

# 잠수함 탐지 효과도 증대를 위한 대잠 헬기 임무 할당 방안 연구

유찬우<sup>1†</sup> · 김재익<sup>1</sup> · 김철호<sup>1</sup> · 정영란<sup>1</sup> · 박성운<sup>1</sup>

## Modeling and Simulation for Evaluating the Submarine Detection Capability of ASW Missions for an Anti Submarine Helicopter

Chan-woo Yu · Jae-ick Kim · Cheol-ho Kim · Young-ran Jung · Sung-woon Park

### ABSTRACT

In this paper, a method to allocate a submarine search mission to an ASW(Anti-Submarine Warfare) helicopter is proposed. The aim of the proposed method is to increase the submarine detection capability. For this purpose, we modeled the behaviors that the ASW helicopter conduct during the search mission, and the relations between the behaviors are also modeled. To measure quantitatively the effectiveness of ASW search mission, the measure of effectiveness(MOP) is defined. Scenarios are designed to analyze the effectiveness utilizing the ASW mission model. We conducted simulations applying the designed scenarios and some parameters concerned with the friendly ship and the enemy submarine interacting each other in the ASW missions. We analyzed the result of simulation depending on the dipping interval and the pattern of dipping positions in the situation that the helicopter operates for a long time and should resupply several times on the friendly ship. From the analyzed data, we suggested the practical value of ratio between the detectable range of the sonar and the dipping interval to improve the effectiveness of ASW mission.

**Key words** : Naval Combat System, Anti-Submarine Helicopter, Anti-Submarine Warfare

### 요약

본 연구에서는 함정에 탑재돼 운용되는 대잠헬기의 잠수함 탐지능력 증대시키기 위한 임무 할당 방안을 제안하였다. 이를 위해 대잠헬기가 대잠 탐색 임무 중에 수행하는 행동 및 행동들 간의 연관관계를 분석하여 모델링하였다. 또한 대잠 헬기가 수행하는 대잠 탐색 임무의 효과도를 정량적으로 측정하기 위한 지표들을 정의하였다. 설계된 모델링 결과를 이용해 효과도를 분석하기 위한 시나리오를 구성하였으며, 시나리오 및 대잠 탐색 임무 시 대잠 헬기와 상호작용하는 아군 수상함 및 적 잠수함과 관련된 주요 설정값을 적용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과를 활용해 임무의 효과도에 영향을 줄 수 있는 대잠 헬기 디핑 소나의 운용 간격, 반복적인 탐색 임무 수행 시의 패턴에 따른 효과도를 분석하여, 효과적인 대잠 탐색 임무 할당 방안을 제안하였다.

**주요어** : 함정전투체계, 대잠 헬기, 대잠전

## 1. 서론

수상함은 적의 수중 세력으로부터 자함을 보호하기 위해 각종 수중 음향센서를 탑재한다. 선체고정형음탐기체

접수일(2011년 3월 18일), 심사일(1차 : 2011년 5월 7일),  
게재 확정일(2011년 5월 8일)

<sup>1)</sup> 국방과학연구소 함정전투체계개발단

주 저 자 : 유찬우

교신저자 : 유찬우

E-mail; cwyu@add.re.kr

계(Hull Mounted Sonar, HMS), 예인선배열소나(Towed Array Sonar System, TASS) 및 어뢰음향대항체계(Torpedo Acoustic Counter Measure, TACM)는 함정에 탑재되는 주요 수중 센서체계로 자함 근방의 적 잠수함 및 어뢰를 탐지하는 역할을 수행하지만, 소음, 해양환경 및 수중 음향전달특성 등의 영향으로 실질적인 탐지 거리는 자함 주변의 영역으로 제한된다<sup>[1]</sup>. 이러한 탐지능력의 한계를 보완하기 위해 일정 톤 수 이상의 수상함은 대잠헬기를 탑재하여 운용한다.

함정에 탑재되는 대잠 헬기는 대잠전(Anti-Submarine Warfare, ASW) 수행을 위한 핵심 무기체계 중 하나로, 특히 원거리 탐색 및 공격 임무를 수행할 수 있는 무기체계로서의 그 중요성이 강조되고 있다. 대잠헬기는 대잠 작전 수행을 위해, 수중 음향센서인 디핑 소나(Dipping Sonar) 및 소노부이(Sonobuoy)를 탑재하여 적 잠수함을 탐지 및 식별하며, 경어뢰를 이용해 스스로 탐지하거나 데이터통신체계를 통해 수신한 대잠 표적에 대한 공격 임무를 수행한다. 일반적으로 이와 같은 대잠 헬기의 임무는 대잠 헬기를 운용하는 모함으로부터 수신한 명령에 따라 수행되는데, 최근에는 전자통신 기술의 발달로 함정에 탑재되는 지휘무장통제체계에서 대잠 헬기의 임무 수립 및 지휘통제 임무를 지원할 수 있게 되었다.

함정에 탑재되는 지휘무장통제체계는 함탑재 센서로부터 수신한 표적 정보를 처리하고, 함탑재 무장을 사용해 효율적인 교전이 가능하도록, 지휘관의 지휘무장통제 임무를 지원하는 시스템으로, 주어진 작전 환경 하에서 효과적인 대잠 작전 수행이 가능하도록, 대잠 헬기의 임무를 계획하고 통제 가능하게 하는 기능이 포함되어 있다. 함정에 탑재되는 대잠 헬기 역시 타 무기체계와 마찬가지로 제한된 작전 반경 내에서 제한된 시간 동안 임무를 수행할 수 있음을 고려해 볼 때, 대잠 헬기의 효율적인 운용을 위해서는 지휘통제를 지원하는 지휘무장통제체계에서 예정된 대잠 임무에 대한 정량적 효과도 분석이 지원되어야 한다. 하지만 최근까지 개발된 지휘무장통제체계는 대잠 작전 환경을 분석하고 지휘관의 지휘통제명령을 가시화해 전사하며, 통신 체계를 통해 대잠 헬기로 전송하는 기능을 할 뿐, 계획된 임무에 대한 분석 기능이 제한적인 것이 현실이다.

따라서 본 연구에서는 대잠헬기가 수행하는 대잠 탐색 임무를 대상으로, 대잠 헬기의 임무 흐름을 분석하고 이를 수학적으로 모델링 하였다. 이러한 모델링 결과를 이용해 원거리에서 접근하는 잠수함에 대한 대잠헬기 탐색

임무의 효과도를 분석하였으며, 분석 결과를 바탕으로 효율적인 임무할당 방안을 제안하였다.

이와 관련해 본 논문에서는, 제2장에서는 관련 연구 결과를 검토하였고, 제3장에서는 대잠헬기의 임무를 분석하여 모델링하였으며, 제4장에서는 효과도 분석을 위한 시뮬레이션을 설계하였다. 마지막으로 제5장에서는 시뮬레이션 실행 결과를 바탕으로 임무의 효과도를 분석하였다.

## 2. 관련연구

잠수함을 효과적으로 탐지기위한 무기체계 운용전술을 개발하기 위한 현재까지의 연구들은 주로 대잠 무장 및 센서 체계들의 성능 및 효과도를 분석하기 위한 연구 중심으로 이루어졌다. 선배열예인음탐기체계, 선체고정형음탐기체계, 어뢰음향대항체계 등 대잠 센서/무장 체계의 개발 기간 중, 개발되는 체계의 운용효과도를 분석하기 위한 다양한 연구들이 지속적으로 이루어지고 있다<sup>2-4)</sup>.

대잠 헬기의 임무와 관련된 시뮬레이션으로, Hu 및 Liu<sup>5)</sup>는 시뮬레이션 상에서 전술 상황을 판단하여 의사결정 및 설정된 임무를 수행할 수 있는 대잠 헬기 에이전트를 모델링하는 방안을 제안하였고, Howells 및 Davies<sup>6)</sup> 등은 대잠 항공기 운용자들을 훈련시키기 위한 시스템 아키텍처를 제안하였다. 두 연구결과 모두 대잠헬기 임무의 시뮬레이션을 위한 시스템 구축에 기여한 바가 크지만 본 연구에서 논의하고자 하는 임무 효과도 분석 측면의 연구를 위한 방법으로 활용하기에는 한계가 있다.

## 3. 대잠 탐색 임무 모델링

### 3.1 대잠 탐색 임무 흐름

본 연구에서 대잠헬기 임무 패턴의 수학적 모델링을 위해 구성한 대잠헬기의 대잠탐색임무 흐름은 그림 1과 같다. 실제 대잠 헬기가 수행 할 수 있는 잠수함 공격 기

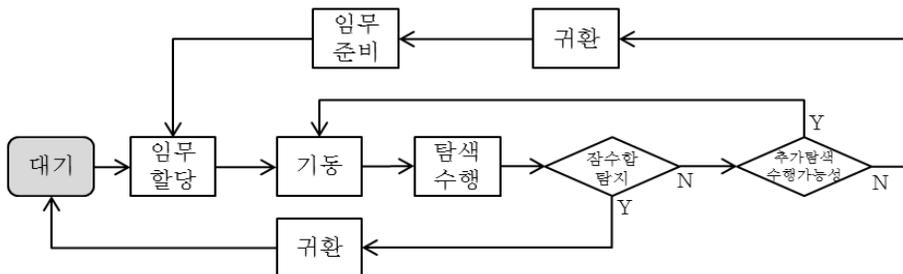


그림 1. 대잠헬기의 대잠탐색 임무 흐름

능은 본 연구의 범위에서 제외하며, 적 잠수함을 탐지한 대잠 헬기는 모함으로 귀환 하는 것으로 가정한다. 운용 전 함정에 대기 중인 헬기는 대잠 탐색 ‘임무할당’을 받고 탐색 목표 지점으로 ‘기동’한다. 대잠헬기의 첫 임무할당 지점은 헬기의 최대 작전반경 내에 위치하는 것으로 가정한다. 목표 지점으로 이동한 헬기는 할당된 탐색임무를 수행한다. 탐색임무에는 디핑 소나 전개, 소나를 통한 능수동 탐색, 디핑 소나 회수 등의 활동이 포함된다. 탐색 시 적 잠수함이 탐지 되었을 경우, 대잠 임무를 성공적으로 수행완료 한 것으로 판단하여 함정으로 귀환한 뒤 초기의 대기 상태를 유지한다. 탐색을 수행하였으나 적 잠수함을 탐지하지 못하였을 경우에는 다음 탐색 임무를 실시할 지점으로 기동하여야 한다. 하지만 헬기의 작전 가능 시간 또는 모함-헬기 간의 거리 등의 요인으로, 다음 탐색 임무를 수행하기 어려운 상황으로 판단될 시에는 모함으로 귀환하여야 한다. 함정으로 귀환한 헬기는 탐색 임무를 계속하기 위한 재보급 등을 실시한 후 새로운 탐색 지점을 할당 받아 임무를 다시 시작한다. 이와 반대로 지정된 지점에서 디핑 임무를 수행한 후, 다음 탐색 지점에 대한 디핑 임무를 수행하고도 헬기의 운용 가능 시간 내에 모함으로 귀환할 수 있다고 판단될 시에는 다음 지점으로 기동하여 탐색 임무를 계속 수행한다. 이러한 반복적인 과정은 대잠 헬기가 적 잠수함을 탐지할 때까지 계속된다.

### 3.2 대잠 탐색 임무의 수학적 모델링

이와 같은 대잠 탐색 임무에 대한 정량적 분석을 위해 서는 임무에 대한 수학적인 모델링이 필요하다.

모델의 단순화를 위해 대잠헬기 및 대잠헬기 모함은 1차원 기동을 수행함을 가정한다.

그림 2에서와 같이 함정으로부터 거리  $r_{s-t}$ 에 위치한 목표지점에 대한 한 번의 디핑 임무를 수행하고 함정으로 귀환하는데 소요되는 총시간을 계산하기 위한 식은 다음과 같다.

$$\frac{r_{s-t}}{v_h} + t_d + \frac{r_{s-t} - (t_{one} \times v_s)}{v_h} = t_{one} \quad (1)$$

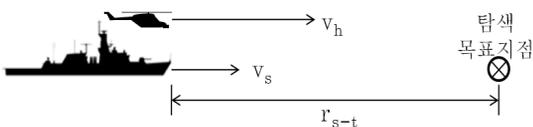


그림 2. 대잠 헬기 및 함정의 대잠탐색 기동 모델

단,  $t_{one} < t_m, v_s < v_h$

$r_{s-t}$  : 임무 시작 시점의, 함정과 수중 탐색 목표 지점간의 거리

$v_h$  : 대잠 헬기의 기동 속도

$v_s$  : 함정의 기동 속도

$t_d$  : 탐색 목표지점에서의 수중 탐색 소요 시간

$t_{one}$  : 함정에서 이룩한 뒤 수중 탐색 목표 지점에 1회의 탐색 임무를 수행하고 함정으로 귀환하는데 소요되는 총 시간

$t_m$  : 헬기가 작전을 수행할 수 있는 최대 시간

식 (1)에서 좌항 첫 번째 항목은 헬기가 모함으로부터 목표 지점까지 이동하는 시간, 세 번째 항목은 헬기가 목표지점에서 탐색을 수행한 후 모함으로 귀환하는 시간으로, 헬기가 기동하는 시간동안 모함이 이동하는 거리를 고려한 항목이 포함된다. 식 (1)로부터 탐색 임무에 소요되는 시간  $t_{one}$ 은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$t_{one} = \frac{2 \times \frac{r_{s-t}}{v_h} + t_d}{1 + \frac{v_s}{v_h}} \quad \text{단, } t_{one} < t_m \quad (2)$$

$r_{s-t}$ 에 위치한 지점에 대한 1번의 대잠탐색 임무를 수행하는데 소요되는 시간을 의미하는 식 (2)로부터, 초기 함정의 위치부터  $r_{s-t}$  지점 사이에 위치하는 n개의 지점에 대한 대잠탐색 임무를 수행하는데 소요되는 시간을 계산한 결과는 식 (3)과 같다.

$$t_n = \frac{2 \times \frac{r_{s-t}}{v_h} + t_d \times n}{1 + \frac{v_s}{v_h}} \quad \text{단, } t_n < t_m \quad (3)$$

식 (3)은 대잠헬기가 n개의 탐색 지점 중, 초기 함정위치로부터 가장 가까이 있는 지점부터 먼 지점으로 순차적으로 탐색하거나, 가장 멀리 있는 지점에서 탐색을 시작해 가까워지는 순서대로 탐색하였을 경우에 성립하는 식으로, 헬기의 임무가 시작되기 전 순차적으로 계획된 탐색 임무를 분석하는데 적용할 수 있다.

이와 다르게 n개의 지점에 대한 탐색 순서가 거리 순으로 정렬되어 있지 않을 경우 각 지점간의 거리 및 헬기 기동에 따른 모함과의 상대적인 위치 변화가 추가적으로 고려되어야 한다. 즉, 1부터 n-1번째 탐색 지점은 모함으로

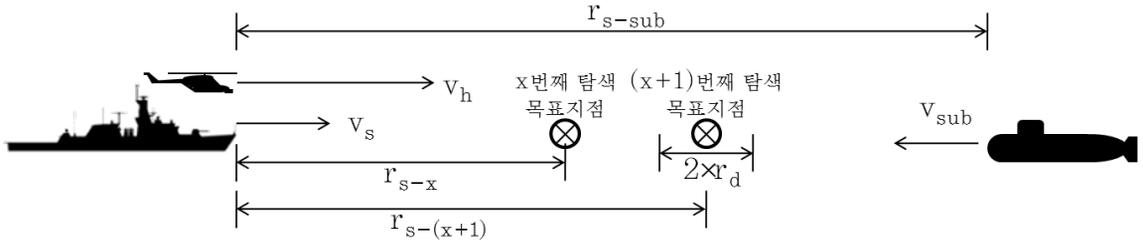


그림 3. 대잠 헬기의 대잠 탐색 임무 모델

부터 먼 지점에서 가까워지는 방향으로 배치되어 있으나, n 번째 지점이 다시 모함으로부터 멀어지는 방향으로 설정될 경우, 전체 임무를 수행하는 시간은 식 (3)의  $t_n$ 보다 커지게 된다.

이와 같이 n개의 지점에 대한 탐색 순서가 거리 순으로 정렬되어 있지 않을 경우에는, x 번째 탐색(이때,  $x < n$ )이 수행된 상태에서 x+1 번째 탐색이 수행 가능한지 판단이 이루어져야 한다. 그림 2에서 임무 시작에 순차적으로 계획된 지점에 대한 탐색 임무가 종료된 후 추가적인 임무를 수신하는 경우도 이와 같은 상황으로 해석할 수 있다.

그림 3와 같이 대잠헬기가 x 번째 탐색을 종료 한 후 x+1 번째 탐색을 수행하고 함정으로 귀환하기 위해서는 다음의 식을 만족하는  $t_{x+1}$ 이 존재해야 한다.

$$t_{x+1} = t_x + t_d + \frac{|r_{s-(x+1)} - r_{s-x}|}{v_h} + \frac{r_{s-(x+1)} - (t_{x+1} \times v_s)}{v_h} - \frac{r_{s-x} - (t_x \times v_s)}{v_h} \quad \forall x > 1$$

단,  $r_{s-(x+1)} - (t_{x+1} \times v_s) > 0$ ,  $t_{x+1} < t_m$  (4)

$t_{x+1}$ : x+1 번 탐색 임무를 수행하고 함정으로 귀환하는데 소요되는 총 시간

$t_x$ : x 번 탐색 임무를 수행하고 함정으로 귀환하는데 소요되는 총 시간

$r_{s-(x+1)}$ : 임무 시작 시점의 함정위치와 x+1 번째 수중 탐색 목표 지점간의 거리

$r_{s-x}$ : 임무 시작 시점의 함정위치와 x 번째 수중 탐색 목표 지점간의 거리

식 (4)에서 우항의 세 번째 항목은 x 번째 탐색을 종료 한 후 x+1 번째 탐색을 수행하기 위해 기동하는데 소요되는 시간, 네 번째 항목은 x+1 번째 탐색을 수행한 후 모함으로 귀환하는데 소요되는 시간, 마지막 다섯 번째 항목은 x 번째 탐색을 종료 한 후 모함으로 귀환하는데 소요되는 시간으로  $t_{x+1}$  계산 시  $t_x$ 에서 고려된 귀환 시간

이 중복 적용되는 것을 방지하는 역할을 한다. 식 (4)가 성립하는 조건인 ' $r_{s-(x+1)} - (t_{x+1} \times v_s) > 0$ '는 헬기가 임무를 수행한 후 모함으로 귀환하는데 소요되는 시간을 계산하는 항목이 유효함을 보장하는 조건으로, 대잠 헬기는 탐색 임무 종료 전에 모함의 상공을 지나 반대 방향으로 기동하지 않음을 의미한다.

$t_x$ 의 초기값  $t_1$ 에 대해서는 식 (1)을 적용할 수 있으며, 그 결과 식 (3)과 같은 형태로 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$t_1 = \frac{2 \times \frac{r_{s-t} + t_d}{v_h}}{1 + \frac{v_s}{v_h}} \quad \text{단, } t_1 < t_m \quad (5)$$

식 (4)와 초기조건 식 (5)로부터 임의의 탐색 지점에 x 번 탐색 임무를 수행하고 함정으로 귀환하는데 소요되는 총 시간  $t_x$ 를 구할 수 있으며, 이로부터 사전에 계획된 탐색 임무가 종료된 후에도 지휘관으로부터 추가적인 탐색 임무 위치를 수신하였을 경우에도, 추가적인 임무 수행이 가능한지 판단할 수 있다.

이와 같은 대잠 탐색 임무의 모델링 결과를 활용한 효과도 분석 시뮬레이션 수행을 위해, 탐지 반경이  $r_d$ 인 디핑 소나를 탑재한 대잠 헬기가 대잠 작전을 시작하는 시점에,  $v_{sub}$ 의 속력으로 아군 함정을 향해 적 잠수함이 기동하는 상황을 그림 3와 같이 모델링하였다. 적 잠수함 역시 아군 함정을 향해 직선 기동하는 것으로 가정하였다.

## 4. 대잠 헬기 임무 시뮬레이션 설계

### 4.1 대잠 탐색 임무 효과도 측정 지표 정의

대잠 헬기가 수행하는 대잠 탐색 임무의 효과도를 결정하기 위해서는, 임무 효과도의 높고 낮음을 정량적으로 정량적으로 측정할 수 있는 측정 지표가 결정되어야 한다. 본 연구에서는 대잠 탐색 임무의 효과도를 측정하기 위한 지표로 '대잠 헬기의 잠수함 탐지확률' 및 '탐지 시 함정

과 잠수함 간의 거리'를 적용하였다.

대잠 헬기가 수행하는 탐색 임무의 최우선 목표는 적의 잠수함을 성공적으로 탐지하는 것이다. 따라서 아군 함정을 향해 접근하는 적 잠수함을 높은 확률로 탐지할 수 있도록 계획된 임무가 효과적인 임무라 할 수 있다.

적 잠수함이 아군 수상함을 향해 접근하는 상황에서는 적 잠수함이 아군 수상함을 공격할 수 있는 거리 내로 접근하기 전에 적 잠수함을 탐지하여, 이를 공격하거나 회피하기 위한 기동을 수행하여야 한다. 따라서 대잠 탐색 임무를 수행하는 대잠 헬기가 원거리에서 적 잠수함을 탐지하였을 경우 대잠 탐색 임무를 효과적으로 수행하였다 고 할 수 있다.

본 연구에서는 이와 같은 두 가지 측정 지표를 기준으로 대잠 탐색 임무의 효과도를 분석하기 위해 다음과 같이 시나리오를 설계하고 시뮬레이션을 수행하였다.

#### 4.2 시나리오 및 배치(Batch) 설정

본 연구에서는 그림 3을 통해 형상화한 모델을 적용한 시뮬레이션 수행을 위해, 그림 1과 같은 대잠헬기의 대잠 탐색 임무 흐름 적용하였으며 이와 관련된 주요 설정값은 표 1과 같다. 시뮬레이션 상의 거리 단위는, 대잠 헬기가 시뮬레이션 상의 단위 시간 동안 기동할 수 있는 거리를 '100'으로 설정하여, 이에 비례하는 값으로 표현하였다. 시뮬레이션 상의 속력 단위는 시뮬레이션 상의 단위 시간 동안 100 만크의 거리를 기동하는 대잠 헬기의 속력을 100 으로 하여, 이에 비례하는 값으로 표현하였다.

실제 수중 전장 환경에서 잠수함을 탐지 할 수 있을지의 여부는, 아군 센서 및 적 플랫폼의 물리적인 특성, 해양환경 등 상호작용하는 다양한 요소에 의해 결정된다. 본 연구에서는 대잠 탐색 임무 외에 시뮬레이션 결과에 영향을 줄 수 있는 기타 환경 요인을 제거하기 위해 '디핑 소나 탐지 반경' 변수를 정의하였다. 디핑 소나의 경위도 좌표는 헬기의 좌표와 동일하며, 디핑 소나 탐지 반경 내에 존재하는 잠수함은 100% 탐지되는 것으로 설정하였다. 이외에도 디핑 소나를 운용하기 위해 소요되는 전개 및 회수 시간을 정의하였으며, 디핑 소나는 전개 완료된 이후에 단위 시뮬레이션 시간 동안 탐지 기능을 수행하는 것으로 설정하였다.

대잠 헬기의 탐색 임무 효과도는 위에서 정의한 변수 외에도 적 잠수함의 초기위치에 영향을 받는다. 시뮬레이션 상의 잠수함과 대잠 헬기가 이륙하는 아군 수상함 간의 초기위치에 따라 대잠 헬기가 잠수함을 탐지하는데 소요시간이 변경될 수 있으며, 잠수함 탐지확률에도 영향을

표 1. 시뮬레이션 기본 설정 값

구분		설정값
아군	헬기 기동 속력	100
	함정 기동 속력	10
	디핑소나 탐지반경	10,000
	디핑 소나 전개 소요시간	240
	디핑 소나 회수 소요시간	240
적군	잠수함 기동 속력	5

주게 된다. 따라서 본 시뮬레이션에서는 적 잠수함의 초기위치에 따른 영향을 최소화하기 위해, 각 시뮬레이션 케이스 별로 적 잠수함의 초기위치를 다양화하여, 100회의 배치(Batch) 시뮬레이션을 수행하였다. 4장에서 제시한 잠수함 탐지 확률 및 잠수함 탐지 시 '수상함-잠수함' 간 거리를 이와 같은 반복 시험 결과들의 평균값이다.

#### 4.3 시뮬레이션 환경 구성

본 연구에서 설계한 대잠헬기의 대잠 탐색 임무 모델을 적용하여 시뮬레이션을 수행하기 위해서는 실제 전장과 유사한 시뮬레이션 환경을 제공해주는 해양 환경 모델 및 모델 간 상호작용을 처리할 수 있는 기반 시뮬레이션 체계가 지원되어야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 함정 전투체계 체계검증용 시뮬레이터를 이용하였다<sup>[7-10]</sup>. 함정 전투체계 효과도 분석 및 체계개발 중 검증/입증 활동을 지원하기 위해 개발된 이 시뮬레이터는 시뮬레이션 수행을 위한 기반 체계로 환경 모델을 지원할 뿐 만 아니라, 시나리오 설계 및 결과 분석 기능을 제공한다.

### 5. 대잠 헬기 임무 시뮬레이션 결과 및 분석

#### 5.1 디핑 간격에 따른 임무 효과도 변화 분석

그림 4는 대잠 헬기의 디핑 간격 변화에 따른 임무 효과도 변화 추이를 보여준다. 그래프 상의 디핑 간격의 최소값인 10,000은 디핑소나의 탐지반경에 해당하며, 최대값인 25,000은 디핑소나 탐지반경의 2.5배에 해당한다. 시뮬레이션 결과에 따르면 대잠 헬기가 잠수함을 탐지 했을 때의 '수상함-잠수함' 간 거리는 디핑간격이 넓어질수록 일정하게 증가하지만, 잠수함 탐지확률은 점차 감소함을 알 수 있다. 디핑 간격을 소나의 탐지 반경의 약 1.3배 이내로 유지할 경우 적 잠수함을 100% 탐지할 수 있으며, 적 잠수함을 90% 이상의 확률로 탐지하기 위해서는 디핑 간격을 소나의 탐지 반경의 약 1.6배 이내로 유지해야 한

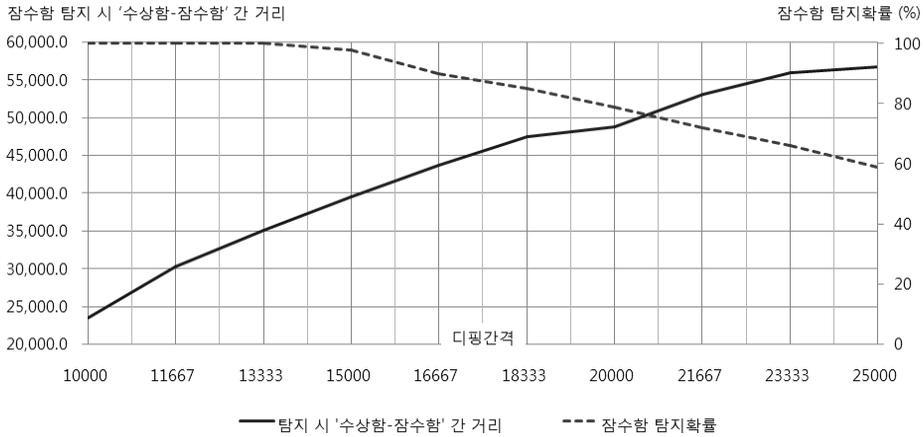


그림 4. 잠수함 탐지 확률 및 탐지 시 '수상함-잠수함' 간 거리

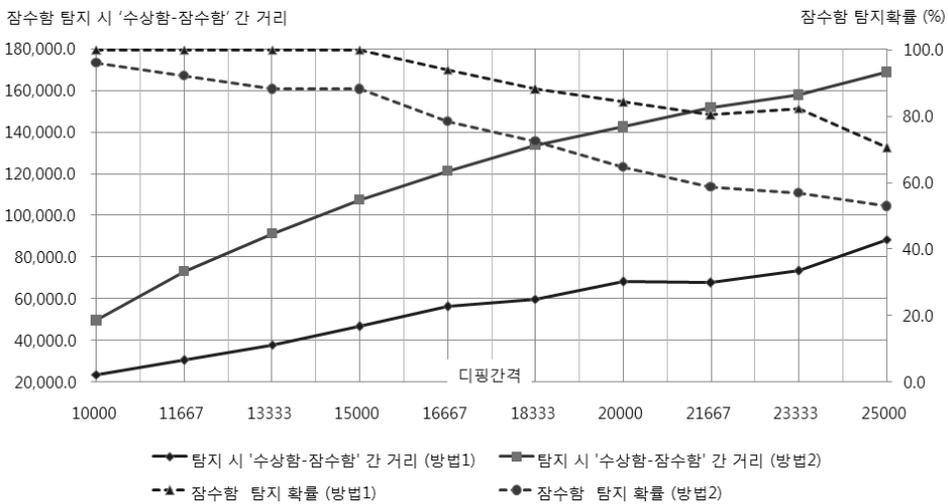


그림 5. 반복 임무 수행 패턴에 따른 탐색 임무 효과도 분석 결과

다. 디핑 간격이 소나 탐지 반경의 2배 이상으로 커지면 잠수함 탐지 확률이 80% 이하로 감소함을 알 수 있다.

### 5.2 반복 임무 수행 패턴에 따른 효과도 변화 분석

4.1장에서 분석한 시나리오에서는 적 잠수함의 초기 위치가, 재보급 없이 한 번의 작전으로 아군 헬기가 탐색할 수 있는 범위 내에 존재하는 상황 하에 수행하였다. 하지만 실제 전장 환경에서는 적 잠수함의 위치를 추정하기 어렵다. 따라서 적 잠수함을 탐지하지 못한 대잠 헬기는 2장에서 기술한바와 같이 함정으로 귀환 한 뒤 재보급을 포함한 임무 준비 단계를 거쳐 재탐색 임무를 수행하여야 하며, 이러한 과정을 적 잠수함을 탐지할 때까지 반복적으로 수행하여야 한다.

한 번의 탐색 작전을 마치고 함정으로 귀환한 헬기가 재탐색 임무를 시작할 때 탐색 위치는 다음의 두 가지 방법에 따라 결정될 수 있다. 첫 번째 방법(방법1)은 헬기가 재보급 후 다시 기동을 시작하는 시점의 위치를 그림 3에서의 초기 위치로 재설정하여 탐색 위치를 계산하는 방법이다. 이 계산 방법에 따르면 재보급 이후의 탐색 지점은 재보급 이전의 탐색 위치와 관계없이 계산되며, 함정으로 일정한 간격으로 탐색 지점이 재계산 된다. 두 번째 방법(방법2)은, 재보급 이전에 계획되었지만 탐색을 수행하지 못한 지점을 재보급 이후의 첫 탐색 지점으로 하여 탐색 임무를 지속하는 방법이다. 두 번째 탐색 방법은 기존에 탐색된 지점에 대한 중복 탐색 없이 임무를 진행하므로 첫 번째 탐색 방법에 비해 원거리를 조기에 탐지할 수 있

으나, 재보급 기간 중 적 잠수함이 기존에 탐색된 지점을 지나칠 경우 잠수함 탐지가 불가능하다는 단점이 있다.

그림 5는 앞서 기술한 두 가지 방법으로 대잠 탐색 임무를 수행했을 때, 대잠 헬기의 잠수함 탐지 확률 및 탐지 시 ‘수상함-잠수함’ 간 거리를 보여준다. 잠수함 탐지확률을 비교해 보면 방법1이 방법2에 비해 높은 확률로 잠수함을 탐지함을 알 수 있다. 방법1의 경우 디핑 간격을 소나 탐지 반경의 1.5배 이내로 유지할 경우 잠수함을 100%에 가까운 확률로 탐지할 수 있지만, 방법2의 경우 디핑 간격을 좁게 유지하더라도 잠수함을 탐지하지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 잠수함 탐지 시 ‘수상함-잠수함’ 간 거리를 기준으로 비교해 보면 방법2로 임무를 수행하였을 경우에 비교적 원거리에서 적 잠수함을 탐지하는 것을 확인할 수 있다. 디핑 간격과 관계없이 방법2로 탐색 임무를 수행하였을 경우에는 방법1의 경우에 비해, 2배 이상의 원거리에서 적 잠수함을 탐지할 수 있다. 방법2의 경우, 디핑 간격을 소나 탐지 반경의 1.5배 이내로 유지할 경우 약 90% 이상의 확률로 원거리의 적 잠수함을 탐지해낼 수 있다. 종합적으로 분석해 볼 때, 높은 탐지확률을 유지해야 하는 작전 환경에서는 방법1이 유리하나, 적 잠수함의 접근 전 원거리에서 적을 탐지하기 위해서는 방법2가 유리함을 알 수 있다. 즉 평시 작전 시 빠른 시간내에 광범위한 지역을 탐지하기 위해서는 방법2를 적용하여 임무를 수행하고, 전시에 근거리에 잠수함이 침투한 징후가 포착되었을 시에는 방법1을 동원하여 작전의 효율성을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

## 6. 결 론

본 연구에서는 대잠헬기의 잠수함 탐색 임무를 분석하여 탐지 효과도를 증대시키기 위한 임무 할당 방안을 제안하였다. 이를 위해 대잠헬기의 임무 흐름을 분석하여 모델링하였으며, 대잠 헬기가 수행하는 대잠 탐색 임무의 효과도를 측정하기 위한 지표들을 정의하였다. 또한 정의된 지표를 활용해 효과도를 분석하기 위한 시나리오를 구성하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과를 분석하여 대잠 헬기 디핑 소나의 운용 간격과 탐지 효과도 간의 상관관계를 도출하였으며, 반복적인 탐색 임무 수행 시 탐색 방안에 따른 탐색 임무 효과도의 변화를 분석하여 방안 간의 장단점을 도출하였다. 분석 결과에 따르면 대잠 헬기의 디핑 간격 및 반복 임무 수행 시의 디핑 패턴은 잠수함 탐지 확률 및 탐지 거리와 같은 임무 효과도를

결정하는 중요한 요인이며, 전장 환경 및 탐색 임무의 최우선 목표에 따라 효과도에 영향을 미치는 패턴 및 변수들에 대한 조정이 이루어져야 함을 알 수 있다.

본 연구에서는 시뮬레이션 수행을 위해 무기 체계의 성능과 관련된 변수들을 정의하고 값을 지정하였다. 하지만 이 값들은 실제 무기체계의 성능 사양과 차이가 있으며, 이에 따라 시뮬레이션 결과의 절대적인 수치도 실제 무기체계의 운용에 적용하기에는 한계가 있다. 하지만 본 연구를 통해 얻는 시뮬레이션 결과상에 나타나는 효과도 변화 추이는 여전히 유효하며, 본 연구에서 설계한 대잠 탐색 모델에 실제 무기체계의 사양을 적용해 시뮬레이션을 수행한다면, 현재 운용 중인 무기체계의 임무 효과도 분석에 적용할 수 있을 것으로 예상된다. 향후 대잠 관련 세력 모델 및 임무의 흐름을 구체화하고 다양한 전장상황의 변화 양상을 고려한 대잠 탐색 임무 효과도 분석 연구를 진행하고자 한다.

## 참 고 문 헌

1. R. J. Urick, principles of underwater sound, 3rd edition, Mc-Graw-Hill, 1983.
2. 이동희, 고용석, 류기열, “TASS 운용효과도 분석용 시뮬레이션 모델 연구”, 국방과학연구소, NWS-513-981354, 1998.
3. 김정훈, “고정형 선배열 음탐기 체계를 위한 효과도 분석 기법 연구”, 한국군사기술학회지, 제7권 제2호, pp. 32-40, 2004.
4. 김탁곤, 나영인, “대어뢰전 복합 운용 전술 효과도 분석”, 국방과학연구소, ADDR-417-090376, 2008.
5. Hu Zheng-tao and Liu Jian, “The Research of ASW Helicopter ACGF Construction Based on CXBR”, IEEE International Conference on Computational Intelligence and Security Workshops, pp. 132-135, 2007.
6. H. Howells, A. Davies, B. Macauley, R. Zancanato, “Knowledge based decision support TDPs for Maritime Air Mission Systems”, RTO SCI Symposium on the Application of Information Technologies to Mission Systems, 1998.
7. 정영란, 한웅기, 김철호, 김재익, “울산-I급 전투체계 체계검증용 시뮬레이터 모의논리 설계(지휘 및 통제 모델)”, 국방과학연구소, ADDR-525-100491, 2010.
8. 정영란, 한웅기, 김철호, 김재익, “울산-I급 전투체계 체계검증용 시뮬레이터 모델 설계(지휘 및 통제 모델)”, 국방과학연구소, ADDR-525-100477, 2010.
9. 김재익, 김철호, 한웅기, 이재권, “울산-I급 전투체계 체계검증용 시뮬레이터 모의논리 설계(플랫폼 모델)”, 국방과학연구소, 국방과학연구소, ADDR-525-100485, 2010.

10. 김철호, 김현실, 이재권, 김재익, “울산-I급 전투체계 체계검  
중용 시뮬레이터 모델 설계(플랫폼 모델)”, 국방과학연구소,  
ADDR- 525-100484, 2010.



**유 찬 우** (cwyu@add.re.kr)

2004 서울대학교 기계항공공학부/전기공학부 학사  
2006 서울대학교 전기컴퓨터공학부 석사  
2006~현재 국방과학연구소 연구원

관심분야 : 대잠전 전투체계, 모델링&시뮬레이션



**김 재 익** (jaeick@add.re.kr)

1990 경북대학교 전자공학과 학사  
1992 경북대학교 전자공학과 석사  
1992~현재 국방과학연구소 선임연구원

관심분야 : 함정 전투체계 무장통제장치 개발, 전투체계 모델링 및 시뮬레이션, 전투체계 교전 효과도 분석



**김 철 호** (aceman@add.re.kr)

1997 포항공과대학교 전자계산학과 학사  
2004 한국과학기술원 전산학과 석사  
2006~현재 국방과학연구소 선임연구원

관심분야 : 소프트웨어 공학, 모델링&시뮬레이션



**정 영 란** (mudy02@add.re.kr)

2000 경북대학교 전자전기공학부 학사  
2002 포항공과대학교 전자컴퓨터공학부 석사  
2002~현재 국방과학연구소 선임연구원

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 함정 전투체계



**박 성 운** (swpark@add.re.kr)

1991 부산대학교 전자공학과 학사  
1993 부산대학교 일반대학원 전자공학과  
1993~현재 국방과학연구소 책임연구원

관심분야 : 함정전투체계, 모델링&시뮬레이션