

論 文

레이다 영상의 경계 검출

正會員 尹 東 漢* 正會員 崔 甲 石**

Detection of Edge on Radar Image

Dong Han YOON*, Kap Seok CHOI** Regular Members

要 約 본 논문은 2-차원에서 3가지 형태(Square, Cross, X-shape)의 메디안 필터를 사용하여 레이다 영상의 원 영상을 유지하면서 잡음을 제거하여 영상을 개선하고, 연산자를 적용하여 경계를 검출한다. 레이다 영상의 특성에서 곡선 부분이 많으므로 제안된 경계 검출 연산자에 의한 결과와 기존의 경계검출 방법인 Sobel, Prewitt, Robert, Laplacian, Kirsch의 결과를 비교한다.

ABSTRACT In this paper, we have discussed three-type median filters(SQUARE, CROSS, X-SHAPE) that preserving edge in an original image while reducing random noise was introduced for image enhancement and edge detection on radar image. Since radar image have a number of parts of curve, we compared results produced by edge detection operator proposed for improving the parts of curve with results of using the existing edge detection methods, such as Roberts, Sobel, Prewitt, Laplacian and Kirsch.

I. 서 론

디지털 영상처리는 1920년도 뉴욕과 런던 간의 해저 케이블로 신문 사진을 디지털 전송한 이후 관심을 끌기 시작하여, 1920년대 제 3 세대 컴퓨터가 등장할 때까지 별다른 진전이 없었다.⁽¹⁾

이러한 영상 처리는 여러 주요 부분으로 나누어지며, 그 중에서 영상 해석의 일부분인 영상 분할에 속하는 경계 검출은 로보트에게 지능을 제공하려는 연구에서 시작되어 산업용, 의료용, 인공 위성에 의한 지구 표면의 자원 탐사 등을 연

구하는 원격 탐사 분야와 패턴 인식 및 인공 지능 분야에서 원하는 정보를 인식하기 위한 가장 기본적인면서도 중요하게 취급되는 처리 과정이다.⁽³⁾ 경계 추출을 위한 연산자는, 1955년 Konvasznay와 Joseph에 의해 처음 Gradient 경계 처리가 연구되었고, 1970년대 Hollywood가 TV 화상의 경계 처리에 관해 연구했으며, 1970년대 이후에는 Robert, Sobel, Prewitt 및 Laplacian 연산자와 그 변형에 대해 연구해 왔다.^{(2),(9)}

위와 같은 연산자에 의해 검출된 유용한 정보가 질이 저하된 경우 또는 기계에 의해 물체 인식을 할 경우, 잡음 성분을 제거하거나 Gray-Level 차이를 크게하여 사람이나 기계가 이해하기 쉽도록 영상 개선을 하여야 한다.⁽⁶⁾

이러한 영상 개선 방법에는 Gray-Level Modification, 저역 통과 필터링, 고역 통과 필터링, 적응 필터링, Out-Range Smoothing 등이 있

*金鳥工大電子工學科
Dept. of Elec. Eng., Kum-oh Inst. of Tech

**明知大學校 電子工學科
Dept. of Elec. Eng., Myong Ji Univ.
論文番號 : 87-41(接受1987. 7. 2)

며, 개선 방법들의 특징에 따라 처리할 데이터에 알맞는 방법을 적용해야 한다.⁽⁴⁾

본 논문에서는 레이다에서 잡음 혹은 양자화 잡음 등을 개선하기 위해 잡음 제거 및 보존 효과가 우수한 3 종류의 메디안 필터(SQUARE, CROSS, X-SHAPE)를 사용하여^{(7),(8),(10),(11),(12)} 잔상 제거 효과를 높이고, 잡음 성분이 제거된 레이다 영상의 특징은 직선이나 대각선 부분보다는 곡선 부분이 주로 나타나는 점에 근거하여, 곡선 부분을 보다 더 세선화시키는 새로운 알고리즘을 제안한다.

II. 영상개선

영상 개선 방법은 크게 주파수 영역에서의 처리와 공간 영역에서의 처리로 나뉘어 진다. 주파수 영역 처리 방법은 영상의 푸리에 변환을 수정하는 방법이며, 공간 영역의 처리 방법은 영상 평면 그 자체에 대해 영상의 화소에 직접 조작을 한다.

본 연구에서는 공간영역의 처리 방법을 사용한다.

가. 저역 통과 필터

일반 영상에서 에너지는 이웃한 화소 간의 높은 공간적 상관 관계에 의해 저주파 성분에 집중되어 있다. 그 반면, 영상의 Gray Level에서 경계나 날카로운 부분등은 고주파 성분에 대부분 분포되어 있기 때문에, 주어진 영상의 특정한 고주파 성분을 감소시키며 그 속에 포함된 신호 성분도 제거되어 Blurring 현상이 발생한다.

따라서, 저역 통과 필터링을 사용할때는 잡음 감소와 영상의 Blurring 현상관의 상호관계를 고려해야 한다.

$$1 / 9 \cdot \begin{matrix} \boxed{\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}} \end{matrix}$$

그림 1 저역통과 필터의 예
Example of Low Pass Filter.

나. 고역 통과 필터

고역 통과 필터링은, 저주파 성분을 감소시키면서 신호의 고주파 성분을 강조한다. 신호의 고주파 성분은 영상의 경계, 세밀한 부분과 Gray-Level에서의 급격한 변화 부분과 관련이 있기 때문에, 고역 통과 필터링한 뒤 푸리에 변환한 형태에서 보면, 고주파 성분의 정보는 감소시키지 않고 저주파성분을 감소시킴으로서 영상의 국부 대조도가 증가되어 영상은 Sharp하게 되며, 또한, Blurring 현상을 감소시키는데 유용하다.

$$\boxed{\begin{matrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{matrix}}$$

그림 2 고역통과 필터의 예
Example of High Pass Filter.

다. 메디안 필터

메디안 필터는 Window함수가 각 점의 신호를 통과하므로써 쉽게 개선되는 연산이며, 필터의 출력은 Window내부의 메디안 값을 취한다.

독립 및 이상적으로 분포된 유한 집합의 확률 변수 X를

$$X = (X_1, X_2, \dots, X_{2m+1})$$

이라 가정한다. 여기서 m은 양의 정수(메디안 필터는 입력값이 홀수) $X_{(1)} \leq X_{(2)} \leq \dots \leq X_{(2m+1)}$ 과 같이 크기의 오름순으로 재배열된 Order Statics의 확률 벡터는

$$X_{(c)} = (X_{(1)}, X_{(2)}, \dots, X_{(2m+1)})$$

이고 대수학의 배열에서 X의 메디안 혹은 중앙값은 X이다. 다시 말해 Window폭이 2m+1인 1차원 수열의 메디안 값이 된다. 만일 X가 다음과 같은 또 하나의 확률 벡터

$$N = (N_1, N_2, \dots, N_{2m+1})$$

에 선형적이라면

$$X_i = \delta N_i + \mu \quad ; i = 1, 2, \dots, 2m + 1$$

이는

$$X(i) = N(i) + \mu \quad ; i = 1, 2, \dots, 2m + 1$$

여기서 δ 와 μ 는 임의의 상수,

$$N_{i_0} = (N_{i_0} + N_{i_2} \dots N_{i_{2m+1}})$$

은 N의 Order Statics이다.

1-차원 입력 수열 $\{X_i\}$ 에서 필터 중심의 좌표가 일때 $(2m+1)$ 점 메디안 필터의 출력은

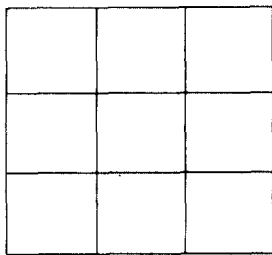
$$\hat{Y}_1(m) = \text{median}(X_{j-m}, \dots, X_j, \dots, X_{j+m})$$

2-차원 메디안 필터는 필터 Window의 크기와 기하학적 모양에 따라 여러 방법으로 정의 될수있다. : 일반적으로 대부분에 기하학적 모양은 SQUARE-, CROSS-, X-SHAPE의 Window를 사용한다.

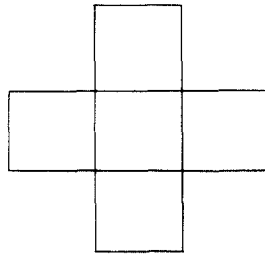
2-차원 필터 Window $W(i, j)$ 의 중심이 영상 좌표 (i, j) 일때 필터 출력은

$$\hat{Y}_2(m) = \text{median}[X_{i', j'} : (i', j') \in w(i, j)]$$

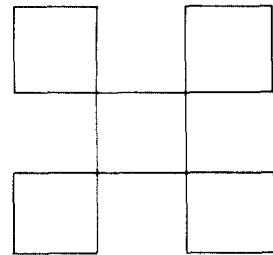
그림 3의 $2m+1=3$ 인 SQUARE, CROSS-, X-SHAPED에 정수 $\text{Span } 2m+1 (m > 1)$ 의 기하학



(a) SQUARE



(b) CROSS-SHAPED



(c) X-SHAPED

그림 3 이차원 일반 메디안 필터의 기하학적 모양
Common two-dimensional median filter geometries.

적 모양을 고려해 보자. CROSS $(2m+1)$ 및 X-SHAPE $(2m+1)$ 기하학적 모양에서 $M=4m+1$ SQUARE $(2m+1)$ 에서 Span된 샘플의 수는 $M=(2m+1)^2$ 이다.

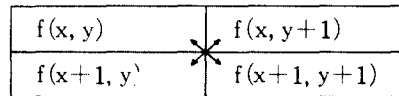
III. 경계검출

가. Roberts 연산자

만일 함수 $f(x, y)$ 가 주어졌다면, 좌표 (x, y) 에서 f 의 Gradient $G[f(x, y)]$ 의 크기는

$$G[f(x, y)] = \text{mag}[G] = \left[\left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2}$$

Roberts 연산자는 대각 화소의 차이를 사용한다.



즉, 식으로 표시하면

$$G[f(x, y)] = \left[\{f(x, y) - f(x+1, y+1)\}^2 + \{f(x+1, y) - f(x, y+1)\}^2 \right]^{1/2}$$

혹은

$$G[f(x, y)] \cong |f(x, y) - f(x+1, y+1)| + |f(x+1, y) - f(x, y+1)|$$

Roberts 연산자는 처리 시간이 짧고 간단하지만, 잡음이 많은 부분에서는 경계점이 아닌 화소가 경계점으로 추출될 가능성이 있다.

나. Sobel 연산자

$i-1, j-1$	$i-1, j$	$i-1, j+1$
$i, j-1$	i, j	$i, j+1$
$i+1, j-1$	$i+1, j$	$i+1, j+1$

위 그림에서 Sobel 연산자를 식으로 나타내면

$$G_x = [g(i-1, j-1) + 2g(i, j-1) + g(i+1, j-1)] - [g(i-1, j+1) + 2g(i, j+1) + g(i+1, j+1)]$$

$$G_y = [g(i-1, j-1) + 2g(i-1, j) + g(i-1, j+1)] - [g(i+1, j-1) + 2g(i+1, j) + g(i+1, j+1)]$$

점 $(i-1, j-1), g(i-1, j), \dots, g(i+1, j+1)$ 는 각 좌표점의 Gray Level값이며, 위 식에서 구한 G값에 임계치를 취하여 경계점을 찾는다. Sobel 연산자는 비교적 간단하고 처리 시간이 짧지만, 경계선이 두텁게 검출된다는 단점이 있다.

다. Prewitt 연산자

3 × 3 화소 연산자

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ C & 0 & -C \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \text{ 과}$$

$$H = \begin{bmatrix} -1 & -C & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & C & 1 \end{bmatrix}$$

에서 만일 $C = 1$ 이면 Prewitt 연산자이고, 만일 $C = 2$ 이면 Sobel 연산자이다.

Prewitt 연산자는 수평/수직 경계 검출이 우수하고 Sobel 연산자는 곡선 경계 검출에 보다 우수하다.

라. Laplacian 연산자

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

$i-1, j-1$	$i-1, j$	$i-1, j+1$
$i, j-1$	i, j	$i, j+1$
$i+1, j-1$	$i+1, j$	$i+1, j+1$

점 (i, j) 에서의 Gradient은

$$G_x = [g(i-1, j-1) + g(i-1, j) + g(i-1, j+1) + g(i, j-1) + g(i, j+1) + g(i+1, j-1) + g(i+1, j) + g(i+1, j+1)] - 8g(i, j)$$

미분 조작인 Laplacian을 사용하면 화상의 세선화가 가능하지만, Laplacian은 잡음에 약하기 때문에 잡음을 포함하는 화상에 직접 Laplacian을 실행하는 것은 좋지 않고, 평활화를 함께 실행하는 마스크를 이용한 것이 바람직하다.

마. 제안된 연산자를 이용한 방법

2	1	2
1	0	1
2	1	2

$i-1, j-1$	$i-1, j$	$i-1, j+1$
$i, j-1$	i, j	$i, j+1$
$i+1, j-1$	$i+1, j$	$i+1, j+1$

$$G_x = [g(i, j-1) + 2g(i-1, j-1) + g(i-1, j)] - [g(i, j+1) + 2g(i+1, j+1) + g(i+1, j)]$$

$$G_y = [g(i, j-1) + 2g(i+1, j-1) + g(i+1, j)] - [g(i-1, j) + 2g(i-1, j+1) + g(i, j+1)]$$

점 (i, j) 에서의 Gradient은

$$G = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2}$$

$$G = |G_x| + |G_y|$$

IV. 실험 및 고찰

가. 실험 및 시스템 구성

본 실험은 레이더 영상을 레이더 회로상의 디지털라이저에서, 64 Grey Level의 256×256 영상 자료를 ASCII 코드로 Tele Video-AT 컴퓨터에 전송하였다.

이 저장된 영상 자료를 모니터 분해능에 맞추어 외각 경계 정보가 모두 포착되는 256×200 의 영상에서 C언어를 사용하여 실험하였다.

본 실험의 구성도는 그림 4와 같다.

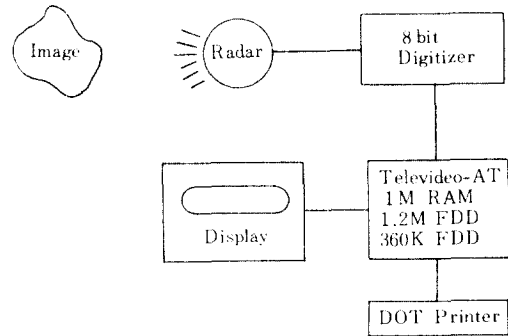


그림 4 실험 장치 구성도
Block diagram of Experiment System.

나. 실험 결과 및 고찰

3 종류의 매디안 필터(SQUARE, CROSS, X-SHAPE)를 통과시킨 결과와 그 각각의 경우에 Roberts, Sobel, Prewitt, Laplacian 연산자를 적

용한 결과 중 Laplacian과 Sobel 연산자의 결과 및 레이더 영상 데이터에 적합하다고 고려되는 제안된 연산자를 적용한 결과를 다음과 같이 나타낸다.

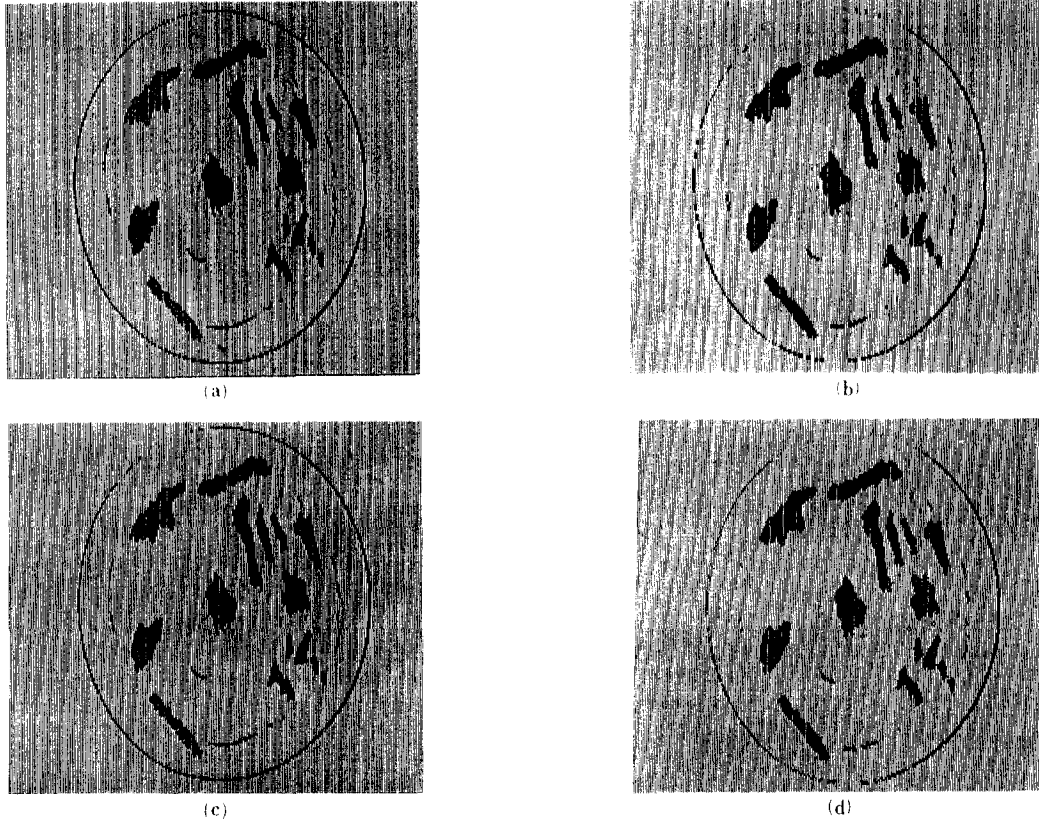
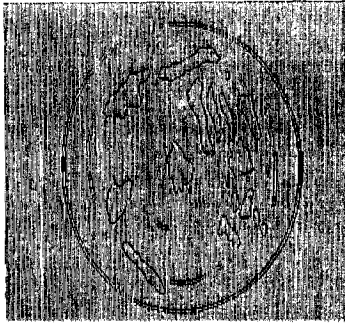


그림 5 원 영상 및 매디안 필터를 적용한 결과
(a) 원 영상
(b) 매디안 SQUARE 필터를 적용한 결과

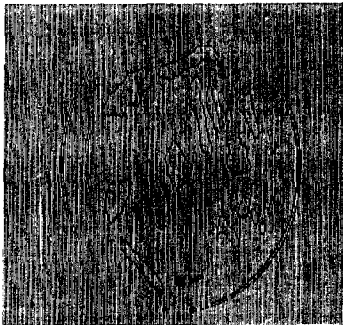
(c) 매디안 CROSS 필터를 적용한 결과
(d) 매디안 X-SHAPE 필터를 적용한 결과



(a)



(b)

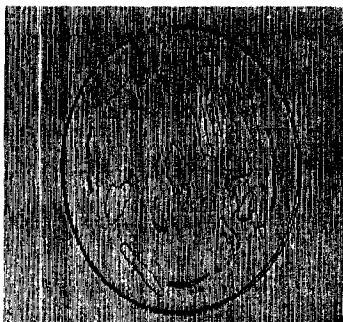


(c)

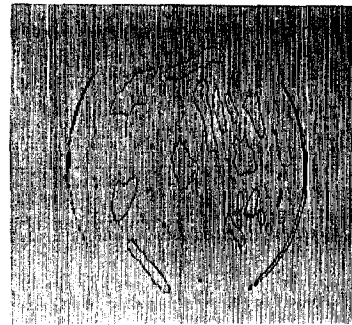


(d)

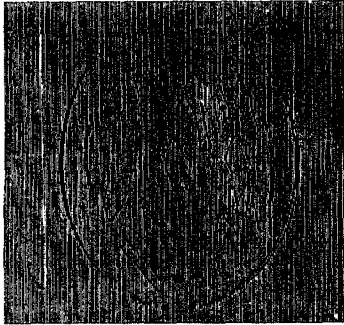
그림 6 Sobel 연산 처리 결과 및 각 필터를 적용시킨 후의 처리 결과
 (a) Sobel 연산 처리 결과
 (b) 메디안 SQUARE 필터 후 Sobel 연산자를 적용한 결과(MSS)
 (c) 메디안 CROSS 필터 후 Sobel 연산자를 적용한 결과(MCS)
 (d) 메디안 X-SHAPE 필터 후 Sobel 연산자를 적용한 결과(MXS)



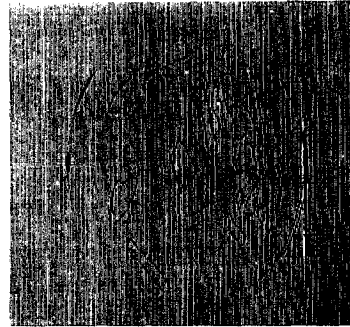
(a)



(b)



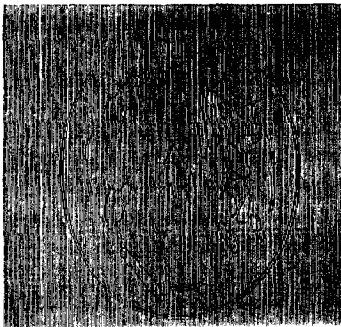
(c)



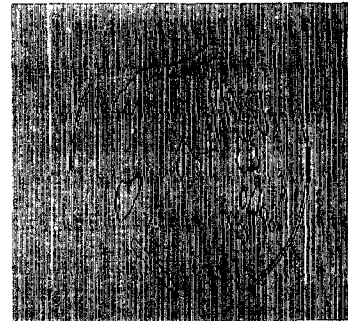
(d)

그림 7 Laplacian 연산 처리 결과 및 각 필터를 적용시킨 후의 처리 결과
 (a) Laplacian 연산 처리 결과
 (b) 메디안 SQUARE 필터 후 Laplacian 연산자를 적용한 결과(MSL)

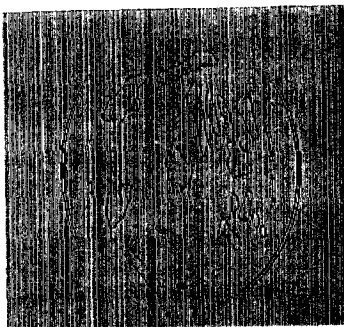
(c) 메디안 CROSS 필터 후 Laplacian 연산자를 적용한 결과(MCL)
 (d) 메디안 X-SHAPE 필터 후 Laplacian 연산자를 적용한 결과(MXL)



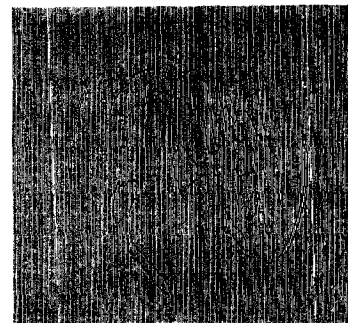
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 8 Yoon연산 처리 결과 및 각 필터를 적용시킨 후의 처리 결과
 (a) Yoon연산 처리 결과
 (b) 메디안 SQUARE 필터 후 Yoon 연산자를 적용한 결과(MSY)
 (c) 메디안 CROSS 필터 후 Yoon 연산자를 적용한 결과(MCY)
 (d) 메디안 X-SHAPE 필터 후 Yoon 연산자를 적용한 결과(MXY)

(c) 메디안 CROSS 필터 후 Yoon 연산자를 적용한 결과(MCY)
 (d) 메디안 X-SHAPE 필터 후 Yoon 연산자를 적용한 결과(MXY)



그림 9 저역 통과 필터를 적용시킨 후의 처리 결과

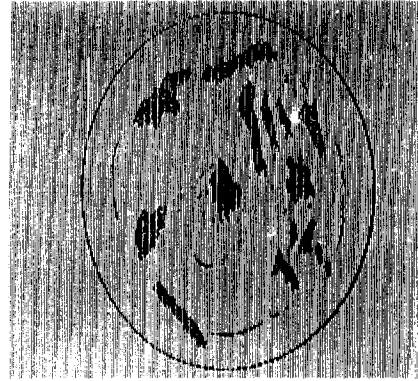


그림 10 고역 통과 필터를 적용시킨 후의 처리 결과

V. 결 론

본 논문에서는 레이다 영상에 3 종류의 메디안 필터를 사용하여, 레이다 영상의 비와 파도 등에 의한 잡음을 제거하고, 레이다 영상에 주로 나타나는 곡선 부분을 강조하기 위하여 새로 제안된 경계 검출 연산자에 의한 결과를 비교한 결과, 메디안 필터링된 영상이 원 영상보다 잡음이 적고 연속된 경계로 검출되며, 제안된 경계 검출 방법에서 기존의 다른 연산자에 의한 결과보다 세실화된 경계가 검출되었다.

그리고 3 종류의 메디안 필터 중 메디안 Cross 필터에 의한 실험 결과가 레이다 영상에 가장 적합함을 알 수 있었다.

본 논문은 문교부학술연구조성비에 의하여 이루어졌음.

참 고 문 헌

(1) M.D. McFarlane, "Digital Pictures Fifty years Ago", Proceeding of the IEEE, vol. 60, no. 7, July 1972 pp768-770
 (2) V. Torre, T. Poggio, "On Edge Detection" IEEE, Trans. on

on Pattern Analysis and Machine Intelligence vol. PAM-1-8 March 1986 pp147-163
 (3) Rafael C. Gonzalez & Paul Wintz, Digital Image Processing, Addison Wesley, 1977
 (4) Michael P. Ekstrom, Digital Image Processing Techniques, Academic Press, 1984
 (5) 최갑석, 윤동환, "Euclidean 거리 연산자와 결합된 상태공간 가법에 의한 영상추출, 전자공학회 논문집 제33권 제 6호, 1986
 (6) Robert M. Haralick, "Edge and Region Analysis for Digital Image Data", Computer Graphics and Image Processing 12, pp60-73(1980)
 (7) T. A. Nodes, N. C. Gallagher, Jr., "Some modifications to the median filter properties", in Proc. 18th Annu. Allerton Conf., Commun., Contr., comput., Oct, 1980
 (8) T. S. G. T. Yang, G. Y. Tang "A fast two-dimensional median filtering Algorithm", IEEE Trans. Acoust., speech, signal processing, vol. Assp-27 pp13-18 Fed. 1979
 (9) W. K. Pratt Digital Image Processing, John Wiley & Sons, Inc. 1978
 (10) N. C. Gallagher, Jr., G. L. Wise. "A theoretical analysis of the properties of median filters", IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal process vol Assp-29 pp1136-1141, 1981
 (11) T. A. Nodes, N. C. Gallagher, Jr., "Median Filters: Some Modifications and Their Properties IEEE Trans. On Acoustic, Speech, and signal processing, vol. ASSP-30, no. 5, october 1982
 (12) G. T. Yang, T. S. Huang, "The Effect of Median Filtering on Edge Locatimtion", computer Graphic and Image Processing-15 pp224-245 1981



崔 甲 石(Kap Seok CHOI) 正會員
1930年 9月30日生
1955年 3 : 서울大學校 工科大學 通信工
學科 卒業
1963年 : 首都工科大學 教授
1972年 : 明知大學校 教授(工學博士)
1987年 9月 現在 : 明知大學校 工科大學
學長



尹 東 漢(Dong Han YOON) 正會員
1945年 1月 6日生
1968年 2月 : 光云大學 卒業
1980年 2月 : 明知大學院 卒業
1987年 2月 : 明知大學院 博士課程
1980年 3月 : 金烏工科大學 電子工學科
1984年 9月~1987年 6月 : 金烏工科大學
學生處長