THE JOURNAL OF KOREAN INSTITUTE OF ELECTROMAGNETIC ENGINEERING AND SCIENCE. 2024 June; 35(6), 477～484.

http://dx.doi.org/10.5515/KJKIEES.2024.35.6.477
ISSN 1226-3133 (Print) · ISSN 2288-226X (Online)

표적 조우 환경에서의 근거리장 RCS 모델링을 이용한 수신전력 계산

Calculation of Received Power through Near Field RCS Modeling of Target Encounter Environment

황규환* · 윤대영* · 조경환** · 주현준** · 김인복** · 김홍희** · 윤홍선** · 김정섭** · 박용배*,***

Kyu-Hwan Hwang* · Dae-Yeong Yoon* · Kyoung-Hwan Jo** · Hyoun-Joon Joo** · In-Bok Kim** · Hong-Hee Kim** · Hong-Sun Yoon** · Jeong-Sub Kim** · Yong-Bae Park*·***

요 약

본 논문에서는 표적과 유도무기가 조우하는 환경을 모델링하고, 근거리장에서의 RCS와 이득을 분석하여 수신전력을 계산하는 방법을 제안한다. 단순한 미사일 형상 표적의 위치를 고정하고, 혼 안테나가 움직임으로써 표적 조우 환경을 모델링하였다. HFSS SBR^{+} 시뮬레이션을 이용하여 구한 Poynting Vector의 크기를 통해 근거리장 RCS를 분석하였다. 표적과 안테나 사이의 거리에 따라 달라지는 안테나 이득과, 분석한 근거리장 RCS를 레이다 방정식에 대입하여 수신전력을 계산하였다. 제안한 방법을 통해 계산한 수신전력을 원거리장 RCS와 이득을 사용하여 구한 수신전력, 시뮬레이션을 통해 구한 수신전력과 비교 검증을 수행한다.

Abstract

This paper proposes a method for calculating the received power by modeling the environment in which a target and guided weapon encounter each other and analyzing the RCS and gains in the near field. The target encounter environment was modeled by fixing the position of the simple missile shape target and moving the horn antenna. The near-field RCS was analyzed based on the magnitude of the Poynting vector obtained using the HFSS SBR+ simulation. The received power was calculated by substituting the antenna gain, which varies based on the distance from the target, and the previously analyzed near-field RCS into the radar equation. The received power calculated using the proposed method is compared and verified with the received power obtained using the far-field RCS, gain, and the received power obtained through simulation.

Key words: Radar Equation, Near Field, RCS, Gain, Received Power

Ⅰ. 서 론

현대 국방체계에서 군사 작전의 효율성을 향상하기 위하여 유도무기는 필수적인 요소로 인식된다. 하지만 최근 스텔스 기술과 재밍 기술의 발전으로 인해 유도무기가 표적을 탐지하는 데에 어려움이 증가하고 있다. 따라서

「이 연구는 LIG NEX1 산학협력과제 지원으로 연구되었음.」

*아주대학교 전자공학과(Department of Electronical and Computer Engineering, Ajou University)
**LIG 넥스원 (LIG NEX1)
***아주대학교 AI융합네트워크학과(Department of A.I. Convergence Network, Ajou University)

· Manuscript received April 19, 2024 ; Revised April 30, 2024 ; Accepted June 11, 2024. (ID No. 20240419-041)

· Corresponding Author: Yong Bae Park (e-mail: yong@ajou.ac.kr)

ⓒ Copyright The Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science. This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

표적의 RCS나 클러터와 같은 다양한 변수를 고려하여 유도무기가 표적을 잘 탐지할 수 있도록 설계해야 한다. 유도무기는 레이다를 탑재하여 표적을 탐지한다. 잘 알려져 있는 레이다 방정식은 수신전력을 송신전력, 안테나 이득, 파장, 레이다 반사 단면적 RCS와 레이다와 표적 사이의 거리 R로 표현된다. 하지만, 레이다 방정식은 레이다와 표적 사이의 거리가 충분히 먼 원거리장일 때 유효하고, 유도무기와 표적이 조우하는 환경에서 산란 전자기장은 일반적으로 근거리장에서 위치하게 된다[1],[2]. 레이다 방정식에서 안테나 이득은 지향성과 안테나 효율의 곱으로 표현되는 물리량으로써, 지향성은 원거리장이라는 가정 하에, 거리에 대해 정규화한 물리량이다. 그리고 근거리에서는 레이다 안테나의 주빔이 반드시 표적을 지향하지는 않으므로 레이다 안테나와 표적 사이의 위치에 따라 안테나 이득값을 다르게 적용해 주어야 한다. 따라서 근거리장에서는 안테나 이득을 다시 정의할 필요가 있다[3]. 마찬가지로 RCS는 원거리장이라는 가정하에, 표적에 평면파가 입사할 때 입사 전력밀도 대비 표적 방향 산란 전력밀도의 비로 표현되는 값이므로 근거리장에서 RCS도 다시 정의할 필요가 있다[4].

근거리에서 레이다와 표적 사이의 거리와 안테나 이득을 수정하여 근거리장 RCS를 계산한 연구[5]가 수행되었다. 이 연구에서는 안테나 이득과 레이다와 표적 사이의 거리를 재정의하여 RCS1과 RCS2를 제시하고, 시뮬레이션 결과와 비교하였다. 하지만 제시한 RCS를 반영한 시뮬레이션 결과에 따르면, 표적을 지향하지 않는 높은 지향성을 갖는 안테나에 대해서는 시뮬레이션 값과 계산값이 일치하지 않는 문제점이 있다. 그리고 근거리 전자기장 세기값으로 근거리장 RCS를 계산한 연구[4]와 PO/PTD, 그리고 SBR 기법을 이용하여 근거리장 RCS를 계산한 연구[6]가 수행되었지만 표적과 레이다 안테나가 고정되어 있는 정적인 환경만 고려하였다는 문제점이 있다.

따라서 본 논문에서는 실제 유도무기가 표적을 조우하는 동적인 환경을 모델링하고, 유도무기의 레이다 안테나를 고려하여 근거리장 이득과 근거리장 RCS를 분석한다. 분석한 이득과 RCS를 이용하여 레이다 방정식과 결합하여 수신전력을 계산한다. 근거리장 분석을 통해 계산된 수신전력을 원거리장 레이다 방정식을 통해 계산된 수신전력과 HFSS SBR$^+$ 시뮬레이션 결과값과 비교하여 그 타당성을 검증한다.

Ⅱ. 표적 조우 환경 모델링

표적과 조우하는 환경을 단순하게 모델링하기 위하여 유도무기를 8.2~12.4 GHz에서 동작하는 혼 안테나(Pasternack 社 PE9856B-15)로 대체하였고, 동작 주파수는 10 GHz, 표적은 알루미늄 물성의 일반적인 미사일 형상을 갖도록 설계하였다. 분석의 편의성을 위하여 안테나가 표적을 45°로 지향하도록 설정하였다. 유도무기와 표적이 서로 움직이는 동적인 환경을 표현하기 위해서 그림 1과 같이 표적의 한 끝점을 원점으로 고정하고, 안테나를 (0, 0.3 m, −0.3 m) 기준으로 매개변수를 이용하여 r축 방향, y축 방향, z축 방향으로 움직이도록 설정하였다. 표 1은 동적 모델링을 위한 매개변수의 범위와 간격을 나타낸 표이다. 안테나의 좌표를 x=0 m, y=0.3 m+t+y_{var}, z=−0.3 m−t+z_{var}로 설정하여 r축 방향(x=0 m)으로 움직일 때는 t, y축 방향으로 움직일 때는 y_{var}, z축 방향으로 움직일 때는 z_{var}를 달리하여 움직이는 안테나를 모델링하였다. 이 때 표적과 안테나 사이의 거리 R은 혼 안테나 개구면과 원점 사이의 거리로 정의한다.

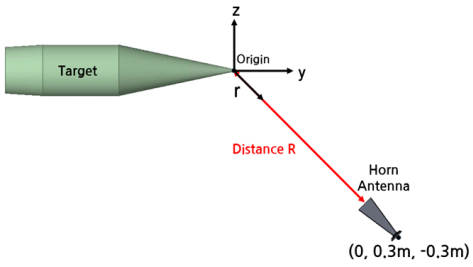


그림 1. 모델링한 표적 조우 환경
Fig. 1. Modeled target encounter environment.

표 1. 동적 모델링을 위한 매개변수 설정
Table. 1. Parameters settings for dynamic modeling.

	Range (m)	Spacing (m)
t	−0.1~0.5	0.1
	−0.14~0.12	0.02
y_{var}	−0.1~0.5	0.5
z_{var}	−0.5~1	0.5

안테나 시뮬레이션 데이터를 기반으로 하여, 안테나를 위치를 변화시킬 수 있는 근거리장 source로 변환하였고 동작 주파수는 10 GHz로 설정하였으며, 표적과 안테나를 충분히 포함하는 구 형태의 해석 boundary를 설정하여 시뮬레이션 환경을 모델링하였다. 해석 방식은 높은 정확도를 갖는 SBR(shooting and bouncing rays) 기법을 선택하였다.

Ⅲ. 근거리장 이득 분석

주어진 혼 안테나는 10 GHz에서 동작하고 원거리장을 계산하는 식 (1)에 의하여 원거리장 거리 R_{ff}을 계산할 수 있다[7].

$$R_{ff} = \frac{2L^2}{\lambda} \tag{1}$$

L은 혼 안테나 길이, λ는 파장이다. L=130 mm, λ=30 mm이므로 $R_{ff} \simeq$1.12 m로 계산된다. 모델링한 동적 환경에서 표적과 혼 안테나 사이의 거리는 R_{ff} 이내이므로 근거리 이득을 다시 정의해야 한다. 식 (2)는 혼 안테나의 근거리장 이득 G[3]이다.

$$G = G_o R_H' R_E' \tag{2}$$

G_o는 원거리장 이득이고, R_H'와 R_E'는 각각 H-plane과 E-plane gain factor이고 식 (3)과 같이 표현된다.

$$R_H' = \left| \frac{\pi}{a} \int_0^{a/2} \cos\left(\frac{\pi x}{a}\right) e^{-jk\delta_H(x)} dx \right|^2$$
$$R_E' = \left| \frac{2}{b} \int_0^{b/2} e^{-jk\delta_E(y)} dy \right|^2 \tag{3}$$

$\delta_H(x)$와 $\delta_E(y)$는 path length error이고 식 (4)과 같이 표현된다.

$$\delta_H(x) = -R_1' + R_1' \sqrt{1 + (x/R_1')^2}$$
$$\delta_E(y) = -R_2' + R_2' \sqrt{1 + (y/R_2')^2}$$
$$R_1' = \sqrt{(l_H')^2 - (a/2)^2}$$
$$R_2' = \sqrt{(l_E')^2 - (b/2)^2}$$
$$l_H' = \frac{R l_H}{R + l_H}$$
$$l_E' = \frac{R l_E}{R + l_E} \tag{4}$$

a는 혼 안테나 개구면의 가로 길이, b는 개구면의 세로 길이이다. R은 안테나로부터의 거리이고, $k = \frac{2\pi}{\lambda}$이다. 혼 안테나의 원거리장 최대 이득은 16.12 dBi이고, 혼 안테나의 물리적 크기를 통해 R_H'와 R_E'를 계산할 수 있다. 다음 그림 2는 거리에 따른 혼 안테나 이득을 나타낸 그래프이다. 거리 R이 멀어질수록 원거리장 이득에 수렴하는 것을 확인할 수 있다.

안테나가 r축 방향으로 움직일 때는 안테나의 main lobe가 표적을 지향하기 때문에 G_o에 최대 이득값을 사용하면 되지만, 안테나가 y축 또는 z축 방향으로 움직일 때는 안테나의 side lobe가 표적을 지향하게 되므로 G_o에 표적을 지향하는 방향으로의 이득값을 사용해야 한다. R_H'와 R_E'는 혼 안테나의 물리적 크기에 의해 결정되는 값이므로 side lobe가 표적을 지향할 때에도 동일하게 계산해 주었다. 그림 3 및 그림 4는 안테나가 각각 y축, z축 방향으로 움직였을 때의 근거리장 이득과 원거리장 이득을 y_{var}, z_{var}에 따라 나타낸 그래프이다. y_{var}, z_{var}에 따라 수신전력을 계산할 때의 편의성을 위해서 이득을 각도가 아닌 거리에 따라 그래프를 표현하였다.

원거리장이라는 조건 하에는 표적과 혼 안테나 사이의 거리를 표적은 원점인 (0, 0, 0)을 기준으로 삼고, 혼 안테나는 (0, 0.3 m, −0.3 m)를 기준으로 삼아서 거리와 각도를 적용하였다. 하지만, 근거리장에서 표적과 혼 안테나 사이의 거리를 적용할 때는 원점과 혼 안테나 개구면을 기준으로 삼고 거리와 각도를 적용하였기 때문에 y_{var},

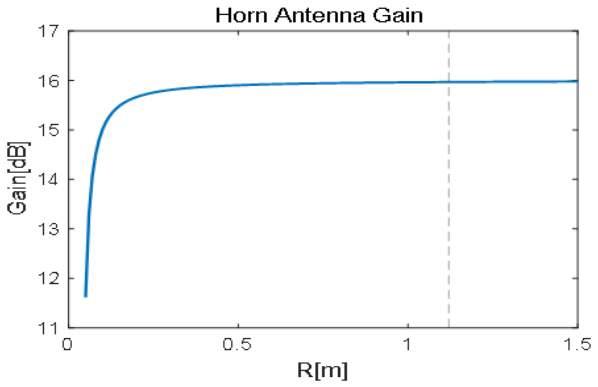


그림 2. 거리에 따른 혼 안테나 이득
Fig. 2. Horn antenna gain over distance.

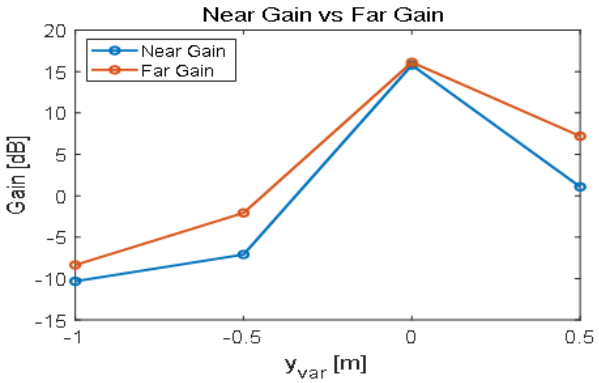


그림 3. y_{var}에 따른 근거리장 이득
Fig. 3. Near field horn antenna gain over y_{var}.

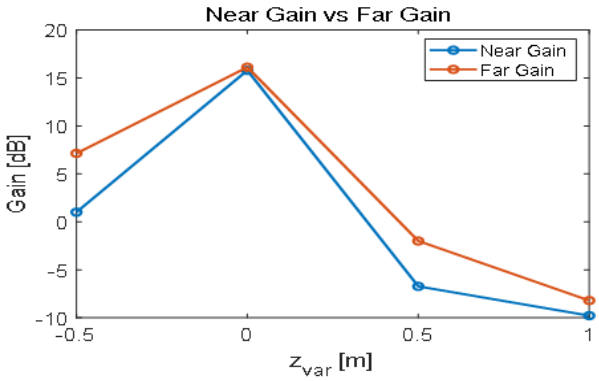


그림 4. z_{var}에 따른 근거리장 이득
Fig. 4. Near field horn antenna gain over z_{var}.

z_{var}이 변화함에 따라 이득값에도 차이가 발생하였다. 예를 들면, 그림 3에서 y_{var}=0.5 m에서는 y_{var}=0 m에 비해 표적과 안테나 사이의 거리가 멀어졌지만, 각도 변화에 의한 이득의 side lobe의 감소량이 더 크기 때문에 이득이 원거리장 이득에 비해 감소하였다.

Ⅳ. 근거리장 RCS 분석

근거리장 RCS σ는 식 (5)와 같이 표현된다[2].

$$\sigma = 4\pi R^2 \frac{\left|\vec{E_s}\times\vec{H_s^*}\right|}{\left|\vec{E_i}\times\vec{H_i^*}\right|} \tag{5}$$

$\vec{E_s}$와 $\vec{H_s}$는 산란 전기장과 산란 자기장이고, $\vec{E_i}$와 $\vec{H_i}$는 입사 전기장과 입사 자기장이다. $\left|\vec{E_s}\times\vec{H_s^*}\right|$와 $\left|\vec{E_i}\times\vec{H_i^*}\right|$를 각각 산란 Poynting Vector의 크기와 입사 Poynting Vector의 크기로 계산한다. Poynting Vector의 크기는 HFSS SBR$^+$ 시뮬레이션으로 구하였다. 그림 5는 안테나가 r축 방향으로 움직였을 때 근거리장 RCS를 거리 R에 따라 나타낸 그래프이며, 점선은 원거리장 RCS값이다. 근거리장에서의 입사파는 표적과 근접해 있는 혼 안테나로부터 방사된 전자기장으로 가정하였고, 원거리장에서의 입사파는 균일 평면파로 가정하였다. 또한, 근거리장에서의 RCS를 계산할 때에도 이득을 구할 때와 마찬가지로 안테나와 표적 사이의 거리와 각도를 반영한 입사파를 통하여 계산하였다.

거리 R이 증가함에 따라 근거리장 RCS 그래프가 원거리장 RCS값에 가까워지다가 1 m를 넘어가게 되면 차이가 커지게 된다. 이는 표적에 입사하는 전자파가 균일 평

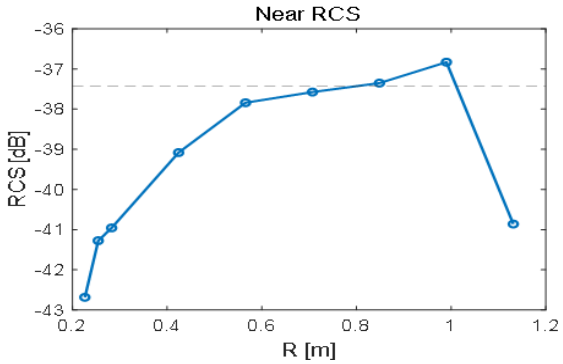


그림 5 거리 R에 따른 근거리장 RCS
Fig. 5. Near field RCS over distance R.

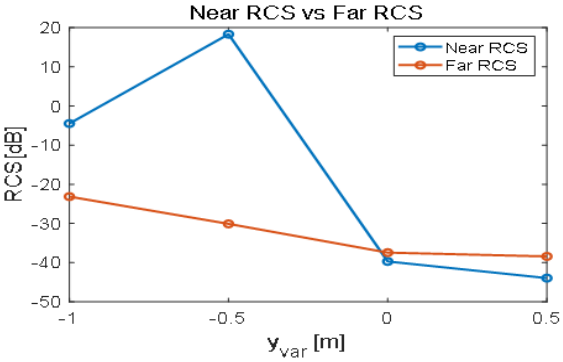


그림 6. y_{var}에 따른 근거리장 RCS
Fig. 6. Near field RCS over y_{var}.

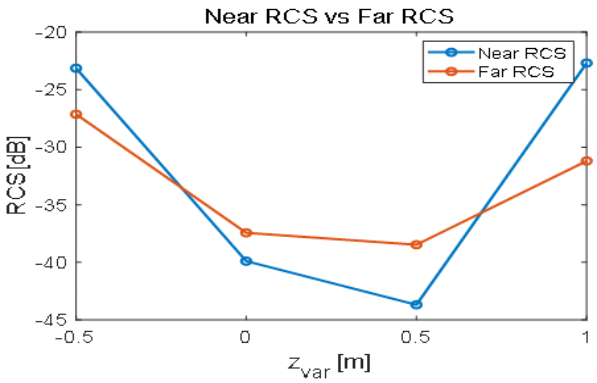


그림 7. z_{var}에 따른 근거리장 RCS
Fig. 7. Near field RCS over z_{var}.

면파가 아니기 때문이라고 분석된다.

그림 6 및 그림 7은 안테나가 각각 y축, z축 방향으로 움직였을 때의 근거리장 RCS와 원거리장 RCS를 y_{var}, z_{var}에 따라 나타낸 그래프이다. 마찬가지로, 수신전력을 계산할 때의 편의성을 위해서 이득을 각도가 아닌 거리에 따라 그래프를 표현하였다.

근거리장 RCS를 분석할 때에도 마찬가지로, 근거리에서는 새로 거리를 정의했으므로 거리와 각도 차이에 의해 원거리장 RCS와 차이가 발생하였다. 특히, 그림 6에서 y_{var}=−0.5 m에서 표적과 안테나가 제일 가까워지기 때문에 근거리장 RCS가 원거리장 RCS에 비해 매우 크게 계산되었다. 그리고 두 경우 모두, 표적과의 거리가 멀어질수록 근거리장 RCS와 원거리장 RCS의 차이가 커졌는데, 이 또한 주어진 거리에서의 입사 전자파가 균일 평면파가 아니기 때문이라고 분석된다.

Ⅴ. 근거리장에서의 수신전력 계산

새로 정의한 거리 R과 분석한 근거리장 안테나 이득 G와 RCS σ값을 사용하여 레이다 방정식에 대입하여 수신전력을 계산한다. 레이다 방정식은 식 (6)과 같이 표현된다[8].

$$P_R = \frac{P_T G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4} \tag{6}$$

P_R은 수신전력, P_T는 송신전력, G는 안테나 이득, λ는 파장, σ는 표적의 RCS, R은 표적과 레이다 사이의 거리이다. 레이다의 송신 안테나와 수신 안테나가 동일한 경우를 가정한다. 레이다의 송신 안테나로부터 방사된 전자파는 표적에 도달하게 되는데, 표적에 도달한 전자파는 표적에 의해 반사되어 2차적으로 방사된다. 2차적으로 방사된 전자파가 레이다의 수신 안테나에 도달하게 되어 레이다는 표적을 탐지한다. 레이다 방정식은 이러한 과정을 수식으로 표현한 것이다. 그림 8은 안테나가 r축 방향으로 움직였을 때 근거리장 이득과 근거리장 RCS를 레이다 방정식에 대입하여 계산한 수신전력(Near로 표기), 원거리장 이득과 원거리장 RCS를 레이다 방정식에 대입하여 계산한 수신전력(Far로 표기), HFSS SBR$^+$ 시뮬레이션을 통해 구한 수신전력(Sim으로 표기)을 거리 R에 따라 나타낸 그래프이다. 송신전력 P_T는 1 W로 가정하였다.

혼 안테나의 원거리장 영역 근처인 약 1 m 부근에서는 원거리장 이득과 원거리장 RCS를 사용한 레이다 방정식 그래프와 시뮬레이션 그래프가 수렴하는 경향을 보이지만, 약 0.7 m 이내에서는 시뮬레이션 그래프와의 차이가 발생하며 표적에 더 근접할수록 근거리장 이득과 근거리장 RCS를 사용한 레이다 방정식 그래프와 시뮬레이션 그래프가 수렴하는 경향을 보인다. 그림 9 및 그림 10은 각각 안테나가 y축, z축 방향으로 움직였을 때 근거리장 이득과 근거리장 RCS를 레이다 방정식에 대입하여 계산한 수신전력, 원거리장 이득과 원거리장 RCS를 레이다 방정식에 대입하여 계산한 수신전력, HFSS SBR$^+$ 시뮬레이션을 통해 구한 수신전력을 각각 y_{var}, z_{var}에 따라 나타낸

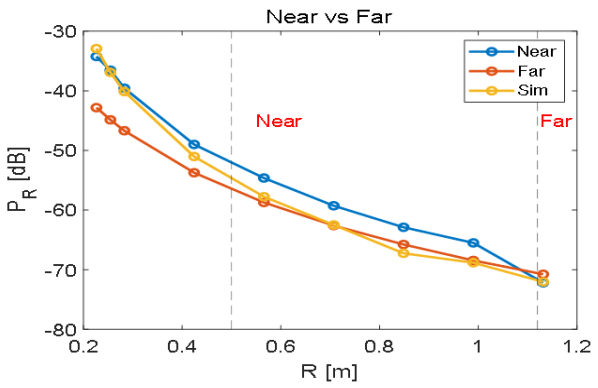


그림 8. 거리 R에 따른 수신전력 P_R
Fig. 8. Received power P_R over distance R.

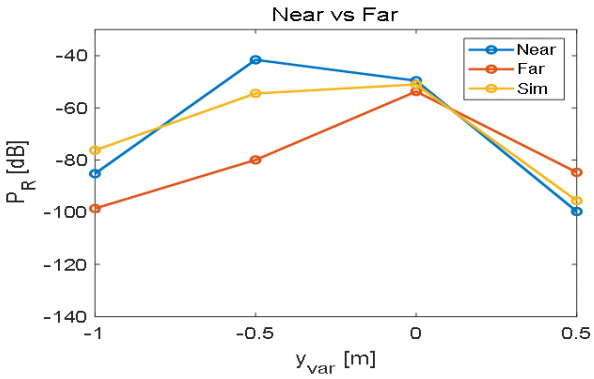


그림 9. y_{var}에 따른 수신전력 P_R
Fig. 9. Received power P_R over y_{var}.

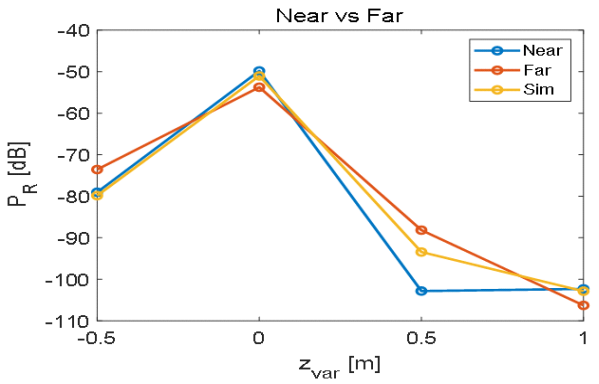


그림 10. z_{var}에 따른 수신전력 P_R
Fig. 10. Received power P_R over z_{var}.

표 2. y_{var}에 따른 수신전력과 시뮬레이션의 차이
Table 2. Difference between received power and simulation over y_{var}.

y_{var}	−1 m	−0.5 m	0 m	0.5 m
Near difference (dB)	−8.97	12.9	1.41	−4.14
Far difference (dB)	−22.3	−25.46	−2.71	10.86

그래프이다.

그림 9 및 표 2와 같이, 원거리장 이득과 원거리장 RCS를 사용하였을 때보다 근거리장 이득과 근거리장 RCS를 사용하였을 때의 수신전력이 시뮬레이션과의 차이가 감소하였음을 확인할 수 있다. 특히, y_{var}=−0.5 m에서 근거리장 RCS가 원거리장 RCS보다 크게 계산되었기 때문에 차이의 크기가 25.46 dB에서 12.9 dB로 크게 감소하였다.

표 3. z_{var}에 따른 수신전력과 시뮬레이션의 차이
Table 3. Difference between received power and simulation over z_{var}.

z_{var}	−0.5 m	0 m	0.5 m	1 m
Near difference (dB)	0.82	1.21	−9.4	0.55
Far difference (dB)	6.3	−2.71	5.27	−3.43

그림 10 및 표 3과 같이, z_{var}=0.5 m를 제외하고 원거리장 이득과 원거리장 RCS를 사용하였을 때보다 근거리장 이득과 근거리장 RCS를 사용하였을 때의 수신전력이 시뮬레이션과의 차이가 감소하였음을 확인할 수 있다.

Ⅵ. 결 론

본 논문에서는 유도무기와 표적이 근접하였을 때의 표적 조우 환경을 모델링하고, 재정의된 거리와 근거리장 이득과 근거리장 RCS를 분석하여 유도무기의 안테나를 통하여 수신되는 수신전력을 계산하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법을 통해 근거리장 이득과 근거리장 RCS 값을 사용하여 계산한 수신전력은 원거리장 이득과 원거리장 RCS값을 사용하는 기존의 방법에 비해, 표적과 조우하는 매우 가까운 거리에서 시뮬레이션과의 차이가 최대 12.56 dB 감소하였다. 따라서 적절한 표적 조우 환경과 이득 및 RCS를 모델링함으로써 근거리에서도 레이다 방정식을 통한 수신전력 계산값과 시뮬레이션의 차이를 크게 줄여 레이다 방정식을 보완할 수 있다. 제안한 유용한 모델링을 통해 표적 조우 환경에서의 유도무기 및 레이다 시스템 분석 정확도를 높일 수 있을 것이다.

References

[1] J. W. Rim, K. H. Jung, H. Lee, and I. S. Koh, "Survivability for airborne platform on encounter scenarios where repeater-type active decoy counteracts active RF seeker system operationg based on PN guidance law", *The Journal of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 29, no. 4, pp. 256-265, Apr. 2018.

[2] S. Park, J. Kim, S. K. Woo, J. B. Kwon, and H. R. Kim, "One-dimensional radar scattering center for target recognition of ground target in W-band millimeter wave seeker considering missile flight-path scenario," *The Journal of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 28, no. 12, pp. 982-992, Dec. 2017.

[3] P. Hanumantha Rao, K. T. Selvan, and S. K. Das, "Finite-range gain prediction of pyramidal horn with improved accuracy," *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, vol. 39, no. 4, pp. 374-376, Nov. 1997.

[4] P. Pouliguen, J. F. Damiens, "RCS computation in near field," in *Proceedings of the Days on Diffraction 2006*, St. Petersburg, May-Jun. 2006, pp. 252-265.

[5] J. M. Taylor, A. J. Terzuoli, "On the concept of near field radar cross section," in *Proceedings of the IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium 1997 Digest,* Montreal, QC, Jul. 1997, pp. 1172-1175.

[6] S. K. Jeng, "Near-field scattering by physical theory of diffraction and shooting and bouncing rays," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 46, no. 4, pp. 551-558, Apr. 1998.

[7] W. L. Stutzman, G. A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, 2012.

[8] Y. G. Gwak, *Radar System Engineering*, Paju, Gyomoon, 2018.

황 규 환 [아주대학교/학부생]

https://orcid.org/0009-0005-2210-8703

2018년 02월~현재: 아주대학교 전자공학과 학부생

[주 관심분야] 레이다 전파 M&S 등

조 경 환 [LIG넥스원/수석연구원]

http://orcid.org/0000-0002-4269-8035

2006년 2월: 충남대학교 메카트로닉스공학과 (공학사)

2008년 8월: 충남대학교 메카트로닉스공학과 (공학석사)

2008년 7월~현재: LIG넥스원 PGM체계종합연구소 수석연구원

[주 관심분야] RF회로 및 시스템, RF SoC 등

윤 대 영 [아주대학교/박사후연구원]

http://orcid.org/0000-0002-4811-4969

2018년 2월: 아주대학교 전자공학과(공학사)

2024년 2월: 아주대학교 AI 융합네트워크학과(공학박사)

2024년 3월~현재: 아주대학교 전자공학과 박사후연구원

[주 관심분야] 레이돔 및 RCS 해석 등

주 현 준 [LIG넥스원/수석연구원]

http://orcid.org/0000-0002-5042-0906

2009년 2월: 연세대학교 전기전자공학과 (공학사)

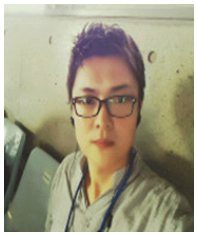
2020년 2월: 고려대학교 전기전자컴퓨터공학과 (공학석사)

2009년 1월~현재: LIG넥스원 PGM핵심기술연구소 수석연구원

[주 관심분야] 신호처리, RF 등

김 인 복 [LIG넥스원/수석연구원]

http://orcid.org/0000-0002-0718-2025



2008년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학사)

2010년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학석사)

2015년 2월: 경북대학교 전자공학과(공학박사)

2015년 3월～현재: LIG넥스원 PGM핵심기술연구소 수석연구원

[주 관심분야] RF/MW/MMW 회로 및 시스템, 초광대역 소자, UWB/FMCW 레이다 센서 등

김 정 섭 [LIG넥스원/연구원]

http://orcid.org/0009-0000-2682-8023

2021년 2월: 광운대학교 전자공학과 (공학사)

2024년 2월: 아주대학교 정보통신공학과 (공학석사)

2023년 7월～현재: LIG넥스원 PGM핵심기술연구소 연구원

[주 관심분야] 신관, RF 등

김 홍 희 [LIG넥스원/선임연구원]

http://orcid.org/0000-0003-3853-1811

2013년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학사)

2015년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학석사)

2015년 3월～현재: LIG넥스원 PGM핵심기술연구소 선임연구원

[주 관심분야] UWB 레이다 센서, FMCW 레이다 센서, 레이다 고도계, RF회로 및 시스템, 초고주파 회로 등

박 용 배 [아주대학교/교수]

https://orcid.org/0000-0002-7095-4614

1998년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학사)

2000년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)

2003년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)

2003년 2월～2006년 8월: KT인프라연구소 선임연구원

2006년 9월～현재: 아주대학교 전자공학과/AI 융합네트워크학과 교수

[주 관심분야] 전자파 propagation 해석, 레이다, 레이돔, AI 등

윤 홍 선 [LIG넥스원/선임연구원]

http://orcid.org/0000-0002-1990-1648

2016년 2월: 한국외국어대학교 전자공학과 (공학사)

2018년 8월: 한국외국어대학교 전자공학과 (공학석사)

2023년 8월: 한국외국어대학교 전자공학과 (공학박사)

2024년 1월～현재: LIG넥스원 PGM 핵심기술연구소 선임연구원

[주 관심분야] RFPA, 고출력 FOWLP, AiP, TDD 등