

2D-3D 연동을 통한 3차원 GIS 데이터 모델링

3D-GIS Data Modeling based on 2D-3D Integration

류근원* · 박인혜** · 전철민***

Ryu, Keun Won · Park, In Hye · Jun, Chulmin

1. 서 론

최근 GIS분야에서는 3차원 GIS에 대한 관심이 증가함에 따라 다수의 관련 연구들이 진행되고 있고, 다양한 분야에서 3차원 GIS라는 용어가 사용되고 있다. 그러나 이는 응용분야마다 다르게 정의되고 있고, 일반적으로 3차원 모델링과 혼용되고 있는 편이다. 이에 본 연구에서는 3차원 GIS 용어의 개념을 정의하고 이를 구현하는 방법을 제시한다. 그 방법은 공간별로 객체화된 3차원 모델과 2D-GIS의 각 속성이 database에 저장되어있는 특징을 이용하여 양자가 공통적으로 사용할 수 있도록 구축된 database를 매개체로 GIS와 3차원 모델을 연동하는 것이다.

GIS와 3차원 모델의 연동이 가능해지면 시각적 전달효과와 더불어 3차원 모델에서의 정량적인 분석이 가능하게 되고, 이를 통해 3차원 지적, 재난재해 관리, 교통, 자원 관리 등 여러 분야에서의 활용을 기대할 수 있다. 본 연구에서는 연동방법을 제시하기 위하여 GIS 공간분석중의 하나인 네트워크 분석을 3차원 모델에 적용하여 최적경로탐색 시스템을 구현하여 보았다.

2. 3차원 GIS관련 연구

최근 3차원 GIS관련 연구를 살펴보면, Wang(2005)은 2차원 상의 분석 내용을 3D-Max와 같은 모델링 도구를 이용하여 3차원으로 모델링하고 이를 이용하여 시뮬레이션을 실시하였다. 그러나 외형적인 형상에 대한 3D 시뮬레이션 기능에 중점을 두고 있기 때문에 기존 GIS에서 제공하는 분석이 어렵다는 한계를 갖고 있다. 또한, 3차원 데이터의 필요성이 점차 증가하고 있지만, 대부분 3차원 관련 소프트웨어들은 단순 3차원 모델링만을 제공하고 있거나, GIS관련 소프트웨어들도 추가기능 정도를 포함하고 있고 다른 3차원 응용프로그램과의 연계가 미약한 실정이다.

3차원 지적과 관련하여 Stoter(2005)의 연구는 3차원 지적의 구현방안에 대해 세 가지 개념적 모델로 분류하고 각각의 대안을 제시하고 있다. 3차원 모델과 2차원 지적의 연결방법에 따라 분류한 세 모델을 비교 분석하고 프로토타입을 구현하고 있는데 그림 1은 Full 3D Cadastre 모델의 UML 클래스 다이어그램이다. 점선으로 묶여있는 부분은 지적의 권리관계를 나타낸 것으로 필지와 소유자간 다대다(N:M)관계가 표현되어 있다. 이러한 구조는 2차원 지적에도 표현되어있는데 3차원 지적으로 확대하기 위해 3차원 공간객체들을 필지에 상속하고 각 객체와 관련된 속성을 database에 저장하는 방법을 사용하였다. 이는 속성정보를 이용할 수 있지만 객체 간에 topology 형태의 연관관계가 없기 때문에 쿼리나 분석에 있어서 제한적이다.

이와 같이 기존 3차원 GIS의 대부분은 단순 모델링에 그치거나 분석에 제한적인 결과만을 보이고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 이러한 한계점을 극복하고자 2D-GIS와 3D model 연동방법을 제시하고 이에 기반한 3D-GIS의 구축방법을 제안한다.

* 서울시립대학교 지적정보학과 석사과정

** 서울시립대학교 지적정보학과 석사과정

*** 서울시립대학교 지적정보학과 교수

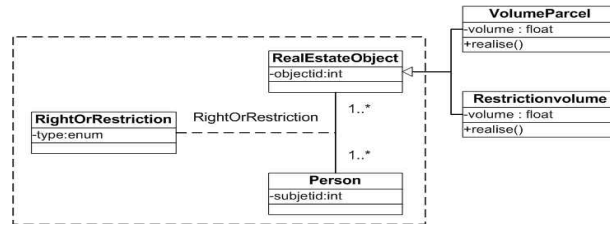


그림 1. UML class diagram of a Full 3D Cadastre

3. 2D-GIS와 3D model의 연동

2D-GIS, 3D model and 3D-GIS

2차원 GIS는 지형요소들이 벡터형태의 점, 선, 면으로 분리되어있고 각 요소들은 각각 database로 연결되어 각 요소들의 속성이 저장되어있다(그림 2). 또한, 각 요소 들은 topology기반으로 연결되어있어 쿼리 및 분석이 가능하다. 그러나 일반적으로 GIS는 2차원 레이어(layer)를 기반으로 하기 때문에 3차원 형상을 표현 하기에 부적절하다. 예를 들어 여러 층을 갖는 건물을 나타낼 경우, 2차원 레이어로 표현하면 volume을 주어서 2.5D 형태로 나타낼 수 있지만, 층간 관계 등 공간객체의 구조적특성을 나타내는 데에는 한계가 있다.

대부분의 3차원 GIS에 사용되어온 3D 모델은 주로 3차원의 형상을 나타내는 데에 초점을 맞추고 있기 때문에 공간별 객체화가 이루어져있지 않다. 객체화가 이루어진 모델이더라도 속성을 저장하는 database가 존재하지 않고 공간간의 연계가 정의되어있지 않다. 따라서 3차원 모델만을 가지고는 공간간의 관계에 기반한 분석이 어렵다.

본 연구에서는 3차원 GIS를 다음과 같이 정의하고자 한다. 3차원 GIS는 2차원 GIS의 쿼리 및 분석 기능과 3차원 모델의 시각적 기능을 포함하고 있는 GIS모델 즉, 공간별로 객체화 되어있는 3차원(그림 3) 상에서 각 객체간의 연관관계와 속성정보를 이용하여 쿼리 및 분석이 가능한 GIS모델이다.

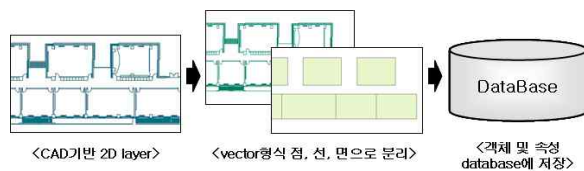


그림 2. 2D-GIS

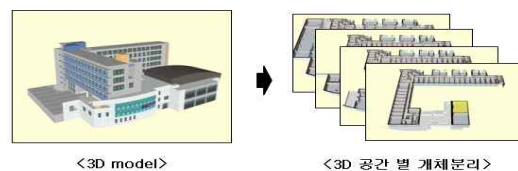


그림 3. 3D 모델

연동방법

3차원 GIS를 구현하기 위해서는 전술한 2D-GIS와 3D model의 특성을 결합하여 각 모델의 한계점을 극복할 수 있는 방법이 필요하다. 그 방법으로 이 둘을 연동하는 방법을 생각할 수 있다(그림 4). 앞에서 언급한 2차원 GIS의 특징을 이용해 database에 저장된 요소들과 매개체로 이용되는 database, 3D model의 객체에 같은 형태와 값을 갖는 ID를 부여하는 방법으로 연계가 이루어진다. 이 때, 3차원 모델은 각 공간별로 분리되어있고 분리된 요소들이 database를 통해 저장되어있어야 한다. 이와 같은 방법으로 연동이 가능하게 되면 양측 모델의 동일한 객체가 database의 같은 레코드(record)를 공유하여 이 둘 간의 선택과 쿼리 등을 가능해지고 3차원 상에서 속성정보에 의한 분석을 할 수 있다.

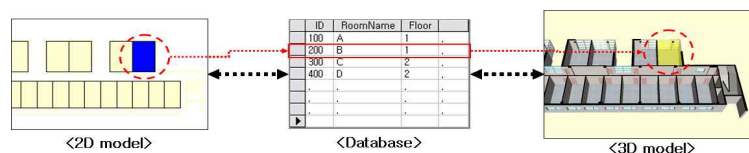


그림 4. 2D-GIS와 3D 모델의 연동

4. 적용사례 : 3D-GIS 네트워크 모델을 이용한 건물 내부공간의 최적경로탐색

본 연구에서는 실험대상 건물로 캠퍼스 건물 중 규모가 크고 내부구조가 비교적 복잡하여 본 실험에 적합하다고 판단되는 건물을 선정하였으며 건물의 CAD 도면과 각 실별 현황을 GIS 데이터와 3차원 모델을 생성하는데 이용하였다. 2차원 네트워크 모델과 3차원 모델과의 연동을 통한 3D 모델에서 최단경로를 분석하는 과정은 그림 5와같이 요약된다.

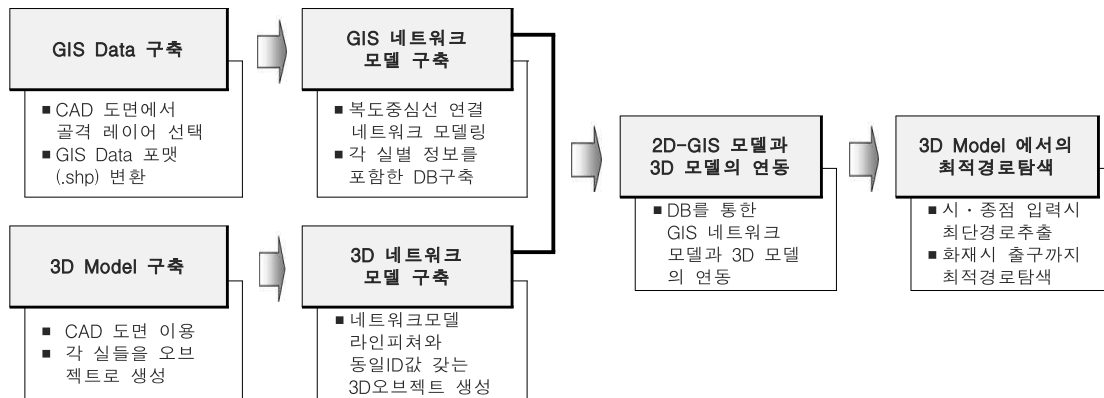


그림 5. 3D-GIS 네트워크 모델링을 통한 최단경로 탐색과정

GIS Data와 GIS 네트워크 모델 구축

본 연구에서는 건물내부공간의 GIS 데이터를 생성하기 위해 CAD 도면을 이용하였다. 원시 CAD 도면은 벽, 기둥, 창호, 엘리베이터, 치수선 등을 표현하는 많은 레이어층으로 구성되어 있는데 그 중에서 건물의 골격을 나타내는 기둥과 벽 등의 레이어만을 선택하여 GIS 데이터 포맷(.shp)으로 변환을 하였다. 건물 내부공간에서의 이동경로는 건물 외부공간과는 달리 일정하게 정해져 있다. 즉 건물 내부공간에서 이용자들은 건축당시 일정하게 구획된 복도나 홀 또는 계단과 엘리베이터 등을 통해서 이동하게 된다. 따라서 건물 내부공간의 네트워크 모델을 구축하는데 있어 이러한 특성을 반영하기위해 그림 4와 같이 복도의 중심선을 연결하고 복도 중심에서 각 실의 입구까지의 이동경로를 생성했으며, 층간이동경로까지 포함하는 2D-GIS 네트워크 모델을 생성함으로써 내부공간의 모든 이동경로가 연결될 수 있도록 하였다. 2D-GIS 네트워크 모델은 노드(node)와 링크(link)로 이루어진 위상관계(topology)를 갖게 되는데 최단경로 탐색시에 거리, 이동시간 등의 속성정보를 이용하여 경로를 탐색하게 된다. 따라서 경로탐색에 필요한 속성필드를 추가하고 값을 입력하였으며 3D 모델과의 연동을 위해 필드를 생성하고 각 3D 오브젝트와 상응하는 ID값을 입력하였다.

일반적으로 건물 내부공간에서 현재 자신의 위치를 파악하거나 다른 위치로 이동하고자 할 때에는 자신이 위치한 곳에서 근접한 주요공간의 명칭을 이용하거나 이동할 공간의 속성정보를 근거로 해서 이동하게 된다. 따라서 최단경로 탐색시에 각 공간들의 명칭이나 고유의 속성값으로 시종점을 선택하기 위해 각 공간들을 폴리곤으로 분할하였으며 폴리곤으로 분할된 공간의 정보를 담고 있는 DB를 구축하였다.

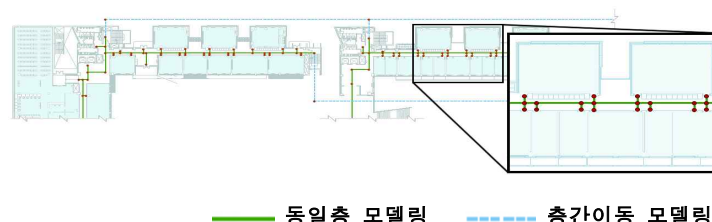


그림 6. 내부공간의 2D-GIS 네트워크 모델링

3D Model과 3D 네트워크 모델 구축

지하철, 대형쇼핑몰 등 대규모의 실내공간에서 건물이용자가 현재 위치를 파악하고 원하는 위치까지의 최적의 이동경로 찾는다거나 화재와 같은 재난상황이 발생했을 때 대피경로를 탐색하는데 있어 3차원 모델을 적용하기 위해서 건물의 외정보다는 건물 내부구조의 표현에 중점을 둔 모델링이 필요하다. 이에 본 연구에서는 내부공간의 구조뿐만 아니라 내부의 상황을 파악하기 위한 비상대피로, 건물 내부의 이동 경로 등과 같은 건축물 내부에 대한 시각적 표현을 중점으로 모델링을 실시하였다. 건물의 내부공간은 눈에 보이지 않는 직육면체로 분할하고 그 각각의 공간들을 객체화 하였으며 각 객체가 갖고 있는 개별적인 ID값을 통해 database의 속성값을 표현하여 공간분석이 가능하도록 하였다.

건물 내부공간의 3차원 모델링과 2D-GIS 네트워크 모델링이 구축된 후 그림 7과 같이 3차원 모델에서의 네트워크 모델링을 실시하였다. 우선 2D-GIS 네트워크 모델의 라인피처를 각각의 오브젝트로 생성하여 2D-GIS 네트워크 모델과 동일한 위치값을 갖도록 3D 모델에 위치시키고 두 모델간의 연동을 위해 2차원 네트워크 모델을 구성하는 라인레이어의 속성테이블에 필드를 추가하고 각 피처(feature)에 상응하는 3D 객체의 ID값을 입력하였다.

3차원 모델링이 이루어진 후 화면상에 3차원 모델의 원하는 부분을 원하는 위치에 표현하고 네트워크 분석결과를 실시간으로 표현하고 시물레이션 하기 위해서는 3차원 모델의 시물레이션 도구가 필요한데 본 연구에서는 EON Studio를 사용하였다. EON Studio는 여러 상용 소프트웨어들과 호환이 가능하고 실시간 렌더링 기능을 갖고 있으며 대용량의 3차원 정보를 처리하는데 유리하다.

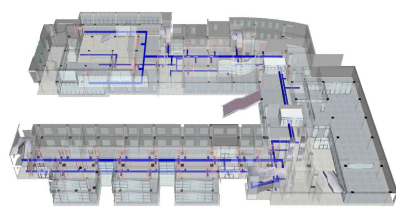


그림 7. 3D-GIS 네트워크 모델링

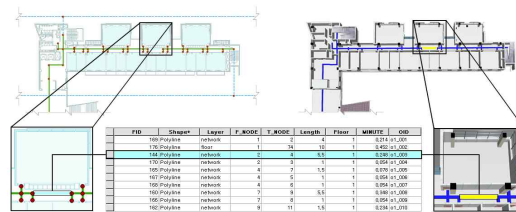


그림 8. 2D-GIS와 3D 네트워크모델의 연동

2D-GIS 모델과 3D 모델의 연동

두 네트워크 모델의 연동을 통해 3D 모델에서도 네트워크 분석이 가능하도록 하였는데 네트워크 모델에서 경로분석이 이루어지면 네트워크 모델의 특정한 라인피처가 분석 결과 값으로 추출된다. 추출된 피처와 상응하는 3D 모델의 오브젝트가 동일한 ID값을 갖는 속성 DB를 통해 연동이 이루어지게 하고 3D 모델에서도 추출된 결과 값을 표현할 수 있도록 하였다.

2D-GIS 네트워크 모델은 피처와 속성테이블의 레코드가 일대일의 관계로 연결되어 있지만 3D-GIS 네트워크 모델은 경로를 나타내는 각각의 오브젝트들을 DB와 연결하기 위한 별도의 도구가 필요하다. 본 연구에서는 3D모델과 DB를 연결하기 위해 EON Studio를 사용하였다.

3D Model에서의 최적경로탐색

본 실험에서는 연동된 3D 모델에서의 최단 경로분석을 몇 가지 시나리오를 통해 실시하였다. 첫 번째 시나리오는 일반적인 두 지점간의 최단경로를 추출하는 것이고, 두 번째는 화재발생지 가장 가까운 출구까지의 경로를 추출하는 것이다. 이는 화재가 일어났다는 가정 하에 현재의 위치에서 가장 가까운 출구를 찾되 화재지점을 피하는 경로를 산출하도록 하였다.

그림 8은 첫 번째 시나리오의 분석결과를 나타내는 것으로 1층의 한 지점을 출발점으로 입력받고 2층의 한 지점을 도착점으로 입력받아 최단경로탐색을 실시한 결과이다. 그림 9는 두 번째 시나리오로서, 2층의 한 지점에서 화재가 발생했다고 가정하였을 때 현재 사람의 위치, 화재발생지점 그리고 건물 내 모든 출구의 위치를 입력받아 화재지점을 피하면서 가장 가까운 출구까지의 경로를 산출한 결과이다.

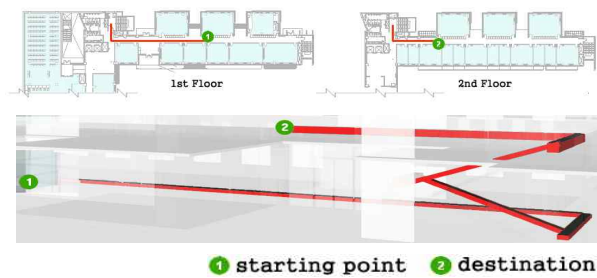


그림 9. 시·종점 입력 시 최단경로

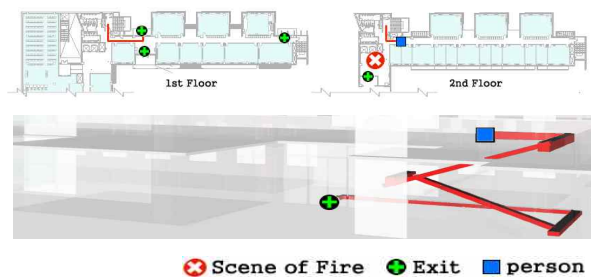


그림 10. 화재발생시 최근점 출구까지의 최적경로

5. 결 론

본 연구에서는 3차원 GIS의 개념을 정립하고 그 활용도를 높이는 차원에서 2차원 GIS와 3D model을 연동하는 방법을 제시하였다. 그리고 연동방법을 기반으로 실제 건물을 이용하여 최적경로탐색시스템을 구현하여 보았다.

2차원 GIS 데이터와 공간별로 개체화 되어있는 3D model을 연동하는 것은 상호 공통적으로 사용이 가능한 Database를 매개체로 하여 이루어진다. 이 때, 2차원 GIS의 쿼리 및 분석기능을 적용하고, 3D model은 2차원 객체와 같은 ID값을 적용하고 시뮬레이션 시나리오를 작성하여 두 모델을 연동하였다. 이와 같은 방법으로 2차원 네트워크 모델을 3차원 모델로 확장하여 3차원 모델에서 네트워크 기반의 경로분석과 탐지기능을 가능하도록 하였다. 이를 이용하면 건물 내부에 대한 공간정보의 활용성을 확대시킬 수 있을 것이며 3차원 모델에서 공간분석이 가능해 지면 유비쿼터스(Ubiquitous) 기술과 접목되어 위치기반서비스를 통해 대형화되고 복잡해지는 대규모 실내공간에서 보다 현실적인 최적경로안내기능을 할 것이다. 또한 향후 VGIS를 이용하여 관광정보제공, 다양한 3차원 가상도시의 구축, 각종 생활 지리정보서비스, 건설 분야에의 활용을 기대할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Jantein Stoter (2005) "3D Cadastre in an International Context-Legal, Organizational, and Technological Aspects", pp.215-296.
2. Xinhao Wang(2005), "Integrating GIS, simulation models, and visualization in traffic impact analysis, Computers", Environment and Urban Systems Volume 29, pp.471 - 496.
3. 강정아, 염재홍, 이동천(2005), "CAD도면을 이용한 건축물 내부 공간의 3차원 GIS 네트워크 모델링", 한국 측량학회지 제23권 4호, pp. 375-384.