

# GML 3.0 기반의 Web Feature Service 시스템 설계 및 구현<sup>†</sup>

이동진<sup>0</sup>, 김동오, 한기준  
건국대학교 컴퓨터공학과  
(djlee, dokim, kjhan)@db.konkuk.ac.kr

## Design and Implementation of a Web Feature Service system based on GML 3.0

Dong-Jin Lee<sup>0</sup>, Dong-O Kim, Ki-Joon Han  
Dept. of Computer Science & Engineering, Konkuk University

### 요 약

최근 웹 확산에 따른 일반인들의 인터넷 이용이 급증하였고 이에 따른 정보 기술도 빠르게 변화하고 있다. GIS 분야에서도 시대의 흐름에 맞춰 공간 데이터를 웹상에서 제공하는 웹 GIS 분야가 등장하게 되었다. 그러나, 상호이질적인 공간 데이터를 웹 기반 분산 환경에서 서비스하기 위해 표준 인터페이스와 각각의 웹 서비스 모델을 정의한 통합 시스템이 요구되고 있다. OGC에서는 기존 OpenGIS의 상호운용성을 웹 환경에서 지원하고, 또한 피쳐 인스턴스 단위의 지리정보를 접근하기 위해 새로운 웹 피쳐 서비스 구현 명세를 제안하였다. 웹 피쳐 서비스 구현 명세에서는 클라이언트로부터 HTTP를 통하여 요청된 공간·비공간 질의를 처리하기 위한 URL 컴포넌트를 정의하고 있다. 이 컴포넌트는 클라이언트 질의를 수행하여 피쳐 인스턴스 단위로 데이터를 검색 및 조작하고, 검색된 데이터는 GML로 정의하여 클라이언트로 제공한다. 본 논문에서는 OGC가 제안한 XML 기반의 표준 공간 데이터 포맷인 GML과 웹 피쳐 서비스 인터페이스를 이용해 분산된 지리정보 데이터를 웹 브라우저를 통하여 서비스할 수 있는 웹 피쳐 서비스 시스템을 설계 및 구현하였다.

### 1. 서 론

기하급수적으로 증가하는 정보의 홍수 속에서 사람들은 인터넷을 통해 전 세계의 다양한 정보를 얻고 있으며, 인터넷상에서 학술 활동이나 산업 활동까지 하고 있다. 웹(WWW)은 전문가뿐만 아니라 일반인도 쉽게 인터넷을 사용할 수 있게 해주었으며, 그 수요가 매년 큰 규모로 증가하고 있다. 이러한 변화에 따라 수많은 종류의 정보들을 웹상에서 효율적으로 이용하기 위한 연구가 활발히 진행 중에 있다[13].

GIS 분야에서도 공간 데이터를 웹상에서 제공하는 웹 GIS(또는, 인터넷 GIS)라는 분야가 등장하였으며, 웹상에서 효율적인 피쳐 인스턴스 단위의 데이터 처리와 상호이질적인 공간 데이터 서비스를 위해 다양한 웹 서비스 모델을 정의하고 개발하여 왔다[11,12].

OGC(OpenGIS Consortium)에서는 공간 데이터의 효율적인 처리를 위한 피쳐 인스턴스 단위의 데이터 처리와 상호이질적인 웹 서비스에서 발생할 수 있는 중복투자 및 상호호환성 등의 문제점을 해결하기 위하여 기존 OpenGIS(Open Geodata Interoperability Specification)의 상호운용성을 웹 환경에서 지원하는 표준 웹 피쳐 서비스(Web Feature Service) 구현 명세를 제시하였다[8]. 웹 환경에서 웹 인터페이스가 OGC의 표준 웹 피쳐 서비스 인터페이스를 지원하면 클라이언트는 별도의 응용 프로그램을 개발하지 않고도 다양한 GIS 서버들의 종류와 위치에 관계없이 표준 인터페이스를 통해 공간 데이터에 접근할 수 있다.

웹 피쳐 서비스 구현 명세는 클라이언트로부터 요구된 공간·비공간 질의를 처리하기 위한 URL 컴포넌트를 정의하고 있는데, 클라이언트 질의를 분석하여 피쳐 인스턴스 단위로 데이터를 검색 또는 입력, 삭제, 갱신 연산을 수행한다. 특히, 검색된 데이터는 GML(Geography Markup Language)로 표현하여 응답해 준다.

<sup>†</sup> 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(과제번호: R01-2001-000-0054 0-0)지원으로 수행되었음.

본 논문에서는 OGC의 웹 피쳐 서비스 구현 명세에 따라 웹 피쳐 서비스 시스템을 설계 및 구현하였는데, HTTP를 통하여 클라이언트 질의를 받아 다양한 피쳐 인스턴스 단위로 저장된 공간 데이터를 조작 및 검색하고, 검색된 데이터는 GML로 인코딩하여 HTTP를 통하여 클라이언트로 제공한다. 본 논문에서 개발한 웹 피쳐 서비스 시스템은 객체관계형 공간 데이터 베이스 시스템인 ZEUS에 서울시 데이터를 저장하여 피쳐 데이터 서버로 사용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 1 장의 서론에 이어, 제 2 장에서는 OGC의 웹 피쳐 서비스 인터페이스 구현 명세와 필터 인코딩 구현 명세에 대해 설명하고, 본 시스템 구현에서 이용한 GML 3.0에 대하여 소개한다. 제 3 장에서는 웹 피쳐 서비스 시스템의 설계에 대하여 설명하고, 제 4 장에서는 웹 피쳐 서비스의 구현에 대해서 기술한다. 마지막으로, 제 5 장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 언급한다.

### 2. 관련 연구

#### 2.1 웹 피쳐 서비스 구현 명세

OGC에서는 웹 환경에서 XML(eXtensible Markup Language)를 이용하여 공간 데이터를 서비스하는 웹 맵 서비스 구현 명세와 공간·비공간 데이터를 피쳐 단위로 조작 및 검색하여 서비스하는 웹 피쳐 서비스 구현 명세를 제안하였다. 웹 피쳐 서비스 인터페이스는 HTTP를 통해 클라이언트에서 request하고 서버에서 response하는 방식이다[7,8,10].

웹 피쳐 서비스가 제공하는 인터페이스는 다음과 같다.

- GetCapabilities : 서비스 가능한 피쳐 타입 및 연산 반환
- DescribeFeatureType : 피쳐 타입 구조 반환
- GetFeature : GML로 인코딩된 공간·비공간 데이터 반환
- Transaction : 입력, 삭제, 갱신 연산 처리
- LockFeature(Optional) : 트랜잭션을 위한 lock 설정

Basic WFS는 read-only 웹 피쳐 서비스로서 GetFeature와 DescribeFeatureType, GetCapabilities로 구성되며, Transaction WFS는 추가된 웹 피쳐 서비스로서 Transaction과 LockFeature

로 구성된다.

웹 피쳐 서비스의 request와 response는 XML를 사용하며, 각 연산의 request 및 response에 대해 XML 스키마를 정의한다. 특히, GetFeature의 response로는 GML을 사용한다. request 인코딩 형식은 XML과 KVP(keyword-value pair)가 있는데, KVP 형식에서는 Transaction의 삽입과 갱신 연산을 지원하지 않는다. 또한, request 질의에서 predicates 표현이나 피쳐 인스턴스, 피쳐 집합단위로 데이터를 정의하기 위해 필터를 사용한다. 필터는 OGC의 SQL를 위한 심플 피쳐 명세(Simple Features Specification for SQL)를 기반으로 OGC에서 제안한 필터 인코딩 구현 명세(Filter Encoding Implementation Specification)에서 정의되어 있다[4,6]. 그림 1은 웹 피쳐 서버에 request되는 질의 형태의 예를 보여준다.

```

KVP형식 request 질의
http://server_address/path/script?
SERVICE=WFS&
vversion=1.0.0&
REQUEST=<interface name>&
Additional parameters&
    
```

그림 1. 웹 피쳐 서버에 request 되는 질의 형태

본 논문에서는 request 인코딩 형식인 KVP와 XML을 모두 지원하며, Basic WFS와 LockFeature를 제외한 Transaction WFS를 설계 및 구현하였다.

2.2 GML 3.0

GML은 공간 Feature의 공간·비공간 속성을 포함하는 지리 공간 정보를 모델링, 저장, 전송하기 위해 구조화된 문서인 XML로 인코딩하기 위한 OGC의 표준이다. GML 명세는 GML 명세의 사용 목적과 장점, GML에서 사용하는 객체(Object) 모델의 정의, GML으로 인코딩하는 방법, GML에서 제공하는 기본 스키마, 이 스키마를 기본으로 응용 스키마를 제작하기 위해 지켜야 할 사항, 그리고 응용 스키마(Application Schema)와 GML 문서 예제 등을 포함하고 있다.

OGC에서는 1999년에 GML 1.0 발표한 이후, 2001년에 XML 스키마에 기반을 둔 GML 2.0을 발표하였고, 2002년에 GML 2.1.1과 GML 2.1.2를 발표하였다. 그리고, 현재 GML 3.0[9]까지 제시하였다. 그림 2는 GML 3.0에서 제공하는 다양한 GML 객체의 구조를 보여준다.

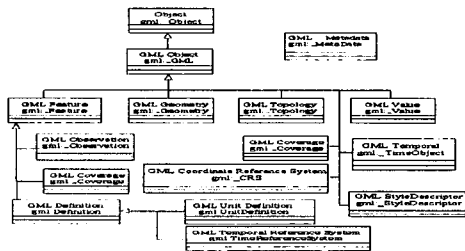


그림 2. GML 3.0 클래스 구조

GML 3.0은 OGC와 ISO/TC 211[1]의 다양한 표준을 지원하기 위해 약 20여 개의 GML 3.0 스키마를 사용하고 있으며, 다양한 응용 분야(예를 들면, LBS)에서 사용될 수 있도록 다양한 객체를 정의하고 있다. 그림 2에서 보듯이 GML 3.0은 feature, geometry, topology 등 많은 객체를 표현 가능하다. 이러한 클래스 구조는 GML 3.0에서 제공하는 여러 스키마로 표현된다.

2.3 필터 인코딩 구현 명세

필터 인코딩 구현 명세는 OGC에서 공간·비공간 질의를 XML로 인코딩하기 위해 SQL를 위한 심플 피쳐 명세를 기반으로 한 구현 명세이다[4,6]. 필터 인코딩 구현 명세는 웹 피쳐 서비스 구현 명세의 부분으로서 XML에서 predicates를 표현하기 위하여 제안되었다. 필터 인코딩 구현 명세에서 제공하는 연산은 다음과 같다.

- Spatial : Bbox, Equals, Disjont, Within, Overlaps 등을 제공
  - Comparison : PropertyIsEqualTo, PropertyIsLike, PropertyIsNull, PropertyIsNotEqualTo 등을 제공
  - Logical : And, Or, Not을 제공
  - Arithmetic : Add, Sub, Mul, Div을 제공
- 추가적으로는 피쳐 인스턴스의 유일한 식별자로 Feature identifiers를 제공한다.

3. 웹 피쳐 서비스 시스템의 설계

본 장에서는 웹 피쳐 서비스 시스템의 전체 구성 및 각 모듈에 대한 기능을 설명한다. 본 논문에서 개발한 시스템의 전체 구조는 그림 3과 같다. 본 시스템은 웹 브라우저가 사용되는 클라이언트, 웹 피쳐 서버인 미들웨어, 공간 데이터를 저장하고 있는 서버의 3-터어 형태로 구성되어 있다.

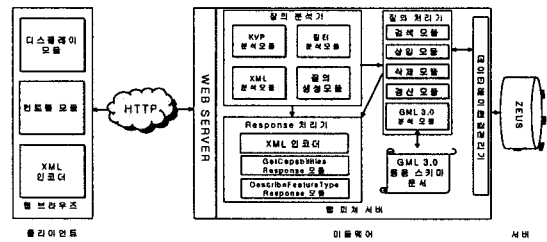


그림 3. 시스템의 전체 구조도

3.1 클라이언트

클라이언트는 request 질의를 생성하여 웹 피쳐 서버로 request하고 response된 공간·비공간 데이터를 화면에 출력한다. 디스플레이 모듈은 response된 데이터를 보여주는 기능을 수행하며 Internet Explorer나 Netscape과 같은 웹 브라우저가 사용된다. 컨트롤 모듈은 디스플레이에서 출력된 공간·비공간 데이터를 축소/확대를 하는 줌(ZOOM)과 방위(동, 서, 남, 북)를 이동하는 팬(PAN) 기능을 수행하며, XML 인코더는 XML 또는 KVP 방식의 질의를 생성하는 기능을 수행한다.

3.2 미들웨어

미들웨어는 실제 웹 피쳐 서비스를 담당하는 부분으로서 request 질의를 분석하는 질의 분석기와 분석한 질의를 처리하는 질의 처리기, 그리고 처리한 결과를 클라이언트로 response 하는 Response 처리기로 구성되어 있다.

3.2.1 질의 분석기

질의 분석기는 HTTP를 통하여 클라이언트로부터 질의를 받아 해석하고 질의를 생성하는 모듈로서 웹 피쳐 서비스 인터페이스 정의를 따르고 있다. 웹 피쳐 서비스 인터페이스는 서비스 가능한 피쳐 타입 및 연산을 정의하는 GetCapabilities, 피쳐 타입 구조의 세부 정보를 제공하는 DescribeFeatureType, 피쳐 인스턴스 단위 또는 피쳐 집합 단위로 지리정보를 제공하는 GetFeature, 그리고 피쳐 데이터를 삽입, 삭제, 갱신 연산을 수행하는 Transaction 인터페이스 부분으로 구성된다. 필터 분석 모듈은 피쳐 인스턴스 단위나 피쳐 집합 단위로 데이터를 정의한 필터 인코딩된 질의를 분석한다. 질의 생성 모듈은 공간 데이터베이스 시스템의 데이터를 검색 및 조작하기 위한 SQL 질의를 생성한다.

3.2.2 질의 처리기

질의 처리기는 공간 데이터베이스 시스템의 공간·비공간 데이터를 검색 및 조작하거나 GML 3.0 문서를 분석한다. 즉, 질의 분석기의 질의 생성 모듈에서 생성한 질의를 분석하여 데이터베이스 연결 관리기 통해 공간 데이터베이스 시스템의 공간·비공간 데이터에 대한 검색 및 삽입, 삭제, 갱신 연산을 수행하거나 GML 3.0 응용스키마 문서에 접근하여 GML 3.0 문

서를 분석하는 기능을 가지고 있다.

### 3.2.3 Response 처리기

Response 처리기는 XML 인코더와 Capabilities Response 모듈, DescribeFeatureType Response 모듈로 구성되며, 클라이언트의 request에 대해 HTTP를 통해 response하는 기능을 수행한다. Response 처리기의 XML 인코더는 GetFeature와 Transaction 연산에 대한 response 모듈로서 질의 처리기로부터 검색된 피쳐 데이터들을 GML로 변환하여 사용자에게 response 하는 기능을 수행하며, GetCapabilities Response 모듈은 웹 피쳐 서버의 정보 및 서비스 가능한 피쳐 타입들을 XML로 response하는 모듈이다. 그리고, DescribeFeatureType Response 모듈은 질의 처리기의 GML 3.0 분석 모듈에서 분석한 피쳐에 대한 피쳐 타입 구조를 response하는 모듈이다.

### 3.3 서버

본 시스템에서 서버는 다양한 공간·비공간 데이터를 저장하는 지리 정보 시스템으로써 피쳐 데이터를 저장하는 부분이다. 서버는 통합형 객체-관계형 공간 데이터베이스 시스템인 ZEUS를 채택함으로써 공간 데이터의 효율적인 처리를 통해 시스템 효율을 높이고자 하였다. 서버에서는 질의 처리기에서 질의한 질의를 처리하며, 피쳐 데이터를 검색 및 입력, 삭제, 갱신 연산을 수행한다. 특히, 검색 연산된 데이터는 GML로 정의하기 위해 XML 인코더 모듈로 보내어 진다.

## 4. 웹 피쳐 서비스 시스템의 구현

본 시스템은 XML 지원을 위한 JDOM 파서와 JDK 1.4을 이용하여 구현되었다. 또한, 피쳐 데이터를 저장하기 위해 공간 데이터베이스 시스템인 ZEUS 2000를 사용하였으며, 웹 서버인 서블렛은 resin 2.1버전을 사용하였고, 운영체제는 리눅스 7.2를 사용하였다. 그리고, 공간·비공간 데이터는 서울시 데이터를 저장하여 사용하였다. 본 장에서는 질의 분석기, XML 인코더, 클라이언트의 구현에 대해서 언급한다.

### 4.1 질의 분석기

질의 분석기는 클라이언트에서 HTTP를 통해 request된 질의를 분석하는 기능을 수행하는 것으로서 request 인코딩 형식과 필터를 분석하여 질의를 생성한다. 그림 4는 웹 피쳐 서비스에서 GetFeature의 request 예를 보여 준다.

KVP형식 request	XML형식 request
<pre> http://203.252.134.105/wfs/wfs? SERVICE=WFS&amp; VERSION=1.0.0&amp; REQUEST=GetFeature&amp; PropertyName=property List&amp; TYPENAME=feature type name list&amp; FILTER=&lt;filter encoding&gt;                     </pre>	<pre> &lt;?xml version="1.0"?&gt; &lt;GetFeature version="1.0.0" service="WFS"&gt;   &lt;Query typeName=feature type name&gt;     &lt;PropertyName&gt;property name   &lt;/PropertyName&gt;   &lt;Filter&gt;     &lt;FeatureId fid="feature id"/&gt;   &lt;/Filter&gt; &lt;/Query&gt; &lt;/GetFeature&gt;                     </pre>

그림 4. GetFeature연산의 request 질의 형태

KVP 형식에서 REQUEST 값은 GetCapabilities, GetFeature, DescribeFeatureType, Transaction으로 웹 피쳐 서비스 인터페이스에 어떤 호출을 해야 하는지를 의미하며, TYPENAME은 피쳐 타입명들의 리스트이다. 그리고, PROPERTYNAME은 각각의 피쳐 타입의 속성 리스트이며, FILTER는 피쳐 인스턴스 단위나 피쳐 집합 단위를 정의하기 위해 predicates를 XML로 인코딩한 부분이다. 현재 Transaction 연산에서 갱신과 삽입은 KVP 형식의 request 질의에서는 지원되지 않는다.

### 4.2 XML 인코더

XML 인코더 모듈은 request 질의를 수행하고, 그 결과를 XML로 인코딩하여 클라이언트로 response하는 기능을 수행한다. 특히, GetFeature는 request한 피쳐를 GML로 변환하여 response하는 기능을 수행한다. 그림 5는 검색된 결과가 GML로 변환된 모습을 보여준다.

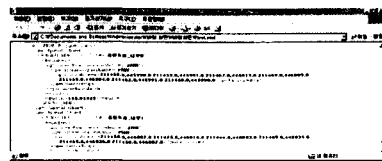


그림 5. GetFeature연산에 대해 response된 GML 데이터

## 4.3 클라이언트

클라이언트는 웹 피쳐 서버 정보 및 공간·비공간 데이터를 검색하고 조작하기 위한 질의를 생성하고, response된 공간 데이터를 웹 화면에서 볼 수 있도록 하는 기능을 수행한다. 또한, 클라이언트는 일정한 지역을 축소나 확대하여 지도정보를 검색할 수 있다. 그림 6과 7은 각각 서울 지도정보 데이터를 축소 및 확대한 화면을 보여주고 있다.

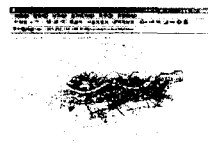


그림 6. ZOOM IN



그림 7. ZOOM OUT

## 5. 결론 및 향후 연구 과제

인터넷이 발전함에 따라 상호이질적인 공간 데이터를 서비스 하기 위해 표준 인터페이스를 이용한 다양한 서비스 시스템이 요구되고 있다. 이러한 요구에 따라 본 논문에서는 OGC의 웹 피쳐 서비스 구현 명세에 따라 상호운용성을 제공하고 피쳐 단위로 데이터를 처리할 수 있는 웹 피쳐 서비스 시스템을 설계 및 구현하였다. 본 웹 피쳐 서비스 시스템은 피쳐 단위로 데이터를 검색 및 조작할 수 있어 공간·비공간 데이터의 효율적인 관리를 제공하며, 또한 웹 피쳐 서비스 인터페이스 명세를 따른 URL 전송과 GML 데이터를 이용함으로써 이질적인 지리 정보에 대한 상호운용성도 제공한다.

향후 연구 과제로는 LBS 개념을 도입하여 현장에서 공간 데이터의 관리를 제공하는 모바일 환경을 구축하고 본 연구에서 개발한 시스템을 사용하여 실시간 위치정보를 서비스할 수 있는 시스템을 개발하는 것이다.

### 참고문헌

- [1] ISO/TC 211, *ISO 19107: Geographic information-Spatial schema*, DIS 19107, 2001.
- [2] OpenGIS Consortium, Inc., *Topic 5 - The OpenGIS Feature*, 1999.
- [3] OpenGIS Consortium, Inc., *Topic 10 - Feature Collections*, 1999.
- [4] OpenGIS Consortium, Inc., *Simple Features Specification for SQL, Version 1.1* 1999.
- [5] OpenGIS Consortium, Inc., *Topic 1 - Feature Geometry*, 2001.
- [6] OpenGIS Consortium, Inc., *OpenGIS Filter Encoding Implementation Specification Version 1.0.0* 2001.
- [7] OpenGIS Consortium, Inc., *OpenGIS Web Map Service Implementation Specification, Version 1.1.0* 2002.
- [8] OpenGIS Consortium, Inc., *OpenGIS Web Feature Service Implementation Specification, Version 1.0.0* 2002.
- [9] OpenGIS Consortium, Inc., *Geography Markup Language (GML) Implementation Specification*, 2003.
- [10] W3C, *Extensible Markup Language (XML) 1.0*, 1998.
- [11] 이해진, 전봉기, 홍봉희, "공간데이터 통합 뷰를 위한 XLinking 기반의 웹 피쳐 서비스의 설계 및 구현," 한국정보과학회 학술발표논문집, 27권2호, pp. 240-242, 2000.
- [12] 한기준, *인터넷 지리 정보 시스템의 설계 및 구현*, 건국대학교 최종 연구보고서, 1998.
- [13] 홍동숙, 윤재관, 장영승, 이강준, 한기준, "XML 데이터 제공자를 사용하는 OLE/COM 기반 OpenGIS 서버의 개발," 한국정보과학회 학술발표논문집, 27권1호, 2000, pp.3-5.