

3차원 도시모델 기반의 주거환경권 분석

Assessment of Residential Environment based on 3D City Model

구신희¹⁾ · 어재훈²⁾ · 유복모³⁾ · 유환희⁴⁾

Goo, Sin Hoi · Eo, Jae Hoon · Yeu, Bock Mo · Yoo, Hwan Hee

- 1) 경상대학교 대학원 도시공학과 석사과정, E-mail : bumerang00@nate.com
- 2) 경상대학교 대학원 도시공학과 박사과정, E-mail : fresh-fish@hanmail.net
- 3) (재)석곡관측과학기술연구원 원장, E-mail : yeubm@sog.or.kr
- 4) 경상대학교 건설공학부 도시공학전공 교수, E-mail : hhyoo@gsnu.ac.kr

요 지

최근 그래픽기술과 자료관리기술이 발전함에 따라 3차원적 가시화 및 분석에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 국내의 경우 국가 GIS사업과 더불어 대전, 광주, 부산 등 각 지자체들의 GIS 구축사업으로 인한 3차원적 공간정보의 활용이 증대되고 있다. 특히 대도시의 토지이용 효율을 높이고 건설회사의 이윤을 극대화하기 위하여 기존의 저층 주거용 건물을 고층 아파트 또는 고층 주상복합 건물로 재건축 또는 재개발하는 경우가 빈번해졌다. 이러한 과정에서, 신축되는 고층 건물과 기존 단독주택 또는 공동주택의 일조권, 조망권, 사생활권 등 환경권 침해에 대한 민원이나 법적 분쟁이 많이 일어나고 있다. 이에 합리적이고 과학적인 대안제시를 위하여 3차원적인 도시모델을 기반으로 하는 도시지역에 대한 환경권분석이 요구되고 있다.

1. 서 론

3차원 도시 모형화는 최근 다양한 분야 즉, 도시계획이나 건축 모델링, 환경 모니터링, 가상현실과 3차원 시뮬레이션, 홍수 시뮬레이션과 같은 재난방재 연구 등 3차원 가상도시 구축에 의한 활용 수요가 증가하면서 활발하게 진행되고 있다. 특히 최근 건물의 고층화와 밀집화로 인한 주거환경권 침해로 분쟁이 빈번히 발생하고

있어 이를 실제 3D 시뮬레이션으로 적용하여 도시지역에 대한 환경권 분석을 수행함으로써 보다 효율적으로 도시관리에 활용하고자 한다.

본 연구에서는 Multi-source자료(LIDAR point data, 디지털 영상, 수치지도)를 이용하여 광범위한 도시지역에 대해서 3차원 도시모델을 구축하고 구축된 3차원 도시모델을 이용하여 환경권 분석에 적용하였다.

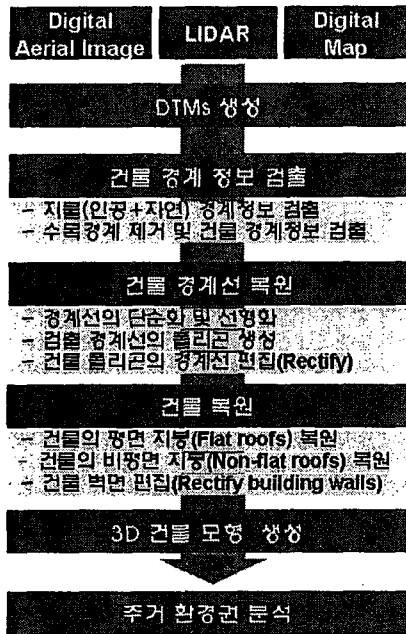


그림 1. 연구흐름도

2. 자료의 전처리

2.1 디지털 영상

대상지역을 포함하는 각각의 8장의 디지털영상을 1:1000 수치지도에서 기준점 결정하여 기하보정 하였다. 기준점수는 각각 10점씩 사용하였고 3차 투영식을 사용하여 기하보정 하였다. 8장의 기하보정된 디지털영상을 도로를 중심으로 cut-line을 따라서 mosaic 하여 mosaic된 영상으로부터 연구대상지역을 얻었다.

2.2 LIDAR 자료

2.2.1 GRID 변환

LIDAR 데이터는 불규칙한 3차원 점집합으로 이루어져 있다. 여기서 점간의 인접성 및 처리속도를 유지하기 위해 Raster 형태로 변환하였다. 이때 격자의 크기를

결정하는데 Morgan(2002)은 LIDAR 데이터가 가지고 있는 정보의 손실을 최대한 줄이면서 LIDAR 데이터를 정규격자화 하기위해서 LIDAR 데이터의 점밀도가 $n(n/m^2)$ 일때 격자의 크기는 $1/\sqrt{n}m$ 가 적당하다고 발표하였다. 따라서 가상격자의 크기는 정보의 손실을 최대한 줄일 수 있는 $1/\sqrt{n}m$ 를 적용하였고(6point/m² 이므로 cell size= $1/\sqrt{6}=0.4m$) IDW(Inverse Distance Weighted) 보간법을 적용하였다. 또한, 항공 LIDAR 자료의 취득과정에서 발생할 수 있는 우연오차(blunder)를 제거하는 과정이 필요하며, 대상지역의 평균 표고와 정규격자 간격을 고려하여 탐색영역을 설정 후 주변의 점들과 비교하여 과대하게 높거나 낮은 포인트들을 검색하여 제거하였다.

2.2.2 지면 및 비지면 분류

건물 후보점을 추출하기 위하여 대상지역의 LIDAR 자료에서 지면과 비지면 점들을 분할하는 과정이 필요하다. 기존의 연구에서는 3차원 좌표정보를 갖고 있는 LIDAR 자료의 기본적인 특성인 높이 정보, 경사, 모폴로지(morphology) 등을 이용한 형태학적인 접근방법으로 연구가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 LIDAR 자료의 기본적인 특성을 이용하여 정동기 등에 의해 앞서 연구된 3가지 필터링 기법을 활용하여 연구를 수행하였다.(정동기 등, 2005). 3가지 필터링 가운데 ETEW(Elevation Threshold Expanding Window) 방법은 특정 영역내에 있는 포인트의 높이값 중에서 최소값을 검색하여 그 최소값과 영역내의 포인트의 높이를 비교한 후 그 비교한 값이 특정 임계치보

다 클 경우 그 포인트를 비지면점으로 분류하는 방법이다. 본 연구에서는 최초 윈도우 크기를 2×2로 설정하였으며, 윈도우 크기를 증가시키면서 반복적으로 연산을 수행하여 비지면요소를 추출하였다.

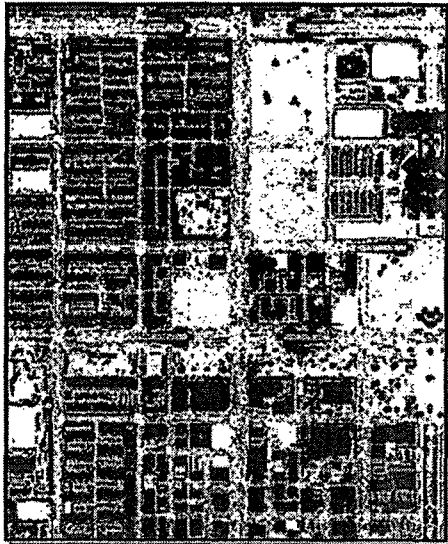


그림 2. 비지면요소

2.2.3 DTM 생성

지면과 비지면으로 분류된 LIDAR 자료 중 지면요소만을 이용해서 지형을 생성하였다. DTM 구축에 이용되는 보간법은 다양한 방법이 있다. 하지만 보간법의 특성상 모든 유형의 지형에 적용되는 최적의 보간법은 없다. 각각의 유형에 최적의 보간법이 있으며, DTM의 품질은 원천데이터의 분포와 품질, 설정한 보간법의 적절성에 달려 있으며, DTM 구축을 위한 보간법의 선정은 지형의 변화에 따라 달라진다. 즉, 적합한 보간법이란 자료의 타입, 정확도, 중요도 및 이들 자료의 분포특성을 반영할 수 있어야 한다.

본 연구에서는 거리를 가중인자로 하여

보간하는 방법으로 IDW(Inverse Distance Weighting) 보간을 이용하여 지형을 생성하였다.

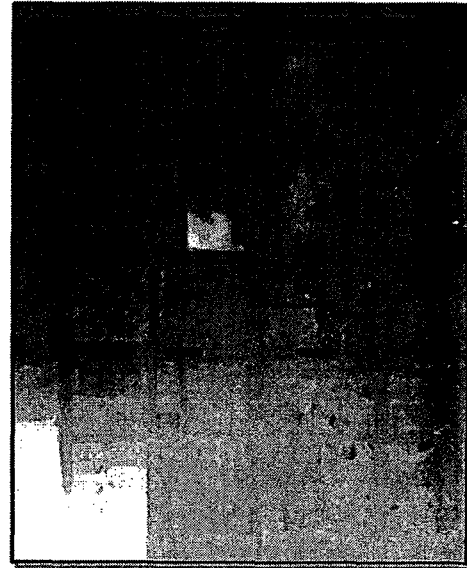


그림 3. DTM 생성

3. 3차원 도시모델 생성

3.1 후보 건물정보 추출

LIDAR 자료를 이용하여 얻어진 비지면요소를 선형화 및 폴리곤 형태로 변환하여 후보건물정보를 추출하였다. 그리고 추출된 후보건물정보로부터 건물이 아닌 필터링에 의해 제거되지 않은 수목이나 기타 오류요소들을 제거하기 위해서 최소면적기준으로 최소면적 이하의 폴리곤들을 제거하였다. 이때 최소면적은 대상지의 수치지형도(1/1000) 상의 가장 작은 면적의 건물폴리곤을 기준으로 하였다.

LIDAR에서 얻어진 건물정보를 이용하여 수치지형도의 건물레이어를 갱신하여 최종 대상지역의 건물정보를 추출하였다.

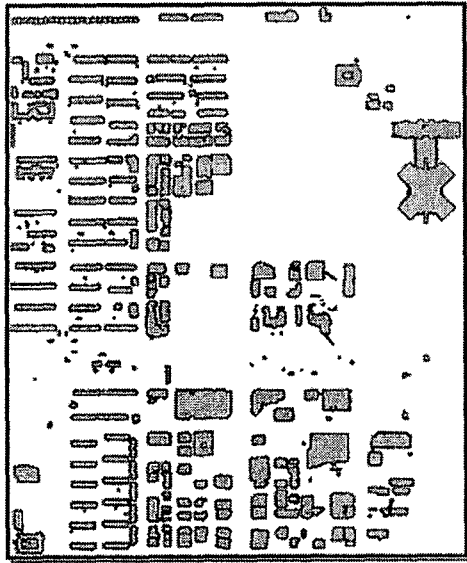


그림 4. 최종 추출된 건물경계선

3.2 3차원 건물복원

3.2.1 건물 지붕 및 경계 복원

건물 경계선 정보를 추출하기 위해 본 연구에서는 LoG연산자를 사용하였다. LoG (Laplacian of Gaussian) 연산자는 가우스 곡선의 x, y 에 대한 2차 미분으로부터 구할 수 있으며, LoG연산자를 이용한 건물 경계선 추출은 Zero-Crossing 추적을 통해 이루어진다.

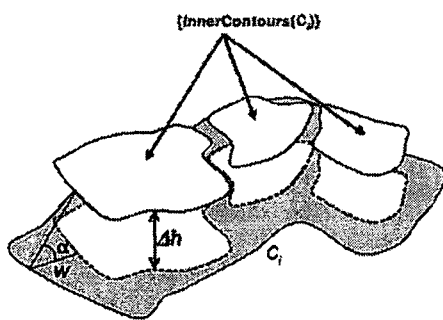
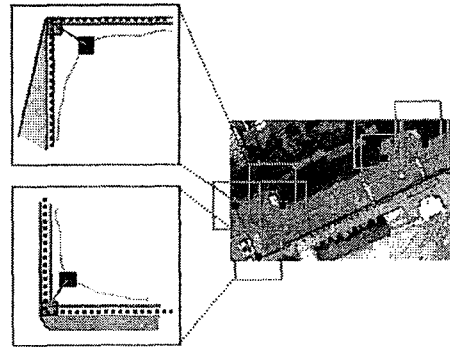


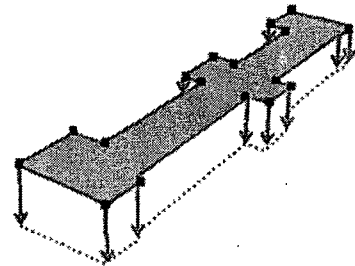
그림 5. 지붕 및 경계복원

3.2.2 건물 특징점 추출 및 경계선 정제

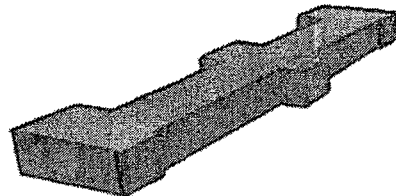
건물 경계선을 추출한 후 LoG 연산자의 Zero-Crossing의 곡률을 계산하여 임계값 이상을 갖는 곡선 지점을 1차 특징점으로 추출하고, 대상 건물의 특징점에 대한 정제는 반자동에 의해 사용자가 대상 건물의 지붕을 선택하고 LoG에 의해 추출된 1차 특징점(seed point)을 기준으로 검출된 건물 지붕의 밝기값을 이용하여 건물 특징점을 추적하였다. 정제된 건물 특징점들을 직선화하여 폐합시킨다.



a) 경계선 정제



b) Wire-frame 생성



c) 3D 건물 복원

그림 6. 건물 경계선 정제 및 건물 복원

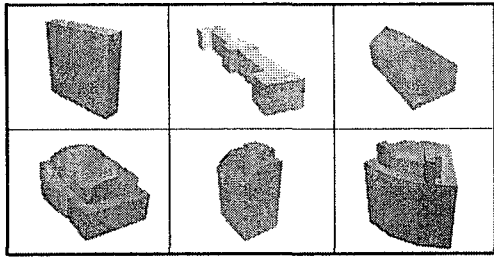


그림 7. 건물유형별 모형화

4. 3차원 도시모델을 이용한 주거 환경권 분석

4.1 일조권 분석

본 연구에서는 그림자의 이동을 3차원 도시모델을 통하여 일조권 침해의 정도를 분석하고 법적 판단 기준을 마련하고자 하였다. 분석방법은 건설될 예정인 건물로 인한 일조 환경침해 여부와 침해정도를 정량적 수치로 분석한다. 일조권의 법률적 판단기준은 “동지를 기준으로 오전 9시부터 오후 3시까지 지속적으로 또는 오전 8시부터 오후 4시까지 총 4시간의 일조시간이 확보되어야 한다.”에 근거를 두고 있다. 따라서 본 연구에서는 태양의 위치를 계산하여 시간대 별로 그림자의 변화를 사실적으로 표현하여 분석된 결과를 시간대 별로 정지화상 및 동영상을 통해 시물레이션 하였다.

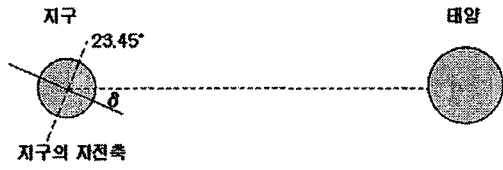
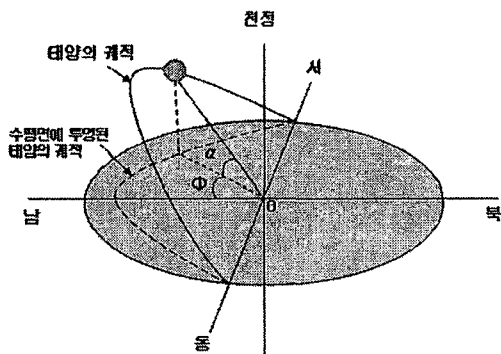


그림 8. 태양의 고도각 및 방위각, 적위

· 태양의 적위 계산

$$\delta = 23.45 \sin\left[\frac{360(n+284)}{365}\right] \quad (1)$$

(n은 1월1일을 기준으로 한 계산 대상일의 수)

· 태양의 고도각 계산

$$\alpha = \sin^{-1}(\sin\delta\sin\phi + \cos\delta\cos\phi) \quad (2)$$

α: 대지의 위도, δ: 태양적위, ω: 시각(1시간→15°)

· 태양의 방위각 계산

$$\phi = \sin^{-1}\left(\frac{\cos\delta\sin\omega}{\cos\alpha}\right) \quad (3)$$

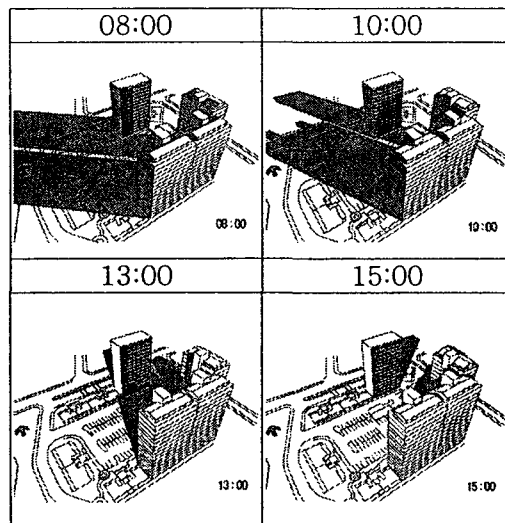


그림 9. 시간대별 그림자 변화

4.2 조망권 분석

조망권 분석은 일조권 침해 분석과 동일하게 3차원 도시모델을 이용하여 분석 대상 주호에서 재실자가 거실의 중앙점에서 외부를 바라볼 때 외부건물에 의해 가려지는 조망침해율로서 조망권의 침해 정도를 파악할 수 있다. 단 하늘이 보이는 경우와 지면이 보이는 경우는 조망이 가능한 것으로 판정한다. 조망침해율이란 창문을 통해 보여지는 전체 시야를 100%로 보았을 때 외부 건물에 의해 가려지는 비율을 말한다.

본 연구에서는 대상건물에 대해서 시뮬레이션으로 얻어진 그림에서 전체와 건물의 경계를 각각 추출하여 창문을 통해 보여지는 면적과 외부 건물에 의해 가려지는 면적에 대한 비율을 산출하여 전체 조망 침해율을 계산하였다.

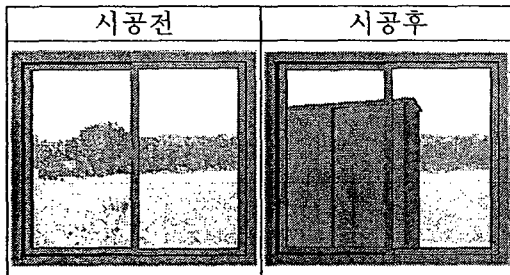
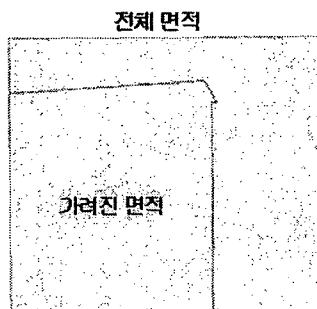


그림 10. 조망 시뮬레이션 화면



$$\text{조망침해율}(\%) = \frac{\text{가려진 면적}}{\text{전체 면적}} \times 100 \quad (4)$$

5. 결론

최근 도시지역의 효율적인 관리를 위해서 3차원 도시 모델 구축이나 시각화에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 3차원 도시 모델 구축을 위한 기반기술을 확보하고 도시를 관리하는 측면으로 이를 주거 환경권 분석에 활용할 수 있는 방안을 모색해 보았다. 본 연구에서는 3차원 도시모델을 구축하기 위해서 다양한 Multi-source를 이용하였고 이를 시뮬레이션으로 구현하여 도시지역 건축물에 대한 주거환경권 분석을 위한 활용 가능성을 제시하였다. 향후 보다 효율적이고 현실적인 도시관리 측면에서 사생활권 분석이나 건축물의 입지규제 분석 등 다양한 측면에서의 활용에도 적용할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 정동기, 김성삼, 김원석, 유환희 (2005) LiDAR 자료로부터 건물 추출 및 3차원 복원, 2005 한국측량학회 춘계학술발표회 논문집.
2. 이원희 (2002) 수치지도와 LIDAR 자료를 이용한 도시지역 건물 3차원 모델링에 관한 연구, 석사학위논문, 서울대학교
3. 최상원 (2002) 건물의 일조시간 산정을 위한 일조노출면적 계산 프로그램 개발, 석사학위논문, 한양대학교.
4. 김기열, (2004) 융합영상과 3D GIS를 이용한 도시시설물 관리, 석사학위논문, 경상대학교