

다중 시기/편광 SAR 자료를 이용한 지표 피복 구분

박노옥^{*1}, 지광훈¹, 권병두²

¹ 한국지질자원연구원 지질자원정보센터

(E-mail: nwpark@kigam.re.kr)

² 서울대학교 지구과학교육과

요약

이 논문에서는 구름과 같은 기상 상태의 제약 없이 자료 획득이 가능한 SAR 자료를 이용하여 토지 피복 특성을 구분하고자 하였다. 기존 단일 주파수, 편광 상태의 자료만을 제공하는 SAR 자료를 이용한 분류에서의 낮은 분류 정확도를 향상시키고자 이 논문에서는 다중 시기 C 밴드 자료이면서 서로 다른 편광 상태의 자료를 제공하는 Radarsat-1(HH)와 ENVISAT(VV) 자료를 분류에 이용하였다. 분류 기법으로 Random Forests를 적용한 결과, 단일 편광 상태의 자료만을 이용하였을 때에 비해서 보다 향상된 분류 정확도를 얻을 수 있었다.

1. 서론

토지 피복도 혹은 토지 이용도는 각종 공간 자료 분석의 기초 주제도로 토양 유실 모델링, 경관 분석 등의 입력 자료로 이용되거나 현황 파악에 많이 이용되어 왔다. 광역적인 지역을 현지조사로 토지 피복도를 작성하는데에는 많은 시간과 인력이 필요한데, 주기적으로 자료를 제공하는 원격탐사 기술을 이용하여 토지 피복도를 작성할 경우 많은 경제적인 장점이 있다.

기존에는 광학 원격탐사 자료의 분류를 통하여 토지 피복도를 작성하여 왔는데, 광학 위성자료를 이용한 분류는 구름 등의 기상 상태에 의존적이기 때문에 원하는 시기의 자료 이용이 쉽지 않다. 특히 자연상태 피복물들의 활력도가 높은 7월과 8월의 경우 광학 위성 자료 자체의 획득이 어렵다. 이러한 상황을 고려할 때 자료 이용 측면에서 구름과 같은 기상 상태의 제약 없이 자료획득이 가능한 SAR(Synthetic Aperture Radar) 자료를 이용한 분류가 대안이 될 수 있다. 그러나 SAR 자료에 수반되는

speckle 잡음과 기하학적 왜곡은 광학 위성 자료에 비해 낮은 분류 정확도를 유발시키고, 또한 기존 인공위성 SAR 자료의 경우 단일 주파수, 단일 편광 상태의 자료를 제공하기 때문에 광학 위성 자료에 비해 한계가 있다.

이러한 한계를 극복하기 위해 여러 분류 방법이 있을 수 있는데, 기존 연구에서는 시계열 자료를 이용한 특징 추출과 분류와 광학 위성자료와의 융합이 많이 이루어져 왔다. 이 연구에서는 박노욱 외(2005)에서 적용한 다중 시기 SAR 자료의 특징 추출과 정보 융합을 발전시켜 다중 편광 상태 자료를 분류에 포함시켜 토지 피복을 구분하고자 하였다. HH 편광 상태를 제공하는 다중 시기 Radarsat-1 자료와 VV 편광 상태를 제공하는 다중 시기 ENVISAT 자료를 이용하였으며, 부분적으로 VH 편광상태의 ENVISAT 자료를 함께 이용하였다. 이러한 자료들을 충남 삽교천 주변 예당 평야 일대의 농업 지역을 대상으로 사례연구를 수행하여 다중 시기/편광 상태의 SAR 자료의 이용 가능성을 살펴보고자 하였다.

2. 본론

2.1 연구 지역 및 사용 자료

연구지역은 충청남도 당진, 예산을 포함하는 삽교천 주변 예당평야 일대이며, 토지 피복으로는 논이 주로 위치한 지형적으로 거의 평탄한 지역에 해당한다. 연구지역의 주요 토지 피복으로는 수계, 논, 밭, 산림, 구조물 등의 5개를 고려하였다. 감독 분류를 위해 현지 조사를 통해 훈련집단과 참조집단을 작성하였다.

이 연구에서 사용한 C 밴드 다중시기/편광 SAR 자료는 Table 1에 제시하였다. 우선 HH 편광상태의 자료를 제공하는 Radarsat-1은 4월부터 7월초까지 24일 주기의 5시기의 자료를 이용하였다. 일반적으로 파장이 짧은 C 밴드(5.6cm) SAR 자료는 농작물의 후방 산란계수값이 벼의 성장 초기 단계 이후에는 이미 포화상태에 이르러 그 변화값이 두드러지지 않기 때문에 7월 초까지의 자료만을 이용하였다. 그리고 ESA의 ENVISAT 자료는 기본적으로 VV 편광상태의 자료를 제공하는데, 부분적으로 VV/HH, VV/VH, HH/HV의 이중 편광상태의 자료의 획득이 가능하다. 이 연구에서는 기본 VV 모드의 35일 주기의 3시기 자료를 이용하였으며, VV/VH 이중 편광상태로 자료가 획득된 6월 10일을 또한 이용하였다.

Table 1. Multi-temporal/polarization C band SAR data used in this study

Sensor	Date	Orbit/Mode	Polarization
Radarsat-1	2005. 04. 01	Ascending/F2	HH
	2005. 04. 25		
	2005. 05. 19		
	2005. 06. 12		
	2005. 07. 06		
ENVISAT	2005. 04. 24	Descending/IS2	VV
	2005. 05. 29		
	2005. 07. 03		
	2005. 06. 10	Ascending/IS2	VV/VH

2.2 특징 추출 및 분류 방법

기본적인 전처리(speckle 제거를 위한 필터링, DEM을 이용한 기복 왜곡 보정, 좌표 등록 등)를 거친 후에 다중 시기 SAR 자료의 산란 특성을 고려하여 이 연구에서는 평균 후방 산란계수(average backscattering coefficient), 시간적 변이도(temporal variability), 긴밀도(coherence) 및 텍스처(texture)를 기본적으로 이용하였으며, 이중 편광 상태로 획득된 2005년 6월 10일의 ENVISAT 자료의 경우 VH 편광의 후방 산란계수와 VH-VV를 특징으로 이용하였다. 즉 Radarsat-1의 경우에는 4개, ENVISAT의 경우에는 6개 총 10개의 특징을 추출하였다. 긴밀도의 경우 적절한 기선거리와 시간적 간격을 유지해야 추출이 가능한데, Radarsat-1의 경우에는 2005년 4월 1일과 4월 25일 자료, ENVISAT의 경우에는 2005년 4월 24일과 7월 3일 자료로부터 추출하였다.

분류기법으로는 다중 근원 자료의 융합과 초다분광 자료의 분류에 이용되어온 Random Forests(Breiman, 2001)를 이용하였다. 이 기법은 원 훈련집단의 bootstrap 샘플로부터 훈련되는 많은 CART-like trees를 생성하여 이로부터 majority vote 결정 규칙을 이용하여 최종 분류항목을 할당하게 한다.

2.3 분류 결과

우선 편광상태에 따른 분류 효과를 살펴보기 위해 Radarsat-1과 ENVISAT의 특징들

을 가지고 각각 분류를 수행하였고, 그 다음에 총 10개의 특징을 모두 이용하여 분류를 수행하였다. ENVISAT의 경우 VH 후방 산란계수와 VH-VV 를 제외한 VV 편광의 4가지 특징만을 이용한 경우도 고려하였다(Fig. 1). 이러한 분류 결과를 훈련집단과 독립적으로 작성된 참조집단과 비교하여 전체정확도, 평균 사용자 정확도 및 카파 계수 등의 통계치를 추출하여 분류 결과를 정량적으로 비교하였다(Table 2).

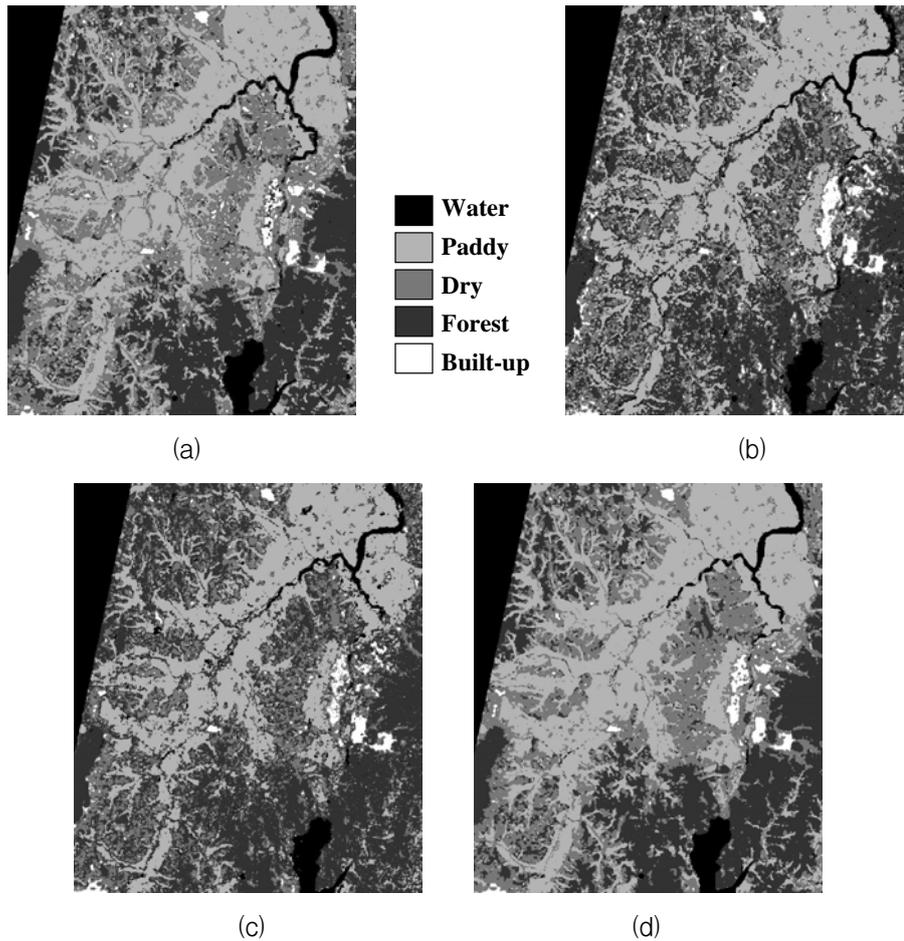


Fig. 1. Classification results, (a) Radarsat-1 4 feauters, (b) ENVISAT 4 features excluding VH backscattering coefficient and VH-VV features, (c) ENVISAT 6 features, (d) fusion.

Table 2. Accuracy statistics

Case	Overall Accuracy (%)	Average Accuracy (%)	Kappa
Radarsat-1	84.67	79.04	0.732
ENVISAT ¹⁾	79.14	63.29	0.642
ENVISAT ²⁾	81.70	68.40	0.688
Fusion	87.69	84.30	0.783

1) VH 후방 산란계수와 VH-VV를 제외한 VH 편광의 4가지 특징만을 고려한 경우

2) ENVISAT으로부터 추출한 6가지 모든 특징을 고려한 경우

분류 정확도를 살펴보면, Radarsat-1을 이용한 경우가 ENVISAT을 이용한 경우보다 높은 분류 정확도를 나타내고 있다. 이러한 결과는 HH 편광상태가 VV 편광상태보다 우수하다는 것을 나타낸다고 보다는 편광상태 뿐만 아니라 자료의 획득 주기, 입사각 등이 복합적으로 나타난 결과이다. ENVISAT의 경우, VV 특성을 고려한 4가지 특징만을 고려하였을때에 비해 VH와 관련된 특성을 고려한 경우가 보다 높은 분류 정확도를 나타내고 있다. 이는 VH와 관련된 특성이 추가되었을때 부가적인 정보를 제공하여 분류 정확도의 향상을 가져왔다고 판단된다. 그리고 이 모든 특징들을 융합하였을 경우에 전체 정확도는 대략 3%, 평균 사용자 정확도는 5% 정도의 향상을 나타내었다. 이는 다중 편광상태에 따른 부가적 혹은 상호보완적인 정보의 추가가 인한 토지 피복 구분 능력의 향상을 가져온 결과로 자료 융합의 효율성을 지시한다고 판단된다. 이 논문에서 제시하지 않았으나, out-of-bag-sample로부터 개별 특징을 제거한 후에 훈련집단에서의 분류 정확도의 변화를 통해 얻어지는 변수의 중요도를 살펴보면, 전반적으로 Radarsat-1 자료의 영향이 큰 것으로 나타났다.

3. 결론

기존 단일 주파수, 편광 상태의 SAR 자료를 이용한 분류에서의 낮은 분류 정확도를 향상시키기 위해 이 논문에서는 다중 시기/편광 C 밴드 Radarsat-1 자료와 ENVISAT 자료의 융합을 통해 토지 피복을 구분하고자 하였다. Random Forests를 분류 방법으로 적용한 결과, 개별 센서 자료의 분류 정확도에 비해 다편광 자료를 이용하여 융합한 경우에 보다 향상된 분류 정확도를 얻을 수 있었다. 편광상태의 비교에 의하면, HH

편광인 Radarsat-1 자료를 이용하였을 경우가 VV 편광인 ENVISTA 자료만을 이용하였을 때에 비해 보다 높은 분류 정확도를 나타내었다.

앞으로 편광상태에 따른 각 토지 피복별 산란 특성을 분석하여 이 연구를 통해 얻어진 결과의 해석에 이용할 예정이며, 농업지역이 아닌 복잡한 토지 피복으로 구성된 다른 지역에 적용하여 다중 편광의 효과를 살펴볼 계획이다.

4. 참고문헌

박노옥, 이훈열, 지광훈, 2005, 다중 시기 SAR 자료를 이용한 토지 피복 구분을 위한 특징 추출과 융합, 21(2), 145-162.

Breiman, L., 2001, Random Forests, Machine Learning, 45(1), 5-32.