

최적노선결정을 위한 3차원 지형공간정보생성 및 적용기법연구

(A Study on the Application Technique and 3D Geospatial Information Generation for Optimum Route Decision)

연상호¹

Yeon, Sangho

요약

지형에 대한 입체적인 조감도의 작성기술은 여러 건설공사의 계획수립과 설계를 위하여 매우 중요한 요소로 활용될 수가 있다. 본 연구에서는 원격탐지된 위성영상을 이용하여 기존의 수치지형도와의 결합을 통한 3차원 영상 지도의 제작을 시도하여 다차원적인 분석이 가능한 입체 영상 조감도를 작성하였다. 이를 위하여 정밀 GCP에 의한 정사투영된 영상 및 등고선으로부터 생성된 DEM의 결합으로 3차원 지형분석이 가능한 지형의 입체화를 실험하여 건설공사 예정지역의 도로 노선의 연계에 의한 입체적인 접근이 가능한 3차원 조감도를 제작할 수 있는 기술을 개발하였다. 이러한 입체 영상 조감도의 작성에 의한 다각적인 지형분석이 가능하도록 하였고, 건설공사 예정 지역의 실시간 방식으로 가상적인 접근이 가능한 연구결과를 얻어냄으로써 균형적인 국토개발 및 건설분야에서의 다양한 활용을 유도할 수 있었다.

주요어: 인공위성영상, 수치표고모델, GCP, DEM, 3차원 영상지도, 영상조감도

ABSTRACT

The technology for the multi-dimensional terrain perspective view can be used as an important factors in planning and designing for the various construction projects. In this study, the stereo image perspective view has been generated for the multi-dimension analysis by combining useful digital map and remotely sensed satellite images. In the course of experimenting with the multi-dimensional topography generated by the combination of the front-projected image by the precise GCP and DEM from the contour line, the technology has been developed to offer the multi-dimensional access to the potential construction sites from the nearby main roads. This stereo image bird's eye view has made it possible to make multi-dimensional analysis on the terrain, which provides real time virtual access to the designated construction sites and will be a versatile application for development planning and construction projects.

KEYWORDS : *Satellite Image, DEM, GCP, 3D Image Map, perspective view*

¹ 정회원, 세명대학교 건설공학부 교수, 공학박사043-648-9079(E-mail:yshkgi@hanmail.net)

1. 연구배경 및 목적

3차원 조감도의 작성방법과 기술적인 발전에서 여러 변화를 거치면서 최근 수치지도와 위성영상을 이용한 정사투영기법이 다양한 여러 위치정보를 결합시킬 수 있게 되면서 건설분야에서의 활용이 점차 증대되고 있고 있는 추세이다. 수치지형도의 입체적인 표현과 사진 및 영상자료와의 결합을 통한 건설 계획 및 설계가 새로운 설계기법을 창출할 수 있는 방안으로 제시될 수 있어 이 분야에 대한 공간정보 시스템의 적용이 좋은 해결대안으로 떠오르고 있다. 이미 제작된 기존의 수치 지형도와 주제도를 대체할 수 있는 고해상도 원격탐사 영상과 GPS 위치정보가 제공되고 있어 다양한 응용분야별 실무에의 적용실험이 매우 가능할 것으로 판단되어 이번 연구에서는 현재 전국적으로 한창 건설하고 있는 고속도로 및 지방도로의 신설에서 적용할 수 있는 도로계획 노선에 대한 상세한 지형의 정보를 수집하고, 이를 여러 방향에서 분석하여 가장 합리적인 최적의 노선을 선정할 수 있도록 하는데 기초적인 지형공간 정보를 제공할 수 있도록 건설예정 계획노선에 대한 입체지형분석을 시도한 것이다. 이미 선정된 지역에 대한 지역환경의 정보를 손쉽게 파악하기 위하여 우선적으로 이용할 수 있는 것이 지형도와 항공사진 또는 위성영상 정보이므로 우선적으로 이를 수집하여 본 연구의 목적에 맞도록 가공하여 3차원 조감도를 동서남북의 방향에서 조감할 수 있도록 연구를 진행하였다. 따라서 본 연구에서는 현장에 대한 지역환경정보에 분석을 원격탐사 위성영상 데이터와 수치지형도를 이용하여 입체영상지도를 제작하여 활용할 수 있도록 하기 위한 다각적인 접근을 모색하여 실험을 실시하였다. 이를 위하여 양산 지역을 촬영한 아리랑 1호의 위성영상, 미국의 LANDSAT TM 영상, 프랑스 SPOT 영상과 국립지리원에서 제작한 수치지형도 및 건설 예정지역의 각종 도형정보 이용해 정사영상을 우선 제작하고, 고도데이터(DEM)와 정사영상을 이용해 3차원 조감도를 제작함으로써 건설공사를 위한 최적의 도로계획선의 다방향의 입체조감도와 시뮬레이션 공간을 제공하고 이를 실험해봄으로써 최상의 지형조건을 찾아 최적의 도로계획 및 설계를 유도하는데 본 연구의 목적을 두었다.

2. 3차원 입체 영상제작

2.1 준비단계

위성영상의 3차원 지형분석을 위하여 연구대상지역에 대한 위성영상의 입수는 분석하고자 하는 목적과 대상물의 성격에 따라 입수 가능한 영상을 구입하여 칼라합성을 만들어 이용하도록 하였고, 대상지역에 대한 수치표고모형을 얻기 위하여 기 제작된 수치지형도의 등고선 파일과 도로망 파일을 분류하여 사용하도록 하였다. 그리고 입수된 지형자료를 처리할 수 있는 영상처리소프트웨어를 선정하여 얻고자하는 목적에 적합한 최적의 소프트웨어를 도입하여 이용하였다. 본 연구를 위하여 우선적으로 준비된 중요한 3가지 요소는 다음과 같다. 대상지역에 대한 사용이 가능한 위성영상인 아리랑 위성 1호의 EOC 센서로 촬영한 양산 지역에 대한 위성영상(HDF 포맷) 과 LANDSAT 6호의 TM센서로 촬영한 동일지역의 위성영상(IMG 포맷)의 초기파일을 구입하였다. 그 다음으로는 수치지도 및 도로계획선 데이터로서 건설교통부 국립지리원에서 제작한 양산 지역의 축척 1:5,000인 수치지형도 파일을 구입하였고, 대상지역의 도로계획선의 CAD 파일을 만들어서 벡터와 래스터의 동시표현이 가능한 솔루션을 조사하였다. 그리하여 이러한 기능이 있는 공간분석용 소프트웨어로는 디지털 영상 처리를 위한 PCI Geomatics의 기본기능과 응용기능을 이용하여 최종처리 하였다.

2.2 처리과정

본 연구목적에 맞는 작업에서 일차적인 자료준비를 마친 후, 대상지역에 대한 정확한 지리좌표를 주어진 영상에서 찾아내어야 한다. 이를 위하여 해상도가 서로 다른 3가지의 위성영상을 지도좌표에 일치하도록 지상기준점(GCP)을 이용하여 기하보정을 실시하였고, 기하보정 후에 현재 공사설계를 위하여 사용하는 지도좌표인 TM 좌표계와 일치하는 정밀 정사보정을 실시하였다.

2.2.1 지도좌표계의 투영

정사보정 영상 제작을 위하여 기본적으로 설정되어야 할 영상의 지도투영법은 TM E002 투영법으로서 우리나라의 국립지리원에서 제작시에 사용하는 수치지도의 투영법과 동일한 것으로 하였다.

2.2.2 데이터 입력

본 연구에서 사용한 위성영상으로는 우선 아리랑 1호 위성(이하 KOMPSAT)으로서 EOC 센서를 이용해 촬영한 팬크로 밴드(1채널, 흑백영상)의 HDF 포맷을 구입하여 운행중인 위성의 궤도정보를 계산하

였다.

2.2.3 DEM 생성

국립지리원에서 제작한 수치지형도 1/5,000 파일(DXF 포맷)을 사용하는 영상처리 소프트웨어인 OrthoEngine의 포맷인 PIX 포맷으로 변환하고, 대상지역의 등고선 파일을 수치표고모델(DEM) 생성을 시도하였다. 본 연구에서는 연구대상지역인 양산지역의 등고선 벡터를 이용하여 10m 간격의 DEM을 생성하여 얻은 결과를 얻어 내었다.

2.2.4 정사보정 영상제작

1) GCP 수집

정확한 정사보정영상을 얻기 위해서는 국가기본도인 수치지형도(1/5,000)파일 및 새로생성된 DEM 파일을 이용해서 위성영상의 동일지점에 대한 지상기준점(GCP)에 대한 좌표값을 수집하였다.

본 연구에서는 영상에서 확인이 가능한 건물지붕이나 교량의 끝점, 도로의 모퉁이 등 변화가 없는 구조물에 대한 위치를 찾아 수치지도의 TM좌표와 고도값을 찾아내었다. 다음 TABLE 1.은 그에 대한 GCP 수집의 결과 값이다.

TABLE 1. Matching point of image and map for GCP

GCP ID	Column(X)	Line(Y)	X 좌표(m)	Y 좌표(m)	고도(m)
G001	262.0	362.0	129722.9323474	404132.4205284	256.005
G002	186.0	419.0	129302.1066103	403677.9346743	244.722
G003	229.0	238.0	129318.4339672	404912.2170734	257.712
G004	376.6	429.3	130570.0526935	403826.6145471	251.024
G005	395.6	222.5	130376.9777344	405205.1795519	278.005
G006	353.4	512.5	130547.2260974	403245.3045438	251.908

이렇게 얻은 GCP에 대한 매칭의 정밀도를 확인하기 위하여 최소자승오차(RMSE)방법으로 최종 정밀 보정에 사용한 GCP에 대한 정확도를 평가하였다. 그 결과, 상기 표에 대한 RMSE 값은 5.08 m(0.74 pixel)로 나타나 최종 한 픽셀에 대한 정도를 약 8 m로 볼 경우에 대하여 어느 정도의 오차 한계치 내에 접근하는 것으로 판단하여, 칼라합성이전의 아리랑 영상의 공간해상도인 1 픽셀 해상도(6.6 m) 이하이므로 허용오차범위 이내로 간주하여 그대로 사용하기로 하였다.

2) 보정계산

본 영상의 정사투영된 영상을 제작하기 위하여 다음의 2가지 보정작업을 실시하였다.

① GCP를 이용한 외부표정 계산은 번들조정방법(BAM)을 이용해 외부표정 값을 계산하였으며,

② 위성궤도모델링(SOM) 알고리즘을 이용한 영상의 시스템적인 왜곡을 보정하였다

다음 영상은 정사보정 후의 칼라합성 영상 위에 도로망을 중첩 처리한 결과이다.

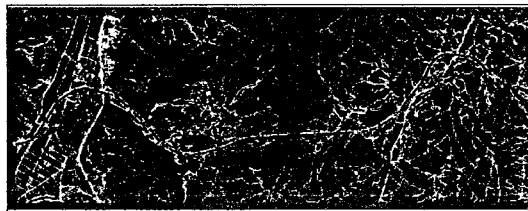


FIGURE 2. Roadnetwork analysis overlay the survey correction image

3. 위성영상을 이용한 입체 조감도 작성

3.1 조감도 제작 전작업

조감도의 제작은 투시도법에 의한 영상제작 기법을 이용하였으며, 이를 위하여 소요된 영상들을 우선

적으로 준비하였으며, 시각적인 질감을 부드럽게 보여주기 위하여 퓨전영상으로 보여지도록 하였다.

TABLE 2. Image data of perspective map

항목	파일이름	채널/레이어
RGB영상	natural-fuse.pix	kompsat과 landsat 영상의 natural 합성 영상 채널
DEM영상	natural-fuse.pix	수치지도의 등고선으로부터 생성한 DEM 영상 채널
벡터 레이어	natural-fuse.pix	수치지도의 도로 계획선 레이어

3.2 투시기법에 의한 영상조감도 제작방법

본 연구에서는 PCI Modeler를 사용하여 조감도에서 보여주려 다양한 파일을 조합하여 영상조감도를 생성하는 모델을 작성하였다. 즉, RGB 채널, DEM 채널, 벡터 레이어를 각각 IMPORT 모듈을 통해 입력을 한다. 그리고 PSGIMAG 모듈에서 조감도를 작성하고, 그 결과를 VIEWRGB 모듈을 통해 컴퓨터 화면에 표시하며, EXPORT 모듈을 통해 조감도 파일을 생성하는 과정으로 제작하는 과정을 만들었다.

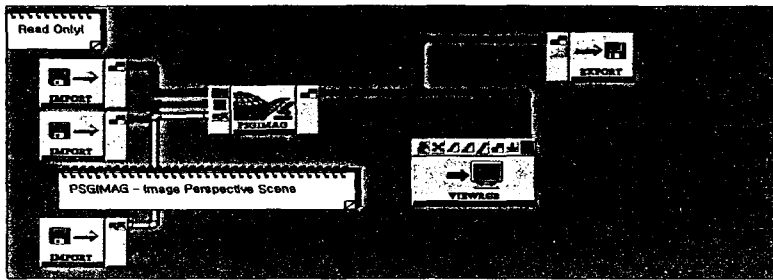


FIGURE 3. Perspective formation diagram

본 연구에서 제작하고자 했던 영상조감도는 동서남북 방향에서 45도의 투시각에서 보여지는 입체영상을 각각 제작하고자 했으며, 그 구체적인 내용은 다음의 표3과 같이 설정하였다.

TABLE 3. Contents by model

방향	파일명	위치	고도	시야각	원근	비율
동	psimag-east-45.pix	오른쪽 끝 중앙에서 왼쪽을 본 모양	약 6000m	45도	60도	실비율
서	psimag-west-45.pix	왼쪽 끝 중앙에서 오른쪽을 본 모양	약 6000m	45도	60도	실비율
남	psimag-south-45.pix	아래쪽 중앙 끝에서 위쪽을 본 모양	약 1800m	45도	60도	실비율
북	psimag-north-45.pix	위쪽 중앙 끝에서 아래쪽을 본 모양	약 1800m	45도	60도	실비율

*실비율: 지형을 높이와 크기의 과장 없이 1:1로 표시했음

3.3 조감도 생성 결과



FIGURE 3. Perspective view from the west



FIGURE 4. Perspective-view from the south

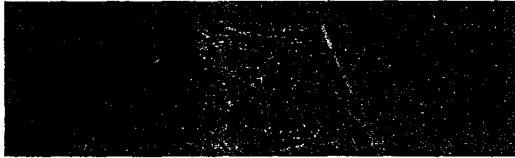


FIGURE 6. Perspective view from the east

4. 연구결과 및 전망

본 연구는 고속화 도로 및 철도의 신설을 위하여 검토중인 양산시와 부산시의 동면지역까지의 약 16km 거리의 건설구간에 대한 주변 지형의 입체조감도 분석을 위하여 연구되어진 실험적 연구이다.

이러한 원격탐지된 위성영상과 수치지형도 및 도로계획선에 대한 현장 측량 결과를 이용하여 원격지역에 대한 다차원적인 지형분석이 가능하도록 다양한 실험을 통하여 우선적으로 필요한 결과를 얻어낼 수 있었다. 지상에 나타난 지형지물에 대한 다양한 공간정보를 이용하여 입체지형분석이 가능하도록 하여 건설예정의 도로계획선을 중심으로 하는 지형의 여러 방향과 여러 고도에서의 조감도 제작이 가능하였다. 따라서 본 연구결과를 토대로 하는 지형의 입체적 분석을 설계시에 미리 여러 지형조건과 시설조건을 넣어 시뮬레이션할 수 있는 근거를 만들었다. 입체적인 동서남북에서의 지형공간분석이 가능한 입체 영상조감도를 보여주고 있어 건설공사를 위한 도로설계 및 최적노선선정을 위한 또 다른 대안을 설정할 수 있는 계기를 제시할 수 있을 것으로 전망하고 있다.

최근 들어 고해상도의 공간 데이터의 수집이 가능해지고 있고, 인공위성에서도 항공기와 기구에 의한 원격탐지된 다양한 센서의 공간정보를 취득할 수 있게 됨에 따라 3차원 이상의 다차원공간에서의 입체적 공간분석과 시공간 분석기법이 활발하게 연구될 수 있어 보다 더 현실적인 입체 조감도의 제작과 그 결과를 실생활에 활용될 것으로 전망한다.

참고문헌

1. American Society of Photogrammetry, "MANUAL OF REMOTE SENSING" 2nd Edition
2. 연상호, 최기정, "양산-동면 도로계획을 위한 입체적 지형분석모델링 기술 연구" 원격탐사학회 학술대회 논문집, 2002
3. 연상호, 이상석, "GIS개론 및 실습", 한울아카데미, 1994
4. Martin David Adams, "Sensor Modelling, Design and Data Processing for Autonomous Navigation", World Scientific
5. C. H. CHEN, "INFORMATION PROCESSING FOR REMOTE SENSING", World Scientific
6. 연상호외, "원격탐사입문", 구미서관, 2001
7. 유복모, "지형공간정보체계", 동명사, 1994
8. LILLESAND · KIERER, "REMOTE SENSING AND IMAGE INTERPRETATION", WILEY
9. ASPRS, Non-topographic Photogrammetry 2nd Edition, 1989
10. PCI Geomatics, Geomatica Software manual, 2001
11. ROBERT H. ARNOLD, "Interpretation of Airphotos and Remotely Sensed Imagery", PRENTICE HALL