

핑거프린트를 적용한 실내 물류 위치추적 시스템

김도안 · 전성우 · 정준희 · 배상중 · 정회경*

배재대학교

Indoor Logistics Location Tracking System with Fingerprint

Doan Kim · Sung.woo Jeon · Junhee Jung · Sangjung Bae · Heokyoung Jung*

PaiChai University

E-mail : doan0105@naver.com / itq0319@naver.com / wnsfox@daum.net / basaju8242@gmail.com
/ hkjung@pcu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 핑거프린트를 기반으로 실내에 있는 물류의 위치와 재고를 파악하는 실내 물류 위치 추적 시스템을 제안한다. 또한 이를 통해 실제 물류 센터 환경 인프라를 구축하고 물류 관리 시스템을 설계 및 구현하였다. 제안하는 시스템은 위치 단말기를 통해 신호 세기를 수집하고 신호지도를 제작하여 물품의 위치를 파악한다. 위치 단말기는 UHF RFID 리더기와 무선 랜카드를 이루어져 있으며 주변 RFID 신호와 무선 AP의 신호를 읽어 웹 서버로 전송한다. 이를 통해 사용자는 스마트폰 앱을 통해 서버와 통신하면서 주변 물품의 정보와 위치를 파악할 수 있다.

ABSTRACT

In this paper, we propose an indoor logistic tracking system that identifies the location and inventory of the logistics in the room based on fingerprints. Through this, we constructed the actual infrastructure of the logistics center and designed and implemented the logistics management system. The proposed system collects the signal strength through the location terminal and generates the signal map to locate the goods. The location terminal is composed of a UHF RFID reader and a wireless LAN card, reads the peripheral RFID signal and the signal of the wireless AP, and transmits it to the web server. This allows the user to communicate with the server through the smartphone app and get information and location of nearby items.

키워드

BLE, Fingerprint, Signal map, Radio Map, RFID, RSSI

1. 서 론

최근 위치추적 기술이 발달됨에 따라 다양한 무선 서비스 분야에서 위치추정기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 무선 네트워크 환경이 구축된 실내에서 위치를 추정할 수 있는 기술과 이동하는 물체를 추적하는 기술에 대한 관심이 매우 높아지고 있다[1]. 그러나 이와 같은 기존 시스템들은 고정되어있는 통신장치에 단말기가 연결되

어 있는 통신 세기 즉, RSSI(Received Signal Strength Indicator) 값을 통해 위치를 측위하는 방식으로 단일 단말기의 위치만을 반환하기 때문에 물류 시스템에 적합하지 않다는 단점을 가지고 있었다. 본 논문에서는 이를 해결하기 위해서 기존 시스템에 RFID를 결합하여 단일 단말기의 위치뿐만 아니라 주변에 존재하는 RFID 태그를 부착한 물류의 위치까지 반환하는 위치 추적 시스템을 제안한다. 또한 이를 통해 실제 실내 물류 센터 환경 인프라를 구축하고 물류 관리 시스템을 설계 및 구현하였다. 제안하는 시스템은 핑거프린팅 기술을

*corresponding author

바탕으로 주변 Wi-Fi의 RSSI 값을 데이터베이스에 저장하여 신호지도(Radio Map)을 제작하고 RFID 리더기를 장착한 단말기의 위치를 반환한다. 또한 RFID 리더기를 장착한 단말기에서는 태그의 신호를 읽고 물품 정보와 위치를 반환한다. 사용자는 해당 물품의 정보와 위치 등을 모바일 어플리케이션 형태로 받아볼 수 있다. 이를 통해 제안하는 시스템을 물류 센터, 대형 마트 등 실내에서 물류의 흐름이 중요한 공간에 적용시킨다면 큰 생산성을 가져올 것으로 사료된다.

II. 제안 시스템 설계

본 시스템의 목적은 실내에서 단말기의 위치를 찾고 그 단말기의 주변에 있는 물품의 정보와 위치를 사용자에게 보여주는 것이다. 그림 1은 본 시스템의 전체적인 시스템의 구성도이다.

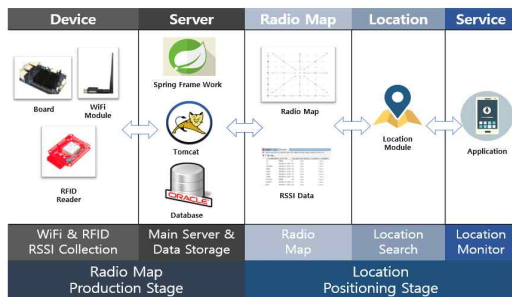


Fig. 1 System Configuration Diagram

시스템은 전체적으로 2단계의 구조로 되어있다. 첫 번째 단계는 신호지도를 제작하는 단계이며 과정은 다음과 같다. 위치 단말기의 Wi-Fi 모듈과 UHF RFID 리더기를 이용해 주변 Wi-Fi 환경을 읽어와 데이터를 가공한다. 그 결과를 JSON 형태로 변환한 후 서버에 전송한다. 서버는 신호지도를 만들기 위해 해당 신호에 구역을 지정하여 나눈 후 데이터베이스에 저장한다. 두 번째 단계는 신호 지도를 통해 단말기와 물품 위치 그리고 정보를 가져온다. 첫 번째 단계에서 제작된 신호지도와 현재 단말기가 위치 하고 있는 곳의 신호 세기를 비교하여 위치를 예측한다.그 다음 사용자에게 단말기의 위치 정보와 해당 위치에서 발견된 물품의 정보 및 위치를 웹서버를 통해 어플리케이션 형태로 제공한다. 그림 2는 위치 단말기와 주변 물품 위치를 판별하는 알고리즘 순서도이다.

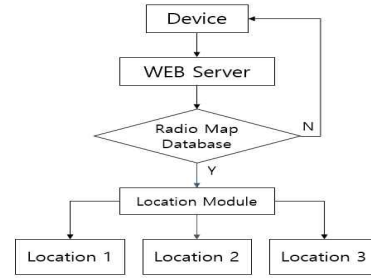


Fig. 2 Location determination flowchart

위치 단말기의 실내 위치 판별은 단말기 신호 세기와 신호지도의 비교를 통해 판별된다. 단말기는 Wi-Fi의 신호 세기를 웹 서버로 전송하고 웹 서버 내부에서는 신호지도 데이터베이스에 구역별로 저장된 데이터와 비교하는 작업을 하게 된다. Location Module이 해당 구역의 신호세기와 현재 단말기가 위치한 곳의 신호 세기를 분류한다. Location Module을 통해 셀 좌표를 구하는 과정은 식 (1)과 같이 정의할 수 있다.

$$\cos(x, y) = \frac{(x, y)}{\|x\| \cdot \|y\|} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i}{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n y_i^2\right)^{\frac{1}{2}}} \quad (1)$$

(x, y)값은 라디오 맵의 셀 좌표를 의미한다. 이를 통해 현재 위치와 가까운 구역을 식(2)와 같은 유사도 도출식으로 분류할 수 있다.

$$\cos(V_{rt}, V_{i,j}) = \frac{\sum_{l=1}^k (V_{rt})_l \cdot (V_{i,j})_l}{\left(\sum_{l=1}^k (V_{rt})^2 \cdot (V_{i,j})_l^2\right)^{\frac{1}{2}}} \quad (2)$$

V_{rt} 는 현재 측정하고 있는 RSSI값을 의미하고 $V_{i,j}$ 는 구축된 라디오맵의 (i, j)번째 좌표의 값을 의미한다. 코사인 값은 0~1 사이로 나타내지며 값이 커질수록 벡터 간의 각도차가 작아진다. 때문에 코사인의 값이 최대값일 때의 좌표의 위치를 현재 위치로 결정하도록 하였다.

III. 시스템 구현

메인화면에 있는 물품 추가 버튼을 누르게 되면 물품 추가 페이지로 넘어가게 되고 물품 정보를 추가할 수 있다. 또한 검색 시작 버튼을 누르면 단말기 작동을 시작하고 주변 물품 정보와 위치를 탐색하는 기능을 제공한다. 그림 3은 위치 단말기의 현재 위치와 주변 물품의 위치를 시각화하여 보여주는 화면이다.

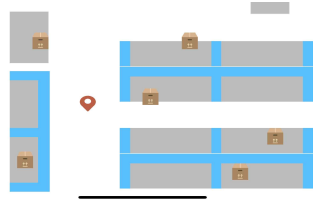


Fig. 3 Location Information Visualization

위치 단말기를 들고 주변을 이동하면 현재 위치 단말기의 위치와 주변에 있는 물품들의 위치를 추정하여 화면에 표시한다. 검색을 종료하게 되면 탐색되었던 물품들의 정보를 목록에 표시한다. 그림 4는 검색된 주변 물품의 정보를 표시하는 화면이다.



Fig. 4 List of nearby items

IV. 고 찰

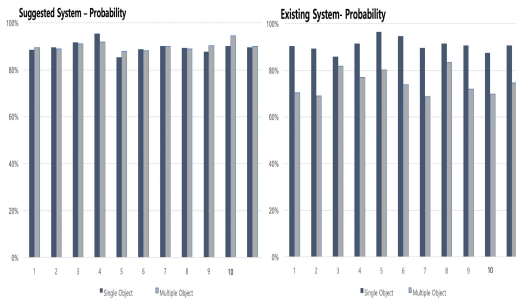


Fig. 5 Accuracy Comparison with Existing Systems

실험 결과 단일 객체에서는 정확도는 기존 시스템과 큰 차이가 없었다. 하지만 다수 객체에서의 정확도는 기존 시스템 평균 74.6% 제안하는 시스템 평균 90.03%로 약 16%의 차이를 보였다. 또한 물품 10개의 위치를 측정해서 전체 소요시간을 측정하는 실험을 진행한 결과 기존 시스템 평균 5.23분 제안하는 시스템 평균 3.22분으로 약 2분이 개선된 것을 확인할 수 있었다. 이는 다수의 객체를 동시에 검색할 수 있는 RFID의 장점과 Wi-Fi의 정확성을 결합하였기 때문으로 추정된다.

V. 결 론

본 논문에서는 위치 단말기를 이용하여 신호지도를 제작하고 위치 단말기의 현재 위치와 신호지도의 신호세기를 비교하여 위치를 측정한 후 사용자에게 어플리케이션 형태로 제공하였다. 고찰에서 살펴본 바와 같이 기존 시스템과의 비교를 통하여 약 16%의 정확도 개선과 2분의 소요시간 개선을 확인하였다. 이를 통해 물류 시스템이라는 상황에 맞게 위치 서비스를 구축하여 정확도와 소요시간을 개선할 수 있다는 결론을 내리게 되었다.

Acknowledgement

This research was supported by The Leading Human Resource Training Program of Regional Neo industry through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Science, ICT and future Planning(No. 2016H1D5A1911091).

References

- [1] G. S. Park, D. M. Lee, "Localization Algorithm Mixing Kalman and Particle Filters for Moving Object in Indoor Wi-Fi Environment.", The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 42, No. 8, pp. 1695-1701, 2017.
- [2] G. S. Park and D. M. Lee, "A study on the localization algorithm of moving object based on kalman filter in indoor wi-fi environment." in Proc. KICS Winter Conf., vol. 62, pp. 411-412, Jan. 2017.
- [3] J. N. Lee, H. Y. Kang, Y. T. Shin, J. B. Kim, "Indoor Positioning Algorithm Combining Bluetooth Low Energy Plate with Pedestrian Dead Reckoning", The Journal of Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol.22, No.2, pp.302-313. Feb 2018.