

도시 전투 훈련을 위한 3차원 GIS

김재형⁰ 김현철 정창성
고려대학교 전자공학과

{true.karma}@snoopy.korea.ac.kr, csjeong@charlie.korea.ac.kr

3D GIS for Urban Combat Training

Jae-Hyung Kim⁰ Hyun-Chul Km, Chang-Sung Jeong

Dept. of Electronics Engineering, Korea University

요 약

3D GIS(Geographical Information System)은 2D GIS를 고도 값을 고려한 3D 공간으로 확장한 GIS System이다. 3D GIS는 기존의 2D와는 다른 Data Format을 기반으로 훨씬 다양한 기능을 지원하는 Operation들을 제공한다. 본문에서는 각 노드들의 상관 관계를 묘사하는 데 장점을 가진 Topological Data Model에 대해 알아보고, 이 모델에서 지원이 가능한 여러 가지의 3D Operation들을 알아보고 도시내의 다양한 상황에서 기능을 지원 할 수 있도록 한다.

1. 서 론

과거의 Geographical Data는 단지 Paper를 통해서 주로 나타내어 졌다. 그러나 오늘날에 와서는 Geographical Data도 Computer를 통해서 2차원의 2D GIS로서 나타내어 많은 정보를 담을 수 있고 그리고 다양한 Operation을 제공 할 수 있게 되었다. GIS는 환경, network management, 농업, 자연 및 지역 개발, 지질학 등 여러 분야에 Application Domain에서 사용되어져 왔다. 기존의 2D GIS는 이전의 Paper Map에서와 비교할 수 없는 새로운 Operation과 Query를 사용하여 엄청난 기능을 제공했다. 하지만 최근에 와서는 평면으로 나타내어지는 2D GIS의 한계와 다양한 기능의 필요성으로 2D에서 3D GIS로의 전환이 이루어지고 있는 추세다. 3D GIS는 기존의 map이나 2D 로만 한정이 되던 지리 및 지도 정보를 고도 값을 고려한 3D로서 데이터를 저장하고 처리한다.

고도 값의 추가로 3D GIS에서는 더욱 복잡한 Data 모델을 필요로 하게 되었고, 더욱 많아진 Data를 효율적으로 처리하고 다양한 Operation들을 지원하는 것이 필요 하게 되었다. 즉 기존의 2D Data를 확장 새로운 3D Data Format으로 2D에서는 불가능 했던 도시 환경 하에 필요한 새로운 Operation(Path, Lantern, Visibility)들의 구현이 편리해 졌다.

본문에서는 다양하고 복잡한 3D Data를 효율적으로 관리하기 위한 Data Model과 그리고 그 Model에 의해서 효과적으로 구현 가능한 다양한 Operation들과 그 알고리즘에 대해서 알아본다. 그리고 이러한 Operation과 알고리즘들이 Urban Combat상황 하에서 어떻게 활용될 수 있는 지 알아본다.

2. Previous Work

이전의 3D GIS에서의 문제와 관심의 대상은 어떻게 하면 기존 2D의 자료와 Data를 최소한의 소모만을 치루고 3D에 접목하느냐에 집중되었다.

그 예로서 미 국방부에서 기존의 VPF(Vector Product Format)라는 2D Data Format를 확장해서 만든 VPF+ [1]와 그리고 EVPF(Extended Vector Product Format)[2]등이 있다.

그리고 다른 하나의 큰 관심의 대상은 2D에서 3D로의 변화된 환경에서 어떤 Data Model로서 얼마나 다양한 기능의 Operation을 편리하게 지원할 수 있는 지에 관해 서였다. 그래서 기존의 2D Topological Model을 3D로 확장한 해서 3D개체들의 위상관계를 3D Topological Model[3]로 나타낸다.

이러한 3D Model은 이전 2D structure가 가지는 여러 가지 한계를 극복했다. 우선 모든 형태의 Geometrical Shape를 나타낼 수 있고, 개체를 Rotation이나 Translation한 후에 변하지 않는 Topology나 Relationship로서 다룰 수도 있다.

3D Topological Model은 여러 가지 Operation을 구현하는데 유용하다. 이 Model은 여러 가지 Database구성이 라든지 용량 같은 면의 단점도 있지만, 각 각의 Data구성요소 들의 위상 관계를 알 수 있으므로 복잡한 계산 과정을 거치지 않고 다양한 종류의 Spatial Query와 Operation들을 효과적으로 지원할 수 있다. 그러나 모든 Object의 좌표들을 Topological Model로 나타내는 것은 Data의 용량이 커지는 단점이 생긴다.

3. 3D GIS for Urban Combat Training

3.1 3D Urban Environment

기본적으로 도시 환경은 크게 3-Layer(Terrain, Building, Transportation)로 구성되어 있다. 이 논문에서는 구현하고자 하는 도시 환경은 대략 1*1km 정도의 일반적인 도시 환경(건물, 도로, 고가도로, 로터리, 주택 등)을 3D로 나타낸다.

3-Layer(Terrain, Transportation(Road), Building)을 Merge하여 Database를 구축한 다음 VRML을 통해서 Display한다.

3.2 3D Topological Model

우선 Geographical Level에서 구현 하고자 는 3D object를 정의한다.

Urban 환경에서 Building(공공기관 건물 또는 주택, 상가 등등)과 Transportation(도로 등등)에 관한 object들을 정의한다. 그런 다음 Topological Level에서 3D Topological Model을 사용하여 각 object들의 topology관계에 대해서 나타낸다. 3D Topological Model에서 Oriented Arc 는 각 edge와 end node의 couple로써 나타내어진다. 그리고 같은 face를 공유하는 next couple(NCF)도 지원하고 그리고 같은 oriented arc를 공유하는 next couple(NCA)도 지원하며 inverse couple(INV)도 지원한다.

Geometrical Level에서는 각 Object들을 기본적인 각 차원의 simplex들을 사용하여 구성한다. 이 모델에서는 각 인접 노드와 Arc를 나타낼 수 있다. 0차원의 simplex를 point, 1차원 simplex를 segment, 2차원 simplex를 triangle로 하고 각 차원 object들은 simplex들의 조합으로 구성한다.

우선 일반적인 도시 환경에서 필요한 기본 Graphic 개체들을 정의 해 보면 0차원 simplex로 구현이 되는 Node, 1차원 simplex로 구현이 되는 Arc, 그리고 2차원 simplex로 Face 그리고 3차원 개체인 Volume을 구현한다. 또 각 Arc, Face, Volume들을 조합하여 Complex Geographic Object를 만든다. 각 Object들은 Complex와 Simple 구분이 되며, 각 Node 값과 좌표 값이 적절히 조합을 이룬다.

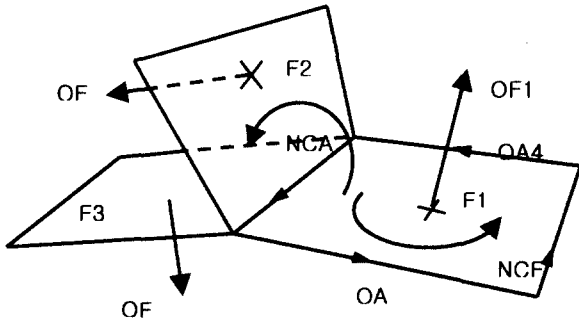


그림1. 3D Topological Model

Iteration of NCF : boundary of Faces
 $NCF(F1, OA1) = (F1, OA2)$
 $NCF(F1, OA4) = (F1, OA1)$

Iteration of NCA : faces sharing the same edge
 $NCA(F1, OA1) = (F2, OA1)$
 $NCA(F2, OA1) = (F3, OA1)$
 $NCA(F3, OA1) = (F1, OA1)$

그림1은 3D Topological Model을 묘사한 그림이다. 이 Model에서는 각 노드들에 대한 근접 노드와 Arc해 정보를 알 수 있다.

Near, Lantern, Path, Visibility등의 Operation들을 지원하기 위해서는 모든 객체들을 위의 3D Topological Model을 사용하여 각 노드들의 상관 관계를 나타내 주어야 한다.

Building 같은 3D object를 나타낼 때 데이터량을 줄이기 위해, Building의 하부의 좌표는 Topological Model로써 위상관계를 나타내어 주고 그 외 빌딩의 외곽은 그냥 좌표를 저장함으로써 구현한다.

3D GIS의 전체적인 의 구성[3]은 그림3과 같다.

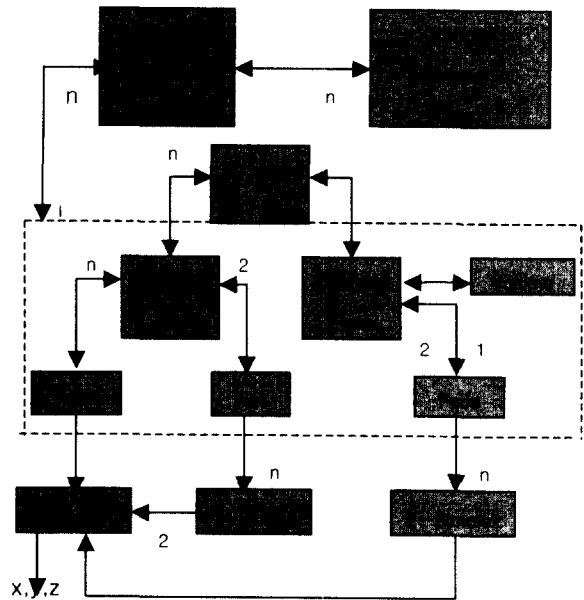


그림2. GIS Model

3.3 3D Operator

Urban환경에서 필요한 Operator는 아래와 같다.

1)Point Selection Operator

직접적으로 마우스로 어떤 entity를 선택하면 이 entity가 무엇인지 알려 주는 작업을 한다.

2)Region Selection Operator

마우스를 사용해서 어떤 region을 선택하면 이 region내에 포함되는 entity가 어떠한 것들이 있는 지를 알려준다.

3)Distance Measure

어떤 두 지점 사이의 거리를 측정한다. 두 polygon이나 point feature간의 거리는 각 polygon과 point의 center로부터 측정되어진다.

4)Near Operation

Near Operation은 어떤 Source로부터 어떤 반경 내에 위치한 개체들을 찾아내는 작업을 수행한다.

5)Lantern Operation

Source의 위치가 정해졌을 때, User에 의해서 정해진 effective length, angle 그리고 orientation에 의해서 정의되어지며 실행되어진다(정의에 따라 달라질 수 있다).

6)Visibility

User에 의해서 정해진 Source Position으로부터 어떤 목적 점까지의 Visibility를 평가하는 Operation이다. 이 Operation이 토지 전투 상황에서 용도가 많은 Operation이다.

7)Path

Source Position으로부터 Destination Position까지 경로를 찾는 Operation이다.

4. 3D Urban Object for The Urban Environment

Multi Level Layer

Terrain은 DEM(Digital Elevation Model)을 이용해서 TIN Model로서 나타내고, Transportation은 2차원 면으로 나타낸다. Building은 3D로 Transportation은 2D 면으로 나타낸다. Transportation과 Building은 평면좌표에 일치하는 Terrain에 올림으로서 3개의 Layer를 Merge하게 된다.

Terrain

Terrain은 기존의 DEM Data을 기본으로 격자 형태의 고도를 사용하므로 시작지점과 간격만 알면 Topological Model을 쓸 필요는 없다. Face와 Arc로써 나타낸다.

Transportation

2차원 면으로 이루어진 Layer와 1차원 선(시작점,끝점)으로 나타내어지는 2개의 Layer로 묘사함으로써 다양한 Operation(Near, Path)들을 효과적으로 지원한다.

Building

각 Building Object들은 그 Object의 속성, Type, Base Node(좌표), 좌표 등에 관한 정보를 가지며 Database에 저장된다..

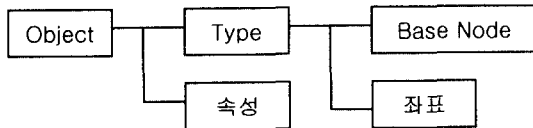


그림3. Object Model

Object는 그 Object의 이름, Type는 그 Object의 Type, Base Node는 3D object에서는 지면과 접하는 가장 하단 면의 좌표가 된다. Transportation인 경우에는 좌표는 없어지고 Base Node가 그 좌표가 된다. Base Node의 좌표는 Topological

Model로 나타나 진다. 그 외 좌표는 하단의 Base Node를 제외한 좌표가 된다.

Class 구성

3D 개체들을 위한 Class들(Composite를 사용), Road 개체를 Composite를 사용하여 ridge, Rotary(로터리) 등을 나타낸다.

```

class Composite;
class Road{
public:
  //.....
  Virtual Composite* GetComposite() {retrun 0;}
}
class Composite: public Road{
public:
  void Add(Road*);
  //.....
  virtual Composite* GetComposite() {retrun this;}
}
class Bridge : public Road {
  //...
}
  
```

위 코드는 3D GIS개체 중 Transportation의 간략한 Class부분을 나타낸 부분이다.

5. 결론

본 논문에서는 도시 환경 전투 상황에서 유용한 Operation과 그리고 그 Operation을 효과적으로 지원하기 위한 알고리즘과 Data Model에 대해서 알아보았다. Operation에 대해 효과적으로 지원하는 Data Model과 효과적인 알고리즘으로 Operation을 지원하는 3D GIS System을 구현하였다.

6. 참고문헌

[1]Mabdi Abdelgurerfi, 3D Mapping of an Interactive Synthetic Environment, Computing Practices, 35-39, 2000
 [2]Mabdi Abdelgurerfi, A Terrain Database Representation Based On An Extended Vector Product Format(EVPF), Proceedings of the fifth International Conference on Information and Knowledge management, 1996
 [3]Arnaud de la Losa, 3D Topological Modeling And Visualization For 3D GIS, Computers & Graphics, 23, 469-478, 1999