

# SAR 영상 내 객체 추출을 위한 특징점 기반 분할 히스토그램 기법

김창일\*, 김준기\*, 백승화\*

\*LIG Nex1

e-mail : changil.kim@lignex1.com, jooki.kim@lignex1.com, shpaek100@lignex1.com

## A Method for Object Extraction of SAR Image using Sub-Histogram Technique based on Feature Point

Chang-il Kim\*, Joon-ki Kim\*, Seung-hwa Paek\*

\*LIG Nex1

### 요 약

본 논문은 SAR 영상에서 객체를 추출하는 새로운 방법으로 특징점 기반 분할 히스토그램 기법을 제안한다. 제안하는 방법은 영상 히스토그램에서 객체로 추정될 수 있는 영역을 세밀하게 추출하기 위해 영상에서 특징점을 추출한 후, 특징점의 밝기를 기준으로 히스토그램을 분할한다. 분할 히스토그램이 배경과 객체 성분을 모두 포함하고 있을 경우 해당 영역의 혼합 확률밀도함수가 교차되는 임계점을 계산한다. 계산된 임계점을 기준으로 현재 영역이 전체 영상에서 차지하는 비율을 비교하여 배경과 객체 여부를 판단한다. 제안하는 방법은 무인 감시 정찰 시스템 등 다양한 응용 기술에 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

### 1. 서론

SAR(Synthetic Aperture Radar)는 초고주파를 이용하여 고해상도 영상을 획득하는 레이더로 감시 정찰 및 표적물 탐지를 위한 군사 분야, 자원탐사, 환경 감시 등 민간 분야로도 넓은 범위에서 활용되고 있다 [1]. SAR 에서 획득한 영상을 이용하여 의미 있는 정보를 추출하기 위한 다양한 연구들이 현재까지 진행되고 있다 [2~3].

SAR 는 레이더 에코(Radar echo) 신호 처리를 통해 영상을 획득하는데, 신호 간섭 현상(Coherency)으로 인해 의도하지 않는 Speckle 성분이 유입되게 된다 [5]. Speckle 성분은 영상에서 정보 획득을 방해하는 요소로서 이를 제거하기 위한 일련의 연구들이 진행되어 왔다 [6].

일반적으로 SAR 로 획득한 영상에서 획득하고자 하는 정보는 객체(Object) 성분으로 이는 영상에서 배경 등 불필요한 정보를 제거함으로써 추출할 수 있다. 영상에서 객체를 추출하기 위한 일련의 연구들이 수행되어 왔으며, 그 종류로는 공간 평활 필터를 반복적으로 수행한 알고리즘 [2], 히스토그램과 에지 추출을 결합한 방법 [3], Gamma 함수와 히스토그램을 결합한 방법 [7] 등이 있다.

본 논문에서는 SAR 영상에서 객체 추출을 위해 영상의 배경 성분을 분리하는 특징점 기반 분할 히스토그램 기법을 제안한다. 먼저 SAR 로부터 획득한 영상의 Speckle 잡음을 제거한 후, 영상의 특징점(Feature

point)을 추출한다. 획득된 특징점을 기준으로 영상의 히스토그램을 분할하여 배경과 객체 성분을 분리한다. 최종적으로 분할 히스토그램에서 추출된 객체 영상을 결합하여 최종 객체 영상을 획득한다.

### 2. SAR 영상 특징 분석

#### 2.1. Speckle 성분 제거

SAR 영상으로부터 정보 획득을 위해 Speckle 성분을 제거하는 과정이 선행되어야 한다. Speckle 제거는 크게 Multi-looking 과 Spatial Filtering 로 분류되며 [6], 본 논문에서는 Spatial Filtering 방법 중 Median 필터를 사용하여 Speckle 성분을 제거한다. Median 필터는 영상의 에지 등의 정보를 유지하는 동시에 Speckle 성분을 제거할 수 있기 때문이다.

#### 2.2. SAR 영상의 객체와 배경 관계 분석

SAR 영상에서 영상의 배경과 객체 성분이 다음과 같은 확률밀도함수로 분포한다고 정의하였을 때,

$$I(x) = F(x) + G(x) \quad (1)$$

$I(x)$ 는 원영상,  $F(x)$ ,  $G(x)$ 는 객체와 배경의 확률밀도함수를 의미한다.

영상에서 객체와 배경의 확률밀도함수를 추론하기 위해 활용 가능한 정보는 밝기(Intensity) 성분으로 일반적으로 256 단계로 구분된 8 bit 회색 영상(gray

image)을 사용한다. 그리고 디지털 영상에서 밝기는 선형성(linearity)를 가지므로 수식 (1)은 다음과 같이 변형할 수 있다.

$$I(x) = \sum_{k=1}^N I_k(x) \quad (2)$$

$N$  은 256 레벨을 임의로 분할하였을 때, 밝기 집합의 개수를 의미한다. 또한,  $I_k(x)$ 는 아래 수식과 같이 상세화할 수 있다.

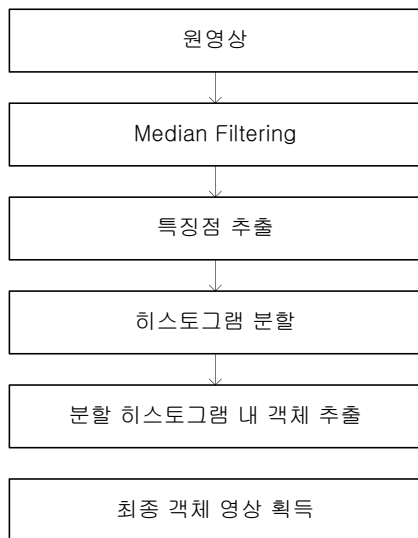
$$I_k(x) = \sum_{i=1}^n \{\omega_{f,i} \cdot f_i(x) + \omega_{b,i} \cdot g_i(x)\} \quad (3)$$

이 때,  $f(x)$ 와  $g(x)$ 는 분할된 밝기 집합의 객체와 배경의 확률밀도함수를 의미하며,  $n$  은 분할된 밝기 집합 내 객체의 개수를,  $\omega$ 는 각 확률밀도함수의 가중치(weighted factor)를 의미한다. 위의 수식에 의하면 영상의 밝기를 임의로 분할하더라도 분할된 영역에서 객체와 배경 성분은 변형되지 않음을 알 수 있다.

또한 SAR 영상에서 배경과 객체의 중요한 관계 중 하나는 배경과 객체의 구성비율이다. 일반적인 SAR 영상의 배경 성분은 객체 성분보다 높은 비율로 구성되어 있는 것이 SAR 영상이 가지고 있는 중요한 특징이다.

### 3. 제안하는 방법

SAR 영상에서 객체 추출을 위해 제안하는 방법은 다음과 같다. 영상의 히스토그램 작성한 후,  $N$  개로 분할한다. 그리고 분할한 히스토그램이 객체 모델, 배경과 객체 혼합 모델로 구성되었는지를 판단한다. 이 때 배경과 객체가 혼합된 모델일 경우 객체 성분만을 분리하여 모든 분할 히스토그램에 대해 추출된 객체 성분을 결합하여 최종 객체영상을 획득한다.



(그림 1) 제안하는 방법

### 3.1. 특징점 추출 및 히스토그램 분할

본 논문에서는 영상의 밝기 집합에서 객체 추출을 위해 영상의 히스토그램을 사용한다. 기존의 전역 히스토그램에서 객체 추출 수행 방법보다 세밀한 객체 추출을 위해 분할 히스토그램을 사용한다. 이를 위해 히스토그램을 분할하는 기준이 중요한데, 제안하는 방법에서는 영상의 특징점을 이용한다. 영상의 특징점은 영상의 주변 화소의 밝기값이 뚜렷한 특징을 가지는 지점으로 영상에서 객체의 형태나 크기, 위치가 변하더라도 쉽게 식별이 가능한 지점을 의미한다. 특징점을 획득하는 다양한 방법들 중 본 논문에서는 FAST 알고리즘을 사용하였다 [8]. FAST 로 획득한  $N$  개의 특징점의 밝기값을 기준하여 영상의 히스토그램을 분할하였다.

### 3.2. 분할 히스토그램 내 배경과 객체 구분

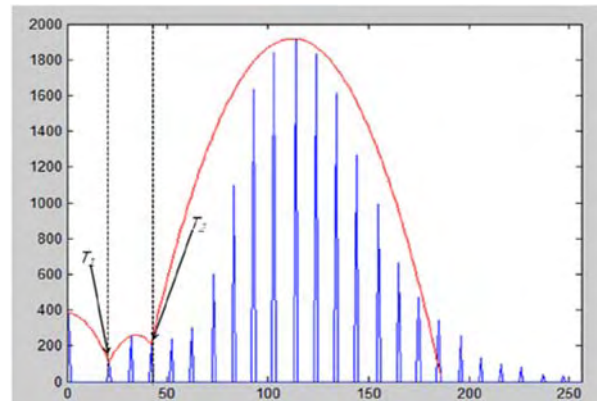
특징점을 사용하여 분할한 히스토그램에서 객체 추출을 위해 먼저 분할 히스토그램이 전체 영상에서 차지하는 비율을 계산한다. 계산된 비율을 통해 현재 분할 히스토그램 영역이 객체 단일 모델인지 배경과 객체와 혼합된 모델인지를 알 수 있기 때문이다. 이는 수식 (5)와 같이 표현 가능하다.

$$P[I_k(x)] = \frac{N_i}{N_T} \times 100 \quad (4)$$

$$P[I_k(x)] = \begin{cases} \text{object,} & P_i < Th \\ \text{object + background,} & P_i \geq Th \end{cases} \quad (5)$$

이 때,  $N_T$ 는 영상 전체의 화소(pixel) 개수를 의미하며,  $N_i$ 는 분할 히스토그램 내 화소 개수를 의미한다.  $Th$ 는 배경과 객체의 혼합 형태를 판단하기 위해 임의로 정의한 임계점(threshold)이 된다.

만약 현재 분할 히스토그램이 배경과 객체가 혼합된 형태일 때, 분할 히스토그램의 밝기 범위를 256 레벨로 확장하여 효과적으로 배경과 객체를 구분되는 지점을 계산할 수 있다. 이는 수식 (6)과 같이 표현할 수 있다.



(그림 2) 분할 히스토그램 밝기 범위 확장 후 임계점 ( $T_1, T_2$ )

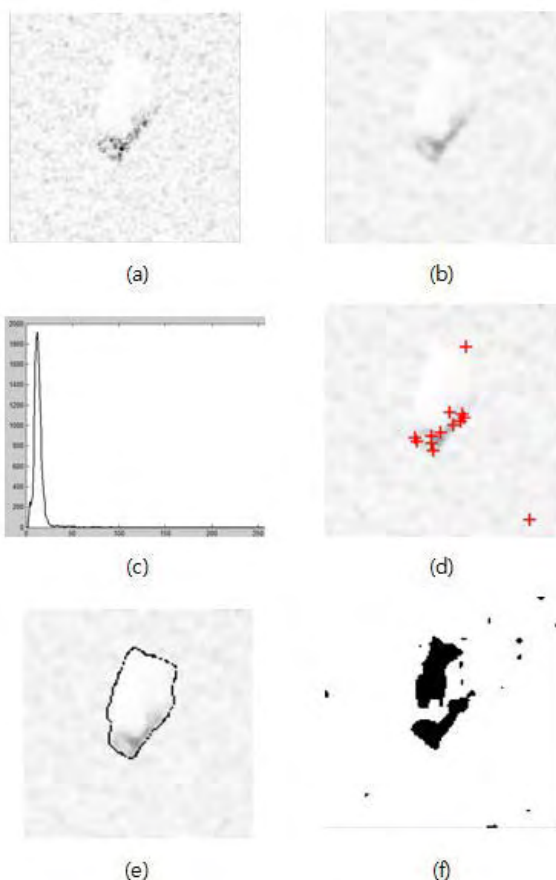
$$I' = 256 \times \frac{I}{R}, \quad R = I_{\max} - I_{\min} \quad (6)$$

이 때,  $I_{\max}$  는 분할 히스토그램 내 최대 밝기값,  $I_{\min}$  은 최소 밝기값으로 정의한다.

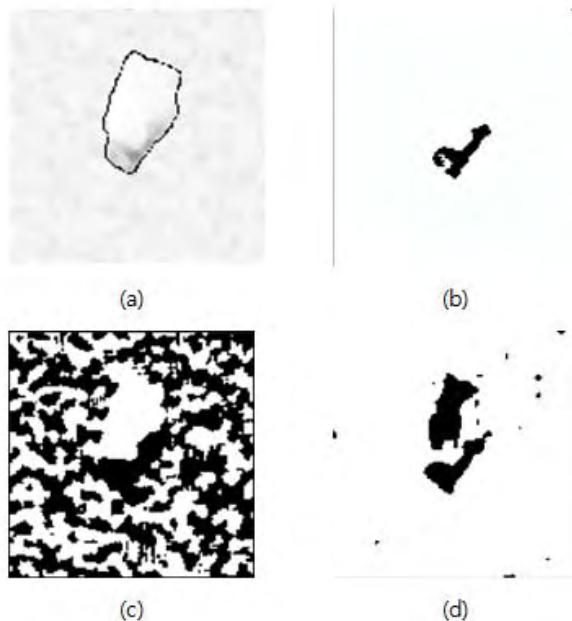
밝기 범위를 확장한 분할 히스토그램이 수식 (3)과 같이 혼합 가우시안 분포 형태로 배경과 객체 성분이 존재한다고 가정할 때, 배경과 객체가 분리되는 임계점은 크게 2 가지 방안으로 계산할 수 있다. 첫번째 방법은 EM 방법[9]이며, 다른 방법은 확률밀도함수를 미분하여 0 이 되는 지점을 찾는 방법이 있다 [3]. 제안하는 방법에서는 미분 방법으로 임계점을 계산하였다. 계산된 임계점 기준으로 해당 영역의 화소수를 계수한다. 그리고 수식 (6)을 사용하여 현재 분할 히스토그램의 객체를 추출한다. 이를 반복하여 모든 분할 히스토그램에서 분리된 객체 성분을 결합하여 최종 객체 영상을 획득한다.

#### 4. 시험결과

제안하는 방법의 성능 확인을 위해 공개 SAR 영상 자료인 MSTAR [10] 자료를 사용하였다. 그 중 depression angle 은 17 도, X-band 주파수로 촬영한 영상을 사용했으며, 시험 환경은 Intel i5-2400, 3.0GB RAM, Windows 7 32 bit, MATLAB R2008A 를 사용하였다.



(그림 3) 제안하는 방법 결과 영상. (a) 원영상(색반전) (b) Median Filtering 후 (c) 원영상 히스토그램 (d) 원영상과 특징점 (e) 정답 영상 (f) 결과 영상



(그림 4) 유사 객체 추출 방법과 비교. (a) 정답영상, (b) Otsu 방법[11] (c) 반복 히스토그램 평활화 방법 [2] (d) 제안하는 방법

원영상의 크기는 128x128, Median filter 은 3x3 로 설정하고, FAST-10 알고리즘에서 특징점 추출을 위한 기준값은 Median filtering 이후 영상의 평균값을 기준으로 설정하였으며, 배경과 객체 구분을 위한 임계치 ( $Th$ )는 50%로 설정하였다.

그림 3 은 제안하는 방법의 결과를 그림 4 는 유사 알고리즘과 비교 결과를 함께 제시하였다. 그림 4 를 통해 제안하는 방법이 기존 전역 히스토그램에서 객체 추출 방법보다 보다 세밀한 영역의 객체 추출이 가능함을 확인할 수 있다.

#### 5. 결론

본 논문에서 SAR 영상에서 배경 추출을 위한 특징점 기반 히스토그램 분할 기법을 제시하였다. 제안하는 방법은 기존의 전역 히스토그램을 활용한 방법보다 세밀한 영역의 객체 분할이 가능함을 확인할 수 있었다. 제안하는 방법은 최근 많은 연구가 진행되고 있는 무인 감시 정찰 시스템 등 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

- [1] 이우경, 광영길, “SAR 영상 처리 기술”, 한국전자과학기술 학회지, 제 22 권 6 호, p. 40~54, 2011.
- [2] 백중환, “SAR 영상의 선명도 개선 및 목표물 자동 추출에 관한 연구”, 제 6 회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 논문지, 1994.
- [3] 이경엽, 김운수, “X-밴드 위상 SAR 영상을 이용한 수위선 탐지”, 항공우주기술 제 10 권 2 호, p.163~169, 2011.

- [4] Milindkumar V.Sarode, Prashant R. Deshmukh, "Reduction of Speckle Noise and Image Enhancement of Images Using Filtering Technique", International Journal of Advancements in Technology, Vol. 2, No. 1, 2011.
- [5] K. Bala Prakash, R.Venu Babu, B.VenuGopa, "Image Independent Filter for Removal of Speckle Noise", International Journal of Computer Science Issues, Vol. 8, Issues, Vol.8, No.3, 2011.
- [6] M. Mansourpour, M.A. Rajabi, J.A.R. Blais, "Effects and Performance of Speckle Noise Reduction Filters on Active Radar and SAR Images", Proceeding of International Society for Photogrammetric and Remote Sensing (ISPRS), 2006.
- [7] Ali El Zaart, Djemel Ziou, Shengrui Wang, Qingshar Jiang, "Segmentation of SAR Images" , The Journal of Pattern Recognition 35, p.713-724, 2002.
- [8] E. Rosten and T. Drummond, "Machine Learning for High-speed Corner Detection", Proceeding of European Conference on Computer Vision (ECCV), 2006.
- [9] Peter Orbanz and Joachim M. Buhmann, "SAR Images as Mixtures of Gaussian Mixtures", Proceeding of International Conference on Image Processing (ICIP), 2005.
- [10]<https://www.sdms.afrl.af.mil/index.php?collection=mstar>
- [11] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods and Steve L. Eddins, Digital Image Processing 3<sup>rd</sup> Ed, Prentice Hall, 2008.