

응용 시스템 구축을 위한 OLE/COM 기반의 GIS 데이터 제공자 컴포넌트 시스템에 관한 연구

김민수*, 김광수*, 오병우*, 이기원*

A Study on OLE/COM-based GIS Data Provider Component Development Toward Application System Development

Min-Soo Kim, Kwang-Soo Kim, Byeung-Woo Oh, Kiwon Lee

요 약

최근 GIS 관련 기술이 급속도로 발전되고 안정화됨에 따라 기 구축된 우수한 GIS 기술들의 재사용 문제가 제기 되고 있다. 현재 이러한 재사용 문제들은 GIS 모듈의 컴포넌트화와 표준 인터페이스 제정을 기본 방향으로 하는 GIS의 표준화 연구 방향으로 해결책을 모색하고 있다.[1] 현재 GIS 표준화 연구는 초기 단계로서 GIS 하부구조의 표준화, 다시 말하면 범 세계적으로 통용될 수 있는 GIS 정보의 표준 하부구조의 구축에 역점을 두고 있다. 이러한 표준화 작업은 국제적인 GIS 선도 업체 위주로 구성된 개방형 GIS 컨소시엄(OGC : OpenGIS Consortium)을 주축으로 하여 국제적인 GIS의 표준 모델을 제시하고 있다.

특히 본 연구에서는 개방형 GIS 컨소시엄 (OGC: OpenGIS Consortium)에서 제안한 OLE/COM Simple Feature 구현 사양 1.1을 주축으로 하여 응용 시스템에 표준화된 방식으로 GIS 데이터를 서비스할 수 있는 데이터 제공자(Data Provider) 컴포넌트의 구축에 관한 사항을 종합적으로 살펴보고자 한다. 다양한 데이터베이스 시스템 또는 파일 시스템을 GIS 데이터의 기반으로 하여 표준화된 인터페이스를 제공할 수 있는 데이터 제공자 컴포넌트의 구축 방법, 데이터 제공자 컴포넌트들간의 GIS 데이터의 공유 방법 그리고 응용시스템에서의 데이터 제공자 컴포넌트 이용 방법에 관하여 중점적으로 살펴볼 것이다. 특히 이러한 OGC 사양의 데이터 제공자 컴포넌트를 구현하는 과정에서 야기되는 문제점들을 리스트하고 이의 해결 방안에 대하여서도 논의할 것이다. 그리고 본 연구에서는 데이터 제공자 컴포넌트의 설계 및 분석 과정을 수행함에 있어서 UML(Unified Modeling Language)을 이용함으로써 향후 타 데이터 제공자 컴포넌트 개발을 위한 모델을 제시하고 있다.

색인어: 데이터 제공자, 컴포넌트 GIS, 개방형 GIS, GIS 표준화

ABSTRACT: Recently, as GIS technology is rapidly improved and stabilized, there are some needs to reuse pre-developed and powerful GIS technology. GIS standardization based on components and open interfaces becomes a way to solve those reusability of previous GIS technology. This GIS standardization currently focuses on building the GIS Data Infrastructure that is being deployed globally. Especially,

* 한국전자통신연구원 GIS 연구팀(ETRI/CSTL GIS Team)
(161 Kajong-Dong, Yusong-Gu, Taejeon, 305-350, Korea)

OpenGIS consortium which is mainly made up of international GIS leading vendors is announcing some GIS abstract specifications and implementation specifications.

This study focuses on how could we design and implement the OLE/COM-based data provider component based on various DBMS or file systems, how could these data provider components be used for enterprise UIS(Urban Information Systems) and how could various formatted GIS data be shared in one system. Also some problems practically caused by an implementation process of data provider component are listed up and some solutions are given. Furthermore, design and analysis of UML(Unified Modeling Language) was reformed through the data provider component development task and this UML methodology is able to indicate a standardized model for newly developed data provider component.

Key Words : Data Provider, Component GIS, Open GIS, GIS Standardization, OLE DB, OGIS

1. 서 론

90년대들어 정보기술 산업의 급격한 발전과 더불어 지리정보시스템 관련 기술도 급격하게 발전되었다. 특히, 인터넷과 같은 정보 통신 산업의 기반이 구축됨에 따라 일부 전문가들에게 국한되고 대용량의 서버 시스템 기반에서 구동되던 지리정보시스템에 대한 일반 사용자들의 수요가 급격히 증가하게 되었다. 이러한 경향은 지리정보시스템이라는 특수한 정보 기술이 다양한 시장의 요구를 충족시켜줄 수 있는 대중적인 정보 기술로 변모하고 있음을 의미하는 것으로 이러한 지리정보의 다양하고 대중적인 정보화를 지원하기 위하여 지리정보시스템의 기반 기술면에서도 많은 변화가 일어나고 있다. 지리정보시스템의 기술적인 움직임은 먼저 네트워크를 기반으로 하는 분산 컴퓨팅 환경에서 지리정보시스템을 구축하기 위한 방향에서 나타났다. 네트워크상의 상이한 이 기종 시스템간에 저장되어 있는 지리 정보를 상호 공유하고 분산 처리할 수 있는 시스템을 개발하고자 하는 노력은 기존 지리정보시스템의 기술을 혁신적으로 발전 시켰다. 특히, 웹을 기반으로 하는 인터넷 지리정보시스템과 EJB 또는 CORBA 기술을 이용한 클라이언트-서버 환경의 분산 지리정보시스템은 급격한 속도로 발전하게 되었다. 기술적인 변모의 또 다른 움직임은 지리정보시스템의 개방화(Openness)와 컴포넌트

(Component)화에서 나타났다. 현재 개방화는 분산 컴퓨팅 환경 하에서의 지리정보시스템 구축 기술의 발전과 흐름을 같이 하고 있으며, 분산 지리정보시스템의 핵심인 상호 운용성(Interoperability)을 지원하며 기 개발된 지리정보시스템들의 재 사용성(Reusability)을 이룰 수 있는 것을 그 목적으로 하고 있다.[2] 컴포넌트화는 지리정보시스템뿐만 아니라 컴퓨터 소프트웨어 산업 전반에 파급 효과를 끼치고 있으며 실제로 선도적인 소프트웨어 업체들에 의해 이미 많은 컴포넌트 기반 소프트웨어들이 발표되고 있는 실정이다. 최근 이러한 개방화와 컴포넌트화의 추세는 지리정보시스템의 개발에도 많은 영향을 끼치고 있으며 표준 인터페이스를 기반으로 하는 컴포넌트 기반 지리정보시스템의 구축 작업을 활발히 수행하고 있다.

상호 운용성과 재 사용성이 뛰어난 컴포넌트 기반 지리정보시스템의 구축을 위해서는 일차적으로 공유하고자 하는 데이터의 표준화 작업이 필요하며, 둘째로 지리정보시스템을 구성하는 분석 기능들의 표준화 그리고 상호 운용성을 보장할 수 있는 인터페이스의 표준화 작업이 선행되어야 한다. 지리정보시스템의 표준화 작업은 현재 국제 표준 기구인 ISO(International Organization for Standardization)[3]와 민간 협력 기구인 OGC의 공동 작업을 통하여 발표되고 있는데, 우선적으로 범 세계적인 지리정보의 표준 하부구조(Infrastructure)의

구축에 역점을 두고 있다. 특히 1994년 8월 GIS 선진국의 선도 업체 및 학계로 결성된 OGC는 컴포넌트 기반의 개방형 GIS 시스템 구축을 위한 해결책으로서 다양한 추상 명세(Abstract Specification)와 OLE/COM, CORBA, 그리고 SQL 구현 명세(Implementation Specification)[4,5]를 나누어 발표하였다. 또한 ISO에서는 지리정보시스템에 관하여 19개의 표준화 과제로 나누어서 각각의 표준화 작업을 수행하고 있으며, OGC에서 발표한 사양을 표준으로 수용하고 있다. 본 연구에서는 OGC에서 제시하는 OLE/COM Simple Feature Specification Revision 1.1을 분석하고 그 구현 방법에 대하여 논의함으로써 지리 정보의 표준 하부구조 구축에 역점을 두고자 한다. 그러므로 OLE/COM 명세 중에서 데이터 제공자 컴포넌트의 구축에 역점을 두며, ODBC, SDE, MGE, GEOMania 그리고 GEUS와 같은 다양한 GIS 데이터 소스를 이용한 데이터 제공자 컴포넌트 개발 방법론에 대하여 살펴보고자 한다. 그리고 구축된 각 데이터 제공자 컴포넌트들과 다양한 UIS 응용 시스템과의 연계 방안에도 대해서도 살펴보고자 한다.

먼저 2장 관련 연구에서는 컴포넌트 GIS 특징과 Open GIS OLE/COM 구현 명세[4]에 대하여 자세히 살펴보고, 3장에서는 다양한 데이터 소스로부터 데이터 제공자 컴포넌트의 시스템 구성과 UML(Unified Modeling Language)[6]를 이용한 구현 방법론에 대하여 살펴 볼 것이다. 4장에서는 데이터 제공자 컴포넌트와 상수도 배관 관리, 도로 관리, 토지 민원 업무 또는 새주소 관리와 같은 UIS 응용 시스템과의 연계 방안에 대하여 살펴보고 5장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대해서 설명할 것이다.

2. 관련 연구

본 장에서는 먼저 컴포넌트 기반 GIS와 OGC에서 제시하는 OLE/COM 구현 명세에 대하여 간략

히 살펴 볼 것이다.

2-1. 컴포넌트 기반 GIS

컴포넌트 기반 소프트웨어는 정의된 인터페이스를 통하여 특정 서비스를 제공할 수 있는 소프트웨어 구별의 최소 단위로서 캡슐화(Encapsulation)된 컴포넌트들은 다른 컴포넌트와 독립적으로 동작하고, 정의된 인터페이스를 통해서만 접근이 가능하고, 지원하는 서비스를 명시하고 있고, 재사용이 용이한 특징을 가지고 있다.[7] 일반적으로 이러한 컴포넌트들은 상호 운용성을 위하여 표준 인터페이스를 미리 정의하고 있으며, 이러한 표준 인터페이스 정의 방법은 OLE/COM, CORBA, EJB(Enterprise Java Beans) 등의 기술로 구현되고 있다. 컴포넌트 기반 소프트웨어 산업은 시스템 확장의 용이성, 개발비용의 저렴성, 또는 용이한 재 사용성의 장점이 커짐에 따라 급속도로 발전하고 있는 추세이다. 그러므로 기존의 대용량 시스템으로 구축되어 있던 많은 소프트웨어들이 고유의 서비스를 가지는 컴포넌트 기반의 소프트웨어로 재개발되고 있다.

컴포넌트화는 공간 데이터베이스와 같은 대용량의 시스템을 이용하는 GIS 소프트웨어 분야에서도 예외는 아니다. 일반적으로 GIS 소프트웨어에 대하여 컴포넌트 기반의 소프트웨어 개발 방법론을 적용시켜 컴포넌트별로 분류하여 보면 크게 GIS 기반 컴포넌트, 핵심 공통 컴포넌트, 그리고 응용 컴포넌트로 분류될 수 있다. GIS 기반 컴포넌트는 다양한 GIS 응용 시스템들이 기본적으로 요구하는 기능들을 표준화된 인터페이스를 통해 지원하는 컴포넌트로서 공간 데이터 관리 기능, 공간 검색 기능, 그리고 공간 연산자 처리 기능과 같은 공간 데이터베이스로서의 기능을 위주로 구성되어질 수 있다. 핵심 공통 컴포넌트는 GIS 기반 컴포넌트 기능 이외에 GIS의 고유 기능을 수행하는데 필요한 기능들을 지원하는 컴포넌트로서 매핑, 주제도 생성 그리고 공간 분석 등의 기능위주로 구성될 수 있다. 끝으로 응용 컴포넌트는 GIS 기능과 MIS

(Management Information Systems) 기능을 통합하여 상수도, 토지, 도로와 같은 특정 GIS 응용 업무를 공통으로 지원하기 위한 기능 위주로 구성될 수 있다. 이러한 응용 컴포넌트들은 응용 업무별로 여러 개의 컴포넌트들로 구성되어질 수 있을 뿐만 아니라 기 구축된 컴포넌트들을 프레임워크(Framework)로 통합함으로써 도로 관리 컴포넌트 프레임, 상수도 관리 컴포넌트 프레임, 토지 관리 컴포넌트 프레임 그리고 새주소 관리 컴포넌트 프레임 등의 응용 컴포넌트 프레임으로 구성할 수도 있다. 이러한 응용 컴포넌트들이 구축되면 GIS, LIS, UIS에 관한 임의의 응용 시스템을 구축하고자 할 때 커다란 비용 절감 효과를 가져 올 수 있다.

2-2. OGC OLE/COM 구현 기술

OGC OLE/COM 기술을 이용한 Simple Feature 구현 명세는 기하(Geometry) 컴포넌트, 공간 좌표계(Spatial Reference) 컴포넌트, 그리고 OLE DB와 ADO 컴포넌트의 구현을 포함하고 있다. 첫째 기하 컴포넌트 객체는 기하 객체 관리, 공간 분석, 그리고 공간 연산 기능을 수행하기 위한 표준 인터페이스들로 구성되어 있다. 이 컴포넌트는 기하 객체의 생성을 위한 인터페이스, 공간 분석을 위한 인터페이스, Egenhofer의 DE-91M에 입각한 공간 연산 및 공간 관계(Spatial Relation)를 구현하기 위한

인터페이스, 그리고 WKB(Well Known Binary) 형식으로 전송된 기하 객체를 기하 타입으로 변환시켜주는 인터페이스들이 있으며, 이들 인터페이스 메소드들을 구현해야 한다. 둘째로 공간 좌표계 컴포넌트 객체는 다양한 공간 좌표계 시스템 정보를 관리하기 위한 인터페이스 메소드들을 구현해야 한다. 이 컴포넌트는 공간 좌표계 객체 생성을 위한 인터페이스, 좌표계간의 변환(Transformation)을 위한 인터페이스, 투영(Projection)을 위한 인터페이스, 그리고 WKT(Well Known Text) 형식의 공간 좌표계 정보를 액세스하기 위한 인터페이스들이 있으며, 이들 인터페이스 메소드들을 구현하고 있어야 한다. 끝으로 본 논문에서 구축하고자 하는 OLE DB, ADO 컴포넌트 객체는 OLE DB의 표준 인터페이스 이외에 일반적으로 GIS 서버로서의 기능을 위한 인터페이스들을 추가로 지원해야 한다. 그러므로 본 절에서는 표준 OLE DB의 기본 인터페이스에 대하여 먼저 살펴보고 OGC에서 제시한 GIS 관련 기능이 추가된 확장 OLE DB 인터페이스에 대하여 살펴보도록 할 것이다. 다음 그림 1은 OLE DB 데이터 제공자가 기본적으로 구현해야 하는 네 가지 객체들간의 관계를 보여주고 있다.

그림 1에서 보듯이 OLE DB 데이터 제공자는 Data Source, Session, Command, Rowset, 그리고 Transaction 객체로 구성되어 있음을 알 수 있다.[8]

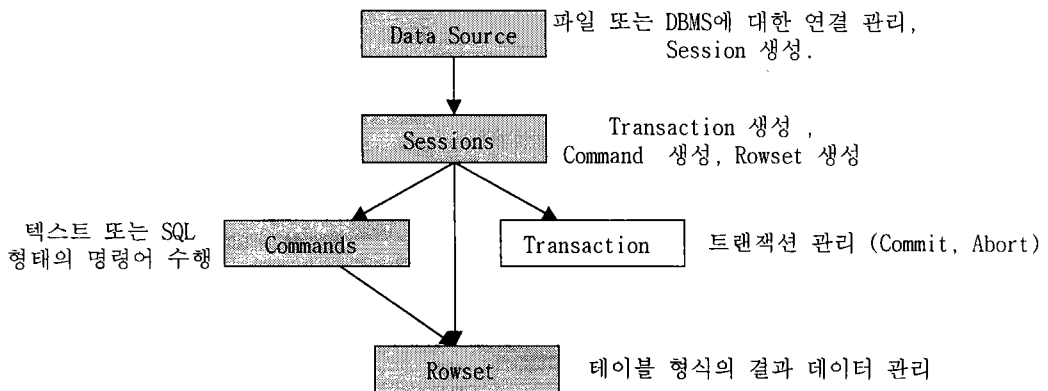


그림 1. OLE DB 데이터 제공자 객체들간의 관계

표 1. OLE DB 데이터 제공자 객체의 기능 및 필수 인터페이스

Data Provider Component	Mandatory Interface (SQL 명령어 지원)	Description
Data Source	IDBCreateSession	<ul style="list-style-type: none"> • GIS 서버의 초기화 및 사용자 인증 기능 지원 • Session 객체 생성 기능 지원 (다중 Session 생성 가능)
	IDBInitialize	
	IDBProperties	
Session	IGetDataSource	<ul style="list-style-type: none"> • 서버에 존재하는 테이블 이름 정보, 테이블 컬럼과 같은 메타 정보 지원 • Rowset 객체 생성 지원 (파일 서버의 경우에 데이터를 지원하는 방법) • Command 객체 생성 지원 (DB 서버의 경우에 데이터를 지원하는 방법)
	IOpenRowset	
	ISessionProperties	
	IDBCreateCommand	
Command	IAccessor	<ul style="list-style-type: none"> • SQL 명령어의 생성 및 수행 지원 • 컬럼에 관한 스키마 관련 정보 지원 • Rowset 객체 생성 지원 (SQL 명령어 수행 결과 생성 지원)
	IColumnsInfo	
	ICommand	
	ICommandProperties	
	ICommandText	
	IConvertType	
Rowset	IAccessor	<ul style="list-style-type: none"> • Command 객체의 SQL 또는 Session 객체의 Open 명령어 수행의 결과 정보 저장 • 결과 정보를 일기 위한 방법 지원 • 결과 정보에 대한 메타 정보 지원
	IColumnsInfo	
	IConvertType	
	IRowset	
	IRowsetInfo	

이들 각 객체들이 반드시 지원해야 할 인터페이스 및 그 기능들은 다음 표 1과 같다.

OLE DB 제공자를 이용하고자 하는 클라이언트는 먼저 Data Source 객체를 생성하여 데이터 서버를 초기화 하고 사용자 인증을 위한 속성 값을 입력한다. 사용자 인증을 위한 속성 값이 입력되면 Data Source 객체는 Session 객체를 생성함으로써

데이터 서버와의 연결을 설정하고, Session 객체가 생성되면 클라이언트는 IGetDataSource 인터페이스를 이용하여 테이블 스키마에 관한 메타 정보를 접근할 수 있다. 또는 Session 객체로부터 IDBCreateCommand 인터페이스를 이용하여 SQL과 같은 명령어를 가지는 Command 객체를 생성할수 있다. Command 객체는 ICommand 인터페이스를

이용하여 SQL 명령어를 처리하고 그 결과를 Rowset 객체에 저장하는데, Rowset 객체는 IAccessor와 IRowset 인터페이스를 이용하여 클라이언트가 원하는 결과 데이터에 대한 접근 방법을 제공한다.[9]

OGC에서는 이러한 기본적인 OLE DB 인터페이스를 일부 수정 또는 확장함으로써 GIS 서버로서의 다양한 기능을 제공할 수 있도록 하고 있는데 자세한 구현 사양은 다음과 같다.

(1) OGIS 데이터 제공자 등록 엔트리 (OGIS Data Provider Registry Entry)

"OGISDataProvider" 컴포넌트 범주에 OGIS 데이터 제공자들을 등록시킴으로서 일반 OLE DB 데이터 제공자와 구별시켜 준다.

(2) GIS 메타 데이터 지원 (GIS Metadata)

OLE DB 데이터 제공자는 기본적으로 데이터베이스 내에 존재하는 테이블들의 이름, 테이블들의 유형과 같은 정보를 제공하는 DBSCHEMA_TABLES 메타 정보와, 이 데이터베이스가 지원할 수 있는 데이터 타입에 관한 정보를 제공하는 DBSCHEMA_PROVIDER_TYPES 메타 정보 그리고 각 테이블들의 칼럼에 관한 정보를 제공할 수 있는

DBSCHEMA_COLUMNS 메타 정보를 제공하고 있다. 이와는 별도로 OGC 사양에서는 GIS와 관련된 메타 정보들을 추가로 지원하도록 요구하고 있다. 먼저, 데이터베이스 내에 존재하는 GIS 피쳐 테이블들의 이름, 유형과 같은 정보를 제공하는 DBSCHEMA_OGIS_FEATURE_TABLES 메타 정보, 피쳐 테이블에서 공간 정보를 저장하기 위한 기하 칼럼의 이름과 공간 정보 유형과 같은 정보를 제공하는 DBSCHEMA_OGIS_GEOMETRY_COLUMNS 메타 정보, 공간 좌표계에 관한 정보를 제공하기 위한 DBSCHEMA_OGIS_SPATIALREF_SYSTEMS 메타 정보 그리고 이 데이터 제공자 컴포넌트가 제공할 수 있는 공간 연산자에 관한 메타 정보를 제공해야 한다. 표 2는 GIS용 데이터 제공자에서 지원해야 할 메타 정보를 얻기 위한 GUID와 메타 정보에 대하여 설명하고 있다.

(3) IColumnsRowset 인터페이스 확장

IColumnsRowset 인터페이스는 Command와 Rowset 객체의 인터페이스로서 데이터 테이블의 칼럼에 관한 정보를 접근하기 위하여 이용되는데, GIS용 데이터 제공자에서는 기하 칼럼과 공간좌표계 칼럼에 관한 정보를 접근할 수 있도록 확장하여 지원해야 한다.

표 2. OGIS OLE DB 메타 데이터의 종류

GUID	Meta 정보	Description
DBSCHEMA_COLUMNS	기본 정보	데이터 제공자 테이블의 칼럼 정보
DBSCHEMA_PROVIDER_TYPES	기본 정보	데이터 제공자 데이터 타입 정보
DBSCHEMA_TABLES	기본 정보	데이터 제공자 테이블 정보
DBSCHEMA_OGIS_FEATURE_TABLES	OGIS 정보	데이터 제공자 피쳐 테이블 정보
DBSCHEMA_OGIS_GEOMETRY_COLUMNS	OGIS 정보	데이터 제공자 테이블의 기하 칼럼 정보
DBSCHEMA_OGIS_SPATIALREF_SYSTEMS	OGIS 정보	데이터 제공자의 공간 좌표계 정보
DBPROPSET_OGIS_SPATIAL_OPS	OGIS 정보	데이터 제공자의 공간 연산자 지원 정보

(4) 기하(Geometry) 정보 지원

일반 OLE DB 제공자가 지원할 수 없는 피쳐 테이블 내의 WKB 형태의 기하 정보 칼럼을 접근할 수 있는 방법을 지원해야 한다.

(5) 공간 좌표계(Spatial Reference Information) 정보 지원

일반 OLE DB 제공자가 지원할 수 없는 피쳐 테이블 내의 WKT 형태의 공간 좌표계 정보 칼럼을 접근할 수 있는 방법을 지원해야 한다.

(6) 공간 여과기(Spatial Filter) 지원

GIS용 데이터 제공자는 공간 분석의 효율을 높이기 위하여 공간 검색 방법을 제공하도록 제시하고 있다. (공간 여과 객체(A), 공간 연산자(B), 테이블의 기하 칼럼 이름(C))의 파라미터로 구성된 공간 여과기는 기하 칼럼의 객체들(C)과 공간 여과 객체(A)와의 관계를 공간 연산자(B)를 이용하여 연산자의 조건에 충족되는 후보 객체들을 여과시키는 방식으로 동작하도록 구현되어야 한다. 공간 여과 객체(A)는 Open GIS 데이터 제공자에서 지원하는

모든 기하 타입-점, 선, 면, 다중 점, 다중 선, 다중 면-이 올 수 있고, 지원되는 공간 연산자(B)는 포함, 교차, 인접을 포함한 7 가지의 연산자를 지원하도록 제시하고 있다. Open GIS 데이터 제공자별로 지원 가능한 공간 연산자에 관한 정보는 (2)에서 설명하였듯이 메타 DBPROPSET_OGIS_SPATIAL_OPS 메타 정보를 이용하여 접근할 수 있다.

3. 데이터 제공자 컴포넌트 시스템의 구성

그림 2를 보면 전체 시스템은 크게 응용 컴포넌트, 핵심 컴포넌트 그리고 데이터 제공자 컴포넌트로 구성되어 있음을 알 수 있다. 응용 컴포넌트는 우선적으로 지자체에서 직접 활용이 가능한 상수도, 지적관리, 도로관리 그리고 도시계획에 관련된 컴포넌트들로 구성되어 있으며 이러한 응용 컴포넌트들은 아직까지 국제 표준 사양이 발표되지 않았으며, 국내에서 응용 시스템을 위한 표준 컴포넌트 사양을 구축하고 있다. 핵심 컴포넌트는 OGC

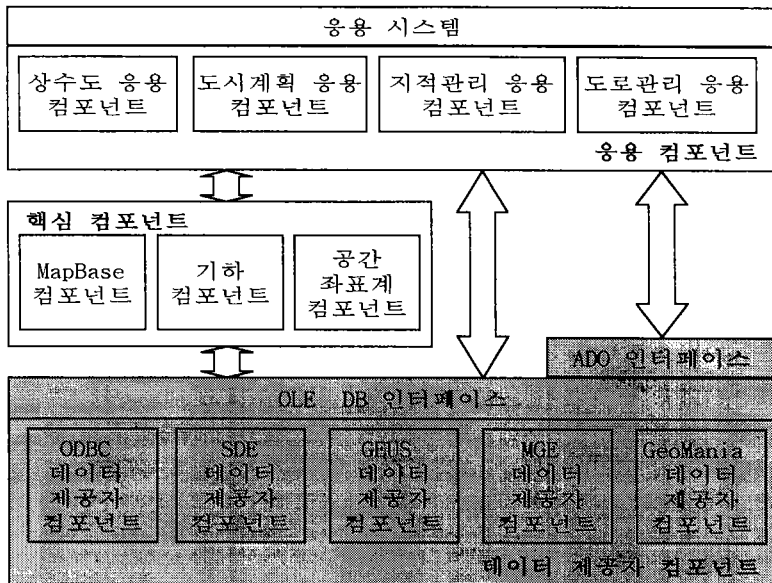


그림 2. Open GIS 형태의 컴포넌트 시스템 구성도

OLE/COM 구현 사양을 수용함으로써 기하 컴포넌트(Geometry Component)와 공간 좌표계 컴포넌트(Spatial Reference Component)를 구현하고 있다. 이외에 응용 시스템을 구축하기 위해 필요되는 GIS 개발 툴을 제공하기 위하여 맵 베이스(MapBase Component)를 추가로 구현하고 있다. 이러한 맵 베이스 컴포넌트는 다양한 매핑 방법 및 주제도 생성 기능을 제공하며 표준화된 인터페이스를 제공하고 있다. 끝으로 데이터 제공자 컴포넌트는 다양한 형태로 구축된 GIS 데이터를 지원하기 위하여 MGE, GEOMania와 같은 GIS S/W 기반, GEUS와 같은 공간 데이터베이스 기반, SDE와 같은 공간 엔진 기반 그리고 ODBC(Open Database Connectivity)와 같은 관계형 데이터베이스 기반의 데이터 제공자를 구현하고 있다. 그러므로 응용 컴포넌트 또는 핵심 컴포넌트는 동일한 확장 OLE DB 인터페이스를 통하여 MGE, GEOMania, GEUS, SDE 그리고 ODBC와 같은 다양한 GIS 데이터 소스로부터 GIS 서비스를 받을 수 있다. 본 장에서는 이러한 다양한 데이터 제공자 컴포넌트의 개략적인 구축 방법과 구성에 대하여 알아볼 것이다.

3-1. 데이터 소스에 따른 데이터 제공자 컴포넌트 구성

그림 3은 본 연구에서 구축된 SDE, MGE, GEUS, GEOMania 그리고 ODBC를 이용하여 데이터 제공자 컴포넌트를 구축하고자 할 때 제시된 개략적인 구성 모델을 보여준다.

먼저 SDE 데이터 제공자는 서버측에 데이터 서버인 Oracle DBMS와 GIS 엔진인 SDE 서버를 구축하고 있으며, 클라이언트측에는 클라이언트용 SDE 라이브러리를 이용하여 SDE 서버와 연결[10]되는 방식으로 시스템이 구성되어 있다. 그러므로 SDE 데이터 제공자 컴포넌트는 SDE 서버의 GIS 공간 엔진 기능과 Oracle 데이터베이스의 GIS 데이터 관리 기능을 효율적으로 이용함으로써 OGC 구현 사양에서 요구하는 모든 기능을 충족시키고 있다. 실제 컴포넌트는 SDE 클라이언트를 이용하여 구축되어진다.

GEUS 데이터 제공자는 OGC의 구현 사양을 충족시키기 위하여 GEUS 데이터베이스[11,12]를 이용하고 있는데, GEUS 데이터베이스는 공간 데이터 관리 기능과 GIS 엔진 기능을 동시에 지원할 수 있다. GEUS 데이터 제공자 컴포넌트의 구현은

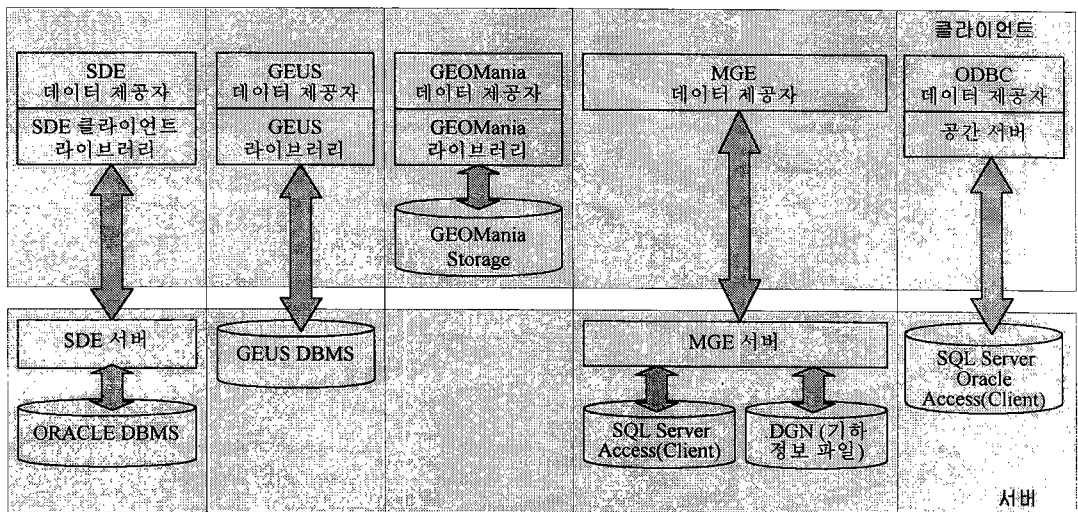


그림 3. 데이터 소스에 따른 데이터 제공자 컴포넌트 시스템 구성 모델

SDE와 같은 방식으로 클라이언트용 GEUS를 이용하여 이루어진다.

GEOMania 시스템은 데스크 탑 GIS 툴로서 클라이언트-서버 환경에서 동작하고 데이터베이스 기반 위에서 동작하는 SDE와 GEUS 데이터 제공자와는 다른 방식으로 구성되어 있다. GEOMania는 기본적으로 파일 시스템을 기반으로 하고 있으며 클라이언트 환경에서 동작하는 방식을 취하고 있다. 그러므로 GEOMania 데이터 제공자는 클라이언트에 설치된 GIS 서버로서의 역할을 수행하는 GEOMania Storage 기반 위에 OGC에서 요구하는 메타 정보 관련 기능과 공간 여과기 관련 기능을

구현한 확장 GEOMania 라이브러리를 추가로 구축하고 이 확장 라이브러리를 이용함으로써 데이터 제공자 컴포넌트를 구성한다.

MGE[13] 데이터 제공자는 자체 개발한 MGE 서버를 이용하여 데이터 제공자 컴포넌트를 구성하고 있는데, 자체 MGE 서버는 공간 정보를 위하여 MGE 시스템의 공간 정보 파일(DGN)을 이용하고 속성 정보를 위하여 ODBC를 이용한 Access 데이터베이스를 이용하고 있다. GIS 서버로서의 기능은 MGE 서버에서 처리되며 데이터 제공자와는 소켓 통신을 이용하여 연결되어 있다.

끝으로 ODBC 데이터 제공자는 MGE 서버와 유

표 3. 데이터 소스에 따른 데이터 제공자 특징 (1999년 9월 현재)

특징	세부 항목	SDE Provider	GEUS Provider	GEOMania Provider	MGE Provider	ODBC Provider
OpenGIS 명세	OGIS Data Provider Registry Entry	가능	가능	가능	가능	가능
	GIS Metadata	가능	가능	가능	가능	가능
	IColumnsRowset interface 확장	가능	가능	가능	가능	가능
	Geometry (WKB)	가능	가능	가능	가능	가능
	Spatial Reference (WKT)	가능	가능	가능	가능	가능
	Spatial Filter	가능(GRID)	가능(R*-tree)	가능	가능	가능(R*-tree)
Data Provider 특징	Required S/W	SDE, Oracle	GEUS	GEOMania	없음	없음
	Client-Server 환경	가능	가능	진행중	가능	가능
	국내 / 국외	국외	국내	국내	국외	국내
Data Provider 기능	Read/Write/Update	R/W/U	R/W/U	R/W/U	W/U(진행중)	R/W/U
	GIS Server	SDE Server	GEUS Server	GEOMania Storage	자체 개발	자체 개발
	Transaction	가능	가능	진행중	진행중	진행중
	SQL 처리	가능	가능	가능	가능	가능

사하게 자체 GIS 서버를 구축하고 있으나, ODBC 데이터 제공자는 클라이언트 시스템 내에 GIS 서버를 포함하고 있다. 특히, 이 GIS 서버는 일반 관계형 DBMS를 이용하여 공간 데이터와 속성 데이터를 관리하기 위하여 데이터 관리, 공간 색인 관리 그리고 공간 연산 처리기를 자체 포함하고 있다. 또한 ODBC를 지원하는 임의의 관계형 DBMS도 직접 이용이 가능한 특징을 가지고 있다. 표 3은 각 데이터 제공자의 특징 및 OpenGIS 사양에 지원 유무를 보여준다.

위의 표 3에서 보듯이 각 데이터 제공자 컴포넌트들은 OGC에서 요구하는 GIS 관련 메타 정보, 공간 연산자, 공간 여과기, 공간 좌표계 그리고 공간 객체 정보를 제공하고 있다. 특히 이들 컴포넌트들은 클라이언트-서버 환경에서 공간 엔진, 관계형 DBMS, 공간 DBMS, 또는 파일 시스템과 같이 다양한 데이터 소스를 기반으로 하여 구축됨으로써 다양한 시스템 환경에서 응용 시스템이 구축될 수 있다. 또한 본 연구에서 구축되는 데이터 제공자 컴포넌트들은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

첫째, 각 데이터 제공자들은 OLE DB 사양에 명시되어 있는 Command 객체를 구성하기 위하여 명령어로서 ANSI SQL을 지원하도록 하고 있다. 그러므로 본 데이터 제공자 컴포넌트를 이용하는

응용 시스템들은 질의 처리기를 이용하여 다양한 사용자의 요구를 수용할 수 있다. GEUS와 GEO Mania 컴포넌트는 자체 틀에 내장된 질의 처리기를, SDE는 Oracle 데이터베이스의 질의 처리기를, MGE와 ODBC 컴포넌트는 ODBC에서 제공하는 질의 처리 엔진을 이용하여 SQL문을 지원하고 있다.

둘째, SDE와 GEUS 컴포넌트는 SDE와 GEUS가 각각 지원하는 트랜잭션 기능을 이용하여 OLE DB의 Transaction 객체를 구현함으로써 사용자에게 강력한 트랜잭션 처리 기능을 제공하도록 하고 있다.

셋째, OGC에서 요구하는 피쳐 테이블 정보, 공간 칼럼 정보, 공간 좌표계 정보 그리고 공간 연산자 정보와 같은 메타 정보이외에 맵 영역(Map Extents)를 위한 추가의 메타 정보를 지원하도록 하고 있다. 이러한 맵 영역 정보는 핵심 컴포넌트의 맵 베이스 컴포넌트에서 공간 객체들을 도시하고자 할 때 이용된다. 맵 영역 메타 정보의 형식은 OGC에서 제시하고 있는 메타 정보들의 형식과 동일하며 필요한 정보는 다음 표 4와 같다.

SDE, GEOMania, ODBC 컴포넌트는 각 피쳐별로 맵 영역 정보를 제공하고, GEUS, MGE 컴포넌트는 전체 피쳐에 대한 맵 영역 정보를 제공하고

표 4. Map Extent 메타 정보 정의

Column_Name	Type_Indicator	Description
TABLE_CATALOG	DBTYPE_WSTR	Catalog Name
TABLE_SCHEMA	DBTYPE_WSTR	Schema Name
TABLE_NAME	DBTYPE_WSTR	The Feature Table Name (Layer Name)
MINX	DBTYPE_R8	Minimum X-Coordinate of Map Extent
MINY	DBTYPE_R8	Minimum Y-Coordinate of Map Extent
MAXX	DBTYPE_R8	Maximum X-Coordinate of Map Extent
MAXY	DBTYPE_R8	Maximum Y-Coordinate of Map Extent

있다.

3-2. 데이터 제공자 컴포넌트의 구현

일반적으로 OLE DB 데이터 제공자 컴포넌트를 구현하기 위해서는 마이크로소프트사에서 제공하는 예제 데이터 제공자 컴포넌트 코드를 이용하는 방법과 ATL COM의 Data Provider 컴포넌트 템플릿을 이용하는 방법의 두 가지가 있다.

첫 번째 방식은 Visual C++로 구성된 예제 데이터 제공자 컴포넌트 코드를 이용하는 방식으로 예제 코드를 개발자가 직접 수정하고 확장하는 방식이다. 특히 예제 데이터 제공자 컴포넌트가 C++ 언어로 작성되어 있으므로 C++언어를 이용하여 모든 것을 구현해야 된다. 그러나 이러한 C++ 언어를 이용하여 저 수준의 COM 프로그래밍을 일일이 다 하는 것은 매우 어려울 뿐만 아니라 개발 시간도 매우 오래 걸리는 단점이 있다.

두 번째 방식은 기 구축된 ATL 컴포넌트로 구성된 데이터 제공자 템플릿을 상속받아서 개발자가 원하는 기능을 오버라이딩(Overriding)하는 방식으로 저 수준의 COM 프로그래밍을 일일이 할 필요가 없으며, 개발 시간도 단축되는 장점이 있다. 그러나 이 방식을 사용하기 위해서는 개발자가 미리 ATL COM 프로그래밍에 익숙해야 하고 우선 ATL DB 템플릿을 이해하고 있어야 한다.

본 연구에서는 개발 기간을 단축시키고 저 수준의 COM 프로그래밍을 피하기 위하여 ATL DB 템플릿을 이용하는 데이터 제공자 컴포넌트 구현 방법을 선택하였다. 이러한 ATL DB 템플릿을 이용하여 OGC 데이터 제공자 컴포넌트를 구현하기 위해서는 다음과 같은 사항에 유의해야 한다.

(1) ATL 데이터 제공자 컴포넌트는 파일 시스템을 데이터 소스로 이용하고 있다.

ATL DB 템플릿을 상속받아 생성되는 데이터 제공자 컴포넌트는 데이터베이스를 소스로 이용하지 않고 파일 시스템을 데이터 소스로 하고 있다.

그러므로 이 컴포넌트를 이용하여 GIS 데이터 베이스를 소스로 하는 데이터 제공자 컴포넌트를 구축하기 위해서는 많은 부분의 수정이 필요하다. 먼저, DataSource 객체에서 데이터 소스에 접근하기 위한 IDBInitialize 인터페이스를 수정함으로써 데이터베이스 접근 방법, 데이터 사용자 이름, 패스워드를 입력 받을 수 있도록 해야 하고, Session 객체에서는 바로 IOpenRowset 인터페이스를 호출함으로써 파일 데이터를 입력받는 대신에 IDBCreateCommand 인터페이스를 재구현함으로써 SQL 문장을 수행할 수 있는 Command객체를 생성할 수 있도록 해야 한다.

(2) ATL 데이터 제공자 컴포넌트는 필수 인터페이스만을 구현하고 있다.

ATL 데이터 제공자 컴포넌트는 필수 인터페이스만을 구현하고 있으므로, OGC에서 요구하는 기능을 다 지원할 수 없다. 그러므로 개발자는 OGC에서 요구하는 기능을 지원하기 위해서 필요한 선택 인터페이스를 발견하여 추가로 구현해주어야 한다. 예를 들면, 메타 정보를 얻기 위한 IDBSchemaRowset 인터페이스, Command 객체 생성을 위한 IDBCreateCommand 인터페이스 그리고 공간 여과기를 지원하기 위한 IDBCommandWithParameters 인터페이스들을 추가로 구현해주어야 한다.

(3) ATL 데이터 제공자는 기본 메타 정보 및 속성 정보를 지원하고 있다.

ATL 데이터 제공자는 OGC에서 요구하는 메타 정보를 지원할 수 없다. 그러므로 OGC에서 요구하는 피쳐 테이블, 공간 정보, 공간 좌표계 정보 그리고 공간 연산자 정보에 대한 메타 정보가 IDBSchemaRowset 인터페이스에서 추가로 구현되어야 한다. 이외에도 본 연구에서 추가로 요구하고 있는 맵 영역에 관한 메타 정보도 추가로 지원되어야 한다.

(4) ATL 데이터 제공자는 SQL을 명령어로 지원하지 않는다.

ATL 데이터 제공자는 SQL을 명령어로 지원하지 않으므로 개발자는 Command 객체를 수정하여 SQL 문을 명령어로 처리하여 Rowset 객체에 GIS 정보를 얻을 수 있도록 지원해야 한다.

3-2. 데이터 제공자 컴포넌트 UML 모델링

최근 들어 컴포넌트 기반 소프트웨어를 개발하고자 하는 개발자 또는 시스템 관리자들은 재 사용성이나 유지 보수의 용이성을 고려하여 소프트웨어 모델링에 많은 관심을 가지게 되었다. 실제로 OMT(Object Modeling Technique) 또는 OOSE(Object-Oriented Software Engineering)와 같은 객체 지향 모델링 기법[6]을 이용하여 많은 소프트웨어들이 개발되어 왔으며, 객체 지향 모델 기법의 비중이 점점 커지고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 OMT, OOSE, Booch 의 기법을 통합하여 만들어진 UML(Unified Modelling Language)을 이용하여 데이터 제공자 컴포넌트를 설계함으로써 유지 보수의 용이성 및 재 사용성 그리고 타 데이터 제공자의 개발에 도움을 주고자 한다.

(1) Use-Case Diagram

데이터 제공자 컴포넌트의 Use-Case Diagram은 사용자 Actor와 데이터 소스 Actor를 가지고 있으며, Use-Case는 크게 분류하여 보면 데이터 제공자 접근, 메타 정보 검색, Rowset Data 관리, 그리고 트랜잭션 관리의 업무로 나누어질 수 있다. 데이터 제공자 접근 Use-Case의 경우는 데이터 제공자 컴포넌트를 선택하고 연결을 설정하는 업무를 나타내며, 메타 정보 검색 Use-Case는 2장에서 설명하였듯이 GIS 또는 데이터베이스 테이블들에 관한 메타 정보를 접근하기 단위 업무를 나타낸다. Rowset 데이터 관리 Use-Case는 데이터 제공자의 주 업무로서 사용자가 원하는 데이터의 검색, 입력, 삭제, 그리고 갱신 등의 업무를 나타내고, 끝으로 트랜잭션 관리 Use-case는 Rowset 데이터 관리 업무를 수행하고자 할 때 트랜잭션을 추가 할 수 있는 업무를 나타낸다.

(2) Sequence Diagram

그림 5는 그림 4의 Use-Case 중에서 메타 정보를 검색하는 단위 업무에 대한 Sequence Diagram을 보여주는데, 흐름을 추적해 보면 먼저 사용자는 OLE DB의 Data Source 객체를 생성한다. Data Source 객체가 성공적으로 생성되면 사용자 인증을 위한 Data Source의 속성 값들을 설정하고 초기화

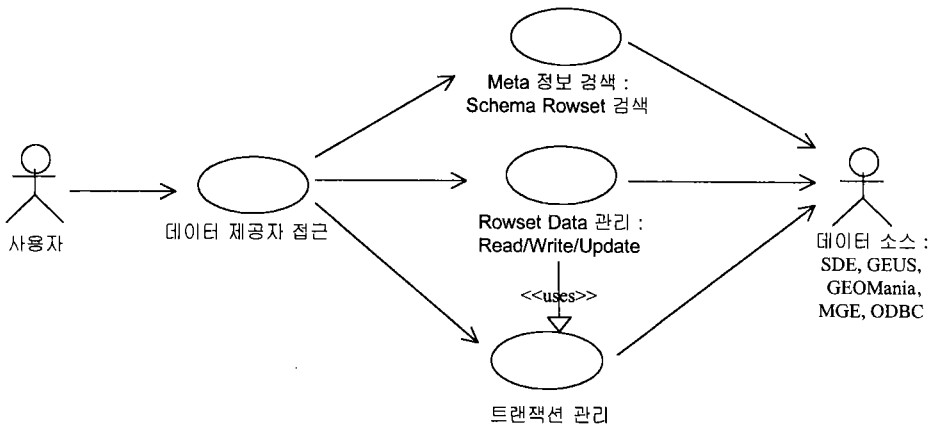


그림 4. 데이터 제공자 Use-Case Diagram

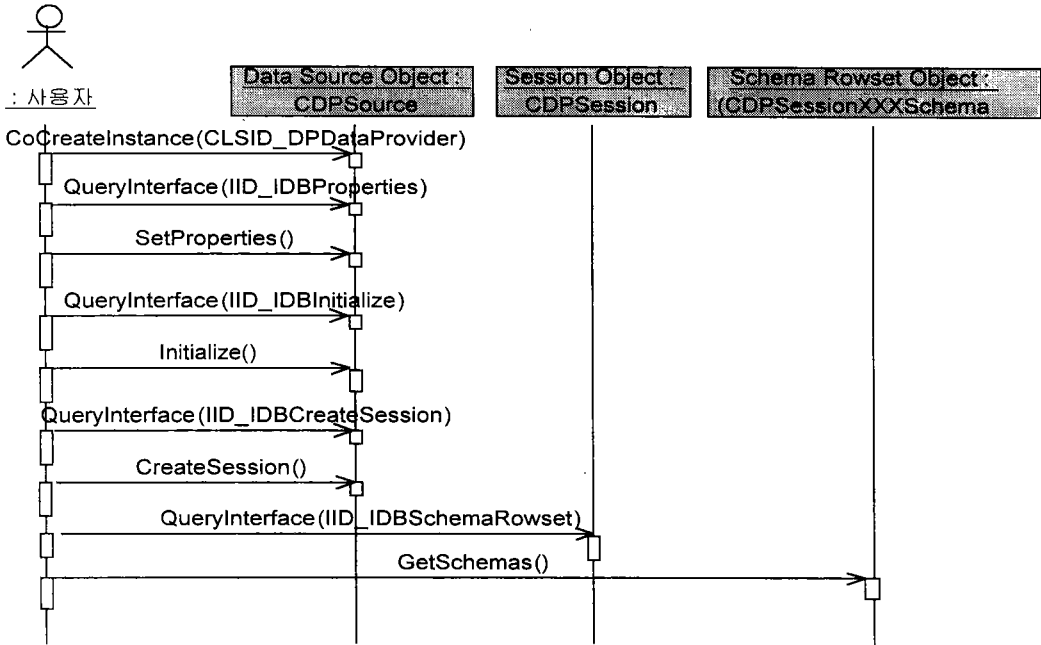


그림 5. 메타정보 검색 Sequence Diagram

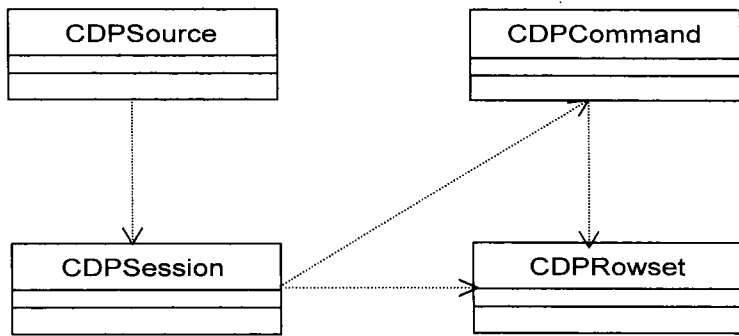


그림 6. 데이터 제공자 컴포넌트 주요 클래스 다이어그램

작업을 수행시킨다. 초기화가 완료되면 Data Source 객체를 이용하여 Session 객체를 생성하고 Session 객체의 생성이 성공적으로 완료되면 Session 객체의 IDBSchemaRowset 인터페이스를 이용하여 메타 정보를 데이터 제공자로부터 읽어오므로써 본 Sequence Diagram은 종료한다.

(3) Class Diagram

데이터 제공자 컴포넌트의 핵심 객체인 Data

Source, Session, Command, Rowset 객체의 상호 연관 관계는 그림 6과 같다.

그림 6의 클래스 다이어그램에서 Data Source 객체에 해당하는 클래스 다이어그램을 상세히 살펴 보면 그림 7과 같이 나타낼 수 있다.

그림 7에서 CDPSource 클래스는 IDBInitialize, IDBCreateSession, IDBInfo, IPersist, IDBProperties 인터페이스를 ATL(Active Template Library)를 이용하여 구현하고 있으며, 이들 인터페이스는 GIS용

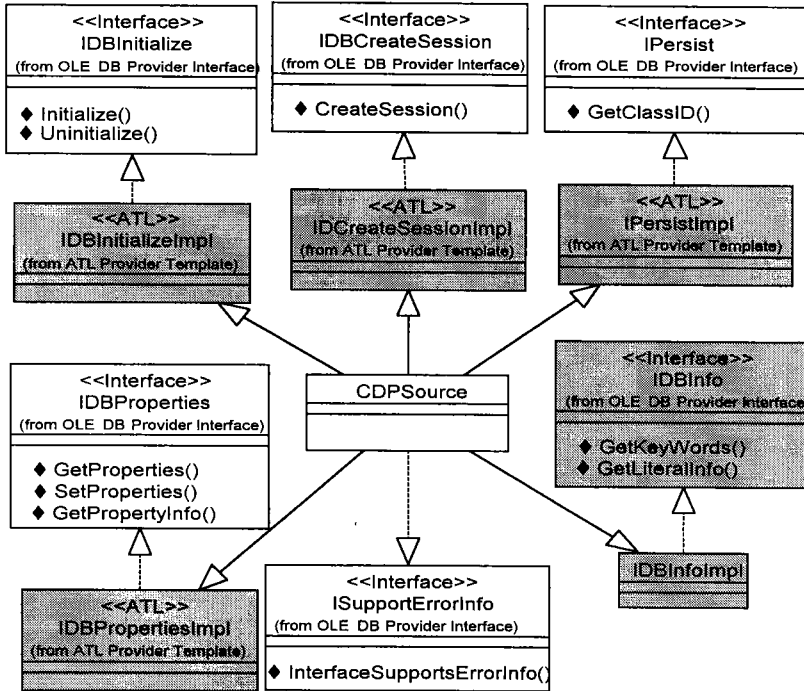


그림 7. Data Source 클래스 다이어그램

데이터 제공자 컴포넌트를 구성하기 위해서는 필수적인 인터페이스들이다.

끝으로 데이터 제공자 컴포넌트의 경우 Data Source, Session, Command, Rowset, 그리고 선택 사항으로 Transaction 객체가 모여 하나의 컴포넌트를 이루게 되므로 Component Diagram은 각 데이터 소스별 - SDE 데이터 제공자 컴포넌트, GEUS 데이터 제공자 컴포넌트, GEOMania 데이터 제공자 컴포넌트, MGE 데이터 제공자 컴포넌트, ODBC 데이터 제공자 컴포넌트 - 로 하나씩 존재하게 된다.

4. 컴포넌트 기반 GIS 응용 시스템 구축 전략

컴포넌트기반 GIS 응용시스템은 기존의 전통적인 방식으로 구축되는 GIS응용 시스템에 비하여

UML을 통한 개발공정의 효율성, 유지보수 및 확장 용이성, 다양한 사용자 수준(단순 사용자, 중간 개발자, 시스템 분석/관리자등)에 따른 적절한 틀 제공, 기존 시스템과의 유기적인 연계의 편이성, 아키텍처 정립에 따른 시스템 안정화, 표준 인터페이스 제공의 유연성, 프로세스단위의 시스템 경량화 등과 같은 많은 잇점을 가지고 있으며 현재 주요한 GIS기술로 인식되어 ESRI, Intergraph, MapInfo등과 같은 외국의 대형 소프트웨어 개발사들이 계속 사용자 요구사항을 반영하는 다양한 제품을 출시하고 있는 상황이다. 그러나 상업적인 목적으로 현재까지 개발된 대부분의 소프트웨어 제품 및 관련 기술들이 기존의 legacy system과의 연계에 비중을 두고 있는 GIS의 기본기능만을 제공하는 경향이 우세하므로 현재는 지자체 GIS 활용시스템이나 기타 응용 시스템분야에서 이를 적용하는 초기 개발검증단계로 보는 것이 타당할 것으로 생각된다. 그러나 기본적인 응용 시스템의 UML 분

석 설계 입장에서 아키텍처가 정립되고 시범 운영 가능 표준 시스템 또는 이에 상응하는 패키지등이 마련되면 그 이후에는 전통적인 GIS 응용시스템 구축에서 야기되는 제반 문제점들을 극복하면서 컴포넌트 기반 시스템의 잇점을 충분히 살리게 되는 시스템으로 발전할 것으로 보인다. 이러한 컴포넌트 기반 시스템 구축전략에서 본 데이터 제공자 컴포넌트 기술은 이러한 측면에서 중요한 backbone 역할을 담당하게 된다. 기본 구조는 OGC의 개방형 Geometry Model을 수용하면서 동시에 컴포넌트 단위로 현재 업무단위에서 실제 활용되고 있는 GIS Server나 RDBMS (ORDBMS까지 가능)에 대한 대용량 GIS 공간정보/속성정보를 응용 컴포넌트에서 바로 접근하기 때문에 기존 시스템의 장점 및 사용자 선호도를 반영하면서 점진적으로 시스템 컴포넌트화를 도모할 수 있기 때문이다. 예를 들어 지자체 통합 GIS 응용시스템은 초기 시스템 구축 시 담당부서 및 업무 단위별로 별도의 시스템 또는 GIS 소프트웨어를 적용하는 경우가 일반적인 경향이므로 개별 시스템을 연계하여 통합 관리운영 체계로 확장하는 데에는 여러 가지 현실적인 어려움이 있게 된다. 따라서 이러한 경우에는 UML분석설계의 역공학 방법으로 기존 시스템의 사양을 표현하고 추가로 확장되거나 새로 구축되는 시스템을 컴포넌트로 동일한 UML 분석설계 기법으로 통합하게 되면 데이터 제공자 컴포넌트는 상위 시스템의 사양 및 규격에 구애받지 않고 통합 시스템에 연동이 가능하게 된다. 응용 컴포넌트에 대한 논의는 본 논문의 범위를 벗어나므로 본 연구에서는 이상과 같은 데이터 제공자 컴포넌트가 적용되는 구축 전략의 개략적인 내용만 소개하기로 한다.

5. 결 론

본 연구에서는 기 개발된 우수한 GIS 기술 또는 기 구축된 GIS 데이터의 재사용성을 높이기 위하여 GIS의 표준화와 컴포넌트화에 대하여 살펴보았

다. 특히, GIS 시스템의 기반이 되는 데이터 제공자 컴포넌트를 OGC 사양을 수용하고 다양한 하부 구조 - 상용 데이터베이스 시스템, 파일 시스템 또는 상용의 GIS 서버 시스템 - 기반에서 구현하는 방법에 대하여 제시하고 있다. 특히 OGC 컨소시엄에서 개발 방법론으로 채택하고 있는 UML 기법을 이용함으로써 향후 제 3의 데이터 제공자 컴포넌트 개발 또는 기존 데이터 제공자 컴포넌트의 재사용 및 유지보수에 도움을 줄 수 있다. 그리고 이러한 데이터 제공자 컴포넌트의 표준 인터페이스를 이용하여 구축된 클라이언트 응용 시스템들은 아무런 수정 없이 어떠한 환경의 데이터 서버 시스템에서도 동작이 가능한 장점을 가지고 있음을 알 수 있었다. 또한 이러한 데이터 제공자 컴포넌트들이 실제 UIS 응용에 적용시키기 위한 구축 전략을 설명함으로써, 차후 각 데이터 제공자 컴포넌트의 개발이 완료되면 이들을 실제 UIS 응용 업무에 직접 적용 시켜보고 적용의 용이성 및 성능의 효율성, 그리고 컴포넌트의 재사용으로 인한 비용의 절감효과에 대하여 알아 볼 수 있도록 하였다.

향후 연구 과제로 개별적인 데이터 제공자들을 통합 관리할 수 있는 미들웨어 툴(Middleware Tool)[14]을 개발하여 데이터 제공자간 효율적인 데이터 변환 시스템의 개발과 클라이언트-서버 환경에서 이러한 데이터 제공자 컴포넌트를 자유로이 이용할 수 있도록 DCOM(Distributed COM) 환경에서의 데이터 제공자 컴포넌트 구축 작업이 있다. 또한 OLE/COM 사양이외에 OGC에서 제시하는 CORBA 사양의 데이터 제공자를 구현[15]함으로써 OLE/COM과 CORBA 사이의 상호운용성을 지원하고자 한다.

6. Reference

- OpenGIS Consortium, Inc., The OpenGIS Guide, 1998.
- 김은형, 지리정보시스템의 현황과 미래, 한국 개방

- 형 GIS 연구회지, 제1권 1호, pp.23-36, 1998.
- 문상호, 반재훈, 김창호, ISO/TC211의 GIS 표준 인터페이스 구성 요소의 분석, 한국 개방형 GIS 연구회지, 제1권 1호, pp.225-235, 1998.
- OpenGIS Consortium, Inc., The OpenGIS Simple Feature Specification for OLE/COM Revision 1.1, 1999.
- OpenGIS Consortium, Inc., The OpenGIS Simple Feature Specification for CORBA Revision 1.0, 1998.
- Rumbaugh, J., Blaha, M., Pomerani, W., Eddy, F., and Loresen, W., Object-oriented Modeling and Design, Prentice-Hall, 1991.
- Microsoft Press, Guy Eddon, Henry Eddon, Inside COM, 1998.
- Microsoft Press, Microsoft OLE DB 2.0 Programmer's Reference and Data Access SDK, 1998
- Jose A. Blakeley, Data Access for the Masses through OLE DB, SIGMOD'96 Montreal, Canada, 1996
- Accessing SDE 3.0 with C, 1997
- 한국통신, GEUS/X 사용자 매뉴얼 Release 1.0, 1998.
- 임수미, 김장수, 객체관계형 공간 DBMS:GEUS, 한국개방형 GIS 연구회지, 제1권 1호, pp.57-72, 1999.
- Integrph, MGE Foundations, 1998
- 윤우진, 한성룡, 조대수, 홍봉희, OLE/COM을 기반으로 한 OpenGIS 미들웨어 설계, 개방형 GIS 학술회의 논문집, 제2권 2호, pp.95-106, 1999.
- 김민석, 안경환, 홍봉희, 이질적인 GIS 데이터 소스의 상호운용을 지원하는 CORBA 기반의 표준 데이터 제공자 설계, 개방형 GIS 학술회의 논문집, 제2권 2호, pp.35-45, 1999.