

지질 데이터 모델의 객체지향 분석 및 설계를 위한 UML의 적용

이 기 원*

한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어기술연구소 GIS연구팀, 305-600 대전 유성우체국 사서함 106

Application of UML(Unified Modeling Language) Towards Object-oriented Analysis and Design of Geo-based Data Model

Ki-Won Lee*

ETRI/CSTL-GIS, P.O. Box 106, Yusung Daejon, 306-600, Korea

Ph: +82 42 860 5533

Abstract: Normally, a digital geologic map can be defined as mappable one whose spatial information with geographic information details and geologic database attribute, recorded in a digital format that is readable by computer. It shows fundamentally two different conceptual perspectives: cartography for digital mapping and analysis for geo-data processing. While, as both aspects basically relate to natural entities and their interpretation of complex features fused with multi-sources, digital geo-data mapping or geologic mapping, it should be distinguished from digital mapping in engineering such as UIS(Urban Infomation System) and AM/FM(Automated Mapping/Facilities Management). Furthermore, according to short-cycled development of GIS(Geographic Information System) software architecture based on IT(Information Technology) and wide expansion of GIS applications' fields, the importance of domain analysis and application model is emphasized at digital geologic informatizaion. In this paper, first, terms and concepts of geo-data model with general data modeling aspects are addressed, and then case histories for geo-data modeling and several approaches for data modeling in GIS application fields are discussed. Lastly, tentative conceptual geo-data modeling by using UML(Unified Modeling Language) of OO(Object-oriented) concepts with respect to USGS/AASG geo-data mode is attempted. Through this approach, the main benefits for standardization and implementation lineage with conceptual model in consideration to reusability are expected. Conclusively, it is expected that geo-information system and its architecture by UML is the new coming key approach for the GIS application in geo-sciences.

Key words: Geo-data Model, GIS, OOAD(Object-oriented Analysis and Design), UML(Unified modeling Language)

요 약: 요약: 수치지질도는 디지털 포맷으로 지리적인 정보와 연계된 공간 도형정보와 지질학적인 데이터베이스 속성정보를 갖는 지도로 정의가 가능하며, 지질정보의 수치 도면화와 지공간 정보처리가 가능한 두 가지 측면으로 활용될 수 있다. 그러나 지질 정보가 근본적으로 자연현상에 대한 실체와 다양한 원인에 기인한 복합 대상체에 대한 해석을 목적으로 하기 때문에 수치지질도 작업은 기존에 GIS의 주요 응용 분야인 도시정보시스템이나 지도 자동 도면화 등과 같이 인공지물을 다루는 방법을 바로 적용하는 경우 많은 문제점이 있다. 또한 GIS 소프트웨어의 근간을 이루는 정보기술분야의 급속한 발전과 GIS 활용분야의 확대에 따라 각 활용분야의 고유한 특성과 그에 따른 모델은 수치지질정보화에 대한 중요성 요소로 작용하게 된다. 본 연구에서는 이와 관련하여 우선 지질 데이터 모델에 대한 주요한 개념을 설명하고 지질데이터 모델에 대한 그간의 선행연구와 접근 방법을 소개하고자 한다. 또한 최근에 부각되고 있는 객체지향 모델링 방법의 핵심인 UML 접근 방법과 이를 이용한 시험적인 모델을 소개하고자 한다. 이러한 접근 방법을 통하여 재사용성을 고려한 개념적인 모델과 이에 상응하는 실용적인 시스템 개발 및 표준화 연구측면에서 기존 방식에 비교하여 많은 장점을 보일 수 있다. 결론적으로 UML 접근방법을 통한 시스템 아키텍처와 이를 기반으로 한 지질정보시스템은 지구과학분야에서 GIS 활용을 위한 새로운 핵심적인 접근 방식을 제공하게 될 것으로 예상된다.

주요어: 객체지향분석설계, 지리정보시스템, 지질데이터 모델, UML

* E-mail: kilee@etri.re.kr

서론

일반적으로 수치지질도 또는 수치지질정보는 지질정보시스템 또는 이와 관련된 정보시스템을 구축하기 위해서 필수적으로 이용되는 기본자료로 인식되고 있다. 그러나 사용자의 활용 목적에 맞는 시스템을 구축하기 위해서는 사전에 수치화된 정보가 있다하더라도 기존에 제작된 정보를 바로 사용하기보다는 목표로 하는 시스템에 적합한 데이터 모델이나 모델링 기준을 설정한 뒤 이에 따라 가공, 변환하는 추가적인 데이터 모델링 작업을 수행할 필요성이 있다.

이러한 배경을 기초로 하여 지질정보를 수치정보로 제작한다는 것은 컴퓨터에서 인식이 가능한 코드로 설정된 수치모델을 제작하는 것을 뜻하며, 이때 지질정보의 수치모델은 일반적인 데이터 모델링의 단계를 따르는 것으로 설명할 수 있다. 따라서 지질데이터 모델은 실제로 상당히 포괄적인 의미를 내포하고 있으며 다양한 접근방식을 가지고 있다. 또한 지질정보시스템의 데이터베이스가 구축된 뒤에는 관련된 활용분야에 따라 또 다시 수많은 파생시스템들이 생성될 수 있다. 예를 들면 단순히 야외지질정보를 컴퓨터에서 효율적으로 저장관리하기 데이터베이스 시스템, 지화학 정보를 데이터베이스에, 또는 파일단위로 저장하고 이를 통합적으로 분석 및 표현하기 위한 시스템, 다양한 지구물리 자료를 입력, 저장하고 실제로 이를 처리하여 3차원 입체형상으로 표현하기 위한 시스템, 위성영상정보를 지질정보와 연계하여 통합적으로 분석할 수 있는 시스템 등 실제로 포괄적인 개념에서의 지질정보시스템(또는 지구정보시스템)은 다양한 형태로 발전할 수 있다.

본 연구의 착안점도 이러한 배경에서 출발한다. 즉, GIS를 활용하는 각각의 응용분야에서 전문가들 상호간에 공유하고 교환할 수 있는 기본적인 데이터 모델이 정립되어 있거나 데이터 모델에 필요한 효과적인 방법론이 제공된다면 지질정보를 이용하는 파생시스템 또는 소수 전문 사용자들을 위한 독자적인 시스템일 경우에도 효과적인 시스템 구축이 가능하다. 따라서 궁극적으로는 이러한 배경에서 구축된 실제 데이터베이스 정보와 운영 시스템은 관련 정보시스템과의 상호호환(단순한 GIS 출력 파일포맷이나 교환 파일포맷을 의미하는 것은 아님)과 상호운영도 가능하게 한다.

한편 최근 1990년대 말부터 나타나기 시작한 GIS 기

술 자체의 몇 가지 특징은 현재 지구과학분야를 포함하여 GIS를 활용하는 다양한 응용분야에 많은 영향을 미치고 있다. 이러한 특징들 중에서 대표적인 것은 컴포넌트 기반 구조로의 변화, 객체지향 모델로의 분석 설계, 표준 인터페이스를 통한 이 기종 공간 자원과 시스템간의 상호 운영 환경제공, 정보 콘텐츠로서의 지리정보의 인터넷을 통한 유통 및 활용, GIS 데이터와 상호 운영 환경의 표준화 동향, 위성 공간자료와의 직접연계 등으로 정리할 수 있다.

이러한 기반 기술의 발전 추세에 따라 GIS를 기반으로 한 주요한 응용 분야 중 하나로서의 지질정보시스템도 다른 분야들과 마찬가지로 이러한 변화 동향을 수용하여 기존에 구축된 시스템의 보완을 필요로 하고 있고, 새로 구축하고자 하는 시스템의 설계 및 개발 전략 수립에도 많은 시사점을 주고 있다.

최근 주요한 상업적 GIS 소프트웨어들도 대용량 정보처리기능을 강조한 일체형(Monolithic) 구조의 사용자 개발 툴(Tool)에서 필요한 기능을 사용자가 추출할 수 있는 컴포넌트방식 엔진구조로 변화하고 있으며, 이러한 자체 엔진(Engine)내에 객체지향 개념을 기본으로 하는 CASE(Computer-aided Software Engineering) 도구를 제공하고 있다. 이에 따라 GIS 응용분야들도 컴포넌트 GIS에 적합한 각자의 응용 데이터 모델링을 위한 많은 노력을 하고 있다. 사실 GIS의 데이터 모델은 1980년대 이후 초기 GIS의 체계화 단계에서 부터 강조되어 왔고(Frank and Goodchild, 1990; Burrough, 1992; Frank, 1992), 응용 분야에서도 중요한 연구 주제로 부각되어 왔다. 그러나 개발된 데이터 모델을 공개하는 경우는 극히 드물었고, 또한 특정한 GIS 소프트웨어를 근간으로 모델링이 이루어져서 같은 소프트웨어를 사용하지 않는 경우에는 실제 효용성도 많지 않았다. 또한 GIS 소프트웨어 개발회사에서 GIS 응용분야를 위한 기본 데이터 모델을 제시하는 경우도 있었다(ESRI, 1995). 1999년 현재 세계 GIS 시장의 35% 이상 점유하고 있으며 국내 시장은 70%~80% 정도 차지하고 있는 것으로 산정되는 미국 ESRI사의 경우 기존의 클라이언트 서버구조의 UNIX환경을 지원하는 Arc/Info 소프트웨어를 컴포넌트 구조로 변경된 ArcInfo 8판의 발표이후 산림 데이터 모델(ESRI-FSIG, 2000), 상하수도 데이터 모델(ESRI-Arc FM Water, 2000) 등의 주요 응용분야의 데이터 모델 연구를 직접 수행하거나 전문가 그

를 지원하고 있는 추세이다. 또한 ESRI사의 데스크탑 GIS인 ArcView에서 Moder Builder라는 모델링 지원 도구를 별도로 상품화하여 자사의 GIS 도구와 응용 모델링을 최적화시키고자 하는 움직임 등은 이러한 데이터모델의 중요성을 강조하는 구체적인 사례로 볼 수 있다. 그러나 현재 지질 데이터 모델에 대한 별도의 연구그룹은 구성하고 있지 않다. 한편 GIS에 국한되지 않는 환경정보처리와 관련된 객체지향 데이터 모델은 몇몇 선행 연구에서도 시도된 바가 있다(Crosbie, 1993; Gartner and Bergmann, 1999).

본 연구에서는 GIS 기반의 지질응용시스템 개발 또는 구축과 관련하여 최근 많은 관심을 끌고 있는 수치지질도 제작, 지질 데이터 모델, 지질정보시스템, 수치지질도 표준 등 제반 사항들 중에서 특히 지질 데이터 모델링에 필요한 기본개념을 정보기술 입장에서 설명하고자 하였으며, 최근 국가적인 차원에서 지질정보의 수치화가 여러 형태로 진행됨에 따라 이를 효과적으로 활용할 수 있는 시스템 개발 및 구축을 지향하여 정보기술분야에서 최근 부각되는 있는 객체지향 분석설계 방법론과 데이터 모델의 중요성을 언급하고자 1990년 중반이후 국제적으로 개발되어 발표된 주요한 지질 데이터 모델을 개관하였다. 특히 데이터 모델링에는 표준화된 표현기법이 반드시 필요한 데, 본 연구에는 이러한 표현방법으로 UML(Unified Modeling Language)기법을 도입하였고, 실제 사례로서 기존의 USGS/AASG 지질모델을 토대로 한 일종의 시험적인 모델을 제시하고자 하였다.

데이터 모델링 개요

데이터 모델은 지도의 주제, 지도를 구성하는 객체, 측정 정보, 처리 기작(process mechanism) 등으로 구성된 정보의 총괄적인 집합을 개념적으로 정리하는 과정 또는 정의한 결과물을 의미한다.

한편 데이터 모델링의 이해에 필요한 개념들은 다음과 같다. 실체(entity)란 그 경계 및 범위의 파악이 가능하고 인간이 인식 가능한 개별적인 특성을 가지고 있는 지구상에 존재하는 모든 대상물들을 가르키며, 특성(Feature)은 이러한 실체들을 수치화 또는 코드화가 가능한 속성(attribute)과 행위(behavior)로 구분하여 표현한 것을 의미한다. 즉, 하나의 특성은 각각 나름대로의

속성과 행위를 가지고 있다는 것을 뜻한다. 객체지향 개념에서는 이러한 특성화된 개개의 대상물들은 상속(inheritance), 은닉(encapsulation), 추상화(abstraction), 다형화(polymorphism) 등의 특징을 갖는 클래스(class)라는 단위로 모듈화가 가능하며 데이터베이스 측면에서는 물리적인 데이터 저장구조인 데이터베이스 스키마(schema)의 의미를 갖는다. 여기서 객체(object)란 클래스의 인스턴스(instance)가 된다. 흔히 데이터베이스 이론에서는 관계형 데이터베이스 설계시에 실체-관계(E-R, entity-relation)를 모형화하여 데이터모델을 설정하기도 한다. 하나의 응용시스템을 구축하기 위한 모델링 단계는 개념적 모델, 논리적 모델, 물리적 모델 등의 세 가지 단계로 설명할 수 있다. 개념적 모델이란 응용분야에서 실제 시스템에 영향을 주는 실체와 객체들을 개념적으로 표현한 것으로, 이 단계에서 모든 대상객체들에 대한 정의를 완성하게 된다. 명확한 시스템의 정의가 가능할 경우와 단순한 정보만을 처리하게 되고 전문가들이 공통적인 의견들이 존재하는 경우 등에는 개념적 모델링이 비교적 어렵지 않게 수행될 수 있다. 그러나 시스템이 복잡적이고 복잡한 객체들을 다루어야 하는 경우에는 객체의 특성에 대한 표준화된 정의가 부재한 경우 등에는 많은 시간과 노력이 요구되기도 한다.

실제로 이 개념적 모델링 작업은 사전에 약속된 표현방식을 통하여 수치화가 가능한 정도까지의 객체에 대한 정의와 객체들간의 관계를 코드화가 가능하도록 정의하는 과정으로 설명할 수 있다. 여기서 사전에 약속된 표현방식은 실제 이 시스템을 사용하게 될 사용자와 시스템 개발을 담당하는 개발자간의 상호 의견을 이해할 수 있는 표기방식을 의미한다. 이러한 표기방법은 다수 사용자를 위한 정보시스템의 경우는 물론이고 특정 사용자 계층만을 위한 정보 시스템의 경우에도 추후 확장성으로 고려하여 표준화된 표기방법을 따르는 것이 바람직하며 이러한 표기방식에 대한 연구들도 많이 수행되고 있다. 한편 이 개념적 모델은 실제 객체의 속성을 중심으로 모델을 정의하며 행위에 대한 정의를 반드시 요구하는 것은 아니다. 또한 객체의 정의도 구체적인 하나 하나의 실체를 모델링 대상으로 하지 않는 추상적인 정의도 허용한다. 본 연구에서는 개념적 모델에 주안점을 두고 있다.

다음 단계에 해당하는 논리적 모델링 단계는 시스템

이 수행하는 기능 및 처리과정을 표현한 것으로 개념적 모델에서 추상적으로 정의된 객체들을 구체화하는 내용을 포함한다. 단, 논리적 모델은 특정한 데이터베이스에 종속되지 않는다는 특성을 가지고 있다. 마지막으로 물리적 모델링 단계는 개념적 모델, 논리적 모델 등에서 얻어진 결과를 구체적인 데이터베이스 시스템, 시스템 구성 소프트웨어 또는 모듈 등과 같은 특정한 환경에서 운영할 수 있도록 구현하는 단계로 설명할 수 있다. 따라서 물리적 모델은 실제 시스템 개발이나 데이터베이스 구축에 필요한 기본 설계도로 이용하게 된다.

시스템 개발이란 개념적 모델링 단계에서부터 실제 구체적인 데이터베이스 및 개발환경을 고려한 물리적 모델까지의 단계적 모델링 과정을 거쳐 최종적으로 작성된 설계를 기초로 운영 가능한 정보시스템을 구현한다는 것을 의미한다. 앞에서 설명한 단계적 모델링은 순차적 과정이기는 하나 목적에 따라 융통성 있게 적용할 수도 있다. 예를 들어, 국가표준 개발지침을 개발하는 경우나 어떤 응용분야 전반의 상호운영을 위한 데이터 모델을 개발하는 경우에는 개념적 모델을 지향하게 되는 데 이러한 경우에는 실제와 관계의 정의를 위한 표준화 과정이 요구되기도 한다. 구체적인 사용자 계층을 대상으로 하는 시스템을 개발하고자 하는 경우에는 이러한 개념적 모델을 근간으로 하여 개발자가 직접 구현해야 하는 물리적 모델을 개발하게 된다.

한편 단계적 모델 분류와 함께 지질 데이터 모델 자체에 대한 분류도 가능한 데 지질 데이터 모델은 지구 모델, 지질 공간모델, 지질 시스템 모델 등으로 기본적인 구분이 가능하다. 지구 모델은 실제 지질자료 자체에 대한 모델을 의미하며 지오이드(geoid) 모델, 지구 대기순환모델(Global Circulation Model: GCM), 전 지구자력모델(International Geomagnetic Reference Field) 등을 예로 들 수 있다. 지질 공간모델은 도식화가 가능한 모든 지질 객체를 대상으로 하여 GIS나 지공간을 다루는 정보시스템에 적용할 수 있도록 지질정보의 수집, 저장, 관리, 분류 등을 모델로 정립한 것으로 지질도에 있는 지질표시 기호나 지질계통도 표기법, 암상분류체계 등을 예로 들 수 있다. 한편 지질 시스템 모델은 구체적으로 지질정보를 다루는 시스템에 관계된 내용으로 공학적 관점에서 지질 정보시스템을 개발하는 데 적용되는 모델을 의미한다.

한편 지질 데이터 모델에는 실제 데이터가 저장, 관

리되는 데이터베이스 구조에 따라 크게 관계형 모델(Relational Model)과 객체지향 모델(Object-oriented Model), 또는 이 두 가지를 조합하는 객체-관계 모델(Object-Relational Model)의 세 가지가 적용될 수 있다. 관계형 모델은 GIS에서 보편적으로 채택하고 있는 모델로 ESRI의 Arc/Info 7에서 지향하고 있는 지관계형(Geo-relational)모델이 대표적이며 국내외를 막론하고 현재까지 대부분의 응용 시스템은 관계형 데이터베이스를 기반으로 제작, 구축되고 있다. 개념적으로 객체-관계를 모형화하고 이를 논리적인 테이블 구조로 전환한 관계형 모델로 분석하고 설계한 모델은 관계형 데이터베이스에 직접 적용되어 실제 데이터를 입력, 저장, 관리하는 물리적 모델로 직접 발전시킬 수 있다. 그러나 관계형 데이터베이스 모델은 복합적인 데이터 형식으로 구성되었거나 논리적으로 명확하게 규정하기 어려운 복잡한 데이터를 주로 처리해야 하는 응용 시스템을 개발하는 경우, 데이터(실체)의 본질적인 의미를 정확하게 표현하거나 한번 정의된 모델을 확장하는 데 어려움이 발생할 수도 있다. 따라서 이러한 경우에는 시스템 관리나 활용의 비효율성을 초래하는 경우도 있다.

객체지향 모델은 응용 분야에서 다루는 모든 대상물들을 하나 하나의 단위 대상으로 추상화하거나 또는 명확하게 세분화하여 데이터베이스화가 가능한 속성과 행위(operation)를 클래스라는 형식으로 표현하는 객체지향 기술을 근간으로 한다. 여기서 객체는 앞에서 설명한 바와 같이 클래스의 인스턴스로 설명될 수 있다. 관계형 모델에 비하여 객체지향 모델이 갖는 주요한 장점들은 실체들을 인간이 생각하는 방식으로 코드화가 가능하게 표현할 수 있다는 점과 하나의 데이터베이스 설계로서 추가적인 작업을 최소화하여 직접 사용자가 다루는 응용 시스템 개발에 적용할 수 있다는 점이다. 참고로 관계형 데이터베이스의 테이블 구조로 변환되는 실체-관계 모델은 데이터베이스 설계 작업을 수행한 뒤 실제 이를 운영하기 위한 프로그램 개발시에는 별도의 추가적인 노력이 필요한 경우가 많다.

UML 개요

UML은 Unified Modeling Language의 약자로 객체지향 분석과 설계를 위한 모델링 언어이며, 80년대 이후 소프트웨어 공학의 관점에서 독자적으로 발전되어 오

던 Booch, Rumbaugh, Jacobson 등의 객체지향 분석설계 방법론이 통합되어 객체 기술에 관한 국제 표준화 기구인 OMG(Object Management Group)에서 하나의 표준 설계 방법론으로 채택한 표준 모델링 언어이다(OMG, 1997). 여기서 UML은 개발방법론은 실제 개발 공정이나 구체적인 시스템 개발방법을 의미하는 것이 아니고 객체지향 시스템을 구축하는 경우 이에 곧바로 이용될 수 있는 표준화된 표기법으로 이해할 수 있으며 현재까지 계속 발전 확장하고 있는 바 1999년까지 1.3판의 UML이 공개되어 있다(참고: <http://www.omg.org>).

UML은 모델요소(model element), 관계(relation), 기작(mechanism), 다이어그램(Diagram), 아키텍처(architecture) 등으로 구성되어 있는 데 모델요소와 관계는 각각 클래스, 사용 예(Use Case), 상태, 인터페이스, 컴포넌트, 노드(Node), 패키지(Package), 노트(Note) 등과 객체간의 협력 관계, 일반화 관계, 의존 관계 등과 같이 시스템 설계시에 필요한 대부분의 표현 요소를 제공하고 있다. 그러나 실무적인 분석설계 작업 시에 UML이 사전에 제공되는 않는 요소가 필요한 경우에는 Stereo Type의 정의라는 방법을 통하여 필요한 요소를 추가로 정의하거나 보완하여 UML을 확장할 수 있다.

UML에서 사전에 제공하는 모델요소, 관계, 기작 등의 표기방법에 따라 개발된 모델은 역시 UML의 도형 또는 다이어그램(Diagram)과 같은 표준화된 표기방법으로 표현할 수 있다. UML에서 사용하는 다이어그램은 사용 예(Use Case) 다이어그램, 클래스 다이어그램, 행위(Behavior) 다이어그램, 구현(Implementation) 다이어그램 등으로 크게 구분할 수 있으며 행위 다이어그램은 행위를 규정하기 위한 상태(State) 다이어그램과 활동(Activity) 다이어그램, 개별적인 행위의 처리과정을 설명하기 위한 시퀀스(Sequence) 다이어그램과 협력(Collaboration) 다이어그램 등으로 다시 구분되어진다. 구현 다이어그램은 실제 소프트웨어개발이나 시스템 개발 사양을 도식화하는 컴포넌트(Component) 다이어그램과 배치(Deployment) 다이어그램으로 구성되어 있다. 즉, UML을 이용하여 하나의 소프트웨어를 설계하거나 본 연구에서와 같이 데이터 모델을 개발하거나, 혹은 구체적인 응용시스템을 설계하는 경우에 분석설계의 결과는 앞서 설명한 모델요소, 관계, 기작등의 표

기방법을 통하여 필요한 다이어그램을 생성하는 것으로 의미하며 모든 응용시스템이 반드시 위에 열거한 다양한 모든 다이어그램을 작성할 필요는 없다. 한편 소프트웨어 공학적인 측면에서 아키텍처(Architecture)는 어떤 구체적인 시스템을 기술적인 관점에서 구현사양과 응용모델(Business Model)을 포괄하여 추상적으로 표현한 것으로 의미하는 데, UML에서는 4+1 관점이라고 하여 논리관점, 컴포넌트 관점, 일시성 관점, 배치 관점과 사용 예 관점에서 앞서 도출한 다이어그램들을 가지고 시스템 아키텍처를 표현할 수 있으며 이는 UML의 또 다른 장점이기도 하다.

UML 방법을 적용하여 데이터 모델을 개발하는 경우에는 클래스 다이어그램이 기본적으로 사용되며 사용 예(Use Case) 다이어그램이 같이 설계되는 경우도 있다. 또한 이를 논리적 모델로 발전시키기 위해서는 앞서 설계된 클래스들로 생성된 객체들의 행동을 설명하기 위한 행위 다이어그램을 작성한다. 아울러 이러한 물리적 모델링 단계에서 행위 다이어그램을 컴포넌트 다이어그램까지 연계하여 설계 작업을 수행하게 되면 지질 정보 관리시스템등과 같은 구체적인 시스템 또는 응용 소프트웨어에 대한 전체 설계도를 완성하게 된다.

국내외 지질데이터 모델개발 사례

국내현황

국내에서는 건설교통부(1998)와 한국수자원공사에서 수문 지질도의 제작 및 전산입력 및 성과물관리를 위한 수문 지질도 제작 및 관리지침을 발표하여 수문 지질과 관련된 제반 실체들을 레이어(Layer)로 구분하고 각 각의 속성을 코드(Code)화 할 수 있는 기본 체계를 구축하고자 한 바 있다. 또한 한국자원연구소(1999)에서 정보통신부 정보화근로사업의 일환으로 수치지형도 제작지침을 따라 국토기본지질도 전산화사업을 수행하기 위하여 1:50000 축척의 종이지질도 220 도엽에 대한 지질정보 데이터베이스를 구축하면서 지질 데이터모델의 기초가 되는 지질 패턴, 기호, 부호, 색상 등에 대한 표준화와 표준화된 지질 데이터 모델링의 필요성을 지적한 바 있다.

CSIRO(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1996)

호주의 CSIRO내 정보기술분과에서는 1990년대 중반부터 객체지향형 모델에 의한 3차원 지질공간정보의 저장, 검색, 자료교환목적의 소프트웨어를 개발하면서 이 소프트웨어 내부의 3차원 지질정보처리를 위한 기하요소와 위상관계에 대한 객체지향 데이터모델을 공개한 바 있다(Lamb, *et al.* 1996). 이 모델은 GIS에서 제공하는 기본 데이터모델 범주에서 지질정보를 구축하는 것이 아니고 지질과 관계된 실체들을 기하 객체로 생성하는 방법을 새로 제안하고 이에 접근할 수 있는 인터페이스를 제공하고 있다. 그러나 이 모델의 경우 실제 지질실체와 현상에 대한 포괄적인 개념적 모델보다는 객체지향 개발언어인 C++를 이용하여 UNIX환경에서 운영할 수 있는 소프트웨어 설계에 대한 물리적 모델로 이해할 수 있다. 한편 호주에서는 CSIRO모델과 별도로 AMIRA(Australian Mineral Industries Research Association)모델이라고 하는 탐사지구물리 정보처리를 목적으로 한 국가 수치지질정보 표준개념의 데이터모델 연구를 수행한 바 있다(Ryburn and O'Donnell, 1998).

POSC(Petrotechnical Open Software Organization, 1997-현재)

POSC(1997)은 탐사관련 전산처리 정보기술개발을 목적으로 민간 출자로 설립된 비 영리기구로 1997년부터 현재까지 관계형 데이터베이스를 기반으로 한 시추공 지구물리자료의 저장, 관리, 좌표계 변환, 데이터 통합, 사용자 인터페이스, 시스템 운영환경 등 데이터 모델 관련 제반 사항에 대한 표준시양을 발표하고 있으며 석유탐사 관련 산업계에서도 이 모델을 주로 채택하고 있다. 이 모델은 관계형 데이터베이스설계의 전형적인 실체-관계 다이어그램으로 구성된 논리적 모델 범주에 속한다. 한편 또 다른 산업계 주도의 물리탐사 지질모델 표준화기구인 PPDMA(Public Petroleum Data Model Association)에서는 이 POSC모델을 기반으로 보다 구체적인 데이터 모델을 제시하고 있다.

FGDC(Federal Geographic Data Committee: 1997-2000)

FGDC는 미국 정부의 지원으로 공간정보 정책수립,

데이터베이스 구축, 공간정보 망 구축의 절차 등을 포괄하는 미국내 장기 프로그램인 NSDI(National Standard Data Infrastructure)의 추진을 담당하는 총괄 전문가 위원회이다. FGDC에서는 실제 데이터베이스구축 분야에서는 세부위원회를 구성하여 세부 응용분야에 대한 표준을 제정 공표하고 있다. 1990년대 중반부터 FGDC에서는 지질분야에 대하여, 주로 USGS의 매핑(mapping)분야 전문가와 국외의 관련 전문가들로 구성된 세부 위원회(Geologic Data Sub-Committee)를 설립한 뒤, 2000년 4월에 수치지질도 제작에 대한 표준초안(Draft for Cartographic Standard) 사양을 공식적으로 발표하였다. FGDC의 표준안은 수많은 지질 객체들로 이루어지는 지질도를 제작하는 선(line), 점(point), 색(color), 글자체, 지질 패턴(pattern) 등에 대하여 약 1000여개 이상의 구체적인 표준을 제시하고 있다. 한편 이 표준시양의 개발을 담당한 USGS에서는 미국 ESRI사의 ArcInfo GIS의 교환포맷(.e00) 형식으로 제안한 지도학적 표준을 따른 수치지질도를 일반에 제공하고 있다. 일반적으로 수치지질도 또는 특정한 목적에 따라 제작하는 수치지질 주제도에 관련된 지질모델에서 수치지도학적 표준에 적용된 기본 개념은 충분히 고려되어야 할 필요성이 있다. FGDC에서 표준안을 공개한 기술 사양들 중에서 지질실체에 대한 부분은 데이터모델 관점에서는 수치지도 제작을 위한 일종의 개념적 모델로 간주될 수 있다.

USGS/AASG(United State Geological Survey/American Associations of State Geologist, 1998-현재)

미국 USGS에서는 1990년대 중반부터 국가지질도 데이터모델(National Geologic Map Data Model: NGMDM) 프로젝트를 추진하여 1999년 수치지질도 데이터모델을 공개자료로 발표하였다. 이 프로젝트의 목적은 수치지질도 제작을 위해서 산재해 있는 지질정보를 코드화가 가능한 정보로 재구성하고 일종의 지질정보 유통체계(Clearinghouse) 개념에서 수치지질정보의 효율적인 활용을 위한 국가 지질데이터베이스(National Geologic Map Database) 구축을 위한 기반을 마련하는데 있다(Sollar, 1997; Johnson, *et al.*, 1998, 1999). 이 모델은 대부분은 수치지질도 제작을 위한 지질실체의 정의와 분류, 지질객체들간의 관계, 기호 및 출력에 대한

모델을 제시하고 있으므로 내용상으로는 수치지질도 제작을 위한 일종의 지침역할을 한다. 따라서 이 모델은 정규화 과정을 따른 일반적인 관계형 데이터베이스 설계방식에 근거한 수치지질도를 위한 개념적 모델로 이해할 수 있다. 이 모델에서는 GIS에서 도형표현을 위한 기본 타입(점, 선, 면, 체적 등)에서 지질객체를 단일 객체와 복합객체로 구분하고 도면화에 필요한 요소를 효과적으로 추출하기 위하여 이러한 객체들(실제로는 데이터베이스에 구축된 수치지질정보들)에 대한 기본 정보의 메타데이터를 정립한다. USGS/AASG모델의 구조를 전체적으로 모식화하면 Fig. 1과 같다. 여기서 단일객체(Singular Geologic Object)는 객체의 이름, 자료원(Data Source), 시대, 지질측정치 등과 같이 하나의 점(Point)성분이나 하나의 도형요소로서 나타낼 수 있는 개별적인 지질객체에 대한 정보를 몇 개의 테이블로 설명하기 위한 것으로, 이를 공간상에서 표현하는데 필요한 객체의 크기, 형상, 실공간 위치 등의 공간적 요소는 별도의 공간객체 데이터베이스 정보와 협력관계로 연관되어 있다. 복합객체(Compound Geologic Object)란 이러한 단일객체들이 조합되어 나타나는 지질실체나 현상을 설명하기 위한 것이다. 따라서 복합객체는 암석구분, 지질구조, 변성상, 퇴적층서 등에 일종의 Look-up 테이블을 필요로 한다. 한편 복합객체들은

수치지질정보의 도면화에 필요한 부연설명(Legend)요소들과 직접 연계되어 있다. 한편 Richard(1998)는 USGS/AASG모델에 기반한 물리적 모델을 제시한 바 있다.

BGS(British Geological Survey)

BGS에서는 1990년대 중반부터 수치지질정보 처리에서의 지질데이터 모델링의 중요성을 인식하여 지질정보의 CAD를 통한 입력단계에서 GIS기반의 관계형 데이터베이스에 실제 지질정보를 저장하고 지도학적 출력등에 논리적 모델(Laxton and Beckon, 1996)을 개발한 바 있으며, Allen(1997)은 이러한 논리적 모델에서의 지질실체에 대한 표준표기에 대한 제안을, Bain(1997)은 실제-관계형 관계형 데이터베이스에 기반한 수치지질도 제작시스템 구축의 사례를 설명한 바 있다. 한편 Giles *et al.*(1997)은 이 시스템의 확장과 관계된 일종의 수치지질정보 데이터사전(Data Dictionary)를 제안하면서 층서와 지질연대등에 사례를 발표한 바 있다. 즉, BGS모델은 GIS 환경내에서 수치지질도 제작시스템에 직접 적용할 수 있는 개념적 모델과 논리적 모델을 제시하고 있다. BGS에서는 이러한 표준 지질데이터모델 개발과 병행하여 지질도면화를 위한 지질기호 색인(index)를 체계화한 바 있다(Mawer, 1999).

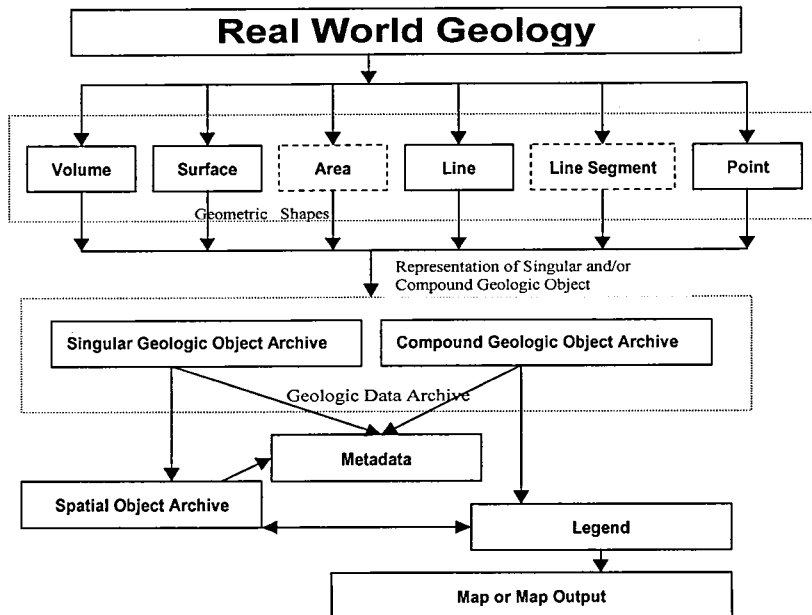


Fig. 1. Base concepts of USGS/AASG geo-data model, reproduced from Johnson et al.(1998, 1999).

UML을 통한 데이터 모델링

1990년대 말 이후 상업적 GIS 소프트웨어들이 IT(Information Technology)의 주요 기술발전 추세인 수직적 다계층(Multi-tier), 객체지향형, 컴포넌트(Component)형의 구조로 전환되기 시작하면서 최근에는 이러한 추세를 반영하여 GIS를 응용하는 전문분야 별로 UML을 기반으로 하는 모델링이 실무적으로 또는 시험적으로 시도되고 있다.

위에서 수직적 다계층 구조는 실제 데이터가 저장되는 데이터베이스, 이러한 데이터베이스의 상위에서 별도로 연계되어 표준 SQL(Structured Query Language: 데이터베이스 질의언어)을 통한 속성 질의, 공간 질의, 공간 검색, 공간 데이터베이스 정보 관리등의 기능을 수행하는 일종의 미들웨어(Middleware)개념의 GIS 엔진, 사용자가 각자의 목표 시스템을 구축하는 데 필요한 기본기능을 제공하는 GIS 소프트웨어 툴, 이렇게 개발된 목표시스템을 서버로 하여 다수의 관련 사용자(클라이언트)들이 자신의 컴퓨터 운영환경에서 접근하여 부분적인 자료 처리나 분석을 수행하는 소위 데스크탑 맵핑 등 GIS가 수직적, 수평적으로 분화가 가능한 다중 구조로 되어 있는 것을 의미한다. 한편 객체지향형 구조는 GIS 엔진이나 소프트웨어 툴이 객체지향의 상속, 은닉, 다형성 등과 같은 특성을 제공하여 GIS 중간 개발자나 사용자 수준에서 이를 직접 연계할 수 있는 구조를 뜻한다. 또한 컴포넌트 구조는 GIS 사용자계층이 기존의 Unix기반 운영환경에서 Window 운영환경으로 전환됨에 따라 Microsoft사에서 제안하는 Window기반 컴포넌트 개발 규약인 OLE/COM(Object Linking and Embedding/Component Object Model)을 수용한 GIS 소프트웨어가 보편화되고 있음을 의미한다. 이러한 GIS 분야의 기술적 변화에 따라 활용분야 별로 개발자, 사용자, 분석가, 운영자들이 공유할 수 있는 기존의 모델을 포함한 데이터모델의 재정립 및 정형화된 모델들이 요구되는 데 UML은 이러한 다양한 요구를 효과적으로 수용할 수 있는 가장 대표적인 방법으로 제시되고 있다.

이러한 이유로는 UML이 객체지향 시스템의 분석설계에 필요한 표준화된 표기법을 제공하고 있으며, UML을 지원하는 CASE(Computer-aided Software Engineering) 툴을 이용하여 여기서 제공하는 역공학(Reverse

Engineering) 방법을 통하여 기존의 시스템을 분석할 수 있으며, 이 결과를 직접 새로 설계하고자 하는 객체지향 모델과 연계시킬 수 있거나, 관계형 데이터구조를 포함하여 객체지향형 구조를 갖는 GIS 소프트웨어를 기반으로 응용시스템의 설계하는 경우 개발자, 사용자, 분석가, 운영자들에게 각각 필요한 내용을 여러 가지 다이어그램으로 제공하기 때문이다.

한편 이러한 현실적인 장점과 함께 UML의 중요성이 더욱 부각되는 이유는 1994년에 전세계 주요 GIS 소프트웨어 개발회사를 중심으로 하여 이 기종 운영환경이나 이 기종 GIS 소프트웨어에서 공간정보자원 및 처리 프로세서의 상호운용을 위한 표준 인터페이스를 개발할 목적으로 발족된 국제 표준화기구인 OGC(Open GIS Consortium, Inc.: <http://www.opengis.org>; Buehler and McKee, 1998)에서 제시하는 추상사양과 구현사양의 개념이나 구체적인 분석설계도가 OMG의 UML을 이용하고 있다는 점이다(Fig. 2). 또한 정부주도의 국제 표준화 기구인 ISO(International Standard Organization)의 기술분과 중 지리공간 정보를 다루는 분과(TC 211)에서도 UML 방법을 이용하여 실제 표준안을 제시하고 있다(Fig. 3).

국내에서는 1999년부터 2001년까지 추진중인 “개방형 GIS 컴포넌트기술” 개발사업의 세부내용으로 수행하고 있는 지자체 주요 5대 업무(도로, 도시계획, 상하수도, 지적)에 대한 업무 및 시스템 모델개발 사례 등이 있다. Fig. 4는 컴포넌트 기반 도로정보 관리시스템 아키텍처를 구성하는 UML 다이어그램의 한 예이다. 그러

Table 1. Comparative summary of major previous geo-data models

Model	Modeling Stage	Key words	Remarks
CSIRO	Physical	Primitives, 3D operation, Topology	C++ Implementation
POSC	Logical	Borehole Geophysics Standard Model for Exploration	Related to PPD Model, Other International Standards
FGDC	Conceptual	Geologic Mapping Standard	Geologic symbol and pattern
USGS/AASG	Conceptual	US National Geologic Map	NGMDM(National Geologic Map Data Model) Project, Related to FGDC Model
BGS	Conceptual/ Logical	Digital Geologic Mapping, Geo-Data Dictionary	British National Standard

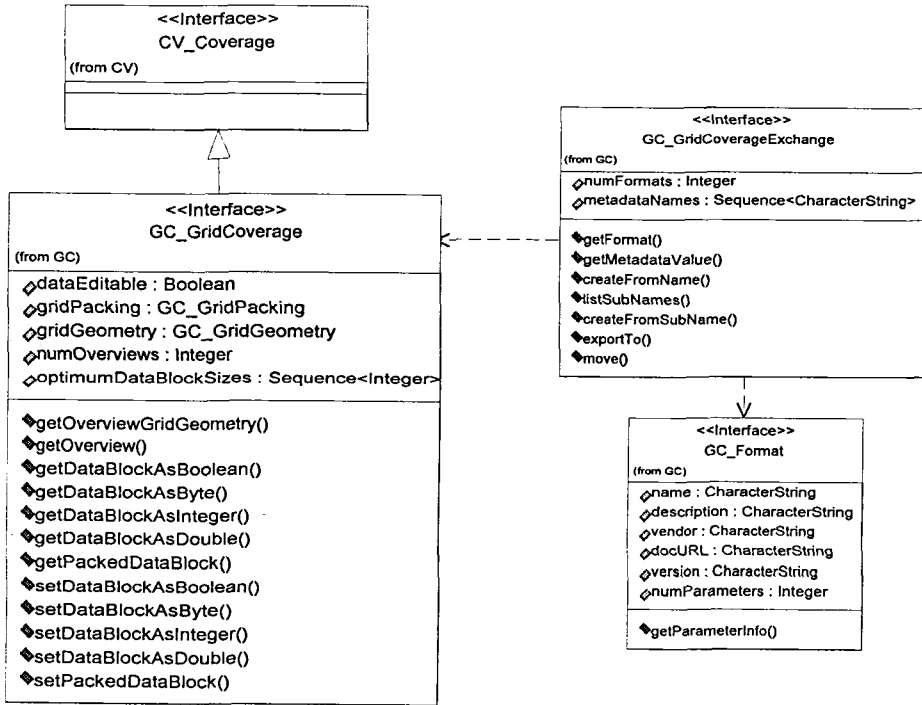


Fig. 2. A part of UML class diagrams of OGC standard interface for grid coverage(Open GIS Consortium Inc., 2000).

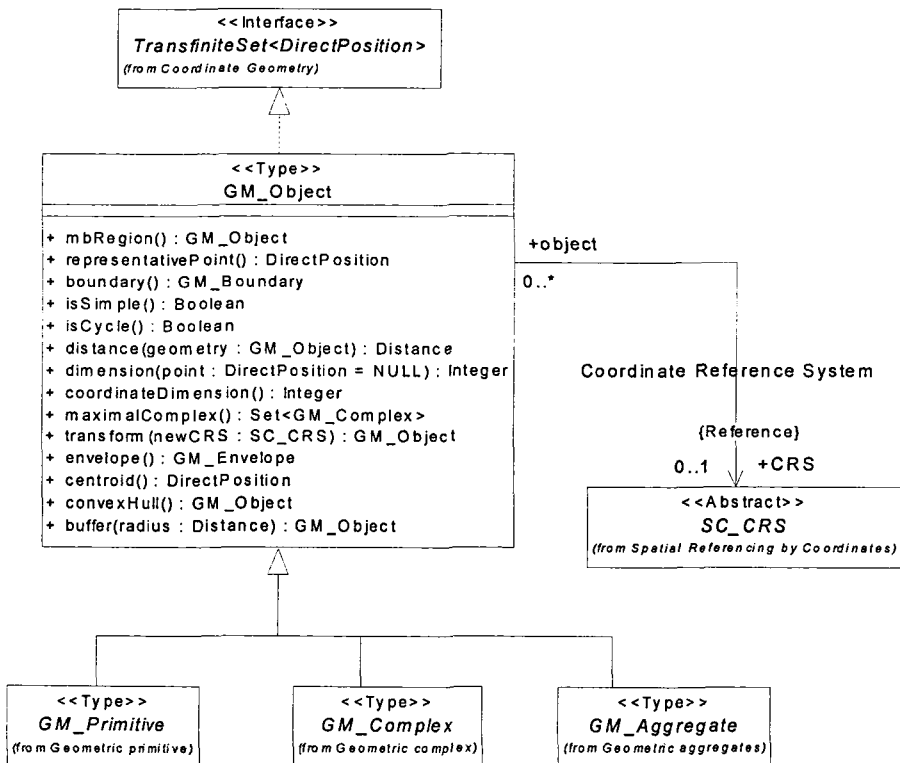


Fig. 3. A part of ISO TC 211 data model standards(1999) as UML notation,

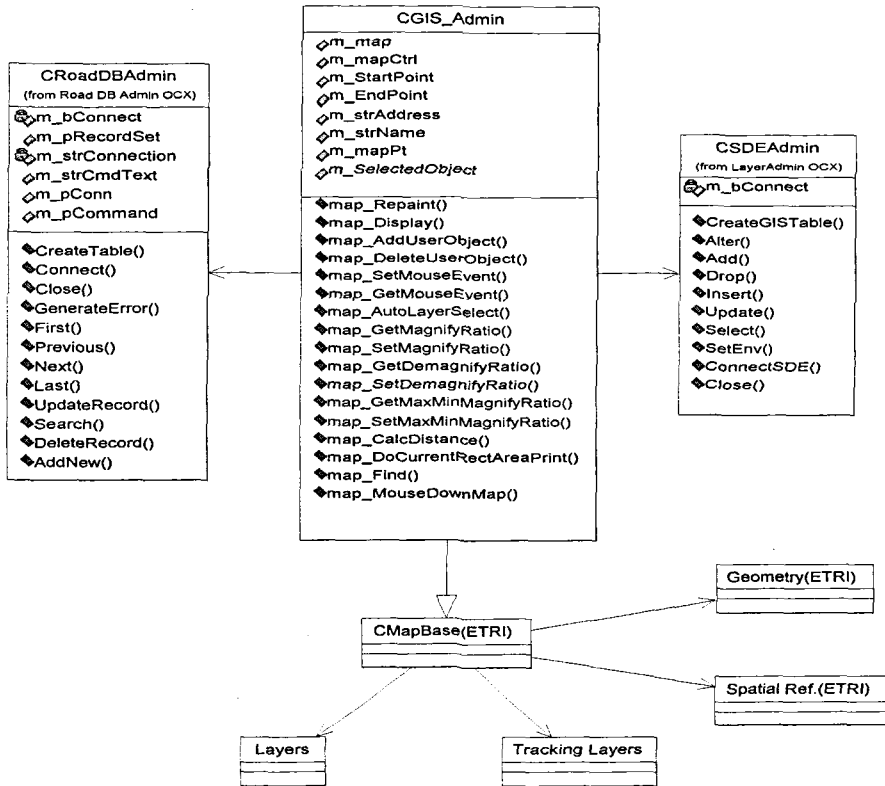


Fig. 4. An example of UML class diagram for component-based Road management system, using Rational Rose CASE tool (ETRI, 1999).

나 현재까지 일반적으로 국내에서 수행되고 있는 대부분의 자연과학 정보처리를 위한 GIS 응용시스템 개발에서 UML을 적용한 사례는 거의 없는 실정이며, 국제적으로는 앞서 설명한 내용을 Table 1에 정리한 바와 같이 몇 차례의 데이터 모델연구가 있었으나 현재는 기존의 개발된 객체지향 구조의 지질정보시스템을 UML로 변환하거나 관계형 데이터베이스 구조로 구축된 응용시스템을 역공학 기법으로 재설계하는 경우가 많다.

UML이 국제표준의 설계분석 모델링 언어로 제정됨에 따라 최근 GIS와 관련된 응용 데이터모델들이 UML을 적용하고자 하는 움직임은 지질정보와 기타 분야의 데이터베이스 정보 또는 GIS 응용시스템을 확장하는데 핵심적인 자료로 사용될 수 있다. 예를 들어, 다른 기관이나 다른 사용자 그룹이 이용하는 이질적인 지질정보시스템이 있는 데 이를 통합운영하거나 관리할 필요가 있을 때, 또는 수치지질정보를 저장하고 관리, 분석하는 통합시스템이 있는 경우 이 시스템을 순수한 지

리정보 또는 시설물정보를 처리하는 시스템과 연동할 필요성이 있을 때 어떠한 한 경우라도 UML로 시스템이 분석 설계되어 있고 UML 표준 다이어그램으로 시스템을 설명할 수 있으면 목표로 하는 연계시스템을 효과적으로 구축할 수 있다.

USGS/AASG 모델의 UML 표현

본 연구에서는 UML 방법을 통한 수치지질 정보의 객체지향 모델을 개발하고자 한다. 그러나 현재 국내에서는 지질 데이터 모델에 대한 분석 설계 지침이 제시되지 않은 상황이고 수치지질 정보에 대한 명확한 범위가 아직 설정되어 있지 않다. 따라서 일차적으로 앞에서 설명한 USGS/AASG에서 제안한 수치지질도 제작에 관한 관계형 데이터모델을 근간으로 하여 이를 UML 방법으로 변환하고 객체지향 개념으로 체계화하고자 한다. 그러나 본 연구에서는 새로운 지질 데이터 모델

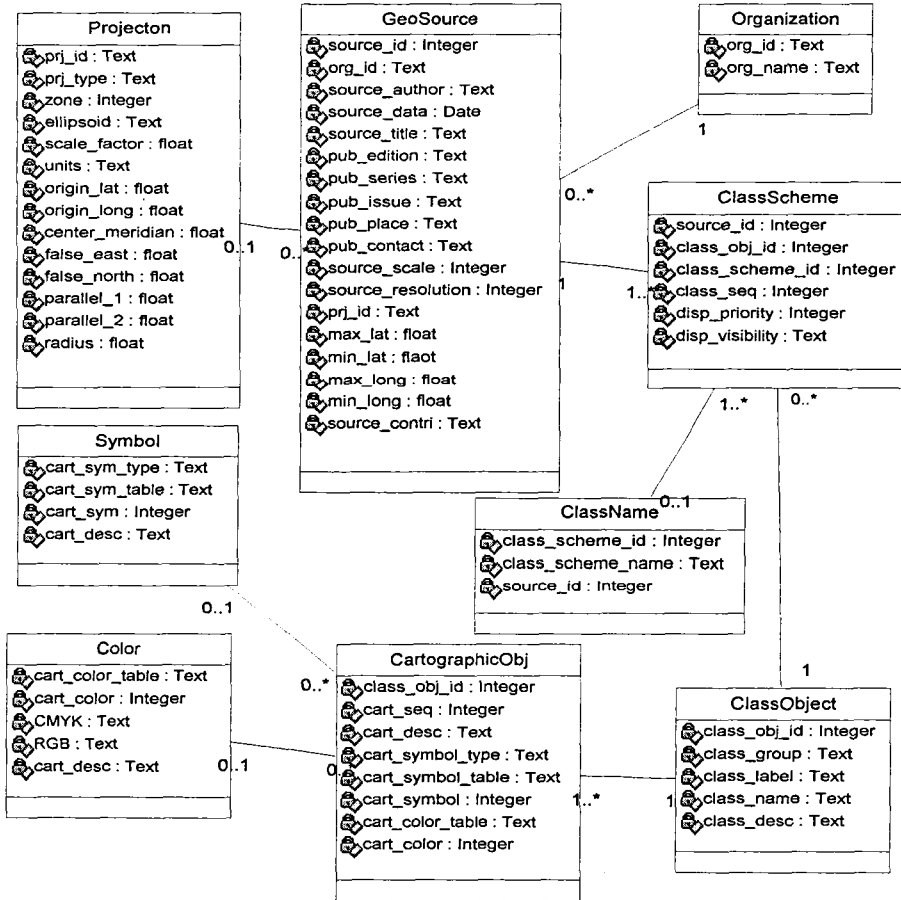


Fig. 5. UML representation of USGS/AASG geo-data model: legend and metadata portion.

을 제시하기 보다는 기존의 자료를 UML로 새로 표현하여 UML방법의 효용성을 살펴보고자 한다. 따라서 본 제안모델은 향후 국내 전문가 그룹에 의하여 설계지침이 마련되거나 수치 지질정보의 데이터베이스 구축에 대한 국내 표준안이 제안되면 이에 따라 직접적으로 변경이 가능하다. 또한 본 연구는 개념적 모델이 목적이므로 실제 클래스나 객체들의 행위(Operation)는 기재하지 않았다. 그러나 행위가 추가되면 이러한 모델들은 논리적, 물리적 모델로 바로 시스템 개발에 적용이 가능하다. 또한 각 클래스간의 일반화, 군집화(Aggregation) 등과 같은 관계설정은 구체적으로 나타내지 않았으며 이에 따라 실제 관계형 구조에는 테이블의 필드를 구성하는 객체의 속성들은 일단 private로 설정하였다.

Fig. 5는 수치지질도 작성을 위한 USGS/AASG 모델

중 범례와 메타데이터 표현에 대한 UML 설계도면으로 이 중 중요한 몇 가지의 클래스들을 설명하면 Geosource는 수치지질도 제작에 사용된 기초 종이 지질도면에 정보를, Class Scheme은 수치지질도에 표현하는 객체들을 분류하기 위한 기준에 관한 정보를 나타낸다. 특히 이 범례 클래스도에서는 실제 도화작업(Carto-graphic processing)에 필요한 기호, 패턴, 색상 등에 대한 정보를 별도의 색인 테이블(Index table)로 처리하도록 설계되었다. 한편 그간 국내에서 적용되어 오던 지질도 표기법이나, FGDC 등에서 제안하는 수치지질도 제작 표기에 대한 표준안에서 제시되고 있는 지질도 기호, 패턴, 주석 등에 내용은 실제 물리적 모델 단계를 거친 시스템 구현단계에서 테이블로 제공되는 일종의 그래픽 라이브러리 형식으로 적용이 가능하다.

Fig. 6은 USGS/AASG 모델 중 공간상에 표현되는 단

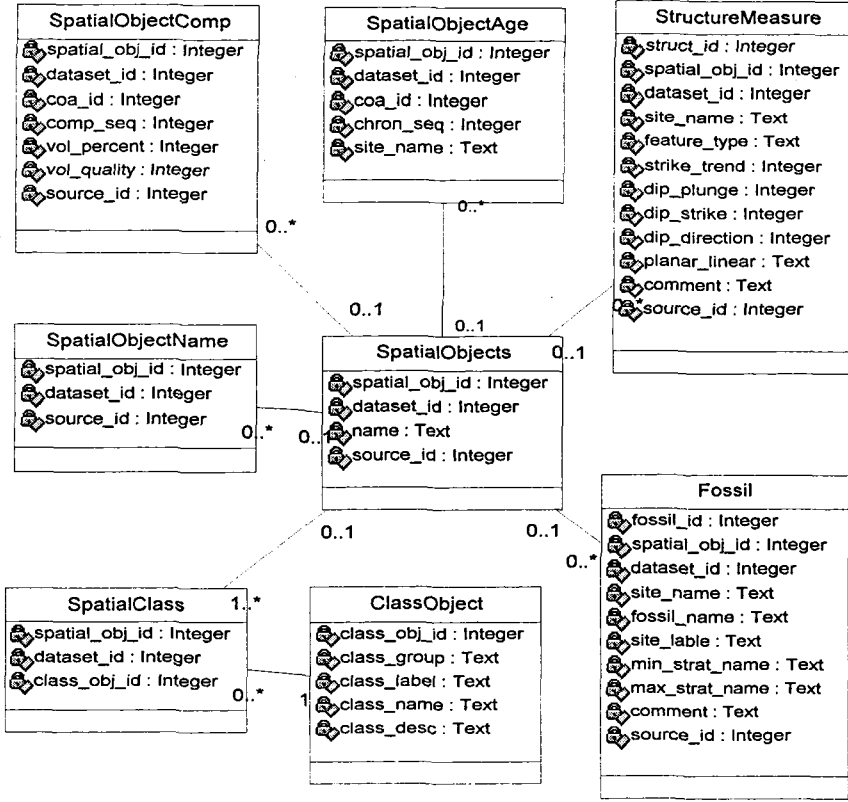


Fig. 6. UML representation of USGS/AASG geo-data model: singular object portion.

일지질객체(Singular Object)에 대한 UML표현이다. 이 표현에 주로 나타나는 SpatialObject라는 일종의 상위 클래스는 지질도면에 하나의 단위객체로 정의가 가능한 대상물을 나타내기 위한 것으로, 이에 대한 예로는 여러 개의 폐곡면으로 표현할 수 있는 특정지역의 관입암체나 현장지질조사에서 얻어진 측정치 또는 화석의 발견지점 등과 같이 하나의 점으로 표현이 가능한 객체들을 대상으로 한다. 실제 USGS/AASG모델에서는 일종이 저장소(Archive)에서 이러한 수많은 객체들이 테이블에 저장할 수 있음을 설명한 바 있다. SpatialObjectComp는 지질고도상에 표현되는 하나의 범례의 경우 이 범례를 나타내기 위하여 복합객체(Compound Object)에서 추출된 여러 가지의 단위 객체들이 적용되는 경우를 나타내기 위한 것으로 물리적 모델단계에서는 복합객체에 대한 단위객체 또는 데이터와 연관 관계 또는 집합관계로 설정되는 클래스이다. 한편 SpatialObjectAge는 하나 하나의 지질객체의 시기가 지질연대표와 관계를 갖는 구조를 나타낸다.

Fig. 7은 지질도에서 단위 암석을 표현하기 위한 모델로서 일반적으로 하나의 암석이나 암상을 표현하기 위한 기본 정보들을 포괄하고 있다. COA는 앞에서 설명한 복합객체 저장에 대한 일종의 추상 클래스를 나타내는 것으로 지질도에 표현되는 다양한 현상이나 실체들의 구체적인 정보를 제공하기 위한 것이며, 특히 이 COA 클래스는 GIS의 기본 연산분석 기능이라 할 수 있는 중첩, 포함, 인접관계 추출 등의 행위가 객체에 실제로 추가되는 역할을 담당한다. 한편 RockUnitRank는 지질주상도에서 설정된 등급을 표현하기 위한 클래스이며, GeochronAge와 StratigraphicTime은 각각 지질객체의 지질시대와의 연계와 퇴적층의 시대적인 상하를 표현하기 위한 것으로 설명할 수 있다.

UML 적용의 문제점 및 제안점

UML 기반의 데이터 모델링이나 모델결과 분석시에 반드시 염두에 두어야 할 내용은 UML이 데이터 모델

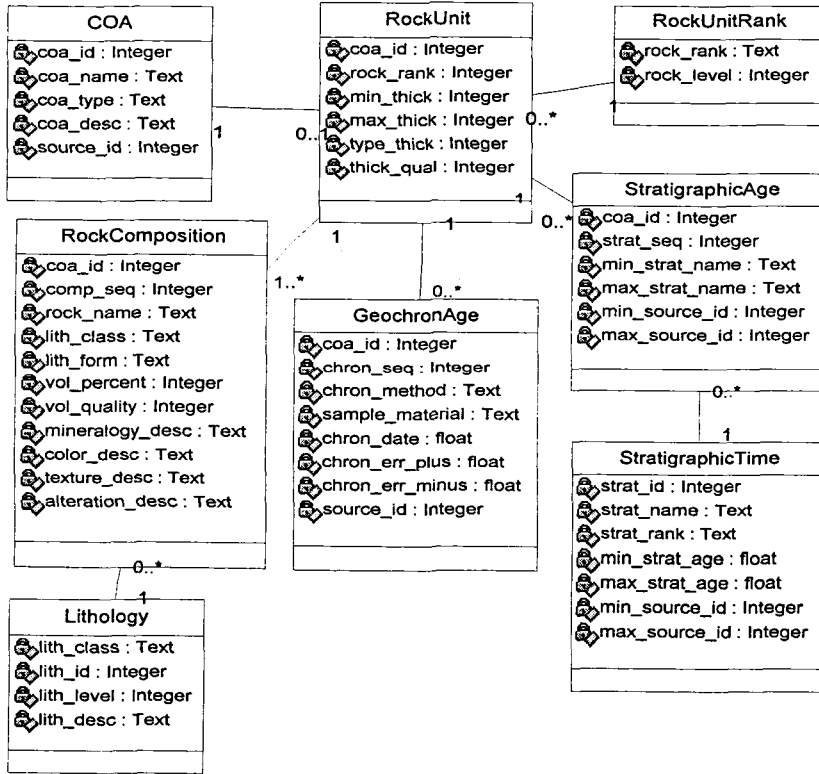


Fig. 7. UML Representation of USGS/AASG Geo-data model: rock unit portion of compound objects.

링만을 위한 객체지향 기법이 아니고 데이터 모델을 개발하기 위한 효과적인 도구로서 이용될 수 있다는 점이다. 즉, 특수한 사용자그룹에서만 이용될 데이터 모델 자체만이 목적인 경우에는 별도의 모델링 도구를 이용하거나 또는 정보를 교류하기 위한 그룹내의 사전 약속이 있다면 그 약속을 따르는 단순 표기에 의한 것 만으로도 충분하다. 전자의 경우는 앞서 설명한 POSC 모델의 경우가 해당되며 후자의 경우는 CSIRO 모델의 경우를 예로 들 수 있다.

오히려 중요한 것은 객체지향 개념을 지질정보에 적용시키기 위한 기반을 구축하는 것으로 생각된다. 사실 지질정보는 지화학, 지구물리 정보와 연계하는 경우 복합적인 데이터 타입으로 표현되는 경우가 일반적이고 또한 이들간의 상호관계도 논리적으로 명확하게 규정하기 어려운 부분이 많다. 또한 실제 지구환경 분야에서는 지속적이고도 부정기적으로 변화하는 지표의 현상을 대상으로 하기 때문에 처음 정의된 모델을 확장, 갱신하거나 수정, 보완해야 하는 경우도 많이 발생한다.

이러한 중요성에도 불구하고 현재 UML을 실제 데이터모델(또는 시스템 모델)에 적용하기 어려운 이유는 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫 번째 이유는 기존의 대부분의 응용시스템들이 관계형 데이터베이스 구조를 기반으로 구축되어 있고 실제 객체지향 모델방법으로 데이터베이스 모델을 설계하는 경우에도 이를 직접 GIS와 또는 GIS 기반의 응용시스템과 연동하여 적용할 수 있는 객체지향 데이터베이스가 아직까지는 보편화되지 못했다는 점이다. 따라서 객체지향 개념으로 관계형 데이터베이스 구조를 지원하도록 하는 객체관계형 데이터베이스 모델(Object-Relational Database Model)이 현재는 가장 현실적인 문제해결 방안이며 데이터 모델링 단계에서도 이를 고려할 필요가 있다. 두 번째 이유로는 GIS 분야(개발, 구축, 응용 분야 등)가 소위 IT분야의 주류에 편입되면서 IT기술의 빠른 발전주기에 영향을 받아 빠르게 발전하고 있다는 점이다. 즉, 이전의 GIS 사용자들은 GIS 소프트웨어가 제공하는 비교적 간단한 스크립트형 개발

언어를 이용하여 자신의 최종 목표시스템까지는 완전히 도달하지는 못하였더라도 근사한 수준까지의 GIS 응용시스템을 개발하는 경우가 많았다. 그러나 현재는 최종 목표시스템을 개발할 수 있는 정보기술 환경은 마련되었으나 GIS 사용자들이 컴포넌트 개념이나 분산환경처리 등 정보기술 전반에 대한 지식을 더욱더 많이 요구받고 있다는 점이다. 즉 UML은 GIS분야에서 출발한 것이 아니고 정보기술 분야에서 GIS에 도입되는 분야이므로 UML을 이해하기 위해서는 정보기술에 관련된 지식도 필요하다는 것이다. 세 번째 이유는 UML을 이용한 데이터 모델링 분야에 대한 선행 사례 연구가 기존의 실제-관계형 데이터 모델링 사례에 비하여 극히 부족하여 응용분야에서 사용자 그룹이 공유할 수 있는 일종의 분석설계의 정형적인 패턴(Pattern)이 아직은 충분히 발표, 공개되지 않고 있다는 점이다. 즉, 정형화된 패턴이 마련되기 전까지는 하나의 실제 또는 객체에 대해서도 여러 가지 분석이 가능하고 이에 따른 다양한 설계도 가능하다는 것인데 이러한 경우에는 분석설계의 검증에 또 다른 추가적인 노력이 필요할 것으로 생각된다.

결론

본 연구에서는 데이터 모델 표현방법으로 현재 국제 표준 모델링 언어로 인식되고 있는 UML을 적용하여 이러한 수치지질도 작성 및 도면화에 대한 데이터 모델을 설명하고자 하였다. 본 연구에서 제시되는 기본 설계형식의 프로토타입(Prototype) 모델은 지질 정보처리를 위한 정보시스템의 설계와 개발 또는 구축에 적용이 가능하며 향후 계속적인 전문가 그룹의 토의와 연구를 통하여 미국, 영국, 호주 등의 경우와 같이 국내 표준 데이터 모델 개발에 적용이 될 수 있으나 본 연구에서는 이러한 부분이 연구 주제의 범위를 벗어나므로 일단 이에 대한 구체적인 사항은 언급하지 않았다. 특히 본 연구에서 제시한 모델은 특정한 자료처리 프로그램이나 GIS 또는 데이터베이스에 의존하지 않는 일반모델로서, 특정한 기능을 수행하기 위한 구체적인 시스템에서 이용하고자 하는 경우에는 각각의 환경에 맞는 추가적인 분석설계 작업이 필요하다. 그러나 현재 국내 현실은 지질 데이터 모델이 체계화되어 있기보다는 다양한 지질정보시스템의 구축을 위한 밑그림 수준으로 머

물고 있을 뿐더러 지구과학 전문가 그룹의 의견보다는 시스템구축 및 개발자의 입장이 강조되는 측면이 있어서 향후 보다 효율적이고 체계적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 한편 1990년 후반부터 본격적으로 추진되고 있는 미국, 영국, 호주, 캐나다 등의 여러 국가의 수치지질표준에 대한 연구와 표준안 등은 많은 시사점을 주고 있으나 현재 바로 이를 국내현실에 적용하기는 어려운 상황이다.

따라서 데이터 모델링에서는 가변성과 확장성으로 고려하여야 하는 데 UML 접근 방법은 기본적으로 재사용성을 고려한 컴포넌트 객체의 처리가 가능한 모델 개발을 지향하므로 기존의 방법에 비하여 많은 장점을 보일 수 있다. 결론적으로 객체지향 기법과 UML 접근 방법 및 이를 통하여 개발된 시스템 아키텍처는 지구과학 분야에서 본격적인 GIS 활용을 위한 새로운 핵심적인 접근방식을 제공할 것으로 예상된다.

사사

본 연구는 1999년부터 추진되고 있는 정보통신부 선도기술개발과제인 “개방형 GIS컴포넌트 기술개발”의 일환으로 UML 설계분석을 위한 독립적인 시험연구로 수행되었다.

참고문헌

- 건설교통부, 1998, 수치지질도 제작 및 관리지침. 98 p.
- 정보통신부, 1997, 국가지리정보체계(NGIS)의 국가기본도 표준-지형지물 및 속성부호, 한국전산망 표준 KIS 124.
- 한국자원연구소, 1999, 1999년 정보화근로사업 국토기본지질도전산화사업 완료보고서.
- Allen, P.M., 1997, Standardization of mapping practices in the British Geological Survey, *Computers and Geosciences*, 23, 609-612.
- Burrough, P.A., 1992, Are GIS data structures too simple-minded ?, *Computers and Geosciences*, 18(4), 395-400.
- Bain K.A. and Giles, J.R.A., 1997, A standard model for storage of geological map data. *Computers and Geosciences*, 23, 613-620.
- Buehler, K. and McKee, L. (Ed), 1998, *The Open GIS Guide* (3rd). Open GIS Consortium Technical Committee.
- Crosbie, P., 1993, Object-oriented Design of GIS: A new Approach to environment modeling. In *GIS and*

- environment modeling: Progress and Research Issues, ed. Goodchild, M. F., Steyaert, L. T., and Parks, B. O., 383-443.
- ESRI-FSIG (ESRI Data Model Working Group), 2000, Forestry Data Model, Forestry Spatial Interest Group, 31 p.
- ESRI, 1995, Land Record Data Model: A Multipurpose Information System Developed in the ArcTool Environment, ESRI White Paper Series, 20 p.
- ESRI-Arc FM Water, 2000, <http://www.esri.com>.
- ETRI, 1999, UML Diagrams for Open Component-based GIS Application System, ETRI Technical Memo.
- FGDC, 2000, http://ncgmp.usgs.gov/fgdc_gds/mapsymb/mapsymbpubrev.html
- Giles, R. A. and Lowe, D. J. and Bain, K. A., 1997, Geological Dictionaries-Critical elements of every geological database, Computers & Geosciences, 23, 621-626.
- Gartner H. and Bergmann, A., 1999, Object-oriented modeling of geodata as a basic tool for the integration of heterogeneous paleoecological information. Geo-Computation 99.
- Frank, A. U. and Goodchild, M. F., 1990, Two perspectives on geographical data modeling, National Center for Geographic Information & Analysis Technical Paper 90-11.
- Frank, A. U., 1992, Spatial concepts, geometric data models, and geometric data structures: Computers and Geosciences, 18(4), 409-417.
- Johnson, B.R., Brodaric, B., and Raines, G.L., 1998, Digital Geologic Maps Data Model, ver. 4.2, USGS Open File Report.
- Johnson, B.R., Brodaric, B., Raines, G.L., Hastings J.T., and Wahl, R., 1999, Digital Geologic Maps Data Model, ver. 4.3, USGS Open File Report, 69p.
- Lamb, Peter, Horowitz, Frank, and Schmidt, H.W., 1996, A Data Model for Geoscientific Spatial Information Systems, version 1.2, Draft Nov. 27, 1996: CSIRO Division of Information Technology, 36p.
- Laxton J.L. And Beckon, K., 1996, The design and implementation of a spatial database for production of geological maps, Computers and Geosciences, 22, 723-733.
- Mawer, C.H., 1999, Cartographic Standard Geological Symbol Index, BGS Research Report RR-99-05.
- OMG(Object Management Group), 1997, UML Notation Guide, ver 1.1, 142 p.
- Open GIS Consortium Inc., 2000, Open GIS Grid Coverage Specification, Revision 0,05, OpenGIS Project Document 00-019r1, 62 p.
- POSC, 1997, POSC Specifications, ver 2,2, Petroleum Open Software Cooperation, 2 sets of CD-ROM.
- Richard, S. M., 1998, Digital Geologic Database Model ver 1.0, Arizona Geological Survey, 21 p.
- Ryburn, R. and O'Donnell, I., 1998, Towards national geosciences data standards, AGSO Newsletter 29.
- Sollar D. R. and Berg, T. M., 1997, The National Geologic Map Database - A Progress Report, Geotimes, 47(2).

2000년 11월 22일 원고 접수
 2000년 12월 1일 수정원고 접수
 2000년 12월 9일 원고 채택