

3차원 지형모델 알고리즘을 이용한 토지정보체계 구축

강호윤¹ · 장용구² · 강인준³

Construction of Land Information System using Three Dimensional Digital Elevation Model Algorithm

Ho-Yun KANG¹ · Yong-Ku CHANG² · In-Joon KANG³

요 약

지리정보체계는 도시정보체계, 토지정보체계, 시설물관리체계, 군사정보체계 등 많은 세부분야로 나누어진다. 이런 세부분야들은 서로 유기적으로 연결되어 국가지리정보체계를 이룬다. 현재 지리정보체계의 구축은 도시정보체계를 비롯하여 많은 분야에서 이루어지고 있고, 모든 분야의 정보는 서로 공유될 수 있도록 네트워크로 구축되어 있다. 현재 지적관련의 토지정보체계는 2차원에 국한되어 구축되고 있지만 지리정보체계의 연계를 통하여 3차원의 토지정보체계의 구축 및 활용이 가능하며, 이로 인한 효과는 극대화될 것으로 생각된다. 따라서 앞으로 지적도면과 다른 수치지형도와의 연결을 위한 연구가 많이 이루어져야 하며 수치도면들의 연결을 통하여 3차원 지적정보의 구축 및 분석에 대한 연구를 통한 보다 효율적인 토지정보시스템의 구축이 이루어져야 할 것이다. 본 연구는 지리정보체계 중 수치지형도와 지적도와의 통합을 통해 3차원 수치표고모델을 구축하고, 지적정보데이터베이스와 유기적인 연결을 통한 3차원 통합 토지정보체계를 구축하는 것이 목적이다.

주요어: 다목적지적, 토지정보체계, 지리정보체계, 불규칙삼각망, 수치고도모형

ABSTRACT

Geography Information System is divided to many details fields such as Urban Information System, Land Information System, Military Information System etc. These detailed fields are connected each other and make National Geography Information System. Now Geography Information System is being used in many fields with Urban Information System. And information of all field is being constructed to network for share each other. Now Land Information System(LIS) is being constructed to two dimensional. But LIS can construct and utilize three dimensional geographic data by connecting Geography Information System and this effect will be greatest. Thus, the study of connecting cadastral map and digital terrain map must be continued. Through the study of connecting digital terrain map,

2001년 8월 19일 접수 Received on August 19, 2001

¹ 부산대학교 대학원 지형정보협동과정 (happy76@pusan.ac.kr)

Dept. of Geographic Information System, Pusan National University

² 동의대학교 토목공학과 (dsfas@hanmail.net) Dept. of Civil Engineering, Dongeui University

³ 부산대학교 토목공학과 (ijkang@pusan.ac.kr) Dept. of Civil Engineering, Pusan National University

the construction and analysis of three dimensional digital elevation model will be able to construct Land Information System effectively. To this study, the authors constructed integrated geographic data by uniting digital terrain map and cadastral map and constructed three dimensional digital elevation model. By connecting cadastral information database, the authors developed three dimensional Integrated Land Information System.

KEYWORDS: *Multi-Purpose Cadastre, Land Information System, Geographic Information System, Triangulated Irregular Network, Digital Elevation Model*

서 론

지리정보체계는 측량, 전산, 지리분야등의 전문적인 학문으로 출발하였다. 그리고 지리정보체계의 방대함 때문에 국가기반의 정보구축을 위한 학문으로 인식되어왔다. 현재 지리정보체계는 IMT2000사업과 함께 일반인에게 많이 소개되어지고 활용되고 있다. 따라서 지리정보체계는 국가기반사업 및 대중사업 모든 분야에 필수적인 학문이자 도구라 할 수 있다.

지리정보체계는 다시 도시정보체계, 토지정보체계, 군사정보체계 등 많은 세부분야로 나누어진다. 이런 세부분야들은 서로 유기적으로 연결되어 국가지리정보체계를 이룬다. 현재 지리정보체계의 구축은 도시정보체계를 비롯하여 많은 분야에서 이루어지고 있고, 모든 분야의 정보는 서로 공유될 수 있도록 네트워크망으로 구축되어 있다. 이 중 유일하게 토지정보는 서로 공유 및 활용되지 못하고 있다. 그 이유는 먼저, 지적도면의 투영특성상 서로 다른 도면들과 부합되지 않고, 지적도면을 제외한 모든 도면은 3차원 정보로 구축되어 있지만 지적도면은 2차원 도면으로 구축되어 있으며, 서로 공유되어 있지 못하고 있다. 하지만 국가지리정보체계의 모든 분야들은 유기적으로 연결되어 있기 때문에 서로 호환 및 활용이 가능하다. 현재 지적관련의 토지정보체계는 2차원에 국한되어 구축되고 있지만 지리정보체계의 연계를 통하여 3차원의 토지정보체계의 구축 및 활용이 가능하며, 이로 인한

효과는 극대화될 것으로 생각된다. 현재 토지정보체계에 관한 연구는 국가경쟁력을 위한 토지관리모형의 개발(이범관, 1998), 지적행정을 효율화를 위한 벡터방식의 지적도면 관리체계 개발(박항규, 2000), 토지정보 시스템에 의한 지적데이터베이스 구축방안(이민석, 1995), 국가지리정보시스템을 위한 LIS 구축현황과 발전방향(이성화, 2000), 토지정보관리제도 개선방안(이기환, 2000), DEM을 이용한 3차원 GIS 제공(양승태, 2000) 등 2차원에 대한 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 따라서 앞으로 지적도면과 다른 수치지형도와의 연결을 위한 연구가 많이 이루어져야 하며 수치도면들의 연결을 통하여 3차원 지적정보의 구축 및 분석에 대한 연구를 통한 보다 효율적인 토지정보시스템의 구축이 이루어져야 할 것이다.

1. 연구방법 및 범위

본 연구를 통하여 제시하고자 하는 것은 국가지리정보체계구축과 연결하여 3차원 토지정보체계의 필요성과 효율성을 강조하기 위한 것이다. 따라서, 본 연구의 범위를 정할 때 현재 구축되어 있는 지적도가 가지고 있는 불부합의 단점과 지적도관리의 원론적인 문제점을 해결에 대한 기존과제는 배제한 상태에서 앞으로 국가지리정보체계구축과 토지정보체계의 원활한 활용에 중점을 두고 논문을 작성하였다. 본 연구를 수행하기 위해서 연구범위는 부산광역시 동래구 온천1동 금강공원 주변일대

를 모델지역으로 선정하였다. 1:1,000의 수치지형도는 국립지리원에 의뢰하여 구입하고, 1:1,200의 수치지적도는 CAD Overlay, AutoCAD Map 소프트웨어를 이용하여 구축한 다음, 3차원 토지정보구축에 따른 효율성에 국한하여 본 논문을 작성하였다. 보다 현실적인 논문제작을 위해 연구방법은 지적전산관리 및 토지정보체계의 구축을 위해 토지거래, 외국인토지, 개발부담금, 부동산중개업, 공시지가 등 건설교통부에서 구축중에 있는 데이터베이스를 기본으로 구축하였고, 3차원 토지정보의 구축을 위해 경사도분석결과, 향분석, 가사권 분석, 3차원 수치표고모형정보의 데이터베이스를 구축하여 본 연구를 수행하였다.

본 연구를 수행하기 위해서 토지정보구축은 ArcInfo ver8.0, ArcView 3.2a, Spatial Analyst, 3D Analyst의 GIS S/W를 활용하였다. 그림 1은 본 연구에서의 전체적인 연구 흐름도를 보여준다.

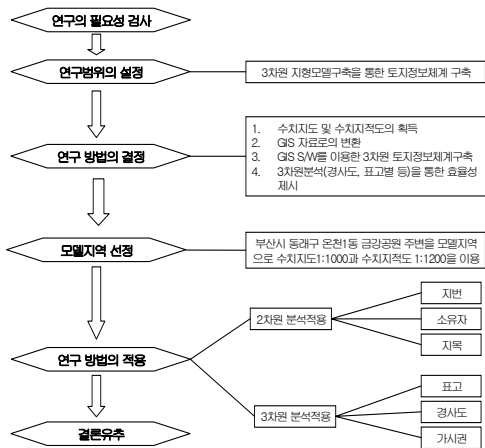


FIGURE.1 Flow diagram of research

2. 적용모델지역

본 논문의 연구지역은 부산시 동래구 온천동 지역으로 하였으며, 이 지역으로 선택한 이유는 3차원으로의 표현효과를 높이기 위해 어

는 정도의 등고선이 있는 지역을 선정하기 위해 금강공원을 포함하는 지역을 연구지역으로 선정하였으며, 국가기반의 지리정보체계에서 현재 활용하고 있는 수치지형도와 수치지적도를 활용하였다. 그림 2와 3은 모델지역의 1:1,000의 수치지도와 1:1,200의 수치지적도를 보여준다.

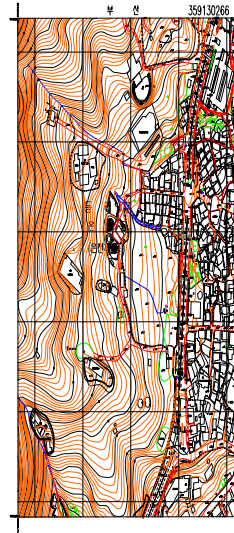


FIGURE 2. 1:1,000 digital map of study area

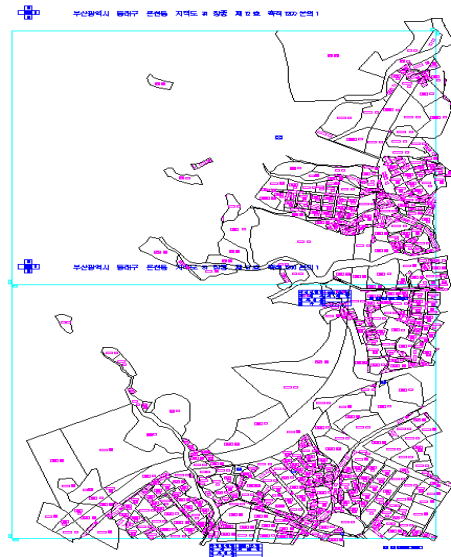


FIGURE 3. 1:1,200 digital cadastral map of study area

3차원 토지정보체계 구축 및 실현

1. 토지정보의 데이터베이스 구축

토지정보의 데이터베이스는 크게 도면정보와 속성정보로 나눌 수 있다. 현재 구축중인 토지정보관리체계의 경우 도면정보로는 수치지형도를 구조화 편집한 도면과 수치지적도를 신축 보정접합한 연속지적도와 지형기준보정을 한 편집지적도, 도시계획도를 입력, 편집한 연속주제도와 지형기준보정을 한 편집주제도 등이 있다. 속성자료로는 임야대장과 토지대장 등의 대장정보와 여러 가지 관련 법률자료 등이 있다. 본 논문에서는 도면정보로는 축척 1:1,000의 수치지형도와 1:1,200의 수치지적도를 사용하였고, 속성자료는 대장의 기본적인 자료와 토지이용계획 확인원의 사항을 속성정보로 사용을 하였다, 각 데이터베이스간의 연결은 지번을 이용하였다. 지번은 필지단위로 부여되는 고유번호로서 각 필지마다 다르므로 주키로 사용이 가능하였다. 표 1은 본 논문에서 구축한 속성정보의 종류와 필드명을 보여주고 있다.

TABLE1. Field of database

종 류	필 드 명
토지 대장, 임야 대장	토지소재, 지번, 축척, 지목, 면적과 소유권과 관련된 사항인 소유자 주소, 성명, 주민등록번호, 토지등급
토지 이용 계획 확인서	지번, 국토이용상의 용도지역, 용도지구, 개발계획 수립여부와 도시계획상의 용도지역, 용도지구, 도시계획시설, 도시계획사업, 구역, 군사시설, 농지, 산림, 자연공원, 수도, 하천, 문화재, 전원개발, 토지거래, 기타
등기부	지번, 소유자 주소, 소유자 성명, 토지소재, 지목, 면적, 권리관계

2. 2차원 토지정보체계의 자료 구축

본 연구에서는 3차원의 수치도면들을 이용하여 2차원 및 3차원 수치지적도를 제작하여

통합관리시스템을 구축하였다. 수치지형도와 수치지적도를 중첩 및 지리정보자료로의 변환, 그리고 지리분석을 위하여 지리정보체계용 S/W를 활용하였다. 그림 4는 연구지역의 수치지형도와 수치지적도를 ArcView를 이용하여 중첩시킨 것이다.

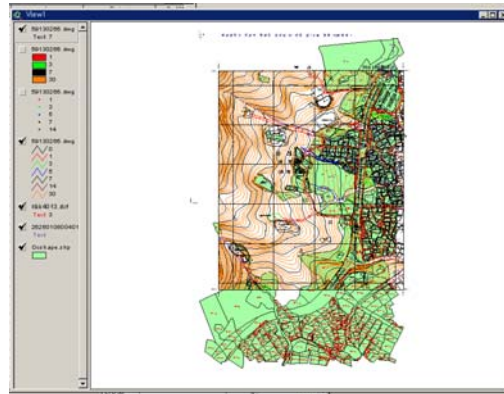


FIGURE 4. Overlay of digital map and digital cadastral map in study area

연구지역으로 활용한 수치지적도는 폴리라인으로 되어있었고, 지리정보자료로 구축되어있지 않은 상태이기 때문에 지리정보체계에 활용하기 위해서는 지리정보자료를 변환시켜 주어야 한다. 본 연구에서는 ArcInfo를 이용하여 지리정보자료가 가지고 있는 위상관계를 형성하였다. 그림 5는 ArcInfo를 이용하여 위상관계를 형성하여 수정한 것을 보여 주고 있다.



FIGURE 5. Building of topology using ArcInfo

구축된 지리정보자료의 3차원 지형모델의 구축 및 분석을 위해 ArcView 지리정보체계 S/W를 활용하였다. 또한, 속성정보는 ArcView를 이용하여 각 필지를 확인하면서 지번을 입력하였다. 그림 6은 지번을 입력하는 과정을 보여주고 있다. 각각의 지번을 키아이템으로 활용하고, 나머지 속성정보인 소유자 이름, 주소, 주민등록번호, 토지등급등을 추가로 입력하였다. 이렇게 속성정보 입력이 끝나면 2차원적인 검색이 가능하였다. 그림 7은 지목이 ‘대’인 지번만을 보여주고 있다.

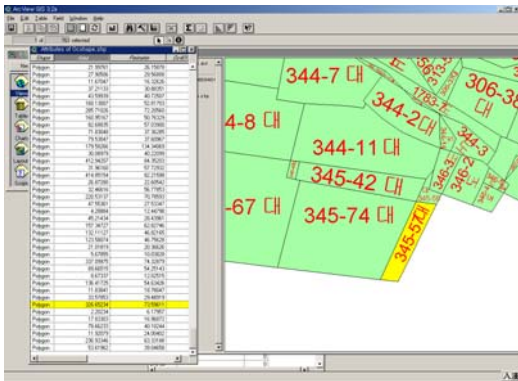


FIGURE 6. Proceeding of Input of land number using ArcView

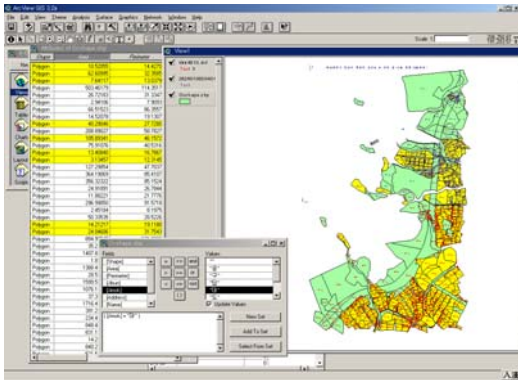


FIGURE 7. Search of land classification ‘대’ with ArcView

속성정보에 의한 분석을 수행하여 보다 신속하게 토지정보를 처리 할 수 있어 많은 시

간을 단축시킬수 있었다. 그리고 지목별, 지번별, 소유자별, 속성정보를 이용한 분석은 2차원 토지정보분석에서 가장 중요한 부분이다.

3. 3차원 토지정보체계 구축

본 연구에서 3차원 토지정보체계 구축은 지형도상의 등고선의 높이값을 가지고 불규칙삼각망으로 구성하였다. 3차원 지형모델 구축에 사용되는 보간 알고리즘은 주어진 고도점들의 집합에 의해 표면을 재건하는 규칙들을 다루게 된다. 보간 알고리즘의 목적은 이산된 점들을 보간기법에 의해 연속된 표면들에 결합시키는 것이다. 기본적으로 주어진 기준점을 이용하여 미리 정의된 위치에서의 고도를 찾는다. 2차원이나 3차원 보간법을 수치지형자료에 적용하는데 2차원 보간법이 윤곽선과 같은 매끄러운 선을 유도하는데 사용되는 반면, 3차원 보간법은 지형의 표면을 묘사하는데 사용된다.

격자와 불규칙삼각망 수치고도모형은 컴퓨터를 통해 수치적으로 표면을 표현하는데는 두 가지 방법이 일반적으로 사용된다. 격자형 수치표고모형은 고도만으로 구성되어 있으며, 밝기값(gray value)으로 고도를 나타낼 수 있는 수치영상처럼 저장된다. 격자형 자료는 불연속선은 격자로 표현하기 어렵다. 불규칙적인 삼각망 수치표고모형은 삼각형으로 연결된 3차원 점들의 불규칙한 점들로 구성되어 지형을 표현한다. 이 방식에서 사용되는 삼각형의 꼭지점은 기준점이며, 표면의 특징적인 위치들에서 수집된다.

격자형방식과 불규칙삼각망을 이용하는 방식 모두 장단점을 가지고 있는데, 이들은 불연속선의 통합, 컴퓨터에서의 처리속도, 표면에 적용될 수 있는 부드러움의 정도 등이다. 그림 8은 격자형과 불규칙삼각망의 원리를 표현한 것이다.

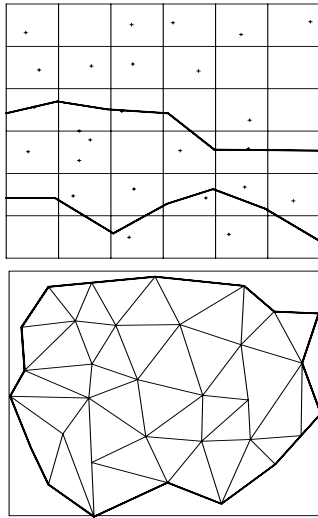


FIGURE 8. Comparison of grid algorithm with TIN

본 논문에서는 토지정보를 보다 효율적으로 관리하기 위해 3차원 지형모델로 구축하여 2차원 토지분석에서 수행할 수 없는 경사도분석, 표고분석 등을 활용한 지점 선정, 최적지 선정 등 보다 합리적인 의사결정모형을 구축하였다. 그림 9는 3차원으로 지적정보를 구축하는 과정을 보여준다.



FIGURE 9. Flow chart to construct 3 dimensional land information

3차원 지형을 만들기 위해서는 수치지적도에는 표고값이 없기 때문에 국립지리원에서

만든 1:1,000의 수치지형도의 등고선을 이용하였으며, 3차원 지형모델을 구축하기 위해 ArcView 3D Analyst 프로그램을 이용하였다. 그림 10은 1:1,000 수치지형도를 이용하여 3차원으로 표현한 것이다. 3차원 지형모델을 이용한 3차원 분석과 3차원적인 시각적인 효과를 높이기 위해 수직 과감함을 1.5배 정도 주었다.

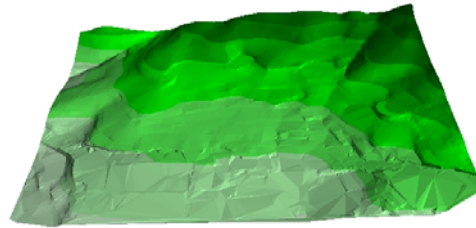


FIGURE 10. Showing 3 dimension picture with a contour line of digital map

3차원 토지정보체계의 활용

2차원 지리정보와 3차원 지리정보를 통합 관리하기 위해 2차원 수치지적도를 중첩하여 관리할 수 있도록 처리하였다. 그림 11은 3차원 지형모델위에 2차원 수치지적도를 중첩시킨 모습을 나타낸 것으로 각 지목별로 나타낸 것이며, 각 지목별 분포와 실제지형등의 현상 등을 파악할 수 있고, 각 필지별의 주변상황 등의 파악이 가능하도록 토지정보체계를 구축하였다.

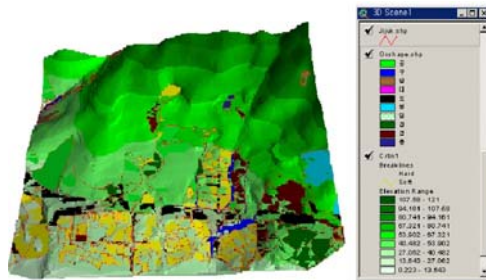


FIGURE11. Picture of overlaying digital cadastral map above 3-dimensional terrain

그림 12는 지번이 '270-2'인 곳을 검색 수행한 것을 나타낸다. 그림 12에서 처럼 필지

주변의 지형정보파악을 쉽게 할 수 있었다.

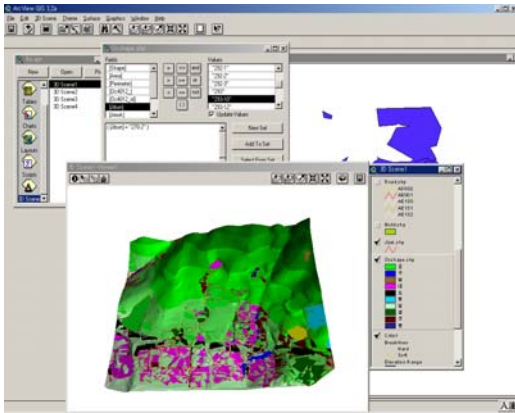


FIGURE 12. Land classification '270-2'

또한 3차원에서 할 수 있는 분석인 경사도 분석, 향 분석, 가시권 분석도 가능하였다. 그림 13은 연구지역의 3차원 경사도 분석결과를 보여주고 있고, 그림 14는 연구지역의 3차원 향분석 결과를 보여주고 있다. 그림 15는 지번이 '296-5'인 지역에서 가시권 분석의 결과를 보여주고 있다.

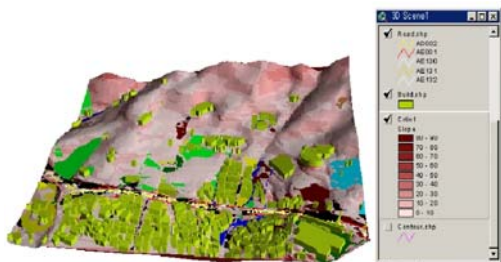


FIGURE 13. Analysis on 3-dimension slope of study area

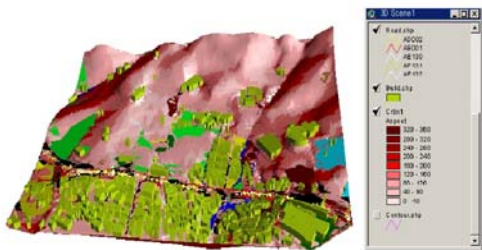


FIGURE 14. 3-dimension aspect of study area

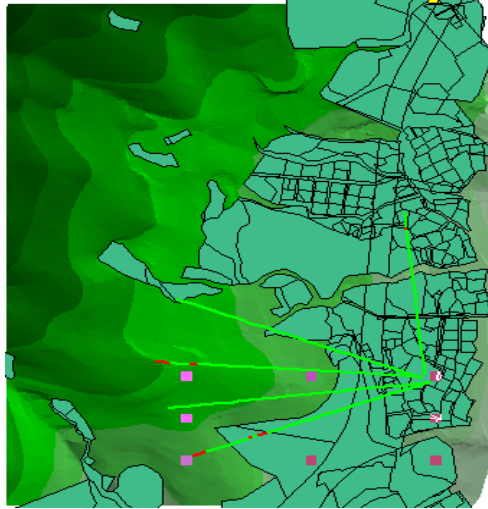


FIGURE 15. Result on analyzing visible area of land classification '296-4'

이와 같이 최적지분석이나 3차원 입체분석이 가능하였다. 우선 질의를 위해 기존의 3차원 TIN을 grid로 변환하여 ArcView의 Spatial Analyst를 이용하여 적지분석을 하였다. 첫 번째로 고도가 30m 이하인 지역을 검색하였다. 그림 16은 고도가 30m 이하인 지역의 검색결과를 보여주고 있다.



FIGURE 16. Result on analyzing area lower than elevation 30m

두 번째는 경사도가 10%이하인 지역을 검색하였다.

그림 17은 고도가 10%이하인 지역을 보여주고 있다.

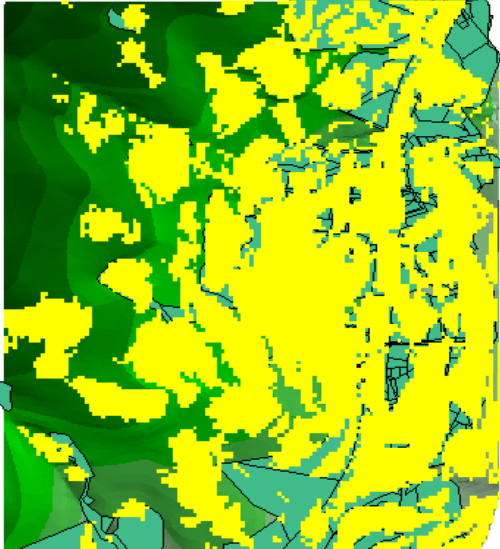


FIGURE 17. Result on analyzing region less than slope 10%

이와 같이 고도가 30m이하이고 경사가 10%이하이면서 지목이 '대'인 곳의 적지분석을 하였다(그림 18).

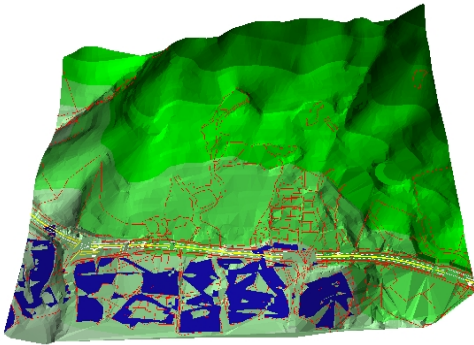


FIGURE 18. Result on analyzing region lower than elevation 30m and less than slope 10% and land classification

따라서 적지분석이 가능하여 앞으로 민원

인들의 요구상황에 맞는 분석이 가능하고, 국토의 효율적인 관리와 토지정책이 이루어질 것으로 예상되어진다.

또한, 본 연구에서는 각 지번들에 있는 건물들을 추가하여 3차원적인 시각적인 효과를 추가하였다. 그림 19는 건물과 도로를 추가한 그림을 보여주고 있다. 그림 19와 같이 건물들과 도로들을 추가함으로써 각 필지에 대한 시각적인 정보효과를 높일 수 있었다. 이렇게 3차원적인 가시효과로 민원들에게 확실한 필지 주변의 정보들을 제공할 수 있으며, 각종 도시계획등과 건축물 관리 및 불법 점용과 지목별 현황등을 보다 가시적으로 효과적으로 판단이 가능할 것으로 판단된다.

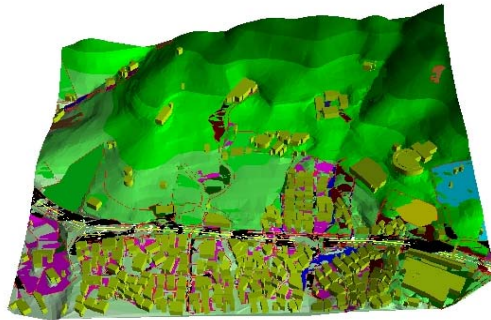


FIGURE 19. Picture of overlaying 3-dimension digital map, digital cadastral map, building and road

비교고찰 및 결론

본 연구를 통하여 제시하고자 하는 것은 국가지리정보체계구축과 연결하여 3차원 토지정보체계의 필요성과 효율성을 강조하기 위한 것이다. 현재 구축되어 있는 지적도가 가지고 있는 불부합의 단점과 지적도관리의 원론적인 문제점을 해결에 대한 기존과제는 배제한 상태에서 앞으로 국가지리정보체계구축과 토지정보체계의 원활한 활용에 중점을 두고 논문을 작성하였다. 본 연구를 통하여 현재 민원접수를 통한 지적도발급 및 지적도관리민원업무

등 민원업무를 담당하고 있는 각 구청 및 관공서의 업무효율성을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구를 수행하면서 느꼈던 각 구청업무의 문제점을 보면 국가 기관별 토지정보에 대한 민원업무 처리시간이 많이 소요되고 있었으며, 지적에 관련된 업무는 특정인을 제외하고는 많은 부분이 개방되지 않은 상태였다. 그리고, 2차원 토지정보에서 가지고 있는 평면적인 정보의 한계점을 많이 느꼈으며, 또한, 국가지리정보체계구축에 있어서 토지정보체계와 다른 정보체계와의 연계성이 부족하였다. 그리고, 토지정보의 서비스가 자신의 필지주위의 제한된 부분과 문서위주의 서비스가 이루어지고 있었다.

또한, 현재 구축되어 있는 수치지형도는 국립지리원을 통하여 구입가능 하였지만 수치지적도의 경우에는 일반인에게 공개하지 않아서 자료획득에 많은 시간을 소모하였다.

지적분야에 있어서 불규칙 삼각망알고리즘을 이용한 3차원 토지정보체계 구축에 관한 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 토지정보체계구축을 통한 지목별, 소유자별, 지번별 등 속성정보에 의한 효율적인 2차원 분석으로 각종 민원서류 발급의 시간을 단축시킬 수 있었다. 둘째, 경사도 분석, 표고 분석등을 이용한 3차원 분석이 가능하여 보다 입체적이고 효율적인 토지정보관리가 가능하였다. 셋째, 대민서비스 향상을 언제 어디서나 민원서류를 신청하고 발급이 가능하며, 민원의 처리절차 간소화 및 첨부서류 대폭 축소가 기대되며, 정확하고 알기 쉬운 민원정보 제공과 민원서류 발급을 위한 시간, 거리의 획기적 단축이 가능하리라 사료된다.

그리고, 정보구축으로 지식정보사회에서 지방자치단체의 정보 인프라가 구축이 가능하고, 행정 신뢰성 향상으로 정확한 자료를 신속하게 제공할 수 있어 합리적 의사결정이 가능할 것으로 사료된다. **KAGIS**

참고문헌

- 김달열, 강성길, 장찬호. 1999. 필지단위의 응용적 토지이용정보체계의 구축. '99 한국지리정보학회 추계학술논문발표대회. 85-94쪽.
- 구자훈. 2000. 수치지형도를 활용한 계획분석 구역별 토지이용정보시스템 구축 방안 - 포항시 사례지역을 중심으로 -. 한국지리정보학회지 3(3):77-89.
- 국토연구원. 2000. 토지관리데이터베이스구축 지침(안).
- 건설교통부, 국토연구원, SK씨앤씨. 2000. 토지정보관리체계 구축사업 보고. 건설교통부.
- 박항규. 2000. 지적행정을 효율화를 위한 벡터 방식의 지적도면 관리체계 개발. 부산대학교 산업대학원 석사학위논문.
- 송인성 외편. 2000. 지리정보분석기법. 문운당. 서울.
- 이기환. 2000. 토지정보관리제도 개선방안에 관한 연구. 전남대학교 대학원 석사학위논문.
- 이민석. 1995. 토지정보 시스템에 의한 지적데이터베이스 구축방안 연구. 숭실대학교 석사학위논문.
- 이범관. 1998. 국가경쟁력을 위한 토지관리모형의 개발에 관한 연구. 한국지역사회개발학회지 23(1):152-156.
- 이성화. 2000. 국가지리정보시스템을 위한 LIS 구축현황과 발전방향에 관한 연구. 대구대학교 대학원 박사학위논문.
- 양승태. 2000. DEM을 이용한 3차원 GIS 제공에 관한 연구. 부산대학교 산업대학원 석사학위논문.
- 장용구, 강호윤, 김상석, 강인준. 2001. 지적분야에 있어서 불규칙삼각망알고리즘을 이용한 3차원토지정보체계구축. 제3차 한국지리정보학회 한일 GIS 국제 공동세미나 및 2001 추계학술논문 발표대회. 209-215쪽.
- 토지관리정보체계 홈페이지. <http://lmis.moct.go.kr/lmis2001/>.

Andersson. S. 1987. The Swedish Land Data Bank. International Journal of Geographical Information Systems. 1:253-263.

CADLAND. 1996. Introduction to ArcView GIS.

Degerstedt K. and H. Mueller. 2000. Development of Swedish and German Land Information Systems. Zeitschrift fuer die Vermessung. pp.38-47.

Eichhorn. G. 1978. Final Discussion at Symposium. T.U.D. pp661~665.

ESRI. 1998. ArcView GIS 3D Analyst Extension.

KAGIS