

# OpenGL 기반 3D\_GIS 가시화 어플리케이션 아키텍처

## Architecture of 3D-GIS Visualization Application Based on OpenGL

김승엽\* · 이기원

한성대학교 대학원 정보시스템공학과

E-mail : {gisksy, kilee}@hansung.ac.kr

### 요 약

3차원 공간정보는 u-Korea, 전자정부, 유비쿼터스, LBS등의 기반 인프라 및 3차원 그래픽 처리기술, 가상현실 기술 등의 종합적으로 적용되는 고부가가치 통합 기술로 필요성이 부각되고 있다. 본 연구에서는 컴퓨터 그래픽스 분야에서 많이 적용되고 있는 공개 그래픽 라이브러리인 OpenGL(Open Graphics Library) 기반의 3D-GIS 가시화 어플리케이션 아키텍처를 중심으로 렌더링 기법을 분석하고자 한다. 한편 본 연구의 실험은 Visual Studio.NET 환경에서 3D-GIS 모델 Prototype을 구현하여 수행하였으며 향후 실시간 모바일 3D-GIS 렌더링을 위한 기반 기술로 적용될 수 있는 OpenGL-ES의 확장 가능성을 검토하고자 하였다.

### 1. 연구 개요

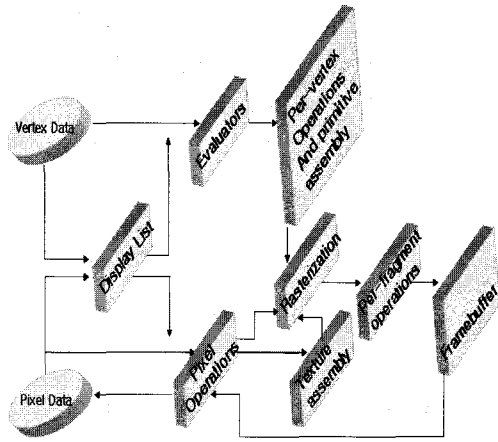
기존의 대부분의 GIS는 3차원 공간정보를 평면 형태의 2차원으로 표현하고, 이를 구축, 유지, 관리, 분석되어 왔다. 그러나 21세기 지식정보화사회에서는 2차원 공간정보보다 향상된 3차원 공간정보를 요구하고 있다. 3차원 공간정보란 X, Y 위치값과 Z 높이 값으로 표현되는 기하학적 정보와 속성 정보를 말한다. 이러한 정보는 u-Korea, 전자정부, 유비쿼터스, LBS등의 기반 인프라 및 3차원 그래픽 처리기술, 가상현실 기술 등의 종합적으로 적용되는 고부가가치 통합 기술[1]로 필요성이 부각되고 있다. 본 연구에서는 Visual Studio.NET과 컴퓨터 그래픽스 분야에서 많이 적용되고 있는 개방형 그래픽 라이브러리인 OpenGL(Open Graphics Library)기반 환경에서 3D-GIS 모델 Prototype을 설계하여 가시화 어플리케이션 아키텍처를 중심으로 렌더링 기법을 분석하고자 하였다.

### 2. 배 경

3차원 GIS 공간정보를 표현한 대부분의 경우는 인터넷 3차원 그래픽 언어인 VRML(Virtual Reality Modeling Language)과 개방형 그래픽 라이브러리인 OpenGL, 마이크로소프트에서 3D 게임 개발의 목적으로 제공되는 DirectX 계열의 API가 주로 사용되어져 왔다.

VRML은 세계 표준화된 규약으로 최근 Geo-VRML으로 공간정보를 다루는 확장형 모델이 발표되어 있고 사용하기는 쉽지만, 보안상 취약하고 대용량의 데이터를 다루는 GIS 분야에서는 한계가 있다. 또한 DirectX는 윈도우즈 운영 체제 환경에서의 직접적인 접근만을 제공하기 때문에 다양한 플랫폼에서의 3D-GIS 공간정보를 표현하지 못하는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 연구는 다양한 플랫폼에 독립적으로 사용 가능하고, 산업표준 그래픽 라이브러리로 인정받고 있는 OpenGL 그래픽 라이브러리를 기반으로 3D-GIS 렌더링 아키텍처를 설계하고자 한다.

OpenGL은 2차원 및 3차원 그래픽 이미지를 정의하기 위한 컴퓨터 산업계의 표준 응용프로그램 API로서, 다양한 하드웨어 플랫폼에서 구현될 수 있도록 간결하게 설계되었다. 또한 OpenGL은 강력한 저수준렌더링 및 모델링 소프트웨어 라이브러리로 게임, CAD, 가상현실등 다양한 응용 프로그램들에서 사용되고 있다. 다음은 OpenGL에서 점, 선, 면의 기하학적인 3차원 공간정보 및 텍스처와 이미지같은 픽셀정보를 처리하여 디스플레이 되는 렌더링 파이프라인 구조이다 [2].



<Fig. 1> OpenGL Rendering Pipeline.

OpenGL 구현들은 Fig. 1의 처리단계를 통하여 화면에 렌더링된다. 정점, 선, 폴리곤 등과 같은 기하학적 데이터들은 평가자 연산(Evaluators)과 정점연산(Pixel Operations) 처리되고, 픽셀이나 이미지, 비트맵과 같은 픽셀 데이터는 픽셀 오퍼레이션을 통하여 처리된다. 다른 두 타입의 데이터들은 모두 래스터화(Rasterization), 프래그먼트 연산을 거친 후 프레임버퍼(Frame Buffer)에 픽셀 데이터를 적어준다. 최종적으로 프레임버퍼에 저장된 정보는 화면에 디스플레이 된다.

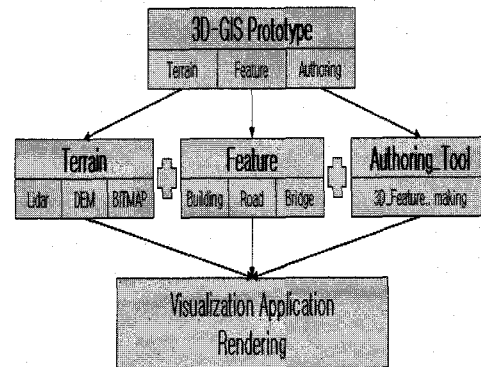
OpenGL에서는 점, 선, 면의 기하 프리미티브만을 제공하는 저수준 렌더링 루틴만을 제공하고, 윈도우 관련작업과 사용자 인터페이스, 자료구조를 제공하지 않고 있다. OpenGL이 제공하는 기본적인 루틴과 GLU(OpenGL Utility Library), Glut

(OpenGL Utility Toolkit), WGL등의 하이레벨의 기능을 갖춘 라이브러리를 제공하여 지형, 건물, 도로, 다리등의 복잡한 모델을 표현할 수 있다. 또한 RGBA 디스플레이 모드를 사용하여 라이팅, 셰이딩, 블렌딩, 안티앨리어싱, 안개효과, 텍스처 매핑등의 특수효과 기능을 제공하여 3차원 공간정보를 보다 사실적으로 표현 할 수 있다. 그러나 현재 Open-Gl기반의 3D GIS 렌더링에 대한 연구는 자료구조의 부재, 시스템 부하에 따른 성능의 저하등으로 그다지 많이 연구되지는 않고 있으며 산업계에서는 직접적인 그래픽 엔진의 개발이 주요 동향으로 되어 있다 [3][4].

본 연구에서 사용한 렌더링 기능은 이미지 Draping(중첩) 표현과 Texture 렌더링 기법을 사용하였다. 이와 같은 기법을 도입하여 실제와 유사한 지형, 건물, 도로등의 3차원 GIS 모델을 시험적으로 생성하였다.

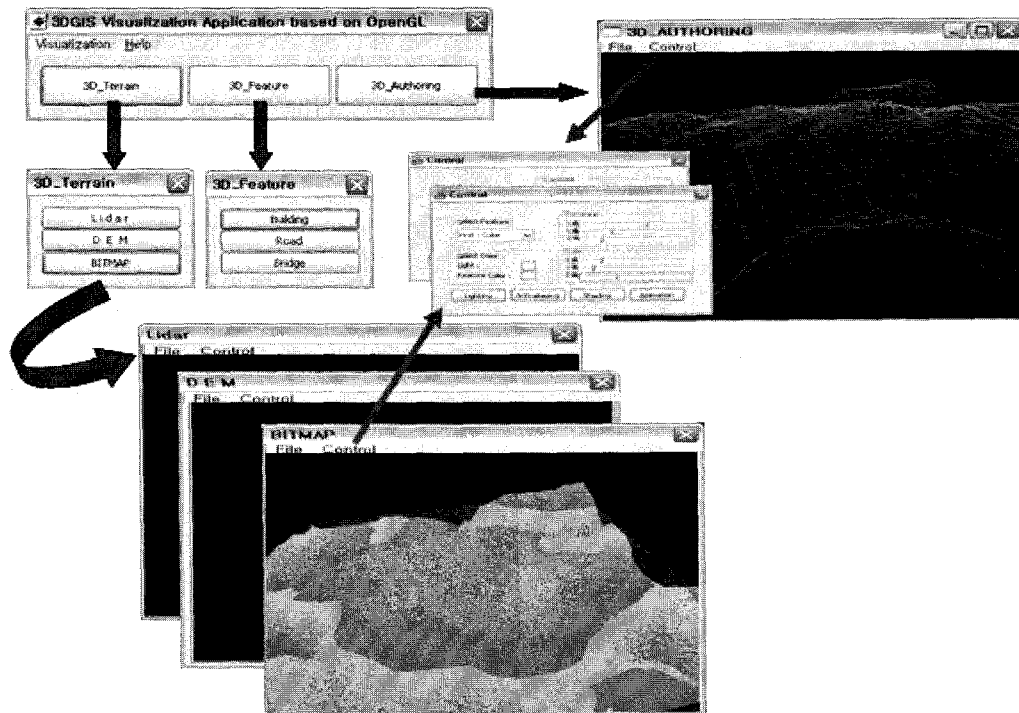
### 3. 구현방법

본 연구는 .NET기반 환경에서 OpenGL 그래픽 라이브러리를 사용하여 3차원 GIS의 Prototype 설계와 Visualization기법을 적용하여 구현하였다. 이러한 구조는 Fig.2.과 같다.



<Fig. 2> System Design: Prototype.

지형정보는 이미지 Draping기법을 적용하여 1.Lidar 2.DEM 3.BITMAP에서 추출할 수 있는 1.(X,Y,Z), 2.(Altitude), 3.(



< Fig. 3 > User interface and some processing steps.

HeightField)의 지리참조된 데이터를 읽어 지형의 표면을 구축하고 표면에 텍스처 매핑 시킬 이미지를 선택한다. 뷰잉변환과 투영변환, 플라잉, 라이팅, 안개효과등의 기법을 적용하여 실제 지형을 관측하고 분석하는 가상의 환경을 제공하였다.

GIS에서 사용되는 지형지물 요소를 건물, 도로, 다리 등과 같은 각각의 Feature로 분류하여 렌더링기법을 적용하여 기본 구조를 생성 후 실제 이미지를 선택하여 매핑하여 실제와 유사한 형태로 표현하였다. 이러한 기능은 특정 공간 위치와 특성을 링크시키지 못하는 단점은 있지만, 실제의 Feature와 유사하게 만들 수 있는 Photorealistic 효과를 가진다. 한편 OpenGL에서 제공하는 기하 프리미티브를 이용하여 원하는 형상을 제작할 수 있는 3차원 Authoring Tool을 제공하여 원하는 모델을 설계 및 구현하여 추가 할 수 있다.

Fig. 3은 본 연구의 prototype으로 구현된 사용자 인터페이스의 메뉴 체계와 일부 처리 결과이다.

#### 4. 결 론

현재 임베디스 시스템은 다양한 주요 모바일과 임베디드 플랫폼들이 존재한다. 이들의 다양한 플랫폼 상에서 플랫폼에 제약받지 않고 어떤 플랫폼에서든지 각종 3차원 그래픽 서비스를 제공할 수 있도록 해주는 표준 3D 그래픽 API가 요구되어지고 있다.

이에 부각되고 있는 API가 바로 OpenGL|ES이다. OpenGL|ES는 임베디드 시스템을 위한 표준 API로서, 모든 페이지급 모바일과 임베디드 플랫폼 상에서 다양한 3차원 그래픽의 제공을 가능하게 하는 개방형 Low-level급의 경량 API이다. 현재는 OpenGL/ES는 1.1로 기본적인 3D 그래픽 처리만을 제공하고 있지만, OpenGL/ES 2.0에서는 OpenGL 2.0을 기반으로 개발된 것으로 OpenGL과 동등한 성능과 상호호환성을 제공한다. 따라서 본 연구에서는 OpenGL 2.0 기반의 3차원 GIS의 모델 Prototype설계 및 가시화 프로그램을 개발함으로써 향후 OpenGL|ES와의 연계가 가능할 것으로 생각된다. 또한 OpenGL의 확

장 메커니즘 API사용하므로 손쉽게 업데이트 될 수 있는 확장기능과, 리얼타임 3D-GIS 렌더링 아키텍처 기능을 통하여 실제적인 장면과 정확한 정보를 항법장치, LBS, Telematics, u\_Korea등에 제공되어 다양한 응용이 가능해질 것이다. 본 연구에서의 OpenGL의 활용과 OpenGL|ES의 가능성 제시는 이기종 임베디드 시스템의 플랫폼에서 2D/3D의 통합 API사용 가능성을 제시할 뿐만 아니라 질적 양적의 우수한 GIS 공간정보를 설계, 구축, 서비스를 제공할 것이라 생각한다.

## 참고문헌

1. 건설교통부, 2003, 3차원 공간정보구축 추진계획 수립연구, pp.19-52.
2. 남기혁, 이해림, 장지은 공역, 2003, OpenGL 프로그래밍 가이드 제 3판 pp. 34-60.
3. Breunig, M., 1999, An approach to the integration of spatial data and systems for a 3D geo-information system, Computers & Geosciences 25, pp.39-48.
4. Dirk B., M. Meibner, and T. Huttner, 1999, OpenGL-assisted occlusion culling for large polygonal models, Computers & Graphics, 23, pp. 667-679
5. <http://opengl.org/> ,  
<http://www.khronos.org/cgi-bin/ubb/ultimatebb.cgi?category=3>