

라즈베리파이와 RSSI 스캐너를 활용한 실내측위 시스템 구현

이성진^{1,*} · 최준형² · 최병윤²

¹부산외국어대학교 · ²동의대학교

Implementation of Indoor Positioning System using Raspberry Pi and RSSI Scanner

Sung-jin Lee^{1,*} · Jun-hyeong Choi² · Byeong-yoon Choi²

¹Busan University of Foreign Studies · ²Donggeui University

E-mail : sjlee@bufs.ac.kr / choijunhyeong@naver.com / bychoi@deu.ac.kr

요 약

많은 데이터들을 명확하고 효율적으로 수집하려면, 현재 설비들의 위치들을 파악하고 이동 데이터를 분석하는 것이 필수적이다. 현재 위치 수집을 위한 기술은 GPS (Global Positioning System) 센서를 이용하여 데이터 수집을 진행할 수 있으나, GPS의 경우 직진성이 강하며, 회절과 반사율이 낮아 실내 측위가 힘들며, 블루투스를 활용한 시리얼 통신은 신호 감도를 받을 수 없어서 서버와 클라이언트 간의 거리 측정이 불가능하다.

본 논문은 라즈베리파이3 B+에 비콘과 스캐너를 활용한 실내측위 시스템을 구현하고 있다. 스캐너 알고리즘을 이용하여 Advertise Mode와 Connection Mode를 동시에 제어한다.

ABSTRACT

In order to collect a lot of data clearly and efficiently, it is essential to know the locations of the current facilities and analyze the movement data. The current location collection technology can collect data using a GPS (Global Positioning System) sensor, but in the case of GPS, it has strong straightness and low diffraction and reflectivity, making it difficult to position indoors. It is impossible to measure the distance between the server and the client because the signal sensitivity cannot be received.

This paper implements an indoor positioning system using beacons and scanners in Raspberry Pi 3 B+. It controls Advertise Mode and Connection Mode at the same time using the scanner algorithm.

키워드

Indoor Positioning, Bluetooth, Beacon, Scanner algorithm

1. 서 론

산업혁명이 시작되면서 많은 제조회사들이 전통적인 제조 시설과 ICT 인프라의 융합을 통한 빅데이터에 대해 많은 관심을 기울이고 있다[1-2]. 특히 효율적인 동선을 위해서는 설비들의 위치를 파악하고, 제품 제작의 자율화가 필수적이다[3]. 실내측위의 경우 Wifi, 블루투스 등의 무선 네트워크

기술을 활용하여 위치를 파악하고 있으나 오차 범위가 20~30m에 달하여 정확도가 낮은 편이다.

RSSI는 사용자의 접근을 감지하는 기술로, 위치 측정 분야, 마케팅, 광고, 소매업 등 다양한 산업 분야에 적용되어 있다[4]. 실내측위를 구성하기 위해서는 무선 네트워크가 필요하며, Advertise Mode가 있는 무선 네트워크를 구현하고자 한다.

* speaker and corresponding author

II. 환경 설정

시리얼 통신 연결의 경우 데이터 송·수신은 가능하지만, 신호 감도를 받을 수 없어서 서버와 클라이언트 간의 거리 측정이 불가능하며, 서버에 각기 다른 포트들이 연결되면서, 유기적인 연동이 되지 않으며, 거리 측정을 위해서는 <그림 1>의 삼각측량법을 이용하기 때문에, 3개 이상의 데이터를 동시에 받아야 한다.

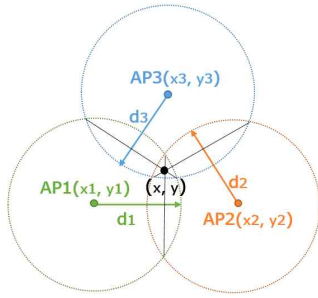


그림 1. Advertising Packet

삼각법 방식은 거리측위에서 보편적으로 사용되는 알고리즘으로, 원의 방정식을 이용하여 원의 교점을 찾는 방식이다. 3개 이상의 인식기(AP, Access Point)가 필요하다. 매우 한정된 공간에서는 2개의 AP로도 위치를 추정할 수 있으나 기본적으로 3개 이상의 AP를 요구한다.

위치 추정의 방식은 <그림 1>과 같이 3개의 인식기를 기준으로 각 인식기의 기준점을 AP1, AP2, AP3로 지정하고, AP1의 좌표를 (x_1, y_1) , AP2의 좌표를 (x_2, y_2) , AP3의 좌표를 (x_3, y_3) , 이동체를 $Q(x, y)$ 로 정의하면 Q와 AP1, AP2, AP3의 기준점까지의 거리를 각각 d_1, d_2, d_3 로 표시한다[32].

위치 추적을 위한 d_1, d_2, d_3 의 값은 <수식 1>의 피타고라스 식을 이용하지만 라즈베리파이3 B+의 블루투스를 사용할 경우 <수식 2>를 이용한 RSSI 값을 추출할 수 있다.

$$d_1 = \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2}$$

$$d_2 = \sqrt{(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2}$$

$$d_3 = \sqrt{(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2}$$

수식 1. 삼각측량법 계산식

$$X_{RSSI} = -10n \cdot \log^* D + L_{TXpower}$$

$$D = 10^{((L_{TXpower} - X_{RSSI}) / (10 \cdot n))}$$

수식 2. RSSI 거리 공식

<수식 2>에서 획득한 RSSI값을 자유 공간에서의 경로 손실을 구하는 <수식 3>의 Friis 공식을 이용하여, 손실 값을 획득한다[5].

$$L = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) [dB]$$

수식 3. Friis 공식

<수식 3>에서 λ 는 전파의 파장을 나타내며, d 는 거리 나타내는데 λ 와 d 는 동일한 단위를 사용한다. <수식 3>을 d 의 식으로 다시 표현하면 <수식 4>와 같다.

$$d = \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right) \cdot 10^{\frac{L}{20}} = \left(\frac{C}{4\pi f} \right) \cdot 10^{\frac{L}{20}}$$

수식 4. 거리 측정 공식

<수식 4>에서 C 는 전파의 속도, f 는 주파수를 뜻한다. 2.4GHz 대역을 사용하고 신호 손실이 60dB, 전파 속도가 $3 \times 10^8 [m/sec]$ 일 경우 <수식 4>의 계산을 통한 두 지점 사이의 거리 d 는 <수식 5>을 통해 약 10m가 계산된다.

$$d = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 3.14 \times 2.4 \times 10^9} \cdot 10^{\frac{60}{20}} \cong 0.01 \times 1000 = 10[m]$$

수식 5. 거리 측정 최종 계산식

거리 측정을 위해서 RSSI 값을 전송해야 할 필요가 있다. RSSI를 구성하기 위해서는 클라이언트들의 구성을 이콘 타입으로 변경이 필요하다.

라즈베리파이는 PLO11과 미니 UART가 내장되어 있다. PLO11은 RS232와 연동되며 미니 UART는 RS485와 연동된다. 하지만 무선/블루투스 모듈이 내장된 라즈베리파이의 경우 PLO11은 BT 모듈에 연동되어 있고, 미니 UART는 리눅스 콘솔 출력에 사용된다.

i비콘을 구성하기 위해서는 BT의 기능을 종료하고 블루투스 Smart로 변경하여야 하므로, 부트 폴더의 config 파일을 열어서 PLO11의 기능을 중단하고, hciuart를 활성화하여 블루투스 통신 기능을 활성화한다.

Advertising을 위한 Broadcast를 설정한 후 Broadcast 데이터의 값을 설정한다. 설정이 모두 완료되면 hciconfig 명령어로 비콘의 변경 유무를 <그림 2>와 같이 확인할 수 있다. uuid 이전의 데이터는 블루투스 BLE를 사용할 경우 고정처럼 사용된다.

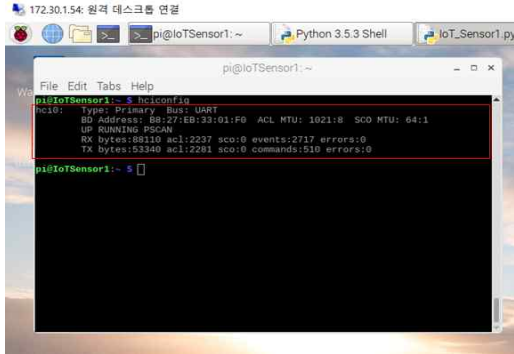


그림 2. 비콘으로 변경한 라즈베리파이

비콘들의 RSSI의 신호를 받기 위해 RSSI의 신호를 감지하기 위한 스캐너를 설계한다. 스캐너는 파이썬 3.5.3으로 구현하였고, 모든 비콘 장치를 탐색 후 미리 약속한 맥 주소 값과 일치하는 값만 받으며 Advertise Mode와 Connection Mode가 구현된 알고리즘은 그림 3과 같다.

```

while True
    nearby_device <- discover devices search

    #X is number(1 step n )
    if nearby_device == IoTSensorX
        Target_addressX <- IoTSensorX.Address
        try
            RFCOMM Socket Create
            socketX(Target_addressX, port )
            try
                socketX connect
            except
                print error
                socket close
        except
            print error
        Scanner 재정의
        devices <- Scanner search 10.0m
        foreach device in devices
            if device.addr == Target_addressX.lower
                print device RSSI value
    
```

그림 3. 스캐너 알고리즘

III. 실험 결과

<그림 4>는 스캐너를 활용한 Advertise Mode와 Connection Mode의 실행 화면이며, 주기적으로 두 클라이언트의 RSSI 값을 받음과 동시에 데이터 송·수신이 진행되고 있음이 확인된다.

서버로 지정된 라즈베리파이에서 주기적으로 IoTSensor의 명칭이 담긴 텍스트를 0.5초 마다 받고 있으며, 블루투스 통신임을 확인하기 위해 앞에 b'로 표기하였다.

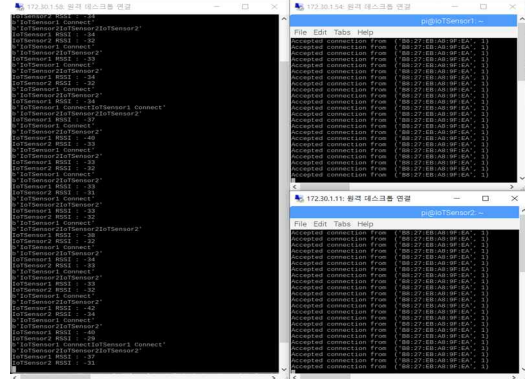


그림 4. Connection Mode 구현

IV. 결론

본 논문에서는 라즈베리파이3 B+에서 블루투스 및 스캐너를 활용한 실내측위 시스템을 구현하였다. RSSI의 신호감도를 이용하여 실내 측위를 감지하고, 데이터 송·수신을 활용을 확장한다면 자율주행 및 IoT등에 필요한 데이터 수집이 가능할 것으로 판단된다.

References

- [1] Radziwon. A, Bilberg. A, Bogers. M and Madsen E, "The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions," *Procedia Engineering*, Vol. 69, pp. 1184-1190, 2014.
- [2] Longo. F, Nicoletti. L, and Padovano. A, "Smart Operations in Industry 4.0: A Human-centered Approach to Enhance Operations' Capabilities and Competencies within the New Smart Factory Context," *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 113, pp. 144-159, 2017.
- [3] Radziwon. A, Bilberg. A, Bogers. M and Madsen E, "The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions," *Procedia Engineering*, Vol. 69, pp. 1184-1190, 2014.
- [4] D. Y. Kim, S. H. Kim, and E. H. Jin, "The Research on iBeacon Technology Trend and Issue," *Korea Computer Congress*, Vol. 2014, No. 6, pp. 390-392, 2014.
- [5] W. S. Oh, "RSI-based Indoor Low Power Localization with Efficient Correction," Dept. of Communication Engineering The Graduate School of Ajou University, Jul, 2015