

# 지리-객체와 지리-필드에서 기하 속성과 공간관계 역할에 기반한 객체 지향 공간 데이터 모델

이 흥 로†

요 약

지리정보시스템은 다양한 분야에서 응용할 수 있는 자료를 다루고 있다. 각 응용 분야를 위한 필요한 정보는 지리정보의 설계 단계에서 지리 영역의 응용 관점에 따라 다르게 표현될 수 있다. 그러므로 지리정보시스템은 지리현상에서 발생하는 각 객체의 독립성과 동질성 여부에 따라 표현해야 한다. 이 논문은 지리-객체, 지리-필드와 비지리-객체 상에서 속성과 관계 역할에 대한 정의와 정리를 통한 형식화에 대해 연구되었다. 이를 위해 지리-객체는 지리-필드와 비지리-객체의 관계역할에 대한 형식화 관점에서 재구성되었다. 이 연구 결과로 이 논문은 공간 클래스의 정적 상태 특성인 속성-영역 관계를 공간 관계 역할로 표현하고, 형식화함으로써 기하 속성과 공간 관계 역할에 기반한 지리정보시스템의 효율적 설계의 방법을 제시하였다.

## An Object Oriented Spatial Data Model Based on Geometric attributes and the Role of Spatial Relationships in Geo-objects and Geo-fields

Hong Ro Lee†

ABSTRACT

Geographic Information Systems (GIS) deal with data which can potentially be useful for a wide range of applications. The information needed by each application can be vary, specially in resolution, detail level, application view, and representation style, as defined in the modeling phase of the geographic database design. To be able to deal with such diverse needs, GIS must offer features that allow multiple representations for each geographic entity of phenomenon. This paper addresses on the problem of formal definition of the objects and their relationships on the geographical information systems. The geographical data is divided into two main classes : geo-objects and geo-fields, which describe discrete and continuous representations of spatial reality. I studied the attributes and the relationship roles over geo-fields, geo-objects and nongeo- objects. Therefore, this paper contributed on the efficient design of geographical class hierarchy schema by means of formalizing attribute- domains of classes.

**키워드 :** 지리정보시스템(Geographic Information System : GIS), 기하속성(geometric attribute), 역할(role), 비지리객체(nongeo-object), 지리객체(geo-object), 지리필드(geo-field), 주제(theme), 역할할당함수(role assignment function)

### 1. 서 론

지리정보시스템(GIS : Geographic Information Systems)은 다양한 지리정보를 구축, 유지관리, 편집, 분석, 처리 및 입출력 등의 과정을 통하여 공간 정보를 얻는 동시에 공간 의사결정에 도움을 주는 시스템이다. 어느 특정한 주제(theme)를 강조하여 표현한 지도는 계획분야를 비롯하여 시설물관리점검, 행정서비스운영, 환경오염실태 등의 지리현상(geographic phenomenon)은 공간과 관련된 의사결정이 필요한 분야에서 다양하게 활용될 수 있다. 공간상의 자료를 응용하는 분야는 국토지도, 환경지도, 교통도로망지도, 기상도,

상하수도지도, 전선 및 통신선로도, 토지 및 식생 이용도 등에 적합하다.

공간정보는 공간상의 객체를 나타내거나 객체들간의 관계를 표현하는데 사용되는 데이터로써 지리적인 위치와 위상 관계를 나타내는 도형정보와 객체의 특징을 표현하는 속성 정보로 구성되어 있다. 이 도형정보는 지형지물(feature) 또는 대상물의 위치에 관한 자료로서, 지도 또는 그림으로 표현되는 경우가 많다. 한 공간상에 존재하는 지형지물이 지리 영역에서 응용하고자 하는 주제에 따라 다르게 표현될 수 있다. 이 응용하고자 하는 주제는 지형지물에서 발생하는 지리현상과 지형지물을 관리하거나 속성들을 문자나 숫자로 기술하는 비지리-객체(nongeo-object)로 나누어질 수 있다. 예를 들어 어느 지역의 환경오염실태는 도형 자료로 표현되

† 정 회 원 : 전북대학교 컴퓨터공학과 시간강사  
논문접수 : 2001년 8월 20일, 심사완료 : 2001년 9월 28일

는 지리현상을 나타내지만, 그 지리현상에 존재하는 지역주민은 숫자나 문자 자료형으로 기술되는 속성인 이름, 인구 등으로 표현되는 비지리-객체이다. 이 지리영역에서 발생하는 지리현상은 지형지물의 독립성과 동질성(homogeneous) 여부에 따라 각 지리-객체(geo-objects)와 지리-필드(geo-fields)로 세분화될 수 있다[4]. 이 공간 정보는 축척(scale), 응용관점(application view), 해상도와 도량형(measurement unit)에 따라 공간 개체의 속성과 공간 개체 사이의 관계성의 한계가 결정되며, 이 지리영역의 특성은 지리공간 데이터를 구체적으로 모델링할 것인지 아니면 간단하게 모델링할 것인지에 대해서 지대한 영향을 미친다고 본다. 또한 한 지리 클래스와 다른 지리 클래스 사이의 관계가 공간적 역할에 따라 다르게 표현될 수 있다. 이 지리영역에서 객체들 사이의 유기적 관계와 속성을 효율적으로 표현하는 공간 객체지향 데이터 모델을 연구하는 것이 필요하다. 지리 객체지향 모델에서는 지리 클래스의 속성과 관계를 형식화하기 위한 방법과 전제조건이 수반된다. 즉 이 형식화 방법과 전제조건하에 지리 클래스 계층구조를 설계하는데 있어서 클래스의 특성을 명확하게 구분하기 위해 한 객체가 다른 객체를 참조할 때 관계하는 역할에 따라 속성의 이름이 다르게 표현할 수 있는 연구가 필요하다.

GIS에서 지리적으로 존재하는 대상물의 속성을 지리-객체와 지리-필드의 속성-영역관계를 정의하는 관점에서 형식적 정의를 제공하는 시도는 미박한 실정이다. 이 논문에서는 비지리-객체, 지리-객체와 지리-필드에 존재하는 상태를 나타내는 속성과 관계를 형식화하고, 그 속성과 관계성의 정의역(domain)에 해당하는 자료형을 명확히 구분함으로써 지리클래스 정의어 구문을 설계하는 것을 제안하고자 한다.

지리 클래스 정의어 구문을 설계하기 위해서는 도형정보 및 비도형 정보를 위한 속성과 관계에 따라 발생하는 다음과 같은 문제점을 해결해야 한다. 첫째, 도형정보 및 비도형 정보의 속성에 대한 자료형을 구분하여 규정해야 한다. 둘째, 비지리-객체, 지리-객체와 지리-필드사이의 관계를 일반화(generalization), 집단화(aggregation), 결합화(association), 공간 관계(spatial relationship)와 사용자 정의 공간 관계(user defined spatial relationship)로 한정하여 표현한다. 셋째, 속성의 영역에 해당하는 정의역을 관계의미의 역할에 따라 정확히 기술한다. 이 연구 결과로 공간 객체의 상태인 속성 및 관계를 형식화하여 기술함으로써 클래스 계층구조를 설계하는데 효율성에 기여할 수 있다. 그래서 이러한 문제점들을 해결하기 위해서 속성들을 명확하게 규정해야 하고, 영역에 해당하는 클래스들을 공간 관계에 따라 정의해야 한다.

이 논문에서는 비공간 데이터 모델을 위한 문자 및 숫자 자료형의 표기를 기반으로 한 비공간 관계의 역할을 규정하

여 클래스 스키마를 정의한다. 또 공간 데이터 모델에서 지리-객체와 지리-필드를 위한 클래스의 속성은 공간의 기하학적 입장(geometric position)에서 형태(shape), 위치(location), 방향(orientation)과 크기(size)에 대한 특성을 기술하고, 클래스들 사이의 관계를 일반화, 집단화, 결합화, 공간 관계와 사용자 정의관계로 나누어 구분하고 이 관계에 대한 역할을 규정한다. 또한 공간 객체 및 필드는 축척, 응용관점, 해상도, 도량형에 따라 클래스의 추상화 정도에 따라 다르게 기술됨을 정리(theorem)를 통해 입증한다. 또한, 이 논문에서는 비공간 클래스와 공간 클래스의 속성과 관계를 고려하여 합성된 클래스 계층구조를 정의하고, 클래스 정의어 구문을 설계하고자 한다. 그러나 지리-객체 및 지리-필드들의 관계들이 이 논문이 제시한 것만 있지는 않을 것이다. 그러므로, 이 논문은 사용자정의관계로 한정하여 표현하였다. 이 논문의 중점은 공간의 속성과 관계의 형식화 기틀을 마련하고자 한다. 또한 클래스 계층구조를 설계할 때 속성 및 관계를 어느 클래스에 포함시켜야 할 것이며, 관계역할이 얼마나 있는가의 기준을 위한 도형 및 기호를 설계하는데 시간을 절감시킬 수 있을 것이다.

Tryfona 등[9]은 지리-객체의 속성을 기하학적 입장에서 방향, 크기, 위치와 형태로 분류하여 표현하였고, 지리-필드를 지리-객체의 공간-종속-속성으로 규정하여 사용하였다. 또한 공간 개체와 공간 개체 사이의 공간 관계는 집단화와 결합화로 규정하여 표현하였다. 그리고 기하 속성과 공간 관계를 E-R 모델[5]로 표현하는 개념 모델을 제안하였다. 그러나 지리-필드의 속성에 대해서는 세부적으로 거론하지 않았다. Davis 등[6]은 지리-객체와 지리-필드를 위한 연산자 및 연산자 규칙을 규정하였다. 이 연산자 규칙에 기반하여 지리-객체간의 변환방법, 지리-필드간의 변환방법, 그리고 지리-객체와 지리-필드 사이의 변환 방법을 제안하였다. 그러나 지리-속성과 공간 관계의 역할에 따른 의미를 다루지는 않았다. Borges 등[2]은 지리-객체와 지리-필드의 자료형을 GUI 표현방법인 기호로 사용하였다. 지리-필드의 연산 규칙과 공간 사이의 관계를 위한 규칙을 단순 결합화, 공간 관계, 그리고 망 관계(network relationship)로 구분하여 표현하였다. 복합 지리-객체와 성분 지리-사이의 집단화 관계를 분리, 포함, 통합의미로 분류하였다. 그러나 더욱 세분화된 속성-영역관계에 대해서는 거론하지 않았다. Filho 등[7]은 실세계의 지리·지형 영역의 응용하고자 하는 주제에 따라 비지리-객체와 지리-현상으로 구분하고, 다시 지리-현상을 지리-객체와 지리-필드로 세분하여 표현하였다. 이 개념을 기반으로 하여 도형적 클래스 스키마를 제안하였다. 그러나 클래스의 속성과 메소드에 대한 기능적인 측면을 고려하지 않았다. Camara[4]는 지리-객체와 지리-필드를 지원하는 질의연

어인 LEGAL을 구현하였다. 이 지리언어에서 지리-객체와 지리-필드의 기하학적 속성을 위치 관점에서만 다루었다. 그러나 기하속성과 공간 관계를 명시적으로 세분하여 표현하지는 않았다.

이 논문은 주제에 따른 지리영역을 비지리-객체와 지리현상으로 나누고, 다시 지리현상을 지리-객체와 지리-필드로 세분화하고자 한다. 이 세분화된 비지리-객체, 지리-객체와 지리-필드의 구성 요소인 속성, 관계 의미와 역할을 전제조건하에 정리를 도입하여 입증하고자 한다. 또한 이에 대응하는 공간 클래스 정의어 구문을 설계하고, 예를 들어 설명하고자 한다.

결국 다양한 응용 요구 조건을 제공하기 위한 풍부한 표현력을 지원하는 공간 개념 모델이 필요하다. 이 모델은 객체, 관계, 속성과 집단체 같은 모델의 요소에 대해서 공간 차원이 연관되어야 한다. 이러한 직교성을 초월해서, 공간 개념 모델을 위한 또 다른 중요한 특징은 다음을 포함하고 있다. 1) 기본 자료형에 추가해서 총괄적인 공간 자료형 지원, 2) 개체 사이의 공간 관계를 명시적으로 표현할 능력, 3) 기하 속성, 공간 관계를 기존의 관계[11, 10, 14-17]인 집단체, 결합화와 일반화가 포함된 공간 개념의 형식적 정의, 그리고 4) 공간의 이산적이고 연속적인 입장에서의 상호작용 및 기술할 수 있는 지리-객체와 지리-필드의 형식적 정의를 제안하고자 한다. 이 논문에서는 Filho 등[7]이 제안한 방법에 기반하여 지리영역을 주제에 따라 비지리-객체와 지리-현상으로 구분하고, 다시 지리-현상을 지리-객체와 지리-필드로 세분화하여 UML 기반 클래스 계층구조를 설계하고자 한다. 그러나 Filho 등은 클래스의 속성과 메소드에 대한 명시적인 구성요소에 대해서는 기술하지 않았다. 그러므로, 이 논문에서는 공간 객체의 속성과 공간 관계의 역할에 따른 속성-영역관계를 분석하여 논리적 데이터 모델인 객체지향 모델을 규정하고자 한다. 그러나 이 논문은 공간 객체의 동적인 공간 연산자에 대해서는 거론하지 않는다.

이 논문의 구성에 대해서 제2장에서는 공간의 개요와 지리 클래스의 구성 요소에 대해 규정하고, 제3장에서는 지리 클래스 구문을 기술한다. 제4장에서는 공간 모델에 대하여 비교 및 분석한다. 그리고 마지막으로 결론을 내리고 향후 연구에 대해 토의한다.

## 2. 지리 자료를 위한 객체지향 모델

### 2.1 공간 개요

이 논문이 제시하고 있는 객체지향 모델을 정의하기 위해서 클래스 기반 구조를 따르고자 한다[1]. 여기서 객체는 클래스의 인스턴트이고, 이 인스턴트는 속성 값의 집합인 상태

와 객체에 적용할 수 있는 연산의 집합인 메소드에 의해 특징 지워진다. 하나의 객체  $o$ 는 다른 객체들  $o_1, \dots, o_n$ 의 합성으로 구성된다. 그래서 이 객체  $o$ 는 복합객체라 하고,  $o_1, \dots, o_n$ 은 복합객체  $o$ 의 성분객체라 한다. 만일 한 객체가 복합 객체가 아니라면 단순객체라 한다. 클래스들은 계층구조를 가지며, 한 클래스 계층구조에서 임의의 클래스  $c$ 의 조상을 클래스  $c$ 의 상위클래스라 한다.

이 논문은 실세계에 존재하는 지리적 공간을 기존 클래스(비 지리 클래스)와 지리 클래스로 구분하여 객체지향 클래스의 집합으로 모델링할 수 있다[4]. 이 지리 클래스는 지리적 필드와 지리 객체로 모델링되며, 기존의 클래스는 인스턴트가 비지리-객체의 클래스에 대응한다.

또 객체의 각 지리 클래스가 기하학적 입장에서 속성-공간 관계의 역할에 의한 속성-영역 관계, 비공간 속성과 비공간 관계에서의 역할에 의한 속성-영역 관계를 모두 가지고 있는 경우를 다루고자 한다. 클래스를 비지리-클래스와 지리-클래스 관점에서 총체적인 지리-합성 클래스 구조를 가지므로 다음과 같이 제시하고자 한다.

### 2.2 비공간 객체

객체지향 모델은 객체 식별자, 메소드, 클래스, 관계 의미의 역할에 대응하는 집단체와 결합화를 클래스 계층 구조로 기술한다[10, 11]. 비공간 객체의 속성은 기술속성(descriptive attribute)  $\{A_1, \dots, A_n\}$ 으로써 이 속성들의 정의역에 대한 값의 집합에 대응하는 객체의 기본 데이터 타입은 integer, real, string, bool 등이다. 이 비공간 속성 정의역의 전체 집합은  $U_D = \{DOM_1, DOM_2, \dots, DOM_{nd}\}$ 이다. 여기서 각  $DOM_i$ 는 비공간 기본 자료형에 대한 정의역이며,  $DOM_i \neq \emptyset$ 이다. 그리고  $\mathcal{D} DOM = \bigcup_{i=1}^{nd} DOM_i$ 로 기본 자료형에 대한 모든 정의역의 집합이다. 또한 비공간 추상화 자료형은 ADT로 표기한다. 이 추상자료형은 앞으로 정의할 비지리 클래스  $C_{NG}$ 를 말한다.

**【정의 1】** 비지리 클래스  $C_{NG} = (A_{NG}, M_{NG})$

비공간 속성의 전체 집합은  $A_{NG} = \{A_{NG1}, A_{NG2}, \dots, A_{NGnd}\}$ 이다. 이 속성은 정의역  $DOM$ 을 가지는 경우를 말한다. 객체 및 값을 변경하거나 생성하는 기능을 하는 메소드는  $M_{NG} = \langle mn, ms, mb \rangle$ 로 구성된다. 여기서  $mn$ 은 메소드 이름이고,  $ms$ 는  $f: S \times P_1 \times \dots \times P_k \rightarrow RT$ 로 표기되는 메소드 시그니처(signature)이다.  $S$ 는 메소드  $M_{NG}$ 이 정의되는 초기 입력 인자의 클래스이고,  $P_i (i=1, \dots, k)$ 는 메소드 인자들이다. 또한  $RT$ 는 출력 자료 클래스이고,  $mb$ 는 메소드  $M_{NG}$ 의 구현과 의미를 규정하는 본체(body)이다. □

비공간 객체 지향 데이터 모델에서 관계의 의미에 따라 속성-영역을 형성하기 위해서 역할할당함수를 고려한 클래스

구조는 다음과 같이 규정할 수 있다[10, 11, 14-17].

【정의 2】 역할 할당함수가 고려된 비지리 클래스 스킴( $C_{NGF}$ )

$$C_{NGF} = \langle C_{NGE}, C_{NGR}, \rho_{NG} \rangle$$

여기서 각 성분은 다음과 같이 기술된다.

- 비지리 개체 클래스의 유한 집합 :

$$C_{NGE} = \{C_{NGE1}, \dots, C_{NGEi}, \dots, C_{NGEn}\}$$

여기서  $C_{NGE}$ 는 개념적 모델인 개체-관계 모델에서 기존의 비공간 개체인 정규 개체(regular entity) 및 약 개체(weak entity)에 대한 클래스를 나타낸다[5].

- 관계 클래스 유한 집합 :

$$C_{NGR} = \{C_{NGR1}, \dots, C_{NGRi}, \dots, C_{NGRn}\}$$

여기서  $C_{NGR}$ 은 비공간 추상 클래스 사이에서 집단화와 결합화에 의한 관계에 대한 클래스를 나타낸다.

- 역할 할당 함수  $\rho_{NG} : C_{NGR} \rightarrow (S_{ENGi} \rightarrow role_{NGi})$

여기서 비공간 관계 클래스  $C_{NGR}$ 의  $n$ -항 관계에서  $S_{ENGi}$ 는 관계의 의미를 나타내며, 그 관계 의미는 일반화( $S_{ge}$ ) 및 세분화( $S_{sp}$ ), 집단화( $S_{ag}$ ), 그리고 결합화( $S_{as}$ )로 구분된다[10, 11, 14-17]. □

비지리-객체 사이의 관계 사이의 관계(NGR)를 고려한 비지리 클래스 계층 스킴은 다음과 같이 정의할 수 있다.

【정의 3】 비지리 클래스 계층 스킴

$$CH_{NGR} = \langle ANGR, OID, \triangleq, \preceq, \supseteq \rangle$$

- 속성들의 집합 :  $ANGR = \{ANGR1, ANGR2, \dots, ANGRnd\}$ 이다.
- 식별자들의 집합 :  $OID \subseteq ID$ 이다.
- 일반화 클래스 계층 :  $\triangleq \subseteq C_{NGi} \times C_{NGj}$
- 집단화 클래스 계층 :  $\preceq \subseteq C_{NGi} \times C_{NGj}$
- 결합화 클래스 계층 :  $\supseteq \subseteq C_{NGi} \times C_{NGj}$  □

위의 정의 1, 정의 2와 정의 3에 의한 속성과 역할에 대한 구체적으로 설명하여 보자. 예를 들어, 이 비지리-객체에 대한 속성의 정의역은 기존의 자료형인 문자나 숫자만을 이용하기 때문에, “전라북도 도청의 직원”이라는 비지리-객체의 속성은 이름, 직급이나 봉급이며, 이들에 대한 자료형은 문자나 숫자로 된다. 한 비지리-객체가 다른 비지리-객체를 참조할 때 관계하는 역할에 따라 속성의 이름이 다르게 표현되는 경우이다. “자동차 회사”이라는 비지리-객체의 클래스가 “피고용인”이라는 비지리-객체의 클래스와 결합화 관계를 형성할 때, 피고용인이 “평사원”, “대리”, “과장” 및 “부장”이라는 역할에 따라 자동차 회사와 관계의 의미가 다르게 표현할 수 있다. 이것은 비지리-객체가 관계하는 직책

의 역할에 따라 속성-영역관계에서 속성이름이 다르게 표현됨을 알 수 있다.

【정리 1】 비지리 객체는 공간성을 내포하고 있으나 공간 관계를 포함하지 않는다.

증 명 : 비지리 클래스  $C_{NG}$ 는 공간성을 고려하여 지도나 지형도에 표현할 수 있으나, 속성이나 메소드가 숫자나 문자의 자료만 다루고, 지도상의 위치에 종속해서 기하학적 입장을 표현하는 기하자료형을 다루지 않기 때문에 객체 사이의 관계에서 공간 관계를 가지지 않는다. □

### 2.3 공간 객체

공간 객체는 공간상에 독립적으로 유일하게 존재하는 지리-객체와 공간상에 균일하게 연속적으로 분포하고 있는 지리-필드로 구분된다. 이에 대한 기술은 다음과 같다.

#### 2.3.1 지리-객체

지리-객체는 지구 표면의 어느 영역에서 독립적으로 존재하는 객체를 의미한다[4]. 객체 지향 공간 객체 모델의 기본 자료형은 point, line, polygon, curve, surface 및 ring 등이 있다. 지리 객체에 대한 정의역의 전체 집합은  $U_{OD} = \{ODOM_1, ODOM_2, \dots, ODOM_{nd}\}$ 이다. 각  $ODOM_i$ 는 지리-객체의 기본 자료형에 대한 정의역이며,  $ODOM_i \neq \emptyset$ 이다. 그리고  $ODOM = \cup_{i=1}^{nd} ODOM_i$ 으로 기본 자료형에 대한 모든 정의역의 집합이다. 그런데 지리-객체들 사이의 관계는 다음과 같은 전체 조건하에 지리-객체를 규정하고자 한다.

【전제조건 1】 지리-객체의 공간적 관계를 위상, 측정과 거리로 구분하고, 그 밖의 관계는 사용자 관계로 규정하여 사용한다. □

공간상의 지구 표면에서 지리정보시스템의 자료로 만들기 위해서 지리-객체를 규정하기에 앞서 응용하고자하는 지형과 지질의 지역의 범위를 다음과 같이 정의할 수 있다.

【정의 4】 지리영역(Geographical Region : GR)

실수(real number,  $\mathcal{R}$ )의 평면( $\mathcal{R}^2$ )에서 점(point)들  $R$ 의 부분 부분집합(GR)을 지리영역이라 한다. 그래서 전체 지리영역은  $GR = \{GR_1, \dots, GR_n\}$ 이다. □

예를 들어, 전라북도 새만금간척개발지구를 응용분야로 하여 지리정보시스템을 구축하고자 할 때 새만금간척개발을 위한 지표상의 지역이 지리영역 GR이 되면, 구획화된 각 세부 지역인 저류지, 환경농업단지, 어도 및 저수층 배제시설, 인공갈대숲지 및 자연배수 등이  $GR_1, \dots, GR_n$ 이 된다. 그래서 새만금간척개발지역 GR은 세부지역들  $\{GR_1, \dots, GR_n\}$ 로 구

성된다. 이 지리영역에서 축척(scale), 해상도(resolution)와 도량형(measurement unit)에 따라 공간 개체의 속성과 공간 개체 사이의 관계의 한계가 결정된다. 이 지리영역의 특성은 지리공간 데이터를 구체적으로 모델링할 것인가 아니면 간단하게 모델링할 것인가에 의해서 지대한 영향을 미친다.

이 공간영역 GR에서 개별적으로 존재하는 자연지형이나 인공지물을 지리-객체라 한다[4]. 예를 들어, 새만금간척개발 지역의 지리영역에서 지리-객체는 항만도로, 수로, 새만금호수, 방조제, 배수갑문, 건물 및 토지구획 등이다. 이 지리-객체는 GO로 표기하며, 다음과 같이 지리-객체 클래스 구조를 정의할 수 있다.

【정의 5】 지리-객체 클래스 스킴  $C_{GO} = (A_{GO}, M_{GO})$

지리-객체 클래스  $C_{GO}$ 에서 속성의 전체 집합은  $A_{GO} = \{A_{sd}, A_{geo}, A_{sin}\}$ 이다. 여기서  $A_{sd}$ 는 공간 종속 속성으로 지리-필드 클래스들과 지리-객체 클래스의 직교성을 이용한 것이다. 이 공간 종속 속성은 지리-객체가 지리-필드의 변수 영역을 얼마나 공유하고 있는지를 표현한 것으로  $A_{sd}(F_{DOM}) \rightarrow DOM_1 \times \dots \times DOM_n$ 으로 나타낸다[9]. 기하학적 입장에서 지리객체의 특성을 나타내는 기하 속성(geometric attributes)은  $A_{geo} = \{\text{shape, location, size, orientation}\}$ 이다. 여기서 지리객체의 형태를 나타내는 속성 shape의 정의역은 ODOM이며, 지리객체의 위치를 나타내는 속성 location의 정의역은 (DOM, DOM) [coordinate system]이다. 지리-객체의 크기를 나타내는 속성 size의 정의역은 DOM [measurement unit]이고, 지리객체의 방위를 나타내는 속성 orientation의 정의역은 DOM [radian]이다.  $A_{sin}$ 은 공간-독립 속성으로 정의역은 DOM이다. 메소드에 대한 기술은 정의 1과 같다. □

지리-객체 추상화 자료형은 OADT로 표기한다. 이 추상자료형은 정의 5의 지리-객체 클래스  $C_{GO}$ 를 의미한다.

객체 지향 공간 데이터 모델에서 공간 관계의 의미에 따라 속성-영역을 형성하기 위해서는 역할할당함수를 고려해야 하는데 이 클래스 구조를 다음과 같이 규정할 수 있다[10, 11, 14-17].

【정의 6】 역할 할당함수가 고려된 지리-객체의 클래스 스킴( $CR_{GO}$ )

$$CR_{GO} = \langle C_{GOE}, C_{GOR}, \rho_{GO} \rangle$$

여기서 각 성분은 다음과 같이 기술할 수 있다.

- 지리-객체 클래스의 유한 집합은  $C_{GOE} = \{C_{GOE1}, \dots, C_{GOEi}, \dots, C_{GOEn}\}$ 이다.

여기서  $C_{GOEi}$ 는 개념적 모델에서 지리-객체에 대한 클래스

스이다.

- 지리-객체 사이의 관계를 나타내는 지리-객체 관계 클래스 유한 집합은  $C_{GOR} = \{C_{GOR1}, \dots, C_{GORi}, \dots, C_{GORn}\}$ 이다.

여기서  $C_{GOR}$ 은 지리-개체와 지리-객체 사이의 관계에 대한 클래스이다.

- 지리-객체 관계에 의한 역할 할당 함수

$$\rho_{GO} : C_{GOR} \rightarrow (SE_{GOi} \rightarrow role_{GOi})$$

여기서 연속적인 변형(continuous deformation) 하에서 변화하지 않는 기하학적 형태(geometric figures)의 속성(properties)을 위상(topology)이라 하고, 변화하는 속성은 측정(metrics)이라 한다. 그래서 지리-객체와 지리-객체 사이의 관계를 나타내고 있는 관계 클래스  $C_{GOR}$ 의 n-항 관계에서  $SE_{GOi}$ 는 공간 관계의 의미를 나타내며, 그 관계 의미  $SE_i$ 는 위상 특성에 의한 위상관계( $S_{top}$ ), 그리고 측정에 의한 방향관계( $S_{dir}$ )와 거리관계( $S_{met}$ )로 구분된다. 만일에 위상관계, 방향관계와 측정 관계 이외의 공간 관계의 의미는 비지리객체의 관계 의미인 공간 일반화( $S_{GOge}$ ) 및 공간세분화( $S_{GOsp}$ ), 공간집단화( $S_{GOag}$ ), 그리고 공간결합화( $S_{GOas}$ )로 구분하여 사용한다. □

지리-객체 사이의 공간 관계(GOR), 지리-객체와 비지리-객체 사이의 관계(NGR)를 고려한 지리-객체 클래스는 다음과 같이 고려된다.

【정의 7】 관계가 고려된 지리-객체 클래스 계층 스킴

$$CH_{GO} = \langle OI, A_{GO}, R_{GO}, R_{NGO} \rangle$$

- 식별자들의 집합 :  $OI \subseteq ID$ 이다.
- 속성들의 집합 :  $A_{GO} = \{A_{siGO}, A_{sdGO}, \dots, A_{gpGO}\}$ 이다.
- 지리-객체 관계성 :  $R_{GOR} = \{\text{topological relationship}(R_{GOtop}), \text{distance relationship}(R_{GOdis}), \text{directional relationship}(R_{GOdir}), \text{user defined relationship}(R_{GOud})\}$

i) 위상관계성( $R_{GOtop}$ ) : 지리-객체(GO)들 사이의 관계성에서 기하학적 형태가 변형되어도 변하지 않는 특성을 위상관계라 하는데, 다음과 같은 속성-영역을 위한 역할들을 가진다.

- disjoint(GO) : OADT
- cross(GO) : OADT
- intersect(GO) : OADT
- inside(GO) : OADT
- equal(GO) : OADT

ii) 거리관계성( $R_{GOdis}$ ) : 거리관계는 지리객체들 사이의 거리 관계를 나타낸 것으로 다음과 같은 역할을 가진다.

- distance(GO) : OADT
  - perimeter(GO) : OADT
- iii) 방향관계성( $R_{GOdir}$ ) : 방향 관계는 지리객체들 사이의 방향단계를 나타낸 것으로 다음과 같은 역할을 가진다.
- north(GO) : OADT
  - south(GO) : OADT
  - east(GO) : OADT
  - west(GO) : OADT
  - up(GO) : OADT
  - down(GO) : OADT
  - left(GO) : OADT
  - right(GO) : OADT
- iv) 사용자정의관계성( $R_{GOud}$ ) : 사용자정의관계는 지리-객체들 사이의 관계로 앞에서 기술한 위상, 측정과 방향의 관계 이외의 것들을 의미한다. 그래서 비공간 관계인 일반화, 결합화와 집단화의 관계를 그대로 사용한다.
- asso-role-name<sub>1</sub>(GO) : OADT
  - :
  - asso-role-name<sub>m</sub>(GO) : OADT
  - aggre-role-name<sub>1</sub>(GO) : OADT
  - :
  - aggre-role-name<sub>n</sub>(GO) : OADT
- 비지리-객체 관계성( $R_{NGR}$ ) : 지리-객체와 비지리-추상화 클래스(ADT)의 관계를 나타낸 것이다. 이 관계성은 집단화와 결합화를 가진다. 이에 대한 역할에 의한 속성-영역관계는 다음과 같다.
  - asso-role-name<sub>1</sub>(GO) : ADT
  - :
  - asso-role-name<sub>m</sub>(GO) : ADT
  - aggre-role-name<sub>1</sub>(GO) : ADT
  - :
  - aggre-role-name<sub>n</sub>(GO) : ADT □

위의 정의 5, 정의 6과 정의 7에 의한 속성과 역할에 대한 구체적으로 설명하여 보자. 예를 들어, 속성입장에서 “전라북도 도청건물”이라는 지리-객체의 기하 속성인 형태에 대한 공간 자료형은 점이나 면으로 나타낼 수 있다. 또한 관계역할 입장에서 “만경강”이라는 지리-객체와 “김제군 성덕면”이라는 지리-객체가 위상 관계를 형성할 때, 만경강이 김제군 성덕면을 기하학적 위치에 따라 횡단(cross)하기도 하고, 인접(adjacent)하기도 하며, 인접하지 않을 수(disjoint)도 있다. 또한 이것은 두 공간 객체가 공간적 위치가 변함에 따라 관계하는 역할이 다르게 표현됨을 알 수 있다.

**【정의 2】** 지리-객체 입장에서 지리-객체와 지리-필드 사이의 관계성은  $A_{sd}(F_{DOM}) \rightarrow DOM_1 \times \dots \times DOM_n$ 의 공간-종속 속성 함수를 포함한다.

증 명 : 공간-종속 속성은 지리객체와 지리-필드 사이의 관계를 역할 함수를 도입하여 표현한 것이다. 이 공간 종속 속성은 지리-객체가 지리적 위치에 따라 지리-필드의 값들을 얼마나 공유하고 있는냐를 나타내는 공간 관계를 내포하고 있기 때문에 공간 관계다. □

### 2.3.2 지리-필드

지리-필드는 지구 표면의 어느 영역 상에서 연속적으로 분포된 변수를 표현할 때의 지리영역을 의미한다[4]. 지리-필드 모델에서 속성 및 메소드의 정의역을 나타내는 기본 데이터 타입은 raster기반 자료형과 vector기반 자료형으로 구분된다[8]. raster 기반 자료형은 Grid of Cells(GC), Irregular Points(IP)와 Grid of Points(GP)이 있으며, vector 기반 자료형은 Triangular Irregular Network(TIN), Adjacent Polygons(AP), Isolines(IL)이 있다[2, 6]. 그래서 지리-필드 모델의 정의역 전체 집합은  $U_{F_{DOM}} = \{GC, IP, GP, TIP, AP, IL\}$ 이다. 그런데 지리-필드들 사이의 관계는 다음과 같은 전제조건하에 지리-필드를 규정하고자 한다.

**【전제조건 2】** 지리-필드 내의 기하학적 속성 사이의 관계는 벡터형 자료인 TIN, AP와 IL에만 적용하여 속성-영역관계를 형성한다. □

예를 들어, “전라북도 새만금간척개발지역”이라는 지리영역 GR의 구체화된 각 세부지역인 저류지, 환경농업단지, 갯벌영역 및 인공습지 등( $GR_i, 1 \leq i \leq n$ )에서 연속적으로 균일하게 분포되어서 나타내는 갯벌영역의 토질(soil type), 담수호의 수질 환경 오염도, 간척지의 염도, 기압, 기온, 습도 및 해양녹조 등은 지리-필드로 나타낼 수 있다. 이 지리-필드는 GF로 표기하며, 다음과 같은 지리-필드 클래스 구조로 정의할 수 있다.

**【정의 8】** 지리-필드 클래스 스킴  $C_{GF} = (A_{GF}, M_{GF})$

- 지리-필드 속성  $A_{GF} = \{A_{SiGF}, A_{GpGF}\}$ 
  - i) 지리-필드의 공간-독립 속성( $A_{SiGF}$ ) : 지리 필드 클래스의 공간-독립 속성을 나타내며 정의역은 DOM이다.
  - ii) 지리-필드의 기하 속성( $A_{GpGF}$ ) : 기하학적 입장에서 필드의 변수에 대한 형태 속성(shape), 위치 속성(location), 크기 속성(size)과 방향 속성(orientation)으로 구성된다. 지리-필드의 기하 속성은  $S_{GpGF} = \{shape, size, location, orientation\}$ 이다.

㉔ 지리-필드 변수의 형태속성(shape) : 정의역은 지리-필드의 기본 자료형에 따라 정해진다. 이에 대한 정의역은 다음과 같이 표현된다.

- shape(TIN) :  $DOM_1 \times \dots \times DOM_{n_{TIN}}$ ,
- shape(AP) :  $DOM_1 \times \dots \times DOM_{n_{AP}}$ ,
- shape(IL) :  $DOM_1 \times \dots \times DOM_{n_{IL}}$

㉕ 지리-필드 변수의 위치속성(location) : 지리-필드 변수에 대한 형태의 정의역  $DOM_1 \times \dots \times DOM_n$ 의 위치를 정하는 것이다.

- location(FDOM) :  $\langle DOM, DOM \rangle$  [coordinate system]

㉖ 지리-필드 변수의 크기속성(size) : 벡터형 지리-필드의 자료형에만 적용하며, 변수의 값이 line형이나 polygon일 때의 값을 나타낼 때 사용한다.

- size(FDOM) :  $DOM$  [measure unit]

㉗ 지리-필드 변수의 방향속성(orientation) : 벡터형 지리-필드의 자료형에만 적용하며, 변수의 값이 line형이나 polygon일 때의 값을 나타낼 때 사용한다.

- orientation(FDOM) :  $DOM$  [radian]

• 지리-필드의 메소드  $M_{GF}$ 는 정의 1의 메소드 형식을 따른다. □

객체 지향 지리-필드 데이터 모델에서 지리-필드의 공간관계의 의미에 따라 속성-영역을 형성하기 위해서 역할 할당 함수를 고려해야 하는데 이 클래스 구조를 다음과 같이 규정할 수 있다[10, 11, 14-17].

**【정의 9】** 역할 할당함수가 고려된 지리-객체의 클래스 스킴( $CR_{GF}$ )

$$CR_{GF} = \langle C_{GFE}, C_{GFR}, \rho_{GF} \rangle$$

여기서 각 성분은 다음과 같이 기술할 수 있다.

• 지리-필드 클래스의 유한 집합은  $C_{GFE} = \{C_{GFE1}, \dots, C_{GFEi}, \dots, C_{GFE_n}\}$ 이다.

여기서  $C_{GFEi}$ 는 개념적 모델에서 지리-필드 개체에 대한 클래스이다.

• 비지리 개체 클래스의 유한 집합 :  $C_{NGE} = \{C_{NGE1}, \dots, C_{NGEi}, \dots, C_{NGE_n}\}$

여기서  $C_{NGE}$ 는 개념적 모델인 개체-관계 모델에서 기존의 비공간 개체인 정규 개체(regular entity) 및 약 개체(weak entity)에 대한 클래스를 나타낸다[5].

• 지리-필드클래스와 비지리-객체 클래스 사이의 관계 클래스 유한 집합은  $C_{GFNR} = \{C_{GFNR1}, \dots, C_{GFNRi}, \dots, C_{GFNR_n}\}$ 이다.

여기서  $C_{GFNR}$ 은 지리-필드와 비지리-객체 사이의 관계에 대한 클래스이다.

• 지리-필드 클래스와 비지리-객체 클래스 사이의 관계에 의한 역할 할당 함수  $\rho_{GF} : C_{GFR} \rightarrow (SE_{GFi} \rightarrow role_{GFi})$

여기서 지리-필드 클래스와 비지리-객체 사이의 관계를 나타내고 있는 관계 클래스  $C_{GFR}$ 의 n-항 관계에서  $SE_{GFi}$ 는 공간 관계의 의미를 나타내며, 그 관계 의미  $SE_{GFi}$ 는 벡터형 자료형에만 적용하며, 벡터형 자료에 대한 위상관계( $S_{top}$ ), 방향관계( $S_{dir}$ )와 측정관계( $S_{met}$ )로 구분한다. 만일에 위상관계, 방향관계와 측정 관계 이외의 공간 관계의 의미는 비지리 객체의 관계 의미인 공간 일반화( $S_{GFge}$ ) 및 공간세분화( $S_{GFsp}$ ), 공간집단화( $S_{GFag}$ ), 그리고 공간결합화( $S_{GFas}$ )로 구분하여 사용한다.

• 지리-필드 클래스와 비지리-객체 클래스 사이의 관계에 의한 역할 할당 함수  $\rho_{GF} : C_{GFR} \rightarrow (SE_{GFi} \rightarrow role_{GFi})$

여기서 지리-필드클래스와 비지리-객체 클래스 사이의 관계 클래스  $C_{GFNR}$ 의 n-항 관계에서  $SE_{GFi}$ 는 관계의 의미를 나타낸다. 관계 의미는 일반화( $S_{ge}$ ) 및 세분화( $S_{sp}$ ), 집단화( $S_{ag}$ ), 그리고 결합화( $S_{as}$ )로 구분된다[10, 11, 14-17]. □

또한 지리-필드 추상화 자료형은 FADT로 표기한다. 이 추상자료형은 앞으로 정의할 지리-필드 클래스  $C_{GF}$ 를 의미한다. 지리-필드와 비지리-객체 사이의 관계( $R_{NGF}$ )를 고려한 지리-필드 클래스는 다음과 같이 고려된다.

**【정의 10】** 지리관계를 고려한 지리-필드(Geographical Field, GF) 클래스 계층 스킴( $CH_{GF}$ )

$$\text{지리-필드 클래스 계층 스킴 } CH_{GF} = \langle A_{GF}, M_{GF} \rangle$$

여기서 각 구성요소는 다음과 같이 기술할 수 있다.

• 지리-필드 속성은  $A_{GF} = \{A_{SiGF}, A_{pDGF}\}$  이다.

• 지리-필드 메소드는  $M_{GF}$ 는 <정리 1>의 메소드 형식을 따른다.

• 지리-필드와 비지리-객체 사이의 관계( $R_{NGF}$ ) : 지리-필드(GF)와 비지리-객체(ADT) 사이의 관계를 나타낸 것으로 결합화와 집단화로 구분하여 나타낸다. 이에 대한 기술은 다음과 같다.

- asso-role-name<sub>1</sub>(GF) : ADT
- :
- asso-role-name<sub>m</sub>(GF) : ADT
- aggre-role-name<sub>1</sub>(GF) : ADT
- :
- aggre-role-name<sub>n</sub>(GF) : ADT □

위의 정의 8, 정의 9와 정의 10에 의한 속성과 역할에 대하여 구체적으로 설명하여 보자. 예를 들어, 속성 입장에서 “전라북도를 흐르고 있는 만경강의 수질”이라는 지리-필드의 자료형은 **character** × ... × **character**으로 표현된다. 또한 관계역할 입장에서 “만경강의 수질”이라는 지리-필드와 이 수질을 측정하는 사람에 따라 “생태환경연구가”나 “오염감시원”이라는 비지리-객체와의 관계를 형성할 때, 지리-필드의 값들 사이의 관계는 역할에 따라 다르게 표현됨을 알 수 있다.

**【정리 3】** 지리-필드 클래스에서 속성-영역 관계를 형성하는 영역 클래스로 지리-객체 클래스가 될 수 없다.

증 명 : 지리-필드 클래스는 주제에 따라 균일하게 분포된 공간 변수를 관측 축척(measurement scale)인 nominal(명명), ordinal(순서), interval(간격)과 ratio(비율)에 의해서만 표현되는 클래스이기 때문에 지리-필드 클래스와 지리-객체 클래스는 속성-영역 관계를 형성하지 못한다. □

**【정리 4】** 지리-필드 입장에서 지리-필드와 지리-객체 사이의 관계는 지리-필드 속에 객체를 중첩시키는 것이다.

증 명 : 정의 9의 지리-필드와 지리-객체 사이의 관계  $R_{GFO}$ 는 결합화와 집단화로 구분된 역할함수수에 의해서 속성-영역관계를 형성한다. 이 형식적 정의에 의해서 중첩됨을 알 수 있다. □

**【정리 5】** 지리영역에서 지형·지물은 응용하고자 하는 관점에 따라 지리-객체로 표현할 수도 있고 지리-필드로도 표현될 수 있다.

증 명 : 지표면상의 영역에서 지형·지물이 주제에 따라 연속적으로 균일하게 분포된 지리영역이 되면 지리-필드로 볼 수 있고, 하나의 독립적으로 존재하는 대상이 되면 지리-객체로도 볼 수 있다. 예를 들어 “만경강”이 물고기 서식지일 때 물고기 입장에서 보면 “만경강”은 지리-필드가 되고 물고기는 지리-객체가 된다. 그러나 “만경강”을 가로지르는 “전주-군산간 도로” 입장에서 보면 “만경강”은 지리 객체로 볼 수 있다. 결국 지형·지물은 응용하고자 하는 지리 정보 관점에 따라 지리-객체 혹은 지리-필드로도 된다. □

### 3. 공간 클래스 구분

이 절에서는 제2절에서 규정한 지리-객체와 지리-필드의 속성과 관계를 이용하여 대응하는 클래스 정의를 구문을 설

계하고자 한다.

#### 3.1 지리-객체를 위한 클래스 정의어 구문

지리-객체의 클래스 정의어 구문은 이전의 제 2.3절의 지리-객체에 대한 정의, 정리를 이용하여 다음과 같이 규정할 수 있다.

**class geo-object class\_name(**

IS-A : superclassname <sub>1</sub> (generalization inheritance)
att-name <sub>1</sub> : DOM : att-name <sub>n</sub> : DOM (space-independent-attributes)
asso-role-name <sub>1</sub> : ADT : asso-role-name <sub>m</sub> : ADT aggre-role-name <sub>1</sub> : ADT : aggre-role-name <sub>n</sub> : ADT (space-independent-relationships)
sd-attrib-name <sub>1</sub> (FMODE) : DOM <sub>1</sub> × ... × DOM <sub>m</sub> : sd-attrib-name <sub>m</sub> (FMODE) : DOM <sub>1</sub> × ... × DOM <sub>n</sub> (space-depending-attributes)
shape : ODOM location : (DOM, DOM) [coordinate-spec] size : DOM[measurement unit] orientation : DOM[radian] (geometric properties)
1) topological relationships disjoint : OADT adjacent : OADT intersect : OADT cross : OADT inside : OADT equal : OADT 2) metric relationships distance : OADT perimeter : OADT 3) direction relationships north : OADT south : OADT east : OADT west : OADT up : OADT down : OADT left : OADT right : OADT 4) user defined relationship asso-role-name <sub>1</sub> : OADT : asso-role-name <sub>m</sub> : OADT aggre role name <sub>1</sub> : OADT : aggre role name <sub>n</sub> : OADT (spatial relationships)

#### 3.2 지리-필드를 위한 클래스 정의어 구문

지리-필드의 클래스 정의어 구문은 이전의 제 2.3절의 지리-필드에 대한 정의와 정리를 이용하여 다음과 같이 설계할 수 있다.



class geo-object class\_name(

IS-A : superclassnameI (generalization inheritance)
att-name <sub>1</sub> : DOM att-name <sub>m</sub> : DOM (space-independent attributes)
shape(FMODE) : DOM location : (DOM, DOM) [coordinate-spec] size : DOM[measurement unit] // 벡터형의 field mode (FMODE)에만 적용 orientatin : DOM [radian] // vector형의 field mode (FMODE)에만 적용 (geometric properties)
asso-name <sub>1</sub> : ADT : asso-name <sub>m</sub> : ADT aggr-name <sub>1</sub> : ADT : aggr-name <sub>n</sub> : ADT (relationships)

3.3 공간 클래스 응용 예

“전라북도 새만금개발지역”이라는 지리영역 GR의 세부 지역(GR<sub>i</sub>, 1 ≤ i ≤ n)에서 지리-객체는 항만도로, 만경강과 동진강 수로, 신도시건축물, 항만시설물 등이 지리-객체이다. 연속적으로 균일하게 분포되어서 나타나는 갯벌의 토질(silt soil type), 담수호의 수질 환경 오염도, 간척지의 염도, 기압, 기온, 습도 및 해양녹조 등은 지리-필드이다. 또 이 지역을 개발하는 국토관리청 직원, 노무자, 지역주민 및 환경운동가 등은 비지리-객체이다. 그리고 만경강 수질오염 실태, 갯벌의 생태계 및 서해 연안 적조현상 등은 주제에 해당한다.

그래서 이 새만금지구를 주제별로 구분하여 새만금 지구의 지형, 지질과 수질을 지리-객체, 지리-필드, 그리고 비지리-객체로 구분하여 Rational ROSE[18]에 의한 UML에 기

반하여 지리정보시스템을 위한 클래스합성계층구조를 다음 (그림 1)과 같이 표현할 수 있다[3, 7].

```

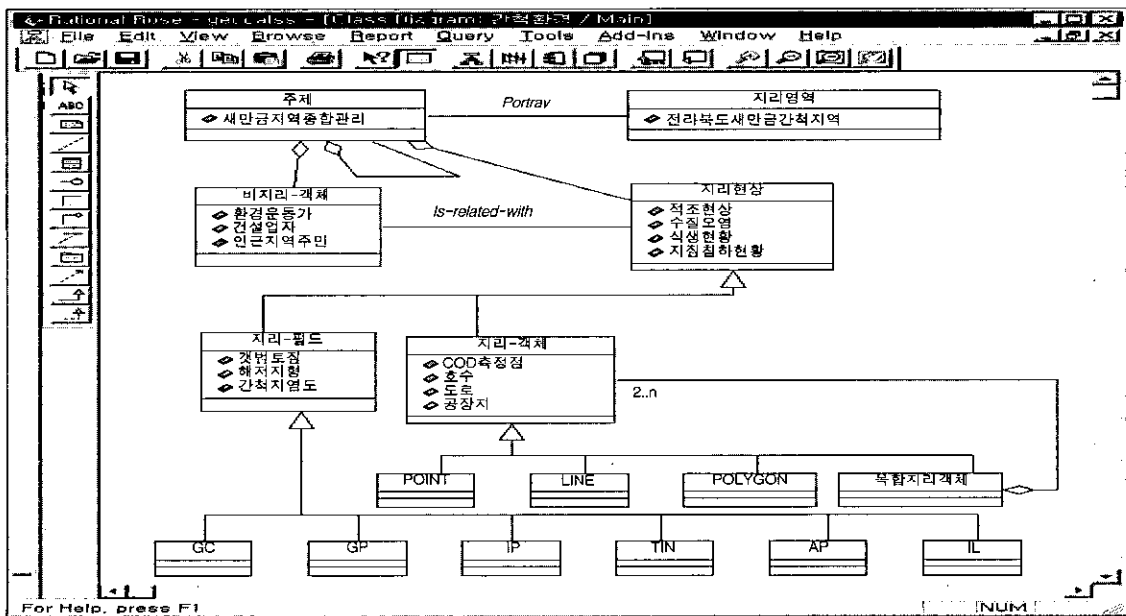
class geo-field silt-soil {
  isa : geographical phenomenon ;
  siltname : string ;
  shape : float[AP] ;
  location : (integer, integer)[rectangular-unit] ;
  size : float [m2] ;
  orientation : integer[radian] ;
  soil-managed : manager ; }

class geo-object river {
  isa : geographical phenomenon ;
  rivername : string ;
  silt-soil : string[AP] ;
  shape : line ;
  location : <integer, integer>[rectangular-unit] ;
  size : integer[km] ;
  orientation : integer[radian] ;
  cross : road ;
  river-managed : manager ; }

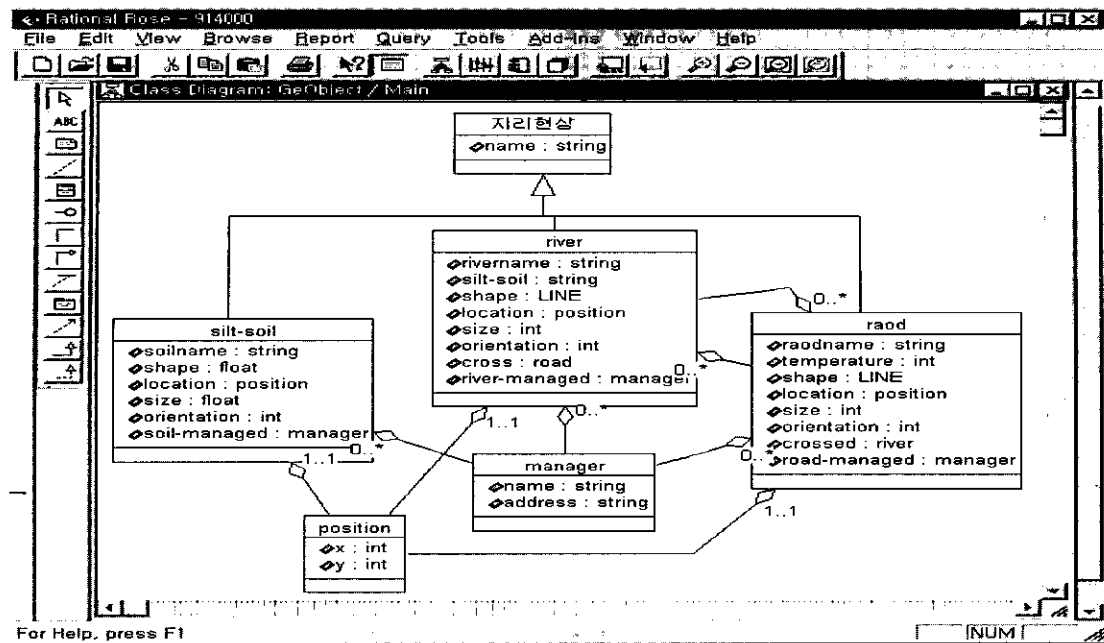
class geo-object road {
  isa : geographical phenomenon ;
  roadname : string ;
  temperature : integer[AP] ;
  shape : LINE ;
  location : (integer, integer)[rectangular-unit] ;
  size : integer[km] ;
  orientation : integer[radian] ;
  crossed : river ;
  road-managed : manager ; }

class nongeo-object manager {
  name : string ;
  address : string ; }
    
```

(그림 2) 환경관리를 위한 비지리-객체, 지리-객체와 지리-필드의 클래스 스키마



(그림 1) 전라북도 새만금간척지역 환경관리 UML 모델



(그림 3) 환경관리를 위한 비지리-객체, 지리-객체와 지리-필드의 UML 모델

위 (그림 1)에서 기술한 전라북도 새만금간척지역에서의 환경관리라는 주제를 이 논문에서 제시한 비지리객체, 지리-객체와 지리-필드의 클래스 정의어 구문을 사용하여 위의 (그림 2)와 같이 기술할 수 있다.

위의 (그림2)에서의 클래스 스키마를 Rational ROSE에 의한 UML 모델을 위의 (그림 3)과 같이 표현할 수 있다.

#### 4. 비교 및 검토

이 논문에서 객체는 지리-현상과 비지리-객체 사이의 관계를 형성하고 있다. 비지리-객체는 공간적인 특성을 배제한 객체를 말하는데 기존의 문자-기반 관계 데이터 모델이 가장 일반적인 표현 방식이다. 지리-현상은 지표면상의 지형/지물에서 온도, 습도와 기압의 기후적 요소, 그리고 오염 및 식생의 생태적 요소 등을 발생시키는 현상을 말한다. 지리현상은 지리

-객체와 지리-필드로 세분화되는데, 그 구분 이유는 지표면상의 지리/지형이 독립적으로 유일하게 존재하는 객체와 동일한 객체가 임의의 지리영역에 균일하게 분포되어 나타나는 경우와 지표면상에 추상적으로 분포되어 있는 기후 요소와 생태 요소를 나타내는 지리영역을 지리-필드라 규정하여 사용하고 있기 때문이다. 이러한 이 지리-현상은 임의의 응용하고자 하는 지리영역의 주제에 따라 모델 방식에 달라진다.

응용하고자 하는 지리적 및 비지리적 요소의 속성 및 관계를 형식화하여 객체지향 모델의 클래스에서 상태를 나타내는 속성을 더욱 세밀하게 분석하였고, 속성-영역관계를 형성하는 데이터 유형을 지리적 요소에 따라 분류하여 클래스 정의어 구문에 적용하였다.

이 논문에서는 공간적 객체 지향 공간 데이터 모델의 가장 중요한 요소인 속성을 살펴보고 종류별, 역할의 의미별로 구분하여 지원 여부를 비교하여 보면 <표 1>과 같다.

<표 1> 모델별 기하속성과 공간 관계 역할의 지원여부 비교

특성 모델	지리-객체								지리-필드							
	기하속성				공간관계역할				기하속성				공간관계역할			
	위치	크기	방향	형태	위상	측정	거리	사용자	위치	크기	방향	형태	위상	측정	거리	사용자
Tryfona[9]	0	0	0	0	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×
Davis[6]	0	△	△	△	△	△	△	△	0	△	△	0	0	△	△	△
Borges[2]	0	△	△	△	△	△	△	△	0	△	△	0	0	△	△	△
Filho[7]	0	△	△	△	0	0	0	0	0	△	△	0	0	△	△	△
Camara[4]	0	△	△	△	0	0	0	△	0	△	△	0	0	0	0	△
제안방법	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(범례, 지원 : 0, 미지원 : ×, 미구분 : △)

Tryfona 등[9]은 지리-객체의 속성을 기하학적 입장에서 방향, 크기, 위치와 형태로 분류하여 표현하였고, 지리-필드를 지리-객체의 공간-종속-속성으로 규정하여 사용하였다. 또한 공간 개체와 공간 개체 사이의 공간 관계는 집단화와 결합화로 규정하여 표현하였다. 그러나 지리-필드의 속성에 대해서는 세부적으로 거론하지 않았다. Davis 등[2]은 지리-객체와 지리-필드를 규정하였다. 그러나 지리-속성과 공간 관계의 역할에 따른 의미를 다루지는 않았다. Borges 등[2]은 지리-객체와 지리-필드의 공간 사이의 관계를 위한 규칙을 단순 결합화, 공간 관계, 그리고 망 관계로 구분하여 표현하였다. 복합 지리-객체와 성분 지리-사이의 집단화 관계를 분리, 포함, 통합의미로 분류하였다. 그러나 더욱 세분화된 속성-영역관계에 대해서는 거론하지 않았다. Filho 등[7]은 주제에 따라 비지리-객체와 지리-현상으로 구분하고, 다시 지리-현상을 지리-객체와 지리-필드로 세분하여 표현하였으며, 도형적 클래스 스키마를 제안하였다. 그러나 클래스의 속성과 메소드에 대한 기능적인 면은 고려하지 않았다. Camara[4]는 지리-객체와 지리-필드를 지원하는 질의언어인 LEGAL을 구현하였다. 이 지리언어는 지리-객체와 지리-필드의 기하학적 속성을 위치 관점에서 다루었으나, 기하속성과 공간 관계를 명시적으로 세분하여 표현하지는 않았다. 그래서 이 논문은 <표 1>에 의해서 지리-객체와 지리-필드의 속성과 관계 역할에 따른 속성-영역 관계를 분석하여 논리적 데이터 모델인 객체 지향 모델을 규정함으로써 클래스를 설계하는데 효율성을 기할 수 있다.

## 5. 결 론

이 논문은 주제에 따른 지리영역을 비지리-객체와 지리현상으로 나누고, 다시 지리현상을 지리-객체와 지리-필드로 세분화하였다. 이 세분화된 비지리-객체, 지리-객체와 지리-필드의 구성 요소인 속성, 관계 의미와 역할을 전제조건하에 정리를 도입하여 입증하였다. 또한 이에 대응하는 공간 클래스 정의어 구문을 설계하였고, 예를 들어 설명하였다.

GIS에서 지리적으로 존재하는 대상물의 속성을 지리-객체와 지리-필드의 속성-영역관계를 정의하는 관점에서 형식적 정의를 제공하는 시도는 미비한 실정이다. 그래서 이 논문은 비지리-객체, 지리-객체와 지리-필드에 존재하는 상태를 나타내는 속성과 관계를 형식화하였고, 그 속성과 관계성의 정의역에 해당하는 자료형을 명확히 구분함으로써 지리 클래스 정의어 구문을 설계하는 것을 제안하였다.

공간 클래스의 기하학적 입장에서 속성들을 축척, 응용관점, 해상도와 도량형에 따라 표현함으로써 명확한 기하학적 속성표현을 하였다. 비지리-객체, 지리-객체와 지리-필드의

공간 관계를 역할에 따라 규정함으로써 클래스 정의어 구문을 설계하는데 효율성을 기하였다. 공간 클래스 정의어 구문을 설계할 때 속성-영역관계를 명확하게 정의를 내려 표현함으로써 클래스계층구조가 변화할지라도 재설계의 시간적 낭비를 줄일 수 있었다. 그러나 지리-객체 및 지리-필드들의 관계성들이 이 논문이 제시한 것만 있지 않기 때문에 사용자 정의 관계성으로 한정하여 표현하였다. UML 기반 그래픽 사용자 인터페이스를 구현하였다. 이 논문의 중점은 공간의 속성과 관계성의 형식화의 기틀을 마련하는 것이다.

향후 연구방향으로는 공간 관계를 메소드로 처리할지 아니면 속성영역관계로 그대로 두어야할지의 구분 기준을 정하고, 이를 위한 메소드로 설계하고자 한다. 또한 직접 지리-객체를 보여줄 수 있는 “전라북도 새만금 간척지”에 해당하는 지도를 구현하는 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] Beeri, C., "Formal Models for Object-Oriented Databases," In : Pro. 1st. int'l Conf. on DOOD, pp.370-389, 1989.
- [2] 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.
- [3] Booch, G., J. Rumbaugh, and Jacobson, *The Unified Modeling Language User Guide*, Addison-Wesley, Reading, MA. 1999.
- [4] Camara, G. "Models, languages and Architectures for geographical Information Systems," Ph. D. theses, INPE in Brazil, 1995.
- [5] Chen P. S., "The Entity-Relationship Model : Toward a Unified View of Data ACM TODS," Vol.1, pp.9-36, 1976.
- [6] Davis Jr., C. A., and Laender, A. H. F., "Multiple Representations in GIS : Materialization Through Map Generalization, Geometric, and Spatial Analysis Operations," ACM GIS, pp.60-65, 1999.
- [7] Filho, J. L., and Lochpe, C., "Specifying Analysis Patterns for Geographic Databases on the Basis of a Conceptual Framework," ACM GIS, pp.7-13, 1999.
- [8] Gordillo, S., and Balaguer, F., "Refining an object-oriented GIS design model : Tautologies and Field Data," ACM GIS, pp.76-81, 1998.
- [9] Hadzilacos, T. and Tryfona, N., "Executing the Entity-Relationship Modes to Capture Spatial Semantics," SIG-MOD RECORD(Sept), 1997.
- [10] Kim, S. N., "Transformation Entity-Relationship Model into Object-Oriented Model in temporal Paradigm," Ph. D. theses, the Chungbuk National University at Chungbuk in Korea. 1997.

[11] Lee, H. R., "A Logical Optimization of Queries in Object Oriented Database System," Ph. D. theses, the Chonbuk National University at Chonbuk in Korea, 1994.

[12] Lee, H. R., H. S. Kwak, K. H. Ryu., "Logical Optimization of Queries using a Complex Object Calculus Transformation," *Journal of KISS(B) : Software and Applications*, Vol.22, No.12, pp.1601-1613, December. 1995.

[13] Mark, D. M., Spatial Representation : A Cognitive View. In Maguire, D. J., Goodchild, M. F., Rhind, D. W., and Longley, P. (editors) *Geographical Information Systems : Principles and Applications*, Second edition, Vol.1, pp.81-89. 1999.

[14] Rational Rose 98, <http://www.rational.com/products/rose/index.jsp>, 1998.

[15] 이홍로, 김삼남, 류근호, "개체-관계성 모델을 역할에 따른 객체지향 데이터베이스 모델로 변환", 한국정보처리학회논문지, 제4권 제6호, 1997.

[16] 이홍로, 김삼남, 류근호, "관계 의미에 따른 개체-관계 데이터 모델의 객체지향 데이터 모델로의 변환", 한국정보과학회 논문지(B), 제24권 제9호, 1997.

[17] 이홍로, 김삼남, 류근호, "속성 버전화에 기반한 시간지원 객체지향 모델의 형식화", 한국데이터베이스학회논문지, 제4권 제1호, 1997.

[18] 이홍로, 김삼남, 류근호, "속성 버전화를 통한 개체-관계 모델의 시간지원 객체지향 데이터 모델로의 변환", 한국정보과학회논문지(B), 제25권 제6호, 1998.



### 이 홍 로

e-mail : leehongro@orgio.net

1984년 전북대학교 전기공학과 졸업(공학사)

1986년 전북대학교 대학원 전자계산기 전공  
(공학석사)

1994년 전북대학교 대학원 전산응용공학  
전공(공학박사)

1994년~현재 전북대학교 시간강사

관심분야 : 객체지향시스템, 객체지향모델링, 지리정보시스템, 시공간데이터모델링