

해상 상태에 따른 함정 요동에 의한 레이더 성능 변화에 관한 연구

Variation of Radar Performance by Ship Motion according to Sea State

박명훈 · 고진용 · 전우중 · 김현승 · 권세웅 · 이성균 · 유성현 · 김상현

Myung-Hoon Park · Jin-Yong Go · Woo-Joong Jeon · Hyun-Seung Kim · Se-Woong Kwon ·
Sung-Kyun Lee · Seong-Hyun Ryu · Sang-Hyun Kim

요 약

함정은 임무 중 다양한 해상 상태에 놓일 수 있으며, 해상 상태가 악화되면 큰 요동이 발생할 수 있다. 이는 레이더 성능을 저하시킬 뿐만 아니라, 작전 운용 성능에 있어 한계점을 가져온다. 따라서 지상에 설치된 레이더와는 다르게 함정에서 운용하는 레이더는 함정 요동에 따른 빔 보상을 해야 한다. 다기능레이더의 경우, 전자식 빔 조향을 통해 함정의 자세 변화에 따라 빔을 보상한다. 이때 전자식 빔 조향으로 조향 손실이 발생하지만, 그렇지 않을 경우, 표적을 인-빔 처리하지 못하여 잡지 못하는 경우가 발생한다. 이러한 현상을 사전 분석하여 레이더 설계 시 마진을 고려해야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 M&S 도구를 통해 해상 상태에 따른 함정 요동을 모의하고, 레이더 성능 변화에 관하여 분석하였다. 그 결과, 해상 상태가 증가함에 따라 빔 조향에 의한 레이더 성능 변동 폭이 커짐을 보였다.

Abstract

Ship can be placed in various sea condition during missions and is fluctuated by wave according to sea condition and the fluctuation get bigger as the sea condition gets worse. This not only reduces the radar performance but also limits the required operational capability. Therefore, unlike in the case of ground-based radar, the beam of radar operated in the naval vessel must be compensated according to ship motion. For a multi-function radar, the beam is compensated according to the attitude of the ship by electronic beam steering. Electronic beam steering would result in losses; however, if it is not employed, the target may be missed. The radar should be designed considering the margins by analyzing these phenomena in advance. Therefore, in this study, the modeling and simulation (M&S) tool was used to simulate ship motions according to various sea states and to analyze the variation in radar performance. Consequently, it was verified that the variation in radar performance increased as the sea state intensified.

Key words: Ship Motion, Sea State, Multi Function Radar, Beam Steering Loss, Modeling and Simulation

I. 서 론

바다에서 작전을 수행하는 함정은 해상 상태에 따라 운용 환경이 달라진다. 해상 상태 등급이 높아지면 유의

파고가 커짐에 따라 일반적으로 함정의 요동이 커지게 된다. 이는 함정의 물리적인 한계뿐만 아니라, 작전 운용 상에도 한계점을 야기한다. 따라서 해상 상태는 함정의 작전 수행에 있어 매우 중요한 요소이다.

LIG넥스원(주) (LIG Nex1 Co., Ltd.)

· Manuscript received February 5, 2021 ; Revised March 4, 2021 ; Accepted March 22, 2021. (ID No.20210205-014)

· Corresponding Author: Myung-Hoon Park (e-mail: myunghoon.park2@lignex1.com)

함정에 탑재된 레이더는 함정 요동에 따라 레이더 자세가 변하여 축이 흔들린다. 따라서 변경된 자세에 따라 빔 조향을 변경하지 않으면 원하는 표적을 놓칠 뿐만 아니라, 전 범위 탐색에 있어 빈 공간이 발생하게 된다. 이를 방지하기 위해 함정 요동에 의해 바뀌는 레이더 자세만큼 빔 조향을 계산하여 보상을 해야 한다. 빔 조향 시 일반적으로 안테나 면의 기준 방향으로부터 빔 조향 각도가 멀어질수록 조향 손실이 커진다. 이는 해상 상태에 따라 서로 다른 크기와 분포를 가진다. 따라서 함정에 탑재되는 레이더 설계 시 함정 요동에 따른 조향 손실을 사전 분석하여 마진을 고려해 설계해야 된다. 하지만 마진과 개발 비용은 비례 관계를 가지는 개념으로 무작정 마진을 크게 가질 수 없기 때문에 사전 분석이 더욱 필요하다.

본 논문에서는 효율적인 마진 설계를 위해 해상 상태별 함정 요동에 의한 레이더 성능 변화를 M&S 도구를 통해 정량적으로 분석하였다. 함정 운동 모델은 선박 운동/하중 해석 상용도구인 WASIM을 통한 RAO(response amplitude operator) 해석 결과와 파 스펙트럼을 적용하여 해상상태에 따른 시계열 6자유도 함정운동을 계산한다^{[1],[2]}. 레이더 모델의 경우, 다기능레이더로 펄스 단위의 신호 크기를 계산하여 빔 스케줄링에 따른 레이더 동작을 모의하였다. 두 모델을 M&S 도구에 통합하여 해상 상태의 0~9단계에 대해 함정 요동을 모의하고, 레이더 성능 변화를 분석하였다. 이를 위해 2장에서는 각각의 모델에 관하여 기술하였고, 3장에서는 도구를 통한 분석 항목에 따른 결과를 기술하였다. 이때 수신 신호 크기의 변화량을 주요 레이더 성능 지표로 결과를 도출하였다.

II. 본 론

바다에서 작전을 수행하는 함정은 다양한 해상 환경에서 운용성능을 평가해야 한다. 파도는 대표적인 해상 환경으로 0~9단계의 해상 상태로 정의하며, 단계가 높을수록 파도의 유의 파고와 주기가 커진다. 함정에는 다양한 무기체계와 감시체계가 탑재되어 있는데, 모든 장비들은 해상 상태를 고려하여 설계되어야 한다. 함정에 넘어이나 파도가 가해지면 그 힘에 의해 함정의 자세 변화(roll, pitch, yaw)가 실시간으로 변하게 된다. 이러한 자세 변화

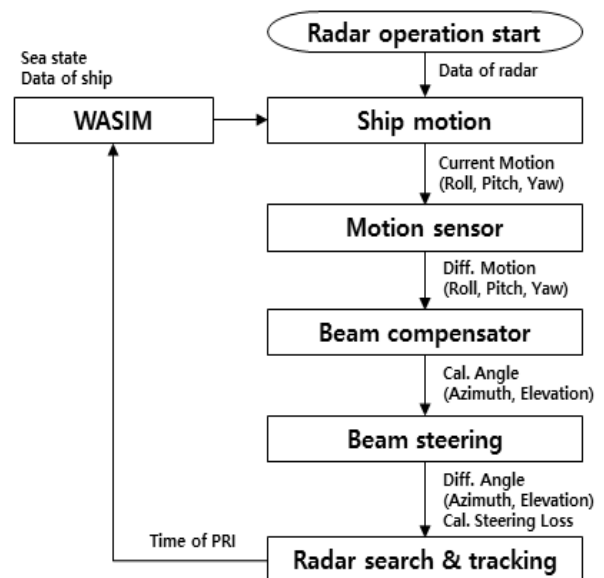


그림 1. 시뮬레이션 흐름도

Fig. 1. Flow diagram of simulation.

는 감시체계에 있어 원하는 곳으로의 탐색을 어렵게 만든다. 따라서 함정에 탑재되는 감시체계는 함정 요동을 보상하는 기능을 보유하고 있어야 한다.

함정에 탑재된 주 감시체계로는 레이더가 있으며, 최근 다양한 기능 및 작전 운용을 수행하기 위해 주로 다기능레이더를 사용한다. 능동 위상배열 안테나를 사용하는 다기능레이더는 전자식 빔 조향으로 원하는 방향으로의 빔 송신이 가능하지만, 조향에 따른 안테나 손실이 발생한다. 함정 요동이 심해질수록 조향 손실이 커져 레이더 성능에 큰 변화를 가져온다. 이러한 현상을 M&S 도구를 통해 분석하였으며, 모의 흐름도는 그림 1과 같다.

2-1 M&S 모델

2-1-1 함정 운동 모델

함정 운동 모델은 함정의 기동과 파랑에 의해 생기는 함정의 6자유도 움직임을 모의하는 모델이다. 파랑 중 함정의 움직임을 모의하기 위해서는 함정의 RAO를 계산해야 한다. RAO는 주파수별 단위 진폭의 파에 대한 함정의 운동응답의 크기를 말하며, 함정의 고유 특성 값이다. 본 논문에서는 Panel method를 이용한 시간영역 운동/하중

해석용 상용 도구인 WASIM^[3]을 활용하여 RAO를 산출하였다.

RAO 해석에는 함정의 선형 및 주요 형상 정보들이 필요하다. 정보가 공개되어 있는 DTMB 5415(SIMMAN의 US Navy Combatant)를 해석 대상 함정으로 선정하였으며, 함정의 정보는 그림 2 및 표 1과 같다.

RAO 해석 수행을 위해서는 선속과 파 입사각 설정이 필요하다. 함정의 각 운동이 레이더 성능 변화에 주요한 영향을 줄 것이라 예상하여, 가장 큰 각 운동이 발생하는 운동 해석 조건인 횡파(90°)에서의 Roll 운동을 해석하였다. 그림 3은 수치해석을 통해 얻어진 주요 운동 모드(heave, roll)의 RAO 해석 결과이다.

파 스펙트럼은 파랑의 주파수별 에너지 분포를 나타내는 함수로 ITTC(international towing tank conference) 파 스펙트럼을 식 (1)과 같이 적용하여 불규칙파를 모의하였다.

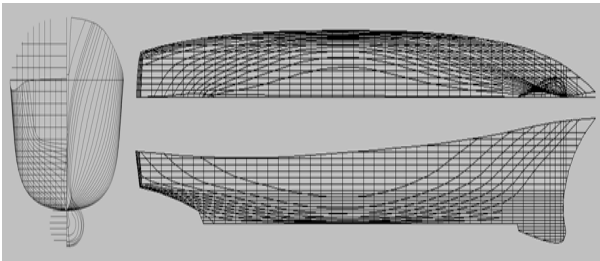


그림 2. DTMB 5415 선형
Fig. 2. Lines of DTMB 5415.

표 1. DTMB 5415의 주요 형상 수치
Table 1. Main properties of DTMB 5415.

Properties	Value
L_{pp} [m]	142
L_{wl} [m]	142.18
B_{wl} [m]	19.06
T [m]	6.15
Displacement [m ³]	8,424.4
$S_{wo \text{ rudder}}$ [m ²]	2,972.6
C_b	0.507
C_m	0.821
LCB (% L_{pp} , fwd+)	-0.683

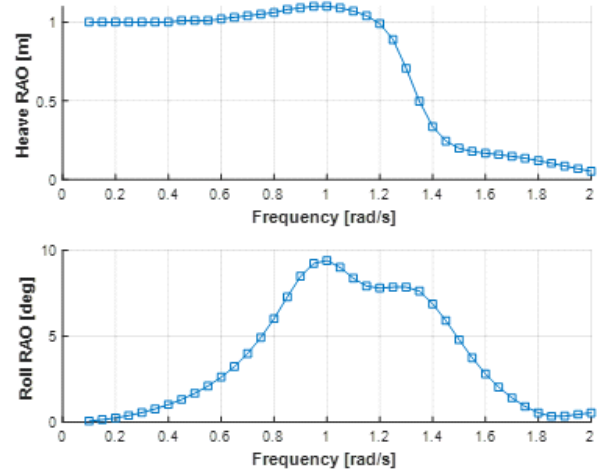


그림 3. 함정의 상하동요, 횡동요 운동응답 (해상상태6, 횡파)

Fig. 3. Heave and roll motion response of vessel (sea state 6, beam sea).

$$S_{\zeta}(\omega) = \frac{A}{\omega^5} e^{-B/\omega^4}$$

$$A = \frac{173 \cdot H_{1/3}^2}{T_1^4}, B = \frac{691}{T_1^4} \quad (1)$$

ω : Wave frequency (rad/s)

$H_{1/3}$: Significant wave height (m)

$T_1 = 0.773 \cdot T_m$

T_1 : Mean period (sec)

T_m : Modal period (sec)

해상 상태는 Principles of Naval Architecture^[4]에 정의된 해상 상태별 유의 파고(significant wave height)와 주기(modal period)를 표 2와 같이 적용하였다.

함정의 운동 RAO($z_a/\zeta_a(\omega)$)와 해상상태에 따른 파 스펙트럼($S_{\zeta}(\omega)$)을 중첩하여 운동응답 스펙트럼($S_z(\omega)$)을 식 (2)와 같이 구한다. 그리고 식 (3)과 같이 주파수별 운동응답의 크기($z_a(\omega)$)를 구하고, 주기함수를 중첩하여 해상 상태별 시계열 운동응답을 산출하였다^[5].

$$S_z(\omega) = \left| \frac{z_a}{\zeta_a}(\omega) \right|^2 \cdot S_{\zeta}(\omega) \quad (2)$$

$$z_a(\omega) = \sqrt{2S_z(\omega) \cdot \Delta\omega} \quad (3)$$

표 2. 해상 상태에 따른 유의 파고 및 파 주기

Table 2. Significant wave height and modal period according to sea state.

Sea state	Significant wave height [m]	Modal period [sec]
0	0	7.5
1	0.05	7.5
2	0.3	7.5
3	0.88	7.5
4	1.88	8.8
5	3.25	9.7
6	5.0	12.4
7	7.5	15.0
8	11.5	16.4
9	14.0	20.0

해상 상태에 따라 함정의 요동은 표 3과 같으며, 하나의 예로 해상 상태 6에서 상하동요(heave)와 횡동요(roll)의 시계열 운동 해석 결과는 그림 4와 같다. 이를 레이더의 플랫폼 운동 정보로 활용하여 레이더 성능을 분석하게 된다. 상하동요는 하방이 +고, 횡동요는 우현이 내려가는 회전방향이 +이다. 함정 운동량을 직관적으로 표현하기 위해 요동의 최소/최대 값과 요동 값의 변곡점들 중 상위 10 %에 해당되는 값들의 평균을 표 3에 나타내었다.

표 3. 해상 상태에 따른 함정 요동 결과

Table 3. Result of ship motion according to sea state.

Sea state	Roll angle [deg]	
	Value range	Avg. of 10% peak values
0	0	0
1	-0.24 ~ +0.21	0.21
2	-1.29 ~ +1.57	1.34
3	-3.45 ~ +3.66	3.48
4	-7.29 ~ +7.86	7.09
5	-12.07 ~ +10.82	11.11
6	-11.95 ~ +14.15	12.22
7	-13.82 ~ +15.18	13.56
8	-19.41 ~ +19.81	18.49
9	-18.73 ~ +17.42	17.48

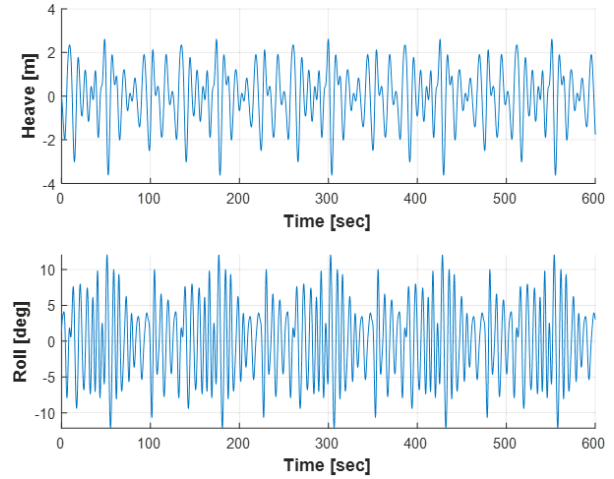


그림 4. 함정의 상하동요, 횡동요 운동응답 (해상상태 6, 횡파)

Fig. 4. Heave and roll motion response of vessel (sea state 6, beam sea).

2-1-2 다기능레이더

레이더 성능을 평가하는 항목 중 가장 기본적으로 사용하는 척도는 SNR(signal to noise ratio)이다. 식 (4)와 같이 분자에 해당되는 S 곧 안테나에 수신되는 표적의 신호 크기를 계산하여 성능을 평가하였다^{[6][7]}. 이때 P_t 는 송신전력, G_t 는 송신이득, G_r 수신이득, λ 는 파장, σ_t 는 표적의 RCS, n 은 펄스 수, R 은 표적 거리, L_p 는 전파 손실, L_{sys} 는 시스템 손실이다.

$$S = \left(\frac{P_t G_t G_r \lambda^2 \sigma_t n}{(4\pi)^3 R^4 L_p L_{sys}} \right) \quad (4)$$

함정 요동에 의해 레이더 성능 변화는 G_t , G_r 의 변수를 통해 반영하게 된다. 그림 5와 같이 안테나 면 기준 방향으로부터 함정의 자세 변화 각도로 빔 조향에 의한 안테나 이득 변화를 식 (5)를 통해 구할 수 있다^[8]. 함정 요동에 의해 빔 보상을 수행하면 기존 각도보다 조향 각도가 증가하여 손실이 커지게 된다. 현재 요동 측정 주기는 추적 파형 dwell보다 빠른 것으로 간주하였고, 대기 및 해상 상태에 따른 전파 손실은 동일한 값으로 가정하여 모의하였다. 최종 계산되는 조향 손실은 송수신 안테나 패턴에 적용되며, 표적 위치에 따라 다른 경향성을 가진다.

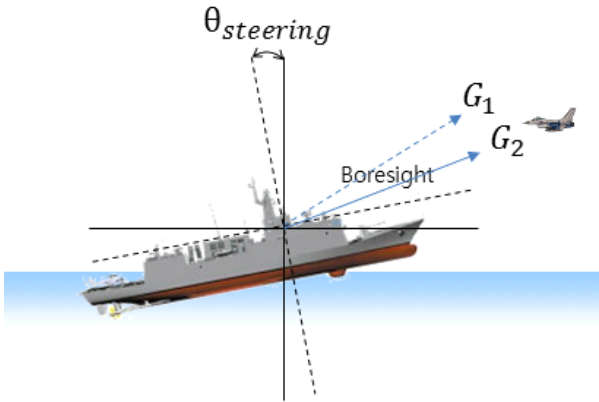


그림 5. 조향 각도 정의
Fig. 5. Definition of steering angle.

안테나 기준 방향과 빔 조향 방향이 가까울수록 손실은 줄어들며, 멀어질수록 손실은 증가한다. 따라서 요동의 크기와 방향, 주기에 따라 조향 손실 변화는 다르게 형성된다.

$$G_2 = G_1 \times \cos(\angle \theta_{steering})^{\frac{3}{2}} \quad (5)$$

Ⅲ. 시뮬레이션

본 논문에서는 구성된 모델들을 하나의 M&S 도구로 통합하여 해상 상태에 따른 레이더 성능 변화를 그림 6의 시나리오와 같이 분석하였다. 함정 작전 수행 시 일반적

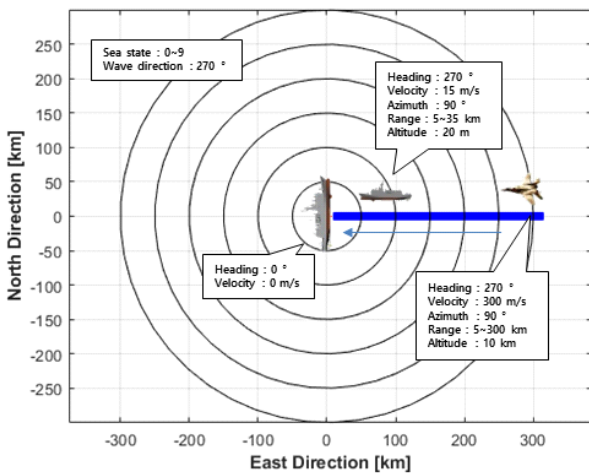


그림 6. 분석 개념도
Fig. 6. The concept of analysis.

대상인 대공 및 대함용 표적으로 선정하였고, 함정 요동 영향을 최대로 적용하기 위해 파도와 동일한 방향으로 기동하였다. 이때 해상 상태에 따른 최대 자세 변화를 모의하기 위해 자함은 정지, 파는 횡파(90°)인 조건으로 모의하였다.

최종적으로 생성한 함정 요동은 위상에 따라 그 값이 달라지며, 표적 위치에 따라 조향 각도는 달라진다. 때문에 탐지 범위 내 모든 조향 손실을 분석하기 위해 최대 탐지 거리부터 함정을 향해 접근해오는 표적에 대해 몬테카를로(Monte Carlo) 시뮬레이션을 수행하였다.

그 결과, 그림 7과 같이 해상 상태 0을 기준으로 해상 상태가 증가할수록 수신 신호의 변화가 심해지는 것을 볼 수 있다. 해상 상태 0은 함정 요동 없어 표적 기동에 따른 조향 손실만이 존재하며, 해상 상태 4와 7의 경우, 각각 실시간 계산된 횡동요의 변화에 대한 빔 보상이 수행된 조향 손실이 반영된 결과이다. 이때 빔 보상 알고리즘의 경우, 해상 상태에 따른 조향 손실만을 분석하기 위해 특정 보상 알고리즘을 반영하지 않고 정확한 표적 위치에 빔 보상을 수행하는 이상적인 경우를 적용하였다.

조향 손실의 분포를 보면 그림 8 및 그림 9와 같이 해상 상태가 증가할수록 변화 폭이 커졌다. 분포는 해상 상태 0을 기준으로 조향 손실을 비교한 값들의 분포로, 표적 위치에 따른 조향 손실은 빠진 함정 요동에 따른 손실

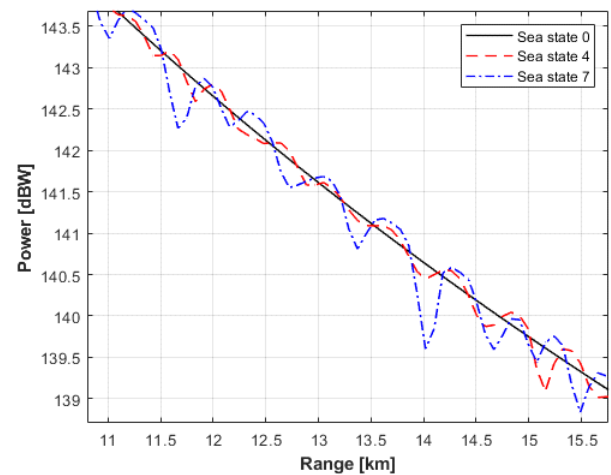


그림 7. 수신 신호 크기 결과
Fig. 7. Result of received signal power.

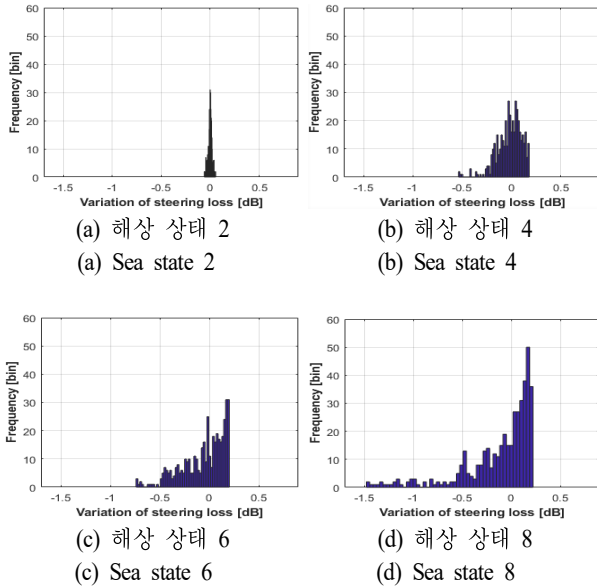


그림 8. 해상 상태 0 기준 조향 손실 분포 (대함)
Fig. 8. Distribution of steering loss based on sea state 0 (ship).

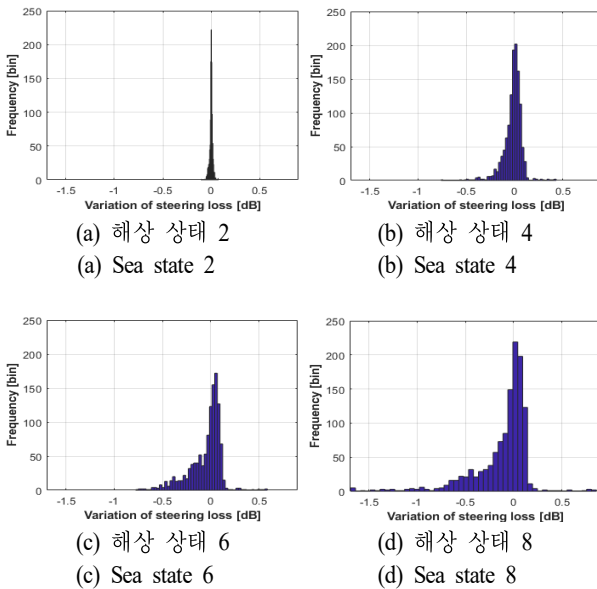


그림 9. 해상 상태 0 기준 조향 손실 분포 (대공)
Fig. 9. Distribution of steering loss based on sea state 0 (aircraft).

만 반영된 결과이다. 대표적으로 해상 상태 2, 4, 6, 8의 조향 손실의 평균 및 분산은 각각 대함 표적 $(-0.000491,$

$0.000408)$, $(-0.0196, 0.0156)$, $(-0.0556, 0.0463)$, $(-0.1219, 0.1296)$ 와 대공 표적 $(-0.00062, 0.00024)$, $(-0.017, 0.0094)$, $(-0.053, 0.029)$, $(-0.1183, 0.0869)$ 로 상대적으로 대함 표적이 대공 표적보다 큰 분산을 가진다. 조향 손실의 최대 및 최소값의 경우, 그림 10과 같이 대공 및 대함 표적이 서로 다른 결과를 가졌다. 해상 상태가 증가할수록 대공 표적은 조향에 의해 최대 약 1 dB에 가까운 이득을 가지는 경우도 발생하지만, 대함 표적은 이득보다는 손실의 최대값이 지배적으로 큰 것을 보였다.

특정 해상상태에서 조향 손실 최대 및 최소 값이 크게 나타나는 현상은 주파수 영역의 운동 스펙트럼을 시간영역으로 변화하여 최대 최소 값을 계산하는 과정에서 발생하는 현상으로, 몬테카를로 분석 횟수를 충분히 하거나, 주파수 영역에서 분석하면 해상 상태별로 점차적으로 조향손실이 증가함을 볼 수 있을 것이다.

조향 손실 결과는 표적의 고도 또는 안테나 면의 기준을 다르게 설정할 경우, 조향 손실의 분포와 최대 및 최소값은 다르게 형성될 것이다. 특히 안테나 기준 면을 더 아래에 설정할 경우, 각 표적의 조향 손실은 기준보다 이득이 더 많아지고 손실은 줄어들 것이다.

그림 11이 그 결과이다. 해상 상태 8에서 안테나 기준 면을 $+10^\circ$ 에서 0° 로 변경한 대공 표적의 조향손실 분포 결과이다. 그림 9(d)와 같이 기준 면을 $+10^\circ$ 으로 했을 때

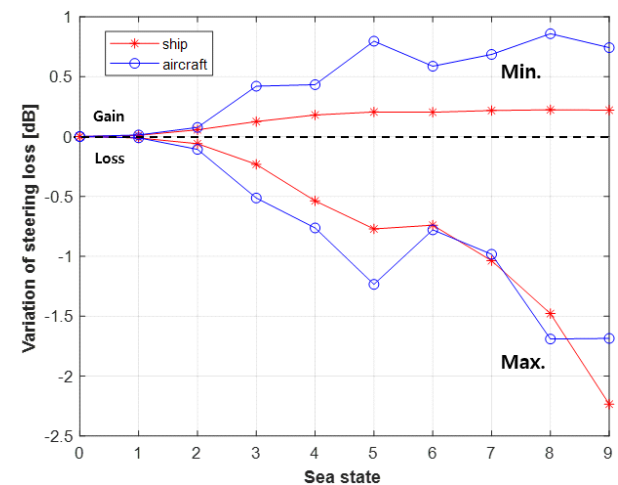


그림 10. 조향 손실 결과
Fig. 10. Result of variation of steering loss.

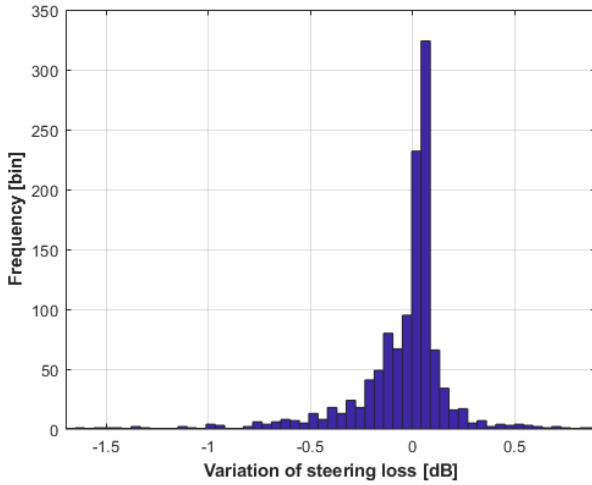


그림 11. 해상 상태 8 조향 손실 분포 (대공)
Fig. 11. Distribution of steering loss of sea state 8 (aircraft).

보다 이득 분포가 증가한 것을 볼 수 있다.

이러한 M&S 도구를 사용한 성능 예측 활동을 통해 설계 시 위험성을 줄이고, 효율적인 마진 설계가 가능할 것이다.

IV. 결 론

바다에서 작전을 수행하는 함정은 해상 상태에 따라 자세가 변한다. 함정에 탑재된 레이더의 경우, 함정 자세 변화에 따라 빔을 보상해야 한다. 이때 위상배열 레이더의 경우, 전자식 빔 조향을 하는데 손실이 발생한다. 이는 레이더 설계 시 필히 고려하여 마진으로 가져가야 할 부분이다. 따라서 해상 상태에 따른 함정 요동을 모의하고 그에 따른 레이더 성능 변화를 예측하는 것이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 해상 상태별 함정요동을 해석하기 위해 WASIM과 ITTC 파랑 스펙트럼을 활용하여 불규칙파중 함정의 시간영역운동을 해석하였다. 이 모델을 기존 다기능 레이더 모델과 통합하여 해상 상태에 따른 함정요동에 의한 레이더 성능 변화를 정량적으로 분석하였다.

그 결과, 표 4와 같이 해상 상태가 증가할수록 조향 손실의 평균 및 분포는 커지며, 특히 대함 표적의 경우, 형성되는 조향각이 안테나 면 기준 각도와 멀어 이득보다는 손실의 분포가 큰 것을 볼 수 있다. 일반적인 함정 운

표 4. 해상 상태에 따른 조향 손실 결과 요약

Table 4. Summary of result about steering loss according to sea state.

Sea state	Variation of SNR [dB] (average, variance)	
	Ship	Aircraft
0	-	-
1	-0.012 ~ +0.010 (-0.0000519, 0.0000119)	-0.011 ~ +0.013 (-0.0000335, 0.00000721)
2	-0.060 ~ +0.056 (-0.000491, 0.000408)	-0.107 ~ +0.076 (-0.00062, 0.00024)
3	-0.232 ~ +0.125 (-0.00485, 0.00384)	-0.513 ~ +0.420 (-0.0046, 0.0028)
4	-0.537 ~ +0.180 (-0.0196, 0.0156)	-0.763 ~ +0.433 (-0.017, 0.0094)
5	-0.771 ~ +0.205 (-0.0419, 0.0391)	-1.234 ~ +0.796 (-0.0424, 0.02487)
6	-0.740 ~ +0.203 (-0.0556, 0.0463)	-0.779 ~ +0.587 (-0.0534, 0.0298)
7	-1.037 ~ +0.217 (-0.0677, 0.0608)	-0.983 ~ +0.685 (-0.0675, 0.0319)
8	-1.478 ~ +0.223 (-0.1219, 0.1296)	-1.690 ~ +0.858 (-0.1183, 0.0869)
9	-2.234 ~ +0.220 (-0.0942, 0.1192)	-1.685 ~ +0.742 (-0.0877, 0.0539)

행이 가능한 해상 상태로 알려진 해상 상태 6 이내의 분석 결과에서는 대함 및 대공 표적의 최대 손실이 각각 -0.771 dB, -1.234 dB로 형성되었다.

이러한 M&S 도구를 통한 사전 분석 및 결과를 통해 해상 상태에 영향을 받는 레이더 설계 시 합리적인 마진 설계로 비용 측면에서의 위험성을 줄일 수 있다. 또한 M&S도구를 통해 자함 기동 시 해상 상태의 영향성을 모의하고, 레이더 성능 변화를 예측하여 작전 운용상의 한계점을 평가할 수 있을 것으로 판단된다.

References

- [1] T. I. Fossen, *Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control*, Chichester, John Wiley & Sons, 2011.
- [2] J. N. Newman, *Marine Hydrodynamics*, Cambridge, The

MIT Press, 1977.

- [3] DNV, "SESAM user manual: WASIM: Wave loads on vessels with forward speed," Det Norske Veritas, Høvik, Norway, *DNV Report No. 2003-0209*, 2014.
- [4] Edward V. Lewis, *Principles of Naval Architecture (Second Revision): Volume III. Motions in Waves and Controllability*, Jersey City, NJ, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 1989.
- [5] S. K. Lee, J. Y. Go, Y. S. Han, and C. H. Kim, "Performance estimation for shipboard directional pedestal by using M&S methodologies," *IEMEK Journal of Embedded Engineering of Korea*, vol. 13, no. 6, pp.

297-303, Dec. 2018.

- [6] M. I. Skolnik, *Radar Handbook*, 3rd ed. New York, NY, McGraw-Hill, 2008.
- [7] M. H. Park, H. S. Kim, W. J. Jeon, S. K. You, S. W. Kwon, and K. W. Lee, et al., "Development of modeling & simulation tool for long range radar considering operational environment in time domain," *The Journal of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 30, no. 7, pp. 591-602, Jul. 2019.
- [8] D. K. Barton, *Radar System Analysis and Modeling*, Norwood, MA, Artech House, 2005.

박 명 훈 [LIG넥스원/선임연구원]

<https://orcid.org/0000-0002-5217-0365>



2014년 2월: 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학사)
 2016년 2월: 한국항공대학교 항공전자정보공학과 (공학석사)
 2016년 1월~현재: LIG넥스원 지능형SW 연구소 선임연구원
 [주 관심분야] 레이다 체계 설계, M&S, 안테나, 전파 전파 등

전 우 중 [LIG넥스원/선임연구원]

<https://orcid.org/0000-0003-3974-0631>



2010년 7월: 서울대학교 전기공학과 (공학사)
 2016년 2월: 서울대학교 전기공학과 (공학석사)
 2016년 1월~현재: LIG넥스원 지능형SW 연구소 선임연구원
 [주 관심분야] M&S, 레이다, 제어 등

고 진 용 [LIG넥스원/선임연구원]

<https://orcid.org/0000-0002-4418-8389>



2010년 7월: 서울대학교 조선해양공학과 (공학사)
 2012년 7월: 서울대학교 조선해양공학과 (공학석사)
 2012년 7월~현재: LIG넥스원 지능형SW 연구소 선임연구원
 [주 관심분야] 국방 M&S, 유체역학, 선박 운동, 최적화 설계 등

김 현 승 [LIG넥스원/선임연구원]

<https://orcid.org/0000-0003-4021-5914>



2014년 2월: 인하대학교 항공우주공학과 (공학사)
 2016년 2월: 인하대학교 항공우주공학과 (공학석사)
 2016년 1월~현재: LIG넥스원 지능형SW 연구소 선임연구원
 [주 관심분야] 항공제어, M&S, 추적 알고리즘 등

권 세 응 [LIG넥스원/수석연구원]

<https://orcid.org/0000-0002-8959-4452>



1999년 2월: 연세대학교 전파공학과 (공학사)
2002년 2월: 연세대학교 전기컴퓨터공학과 (공학석사)
2009년 8월: 연세대학교 전기전자공학과 (공학박사)
2009년 7월~현재: LIG넥스원 레이더연구

소 수석연구원

[주 관심분야] 능동위상배열레이더, 전파 전파 등

유 성 현 [LIG넥스원/수석연구원]

<https://orcid.org/0000-0003-0680-2496>



2005년 2월: 연세대학교 전기전자공학과 (공학석사)
2005년 2월~2008년 3월: LG전자 MC연구소
2008년 4월~현재: LIG넥스원 수석연구원
[주 관심분야] 능동위상배열 다기능레이더 시스템 설계/분석, 레이더 모델링&

시뮬레이션

이 성 균 [LIG넥스원/수석연구원]

<https://orcid.org/0000-0001-5153-9469>



2007년 2월: 서울대학교 조선해양공학과 (공학사)
2013년 2월: 서울대학교 조선해양공학과 (공학박사)
2013년 1월~2016년 7월: 현대중공업 선박연구소 선임연구원
2016년 7월~현재: LIG넥스원 지능형SW

연구소 수석연구원

[주 관심분야] 유체역학, 시뮬레이션, 국방 M&S, 선박제어 등

김 상 현 [LIG넥스원/수석연구원]

<https://orcid.org/0000-0003-2923-1788>



1998년 2월: 한국항공대학교 항공우주공학과 (공학사)
2015년 2월: 고려대학교 국방기술경영학과 (공학석사)
2007년 4월~현재: LIG넥스원 수석연구원
[주 관심분야] 체계설계, 사격통제체계, 구동장치, 진동/충격/소음 등