

수치지형고도자료의 영상처리

Digital image processing for digital elevation model data

이봉주(Lee, Bong Joo)
조민조(Cho, Min Joe)
강필종(Kang, Pil Chong)

한국자원연구소
한국자원연구소
한국자원연구소

요 약/Abstract

미국 DMA(Defense Mapping Agency)사에서 제공되고 있는 수치지형고도자료(Digital Elevation Model)를 이용하여 Shaded Relief Image와 Landsat TM(Thematic Mapper)자료의 Stereo-pair image를 작성하였다. 이는 지형지세의 3차원적 표현 및 관찰을 통한 위성자료로부터 지질구조 판독의 정확도 및 객관성 제고에 매우 유용하게 활용될 것으로 기대된다.

Synthetic stereo-pair of Landsat TM(Thematic Mapper) and shaded relief image from DEM(Digital Elevation Model) were digitally produced. They are very useful in optimizing the geological interpretability of the remotely sensed data.

서 언

지형의 Texture, Pattern, Shape등 지형지세의 특성과악은 그 지역의 지질 및 지질구조등의 판독에 매우 중요한 요소가 된다. 따라서 지형지세의 3차원적 표현 및 관찰이 가능하다면 이는 지형지세판독을 통한 지질정보추출에 매우 유용한 도구로 활용될 수 있을 것이다. 현재 국

내에서는 항공사진에 의해서만 지형지세의 3차원적 관찰이 가능하나 축척관계로 광역적인 지질구조 판독등에 있어서는 많은 시간과 노력이 요구된다. 또한 광역의 지질구조 판독등에 많이 이용되고 있는 Landsat MSS, TM및 MOS-1 등의 인공위성자료들도 극히 제한된 지역에만 Stereoscopic image를 제공하고, 그나마 낮은 Base-height ratio로 인해 매우 약한 입체효과

(Stereoscopic effect)를 보여 주기 때문에 우리나라와 같은 중위도지방에서는 그 활용도는 매우 낮은 편이다. 더우기 위성자료로부터 광역 지질구조선 추출을 목적으로 사용되고 있는 Edge enhancement 등의 Spatial filtering 영상처리기법은 단순히 위성자료에 내포된 High frequency 성분을 강조하는 것으로, 강조처리된 영상의 판독시 해석자의 주관을 배제하기 어렵고 Filtering한 후에도 Signal과 Noise를 시각적으로 분리시켜야 하는 2중작업이 요구되어 판독결과의 정확도 및 객관성 확보에 문제가 있다.

본 연구에서는 상기의 여러 문제점을 보완코자 Batson et al. (1975, 1976)에 의해 개발된 영상처리기법을 적용하여 작성된 경북 안동지방 일대의 Stereo-pair image 및 Shaded relief image를 소개한다.

사용자료

인공위성자료

본 연구에 사용된 1984년 12월7일에 주사(Path/ Row: 114/35)된 경북 안동지방일대의 영상(Photo.1)은 EMR(Electromagnetic range) 상의 가시-근적외(Visible-Near Infrared) 및 열적외(Thermal Infrared) 영역에 이르는 7개의 Channel을 갖춘 Landsat Thematic Mapper자료로서 각 Channel의 Spectral range, Ground resolution 및 Primary application은 Tabel 1과 같다.

수치지형고도자료

Shaded relief image 및 Landsat TM의 Stereo-pair작성에 사용된 수치지형고도자료는 미국 DMA(Defense Mapping Agency)사에서 1:250,000축척의 지형도로 부터 추출된 것으로 격자점 간격이 위, 경도 간격이 3"인

Table 1 Band width, ground resolution and primary potential application of Landsat TM bands.

Band	Band width (μm)	Resolution (m)	Primary potential application
1	.45-.52	30	Mapping of coastal water, differentiating of soil and vegetation, seperating coniferous and deciduous species
2	.52-.60	30	Measurement of visible green reflectance peaks to assess vigour of vegetation
3	.63-.69	30	Discrimination of plant species through measuring chlorophyll absorption
4	.76-90	30	Delineation of water body, determination of biomass content
5	1.55-1.75	30	Measurement of vegetation and soil moisture, differentiation of cloud and snow
6	10.4-12.5	120	Thermal imaging and mapping, plant stress analysis, determination of soil moisture
7	2.08-2.38	30	Discrimination of rock type, mapping of hydrothermally altered zone



Photo 1 False color composite image of Band 2, 4 and 7(Blue, Green, Red).

Raster format의 자료이나, 실제 지형도상에서 위도, 경도의 3" 단위의 거리는 상이(각 92.5m, 75m)하므로, 이를 등거리 격자체제를 가진 Landsat TM자료와 공간적으로 정합(Registration)시키기 위하여 DEM자료를 가로, 세로의 길이가 각 30m가 되도록 재배열하여 이용하였다.

영상처리

Shaded relief image

자연상태에서 지표면의 음영효과(Shade effect)는 지표면의 기복, 경사 방위각, 경사도, 태양의 조사방향 및 고도 등 여러 자연조건에 복합적 영향에 의한 태양광의 반사도 차에 기인한다. 그러나 컴퓨터를 이용하여 음영지도

(Shaded relief image)를 작성할 때에는 상기의 자연조건을 모두 부합시키기는 매우 어려우므로, 본 연구에서는 음영효과를 태양의 고도 및 방위각과 지표면의 경사도 및 경사방위각만의 함수관계로 조건을 단순화(Fig. 1)시켜 가상의 태양고도 및 방위각에 대하여 DEM자료의 각 격자점에서 지표면의 경사도 및 경사방위각에 해당하는 밝기 값을 구하여 이를 8bit의 Grey level로 변환, 음영지도를 작성하였다(Photo 2). 이때 밝기 값 계산을 위해 작성된 Program은 Lommel-Seeliger method(Batson et al., 1975)에 의한 식(1)을 기본 Algorithm으로 한 것이다.

$$I = \frac{1}{1 + \frac{\cos \epsilon}{\cos i}} \quad (1)$$

where I : intensity of the reflectance

ϵ : angle between sun azimuth and slope normal of ground surface

i : angle between sun elevation and slope normal of ground surface

를 유도하여 Stereoscopic viewing를 가능케 하는 방법등이 있다. 그러나 컴퓨터 및 그 주변 기기의 발달에 힘입어 지형도로 부터의 수치화된 지형고도추출이 용이해 짐에 따라 위성자료

Synthetic stereo-pair of Landsat TM

일반적으로 항공기 또는 인공위성을 이용하여 Stereo-pair를 작성하는 방법에는 1)동일고도상에서 서로 반대방향으로 동일지역을 관찰하거나, 2)동일고도에서 같은 방향으로 서로 다른 각도로 동일지역을 관측함으로써, 지형의 높이에 따른 시차변위(Parallax displacement)

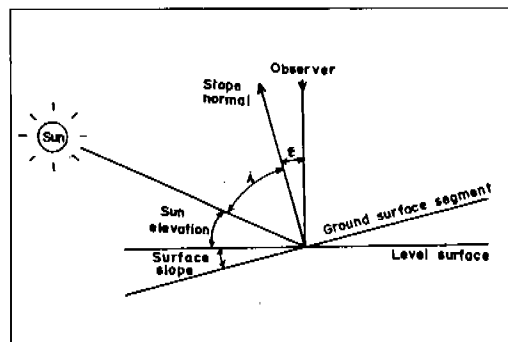


Fig. 1 Factors that affect the intensity of reflectance from the ground surface (Batson et al., 1975).

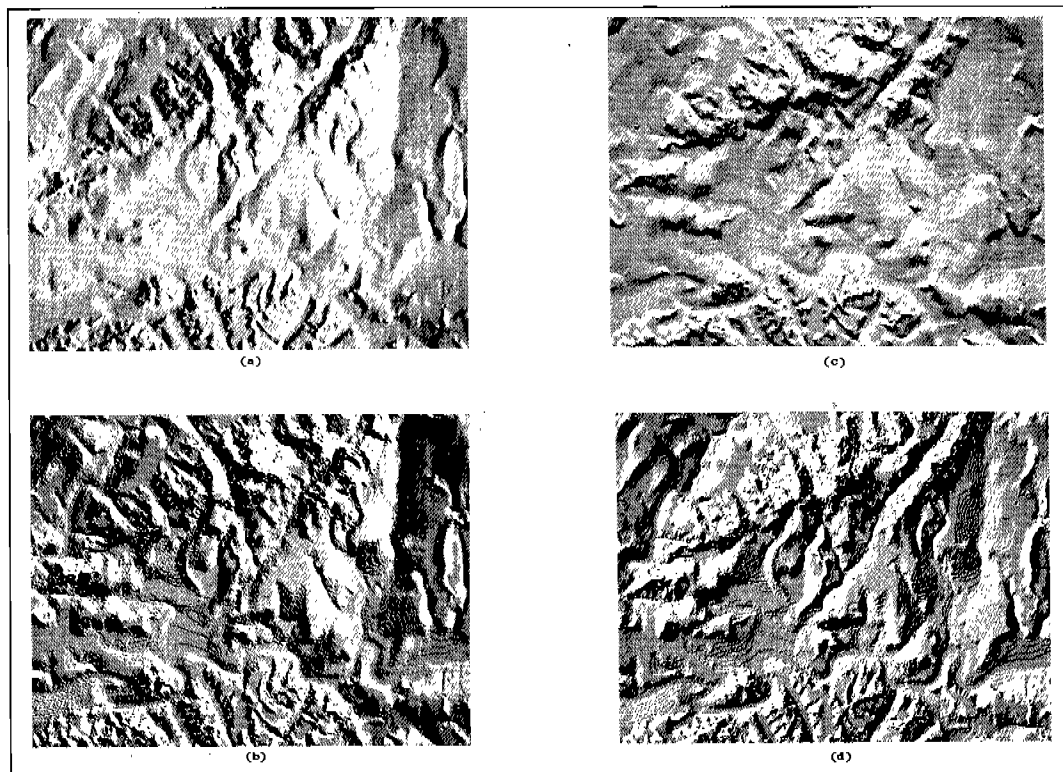


Photo 2 Shaded relief image (Sun elevation: 45°).
Sun azimuth : (a) East (b) $N45^\circ E$ (c) North (d) $N45^\circ W$.



Photo 3 Synthetic stereo-pair image of Landsat TM.

각 화소(Pixel)의 시차변위량을 계산함으로써, 영상처리에 의한 위성자료의 Stereoscopic images의 작성도 가능하다(Batson et al., 1976). 즉 DEM자료와 공간적으로 정합된 위성자료 각 화소에서의 시차변위는, 그 화소에 상응되는 DEM자료의 고도차에 비례하므로 식(2) (Batson et al., 1976)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\Delta p = \Delta h(K) \quad (2)$$

where Δp : parallax displacement of an object on an image whose height above a base level is Δh .

K : constant that will determine the strength of the stereoscopic illusion

Photo 3은 상기의 Algorithm에 의해 작성된 경북 안동지방일대의 Stereo-pair image로서, 위성자료에 내포된 High frequency component를 강조 시키는 영상처리방법과는 달리 위성영상을 입체적으로 표현함으로써 시각적 판독효과를 극대화시킬 수 있고, 상수 K의

임의적 선택으로 Vertical exaggeration의 조정이 가능하여 지형고도가 낮은 지역에서도 Lineament등의 구조적 성분을 명확히 할 수 있는 장점이 있다. 그러나 DEM자료의 추출시 넓은 Sampling interval(3")로 인하여 미세한 지형표현 및 위성자료와의 정확한 공간적 정합이 어려운 단점이 있다. 또한 무시할 수 없는 측정오차가 내포되어 있어 사용시 수정이 요구된다.

토 의

위성자료에 의한 광역지질구조선 추출에 있어서 기존의 Laplacian operator등의 Spatial filtering기법이 단순히 위성자료에 내포된 High frequency성분을 강조하는 것으로 판독시 해석자의 주관에 배제하기 힘들고 Filtering한 후에도 Signal과 Noise를 시각적으로 분리시켜야 하는 2중작업이 요구되어 정확도에도 문제가 야기되고 있다. 그러나 DEM자료를 위성자료와 공간적으로 정합시켜 작성한 Stereo-pair image를 이용하여 판독할 경우에는 해석자의 주관을 완전히 배제시킬 수는 없으나, 영상

을 입체적으로 관찰, 판독할 수 있으므로 판독결과와 객관성 및 정확도를 기존의 High frequency 강조기법보다 배가시킬 수 있을 것으로 본다. 그러나 Stereo-pair image의 경우에는 DEM자료의 추출간격이 너무 넓어 미세한 지형의 표현이 어렵고, 자료자체의 정확도에는 문제가 있으며, 또한 이러한 문제점으로 인하여 위성자료와의 정확한 정합(Registration)이 어려운 것이 단점으로 들수 있다.

상기 영상들은 광역지질 및 지질구조등의 지질정보추출, 토목공학적 목적의 지형지세의 통계처리 그리고 고속도로 및 도시계획등의 국토개발 정책수립등 여러 분야에서 중요한 기초자료로 활용될 것으로 기대한다.

사 사

본 연구논문을 검토하고 조언을 주신 한국자원연구소 환경지질연구그룹의 이 동영 박사께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Batson, R. M., Edwards, K., Eliason, E. M. (1975), Computer generated shaded relief images, Jour. Research U. S. Geol. Survey, Vol. 3, No. 4, pp. 401-408.
- Batson, R. M. and Edwards, K. (1976), Synthetic stereo and Landsat picture, Photogrammetric Engin. and Remote Sensing, Vol. 42, No. 10, pp. 410-408.
- Batson, R. M. and Edwards, K. (1976), Synthetic stereo and Landsat pictures, Photogrammetric Engin. and Remote Sensing, Vol. 42, No. 10, pp. 1972-1284
- 강필종, 조민조, 이봉주 (1990), 항공사진과 인공위성자료에 의한 지질구조연구(황지지역), 한국동력자원연구소, 연구보고서(KR-90-ID), pp. 173-224