

# 환경생태요소를 고려한 계획지원시스템 구축

## Development of Planning Support System Incorporating Ecological Factors in Urban Planning

정승현\* 김현수\*\* 김연미\*\*\*  
Seunghyun Jung Hyeonsoo Kim Yeonmee Kim

**요약** 도시계획 및 관리에 있어서 계획지원시스템의 활용은 의사결정단계에서 고려할 수 있는 객관적 정보 제공 측면에서 가치가 있다. 그러나 기존 계획지원시스템들은 환경생태적인 측면에 대한 고려가 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 도시계획 수립과정에서 환경생태적 요소에 대한 고려가 가능한 시스템 개발을 목적으로 설정하였다. 구축된 시스템은 계획 대상지에 대한 환경생태적 잠재성에 대한 분석에서부터 구체적인 계획안 수립과 평가에 이르는 계획 수립 전 과정에 대한 기능 지원이 가능하다. 주요 기능으로 계획 대상지의 토양, 물, 기후, 비오톱, 생태네트워크 및 여가공간 측면에서의 생태적 평가와 분석이 가능하다. 그리고 분석결과를 참조하여 생태적 특성이 고려된 토지이용계획수립이 가능하며, 수립된 토지이용계획안을 바탕으로 시각화와 생태적 측면에서의 시뮬레이션 평가가 가능하다. 본 연구를 통해 개발한 계획지원시스템은 기존 시스템에서 고려가 미흡했던 생태적 특성에 대한 분석을 중심으로 계획 수립과 관련한 의사결정과정을 지원하는 도구로 활용될 수 있는데 의의가 있다.

**키워드** : 생태계획, 계획지원시스템, 공간분석, 지리정보시스템

**Abstract** The use of planning support systems in urban planning and management provides objective information that is beneficial in the decision-making stage. The existing planning support system, however, lacks in the consideration of ecological properties. In this study, a planning support system development that is capable of reflecting ecological elements was set as the ultimate goal. This system can support planning processes ranging from ecological potential analysis to alternatives designing and stimulation. Additionally, factors such as soil, water, climate, biotope, ecological network and recreation can be handled according to their natural potentials. The establishment and visualization of land use planning that addresses ecological characteristics based on the analyzed results are possible. Therefore, this system could operate as a framework to assist planners and decision makers through a computer-based system to provide useful ecological information and to allow effective decision-making by analyzing, displaying and visualizing ecological spatial data.

**Keywords** : Ecological Planning, Planning Support System, Spatial Analysis, GIS

### 1. 서론

무분별한 도시개발로 인한 도시환경문제 심화는 도시민의 삶의 질 저하 뿐 아니라 생태환경의 지속 가능성에도 심각한 위협이 되고 있다. 이러한 도시

환경문제 해결을 위한 다양한 노력들은 대기질, 수질, 녹지, 생태환경 등 개별 환경 분야에 적용 가능한 수치모델 또는 분석방법으로 개발되어 부분적으로 적용되거나, 환경정보의 검색과 파악, 개발입지의 법률적 저축 여부에 대한 검토가 가능한 수준의

<sup>†</sup>This research was supported by a grant (07High Tech A01) from the High Tech Urban Development Program funded by the Ministry of Land, Transportation and Maritime Affairs of the Korean government.

\*Seunghyun Jung, Research Specialist, Advanced Building Research Division, Korea Institute of Construction Technology. shjung@kict.re.kr

\*\*Hyeonsoo Kim, Senior Research Fellow, Advanced Building Research Division, Korea Institute of Construction Technology. hskim1@kict.re.kr (Corresponding Author)

\*\*\*Yeonmee Kim, Research Fellow, Advanced Building Research Division, Korea Institute of Construction Technology. yeonmeekim@kict.re.kr

시스템으로 개발[14, 15]되고 있다. 이와 관련하여 기존에 개발된 국내 계획지원시스템[16, 22]의 경우, 도시계획 및 관리에 있어서 필요한 인문사회적인 지표에 대한 분석과 시각화를 통한 경관분석 기능은 제공하고 있으나, 환경분야나 생태적인 측면에 대한 고려는 미흡한 실정이다.

최근 정보사회로의 급속한 진전과 함께 도시계획과 개발에 있어서 생태도시 관련 설계기법에 대한 적극적인 도입이 검토되고 있으며, 적용 가능한 요소기술에 대한 실용화가 요구되고 있는 실정이다. 특히 다양한 분야에서 적용되고 있는 지리정보기술은 최신 공간정보와 환경정보와 함께 분석과 평가를 위한 다양한 도구를 제공함으로써 지속가능한 도시계획과 관리에 중요한 기여를 하고 있다. 그리고 도시공간의 계획과 관리에 활용 가능한 도시생태현황도(비오톱지도)와 국토환경성평가지도를 비롯한 여러 가지 공간정보들이 구축되고 있어 이들 DB의 활용방안에 대해서도 검토할 필요가 있다.

이를 위해 도시계획과 개발을 위한 계획지원시스템이 일부 구축되고 있으나 생태적 측면에 대한 고려가 미흡하고, 위에서 언급한 환경생태관련 공간정보의 활용도도 낮은 실정이다. 따라서 기 구축된 환경생태관련 공간정보를 적극적으로 활용 가능한 계획 및 설계 도구 개발을 통해 환경생태분야에 대한 고려를 제고할 필요가 있다. 또한 환경생태적 측면을 고려한 시스템 구축은 환경생태정보에 대한 분석결과가 계획수립 단계에 직접 적용될 수 있는 수준의 도구로 개발되어야 한다.

이에 본 연구에서는 도시공간에 대한 분석을 통해 생태적 토지이용계획을 수립하기 위한 계획지원시스템을 개발하였다. 이를 위해 계획지원시스템의 개념과 구축사례를 검토하여 도시환경의 생태적 계획 및 설계라는 계획지원시스템의 활용 목적을 설정하였다. 그리고 이를 달성하기 위한 세부 모듈을 설계하고 각 기능을 구현할 수 있는 계획지원시스템을 구현하였다.

## 2. 국내외 연구동향

### 2.1 계획지원시스템의 개념

컴퓨터 기술이 1950년대 이후 미국을 시작으로 각국의 도시 및 지역계획에 분야에 도입된 이후로 꾸준한 발전을 이어오고 있다. 특히 정보기술과

GIS의 비약적인 발전은 의사결정지원시스템과 공간의사결정지원시스템 등을 통해 공간계획 분야에서 널리 활용될 수 있는 유용한 기능들을 제공하는 데 기여하였다[17].

특히 PSS(Planning Support System)로 불리는 계획지원시스템은 기존의 관리와 행정중심적인 GIS의 한계를 극복하고 전략적, 장기적, 분석적, 예측적이라는 계획의 고유 정체성과 방법론을 적용할 수 있는 새로운 개념으로 대두되었다[7]. Richard Klosterman[11]에 의하면 PSS라는 용어는 Britton Harris[5]가 그의 논문에서 공식적으로 사용한 것을 시초로 보고 있다[17]. 관련 문헌들을 종합하면 PSS의 목적은 GIS를 비롯한 다양한 컴퓨터 기술들을 통해 장기적이고 전략적인 계획과 참여적인 계획과정을 지원하기 위한 정보인프라를 구축하는 것으로 정리할 수 있다[1, 2, 4, 11].

PSS는 도시공간에 대한 다양한 자료를 바탕으로 도시-교통모델, 계량경제학 모델, 입지모델 등의 도시모델(urban models)을 활용하여 미래를 예측하는 기능을 포함하고 있다. 또한 참여적이고 협력적인 계획(participatory and collaborative planning)이 가능하도록 시각화하는 기능을 포함하게 된다. 이러한 PSS의 기능들은 계획과정 전반에 대한 지원기능을 수행하는데 최적화하는 경향이 있다[17].

이러한 PSS는 계획가의 제한된 경험을 바탕으로 계획을 결정함으로써 나타날 수 있는 오류를 줄이고, 과학적 분석과 예측을 통해 의사결정에 필요한 정보를 제공하여 지속가능한 도시개발을 도모하는데 매우 효율적인 접근방법으로 평가되고 있다[1, 11, 12].

### 2.2 계획지원시스템 개발 사례

계획지원시스템 이전에 도시, 지역, 교통과 공간에 대한 다양한 동태적 모델이 존재했었는데, 이러한 모델들이 GIS기술과 연계·통합한 경우를 본격적인 계획지원시스템으로 부르기도 한다. GIS와 연계된 다양한 계획지원시스템이 미국과 유럽을 중심으로 활발히 사용되고 있는데, 대표적인 사례로 ‘TRANUS’, ‘DELTA’, ‘UrbanSim’, ‘What if?’를 들 수 있다.

‘TRANUS’는 토지이용과 교통모델이 통합된 시스템으로 가장 진보된 종합적이고 유연한 사용자 친화성을 가지고 있다. 현재 소프트웨어 형식으로

배포되고 있는데, 부동산 시장과 미래 활동 입지, 화물 및 승객 운송을 위한 도시 또는 지역의 다수단(multi-modal) 교통체계 예측에 적용가능하다[25]. ‘TRANUS’의 핵심은 토지이용과 교통모델을 연결시키는 부분으로 토지이용에서의 다양한 활동들은 상호작용을 거쳐 출발지와 목적지간의 흐름 행렬을 산출하게 되며 이는 교통모델에서 통행수로 변환되고 다시 토지이용모델에 영향을 주는 구조로 되어 있다[18].

이와 관련하여 [18]의 연구에서는 용인시를 사례로 TRANUS를 적용하여 존(zone)별 부문별 토지소비면적, 활동부문별 흐름행렬, 교통범주 및 수단별 통행량 추정, 통행시간·거리·비용, 교통수입, 에너지 사용량 등 지속가능한 도시개발을 위한 정보들을 도출하였다.

‘DELTA’는 ‘TRANUS’와 마찬가지로 교통부문과 연계된 도시통합모델로 1995년 영국 케임브리지의 David Simmonds Consultancy(DSC) Ltd.에서 개발되었다[3]. ‘DELTA’는 교통, 경제, 도시, 이주 모델로 구성되어 있으며, 모델 구동을 위해 면적, 가구 및 인구수, 차량소유수준, 고용자수, 교역량 등의 사회경제부문의 지표가 입력된다[10].

‘DELTA’모델을 활용한 연구 사례로 [10]의 연구에서는 ‘DELTA’ 모델과 교통모델인 ‘OmniTRANS’를 연계·이용하였다. 연구에서는 네덜란드 Delft시의 토지이용과 교통의 장기변화를 예측하여 교통에너지와 탄소배출량을 추정하였으며, 이를 통해 토지이용과 교통모델이 연계된 도시통합모델의 유용성을 검토하였다.

‘UrbanSim’은 토지이용, 교통, 환경간의 상호작용을 통합적으로 고려하여 도시개발의 분석과 계획을 지원하기 위한 시뮬레이션 기반의 소프트웨어이다[26, 27]. 초기 모델은 토지이용을 고려한 토지시장 모델이었으나 이후 교통부문이 연계되고 환경분석 모듈을 추가하는 등 일부 기능이 환경부문으로까지 확대되어 개발하였다. ‘UrbanSim’은 하나의 모델이 아니라 시스템 내에 다양한 모델들을 포함하고 있는 종합적 모델이라는 특징을 갖고 있다[20].

‘UrbanSim’을 이용한 연구사례로 [9]의 연구에서는 지가모델을 구축하는데 있어서 ‘UrbanSim’의 하위모델인 토지가격모델을 활용하였다. 사례연구를 통해 토지가격에 영향을 주는 요소에 대해서 격자자료에 기반한 시뮬레이션을 수행하여 지가모형개

발에서의 ‘UrbanSim’모델의 유용성을 검토하였다.

‘What if?’는 GIS 데이터와 토지이용 데이터를 이용하여 간편하게 각종 도시계획 시나리오를 예측 평가할 수 있는 시스템이다[2]. 주로 토지이용계획 과정을 고려하여 토지적성평가와 함께 장래의 토지 수요량을 예측하는 기능을 담고 있는 데 국내에서도 ‘What if?’를 활용하여 수도권 시가지 성장 예측을 시뮬레이션 한 연구 사례[17]가 있다. [17]의 연구에서는 ‘What if?’의 시나리오 분석을 통해 신규 토지개발, 농지 소실, 임지 소실 규모 예측을 수행하였다.

국내 계획관련 시스템 사례의 경우 웹서비스를 통한 도시계획정보 제공이 활발한데, 도시계획정보 제공을 위한 대표시스템으로 서울시의 ‘4차원 도시계획정보시스템[22]’을 들 수 있다. 서울시 도시계획정보시스템은 3차원 시각화 정보와 함께 시계열 정보에 대한 제공을 통해 토지이력에 기반한 계획수립지원이 가능하다.

국내 계획지원시스템 구축사례로 ‘KOPSS(KOrea Planning Support System)’가 대표적이다. ‘KOPSS’는 국토해양부 주관으로 개발된 ‘국토공간계획지원체계’로 첨단정보기술과 GIS기반의 각종 공간분석 기법을 활용하여 공간계획 및 정책시행을 지원하는 의사결정지원시스템이다. ‘KOPSS’는 지역계획지원모형(지역이), 토지이용계획지원모형(국토리), 도시정비계획지원모형(재생이), 도시기반시설계획지원모형(시설이), 경관계획지원모형(경관이)의 다섯 가지 세부 모형으로 구분할 수 있다[16]. 현재 ‘KOPSS’는 경우 국내 지자체 및 관련기관의 계획지원시스템으로 보급 및 확산을 추진하고 있다.

### 2.3 시스템을 통한 생태부문에 대한 고려

생태부문에 대한 고려는 개별 환경부문별 시스템 구축을 통해 이루어지고 있다. 대기질의 경우 에어코리아[14], 수질은 실시간 수질정보시스템[21], 소음은 국가소음정보시스템[13] 등 개별 시스템을 구축하여 웹을 통해 정보를 제공하고 있다. 이들 시스템은 각 환경요소에 대한 정보 구득이 가능하지만 계획수립에 활용하기 위해서는 해당 계획대상지에 맞게 자료의 전처리와 분석과정이 추가로 필요하다.

이에 반해 ‘환경영향평가정보지원시스템(이하 EIASS: Environmental Impact Assessment Support System)’은 종합적인 정보제공 포털성격을 갖는 시

시스템으로 환경영향평가업무를 수행하는데 있어서 필요한 사전입지, 평가대상, 법령정보, 기상/기후, 연구보고서 등 다양한 평가와 관련된 행정정보와 GIS기반의 공간정보를 제공하고 있다[15]. 하지만 EIASS는 계획수립보다는 수립된 계획안에 대한 평가를 지원하기 위한 시스템 성격이 강하며, 직접적인 계획 및 설계 기능을 제공하고 있지는 않다.

## 2.4 기존 시스템 비교 분석

생태도시계획시스템 구축을 위해 도시계획 수립과 관련된 대표적인 3가지 시스템을 선정하여 비교 분석을 수행하였다. 비교대상 시스템은 구축된 시스템의 대표성을 고려하여 선정하였다. 계획수립단계에서의 시계열 자료와 시각화된 의사결정정보 제공 측면에서 선도적인 사례인 서울시 도시계획정보시스템, 환경영향평가 관련 정보제공에 특화된 EIASS, 통합적인 도시모델을 탑재한 대표적인 계획지원시스템인 KOPSS를 비교대상으로 선정하였다.

비교항목으로는 앞서의 선행연구 검토를 통해 도출된 시사점을 바탕으로 기능적인 측면에서 환경정보의 분석과 제공, 입지 검토 및 선정, 계획 및 설계 지원, 계획안에 대한 평가로 구분하였다(Table 1).

비교분석을 위해 각 시스템의 웹사이트[15, 22, 23], 관련 문헌과 보고서에 대한 분석을 수행하였다.

환경정보의 분석과 제공 측면에서는 3가지 시스템 모두 분석보다는 기 구축된 정보제공 중심으로 나타났다. EIASS에서 환경영향평가 관련 항목으로 구성된 환경평가지리정보와 국토환경성평가지도, 생태자연도, 토지피복지도와 같은 환경주제도를 제공하고 있으며 서울시 도시계획정보시스템에서는 비오톱과 에너지 사용량, 기후 등의 환경정보에 대

해서 시계열 정보를 제공하고 있다. 반면, KOPSS에서는 도시기반시설에 대한 예측 분석을 위한 수요와 공급에 대한 정보제공이 가능하다.

입지 검토와 선정은 EIASS와 KOPSS에서 지원되는 기능으로 EIASS에서는 제안된 개발사업이나 계획안의 입지에 대해서 입지제약 인자에 대한 사전검토와 환경성 평가결과를 확인할 수 있다. 이에 반해 KOPSS에서는 일반적인 적지분석이 가능하여 개발가능지를 탐색할 수 있다.

도면의 작도와 시각화가 가능한 수준의 계획 및 설계 지원기능은 KOPSS에서 토지이용배분 기능을 통해 일부 구현되어 있으나 CAD시스템과 같은 작도와 도형생성기능은 제공되지 않는다.

계획안에 대한 평가와 분석을 위한 시각화 기능은 서울시 도시계획정보시스템과 KOPSS에 포함되어 있다. 서울시 도시계획정보시스템은 기존 도시현황에 대한 실사이미지가 입혀진 3차원 정보를 통해 도시계획위원회와 같은 심의 과정에서 활용 가능하도록 구축되어 있다. KOPSS의 경우 경관자원현황분석, 경관지표분석, 경관 시뮬레이션 수행 등의 기능을 제공한다. 또한 계획대안에 대한 비교를 위한 사회경제학적 분석기능을 포함하고 있어 계획안에 대한 효과를 파악하여 피드백이 가능하다.

## 2.5 사례 검토를 통한 시사점 도출

계획지원시스템 관련 사례분석을 통해, 초기 도시 및 지역모델, 교통모델들이 도시와 교통의 연계모델로 발전하였고, 이를 GIS와 연계하고 시스템화하여 의사결정지원이 가능한 형태인 계획지원시스템으로 구현한 국내외 사례를 확인할 수 있었다. 이를 통해 환경생태부문에 대한 계획지원시스템 구축에 대해서 다음과 같은 시사점을 도출하였다.

Table 1. Comparison between GIS of Seoul, EIASS and KOPSS

Cat.	GIS of Seoul	EIASS	KOPSS
Providing and analysis of Environmental Information	Time series data, Energy consumption, Climate, Biotope, Urban open spaces	Laws, Environmental impact assessment criteria, Environmental thematic map	Urban infrastructure supply and demand Analysis
Site Selection and Analysis	-	Reviewing legal conflict	Site suitability analysis
Planning and Design	-	-	Land allocation
Simulation and Feedback	Visual Simulation and Analysis	-	Alternative comparison, Visual Simulation and Analysis

첫째, 계획지원시스템으로 개발된 도구들은 도시 분석모델 성격을 가지며, 도시, 교통, 환경 분야의 연계방식을 통해 제한적으로 환경관련 분석과 예측을 수행할 수 있는 것으로 나타났다.

둘째, 환경관련 시스템들은 개별 환경부문별로 구축되어 활용되고 있다. 이로 인해 계획단계에 직접적으로 활용되기 보다는 간접적으로 활용가능한 수준의 환경정보의 가공과 제공수준으로 파악할 수 있다.

셋째, 계획수립단계에서 직접적으로 활용 가능한 환경정보 제공보다는 일반적 정보제공 성격이 강하다. 각 환경부문에 대해서 종합적인 정보를 제공하는 시스템인 EIASS의 경우에도 계획수립 단계보다는 수립된 계획에 대한 평가를 목적으로 하고 있다.

넷째, 국내의 경우 계획지원시스템 구축사례 자체가 국외사례에 비해 많지 않으며, 대표적인 시스템인 KOPSS의 경우에도 최근 중요성이 강조되고 있는 환경과 생태부문에 대한 고려가 미흡하다.

따라서 지속가능개발을 위한 도시공간에서 생태적인 요소에 대한 중요성이 높은 시점에서 생태도시를 계획하고 설계하기 위한 기술들이 계획지원시스템이 적용될 필요가 있다.

### 3. 시스템 구축방향 설정

#### 3.1 기존 시스템과의 차별화 방안

기존 시스템에 대한 분석을 통해 구축된 환경정보가 단순 확인용도로 제공되는 수준에 머무르고 있으며, 계획수립을 지원한다는 계획지원시스템의 목적에 부합되기 어렵다. 따라서 구축되는 생태도시 계획시스템은 기존 시스템에서 제공되는 환경정보에 대한 추가적인 분석이 가능하고, 이를 바탕으로 계획 수립 단계에서 참조가능한 수준의 새로운 정보제공을 위해 다음과 같은 개발방향을 설정하였다.

첫째, 환경생태 관련 정보를 입력하여 계획수립단계에서 직접적으로 활용 가능한 계획참조도를 생성할 수 있는 시스템으로 개발한다. 기존 시스템에서는 환경생태정보를 단순히 제공하고 있어 계획수립 단계에서 활용하기 위해서는 별도의 가공과 분석을 거쳐야 하는 한계가 있었다.

둘째, 계획과 설계지원이 가능한 작도 기능을 추가하여 시스템 상에서 직접적인 계획안 작성과 편집이 가능하게 구현한다. 일반적인 계획수립과정에

서는 공간분석과 계획안 작도가 GIS 분석도구와 CAD로 대별되는 별도 시스템에서 수행되었으나 본 연구에서는 하나의 시스템 내에서 분석과 도면작도가 가능하도록 하는 것을 목표로 한다.

셋째, 평면상의 계획수립 과정상의 결과물을 3차원으로 시각화하는 도구를 제공한다. 이는 기존의 서울시 도시계획지원시스템이 현황 중심의 시각화한 것에 차별화하여 계획 수립과정 중에서 토지이용계획에서 부여된 용도와 용적률에 근거한 즉각적인 시각화가 가능하도록 구현한다.

넷째, 기존 계획지원시스템에서의 인문·사회·경제 부문에 대한 모델링 기능에 차별화하여 환경생태분야에 대한 분석에 특화된 시스템으로 구축한다. 이를 통해 수립된 계획안에 대한 시각적 영향이나 환경적 영향을 사전에 파악 가능하도록 한다.

#### 3.2 구축 시스템의 활용 목적 설정

본 연구를 통해 구축되는 시스템은 기존 계획지원시스템에 대한 사례 검토를 통해 도출된 환경생태 부문에 대한 고려미흡을 개선하고, 계획 및 설계 기능을 강화하는 것을 목적으로 하고 있다.

이를 위한 세부 활용목적은 다음과 같이 설정하였다. 첫째, 시스템 주요 활용대상으로 토지이용계획을 수립하는 계획 및 설계 실무자들이 주로 활용하는 것으로 설정하였다. 둘째, 시스템에서 제공하는 주요 기능으로 생태도시계획 및 설계를 지원하기 위한 기초자료 분석, 계획도면 작도, 계획결과 피드백이다. 특히 피드백의 경우 3차원 시뮬레이션이 가능한 시스템으로 구축한다. 셋째, 활용단계는 신규도시계획 및 기성도시 정비 단계로 설정하였다.

### 4. 시스템 구축 내용 및 방법

#### 4.1 생태도시계획지원시스템 구성

##### 4.1.1 시스템 구축 개요

본 연구를 통해 개발한 생태도시계획지원시스템(eco-city Planning Support System: 이하 ePSS)은 2/3D기반 GIS 엔진에 기반하여 Visual C++(MFC, API) 언어로 구축되었으며, 개별적으로 입력되는 GIS 자료를 바탕으로 분석결과를 생성하는 stand alone 방식의 프로그램이다.

ePSS는 도시계획 및 설계의 분석, 계획, 설계, 평

가를 통한 피드백 과정에 맞추어 계획대상공간의 생태적 분석 및 평가(Analyzer), 토지이용 개념구상과 토지이용계획 수립(Planner), 도시공간요소의 시각적 모델링(Designer)과 시뮬레이션(Simulator)을 지원하는 4가지 모듈로 구성되어 있다(Table 2).

Table 2. 4 Modules of ePSS

Modules	Functions
Analyzer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyzing ecological properties</li> <li>Supporting land allocation</li> </ul>
Planner	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establishing planning goals</li> <li>Land use planning</li> </ul>
Designer	<ul style="list-style-type: none"> <li>3D visualization using libraries</li> </ul>
Simulator	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual simulation</li> <li>Assessing environmental and ecological properties of alternatives</li> </ul>

그리고 각 모듈들은 개별적으로 수행이 가능한 체계로 구성되어 있으며 각 모듈의 최종 산출물은 다른 모듈의 입력파일로 활용할 수 있는 구조로 되어 있다(Figure 1).

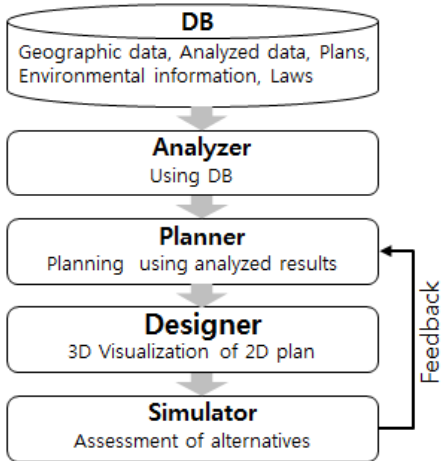


Figure 1. Operating process ePSS

4.1.2 시스템 메뉴 및 주요기능

ePSS의 메인 GUI(Graphic User Interface)는 프로젝트 관리 및 뷰(2D/3D) 전환 등 기본 기능을 담고 있는 'Home'을 비롯한 탭 방식의 주 메뉴(Main menu), 각 세부 모듈 별 메뉴(Sub menu), 도면탐색을 위한 도구메뉴(Tool bar), 도면 레이어 목록(Contents), 속성 창(Properties), 디스플레이 영역(Display window), 좌표표시줄(Coordinates) 등으로

구분되어 있다(Figure 2).

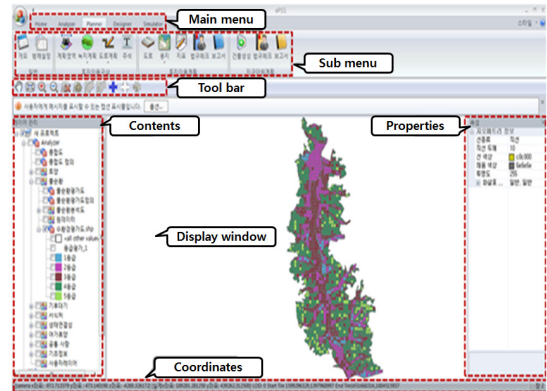


Figure 2. GUI of ePSS

메뉴 탭에서 'Home'은 프로젝트 관리기능을 포함하고 있는데, 분석 시 활용되는 다양한 입력자료와 분석 및 계획결과자료의 위치와 생태정보를 담고 있는 파일을 생성하여 관리할 수 있다. 또한 평면분석 중심의 2D화면과 경관 등의 3차원 분석을 위한 3D화면간 전환 기능, 호환 가능한 CAD파일 등을 불러오기 위한 기능, 지형을 생성하고 편집하는 기능을 포함하고 있다.

특히, ePSS-Analyzer에서는 입력 자료와 산출물 간의 관계가 복잡한 분석과정을 포함하고 있는데, 이에 대한 이해와 사용편의성을 고려하여 분석과정을 흐름도(Figure 3)로 표현하고 입력 자료를 끌어서 놓기(drag and drop)로 설정하고 분석옵션을 변경할 수 있는 흐름도(flow chart)형식의 킥 메뉴(Quick menu)를 구성하였다. 킥 메뉴에서는 입력조건을 변경하여 분석을 수행할 수 있으며, 입력 자료와 출력결과물에 대한 관리가 용이한 장점이 있다.

4.2 주요 기능 및 분석 프로세스

ePSS는 (Figure 4)와 같이 각 모듈별 단계를 거쳐 대상공간을 분석하고 계획수립을 지원한다. 첫 단계인 Analyzer에서는 (Table 3)와 같이 지역공간 정보, 국가환경정보, 지역계획정보, 지역환경정보, 법률정보 등 기초자료를 바탕으로 토양, 물순환, 기후, 서식처, 생태연결성, 여가적합성 분야에 대한 평가도를 생성한다. 이렇게 생성된 평가도를 바탕으로 환경생태적으로 보전할 지역과 개발가능지역을 도출할 수 있다.

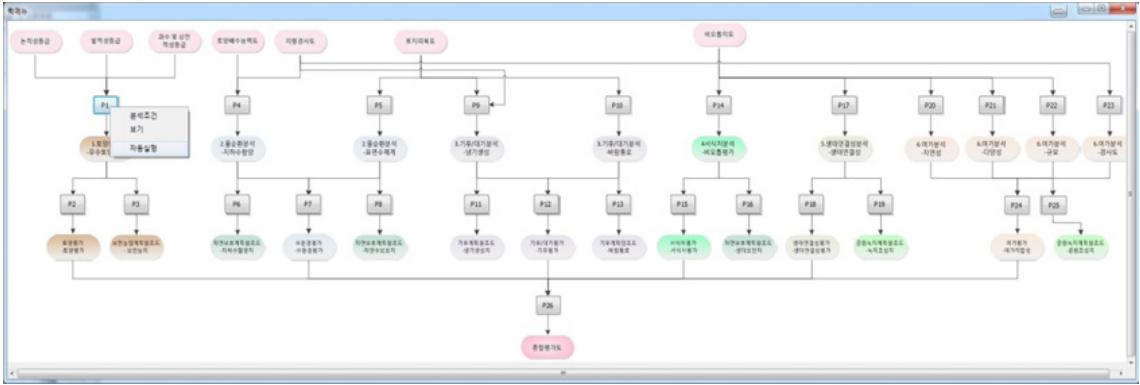


Figure 3. Quick menu of ePSS-Analyzer

ePSS-Analyzer	ePSS-Planner	ePSS-Designer	ePSS-Simulator
Ecological-spatial analysis tool	Land use planning support tool	Design & modeling tool	Simulation tool
Analyzing tool	Conceptual Land use plan	Building modeling	Solar simulation
Soil, water, climate, habitat, habitat connectivity, recreational suitability	Green, water, street, etc.	Outdoor space modeling	Spatial simulation
evaluation tool	Land use plan	Street modeling	Visual view simulation
Soil, water, climate, habitat, habitat connectivity, recreational suitability	Block plan		Green visibility simulation
evaluation tool	Floor area ratio, building to land ratio, size of building, building allocation, building use		Biotope Area factor simulation
reference map			
Reference map for the 6 fields			

Figure 4. Components and Functions of ePSS

Table 3. Analysis data

Cat.	Input data
Geographic data	Digital maps, DEM, LIDAR, aerial photos, satellite images, cadastral
Environmental information	Biotope, land cover, soil, river, forest
Plans	Open space, landscape ecological plan, urban master plan, urban management plan, district unit plan, environmental impact assessment, development plan, environmental conservation plan, strategic environmental assessment
Analyzed data	Biotope maps, vegetation, eco-corridor/network, flooding
Laws	Law, guideline, handbook

두 번째 단계인 Planner에서는 앞서 분석을 통해

제시된 개발가능지역에 교통구상, 녹지구상, 생활권 구상, 친환경구상 등 토지이용계획을 구상할 수 있다. 또한 평면계획과 동시에 건폐율, 용적률, 층수를 고려한 입체계획이 지원되고 CAD와의 호환이 가능하도록 구성되어 있다. 더불어 도시계획의 수립과정에서 고려해야 할 많은 정보와 자료를 지원해주고, 수립된 계획안에 대한 용도별 용지면적과 밀도 등을 자동으로 산출한다.

세 번째 단계에서는 ePSS-Designer를 통해 도출된 계획안을 바탕으로 도시를 구성하는 주요 건물을 컴포넌트 단위로 모델링하여 3차원의 건물의 생성과 편집기능을 제공한다. 또한 도로의 가로수와 벤치 등 다양한 디자인이 가능하다.

마지막 단계인 ePSS-Simulator에서는 도시공간의 생태적 가치와 환경적 성능을 정량적으로 제어할 수 있는 환경지표인 생태면적률 시뮬레이션, 경관 차폐율 산정, 일조권 시뮬레이션 등 3차원적인 분석 기능을 수행한다.

### 4.3. 모듈별 세부기능

#### 4.3.1 Analyzer

Analyzer는 환경생태계획적 기법에 기반하여 계획대상지역에 대한 자연환경과 환경생태적 잠재성 측면의 분석기능을 지원한다. 특히 본 시스템에서는 환경계획이 법정계획으로 도입되지 않은 국내 계획 환경에서 환경계획과 환경생태계획 기법에 의해 공간을 분석할 수 있도록 기능 제공하고 있다. ePSS를 포괄적인 측면의 IT-기반 생태도시계획을 위한 지원시스템으로 정의한다면, 세부 모듈인 Analyzer는 도시공간의 용도결정과 위치배분과정에서 참조

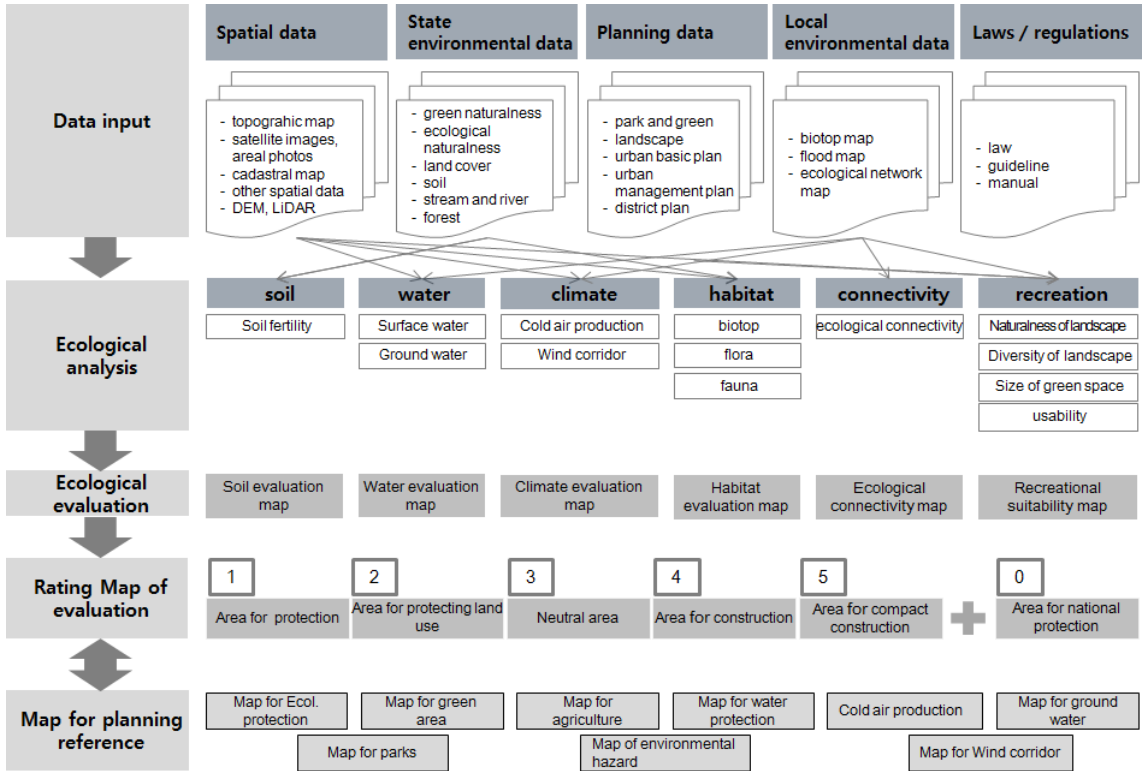


Figure 5. Analysis process of ePSS-Analyzer

할 수 있는 도면을 생성하는 공간의사결정지원시스템(spatial Decision Support System)의 성격을 가진다고 볼 수 있다.

Analyzer의 최종 목적은 계획단계에서 참조할 수 있는 도면을 작성하는 것인데, 이를 위해 환경정보의 입력, 분석평가를 통한 등급화, 계획참조도 작성의 3단계를 거치게 된다(Figure 5).

첫째, Analyzer에서는 사전 정의된 GIS 데이터 구조와 연산방식에 따라 도시공간에 대한 분석과 평가결과를 제공한다. 토양, 물순환, 기후대기, 서식처, 생태연결성, 여가휴양 관련 공간자료들이 시스템에 입력된다.

둘째, 토양, 물순환, 기후대기, 서식처, 생태연결성, 여가휴양에 대한 GIS자료들은 환경생태분석기법에 의해 각각 우수토양보전, 지표수 및 지하수 함양수준, 냉기생성 및 바람길, 서식처 및 주요 동식물 보호중, 생태연결성 및 녹지공간의 자연성, 여가공간 이용가능성과 같은 분석과정을 거쳐 등급화된다.

마지막으로 이들 등급화된 정보들은 도시미기후

보호지역을 나타내는 도시기후 참조도, 공원녹지 조성지를 나타내는 공원녹지계획 참조도, 생태보전지와 물순환보호지역을 나타내는 자연보호계획 참조도, 보전가치가 있는 농지를 나타내는 보전농업계획 참조도로 산출된다. 참조도면은 각 도면의 성격을 기준으로 보전우선지, 보전가능지, 일반중립지, 개발가능지, 개발우선지와 같은 5개의 등급으로 구분되며 Planner를 통한 토지이용계획 수립에 활용된다.

#### 4.3.2 Planner

Planner가 구현하고자 목표는 앞에서 언급한 바와 같이 계획공간을 대상으로 기본적인 개발구상, 개발방향, 목표에 근거하여 2차원 및 3차원적으로 구체화하는 계획을 지원하는 것이다. 본 기능은 분석과정과 계획·설계가 이원화된 기존 시스템의 한계를 개선하여, 사용자가 하나의 시스템 안에서 계획안의 작도와 분석이 가능한 점에서 차별성을 가진다. 이러한 목표를 시스템에서 구현하기 위한 Planner의 주요 기능은 다음과 같다.

첫째, Analyzer에서 생성된 참조도를 비롯하여



초기 입력된 환경생태정보, 도시계획정보, 국가 지리정보 등 각종 정보 및 데이터를 조회할 수 있는 기능을 지원한다.

둘째, 참조도를 바탕으로 토지이용구상 단계에서의 각종 개념도(예, 토지이용, 생활권, 녹지, 교통체계, 특성화구상, 친환경계획구상 등) 작성을 가능하게 하는 그리기 및 설계 도구를 제공함으로써 구체적인 토지이용계획 이전의 계획구상을 지원한다. 실제 계획과정에서 이루어지는 대략적인 공간배분과 구상도 스케치의 개념을 시스템에 적용한 기능이다.

셋째, 작도를 통해 블록을 구획하고 용도를 결정하는 도구를 제공한다. 이 때 각 용도가 배정된 블록은 면적이 자동으로 계산되어 전체 총괄 면적표에 반영되며, 각 설계면적은 법률이나 지침에 의한 면적확보기준을 참조하면서 계획안을 수정편집하는 작업이 가능하다(Figure 6).

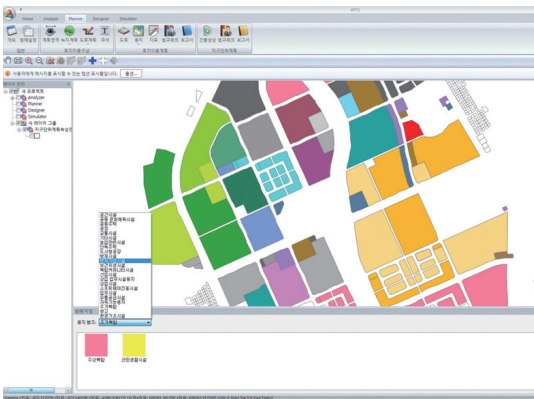


Figure 6. Land Use Planning using ePSS-Planner

#### 4.3.3 Designer

Designer는 2차원의 토지이용계획을 3차원 계획으로 전환하기 위해 도시 구성에 있어서 중요한 요소인 건축물, 도로, 녹지, 하천 등을 가시화하여 3차원 가상공간으로 조성하는 기능을 수행할 수 있다. Designer에서 제공하는 기본적인 3차원 공간 표현 기술은 다음단계 활용 모듈인 Simulator의 3차원 도시공간모델링을 위해 필요하다. 또한 3차원 가상공간을 통해 실무 계획가, 정책결정권자, 시민 등의 계획대안에 대한 이해도를 증진시키는데도 목적이 있다.

Designer는 기본적으로 건물, 가로, 주차, 수공간

에 대한 시각화 기능을 제공한다. 건물은 건물생성 모델러와 연동하여 작동되는데 평면상의 건축물을 작도하고 층수와 높이를 지정하면 지정한 위치에 건축물이 자동으로 생성된다. 생성된 건축물에는 시스템에 라이브러리 형태로 저장되어 있는 재질과 색상을 입힐 수 있다. 라이브러리는 미리 구축해 놓은 컴포넌트를 배치하고 편집하는 기능을 제공한다. 건축물 유형별 형태가 라이브러리에 미리 구축되어 있어 위치, 층수, 규모를 설정하여 바로 표현이 가능하다.

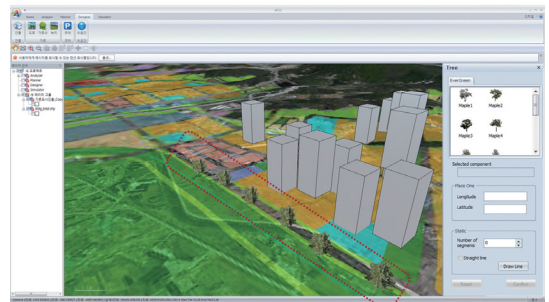


Figure 7. 3D Visualization using library of ePSS-Designer

가로, 주차, 수공간은 도로, 가로수, 녹지, 주차구획, 호수 등을 생성하고 배치하는 기능을 제공한다. 도로, 녹지, 주차구획, 호수 등의 경우 구간과 영역을 설정하여 생성하는 반면, 가로수의 경우 건축물과 마찬가지로 위치를 결정하고 구간, 크기 배치간격 등의 속성을 지정하면 자동으로 가로수가 생성된다(Figure 7).

#### 4.3.4 Simulator

Simulator는 일조(Figure 8), 가시권, 입면차폐도, 녹시율, 생태면적률 등의 분석이 가능하다. Simulator에서는 일조, 가시권, 입면차폐도와 같은 일반적인 3차원 시뮬레이션 기능에 추가적으로 생태적인 측면의 시뮬레이션 수행이 가능한데, 대표적인 기능이 녹시율과 생태면적률 산정이다.

녹시율은 특정지점의 시야에 나타나는 녹지 요소의 점유율을 말하는데 일반적으로 촬영된 사진에서 나타나는 녹지의 비율을 분석하는 것으로 이해할 수 있다. 그리고 생태면적율의 경우, 현재 각종 친환경 건축물, 단지, 계획안 등에서 생태적인 면적 확보를 위해 검토되는 정량적 지표다.

Simulator에서는 이러한 녹시율과 생태면적률을 자동으로 산정할 수 있는 기능을 포함하고 있다. 특히 생태면적률 산정에서는 평면상의 생태면적 뿐만 아니라 벽면녹화와 같이 입체적인 부분에 대한 생태면적률 산정도 가능하다.

그 외에도 도로, 자전거, 자동차 등을 통한 가상 주행과 관찰자 시점 조정기능을 포함하고 있어 계획대안에 대한 동영상 제작에도 활용 가능하다.

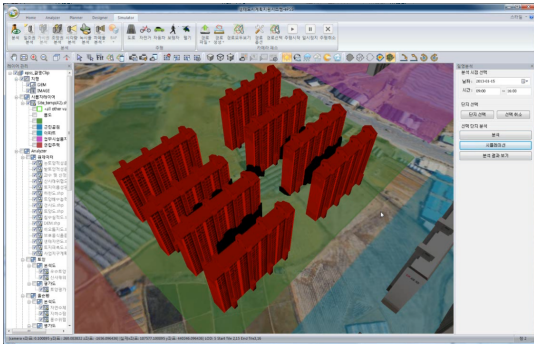


Figure 8. Solar access analysis using ePSS-Simulator

## 5. 결론

### 5.1 환경생태요소를 고려한 계획지원시스템 구축

본 연구에서는 GIS와 정보통신기술을 활용하여 도시공간의 과학적 계획수립과 의사결정을 지원하는 계획지원시스템 구축을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 계획지원시스템 관련 선행연구와 유사사례를 검토하였다. 그 결과 기존 도시통합모델들은 도시, 교통, 환경 분야 모델간 연계를 통해 제한적인 환경관련 분석과 예측을 수행하고 있었으며, 환경관련 분석시스템들은 개별 환경부문별로 구축·활용되고 있어 전반적으로 환경과 생태부문에 대한 고려가 미흡하여 계획단계에 직접적으로 활용되는데 한계가 있음을 파악하였다. 또한 계획수립단계에서 직접적으로 참조 가능한 정보가 부족하고 계획수립을 위해서는 추가적인 가공과 분석이 필요한 것으로 나타났다. 이에 본 연구에서는 선행 사례의 한계점을 극복하기 위해 환경생태분야의 다양한 정보를 활용하여 분석, 계획, 평가 전 단계에 활용할 수 있는 생태도시계획지원시스템을 구축하였다.

구축된 시스템은 환경생태정보에 대한 분석을 통해 계획수립단계에서 활용할 수 있는 계획참조도를

제공하며, 작도 기능을 통해 계획안에 대한 작성과 편집이 가능하다. 또한 평면계획안의 용도, 용적률 등의 정보를 바탕으로 3차원 시각화가 가능하며, 환경생태분야에 특화된 시물레이션 기능을 포함하고 있다.

구축된 생태도시계획지원시스템은 다음과 같은 기대효과를 가지고 있으며, 향후 분석기능과 계획기능 보완을 통해 활용도 제고를 위한 고도화가 가능할 것으로 판단된다.

### 5.2 기대효과

본 시스템은 도시이용계획과 같은 계획수립업무에 있어서 환경생태적 요소에 대한 분석에서부터 도로망, 블록 구획 등의 계획수립, 블록별 세부설계 및 수립된 계획안에 대한 경관영향에 대한 검토까지 수행 가능하여 개발 계획 전체 과정에 부합된 기능을 제공하고 있다고 할 수 있다. 따라서 도시계획 및 설계를 전문으로 수행하는 업체의 개발계획 및 설계 업무 담당자를 주 사용대상으로 하는 시스템이라고 볼 수 있다.

이러한 생태도시계획지원시스템의 기능은 각 모듈별로 별도 운용이 가능하여 Analyzer를 통해 개발계획이 환경생태에 미치는 부정적인 영향을 최소화하는 방향으로 유도함으로써 도시 공간의 건전성 증진에 기여할 수 있다. 또한 Simulator의 평가결과를 통해 체계적이고 과학적인 생태적 도시계획지원 및 정량적인 검증이 가능할 것이다. 특히 지리공간 정보를 보유하고 있는 지방자치단체나, 공기업/민간기업 등에서 신규 건축물 건립시 입지의 적정성 및 경관, 생태요소에 대한 시물레이션이 가능하며, 다양한 사업, 계획수행을 위한 다차원적 도시환경생태 관리 및 분석에 기여할 것으로 예상된다.

### 5.3 향후 시스템 개선 방향

현재까지 구축된 생태도시계획지원시스템은 분석기법에 있어서 생태적인 고려가 우선되어 실제 계획단계에서 요구되는 사회·경제·인문학적인 요소에 대한 검토가 미흡한 것이 사실이다. 또한 실제 개발계획 또는 설계업무를 수행하는데 있어서 주로 활용되는 상용 CAD 소프트웨어의 작도 기능을 모두 담아내는 데에도 한계가 있다.

따라서 향후 인문사회적인 도시구성요소에 대한 추가적인 공간분석기능과 의사결정지원을 위한 시

플레이션 기능 등을 보완하고 사용자 편의를 고려한 작도 체계개발을 통해 보다 완성도 높은 계획지원시스템으로의 구현이 필요하다.

또한 도시계획정보시스템으로부터의 현황과 계획 정보 연동을 통해 계획정보의 연동이 가능하고, KOPSS와 같은 공간계획체계와 EIASS와 같은 환경정보제공시스템과의 연계를 통해 향후 공간계획 체계에 환경생태계획 성격이 보장될 경우 보다 강력한 계획 및 설계 도구로 활용될 수 있을 것이다.

## References

- [1] Batty, M. 1995, Planning Support Systems and the New Logic of Computation, *Regional Development Dialogue*, 16(1):1-17.
- [2] Brail, R; Klosterman, R. E.(Eds.), 2001, *Planning Support System: Integrating Geographic Information Systems, Models, and Visualization Tools*, ESRI Press, Redlands, CA.
- [3] David Simmonds Consultancy Limited, 2001, *Delta Package*, Accessed February 20. <http://www.davidsimmonds.com/>.
- [4] Geertman S; Stillwell, J. 2002, *Planning Support Systems in Practice*, Springer, Heidelberg, Germany.
- [5] Harris, B. 1989, Beyond Geographic Information Systems, *Journal of the American Planning Association*, 55:85-92.
- [6] Harris, B. 1999, Computing in Planning, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 26(3):321-331.
- [7] Harry, B; Batty, M. 1993, Locational Models, Geographical Information, and Planning, *Journal of Planning Education and Research*, 12:184-198.
- [8] Jeon, B. K; Kim, C. J; Kim, C. S; So, J. K. 2012, Application of Augmented Reality based Urban Planning Support System for Effective District Unit Planning, *Journal of Korea Spatial Information Society*, 20(2):104-115.
- [9] Joo, Y; Hassan, M. M; Jun, C. An Application of the UrbanSim Land Price Model in Yongsan-gu, Seoul, Korea, *International Journal of Urban Sciences*, 15(1):15-24.
- [10] Kim, K; Lee, C; Lee, S. 2010, A Scenario Analysis on Transport Energy Consumption and Carbon Emission Using DELTA, *Journal of Korea Planners Association*, 45(6):117-135.
- [11] Klosterman, R. E. 1997, Planning Support Systems, *Journal of Planning Education and Research*, 17:45-54.
- [12] Klosterman, R. E. 1999, Guest Editorial: New Perspectives on Planning Support System, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 26:317-320.
- [13] Korea Environment Corporation, 2008, *National Noise Information System*, Accessed February 18. <http://www.noiseinfo.or.kr>
- [14] Korea Environment Corporation, 2010, *AirKorea*, Accessed February 18. <http://www.airkorea.or.kr/>.
- [15] Korea Environment Institute, 2005, *Environmental Impact Assessment Support System*, Accessed February 18. <http://www.eaiss.go.kr/>.
- [16] Korea Research Institute of Human Settlement, 2013, *Korea Planning Support System*, Accessed January 4. <http://www.kopss.go.kr/>.
- [17] Kwon, I; Choi, J; Choi, B. 2004, A Simulation of the Growth of seoul Metropolitan's Built-up Area with a GIS-based PSS Model, *Journal of Korea Planners Association*, 39(7):69-84.
- [18] Lee, H. Y. 2007, The Construction and Application of Planning Support System for the Sustainable Urban Development, *Journal of the Korean Geographical Society*, 42(1):133-155.
- [19] Lee, J. S; Lee, S. W; Lee, S. Y; Hong, W. H. 2011, Development of Biotope area ratio Estimation Model using GIS, *Journal of Korea Spatial Information Society*, 19(2):9-18.
- [20] Lee, S. 2010, Development Scheme of a Land-Use Transport Model for Korea's Large Cities toward a Low-Carbon-Energy-Saving City, *Journal of Korea Planners Association*, 45(1):265-281.
- [21] National Institute of Environmental Research,

- 2013, Water Quality Information system, Accessed February 18.  
<http://www.koreawqi.go.kr/>.
- [22] Seoul Metropolitan Government, 2008, 3D GIS System of Seoul, Accessed February 18.  
<http://3dgis.seoul.go.kr/>.
- [23] Seoul Metropolitan Government, 2011, GIS portal, Accessed February 18.  
<http://gis.seoul.go.kr/>.
- [24] Sohn, H. G; Kim, W. J; Park, C. H. 2000, Landscape Scale Ecosystem Assessment Modelling using Spatial Pattern Analysis of GIS: A Case Study of Yongin, Korea, Journal of Geographic Information System Association of Korea, 8(2):233-241.
- [25] TRANUS, 2013, TRANUS, Accessed January 4  
<http://www.tranus.com/>.
- [26] UrbanSim, 2013, UrbanSim, Accessed January 4. <http://www.urbansim.org/>.
- [27] Waddle, P. 2002, UrbanSim: Modeling Urban Development for Land Use, Transportation, and Environmental Planning, Journal of the American Planning Association, 68(3):297-314.
- [28] Woo, J. Y; Koo, J. H; Kim T. H; Hong, C. H. 2003, Development of Environmental Impact System using Geographic Information System for Environment-friendly Construction, Journal of Korea Spatial Information System Society, 5(2):33-53.

---

논문접수 : 2013.01.02  
수정일 : 2013.02.21  
심사완료 : 2013.02.25