

수치지도와 지형정보를 이용한 VGIS구축에 관한 연구 Construction of VGIS Using Digital Map and GIS

강인준*·최 현**·박창하***

Kang, In Joon · Choi, Hyun · Park, Chang Ha

要 旨

본 연구는 수치지도와 VGIS를 이용한 3차원지도 제작방법에 관한 연구이다. 기존의 GIS는 2차원이기 때문에 고해상도에 대한 상호관계에 대하여서는 평가를 할 수가 없었다. 현재 지형공간정보시스템은 공간적 지형자료입에도 불구하고 수치지도 및 지형도, 지질도, 토양도, 지적도, 지하시설물도등이 대부분 부호로 표시되는 2차원 지도로 나타내기 때문에 주요 의사결정 때 오차가 많이 발생하고 있다. 수치지도 역시 주요지형에 대한 등고선, 수치, 점등의 표시가 되어있기 때문에 3차원표현이 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 수치지도를 3차원화하여 가시화 시킨다면 도시계획, 입안 교통 및 환경영향 평가 등 각종 의사결정에 있어 보다 시각적 효과를 증진시켜 효율적인 의사결정이 가능할 것으로 판단된다.

ABSTRACT

This paper present to how to make VGIS(Virtual Geographic Information System) using GIS and digital map. Because the development of the GIS has been 2-dimension in the last few years, viewpoint of the high-resolution image estimate was difficult. The geo-spatial information system has lots of errors in the policy decision and the principal decision making because it was displayed as 2 dimension map that the digital map and topographical map, geological map, agronomical map, cadastral map and underground facility map are expressed as a symbol practically in spite that it is spatial topography data. It is utilized as effective administration analyzing, all kinds of discussion, transportation and environmental effect evaluation, various kinds of building discussion and policy decision through researching the present condition of region as 3 dimension map using digital map and GIS when drafting and deciding all kinds of urban planning so it is considered that errors of policy decision will be minimized.

1. 서 론

컴퓨터 하드웨어의 성능향상과 저가화로 인하여 지형공간정보, 3차원그래픽, 캐드, 가상현실분야에 대한 적용이 활발히 이루어지고 있다. 측량학의 발전을 3세대로 나누면 먼저 1세대 측량은 측량기구를 이용하여 지형 및 지상구조물의 특성값을 측량하는 것과 기계적 사진측량학으로 정의 할 수 있다. 2세대 측량은 광학기구를 이용한 사진측량과 컴퓨터를 이용한 GIS분야에 대한 것으로 나눌 수가 있다. 마지막으로 3세대측량은 원격탐사, 위성측량 및 3차원지형공간정보 또는 VGIS(Virtual

Geographic Information System)라는 신학문의 등장이라고 할 수 있다. 최근에는 컴퓨터 하드웨어의 발달로 VGIS분야가 급속히 발전하고 있다. VGIS란 자료의 시각화(Data Visualization)의 한 분야로서 3차원으로 구현된 복잡한 지형을 고해상도 Display 상에서 사용자 질의에 의한 상호작용을 가능하게 하는 실시간 지형정보 시각분야를 말한다(David Koller *et al.*, 1995). 현재까지의 연구분야로는 View-Independent 방식과 LOD(Level of Detail)를 이용한 부분적인 공간자료의 지형자료처리와 모델링을 중심으로 이루어지고 있으며, 차후 종합적인 GTD(Global Terrain Data)의 구축에 그 목적을 두고 연구가 이루어지고 있다(David Koller *et al.*, 1995; 김성철등 1997). VGIS를 이용한 연구로는 가상현실(Virtual Reality)을 위한 교통 환경 시뮬레이션 시스템을 개발하여 3차원 주행시뮬레이션, 경관 설계평가에 대한 유용성

*부산대학교 토목공학과 교수

**부산대학교 토목공학과 박사과정

***울산과학기술대학 토목학과 겸임교수

의 실증에 관하여 연구가 진행되었다(Toshimitse Mukah, 1998). Gert Van Maren은 공간데이터를 위한 가상현실을 이용하여 3차원 지형공간정보체계를 좀더 사용하기 쉽게 만들었으며, 원격탐사자료를 이용한 3차원표현기법을 적용하여 실질적이고 본질적인 자료표현에 관해서 연구하였다(Walter Di Carlo, 1999). 국내에서의 지형공간정보의 연구는 인터넷 GIS에 대한 연구가 일부 이루어지고 있으며(강인준 등, 1999 ; 김성우 등, 1999), 가상현실이라는 새로운 분야에 대한 관심이 급증하면서 3차원 시각정보의 자동추출 및 실감 표현기술 개발이나, 인터넷환경 하에서의 3차원 지형분석 모듈개발 등 연구가 진행되었다(정연구, 1997; 안충현, 1998). 김성철(1995)은 3차원 지형 모델링을 이용한 지형분석 모듈 개발에 관한 연구를 실시하여 3차원 지형정보시스템에서 지형 모델링을 이용하여 여러가지 응용분야에 사용되는 지형분석의 기본적인 이론을 제시하고, 기본 이론을 바탕으로 지형분석 모듈을 개발하였는데, DEM을 사용하여 지형을 모델링 하였으며, 3차원 지형모델링을 바탕으로 경사각, 질토량, 성토량, 저수량, watershed를 계산할 수 있는 개별적인 모듈을 개발하였다. 그리고, GIS를 이용한 3차원 분석은 고도, 온도 같은 연속적인 자료를 이용하여 격자와 불규칙 삼각망의 공간모델을 이용하여 점의 고도, 프로파일, 고도, 가시권, 경사도 등을 구할 수 있다. 강인준(2001)등은 3차원 지형공간정보를 이용한 도로 시뮬레이션 기법에서 기존의 방식을 벗어난 3차원 지형공간정보 구축에 대한 가능성과 필요성을 제시하였다.

본 연구는 수치지도와 지형정보를 이용한 VGIS구축에 관한 연구로서 VGIS라는 새로운 영역의 학문을 소개하였다. 수치지도와 지형정보를 이용한 VGIS를 구축하여 현실에 존재하는 모든 지역을 3차원으로 좀 더 구체화시켜 사용자에게 실질적인 정보 환경을 제공하고자 한다. 또한 단순한 3차원 시뮬레이션을 벗어나서 VGIS의 구축으로 도심지의 3차원 가상비행시뮬레이션의 구축이 가능하게 하여 기존의 각종 의사결정에 있어 보다 시각적 효과를 증진시켜 효율적인 의사결정의 가능성을 검토하고자 한다.

2. 가상현실

가상현실이란 실제환경과 유사하게 만들어진 컴퓨터 모델속에 들어가서 시각, 청각, 촉각과 같은 감각을 이용

하여 제한된 공간내에서 실세계와 비슷한 환경을 경험하고 대화식으로 정보를 공유하는 것이다(강인준 등 2001). 가상현실은 Video place 개념을 창안한 1960년대에 Myron Kreuger박사에 의해 가상환경(Virtual Environment)라는 개념이 도입되면서 시작되고 있으며 미국 VPL Research의 Jarrow Lanier에 가상현실이라는 용어로 다시 정리되었다. 그후 인공지능, 컴퓨터 그래픽 분야에서 이에 대한 연구가 진행되었다. 최근의 멀티미디어의 기술은 가상현실의 극히 초보적인 개념이라 정의할 수 있다. 현재 연구되고 있는 가상현실에는 몰입형 가상현실과 데스크탑 가상현실로 대별할 수가 있다.

2.1 몰입형 가상현실

몰입형 가상현실(IVR : Immersive Virture Reality)이란 몰입감을 높이기 위해 특수한 장비(데이터글러브, HMD 등)를 사용한 가상현실 시스템을 말한다. 몰입형 가상현실은 인간의 감각을 감지하는 센서들과 가상 환경을 시뮬레이트해 주는 기계들로 구성된다. 몰입형 시스템의 장점은 글자 그대로 가상 세계로의 몰입감이 크다는 점, 즉 외부 세계와 차단된 형태로 가상현실의 세계를 경험할 수 있다는 것이다. HMD(Head-Mounted Display)는 가상현실의 컴퓨터 영상을 보여주는 머리에 쓰는 식의 기구를 총칭하는 것이다. 주로 CRT와 LCD가 많이 쓰이지만 해상도와 안정성 등이 만족할 만한 것이 못되고, 이것을 제어하는 컴퓨팅 파워도 아직까지 많이 부족하다. 청각의 경우는 다른 감각에 비해 연구가 진전된 분야로 현재 기술로도 3차원의 소리를 느낄 수 있게 해준다. 촉각의 분야는 바디 슈트(Body Suit)라는 특수한 의복을 통해 감각을 제어함으로써 가상현실감을 체험하는 방법을 쓰지만 아직 만족할 만한 수준은 아니며, 시각과 더불어 개발의 핵심이 되는 감각 부분이다. 촉각과 미각은 아직까지 체계화되어 실용화된 기술이 없으며, 복합적인 감각이기 때문에 연구가 더욱 힘든 실정이며, 일반 사용자들에게는 몰입 형태의 가상현실 시스템은 높은 가격과 기술 수준의 미달로 현재는 부담스러운 상황이다.

2.2 데스크탑 가상현실

데스크탑 가상현실(DVR : Desktop Virture Reality)이란 PC상에서 가상현실을 구현하는 것을 말한다. 이 경우는 PC용 가상현실 저작도구로 만든 3차원 입체 그래픽과 간단한 고글(Goggle, 안경 형식의 장치)로써 구현이

가능해 가격이 저렴하다는 장점이 있지만 몰입감이 적다. PC용 가상현실 소프트웨어를 판매하는 업체로는 미국의 Domark Software, Virtus, VREAM, Sense 8, Intergraph 등이 있으며, 영국의 Dimension International, Virtual Reality Laboratories 등이 있다. 데스크탑 가상현실은 몰입형 가상현실에 비하여 저렴한 가격과 사용의 편리성 때문에 앞으로 많은 발전이 있을 것으로 예상된다. 특히, 3차원 게임들은 이미지적인 요소를 강조한 가상현실의 초보적인 형태라고 말할 수가 있다.

3. VGIS 자료구축

3.1 연구대상지역 선정

VGIS구축의 최적대상지는 VRLM 및 인터넷GIS와의 연계를 고려하여 유동인구가 많은 도심지나 관광특구지역에 적절하기 때문에 부산광역시 해운대해수욕장을 중심으로 VGIS자료구축을 실시하였다.

3.2 자료입력

가상현실은 3차원 지형공간정보(VGIS; 3DGIS)발전의 초석이라 할 수 있다. 그러나, 입력자료의 한계, 작업의 복잡성 등으로 인하여 공간설정에 대한 제한을 받는다는 문제점이 발생한다. 이러한 공간설정의 문제는 하드웨어의 발달로 인하여 어느 정도 해결되었다. 또한 지형공간정보체계의 자료는 공간자료의 이용을 위한 점, 선, 면 형태의 도형정보와 속성정보로 구성되기 때문에 자료의 절점수를 최소화하는 것이 중요하다. 먼저 도형정보는 공간적 해석이 가능하도록 대상물에 절대적 혹은 상대적 위치를 부여하는 것으로 화면에 실시간으로 시각화가 가능하다. 속성정보는 대상물의 자연, 인문, 사회, 행정, 경제 및 환경적 특징을 나타내는 정보로서 일반적으로 데이터베이스 구성에 중점을 두고 있으며 2차원 지형공간정보에서는 이미 이러한 정보제공을 하고 있다. 속성정보는 도형정보와 연계되어만 효율적인 지형의 공간적 분석이 가능하다. 3차원 지형공간정보에서는 건물의 면적, 둘레, 높이등 간단한 속성정보를 입력함으로써 연구가 수행되어오고 있으나 초보적인 단계에 머물고 있다(Gert van Maren). 속성정보에 대한 자료구축에 대한 연구는 추후에 실시하기로 하고 본 연구에서는 3차원지도 구성을 위한 기초적인 연구를 실시하여 3차원 지형공간정보의 적용가능성에 대하여 연구하였다. 3차원 지형공간정

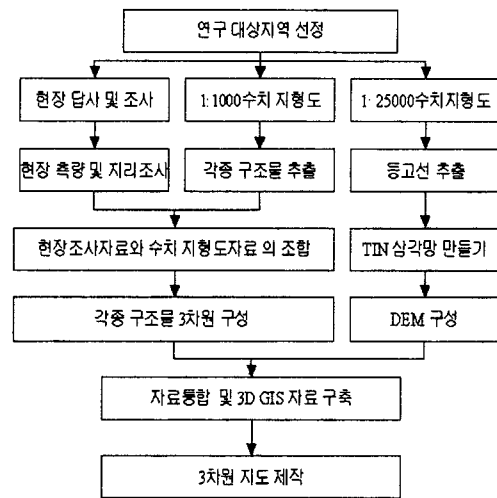


그림 1. 3차원지도 구성을 위한 자료구축방법

보를 구축하기 위해서는 기본적인 지형자료에 대한 정보가 필요하다. 지형자료의 획득에는 항공사진, 수치지도, 현장측량 등 여러 가지가 있으나 정확도에 따라서 자료 획득 비용이 많은 차이가 있다. 그렇기 때문에 중요지점 및 중요 건물에 대한 정보획득은 현장측량을 실시하여 자료를 구축하였고, 나머지는 종이지도를 이용하여 건물의 높이 정보를 획득하였다. 그리고, 지형특성이나 건물 정보에 대한 자료구축은 수치지도 및 항공사진을 이용하였다. 그림 1은 3차원 지형공간정보에 대한 자료구축에 대한 개요에 대하여 나타낸다.

3.3 지형표현을 위한 수치표고모델 형성

VGIS에서 도시 지역에 대한 3차원지도구축에 따른 선결 요건중의 하나가 지형기복에 대한 표현이다. 지형을 가장 정확하게 표현할 수 있는 방법중의 하나인 수치표고모델은 사용용도에 따라서 많은 추출법과 보간법이 있다. 수치표고모델의 이용분야는 수치지형도의 데이터베이스에 대한 표고 데이터의 저장, 도로설계의 절도와 성토 및 토목, 군사적인 측면에서의 엔지니어링 프로젝트, 3차원 지형표현과 경관설계 및 분석, 경사도, 최대경사와 방향 및 경사단면 등의 계산을 통하여 음영기복, 침투 및 강우 유출량의 계산 등이다. 이와 같은 다양한 응용분야에서 수치표고모델은 막대한 양의 데이터처리가 요구되므로 지형정보자료를 가장 효율적으로 획득하여야 하고, 가능한 한 최소의 표본점으로 구성되어야 하며, 값과 비교하여 충분히 높은 정확도로서 단시간에 처리할

수 있어야 한다. 또한 추출된 표본자료는 컴퓨터처리에 적합하여야 하므로 자료취득 및 추출과정은 수치표고모델의 정확도와 효율성에 많은 영향을 미치게 된다. 지형의 표면을 표현하는 정확한 3차원 좌표를 획득하는 것은 지형의 수치모델링 과정에서 가장 중요한 단계이며, 여러 가지 지법들을 사용하여 지형모델을 형성하게 된다. 지형에 대한 수치모델링은 측량하고자 하는 지역의 규모, 데이터의 요구되는 정확도, 모델로부터 추출하고자 하는 정보의 형태, 지형정보와 정보원, 자료구조, 컴퓨터 용량, 수량화 장치 등을 고려하여야 한다. 일반적으로 수치표고모델을 이용하는 지형정보에는 기하학적 형태에

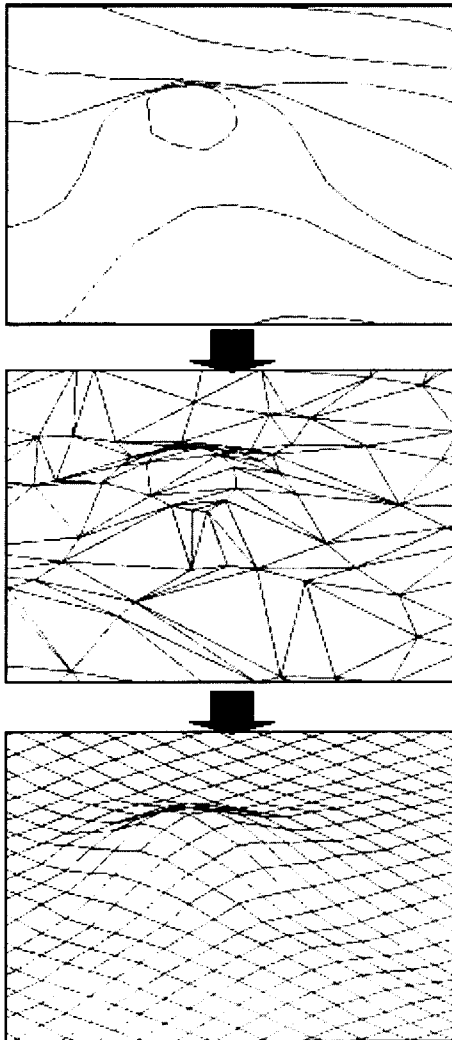


그림 2. 수치표고모델형성과정

관한 지반고, 지형분포, 사면방향, 등고선, 지성선, 유역 등이 있으며, 정성적인 데이터인 지질, 식생 등도 포함될 수 있다. 수치표고모델의 추출방법에는 수치사진, 수치지도, 현장측량방법등이 있는데, 본 연구에서는 수치지도로부터 불규칙삼각망을 형성하여 수치표고모델을 구성하였다. 불규칙 삼각망은 관측대상의 기준이 되는 기준점의 모서리를 이용하여 삼각형을 생성하고, 이웃하는 점들과 연결되어 삼각형의 한변을 이룬다. 표면은 각각의 작은 평면들로 구성된 다수의 삼각형이 연결되어 표현된다. 이렇게 형성된 불규칙 삼각망은 식 (3-1)을 이용하여 그림 2에서 보는 것과 같이 등고선 및 고도점에서부터 생성되어 수치 표고모델을 형성하게 된다.

$$H_{xy} = \frac{\sum_{k=1}^3 \left(\frac{H_k}{D_k^2} \right)}{\sum_{k=1}^3 \left(\frac{1}{D_k^2} \right)} \quad (3-1)$$

여기서 D_k :삼각형의 지점에서 격자중심까지거리

Z_k : 지점의 높이값

H_{xy} : 격자의 높이값

수치표고모델의 보간법은 최근린내삽법, 1차 중첩내삽법, 3차 중첩내삽법이 있는데(그림 3), 시간적 연속성의 증대와 내삽을 수행한 뒤 spectral data가 부드러워지는 경향을 보이는 3차 중첩내삽법을 이용하였다. 3차 중첩내삽법은 그림 4와 같이 sinc(x)곡선의 형태를 가지

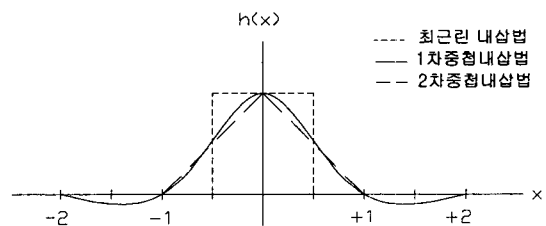


그림 3. 보간법에 따른 그래프형상

$$y = \text{sinc}(x) = \frac{\sin(\pi x)}{\pi x}$$

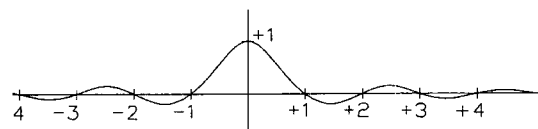


그림 4. sinc 곡선

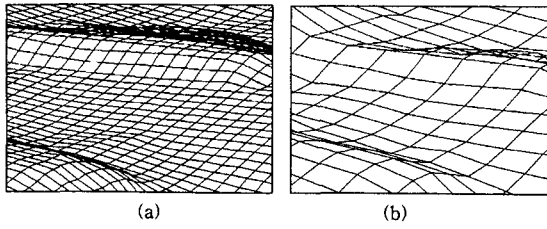


그림 5. 격자 크기에 따른 지형표현의 정밀도

는데 식 (3-2), (3-3), (3-4)와 같다(Paul R. wolf *et al.*, 2000).

$$f(x) = (a + 2)|x|^3 - (a + 3)|x|^2 + 1, 0 \leq |x| < 1 \quad (3-2)$$

$$f(x) = ax|x|^3 - 5ax|x|^2 + 8ax|x| - 4a, 1 \leq |x| < 2 \quad (3-3)$$

$$f(x) = 0, 2 \leq |x| \quad (3-4)$$

수치표고모델은 격자크기가 작으면 정밀을 도가 정확해지는 반면에 이를 계산 및 표현시간이 많이 걸린다. 그림 5의 (a)는 수치표고모델 격자간격이 10m, (b)는 30m일 때의 지형의 기록을 나타내고 있는데, (a)에서는 지형표현이 부드러운 반면 (b)에서는 지형표현이 비교적 거칠다는 것을 알 수가 있다. 3차원 시뮬레이션에서 지형의 표현을 위한 수치표고모델의 격자크기는 자료의 용량과 지형의 표현에 있어서 큰 영향을 미치기 때문에 적절한 격자크기를 선정하여야 한다.

본 논문에서의 격자크기는 연구대상지역의 범위와 Landsat TM위성영상의 격자 크기에 맞추어서 약 30m

해상도의 수치표고모델을 구성하였다. Landsat TM위성 영상은 연구대상지역의 배경인 산악지대의 표현을 위해서 이용하였다. Landsat TM위성영상의 좌표등록은 주요 지점에 14개의 지상기준점에서 오차를 점검하여 3개위 기준점을 제거하고 최종적으로 선택된 기준점은 11개의 GCP를 획득하였으며 좌표변환식은 2차변환식을 이용하였다. 좌표변환식의 RMSE 오차는 0.791로 나타났다. 그림 6은 지형표현을 위한 수치표고모델 형성의 단계 및 위성영상 텍스처작업 과정을 단계적으로 나타낸다.

3.3 3차원 구조물의 구성

3차원 구조물 구성을 위해서는 폴리곤이 형성되어야 하는데 3차원 물체의 각 모서리 점들을 포함하여야 한다. 현재로는 3차원 구조물의 장점들을 모두 지나는 GIS 자료를 구축하고 관리하기에는 여러 가지 문제점이 있으나, 지도 등의 평면도면으로부터 획득한 2차원의 요소에 높이값을 할당함으로써 3차원요소를 생성 해낼 수가 있게 된다. 이렇게 하면 아주 복잡한 모양의 건물요소를 생성하지는 못하지만 건물의 하단면과 상단면이 동일한 형태의 구조물의 형성이 가능하게되는데, 장점은 기존의 2차원 자료의 높이정보와 결합하여 3차원으로 가시화 하는데 쉽게 이용될 수가 있다. 이렇게 생성된 체적요소에서 노드의 단면, 회전, 확대/축소 기능을 이용하여 좀더 변형된 모양의 체적도 만들어 낼 수 있다. 3차원 구조물은 VRML 구축시 3차원 요소를 나타내는 방법과 같다.

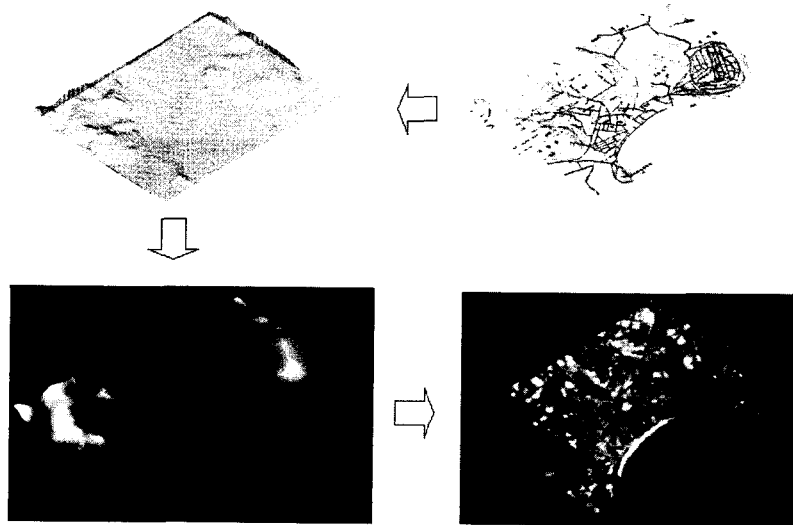


그림 6. 수치표고모델 형성 및 텍스처작업 과정

또한 3차원구조물의 생성에서 좀더 현실감을 부여하기 위해서 몇가지 방식을 생각할 수가 있는데, 가장 많이 이용되는 방식은 실제 구조물과 같은 색상과 유사한 색상을 사용하는 방식, 구조물의 특성을 가장 잘 나타내는

텍스처를 사용하는 방식등이 있는데 첫 번째 방식은 다소 단조로운 색상을 타나내지만 영상을 로딩하는데 시간이 적게 걸리는 장점이 있다. 두 번째 방식은 첫 번째 방식보다 훨씬 사실감있는 영상을 구축하지만 영상을 로딩 하는데 시간이 많이 걸린다. 그림 7은 연구대상지역의 3차원 와이어 프레임을 나타내며, 그림 8은 일반색을 이용한 그림이며 그림 9는 텍스처를 이용한 색상형성을 나타내고 있다.



그림 7. 연구대상지역의 3차원 와이어 프레임

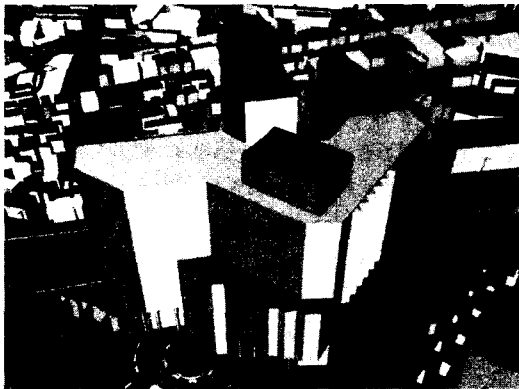


그림 8. 연구대상지역의 3차원 지도

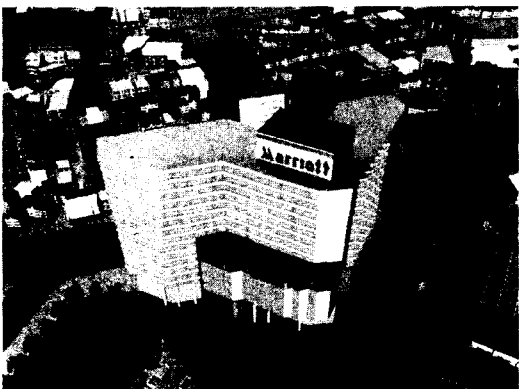


그림 9. 연구대상지역의 렌더링

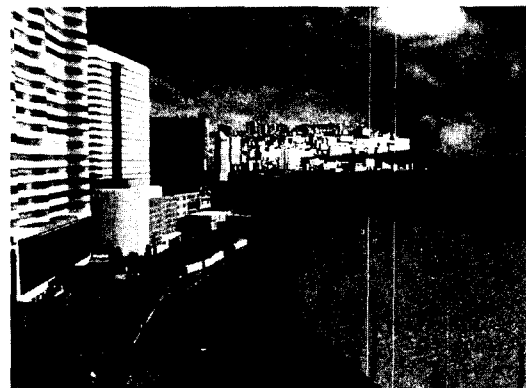


그림 10. 점 가시권 분석

4. 3차원 지형공간정보를 이용한 자료분석

4.1 3차원 가시권분석 및 경관분석

가시권분석은 시물레이션의 속도 향상 또는 임의의 지역에서 관찰할 수 있는 최대가시권을 분석하는 것이다. 가시권 분석방법은 관찰자의 위치와 지형모델의 종류에 따라 구분이 가능하다. 이러한 가시권분석에 대한 기존의 방식으로는 수치표고모델방식과 불규칙 삼각망에 따른 가시권분석방식이 가능하였으나, 이는 산악지역의 가시권분석만 가능하고 아주 초보적인 가시권분석이 가능하다. 따라서, 기존의 방식으로는 도심지에서의 가시권분석은 불가능하였다. 경관분석 및 가시권분석을 평가하는데 있어서 가장 좋은 방법은 현장에서 직접 평가하는 것이지만 실제 현장에서 직접 경관평가 방식은 시간적·경제적으로 많은 어려움이 있다. 그래서 기존의 방식에서 많이 이용되는 간접적인 경관분석방법은 현장에서 사진이나 슬라이드 혹은 스케치나 경관모형을 이용하는 경우가 많이 있다. 그러나 본 연구에서의 3차원 지도구축과

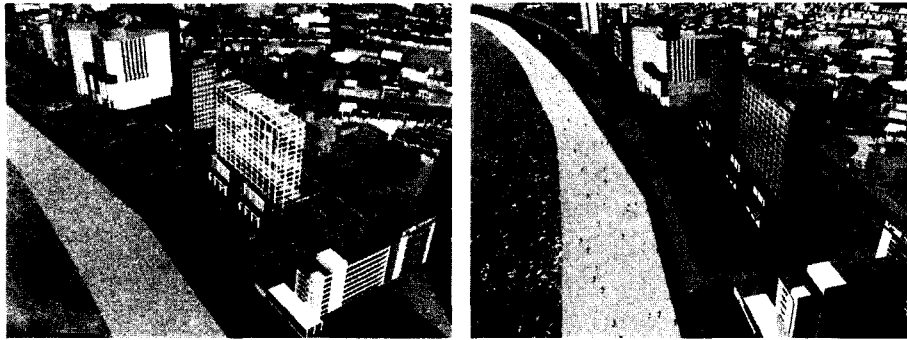


그림 11. 신축건물이 주위경관에 미치는 영향분석

VGIS의 활용으로 도심지에서의 가시권분석 및 경관분석이 가능하였다. 가시권분석은 점가시권, 선가시권, 지역가시권으로 대별되지만, 본 연구에서는 점가시권 대하여 분석을 실시하였다(그림 10). 경관분석은 인식대상의 주체, 구성요소, 개성적요소 및 시각적 요소에 따라 분류되는데 인식대상의 주체에 관한 분류에서는 자연경관, 인공경관 생태경관으로 다시 분류된다. 특히 인공경관은 인공요소를 가미한 경치와 인공요소만을 주체로 한 경치로 다시 2등분되는데, 경관평가를 규정하는 기본요인으로는 관점과 주시대상물의 위치관계에서 기인하는 요인과 시점의 배경관계에서 기인하는 요인으로 나눌 수가 있다. 이러한 경관분석에서 결정할 사항을 대략 정리하면 구조물의 위치와 구조물의 향상 및 크기를 결정하고 구조물을 조망하는 시점을 구성하여, 구조물의 형태·색채를 결정한다. 구조물의 색채는 주위경관과의 조화를 고려하여 여러 가지 후보색을 가지고 적절 색깔을 찾아야 하며, 지형 및 주변시설물과의 조화, 그리고 주변조경에 따라서 여러 가지 변수요소를 고려하여야 한다. 기존의 방식으로는 전술한 요소의 고려가 어려웠으나 3차원지도의 개념을 바탕으로 구성된 VGIS의 적용으로 건축물의 미관에 따른 환경영향을 실시간으로 표현이 가능하였다. 그림 11(a)에서는 구조물이 없지만 (b)에서는 구조물의 생성 뒤의 도시 설계 및 도시경관 분석을 실시한 결과 건축물을 신축하는 것이 주위 경관과 조화를 이루는 것을 알 수가 있었다.

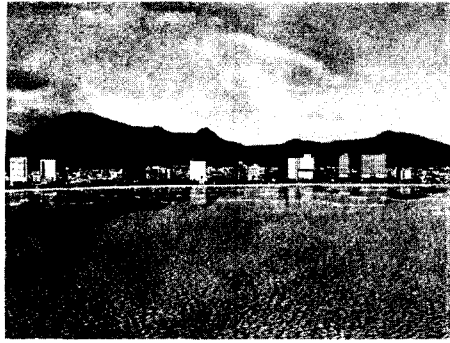
4.2 가상 비행

일반적으로 비행시물레이션의 비행경로는 조종사의 조종으로 결정되어진다. 어느 지형을 비행기를 이용하여 항

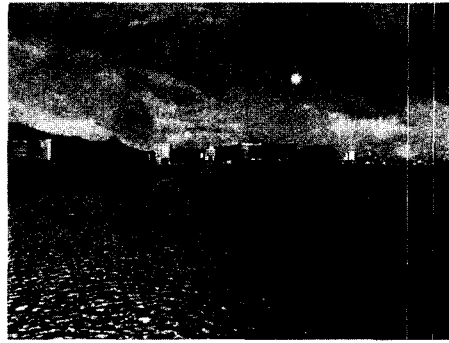
공에서 현황파악을 한다면 상당히 효율적이지만 이는 비용이 많이 드는 등 많은 문제점을 내포하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 여러회사에서 가상 비행정보를 제공하는 소프트웨어를 많이 개발하고 있다. 기존의 가상비행시물레이션은 수치표고모델상에 영상을 중첩시켜서 비행시물레이션을 실시하였기 때문에 실제지형의 기복정도는 파악이 가능하나 도심지와 같은 복잡한 지역에서는 대부분이 평면으로 처리되기 때문에 실제 지형과는 상이한 차이를 보이는 것이 현실이다. 이러한 이유로 인하여 현실감 있는 가상비행은 어려웠지만 VGIS의 구현으로 인하여 기존의 방식과는 비교가 되지 않는 생생한 가상 비행이 가능하게 되었다. 그림 12의 (a)~(d)에서는 가상 실시간 비행시물레이션을 나타내고 있다. VGIS의 적용으로 가상비행 시물레이션을 실시하면 현실감 있는 도심지의 현황분석이 가능할 뿐만 아니라 체계적인 도시계획 및 관리가 가능할 것을 판단된다.

5. 비교고찰

현재 지리정보시스템의 연구는 속성자료(Attribute data)의 연구 중심으로 이루어지고 있고 이를 통한 의사결정의 오차를 줄여 나가고 있다. 그러나 공간자료는 한 쌍의 2차원 좌표(X, Y)가 위치자료의 대부분이기 때문에 완벽한 정보로서의 기능을 다하지 못하고 있다. 3차원 모델링기술은 선진국에서도 많은 연구가 되고 있지만 아직은 이렇다 할 성과를 거두지 못하고 있다. 현재 국내에서 추진되고 있는 대표적 GIS는 국가적 차원의 NGIS와 지자체를 중심으로 전개되고 있는 UIS가 있다. NGIS의 경우는 다른 선진국과 비교하여 그 역사가 짧아 종합시



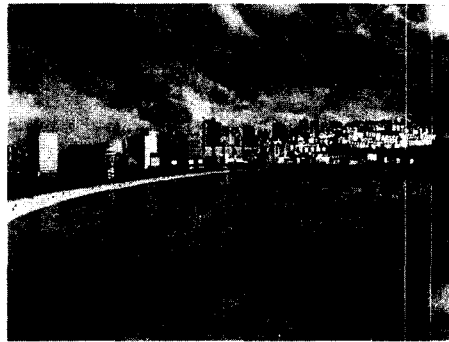
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 12. 가상 비행 시뮬레이션

스텝 본래의 의미에 접근하기에는 많은 시간이 소요될 것으로 판단된다. 즉 국가 전체를 이루는 개별 지자체의 지리적 정보는 물론 개괄적 정보에 이르기까지 시스템 구성의 가장 기초가 되는 지리정보자료의 신뢰성이 문제가 되고 있다. 이에 GIS의 최근 세계적 추세인 3차원으로의 발전을 이루기 위해서는 국가적인 지원이 필요할 것으로 사료된다. 현재 국내는 대도시를 중심으로 전개되고 있는 UIS는 본래의 의미인 도시행정상 다양한 차원의 의사결정을 위한 전략적 정보지원시스템이 되어야 하는데, 실제로는 상하수도 내지 지하매설물을 중심으로 각각 개별적으로 전개되고 있기 때문에 도시의 행정 정보화와의 연계하여 활용함에 있어 매우 미진한 상태라고 할 수 있다. 특히 도시계획 및 개발, 교통계획, 환경분석에 있어서 정보시스템으로서의 역할을 제대로 이행하지 못하고 있다고 할 수 있다. 또한 현재 지형공간정보시스템은 공간적 지형자료임에도 불구하고 수치지도 및 지형도, 지질도, 토양도, 지적도, 지하시설물도 등이 대부분 부호로 표시되는 2차원 지도로 나타내기 때문에 정책의

결 및 주요 의사결정 시 오차가 많이 발생하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 컴퓨터를 이용한 3차원 모델링을 통한 3차원 수치지도의 제작을 추진하고 있으나 주요지형에 대한 등고선, 수치, 점등의 표시로 완벽한 3차원의 표현이 어려웠다. 따라서, 3차원 지형공간정보를 이용하여 토지이용현황, 소유자, 거래, 지가, 토지이용계획 등에 관한 각종 정보를 데이터베이스화한다면 종합적인 토지관련 정보 제공이 가능할 것으로 보이며, 특히 토지관리 시스템에서 지번, 토지이용현황, 면적, 소유자, 공시지가, 도시계획현황, 건축물현황 등 토지 및 건축물과 관련된 각종 정보를 실시간 검색 및 정보제공이 가능할 것이다. 또한, 도시계획 등 각종 도시계획의 입안 및 결정 시 지역 현황을 3차원상에서 검색하여 효율적인 정책 분석에 활용 각종 심의 활용 교통 및 환경영향평가, 각종 건축심의회 활용하여 정책결정 등에 활용하고 정책 판단의 착오를 최소화 할 수 있을 것이다. 또한 효율적인 지리정보 제공이 가능하며, 도시교통 및 관광안내시스템 각종 지하매설물 관리 및 현재 활용 중에 있는 각

중 지하매설물도의 정확성을 확보하고 시각화를 통한 공사중 사고 예방이 가능하며, 재난관리 시스템 각종 재해 시설물에 대한 체계적인 관리시스템의 개발의 기초가 될 것으로 사료된다.

6. 결 론

본 연구는 수치지도와 지형정보를 이용한 VGIS구축에 관한 연구로 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 수치지도와 지형정보를 이용한 VGIS를 구축하여 현실에 존재하는 모든 지역을 3차원으로 구체화시켜 사용자에게 실질적인 정보 환경을 제공하였으며, 기존의 개념에서 탈피된 가시권분석 및 경관분석기법의 개발의 가능성을 제시하였다.

둘째, 단순한 3차원 시뮬레이션을 벗어나서 VGIS의 구축으로 도심지의 3차원 가상비행시뮬레이션의 구축으로 기존의 각종 의사결정에 있어 보다 시각적 효과를 증진시켜 효율적인 의사결정이 가능하였다.

셋째, 도시계획 등 각종 도시계획의 입안 및 결정 시 지역 현황을 3차원상에서 검색하여 효율적인 정책 분석에 활용 각종 심의 활용 교통 및 환경영향평가, 각종 건축심의 시 활용하여 정책결정 등에 활용하고 정책판단의 착오를 최소화 할 수 있었다.

본 연구에서는 3차원 지도구축에 관한 기초적인 연구를 시행하였으며, 향후 3차원 지도를 이용한 토지 관리 시스템, 도시계획, 각종 건축심의, 도시교통 및 관공안내 시스템, 지하매설물관리와의 연계 등에 관한 연구가 병행되어야 할 것이며, 3차원지형공간정보에 대한 연구가 추후 연구과제이다.

참고문헌

- 강인준, 이준석, 장용구, 김미란, "Servlet을 이용한 지형 공간정보 Browsing Service 제공", 1999년 학술발표회 논문집(IV), 대한토목학회, 1999, pp. 601-604.
- 김성우, 임승호, 유환희, "MapObjects IMS를 이용한 InternetGIS 개발", 1999년 학술발표회 논문집(IV), 대한 토목학회, 1999, pp. 545-548.
- 김성철, 류승택, 안충현, "3차원 지형 모델링을 이용한 지형분석 모듈 개발에 관한 연구", 제25회 정보과학회 학술발표회 논문집, 정보과학회, 1997, pp. 368-370.
- 안충현, "자료처리 및 3차원 지형분석 S/W 개발", 과학 기술부, 1998.
- 유복모, "측량학원론", 박영사, 1995, pp. 697-708.
- 정연구, "3차원 시각정보의 자동추출 및 실감표현 기술 개발", 한국 정보 통신부, 1997.
- 최 현, 강인준, 이병걸(2001), "3차원 지형공간 정보체계를 이용한 도로설계 시뮬레이션", 대한토목학회, 대한토 목학회논문집, 제21권, 제2-d호, 2001월 3월, pp. 201-207.
- 최 현, 강인준, 성은영, 이병걸, "실시간 도로평가 시뮬 레이션을 위한 지형정보의 적용", 2000년도 학술발표회 논문집(IV), 대한토목학회, 2000, pp. 643-646.
- 向井利光(Toshimitsu Mukah), "VR的交通環境シミュレ ーションシステム 日本情報処理學會論文誌", Vol. 39, No. 1, 1998 Jan, pp. 142-151.
- Alfred K., P. J. G. Teunissen, "GPS for Geodesy", Springer-Verlag Berlin Geidelberg, 1996.
- Carlsson C and Hagsand O., "DIVE - A Multi-User Virtual Reality System. Proc VRAIS '93", Seattle, Washington, 1993.
- David Koller, Peter Lindstrom, William Ribarsky, Larry F. Hodges, Nick Faust, and Gregory Turner, Virtual GIS: A Real-Time 3D Geographic Information System. Proceedings of Visualization'95. GVU Technical Report 95-100, 1995.
- Fruchterman TMJ and Reingold EM., "Graph Drawing by Force Directed Placement", Software Practice and Experience, Vol. 21(11), 1991, pp. 1129-1164.
- Gert van Maren and ir. Rick Germs, "A Virtual Reality Interface for the Spatial Database Engine", <http://www.esri.com/library/userconf/proc99/proceed/papers/pap551/p551.htm>.
- Krueger, Myron W., "Artificial Reality: Past and Future", Helsel & Roth, 1991, pp. 19-25.
- Myron Krueger, "Artificial Reality II", Addison-Wesley, 1991.
- Paul R. Wolf and Bon A. Dewott, "Elements of Photogrammetry with Application in GIS", McGraw-Hill, 2000, pp. 583-568.
- Walter Di Carlo, "A Virtual Environment for Remote Sensing Data Exploration", Proceedings of SPIE, Vol. 3643, 1999, pp. 71-80.

(2001년 11월 8일 원고접수)