

LoRaWan 및 Wi-Fi fingerprint 기반 사용자 위치 추정 시스템

이순빈, 김우성
가천대학교

soon0698@gachon.ac.kr, wooseong@gachon.ac.kr

Hybrid approach based on LoRaWan and Wi-Fi fingerprint toward outdoor localization

Lee Soon Bin, Kim Woo Seong
Dept of Computer Engineering, Gachon University

요 약

LoRaWan(Long Range Wide Area Network)은 저전력, 장거리 특성을 가진 무선 통신기술로 그 특성상 스마트 시티(Smart City), IoT(Internet of Things) 등에 각광받고 있다. 또한 LoRaWan은 Chirp 신호 특성에 의해 실외 삼각측량에 따른 사용자 위치 추정 기술을 제공한다. 본 논문에서는 이러한 LoRaWan의 특성에 더해 Wi-Fi 지문 정보를 활용하여 위치 추정 정확도를 개선하고 또한 이웃 Wi-Fi 단말들, 가령 스마트폰 등의 위치 정보를 LoRaWan 게이트웨이와 통신하여 최종적으로 서버에서 측위 할 수 있는 시스템을 제안한다.

1. 서 론

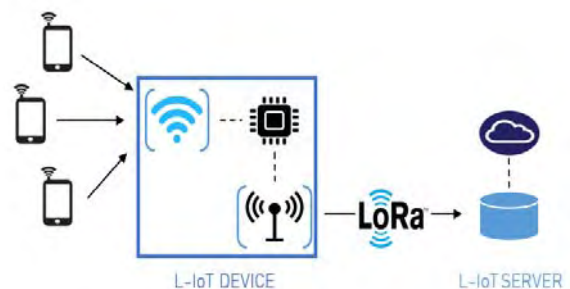
최근 IoT와 같은 스마트 디바이스의 발전과 더불어 디바이스의 수명, 통신 거리, 전력 등에 대한 관심이 증대되고 있다. 이러한 발전에 맞추어 LoRaWan은 배터리 수명 10년 이상, 통신 거리가 도심 지역에서 2~15km에 이르는 등[1] IoT 통신 기술의 솔루션으로 각광받고 있다. 또한 IoT 디바이스의 위치를 관리하기 위해 측위 기술을 제공하고 있는데, LoRaWan의 커버리지 및 실내외 신호 감쇄에 따라 위치 추정에 오류가 발생할 수 있다. 따라 본 연구에서는 이웃 Wi-Fi 지문 정보, 즉 RSSI(Received signal strength indication)값과 디바이스 ID(MAC 주소 등)를 수집하여 측위 기술을 보완하는 새로운 시스템을 제안한다. Wi-Fi 정보를 토대로 하는 기존의 측위 기법들은 RSSI 기반 삼변측량 방법과 그를 개선한 여러 가지 방법들이 있으나, 이러한 RSSI기반 측위 기법과 LoRaWan의 측위 기법을 서로 종합하여 위치 추정 정확도를 높일 수 있다 [2].

본 논문에서 제안하는 측위 IoT (Localization IoT, 이후 L-IoT) 시스템의 L-IoT 디바이스는 이동형 단말 장치로 Wi-Fi 모듈과 LoRaWan 신호를 송수신할 수 있는 LoRaWan 클라이언트 모듈을 포함하고 있다. L-IoT 디바이스는 이웃 Wi-Fi AP로부터 Wi-Fi 지문 정보 수집하고, LoRaWan 수신 신호 세기와 함께 이를 LoRaWan 서버에 전송한다. 해당 서버는 우선 LoRaWan 신호를 통해 광역 위치를 추정하고, 다시 Wi-Fi 신호를 기반으로 세부 위치를 조정한다. 또한 L-IoT 시스템은 이웃한 다른 모바일 사용자들의 Wi-Fi 지문을 수신하여 그들의 위치 또는 경로를 추정하고 서버에 보고하여 다양한 사용자 위치기

반 서비스를 가능하게 할 수 있다.

본 연구에서는 아두이노와 ESP8266 Wi-Fi 모듈을 활용하여 주기적으로 디바이스 주위의 Wi-Fi 단말 지문 정보를 수집한 뒤에 이 정보를 LoRaWan 게이트웨이와 통신을 수행하는 테스트 베드를 구축 실험한다.

2. 본 론



(그림 1) L-IoT 시스템 개요도

그림 1은 본 논문에서 제안하는 L-IoT 시스템을 나타낸다. L-IoT 시스템은 사용자의 Wi-Fi 신호 세기 및 단말 정보를 수집하기 위한 Wi-Fi 모듈과 이에 대한 데이터 처리를 수행하는 MCU 부분, 그리고 해당 정보를 LoRaWan 게이트웨이로 전송하는 LoRaWan 클라이언트 모듈로 구성된 디바이스 부분과 LoRaWan 신호를 송수신하는 게이트웨이와 단말에서 수신한 정보를 저장하고 측

위 알고리즘을 수행하는 L-IoT 서버 부분으로 나누어진 다.

Wi-Fi 지문 수집을 위해 본 연구에서는 ESP8266 Wi-Fi 모듈을 사용하였으며, 수집한 데이터를 처리하는 MCU는 아두이노 우노를 사용하였다. 그리고 LoRaWan 클라이언트 모듈 및 게이트웨이는 각각 MultiTech 사의 mDot 과 Conduit을 사용하였다. L-IoT 서버는 Node-RED에 기반하여 작성되었으며 수신한 Wi-Fi 지문 정보들을 저장하고 측위를 위한 데이터로 사용된다. Node-RED는 IoT를 위한 흐름 기반 프로그래밍을 도와주는 시각화 툴이며, 다양한 프로토콜로 수신받은 데이터를 손쉽게 확인할 수 있다는 장점을 갖고 있다.



(그림 2) Multitech mDot

그림 2는 LoRaWan 클라이언트 모듈인 Multitech사의 mDot으로, 본 연구에서 MCU로 사용하는 아두이노 우노와 연결하여 아두이노 측에서 mDot을 이용해 LoraWan 게이트웨이로 데이터를 송신할 수 있게 된다.



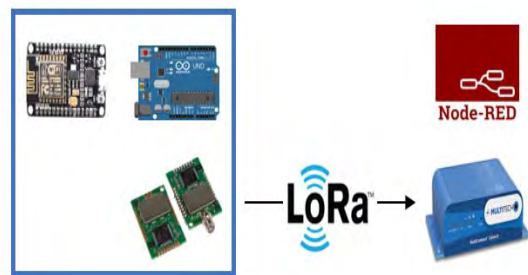
(그림 3) MultiTech Conduit

그림 3은 LoRaWan 게이트웨이 역할을 수행하는 디바이스인 MultiTech 사의 Conduit으로, PC와 연결하여 LoRaWan 통신 설정이 가능한 AEP(Application Execution Platform) 인터페이스를 제공하며, Node-RED 플랫폼 또한 제공되어 본 연구에서는 이를 L-IoT 서버로 활용한다.

BEACON: <===== [	U+Net6293]	bc9680956291	6	-91
BEACON: <===== [	U+zone]	bc9680956294	6	-89
DEVICE: 085ddd609c08 ==> [	ol1eh_WiFi_9C06]	ffffffffffff	11	-91
DEVICE: 8cfaba84d405 ==> [	junhohome]	ffffffffffff	3	-88
DEVICE: 00271c649c28 ==> [	U+Net9C2B]	24920ec9b2aa	1	-90
DEVICE: 001c6285b4a2 ==> [	U+Net9C2B]	24920ec9b2aa	1	-92
DEVICE: b482fe8a6708 ==> [	ol1eh_WiFi_9C06]	ffffffffffff	11	-95
DEVICE: 948bc1f0b06e ==> [	U+Net50CF8]	01005e0000fb	2	-61
DEVICE: 085dde0070b ==> [	KT_WiFi_26_0709]	ec107bc408c9	4	-94

(그림 4) ESP8266 Wi-Fi 모듈의 이웃 Wi-Fi 지문 정보 수집 결과 값

그림 4는 ESP8266 Wi-Fi 모듈이 무차별 수신 모드(Promiscuous mode)로 수신해온 이웃 Wi-Fi 지문 정보들을 아두이노 우노 시리얼 모니터에서 확인한 모습이다. ESP8266 Wi-Fi 모듈은 Espressif Systems사에서 제작한 Wi-Fi 칩으로, 아두이노와 연결하여 손쉽게 사용할 수 있다는 장점이 있다. 무차별 수신 모드를 사용하면, Wi-Fi 패킷의 목적 주소와는 상관없이 주위에서 통신하는 모든 Wi-Fi 패킷을 받아 살펴볼 수 있게 된다. 수신 결과는 순서대로 디바이스인지 비콘인지에 대한 여부, 만약 디바이스라면 발신 MAC 주소를 첫 번째에 포함하며 다음으로 SSID(Service Set Identifier), 디바이스라면 수신, 비콘이라면 발신 MAC 주소, Channel, RSSI 값을 나타낸다.



(그림 5) L-IoT 시스템을 구현한 디바이스와 서버

그림 5는 L-IoT 시스템을 본 연구에서 테스트 베드로 구축하는데 사용한 디바이스들의 모습이다. ESP8266 Wi-Fi 모듈과 mDot는 모두 아두이노 우노와 연결되어 있으며, ESP8266 Wi-Fi 모듈에서 획득한 이웃 Wi-Fi 지문 정보를 아두이노 우노가 받아 받은 정보를 메시지로 mDot에 송신 요청을 하게 된다. 최종적으로 Conduit은 수신한 데이터를 Node-RED 플랫폼에서 값을 확인하거나 데이터를 가공, 저장할 수 있다.

```
[msg]: object
{ "chan": 3, "cls": 0, "codr": "4/5", "datr":
"SF9BW125", "freq": "902.9", "lsnr": "12.5",
"mhdr": "4001000000000100", "modu":
"LORA", "opts": "", "port": 1, "rfch": 0, "rssi":
-11, "seqn": 1, "size": 28, "timestamp":
"2018-01-22T17:01:50.941760Z", "tmst":
2883215092, "payload": "DEVICE;
085ddd0070b", "eui": "00-80-00-00-00-00-
b3-68", "_msgid": "a397110f.5c68f" }
```

(그림 6) Node-RED 플랫폼 내 실제 수신 데이터 예

참 고 문 헌

- [1] 김선영, 박승근, 최형도 “LPWA기반 광역 IoT기술 및 표준화”, 전자통신동향분석, 제31권 제2호, 95-106, 2016.
- [2] 김선관, 김태훈, 탁선우 “RSSI기반에서 다양한 삼변측량 위치인식 기법들의 성능평가”, 한국정보통신학회논문지 제15권 제11호, 2488-2492, 2011.

그림 6은 Node-RED 플랫폼에서 실제 수신한 데이터를 나타낸 예이다. mDot을 이용하여 송신한 정보들을 수신받게 되면 Node-RED 플랫폼 내에서 확인할 수 있다. 이와 같이 L-IoT 시스템을 이용하여 주기적으로 Wi-Fi 지문 정보를 수집하여 LoRaWan 서버로 종합하면 기존의 RSSI 기반 측위 기법처럼 사용자들의 이동 경로, 사용자 수를 예측하는 데이터로 사용될 수 있음은 물론 LoRaWan의 통신정보도 함께 수신받기 때문에 두 데이터를 토대로 보다 정확한 측위에 사용할 수 있다. 뿐만 아니라 LoRaWan의 장거리 특성을 활용하여 시스템을 구축하면 넓은 지역에 나누어져 있는 디바이스들과 손쉽게 통신하여 정보를 종합할 수 있다는 장점을 갖는다.

3. 결 론

본 논문에서는 LoraWan과 통신하는 IoT 디바이스 위치 추정 정확도를 보완하고, 인근 Wi-Fi 단말을 추적하기 위한 L-IoT 시스템을 제안하고 테스트 베드를 구축하여 시연하였다. 본 연구에서는 시스템 구축의 기반으로 주위의 이웃 Wi-Fi 정보를 수집하고 LoRaWan 서버로 통신하는 데에 성공하였으며, 향후 LoRaWan 측위 방법과 함께 수집한 Wi-Fi 지문 정보를 사용하여 더 나은 측위 알고리즘을 수행하거나, LoraWan의 장거리 통신 특성을 활용해 단일 Wi-Fi 정보 수집으로는 번거로울 수 있는 비교적 긴 거리의 사용자 이동 경로 추정 또한 진행하여 기존의 RSSI기반 측위 방법에도 큰 도움이 될 것으로 판단된다.