

SPOT 5 HRG 스테레오 영상을 이용한 3차원 지형정보 추출

Extracting 3D Geospatial Information Using SPOT 5 HRG Stereo Imagery

이진덕, 정태식, 연상호*

금오공과대학교 토목환경공학부, 세명대학교 토목공학과*

Lee Jin-Duk, Jeong Tae-Sik, Yeon Sang-Ho*

Kumoh National Institute of Technology, Semyeong Univ.*

요약

사진측량학적 처리에 의하여 SPOT 5호 HRG supermode 영상으로부터 수치고도모형(DEM)을 생성하였다. 생성된 DEM의 정확도를 분석하기 위하여 1/5000 축척의 수치지형도로부터 기준 DEM을 작성하고 설정한 여러 시험구간 상에서 비교하였다. 또한 수치표면모형(DSM)과 3D 건물모델링을 행하였다.

Abstract

Digital elevation models(DEM) were generated from SPOT-5 HRG supermode imagery through photogrammetric processing. The reference DEMs were obtained from digital topographic maps of 1/5000 scale for analyzing the accuracy of the generated DEMs. The DEMs extracted from HRG stereo image data were compared with digital topographic map DEMs on several test sections. And digital surface models(DSM) and 3D building model was produced

I. 서론

수치표고모형(DEM)은 정사투영사진을 제작하거나 지형의 분석결과를 등고선도, 경사도, 지형기복도 등에 의해 3차원적으로 표현하는데 이용되고 있으며, 특히 국토계획, 측량, GIS, 3D 가상현실, 게임 산업, 군사적 목적 등 다양한 분야에서 이용되고 있다. 이 중에서도 입체 위성영상을 이용한 3차원 지형정보 추출은 영상지도(Image Map)와 지도 작성 등에 이용될 뿐만 아니라 다른 응용분야에 중요한 분석 자료로 사용되고 있어 정밀한 3차원 지형정보 추출의 중요성은 날로 증가하고 있다. 수치표고데이터는 지형의 위치에 대한 표고를 일정한 간격으로 배열한 수치표고모형(DEM : Digital Elevation Model)과 인공지물과 식생이 있는 지구 표면의 표고를 표현하기 위하여,

일정 간격의 격자점마다 수치로 기록한 수치표면모형(DSM : Digital Surface Model)으로 구분된다.

SOPT 5호의 새로운 HRG(High Resolution Geometry)는 팬크로매틱 모드에서 across-track 방향으로 5m 또는 2.5m까지의 고해상도를 제공한다. SPOT-5 위성에 탑재된 2대의 HRG는 지표면 60km×60km 또는 60km×120km에 대한 매핑을 가능케 한다. 각 HRG 기기는 미소하게 전방(0.529°)을 지향하는 팬크로매틱(PAN) 밴드(2.5m 또는 5m 해상도)와 미소하게 후방(-0.529°)을 지향하는 다중 스펙트럼(XS)밴드(10m 해상도)로 지상을 촬영한다. 또 다른 센서인 HRS(High Resolution Stereoscopic)는 20° 전·후방을 지향하는 두 대의 센서를 사용하여 along-track 방향에서 5m GSD의

스테레오 영상을 수집한다.

본 연구에서는 ○○지역 60km×60km에 대한 SPOT HRG 스테레오 영상자료를 가지고 사진측량학적 처리방법을 사용하여 여러 가지의 지형정보를 추출하고자 하였다. super mode 처리기법을 통하여 제공된 2.5m 해상도 HRG 영상 입체쌍으로부터 수치지형모형(DTM)과 수치표면모형(DSM)을 생성하고 1/5,000 수치지형도로로부터 추출한 DEM의 정확도를 표준 비교자료로 하여, SPOT-5 입체 위성영상으로부터 추출한 성과의 정확도를 분석하였다. 또한 생성된 DSM을 바탕으로 하여 3D 모델링을 구현하고자 하였다.

II. 데이터 프로세싱

본 연구에서 사용한 SPOT-5 HRG 영상자료는 Super Mode 처리과정을 통하여 해상도 5m에서 2.5m로 조정된 자료이다. Super Mode 처리과정이란 위성의 탐지기들이 분파 배열을 통해 촬영한 12,000×12,000 픽셀의 5m 해상도 영상 2 scene을 이용하여 24,000×24,000 픽셀의 2.5m 해상도의 팬크로매틱 영상을 생성해 내는 과정이다.

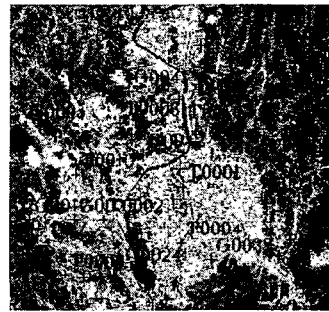
각 영상은 panchromatic 사전처리 Level 1A이고, 픽셀수 24000, 라인수 24000이다.

[표 1] Some parameters of SPOT-5 HRG data used in the experiment

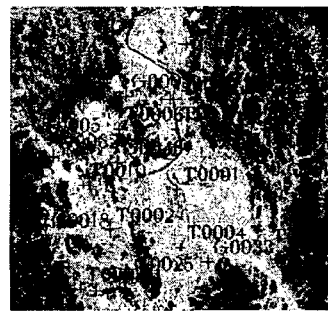
Date	2003/03/10 02:19:43.8	2003/04/14 02:46:43
Presprocessing level	Level 1A	
Instrument	HRG 1	HRG 2
Spectral band	PAN	
Orientation angle	12.582226 deg	16.937298 deg
Incidence angle	R14.127439 deg	L29.716710 deg
Sun angle(Deg)	Azimuth: 150.714088 Elevation: 44.863276	Azimuth: 157.117052 Elevation: 60.909990
Number of lines and pixels	24000 × 24000	

입체쌍의 각 영상에 사용된 전체 ground control points(GCP)의 개수는 26개이며 사용된 GCP는 1:5,000의 수치지형도로로부터 획득하였다. 또한 스테레오 영상의 정합을 용이하게 하기위하여 11개의 접합점(TP; tie points)이 사용되었다. GCP에 의한 각 영상의 등록 정확도는 RMSE 0.7픽셀(1.98M)로 나타났다. [그림 1]은 한 쌍의 영상에 사용된 GCP와 TP들을 보여준다.

다음 단계로 DEM을 추출하기 위하여 에피플라 영상을 생성하게 된다. pixel-by-pixel을 토대로 측정된 시차는 삼각법과 웨도데이터를 사용해 완벽한 고도로 바뀐다.



(a) first image



(b) second image

▶▶ 그림 1. Distribution of GCPs and TPs

계산은 입체영상 사이의 고유한 시차에 의하며, 자동 영상상관 알고리즘은 GCP와 tie points의 정확한 위치에 의해 시차로부터 고도값을 도출하는데 사용된다. 매칭값은 교차상관계수(cross-correlation

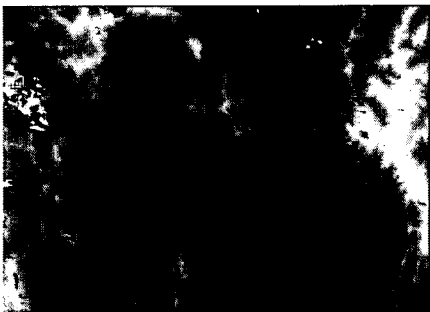
coefficient)로 표준화된 평균값과 다르게 표준화된 평균값의 합을 사용하여 계산된다.

본 연구에서는 PCI OrthoEngine 모듈을 이용하여 해상도 5m의 DEM을 생성하였다. 생성된 DEM에서 구름, 숲 지역 또는 하천 부근의 등에서 반점들이 나타났으며, 자동 DEM 수정 모듈을 이용하여 보간해주었다.

1:5,000 수치지형도의 등고선과 표고점을 이용하여 정확도 분석을 위한 기준 DEM을 생성하였다. [그림 2]와 [그림 3]은 각각 수치지형도와 SPOT 영상으로부터 생성된 DEM을 나타낸다.



▶▶ 그림 2. DEM generated from digital map



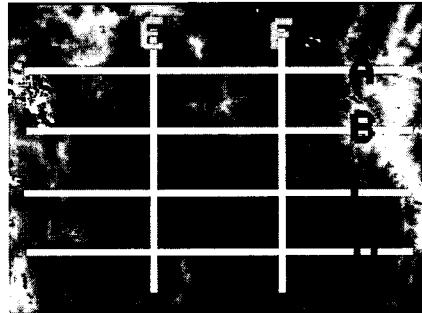
▶▶ 그림 3. DEM generated from SPOT HRG stereo imagery

III. 결과 분석

1. DEM의 정확도 분석

수치지형도로부터 획득한 DEM을 정확도 평가를

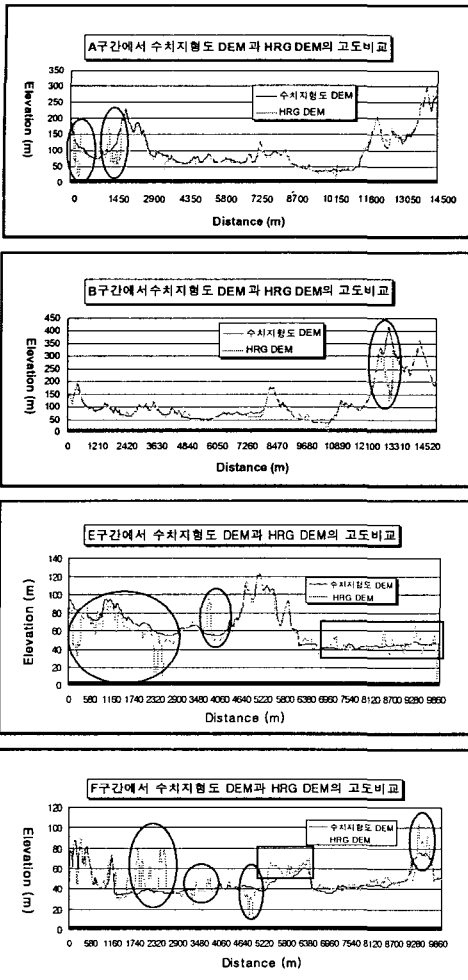
위한 기준으로 사용하여 가로방향 4구간 세로방향 2구간을 임의로 정하여 SPOT 5 영상으로부터 획득한 DEM과 비교하였다[그림 4]. 각 비교구간은 전체적인 수직정확도를 검사할 수 있도록 평지, 산지 및 하천지역 모두를 포함하도록 하였다.



▶▶ 그림 4. Test sections for analyzing DEM accuracy

[그림 5]와 같이 각 구간에서 분석한 결과, 모든 곳에서 2개의 윤곽들의 많은 부분이 서로 중복되는 것을 알 수 있었으나 구간마다 조금씩 다른 편차도 가지고 있음을 알 수 있었다. A와 B 구간에서는 HRG DEM과 DEM의 평균적으로 9.276m, 9.867m의 고도차가 발생하는 것을 알 수 있었다. E와 F 구간의 경우에는 전 지역에서 고도차가 나타나는 것을 알 수 있는데, 최대 고도차는 각각 50m와 45m이고 평균 6.519m와 5.840m이다. A, B 구간과 달리 C, D 및 E와 F 구간에서 전 지역에 걸쳐 편차가 나타나는 것은 평지인 경우 높이값에 영향을 주는 집이나 빌딩, 공장들이 입지해 있고 그렇지 않은 곳은 다른 구간과 마찬가지로 구름이 있기 때문에 기준 DEM과 다른 고도값을 나타낸 것으로 보인다.

[그림 5]에서 수치지형도 DEM과 비교적 큰 고도 차이가 나는 부분에는 원 또는 직사각형으로 표시하였다.



▶▶ 그림 5. Comparison of HRG DEM and digital topographic map DEM

2. 3차원 모델링

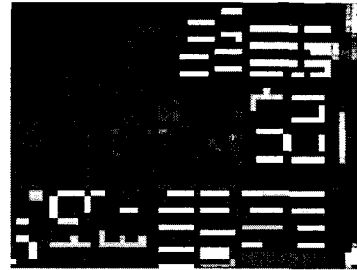
본 연구에서는 정확도 분석 후 수치지형도를 사용하여 HRG DEM에 지물의 경계를 부여하고 래스터화하여 여기에 높이값을 부여함으로써 DSM을 제작하고자 하였다. [그림 6]은 일부의 DSM의 결과를 나타낸 것이다.

대상지역의 3차원 모델링을 위하여 HRG 입체영상으로부터 얻어진 DSM과 1:5000 수치지형도를 사용하여 건물 및 도로 경계를 추출한 다음 래스터화하였다. 이 과정에서 수치지형도와 영상에 표시된 건물

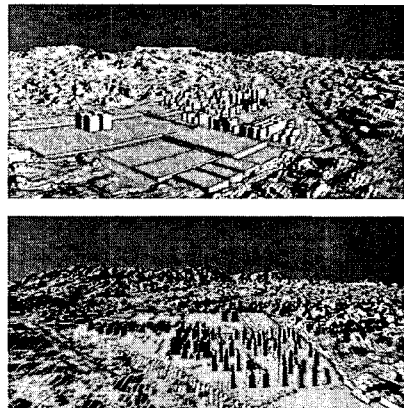
및 도로지역을 일치시키고자 하였으며, 비교적 낮은 높이값을 가지고 있는 지역은 연구과정에서 제외하였다.

래스터화된 경계지역에 새로운 높이값을 부여함에 있어 건물의 옥상은 동일 높이값을 부여하였다. 높이값은 경계지역 안에서 가장 높은 값을 사용하였다. 도로 지역 및 건물이 없는 지역에서는 건물과는 달리 점유율이 가장 양호한 픽셀들의 값을 높이값으로 사용하였다.

[그림 7]은 연구지역 일부에 대한 3D 모델링 결과를 나타낸다. 이와 같은 과정으로 구현된 도심지의 3차원 모형은 도시의 경관계획 및 경관분석을 위한 자료 등으로 활용될 수 있다.



▶▶ 그림 6. Digital surface model of the building area



▶▶ 그림 7. 3D models generated for the research area

IV. 결론

SPOT 5호 HRG 스테레오 영상으로부터 DEM 또는 DSM을 생성하고 3D 모델링을 행한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 구름, 수역 및 건물지역을 제외한 구간 즉 DEM 오차가 5m 이내인 구간은 6개의 시험구간에서 점유율이 45~75%이었고, 평균 2~3m의 DEM 오차를 나타내었다. 전체적으로 53.82%의 점유율과 2.53m의 평균 DEM 오차를 나타냈다.
- 2) SPOT Stereo 영상으로부터 DSM에 생성에 관한 기존의 연구성과와 비교할 때 SPOT-5 HRG 입체영상자료로부터 생성된 DSM의 정확도가 수 m 정도 높게 나타났다.
- 3) SPOT 5 HRG 입체영상으로부터 생성된 DSM을 바탕으로 하여 연구지역의 건물밀집부분에 대한 3차원 모델링을 할 수 있었으며, 이와 같은 자료는 3차원 도시경관 분석 및 조감도 생성을 위하여 활용될 수 있을 것이다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] Toutin, T., Generating DEM for Stereo Images with a Photogrammetric Approach: Examples with VIR and SAR data, EARSEL Advances in Remote Sensing, 4(2), pp.110-117, 1995.
- [2] Li, R., "Potential of high-resolution satellite imagery for national mapping products", Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 64(23): 1165-1170, 1998.
- [3] Gleyzes, J.-P., Meygret, A., Fratter, C., Panem, C., Baillarin, S., Valorge, C., 2003. SPOT5: System overview and image ground segment. IGARSS 2003, Toulouse, France. Proceedings on CD.
- [4] Kim, Sl., Kang, S., "Automatic generation of a SPOT DEM: Towards coastal disaster monitoring", Korean Journal of Remote Sensing, 17(2), pp.121-129, 2001.