

## 함정 360° 전방위 영상수집 및 지능형 영상식별체계 구축방안

강승남<sup>1\*</sup>, 이순복<sup>1</sup>, 장호석<sup>1</sup>, 김지홍<sup>2</sup>, 김홍재<sup>3</sup>

해군 신기술정책발전TF<sup>1</sup>, 해군 작전사 지통전대<sup>2</sup>, 해군본부 정보화기획참모부<sup>3</sup>

### Considerations for the Construction of 360° Surrounding Video and the Establishment of Intelligent Marine Object Image Identification System

Seungnam Kang<sup>1\*</sup>, Soonbok Lee<sup>1</sup>, Hoseok Jang<sup>1</sup>, Jihong Kim<sup>2</sup>, Hongjae Kim<sup>3</sup>

**Abstract** : 영상수집 및 분석기술은 딥러닝의 등장 이후로 급속히 발전하게 되었으며 이를 응용한 다양한 영상 탐지/식별/추적 기술들이 등장하여 눈부신 기술적 향상을 이루었다. 함정은 조함 기능을 수행하는 함교에서 시각 식별을 통한 관제 임무를 수행하나, 발전된 영상 기술을 활용하면 실내에 위치한 전투지휘정보실에서도 함교와 같은 영상을 획득할 수 있고, 인공지능 기반의 영상식별/추적 기술 및 각 종 정보체계 및 센서로부터 수집가능한 정보를 융합하여 안전항해 및 표적정보 획득을 위한 체계를 구축할 수 있다. 본 논문에서는 함정/선박 분야에서 발전하고 있는 영상수집 및 이미지 정합기술의 기술동향 및 발전추세와 인공지능 기반의 영상탐지/식별/추적 기술을 접목한 함정 영상 식별/전시체계 구축 및 발전방향에 대해 살펴보고자 한다.

**Key Words** : 함정 영상장비, 360° 카메라, EO/IR 카메라, 영상정합, AR/VR, HMD, 인공지능 함정 영상식별

#### 1. 개 요

함정 영상장비는 사격통제장비로 도입된 추적카메라와 유사시 증빙자료 채증용으로 사용하는 캠코더를 운용하는 정도에 그치고 있으나, 영상장비는 가시권 범위 내에서 단일 센서로는 운용자에게 가장 많은 정보를 제공하는 센서이며 응용범위는 매우 다양하다. 특히 IR카메라는 야간 및 저시정시 함교 견시보다 매우 뛰어난 탐지능력을 제공하고, 광각렌즈 장착시 단일 카메라로 180°에 이르는 범위의 영상을 수집할 수 있다. 다수 카메라의 함정 배치를 통해 360° 전방위 영상을 24시간 무중단 녹화할 수 있고 이는 캠코더 운용 필요성을 절감시키며, 전투지휘상황실과 같은 실내에서도 함 외부 상황 모니터링이 가능할 뿐만 아니라, 함교 견시를 보완/대체할 수 있는 장점이 있다.

최근 인공지능 영상인식 기술의 발전으로 함정 영상의 활용도는 매우 증대되었고, 영상 빅데이터 구축을 통한 인공지능 기반 물체식별 능력이 인간보다 뛰어난 성능을 발휘함에 따라 기존 영상식별 절차 대비 시간 및 노력을 획기적으로 절감할 수 있게 되었다. 4차 산업혁명 시대에 급부상한 정보융합 기반의 가상현실 기술은 기존 영상에 지능형 부가 서비스를 제공해주는 매우 유용한 기술로 발전하게 되었다. 본 논문에서는 4차 산업혁명 기반의 ICT 신기술을 적용하여 기존 함정 영상장비를 획기적으로 개선시킬 수 있는 발전방향에 대해 논의해보고자 한다.

#### 2. 함정 영상장비의 문제점 및 개선 필요성

##### 2.1. 현실태 및 문제점

함정 조함과 관련된 임무는 함교에서 수행하는데 주요 감시수단은 당직사관, 견시에 의한 시각을 주로 활용한다. 항해용 R/D 운용을 통해 해상 이동물체를 탐지하나, 야간 및 저시정시에는 시각식별이 제한되고, 해상에서는 다수의 상·어선이 위치한 해역 항해, 협수로 항해, 출입항시 시야 확보가 제한되는 사각지역에 의한 해상안전사고 위험이 늘 존재한다. 인간은 함정의 쏘 방위를 지속적으로 감시하기 제한되므로 사각지대에 위험물체가 존재하는 경우 사고로 직결될 수 있다. 함정의 영상감시장비(EO/IR)는 제한된 화각(140~150° 수준)에 의해 360° 다수표적에 대한 적시적인 감시와 식별이 제한되고, 주간 및 기상양호시 대비 야간·저시정시 영상 신호처리를 통한 표적식별은 더욱 제한된다.



그림 1. 함정영상 비교(좌: 주간 양호시, 우: 야간 저시정시)

영상감시 가능범위 외에는 시각식별을 위해 견시에 의존할 수 밖에 없으나, 견시의 식별능력이 상이하며 신속·정확한 보고 및 종합결심은 제한된다. 특히, 해상에서 상황 발생시 영상촬영을 통한 근거자료 채증이 매우 중요한데 함정은 상용 캠코더를 구비하여 운용 중이나 신속한 촬영이 제한되어 24시간 자동 녹화 기능이 필요한 실정이다. 2018년 12월 20일부터 2019년 1월 23일까지 총 4차례 발생한 일본 해상자위대 소속 초계기의 해군 함정들에 대한 저공위협 비행사건[1]에서 당시 광개토대양함은 구조임무에 집중하고 있어 일본 해상초계기 비행상황 촬영이 제한되었고, 해경함 외부에 설치/운용 중인 CCTV 카메라가 일본 해상초계기 영상을 촬영하여 언론에 관련정보를 제공할 수 있었다.

함정에는 해상 조난사고가 종종 발생한다. 어느 시점에서 어디에서 익수자가 발생했는지 추정해 내는 것이 조난자 수색에 있어 매우 중요하는데, 현재는 익수자를 직접 목격하지 않는 이상 이를 추정하기 매우 어려운 문제점이 있다. 함정 360° 전방위 영상수집장치는 함정의 블랙박스 영상장비로 조난자 발생 시각 및 위치 추정에 매우 결정적인 역할을 수행할 수 있고, 영상식별을 통해 함정 주변 익수자를 조기에 탐지할 수 있는 장점이 있다.

##### 2.2. 개선 필요성

필자는 '18년 해사 73기 순항훈련 통신참모 임무를 수행하였는데 연합기회훈련으로 헬기 이착함 훈련이 있어 생도들과 DDH2 전투지휘상황실에서 참관한 적이 있다. 헬기 이동상황 및 이착함 여부를 KNTDS 및 사통 카메라 영상을 통해 확인할 수 있었지만, 문득 들었던 생각은 다수 표적과 교전해야 하는 복합전 상황이라면 함정 주변의 위협을 즉각적으로 확인하기는 어렵겠다는 것이었다. KNTDS에 크게 의존하고 있었고, 함정 주변 영상 확보는 추적용 카메라 한 대가 전부였다. 해상유류 수급, 부두 접안/이안, 협수로 연안항해, 해상사격 등의 경우 전투지휘상황실, 기관조종실 등에서 외부 상황을 확인할

필요성은 얼마든지 있었지만 불편한데로 어쩔 수 없이 적용하며 지내왔던 것이라고 생각한다.

4차 산업혁명 시대 ICT 신기술의 발전을 통해 영상 기술은 혁신적으로 발전하였고 가정에서 65인치 UHD TV를 시청하고, 차량에는 주차용 어라운드뷰 및 사각지대 감시 장치를 운용하는 세상에 살고 있지만, 아직도 함정은 예전모습 그대로다. 따라서 함정에 단기간 내 적용할 수 있는 발전된 영상기술들을 식별하여 적용할 필요가 있으며, 중장기적으로 견시 등 함정 승조원 절감을 통해 향후 군 복무 가능인원의 단계적 감축에 대한 준비가 필요할 것으로 판단된다.

### 3. 국내·외 영상수집/식별장치 연구개발 동향

#### 3.1. 국방과학연구소 IRST(InfraRed Search and Track)

국방과학연구소는 360° 파노라마 적외선 영상 획득이 가능한 함정용 적외선 탐색추적장비인 IRST 개발을 추진 중이다. IRST는 4개의 카메라로 구성되며 탐지된 다수의 위협표적 정보를 실시간으로 함정 전투체계에 전송할 수 있다[2]. 국방과학연구소는 적외선 탐색 및 추적 기술을 '10~'13년에 시험개발 후 '13~'17년까지 체계개발을 완료하여 FFX-II에 탑재하였다. 함정용 전자광학 추적 장비인 EOTS(Electro-Optical Tracking System)은 단일 표적 정밀추적용 광학 카메라로 360° 전방위를 탐지하는 IRST와는 상호 보완적으로 운용 가능하다[2]. 해외 다기능 전자광학센서로는 Spynel V-LRF(HGH社)[3], EOMS NG(Sagem社)[4] 등이 있으나, 회전형 IRST 운용으로 탐색 갱신율(0.5~2Hz)이 낮아 고속 표적 대응이 제한 되는 단점이 있다.



그림 2. 해외 전자광학장비(좌: Spynel V-LRF, 우: EOMS NG)

#### 3.2. 민군협력진흥원 「지능형 함정 항행정보 전시기술 개발」

국방과학연구소 산하 민군협력진흥원에서는 민군기술협력사업으로 '19~'21년까지 함정 영상식별장비(EO/IR)와 레이더로부터 수집된 정보를 이용해 항행권고 정보를 산출하여 함교에 해상 내비게이션을 전시 및 항해에 활용하는 「지능형 함정 항행정보 전시기술 개발」 과제를 수행 중이다[5]. EO/IR 센서로 해상 이동물체에 대한 영상 빅데이터를 구축하고 딥러닝 기반의 학습을 통해 장애물을 검출하는 기능을 구현할 예정이다.

#### 3.3. 상용(SNS, 레저용) 360° 카메라

페이스북社에서는 고화질 3D 360° 영상 카메라인 「Facebook Surround 360」(그림5 참조)을 2016년 4월 출시하여 VR 영상 녹화가 가능한 카메라를 선보이면서 이후 GoPro社, 인스타 360社, Garmin社 등 다양한 업체에서 360° 영상수집용 소형 광학 카메라를 출시하고 있다.



그림 3. GoPro社 360° 카메라 형상

#### 3.4. HMD(Head Mount Display) 장비 개발

Microsoft社에서는 2019년 MWC(Mobile World Congress)

에서 세계 최고급 사양의 AR HMD인 홀로렌즈2를 선보였다. 프로젝션 방식이 레이저 기반으로 바뀌면서 화면이 더 선명해지고, 해상도도 720P에서 2K급으로 상향되었고, 화각을 30°에서 52°로 확장되었다. 특히, 모든 손가락을 추적할 수 있어 다양한 제스처 인식이 가능해졌고, 착용자의 눈을 추적하여 편의성을 제공한다. 美 육군에 IVAS(Integrated Visual Augmentation System, 통합 시각 증강 시스템)으로 명명된 군용 사양으로 납품되었고, 적외선 카메라를 내장한 야간 투시경 기능이 있으며, 지도/방위각 표시가 가능하다[6].

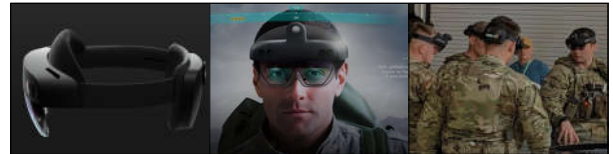


그림 4. 홀로렌즈2(美 Microsoft社) 형상

### 4. 함정 영상수집 및 전시장비 개선방안

기존 함정 영상수집 장비의 단점(2.1. 참조)을 보완하고 향후 함정에 유용한 기능을 추가적으로 개발하기 위해서는 최소한 다음의 기능들을 포함해야 할 것으로 판단된다.

#### 4.1. 함정 360° 전방위 및 상공영상 카메라 개발

다수의 감시 카메라를 함정에 360° 전방위로 배치하여 각 구역별 영상을 30fps 이상 실시간 수집하고, 어안렌즈를 장착한 광학 카메라로 함정 상공 영상을 수집하여야 한다. (그림5. 참조) 다수의 고해상도 카메라 영상을 실시간으로 하나의 영상으로 정합하기 위해서는 영상전송을 위한 고속 네트워크 구축이 필요하다.

#### 4.2. EO/IR 영상 수집

광학(EO)카메라는 탐지/식별능력 향상을 위해 필요시 원거리 물체를 확대해 볼 수 있도록 광학 줌 기능 제공 및 FHD급 이상의 고화질 영상제공이 필요하다. 특정방위 카메라에서 광학 줌 사용시 영상정합이 제한되는 문제점이 발생하므로 정합된 영상에서 디지털 줌으로 확대해 볼 수 있는 기능도 제공될 필요가 있을 것으로 판단된다. 적외선(IR)카메라는 야간·저시정 등 육안식별이 제한되는 상황에서 활용 가능토록 청명시를 기준으로 5톤급 어선은 4NM 이상, 사람은 1km 이상에서 탐지되어야 하며, 영상학적 후처리를 통한 안개제거 기능(Dehazing) 등이 포함되어야 한다.

#### 4.3. 영상정합 및 전방위 파노라마 영상 제작

방위별 카메라 영상을 정합하여 파노라마 영상을 제작 하는 것으로 각 방위별 영상의 왜곡을 보정한 후 영상정합 알고리즘을 이용하여 영상을 실시간으로 하나로 이어 붙여 평면형 전시장비에 전시하는 것이다. 다수의 고해상도 영상을 30fps로 정합하는 쉽지 않기 때문에 어느 정도 속도 저하는 발생할 수 있을 것으로 예상되나, 항공기/유도탄 등 고속의 물체를 탐지/식별하기 위해서는 20fps 이상의 속도는 보장될 필요가 있다. 평면 전시장비가 없는 곳에서는 HMD에 360° 영상을 전시하여 사용할 수 있도록 구현하면 공간 제약 없이 전방위 영상 활용이 가능하다.

#### 4.4. 비동기 방식의 영상조회 기능 제공

함정 운용자콘솔(MFCC)에서는 각 기능별 임무수행 및 신속한 함 주변 상황인식을 위하여 불특정 방위의 영상을 필요시 전시/재생 및 광학/디지털 줌 기능을 이용하여 영상을 확대 할 수 있는 기능이 필요하다.

#### 4.5. 평면형 전시장비 및 HMD 장비 영상전시

실시간 영상을 다수의 콘솔, 평면형 전시장비 및 HMD 에서 전시/재생할 수 있는 기능이 제공되어야 한다. 정합된

영상의 스트리밍 및 재생을 위해서는 별도의 영상서버가 필요하고, HMD 운용 편의성 제공을 위해 고속의 무선 네트워크 구축이 요구된다.

**4.6. 고성능 영상압축 및 실시간 영상전송 기능**

現 함정영상전송체계는 EOTS/캠코더 등 상대적으로 저용량 영상 전송이 가능한데 고용량인 전방위 영상을 함정에서 육상(작전사/함대사)으로 실시간 전송할 수 있도록 개선이 필요하고, 이를 위한 통신망 구성은 現 위성통신 능력만으로 실시간 전송은 제한되며 향후 '22년 이후 운용 가능한 해수부 LTE-M(Maritime)을 군 통신망으로 확대 적용 및 AI 기반 고성능 영상압축 장치 도입시 구현 가능성이 증대될 것으로 예상된다.



그림 5. 함정 360° 영상수집장치 형상의 예(Facebook 카메라)



그림 6. 광학(EO) 및 적외선(IR) 영상수집 기능



그림 7. 360° 영상정합 기능



그림 8. 360° 영상전시 기능

**5. 지능형 영상식별 및 항행정보 전시체계 구축**

함정 360° 전방위 영상수집장치가 함정 영상플랫폼이라면 지능형 영상식별 및 항행정보 전시체계는 영상플랫폼을 기반으로 구축된 지능형 부가 서비스라고 볼 수 있다.

**5.1. 함정 영상빅데이터 수집·구축**

인공지능 기반 영상식별 기능을 구현하기 위한 선결사항으로 함정/선박/항공기 등의 영상정보 수집·분류를 통한 빅데이터 구축이 필요하다. 영상 빅데이터 구축은 사실상 단기간 내 구축이 제한되므로, 기존 군 보유 영상 데이터를 종합하고, 추가적으로 다수 함정에 데이터 수집용 카메라 설치 및 선박 통항이 잦은 주요 출입항로와 항구/부두에 영상 수집 장치를 설치하여 특정기간 동안 단기간 내 수집하는 방법이 효과적일 것으로 판단된다. 부가적으로 DB 구축 초기에는 학습영상 확보가 제한되므로 기계적으로 실재하지 않는 학습영상을 생성해 낼 수 있는 방법(GAN: Generative Adversarial Networks)을 활용할 수도 있다.

**5.2. 딥러닝 기반 영상식별 기능 제공**

영상식별을 위한 빅데이터 구축이 완료되면, 식별 대상 카테고리별로 딥러닝 등 검증된 인공지능 알고리즘이 적용된 학습이 가능하며, 이를 통해 영상식별을 위한 인공지능이 생성이 완료된다. 인공지능 기반의 지능형 영상식별정보 활용시 기존 영상식별 절차로는 신속·정확한 분석결과 도출이 제한되는 한계점 극복이 가능하며 적시적 작전판단 및 지휘결심 지원을 받을 수 있게 된다.

**5.3. 지능형 항행정보 전시체계 구축**

함정이 출입항 또는 목적항해를 하거나 경비작전을 수행하는 경우 통상 전자해도에 항로를 기점하여 운용한다. 함정 360° 전방위 영상장비에 함정에서 운용중인 다수의 항해보조센서(R/D, INS, GPS 등) 및 항행안전정보체계(AIS, GICOMS 등)를 연동하면 항행안전과 관련된 정보 전시체계 구축이 가능하다. (그림10 참조) 특히, AR 기술을 접목하면 운용자에게 매우 유용하고 편리한 안전항해 지원도구로 활용할 수 있다. 그림9는 Easy Marine社의 Intelligent Bridge Resource와 Rolls-Royce사의 Intelligent Awareness System으로 R/D와 전자해도로부터 수집된 데이터를 활용해 인근 함정의 이동침로/속력, 충돌회피를 위한 권고침로/속력을 제시한다. 인근함정 정보와 항로표지 등을 실영상에 강조하여 표기해 항행안전 관련 정보를 제공한다.



그림 9. 지능형 항행정보 전시체계 예시



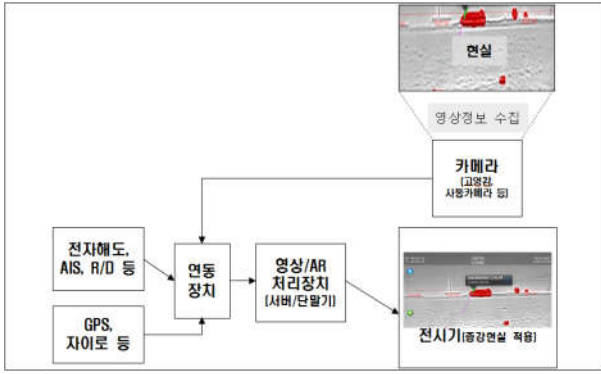


그림 10. 항해보조장비(센서/체계) 정보를 AR로 전시

#### 5.4. 전술표적정보 제공

해군 함정에는 KNTDS로부터 제공되는 전술 표적정보가 있으며, 적 함정과 교전 발생시 관련정보가 기존 항행안전 정보체계로부터 제공되지 않을 수 있다. 함정 360° 전방위 영상장비에 KNTDS 전술 표적정보를 전시하면 해군 작전 임무 수행시 매우 유용하게 활용될 수 있다. 임무수행에 필요한 이동표적 탐지 등 전장정보를 실제 환경과 융합하여 제공함으로써 실시간 전투수행능력 향상이 가능할 것으로 예상된다.

### 6. 향후 발전방향

#### 6.1. 해양무인전력 자율항법 및 감시식별체계 적용

향후 해양무인전력 구축시 자율항법체계 구축은 핵심 기능으로서 반드시 필요하고, 지능형 항행정보 전시체계 적용시 무인수상정 자율운항 분야에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 딥러닝 기반의 영상감시·식별 능력 고도화를 통해 해양무인전력을 4차 산업혁명 기반 핵심전력으로 운용하고, 조기경보(先見) - 결심(先決) - 공격(先打) 동시·통합 전투력 강화에 기여할 수 있도록 핵심기술에 대한 발전 및 역량강화가 필요하다.

#### 6.2. 잠수함/항공기 영상수집·식별장치로 확대적용

잠수함의 은밀성 보장 및 잠망경 해상 노출시간 최소화화를 위해 360° 카메라로 잠망경을 보완/대체하고 수집된 영상을 딥러닝 기반 영상식별 기능으로 분석하여, 해상 이동물체를 최종 식별하는데 매우 유용하게 활용될 수 있을 것으로 예상된다. 대잠 해상초계기의 EO/IR 카메라는 특정 방위각을 감시하도록 제한되어 있으며, 이를 360° 전방위 영상수집/식별 가능도록 개선하면 작전적 측면에서 잠수함 및 해상조난자 탐지 등에 매우 유용할 것으로 판단된다.

#### 6.3. 해상부이 기반 영상수집·식별장치로 운용

현재는 해상부이 운용에 필요한 전력발전 능력 등이 미비하여 육상 또는 도서지역 인근에 육전 케이블 등을 활용하여 제한적으로 운용 가능하나 향후 전력발전 문제가 해결되면 해상부이 기반의 영상수집 및 식별장치 운용이 가능해질 것으로 예상된다. 특히, '22년 이후 대한민국 해상은 해안선 200km 이내에 LTE-M 통신망이 구축되어 대용량 데이터 전송이 가능해질 것으로 예상되므로, 해상부이 운용을 위한 여건이 충족되면 과학적 및 군사적 용도로 유용하게 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

### 7. 결론

함정 360° 전방위 영상수집 및 전시장비는 함정 안전 항해 및 작전적 수단으로서도 매우 유용한 기능을 제공한다. 전투정보실, 사관실 등 함 내부에서도 함정 주변 상황을 실시간으로 확인 가능하고, 특히 야간, 저시정(해무) 및 악천후(폭우/폭설) 시 함정 주변 가시권 內 경계·감시능력 향상되며, 함정 360° 영상 위에 가시권 內 탐지표적 식별정보를 표시하여 안전항해 및 작전적 보조수단으로 활용 가능하다. 함정은 다양한 표적정보 획득 수단(R/D, AIS, KNTDS)을 보유하고 있으며, 인력 절감 측면에서도 함교 견시 운용인력 절감(좌우 2명 × 3직 = 6명)이 가능할 것으로 판단된다. 함정 외부 상황에 대해 공백 발생 없이 현장상황 영상채증이 가능하여 법적 대응자료로 활용이 가능하고, 주요 육상부대와 함정간 실시간 영상을 공유하여 효과적인 지휘결심 및 상황판단 능력을 제공 가능할 것으로 예상된다.

지능형 영상식별 및 항행정보 전시체계는 기존 영상식별 및 항행안전 정보제공 능력을 향상시킬 수 있는 매우 유용한 체계로서, 기존 영상식별 절차는 영상분석 인력에 의한 수작업으로 처리되었으나 딥러닝을 기반으로 한 영상감시체계 구축을 통해 함정/선박 식별능력을 향상 시킴으로서 적시적인 작전판단, 지휘결심 및 효과적인 ISR에 기여할 수 있도록 개선 가능하다. 항행정보 전시 체계는 항해보조장비를 통해 수동으로 확인해야만 했던 정보들을 종합하여 360° 전방위 영상장비에 전시함으로써 직관적이고, 사각지대 없는 항행안전정보를 제공하여 안전사고 예방에 큰 효과를 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.

### 후 기

본 논문의 내용은 해군의 공식적인 의견이 아니며, 개인 연구결과임을 밝힙니다.

### 참고문헌

- 1) 일본 해상초계기 저공위협 비행 사건, 나무위키, 2019. 6. 4.
- 2) 함정용 적외선 탐색추적장비(IRST), 감시정찰 연구개발 분야, 국방과학연구소 홈페이지(www.add.re.kr)
- 3) HGH社 홈페이지(www.high-infrared.com)
- 4) Sagem社 홈페이지(www.safran-electronics-defense.com)
- 5) 민·군협력진흥원 홈페이지(www.icmtc.re.kr)
- 6) How the Army plans to use Microsoft's high-tech HoloLens goggles on the battlefield, www.cnn.com, Apr. 6. 2019.