

# 3D 가상도시 구현에 관한 연구

## A study for implementation of the 3D virtual city

\*김 성 수\* , 김 병 국\*\*

\*SungSu Kim\* , ByungGuk Kim\*\*

°인하대학교 지리정보공학과(Tel:032-865-5110; Fax:032-863-1506;  
E-mail:geokss@netsgo.com)

\*\*인하대학교 지리정보공학과(Tel:032-860-7603; Fax:032-863-1506;  
E-mail:byungkim@inha.ac.kr)

**Abstract** : 컴퓨터 그래픽스 기술과 H/W의 발달로 3D GIS에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근 3D GIS에 대한 활발한 연구 중 3D 가상도시의 구축이 중요한 연구로 떠오르고 있다. 3D 가상도시는 국방, 교통, 통신, 지적, 지하시설물, 관광, 도시계획, 도시 모델링 등에 다양하게 활용될 수 있다. 현재 우리나라에서 3D 가상도시의 구축은 미약하지만 앞으로 그 수요는 더욱 더 많아질 것이다. 3D 가상도시의 구축에는 GIS, 컴퓨터 그래픽스, Database, 자료구조, 3D 모델링 등의 다양한 기술이 필요하다. 3D 가상도시의 구축의 방법은 크게 1/1,000수치지도+실제측량, 1/1,000수치지도+입체 인공위성 영상+수치사진측량, 1/1,000수치지도+항공사진측량 도화원도, 1/1,000수치지도+항공레이저스캐닝의 방법을 적용해 볼 수 있다. 현재 우리나라 여건상 첫 번째 방법이 가장 일반적으로 사용이 되나 도화원도에 대한 규제를 완화 하여 세 번째 방법을 적용하는 것이 가장 효과적일 것이다.

3D 가상도시는 인터넷 기술과 접목이 되어 3D Web GIS의 형태로 앞으로의 GIS 주류를 이룰 것이다. 그러나 국내에서 3D 가상도시의 구축에 관한 연구는 미약한 수준이다. 3D 자료취득, 자료처리, 모델링 부문에 대한 연구가 시급하다.

### 1. 서론

인터넷 검색 사이트(www.google.com)를 이용하여 '3D GIS' 를 검색해 보면 이용자가 포함되어 있는 관련 사이트와 문서가 153,000개나 검색되는 것을 볼 수 있다. 단편적인 추리일지는 모르나 이 같은 사실은 현재 GIS를 3D 환경에서 구현하려고 하는 노력들이 국, 내외적으로 얼마나 많은지를 보여주는 것이라 할 수 있다.

3D GIS의 발전은 최근의 컴퓨터 그래픽스 분야와 H/W의 눈부신 발전에 기인한다. 현실세계의 지형·지물은 3차원인데 반하여 기존의 GIS는 2D를 기반으로 하고

있으므로 현실세계를 그대로 재현하는 데는 미흡하다. 3D GIS 관련 기술은 1980년대부터 발전하여 최근에는 3D 가상도시를 구축하는데 까지 발전을 하였다. 외국의 경우에는 인터넷을 통하여 3D 가상도시의 정보를 제공하고 있다. 외국의 경우 3D GIS에 관한 연구의 대부분은 3D 가상도시의 구축을 주제로 하고 있다. 3D 가상 도시는 기존의 2D를 중심으로 하는 도시정보시스템(UIS)의 3D로의 확장으로 생각할 수 있다. 3D 가상 도시의 구축은 교통, 운송, 도시 설계/계획, 지하시설물 관리, 이동통신, 인터넷을 이용한 관광 시스템 등의 폭넓은 활용분야를 가진다. 그러나 우리나라의 3D GIS 관련 연구 동향은 아직 미비한 수준이다.

국내의 경우 한국전자통신연구원에서 VRML과 Java를 이용한 3D Web GIS의 구축에 관한 연구가 있으며 실제적으로 3D 가상도시를 구축한 예는 부산과 창원외의 경우가 있다. 3D 가상도시의 도시의 경관을 단순하게 3D형태로 Viewing하는 수준이 아닌 3D 입체 시설물의 생성, 편집, 분석 기능을 완벽하게 제공해야 한다. 본 연구에서는 3D 가상 도시의 구축에 관한 외국의 동향과 이와 관계된 핵심 요소 기술, 우리나라에서 3D 가상도시를 구축하는데 있어서의 여러 문제점과 효율적인 추진 방향에 대하여 조사를 하였다.

## 2. 3D 가상도시의 구축

### 2.1 3D GIS 정의

3D GIS는 컴퓨터 그래픽스 분야와 H/W의 발전을 바탕으로 한다. 3D GIS는 가상 현실(Virtual Reality)기술과 GIS기술이 접목되어 지형과 지물을 3D형태로 보여주고 3D 공간정보의 검색, 편집, 분석을 가능하게 한다. 중요한 점은 단순한 3차원 지형의 가시화나 위상학적 관계가 전혀 없는 그래픽 수준이 아니라 3D 자료 정보가 위상학적인 구조를 가지고 사용자와의 질의처리와 능동적 상호작용을 통하여 사용자로 하여금 현실세계와 똑같은 환경에서 빠르고 쉽게 공간정보를 제공하고 의사 결정을 지원하는 시스템을 말한다.

흔히 3D GIS를 Virtual GIS라고 혼용하여 사용하지만 3D GIS를 통하여 구현하려고 하는 정보는 현실세계의 지형·지물이므로 Virtual GIS라는 용어는 적당치 않다.

### 2.2 외국의 3D GIS 구축동향

3D GIS는 1980년대부터 본격적인 연구가

시작되었다. 그러나 이 시기에는 지형을 효과적으로 표현할 수 있는 알고리즘은 개발되었지만 컴퓨터 그래픽스 분야와 H/W의 성능 부족으로 3차원 지형분석의 2D 표현에 머물렀으며 1990년대에서야 컴퓨터 그래픽스와 H/W의 성능향상으로 3D 지형가시화, 3D 지형분석까지 구현하게 되었다. 1990년대 중반부터 2000년대에 들어서는 3D를 구현하는 다양한 기법과 상용 프로그램을 바탕으로 3D 가상도시를 구축하는데 이르렀다.

최근의 3D GIS 구축동향을 살펴보면 3D 자료의 획득분야에서는 기존의 지상측량 장비나 중·저해상도 위성영상과 항공사진을 이용하는 전통적인 방법 이외에 항공레이저스캐닝(ALS)자료나 1m급의 고해상도 위성영상을 이용하는 방법이 도입되고 있다. 3D자료의 모델링 부문에서는 CAD나 3ds Max를 이용한 Solid modeling, Geometric modeling의 방법이 가장 오래된 기술로서 모델링 자료를 구축하는데 인력과 시간, 비용이 많이 소모된다. 최근에는 DPW, SOCET과 같은 수치사진측량시스템에서 모델 구축을 지원해 주고 있다. 시스템의 구현의 부문에서는 아직도 많은 시스템이 특정 플랫폼위에서 동작이 되는 Stand alone방식을 택하고 있으나 인터넷 기술의 발달과 보편성으로 인해 VRML 기술을 응용하여 Web을 통한 3D GIS를 구축하는 방법이 주가 되고 있다.

이러한 구축기술을 바탕으로 외국의 3D GIS구축은 3D 가상도시의 구축으로 집중이 되고 있다. 이는 기존의 2D GIS를 기반으로 하는 도시정보시스템의 3D로의 확장으로 생각할 수 있다. 일본의 경우 기존의 2D 지도, 3D 그래픽기술, mobile computing기술을 혼합하여 Digital City Kyoto라는 3D 가상도시를 구축하였다. 미국의 경우에는 항공사진과 지상사진을 이

용하여 Virtual Los Angeles라는 프로젝트를 통하여 3D 가상도시를 구축하였다. 이 두 3D 가상도시는 모두 VRML을 기반으로 하여 Web상에서 볼 수 있다.

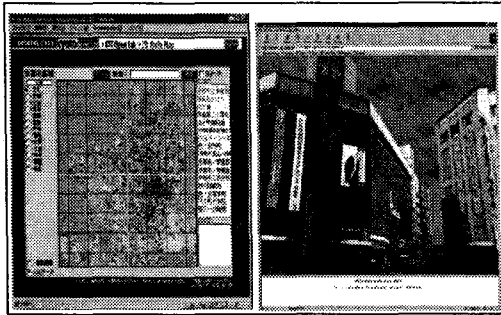


그림 2 교토의 3D 가상도시



그림 3 Virtual Los Angeles

이러한 구축의 예로는 Helsinki, Berlin, Washington D.C.의 경우도 있다. 3D 가상 도시는 이동전화의 도시 지역 Network 구성에 이용될 뿐 만 아니라 가상관광을 통해서 사용자들에게 건물과 관련된 다양한 속성정보를 제공한다. 그러나 아직 이들 시스템은 건물들 사이에 위상의 개념이 없으므로 완벽한 3D GIS를 제공하지는 못하고 있다.

### 2.3 핵심요소기술

사이버 가상도시를 구축하는데 있어서 핵심요소기술이라 할 수 있는 것은 크게 네 가지로 구분할 수 있을 것이다.

- ㉠ 자료구축(3D 자료 취득)
- ㉡ 모델링
- ㉢ 3D 가시화(Visualization)
- ㉣ 인터넷기술의 접목

#### ㉠ 자료구축(3D 자료 취득)

3D 자료를 취득하는 방법에는 기존의 지상 측량장비를 이용하는 기술, 항공사진측량을 이용하는 방법, 인공위성영상을 이용하는 기술, 항공레이저스캐닝(ALS)을 이용하는 기술, GPS를 이용하는 기술 등이 있다.

#### ㉡ 모델링

3D 가상도시를 구축하는데 있어 모델링은 지형모델링과 빌딩모델링으로 크게 나눌 수 있다. 지형모델링 방법은 Grid surface 방법과 Tin surface 방법이 있다. 빌딩의 모델링은 3D 가상도시를 구축하는데 있어 가장 중요한 부분중의 하나이며 시간과 인력이 많이 드는 부분이다. 빌딩의 모델링 방법은 Geometry-Based 방법과 Image-Based 방법이 있다. 빌딩의 모델링에 있어서 고려할 점은 빌딩의 모양을 어떻게, 얼마나 단순화시킬 것인가와 측면 텍스처를 얼마나 정확하게 적용을 할 것인가이다. 이 문제는 3D 가시화 부분에서 자료의 렌더링속도와 관계되는 부분이다.

#### ㉢ 3D 가시화(Visualization)

3D 가시화에서 가장 중요한 점은 대용량의 3D 자료를 실시간으로 얼마나 속도감있게 재생하는 것이다. 이러한 기술에는 LOD 기능, Progressive Mesh 기법 등이 사용된다. 또한 Navigation을 할 경우 View point를 가까이 가져가더라도 텍스처 이미지가 깨져 보이지 않는 기법이 사용된다.

#### ㉣ 인터넷기술의 접목

인터넷과 3D GIS를 접목하는 방법으로

VRML기술을 많이 사용하고 있다. 대부분의 상용 GIS 툴에서는 VRML로 exporting이 가능하다. VRML을 이용하는 경우 3D 자료를 렌더링하는데 값비싼 장비를 구입하지 않아도 되며 별도의 GIS프로그램을 구입하지 않아도 되는 장점이 있지만 넓은 지역을 보여주기에는 아직 한계가 존재한다. 3D GIS와 인터넷기술의 접목의 또 다른 기술은 PDA나 이동통신망에 browsing service를 하는 것이다. 이동통신망과 3D 그래픽의 결합에 있어 이미 Cortona CE VRML이라는 엔진이 개발되었다. 결국 이러한 성과들은 XML을 기반으로 하는 Web GIS와의 통합을 통해 3D Web GIS의 형태로 차세대 GIS의 중심이 될 것이다.

#### 2.4 우리나라 3D 가상도시 추진 사항

우리나라에서 3D 가상도시의 구축은 매우 미약한 상태이며 국내 사례로는 부산시 해운대구를 대상으로 (주)디아트코리아에서 구축을 하고 있으며 창원시를 대상으로 (주)도올 닷 컴에서 구축을 하고 있다.



그림 4 부산시 해운대구 3D 가상도시

이렇게 구축되는 3D 가상도시는 3차원 그래픽스와 시뮬레이션을 기법을 도입하여 구축 지역의 모든 곳을 Off-Line과 On-Line으로 연계하는 또 하나의 실제 도시가 될 것이다. 또한 이러한 시스템은 인터넷 사용자들에게 지역정보 검색 서비스,

지리/교통 정보 서비스, 문화/관광 서비스, 부동산 정보 서비스, 산업정보 서비스, 생활정보 서비스 등을 제공하게 될 것이다.

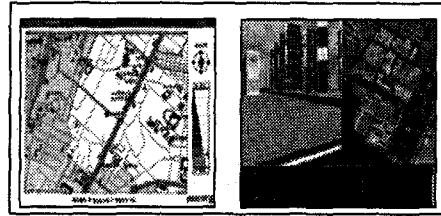


그림 5 도올닷컴에서 구축하는 3D 가상도시

#### 2.5 3D 가상 도시구축의 문제점 및 고찰

3D 가상 도시를 구축하는데 있어 가장 중요한 점은 구축하는 가상도시가 현실세계의 공간정보를 얼마나 정확하고 정밀하게 재현할 수 있는 가이다. 아직까지 대부분의 가상도시는 도시를 단지 예쁘게만 보이게 하기 위한 컴퓨터 그래픽스 적인 요소가 더 강조되어 왔다. 따라서 정확하고 정밀한 공간정보의 제공의 면은 부족하다. 그러나 진정한 3D GIS를 구현하기 위해서는 구현되는 시설물들이 단순한 점의 집합이 아닌 각 지형·지물사이에 위상학적인 관계를 가져 다양한 3D 분석이 가능해야 한다. 3D자료의 획득에서의 문제는 빌딩의 높이 정보를 어떻게 획득할 것인가가 중요하다. 빌딩의 높이 정보는 측면 텍스처와 더불어 3D 가상도시의 현실감을 부여하는 중요한 요소이다. 현재는 1:1000수치지도와 실측 자료를 사용하고 있지만 비용과 시간을 고려한다면 넓은 지역을 실측의 방법으로 모두 측량할 수는 없다. 3D 가상 도시의 구현의 과정에서 또한 중요한 것은 빌딩모델의 형성이며 여기에는 건물의 단순화 정도를 결정해야 하는 문제와 측면 텍스처를 얼마나 정확한 수준으로 입힐 것인가 하는 문제를 해결하여야 한다. 마지막으로

로 고려하여야 하는 것은 구축한 3D 가상 도시를 누가 유지·보수를 하는가 이다. 건물의 신축, 증축에 대한 정보를 얼마나 신속하고 정확하게 반영을 하느냐의 문제는 3D 가상 도시에서 제공하는 정보의 질과도 연계가 된다.

## 2.6 3D 가상도시의 효율적인 구축 방법

현재 3D 가상도시의 구축을 단순화하여 나타내면 그림 5와 같다.

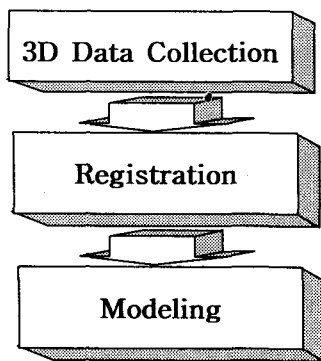


그림 6 3D 가상도시의 구축 단계

Registration과 Modeling의 단계는 현재 사용이 되는 상용 제품에 의존하는 경향이 심하므로 논의에서 제외를 하였다. 3D 자료의 취득에 있어서 생각할 수 있는 방법은 다음과 같다.

- 1/1,000수치지도+실체측량
- 1/1,000수치지도+입체 인공위성 영상+수치사진측량
- 1/1,000수치지도+도화원도
- 1/1,000수치지도+항공레이저스캐닝

첫 번째 방법은 현재 가장 보편적으로 활용하고 있는 방법으로 토탈스테이션이나, 테오도라이트 같은 전통적인 측량장비를 사용된다. 이 방법은 정확한 3D 자료를 얻을 수 있는 장점이 있으나 시간, 비용, 인

원이 많이 소요되는 단점이 있다. 첫 번째 방법에서 작업을 더욱 개선할 수 있는 방법은 토탈스테이션과 CCD 카메라가 함께 장착된 측량장비를 이용하여 텍스처이미지와 빌딩의 높이정보를 한번에 취득하는 것이다. 이렇게 된다면 따로 텍스처를 디지털 카메라나 캠코더로 저장을 하지 않아도 된다. 최근에는 지상 Laser 측량기(ILRIS-3D, 캐나다 Optech사)를 이용하는 방법도 적용이 되고 있다. 두 번째 방법은 비교적 정확하고 현실감을 높일 수는 있지만 고가의 고해상도 인공위성영상과 수치사진측량 S/W를 준비해야 하는 단점이 존재한다. 세 번째 방법은 항공사진측량을 이용하여 수치지도를 만드는 과정에서 생성되는 도화원도를 이용하는 방법이다. 도화원도에는 빌딩의 높이값 정보가 있기 때문에 빌딩의 높이 정보를 획득해야 하는 과정이 생략되는 장점이 있다. 그러나 빌딩의 텍스처 정보를 따로 취득을 해야 한다. 또한 도화원도의 취득이 엄격하게 규제가 되고 있는 단점이 있다. 마지막 방법은 항공레이저스캐닝의 DTM, DEM 자료를 이용하는 방법이다. 이 방법은 넓은 지역을 빠른 시간에 정확하게 측량할 수 있는 장점이 있다. 또한 측량의 결과가 X, Y, Z값의 3D 자료 형태를 띄고 그 결과가 수치로 저장되므로 원자료의 처리가 끝나면 바로 3D 가상도시 구축에 이용을 할 수가 있다. 그러나 현재 국내에서 항공레이저스캐닝의 장비가 없는 실정이므로 아직은 시기 상조의 방법이라 할 수 있다.

이상을 종합해 보면 현실적으로 적용 가능한 방법은 첫 번째 방법을 좀 더 효율적으로 개선하거나 다음으로 도화원도에 대한 규제를 완화하고 항공사진측량 기법을 응용한 지상사진측량의 기법을 적용하여 두 번째 방법을 들 수 있다. 국가 프레임워크데이터 구축(DEM의 경우)사업의 일환으

로 항공레이저스캐닝자료를 도시지역에 구축하여 놓는다면 마지막 방법도 3D 가상도시를 구축하는데 효과적인 방법이 될 것이다.

### 3. 결론

3D 가상도시의 구현은 아직 비용 대 효과에 대한 논란 속에 있다. 지형·지물의 자료를 3D로 구축하는대는 엄청난 비용과 시간, 인력이 투입되어야 하기 때문이다. 그러나 2D Map에서 등고선을 보고 있다가 3D DTM을 본다면 3D 자료의 유용성을 쉽게 인식 할 것이다.

3D 가상도시는 국방, 교통, 통신, 지적, 지하시설물, 관광, 도시계획, 도시 모델링 등에 다양하게 활용될 수 있다. 미국과 일본, 유럽에서는 Web을 통하여 3D 가상도시의 개념을 실현해 가고 있다. 현재 우리나라에서 3D 가상도시의 구축은 미약하지만 앞으로 그 수요는 더욱더 많아 질 것이다. 3D 가상도시의 구축에는 GIS, 컴퓨터 그래픽스, Database, 자료구조, 모델링 기술 등의 다양한 기술의 집약체이다. 3D 가상도시는 인터넷 기술과 접목이 되어 3D Web GIS의 형태로 앞으로의 GIS 주류를 이룰 것이다. 그러나 국내에서 3D 가상도시의 구축에 관한 연구는 미약한 수준이다. 3D 자료취득, 자료처리, 모델링 부문에 대한 연구가 시급하다.

### 참고문헌

[1] Geo World, "GIS in 3D ", 2001  
 [2] Geo World, "Virtual Reality Eases Complex GIS Analysis", 2001  
 [3] Department of Social Informatics Kyoto University, "Digital City Kyoto: Towards A Social Information Infrastructure", 2000

[4] Sabry EL-HAKIM, "A PRACTICAL APPROACH TO CREATING PRECISE AND DETAILED 3D MODEL FORM SINGLE AND MULTIPLE VIEWS", 2000.

[5] Andy Smith, Martin Dodge, Simon Doyle, "VISUAL COMMUNICATION IN URBAN PLANNING AND URBAN DESIGN", 2000

[6] Otto KOLBL, Faissal CHERRA, Hans HOSTETTLER, "CONCEPTION OF AN INTEGRATED 3D-GIS FOR PRIMARY DATA ACQUISITION AND MANAGEMENT", 1999

[7] Ildiko SUVEG, George VOSELMAN, "3D RECONSTRUCTION OF BUILDING MODEL ", 2000

[8] Joseph R.Spann, Karen S.Kaufman, "PHOTOGRAMMETRY USING 3D GRAPHICS AND PROJECTIVE TEXTURES", 2000

[9] Siyka Zlatanova, "An alternative for a 3D GIS", 2000

[10] Geogia Institute of Technology "Vritual GIS: A Real-Time 3D Geographic Information System , 2000

[11] Arzu Coltekin, Henrik hanggren, "VRML AS A TOOL FOR WE-BASED, 3D, PHOTO-REALISTIC GIS", 2000

[12] Belgium, University of Liege, " INTRODUCTION OF 3D INFORMATION IN URBAND GIS: A CONCEPTUAL VIEW BILLEN ROLAND", 2000

[13] D.Samoilov, T.Bakhtina, R.Grigoriev "DEVELOPMENT OF LOW-COST VIRTUAL REALITY SYSTEMS BASED ON REAL STITES AND OBJECTS 3D MODELS", 2000