

3D 공간정보 데이터 포맷 변환 및 시각화 도구 개발

Development of the Data Conversion and Visualization Tool for 3D Spatial Information

강병준*, 진식, 이재호, 김인현

Byoung-Jun Kang*, Sik Jin, Kwang ho Kim, Jae Ho Lee, In Hyun Kim

(주)한국공간정보통신

{bj790408*, jinlo3323, snoopy, ihkim}@ksic.net

요약

본 연구에서는 국내 3차원 공간정보 데이터 표준 포맷인 3DF-GML 데이터 모델의 데이터 구조 분석을 수행하였다. 또한 3DF-GML 데이터 포맷과 기존 공간정보 데이터 포맷과의 전환 가능성을 검토하여 기존에 구축된 공간정보간의 연계 및 전환 가능성을 분석하였다. 이러한 분석 결과를 바탕으로 Shape파일, 3DS 데이터와 3DF-GML 데이터 간의 포맷 변환 도구를 개발하였으며, 변환된 3DF-GML 데이터의 유효성 검증을 위한 3DF-GML 가시화 도구를 개발하였다. 본 연구에서 제시한 3차원 공간정보 데이터 변환 및 가시화 도구는 국내 3차원 표준 포맷인 3DF-GML의 변환 및 가시화 기능을 제공해 줌으로써, 다양한 응용 분야에서 3차원 공간정보 데이터 사용의 활성화에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

1. 서론

최근 국가지리정보시스템, 대규모 토목 사업, 지상과 방송 서비스, 웹 지도 서비스 등과 같은 다양한 분야에서 공간정보를 표현하고 이를 활용하고자 하는 수요가 늘고 있다. 실제로 Google사의 Google Earth, Microsoft사의 Virtual Earth 같은 프로그램은 고해상도 위성영상, 항공사진, 수치지도 등을 활용하여 전 세계의 공간정보를 웹 서비스를 통해 제공하고 있다. 또한, GPS (Global Positioning System)를 활용한 자동차 항법시스템에서의 수치지도의 활용, 지자체의 도시 관리를 위한 도시정보시스템에서의 공간정보의 활용 등이 이러한 공간정보 수요의 급증을 대변하는 좋은 사례들이라 할 수 있다(건설교통부, 2006).

특히 정보의 고도화가 가속됨에 따라 컴퓨터 공간상에서 다루어지는 공간정보 데이터는 2차원에서 3차원의 데이터로 확

장되어 가고 있으며, 이는 2차원 데이터로부터 획득할 수 있는 정보의 한계성을 극복하고 실세계를 보다 현실적으로 이용하려는 사용자의 요구에 기인하고 있다(이재빈, 2008). 또한 인간 중심의 실감 정보화 시대로 발전함에 따라 실제의 대상을 컴퓨터 가상공간상에서 원형과 동일한 형태로 표현하고자 하는 사용자의 요구는 3차원 공간정보자료의 생성과 활용에 대한 여러 연구들과 매체들을 생성시키고 있다(손정영, 2001). 3차원 공간정보 데이터를 활용하기 위해서는 컴퓨터 하드웨어 기술이나 데이터 획득 기술의 발달도 필요하지만 3차원 공간정보 구축에 앞서 다양한 응용 분야의 요구를 수용할 수 있는 3차원 공간정보 모델이 필요하며 3차원 공간정보의 교환 및 유통이 용이하게 할 수 있도록 다양한 데이터간의 변환 도구의 개발이 이루어져야 한다.

건설교통부에서 2006년에 수행된 '3차원 공간정보 구축 2차년도 시범 사업'에서

는 데이터 제작하는 과정에서 발생할 수 있는 문제점들을 해결하고 상호운용성을 보장하고자 3차원 표준 데이터 포맷 개발에 관한 연구가 진행되었다. 연구를 통해 정립된 3차원 공간정보 데이터 포맷은 데이터 모델을 구체화하여 제작된 3차원 데이터를 효과적으로 저장하고 유통하기 위한 규약이며 데이터 제작 시스템과 활용 시스템 간에 상호운용성을 제공하는 중요한 매체이다. 국내에서는 2004년부터 3차원 국토공간정보 구축 시범 사업을 통해서 3차원 공간정보의 구축을 위한 요구사항들이 정립되었으며, 2005년도 공간정보 사양 연구에서는 3차원 공간정보의 요구사항을 만족하는 데이터 모델이 제시되었다.

본 연구에서는 '3차원 공간정보 구축 2차년도 시범 사업'에서 정립된 3차원 표준 데이터 포맷인 3DF-GML 데이터 모델의 데이터 구조 분석을 수행하였다. 또한 3DF-GML 데이터 포맷과 기존 공간정보 데이터 포맷과의 전환 가능성을 검토하여 기존에 구축된 공간정보간의 연계 및 전환 가능성을 분석하였다. 이러한 분석 결과를 바탕으로 높이 정보가 포함된 Shape파일, 상용 3차원 모델인 3DS 데이터와 3DF-GML 데이터 간의 포맷 변환 도구를 개발하였으며, 변환된 3DF-GML 데이터의 유효성 검증을 위한 3DF-GML 가시화 도구 개발에 대한 연구를 수행하였다.

2. 공간정보 데이터 포맷 분석

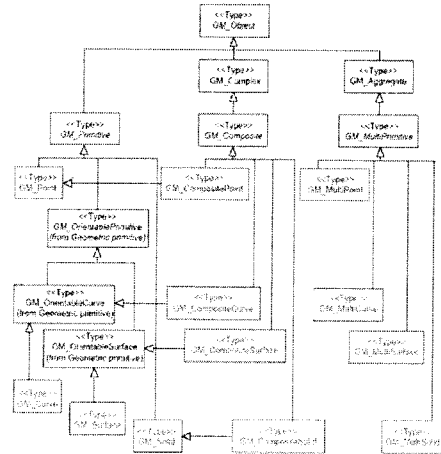
본 장에서는 국내 3차원 표준 데이터 포맷인 3DF-GML 데이터 포맷, 대표적인 상용 3차원 데이터 포맷인 3DS 데이터 포맷 및 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 공간정보 데이터 포맷인 Shape파일 데이터 포맷에 대한 분석 결과를 기술하고자 한다.

2.1. 3DF-GML 데이터 포맷

3DF-GML 데이터 포맷은 GML 3.1을 기반으로 하므로 전체 모델은 GML 3.1의 전체 데이터 모델의 부분을 취한다. 3DF-GML에서 공간객체에 대한 정보 저장은 지형지물 모델, 기하 모델, 텍스처 및 재질

모델, 위상 모델, 일반지형지물속성 모델, 세밀도 모델, 지형 모델을 통해 이뤄진다.

3DF-GML 데이터 포맷에서 3차원 공간정보 지형지물 모델은 시설물, 교통, 수자원 분야로 3가지 주제항목으로 구성된다. 또한 3가지 주제항목 이외의 공간정보 데이터의 경우에는 3DGeneric Object 개체를 활용한 정보 저장이 가능하도록 하여



<그림 1> 3DF-GML의 기하 모델

다양한 공간정보의 저장이 가능하도록 하고 있다.

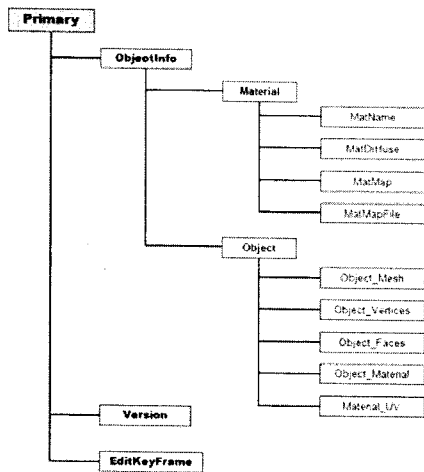
그림 1은 3DF-GML의 기하 모델을 보여준다. 3DF-GML에서 공간객체의 기하정보를 표현하기 위한 클래스로는 가장 기본적인 공간 객체를 표현하기 위해 단일 기하객체를 표현하는 GM_Primitive, 서로 겹치지 않는 여러 개의 GM_Primitive를 복합하여 하나의 기하객체를 표현하는 GM_Complex, 그리고 임의의 단일 기하객체의 집합으로 하나의 새로운 기하객체를 표현하는 GM_Aggregate로 크게 나눌 수 있다. GM_Primitive는 가장 중요한 클래스로써 점 객체를 표현 하는 GM_Point와 선 객체를 표현 하는 GM_Curve, 면을 표현하는 GM_Surface, 입체 표현하는 GM_Solid 클래스로 구체화될 수 있다. 3차원 공간 객체의 기하를 표현하기 위한 가장 기본적인 클래스는 GM_Solid이다.

텍스처 모델은 3차원의 사실감을 향상시키기 위해 사용하는 모델로서, 각 요소에

대한 풍부한 텍스처를 적용하고, 모델의 각 면에 질감, 무늬를 입히는 기법을 사용하는 모델이다. 텍스처 맵핑은 면이나 면조각 단위로 이뤄지며 반짝임, 금속성 등을 표현하는 광원효과를 나타내기 위해 확산광, 주변광, 반사광, 방출광 정보를 저장한다. 그리고 투명한 물체를 표현하기 위해서 투명효과인 Alpha Blending 모드를 이용한다.

2.2. 3DS 데이터 포맷

3DS 데이터 포맷에서 공간객체에 대한 정보 저장은 기하 모델, 텍스처 및 재질 모델을 통해 이뤄진다.



<그림 2> 3DS 데이터 포맷의 구조

그림 2는 3DS 데이터 포맷의 저장 구조를 보여주고 있다. 3DS 데이터는 오브젝트 관련 정보 저장을 위한 ObjectInfo, 3DS 모델 버전 정보 저장을 위한 Version, 키 프레임 관련 정보 저장을 위한 EditKeyFrame으로 구성된다. 또한, 오브젝트의 정보가 저장되는 ObjectInfo에는 텍스처 관련 정보(Material)와 버텍스 관련 정보(Object)로 구성된다.

2.3. Shape파일 포맷

Shape파일 포맷은 ESRI에서 데이터 교환을 위해 사용하는 포맷으로 DBF (dBase File)와 SHX(인덱스) 파일과 함께 사용된다. 기하정보는 Shape 파일에 저장되며,

속성 정보들은 DBF에 저장된다. Shape 파일은 2차원과 2.5차원 기하객체를 표현할 수 있다. 3차원 기하객체는 표현할 수 없으며 3차원 공간정보에서 필수적인 요소로 인식되는 텍스처와 재질에 대한 모델은 포함하고 있지 않다.

<표 1>에 기하객체 타입들은 Shape 파일에서 지원하는 객체들이다. 위의 기하타입들은 크게 기본타입과 Z타입, M타입으로 구성된다. 기본타입은 점, 선, 면, 점집합을 표현하며, Z타입은 기본타입에 3차원 공간에서 필요한 z축 좌표를 포함하며, M타입은 기본타입에 측정값을 저장하기 위한 측정값 배열을 포함한다.

<표 1> Shape파일의 기하객체 타입

기하객체 타입	설명
Null Shape	기하정보를 가지고 있지 않는 객체를 표현하기 위한 타입
Point	2차원 점을 표현하는 기하객체 타입
PolyLine	2차원 곡선을 표현하는 기하객체 타입
Polygon	2차원 평면을 표현하는 기하객체 타입
MultiPoint	2차원 점의 집합을 표현하는 기하객체 타입
PointZ	3차원 점을 표현하는 기하객체 타입
PolyLineZ	3차원 곡선을 표현하는 기하객체 타입
PolygonZ	3차원 평면을 표현하는 기하객체 타입
MultiPointZ	3차원 점의 집합을 표현하는 기하객체 타입
PointM	2차원 점과 측정값을 표현하는 기하객체 타입
PolyLineM	2차원 곡선과 측정값을 표현하는 기하객체 타입
PolygonM	2차원 평면과 측정값을 표현하는 기하객체 타입
MultiPointM	2차원 점과 측정값의 집합을 표현하는 기하객체 타입
MultiPatch	2.5차원 곡면을 표현하는 기하객체 타입, 3차원 볼라

<표 2> 3DF-GML과 3DS의 기하 모델 비교

3DF-GML	3DS	비교
Point	-	3DF-GML에서는 3차원 좌표를 통한 point 객체의 표현이 가능하지만 3DS 데이터 모델에서는 point 객체를 지원하지 않음
Curve	Line	3DF-GML의 curve 객체와 유사하게 3DS 데이터 모델에서는 line 객체 지원
Surface	Plane	처음과 마지막 좌표가 같아야 한다는 제약 조건이 있으며, 지면과의 연동을 지정할 수 있는 3DF-GML과는 달리 3DS 데이터 모델에서는 지면과의 연동을 지원하지 않음
Solid	Polyhedron	기능의 차이가 없음. 3DF-GML과 3DS 데이터 모델 모두 solid 형태의 객체 표현을 위해 vertex 정보, texture 정보, material 정보를 지정하는 것이 가능하며, 객체의 완전한 3D 표현이 가능

2.4. 공간정보 데이터 포맷에 대한 상호운용성 분석

3차원 공간정보 데이터 포맷에서 상호운용성은 각 포맷의 데이터 모델에 의존한다. 즉, 두 가지의 서로 다른 데이터 포맷이 있을 경우, 각 포맷의 데이터 모델에 의해 데이터 전환이 쉽고 어려움이 결정된다.

3DF-GML 데이터 포맷과 3DS 데이터 포맷은 <표 2>에서와 같이 거의 동일한 기하 모델을 가지며 텍스처 모델을 포함한다는 공통점을 갖는다. 따라서 3DF-GML 데이터와 3DS 데이터는 상호운용 가능한 것으로 분석됐다.

Shape파일은 3차원 기하객체를 표현할 수 없으며 3차원 공간정보에서 필수적인 요소로 인식되는 텍스처와 재질에 대한 모델은 포함하고 있지 않으므로 Shape파일의 3DF-GML로의 변환은 불가능한 것으로 나타났다. 하지만 본 연구에서는 높이 정보와 텍스처 정보를 포함하고 있는 경기도 하남시 지역의 수정된 Shape파일을 바탕으로 연구를 진행하였다.

3. 공간정보 데이터 변환 방안 분석

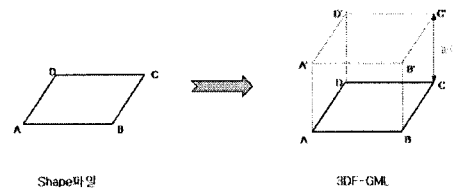
본 장에서는 공간정보 데이터 포맷 및 상호운용성 분석을 바탕으로 공간정보 데이터 변환 방안에 대해 살펴보겠다.

3.1. Shape파일의 3DF-GML로의 변환

Shape 파일 포맷의 기하정보는 2차원과 2.5차원 기하객체를 표현할 수 있으며

2.5차원 기하객체는 2차원 객체에 높이값이 저장되는 방법으로 표현된다. 그리고 Shape파일은 3차원 공간정보에서 필수적인 요소로 인식되는 텍스처와 재질에 대한 모델은 포함하고 있지 않다.

높이에 대한 정보가 존재하지 않는 일반적인 Shape파일의 경우에는 공간객체를 3차원으로 표현하는 것이 불가능하다. 2차원 평면상에 존재하는 객체를 3차원 공간상에 나타내기 위해서는 객체의 높이 정보가 필요하기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 높이 정보가 들어있는 Shape파일을 바탕으로 Shape파일의 3DF-GML로의 변환 방안을 수립하였다.



<그림 3> Shape파일 변환 방안

그림 3에서는 2차원 객체가 높이 정보와 함께 Shape파일에 저장된 경우, 3DF-GML로의 변환 방법을 보여주고 있다. 3DF-GML에서 공간 객체는 구성면 단위로 이루어진다. 따라서 그림 3의 왼쪽 그림과 같은 2차원 객체를 벡터 정보와 높이 정보를 바탕으로 그림 3의 오른쪽과 같이 6개의 면을 가지는 육면체로 변환하는 것이 가능하며, 이를 통해 Shape파일의 3DF-GML로의 변환이 수행 가능하다. 일반적으로

로 Shape파일은 텍스처 정보를 포함하지 않으므로 Shape파일을 3DF-GML로의 변환할 경우에는 텍스처가 포함되지 않은 슬라이드 모델이 변환 결과물이 될 것이다.

3.2. 3DS 모델의 3DF-GML로의 변환

3DS 데이터 모델은 텍스처 관련 정보와 버텍스 관련 정보를 포함하므로 각각의 3DS 데이터를 3DF-GML 내의 객체로 직접 변환하는 것이 가능하다. 또한 직접 변환이 아닌 Model Library를 활용한 3DS 데이터 모델의 포맷 변환도 가능하다.

3DS 데이터 모델의 버텍스 정보 및 텍스처 정보를 이용하여 각각의 3DS 데이터를 3DF-GML 내의 객체로 직접 변환하는 방법은 3DS 데이터 모델과 3DF-GML 내 객체 모두 기본적으로 버텍스 정보와 텍스처 정보를 바탕으로 표현되는 구조의 유사성에 기반을 둔 데이터 포맷 변환방법이다. 하지만 이러한 포맷 변환 방법은 3DF-GML 객체에서 3DS 데이터 모델로의 역변환이 불가능하다는 단점이 존재한다. 또한 가로등, 가로수, 신호등과 같이 도시 내에 반복적으로 존재하는 동일 형태의 객체들을 각 객체별로 버텍스 정보, 텍스처 정보를 선언해야하므로 데이터 용량이 커진다는 단점이 있다.

Model Library 형식의 데이터 모델을 이용한 변환 방법은 변환 행렬, 데이터 모델명, 기준점 정보를 통해 3DS 모델을 3DF-GML에서 사용하는 방법이다. 이러한 Model Library를 이용한 데이터 변환 방법은 반복되는 객체들을 모두 직접 변환할 필요 없이 한 번의 선언 후에 이를 바탕으로

객체를 표현하여 데이터 용량이 줄일 수 있다. 또한 데이터 변환 후에도 3DS 모델 파일이 그대로 존재하므로 역변환을 수행할 필요 없이 원본 데이터를 사용할 수 있다는 장점이 있다.

4. 공간정보 데이터 변환 및 시각화 도구 개발

Shape파일, 3DS 모델의 3DF-GML로의 변환 방안 분석을 바탕으로 공간정보 데이터 변환도구를 개발하였으며 3DF-GML 데이터 시각화 도구 개발을 통해 이를 검증하였다.

4.1. 공간정보 데이터 변환 도구 개발

본 연구에서 개발된 공간정보 데이터 변환 도구는 Shape파일 및 3DS 데이터를 3DF-GML로 변환하는 기능을 제공해준다.

일반적으로 3DF-GML 데이터 포맷과는 달리 Shape파일에는 텍스처 및 재질 정보가 없으므로 데이터 변환이 불가능하다. 하지만 불충분한 영역이 발생하더라도 변환 대상의 데이터 모델을 분석하여 필수 항목에 대해서 기본(default) 값을 생성하여 데이터 변환이 가능하도록 변환 도구를 개발하였다. 따라서 텍스처 정보가 없는 Shape 파일이라 할지라도 높이 정보만 있다면 변환 도구를 통하여 단일 색상을 가지는 단순 3차원 슬라이드 모델을 가지는 3DF-GML 문서가 생성되도록 하였다. 개발된 변환 도구의 검증을 위하여 높이 정보 및 텍스처 정보를 속성 값으로 가지는 경기도 의왕시의 건물 Shape파일을 3DF-GML 포맷으로 포맷 변환을 수행하였다.

<표 3> 3DF-GML과 3DS의 기하 모델 비교

	직접 변환	Model Library 활용 변환
주요 사항	가로등 객체 구성 Surface 개수: 592개 텍스처 파일 개수: 1개 파일 크기: 699KB (1개의 가로등 3DS파일 변환)	Library를 이용한 3DF-GML 문서 크기: 5,215KB
파일 크기	총용량 = 직접 변환 크기 * 가로등 개수 = 699KB * 3970개 = 2,775MB	총용량 = 3DF-GML 문서 + 3DS파일 = 5,215KB + 20KB = 5.235KB = 5MB

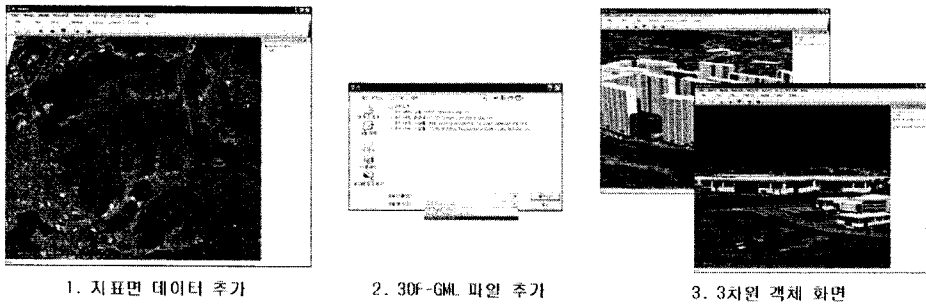
3DS 모델의 변환은 3DS 모델의 직접 변환과 Model Library 형식의 데이터 모델을 이용한 3DF-GML로의 변환방법 중 Model Library 형식의 데이터 모델을 이용한 변환 방법을 이용하였다. Model Library 형식을 이용한 데이터 변환방법은 결과물의 데이터 용량이 직접 변환에 비해 상대적으로 작다는 점과 역변환을 수행할 필요 없이 원본 데이터가 보존된다는 점을 고려하여 변환 방법이 결정되었다. 20KB 크기의 동일한 3DS 모델을 사용하는 경기도 의왕시 내 3970개의 가로등 데이터의 3DF-GML 포맷으로 변환하였을 경우, 표 3에서와 같이 Library를 이용한 변환방법이 직접 변환 방법에 비해 데이터 용량이 매우 작다는 장점을 가진다는 것을 확인할 수 있다.

4.2. 공간정보 데이터 가시화 도구 개발

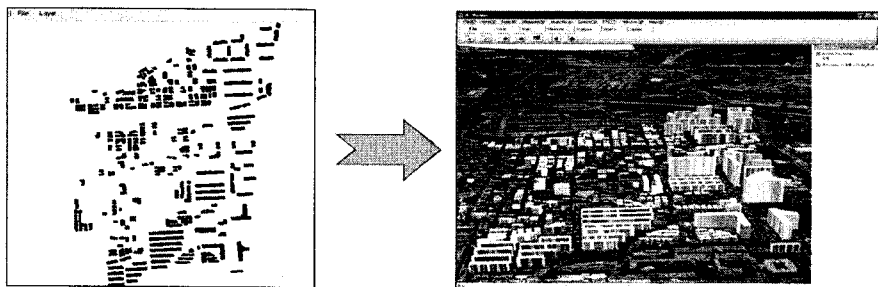
공간정보 데이터 변환 도구를 통해 생성된 3DF-GML 데이터의 검증 을 위하여 3DF-GML 가시화 도구를 개발하였다.

3DF-GML 가시화 도구에서 지표면은 항공 사진이나 위성영상 같은 이미지 파일을 통해 표현되며, Shape파일, 3DS 모델 및 3DF-GML의 3차원 공간객체 가시화 기능은 제공한다. 그림 4는 공간정보 데이터 가시화 도구에서 3DF-GML 데이터를 가시화 하는 과정을 단계별로 보여주고 있다. 그림 5에서는 2차원 Shape파일 및 데이터 포맷 변환을 통해 생성된 3DF-GML을 공간정보 데이터 가시화 도구를 통해 보았을 때 화면이다.

Shape파일과 3DS 데이터로 구성된 경기도 의왕시의 건물 및 가로등 데이터와 변환 후의 3DF-GML을 통해 표현된 건물 및 가로등 데이터를 3차원 공간정보 가시화 도구를 통하여 살펴본 결과, 데이터의 위치 정보가 그대로 유지된 채 포맷 변환이 이루어졌음을 확인할 수 있었으며 건물의 텍스처 및 3DS 데이터가 올바르게 변환 및 가시화되는 것을 확인할 수 있었다.



<그림 4> 공간정보 데이터 가시화 도구를 통한 3DF-GML 가시화



<그림 5> Shape 파일 및 3DF-GML 데이터의 가시화

5. 결론

본 연구에서는 '3차원 공간정보 구축 2차년도 시범 사업'에서 정립된 3차원 표준 데이터 포맷인 3DF-GML 데이터 모델의 데이터 구조 분석을 수행하였다. 또한 3DF-GML 데이터 모델의 데이터 구조 분석을 바탕으로 대표적인 공간정보 데이터 포맷인 Shape파일 및 상용 3차원 데이터 포맷 중 하나인 3DS 데이터와 3DF-GML 데이터 간의 포맷 변환 도구를 개발하였으며, 변환된 3DF-GML 데이터의 유효성 검증을 위한 3DF-GML 가시화 도구를 개발하였다. 본 연구를 통해 개발된 공간정보 데이터 변환 및 가시화 도구를 경기도 의왕시의 건물 Shape파일과 가로등 3DS 데이터에 적용시켜본 결과, 데이터의 위치 정보가 그대로 유지된 채 포맷 변환이 이루어졌음을 확인할 수 있었으며 건물의 텍스처 및 3DS 모델이 올바르게 변환 및 가시화되는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 제시한 3차원 공간정보 데이터 변환 및 가시화 도구는 국내 3차원 표준 포맷인 3DF-GML의 변환 및 가시화 기능을 제공해줌으로써 3DF-GML의 상호운용성을 보장해주었다. 즉, Shape파일 및 3DS 파일과의 상호운용성을 보장해줌으로써 사용자가 3DF-GML 데이터를 제공받는데 있어서 어려움을 최소화하였으며, 제공받은 3차원 데이터를 손쉽게 가공, 응용할 수 있도록 해주었다. 따라서 개발된 변환 및 가시화 도구는 다양한 응용 분야에서 3차원 공간정보 데이터의 사용을 활성화 시킬 것으로 기대한다.

본 연구에서 개발된 도구는 Shape파일, 3DS 데이터와 3DF-GML 간의 포맷 변환만을 지원한다. 향후에는 추가적인 연구를 통해 더욱 다양한 3차원 공간정보 데이터와 3DF-GML과의 변환 도구를 개발할 예정이며, 건물 및 가로등과 같은 지상 시설물 대상의 공간정보 데이터 변환 및 가시화에 관한 연구뿐만이 아니라 3차원 지하 시설물 데이터에 관한 연구까지 연구 범위를 확장시켜 나갈 계획이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신사업과제의 연구비지원(06국토정보C01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 건설교통부, 2006, 3차원 국토공간정보구축 2차년도 시범사업.
2. 손정영, 2001, 3차원 기술 현황 및 전망, 한국광학회지, 제 5권, 제 2호, pp. 7~12.
3. 이재빈, 2008, 3차원 지리정보 구축 정확도 향상을 위한 선형객체 기반의 기하보정 연구, 서울대학교 공학박사 학위논문.