

# 소나와 무인기뢰처리기 정보를 활용한 기뢰전 체계 설계 방안

김 준 영<sup>°</sup>, 신 창 홍<sup>\*</sup>, 김 경 희<sup>\*\*</sup>

## A System Design Method of Mine Warfare Using Information for SONAR and MDV

Jun-young Kim<sup>°</sup>, Chang-hong Shin<sup>\*</sup>, Kyung-hee Kim<sup>\*\*</sup>

### 요 약

기뢰는 수중에 설치되어 수상함과 잠수함을 공격하기 위한 폭발물로서, 기뢰전은 해군의 여러 가지 성분작전 중에서 매우 중요한 작전 중 하나이다. 본 논문은 기뢰전 일반 개념에 대한 이해로부터 기뢰탐색작전 및 소해작전의 소개와 본문에서 소개 할 몇 가지 기능을 통한 전반적인 기뢰전 체계 설계 방안을 제안한다. 기뢰전 체계의 기능으로는 소나 영상정보로부터 아다부스트 기법을 활용하여 기뢰영역을 탐지하는 기능과 기뢰탐색작전 및 소해작전의 수행 시 각각의 진행률을 계산하는 기능, 소나로부터 수신한 기뢰 표적으로 무인기뢰처리기를 유도하는 기능 등이 있다.

**Key Words** : Mine Counter Measure, Mine Hunting, Mine Sweeping, Adaboost, CADCAC

### ABSTRACT

The naval mine is the explosives that are installed in the water in order to attack surface ships or submarines. So mine warfare is a very important component of naval operations. In this paper, first, understanding of the general concept about mine warfare. Second, introduce the mine hunting progress and mine sweeping progress. And then, suggest the system design method of mine counter measure warfare using several functions. The functions are mine area detection algorithm for side scan sonar image using Adaboost algorithm, and calculation to mine hunting progress rate and mine sweeping progress rate. And techniques that lead the mine disposal vehicle(MDV) to mine.

### I. 서 론

오늘날 첨단 과학 기술의 빠른 발달로 인해 무기체계<sup>[1]</sup>는 혁신적으로 발전하고 있다. 전쟁수행개념도 우주 및 사이버전까지 확대되어 C4ISR(Command, Control, Communications, Computers, Intelligence,

Surveillance and Reconnaissance) 체계를 중심으로 네트워크중심작전(Network Centric Warfare)<sup>[2]</sup>, 협동 교전능력(Cooperative Engagement Capability), 효과 기반작전(Effective Based Operations) 등으로 발전되었으며, 이에 따라 전장 환경 및 무기체계는 더욱 복잡해졌다. 이러한 상황에서 신뢰성 있게 운용되는 무

<sup>°</sup> First and Corresponding Author : LIG Nex1, junyoung.kim@lignex1.com, 정회원

<sup>\*</sup> LIG 넥스원(주), changhong.shin@lignex1.com

<sup>\*\*</sup> 방위사업청, kkh10805@naver.com

논문번호 : KICS2014-08-323, Received August 27, 2014; Revised November 4, 2014; Accepted November 4, 2014

기체계를 개발하기 위해서는 신뢰성 있는 소프트웨어의 개발이 필수 불가결한 요소이다<sup>3)</sup>. 효과 중심적 특성과 정보 및 인간중심적 전쟁수행개념의 변화를 실현하기 위해 무인무기체계에 대한 관심이 고조되고 있다.

기뢰는 적은 비용을 사용하여 다양한 방법으로 해양 지형에 관계없이 광범위하게 부설 할 수 있어 적에게 막대한 피해를 유발시킬 수 있을 뿐 아니라 해군 작전 중 심리적인 부담을 가중시켜 미래에도 지속적인 사용과 그에 따른 피해가 예상되는 저비용 고효율의 무기이다. 최근 기술의 발전에 따라 기뢰의 성능이 향상되고 복잡해짐에 따라 대기뢰전 수행 전력 및 대응 방안도 발전되어가고 있다. 이에 대응하기 위해 고성능화된 기뢰에 대응한 기뢰전 작전의 성숙을 위하여 기존 소해함에서 사용되는 소나(SONAR) 및 무인기뢰처리(Mine Disposal Vehicle) 등과 전술자료처리체계(Tactical Data System)의 체계 통합에 대한 성능의 개량이 절실히 요구된다.

본 논문은 기뢰 대항 작전을 지원하기 위한 체계의 기능으로 소나 정보를 이용한 컴퓨터 지원 탐색/식별(Computer Aided Detect/Computer Aided Classification) 알고리즘과 소나 탐지범위 혹은 소해구 폭 등을 이용한 기뢰탐색 및 소해 진행률 계산 알고리즘, 해저 접촉물에 대한 정밀 식별 정보를 축적하기 위하여 임무 수행 시 접촉한 해저 접촉물의 위치, 수심, 접촉물 종류, 사진, 동영상 등을 데이터베이스로 관리하고 분석하는 용도로 군에서 운용 중인 해미래체계 정보와의 비교 기능 및 무인기뢰처리기 유도 방안에 대한 전반적인 기뢰전체계 설계방안을 제안한다.

## II. 본 론

기뢰란 수상함 혹은 잠수함을 격침/손상 시키거나 해상 이동을 억제 할 목적으로 수중에 부설되는 폭발물을 말한다. 기뢰는 부설 위치, 부설 방식, 부설 목적에 따른 분류 등이 있다.

표 1. 기뢰 분류  
Table 1. Mine Classification.

Division	Classification		
Location	moored mine	submarine mine	floating mine
Method	contact mine	influence mine	controled mine
Purpose	attack mine	defense mine	protect mine

### 2.1 기뢰전 일반

기뢰전은 주요 항만 또는 항만 접근로에 부설된 적 공격 기뢰를 소해하거나, 적 잠수함의 침투 예상 해역에 보호 기뢰를 부설하여 적 잠수함의 활동을 저지함으로써 아군 함선의 통항 안전을 보장하는 작전으로 삼면이 바다인 대한민국의 특성 상 해상으로부터의 군수 지원 문제의 해결을 위해서도 전략적인 차원에서 크게 고려되어야 할 해군 성분작전이다.

기뢰전은 크게 기뢰 부설 작전과 기뢰 대항 작전으로 구분하며, 그 중 기뢰 대항 작전은 적 기뢰 부설 시도를 막고 기뢰 위협을 감소시키는 모든 작전을 아우른다. 이에 기뢰 대항 작전은 적의 기뢰전 위협을 사전에 차단하는 공격적 기뢰 대항 작전과 기뢰가 부설된 후에 대응하는 방어적 기뢰 대항 작전으로 분류된다. 본 논문에서는 기뢰 대항 작전 중 방어적 기뢰 대항 작전을 지원하는 체계에 대해 논한다.

기뢰 대항 작전은 모든 기뢰원에 대한 완전 소해를 목표로 계속 수행되어야 한다. 기뢰가 부설된 항구를 완전 소해 완료 후 항구를 개항하기란 사실상 불가능하므로, 평시에 주요 항구에 일정한 폭의 출입 항로를 선정하여 관리하고, 유사 시 최우선 개항해야 할 항로인 최단 소해 항로(Q-ROUTE)를 선정하여 관리한다. 이러한 최단 소해 항로는 주기적으로 탐색을 실시하여 자료를 수집 및 분석하고 관리하여야 한다.

### 2.2 기뢰탐색처리(Mine Hunting)

일반적인 기뢰탐색처리 절차는 접촉물의 탐색 및 탐지, 접촉물에 대한 식별/위치 결정, 기뢰 여부 확인, 확인된 기뢰에 대한 처리 단계로 나뉘며, 각각 소나와 무인기뢰처리기 등을 사용한다.



그림 1. 기뢰탐색처리 절차  
Fig. 1. Mine hunting procedure

#### 2.2.1 탐색 / 탐지

소나를 사용하여 해저 혹은 수중 물체를 구별하는 단계로 기뢰의 존재를 확인하기 위한 최초의 절차라 할 수 있다. 탐색 단계에서는 선체고정소나(Hull Mount Sonar)를 사용하여 전방 영역에 대해 탐색하며, 탐지 단계에서는 탐색된 접촉물을 대상으로 예인형 기체(Vehicle)에 장착된 전방감시소나(Forward Looking Sonar) 및 측면주사소나(Side Scan Sonar) 등을 사용하여 상세한 소나 영상 및 정보를 습득한다. 각각의 소나는 주파수의 변경을 통해 탐색 거리 등을

조절 할 수 있으며 소나의 상태 정보는 운용자화면에 전시된다.

제안하는 체계는 탐색 / 탐지 단계에서 소나로부터 표적 정보 및 영상 정보를 수신하여 전술화면 등에 전시하고 수신한 영상 정보를 바탕으로 컴퓨터 지원 탐지/식별을 수행하여 운용자에게 기뢰로 의심되는 물체를 표시하여 전시한다. 또한 소나의 탐지범위 정보를 사용하여 기뢰탐색 진행률을 계산하여 전시한다.

### 2.2.2 식별 / 위치 결정

소나로부터 수신한 접촉물이 유사 기뢰인지 판단하는 단계로 탐지된 접촉물의 크기, 모양 등이 기뢰와 유사한 특성을 보이면 유사 기뢰, 특성이 유사하지 않으면 비 기뢰로 분류한다. 접촉물이 유사 기뢰로 판정되면 해당 접촉물을 표적으로 등록하고 관리한다.

제안하는 체계는 해미래체계 데이터베이스의 정보를 전시하여 탐지된 접촉물이 유사 기뢰인지를 운용자가 판단하기 위한 지원 기능을 수행한다.

### 2.2.3 확인

유사 기뢰로 분류된 접촉물의 기뢰 여부 확인은 무인기뢰처리기나 폭발물처리반(Explosive Ordnance Disposal)을 활용한다.

제안하는 체계는 소나로부터 수신한 표적을 무인기뢰처리기 표적으로 지정하여 무인기뢰처리기를 확인할 표적까지 유도한다.

### 2.2.4 기뢰 처리

기뢰를 폭발시키거나 무력화하기 위해 계류 기뢰의 경우 무인기뢰처리기를 기뢰까지 유도한 후 폭발식절단기(Explosive Cutter for Pluto plus)를 계류선에 부착하여 계류선을 절단시켜 해수면으로 부상시키고, 해저 기뢰의 경우 무인기뢰처리기에 기뢰 제거용 폭탄(Charge Anti-mine for Pluto plus)을 장착하여 유도 후 해저에서 기뢰를 폭발시켜 제거한다.

제안하는 체계는 처리된 기뢰의 이력을 수집 물표 관리 기능을 통해 관리한다. 또한 데이터베이스 내보내기(Export) 기능을 통해 해미래체계 데이터베이스와 통합한다. 임무 종료 후 새로 수집되거나 갱신한 수중 접촉물과 기뢰전 환경 자료는 분석, 평가되어 다음 작전에 활용 할 수 있도록 관리 및 유지되어야 하며, 이러한 결과 자료는 기뢰 대항 작전 해도를 작성하는데 입력 자료로 활용되기 위해 데이터베이스화하여 관리하여야 한다.

## 2.3 기뢰소해(Mine Sweeping)

기뢰소해는 기뢰탐색처리와 별도로 소해구를 예인하여 기뢰 계류선을 절단하거나 기뢰를 폭발시키는 작전으로 크게 기계식 소해구를 사용한 소해와 복합식 소해구를 사용한 소해가 있다. 기뢰소해는 기뢰탐색처리보다 해양 환경적인 요소의 영향을 적게 받으며, 기뢰를 탐지/식별하지 않고도 기뢰 센서를 작동시킴으로써 제거 할 수 있다는 장점이 있다.

기계식 소해구는 계류 기뢰 소해구를 예인하여 기뢰 계류선을 절단한다. 계류선이 절단된 계류 기뢰는 수면으로 부상하게 되므로 함을 안전해역으로 이동시킨 후 발칸포 등을 사용하여 제거한다.

복합 기뢰 소해는 여러 가지 센서를 복합적으로 갖춘 기뢰에 대응하기 위한 소해 방법으로 자기, 음향, 압력 소해구 중 두 가지 이상을 복합하여 예인하여 복합 기뢰의 센서를 감응시켜 제거하는 방법이다.

제안하는 체계는 소해구의 폭을 기반으로 소해 진행률을 계산하여 운용자화면에 전시하는 등의 기뢰소해 작전을 지원한다. 복합식 소해구의 경우 연동을 통해 전투정보실(Combat Information Center) 내에서 소해구의 자기, 음향 등이 조절 가능하도록 설계 되어야 한다.

## 2.4 소나 정보 수신

수중에서는 전파가 잘 통과하지 못하므로 수중에 있는 물체를 탐색 할 시에는 전파 대신 음파를 송신하여 물체로부터 반사되는 음을 수신함으로써 위치를 탐색한다. 소나를 사용하여 기뢰탐색 시 송신된 음파가 수중의 음향 환경에 의해서 굴절, 반사, 산란되어 물체에 도달 후 다시 돌아오게 되는 수중 환경의 특성에 의해 탐지 거리 및 수심, 영상의 선명도 등이 결정되므로 수중 음향 환경이 대단히 큰 영향을 미친다. 기뢰전 수행 시에 작전의 목적과 방법, 단계에 따라 선체고정소나, 전방감시소나, 측면주사소나 등을 사용한다.

제안하는 체계에서는 각 소나의 콘솔로부터 기점되는 표적 정보와 소나의 상태 정보를 수신하여 체계 내에서 관리하고 운용자화면에 전시하며, 각각의 소나 영상을 수신하고 운용자가 선택한 영상 정보를 전시 및 저장한다.

## 2.5 컴퓨터 지원 탐색/식별

본 장에서는 현대 기뢰전의 요구 사항인 무인화(Unmanned) 중 무인 탐지 및 식별 기능을 제공하기 위해 소나의 영상으로부터 기뢰를 검출하여 기뢰탐색

작전 중 운용자에게 검출된 기뢰 영역의 위치 정보와 영상 정보를 제공하는 방법에 대하여 기술한다. 소나 영상으로부터 기뢰를 검출하기 위하여 제안되었던 기존의 연구로는 신경회로망(Neural Network)을 이용하는 방법과 Eigen-analysis 방법<sup>[5]</sup>, Spectral Clustering 방법<sup>[6]</sup>, Adaboost 방법<sup>[7]</sup> 등으로 다양하나 제안하는 체계에서는 기뢰 검출 방법으로 Adaboost를 사용하였다. Adaboost는 영상 내의 거대한 특징 집합으로부터 중요한 작은 특징 집합을 선택하여 연산량을 줄이는 방법으로 Haar-like 특징 추출 단계에서 생성된 특징 계수를 이용하여 빠르고 정확하게 학습된 이미지와 유사한 영역을 검출한다.

제안하는 체계에서는 측면주사소나로부터 좌현, 우현 방향의 Binary 데이터를 받아 영상으로 전시하고 운용자가 기뢰탐색/식별 기능을 활성화 시키면 검출기를 사용하여 기뢰 검출을 수행한 후 적색 사각형으로 표시한다. 운용자는 검출 할 기뢰의 크기를 입력 할 수 있다. 컴퓨터 지원 탐색/식별 기능으로 검출된 기뢰는 운용자의 판단을 거쳐 시스템 표적으로 생성된다. Fig. 2는 제안하는 체계에 적용된 컴퓨터 지원 탐색/식별 기능의 시뮬레이터 화면이다.

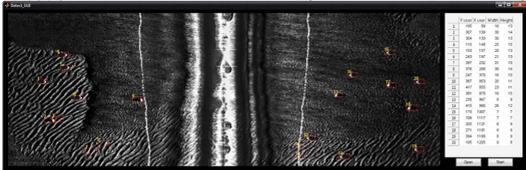


그림 2. 컴퓨터 지원 탐색/식별  
Fig. 2. Computer Aided Detection and Computer Aided Classification(CAD/CAC)

2.5.1 Adaboost 학습

Fig. 3, 4는 제안하는 체계에서 적용한 기뢰 검출기를 만들기 위한 샘플 영상으로 전경 영상과 배경 영상의 비율은 1:10으로 학습하였다.

2.5.2 기뢰 검출 및 판정

학습된 검출기를 사용하여 검출된 기뢰 후보 영역의 픽셀 값을 조사하여 기뢰로 판정이 되면 표시하여 전시한다. 소나 영상에서 확인 할 수 있는 기뢰의 영역은 밝게 표시되는 기뢰의 몸체 부분과 몸체 때문에 발생하는 그림자 영역으로 나뉘는데, 이를 이용하여 검출된 후보 영역 내 픽셀 값들의 최대값과 최소값을 구한 후 아래 식과 같이 판정한다.

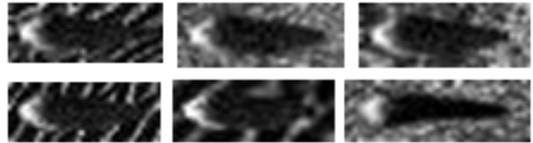


그림 3. 전경 영상  
Fig. 3. Foreground Image

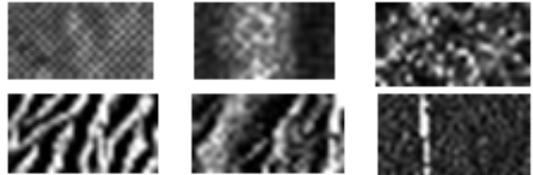


그림 4. 배경 영상  
Fig. 4. Background Image

$$if \begin{cases} \max \text{ value} - \min \text{ value} > \tau & - \text{ true} \\ \text{other} & - \text{ false} \end{cases} \quad (1)$$

$\tau$ 는 실험을 통해 235로 결정하였으며  $\tau$  값이 235 이하인 경우 해당 후보는 기뢰가 아닌 것으로 판정하여 전시하지 않는다.

2.6 기뢰탐색 및 소해 진행률

기뢰탐색 및 소해 임무 구역은 삼각형 이상의 다각형 형태로 작도된다. 작도된 임무 구역은 운용자가 설정한 소통로 개수 또는 소통로 폭 정보를 이용하여 여러 개의 소통로로 나뉜다. 운용자가 소통로 개수를 설정하면 동일한 폭으로 소통로를 생성하고 소통로 폭을 입력하면 설정된 폭으로 소통로를 생성한다. 기뢰탐색 및 소해 임무는 저속으로 매우 저속으로 수행되며 각각의 구역 별로 나뉘어 진행되기 때문에 소통로 별로 각각 진행률 계산이 필요하다.

제안하는 체계에서는 기뢰탐색 및 소해 진행정보를 계산하여 운용자화면에 전시한다. 전시되는 진행정보로는 기뢰탐색 및 소해 진행률, 완료 예상 시간, 예상 잔여 시간 등이 있다.

2.6.1 설정 정보 입력

운용자가 임무 수행 전 기뢰탐색 및 소해 구역의 위/경도 정보, 소통로 폭, 또는 개수, 임무 시작점 등을 설정하면 작도된 구역에 따른 소통로의 영역 및 각 소통로에 대한 기동 예상 지점을 산출한다. 소해함이 구역에 진입하여 임무가 시작되면 함의 기동 정보를 이용하여 소통로 진입 및 임무 수행을 지속적으로 모니터링 하며 자함의 속도를 이용하여 진행률, 임무 잔여 시간 및 예상 완료 시간을 산출하여 운용자화면에 전

시한다.

2.6.2 소통로 정보 산출

제안하는 체계에서는 기뢰탐색 및 소해 진행 정보를 산출하기 위하여 작전 구역을 1000개 이상의 단위 영역으로 세분화하고, 단위 영역의 중심이 운용되는 소나의 탐지 범위 내에 포함되면 해당 영역에 대한 임무 완료로 판단하고 기뢰탐색 진행률을 갱신한다. 소해 진행률도 동일하게 단위 영역이 소해구의 범위 내에 포함되면 해당 영역에 대한 임무 완료로 판단한다.

2.6.3 임무 진행 확인

Fig. 5와 같이 점진 영역을 임무가 진행된 범위라고 가정하면 O 표시의 단위 영역처럼 중심이 임무 진행 범위 내에 존재하는 경우 해당 영역은 임무 완료로 판단하며 기뢰탐색 및 소해 진행 관련 정보를 갱신한다.

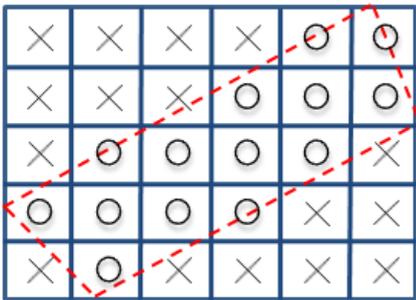


그림 5. 완료된 영역 확인  
Fig. 5. Check for completed in progress area

2.6.4 임무 진행 정보 산출

Fig. 6과 같이 전방으로 선체고정소나 또는 전방감시소나의 탐색 구역이 형성되고, 좌우 방향으로 측면 주사소나의 탐색 구역이 형성된다. 함의 이동에 따라

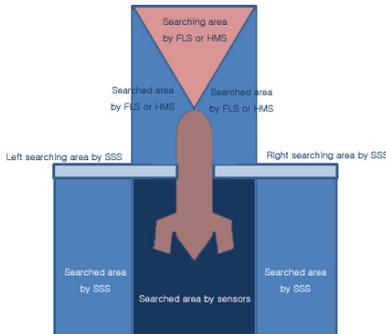


그림 6. 소나별 탐색 영역  
Fig. 6. Sonar coverage

각 방향별 탐색 구역이 지나가는 영역이 발생하게 되고 해당 영역은 탐색이 완료된 구역으로 판단하게 된다. 다함 소해 시에는 다함 소해에 참여하는 각 소해함의 정보를 임무 설정 시 입력한 후 항해레이더 등에서 탐지되는 타함의 기동 정보를 이용하여 임무에 참여한 모든 소해함의 임무 완료 구역을 합산하여 기뢰탐색 및 소해 진행 정보를 산출한다.

기뢰탐색 및 소해 진행률 계산은 식(2)를 사용하여 산출된다.

$$P = \left( \frac{N_i + \sum_{k=i+1}^T \alpha_k}{N_T} \right) \times 100(\%)$$

$$\alpha_k = \frac{u_p}{u_T}$$

- P: 진행률
- $N_i$ : 완료된 소통로 수
- i: 진행 중인 소통로, 단위 구역 번호
- T: 전체 소통로, 단위 구역 개수
- $\alpha_k$ : 미완료 소통로의 진행률
- $u_p$ : 진행된 단위 구역 개수
- $u_T$ : 소통로에 포함된 단위 구역 개수
- $N_T$ : 전체 소통로 수

소나의 탐지 범위가 소통로 폭보다 큰 경우에 인접한 소통로를 지나면서 단위 구역이 2회 이상 소나의 탐지 범위에 포함 될 수 있다. 이 경우 첫 회에만 진행 정보가 갱신되고, 두 번째부터는 탐지 범위 내에 포함되더라도 진행 정보를 갱신하지 않는다. 다함 소해 시에도 마찬가지로 각 소해함의 임무 완료 구역 중 중복된 구역에 대해서는 최초 소나 탐지 범위에 포함되는 시점에만 기뢰탐색 및 소해 진행 정보를 갱신한다.

제안하는 기뢰탐색 및 소해 진행률의 계산 방법은 군에서 사용하는 기존 수식으로 계산하는 방법과 제안하는 체계에서 개발된 방법을 해상 운용시험평가 시에 비교 분석하여 검증한다.

2.7 해미래체계 데이터베이스 비교

해미래체계는 평상 시 주요 항구의 최단 소해 항로 탐색 시 확인된 해저적층물의 정보를 데이터베이스화한 전술 프로그램으로 기뢰전 환경 분석을 통한 기뢰대항작전 계획 수립을 지원하기 위한 한국형 기뢰전 환경 모델(K-MEDAL)의 개발 및 통합으로 기뢰전 수행에 있어 필요한 해양 환경 정보 및 기뢰 정보를 제공한다.

제안하는 체계는 해미래체계 데이터베이스로부터

정보를 받아 체계 내 수집 물표로 관리한다. 해당 정보는 작전 수행 중 소나로부터 수신되는 수중 접촉물을 기뢰 여부로 판단하는 단계에서 수신된 정보와 크기, 위치 등이 비교되며 운용자는 비교된 정보를 바탕으로 기뢰 여부를 판단한다.

2.8 무인기뢰처리 유도

무인기뢰처리기는 기뢰탐색처리 작전 시 접촉물이 기뢰인지 확인하고, 기뢰로 확인된 표적을 무력화 또는 제거하기 위해 사용된다.

제안하는 체계는 소나로부터 수신한 표적 정보로부터 방위 및 거리 등을 계산하여 무인기뢰처리를 유도하는 기능을 수행한다. 이때의 표적은 운용자가 무인기뢰처리기 표적으로 지정한 표적이다. 또한 무인기뢰처리기 체계로부터 무인기뢰처리기의 위치 정보 및 부착된 카메라의 영상 정보를 수신하여 운용자 화면에 전시함으로써 실시간 무인기뢰처리기 유도 진행 상황에 대한 정보를 제공한다.

2.8.1 센서 위치 보정

무인기뢰처리기 유도 과정에서의 정확도는 소나로부터 수신한 표적 위치의 정확도와 무인기뢰처리기의 위치를 포착하는 센서의 정확도로 구분할 수 있으며, 자함 중심을 기준으로 설치된 센서의 위치를 보정하여 그 신뢰도를 높인다.

2.8.2 방위/거리 계산

제안하는 체계에서는 소나로부터 수신정보를 포함하여 X, Y, Z 좌표로 수신되는 표적과 무인기뢰처리기의 위치를 자함의 선수 방위와 무인기뢰처리기의 선수 방위를 기준으로 하여 각각 자함과 무인기뢰처리기 간의 방위/거리, 자함과 표적 간의 방위/거리, 무인기뢰처리기와 표적 간의 방위/거리로 계산하여 변환한다.

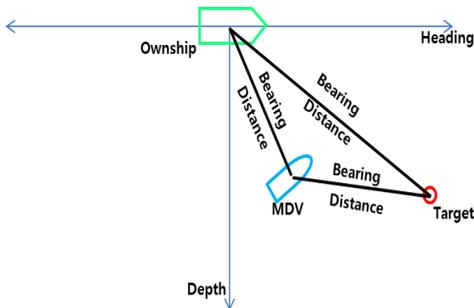


그림 7. 수직 좌표  
Fig. 7. Vertical coordinates

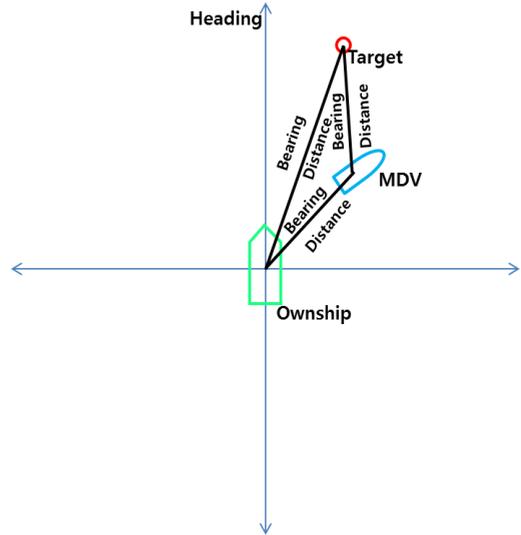


그림 8. 수평 좌표  
Fig. 8. Horizontal coordinates

방위/거리는 Fig. 7~8과 같이 수평과 수직 방향 각각으로 계산되며, 계산된 방위/거리 정보를 1Hz 주기로 무인기뢰처리기 체계로 전송한다.

III. 결 론

본 논문에서는 해군 성분 작전 중 핵심 작전이라 할 수 있는 기뢰전에 대해 소개하고 노후화된 소해함의 성능 개량에 대한 요구에 따라 기뢰전 임무 수행을 위한 핵심 연동대상장비들을 통합하는 전술자료처리 체계의 설계를 위한 몇 가지 기능에 대한 방안을 제시하였다.

핵심 연동대상장비인 소나의 성능 향상 및 무인기뢰처리기의 발전에 따라 각각의 장비로부터 수신하는 연동 정보를 더 효과적으로 적시 적소에 활용하는 것은 기뢰전을 지원하는 체계로써 큰 의미를 지닌다.

제안하는 체계에서는 각 장비로부터 수신된 영상 정보와 표적 정보 등의 연동 정보를 활용하여 기뢰전 수행을 지원하기 위해 컴퓨터 지원 탐색/식별을 통한 기뢰 표적 생성 기능을 적용하였고, 자함에서 운용 중인 각각의 소나에 대한 탐지 범위 정보 및 동시 작전 수행 중인 타함의 기동 정보를 사용하여 진행률, 잔여 예상 시간 등의 기뢰탐색 및 소해 진행 정보 산출 기능, 소나로부터 수신한 정보를 바탕으로 운용자가 지정한 표적으로 무인기뢰처리기를 유도하는 기능을 적용하였다.

전술자료처리체계에서 관리하는 데이터베이스는 입/출력(Import/Export) 기능을 통하여 군에서 활용하고 있는 해미래체계의 데이터베이스와 통합된다. 통합된 수중 접촉물의 정보는 비교 및 분석되어 군에서 차기 작전을 위해 기뢰대항작전 해도를 작성하는데 입력 자료로 활용된다. 또한 체계 내에서는 관리하는 수집 물표와 임무 수행 시 소나로부터 수신되는 정보를 비교하여 운용자에게 크기, 위치 등 비교 정보를 제시한다. 해당 기능은 수중 접촉물의 기뢰 여부 판정 시에 운용자의 판단을 돕는다.

각종 연동대상장비의 정보를 통합하는 전술자료처리체계는 체계의 생존성 및 정보 보호 방법에 대한 설계 외에도 최신 기뢰에 대응 가능하도록 발 빠르게 발전하는 소해 장비의 정보들을 체계 내에서 유용하게 활용 할 수 있도록 설계 시 하드웨어 및 소프트웨어 측면에서 추후 체계가 확장되기 원활하도록 확장성이 고려되어야 한다. 또한 체계에 적용 가능한 최신 알고리즘의 지속적인 연구 및 적용 시험을 통해 기뢰전을 지원하는 체계로서의 성능 개선이 필요하다.

References

[1] D. W. Kim, "Operation of tactical data-link between weapon systems and interoperability test and evaluation," in *Proc. KICS Int. Conf. Commun. 2012 (KICS ICC 2012)*, pp. 452-453, Yongpyong, Korea, Feb. 2012.

[2] H. S. Kim, "A study on the defence IT survey and the acquisition method of IT technology," in *Proc. KICS Int. Conf. Commun. 2014 (KICS ICC 2014)*, pp. 495-496, Yongpyong, Korea, Jan. 2014.

[3] K. B. Kim, "On software reliability engineering process for weapon systems," *J. KICS*, vol. 26, no. 4, pp. 305-428, Mar. 2011.

[4] K. H. Kim, "Performance analysis of navigation and sonar system for unmanned mine disposal system," *J. Ships and Ocean Eng.*, vol. 51, pp. 47-55, Jun. 2011.

[5] P. Viola and M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features," *Computer Vision and Pattern Recognition 2001(CVPR 2001)*, pp. 511-518, Kauai, USA, Dec. 2001.

[6] R. Lienhart and J. Maydt, "An extended set of

Haar-like features for rapid object detection," *Int. Conf. Image Process.(ICIP2002)*, pp. 900-903, Rochester, USA, Sept. 2002.

[7] R. Lienhart, A. Kuranov, and V. Pisarevsky, "Empirical analysis of detection cascades of boosted classifiers for rapid object detection," *DAGM'03, 25th Pattern Recognition Symp.*, pp. 297-304, Madgeburg, Germany, Sept. 2003.

김 준 영 (Jun-young Kim)



2010년 2월 : 홍익대 전자전기 공학부 졸업  
 2012년 2월 : 홍익대 전기제어 과 석사  
 2012년 2월~현재 : LIG백스원 선임연구원  
 <관심분야> 함정전투체계, 영상처리, 인공지능

신 창 흥 (Chang-hong Shin)



2000년 8월 : 영남대 전기전자 공학과 졸업  
 2002년 8월 : 경북대 전자 공학과 석사  
 2004년 8월 : 경북대 전자공학 과 박사수료  
 2011년 8월~현재 : LIG백스원 선임연구원  
 <관심분야> 전자공학, 통신공학, 수중음향학

김 경 희 (Kyung-hee Kim)



1994년 : 임관  
 2002년 2월 : 연세대 컴퓨터공학 석사  
 2013년 2월 : 광운대 소프트웨어공학 박사  
 2007년~현재 : 방위사업청 <관심분야> 상호운용성, C4I 체계, NCW기반 지휘통제체계