

SAR 자료를 이용한 해안선 추출

류 주 형, 조 원 진, 원 중 선
연세대학교 지구시스템과학과
jhryu@yonsim.yonsei.ac.kr
Tel) 02-361-2673
Fax) 02-392-6527

요 약

위성영상을 이용한 해안선의 추출은 연안 지형의 변화감지와 조간대의 DEM 생성 등 지구과학적인 활용 외에도 지형도와 해도의 수정에도 활용될 수 있다.

바람이 세거나 파랑이 높을 때 돌아오는 레이다의 신호는 육지와 구별이 어렵고 또 한 speckle 잡음으로 인하여 SAR를 이용한 해안선 추출은 광학자료에서 사용하는 thresholding 방법이나 간단한 edge detector 등의 방법을 적용하여 좋은 결과를 얻는데 어려움이 있다.

본 연구에서는 SAR 자료를 이용하여 빠르고 정확하게 해안선을 추출할 수 있는 ratio에 기초한 해안선 추출 방법인 MSP-RoA(Maximum Strength Edge Pruning Ratio of Average)을 경남 낙동강 하구지역의 인공해안선에 대해 적용하여 결과를 분석하였다. 그 결과는 매우 만족할 만 하나, 육지와 해수의 점이적인 특성을 나타내는 조간대가 분포하는 전남 곰소만 지역에서는 SAR intensity의 변화가 크지 않아서 만족할 만한 결과를 얻을 수 없었다. 이러한 지역에 대해서는 SAR의 위상정보를 이용하는 interferogram의 정확도를 정량적으로 평가하는데 사용되는 coherence map을 구하여 해안선을 추출하고자 한다.

I. 서 론

광학자료를 이용한 해안선 추출은 간단한 영상처리에 의해 수행될 수 있으나, 대기조건과 관측시간에 제약을 받으므로 자료확보에 어려움이 많다. 따라서 본 연구에서는 광학자료의 단점을 보완할 수 있는 SAR(Synthetic Aperture Radar) 자료를 이용하여 해안선을 추출하는 방법을 알아보고자 한다.

위성영상을 이용하여 해안선을 추출하는 경우 조석상태에 따라 정확한 해안선 정보를 획득하기가 어렵다. 우리나라의 서해안은 조차가 4.9 m에 달하는 대조차 환경으로 매우 넓은 조간대가 발달되어 있고 또한 남해도 조차의 변화가 서해만큼은 아니지만 비교적 큰 편이다. 조석에 따라 변하는 해안선을 단기간에 다량 추출함으로서 조간대나 사주에서의 DEM 추출이 가능하다. 이와 같이 만들어진 DEM은 연안에서의 지형변화 감지시 조석에 의한 영향을 보정하는 자료로 사용 될 수 있다. 즉, 많은 자료를 이용하는 경우 해수와 노출된 부분을 구분하는 것은 이와 같은 의미에서 활용이 가능하다.

Radar(RAdio Detection And Ranging)는 감지와 거리의 두 가지를 측정할 수 있다. 즉, 감지라는 측면에서는 SAR의 intensity 자료를 이용하는 경우이고 거리에 대한 측면은 SAR의 위상(phase)을 이용하는 것이다. SAR의 intensity 자료를 이용하여 해안선을 추출 (Robert, K., 1997; David, C. M. and Ian J. D., 1996; Philippe and Paillou, 1997)하는 경우, SAR 자료의 고유의 특성인 speckle 잡음과 표면 기복에 민감한 점으로 인하여 파랑이 높은 바다로부터의 신호와 육지로부터 돌아오는 레이다 신호의 구별이 어렵다.

따라서 본 연구에서는 speckle 잡음의 특성을 갖는 SAR 자료에 알맞은 Ganugapati et. al.(1995)이 제안한 MSP-RoA(Maximum Strength Edge Pruning Ratio of Averages)방법을 이용하고, edge의 방향을 4방향에서 12방향으로 세분화함으로서 결과를 향상시키고자 한다. 이 방법을 이용하여 바다와 육지의 intensity 차이가 뚜렷한 인공해안선에 대해서는 좋은 결과를 얻었으나, intensity 차이가 불분명한 조간대 지역에서는 해안선 추출이 어려웠다. 이러한 지역에 대하여 SAR의 위상정보를 이용하는 interferometry 기술 중 interferogram의 정확도를 정량적으로 평가하기 위한 coherence map을 구하고(홍상훈 외, 1999), 이를 SAR intensity 자료 대신에 MSP-RoA 방법에 적용함으로서 효과적으로 해안선을 추출하고자 한다.

II. 사용된 자료 및 연구방법

1. 사용된 자료

본 연구에 사용된 위성자료는 Table 1과 같다. 남해 낙동강 하구 지역에 대해 1996년 8월 5일 얻어진 Radarsat fine beam mode의 SGX 타입의 자료를 이용하였으며, 서해 곰소만 지역의 자료는 각각 ERS-1과 ERS-2에 의해 각각 1996년 3월 16일과 17일에 얻어진 Tandem SLC 자료를 이용하였다.

또한 SAR intensity 자료로는 해안선 추출이 어려운 조간대 지역에 대해서는 ERS-1/2 Tandem SLC자료의 위상정보를 이용하여 정밀한 coherence map을 구하기 위하여 azimuth filtering, range filtering 및 co-registration 과정을 적용하였다.

Table 1. Summary Data Sets

Satellite/Sensor	Date	Time (h)	Sea-level (m)	Product type	Incidence angle (deg)
Radarsat/fine	1996. 8. 5	18-19	0.63-0.61	SGX	43.8-45.6
ERS-1	1996. 3. 16	11-12	3.87-5.00	SLC	23.341(center)
ERS-2	1996. 3. 17	11-12	2.42-3.97	SLC	23.335(center)

위의 과정을 거친 후, 두 개의 SAR 영상 $v_1(n, m)$ 과 $v_2(n, m)$ 사이의 Coherence (γ)는 이론적으로 아래의 식과 같다.

$$\gamma = \frac{|E[v_1 \cdot v_2]|}{\sqrt{E[|v_1|^2]E[|v_2|^2]}}$$

구해진 coherence map의 결과는 Fig. 3.(c)와 같다.

2. 연구 방법

speckle 잡음을 포함하는 영상의 edge detection에 이용되는 MSP-RoA(Maximum Strength Edge Pruning Ratio of Average)방법은 영상 내 하나의 픽셀에 대해 이 픽셀을 중심으로 이웃하는 두 sub-window의 평균값을 구하고, 이들 사이의 비가 최대가 되는 값을 찾는 것이다.

즉, 하나의 픽셀에 대해 Fig. 1(a)과 같이 약 15° 간격으로 12방향의 edge 형태를 설정하고, Fig. 1(b)에서처럼 각각에 대해 두 개의 sub-window 평균의 비를 아래의 식과 같이 구한다.

$$R_1 = \max\left(\frac{MNR1}{MNR2}, \frac{MNR2}{MNR1}\right)$$

여기서, MNR (mean pixel value)은 sub-window의 평균값을 의미한다. 위의 식을 12방향에 대해 모두 적용하여 최대값에 해당하는 edge의 strength와 orientation을 구하게 된다.

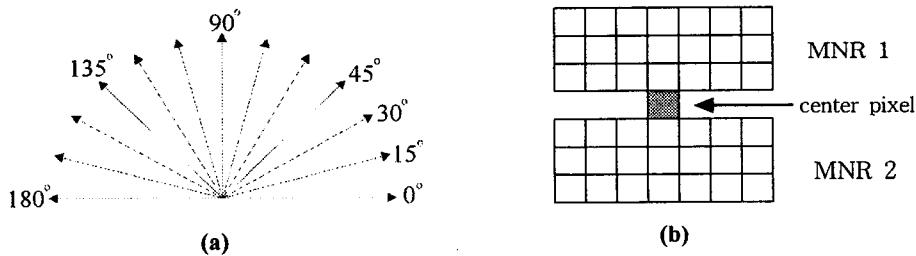


Fig. 1. (a) 12 different edge orientation types and (b) Sub-window of 0° orientation

$$R = \max(R_1, R_2, R_3, \dots, R_{12})$$

이 방법의 문제점은 Fig. 2(b)와 같이 Edge가 한 픽셀 이상으로 추출되므로, 이를 한 픽셀단위의 선으로 추출하고 또한 Speckle 잡음에 의한 short edge segment를 제거하기 위해서는 edge thinning과정을 거쳐야 한다. 여러 가지 edge thinning방법들 중, 본 연구에서 사용하는 MSP-RoA 방법은 중심픽셀과 구해진 edge의 orientation에 수직인 주변 픽셀의 값을 비교하여 중심픽셀의 값이 클 때만 edge로 인식함으로써 edge의 주변픽셀이나 불필요한 short edge segment을 제거하게 된다.

III. 결과 분석

Fig. 2(a)는 남해 낙동강 하구 지역의 인공해안선의 Radarsat fine beam mode 자료이다. 어둡게 나타나는 바다 부분과 비교적 밝게 나타나는 인공구조물의 intensity 차이가 뚜렷하고 바다 부분에 많은 speckle의 존재함을 알 수 있다. 이 영상에 대해 MSP-RoA 방법에서 edge의 방향을 12 방향으로 늘려 적용하여 얻어진 edge의 strength 값 중 창값 1.8 이상의 값으로 edge로 짐작되는 값을 추려낸 것이 Fig. 2(b)이다. 그리고 edge thinning 과정을 적용한 결과(Fig. 2(c)), 바다지역에서 나타나는 speckle에 의한 short edge segment가 많이 제거되고 해안선이 잘 추출되었음을 보인다. 또한 육지 부분의 수로나 구조물도 추출되어짐을 알 수 있다. 그러나 Fig. 3(a), (b)의 곰소만 지역의 ERS-1과 ERS-2 자료는 speckle 잡음은 물론 조간대에서의 바다와 육지의 intensity의 차이가 적게 나타나므로 육안으로도 해안선의 위치를 파악하기 어렵다.

따라서, 이러한 지역에 대하여 SAR의 위상정보를 이용하는 interferometry 기술 중 interferogram의 정확도를 정량적으로 평가하기 위한 coherence map을 구하고, 이를 SAR intensity 자료 대신 MSP-RoA 방법에 적용함으로서 효과적으로 해안선을 추출할 수 있다. 이미 토지이용분류나 산림과 비산림 지역의 구분 등에 성공적으로 사용되어졌던 coherence map은 바다나 산림처럼 거친 파도나 식물의 성장 등에 의해 temporal decorrelation이 높은 지역은 repeat-pass interferogram에서 상관성이 낮게 나타나 coherence 값이 낮고, 육지부분은 이에 비해 상당히 높은 상관관계를 보인다. Fig. 3(c)는 ERS-1/2 tandem 자료를 이용하여 얻어진 coherence map으로 어두운 부분은 두 SAR 자료 사이에 상관관계가 낮음을 나타내고 밝은 부분은 상관관계가 높은 지역임을 나타낸다. 육안으로 판단해도 coherence map이 intensity 자료에 비해 해안선의 경계가 뚜렷함을 알 수 있다. 이 coherence map에 MSP-RoA 방법을 적용하기 위해서는 sub-window의 크기를 자료의 특성에 맞게 조절하여 적용하여야 한다.

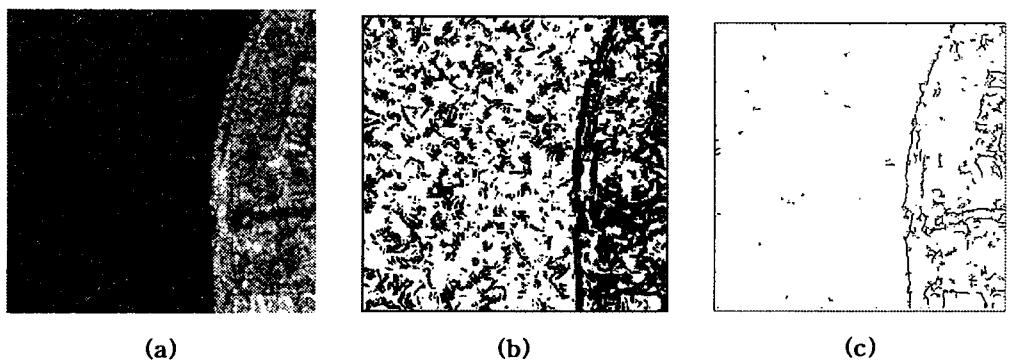


Fig. 2.(a) Radarsat image (b) Edge map using MSP-RoA before edge thinning
(c) Edge map after edge thinning

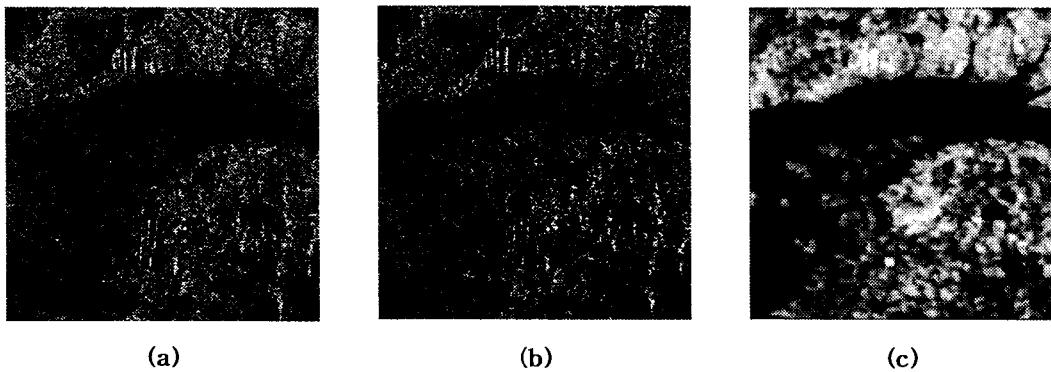


Fig. 3.(a) ERS-1 intensity image (b) ERS-2 intensity image (c) ERS-1/2 Coherence map

참 고 문 헌

- 홍상훈, 김상완, 원중선, 1999, Radarsat SAR 자료의 Interferogram 작성 기법 연구, Proceedings of the 1999 KSRS Spring Meeting, p148-153
- Robert Klepko, 1997, Automated Edge Detection For RADARSAT Image, Geomatics in the Era of RADARSAT Symposium
- Ganugapati, S.S., and Moloney, C.R., 1995, A Ratio Edge Detector for Speckled Images Based on Maximum Strength Edge Pruning, International Conference on Image Processing, Vol.2, p.165-168.
- David, C. Mason and Ian, J. Davenport, 1996, Accurate and Efficient Determination of the Shoreline in ERS-1 SAR Images, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol.34, No.5, p.1234-1253
- Philippe, Paillou, 1997, Detecting Step Edges in Noisy SAR Images : A New Linear Operation, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Communication, Vol.35, No.1, p.191-196