
RADARSAT-1 SAR자료를 이용한 해상풍 추정

윤홍주, 조한근*, 강홍순
부경대학교 위성정보과학과

Estimation of sea surface wind using Radarsat -1 SAR

Hong Joo Yoon, Han Keun Cho, Kang Heung Soon
Departement of Satellite Information Sciences, Pukyong National University
E-mail : yoonhj@pknu.ac.kr

요 약

SAR의 마이크로파를 이용하면 악 기상환경 및 주야간에도 해양의 관측이 가능하다. SAR의 해양표면에 대한 영상은 표면바람장과 관련된 대기적 현상에 관한 많은 정보를 가지고 있다. SAR로부터 추출되는 풍속의 정보는 다양하게 이용된다. SAR 영상으로부터 해상풍을 산출하기 위해서는 바람산출모델에 SAR 영상으로부터 추출한 풍향 자료와 후방산란계수 값을 입력하여 풍속을 산출한다. SAR 영상으로부터 구한 파향 스펙트럼은 항상 파향에 있어서 180°의 상반된 두 정점을 보여주는데 이는 영상에 적용한 2차원 FFT의 결과이다. 파향에 있어서의 이러한 모호성은 육지의 위치라든지, 바람의 방향 혹은 수치모델 결과 등을 이용하여 결정하여야 한다. 이전에는 ENVI4.0 을 이용해서 RadarSat-1 SAR 영상으로부터 DN 값을 추출한 후 다시 SN(Sigma Nought)으로 변환하는 것은 각각의 파일들을 수동적으로 처리를 해야 했기 때문에 많은 시간이 들었다. 이러한 수동적인 작업을 프로그램을 작성해서 SN(Sigma Nought) 값으로 변환을 하였다. 그 후 SN(Sigma Nought)로부터 풍향을 산출하는 과정에 있으며, 현재 풍향은 180°의 모호성을 갖고 있기 때문에 좀 더 연구가 필요한 상황이다.

ABSTRACT

If we use the microwave of SAR, we can observe on the ocean in spite of bad weather, day and night time. Sea surface images on the ocean of SAR have a lot of information on the atmospheric phenomena related to surface wind vector. Information of wind speed which is extracted from SAR images is used variously. Wind direction data and sigma nought value are put in the CMOD which can extract wind information in order to estimate sea surface wind from SAR images. Wind spectrum which is extracted from SAR always presents opposed two points of 180° because of applying to 2D-FFT. These ambiguities should be decided by position of land, wind direction or numerical model. Previously, we converted into sigma nought after extracting Digital Number from RadarSat-1 SAR using ENVI4.0, thus, it took a long time because every process was manual. Therefore, we converted sigma nought by matlab code after making matlab code. After that, we are extracting wind direction from sigma nought. Now, to decide wind direction needs further study because wind direction has 180° ambiguity.

Key Words : SAR, Wind direction, Wind speed, 2D-FFTSLA

I. 서론

SAR data는 최근 다양한 지구관측 적용분야

에 사용이 증가되어지고 있다. ERS-1이 발사된 이래, SAR data로부터 wind vectors를 추정하기 위한 많은 시도가 있어왔다. 해양에서 wind vector information는 보통 현장관측 데이터나

scatterometer data를 사용하여 얻어졌다. ERS-1 scatterometers는 wind vector를 공간분해능 50×50km로, wind speed는 ±2m/s, wind direction은 ±50°의 정밀도로 측정할 수 있다 (Wismann, 1992). 그러나 scatterometer data의 낮은 해상도 때문에 연안이나 연안에 가까운 지역에서의 wind vector information은 scatterometer sensor로서 측정하기 어렵다. 그러나 SAR는 마이크로파를 이용하여 모든 기상 환경에서 해양의 관측이 가능한 능동 센서이다. 관측 대상에 있어서 기상 및 일조 조건에 관계없이 해양을 관측할 수 있다. 따라서 해양에서 wind vectors를 추정하기 위한 수많은 조사가 최근 Kim and Moon(2000), Korsbakken, Johannessen, and Johannessen(1998), Shuchman, Johannessen, and Rufenach(1994), Vachon, Campbell, and Dobson(1997), Vachon and Dobson(1996), and Wackerman, Rufenach, Shuchman, Johannessen, and Davidson(1996)에 의해 연구되어져 왔다.

따라서 본 연구에서는 RadarSat-1 SAR 영상 자료의 추출과정의 체계적인 정립과, 추출된 자료로부터 해상풍을 산출하고, 기 산출된 해상풍 자료와 한국해양연구소의 현장관측 자료를 상호 비교하고 검증하는데 그 목적을 두었다.

II. 자료 및 방법

1. 풍속 산출

SAR 영상으로부터 해상풍을 산출하기 위해서는 바람산출모델(Wind Retrieval Model)에 SAR 영상으로부터 추출한 풍향 자료와 후방산란계수 값을 입력하여 풍속을 산출하게 되는데 해상풍 산출의 다이어그램은 Fig. 1과 같다.

Fig. 1에 의해 산출된 풍속의 값을 CMOD-5 모델에 적용하기 위해서 Thompson 식을 이용하여 교정해 주어야 한다. 그 이유는 CMOD-5 모델은 ERS 위성의 산란계 자료와 같이 C 밴드 VV 편광을 사용하는 산란계에 적용하는 모델이기 때문에 본 연구에서 사용하는 RadarSat-1 SAR 영상과 같이 C 밴드 HH 편광을 사용하는 경우 후방산란계수 영상의 편광 값을 Thompson 식을 이용하여 교정한 후 CMOD-5모델을 적용

해야 한다.

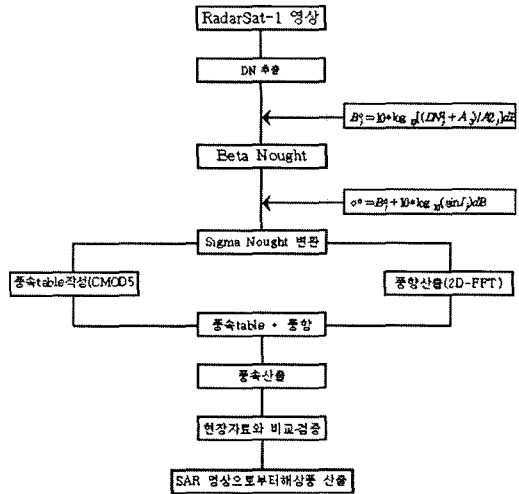


Fig. 1. Diagram to extract wind direction.

$$\sigma^0 = \sigma_H^0 + \log \left[\frac{(1 + 2 \tan^2 \theta)^2}{(1 + 0.6 \tan^2 \theta)^2} \right]$$

2. 풍향 산출

SAR 영상의 표면의 거칠기를 분석하여 선박, oil slick, 내부파를 탐지하는 것이 유용함은 익히 알려져 있는 사실이다. 또한 SAR영상에서 해수 표면에 바람방향과 평행하게 긴 띠들이 형성되는 바람띠를 탐지할 수 있다. 즉, 해양 표면 위를 지속적으로 부는 바람과 이러한 바람이 만드는 작은 파도들은 해수 표층 내부에 반대 방향으로 회전하는 다수의 길다란 세포순환들을 형성하는데 해수 표층에 수렴대와 발산대를 발생시킴으로서 수렴대와 발산대의 표층에 뚜렷한 거칠기의 차이를 나타냄으로써 바람띠를 나타내게 되는 것으로 이를 랭귀어 순환이라 한다 (Vachon and Dobson, 1966).

SAR σ^0 영상을 2D FFT (2 Dimensional Fast Fourier Transform) 분석하여 바람 띠의 주 방향을 분석하여 관심 영역의 풍향을 추출할 수 있다. 즉, 2D FFT 하여 영상을 분석하면 높은 에너지 분포를 나타내는 띠를 찾을 수 있고 이의 직각방향이 풍향이 된다. 그런데 높은 에너지 분포의 직각방향은 180도의 모호성을 가지므로 관심 영역에 대한 계절 풍향과 육지의 위치 등과 같은 사전 정보를 가지고 있을 필요가 있

다(Duk-jin Kim and Wooil M. Moon, 2002).

III. 결과 및 고찰

1. SAR으로부터의 풍향 및 풍속 산출

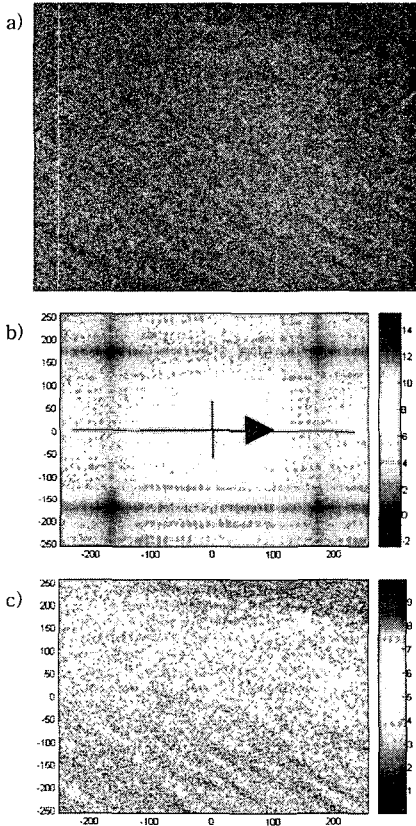


Fig. 2. a) Sea Wind near chuluncho, b) 2D-FFT for extracting wind direction, c) Wind speed image.

해상풍 산출을 위하여 우리나라 연안의 Radarsat SAR 영상과 해양연구원의 실시간 해양·해양기상 관측자료를 비교·검증하였다.

Fig. 2은 2003년 5월 23일 09시 36분의 Radarsat SAR 영상이고 실시간 해양·해양기상 관측자료와의 검증을 위하여 출운초 정점 부근의 해역을 확대한 것이다. 전체 영상의 화소수는 17832*20007로 공간 해상력 3.125m인 Fine Beam의 F2모드 영상이다. 확대한 영상은 풍향 산출을 위해서는 최소한 10km 이상의 영역이 필요하고 2의 배수의 형태 배열이 FFT 분석에 효과적이므로 4096*4096의 배열을 주었다. 2D

FFT 영상에서 0도와 180도 방향이 가장 큰 에너지 분포를 보였으므로 이의 직각방향인 풍향은 90도와 270도 풍향을 산출할 수 있었다. 같은 시각에 출운초 정점의 풍향 값은 115.5도로써 SAR 영상에서 산출된 90도와 약 15.5도 정도의 차이를 보였다. 그리고 출운초 정점과 가장 근접한 픽셀의 풍속 값은 7.59m/s로써 실측값 6.1m/s와 1.49m/s 정도의 차이를 보였다.

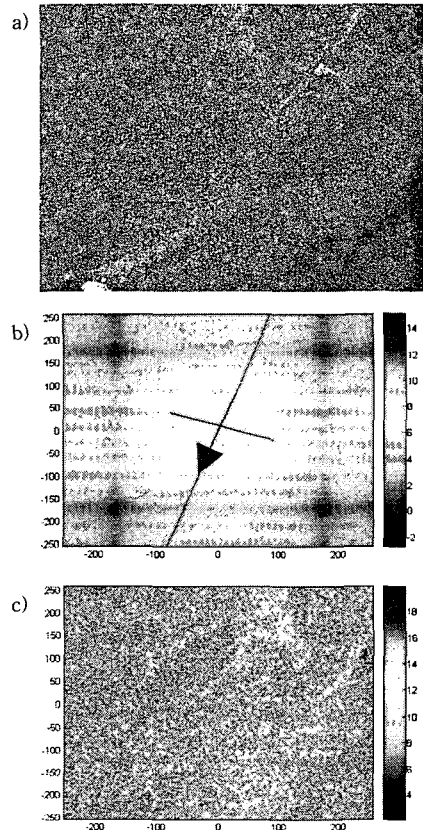


Fig. 3. a) Sea Wind near Incheon, b) 2D-FFT for extracting wind direction, c) Wind speed image.

Fig. 3는 2003년 8월 10일 09시 33분의 Radarsat SAR 영상이고 실시간 해양·해양기상 관측자료 인천 정점 부근의 해역을 확대한 것이다. 본 영상은 Standard Beam S5 영상으로 공간해상력이 8m이다. 전체 영상의 화소수는 14111*13043이고 확대한 영상은 2048*2048의 배열을 주었다. 2D FFT 영상에서 108도와 288도 방향이 가장 큰 에너지 분포를 보였으므로 이의 직각방향인 풍향은 18도와 198도 풍향을 산출할

수 있었다. 같은 시각에 인천 정점의 풍향 값은 202도로써 SAR 영상에서 산출된 198도와 약 4도 정도의 차이를 나타내었고, SAR 영상에서 산출한 풍속은 4.67m/s, 실측값은 4.5m/s로 0.17m/s의 차이를 보였다.

다. 따라서 고해상도의 풍향 값 산출을 위한 추가적인 연구가 필요한데 최근에 대기모델 및 local gradient를 이용한 정도 높은 풍향 값 산출에 대한 연구를 수행하여 향후 SAR 영상의 장점을 최대한 살리고자 한다.

IV. 결 론

●산출된 해상풍값과 실측값의 비교 및 검증

Table 1은 우리나라 연안을 관측한 SAR 영상으로 산출한 해상풍 값과 실측값을 비교한 표이다. 두 자료간의 RMS는 풍속은 0.8m/s, 풍향은 8도로 나타났다.

Table 1. Radarsat SAR 영상으로 산출한 해상풍 값과 실시간 해양·해양기상 관측 자료와의 비교.

Time	Location	SAR		In-situ data	
		WS	WD	WS	WD
02/11/02	서천	8.65	246.80	8.6	241.6
03/06/20	교본초	1.196	224.75	3.1	248.9
03/03/30	광안담	3.30	243.68	4	252.4
03/05/23	출운초	7.59	90.50	6.1	115.5
03/05/06	태안	3.52	44.74	1.4	34.9
03/06/23	인천	5.50	44.72	5.8	54.7
03/07/17	인천	4.92	180.21	3.8	161.7
03/08/10	인천	4.67	198.55	4.5	202
03/06/03	교본초	4.59	225	3.1	230.6

ENVI4.0을 이용해서 RadarSat-1 SAR 영상으로부터 DN 값을 추출한 후 다시 SN(*Sigma Nought*)으로 변환하는 것은 각각의 파일들을 수동적으로 처리를 해야했기 때문에 많은 시간이 들었다. 이러한 수동적인 작업을 프로그램을 작성해서 SN(*Sigma Nought*) 값으로 변환을 하였다. 그 후 SN(*Sigma Nought*)로부터 풍향을 산출하는 과정에 있다. 현재 풍향은 180°의 모호성을 갖고 있기 때문에 좀더 연구가 필요한 상황이다.

SAR 영상을 이용한 해상풍 산출은 악기상, 시·공간의 제약 없이 고해상도의 자료를 얻을 수 있는데 장점이 있으며 우리나라 전 연안을 대상으로 실시간 모니터링도 가능하므로 향후 Radarsat SAR 영상을 이용하여 실시간 모니터링을 수행할 예정이다. 하지만 SAR 영상은 최소 10m의 해상력을 가지므로 고해상도의 풍향 값 산출을 위한 연구가 필요하다고 사료되어진

사 사

본 연구는 한국 해양연구원의 독도 연구사업 및 한국 항공우주연구원의 위성자료 공공활용 연구사업과 BK 21 2단계 사업의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

[1] Kim, D. J., & Moon, W. M. (2000). Estimation of sea surface wind vector in coastal areas using RADARSAT data. IGARSS'2000, Honolulu, HI, July, 2000.

[2] Korsbakken, E., Johannessen, J. A., & Johannessen, O. M. (1998). Coastal wind field retrievals from ERS synthetic aperture radar images. *Journal of Geophysical Research*, 103 (C4), 7857 - -7874.

[3] Shuchman, R., Johannessen, J., & Rufenach, C. (1994). Determination of wind speed wind direction and atmospheric structure using ERS-1 SAR data during NORCSEX'91. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium 1994*, 537 - - 539 (In. Geosci. Remote Sens. Symp.).

[4] Vachon, P. W., Campbell, J. W. M., & Dobson, F. W. (1997). Comparison of ERS and RADARSAT SARs for wind and wave measurement. *Proc. 3rd ERS Symp.*, ESA SP-414 (3 vols.).

[5] Vachon, P. W., & Dobson, F. W. (1996). Validation of wind vector retrieval from ERS-1 SAR images over the ocean. *Global Atmosphere and Ocean System*, 5, 177 - - 187.

[6] Wackerman, C. C., Rufenach, C. L., Shuchman, R. A., Johannessen, J. A., & Davidson, K. L. (1996). Wind vector retrieval using ERS-1 synthetic aperture radar imagery. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 34 (6), 1343 - - 1352.