

객체지향 공간 모델에 기반한 지하수 관정 안전도 평가 시스템을 위한 유형적 분석

이 재 봉* ·곽 훈 성**

요 약

이 논문은 지리정보시스템의 응용분야에 적합한 소프트웨어 시스템을 개발하는 방법을 규정하고자 한다. 그리고 객체 지향 공간 모델에 기반한 지하수 관정 안전성 평가를 위한 시스템 구현을 위하여 기능과 역할에 따라 유형적으로 분석하고자 한다. 지하수 관정 사용자 인터페이스를 설계하기 위해서 여러 응용분야에 적용할 수 있는 필수적인 컴포넌트만 분류할 수 있는 프레임워크를 제안하고자 한다. 응용영역에 적합한 유형을 규정하고 객체지향 방법론에 기반한 UML을 이용하여 분석유형을 설계함으로써 대규모 개방 시스템을 개발하고 배포할 수 있는 컴포넌트의 재사용성을 증가시키는데 기여하고자 한다.

Pattern Analysis for Safety Evaluation System of Groundwater Well Based on Object Oriented Spatial Model

Jae Bong Lee* · Hoon Sung Kwak**

ABSTRACT

This paper is to define the method that develops the software in proper to application areas of Geographic Information Systems and design patterns according to functions and roles that implement the system for safety evaluation of the groundwater well based on an object oriented spatial model. In order to design the user interface of the groundwater well, this paper proposes the framework that should classify only requisite components adaptable to various application areas. By specifying the pattern appropriate to the application domain and designing the analysis pattern using the UML based on the object oriented methodology, this paper shall contribute to enhance the reuse of components that can develop and distribute a large scale open system.

키워드 : 지하수(Ground Water), 안정성 평가(Safety Evaluation), 수질(Water Quality), 공간 관계성(Spatial Relationship), 지리객체(Geo-Object), 분석 유형(Analysis Pattern)

1. 서 론

지리정보시스템의 개발이 더욱 증가하고 있다. 복합적 형태의 지리정보는 관리와 처리가 다양하고 이용 용도에 따라 다른 모델을 사용한다. 지리정보시스템의 활용영역은 날로 증가하고 있으며, 시스템의 개발이 더욱 빠르고 다양해져 고객들의 요구를 충족시켜야 하는 시점에 이르렀다.

이를 위해 개발 모델이 일관성을 유지하는 것이 필요하다. 객체 지향적 모델에 근거하여 개발 모델의 분석 유형적 분류로 현실 세계의 추상화 개념을 구체화함으로써 모델의 이해를 증대시킬 수 있으며, 유형별로 일관성 있는

구조를 제공할 수 있다. 이는 지리정보시스템의 개발 생산성과 공용화를 증대시킬 수 있으며, 유지보수 비용을 절감시킬 수 있다. 또한 이 방법은 다양한 응용의 지리정보시스템 개발의 프레임워크를 제공한다.

본 연구는 공간정보와 공간관계에 대한 모델을 객체 지향적 방법론에 의해서 표현한다. 또한 공간 모델을 분석 유형별로 구분하도록 한다. 정보는 비공간정보와 공간정보로 세분화 하고, 공간 지리정보는 실세계의 현상으로 지리필드와 지리객체로 구분하고자 한다[4]. 지리현상은 복합적으로 일어나고 있다. 지리현상의 공간적 관계의 형성으로 합성 현상을 나타낸다. 복잡하고 다양한 형태의 현상은 공간 모델을 제시하기 위해서 현실세계를 추상화시키는데 적합한 객체지향 기법을 도입하고, 분석을 유형적으로 설계하도록 한다. 분석 유형에 따른 예로 관정 지하수 안전도 관리 인터페이스 설계를 예로 보인다. 유형

* 본 연구는 군산대학교 새만금환경연구센터(과학기술부 RRC) 사업에 의해 수행되었음.

† 정 회 원 : 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과 시간강사

** 정 회 원 : 전북대학교 전자정보공학부 교수

논문접수 : 2003년 9월 8일, 심사완료 : 2004년 4월 9일

분석에 따른 설계에 UML 도구인 ROSE2000[5]을 사용하였다.

지리정보시스템 개발의 유형적 분석 설계에 의한 프레임워크 제시로 물리적 코딩을 필요로 하는 컴포넌트 개발 기반을 제시하여 좋은 소프트웨어를 빠르게 개발할 수 있도록 효율성을 증가시켰다. 분석을 유형별로 구분함으로써 소프트웨어 개발의 이해를 증대시킬 수 있고, 다양한 지리정보시스템 개발의 일관성 있는 모델로 재사용성을 증가시킨다. 본 논문은 소프트웨어 개발에 있어서 분석단계에 관한 것으로 이를 기반으로 설계단계를 위한 기반을 제공하고자 한다.

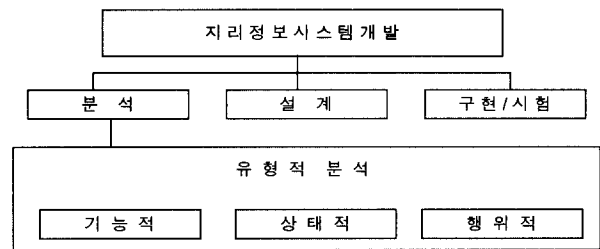
이 논문의 구성은 제2장에서 객체지향 공간 모델에 대하여 관련 연구를 설명하고, 제3장에서는 지하수 관정의 안전도를 평가하기 위한 유형을 분석하고, 제4장에서는 분석 유형에 따른 설계의 예를 보이고, 제5장 비교 및 검토하고, 마지막으로 결론과 향후 연구에 대하여 기술한다.

2. 관련 연구

Borges 등[8]은 객체지향 지리자료 모델링에서 공간자료인 공간정보와 공간관계를 결합의 제약 조건을 제시하였다. Goodchild[4]는 지리현상을 지리필드와 지리객체로 규정하고 추상화된 지리현상을 제시하였다. Tuladhar 등[2]은 UML이 지적(cadastral) 시스템을 위해 사용되는 이유와 UML을 이용한 지적 시스템을 기술하였다. 조운원 등[9]은 시스템 개발에 있어서 컴포넌트를 이용하여 소프트웨어를 생산하는 방식으로 UML을 이용하여 개발 프로세스를 설계하는 GIS 응용을 개발하였다. Hadzilacos 등[10]은 방법 중심의 소프트웨어 개발 환경에서 정보공학 방법론에 의해 자료 중심의 ER 다이어그램을 토대로 프로세스 관계를 파악하였다. 방법론 중심의 소프트웨어 개발 환경에서 도식기능과 자료사전 및 일관성을 검증하고 있다. Borges 등[8], 조운원 등[9], Tuladhar[2], Graca 등[11]과 Anders 등[12]은 객체지향 방법론을 통하여 자료와 프로세스를 통합하였다. 조운원 등[9]은 분석, 설계, 구현과 테스트에 있어서 컴포넌트 중심으로 시스템을 개발하였다.

객체 지향 방법론 기반 소프트웨어 개발 과정인 분석, 설계, 구현, 시험 그리고 유지 보수 중의 핵심 요소인 분석 단계에 대한 것이다.

객체 지향 방법론 기반 소프트웨어 개발 과정은 분석, 설계, 구현, 배치 단계로 구성된다[15]. 이중 분석 단계가 핵심적 요소 중의 한 단계인 본 논문은 지리정보 시스템 개발을 위한 객체 지향적 분석을 용이하게 하기 위하여 유형적으로 분류한다. (그림 1)은 공간 객체에 대하여 기능적, 행위적, 상태적 유형으로 구분한다.



(그림 1) 객체 지향 방법론에 기반한 지리정보 시스템 개발 위한 유형적 분석

공간 정보를 객체 지향적 분석을 용이하게 하기 위하여 유형적으로 구분하는데, 기능적, 행위적 그리고 상태적 유형으로 구분할 수 있다.

행위적 유형은 대상들간의 연관된 행위나 시나리오를 기반으로 분석된다. 상태적 유형은 객체가 이벤트에 어떻게 반응하여 상태가 변화하는지가 분석 된다. 기능적 유형이란 문제의 영역에서 대상이 되는 객체들 사이의 관계를 개념적으로 표현하는 것으로 정의한다. 기능적 유형이란 문제의 영역에서 대상이 되는 객체들 사이의 관계로 개념적으로 표현하는 것이다. 이러한 기능적 유형의 기반으로 분석된다.

위에서 기술한 관련 연구를 바탕으로 지하수 관정 지리정보를 위한 소프트웨어 개발의 자료 모델이 요구되며 공간 정보와 공간 관계를 객체지향 방법론에 의해 아래와 같이 정의하고자 한다.

2.1 객체지향 공간객체 모델

“전라북도 군산시”의 지하수 안전도 평가를 응용분야로 하여 지리정보시스템을 구축하고자 한다. 지하수가 자연 및 인공적 지상 환경의 오염원으로부터 어느 정도 영향을 받을 수 있을지에 대한 안전성의 평가로써, 이 안전도 평가 지역인 군산시 지역에서 지리객체는 바다, 지하수 관정, 경작지 및 공단 등이다.

공간 관계성 입장에서 “지하수 관정”이라는 지리객체가 “경작지”라는 지리객체에 지리적으로 포함되는 위상 관계성을 형성하고, 또한 관정 지리객체는 바다 지리객체와 떨어져 있다.

이장에서 안전도 평가 모델링을 위해 개념적 관점에서 수치지도상의 위치에 종속해서 존재하는 대상은 공간객체 (spatial object)이고[13], 공간상의 위치에 독립해서 존재하는 대상은 비공간객체(non-spatial object) 또는 비지리 객체(Non Geographic Object : NGO)이다[4]. 세부적으로 공간객체는 지리영역의 위치에 종속하면서 불연속적으로 동질(homogeneous)의 속성의 값이 상수로 존재하는 지리 객체(Geographic Object : GO)와 지리영역의 위치에 종속하면서 연속적으로 다른(비동질 또는 이질) 속성 값이 존재하는 지리필드(Geographic Field : GF)로 나누어진다

[4]. 이에 대한 구체적 개념을 아래의 절에서 규정하고자 한다.

2.1.1 비공간 자료 모델

비지리객체는 공간상의 임의 위치에서 독립적으로 존재하는 속성, 즉 공간독립속성(spatial independent attribute)을 가진다. 이에 대한 표현은 다음의 [정의 1]과 같다.

[정의 1] 비지리객체(NGO)

비지리객체는 임의의 지리영역에서 지리적 위치에 무관하게 존재하는 것이다.

$$NGO = \{oid, (A_1, \dots, A_r), (R_1, \dots, R_m), (M_1, \dots, M_t)\}$$

여기서 oid는 식별자를 나타내고, 그리고 A_1, \dots, A_r 는 지리적 위치에 무관하게 존재하는 공간독립속성들을 의미하며, 이 속성 값에 대한 자료형은 정수, 실수, 문자 및 문자열 등이다. (R_1, \dots, R_m) 은 비지리객체들 사이에 존재하는 일반화, 연관화와 집단화의 관계를 의미한다. (M_1, \dots, M_t) 은 비지리객체의 능동적 행위를 나타내는 메소드를 나타낸다. □

2.1.2 공간 자료 모델

공간객체는 기하학적 형태(Geometric Shape : GS)의 위상과 속성 함수(attribute function)의 값에 따라 분류할 수 있다. 기하학적 형태가 2차원 실수 공간 R^2 에서 하나의 연결된 영역에 있다면 단순 공간객체(simple spatial object)이고, 기하학적 형태가 여러 개 모여서 조합된 영역이라면, 합성객체(composite spatial object)이다. 또한 속성 함수가 위치벡터에 종속해서 동질의 상수 값을 가지면 공간동질종속 속성함수(spatial homogeneous dependent attribute function : hdaf)이고, 속성함수가 위치벡터에 종속해서 비동질의 값들을 가지면 공간비동질종속 속성함수(spatial nonhomogeneous dependent attribute function : ndaf)이다[6].

이 공간동질종속 속성함수의 특성을 가지는 공간객체는 지리객체이고, 이 공간비동질종속 속성함수의 특성을 가지는 공간객체는 지리필드이다.

지리필드는 객체 식별자, 비동질의 속성, 메소드와 공간 자료형, 그리고 관계성으로 구성된다. 지리필드에 대한 표현은 다음 [정의 2]와 같이 규정할 수 있다.

[정의 2] 지리필드(GF)

지리 필드는 한 지리영역에서 위치에 종속해서 변하는 이질의 속성 값을 가지는 공간객체이다.

$$GF = \langle foid, ndfa, M_f, R_f \rangle$$

여기서 foid는 필드 식별자를 나타내고, ndfa는 지리적

위치에 따라 종속해서 변하는 값을 가지는 공간비동질종속 속성함수를 의미하며, 이 속성 값은 정성적이거나 정량적인 척도에 따라 명명, 순서, 간격과 비율로 표현되며, 또한 $M_f = (M_1, \dots, M_p)$ 은 지리 필드의 능동적 행위를 나타내는 메소드이다. 이 공간종속속성을 수치지도상에 표현하는 자료형은 $R_f = \{Grid\ of\ Cells(GC),\ Adjacent\ Polygons(AP),\ Isolines(IL),\ Grid\ of\ Points(GP),\ TIN,\ Irregular\ Points(IP)\}$ 이다[13, 15]. □

위의 [정의 2]에서 규정한 R_f 에서 표현 가능한 자료형 중에서 Irregular Points(IP)의 무결성 규칙(integrity rule)은 다음과 같이 기술할 수 있다.

[무결성 규칙 1]

지리필드 GF와 지리필드상의 임의의 점 $p_{ij} = (x_i, y_j, 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq m)$ 는 $p_{ij} \subset GF$ 가 성립한다. 이 임의의 점 p_{ij} 에서 GF의 값 v_{ij} 는 유일하게 하나만 결정되는데 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$v(p_{ij}) = f(p_{ij}, GF) \quad \square$$

지리객체는 객체 식별자, 동질 속성, 메소드와 공간 자료형과 관계성으로 구성된다. 지리객체에 대한 표현은 다음 [정의 3]과 같다.

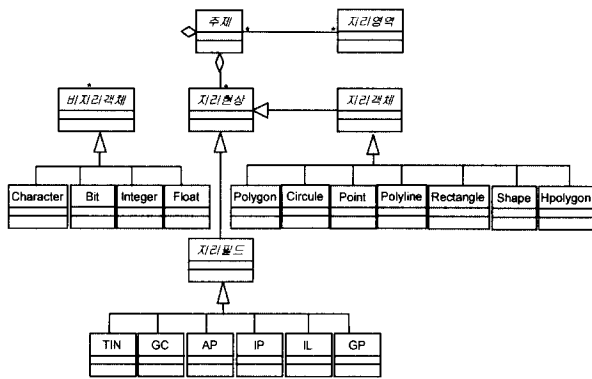
[정의 3] 지리객체(GO)

지리객체는 한 지리영역에서 속성함수가 위치에 종속해서 동질의 상수 값을 가지는 공간객체이다.

$$GO = \langle goid, hdaf, M_o, R_o, (R_1, \dots, R_m) \rangle$$

여기서 goid는 지리객체 식별자이고, hdaf는 지리적 위치에 따라 언제나 변하지 않는 값을 가지는 공간동질종속 속성함수를 의미하며, 이 속성 값은 정성적이거나 정량적인 척도에 따라 명명, 순서, 간격과 비율로 표현되며, $M_o = (M_1, \dots, M_p)$ 은 지리객체의 능동적 행위를 나타내는 메소드이다. $R_o = \{Point, Simpleline, Polyline, Polygon, Rectangle, Circle, Hpolygon, Shape\}$ 은 ZEUS 2000[3]이 지원하는 지리객체가 지도상에 표현될 수 있는 자료형이다. R_1, \dots, R_m 은 지리객체와 지리객체 사이를 연결하는 공간관계를 의미한다. □

응용하고자 하는 주제를 가지는 객체는 지리적 위치의 종속성 여부에 따라 비지리객체와 지리현상으로 구분된다. 세부적으로 지리현상은 지리적 위치의 동질성 여부에 따라 지리객체와 지리필드로 나누어진다. 지리필드의 공간 자료형은 GC, AP, IP, GP, TIN과 IL이고, 지리객체의 공간 자료형은 Point, Simpleline, Polyline, Polygon, Hpolygon, Rectangle과 Shape이다. 이 주제에 따른 비지리객체, 지리필드와 지리객체의 클래스계층구조는 다음의 (그림 2)와 같다.

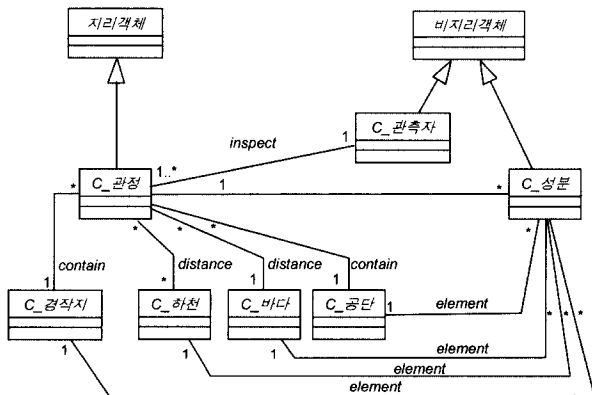


(그림 2) 공간 클래스계층구조

2.2 공간객체 관계성

지리객체와 지리객체 사이를 연결하는 공간관계를 의미한다. 공간관계를 형성하는 두 지리객체 자료형은 Point/Point, Point/Line, Point/Polygon, Line/Line, Line/Polygon 및 Polygon/Polygon이 있다[14]. Polygon과 Polygon 자료형의 두 지리객체의 위상관계를 Egenhofe[14]의 구별법에 의해서 표현하고 ZEUS가 지원하는 경우만을 이용한다.

아래의 (그림 3)는 두 지리객체의 위상관계를 Egenhofe의 구별법으로 ZEUS를 이용하여 응용 영역에서 관계성을 나타낸 것이다. C_관정 클래스는 지리객체 클래스로부터 상속된다. C_관정 클래스는 C_성분 클래스와 element로 연관되고 C_관측자 클래스는 inspect로 C_관정 클래스와 연관관계에 있다. C_관정 클래스는 C_경작지 클래스, C_공단 클래스에 contain되고, C_하천 클래스와 C_바다 클래스에 distance 공간관계에 있다. C_경작지 클래스, C_하천 클래스, C_바다 클래스 및 C_공단 클래스는 C_성분 클래스와 element로 연관관계에 있다.

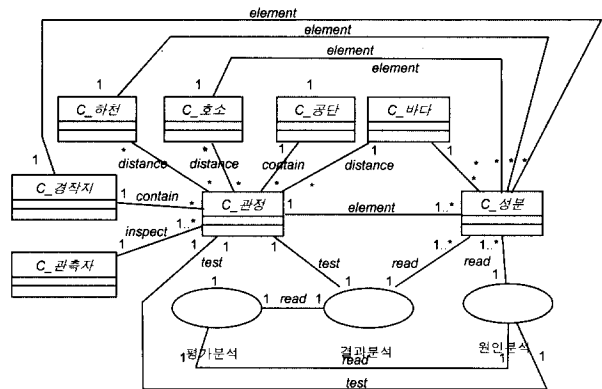


(그림 3) 공간객체 관계성

3. 지하수 관정 안전도 평가 유형 분석

실세계의 관정 지하수 관리를 위해 관정과 다른 현실 객체를 구별하고 이들 사이의 관계를 정의하며 추상화한다.

다. 공간객체 모델은 복잡한 현실 세계의 지리현상을 논리적 구조로 조직화하여 해석할 수 있게 한다. 공간객체 모델에 기반한 관정 지하수 오염에 대한 안전도 평가의 개념 모델은 다음의 (그림 4)와 같다. 관정은 경작지, 공단, 주거지내에 위치할 수 있다. 관정은 바다, 호소, 하천과 거리를 두고 떨어져 있다. 관정은 여러 형태의 지질에 위치한다. 관정 수질의 평가는 관측자에 의해 이루어진다. 관정 지하수에는 여러 가지 화학 성분이 존재한다. 바다, 호소, 경작지 및 주거지 객체들도 화학적 성분을 포함하고 있다.



(그림 4) 관정 안전도 평가 개념 모델

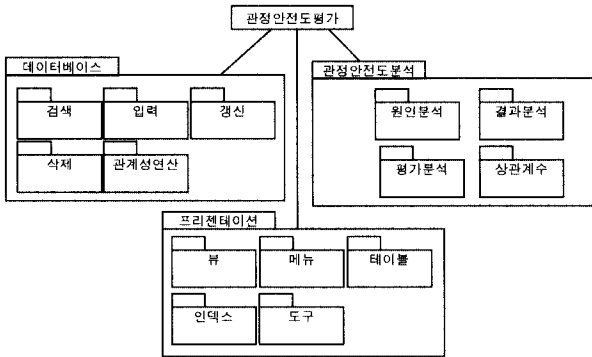
위의 (그림 4)에서 관정 지하수 오염 안전도 검사를 위하여 오염원인의 원인분석, 오염된 결과에 대한 결과분석, 원인과 결과에 따른 평가분석이 "test" 된다. 원인 분석, 결과분석은 성분을 "read"하여 이루어진다. 평가분석은 원인분석과 결과 분석을 "read"하여 결정된다.

3.1 주제도

지리정보를 처리하기 위한 주제는 관정의 안전도 평가에 관한 것이다. 이 주제는 0차원 이상의 지리 영역에 연관되어 있다. 주제는 비지리객체와 지리현상들의 집단으로 구성되어 있다. 주제에 대한 이해를 높이기 위하여 용도와 기능에 따라 의미적으로 가깝고 함께 변화하는 특성을 갖는 요소들을 그룹화한다. 이를 위하여 모델링 요소들을 그룹으로 구성하는 UML의 범용 메카니즘인 패키지를 이용한다.

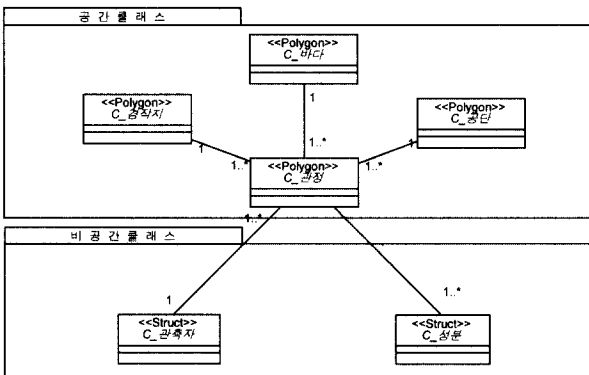
아래의 (그림 5)에서 관정 지하수 안전도 평가는 관정 지리객체의 지리정보를 저장관리하기 위하여 ZEUS 지리정보관리시스템을 사용하였다. ZEUS를 이용하여 지리객체의 검색, 입력/갱신, 삭제가 이루어진다. 지리객체 사이의 공간적 관계의 연산이 ZEUS에서 이루어진다. 관정의 안전도 평가를 위한 관정의 안전도 분석 패키지에서 연산된다. 지리적 환경의 원인을 파악하기 위한 원인분석, 관정 지하수의 성분을 통한 결과분석, 원인과 결과의 가중

값을 위한 상관계수 및 원인과 결과로부터 안전도 지수를 판단하는 평가분석으로 구성된다. 프리젠테이션은 화면 출력을 위한 패키지이다. 수치지도도를 보여주는 뷰, 수치지도의 전체를 보이는 인덱스, 안전도 평가 인터페이스의 처리 기능 목록을 보이는 메뉴와 메뉴의 내용 중 주요 기능을 아이콘화한 도구가 있다.



(그림 5) 유형에 따른 관정 안전도 평가 주제도

3.2 지리현상과 비지리객체 클래스계층구조



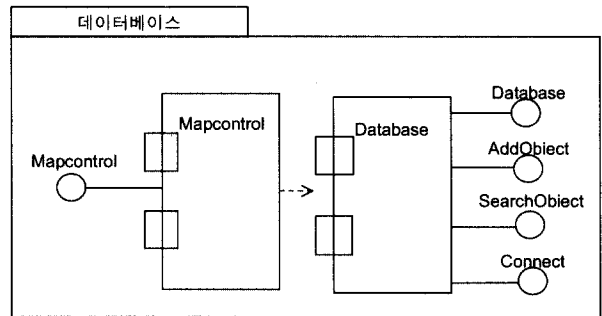
(그림 6) 공간객체와 비공간객체 스테레오타입

실세계의 크고 복잡한 지리현상을 단순화하거나 추상화한 것은 위의 (그림 6)와 같다. 제3.1절의 개념 모델과 상호 관계를 기반으로 단순화/추상화 대상인 지리객체는 관정 지리객체, 경작지 지리객체, 공단 지리객체, 바다 지리객체이다. 이들 객체의 이름, 속성과 연산에 대한 틀인 클래스와 이들 관계를 보이고 있다. C_관측자와 C_성분 클래스는 비공간객체를 추상화한 클래스이다. 비공간 클래스 C_성분 클래스는 공간 클래스 C_관정 클래스와 집단화 관계로 연결되어 있다.

3.3 공간객체 모델을 위한 컴포넌트

공간객체의 물리적으로 구현하는 시스템 부분인 공간 모델의 컴포넌트는 아래의 (그림 7)과 같다. 여기서 공간 데이터베이스에 공간객체를 저장 관리하기 위해서 공간

데이터베이스와 연결 설정을 위한 메소드는 Connect()이고, 질의 처리 및 처리 결과를 사용자에게 결과 값을 되돌려 주는 기능의 메소드는 Database()이다. MapControl()은 공간 스키마를 기반으로 데이터베이스 내에 있는 공간 자료를 제어할 수 있는 기능을 수행 하고 공간자료 뿐만 아니라 공간자료에 대한 속성을 같이 처리하며, 단순한 공간자료를 보여 주는 기능에서 공간 자료형에 대한 추가, 수정 및 삭제 작업도 동시에 수행한다. 데이터베이스로부터 읽어 들인 레이어의 정보를 사용하여 레이어에 대한 조작을 수행하는 기능으로 선택된 객체에 대한 초점을 이동시키는 메소드는 HighlightObject()이고, 질의문에 의한 객체 검색은 SearchObject()이고, 공간객체를 레이어에 추가하는 AddObject() 메소드를 갖는다. 또한 일반적으로 지원되지 않는 공간객체 자료형의 처리를 자동 지원하는 Point(), Simpleline(), Circle(), Rectangle(), Polyline() 및 Polygon() 등의 메소드가 있다. 이와 같은 인터페이스를 제공하는 컴퍼넌트는 ZEUSCOM.OCX로 Visual Basic 개발환경을 지원한다.



(그림 7) 공간객체를 지원하는 ZEUSCOM.OCX 컴포넌트 인터페이스와 기능

4. 분석 유형에 따른 시스템 설계

이 장에서는 지리정보시스템의 응용영역을 군산시 지역으로 하고 이 영역의 관정 지하수의 오염의 안전도 평가를 위한 지리정보 시스템을 설계하고자 한다. 이를 위하여 소프트웨어 개발의 분석 단계를 유형적으로 구분한다. 본 논문이 제시하고자 하는 분석 유형은 기능의 개념 분석, 주제적 분석, 상태의 클래스 계층적 분석하여 컴포넌트를 규정하고자 한다. 이에 기반한 응용으로써 관정 지하수 안전도 평가 시스템을 위한 개념 분석을 제3장(그림 4)에서 보였다. 그리고 제3.1절에서는 주제적 분석 입장에서 (그림 5)와 같이 나타내었다. 지리정보 데이터베이스의 물리적 구현부인 컴포넌트는 제3.3절의 (그림 7)에 보였다. 이러한 분석 유형에 따라 관정 안전도 평가 시스템을 위한 공간객체 모델링하고, 관정 안전도 평가 컴포넌트 규정하고자 한다.

4.1 관정 안전도 평가 시스템을 위한 공간객체 모델링

4.1.1 관정 안전도 평가를 위한 클래스계층구조

시스템 설계를 위하여 관련된 객체를 구별하고 객체 사이의 관계를 설정하여 객체지향 계층 구조를 구성한다.

(1) 비지리객체에 대한 설계 예

위의 [정의 1]에 의해서 비지리클래스에 대한 클래스 계층구조에 대한 기술은 UML을 이용하여 설계하면, 다음의 (그림 8)과 같다.

(그림 8) 비지리객체 클래스계층구조

위의 (그림 8)에서 “전라북도 군산지역 지하수 관정 안전도 평가에 대한 연구”라는 과제를 수행하는 객체지향 비지리객체를 위한 데이터베이스를 구축한다고 가정하자. 그러면 이를 위한 클래스계층구조는 각각의 클래스를 가진다. 이 클래스들은 C_사람, C_수질연구원, C_환경공무원, C_책임연구원, C_연구원, C_과장, C_직원, 그리고 C_과제이다. C_사람 클래스는 추상클래스를 나타내고, 이에 대한 속성은 이름, 부서명과 주소이다. C_수질연구원 클래스와 C_환경관련공무원 클래스는 C_사람 클래스로부터 일반화관계에 의해서 이름, 부서명과 주소 속성을 상속받는다. C_수질연구원 클래스는 C_책임연구원 클래스와 C_연구원 클래스 사이에 집단화관계를 이루며, 각각 1:N의 다중성(multiplicity)을 가진다. 또한 C_수질연구원 클래스는 C_과제 클래스 사이에 연관화관계를 가진다. C_환경공무원 클래스는 C_과장 클래스와 C_직원 클래스 사이에 집단화관계를 이루며, 1:N의 다중성을 가진다. 또한 C_환경공무원 클래스는 C_과제 클래스 사이에 연관화관계를 가진다.

(2) 지리객체의 설계 예

위의 [정의 3]에 의해서 “전라북도 군산 지역”이라는 지리영역에서 지리객체는 관정 지리객체, 지형 지리객체 및 경작지 지리객체 등이 된다. 지리객체에서 추출한 지리필드를 규정한다. 그리고 수치지도상에 독립적으로 존재하는 지리객체를 기술하고, 이 지리객체들 사이의 공간적 관계성을 모델링 하고자 한다[8].

위의 [정의 3]에 의해서 대상이 되는 영역은 지리 영역이며 대상이 되는 객체는 지리객체이다. 지리객체들 사이

의 지리 관계성에 대해 구체적으로 설명하여 보자. 예를 들어, 지리 영역 “전라북도 군산시”에서 지하 수질 오염 측정을 위해 관정 지리객체의 기하학적 형태에 대한 지리 자료형은 점이나 면으로 나타낼 수 있다. 본 논문에서는 관정 지리객체를 점(point) 자료형으로 선언한다. 그래서 관정 지리객체(point)와 다른 지리객체들(polygon) 사이의 위상 관계성과 거리 관계성을 다음의 <표 1>과 같이 기술할 수 있다.

<표 1> 관정 지리객체와 다른 지리객체 사이의 공간관계 현황

공간 관계성 입장에서 “지하수 관정”이라는 지리객체가 “경작지”라는 지리객체에 지리적으로 포함되는 위상 관계성을 형성하고, 관정 지리객체는 주거지 지리객체에 포함되어 있으며, 또한 관정 지리객체는 바다 지리객체와 떨어져 있다. 이에 대한 개념적 모델을 설계하면, 다음의 (그림 9)(a)와 같고, (그림 9)(b)는 관정 지리객체와 다른 지리객체 사이의 위상관계 연산을 위한 ZEUS의 SQLX 구문이다.

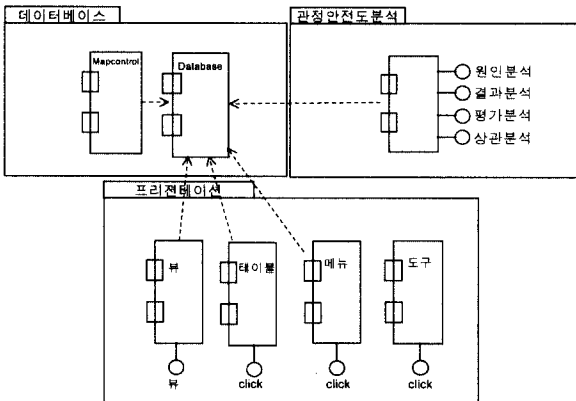
(a) 지리객체 클래스계층구조

(b) 위상관계 연산을 위한 ZEUS/SQLX

(그림 9) 공간 관계성에 의한 클래스계층구조와 질의 다이얼로그 인터페이스

4.2 관정 안전도 평가 컴포넌트

관정 안전도 평가를 위한 컴포넌트에는 프리젠테이션, 관정 안전도 분석, 지리정보데이터베이스 패키지별로 구분된다. 아래의 (그림 10)에서 프리젠테이션에는 수치지도 를 보여주는 뷰와 메뉴, 레이어, 인덱스를 위한 컴포넌트가 있다. 관정 안전도 분석 패키지에는 상관계수 분석, 원인 분석, 결과 분석, 평가 분석을 위한 기능을 갖는 컴포넌트가 있다. 지리정보 데이터베이스 패키지에는 검색, 입력, 갱신, 삭제 및 관계성연산 등의 컴포넌트가 있다.



(그림 10) 관정 안전도 평가를 위한 컴포넌트

5. 비교 및 검토

최소의 비용으로 우수한 품질의 소프트웨어를 개발 일정에 맞게 생산하기 위한 요소들로서 소프트웨어 개발 환경과 방법론 중요하다. 개발된 소프트웨어를 언어의 제약 없이 재사용 할 수 있도록 독립적으로 배포 할 수 있게 하는 컴포넌트를 본 논문의 비교 요소로서 선택하였다. 또한 컴포넌트의 개발의 명시적으로 잘 정의하기 위해서 유형적 분석 지원여부를 비교 속성으로 추가 하였다. 이에 대한 현황은 다음의 <표 2>와 같다.

<표 2> 유형 분석을 위한 특성 비교 현황

대상	속 성	1)지원개발환경	2)방법론	3)컴포넌트	4)유형분석
Tuladhar[2]		☉	⬛	×	×
Borges 등[8]		☉	☐	×	×
조윤원 등[9]		☉	☐	○	×
Hadzilacos 등[10]		☉	☐	×	×
Graca 등[11]		☉	☐	×	×
Anders 등[12]		☉	☐	×	×
본논문		☉	☐	○	○

1) 지원개발환경: ☉ 언어중심, ☉ 구분중심, ☉ 툴킷중심, ☐ 방법중심,
 2) 방법론: ☐ 구조적, ⬛ 정보공학, ☐ 객체지향,
 3) 컴포넌트: ○ 지원, × 미지원, 4) 유형분석: ○ 지원, × 미지원

Hadzilacos 등[10]은 방법 중심의 소프트웨어 개발 환경에서 정보공학 방법론에 의해 자료중심의 ER 다이어그램을 토대로 프로세스 관계를 파악하였다. 방법론 중심의 소프트웨어 개발 환경에서 도식기능과 자료사전 및 일관성을 검증하고 있다. Borges 등[8], 조윤원 등[9], Tuladhar Graca 등[11]과 Anders 등[12]는 객체지향 방법론을 통하여 자료와 프로세스를 통합하였다. 조윤원 등[9]은 분석, 설계, 구현 및 테스트에 있어서 컴포넌트 단위에 업무를 두어 좋은 소프트웨어를 빠르게 개발 할 수 있도록 하여 효율성을 증가시켰다.

본 논문은 방법 중심의 소프트웨어 개발 환경에서 객체지향 방법론에 의한 자료와 처리를 묶어서 모듈화, 정보 은닉과 재사용을 증가시켰다. 지리정보 응용 시스템의 개발을 효율적으로 하기 위해서 컴포넌트 기반으로 제시하였으며 지리정보의 의미에 따르는 기능과 역할에 따라 유형별로 구분하여 패키지 단위로 묶음으로써 컴포넌트의 개념을 강화시켜 컴포넌트 성질에 맞게 응용 영역과 조립될 수 있고 배포 될 수 있는 단위를 명확히 할 수 있도록 하였다.

6. 결 론

본 논문은 지리정보시스템 응용 영역의 소프트웨어 개발 방법에 관한 것이다. 객체지향 방법론을 기반으로 지리정보시스템에 조합할 컴포넌트를 개발 할 목적으로 분석 단계에서부터 기능과 역할에 따라 유형별로 구분하였다.

지리정보시스템의 개발에 있어서 컴포넌트 단위의 개발로 인하여 여러 응용 분야에 따라 필요한 컴포넌트만을 유형별로 개발 확장 할 수 있는 프레임워크를 제공하고자 하였다.

객체지향 방법론에 근거하여 UML로 표현한 소프트웨어 개발 기법이 있으며, 응용 도메인을 유형별로 명시함으로써 규모가 커지는 소프트웨어 컴포넌트의 개발과 배포를 명확히 할 수 있다.

향후 연구에 있어서 본 논문이 제시한 방법에 의한 다양한 지리정보 응용 소프트웨어 컴포넌트의 개발하고 결합하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] Tuladhar, A. M, "Developing a framework for cadastre and land registration systems in land administration organizations," XXII FIG International Congress : Session JS 23 Cadastral Reform-Organizations, Washington, D. C., USA, April, 2002.
 [2] Tuladhar, A. M. "Why is unified modeling language, UML,

for cadastral systems? In : Towards a cadastral core domain model," Proceedings of the 3rd workshop and 4th MC meeting of the COST G9 action, Modelling real property transactions, Delft, the Netherlands, October, 2002.

[3] Julioano Lopes de Oliveira, Marcos Andre Goncales and Claudia Bauzer Medeiros, "Designing and implementing the user interface of geographic digital libraries," TR. IC-97-25, IC-UNICAMP, 1997.

[4] Goodchild, M. F., "Geographical data modelling," *Computers & Geosciences*, Vol.18, pp.401-408, 1992.

[5] Booch, G., J. Rumbaugh, and Jacobson, *The Unified modeling language user guide*, Addison-Wesley, Reading, MA, 1999.

[6] Câmara, G., Monteiro, A., Paiva, J., Gomes, J., Velho, "Towards a unified framework for geographical data models," *Journal of the Brazilian Computing Society*, Vol.7, No.1, 2000.

[7] Worboys, M. F., "Object-oriented approaches to georeferenced information," *IJGIS*, Vol.8, pp.385-399, 1994.

[8] Borges, K. A. V., Laender, A. H. F., and Davis Jr., C.A., "Spatial data integrity constraints in object-oriented geographic data modeling," *ACM GIS*, pp.1-6, 1999.

[9] 조윤원, 조명희, 안승섭, "웹 기반 산불위험지수 표시시스템에서의 UML(Unified Modeling Language) 설계 사례", *한국지리정보학회지*, 제5권 1호, pp.58-68, 2002.

[10] T., Hadzilacos and N., Tryforna, "An Extended entity-relationship model to capture spatial semantics," *SIGMOD RECORDED*, 1997.

[11] G., Abrantes and A., Pinheiro, *Behaviour modeling in geographic application*, Third Joint European Conference & Exhibition on Geographical Information, Vienna, Austria, pp.254-258, 1997.

[12] A., F., Christensen, N., Tryforna, and C., S., Jensen, "Requirements and research issues in geographic data modeling," *ACM GIS'01*, November 9-10, 2001, Atlanta, Georgia, USA, 2001.

[13] Camara, G. "Models, languages and architectures for geographical information systems," Ph. D. theses, INPE in Brazil, 1995.

[14] Egenhofer, M., J. and Franzosa, R., D., "Point-set topological spatial relation," *IJGIS*, Vol.5, No.2, pp.161-174, 1991.

[15] James, J. Odell,, *Advanced Object-Oriented Analysis & Design Using UML*, SIGS Books & Multimedia, 1988.

이 재 봉

e-mail : jbonglee@mail.chonbuk.ac.kr

1990년 원광대학교 공과대학 전자계산공학과(학사)

1994년 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과(석사)

1997년 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과 과정수료(박사)

1997년~현재 전북대학교 컴퓨터공학과 시간강사

관심분야 : 객체지향 시공간 데이터 모델링, 지리정보시스템(GIS), 소프트웨어 공학, 시공간 데이터베이스

곽 훈 성

e-mail : hskwak@moak.chonbuk.ac.kr

1970년 전북대학교 전기공학과(학사)

1979년 전북대학교 대학원 전기공학과(공학박사)

1981년~1982년 미국 텍사스주립대학 연구교수

1988년~1990년 대한전자공학회평의원 및 전북지부장

1994년~1995년 국가교육연구전산망추진위원

1997년~1998년 전주영상축전조직위원장 및 전북대 영상산업특성화사업단장

1998년 과학기술법령정비정책위원

1997년~현재 (사)영상산업연구센터 대표

1998년~현재 전북대학교 전자정보공학부 교수

1999년~현재 조달청우수제품(정보통신) 심사위원, 전북대학교 영상산업(학부전공) 및 영상공학과(대학원)주임교수, 한국게임학회 총신회원

관심분야 : 영상처리(위성정보), 인공지능, 컴퓨터비전, 컴퓨터 게임 등