

지리 관계 역할을 이용한 객체 지향 공간 데이터 모델

(Object Oriented Spatial Data Model using Geographic Relationship Role)

이 홍 로*
Hong Ro Lee

요 약

지리정보시스템은 많은 응용분야에서 이용될 수 있는 자료를 다룬다. 그러나 각 응용분야를 위한 필요한 정보가 지리정보의 설계단계에서 해상도, 추상화 정도와 표현 방법에 따라 다르게 표현될 수 있다. 이와 같은 다양한 필요성을 다루기 위해서 지리정보시스템은 지리현상에서 발생하는 각 객체의 독립성과 동질성 여부에 따라 표현해야 한다. 또한 공간 객체 사이의 관계성이 역할에 따라 다르게 표현되는 방법도 다루어야 한다.

이 논문에서는 지리정보시스템에 대한 객체와 객체들 사이의 관계성에 의한 형식적 정의의 문제를 제시하고 있다. 지리 자료는 지리-객체와 지리-필드로 분류되는데, 지리적 공간상에 존재하는 실제의 연속적이고, 이산적인 표현으로 나타낸 것이다.

이 논문은 지리-객체, 지리-필드와 비지리-객체 상에서 클래스와 관계 역할에 대해 연구하고자 한다. 이 연구의 결과는 클래스의 상태에 대한 특성인 속성-영역 관계를 이용하여 공간 객체의 속성을 형식적으로 구분함으로써 클래스 관계에 효율성을 기하고자 한다.

Abstract

Geographic Information Systems(GIS) deal with data which can potentially be useful for a wide range of applications. However, the information needs of each application usually vary, specially in resolution, detail level, and representation style, as defined in the modeling phase of the geographic database design. To be able to deal with such diverse needs, the GIS must offer features that allow multiple representations for each geographic entity of phenomenon.

This paper addresses the problem of formal definition of the objects and their relationships on geographical information systems. The geographical data is divided in two main classes: geo-objects and geo-fields, which describe discrete and continuous representations of spatial reality.

I will study the classes and the roles of relationships over geo-fields, geo-objects and nonge-objects. Therefore, this paper will contribute the efficient design of geographical class hierarchy schema by means of formalizing attribute-domains of classes.

1. 서 론

지리정보시스템은 다양한 지리정보를 구축, 유지관리, 편집, 분석 및 프로세싱, 디스플레이 및 출력 등의 과정을 통하여 공간 정보를 얻는 동시에 공간 의사결정에 도움을 준다. 이 지리정보시스템은 어느 특정한 주제(theme)를 강조하여 표현한 지도로이며, 계획분야를 비롯하여 시설물관리 점검, 행정서비스운영, 환경오염실태 등의 지리현

상은 공간과 관련된 의사결정이 필요한 분야에서 다양하게 활용할 수 있는 정보이다. 공간상의 자료를 응용하는 분야는 국토지도, 환경지도, 교통도로망지도, 기상도, 상하수도지도, 전선이나 통신선로도, 토지도 및 식생이용도 등에 적합하다.

공간정보는 공간상의 객체를 나타내거나 객체들간의 관계를 표현하는데 사용되는 데이터로서 지리적인 위치와 위상관계를 나타내는 도형정보와 객체의 특징을 나타내는 속성정보로 구성되어 있다. 이 도형정보는 지형지물(feature) 또는 대상물의 위치에 관한 자료로써, 지도 또는 그림으로

* 정회원 : 전북대학교 공과대학 컴퓨터공학과 시간강사
leehongro@orgio.net

표현되는 경우가 많다. 한 공간상에 존재하는 지형지물이 한 지리영역에서 응용하고자 하는 주제에 따라 다르게 표현될 수 있다. 이 응용하고자 하는 주제는 지형지물에서 발생하는 지리현상과 지형지물을 관리하거나 속성들을 문자나 숫자로 기술하는 비지리-객체(nonge-object)로 나누어질 수 있다. 예를 들어 어느 지역의 환경오염상태는 도형적 자료로 표현되는 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 각각 지리-객체(geo-object)와 지리-필드(geo-field)로 세분화될 수 있다[4]. 이러한 공간 정보는 축척(scale), 해상도(resolution)와 도량형(measurement unit)에 따라 공간 개체의 속성과 공간 개체 사이의 관계성의 한계가 결정되며, 이 지리영역의 특성은 지리공간 데이터를 구체적으로 모델링할 것인가 아니면 간단하게 모델링할 것인가에 대해 지대한 영향을 미친다. 또한 한 지리 클래스와 다른 지리 클래스 사이의 관계성이 공간적 역할에 따라 다르게 표현될 수 있다. 그러므로, 이 지리영역에서 객체들 사이의 유기적 관계와 속성을 효율적으로 표현하는 공간 객체지향 데이터 모델을 연구하는 것이 필요하다. 지리 객체지향 모델에서는 지리 클래스의 속성과 관계성을 형식화시키기 위한 방법과 전제조건이 수반된다. 그리고 이 형식화 방법과 전제조건하에 지리 클래스 계층구조를 설계하는데 클래스의 특성을 명확하게 구분하려면, 한 객체가 다른 객체를 참조할 때 관계하는 역할에 따라 속성의 이름을 다르게 표현할 수 있는 연구가 필요하다.

GIS에서는 지리적으로 존재하는 대상물의 속성을 지리-객체와 지리-필드의 속성-영역관계로 정의한다는 점에서 형식적 정의를 제공하는 시도가 미비하다. 이 논문은 비지리-객체, 지리-객체와 지리-필드에 존재하는 상태(state)를 나타내는 속성과 관계성을 형식화하고, 그 속성과 관계성의 정

의역(domain)에 해당하는 자료형을 명확히 구분함으로써 지리클래스 정의어 구문을 설계하는 것을 제안하고자 한다.

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

이 논문은 비공간 데이터 모델을 위한 문자 및 숫자 자료형의 표기를 기반으로 하여 비공간 관계성의 역할을 규정하여 클래스 스킴을 정의한다. 또한 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, 이 클래스들 사이의 관계성을 일반화, 집단화, 결합화, 공간관계성과 사용자 정의 관계성으로 나누어 구분하고 이 관계성에 대한 역할을 규정한다. 또한 공간 객체 및 필드는 축척, 해상도, 도량형에 따라 클래스의 추상화 정도에 따라 다르게 기술됨을 정리(theorem)를 통해 입증한다. 또한, 이 논문에서는 비공간 클래스와 공간 클래스의 속성과 관계성을 고려하여 합성된 클래스 계층구조를 정의하고, 클래스 정의어 구문을 설계하고자 한다. 그러나 지리-객체 및 지리-필드의 관

계성들이 이 논문이 제시한 것만 있지 않을 것이다. 그러므로, 이 논문은 사용자 정의관계성으로 한정하여 표현하였다. 이 논문의 중점 사항은 공간의 속성과 관계성의 형식화 기틀의 마련이다. 클래스 계층구조를 설계할 때 속성 및 관계성을 어느 클래스에 포함시켜야 할 것인가, 관계역할이 얼마나 있는가의 기준을 위한 도형 및 기호를 설계하는데 시간을 절감할 수 있다.

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 관계성은 집단화와 결합화로 규정하여 표현하였다. 이 기하 속성과 공간 관계성을 E-R 모델[5]로 표현하는 개념 모델을 제안하였지만 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 변화방법, 그리고 지리-객체와 지리-필드 사이의 변환 방법을 제안하였지만 지리-속성과 공간 관계성의 역할에 따른 의미는 다루지 않았다. Borges 등[2]은 지리-객체와 지리-필드의 자료형을 GUI의 표현방법인 기호를 사용하였다. 지리-필드의 연산 규칙과 공간 사이의 관계를 위한 규칙을 단순 결합화, 공간 관계성, 그리고 망관계성(network relationship)으로 구분하여 표현하였다. 복합 지리-객체와 성분 지리-객체 사이의 집단화 관계성을 분리, 포함, 통합의미로 분류하였다. 그러나 더욱 세분화된 속성-영역 관계에 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 질의언어인 LEGAL을 구현하였는데 이 질의언어는 지리-객체와 지리-필드의 기하학적 속성을 위치 관점에서만 다루었다. 그러나 기하속성과 공간 관계성을 명시적으로 세분하여 표현하지는 않았다.

이에 따라 본논문에서는 주제에 따른 지리영역을 비지리-객체와 지리현상으로 나누고, 다시 지리현상을 지리-객체와 지리-필드로 세분화하고자 한다. 이렇게 나누어진 비지리-객체, 지리-객체와 지리-필드의 구성 요소인 속성, 관계의미와 역할을 전제조건하에 정리를 도입하여 입증한다. 또한 이에 대응하는 공간 클래스 정의어 구문을 설계하고, 예를 들어 보이고자 한다.

다양한 응용 요구 조건을 제공하기 위해서는 풍부한 표현력을 지원하는 공간 개념 모델이 필요하다. 이 모델은 객체, 관계성, 속성과 집단화 같은 모델의 요소에 대해서 공간 차원이 연관되어야 한다. 이러한 직교성을 초월해서, 공간 개념 모델을 위한 다른 중요한 특징들은 다음을 포함하고 있다. 1) 기본 자료형에 추가해서 총괄적인 공간 자료형의 지원, 2) 개체 사이의 공간 관계성을 명시적으로 표현할 능력, 3) 기하 속성, 공간 관계성을 기존의 관계성[10, 11, 12, 13, 14, 15, 16]인 집단화, 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 논문은 Filho 등[7]이 제안한 방법에 기반하여 지리영역을 주제에 따라 비지리-객체와 지리-현상으로 구분하고, 다시 지리-현상을 지리-객체와 지리-필드로 세분화하여 UML 기반으로 하여 클래스 계층구조를 설계하고자 한다. 그러나 Filho 등은 클래스의 속성과 메소드에 대한 명시적인 구성요소에 대해서 기술하지는 않고 있다. 그러므로, 이 논문에서는 공간 객체의 속성과 공간 관계성의 역할에 따른 속성-영역관계를 분석하여 논리적 데이터 모델인 객체지향 모델을 규정하고자 한다. 그러나 이 논문은 공간 객체의

동적인 공간 연산자에 대해서는 거론하지 않기로 한다.

이 논문의 구성에 대해서 제 2장에서는 공간의 개요와 지리 클래스의 구성 요소에 대해 규정하고, 제 3장에서는 지리클래스 구문을 기술한다. 제 4장에서는 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 제시하고자 하는 있는 객체지향 모델을 정의하기 위해서 클래스 기반 구조를 따르고자 한다[1]. 여기서의 객체는 클래스의 인스턴트이고, 이 인스턴트의 속성 값의 집합인 상태와 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 실제계에 존재하는 지리적 공간을 기존 클래스(비 지리 클래스)와 지리 클래스로 구분하여 객체지향 클래스의 집합으로 모델링할 수 있다[Cam95]. 이 지리 클래스는 지리적 필드와 지리 객체로 모델링되며, 기존의 클래스는 인스턴트가 비지리-객체의 클래스에 대응한다.

또 객체의 각 지리 클래스를 기하학적 입장에서 속성-공간 관계성의 역할에 의한 속성-영역 관계, 비공간 속성과 비공간 관계서의 역할에 의한 속성-영역 관계를 모두 가지고 있는 경우도 다루고자 한다. 그래서 클래스를 비지리-클래스와 지리-클래스 관점에서 총체적인 지리-합성 클래스 구조(geo-composition class hierarchy)를 다음과 같이 제시하고자 한다.

2.2 비공간 객체

객체지향 모델은 객체 식별자, 메소드, 클래스, 관계 의미의 역할에 대응하는 집단화와 결합화를 클래스 계층 구조로 기술한다[10, 11]. 비공간 객체의 속성은 기술 속성(descriptive attribute) $\{A_1, \dots, A_n\}$ 으로 이 속성들의 정의역에 대한 값의 집합에 대응하는 객체의 기본 데이터형은 integer, real, string 및 bool 등이다. 이 비공간 속성의 정의역의 전체 집합은 $U_D = \{DOM_1, DOM_2, \dots, DOM_n\}$ 이다. 여기서 각 DOM_i 는 비공간 기본 자료형에 대한 정의역이며, $DOM_i \neq \emptyset$ 이다. 그리고 $D = \cup_{i=1}^n DOM_i$ 으로 기본 자료형에 대한 모든 정의역의 집합이다. 그리고 비공간 추상화 자료형은 ADT로 표기한다. 이 추상자료형은 앞으로 정의할 비지리 클래스 CNG를 말한다.

[정의 1] 비지리 클래스 $C_{NG} = (A_{NG}, M_{NG})$

여기서 비공간 속성의 전체 집합은 $A_{NG} = \{A_{NG1}, A_{NG2}, \dots, A_{NGnd}\}$ 이다. 이 속성은 정의역 DOM 을 가지는 경우를 말한다. 객체나 값을 변경하거나 생성하는 기능을 하는 메소드는 $M = \langle mn, ms, mb \rangle$ 로 구성된다. 여기서 mn 은 메소드 이름이고, ms 는 $f : S \times P_1 \times \dots \times P_k \rightarrow RT$ 로 표기되는 메소드 시그네처(signature)이다. S 는 메소드 m 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 의 구현과 의미를 규정하는 본체(body)이다. □

비공간 객체 지향 데이터 모델에서 관계의 의미에 따라 속성-영역을 형성하기 위해서는 역할 할당함수를 고려한 클래스 구조를 다음과 같이 규정할 수 있다[10, 11, 12, 13, 14, 15].

[정의 2] 역할 할당함수가 고려된 비지리 클래스 스킴(CNG)

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

여기서 각 성분은 다음과 같이 기술된다.

- 개체 클래스의 유한 집합: $CR_{NGE} ::= \{C_{NGE1}, \dots, C_{NGEi}, \dots, C_{NGEn}\}$

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[Chen79].

- 관계 클래스 유한 집합: $C_{NGR} ::= \{C_{NGR1}, \dots, C_{NGRi}, \dots, C_{NGRn}\}$

여기서 C_{NGR} 는 비공간 추상클래스 사이에서 집단화와 결합화에 의한 클래스를 나타낸다.

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

여기서 비공간 관계 클래스 C_{NGR} 의 n -항 관계에서 SE_{NGi} 는 관계의 의미를 나타내며, 그 관계의 의미는 일반화(S_{ge}) 및 세분화(S_{sp}), 집단화(S_{ag}), 그리고 결합화(S_{as})로 구분된다. \square

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

[정의 3] 비지리 클래스 계층 스킴 $CH_{NG} ::= \langle A_{NG}, OID, \subseteq, \cong, \Rightarrow \rangle$

- 속성들의 집합: $A = \{A_{NG1}, A_{NG2}, \dots, A_{NGnd}\}$ 이다.
- 식별자들의 집합: $OID \subseteq ID$ 이다.
- 일반화 클래스 계층: $\subseteq \subseteq C_{NGi} \times C_{NGj}$
- 집단화 클래스 계층: $\cong \subseteq C_{NGi} \times C_{NGj}$
- 결합화 클래스 계층: $\Rightarrow \subseteq C_{NGi} \times C_{NGj}$ \square

위의 정의 1, 정의 2와 정의 3에 의해 속성과 역할에 대한 구체적으로 설명하여 보자. 예를 들면, 이 비지리-객체에 대한 속성의 정의역은 기존의 자료형인 문자나 숫자만을 이용하기 때문에, “전라북도 도청의 직원”이라는 비지리-객체의 속성은 이름, 직급이나 봉급을 말하고, 이들에 대한 자료형은 문자나 숫자로 표현된다. 한 비지리-객체가 다른 비지리-객체를 참조할 때 관계하는 역할에 따라 속성의 이름이 다르게 표현되는 경우이다. “자동차 회사”라는 비지리-객체의 클래스가 “피고용인”이라는 비지리-객체의 클래스와 결합화 관계성을 형성할 때, 피고용인이 “평사원”, “대리”, “과장” 및 “부장”이라는 역할에 따라 자동차 회사와 관계성의 의미가 다르게 표현될 수 있다. 이것은 비지리-객체가 관계하는 직책의 역할에 따라 속성-영역관계에서 속성이름이 다르게 표현됨을 나타낸다.

[정리 1] 비지리 객체는 공간성을 내포하고 있으나 공간 관계성을 포함하지 않는다.

증명: 비지리 클래스 C_{NG} 는 공간성을 고려하여 지도나 지형도에 표현할 수 있으나, 속성이나 메소드가 숫자나 문자의 자료만 다루고, 기하학적 형태를 표현하는 기하자료형을 다루지 않기 때문에 객체 사이의 관계성에서는 공간 관계성을 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]. 객체지향

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 $ODOM = \bigcup_{i=1}^{nd} ODOM_i$ 으로 기본 자료형에 대한 모든 정의역의 집합이다. 그런데 지리-객체들 사이의 관계성은 다음과 같은 전체 조건하에 지리-객체를 규정하고자 한다.

[전제조건 1] 지리-객체의 공간적 관계성을 위상, 측정과 거리로 구분하고, 그 밖의 관계성은 사용자 관계성으로 규정하여 사용한다.

공간상의 지구 표면에서 지리정보시스템의 자료를 만들기 위해서는 지리-객체를 규정하기에 앞서 응용하고자하는 지형과 지질의 지역 범위를 다음과 같이 정의할 수 있다.

[정의 4] 지리영역(Geographical Region: GR)

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

예를 들어, “전라북도 새만금개발지구”를 응용 분야로 하여 지리정보시스템을 구축하고자 할 때 이 새만금개발을 위한 지표상의 지역이 지리영역 GR이 되고, 구획화된 각 세부지역이 GR_1, \dots, GR_n 이 된다. 그래서 새만금개발지역 GR은 세부지역들 $\{GR_1, \dots, GR_n\}$ 로 구성된다. 이 지리영역에서 축척, 해상도와 도량형에 따라 공간 개체의 속성과 공간 개체 사이의 관계성의 한계가 결정된다. 이 지리영역의 특성은 지리공간 데이터를 구체적으로 모델링할 것인가 아니면 간단하게 모델링할 것인가에 대해서 지대한 영향을 미친다.

공간영역 GR에서 개별적으로 존재하는 자연지

형이나 인공지물을 지리-객체라 한다[4]. 예를 들어, 새만금개발지역의 지리영역에서 지리-객체는 항만도로, 수로, 건물 및 비행장 등이다. 이 지리-객체는 GO로 표기하며, 다음과 같이 지리-객체 클래스 구조를 정의할 수 있다.

[정의 5] 지리객체 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 변수영역을 얼마나 공유하고 있느냐를 표현한 것으로 $A_{sd}(F_{DOM}) \rightarrow DOM_1 \times \dots \times DOM_n$ 으로 나타낸다[HaTr97]. 기하학적 입장에서 지리객체의 특성을 나타내는 기하 속성(geometric attributes)은 $A_{geo} = \{\text{shape, location, size, orientation}\}$ 이다. 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 추상자료형은 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 위해서 역할 할당함수를 고려해야 하는데 이 클래스 구조는 다음과 같이 규정할 수 있다[11, 12, 13, 14, 15, 16].

[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 모델에서의 지리 개체에 대한 클래스이다.

■ 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-객체와 지리-객체 사이의 관계성에 대한 클래스이다.

■ 지리-객체 관계성에 의한 역할 할당 함수 ρ
 $GO: C_{GOR} \rightarrow (SE_{GOi} \rightarrow role_{GOi})$

여기서 지리-객체와 지리-객체 사이의 관계를 나타내고 있는 관계 클래스 C_{GOR} 의 n -항 관계에서 SE_{GOi} 는 공간 관계 의미를 나타내며, 그 관계 의미 SE_i 는 위상관계(S_{top}), 방향관계(S_{dir})와 측정관계(S_{met})로 구분된다. 만일 위상관계, 방향관계와 측정 관계 이외의 공간 관계 의미는 비지리객체의 관계 의미인 공간 일반화(S_{Goge}) 및 공간세분화(S_{Gosp}), 공간집단화(S_{Gogag}), 그리고 공간결합화(S_{Gogas})로 구분하여 사용한다. □

지리-객체 사이의 공간적 관계성(GOR), 지리-객체와 비지리-객체 사이의 관계성(GOR)을 고려한 지리-객체 클래스는 다음과 같다.

[정의 7] 관계성이 고려된 지리-객체 클래스 계층 스킴 $CH_{GO} = \langle OID, A_{GO}, R_{GO}, R_{NGO} \rangle$

■ 식별자들의 집합: $OID \subseteq ID$ 이다.

■ 속성들의 집합: $A_{GO} = \{A_{S_{GO}}, A_{M_{GO}}, \dots, A_{R_{GO}}\}$ 이다.

■ 지리-객체 관계성: $R_{GO} = \{\text{topological relationship}(R_{GOtop}), \text{metric relationship}(R_{GOmet}), \text{directional relationship}(R_{GOdir}), \text{user defined relationship}(R_{GOud})\}$

i) 위상관계성(R_{GOtop}): 지리-객체(GO)들 사이의 위상관계를 나타낸 것으로 다음과 같은 속성-영역을 위한 역할들을 가진다.

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

ii) 측정관계성(R_{GOmet}): 측정관계는 지리객체들 사이의 거리 관계를 나타낸 것으로 다음과 같은 역할을 가진다.

- distance(GO) : OADT
- perimeter(GO) : OADT

iii) 방향관계성(R_{GOdir}): 방향 관계는 지리객체들 사이의 방향단체를 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}): 사용자 정의 관계성은 지리-객체들 사이의 관계성으로 앞에서 기술한 위상, 측정과 방향의 관계성 이외의 것들을 의미한다. 그래서 비공간 관계

성인 일반화, 결합화와 집단화의 관계성을 그대로 사용한다.

- asso-role-name₁(GO): OADT
- :
- asso-role-name_m(GO): OADT
- aggre-role-name₁(GO): OADT
- :
- aggre-role-name_n(GO): OADT

■ 비지리-객체 관계성(R_{NGO}): 지리-객체와 비지리-추상화 클래스(ADT)의 관계성을 나타낸 것이다. 이 관계성은 집단화와 결합화를 가진다. 이에 대한 역할에 의한 속성-영역관계는 다음과 같다.

- asso-role-name1(GO): ADT
- :
- asso-role-namem(GO): ADT
- aggre-role-name1(GO): ADT
- :
- aggre-role-namen(GO): ADT

위의 정의 5, 정의 6과 정의 7에 의한 속성과 역할에 대해 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 관계성을 형성할 때, 만경강이 김제군 성덕면을 기하학적 위치에 따라 횡단(cross)하기도 하고, 인접(adjacent)하기도 하며, 인접하지 않을 수(disjoint)도 있다. 이것은 두 공간 객체가 공간적 위치가 변함에 따라 관계하는 역할이 다르게 표현됨을 알 수 있다.

[정리 2] 지리-객체 입장에서 지리-객체와 지리-필드 사이의 관계성은 $A_{sd}(FDOM) \rightarrow DOM_1 \times \dots \times DOM_n$ 의 공간-종속 속성 함수를 포함한다.

증명: 공간-종속 속성은 지리-객체와 지리-필드 사이의 관계성을 역할 함수를 도입하여 표현한 것이다. 이 공간-종속 속성은 지리-객체가 지리-필드의 값들을 얼마나 공유하고 있는지를 나타내는 공간 관계를 내포하고 있기 때문에 공간 관계성이다.

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 raster 기반 자료형과 vector 기반 자료형으로 구분된다 [GOBa98]. raster 기반 자료형은 Grid of Cells(GC), Irregular Points(IP) 와 Grid of Points(GP)이 있으며, vector 기반 자료형은 Triangular Irregular Point (TIP), Adjacent Polygons(AP), Isolines(IL)이 있다 [29, 6]. 그래서 지리-필드 모델의 정의역 전체 집합은 $UFDOM = \{GC, IP, GP, TIP, AP, IL\}$ 이다. 그런데 지리-필드들 사이의 관계성은 다음과 같은 전제 조건하에 지리-필드를 규정하고자 한다.

[전제조건 2] 지리-필드 내의 기하학적 속성 사이의 관계성은 벡터형 자료인 TIP, AP와 IL에만 적용하여 속성-영역관계를 형성한다.

예를 들어, “전라북도 새만금개발지역”이라는 지리영역 GR의 어느 지역($GR_i, 1 \leq i \leq n$)에서는 연속적으로 균일하게 분포되어서 나타내는 갯벌의 토질(soil type), 담수호의 수질 환경 오염도, 간척지의 염도, 기압, 기온, 습도 및 해양농조 등은 지리-필드로 나타낼 수 있다. 이 지리-필드는 GF로 표기하며, 다음과 같이 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(AsiGF): 지리 필드 클래스의 공간-독립 속성을 나타내며 정의역은 DOM이다.

ii) 지리-필드의 기하 속성(AgpGF): 기하학적 입장에서 필드의 변수에 대한 형태 속성(shape), 위치 속성(location), 크기 속성(size)과 방향 속성(orientation)으로 구성된다. 이 지리-필드의 기하 속성은 $Sgp_{GF} = \{shape, size, location, orientation\}$ 이다.

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

- shape(IP): $DOM_1 \times \dots \times DOM_{nIP}$
- shape(GC): $DOM_1 \times \dots \times DOM_{nGC}$,
- shape(GP): $DOM_1 \times \dots \times DOM_{nGP}$,
- shape(TIP): $DOM_1 \times \dots \times DOM_{nTIP}$,
- shape(AP): $DOM_1 \times \dots \times DOM_{nAP}$,
- shape(IL): $DOM_1 \times \dots \times DOM_{nIL}$

㉡ 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]

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

- size(FDOM): DOM [measure unit]

㉣ 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 공간 관계의 의미에 따라 속성-영역을 형성하기 위해서 역할 할당 함수를 고려해야 하는데 이 클래스 구조는 다음과 같이 규정할 수 있다[11, 12, 13, 14, 15, 16].

[정의 9] 역할 할당함수가 고려된 지리-객체의 클래스 스킴(CR_{Go})

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

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.

■ 지리-필드 사이의 관계를 나타내는 지리-필드 관계 클래스의 유한 집합은 $C_{GFR} = \{C_{GFR1}, \dots, C_{GFRi}, \dots, C_{GFR_n}\}$ 이다.

여기서 C_{GFR} 은 지리-필드와 지리-필드 사이의 관계성에 대한 클래스이다.

■ 지리-필드 변수 내의 관계성에 의한 역할 할당 함수 $\rho_{GF}: C_{GFR} \rightarrow (SE_{GFi} \rightarrow role_{GFi})$

여기서 지리-필드 변수와 지리-필드 변수 사이의 관계를 나타내고 있는 관계 클래스 C_{GFR} 의 n-항 관계에서의 SE_{GFi} 는 공간 관계의 의미를 나타

내며, 그 관계 의미 SE_{GF} 는 벡터형 자료형에만 적용한다. 이 벡터 자료형은 위상관계(S_{top}), 방향관계(S_{dir})와 측정관계(S_{met})로 구분된다. 만일에 위상관계, 방향관계와 측정 관계 이외의 공간 관계의 의미는 비지리객체의 관계 의미인 공간 일반화(S_{GFge}) 및 공간세분화(S_{GFsp}), 공간집단화(S_{GFag}), 그리고 공간결합화(S_{GFas})로 구분하여 사용한다. □

또 지리-필드 추상화 자료형은 FADT로 표기한다. 이 추상자료형은 앞으로 정의할 지리-필드 클래스 C_{GF} 를 의미한다.

지리-필드 변수 사이의 공간적 관계성(R_{GF}), 지리-필드와 비지리-객체 사이의 관계성(R_{NGF})을 고려한 지리-필드 클래스는 다음과 같이 고려된다.

[정의 10] 지리관계성을 고려한 지리-필드(Geographical Field, GF) 클래스 계층 스킴(CH_{GF})

지리-필드 클래스 계층 스킴 $CH_{GF} = \langle OID, A_{GF}, R_{GF}, R_{GFO}, R_{NGF} \rangle$

여기서 각 구성요소는 다음과 같이 기술할 수 있다.

- 식별자들의 집합은 $OID \subseteq ID$ 이다.
- 지리-필드 속성은 $A_{GF} = \{Asi_{GF}, Agp_{GF}\}$ 이다.
- 지리-객체 관계성: $R_{GF} = \{\text{topological relationship}(R_{GFtop}), \text{metric relationship}(R_{GFmet}), \text{directional relationship}(R_{GFdir}), \text{user defined relationship}(R_{GFud})\}$

- i) 위상관계성(R_{GFtop}): 지리-필드(GF) 변수들 사이의 위상관계를 나타낸 것으로 다음과 같은 속성-영역을 위한 역할들을 가진다.
 - disjoint(GF): FADT
 - cross(GF): FADT
 - intersect(GF): FADT
 - inside(GF): FADT
 - equal(GF): FADT

- ii) 측정관계성(R_{GFmet}): 측정관계는 지리-필드 변수 사이의 거리 관계를 나타낸 것으로 다음과 같은 역할을 가진다.

- distance(GF) : FADT
- perimeter(GF) : FADT

- iii) 방향관계성(R_{GFdir}): 방향 관계는 지리-필드 변수들 사이의 방향단계를 나타낸 것으로 다음과 같은 역할을 가진다.

- north(GF): FADT
- south(GF): FADT
- east(GF): FADT
- west(GF): FADT
- up(GF): FADT
- down(GF): FADT
- left(GF): FADT
- right(GF): FADT

- iv) 사용자정의관계성(R_{GFud}): 사용자 정의 관계성은 지리-필드 변수들 사이의 관계성으로 앞에서 기술한 위상, 측정과 방향의 관계성 이외의 것들을 의미한다. 그래서 비공간 관계성인 일반화, 결합화, 집단화를 그대로 사용한다.

- asso-role-name1(GF): FADT
- asso-role-namem(GF): FADT
- aggre-role-name1(GF): FADT
- aggre-role-namen(GF): FADT

- 지리-필드와 지리-객체 사이의 관계성(R_{GFO}): 지리-필드(GF)와 지리-객체(GO) 사이의 관계성을 나타내는데 여기에서는 결합화와 집단화로 구분하여 나타낸다. 이에 대한 기술은 다음과 같다.

- asso-role-name1(GF): OADT

- asso-role-namem(GF): OADT
- aggre-role-name1(GF): OADT
- :
- aggre-role-namem(GF): OADT

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

- asso-role-name1(GF): ADT
- :
- asso-role-namem(GF): ADT
- aggre-role-name1(GF): ADT
- :
- aggre-role-namem(GF): ADT

위의 정의 8, 정의 9과 정의 10에 의한 속성과 역할에 대해 구체적으로 설명하기로 하자. 예를 들어, 속성 입장에서 “전라북도를 흐르고 있는 만경강의 수질”이라는 지리-필드의 자료형은 $character \times \dots \times character$ 로 표현된다. 또한 관계 역할 입장에서 “만경강의 수질”이라는 지리-필드와 “만경강의 물의 온도”라는 지리-필드가 위상 관계성을 형성할 때, 온도와 수질이라는 지도상의 값들이 위치에 따라 횡단(cross)하기도 하고, 인접(adjacent)하기도 하며, 인접하지 않을 수(disjoint))도 있다. 이것은 두 지리-필드의 값들 사이에 관계성의 역할이 다르게 표현됨을 나타낸다.

[정리 3] 지리-필드 입장에서 지리-필드와 지리-객체 사이의 관계성은 지리-필드 속에 객체를 중첩시키는 것이다.

증명: 정의 10의 지리-필드와 지리-객체 사이의 관계성 R_{GRO} 에서는 결합화와 집단화로 구분된 역할할당함수에 의한 속성-영역관계가 형성된다. 이러한 형식적 정의에 의해 지리-필드

드 속에 객체가 중첩됨을 알 수 있다.

[정리 4] 지리영역에서 지형지물은 축척, 해상도와 추상화의 정도에 따라 지리-객체로 표현할 수도 있고 지리-필드로도 표현될 수 있다.

증명: 지표면상의 영역에서 지형, 지물이 거시적으로 보면 하나의 독립적인 지리-객체로도 볼 수 있고, 미시적으로 보면, 연속적으로 균일하게 분포된 여러 개의 객체들로 볼 수 있다. 예를 들어 갯벌이라는 어느 지역에서 토질(soil type)을 세부적인 지역으로 나누어지는 필드로도 볼 수 있고, 단지 이 토질을 세부적으로 분석하지 않고 하나의 독립된 갯벌이라는 객체로도 볼 수 있다. 결국 어느 지형지물은 축척, 해상도와 추상화의 정도에 따라 객체로도 볼 수 있고, 필드로도 볼 수 있는 것이다.

[따름정리 1] 지리-객체의 추상자료형 OADT와 지리-필드의 추상자료형 FADT는 추상화정도와 지리정보화 여부에 따라 비지리 기본 자료형인 문자와 수치형 자료로 표현할 수 있다.

증명: 정리 4의 축척, 해상도와 추상화의 정도에 의해서 결정된다.

3. 공간 클래스 구분

이 절에서는 제 2장에서 규정한 지리-객체와 지리-필드의 속성과 관계성을 이용하여 대응하는 클래스 정의어 구문을 설계하고자 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: superclassnames;
  /*generalization inheritance*/
  att-name1: DOM;
  ...
  att-namen: DOM;
  /*space-independent-attributes*/
  asso-role-name1: ADT;
  ...
  asso-role-namem: ADT;
  aggre-role-name1: ADT;
  ...
  aggre-role-namen: ADT;
  /*space-independent-relationships*/
  sd-attrib-name1(FMODE) : DOM1 × ... × DOMm;
  ...
  sd-attrib-namem(FMODE) : DOM1 × ... × DOMn;
  /*space-depending-attributes*/
  shape : ODOM;
  location : (DOM, DOM) [coordinate-spec];
  size : DOM[measurement unit];
  orientation : DOM[radian];
  /*geometric properties*/
  /*topological relationships*/ . . . . . ①
  disjoint : OADT;
  adjacent : OADT;
  intersect : OADT;
  cross : OADT;
  viside : OADT;
  equal : OADT;
  /*metric relationships*/ . . . . . ②
  distance : OADT;
  perimeter : OADT;
  /*direction relationships*/ . . . . . ③
  north : OADT;
  south : OADT;
  east : OADT;
  west : OADT;
  up : OADT;
  down : OADT;
  left : OADT;
  right : OADT;
  /*user defined relationship*/ . . . . . ④
  asso-role-name1 : OADT;
  ...
  asso-role-namem : OADT;
  aggre role name1 : OADT;
  ...
  aggre role namen : 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.

```

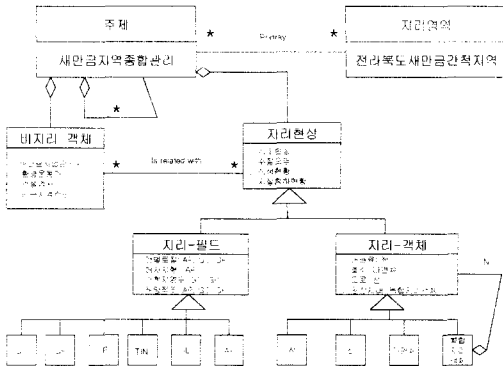
class geo-object class_name{
  IS-A: superclassnames;
  /*generalization inheritance*/
  att-name1 : DOM;
  att-namem : DOM;
  /*space-independent attributes*/
  shape(FMODE) : DOM;
  location : (DOM, DOM) [coodinate-spec];
  size : DOM[measurement unit];
  orientatin : DOM [radian];
  /*geometric properties*/
  asso-name1 : ADT;
  ...
  asso-namem : ADT;
  aggr-name1 : ADT;
  ...
  aggr-namen : ADT;
  /*relationships*/
}
    
```

3.3 공간 클래스 응용 예

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

그래서 이 새만금지구를 주제별로 구분하여 새만금 지구의 지형, 지질과 수질을 가지고 지리-객체, 지리-필드, 그리고 비지리-객체로 구분하여 UML을 기반으로 하여 지리정보시스템을 위한 클래스합성계층구조로 표현하면 다음 그림1과 같이

표현할 수 있다[3, 7].



(그림 1) 전라북도 새만금간척지역 환경관리 UML 모델

위 그림 1에서 기술한 전라북도 새만금간척지역의 환경관리라는 주제를 이 논문에서 제시한 비지리객체, 지리-객체와 지리-필드의 클래스 정의어 구문을 사용하여 다음 그림2와 같이 기술할 수 있다.

```
class geo-field silt-soil {
IS-A: geographical phenomenon;
name: character;
shape: float × ... × float[AP];
lacion: <integer, integer>[rectangular-unit];
size: float [m2];
orientation: integer [radian]
soil-managed: Manager
}
```

```
class geo-object river {
IS-A: geographical phenomenon;
name: character;
silt-soil: character × ... × character;
shape: line;
lacion: <integer, integer>[rectangular-unit];
size: integer [km];
orientation: integer [radian];
river-managed: Manager;
}
```

```
class nongeo-object manager {
IS-A: thematic map;
```

```
name: integer;
address: string;
}
```

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

4. 비교 및 검토

이 논문은 객체를 지리-현상과 비지리-객체사이의 관계를 형성하고 있다. 비지리-객체는 공간적인 특성을 배제한 객체를 말하는데 기존의 문자-기반 관계 데이터 모델이 가장 일반적인 표현 방식이다. 지리-현상은 지표면 상의 지형, 지물에서 온도, 습도와 기압의 기후적 요소와 오염 및 식생의 생태적 요소를 발생시키는 현상을 말한다. 이 지리현상은 지리-객체와 지리-필드로 세분화되는데, 그 구분 이유는 지표면 상의 지리, 지형이 독립적으로 유일하게 존재하는 객체와 동질의 객체가 임의의 지리영역에 균일하게 분포되어 나타나는 경우와 지표면에 추상적으로 분포되어 있는 기후 요소와 생태 요소를 나타내는 지리영역을 지리-필드라 규정하여 사용하고 있기 때문이다. 또한 이 지리-현상은 임의의 응용하고자 하는 지리영역의 주제에 따라 모델 방식에 달라진다.

또한 응용하고자 하는 지리적 및 비지리적 요소의 속성 및 관계성을 형식화하여 객체지향 모델의 클래스에서 상태를 나타내는 속성을 더욱 세밀하게 분석하여 속성-영역관계를 형성하는 데이터 유형을 지리적 요소에 따라 분류하여 클래스 정의어 구문에 적용하고자 한다.

그래서 이 논문은 이 공간적 객체 지향 공간 데이터 모델의 가장 중요한 요소인 속성의 종류, 역할의 의미별로 구분하여 지원 여부를 비교하여 보면 표 1과 같다.

Tryfona 등[9]은 지리-객체의 속성을 기하학적 입장에서 방향, 크기, 위치와 형태로 분류하여 표현하였고, 지리-필드를 지리-객체의 공간-종속-속

(표 1) 모델별 기하속성, 공간관계성역할 지원여부 비교

특성 모델	지리-객체								지리-필드							
	기하속성				공간관계성 역할				기하속성				공간관계성 역할			
	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:△)

성으로 규정하여 사용하였다. 또한 공간 개체와 공간 개체 사이의 공간 관계성은 집단화와 결합화로 규정하여 표현하였다. 그러나 지리-필드의 속성에 대해서는 세부적으로 거론하지 않았다. Davis 등[6]은 지리-객체와 지리-필드를 규정하였다. 그러나 지리-속성과 공간 관계성의 역할에 따른 의미는 다루지 않았다. Borges 등[2]은 지리-객체와 지리-필드의 공간 사이의 관계를 위한 규칙을 단순 결합화, 공간 관계성, 그리고 망 관계성으로 구분하여 표현하였다. 복합 지리-객체와 성분 지리-사이의 집단화 관계성을 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 구분하고 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 관점에서만 다루었으나, 기하속성과 공간 관계성을 명시적으로 세분하여 표현하지 않았다. 그래서 이 논문은 표 1에 의해서 지리-객체와 지리-필드의 속성 및 관계성의 역할에 따른 속성-영역관계를 분석하고 논리적 데이터 모델인 객체지향 모델을 구

정함으로써 클래스를 설계하는데 효율성을 기할 수 있다.

5. 결 론

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

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

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

규정함으로써 클래스 정의어 구문을 설계하는데 효율성을 기하였다. 공간 클래스 정의어 구문을 설계할 때 속성-영역관계를 명확하게 정의 내림으로써 클래스계층구조가 변할지라도 재설계의 시간적 낭비를 줄일 수 있었다. 그러나 지리-객체 및 지리-필드의 관계성들이 이 논문이 제시한 것만 있지 않기 때문에 사용자 정의 관계성으로 한정하여 표현하였다. 그래서 이 논문의 중점은 공간의 속성과 관계성의 형식화 기틀을 마련한 것이다.

향후 연구방향으로는 공간관계성을 메소드로 처리할지 아니면 속성-영역 관계로 그대로 두어야 할지의 구분기준을 정하고, 이를 위한 메소드를 설계하고자 한다. 또한 UML 기반 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 구현하고자 한다.

참고문헌

- [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. 11.
- [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. 11.
- [7] Filfo, J. L., and Lochpe, C., "Specifying Analysis Patterns for Geographic Databases on the Basis of a Conceptual Framework," ACM GIS, pp. 7-13, 1999. 11.
- [8] Gordillo, S., and Balaguer, F., "Refining an object-oriented GIS design model: Tautologies and Field Data," ACM GIS, pp. 76-81, 1998. 11.
- [9] Hadzilacos, Th., and Tryfona, N., "Executing the Entity-Relationship Modes to Capture Spatial Semantics," SIGMOD 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. 8.
- [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, December 1995, pp.1601-1613.
- [13] 이홍로, 김삼남, 류근호, "개체-관계성 모델을 역할에 따른 객체지향 데이터베이스 모델로 변환," 한국정보처리학회 논문지, 제4권 6호, 1997.
- [14] 이홍로, 김삼남, 류근호, "관계 의미에 따른 개체-관계 데이터모델의 객체지향 데이터 모델로의 변환," 한국정보과학회 논문지(B), 제 24권, 9호, 1997.
- [15] 이홍로, 김삼남, 류근호, "속성 버전화에 기반한 시간지원 객체지향 모델의 형식화," 한국데이터베이스학회 논문지, 제4권, 1호, 1997.
- [16] 이홍로, 김삼남, 류근호, "속성 버전화를 통한 개체-관계 모델의 시간지원 객체지향 데이터 모델로의 변환," 한국정보과학회 논문지(B), 제25권, 6호, 1998.

● 저자 소개 ●



이 흥 로

1984년 전북대학교 전기공학과 졸업(공학사)

1986년 전북대학교 대학원 전자 계산기 전공(공학석사)

1994년 전북대학교 대학원 전산 응용공학 전공(공학박사)

1994년-현재 전북대학교 시간 강사

관심분야 : 객체지향 시스템, 객체지향 데이터모델링, 지리정보시스템, 시공간 데이터베이스