

□ 기술해설 □

지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스

건국대학교 오병우* · 한기준**

● 목	차 ●
1. 서 론	3.1 ISO/IEC JTC1/SC21 WG3 SQL/MM
2. 사용자 인터페이스	3.2 ISO/TC211 Geographic Information/ Geomatics
2.1 질의어 접근 방법	3.3 Open Geodata Interoperability Specification
2.2 GUI 접근 방법	4. 결 론
2.3 개발 도구 접근 방법	
3. 지리 정보 시스템의 표준화	

1. 서 론

컴퓨터 산업의 발달로 사용자의 폭은 넓어지고 그에 따른 사용자의 요구도 증가하였다. 요구를 충족시키기 위해 매우 다양한 소프트웨어들이 개발되고 있으며, 특히 사람의 손으로 처리하기에는 힘들고 고된 일들을 컴퓨터가 자동으로 처리해 주는 자동화가 매우 많은 분야에서 이루어지고 있다. 자동화는 많은 데이터를 처리해야 하는 분야에서 활발히 이루어지고 있다. 많은 데이터를 처리하기 위해서 데이터베이스 시스템이 개발되어 매우 많은 응용에서 사용되고 있다. 데이터베이스 시스템은 사용자들이 데이터베이스 내의 데이터를 유용한 정보로 활용할 수 있도록 사용자 인터페이스를 제공한다[2,13].

지리 정보 시스템은 대용량의 복잡한 공간 데이터와 비공간 데이터를 다루는 응용 프로그램으로서 데이터베이스 시스템의 사용이 필수적이다[14]. 따라서, 기존의 데이터베이스 시스템과 마찬가지로 사용자 인터페이스가 중요시 된다. 지리 정보 시스템의 사용자 인터페이스에서 가장 중요한 문제는 사용자들이 지리 정보 시스

템 내의 데이터를 유용한 정보로 활용할 수 있는지와 사용자들이 원하는 다양한 기능들을 모두 만족시킬 수 있는가 하는 것이다. 지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스로는 크게 질의어를 사용하는 방법, GUI(Graphic User Interface)를 사용하는 방법, 그리고 개발 도구를 사용하는 방법이 있다.

사용자에게 데이터베이스 내의 데이터를 효율적으로 얻게 해주는 가장 전통적인 방법은 질의어를 사용하는 방법이다. 최근에는 사용의 편리성이 강조되어 새로운 접근 방법이 많이 연구되고 있지만 기존의 질의어 사용자에게는 크게 부담을 주지 않으므로 많이 사용되고 있다. 그러나, 지리 정보 시스템을 위한 질의어의 표준화가 현재 진행 중이므로 여러 연구소에서는 자체 질의어를 정의하고 사용하고 있는 실정이다. 질의어는 키보드를 통해 질의어 문법에 맞게 텍스트를 입력하여야 하므로 텍스트 입력의 오류 및 문법에 의한 오류가 생길 수 있어 추가적인 오류 수정 과정이 필요하다. 또한, 질의어만으로 처리할 수 없는 질의에 대해서는 호스트 언어와 연결하여 사용하여야 하는데, 이때 내재 질의어(Embedded Query Language)의 선행 처리(preprocessor) 과정과 호스트 언어 변수와 내재 질의어 변수간

*준회원
**종신회원

의 전달 과정에서 추가적인 처리 시간이 소요된다.

질의어 사용의 불편한 점을 없애고 초보자도 쉽게 사용할 수 있는 사용자 인터페이스를 위한 많은 노력의 결과로 GUI(Graphic User Interface), 아이콘의 사용, 그리고 문자만을 사용하지 않고 음향, 음성, 정지화상, 그리고 동화상 등도 사용하는 멀티미디어 시스템 등이 연구되고 있다 [1]. 그 중 GUI는 그래픽스를 기반으로 텍스트 형태의 입력 및 출력을 줄이고 대신 마우스에 의한 클릭이나 그림 정보 출력 등을 이용하여 쉽게 컴퓨터를 사용하도록 해준다. 최근들어 GUI를 사용해 많은 응용 프로그램들이 제작되는 추세에 있어 자동화에 따른 교육 및 시간을 줄일 수 있다. 특히, 지리 정보 시스템을 사용하는 사용자의 대부분은 컴퓨터를 전공하지 않은 사람들로서 질의어를 익히는데 많은 시간과 노력을 투자하여야 하고, 지리 정보 시스템은 공간 데이터를 처리하여야 하므로 텍스트만으로는 명확한 정보를 전달할 수 없다. 따라서, 지리 정보 시스템은 초보자도 쉽게 사용할 수 있고 공간 데이터를 알기 쉽게 표현할 수 있는 GUI를 사용하는 것이 바람직하다. 하지만, GUI에는 표준이 없어 다른 종류의 지리 정보 시스템을 사용하려면 추가의 교육 및 시간이 필요하게 된다. 또한, GUI를 사용하면 개발 시간이 오래 걸린다는 단점도 있다.

응용 프로그램의 제작에는 많은 시간이 소요되므로 특정 분야의 응용 프로그램을 제작하는데 필요한 공통 기능들을 미리 제작하여 응용 프로그램의 개발에 사용하도록 하는 개발 도구(tool-kit) 접근 방법이 사용되고 있다. 지리 정보 시스템에서도 호출 가능 함수들을 모아서 개발 도구로 제공하는 사용자 인터페이스가 있다. 이 방법은 지리 정보 시스템의 제작을 위한 필요한 기능들을 기존의 프로그래밍 언어와 링크시켜 사용할 수 있도록 한다. 호출 가능 함수를 사용하면 사용자가 원하는 지리 정보 시스템을 신속하게 제작할 수 있다는 장점이 있다. 특히, 지리 정보 시스템에는 표준이 아직 제정되지 않아 호출 가능 함수 형태의 사용자 인터페이스는 지리 정보 시스템 개발자에게는 큰 도움이 된다. 그

러나, 기존 프로그래밍 언어를 모르는 초보자들은 사용하기 매우 힘들고, 개발 도구가 지원하지 않는 기능은 추가로 제작하여야 한다는 단점이 있다.

본 논문에서는 지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스에 대해 소개하고자 한다. 즉, 지리 정보 시스템을 위한 질의어, GUI, 그리고 개발 도구 방법의 장단점 및 개발 사례를 살펴 보겠다. 또한, 현재 진행중인 지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스의 표준에 대해 설명하겠다.

2. 사용자 인터페이스

지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스는 크게 질의어를 사용하는 방법, GUI를 사용하는 방법, 그리고 개발 도구를 사용하는 방법이 있다. 질의어를 사용하는 방법은 기존의 데이터베이스 시스템의 질의어에 공간 연산을 처리할 수 있도록 확장하는 방법과 새로운 질의어를 정의하는 방법 등이 있다. GUI를 사용하는 방법은 가시화를 위해 그래픽스를 사용하는 방법과 범용의 사용자 인터페이스를 제작하는 방법 등이 있다. 개발 도구를 사용하는 방법은 호스트 언어와 링크시킬 수 있도록 호출 가능 함수를 제공하는 방법과 특정 언어를 통해 지리 정보 시스템을 제작할 수 있도록 하는 방법이 있다. 본 장에서는 각각의 방법을 사용하는 기존 지리 정보 시스템의 사용자 인터페이스에 대해서 살펴보도록 하겠다.

2.1 질의어 접근 방법

본 절에서는 지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스 중 질의어 접근 방법에 대하여 살펴 보겠다. 기존의 관계형 데이터베이스 시스템의 표준 질의어인 SQL을 확장하는 방법과 새로운 질의어를 정의하고 사용하는 방법에 대하여 언급하겠다.

2.1.1 GEOQL

GEOQL(GEOgraphic Query Language)은 관

계형 데이터베이스 시스템의 질의어인 SQL을 확장한 지리 정보 시스템을 위한 질의어 중의 하나이다[15]. GEOQL은 한 릴레이션이 하나의 클래스(예를 들면, 도시, 도로, 병원 등)를 나타내는 것을 전제로 작성된 질의어이다. GEOQL은 기존의 SQL 기능에 지리 정보의 처리를 위한 intersects, adjacent, joins, ends_at, contains, situated_at, within, closest, 그리고 furthest의 연산들을 추가하였다.

GEOQL은 사용자가 지정한 구역내에서 직접적으로 검색하는 윈도우 기능을 제공한다. 윈도우 기능은 두 끝점 좌표를 지정하는 것인데 기존 윈도우의 좌표나 입력 장치들 통해 입력된 좌표가 사용된다. 이러한 윈도우 기능을 통해 확대 및 축소 기능도 제공한다. 질의의 결과로서 얻은 지도의 일부만을 크게 확대하여 임시 저장할 수도 있다.

GEOQL은 2차원 공간을 기본으로 작성된 질의어이지만 공간 객체의 비공간 애트리뷰트에 Z좌표를 추가하여 실제 객체는 2차원으로 저장되지만 3차원 질의가 가능하게 한다. 이때 X, Y 좌표는 GEOQL 연산을 사용하지만 Z좌표는 표준 SQL 연산을 사용한다.

GEOQL은 점(point), 선(line), 지역(region)의 3가지 타입의 공간 객체를 지원하며, 공간 객체는 분할되어 저장되지 않는다. 윈도우 기능을 사용하여 구역을 제한할 수 있지만 윈도우 기능은 단순히 사용자 관점의 분할이고 실제 저장된 데이터의 분할을 의미하지는 않는다.

GEOQL의 질의어는 다음의 "Buffalo 산으로부터 200 km 반경내의 인구가 5000명 이상의 모든 도시를 구하라."라는 질의에서 보는 것과 같이 SQL과 매우 흡사하고 간단하다는 것을 알 수 있다.

```
SELECT CITY.Name
FROM CITY, MOUNTAIN
WHERE MOUNTAIN.Name = 'Buffalo' and
      CITY.Population ≥ 5000 and
      CITY Within 200 km of MOUNTAIN.
```

GEOQL은 관계형 데이터베이스의 질의어로서 널리 사용되는 SQL을 확장하여 기존의 SQL 사

용자들이 쉽게 사용할 수 있고, 공간 연산도 공간 타입에 관계없이 간단히 사용할 수 있다. 그러나, 지리 정보 시스템의 질의어로서는 너무 단순하다는 단점이 있다.

2.1.2 Geo-SAL

Geo-SAL 질의어는 SAL을 기초로 reengineering 기법을 사용하여 제작된 공간 분석을 위한 질의어로서 다음과 같은 필요성을 전제로 제작되었다[17].

- ① 데이터 선택과 변환(Data selection and transformation)
- ② 재분류(Reclassification)
- ③ 측량(Measurement)
- ④ 근처(Neighborhood)
- ⑤ 중첩(Overlay)
- ⑥ 통계(Statistics)

SAL은 스웨덴의 FOA(National Defence Research Establishment)와 BEAB(Bofors Electronics AB)에 의해 제작된 통계 데이터베이스 시스템인 Cantor의 질의어이다. SAL은 집합-대수적 시멘틱 규칙을 따르고 수학적 집합 대수 표기법과 비슷한 비절차 질의어이다.

Geo-SAL은 SAL에 비공간적 및 공간적인 기능을 추가하여 만들어진 질의어이다. 먼저 비공간적인 추가 기능을 살펴보면 다음과 같다. 타입 구조로서 지속(persistent) MODULE 개념, 복합 타입의 이름 부여가 가능하고, 공간 타입 및 공간 타입의 집합(set)을 제공한다. 공간 객체의 n번째 가까운 근처(neighbor)를 찾는 등에 필요한 명시적 순서(explicit ordering) 개념을 ORDINAL과 CARDINAL 연산자를 통해 제공한다. 또한, Set-valued 객체에 대한 초기치와 타입 변환을 보충하였으며, 모듈, 캡슐화(encapsulation), 지속을 제공한다. 그리고, 회귀적인(recursive) 뷰 개념을 제공하며, 응용 설계자가 필요한 연산을 추가할 수 있는 기능도 제공한다.

공간적인 추가 기능으로는 먼저 점(point), 선(line), 다각형(polygon)의 원시(primitive) 공간 타입의 제공이 있다. 점은 1개의 좌표로 표현되고, 선은 (n-1)개의 세그먼트에 대해 n개의

좌표로 표현되며, 다각형은 처음과 끝의 좌표가 같은 n개의 좌표로 표현된다. 복합 공간 객체는 원시 공간 타입들의 조합으로 구성된다. 예를 들면, 도로망은 선으로 표현된 개별 도로들로 구성되고, 토지 이용도는 개별 토지 구획들로 구성된다. 공간 분석을 위해서는 tessellation이라는 분할을 사용한다. 그리고, 공간 데이터 타입을 위한 상속 구조는 Eiffels 표기법에 근거한 방법을 사용한다.

또한, 공간 연산도 제공하여 공간적인 기능을 추가하였다. Geo-SAL의 연산은 피연산자로서 적어도 공간 타입의 한 객체로 공간 객체 또는 값을 얻는 함수로서 공간 객체들로부터 새로운 객체를 생성하거나 정보를 얻는데 사용된다. 공간 연산은 다음과 같은 5개의 클래스로 정의된다.

- ① 한 객체로부터 위치 정보를 얻는 단항 (unary) 위치 연산
X·Y 좌표를 얻는 XC·YC 연산, 시작점과 끝점을 얻는 SP·EP 연산, 선이나 벡터의 총 길이를 얻는 LENGTH 연산, 다각형의 경계를 얻는 BOUNDARY 연산, 벡터의 방향을 얻는 ORIENTATION 연산 등이 여기에 속한다.
- ② 한개 이상의 공간 객체를 새로운 공간 객체로 변환하는데 사용하는 객체 변환 연산 선 또는 다각형 객체를 회전시키는 ROTATE 연산, 공간 객체에 다른 벡터를 더해 모든 점을 움직이는 TRANSLATE 연산 등이 여기에 속한다.
- ③ 두개 이상의 공간 객체들 간의 위치 관계를 계산하는 이항 (binary) 위치 연산
두 객체간의 최소 Euclidean 거리를 계산하는 DISTANCE 연산, 한 선을 기준으로 두 공간 객체의 호 거리를 계산하는 ARCDISTANCE 연산 등이 여기에 속한다.
- ④ 두 객체간의 위상 관계를 검사하는 이항 위상 연산
두 객체간의 포함·교차를 검사하는 CONTAIN·INTERSECT 연산 등이 여기에 속한다.

- ⑤ 기존의 두 객체로 새로운 객체를 생성하는 객체 생성 연산
두 객체의 합집합·교집합을 구하는 UNION·INTERSECTION 연산 등이 여기에 속한다.

Geo-SAL의 “지역 C에서 A점에서 B점으로 이동하는 시간을 구하라.”라는 질의의 수행 예제는 다음과 같다.

```
OSV <- *(a:SR, b:VR)
      [Object: (a.Object INTERSECTION b.Object), s:a.s, v:b.v];
SP <- DIFFUSE(DR, DD);
BOU(t: INTEGER) <- BOUNDARY(SP WHERE (tc <= t));
```

Geo-SAL은 앞서 살펴본 바와 같이 수학적인 표기법을 기반으로 하는 언어이므로 이론적인 뒷받침이 있고 상속, 복합 타입 등과 같은 기능과 분석을 위한 기능도 제공하는 지리 정보 시스템을 위한 질의어이다. 그러나, 기능이 다양한 만큼 언어에 대한 이해가 더욱 많아야 하므로 지리 정보 시스템의 사용자가 수학이나 컴퓨터를 전공하지 않은 사람이라면 매우 어려운 질의어이다.

2.2 GUI 접근 방법

본 절에서는 지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스 중 GUI 접근 방법에 대하여 살펴 보겠다. 가시화를 위해 그래픽스를 사용하는 방법과 범용의 사용자 인터페이스를 제작하는 방법에 대해 언급하겠다.

2.2.1 HI-MAP

HI-MAP(Hiroshima Map Information System)은 지리 정보를 여러 가지 기능에 의해서 출력하여 사용자에게 편의를 주기 위하여 만들어진 시스템이다[18]. HI-MAP은 지리 정보 시스템을 위한 GUI를 사용한다.

HI-MAP은 질의어 사용의 불편함을 없애고 사용자에게 모든 데이터가 동등하게 중요하지 않으므로 필요 없는 데이터의 출력을 피하는데 중점을 두고 만들어진 지리 정보 시스템이다.

또한, HI-MAP에서는 사용자의 뷰와 시스템 합수간의 의미론적 간격(semantic gap)을 좁히기 위하여 가시화(visualization)에도 역점을 두었다. 즉, 사용자들이 쉽게 사용할 수 있는 그래픽스 기반 대화식 메뉴를 사용하여 초기의 지도로부터 원하는 지도를 얻기 위하여 가시적 피드백(visual feedback)을 통해 한단계 한단계 정제해 나가는 방법을 사용한다.

HI-MAP의 중요한 특성은 논리적인 구조를 유지한다는데 있다. 이것은 각 데이터는 동일하지 않은 중요도를 갖는다는 것이다. 이러한 중요도를 유지 및 관리하기 위해서 CI 트리라고 불리는 범주간의 관계 저장 트리 구조를 사용한다. 그리고, CI 트리를 사용하여 Semantic Panning과 Semantic Zooming을 제공한다. Semantic Panning이란 화면에 표시할 지도 정보를 사용자가 선택할 수 있도록 해주는 것이며 CI 트리에서 출력을 위한 시작 노드를 부모, 자식, 형제 노드로 옮기는 것을 말한다. Semantic Zooming은 화면에 표시할 지도 정보의 중요도를 결정하는 것으로 시멘틱 중요도 값에 대한 한계치(threshold)를 지정하는 것이다.

HI-MAP에서는 GUI를 사용하므로 윈도우 기능을 지원하는 Windowing, 지도의 이동을 제공하는 Graphic Panning, 지도의 확대 축소를 제공하는 Graphic Zooming, 여러 범주를 중첩하여 표현해 주는 Viewing, 그리고 원하는 지도를 저장하는 Saving 기능을 제공한다. 그리고, 공간 데이터로는 점, 선, 시계 방향의 닫힌 선들의 집합인 영역(area)을 지원하며 3차원은 지원하지 않는다.

HI-MAP에서 “동경의 ROAD와 RAILWAY”라는 지도를 얻는 과정의 예는 다음과 같다.

- ① 동경의 초기 지도가 출력된다.
- ② Semantic Zoom In을 사용하여 좀더 자세한 지도가 출력된다.
- ③ Semantic Panning을 사용하여 ROAD 범주가 출력된다.
- ④ Windowing을 사용하여 ROAD 범주와 RAILWAY 범주가 중첩된다.

HI-MAP은 기존의 지리 정보 출력이 수치에만

의존하던 것에서 탈피하여 사용자가 지도 정보를 실제 눈으로 보면서 이해할 수 있도록 하고, 대화식으로 질의를 처리했다는 장점이 있다. 그러나, 가시화에만 중점을 두어 비공간 데이터에 의한 검색 등은 처리하지 못한다는 단점이 있다.

2.2.2 GRACE

GRACE (GRAphic User InterfaCE for GIS)는 지리 정보 시스템을 위한 GUI이다[20]. GRACE는 X 윈도우를 기반으로 제작된 공간 및 비공간 질의를 처리할 수 있는 사용자 인터페이스로서 하부 계층으로서 GOOD [21]를 사용한다.

GRACE는 질의어 사용시 발생하는 단점들을 없애고 사용자의 요구가 즉시 반영되는 대화식 처리에 중점을 두고 제작되었다. 또한, GRACE는 지리 객체의 가시화와 멀티미디어 타입의 지원 뿐만아니라 질의 처리 기능도 지원한다. 질의는 공간 질의와 비공간 질의로 나뉜다. 공간 질의는 교차, 근접, 포함, 속함, 가장 가까움, 가장 멀, 범위 연산을 메뉴 버튼을 사용해 지원한다. 비공간 질의는 입력의 오류를 줄이기 위하여 버튼과 Form-filling을 사용한다. GRACE는 질의 처리 이외에도 언제든지 지도 상의 객체를 마우스로 선택하면 그 객체의 특성을 출력하는 직접 검색을 제공하여 초보자도 쉽게 사용할 수 있다.

GRACE는 지리 정보 시스템의 보안을 유지하기 위하여 사용자를 시스템 관리자과 일반 사용자로 구분한다. 관리자는 지리 정보 시스템을 총괄적으로 관리하는 사람으로서 지리 정보 클래스를 정의하고 지리 정보 객체를 입력하는 역할을 담당한다. 그리고, 일반 사용자는 입력된 데이터들 중에서 필요한 정보를 사용자 화면을 보며 대화식으로 결과를 얻어내는 작업을 수행한다.

GRACE는 클래스 관리기, 객체 관리기, 그리고 질의 관리기 3개로 나뉘어 진다. 클래스 관리기는 관리자가 사용하는 인터페이스로서 도메인의 생성, 갱신 및 삭제, 클래스의 삽입, 갱신 및 삭제, 해당 클래스의 에트리뷰트 삽입, 갱신 및 삭제, 그리고 비트맵 지도의 수입(import) 등의 기능을 수행한다. 객체 관리기는 관리자가 사용하는 인터페이스로서 도메인 선택, 클래스 선택, 객체의

삽입, 갱신 및 삭제, 확대 축소, 좌표 입력 등의 기능을 수행한다. 그리고, 질의 관리기는 일반 사용자가 사용하는 인터페이스로서 도메인 선택, 지도의 저장, 불러오기 및 중첩, 비공간 질의, 뷰(view), 확대 축소, 화면상에 표현할 클래스 선택, 중간 결과 브라우징, 직접 검색 등을 수행한다.

GRACE에서 “건국대학교에서 10 킬로미터 내에서 병실이 5개 이상인 병원을 모두 구하라.”라는 질의를 처리하는 과정은 다음과 같다.

- ① 대학교 클래스만을 선택한다.
- ② 건국대학교를 마우스로 클릭한다.
- ③ 대학교 클래스를 선택 취소한다.
- ④ 병원 클래스를 선택한다.
- ⑤ 범위 form에 10을 입력하고 ‘범위’ 버튼을 누른다.
- ⑥ 비공간 질의에서 form에 5를 입력하고 ‘이상’ 버튼을 누른다.

GRACE는 질의어를 입력하지 않고 쉽게 대화식으로 원하는 지도를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 그리고, 가시화뿐만 아니라 질의 처리가 가능하고 멀티미디어 타입을 제공하여 보다 다양한 사용자의 요구를 만족시킬 수 있다는 장점이 있다. 그러나, GRACE와 같은 범용의 사용자 인터페이스는 사용자의 모든 요구를 만족시키기 어렵다는 단점이 있다.

2.3 개발 도구 접근 방법

본 절에서는 지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스 중 개발 도구 접근 방법에 대하여 살펴 보겠다. 호출 가능 함수를 모아 개발 도구를 제공하는 방법과 자체 정의한 특정 언어를 사용해 지도 가시화 사용자 인터페이스를 쉽게 제작할 수 있도록 제공하는 방법에 대해 언급하겠다.

2.3.1 GOOD

GOOD(Geo-Object Oriented Data Manager)는 지리 정보 시스템의 개발에 필요한 다양한 기능들을 호출 가능 함수로 제공한다[21]. GOOD는 UNIX 기반으로 C 언어를 사용하여 쉽게 링크시킬 수 있도록 하였다.

GOOD는 데이터 처리 모듈, 이미지 처리 모듈, 수입/수출 처리 모듈로 나뉘어 진다. 데이터 처리 모듈은 지리 정보 시스템에 저장된 전반적인 데이터들을 처리하는 모듈로서 공간 및 비공간 데이터를 처리하는 모듈이다. 데이터 처리 모듈은 초기화 처리, 도메인 처리, 클래스 처리, 애트리뷰트 처리, 객체 처리, 비공간 질의 처리, 공간 질의 처리 함수로 구성된다. 이미지 처리 모듈은 지리 정보 시스템에 저장된 공간 데이터를 화면으로 출력하는 기능을 담당한다. GOOD에서는 개발 시간을 줄이기 위하여 EXODUS 저장 관리기[4]를 사용하였다.

이미지 처리 모듈은 지리 정보 시스템에 저장된 공간 데이터를 화면으로 출력하는 기능을 담당하는 모듈이다. 이미지 처리 모듈은 지도 표현 처리, 객체 표현 처리, 뷰 처리 확대 축소 처리, 서브질의 처리 함수로 구성된다. GOOD의 이미지 처리 모듈은 X 윈도우와 OSF/Motif를 기반으로 작성되었다.

수입/수출 처리 모듈은 UNIX 화일 시스템과 지리 정보 시스템 내의 데이터 상호간에 변환하는 기능을 담당한다. 수입/수출 처리 모듈은 컬러 스캐너를 사용하여 입력된 비트맵 지도를 수입하는 처리와 선택된 결과를 운영체제에 독립적인 PostScript 화일로 저장하는 수출 처리 함수로 구성된다.

GOOD는 비공간 연산 뿐만 아니라 교차, 근접, 포함, 속함, 가장 가까움, 가장 땀, 범위의 공간 연산도 제공한다. 또한, 원하는 클래스들을 출력하는 Semantic Panning, 출력할 부분을 변화시키는 Graphic Panning, 원하는 크기로 출력하는 Graphic Zooming, 질의에 의해 얻어진 결과를 저장 및 읽는 Save/Load, 그리고 비공간 애트리뷰트의 값에 따라 객체의 출력 색을 다르게 부여하는 뷰 기능을 제공한다.

대부분의 지리 정보 시스템에서 지리 객체를 다루기 위해서는 좌표 이외의 다른 특성들도 저장하여야 한다. GOOD는 지리 객체의 특성을 최대한 표현할 수 있도록 문자형, 정수형, 실수형, 정지 화상, 동화상, 음향, 텍스트, 공간 타입 애트리뷰트를 지원한다. 이러한 타입들을 지원하여 최근 연구가 활발히 진행 중인 멀티미디어 타입

까지도 표현할 수 있다.

GOOD는 호출 가능 함수들로 구성되며 부 기능을 제공하는 함수의 예는 다음과 같다.

```
int GiGetViewMap(GCLASSDATA *classdata,
    GOBJECTLIST *olist,
    GATTRDATA *attrdata,
    int order,
    Display *display, GC gc,
    int red, int green, int blue,
    Drawable pixmap);
```

GOOD는 호스트 언어만을 사용하므로 질의어 사용시 발생하는 내재 질의어의 선행 처리 과정이나 호스트 언어 변수와 내재 질의어 변수간의 전달 과정에서 생기는 추가적인 처리 시간이 필요없다. 또한, 지리 정보 시스템을 제작하는 프로그래머는 기존의 프로그래밍 언어만으로 쉽게 링크시켜 사용할 수 있으므로 질의어의 습득에 필요한 시간이 필요없게 된다. 그러나, 지리 정보 시스템을 제작하는데 많은 시간이 필요하다. 특히, 처음 컴퓨터를 접하는 사용자는 사용하기 매우 힘들다는 단점이 있다.

2.3.2 Map Display Model

Map Display Model은 지리 정보 시스템의 공통적인 기능들을 모아 개발 도구를 마련하는 방법을 채택하였다[19]. 그리고, 사용자가 원하는 지리 정보 시스템의 응용 프로그램이 매우 많으므로 이를 효율적으로 수용하기 위해서 개발 도구의 제작이 필요하다는 전제로 O₂ 객체 지향 데이터베이스 시스템을 사용한 객체 지향 환경에서 Map Display Model을 제작하였다.

Map Display Model은 지리 정보 시스템의 제작을 위하여 개념적 모델을 정의하고 이를 기반으로 자체 언어를 정의하였다. Map Display Model에서는 MapGet, Layer, Layer-Stack이라는 개념을 채택하였다. MapGet은 지도를 다루는 widget이다. Widget은 X 윈도우 등에서 사용하는 프로그래밍을 쉽게하는 추상화된 개념이다. MapGet은 지도를 출력하고 마우스 등과 같은 이벤트에*반응하는 Widget이다. Layer는 불투명성(opaque)과 투명성(transparency)을 모두 제공하

며 몇개의 MapGet을 표현한다. Layer-Stack은 Layer들 순서적으로 관리하기 위한 개념으로 Shift-Up, Shift-Down, 그리고 아이콘화(iconify)나 이동 등의 윈도우 기능들을 제공한다. Layer-Stack의 집합이 응용 프로그램이다. 그러므로, 자체 언어로 Layer-Stack의 집합을 정의하면 응용 프로그램이 완성된다.

Map Display Model은 대화 계층(Interaction Level)과 외부 공간 계층(External Spatial Level)으로 나뉘어진다. 대화 계층은 윈도우와 같은 고수준의 객체를 처리하기 위한 것이다. 외부 공간 계층은 사용자가 지도 상에서 처리하는 객체를 위한 것으로 점, 호(arc), 다각형 타입을 제공한다. 또한, 배경 지도로서 비트맵을 지원한다.

Map Display Model은 데이터의 입력은 완료된 것으로 가정하고 연산과 질의만을 처리한다. 그러므로, 개발 도구를 사용하여 완성된 지리 정보 시스템은 별도의 응용 프로그램으로 데이터를 입력하여야 한다.

Map Display Model에서 지도를 출력하는 과정은 다음과 같다.

- ① 데이터베이스로부터 지도를 읽는다.
- ② 공간 모델에서 이미지를 계산한다.
- ③ MapGet, Layer, Layer-Stack을 정의한다.
- ④ 주어진 매개변수에 따라 출력을 계산한다.
- ⑤ MapGet과 연결하여 출력한다.

Map Display Model은 지리 정보 시스템을 작성하기 쉽게 도와주는 개발 도구로서 다양한 사용자의 요구를 만족시킬 수 있다. 그러나, 사용자 인터페이스를 제작하기 위한 언어가 기존의 프로그래밍 언어가 아니기 때문에 프로그래머는 새로운 언어 습득 시간이 필요하고 초보자는 사용하기 어려운 단점이 있다. 그리고, 지도의 가시화에 중점을 둔 사용자 인터페이스 제작을 위한 개발 도구로서 질의 처리를 위한 기능이 미비하다는 단점이 있다.

3. 지리 정보 시스템의 표준화

3.1 ISO/IEC JTC1/SC21 WG3 SQL/MM

ISO/IEC JTC1/SC21 WG3의 SQL/MM(SQL Multimedia and Application Packages) RG(Rapporteur Group)은 다양한 응용 영역에서 사용할 수 있는 SQL 추상 데이터 타입(ADT)들의 패키지를 표준화하고 있다. 현재는 전문(full text)과 공간(spatial)과 같은 패키지들에 대해서 작업을 하고 있으나, 앞으로는 Still Graphics, Still Images, Animation, Full Motion Video, Audio, Euclidean Geometry, Seismic, Geography, Music, Mathematical Structure 등에 대해서도 고려할 예정이다[7].

SQL/MM은 앞으로의 데이터베이스 언어 SQL 확장(ISO/IEC Project 1.21.3.4)에서 제공될 ADT 정의 기능들을 사용하여 추상 데이터 타입(ADT)의 각각의 패키지를 기술하고자 한다. SQL ADT들의 정의를 위해 기초로서 다른 ISO/IEC와 CCITT 표준들에 의존하고, 또한 필요할 때마다 표준 외부 표현들과의 변환들도 제공한다.

표준화의 주된 의도는 SQL 응용들의 다양한 다른 응용 영역들에 걸쳐서 같은 ADT들을 사용할 수 있도록 허용하는 것이다. 이렇게 함으로써 상호운영성(interoperability)과 데이터 공유를 증진하고, 타입들의 집합에 대해 성능 최적화를 가능하게 하는 것이다. 만약에 많은 다른 응용 영역들에서 사용되는 더 기본적인 ADT들의 중복이나 상반되는 기술을 피하기 위하여 단일의 통합된 노력하에서 필요한 패키지의 대부분이 개발된다면 최상이다.

데이터 언어 SQL(ISO/IEC 9075:1989)은 많은 응용 영역에서 매우 중요한 표준이 되었다. 최근에 발표된 SQL 1992 확장(ISO/IEC 9075:1992)은 테이블-구조 데이터의 정의, 조작, 보호, 관리를 위해 포괄적인 언어로 확장하기 위하여 SQL에 새로운 특성과 기능을 첨가하였다. SQL3라 종종 불리는 두번째 중요한 확장(ISO/IEC Project 1.21.3.4)은 1998/1999에 국제 표준(International Standard:IS) 목표로 하고 있으며 현재 working draft 단계에 있다[9]. SQL3에서는 지속적(persistent) 객체들을 정의하고 관리하기 위하여 계산적으로(computational) 완전한(complete) 언어를 제공하기 위해 SQL을 확장하고 있다. 또한 SQL3는 지능(intelligent) 데이터베이스

관리 시스템의 기본을 형성할 수 있는 Trigger와 Assertion을 포함하고 있다.

SQL3의 중요한 특성은 사용자-중심 추상 데이터 타입(ADT)을 포함하고, 메소드, 객체 식별자, 서브타입과 상속, polymorphism, 타입 템플리트(template)를 포함하고, 또한 기존의 기능들을 통합하고 있다. SQL3의 기본 데이터 타입들은 고정-길이와 가변-길이 문자 스트링, 고정-길이와 가변-길이 비트(bit) 스트링, 고정과 부동 소수점 숫자, 날짜, 시간, 시간 스탬프(stamp), 간격, 불리언, 열거(enumeration)를 포함하고 있다.

복합 객체 지원(complex object support)이라 알려진 생성자(generator) 데이터 타입인 List, Set, Array가 SQL3 기술에 첨가될 것으로 기대된다. 앞으로 나타날 ISO/IEC JTC1/SC22 Common Language-Independent Data(CLID) 타입 내에서 기술된 것(예를 들면, Choice, Record)과 같은 다른 생성자 데이터 타입들도 역시 SQL3 기술에 첨가될 수 있다.

SQL 생성자 타입들은 새로운 데이터 타입을 생성하기 위해 임의의 기본 데이터 타입에 적용될 수 있거나 이전에 정의된 임의의 생성된 데이터 타입에 적용될 수 있다. ADT의 구성요소들은 한개 이상의 기본 데이터 타입들로서 정의될 수 있다. 그러므로 SQL ADT 기능은 복합, 구조화된 데이터를 처리하는 응용 영역들의 기본적 요구에 부합될 수 있다.

오늘날 각각의 응용 영역은 사용하는 데이터베이스 시스템과 프로그래밍 언어에 의해 제공되는 데이터 정의 기능들을 사용하여 그들 자신의 데이터 타입들을 정의하고 있다. 일반적인(generic) 구조와 연산에 대한 표준이 현재 존재하지 않기 때문에 각각의 응용 영역(예를 들면 공간 정보)은 데이터베이스 시스템이나 프로그래밍 언어에 의해 제공되는 매우 일반적인 기능을 사용하여 그들 자신의 복합 데이터 구조를 정의하여야 한다. 이것은 종종 비효율성을 야기한다. 그러므로 각각의 SQL 응용 패키지가 앞으로 나타날 SQL3 표준의 기능들을 사용하여 정의된다면 바람직할 것이다.

SQL/MM RG에서 추진중인 국제 표준의 목적은 SQL3(ISO/IEC Project 1.21.3.4)의 객체-지

향 기능들을 사용하여 멀티미디어와 특정 응용과 관련된 객체들, 그리고 이들과 관련된 메소드(객체 패키지)들을 정의하는 것이다. SQL/MM은 현재 다음과 같이 다중-부분 표준으로 구성되어 있다[7].

- Part 1: 골격(Frame work)
- Part 2: 전문(Full-text)
- Part 3: 공간(Spatial)
- Part 4: 범용기능(General Purpose Facilities)

SQL/MM의 Part 3은 지리 정보 시스템(GIS)를 위한 표준에 관한 내용이다[8]. 여기서는 앞으로 국제 표준이 될 SQL3 표준의 정의 메카니즘을 사용하여 지리 정보 시스템 응용을 위한 패키지를 기술하고 있다. 현재 계획으로는 Working Draft는 1995년 9월, Committee Draft는 1996년 2월, DIS는 1997년 9월, IS는 1999년 1월을 목표 기일로 하고 있다.

SQL/MM 표준의 Part 3는 공간과 지리 정보 시스템을 위한 추상 데이터 타입들을 기술한다. Part 3의 목적은 공간 객체를 위한 기하(geometry)와 다른 메타데이터를 기술하는 데이터 타입들이 차례대로 의존하는 Geographic Object 데이터 타입을 정의하는 것이다. Geographic Object 데이터 타입은 Disjoint, Intersects, Coincides 등과 같은 연산을 지원한다.

SQL/MM의 Part 3는 또한 Equals, Before, After 등과 같은 함수들을 지원하는 Temporal Object 데이터 타입을 정의한다. Part 3가 시간(temporal) 연산들을 위한 ADT들의 집합을 정의해야 하는지 또한 이러한 ADT가 전체 표준이나 관련된 SQL3 표준의 공통 기능이어야 하는지를 결정하기 위해서 현재 연구가 진행 중이다.

SQL/MM의 Part 3는 좀 더 복잡한 데이터 타입들을 작성하는데 사용되는 기본 데이터 타입들(예를 들면, 다양한 기하학적 타입들)의 집합을 정의한다. 즉, SQL/MM Part 3는 공간 데이터 처리에 대해서 일반적인 공간 추상 데이터 타입들을 정의하고 있다. 다시 말하면, 기하와 위상(topology)과 같은 공간 데이터의 측면에 근거하고 정보를 저장하고, 관리하고, 검색하기 위

한 필요성을 언급하고 있다. 그리하여 공간-시간 데이터를 지원하기 위한 데이터 타입(즉, 도메인, 좌표 추상 데이터 타입, 지원 추상 데이터 타입, 참조 타입 모델), 기하학적 추상 데이터 타입(즉, 기하학적 ADTs, 점 추상 데이터 타입, 선 추상 데이터 타입, 벡터 영역 추상 데이터 타입, 볼륨 추상 데이터 타입, 세포(cellular) 구조 추상 데이터 타입, 특정 값 타입), 시각(time) 추상 데이터 타입, 메타데이터 추상 데이터 타입, 시간(temporal) 추상 데이터 타입, 공간 추상 데이터 타입, 그리고 공간-시간 추상 데이터 타입을 정의하고 있다. 좀 더 상세한 내용을 알고 싶으면 [8]를 참조하기 바란다.

3.2 ISO/TC211 Geographic Information/Geomatics

지리 정보 시스템 분야의 표준화를 목표로 하는 ISO/TC211은 1994년 11월 10, 11일에 노르웨이 오슬로에서 첫번째 총회를 개최하고 Norwegian Mapping Authority의 Olaf Østensen을 회장으로 선출하였다. 이 총회에서는 다음과 같이 5개의 ad hoc work group으로 세분하고, 또한 work item들을 분류하여 이들 각각에 할당하였다[10]. 그리고 다음 TC-회의까지 ad hoc group들의 작업을 계속하도록 의견이 모아졌다.

Ad hoc group 1: 지리 정보 표준 참조 모델

Ad hoc group 2: Geo-공간 데이터 모델링

Ad hoc group 3: Geo-공간 데이터 관리

Ad hoc group 4: Geo-공간 서비스

Ad hoc group 5: 기능적 표준

특히, Group 4: 공간 서비스는 시간, 공간 연산자, 공간 데이터 검색과 조작, GIS API Positioning 서비스 등의 work item들을 다루도록 되어 있다. 즉, 지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스의 표준화에 아주 밀접한 관계가 있다. 앞으로 국내에서 지리 정보 시스템을 개발하고자 하는 경우에는 여기서 표준화하는 사용자 인터페이스를 고려하여 개방(open) 지리 정보 시스템을 구축하여야 할 것이다.

ad hoc group으로부터의 보고서들에 대해 의견을 말하고 1994년 12월 30일까지 ad hoc group들을 확립하기 위해 전문가들을 지정하기 위해서 회원들이 초청되었다. 또한 두번째 총회는 1995년 8월 28, 29일 미국 워싱턴에서 개최될 예정이며, 여기서 주된 관심사는 Working Group들을 확립하는 것이다.

3.3 Open Geodata Interoperability Specification (Open GIS)

Open GIS(Geodata Interoperability Specification)는 지리 응용들의 개발을 위한 개방 시스템 환경으로 정의된다[11]. 이것은 말단 사용자 수준뿐만 아니라 산업 표준 운영체제 플랫폼과 분산 구조에서 도구들과 데이터 자원들의 투명한 상호운영성에 의해 특징지어 진다. 특히 Open GIS는 이질 컴퓨터 환경에서 응용 자원들의 상호운영성을 포함하고, 운영체제와 응용 플랫폼 모두에서 소프트웨어와 자원들의 이식성을 포함한다.

운영체제와 통신기법들의 신속한 개발과 분산 운영 시스템을 구축하기 위한 객체-지향 접근 방법들의 등장과 Open GIS를 가능하게 한다. 이러한 기법들은 응용과 데이터 자원들의 공유를 용이하게 하고 GIS 응용 프로그래머를 위한 새로운 기회들을 제공한다. 이러한 기회들의 중요성은 GIS 응용이 분산된 네트워크 환경에서 이질 공간과 공간-시간 데이터베이스를 액세스할 수 있다는 것이다. 또한 GIS 응용들의 공적과 사적 개발자들은 데이터 분포와 교환 포맷뿐만 아니라 사적 포맷의 다중성을 갖고 아주 많은 다른 조직체들내에 위치한 다양한 원천들로부터 데이터를 액세스하고자 요구한다.

전통적으로 지리 데이터베이스는 그것을 생성한 GIS 응용 기법들의 사용자들에 의해서만 액세스될 수 있었다. 결론적으로 이질 데이터 원천들로부터 그들의 데이터를 액세스할 필요에 직면한 GIS 사용자들과 개발자들은 데이터 변환과 다중 GIS 제품의 사용과 관련하여 많은 시간과 자원들을 소모하여 왔다. 이러한 비효율성에 부가하여 데이터 무결성과 정확성이 손상될

수 있다는 위험성도 갖는다.

OGIS는 응용 환경의 골격내에서 이질 지리 데이터베이스들을 액세스하고자 하는 문제점을 해결하기 위해서 설계되었다. OGIS의 개발은 지리 데이터에 대한 공적 액세스가 점차 사회 활동에서 중요하다는 일반적인 인식에 대응하는 것이다. 응용 기술들은 미래의 국가 정보 기반의 다양한 기능적 구성요소들내에 있는 공간과 공간-시간 데이터의 분배를 용이하게 하기 위하여 설계되어야 한다.

OGIS 프로젝트에는 GIS 기술에 분산 처리 기법, 객체-지향 개발 방법론, 데이터베이스 전략과 실시간 정보 액세스 등을 결합하기 위하여 새롭고 더 효율적인 방법들을 찾는 것이다. 다른 말로 말하면, OGIS 프로젝트는 GIS내의 전통적인 소프트웨어 기술들과 고도의 bandwidth를 갖는 미래의 이질 분산 지리 처리 환경간의 연결을 구축하기 위한 것이다.

OGIS 프로젝트는 1993년 6월에 지리 데이터 상호운영성에 대한 접근방법을 표준화하기 위한 운영 모델을 생성하기 위해 시작되었다. US Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Lab.(USACERL), Arkansas 대학의 Center for Advanced Spatial Technologies(CAST), Open GIS Foundation(OGF)에 의한 공동 노력에 기초하여, OGIS 프로젝트는 현재 다양한 정부, 학계, 산업체들 간에서 의견일치 과정을 실행하고 있다.

OGIS 프로젝트 시작 단계에 다음과 같이 4개의 Working Group들이 정의되었다.

Working Group 1: 가상 지리 데이터 모델 (VGM)

Working Group 2: 응용 프로그램 모델 (APM)

Working Group 3: OGIS Testbed

Working Group 4: OGIS 정책과 프로시쥬어

특히 Working Group 2: 응용 프로그램 모델은 OGIS 골격을 정의하는 응용 모델과 일련의 서비스들을 정의하는 일을 책임진다. 즉, 응용 프로그램 모델은 분산 컴퓨팅 환경내에서의 응용들과 서비스들의 모델을 제공한다. 응용 개발자는 응용 프로그램 모델을 사용하여 그들의 특정

개발 목표를 위해 필요한 분산 네트워크 서비스들을 사용하는 응용들을 작성할 수 있다. 응용 프로그램 모델의 주된 목표는 분산 객체 환경에서 지리 처리 응용 개발을 위한 객체 지향 골격을 제공하는 것이다. 응용 프로그램 모델에서는 분산 객체 시스템내에서의 지리 처리 환경에서 가상 지리 데이터 모델 객체들을 액세스하고, 저장하고, 조작하기 위한 인터페이스들을 기술하고 있다. 사용자들은 응용 프로그램 모델 서비스들을 일관성있게 사용함으로써 더욱 신속히 지리 처리 응용들을 개발할 수 있게 되어 많은 이득을 얻을 수 있다[12].

비록 Open GIS가 국제 표준은 아니지만 정부, 학계, 산업체가 협동으로 표준화하고 있고, 이러한 표준을 지원하는 상업용 지리 정보 시스템이 이미 발표되고 있다. 그러므로 Open GIS가 표준화한 사용자 인터페이스도 지리 정보 시스템을 설계 및 구현하고자 할 때 필히 고려되어야 한다고 생각한다.

4. 결 론

최근들어 정보의 다양화로 데이터베이스 시스템은 사무 응용 뿐만아니라 공간 데이터의 효율적인 관리를 위해 매우 중요하다. 그리하여, 요즘에는 공간 데이터를 위한 데이터베이스 시스템의 연구와 개발이 아주 활발히 진행되고 있으며, 또한 이러한 시스템을 사용하여 지리 정보 시스템이 개발되고 있다.

기존의 데이터베이스 시스템은 광범위한 데이터베이스 기능들을 지원하는 사용자 인터페이스를 제공한다. 그러나, 지리 정보 시스템은 이러한 데이터베이스 시스템들이 직접적으로 지원하지 못하는 특수한 기능들을 요구한다. 따라서, 이러한 기존의 데이터베이스 시스템의 사용자 인터페이스는 보다 나은 지리 정보 시스템의 관리를 위해서 재고되어야 한다.

본 논문에서는 지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스에 대해서 고찰하였다. 즉, 현재 지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스인 질의어, GUI, 개발 도구 방법에 대해서 설명하였다. 질의어 방법은 기존 데이터베이스 시스템

에서 주로 사용된 방법으로 기존의 데이터베이스 질의어에 능숙한 사람들을 위해서는 편하지만 지리 정보 시스템은 공간 데이터를 다루므로 질의어를 확장하는데 따르는 불편을 감수해야 한다는 단점이 있다. 또한, 아직 지리 정보 시스템을 위한 표준 질의어가 제정되지 않아 각 지리 정보 시스템이 각자의 질의어를 자체 정의하여 사용한다는 문제점도 있다.

GUI 방법은 지리 정보 시스템의 공간 데이터 가시화를 위해 바람직한 방법이다. 또한, 메뉴와 아이콘의 사용 등으로 초보자도 쉽게 사용할 수 있다는 장점이 있다. 그러나, 개발 비용이 많이 들고 범용의 사용자 인터페이스를 제작하기가 힘들다는 단점이 있다.

개발 도구 방법은 지리 정보 시스템을 위해 필요한 기능들을 모아 사용자에게 제공함으로써 사용자가 원하는 지리 정보 시스템을 제작할 수 있도록 해준다. 이 방법은 지리 정보 시스템 개발자에게는 매우 유용하지만 초보자들은 사용하기 힘들다는 단점이 있다.

본 논문에서는 기존의 지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스에 대해 언급하고 각각의 장단점도 살펴보았다. 특히, 현재 진행 중인 지리 정보 시스템을 위한 표준화 노력에 대해서도 언급하였다.

참고문헌

- [1] Ambron, S. and Hooper, K., *Learning with Interactive Multimedia*, Microsoft Press, 1990.
- [2] Andrew, U. F., "Beyond Query Languages for Geographic Databases: Data Cubes and Maps," *Geographic Database Management Systems Workshop Proc., Italy*, pp. 5-17, May, 1991.
- [3] Berman, R. and Stonebraker, M., "GEO-QUEL: A System for the Manipulation and Display of Geographic Data," *Computer Graphics*, Vol. 11, No. 2, pp. 186-191, 1977.
- [4] Carey, M., DeWitt, D., and Shekita, E., "Storage Management for Objects in EXODUS," in *Object-Oriented Concepts, Databases, and Applications*, Kim, W. and Lochovsky, F., Addison-Wesley, 1989.

[5] Egenhofer, M. J., "Why not SQL," Intl. Journal of GIS, Vol. 6, No. 2, pp. 71-85, 1992.

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

[7] ISO/IEC JTC1/SC21 WG3, SQL Multimedia and Application Packages (SQL/MM) Project Plan, March, 1995.

[8] ISO/IEC JTC1/SC21 WG3, SQL Multimedia and Application Packages (SQL/MM)-Part3: Spatial, Feb., 1995.

[9] ISO/IEC JTC1/SC21 WG3, (ISO Working Draft) Database Language SQL (SQL3), March, 1995.

[10] ISO/TC211 Geographic Information/Geomatics, Draft Minutes of the First Plenary Meeting of ISO/TC211, Dec., 1994.

[11] Buehler, K. A. (Editor), The Open Geodata Interoperability Specification Version 1, Draft 1, April, 1994.

[12] Buckler, K. A. (Editor), The Open Geodata Interoperability Specification (Draft Base Document)-OGIS Project Document 94-025R1, Oct., 1994.

[13] Jonathan, F. R. and Michael, S.B., "Implementation of a User Environment for a Spatial DBMS," Geographic Database Management Systems Workshop Proc., Italy, pp. 18-33, May, 1991.

[14] Medeiros, C. B. and Pires, F., "Databases for GIS," ACM SIGMOD RECORD, Vol. 23, No. 1, pp. 107-115, Mar., 1994.

[15] Ooi, B. C., Efficient Query Processing in Geographic Information Systems, Springer-Verlag, 1990.

[16] Ozsoyoglu, G. and Wang, H., "Example-Based graphical Database Query Languages," IEEE Computer, Vol. 26, No. 5, pp. 25-38, May, 1993.

[17] Svensson, P. and Huang, Z., "Geo-SAL: A Query Language for Spatial Data Analysis," Proc. of the 2nd Int. Symp. SSD '91, pp. 120-140, June, 1991.

[18] Tanaka, M. and Ichikawa, T., "A Visual User Interface for Map Information Retrieval Based on Semantic Significance." IEEE Trans. on Soft. Eng., Vol. 14, No. 5, pp. 666-670, May, 1988.

[19] Voisard, A., "Towards a Toolbox for Geographic User Interfaces," Proc. of the 2nd Int. Symp. SSD '91, pp.75-97, June, 1991.

[20] 오병우, 한기준, "GRACE: 지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스," 데이터베이스 연구회, '94 동계 데이터베이스 학술대회논문집, Vol. 10, No. 1, pp. 58-64, 1994.

[21] 오병우, 이우영, 한기준, "GOOD: 지리 정보 시스템을 위한 데이터 관리자," 데이터베이스 연구회, 데이터베이스 연구회지, Vol. 10, No. 2, pp. 3-22, 1994.

오 병 우



1993 전국대학교 전자계산학과 졸업 (공학사)
 1995 전국대학교 전자계산학과 졸업 (공학석사)
 1995 ~ 현재 전국대학교 대학원 전자계산학과 박사과정
 관심 분야 : 지리 정보 시스템, 객체 지향 데이터베이스, 멀티미디어 데이터베이스, 능동 데이터베이스, 시공간 데이터베이스

한 기 준



1979 서울대학교 수학교육학과 졸업 (이학사)
 1981 한국과학기술원 전산학과 졸업 (공학석사)
 1985 한국과학기술원 전산학과 졸업 (공학박사)
 1990 Stanford 대학 전산학과 visiting scholar
 1985 ~ 현재 전국대학교 전자계산학과 교수
 관심 분야 : 지리 정보 시스템, 객체 지향 데이터베이스, 연역 데이터베이스

이스 멀티미디어 데이터베이스, 실시간 데이터베이스, 연역 데이터베이스