

TTA 표준 교통 프레임워크 데이터 모델 기반 GML 변환 시스템 설계 및 구현

이기원^{1*} · 김학훈²

Design and Implementation of GML Transformation System based on Standard Transportation Framework Model of TTA

Ki-Won LEE^{1*} · Hak-Hoon KIM²

요 약

공간정보 응용 분야에서 표준화 및 표준화 관련 연구와 기술 개발은 최근 중요한 현안중의 하나로 간주되고 있다. 국내외에서 다양한 표준안과 관련 기술 사양들이 발표되고 있으나 현실적으로는 이러한 표준사양을 수용하고 실무적으로 활용할 수 있는 개발 사례는 그리 많지 않다. 본 연구에서는 OGC에서 제안한 XML 기반의 지리정보 인코딩 표준 방식인 Geography Markup Language(GML) 3.0과 한국정보통신기술협회(TTA)에서 개발한 우리나라 표준 교통데이터 모델을 연동하여 공간자료를 편집, 관리하고 유통할 수 있는 시스템을 설계 및 구현하였다. 본 연구에서 개발된 시스템은 실무 적용성을 고려하여 ESRI shapefile 자료구조로 구축된 기본 교통데이터를 입력 대상 자료로 하여 표준 교통데이터 모델의 기본 엔터티를 GML로 직접 변환 및 편집할 수 있도록 한다. 한편 웹 기반 운영 환경에서 GML로 변환된 GIS 정보의 가시화를 위하여 SVG 형식을 지원하는 출력 기능을 구현하였다. 현재 본 시스템에서는 TTA 표준 교통 데이터 모델을 시범적으로 적용하였으나 기본적인 범용적인 GIS 자료의 입력 및 GML 편집 기능을 제공하므로 교통 데이터 모델외에 다른 응용 분야에서의 표준 데이터모델이 개발되면 별도의 작업 없이 직접 적용할 수 있다. 따라서 본 연구에서 개발된 GML 기반의 공간정보 편집 시스템은 표준 데이터 모델의 실무 적용성, 시험 운영 및 사양 검증을 위한 실무적인 도구로도 활용이 가능하다.

주요어: 연계기술, 표준교통모델, GML, OGC, SVG

ABSTRACT

Standardization or standard-related study are regarded as main issues in GIS applications. Though several GIS standards and specifications have been released, there are a few actual

2006년 4월 24일 접수 Received on April 24, 2006 / 2006년 8월 11일 심사완료 Accepted on August 11, 2006

1 한성대학교 정보시스템공학과 Assistant, Prof., Department of Information System Engineering, Hansung University

2 한성대학교 정보시스템공학과 Department of Information System Engineering, Hansung University

* 연락처 E-mail: kilee@hansung.ac.kr

application cases adapting those. In this study, we designed and implemented a geo-spatial information processing system with editing, storing, and disseminating functions, in which standard GIS transportation data model by TTA linked with OGC-GML, XML-based geographic features encoding standard. The system developed in this study enables us to transfer and edit transportation entities based on TTA standards to GML, importing ESRI shapefile. In web-based system, GML-based databases are transformed to SVG file, for the purpose of web publishing. TTA GIS transportation data model is used in this study, and tested; however, standard data models from other application fields also can be easily applied because this system basically provides data importing and editing functions. This system as practical tools can be utilized for applicability test of GIS standard data model and practical operation of standard specification.

KEYWORDS : GML, Linking Technology, Model, OGC, Standard Transportation, SVG

서 론

최근 국내외에서 다양한 GIS 표준(standard)이 개발되어 공표되고 있으나 실제 GIS 응용 시스템에서 표준안을 채택하거나 실무적으로 적용하는 경우는 많지 않다. 이는 여러 가지 이유에 기인한다. 우선적으로 GIS 개발이나 활용 분야의 전문가 그룹에서도 표준에 대한 인식이 부족하거나 표준 사양의 이해가 부족하다는 점을 들 수 있다. 또한 GIS DB 구축이나 응용 시스템 개발시에 표준을 채택하는 경우에도 투자에 비하여 실제적인 효과가 명확하게 나타나지 않는다는 점 등이 주요한 이유가 될 수 있다.

우리나라의 각종 GIS 표준은 정보통신단체표준의 형식으로 한국정보통신기술협회(Telecommunications Technology Association: 이하 TTA로 표기)에서 개발, 제정, 공표되고 있으며, 국제 GIS 표준은 여러 표준화 기구가 운영되고 있으나 1990년대 중반이후 산업계 주도로 설립, 유지되고 있는 OGC(Open Geospatial Consortium, Inc.)의 표준이 가장 중요한 사양으로 인식되고 있다. 또한 현재 대부분의 국제적인 대형 GIS 소프트웨어 개발사들이 OGC에 적극적으로 참여하고 있어 OGC의 표준이 직접 GIS 소프트웨어의 업그레이드에 반영되기

도 한다. 한편 비록 표준 데이터 모델은 아니지만 ESRI 등과 같은 대형 개발사에서는 데이터베이스 구축 기본 방향 설정에 참조될 수 있는 템플릿 형식의 교통 데이터 모델을 개발한 바 있다 (Curtin, 2003). 또한 이외에도 교통 분야는 여러 가지 데이터 모델 개발의 연구가 수행된 바 있다 (Konze and Adams, 2001; Arnold et al. 2004).

TTA에서는 OGC 국제 표준을 대부분 국내 표준으로 수용하고 있으며 우리나라의 현실에 맞는 독자적인 표준을 개발하고 있다. 표준 교통데이터 모델의 경우도 교통 분야의 GIS 응용 시스템에 대한 중요성에 따라 기반 데이터베이스 구축 모델로 산업적 수요를 반영한 결과이다. 그러나 비록 현재 공공이나 민간에서 다양한 교통 데이터베이스가 구축되어 있고 또한 여러 응용 시스템에서 실무적으로 사용되고 있지만 현재까지 조사한 바로는 TTA 표준 교통데이터 모델이 직접 적용된 교통 데이터베이스 구축 결과나 이를 이용한 활용 시스템은 발표된 사례를 찾기가 쉽지 않다. 한편 지리정보의 XML 엔코딩 표준 방식인 GML(geography markup language)은 공공이나 민간 목적에서 특정한 소프트웨어에 의존하지 않고 다양한 응용 분야에서 구축되는 GIS 정보를 웹을 통하여 경제적이고 효과적으로 교환, 전송할 수 있

는 표준 포맷으로 인식되고 있다.

본 연구는 TTA의 표준 교통데이터 모델 (TTAS.OT - 10.0021)과 OGC에서 개발되어 현재 국제, 국내 GIS 표준인 GML(TTAS.OG - GML3.0)를 연계하는 공간정보 처리 시스템 개발을 목표로 한다. 최근 GML에 대한 여러 연구가 수행되고 있으나, 실제 GML을 실무적으로 GIS 응용 시스템에 적용하는 경우는 많지 않으며(Tong, et al., 2004), OneMap Project(Misund and Johnsen, 2002)의 경우에는 주로 웹 기반 GIS 데이터의 표준화된 유통 및 관리를 목적으로 하고 있다. 특히 표준 데이터 모델을 검증하고 이를 기반으로 소위 XML-DBMS 구축을 적용하는 경우는 거의 보고된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 TTA 표준 GIS 교통데이터 모델과 GML을 각각 개관하고, 이를 연계하는 시스템 개발에 적용된 기본 전략과 구현 결과를 제시한 뒤 향후 발전 방안을 언급하고자 한다.

TTA 표준 GIS 응용 데이터 모델

일반적으로 표준 응용데이터 모델은 각종 응용분야의 요구사항을 최대한 반영할 수 있는 주제중심의 기본지리정보나 프레임워크 데이터 모델을 대상으로 한다. TTA에서 개발한 교통 데이터모델은 교통 분야 기본지리정보를 개념적으로 정의하면서, 실제적으로 GIS 기반의 교통 데이터베이스를 구축할 때 적용될 수 있는 교통 분야 기본지리정보의 데이터 모델 표준을 의미한다. 본 연구에서는 TTA 교통데이터모델과 GML을 연계하는 응용 시스템을 설계 하였다.

표 1은 TTA 교통모델의 부 주제 및 지형지물 클래스를 정의한 것이다. 그림 1은 TTA 표준 응용 데이터 모델에서 제시한 지형지물 축척에 따른 속성항목을 예시한 것이다.

TABLE 1. 지형지물 클래스 정의

주제	부주제	지형지물클래스
교통	도로	도로중심선
		도로경계
	철도	철도중심선
		철도경계
	교통시설	교통시설물

1.C. 도로부분 기본지리정보 지형지물 유형 정의문서 - 단위도로

문서명	작성기관	버전일자
지형지물 유형 정의문서	국토지리정보원	Ver.1.0
명칭	정의내용 설명	
단위도로	차량의 통행을 위해 만들어진 지표면의 선형성분이며 도로망을 구성하는 가장 작은 기본단위	
별칭	객체 유형	Feature Code
도로링크	GM_Curve/TP_Edge	rdntwrs
지형지물 축척	Meta_ID	Relation_ID
1:5,000	미지정	미지정
		도로명(RNM) 시작점(STJ) 종료점(EDJ) 단위도로방향(ORT) 도로노선번호(RNO) 도로종류(RCT) 교통시설종별(UTL) 교통시설종별명칭(UTN)
비고(예외상황)		

FIGURE 1. TTA 표준교통모델의 속성코드 부여항목 예시(참조: TTAS.OT-10.0021. 정보통신 단체표준)

한편 그림 2는 TTA교통모델 중 도로부분의 클래스 다이어그램을 UML로 표기한 것이다. TTA 교통모델 중 도로부분은 OGC 추상명세에 따르는 Feature Type으로부터 파생되어 도로중심선과 도로경계 클래스로 나누어지며, 기본도로와 도로교차점, 기본도로면, 도로교차면인 지형지물 클래스를 갖는다. 각 지형지물은 1:1관계를 가지며, 기본도로와 도로교차점은 시작과 끝점이라는 관계를 형성하여 위상구조를 형성한다. 한편 지형지물요소들은 기하학적 요소(GM_Object)와 위상구조 요소(GM_Topology)를 참조하고 있는 객체(Feature)로 부터 파생된다.

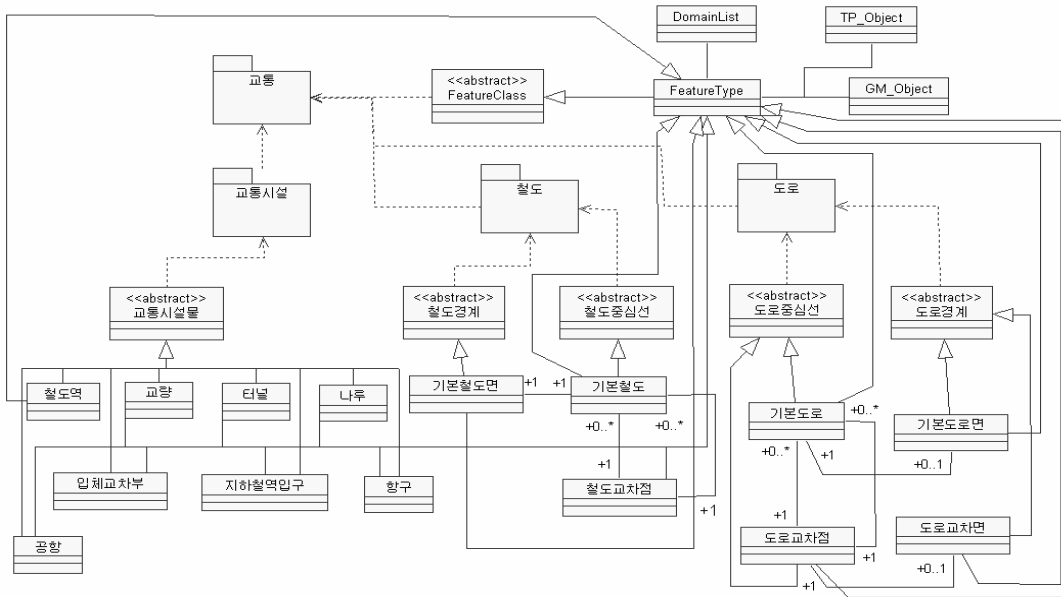


FIGURE 2. TTA 교통모델의 기본 설계 클래스 다이어그램
(참조 : TTAS.OT-10.0021. 정보통신단체 표준)

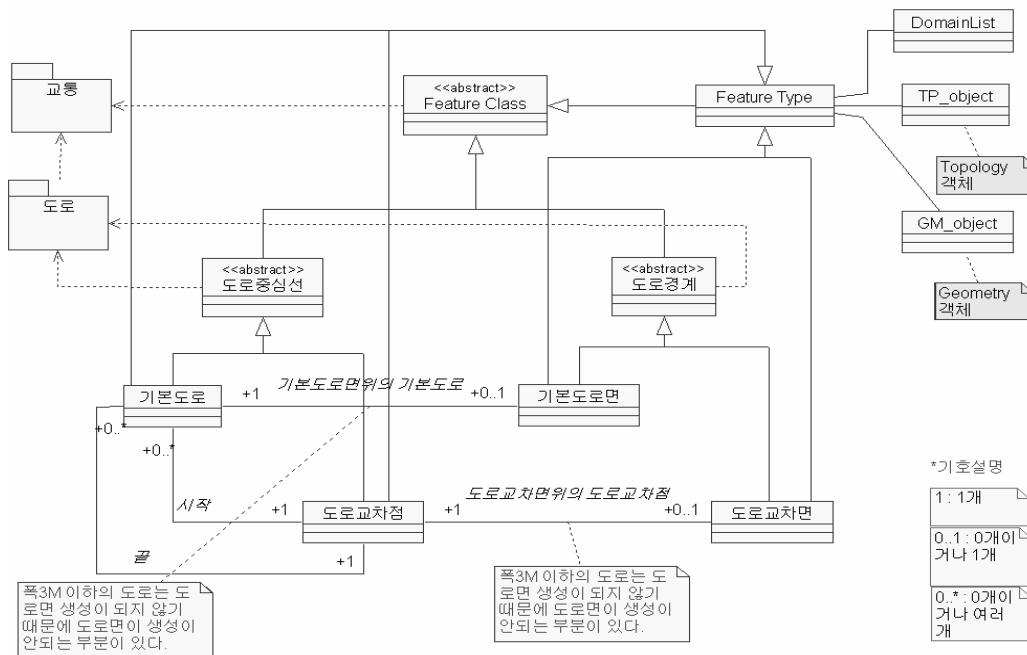


FIGURE 3. TTA 교통 모델: 도로 객체 클래스 다이어그램
(참조: TTAS.OT-10.0021. 정보통신단체 표준)

그림 3은 TTA 표준 GIS 교통 데이터 모델에서 도로 부분의 클래스 다이어그램을 나타내는 것으로 각 지형지물 요소 관계를 살펴보면, 기본도로와 기본도로면은 기본적으로 일대일 관계를 형성하고 있다. 기본도로면의 속성은 위상학적 속성을 가지고 있는 기본도로 요소에 실제 도로와 같은 가시화 표현에 필요한 정보를 제공하게 된다. 하지만 도로의 표현상 도로폭 3m 이하의 도로는 기본도로면이 생성이 되지 않기 때문에 한 개의 기본도로에 대해서 기본도로면이 생성이 되지 않는 예외적인 사항도 있다. 마찬가지로 도로교차점과 도로교차면도 같은 관계에 있다. 기본도로와 도로교차점과의 관계는 시작과 끝이라는 관계로 다대일의 관계를 형성하고 있다. 한 개의 도로교차점에 대해서 여러 개의 기본도로가 생성이 될 수 있기 때문이다.

GML (geography markup language)

GML은 geography markup language의 약자로서 OpenGis Consortium에서 지리정보의 표현 및 저장을 위해 제안된 XML기반의 엔코딩 표현방식이다. GML의 특징은 다양한 지리정보(공간 및 비공간 속성)의 저장 및 전송이 용이하고 서로 다른 지리정보의 공유가 가능하다는 것이다. 또한 XML 기반의 언어이기 때문에 GML데이터에 대한 표현방식에 따라 다양한 시각화가 가능하다. GML을 적용하는 경우에 주요 잇점은 XML 기반의 언어이기 때문에 자기 설명적 엘리먼트들의 사용이 가능하다. 이는 데이터 포맷의 이해가 쉽고, 웹브라우저 상에서 작동을 하기 때문에 별도의 소프트웨어가 필요로 하지 않는다. 또한 데이터의 내용과 표현이 분리되어 있어 동일 데이터에 대한 다양한 표현이 가능하며, 데이터에 대한 수정과 갱신이 용이하여 확장 가능성 또한 뛰어나다.

GML은 XML 기반의 웹상에서의 지리정보

교환을 위한 언어로써 지리정보를 표현하기 위해 특별한 엘리먼트를 사용한다. 지리 객체에 대한 엘리먼트는 공간 및 비공간 속성을 모두 포함하는 XML 스키마를 정의하고 있다.

GML의 주요 내용은 크게 Feature, Geometry, Xlinks 3가지로 나누어 볼 수 있다. Feature는 실세계의 도로, 건물, 차량 등의 추상적인 개념으로서 name, type, value 3가지 특성으로서 정의 된다. Feature들의 집합인 FeatureCollection은 여러 개의 Feature를 하나의 Feature로 인식하는 복합형태의 Feature이다. Geometry는 Feature들의 기하학적인 정보를 표현하기 위해 사용되며 Formal name, Descriptive name, Geometry Type등의 3가지 레벨의 이름이 사용되는데 사용자는 이 중 한 가지를 선택하여 Geometry 요소를 사용하게 된다. Geometry는 Feature들의 Point, Polyline, Polygon등과 같은 기하학적인 정보를 표현하는데 사용되며, xLinks는 객체들간의 참조에 이용한다 (Ron, et al., 2004).

현재 GML은 버전 3.0까지 발표가 되었는데, 발전 과정을 살펴보게 되면, GML 1.0에서는 OGC Simple Feature를 기반으로 한 DTD/RDFS 구조의 3가지 프로파일을 제공하고 있다. 그러나 DTD와 RDFS의 구조는 데이터의 타입이 제한적이고, 기존에 구축된 데이터베이스를 DTD와 RDFS 구조에 적합하도록 새로 설계해야 한다는 문제점이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 GML 2.0에서는 XML 스키마 구조를 제시하였다. 이 방법은 기존의 XML 작성법을 바탕으로 문서의 구조를 정의하고 있기 때문에 별도의 문법을 익히는 것 없이도 쉽게 사용할 수가 있고, String, Boolean, float, month 등의 다양한 기본 데이터 타입을 제공하고 있다.

한편 본 연구에서 채택한 GML 3.0은 GML 2.0의 확장형으로 상호 호환이 가능하고, 기하, 위상, 시간변화를 포함한 지리 피쳐, 기하와 속성값을 가진 지리 커버리지, 지리관찰과 이

에 따른 숫자 값과 계산수식, 객체 분류, Boolean 연산에 기초한 관측치의 처리등을 필요로 하는 지리객체들에 대한 엔코딩을 가능하게 한다. 또한 GML 3.0 이상에서는 이 밖에 Topology, CRS, 3D, Temporal 등의 많은 기능들을 지원한다.

GML 데이터의 생성은 OGC에서 정의한 기본스키마를 바탕으로 하여 생성하고자하는 응용도메인 영역의 객체 구조를 정의하는 응용스키마를 작성한다. 이러한 응용스키마에 따라 GML 인스턴스 문서를 생성하게 된다.

시스템 설계 및 구현

그림 4는 본 연구에서 시도한 TTA 교통모델의 GML 응용 스키마 구조중 하나를 예시한 것이다. 이 예시에서는 최상위 요소로서 TransModel을 정의하고, FeatureCollection 형태로서 멤버로 TTA교통모델 부주제인 도로, 철도, 교통시설인 TRN_Road, TRN_Rail, TRN_Structure요소를 가지고 있다. 그 멤버

또한 FeatureCollection의 형태를 가지고 있다. FeatureCollection은 Collection을 설명하는 <gml:description>, Collection의 이름을 나타내는 <gml:name>, Collection의 범위를 나타내는<gml:boundedBy>이 3가지 요소를 기본 특성으로 가지고 있다.

그림 5는 TTA 표준 교통 모델과 GML을 연계 및 후처리 과정을 정리한 것으로 TTA 교통 데이터 모델에서 정의한 기본 Feature를 GML로 변환한 뒤 XML 데이터베이스로 구축한 뒤에 이를 웹 기반 응용 시스템을 통하여 서비스하거나 유통하게 되는 과정을 도시한 것이다. 이 과정에서는 TTA 교통 응용 스키마를 따라 구축된 초기 입력 데이터베이스가 필요하며 GML이 문자형 엔코딩 방식이므로 다시 이를 웹 환경에서 가시화할 수 있는 별도의 변환 과정이 필요하다.

그림 6은 본 연구에서 개발된 GML 기반 공간정보 편집 시스템을 적용하는 작업 흐름을 제시한 것으로 그림 5를 시스템 구성요소로 정리한 것이다. 본 시스템에서는 TTA 교통데

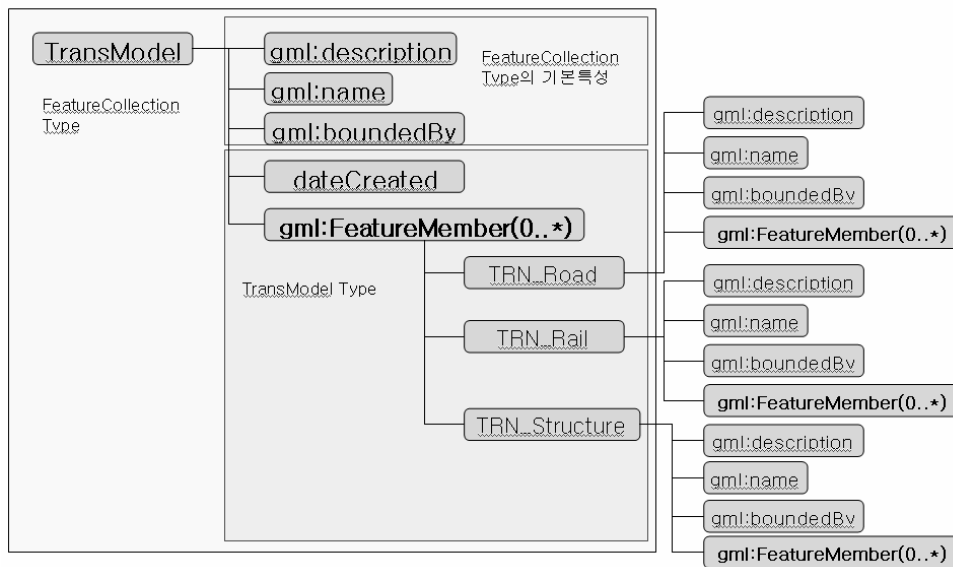


FIGURE 4. TTA 교통모델의 GML 응용 스키마 적용 예

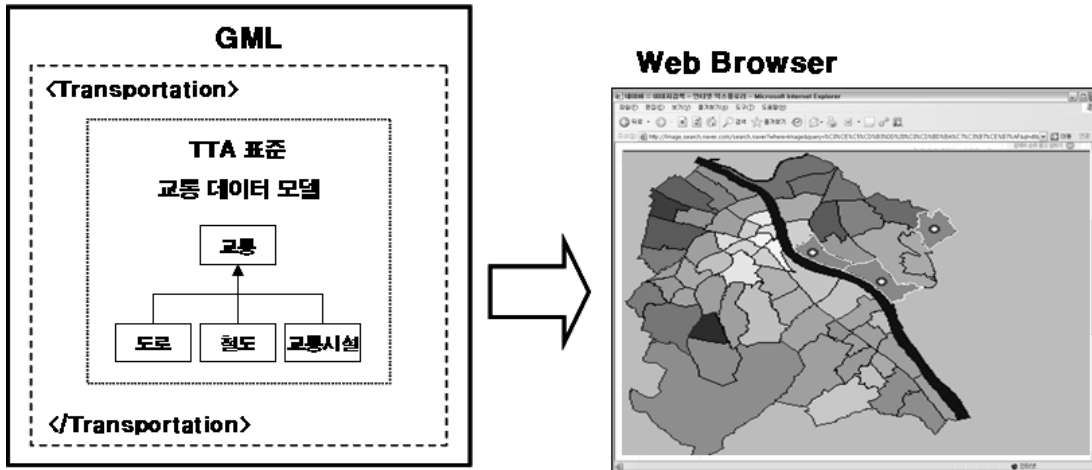


FIGURE 5. 표준 응용데이터모델의 GML 변환 및 Web 서비스 응용 모델

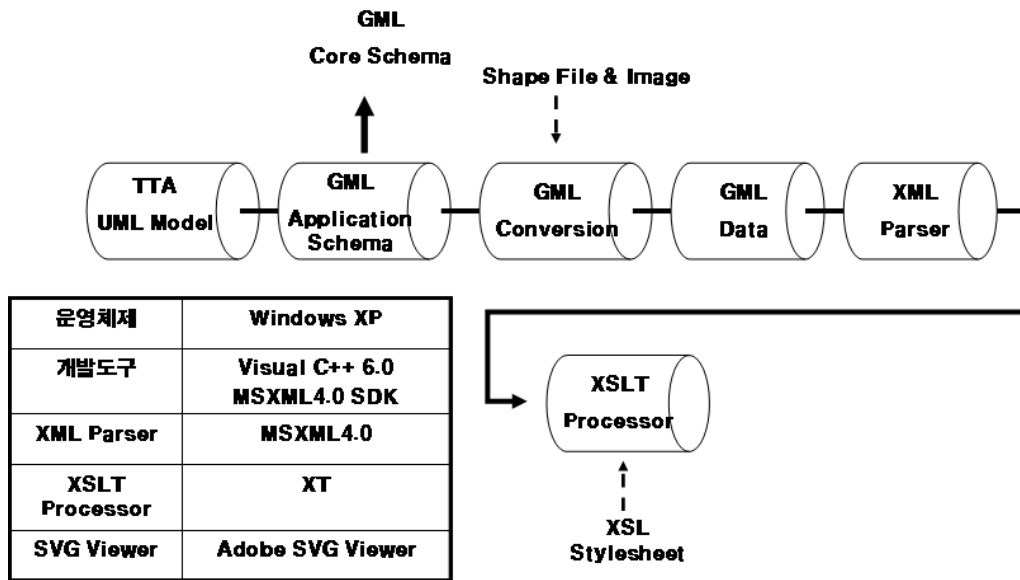


FIGURE 6. 본 연구에서 적용된 TTA 표준 데이터모델 연계 GML 변환 과정

이터모델에 따라 구축된 ESRI의 GIS 데이터 호환 포맷인 shape 자료구조의 파일(ESRI, 1998)을 기본 입력데이터로 한다. 입력된 데이터는 shape 파일과 XML 구조의 분석을 통하여 본 연구에서 구현된 XML 파서와 XML Document Object Model (DOM API)를 이용

하여 GML 문서로 변환된다. 변환 방법을 살펴보면 shape파일은 구조상 지리정보에 대한 기하정보는 .shp파일, 속성정보는 .dbf 파일에 저장된다. GML은 지리 정보에 대한 기하정보와 속성정보 모두 인코딩이 가능하기 때문에 GML데이터의 기하정보는 .shp 파일의 좌표정

보를 이용하여 GML Geometry 객체로 인코딩한다. Geometry 객체 종류에 대한 인식은 .shp 파일의 헤더정보에 해당파일이 담고 있는 Geometry 객체 종류(Point, Polyline, Polygon)가 명시되어있어 가능하다. 속성정보는 .dbf 파일의 속성 값을 이용하여 교통 지리정보의 특성 값으로 인코딩을 한다. 생성된 GML 문서의 표현은 XSL Stylesheet 와 XSLT 프로세서를 이용하여 웹그래픽 포맷 인 Scalable Vector Graphic (SVG)로의 추가적인 변환작업을 필요로 한다. 이는 GML 형식으로 저장된 XML 데이터베이스를 표준 심볼이나 사용자 정의 심볼의 형식으로 요구되는 표현 또는 가시화 단계와 분리하기 때문에 고려되는 사항이다.

본 연구에서 개발된 시스템은 윈도우 XP 환경에서 운영되며 TTA 표준 교통모델을 기반으로 GML을 연계하고, 공간데이터의 편집이 가능한 응용 시스템으로 적용이 가능하다. 그

림 7은 그림 2에서 제시된 표준 속성 코드에 부합되도록 GML 변환을 수행한 결과의 예시이다. 시스템 구현 환경으로는 마이크로소프트 XML 파서인 MSXML4.0과 VC++ 6.0 MFC를 사용하였다. SVG는 XML 기반의 웹 그래픽 포맷으로 현재 무상으로 제공되는 SVG 플러그인 프로그램만 설치하면 웹 브라우저에서 구동된다 (Geroimenko and Chen, 2005). 본 연구에서는 임의의 지역을 대상으로 하여 도로중심선, 도로교차점, 도로경계, 도로경계 교차면의 레이어를 대상으로 GML 데이터와 SVG 변환을 수행하였다.

그림 8은 그림 6에서 제시된 작업 공정을 실제 수행할 수 있도록 본 연구에서 개발된 소프트웨어의 사용자 인터페이스를 나타내고 있다. 본 시스템은 기본적으로 ESRI-shape 파일을 입력 데이터로 하여, 이러한 데이터베이스를 읽은 뒤에 시스템내에서 이를 GML 파일로 자동으로 인코딩하도록 하였다. 또한 GML 파

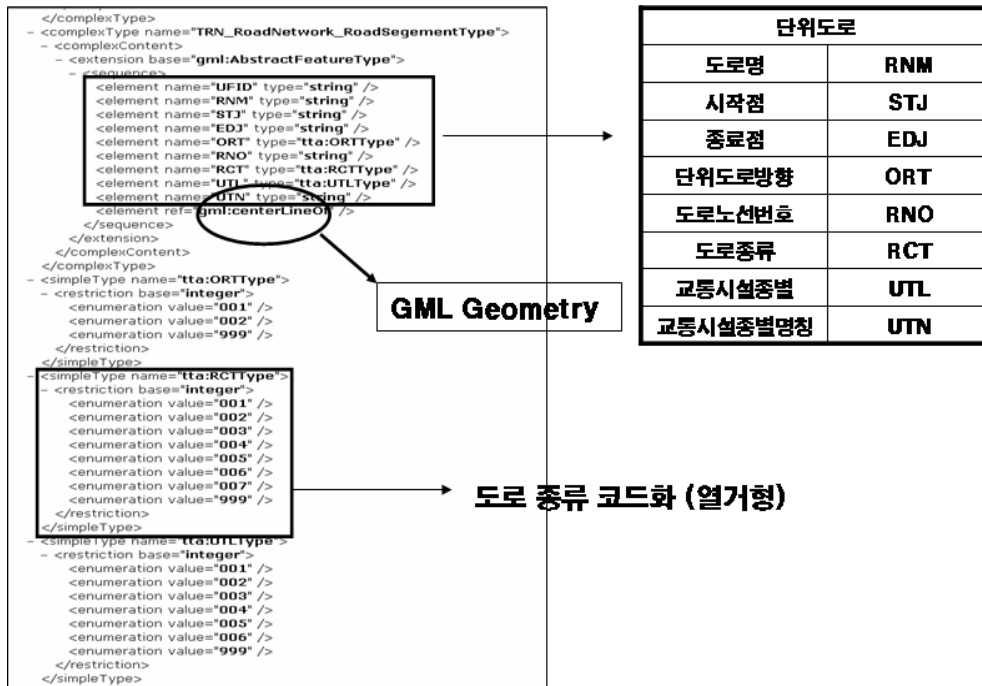


FIGURE 7. TTA 표준 교통 모델의 속성코드의 GML 변환

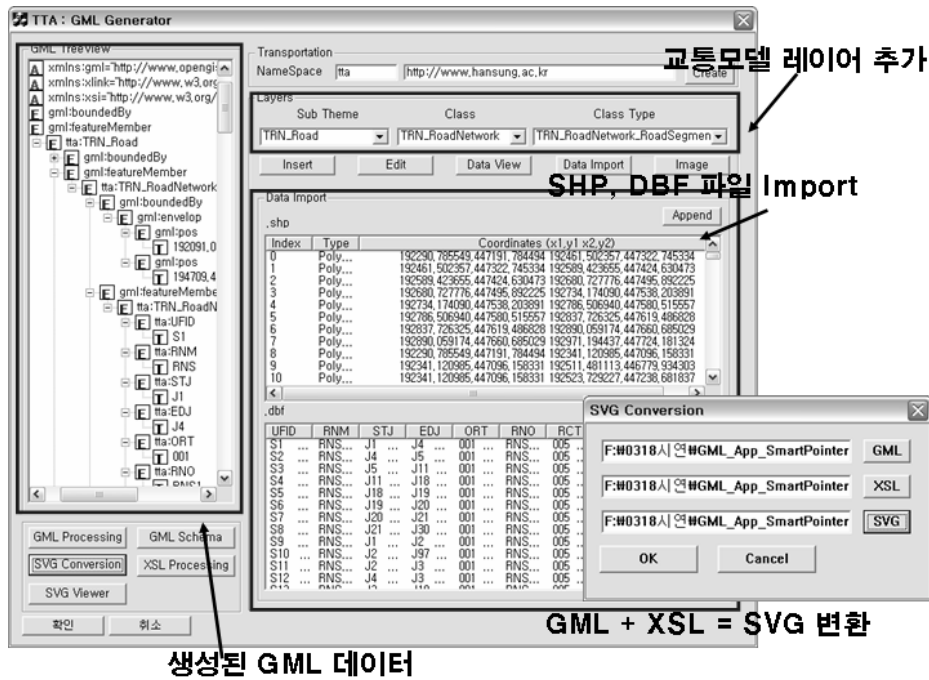


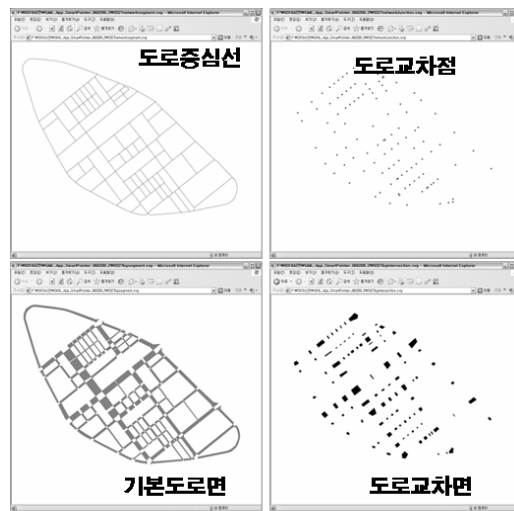
FIGURE 8. GML기반 공간정보 편집기 구현 결과

일에 가시화를 위한 속성을 부여하기 위하여 XSL 변환 과정도 시스템 내에서 직접 수행하도록 하였으며 SVG 파일 포맷으로 웹 기반 시스템에서 실제 데이터베이스를 표현하도록 한다.

그림 9는 본 시스템에서 처리된 GML 파일을 다시 SVG로 변환한 결과를 제시한 것이다.

본 연구에서 제안한 시스템은 현재 GIS에서 범용적으로 쓰이는 데이터를 GML로 변환하여 웹상으로 지리정보를 가시화하는 단계의 시스템이다. 적용된 기술들은 모두 공개된 국내외 표준 사양을 근간으로 하므로 별도의 상업적 소프트웨어가 없이도 웹 환경에서 지리정보 서비스를 할 수 있다는 것이 큰 장점이다. 따라서 비록 본 연구에서는 GIS 웹 애플리케이션을 위한 OGC의 웹 서비스 표준 모델인 Web Map Services (WMS), Web Feature Services (WFS)와의 연계까지는 언급되지는

않았으나 비 상업적 GIS 웹 애플리케이션을 구축하는데 있어서 중요한 구성요소로 실무 적용이 가능하다.



(A)



(B)

FIGURE 9. GML-SVG 변환에 의한 교통 객체의 표현 예시: (A) 개별 단위 레이어 표현, (B) 개별 레이어의 통합 처리 결과

결론

본 연구에서는 TTA 표준 교통 데이터모형을 대상으로 하여 OGC에서 개발한 국제표준 이면서 국내 표준으로도 채택된 GML과 연계하여 공간정보를 관리, 저장, 편집, 웹 기반 유통할 수 있는 시스템을 설계 및 구현 하였다. 이 시스템을 통하여 XML 기반 공간 데이터베이스의 효율적인 유지와 관리를 위한 방안을 제시함과 동시에 GIS 관련 국내 표준 사양의 연계 적용에 대한 가능성을 제시하고자 하였다.


본 시스템은 별도의 전문적인 상업적인 틀 없이 일반 웹 브라우저를 통하여 기본 교통정보를 제공할 수 있도록 하므로 공공 부문의 표준 데이터베이스 웹 서비스 시스템에서는 중요한 구성 요소로 적용이 가능하다.

현재 TTA 교통 모델은 위상 구조를 참조 모델로 설정하고 있으나 GML 3.0 에서는 위

상구조를 직접 지원하고 있어, 향후 TTA 교통 데이터 모델의 상세한 위상 구조 정립을 위한 보완 작업이 필요하다. 또한 개발된 시스템의 데이터베이스 적용 실험에서 TTA 교통 모델에서 도로와 철도의 교차부분에 관해서는 관계를 명시하고 있지 않지만, 일반 도로교통 시스템에서는 도로와 철도의 교차부분에서는 일단 차량이 정지해야 하는 상황이 발생하기 때문에 도로와 철도 교차부분에 대한 보완도 필요하다.

한편 본 시스템은 향후 교통 분야를 비롯하여 다양한 GIS 응용 분야에서 개발되었거나 개발될 예정인 표준 데이터 모델을 실제 실험하거나 검증할 수 있는 시험 시스템으로도 활용이 가능할 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 2006년도 한성대학교 교내연구비 지원에 의하여 수행되었음 

참고 문헌

한국정보통신기술협회. 2003. TTAS.OT-10.0021. 정보통신단체표준.

한국정보통신기술협회. 2004. TTAS.OG-GML 3.0. 정보통신단체표준.

Arnold, P, D. Peetes, and I. Thomas. 2004. Modelling a rail/road intermodal transportation system, Transportation Research Part E, 40: 255-270.

Curtin, K. 2003. ArcGIS Transportation Data Model (UNETRANS), ESRI.

ESRI, 1998. ESRI Shapefile Technical Description, An ESRI White Paper.

Geroimenko, V. and C. Chen. 2005. Visualization Information using SVG and X3D: XML-based Technologies for the XML-based Web. Springer. 298pp.

Konze, N. and T. Adams. 2001. A Data Model

for Multi-dimensional Transportation
Location Referencing System, URISA Journal.
Misund, G. and K.-E. Johnsen. 2002. [http://
www.ia.hiof.no/~gunnarmi/omd/gmldev_02/](http://www.ia.hiof.no/~gunnarmi/omd/gmldev_02/)
Ron L., D. S. Burggraf, M. Trninic, L. Rae.
2004. Geography Mark-up Language

Foundation for the Geo-Web, Wiley, 388pp.
Tong, X. H., G. S. Xu, and W. Z. Shi. 2004.
GML-based spatial objects model and
application in GIS: Taking cadastral data as
an example, Environmental Information
Archives, 2: 877-884. 