

IoT 기반의 실내 위치 추정 기법

김태국*

동명대학교 정보통신공학과

IoT-based Indoor Localization Scheme

Tae-Kook Kim*

Department of Information and Communications Engineering, Tongmyong University

요약 본 논문은 사물인터넷 (Internet of Things: IoT) 기반의 실내 위치 추정 기법에 관한 논문이다. 현재 전 세계적으로 사물의 위치를 추정하는 방법은 GPS와 WiFi를 활용한 방법이 많이 사용되고 있다. 그러나 GPS는 실내에서 수신이 힘들고, 전파 교란에 영향을 받는 단점이 있다. WiFi를 활용한 위치 추정은 사용자가 주위의 WiFi를 스캔하여 수집한 정보를 WiFi 데이터베이스 (DB) 서버에 전송하여 fingerprint 방식으로 위치를 추정하므로, DB 서버가 필요한 단점이 있다. 사물과 사물이 통신하는 사물인터넷이 급속도로 증가하고 있다. 이러한 사물인터넷을 이용하여 실내 위치를 추정하는 기법을 제안한다. 제안된 기법은 GPS 좌표 등의 자신의 위치 정보를 가지고 있는 기기와 통신하는 다른 기기가 RSSI를 통해 위치를 추정한다. 사물인터넷을 통해 자신의 위치를 추정하는 기기가 많으면 위치 추정 정확도를 높일 수 있다. 제안된 기법은 GPS와 WiFi DB 서버의 도움 없이 위치 추정을 할 수 있다.

주제어 : 사물인터넷, GPS, 실내 위치 추정, WiFi, RSSI

Abstract This paper is about IoT(Internet of Things)-based indoor localization scheme. GPS and WiFi are widely used to estimate the location of things. However, GPS has drawback of poor reception and radio disturbance in doors. To estimate the location in WiFi-based method, the user collects the information by scanning nearby WiFi(s) and transferring the information to WiFi database server. This is a fingerprint method with disadvantage of having an additional DB server. IoT is the internetworking of things, and this is on rapid rise. I propose the IoT-based indoor localization scheme. Under the proposed method, a device internetworking with another device with its own location information like GPS coordinate can estimate its own location through RSSI. With more devices localizing its own, the localization accuracy goes high. The proposed method allows the user to estimate the location without GPS and WiFi DB server.

Key Words : Internet of Things; GPS, Indoor localization, WiFi, RSSI

1. 서론

스마트폰의 보급과 이동통신 기술의 발달로 위치 기반 서비스 (Location Based Service: LBS)에 대한 욕구가 커지고 있다[1,2]. LBS는 이동통신망이나 위성항법장

치 (Global Positioning System: GPS) 등을 통해 얻은 위치정보를 기반으로 이용자에게 여러 가지 서비스를 제공하는 서비스 시스템이다[2,3]. 위치 기반의 서비스를 제공하기 위해서는 이용자의 위치를 파악하는 일이 중요하다. 이용자의 위치를 추정하는 측위 방법은 여러 가지가 있

본 논문은 동명대학교 연구과제로 수행되었음(2016A001).

*교신저자 : 김태국(leader@tu.ac.kr)

접수일 2016년 12월 1일 심사완료일 2016년 12월 20일

다. 일반적으로 이동통신 기지국의 수신 신호를 이용하는 네트워크 기반 (network-based) 방식과 사용자의 단말기에 장착된 GPS 수신기를 이용하는 단말기 기반 (handset-based) 방식으로 크게 구분할 수 있다[3].

실내에서 위치를 인식하기 위해서는 GPS가 아닌 다른 기술이 필요하다. 실내에서는 GPS 신호가 약해 수신율이 떨어져 위치를 추정하기 어렵기 때문이다[4]. 이에 따라 실내에서 위치를 추정하기 위해 적외선, UWB (Ultra WideBand), RFID (Radio Frequency Identification), WiFi (Wireless Fidelity)와 같은 기술을 활용하는 기법들이 제안되었다. 이 중에서 스마트폰 등에서 널리 사용되고 있는 WiFi를 이용한 실내 위치 추정 기법이 가장 일반적이다. 그러나 WiFi를 이용한 실내 위치 추정은 WiFi 신호 분포에 관한 데이터베이스(DB) 구축이 필요하며, 또한 이에 따른 DB 서버도 필요한 단점이 있다[5-11].

사물과 사물이 통신하는 사물인터넷 (Internet of Things: IoT)이 급속도로 증가하고 있다 [12,13]. 본 논문에서는 이러한 사물인터넷을 이용하여 실내 위치를 추정하는 기법을 제안한다. 제안된 기법은 GPS 좌표 등의 위치 정보를 가지고 있는 기기와 통신하는 기기가 자신의 위치를 추정한다. 사물인터넷을 통해 자신의 위치를 추정하는 기기가 많으면 위치 추정 정확도를 높일 수 있다. 제안된 기법은 다음과 같은 두 가지 특징을 가진다. 첫째, GPS의 도움 없이 위치를 추정할 수 있으므로 실내에서의 위치 추정에 응용할 수 있다. 둘째, WiFi DB와 WiFi DB 서버의 도움 없이 위치를 추정 할 수 있다.

2. 관련 기술들

오늘날 위치 추정에 많이 이용되고 있는 GPS를 이용한 위치 측위, WiFi를 이용한 위치 추정에 대해 살펴본다.

2.1 GPS를 이용한 위치 추정

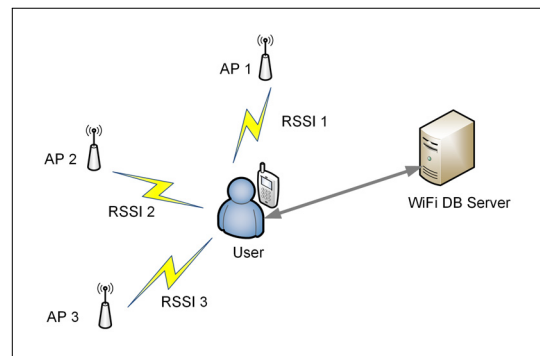
GPS는 3개 이상의 위성으로부터 신호를 수신 받아 삼각 측량 기법을 이용하여 위치를 추정한다. 비행기, 선박, 자동차 뿐만 아니라 세계 어느 곳에서든지 위성을 이용하여 자신의 위치를 정확히 알 수 있는 시스템이며, 오차는 10m 내외이다. 오늘날 전 세계적으로 실외에서 가장 광범위하게 사용되고 있는 위치 측위 방법이다. 스마트폰에도 GPS 수신기가 장착되어 출시되고 있고, GPS 수

신 또한 무료이므로 생활 전반에 활용되고 있다. 그러나 이를 사용하기 위해서는 GPS 수신기가 필요하며, 실내에서는 수신율이 떨어져서 위치 추정에 어려움이 있는 단점이 있다[4,5].

2.2 WiFi를 이용한 위치 추정

WiFi를 이용한 위치 추정을 위해서는 각 참조지점의 설정과 각 참조지점에서의 WiFi 정보 등이 필요하다. 즉, 각 참조지점에서의 WiFi 신호에 대한 RSSI (Received Signal Strength Indication) 특성을 DB로 구축하고, 이 DB를 활용하여 사용자의 위치를 fingerprint 방식으로 추정한다. 지문인식처럼 사용자의 위치에서의 WiFi 및 RSSI 분포를 DB에서 참조지점과 비교하여 위치를 추정하는 방식이다.

그림 1은 무선 AP (access point)인 WiFi를 사용하여 위치를 추정하는 기법을 나타낸다. 사용자 (user)는 주변의 WiFi 정보와 RSSI를 수집하여 WiFi DB 서버에 전송한다, WiFi DB 서버는 전송받은 WiFi 정보와 RSSI를 분석하여 지문인식 기법으로 위치를 추정하여 사용자에게 위치 정보를 전달한다[14].



[Fig. 1] Location estimation using WiFi

3. 제안하는 IoT 기반의 실내 위치 추정

3.1 사물간의 거리 추정

실외에서는 GPS 수신기를 사용하여 위치를 추정할 수 있다. 이때 위치 정보는 위도, 경도를 나타낸다. 실내에서는 GPS 수신이 어렵다. 따라서 GPS 수신 방법이 아닌 두 장치(사물)간의 거리를 추정하여 위치를 추정하는 기법을 제안한다. 이때, 하나의 장치가 위치 정보인 위도,

경도를 가지고 있다면, 다른 장치의 위치를 추정할 수 있다. 두 장치간의 통신에서 RSSI를 활용하여 거리를 추정할 수 있다. 서로 가까이에서 통신하는 장치들은 RSSI 값이 크고, 멀리 떨어져 통신하는 장치들은 RSSI 값이 작다.

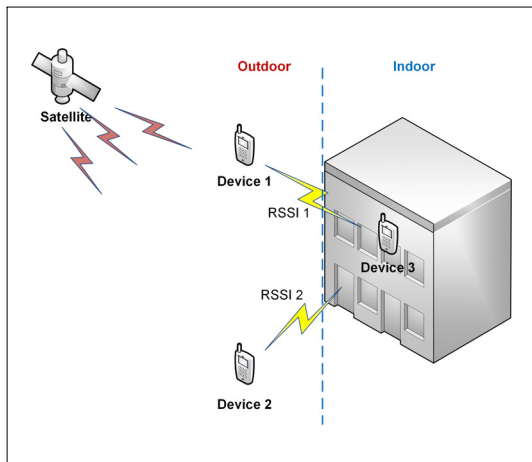
두 장치간의 거리는 자유 공간 손실 (free space loss) 모델로 표현할 수 있다. 이는 공기 중에서 전자기파의 손실을 나타낸다. 자유 공간 손실 모델을 경로 손실 L 에 관해서 풀면 아래 식 (1)과 같다[5,15].

$$L = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) [dB] \quad (1)$$

여기서 d 는 송신과 수신 안테나 사이의 거리를 나타내고, λ 은 파장을 나타낸다. 따라서 측정된 RSSI를 사용하여 손실 경로를 계산하고, 두 사물간의 거리를 추정한다.

3.2 실내 위치 추정

위치 정보를 가지고 있는 실외의 사물과 그 사물과의 통신을 통해 거리를 추정하여 실내에 위치한 자신의 위치를 추정할 수 있다.



[Fig. 2] IoT-based Indoor Localization Scheme

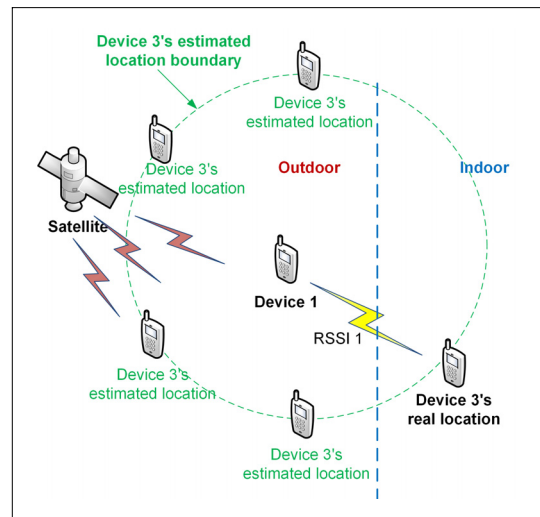
그림 2는 본 논문에서 제안한 IoT 기반의 실내 위치 추정 기법이다. 제안된 기법은 GPS 좌표 등의 자신의 위치 정보를 가지고 있는 기기와 통신하는 다른 기기가 RSSI를 통해 위치를 추정한다. 예를 들면 실외에 있는 Device 1과 Device 2는 위성으로부터 GPS 신호를 수신

하여 자신의 위치 정보 (위도, 경도)를 가지고 있다. 그러나 Device 3은 실내에 위치해 있으므로 GPS 신호를 수신할 수 없고, 자신의 위치를 추정할 수 없다.

그러나 기기와 기기간의 사물인터넷(Device 1과 Device 3과의 통신 또는 Device 2와 Device 3과의 통신)을 통해 Device 3은 자신의 위치를 추정할 수 있다.

3.2.1 1-Device 통신

위치 정보를 가지고 있는 1개의 기기와 통신하여 자신의 위치를 추정할 수 있다. Device 1과 Device 3이 통신을 통해 Device 1의 위치 정보, RSSI 값을 사용하여 자신의 위치를 추정할 수 있다. 이때 오차는 클 수 있다. 그림 3은 1개의 Device(사물)와의 통신을 통해 위치를 추정하는 것을 나타낸다. 그림과 같이 Device 3의 추정된 위치 경계(boundary)는 크므로 위치 오차가 클 수 있다. 즉, 실제 Device 3 위치의 반대편 (Device 3의 계산된 위치 경계) 끝부분에 있다고 추정할 수도 있기 때문이다. 그러나 GPS와 WiFi DB 서버 없이 위치를 추정 할 수 있는 장점이 있다.

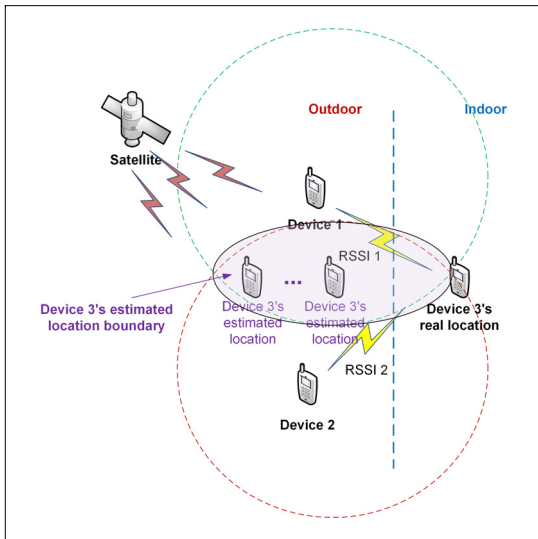


[Fig. 3] Location estimation using 1-Device communication

3.2.2 N-Device 통신

위치 정보를 가지고 있는 2개 이상의 기기와 통신하여 자신의 위치를 추정할 수 있다. 이렇게 사물인터넷을 통해 자신의 위치를 추정하는 기기가 많으면 위치 추정 정확도를 높일 수 있다. Device 2와 Device 3도 통신을 통해 Device 3의 위치 정보, RSSI 값을 이용하여 자신의 위

치를 추정할 수 있다. Device 3은 Device 1과의 통신을 통해 추정한 자신의 위치 경계와 Device 2와의 통신을 통해 추정한 자신의 위치 경계를 참조하여 추정된 위치 범위를 줄일 수 있다. 이렇게 사물인터넷을 통해 주위의 여러 기기와 통신을 통해 위치 정보를 추정하면 위치 오차는 줄어들 수 있다. 그림 4는 N개의 Device(사물)와의 통신을 통해 위치를 추정하는 것을 나타낸다.



[Fig. 4] Location estimation using N-Device communication

3.2.3 위치 오차

위치추를 추정하고자 하는 기기(사용자)가 사물인터넷을 통해 자신의 위치를 추정할 수 있다. 이때 1개의 사물과 통신하여 자신의 위치를 추정할 수 있다. 그러나 이때 위치 오차는 클 수 있다. 그러나 N개의 사물과 통신하여 자신의 위치를 추정할 수도 있다. 이때 N개의 사물과 통신하여 자신의 위치를 추정할 경우 위치 오차는 줄어들 수 있다. 표 1은 N개의 사물과 통신하는 경우 위치 오차를 나타낸다.

<Table 1> Location error

Content	Location error
1-Device communication	High probability
...	...
N-Device communication	Low probability

4. 결론

본 논문에서는 IoT 기반의 실내 위치 추정에 관해 연구하였다. 실내에서는 GPS 신호가 미약하여 위치 추정에 어려움이 있다. 따라서 실내에서 위치를 추정하기 위해서 GPS가 아닌 WiFi를 활용한 fingerprint 기법이 많이 사용되고 있다. 그러나 이 방법은 각 참조지점에서의 WiFi 환경 정보를 가지고 있어야 되고, 이 환경 정보에 대한 막대한 DB와 DB 서버가 필요한 단점이 있다.

오늘날 IoT가 급속히 증가하고 있다. 본 논문에서는 이러한 IoT를 활용하여 실내 위치를 추정하는 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 GPS 좌표 등의 자신의 위치 정보를 가지고 있는 기기와 통신하는 다른 기기가 RSSI를 통해 위치를 추정한다. IoT를 통해 자신의 위치를 추정할 수 있는 기기가 많으면 위치 추정 정확도를 높일 수 있다. 제안된 기법은 GPS와 WiFi DB 서버가 필요 없이 위치 추정을 할 수 있는 특징을 가지고 있다. 제안한 IoT 기반의 실내 위치 추적 기법은 스마트폰 등에서 실내 위치를 추정하는데 유용하게 활용될 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGMENTS

This Research was supported by the Tongmyong University Research Grants 2016(2016A001)

REFERENCES

- [1] Doopedia, Location based service[Internet], <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1232842&cid=40942&categoryId=32379>.
- [2] D.G.Kim, H.S.Lee, S.Y.Kim, T.W.Kim, and H.W. Lee, "LBS/GPS based Bicycle Safety Application with Arduino," Journal of The Korea Internet of Things Society, Vol.2 No.1, pp.7-15, 2016.
- [3] S.H.Lee, K.W.Min, J.C.Kim, J.W.Kim, and J.H.Park, "Technical Trend of Location-Based Service," ETRI Electronics and Telecommunications Trends, Vol.20 No.3, pp.33-42, 2005.
- [4] Doopedia, Global positioning system[Internet], <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1166078&cid=40942&categoryId=32379>.
- [5] T.K.Kim and E.J.Kim, "A Novel 3D Indoor Localization

- Scheme Using Virtual Access Point," International Journal of Distributed Sensor Networks, Vol.2014, pp.1-6, 2014.
- [6] H.Liu, H.Darabi, P.Banerjee, and J.Liu, "Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), Vol.37, No.6, pp.1067-1080, 2007.
- [7] H.Koyuncu and S.H.Yang, "A Survey of Indoor Positioning and Object Locating Systems," International Journal of Computer Science and Network Security, Vol.10, No.5, pp.121-128, 2010.
- [8] Z.Li, W.Dehaene, and G.Gielen, "A 3-tier UWB-based indoor localization system for ultra-low-power sensor networks," IEEE Transactions on Wireless Communications, Vol.8, No.6, 2009.
- [9] L.M. Ni, D. Zhang, and M.R.Souryal, "RFID-based localization and tracking technologies," IEEE Wireless Communications, Vol.18, No.2, 2011.
- [10] S.S.Saab and Z.S.Nakad, "A Standalone RFID Indoor Positioning System Using Passive Tags," IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.58, No.5, pp.1961-1970, 2010.
- [11] S.A.Golden and S.S.Bateman, "Sensor Measurements for Wi-Fi Location with Emphasis on Time-of-Arrival Ranging," IEEE Transactions on Mobile Computing, Vol.6, No.10, pp.1536-1233, 2007.
- [12] SH. Lee and D.W.Lee, "A Study on u-Health Fusion Field based on Internet of Thing," Journal of the Korea Convergence Society, Vol.7, No.4, pp.19-24, 2016.
- [13] Y.C.Ahn, J.P.Lee, J.W.Lee, J.K.Song, and K.H.Lee, "Development of Convergence Smart Home Platform based on Image Processing and Sensor Network in IoT Environment," Journal of The Korea Internet of Things Society, Vol.2, No.3, pp.37-41, 2016.
- [14] M.K.Kim, "A Wireless LAN based Indoor Positioning System Using Environment information surrounding Access Points," HANBAT National University, Master's Degree, 2011.
- [15] J.Yin, Q.Yang, and L.M. Ni, "Learning Adaptive Temporal Radio Maps for Signal-Strength-Based Location Estimation," IEEE Transactions on Mobile Computing, Vol.7, No.7, pp.869-883, 2008.

김 태 국(Tae-Kook Kim)

[종신회원]



- 2004년 8월 : 고려대학교 전기 전자전파공학부(공학사)
- 2006년 8월 : 고려대학교 메카트로닉스학과(공학석사)
- 2014년 8월 : 고려대학교 모바일솔루션학과(공학박사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 동명대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야>

사물인터넷(IoT), 재난안전통신망, 콘텐츠 전송 네트워크