Journal of KIIT. Vol. 23, No. 4, pp. 135-143, Apr. 30, 2025. pISSN 1598-8619, eISSN 2093-7571 135
http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2025.23.4.135

항공기 탑재 레이다의 적응형 가드 셀 기반 표적 탐지 기법 연구

정태희*[1], 김소연*[2], 주혜선**, 조병래*[3]

A Study on the Adaptive Guard Cell-based Target Detection Technique for Airborne Surveillance Radar

Taehee Jeong*[1], So-Yeon Kim*[2], Hyesun Ju**, and Byunglae Cho*[3]

This work was supported by the Agency for Defense Development grant funded by the Korean government

요 약

항공기탑재 레이다는 지상 및 해상 표적 정보를 사용자에게 제공하여 지상/해상 표적 탐지 및 상황 인식에 매우 중요한 역할을 수행한다. 항공기탑재 레이다는 주어진 임무에 따라 상황 인식을 위해 지상 및 해상의 다양한 크기의 표적들을 탐지해야 한다. 기존의 고정형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법을 사용하면 고정된 가드 셀의 설정으로 인해 설정된 가드 셀 보다 큰 크기의 표적에 대해서는 자기 마스킹(Self-masking) 효과로 인하여 표적을 탐지하지 못하는 단점이 발생한다. 이는 지상 및 해상의 상황 인식의 실패로 귀결될 수 있다. 본 논문에서는 기존의 표적 탐지 기법의 단점을 극복하기 위해 입력 신호에 따라 적응적으로 가드 셀의 개수를 선택하는 적응형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법을 연구하였으며, 연구 결과를 통해 다양한 크기를 가지는 표적들을 탐지하는 기법을 설계하였고 비행시험을 통해 실제 레이다 시스템 환경에서 적용 가능성을 입증하였다.

Abstract

Airborne surveillance radars play a very important role in ground/sea target detection and situational awareness by providing users with information on ground and sea targets. Airborne surveillance radars must detect various sized ground and sea targets for situational awareness according to a given mission. Conventional fixed guard cell-based target detection technique has a disadvantage in that they cannot detect targets larger than the guard cells due to the self-masking effect caused by the fixed guard cell settings. This can result in the failure of situational awareness on the ground and sea. In this paper, we study an adaptive guard cell-based target detection technique that adaptively selects the number of guard cells according to the input signal to overcome the shortcomings of the conventional target detection technique. Through the results of this study, a technique for detecting targets of various sizes was designed, and its applicability was demonstrated in a real radar system environment through flight tests.

Keywords
airborne surveillance radar, adaptive guard cell, target detection

* 국방과학연구소 3기술연구원 4부(*[1] 교신저자)
- ORCID[1]: https://orcid.org/0000-0002-6427-8410
- ORCID[2]: https://orcid.org/0000-0003-2424-0095
- ORCID[3]: https://orcid.org/0000-0002-9160-3362
** 국방과학연구소 3기술연구원 1체계단
- ORCID: https://orcid.org/0009-0006-5630-7716

· Received: Jan. 23, 2025, Revised: Feb. 17, 2025, Accepted: Feb. 20, 2025
· Corresponding Author: Taehee Jeong
3rd R&D Institute - 4th Directorate, Agency for Defense Development (ADD), Daejeon 34186, Republic of Korea
Tel.: +82-42-821-2363, Email: jeongtaehee@gmail.com

Ⅰ. 서 론

항공기탑재 레이다는 주로 펄스 레이다로 설계되며 지상 및 해상 표적 정보를 사용자에게 제공하여 지상/해상 표적 탐지 및 상황 인식 등에 매우 중요한 역할을 수행한다[1][2]. 항공기탑재 레이다 시스템은 지상 및 해상의 표적을 탐지하기 위하여 LPRF(Low Pulse Repetition Frequency)를 갖는 파형을 주로 사용하며, 표적의 탐지 확률을 높이기 위해서 NCI(Non Coherent Integration) 기법을 주로 사용한다[3]-[6].

항공기탑재 레이다는 주어진 임무에 따라 상황 인식을 위해 지상 및 해상의 다양한 크기의 표적들을 탐지해야 하며, 표적을 탐지하기 위해서 CA-CFAR(Cell Averaging-Constant False Alarm Rate) 탐지 방법을 주로 사용한다. 기존의 CA-CFAR 탐지 방법을 사용하면 가드 셀의 개수가 고정된, 고정형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법을 사용하며, 이러한 고정된 가드 셀의 설정으로 인해 설정된 가드 셀보다 큰 크기의 표적에 대해서는 자기 마스킹(Self-masking) 효과로 인하여 표적을 탐지하지 못하는 단점이 발생한다[3].

지상 및 해상에 크기가 다양한 표적들이 존재할 때 기존의 CA-CFAR 탐지 방법의 사용으로 일부 크기가 큰 표적들을 탐지하지 못한다면, 레이다는 사용자에게 일부 표적들에 대한 정보를 제공하지 못하며, 이는 지상 및 해상 상황 인식에 잘못된 정보를 주며 동시에 임무 실패로 귀결될 수 있다.

기존 연구 동향으로 가드 셀에 포함된 정보를 이용한 표적 탐지 기법이 제안되었으나[4], 표적의 크기가 다양한 환경에서는 여전히 일부 표적을 탐지하지 못하는 단점이 존재하여 한계가 있다.

본 논문에서는 위에서 서술한 단점을 극복하기 위해 CA-CFAR 탐지 방법에서 입력 신호에 따라 적응적으로 가드 셀의 개수를 선택하는 적응형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법을 제안하고, 본 논문에서 제안된 다양한 크기를 가지는 표적들을 탐지하는 기법의 유효성에 대해 비행시험을 통해 검증하였다.

본 논문의 차례는 다음과 같다. II장에서는 기존의 기법인 고정형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법과 본 논문에서 제안하는 입력 신호에 따라 적응적으로 가드 셀의 개수를 선택하는 적응형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법에 대해 설명하고, III장에서는 실제 항공기탑재 레이다의 비행시험을 통해 본 논문에서 제안한 적응형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법의 유효성을 검증하였다. IV장에서는 결론을 도출하였다.

Ⅱ. 표적 탐지 기법

2.1 고정형 가드 셀을 이용한 기존의 기법

고정형 가드 셀을 이용한 기존의 탐지 기법은 그림 1과 같다.

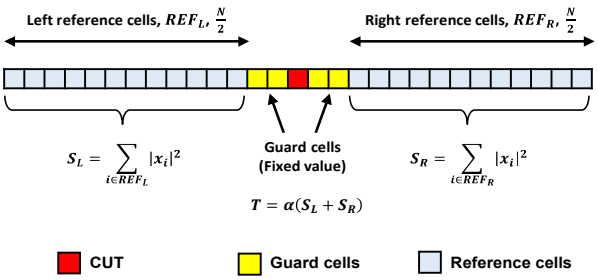

그림 1. 고정형 가드 셀을 이용한 표적 탐지 기법
Fig. 1. Target detection technique using fixed guard cells

그림 1에서 시험 셀 주변으로 가드 셀이 있다. 이 가드 셀은 자기 마스킹 효과를 개선하기 위해 미리 설정되며 보통 예측되는 표적의 크기와 같게 설정하며 고정된 값이다. 가드 셀 옆으로는 기준 셀들이 위치한다. CA-CFAR 탐지 방법은 시험 셀(cell under test, CUT)의 좌측과 우측의 기준 셀(reference cell)의 전력을 모두 더한 후 평가치를 계산하고, 이를 이용하여 문턱치(threshold)를 구한다. 따라서 미리 설정한 가드 셀의 크기보다 큰 표적으로 인해 좌측과 우측의 기준 셀 내에 표적(자기 자신)이 존재하면 문턱치 값이 증가하여 시험 셀의 표적을 탐지하지 못할 수 있다. 이를 자기 마스킹 효과라고 한다[3]. 좌측과 우측의 기준 셀의 평가치는 다음 식 (1)과 같다.

$$S_L = \sum_{i \in REF_L} |x_i|^2,\ S_R = \sum_{i \in REF_R} |x_i|^2 \quad (1)$$

여기서 REF_L과 REF_R은 각각 좌측과 우측의 기준 셀을 나타내며, x_i는 i번째 샘플 값이다. 그리고 전체의 기준 셀 수를 N이라고 하면, 각각 좌측과 우측의 기준 셀 수는 $\frac{N}{2}$이다.

이 때 문턱치는 아래 식 (2)와 같다.

$$T = \alpha \times (S_L + S_R) \quad (2)$$

여기서 α는 문턱치 가중치(threshold multiplier)로 다음 식 (3)과 같이 평균 오경보 확률(false alarm probability) $\overline{P_{FA}}$로 결정된다. 평균 오경보 확률은 사용자 및 시스템에서 요구되는 오경보 확률로, 요구규격으로 정해져있다. 통상적으로 평균 오경보 확률은 10^{-3}으로 주어지며, 1,000번의 탐지에서 1번 오경보가 발생한다는 의미이다.

$$\alpha = (\overline{P_{FA}}^{-1/N} - 1) \quad (3)$$

위와 같이 기존의 고정형 가드 셀을 이용한 표적 탐지 기법을 사용하면 표적의 크기가 다양한 상황에서, 미리 설정된 가드 셀 보다 큰 표적의 경우 기준 셀 내에 표적(자기 자신)이 위치하게 된다. 이 경우 평가치 값이 자기 자신의 표적 신호 때문에 큰 값이 나오게 되며, 결국 문턱치도 증가하여 시험 셀에 표적이 존재하더라도 시험 셀의 표적을 탐지하지 못할 수 있다.

표적의 크기가 다양한 상황에서 모든 표적을 모두 탐지하기 위해 가드 셀의 크기를 예측되는 표적들 중 가장 큰 표적의 크기와 동일하게 설정할 수 있다. 하지만, 이 경우 가드 셀 보다 작은 표적의 경우 시험 셀 주변에 과다하게 가드 셀이 할당되어 시험 셀 주변의 잡음 환경을 제대로 평가할 수 없다. 즉, 시험 셀 주변의 잡음 환경이 아닌 가드 셀 만큼 떨어진 곳에 기준 셀이 설정되어 시험 셀의 잡음 환경 추정에 손실이 발생하며, 이 손실로 문턱치 계산에 손실이 발생한다. 따라서 입력 신호에 따라 적응적으로 가드 셀의 개수를 선택하는 적응형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법이 필요하며, 다음 절에서 상세히 설명한다.

2.2 적응형 가드 셀을 이용한 제안하는 기법

제안하는 표적 탐지 기법은 위에서 제기된 기존의 기법에 따른 문제점을 해소하기 위해 제안된 것으로서, 입력 신호에 따라 적응적으로 가드 셀의 개수를 선택하는 적응형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법으로, 다양한 크기의 표적을 탐지할 수 있는 장점이 있다. 이로 인해 모든 표적 정보를 추출할 수 있어 지상 및 해상 상황 인식에 도움을 줄 수 있다. 제안하는 적응형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법은 그림 2와 같다.

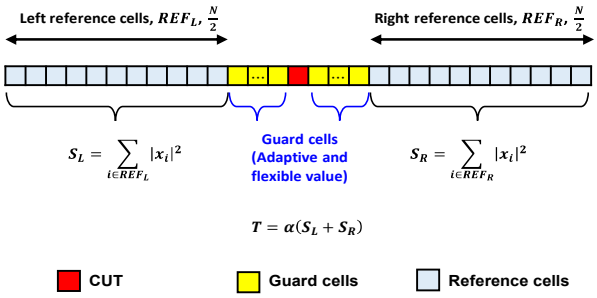

그림 2. 적응형 가드 셀을 이용한 표적 탐지 기법
Fig. 2. Target detection technique using adaptive guard cells

기존의 고정형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법은 고정된 가드 셀을 사용하는 반면, 제안하는 적응형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법은 입력 신호에 따라 적응적으로 가변한 가드 셀을 할당하여 탐지하는 기법이다. 입력 신호에 따라 적응적으로 가드 셀을 선택하는 기법의 흐름도는 그림 3과 같다.

그림 3의 각 단계를 설명하면 다음과 같다. 그림 3은 크게 두 부분으로 구성되어 있다. 첫 번째 부분은 시험 셀의 오른쪽 가드 셀을 선택하는 부분이고, 두 번째 부분은 시험 셀의 왼쪽 가드 셀을 선택하는 부분이다.

먼저 선택될 수 있는 가드 셀 개수의 최댓값 N_m을 설정한다. 이 값은 입력 신호에 따라 적응적으로 선택되는 가드 셀의 상한값을 결정하며, 여러 관심 표적 중 가장 큰 표적의 길이와 동일하게 설정할 수 있다.

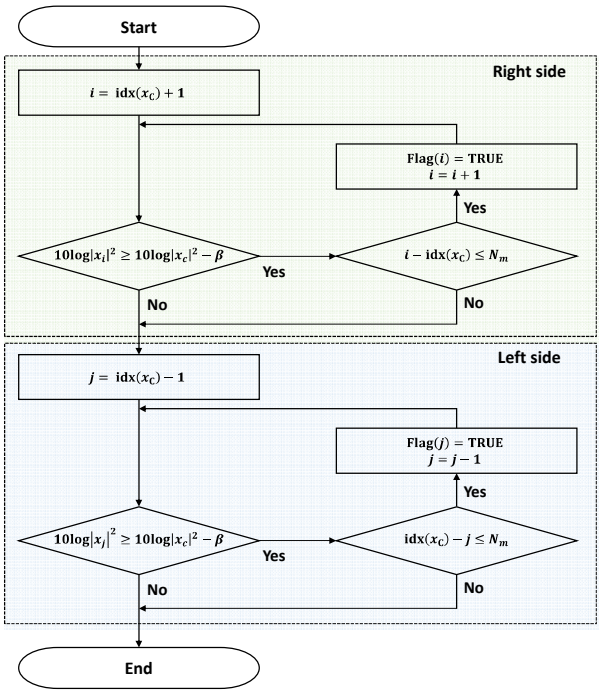

그림 3. 적응적으로 가드 셀을 선택하는 기법의 흐름도
Fig. 3. Flowchart of the technique of adaptive guard cell selection

첫 번째로, 시험 셀의 오른쪽 가드 셀을 선택하는 부분에 대해 설명한다. i를 시험 셀의 인덱스보다 1 큰 값으로 설정하여 시험 셀의 오른쪽 첫 번째를 선택되도록 설정한다. 그 후 식 (4)의 조건을 만족하는지 확인한다.

$$10\log|x_i|^2 \geq 10\log|x_c|^2 - \beta \tag{4}$$

여기서 x_i는 인덱스 i의 값이며, x_c는 시험 셀의 값이다. 그리고 β는 시험 셀의 전력보다 얼마만큼 작은 값까지 자기 자신으로 판단하여 가드 셀로 선언하게 하는 설계 변수이다. 이 설계 변수는 주요 관심 표적의 모양 및 신호 반사 특성에 따라 설정할 수 있으며, 본 논문에서는 3dB 내외로 설정하였다. 관심 표적 및 시험 환경에 따라 다른 적절한 값을 선택하여 사용할 수 있다. 만약 설계 변수 β를 3dB로 설정했다면, 시험 셀의 전력보다 3dB 이내면 시험 셀과 같은 표적으로 생각하겠다는 설계이다.

만약 위의 식 (4)를 만족하면 식 (5)의 조건을 만족하는지 확인하고, 식 (4)의 조건을 만족하지 않으면 시험 셀의 왼쪽 가드 셀을 선택하는 부분으로 넘어간다.

$$i - \mathrm{idx}(x_c) \leq N_m \tag{5}$$

여기서 $\mathrm{idx}(x)$는 x의 인덱스를 나타낸다. 즉, 식 (5)는 앞에서 설정한 가드 셀의 개수가 최댓값 N_m보다 크게 선택되지 않도록 해준다.

위 식 (5)를 만족하면 인덱스 i를 가드 셀로 선언한다. $(\mathrm{Flag}(i) = \mathrm{TRUE})$ 그리고 인덱스 i의 값을 하나 증가시켜 식 (4)의 조건을 만족하는지 확인하며 위의 과정을 반복한다.

두 번째로, 시험 셀의 왼쪽 가드 셀을 선택하는 부분은 위의 오른쪽 가드 셀을 선택하는 부분과 동일하며, 인덱스의 값을 하나 감소시켜 가면서 반복하는 점만 다르다.

시험 셀의 오른쪽과 왼쪽의 가드 셀의 개수를 결정하고 난 뒤, 미리 정의된 개수만큼의 기준 셀을 설정하여 문턱치를 계산하여 표적을 탐지한다.

본 논문에서 제안하는 적응형 가드 셀 선택 방법은 거리 방향(1D)으로만 설명을 했으나, 도플러/거리 방향(2D)으로 확장하여 적용할 수 있고, 도플러와 거리를 모두 고려하는 레이다 시스템에도 적용 가능하다.

III. 비행시험을 통한 제안 기법의 유효성 검증

3.1 레이다 시스템 및 시험 항공기

항공기탑재 레이다의 비행시험 데이터 획득을 위한 레이다 시스템 및 시험 항공기는 그림 4[7]과 같으며, AESA(Active Electronically Scanned Array) 레이다를 사용하였다.

AESA 레이다는 전자주사를 통한 표적 탐지 및 추적을 수행하는 센서로서 항공기의 상황 인식을 위한 핵심 센서 역할을 수행한다.

시험 항공기는 민간 항공기(B-737)를 개조하여 노즈 부분에 레이돔과 AESA 레이다를 장착한 항공기이다. FTB(Flying Test Bed)는 국내에서 최초로 수행하는 레이다 시험 항공기로, 항공기 운용환경에서의 비행시험을 통해 신뢰성 있는 AESA 레이다를 개발하기 위하여 개조된 시험 항공기이다[7][8].

그림 4. 레이다 시스템 및 시험 항공기
Fig. 4. Radar system and FTB

3.2 비행시험 파라미터 및 시나리오

비행시험 데이터 획득에 사용한 항공기탑재 레이다의 주요 파라미터는 아래 표 1과 같다. 레이다의 운용 주파수는 X 대역이며, PRF는 LPRF를 사용하였다.

표 1. 시험 레이다 관련 파라미터
Table 1. Parameters of the experimental radar

Parameter	Value
Frequency band	X-band
PRF	LPRF (< 400Hz)
Data collection date	April 2023
Position of radar	On the aircraft in the East Sea

시험 항공기는 동해 공역에서 운용하였고, 신호는 해상 영역으로부터 수신된다. 세부적인 시험 항공기의 위치와 안테나 빔 조향 영역을 위성지도[9]에 나타내었으며 그림 5와 같다.

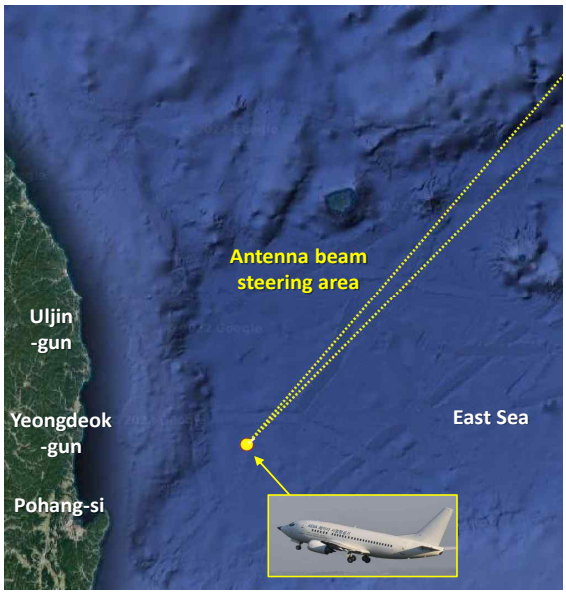

그림 5. 시험 항공기의 위치와 안테나 빔 조향 영역
Fig. 5. Position of the FTB and antenna beam steering area

3.3 비행시험 데이터 분석

그림 6은 시험 항공기를 이용하여 항공기탑재 레이다를 동해 해상에서 운용한 비행시험 데이터의 신호처리 결과이다. 제안한 표적 탐지 기법을 적용하기 위해서는 실제 해상 표적을 운용하면서 획득한 데이터가 필요하다.

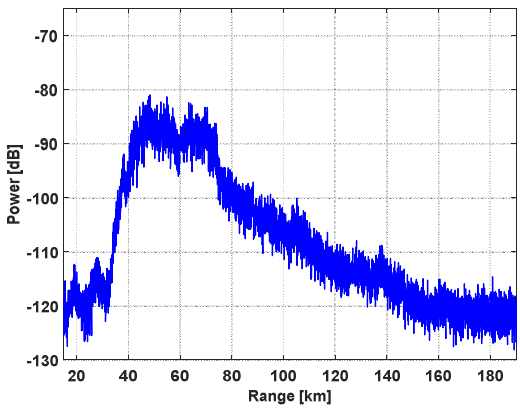

그림 6. 비행시험 데이터의 신호처리 결과
Fig. 6. Signal processing result of flight test data

그러나 다양한 크기의 여러 개 선박 등을 정확한 위치에 운용하고 시험하기에는 현실적 제약이 있고, 표적이 입사되는 각도에 따라 표적의 크기를 정확히 예측하기 힘들어 표적에 대한 정확한 분석이 어

려운 문제가 있어 비행시험 데이터에서는 클러터(표적 외의 수신신호) 및 잡음 신호만 수집하고, 표적은 다양한 크기의 여러 개 선박으로 모의하여 사용하였다.

비행시험 데이터를 활용하여 표적을 모의한 결과는 그림 7과 같다. 제안한 표적 탐지 기법을 적용하기 위해 다양한 크기의 선박으로 표적 신호 4개(T1~T4)를 모의하였고, 표적의 길이를 모의하는데 참고한 선박의 정보는 표 2와 같다. 수십 미터의 어선 2척, 342m의 항공모함, 세계 최대 길이 488m 선박의 길이를 참고하였다.

모의한 데이터를 사용하여 고정형 가드 셀을 이용한 기존의 탐지 기법과 제안한 적응형 가드 셀을 이용한 기법을 각각 처리하여 그 결과를 비교하였다. 이때 오경보 확률($\overline{P_{FA}}$)은 10^{-3}, 기준 셀 수(N=30)는 좌우 각각 15로 설정하였고, 기존 고정형 가드 셀을 기법을 적용할 때는 가드 셀 개수를 4로 설정하였다.

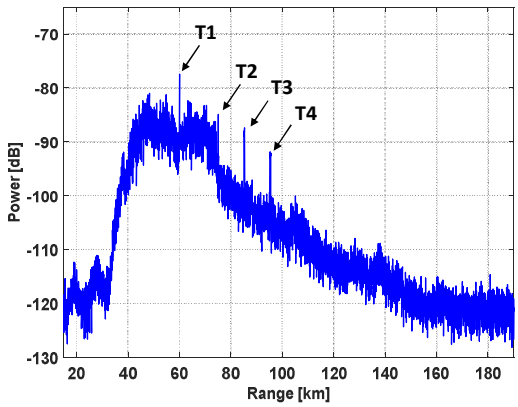

그림 7. 비행시험 데이터를 활용한 표적 모의 결과
Fig. 7. Target simulation result using flight test data

표 2. 선박 길이에 따른 모의 표적 정보
Table 2. Simulated target information according to ship length

Target number	Types of ships	Length [m]
T1	Small fishing boat	15.14
T2	Large fishing boat	34.52
T3	Aircraft carrier (United States Ship Enterprise)	342
T4	Floating Liquefied Natural Gas platform (Prelude FLNG)	488

그림 8은 가드 셀 개수를 4로 설정하고 고정형 가드 셀을 이용한 기존의 CFAR 처리 결과이다. 그림에서 파란색은 입력 신호, 빨간색 점선은 기준 셀로부터 산출된 문턱치, 검정색 별표는 탐지된 표적을 나타낸다. 신호처리 결과 4개의 표적 중 표적 2개(T1, T2)만 탐지되고, 나머지 표적 2개(T3, T4)는 탐지되지 않았다. T2부터 T4까지 표적을 확대한 결과는 그림 9와 같다. 표적의 크기가 작은 T1, T2 표적은 탐지된 반면 미리 설정된 가드 셀 보다 큰 표적인 T3, T4의 경우 자기 마스킹 효과로 문턱치가 증가함에 따라 탐지되지 않았다.

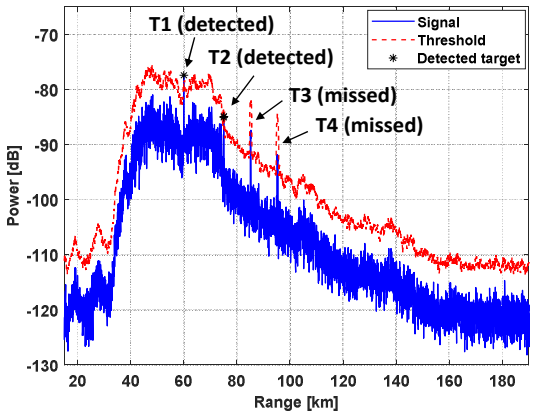

그림 8. 고정형 가드 셀을 이용한 기존의 기법 처리 결과
Fig. 8. Results of target detection using a technique with fixed guard cells

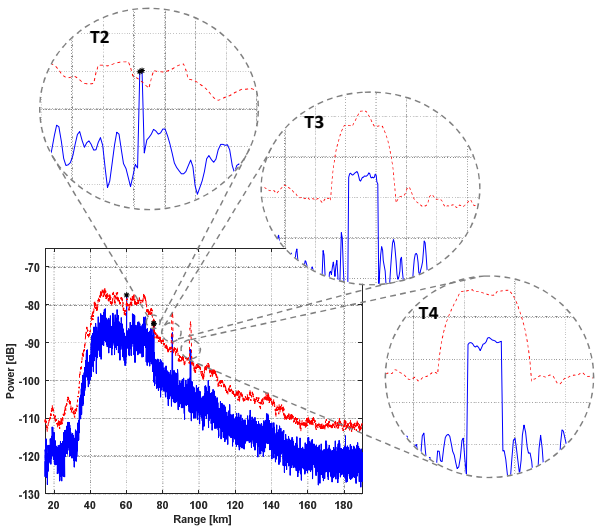

그림 9. 고정형 가드 셀을 이용한 기존의 기법 처리 결과(표적 T2-T4 확대)
Fig. 9. Results of target detection using a technique with fixed guard cells (enlarged image of target T2-T4)

그림 10은 본 논문에서 제안하는 입력 신호에 따라 적응적으로 가드 셀의 개수를 선택하는 적응형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법을 적용한 결과로써, 설계 변수 β는 3dB로 설정하였고, 선택될 수 있는 가드 셀 개수의 최댓값 N_m을 33으로 설정하였는데 관심 표적 중 가장 큰 표적의 길이를 고려한 것이다. T2부터 T4까지 표적을 확대한 결과는 그림 11과 같다. 미리 설정된 가드 셀 보다 큰 표적의 경우에도 입력 신호에 따라 적응적으로 가변한 가드 셀을 할당하여 표적을 모두 탐지하였다.

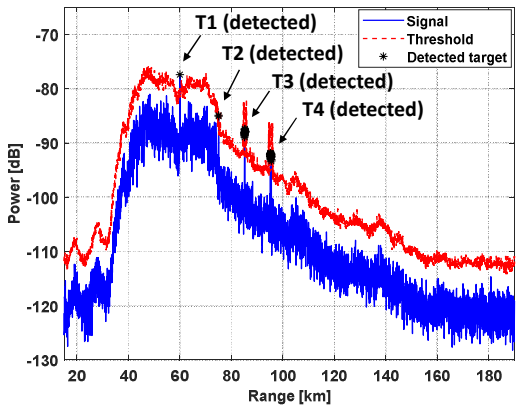

그림 10. 적응형 가드 셀을 이용한 제안하는 기법 처리 결과

Fig. 10. Results of target detection using adaptive guard cells

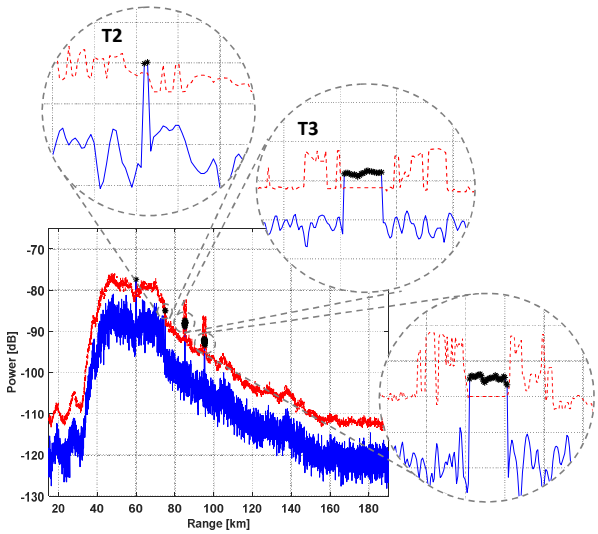

그림 11. 적응형 가드 셀을 이용한 제안하는 기법 처리 결과(표적 T2-T4 확대)

Fig. 11. Results of target detection using adaptive guard cells (enlarged image of target T2-T4)

그 결과 4개의 표적 중 표적 4개가 모두 탐지되어 기존 기법을 적용한 결과보다 탐지 성능이 향상된 것을 확인하였고, 다양한 크기의 표적을 탐지할 수 있는 효과를 확인하였다. 표 3에 기존 기법 처리 결과와 제안한 기법 처리 결과(표적 탐지 결과)를 비교 정리하였다.

표 3. 표적 탐지 결과 비교

Table 3. Comparison of target detection results on data with simulated targets

Target number	T1	T2	T3	T4
Fixed guard cell based -target detection (Guard cell=4)	O	O	X	X
Adaptive guard cell based-target detection	O	O	O	O

Ⅳ. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 항공기탑재 레이다에서 주어진 임무에 따라 상황 인식을 위해 지상 및 해상의 다양한 크기의 표적들을 탐지하는 기법을 연구하였다. 본 논문에서 제안한 기법은 적응형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법으로써 가드 셀의 개수가 고정된 탐지 기법을 이용하면 발생하는 일부 표적 미탐지 문제점을 개선할 수 있다.

제안된 적응형 가드 셀 기반의 표적 탐지 기법을 사용하면 지상 및 해상 표적들의 크기가 다양한 상황에서 가드 셀을 입력 신호에 따라 적응적으로 선택하여 평가치 및 문턱치 계산 시 기준 셀 내에 자기 자신의 표적이 포함되지 않게 되어 기대한 문턱치로 계산된다. 이로 인해 자기 마스킹 효과를 개선하여 다양한 크기의 표적을 탐지할 수 있는 장점이 있다. 이로 인해 모든 표적 정보를 추출할 수 있어 지상 및 해상 상황 인식에 도움을 줄 수 있으며, 항공기탑재 레이다의 탐지/추적 성능 개선에 관한 연구 등에 활용될 수 있을 것으로 보인다.

본 논문에서는 이전에 시도된 바 없던 입력 신호에 따라 적응적으로 가드 셀을 선택하여 표적을 탐지하는 기법을 제안하였고, 제안된 기법을 이용하여 국내 최초로 수행한 항공기탑재 AESA 레이다 비행

시험을 통해 실제 레이다 시스템 환경에서 적용성 및 유효성을 입증하였다는 점에서 타 연구 대비 우수함과 본 연구의 의의를 찾을 수 있다. 그러나 제안하는 기법의 세부 파라미터의 최적화가 이루어지지 않았다는 점에서 본 연구의 한계를 찾을 수 있다. 표적 특성에 따른 파라미터 최적화를 하기 위해서는 신뢰도 확보를 위하여 더욱 많은 실험 데이터가 필요하고 반복적인 비행시험이 필요하므로, 최적화를 위한 연구는 본 논문의 향후 과제로 한다.

References

[1] T. Jeong, S. Park, J. W. Kim, and J. W. Yu, "Robust CFAR Detector With Ordered Statistic of Sub-Reference Cells in Multiple Target Situations", IEEE Access, Vol. 10, pp. 42750-42761, Apr. 2022. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3168707.

[2] W. Zhou, J. Xie, K. Xi, and Y. Du, "Modified cell averaging CFAR detector based on Grubbs criterion in non-homogeneous background", IET Radar, Sonar Navigat., Vol. 13, No. 1, pp. 104-112, Jan. 2019. https://doi.org/10.1049/iet-rsn.2018.5160.

[3] M. A. Richards, "Fundamentals of Radar Signal Processing", 1st ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2005.

[4] A. Moustafa, F. M. Ahmed, K. H. Moustafa, and Y. Halwagy, "A new CFAR processor based on guard cells information", 2012 IEEE Radar Conference, Atlanta, GA, USA, pp. 133-137, May 2012. https://doi.org/10.1109/RADAR.2012.6212125.

[5] F. E. Nathanson and J. P. Reilly, "Frequency Agility for Radar Target Detection and Tracking", APL Technical Digest, Aug. 1970.

[6] M. I. Skolnik, "Introduction to Radar Systems", 3rd ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2001.

[7] Defense Acquisition Program Administration Press Release, https://www.dapa.go.kr/dapa/na/ntt/selectNttInfo.do?bbsId=326&nttSn=40740. [accessed: Jul. 11, 2024]

[8] T. Jeong, W. Lee, S. Park, D. Kwon, and B. Cho, "A Study on the Land and Island Target Rejection Method for Airborne Maritime Surveillance Radar", Journal of KIIT, Vol. 22, No. 10, pp. 97-104, Oct. 2024. http://doi.org/10.14801/jkiit.2024.22.10.97.

[9] Google Earth Pro V7.3.3.7786. (Date of Original Imagery: Dec. 14, 2015), Image Copyright: 2021 CNES/Airbus, 2021 TerraMetrics, Data Copyright: SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, MaxarTechnol., Westminster, CO, USA, 2021. https://www.google.com/intl/ko/earth/about/

저자소개

정 태 희 (Taehee Jeong)

2009년 2월 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부(공학사)
2011년 2월 : 포항공과대학교 전자전기공학과(공학석사)
2024년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학부(공학박사)
2011년 1월 ~ 현재 : 국방과학연구소 선임연구원
관심분야 : 레이다 신호처리, 표적 탐지, 레이다 시스템

김 소 연 (So-Yeon Kim)

2012년 2월 : 세종대학교 지구정보공학과(공학사)
2014년 8월 : 세종대학교 지구정보공학과(공학석사)
2015년 9월 ~ 현재 : 국방과학연구소 선임연구원
관심분야 : 레이다 신호처리, 레이다 시스템

주 혜 선 (Hyesun Ju)

2010년 2월 : 부산대학교 전자전기공학과(공학사)
2013년 2월 : 부산대학교 전자전기공학과(공학석사)
2015년 2월 : 부산대학교 전자전기컴퓨터공학과(공학박사 수료)
2017년 2월 ~ 현재 : 국방과학연구소 선임연구원
관심분야 : AESA 레이다, 레이다 신호처리, 레이다 시험평가

조 병 래 (Byunglae Cho)

1999년 2월 : 경북대학교 전자전기공학부(공학사)
2001년 2월 : 포항공과대학교 전자전기공학과(공학석사)
2005년 2월 : 포항공과대학교 전자전기공학과(공학박사)
2005년 3월 ~ 2006년 1월 : 포항공과대학교 전자전기공학과 연구원
2006년 1월 ~ 현재 : 국방과학연구소 책임연구원
관심분야 : 레이다 신호처리, 영상레이다