

어선 안전향해 원격 모니터링 시스템 요구사항

김정연 수협중앙회 부산어선안전조업국장

1. 머리말

수협중앙회 어선안전조업본부에서 어선 및 어선원 사고를 분석한 결과 최근 5년간 연평균 500여 건의 어선 사고가 발생하고 있으며, 이에 따라 어업인의 실종 및 사망으로 인한 인명 피해가 매년 80여 명씩 발생하고 있다.

해양수산부는 어선 통신망 고도화 및 첨단화를 통해 사각지대 없는 어선안전통신망을 실현하기 위해 어선사고 사전예방시스템인 어선 안전 향해 원격 모니터링 시스템 구축을 추진하고 있다. 수협중앙회 어선안전조업본부는 이 모니터링 시스템 운영을 통하여 해상에서 어선들의 안전확보를 최종 목표로 삼고 있다.

어선의 인명 피해를 분석해보면 실제 선박사고 발생에 따른 인명피해가 평균 37명이며, 선박사고와 관계없는 안전사고가 43명으로 나타났다. 안전사고에 대한 대비가 필요함을 보여준다. 지금까지는 어선 사고 발생 후 신속 대처로 인명 피해를 최소화하는 것이 중점이었다. 하지만 앞으로는 IoT를 활용, 각종 센서 등을 통하여 어선 사고를 예측하고, 사고가 발생하면 즉시 인지하는 등 사고 예방 차원의 어선안전관리가 필요한 시점이다.

어선 안전향해 원격 모니터링 시스템은 어선에 설치된 각종 위치발신장비와 스마트한 어선안전장비를 효과적으로 연계하여 해양사고 발생시 신속하게 대처함으로써 어업인의 생명과 재산을 보호하는 데 그 목적이 있다. 이를 위해 원격 모니터링 시스템의 요구 사항을 잘 반영하고 자동화된 연계 기술이 확보되어야 한다.

<표 1> 어선·어선원 사고현황

단위: 건

구분	평균(%) '16~'20	'16	'17	'18	'19	'20	
발생	50 (100)	378	504	437	532	649	
구조	481 (96)	362	486	422	510	625	
미구조	19 (4)	16	18	15	22	24	
원인 별	선체불량	271 (54)	201	264	267	306	314
	운항과실	220 (44)	167	228	166	215	326
	기상악화	9 (2)	10	12	4	11	9
인명 피해	어선사고(명)	37	30	42	39	39	35
	어선원사고(명)	43	45	37	39	41	52

※ 최근 5년간 연평균 어업인 사망·실종:80명

※출처 : 수협중앙회 어선·어선원 사고 분석(2021년)

2. 어선 안전향해 원격 모니터링 시스템 개요

2.1 어선안전조업관리시스템(FIS)

수협중앙회 어선안전조업본부는 '어선안전조업법'에 의거 어선안전조업관리시스템(FIS, Fishing boat Safety management system)을 운영 중이다. 이 시스템은 분산된 시스템의 어선 위치 정보 등을 통합 조회하며 기상정보, 선박검사정보 등 어선 안전관리에 필요한 정보를 통합 표출한다. 해양수산부가 관리하는 AIS(어선, 상선 등), 위성망(근해 원양어선 및 LTE-M정보) 등과 해양경찰서에서 관리·운영하는 V-PASS 시스템, 수협에서 관리·운영하는 VHF-DSC 시스템에서 수신되는 선박의 위치정보를 통합관리하는 기능을 가지고 있다. 이 시스템을 통해서 연근해 선박의 안전관리를 하고 있다.

특히, 어선 조난신호 발생시 조난신호 자동 전파기능을 이용하여 주변 어선에 자동으로 조난신호를 전송, 사고 어선을 신속 구조하여 어업인의 생명과 재산 보호에 기여하고 있다.



[그림 1] 어선안전조업관리시스템(FIS, Fishing boat Safety management system)

2.2 어선 위치발신장비 현황

어선은 어선법에 의거 어선위치발신장치(무선 설비)를 장착하고 운항하여야 한다. 현재 어선법에 의거 설치의무가 있는 무선설비는 <표 2>와 같다.

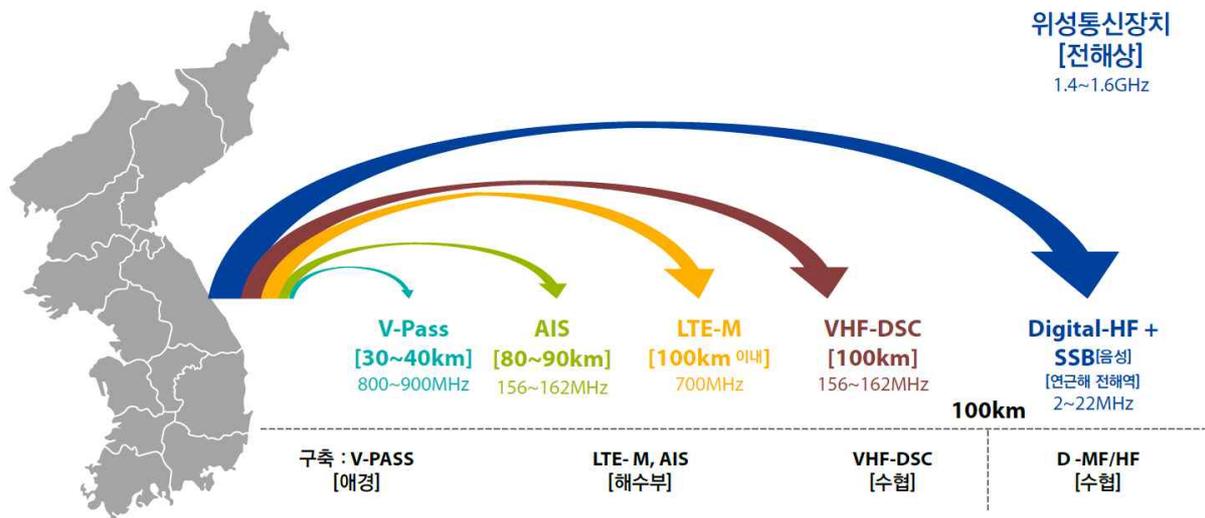
어선에 설치된 중단파대 및 단파대 무선설비(무선전화)를 제외한 무선설비는 전자적으로 자동 위치발신이 가능한 장비이다. 짧게는 1초 단위에서 길게는 10분 단위로 위치를 수집할 수 있으며, 이렇게 수집된 위치정보는 어선안전관리시스템(FIS)을 통해 표출하고 있다. 수협중앙회 어선안전조업본부가 이 시스템으로 어선의 위치 및 안전 관리를 수행하고 있다.

문제는 [그림 2]에서 보는 바와 같이 위치발신장치별 통달거리에 제한이 있다는 것이다. V-PASS, LTE-M, VHF-DSC 등은 초단파대 이상 대역의 주파수를 사용하기 때문에 육상기지국의 높이에 따라 통달거리가 제한되며, 우리나라 연안의 지역 특성상 100km를 초과할 수 없다

는 단점이 있다. 이에 비해 D-MF/HF 장비는 단파대 대역으로 전리층 반사파를 사용하므로 연근해에서 통달거리의 제약을 벗어날 수 있다. 다만 주파수 대역폭이 좁아 대용량 데이터 전송이 어렵고, 단파대 특성으로 인해 위치보고 주기도 약 10분 정도이므로 기타 장비보다 위치정보 수집률은 현저하게 떨어진다.

<표 2> 어선법에 의한 어선위치발신장치 종류

구분 명칭	사 진	대상 어선	기 능	특 징
선박패스장치 (V-Pass)		전 어선	자동 출입항 신고	위치발신 ○ 조난발신 ○ 음성통신 ×
초단파대 무선설비 (VHF-DSC)		2톤 이상	음성 및 데이터 통신	위치발신 ○ 조난발신 ○ 음성통신 ○
지능형 해상교통정보 서비스 단말기 (e-Nav)		3톤 이상	음성 및 데이터 통신	위치발신 ○ 조난발신 ○ 음성통신 ○
DSC를 포함한 중단파대 무선전화 및 단파대 디지털 송수신장치		근해 어선	음성 및 데이터 통신	위치발신 ○ 조난발신 ○ 음성통신 ○
선박자동 식별장치 (AIS)		10톤 이상	선박 충돌 예방	위치발신 ○ 조난발신 × 음성통신 ×
중단파대 및 단파대무선설비 (무선전화)		5톤 이상	음성 통신	위치발신 × 조난발신 × 음성통신 ○



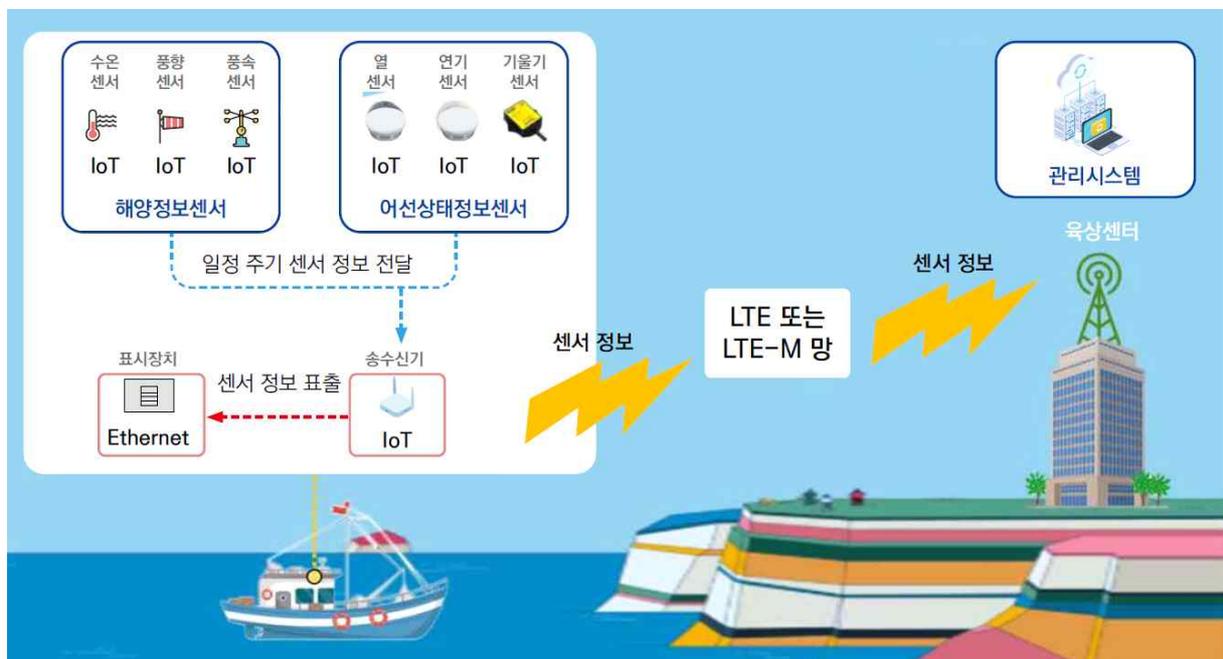
[그림 2] 위치발신장치 통달거리 거리 현황

2.3 어선 안전항해 원격 모니터링 시스템 개요

해양수산부 한국형 e-Navigation 서비스 사업의 일환으로 구축되는 LTE-M 통신기술은 육지에서 100km 이내 해상까지 고속 데이터 전송이 가능하므로 LTE-M 통신망을 활용한 IoT 기반 정보통신기술(ICT)을 접목한 통신 인프라 확대가 가능해졌다.

어선 안전항해 원격모니터링 시스템은 어선에 설치된 각종 센서 장치를 사용하여 해상에서 조업 중인 어선에서 발생할 수 있는 화재나 전복 등의 원인이 되는 연기, 열, 기울기 등을 측정하여 어선의 사고위험도를 관리하고 수온, 풍향, 풍속 등 해상 정보를 실시간 측정하고 제공하는 시스템이다. 시스템의 전체 개념도는 [그림 3]과 같다.

어선 안전항해 원격모니터링 시스템은 센서, 센서정보 표시장치, 센서정보 송수신기, 육상 관리시스템으로 구성된다.



[그림 3] 어선 안전항해 원격 모니터링 시스템 개요도

2.3.1 센서

어선원이 어선에서 추락하거나 충돌, 침몰 등 해상사고 발생으로 조난을 당했을 때 어선원의 해상사고 사실과 위치 등에 대한 데이터를 자동으로 육상의 해안국에 설치된 시스템에 전송하여 긴급구조할 수 있는 IoT 기반 센싱 정보를 포함하고 있다.

2.3.2 센서 정보 표시장치

이더넷을 통해 센서정보 송수신기와 연동하여 어선 안전과 해상 상태에 대한 실시간 센서 정보를 취득하고 시각화하여 표시한다.

화재, 침몰 등 사고 위험 상황 발생 시 사용자에게 알람을 통해 알려주며, 통신 장애 시 자동으로 이를 감지하여 사용자 및 관리자에게 알람을 통해 알려준다.

2.3.3 센서정보 송수신기

어선에 설치된 각종 센서를 통해 감지된 데이터를 수신하고 수신된 정보를 센서 정보 표시장치와 육상 관리시스템으로 전송한다. 센서를 통해 수집된 정보는 일정 기간(2일 이상) 동안 저장하며, 각종 센서와의 통신을 위한 근거리 유/무선 통신 인터페이스를 포함한다.

2.3.4 육상 관리시스템

실시간 센서의 송수신 상태 및 센서에서 수집되는 정보를 시각화하여 표시하고, 데이터를 분석해 제공한다. 사고 위험 상황이 발생할 경우 관리자에게 경보 메시지와 알람을 통해 사고 위험 상황을 알린다.

2.4 어선 안전항해 원격 모니터링 시스템 시나리오

어선 안전항해 원격 모니터링 시스템 시나리오는 해상 상태 정보 수집, 어선상태 수집 및 사고 위험 상황 인지, 분석데이터 전송 등으로 이뤄진다

2.4.1 해상상태 정보 수집

수온, 풍향/풍속 등을 측정할 수 있는 센서를 통해 해상정보를 수집한다. 각종 센서는 어선에 설치되어 어선 주변 수온, 풍향/풍속 등 실시간 해상 상태 정보를 측정하고 저장한다. 센서 정보 송수신기에서 일정한 주기로 측정된 데이터를 요청 시 전송한다. 측정값은 센서 정보 송수신기를 통해 센서 정보 표시장치와 육상 관리시스템으로 전송되고, 센서정보 표시장치를 통해서 사용자에게 표출된다.

2.4.2 어선 상태 수집 및 사고 위험 인지

연기, 열, 기울기 등을 측정할 수 있는 센서를 통해 어선의 상태 정보를 수집하고 저장한다. 각종 센서는 어선에 설치되어 연기, 열, 기울기 등 실시간 어선 상태정보를 측정하고 보고하며, 센서 정보 송수신기가 일정한 주기로 측정된 데이터를 저장했다 요청에 따라 전송할 수 있는 서버를 포함한다.

측정값은 센서 정보 송수신기를 통해 센서 정보 표시장치와 육상 관리시스템으로 전송되고, 센서 정보 표시장치를 통해서 사용자에게 표출된다. 어선 상태정보 측정 센서는 측정값을 사전에 설정된 연기, 열 및 기울기 등의 임계값과 비교한다.

측정값이 임계값 이상이 되면 사고 위험 상황이 인지되었음을 알람 등으로 표출하고, 사고 위험 상황을 센서 정보 송수신기를 통해 센서 정보 표시장치로 전송하여 사용자에게 알린다. 사고 위험 상황 발생 시 센서 정보 송수신기를 통해 육상 관리시스템으로 전송하여 관리자에게 알린다. 사고 위험 상황의 오발신 여부를 센서 정보 표시장치에서 확인하여 육상 관리시스템으로 전송한다.

2.4.3 분석 데이터 전송

육상 관리시스템은 실시간 수온, 풍향, 풍속 등의 해상 상태정보와 연기, 열, 기울기 등의 어

선상태정보, 위험인지 정보를 수집하여 저장하고 표시한다. 수집된 데이터는 사고 위험 발생 분석 및 해상정보(수온, 풍향, 풍속 등) 제공에 사용한다.

3. 어선 안전항해 원격 모니터링 시스템 요구사항

3.1 기본 요구사항

어선 안전항해 원격 모니터링 시스템은 화재 등 사고를 예방하기 위해 연기, 열, 기울기 등 어선 상태를 실시간 측정하여 사용자에게 제공할 수 있어야 한다. 또 실시간 수온, 풍향, 풍속 등 실시간 해상 상태를 측정하여 사용자에게 제공할 수 있어야 한다. 연기, 열, 기울기 등의 측정값이 임계치에 도달하였을 경우 사용자와 관리자에게 알람 등으로 사고 위험 상황을 알려주는 기능을 제공하여야 한다.

이 시스템은 실시간 어선 및 해상 상태 측정값을 저장할 수 있어야 하며, 센서 정보 송수신기와 센서 간 정보전송을 위해 저전력 근거리 무선통신 방식을 사용하여야 한다.

센서 정보 송수신기와 센서 정보 표시장치 간 통신방식은 이더넷을 통하여 접속하여야 한다. 센서와 센서 정보 송수신기 간 데이터 전송 방식은 평상시 폴링(Polling)방식을 사용하고 사고 위험 상황 등 이벤트 발생 시에는 푸시(Push)방식을 사용하여야 한다.

3.2 센서 요구사항

어선안전상태 측정 센서는 화재 센서와 기울기 센서 등을 포함하며, 실시간 어선 상태를 측정하고 측정값을 저장할 수 있어야 한다. 해상정보측정 센서는 수온 센서, 풍속 센서, 풍향 센서 등으로 실시간 해상 정보를 측정하고 측정값을 저장할 수 있어야 한다.

화재 센서는 열과 연기를 측정하는 센서로, 측정값을 통해 어선 화재를 감지할 수 있어야 한다. 기울기 센서는 어선의 기울기를 측정하기 위한 센서로 6축(3축 자이로스코프와 3축 가속기) 이상의 센서를 사용하여야 한다. 기울기 센서 데이터를 사용하여 디지털 모션 연산을 통해 선박의 움직임을 추적할 수 있는 기능이 있어야 한다.

센서는 센서 정보 송수신기에서 측정값을 요구하는 경우 센서 상태 정보 및 측정값을 전송하여야 한다. 센서의 전원은 배터리 전원을 사용하며 1년 이상 사용 가능하여야 한다. 장치 기구물은 선박의 벽면 또는 천장에 손쉽게 설치 가능한 구조를 가지고 있어야 한다.

3.3 센서 정보 송수신기 요구사항

센서 정보 송수신기는 주어진 주기로 센서에게 측정값을 요청하여 취득하여야 한다. 요청한 측정값이 센서로부터 수신되면 이를 센서 정보 표시장치와 육상 관리시스템으로 전달하여야 하며, 센서로부터 수신한 사고 위험 상황정보는 받는 즉시 센서 정보 표시장치로 전달하여 사용자에게 알려야 한다. 센서로부터 수신한 사고 위험 상황정보는 받는 즉시 육상 관리시스템을 전달하여야 한다.

3.4 센서 정보 표시장치 요구사항

센서 정보 송수신기와 연동하여 선박의 주요 상황 정보를 수집하여야 한다. 표시장치는 LCD

와 SOS 버튼을 필수적으로 구비해야 한다. LCD는 선박에 설치된 각종 센서의 정보를 표출하여야 하고 SOS 버튼을 통해 비상상황을 수동으로 입력할 수 있어야 한다. 수집한 정보를 화면에 표시하며, 해도상의 선박의 위치 표시를 함과 동시에 센서에서 수집된 상황정보를 화면에 표출하고, 위험이 발생하면 해당 선박을 강조표시하고 관련 정보를 해도에 표시하여야 한다.

수집 정보 보고 기능은 설정된 정보에 따라 주기적 또는 수동적으로 정보를 보고하는 기능이다. 각종 센서에서 수집된 정보는 육상 관리시스템으로 보고하는 방식을 화면에서 설정할 수 있어야 한다. 위험 상황 처리 기능은 각종 센서에서 수집된 정보를 분석하여 선박 안에 위험 상황이 발생했는지 분석하고 그 결과를 화면에 표시하는 기능이다. 위험 상황이 발생하면 확인 버튼을 누르기 전까지 알람음을 발생시키며, 비상 상황을 수동적 또는 자동적으로 육상 관리시스템으로 통보하여야 한다. 표시장치는 현재 선박의 이름과 IP 주소 등을 확인하고 설정하는 기능을 가져야 한다.

3.5 관리시스템 요구사항

관리시스템은 IoT 인터페이스, 메시지 매개자(MQTT broker), 제어로직 및 모니터링 서비스, 메시지 처리부 및 DB로 구성되어야 한다.

메시지 매개자는 육상 관리시스템 및 개별 선박들과 메시지를 주고받는 기능을 담당한다. 메시지 리소스는 토큰을 사용하여 표현하며, 엠큐티티(MQTT) 전송프로토콜의 메시지 전달체계에 따라 세션을 생성하고 유지하면서 메시지를 교환하여야 한다.

메시지 처리부는 메시지 매개자로부터 메시지를 받거나 메시지 매개자에게 메시지를 보내는 기능을 담당한다. 서비스에 가입한 선박 수와 각 선박별 IoT 센서 리소스 수를 곱한 수량만큼의 토큰을 처리할 수 있으며, 각 선박에서 수신한 정보는 DB에 기록하고 제어로직이나 육상 관리시스템에서 온 메시지는 메시지 매개자를 통해 선박들에게 보내는 역할을 수행하여야 한다.

관리시스템은 사용자로 하여금 전체적인 상황을 파악할 수 있게 웹 UI를 제공하여야 한다. DB로부터 필요 데이터를 읽어와 사용자가 쉽게 파악할 수 있는 그래프나 표로 요약하여 표시해야 하며, 필요한 데이터 검색이 가능하여야 한다. 제어 로직부에서는 DB테이블을 계속 검색하고 기존 센서 값들과 비교하여 갑자기 변하는 센서 값이 있는지 또는 사용자가 입력한 조건에 맞는지 알람 센서 값을 지속적으로 점검, 관련 정보에 대한 이벤트를 발생시키는 기능이 있어야 한다. 제어 로직은 주기적 또는 비주기적으로 업데이트되는 이벤트를 감지하여 설정된 룰 기반 로직을 계산하여 조건에 맞는 행위를 실행시키는 기능이 있어야 하며, 선박의 위치 정보를 수집하여 해도상에 향해 위치를 표시하여야 한다.

4. 맺음말

어선에서 선박사고 및 안전사고로 인한 인명 피해는 10년 전과 비교해볼 때 많이 감소했으나, 최근 5년간 자료를 분석하면 인명 피해는 더 이상 감소하지 않고 정체되어 있는 실정이다. 어선원들이 대부분 한 집안의 가장임을 감안하면 해상 인명피해는 가정의 붕괴로 이어진

다. 동시에 수색구조 활동 등으로 인한 경제적·사회적 비용도 막대하다.

선원의 고령화와 외국인 선원 비율 증가로 어선원 사고의 사각지대가 점점 늘어나는 시점에 사고를 미리 예방하고 신속히 대처하기 위해서는 최첨단 정보통신기술(ICT)을 접목한 IoT 센싱 기반의 어선 안전항해 원격 모니터링 시스템의 도입이 절실히 요구된다.

IoT 센싱 기반의 어선 안전항해 원격 모니터링 시스템은 화재, 열, 기울기 센싱을 통해서 어선의 사고를 예측할 수 있고, 사고 발생시 육상에서 즉각 대응할 수 있어 신속한 인명 구조가 가능해질 것으로 사료된다. 또 수온, 풍향, 풍속 등 기상 센서를 통해 해상 실시간 기상정보 수집이 용이해짐에 따라 정확한 기상예보를 할 수 있고, 이는 어업인의 생명보호는 물론 어획 생산량 증가에도 크게 기여할 것이다.

어선 안전항해 원격 모니터링 시스템과 현재 수협중앙회가 운영 중인 어선안전조업관리시스템(FIS)의 연계를 통하여 어선 및 어선원의 안전관리에 좀 더 나은 시너지 효과가 창출될 것으로 기대된다.

[참고문헌]

- [1] TTAK.KO-06-0558 [어선 안전항해 원격 모니터링 시스템의 요구사항] 정보통신표준, 수협중앙회, 2021. 12.
- [2] [어선 원격모니터링 시스템 기초연구 용역] 수협중앙회, 2020. 12.
- [3] [어선사고 원인분석 및 대책마련을 위한 연구] 한국해양수산개발원, 2019. 7.
- [4] [어선원 조난위치발신 시스템 시범구축] 수협중앙회, 2019. 12.
- [5] [어선사고 예방대책(연차보고서)] 수협중앙회, 2020. 12.

※ 출처: TTA 저널 제201호