

도시경관계획을 위한 3D 공간정보 구축 및 활용 제안

-GIS DB 및 위성영상의 이용을 중심으로-

An Alternative Proposal of the 3D Spatial Data Construction & Utilization for Cityscape Planning

최봉문, 임영택, 한인구, 조병호
목원대학교

Choi Bong-Moon, Lim Young-Taek, Han In-Gu,
Cho Byung-Ho
Mokwon Univ.

요약

본 연구는 도시계획 및 설계에 범용되는 그래픽관련 어플리케이션을 활용한 3차원 공간정보의 구축 방법과 신규 도시개발이나 도시경관계획에서 3D 공간정보를 이용한 컴퓨터시뮬레이션 활용 방법을 제안하는데 목적이 있다. 3차원 공간정보 구축은 기 구축된 GIS DB(수치지형도, 건축물 대장 등)와 위성영상을 활용하여 도시경관계획에 필요한 3D 공간정보를 구축하였다. 그렇게 구축된 공간정보의 활용 방안으로 도시경관 측면에서 계획 및 개발 시나리오에 대한 컴퓨터 3D 시뮬레이션을 통한 좀더 사실적이고 직접적인 경관시뮬레이션을 수행하였다. 특히 3D 공간정보의 구축과 활용에 있어서 공간적 위계에 따라 광역적 차원, 도시적 차원, 지구차원에서 경관 시뮬레이션을 수행하였으며, 연구를 통해서 도시경관계획 등 다양한 공간계획 및 개발에 대한 시뮬레이션을 위한 효율적이고 간편한 3D 공간정보의 구축 및 활용이 가능함을 확인할 수 있었다.

I. 서론

도시경관계획이란 종합적인 도시경관정비의 시현을 위하여 그 도시가 지향하는 경관형성의 명확한 목표나 지침을 수립하는 것을 말하며, 일반적으로 도시의 특성 및 과제 파악, 목표설정, 도시경관의 골격구조 파악과 경관 특성을 가진 면적 지구 파악, 이를 바탕으로 한 정비방침과 시책 개발 등을 포함한다 [1]. 즉 도시경관계획에서 경관형성의 목표나 지침 수립을 위해서는 그 바탕이 되는 현실 도시공간구조와 특성의 파악이 매우 중요하며, 특히 오늘날과 같이 복잡해진 도시공간구조 파악을 위해서는 3D 공간정보에 기초한 분석이 요구되며, 경관계획, 관리, 평가에 관련한 많은 연구에서 3D 공간정보를 활용한 분석을 시도하고 있다[2][3][4][5][6]

또한 각종 도시개발사업의 환경성평가에 있어서 3D 공간정보에 기초한 경관시뮬레이션을 명시하고 있으며[7][8], 이를 위해서는 우선적으로 개발사업의 전후의 비교를 위한 현실의 재현이 요구된다.

우리나라의 경우 1995년부터 NGIS 기본계획을 수립하여, 전국단위의 각종 GIS 기본 DB가 이미 상당부분 구축되어 누구나 구입하여 활용할 수 있는 상황에 있으며, 또한 최근 다양한 고화질의 위성영상 획득이 용이해 졌다. 무엇보다도 최근 컴퓨터 SW 및 HW의 성능이 급격한 발전을 이루어 개인 PC(Personal Computer)에서 GIS DB 및 고화질 영상처리가

가능하다.

무엇보다도 2006년 현재 국회에 계류 중인 새로운 경관법이 시행되게 되면, 경관계획 수립이 본격화할 것으로 보여지며, 경관의 관리 및 집행에 있어서 과학적 접근을 통한 주민에 대한 이해의 폭을 넓힐 수 있는 훌륭한 수단이 됨으로써 3차원 공간정보와 경관시뮬레이션을 활용이 더욱 필요할 것으로 보인다.

이러한 배경에서 본 연구는 기 구축된 GIS DB 및 위성영상을 이용한 도시경관계획을 위한 간편하고 효율적인 경관시뮬레이션 DB 구축 방법과 이를 기초로 현실성 있는 경관시뮬레이션을 구현하고, 도시경관계획에서의 활용을 제안하였다.

II. 이론적 고찰

1. 도시경관계획과 경관시뮬레이션

도시경관계획은 도시내 개개의 건축이나 공공시설을 디자인 하는 것이 아니라 그러한 것들의 지침으로서 지역 전체로서 공유할 수 있는 구상 시나리오나 디자인 전략을 마련하는 마스터플랜이라 할 수 있다[1]. 이러한 경관계획을 위해서는 3차원적인 도시공간구조와 그로부터 형성되는 경관 특성을 파악할 필요가 있는데, 3D 공간정보를 기초로 한 경관시뮬레이션은 이를 위한 훌륭한 도구가 될 수 있다.

경관시물레이션은 경관을 다양한 방법 및 매체를 사용하여 시각적으로 나타내 보이는 시각 시물레이션 분야로 스케치, 사진, 컴퓨터 그래픽을 이용한 방법 등 다양한 방법이 있다. 이를 경관계획과 관련하여 표현하면, 제안된 계획이나 특정여건에 대한 미래의 경관을 실제의 주변 경관을 포함하여 투시적 방법으로 표현한 그림 또는 영상 혹은 그러한 것들을 만들어 내는 작업이라 할 수 있다.

2. 3D 공간정보 활용 경관시물레이션

3D 공간정보는 2D의 위치정보(X, Y)와 높이, 즉 Z값으로 표현되는 기하학적 정보와 대상 객체의 속성정보를 포함한다. 이러한 3D 공간정보는 현실세계를 가상의 컴퓨터상에 추상화 및 일반화를 통하여 실세계와 유사하게 표현할 수 있게 하는 정보이다. 이러한 3D 공간정보를 활용한 분석은 객관적인 정량적인 분석을 가능하게 하여 합리적인 의사결정과정을 지원할 수 있게 한다.



▶▶ 그림 1. 3D 공간정보의 필요성

2D 공간정보가 평면상에 추상적으로 표현했다면, 3D 공간정보는 3차원의 위상관계를 정확하게 표현할 수 있기 때문에 2차원적 해석으로는 한계가 있는 공간분석, 지형모델링, 지형시물레이션 등을 가능케 한다.

특히 NGIS 사업을 통해 구축된 기본 GIS DB(수치지형도 등)와 GIS 관련 소프트웨어(ArcGIS 등)를 활용하면 수치표고모델(이하 DEM)을 손쉽게 생성해 낼 수 있다. DEM은 지형특성의 공간적 분포를 수치적으로 표현한 것으로서 컴퓨터를 통한 다양한 응용처리가 가능하여 도로 및 철도의 계획, 댐 설계 등에 사용되고 있다.

DEM을 이용한 3차원 지형모델링의 방법에는 격자망(이하 GRID)에 의한 방법과 불규칙삼각망(이하 TIN)에 의한 방법으로 구분할 수 있다. GRID에 의한 방법은 DEM 데이터에서 표현된 고도값에 단순 선형보간법을 적용하여 3차원 지형을 모델링하므로 신속, 간단하고 평지 모델링에 적합한 반면 데이터양이 많고 굴곡이 심한 지형특징을 정확히 표현하기 곤란한 단점이 있다.

TIN에 의한 방법은 DEM 데이터로부터 지형적으로 의미 있는 위치의 점들을 표현함으로써 지형의 모습을 좀 더 사실

적으로 표현할 수 있다는 장점을 가지고 있어 사실적인 지표 모델링 및 렌더링에 많이 사용되고 있으나, 자료량을 줄이기 위한 의미점 도출 과정이 필요하고, 전처리 단계에서 계산시간이 많이 소요되는 단점이 있다.

따라서 DEM이나 TIN으로 생성된 3D 공간정보는 경관계획 시 필요로 되는 용도와 요구되는 정밀도 등을 고려하여 다양한 경관시물레이션에 활용할 수 있다.

3. LOD(Level of Detail)와 도시경관계획

LOD의 개념은 1976년 Clark에 의해 처음 도입되었으며, 주로 컴퓨터 그래픽 분야에서 복잡한 물체나 정경(scene)을 신속하게 렌더링하기 위해 사용되었다. 현재 컴퓨터 그래픽 분야에서 적용되고 있는 LOD 방법은 Discrete LOD, Continuous LOD 및 View-dependent LOD 등 3가지로 구분된다.

Discrete LOD는 현재 가장 많이 사용되는 방법으로 각각의 물체를 다단계로 제작하여 상황에 따라 표현하는 방법이며, Continuous LOD는 Discrete LOD 개념에서 출발하였지만 Discrete LOD와는 달리 각각의 물체를 다단계로 제작하는 대신 상황에 따라서 실시간으로 표현하는 방법이다. Continuous LOD에서 발전한 View-dependent LOD는 물체를 바라보는 시각에 따라서 실시간으로 표현하는 방법이다.

이러한 LOD를 도시경관계획의 차원(광역경관계획, 도시경관계획, 지구경관계획 등)과 연계한 데이터 구축 및 활용이 가능하고, 경관계획 및 계획의 시물레이션에 있어서 효율성을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

4. 3D 공간정보 및 응용소프트웨어 활용 연구

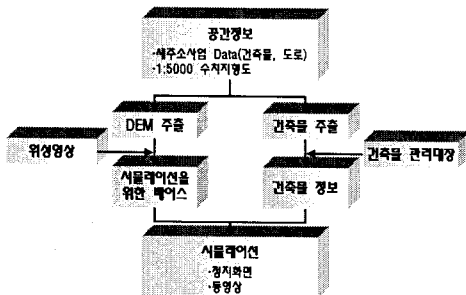
3D 공간정보 및 응용소프트웨어를 활용한 관련 연구는 경관영향평가, 경관시물레이션, 경관 관리 및 규제 측면에서 활발하게 이뤄지고 있는 것으로 보인다. 경관영향평가 측면의 연구는 과거에는 주로 시물레이션의 작성방법으로 스케치, 모형, 조감도, 사진스케치, 사진합성, 웨이드, 매핑 등 2차원적 평가방법이 주를 이루었으며, 응용소프트웨어를 활용한 경우도 대부분이 2차원적인 것이 대부분이었다[9][10][11]. 3D 공간정보 및 소프트웨어를 이용한 경관 관리 및 규제 대한 연구에는 CAD를 활용한 도시경관 시물레이션과 건축물 규제방안에 관한 연구[3], 보문산 공원주변 도시경관 보전을 위한 건축규제방안 연구[12], 도로에서본 산 조망경관의 관리기준에 관한 연구[4] 등이 있다. 공간정보와 GIS 소프트웨어를 이용한 연구 환경영향평가서의 경관시물레이션에 관한 연구, 3D GIS를 활용한 도시경관 시물레이션에 관한 연구, AHP 기법을 활용한 경관평가법 작성에 관한 연구, GIS를 활용한 경관평가에

관한 연구 등이 있다[5][13][14][15]. 최근에는 국가적 차원에서 3차원 공간정보의 구축과 활용을 위한 연구가 시행되고 있어[17][18][19], 3D 공간정보 구축 및 기 구축된 GIS DB를 이용한 여러 활용 방법이 모색될 수 있을 것으로 기대된다. 특히 현재 여러 지자체에서 지자체의 경관계획 및 경관관리를 위해 3D 경관시스템을 구축·활용하고 있으나 전반적으로 그 구축 수준이나 현실성 정도가 만족할 만한 수준에 이르지 못하고 있는 실정이다[20][21][22].

III. 3차원 공간정보 구축 및 활용

1. 3D 공간정보 구축

그동안 경관과 관련하여 다양한 시뮬레이션 기법이 있어왔지만, 최근처럼 실세계의 3D 공간에 대한 사실적인 시뮬레이션의 요구가 높아지면서 스케치, 웨이드, 사진합성 등 기존의 방법으로는 한계에 다를 수밖에 없었다. 비록 CAD와 3D MAX의 비중이 높아지고 있지만, CAD, 3D MAX 등을 이용한 시뮬레이션은 데이터 구축과 관리에서 비교적 오랜 시간과 비용이 소요된다는 문제점이 있어왔다. 이에 본 연구에서는 도시경관계획을 위한 3D 공간정보 구축을 위한 비교적 간편한 방법 제안하였다. 이의 핵심은 기 구축된 NGIS DB(수치지형도와 새주소사업 Data)와 고품질 위성영상을 이용한 경관시뮬레이션을 위한 3D 공간정보 구축이다.

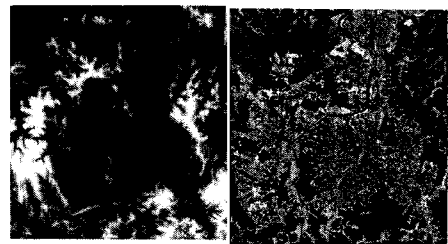


▶▶ 그림 2. 3D 공간정보 구축 및 시뮬레이션 과정

경관계획을 위해 요구되는 기본적인 3차원 공간정보는 지형 데이터, 위성영상, 건물데이터, 기타 속성 데이터 등이다. 종전의 지형 데이터 구축은 지형모델이 구축된 후 지반고 입력을 통한 건축물의 바닥높이를 부여하는 작업이 필수적으로 따랐다. 그러나 ArcGIS(ver. 9.0의 Arcscene 기능)을 활용하여 건축물의 지반고를 부여하지 않고도 NGIS에서 구축된 수치지형도를 이용하여 GIS 소프트웨어로 생성한 GRID DATA를 지반고로 적용하여 데이터를 용이하게 구축할 수 있다. 즉 수치지형도(1:5000)에서 등고 레이어만을 추출하여 GIS를 이

용하여 DEM을 생성한다.

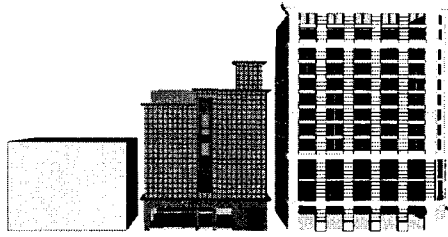
이후 보다 현실적인 시뮬레이션을 위해 IKONOS영상을 지형의 맵핑(mapping)한다. 맵핑은 우선 DEM의 Cell size는 설정하고, 기하보정, 정사보정을 통한 영상정보를 보정한다. 본 연구에서는 경관시뮬레이션의 현실감 있는 표현을 위해 TIN에 의한 DEM을 이용하였다. 단점으로 지적받은 계산시간이 오래 걸리는 측면에 대해서 DEM 관리 측면에서 보완이 될 것이라고 생각한다. 시급이상 도시의 DEM을 생성하여 필요한 부분만 CLIP하여 사용 가능하므로 장기적은 측면에서는 좀더 효과적이라 판단된다.



▶▶ 그림 3. 3차원 공간정보(DEM과 위성영상)

DEM과 위성영상을 이용하여 기본 지형이 완성되면, NGIS에 구축된 새주소사업 속성DB와 수치지형도로부터 얻어진 건축물의 공간정보를 연결하여 도시경관계획을 위한 기본적인 3D 건축물 공간정보를 만들어 내었다. 기존의 경우 GIS에서는 멀티패치(multi-patch) 형식의 셰입(shape)이나 Max나 CAD 같은 3D 프로그램을 이용하여 3차원 건축물을 일일이 생성 하였지만, 이는 3D 데이터의 생성, 핸들링 속도, 관리에 있어 어려움이 있다. 그러나 본 연구에서는 새주소 사업의 속성(건축물 층수)와 수치지형도의 건축물에 연산하여 간편하고 손쉽게 작성하였다. 이는 기존의 CAD혹은 GIS의 자료를 가공 할 필요 없이 입력된 속성만으로 건물을 표현하는 방식이며 분석과 관리에 있어 기존의 방식보다 유용하다고 판단된다. 또한 각종 개발계획이나 지구단위계획 등에서 일정 지구/지역 내 건축물의 형태와 높이 변화 등에 있어서도 속성 데이터를 쉽게 변화 시켜 각 대안들의 비교가 편리하고, 보다 빠르게 결과를 확인할 수 있다.

다만 건축물 모델링은 광범위한 지역을 대상으로 하기 때문에 개개의 건축물을 사실적으로 표현하는 것은 도시경관계획의 요구측면(광역, 도시, 지구적 차원 등)에서 볼 때, 불필요하고, 현실적으로 불가능하다. 그렇지만 도시의 랜드마크적 건축물 등 세밀한 표현이 요구되는 건축물의 경우 간략화 된 일반 건축물과는 별도로 구분하여 MAX와 같은 3D 프로그램을 이용하여 별도로 작성하여 GIS의 MDB형태의 데이터로 구축하였다.



▶▶ 그림 4. 건축물 예시

간략화 건축물은 수치지형도의 바닥면을 그대로 사용하여 표현 하였으며 상세화된 건물은 별도의 모델링을 통하여 생성하고, 사진과 고해상도 위성영상을 맵핑하여 사실성을 높일 수 있었다.

도로 및 철도 데이터는 새주소사업 자료를 이용하여 폴리곤(Polygon)형태의 도로망을 표현하고, 수치지형도를 이용하여 Polyline 형태의 철도망을 표현하였다.

도시경관계획이나 경관평가를 3D 공간정보의 구축에 있어서 DATA를 공간단위로 구분하여 구축하여 DATA가 요구되는 지역만을 선택하여 사용할 수 있어 광역, 도시, 지구 등 위계에 따른 도시경관계획에 효과적으로 활용할 수 있게 하였으며, 관리상의 효율을 높일 수 있었다. 이를 위해 데이터구축의 공간단위는 동별, 구별, 특정 권역별로 나누어 구분을 하고, GIS와 CAD, MAX에서 활용이 가능하도록 구성하였다.

이렇게 구축된 3D 공간정보는 기존의 시물레이션과 달리 도시경관계획 뿐만 아니라 개발계획, 재개발 등의 다양한 분야의 공간계획에 있어서 현실과 대안 비교 등의 운영 측면에서 편리하게 이용된다.

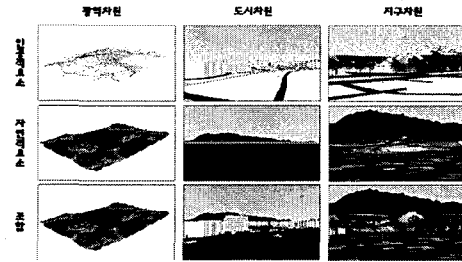
2. 구축된 3D 공간정보의 경관계획 활용

구축된 3D 공간정보를 경관계획에 활용하기 위해 View-dependent LOD의 방법을 이용하여 아래와 같이 광역적, 도시적, 지구적 차원으로 구분하고, 인공적인 요소(건축물, 도로, 철도), 자연적인 요소(지형), 인공적인 요소와 자연적인 요소를 조합하여 경관시물레이션을 수행하였다.

또한 경관계획이나 평가에 있어서는 특정 지점에서의 조망이나 경로를 따른 파노라마적 영상이 중요하다. ArcGIS는 이러한 기능을 제공하며, 개발 전후 건축물의 변화에 따른 시물레이션, 위치나 배치의 변화, 건물 높이 변화, 색상변화 또는 패턴 등을 달리하는 것들이 가능하다. 또한 규제를 위한 건축물의 높이, 건축물의 너비와 전면폭 등과 같은 다양한 규제를 현실감 있게 시물레이션해 볼 수 있었다.

설정된 LOD를 이용하여 대전시 중구 대흥동일원에 대하여 3차원 공간정보를 구축하고, 주거환경개선사업 개발 전/후 상황에 대한 경관시물레이션을 수행하였다.

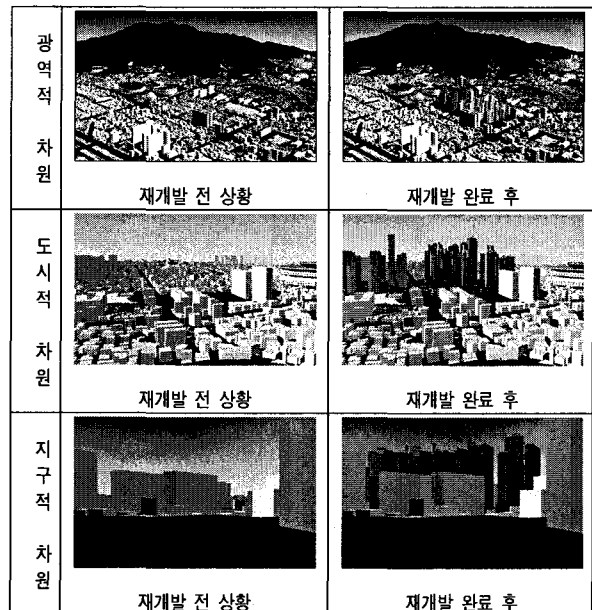
구분	구분	내용	비고
광역차원 (1:10,000이상)	·지형 ·도로망 ·철도망	·DEM(지형): 7상 픽스케 ·8차원의 도로망선형 정보 ·8차원의 철도망선형 정보	광역
도시차원 (1:5,000)	·지형 ·도로망 ·철도망 ·건물	·DEM(지형): 7상 픽스케 ·8차원 단위도로선 형태의 축선은 생략 ·8차원 단위철도선 형태의 축선은 생략 ·중 구분을 표시하여 기본Color로 표시	↑
지구차원 (1:1,000이하)	·지형 ·도로망 ·철도망 ·건물 ·옥외시설물	·DEM(지형): 7상 픽스케 ·축선과 노면의 상하 및 도로분리대 표현 ·철도 궤도 및 주변 지형지를 표시 ·지붕구 모델링과 통구부 표현 ·모든 시설물 현실세계의 유사하게 표현	근거



▶▶ 그림 12. LOD 설정과 경관시물레이션 예시

주거환경개선사업 지구(105,838.22㎡)	
A 지역 : 55,838.22㎡ 건 폐 율 : 25.25% 용 적 률 : 249.22%	B 지역 : 51,530.22㎡ 건 폐 율 : 16.81% 용 적 률 : 249.15%

대상지 주변에는 한밭종합운동장, 야구장, 충무체육관등의 인공적인 랜드마크적 요소가 있고, 자연적인 요소로는 보문산이 있다. 앞서 제시된 방법에 따라 대상 범위에 있는 거의 모든 건축물과 랜드마크적 시설, 지반고, 층수 등을 적용하여 3D 공간정보를 구축하였다. 조망에 있어서 광역차원은 하늘에서의 조망, 도시차원은 옥상에서의 조망, 지구차원은 보행에서의 사람 눈높이의 조망을 시연해 보았다.



▶▶ 그림 6. 공간위계에 따른 경관시물레이션

IV. 결론

본 연구는 3D 공간정보의 구축에 있어서 새로운 방법론을 제안한 연구는 아니나 기존에 범용적으로 활용될 수 있는 GIS DB와 소프트웨어를 기반으로 하여 경관계획 및 도시개발에 있어서의 현실적이고 실제적인 경관이나 공간상의 특성 파악을 위한 간편한 데이터 구축 방법과 시현을 하였다는 의미가 있다. 즉 경관영향평가나 개발사업 평가 등을 위해 엄청난 비용과 시간을 투자하지 않고도 기존의 소프트웨어와 DB를 활용하면 효율적이고 사실적인 시뮬레이션이 가능함을 보였다. 다만 본 연구에서 제시된 데이터 구축 방법론이 가장 합리적이거나 유일한 방법은 아니며, 3D 공간정보의 구축과 다양한 활용에 대한 심도있는 후속 연구가 있어야 한다. 특히 3D 공간정보는 경관계획에 있어서 경관규제, 평가, 관리를 위한 유효한 수단으로 활용될 수 있으므로 이에 대한 후속 연구가 필요한 상황이다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] 한국조경학회, 도시경관계획 및 관리, 문운당, p.103, 2004.
- [2] 안홍택, 도시경관의 시각적 질 분석 및 Simulation에 관한 연구; 한강변 지역을 사례 대상으로, 한양대학교 석사학위논문, 1989.
- [3] 최봉문과 강병기, CAD를 활용한 도시경관 시뮬레이션과 건축물 규제방안에 관한 연구, 대한국토도시계획학회지, 27(1), 1992.
- [4] 김한수와 김기호, 도로에서본 산 조망경관의 관리기준에 관한 연구, 한국도시설계학회, 추계학술발표대회, 2004.
- [5] 박광수, 환경영향평가서의 경관시뮬레이션에 관한 연구, 서울대학교 조경학석사학위논문, 2000.
- [6] 최창길과 김종하, 건축시뮬레이션에 있어 컴퓨터그래픽의 응용에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 13(11), pp.71-80, 1997.
- [7] 환경부 고시 제2004-209호, “환경영향조사 등에 관한 규칙” 별표2
- [8] 건설교통부, “제1종지구단위계획 수립지침” 3-16-2-3, 2005.
- [9] 금기용, 환경영향평가 경관부문의 실효성 제고방안, 환경포럼, 3(7), 한국환경정책평가연구원
- [10] 오규식, 환경시뮬레이션의 이용과 평가, 그리고 연구과제, 한국조경학회지 19(1), pp.3-18
- [11] 김대현, 경관시뮬레이션 기법의 신뢰도와 타당성에 관한 연구, 서울대학교 학위논문, 1991.
- [12] 대전직할시, 보문산 공원주변 도시경관 보전을 위한 건축규제방안 연구, 1994
- [13] 정인철, 3D GIS를 이용한 도시경관시뮬레이션시스템에 관한 연구, 3D GIS를 이용한 도시경관 시뮬레이션시스템에 관한 연구, 전남대학교 석사학위논문, 2003.
- [14] 서주환, 양의승, AHP 기법을 활용한 경관평가법 작성에 관한 연구, 한국조경학회지, vol.32, No.4, pp.94-104, 2004.
- [15] 김상범, GIS를 활용한 경관평가에 관한 연구, 경희대학교석사학위논문, 1998.
- [16] 건설교통부, 3차원 도시공간모형의 활용성 연구, 2003.
- [17] 정보통신부, 다단계 동적 LOD 기술 및 3D GIS 객체지향 DB 기반의 사이버도시구현을 위한 시뮬레이션 기술개발, 2003.
- [18] 정보통신부, 도시경관 진단을 위한 실시간 Web 3D GIS 구축툴 개발, 2004.
- [19] 대전광역시, 대전광역시 도시경관형성기본계획, 2003.
- [20] 용인시, 용인시 경관기본계획, 2001.
- [21] 제주도, 제주도 도시경관기본계획, 2003.