

# GEUS 기반 OpenGIS 서버의 설계 및 구현<sup>†</sup>

## (Design and Implementation of an OpenGIS Server based on GEUS)

장염승\*, 윤재관\*, 한기준\*\*

(Yan-Sheng Zhang\*, Jae-Kwan Yun\*, Ki-Joon Han\*\*)

### 초 록

지리정보의 응용 분야가 나날이 광범위해지고 각 분야에서 수집하고 사용하는 지형공간 데이터와 이를 처리하기 위한 소프트웨어의 양도 급속도로 팽창해 가고 있다. 분산된 이러한 GIS 자원들을 활용하고 상호운용할 수 있게 하기 위한 해결책이 바로 OpenGIS이다. GEUS는 GIS 기술과 데이터베이스 기술을 하나로 통합한 혁신적인 GIS 솔루션으로써 UniSQL을 기초로 한 DBMS 엔진 레벨에서 공간 데이터 타입과 연산자를 기본적으로 제공하고 있는 세계 최초의 객체관계형 공간 DBMS이다. 광범위하게 존재하고 있는 GIS 사용자들이 표준적인 인터페이스를 통해 GEUS에 저장된 지형공간 정보와 제공하는 공간 연산들을 사용할 수 있게 하기 위하여 OGC의 "OpenGIS Simple Feature Specification for CORBA"에 정의된 표준 인터페이스의 구현이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 GEUS에 기반한 OpenGIS 서버를 설계하고 구현하였다.

### 키 워 드

OpenGIS 서버, OpenGIS, GEUS, CORBA, 상호운용성, 지리 정보 시스템(GIS)

### 1. 서 론

정보화 사회의 급속한 발전에 의해 지리정보의 사용이 점점 활성화되고, 이러한 지리정보 자원의 생성, 저장, 관리 및 응용을 위한 지리정보시스템(GIS : Geographical Information System)의 구축과 응용개발이 보편화 단계에 이르고 있다. 지리 정보 시스템을 이용하여 특정한 목적을 가지고 제작된 지형공간 데이터를 다양한 분석에 이용할 수 있으며, 또한 지형공간 데이터를 다른 정보와 결합시켜 함께 분석하여 원하는 정보를 추출할 수 있다[18,21].

이러한 GIS 기술은 데이터베이스 기술과 밀접한 연관을 가지고 더불어 발전하였으며 객체관계형 데이터베이스 기술과 공간 데이터 처리 기능을 통합하여 제5세대 GIS 기술을 적용한 GEUS가 개발되었다. GEUS는 GIS 기술과 데이터베이스 기술을 하나로 통합한 혁신적인 솔루션으로 UniSQL을 기초로 한 DBMS 엔진 레벨에서 공간 데이터 타입과 연산자를 기본적으로 제공하는 세계 최초의 객체관계형 공간

<sup>†</sup> 본 연구는 건국대학교 산학협동 연구과제로부터 부분적으로 지원받았음.

\* 건국대학교 컴퓨터공학과 박사과정

\*\* 건국대학교 컴퓨터공학과 교수

DBMS이다[17,19].

지난 30여 년간을 거쳐 지형공간 데이터와 지형공간 연산에 관한 자원은 그에 대한 수요의 부단한 증가와 응용범위의 부단한 확장, 그리고 지형공간 데이터 수집 수단의 획기적인 향상과 소프트웨어 공학의 급속한 발전에 의해 엄청난 양의 축적을 이루었다. 그러나, 이러한 지형공간 데이터들은 다양하고 이질적이며 복잡한 데이터 포맷으로 세계 각지에 분포되어 있으며, 이러한 지형공간 데이터를 사용하고 생성하는 소프트웨어 또한 상호 이질적이고 복잡하다[7,8,18]. 이로 인해 세계 각지에 산재하고 있는 지형공간 데이터와 지형공간 연산에 관한 자원을 효과적으로 공유하기 위한 상호운용(interoperable)이 가능한 지리정보시스템의 구축은 갈수록 중요성을 가지며 GIS 업계의 중요한 연구방향으로 자리 잡고 있다. 이러한 상황에서 OpenGIS는 발전된 새로운 기술로서 이질적인 자원 사이에 표준적인 인터페이스를 제공하여 상호운용할 수 있는 명세를 제공하고 있다[7-11].

본 논문에서 개발한 GEUS 기반 OpenGIS 서버는 위에서 언급된 두 가지 기술인 GEUS와 OpenGIS의 결합으로서 GEUS의 강력한 공간 데이터 처리기능을 OpenGIS 표준 인터페이스를 통하여 외부에 제공하려는 것이다. 이를 위해 본 논문에서는 OpenGIS 컨소시엄(OGC)에서 제정된 CORBA 구현명세인 “OpenGIS Simple Feature Specification for CORBA”[9]에 정의되어 있는 표준 인터페이스를 설계 및 구현하였다. OpenGIS 클라이언트는 이러한 인터페이스를 통하여 OpenGIS 서버와 연결하여 GEUS 데이터베이스에 저장되어 있는 지형공간 데이터와 GEUS가 제공하고 있는 지형공간 연산을 이용할 수 있다. 본 논문에서는 GEUS 기반 OpenGIS 서버에서 OGC CORBA 구현명세에 정의되어 있는 인터페이스를 어떤 방식으로 구현하였는가에 대하여 자세히 설명하고 논의하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 제1장의

서론에 이어서 제2장 관련연구에서는 OGC의 CORBA 구현명세에 정의되어 있는 인터페이스들에 대하여 살펴보고 GEUS에서 제공하는 공간 객체 타입과 공간 연산들에 대하여 알아본다. 제3장에서는 GEUS 기반 OpenGIS 서버의 설계 및 구현에 대하여 설명한다. 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

## 2. 관련연구

본 장에서는 본 논문에서 설계하고 구현하는 시스템의 기초가 되는 “OpenGIS Simple Feature Specification for CORBA”에 정의되어 있는 표준 인터페이스들에 대하여 살펴보고, GEUS에서 제공하는 공간 데이터 타입과 공간 연산에 대하여 알아본다.

### 2.1 OpenGIS Simple Feature Specification for CORBA

OpenGIS의 CORBA 구현명세인 “OpenGIS Simple Feature Specification for CORBA”는 GIS 소프트웨어 개발자들이 CORBA의 분산기술을 이용하여 공간 데이터에 접근하고 처리하기 위한 다양한 인터페이스를 CORBA IDL(Interface Definition Language)로 정의하고 있다[9]. 이 표준 인터페이스는 그 범위가 충분히 넓어서 최대한의 능동적인 구현을 가능하게 하며 정의될 때 두 가지의 고려사항이 있다. 첫째, 기존의 지형공간 데이터와 응용을 외부에 제공하기 위하여 표준 인터페이스는 화일 시스템 및 RDBMS 등과 편리하게 통합될 수 있어야 한다. 둘째, 새로운 분산 객체지향 GIS 응용프로그램의 개발을 위하여 표준 인터페이스는 분산 객체지향 기술과 편리하게 통합될 수 있어야 한다. 이 표준 인터페이스는 Feature 모듈과 Geometry 모듈 두 부분으로 나누어진다.

### 2.1.1 Feature 모듈

Feature 모듈은 지형공간 Features와 Feature Collections를 생성, 접근, 질의하기 위한 모듈을 말한다. 여기에서 Feature는 공간 데이터 속성과 비공간 데이터 속성들을 가지고 있는 현실세계의 개체를 표현하고, 그 서버구현 객체(server implementation object)는 FeatureFactory를 통하여 생성된다. Feature를 통하여 Feature PropertyIterator 서버구현 객체를 생성하고 그 reference를 얻을 수 있으며, 또한 이 reference를 통하여 Feature 서버구현 객체의 property에 하나씩 접근할 수 있다.

FeatureType를 통하여 해당 타입 Feature 서버구현 객체의 property들에 대한 정의를 알아낼 수 있으며, FeatureType 서버구현 객체는 FeatureTypeFactory를 통하여 생성된다.

FeatureCollection은 Feature의 집합을 표현하며, FeatureIterator를 통하여 FeatureCollection에 포함되어 있는 Feature들을 iterate하여 하나씩 접근할 수 있다. 서로 다른 특성을 가진 Feature 집합을 표현하기 위한 FeatureCollection에서 세분화된 ContainerFeatureCollection(CFC) 인터페이스와 QueryableContainerFeatureCollection (QCFC) 인터페이스가 있다. FeatureCollection은 포함하고 있는 Feature들에 대한 reference만 가지고 있고 Feature들을 실질적으로 소유하지는 않는다. 그러나, CFC는 그 안에 포함된 Feature들을 소유하고 있어 Feature가 CFC에서 제거되면 그 Feature는 존재하지 않게 된다. CFC는 GIS 데이터베이스에 해당된다.

QCFC는 CFC를 계승받아 CFC의 모든 기능을 가지고 있는 외에 Query를 수행하는 기능을 가지고 있다. OpenGIS 클라이언트는 QCFC를 통하여 질의를 보내고 이러한 질의는 QCFC가 표현하는 Feature 집합을 상대로 실행되며, 질의 결과는 QueryResultSetIterator(QRSI)를 통하여 얻을 수 있다. FeatureCollection은 FeatureCollection

Factory를 통하여 생성되고, ContainerFeatureCollection은 ContainerFeatureCollectionFactory를 통하여 생성되며, 또한 QueryableContainerFeatureCollection은 QueryableContainerFeatureCollectionFactory를 통하여 생성된다.

### 2.1.2 Geometry 모듈

Geometry 모듈은 지형공간 데이터의 생성, 접근과 지형공간 연산의 수행을 위한 모듈을 말한다. Geometry 모듈은 크게 두 가지 부류로 나눌 수 있는데 한 부류는 지형공간 데이터 자체를 표현하는 인터페이스들이고 나머지는 지형공간 데이터가 위치하고 있는 좌표 시스템을 표현하는 인터페이스들이다.

지형공간 데이터를 표현하는 인터페이스들은 모두 Geometry 인터페이스를 상속받는다. Geometry는 지형공간 데이터들이 가지고 있는 일반적인 속성들, 예를 들면 공간범위, 사용한 공간참조시스템 등을 가지고 있으며, 또한 공간 객체들에 대하여 실행할 수 있는 공간 연산들을 정의하고 있다. 지형공간 데이터는 그들의 차원에 따라 서로 다른 인터페이스로 표현된다. 0차원 지형공간 데이터는 Point 및 Point에서 세분화된 인터페이스로, 1차원 지형공간 데이터는 Curve 및 Curve에서 세분화된 인터페이스로, 2차원 지형공간 데이터는 Surface 및 Surface에서 세분화된 인터페이스로 표현된다.

좌표 시스템을 표현하는 인터페이스로는 SpatialReferenceSystem(SRS)를 비롯하여 SRS를 계승받은 두 개의 인터페이스: 지구표면을 타원체로 매핑하는 GeographicCoordinateSystem(GCS)와 지구표면을 평면으로 매핑 하는 ProjectedCoordinateSystem(PCS)이 있다. 그밖에 SRS를 구성하는 컴포넌트들을 표현하는 인터페이스들이 존재한다.

## 2.2 GEUS

GEUS/X는 최첨단 객체관계형 데이터베이스

엔진에 최신의 공간 데이터 처리기술을 밀접합 시킨 공간 데이터베이스 엔진이다[17,19]. 본 절에서는 UniSQL의 DBMS 엔진에서 확장된 GEUS의 공간 데이터 타입의 종류를 소개하고, 제공되는 공간위상 연산자와 기하연산 함수에 대하여 살펴본다.

### 2.2.1 공간 데이터 타입

GEUS는 6개의 공간 데이터 타입을 지원하며, 이들 공간 데이터 타입은 시스템 클래스나 사용자-정의 클래스로 정의된 것이 아니라, INTEGER, FLOAT 등과 같이 데이터베이스의 기본 데이터 타입으로 제공되고 있다. 공간 데이터 타입은 크게 점, 선, 면으로 나눌 수 있으며, 각각 0차원, 1차원, 2차원이다. 공간 데이터 타입을 나열하면 표 1과 같다. 표 1에서 num은 꼭지점의 수를 나타내고, mbr은 최소경계 사각형 값을 나타낸다.

표 1. GEUS에서 지원하는 공간 데이터 타입

차원	타입	경로수식 및 자료구조
0차원	POINT	x : double y : double
1차원	SIMPLELINE	start : point end : point
	POLYLINE	num : integer start : point end : point mbr : rectangle
2차원	POLYGON	num : integer mbr : rectangle
	RECTANGLE	minpt : point maxpt : point
	CIRCLE	center : point radius : double

### 2.2.2 공간 연산자

GEUS에서는 두 가지 종류의 공간 연산을 지원한다. 하나는 위상관계 연산자이고 하나는 기하연산 함수이다.

GEUS에서 지원하는 공간 객체 위상관계 연산자는 그림 1에서 표현한 바와 같이 contain/contained, cover/covered, crossover, disjoint, equal, overlap, touch 등이 있다.

연산자	공간 관계
contain contained	
cover covered	
crossover	
disjoint	
equal	
overlap	
touch	

그림 1. GEUS에서 제공하는 위상관계 연산자

공간 객체의 위상관계 연산자를 정확히 이해하려면 먼저 공간 객체의 경계값과 내부값에 대한 정의를 알아야 한다. 0차원 공간 객체(POINT)는 경계값이 없고 점 그 자체가 내부값이 되며, 1차원 공간 객체(LINE)는 경계값이 양 끝점이고 양 끝점을 제외한 선이 내부값이며, 2차원 공간 객체(CIRCLE)의 경계값은 면을 둘러싸고 있는 폐곡선이고 내부값은 폐곡선을 제외한 내부의 면이다.

이러한 정의에 기반하여 공간 객체 위상관계 연산자에 대한 정의를 내리면 touch는 두 공간 객체사이 내부값간의 교집합이 없고 그 자체간의 교집합이 존재하는 경우를 말하고, contain/ contained는 한 공간 객체가 다른 공간 객체를 포함하고 있으며 경계값간에 교집합이

없는 경우이다. cover/covered는 한 공간 객체가 다른 공간 객체를 포함하고 있으며 경계값간에 교집합이 있는 경우이다. crossover는 두 공간 객체의 교집합의 차원이 두 공간 객체 중 차원이 큰 공간 객체보다 1차원 작고 서로 포함관계가 없을 때를 말한다. disjoint는 두 공간 객체 사이에 교집합이 없는 경우를 말하고, equal는 두 공간 객체가 동일한 경우를 말한다.

공간 객체의 면적, 무게중심, 방향 등 기하학적 정보는 기하연산 함수들을 통하여 얻을 수 있다. GEUS에서 제공하는 기하연산 함수로는 면적을 구하는 area 함수, 무게중심을 구하는 center 함수, 두 공간 객체의 무게중심을 이은 직선과 x 축 사이의 각을 구하는 direction 함수, 공간 객체의 변을 구하는 edge/edges 함수, 끝점을 구하는 endpoint 함수, 둘레길이를 구하는 length 함수, 두 공간 객체 내부값간의 최대 거리를 구하는 maxdistance 함수, 꼭지점을 구하는 node/nodes 함수, 시작점을 구하는 startpoint 함수 등이 있다.

### 3. GEUS 기반 OpenGIS 서버의 설계 및 구현

본 장에서는 먼저 본 논문에서 제시한 시스템의 전체적인 구성을 살펴보고 “OpenGIS Simple Feature Specification for CORBA”의 Feature 모듈의 구현과 Geometry 모듈의 구현을 각각 소개한다.

#### 3.1 시스템 전체 구성

본 논문에서 제시한 시스템은 그림 2에서 표현한 바와 같이 클라이언트, 서버, GEUS 3계층으로 나누어져 있다. 클라이언트와 서버는 CORBA 분산 컴퓨팅 환경하에서 OpenGIS 표준 인터페이스를 통하여 서로 연동하고, OpenGIS 서버와 GEUS 데이터베이스는 GEUS API를 통

하여 서로 연동한다. 본 논문에서 설계하고 구현한 부분은 중간계층인 OpenGIS 서버이다.

클라이언트 계층은 “OpenGIS Simple Feature Specification for CORBA”에서 정의된 표준 인터페이스를 통하여 OpenGIS 서버와 연동한다. 클라이언트는 “OpenGIS Simple Feature Specification for CORBA”의 인터페이스들 중에서 어떤 인터페이스에 정의된 함수를 호출하고 싶으면 먼저 해당 인터페이스의 서버 구현 객체의 reference를 얻는다. 그런 다음 이 reference를 통해 원하는 함수를 호출하면 서버에서 해당 인터페이스의 서버구현 객체의 해당 함수가 실행되고 그 실행결과는 클라이언트로 전송된다.

클라이언트는 처음 OpenGIS 서버와 연결할 때 CORBA 이름 서비스(naming service)를 통하여 서버구현 객체의 reference를 얻는다. OpenGIS 서버가 CORBA 이름 서비스를 통하여 reference를 제공하는 인터페이스의 종류는 OpenGIS 서버의 주요 목적이 무엇인가에 관계된다. OpenGIS 서버가 주로 GEUS 데이터베이스의 내용을 외부에 노출시키는 작용을 할 때, ContainerFeatureCollection(CFC)과 Queryable ContainerFeatureCollection(QCFC) 인터페이스만 CORBA 이름 서비스를 통하여 reference를 제공할 수 있다. OpenGIS 서버가 GEUS 데이

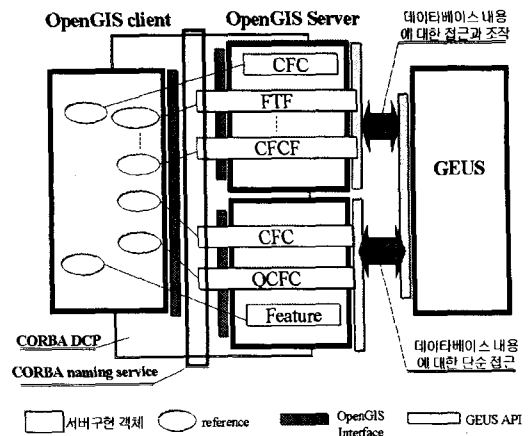


그림 2. 전체 시스템 구성도

타베이스의 내용을 노출시키는 작용을 하는 외에 GEUS 데이터베이스에 클래스와 객체를 생성하고 삭제하는 등 GEUS 데이터베이스를 전면적으로 접근하게 하기 위해서라면 FeatureTypeFactory, ContainerFeatureFactory 등과 같은 factory 계열 인터페이스의 reference가 CORBA 이름 서비스를 통하여 제공된다.

서버구현 객체의 함수는 GEUS API 함수들을 이용하여 GEUS 데이터베이스에 접근하고 데이터베이스로부터 정보를 추출한다. GEUS의 API 함수를 호출하여 얻은 결과는 서버가 보관하거나 OpenGIS 표준 인터페이스에 정의된 반환값 타입으로 변환된 후 클라이언트로 보내진다. 서버가 결과값을 보관하는 경우에는 클라이언트에서 그 결과를 iterate하여 하나씩 접근할 수 있도록 iterator 계열 인터페이스의 서버구현 객체를 생성하고 그 reference를 클라이언트로 보낸다. 클라이언트는 반환된 reference를 통해 적당한 함수를 호출하면서 서버에 보관된 결과 데이터들에 접근할 수 있다.

### 3.2 Feature 모듈의 구현

#### 3.2.1 주요 인터페이스의 구현내역

본 논문에서 클라이언트는 Feature 모듈을 통하여 GEUS 데이터베이스의 객체에 접근한다. Feature 모듈의 가장 중요한 인터페이스인 Feature, FeatureCollection(FC), ContainerFeatureCollection(CFC), QueryableContainerFeatureCollection(QCFC)에 대한 구현내역은 그림 3과 같다.

Feature 인터페이스는 OpenGIS 클라이언트가 GEUS 데이터베이스 객체에 접근할 수 있게 하는 경로를 제공하여 준다. 클라이언트는 FeatureFactory 또는 FeatureFactory를 상속받은 CFC 또는 QCFC를 통하여 Feature의 서버구현 객체를 생성할 수 있다. 그림 3과 같이 Feature의

서버구현 객체는 GEUS 데이터베이스 객체에 근거하여 생성될 수 있으며, OpenGIS 클라이언트는 Feature 인터페이스를 통하여 Feature 서버구현 객체의 내용에 접근함으로써 GEUS 데이터베이스 객체에 접근할 수 있다. 본 OpenGIS 서버의 구현에서 데이터베이스 객체에 대한 접근방법은 다음 절에서 자세히 논의한다.

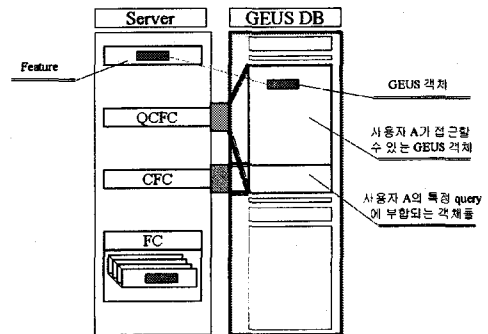


그림 3. OpenGIS 주요 인터페이스 구현내역

FeatureCollection(FC)은 Feature 서버구현 객체들의 집합을 표현한다. 이런 Feature 서버구현 객체들은 데이터베이스 객체들에 근거하여 생성될 수 있으며, FC를 통하여 GEUS 데이터베이스 객체들에 접근할 수 있다. 본 OpenGIS 서버의 구현에서 QCFC는 특정한 사용자가 접근할 수 있는 GEUS 데이터베이스의 모든 객체들을 대표한다. 클라이언트는 QCFC를 통하여 GEUS 데이터베이스에 질의를 할 수 있고 질의는 QCFC가 표현하는 객체들을 상대로 실행된다. QCFC 서버구현 객체는 QCFCF를 통하여 생성될 수 있으며 생성될 때 매개변수로 데이터베이스에 로그인할 사용자 ID와 password를 보내면 생성된 QCFC 서버구현 객체는 해당 사용자가 접근할 수 있는 모든 GEUS 데이터베이스 객체를 표현하게 된다.

CFC는 질의를 수행하는 기능을 가지고 있지 않은 외의 다른 면은 모두 QCFC와 같다. 본 OpenGIS 서버의 구현에서 CFC는 특정 사용자

의 특정 질의에 만족하는 GEUS 데이터베이스의 모든 객체들을 대표한다. CFC의 서버구현 객체는 CFCF를 통하여 생성되고, 생성할 때 로그인 사용자 ID와 password, 적용할 질의텍스트를 매개변수로 보내야 한다. 생성된 CFC 서버구현 객체는 매개변수로 제공된 질의텍스트를 속성값으로 가지며 질의텍스트의 질의 조건에 맞는 GEUS 데이터베이스 객체들을 대표한다.

### 3.2.2 GEUS 데이터베이스 객체에 대한 접근 방법

OpenGIS 서버를 이용하여 GEUS 데이터베이스 객체에 접근하려면 다음과 같은 방법을 사용할 수 있다.

첫번째 방법: GEUS 데이터베이스의 부분집합을 표현하는 CFC 인터페이스를 이용한다. 그림 4와 같이 CFC 인터페이스의 서버구현 객체가 CFCF에 의하여 생성될 때 매개변수로 데이터베이스 로그인 사용자 ID, password, 질의텍스트를 주어야 한다. 그러면, 생성된 CFC 서버구현 객체는 매개변수로 주어진 해당 질의 조건에 만족되고 해당 사용자가 접근권한을 가지고 있는 GEUS 데이터베이스 객체들의 집합을 표현한다. CFC 서버구현 객체의 reference는 클라이언트로 보내지고, 클라이언트는 CFC 서버구현 객체의 reference를 통하여 create\_iterator() 함수를 호출한다. 그러면, 서버에서 FeatureIterator의 서버구현 객체가 생성되며 그에 대한 reference는 클라이언트로 전송된다.

FeatureIterator 서버구현 객체는 그를 생성한 CFC 서버구현 객체가 표현하는 GEUS 데이터베이스 객체들의 OID를 가지고 있다. OID는 CFC 서버구현 객체를 생성할 때 매개변수로 주어진 질의텍스트로 GEUS 데이터베이스에 질의하여 얻어진다. 클라이언트에서 FeatureIterator의 reference를 통하여 next() 등의 함수를 호출하면 FeatureIterator의 서버구현 객체는 해당

인덱스에 있는 OID로 데이터베이스 객체를 추출하고, 이를 근거하여 Feature 서버구현 객체를 생성하여 그 reference를 클라이언트로 전송한다. 그러면, 클라이언트에서는 전송된 Feature 서버구현 객체의 reference로 Feature 서버구현 객체가 기초하고 있는 GEUS 데이터베이스 객체의 내용에 접근할 수 있다.

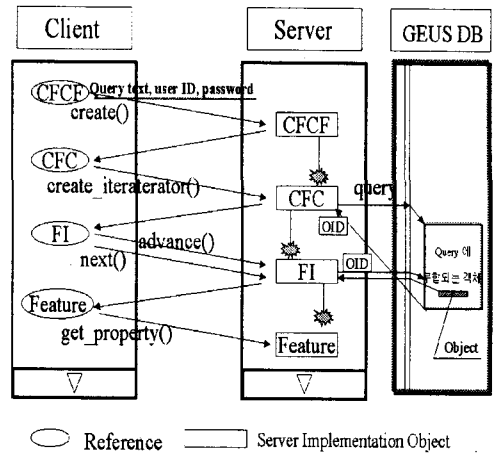


그림 4. CFC에 의한 DB 객체접근

두번째 방법: QCFC 인터페이스를 이용한다. 앞에서 설명한 것처럼 QCFC 인터페이스는 GEUS 데이터베이스의 어떤 사용자가 접근할 수 있는 GEUS 데이터베이스의 모든 객체를 대표한다. 서로 다른 사용자 이름으로 생성된 QCFC를 통하여 접근할 수 있는 GEUS 데이터베이스 객체들의 집합은 서로 다르다. 그림 5와 같이 OpenGIS 클라이언트가 QCFCF에 create() 함수를 호출하면 OpenGIS 서버에서 QCFC 서버구현 객체가 생성된다. QCFC를 생성할 때 사용자 ID, password를 매개변수로 주어야 하며 생성된 QCFC 서버구현 객체는 해당 사용자 ID와 해당 password를 가진 사용자가 접근할 수 있는 GEUS 데이터베이스의 모든 객체를 대표한다.

생성된 QCFC 서버구현 객체의 reference는 클라이언트로 보내지고, 클라이언트는 QCFC의 reference에 질의텍스트를 매개변수로 evaluate()

함수를 호출한다. 그러면, 질의는 QCFC가 표현하는 GEUS 데이터베이스 객체들을 상대로 수행되며 생성된 결과는 QueryResultSetIterator(QRSI) 서버구현 객체에 의해 관리된다. QRSI 서버구현 객체의 reference는 클라이언트로 보내지고, 클라이언트는 QRSI 인터페이스에 정의된 함수들을 이용하여 질의 결과에 접근할 수 있다. 예를 들면 advance() 함수를 호출하여 현재 tuple에서 다음 tuple로 넘어갈 수 있고, get\_property\_by\_name() 을 이용하여 현재 tuple에서 특정 name의 property값을 구할 수 있다.

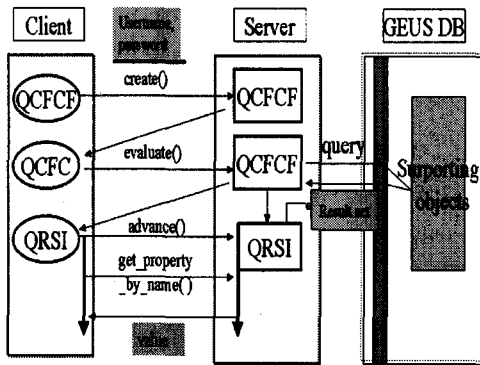


그림 5. QCFC에 의한 DB 객체접근

### 3.2.3 Feature 집합을 이용한 QCFC와 CFC의 생성

QCFCF와 CFCF는 각각 QCFC와 CFC를 생성하는 데 사용된다. QCFC와 CFC를 생성할 때 create() 함수 외에 CreateFromCollection()과 같은 함수로 기존 Feature들의 집합 또는 FeatureCollection을 이용하여 QCFC나 CFC를 생성할 수 있다. 그림 6과 같이 클라이언트는 먼저 FeatureFactory를 통하여 Feature들을 생성하고 생성한 Feature들을 기초로 FCF를 통하여 FeatureCollection 서버구현 객체를 생성한다. 그리고, 클라이언트는 Feature 서버구현 객체와 FeatureCollection 서버구현 객체의 reference를 통하여 그들의 내용을 조작한다. 내

용 조작을 거친 Feature와 FeatureCollection 서버구현 객체를 기초로 CFC 또는 QCFC를 생성하면 GEUS 데이터베이스에 새로운 사용자가 생성되고, 이 사용자는 FeatureCollection에 포함된 Feature들의 내용에 근거하여 데이터베이스에 새로이 생성된 클래스와 객체에만 접근할 수 있도록 이들 클래스와 객체들에 대한 접근권이 부여된다.

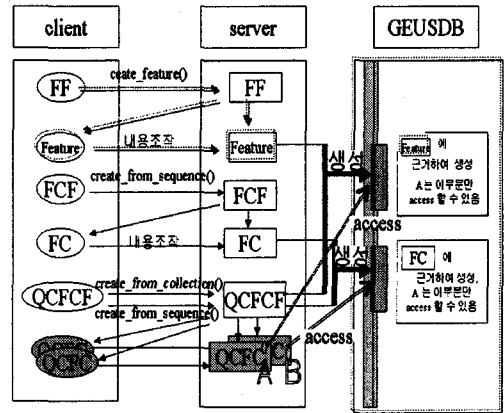


그림 6. Feature 집합을 이용한 QCFC와 CFC의 생성

### 3.3 Geometry 모듈의 구현

Geometry 모듈을 구현할 때의 착안점은 GEUS가 지원하는 공간 객체 타입과 OpenGIS 표준 인터페이스에서 정의된 공간 객체 타입 사이의 매핑 관계이다.

OpenGIS 서버에서 GEUS 데이터베이스 객체를 대표하는 Feature 서버구현 객체를 생성할 때, 그 데이터베이스 객체가 공간 데이터 타입의 속성을 가지고 있으면 OpenGIS 표준 인터페이스의 Geometry 모듈에서 지원하는 여러 가지 공간 객체를 표현하는 인터페이스 중 적합한 인터페이스의 서버구현 객체를 생성하고 이를 Feature 서버구현 객체의 해당 속성값으로 설정한다. 이때 GEUS 데이터베이스의 공간 데이터 타입과 OpenGIS 표준 인터페이스 사이의 정확



한 매핑이 필요하다. 그 매핑 관계는 표 2와 같다.

표 2. GEUS-OpenGIS 매핑

GEUS 공간 데이터 타입	OpenGIS 인터페이스
POINT	Point
SIMPLELINE	Linestring
RECTANGLE	Ring
CIRCLE	Ring
POLYGON	LinearRing
POLYLINE	LineString

표 2를 보면 서로 다른 GEUS 공간 데이터 타입들이 같은 OpenGIS 인터페이스에 매핑되는 것을 볼 수 있다. 본 OpenGIS 서버의 구현에서 OpenGIS 표준 인터페이스 중 공간 객체를 표현하는 인터페이스의 서버구현 객체는 자신이 표현하는 GEUS 공간 데이터 타입을 나타내기 위한 indicator 속성을 가진다. GEUS 데이터베이스 내의 객체가 속성값으로 가지는 공간 데이터 값을 OpenGIS 표준 인터페이스의 서버구현 객체로 매핑할 때, 서버구현 객체의 indicator 속성은 그 GUES 공간 데이터의 타입을 표현하는 값으로 채워진다.

Geometry 인터페이스의 서버구현 객체는 이 indicator 속성값에 근거하여 서로 다른 GEUS 공간 데이터 타입을 표현할 수 있게 된다. 예를 들면, 본 OpenGIS 서버의 구현에서 GEUS 공간 데이터 타입 RECTANGLE와 CIRCLE는 모두 Ring이라는 인터페이스로 표현된다. 클라이언트가 Curve 또는 Curve에서 세분화된 Ring과 같은 인터페이스가 대표하는 1차원 공간 객체에 포함되는 점들 중 시작점 이외의 점들에 관한 위치정보를 얻으려면 모두 value() 함수를 이용하여야 한다. value() 함수는 공간 객체의 시작

점에서 일정한 거리(매개변수로 주어짐)에 있고 공간 객체 위에 놓여져 있는 점의 좌표를 반환한다. Ring이 대표하는 공간 객체가 다르면 value()를 호출할 때의 반환값도 다르다. Curve 및 Curve에서 세분화된 인터페이스의 서버구현 객체에 value() 함수가 호출되면 indicator 속성을 참조하여 이 인터페이스의 서버구현 객체가 표현하는 GEUS 공간 데이터 타입을 판단한다. 그런 다음, 그 타입에 맞는 연산방식을 선택하여 결과값을 반환한다.

또한, OpenGIS 클라이언트에서 Feature Factory를 통하여 Geometry 타입의 속성을 가진 Feature 서버구현 객체를 생성하고, 이 Feature 서버구현 객체를 QCFC나 CFC의 element로 삽입하면 GEUS 데이터베이스에 Feature 서버구현 객체의 내용을 근거로 한 개의 객체가 생성된다. 이 객체를 생성할 때 Feature 서버구현 객체에 Geometry 타입의 속성이 있으면 이 속성값은 GEUS에서 지원하는 기본 공간 데이터 타입이나 사용자-정의 클래스 타입으로 전환되어야 한다. 이러한 매핑 관계는 표 3과 같다.

표 3. OpenGIS-GEUS 매핑

OpenGIS 인터페이스	GEUS 공간 데이터 타입
Point	class Upoint
Curve	
Ring	
LineString	class Ulinestring
LinearRing	class Uliearring
Polygon	
LinearPolygon	class ULpolygon

표 3에서 보는 바와 같이 Curve, Ring, Polygon 인터페이스는 대응되는 GEUS 공간 데

이타 타입이 없다. Curve와 Ring 인터페이스를 보면 시작점, 끝점, 총길이 등 속성만 정의되어 있어 이에 부합되는 공간 객체는 무한히 많다. 그러므로, Feature에 근거하여 GEUS 데이터베이스에 객체를 삽입할 때, 그 Feature가 Curve 서버구현 객체를 속성값으로 가지는 것은 적합하지 않다. 마찬가지로, Ring으로 외곽선과 내곽선을 표현하는 Polygon도 GEUS 데이터베이스에 객체를 삽입할 때 Feature의 속성값으로 될 수 없다.

나머지 Geometry 인터페이스들은 모두 GEUS 데이터베이스의 사용자-정의 클래스에 의해 매핑되는 것을 볼 수 있다. 이것은 주로 Geometry 서버구현 객체의 공간참조시스템 관련정보를 저장하기 위한 것이다. GEUS 데이터베이스에 먼저 1:1로 OpenGIS의 공간참조시스템 관련 인터페이스들에 대응되는 사용자-정의 클래스를 생성한다. 모든 인터페이스가 (U + OpenGIS InterfaceName)의 형식으로 명명되면, 표 3에 나타난 사용자-정의 클래스의 정의는 다음과 같다.

(GEUS SQL언어에 의한 정의)

```
CLASS Upoint (sdata POINT, srefer
USpatialReferenceSystem)
CLASS Ulinestring (sdata POLYLINE, srefer
USpatialReferenceSystem)
CLASS Uliearring (sdata POLYGON, srefer
USpatialReferenceSystem)
CLASS ULpolygon (outline POLYGON,
interline SET(POLYGON), srefer
USpatialReferenceSystem)
```

이러한 사용자-정의 클래스를 속성 타입으로 한 GEUS 데이터베이스 객체를 근거로 Feature 서버구현 객체를 생성할 때는 다시 GEUS에서 OpenGIS 표준 인터페이스로 매핑하여야 한다. 이때에는 표 3에서의 반대 방향으로 매핑이 이

루어진다.

OpenGIS 표준 인터페이스를 통하여 GEUS에서 지원하는 공간 연산자를 이용하기 위하여 Geometry 인터페이스에 정의된 공간 연산 함수들을 호출할 수 있다. 클라이언트가 함수 호출을 하면 서버는 서버구현 객체의 함수를 실행하면서 두 피연산자가 표현하는 공간 객체를 GEUS 공간 데이터 타입으로 변환한 후 GEUS API 함수를 사용하여 결과를 얻는다.

OpenGIS 인터페이스를 통하여 GEUS에서 지원하는 공간 연산자를 이용하는 다른 방식은 QCFC의 query\_by\_properties 함수를 사용하는 것이다. 클라이언트가 이 함수를 호출할 때 매개변수로 Geometry 타입 인터페이스 서버구현 객체의 reference와 공간 연산의 타입(공간 위상 관계 연산만 지원)을 준다. 그러면, 서버는 Geometry에 의해 표현되는 공간 객체를 GEUS 공간 데이터 타입으로 변환하고 매개변수로 주어진 공간 연산 타입에 근거하여 질의어를 만든 다음, GEUS API를 이용하여 QCFC가 대표하는 데이터베이스 객체들을 상대로 질의를 실행한다.

#### 4. 결론

지난 30년간 빠르게 발전해 온 GIS 기술은 지형공간 데이터와 지형공간 연산에 관한 엄청난 자원을 축적하였고, 그 속도는 점점 증가하고 있다. 이러한 지형공간 데이터는 대부분 서로 다른 데이터 포맷을 가지고 있으며 그들을 처리하는 소프트웨어 또한 천차만별이다. 이러한 자원들을 충분히 이용하기 위해서는 표준적인 인터페이스를 제정하고 이를 통해 GIS 자원들간의 상호운용을 가능하게 해야 하는데 OpenGIS가 바로 이러한 표준 인터페이스를 제공한다.

본 논문에서는 차세대 DBMS로 떠오르고 있는 UniSQL에 GIS 기술을 접목시킨 ORDBMS

인 GEUS의 기능들을 OpenGIS의 표준 인터페이스를 통하여 광범위하게 사용할 수 있게 하기 위해 OGC의 “OpenGIS Simple Feature Specification for CORBA”에 정의된 인터페이스들을 구현한 OpenGIS 서버를 설계하고 구현하였다. 임의의 클라이언트는 OpenGIS 표준 인터페이스를 통해 본 OpenGIS 서버에 접근하여 GEUS 데이터베이스에 저장된 지형공간 데이터를 조작하고 GEUS에서 제공하는 지형공간 연산들을 이용할 수 있다. 즉, OpenGIS 클라이언트는 Feature 모듈에 정의된 인터페이스를 통하여 GEUS 데이터베이스의 클래스나 객체에 접근할 수 있고 GEUS 데이터베이스에 새로운 공간 데이터 타입과 비공간 데이터 타입 속성을 가진 클래스를 생성하고 그 클래스의 인스턴스 객체를 생성할 수 있다. 또한, 권한을 가지고 있으면 GEUS 데이터베이스의 클래스와 객체를 삭제할 수 있다.

OpenGIS 클라이언트는 Geometry 모듈에 정의된 인터페이스를 통하여 GEUS 데이터베이스 객체가 가지고 있는 공간 데이터 타입 속성에 접근하고 그 속성값에 대해서 GEUS에서 제공하는 공간 연산을 사용할 수 있다. 현재 GEUS에서 제공하지 않고 있는 공간 데이터의 참조시스템과 공간 데이터 타입을 사용자-정의 클래스로 GEUS 데이터베이스에 미리 정의하여 클라이언트에서 자유롭게 OpenGIS 표준 인터페이스의 Geometry 모듈에 정의되어 있는 인터페이스들을 이용하여 GEUS 데이터베이스에 공간 데이터를 저장하고 접근할 수 있게 하였다.

본 논문에서 클라이언트는 OpenGIS 표준 인터페이스를 통하여 Polygon과 Curve에 의해 표현된 공간 객체를 속성으로 가지고 있는 객체를 GEUS 데이터베이스에 삽입할 수 없다. 향후 OpenGIS 표준화 작업의 발전과 GEUS의 새로운 공간 데이터 타입 및 공간 연산자의 추가에 따른 OpenGIS 서버의 계속되는 보완과 확장이 필요하겠다.

## 참고문헌

- [1] CEN, *Geographic Information-Fundamentals*, CEN/TC287, 1996.
- [2] CEN, *Geographic Information-Processing*, CEN/TC287, 1996.
- [3] Intergraph, *Geographic Data Objects Design and Specification*, 1996.
- [4] ISO/TC 211 Geographic Information/ Geomatics, <http://www.statkart.no/isotc211>.
- [5] Open Management Group Inc., OMG TC Document 95-1-1, *Object Query Service Specification*, 1995.
- [6] Open Management Group Inc., Document Number orbos/97-04-04, *ORB Portability Joint Submission*, Draft 14, 1997.
- [7] Open GIS Consortium, Inc., OpenGIS Project Document Number 96-015R1, *The OpenGIS Abstract Specification Revision 1*, 1996.
- [8] Open GIS Consortium, Inc., *The OpenGIS Guid*, 1998.
- [9] Open GIS Consortium, Inc., *OpenGIS Simple Feature Specification for CORBA, Revision 1.0*, 1998.
- [10] Open GIS Consortium, Inc., *The OpenGIS Specification Model - The Catalog Services (Ver. 3)*, 1998.
- [11] Open GIS Consortium, Inc., *The OpenGIS Specification Model - Transfer Technology(Ver. 3)*, 1998.
- [12] Orfali, R., and Harkey, D., *Client/Server Programming with Java and CORBA*, John Wiley and Sons, Inc., 1997.
- [13] Rumbaugh, J., Blaha, M., Pomerani, W., Eddy, F., and Loresen, W., *Object-oriented Modeling and Design*, Prentice-Hall, 1991.
- [14] Siegel, J., *CORBA Fundamentals and*

*Programming*, John Wiley and Sons, Inc., 1996.

- [15] UniSQL, Inc., *Database Administration Guide*, 1996.
- [16] UniSQL, Inc., *UniSQL Application Programming Interface Reference Manual*, 1996.
- [17] 이수미, 김장수, "객체관계형 공간 DBMS: GEUS," 한국개방형GIS연구회지, 제1권1호. mar. 1999, pp.57-72.
- [18] 한국전산원, *Internet GIS의 데이터 공유 표준연구*, 1998.
- [19] 한국통신, *GEUS/X 사용자 매뉴얼 Release 1.0*, 1998.
- [20] 한국통신, *GEUS/X DBMS 및 GEUS/U 다층 데이터베이스에 대한 관리 안내서*, 1998.
- [21] 한기준, "객체 지향 기법을 사용한 GIS의 설계 및 구현," 데이터베이스 연구회 '95 GIS S/W 워크샵 논문집, Vol.11, 특집호, 1995, pp.59-85.

## 장 영 승

- 1993년 (中國)大連理工大學 고분자화학공학과 졸업(공학사)
- 1993년~1997년 中國石油化工總公司 撫順石油化工研究院
- 1999년 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
- 1999년~현재 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정
- 관심분야: 지리 정보 시스템, 객체 관계형 데이터베이스, 컨포넌트 GIS

## 윤 재 관

- 1997년 건국대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
- 1999년 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
- 1999년~현재 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정
- 관심분야: 데이터 마이닝, 객체지향 데이터베이스, 컨포넌트 GIS

## 한 기 준

- 1979년 서울대학교 수학교육학과 졸업(이학사)
- 1981년 한국과학기술원 전산학과 졸업(공학석사)
- 1985년 한국과학기술원 전산학과 졸업(공학박사)
- 1990년 Stanford 대학 전산학과 visiting scholar
- 1985년~현재 건국대학교 컴퓨터공학과 교수
- 관심분야: 지리 정보 시스템, 객체 지향 데이터베이스, 공간 데이터 마이닝, 주기억-상주 데이터베이스