

# HMS를 이용한 대잠탐색 패턴분석을 위한 시뮬레이터 개발

신성철<sup>1</sup> · 박영만<sup>2</sup>

## A Development of Simulator for Analysis of Anti-Submarine Search Patterns Using HMS

Seoung Chul Shin · Young Man Park

### ABSTRACT

In the anti-submarine warfare, a search using HMS is used as a basic strategy. The importance of HMS operation strategy is increasing, but it is hard to develop effective anti-submarine search strategy due to reciprocal actions among sea environments, search patterns, sonar operational tactics, anti-submarine search strategy, etc. In this research, a simulator was invented so as to analyze anti-submarine search patterns used when an HMS-carrying ship searches for submarine in various anti-submarine search environments. The simulator reflects various factors that influence anti-submarine search, and with consideration of search patterns of anti-submarine ships as well as evasive movement of submarines, it can simulate various anti-submarine search operations such as a collaborative anti-submarine operation by a single or multiple forces. Also, the simulator will contribute to developing and improving systematic and efficient HMS operational tactics in anti-submarine warfare.

**Key words** : HMS(Hull Mounted Sonar), Anti-submarine search, Furthest on circle, Datum, Simulation

### 요약

대잠작전에서 HMS를 이용한 탐색이 그 기본전술로 이용되고 있으며 점차 HMS 운용전술의 중요성이 증대되고 있으나, 해양환경, 탐색패턴, 소나 운용전술, 대잠 탐색전술 등의 상호작용으로 인하여 효과적인 대잠 탐색전술 개발에 어려움이 있다. 본 연구에서는 다양한 대잠 탐색환경에서 HMS 탑재함이 잠수함을 탐색하는데 사용할 수 있는 탐색패턴들을 분석할 수 있는 시뮬레이터를 개발하였다. 개발된 시뮬레이터는 대잠탐색에 영향을 주는 다양한 요인들을 반영하고, 대잠함의 탐색패턴 및 잠수함의 회피 기동 등을 고려하여, 단독 또는 다수 세력에 의한 협동 대잠작전 등의 다양한 대잠탐색을 시뮬레이션 할 수 있다. 개발된 시뮬레이터는 HMS를 이용한 체계적이고 효율적인 대잠전 운용전술을 개발하고 발전시키는데 유용하게 활용 가능하다.

**주요어** : 선저 고정형 소나, 대잠탐색, 최원권, 최종 접촉 소실점, 시뮬레이션

## 1. 서론

오늘날 수상함들은 현대화된 다양한 무기체계들을 탑재하여 대공, 대함, 대잠작전 등을 수행한다. 대잠작전에서 적 잠수함과 같은 수중 위협체를 탐지/추적 및 식별하

기 위해 사용되는 탐지장비에는 예인형 선배열 소나(TASS: Towed Array Sonar System), 헬기 디핑 소나(Dipping Sonar), 선저 고정형 소나(HMS:Hull Mounted Sonar) 등이 있다. 그 중에서 HMS는 운용 준비시간이 짧고, 해상 상태나 기상 상태와 무관하게 상시 운용 가능하다는 장점(류영우, 2008)을 지니고 있어 그 활용 중요성이 부각되고 있다.

적 잠수함을 효과적으로 탐지하기 위해서는 HMS/TASS 대잠함, 잠수함, 항공기들이 상호 협동하는 전술이 필수적이며, 그런 상황에서 HMS 대잠함의 탐색전술이 가장 핵심적인 요소로 활용되고 있다. 그렇지만, 해양환경, 탐색패턴, 소나 운용전술, 탐색전술 등의 상호작용으

\*이 연구는 국방과학연구소(UD060010DD)의 지원으로 수행된 연구결과와 일부이다.

2010년 2월 17일 접수, 2010년 5월 27일 채택

<sup>1)</sup> 해군사관학교 전산과학과

<sup>2)</sup> 해군사관학교 국방경영과학과

주 저 자 : 신성철

교신저자 : 신성철

E-mail: seochul@hanmail.net

로 인하여 HMS 대잠함에서 효과적으로 적 잠수함을 탐지한다는 것은 복잡하고 어려운 측면이 있다(김문환 등, 2009).

HMS의 활용 중요성이 증대됨에 따라 국내에서는 최근에 들어서야 관련연구를 시작하게 되었다. 이 일환으로 본 연구에서는 정치 또는 임의 기동, 회피 기동(잠수함이 대잠함을 탐지한 후 대잠함에게 피탐되지 않기 위한 기동)을 하는 적 잠수함을 효과적으로 탐지하기 위해 대잠함에서 활용할 수 있는 다양한 탐색패턴을 구현 제공함과 동시에, 다수의 대잠함들이 협동으로 대잠탐색을 수행할 수 있는 시뮬레이터를 개발하였다. 본 연구에서 개발된 시뮬레이터는 일반적인 능동형 소나방정식(Robert, 1983)의 사용과 정규분포와 유사한 형태의 탐지확률곡선식(박영만 등, 2009)에 기반한 탐지확률을 사용하는 두 가지 방법으로 다양한 형태의 대잠탐색 시뮬레이션을 수행하고, 그 시뮬레이션을 각도로 분석할 수 있는 실험 결과를 제공하도록 개발되었다.

## 2. 현황 분석 및 설계

최근 대잠작전의 대부분은 잠수함을 탐색하는 방법보다는 다양한 대잠 플랫폼을 기준으로 각 세력들을 조합하여 협동 대잠작전을 실시하는 협동성 측면에 초점이 맞춰져 있으며, 현장 지휘관의 의도가 큰 영향을 미치고 있다는 것을 조사 결과 알 수 있었다. 효율적인 대잠작전이 되기 위해서는 대잠함 단독 작전보다는 협동작전이 절실히 요구되지만, 세부적으로 보면 결국은 단일함정에 의한 대잠작전이 매우 중요하다는 것을 알 수 있었고, RIMPAC과 같은 연합훈련에서도 이 같은 사실을 찾아볼 수 있다. 따라서 HMS를 이용한 대잠탐색의 기본은 단함에 의한 구역탐색이 중요하다고 할 수 있으며, 대잠탐색시 의사결정에 도움을 줄 수 있도록 여러 가지 고려사항들이 반영된 효율적인 대잠 탐색패턴 개발이 필요하다.

### 2.1 탐색영역의 형태

대잠함의 임무에 따라 나타날 수 있는 탐색영역의 형태는, 대잠함이 보호/호송하는 주력체를 기준으로 주력체가 이동하는 방향에 따라 결정되어 질 수 있는 방사형 형태 또는 탐색방향 지정 방식, 적 잠수함의 이동로를 중심으로 일반적인 경비에 사용할 수 있는 사각형 형태, 최종적으로 알려진 잠수함의 실제 위치(datum, 이하 최종 접촉 소실점이라 함)를 알고 있을 때 사용할 수 있는 원형 형태 등 다양한 형태가 존재할 수 있다.

본 연구에서 사용한 탐색영역의 형태는 그림 1과 같이 원형과 정사각형 형태의 두 가지를 사용하였다. 원형의 탐색영역은 최종 접촉 소실점의 위치를 정확히 알고 있는 경우에 사용되는데, 이는 잠수함에 대한 최종 접촉 소실 시각부터 특정 시간동안 잠수함이 이동할 수 있는 최대 범위가 원형(FOC: Furthest On Circle)으로 나타나기 때문이다. 매개변수로 지정되는 탐색영역의 크기는 대잠함이 탐색을 시작할 시점의 FOC이며, 대잠함이 잠수함을 탐색하는 시간동안 잠수함의 이동 가능 범위 또한 넓어지도록 고려하였다. 정사각형의 탐색영역은 최종 접촉 소실점의 위치를 대략 아는 경우에 사용되는데, 이 경우에 나타나는 FOC는 그 형태가 단순하지 않기 때문에 잠수함의 이동 속도를 고려한 정사각형 형태로 정형화하여 사용하였으며, 그 크기 또한 매개변수로 지정된다.

### 2.2 대잠함의 기동

대잠작전에서 최종 접촉 소실점이 발생하지 않은 경우는 대잠경비, 최종 접촉 소실점이 발생한 경우에는 대잠탐색으로 구분할 수 있다. 대잠탐색에서 최종 접촉 소실점의 발생 여부와 경과시간 등은 중요한 요소 중의 하나로서, 최종 접촉 소실점이 발생된 이후 경과된 시간에 따라 대잠함의 대잠 탐색기동은 크게 달라질 수 있다.

본 연구에서 대잠함에 대한 기본 시나리오는 HMS 대잠함이 특정 지역에 존재하는 잠수함을 다양한 방법으로 탐색한다고 설정하였으며, 탐색영역 형태에 따라 대잠함의 탐색 시작위치를 두 가지로 구분하였다. 원형의 탐색영역을 사용하는 경우에 대잠함은 FOC 반경 거리의 특정 위치에서 탐색을 시작하여, 시뮬레이터에서 제공하는 탐색패턴 6가지 중에서 사용자가 선택한 패턴을 따라 기동하도록 하였다. 정사각형의 탐색영역을 사용하는 경우에 대잠함은 탐색영역 가장자리의 특정 위치에서 탐색을 시작하여, 시뮬레이터에서 제공하는 탐색패턴 8가지 중에서

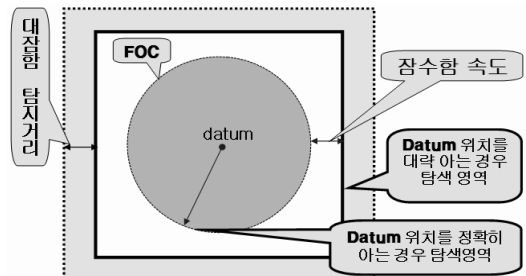


그림 1. 탐색영역의 모형화  
Fig. 1. Model of search area

사용자가 선택한 패턴을 따라 기동하도록 하였다. 또한 필요시 대잠함의 대잠 탐색경로를 사용자가 직접 지정할 수 있게 하였다.

### 2.3 잠수함의 기동

잠수함의 기동형태는 그 임무나 해양환경 및 현장 지휘관에 따라 다양하게 나타날 수 있어 잠수함의 기동형태를 정형화 시킨다는 것은 쉽지 않다.

본 연구에서의 잠수함 기동에 대한 시나리오는 잠수함이 임의 기동하는 것을 기본으로 하여, 잠수함의 기동형태를 다음과 같이 분류하였다. 첫째, 임무 수행을 위해 정지해 있는 경우 둘째, 회피 기동이 없는 임의 기동 셋째, 회피 기동이 있는 임의 기동으로 구분하여 사용자가 선택할 수 있도록 하였다. 잠수함의 회피 기동 형태는 전혀 알 수 없으므로 가장 일반적인 가정(대잠함과의 일정 거리 이상을 유지한다는 것)을 기본으로 하여 4가지의 가상적인 회피 기동 패턴을 구현하여 사용자가 선택할 수 있게 하였다. 또한 사용자가 잠수함의 기동경로를 직접 지정할 수 있는 기능도 제공하였다.

잠수함의 최초 위치는 매개변수로 지정되는 최종 접촉 소실점 정보에 따라 원형 또는 정사각형 탐색영역 내의 임의 위치에 존재하도록 하였다.

### 2.4 탐색 환경요소

대잠작전에서 작전해역의 해양환경은 대잠탐색에 영향을 주는 핵심적 요소이다. 해양환경은 해저지형, 지질, 염분, 수온, 해수 방향 등과 같은 다양한 요인들로 인해 복잡한 해양환경이 조성되어 탐지장비 및 탐지환경에 영향을 주기 때문에, 정확한 해양자료와 잘 검증된 음향모델들을 이용하여 해양특성을 분석하고 활용하여야 할 것이다.

본 연구에서는 다양한 해양환경 요인들을 반영할 수 있도록 연구되어져 있는 식 (1)과 같은 일반적인 능동형 소나방정식(Robert, 1983)을 사용함으로써 필요시 잘 검증된 음향모델과 해양 환경정보를 이용 가능하도록 고려하였다.

$$SE = SL + TS - 2TL - NL - DT + DI \quad (1)$$

SE : 소나 초과신호

SL : 음원강도(Source Level)

TS : 잠수함(표적) 음원 강도(Target Strength)

TL : 전달손실(Transmission Loss)

NL : 잡음레벨(Noise Level)

DT : 탐지 임계치(Detection Threshold)

DI : 수신방향 지수(Directivity Index)

또한, 본 연구에서는 실험의 간편성을 위해 대잠탐색이 동일한 지역에서 수행된다는 가정을 하고, 식 (2)와 같은 정규분포와 유사한 형태의 탐지확률곡선식(박영만 등, 2009)에 기반한 탐지확률(신성철 등, 2009)을 사용하였다.

$$P(d) = \exp \left[ -2 \left( \frac{\tilde{d}}{\beta(v_{own}, v_{tgt}) d_{max}} \right)^2 \right] \times \alpha \quad (2)$$

$P(d)$  : 탐지확률

$\tilde{d}$  : 탐색함과 잠수함과의 거리

$\beta(v_{own}, v_{tgt})$  : 상대 속도에 따른 탐지성능 증감률

$d_{max}$  : 소나 최대 탐지거리

$\alpha$  : 해양 환경영향에 따른 가중치

식 (2)의 상대 속도에 따른 탐지성능 증감률( $\beta$ )은 탐색함과 잠수함의 속도에 따라 발생하는 함정 자체소음이 탐지확률에 미치는 영향을 반영하기 위한 것으로  $0 < \beta \leq 2$  값을 갖도록 하였다. 소나 최대 탐지거리( $d_{max}$ )는 해양환경에 영향을 받으나 본 연구에서의 가정(동일한 지역에서 수행)에 의해 동일한 해양환경의 영향을 받으므로 소나 최대 탐지거리를 고정된 값으로 사용하였고, 대잠함의 최대 탐지거리보다 잠수함의 최대 탐지거리를 더 크게 설정하였다. 해양 환경영향에 따른 가중치( $\alpha$ )는 탐색지역의 SVP(Sound Velocity Profile)의 기울기를 이용한 가중치로서, 본 연구에서는 기울기가 양수, 음수, 0의 세 가지만 고려하여  $0 \leq \alpha \leq 1$  값을 갖도록 하였다.

### 2.5 HMS 운용전술

대잠탐색에서 잠수함을 효과적으로 탐지하기 위해서는 대잠 탐색패턴과 더불어 소나 운용전술 또한 중요한 요소 중의 하나라고 할 수 있다.

본 연구에서 대잠함은 HMS 외에도 TASS와 같은 대잠 탐색장비를 운용한다는 가정을 하고, HMS를 운용할 때는 능동(Active) 모드, 운용하지 않을 때를 수동(Passive) 모드로 구분하였다. 소나 운용모드에 따라 식 (2)의 소나 최대 탐지거리를 구분하여 설정하였으며, 소나 운용모드별 운용시간을 지정할 수 있도록 하였다.

### 2.6 대잠탐색에서의 효과 척도

대잠작전에 있어 그 효율성의 척도는 임무에 따라 여

러 가치가 존재할 수 있으나, 대잠탐색에서 사용되는 가장 일반적인 척도는 탐지율(신성철 등, 2008)일 것이다. 따라서, 본 연구에서는 기본적으로 탐지율을 시뮬레이션 결과로 제공하고, 더 나아가 여러 가지 상황분석을 위해 다양한 결과를 제공할 수 있게 하였다.

### 2.7 표적의 탐지

본 연구에서는 이산적 시뮬레이션을 수행하기 위해 모든 객체들이 1분(시뮬레이션 시간) 단위로 수행되도록 하였으며, 매개변수로 지정되는 소나 운용모드별 운용시간을 적용하도록 하였다. 또한, 실 작전에서와 같이 표적 접촉유지 시간을 고려하였는데, 대잠함의 경우에는 능동 모드에서 잠수함을 특정 횟수만큼 연속 탐색하였을 때 잠수함이 탐지된 것으로 하였고, 수동 모드일 때는 특정 횟수만큼 연속 잠수함이 탐색되면 능동 모드로 변환하도록 하였다. 잠수함의 경우에는 대잠함을 특정 횟수만큼 연속 탐색하였을 때 대잠함을 탐지한 것으로 하여 회피 기동과

같은 대잠함 탐지 후 행동을 수행할 수 있도록 하였다.

## 3. 시뮬레이터 개발

### 3.1 개발 환경

개발된 시뮬레이터는 Rational Rose를 이용한 시스템 분석을 하였으며(박영만 등, 2009), Visual Studio 6.0 C++와 Microelectronics and Computer Technology Corporation에서 개발한 CSIM18 시뮬레이션 라이브러리를 이용하여 객체지향으로 구현하였다. 개발된 시뮬레이터의 시스템 구성은 그림 2와 같다.

### 3.2 사용자 인터페이스

개발된 시뮬레이터는 사용자들이 다양한 형태의 대잠 탐색패턴에 대한 시뮬레이션을 수행하고 분석할 수 있게 하였다. 그림 3은 시뮬레이션 수행에 있어 기본적인 매개변수를 사용자가 선택/입력할 수 있게 하는 화면으로 최종 접촉 소실점에 대한 정보를 비롯한 대잠탐색 시뮬레이션에 관련된 환경정보, 대잠함/잠수함의 기동에 관련된 사항, 시뮬레이션 수행모드 등을 선택/입력할 수 있다. 또한, 탐색세력 수를 지정하여 복수 함정에 의한 대잠탐색을 수행할 수 있는 기능도 제공한다.

그림 4는 대잠함이나 잠수함의 이동경로를 사용자가 직접 지정할 때 사용되는 화면이다. 초기 위치를 지정하고, 그 지점으로부터 침로, 속력, 시간 등을 입력하여 다음

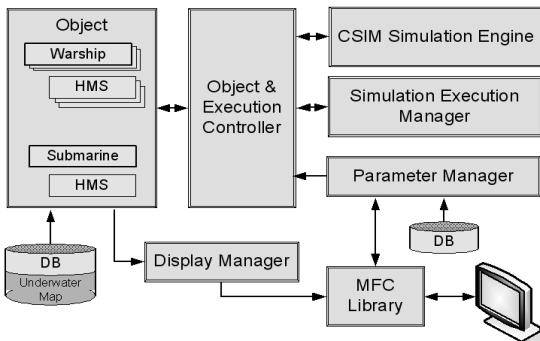


그림 2. 시뮬레이터 시스템 구성  
Fig. 2. Structure of the simulator system

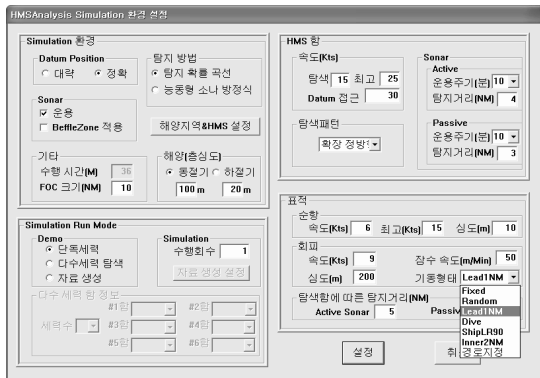


그림 3. 기본 매개변수 입력 화면  
Fig. 3. Input window of basic parameters



그림 4. 탐색/이동 경로 입력 화면  
Fig. 4. Input window of search/movement path

지점을 결정한다.

그림 5는 시뮬레이터에서 제공하는 사용자 인터페이스를 통해서 사용자가 선택/입력할 수 있는 모든 매개변수들을 트리 형태로 도식한 것이다.

개발된 시뮬레이터는 데모(Demo) 모드와 실행(Run) 모드로 구분하여 수행할 수 있다. 데모 모드는 사용자가 인터페이스를 통하여 설정한 매개변수 값으로 시뮬레이션이 수행되며, 그 수행 과정을 모니터링할 수 있는 모드이다. 실행 모드는 기본적으로 데이터베이스로부터 매개변수 값이 설정되나 사용자에게 의해 변경 가능하며, 설정된 시뮬레이션 수행횟수에 대한 시뮬레이션 결과와 그와 관련된 다양한 자료를 얻을 수 있는 모드이다.

### 3.3 시뮬레이션 수행

다양한 형태의 대잠탐색 시뮬레이션을 수행할 수 있게 개발된 시뮬레이터의 초기 화면은 그림 6과 같으며, 크게 3부분으로 구성되어 있다. 좌측 부분은 시뮬레이션에서 사용되고 있는 매개변수 값들을 출력하는 부분으로 시뮬레이션의 일반적인 환경, 대잠함/잠수함(표적)에 대한 정보, 시뮬레이션 수행모드 등의 정보를 제공한다. 우측상단 부분은 시뮬레이션이 데모 모드로 수행되는 경우 그 실행 과정이 출력되는 부분이고, 우측하단 부분에는 시뮬레이

션이 데모 모드로 수행되는 동안 변화되는 각종 상태 정보들이 출력되는 부분이다.

본 연구에서 사용된 지형자료는 National Geophysical Data Center에서 제공하는 자료를 사용하였다.

대잠함의 대잠탐색에서 가장 중요한 요소 중의 하나가 최종 접촉 소실점에 대한 정보이다. 따라서 본 연구에서는 최종 접촉 소실점 정보에 따라 탐색영역을 두 가지(정사각형과 원형)로 구분하였고, 총 14가지 탐색패턴(사용자가 대잠함/잠수함의 기동경로를 지정한 경우는 그림 7(a)와 유사)에 대한 시뮬레이션 수행 화면(신성철 등, 2008)을 그림 7과 그림 8에 각각 나타내었다. 이 그림에는 대잠함을 탐지한 잠수함이 사용자가 선택한 특정 회피기동을 수행한 과정을 포함하고 있다. 빨간색은 잠수함의 기동(또는 FOC)이고, 파란색은 대잠함의 기동을, 노란색은 대잠함의 탐색 예정경로를 나타낸다.

본 연구에서는 탐색영역이 정사각형인 경우에 시뮬레이터에서 제공하는 8가지 탐색 방법들 중 하나를 사용하여 최대 6척까지의 대잠함들에 의한 잠수함 탐색을 할 수 있도록 하였고, 탐색영역이 원형인 경우에는 시뮬레이터에서 제공하는 6가지 탐색 방법들 중에서 2가지 방법에 대해 최대 3척까지의 대잠함들에 의한 잠수함 탐색이 이루어 질 수 있게 구현하였다. 그림 9는 탐색영역이 정사각형인 경우에 4척의 대잠함들이 탐색영역을 4등분하여, 각 탐색영역에서 잠수함 탐색을 수행한 결과 화면이다.

### 3.4 시뮬레이터 검증

개발된 시뮬레이터는 [박영만, 2009]에서 개발된 프로토타입 시스템을 기반으로 현실성을 고려하여 개발되었다. [박영만, 2009]에서는 시뮬레이션 시스템의 유용성

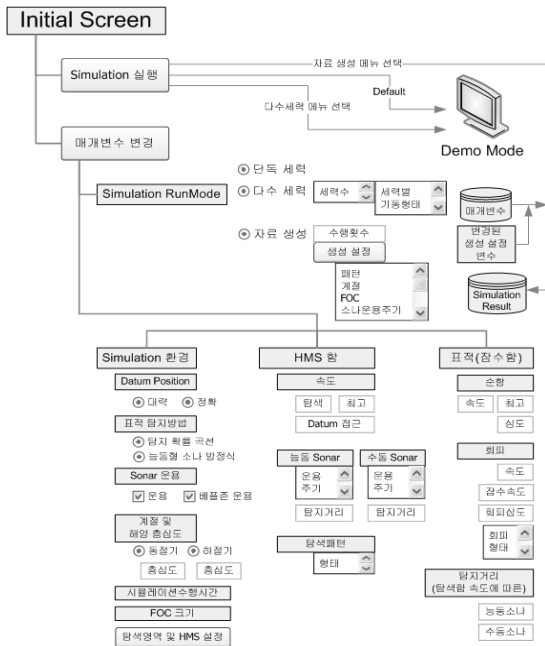


그림 5. 시뮬레이터의 메뉴 트리  
Fig. 5. Menu tree of the simulator

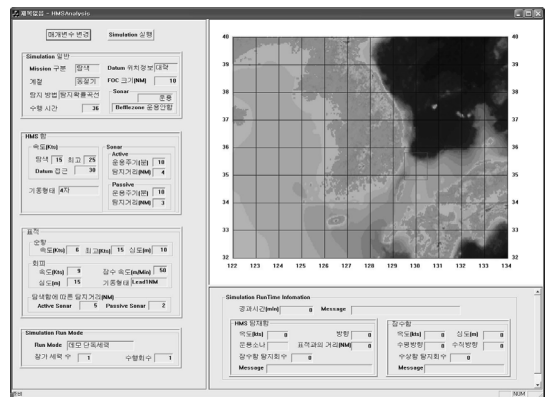


그림 6. 시뮬레이터 초기 화면  
Fig. 6. Initial window of the simulator

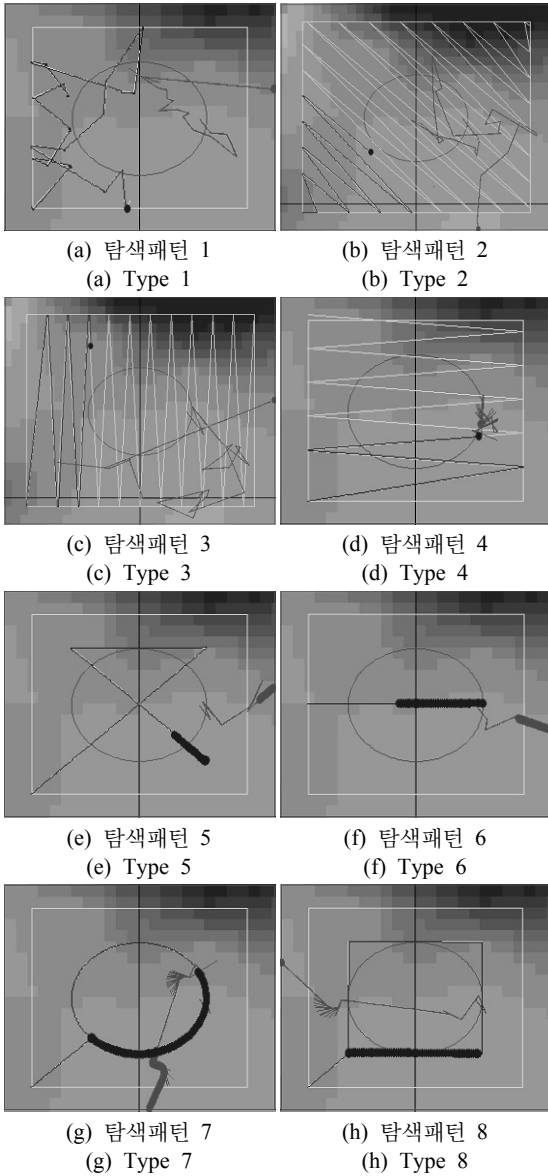


그림 7. 정사각형 탐색영역에서의 탐색 수행 화면  
 Fig. 7. Executed windows of search patterns in square search area

검증을 위해 이론적 탐지확률과 시뮬레이션 실험 값을 비교분석하였다. 분석 결과, 표 1에서와 같이 탐지율이 유사하게 나타남으로써 실제 시스템의 특성을 잘 표현하고 있다고 판단하였다.

본 연구에서는 현실성을 고려하기 위하여 실제 상황에서 발생될 수 있는 다양한 요인들이 반영된 탐지확률식(식2) 및 작전상황을 반영하여 개발하였다. 개발된 시뮬

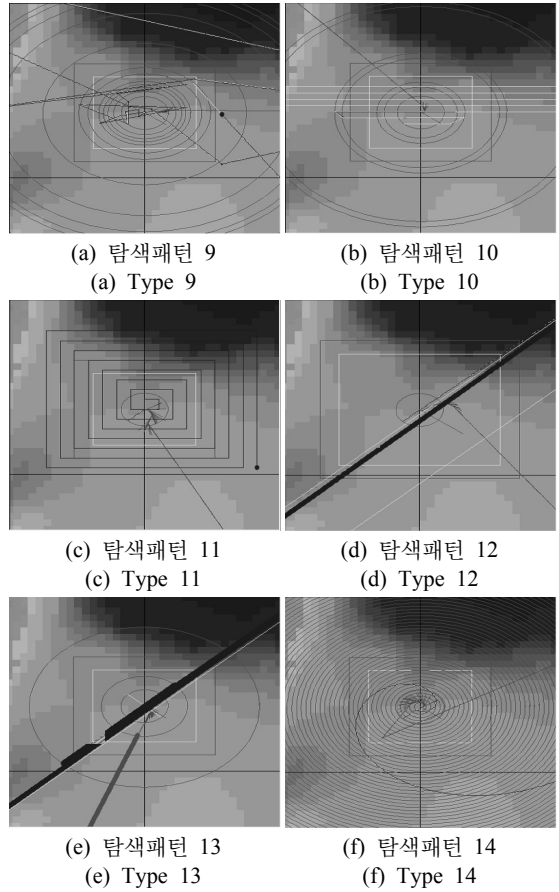


그림 8. 원형 탐색영역에서의 탐색 수행 화면  
 Fig. 8. Executed windows of search patterns in circle search area

레이터의 실험 결과는 실제 대잠작전 전문가들의 검증을 받았다.

### 3.5 시뮬레이션 결과자료 생성

개발된 시뮬레이터는 복잡한 대잠 탐색환경에서 수행될 수 있는 대잠 탐색패턴에 대한 분석을 할 수 있도록 하는 시뮬레이션 결과를 제공한다. 시뮬레이션에서의 결과자료 생성은 고정된 값을 가지는 매개변수(속도, 심도, 탐지거리 등)들과 변경되는 값을 갖는 매개변수(탐색패턴, 계절, 탐색영역의 크기, 소나 운용시간, 잠수함의 회피 기동 등)들을 조합하여 몬테카를로 시뮬레이션 결과를 제공한다. 시뮬레이션 결과로서 잠수함 탐지 횟수, 잠수함 탐지까지 소요된 시간, 잠수함이 탐색영역을 벗어난 횟수, 탐색영역 내에 있는 잠수함을 발견하지 못한 횟수, 최종

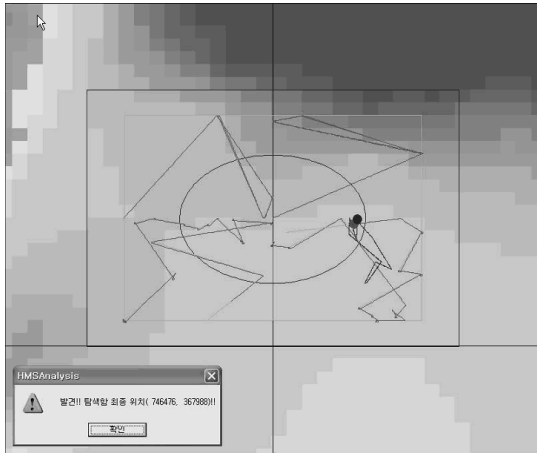


그림 9. 다수세력에 의한 대잠탐색 수행화면

Fig. 9. Executed window of anti-submarine search by multiple forces

표 1. 시뮬레이션 시스템의 유용성 검증 결과  
Table 1. Validation result of simulation system

탐색패턴 번호	FOC	이론적 탐지확률 값	시뮬레이션 탐지확률 값
1	20	0.698	0.609
3	30	0.846	0.973
4	30	0.846	0.975
5	30	0.541	0.544

잠수함과의 거리 및 방위 등을 포함한 다양한 자료를 제공한다. 그림 10은 500회의 시뮬레이션 수행 결과로 제공된 자료를 엑셀로 전환한 일부를 보여주고 있다.

개발된 시뮬레이터에서 사용한 시뮬레이션 라이브러리 CSIM18은 통계자료를 제공하는 기능이 있다. 그림 11은 각 경우별로 500회의 시뮬레이션을 수행한 결과에서 사건(잠수함 발견, 잠수함 도주, 잠수함 미발견) 발생시간(단위는 시뮬레이션 시간의 초)에 대한 통계자료(관측치, 최대, 최소, 평균, 분산, 표준편차 등)를 보여주고 있다.

#### 4. 결론

국내에서는 최근에 들어서야 HMS 관련연구를 시작하게 되었고, 이 일환으로 본 연구에서는 복잡하고 다양한 대잠 탐색환경에서 HMS 대잠함이 잠수함을 탐색하는데 사용할 수 있는 탐색패턴들을 분석할 수 있는 시뮬레이터를 개발하였다. 개발된 시뮬레이터는 대잠탐색에 영향을

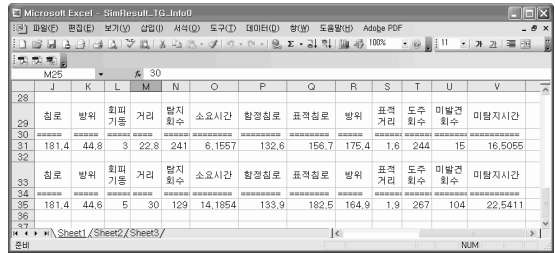


그림 10. 시뮬레이터에서 생성한 자료

Fig. 10. Simulation result is generated by the simulator

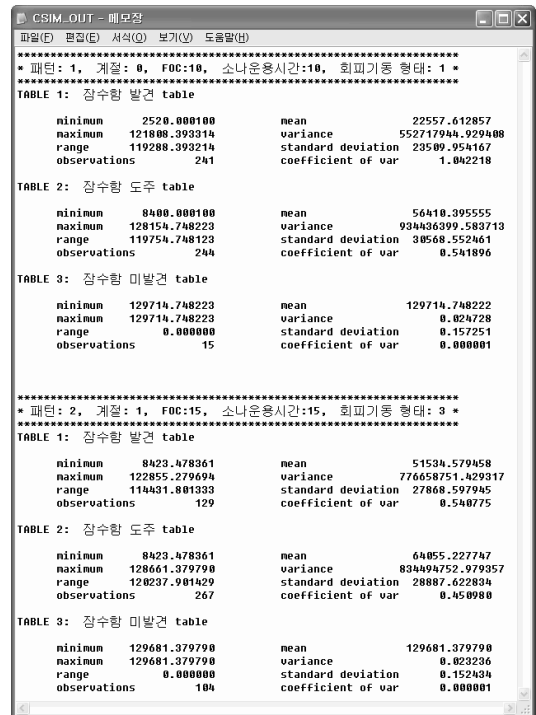


그림 11. 사건 발생시간에 대한 통계자료

Fig. 11. Statistical data for occurrence time of events

주는 요인들을 반영하고, 고정된 탐색패턴 14가지와 잠수함 기동형태 6가지, 그리고 사용자가 대잠함/잠수함의 기동경로를 지정할 수 있도록 하여 단독 또는 다수 세력에 의한 협동 대잠탐색 등, 다양한 대잠탐색을 시뮬레이션할 수 있도록 개발되었다.

또한, 개발된 시뮬레이터에서는 정규분포와 유사한 형태의 탐지확률곡선에 기반한 탐지확률과 일반적인 능동형 소나방정식을 사용할 수 있게 함으로써 실험의 간편성 및 차후 확장성을 고려하였다. 그렇지만, 본 연구의 목적을 대잠 탐색패턴 분석 및 대잠 전문분야 적용에 두었기

때문에 본 연구에서는 대략적인 해양환경 및 탐지확률을 사용하였고, 이런 경우 시뮬레이션 결과의 정확성이 다소 떨어질 수 있으나 HMS 운용전술을 발전시킬 수 있는 기반을 제공하였다.

차후 사용자 인터페이스 및 탐색패턴들을 추가 및 보완하고, 현실성 있는 해양자료와 잘 검증된 음향모델들을 활용한다면 특정 지역에서의 대잠작전 연구뿐만 아니라 HMS를 이용한 체계적이고 효율적인 대잠 탐색전술을 개발하고 발전시키는데 유용하게 활용될 수 있다.

### 참 고 문 헌

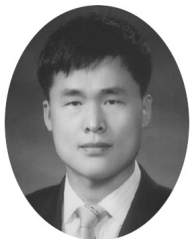
1. 김문환, 서주노, 박평중, 임세한, “유전자 알고리즘을 이용한 대잠 탐색패턴 최적화 기법 개발”, 한국군사과학기술학회지, 12(1), pp. 18-29, 2009년.
2. 류영우, “선저고정형 소나의 탐지성능 향상을 위한 빔 안
- 정화 빔형성 기법”, 한국군사과학기술학회지, 11(3), pp. 129-137, 2008년.
3. 박영만, 신성철, “수중 표적 탐색전술 분석용 시뮬레이션 시스템 설계 및 개발”, 한국해양정보통신학회 논문지, 13(12), pp. 2753-2758, 2009년.
4. 서운준, UML, ROSE, RUP, 가남사, 2004년.
5. 신성철, 서주노, 최봉완, 전재효, 박영만, 대잠 효과도 분석을 위한 HMS 운용전술에 관한 연구(3차 중간보고서), 국방과학연구소, 진해, pp. 34-48, 104-112, 2008년.
6. 신성철, 서주노, 최봉완, 전재효, 박영만, 대잠 효과도 분석을 위한 HMS 운용전술에 관한 연구(최종보고서), 국방과학연구소, 진해, pp. 35-53, 100-123, 2009년.
7. Mesquite Software Inc., User's Guide CSIM18 Simulation Engine, 1994.
8. Robert J. Urick, principles of underwater sound, 3d Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, pp. 17-29, 1983.



**신 성 철** (seochul@hanmail.net)

1983 전남대학교 계산통계학과 학사  
 1988 전남대학교 전산통계학과 이학석사  
 1995 전남대학교 전산통계학과 이학박사  
 1995~현재 해군사관학교 부교수

관심분야 : 트랜잭션 관리, 이동 컴퓨팅, 모델링&시뮬레이션



**박 영 만** (ymanpark@pusan.ac.kr)

1995 부산대학교 산업공학과 학사  
 1997 부산대학교 산업공학과 공학석사  
 2003 부산대학교 산업공학과 공학박사  
 2005~현재 해군사관학교 조교수

관심분야 : 시뮬레이션, 생산관리, 물류시스템