

모폴로지 기법과 보완된 DSP를 이용한 레이더 영상에서의 물체 추출

최선아⁰ 김도현, 강동구, 차의영

부산대학교 일반대학원 전자계산학과
(kiddy,uliminer, dkkang1, eycha)@harmony.cs.pusan.ac.kr

Objects Extraction of Radar Image using Morphology and DSP

Sun-Ah Choi⁰, Do-Hyeon Kim, Dong-Koo Kang, Eui-Young Cha
Dept. of Computer Science, Pusan National University

요 약

본 논문에서는 한꺼번에 처리하기 힘든 대용량의 데이터 파일을 전처리 과정을 통해 처리시간을 단축시켜 레이더 영상으로 나타내고 그 안에서 움직이는 물체, 즉 배의 움직임을 추출하고자 한다. 레이더 영상은 일반 직교 좌표계가 아닌 평면상에서의 극좌표계를 사용하기 때문에 좌표계 변환시 생기는 레이더 영상에서의 잡음을 모폴로지 기법과 labeling을 이용하여 제거했다. 레이더 영상은 레이더 자체의 특성으로 인해 잡음이 다수 존재하고 데이터 변화로 인해 영상 전체가 약간의 흔들림이 있기 때문에 물체 추적에 널리 사용되는 차영상 기법을 레이더 영상에 적용시켰을 경우 원하는 물체를 효율적으로 추출해 내기가 어렵다. 따라서 기존의 차영상 추출 알고리즘을 보완하여 이미지 픽셀차가 적정수준 보다 큰 경우만을 선택하여 움직이는 배를 추출하고자 한다.

1. 서 론

레이더란, 전파를 이용하여 물체에서 반사되는 반사파로 목표물의 존재와 그 거리를 탐지하는 무선감시장치를 일컫는 말이다. 레이더는 사람이 눈으로 볼 수 있는 범위를 증대시키고 나아가서 눈의 기능으로 할 수 없는 캄캄한 밤중이나 눈-비속에서도 목표물을 식별하여 볼 수 있다. 이런 이점 때문에 날씨나 기후에 영향을 받지 않고, 물체를 인식해야 하는 항만이나 비행장에서 관제용으로 많이 사용하고 있다. 하지만, 레이더가 받는 영상이 항상 깨끗한 것만은 아니다. 잘못된 전파의 반사로 물체를 오인식 하는 경우가 있는 잡영으로 레이더 영상을 흐리게 만들 수 있다.

본 논문에서는 먼저 전처리 과정으로 레이더 영상의 차영상을 추출한 후, 모폴로지 연산과 레이블링 연산을 적용시켜 섬이나 데이터 변화에 의한 잡영을 효율적으로 제거한 뒤, 움직임값 즉, 픽셀차가 threshold 보다 큰 경우만을 선택하여 움직이는 물체를 추적하고자 한다[1][3].

2장에서는 레이더 영상 데이터를 극좌표계를 이용한 2차원 평면으로 나타내는 방법에 대해 설명하고, 3장에서는 모폴로지 연산에 의한 레이더 영상의 잡영을 제거하는 방법을 제안한다. 그리고 4장에서는 물체영역을 설정한 다음, 차영상을 이용하여 움직이는 물체를 추출하는 방법을 제안하며, 5장에서는 실험환경 및 결과, 6장에서는 결론 및 향후과제에 대하여 논의한다.

2. Radar 영상

데이터 용량이 큰 레이더 영상에 대한 시간 단축을 위해 전처리 과정을 거쳐 데이터 파일을 순차적으로 읽지 않고 약간의 데이터 손실을 감수하고 일정한 간격으로 데이터를 읽어들이었다. 이는 Object의 움직임을 보다 확실하게 나타낸다.

레이더 영상의 데이터 자체가 깨끗하지 못하기 때문에 약간의 이미지 손실이 있다하더라도 그 정도가 미미하다. 데이터 파일을 읽기 위해 전 처리 과정이 끝난 후 처리 시간을 고려하여 이미지를 원래 영상보다 작게 Resize를 하고, 모폴로지 연산과 레이블링에 의한 잡영 제거를 했다[2].

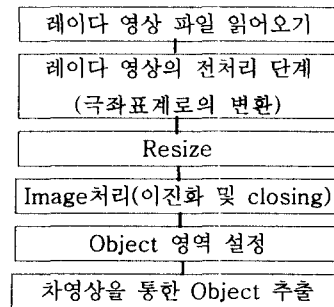


그림 1. 전체 구성도

데이터 파일의 구성은 2 bytes의 각도값과 400bytes의 라인 데이터로 되어 있다. 각도 분해능을 0.2° 씩으로 잡고 한 화면을 구성하는 총 라인의 수는 $360/0.2 = 1800$ Line 이 된다. 또한 256 gray level을 0 - 7 까지의 8단계로 나누어 사용하였다.

레이더 영상은 2차원 평면이기에 직교 좌표상에서의 평면 극좌표계를 사용하여 실 이미지와의 오차를 줄이고자 했다. 분해능이 0.2°씩 이므로 Radian 공식을 (식3)과 같이 맞추어 활용했다. 아래 [그림2]과 수식은 직교 좌표 (x, y) 와 극좌표 (r, θ) 와의 관계를 수식(1), (2), (3) 으로 표현 한 것이다. 본 논문에서는 데이터 영

상이 시계방향으로 읽어옴을 감안하여 x 축과 y 축이 90° 회전하여 실험하였다. [그림 3]의 모습이 극좌표계를 이용한 부산 앞 바다의 모습을 레이더 영상으로 나타낸 것이다.

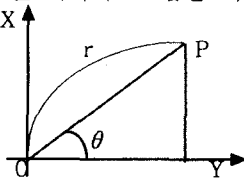


그림 2. 직교좌표에서의 극좌표

$$x = r \cos \theta, y = r \sin \theta \quad (1)$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \theta = \tan^{-1} \left(\frac{y}{x} \right) \quad (2)$$

$$Rad = \frac{2\pi}{1800} \times x \quad (0 \leq x \leq 1800) \quad (3)$$



그림 3. 레이더 원영상과 8gray level

이미지 상에서 왼쪽 부근에 한 덩어리로 표현된 것이 섬을 나타내고 까만 바탕은 바다이며 중간중간 작은 하얀 점들이 배로 표현된 것이다. [그림 3]의 레이더이미지는 실제 크기의 $\frac{1}{4,000,000,000} m$ (40억분의 1m)를 축소한 영상으로 본 레이더 상의 이미지 크기는 805×805 pixel 이지만 이미지 처리에서 시간적인 면을 고려하여 500×500 pixel 로 리사이즈(Resize)했다.

3. 영상 처리

원 영상에서 섬과 배 그리고 잡영을 구분하기 위해 먼저 이진화 처리를 한 후 Morphology의 closing 처리를 통해 잡영 제거를 했다. 그 영상처리 결과가 그림 4, 5와 같이 나타났다.



그림 4. 이진화된 영상



그림 5. closing된 이진영상

레이더 각도의 분해능이 0.2°씩이기 때문에 데이터를 모두 받더라도 그 0.2° 사이의 데이터 손실과 함께 잡영이 섞인다. 때문에 실 이미지와의 크기를 비교하여 [그림 5]와 같이 closing연산된 이진화 영상을 레이블링한 결과를 바탕으로 배라고 생각되는 부분을 픽셀의 개수와 영역의 크기에 제한을 두어 화면상에 나타냈다[4][5].

[표 1]은 [그림 5]를 레이블링(labeling) 한 결과로 픽셀의 개수가 많고, 영역의 크기가 큰 경우 (예. ID: 4, 픽셀수:11378, 영역크기:103×227) 섬영역 이라는 것을 알 수 있다.

표 1. 이진화와 closing 처리된 영상의 레이블링 정보

ID	픽셀수	영역크기	ID	픽셀수	영역크기
5	99	9 × 21	9	100	16 × 18
7	92	10 × 13	13	120	14 × 17
2	96	13 × 14	14	134	15 × 17
16	48	9 × 7	1	173	17 × 18
12	77	10 × 12	10	193	27 × 16
11	216	12 × 27	8	221	16 × 18
18	56	8 × 11	3	293	21 × 21
17	68	17 × 6	6	2914	98 × 95
15	70	9 × 5	4	11378	103×227

위의 레이블링 정보를 가지고 500×500의 영상에서 배라고 예상되는 영역의 범위를 다음과 같이 준다.

$$70 \leq P_{vm} \leq 200 \quad (P_{vm} : \text{Pixel의 개수}) \quad (4)$$

$$9 \times 9 \leq R_{area} \leq 50 \times 50 \quad (R_{area} : \text{사각영역}) \quad (5)$$

이렇게 범위에 제한을 둬으로써 영상의 잡영과 그 밖의 불필요한 섬과 같은 영역을 제거 할 수 있다. 그 결과가 [그림 6]과 같이 나타난다.



그림 6. 픽셀개수와 사각영역의 제한에 의해 추출된 예상되는 배 영역

4. Object 추출

위의 모든 과정을 거친 [그림 6]과 같은 영상을 레이블링을 사용하여 그 정보를 이용하고 물체의 중심점을 특징점으로 추출하여 Object의 움직임을 찾아낼 수 있다. 그러나 레이더 데이터 영상이 좋지 않기에 먼저 Object와 잡영과 육지의 구분이 선행되어야 한다.

레이블링을 이용할 경우 데이터의 잡영과 손실에 의해, 즉 분해능 0.2°사이에 Object가 있을 경우 데이터 정보가 없으므로 Object가 중간에 사라진다. 이 경우 물체의 특징점 자체가 없어지므로 레이블링 보다는 움직임의 변화를 확연히 알 수 있는 차영상 기법을 사용하기로 했다. 각 프레임마다 영상 전체가 흔들리는 문제점이 있으나 이전 프레임의 정보를 기억해서 현 프레임과의 차영상을 구해 그 Object의 움직임이 클 경우에만 배영역으로 추출했다. 아래 식의 이용하여 차영상의 이미지를 구한다[2][3].

$$F_{diff} = |F_{current} - F_{before}|$$

그리고, Object의 이동거리는 Chessboard distance를 이용하여[2]

$$D_{chess} = \max(|a-x|, |b-y|)$$

if $|D| \leq threshold$
 $m_{object} = 0$;
 else
 $m_{object} = 1$;

거리 차가 frame 속도 배만큼 차이가 날 경우, 즉 레이더 영상 속도를 10배속으로 한다면 이전 프레임과 현 프레임간의 Object의 움직인 거리가 주어진 threshold 보다 클 경우 그 Object로 선택했다. 이는 전체 레이더 영상이 움직이는 것을 감안하여 차영상을 사용할 경우 단점을 보완한 것으로 여기서의 threshold 값은 heuristic에 의해 채택한 것이다[1][3].

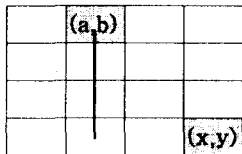


그림 7. Chessboard distance

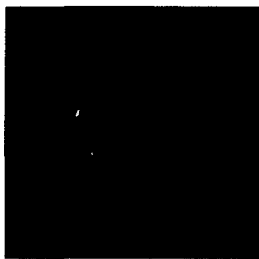


그림 8. 차영상에 의해 움직임이 강한 물체만 추출

[그림 8]은 차영상에 의해 얻어진 동적인 Object들이다.

5. 실험환경 및 결과

본 논문의 개발환경은 펜티엄 III 800MHz, Memory 256Mbyte, Window98 환경에서 VC++ 6.0을 개발언어로 사용하였다. 267,800KB의 데이터 파일을 가지고 실험하여 아무런 이미지 처리 없이 모든 데이터를 읽어 레이더 영상을 출력하는데 소비되는 시간은 약 40초 이고, 이진화처리 및 모폴로지 연산과 레이블링에 의한 잡음제거를 거치고 영상을 출력하는데는 10초가량이 더 소비된 50초 정도의 시간이 소요된다. frame의 연산속도를 높였을 때 움직임 운동이 강한 Object의 추출이 가능했다.

6. 결론 및 향후과제

데이터 용량이 큰 레이더 영상을 효율적으로 보여주기 위해 전처리 과정을 통해 영상의 Resize로 그 처리 시간을 단축시켰다. 이는 실시간으로 레이더 영상을 처리해야 하는 경우에 사용할 수 있음을 보여준다. 하지만, 움직이는 Object 만을 주 대상으로 했기 때문에 정지해 있는 Object는 차영상 처리에 의해 결과 영상에 나타나지 않으므로 이를 해결해야 할 것이다.

잡영 제거를 위해 시도했던 이미지처리에 의해 소비되는 속도시간이 이미지처리 전보다 속도 면에서 늦어짐을 알 수 있었다. 작은 배의 경우 배 영역을 설정하기 위해 평균으로 낸 픽셀의 개수와 사각영역을 미리 지정했기 때문에 이에 포함이 안될 경우 잡영으로 오인하여 영상에서 삭제가 되거나 비록 픽셀의 개수와 사각영역 안에 있는 배들이라도 두 개 이상의 배가 가까이 스치는 경우나 혹은 같이 정박해 있는 경우, 레이블링의 특성상 하나의 Object로 간주하는 문제점이 있다. 섬 바로 옆에 정박해있는 선박의 경우 레이블링 처리시 섬과 하나의 레이블 ID를 가지고 있기에 그 구분이 불가능하여 이 또한 해결해야 할 향후 과제이다. 앞으로 이 문제점들을 보완하여 실제 레이더 영상에서의 배라는 물체를 추출하여 1개 이상의 각각의 배에 대한 정보 즉, 실제 크기와 배의 속도, 가는 방향 등을 나타낼 수 있도록 하고자 한다.

참고문헌

[1] 김명진, 한준희 "형태 변화의 연속성을 이용한 이동 물체의 추적", 한국정보과학회 논문지 Vol 20, No5, 1993
 [2] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G.Schunck *Machine Vision*, pp52-69
 [3] 김계영, 이은주, 최형일 "차영상 분석에 의한 동작정보의 추출", 한국정보과학회논문지 제 21권, 제 8호, 1994
 [4] 김경태, 최인식, 김효태 "Effcient Radar Target Classification Using Adaptive Joint Time-Frequency Processing", *IEEE Transactions on antennas and propagation*, VOL.48, NO.12, 2000
 [5] Hironobu Takahashi and Fumiaki Tomita, "Fast Region Labeling with Boundary Tracking." *IEEE ICIP '89*, pp369-373, 1989