

내수면 양식장을 위한 LPWA망 기반 스마트 급이 시스템 설계

독고세준
(주)비디 기술연구소

Design of the Smart Feeding System based on the LPWA network for Inland Fish Farms

Sehjoon Dokko
R&D Center, BD Inc.

요 약 IoT기술은 최근 수년간 급격히 발달하였고, 많은 분야에 적용되고 있다. 수산업 분야에서는 IoT 플랫폼을 활용한 양식장 수질관리 시스템이 개발되어 생산성 향상과 근로 환경 개선에 많은 도움을 주고 있다. 본 연구에서는 내수면 양식장 수질관리 시스템에서 더욱 발전하여, 수질 연동형 자동 급이 시스템을 설계함으로써 보다 효율적이고 체계적인 양식장 관리 시스템을 제안한다. IoT 전용망인 LPWA를 활용하여 내수면 양식장 환경에 적합하고, 저전력과 낮은 통신비용으로 상용화를 위한 경제성을 확보하였다. 본 연구를 통하여 내수면 양식 산업의 발전은 물론, 빅데이터 분석을 통한 양식 기술 발전에 일조할 것으로 기대한다.

주제어 : 자동 급이기, IoT, LPWA, 스마트 양식장

Abstract IoT technologies have been rapidly developed in recent years, and applied to many industries. In the field of fisheries, the water quality management system have been developed, helping in improving productivity and working environment. In this paper, we have designed the smart feeding system, interoperable with the water quality system, using LPWA network. LPWA network is an IoT network, which is appropriate to fish farms because of its wide area coverages and low power consumption. We expect this work to contribute to developing the aquaculture technology through the big data analysis with the accumulated data.

Key Words : Feeding System, IoT, LPWA, Smart Fish Farm

1. 서론

국내는 물론, 전 세계적으로 양식 산업은 지속적인 증가 추세를 보이고 있다. 지난 10년간 양식 생산량은 250% 증가하였다. 이는 수산물 수요에 대응함과 동시에 수산 자원 보호를 위해서도 매우 중요한 대안이다.[1][2] 그러나 대부분 양식장은 관리 시스템을 제대로 갖추고 있지 못하여 잦은 폐사가 발생하고, 열악한 근무 환경에

따른 인건비 상승 등의 문제를 가지고 있다.

한편, 최근 IoT 기술이 급속히 발전되어 LoRa(Long Range), 또는 LTE-m과 같은 LPWA (Low Pwer Wide Area) 망이 확산되고 있다.[3] 저전력으로 넓은 영역을 서비스 할 수 있는 IoT 전용망이어서, IoT 서비스를 확산시킬 수 있는 장점을 가지고 있다.

본 연구는 내수면 양식장을 위해 IoT 기술을 활용한 무선 자동 급이 시스템을 설계하였다. 이전 연구에서는

*교신저자 : 독고세준(bigmango210@naver.com)

접수일 2016년 10월 7일 심사완료 2016년 10월 30일

수질 감시 시스템을 구현하였고,[4] 이와 연동하여 급이 중 수질 영향을 고려한 제어가 가능하다. 무선 통신을 통하여 이동성을 확보하였고, 많은 시간 동안 축적되는 급이량, 출하량, 수질 등의 데이터들은 양식 기술 향상을 위한 빅데이터 분석에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

본 논문은 국내외 사료 공급기에 관한 관련 연구를 고찰하고, IoT 전용망을 기반으로 한 스마트 급이 시스템의 구성 및 주요 기능을 설명한다. 마지막으로 결론과 향후 기대 효과를 서술하였다.

2. 관련 연구

내수면 양식장은 자동 급이 장치를 중심으로 자동화가 시작되었고, 각 나라별 대표적 사례를 통해 주요 기능과 수준을 고찰한다. 또한 IoT 서비스 전용망인 LPWA (Low Power Wide Area) 네트워크에 대한 개요와 장점을 요약한다.

2.1 국내외 양식장 자동화 기술

2.1.1 국내 - 해상가두리양식장 사료 자동 공급기

<그림 2.1>은 해상 가두리 양식장에서 자동으로 사료를 공급하기 위한 장치이다. 급이 시간 및 급이량을 웹 또는 모바일로 설정하고, 급이 이력을 조회할 수 있다[5].



[그림 2.1] 해상 가두리 양식장 자동 급이기

2.1.2 국내 - 프로봇 (급이로봇)

<그림 2.2>는 로봇 형태의 급이기로서 이동성을 가진 시스템이다. 급이 로봇과 큐잉 머신으로부터 수집한 수질 데이터, 급이 데이터, 영상 데이터를 이용하여 해당 양식 수조 내의 어류의 현 발육상태를 판단하고 이에 적합한 사료의 종류 및 투입량을 자동 공급한다[6].



[그림 2.2] 급이 로봇을 이용한 자동화 양식 시스템

2.1.3 노르웨이 - CSS 급이 시스템

<그림 2.3>은 배합사료 사용을 전제로 카메라(수중, 수면 위), 센서, 생산 제어 프로그램과 연계하여, 시간 및 급이량 뿐만 아니라, 사료와 증강제 비율, 급이 속도 제어 기능을 제공하는 CSS 급이 시스템이다. 중앙 공급 장치, 파이프 설비, 카메라, 환경 센서, 생산 제어 프로그램 등을 구성 요소로 가지고 있다[7].



[그림 2.3] CSS 급이 시스템

2.1.4 그리스 - 양식장 통합관리 시스템

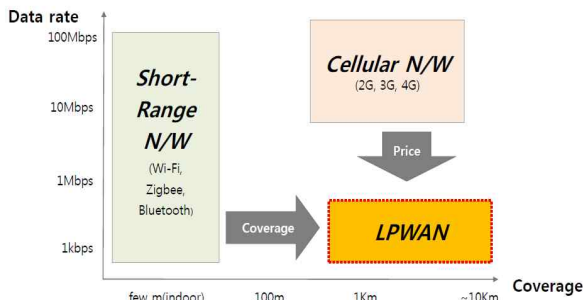
<그림 2.4>은 수온, 용존 산소량, pH를 측정하는 센서를 이용하여 무선 네트워크 기반으로 수집한 데이터를 분석한 후, 생산 과정의 다양한 변수를 통하여 관리할 수 있는 양식장 통합 관리 시스템이다. 수중 센서로부터 측정된 데이터를 수집 및 분석하는 프로그램과 양식장 변수별 모듈화 기술이 핵심 기술이다[8].



[그림 2.4] 양식장 통합관리시스템

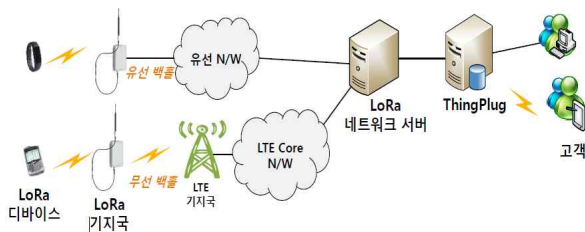
2.2 IoT 전용망 - LPWA Network

LPWA망은 <그림 2.5>에서 보는 바와 같이, 기존 2G, 3G, LTE 등의 Cellular망 보다 낮은 망 비용, 단말 가격을 제공하는 장점과 Bluetooth, Wi-Fi, Zigbee, Z-wave 등의 근거리 통신 기술보다 넓은 coverage를 제공하는 장점을 동시에 가지고 있다



[그림 2.5] LPWAN의 특징

LPWA망으로 상용화된 주요 기술로는 LoRa(Long Range), SigFox, Ingenu 기술과 2017년 상용이 예상되는 NB-IoT(Narrow Band IoT) 기술이 있다. <그림 2.6>은 본 연구에서 적용할 LoRa 네트워크의 구조를 나타낸 것이다.



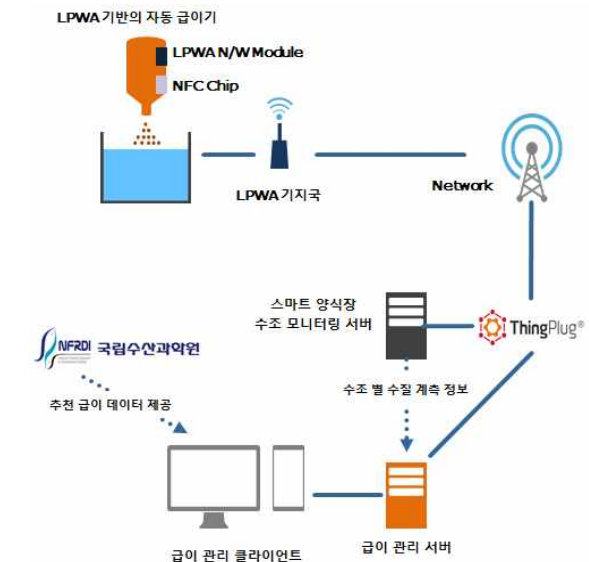
[그림 2.6] LoRa 네트워크 구조도

3. 스마트 급이시스템 설계

본 연구에서 설계한 스마트 급이시스템은 양식장에서 사료를 급이하기 위하여 제작되는 자동 급이기와 이를 제어하는 급이 관리 서버, 그리고 자동 급이기와 급이 관리 서버 간 데이터 전송을 위한 IoT 전용망 기반의 통신 시스템으로 구성된다.

3.1 스마트 급이시스템 구성

<그림 3.1>은 스마트 급이시스템의 전체 구성을 설명하고 있다.



[그림 3.1] IoT 기반 스마트 급이시스템

자동 급이기는 이동식으로 제작되어 양식장에서 실제 급이 기능을 수행하도록 하고, 각 수조의 식별을 위하여 NFC기반의 통신 모듈을 탑재한다. 또한 LPWAN 통신 모듈을 통하여 LPWA 기지국과 통신함으로써 IoT 전용망과 연결된다.

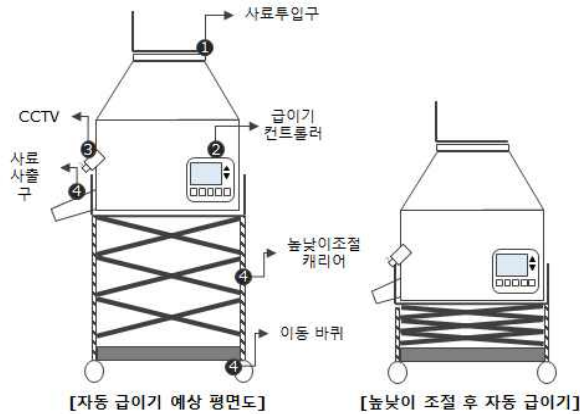
ThingPlug (IoT 플랫폼)은 IoT 전용망에 연결된 각 device들을 관리하는 시스템으로서, 사전 등록된 device들의 상태를 관리하고, 각각의 측정 데이터들을 수집하여 API를 통해 개별적인 서비스를 위한 애플리케이션 서버와 연동한다[9]. <그림 3.1>에서 보는 바와 같이 수조별 수질 감시를 위한 수조 모니터링 서버와 연결되어 있고, 자동 급이를 제어하기 위한 급이 관리 서버가 연결되어 있다.

급이 관리 서버는 급이 중인 수조의 수질을 실시간으로 확인하기 위하여 수조 모니터링 서버와 통신하고, 웹 기반의 대시보드와 모바일 애플리케이션을 통해 장소의 제약 없이 급이량과 급이 시간 설정 및 모니터링이 가능하도록 설계되었다. 또한 양식 기술 개발을 위한 빅데이터 분석과 최적 급이 관리를 위하여 수산과학원과 같은 외부 서버와 연동할 수 있다.

3.2 자동 급이기

자동급이기는 이동식 거치대를 통하여 각 수조를 돌며, 모바일 애플리케이션이나 웹 기반 대쉬보드를 통해 기 설정한 급이 정보에 따라 자동으로 사료를 분사한다. 따라서, <그림 3.2>에서 보는 바와 같이 사료 투입구와

사출구 외에 급이기 컨트롤러와 LPWA망 통신을 위한 모듈과 안테나로 구성된다. 또한 사료 분사 상황을 모니터링할 수 있도록 CCTV가 사출구 상단에 위치한다.

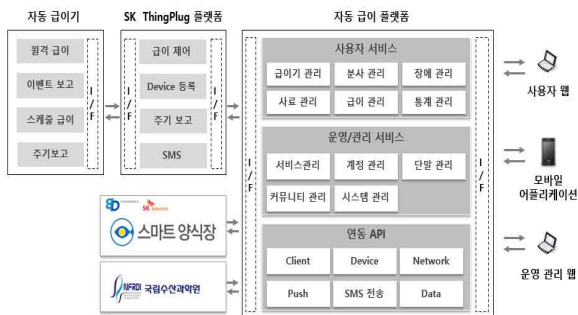


[그림 3.2] 스마트 급이기 구조도

수조 또는 수면의 높낮이를 고려하여 분사 위치를 조절할 수 있도록 설계하였다. NFC 칩을 통해 수조별 ID를 식별하고, IoT 전용망으로 급이 관리 서버와 연동하여 적절한 급이량과 시간에 따라 자동 급이 기능을 수행한다. 또한 해당 급이 정보는 관리 서버에 저장되어 통계화된다.

3.3 스마트 급이시스템 관리서버

스마트 급이시스템의 컨트롤러 기능을 수행하는 급이 시스템 관리서버는 <그림 3.3>과 <그림 3.4>에서 각각 SW구성과 HW구성을 설명하고 있다.

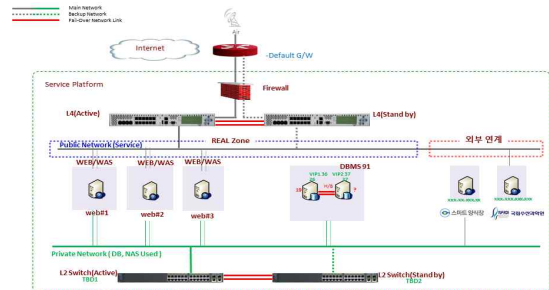


[그림 3.3] 시스템 S/W 구성도

자동 급이를 제어하기 위해 ThingPlug플랫폼 (IoT 플랫폼)과 연동하여 각각의 자동 급이기와 통신한다. 급이기의 등록 및 장애 관리 기능을 포함하여 사료 및 급이 관리 기능을 제어한다. 사전 조건 설정을 위해 웹 또는

모바일 애플리케이션으로 UI를 제공한다.

수조별 수질 모니터링 기능을 수행하는 스마트양식장 시스템과 연동하여 급이 중의 수질을 감시하고 급이 기능을 조절할 수 있도록 하였다. 또한 수산과학원 서버 등과 연동할 수 있도록 함으로써 양식 기술 기반의 급이 추천 기능을 구현할 수 있고, 누적된 급이 정보들을 전달하여 빅데이터 분석에 활용할 수 있다.



[그림 3.4] 시스템 H/W구성도

HW의 구성은 일반적인 웹 서비스 구성과 같이 L4 스위치를 Active-Standby로 구성하고, 로드 밸런싱하여 Web/WAS서버를 다수 연동하고, DBMS 서버를 복수로 연결한다. 이후 자동 급이기 장치의 수의 확대에 따라 Scale-out할 수 있는 구조이다.

3.4 스마트 급이시스템 UI/UX

스마트 급이시스템은 웹 기반의 사용자 대쉬보드와 모바일 애플리케이션을 통한 원격 조회 및 설정 기능을 제공한다. <그림 3.5>는 사용자 UI/UX 예시 화면을 보여주고 있다.

웹 기반 대쉬보드를 통하여 각각의 등록되어 있는 급이기의 기본 정보 및 현재 상태를 확인하고, 계정관리, 장애 조회 및 통계 기능을 수행할 수 있다.

모바일 애플리케이션은 급이기별 원격 조회 및 제어 기능을 수행한다. 따라서 조회 화면에서는 어종 및 해당 수조의 수질 상태, 급이 주기 및 급이량 등의 정보를 나타내고, CCTV에 의한 급이 영상 조회가 가능하여 수조의 현재 급이 상태를 확인할 수 있다. 또한 사료량 및 분사 시간을 설정하고, 급이기의 사료잔량 부족이 발생할 경우 급이 관리 서버에 의해 Push를 통한 알람이 모바일로 전달되는 기능을 가지고 있다.

모바일 애플리케이션의 구현은 기본적으로 안드로이드 환경이며, IOS 기반으로 구현할 경우, Push 기능 연동에 대한 인터페이스 구성 외에 구성상의 차이는 없다.

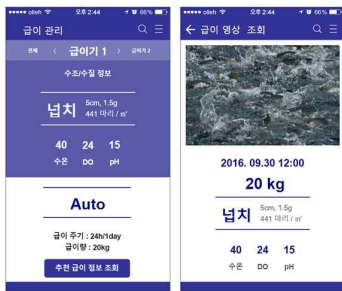
■ LPWA IoT Automatic feeding System / Admin

서비스 관리 | 계정 관리 | 시스템 관리 | 위험 관리 | 커뮤니티 관리 | 통계 | 로그

■ 서비스 관리 / 사업장 별 급이기 관리

번호	사업장 명	급이기 모델 명	급이기 일련번호	급이기 상태	설치일	설치 예정일
1	호연 수산	BD 자동급이기 -1	AA-87123879412	사용	2016-09-10	-
2	호연 수산	BD 자동급이기 -1	AA-87123879412	예약	2016-09-10	-
3	호연 수산	BD 자동급이기 -1	AA-87123879413	중지	2016-09-10	-
4	호연 수산	BD 자동급이기 -1	AA-87123879414	다기	2016-09-10	2016-09-20
5	호연 수산	BD 자동급이기 -1	AA-87123879412	사용	2016-09-10	-
6	호연 수산	BD 자동급이기 -1	AA-87123879412	다기	2016-09-10	2016-09-20
7	삼양 수산	BD 자동급이기 -1	AA-87123879412	사용	2016-09-10	-
8	삼양 수산	BD 자동급이기 -1	AA-87123879412	중지	2016-09-10	-
9	삼양 수산	BD 자동급이기 -1	AA-87123879412	예약	2016-09-10	-
10	삼양 수산	BD 자동급이기 -1	AA-87123879412	다기	2016-09-10	2016-09-20
11	삼양 수산	BD 자동급이기 -1	AA-87123879412	예약	2016-09-10	-
12	삼양 수산	BD 자동급이기 -1	AA-87123879412	예약	2016-09-10	-

(주) 비디



[그림 3.5] 웹 기반 관리화면 및 모바일App 예시

4. 결론

본 연구에서는 내수면 양식장에 IoT 기술을 도입하여 스마트 급이시스템을 설계하였다. 재래적인 양식장 관리 방식의 문제점을 해결하여 생산성 향상은 물론 근무 환경을 개선하고자 하였다. 낮은 전력 소비와 넓은 커버리지를 갖는 IoT 전용망을 활용함으로써 경제성을 바탕으로 한 서비스 확산을 더욱 용이하게 하였다.

수조별 수질 감시 시스템과 연동하여 급이 중 수질 상태를 관리하는 기능을 포함하여, 모바일과 웹 기반의 UI/UX 제공 등은 기존의 급이기와는 많은 발전을 이루었다. 또한 누적되는 급이량과 시간, 출하량 등의 정보는 향후 어종별 내수면 양식 기술 발전에 중요한 자료가 될 것으로 생각하며, 향후 자동 급이기와 수질 감시 시스템을 포함하는 스마트 양식장 시스템을 확산하여 어종별 축적 데이터를 기반으로 빅데이터 분석에 의한 내수면 양식 기술의 괄목할 만한 성장에 기여할 수 있기를 기대한다.

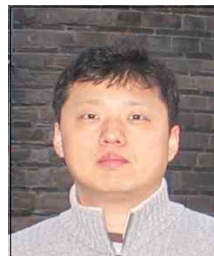
REFERENCES

[1] “수산양식”, 한국수산신문사, 제28권 통권322호, 2016.

[2] “수산양식”, 한국수산신문사, 제28권 통권324호, 2016
 [3] SK telecom, “IoT-LPWA LoRa사업 Guidebook”, 2016.
 [4] Sehjoon Dokko, “The Fish Tank Monitoring System on the IoT Technology for the Water Quality Management of the Eel Farms”, The 1st International Conference on Internet of Things and Convergence 2015. Vol.1, No.1, 2015.
 [5] 고승호, “먹이 급이장치가 구비된 해상 가두리 관리 시스템”, 글로벌트, 2013.
 [6] 프로봇, <http://www.probot.co.kr/>, 프로봇, 2016.
 [7] Land Based Fish Farming and Cage Farming, <http://www.akvagroup.com/products>, 노르웨이, 2016.
 [8] Aqua Manager, <http://www.aqua-manager.com/>, 그리스, 2016.
 [9] 고가람, 안홍범, 김규백, 이종은, 이상민, 이재한, “ThingPlug 로 시작하는 IoT 서비스 개발”, 페이지블루, 2015.

독고세준(Sehjoon Dokko)

[중신회원]



- 1997년 8월 : 고려대학교 컴퓨터학과(석사)
- 1997년 4월 ~ 2003년 2월 : (주)LG전자 핵심망연구소 선임연구원
- 2003년 2월 ~ 2012년 12월 : (주)인크로스 시스템사업실 이사
- 2013년 3월 ~ 현재 : (주)비디 기술연구소 상무

<관심분야>

사물인터넷, 스마트팩토리, 이동통신