

분류정확도 향상을 위한 RADARSAT SAR 영상의 방사왜곡보정 Radiometric Slope Correction for Improvement of Classification Accuracy in Radarsat SAR Imagery

손홍규*, 송영선**, 유환희***, 정원조****

Hong-Gyoo, SOHN, Yeong-Sun, SONG, Hwan-Hee, YOO, Won-Jo, JUNG

요 지

SAR(Synthetic Aperture Radar) 영상은 경사촬영을 수행하므로 지형의 기복에 따른 영향을 많이 받는다. 따라서 SAR영상을 이용하여 여러 가지 정보들을 추출하여 이용하기 위해서는 전처리 과정으로서 지형의 기복에 따른 여러 가지 왜곡들을 보정해야 한다. 이에 본 연구에서는 RADARSAT SAR 영상을 이용하여 레도모델링, 정사보정을 수행하고 역산란계수, 국부입사각 계산 등을 통해 지형기복에 따른 방사왜곡보정을 수행하였다.

1. 서 론

SAR 영상은 광학영상과는 달리 능동적 영상취득체계를 이용하므로 구름이나 밤낮에 상관없이 영상을 취득할 수 있을 뿐만 아니라 광학영상에서 탐지하지 못하는 지형의 특성을 미세하게 감지할 수 있다. 과거에는 SAR 영상만을 독립적으로 취득하여 활용하다가 최근에는 광학센스와 SAR 센스를 동시에 탑재한 위성을 이용하여 광학영상과 SAR영상을 동시에 취득하고, 이를 상호보완하여 정보를 추출하는 연구가 수행되고 있다.

SAR영상은 광학영상과는 달리 경사촬영을 수행하므로 광학영상에 비해 지형의 기복에 의해 왜곡이 많이 발생한다. 따라서 SAR 영상만을 이용하여 어떤 정보를 추출하거나 혹은 광학영상과의 상호보완을 통해 정보를 추출하기 위해서는 지형의 기복에 의해 발생하는 왜곡을 SAR 영상에서 보정해야만 보다 정확한 정보를 추출해 낼 수 있다. 특히 우리나라와 같이 대부분의 지형이 산악지역인 경우 이러한 과정이 필수적이라 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 RADARSAT SAR 영상을 이용하여 역산란 계수를 계산하고, 지형의 기복에 의한 방사왜곡을 보정을 수행하였다.

2. 대상지역 및 연구방법

본 연구에서는 1998년 8월 12일 촬영된 RADARSAT SAR 영상을 이용하여 지형의 기복에 의한 방사왜곡의 보정을 수행하였으며, 이 영상은 SGF 포맷으로서 Standard Beam 6 mode, 크기 8724×8630, ascending right looking system, 16bit 영상 구조이다. 한 영상 소당 지상거리는 경사거리 및 위성진행방향 모두 12.5m이고, 공칭 해상도는 약 25~30m이다(그림 1).

* 연세대학교 사회환경시스템공학부 조교수 E-mail:sohn1@yonsei.ac.kr
** 연세대학교 사회환경시스템공학부 박사과정 E-mail:point196@yonsei.ac.kr
*** 경상대학교 건설공학부 교수 E-mail:hhyoo@nongae.gsnu.ac.kr
**** 연세대학교 사회환경시스템공학부 석사과정 E-mail:wonjo@yonsei.ac.kr

연구대상지역은 산악지역 및 평지지역, 하천지역이 분포하는 대전과 보은지역을 선정하였으며, 그림 1의 영상에서 A지역에 해당한다.

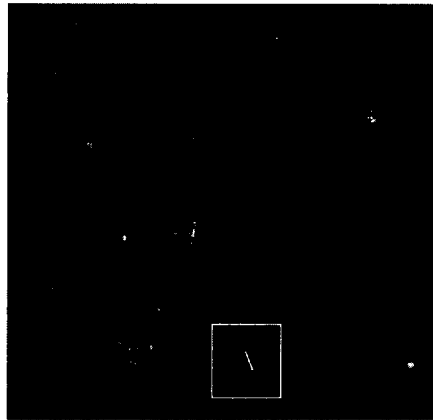


그림 1. RADARSAT SAR 영상

3. 지형기복에 따른 방사왜곡보정

지형의 기복을 고려하지 않고 단지 지표면을 타원체면이라고 가정했을 때의 역산란계수는 아래의 식으로서 계산할 수 있으며, 계산된 결과는 지형의 기복에 의한 방사학적 왜곡을 포함하고 있는 상태이다.

$$\sigma_j^0 = \beta_j^0 + 10 \log_{10}(\sin \eta_j) \quad (1)$$

여기서, β_j^0 는 j번째 영상소의 레이다 밝기값(radar brightness)이고, η_j 는 j번째 영상소의 입사각(incidence angle)을 의미한다. 식(1)을 이용하여 계산한 역산란계수는 그림 2와 같다. 그림 2에서 볼 때 어두운 지역은 수신되는 파의 양이 적은 지역으로서 주로 바다, 하천 등과 같은 수계지역 혹은 위성위치의 반대사면 지역이다.

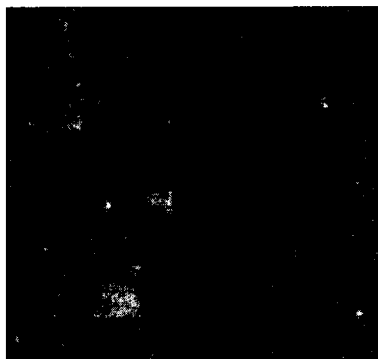


그림 2. 레이다 역산란계수(dB)

산란면(back scattering area)이 A일때 산란면으로부터 반사되어 온 반사파의 파워는 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$P_r = \frac{P_t \lambda^2 G_t(\gamma) G_r(\gamma)}{(4\pi)^3 R^4} \sigma^0 A \quad (2)$$

여기서, P_t 는 전송된 파워, λ 는 레이다 파장, R 은 산란면 A까지의 거리, γ 은 관측각(look angle), $G_t(\gamma)$ 와 $G_r(\gamma)$ 은 관측각이 γ 일때 각각 전송되고 수신되는 안테나 이득(gain), σ^0 는 A에 대하여 정규화된 radar cross section을 의미한다. 식 (2)에서 A는 식(3)으로 표현할 수 있으며 이는 지형의 기복을 고려하지 않고 단순히 지표면이 편평한 타원체이라고 가정했을 때의 산란면이다.

$$A = \frac{\delta_r \delta_a}{\sin(\eta_0)} \quad (3)$$

여기서, η 는 입사각, δ_r 과 δ_a 는 경사거리방향과 위성진행방향 영상소 간격(pixel spacing)을 의미한다. η 는 지형의 기복을 고려하지 않고 단지 지형이 타원체면이라고 가정했을 때의 입사각으로서 아래식과 같이 계산할 수 있다.

$$\eta_0 = \sin^{-1}[R_s \sin \gamma / (R_r + h_p)] \quad (4)$$

여기서, R_s 는 지구중심에서 위성까지의 거리이고, R_r 는 지구중심에서 대상물까지의 거리, γ 은 관측각을 의미한다. 그림 3은 지표면을 타원체라고 가정하고 계산한 입사각이다. 그림에서 볼 때, 위성의 위치와 인접한 지역에서 멀어질수록 입사각이 커지는 것을 알 수 있다.

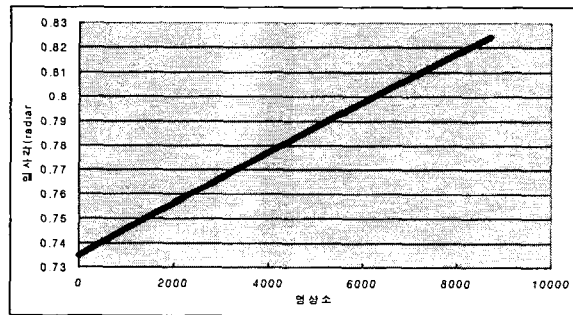


그림 3. 지표면을 타원체로 가정하고 계산한 입사각

입사각(그림 3)을 이용하여 산란면(A)을 계산한 결과는 그림 4와 같고, 그림에서 보는 바와 같이 대상물이 위성에서 멀어질수록 산란면의 면적인 감소하는 것을 알 수 있다.

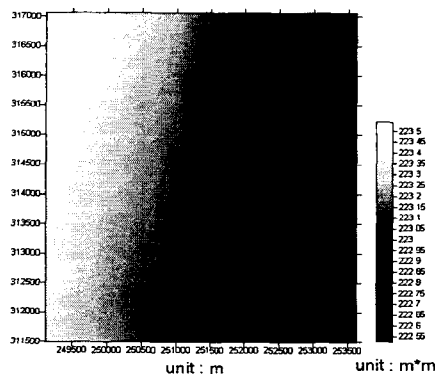


그림 4. 타원체면상에서의 산란면

그러나 실제로 SAR 영상의 취득시 지형의 기록에 의한 산란면의 면적은 지형의 경사거리방향과 위성진행방향의 경사도에 따라서 변하게 된다(식 5).

$$A' = \frac{\delta_r}{\sin(\eta_0 - \theta_r)} \frac{\delta_a}{\cos(\theta_a)} \quad (5)$$

여기서, θ_r 은 경사거리방향 지형의 경사, θ_a 는 위성진행방향 지형의 경사를 의미한다. 따라서 지형의 기록에 의한 방사왜곡이 보정된 역산란계수 $\hat{\sigma}^0$ 은 $\sigma^0 \times A/A'$ 로서 계산할 수 있다. 그림 5는 입사각이 각각 20°, 30°, 40°, 50°일 때 지형의 경사도에 따라 발생할 수 있는 방사왜곡 보정량을 계산하여 그림으로 나타낸 것이다. 그림에서 볼 때, 입사각이 작을수록 지형의 경사에 의해 방사왜곡이 많이 발생하며, 또한 입사각과 관측각간의 관계에 따라서 관측각이 작을수록 일반적으로 방사왜곡이 많이 발생한다는 것을 알 수 있다.

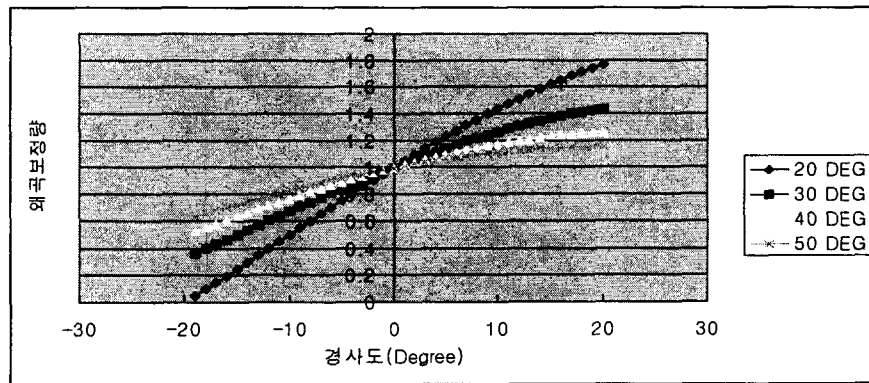


그림 5. 경사도에 따른 방사왜곡 보정량(단, $\theta_r = \theta_a$)

실제 대상영상에 대해 방사왜곡 보정을 수행하기 위해서 먼저, 위성의 궤도모델링을 수행하였고, 그림 2의 역산란계수를 궤도모델링 자료와 수치고도모형(그림 7)을 이용하여 기하보정을 수행하였다. 기하보정된 역산란계수는 그림 6과 같다.

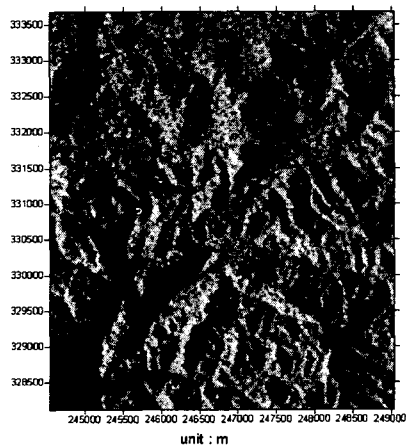


그림 6. 역산란계수

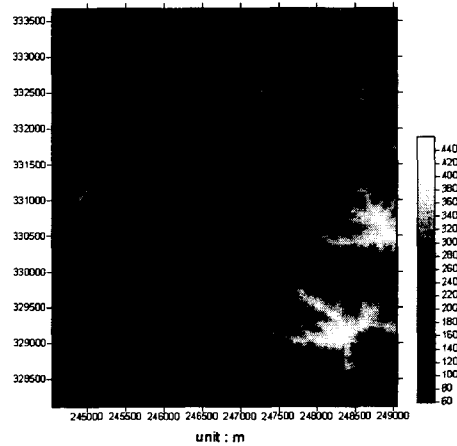


그림 7. 수치고도모형

그림 9는 그림 6의 역산란계수에 방사보정량(A/A'), 그림 8)를 곱하여 계산한 역산란계수로서 지형의 기복에 발생한 방사왜곡을 보정한 영상이다.

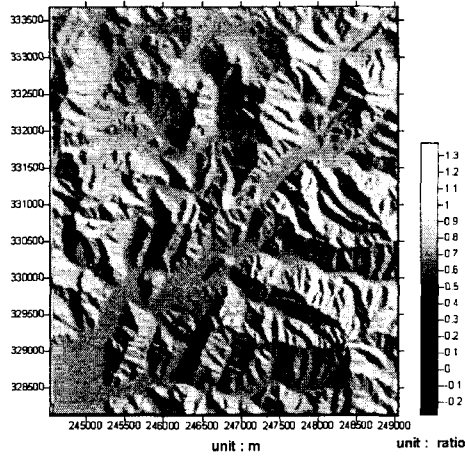


그림 8. 방사왜곡보정량(A/A')

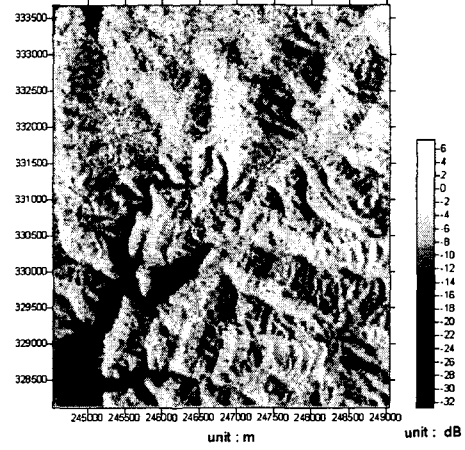


그림 9. 방사왜곡이 보정된 역산란계수($\hat{\sigma}^0$)

4. 결 론

본 연구에서는 RADARSAT SAR 영상을 이용하여 지형의 기복에 의해 발생하는 방사학적 왜곡을 보정하였으며, 그 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 본 연구의 대상지역의 고도는 약 59m~459m로서 이 지역에 있어서 -11dB~3dB까지 역산란계수가 보정되었으며, 따라서 대상지역에 최대 약 11dB의 방사왜곡이 포함되어 있음을 알 수 있었다.
2. 지형에 대한 방사학적 왜곡은 관측각이 작을수록 많이 발생하며, 궤도모델링 및 수치 고도모형의 정확도가 방사왜곡보정의 정확도에 많은 영향을 미침을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. VAN ZYL, J. J., B. D. Campion, P. DUBIOS and J. SHI, 1993, The effect of Topography on SAR Calibration, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. GE-31, No.5, pp. 1036-1043
2. 정 수, 1997, Radarsat 위성의 위치결정과 SAR자료의 정확도 향상에 관한 연구, 연세대학교 박사학위 논문
3. Logan, T, 1999, Calculation of ASF CEOS Metadata Values.