

# IoT 를 기반으로 한 택배 배송 경로 최적화 방안

## IoT 장치와 IoT 플랫폼을 중심으로

송하윤\*, 모준상\*

\*홍익대학교 컴퓨터공학과

e-mail : [mojunsang26@gmail.com](mailto:mojunsang26@gmail.com)

### Logistics Delivery Route Optimization Method Based on IoT

#### Focus on IoT device and IoT platform

Ha-Yoon Song\*, Jun-Sang Mo\*

\*Dept. of Computer Engineering, Hongik University

#### 요 약

최근 IoT 기술이 산업 전반에 걸쳐 적용되고 있다. 본 논문에서는 기존 택배 시스템에서 비효율적인 경로로 배송되는 문제점을 개선하기 위해 택배 시스템에 IoT 기술을 적용하여 경로 최적화를 도모하며 IoT 장치와 IoT 플랫폼을 중심으로 문제 해결 솔루션을 제시한다.

#### 1. 서론

최근 4 차 산업혁명의 영향으로 산업 전반에 걸쳐 IT 기술의 접목이 활발하게 이루어지고 있다. 그 중 IoT 분야는 빅데이터, AI, 블록체인 등 첨단 IT 기술과 결합되어 4 차산업혁명의 중심에 자리잡고 있다. 특히 물류 기업들은 공급망 관리의 최적화를 위해 앞다투어 스마트 물류 서비스를 개발하고, 기업 경쟁력을 높이고 있다.

현재의 택배 배송 시스템을 살펴보면 택배 운전사가 각 택배 취급점에 미리 정해진 시간에 방문해 상품을 인수하고, 인수한 모든 배송물들을 허브 터미널로 이동시킨 후, 허브 터미널에서 배송물들을 각 배달지에 맞춰 분류하는 작업을 진행하며, 이후 배달 터미널로 배송물들을 이동시킨다. 이러한 배송 시스템은 택배의 배송 시 무조건 허브 터미널을 거치게 되는데, 택배 발송지역과 택배 도착지의 거리가 가까운 경우, 무의미하게 먼 거리를 이동하게 되어 큰 손실이 발생하고 있다. 본 논문에서는 택배 시스템에 IoT 기술을 접목하여 상기 문제점을 해결하고자 한다.

#### 2. 관련 기술

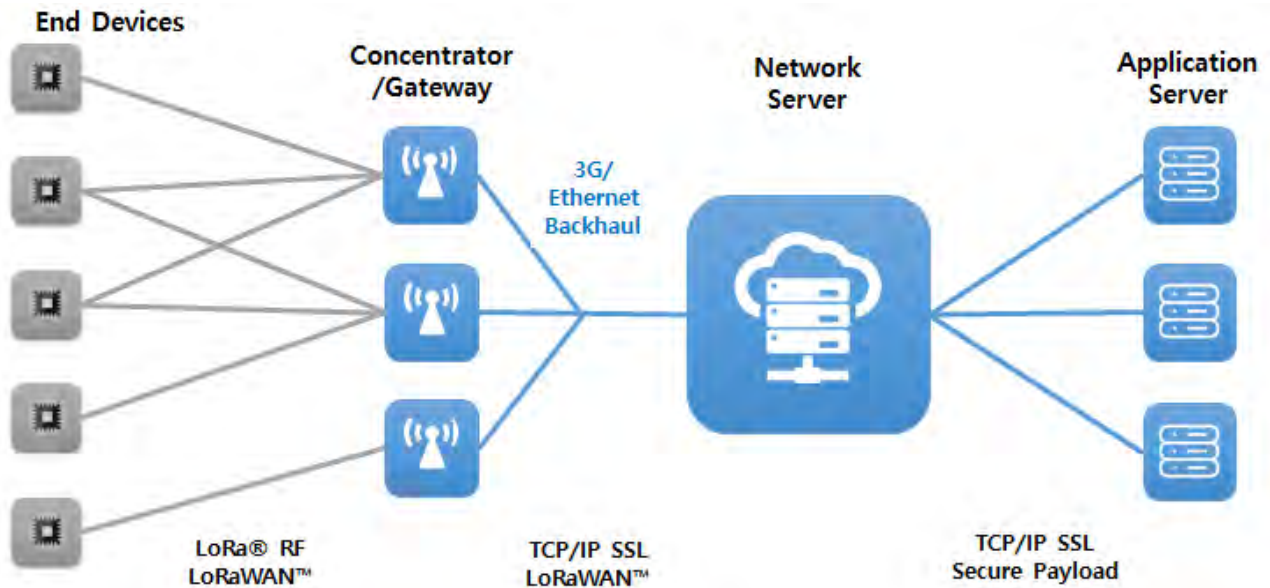
##### 2.1. IoT 플랫폼

IoT 서비스를 구현하기 위해서 네트워크, 디바이스, 어플리케이션 서버 등 다양한 요소들이 필요하다. IoT 플랫폼은 말그대로 이러한 요소들이 만나 쉽게 결합할 수 있게 도와주는 서비스를 의미한다. 대표적으로 퀄컴의 Alljoyn, 마이크로소프트의 Azure IoT Suite, SKT의 ThingPlug 가 서비스를 제공하고 있다. 본 논문에서는 IoT 플랫폼으로 SKT의 ThingPlug 를 사용한다. 우선 ThingPlug 의 서비스 흐름을 살펴보면 end device

가 목적에 따라 센서 값을 수집하여 ThingPlug 네트워크 서버로 전송한다. application server 는 ThingPlug 네트워크 서버에 저장된 데이터들을 가져와서 처리하거나 end device 로 제어 명령을 보낼 수 있다[1]. 좀더 세부적으로 살펴보면 세 가지 구조로 나눌 수 있다. 첫 번째로 하나의 end device 가 있는 경우 무선 통신을 이용하지 않고 ThingPlug 에 연동할 수 있다. 이더넷을 통해 ThingPlug 에서 제공하는 API 로 ThingPlug 네트워크 서버와 통신하는 방법이 있고, 유선 연결에 제약이 따르는 경우 LoRaWAN 을 통해 ThingPlug 와 통신하는 방법이 있다. 두 번째로 고정된 gateway 와 gateway 주변에 여러 end device 가 있는 경우 end device 들과 gateway 를 무선 star topology 로 연결하고 gateway 에서 end device 들의 센서 값을 수집하여 ThingPlug 서버로 전송한다. 이때, end device 와 gateway 사이의 무선 통신은 LoRa RF 를 사용하고 gateway 와 ThingPlug 사이의 통신은 이더넷을 사용할 수 있다. 세 번째로 광범위한 영역을 이동하는 end device 가 있는 경우이다. 이런 경우 하나의 gateway 가 광범위하게 이동하는 여러 end device 들을 모두 커버하는 것이 불가능하다. 따라서 어디서나 ThingPlug 서버와 통신할 수 있는 LPWAN(저전력 광역망)을 사용한다. LPWAN 으로는 LoRaWAN[2], sigfox 등 이 있다.

##### 2.2. LoRa & LoraWAN

LoRa(Long Range)는 사물끼리 서로 통신을 주고 받을 수 있게 도와주는 저전력, 장거리 통신 기술로 LoRa Alliance 를 중심으로 기술 개발 및 보급이 활발히 이루어지고 있다. LoRa 를 이용해 통신을 하면 전력 소모가 적어 기기 배터리 수명을 수년 간 유지할



(그림 1) LoRaWAN의 구조[2]

수 있다. 로라 기술 표준은 데이터 전송 속도가 낮은 사물인터넷과 M2M 무선 통신을 최고 10 마일 범위에서 10 년 이상 지속되는 배터리로 구현한다[3]. LoRaWAN 은 Semtech 와 IBM 리서치가 함께 개발한 네트워크 기술로 지역, 또는 글로벌 네트워크에서 무선으로 작동하는 LPWAN 이다. 안전한 양방향 통신, 이동성 및 지역 특화 서비스와 같은 IoT 의 주요 요구사항을 목표로 한다. 국내에선 SKT 가 ThingPlug 네트워크로 LoRaWAN 서비스를 제공하고 있다[4].

### 3. 배송 시나리오

배달을 위한 택배상자가 준비되면, IoT 장치를 택배상자에 부착하고, IoT 장치를 on 시키면 장치의 ID 정보를 담은 바코드를 IoT 장치의 디스플레이에 출력시킨다. 배송자는 배송자용 개인 스캐너를 이용하여 택배상자의 바코드 및 IoT 장치의 디스플레이에서 출력된 바코드를 스캔한다. 스캐너는 스캔 된 정보인 송장번호 및 IoT 장치의 ID 정보를 택배회사의 중앙 서버로 전송한다. 중앙 서버에서 IoT 장치의 ID 정보를 대응하는 택배송장내역의 엔트리에 등록하고 LoRa 망을 통해 IoT 장치에게 배송 목적지 정보를 전송한다. 전송된 송장번호와 ID 정보는 1:1 로 매칭된다.

상차가 완료된 후 택배상자에 설치된 IoT 장치는 물류이동의 시작을 검출하면 현재 위치와 목적지 위치 간의 차이를 계산한다. 이때, 계산 결과 값이 미리 정해 놓은 임계 값 이하인 경우, 목적지 근처를 지나가거나 접근하는 도중이므로 해당 IoT 장치의 ID 를 배송자의 단말기로 전송하여 최단 배송이 가능함을 알린다.

최단 배송을 위한 중간 하차가 결정되면 다른 택배상자들로부터 해당 택배상자를 쉽게 식별하기 위해 디스플레이 모듈이나 LED 로 신호를 출력한다. 배송자가 목적지 위치에 도착하면 상기 신호를 확인하고 해당 택배상자를 하차하여 배송을 완료하고 택배상자

에 붙어있는 IoT 장치를 수거한다.

### 4. IoT Device 구성

본 논문에서 제시한 솔루션을 위해 IoT 장치는 디스플레이 모듈, 처리부, WiFi 모듈, 블루투스 모듈, 스피커 모듈, GPS 모듈 및 LoRa 모듈을 포함한다. 디스플레이 모듈은 IoT 장치의 ID 를 출력할 수 있으며, 배송자가 스캐너로 상기 IoT 장치의 ID 를 스캔하여 서버에 등록할 수 있다. 처리부는 MCU 와 입출력 모듈을 하나의 칩으로 만들어 정해진 기능을 수행하는 컴퓨터로서, IoT 장치에 탑재된 모듈들을 내장된 코드로 제어할 수 있다. MCU 로는 ESP32, STM32 등이 사용된다. WiFi 모듈은 GPS 수신기 불가능한 경우에 사용된다. 블루투스 모듈은 처리부에서 현재 위치와 목적지 위치 간의 차이가 미리 결정된 임계 값 이하인 경우 배송자의 단말기에게 해당 목적지 주소를 전송할 수 있다. 또한, WiFi 모듈을 이용한 위치정보 수신기 불가능한 경우 위치정보를 수집할 수도 있다. 스피커 모듈은 집하과정에서 최단 배송이 가능할 경우 배송자가 효율적으로 택배상자들을 배치를 하도록 돕기 위한 정보를 발생시킬 수 있다. 또한, 배송차량이 배송 목적지에 도착하면 배송자가 해당 배송물을 빠르게 하차시킬 수 있도록 정보를 발생시킬 수 있다. GPS 모듈은 배송차량의 현재 위치 정보를 수집하여 처리부에게 전송할 수 있다. LoRa 모듈은 GPS 모듈이 수집한 위치 정보를 ThingPlug 서버로 전송할 수 있다. 이후, API 로 ThingPlug 서버에서 데이터를 읽고 분석할 수 있다.

### 5. IoT Device 알고리즘

택배 상자에 부착된 IoT 장치의 작동방식을 단계별로 구분하였다. 단계는 집하 단계, 이동 단계, 완료 단계 총 세 가지로 구분된다.

### 5.1. 집하 단계

우선, IoT 장치가 On 되면 디스플레이 모듈로 ID 정보를 출력하고, LoRa 모듈로부터 수신되는 데이터를 기다린다. LoRa 모듈에서 수신 데이터가 존재하면, 해당 데이터를 목적지 위치 변수에 저장한다.

### 5.2. 이동 단계

GPS 모듈로부터 데이터가 수신되면 해당 데이터를 현재 위치 변수에 저장한다. GPS 모듈로부터 데이터가 수신되지 않으면, WiFi 모듈을 통해 주변의 Access Point(이하 AP)에 접속하고 해당 AP의 MAC 주소와 API를 통해 현재 위치 정보를 받아와 변수에 저장한다. WiFi AP 접속이 불가능한 경우, 블루투스 모듈을 통해 배송자의 스마트폰에 연결하여 현재 위치 정보를 수신하여 변수에 저장한다. 블루투스를 통한 현재 위치 정보 수신도 불가능한 경우 미리 정해 놓은 delay 동안 대기 후 이동 단계의 처음 부분으로 돌아간다. 현재 위치 정보 확보에 성공한 경우, 현재 위치와 목적지 위치 사이의 거리를 계산하여 미리 정해 놓은 임계 값과 비교한다. 임계 값 보다 큰 경우 LoRa 모듈을 통해 현재 위치를 ThingPlug 서버로 송신하고 미리 정해 놓은 delay 동안 대기 후 이동 단계의 처음 부분으로 돌아가 다시 루프를 시작한다. 임계 값 보다 작은 경우 이동 단계를 끝내고 다음 절차를 진행한다.

### 5.3. 완료 단계

블루투스 모듈을 통해 IoT 장치의 ID를 배송자의 스마트폰으로 전송한다. 그 후 LED나 디스플레이 모듈로 하차 신호를 출력한다. 목적지에 도착하면 배송자가 배송을 완료하고 IoT 장치를 Off 시킨 후 IoT 장치를 수거한다.

## 6. 결론

본 논문에서는 기존의 택배 시스템이 택배 배송시 허브 터미널을 무조건 거쳐서 배송하는 문제점을 IoT 기술을 통해 해결하였다. 앞에서 제시한 솔루션을 통해 경로의 개선을 기대할 뿐만 아니라 머신러닝 기술로 택배가 이동한 위치 데이터를 분석하여 물류 시스템의 효율을 높이는 방법을 고안할 수 있다. 또한 IoT 플랫폼에 블록체인을 결합해 물류 시스템의 보안을 강화할 수도 있다.

### Acknowledgements

이 연구는 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행됨(NRF-2017R1D1A1B03029788)

### 참고문헌

- [1] SKTelecom. "ThingPlug® API Document 1.7", pp.6-7, 2017.  
 [2] LoRa Alliance. "LoRaWan Spec 1.0.2", 2016.

- [3] A Augustin. "A Study of LoRa: Long Range & Low Power Networks for the Internet of Things", 2016.  
 [4] LoRa Alliance. "A technical overview of LoRa® and LoRaWAN™", pp.7-11, 2015.