

# 특집

## 무인 수상정(USV) 국내외 연구 현황

본 특집 내용은 2018 MacNet 기술정책제언집 Smart Innovation 4.0 내용을 일부 전제한 것임을 알려드립니다.

신일식(중소조선연구원)

» 2차 세계대전을 기점으로 연구가 시작된 무인 수상정은 인간이 단독으로 수행하기 어려운 임무들을 담당한다. 미국을 중심으로 해양 선진국들의 활발한 개발이 진행되고 있으며, 우리나라 또한 마찬가지이다. 무인 수상정은 기뢰 제거, 보안 및 정찰 등 국방에서의 활용과 해저 탐사, 해상 구난·구조 등 다방면으로 활용되고 있다. 무인 선박 분야는 조선해양 산업의 생산성 향상을 통한 기술 경쟁력 강화 및 고부가가치 시장 선점을 위한 핵심 기술이므로 기술 개발을 위한 정부의 적극적인 지원이 필요하다.

### 1. 무인 수상정의 개요

#### 무인 수상정의 정의와 시대사

무인 수상정(USV; Unmanned Surface Vessel)은 해상에서 작동하는 원격 제어 또는 자율항해가 가능한 소형 선박을 의미한다.

무인 선박의 운용 목적은 인간이 직접 수행하기에 위험한 해상 상황에서의 신속한 업무 또는 경제적 효율성 제고를 위해서이며, 소형 선박이기 때문에 비용적인 측면에서 대단히 효율적이다.

또한 넓은 해양 구역에서 뛰어난 지속성을 가지고 작업을 수행하며 위험한 상황에서 인간의 개입을 배제하고 거의 단독으로 임무를 수행함으로써 해양 안전을 도모하고 있다.

한편 무인 선박은 연근해를 비롯하여 댐, 강의 수중 오염 조사, 정밀 지형도 제작, 연안 감시 및 해저 침몰체 탐색, 항만 감시 등에 활용되며 국방 등 연관 분야에 응용하여 기뢰 및 어뢰 탐색, 해저 감시 등 해양 방위력을 크게 향상시킬 수 있다.

세계적으로 무인 수상정(USV)은 2차 세계대전부터 개발 및 운용되어 왔으며, 주로 군수용으로 발달되어 왔다. 2차 세계 대전에서 무인 선박은 노르망디 상륙을 위한 함포 사격(COMOX)과 기뢰 및 장애물 통과(Demolition Rocket Craft) 지원을 담당하였다. 1946년 원자 폭탄 시험 후 방사성 바닷물 샘플을 수집하는 용도로도 사용되었으며, 1954년에는 원격 기뢰 제거용 소해 보트(Drone)에도 사용되었다. 1960년대에는 미사일 타격을 위한 특수 목적 보트 및 군수 지원(Drone Boat), 베트남 해변의 기뢰 제거용으로 사용되었으며, 1990년

이후 첨단 기뢰 제거(R/C Dyads, Moss, Aliss), 자율항법 기능을 가지는 기뢰 제거(RMS), 정찰 및 감시(ASH, Roboski) 등 인간이 단독으로 수행하기 어려운 임무들을 담당하고 있다.

무인 수상정 주요 활용 분야

구분	주요 활용 분야
해양 공익 분야	구난·구조·재난 방제
	연근해 어선 어로 작업 지원
	환경 오염 방제
해양 탐사 및 수중 관측 분야	해저 자원 탐사
	정밀 해저 지형도 작성
	해저 생태 환경 및 지화학 연구
	해저 정밀 중력·자력 분포도 작성
	연안 해역 관측, 어장 감시, 오염 감시, 적조 예보
	댐·하천의 수질 관리 및 수중 환경 오염 조사
해양 방위 산업 분야	작전 해역 및 주요 항만의 정찰·수색
	항만 감시 네트워크의 이동형 노드 시스템
	기뢰형 능동 어뢰 탐색 시스템

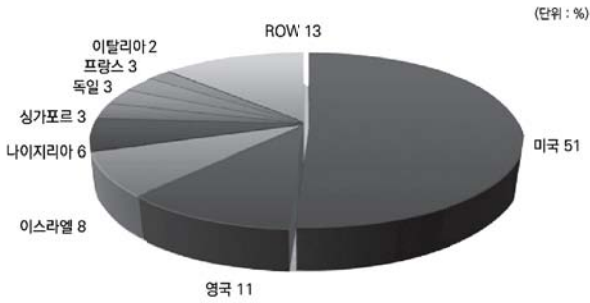
#### 무인 수상정의 확대

무인 수상정의 개발은 해양 선진국을 중심으로 활발히 진행되고 있으며, 대표 주도 국가인 미국을 비롯하여, 이스라엘, 캐나다는 무인 수상정을 상용화하여 실전 배치와 해외 판매를 추진하고 있다. 미국의 시장조사 기관인 '비전게인(Visiongain)'에 따르면, 2019년까지 무인 수상정의 세계 시장은 약 8천 3백만 달러(원화 약 1천억 원)에 달할 것으로 전망되며, 이 중 미국 시장은 전 세계 시장의 약 51%를 차지할 것으로 예상된다.

USV의 세계 시장 동향

(단위 : \$ m)

	2016	2017	2018	2019
Sales	55.8	63.4	72.5	83.0



전 세계 시장 비율

우리나라의 무인 수상정 설계·개발 기술은 선형 연구 형태로 국방과학연구소, 선박해양플랜트연구소 등에서 진행되었으며, 대부분 해양 조사 및 해양 감시를 위한 용도로 개발되었다.<sup>1)</sup> 최근에는 국방 분야에 무인 수상정의 도입 시급성이 제기되어 '민·군 기술 적용 사업'을 통해 2017년 해상 감시 정찰과 수중 탐색을 위한 무인 수상정 '해검'이 개발되었다.

이처럼 지능화·첨단화된 무인 시스템 기술을 바탕으로 한 해양 무인 체계의 구축을 통해 국방 전력 향상 및 해양 안전 확보가 가능할 것으로 기대되며, 정부 주도로 개발이 추진되고 있으므로 점진적인 시장 확대와 더불어 국내 관련 기술의 발전이 급속도로 이루어질 전망이다.<sup>2)</sup>

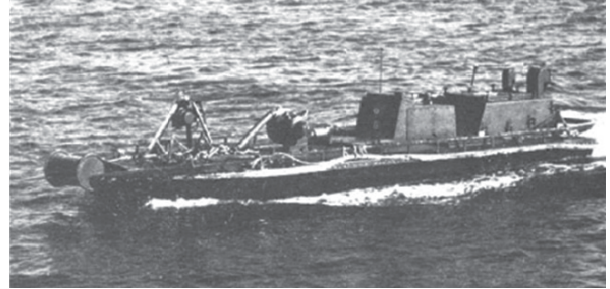
## 2. 무인 수상정의 활용

### 국방 분야의 무인 수상정 활용

무인 기술은 안전, 에너지, 환경 등 미래 인간의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 신기술로서, NT, ET, ST 등 독립적인 기술

1) J. H. Kim, S. Y. Kim, Technology development trend analysis and industrial condition of the unmanned surface vehicle, PD Issue Report of Korea Evaluation Institute of Industrial Technology, vol.15-3, 2015.3, p.83~95

2) H. G. Hwang, H. W. Kim, B. S. Kim, Y. T. Woo, I. S. Shin, J. H. Shin, Y. J. Lee, B. W. Choi, A Development of Integrated Control System for Platform Equipments of Unmanned Surface Vehicle(USV), Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, vol. 21, 2017.8, p.1611~1618



자료 : 무인선 기술 개발 동향 및 산업 현황, 한국산업기술평가관리원 PD 이슈리포트 2015-3호

### 베트남 전쟁의 무인 수상정



국산 USV '해검'

들을 IT 및 유사 산업과 융합하여 미래 사회에서 요구되는 산업의 고부가가치화와 함께 글로벌 경쟁력 확보 및 신산업을 창출할 수 있는 산업 원천의 핵심이다.

국방에서 무인 수상정의 주요 임무는 기뢰 제거, 잠수함 수색, 보안, 정찰이다. 무인 수상정은 기뢰를 찾는 센서를 끌고 다닐 수 있으며, 선체가 가벼워서 기뢰가 폭발하지 않는다. 무인 해상 선박이 기뢰를 발견하면 무인 잠수정이 출동하여 폭탄을 제거한다. 또 잠수함을 수색하기 위한 센서를 구비하거나 끌고 다닐 수 있으며, 헬리콥터보다 훨씬 저렴하고 소프트웨어로 제어가 가능해 수색 작업을 자동화한다. 자살 보트나 해상 교통 감시에도 적합하다. 테러리스트의 해상 공격을 감지하거나 항구 보안 유지에 용이하며 여러 척 이상의 무인 해상 선박을 제어할 수 있다. 무인 해상 선박을 이용하면 수병들을 위험에 노출시킬 필요가 없으며, 선체가 작아 쉽게 발각되지 않으므로 정보 수집에 최적화 되어 있다. 또한 사진 촬영, 수중 음파 탐지기에 의한 데이터 수집, 전자 도청 등을 위해 가볍고 강력한 최신 센서들을 갖추고 있다.

### 민간 분야의 무인 수상정 활용

무인 수상정은 무인 잠수정과 육상관제센터 간의 통신 중

계기 및 측위 지원 시스템으로 활용되는 등 해저 탐사를 지원한다. 하천 및 연안역 개발, 해양 토목 공사, 해저 케이블 매설 등 해저 지리 정보를 원격으로 획득할 때도 유용하다. 해양 물리량 측정 부이자료의 전송 기술을 확보함으로써 시스템이 최적화되어 있을 뿐만 아니라, 실시간 데이터 전송을 통해 신속한 해양 오염을 확인 가능하여 해양 환경의 원격 탐사 및 해양 부이 자동 점검에 탁월하다.

또한 무인 수상정의 원격 제어를 통해서 해상의 유해 액체 물질, 위험물 등 해상 오염 물질의 회수가 가능하며, 하천 및 연안역의 오염, 재난의 발생 유무를 감시하고 관제국으로 실시간 정보를 송신하여 효율적인 방제 대책을 수립할 수 있게 지원한다. 악천후와 야간 및 유인 선박의 접근이 불가능한 수역에서 익수자 또는 조난 선박을 수색하고, 무인 예인 시스템을 활용하여 조난된 레저보트에 자동으로 밧줄 및 도구를 제공하여 안전 수역까지 예인하는 기능을 한다. 또한 유인 선박의 접근이 어려운<sup>3)</sup> 재난 선박에 접근하여 인명 구조 활동을 할 수 있다.

해양 영토 보호에도 활용할 수 있다. 영해 및 NLL을 침범한 적국 선박을 대상으로 접근 경고 방송 및 영상 획득을 통한 증거를 수집하는 한편, 불법 조업 선박의 추적, 경고, 정선, 나포 및 증거 수집과 테러 선박의 감시, 추적 등 효과적인 대테러 작전에 활용 가능하다.

마지막으로 무인선 개발 과정에서 무인 수상정을 대상으로 국내외 관련 안전 규제를 분석·적용함으로써 제도적 고려 사항을 도출하는 등 무인선의 안전 기준을 제시하는 역할도 한다.

### 3. 무인 수상정의 기술

#### 국외 기술 및 산업 동향 | 미국

미국 국방성과 싱가포르 정부가 예산을 투입하여 공동으로 개발한 스파르탄 스카우트(Spartan Scout)는 기뢰 탐지, 감시, 수색 등 해군 임무 수행과 싱가포르의 말라카 해협의 해적 퇴치를 목적으로 2003년 개발되었다. 미국 해군에서는 이미 개발 완료된 다양한 무인 수상정을 전술·전략적으로 활용하기 위해 심도 있는 연구가 이루어지고 있다.

상업적 판매를 목적으로 무인 선박을 개발하는 HWT사는 2007년 6월 해상 실험을 통해 HWT X-1의 성능을 입증하였으며, 현재는 이를 좀 더 개량한 HWT X-3라는 스텔스 기능

3) 화재, 침몰, 좌초 등

의 무인 정찰선을 개발하고 있다. HWT X-3은 미리 입력된 목표 지점을 스스로 찾아가서 반경 50km의 레이더, 영상 신호 등 각종 정보를 육상으로 실시간 전송할 수 있다.



자료 : Harbor Wing, www.harborwingtech.com

HWT X-1

Specifications

Items	X-3	X-1
Length(Hull)	15.2m	9.1m
Beam(Hull)	12.2m	4.3m
Draft	3.0m (Hydrofoil 포함)	0.6m
Payload	680.4kg	907.2kg
Max. Speed	≥ 25knots	
Time at Sea	≥ 3months	
Communication	Radio, Satellite	

#### 국외 기술 및 산업 동향 | 이스라엘

이스라엘은 미국 다음으로 활발하게 연구를 진행하며 무인 수상정을 상용화 중이다. Rafael사의 Protector는 스텔스 기능을 갖춘 세계 최초, 최고의 대테러 무인 전투정이다. 원격 조종으로 움직이며 '미니 타이푼<sup>4)</sup>, 적외선 광학 카메라, 실시간 영상 전송 시스템, GPS를 갖추고 있다. Protector는 스피커와 마이크로폰이 장착돼 있어 의심되는 선박에 접근하여 정선 명령을 할 수 있으며, 상대방의 목소리를 직접 들으면서 운항 허가증, 신분증 등의 제시를 요구할 수 있다. 또한 망원렌즈

4) 자동 표적 추적이 가능한 기관총과 유탄 발사 시스템

카메라로 신분증 등을 클로즈업하여 진위 여부를 가려낼 수 있기 때문에, 검문·검색 등 다양한 분야에 활용하고 있다.

Rafael Protector의 Specifications			
LOA	9,1m(30ft)	Navigation	레이더, GPS, 관성항법
Engine	Diesel	Sensor	Vision 시스템
Propulsion	Water-jet	무장	기관총
Max. Speed	40knots	기타	자율운항 및 원격 조종, 스텔스



자료 : RAFAEL, www.rafael.co.il

Protector



자료 : Naval Drones, www.navaldrone.com

Stingray

### 국외 기술 및 산업 동향 | 캐나다

캐나다의 Schreiner사가 개발한 Barracuda는 함정의 사격 훈련을 지원하기 위한 무인 표적 예인정으로, 현재 많은 국가의 해군에서 도입하고 있다.



자료 : NavalDrones, www.navaldrone.com

Barracuda

### Barracuda의 주요 운용 국가

국가	대수	국가	대수
미국, 싱가포르, 노르웨이, 태국	대여	프랑스	9
		리비아	9
일본	6	영국	6
캐나다	7	한국 등	

### 국외 기술 및 산업 동향 | 기타

독일과 일본에서도 정부 차원에서 무인 선박의 연구 개발을 활발하게 추진하고 있다.

### 무인 수상정 요소 기술

성공적인 무인 수상정은 자동 체계(Autonomy), 피항 및 복구(Avoidance & Recovery), 제어(Control), 진수 및 회수(Launch & Return) 시스템으로 구분되며 세부 기술이 요구된다.

무인 장비 자동 체계(Autonomy)의 가장 주된 기능은 자동 회피이며, 다양한 자동화 수준을 개발하는 것이 필요하다. 우선 넓은 작업 구역에서 목표물을 탐지하고 임무를 수행하기 위해 장시간 자체적으로 항해를 제어할 수 있어야 하며, 여러 종류의 장비들과 통신하여 상호 보완적으로 작업을 수행하도록 효율성을 극대화해야 한다. VHF통신으로 조종부와 정보를 주고 받을 때는 조종부의 로딩 시간과 USV의 응답 시간을 최소화 시키는 기술 개발이 필요하다.

또한 항해 중 조우하는 선박이나 장애물을 자동으로 피항(Avoidance)하고, 자신의 상태를 점검하여 고장이나 시스템 에러 시 자체 복구 가능한 시스템(Recovery)을 갖추어야 한다.

그와 함께 하나의 USV가 다른 장치들을 통합적으로 제어(Control)하는 체계를 통해 육상 조종부에 요구되는 인력을 최소화시켜 작업 효율성을 높일 수 있어야 한다.

USV가 수상함에서 자동으로 진수할 때는 약간의 해상 상태 변화에도 적절하게 대응하여야 한다. 해상 상태 변화 시, 센서를 통해 감지하고 판단하여 안전한 수 및 회수(Launch & Return) 과정이 되도록 개발하고, 해상에서 USV 도킹 시, 수상함과 USV는 상호 간섭이 있기 때문에 최적 도킹 구역을 유체역학적 측면에서 검토해야 한다.



### 무인 수상정 기술 | 원격 제어

무인 수상정은 항해 안전성을 위한 첨단 조선 기술 외에도 부품 소재, 통신 등 ICT 융합 기술과 같은 다양한 기술의 적용이 요구된다.

무인 수상정은 원격 제어 및 경로 추종 기능, 최적 경로 생성 기능 및 장애물 회피 동작을 자율적으로 수행하는 자율운항 6단계의 기술이 핵심이다.

자율운항의 1~2단계인 원격 제어 기술은 모선 또는 육상 모항의 통제실에서 무인 수상정의 침로, 속력, 장치를 원격으로 제어하는 단계로, 크게 근거리 원격 제어와 중·장거리 원격 제어가 있다. 근거리 원격 제어는 주로 무인 수상정을 모선 또는 모항의 격납시설로 회수할 때 적용되는 기술이며, 운용자가 무인 수상정의 위치, 속도 등을 직접 육안으로 관찰하면서 격납 위치로 정밀하게 유도하는 기술이다. 중·장거리 원격 제어는 무인 수상정이 송신해주는 카메라, 레이더, GPS 등의 정보를 바탕으로 모선 또는 육상의 통제소에서 운용자가

무인 수상정 추진 시스템의 추력 방향과 속도를 직접 제어하는 모드이다.

### 무인 수상정 기술 | 경로 자동 생성 및 경유점 추종 제어

자율운항 3단계인 경로 자동 생성 및 경유점 추종 제어는 모선 혹은 육상 통제실에서 사전에 입력한 경로 또는 자동으로 생성된 경로를 추종하는 기술을 의미한다. 경로 자동 생성은 시작점과 종료점이 입력되면 선박의 안전과 경제성을 고려한 최적의 경로를 자동으로 도출하는 기술이다. 무인선 운용자는 자동으로 생성된 다양한 경로 중 하나를 선택 가능하며, 시스템은 운용자의 요구에 따라 최단 경로, 최소 선회 경로, 추천 경로 등을 제공한다. 무인선의 경로 자동 생성은 전자해도(ENC)의 지형지물 위치, 수심 등과 같은 데이터와 ARPA/Radar의 장애물 정보를 토대로 경로 탐색 알고리즘을 적용한다.

경유점 추종 제어는 운용자가 설정한 Cross Track Error 범위 안에서 경유점(Waypoint)과 경유점 사이의 경로를 추종하여 항해할 수 있는 Auto Pilot 모드, Auto Sailing 모드, Way Point-oriented Sailing 모드 기술로 구분할 수 있다.

위치 추종 기능은 모선과 동시에 해양 탐사 등의 임무를 수행할 수 있도록 모선과의 거리, 방향, 속도를 추종하면서 자동으로 항해할 수 있는 기능이다. 또한 적외선 식별을 통하여 검출된 목표물에 대한 감시, 추적 등의 임무를 수행할 수도 있다.

### 무인 수상정 자율운항 기술 | 장애물 인식

자율운항 4~5단계의 기술은 장애물 인식이다. 무인 수상정이 항해 중 조우하게 될 장애물은 크게 섬, 저수심과 같은 자연 환경적 장애물과 선박, 등부표와 같은 인공 장애물로 분류할 수 있는데, 이들 장애물을 효율적으로 인식하는 것은 무인 수상정의 자율 안전항해와 완벽한 임무 수행에 매우 중요한 기술이다.

단순한 장애물 인식을 뛰어넘는 3차원적인 장애물 인식 기술로서, 무인 선박 전방의 영상을 EO/IR 카메라로 촬영하여 저장 및 모선 또는 육상의 관제국에 송신할 뿐만 아니라, 자율 항해를 위하여 장애물의 형태와 위치 정보, 이동 방향, 속도 등을 영상 처리하여 감지한다.

5) Enhancement, Filtering, Stereo Vision, Pattern Recognition 기술 등



또한 레이더와 AIS를 통하여 획득한 이동·고정 장애물을 탐지하는 기능인 2차원 장애물 인식은 추적 레이더 영상을 획득한 후 영상신호 처리기법을 이용하여 Guard Zone 이내 목표물의 거리, 방향, 이동 속도, 이동 방향, CPA, TCPA 등의 정보를 도출하여 장애물을 인식한다. AIS 수신기를 통해 무인 선박 주변의 선박 정보를 바탕으로 장애물을 처리하는 기술이다.

### 무인 수상정 기술 | 장애물 회피

자율운항 6단계 기술은 레이더, AIS, EO/IR 카메라를 통해 인식된 장애물 정보를 기반으로 회피동작을 취할 수 있도록 하는 장애물 회피 기능이다. 센서로 파악한 장애물에 대한 충돌 위험도 평가, 국제해상충돌예방규칙(COLREG Rule) 기반의 선박 행동 패턴 예측, 장애물 회피 동작을 위한 안전경로의 자동 생성 및 Alarm 발생 기능, 충돌의 가능성이 제거될 경우 원 경로에 복귀하거나 다음 경유점을 추종하도록 하는 기능의 구현이라 할 수 있다.

## 4. 고부가가치 산업, 무인 수상정

### 기술 개발의 적극적인 방안 모색

무인 수상정은 전방 산업인 해운 산업, 방위 산업 그리고 후방 산업인 기계 산업, 철강 산업, 전자 산업 등과의 연관 효과가 큰 기술 집약적 산업이며, 전후 방산에 파급효과가 매우 클 것으로 판단된다.

무인 수상정 분야는 주력 산업인 조선해양 산업의 생산성

향상을 통한 기술 경쟁력 강화 및 고부가가치 시장의 선점을 위한 핵심 기술이다. 무인 수상정은 나아가 중대형 선박의 무인화나 안전 항해를 지원하며, 선박 내 각종 장비 상태 정보를 수집하고 육상 및 선박 간의 상호 통신 기술을 통해 선박 운항과 관련된 모든 서비스를 제공할 수 있는 스마트 선박 관련 핵심 기술이다. 이를 통해 IT 조선 기자재 산업의 부흥 또한 도모할 수 있다.

선박 해난 사고의 증가, 수상레저 인구 급증, NLL 침범, 불법 어로 단속 등으로 인한 인적·물적 피해가 증가하고, 연안 해역의 개발 및 자원 탐사가 활발해지면서 무인 수상정의 수요는 증가할 것으로 예측된다. 현재는 무인 수상정에 대한 수요가 특정 기관에 한해서 발생하고 있지만, 신뢰성 및 경제성이 확보될 경우 많은 부분에서 활용이 예상되고 있다.

우리나라의 조선 기술 및 IT, 정보통신 인프라를 적극 활용할 경우, 단기간 내에 선진국 수준의 제품 개발이 가능하고 저가 생산으로 기존 무인 수상정의 틈새시장 개척도 가능할 것이다. 무인 수상정의 핵심 기술 및 노하우는 차후 선박 조선 시장에 적극 반영되어 중소형 조선소의 고부가가치 선박으로 부상하여 향후 생산으로 이어질 가능성이 크기 때문에 기술 개발을 위한 정부의 적극적인 지원 모색이 필요하다.



#### 신 일 식

- 1976년생
- 2002년 동명정보대학교 정보통신공학과 졸업
- 현 재 : 중소조선연구원 해양IT융복합소재 연구본부 책임연구원
- 관심분야 : e-Navigation, 스마트선박
- 연 락 처 : \*\*\*-\*\*\*\*-\*\*\*\*
- E - mail : issin@rims.re.kr