

# 다중 주파수 편광 SAR 자료를 이용한 농작물 분류

## Crop classification using multiple frequency polarimetric SAR data

박노욱\*, 지광훈  
No-Wook Park\* and Kwang-Hoon Chi

한국지질자원연구원 지질자원정보센터  
E-mail: nwpark@kigam.re.kr

### 요약

이 연구에서는 C 밴드와 L 밴드 다편광 NASA JPL AirSAR 자료를 농작물 구분에 사용함에 있어서 자료 융합의 효과를 살펴보고자 하였다. Target decomposition으로부터 얻어지는 산란특성과 관련된 특징들을 입력으로 support vector machines을 개별 파장대 편광 SAR 자료의 분류에 이용하였으며, C 밴드와 L 밴드 자료의 사후확률을  $\tau$  모델을 이용하여 융합하였다. 적용 결과 L 밴드 자료가 C 밴드 자료에 비해 농작물 구분에 적절한 투과 심도를 나타내어 상대적으로 높은 분류 정확도를 나타내었지만, 자료 융합을 통해 보다 향상된 분류 정확도를 얻을 수 있었다. 이 연구에서 제시된 방법은 앞으로 이용이 가능할 C 밴드 Radarsat-2 자료와 L 밴드 ALOS 자료에 적용이 가능할 것으로 판단된다.

### 1. 서론

기존 단일 주파수/편광 상태의 자료만을 제공하던 SAR 시스템에서 앞으로는 다중 편광 자료를 제공하는 SAR 시스템의 이용이 활발해질 것으로 예상된다. 기존 단일 편광 SAR 자료에 비해 다편광 SAR 자료를 이용할 경우, 보다 많은 산란 특성 정보를 추출할 수 있기 때문에 활용성이 높으나 이와 더불어 자료 처리 기술 개발도 병행되어야 한다.

토지 피복과 관련하여 Lee et al.(2001)은 NASA JPL AirSAR 자료를 농작물과

산림 분류에 이용하였다. 이 연구를 통해 L 밴드가 농작물 분류에는 C 밴드나 P 밴드에 비해 분류 능력이 뛰어나며, 이중 편광 HH/VV가 다편광 자료만큼의 분류정확도를 나타낸다고 보고하였다. 또한 산림 구분에는 파장이 좀 더 긴 P 밴드가 다른 밴드들보다 우수하며, HV가 중요한 편광 상태임을 보고하였다. 이러한 결과는 SAR 자료의 파장 혹은 주파수에 따라 지표 피복물의 물리적인 특성을 구분하는데 차이가 있음을 나타낸다. 농작물 구분에 비록 L 밴드가 우수하다고 보고하였으나, 일부 항목에서는 다른 파장 자료가 상호보완적

인 정보를 제공할 수 있기 때문에 서로 다른 파장대 자료의 융합 연구도 필요한 상황이다.

이 연구에서는 C 밴드와 L 밴드 다편광 NASA JPL AirSAR 자료를 농작물 구분에 사용함에 있어서 자료 융합을 살펴보고자 하였다.

## 2. 사용 자료

이 연구에서는 Lee et al.(2001)에 사용된 IEEE Geoscience and Remote Sensing Society의 Data Fusion Technical Committee에서 제공하는 네덜란드 Flevoland 지역에서 촬영된 NASA JPL AirSAR 자료 중에서 C 밴드와 L 밴드 자료를 분석에 이용하였다(Fig. 1). 여기서 C 밴드와 L 밴드 자료는 앞으로 이용이 가능해질 C 밴드 Radarsat-2 자료와 L 밴드 ALOS PALSAR 자료를 모사하기 위해 사용하였다.

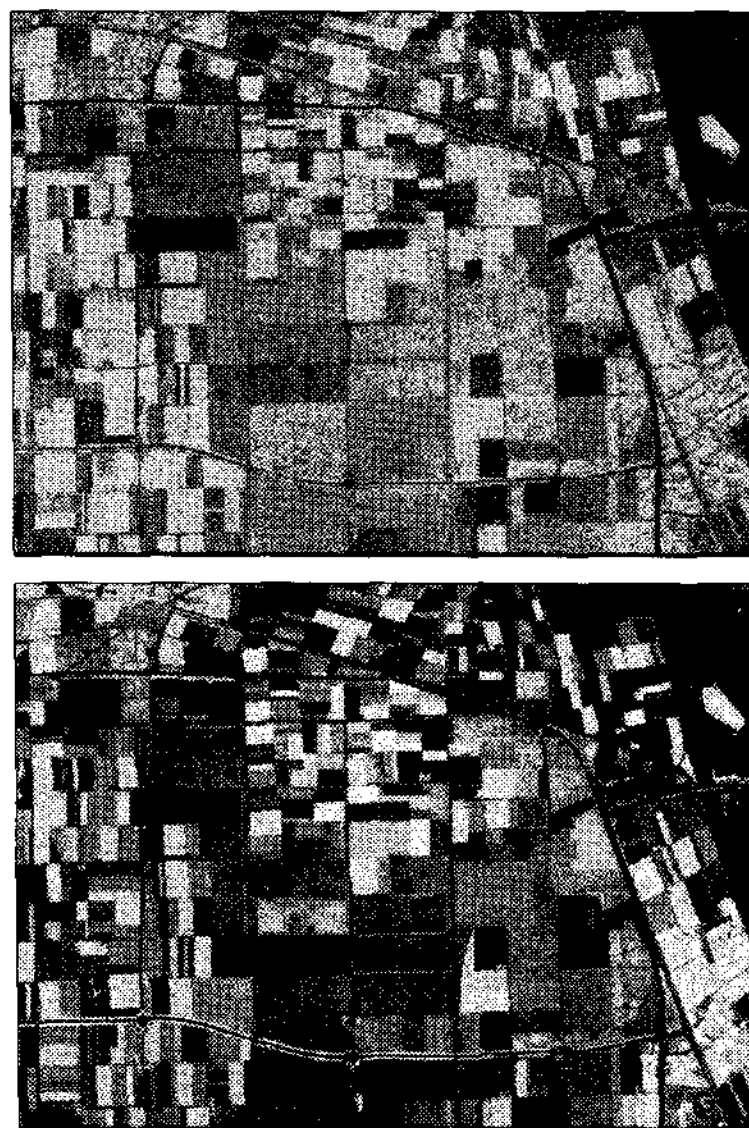


Fig. 1. C band span image(top) and L band span image(bottom).

감독분류를 위한 농작물 토지피복 항목은 총 10개를 고려하였으며, 훈련지단과 참조집단은 SAR 자료와 함께 제공된 ground truth 자료로부터 추출하였다.

## 3. 방법론

Fig. 2는 이 논문에서 적용한 자료처리 과정을 도식적으로 나타낸 것이다. 우선 다편광 자료의 상관행렬로부터 target decomposition을 통해  $H/\bar{\alpha}/A$  특징을 추출한 다음에 패턴 인식 기법중 하나인 support vector machines (이하 SVM)을 적용하여 각 밴드별/토지피복 항목별 사후 확률을 얻었다. 이후  $\tau$ 모델을 적용하여 융합을 수행하였다.

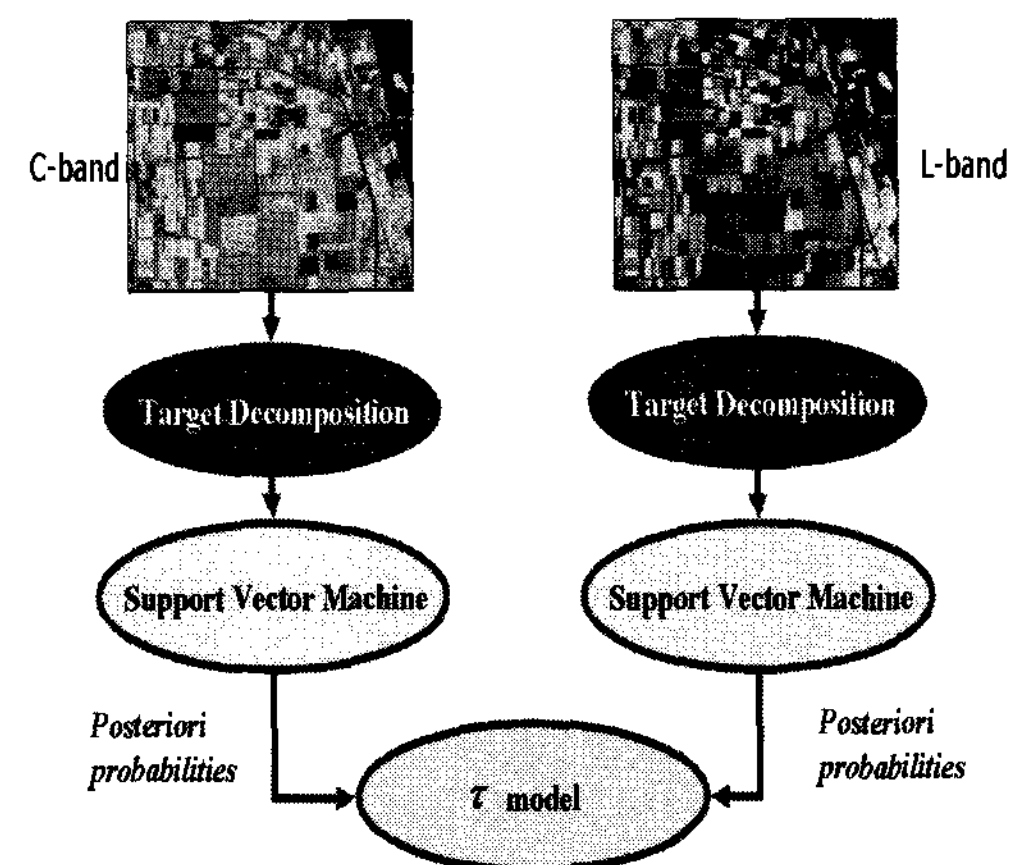


Fig. 2 Work flow applied in this study

이 연구에서는 target decomposition을 위해 Cloude and Pottier(1996)의 고유값/고유벡터 기반의 분해를 이용하였다. 고유치 기반 target decomposition을 통해 각 밴드별  $H/\bar{\alpha}/A$ 를 추출하였다.

감독분류를 위한 각 밴드별  $H/\bar{\alpha}/A$ 와 SPAN을 입력 특징으로 이용하였으며, 분류 방법론으로는 SVM을 적용하였다. SVM은 통계적 패턴 인식 기법의 하나로

분류 항목 사이의 margin을 최대로 하는 결정면을 가지는 분류 항목들을 구분한다 (Cristianini and Shawe-Taylor, 2000). SVM은 비선형 커널을 이용하여 이진 분류에 적용되도록 고안되었지만, 여러 개의 이진 SVM 분류자를 결합함으로써 일반적인 토지 피복 분류에서 고려하는 다중 항목 분류에 이용이 가능하다. 이 연구에서는 radial basis function (RBF) 커널을 SVM 분류에 적용하였다. C 밴드 자료와 L 밴드 자료의 융합에는  $\tau$  모델(Krishnan, 2004)을 이용하였는데, 각 밴드별로 SVM을 통해 얻어지는 각 토지피복항목별 사후 확률을 입력 확률로 이용하였다.

#### 4. 결과

Fig. 3은 최종적인 농작물 구분 결과를 나타내고 있는데, 최종적인 자료 융합 결과에서는 L 밴드의 영향이 두드러지게 나타나고 있으며, 일부 지역에서는 융합을 통해 C 밴드와 L 밴드의 분류결과와는 다른 토지 피복 항목을 보이고 있다. 분류 결과의 정확도 계산을 위해 참조집단을 이용하여 분류 정확도 통계치를 계산하였다.

분류 정확도를 살펴보면(Table 1), 기존 보고와 마찬가지로 L 밴드가 농작물 구분에 C 밴드보다 우수한 것으로 나타났지만 bare soil과 grass에서는 C 밴드가 높게 나타났다. C 밴드와 L 밴드 자료를 융합한 결과는 단일 센서 자료에 비해 우수한 분류 정확도를 보였다. 비록 L 밴드만을 이용하였을 때에도 각 항목별로 높은 분류 정확도를 보였지만, 융합에 의해 피복 간 구분력이 향상되었다. 특히 L 밴드에서 상대적으로 구분력이 떨어졌던 grass에서는 C 밴드의 영향으로 분류정확도가 C 밴드와 유사하거나 향상된 것으로 나타났

다. 이러한 결과를 종합해보면, 기존 연구와 마찬가지로 농작물 구분에는 L 밴드가 유효하며, 다른 자연피복물의 경우에는 자료 융합을 통해 분류 정확도를 향상시킬 수 있는 것으로 나타났다.













(a)



(b)



(c)

- |   |            |
|---|------------|
|  | Stem Beans |
|  | Forest     |
|  | Potatoes   |
|  | Lucerne    |
|  | Wheat      |
|  | Bare soil  |
|  | Beet       |
|  | Rape Seed  |
|  | Peas       |
|  | Grass      |

(d)

Fig. 3. Classification results, (a) C band, (b) L band, (c) fusion, (d) legend

Table 1. Classification accuracy

Case		C band	L band	Fusion
Statistics				
Overall accuracy		66.32	88.00	97.21
Average accuracy		65.70	85.53	97.36
User's accuracy	Stem Beans	47.22	95.00	98.93
	Potatoes	62.31	92.76	97.06
	Lucerne	36.44	88.49	96.01
	Wheat	87.03	92.77	98.67
	Beet	33.59	82.11	97.75
	Rape Seed	80.37	87.45	93.48
	Peas	65.08	73.99	94.96
	Forest	49.95	93.49	96.77
	Grass	95.77	49.45	99.98
	Bare Soil	99.22	99.75	99.96

### 5. 결론

이 연구에서는 농작물 구분을 목적으로 C 밴드와 L 밴드 다중 편광 자료의 융합을 수행하여 융합에 의한 효과를 살펴보았다. Target decomposition으로부터 얻어지는 산란 특성과 관련된 특징들을 입력으로 SVM을 적용한 결과, L 밴드가 C 밴드에 비해 농작물 구분에 적절한 투과 심도를 나타내어 높은 분류 정확도를 나타내었지만, 융합을 통해 보다 향상된 분류 정확도를 얻을 수 있었다. 이 연구에서 제시한 방법론은 앞으로 이용이 가능할 C 밴드 Radarsat-2 자료와 L 밴드 ALOS 자료에 적용이 가능할 것으로 예상된다.

앞으로 토지 피복별 편광 특성을 분석하여 이를 분류 결과의 해석에 이용할 예정이다, Freeman and Durden(1998)의 물리적인 산란 특성을 고려한 3성분 분석 결과에 적용할 예정이다.

### 6. 사사

이 연구에 사용된 NASA JPL AirSAR 자료는 IEEE Geoscience and Remote Sensing Society의 Data Fusion Technical Committee에서 제공받은 것입니다. 이 연구는 위성자료 공공활용연구 “지상관측 위성자료 clearing house 구축”의 일환으로 수행되었습니다.

### 7. 참고문헌

- Cloude, S.R. and E. Pottier, 1996. A review of target decomposition theorems in radar polarimetry, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, 34(2): 498-518.
- Cristianini, N. and J. Shawe-Taylor, 2000. *An introduction to support vector machines*, Cambridge University Press.
- Freeman, A. and S.L. Durden, 1998. A three-component scattering model for polarimetric SAR data, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, 36(3): 963-973.
- Krishnan, S., 2004. *Combining diverse and partially redundant information in the Earth sciences*, Ph.D. Thesis, Stanford University.
- Lee, J.-S., M.R. Grunes, and E. Pottier, 2001. Quantitative comparison of classification capability: fully polarimetric versus dual and single-polarization SAR, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, 39(11): 2343-2351.