역할에 따른 기능, 기능별 필요 데이터의 순으로 추출하는 것으로 지리정보 DB 설계를 위한 가장 기초적으로 수행되는 단계이다. 2단계의 모델링 작업은 일반 피쳐 모델에 따라 크게 피쳐 식별, 피쳐 타입의 속성, 피쳐 타입간의 관련성, 피쳐 타입의 행위자, 그리고 제약 조건을 식별하는 것으로 구성된다. 피쳐 식별은 응용에서 사용되어지는 피쳐들을 선별하는 작업으로 사용

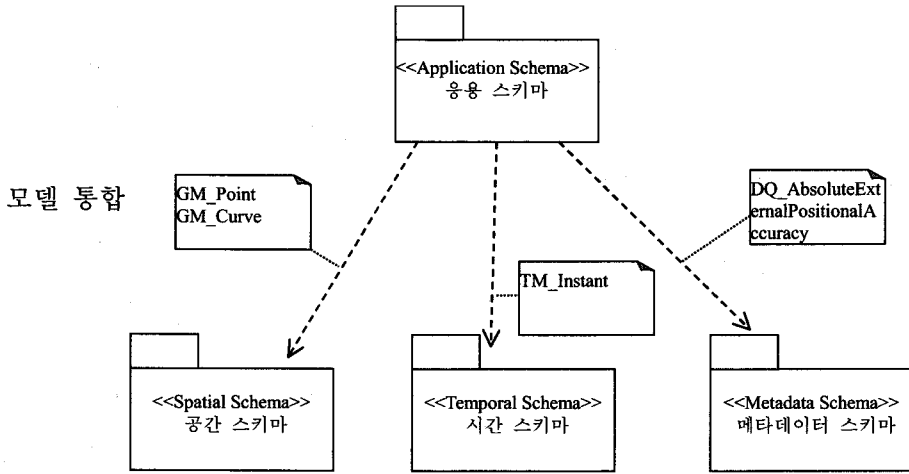
〈표 1〉 응용 스키마 생성 절차

단계	내용	의무/조건
1단계	응용의 요구사항 조사 및 분석	O
	① 응용의 대상 분야로부터 요구사항을 조사한다. ② 조사한 요구사항을 사용자와 함께 재검토한다.	
2단계	일반 피처 모델에 따른 모델링 작업	M
	① 피처 타입을 식별한다. ② 피처 특성 타입을 식별한다. ③ 피처에 포함될 속성 타입을 식별한다. ④ 피처 연관성 역할을 식별한다. ⑤ 피처 함수를 식별한다. ⑥ 피처 함수의 매개 변수를 결정한다. ⑦ 피처 연관성 타입을 식별한다. ⑧ 피처 상속 관계를 식별한다. ⑨ 피처 제약 조건을 식별한다. ⑩ 일반 피처 모델에 따라 기술된 데이터 모델을 사용자와 함께 재검토한다.	
3단계	응용 스키마 기술(UML 사용)	M
	① 개념적 정형화를 기반으로 한 모델링 언어인 UML을 사용하여 응용 스키마를 기술한다. ② UML을 사용해 기술한 응용 스키마를 검증한다.	
4단계	참조한 다른 표준 스키마와 통합	M
	① 공간 스키마와 단계3에서 생성한 응용 스키마를 통합한다. ② 시간 스키마와 단계3에서 생성한 응용 스키마를 통합한다. ③ 메타 데이터스키마(품질)와 단계3에서 생성한 응용 스키마를 통합한다.	
5단계	생성된 응용 스키마를 지형지물의 구성내용 및 정의방식 표준안에 따라 문서화한다.	C

되어지는 피처들과 각 피처들의 이름, 정의를 추출하는 작업이다. 피처 타입의 속성 식별 작업은 피처 타입의 식별 과정을 통해 정의된 각 피처에 대해서 속성들의 이름, 정의 그리고 그 속성이 가질 수 있는 값의 속성을 정의한다. 피처 타입간의 관련성 식별작업은 일반화, 상세화, 연관성으로 구분되는 관련성을 식별된 피처들간에서 추출하는 작업으로 피처 관련성의 이름, 정의, 카디널리티(cardinality), 관련성 있는 피처 타입을 기술한다. 피처 타입의 행위자 식별 작업은 식별된 피처들의 행위자를 정의하고 계산에 의해 피처의 속성을 넘겨주는 함수 또는 메소드(method)의 분

류를 표현하는 작업으로 피처 함수의 이름, 정의, 함수를 수행하기 위해 사용되는 피처 속성 타입의 명세, 함수에 의해 영향을 받는 속성의 명세와 함수를 수행하기 위해 사용되는 피처 관련성 타입의 명세를 기술한다. 제약 조건 식별 작업은 데이터의 무결성을 보장하기 위해 필요한 조건들을 피처와 피처의 프로퍼티에서 추출하는 작업이다.

3단계의 응용 스키마 기술은 개념적 정형화를 기반으로 한 모델링 언어인 UML(Unified Modeling Language)을 사용하여 전 단계에 모델링한 응용의 스키마를 기술하는 작업으로 ISO 19109 응용 스키마



〈그림 3〉 모델 통합

생성을 위한 규칙을 따라 생성된다. 4단계의 다른 표준 스키마와 통합 과정은 〈그림 3〉과 같이 응용 스키마에서 공간 스키마, 시간 스키마, 품질 스키마를 참조할 경우에, 이를 통합하여 응용 스키마를 생성하는 단계이다. 예를 들어 〈그림 3〉과 같이 하나의 응용 스키마에서 사용된 점, 선과 같은 기하를 표준화된 스키마로서 표현하기 위해 GM_Point와 GM_Curve를 포함하는 표준 공간 스키마를 응용스키마와 통합하여 사용한다. 마지막으로, 5단계인 응용 스키마 문서화 단계는 통합된 응용스키마를 다른 응용에서 활용하기 위한 카탈로그 작업으로서 지형(Feature)의 구성내용 및 정의 방식 표준에 따라 작성하는 단계이다.

3.2 논리적 구현 스키마 설계

응용 스키마는 ISO 19109에 따라 객체-중심 데이터 모델(object-centered data model)로 설계되지만, 구현 스키마는 대상 지리정보 DB의 자체적인 모델을 따르고 있다. 그 결과, 개념적 스키마와 논리적 구현 스키마 사이의 모델의 불일치가 존재한다. 따라서 논리적 구현 스키마 설계에는 각 지리정보의 DB별 데이터 모델 변환과 스키마 매핑 작업이 필요하다.

데이터 모델 변환의 경우에 객체지향 지리정보 DB는 객체-중심 데이터 모델 또는 기하-중심 데이터 모델(geometry-centered data model)에 따라 공간데이터의 기하정보를 표현하고 있다. 응용 스키마에서는 객체-중심 데이터 모델을 기반으로 하기 때문에 기하-중심 데이터 모델의 지리정보 DB에서는 공간데이터 모델을 객체-중심 데이터 모델로의 변환이 필요하다.

또한, 객체지향 지리정보 DB가 아닌 다른 형태의 공간데이터 모델을 자체적으로 가지고 있는 지리정보 DB에서는 객체지향 모델을 위한 원시요소(피쳐, 피쳐 속성, 피쳐 함수, 관련성, 일반화, 집단화 등)들을 지원하지 않기 때문에, 공간데이터 모델을 변환하기 전에 일반 피쳐 모델로 변환해야 한다. 즉, 관계형 모델의 지리정보 DB에서는 응용 스키마에서의 피쳐를 테이블로 변환하는 작업이 필요하다.

스키마 매핑의 경우 동일한 공간데이터 모델을 따르는 지리정보 DB들 간에도 피쳐나 공간 스키마를 표현하기 위한 원시요소(primitive)의 이름이 다르거나 공간연산 기능에 차이를 가질 수 있다. 따라서 특정 지리정보 DB에 적용하기 위한 논리적 구현 스키마를 생성하기 위해서는 응용 스키마를 각각의 지리정보 DB에서 정의한 원시요소로 변환하는 매핑 과정을 거쳐야 한다. 논리적 구현 스키마 설계의 과정은 〈표 2〉와 같다. 이를 적용하여 각 지리정보 DB에서 지원하는 데이터 모델에 따른 논리적 구현 스키마 설계 절차는 〈표 3〉과 같다.

3.2.1 데이터 모델의 변환 절차

기하-중심의 데이터 모델로의 모델 변환의 경우에는 〈그림 4(a)〉와 같이 사용자-정의 클래스(user-defined class)가 추상화 클래스인 Spatial_Object의 하위 클래스(subclass)로 정의된다. Spatial_Object 클래스는 모든 공간 객체들에 대한 최상위 클래스(root class)이다. 모든 사용자-정의 클래스가 Spatial_Object 클래스의 하위 클래스로 정의되므로 객체를 중심으로 모델링된

〈표 2〉 논리적 구현 스키마 설계 절차

설계 절차	상세 설계 절차	의무/조건
데이터 모델 변환 작업	일반 피처 모델의 변환 (피처, 속성, 함수, 연관성, 일반화, 집단화)	C
	공간 데이터 모델의 변환	C
스키마 매핑 작업	일반 피처 모델의 매핑 (피처, 속성, 함수, 연관성, 일반화, 집단화)	M
	공간 원시 요소의 매핑	M
	인터페이스의 매핑	M

〈표 3〉 데이터 모델에 따른 논리적 구현 스키마 설계 절차

단계	객체 지향 시스템		관계형 시스템	
	객체-중심 데이터 모델	기하-중심 데이터 모델	관계형	객체관계형
일반 피처 모델의 변환	X	X	O	O
공간 데이터 모델의 변환	X	O	O	X
일반 피처 모델의 매핑	O	O	O	O
공간 원시 요소의 매핑	O	O	O	O
인터페이스의 매핑	O	O	O	O
상용 GIS S/W	GeoMedia Arc/Info, Zeus	GOTHIC	ESRI SDE	Oracle Spatial

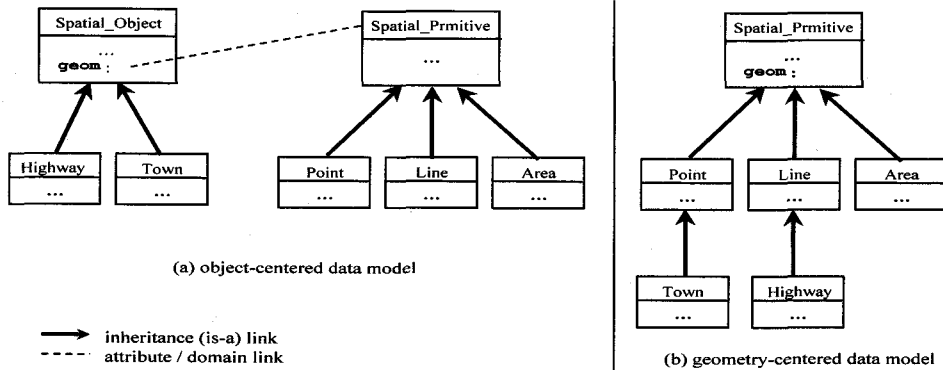
다. 반면에 기하-중심의 데이터 모델에서는 사용자-정의 클래스가 Spatial_Primitive_Object 클래스의 하위 클래스로 정의된다. 즉, 모든 사용자-정의 클래스가 Spatial_Primitive_Object 클래스의 하위 클래스로 정의되기 때문에 기하를 중심으로 모델링되는 데이터 모델이다.

객체-중심 데이터 모델을 기반으로 한 응용 스키마를 기하-중심 데이터 모델을 기반으로 한 구현 스키마로 변경하기 위해서는 다음과 같은 4단계의 변환 과정이 필요하다. 먼저 1단계에서는 공간 원시요소를 참조하고 있는 피처 중에서 계층 구조상에 가장 상위에 있는 피처를 선택한다. 2단계에서는 1단계에서 선택된 피처들에 포함된 공간 속성(즉, 공간 원시요소를 도메인으로 가지는 속성)을 제거한다. 3단계에서는 1단계에서 선택된 피처들을 제거된 공간 속성이 참조하였던 공간 원시요소를 상속 받게 한다. 마지막으로, 4단계에서는 공간속성을 참조하는 모든 피처 함수에서 공간 원시요소의 속성에 대한 접근을 자신의 속성에 대한 접근으로 수정하여 모델 변환을 완료한다.

관계형 모델로의 변환은 공간데이터 모델의 변환에 앞서 일반 피처 모델의 변환이 필요하다. 일반 피처 모델의 변환을 위한 매핑 과정은 〈표 4〉과 같다. 관계형 모델에서 일반 피처 모델로의 변환 후에 테이블 형태의 스키마에서 공간 원시요소들은 관계형 모델의 테이블형태로 변환이 필요하다. 이를 위해 공간 원시요소의 각 좌표를 테이블의 컬럼으로 저장하여 표현하는 방법과 OGC의 WKBR(Well-Known Binary Representation)을 이용하여 기하를 테이블의 컬럼으로 표현할 수 있다.

3.3 물리적 구현 스키마 설계

물리적 구현 스키마 설계는 이전 단계에서 설계되어 생성된 논리적 구현 스키마로부터 효율적이고 구현 가능한 물리적 구현 스키마를 설계하는 것이다. GIS DB의 물리적 구조는 지리정보의 물리적 저장 및 검색을 위한 기본 구조를 설계하는 것으로 시스템의 성능에 중대한 영향을 미친다. 논리적 구현 스키마와 동일하게 물리적 구현 스키마는 대상 DB에 따라 지원되는 방식이 다르다. 따라서 물리적 구현 스키마 설계 방법



〈그림 4〉 공간데이터 모델

〈표 4〉 일반 피쳐 모델 변환

일반 피쳐 모델	관계형 모델
피쳐(feature)	테이블(table)
피쳐 속성(attribute)	컬럼(column)
피쳐 함수(function)	프로시저(GIS S/W에 의존적)
피쳐 관련성(relationship)	기본키(primary key)/외래키(foreign key)
일반화(generalization)	하위 유형(subtype)
집단화(aggregation)	기본키(primary key)/외래키(foreign key)

에서는 효율적인 물리적 구현 스키마 작성을 위하여 물리 DB구조에 중요한 영향을 미치는 저장 데이터의 양식 설계, 접근경로 설계, 저장공간 할당과 같은 항목을 다루어야 한다.

먼저 저장 데이터의 양식 설계는 데이터 타입, 데이터 값의 분포, 사용될 응용, 접근 빈도를 고려하여 결정되어야 한다. 이것은 저장 레코드의 대한 데이터 표현 및 압축에 대한 양식도 포함한다. 기본적인 데이터의 내용, 데이터의 길이 등은 논리적 구현 스키마 단계에서 정의되지만, 실제로 물리적 단계에서의 성능 평가로 인하여 변경되어야 하는 경우도 있다. 또한 하나의 피쳐에 속한 피쳐 속성들의 접근 빈도수에 따라 그룹을 달리하여 물리적으로 상이하게 저장하는 것도 저장 데이터 양식 설계에 포함된다.

접근경로 설계는 물리적 저장 장치에 저장된 데이터의 검색과 저장을 가능하게 하는 절차로서 저장 구조와 탐색 기법이 그 기본 요소가 된다. 저장 구조는 주

로 인덱스를 통한 접근 방법과 저장 레코드를 정의하는 것이고, 탐색 기법은 주어진 응용을 위해 취해야 될 적절한 접근경로를 정의하는 것이다. 접근경로 설계는 기본 접근경로와 보조 접근경로 설계로 나눌 수 있다. 기본 접근경로는 기본 인덱스를 이용하는 것이기 때문에 초기 데이터의 적재, 데이터의 물리적 위치, 키를 통한 검색과 밀접한 관계가 있다. 따라서 GIS DB의 주요 성능은 기본 접근경로를 이용해서 효율적으로 처리될 수 있도록 설계한다. 보조 접근경로는 보조 인덱스를 통한 저장 데이터의 접근을 가능하게 한다. 보조 인덱스는 접근 시간을 줄일 수 있으나 인덱스를 위한 저장공간과 인덱스 관리의 오버헤드를 수반한다. 클러스터링은 대량의 데이터 처리 및 복잡한 공간 조인시 효율적 성능을 위해 고려되어야 한다.

저장공간 할당은 지리정보 DB의 물리적 구현 스키마 설계시 저장공간에 데이터의 저장 방법을 정의함으로써, 물리적 순차성을 이용 가능하여 DB의 효율적 검색을 위

한 블록의 크기 선정 및 피처가 물리적으로 저장되는 파일을 할당하는 것을 의미한다. 블록(block) 크기의 선정은 피처의 크기와 물리적 저장 장치의 특성에 많이 의존한다. 일반적으로 데이터의 순차 처리가 많을 경우 큰 블록을 사용하는 것이 유리하고, 임의 접근 처리가 주가 되면 작은 블록의 사용이 유리하다. 또한 파일의 할당은 지리정보 DB의 효율적 성능을 위하여 하나의 피처가 하나의 파일 또는 2개 이상의 파일에 분리 저장될 수 있는 방법을 제공한다.

4. 지리정보 DB 설계 예제

4.1 개념적 지리정보 DB설계 예제

본 논문에서는 개념적 지리정보 DB설계에 대한 예시를 위하여 상수도 시설물 관리를 GIS 예제로 사용한다. 먼저 1단계의 요구사항 조사 및 분석 단계의 경우에 상수도 시설물 관리 시스템을 위한 요구 명세서 아닌 상수 시설물 지리정보 DB설계를 위한 요구 명세만을 필요하므로, 피처를 추출할 수 있는 업무 요구사항 조사, 업무별 기능 요구사항 조사와 데이터 요구사항 조사서를 정의한다. <표 5>는 상수 시설물에 대한 데이터 요구 조사서이다.

2단계의 모델링 작업에서는 먼저 데이터 요구 조사서에서 피처들을 추출하여야 하며, 추출된 피처는 <표 6>과 같이 정의된다. 추출된 피처로부터 피처 속성을 정의하는 과정은 피처 정의서와 요구 조건 분석의 산출물을 이용한다. <표 7>은 피처의 속성을 이름, 속성 정의, 그리고 속성의 속성을 분류한 예이다. 피처 관련성은 피처 관련성 이름과 관련성 정의, 역할 이름, 카디널리티, 관련 피처 타입을 정의한다. 피처 함수의 경우 행위자 이름, 행위자 정의, 관련 피처 속성, 관련성 타입 등을 정의한다. 제약조건의 경우 해당 피처와 속성별 제약조건을 기술한다.

모델링 단계가 완료되면 모델링 작업을 기반으로 UML을 이용하여 응용 스키마 기술이 필요하다. <그림 5>의 경우 모델링 작업에서 추출한 피처들과 피처들간의 관련성을 UML을 이용하여 도식화한 클래스 다이어그램을 보여준다. 피처의 속성 및 함수를 추가하여 피처 정의서가 완성된다.

UML로 기술된 피처 정의서에서는 피처의 속성들 중에서 공간 속성, 시간 속성, 품질 속성에 대한 타입 정의가 되어 있지 않다. 따라서 이러한 미 정의된 속성 타입은 표준 스키마를 참조하여 통합될 필요가 있다. 이 단계가 스키마 통합 단계이다. 스키마 통합은 표준 스키마의 피처 타입을 참조하는 것으로, 응용 스

키마에서 기술된 미정의된 속성의 타입을 해당 표준 스키마에서 참조하는 것이다. 예를 들어, 선(line)과 같은 기하를 참조하는 지리 피처의 경우에는 선은 공간 스키마의 GM_Curve를 참조한다. 이와 같은 방법으로 통합한 후에는 통합된 응용 스키마를 생성시킨다. 마지막 단계인 응용 스키마의 문서화는 지리정보 DB스키마가 다른 응용에서 참조될 경우 데이터의 교환 및 유통을 위해 기반을 마련하는 것으로 카탈로그에 해당되는 단계이다. 이는 국내 표준인 지형(Feature)의 구성내용 및 정의 방식 표준에 따라 기술된다.

4.2 오라클을 위한 구현 스키마 설계

개념적 지리정보 DB 설계에서 생성된 응용 스키마를 오라클에 적용하기 위해서는 논리적, 물리적 구현 지리정보 DB설계 과정이 필요하다. 즉, 이 과정은 지리정보 DB간의 상호운용을 위한 개념적 단계의 스키마를 오라클에 적용할 수 있는 스키마로 변환하는 과정을 의미한다.

4.2.1 논리적 구현 스키마 설계 예제

논리적 구현 스키마 설계 절차는 3장의 논리적 구현 스키마 설계에서 제시된 객체-관계형 DB설계 방법을 따른다. 설계 방법은 크게 데이터 모델 변환과 스키마 매핑으로 구성된다. 데이터 모델 변환은 객체-중심의 공간데이터 모델을 사용하는 응용 스키마를 관계형 모델로 변환하는 것으로 일반 피처 모델 변환이 필요한 반면에, 오라클에서 기하 저장을 위한 오라클 스페셜에서는 객체-관계형 모델을 제공하므로 공간 원시 요소의 변환은 불필요하다. 스키마 매핑의 경우에는 일반 피처 모델의 매핑, 공간 원시요소 매핑, 인터페이스 매핑 과정으로 구성된다. 일반 피처 모델의 매핑은 테이블로 변환된 응용 스키마 모델을 오라클에서 지원하는 DDL로 정의하는 과정이고, 공간 원시요소의 매핑은 기하 객체를 오라클 스페셜에 정의된 기하 타입으로 매핑하는 과정이다. 인터페이스 매핑은 해당 프로시저를 정의하는 것으로 이루어진다. 데이터 모델 변환과 스키마 매핑 작업 과정에서 결과로 작성되는 산출물은 <표 8>의 스키마 매핑 정의서이다.

배기변 피처는 배기변 테이블로 변환되고, 배기변 피처의 속성은 오라클에서 지원하는 해당 타입으로 매핑된다. 배기변의 기하와 같이 공간 원시요소는 오라클 스페셜에서 지원하는 SDO_GEOM으로 매핑된다. 또한 관련성은 기본키와 외래키에 의해 매핑되고, 제약조건은 동일한 방법으로 오라클에서 정의된다.

〈표 5〉 데이터 요구 조사서

데이터 요구조사서		업무명	상수시설물 관리	버전	1.0
대분류	소분류	정의		주의사항	비고
상수시설물		상수를 공급하기 위한 시설물			
	정수시설물	취수지부터 송수시설까지의 시설물			
	송수시설물	정수시설로부터 배수구역 시점까지 정수를 보내는 시설			
	배수시설물	정수 처리된 청정수를 분배하기 위한 시설물			
	급수시설물	배수관으로부터 각 가정의급수전까지 물을 보내기 위한 시설물			
건물		상수시설물의 건물			
	정수장	정수량을 조절하는 곳			
	배수지	정수된 청정수를 저장하였다가 배수량을 조절하는 곳			
	수원지	음용수 기준에 합당한 호수, 댐 등의 상수 원수를 취수하는 곳			
	취수장	상수원에서 원수를 끌어들이는 곳			
관류		상수를 수송 또는 처리하기 위하여 설치되는 관			
	배수관	배수지를 기점으로 하여 배수를 목적으로 부설한 관			
	급수관	배수관으로부터 분기하여 각 가정에 급수하는 관			
	인입관	탱크, 우물 및 못에 물을 끌어넣는 관			
변류		관로에 설치하며 물의 흐름을 제어하기 위한 밸브			
	배수관제수변	배수관에 설치하며 배수지로부터 각 급수관까지의 흐름을 제어하기 위한 밸브			
	급수관제수변	급수관에 설치하며 급수관으로부터 수도전까지의 흐름을 제어하는 밸브			
	역지변	관로에 설치하여 물의 역류를 막는 밸브			
	배기변	관로의 높은 곳에 설치하여 공기를 자동적으로 배출시키는 밸브			
	관말	관로의 말단에 설치하여 물의 흐름을 막는 밸브			
전류		관로에 설치하여 물을 공급하기 위한 시설물			
	소화전	소방 용수의 공급을 목적으로 도로의 지상 혹은 지하에 설치하는 시설물		100m 인 경우 150m의 배수관에 설치하여야 함 반드시 계수변이 설치되어 있어야 함	
계측계		관로에 흐르는 물의 수량 및 압력을 측정하기 위한 시설물			
	유량계	배수관의 분기점에 설치하여 배수량의 변화를 파악하기 위한 장치			

4.2.2 물리적 구현 스키마 설계 예제

물리적 구현 스키마 설계는 저장 데이터의 양식 설계, 접근경로 설계, 저장공간 할당으로 구성된다. 저장 데이터의 양식 설계는 1단계에서 각 속성에 대해 오라클에서 제공하는 데이터 타입 및 크기를 먼저 결정하고, 2-4단계인 데이터 값의 분포 및 응용의 종류, 접근 빈도를 고려하여 최종적으로 데이터 양식을 결정한다.

접근경로 설계를 위한 인덱스 선정 절차는 먼저 자

주 수행되는 질의 형태와 접근되는 속성, 속성의 분포도, 반복 패턴 등의 분석이 필요하다. 이 분석은 저장 데이터 양식 설계 과정에서 수집한 자료와 요구 조건 분석에서 수집한 자료를 토대로 작성한다. 이 분석 결과를 토대로 적절한 인덱스를 생성하고 기존 인덱스와의 조합이 결정된다. 〈그림 6〉에서 배기변 테이블에 대한 접근경로를 명시한 접근경로 정의서로서, 질의 유형별 검색 빈도 분석과 주요 속성들의 분포를 통해 가장 많이 사용되는 관리번호에 대해 우선적인 인덱스의 선정 순서를 부여한다. 다음으로 기하데이터에 대

〈표 6〉 피쳐 정의서

피쳐정의서	업무명	상수시설물 관리	버전	1.0
피쳐 이름	피쳐 정의			비고
상수시설물	상수를 공급하기 위한 시설물			
배수시설물	청정수를 분배하기 위한 시설물			
건물	상수 시설물의 건물			
배수지	청정수를 분배하기 전 저장하는 건물			
상수관	청정수를 수송하기 위한 관			
배수관	청정수를 급수관으로 분배하기 위한 관			
변류	물의 흐름을 제어하는 밸브			
배수관제수변	배수관에 설치된 청정수의 흐름을 제어하기 위한 밸브			
역지변	물의 역류를 막는 밸브			
배기변	공기를 배출시키는 밸브			
관말	물의 흐름을 막는 관의 말단 밸브			
전류	물을 공급하기 위한 장치			
소화전	소방 용수를 공급하기 위한 장치			
계측계	물의 수량 및 압력 측정기			
수량계	배수량 측정 장치			

〈표 7〉 속성 정의서

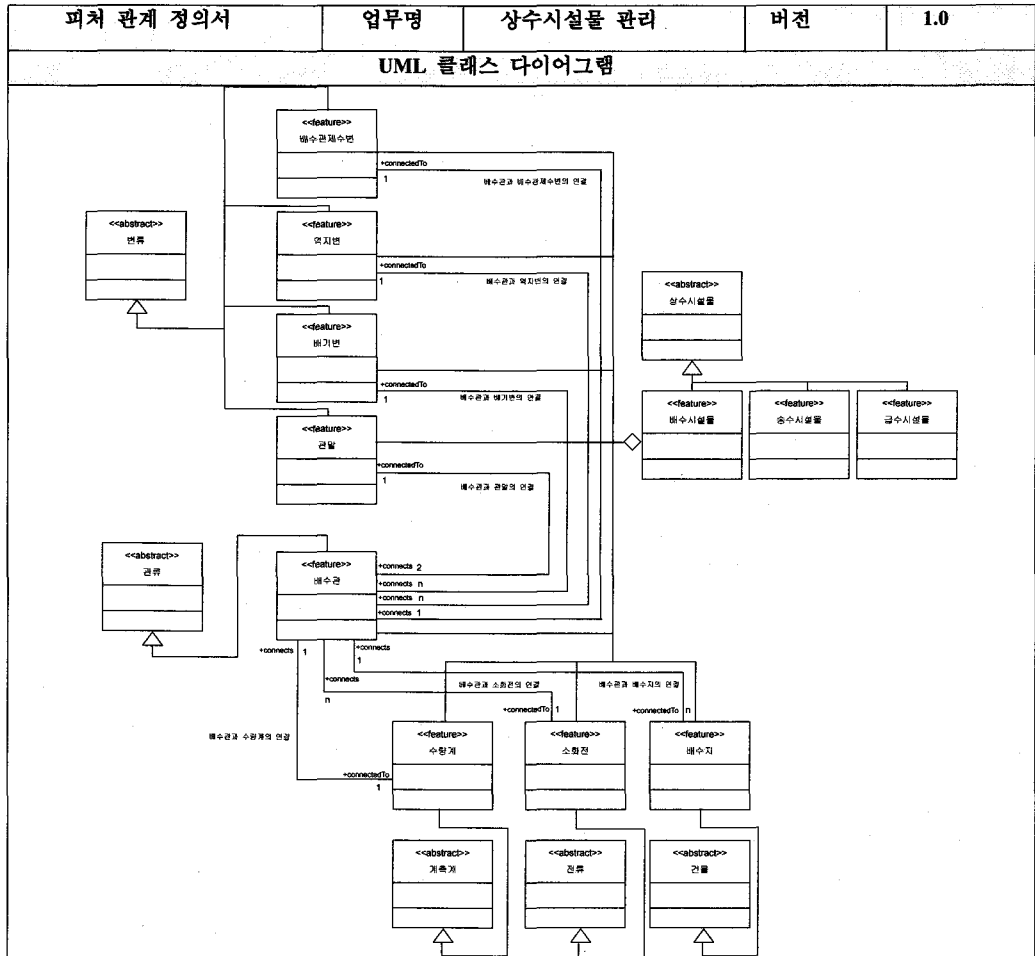
속성 정의서	업무명	상수시설물 관리	버전	1.0
피쳐타입	피쳐속성이름	피쳐속성정의	피쳐속성의속성	
시설물 상수시설물	관리기관	시설물의 관리기관	주체 속성(string)	
	구역번호	시설물이 위치한 구역의 번호	주체 속성(int)	
건물	관리번호	건물의 관리번호	주체 속성(int)	
	주소	건물의 주소	주체 속성(string)	
	관리기관	건물의 관리기관	주체 속성(string)	
	준공일자	건물의 준공일자	시간 속성(time)	
	기하	배수지의 기하	공간 속성(spatial)	
	시공자	건물의 시공자	주체 속성(string)	
	감독자	시공시 감독자 명	주체 속성(string)	

한 보조 인덱스를 지정한다.

저장공간 할당을 위해서는 저장공간의 추정, 저장 오버헤드, 피쳐 저장공간 산정, 색인 및 전체 데이터 베이스 페이지 산정이 필요하다. 이 결과를 토대로 테이블 공간 정의서와 볼륨 공간 정의서를 작성한다. 예를 들어, 배기변 피쳐를 저장하기 위해 피쳐의 크기와 예상 개수와 추가적인 메타데이터(저장구조의 오버헤드)의 합으로 산출된다. 다음의 조건으로 예측된 경우 저장공간의 크기는 다음과 같다. 그리고 이것을 기반으로 생성되는 테이블 공간 정의서 및 볼륨 공간 정의서는 〈그림 7〉과 같다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 GIS DB를 구축할 때 서로 상이한 GIS S/W를 사용하더라도 구축된 지리정보시스템의 공간데이터 모델, 논리적 구조, 의미 구조 등을 통일할 수 있도록 하기 위한 지리정보 DB의 설계 지침을 제시하였다. 제시한 방법에서는 지리정보 DB의 설계를 단계별로 구분하여 개념적 스키마(응용 스키마)설계와 논리적, 물리적 구현 스키마 설계로서 구분하였다. 응용 스키마 설계 단계에서는 모든 지리정보 DB 설계시 표준화된 모델링 방법에 따라 설계하여 UML



(그림 5) 응용 스키마의 기술(피쳐 관계 정의)

을 이용하여 스키마를 기술한다. 그리고 논리적 구현 스키마 설계 단계에서는 생성된 응용 스키마를 바탕으로 각 지리정보 DB별로 모델 변환과 매핑 과정을 통하여 스키마를 설계하고, 물리적 구현 스키마는 DB 스키마의 정의뿐만 아니라 이를 DB에 적용시킬 경우 성능을 고려한 세부 스키마를 정의할 수 있는 방법을 제시하였다.

본 논문에서 제시한 지리정보 DB 설계 지침의 응용 스키마, 개념적 및 물리적 구현 스키마를 적용하여 GIS DB를 구축하는 경우에는 각 DB들 간의 상호운용성이 보다 원활해지고, 각 스키마의 문서화를 통해 통일화된 스키마 정의 및 카탈로그를 지원 가능하게 되었다. 마지막으로 기존에 많이 사용되는 상용 S/W

를 대상으로 논리적/물리적 설계 지침에 따른 각 S/W의 적용 예제 모델을 제시하여, 각 S/W별로 설계 지침을 활용하기 위한 토대를 마련하였다. 향후 연구로는 본 논문에서 제시된 설계 지침에 따라 구축된 지리정보 DB들 간의 지리정보의 공유와 활용을 위한 프레임 워크를 구현하여 상호운용성을 검증하는 것이 필요하다.

〈표 8〉 스키마 매핑 정의서

논리적 구현 스키마 설계		업무명		상수 시설물 관리		
데이터블 이름		배기변		버전		1.0
속성명	설명	타입	초기값	제약조건	키구분	관련데이터
관리번호	배기변의관리번호	NUMBER		Not Null	pk	배수시설물
형식	배기변의 형식	NUMBER				
기하	배기변의 기하	SDO_GEOM		Not Null		
재질	배기변의 재질	NUMBER				
구경	배기변의 구경	NUMBER				
회전방향	열리는 방향	NUMBER				
총회전수	완전히 열렸을 경우의 총회전수	NUMBER				
현재회전수	현재의 회전수	NUMBER				
구동방법	배기변의작동방법	NUMBER				
구조물형태	배기변의 형태	NUMBER				
설치일자	설치 일자	DATE				
제작회사	제작 회사명	VARCHAR2		Not Null		
관리기관	관리 기관명	VARCHAR2		Not Null		
공사번호	공사 번호	NUMBER		Not Null		
불량여부	불량 여부	NUMBER				

참고문헌

[1] International Standards Organizations, ISO/DIS 19109 Geographic information - Rules for application schema, 24 June 2002.

[2] International Standards Organizations, ISO/DIS 19107 Geographic information -Spatial scheme, 21 Nov 2001.

[3] International Standards Organizations, ISO/DIS 19101 Geographic information -Reference model, 12 Mar 2001.

[4] International Standards Organizations, ISO/DIS 19108 Geographic information -Temporal Schema, 13 Feb 2002.

[5] International Standards Organizations, ISO/DIS 19110 Geographic information -Methodology for feature cataloguing, 19 Dec 2001.

[6] International Standards Organizations, ISO/DIS 19115 Geographic information -Metadata, 20 Feb 2002.

[7] OpenGIS Consortium, Inc, The OpenGIS Abstract Specification Model, Topic 1: Feature Geometry(ISO 19107 Spatial Schema) Version 5, 10 May 2001.

[8] OpenGIS Consortium, Inc, The OpenGIS Abstract Specification Model, Topic 5: Feature Version 4, 24 March 1999.

[9] OpenGIS Consortium, Inc, The OpenGIS Simple Features Specification for OLE/COM Revision 1.1, 18 May 1999.

[10] 한국정보통신기술협회, 지리정보 DB 설계 지침, 28 Feb 2002.

[11] Worboys, "GIS: A Computing Perspective", Taylor&Francis, 1995

[12] Abraham Silberschatz, Henry F.Korth, S.Sudarshan, "Database System Concept", McCraw-Hill, 1996.

[13] 이석호, "데이터베이스론", 정익사, 2001.

[14] 이화식, "Database Solution, Encore", 2001.



임덕성

1998년 동아대학교 컴퓨터공학과
졸업(학사)
2000년 부산대학교 컴퓨터공학과
졸업(석사)
2002년 부산대학교 컴퓨터공학과
박사과정수료

2003.8~현재 영진전문대학 컴퓨터정보기술계열 전임
강사

관심분야 : 지리정보시스템(GIS), 이동객체 데이터베
이스, 모바일 프로그래밍



홍봉희

1982년 서울대학교 전자계산기
공학과 졸업(학사)
1984년 서울대학교 전자계산기
공학과 졸업(석사)
1988년 서울대학교 전자계산기
공학과 졸업(박사)

1987년~현재 부산대학교 공과대학 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 이동객체 데이터베이스, 모바일 데이터베
이스, 공간 데이터베이스



문상호

1991년 부산대학교 컴퓨터공학과
졸업(학사)
1991년 ~1993년 한국기계연구원
전산시스템실 연구원
1994년 2월 부산대학교 컴퓨터
공학과 졸업(석사)

1998년 2월 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업(박사)
1998년~2002년 위덕대학교 컴퓨터공학과 조교수
2002년~현재 부산외국어대학교 조교수

관심분야 : 지리정보시스템(GIS), 공간리뷰, 객체지향
데이터베이스, GIS 표준화



시종익

1993년 경북대학교 전자공학과
졸업(학사)
1995년 경북대학교 전자공학과
졸업(석사)
1995년~1997년 LG 종합기술원 근무
1997년 ~ 현재 한국전산원 정보화
표준부 SOC(GIS, ITS)팀
팀장(선임연구원)

관심분야 : 위치기반의 모바일 GIS 서비스, 공간 데
이터베이스, 모바일 GIS DB