

IoT 를 이용한 택배 시스템 개선에 관한 연구

강민채*, 한효창**, 송하윤*

*홍익대학교 컴퓨터공학과

**홍익대학교 전자전기공학부

green_pea88@naver.com, hhcmiso1@gmail.com, hayoon@hongik.ac.kr

A Study on the Improvement of Delivery System Using IoT

Min-Chae Kang*, Hyo-Chang Han**, Ha-Yoon Song*

*Dept. of Computer Science, Hongik University

**Dept. of Electronic and Electrical Engineering, Hongik University

요 약

택배 산업의 발전에 따른 규모 증가와 언택트 시대의 도래는 택배 물류의 증가를 야기하였다. 본 연구에서는 택배 물류 관리의 용이성과 배송의 효율성을 향상시켜 경제성을 높이는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 IoT Device 를 이용하여 배송 시스템의 불필요한 과정을 감소시켰다. 또한, IoT Device 를 택배 차량에 부착하여 Device 의 개수를 최적화하고, DB 내 데이터의 관계성을 증가시켰다.

1. 서론

현재의 택배 시스템은 Hub & Spoke 방식으로 물류를 배송한다. 이 방식은 매우 효율적이지만 인접한 지역이 목적지인 경우에도 허브를 거치는 불필요한 이동이 발생하게 된다. 택배 산업은 우리 생활의 일부분이 되었고, 그 규모는 상당해졌다. 이에 더하여 COVID-19 으로 인한 언택트(un-tact) 시대의 도래는 택배 물류의 기하급수적 증가를 야기시켰다. 물류의 증가는 즉, 앞서 말한 불필요한 이동 역시 증가를 의미한다. 이러한 불필요한 이동으로 인한 비효율성을 해소하기 위해 본 논문에서는 배송 시스템에 IoT 기술을 적용한다. IoT Device 을 통해 물류의 GPS 정보를 수집하여 인접한 지역의 경우 허브로 전송하는 것이 아닌 목적지로 직접 배송을 하여 불필요한 이동을 해결하도록 한다.

2 장에서는 연구에 이용된 배경 지식들과 유사한 논문에 관한 내용을 다룰 것이다. 3 장에서는 ThingPlug API 에 대한 설명과 활용 방향에 대해서 설명할 것이다. 4 장에서는 IoT Device 의 물리적 구성과 동작 알고리즘에 대하여 다룰 것이다. 5 장에서는 결론 및 앞으로의 연구 진행 방향에 대해서 기술할 것이다.

2. 에이전트 개발 도구의 요구사항

2.1 LoRa

IoT 을 전용으로 하는 통신 기술은 LoRa, SIGFOX, NB-IoT, LTE-M 가 있다. [1] 본 논문에서는 비면허대역을 사용하는 LoRa 와 SIGFOX 중 전송 속도가 더 빠른 LoRa 을 채택하였다. LoRa 는 저전력 통신 기술로, 하나의 배터리로 오랜 시간 디바이스를 가동할 수 있다. 또한 최대 14km 의 장거리 통신이 가능하므로, 기존 통신 방법인 WIFI 나 블루투스가 중간 장비를 많이 필요로 했던 것에 반해 중간 장비의 필요성이 감소하여 경제적으로 효율적이다.[2][3] 현재 국내에서 IoT 서비스를 지원하는 대표적인 플랫폼으로는 삼성의 ARTIC 과 KT 의 IoTmakers, SKT 의 ThingPlug, ARM 의 Pelion 이 있다. 국내의 다른 IoT 플랫폼이 취약점이 존재하는 클라우드 기술 혹은 전국적으로 구축이 미흡한 NB-IoT 을 제공함에 반하여 ThingPlug 는 전국적으로 구축이 잘 되어있는 LoRa 망을 통해 디바이스 간 통신을 지원한다. ThingPlug 는 IoT Platform 으로 oneM2M 기술을 기반으로 디바이스의 호환성을 향상시키고 안전한 통신 네트워크를 구성하고 있다.[4][5]

2.2 MCU

MCU 는 마이크로 프로세서와 입출력 모듈을 하나의 칩으로 정해진 기능을 수행하는 컴퓨터를 의미한다. 본 논문에서는 Heletec ESP32 Wi-Fi LoRa 를 선택하였다. ESP32 는 Wi-Fi 및 블루투스가 탑재된 저전력 MCU 이며, Heletec ESP32 Wi-Fi Lora 에는 LoRa 기술이 내장되어 있어 구성할 디바이스의 목적에 가장

적절할 것으로 판단하였다

2.3 GPS

GPS(Global Positioning System)은 최소 24 개 이상의 위성으로 이루어진 위성 항법 시스템이다. 지구상 어느 곳에서나 24 시간 이용할 수 있으며, 기상 조건, 외부의 간섭 및 방해에 강하고 전세계적으로 공통 좌표 계를 사용한다는 점에서 측위 정보의 신뢰성 및 정확성이 우수하다. GPS 위성은 하루에 두 번 지구를 공전하면서, 각각의 고유 신호와 궤도 파라미터를 전송해 이를 통해 GPS 장비가 위성의 정밀한 위치를 계산할 수 있다. GPS 수신기는 이러한 정보와 삼변측량을 이용해 사용자의 정확한 위치를 계산한다.

2.4 Related Works

현재 물류 배송은 Hub & Spoke 방식으로 이루어진다.[6][7] 이를 개선하기 위한 방법으로 Hub & Spoke 방식의 문제를 해결하기 보다는 드론이나 로봇을 이용하여 인력 사용 감소를 통한 시스템 개선으로 연구가 진행되고 있다.[8] 해당 연구는 고비용인 인력 사용을 최소화 한다는 점에서 장점이 있으나, 각종 법적 규제와 로봇이나 드론의 유지보수 비용, 자동 제어 시스템의 미 완성 등 아직 연구되어야 하는 부분이 많다.

또한 IoT 기술을 이용한 택배 시스템은 운송 방식의 개선이 아닌, 물류의 tracking을 통한 물류 배송의 안전성 향상을 위해 사용된다.[9][10][11] 본 논문과 비슷하게 IoT 기술을 이용하여 택배 배송 시스템의 효율성을 높이기 위해 IoT Device를 택배에 붙인 방법이 있지만 해당 방식에서는 택배 개수만큼의 device를 필요로 한다. 즉 택배의 물량이 늘어날수록 더 많은 수의 device가 요구되고, 이로 인해 device의 관리가 더욱 어려워진다. 또한 택배에 device를 부착할 경우, 실내에 위치한 device는 GPS 정보를 수신하는 것에 장애가 발생할 가능성이 존재하게 된다.[12][13]

3. ThingPlug 활용

3.1 ThingPlug API

Device가 정상 개통될 경우, 그림과 같은 구조의 API가 생성이 된다. ThingPlug가 제공하는 이 API는 RESTful API로 http request를 통해서 접근하여 원하는 기능을 수행할 수 있도록 한다. API의 접근을 위해서는 App EUI, device EUI, uKey의 값이 필수적으로 필요하다. App EUI는 Sk 텔레콤으로부터 별도로 할당 받고, device EUI는 device에 부착된 LoRa module에 명시되어있다. uKey는 ThingPlug 포털을 통한 회원가입 시 할당 받을 수 있으며, 이는 외부로부터 ThingPlug API 접근 시 정상적인 접근인가를 확인하는 Access Token Key이다. 이 API를 통해 device의 정보, device로부터 수신된 정보 등의 요청과 해당하는 device를 제어할 수 있다. 본 논문에서는 device가 전송한 GPS 정보를 받기 위하여 해당 API를 사용한다.

3.2 디바이스 전송 데이터 저장

택배 차량에 부착된 IoT Device는 수집한 GPS 정보를 device에 저장해두었다가 일정 주기마다 ThingPlug 서버에 송신한다. 이렇게 ThingPlug 서버로 정보가 수신되면 device의 논리적 정보를 관리하는 <remoteCSE> 하위 주기 보고 정보를 저장하는 <container> API에 <contentsInstance>가 생성이 되고, 해당 위치에 주기 보고된 정보가 저장된다.

3.2 API 활용

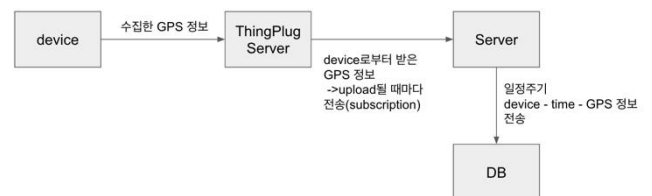


그림 2 API 호출 구조

Device로부터 전송되어 ThingPlug 서버에 저장된



그림 1 ThingPlug API 구조

정보는 생성된 <contentsInstance>의 주소로 직접 http request 를 보내거나, latest 라는 API 를 이용한 request 를 통해 접근하여 xml 혹은 Json 포맷으로 받아올 수 있다. 새로운 정보를 얻기 위해서는 latest API 를 이용하면 되는데, device upload 주기마다 latest 를 통해 접근할 시 해당 주기에 upload 가 정상적으로 이루어졌는지 확인할 방법이 없다. 따라서 latest API 가 아닌 upload 가 될 때마다 정보를 수신 받을 수 있는 subscription API 를 활용하였다. 정보 수신할 서버를 ThingPlug 서버에 subscription 등록을 하고 upload 될 때마다 받은 정보를 저장해두었다가, DB 와 연결하여 저장을 한다.

4. System Hardware Architecture

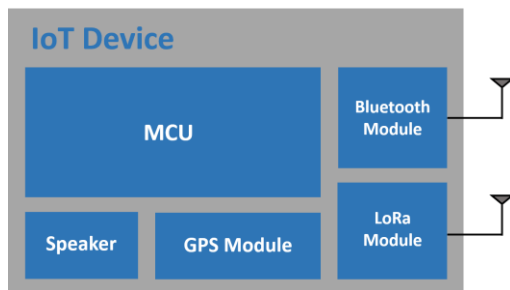


그림 3 Hardware Architecture

IoT Device는 GPS 데이터를 수집 및 저장하고 이를 이용한 연산을 수행한다. 디바이스에는 연산과 제어를 위해 esp32를 기반으로 하는 Wi-Fi와 블루투스 기능이 내장된 MCU 보드가 장착되어있다. GPS 데이터 수집을 위한 GPS module, ThingPlug 서버와의 통신을 위한 LoRa module, 그리고 직 접 배송 시 배송자에게 목적지 도착을 알려주기 위한 speaker 등이 부착되어있다.

5. System Works (소프트웨어 디바이스 알고리즘)

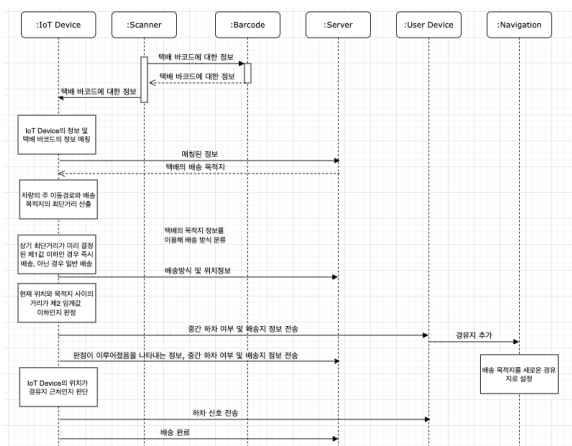


그림 4 Software Algorithm

디바이스는 크게 집하 과정, 위치 정보 수집 과정과 배송 과정의 세 단계로 구분되어 동작한다.

5.1 집하 과정

물건을 수거한 배송자가 배송자용 개인 통신 장비(SP)로 물건에 붙은 송장의 바코드를 스캔하면 택배 회사 중앙 서버로부터 개인 통신 장비와 택배 배송 차량에 부착된 IoT Device에 바코드 정보와 일치하는 상품의 정보를 전송 받는다. IoT Device는 수신 받은 정보 중 목적지 정보를 이용하여서 연산을 한다. 연산을 통해 목적지가 배송 가능 구역 내에 존재한다면, 직접 배송이 가능함을 개인 통신 장비에 알리고 IoT Device 내의 queue에 저장해 둔다.

5.2 위치 정보 수집 과정

IoT Device 는 device 에 있는 GPS 모듈을 통해 GPS 정보를 수집하는데 모듈을 통한 GPS 정보 수집이 원활하지 않을 경우, 블루투스를 이용하여 GPS 정보를 수집한다. 만약 이를 통한 GPS 정보 수집이 원활하지 않으면, 설정한만큼의 time delay 후 다시 GPS 모듈을 통한 수집부터 시작한다. 이처럼 배송 차량이 이동하는 동안 수집한 정보는 IoT Device 에 저장되었다가, 일정 주기마다 ThingPlug server 로 전송이 된다.

5.3 직접 배송 과정

즉시 배송 상품은 GPS 정보를 단지 수집하는 데에 그치지 않고 수집한 정보(현 위치)와 queue에 저장되어있는 즉시 배송 상품의 목적지 사이의 거리를 연산한다. 연산 결과가 n Km 또는 사전에 설정한 거리 이하이면 IoT Device는 해당 택배의 목적지를 경유지로 정하고 배송자에게 알려 경유지를 추가하도록 한다. 목적지에 도달하면 IoT Device는 하차 시킬 택배의 정보를 배송자용 개인 통신 장비를 통해 안내를 하여 배송을 완료한다.

5.4 일반 배송

일반 배송은 배송 차량이 목적지 혹은 허브에 도달할 때까지 GPS 정보 수집 과정이 반복된다. 목적지나 허브에 도달하면 GPS 정보의 수집은 중단되며, 허브 도달 이후 다시 출발할 시 물품 재집하하면서 집하한 배송 차량에 부착된 IoT Device에 정보를 업데이트한다. 이후 일반 배송은 앞서 설명한 동작들을 목적지에 도달할 때까지 반복하여 진행한다.

6. 결과 및 논의

본 논문에서는 현재 사용하는 택배 시스템에 IoT 기술을 접목하여 개선한 방법과 IoT Device 를 통해 수집한 정보를 API 를 통해 수집하는 방법을

소개하였다. 일반적인 택배 배송 방식은 물류의 출발지와 목적지 사이의 거리를 고려하지 않고 모든 택배는 정해진 허브로 이동하는 것이었다. 본 논문에서는 허브를 경유할 필요가 없는 출발지와 목적지의 거리가 짧은 물류를 즉시 배송 하는 것으로 물류의 불필요한 이동을 감소시켰다. 이를 통해 이동 거리를 감소시킬 수 있었고, 기존의 방식보다 효율성과 경제성을 높여 경쟁 우위를 가져왔다. 또한 IoT Device 를 택배 차량에 부착함으로써 디바이스의 개수를 최적화하여 관리 할 수 있게 되었고 이는 연산량과 통신량을 최소화 할 수 있게 되었다. 또한 IoT Device 의 GPS 모듈로 획득한 정보들을 API 의 subscribe 기능을 통해 정보화 할 수 있었다. 이 정보들을 이용해 근접 지역 내 즉시 배송을 위한 택배 노선 분화, 혹은 일반 배송 시 경유 허브 노선의 최적화 등과 같은 시스템의 추가적인 개선에 사용 할 수 있다. 또한 실시간으로 물류의 위치를 파악할 수 있는 시스템 구현을 통해 소비자의 만족도를 증가시키거나, 위치 정보를 사용하는 다른 시스템에 횡 전개를 통해 새로운 부가가치 창출에 기여할 수 있다. 추후 후속연구로 이 시스템을 확장한 IoT Platform 을 구축하고, 구축된 IoT Platform 과 블록체인 기술의 결합을 통해 시스템의 보안을 강화하는 방식으로 연구 과제를 설정하여 진행할 예정이다.

사사

이 연구는 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행됨(NRF-2019R1F1A1056123).

참고문헌

- [1] Kais Mekki, Eddy Bajic, Frederic Chaxel, Fernand Meyer "A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment" ICT Express 5 1-7 (2019)
- [2] Petäjäjärvi, J.; Mikhaylov, K.; Pettissalo, M.; Janhunen, J.; Iinatti, J. Performance of a low-power wide-area network based on LoRa technology: Doppler robustness, scalability, and coverage. *Int. J. Distrib. Sens. Netw.* 2017, 13.
- [3] Mikhaylov, K.; Petäjäjärvi, J.; Haenninen, T. "Analysis of Capacity and Scalability of the LoRa Low Power Wide Area Network Technology." In Proceedings of the European Wireless 2016—22th European Wireless Conference, Oulu, Finland 2016.
- [4] Jinyong Yu, Young-Gab Kim "A Study on Security Analysis of Domestic IoT Platforms" 2018 년 추계학술발표대회 논문집 제 25 권 제 1 호 2018
- [5] Venkatesan, R.; Raghavan, M.V.; Prakash, K.S.S. "Architectural Considerations for a Centralized Global IoT Platform." IEEE Region 10 Symposium, Ahmedabad, India, 13–15 May 2015
- [6] Günther Zäpfel, Michael Wasner "Planning and optimization of hub-and-spoke transportation networks of cooperative third-party logistics providers" *International Journal of Production Economics* vol. 78 Pages 207-220 (2002)
- [7] Das, G.G.; Andriamananjara, S. "Hub-and-Spokes Free Trade Agreements in the Presence of Technology Spillovers: An Application to the Western Hemisphere." *Rev. World Econ.* 2006, 142, 33–66.
- [8] Desheng Wang, Peng Hu, Jingzuan Du, Pan Zhou, Tianping Deng, Menglan Hu, "Routing and Scheduling for Hybrid Truck-Drone Collaborative Parcel Delivery With Independent and Truck-Carried Drones" *IEEE Internet of Things Journal* vol. 6 (2019)
- [9] Stefano Proto, Evelina Di Corso, Daniele Apiletti, Luca Cagliero, Tania Cerquitelli, Giovanni Malnati, Davide Mazzucchi "REDTag: A Predictive Maintenance Framework for Parcel Delivery Services" *IEEE Access* vol.8 (2020)
- [10] Brent Hodges John E. Moore, JR. Gregory J Boss "REAL-TIME PARCEL DELIVERY MANAGEMENT IN AN INTERNET OF THINGS (IoT) COMPUTING ENVIRONMENT"
- [11] Wang, J.; Lim, M.K.; Zhan, Y.; Wang, X. "An intelligent logistics service system for enhancing dispatching operations in an IoT environment." *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.* 2020, 135, 101886.
- [12] H. Y. Song and H. Han "A Design of a Parcel Delivery System for Point to Point Delivery with IoT Technology", *Future Internet*, 12, 4, 70, 2020
- [13] H. Y. Song and H. Han, "An Adaptation of IoT to Improve Parcel Delivery System," *2019 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)*, Leipzig, Germany, 2019, pp. 497-500