

# GIS 기반의 3 차원 시각화 모델의 설계\*

한 정 규\*, 황 수 찬  
한국항공대학교 컴퓨터공학과

## A Design of 3D Visualization Model based on GIS

Junggyu Han\*, Soo Chan Hwang  
Department of Computer Engineering, University of Hankuk Aviation.

### 요약

가상현실 시스템에 대한 연구들은 대부분 현실세계 데이터를 컴퓨팅 세계의 데이터로 변환하기 위한 효율적인 방법론에 대한 연구가 주를 이루고 있다. 지리정보시스템(GIS)의 경우 정확한 실사를 통한 지리정보의 확보와 그래픽 시각화를 통한 신뢰성 있는 데이터의 제공을 주요 목적으로 삼는다. 본 논문은 지리정보시스템의 데이터모델을 기반으로 3 차원 시각화를 위한 지형 데이터 모델과 가상 이미징 객체모델을 소개한다.

### 1. 서론

가상현실 시스템에 대한 연구들은 대부분 현실세계 데이터를 컴퓨팅 세계의 데이터로 변환하기 위한 효율적인 방법론에 대한 연구가 주를 이루고 있다. VRML[7][8], Open-GL 등의 가상현실 모델링 언어를 이용한 도시계획, 가상 도로주행 시스템 등이 그 예다. 이러한 연구들은 그래픽스 연구자들과 현실세계의 응용 전문가들의 동조연구로 많은 성과를 거두고 있다. 반면 GIS 연구의 경우 현실세계에 대한 모델링 보다는 정확한 실사를 통해 지리정보를 확보하고 이에 대한 그래픽 시각화를 도입함으로써 신뢰성 있는 데이터의 제공을 주요 목적으로 삼는다. 따라서 GIS 연구는 지형데이터 자체의 정보 측, 위상학적 데이터, 지리학적 데이터, 지질학적 데이터가 주관심사이다. GIS 시스템은 행정구역 관리, 상권분석, 도로설계등의 응용에 사용된다.

본 논문에서는 GIS 시스템에서 제작한 데이터를 기반으로 한 데이터 모델을 소개하고 가상항해 시스템의 시각화를 위한 가상 이미징 데이터 모델을 설계한다.

본 논문의 구성은 2 장에서 가상항해시스템의 전체 구조와 기본 설계개념을 간단히 소개한 후 3 차원 시각화를 위한 GIS 데이터모델과 가상항해 기법을 위한 가상 이미징 기법 및 데이터 모델에 대해 논의한다. 3 장에서는 결론 및 추후 연구방향을 논의한다.

### 2. 기본 설계

본 논문에서 설명하는 가상항해시스템은 아래와 같은 기본 구조를 갖는다. 시스템은 다음과 같이 크게 세가지로 시스템으로 구분된다.

- 지형엔진(Geometry Engine)
- 시각화 시스템(Visualization)
- 가상이미징 시스템 (Virtual Imaging)

지형엔진은 표준 GIS 데이터에 대한 가공, 저장, 검색등의 기능들을 제공하고 시각화 시스템은 원시 지형데이터를 3 차원으로 시각화하는 최적화 알고리즘을 제공한다. 이를 위해 기본 고도모델(DEM: Digital Elevation Model)[2][6]을 개선한 알고리즘을 연구한다. 가상이미징 시스템은 래스터 이미지와 3 차원 뷰 포인트 분할 기법을 통해 가상항해 시스템을 지원한다. 본 논문은 이중 3 차원 시각화시스템의 지형 데이터모델과 가상 이미징 시스템의 데이터 모델에 대해 대해서만 중점적으로 논의한다.

### 2.1 시스템 구조

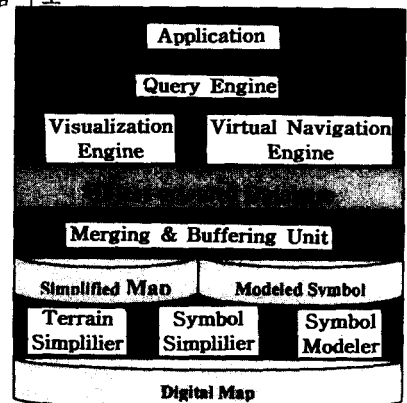


그림 1. 가상항해 시스템 구조

그림 1은 가상항해 시스템의 기본 구조를 소개한다. 각각의

\* 이 논문은 한국과학재단의 '98 특정기초연구비의 일부 지원에 의한 것임

구성자들에 대해 간단히 소개하면 다음과 같다.

어플리케이션은 항공기 항해시스템, 도시계획 시스템 등을 포함하는 응용영역이며 이는 3차원 GIS 공간 자료를 요구하는 범용의 응용에 대한 지원을 의미한다.

질의엔진은 사용자 인터페이스로부터의 시점변화에 따른 지형 데이터 요구질의를 생성하고 공간질의 등의 다양한 요구를 파싱하여 데이터베이스로 전달하는 역할을 한다.

시각화 엔진은 데이터베이스로부터 추출된 지형정보를 3차원으로 시각화 하고 사용자 인터페이스로부터의 다양한 요구사항에 대한 오퍼레이션을 갖는다.[10]

가상항해 엔진은 사용자의 시점 및 위치 변화에 따른 지형 및 지물 데이터의 변화량을 표현한다. 지리 객체들의 데이터 모델에 대해서는 2.3 절의 지형 데이터 모델에서 논의한다

가상항해시스템은 기본적으로 범용의 객체지향 데이터베이스를 지원하도록 설계 되었으며 지형에 대한 질의 이외에 지리 공간질의에 대한 기능도 제공하도록 한다.[5][9]

단순화된 지형과 모델링된 지형은 지형엔진에 의해 생성되는 출력이다. 전자는 원시 데이터로부터 고도 데이터 들만을 추출한 것이고, 후자는 2.3 절에서 논의 하계 될 객체 모델에 따라 생성된 객체들의 집합이다. 고도 데이터를 추출하는 모듈은 Terrain Simplifier 이고 Symbol Simplifier 는 지리객체들에 대한 상징적인 아이콘을 부여한다. Symbol Modeler 지리객체에 대한 모델링을 담당한다.

본 논문에서는 위의 기본구조 중 시각화 엔진과 가상항해 엔진에서 사용하게 될 지형 데이터모델과 가상 이미징 객체모델을 소개한다. 시각화 모델은 2차원 지리정보 데이터들을 3차원으로 표현하기 위한 데이터 모델을 의미하며 기본고도모델(DEM)을 개선한 알고리즘에 적합한 최적의 데이터 구조를 갖는다. 또한 가상 이미징 객체 모델은 가상 항해 시스템에서 지리객체들의 기본 객체 모델로서 항해시 시점 변화에 따른 데이터 변화량을 최소화 하기 위한 데이터 모델이다.

**2.2 Level of Detail(LOD)**

데이터 모델과 객체모델을 소개하기에 앞서 가상항해 시스템 단계적 상세화(LOD)[1]에 대해 먼저 살펴 보도록 하자.

LOD란 동일한 지리객체에 대한 시점 뷰가 지리학적인 형태 변화에 따라 각각 다른 표현을 갖는다는 의미이다. 예를들어 항공기가 비행시 높은 고도에서 도시를 관망하는 경우 지리객체인 특정 빌딩은 단지 상자모양으로 표현될 수도 있다. 반면 항공기 착륙시나 저공 비행시에는 빌딩의 윤곽이 표현되거나 사진에 모델링된 상세한 빌딩의 모습을 보여주어야 한다. 이러한 발상으로부터 가상항해 시스템은 아래의 그림 2 과 같은 LOD로 설계된다.

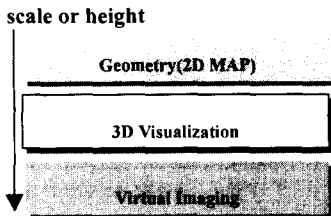


그림 2. LOD(Level of Detail)

지도의 축적이나 항공기의 고도가 변화함에 따라 사용자 인터페이스상의 뷰가 세가지 모드사이에서 변화한다. 가장 높은 고도나 축적으로 표현되는 경우 2차원 지형 모드로, 중간인 경우 3차원 지형모드, 가장 낮은 고도인 경우 가상항해 모드로 전환된다.

LOD는 그래픽 시스템에 있어 효율적인 표현을 위해 사용되며 네트워크를 기반으로 설계된 본 시스템의 경우 불필요한 데이터 전송을 감소 시킴으로서 이상적인 효과를 기대 할 수 있다. 그림 3 에서 지형 데이터모델과 가상이미징 모델은 각각 2 단계와 3 단계에서 사용하게 되는 데이터 모델이다.

**2.3 지형 데이터모델**

그림 3 의 데이터 모델은 지리 객체들과 지형을 표현하는 공통 데이터 구조이다. 먼저 블록객체(Block object)는 지리객체를 구성하는 블록들에 대한 엔트리를 갖는 테이블의 데이터 구조이며 레이어(Layer)는 의미별로 구분되는 지리객체들의 집합에 대한 엔트리를 갖는 테이블이다.

지형시스템상에서 지형과 지물을 나타내는 모든 객체는 지리객체의 구조를 갖는다. 지리객체는 각 개체(Entity)들을 의미하는 블록들의 집합이며 이 블록들은 위에서 언급한 블록테이블에 식별자를 갖는다. 각 블록들은 Group 이라는 객체로 표현되는데 이는 지리객체의 최소 구성요소인 면(Face)들의 모음으로 이루어 진다.

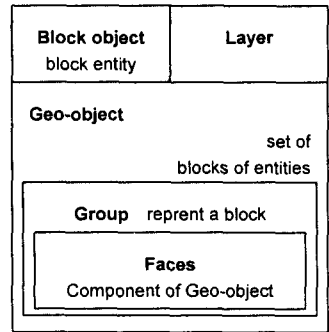


그림 3. 데이터 모델

결국, 이러한 지리객체들은 연결 리스트의 형태로 메모리에 저장되어 사용된다. 정리하면 건물, 도로등의 일반 지리객체들은 블록들의 연결리스트의 한 노드가 되고 지형객체들은 여러 객체들의 모음인 블록 객체의 연속적인 데이터구조로 표현된다. 먼구성의 경우 삼각형 연결 알고리즘[3]을 사용하게 되는 데 본 논문에서는 상세히 다루지 않도록 한다.[11][12][13]

**2.4 가상 이미징 모델**

본 논문에서 설계하는 가상항해 시스템에서는 새로운 객체 모델을 제안한다. 그림 2 에서와 같이 LOD의 상세 단계의 항해를 진행하는 경우 지리정보시스템으로부터 얻어진 벡터 데이터를 래스터 이미지로 대체한다. 즉 중요 지형물이나 건물등의 지리객체들은 래스터를 사용하는 경우 벡터에 비해 데이터 처리량이 적으므로 전송과 디스플레이에 드는 비용을 절감 할 수 있다[4]. 이러한 접근은 시점 변화에 대한 데이터의 변화량

을 최소화 시키는 효과를 얻을 수 있다.

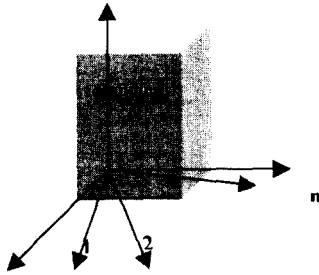


그림 4. 뷰 포인트의 분할

하지만 3차원으로 모델링 된 본 시스템에서 어떻게 3차원의 효과를 얻을것인가? 답은 그림 5의 가상 이미징 객체 모델에서 얻을 수 있다. 그림 4에서와 같이 시점을 1에서 n개로 분할하고 각 분할 영역에 대한 래스터 이미지를 제작한다. 데이터 제작은 카메라를 이용 360도 회전하면서 건물을 촬영하는 방식으로 한다. 네비게이션 객체 모델은 객체가 소속된 레이어의 식별자와 지리적 위치값 다른 네비게이션 객체와의 위상관계등의 속성을 가지며 동시에 현재의 뷰 포인트 정보를 유지한다. 테마는 객체에 대한 속성을 의미한다. 사용자는 뷰 포인트를 이동할 때 분할된 이미지의 연속적인 표현에 의해 입체적인 건물의 이미지를 보게된다. 그림 5의 가상이미징 객체모델은 지리객체의 데이터 변화량에 대한 연속적인 이미지를 갖는 객체로 외부로부터 시점 변화의 정보 유입시 1부터 n까지의 분할 이미지를 표현한다.

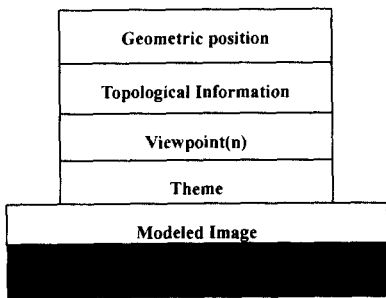


그림 5. 가상이미징 객체 모델

3. 결론

본 논문에서는 3차원 GIS 데이터를 기반으로 한 가상향해 시스템의 데이터 모델 및 가상이미징 모델을 소개하였다. 3차원 시각화 데이터모델과 가상이미징 모델의 특성 및 장점은 아래와 같다.

- 3차원 시각화에 적합한 자료구조로의 변환 유도
- 성능 향상을 위한 최적화 데이터모델 연구
- 표준 데이터의 단순화를 위한 오프라인 저작물 개발 용이
- 벡터 데이터와 래스터 데이터의 혼합 시스템
- 뷰포인트와 좌표 이동에 대한 실시간 네비게이션

- 사용자에게 친숙하고 단순한 시각 객체 모델링
- 비행 시뮬레이터나 자동차 항법시스템의 시각화 구성에 적합한 향해 시스템 지원
- 접근 단계에 따른 표현 차별화 (Level of detail)

향후 과제는 기존의 DEM 모델의 문제점을 개선한 tiling, branching, correspondence 해결알고리즘을 개발하고, 보다 다양한 공간 검색 지원을 위한 객체지향 데이터베이스 엔진과 질의처리기에 대한 연구, 효율적 저장 및 검색 시스템 연구 등을 들 수 있다.

참고문헌

- [1] Volker Coors, Sascha flick, "Integrating Level of Detail in a Web-Based 3D-GIS", ACM GIS '11/98 Washington, D.C., USA.
- [2] David Meyers, Shelley Skinner, Kenneth Sloan, "Surface from Contours", ACM Transaction on Graphics, Vol.11, No.3, July 1992, Page 228-558.
- [3] A.B. Ekoule, F.C. Peyrin, C.L.Odet, "A Triangulation Algorithm from Arbitrary Shaped Multiple Planar Contours", ACM Transaction on Graphics, Vol.10, No.2, April 1991, pages 182-199.
- [4] L.G.Georgy, M.K.Nelley, "Computational Image Models for GIS Analysis: Texture Modeling as a Tool for Thematic Mapping", ACM GIS '11/98 Washington, D.C., USA.
- [5] Jignesh Patel, Jiebing Yu, Navin Kabra, Kristin Tufte, "Building a Scalable Geo-Spatial DBMS: Technology, Implementation, and Evaluation", ACM SIGMOD '97, 1997.
- [6] J.Mark Ware, Christopher B.Jones, "A data model for representing geological surfaces", ACM GIS '97
- [7] Volker Coors, Volker Jung, "Using VRML as an Interface to th 3D Data Warehouse", ACM VRML '98 Monterey CA, USA
- [8] Hartmut Luttermann, Manfred Grauer, "VRML History: Storing and Browsing Temporal 3D-Worlds", ACM VRML '99 Paderborn Germany.
- [9] Max J.Egenhofer, "What's Special about Spatial ? Database Requirements for Vehicle Navigation in Geographic Space", ACM SIGMOD /5/93/ Washington, DC, USA
- [10] Iain M.Brown, "A 3D User Interface for Visualization of Web-Based Data Sets", ACM GIS'98, 11/98, Whasington D.C USA.
- [11] Chandrajit L. Bajaj, Valerio Pascucci, Daniel R. Schikore, "The Contour Spectrum", IEEE, 1997.
- [12] Cbandomay Mandal, Hong Qin, Baba C. Vemuri, "Dynamic Smooth Subdivision Surfaces for Data Visualization", 8th IEEE Visualization '97 Conference October 19-24, 1997 — Phoenix, AZ.
- [13] Boris Rabinovich, Craig Gotsman, "Visualization of Large Terrains in Resource-Limited Computing Environments", 8th IEEE Visualization '97 Conference October 19-24, 1997 — Phoenix, AZ.