

어구 자동식별 모니터링시스템의 해상IoT 통신시험 및 성능 분석

Performance Analysis of Automatic Fishing Gear Monitoring System over Seawater

박혜정*, 정주명*, 스타핏 프라네시*, 김민석*, 김기선*

HyeJung Park*, JooMyeong Joung*, Sthapit Pranesh*, MinSeok Kim*, Kiseon Kim*

Abstract

This paper presents the performance analysis of a long-range marine communication system developed for monitoring the fishing gears. LoRa based buoys were developed to monitor fishing gears. The buoy sends its coordinates along with other relevant information to the central monitoring station via a gateway. During the experiment, a up to 30 km of communication between a buoy and a gateway was successfully tested.

요약

본 논문에서는 페어구의 체계적 관리를 위해 개발 중인 어구 자동식별 모니터링 시스템의 신뢰성을 확인코자 서해어업관리단의 어업지도선에 승선하여 해상에서 시제품의 기능별 동작확인 및 통신 시험을 진행하였다. 또한 수집 데이터를 분석하여 어구 자동식별 모니터링 시스템에서 활용되는 LoRa통신망에 대한 해상에서의 신뢰성을 확인하고 시스템의 안정성을 검토하고자 하였다.

Key words : Fishing Gear Monitoring System, LoRa based Buoy, IoT system, long range, Sea Experiment.

1. 서론

해양환경오염에 대한 심각성이 대두되면서 환경오염의 근본적인 원인을 줄이는 방법에 대한 연구가 활발하다. 본 연구에서는 해양환경오염뿐만 아니라 해양안전위협, 초과어업으로 인한 수산업 피

해를 야기하는 페어구를 체계적으로 관리할 수 있는 어구 자동식별 모니터링 시스템 구축을 위해 연구 중인 해상IoT무선망의 신뢰성을 확인하고자 진행하였다.

그림 1은 어구 자동식별 모니터링 시스템의 전체 시스템 모식도이다.

* Researcher, Hyejung Park, Information Communication Convergence Research Center, Gwangju Institute of Science and Technology

★ Corresponding author

E-mail : Kiseon Kim, kskim@gist.ac.kr, Tel : +82-62-715-2001

※ Acknowledgment

Authors would like to thank WEST SEA FISHERIES MANAGEMENT SERVICE for their support during the experiment. This research was a part of the project titled 'Development of Automatic Identification Monitoring System for Fishing Gears', funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, Korea.

Manuscript received Nov. 25, 2020; revised Dec. 23, 2020; accepted Dec. 29, 2020.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

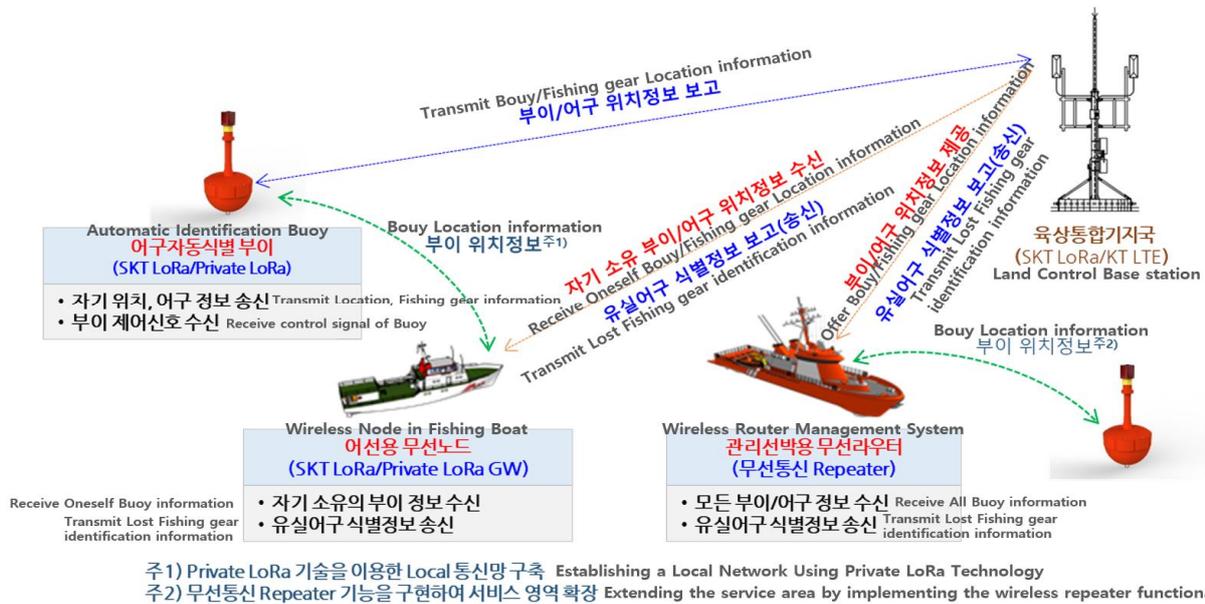


Fig. 1. Architecture of the proposed fishing gear system.

그림 1. 어구자동식별모니터링 시스템 개요

전체 시스템은 자기의 위치와 어구의 위치를 송신하고 육상으로부터 제어신호를 수신하는 1) 어구 자동식별 부이와 자기소유 부이의 정보, 유실어구 식별정보를 송신하는 2) 어선용 무선노드, 관리하는 인근해역의 모든 부이/어구 정보를 수신하고 불법어구를 지도하기 위한 3) 관리선박용 무선라우터, 그리고 부이/어선/관리선으로 수신된 정보를 수집/가공하여 유실이나 도난, 불법어구 사용 등의 정보를 관리선이나 어선에 송신하는 역할을 하는 4) 육상관제센터로 구성된다.

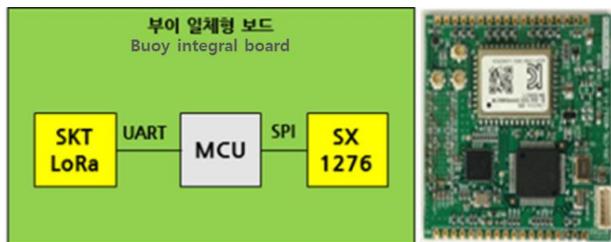


Fig. 2. Architecture of the buoy using SKT LoRa as well as Private LoRa modules.

그림 2. 어구자동식별부이 구조

어구자동식별부이는 해상커버리지 확보를 위해 상용통신망인 SKT-LoRa망과 상용망 단절 시 활용할 수 있도록 Long Range Long Power Transceiver SX1276 모듈을 활용 설계하여 Private LoRa 통신망을 구현하였다.

해상IoT무선망 신뢰성 확인을 위해 서남해안에

서 어업지도로 활동중인 서해어업관리단 어업지도선(무궁화 15호, 1647톤)에 약 2일 간 승선하여 어업지도활동 중 통신실험을 실시하였다.

II. 본론

1. 실험 개요



Fig. 3. Outline of the experiment.

그림 3. 시험개요

가. 시험시나리오

어구 자동식별 모니터링 시스템 구성을 위해서는 어선과 관리선박 모두를 구성하여야 하지만, 이번 시험에서는 통신거리에 따른 신뢰성을 평가하기 위해 어선에 장착되어야 하는 무선노드를 육지에 설치하여 고정하고, 부이위치를 옮겨가며 테스트를 진행하였다.

시험은 설치된 부이 내 내장된 SKT LoRa모듈과 Private LoRa모듈을 이용하여 매분 1회씩 위치정보를 송신하는 방식으로 진행하였다.

나. 시험 환경구축

해상IoT무선망시험은 위 그림 3과 같이 흑산도 상라산(170M)에 무선노드를 설치하고 흑산도 부근 무선노드와의 직선거리 20Km, 25Km, 30Km 거리를 두고 부이를 설치하고 각 지점마다 각 1시간씩 데이터를 수집하였다.



Fig. 4. A buoy and the gateway used in the experiment.
그림 4. 설치된 부이와 무선노드

부이에서 매분 송신된 SKT LoRa 신호는 흑산도 인근에 위치한 SKT중계기에서 수신하여 SKT IoT 통신플랫폼을 통해 수집된다.

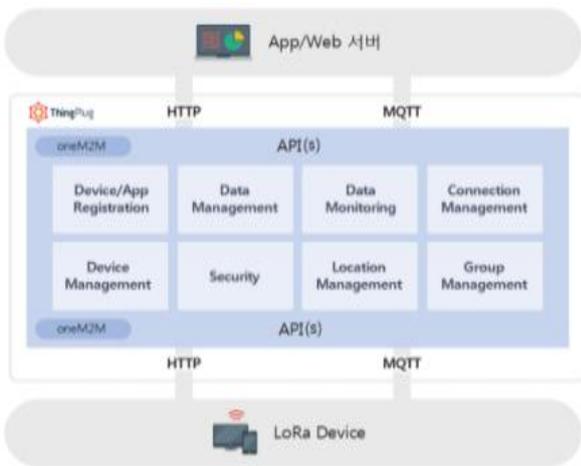


Fig. 5. Architecture of SKT IoT platform.
그림 5. SKT IoT 플랫폼 구조

SKT IoT통신플랫폼은 위 그림 4와 같이 LoRa 장치에서 수집된 데이터를 App/Web까지 전달하기 위한 API를 제공한다. 위 플랫폼을 활용하여 수집된 데이터를 시스템의 육상관제센터 내 클라우드 서버로 수신하여 Web기반 GUI로 출력할 수 있도록 설계하였다.

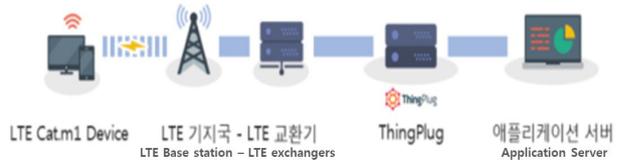


Fig. 6. Architecture of LTE platform.

그림 6. Cat. M1 디바이스 플랫폼 구조

또 다른 Private LoRa는 흑산도 상라산에 설치된 무선노드를 통해 전달되고 무선노드에서는 CAT. M1 통신을 통해 인근 SKT 중계기와 디바이스 플랫폼을 통해 육상관제센터로 수신될 수 있도록 설계하였다. 위 그림 6는 Cat. M1과 어플리케이션 서버 사이에 구조를 나타낸다.

다. 시험 결과

부이 통신 출력과위는 14dBm이고 Spreading Factor (SF)는 7을 사용하였다.

SKT-LoRa, Private Lora 위치 데이터 수집결과와 각 통신별 RSSI, Latency, SNR 수집 등 통신성공률을 확인하였다.



Fig. 7. Message exchanges used in the polling and the subscription methods.

그림 7. Polling과 Subscription 수집방법

LoRa 디바이스에서 송신한 정보를 확인함에 있어 Polling은 일정시간 간격으로 가장 최신의 데이터를 확인하는 방법이며 Subscription 방식은 송신 수행 시마다 플랫폼에 요청하는 방식이다. 위 그림은 두 데이터 수집방식에 대한 설명이며, 동일한 신호에 대해 각 2가지 방식으로 데이터를 수집하였고, 각 무선망에 대한 통신성공률과 Latency는 다음 방정식을 사용해 계산하였다.

$$\text{Success Rate} = \frac{\text{unique packets received}}{\text{packets sent}} \quad (1)$$

$$\text{Latency} = \text{Packet received time} - \text{Packet sent time} \quad (2)$$

Table 1. Packet delivery success rate and latency calculated from the experiment.

표 1. 각 통신방식에 따른 거리별 통신성공률과 통신 지연시간

| Distance from Gateway | 30 km | 25 km | 20 km |
|-------------------------|---|----------------|----------------|
| Protocol | Success Rate | | |
| SKT Lora (polling) | 58/60 = 96% | 54/60 = 90% | 54/60 = 90% |
| SKT Lora (subscription) | 56/60 = 93% | 55/60 = 91% | 53/60 = 88% |
| Private Lora | 60/60 = 100% | 46/60 = 76% | 51/60 = 85% |
| Protocol | Latency in second (mean, min, max) | | |
| SKT Lora (polling) | (42, 2, 119) | (52, 2, 744) | (47, 3, 104) |
| SKT Lora (subscription) | (170, 3, 3716) | (530, 3, 4025) | (106, 3, 3698) |
| Private Lora | (44, 6, 72) | (39, 8, 71) | (35, 7, 73) |
| Protocol | SNR (dB (mean, min, max)) | | |
| SKT Lora | Not available | | |
| Private Lora | (-12, -18, -9) | (-11, -18, -5) | (-7, -15, -1) |

1시간씩 수집/분석한 결과는 위 표 1과 같으며, 주요 결과를 확인하면 20, 25Km에 비해 30Km 거리에서 SK-LoRa와 Private-LoRa 통신 성공률은 90% 이상임을 확인하였다. 그리고 지연시간을 비교하면 Private-LoRa는 부이와 어선용 무선노드, Cat.M1플랫폼과 Web기반 GUI까지 짧게는 6초, 길게는 72초의 시간이 걸리는데 반해 SKT-LoRa는 짧게는 2초 길게는 4025초까지 걸리는 것을 확인하였다.

SKT-LoRa는 폴링 방식의 평균지연시간은 47초인데 비해 Subscription 방식은 평균 268초이며 최대 4025초의 지연시간이 걸린 케이스를 데이터로 확인하였다. 이는 SKT-IoT 통신플랫폼에서의 통신방식에 따른 지연시간의 차이이다. 지연시간의 차이의 정확한 원인 파악을 위해서는 이러한 연구 결과를 바탕으로 한 추가적인 세부 연구가 필요하다.

III. 결론

현재 불법어업 방지를 위해 현행법(수산업법) 상 어구실명제를 시행하고 있으나 해상기상 악화시 훼손, 현장 단속 어려움 등의 문제로 실효성이 미비한 실정이다. 이에 본 논문에서는 어구 자동식별

모니터링 시스템을 개발하여 최대 30Km 통신거리에서 90%이상 통신 성공률의 해상 운용 가능성을 확인하였다. 시스템을 통해 부이 위치 자료를 수집함으로써 어민은 조업 중인 부이의 위치를 파악할 수 있고, 관리선박은 지역 내 조업 진행현황, 조업 중인 부이의 위치를 파악해 효율적으로 불법 어업을 단속할 수 있다. 이를 위해 어구식별부이는 SKT-LoRa와 Private LoRa 통신망을 이용해 안정적인 통신 환경을 제공할 수 있다. 어구관리기술은 조업 중 분실된 어구의 위치를 파악해 수거함으로써 어민의 재산을 보호하고 불법으로 버려진 어구의 소유자를 찾아 불법 어구 투기를 단속함으로써 해양 쓰레기의 발생을 최소화한다. 본 논문에서는 이러한 전자어구 자동식별 모니터링 시스템을 이용해 실제 해상환경에서 통신성능을 검증하고 전체 시스템의 신뢰성 및 안정성을 검토하였다.

References

[1] SK Telecom, "ThingPlug API Document For LoRa-Based & IoT Application Development ver.1.7," 2016.

[2] Bae-Sung Kim and Sang-Min Woo and Hun-Gyu Hwang, "Requirements Analysis for Development of Integrated Monitoring and Control System connected with Automatic Identification Buoy for Fishing Gears," *The Korean Society of Marine Engineering*, 2018.
DOI: 10.6109/jkiice.2018.22.9.1228

[3] Hyung-Dong Choi, Min-Ho Jeon, Chang-Heon Oh, "Analysis of Private LoRa Reception Performance According to Location of Gateway and Communication Module in the Ocean," *The Korean Navigation Institute*, Vol.22, No.1, pp.129-132, 2018.

[4] Seong-Real Lee, Hyung-dong Choi, Tae-suk Kim, "Wireless Node for Automatic Monitoring System of Fishing Gear," *Korea Institute of information and Communication Engineering*, Vol.23, No.2, pp.466-469, 2019.
DOI: 10.1016/j.compag.2014.01.004

[5] Se-Hoon Kim, Min-Ho Jeon, Chang-Heon Oh, "Operational Algorithm of Private LoRa for Smooth Information Collection of Buoys Placed

on the Sea Surface,” *The Korean Navigation Institute*, 2019.

[6] SKT LoRa, “SKT IoT Portal” https://www.sktiot.com/iot/developer/guide/guide/loRa/menu_04/page_04

BIOGRAPHY

Hye-Jung Park (Member)



2020 : BS degree in Ocean Engineering System, Jeju University
 2020 : Researcher in Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju, South Korea
 2019~2020 : Researcher in Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju, South Korea

Joo-Myeong Jung (Member)



2020 : BS degree in Ocean Engineering System, Jeju University
 2020 : Researcher in Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju, South Korea
 2019~2020 : Researcher in Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju, South Korea

Pranesh Sthapit (Member)



Undergraduate degree from Purbanchal University of Nepal and post graduate degree from Chosun University, Korea, in Information and Communication Engineering.

2008~2020 : researcher in the field of wireless communication and senior researcher at Information Communication Convergence Research Center in Gwangju Institute of Science and Technology, Korea

Min-Seok Kim (Member)



2006 : MS degree in Computer Science, Chonnam National University
 2020 : Managing Director in Innovation Science and Technology RnD Coop, Gwangju, South Korea
 2014~2020 : Managing Director in Innovation Science and Technology RnD Coop, Gwangju, South Korea

ki-Seon Kim (Member)



1980 : B. Eng and M. Eng degree in electronics engineering from Seoul National University, Seoul, South Korea
 1987 : Ph.D. degree in electrical engineering systems from the University of Southern California, Los Angeles, CA, USA

1991 : Schlumberger, Houston, TX, USA
 1994 : Superconducting Super Collider Lab, Waxahachie, TX, USA.
 1994 : Professor in Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju, South Korea
 1994~2020 : Professor in Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju, South Korea