

위성 SAR 영상을 이용한 산림 소실률 분석

이정훈, 김경록, 조준우, 김재현

아주대학교 전자공학과

{geniuslee20, nowhere1104, cjw8945, jkim}@ajou.ac.kr

Analysis of Forest Loss Rate using Satellite SAR image

Jung-Hoon Lee, Kyeongrok Kim, Jun-Woo Cho, and Jae-Hyun Kim

Department of Electrical and Computer Engineering, Ajou University.

요약

본 논문은 위성 SAR 이미지에 각각 다른 필터를 적용하여 이미지를 처리한 후, 각 이미지에서 계산한 산림 소실률을 비교한다. SAR 이미지는 Sentinel-1 위성의 데이터를 이용하였으며, 이미지를 처리하는 프로그램은 SNAP을 사용하였다. SLee, Lee Sigma, Frost 필터를 사용하여 noise를 제거하였으며, Lee 필터의 경우 필터의 크기를 변화시켜 비교하였다. 최종 산림 소실률의 비교 결과, 오차율은 최소 0.3 %에서 최대 13 % 까지 측정되었다. Frost 필터를 사용하였을 때 실제 피해 면적과의 오차율이 가장 적게 발생하였고, 필터의 크기를 다르게 설정한 Lee 필터의 경우에는, 필터 크기가 작을수록 산림 소실률이 작게 측정되었다.

I. 서론

SAR는 날씨와 시간에 관계없이 전천후로 관측이 가능하여 다양한 분야에서 사용되고 있다. 특히, 최근에는 자연재해 감시 및 분석에 많은 연구가 수행되고 있다 [1]. 자연재해 분석에서 인공위성을 이용한 탐사 기술은 다양한 재난에 대해 분석 데이터를 효율적으로 획득할 수 있기 때문이다. Sentinel-1 자료를 기반으로 자연재해를 분석한 연구들이 있다. 본 논문에서는 ESA에서 제공하는 SNAP 프로그램을 이용하여 SAR 이미지를 처리하고, 처리하는 필터의 종류와 필터의 크기를 각각 다르게 한다. 이후 처리된 이미지에서 산림 소실률과 피해 면적을 계산하여 실제 데이터와 비교한다.

II. 본론

본 논문에서 분석할 지역은 강원도 고성군이며, 2019년 4월에 발생한 산불을 연구 사례로 지정한다. SAR 이미지는 Sentinel-1 Level 1 이미지를 사용하며, 이는 Alaska Satellite Facility(ASF)에서 제공한 데이터를 이용하였다. 그림 1은 SAR 이미지 처리 과정을 순서대로 나타낸 것이다. 처리 과정은 pre-processing과 post-processing으로 나누어져 있다. 이후 실제 피해 데이터와 비교 분석을 통해 결과를 도출한다. Pre-processing은 subset, radiometric calibration, speckle filtering, geometric correction의 과정을 거친다. Subset은 이미지의 일부분만 사용하는 방법으로 이미지의 사이즈를 줄인다. Radiometric calibration은 SAR 데이터의 오차를 줄이기 위해 사용하는 방법이다. 이는 입력 신호에 대한 시스템 응답을 정량적으로 정의하는 과정이며, 레이더의 안정성과 정확성을 보장하기 위해 위성 임무 전반에 걸쳐 수행된다. Speckle filtering은 노이즈를 제거하는 과정이며, 이 중 speckle filtering에서 사용하는 필터의 크기와 종류를 다르게 하여 이미지를 처리한다. 사용하는 필터는 Lee, Lee Sigma, Frost 필터이며, 이 중에서 Lee 필터는 필터의 크기에 따른 이미지 비교에 사용한다. Lee 필터는 SAR 이미지의 노이즈를 제거하는 대표적인 필터 중 하나이며, SAR 이미지의 모든 영역에서 speckle noise가 동

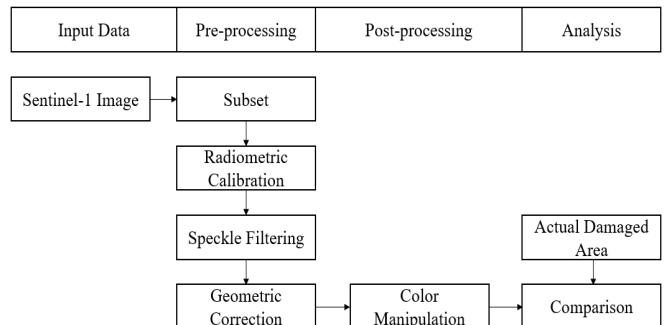


그림 1. SAR 이미지 처리 과정의 순서도

일하다고 가정한다 [2]. Frost 필터는 1982년에 처음으로 만들어졌으며, multiplicative noise를 제거하기 위해 사용된다. Frost 필터는 변동 계수에 기초하여 작동한다. 변동 계수는 표준 편차를 산술 평균으로 나눈 값이다. 커널 크기를 $n \times n$ 이라고 가정할 때, 중심 픽셀 값은 커널에서 인접한 값의 가중치 합계로 대체된다. 관심 있는 픽셀에서 멀어질수록, 분산은 증가하고 가중치는 감소한다. 최소 평균 제곱 오차 기준에 기초하나, Lee 필터와 달리 실제 이미지와 관찰된 이미지의 단순 선형 가중 형식을 보유하지 않는다 [3]. Lee sigma 필터는 픽셀의 95.5%가 평균으로부터 2 시그마 범위 내에 분포한다는 개념을 기반으로 한 필터이다. Scanning window의 중앙 픽셀을 2 시그마 범위 내에서 해당 픽셀의 평균으로 교체하여 speckle noise를 줄이며, 2 시그마 범위를 벗어난 픽셀은 outlier로 간주되어 표본 평균 계산에 포함되지 않는다 [4]. Geometric correction은 Range-Doppler(RD) 지형 보정을 사용한다. RD 지형 보정은 지형 왜곡으로 인해 기하학적으로 이동된 모든 픽셀을 옮바른 위치로 이동시킨다. Pre-processing 과정이 끝나면 post-processing이 진행된다. post-processing에서는 color manipulation을 수행하며, color palette를 처리된 이미지에 삽입한다. 본 논문은 이미지 처리 후 산림률 조사를 위해 “tree_cover_percent”를 사용하였다.

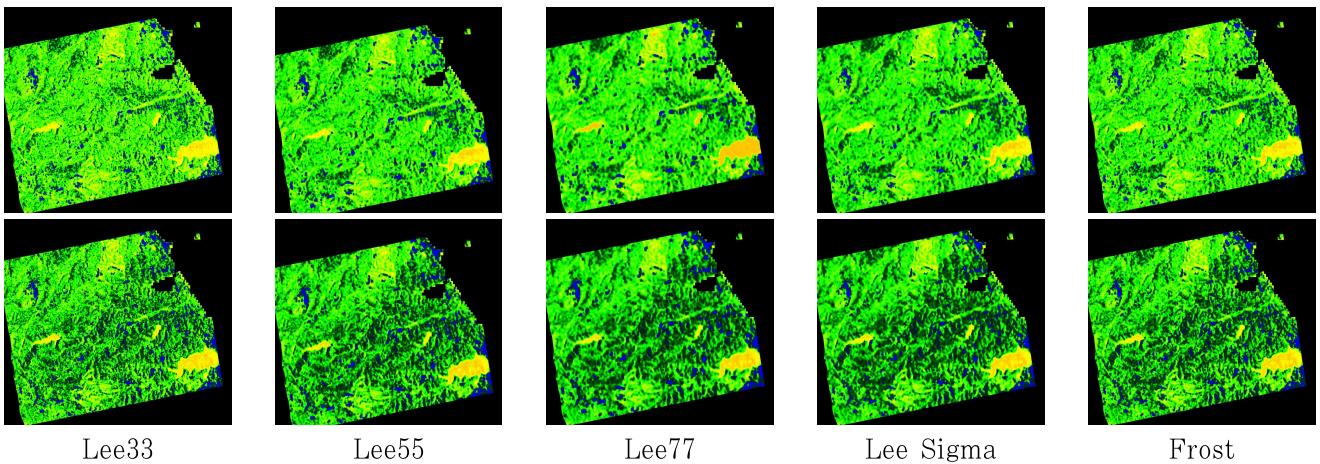


그림 2. 필터에 따른 산불 전후의 이미지. 위: 산불 전, 아래: 산불 후

표 1. 필터의 크기와 종류에 따른 산림 소실률과 피해 면적

필터	산림 소실률(%)	피해 면적(km^2)	오차율(%)
Lee(7*7)	26.864	9.692	8.045
Lee(5*5)	24.295	8.772	2.208
Lee(3*3)	21.580	7.772	13.353
Lee Sigma	26.560	9.612	7.158
Frost	24.764	9.003	0.370

III. 이미지 비교 분석

그림 2는 각기 다른 필터에 따라 처리된 산불 전후의 이미지들이다. 처리된 이미지들은 MATLAB을 통해 R, G, B의 값 중 G 값만 분리한다. 분리된 G 값을 이용해 전체 픽셀의 개수는 배경 픽셀의 값인 0인 픽셀을 제외하였고, 이 중 G 값이 200 이상인 픽셀은 산림으로 가정하였다. 전체 사진의 픽셀 개수와 산림 픽셀 개수를 이용하여 산불 이전과 이후의 산림률을 구한 뒤, 산림 소실률과 피해 면적을 계산한다. 표 1에 각 필터의 산림 소실률과 피해 면적, 그리고 실제 피해 면적과의 오차율을 정리하였다. 실제 피해 면적은 $8.97 km^2$ 이며, 실제 피해 영상은 그림 3과 같다. 그림 3에서 붉게 표시된 부분은 산림 지역이고, 검게 표시된 부분이 화재 피해를 입은 지역이다. 비교 결과 필터의 종류, 크기마다 산림 소실률과 피해 면적이 모두 다른 것을 확인할 수 있었다. 필터의 종류의 경우, Frost 필터가 오차율 0.370 %로 가장 정확한 필터임을 확인하였다. Lee sigma와 Lee(7*7)의 경우 각각 7.158 %, 8.045 %로 Frost 필터에 비해 성능이 떨어지는 것을 확인하였다. 필터의 크기의 경우, Lee 필터를 기준으로 하여 각각 3*3, 5*5, 7*7의 크기를 이용하였다. 분석 결과, 5*5의 크기일 때 오차율이 2.2 %로 가장 적게 나타난 것을 확인하였다.

IV. 결론

본 논문에서는 SAR 이미지를 SNAP 프로그램에서 각각 다른 필터에 적용시켜 처리한 후 비교 분석하였다. 비교 분석 결과, 필터의 크기와 종류에 따라 각기 다른 오차율이 나타났다. 필터의 크기의 경우 5*5의 크기를 적용했을 때 가장 적은 오차율이 발생했으며, Frost 필터를 적용했을 때 가장 적은 오차율이 발생하였다. 추후 연구에서는 정확도가 가장 높은 필터를 개선하고, 산림 소실률을 이용하여 산불과 다른 자연재해 간의 관계 등 다른 분야에서의 연구를 진행할 예정이다.

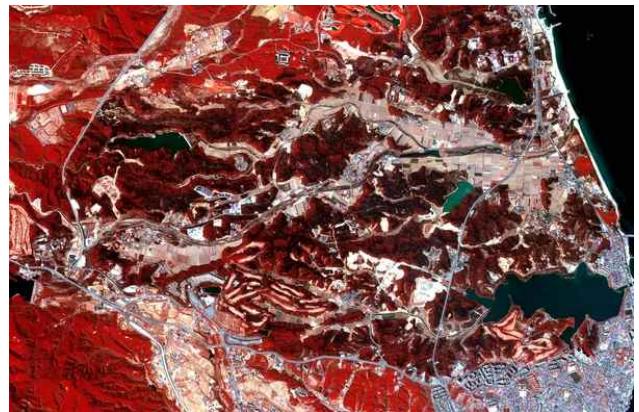


그림 3. 강원도의 실제 산불피해 지역 위성영상 (아리랑 3호)

ACKNOWLEDGMENT

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITP-2020-2018-0-01424)

참 고 문 헌

- [1] M. Chini., et al. "Probabilistic Urban Flood Mapping Using SAR Data," in Proc. IGARSS 2019, Yokohama, Japan, pp. 4643–4645, 28 Jul–2 Aug., 2019.
- [2] J. Lee, "Digital Image Enhancement and Noise Filtering by Use of Local Statistics," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. PAMI-2, no. 2, pp. 165–168, Mar., 1980.
- [3] Y. Yu and S. T. Acton, "Speckle reducing anisotropic diffusion," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 11, no. 11, pp. 1260–1270, Nov., 2002.
- [4] J. S. Lee, J. H. Wen, T. L. Ainsworth, K. S. Chen and A. J. Chen, "Improved sigma filter for speckle filtering of SAR imagery," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 47, no. 1, pp. 202–213, Jan., 2009.