

3차원 지리정보 데이터 포맷들 간의 변환

Conversion between 3D geographical information data formats

이태훈^{1*}, 황정래², 이기준¹

Tae-hoon Lee*, Jung-rae Hwang, ki-joune Li

¹부산대학교 컴퓨터공학과

²부산대학교 컴퓨터 및 정보통신연구소

thyi@isel.cs.pusan.ac.kr*, {jrhwang, lik}@pnu.edu

요약

오늘날 정부기관, 지자체 그리고 민간 기업에서 3차원 지리정보 데이터에 대한 필요성이 증가하고 있어 그에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이러한 연구의 결과로 국내에서 3차원 지리정보 데이터 포맷인 3DF-GML(3DFeature-GML)이 개발되었다. 하지만 3DF-GML의 데이터는 기존의 Shape 파일만을 사용하여 구축되기 때문에 활용성에 제한을 받고 있다. 또한 제작 및 수정 시에는 제한된 애플리케이션 활용만이 허용된다. 이에 따라 3DF-GML의 활용성을 높이기 위해 국내의 데이터뿐 만이 아니라 국외에서 제작되어진 3차원 지리정보 데이터 포맷의 데이터를 활용할 수 있는 방안이 필요하다. 본 논문에서는 국내의 3차원 지리정보 포맷(3DF-GML)과 국외의 3차원 지리정보 포맷들 간의 데이터 포맷을 비교 및 분석한다. 이러한 분석은 국외 3차원 지리정보 포맷의 데이터 활용 및 호환을 유도하는 것이 가능하다. 따라서 본 논문에서는 국내 3차원 지리 정보 데이터(3DF-GML)와 국외 3차원 지리정보 데이터 간의 변환 규칙 및 방법을 제시한다.

1. 서론

국내외로 지리정보 데이터에 대한 필요성이 증가함에 따라 지리정보 데이터 포맷에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이러한 연구의 결과로 다양한 지리정보 데이터 포맷이 개발되었다. 하지만 기존의 지리정보 데이터 포맷은 단순히 2차원의 데이터만을 사용하는 포맷으로써 3차원으로 이루어진 환경에서의 활용은 어려움이 많이 있다. 예를 들면 위아래로 교차가 이루어지는 교차로, 구멍을 뚫어 건설하는 터널과 같이 3차원의 개념이 필요한 객체들은 2차원으로 표현을 할 수 없으며, 설정 2차원으로 표현을 하더라도 적합한 데이터를 가질 수는 없으므로 응용에 많은 어려움이 있다. 또한 3

차원 공간정보를 활용한 가상현실, 도시설계, 경관분석 등에 대한 관심이 증대되고, 증가하고 있는 3차원 공간정보에 대한 수요를 충족시키기 위해서 국내외 민간 기업과 정부에서는 3차원 공간정보의 구축을 본격화하고 있다. 따라서 3차원으로 표현이 가능한 지리정보 데이터 포맷의 필요성이 대두되어 이에 관한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 그 연구 결과 국내에서는 3차원 지리정보 데이터 포맷인 3DF-GML을 개발하였다. 하지만 3DF-GML은 기존의 Shape 파일만을 사용하여 구축되도록 한정되어 있으며, 사용이 가능한 애플리케이션 역시 한정되어 있다. 이에 따라 3DF-GML의 활용성을 높일 수 있는 방법에 대한 필요성이 대두되었다. 그 방법 중의 하나는 국외에서 개발된 다양한

3차원 데이터 지리정보 포맷과의 호환을 유도하는 것이다. 국외 포맷과의 호환이 이루어지면 데이터간의 연동과 애플리케이션에 대한 선택의 폭이 더욱 넓어질 수 있게 된다.

본 논문에서는 먼저 3차원 지리정보를 나타내는 다양한 포맷과 3차원 그래픽을 표현하는 포맷에 대해 알아본다. 국내에서 개발한 기존 지리정보 포맷인 수치지도와 기본 지리정보, 또 3차원 지리정보 포맷인 3DF-GML과 국외에서 개발한 3차원 지리포맷인 CityGML과 Google에서 개발한 KML에 대해 알아본다. KML의 경우 3차원을 표현할 수 없으므로 3차원 객체를 나타내기 위해 Collada 포맷을 사용한다. 따라서 Collada 포맷이 본 논문에서 KML보다 중점으로 다루게 될 요소이다.

또한 국내 3차원 지리정보 데이터 포맷과 국외 3차원 지리정보 데이터 포맷간의 변환 흐름을 분석한다. 이 분석을 바탕으로 서로 다른 포맷간의 데이터 포맷 변환 규칙을 서설하고, 이러한 규칙을 기법으로 변환 방법을 제시한다.

2. 관련 연구

국내와 국외에는 다양한 3차원 지리정보 포맷과 3차원 객체 포맷이 있다. 본 장에서는 이러한 포맷에 대한 분석을 살펴본다.

2.1 국내 지리정보 데이터 포맷

국내에서 개발된 지리정보를 표현하기 위한 기존 포맷은 수치지도와 기본지리정보가 있다.

수치지도는 점, 선, 면으로 지리정보를 구성한다.[1] 이러한 정보를 각 항목별로 구분하여 데이터베이스화하고 이용 목적에 따라서 지도를 자유로이 작성할 수 있도록 전산화한 지도이다. 수치지도는 일반적으로 도형을 2차원의 좌표를 이용하여 지도의 모든 도형을 표현한다. 포맷구성은 표현을 위한 공간정보 파일과 비공간정보 파일로 분

리하여 내부포맷에 대한 확장성을 높이고 있다.

기본지리정보는 기본 지리정보에서 공통적으로 포함되거나, 논리적 또는 위치로 참조할 수 있고, 다른 데이터베이스와 결합할 수 있는 지형지물 데이터 포맷이다. [2]

표 1 기본지리정보 구성

	레이어	헤더	데이터
NGI	feature	위상Schema	공간정보
NDA	feature	속성Schema	속성정보
NRL	feature	관계Schema	관계정보

표 1은 하나의 지형지물을 나타내는 기본지리정보의 파일 구성을 나타낸다. 기본지리정보는 수치지도에서 사용하는 NGI, NDA파일을 사용하지만 NRL파일을 추가하여 관계정보를 표현할 수 있다.

위에 언급한 지리정보 포맷들은 모두 2차원만을 표현하는 지리정보 포맷들이다. 따라서 3차원으로 나타내는 데이터에 비해 활용할 수 있는 응용 범위가 매우 좁다. 그리고 자체적인 파일 포맷을 지니고 있으므로 인터페이스의 일반화가 이루어져 있지 않다. 따라서 이러한 단점을 보완한 새로운 3차원 포맷의 필요성이 대두되어 연구가 이루어진 결과 3DF-GML이 새로이 제작되었다.

3DF-GML은 국내 3차원 국토공간정보를 저장 및 교환하기 위한 XML 기반의 데이터 포맷이다. 또한 3DF-GML은 OGC (Open Geospatial Consortium)와 ISO TC211에서 공간 정보 교환을 위한 국제표준으로 제정 중인 GML 3.1[3]의 응용스키마이다. 3DF-GML은 GML 3.1에서 제공하고 있는 공간 데이터 포맷을 기반으로 하여 다양한 국내 3차원 응용분야에서 공통적으로 요구하는 데이터를 제공하기 위한 스키마이다.

표 2는 3DF-GML의 표현 범위를 주요 포맷의 항목들로 나타낸 것이다.

표 2 3DF-GML의 표현 범위

주요포맷	3DF-GML의 세부 포맷
지형지물	수자원, 시설물, 교통, 지형
기하	2, 3차원 객체(선형, 평면 사용), 집합체, 복합체
위상	단방향 위상(XLink)
세밀도	LOD1, LOD2, LOD3, LOD4
면의 외형	실사 텍스처, 가상 텍스처, 재질
지형	TIN, 격자 커버리지
좌표계	구형좌표계, 타원좌표계, 직교좌표계

3DF-GML은 응용 지형지물로서 수자원, 시설물, 교통, 지형을 포함하고 있다. 또한 기하포맷으로 선형, 평면 보간법을 사용하는 2, 3차원 객체를 제공하고, 집합체와 복합체를 지원한다. 3DF-GML은 GML에서 사용하는 위상 패키지를 사용하지 않고, XLink를 이용하여 단방향 위상을 사용한다. 세밀도는 4단계로 구분되며 기하 단위 세밀도 포맷을 사용한다. 면의 외형은 이미지 파일을 투영하는 실사 텍스처와 가상 텍스처를 제공하고, 면의 투명도, 반사도와 같은 재질을 표현한다. 지형은 TIN 포맷과 격자 커버리지를 제공하고 있으며, 응용지형지물에서 지형은 격자 커버리지를 사용하고 있다. 그리고 3DF-GML은 구형, 타원, 직교좌표계를 사용 가능하다.

2.2 국외 지리정보 데이터 포맷

국외에서 개발한 국제 표준 지리정보 포맷으로 가장 대표적인 포맷은 GML과 GML3.1을 기반으로 한 CityGML이 있다. 또 최근에 표준으로 등록이 된 Google에서 개발한 KML이 있다. 그 밖에 시각화를 위해 가장 널리 쓰이는 VRML을 기반으로 만들어진 X3D 포맷이 있다. 이 밖에 국외에서 상용으로 사용되는 ESRI에서 지원하는 Shape 포맷과 Autodesk에서 지원하는 DXF포맷이 있다.

본장에서는 국제 표준 지리정보 포맷중에서 CityGML과 KML에 대해 살펴본다.

CityGML은 의미론적이고 위상적인 측면이 배제된 순수한 그래픽 포맷이 아니라 다양한 응용분야의 요구를 만족할 수 있는 일

반적이고 공통적인 포맷의 필요에 따라 개발이 되었다.[4] CityGML의 특징은 아래와 같다.

- 세밀도 포맷 기반으로 5개의 세밀도 단계 지원
- 기하요소를 공유하여 위상 간접 표현
- 지형지물과 지형과의 인접면을 표현
- 복합·일반 지형지물을 위한 포맷 지원
- 재질 및 텍스처 포맷 지원
- 상징 지형지물 지원

본 논문에서는 CityGML 0.3 버전을 기본으로 한다.

KML은 Google에서 개발한 지리정보 포맷으로써 현재 OGC에서 표준으로 채택이 되었다.[5]

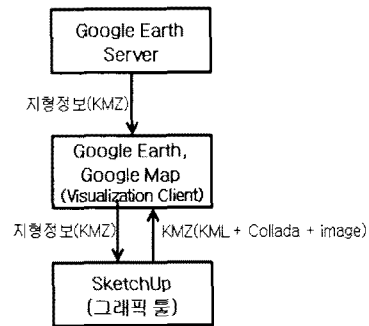


그림 2 KML의 사용 구성

KML은 Google Map 또는 Google Earth에서 사용할 수 있으며 지형정보는 Google Earth Server에서 데이터를 전송받아 표현한다. 사용자는 지표면에 다양한 지물을 표현할 수 있으며 이것을 다시 공유할 수 있다.

KML은 기본적으로 3차원 객체의 표현을 할 수 없다. 표현하고자 하는 3차원 객체는 Collada 포맷을 사용하여 표현을 한다. 사용되는 Collada파일은 KML에서 별도로 선언하여 KML과 같이 압축하여 KMZ로 표현을 한다. 따라서 3차원을 표현하기 위해서는 KMZ 포맷을 사용해야 한다.

Collada[6]는 현재 1.4.1 버전까지 개발되었으며 XML문서 형식을 띄고 있다. Collada 포맷의 기본 취지는 다양한 3차원 객체

의 표현과 사용의 편리함이다. 따라서 다양한 3차원 그래픽 프로그램에서 작성이 가능하다. Collada 포맷은 다양한 3차원 객체의 표현을 위해 여러 가지 기능을 사용할 수 있지만 Google에서 사용하는 Collada 기능은 삼각형, 선분 기하정보와 텍스처만으로 국한되어 있다.

3. 3차원 지리정보 데이터 포맷 간의 변환

본 장에서는 국내 3차원 지리정보 포맷인 3DF-GML과 국외 3차원 지리정보 포맷과의 변환 규칙 및 방법을 제시한다. 국외 포맷 중에서 CityGML과 Google Earth에서 사용이 가능한 형태를 가진 Collada와의 변환에 대해 기술한다.

3.1 3DF-GML과 CityGML간의 변환 규칙 및 방법

기존에 개발된 3차원 그래픽 포맷간의 변환은 다수 존재한다. 하지만 아직까지 3차원 지리정보 데이터 포맷 간의 변환은 개발되지 않았으며 현재 많은 연구가 이루어지고 있다.

본 절에서는 3DF-GML과 CityGML간의 변환 규칙과 방법을 살펴본다. 먼저 포맷간의 변환을 위해 필요한 작업의 흐름을 살펴보고 흐름에 따라 작성되는 변환 규칙의 예를 들어 본다. 그리고 변환 규칙에 따른 애플리케이션의 제작 예를 살펴보겠다. 이렇게 제작한 애플리케이션은 두 포맷간의 변환을 유도하여 상호운용성을 높일 수 있다.

아래의 그림은 3DF-GML과 CityGML간의 변환이 이루어지기 위한 흐름도를 보여주고 있다.

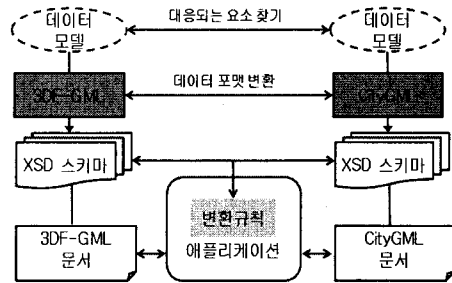


그림 3 3DF-GML과 CityGML 간의 변환 흐름도

흐름도에 따른 포맷간의 변환을 위한 첫 번째 작업은 3DF-GML과 CityGML 데이터 포맷 간의 대응되는 요소를 찾는 것이다. 포맷간 대응되는 요소는 포맷을 구성하는 3차원 데이터의 의미와 사용 방법에 따라 정의된다. 두 포맷간의 대응 요소의 예는 다음과 같다.

표 3 3DF-GML과 CityGML의 대응요소 예

대응 요소	비고
point, curve, surface, solid	동일 GML의 사용으로 변환 가능
세밀도 1~4	0을 제외한 세밀도 변환 가능
텍스처	동일한 데이터를 사용함으로써 가능

대응 요소의 작성 이후 다음 작업은 변환 규칙을 정의하는 것이다. 변환 규칙은 3차원 데이터 포맷의 변환이 데이터의 의미론적인 구성을 어긋나지 않도록 정의한다.

그림 3과 같이 대응 요소에 따른 의미론적인 변환 규칙을 정하면 여기에 맞추어 스키마에 유효하도록 변환규칙을 추가로 작성한다. 추가로 작성되는 변환 규칙의 예는 다음과 같다.

- CityGML에서 사용하는 다양한 기하 타입들은 3DF-GML에 사용하는 MultiSolid에 적합한 규칙을 이루도록 변환을 유도한다.
- CityGML의 건물에 나타날 수 있는 여러 부가 정보를 3DF-GML으로 변환 시 모두 통합하여야 한다.

- CityGML의 interiorRoom은 3DF-GML로 변환하지 않는다.

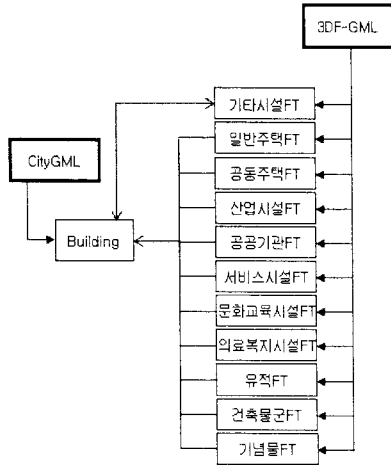


그림 4 CityGML과 3DF-GML의 건물 변환 규칙 예

추가적인 변환 규칙은 포맷간의 변환이 이루어질 때 변환 애플리케이션에서 실제로 구현에 사용되는 규칙들이므로 실제 구현에 사용되는 요소들을 구체적으로 언급하며 정의한다.

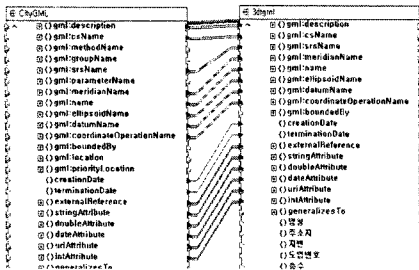


그림 5 변환 규칙에 따른 애플리케이션 작성 예

그림 4는 작성된 모든 변환규칙에 따라 애플리케이션을 이용하여 두 포맷간의 대응되는 요소들을 연결한 모습을 보여주고 있다. 이 애플리케이션을 이용하면 변환 애플리케이션의 한 방법인 XSLT 문서의 작성이 가능하다. 3DF-GML과 CityGML은 XML문서 형식으로 작성되어 있으며 GML을 기반으로 개발되었기 때문에 포맷을 구성하는 요소가 비슷하여 XSLT를 이용한 변환이 가능하다.

XSLT를 이용하여 변환이 완료된 포맷은 동일한 기하정보와 텍스처 정보를 가지게 된다. 따라서 3DF-GML포맷과 CityGML 포맷에 사용하는 애플리케이션 활용에 아무런 문제가 발생하지 않는다.

3.2 3DF-GML과 KMZ(KML+Collada)간의 변환 규칙 및 방법

본 절은 3DF-GML과 Google Earth에서 사용하는 3차원 지리정보 데이터 포맷인 KMZ로의 변환 규칙과 방법을 살펴본다.

3DF-GML과 KMZ(KML+Collada)간의 변환은 3DF-GML과 CityGML간의 변환과는 다른 몇 가지 특징을 가진다. 첫째, 3DF-GML은 여러 개의 좌표계를 사용할 수 있지만 KML+Collada는 고정된 좌표계를 사용하므로 서로 같은 좌표계를 사용하지 않으며, KML과 Collada 포맷간에도 각각 다른 좌표계를 사용한다. 둘째, Collada는 다각형을 오직 삼각형으로 표현하고 있다.

다음 그림은 3DF-GML과 Google Earth에서 사용가능한 KMZ(KML+Collada)간의 변환 흐름도이다. 3.1절에서 소개한 3DF-GML과 CityGML 간의 변환과 다른 점은 두 데이터 포맷 간의 변환 규칙을 자동적으로 XSLT문서로 생성가능한 방식과 달리 수동적으로 생성하여야 하고, 그것을 기반으로 애플리케이션을 제작하여 변환이 이루어져야 한다는 것이다.

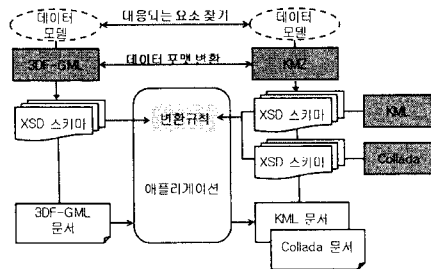


그림 6 3DF-GML과 KMZ간의 변환 흐름도

변환 규칙을 만들기 앞서 흐름도에 따라

첫 번째 작업으로 대응요소를 분석하면 3DF-GML에서 KML로의 3차원 표현과 텍스처 문제로 인하여 변환이 힘들다는 것을 알 수 있다. 또한 Collada와의 변환 역시 지리적 위치를 표현할 수 없다는 결과를 얻을 수 있다. 따라서 3DF-GML의 3차원 기하 정보 데이터를 손실없이 변환하기 위해서는 반드시 KMZ(KML+Collada+이미지)로 변환이 이루어져야 하며 KMZ에 맞추어 변환 규칙이 작성되어야 한다. 3DF-GML과 KMZ의 대응요소는 다음과 같다.

표 4 3DF-GML과 KMZ의 대응요소 예

3DF-GML	KMZ(KML+Collada)
point, curve, Surface	KML에서 좌표계 변환 이후 변환 가능
Solid	Collada에서 3차원 좌표 입력으로 사용 가능
텍스처	Collada에서 선언 가능

대응 요소에 따라 스키마에 유효하도록 변환 규칙을 정의한다. 다음 그림은 3DF-GML과 Collada간의 변환 규칙이다.

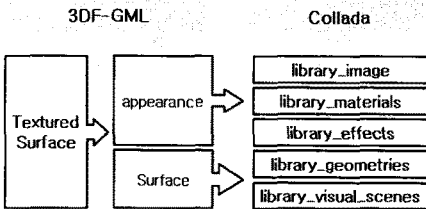


그림 7 3DF-GML과 Collada간의 변환 규칙 예

그림 6은 3DF-GML의 데이터를 Collada에서 사용하는 각각의 라이브러리로 분리하는 변환 규칙이다. 추가적인 변환 규칙은 수동적으로 정의한다.

● Collada에서의 다각형 표현을 위해 3DF-GML에서 사용하는 LinearRing은 삼각분할이 이루어져야 한다. 그림 7에서 나타나는 굵은 선은 입방체를 표현하기 위해 선언된 각각의 면을 나타낸다. 이러한 면들을 삼

각형으로 분할을 하여야 하며 삼각형은 정선으로 표현하였다.

● KML에서는 세밀도를 위한 표현을 할 수 있지만 Collada에는 세밀도에 대한 구분이 없으므로 하나의 세밀도 포맷만을 나타내어야 한다. 3DF-GML에서 Collada로의 변환을 할 때는 가장 높은 세밀도만을 선택하여 변환한다.

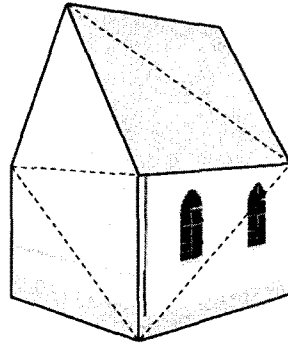


그림 8 면의 삼각분할 예

이렇게 작성된 변환 규칙을 바탕으로 애플리케이션으로 작성되어야 한다. 주의할 점은 데이터의 변형이 필요하게 되므로 이전 3DF-GML과 CityGML간의 변환 방식인 XSLT는 사용할 수 없다는 것이다.

위에서 설명한 3DF-GML에서 Collada간의 변환과는 달리 오직 Collada로만 작성한 3차원 객체를 3DF-GML로 변환 할 경우에는, 아래의 그림과 같이 선언된 Collada의 라이브러리들을 통합하여 3DF-GML에 적합한 각각의 면으로 선언을 해야 한다.

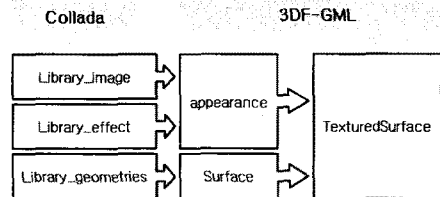


그림 9 Collada와 3DF-GML 라이브러리 통합

3DF-GML에서 Collada로의 변환이 이루어

어지면 Google Earth에서 바로 확인이 가능하다. 하지만 Collada가 원하는 지점에 올바르게 위치하기 위해서는 KML과 결합하여 KMZ로 나타내어야 한다. 이를 위해 KML의 Model태그를 사용해 올바른 지리적 위치와 Collada 객체의 방향등을 지정해 주어야 한다. KMZ로의 변환이 완료되면 웹으로의 공유가 가능하며 SketchUp과 같은 애플리케이션으로 다운 받아 수정 및 응용이 가능해진다.

4. 결론

본 논문에서는 국내에서 개발된 3차원 지리정보 데이터 포맷인 3DF-GML의 활용성을 높일 수 있는 방안으로 국외에서 개발한 3차원 지리정보 데이터 포맷과의 변환을 제시하였다. 그리고 국외 3차원 지리정보 데이터 포맷 중 CityGML과 KMZ에 대한 변환 규칙 및 방법에 대해 서술하였다. 다른 포맷과의 변환을 통하여 타 포맷의 데이터의 사용이 가능해지며 Shape파일만을 사용해야 구축할 수 있는 3DF-GML을 타 포맷의 데이터를 사용해 구축할 수 있게 된다. 또한 타 포맷의 제작 및 수정에 사용되는 애플리케이션이 사용 가능해 지므로 효율성을 더욱 높일 수 있다.

향후 연구에 필요한 것은 본 논문에서 제시한 변환 규칙 및 방법에 따라 변환 도구의 개발이다. 3DF-GML과 CityGML의 변환의 경우는 XSLT 문서 사용이 가능하지만 타 포맷과의 변환에서는 XSLT문서의 사용이 가능하지 않는 경우가 있기 때문이다. 또 본 논문에서 제시한 포맷 변환의 경우는 존재하는 여러 포맷중에서 CityGML과 KMZ와의 변환뿐이다. 따라서 좀 더 다양한 포맷과의 변환에 대한 연구가 필요하겠다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발 사업 - 지능형국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(07국토정보C04)에 의해 수행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] 국립지리원, "무결점수치지도제작연구", 2000
- [2] 국립지리원, "기본지리정보구축 연구 및 시범사업", 2001
- [3] ISO/TC211, "Geographic Information /Geomatics 19136", 2004
- [4] G. Gröber 외2인, "Candidate OpenGIS CityGML Implementation Specification", 2006
- [5] Google, "<http://code.google.com/apis/kml/>"
- [6] Mark Barnes, Sony Computer Entertainment Inc, "COLLADA - Digital Asset Schema Release 1.4.1", 2006