

# 공간 질의모델 설계의 방법론: 객체지향 패러다임의 이용<sup>+</sup>

○  
고명철, 오현석, 최윤철

연세대학교 컴퓨터과학과 멀티미디어/그래픽스 연구실

## A Methodology for Designing the Spatial Query Model using an Object-oriented paradigm

Myeong-Cheol Ko, Hyun-Suk Oh, Yoon-Chul Choy  
Multimedia/Graphics Lab. Dept. of Computer Science, Yonsei Univ.

### 요 약

GIS에서 공간분석은 최종 사용자의 의사결정을 돕는 중요한 수단을 제공한다. 따라서, 분석을 위해 사용되는 질의모델은 질의 자체의 구문구성이나 질의활 이용하는 최종 사용자와의 상호작용적인 측면에 있어서 사용자관점을 지원할 수 있어야 한다. 질의모델의 구문구조에 있어서 기존의 설계방법은 속성 데이터베이스 검색을 위한 속성연산을 위주로 하여 공간연산을 위한 연산자들을 기존의 구문구조에 추가하는 형태의 접근방식을 취하였다. 그러나 속성검색을 위해 정의된 구문구조를 확장하여 공간연산을 처리하는 방식은 공간연산이 가지는 특성을 고려했을 때 질의의 구문구조가 비일관적이고 부자연스럽다는 문제점들이 많은 연구들에서 제기되었다. 본 논문에서는 공간질의가 공간분석을 위한 방법론이라는 기본 개념에 기초하여 공간연산을 자연스럽게 처리할 수 있는 질의모델의 구문구조 설계에 대한 방법론을 제안하였다.

### 1. 서 론

GIS에서 데이터조작을 위한 질의모델의 설계가 어려운 이유중의 하나는 속성 관련 연산 외에 공간 관련 연산들이 포함되어 있기 때문이다. 즉, 공간상에 존재할 수 있는 모든 공간관계들이 질의로 표현 가능해야 한다는 것과, 이러한 서로 다른 성질의 데이터들을 일관성의 측면에서 동일한 접근방식을 가지고 조작할 수 있게 하는 데이터 조작언어(DML)의 정의가 공간 질의모델 설계에 있어서의 어려움이다.

이러한 어려움들은 엄격히 말해서 공간데이터가 갖는 특성을 제대로 인식하지 못하고 질의모델 설계의 관점을 단순히 기존의 질의모델을 확장하는 형태로 잘못 설정한 데서 기인한다고 볼 수 있다. 즉, SQL과 같은 기존 관계형 응용시스템 상에서의 표준 질의어를 공간개념의 표현을 위해 기능적으로 확장하는 방식은 기본적으로 GIS 공간데이터가 갖는 공간관계들을 기술하기에 적당하지 못하다는

+ 본 연구는 과학기술처 국가 GIS 기술개발 사업(1995년-1998년)의 지원을 받아 수행되었음.

것이 많은 연구들에서 문제로 제기되었다. 비교적 근래에 대두된 객체지향의 개념은 공간데이터나 이들의 관계를 조작하는 공간연산자를 매우 자연스럽게 모델링할 수 있게 하는 장점을 제공하며 질의모델의 관점에서도 공간관계의 표현을 위한 구문구조의 설계를 자연스럽게, 직관적으로 접근할 수 있게 하는 장점을 제공한다[6].

본 논문에서는 공간질의가 공간분석을 위한 하나의 방법론이라는 기본 개념에서부터 출발하여 공간분석의 관점에서 전형적인 객체지향 패러다임에 기초한 질의모델 설계의 방법론을 제안한다.

### 2. 관련 연구

#### 2.1 데이터모델과 저장구조

질의모델의 설계는 기본적으로 데이터모델이나 데이터 저장구조의 메카니즘에 의존적이다. 초기의 GIS들은 RDBMS 상에서 구현되었는데, 이러한 RDBMS에서 사용

하는 관계형모델(Relational data model)은 관계의 수학적인 개념에 기반을 두고 잘 정형화 되어 있으며, 표준화된 질의어인 SQL을 제공하고 있을 뿐만 아니라, 다년간 많은 응용분야에서 실제적으로 사용되어 왔으나, 공간데이터가 갖는 복합계층구조를 자연스럽게 표현할 수 없는 단점을 가지고 있다.

이 후 공간데이터의 표현을 위한 RDBMS의 문제를 해결하기 위한 시도로서 ERDBMS(Extended-RDBMS), 순수(pure)-ODBMS(Object-oriented DBMS)와 같은 저장구조가 제안되었으나, ERDBMS의 경우 RDBMS를 기본 엔진으로 사용함으로 인해 내부적인 액세스 메카니즘에 있어 기존의 RDBMS에서의 문제들을 그대로 가지고 있으며[10], ODBMS의 경우는 아직 표준화된 구조의 질의어가 정립되어 있지 않으며[11], 현재 연구진행 상태이다.

최근에는 객체형모델과 관계형모델을 통합한 모델로서, 객체-관계형 데이터모델(Object-relational data model)이 연구되고 있다. 이는 관계형모델을 하부구조로 하여 객체지향층을 상부구조로 추가하는 방법을 이용하는데, 이러한 방법은 사용자에게 융통성을 부여할 수 있으며 비교적 구현이 용이한 것으로 평가되고 있다[11].

## 2.2 질의 모델

초기의 GIS에서 사용된 질의모델들은 대부분 기존의 RDBMS의 표준 질의어로서 사용되었던 SQL 형태의 언어였다. 이후, SQL의 구문구조가 갖는 공간 관련 연산에 대한 표현의 한계를 극복하기 위해 여러 새로운 방법들이 제안되었는데, 질의모델의 형태에 따라 크게 렉시컬 언어(Lexical language)모델과 시각적 언어(Visual language)모델을 사용한 접근 방법으로 구분할 수 있다.

### 렉시컬 언어모델을 이용한 접근방법

기본적으로 다음 네 가지 접근방법에 기초한다[6].

#### • 규칙과 사실(Rules & Facts)

지식표현시스템에 기반한 언어로서, 반복(recursion) 개념에 의해 질의의 표현이 가능하고 이를 연역적(deductive)으로 처리할 수 있다는 가능성을 제기하고 있긴 하지만, 반복에 의한 연역 메카니즘이 가지는 질의 최적화 문제나, 논리에 기반한 질의표현이 너무 어렵고 사용자에게 친숙하지 못하다는 단점을 갖는다.

#### • 객체지향 패러다임(Object-oriented Paradigm)

공간객체들은 클래스(Class)와 상속의 개념을 이용하여 구조화된 형태로서 모델링 되고 질의는 이러한 클래스들이 가지고 있는 속성이나 메소드들을 조합하는 일련의 과정으로서 정의된다. 이러한 접근방법은 실세계 객체들을 모델링하거나 이들을 조작하기 위한 질의모델의 설계를 자연스럽게 구현할 수 있게 한다.

#### • 관계 대수(Relational Algebra)

RDBMS의 개체-관계(Entity-Relation) 데이터모델에서 각 개체들 간에 가능한 모든 관계를 다루는 관계대수 연산자들을 이용하여 질의를 표현하는 경우로서, Arc/Info와 같은 응용시스템이나 [8]과 같은 연구가 이러한 접근방법에 기반하고 있다. 이러한 접근방법은 관계대수를 이용하여 질의를 표현하는 작업의 어려움과 언어의 구문구조 자체가 사용자에게 친숙하지 못하다는 단점을 갖는다.

#### • 확장형 SQL

현재 GIS에서 대부분의 질의모델들이 이러한 접근방법을 취하고 있는데, 표준 SQL을 기본 언어모델로 채택하여 공간 관련 연산을 위한 연산자들을 새롭게 추가한다든지 "SELECT", "FROM", "WHERE" 절 각각의 구성방식에 변화를 주는 형식으로 기존의 SQL을 확장하는 형식으로 질의 모델을 설계 한다. SQL의 확장은 "SELECT"절에 대한 다음 3가지의 기본적인 정의에 따라 구분될 수 있다[15].

① "SELECT"절에 공간연산자를 두지 않음 : "WHERE"절에 속성간에 정의된 하나, 혹은 몇 개의 프레디캇(predicate, 공간연산자를 의미)들을 둠 : 이 경우는 관계형 모델에서  $\theta$ -JOIN(theta-join)연산자를 일반화 시킨 경우라고 볼 수 있는데( $\theta$ 는 공간연산자에 해당), 초기의 ESQL에서 썼던 구조로서, 프레디캇은 속성들 사이에서만 정의될 수 있다. 따라서, 하나의 공간연산자가 다른 공간연산자의 파라미터로서 구성되는 질의구문의 표현에 있어 제한을 가진다.

② "SELECT"절에 속성들을 파라미터로 갖는 한 개 혹은 여러 개의 공간연산자들을 둠 : 질의구문의 표현력에 있어서의 문제점은 없으나, 여러 개의 공간연산자를 허용함으로써 이에 따르는 질의최적화 문제가 가장 큰 단점이다. 이 경우는 질의최적화 모듈이 DBMS 상에 미리 정의되어 있어야 한다.

③ "SELECT"절에 속성 혹은 공간연산자들을 매개변수로 갖는 공간연산자들을 둠 : 고수준의 표현력을 제공하며, 질의구문을 자연어 형식에 가깝게 구성할 수 있는 장점을 제공하는 반면, 하나의 연산자가 두 번 이상 반복적으로 질의구문에 나타날 때 중복성(redundancy)을 가진다.

"SELECT" 구문의 정의에 따른 위 ③경우의 ESQL의 형태는 근본적으로 공간관계연산을 기본으로 한 분류로서, 군집(Aggregation) 형태의 속성연산의 경우 다시 이에 대한 구문확장이 불가피하다. 또한, 일정한 값(value)을 반환하는 기하연산과 불리언 값을 반환하는 공간연산의 경우에도 예를 들어, 아래에서처럼 "value"와 "boolean"과 같은 키워드를 추가적으로 도입하는 방식을 취해야 하며, 질의의 성질에 따라 "SELECT"와 "WHERE"절에 정의되는 공간연산

자들의 일관성을 보장하기 어렵다[그림 1].

```

SELECT 절 : 출력 하고자 하는 객체의 필드목록, 공간분석 함수
FROM 절 : 지도명
WHERE 절 : 조건식 리스트

SELECT 절 : value
FROM 절 : 지도명
WHERE 절 : 기하연산자

SELECT 절 : boolean
FROM 절 : 지도명
WHERE 절 : 위상연산자
    
```

[그림 1] "SELECT"와 "WHERE"절 구문의 비일관성

관계형 시스템의 관점에서, SQL의 "SELECT"절에는 기본적으로 질의결과에 대한 구문이 표현되어야 한다[15]. 그러나 공간데이터를 기본으로 하는 GIS 공간연산의 특성상 이러한 조건은 앞서 보았듯이 만족되지 못한다. 이와 같이 처음에 RDBMS의 표준 질의어모델로서 설계된 SQL이 갖는 내부적인 구문구조의 특징들 때문에, SQL의 "SELECT-FROM-WHERE" 형태의 구문구조는 기본적으로 속성 관련 질의에는 적합하나 공간데이터와 같은 공간상의 비정형 데이터들이 갖는 특징들을 적절히 반영시키지 못한다[7].

시각적 언어모델을 이용한 접근방법[2,5,6,9]

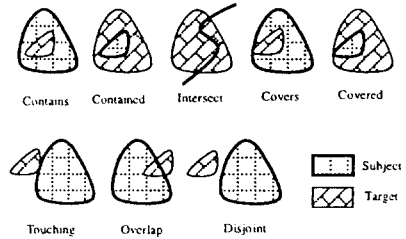
현재, GIS에서 질의는 일정한 어휘적 구문형식을 가지고 있다. 따라서, 질의의 구성은 해당 시스템에서 제공하는 언어를 이용하여 일정한 명령어들을 언어가 정한 문법에 맞게 입력시켜 구성하는 방법을 이용한다. 하지만, 이러한 방법은 사용자 하여금 많은 연습 과정과, 사용자가 생각하고 있는 공간상의 정보들을 질의어가 요구하는 "비공간적인" 어휘 문장으로 변환하도록 강요하는데, 이와 같은 변환 과정에서 오류와 정보의 손실을 초래할 수 있다[5].

질의의 형태가 반드시 어휘적인 형식을 가질 필요는 없다. 즉, 표현력을 잃어버리지 않으면서, 인간의 지각개념에 가깝게 질의를 표현할 수 있다면 보다 사용자 친숙성을 높일 수 있다. 이 부류의 질의모델들은 아이콘, 윈도우, 풀-다운 메뉴, 펜-스케치(pen-sketch)[5] 등과 같은 상징적인 표현을 이용하여 그래픽컬하게 질의를 구성할 수 있게 한다. 이러한 형태의 질의구성 방법이 갖는 의미는 사용자에게 즉각적인 피드 백을 줌으로써 이전처럼 명령어를 외우고 있어야 할 필요가 없다는 것이다. 그러나, 시각적인 질의모델의 설계에 있어서도 내부적인 구문형식의 설계는 불가피하며[15], 시각적으로 구성된 질의구문을 해석하는 추가적인 모듈의 설계가 필요한데, 이것은 질의모델 설계 이외의 오버헤드가 될 수 있다.

3. 공간연산 및 위상관계의 분류

GIS에서 공간분석을 위해서는 기본적으로 객체들간의 연결(Connectivity), 포함(Containment), 교차(Crossing), 인접(Proximity) 등의 정보에 관한 분석과 객체자신의 기하적인 정보에 대한 분석기능을 제공해야 한다[14]. 이와 같은 분석기능을 제공하기 위한 공간연산자의 일반적인 분류는 기하연산자(Geometric operator)와 위상연산자(Topological operator) 및 네트워크 연산자(Network operator)로 분류하는 경우인데[11,12,13,14,17], 기하연산자의 경우, 일정한 값(value)이나 객체에 대한 식별자(identifier)를 반환하고, 위상연산자의 경우, 객체들간의 공간 관련성(Spatial relationship)에 기반한 불리언(Boolean) 값이나 객체에 대한 식별자를 반환하는 형태로서[11,16], 기하연산자의 경우 공간객체가 갖는 기하적인 값들을 이용하는 반면, 위상연산자는 공간객체들 간의 위상정보를 이용하여 연산을 처리한다. 네트워크 연산자의 경우는 점, 선, 면객체가 갖는 기하정보는 거의 무의미하고 객체들간의 연결상태 정보가 중요시 되어 공간객체의 기하적인 정보보다는 그래프이론 자체에 더 관심을 갖는다.

객체들 간에 존재할 수 있는 위상관계의 도메인은 매우 다양하다. 이러한 다양성은 관계를 표현하는 위상연산자의 구현을 어렵게 하며, 분석의 관점에서는 사용자로 하여금 객체들 간의 위상관계에 대한 많은 사전적인 지식을 요구하여 분석을 어렵게 만들고, 위상연산 자체의 직관력을 제공하지 못한다. 따라서, 일정한 규칙에 기반한 관계의 분류가 필요하다.



[그림 2] 위상관계의 분류

본 논문에서는 Egenhofer[16]의 점-집합(Point-set) 이론과 Clementini[1]의 그룹화 개념에 기초하여 위상관계들을 분류, 정의하였다. 최종적으로 본 논문에서 정의한 위상관계는 [그림 2]와 같이 모두 여덟 경우이며, 이들 관계는 [그림 3]에 정의된 위상객체들간에 대해서만 유효하다. 또한, 연산의 대상이 자기 자신일 경우의 위상관계는 무의미한 것으로 해석한다.

```

Touching : Area/Area, Area/Line, Area/Point, Line/Line, Line/Point 에 대해서 적용
Intersect : Line/Line, Line/Area 에 대해서 적용
Overlap : Area/Area, Line/Line 에 대해서 적용
Contains : Area/Area, Area/Line, Area/Point, Line/Line, Line/Point 에 대해서 적용
Contained : Area/Area, Line/Line, Line/Area, Point/Area, Point/Line 에 대해서 적용
    
```

Covers : Area/Arca, Arca/Line, Line/Line 에 대해서 적용.  
Covered : Arca/Arca, Line/Arca, Line/Line 에 대해서 적용.

[그림 3] 위상객체 간에 가능한 연산

객체들간에 한가지 이상의 위상관계가 복합적으로 존재할 경우, 이들 관계는 모두 참으로 해석한다.

4. 질의 형식의 분류

본 절에서는 공간분석 과정에서 있을 수 있는 여러 질의 항목을 그 특성에 따라 분류해 보고 각 질의구문의 분석을 통해 실제 질의모델에서 제공해야 할 기능들에 대해서 고찰한다. 다음의 질의구문들은 각 분야별로 가장 기본적인 형태만을 다루고 있으며 좀 더 복잡한 형태의 질의구문들은 이들의 조합을 통해 가능하다. [3]에서는 특성에 따라 비공간질의(Non-spatial queries), 위상(Topology), 공간관계(Spatial relationships), 부정(Negation), 분리(Disjunction), 군집(Aggregation), 연역(Deduction) 등 모두 일곱 경우로 질의구문을 분류하고 있는데, 부정, 분리 형태의 질의는 공간분석의 관점에서 가장 기본이 되는 형태라고 볼 수 없고 군집 역시 기본적인 형태는 아니지만 특성상 다른 부류의 질의와는 분류될 수 있으므로 따로 분류한다. 연역질의 경우는 네트워크분석 관련 연산이라고 볼 수 있는데, 이 부류의 연산들은 기본적인 질의의 형태 라기보다는 응용성이 강하다. 또한 점, 선, 면과 같은 위상객체 자체가 갖는 기하정보는 거의 무의미하고 객체들간의 연결상태 정보가 중요시 되어 공간 객체의 공간적인 정보보다는 그래픽론 자체에 더 관심을 갖는다[4]. 따라서, 일반적인 공간분석 등에서 사용되는 질의의 형태와는 구분이 될 수 있는데 본 절에서는 이 부류의 질의들을 특별히 "응용"부류로 따로 분류한다.

A: 비공간질의

- A-1: "R"이라는 도로의 시공년도는?
- A-2: 시공년도가 1950년 이전인 도로는?

B: 공간관계(Spatial relationships) 질의

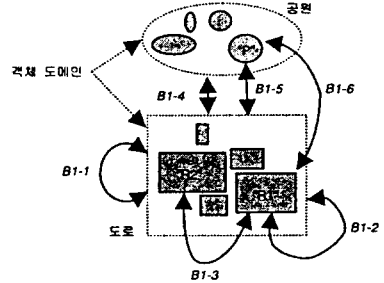
B1: 위상정보(Topology)

- B1-1: 서로 교차하는 도로는(> 교차하는 도로가 있는가)?
- B1-2: "R1"이라는 도로와 인접한 도로는(> 도로가 있는가)?
- B1-3: "R1"이라는 도로와 "R2"라는 도로는 서로 인접하는가?
- B1-4: 공원을 가로지르는 도로는 도로가 있는가?
- B1-5: "P"라는 공원을 가로지르는 도로는 도로가 있는가?
- B1-6: "R1"이라는 도로는 "P"라는 공원을 가로지르는가?

⇒ 객체들간의 연결, 포함, 교차, 인접 정보와 같은 일반적으로 공간분석에서 요구되는 기능들이 B와 같은 질의에 해당된다. 객체들간의 위상은 이진성을 가지므로 하나의 객체 도메인(관계형 시스템에서의 개체, 객체지향 시스템에서의 클래스와 동일한 의미) 내에서의 관계 혹은 서로

다른 객체 도메인 간의 관계로 정의할 수 있으며 총 여섯 경우의 이진 위상관계가 가능하다.

[그림 4]는 위상정보를 이용하는 질의의 예를 개념적으로 표현한 것이다. 이 부류의 질의들은 결과로서 불리언 값(boolean value), 혹은 객체 셋(object set)을 반환한다. B1-1, B1-2, B1-4, B1-5 등의 질의는 결과로서 객체 셋을 반환할 수도 있고 불리언 값을 반환할 수도 있음을 나타낸다.



[그림 4] 위상정보를 이용하는 공간질의의 유형

B2: 기하정보(Geometry)

- B2-1: "Z1"지역과 "Z2"지역간의 거리는?
- B2-2: "Z1"지역으로부터 "1Km"이내에 있는 구역은(1Km 이내로 버퍼-존(Buffer-zone)을 형성하라)?
- B2-3: "H"라는 건물(집)에서 가장 가까운(먼) 거리에 있는 학교는?
- B2-4: "Z1"지역의 면적은?

C: 군집(Aggregation) 질의

- C-1: 시공년도가 "1950"년 이전인 도로의 총 연장은?
- C-2: "A"지역을 지나는 도로들 중 시공년도가 가장 빠른 도로는?
- C-3: 두개 이상의 공원을 포함하고 있는 지역은?

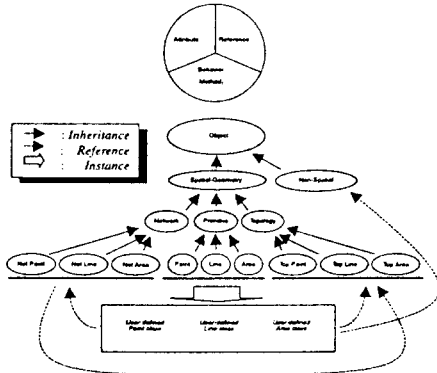
D: 응용(Applicative) 질의

- D-1: "P1" 지점에서 "P2" 지점으로 가는 가장 가까운 패스(Path)는?
- D-2: "P1" 지점에서 "P2" 지점을 거치지 않고 "P3" 지점으로 가는 라우트(Route)는?
- D-3: "H"라는 가옥에 상수를 공급하는 급수원은?
- D-4: "S"라는 급수원으로부터 상수를 공급 받는 가옥들은?

5. 객체지향 패러다임의 도입

5.1 데이터모델

객체의 표현을 위한 클래스의 내부구성과 이를 이용하여 구성한 시스템 및 사용자정의 클래스들 간의 계층구조는 각각 [그림 5]와 같다. 공간객체에 대한 클래스는 속성, 참조(Reference), 행위(Behavior) 그리고 메소드(Method)로서 구성되는데, 이 중 참조는 연산과 객체를 분리시키기 위해 도입한 개념이며, 행위는 메소드의 외부 표현 방식으로서 연산과 관련된 내부적인 사항들을 사용자로부터 은폐시켜 사용자 관점을 지원하기 위해 도입한 개념이다.



[그림 5] 클래스의 내부구조와 계층구조

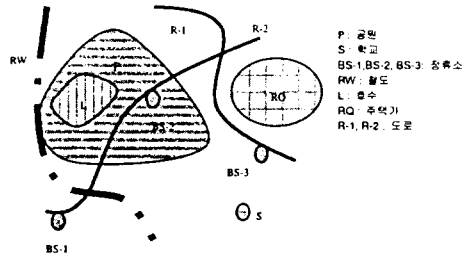
세 개의 위상 클래스("Top Point", "Top Line", "Top Area")는 위상과 관련된 4 절의 B1 형태의 질의를 처리하기 위한 클래스이며, "Spatial-Geometry"클래스는 4 절의 B2 형태의 질의를 위한 것으로서 이는 객체의 기하정보와 관련된 공간연산을 처리하기 위한 클래스이다. 또한, 세 개의 네트워크 클래스("Net Point", "Net Line", "Net Area")는 4 절의 D 형태의 질의와 같이 응용성이 강한 네트워크 분석형태의 질의를 처리하기 위한 클래스이다. 공간분석의 한 범주로서의 네트워크 분석은 단순한 그래프의 연결상태 정보 이외에 공간 객체들간의 위상관계 정보가 필요한데 이러한 정보들을 이용하기 위해 세 개의 네트워크 클래스들 각각은 위상클래스로의 참조를 갖는다. "Non-Spatial"클래스의 경우, 4 절의 C와 같은 군집형태의 질의를 처리하기 위한 클래스로서 이는 객체의 공간 정보를 이용하는 것이 아니므로 "Spatial-Geometry" 혹은 이것으로부터 상속 받는 다른 클래스들과는 별개의 상속구조를 갖는다. 최종적으로 세 개의 각 클래스("Point", "Line", "Area")로부터 상속 받아 정의되는 사용자정의 클래스들은 위에 설명한 클래스들 각각에 대한 참조를 통하여 4 절에서 분류한 여러 형태의 질의를 처리할 수 있게 된다.

### 5.2 공간관계의 해석과 표현

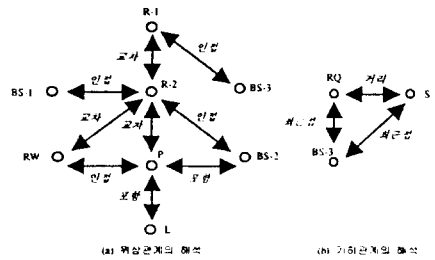
실 세계에서, "R"이라는 도로가 "P"라는 공원을 가로지르는 것을 보고 인간이 이 두 객체 간에 "교차"관계가 존재한다고 자연스럽게 인식하게 되는 것처럼, 실세계의 객체들이 갖는 모든 공간상의 정보는 인위적인 것이 아니라 객체 자신이 기본적으로 가지고 있는 것이라고 볼 수 있다. 즉, 객체와 관계가 서로 독립적으로 존재하는 것이 아니라 서로 밀접한 연관을 갖는 하나의 개념으로 볼 수 있다. 따라서, 이러한 "교차"와 같은 객체들간의 공간관계들을 적절히 분류, 해석하고 이의 처리를 위한 연산으로 표현할 수 있다면, 분석을 위한 질의의 형식은 분석의 대상

이 되는 객체에 접근하여 해당 연산 혹은 여러 연산들을 조합하여 처리하는 일련의 과정으로서 해결할 수 있다.

[그림 6]은 객체들 간의 임의의 공간관계에 대한 예를 보인 것이고, [그림 7]은 [그림 6]에서 각 객체들 간의 관계들을 해석하여 구체적으로 어떠한 위상관계들로 표현할 수 있는지를 보인 것이다.



[그림 6] 실객체 간의 공간관계



[그림 7] 공간관계의 해석

[그림 7]에서와 같이 공간상의 객체들은 상호 유기적으로 연관되어 있다. 따라서, 특정 객체와 직접적인 관계를 가지지 않더라도 관계를 갖는 다른 객체들을 이용하여 간접적으로 원하는 객체에 접근할 수 있다. 예를 들어, 다음과 같은 질의를 생각해 보자.

"R-1"이라는 도로와 교차하는 도로를 찾아 이 도로가 가로지르는 공원을 찾고 최종적으로 그 공원 내에 있는 호수를 보이라"

이것은 [그림 7]의 (a)에서 "R-1"과 "R-2", "R-2"와 "P" 간의 각각의 교차 관계를 이용하여 "P"를 구한 후 최종적으로 "P"와 "L"간의 포함관계를 이용하여 "L"을 구해오는 형태로 처리할 수 있다. (b)의 경우, 4 절에서의 B2 나 D와 같은 형태의 질의로 볼 수 있는데 직접적인 위상관계는 존재하지 않지만(Disjoint), "최근접" 혹은 "거리"와 같은 공간정보를 가지고 있으므로 이것을 이용해서 객체들간의 공간관계 연산으로 매핑, 처리할 수 있다.

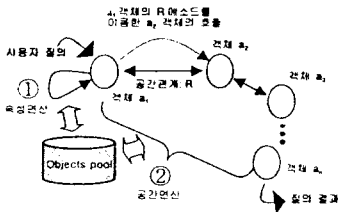
5.3 공간연산자

5.2절에서 보았듯이 모든 공간객체들 간의 관계는 위상 및 기하관계로 해석과 표현이 가능하다. 본 논문에서는 이들 관계의 연산을 위한 공간연산자들을 기하, 위상 및 네트워크연산자로 구분하여 5.1 절의 [그림 5]에서 "Spatial Geometry" 및 각각 세 개의 위상, 네트워크 클래스의 메소드서 정의하며, 공간연산자의 일반적인 분류에 대해서는 3절에서 언급하였다.

5.4 질의의 구성:

메소드를 이용한 사용자 질의의 처리

클래스로 모델링 된 공간객체들은 분석을 위해 필요한 공간상의 모든 정보를 가지고 있는데, 이러한 성질은 분석의 시점에서도 이용될 수 있다. 즉, 분석을 위한 사용자질의 형식은 분석의 대상이 되는 객체에 접근하여 해당 객체의 속성 및 메소드들을 조합하여 객체들간의 공간관계를 조작하는 일련의 과정으로써 구성된다 [그림 8]. 속성 연산은 질의의 대상이 되는 객체들의 도메인에서 해당 클래스의 인스턴스들을 정제(filtering)해 내는 과정(①)인데 반해, 공간연산은 객체들간의 공간관계를 바탕으로 해당 관계를 만족하는 객체들을 추출해 내는 과정(②)이다. 이때 추출되는 객체들은 해당 클래스의 인스턴스일 수도 있고 다른 클래스의 인스턴스일 수도 있는데, "Objects pool"이라는 저장소를 두어 여러 단계의 서브질의를 갖는 복합질의 형태의 분석을 처리하기 위해 유지된다.



[그림 8] 메소드를 이용한 공간관계 및 사용자 질의의 처리

6. 결론

본 논문에서는 공간분석의 관점에서 객체지향 패러다임에 기반한 공간질의 모델 설계의 방법론을 제시하였다.

현재 CIW(Class-Information Window)라는, 제시된 방법론에 기초한 질의모델을 구현하여 이론의 검증과정에 있으며 이에 대한 결과는 향후의 논문에서 소개할 예정이다.

기존의 GIS 공간질의 모델들은 속성 및 공간데이터의 조작에 있어 일관적이지 못하고, 질의구문의 표현에 있어서도 데이터모델과 데이터 저장구조에 의존적인 면을 배제시키지 못하였다.

본 논문에서는 이러한 문제들을 객체지향 패러다임을

이용하여 해결하였으며, 또한 이를 이용하여 공간분석의 사용자관점을 지원하고, 공간객체들간의 관계를 보다 우아하게 표현할 수 있는 질의모델에 대한 가능성을 제시하였다.

참고문헌

- [1] Eliseo Clementini, Paolo Di Felice, Peter van Oosterom, A Small Set of Formal Topological Relationships Suitable for End-User Interaction, *SSD*, pp 277-295. 1993.
- [2] Crus IF, Mendelzon AO, Wood PT, A Graphical Query Language Supporting Recursion, Proc. SIGMOD Conference, San-Francisco, USA, May 1987.
- [3] Boursier P., Mainguenaud M., Spatial Query Languages: Extended SQL vs. Visual Languages vs. Hypermaps, 5<sup>th</sup> Int. Symposium on Spatial Data Handling, 1992.
- [4] Brossier-Wansek A., Mainguenaud M., Manipulations of Graphs with a Visual Query Language: Application to a Geographical Information System, Visual Database Systems - VDB3 -, IFIP WG2.6, Chapman et Hall, S. Spaccapietra & R. Jain Eds, Lausanne, Suisse, 27-29 Mars 1995.
- [5] Vijlbrief, T., The GEO++ System: An Extensible GIS", Proc. Of the 5th International Symposium in Spatial Data Handling, Vol. 1, pp. 40-50, 1992.
- [6] Michel MAINGUENAUD, Marie-Aude PORTIER, CIGALES: A Graphical Query Language for Geographical Information Systems, 4th International Symposium on Spatial Data Handling, Zurich, Suisse, Juillet, 1990.
- [7] Spatial-Query-By-Sketch (SQBS), See, "http://www.ncgia.maine.edu/~abt/SQBS/sqbswel.htm".
- [8] J. W. Schmidt, S. Ceri, M. Missikoff(Eds.), Geo-Relational Algebra: A Model and Query Language for Geometric Database Systems, Advances in Database Technology-EDB 88. Proc. of the Int. Conf. on Extending Database Technology, pp 506-527. Venice, March 1988.
- [9] Angelaccio M., Catarci T., Santucci G: QBD\*: A Graphical Query Language with Recursion, IEEE Transaction On Software Engineering, Vol 16, ndeg. 10, pp. 1150-1163, 1990.
- [10] See, "http://www.o2tech.fr"
- [11] M. Egenhofer. Why not SQL?. Int. J. Geographical Information Systems 6 (2): 71-85, 1992.
- [12] ShinBong Kang, YoonChul Choy. Object-Relational Data Modeling for GIS, GIS/LIS '95 Conf. pp. 535-544, 1995.
- [13] Stanley Aronoff, Geographic Information Systems: A Management Perspective, WDL Publications, 1989.
- [14] Robert Laurini, Derek Thompson, Fundamentals of Spatial Information Systems, The A.P.I.C Series Number 37, Academic Press, 1992.
- [15] Rames Elmasri, Shamkant B. Navathe, Fundamentals of Database System, 2nd edition, The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1994.
- [16] M. Egenhofer, R. Franzosa, Point-set topological spatial relations, INT J. Geographical Information Systems, vol. 18, no. 4, pp 161-174. 1991.
- [17] R. G. Healy, Geographical Information Systems-Principles and Applications, Longman Scientific & Technical, pp 251-267. 1991.