

효율적 지구단위계획 수립을 위한 증강현실 기반 도시계획지원시스템 적용 연구

Application of Augmented Reality based Urban Planning Support System for Effective District Unit Planning

전 병 국* 김 철 주** 김 창 석*** 소 진 광****
Byeong Kuk Jeon Chul Joo Kim Chang Seok Kim Jin Kwang So

요약 본 연구는 공간계획의 일환으로 도입된 지구단위계획의 수립과정을 중심으로 GIS에 기초한 증강현실기법의 도입가능성을 검토하는데 그 목적을 두고 있다. 이를 위하여 증강현실 기반의 도시계획 지원시스템을 구축하였고 현행 지구단위계획 내용 중 공간적인 성격이 강하여 증강현실기법의 적용이 가능한 부분들을 검토하였으며 성남 여수지구를 대상으로 지형현황분석, 용도지역 구분 및 기반시설 배치 분석, 건축물 형태 및 배치분석, 건축물 용도·높이·건폐율·용적률 및 경관계획에 시범 적용함으로써 증강현실기법의 지구단위계획으로 적용 가능성을 모색하였다. 또한 지구단위계획 수립과정에서 증강현실기법 적용 효과를 기존 방법과 비교하는 방식으로 분석하여 증강현실기법 적용을 통한 지구단위계획 수립의 실효성 확보 가능성을 제시하였다.

키워드 : 지구단위계획, 증강현실, 3차원GIS, 도시계획

Abstract This paper is aimed at offering preliminary data that improve the effectiveness of district unit planning, which has adopted to make comfortable environment of national land, to prevent urban sprawl rural area and to perform systematic maintenance of the existing urban area, by case study analysis about the applied possibility of GIS-based augmented reality. To do this, we developed the augmented reality based urban planning support system and checked the parts that can be applied of augmented reality techniques in the process of district units planning. And we analysed about merits and demerits of augmented reality techniques through comparative analysis, which is about form, arrangement, use, and height of building, building coverage ratio, floor area ratio and landscape planning in the case study area, the Yeosu district(located in Seongnam).

Keywords : District Unit Planning, Augmented Reality, 3D GIS, Urban Planning

1. 서론

도시공간은 도시전체의 구조를 개편하려는 의도에 의해 급격하고 계획적으로 만들어지기도 하지만 대부분 개별 토지에서 일어나는 각종 개발행위들이 누적·중첩되면서 오랜 시간에 걸쳐 점진적으로 형성된다[17]. 따라서 이러한 공간에서 이루어지는 도시계획은 쾌적성, 안전성, 이동성 및 연계성 등을

고려하여 공간의 연계, 분할, 독립 등에 대한 작업을 수행하고 있으며 이러한 과정에서 공간에 난개발 등을 포함하여 많은 문제점을 나타내고 있다. 특히 우리나라의 경우 급격한 도시화로 인한 전국 도시화율의 급격한 증가와 200만호 주택건설 및 신도시개발과 같은 대규모 국책사업의 수행에 따른 도시용지의 공급은 국토의 난개발이란 사회적 이슈를 가져오게 되었다. 이러한 난개발을 방지하기 위하여

* 서울시립대학교 도시공학과 박사과정수료 bkjeon@korea.kr(교신저자)

** 가천대학교 행정학과 박사 kimcj@gachon.ac.kr

*** 서울시립대학교 도시공학과 교수 cskim@uos.ac.kr

**** 가천대학교 행정학과 교수 sojk514@gachon.ac.kr

2003년부터 시행된 “국토의 계획 및 이용에 관한 법률”(이하 ‘국토계획법’이라 함)에 기반을 둔 선계획·후개발의 국토이용체계에서는 개발행위허가, 토지적성평가, 지구단위계획 등의 제도를 운영하고 있으나, 지속적인 토지수요의 증가로 인한 개발행위의 확산 가능성은 상존하고 있는 실정이다[15].

이 중에서 난개발을 방지하기 위해 도입한 지구단위계획은 종전 건축법의 도시설계제도와 도시계획법의 상세계획제도를 통합하여 국토계획법에서 도시관리계획으로 운영하고 있는 제도로써, 도시전체를 대상으로 하는 용도지역제와는 달리 그 적용범위가 특정지구에 한정된다는 특징이 있다. 즉, 지구단위계획은 도시계획구역내 일부분에 대한 구체적인 상세한 계획으로 토지이용의 합리화, 도시기능의 증진, 도시미관의 개선, 양호한 환경의 확보를 목적으로 하고 있다[10].

현재의 지구단위계획은 제도 도입이후 주거지역 세분화와 연계된 공동주택 개발 억제 그리고 국토계획법 제정이후 국토의 난개발 억제라는 차원의 규제에 인식되고 있으며 계속된 제도개편과 이에 따른 새롭고 다양한 지구단위계획의 등장과 함께 제도 자체에 대한 이해와 정보부족 및 시행상의 경험미숙에 따른 혼란 등으로 구역지정단계, 계획수립단계, 계획운영단계, 계획실현단계 등에서 운영상의 많은 문제가 제기되고 있다[18]. 특히, 계획수립을 위한 의사결정 과정에서 아직도 평면적 도면과 문서에 의존하고 있다는 점에서 지구단위계획의 효율적 추진에는 다소 한계를 지니고 있다고 볼 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위한 대안으로 도입된 것이 지리정보체계(GIS, Geographic Information System)의 활용이다. 특히 본격적인 정보화시대의 도래와 함께 유비쿼터스 국토의 구축이 정책방향으로 정립됨에 따라 이의 기반이 되는 토지, 주택, 도시계획, 환경 등 국토를 구성하고 있는 각종 속성을 데이터베이스화하는 국토정보화 사업이 활발하게 진행되고 있다[14].

그러나 여전히 점(특정시설물의 위치 등), 선(용도지역의 구분 등), 면(공원·대형 건축물 등)을 기반으로 하는 수치지도 중심의 2차원적 도시계획 수준을 극복하지 못하고 있는 실정이며, 실세계기반의 특정 공간을 대상으로 이루어지는 도시계획과정이 현실감 없는 2차원적 도면을 기반으로 이루어지고 있기 때문에 계획공간과 현실공간과의 일치정도가

낮고 특정전문가 집단의 수준에서만 해석이 가능하기 때문에 실제 이해당사자인 일반인들과의 교감수준은 크게 낮아짐으로써 도시계획 결정과정에서 각종 민원발생의 원인이 되고 있다.

이러한 계획과 실제 공간과의 일치를 위해서 최근에는 국가지리정보체계(NGIS, National Geographic Information System) 구축사업의 결과인 각종 GIS DB를 활용하여 3차원으로 구현된 증강현실 기법을 도시계획에 접목하는 방안이 모색되고 있다. 특히 GIS기반의 3차원 증강현실 기법은 일반인을 대상으로 도시계획 절차의 투명성을 제고하는 등 민원해소 등에도 활용될 수 있을 것이며, 전문가들의 입장에서도 도시계획 상의 점, 선 및 면의 의미가 실제 공간상에 미치는 영향 정도를 객관적으로 제시할 수 있는 방안이 마련되어 도시계획 의사결정과정의 오류를 줄일 수 있는 방안으로 제안될 수 있을 것이다. 또한, 최근 부각되고 있는 저탄소 녹색성장의 국가적 과제를 성공시키기 위해서 지방정부의 선도적 역할 및 구성원 각각의 이해 및 행동을 촉진하기 위한 방향이 제시되어야 함이 강조되고[6] 첨단 정보인프라를 구축한 지능형 도시, 신재생에너지를 활용한 자원절약형 도시, 환경친화적 생태도시 등 다양한 방식의 미래형 도시개발방안의 검토가 강조되는[11] 추세에 증강현실 기법의 적용은 최적의 대안으로 검토될 수 있다.

따라서 본 연구는 공간계획의 일환으로 도입된 지구단위계획의 수립과정을 중심으로 GIS에 기초한 증강현실기법의 도입가능성을 검토하였으며 증강현실기법의 도입을 통한 공간계획 수립절차의 객관성과 명료성의 증대 방안을 탐색하는데 그 목적을 두고 있다. 이를 위하여 증강현실 기반의 도시계획지원시스템을 구축하고 현행 지구단위계획 내용 중 공간적인 성격이 강한 요소들에 대하여 시범 적용하였으며 2차원 종이지도를 활용한 현행방법 적용사례와 3차원 GIS기반의 가상현실 적용사례의 장단점을 비교분석함으로써 지구단위계획 수립에 있어서 증강현실 기술의 도입 가능성 및 효과를 분석하였고 증강현실을 활용을 위한 지구단위계획 제도의 개선방안을 제시하였다.

2. 증강현실

증강현실(Augmented Reality, AR)은 가상현실

(Virtual Reality, VR)에서 파생된 기술로써 실세계와 가상세계를 혼합하여 실시간으로 사용자에게 제공함으로써 사용자에게 보다 향상된 몰입감과 현실감을 제공하는 기술이며 실제 공간상에 존재하는 사물 또는 장소에 부가적인 정보나 의미를 함께 제공하는 것으로 혼합현실(Mixed Reality)이라고도 한다. 즉 증강현실은 가상현실과 같이 가상성에 바탕을 두고 있으나 가상현실이 컴퓨터가 구축한 가상공간속에 사용자를 몰입하게 하는 기술인 반면 증강현실은 실세계 정보를 유지하면서 가상의 정보를 더해줌으로써 실제감을 향상시키는 기술이라는 점에서 차이가 있다[5]. 일반적으로 사용자가 주시하는 실세계 장면에 컴퓨터에서 생성한 3차원의 가상 객체를 실시간으로 합성하여 사용자가 보는 실세계(real world) 및 컴퓨터에서 생성한 가상세계(virtual world)가 동시에 상호작용이 가능하도록 함으로써 사용자에게 보다 현실감 있는 정보를 제공할 수 있으며 사용자는 제공된 정보를 통하여 보다 쉽게 실세계 상황을 파악할 수 있도록 하는 장점이 있다.

Azuma(2001)[1]는 증강현실을 가능하게 하는 조건으로 현실세계와 가상현실의 융합, 실시간으로 구현 가능한 인터페이스, 3차원으로 구현된 환경 등을 제시하였으며 가상현실 기술과 구분하여 증강현실시스템을 구현하기 위한 주요 기술은 다음과 같다[12].

첫째, 혼합현실감을 구현하기 위해 정합된 영상정보를 모니터 또는 작업자가 착용한 안경형 모니터인 HMD(Head Mounted Displays)와 같은 디스플레이 기술이 필요하다.

둘째, 증강현실에서 중요한 기술은 정합(registration)이다. 정합은 실세계 영상과 가상세계 영상을 정렬하여 일치시키는 기술로서 실세계와 가상객체가 잘 정합되어야 합성 영상이 어색하지 않기 때문에 정밀한 오차 보정 기술이 필요하며 그 요구되는 정확성의 정도 또한 매우 높고 오류의 근원이 다양하기 때문에 충분한 제어가 어려운 문제점이 있다.

셋째, 증강현실에서 현실세계와 가상객체를 정확하게 정렬시키기 위해서는 현실세계에 존재하는 대상의 움직임을 감지하여야 하는데 이를 수행하는 것을 추적기(tracker)라고 하며 증강현실에서의 3차원 추적은 실세계에 가상세계를 정확하게 결합한다는 의미에서 가상현실시스템에서 보다 중요한 역할

을 한다.

2.1 증강현실과 GIS의 융합

1990년대 중반부터 우리나라를 비롯한 여러 나라에서 가상현실모델링언어(VRML: virtual reality modeling language)등의 3차원 그래픽 기술을 활용하여 다양한 3차원 가상도시(virtual city)를 구축하고 있다. 그러나 현재 구현된 3차원 가상도시는 지형, 건물 등의 지리정보에 위상(topology) 관계가 없기 때문에 검색, 분석, 편집 등 GIS의 핵심적인 주요 기능은 제공하지 못하고 있었으며 최근 증강현실과 같은 첨단 그래픽 기술은 이와 같은 제약점을 보완하여 3차원 GIS 기술의 발전 단계 중 마지막 5단계인 능동적 3차원 가상 세계의 가능성을 제시하고 있다[4, 13]

능동적인 3차원 가상GIS는 3차원 지형과 시설물이 연동 관리되고 3차원 공간지리정보가 위상학적인 자료구조에 의해 유동적으로 관리되므로 3차원 공간정보의 검색, 편집, 분석이 가능한 단계를 의미한다. 이 단계를 이루기 위해서는 그림 1에서와 같이 증강현실, 네트워크 기술 등의 첨단 기술이 GIS와 융합되어야 한다[3].

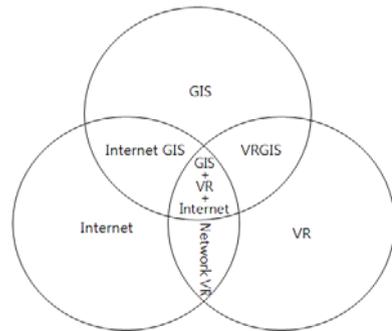


그림 1. GIS, 증강현실, 인터넷의 융합

또한 Faust(1995)[2]는 가상현실 GIS의 특징을 다음과 같이 분석하였다. 첫째, 실제의 지리 세계에 대한 사실적인 표현이 가능해야 하고 실세계 영상은 고정밀 위성영상이나 컴퓨터에 의해 생성된 영상에 바탕을 두며 다양한 스케일과 해상도에서 빠른 렌더링 기능이 필요하다. 둘째, 임의의 지리 세계에서 사용자의 자유로운 이동이 가능해야 한다. 셋째, 질의, 선택, 공간 분석 등 기본적인 3차원 GIS의 기능이 제공되어야 한다. 넷째, 지리정보의 시각

화 기능이 사용자 인터페이스에 통합되어야 한다. 다섯째, 네비게이션과 객체에 대한 조작 기능이 지원되어야 한다. 그러나 대부분의 가상현실 GIS는 지리정보기술을 사용하여 공간정보를 생성하여 처리하고 이를 VRML 등의 그래픽 파일 포맷으로 변환한 뒤 가상현실 소프트웨어를 이용하여 인터넷 환경에서 시각화하는 느슨한 연결상태(loosely coupled)의 개별적인 병합에 머무르고 있다[7].

3. 지구단위계획

3.1 지구단위계획의 내용 및 공간적 특성

지구단위계획은 당해 지구단위계획구역의 토지이용을 합리화하고 기능을 증진시키며 경관과 미관을 개선을 통하여 양호한 환경을 확보하는 등 당해 구역을 체계적이고 계획적으로 관리하기 위하여 수립하는 계획으로 도시계획과 건축계획의 중간적 계획이며 현행 도시계획을 기존 시가지의 특정지역에 적용하여 구체화하기 위한 제도이다[17].

중전의 건축법상의 도시설계제도와 도시계획법상의 상세계획제도가 지구단위계획이라는 도시계획제도로 통합되어 2000년 7월부터 시행되었으며[16] 광역도시계획, 도시기본계획 등의 하위계획으로써 도시계획의 절차를 통하여 수립되지만 도시계획구역의 일부에 대하여 구역을 지정하고 계획을 수립하기 때문에 보편성과 획일성을 특성으로 하는 일반 도

시계획과는 달리 특수한 상황에 적용되는 도시계획의 특별한 유형이라 할 수 있다.

또한 일반도시계획이 건축물의 면적과 규모의 상한 범위 내에서 이루어지는 소극적인 계획인 반면 지구단위계획에서는 일반 도시계획에서 정할 수 없는 건축물의 용도, 건폐율, 용적률, 건물높이, 건축물의 형태·색채·배치·건축선 등을 결정하거나 조정할 수 있으므로 일반도시계획보다 구체화된 실천적인 계획이라 할 수 있으며 직접적 이해관계자인 주민들의 요구를 수렴하는 과정을 통하여 지역특성의 반영이 가능하고 미래의 개발패턴이 조정 가능한 조정계획이다.

특히 일반도시계획이 보편적이고 획일적인 건축행위를 제한하는 평면계획인 반면, 지구단위계획은 가구, 획지, 건축물, 경관, 광장, 공원 등 각종 소규모 도시기반시설에 대한 차등적인 접근을 통해 3차원의 집합형태로 형성되는 공공공간과 활동이 중요한 입체적인 특성을 지니고 있다[16].

국토계획법 제52조와 제1종 지구단위계획 수립지침(국토해양부, 2009)에서는 지구단위계획에서 계획할 수 있는 내용을 표 1에서와 같이 제시하고 지구단위계획구역의 특성에 따라 선택적으로 적용할 수 있도록 규정하고 있다.

특히 지구단위계획은 도시관리계획에서 계획한 지역 또는 잠재적 문제점이 있는 지역으로 체계적·계획적인 개발·관리가 필요한 지역을 대상으로 해

표 1. 지구단위계획의 내용

구 분	내 용
지역현황분석	자연지리정보분석(표고, 경사, 산림, 하천 등) 인문지리정보분석(지역의 유래, 인구, 사회기반시설 현황 등)
용도지역·용도지구	용도지역 및 용도지구 세분화
환경관리계획	환경성검토, 에너지 및 자원 활용 방안, 환경오염 방지
기반시설계획	도시기반시설에 관한 계획(20개 시설) 및 공공시설 설치계획
교통처리계획	차량 출입 및 주차계획, 차량/보행 동선계획 등
가구 및 획지계획	최소/최대 대지구도, 공동건축 및 대지분할 기준, 적정 가구규모 등
건축물의 형태 및 배치	건축물의 형태(답상형, 판상형), 건축선 계획 등
공동개발 및 합벽건축	공동개발 등에 관한 사항 등
대지내 공지에 관한 계획	공개공지, 쌈지형 공지, 공공공지, 차폐조경 등
공원 및 녹지	녹지축 확보, 생물 서식 공간 보호 등
특별계획구역	구역지정
경관계획	조망경관, 건축물 높이, 입면차폐도 등

당지역 및 주변지역의 토지이용, 교통 및 관련계획을 종합적으로 고려한 지구단위계획을 통하여 의도하는 목적이 달성될 수 있는지 그 타당성을 면밀히 검토해야 한다는 일반원칙을 지니고 있다.

이와 같은 일반원칙은 지구단위계획구역이라는 공간과 주변지역이라는 보다 광범위한 공간을 대상으로 계획이 진행된다는 근본적인 공간성을 기반으로 하고 있으며 이를 기반으로 계획되는 용도지역의 세분, 가구 및 획지계획, 건축의 형태·색채 등에 대한 계획, 경관계획 및 교통계획 등과 같은 지구단위계획에 수반되는 표 1에서 제시된 모든 세부적인 항목 역시 공간적인 특성을 갖게 된다.

3.2 지구단위계획수립에서 증강현실 적용업무

현행 지구단위계획에 사용되는 각종 도서 및 대장은 전문용어를 사용하고 이에 따른 도면들은 그림 2에서와 같이 도식, 심볼 및 부호 등으로 압축되어 표현되기 때문에 민원인 혹은 대상지 주민의 경우에 해당 지구단위계획에 대한 이해도가 떨어지고 현업담당자 역시 직관적 인지력이 낮아 해당지역에 대한 특성과약을 위한 시간 및 관련 업무에 대한 높은 숙련도를 요구하게 된다.



그림 2. 지구단위계획 도면과 범례(예시)

특히, 토목공사계획 설계도면이나 시설물배치계획도면의 경우는 그림 3에서와 같이 토공작업 전·후의 변화 정도나 절개지의 규모 등 3차원 정보가 심볼로 표기되어 토공작업에 대한 이해도나 절개지의 규모 등에 대한 이해력이나 해석력이 현저하게 떨어져 전달 정보의 모호성이 매우 크다고 할 수 있다. 최근 활용도가 높아지고 있는 사진지도가 심볼을 사용하여 발생하게 되는 모호성의 해결에 많은 도움이 되고 있지만 2차원적 해석에 있어 일정 정도의 도움을 주는 정도에 그치고 있는 실정이다.



그림 3. 시설물배치계획도면 사례(예시)

그러나 기존 CAD기반의 2차원적 기법에 3차원 GIS 기법을 도입한다면 실제 지형과 연관된 공간을 실제 지형을 모사한 가상의 공간으로 변환하고 이를 기반으로 기존에 활용되었던 각종 도식 및 심볼을 이용하여 정보를 표현할 수 있을 뿐만 아니라 3차원 객체를 모사하여 정보를 표현하거나 가상공간에서 복원된 3차원 객체를 대상으로 정보를 표현하며 이러한 정보를 웹기반으로 공유가 가능하므로 정보 전달 및 공유방법의 개선을 기대할 수 있다. 그러나 3차원 GIS의 경우는 실사처리에 따른 현실감 저하와 이에 따른 추가 비용 발생의 문제점이 있다.

반면 증강현실기법은 가상공간을 대상으로 하는 3차원 GIS기반의 가상현실과는 달리 실제공간을 대상으로 하여 계획된 각종 지구단위계획 정보를 표현하므로 가상공간과 실제공간의 차이에서 오는 각종 이질감을 제거하여 현실감을 높임으로써 계획된 정보의 전달능력을 개선할 수 있으며 3차원 GIS에서 추가적으로 요구되는 실사처리 비용을 절감할 수 있는 장점이 있다. 표 2는 지구단위계획 업무에 따른 증강현실 기법의 적용 항목 및 본 연구에서의 적용방안을 제시하고 있다.

4. 적용 및 고찰

4.1 적용대상지역

대상지역은 그림 4와 같은 경기도 성남시 중원구 성남동, 여수동, 하대원동, 분당구 야탑동 일원의 건설교통부 고시 제2006-660 ('07.1.4)호에 의거 예정지구 지정변경 및 실시계획 승인된 성남여수지구로서 이러한 계획내용은 토지이용계획에 대한 정보표현 뿐만 아니라 경관계획이나 대규모의 주택건설을 포함하고 있어 건축물에 대한 증강현실기법의 적용

표 2. 증강현실기법의 적용방안

지구단위계획 업무	적용 방안
지형 분석	현지 지형에 대한 표고, 경사 분석 및 조회
용도지역·용도지구	현실세계와 계획(안)도면 등의 가상선을 정합하여 조회
기반시설계획	기반 시설 및 계획도를 현실세계와 정합하여 조회
가구 및 획지계획	현실세계와 기존의 필지정보 및 계획도를 정합하여 조회
건축물의 용도·건폐율·높이·용적률 계획	해당지역 조건변화에 따른 해당지역의 대안 건물을 정합하여 비교조회
건축물의 형태 및 배치	건축물의 모델정보를 현실세계와 정합하여 조회
경관계획	대상지역 건축물계획에 따른 실제지형의 스카이라인 검토



그림 4. 대상지역 현황도

가능성에 대한 검토가 적합한 지역이며 약 894,000 m²에 달하는 성남여수지구 중 성남시청 인근의 일부지역을 대상으로 해당지역의 관련 고시문 및 도면 등을 활용하여 관련정보를 구축하고 실제 현장에서 활용하여 분석하였다.

4.2 증강현실기반 도시계획지원시스템

4.2.1 주요장비 구성

증강현실을 구현을 위하여 개발된 모듈은 크게 카메라 관련 모듈, GPS 관련된 모듈, IMU 관련 모듈로 구성되어 있으며 활용된 장비는 크게 위치정보 취득을 위한 GPS, 방향정보 취득을 위한 IMU, 실사영상 취득을 위한 카메라 등으로 주요 기능 및 제원은 표 3과 같다.

표 3. 구성장비의 주요기능 및 제원

장비명	주요 기능
GPS	데이터 로깅 & 포토 프로그램 제공 수신감도 -163dBm 채 취득시간 : 1초이내 정밀도 : 후처리 30cm, 실시간 50cm 이내 메모리 : 8MByte
IMU	자유도 : 3축 (Yaw, Pitch and Roll) Angular Range : Full 360° O/S : .dll for Windows
Camera	Carl Zeiss® 렌즈(FOV : 75o) 해상도 : 2메가 화소센서 동영상 캡처: 최대 1600 x 1200화소 (HD 품질) 프레임 속도:30프레임/sec(Max)

4.2.2 시스템 주요기능

구축된 시스템은 지구단위계획 업무 중 현황분석 기능을 중심으로 하는 기본기능, 토비이용관련기능 및 시설물 관련기능을 수행하도록 구현하였으며 세부기능은 표 4와 같다.

4.3 적용결과 및 효과분석

증강현실기법 적용에 대한 효과분석을 위해서 본 연구에서는 표 4와 같이 구현된 시스템 기능을 중심으로 2차원 종이도면을 활용한 현행방법 적용사례, 3차원 GIS 가상현실(Virtual Reality)적용사례 및 증강현실(Augmented Reality)적용사례의 장·단점을 표 5와 같이 비교 분석하였다.

현업업무는 종이도면을 활용하여 지구단위계획 현황을 검토하는 형태로 진행하였고 3차원 GIS는 시스템에 구현된 3차원 모델기능을 활용하여 현황을 검토하였다.

표 4. 시스템 주요기능

구분	업무	기능	설명
기본 기능	현황 분석	Viewing	화면을 통한 현실세계 반영
		지형분석	해당 구역 표고, 경사도 측정
		정보조회	오브젝트별 정보 조회 가능
토지 이용 관련 기능	용도지역/용도지구	지형정보 올리기	관련 지형 정보 로딩
		용도지역/지구 조회	증강현실 적용 후 계획도 조회
	기반시설계획	지형정보 올리기	관련 지형 정보 로딩
		기반시설 별 조회	현장의 특정 지목에 증강현실 적용 후 계획도 조회
	가구 및 획지계획	지형정보 올리기	관련 지형 정보 로딩
		조감도 올리기	조감도 로딩
	임의의 건축물 조회	도입건축물의 조화, 입지로 인한 경관의 변화 검토	
시설 물 관련 기능	건축물 형태 및 배치	조감도 올리기	조감도 로딩
		대안 건축물 올리기	대안 건축물 로딩
	건축물 용도·건폐율 / 높이·용적률 계획	지형정보 올리기	관련 지형 정보 로딩
		대안 건축물 올리기	대안 건축물 올림
		용적률·건폐율 시뮬레이션	대안건축물 적용 경관변화 시뮬레이션
	경관 계획	건축물 시뮬레이션	건축물의 영향에 따른 경관성 검토
건축물 에디팅		입의 수정	

4.3.1 지형현황 분석기능

기본 기능은 대상지역에 대한 현황분석기능으로써 일반적인 공간정보에 기초하여 사용자에게 영상 조회와 그림 5 및 그림 6과 같은 간단한 공간연산 기능을 제공한다.

이와 같은 기능은 기존의 종이 또는 수치지도로 되어 있는 심볼 기반의 분석을 탈피하여 현장에서 육안으로 특정지점 또는 영역의 지형에 대한 정보를 직접 취득할 수 있어 현장조사 또는 답사 중에 현장에 대한 정보 취득과 현장 영상을 기반으로 저장 가능함으로써 현장에 대한 이해력을 높이는 데 기여할 수 있었다.

4.3.2 토지이용관련기능

용도지역의 구분이나 기반시설의 분석과 같은 토지이용관련 분석기능은 도시계획 전문가를 통하여 계획된 토지이용에 대한 각종 계획도면과 관련된 기능으로서 대상지역의 지구단위계획도를 증강현실을 통해 구현한 결과는 그림 7 및 그림 8과 같다.

실제로 보이는 대지와 도로 등의 지형을 카메라를 통해 보면서 용도지역·지구 및 기반시설계획의 도면을 지형에 중첩하여 조회하기 때문에 토지계획에 대한 직관적 분석이 가능하였고 인지력에 있어서는 종이도면과 3차원 GIS 기술 활용보다는 실제 지형을 대상으로 하기 때문에 현실감이 뛰어나 계획된 내용의 이해력을 높일 수 있으나 그림 9와 같



그림 5. 표고측정



그림 6. 경사도 측정

표 5. 적용사례별 장·단점 분석결과

		기존방법		증강현실
		종이지도	3차원 GIS(가상현실)	
지형현황 분석	장점		대상지역의 전체적 개황에 대한 조망 및 분석 용이	종이지도 활용에 따른 심볼해석 불필요 현실감 높음 3차원 GIS기능의 활용 가능
	단점	지형정보 해석능력이 없는 경우 분석 불가	현장 활용이 번거로움	현장에서만 증강현실기능 활용 가능
용도지역·지구 및 기반시설 계획	장점	저비용	지형적 특성 반영	보이지 않는 정보를 실제계와 연계 활용 3차원 GIS의 장점 수용실제 지형을 대상으로 직관적 해석가능 지형자료의 오차 전무
	단점	심볼 해석에 의해서만 지형분석 가능 지도의 중첩활용 불가	가상현실이므로 실제지형과 차이점이 존재 상황왜곡에 대한 가능성 내재	육안으로 보이는 현장에서만 적용 가능
가구·획지 계획, 건축물 형태·배치		전체 사항에 대한 일괄 검토 가능	DEM 활용 현실에 가까운 지형정보 표현 임의 건축물 도입, 적용, 수정시 즉각적인 확인 가능 현장 방문 없이 예측 가능	현실세계를 조회하면서 가상의 도입건물의 형태 및 배치할 수 있는 환경추가 실제 시선 높이에서 확인이 가능 도입건물과 주변건물의 조화, 입지로 인한 경관변화 등을 판단 지형자료의 오류 전무 3차원 GIS의 장점 수용
		예상 조감도만 확인 가능 새로운 입지예상 안건, 발생시 마다 신규 도면 작성 필요 명확하지 않은 지형적 특성으로 경관 및 입지상황을 유추하여 판단 대부분 미화되어 표현되기 때문에 왜곡된 판단 초래 지형자료의 오차 존재	가상공간의 조감으로 인해 실제상황과의 상이함 발생 가상공간을 구성하기위한 데이터의 갱신 주기가 길거나 변경사항 적용이 누락된 상황에서 잘못된 결과를 나타낼 위험 내재 지형자료의 오차 존재	육안으로 보이는 현장에서만 분석 가능
건축계획 및 경관분석			실제 데이터를 기반으로 만들어진 건축물 객체를 적용하여 건폐율, 높이, 용적률 등의 변화에 따라 실시간 테스트 가능 변화가 적용된 조감 확인	3차원 GIS의 장점 수용 대상 건물의 변화에 따른 주변 환경요인들과의 상호영향을 실제 사람의 눈높이에서 확인 보다 실제적인 건축물 입안 시뮬레이션 가능
		도면은 용도에 따라 각각 다른 정보를 담고 있기 때문에 각각의 도면을 비교하여 확인하여야 하는 어려움 내재	실제상황과 오차 가능	육안으로 보이는 현장에서만 분석 가능



그림 7. 용도지역·지구 증강현실 적용



그림 8. 증강현실 적용(상수관로)



그림 9. 3차원 GIS상의 지구단위계획도

은 3차원 GIS와 달리 대상지역을 한눈에 또는 상공에서 조망할 수 없는 한계가 있었다.

4.3.3 시설물관련 분석기능

시설물관련 분석기능은 2차원 상의 토지분할 등의 계획이 아닌 3차원 상으로 존재하는 각 시설물 등을 포함하여 건축물에 대한 계획기능을 지원하는 기능으로서 분석내용은 다음과 같다.

가. 건축물 형태 및 배치

그림 10은 현실세계에 가상의 도입건물의 형태 및 배치를 조정하고 실제 사람의 시야와 시선 높이에서 대상지역에 탑상형 아파트가 건축되는 것을



그림 10. 건축물 형태·배치 증강현실 적용(탑상형)

가정하였을 때의 결과를 나타낸다. 실제 조망 시 도입건물과 주변건물의 조화, 입지로 인한 경관변화 등을 판단할 수 있었으며 현장에서 각 건물에 대한 상세정보를 검색할 수 있었다.

그림 11은 증강현실 환경 속에서 건물의 위치를 변경한 결과를 나타내고 있으며 그림 12는 그림 10과 같은 조건에서 건물의 형태를 변경한 결과를 나타낸다. 이상의 결과에서와 같이 현장에서 건축물의 형태 및 위치 등을 시뮬레이션 하여 3차원 GIS의 단점으로 지적되는 현실감 부족의 문제를 증강현실을 이용하여 해결 할 수 있었다.

나. 건축물의 용도·건폐율 또는 높이·용적률 및 경관 계획

그림 13은 도입한 건축물의 용적률, 건폐율, 높이 변화에 따른 주변환경 요인들과의 상관관계를 현장에서 실제 사람의 눈높이를 기준으로 확인한 결과이다.

4.4 증강현실기법의 활용을 위한 제도개선방안

현재 지구단위계획에 있어 증강현실기법 등의 첨단기법의 이용에 대한 법률적 근거는 법령은 물론 운영지침에서도 규정되어 있지 않은 실정으로 지구



그림 11. 건축물 형태·배치 증강현실 적용(위치이동)



그림 12. 건축물 형태·배치 증강현실 적용(형태변경)



그림 13. 건축계획 증강현실 적용

단위계획수립과정에서 증강현실기법을 도입하기 위한 가장 시급한 선결과제는 증강현실기법의 적용에 대한 법적근거를 마련하는 것이라 할 수 있다.

이를 위하여 우선적으로 증강현실기법의 적용에 기반이 되는 각종 국가지리정보체계(NGIS)의 활용을 활성화하기 위한 법률적 근거가 필요하다. 현재 지구단위계획 수립을 위한 기초조사 중 하나인 토지적성평가에서는 이미 제도시행시점에 맞추어 국가지리정보체계 구축사업의 일환인 토지종합정보망의 전산도면을 사용할 수 있도록 “토지의 적성평가에 관한 지침”에 규정하고 있다(이용범, 2003).

따라서 지구단위계획결정도서의 작성방법을 기술하고 있는 별첨의 작성지침에 한국토지종합정보망(KLIS), 도시계획정보체계(UPIS) 등의 사용과 이의 활용을 전제로 한 전산자료의 작성 및 제출에 관한 항목을 신설되어야 할 것이며 현행 종이지도나 각종 문서위주의 도시계획입안 서류에 3차원 GIS나 증강현실로 분석된 내용을 추가하고, 종이문서 형태의 제출서류를 3차원 및 증강현실로 분석된 내용을 전산자료형태로 함께 제출받아 인터넷 등을 이용하여 다양한 형태로 공고·공람을 할 수 있도록 해야 한다. 또한 현행 지침의 주민의견청취나 도시계획위원회 심의과정에서 증강현실기법을 적용한 현장 설명회의 의무적 개최를 명문화하는 등의 실질적 지침이 마련되어야 할 것이다.

5. 종합 및 결론

본 연구는 기존 도시의 체계적인 정비는 물론 비도시지역의 난개발을 억제하고 쾌적한 국토환경의 조성을 위한 공간계획의 일환으로 도입된 지구단위계획의 수립과정을 중심으로 증강현실기법의 도입 가능성을 검토하고 지구단위계획 사례지역에서 증강현실기법을 도입함으로써 공간계획 수립절차의 객관성과 명료성을 증대시킬 수 있는 방안을 탐색하는데 그 목적을 두고 있다.

이를 위하여 증강현실 기반의 도시계획지원시스템을 구축하였고 현행 지구단위계획 내용 중 공간적인 성격이 강하여 증강현실기법의 적용이 가능한 부분들을 검토하였으며 이를 기반으로 시범 적용함으로써 증강현실기법의 지구단위계획으로 적용 가능성을 모색하였다.

또한 지구단위계획수립과정에서의 증강현실기법

적용 효과를 기존 방법과 비교하는 방식으로 분석함으로써 증강현실기법의 적용을 통한 지구단위계획 수립의 실효성 확보 가능성을 제시하고 증강현실기법을 지구단위계획수립과정에 적용하기 위한 제도적 개선방안을 모색하였다.

특히 첨단정보통신기술을 활용하여 도시계획결정 과정에 도입함으로써 보다 실효성 있는 제도운영의 가능성을 제시하였다는 점에서 선행 연구들과의 차별성을 지닌다고 하겠다.

참 고 문 헌

- [1] Azuma, T. Ronald, 2001, “Augmented Reality: Approaches and technical challenges”. in Fundamentals of wearable computers and augmented reality (Eds.) Woodrow Barfield and Thomas Caudell, Lawrence Erlbaum Associates, pp. 27-63.
- [2] Faust, N. L., 1995, “The virtual reality of GIS”, Environment and Planning B: Planning and Design, vol.22, pp. 257-268.
- [3] Huang, B., Jiang, B., and Li, H., 2001, “An integration of GIS, virtual reality and the internet for visualization, analysis and exploration of spatial data”, International Journal of Geographical Information Science vol.15, no.5, pp. 439-456.
- [4] Kealy, A. and Stephen Scott-Young, 2006, “A technology fusion approach for augmented reality application”. Transactions in GIS, vol.10, no.2, pp. 279-300.
- [5] 계보경, 김정현, 류지현, 2007, 증강현실의 교육적 이해, 한국교육학술정보원.
- [6] 광일천, 2009, “녹색성장파 도시정책”, 도시행정학회 추계학술대회자료집, pp. 103-104.
- [7] 김경호, 2002, The State of the art and R&D Perspectives on Virtual Reality in GIS, Tech Memo, 한국과학기술원.
- [8] 김정환, 김신형, 길우성, 2009, “u-GIS 야외 증강현실 시스템 개발에 관한 연구”, 한국공간정보시스템학회 논문지, 제11권 제1호, pp.183-188.
- [9] 김희관, 조현달, 2009, “실내 정보 가시화에 의한 u-GIS 시스템을 위한 Markerless 증강현실 방

법”, 한국공간정보시스템학회 논문지, 제11권 제1호, pp.195-199.

- [10] 노인준, 2006, 지구단위계획의 활성화를 위한 건축개발밀도에 관한 연구, 단국대학교 대학원 박사학위논문.
- [11] 송태수, 천호준, 2008, A Direction for Sustainable Urban Development in Korea, 도시행정학보, 제21집 제1호, 한국도시행정학회, p.337.
- [12] 윤용인, 2006, “증강현실 구현을 위한 기본기술과 카메라 모델링”, 한국멀티미디어학회지, 제10권, 제2호, pp. 1-8.
- [13] 원중석, 2007, “서울시 업무고도화를 위한 3차원 지리정보시스템(GIS) 구축방안”, 서울정책포커스 제29호, 서울시정개발연구원.
- [14] 이용범, 2006, “국토정보의 활용과 향후 전망 : 토지이용규제정보시스템을 중심으로”, 토지연구, 제19권 통권77호, 한국토지공사, pp. 93-103.
- [15] 이종열, 김동한, 김걸, 2006, GIS를 활용한 난개발 상시 감시체계 구축방법 연구, 국토연구원.
- [16] 하해진, 2004, 지구단위계획과 정비계획의 연계를 통한 효율적 도시관리에 관한 연구, 중앙대학교 대학원 박사학위논문.
- [17] 한국도시설계학회, 2004, 지구단위계획의 이해와 활용.
- [18] 황재훈, 박승기, 이희정, 2007, “사회여건 변화와 지구단위계획”, 도시정보, 대한국토도시계획학회, pp. 10-14.



전 병 국

1983년 서울시립대 토목공학 공학사
1985년 서울대 대학원 공학석사
2008년 서울시립대 대학원 박사수료
2010년 국토해양부 일반직공무원
관심분야는 도시계획



김 철 주

국민대 행정학과 행정학사
건국대 국제대학원 행정학 석사
가천대(경원대) 행정학과
행정학박사
관심분야는 행정



김 창 석

1969년 서울대 건축공학과 공학사
1974년 서울대 환경대학원 도시계획석사
1985년 미국 하와이대 대학원 박사
현) 서울시립대 도시공학과 교수
관심분야는 도시계획, 도시공간구조



소 진 광

서울대 사범대학 학사
서울대 환경대학원 석사, 박사
현) 가천대(경원대) 행정학과 교수
관심분야는 도시 및 지역계획