

해양 IoT 기술 기반 어구 부이 통합 관리시스템 개발 및 검증

† 남경태 · 이영근* · 김남수** · 임대섭***

† (주)지씨 기업부설연구소 이사, **,*** (주)지씨 기업부설연구소 연구원

Development and Verification of a Fishing Gear Monitoring System based on Marine IoT Technology

† Nam Gyeongtae · Lee Younggeun* · Kim Namsu** · Lim Daeseop***

† Director, Global Control Co., Ltd, Busan, Korea

,* Researcher, Global Control Co., Ltd, Busan, Korea

요 약 : 본 연구에서는 어구의 정상 또는 유실 등의 상태 여부를 판단하기 위한 어구정보를 IoT 기반의 통신망을 이용하여 수신하고 분석하여, 어구의 현재 상태를 관리할 수 있고, 어구에 이상 상태 발생 시 이를 확인하고, 신속한 어구 회수 등의 관리를 수행할 수 있도록 지원하는 어구 부이 관리시스템을 개발하는 것에 관한 내용을 다룬다. IoT 기반의 통신망을 사용한 어구 관리 체계 및 통합 관리 구조 설계를 수행하였으며 이를 이용한 어구 부이 통합 관리 시스템을 개발하여 이에 대한 시스템 시험 및 검증을 수행하여 실효성을 확인하였다.

핵심용어 : 어구, 어망, IoT 기술, 모니터링 시스템, 부이

Abstract : This study deals with the development of a phrase buoy control system that can receive and analyze phrase information using an IoT-based communication network to determine whether a phrase is normal or missing, to manage the current state of the phrase, check the status of the phrase in case of abnormal conditions in the phrase, and conduct management of the phrase. The fishing gear management system and integrated control structure design using an IoT-based communication network were developed, and a system test and verification were carried out to verify the effectiveness of the system.

Key words : fishing gear, fishing net, IoT technology, monitoring system, buoy

1. 서 론

이 연구는 해양 IoT 인프라를 활용하여 어구 부이에 자동 식별 데이터를 발생, 전송, 수집 및 통합하여 육상 관리시스템에서 어구부이의 상태를 전자해도에 전시하고, 검출한 상태 정보를 판단하여 이상 상태를 선별적으로 관리, 정보전달하는 어구부이 관리시스템 개발에 대한 연구이다.

이 시스템을 활용한 효과적이고 효율적인 스마트 어구의 통합관리 정보, 유실(사고)어구, 폐어구의 관리 기반을 마련하고자 한다.

일반적으로 어구는 물 속에 넣어서 직접 물고기 등의 대상물을 포획·채취하는 데 쓰이는 도구로서 대표적으로 자망이나 통발 등이 있으며, 이와 같은 자망 등의 각종 어구는 부이를 구비하여 그 위치를 표시하고 있다.

하지만 이러한 어구는 바다 등에 드리워 조업을 행하는 경우 파도나 풍랑에 의해 유실되는 경우가 빈번하게 일어나며,

또한 어선 및 양식 어업에 사용되는 어구의 초과 사용 및 유실, 불법 유기 등으로 인해 심각한 해양 환경오염을 비롯하여 각종 안전사고가 발생하여, 이를 방지하기 위한 대책이 필요한 실정이다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 최근 해양 IoT(사물인터넷) 기반 무선 통신 기술, 어구 자동식별 부이(AIB, automatic identification buoy) 기술, 통합 어구 식별 및 관리 기술 등 ICT 기술 기반 어구 관리 체계의 개발 및 이를 적용하기 위한 연구가 활발하게 진행 중이다.

본 연구에서는 어구의 정상 또는 유실 등의 상태 여부를 판단하기 위한 어구정보를 IoT 기반의 통신망을 이용하여 수신하고 분석하여, 어구의 현재 상태를 관리할 수 있고, 어구에 이상 상태 발생 시 이를 확인하고, 신속한 어구 회수 등의 관리를 수행할 수 있도록 지원하는 어구 부이 관리시스템을 개발하는 것에 관한 내용을 다룬다.

† Corresponding author : 정희원, gtnam@gcsc.co.kr 051)850-5750

* 정희원, yglee@gcsc.co.kr 051)850-5750

** 정희원, nskim@gcsc.co.kr 051)850-5750

*** 정희원, dslim@gcsc.co.kr 051)850-5750

2. 관련 연구

폐어구는 해양환경을 오염시키는 주요 원인 중에 하나로 유령어업으로 인한 어획량 피해와 통항하는 선박이 그물이나 밧줄 등에 걸려 엔진 고장으로 인한 2차 사고를 유발한다. 실제 '17년 발생한 해양사고 총 2,582건 중 어망이나 밧줄 등 해양부유물에 의한 사고가 12%(311건)의 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 다자간 동맹인 세계 폐어구 계획(GGGI, global ghost gear initiative)은 모범사례 프레임워크 및 연구 사례를 제공 등을 통해 국제적인 관심을 촉구하고 있다[2].

이러한 문제를 해결하기 위하여 미국 등 해양선진국의 경우, 일부 대형어선에 대하여 부이에 부착된 GPS 모듈을 통한 위치정보를 위성통신을 활용하여 선박에 전송하고, 이를 관리하려는 시도를 하고 있다[3]. 또한, 유립을 중심으로 음향신호 발생장치 및 수중통신 기술을 적용하여 해저에 위치한 어구와 선박 간의 거리를 별도의 장치를 통해 표시하는 기술을 개발하여 운용 중에 있다[4]. 중국의 경우, 어망 위치 추적 부이를 개발하여 위치 정보를 VHF 주파수 대역의 AIS(automatic identification system) 신호로 전송하고, 이를 수신하여 정보를 AIS 플로터를 통해 전시하도록 구성하여 판매하고 있으며, 일부 제품은 조난 상황 발생시 탑재된 버튼을 통하여 주변 선박들에게 구조 메시지 발송하는 등의 기능을 포함하고 있다[5].

이처럼 개별적인 어구 관리와 모니터링하기 위한 목적의 시스템은 많이 출시되었지만, 어구의 도난 및 유실에 대한 알람 등의 관리 기능이 없으므로 폐어구 예방 측면에서는 효과는 미미한 실정이다. 이러한 한계를 극복하기 위해서는 넓은 지역을 관할하여 설치된 어구의 위치 및 상태정보 등을 효과적으로 수집하고, 체계적으로 통합 및 데이터베이스화하여 관리하는 체계적인 어구 관리시스템의 개발이 요구되는 실정이다.

3. 어구 관리 체계 및 통합 관리 구조 설계

현재 시중에 판매중인 제품은 어구 소유주에게만 정보가 전달되는 구조로 인하여 통합 관리가 어렵고, 통신 가능 범위의 한계로 인하여 특정 영역을 벗어난 경우 위치를 파악할 수 없기 때문에 회수가 불가능하다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해소하기 위해 면허 대역을 사용하여 통신시간 제한 및 간섭 없이 통신이 가능하고, 기존 LTE 기지국을 활용하기 때문에 기지국 구축이 필요하지 않은 NB-IoT 방식을 적용한 어구 자동식별 부이를 개발 중에 있다. 또한 해상 IoT 통신망을 보조하기 위해 LPWA(low power wide area) 방식의 적용을 통하여 기지국을 거치지 않고 어구에 근접한 어선이 데이터를 수신하도록 한다. 부이를 통한 어구 정보는 어선 및 관리 선박, 육상 관리센터에서 모니터링이 가능하도록 개발하는 것이 요구된다. 따라서 어구 자동식별 부이를 활용한 어구 관리 체

계는 Figure 1과 같이 어민의 어업 활동을 지원하기 위한 어선용, 각종 어구 및 어장 상황을 관리하기 위한 관리 선박용, 광역별 어구 관리 데이터베이스 및 모니터링을 위한 육상 관리센터용으로 이루어진다[6].

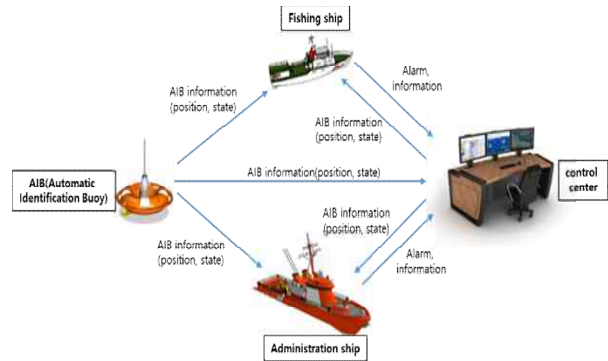


Fig. 1 Configuration diagram of fishing gear control system

여기서 어선은 소유 어구 상태 및 운용 정보와 유실여부에 대하여 중점적으로 감시하는 역할을 수행하게 되고, 관리 선박은 관할하는 해역 내 위치한 모든 어구의 위치 및 조업 상태 정보와 유실여부에 대한 종합적인 관리를 담당하게 되며, 육상 관리센터에서는 이를 통합하여 우리나라 해안 전체를 대상으로 설치된 어구의 통계 및 분석과 어선 및 관리 선박에 의해 식별된 유실어구 정보 수집 등의 기능을 가지게 된다. 어업활동 및 효율적인 관리를 지원하기 위하여 각 요소별로 제공되는 정보들은 국제수로기구(IHO)의 표준규격에 따라 제작된 전자해도를 기반으로 관리 모니터링이 가능하도록 설계하였다. 이러한 어구 관리 체계 내 각 요소의 주요 기능을 Table 1에 정리하였다.

Table 1 Functions of management architecture

Name	Function (authority/scope)
Fishing ship	AIB ID of owner
	AIB position and state of owner
	Alarm message (stolen or lost)
	Navigation safety information
Admin. vessel	AIBs ID of control area
	AIBs position of control area
	AIBs state of control area
	Alarm message (stolen or lost) of control area
	Navigation safety information of control area
Shore side control center	Database for fishing gear info. of wide area
	Database for navi. and fishing activity of wide area
	Statistic management for discarded (abandoned) fishing gear of wide area
	Marine environmental info. of wide area
	Fishery situation control of wide area

본 연구에서 개발하는 통합 관리 시스템은 그림 1과 같이 어구 자동식별 부이와 어선 혹은 관리 선박으로부터 위치 및 상태정보를 수신하여 미들웨어를 통해 전처리를 수행한 후, OpenGL 기반의 렌더링을 통해 전자해도에 표현한다. 어구 자동식별 부이로부터 수신되는 데이터는 부이 ID, 진단 정보, 이상 상태 알람, 부이 상태 알람, 시간(UTC) 및 위치 정보 등이며, 이를 Table 2에 정리하였다.

Table 2 Functions of management architecture

Name	Function (authority/scope)		
Buoy identification	Buoy ID		
Diagnosis Info.	Base (central) board module		
	NB-IoT/LoRa module		
	LPWA module		
Abnormal state alarm	GNSS module		
	Abnormal state alarm		
	Low power alarm		
	GNSS lock state alarm		
	Fishing gear detached alarm		
Buoy state alarm	NB-IoT/LoRa communication state alarm		
	Operating state information		
	Buoy power state information		
	Active wireless communication type		
	NB-IoT/LoRa receive sensitivity state		
Time (UTC) information	Year	Month	Day
	Hour	Minute	Second
Position info.	Latitude (MSB)		Latitude (LSB)
	Longitude (MSB)		Longitude (LSB)

4. 어구 부이 통합 관리 시스템 개발

본 연구에서 다루는 어구 식별 및 관리를 위한 통합 관리 시스템의 개발 환경 및 테스트 환경은 다음과 같다. Microsoft Windows 10 Professional 운영체제에서 Visual Studio 2017 개발도구를 활용하였으며, C# 및 WPF 프로그래밍 언어와 OpenGL 라이브러리를 기반으로 개발하였다. 또한, Intel Xeon E5-2630 2.2GHz CPU, 64GB RAM 사양의 워크스테이션을 사용하여 개발 시스템을 테스트하였다.

어구 자동식별장치를 이용한 어구 관리 시스템의 구조는 다음과 같다. 부이로부터 송신되어진 신호들은 수신된 정보의 중복제거, 유효성 검증 등의 전처리를 수행하는 육상의 BMS를 통해 어구 관리 시스템으로 전달되며, 또한 기존의 AIS 신호를 전시할 수 있는 기능을 수행할 수 있도록 하였으며 이를 위해 기존의 AIS 신호를 저장하여 재생할 수 있는 AIS 재생 프로그램과 이로부터 발생하는 AIS 신호를 중복제거, 유효성 검증 등의 전처리를 수행하는 OIS를 통해 어구 관리 시스템

에서 AIS정보와 함께 어구 식별 부이의 위치를 비롯하여 상태 정보를 표시해주는 기능을 한다.

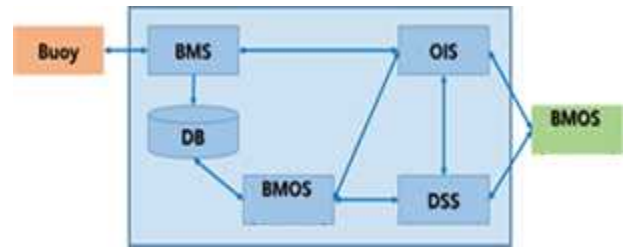


Fig. 2 Buoy Data Structure

어구 관리 시스템 운영자 프로그램은 사용자 관리, 환경 설정(센서, 연결, 언어, 단축키 등)의 기능을 선택할 수 있고, 해도 메뉴에서는 IHO S-57 규격에 따른 전시 방법, 항로표지, 수심, 색상표, 글꼴 및 심볼 등 전자해도의 표현을 변경할 수 있으며, 물표 메뉴에서는 수신된 부이 및 AIS 등의 수신 정보를 선택하거나 표시된 데이터의 검색 등의 기능을 제공한다. 또한, 측정 메뉴는 단일 혹은 다중 거리, 반경, CPA (the closest point of approach)/TCP(time to CPA) 측정 기능을 제공하고, 구역 메뉴에서는 사용자가 위험, 혼잡 등 경도가 필요한 특정 구역을 지정할 수 있으며, 보기 메뉴는 위치 찾기, 즐겨찾기, 창 배열 선택 등의 편의 기능을 선택할 수 있다.

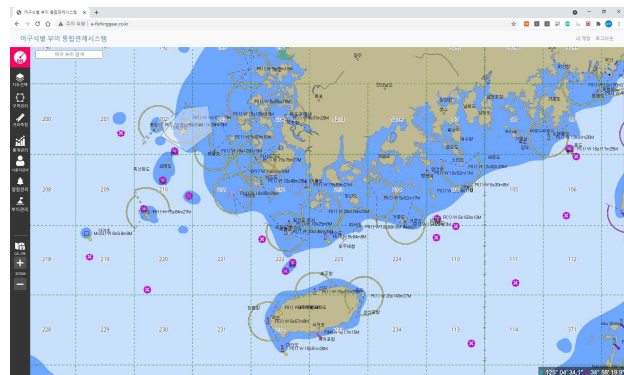


Fig. 3 Electronic chart-based fishing gear control system operator program

또한, 어구 부이의 위치 추적을 위하여 데이터베이스를 기반으로 어구부이 추적, 조회하는 기능을 Figure 4와 같이 개발하였으며, Figure 5는 유실/사고 어구 전시 및 이상상태 알람 기능 화면이다.

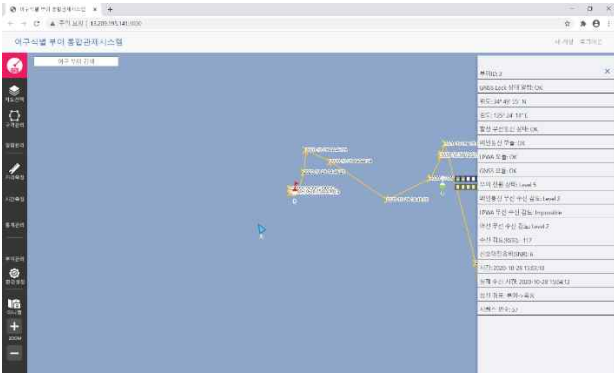


Fig. 4 Database based fishing gear buoy tracking query

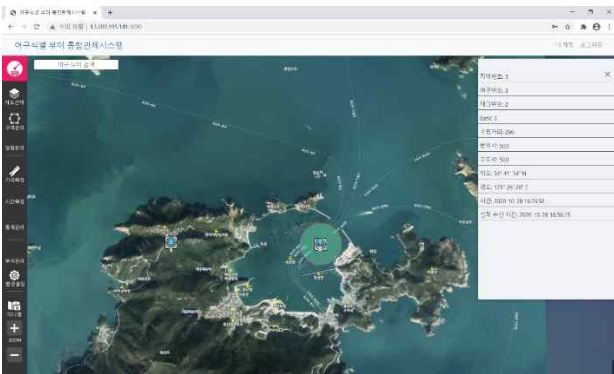


Fig. 5 Fishing gear buoy loss/accident function (display, alarm function)

5. 시스템 시험 및 검증

본 연구에서 개발된 시스템의 실해상 시험을 위하여 전남 장흥 노력항 연안에서 부이 위치 및 상세 정보 전시 검증 을 위한 시험을 실시하여 실효성을 확인하였다. 실해상 어구 부이 신호 송수신 및 관리시스템 연동 시험의 위치 및 시험 장비는 Figure 6과 같다.



Fig. 6 Experimental location and equipment

실 해상 연동 시험의 결과로 어구 부이 정보 송/수신을 확인하고 이를 수신, 처리하여 관리시스템 운영자 프로그램에 전시할 수 있었으며, 본 연구의 어구 부이 관리시스템이 실제 해상환경에서 어구 부이의 관리에 사용할 수 있는 실효성이

있음을 확인할 수 있었다. 시험에서 수신된 어구부이 데이터의 처리 및 전시가 되고 있는 운영자 프로그램의 화면은 Figure 7과 같다.

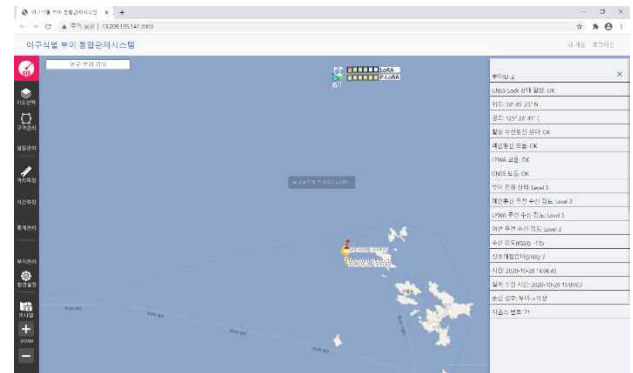


Fig. 7 Received Fishing Buoy Information's Screen

6. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 어구의 식별정보와 위치정보 등을 포함하는 어구정보를 무선 송출하는 IoT기반 어구 자동식별장치를 이용하여 어구를 통합적으로 관리하는 어구 관리시스템을 개발하고, 이를 실 해상에서 시험하여 그 실효성을 확인하였다. 또한 어구정보 데이터를 관리서버로 전송하여 데이터베이스에 등록하고, 관리시스템에서 분석하여 어구가 정상 상태인지 여부를 판단하여 현재 상태의 체계적 관리 및 이상 상태 발생에 대한 감시 기능을 확인하였다.

향후에는 이상 상태 발생 시 해경, 어업지도선 등의 관리기관 및 선박으로 알람을 실시간으로 제공하여 신속한 어구 처리, 회수 등의 연계 업무수행을 지원할 수 있는 기능을 개발하여 적용할 수 있었다.

또한, 어구 및 예인 줄로 인한 사고를 예방하기 위한 안전 정보 제공 방안, 다양한 통신 환경을 이용한 여러 형태의 어구 자동식별 부이를 실제 연계하는 호환성 확장, 신뢰성 향상 및 최적화를 시스템 고도화 개발 연구를 수행할 계획이다.

후 기

이 논문은 2021년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(어구 자동식별 모니터링 시스템 개발)

References

[1] Ministry of Oceans and Fisheries. The management policy of the fishing nets (press release on 2015. 11. 9)
 [2] Global Ghost Gear Initiative, Best practice framework

for fishing gear management

- [3] Orbcomm, [Internet]. Available:
<https://www.orbcomm.com>.
- [4] Notus Electronics Ltd., [Internet]. Available:
<http://www.notus.ca>.
- [5] QiDong YangCheng Electronics Co., Ltd. [Internet].
Available: <http://www.chinademing.com/En>.
- [6] Kim, B. S., Hwang, H. G., Woo, Y. T. and Nam, G.
T.(2017), "Structure modeling for systematic fishing
gears control," in Proceeding of the 41st KOSME Fall
Conference, Busan, p. 248.
- [7] Kwak, J. M., Kim, S. H. and Lee, S. R.(2018), "Design
of marine IoT wireless network for building fishing
gear monitoring system," Journal of Advanced
Navigation Technology, Vol. 22, No. 2, pp. 76-83.
- [8] Lee, S. M. and Har, D. S.(2017), "Automatic identification
monitoring system for fishing gear based on narrowband
internetof-things communication systems," in Proceedings
of the 11th International Conference on Sensor
Technologies and Applications, Roma, pp. 77-80.

Received 07 July 2021

Revised 05 August 2021

Accepted 13 August 2021