

LoRa 게이트웨이 네트워크를 활용한 산업안전서비스 설계

장문수

한국폴리텍대학

A Design of Industrial Safety Service using LoRa Gateway Networks

Moon-soo Chang

Korea Polytechnics

E-mail : avecmschang@kopo.ac.kr

요 약

사물인터넷 환경에서는 기본적으로 사물에서 발생하는 데이터를 수집하기 위하여 네트워크 구성이 필수적이다. 다양한 통신 방식으로 사물의 데이터를 처리하고 있으며, 주로 블루투스, WiFi와 같은 무선 통신 방식을 주로 사용하지만, 데이터 서버에 다양한 센서 데이터를 전달하기 위해 유선/무선 통신을 혼합해서 사용하는 경우도 있다. 사물의 데이터를 수집하려면, 센서나 엣지 장치에서 발생하는 센서 데이터를 실시간으로 수집하기 위해 통신 모듈이 탑재되어야 한다. 그리고 데이터베이스로 데이터를 전달하기 위하여 소프트웨어 아키텍처가 구성되어야 한다. 센서에서 발생된 데이터를 실시간으로 데이터베이스에 저장하고 관리할 수 있으며, 산업안전에 필요한 데이터를 추출하여 산업안전서비스 응용에 활용할 수 있다. 본 논문에서는 사물 데이터 수집을 위하여 LoRa 게이트웨이를 활용하여 네트워크 환경을 구성하였으며, LoRa 모듈로부터 전달되는 사물 데이터를 수집하기 위하여 클라이언트/서버 방식의 데이터 수집 모델을 설계하였다. 데이터 수집과 저장 관리에 필요한 자원을 데이터 누수 없이 확보하기 위하여 실시간으로 데이터 수집이 가능해야 하며, 응용서비스로는 산업안전에 필요한 위치데이터 등을 실시간으로 데이터베이스에 저장 관리할 수 있도록 설계하였다.

ABSTRACT

In the IoT(IoT: Internet of Things) environment, network configuration is essential to collect data generated from objects. Various communication methods are used to process data of objects, and wireless communication methods such as Bluetooth and WiFi are mainly used. In order to collect data of objects, a communication module must be installed to collect data generated from sensors or edge devices in real time. And in order to deliver data to the database, a software architecture must be configured. Data generated from objects can be stored and managed in a database in real time, and data necessary for industrial safety can be extracted and utilized for industrial safety service applications. In this paper, a network environment was constructed using a LoRa(LoRa: Long Range) gateway to collect object data, and a client/server data collection model was designed to collect object data transmitted from the LoRa module. In order to secure the resources necessary for data collection and storage management without data leakage, data collection should be possible in real time. As an application service, location data required for industrial safety can be stored and managed in a database in real time.

키워드

LoRa, LoRa Gateway, IoT, Internet of Things, Industrial Safety Service, Bigdata, Sensor, Sensor Data

1. 서 론

다양한 센서나 엣지 장치에서 발생하는 데이터는 날로 증가하고 있으며, 응용서비스에 맞게 활용

되고 있다. 이러한 사물 데이터를 처리하기 위하여 Bluetooth, Zigbee, WiFi, NarrowBand IoT, NFC, LTE 등 무선 위주의 네트워크를 활용하여 서비스가 이뤄지고 있다. 이와 같은 기술은 LOS(LOS:

Line of Sight) 환경 제약, 데이터의 실시간성이나, 네트워크 토폴로지 구성에 따른 통신망 비용 등에 문제점을 포함하고 있어, 실제 응용서비스까지 환경 및 비용 부담이 있다. 하지만, LoRa망을 이용한 자가망을 구축할 경우에는 응용에 따라서 유선과 무선을 혼합할 수 있으며, 배터리 기반으로 센서 네트워크를 구축할 수 있으며, 긴 신호 도달거리를 바탕으로 네트워크 토폴로지를 구축할 수 있어 통신망 이용에 대한 비용 부담을 상대적으로 줄이면서 응용서비스를 다양하게 구성할 수 있다[1].

이에 본 논문에서는 LoRa망의 구성을 위한 하드웨어 환경을 바탕으로 사물의 데이터를 수집 및 관리하기 위한 구조로 설계하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 LoRa망 구성과 데이터 수집을 위한 네트워크 구조에 대해서 이해하며, III장에서는 산업안전서비스를 목표로 사물의 데이터를 활용하여 데이터 관리 시스템을 구성하고, 산업 안전 서비스를 위한 아키텍처를 설계한다. 마지막 IV장에서는 설계한 아키텍처를 바탕으로 데이터의 수집에 대한 설계 결과를 기술한다.

II. LoRa망과 네트워크 토폴로지

LoRa(LoRa: Long Range)는 14km에 달하는 거리까지 신호확인이 가능하여 데이터를 전달할 수 있는 것으로 알려져 있다. 그만큼 토폴로지 구성을 장거리로 구성할 수 있다. LoRaWAN 네트워크 아키텍처는 게이트웨이와 최종장치와 중앙 네트워크 서버 간에 메시지를 릴레이 하는 구조로 stars-of-stars 토폴로지를 구성할 수 있다[2].

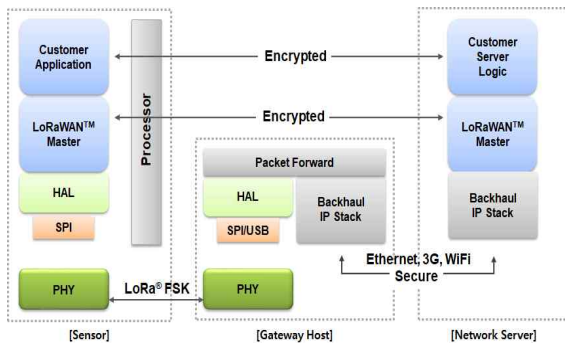


그림 1. LoRaWAN 토폴로지 아키텍처

즉 무선 통신 기반으로 LoRa 물리계층의 장거리 특성을 활용하여 최종 장치와 하나 이상의 게이트웨이 간의 단일 홉 링크를 허용한다. 또한 멀티캐스트 주소 지정을 지원하고 있어 배포 메시지도 효율적으로 활용 가능한 구조를 가지고 있다[2].

센서 내에서는 HAL(HAL: Hardware Abstraction Layer) 계층과 PHY(Physical)계층은 SPI(SPI: Serial Peripheral Interface) 통신을 통해 계층간 데이터를

상호 전달하며, 센서와 게이트웨이 호스트와의 통신은 LoRa™, FSK(Frequency Shift Keying) 방식을 지원하고 있다. 게이트웨이 호스트와 네트워크 서버 간에는 유선/무선 통신이 가능한 프로토콜 구조를 가지고 있어, Ethernet, WiFi 통신을 통해 센서로부터 수신된 데이터를 네트워크 서버로 데이터를 전달해주고 있다[3].

LoRaWAN은 배터리 수명, 용량, 범위 및 비용에 대해서 LPWAN(LPWAN: Low-Power Wide-Area Network)을 최적화하도록 설계되어 있어 저전력 광역 네트워크 서비스를 통해 수많은 센서 데이터를 수집할 수 있다.

실제 구성 가능한 LoRa 토폴로지는 다음과 같은 형태로 나타날 수 있다[2].

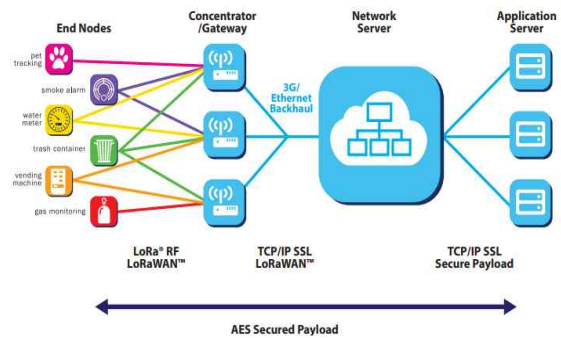


그림 2. LoRaWAN 토폴로지 구성 형태

센서와 같은 엣지 디바이스들은 헬스케어, 의료, 애완동물, 제조업, 발전소 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며, LoRa RF와 연동되어 각종 센싱된 센서 데이터를 LoRa Gateway를 거쳐 네트워크 서버로 전달한다. 네트워크 서버에 전달된 센서 데이터는 빅데이터를 구성하며 응용 서버를 통해서 역할에 맞게 활용되도록 구성할 수 있다. 즉, LoRa RF와 LoRa Gateway, Network Server를 구성하게 되면 광범위한 환경에서도 안정된 형태로 데이터를 수집할 수 있으며, 수집된 데이터는 부가 가치를 창출할 수 있도록 응용 서비스를 통해 소비자에게 다양한 형태의 정보로서 가치를 제공할 수 있다.

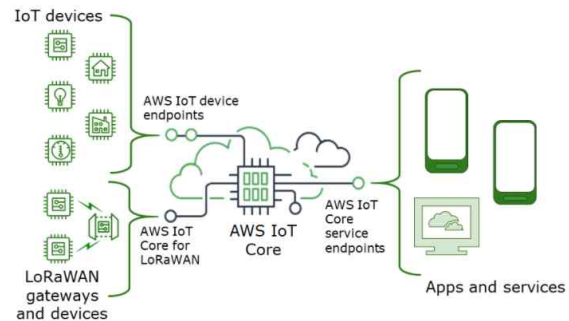


그림 3. AWS의 IoT Core 구성 예

그림3은 실제 많이 사용되고 있는 아마존 웹서비스에서 활용되고 있는 IoT Core 구성망을 볼 수 있다[4]. 이 네트워크 토폴로지는 LoRaWAN 네트워크 아키텍처를 구성하고 있으며, 게이트웨이에서 엔드 장치와 LoRaWAN 네트워크 서버간의 정보를 릴레이하는 스타 토폴로지로 구성되어 있으며, LoRaWAN 디바이스를 통해서 수집된 데이터를 AWS IoT Core 보안 웹소켓을 통해 AWS IoT Core에 전달되고 관리된다[4].

III. LoRa망을 활용한 산업안전서비스 설계

LoRa망을 활용하여 실제 산업현장에서 활용 가능하고, 기존의 네트워크 토폴로지 및 환경의 한계를 극복할 수 있는 서비스를 설계한다. 산업현장에서는 산업현장 요원과 안전관리 요원이 산업현장에서 발생할 수 있는 다양한 환경 변화와 장애 및 안전관리 등에 대한 업무를 수행한다. 또한 재해 유형으로는 떨어짐, 넘어짐, 깔림, 뒤집힘, 부딪힘, 물체에 맞는 경우, 무너짐, 끼임, 화재 및 폭발, 파열, 교통사고 등 다양한 유형에서 해마다 그 수가 증가하고 있는 추세이다[5]. 그림4는 2021년 3월말 재해유형별 업무상사고 사망재해 발생현황을 나타낸다.

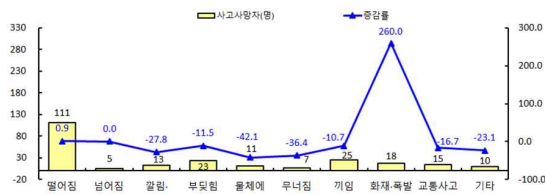


그림 4. 재해유형별 업무상사고 사망재해 현황(2021년 3월말)

그림4에서도 확인할 수 있듯이 화재·폭발, 파열 등에 의한 업무상 재해가 급증한 것을 확인할 수 있다. 이 부분은 실제 산업현장에서 발생할 수 있는 사고 유형이 고위험에 노출된 경우에 많은 경우 사망 사고의 위험에 노출되고 있다고 판단할 수 있다. 그림5는 사업장 규모에 따른 업무상사고 사망재해 발생현황이다. 사업장 규모가 5인 미만, 5인~49인 사업장에서 사고재해자수가 많은 분포를 나타내고 있다[5].

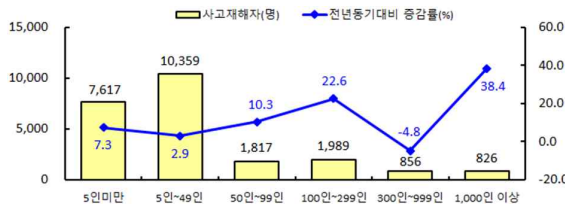


그림 5. 사업장규모별 업무상사고 재해자 현황 (2021년 3월말)

재해유형별, 사업장규모별 업무상 재해 및 사망자 현황에서 나타나는 것처럼 산업현장에서 발생할 수 있는 안전사고에 대한 대응은 절실하게 필요한 상황이다. 실제 산업현장에서는 안전사고 방지를 위한 교육 및 훈련을 시행하고 있지만, 사고의 위험에서 자유로울 수 없는 것이 현실이다. 이에 LoRa망을 활용하고, 산업현장의 안전을 사수할 수 있는 사설망 토폴로지 구성과 LoRa IoT 장치를 이용하여 다양한 센서데이터 전달, 모바일 기기를 활용한 산업현장 영상 데이터 저장관리, GPS를 활용한 좌표로 산업현장 근로자 및 안전관리자의 동선 파악, 응급 사고 시 안전관리자 및 산업현장 근로자가 전용 앱을 통해 센터에 실시간으로 알려주어 사고현장 및 관련 데이터를 송신할 수 있는 서비스를 설계하여 다각적으로 산업현장에서 발생할 수 있는 재해에 대해서 즉각적인 대응과 산업재해를 미연에 방지할 수 있는 시스템을 설계하였다.

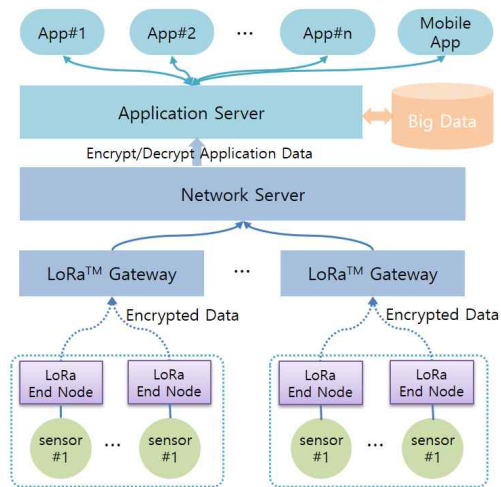


그림 6. 시스템 아키텍처 및 데이터 이동

산업안전서비스 구성을 위한 시스템구성은 그림 6과 같다. 다양한 센서 데이터를 수집하기 위한 LoRa End Node를 통해 발생하는 센서 데이터는 LoRa Gateway를 통해서 네트워크 서버로 전달되어 어플리케이션 서버로 전달된다. 전달된 데이터는 데이터베이스에 저장되어 관리하며, 저장된 데이터는 빅데이터가 구성되어 센서데이터를 바탕으로 다양한 응용 서비스를 토대로 활용된다.

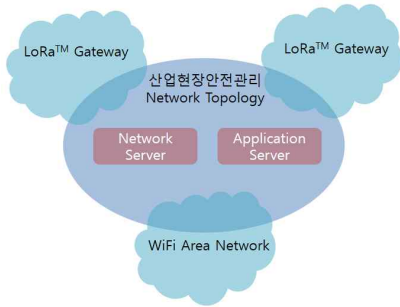


그림 7. 산업현장안전관리 Topology

산업안전서비스 LoRa 망 구성을 위한 하드웨어는 그림8과 같다. 센서 데이터 수집을 위한 LoRa End Node와 LoRa망을 통해 데이터 수집을 위한 게이트웨이 역할로 LoRa Gateway로 구성되어 네트워크 서버를 통해 응용 서버로 데이터가 전달되도록 구성된다.



그림 8. LoRa관련 장치들

소프트웨어 구성은 모바일 앱과 LoRa End Node로 구성된 안전관리자 정보 수집을 위한 장치로 구성된다. 안전관리자는 업무용 스마트폰에 탑재된 안전관리 앱을 통해 관리가 이뤄진다. 안전관리 교육을 위한 콘텐츠를 구성하여 상시적으로 안전관리에 대한 지침과 매뉴얼을 수직할 수 있도록 구성할 예정이며, 안전사고 발생 시 관련 영상을 실시간으로 저장 및 관리하여 사고 현장의 참고자료로 활용될 수 있도록 하여 사고 예방에 도움이 될 수 있도록 하고, 안전관리자의 실시간 위치 추적을 통해 발생할 수 있는 안전사고를 즉각적으로 대응할 수 있도록 구성하고, 안전관리 일지를 위치정보와 업무 시간을 기준으로 자동으로 작성하고 서버에 업로드 할 수 있도록 하여, 수행하는 업무를 통해 자동으로 일지관리가 이루어질 수 있도록 설계하였다. 그림9는 업무용 스마트폰에 탑재할 모바일 앱의 주요기능을 나타낸다.



그림 9. 모바일 단말기 주요 기능

IV. 결 론

본 논문에서는 LoRa망 구성을 위한 하드웨어 설계와 서비스 제공을 위한 산업안전서비스의 소프트웨어 기능 및 아키텍처를 설계하였으며, 산업안전서비스를 통해서 산업현장의 사고 발생과 사물의 데이터 처리에 대하여 연구하였다. 산업안전서비스를 구성하기 위해서는 다양한 사물과 데이터가 조합되어 원활한 서비스가 이뤄져야 하며, 다양한 불꽃감지, 연기감지, 열감지, 가스 감지 센서 등 다양한 센서 데이터를 조합하여 산업안전이 확보되어 보다 안전할 수 있도록 설계하였다. 향후에는 산업현장에서 발생 가능한 사물에서 발생된 많은 사고 데이터를 확보하여 딥러닝 알고리즘을 적용하여 안전데이터와 비안전데이터를 분류하고, 산업현장에서 사고의 형태를 분류하고, 학습하여 인공지능이 산업안전에 대해 학습을 통해 보다 신속하게 사고 데이터를 식별하여 처리할 수 있는 시스템을 연구하고자 한다.

References

- [1] LoRa Technology Is COnnecting Out Smart Planet [Internet]. Available : <https://www.semtech.com/lora/lora-applications>.
- [2] What is LoRaWAN® Specification [Internet]. Available : <https://lora-alliance.org/about-lorawan/>.
- [3] AN1200.22 LoRa™ Modulation Basics. Revision 2, May 2015. Semtech Corporation.
- [4] AWS IoT Core for LoRaWAN [Internet]. Available : https://docs.aws.amazon.com/ko_kr/iot/latest/developerguide/connect-iot-lorawan.html.
- [5] Occurrence of industrial accident at the end of March 2021 [Internet]. Available : https://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1514/.