

어선원 해상사고발신 시스템 표준화

김정연 수협중앙회 팀장

1. 머리말

최근 5년 간의 해양사고 분석 결과 어업인의 인명 피해(사망, 실종) 중 안전사고가 전체의 약 67.7%를 차지하며, 사고원인 대부분이 미입항 사고를 포함한 해상 추락사고로 나타났다. 이에 따라 사고 발생 시

이를 가장 빨리 인지하는 것이 안전사고를 최소화시킬 수 있는 효과적인 방안으로 대두되고 있다.

해양수산부에서 추진하는 한국형 e-Navigation 서비스 사업의 일환으로 구축되는 LTE-M 통신기술은 육지에서 100km 이내 해상까지 고속으로 데이터 전송이 가능하므로 LTE-M 통신망을 활용하여

〈표 1〉 어선·어선원 사고 현황

| 연도별 | | 평균(%) | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------|--------|---------|------|------|------|------|------|
| 인명 피해 | 합계 | 87(100) | 97 | 87 | 75 | 79 | 78 |
| | 어선 사고 | 35(40) | 38 | 25 | 30 | 42 | 39 |
| | 어선원 사고 | 52(60) | 59 | 57 | 45 | 37 | 39 |

▶ 최근 5년 1인 조업선 사고현황

| 연도별 | | 평균 (%) | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---------------|--|--------|------|------|------|------|------|
| 내용별 | | | | | | | |
| 인명피해 (사망, 실종) | | 56(11) | 14 | 11 | 12 | 10 | 9 |

▶ 사고원인 분석

| 구분 | 합계 | 해상추락 | 미입항 (실종) | 어선사고 (충돌, 좌초, 침몰 등) | 선상작업 등 |
|-----------|-----|----------|----------|------------------------|---------|
| 인명피해(명) | 416 | 168(40%) | 35(9%) | 147(35%) | 66(16%) |
| 1인 조업선(명) | 56 | 39(70%) | 11(20%) | 5(9%) | 1(1%) |

※출처: 수협중앙회 어선·어선원 사고 분석(2019년)

IoT기반 정보통신기술(ICT)을 접목한 통신 인프라 확대가 가능해졌다.

현재 어선원, 특히 1~2인승 소형 어선 승선자가 추락 등으로 조난을 당했을 때 동료나 주변 선박에서 사고 인지가 안 될 경우 구조를 요청할 특별한 방법이 없으므로 효율적으로 어선을 관리하고 안전을 강화하기 위한 관제 및 모니터링 기술이 절실한 실정이다. 상대적으로 해양 안전의 사각지대였던 소형 어선을 포함한 전체 어선원을 위한 안전관리와 조난자의 구조에 실질적으로 도움을 주는 기술이 필요하며, 수협중앙회 어선안전조업본부에서 운영하는 조업정보알리미 및 안전조업상황실 모니터링에 연계하는 자동화된 조난 정보 기술이 확보되어야 할 필요가 있다.

2. 표준의 개요

2.1 목적

본 표준은 어선원이 어선에서 추락하거나 충돌, 침몰 등 해상사고 발생으로 조난을 당했을 때 어선원의 해상사고 사실과 위치 등에 대한 데이터를 자동적으로 육상의 해안국에 설치된 시스템에 전송하여 긴급 구조가 가능한 시스템을 구축하는 데 고려할 사항을 기술한다.

장비 및 제반 시스템에 대한 기술을 검토하고 어선원의 해상 추락 등 조난 시 위치를 발신할 수 있는 위치발신 장치 개발과 양산을 통해 궁극적으로 어선원 안전에 기여하는 것을 목적으로 한다.

2.2 내용요약

본 표준에서는 어선원이 추락 등 조난당했을 때 조난 신호를 발신할 수 있는 어선원 해상사고위치 발신장치의 통신 플랫폼을 선정하고, 송신 데이터와 프로토콜을 정의한다. 또한 어선원으로부터 수신된 조난 신호를 어선에서 수신하는 어선원 해상사

고위치 수신장치의 통신방식과 프로토콜을 정의하고, 최종적으로 육상 해안국의 해상사고위치 관리 시스템으로 조난 데이터를 전송하기 위해 필요한 사항 등을 기술한다.

2.3 어선원 해상사고 발신시스템 구성 요소

2.3.1. 어선원 해상사고위치 발신장치

어선원이 착용하는 장치로서 해상사고 발생 시 자동적으로 위치 등의 데이터가 발신되는 장치이며 조난상황 발생 시 즉시 적색 LED가 점멸되어 경보음이 울려야 한다.

최고 출력으로 해상사고신호를 즉시 송신한 후 10초 간격으로 송신하며, 해상사고상황 발생 후 5분 지나면 경고음은 작동이 중지되나, 해상사고 신호를 30초 주기로 송신한다.

해상사고상황 발생 후 10분 지나면 경고음이 한번 울린 후 10분 주기로 경고음이 한번 울리며, 해상사고 신호 송신 주기는 30초에서 5분으로 변경되어야 한다. 전원 버튼으로 강제 종료하지 않는 한 전원 소진 때까지 반복한다.

해상사고위치 수신장치로부터 조업 또는 대기 모드 정보가 오면 해상사고 모드가 해제된다.

2.3.2. 어선원 해상사고위치 수신장치

어선의 선교 등에 설치되며 어선원 해상사고위치 발신장치에서 발신되는 해상사고신호를 수신하여 표출하고, 육상의 해상사고위치 관리시스템으로 전송하는 장치이다.

등록된 해상사고위치 발신장치 중 통신이 끊겨 4회(40초) 이상 단절되거나 선원의 해상사고 신호가 감지되었을 때 사전 경보를 발생시키고, LED Display Panel에 '해상사고 송신'을 표출한다.

경고음으로 해상사고경보 발생을 알리고 GPS위치 정보를 표시하며, GPS위치 정보가 수신되지 않았을 경우나 비정상적인 GPS위치 정보가 수신될

경우 마지막으로 수신된 발신장치의 GPS위치를 표시한다.

구조 및 해제여부 정보를 송신하고, 조난자 구조 시에는 조업모드 전환, 미구조 시 조난자 ID를 지속해서 추적하는 해상사고 감시를 실시한다.

2.3.3. 어선원 해상사고위치 관리시스템

육상에 설치되는 시스템으로 해상사고위치 수신장치로부터 받은 해상사고 신호 데이터를 표출하고 어선, 어선원, 사고이력 등의 각종 데이터를 데이터베이스화하는 시스템이다. 어선원 해상사고위치 수신장치, 선박 정보의 확인, 등록, 편집 및 삭제 기능을 구현하고, 여러 개의 장비로부터 해상사고 신호를 수신하였을 경우 해당 해상사고 신호를 분류하고 수신된 GPS 신호를 전자해도 상에 표출한다.

근거리 통신망(LAN)에서 사용되는 백 오프(Back Off) 기법을 사용하고 있으며, 데이터의 충돌, 또는 최번시(最繁忙時)에서의 데이터 송신을 회피하기 위해 과부하 채널에서 부하를 조직적으로 줄이는 방안으로 구현되어 있다.

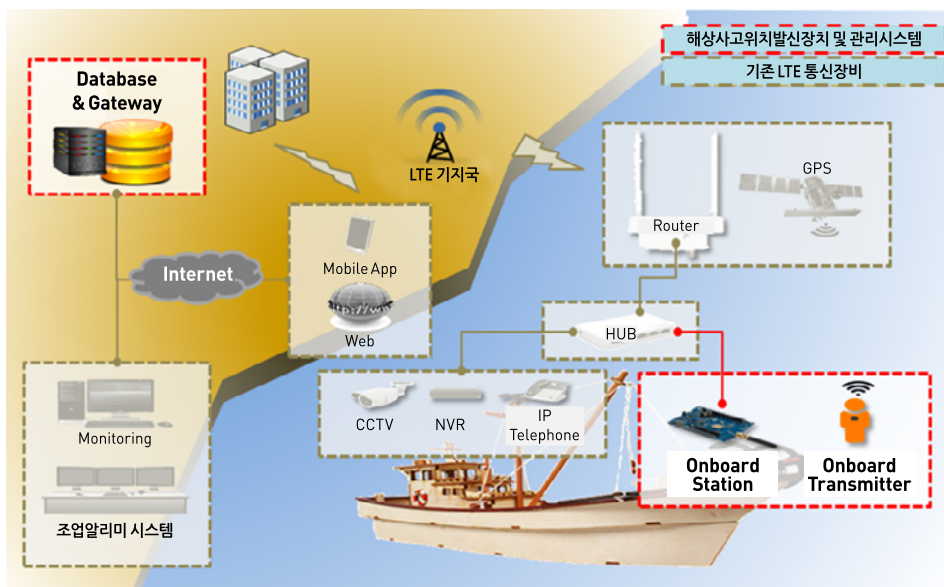
3. 표준화 시스템 구현 방안

3.1 기본 구성

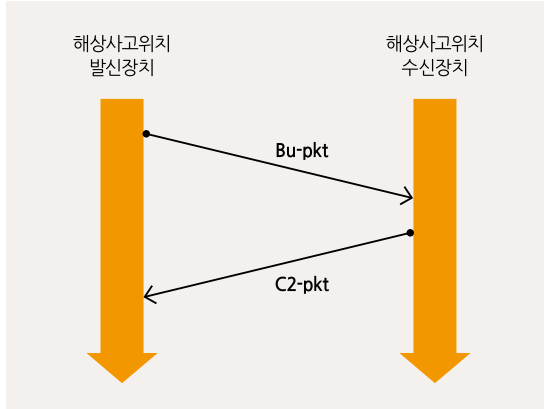
어선원 해상사고발신 시스템은 [그림 1]과 같이 구성되어야 하며, 해상사고위치 발신장치와 해상사고위치 수신장치 간 로라(LoRa)통신방식을 사용하도록 구성되어있다.

해상사고위치 발신장치와 해상사고위치 수신장치 간 노드접속 방식은 1:N 방식인 별구조(Star Topology)로 구성되고, 해상사고위치 발신장치는 주기 보고 및 해상사고 보고 두 가지의 보고 형태를 가져야 한다. 주기 보고는 10초 단위로 이루어지고, 해상사고 보고는 이벤트(해상사고 등)가 발생할 때 이루어진다.

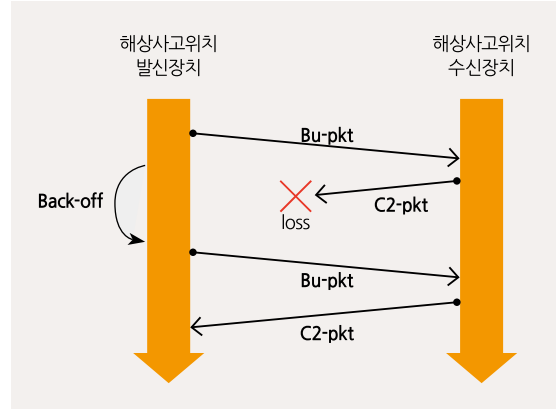
2대 이상의 해상사고위치 발신장치가 동시에 데이터를 보낼 경우 데이터 충돌이 발생할 수 있으며, 데이터 충돌을 방지하기 위해 해상사고위치 수신장치는 해상사고위치 발신장치로부터 데이터를 수신하면 즉시 보낸 해상사고위치 발신장치를 목적지 주소로 설정해서 컨펌 패킷을 보내야 한다.



[그림 1] 어선원 해상사고발신 시스템 개념도



[그림 2] 정상 데이터 플로우



[그림 3] 데이터 재전송 플로우

3.2 데이터 플로우

3.2.1 정상 데이터 플로우

해상사고위치 발신장치와 해상사고위치 수신장치 간 데이터 플로우는 [그림 2]와 같다. 해상사고위치 발신장치가 송신한 Bu-pkt를 해상사고위치 수신장치가 수신하면, 송신한 해상사고위치 발신장치를 향해서 키편 패킷인 C2-pkt를 송신하여야 한다. 이를 해당 해상사고위치 발신장치가 수신하면 성공적으로 송신이 이루어졌음을 판단하고 송신을 종료한다.

해상사고위치 발신장치가 생성한 무선 패킷은 방송형태(Broadcasted packet)로, 주변의 다른 해상사고위치 발신장치는 이를 수신해도 무시하여야 하며 해상사고위치 수신장치만 이를 인식한다.

3.2.2. 백오프(Back-off) 발생 시 데이터 플로우

동시에 여러 개의 해상사고위치 발신장치가 LoRa 망을 통해서 데이터를 보낼 경우 각각의 해상사고위치 발신장치는 데이터를 송신하기 전 수신감도(RSSI, Received Signal Strength Indication)값을 통해 다른 해상사고위치 발신장치가 데이터를 전송 중인 지 판단한다. 해상사고위치 발신장치가 송신한 Bu-pkt를 일정 시간이 지나도록 C2-pkt이 수신하지 못하면, 해상사고위치 발신장치는 송신 실패로 인지하고 데이터를 재전송한다.

3.3 해상사고위치 발신 및 수신장치의 STATUS

해상사고위치 발신 및 수신장치는 대기, 조업 및 해상사고(비상)의 세 가지 모드로 구분되어야 하고, 그 중 해상사고모드는 그 종류에 따라서 5가지가 정의되어 있어야 한다. <표 2>는 이에 대한 내용이다.

<표 2> 해상사고위치 발신 및 수신장치의 STATUS 정의

| STATUS (STS) | 구분 | 의 미 |
|--------------|---------|------------------------|
| 1 | 대기 모드 | |
| 2 | 조업 모드 | |
| 3 | 해상사고 모드 | 다른 단말기가 해상사고신호를 송신한 경우 |
| 4 | | 본인이 해상사고신호를 송신한 경우 |
| 5 | | 센서에 의한 해상사고 모드 |
| 6 | | 네트워크 단절에 의한 해상사고 모드 |
| 7 | | 외부 기기에 의한 해상사고모드 |

대기 모드는 해상사고위치 발신장치나 해상사고위치 수신장치 모두 대기 상태여야 하며, 이 때 해상사고위치 발신장치가 주기보고를 송신하면, 해상사고위치 수신장치는 이를 수신하여 등록하여야 한다. 해상사고위치 발신장치가 이벤트(해상사고 등)를 보고할 경우, 해상사고위치 수신장치는 이를 처리하고 오류 발신 검증을 위해 일정 시간(약 10초)이 지난 후 LTE망을 통해 육상의 관리시스템에 해상사고 상황을 송신하여야 한다. 하지만 등록되어 있는 다른 해상사고위치 발신장치에 전파하지는 않

는다.

해상사고 모드는 <표 2>처럼 5가지가 있다. 해상 사고위치 발신장치가 해상사고모드에 진입하면 부저를 울려줌으로써 이를 주변에 전파한다.

해상사고위치 발신장치는 [그림 4]와 같은 상태 천이도와 <표 3>에서와 같이 천이하기 위한 조건을 만족해야 한다.

3.4. 조난신호 확인 및 표출

어선에 해상사고가 발생할 경우 해상사고위치 수신장치에서 직접 해상사고신호를 송출 하고, 그 해상사고신호를 해상사고위치 관리시스템에서 수신하면 알람 메시지를 [그림 5]와 같이 출력하여야 한다.

해상사고 신호를 수신하면 등록되어 있는 정보를 확인하고 GPS 신호를 수신하여 해상사고자의 위치를 알 수 있어야 한다. 또한 [그림 6]과 같이 해상사고위치 관리시스템에서 알기 쉽도록 단순 좌표값을 출력하는 데 그치지 않고 전자해도상에 표출하고 해당 해상사고어선의 등록정보를 알 수 있도록 구현하여야 한다.

해상사고위치 관리시스템에서는 [그림 7]과 같이

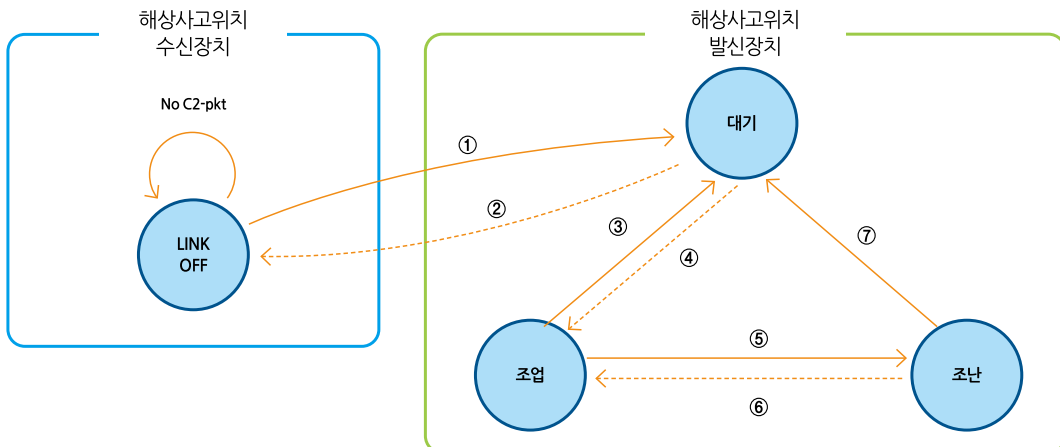
<표 3> 해상사고위치 발신장치의 상태 천이 조건

| 천 이 | 조 건 |
|-----|--|
| ① | 해상사고위치 수신장치가 대기모드일 경우 |
| ② | 해상사고위치 수신장치로부터 링크가 끊어졌을 경우 |
| ③ | 해상사고위치 수신장치가 조업모드에 들어갔을 경우 |
| ④ | 해상사고위치 수신장치가 대기모드에 들어갔을 경우 |
| ⑤ | - 사용자가 해상사고위치 발신장치의 해상사고버튼을 눌렀을 경우 - 해상사고위치 수신장치로부터 해상사고모드 전환 메시지를 수신했을 경우 - 사용자 태그가 해상사고위치 수신장치와 링크가 끊겼을 경우 |
| ⑥ | 해상사고위치 수신장치로부터 해상사고모드 전환 메시지를 수신했을 경우 |
| ⑦ | - 해상사고위치 수신장치가 장애 등으로 전원이 OFF되었다가 다시 ON이 되어서 대기모드가 되었을 경우 - 해상사고위치 수신장치에서 조업 시작/종료 버튼으로 대기모드 전환되었을 경우 |

해상사고신호에 대해 등록되어 있는 해상사고위치 수신 및 발신장치의 정보를 확인할 수 있어야 한다.

해상사고위치 발신장치에 의한 해상사고신호를 수신할 경우 해상사고위치 관리시스템에서는 그 해상사고신호를 분류하여 알람 메시지를 출력하고, 전자해도상에 해당 어선원의 상세정보 등을 표출해야 한다.

해상사고신호 수신 시 해상사고위치 관리시스템에서는 <표 4>와 같이 메시지를 표출하여야 한다.



[그림 4] 해상사고위치 발신장치의 상태(STATUS) 천이도



[그림 5] 어선 해상사고신호 수신 화면



[그림 6] 수신된 어선 해상사고신호의 전자해도 상 표출



[그림 7] 수신된 해상사고 어선과 발신장치 정보 확인

〈표 4〉 해상사고 메시지 표출 형태

| 구분 | 메시지 표출 |
|--------------|-----------------------------|
| 해상사고 버튼 | 해상사고 버튼에 의한 해상사고신호 발생하였습니다. |
| Water Sensor | 워터 센서에 의한 해상사고신호 발생하였습니다. |
| 통신 단절 | 통신 단절에 의한 해상사고신호 발생하였습니다 |
| 외부 어선원 | 외부 어선원에 의한 해상사고신호 발생하였습니다. |

4. 표준 활용 방안

4.1 해상사고발신 시스템 활용 방안

해상사고 위치발신장치를 어떤 방식으로 관리할 것인가가 해상사고발신 시스템의 활용방안의 중요한 키포인트다. 개인에게 장착하게 하고 조난을 감시할 장비를 선주의 관할로 둔다면 매번 장착되는 선원이 바뀔때 따라 조난신호 시 조난의 대상을 정확히 인지할 수 없고 해당선박의 선원으로 인지해야 하는 불편함이 있다. 또한 초기 보급 시 확보된 장비를 관리하기 위해 활용에 제한을 받거나 지속적인 관리에 영향을 미칠 가능성이 크지만 선박에 배치된 장비의 일관성 있는 관리가 가능한 장점도 있다.

개인에게 발신장치의 관리를 맡기기 위해서는 개인이 조난위치 발신장치를 관리해야 할 권한과 책임을 부여해야 한다고 판단된다. 개인별로 특정 ID가 부여되어 지급된다면 어선원이 해당 발신기를 자신 소유의 안전장치로 생각하고 충전 및 활용에 책임을 다할 것으로 기대할 수 있으며 다양한 활용방안을 모색할 수 있다.

개인에게 지급하여 관리를 하게 되면 관리기관인 수협에서는 보급과 동시에 해당 어선원 및 단말기를 등록하는 기능을 확보해야 할 것이며, 선박에게 일괄적으로 관리를 위탁하면 해당선박에 대한 정보와 라우터의 정보에 할당된 발신기 아이디를 기록하는 방향으로 관리해야 할 것이다.

4.2 해상사고발신 시스템 확대 활용 방안

4.2.1 기능 추가를 통한 확대 활용 방안

개인에게 발신장치의 관리가 부여되고 단말기와 개인정보가 1:1로 매칭될 수 있다면 해상사고위치 발신장치에 다양한 용도의 정보를 추가하거나 통합하여 활용을 확대할 수 있다.

국내·외 어업인에 대한 승인정보를 연계 또는 통합하여 국내에서 어선원으로 조업 또는 근로하기 위한 필수적인 자격과 연동한다면 조난 시 스스로 대책을 강구하도록 유도할 수 있다. 이 경우 신분증 분실 시 재발급을 요청하듯 발신장치의 분실 또는 고장 시 개인적으로 재구입하여 재등록할 수 있도록 한다면 통합신분증 역할도 가능하리라 판단된다.

추후에는 선박의 탑승 선원, 어획량 등의 다양한 통계에도 활용함으로써 이를 통한 빅데이터를 기반으로 어선원들에게 도움이 되는 많은 정보 발굴이 용이해질 것으로 본다. 이러한 기능의 추가는 해상사고 발신장치에 RFID TAG를 추가함으로 수월하게 적용 가능하다.

4.2.2 안전 확대 활용방안

해상 인명사고 피해는 실종 선원의 위치를 파악하지 못하는 것이 가장 큰 이유이다. 따라서 본 표준연구의 취지는 바다로 추락하는 경우 구조될 때까지 부력을 확보하여 기다리는 동안 추락시점의 위치를 육상으로 전파하여 빠른 구조를 돕는 것이다. 이러한 효과를 극대화하는 것이 바로 구명조끼이며, 안전조업법을 통하여 의무화가 추진되었으므로 어업인들에게 보급사업을 거쳐 착용을 의무화하여야 한다.

다만 구명조끼를 상시 착용하는 것은 어민의 호응을 이끌어 내기 쉽지 않고, 이런 상황에서 해상사고 발신장치의 착용 또한 권장하기에는 부담이 있으므로 앞으로 어민을 대상으로 하는 사업 방향성을 고민해야 한다. 위치발신장치의 휴대성을 높이는 것이 장작을 권장하는 데 최선의 방법이지만, 결론적으

로 장착을 하지 않는 것보다 더 편한 상황은 없기에 조금 불편하더라도 구명조끼 장착과 연계성을 가지고 운영하는 것이 제일 효율적이라고 여겨진다.

구명조끼와의 통합은 해양사고발신 시스템의 활용성 면에서도 고려해볼 만하다. 어선원 해상사고 위치 발신장치는 원거리 통신을 위해 안테나 성능을 높이거나 장기간 통신을 유지하기 위해 배터리를 장착해야 하는 등 부피가 커질 수 밖에 없으며, 이런 휴대성의 문제로 제약받았던 사항들이 구명조끼와 통합한다면 해소될 가능성이 크기 때문이다.

4.3 해상사고발신 시스템의 해외 활용방안

안전 문제는 우리나라만의 문제만은 아니며 선진국은 물론 신흥 개발도상국에서도 자국민의 안전을 위해 고민하는 부분이다. 이에 세계 각국은 한국의 e-Navigation 사업에 큰 관심을 가지고 있다. 현재 수협중앙회에서 진행되는 사업들은 e-Navigation 콘셉트에서 진행되는 사업 중 가장 빨리 현실에 적용 가능한 부분들로서 큰 Infrastructure 구축 없이도 적용 가능하다.


선진국은 물론 개발도상국에서 적용하기 부담스럽지 않은 아이টে으로 판단되며, 특히 개발도상국의 경우 한국의 KOICA, EDCF 등의 ODA사업¹¹으로 진행되기에 적용이 수월하다. 이 경우를 대비해 국내에서 구축될 시스템은 단순하고 명확한 시스템으로 사용자가 이해하기 쉬운 제품이 개발되어야

하며, 이를 위한 전제 또한 명확하고 실현 가능해야 한다.

5. 맺음말

해양사고로 인한 인명피해는 관계자의 경제적·사회적 피해 뿐 아니라, 생존자 구조와 실종자 수색 구조 활동 등으로 엄청난 사회적 비용과 행정력 등을 소모하고 국가 경쟁력과 수산업의 발전도 저해하고 있다. 특히, 어선원의 고령화가 급격히 진행되고 1~2인 조업선이 늘어남에 따라, 선상추락 발생 시 인명피해로 이어지는 등 어선원 사고 저감을 위해 최신 정보통신기술(ICT)을 활용한 안전시스템 개발 및 상용화가 절실한 시점이다.

본 용역을 통해 제안한 표준화는 ‘차세대 해양안전종합관리체계’에 대응하기 위한 어선원과 어선의 해양안전관리에 대한 실증적 연구를 위해 어선원의 현장적용성을 정확하게 반영했으며 최적의 어선원 해상사고발신 시스템에 대한 프로토콜 표준화를 제시하였다.

동 시스템을 통해서 어선원의 해상추락 시 신속한 구조로 어업인의 생명을 보호하는 데 크게 이바지할 뿐 아니라 시스템 표준화를 통해 국내 정보통신기업 경영 활성화에 기여할 것이라고 기대된다. 

¹¹ ODA(Official Development Assistance): 공적개발원조. 한 국가의 중앙 혹은 지방정부 등 공공기관이나 원조집행기관이 개발도상국의 경제개발과 복지향상을 위해 개발도상국이나 국제기구에 제공하는 자금의 흐름을 뜻한다.

참고문헌

- [1] TTA.KO-06-0503 ‘어선원 해상사고위치발신 시스템’ 정보통신표준, 수협중앙회, 2019. 12.
- [2] ‘어선원 조난위치발신장치 기초연구 용역’ 수협중앙회, 2018. 12.
- [3] ‘어선사고 원인분석 및 대책마련을 위한 연구’ 한국해양수산개발원, 2019. 7.
- [4] ‘어선원 조난위치발신 시스템 시범구축’ 수협중앙회, 2019. 12.
- [5] ‘어선사고 예방대책(연차보고서)’ 수협중앙회, 2019. 12.