

# 디지털 위성영상의 3차원 도시공간 시뮬레이션 적용기술연구

## A Study on the Application Technology of Three-dimensional Urban Geo-spatial Simulation using Digital Satellite Image

연상호  
세명대학교 토목공학과

Sang-Ho Yeon (yshsmu@semyung.ac.kr)  
Dept. of Civil Engineering, Semyung University

중심어 : 입체조감도 3차원 시뮬레이션, 동영상, 3차원

Keyword : Stereo Perspective Image, 3-D Simulation, Aviation Image, Three-dimension

### 요 약

다양한 도시의 형태를 입체적으로 조망해 볼 수 있도록 하기 위하여 입체 지형조감도를 작성하였고, 이를 시공간에서 동영상으로 보여주기 위하여 3차원 시뮬레이션을 실시할 수 있도록 하였다. 입체 조감도의 제작은 투시기법을 이용한 이미지 제작 기법을 이용하였으며, 그 기본 재료가 되는 영상들은 다음과 같이 준비하도록 하였다. 준비영상으로는 우리나라 아리랑 위성의 EOC(Electro Optical Camera) 영상을 이용하였으며, 국토지리정보원에서 국가기본도로 제작한 1/5,000 수치지도의 등고선으로부터 추출하여 임의로 오차가 보정된 DEM(Digital Elevation Model) 생성과 1/1,000 수치지도의 도로 레이어 벡터파일로 제작된 도로선을 분류하여 대상지의 3차원 영상 위에 중첩시켜 처리하는 것으로 하였다. 특히 이번 연구에 사용한 도심지역의 도로망 구성 데이터는 새주소 부여를 위해 제작된 1/1,000축척의 간선도로를 최대한 이용함으로써 새주소에서 사용하게 될 주소체계와의 연계성을 크게 염두에 두어 제작하도록 연구하였다.

### Abstract

The technique of bird-eye image generation of terrain through the use of satellite digital images and digital maps are very important elements and have applications in planning establishment as well as the actual design of several construction works in complex fields. This paper studies stereo perspective image generation as a possibility through 3-dimensional analysis combined with digital elevation data and remotely sensed images. For this, first of all, ortho-images generated by very accurate GCP and DEM from contour file makes 3-dimensional terrain analysis possible and allows stereo-viewing at the highway construction planning sites. So, we developed the technical methods for the 3-dimensional approach on the planning sites of highways by use of perspective orthoimages. From this research, diverse terrain analysis is possible through stereo perspective image generation, and can lead to various applications in road construction through gain study results from access to realtime virtual spatial on the objects area in Korea.

### I. 서론

본 연구는 수치지형도를 이용한 3차원 영상조감도 제작을 위하여 현장에서 적용할 수 있도록 실험적으로 연구된 것으로

서, 본 연구에서는 위성영상으로부터 정사투영 영상을 제작하고, 지상의 기준점 측량을 GCP(Ground Control Point)를 이용하여 실시하여 경도, 위도 고도의 참조좌표를 정확히 수집하였다. 1:5,000 지형도를 디지털화하여 만들어진 등고선도를

접수번호 : #031029-001

\*교신저자 : 연상호, e-mail : yshsmu@semyung.ac.kr

접수일자 : 2003년 10월 29일, 심사완료일 : 2004년 3월 24일

DEM으로 변환하여 고도별 RGB영상으로 화면에 보여지도록 하고, 각각의 경우에 대하여 제작된 정사투영 영상에 중첩해 봄으로써 제작된 정사투영영상의 정확도를 점검하여 수치지형도를 대신할 수 있는 3차원 영상지도를 제작하였다. 대상지역의 입체지형분석을 위한 3차원 입체 영상지도를 제작과 더불어 DEM을 이용한 지형의 경사도 분석과 방향 분석, 지형표고 모델, 다방향 입체영상을 생성할 수 있도록 하였다. 현재 수집 가능한 수치지도 및 시설계획도면과의 합성을 통하여 예정 지역의 실제형상을 3차원 위성영상으로 재현하여 원하는 주요 조망점에서의 입체적인 영상 조감도를 임의대로 생성할 수 있는 제작기법을 개발하였다.

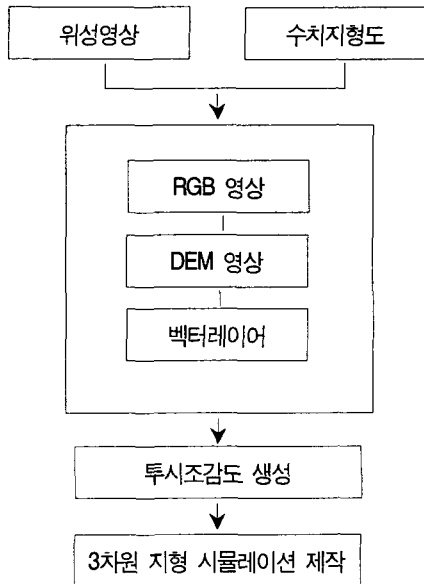


그림 1. 연구의 흐름도

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 데이터 준비단계

수치지도에서 사용한 데이터는 국토지리정보원에서 국가 기본도를 이용하여 변환하여 만든 1/25,000의 수치지형도에서 등고선과 도로망도 및 행정 경계 레이어를 이용하였다. 이러한 영상조감도의 제작을 위해서는 투영법에 의한 이미지 제작 기법을 이용해서 제작하도록 하고, 그 원시 데이터는 DEM 영상, RGB 영상, 벡터 레이어로서 사용할 수 있도록 하였다.

표 1. 조감도의 원시데이터 항목

항목	설명
RGB 영상	3차원 지형의 색을 표현하는데 사용 - LANDSAT RGB 제천시 지역 데이터 (UTM 52N D178로 정사보정 데이터)
DEM 영상	높이를 주어 지형의 모습을 3차원으로 표현하는데 사용
벡터 레이어	3차원 조감도 위에 도로, 건물 등의 모습을 표현하는데 사용 - 제천시 1:5,000 수치지도 13장, 1:25,000 지도 1장

제천시 1:5000 수치지도는 Auto CAD를 이용해 서로 접합하여 제천시 행정구역의 전역이 포함되도록 하였다. 작업에 필요한 간선도로망 파일 및 도로명, 행정경계, 일반도로 도로 파일 레이어를 추출하였다.



그림 2. 제천시 정사보정후 위성영상

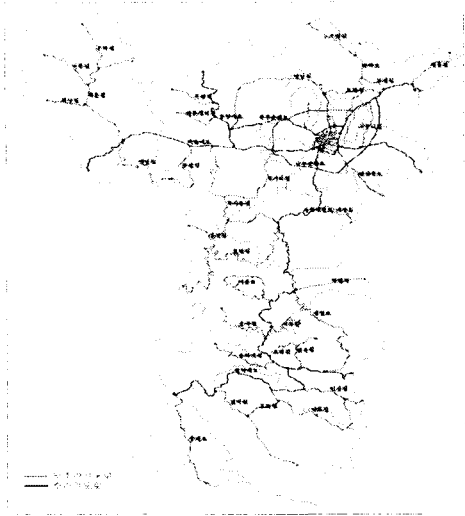


그림 3. 제천시 주요 도로망 체계도  
(검정-국도, 중황-지방도, 녹색-행정경계)

## 2. 도로망과의 중첩 실험

다음은 제천시를 대상으로 하여 아리랑 위성 영상을 지도좌표로 변환하여 얻어진 도심지역위에 국도 38호선이 지나가는 도로망의 영상을 보여주기 위하여 시내의 간선도로망과의 연계를 실험 제작한 것이다.(그림 4) 그리고 3차원 입체영상을 시연하기 위하여 등고선 파일에서 생성한 수치표고 데이터를 RGB로 투영하여 고도별로 칼라 처리하여 도로망을 중복시켜 고도에 따른 도로망의 형태를 보여주고 있다.(그림 5)

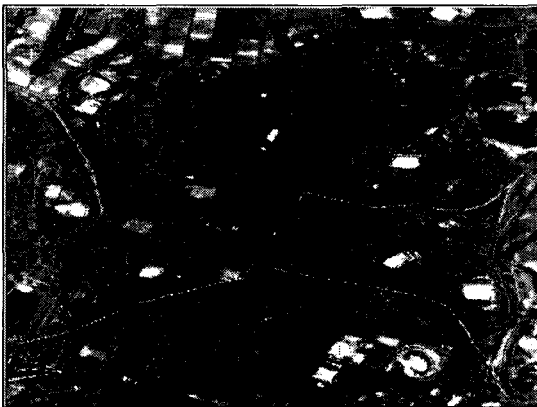


그림 4. EOC 위성영상과 수치지도 중첩결과

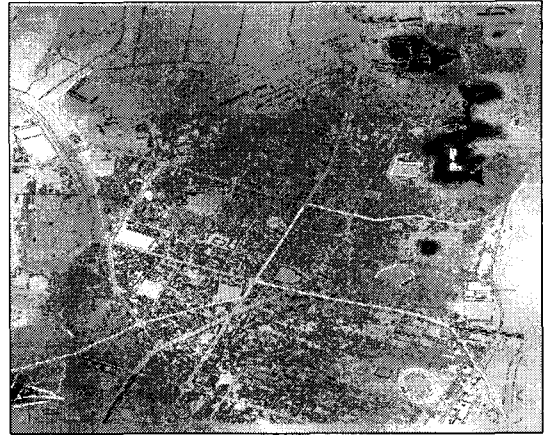


그림 5. RGB DEM영상과 수치지도의 결합  
( Red-고지대, Green-중간높이, Blue-저지대 )

## III. DEM 생성 및 투시영상 제작과정

### 1. DEM 생성단계

지형공간상의 연속적인 기복변화를 수치적으로 표현한 모형을 DEM/DTM이라고 하며, 일정간격으로 지형고도를 수치화한 모형으로 주로 고도에 대한 정보만을 다루는 것을 가리킨다.

원래 지형의 기복을 모형화하기 위해 개발되었지만 현재는 지형기복 뿐만 아니라 다른 연속적인 속성변화를 나타내는 것으로도 널리 사용되고 있다. 일반적인 DEM 구축과정은 항공사진이나, 수치지도, 원격탐사영상으로부터 추출점에 대한 x, y, z(위도, 경도, 고도)의 3차원 좌표가 입력되면 이를 통일된 기준 좌표계로 변환하여 미리 규정한 지점의 고도를 자료 추출점의 위치로부터 보간법으로 구한다.

따라서 본 연구에서는 제천시 전역에 대한 DEM추출 및 생성을 위하여 축척 1:25,000의 수치지도에서 추출한 등고선 레이어 7111(주곡선, 10m), 7114(계곡선, 50m)로부터 보간법을 이용하여 추출했다.

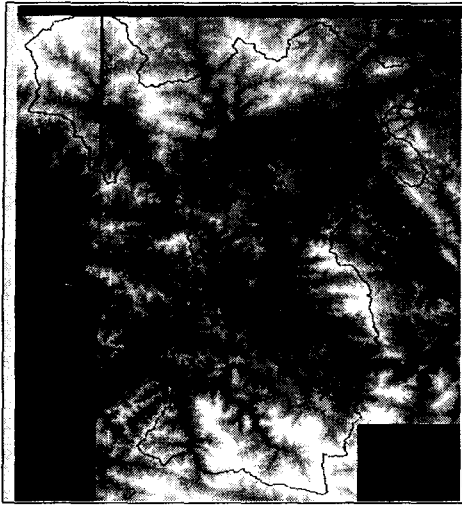


그림 6. 수치지도로부터 생성된 DEM의 모습  
(적색 백터선은 제천시의 행정경계)

아래 생성모형도에서 보여 주듯이 다양한 형태의 입력파일을 각각 준비하고 주어진 조건에 맞는 투시도법에 의해 생성되도록 함으로서 손쉽게 영상조감도를 생성할 수 있도록 한 것이다. 3차원 투시조감도를 제작하는 과정은 RGB 위성영상채널, DEM 등고선채널, 벡터 도로채널을 각각 사용할 모듈을 통해 끌어오고, PSGIMAG 모듈에서 조감도를 작성하도록 하였다. 그 결과를 VIEWRGB 모듈을 통해 컴퓨터 화면에 표시하며, EXPORT 모듈을 통해 외부로 보내지는 조감도 파일을 생성하는 과정을 보여주고 있다. 투시도에 포함된 DEM 파일은 3차원 이상의 입체영상을 생성할 수 있으므로 원하는 방향과 높이 값을 지정하여 조감도를 비롯한 입체적 조감도의 영상을 보여주는 것이 가능하도록 하였다. 즉, 영상 조감도는 동서남북 방향에서 각각 작성하는 것을 기준으로 하고 조감하고자 하는 방향과 표고 등을 지정하여 임의로 조망할 수 있는 사용자 설정기능을 부여하였다.

## 2. 위성영상 RGB 데이터 Clip 과정

본 연구에서는 제천지역에 대한 투시도를 제작하기 위하여 PCI Geomatics사의 Modeler를 사용하여 수치지도에서 추출한 수치표고모델 데이터, 위성영상 데이터, 수치도로벡터파일 등을 주된 공간데이터로 이용하고 투시도 기법을 적용하여 새로운 투시영상을 생성하였다.

우선 투시도를 만드는데 이용할 데이터로는 제천시 행정경계구역 내에서 절충한 LANDSAT TM 영상, DEM(10m) 파일, 필요시 사용할 수치도로벡터파일을 준비하여 모델링을 위한 자료입력을 준비하였다.

## IV. 3차원 지형 시뮬레이션 제작

### 1. 지형의 3차원 시뮬레이션 설정

시뮬레이션 제작을 위해 PCI Geomatics사의 Fly 프로그램을 이용하였다. 우선 DEM 파일과 정사영상을 3차원 시뮬레이션을 위해 컴퓨터 메모리로 로딩하였으며, 비행 시뮬레이션 경로 설정은 고도, 속도, 원근, 시점 등을 고려해 그림 8과 같이 궤도를 설정한다. 즉, 3차원 시뮬레이션 옵션 설정은 비행 옵션을 조절해 보기 좋게 조정하였다.

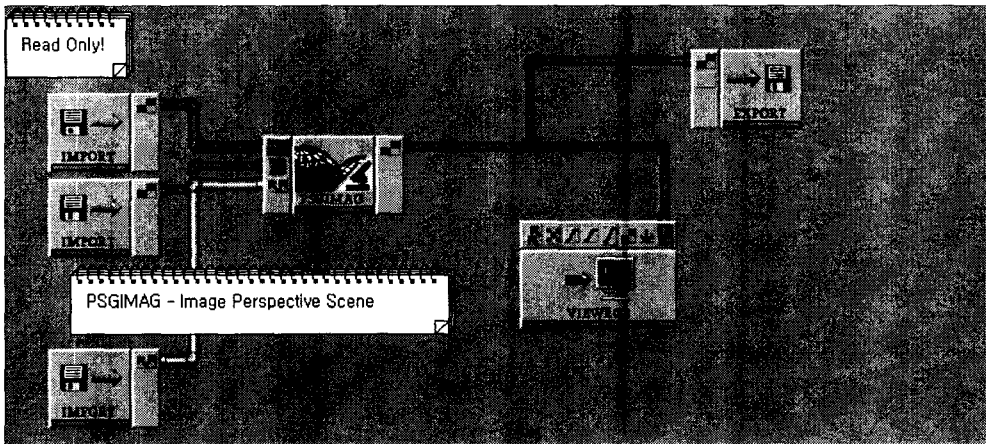


그림 7. Perspective Image 생성 모듈

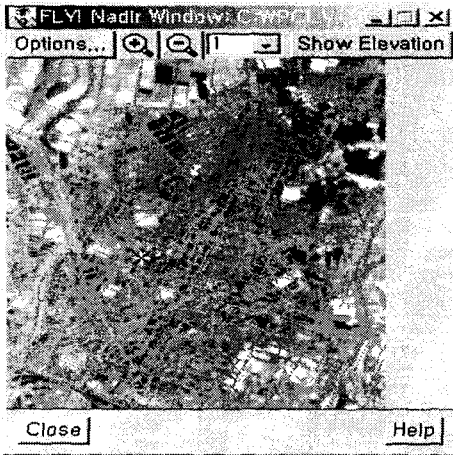


그림 8. 비행 시물레이션 경로 설정

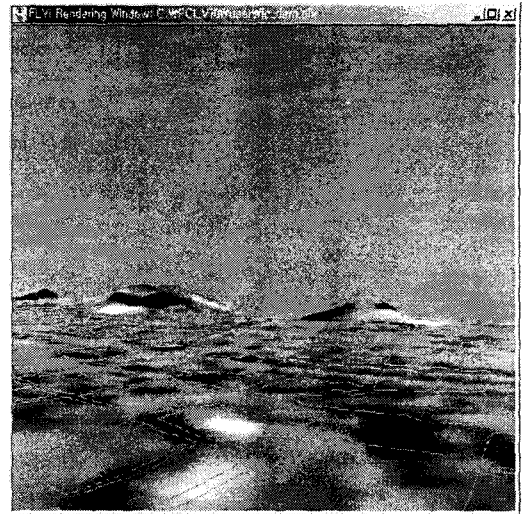


그림 10. 도시공간의 3차원 시물레이션 초기화면

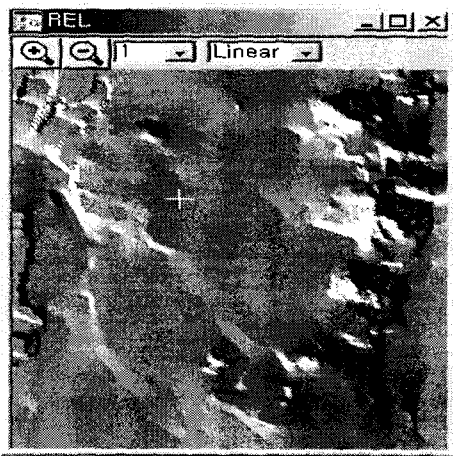


그림 9. DEM을 이용한 제천시의 기복도

## 2. 동영상 제작

먼저 3차원시물레이션 모습을 연속적인 이미지 파일로 매 초당 약 30 장면이 보여 지도록 순간 영상을 저장하여야한다. 이를 위하여 연속적인 이미지 파일을 이용해 동영상을 제작할 수 있는 프로그램을 준비하였다. 본 연구에서는 동영상 제작 프로그램으로 Cute Video를 이용하여 연속적인 이미지 파일들을 동영상으로 인코딩 하였고, AVI 포맷의 동영상을 제작하여 실현할 수 있도록 하였다.

## V. 연구결과

첫째, 다각적인 지역 환경 분석을 위하여 기존의 통계자료 및 평면적인 공간분석 보다는 3차원 수치표고모델(DEM)에 의한 입체적인 공간분석 모델링에 의한 접근방식으로 영상조감도를 제작함으로써 시각적인 지형분석과 균형적인 지역개발의 좋은 판단자료를 제공하도록 하였다.

둘째, 산악지형이 발달한 제천시 지역은 산림자원과 수자원 및 경관이 뛰어나므로 평면적인 지형분석 보다는 동영상에 입체감을 실시간으로 느낄 수 있는 지형 시물레이션 기법이 더욱 더 지역개발계획 수립과 설계에 적합할 수 있는 결론을 얻었다.

셋째, 보다 더 상세하고 효율적인 분석과 정보추출을 위해서는 지상의 공간해상도가 높은 2m 이상의 위성영상이 적용되어져야 하고, 지상기준점 및 분류항목 설정에서도 GPS에 의한 새로운 접근방식이 더욱 좋은 적용으로 크게 사용 될 수 있을 것이다.

넷째, 점차 정보통신의 새로운 첨단기술이 건설·환경 정보의 분석과 관리에 실질적으로 적용되면서 동영상에 의한 다차원적인 공간분석모델링으로 우리가 살아가는 지역에 대한 새로운 방식에 의한 조사 분석 설계가 이루어질 것으로 전망된다.

다섯째, 장차 국토계획 및 건설 분야에서의 지형분석과 각종 구조물의 배치 및 관리, 하천 수계의 분포에 대한 댐 건설 최적지 선정, 도로계획선에 따른 각 방향의 조감도 제작, 토

지 피복분류에 의한 토지이용과 지역개발계획 등 지역 환경을 종합적으로 진단해 볼 수 있는 활용방안을 찾아볼 수 있었다.

연 상 호(Sang-Ho Yeon)

정회원



1983년 2월 : 서울대학교 토목공학과 (공학사)

1985년 8월 : 서울대학교 토목공학과 (공학석사)

1990년 8월 : 서울대학교 토목공학과 (공학박사)

1999년 4월 ~ 현재 : 세명대학교 토목공학과 교수

<관심분야> : GIS, GPS, Remote sensing, Surveying /Mapping, GIS contents, 관광 지리정보, 풍수지리

### 참 고 문 헌

- [1] 연상호, "수치정사 사진제작을 위한 DEM 생성 및 추출 기법에 대한 실험적 연구", 한국지리정보학회 춘계학술 논문, pp. 159-166, 2000.
- [2] 연상호, 이진덕, "RADARAAT 위성영상의 DEM 추출기 법에 관한 실험적 연구", 한국지리정보학회 추계학술 논문, pp. 122-133, 2000.
- [3] 연상호, 최기정, "양산-동면 도로계획을 위한 입체적 지 형분석모델링 기술연구", 대한원격회 춘계학술발표회, pp. 225-234, 2002.
- [4] 연상호, 홍일화, "3차원 지형분석을 위한 입체영상조감 도 생성기술에 관한 연구", 한국지리정보학회 춘계학술 논문, pp. 212-219, 2002.
- [5] ROBERT H. ARNOLD, "Interpretation of Airphotos and Remotely Sensed Imagery," PRENTICE HALL
- [6] Paul M Mather, "Computer Processing of Remotely-Sensed Image, John wiley & Sons," pp. 189-202, 1987.
- [7] 유복모, 지형공간정보체계, 동명사, 1994.
- [8] 연상호, 조명희, 이진덕, 원격탐사입문, 구미서관, 2001.
- [9] 연상호, 홍일화, 2003, 제천시 영상조감도 생성 및 3차 원 시뮬레이션 기술개발에 관한 연구, 한국 측량학회지 21(1):45-51.
- [10] 유복모, 토니헨크, 2003, 현대 디지털 사진측량학, 피 어슨 에듀케이션 코리아, pp. 182-251.
- [11] 윤근원, 박정호, 채기주, 박종현, 2003, 한반도지역 LAND SAT 위성영상의 기하보정 데이터 구축, 한국지 리정보학회지, 6(1):98-106.
- [12] 이영란, 신동석, 이해연, 1998, 위성영상 보정을 위한 GCP 데이터베이스 구축, 검색 및 활용, 한국지리정보 학회지, 1(1):8-17.
- [13] PCI Geomatics Manual, 2003, OrthoEngine User Guide, pp. 1-141.