

# 차기구축함 전투관리체계에 통합된 전술데이터링크 기반의 한국형 기동함대 통제 HCI 설계에 관한 연구

송하석\*

## A Study on HCI Design based on Tactical Data Link integrated in KDDX Combat Management System for Korean-Type Mobile Fleet Control

Ha-Seok Song\*

**요약** 해군 함정은 고속함, 호위함, 구축함, 상륙함 등 다양한 클래스로 구성되어 있다. 함대 레벨의 기동작전 시 다양한 클래스의 함정이 작전에 포함될 수 있으며, 기함은 소속된 기동함대 세력에 대한 작전 수행 권한을 가진다. 기동 함대에 소속된 함정 간 통신 수단으로는 음성망, 문자망, 전술데이터링크 망 등 다양한 통신 수단이 존재한다. 기존 함대 레벨의 기동작전은 음성과 문자망 위주로 수행되었으며, 전술데이터링크는 함정 간 전술정보 공유를 위주로 사용되었다. 본 연구는 함대 기동작전 시 차기구축함과 같은 기함의 작전통제를 위한 능력 확보를 위해 함정 간 통신 수단인 전술데이터링크를 기반으로 함대레벨의 작전통제를 위한 HCI를 설계하고자 하였다. 최근 해군 함정은 함정에 탑재된 센서, 무장 및 전술데이터링크 운용이 전투관리체계에 통합된 형태로 개발되고 있으며, 본 연구도 전투관리체계에 통합 개발된 전술데이터링크를 기반으로 HCI를 설계하였다. 본 연구를 통해 기동함대 작전 시 전투관리체계 운용자의 전술데이터링크 운용 효율성을 확보하고, 기동함대 사령관 및 작전요원의 전장상황인식 능력을 향상시키고자 하였다.

**Abstract** The naval ship consists of a variety of classes, including patrol, frigate, destroyer and landing ship. There are various means of communication between combat ships belonging to the mobile fleet, including voice network, text message network and tactical data link. The operation at the existing mobile fleet level was conducted mainly on voice and text message, and tactical data link were used mainly to share tactical information between combat ships. This study intended to design HCI for commander like as KDDX of fleet level based on tactical data link, a means of communication between ships, to secure operational control of the mobile fleet. Recently, naval ships have been developed in the organization of various sensors, weapons and tactical data links integrated into the combat management system, and this study also designed the HCI based on the tactical data links integrated in the combat management system. The purpose of this study was to secure the operational efficiency of the tactical data link based on the combat management system in operation of the mobile fleet, and to improve the capability of the fleet commander to recognize the battlefield situation awareness.

**Key Words** : Combat Management System, Combat Ship, Human Computer Interaction, Mobile Fleet, Situation Awareness, Tactical Data Link

\*Naval R&D Center, Hanwha Systems (haseok.song@hanwha.com)

Received September 11, 2019

Revised October 6, 2019

Accepted October 10, 2019

## 1. 서론

해군 함정은 전시/평시 상황에서 책임해역 감시 및 방어, 해양통제권 확보 및 해양교통로 보호 등 다양한 임무 수행을 위한 전력으로 운용되며[1], 각각의 임무 수행에 필요한 센서, 무장 및 전술데이터링크 체계를 탑재한다. 해군 함정은 해역함대 운영 시 해양방위권역 (EEZ) 내에서 작전을 수행하게 되며 대공/대유도탄전, 대함전, 대잠전, 대지전, 전자전 등을 수행한다. 또한, 기동부대 증원전력으로 운영[2]될 시에는 기동부대의 핵심 자산을 보호하기 위해, 기동부대의 최전방 경계진을 구성하여 기동함대의 위협이 되는 적 항공기, 대함유도탄, 수상세력, 잠수함에 대한 감시, 경보, 추적 및 요격 등의 임무를 수행한다.

전투함의 주요 임무 수행은 함정의 지휘소인 전투지휘실에서 이루어지며, 전투관리체계는 전투지휘실의 각종 임무 수행을 지원하는 핵심체계로 운용된다. 함정에 탑재되는 전투관리체계는 복합적인 전장상황 하에서 신속 정확한 판단을 위해 센서, 무장 및 전술데이터링크 체계를 통합하여 전술상황을 평가하고, 효과적인 무장할당 및 교전을 수행하는 자동화된 무기체계이다. 최근의 함정은 전투관리체계를 중심으로 다종의 센서, 무장 및 전술데이터링크 체계가 연동 및 통합 운용되고 있으며, 전투관리체계의 성능이 전투함의 능력을 극대화할 수 있는 핵심요소가 되고 있다[3]. 또한, 최근의 전투함은 각각의 전투성능도 중요하지만 지리적으로 분산되어 있는 모든 전력을 네트워크로 연결하여 작전요소를 실시간으로 공유함으로써 신속한 지휘결심과 효과적인 타격을 수행하는 네트워크 중심전으로 발전하고 있다. 네트워크 중심전은 센서, 교전 및 정보 격자망 이론으로 구성되며 이를 통해 적시에 정확한 의사결정과 하달을 가능하게 하고, 센서와 무기체계들을 연결하여 표적식별 즉시 타격이 가능하게 한다[4].

최근의 수상함은 각 플랫폼의 단독작전 외에도 다국적 함대와의 연합작전 및 육해공 세력과의 합동작전을 위한 역할이 강조되고 있으며, 특수작전이나 임무 수행을 위해 다수의 함정이 동일한 임무를 수행하는 기동부대 증원전력으로 운용되고 있다. 기동부대는 특수작전이나 임무 수행을 목적으로 단일지휘관 아래 편성되

는 임시적인 단위대의 결합체 및 특정된 과업완수를 위하여 기동함대사령관 또는 상급부서 지시에 의하여 편성되는 함대의 한 구성부대로 정의하고 있다[4]. 따라서 기동함대는 계속적인 임무수행을 담당하는 함정 및 관련세력으로 편성된 기동지휘 조직으로서 각각의 분산된 전력을 네트워크로 연결할 수 있는 통신 수단이 필수적이다.

함정 간 통신 수단으로는 음성망, 문자망, 전술데이터링크 망 등 다양한 통신 수단이 존재한다. 기존의 국내개발 전투함의 경우 함대 레벨의 기동작전은 음성망과 문자망 위주로 수행되었다. 음성망이나 문자망을 이용하여 기동함대를 지휘하는 경우 운용자의 개입이 필수적이기 때문에 전술정보의 자동 공유가 어려우며, 전투관리체계와의 연동불가로 인해 실시간 작전 수행에 어려움이 존재하였다. 반면 함정에 탑재되는 전술데이터링크 체계는 운용자가 전술작전을 수행하는데 필요한 전술자료를 실시간 및 근실시간으로 전술데이터링크 망에 가입된 함정 간 교환 가능하게하며, 이를 기반으로 함대 레벨의 공통된 전장상황인식을 통한 정보 우위를 기반으로 전투력 상승효과를 창출한다. 하지만 전술데이터링크는 기 정의된 메시지 기반으로 함정 간 전술정보 공유를 위주로 운용되었기 때문에 기동함대 지휘를 위한 용도로 사용하기에 어려움이 존재하였다.

본 논문에서는 향후 해군의 주력 전투함인 차기구축함이 해군의 작전 상황에 따라 기동부대 기함으로 운용 시 수행 가능한 전술데이터링크 메시지를 분석하고 이를 전투관리체계에 적용할 수 있는 방안에 대해 고찰해보고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 국내개발 전투함에 주력으로 운용되는 전술데이터링크의 개요와 기동함대 운용 시 적용 가능한 메시지에 대해서 분석한다. 3장에서는 분석된 메시지를 기반으로 구성 가능한 HCI 설계방안을 수립하고 4장에서는 HCI 설계 결과에 따른 시뮬레이션 및 결과를 분석한 후 기존 HCI와 비교한다. 5장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

## 2. 수상함 전술데이터링크 운용

### 2.1 전술데이터링크 개요

전술데이터링크는 미 국방부 합참 군사용어집에서 “디지털 정보 전송에 적합한 표준화된 통신링크이며, 전술정보 교환을 위해 하나 이상의 통신구조와 통신 매체를 경유하여 2개 이상의 C2체계 또는 무기체계와 인터페이스를 갖는다”라고 정의되어 있다. 즉, 전술데이터링크는 센서체계, 무기체계, 지휘통제체계간의 전술자료 교환을 통한 실시간 전장상황정보의 공유와 무기체계와의 교전명령 송수신을 통해 교전을 통제하는 통신체계이다[5].

전술자료란 상황인식, 위협평가, 지휘결심, 무장할당, 교전 등의 전술작전을 수행하는데 있어서 의미 있는 모든 자료를 포함한다. 즉, 전술자료는 무기체계, 지휘통제체계의 센서로부터 획득된 표적정보, 표적식별 및 부가정보, 상태정보, 명령정보, 교전정보, 표적판리정보, 대공전, 대함전, 대잠전, 대지전, 전자전 관련 전술정보 및 네트워크 상태정보 등을 포함한다[5].

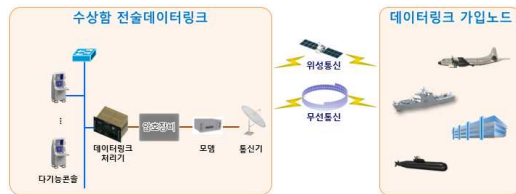


그림 1. 전술데이터링크 구성  
Fig. 1. Configuration of tactical data link

위의 그림 1은 일반적인 전술데이터링크 체계 구성 사례이다. 일반적으로 전술데이터링크는 데이터링크처리기, 암호장비, 모뎀, 통신기 등으로 구성된다. 데이터링크처리기는 각각의 노드(또는 함정)에서 보유한 전술 자료를 전술데이터링크에서 운용하는 메시지 프로토콜 형태로 구성하고 변환하는 역할을 수행한다. 전술데이터링크 망에서 교환되는 전술자료는 각각의 데이터링크처리기에서 해당 프로토콜에 따라 메시지 포맷을 구성하고, 이 메시지는 디지털 데이터로 암호장비에 송신된다. 암호장비는 암호화 및 복호화 기능을 수행하며 전술데이터링크 망에서 감청 등 메시지 탈취 상황이

발생할 경우 정보를 보호하는 역할을 수행한다. 암호화된 메시지는 무선 또는 위성 모뎀을 통해 통신기로 송신되며, 통신기는 모뎀으로부터 수신된 아날로그 또는 디지털 신호를 네트워크 망으로 송신하는 역할을 수행한다[3].



그림 2. 전술데이터링크 기반 표적정보 공유를 통한 공통 전술상황 인식(예)  
Fig. 2. Common Situation Awareness through sharing track data based on tactical data link(Sample)

그림2는 전술데이터링크를 통해 표적정보 공유 시 A체계와 B체계 운용화면 예시이다. 전술데이터링크를 통해 망에 가입된 함정은 각각의 센서종류 및 탐지범위가 상이하더라도 자함 탐재 레이더로부터 탐지한 표적정보를 데이터링크 망에 가입된 함정과 근실시간으로 교환하며, 자함이 탐지한 표적과 데이터링크로부터 수신한 표적정보 간 융합을 통해 광역 상황인식을 확보할 수 있다. 따라서 무기체계 및 지휘통제체계는 확보된 광역의 전장지역에 대한 동일한 상황인식에 의거하여 위협 표적을 판단하고, 지휘통제체계들 간의 공조를 통해 아군의 타격자원을 효율적으로 운영하여 적의 위협에 대응함으로써 전투력 상승 및 시너지 효과를 달성하게 된다. 과거의 함정 및 원격체계 간 통신은 음성통신을 통해 주로 이루어졌다. 음성통신을 통한 정보교환은 교환 가능한 정보의 양이 제한적이고, 비 표준용어 사용으로 인해 정보전달 오류가 발생할 수 있다. 이러한 음성통신과 비교하여 전술데이터링크의 장점은 다음과 같다. 첫째, 전술데이터링크를 통한 정보교환 시 운용자의 개입 없이 대량의 광범위한 전술상황 정보가 지속적, 자동적으로 상호 전파되어 최신의 정보로 갱신, 유지된다. 둘째, 데이터의 고속전송과 암호화가 가능하며, 오류탐지 및 정정코드를 사용함으로써 통신채널 상의 잡음, 간섭 또는 전파 감쇄에 대한 영향감소로 인해

전송 신뢰성과 품질이 제고된다. 마지막으로 사용하는 디지털 변조기법의 종류에 따라서 적의 아군의 통신을 탐지할 수 있는 가능성을 낮출 수 있으며, 적의 재밍 공격으로부터 안전하게 통신을 수행할 수 있다[3].

## 2.2 기동함대 지휘를 위한 전술데이터링크 메시지 분석

국내 기술로 개발된 합정 전투관리체계는 Link-11, 위성 ISDL 및 해군전술C4I체계 등이 고속함, 호위함 등 각 함정 클래스에 따라 통합되어 운용 및 운용 예정이다. Link-11은 향후 Link-22로 대체되어 미래탐재 예정이며, 위성 ISDL은 해군전술C4I 체계로 성능 업그레이드를 진행중에 있다. Link-11은 Link-22로 대체될 예정이며 Link-22는 미래 개발 대상체계이기 때문에 본 논문에서 제외하고 해군전술C4I체계를 중심으로 메시지를 분석하고 차기구축함 전투관리체계에서 기동함대 지휘를 위한 메시지를 식별하고자 한다.

표 1. 해군전술C4I체계 메시지 구성  
Table 1. KNCCS Message Configuration

구분	메시지 종류	해군전술C4I체계
1	망상태/감시	LK0.1, LK0.2, LK0.3, LK0.4, LK0.5
2	자함정보	LKJ2.0, LKJ2.2, LKJ2.3, LKJ2.4, LKJ2.5, LKJ2.6
3	표적정보	LKJ3.2, LKJ3.3, LKJ3.4, LKJ3.5, LKJ3.6
4	방위표적정보	LKJ3.7, LKJ5.4
5	특수참조점	LKJ3.0, LKJ3.1
6	연관/페어링	LKJ7.7, LKJ10.6
7	포인터/TAG	LKJ7.3, LK7.4
8	항공통제	LKJ10.3, LKJ10.5, LKJ12.1, LKJ12.4
9	무장/교전/명령	LKJ9.0, LKJ10.2, LKJ12.0, LKJ12.6, LKJ13.2, LKJ13.3, LKJ13.4, LKJ13.5
10	관리정보	LKJ7.0, LKJ7.1, LKJ7.2
11	Free Text (문자정보)	LK28.2
12	부가정보	LKJ6.0, LKJ7.4, LKJ7.5, LKJ15.0, LK7.2

표 1은 전투관리체계 전술데이터링크 메시지를 12가지 종류로 구분하고 있다[6].

표 1의 전술데이터링크 메시지는 운용과 관련하여 3가지 분류로 구분이 가능하다. 첫 번째는 전술데이터링크 망 운용과 관련된 메시지이며, 두 번째는 전술데이터링크 운용 시 표적정보와 같이 전술상황인식을 위해 망 가입노드 모두에 공유되어야 하는 메시지로 구분할 수 있다. 마지막으로 세 번째는 특정노드 간 1대1로 교환되는 메시지로 교전명령 등이 이에 해당된다고 볼 수 있다.

앞서 함정의 임무 중 기동부대 증원전력으로 운영될 시에는 기동부대의 핵심 자산을 보호하기 위해, 기동부대의 최전방 경계진을 구성하여 기동함대의 위협이 되는 적 항공기, 대함유도탄, 수상세력, 잠수함에 대한 감시, 경보, 추적 요격 등의 임무를 수행하는 것을 확인하였다. 이와같이 기동부대를 위한 전술데이터링크 운용으로 메시지를 한정할 경우 함정의 진행배치나 교전명령 하달을 위해 1대1로 교환되는 메시지가 적용 가능한 메시지로 볼 수 있다.

기동함대 임무 수행을 위해 첫 번째는 기동함대 사령관이 최전방 경계진 구성을 위해 함대에 배속된 함정에 경계진 명령을 하달하는 상황을 고려할 수 있다. 이 경우 기존 포인터 정보를 활용할 수도 있으나 기존 체계는 이미 포인터 정보의 운용개념이 정립되어 있으며, 다른 용도를 추가할 경우 운용자간 혼선이 발생할 수 있으므로 별도의 메시지를 고려해야 한다. 따라서 기동함대의 경계진 구성을 전술데이터링크를 통해 구현하기 위해서는 기존 메시지에 대한 새로운 접근법을 고려할 필요가 있다.

두 번째는 기동함대의 위협이 되는 적 항공기, 대함유도탄, 수상세력, 잠수함에 대한 감시 및 경계 임무 수행을 위해 기동함대 사령관은 기동함대 작전에 배속된 함정에 구역 감시 및 경계 임무를 하달하는 상황을 고려할 수 있다. 이 경우 경계구역 설정 정보는 참조점을 활용하는 방안을 고려할 수 있다. 참조점의 경우 지리적인 위치 정보 제공이 가능하며 선, 영역 또는 다각형 등의 정보 제공이 가능하기 때문에 이를 활용할 경우 기동함대 작전에 배속된 함정의 경계 구역을 작전 상황에 따라 기동함대 사령관이 실시간으로 임무 하달을 수행할 수 있으며 필요시 구역 변경이 가능하다.

이와 같은 기동함대 운용을 위해서는 기존 전술데이

터링크 메시지를 운용관점에서 재검토 할 필요가 있다. 대부분의 메시지는 기 정의된 표준에 따라 운용되고 있으므로 기동함대 운용을 위해서는 기능에 따라 정의할 수 있는 메시지를 활용하는 것이 유용하다. 이와같은 관점에서 볼 때 해군전술C4I체계는 Free Text에 해당되는 LK28.2 메시지를 활용하는 것이 적절하다. 이는 자유롭게 정의할 수 있는 메시지이며, 한글, 영어, 숫자 등의 비형식 문서를 교환하는데 중점을 두고 있으므로 전투관리체계에 적용방식에 따라 경계진 구성, 경계구역 설정 등 다양한 적용이 가능하다.

### 3. 기동함대 지휘용 HCI 설계

#### 3.1 전투관리체계 전술화면 기본 구조

기존 함정 전투관리체계는 전술데이터링크 운용을 포함한 센서체계 운용, 무장체계 운용 및 교전 등 다양한 업무 수행을 위해 다기능콘솔을 탑재하고 있다. 국내개발 전투관리체계에 탑재된 다기능콘솔은 상하단 2개의 모니터 화면으로 구성되어 있으며, 각각의 모니터에는 주전시화면과 보조전시화면이 배치된다.



그림 3. 주전시화면 구조  
Fig. 3. Main Display Configuration

그림 3은 주전시화면의 구조를 보여준다. 주전시화면은 전술화면영역, 메뉴바, 툴바, 상태바 및 기본 서비스 전시영역으로 구성된다. 메뉴바는 전술화면의 구성 및 도시를 설정하거나 전자지도 등의 운용을 설정하는 용도로 사용되며 개별 표적에 대한 도시와 같은 사용자의 운용환경을 설정하는 기능을 제공한다. 툴바

는 버튼 한번의 선택으로 사용자가 원하는 운용서비스를 제공하며 상태바는 전술화면 영역과 관련된 상태정보(마우스 위치 등)를 입력 및 전시한다. 기본서비스 전시영역은 사용자의 주 관심사항을 전시하는 영역으로 교전 및 표적과 관련된 정보를 제공하며 전술화면 영역은 지도와 표적의 위치 및 관련 정보를 도시하여 종합적인 전술상황인식을 위한 정보를 제공한다[3].



그림 4. 보조전시화면 구조  
Fig. 4. Sub Display Configuration

그림 4는 보조전시화면의 구조를 보여준다. 보조전시화면은 자함 및 환경정보전시영역, 시스템상태 전시영역, 서비스 선택영역, 서비스전시 및 아이콘 전시영역으로 구성된다. 자함 및 환경정보 전시영역은 자함위치, 침로, 속력 등을 나타내는 자함정보 전시영역과 현지 시간, 풍향, 풍속, 조류, 기압등을 나타내는 환경정보 전시영역으로 구성된다. 시스템상태 전시영역은 다기능콘솔 운용자의 역할 및 운용중인 모드 정보가 전시되고, 서비스 선택영역은 교전, 체계관리 등 수상함 전투관리체계 운용에 필요한 기본 기능그룹이 정의되어 있으며, 사용자가 메뉴로부터 서비스를 선택할 수 있도록 기능을 제공한다. 아이콘 전시영역은 각종 센서, 무장, 전술데이터링크 등 연동 대상 체계를 아이콘화하여 전시하고 있으며 선택된 아이콘은 서비스 전시영역에 통제 화면을 전시하여 각종 기능을 호출하고 해당 장비를 운용할 수 있도록 구성되어 있다[3].

#### 3.2 전술데이터링크 체계 HCI 설계 구조

국내 개발 함정 전투관리체계는 전술데이터링크 체계 운용을 위한 기능이 통합 개발되어, 별도의 데이터

링크 운용통제 콘솔을 사용하지 않고도 전투관리체계 다기능콘솔에서 운용가능하다. 이는 함정의 전투지휘실에서 기동함대 임무 수행을 위해 전술데이터링크를 사용하는 경우 실시간으로 디지털화 된 정보가 함장 및 작전요원에게 전달이 가능함을 의미한다. 전술데이터링크 운용은 앞서 살펴본 다기능콘솔의 보조전시화면 아이콘 전시영역에서 해당 데이터링크 아이콘을 선택하여 서비스 전시영역에 HCI를 전시함으로써 운용을 시작한다. 아이콘 전시영역에서 해군전술C4I를 선택하면 해군전술C4I 망에 접속한 연동상태와 망 운용을 위해 설정된 값이 전시되며 자함의 노드정보, 표적처리용량 경고 임계치, 표적번호 할당 구간, 송수신 표적 수량 등 기본적인 정보가 전시된다. 다음의 그림 5는 해군전술C4I체계의 HCI 구조를 간략화하여 도시한 것이다.

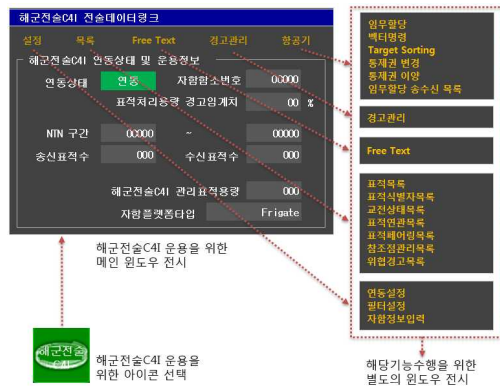


그림 5. 해군전술C4I체계 운용을 위한 HCI 구성  
Fig. 5. HCI Configuration for operation of KNCCS

### 3.3 기동함대 지휘 및 통제를 위한 기존 HCI 분석 및 설계방안 수립

다음으로 기 정의된 해군전술C4I체계의 메시지와 HCI를 기반으로 차기구축함에서 기동함대 지휘 및 통제를 위해 적용 가능한 HCI를 분석하고 이를 기반으로 기동함대 통제가 가능한 HCI 설계방안을 수립하고자 한다. 해군전술C4I체계의 메시지는 기 정의된 표준에 따른 것으로 신규 메시지 추가가 불가하며, 기존의 메시지를 활용하여 기동함대 지휘 및 통제 기능을 설계해야 하는 제약이 존재한다. 따라서 앞서 제시한 메시지 분석 결과에 따라 비행식 문자 정보 교환을 위한 Free Text 메시지 기반 HCI를 활용하여 기동함대 지휘 및

통제 기능을 설계하고자 한다.

첫째, 기동함대 운용 시 지휘함은 함대에 배속된 각 전투함의 작전임무 수행을 위한 경계진 구성이 요구된다. 경계진 구성을 위해 필요한 정보로는 해당 정보 수신 함정, 수신 함정의 배치 위치 정보 제공을 위한 경위도 좌표가 필요하다.

둘째, 함대 기동을 위해 지휘함은 기동함대 작전에 배속된 함정에 기동 정보를 제공해야 한다. 기동 정보 제공을 위해 필요한 정보로는 해당 정보 수신 함정, 수신 함정의 침로 및 속력 정보 제공이 필요하다.

셋째, 함대의 위협세력에 대한 감시 및 경계 임무 수행을 위해 배속 함정에 대한 경계 구역 설정을 위한 정보 제공이 요구된다. 경계 구역은 선 또는 영역의 형태로 제공하며, 이는 기 정의된 LKJ3.0의 참조점 메시지를 활용한다. LKJ3.0 참조점 메시지는 표적 정보이면서 동시에 다각선, 원, 사각형, 다각형 등의 영역정보를 제공하기 때문에 구역정보 전달에 용이하다. 전투관리체계는 Free Text 메시지 수신 시 LKJ3.0와 연계된 참조점 표적이 확인되는 경우 이를 경계 구역으로 인식하고 운용자에게 해당 정보를 전달한다.

이와 같은 기능을 설계하기 위해 기존의 Free Text 메시지를 설계사항을 확인하였다. 기존 Free Text 메시지는 메시지 수신함정 설정, Operator/Warfare Area 설정 및 단순 Text 위주의 입력창으로 구성되어 있다. 그림6은 기존 해군전술C4I 체계의 Free Text 화면 구성 예시이다. Free Text는 데이터링크 망에 가입된 함정 간 숫자, 문자, 특수문자 등의 Text 교환을 가능하게 하며, 일반적인 메일 작성에 필요한 000자 이상의 Text를 교환할 수 있는 충분한 정보제공 능력을 보유하고 있다. 다만, 기동함대 지휘 및 통제를 위해 필요한 함기동정보 설정 및 경계구역 설정 등 기능 수행은 불가하며, 이러한 능력을 확보하기 위해서는 기존 화면을 개선하여 기동함대 지휘 및 통제를 위한 정보를 전달할 수 있도록 설계하는 것이 요구된다.

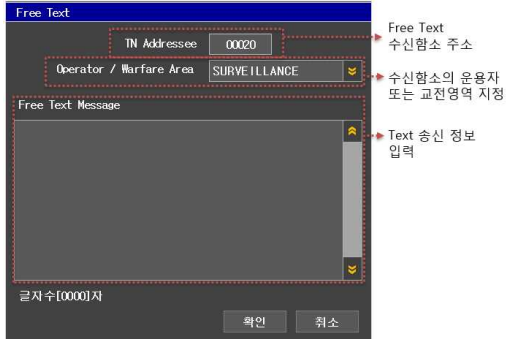


그림 6. Free Text의 HCI 구성(예)  
Fig. 6. HCI Configuration of Free Text(sample)

다음은 기동함대 지휘 및 통제 기능 수행을 위한 HCI 설계 방안 수립 결과이다. 기존의 화면구성은 단순 Text 정보 제공을 위한 화면으로 구성되어 있으므로 이를 개선하여 기동함대 지휘에 적합한 화면을 개발하고자 하였다.

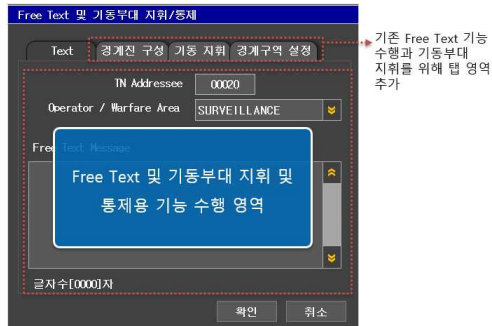


그림 7. Free Text HCI 변경(예)  
Fig. 7. HCI modification of Free Text(sample)

그림7은 기존의 Free Text 화면을 변경하여 설계한 결과이다. 기존의 단순 Text 송수신 화면과 별개로 추가 탭을 생성하여 기동함대 사령관이 기동함대 지휘 및 통제 시 기동함대 작전에 배속된 함정에 경계진 구성, 기동 지휘 및 경계구역 설정이 가능하도록 HCI 화면을 구성하였다. 다만, 실제 전술데이터링크 망으로 송수신 되는 정보는 Free Text 형태로만 송수신되기 때문에 전투관리체계는 전술데이터링크 Free Text 메시지 수신시 내부적으로 약속된 규칙에 따라 Free Text, 경계진 구성, 기동 지휘 및 경계구역 설정에 대한 구분이 필요하다.

## 4. 시뮬레이션 및 결과 분석

### 4.1 HCI 시뮬레이션

다음은 기동함대 지휘를 위한 HCI 화면 구성안을 기반으로 실제 적용 가능한 설계화면을 시뮬레이션 한 결과이다.



그림 8. 경계진 구성 HCI 시뮬레이션  
Fig. 8. HCI simulation for setting screen station

그림8은 경계진 구성을 위한 HCI를 시뮬레이션 한 결과이다. 차기구축함에서 기동함대 배속 함정을 지휘하기 위해 기동함대 사령관이 다수의 함정에 동시에 경계진 정보 송신을 위한 상황을 고려하여 HCI를 시뮬레이션 하였다. 각 정보수신 함정은 경계진 위치를 운용자에게 제공하며, 기존 Free Text의 기본 구성 메시지인 Operator/Warfare Area 정보는 기본값을 지정하였다. 경계진 구성을 위한 정보는 HCI 하나로 시뮬레이션 하였으나 실제 메시지는 지정된 수신 함정 각각에 전달되며 그림 8을 기준으로 8개의 메시지가 동시에 전술데이터링크 망으로 송신된다. 다만, 경계진 구성을 위한 HCI는 향후 군 요구사항에 따라 동시에 지휘 가능한 함정의 수량이 정해질 필요가 있다. 또한, 앞서 설명한 바와 같이 전투관리체계는 기존의 Free Text와 경계진 구성, 기동 지휘, 경계구역 설정 등 각 신규 기능 구분을 위해 전술데이터링크 메시지 프로토콜과 별도의 내부 메시지 규약이 요구된다. 정보 수신 함정은 주 전시화면의 전자지도상에 기함으로부터 수신한 위치 정보를 전시하여 자함이 이동해야 하는 위치를 메시지 수신과 동시에 확인할 수 있다.

그림9는 기동 지휘를 위한 HCI를 시뮬레이션 한 결과이다. 함대의 기동 지휘를 위해 기동함대 사령관이

다수의 함정 기동 정보를 송신하는 상황을 고려하여 HCI를 시뮬레이션 하였다. 각 정보수신 함정은 침로 및 속력 정보를 수신하여 운용자에게 제공하며, 정보 수신 함정은 전자지도상에 현 자함 위치를 기준으로 이동해야 할 침로 및 속력을 전시하여 운용자가 기함으로부터 수신한 정보를 손쉽게 확인할 수 있다.



그림 9. 기동지휘 HCI 시뮬레이션  
Fig. 9. HCI simulation for mobile fleet control

그림10은 기동함대에 배속된 함정 각각의 경계구역 설정을 위한 HCI를 시뮬레이션 한 결과이다. 경계구역 설정을 위해 기동함대 사령관이 다수의 함정에 경계구역을 송신하는 상황을 고려하여 HCI를 시뮬레이션 하였다. 구역 정보는 기존 LKJ3.0 메시지인 참조점 표적으로 송신되며, 전투관리체계는 Free Text 메시지 수신 시 해당 참조점이 존재하는 경우 자함의 경계구역을 인지하고 운용자에게 해당 정보를 전시한다.

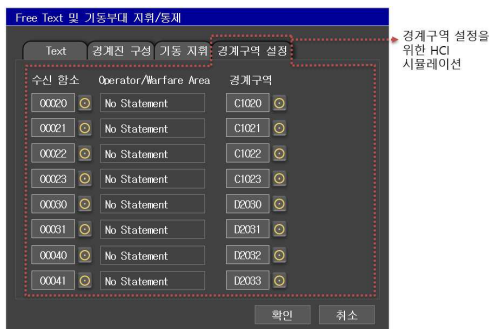


그림 10. 경계구역 설정 HCI 시뮬레이션  
Fig. 10. HCI simulation for setting screen area

기동함대 지휘관은 그림8 ~ 10까지의 HCI를 통해 기동함대 작전에 배속된 함정에 실시간으로 작전 정보를 하달할 수 있으며, 전자지도상에 관련정보를 전시하

여 작전상황을 보다 효율적으로 인지할 수 있다.

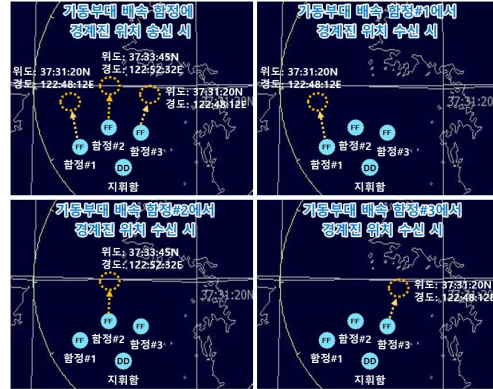


그림 11. 경계진 위치 정보 수신 시 HCI 시뮬레이션  
Fig. 11. HCI simulation at receiving of the screen station information

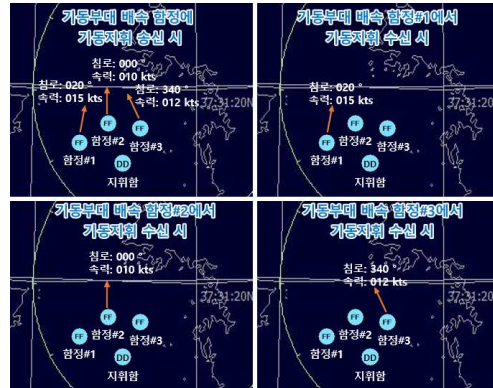


그림 12. 기동지휘 정보 수신 시 HCI 시뮬레이션  
Fig. 12. HCI simulation at receiving of the mobile fleet control information

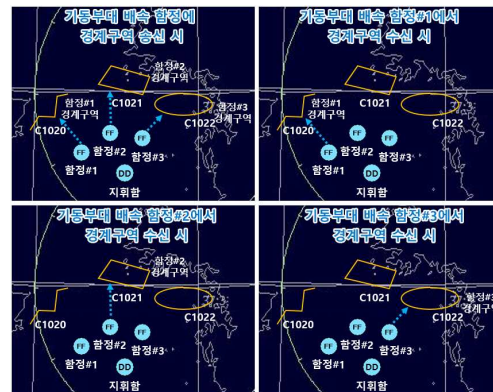


그림 13. 경계구역 정보 수신 시 HCI 시뮬레이션  
Fig. 13. HCI simulation at receiving of the screen area information



그림 11, 그림12, 그림13은 기동부대 작전 시 지휘함과 기동함대 배속함정의 주전시화면 전자지도에 전시된 정보의 예시이다. 기존 함정 전투관리체계의 전술데이터링크를 통해서서는 이러한 정보 전달이 불가능하였으며, 기동정보 하달 시 문자나 음성망에 의존하여 실시간으로 주전시화면의 전자지도상에 확인이 불가능하였다. 본 기능을 통해 지휘함은 다수의 함정에 동시에 기동지휘 정보의 전달이 가능하며, 정보 수신 함정은 실시간으로 자함의 경계진 위치, 기동정보 및 경계구역 정보 확인이 가능하다.

이와같이 기동부대 지휘를 위한 HCI 설계를 통해 기동함대에 소속된 함정 간 유기적인 작전 수행이 가능해질 것으로 예상되며, 기동함대 사령관과 기동함대에 배속된 각 함정 지휘관의 전술상황인식 능력이 향상될 것으로 예상된다.

#### 4.2 HCI 시뮬레이션 결과 분석

본 논문에서 제시한 기동함대 지휘용 HCI 시뮬레이션 결과가 기존의 HCI와 비교하여 어느정도의 성능 향상이 이루어졌는지 비교하기 위해 HCI에 포함된 성능요소를 중심으로 분석하였다. 성능 요소는 동시처리 데이터의 양 및 기능 수행을 위한 운용자 행위 절차 수로 구분하였다. 다만 본 논문에서 제시한 HCI는 기존 함정전투체계에 적용되지 않은 기능임에 따라 동일 기준 비교는 불가하였으며, 송수신 함정 간 일대일 정보 교환을 수행하는 기존 Free Text HCI 기준으로 지휘함의 메시지가 기동함대 배속 함정으로 송신되는 것을 가정하여 비교하였다.

##### 4.2.1 데이터 동시처리 기준 분석

앞서 설명한 바와 같이 데이터 동시처리 기준으로 기존 HCI와 개선된 HCI를 비교 분석하였다. Free Text의 경우 메시지 전송량에 따라 메시지를 분할하여 전송되며, 본 논문에서는 메시지 분할이 불필요한 기본 데이터 전송을 기준으로 동시처리량을 분석하였다.

Free Text의 기본 데이터 전송 용량은 1904bit 이며, 이는 지휘함에서 기동함대 배속 함정 1척에 기동지휘 메시지를 송신하는 경우 1904bit의 정보가 소요됨을 의미한다. 만약 다수 함정에 동시에 기동지휘 메시

지를 송신하는 경우  $1904 \times N$ (함정 수) bit가 소요된다. 표2에서 보는바와 같이 기존 Free Text의 경우 1척의 함정에만 정보송신이 가능하였으나, 개선된 HCI에서는 하나의 HCI를 통해 1904 x N bit 수 만큼의 정보처리가 가능하게 되어 다수의 함정에 동시에 기동부대 지휘 정보의 송신이 가능하게 되었다.

표 2. HCI 데이터 처리능력 비교 (N: 함정 수)  
Table 2. Comparison for data processing capacity of HCI (N: number of ships)

구분	단일함정(1척) 메시지 송신(기존 안)	다수함정(N척) 메시지 동시 송신(개선 안)
bit 수	1904	$1904 \times N$

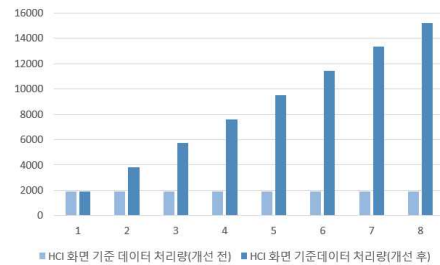


그림 14. 메시지 수신 함정 수 증가에 따른 정보처리 용량  
Fig. 14. Data processing capacity depends on the number of receiving message ships increasing

그림14와 같이 HCI 화면 기준 메시지 처리 용량을 분석한 결과 메시지 수신 함정이 증가함에 따라 HCI 화면에서 처리할 수 있는 메시지도 선형적으로 증가함을 확인할 수 있다. 이는 운용자가 경계진 구성, 기동지휘, 경계구역 설정 등 기동함대 임무 수행 시 메시지 수신 함정(N척) 증가에 따라 HCI 화면에서 처리하는 메시지 bit 수도 N배 만큼 증가함을 확인할 수 있다.

##### 4.2.2 업무 실행 절차 수 분석

다음은 업무 실행 절차 수를 기준으로 성능 분석을 수행한 결과이다. 업무 실행을 위한 절차 수 확인을 위해 기존의 전술데이터링크 운용 화면에서 개별적으로 수신 함정에 정보 제공을 수행하는 경우와 개선 안을 기준으로 간소화된 업무 수행을 기준으로 비교하였다. 기존 화면의 경우 메시지 송신 시 HCI 화면이 자동으로 종료되며, 신규 메시지 송신 시 해당 기능을 다시 호출하는 절차로 진행되었다. 따라서 본 논문에서는 기

존 기능과 비교하여 임무 수행 절차의 간소화로 인한 성능 개선 효과를 검증하였다.

Free Text를 운용하기 위해서는 Free Text HCI 호출, 메시지 입력, 메시지 송신 등 기본적으로 3회의 HCI 운용절차가 필요하다. 이는 Free Text 수신함정이 늘어날수록 3 x N(함정 수)만큼의 절차수가 선형적으로 증가하여 동일한 작업이 반복되는 불필요한 과정을 거치게 된다. 표3과 같이 개선된 HCI에서는 하나의 화면에서 Free Text 화면 호출, 메시지 입력, 메시지 송신이 동시에 이루어지며 이에 따라 함정 수가 증가하더라도 기동부대 지휘를 위한 운용절차는 3회로 고정됨을 알 수 있다. 따라서, 기동함대 지휘 함정의 HCI 운용자는 기존대비 간소화된 절차로 기동함대 지휘 메시지를 송신 할 수 있다.

표 3. HCI 기준 업무 실행 절차 수 비교 (N: 함정 수)  
Table 3. Comparison for number of task execution step on HCI basis (N: number of ships)

구분	단일함정(1척) 메시지 송신 시	다수함정(N척) 메시지 송신 시
개선 전 (절차 수)	3	3 x N
개선 후 (절차 수)	3	3

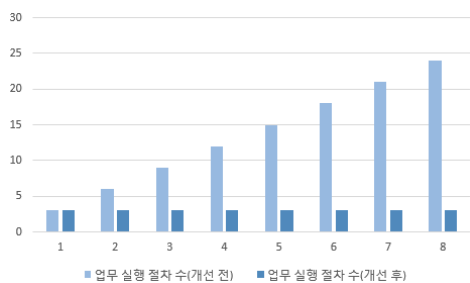


그림 15. 메시지 수신 함정 수 증가에 따른 실행 절차 수  
Fig. 15. The number of task execution step depends on the number of receiving message ships increasing

그림15와 같이 기존의 HCI 기준으로 기동함대 운용을 위한 화면 설계 시 메시지수신 함정 증가에 따라 업무 실행을 위한 절차가 선형적으로 증가하지만, HCI 개선 화면 적용 시 단 3회의 운용자 행위를 통해 업무 실행이 가능함을 확인할 수 있으며, 1/N배 만큼의 업무 실행이 간소화 됨을 확인할 수 있다. 다만, 기동함대에 참가하는 함정 수에 대해서는 소요군과 협의가

필요하며, 이에 따른 HCI 설계가 중요하다.

### 5. 결론 및 향후계획

지금까지 설명한 바와 같이 전술데이터링크를 사용하여 기동함대 통제를 위한 HCI 설계를 제안하였다. 본 기술에 따라 기동함대 사령관은 임무 수행 시 기동함대에 배속된 함정에 경계진 구성, 기동 지휘 및 경계 구역 설정 등의 임무 수행을 전술데이터링크를 통해 가능하게 되었으며, 메시지 수신 함정은 해당 정보를 운용자에게 제공하고, 기동 목표 위치 및 경계 구역을 자동으로 전술화면의 지도에 전시할 수 있는 기반을 마련하였다.

또한, 기존의 HCI를 개선하여 동시에 다수의 기동함대 작전에 배속된 함정에 정보제공이 가능하도록 화면을 설계하여, 기존대비 함정 수 N개 증가에 따라 메시지 처리 용량도 N배 증가되도록 하였으며, 업무 실행을 위한 절차는 1/N배로 감소시켜 운용 효율성을 확인 할 수 있었다.

본 논문에서 제시한 바와 같이 전술데이터링크를 통해 기동함대 지휘를 수행하는 경우 전투관리체계를 통한 전술상황인식 능력이 확장될 것으로 기대된다. 기존의 음성망 또는 문자망의 경우 해당 정보의 수신에 따라 운용자가 별도의 행위를 통해 전투관리체계에 정보를 주입해야 했으나, 본 논문에서 제시한 바와 같이 전술데이터링크를 사용할 경우 디지털화 된 정보의 자동 공유를 통해 해당정보를 주 전시화면의 전자지도상에 즉시 정보 전시가 가능하며, 기동함대 지휘를 위한 명령이 실시간으로 기동함대 작전에 배속된 함정에 전달 될 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 본 기능은 차기구축함 외에도 다양한 클래스의 기함에 탑재가능하며 이를 통해 해군의 작전수행능력이 향상될 것으로 기대된다.

향후 이와 같은 방법을 적용하여 기동함대 지휘 시 전자지도상에 도시 가능한 화면 설계가 추가로 요구되며 군 요구사항 수집을 통해 함대세력과 연계된 HCI 설계가 필요할 것으로 예상된다.

REFERENCES

[1] JoongAng Ilbo,  
<https://news.joins.com/article/21443891>  
 [accessed: Mar 22, 2019]

[2] Edaily,  
<http://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=04250886612846376&mediaCodeNo=257>  
 [accessed: Mar 22, 2019]

[3] Ha-Seok Song, "A Study of HCI Design for Integrated Tactical Data Link Operating in Naval Surface Combat System", Dept. of Electronics Engineering The Graduate School of Kyungpook National University, 2016.

[4] National Defense Science And Technology Vocabulary, 2011.

[5] Jong-Sung Kim, Sang-Jun Kim, Man-Yeob Lim. "Overview of Tactical Data Link Technology", Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers, vol. 25, no. 9, pp. 18-28, Sep. 2007.

[6] Ho-jeong You and Byeong-gon Choi, "Message Analysis and Development Situation on the Tactical Data Link of Combat Management System in Naval", Journal of Satellite, Information and Communications, vol. 12, no. 2, pp.21-27, Jun. 2017.

[7] Defense Information Technology Standard, Link-K Host Interface Message V1.0. Ministry of National Defense. Dec. 2014.

[8] Hyun-Shik Shin and Sang-Rae Jung, "Analysis on Technology Development of NCW and Tactical Data Link", The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences, vol. 7, no. 5, pp. 991-998, Oct. 2012.

[9] Chul-Hwa Lee, Dong-Mo Jang, Tae-Gong Lee, Jae-Sung Lim, "Development of Kill Chain Based Effective Maritime Operations

Model for Naval Task Forces", The Journal of Information Technology and Architecture, vol. 9, no. 2, pp. 177-186, Jun. 2012.

[10] Jeong-hee Han, Jong-Won Park, Young-chol Choi, Chang-Ho Yun, A-Ra Cho, Yong-Kon Lim, "The Conceptual Design and User Requirement Analysis of the HCI Multi-function Console for Ship", The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, vol. 36, no. 6, pp. 674-682, Jun. 2011.

---

저자약력

---

송 하 석(Ha-Seok Song)

[정회원]



- 2003년 2월 : 전남대학교 컴퓨터 공학 학사졸업
- 2016년 2월 : 경북대학교 전자공학 석사졸업
- 2002년 11월~현재 : 한화시스템 해양연구소 수석연구원

〈관심분야〉 전술데이터링크, 함정 전투체계