

텍스처 이미지를 이용한 그린란드 정착빙의 분류

황도현* · 황병준** · 윤홍주***

Classification for landfast sea ice types in Greenland with texture analysis images

Do-Hyun Hwang* · Byong-Jun Hwang** · Hong-Joo Yoon***

요약

원격 탐사의 SAR 영상을 이용한다면 구름이나 기상 조건의 변화에 관계없이 지속적으로 영상을 얻을 수 있어 해빙 관측에 적합하다. 해빙에는 여러 가지 종류가 있어 이를 분류해서 결과를 관측한다면 종류별 변화를 보다 쉽게 볼 수 있다. 본 연구에서는 감독분류의 최소 거리(minimum distance) 기법을 이용하여 해빙을 분류하였다. SAR 영상을 이용했을 때와 텍스처 영상을 이용한 결과를 비교했을 때의 정확도를 비교하였다. Radarsat-2의 텍스처 영상을 사용했을 때 전체 정확도가 가장 높았지만, 대체적으로 SAR 영상을 사용하였을 때 전체 정확도가 높게 나타났다.

ABSTRACT

Remote sensing of SAR images is suitable for sea ice observations to obtain the sea ice data if clouds or weather conditions change. There are various types of sea ice, classification results can be seen more easily to detect the change by types of sea ice. In this study, we classified the image by supervised classification method, which is minimum distance was used. Also, we compared the overall accuracy when compared to the results with classification result of SAR images and the result of texture images. When using Radarsat-2 texture images, the overall accuracy was the highest, generally, when using the SAR images had higher overall accuracy.

키워드

Synthetic Aperture Radar(SAR), Minimum Distance, Texture Analysis Images, Sea Ice
합성 개구 레이더, 최소 거리 분류, 텍스처 이미지 분석, 해빙

1. 서론

지구 온난화로 인한 환경과 기후 변화 문제는 국제적인 관심이 되고 있다[1,2]. Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC)[3]에 의하면, 2080년경 북극해 해빙이 사라질 것으로 전망하고 있으나, 인공위

성을 통한 실측 자료를 보면, 이보다 더 빠른 속도로 해빙 면적이 줄어들고 있다는 것을 알 수 있다. 해빙이 지구에서 차지하는 면적은 7%로 작지만, 해양 순환이나 지구 기후 조절 등 인간에게 미치는 영향은 크다[4]. 인공위성을 이용한 원격탐사 기법을 이용한다면, 지속적으로 감소하고 있는 해빙을 관측할 수 있

* 부경대학교 공간정보시스템공학과(rupine725@hanmail.net)

** Scottish Association for Marine science(Phil.Hwang@sams.ac.uk)

*** 교신저자 : 부경대학교 공간정보시스템공학과(yoonhj@pknu.ac.kr)

접수일자 : 2013. 01. 22

심사(수정)일자 : 2013. 03. 25

게재확정일자 : 2013. 04. 22

다. 원격탐사는 극지방이나 사막 등 지리적으로 현장 관측이 힘든 곳의 최신 정보를 신속하고 정확하게 얻을 수 있다는 장점이 있다[5]. 광학 영상은 가독성이 뛰어나 일반적으로 원격 탐사에서 많이 사용되나, 극지방에서는 백야현상이나 극야현상이 일어나거나 구름 등 기상 현상에 의해 자료를 지속적으로 취득하기가 어렵다. 따라서 Synthetic Aperture Radar(SAR) 영상을 이용한다면, 날씨와 계절에 상관없이 자료를 취득할 수 있어 극지방을 모니터링 하는데 효과적이다[6,7].

해빙은 형성 원인·기간에 따라 여러 종류가 있으며, 북극해 다년빙의 크기가 감소함에 따라 종류를 구별하여 관측할 필요가 있다[8]. 분류에는 트레이닝 데이터를 사용하여 직접 분류하는 감독분류와 트레이닝 데이터를 사용하지 않고 영상의 화소 값만 이용하여 분류하는 무감독 분류의 두 가지 방법이 있다. Ochilov과 Clausi[9]의 연구에서는 SAR 영상을 이용해 북극해 지역의 무감독 분류를 수행하였다. Lythe[10]의 연구에서는 SAR 영상과 광학 영상을 이용하여 분류하였다. Brath[11]의 연구에서는 항공 SAR 영상의 다양한 과장대를 이용하여 감독분류로 해빙을 분류하였다. SAR 영상, 광학 영상 등 다른 센서에서 제공받은 영상을 이용하여 정보를 획득하기 위해서는 다중 센서를 이용한 데이터 혼합이 필요하다[12]. SAR 영상과 광학 영상의 혼합, 다중 주파수를 이용한 분류가 수행되었으나, 다중 센서를 이용한 다중 해상도의 분류는 이루어지지 않았다.

텍스처는 지표상의 공간 변화를 나타낼 수 있으며, 텍스처 이미지를 통해 영상을 관측할 수 있다. 공간의 변화가 크다면 텍스처는 거칠어지며, 공간의 변화가 작다면 텍스처는 부드러워진다[5,13]. Nystuen[14]의 연구에 의하면, 기존 SAR 영상과 텍스처 영상을 비교했을 때 SAR 영상과 텍스처 영상을 함께 사용했을 때 정확도가 높아졌다.

Radarsat-2의 SAR, Envisat의 ASAR 센서는 각각 해상도가 다르지만, C밴드 과장 대를 사용하므로 이 두 센서를 함께 사용한다면 각 영상의 장점을 사용한 영상 중첩의 효과를 볼 수 있을 것으로 보인다. 따라서 다중 영상을 이용하여 해빙 분류를 수행할 것이며, 텍스처 영상을 제작하여 결과를 비교해 볼 것이다.

II. 자료 및 방법

본 연구에서는 SAR 센서가 장착된 Radarsat-2 위성의 영상과, ASAR(Advanced Synthetic Aperture Radar) 센서가 장착된 Envisat 위성 영상을 사용하였다. Radarsat-2는 2007년 12월 14일에 발사되었으며, 본 연구에서 사용된 영상의 해상도는 25m이다. Envisat 위성은 2002년 3월 1일에 발사되었으며, 연구에서 사용된 해상도는 150m이다. Radarsat-2의 SAR 센서와 Envisat의 ASAR 센서는 모두 C밴드에서 운영된다. Radarsat-2의 영상은 2009년 4월 28일과 4월 30일 영상을 이용하였으며, Envisat의 영상은 2009년 5월 10일과 5월 13일 영상을 사용하였다. 연구 지역은 그림 1에 나타냈으며, 그린란드 북쪽 정착빙 지역이다.

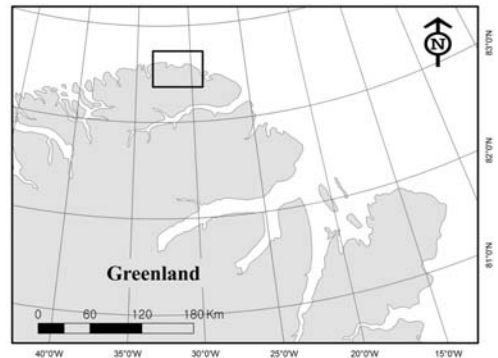


그림 1. 연구지역은 그린란드 북쪽이며, 지도의 사각형 영역에서 촬영된 SAR 영상을 사용하였다.
Fig. 1 Study area is located in the north of the greenland, SAR images were taken from the rectangular area in the map used.

SAR 영상에는 스펙클(speckle) 잡음이 있는데, 이것을 먼저 제거해야 보다 깨끗한 영상을 사용할 수 있다. 따라서 전처리로 3 x 3 mean 필터를 이용하여 Speckle noise를 제거한 뒤, 방사보정과 기하보정을 실시하여 영상의 왜곡을 줄였다. 그림 2는 본 연구의 수행 과정을 보여주고 있다.

Grey Level Co-occurrence Matrix(GLCM)은 이웃 화소간의 밝기 관계를 통계량으로 계산하여 그 값은 커널 내 중심 화소의 새로운 밝기 값으로 표현하는 방법이다. 이것은 화소 기반의 통계적 텍스처 영상 생

성을 위해 Haralick[15]에 의해 제안되었다. [16,17]. 통계적 텍스처 방법에는 평균, 분산, 표준편차가 있으며, 본 연구에서는 GLCM의 커널 사이즈가 3 x 3인 행렬을 이용하여 평균 텍스처 영상을 생성했다.

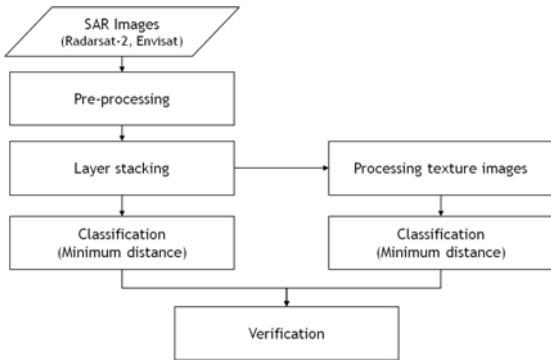


그림 2. 연구 흐름도.
Fig. 2 Flow chart

감독 분류에는 여러 가지 알고리즘이 있는데, 최소 거리(minimum distance) 분류는 영상과 클래스의 유사도를 거리로 나타내어 특징 공간에서 거리가 가장 짧은 곳이 유사도가 큰 곳으로 보고 분류한다[18]. 해빙의 형성 과정상 유사도가 크면 밀집되어 분포할 것으로 판단되어, 최소 거리 알고리즘을 이용하였다.

해빙은 두께나 형태 등에 의하여 여러 종류가 있으며, 분류를 하기에 앞서 World Meteorological Organization (WMO)[19]을 참고하여 본 연구에서 사용할 해빙의 종류를 정의하였다. 1년생 빙하는 얼음 형성 기간이 1년을 넘기지 않는 얼음이며, 얼음 두께는 0.3~2m이다. 변형 빙하는 얼음이 압축되어졌다 떨어진 얼음이며, 본 연구에서는 highly deformed ice와 moderately deformed ice로 구분하였다. 좀 더 압축되고 단단한 얼음을 highly deformed ice, 눈이 쌓여있고 평평한 얼음을 moderately deformed ice라고 하였다. 리지(ridge)는 해빙이 주위 압력에 의해 산능선처럼 생긴 얼음을 말한다. 이렇게 정의된 해빙 클래스로 트레이닝 데이터를 제작하여 감독 분류에 사용하였다.

III. 결 과

본 연구에서는 Radarsat-2 영상, Envisat 영상과 SAR 영상으로 처리된 텍스처 영상을 사용하여 최소 거리 분류 알고리즘의 결과를 나타내었다. 그림 3과 4는 SAR 영상과 텍스처 영상의 결과를 나타내었다. 파란색은 highly deformed ice, 노란색은 ridge, 초록색은 moderately deformed ice, 빨간색은 first year ice를 나타낸다. first year ice의 경우, Radarsat-2 분류 결과인 그림 3(a)와 Envisat 분류 결과인 그림 3(b)가 큰 차이가 있지만, 이 두 영상을 함께 사용한 그림 3(c)는 두 영상의 결과가 적절하게 반영되었다. SAR 영상과 텍스처 영상의 결과는 약간 차이를 보이지만, 각 영상을 비교했을 때 비슷한 분포를 보인다. 텍스처 영상은 기존의 SAR 영상에 비해서 군집화가 되어있는 것으로 보이며, 이는 first year ice와 highly deformed에서 두드러지게 나타났다.

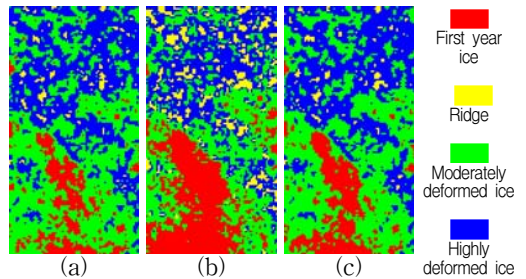


그림 3. a) Radarsat-2, b) Envisat, c) Radarsat-2와 Envisat 결과 영상
Fig. 3 The result image of a) Radarsat-2, b) Envisat and c) Radarsat-2 and Envisat

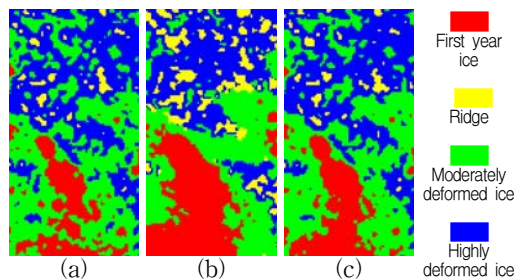


그림 4. a) Radarsat-2, b) Envisat, c) Radarsat-2와 Envisat 텍스처 결과 영상
Fig. 4 The result texture image of a) Radarsat-2, b) Envisat and c) Radarsat-2 and Envisat

분류 결과를 정량적으로 나타내기 위해 전체 정확

도(overall accuracy)를 계산하였다. 전체 정확도는 정확하게 분류된 픽셀 수를 전체 픽셀 수로 나누는 것으로, 표 1은 센서별 SAR 영상과 텍스처 영상의 전체 정확도를 나타낸다. 정확하게 분류된 픽셀은 현장 관측 데이터를 참고하였다. Radarsat-2 영상, Envisat 영상, Radarsat-2와 Envisat 영상 조합의 결과를 나타내고 있다.

표 1. SAR 영상과 텍스처 영상의 정확도
Table 1. The overall accuracy of SAR images and texture images

| Satellite(s) | Overall Accuracy(%) | |
|----------------------|---------------------|------------------|
| | SAR Image(s) | Texture Image(s) |
| Radarsat-2 | 86.4 | 89.2 |
| Envisat | 82.3 | 80.7 |
| Radarsat-2 & Envisat | 88.0 | 87.8 |

표 1을 보면, SAR 영상만 사용하였을 때는 Radarsat-2 영상과 Envisat 영상을 조합하여 분류를 수행했을 때 전체 정확도가 88.0%로 가장 높게 나타났다. 해상도가 다른 영상을 중첩함에 따라 영상의 정확도가 높아진 것으로 판단된다. 그 다음으로는 Radarsat-2 영상의 결과는 86.4%이며, Envisat 영상의 결과는 82.3%로 나타났다.

텍스처 영상을 사용했을 때는 Radarsat-2 텍스처 영상의 정확도가 89.2%로 본 연구에 있어서 가장 높은 정확도를 보였다. Radarsat-2는 Envisat에 비해 해상도가 좋고 텍스처 영상 생성으로 인해 부드럽게 나타나 군집화가 잘 되어 전체 정확도가 높아진 것으로 판단된다. 하지만 Envisat 영상을 사용했을 때, Radarsat-2 영상과 Envisat 영상을 조합해서 사용했을 때의 정확도는 각각 80.7, 87.8%이었다. 따라서 SAR 영상의 전체 정확도와 비교했을 때, 텍스처 영상의 전체 정확도가 낮은 것으로 나타났다.

V. 결론

해빙의 분류 정확도 수행을 위해 SAR 영상과 텍

스처 영상을 최소 거리 알고리즘을 이용하여 비교하였다. Radarsat-2 SAR 영상을 텍스처 영상으로 계산하여 분류를 했을 때 결과가 가장 좋은 것으로 나타났다. 하지만 SAR 영상의 결과와 비교하였을 때, 텍스처 영상을 사용하면 전체 정확도가 높아질 것이라는 예상과는 달리 Radarsat-2 텍스처 영상의 전체 정확도만 높았다. Radarsat-2와 ASAR 영상을 함께 사용했을 때, ASAR 영상만 사용했을 때는 SAR 영상의 전체 정확도가 더 높았다. 따라서 SAR 영상을 사용하여 분류한 결과는 텍스처 영상을 사용했을 때 보다 높았기 때문에 텍스처 영상을 변환시키지 않고 좋은 결과를 낼 수 있어 효율적이다.

감사의 글

이 논문은 부경대학교 자율창의 학술연구비(2013년)에 의하여 연구되었음

참고 문헌

- [1] 구영덕, 정대현, 권영일, "그린 IT 지식 맵 구축을 위한 방법론 : 환경 분석의 개요를 중심으로", 한국전자통신학회논문지, 8권, 1호, pp. 1-6, 2012.
- [2] 김행조, "환경친화적 개발을 위한 교육문제에 관한 연구", 한국전자통신학회논문지, 6권, 6호, pp. 939-950, 2011.
- [3] IPCC, "Climate Change 2007 :, Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change", IPCC, Geneva, Switzerland, 2007.
- [4] 황도현, 황병준, 윤홍주, "SAR 영상을 이용한 북극해 그린란드 주변 정착빙 분류", 한국지리정보학회 춘계학술대회논문집, pp. 290-291, 2012.
- [5] 구자용, "고해상도 위성영상을 이용한 토지피복도 제작기법 연구", 국토지리학회지, 41권, 1호, pp. 83-94, 2007.
- [6] Hwang, D-H., B.J. Hwang, J.-M. Park, H.-J. Yoon, "Classification of sea ice types in the Greenland by using texture analysis of SAR images", International Symposium on Remote Sensing, pp. 123-126, 2012.
- [7] 황도현, 황병준, 윤홍주, "다중주파수 SAR 영상

을 이용한 북극해 그린란드 정착빙 분류”, 대한원격탐사학회, 29권, 1호, pp. 1-9, 2013.

[8] 양찬수, 나재호, “AMSR-E 위성 데이터를 이용한 북극해빙분포의 계절 변동 및 연 변동 조사 : 2002년 7월~2009년 5월”, 대한원격탐사학회, 25권, 5호, pp. 423-434, 2009.

[9] Ochilov, S. and D.A. Clausi, "Operational SAR Sea-ice image Classification", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 50, No. 11, pp. 4397-4408, 2012.

[10] Lythe, M., A. Hauser and G. Wendler, "Classification of sea ice types in the Ross Sea, Antarctica from SAR and AVHRR imagery", International Journal of Remote Sensing, Vol. 20, No. 15-16, pp. 3073-3085, 1999.

[11] Brath, M., S. Kern, and D. Stammer. "Sea Ice Classification During Freeze-Up Conditions With Multifrequency Scatterometer Data.", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. PP, No. 99, pp. 1-18, 2012.

[12] Gibson, P.J. and C.H. Power, "Introductory remote sensing principles and concepts", Routledge, p. 57, 2000.

[13] Nystuen, J.A. and F.W. Garcia Jr., "Sea ice classification using SAR backscatter statistics", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 30, No. 3, pp. 502-509, 1992.

[14] 서동혁, 유창근, “다중센서 데이터 융합에서 이벤트 발생 빈도기반 가중치 부여”, 한국전자통신학회논문지, 6권, 4호, pp. 581-587, 2011.

[15] Haralick, R.M., K. Shanmugam and I.H. Dinstein, "Textual features for image classification", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. Vol. SMC-3, No. 6, pp. 610-621, 1973.

[16] 이기원, 전소희, 권병두, "GLCM/GLDV 기반 Texture 알고리즘 구현과 고해상도 영상분석 적용", 대한원격탐사학회, 21권, 2호, pp. 121-133, 2005.

[17] Soh, L-K., and C. Tsatsoulies, "Texture analysis of SAR sea ice imagery using Gray Level Co-Occurrence Matrices", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 37, No. 2, pp. 780-795, 1999.

[18] 전영준, 김진일, “고해상도 위성영상을 위한 감독분류 시스템”, 정보과학회논문지 : 컴퓨팅의 실제, 9권, 3호, pp. 301-310, 2003.

[19] World Meteorological Organization, "WMO

Sea ice nomenclature", 1970ed. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, 1970.

저자 소개



황도현(Do-Hyun Hwang)

2011년 부경대학교 공간정보시스템 공학과 졸업(공학사)
2013년 현재 부경대학교 대학원 공간정보시스템공학과 석사과정

※ 관심분야 : 해양 원격탐사 & GIS



황병준(Byong-Jun Hwang)

1991년 한양대학교 지구해양학과 졸업(이학사)
1997년 한양대학교 대학원 지구해양과 졸업(이학석사)

2008년 캐나다 마니토바 대학교 대학원 해빙원격 탐사 전공(이학박사)

2008년~현재 영국 스코틀랜드 SAMS 연구소 과학자

※ 관심분야 : 해빙 원격탐사 및 물리



윤홍주(Hong-Joo Yoon)

1983년 부경대학교 해양공학과 졸업(공학사)

1985년 부경대학교 대학원 해양학과 졸업(공학석사)

1997년 프랑스 그르노블 I 대학교 대학원 위성원격탐사 전공 졸업(공학박사)

1999년~2002년 여수대학교 해양공학과 교수

2002년~현재 부경대학교 공간정보시스템공학과 교수

※ 관심분야 : 해양 원격탐사 & GIS