

석 사 학 위 논 문
지도교수 이 기 원

Web3D 환경에서의 GML기반 교통데이터
모델과 위성영상정보 연계 활용 지형 공간
시스템 설계 및 구현

Development of Geo-spatial Application
System Linked GML-based Transportation
Model and Remotely Sensed Image on
Web3D Environment

2006년 12월

한성대학교 일반대학원

정보시스템공학과

정보시스템공학전공

김 학 훈

석 사 학 위 논 문

지도교수 이 기 원

Web3D 환경에서의 GML기반 교통데이터
모델과 위성영상정보 연계 활용 지형 공간
시스템 설계 및 구현

Development of Geo-spatial Application
System Linked GML-based Transportation
Model and Remotely Sensed Image on
Web3D Environment

위 논문을 정보시스템공학 석사학위논문으로 제출함

2006년 12월

한성대학교 일반대학원

정보시스템공학과

정보시스템공학전공

김 학 훈

김학훈의 공학석사학위논문을 인정함

2006년 11월

심사위원장 김 남 윤



심사위원 이 기 원



심사위원 남 두 희



목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구 배경	1
제 2 절 연구 목적	3
제 2 장 적용 기술	4
제 1 절 TTA 교통모델	4
제 2 절 Web Application	8
제 3 절 GML(Geographic Markup Language)	10
제 4 절 XSLT Transformation	14
제 5 절 SVG(Scalable Vector Graphics)	15
제 6 절 X3D(eXtensible 3 Dimension)	16
제 3 장 시스템 설계 및 구현	19
제 1 절 GML 응용 스키마 생성	19
제 2 절 GML 인스턴스 문서 생성	24
제 3 절 연구의 처리과정	26
1. TTA 교통모델 기반 GML 연계 처리 과정 : 2차원	26
2. 도시모델 기반 GML 연계 처리과정 : 3차원	29

제 4 절 시스템 구현	32
1. TTA 교통모델 기반 GML 연계 처리 Application : 2차원	32
2. 도시모델 기반 GML 연계 처리과정 : 3차원	33
제 4 장 연구 결과	35
제 1 절 TTA 교통모델 기반 GML 연계 처리 Application 결과	35
제 2 절 도시모델 기반 GML 연계 Application 처리결과 ...	40
제 5 장 결론 및 향후 연구	44
참 고 문 헌	46
ABSTRACT	48

표 목 차

표 1. 지형지물 클래스 정의	6
표 2. GML Schemas	12

그 립 목 차

그림 1. 표준 응용데이터모델의 GML 변환 및 Web 서비스 응용 모델	4
그림 2. TTA 표준교통모델의 속성코드 부여항목 예시	6
그림 3. TTA 교통모델의 기본 설계 클래스 다이어그램	8
그림 4. TTA 교통 모델 : 도로 객체 클래스 다이어그램	8
그림 5. Web Application Architecture	10
그림 6. 웹 환경에서의 Smart Graphic 개념	10
그림 7. GML의 발전 연혁	11
그림 8. 기본 스키마의 종속 관계	12
그림 9. GML Application Schemas	13
그림 10. XSLT 프로세서에 의한 XML 변환과정	14
그림 11. SVG 예제	15
그림 12. X3D Primitive	16
그림 13. X3D 프로파일	17
그림 14. X3D 예제	18
그림 15. TTA 표준교통데이터모델 응용 스키마 구조	19
그림 16. TTA 표준교통데이터모델 응용스키마 문서 단편	20
그림 17. 도로부분 응용스키마 구조	21
그림 18. 도로부분 응용스키마 문서 단편	22
그림 19. 도로중심선 응용 스키마 구조	22
그림 20. 도로중심선 응용 스키마 문서 단편	23
그림 21. TTA 표준교통데이터 모델과 GML을 연계한 UML 클래스 다이어그램	24
그림 22. GML 응용 스키마에따른 GML 인스턴스 문서	25
그림 23. 본 연구에서 적용된 TTA 표준 데이터 모델 연계 GML 변환과정	28
그림 24. XSLT를 이용한 GML 문서의 SVG 그래픽 포맷 변환과정	28
그림 25. 도시모델링 : UML 클래스다이어그램	29
그림 26. 본 연구에서 적용된 도시 연계 GML 변환과정	30
그림 27. DOM API에 의한 GML 문서의 X3D 그래픽 포맷의 변환과정	31

그림 28. TTA교통모델 기반 GML 연계 처리 Application	32
그림 29. TTA 표준 교통 모델의 속성코드의 GML 변환	33
그림 30 도시모델 기반 GML 연계 Application	34
그림 31 GIS SW에서의 일반적인 TTA 교통모델 레이어 표현	35
그림 32. 레이어별 표현	36
그림 33. 통합 레이어 표현	37
그림 34. 원본 영상 데이터	38
그림 35. 영상데이터의 GML 엔코딩 후 SVG 포맷 변환 결과	39
그림 36. 관악산 DEM 이미지	40
그림 37. 관악산 이미지	40
그림 38. Wireframe을 이용한 X3D Scene	41
그림 39. Texture Mapping이용한 X3D Scene	42
그림 40.Internet Explorer에 Plug-in 된 X3D Scene	43

제 1 장 서 론

제 1 절 연구 배경

현대 사회에서 위치기반시스템, 도시계획시스템, 재난관리시스템 등의 많은 응용분야에서 지리정보의 요구가 증대되어 지고 있다. 현재 이러한 응용 도메인에서의 다양한 지리정보를 저장 및 전송하기 위한 수단으로써 상업적 소프트웨어에 많이 의존하고 있다. 이에 따른 지리정보의 관리 및 생성 차원에서의 비용증가와 데이터의 공유 및 교환 측면에서 특정 소프트웨어의 형태를 따르는 지리정보는 많은 어려움이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 사람들은 지리정보의 표준화에 많은 관심을 가지게 되었다. 이에 따라 최근에 국내외에서 다양한 GIS 표준(Standard)이 개발되어 공표되고 있다. 하지만, 실제 GIS 응용 시스템에서 표준안을 채택하거나 실무적으로 적용하는 경우는 많지 않다. 이는 여러 가지 이유에 기인한다. 우선적으로 GIS 개발이나 활용 분야의 전문가 그룹에서는 표준에 대한 인식이 부족하거나 표준 사양의 이해가 부족하다는 점을 들 수 있다. 또한 GIS DB 구축이나 응용 시스템 개발 시에 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 TTA

로 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 소프트웨어의 업그레이드에 반영되기도 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)[4]. 또한 이외에도 교통 분야는 여러 가지 데이터 모델 개발의 연구가 수행된 바 있다. (Konze and Adams, 2001; Arnold et al. 2004)[12][14].

TTA에서는 OGC 국제 표준을 대부분 국내 표준으로 수용하고 있으며 우리나라의 현실에 맞는 독자적인 표준을 개발하고 있다. 표준 교통 데이터 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 교통데이터베이스 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 있는 표준 포맷으로 인식되고 있다. 최근 GML에 대한 여러 연구가 수행되고 있으나, 실제 GML을 실무적으로 GIS 응용 시스템에 적용하는 경우는

많지 않으며(Tong, et al., 2004)[21], OneMap Project(Misund and Johnsen, 2002)[15]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.

제 2 절 연구 목적

GML은 World Wide Web Consortium, Inc.(W3C)에서 제안한 국제적 지리정보 엔코딩 표준 방식인 XML 기반의 언어이기 때문에 국제적 데이터 표준으로 웹 환경에서 데이터의 손실 없이 지리정보의 공유 및 교환이 용이해진다. 그리고 TTA 표준 교통데이터 모델은 우리나라 지리교통분야의 표준 데이터 모델로 발표되었으나 초기단계의 모델로서 실제 데이터베이스 구축에 따른 실무적 검증 사례를 찾기가 힘들어 본 연구에서는 그림 1과 같이 TTA 표준 교통데이터 모델과 GML, 그리고 웹 기술의 발전에 따른 웹 그래픽 기술을 연계하는 공간정보 처리 시스템을 개발하여 웹 환경에서의 TTA 교통모델의 실무적 적합성을 검토하고자 하였다. 또한 영상 정보의 활용 증가로 인한 영상 정보의 GML 엔코딩 과정과 간단한 도시모델링을 통한 3차원 지형정보 가시화 기능을 부가하여 시스템의 확장가능성을 시험하였다.

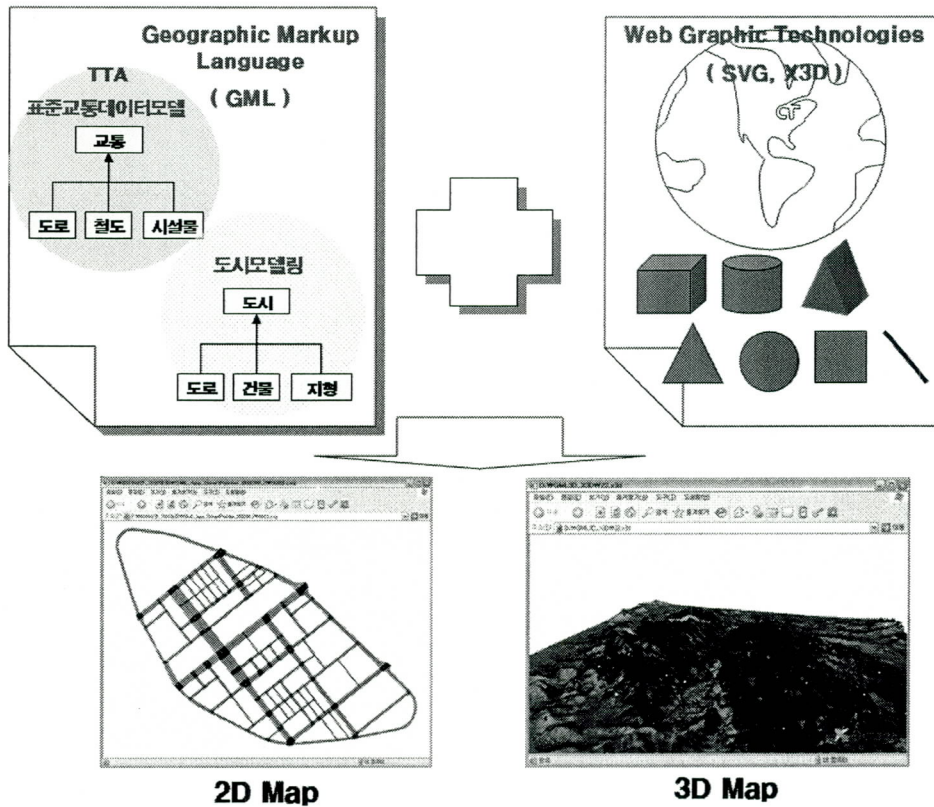


그림 1. 표준 응용 데이터모델의 GML 변환 및 Web 서비스 응용 모델

제 2 장 적용 기술

본 연구에서는 GML 기반 공간정보 처리 시스템 개발을 위하여 TTA 표준 교통데이터 모델을 선정하고, 데이터 모델에 대한 엔코딩 방식으로는 GML을 이용하였다. 그러나 그 문서는 텍스트 기반의 데이터이기 때문에 그래픽적인 가시화를 위해서는 추가적인 변환작업을 요구한다. 본 연구에서는 XML 변환기법인 XSLT Transformation 기술과 개발자들에게 XML문서를 프로그래밍을 통하여 조작할 수 있게 해주는 DOM API를 이용하여 GML 처리된 지리정보를 웹 그래픽 포맷으로 변환하여 가시화 하였다. 적용된 웹 그래픽 포맷은 2차원 지리정보를 위한 Scalable Vector Graphics (SVG)와 추가적인 3차원 지리정보를 위해eXtensible 3 Dimension (X3D)를 이용하였다.

제 1 절 TTA 표준 교통데이터 모델

일반적으로 표준 응용데이터 모델은 각종 응용분야의 요구사항을 최대한 반영할 수 있는 주제중심의 기본지리정보나 프레임워크 데이터 모델을 대상으로 한다. TTA에서 개발한 교통데이터모델은 교통 분야 기본지리정보를 개념적으로 정의하면서, 실제적으로 GIS 기반의 교통데이터베이스를 구축할 때 적용될 수 있는 교통 분야 기본지리정보의 데이터 모델 표준을 의미한다.

표 1은 TTA 교통모델의 부 주제 및 지형지물 클래스를 정의한 것이다. 그림 2는 TTA 표준 응용 데이터 모델에서 제시한 지형지물 축

척에 따른 속성항목을 예시한 것이다.

표 1. 지형지물 클래스 정의[1]

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	UFID
도로링크	GM_Curve/TP_Edge	rdntwrs	미지정
지형지물 축척	Meta_ID	Relation_ID	속성항목
1:5,000	미지정	미지정	도로명(RNM) 시작점(STJ) 종료점(EDJ) 단위도로방향(ORT) 도로노선번호(RNO) 도로종류(RCT) 교통시설종별(UTL) 교통시설종별명칭(UTN)
비고(예외사항)			

그림 2. TTA 표준교통모델의 속성코드 부여항목 예시[1]

한편 그림 3은 TTA교통모델의 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. 한편 지형지물요소들은 기하학적 요소(GM_Object)와 위상구조 요소(GM_Topology)를 참조하고 있는 객체(Feature)로 부터 파생된다.

그림 4는 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.[1]

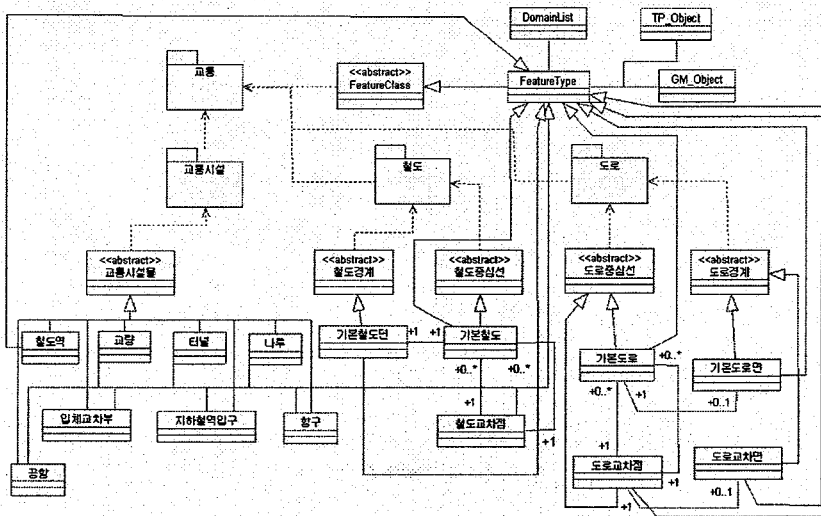


그림 3. TTA 교통모델의 기본 설계 클래스 다이어그램[1]

(참조 : TTAS.OT-10.0021. 정보통신단체표준)

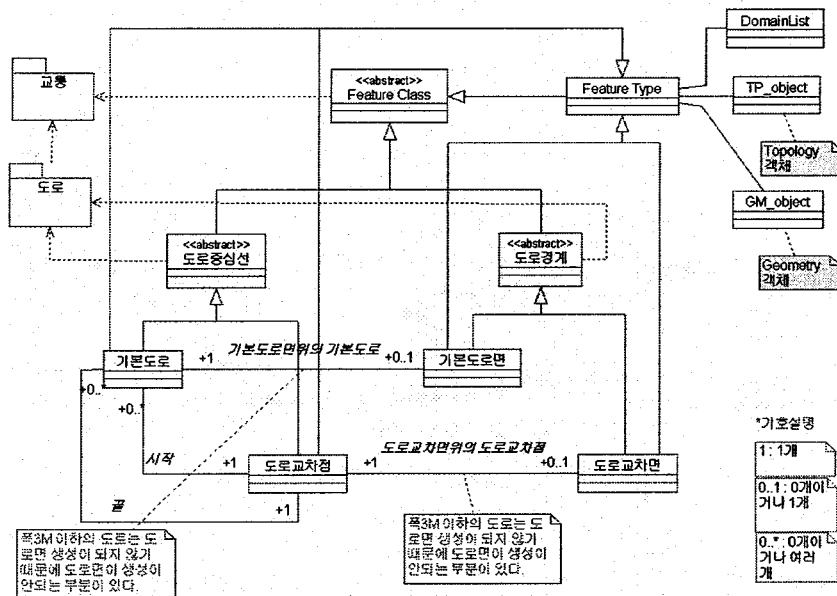


그림 4. TTA 교통 모델 : 도로 객체 클래스 다이어그램[1]

(참조 : TTAS.OT-10.0021. 정보통신단체표준)

제 2 절 Web Application

일반적인 Web Application의 구조는 그림 5와 같이 구성되어있다. (A)의 Closed Application System의 경우는 데이터가 특정한 하나의 Application에 맞추어져 있기 때문에 Web환경에서 다른 사용자와 정보를 공유하는데 있어서는 많은 문제점이 발생할 수 있다. (B)의 File Based System의 경우는 다양한 환경에서 다양한 정보를 서비스 할 수 있지만 사용자들이 실시간으로 데이터를 변경하고 할 시에는 특정 포맷의 파일 데이터를 사용하기 때문에 제약이 따른다. (C)의 XML System은 XML이라는 웹 환경에서의 정보 교환을 위한 표준방식을 사용하고 있기 때문에 정보교환이 용이하다. XML의 특성상 Data, Logic, Presentation으로 분리되고, 텍스트 기반의 포맷이기 때문에 다양한 환경에서 운용이 가능하며, Logic 계층에 따라 다양한 정보의 표현과 다양한 애플리케이션 인터페이스를 가질 수 있다. 또한 그 포맷의 인식성이 용이하여 사용자들의 실시간 정보 변경이 용이하다. (C)와 같은 시스템의 경우가 스마트 웹 애플리케이션의 기본 구조라고 볼 수 있다. 이러한 것들은 XML이라는 웹 환경에서의 데이터 교환을 위한 표준 방식을 사용하기 때문에 가능하다.

그림 6은 웹 환경에서 XML System을 적용한 Smart Graphic 개념을 그림으로 나타낸 것이다. 특정 도메인의 XML 문서를 활용하여 다양한 데이터로 표현하기 위해 XSLT Processors를 이용하여 2차원 그래픽을 위한 SVG, 3차원 그래픽을 위한 X3D, Multimedia 데이터를 위한 SMIL 포맷으로 변환을 한다. 이러한 원리는 동일한 데이터에 대하여 다양한 표현이 가능하게 된다.[6]

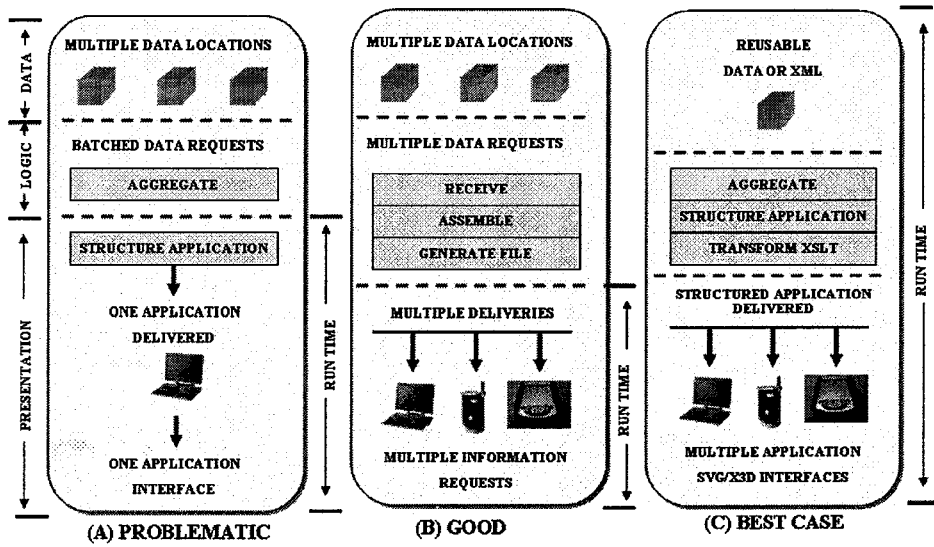


그림 5. Web Application Architecture[6]

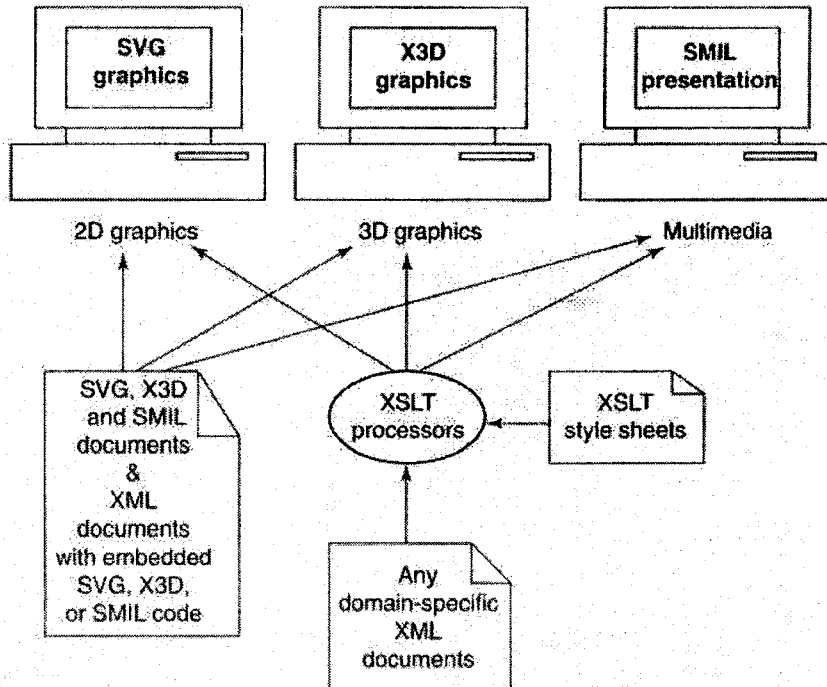


그림 6. 웹 환경에서의 Smart Graphic 개념[6]

제 3 절 Geography Markup Language (GML)

GML은 OGC에서 지리정보의 표현 및 저장을 위해 제안한 XML기반의 엔코딩 표현방식이다. GML의 특징은 다양한 지리정보(공간 및 비공간 속성)의 저장 및 전송이 용이하고 서로 다른 지리정보의 공유가 가능하다는 것이다.

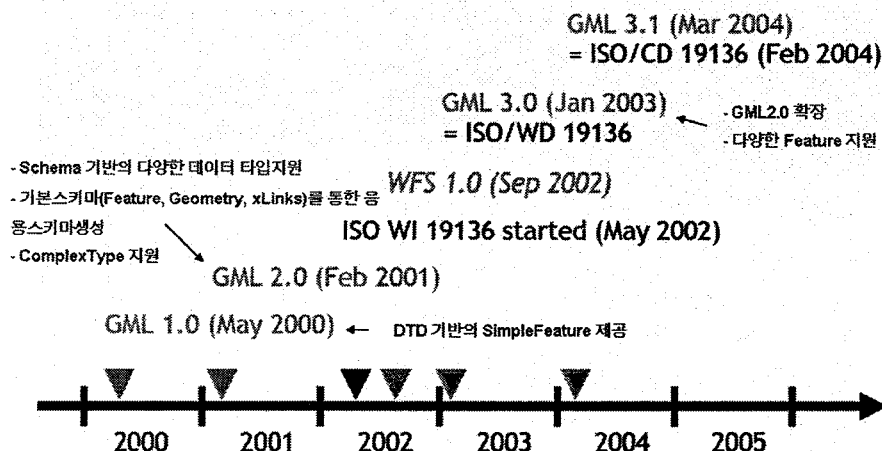


그림 7. GML의 발전 연혁[7]

현재는 GML 버전 3.0까지 개발 되었으며, 발전 과정은 그림 7과 같다. 각 버전별 특성을 살펴보게 되면, GML 1.0은 2000년 5월 OpenGIS 컨소시움에서 권고문서로 통과되었다. 이는 주로 탐사용 시험차량에서 지리 데이터를 위한 엔코딩 개념으로 사용되었으며, 단지 시제품만이 개발되었다. GML 2.0은 2001년 3월 OGC 표준으로 제정되었으며, GML 1.0에 사용되었던 DTD/RDF 보다는 XML스키마를 바탕으로 하고 있다. 여러 벤더들은 GML2.x를 바탕으로 한 여러 제품과 컴포넌트들을 개발하였으며, 현재 몇몇 큰 데이터셋들은 GML 2.x를 통해 전달되고 있다. GML 2.x는 GML1.x에 대하여 하위 호환성을 지원하지 않는다. GML 3의 엔코딩 모델은 GML2.x의 그것과 같으며 GML 2.x에 대한 하위 호환성을 지원한다. GML 3.x에서 지리 응용 개

발자들을 위해 GML이 제공하는 기능은 대단히 확장되었다. GML 3.0은 기하, 위상, 시간변화를 포함한 지리 피쳐, 기하와 속성값을 가진 지리 커버리지, 지리관찰, 이에 따른 숫자 값을 포함한 추상값과 계산, 분류, 불리언 결정에 기초한 관찰등의 지리객체들에 대한 엔코딩을 가능하게 한다. 현재 GML3.x에서 지원하고 있는 기능들은 표 2에 정리되어 있다.

표 2. GML Schemas[7]

• <i>Base schemas, general syntax, feature model, metadata mechanisms</i>	• <i>Topology</i>
• <i>Basic geometry (0d, 1d, 2d)</i>	• <i>Temporal information and dynamic features</i>
• <i>Additional geometric primitives (0d, 1d, 2d, 3d)</i>	• <i>Definitions and dictionaries</i>
• <i>Geometric composites</i>	• <i>Units, measures and values</i>
• <i>Geometric aggregates</i>	• <i>Directions</i>
• <i>Coordinate reference systems</i>	• <i>Observations</i>
• <i>Default styling</i>	• <i>Coverages</i>

GML 스키마는 크게 기본스키마와 응용스키마로 구분된다. 기본스키마에는 Feature, Geometry, Xlink스키마가 존재하는데 이는 지리정보 기술에 필요한 객체를 기술하고 있고, GML응용 스키마는 기본 스키마를 바탕으로 특정 응용 스키마를 작성 할 수 있는 것이다.

그림 8은 기본스키마중 Feature, Geometry, Xlink 스키마의 종속관계를 나타낸 것이다.[2][8][9][10][17][18]

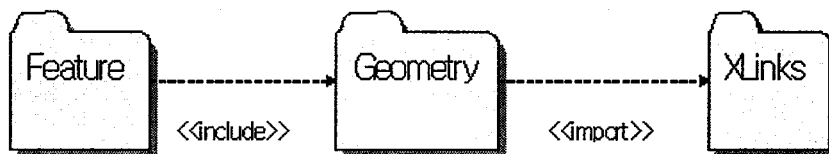


그림 8. 기본 스키마의 종속 관계[7]

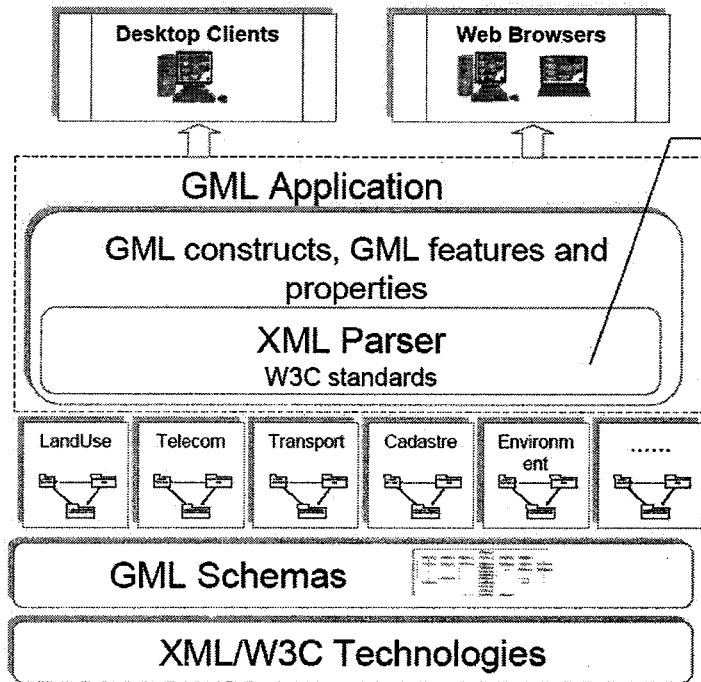


그림 9. GML Application Schemas[7]

GML을 사용하는 과정은 그림 9와 같다. XML/W3C를 기반으로 하여 지리정보를 엔코딩 하기 위해 필요한 객체들이 GML Schemas에 정의되어 있다. GML을 사용하는 사용자들은 자신의 응용도메인(LandUse, Telecom, Transport, Cadastre, Environment, 등등..)에 적절한 응용 스키마를 작성한다. 여기서 생성된 응용 스키마를 바탕으로 XML Parser를 이용하여 GML인스턴스 문서를 생성한다. 이렇게 생성된 GML 인스턴스 문서는 Desktop Clients, Web Browsers등 다양한 환경에서 활용 가능하다.

GML은 실세계의 객체 뿐 아니라 위성영상, 항공사진등의 영상데이터를 엔코딩하기 위한 Grid Coverage기능을 지원한다.[20]

제 4 절 XSLT Transformation

eXtensible Stylesheet Language Transformation (XSLT)는 XML 문서를 다른 형태의 문서로 변환하기 위해 즉, XML 문서의 구조를 변환하기 위해 사용하는 언어이다.

변환되는 처리과정은 두 가지 단계로 볼 수 있다. 첫 번째 단계는 구조적 변환이다. 이 단계에서는 데이터의 선택, 데이터의 통합 및 그룹화, 데이터의 분류, 또는 수치의 변환 같은 일들이 이루어진다. 두 번째 단계는 포매팅이다. 첫 번째 단계를 거친 데이터의 구조는 XSL이라는 스타일 쉬트에 정해진 출력양식에 따라 HTML, 텍스트파일, XML등으로 출력 될 수 있다[16][6].

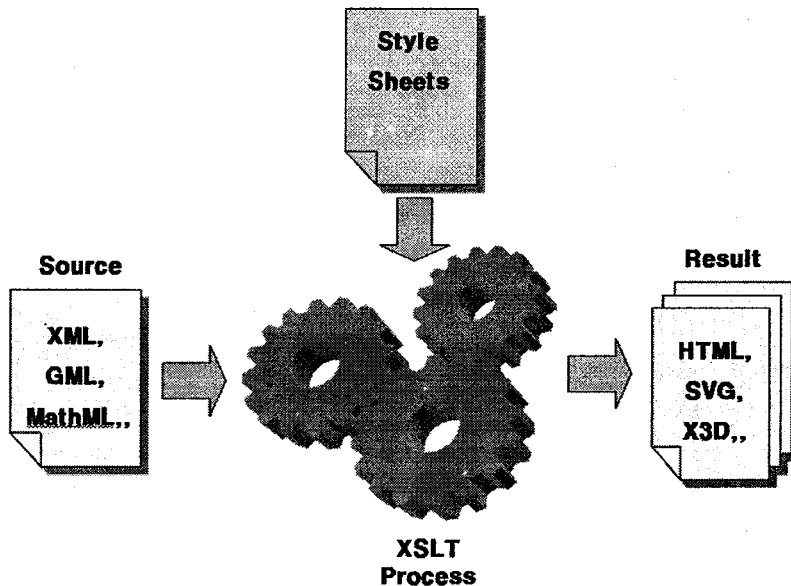


그림 10. XSLT 프로세서에 의한 XML 변환 과정

그림 10은 XSLT 프로세서에 의해 XML이 변환되는 과정을 그림으로 나타낸 것이다.

제 5 절 Scalable Vector Graphics (SVG)

SVG는 W3C에서 제안한 것으로 XML기반의 2차원 그래픽을 표현하기 위한 웹 그래픽 포맷이다. 벡터 기반의 그래픽이기 때문에 다양한 확대, 축소에 그래픽이 깨지지 않는 장점을 가지고 있다. 또한 Point, Polyline, Polygon, Rect, Line, Circle 등의 다양한 Geometry를 지원하며 애니메이션 기능도 지원을 한다. Java, Javascript, C++, PHP, ASP 등의 다른 언어와 상호작용하여 다양한 프로그래밍이 가능하다.

SVG는 개방형 그래픽 포맷이기 때문에 Adobe사에서 무료로 제공하고 있는 SVG Viewer만 로컬 피씨에 설치해 주게 되면, 누구나 인터넷 익스플로러를 통하여 SVG 그래픽을 사용할 수 있다.[19]

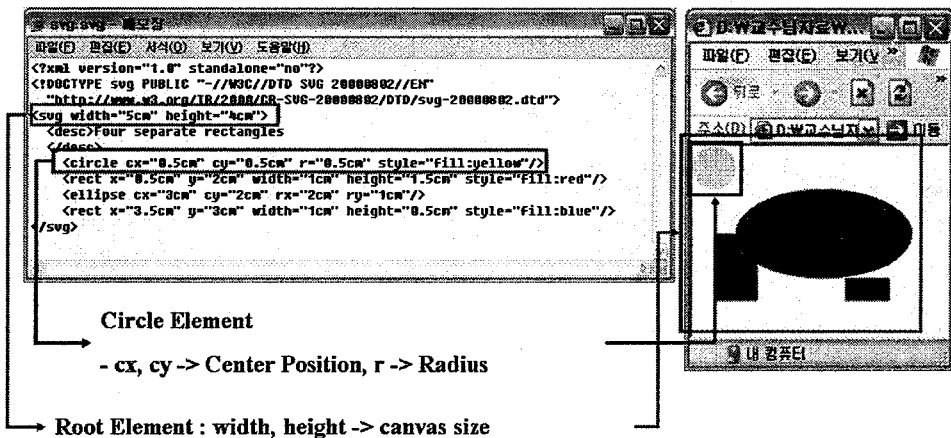


그림 11. SVG 예제

그림 11은 간단한 SVG 예제이다. <SVG> 루트엘리먼트 안에 <circle>, <rect> 등의 엘리먼트를 속성정보와 함께 정의해주게 되면 익스플로러 상에서 가시화 될 수 있다.

제 6 절 eXtensible 3 Dimension (X3D)

X3D는 VRML, VRML97의 확장된 버전으로 Web3D Consortium에서 개발된 XML 기반의 3차원 웹 그래픽이다. 2D, 3D 객체를 표현하기 위해 그림 12와 같이 다양한 Geometry를 지원하고 있으며, 애니메이션 기능도 가능하다. 또한 SVG와 마찬가지로 다른 언어와 결합하여 다양한 프로그래밍이 가능하다.

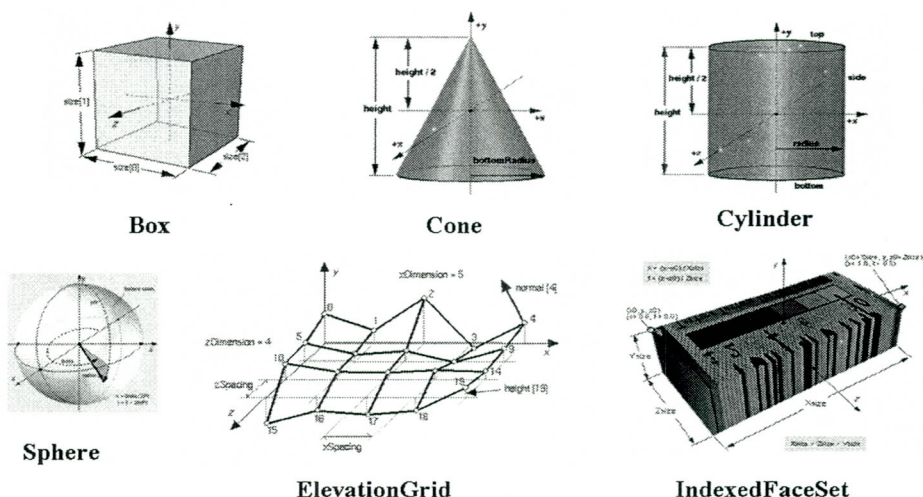
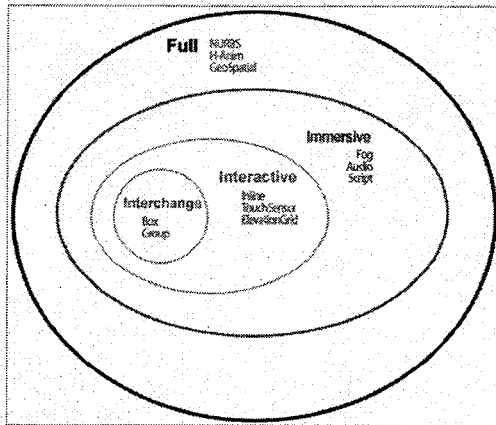


그림 12. X3D Primitives



Interchange : It support geometry, texturing, basic lighting and animation

Interactive : Adding various sensor nodes (PlaneSensor, TouchSensor, etc.), enhanced timing, and additional lighting (Spotlight, PointLight).

Immersive : Enables full 3D graphics and interaction, including audio support, collision, fog, and scripting.

Full : All defined nodes including NURBS, H-Anim and GeoSpatial components

그림 13. X3D 프로파일

X3D는 내용이 방대하기 때문에 프로파일로 나누어져 있다. 그림 13에서 보면 interchange 프로파일은 기하요소와 텍스처, 기본광원 및 애니메이션을 지원한다. interactive 프로파일은 하위 프로파일 즉, interchange 프로파일에 다양한 센서노드가 추가되어지고 시간, 추가적인 광원이 지원된다. immersive 프로파일은 오디오 지원 안개, 스크립트등의 모든 3차원 그래픽을 지원하고 외부 언어와 상호작용을 지원한다. Full 프로파일은 GeoSpatial, H-Anim, NURBS를 포함한 모든 기능을 지원하게 된다.

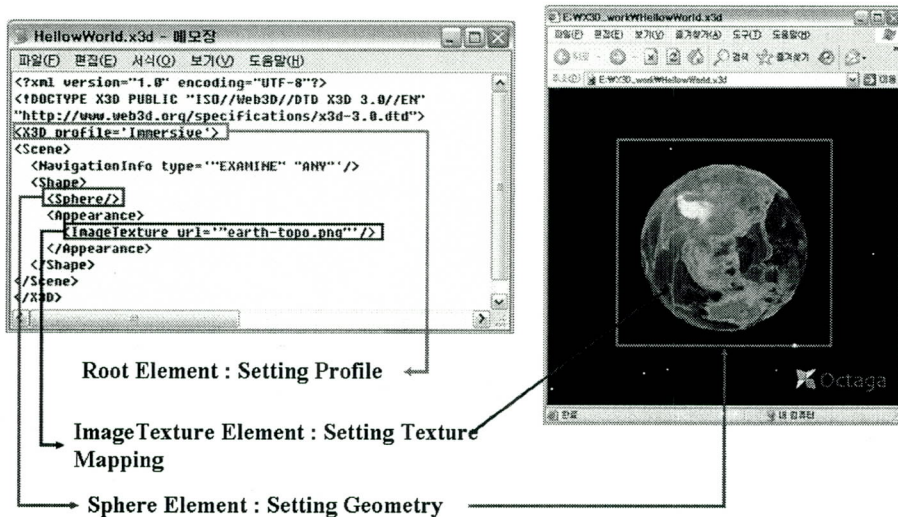


그림 14. X3D 예제

그림 14는 X3D의 간단한 예제로 Sphere 프리미티브를 이용한 지구의 형상을 정의한 것이다. Root 엘리먼트인 <X3D>에서는 프로파일을 명시하고, <Scene>이라는 엘리먼트 안에 SceneGraph가 형성되어 실제 가시화 되어지는 모습을 정의한다. <Shape>안에 Sphere를 정의하고 <Appearance>안에 지구사진을 텍스처링 하여 실제와 유사한 지구모형을 정의한다.[11][19]

제 3 장 시스템 설계 및 구현

제 1 절 응용 스키마 생성

본 연구에서는 TTA 표준 교통데이터 모델을 GML로 엔코딩 하기 위해 그림 15와 같은 응용 스키마를 작성 하였다.

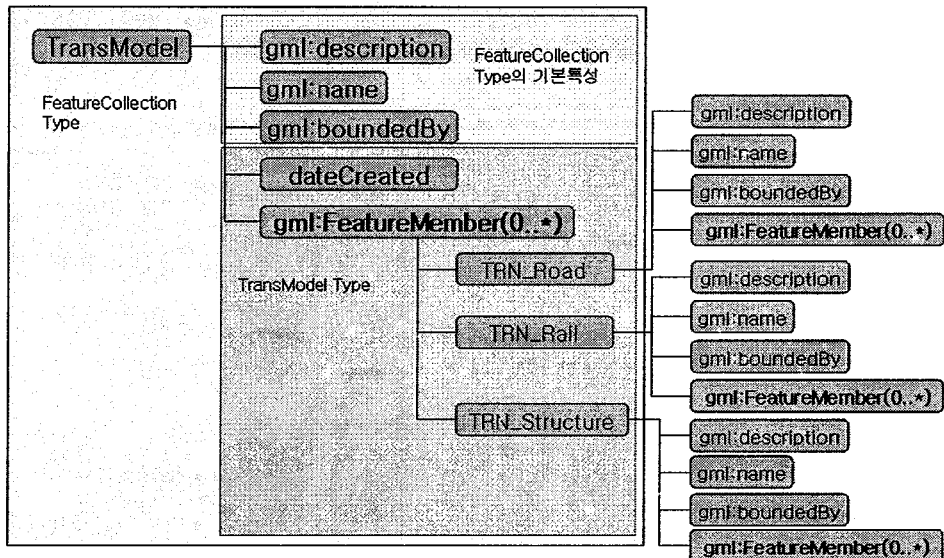


그림 15. TTA 표준교통데이터모델 응용 스키마 구조

TransModel 객체는 최상의 객체인 루트 엘리먼트로서 도로, 철도, 교통시설을 포함하고 있는 객체이기 때문에 GML의 복합 객체 생성을 위한 FeatureCollection 타입으로 선언하였다. TransModel의 구성요소인 TRN_Road, TRN_Rail, TRN_Structure는 TransModel의

FeatureMember의 관계로 형성되어 있다. 각각의 구성요소들은 복합 객체이기 때문에 FeatureCollection타입으로 선언하였다. 그림 16은 실제 응용 스키마 문서의 단편을 보여주고 있다.

```
<complexType name="TransModelType">
  <complexContent>
    <extension base="gml:AbstractFeatureCollectionType">
      <sequence>
        <element name="dateCreated" type="gYearMonth"/>
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>

<complexType name="TransModelMemberType">
  <complexContent>
    <restriction base="gml:FeaturePropertyType">
      <sequence>
        <element ref="tta:_TransModelFeature" minOccurs="0"/>
      </sequence>
      <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup"/>
    </restriction>
  </complexContent>
</complexType>
```

그림 16. TTA 표준교통데이터모델 응용스키마 문서 단편

그림 17은 교통모델의 도로부분의 응용 스키마 구조를 나타내고 있다. TRN_Road는 FeatureCollection 타입의 복합 객체로써 도로의 네트워크 성질을 나타내기 위한 TRN_RoadNetwork와 도로의 형태를 나타내기 위한 TRN_RoadBG를 구성요소로 가지고 있다. 이들 구성요소 또한 복합 객체 타입으로 FeatureCollection 타입으로 선언하였다. 그림 18은 도로부분의 실제 응용 스키마 문서의 단편이다.

그림 19는 교통모델의 도로부분 중 도로중심선에 대한 응용 스키마

구조를 나타내고 있다. TRN_RoadNetwork는 복합 객체로써 기본도로인 TRN_RoadNetwork_Segment와 도로교차점인 TRN_RoadNetwork_Junction을 구성요소로 가지고 있다. 이 구성요소들은 단일객체로써 Feature 타입으로 선언하였다.

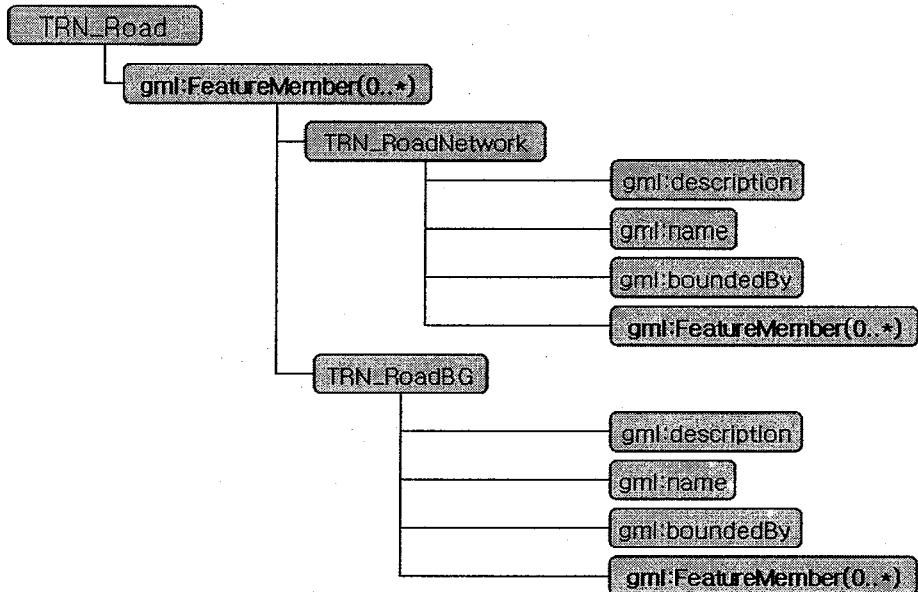


그림 17. 도로부분 응용스키마 구조

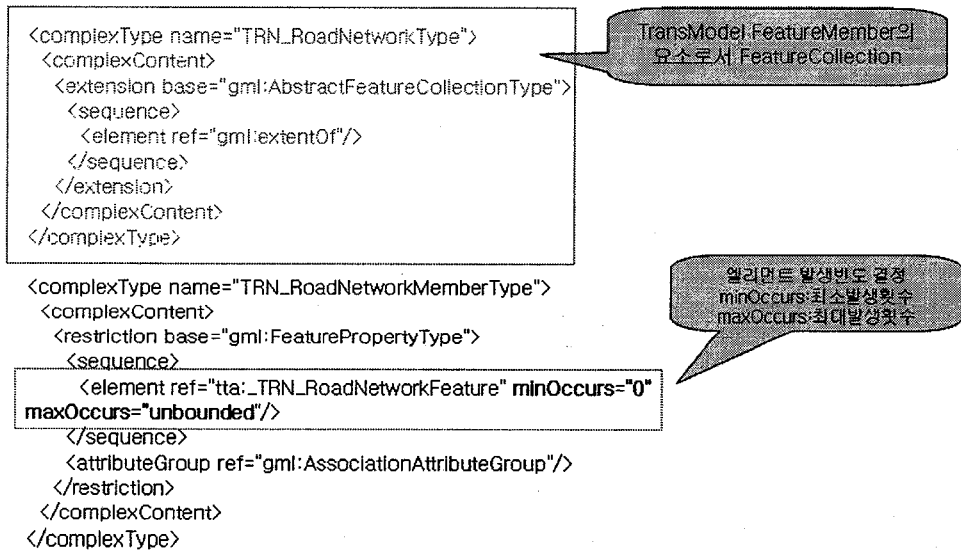


그림 18. 도로부분 응용스키마 문서 단편

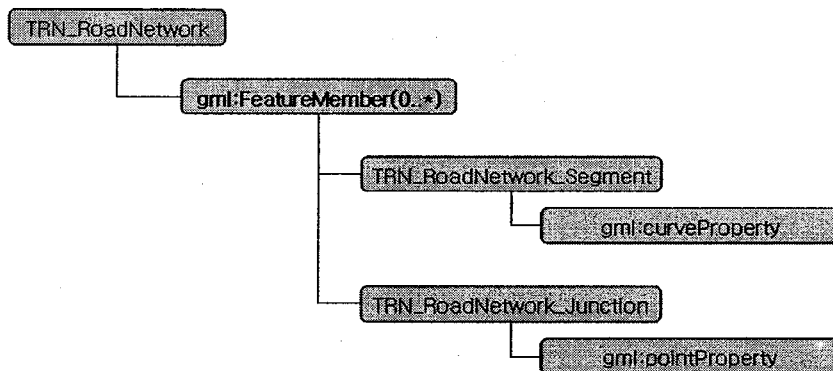


그림 19. 도로중심선 응용 스키마 구조

```

<complexType
name="TRN_RoadNetwork_segementType">
  <complexContent>
    <extension base="gml:AbstractFeatureType">
      <sequence>
        <element ref="gml:centerLineOf"/>
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>

```

GML의 Geometry 특성
(CurveProperty) 참조

```

<complexType
name="TRN_RoadNetwork_JunctionType">
  <complexContent>
    <extension base="gml:AbstractFeatureType">
      <sequence>
        <element ref="gml:pointProperty"/>
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>

```

GML의 Geometry 특성
(PointProperty) 참조

그림 20. 도로중심선 응용 스키마 문서 단편

그림 20은 도로중심선에 대한 실제 응용 스키마 단편이다. 기본도로와 도로중심선은 기하학적 특성을 표현하기 위해 GML Geometry 객체인 gml:centerLineOf와 gml:pointProperty를 참조 하고 있다.

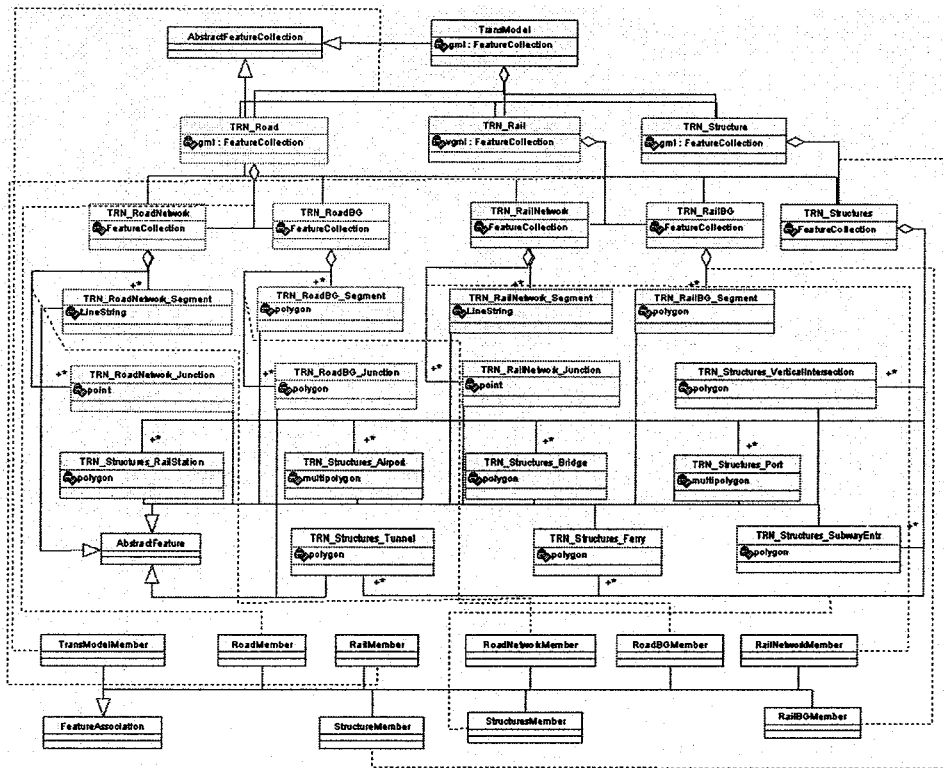


그림 21. TTA 표준교통데이터 모델과 GML을 연계한 UML 클래스 다이어그램

그림 21은 TTA 표준교통데이터 모델과 GML을 연계한 UML 클래스 다이어그램을 나타낸 것이다.

제 2 절 GML 인스턴스 문서 생성

제 1 절에서 작성된 응용 스키마를 바탕으로 하여 TTA 교통데이터 모델과 GML을 연계한 인스턴스 문서를 그림 22와 같이 생성하였다. TRN_RoadBG는 도로 부분 중 도로의 형태를 나타내기 위한 도로경계

엘리먼트로써 복합객체 타입인 FeatureCollection 이다. 그것은 복합 객체의 경계 범위를 나타내기 위한 gml:boundedBy 엘리먼트로 도로경계에 대한 범위를 설정하고 도로경계에 대한 FeatureMemeber로 기본도로경계인 TRN_RoadBG_Segment를 엔코딩한다. 이것은 기하학적인 특성으로 폴리곤 특성을 가진다. 폴리곤 특성은 최소 4개의 좌표를 가진 객체로써 시작점과 끝점이 같은 좌표점을 가져야한다. 객체의 좌표점은 GML의 gml:coordinate 엘리먼트를 이용하여 엔코딩 한다.

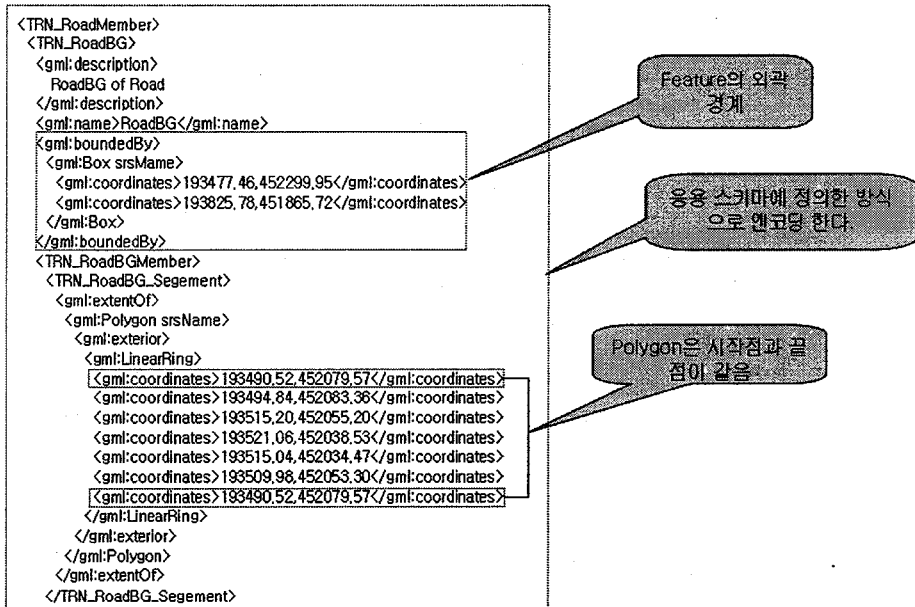


그림 22. GML 응용 스키마에 따른 GML 인스턴스 문서

제 3 절 연구의 처리과정

GML 문서를 일반 텍스트 편집기로 사람이 일일이 작성하기는 코딩량이 상당히 많기 때문에 매우 힘든 일이다. 그래서 본 연구에서는 다음과 같은 과정을 거치는 GML Application을 구현하였다.

1. TTA 교통모델 기반 GML 연계 처리 과정 : 2차원

그림 23은 본 연구에서 개발된 GML 기반 공간정보 처리 시스템을 적용하는 작업 흐름을 제시한 것으로 그림 1을 시스템 구성요소로 정리한 것이다. 본 시스템에서는 TTA 교통데이터모델에 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 이용하여 GML문서로 변환된다. 생성된 GML 문서의 표현은 XSL Stylesheet 와 XSLT 프로세서를 이용하여 웹 그래픽 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. 그림 24는 XSLT 프로세서를 이용하여 GML문서를 SVG 그래픽 포맷으로 변환하는 과정을 나타낸 것이다. XML파서에 의해서 GML문서가 로딩이 되면 메모리상에 트리구조 형식으로 구조화 된다. 그 후 XSL 스타일 쉬트의 Template Rule과 Patten Matching에 의해서 출력양식이 지정된다. 지정된 출력

양식에 소스문서의 데이터를 검색하는 Xpath에 의해서 데이터를 추출하여 출력형태의 문서에 그 값을 매칭시켜준다. 이러한 과정을 통하여 원본 GML 문서의 그래픽적인 가시화가 가능하게 된다.

2. 도시모델 기반 GML 연계 처리과정 : 3차원

웹 환경에서의 3차원 지리정보의 가능성을 실험하기 위해 간단한 도시 모델링을 통하여 1의 처리과정과 유사하게 처리하였다. 첫 번째 단계로 도시 모델링을 목적으로 그림 25와 같은 UML 다이어그램을 설계하여 GML 응용스키마를 정의하였다. 도시에 대한 구성요소로 Road, Building, Facilities, Elevation을 정의하고 GML의 Feature 타입으로 파생된다. City는 여러 Feature들의 복합타입이기 때문에 FeatureCollection으로부터 파생된다. 그 다음 단계로는 생성된 스키마 문서를 바탕으로 하여 3차원 지형정보를 표현하기 위해 지형의 높이정보를 가지고 있는 DEM이미지 데이터를 입력으로 하여 GML로 인스턴스 문서를 생성하였다. 영상 데이터를 GML로 인코딩하기 위해서는 GridCoverage를 사용하는데 방법이 다양하다. 크게 아스키 방식과 바이너리파일 방식으로 구분되어지는데 영상의 수많은 픽셀값들을 인코딩하기 위해서는 아스키 방식보다는 바이너리 파일 인코딩 방식이 더 효율적이다. 따라서 본 연구에서는 바이너리 방식을 적용하여 GML 문서를 생성하였다. 마지막으로 생성된 GML 문서의 가시화를 목적으로 DOM API를 사용하여 웹 그래픽 포맷인 X3D로 변환하였다. DOM은 Document Object Model의 약자로서 XML문서를 조작하고 생성하기 위한 XML의 기술이다.

그림 26은 이와 같은 처리과정을 그림으로 나타낸 것이다.

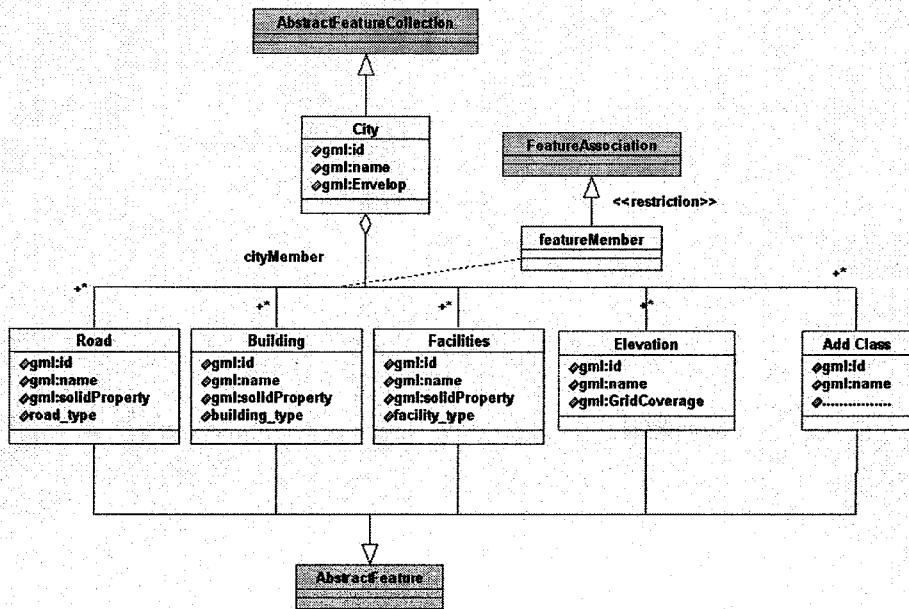


그림 25. 도시모델링 : UML 클래스 다이어그램

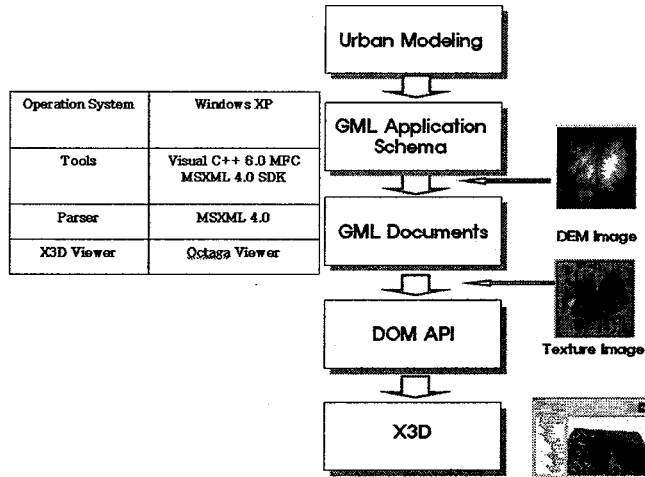


그림 26. 본 연구에서 적용된 도시 연계 GML
변환과정

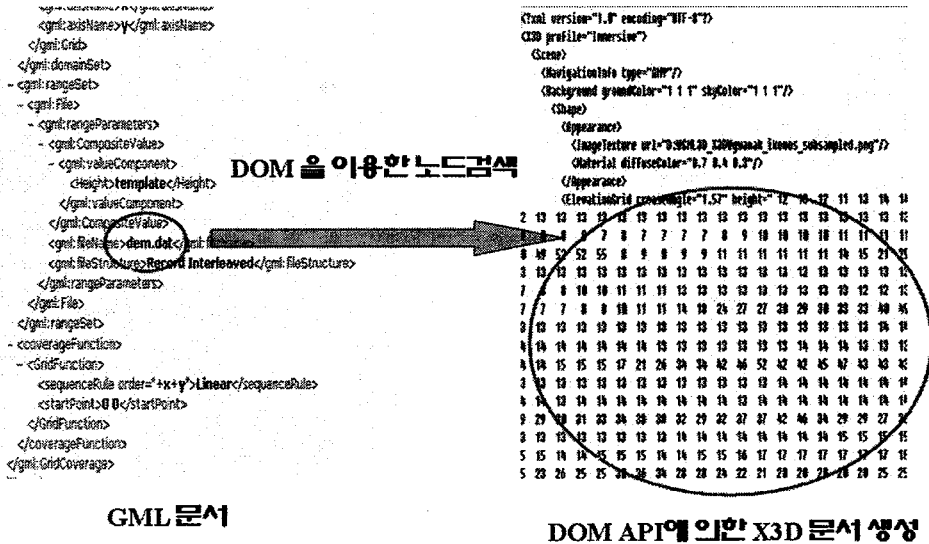


그림 27. DOM API에 의한 GML문서의 X3D 그래픽 포맷의 변환
과정

그림 27은 XML 조작 기술 중 하나인 DOM API를 이용하여 GML 문서를 X3D 그래픽 포맷으로 변화하는 과정을 보여준다. 변환 원리는 DOM API를 이용하여 소스데이터 즉, GML 인스턴스 문서로부터 가시화하기 위한 영상의 범위와 픽셀 정보들을 추출한다. 그 후 X3D 문서를 DOM API로 생성하여 추출된 정보를 X3D 문서에 적용시킨다.

제 4 절 시스템구현

1. TTA 교통모델 기반 GML 연계 처리 Application : 2차원

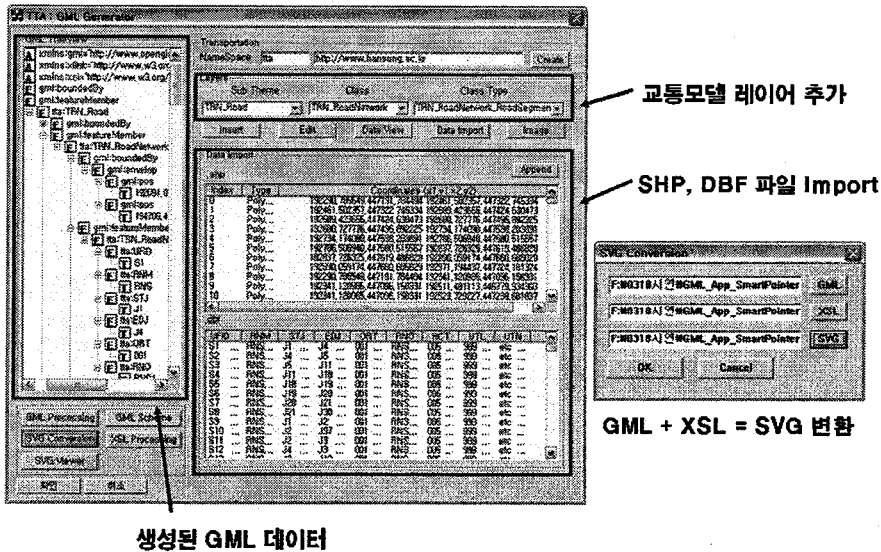


그림 28. TTA교통모델 기반 GML 연계 처리 Application

본 연구에서 개발된 시스템은 그림 28과 같다. 윈도우 XP 환경에서 운영되며 TTA 표준 교통모델을 기반으로 GML을 연계하고, 공간데이터의 편집이 가능한 응용 시스템으로 적용이 가능하다. 그림 29는 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 플러그-인 프로그램만 설치하면 웹 브라우저에서 구동 된다 (Geroimenko and Chen, 2005). 본 연구에서는 임의의 지역을 대상으로 하여 도로중심선, 도로교차점, 도로경계, 도로경계 교차면의 레이어를 대상으로 GML데이터와 SVG 변환을 수행하였다.

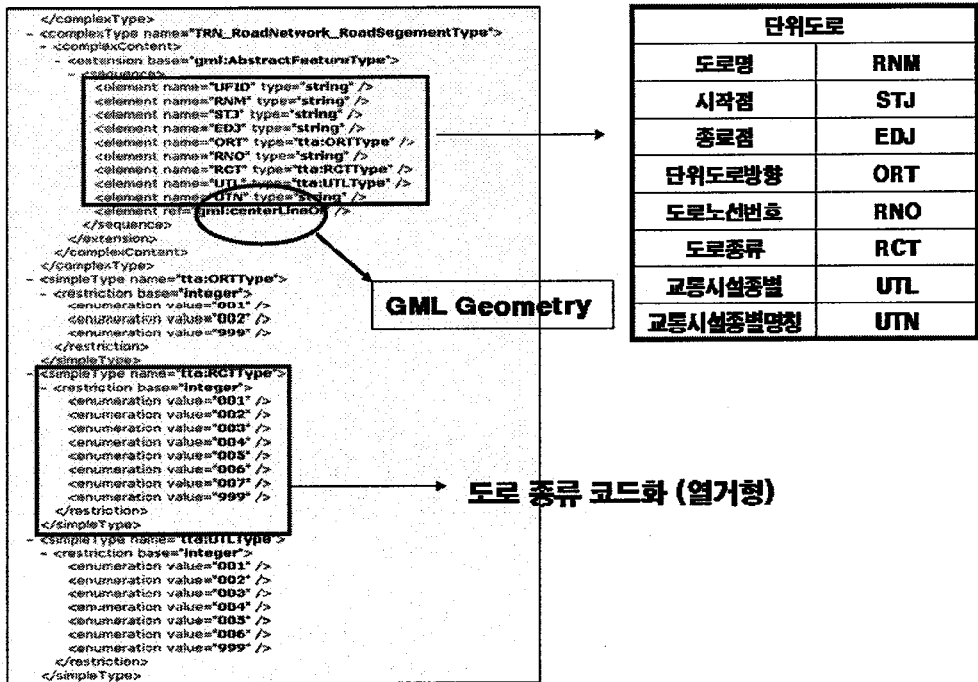


그림 29. TTA 표준 교통 모델의 속성코드의 GML 변환

2. 도시모델 기반 GML 연계 Application : 3차원

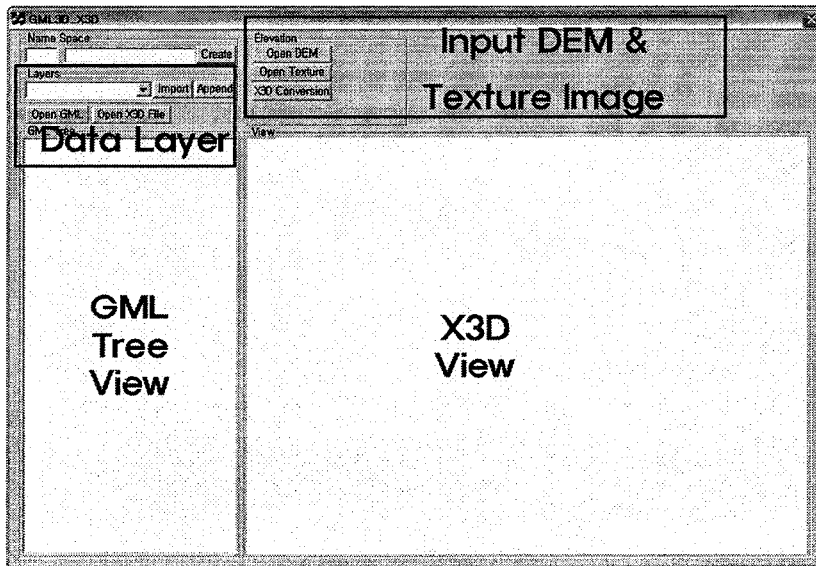


그림 30. 도시모델 기반 GML 연계 Application

또한 본 연구에서는 도시모델을 기반으로 GML을 연계하여 3차원 데이터를 웹 환경에서 가시화 할 수 있는 그림 30과 같은 Application을 구현하였다. 도시모델 중 지형정보를 엔코딩 하기 위해서 지형의 높이 값을 가지고 있는 DEM 영상 데이터를 입력데이터로 하여 GML의 Grid Coverage로 엔코딩 된다. 생성된 GML 데이터는 DOM API를 이용하여 X3D 문서로 포매팅 된다. 또한 영상의 실제모습을 가시화하기 위해 Texture Mapping 기능을 지원한다.

제 4 장 연구 결과

제 1 절 TTA 교통모델 기반 GML 연계 처리 Application 결과

그림 31은 GIS에서 범용적으로 많이 쓰이는 SW에서 구축된 TTA교통모델의 레이어가 표현된 것이다.



그림 31. GIS SW에서의 일반적인 TTA 교통모델 레이어 표현

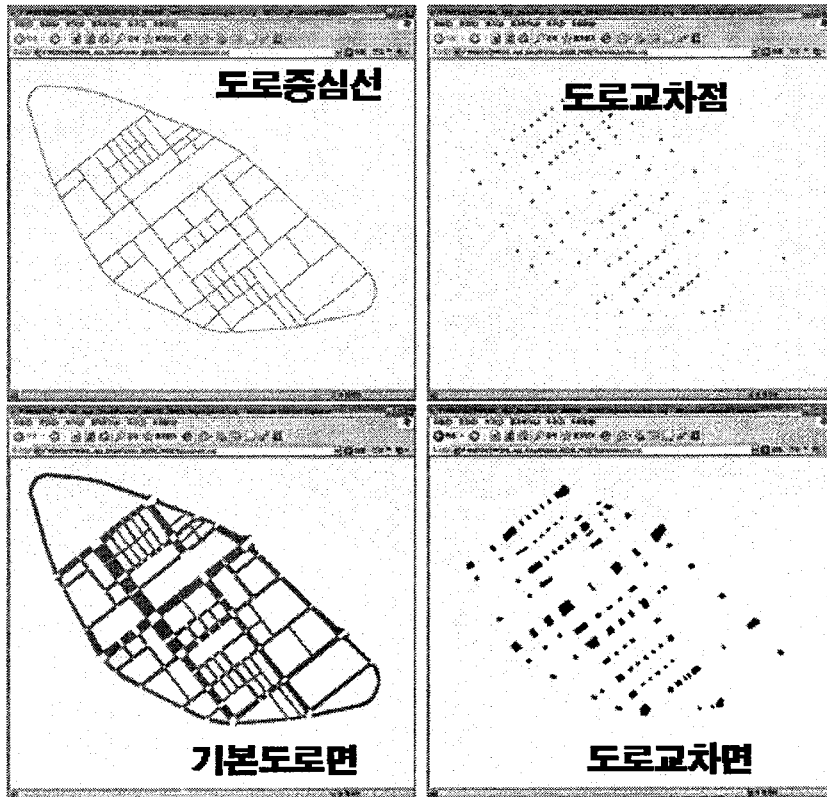


그림 32. 레이어별 표현

그림 31에서 구축된 데이터를 이용하여 본 연구에서 구현된 Application을 통해 GML로 변환하고 SVG로 포맷팅 하여 웹상에서 가시화가 가능하게 한다. 그림 32는 GML데이터를 다양한 Style Sheet 통하여 레이어 별로 가시화한 그림이다.



그림 33. 통합 레이어 표현

그림 33은 그림 32에서 표현된 레이어들을 통합적으로 가시화한 그림이다.



그림 34. 원본 영상 데이터

그림 34는 영상데이터를 GML로 엔코딩하여 SVG 변환 할 원본 이미지 영상을 보여주고 있다.

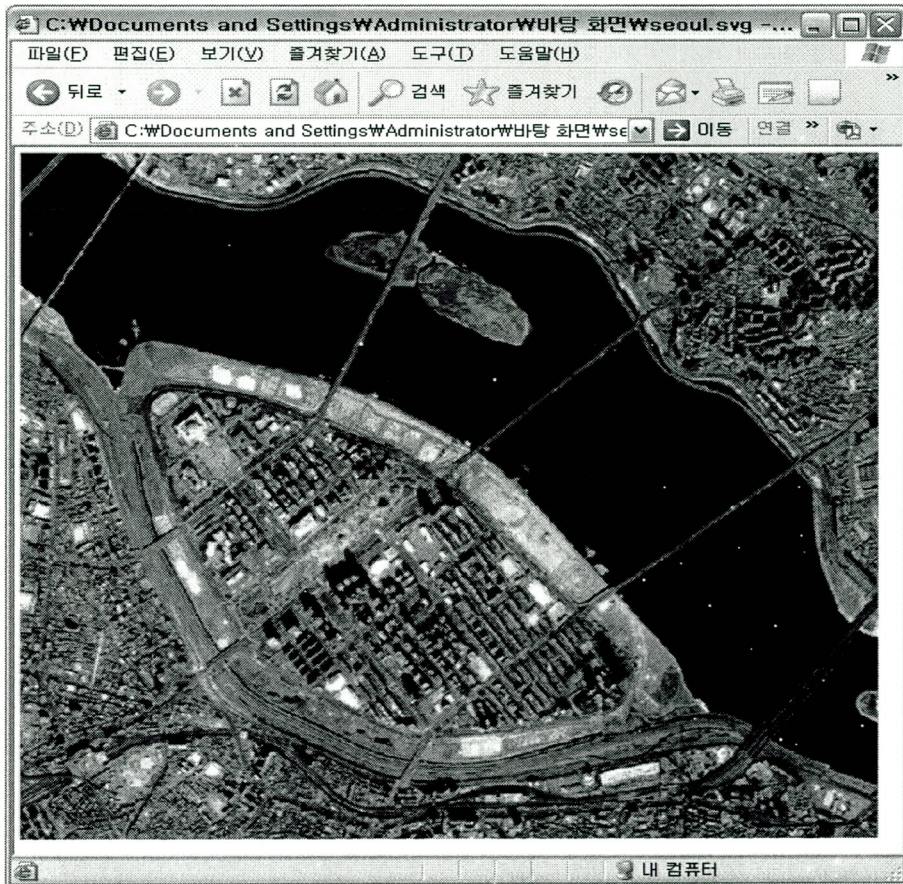


그림 35. 영상데이터의 GML 엔코딩 후 SVG 포맷 변환 결과

그림 35는 그림 34의 영상데이터를 GML로 엔코딩 후 SVG로 포맷 변환된 결과를 보여주고 있다.

제 2 절 도시모델 기반 GML 연계 Application 처리결과



그림 36. 관악산 DEM 이미지



그림 37. 관악산 이미지

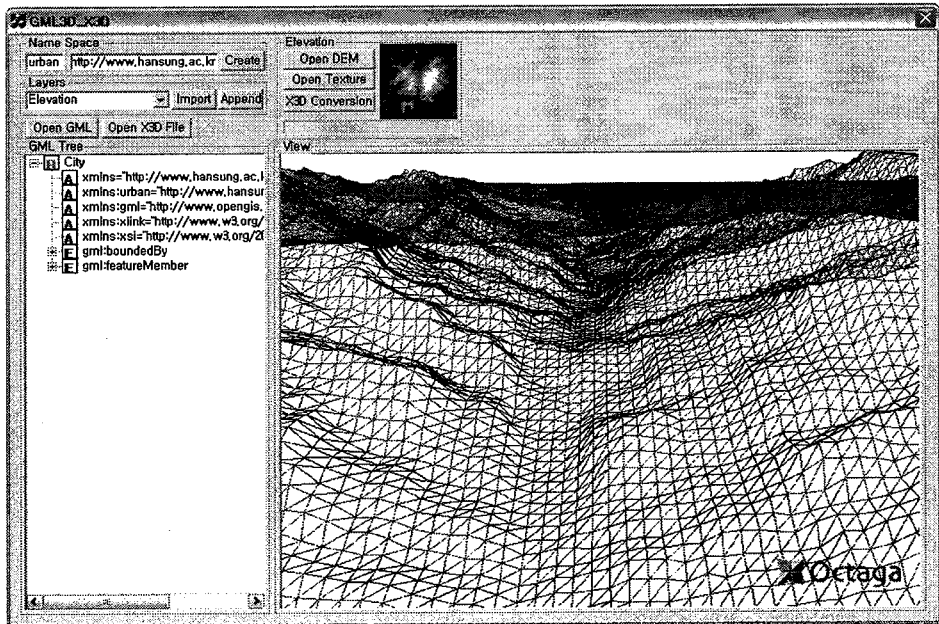


그림 38. Wireframe을 이용한 X3D Scene

그림 38은 그림 36의 DEM 이미지를 GML 바이너리 엔코딩 후 X3D의 ElevationGrid 엘리먼트를 이용하여 Wireframe으로 지형을 표현한 것이다.

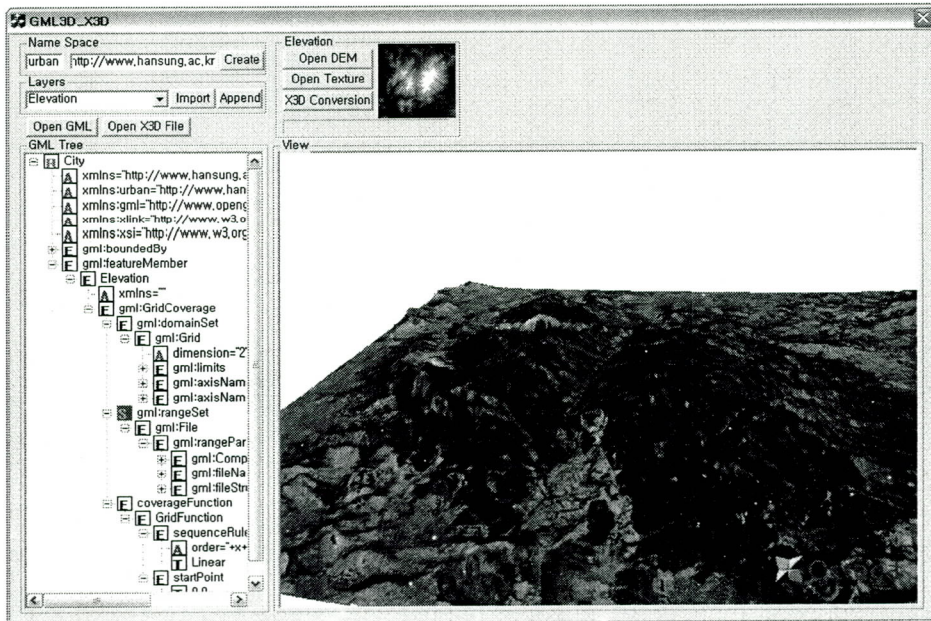


그림 39. Texture Mapping이용한 X3D Scene

그림 39는 그림 38에서 형성된 지형에 그림37의 이미지를 이용하여 Texture Mapping 한 결과이다.

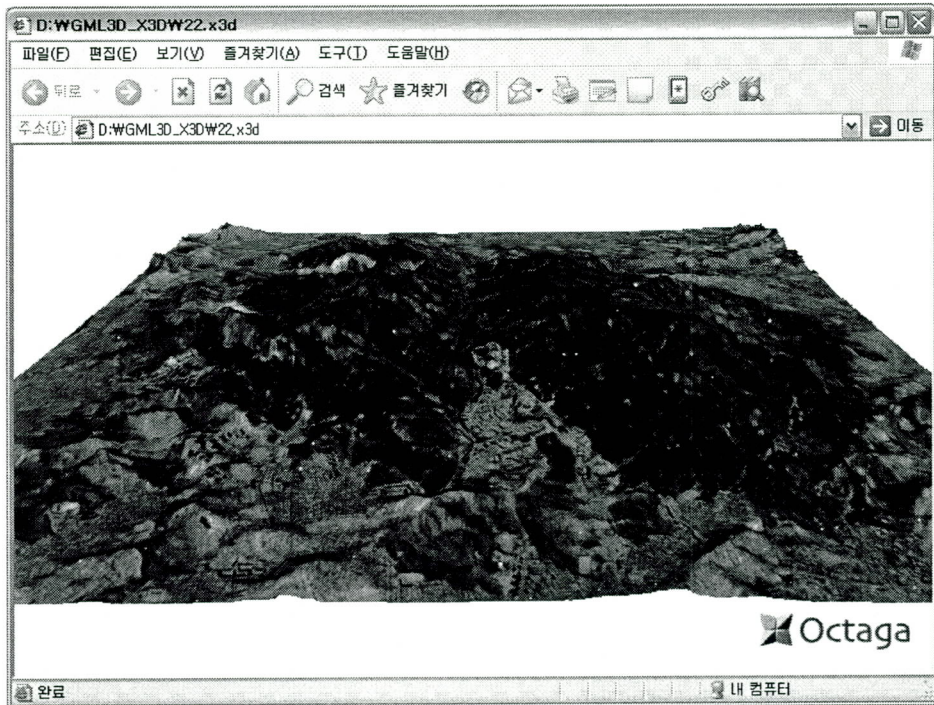


그림 40. Internet Explorer에 Plug-in 된 X3D Scene

그림 40은 그림 39에서 형성된 X3D 데이터를 Internet Explorer를 통하여 가시화 한 것이다.

제 5 장 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 TTA 표준 교통 데이터모델을 대상으로 하여 OGC에서 개발한 국제표준이면서 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.

이러한 응용시스템의 사용으로 인해 다양한 2차원, 3차원의 지리정보가 웹 환경에서 쉽게 공유 및 교환이 용이해지고, 데이터의 표준화에 따른 데이터의 유지 및 관리가 수월해진다. 또한 다양한 영상정보의 엔코딩까지 가능하여 영상 데이터의 활용범위가 넓어질 것이다.

본 시스템은 별도의 전문적인 상업적인 툴 없이 일반 웹 브라우저를 통하여 기본 교통정보를 제공할 수 있고 또한 3차원의 지리정보까지 가능하므로 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 위상구조를 직접 지원하고 있어, 향후 TTA 교통 데이터 모델의 상세한 위상 구조 정립을 위한 보완 작업이 필요하다. 또한 개발된 시스템의 데이터베이스 적용 실험에서 TTA 교통모델에서 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. 또한 GML을 이용한 완전한 웹 서비스를 구성하기

위해서는 OGC에서 발표한 웹 서비스 표준인 Web Map Services (WMS)와 Web Feature Services(WFS)의 연계도 필요 할 것이다.

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.

참 고 문 헌

- [1] 한국정보통신기술협회. 2003. TTAS.OT-10.0021. 정보통신단체표준
- [2] 한국정보통신기술협회. 2004. TTAS.OG-GML 3.0 정보통신단체표준
- [3] Arnold, P, D. Peetes, and I. Thomas. 2004. Modelling a rail/road intermodal transportation system, Transportation Research Part E, 40: 255-270.
- [4] Curtin, K. 2003. ArcGIS Transportation Data Model (UNETRANS), ESRI.
- [5] ESRI, 1998. ESRI Shapefile Technical Description, An ESRI White Paper.
- [6] Geroimenko, V. and C. Chen. 2005. Visualization Information using SVG and X3D: XML-based Technologies for the XML-based Web. Springer.
- [7] GML-ISO/TC 2111 Pallanza Plenary Tutorial - 03.10.2004
- [8] Galdos system inc, Geography Markup Language & Geo-Semantic Web, Aug 28, 2001.
- [9] Galdos system inc, GML 3.0 Paris, Nov 20, 2001.
- [10] ISO, ISO/TC 211/WG 4/PT 19135N 005r3 GML3.0 Specification
- [11] ISO/IEC 19775:2004, eXtensible 3D (X3D) Abstract Specification
- [12] Konze, N. and T. Adams. 2001. A Data Model for Multi-dimensional Transportation Location Referencing System, URISA Journal.
- [13] Kolbe, T.H., G. Groger, and L. Plumer, 2005. CityGML-Interoperable

Access to 3D City Models

- [14] Konze, N. and Adams, T., 2001, A Data Model for Multi-dimensional Transportation Location Referencing System, URISA Journal
- [15] Misund, G. and K.-E. Johnsen. 2002. http://www.ia.hiof.no/~gunnarmi/omd/gmldev_02/
- [16] Michael Kay. 2001. XSLT Programmer's Reference
- [17] OGC Document Number:00-029, Geography Markup Language(GML) v1.0.
- [18] OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Implementation Specification, version 2.1.1.
- [19] Park. K. B, K. I. Kang, and S. W. Kwak, 2006. VRML & X3D for Virtual Reality, in Korean
- [20] Ron L., D. S. Burggraf, M. Trninic, L. Rae. 2004. Geography Mark-up Language Foundation for the Geo-Web, Wiley.
- [21] 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.
- [22] URL: <http://www.w3.org/XML>

ABSTRACT

Development of Geo-spatial Application System Linked GML-based Transportation Model and Remotely Sensed Image on Web3D Environment

Kim, Hak-Hoon

Major in Information System Engineering
Dept. of Information System Engineering
Graduate School of Hansung University

Standardization or standard-related study are regarded as main issues in GIS application. Though several GIS standards and specifications have been released, there are a few actual 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 and X3D 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, X3D

감사의 글

어느덧 대학원 4학기, 입학한 지 엇그제 인 것만 같은데 벌써 졸업을 위해 졸업 논문을 쓰고 있습니다. 입학 당시에는 대학원 2년 동안 무엇을, 어떻게 공부할 지에 대한 고민과 걱정이 많이 있었습니다. 하지만 그러한 것들은 한 순간이었습니다. 항상 애정과 관심을 가지고 지켜봐 주신 지도교수님, 이기원 교수님이 계셨기 때문입니다. 저희가 크게 잘못된 일이 있어도 넓은 아량을 베풀어 주시고 힘들거나 일이 잘 풀리지 않을 때 항상 격려해 주신 덕분입니다. 또한 대학원 2년 동안 많은 다양한 경험과 교수님의 가르침을 통해서 자신감과 세상을 보는 시야를 한층 더 넓힐 수 있었습니다. 교수님께 진심으로 감사드립니다. 그리고 대학원 수업과 학과 행사 등을 통하여 많은 가르침을 주신 정보시스템공학과 전 교수님들께 감사드리며, 항상 저희들에게 칭찬을 아끼지 않으시고 좋은 말씀 많이 해주신 국민대학교 김천 교수님께도 진심으로 감사드립니다.

세상에 한명 뿐인 대학원동기, 그 동안 힘들고 어려울 때 서로 의지하며 논문이 완성되기 까지 말없이 도움을 준 동기 승엽이와 한성대학교 정보시스템공학과 학우들이라면 다 아는 사실인 그의 단짝이며 대학원격탐사학회 사무장인 성혜에게도 깊은 감사의 뜻을 전합니다. 그리고 연구실 생활하면서 후배들이 실수를 해도 너그럽게 용서해주시고 많은 도움을 준 대학원 선배님인 세경이형과 용현이형 정말 감사합니다.

많은 세미나와 학회 행사 등을 통해 알게 된 국민대 연구팀, 잘 생긴

보열이형, 조용한 웃음을 선사하는 태웅이형, 막내 귀염둥이 성후, 그리고 서울대 연구팀, 승엽이 초등학교 짝꿍 희영이, 인천 공항 장내 아나운서 소희, 고등학교 선생님 화정이, 동네 주민인 명량한 미경이, 그 동안의 많은 도움에 감사의 마음을 전하고 싶습니다.

마지막으로 저를 믿고 모든 걸 맡겨주신 부모님과 가족들, 어려운 일이 있을 때 자기 일처럼 도와주는 친구들과 많은 선배님, 후배들이 있었기에 이 졸업논문을 무사히 마칠 수 있었습니다.

위 분들께 다시 한 번 진심으로 감사드립니다.

2006년 11월

김 학 훈