

영상 DB 스키마와 OpenGL/OpenGL|ES 기반 실시간
3D 공간정보 렌더링 시스템 설계 및 구현
Design and Implementation of Real-time 3D Geo-spatial
Information Rendering System based on OpenGL/OpenGL|ES
and Image DB Schema

김승엽* , 이기원
Seung-Yeb Kim* and Kiwon Lee

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

요약

본 연구에서 3차원 지형공간정보의 구축 및 처리, 가시화를 위하여 개인용 PC와 임베디드 단말기의 포켓 PC환경에서 자료 호환 및 동시 운영이 가능한 실시간 3차원 GIS의 Prototype의 설계 및 구현과 적용 실험을 하고자 한다. OpenGL(Open Graphic Library)과 OpenGL|ES (Embedded System)를 활용하여 도시경관을 구성하는 주요객체인 지형, 건물, 교통, 식생 등을 통합적으로 저작 및 3D 객체 모델링 및 렌더링이 통합 및 개별 운영 시스템을 설계하고 구현하였다. 구현 단계에서 개인용 PC 운영환경에서는 기능성 향상에 중점을 두어 공간 데이터베이스 설계, 텍스처 영상 매핑처리, 대용량의 3차원 공간정보 처리 및 관리, 가시화, 렌더링, 모델링 기능들을 제공하며, PDA 휴대용 단말운영환경을 지원하는 모바일 시스템에서는 실시간 모바일 저작기능과 렌더링 기능에 주안점을 두어 개발하였다. 한편 연구 결과로 구현된 시스템은 윈도우 XP 기반의 개인용 PC와 PDA 단말기 상에서 3D 객체 자료구조가 호환되어 향후 다양한 응용이 가능할 것으로 생각된다.

1. 서론

최근 국내외에서 네트워크 환경을 기반으로 한 실시간 모바일 RS-GIS와 기존의 2차원 영상정보 및 공간정보를 활용, 영상 DB/공간 DB 스키마 설계, 3차원 GIS 공간정보 처리 및 가시화를 위한 3D-GIS에

대한 수요가 증대하고 있으며 이에 관련된 다양한 연구가 진행되고 있다 [1],[2],[3],[4],[5]. 본 연구에서는 윈도우 XP 기반의 개인용 PC환경(이하 개인용 PC로 칭함)과 모바일 환경에서 운영 가능한 3D-GIS의 Prototype을 OpenGL과 OpenGL|ES 기반을 바탕으로 설계, 구현하였고, 3D 자료구조간의 연계성 및 호

환성을 유지하면서 데이터베이스 기반의 3D 복합 질의 처리가 가능한 3D-GIS로의 확장 가능성을 검토하고자 하였다. 본 연구에 적용된 개발 환경은 개인용 PC 환경에서 Stand-alone 시스템의 경우에는 OpenGL API를 사용하여 Visual C++ MFC의 CDocument /CView FrameWork 구조를, POCKET PC(WinCE)환경에서는 OpenGL의 모바일 Version인 OpenGL|ES API와 EVC (Embedded Visual C++ 4.0)를 채택하였다. 본 연구에서는 2차원 공간정보보다 사실적이고, 입체적 분석이 용이한 3차원 지형공간정보를 다중 플랫폼에서의 자료 공유 및 동시적 가시화에 주안점을 두고 복합적인 3D 공간 질의 처리가 가능한 실시간 모바일 3D GIS의 기본 기능 및 향후 활용 가능성을 제시하고자 한다.

2. 연구 내용

가. OpenGL & OpenGL|ES

OpenGL과 OpenGL|ES는 2차원, 3차원의 그래픽을 보다 쉽게 처리 할 수 있는 함수들을 제공하는 라이브러리이다. OpenGL과 OpenGL|ES는 각각 컴퓨터그래픽 파이프라인을 구현을 위하여 SGI, MS 등에서 제공되는 개발자용 라이브러리와, 이러한 OpenGL에 기반하여, 임베디드 시스템에 적용 가능한 핵심기능만을 제공하는 라이브러리를 의미한다. 이 라이브러리는 투영, 모델변환, 특수효과 등의 복잡한 저차원 연산을 단순화 하고, 로열티 프리(Royalty Free)의 검증된 라이브러리로 현존하는 대부분의 OS, 하드웨어 플랫폼에 이식이 가능하다. 특히 OpenGL|ES는 실질적인 3D 그래픽 산업 표준 API로 인식되고 있으며 모바일 환경에서 운영되는 많은 시스템이 이 라이브러리를 채택하고 있다. 그러나 OpenGL,

OpenGL|ES에 기반한 시스템은 사용되는 함수에 따라 운영시에 시스템 부하가 증가하는 경우가 있고, 개발자들에게 제공되는 기본적인 기능만으로는 함수 내부의 접근과 세부적인 정보처리에 어려움이 따르므로 성능 최적화 문제를 해결할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 개인용 PC에서 구축되거나 제작된 대용량의 3D 공간 자료의 관리와 가시화 기능을 제한된 시스템 용량을 제공하는 휴대용 단말 환경에 이를 적용하고자 OpenGL과 OpenGL|ES에서 동시에 운용가능한 최소화된 데이터 타입과 최적화된 기능을 제공할 수 있도록 3D-GIS를 설계하였다.

나. 시스템 설계

본 연구에서 구현한 시스템의 흐름은 Fig. 1과 같다.

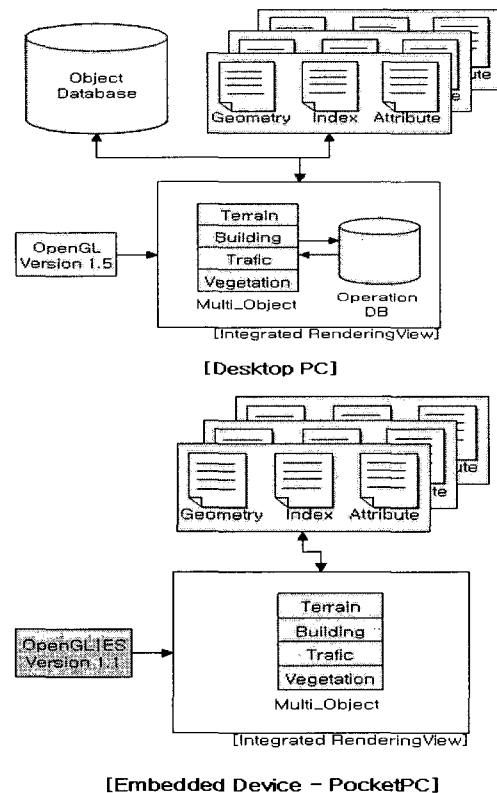


Fig. 1. System Structure in Desktop PC and Embedded Device in this study.

3D 지형공간 자료에 대한 기하학적 정보와 속성정보를 저장하기 위하여 Binary 유형의 데이터 구조를 설계하였다. 이 과정에서 대용량의 데이터 처리 및 시스템 성능 향상을 위해 가능한 생성된 객체의 3차원의 좌표정보를 저장할 수 있는 기하학적 정보, 객체의 속성정보, 수행속도의 향상을 위한 인덱스 정보로 나누어 처리하였다.

개인용 PC에서는 Object DB와 파일 시스템에서 제공하는 기본적인 Prototype 모델과 저장 객체를 호출하여 원하는 형상을 저작 및 렌더링 할 수 있으며, Operation DB에서의 질의처리, 갱신처리로 생성 객체들을 관리하고 있다.

포켓 PC에서는 개인용 PC기반 시스템의 처리 결과를 동시에 렌더링 할 수 있는 기능과 소규모의 저작 기능이 가능하도록 설계 하였다. 따라서 개인용 PC와 포켓 PC의 두 가지 시스템에서 상호간의 동일한 결과처리와 데이터의 공유, 연계가 가능하다.

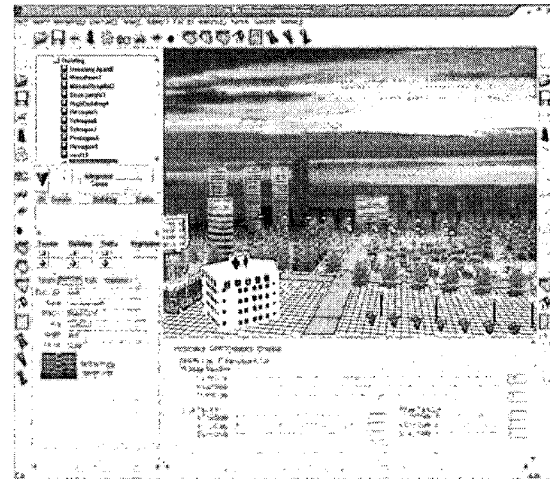
한편 이 시스템에서는 기본적으로 도시경관(Urban Landscape)을 구성하는 다양한 객체를 제공하고자 하였다 (Table 1).

Table 1. Data Structure of Binary Type Format

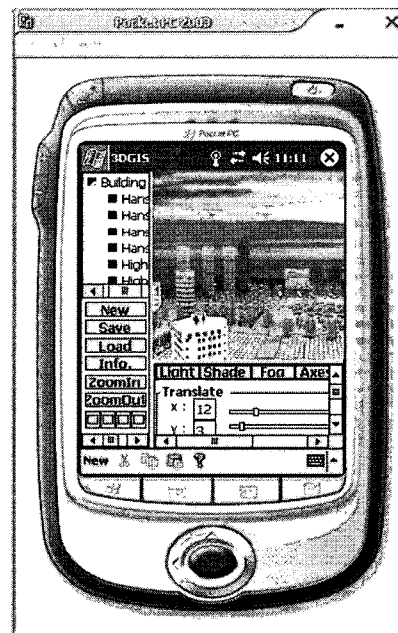
Category	Prototype	FileSystem	Shared Data
Terrain	DEM, Convex Type Concave Type Flat Type	DEM, Convex Shape Concave Shape Flat Shape	BoundingBox 3D Coordinates Attributes Reference_Image Texture_Image
Building	Triangular pillar Square pillar Pentagon pillar Hexagon pillar	Triangular pillar Square pillar Pentagon pillar Hexagon pillar	BoundingBox 3D Coordinates Attributes Texture_Image
Traffic	Roads Traffic Facilities	Roads Traffic facilities	BoundingBox 3D Coordinates Attributes Texture_Image Mask_Image
Vegetation	Woods Fence Yard Etc..	Woods Fence Yard Etc..	BoundingBox 3D Coordinates Attributes Vector Texture_Image Mask_Image

3. 구현

이 시스템에서 생성되는 모든 객체는 3차원 객체 좌표 값을 이용하여 객체의 기하모델을 정의한다.



(A)



(B)

Fig. 2. Implemented results of Authoring and Rendering System for 3D Geo-spatially complex features: (A) Stand-alone system for Desktop, (B) Mobile system for mobile device. (A) and (B) represent same rendering scene composed of multiple 3D features.

이러한 기하 모델에 정사 영상을 텍스처 매핑하여 통합환경에서의 3D 복합객체로 구성된 실제형 영상으로 구성되는 장면을 형성하도록 하였다. 본 연구에서는 실시간 렌더링의 속도 향상 및 최소의 자원소모를 위해서 LOD(Level of Detail)기법, Blending(색상혼합) 기법, Billboarding 기법 등을 적용하여 전체적인 시스템의 성능을 향상시키고자 하였다.

Terrain객체는 DEM 유형과 TIN 유형을 지원하도록 하여 다양한 형태의 지형구조를 생성 할 수 있다. Building 객체는 삼각기둥, 사각기둥, 오각기둥, 육각기둥 등의 기본적 3D 그래픽 프리미티브(Primitive)를 이용하여 단일객체 및 복합객체를 생성하고 표현 할 수 있도록 하였다. Traffic 객체는 Polygon Type으로 다양한 도로의 종류와 교통 시설물이 기본 프리미티브로 제공되어 원하고자 하는 도로 및 복합적 교통 시설물들을 저작 및 렌더링 할 수 있다. Vegetation 객체는 Billboarding 기법과 블렌딩 기법을 조합한 접근 방식을 통하여 2차원의 이미지로 3차원의 형상을 표현하여 실시간 렌더링 처리시에 시스템 자원을 적게 사용하면서 나무, 식물, 가로등, 울타리 등과 같은 도시경관을 구성하는 개별 객체의 사실적 표현을 위한 품질을 유지하면서 렌더링 속도를 향상 시키고자 하였다.

Fig. 2(A)와 Fig. 2(B)는 각각 개인용 PC에서의 3D 복합객체에 의한 통합 렌더링 결과와, 자료구조를 공유하면서 이를 다시 모바일 환경으로 렌더링한 결과를 제시하는 예시이다.

4. 결 론

본 연구에서는 개인용 PC와 휴대용 모바일 단말 환경에서 3차원 공간 정보의 저작 및 렌더링 기능을 위한 시스템을 설계, 구

현하여, 이 시스템간의 상호호환 및 연계운영 가능성을 제시하고자 하였다. 연구 과정에서는 개인용 PC와 휴대용 모바일 단말상에서 실시간 3D 공간정보의 렌더링 및 저작 기능, 데이터베이스 연동 및 복합 객체 생성 등 핵심 기능 등을 다루고자 하였다.

본 연구 결과는 향후 모바일 환경이 보편화되고 시스템 운영에 대한 비용이 감소됨에 따라 현장에서의 3D 공간정보에 기반한 실시간 정보 관리, 도시 공학, 환경 분석, 3D 항법시스템, 지형공간 분석시스템, 시뮬레이션 시스템 등으로 확장 발전이 가능하다.

참고문헌

- [1] Brachtel, M., J. Slajs, P. Slavik, 2001, PDA based navigation system for a 3D environment, *Computers and Graphics*, 25: 627-634.
- [2] Losa, A. and B. Cervelle, 1999, 3D topological modeling and visualization for 3D GIS, *Computers and Graphics*, 23: 469-478.
- [3] Pullar, D. V. and M. Tidey, 2001. Coupling 3D visualization to qualitative assessment of built environment designs, *Landscape and Urban Planning*, 55: 29-40.
- [4] Rakkolainen, I. and T. Vainio, 2001. A 3D City Info for mobile users. *Computers and Graphics*, 25: 619-625.
- [5] Suveg, I. and G. Vosselman, 2004. Reconstruction of 3D building models from aerial images and maps, *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 58: 202-224.