

# 다차원기반 고정밀 공간영상정보 시스템 구축에 관한 연구 Developing A Multi-dimensional Spatio-visual Information System

김미연<sup>1)</sup> · 여욱현<sup>2)</sup> · 최진원<sup>3)</sup>

Kim, Mi Yun · Yeo, Wook Hyun · Choi, Jin Won

## Abstract

The recent emergence of the paradigm of new urban planning for building intelligent urban spaces, such as U-City and U-Eco City, of which the concept of ubiquitous technology is applied, requires high quality three-dimensional spatial information of the urban area. The aim of this study is to build a multi-dimensional spatio-visual information system that includes the solution for visualization, spatial information search, analysis, and evaluation by integrating various types of 3D-modeled spatial information concerning the large urban-size area based on the latest GIS application technology. The range of this study is the integration, visualization, and utilization of spatial information with the goal of building 3D virtual urban environment of high-quality and high-resolution by increasing the utilization of the systematic urban facilities in order to fully reflect the actual user's needs, using the aerial LiDAR data as the plan to overcome the limitations of the existing 3D urban modeling. By reproducing the virtual urban environment the most similar to the actual world through the mash-up of satellite images and aerial photos on the standard format of spatial information constituted of properties and signs, the system will be built with many analysis and utilization functions that support the view and sunlight analysis, various administrative tasks, as well as the decision making process of the city.

Keywords : Smart city, LiDAR, Multi-dimension spatio-visual information, Mash-up

## 초 록

최근 지능형 미래의 도시공간구축을 위해 유비쿼터스 개념을 적용한 u-City, u-Ecocity 등의 새로운 도시계획의 패러다임의 등장은 도시영역에 대한 고품질의 3차원 공간정보를 필요로 하고 있다. 최신 GIS응용 기술을 기반으로 하여 3차원으로 모델링된 도시 규모의 방대한 영역에 대한 다양한 형식의 공간정보를 통합하여 가시화 및 공간정보 검색 및 분석, 평가를 위한 솔루션을 포함하는 다차원 공간영상정보 시스템을 구축하고자 하는 것이 목적이다. 기존의 3차원 도시모델링의 한계를 극복하기 위한 방안으로 항공 라이더(LiDAR) 데이터를 이용하여 실사용자들의 요구사항을 충분히 반영할 수 있도록 시스템의 활용도를 높여 도시 시설물의 고품질, 고해상도의 현실감있는 3차원 가상 도시환경 구축을 목표로 공간정보의 통합, 가시화, 활용기능 생성을 연구의 범위로 한다. 속성 및 기호로 구성된 표준형식의 공간정보에 위성영상 및 항공사진을 매쉬업하여 실제 세계와 최대한 흡사한 가상의 도시환경을 재현하여 조망 및 일조권 분석은 물론 도시의 각종 행정업무 및 의사결정을 지원할 수 있는 분석기능과 활용기능을 제공할 수 있도록 구축한다.

핵심어 : 지능형 도시, 라이더, 다차원기반 공간영상정보, 매쉬업

## 1. 서 론

21세기를 맞이하여 도시의 개념 변화와 발달은 '첨단 기술의 발전'이라는 전제하에 디지털화, 정보화, 융합화를 거듭하면서 새로운 도시패러다임을 만들어 내고 있

### 1.1 연구의 배경 및 목적

1) 정희원 · 연세대학교 밀레니엄환경디자인연구소 박사후과정(E-mail: michelle1014@yonsei.ac.kr)  
2) 교신저자 · 정희원 · 연세대학교 밀레니엄환경디자인연구소 연구교수(E-mail: yeowh@yonsei.ac.kr)  
3) 정희원 · 연세대학교 주거환경학과 부교수(E-mail: jchoi@yonsei.ac.kr)

다. 특히 토지이용의 고도화에 따른 인구, 산업, 주거 및 사회기반시설 등의 밀집과 전체 인구의 70% 이상이 거주하고 있는 도시는 공간정보의 유용성이 매우 높은 영역으로 신속하고 정확한 공간정보의 취득 및 가공, 편집, 분석 등을 위한 가시화 방안에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 또한 최근 지능형 미래의 도시공간구축을 위해 유비쿼터스 개념을 적용한 u-City, u-Ecocity 등의 새로운 도시계획의 패러다임의 등장은 도시영역에 대한 고품질의 3차원 공간정보를 필요로 하고 있다.

본 연구는 최신 GIS응용 기술을 기반으로 하여 3차원으로 모델링된 도시 규모의 방대한 영역에 대한 다양한 형식의 공간정보를 통합하여 가시화 및 공간정보 검색 및 분석, 평가를 위한 솔루션을 포함하는 다차원 공간영상정보 시스템을 구축하고자 하는 것이 목적이다. 속성 및 기호로 구성된 표준형식의 공간정보에 위성영상 및 항공사진을 매쉬업하여 실제 세계와 최대한 흡사한 가상의 도시환경을 재현하여 조망 및 일조권 분석은 물론 도시의 각종 행정업무 및 의사결정을 지원할 수 있는 분석기능과 활용기능을 제공할 수 있도록 구축한다.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

기존의 3차원 도시모델링은 대부분 항공측량기술을 이용하여 수동으로 진행됨에 따라 많은 시간과 비용이 소요되는데, 이러한 한계를 극복하기 위한 방안으로 최근의 항공 라이더(LiDAR) 측량기술을 이용하여 실사용자들에게 고정밀의 정보를 제공하며, 사용자의 요구사항을 충분히 반영할 수 있도록 시스템의 활용도를 높여 도시 시설물의 고품질, 고해상도의 현실감있는 3차원 가상 도시환경 구축을 목표로 공간정보의 통합, 가시화, 활용기능 생성을 연구의 범위로 한다.

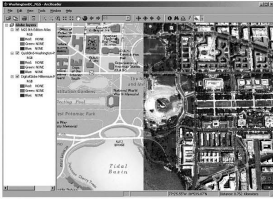
## 2. 이론고찰

### 2.1 공간정보 활용 현황 및 문제점

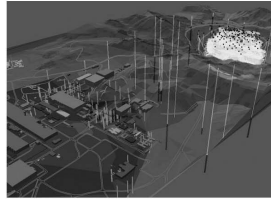
국내의 경우 정보통신 인프라(GIS, 초고속 통신망)는 세계 최고의 수준이며, 무선통신컴퓨팅, 반도체 칩셋 분야기술을 선도하고 있어 사회기반시설 및 건설 분야로의 유비쿼터스 기술 활용이 매우 유리한 조건에 있으며, 3차원 공간 및 설계정보를 기반으로 설계단계에서부터 시공단계까지 적절한 의사결정을 위하여 참여주체들이 효과적으로 정보를 생성하고 공유하며 관리할 수 있도록 하는 설계, 엔지니어링, 건설관리 정보 시스템 환경

을 제공할 수 있는 시스템을 개발 중이다. 현재 국토해양부에서 추진하고 있는 국가지리정보체계는 공간정보와 속성정보 위주의 GIS활용 시스템 구축을 목표로 추진되고 있으며, 유비쿼터스 환경 구축을 위한 국가지리정보체계의 기반확대 및 내실화, 사용자 중심의 국가공간정보 구축사업으로 추진되고 있다.(장용구 외, 2008) 국내의 공간정보산업은 활용적 측면에서 크게 4가지 유형으로 분류할 수 있는데(사공호상 외, 2007), 공간정보 DB구축산업, 공간정보 S/W산업, 공간정보 SI산업, 공간정보서비스산업 등이며, 공공부분이 주도하는 시장으로 공간정보 활용체계 중심이고 주로 행정업무의 효율증대 및 기본적인 민원서비스 제공을 목적으로 하고 있다. 그러나 향후 예상되는 웹환경에서의 대민서비스 지원과 국내의 GIS 시장의 복잡한 요구사항에 효과적으로 대응할 수 있는 역량을 가진 시스템을 확보하기에는 다음과 같은 문제점을 해결하여야 한다. 첫째, 기 구축된 공간영상정보의 활용수단이 부재하다. 둘째, 공간정보의 방대한 양과 분산으로 인한 통합 시너지효과를 기대하기 어렵다. 셋째, 공간정보 통합 및 활용인프라가 미약하여 의사결정지원 및 도시계획, 행정운영과 같은 업무수행을 위한 기반이 미약하다. 넷째, 사용자의 눈높이를 고려하고 도시발전과 지역균형발전을 위한 플랫폼을 지원하는 기능이 부재하다.

국내의 GIS 시장이 국가주도 아래 국가 GIS사업으로 성장하고 있는 반면 해외의 경우는 민간부분을 기초로 성장하고 있다. 민간부분의 경우 주로 지구자원관리 분야가 차지하고 있으며, 마케팅, 판매 및 지도제작, AEC(Architecture, Engineering, Construction) 분야가 주요 민간부분의 시장을 구성하고 있으며, 공공부분의 경우 중앙정부 및 지방자치단체관련 시장이 주요한 시장인데 ESRI, Intergraph, IBM, SICAD 등이 주요 공급업체이다.(ETRI, 2002) 공간정보시스템은 60년대 중반부터 미국과 캐나다를 중심으로 개발되기 시작하였으며, 도시정보체계(Urban Information System), 토지정보체계(Land Information System), 환경정보체계(Environment Information System), 공간의사결정지원체계(Spatial Decision Support System) 등과 같이 목적 또는 시스템의 특성에 따라 다른 명칭으로 사용되고 있다.(사공호상 외, 2007) 그러나 국내에 비해 고속통신망의 설치가 미비하여 인터넷 사용자의 편의성이 부족하다. 현재 널리 사용되고 있는 ArcGIS의 경우 공간분석, 데이터 관리 및 맵핑(Mapping)을 위한 플랫폼을 제공하는 통합적인 GIS



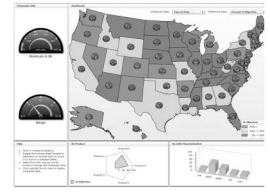
자산/데이터 관리, 계획, 분석 및 사업을 위한 시뮬레이션



ArcView 3.x and 3D Analyst, an ArcView 3.x extension을 사용하여 구현된 엔터프라이즈 모델



실시간 대쉬보드 (Real-Time Dashboard)

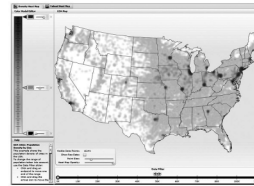


지도출력 (Map Display)

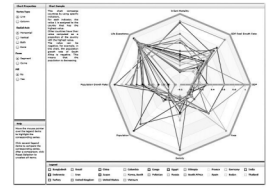
그림 1. ArcGIS와 ArcView의 통합적 시스템

소프트웨어(www.esri.com)로 도시계획, 대지계획 또는 마케팅 등에 주로 사용되고 있다.

GeoVISTA(Takatsuka et al., 2002)의 경우 보편적인 어플리케이션보다는 공간정보 시각화를 위한 오픈소스 소프트웨어로 지질학 연구의 개선 및 전산적 시각화분석 등의 다양한 분야의 통합을 위한 객체지향적 시스템으로 아래의 <그림 2>와 같은 어플리케이션을 제공한다.



도표(Heat Map)



라이다차트(Radar charts)

그림 3. IBM ILOG Elixir의 인터랙티브 데모

## 2.2 공간정보 패러다임의 변화

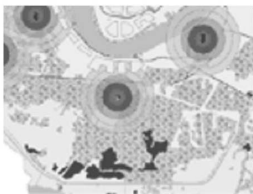
공간정보패러다임의 최근 동향을 요약해 보면 다음과 같다.(신상희, 2007) 첫째, Google, Yahoo, Microsoft 관련 기술은 모두 Where 2.0을 지향하고 있으며, 개방과 공유를 통해 사용자 참여를 극대화하고 쉽고 편리한 인터페이스를 지향하는 새로운 GIS 패러다임이 나타나고 있다. 여기서 Where 2.0이란 공개표준포맷 및 API공개를 통해 웹 브라우저를 이용하여 사용자가 쉽고 편리하게 위치정보를 활용할 수 있는 새로운 GIS 패러다임을 뜻한다.(한국정보사회진흥원, 2007) 둘째, 국민/기업 누구나가 쉽게 서비스를 이용할 수 있도록 API를 공개하여 국민과 기업의 참여를 유도하고 있다. 셋째, GeoWeb으로의 진화로 텍스트에서 위치정보를 추출하고 지도 내에서 해당 지역의 정보를 검색, 활용하는 시대가 도래하였다. 넷째, 표준화를 기반으로 한 정보의 유통은 고립적으로 존재했던 기존의 GIS정보를 일반 IT기술 환경 속에서 일상적인 정보로 사용자의 참여를 증가 및 업무효율화를 증대시키고 있다. 즉, 정보통신기술의 급속한 발전과 진화의 과정에서 개인사용자 중심으로 GIS시장의 개방화가 확대되는 한편 공간정보 기반의 콘텐츠가 웹, 모바일, 3D GIS, 가상현실과 연계되는 등 융복합화가 활발히 진행되고 있다.(김미연, 2009) 또한 공간정보시스템 관련 연구동향을 살펴보면 다음의 <표 1>과 같다.



웹기반GIS(Web Based GIS)



모바일GIS(Mobile GIS)



지도제작(Map Production)



소송지원(Litigation Support)

그림 2. GeoVISTA의 맵핑 어플리케이션

IBM의 ILOG Elixir(www.ilog.com)은 혁신적이고 인터랙티브한 데이터의 디스플레이로 전문적인 사용자 인터페이스를 제공하는데, 프로젝트 기획 및 일정관리, 지리적 도표(Heat map)의 디스플레이, 측정, 3차원 라이다 차트, 트리맵(Tree map) 등 공간정보의 다양한 가시화를 수행하며 아래의 <그림 3>과 같다.

표 1. 공간정보 시스템 관련 연구동향

이름	설명
김성아 외 (2009)	u-Eco City 연구개발사업의 맥락에서 진행되는 테스트베드 구축에 있어서 테스트베드 모니터링을 위한 개념적 구조를 정립하고 모니터링 데이터의 통합 시나리오 제시
민경민 외 (2008)	GIS정보를 간편하고 Interactive하게 활용할 수 있는 방법을 고찰하고 Google Earth와 건축용 설계 프로그램과의 상호운용을 통한 GIS정보의 구축과 표현방법 제시
조흥범 외 (2008)	LiDAR 데이터로부터 3차원 평면의 조합으로 건물모델 추출 방법 제안
이진우 외 (2008)	3차원 홍수지도제작에 앞서 유량 빈도별 수치해석 결과를 이용하여 홍수범람정보를 3차원으로 가시화
이현직 (2008)	다차원공간정보인 항공 LiDAR 데이터, 디지털항공사진, GPS/INS 데이터를 활용하여 도심지역의 대축척, 고정밀 실감정사영상 제작 방안 및 작업공정 제시, 활용성 분석
류근원 외 (2007)	평면적이고 지역적인 소음분포의 표현에만 머무르고 있는 기존의 소음지도의 한계점을 인지하고 소음의 수직적 분포를 고려하여 공간단위의 시각화 및 분석을 위한 데이터 모델 제시 및 3차원 소음정보시스템의 적용
이흥민 외 (2007)	LiDAR를 이용하여 구조물의 안전성 및 사용성 평가를 위한 변위 및 변형 모드 계측 모델 개발

### 2.3 항공라이다(LiDAR) 측량 기술

고도화된 현대사회의 효율적인 국토공간의 활용 및 관리를 위한 지형공간정보의 중요성이 증대됨에 따라 정교한 데이터를 요구하는 분야가 많아졌다. 지금까지 다루고 있는 GIS 자료는 항공사진과 위성영상에 의존해 왔으며, 이 중 수치표고모델(Digital Elevation Model, DEM)은 지형분석에 가장 핵심적인 것이다. 정교하고 동적인 지형자료를 위해서 지형도 및 DEM 제작에 항공 레이저 매핑시스템(Airborne Laser Mapping System, ALMS), 즉 최첨단 기술인 LiDAR(Light Detection and Ranging)는 표고자료를 표고모델에 입력하기 위한 측정 방법으로 거리를 측정하기 위해 빛, 레이저를 이용하는 능동센서시스템으로 지상의 점과 항공탑재 센서 간의

거리를 관측하여 고밀도, 고정도의 표고데이터를 취득하고 산출한다.(국토지리원, 2003) 이는 지상의 표고자료를 측정하여 매핑하는 시스템으로 높은 효율성과 정확도를 가지며, 항공기에 탑재된 레이저 스캐너를 이용하여 기후에 관계없이 주야로 고정밀 자료획득이 가능하다.(김대식, 2003) 획득된 데이터의 처리는 항공기 내에 설치된 제어시스템의 하드디스크에 저장되며 최종 3차원 좌표를 획득하는 전처리과정과 추출된 레이저 데이터를 이용한 지형 분류 등의 과정을 통해 사용자가 원하는 성과를 만드는 후처리과정을 거치게 된다.(이엔지정보기술, www.engit.co.kr) 이러한 특성을 활용하여 공간지리정보와 다차원 공간영상정보를 통합활용할 수 있는 시스템을 구축하고자한다.

### 3. 시스템의 주요기능

앞서 서술한 바와 같이 공간정보시스템의 활용 및 연구동향을 기반으로 구축하고자하는 다차원기반 고정밀 공간영상정보시스템의 주요기능은 첫째, 공간지리정보시스템의 통합, 둘째, 다양한 정보의 알기 쉬운 가시성의 확보, 셋째, 의사결정지원을 위한 다양한 기능의 개발 등으로 요약할 수 있다.

#### 3.1 공간지리정보 시스템 통합

우리나라에서는 국가경쟁력을 강화하고 행정의 생산성을 제고하기 위한 국가공간정보구축을 위하여 1996년부터 제 1차 국가 GIS기본계획을 수립하고 공간정보데이터베이스 구축 및 핵심기술을 개발하고 있다. 이러한 정보를 기반으로 GIS기반의 전자정부 및 통합지리정보 서비스 시스템을 다양하게 개발하고 있다. 하지만 지자체 및 부서별 독립 GIS시스템을 구축하였으며 현재 활용에서도 각각의 시스템을 활용하고 있다. 공간을 기반으로 하는 정보이지만 구축기관 및 관리주체에 따라 다양하게 구축된 시스템을 통합하여 서비스 할 시스템이 필요하다.

시스템 통합으로 인하여 전 국토의 공간지리정보를 통합하여 보여줄 수 있는 시스템 체계를 구축하여 유비쿼터스 국토실현을 위한 기반을 조성할 필요가 있다. 본 연구에서는 LiDAR측량으로 얻어진 3차원 공간정보와 기존에 구축된 주제도 및 KLIS, 새주소데이터베이스 등을 통합하여 서비스 할 수 있는 시스템을 구축하여 정보를 통합하여 열람할 수 있도록 할 필요가 있다.



### 3.2 다양한 정보의 알기 쉬운 가시화

도시를 구성하는 공간정보에는 다양한 것이 있다. 도로, 건축물, 공원 등 도시의 다양한 요소를 통합하여 가시화 할 필요가 있으며 특히 공간의 속성정보들도 시스템에서 알기 쉽게 통합하여 서비스 할 필요가 있다. 공간영상정보시스템을 도시계획 또는 지역개발의 의사결정지원시스템으로 활용하기 위해서는 전문적인 지식을 가지고 있지 않은 사람들에게 공간정보의 정확한 전달이 필요하다. 이를 위해서는 지오메트리정보를 보다 현실감있게 표현할 필요가 있을 뿐만 아니라 속성정보도 다양한 가시화 기법을 통하여 알기 쉽게 가시화 할 필요가 있다. 이러한 기능이 가능하도록 하기 위하여 텍스처 매핑을 통한 포토리얼리스틱 표현과 LOD 기법을 도입한 표현속도를 구현하여 빠른 속도로 사실적으로 표현하여 사용자들이 알기 쉽도록 한다.

### 3.3 의사결정 지원을 위한 다양한 기능

공간정보를 활용하여 공간을 저작하고 분석하는 등의 다양한 기능을 개발하여 의사결정지원 도구로 활용할 필요가 있다. 도시 및 지역개발에서의 주민참여가 보다 중요시 되고 있는 가운데 주민들이 참여하여 쉽게 이해할 수 있고 현장에서 공간을 저작하고 이를 분석하고 평가할 수 있는 시스템 개발이 필요하다.

이러한 기능은 개인의 의견 및 전문가의 의견을 적극 반영할 수 있도록 Web2.0기술과 연동하여 의견을 작성하고 이를 서로 공유하고 의사결정에 활용할 수 있는 개방형으로 개발한다.

## 4. 시스템 구축방안

### 4.1 시스템의 구성

본 연구의 궁극적 목표는 2차원 및 3차원의 공간정보 처리, 다차원 공간영상정보의 표출, 다차원 공간정보의 연계, 3차원 건물 모델 생성 및 사용자 친화적 UI(User Interface) 구현을 위한 것이다. 본 시스템 구축은 광주광역시를 대상으로 행정망 내부에서 동작하는 기존 시스템과의 데이터 단위 연계를 수행하는 클라이언트/서버 구조이며, 향후 대민서비스를 위한 확장구조를 지향하며, 다음의 <그림 4>와 같다.

또한 기존의 3차원 GIS 시스템에서 제공하는 통상적인 기능과 함께 자동축소/확대 기능 및 사용자임의 속성 테이블 연계, 사용자 지정 영역 내 필지들의 임의 속성

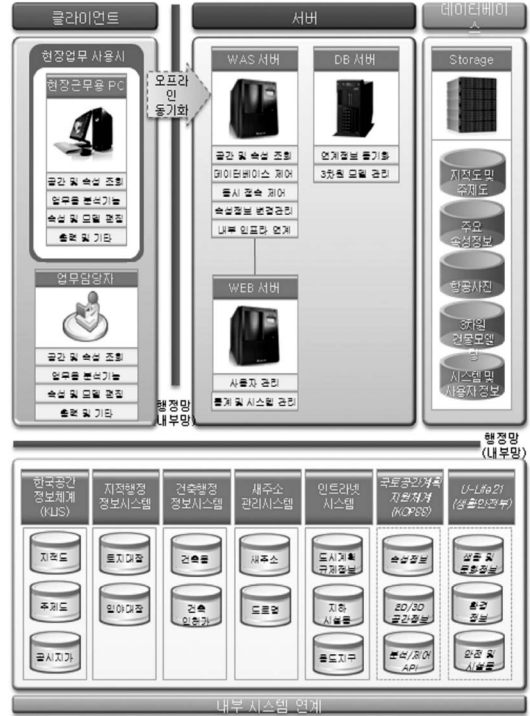


그림 4. 다차원 기반 공간영상정보 시스템 구성도

연계와 같은 실사용자들의 요구사항을 폭넓게 반영함으로써 시스템의 활용도를 크게 높인 것이 특징이다.

### 4.2 데이터베이스 통합

공간영상정보시스템에서 사용될 데이터베이스 구축은 속성 및 공간정보, 3차원 정보 등의 통합을 목적으로 한다. 광주광역시의 상무지구를 중심으로 한 400여 동의 3차원 건물 모델링을 통하여 다양한 다차원 공간영상정보의 대민서비스를 제공하고자 공간영상정보시스템 통합 DB 구축을 위한 유틸리티(Utility)를 구성한다.

본 시스템의 유틸리티는 다음의 <그림 5>와 같은 특징으로 요약되는데, 첫째, 데이터의 활용성을 높이기 위한 것으로 데이터를 엔진에서 변환, 통합, 가공하여 가시화를 위한 최적의 상태를 만들어 주는 역할을 하며, 둘째, 기존의 공간정보 데이터는 표준데이터 포맷을 활용하지만 본 시스템의 유틸리티를 활용할 경우 엔진에서의 GIS 데이터의 보안성을 향상시킬 수 있다. 셋째, 데이터의 통합적 측면에서는 유틸리티를 이용하여 이질적인 GIS 데이터의 손쉬운 통합이 가능하다.

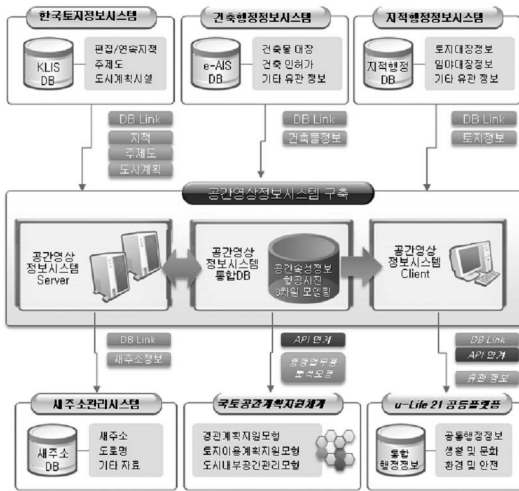


그림 5. 데이터 융합을 위한 유틸리티의 활용구성도

### 4.3 다차원 정보와 관련정보의 가시화

본 시스템의 지형데이터 모델인 위성영상데이터 모델과 DEM(수치표고모델)의 자료구조는 계층형 타일구조(Bing Maps Tiling System)를 사용하였는데, 계층형 타일구조는 전체영역에서 하위로 내려가며 상세한 LOD의 맵데이터를 계층적으로 구성하며, 각 LOD를 갖는 맵은 해당해상도와 다른 이미지 크기를 갖는다.(Joe Schwartz, 2009) 여기서 LOD(Level of Detail)란 매쉬데이터의 정밀도를 단계별로 나누어 저장하는 기수로 카메라의 시야에서 멀리 있는 물체의 폴리곤을 적게 하여 렌더링 엔진에 부하를 줄여준다(David P. L et al., 2007) 이를 기반으로 한 지형가시화 부분은 Geometry Clipmaps (F. Losasso and H. Hoppe, 2004)의 알고리즘을 응용하였으며, 다음의 <그림 6>과 같다.

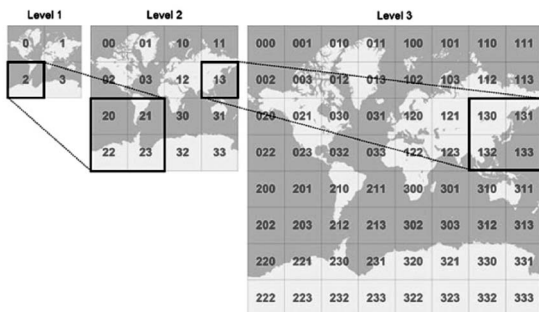


그림 6. Bing Maps Tiling System

본 시스템의 공간정보 가시화부분은 크게 2차원 공간정보의 가시화, 3차원 공간정보의 가시화로 구분되며, 레이어 관리기능을 통한 속성정보의 가시화, 측정 및 네비게이션을 위한 공간정보의 가시화를 수행한다.

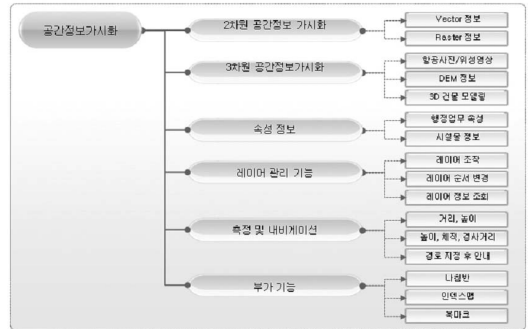


그림 7. 공간영상정보 시스템의 가시화

본 시스템은 위성영상, 3차원 모델링과 같은 다차원 공간정보와 지적도, 행정구역, 새주소 정보 등의 기존 지리정보를 다양한 형태로 중첩 표출하는 기본적인 기능으로 구성된다. 첫째, 광주광역시의 공간영상정보 구축을 위한 고해상도 항공사진과 DEM 데이터를 활용하여 실시간 3차원 지형정보 가시화 기능을 개발하며, 대용량의 정보를 실시간으로 처리하기 위한 LOD 기술을 접목하였다.

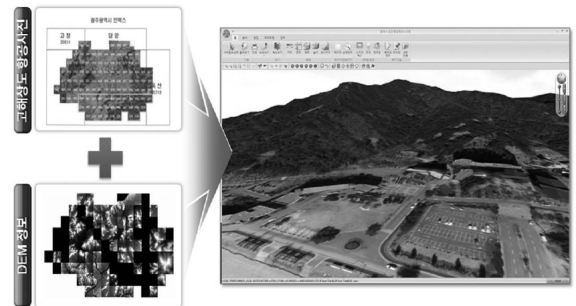


그림 8. 고해상도 항공사진과 DEM 데이터를 활용한 3차원지형정보의 가시화 기능

초기에 LiDAR 데이터로 구축된 DSM데이터를 활용하고, 구축된 1m\*1m의 DEM데이터를 활용하여 기본지형을 가시화한다. 540km<sup>2</sup>에 달하는 면적을 표현하기 위해서 대용량의 데이터를 처리해야하는 문제점을 해결하

고자 가시거리에 따라 7단계의 LOD를 적용하였다. 또한 기존에 폴리곤의 표현은 시야에 보이는 모든 폴리곤을 표현하는 방법을 활용하였으나 거리에 따른 표현레벨을 차등적으로 표현하는 방법을 활용하여 3차원 표현속도의 향상을 도모하였다. 본 연구에서는 화면에서 가시화하는 폴리곤의 수를 약 20만개 정도로 제한하여 3차원 가속기가 설치된 일반형 PC에서 평균 15FPS(Frame per Second) 이상의 속도로 가시화가 가능하게 하였다. 매쉬정보 및 항공영상정보에도 같은 기술을 적용하여 서버와의 전송데이터를 최소화할 수 있도록 하였다.

둘째, 활용도가 높은 주요 공간정보 중의 하나인 건축물 및 시설정보를 3차원으로 표시하는 기능을 포함하며, 광주광역시의 주요 건물에 대한 상세 모델링을 실시하여 고해상도 영상을 배경으로 가시화할 건축물들의 라이브러리를 구축하여(그림 9 참조) 일반적 건물들에 대한 다양한 패턴을 적용하여 현실감을 고조시켰다. 이 단계에서도 LiDAR 측량으로 얻어진 DSM데이터를 활용하여 기 구축된 건축물의 높이 정보를 추출하는데, 이는 기존에 층수를 적용하는 방법보다 더 정확한 높이값을 적용할 수 있는 장점이 있다. 또한 시점에서 가까운 부분만을 가시화하는 LOD 기법을 적용하여 가시화 속도를 최적화하였다. 셋째, 3차원 공간에서 주제도를 중첩하여 보여주는 기능은 물론, 주제도를 선택하여 속성정보를 조회할 수 있는 기능을 포함하며, 3차원 공간정보와 연속지적도 및 건축행정시스템과 연동하여 공간정보를 3차원에서 가시화하고 정보를 열람하는 기능을 지원한다. 이는 LiDAR 측량데이터와 같은 좌표계를 활용하기 위하여 기존에 구축된 데이터의 좌표변환과정을 거치도록 본 시스템에 적용하였다. 3차원 공간에서 백테이터를 중첩가시화하는 문제를 해결하기 위하여 기존 항공사진과 GIS데이터의 중첩 이미지 프로세싱을 통하

여 항공사진위에 이미지를 실시간 중첩하여 이미지를 생성하여 GIS정보를 가시화할 수 있었다.



그림 10. 주제도 중첩을 통한 속성정보의 열람(위)과 3차원 공간정보 기반의 연속지적도(아래) 가시화 기능

#### 4.4 주요 기능

본 시스템의 주요 기능은 크게 4가지로 볼 수 있는데, 관리기능, 편집기능, 분석기능, 공공시설물 뷰어 기능으로 구분한다.

##### 1) 관리기능

위성영상 및 3차원 건물 라이브러리를 관리하는 공간정보 관리와 사용자 권한 관리 및 이용 통계검색, 게시판 관리기능을 제공하여 기 구축된 시스템보다 방대한 지역의 공간정보의 정보관리기능을 강화하였다.

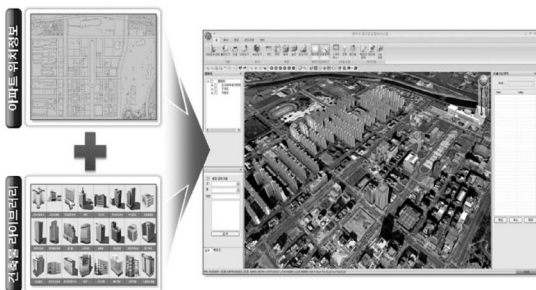


그림 9. 라이브러리를 활용한 다양한 건축물의 가시화 기능

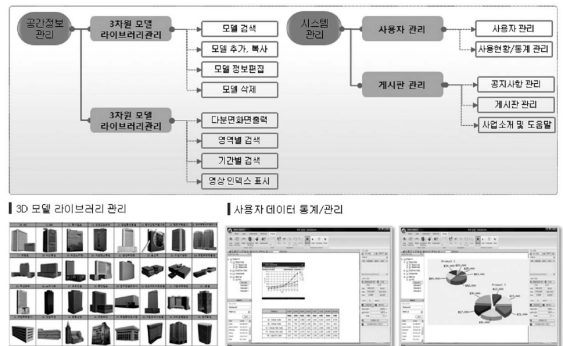


그림 11. 공간정보의 관리 기능



2) 편집기능

3차원 모델링 건물 및 도로, 각종 도시시설물을 다차원 공간상에서 삽입, 위치이동 등의 손쉽게 수정 가능한 기능을 포함하며, 모델링 라이브러리 기능과 파라미터 기반의 모델링으로 쉽고 빠른 편집이 가능하다.

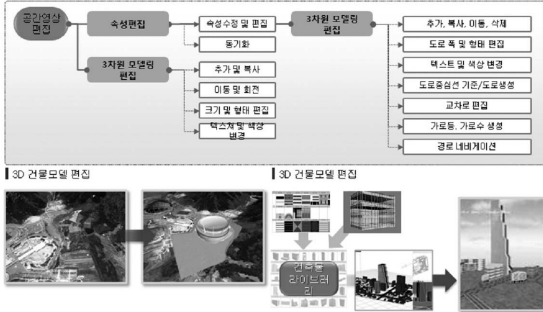


그림 12. 공간정보의 편집 기능

3) 분석기능

3차원의 공간정보와 기존의 공간정보를 결합하여 일조 및 조망권, 가시권, 도시시설물 또는 건축물의 적정 배치와 하천범람 등과 같은 재난재해 시뮬레이션 기능을 제공하여 정책수립 및 의견의 수립, 의사결정을 지원하거나 예측할 수 있는 분석이 가능하다.

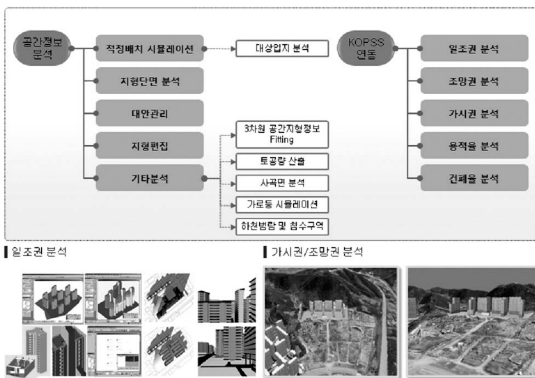


그림 13. 공간정보의 분석 기능

4) 공공시설물 뷰어

기존 광주에 위치한 여러 건축물의 속성정보를 열람할 수 있는 기능으로 3차원 공간상 구현된 건축물을 클릭하여 건축물 자체에 기 구축된 정보 시스템과 연계하여 건물 내부의 다양한 정보를 가시화하여 열람할 수 있는 뷰어기능을 포함한다.

4.5 유관 시스템과의 연계

각 지자체에서 2006년부터 진행되고 있는 다차원 공간영상정보 시스템은 업무의 특성에 따라 대부분 부서별로 분산 구축 및 관리되고 있는데, 2차원 공간정보와 3차원 공간정보의 결합, 연계하여 효율적인 행정업무의 향상을 도모한다. 또한 여러 정책 및 도시계획 논의를 위한 도시민의 의사결정을 지원하며, 공간정보를 근간으로 한 대민서비스 및 u-City 구축을 위한 통합플랫폼으로서의 역할을 수행할 수 있다.

본 시스템은 다양한 형식의 외부 공간정보 및 공간영상정보를 입력받아 활용하고 모든 데이터는 공간영상정보DB로 저장되어 보안기능이 적용되며, 도시재생을 위한 주민참여시스템, 대민서비스, 도시계획심의, 도시개발시뮬레이션 등에 활용될 수 있다.

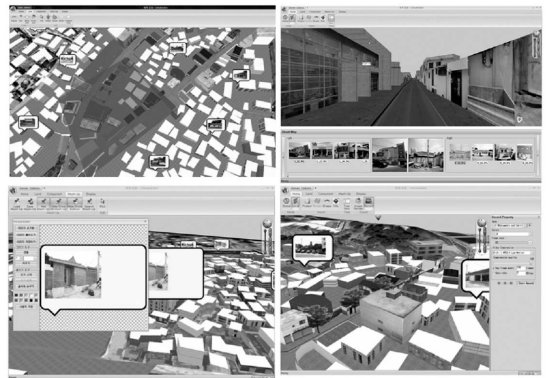


그림 14. 도시재생을 위한 도시계획 및 주민참여를 위한 시스템 사례

4.6 활용방안

본 연구에서 개발된 시스템은 광주광역시 양림동의 주민참여시스템으로 활용되어 주민들이 지역의 현황을 분석하고, 서로의 의견을 교환하며, 계획을 수립하고 분석하는 용도로 활용되었다. 그리고 향후 본 시스템은 기존의 공간정보를 분석하는 기능으로 활용이 가능하여 현재의 토지이용 현황 분석, 해안지형 및 해안선 분석, 지역정보서비스, 관광안내시스템으로 활용이 가능하며, 도시개발사업에서는 공간정보 수정 및 편집기능을 통하여 대안비교, 토공량 산출, SOC계획 및 관리, 불법건축물 단속, 공원녹지계획, 토지이용계획 및 경관계획, 홍수 및 물관리, 산사태관리, 다양한 분야의 시스템으로 활용이 가능하다.



## 5. 결론 및 향후 연구

본 연구에서 개발된 시스템은 LiDAR정보를 활용하여 도시의 다차원 기반의 다양한 공간정보를 가시화하고 이를 분석할 수 있는 기능을 포함하고 있으며 Web2.0기능 및 유관시스템과의 연계를 통하여 다양한 공간정보를 통합해서 가시화하고 이를 분석하여 도시 및 지역개발에 활용할 수 있도록 구성하였다.

본 시스템은 공간정보의 가시화, 분석, 편집, 관리, 입출력의 5대 단위 업무로 분류된다. 첫째, 공간정보의 가시화부분은 위성영상, 3차원 모델링과 같은 다차원 공간정보의 기존 지리정보를 다양한 형태로 중첩 표출하는 것이 기본기능이다. 둘째, 분석 기능은 3차원 공간정보와 기존 공간정보를 결합하여 일조권, 조망권 및 가시권 등과 같은 시뮬레이션을 통한 기능을 제공한다. 셋째, 편집기능의 경우 3차원 모델링 건물 및 도로 시설물을 다차원 공간상에서 삽입, 위치이동, 수정기능이 가능하며, 모델링 라이브러리 기능과 파라미터 기반의 모델링으로 쉽고 빠른 편집이 가능하다. 넷째, 관리기능은 위성영상 및 3차원 건물 라이브러리를 관리하는 공간정보 관리와 사용자 권한관리 및 이용통계검색, 게시판 관리 기능을 제공하는 시스템 관리기능을 포함한다. 다섯째, 입출력 기능에서는 다양한 형식의 외부 공간정보 및 공간영상정보 DB 내의 공간정보를 입력받아 활용하고, 모든 데이터는 공간영상정보 DB로 저장되며, 사용자가 개인 PC로 저장할 경우 보안기능이 적용된다. 본 시스템의 개발로 인하여 국가 및 지방자치단체에서 구축되고 있는 공간정보기술의 3차원 통합을 성공적으로 구축하여 공간정보 분석 및 의사결정지원 도구로 활용할 수 있게 되었다. 또한 대용량의 LiDAR 데이터의 활용한 가시화 모듈을 개발함으로써 향후 행정지원시스템 및 도시계획에서의 의사결정시스템으로의 활용이 가능할 것으로 기대한다.

향후 통계정보, 기상정보, 재해정보 등의 다양한 시스템과의 연계를 통하여 보다 다양한 공간정보를 제공하여 국민들이 일상생활에서 다양한 정보를 활용할 수 있도록 하는 연구가 필요할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업(지능형 국토정보기술혁신사업-07국토정보C04)과제의 연구비 지원에 의한 것이며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- 김대식 (2003), 항공레이저 매핑시스템 LiDAR와 GPS 기술의 응용, 한국관개배수, 10권, 1호, pp. 103-111.
- 김정훈 (2008), 유비쿼터스 시대의 GIS 산업 발전전략, 한국측량학회지, 제 26권, 제 1호, pp. 9-16.
- 김행중 (2008), 국토공간정보체계와 지적정보DB의 신뢰성 확보방안, 한국지적학회지, 한국지적학회, 제 38권, 제 1호(통권356호), pp. 3-22.
- 류근원, 김근한, 김혜영, 전철민 (2007), 3차원 GIS를 활용한 도시소음 시각화에 관한 연구, 한국공간정보시스템학회 논문집, 한국공간정보시스템학회, 제 9권, 제 3호, pp. 17-24.
- 민경민, 함남혁, 김주형, 이운선, 김재준 (2008), GIS 정보의 인터랙티브한 표현방법 및 3차원 모델링 프로그램과의 상호운용, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 대한건축학회, 제 28권, 제 1호(통권 제 52집), pp. 629-632.
- 사공호상, 서기환, 이영주, 박종택, 서용철 (2007), 공간정보패러다임 변화에 대응한 국가 GIS 전략 연구, 국토연2007-13, 국토연구원, pp. 77-87.
- 이영주, 사공호상 (2007), 공간정보 패러다임 변화: 공간정보산업 트렌드, 국토정책 Brief, 제 156호, 국토연구원, pp. 1-6.
- 이진우, 김형준, 조용식 (2008), GIS를 이용한 2차원 홍수범람정보의 3차원 가시화, 한국방재학회 논문집, 한국방재학회, 제 8권, 2호, pp. 159-164.
- 이현직 (2008), 다차원 공간정보를 이용한 실감정사영상 제작 방안, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 26권, 제 3호, pp. 241-253.
- 장병조 (2008), 행정 및 공간정보를 연계한 업무혁신 시스템 구축 및 지역정보화, 지역정보화지, 한국지역정보개발원, 통권 제 48권, pp. 54-59.
- 장용구, 이우식, 김형수 (2008), 기존 공간정보 관리코드 현황분석을 통한 도시공간정보 객체식별자 관리방향, *The Journal of GIS Association of Korea*, 한국 GIS학회, Vol. 16 No.1, p. 52.
- 조홍범, 조우석, 박준구, 송낙현 (2008), 항공 LiDAR 데이터를 이용한 3차원 건물모델링, *Korean Journal of Remote Sensing*, 대한원격탐사학회, Vol. 24 No. 2 pp. 141-152.
- 최봉문, 임영택, 한인구, 조병호 (2006), 도시경관계획을

- 위한 3D 공간정보구축 및 활용제안: GIS DB 및 위성 영상의 이용을 중심으로, 한국콘텐츠학회 추계종합학술대회, 한국콘텐츠학회, pp. 421-423.
- 최준영 (2005), 행정정보시스템의 공간정보 수요분석 및 활용방안 연구, 지역정보화지, 한국지역정보개발원, 통권 제 34권, pp. 37-43.
- 한국정보사회진흥원 (2007), 새로운 GIS패러다임 Where 2.0에 주목하라, 정보사회현안 분석 2, pp. 1~17.
- 행정자치부 국립방재연구소 (2003), GIS를 이용한 재난 관리체계 구축에 관한 연구, 연구보고서
- ETRI (2002), 국내외 GIS 시장동향, IT Find, ETRI, 1072호.
- Frank Losasso and Hugues Hope (2004), Geometry Clipmaps: Terrain Rendering Using Nested Regular Grids, *ACM Transactions on Graphics (Proc. SIGGRAPH 2004)*, 23(3), pp. 769~776.
- Masahiro Takatsuka and Mark Gahegan (2002), GeoVista Studio: A Codeless Visual Programming Environment for Geoscientific Data Analysis and Visualization, *The Journal of Computers and Geosciences*, 28(10), pp. 1131~1144.

---

(접수일 2009. 10. 22, 심사일 2009. 11. 16, 심사완료일 2009. 12. 18)