

객체지향 패러다임에 기반한 사용자 관점지원 공간질의모델

(A Spatial Query Model Supporting Users View based on
Object-oriented Paradigm)

고 명 철 [†] 오 현 석 ^{**} 주 인 학 [†] 최 윤 철 ^{***}

(Myeong Cheol Ko) (Hyun Seuk Oh) (In Hak Joo) (Yoon Chul Choy)

요 약 GIS에서 공간분석은 최종 사용자의 의사결정을 돕는 중요한 수단을 제공한다. 따라서, 분석을 위해 사용되는 질의모델은 질의의 구문구성에 있어서 개념적으로 사용자의 관점을 지원할 수 있어야 한다. 기존의 연구는 기본적으로 속성연산을 위해 만들어진 질의모델의 구문구조에 공간연산을 위한 연산자들을 추가하여 기능적으로 확장하는 접근방식을 취하였다. 그러나, 연산의 성질상 속성연산과는 다른 공간연산이 가지는 특징으로 인해 구문구조가 자연스럽게 못하고 비일관적이며 따라서, 분석의 사용자관점을 지원하지 못하는 문제들을 야기시켜왔다.

본 논문에서는 공간 질의가 공간분석을 위한 하나의 방법론이라는 기본 개념을 이용하여 공간연산의 관점에서 객체지향 패러다임에 기반한 사용자질의의 구성 및 이의 내부적인 처리에 대한 방법론을 제안하였다. 또한 제안된 방법론에 기반한 CIW(Class-Information Window) 질의 인터페이스를 설계, 구현함으로써 사용자와 능동적으로 반응하여 상호작용 할 수 있는 공간 질의모델에 대한 가능성을 제시하였다.

Abstract Spatial analysis in GIS provides an important way that helps the end-users decision-making. For such a reason, query model for analysis should be able to support the users view conceptually in constructing query statements. The traditional approaches in design of query model used to extend the functionality of model that basically designed for manipulation of attribute-operations by appending operators for spatial operations to the query statements of model. However, by the reason of spatial operation's characteristics that are different from those of attribute operations in nature, the structures of query statements in previous approaches are unnatural, inconsistent, and therefore those query models in previous approaches are not able to support the users view in retrieving analysis.

In this paper, we proposed the methodology for constructing of user query and internal processing this query based on object-oriented paradigm, in the view of spatial operations by using the basic concept that spatial query is a methodology for spatial analysis. In addition, we presented a strong possibility of designing spatial query model that might actively have interaction with its user by implementing CIW(Class-Information Window) query interface corresponded with the methodology proposed in this paper.

1. 서론

GIS에서 질의모델의 설계가 어려운 이유중의 하나는 문자 혹은, 숫자로 구성된 속성 관련 연산 외에 공간객체(Spatial object)의 좌표정보를 이용하는 공간 관련 연산들이 질의에 포함되어 있기 때문이다. 즉, 존재할 수 있는 공간객체 간의 모든 관계들이 질의로 표현 가능해야 한다는 것과, 이러한 서로 다른 성질의 데이터들을 일관성의 측면에서 동일한 접근방식을 가지고 조작

[†] 학생회원 : 연세대학교 컴퓨터과학과
zoo@rainbow.yonsei.ac.kr
tomcat@rainbow.yonsei.ac.kr

^{**} 비회원 : 연세대학교 컴퓨터과학과
stein@rainbow.yonsei.ac.kr

^{***} 종신회원 : 연세대학교 컴퓨터과학과 교수
ycchoy@rainbow.yonsei.ac.kr

논문접수 : 1998년 3월 9일

심사완료 : 1999년 11월 3일

할 수 있게 하는 데이터 조작언어(DML)의 정의가 GIS 공간 질의모델 설계에 있어서의 어려움이다.

GIS 질의모델의 설계에 있어서, 전통적인 접근방식은 SQL과 같이 속성연산을 위해 만들어진 기존 관계형 응용시스템 상에서의 질의모델을 공간연산(Spatial operation)을 위해 기능적으로 확장하는 것이다[6, 8]. 그러나 공간상의 비정형 데이터들을 다루는 공간연산의 특성상 각 절(clause)에 나타나는 구문의 성격에 있어 일관성을 보장하기 힘들다[15]. 따라서 기존의 SQL을 기능적으로 확장하는 이러한 접근방식은 'SELECT-FROM-WHERE' 형태의 구문구조가 공간데이터의 특징을 적절히 반영시키지 못하므로 인해 많은 문제점들을 야기 시킨다[20].

공간질의를 위한 완전히 새로운 시도로서 자연어의 형식을 취하는 질의모델들도 제안되고 있으나 사용자가 입력하는 질의를 제대로 받아들이는 프로세서를 구현하기가 어렵고 명확한 질의문법을 제시하기가 어렵다는 문제가 있다[20].

최근에는 객체지향(Object-oriented) 개념을 질의모델의 설계에 도입하여 공간객체와 같은 복합객체(Complex object)를 모델링 하려는 연구들이 진행되고 있다. 이러한 객체지향 개념은 고도의 추상화 개념(Abstract concept)을 이용하여 공간객체 자체는 물론 이들간의 공간관계(Spatial relation)를 조작하는 공간연산자(Spatial operator)를 매우 자연스럽게 모델링 할 수 있게 하는 장점을 제공한다[5]. 그러나, 객체지향 개념을 도입한 질의모델에서도 질의의 문법구조는 기본적으로 SQL의 'SELECT-FROM-WHERE' 구조에 기반하고 있다. 따라서, SQL을 단순히 기능적으로 확장하는 기존의 전통적인 접근방법에서와 같은 문제점들이 여기에서도 불가피하게 나타난다[18]. 객체기반 데이터베이스를 위한 표준으로서 ODMG(Object Database Management Group)에서 제안한 ODMG-93[11]의 경우 OQL(Object Query Language)이라는 질의모델에 대한 정의를 포함하고 있는데, 현재까지 공간데이터의 표현이나 이에 기반한 공간질의와 관련된 구체적인 명세는 나와 있지 않다. 또한, 기존의 표준 SQL을 확장하여 복합객체의 표현을 위해 객체지향의 개념을 일부 도입한 SQL3[12]의 경우는 아직 표준화 작업이 진행 중이다.

질의의 형태가 반드시 어휘적인 형식을 가질 필요는 없다. 표현력을 잃어버리지 않으면서, 인간의 지각개념에 가깝게 질의를 표현할 수 있다면 보다 사용자 친숙성을 높일 수 있다. 시각적(graphical) 질의모델로 분류

될 수 있는 이 부류의 질의모델들은 최근에 많이 연구가 진행되고 있는 분야로서, 아이콘, 윈도우, 메뉴 등과 같은 상징적인 표현을 이용하거나[9], 노드를 연결하는 방향성 에지(directed edge) 상에 레이블을 부여하여 두 노드간의 관계를 표현하는 그래프 형태[2], 그리고 'Query-By-Sketch'[21](그림 1), 'Query-By-Example'[4,5](그림 2) 등의 개념을 이용하여 질의를 시각적으로 표현할 수 있게 한다. 이러한 형태의 질의구성 방법이 갖는 의미는 사용자에게 즉각적인 피드백(feedback)을 줌으로써 이전처럼 명령어를 외우고 있어야 할 필요가 없다는 것이다. 그러나, 시각적인 질의모델의 설

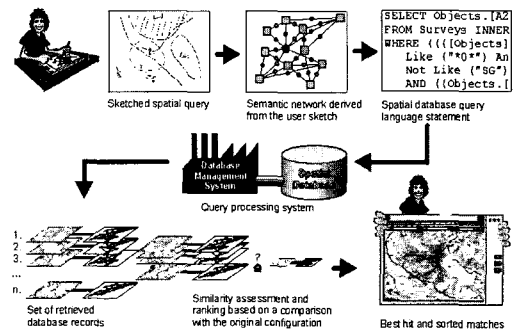


그림 1 시각적 형태의 사용자질의 입력: Query-By-Sketch[21]

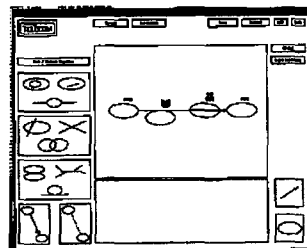
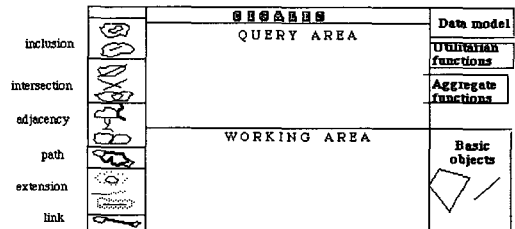


그림 2 시각적 형태의 사용자질의 입력: CIGALE[5]

계에 있어서도 내부적으로 질의의 처리를 위한 구문형식의 설계는 불가피하며[18], 시각적으로 구성된 영상(image)을 DBMS가 이해할 수 있는 형태로 해석하는 추가적인 모듈의 설계가 필요하다. 따라서, 이것은 질의 모델 설계 이외의 오버헤드가 될 수 있다.

본 논문은 질의구문의 구성 및 이의 내부적인 처리에 대한 방법론과 질의모델의 사용자인터페이스 디자인에 초점을 둔다. 즉, 공간객체의 모델링단계는 물론, 공간연산의 관점에서, 분석의 시점에서도 객체지향 패러다임을 이용하는 질의의 구성 및 처리의 방법론을 제안하며, 질의모델이 제공해야 할 사용자와의 상호 작용적인 측면을 고려하여 1990년대 GIS 사용자인터페이스의 특징인 WIMP(Windows, Icons, Menus, Pointing)[10]개념에 기반한 질의인터페이스를 제안하는 방법론에 근거하여 설계하고 구현한다.

2. 질의 형식의 분류

본 장에서는 공간질의를 그 특성에 따라 분류해 보고, 각 질의구문에 대한 분석을 통해 이의 연산을 위해 질의모델에서 제공해야 할 구문표현 기술들에 대해서 고찰한다.

[3]에서는 공간질의를 특성에 따라 비 공간(Non-spatial), 위상(Topology), 공간관계(Spatial relationships), 부정(Negation), 분리(Disjunction), 군집(Aggregation), 연역(Deduction) 등 모두 일곱 경우로 분류하고 있는데, 부정 및 분리 형태의 질의는 공간분석의 관점에서 기본이 되는(primitive) 형태라고 볼 수 없고, 군집 역시 기본적인 형태는 아니지만 연산의 특성상 다른 부류의 질의와는 분류될 수 있다. 연역질의의 경우는 네트워크분석(Network analysis) 질의라고 볼 수 있는데, 이 부류의 질의는 응용성(applicability)이 강하여 기본적인 공간질의의 한 형태라기보다는 객체간의 연결상태 정보가 중요시되는 응용분야에 특정한 질의 형태라고 볼 수 있다. 이들을 종합해 보면, 공간질의는 다음과 같이 모두 네 경우의 기본적인 형태로 분류할 수 있다.

① 비공간 질의

공간객체의 속성정보만을 대상으로 하는 질의로서, 문자-수치(alpha-numeric) 조건을 이용하여 해당 조건을 만족시키는 객체를 추출해 내거나, 여기에 추가해서 이들 추출된 객체가 갖는 여러 속성 중 특정 속성항목을 추출해 내는 형태의 질의 등이 있다.

② 공간관계 질의

- 위상정보(Topological information)를 이용하는 질의

공간객체들 간의 연결(Connectivity), 포함(Containment), 교차(Crossing) 및 인접(Adjacency) 등의 정보에 관련된 질의들이 여기에 해당된다. 이 부류의 질의들은 불리언 값(boolean value)이나 객체집합(object set)을 결과로서 반환한다[16]. 객체들간의 위상은 이진성을 가지므로 위상연산에 참여하는 각각이 동일한 도메인(domain)에 속한 객체인가 혹은 서로 다른 도메인에 속한 객체인가에 따라서, 그리고 질의구문 상에 각각의 객체가 구체적으로 주어지는지, 아니면 해당 도메인만 주어졌는지에 따라서 그림 3에서와 같이 모두 여섯 경우의 공간관계 질의가 가능하다. 객체들간에 가능한 위상연산의 종류에 대해서는 3.2절에서 설명한다.

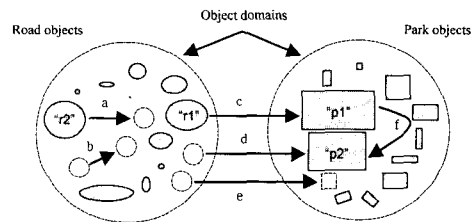


그림 3 위상정보를 이용하는 공간관계 질의: "'r2'와 교차하는 도로는?"(a); "'서로 교차하는 도로는?"(b); "'r1'은 'p1'을 가로지르는가?"(c); "'p2'를 지나는 도로는?"(d); "'서로 교차하는 공원과 도로는?"(e); "'p1'과 'p2'는 서로 인접해 있는가?"(f)

- 기하정보(Geometrical information)를 이용하는 질의
특정 공간객체 자체의 Measurement(예를 들어, 면적(area), 둘레(Perimeter), 길이(Length) 등), 혹은, 공간객체 간의 인접(Proximity)정보와 관련된 질의들이 이 부류에 해당한다. 인접은 주로 객체간의 거리(distance)가 척도가 되는데[13], 특정 객체에 대해 버퍼-존(Buffer-zone)을 형성하거나, 가장 가까운(혹은, 가장 먼) 객체를 구하는 형태의 질의도 가능하다. 이 부류의 질의들은 대부분의 경우, 수치 값을 결과로서 반환하며, 경우에 따라서 객체집합을 반환할 수도 있다.

③ 군집 질의

이 부류의 질의들은 특정 질의에 의해 일차적으로 구해진 객체집합을 대상으로 한다[3]. 일차적으로 구해진 객체집합에 대해 적용시킬 수 있는 연산은 수치속성의 합, 평균, 최대, 최소 등이며, 일반적으로 '>', '>=', '<', '<=', '='과 같은 연산자들이 함께 사용될 수 있다.

④ 응용 질의

대부분 응용분야에 특정한 질의들이 이 부류에 해당된다. 예를 들어, 상,하수도 관련 응용분야에서 많이 쓰이는 'Upstream', 'Downstream'과 같은 질의의 처리를 위해서는 해당 연산자가 미리 구현이 되어 있어야 한다. 이 외에도 이 부류의 질의의 처리를 위해서는 해당 질의를 처리하기 위한 특정 연산자가 지원되어야 하는데, 이러한 연산자들은 사용될 응용분야의 특성에 따라 매우 다양할 수 있다.

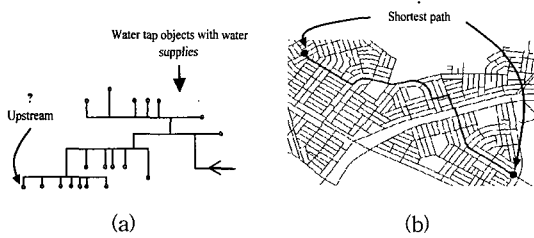


그림 4 응용 질의: "이 급수전에 물을 공급하는 상수원은?"(a); "이 두 지점간의 최단 거리는?"(b)

3. 객체지향 패러다임의 도입

본 장에서는, 앞서 2장에서 살펴본 다양한 형태의 질의들을 표현하기위한 질의모델의 구문구성 방법이나 이의 내부적인 처리방식 각각에 대해 객체지향 패러다임이 어떻게 도입, 적용될 수 있는지에 대해서 고찰한다.

3.1 공간관계의 해석과 질의구문의 표현

실세계의 모든 공간객체들은 자신의 고유한 속성정보뿐만이 아니라 상호간에 유기적인 공간관계를 갖는다. 예를 들어, 도로간에는 교차 혹은, 인접관계가 존재하며, 도로와 버스정류소 간에는 인접, 버스정류소와 행정동간에는 포함 혹은 인접관계가 각각 존재한다(그림 5). 이러한 공간관계들은 특별히 위상관계(Topological relation)라고 볼 수 있으며, 위상관계를 갖지 않는 객체들간에도 최소한 기하적인 공간관계(Geometrical spatial relation)는 존재한다. 예를 들어, 그림 5에서, 'S'와 'RQ' 사이에는 실질적으로 아무런 위상관계가 존재하지 않지만(disjoint) '거리'라는 기하관계를 갖는다.

따라서, 본 논문에서 제안하는 객체지향 패러다임의 기본 아이디어는 이러한 '교차'나 '거리'와 같은 객체간의 다양한 공간관계를 적절히 해석, 분류하고, 이의 처리를 위한 객체의 연산으로 표현할 수 있다면, 분석을 위한 질의의 형식은 분석의 대상이 되는 객체에 접근하

여 해당 객체가 가지고 있는 여러 관련 연산들을 적절히 처리하는 일련의 과정으로서 구성할 수 있다는 것이다.

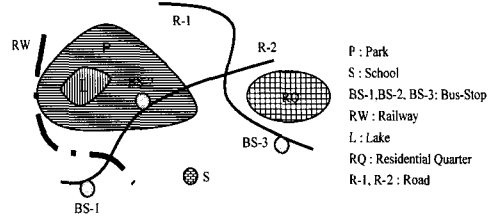


그림 5 실세계 객체들간의 공간관계

그림 6은 그림 5와 같은 공간관계를 해석하여 도식적인 방향성 그래프로 나타낸 것으로서, 각각의 노드는 공간객체를 의미하고 에지는 각 노드간의 공간관계를 의미한다. 에지에 방향성을 부여한 이유는 객체간의 위상(a) 혹은, 기하(b) 관계가 반드시 대칭적(symmetric)이라고 볼 수 없기 때문이다.

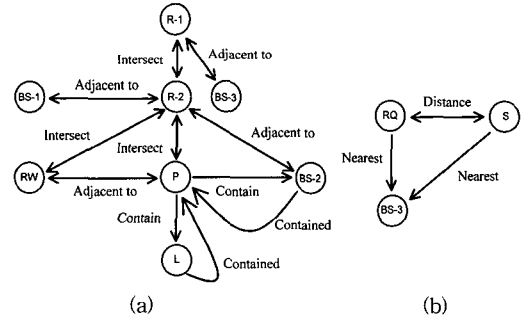


그림 6 방향성 그래프를 이용한 위상 및 기하 공간관계의 표현

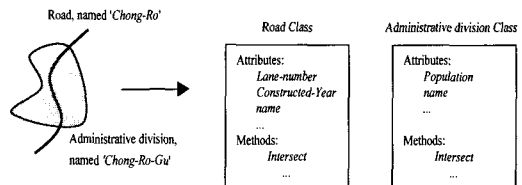


그림 7 실 공간객체에 대한 클래스 표현

그림 6에서 보듯이, 실 객체간의 모든 공간관계는 특정 객체가 다른 객체에 대해 갖는 연산으로 해석하여

처리할 수 있는데, 이것은 객체지향 패러다임에서 얘기하는 메소드(Method)의 개념이다. 즉, 공간객체는 클래스(Class)로, 이들 간의 관계연산을 위한 연산자는 해당 클래스의 메소드로 매핑함으로써, 공간질의를 객체의 메소드를 이용하여 처리할 수 있다(그림 7). 따라서, 공간 관계를 형식적인 형태로 적절히 분류하고, 이의 처리를 위한 공간연산자 즉, 메소드를 정의하는 것이 필요한데, 이것에 대해서는 다음 3.2절에서 설명한다.

3.2 공간연산자와 공간객체 데이터모델

GIS에서 공간분석을 위해서는 기본적으로 공간 객체들간의 연결, 포함, 교차, 인접 등에 대한 연산기능을 제공해야 한다[14]. 이를 위한 공간연산자는 일반적으로 기하연산자(Geometrical operator), 위상연산자(Topological operator) 그리고 네트워크연산자(Network operator) 등과 같이 분류한다[13,14,17,19]. 기하연산자와 위상연산자는 각각 2장에서 분류한 ②와 같은 형태의 질의를 처리하기 위한 연산자이고, 네트워크연산자는 주로 ④와 같은 질의형태를 처리하기 위한 연산자이다. 특히, 네트워크연산자의 경우 공간객체의 기하정보 보다는 그래프 이론 자체에 더 관심을 갖는다[4]. 본 논문에서는 네트워크 연산자에 대해서는 다루지 않는다.

본 논문에서는 Egenhofer[16]와 Clementini[1]가 제안한 공간객체 간의 위상관계 분류방법을 부분적으로 채택하여 그림 8(a)와 같이 모두 여덟 경우의 위상관계를 그룹화 하여 정의하였다. 그림 8(b)는 공간객체 각각에 대응되는 원시객체 간에 가능한 위상연산을 보인 것이다.

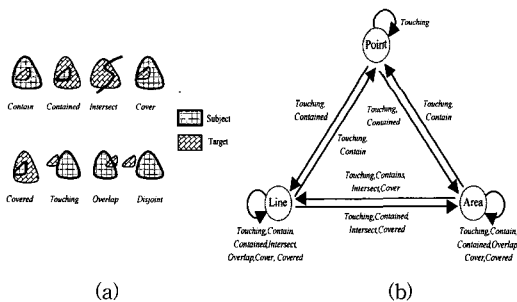


그림 8 위상관계의 분류와 원시객체(primitive object) 타입 간에 가능한 위상연산

그림 9는 공간객체를 표현하기 위한 클래스의 내부구성과 이를 이용하여 구성한 시스템 및 사용자클래스 간의 계층구조를 보인 것이다.

'Top Point', 'Top Line', 'Top Area'와 'Spatial-

Geometry' 클래스는 각각 위상 및 공간객체의 기하정보와 관련된 연산을 처리하기 위한 것으로서, 2장에서 ②형태의 질의를 처리하기 위한 기능들을 제공한다. 앞서, 그림 8에서 분류한 위상연산자들은 'Top Point', 'Top Line', 'Top Area' 클래스 각각의 메소드로 정의된다.

'Net Point', 'Net Line', 'Net Area' 클래스는 2장에서 ④와 같은 질의 형태 중 특별히 네트워크분석과 관련된 연산을 처리하기 위한 기능들을 제공한다. 공간분석의 한 범주로서의 네트워크 분석은 그래프의 연결 정보 이외에 공간 객체들간의 위상정보를 필요로 할 수도 있는데, 이것은 각 위상클래스로의 참조(Reference)를 통하여 얻는다. 'Non-Spatial' 클래스는 2장에서 ①과 ③ 같은 형태의 질의를 처리하기 위한 클래스로서, 이는 객체의 공간 정보를 이용하는 것이 아니므로 'Spatial-Geometry', 혹은 이것으로부터 상속받는 다른 클래스들과는 독립적인 상속구조를 갖는다. 최종적으로, 사용자정의 클래스는 'Point', 'Line', 'Area' 클래스 각각으로부터 상속받아 정의된다.

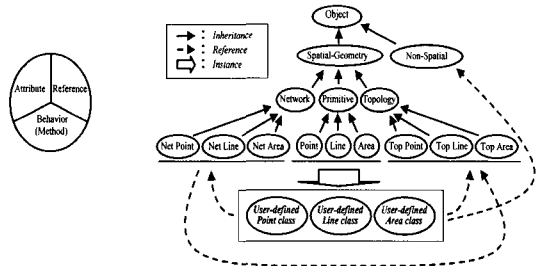


그림 9 클래스의 내부구성과 계층구조

그림에서, 메소드는 객체지향에서 얘기하는 메시지(Message)의 개념으로서, 임의의 연산을 위해 공간객체 상호간에 보내진다. 공간객체의 클래스는 보내온 메시지에 대해 객체가 응답할 수 있는 메시지와 구체적으로 어떻게 반응할 것인지에 대해서 결정하게 된다. 이 때, 동일한 메시지에 대해서도 서로 다른 클래스는 서로 상이하게 반응할 수 있다. 예를 들어, 'Road' 객체는 'Intersect'라는 메시지에 대해 'River' 객체집합을 반환함으로써 응답할 수 있으며, 'River' 객체는 'Administrative division'이라는 객체집합을 반환할 수 있는 것이다. 여기서, 이러한 '응답'이 'Behavior'이며, '메시지'가 'Method'이다. 즉, 'Behavior'는 연산의 외부 표현방식이며, 'Method'는 이의 내부적인 처리 방식이다.

3.3 사용자 질의의 구성과 내부적인 처리

분석의 시점에서, 사용자질의의 처리는 클래스로 모델링 된 각 공간객체 자신이 공간상의 모든 정보를 가지고 있다는 점을 이용한다. 즉, 모든 공간객체들은 3.1 절의 그림 6에서와 같이 상호 유기적으로 연관되어 있으므로, 임의의 공간객체로부터 모든 공간객체들간의 위상 혹은, 기하학적인 공간정보를 직, 간접적으로 접근할 수 있다. 이것은 매우 복잡한 형태의 복합질의도 클래스 단위로 단계적으로 처리할 수 있음을 의미한다.

다음 세 가지형태의 기본질의를 예로 들어, 본 논문에서의 처리방식을 설명한다.

- 'r'이라는 도로와 교차하는 도로는? (1)
- 'r'이라는 도로와 교차하거나, 인접하는 도로는? (2)
- 'r'이라는 도로와 인접한 버스 정류소가 속한 행정구역은? (3)

(1)은 관계연산의 대상(target)이 주체(subject)와 동일한 클래스에 해당하는 질의의 경우이며, (2)는 연산의 대상이나 주체가 모두 동일 클래스라는 점은 (1)과 같으나, 두 개의 관계연산 각각에 대해 구해진 결과가 논리합(OR) 형태로서 반환된다는 것이 다르다. (3)은 서로 다른 클래스에 대한 전형적인 관계연산의 예를 보여주고 있는데, 이것은 '도로 → 버스정류소 → 행정구역' 등과 같이, 관계연산을 통해 연산의 주체가 전이(transition)해 가는 형태의 질의이다.

본 논문의 기본적인 패러다임은 위의 각 질의구문을 다음과 같은 단위 연산구문들로 분해하여, 사용자질의의 구성과 이의 내부적인 처리를 단계적으로 하는 것이다.

- (1) : $S_{ROAD} = UNION((C_{ROAD} \rightarrow name) == 'r')$, for each object of ROAD class in database
 $\underline{S}_{ROAD} = UNION(C_{Oi} \rightarrow Intersect(C_{ROAD}))$, for each O_i in S_{ROAD} (4)
- (2) : $S_{ROAD} = UNION(C_{ROAD} \rightarrow name == 'r')$, for each object of ROAD class in database
 $S_{ROAD} = UNION(C_{Oi} \rightarrow Intersect(C_{ROAD}))$, for each O_i in S_{ROAD}
 $\underline{S}_{ROAD} = (UNION(C_{Oi} \rightarrow Touching(C_{ROAD})), \text{for each } O_i \text{ in } S_{ROAD}) \text{ OR } S_{ROAD}$ (5)
- (3) : $S_{ROAD} = UNION(C_{ROAD} \rightarrow name == 'r')$, for each object of ROAD class in database
 $S_{BUS-STOP} = UNION(C_{Oi} \rightarrow Touching(C_{BUS-STOP}))$, for each O_i in S_{ROAD}
 $\underline{S}_{ADM-DIV} = UNION(C_{Oi} \rightarrow Contained(C_{ADM-DIV}))$, for each O_i in $S_{BUS-STOP}$ (6)

여기서, 'name'은 해당 클래스('ROAD')의 속성항목이며, 'Intersects', 'Touching', 그리고 'Contained' 등은 'ROAD' 혹은, 'BUS-STOP' 클래스 각각의 메소드들이다. '→'는 클래스의 멤버를 접근하기 위한 연산자로서, 이것의 좌측에는 클래스의 이름(C_{ROAD})이나 구체적인 클래스의 객체(C_{Oi}) 등이 올 수 있으며, 오른쪽에는 클래스의 멤버 즉, 속성이나 메소드 등이 올 수 있다. 각 메소드의 인자(parameter)로는 관계연산의 대상이 되는 클래스가 올 수 있는데, 이것은 또한 연산의 결과로서 반환될 결과 객체의 타입을 의미하기도 한다. 'OR'연산자는 객체집합 간의 논리합을 구하기 위한 연산자이며, 'UNION' 역시 'OR'연산자와 비슷한 의미를 갖지만, 이는 단순히, 해당 연산의 처리를 위한 내부적인 처리방식만을 의미한다. 질의에 따라서 'OR'와 반대의 의미인 'AND'가 사용될 수도 있다. 각 단위 연산별로 반환되는 결과는 항상 객체집합이며, 이는 할당 연산자('=')의 좌향에 있는 해당 객체의 집합(S_{ROAD} , $S_{BUS-STOP}$, $S_{ADM-DIV}$)에 각각 할당된다.

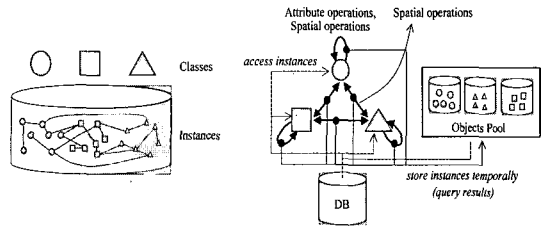


그림 10 Objects-pool을 이용한 질의의 내부적인 처리

(4), (5), (6)에서, 각각의 라인은 사용자가 구성하는 한 단위의 질의구문이며 동시에, 내부적인 처리단위가 된다. 또한, 질의구문이 속성 및 공간연산 단위로 분해되어 처리되는 것을 볼 수가 있는데, 이것은 질의구문의 구성을 위한 질의인터페이스를 속성연산구문 구성부분과 공간연산구문 구성부분으로 각각 독립적으로 설계할 수 있음을 의미한다. 이것에 대해서는 다음 4장에서 다룬다.

그림 10은 위 (4), (5), (6)에 대해, 각 단위연산들을 내부적으로 속성 및 공간연산단위로 분리하여 처리하는 방식을 도식적으로 보여주고 있다. 여기서, 속성연산은 질의의 대상이 되는 객체클래스의 인스턴스 중에서 해당 조건을 만족시키는 인스턴스만을 정제하는 과정이며, 공간연산은 관계연산의 대상이 되는 객체클래스의 인스턴스 중에서 해당 조건을 만족시키는 인스턴스만을 추출해 내는 과정이다. 'Objects-pool'은 위의 (4), (5),

(6) 각각에서, 할당연산자의 좌항에 위치한 객체집합을 의미하는 것으로서, 복합질의 형태를 처리하기 위해, 단계적인 질의결과를 유지하기 위한 임시 기억장소이다. 또한, 질의의 도메인은 데이터베이스 내에 있는 해당 클래스의 전체 인스턴스들을 대상으로 할 수도 있고, 복합질의 경우, 'Objects-pool'을 대상으로 할 수도 있다.

4. 구현

본 장에서는 앞서 설명한 질의의 방법론에 근거해서 실제 질의 인터페이스를 구현해 봄으로써 사용자와 능동적으로 반응하여 상호작용 할 수 있는 공간 질의모델을 제시한다.

4.1 CIW 질의 인터페이스

CIW(Class-Information Window)(그림 11)는 사용자 관점에서, 공간 질의의 객체지향 패러다임을 지원하는 반 시각적인 형태의 윈도우-기반 인터페이스이며, [7]에서의 클래스-정보 윈도우(Class-Information Window) 개념에 기반 한다. 여기서, '반 시각적'이라는 표현의 의미는 전체적인 질의의 구성을 위한 조작 인터페이스는 시각적인 형태로서 제공하고, 연산자는 어휘적인 형태로 사용자에게 제시한다는 뜻이다. 즉, '교차'와 같은 연산을 수행시키기 위해서 이것을 그림형태로 사용자가 입력하는 것보다는 단순히 '교차'라고 쓰여진 어휘항목을 선택하게 하는 것이 더 직관력을 높일 수 있으며, 구성된 질의의 처리를 위한 내부적인 오버헤드도 적다.

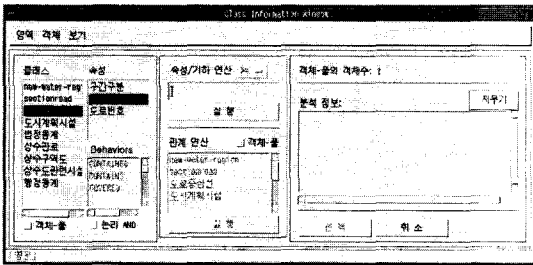


그림 11 클래스-정보 윈도우

CIW는 데이터베이스의 뷰(View) 기능을 제공한다. 즉, 윈도우 상에서, 사용자는 데이터베이스의 스키마(Schema) 정보를 투명(transparent)하게 볼 수 있으며, 일단 '보여지는' 스키마 정보는 사용자가 조작하고 수행시킬 수 있음을 의미한다. 질의의 구성은 기본적으로 클래스 단위로 진행이 되며, 특정 클래스를 선택했을 때, 그 클래스를 통해 수행시킬 수 있는 모든 연산정보들이

윈도우 상에 디스플레이 된다. 단계적인 질의의 결과를 저장하는 'Objects-pool'의 내용들을 사용자는 수시로 접근할 수 있으며, 이들을 질의에 참여시키거나, 특별한 목적으로 사용하기 위해 새롭게 스키마에 추가시키거나 혹은, 데이터베이스 내에 저장시킬 수 있다.

관계연산을 위한 메소드의 경우, 행위개념을 통하여 사용자가 동적으로 수행시킬 수 있다. 각각의 행위는 사용자가 구성한 질의의 의미에 따라 내부적으로 적절한 메소드를 수행시키므로, 사용자는 질의의 구성에 있어, 질의모델의 구현 의존적인 부분들을 배제시킬 수 있다.

4.2 응용예의 적용

본 절에서는 CIW 질의모델을 실제 응용에 적용시킨 예를 보인다(그림 12). 다음의 (7)과 같은 질의에 대해, 사용자는 (8), (9), (10)과 같이 모두 세 단계로 질의를 구성하게 된다.

”'봉곡동'에 걸쳐져 있는 상수구역도 내에 포함되어 있는 상수도관련시설을 보여라.” (7)

Step1: Select '행정동' class → Select it's '이름' attribute → Select '='(equal) attribute operator → Input '봉곡동' in the attribute input box → Retrieve (8)

Step2: Select 'Objects-pool' → Select '행정동' class → Select 'Overlap' behavior → Select '상수구역도' class as the target of relational operation → Retrieve (9)

Step3: Select '상수구역도' class → Select 'Contain' behavior → Select '상수도관련시설' class as the target of relational operation → Retrieve (10)

(8)의 경우, 속성연산에 의해 특정 객체를 'Objects-pool' 내로 가져오는 과정이며, (9)와 (10)은 두 번의 관계연산을 위한 단계로서, 관계연산의 주체는 현재 'Objects-pool' 내의 객체로 하며 대상은 전체 데이터 셋 내의 해당 클래스의 인스턴스로 한다. (7)은 세 번의 속성 및 관계연산으로 이루어진 질의로서, (8), (9), (10)과 같이 세 번의 독립적인 속성 및 공간관계연산으로서 처리한다.

그림 12는 위 (9)와 (10) 단계의 질의구성 과정과 최종적인 결과화면을 보인 것이다.

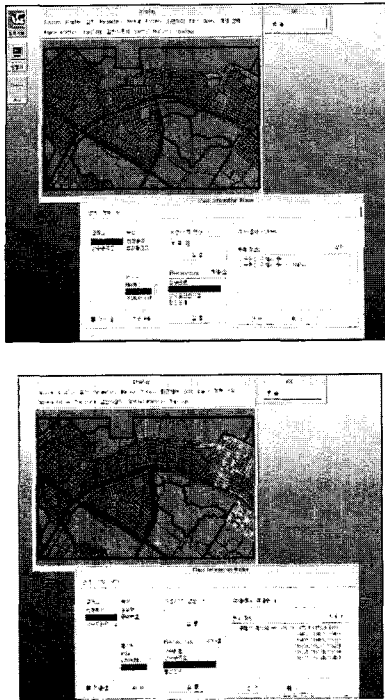


그림 12 CIW를 이용한 공간연산의 예(경상남도 창원시)

5. 결론

공간 질의모델이 갖추어야 할 요구사항으로서, [9,15]에서는 표 1과 같은 항목들을 제시하고 있다. 현재 SQL을 확장한 형태의 질의모델들은 대부분 이러한 요구 사항들을 만족시키지 못하고 있다[15,20]. 본 논문에서 제안하는 질의모델의 경우 ①과 ②, 그리고 ③을 제외한 나머지 항목들을 모두 지원한다. 특히, 본 논문에서 제안하는 질의모델은 객체간의 공간관계를 보다 자연스럽게 표현하기 위해 객체지향 패러다임을 이용하였는데, a), b), c), d), e)와 같은 항목들은 본 논문에서 제안하는 질의모델이 갖는 특징으로 평가된다. ①, ②, ③과 같은 항목들은 질의모델이 갖추어야 하는 필수적인 기능으로 볼 수는 없지만, 분석툴의 기능적인 측면에서 요구되는 부분으로서 향후의 시스템에서 지원할 예정이다.

본 논문에서는 공간분석의 관점에서 객체지향 패러다임에 기반한 공간 질의의 구성 및 내부적인 처리에 대한 방법론을 제안하고, 제안된 방법론에 기반한 CIW 질의 인터페이스를 구현해 보았다. 현재 대부분의 GIS 공간 질의모델들은 속성데이터와 공간데이터의 조작에 있어 일관적이지 못하고 데이터의 표현에 있어서도 저장구조에 의존적인 한계들을 극복하지 못하고 있는데,

표 1 공간 질의모델에 대한 일반적인 요구사항

| 요구사항 | 본 연구와의 비교 |
|-------------------------------------|---|
| 추상화 된 형태 -- ① | 클래스와 상속 개념을 이용하여 공간관계를 표현하기 위한 공간데이터의 추상화를 지원 |
| 질의결과를 그래픽 형태로 디스플레이 | 디스플레이 관련 메소드를 명시적으로 호출함으로써 지원 |
| 질의결과를 하나 이상의 질의결과와 혼합 | 'Objects-pool' 개념을 통해 지원 |
| 관련객체의 표현 | 지원하지 않음 -- ① |
| 질의결과 내용을 확인하기 위한 컨트롤 메커니즘의 지원 | 속성 및 객체 디스플레이 기능을 지원 |
| 포인팅에 의한 선택 | 지원 |
| 공간객체에 대한 다양한 그래픽적 표현 | 지원 |
| 범례의 사용 | 지원하지 않음 -- ② |
| 레이블의 지원 | 지원하지 않음 -- ③ |
| 도면크기의 선택 | 도면의 확대, 축소, 패닝(panning) 기능을 지원 |
| 질의영역의 선택 | 'Region' 기능을 지원 |
| 공간개념(모델과는 독립적으로)의 형식화 -- ④ | 추상화 된 객체클래스를 통해 데이터모델과 독립적인 복합객체 표현 기능을 지원 |
| 공간관계의 지원 -- ⑤ | 그룹화 된 위상관계와 기하관계를 지원 |
| 2가지 연산모드(속성기반, 위치(location)기반) -- ⑥ | 지원 |
| 인터페이스/사용자 관점을 지원 -- ⑦ | CIW를 통하여 질의구문 구성에 있어 상호작용적 인터페이스를 지원 |

본 논문에서는 이러한 문제들을 기존의 방법과는 반대로 공간연산의 관점에서 속성연산을 도입하는 형식으로 해결하였다.

상호 작용의 측면에서, 사용자 관점을 지원할 수 있는 질의 인터페이스는 GIS의 공간분석을 위해 필수적인 요소이다. 본 논문에서 제안한 CIW 질의 인터페이스는 반 시각적인 형태로서 사용자 관점을 지원한다고 볼 수 있으며, 현재의 단계에서 CIW 질의 인터페이스가 갖는 단점은 속성과 관련된 질의구문의 표현력이 기존의 다른 질의모델들에 비해 약하다는 것이다. 이러한 문제는 공간분석을 연구의 기본 도메인으로 하는 본 논문의 성격상 논의 밖의 문제이지만, 질의모델의 기능확장을 위해 차후 보완의 문제로 남겨둔다.

참 고 문 헌

[1] Eliseo Clementini and Paolino 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 and Wood PT, "A Graphical Query Language Supporting Recursion," *Proc. of the SIGMOD*, pp. 323-330, 1987.

[3] Boursier P. and Mainguenaud M., "Spatial Query Languages: Extended SQL vs. Visual Languages vs. Hypermaps," *Proc. of the Int. Symposium on Spatial Data Handling*, pp. 249-259, 1992.

[4] Brossier-Wansek A. and Mainguenaud M., "Manipulations of Graphs with a Visual Query Language: Application to a Geographical Information System," *Proc. of the 3rd IFIP 2.6 Working Conference on Visual Database Systems*, pp. 254-274, 1995.

[5] Michel Mainguenaud, "CIGALES: A Visual Query Language for Geographical Information System: The User Interface," *Int. J. of Visual Languages and Computing*, Academic Press, Vol. 5, pp. 113-132, 1994.

[6] M. J. Egenhofer, "Spatial SQL: A Query and Presentation Language," *IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 6, No. 1, pp. 86-95, 1994.

[7] R. Agrawal and N. H. Gehani, "OdeView: The Graphical Interface to Ode," *Proc. of the SIGMOD*, pp. 34-43, 1990.

[8] D. DeWitt, N. Kabra, J. Luo, J. M. Patel and J. B. Yu, "Client-Server Paradise," *Proc. of the VLDB*, pp.558-569, 1994.

[9] Angelaccio M., Catarci T. and Santucci G., "QBD*: A Graphical Query Language with Recursion," *IEEE Transaction on Software Engineering*, Vol. 16, No.

10, pp. 1150-1163, 1990.

[10] W. Kuhn and M. Egenhofer, "CHI '90 Workshop on Visual Interfaces to Geometry," *SIGCHI Bulletin*, Vol. 2, No. 23, pp. 46-55, 1991.

[11] R. G. G. Cattell, *The Object Database Standard: ODMG-93*, Release 1.2, Morgan Kaufmann, San Francisco, 1996.

[12] JCC's SQL Std. Page, Available at: http://www.jcc.com/SQLPages/jccs_sql.htm

[13] Stanley Aronoff, *Geographic Information Systems: A Management Perspective*, WDL, 1989.

[14] Robert Laurini and Derek Thompson, *Fundamentals of Spatial Information Systems*, The A.P.I.C Series Number 37, Academic Press, 1992.

[15] M. MAINGUENAUD, "The Semantics of The Geographical Database Query Languages," *Proc. of the 4th European Geographical Information System*, 1993.

[16] M. Egenhofer and R. Franzosa, "Point-set topological spatial relations," *Int. J. of 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.

[18] Rames Elmarsri and Shamkant B. Navathe, *Fundamentals of Database System*, 2nd Ed., The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1994.

[19] ShinBong Kang and YoonChul Choy. "Object-Relational Data Modeling for GIS," *GIS/LIS*, pp. 535-544, 1995.

[20] M. Egenhofer. "Why not SQL!," *Int. J. of Geographical Information Systems*, Vol. 6, No. 2, pp. 71-85, 1992.

[21] Spatial-Query-By-Sketch (SQBS), Available at: <http://www.ncgia.maine.edu/~abl/SQBS/sqbswel.htm>



고 명 철

1994년 제주대학교 정보공학과(공학사). 1997년 연세대학교 컴퓨터과학과(공학석사). 1997년 ~ 현재 연세대학교 컴퓨터과학과 박사과정. 관심분야는 컴퓨터그래픽스, 지리정보시스템(GIS), 가상현실 등



오 현 석

1993년 연세대학교 전산학과(이학사).
1995년 연세대학교 컴퓨터학과(공학석사). 1995년 ~ 현재 연세대학교 컴퓨터학과 박사과정. 관심분야는 지리정보시스템(GIS), 데이터베이스, 멀티미디어 등



주 인 학

1992년 연세대학교 전산학과(이학사).
1994년 연세대학교 전산학과(이학석사). 1994년 ~ 현재 연세대학교 컴퓨터학과 박사과정. 관심분야는 지리정보시스템(GIS), 공간데이터베이스, 공간색인 등



최 윤 철

1973년 서울대학교 전자공학과(공학사).
1975년 Univ. of Pittsburgh(공학석사).
1979년 Univ. of California Berkeley Dept. of IE & OR(공학박사). 1979년 ~ 1982년 Lockheed사 및 Rockwell International사 책임연구원. 1982년 ~ 1984년 Univ. of Washington 전산학과 박사과정. 1990년 ~ 1992년 Univ. of Massachusetts 연구교수. 1984년 ~ 현재 연세대학교 컴퓨터학과 교수. 관심분야는 멀티미디어, 컴퓨터그래픽스, 지리정보시스템(GIS), 가상현실 등