

# Object기반의 3차원 지형시물레이션과 건물모델링

한승희\*

\*공주대학교 건설환경공학부

e-mail : shhan@kongju.ac.kr

## Object Based 3D Terrain Simulation and Building Modeling

Seung-Hee Han\*

\*Dept. of Civil & Environmental Engineering

### 요 약

바람직한 도시의 건설계획을 위해 2차원 적인 도면의 활용은 한계가 있다. 지방자치단체의 도시계획 심의와 민원의 처리에도 3차원 도시모델을 활용하는 추세에 있다. 현장에 가지 않고 사무실에서 업무를 처리하기 위해서는 정밀한 3차원 지형모델이 구축되어야 한다. 또한 건물의 3차원모델링도 신속하고 편리한 방법을 이용해야만 실무에 활용이 가능하다. 본 연구에서는 이를 위해 고해상 고정밀 3차원 지형모델링은 물론 스케치업을 이용한 효율적인 건물모델링방법 강구하여 실무에 적용가능성을 제시하였다.

### 1. 서론

현대의 도시는 다양한 정책에 대한 합리적인 의사결정시스템을 요구한다. 뿐만아니라 국토 및 도시행정의 효율극대화를 위한 과학적인 3차원 공간정보의 구축이 필요하다. 개발계획에 대한 검토 시 시행착오를 방지하기위해 공간분석과 시물레이션 기법을 사용하는 것이 효율적이다. 시물레이션의 대상은 지형과 지상구조물일 것이다. 시물레이션을 위해서는 3차원 지형모델이 필요하며 그 위에 오브젝트기반의 건물모델을 탑재해야 한다.

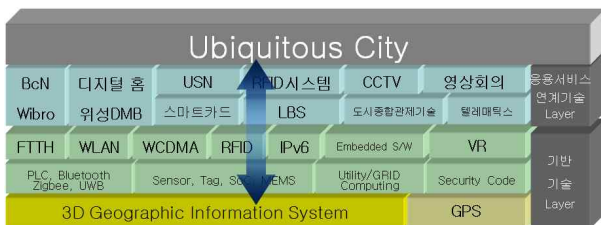
최근 Ubiquitous City의 아키텍처에서도 다음그림 1과 같이 3차원 지형정보시스템이 기본적인 역할을 하고 있다. (한승희, 2006)

3차원 공간정보는 2차원(X,Y)의 위치정보를 기본으로 Z값으로 표현되는 기하학적 정보를 체계화하며 이 정보를 이용해 현실세계를 실사와 유사하게 표현하고 다양한 용도로 분석함은 물론 의사결정능가능하게 하는 공간정보이다. 뿐만 아니라 3차원 지형모델링의 구축을 통해 가상공간을 이용하여 현실세계에 접근에 대한 용이성이 증가되고 가상공간에서 다양한 국토계획을 구현 할 수 있어 공간분석 및 의사결정에 많은 도움을 줄 수 있다..

본 연구에서는 이를 위해 고해상 고정밀 3차원 지형 모델링은 물론 스케치업을 이용한 효율적인 건물 모델링방법 강구하여 실무에 적용가능성을 제시하고자 하였다.

### 2. 연구내용

공주 옥룡동 일대를 테스트지역으로 하여 제작한 DEM과 보정 항공영상을 이용하여 3차원 지형모델링을 하였으며 스케치업으로 건물객체모델을 제작 이들을 조합하여 도시모델링을 시도하였다. 시험지구 전체를 시물레이션함으로써 지역에 대한 이해도



[그림 1] U-city와 3D지형정보시스템의 관계

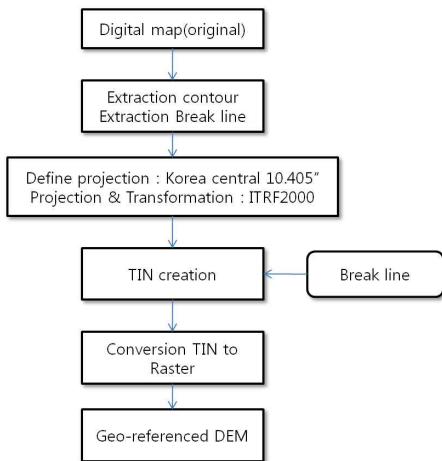
를 높였다.



[그림 2] 테스트지역

### 2.1 고해상 정밀DEM제작

일반적인 수치지형도는 등고선레이어를 제외하고 모두 표고 정보가 0으로 되어 있다. 이는 도화작업은 모든 요소를 3D로 하지만 정위치 편집 시에 등고선을 제외한 요소들에 대해서 편의 상 표고를 0으로 하기 때문이다. 따라서 DTM제작은 문제가 없으나 break line을 처리할 경우에는 도로나 필지레이어에 포함되어 있는 요소들의 경우 이를 사용할 수가 없다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위해 수치항공사진 도화작업 시 만들어지는 원도를 사용하였다. 이 원도는 수치지형도와는 달리 표현된 모든 지형지물은 표고정보를 가지고 있다. 도화원도는 1:1000 대축척 지형도를 사용하였으며 도로와 필지 폴리곤 레이어를 추출하여 break line으로 사용하였다. (한승희, 2007)



[그림 3] break line을 고려한 DEM 제작

### 2.2 수치항공영상의 기하보정

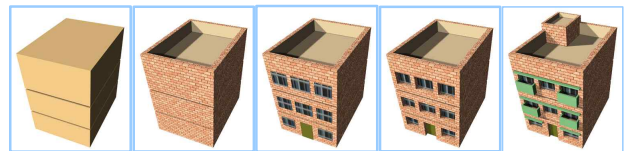
다음지도에 소개되고 있는 삼아항업의 대축척 수치항공영상을 이용하여 기하보정을 하였다. 본 연구에 사용한 항공영상은 0.2m급의 고해상도 영상으로 촬

영년도는 2008년이다. 영상을 TM투영법, GRS80 타원체를 기준으로 수치지형도 상에서 GCP를 사용하여 기하보정하였다. 수치지형도가 최근에 만들어졌으며 1:1000의 대축척이었으므로 정확도에는 문제가 없을 것으로 가정하였다. 실제로 12점의 지상 기준점을 이용하여 Affine 변환 방법으로 기하보정을 실시하였으며 표준편차는 0.5m 이내로 얻었다.

### 2.3 건물모델링

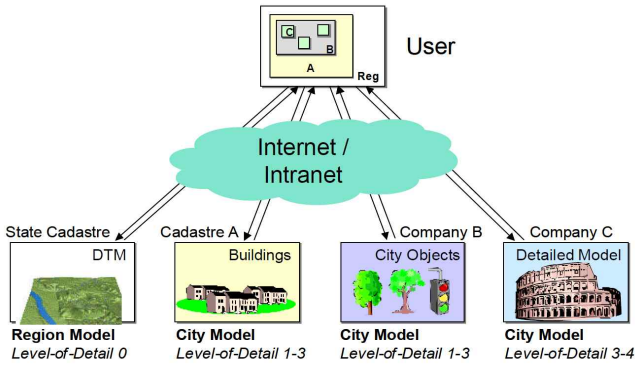
1 : 1,000 수치지도로부터 기타 건물들은 LOD(Level of Detail) 0급으로 건물의 높이만을 올렸으며 캠퍼스의 대상 건물들은 LOD 3급으로 모델링(Sketchup 7.1 이용)하였다.

건물 및 구조물의 경우 3차원 GIS구축이 필수적이므로 3차원 모델링이 필요하다. 광역지역의 경우 대상지역 전체를 3차원 모델링한다면 모델자체의 용량 문제로 디스플레이에 많은 어려움이 따름은 물론 막대한 제작시간과 비용이 따르게 된다. 건물의 모델은 표현의 자세한 정도에 따라 5단계로 차등지을 수 있다. 독일의 Groger & Kolbe는 그림4와 같이 세밀도 적용 사례에서 LOD(Level of Detail)0-4까지 5단계로 건물의 해상도를 나누어 설명하였다.



[그림 4] 건물모델링의 세부레벨

LOD4 단계는 건물의 부설시설물과 옥상의 디테일까지 표현하는 정도이다. 물론 모델이 자세할수록 좋겠지만 시간 및 경비가 매우 많이 소요되므로 중요시설물은 LOD 3-4단계, 일반적인 경우에는 1-3단계로 표시하는 것이 효율적이다(Kolbe, 2005). 물론 가장 기본적인 지형모델은 LOD 0단계로 구축된다. 건물의 3차원 모델링은 3D max 또는 기타 s/w들이 많으나 본 연구에서는 Google사에서 무료로 공개되고 있는 Sketch Up<sup>®</sup>을 이용하여 객체단위의 건물을 모델링하고 만들어진 모델을 3DS 형식으로 저장하여 지형모델에 탑재하는 방법으로 도시모델을 완성하였다.

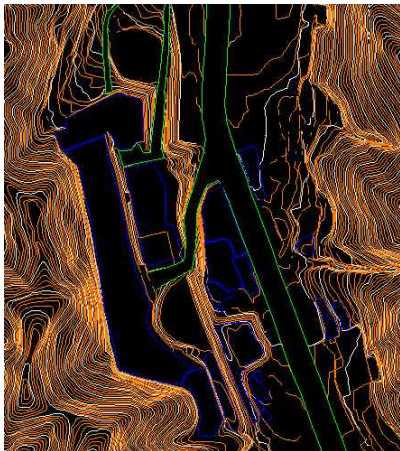


[그림 5] 중요도에 따라 각기 다른 LOD로 구축된 3D모델(Kolbe, 2005)

### 3. 연구결과

#### 3.1 지형모델링

도화원도로부터 田畵레이어(DA001, DZ001), 도로와 보도레이어(A D A 0 3 0, AE001)를 추출하여 break line을 만들었으며 점고(spot elevation)레이어 CA002도 추가하였다. 전답레이어는 대부분 영역 내의 표고가 일정하므로 폴리곤으로 변환하였으며 도로와 보도는 전체적인 경사를 가지고 있으므로 일반 line으로 작성하였다. 다음 그림6은 break-line 레이어이다.

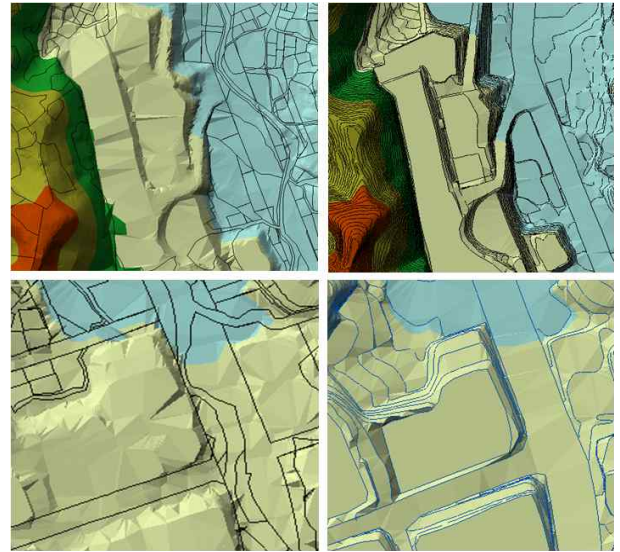


[그림 6] Break line처리

그림7에서와 같이 break line처리 여부에 따라 TIN의 모양의 정확도가 크게 차이난다. 대부분 시설물이 입지해 있는 지역은 일정한 표고를 가진 평지이므로 폴리곤 면처리로 영역 내를 평활화 시켜야 한다. 특히, 진입로의 경우 처리 전후의 경사를 보면 양호한 TIN을 얻기 위해서는 세심하게 작성된 break line이 절대적임을 알 수 있다.

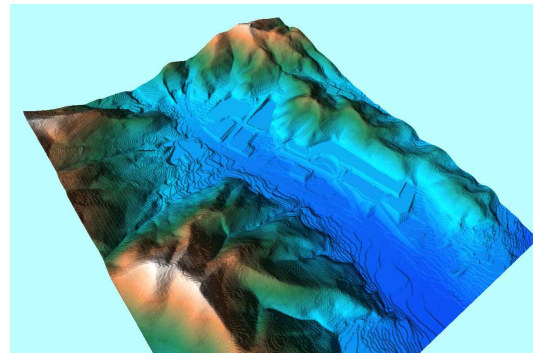
#### 3.2 정사영상

디지털 항공사진기로 촬영한 0.5m 해상도 칼라영상을 이용하여 기존의 수치지도와 기하보정하고 앞에서 얻어진 DEM을 이용하여 정사영상을 제작하였다.

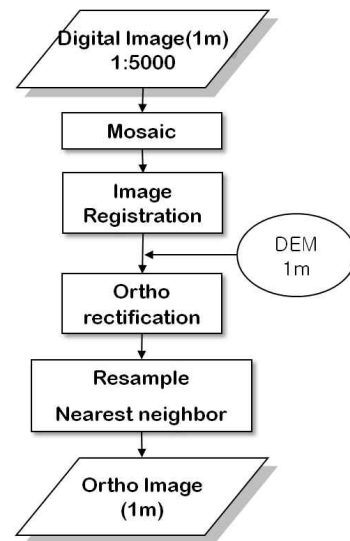


(a)처리하지 않은 경우 (b)처리한 경우

[그림 7] Break line 처리여부에 따른 TIN비교



[그림 8] TIN shading



[그림 9] 정사영상만들기

Break line을 적용한 정밀 DEM에 정사영상을 중첩시켜 3차원 지형모델을 완성하였다(그림10).

일반적으로 TIN shading 한 결과보다는 시각적으로 현실감이 있으며 다시 불안정한 TIN지역이라도 자연스럽게 표현될 수 있다. 그러나 이는 지형을 제외한 모든 구조물 및 건물이 2차원이므로 여기에 건물 모델을 탑재해야 한다.



[그림 10] DEM과 정사영상을 이용한 지형모델링

### 3.3 건물모델링

건물모델링은 수치지도에서 건물 및 도로를 추출하여 dxf파일을 만들고 스케치업에서 dxf 파일을 불러들여 높이를 부여하였다. 일반적인 건물에 대해서는 LOD 0로 작업하였으며 관심건물은 LOD 3-4로 구축하였다.

### 3.4 도시모델

구축된 모델은 3DS 3D 모델로 export되어 PG-steamer 3D composer에 import 하였다. 다음 그림11은 완성된 공주대학교 옥룡캠퍼스에 대한 모델이다. 웹에 서비스하기 위해 비행경로를 정하고 시물레이션하여 avi file로도 제작하였다.



[그림 11] 지형모델에 올려진 건물모델

## 4. 결론

1. 고해상 항공영상, 수치지형도, 건물모델을 이용하여 설계업무는 물론 행정민원 처리 등에 활용할 수 있는 도시모델을 구축하였다.
2. 스케치업을 통하여 신속하고 저렴한 경비로 건물 모델링을 할 수 있었으므로 작업이 효율적이었다.
3. 정밀DEM을 제작하기 위해 단지와 도로에 대한 break line을 고려한 결과 훨씬 현실감있는 지형 모델을 만들 수 있었다.

## 참고문헌

- [1] 한승희, "유비쿼터스 행정중심복합도시 기반조성을 위한 고해상 3D 지형모델링", 위성자료공공활용연구 보고서, 한국항공우주연구원, 2007.
- [2] Thomas H. Kolbe, Gerhard Gröger, Lutz Plümer, "CityGML -- Interoperable Access to 3D City Models", Proceedings of the Int. Symposium on Geo-information for Disaster Management, 2005.
- [3] Kolbe, T. H., " Interoperable Modelle -- Die dritte Dimension in der Geodateninfrastruktur Nordrhein-Westfalen. GeoBIT 5/2003, Wichmann Verlag., 2003.
- [4] Curbera, F., Duftler, M., Khalaf, R., Nagy, W., Mukhi, N., Weerawarana, S. (2002): Unraveling the Web Services Web. An Introduction to SOAP, WSDL, and UDDI. IEEE Internet Computing, Vol. 6, No. 2, March/April 2002 Deegree (2003): Open source implementation
- [5] Dr. J. Benner, A. Geiger, Dr. K. Leinemann, "FLEXIBLE GENERATION OF SEMANTIC 3D BUILDING MODELS", Proc of the 1st Intern. Workshop on Next Generation 3D City Models, Bonn 2005.