

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 조성하고 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 tracking 을 통한 물류 배송의 안전성 향상을 위해 사용된다.[9][10][11] 본 논문과 비슷하게 IoT 기술을 이용하여 택배 배송 시스템의 효율성을 높이기 위해 IoT Device 를 택배에 붙인 방법이 있지만 해당 방식에서는 택배 개수만큼의 device 를 필요로 한다. 즉 택배의 물량이 늘어날수록 더 많은 수의 device 가 요구되고, 이로 인해 device 의 관리가 더욱 어려워진다. 또한 택배에 device 를 부착할 경우, 실내에 위치한 device 는 GPS 정보를 수신하는 것에 장애가 발생할 가능성이 존재하게 된다.[12][13]

3. ThingPlug 활용

3.1 ThingPlug API

Device 가 정상 개통될 경우, 그림과 같은 구조의 API 가 생성이 된다. ThingPlug 가 제공하는 이 API 는 RESTful API 로 http request 를 통해서 접근하여 원하는 기능을 수행할 수 있도록 한다. API 의 접근을 위해서는 App EUI, device EUI, uKey 의 값이 필수적으로 필요하다. App EUI 는 Sk 텔레콤으로부터 별도로 할당 받고, device EUI 는 device 에 부착된 LoRa module 에 명시되어있다. uKey 는 ThingPlug 포털을 통한 회원가입 시 할당 받을 수 있으며, 이는 외부로부터 ThingPlug API 접근 시 정상적인 접근인가를 확인하는 Access Token Key 이다. 이 API 를 통해 device 의 정보, device 로부터 수신된 정보 등의 요청과 해당하는 device 를 제어할 수 있다. 본 논문에서는 device 가 전송한 GPS 정보를 받기 위하여 해당 API 를 사용한다.

3.2 디바이스 전송 데이터 저장

택배 차량에 부착된 IoT Device 는 수집한 GPS 정보를 device 에 저장해두었다가 일정 주기마다 ThingPlug 서버에 송신한다. 이렇게 ThingPlug 서버로 정보가 수신되면 device 의 논리적 정보를 관리하는 <remoteCSE> 하위 주기 보고 정보를 저장하는 <container> API 에 <contentsInstance>가 생성이 되고, 해당 위치에 주기 보고된 정보가 저장된다.

3.2 API 활용



그림 2 API 호출 구조

Device 로부터 전송되어 ThingPlug 서버에 저장된



그림 1 ThingPlug API 구조

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