
iBeacon 신호 검증을 통한 신뢰성 있는 실내 측위 기법

신흥기* · 윤창표*

*경기과학기술대학교

A Reliable Indoor Positioning Techniques through iBeacon Signal Verification

Hong-gi Shin* · Chang-Pyo Yoon*

*Gyeonggi College of Science and Technology

E-mail : ghdr195@naver.com

요 약

최근 스마트 기기의 발전과 함께 실내 위치 기반 서비스의 요구가 높아지고 있다. 이를 위해 블루투스 4.0의 BLE(Bluetooth Low Energy) 스펙에 추가된 iBeacon 기술을 이용한 실내 측위 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 iBeacon과 수신 단말 사이의 거리 측정에 사용되는 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 신호는 장애물과 같은 환경적 요인으로 부정확한 거리 측정의 문제점을 갖고 있다. 본 논문에서는 RSSI 신호의 신뢰성 증가를 위한 필터링 기술과 단말의 액세스 포인트 기능의 브로드캐스팅 신호를 이용하는 개선된 실내 측위 기법을 제안한다.

ABSTRACT

Recent with the progress of smart devices, there is an increasing demand for indoor location-based services. For this reason, research on indoor positioning system using a iBeacon techniques added to BLE(Bluetooth Low Energy) specifications of Bluetooth4.0 has been actively. However, RSSI signal used for the measurement of the distance between the iBeacon and the receiving terminal has the problems of inaccurate distance measurement to environmental factors such as obstacles. In this paper, we propose an implemented indoor positioning technique to use filtering technology enhance the reliability of the RSSI signal and the broadcasting signal of the terminal access point function.

키워드

BLE, iBeacon, 실내 위치기반 서비스, Beacon Frame

I. 서 론

최근 실내 위치 공간에 대한 응용 서비스의 수요가 증가하고 있다. 정확한 실내 측위를 위해 이동 단말에 내장된 NFC, RFID와 같은 센서를 이용한다. 그 중 iBeacon은 BLE(Bluetooth Low Energy)를 이용하여 자신의 UUID와 설정된 값을 브로드캐스팅한다. 이때 주변 단말은 iBeacon의 UUID 정보를 어플리케이션을 통해 수신하며 UUID를 통해 해당 구역을 인지한다. 단말이 iBeacon에서 수신한 신호의 세기를 RSSI로 나타내어 수신하는 단말과 iBeacon 사이의 거리를 계산하는 지표가 된다. RSSI는 주변 비콘의 간섭, 장애물 또는 날씨의 영향으로 인한 왜곡에 의해

신호의 세기가 원활하지 않아 측위에 한계가 있다. iBeacon과 단말 사이의 거리는 Immediate(0~2cm), Near(20cm~2M), Far(2M 밖), Unknown(신호없음)과 같은 4가지 상태의 영역으로 표시된다.

본 논문에서는 각 단말에서 수신된 RSSI를 확장 칼만필터를 적용시켜 신뢰성을 증가시키고, 측정된 iBeacon과의 거리 값을 단말의 로컬 핫스팟을 통해 브로드캐스팅 함으로써 주변 단말이 브로드캐스팅된 값과 신호 세기를 이용하여 비콘과의 거리를 예측하여 비콘으로부터 수신된 RSSI 값을 필터링 하는 기법을 제안한다.

II. 본 론

본 장에서는 거리 측위에 사용되는 RSSI 신호에 확장칼만필터로 필터링 하여 거리 값을 일정하게 나오도록 개선하는 방법을 나타낸다.

2.1 RSSI 확장칼만필터 적용

iBeacon과 단말의 거리 측정 시 단말의 이동 또는 정지 상태 모두 불규칙한 신호값이 수신된다. 이 값의 신뢰성을 높이기 위해서 비선형구조에서 사용하는 확장 칼만필터를 사용하고자 한다.

칼만필터는 선형성 모델을 대상으로 개발된 알고리즘이기 때문에, 실제 시스템에 적용하기는 제한적이다. 따라서 비선형 모델인 확장 칼만필터(Extended Kalman Filter, EKF)를 사용려고 한다. 이는 주로 내비게이션이나 GPS와 같은 비선형 상태 추정에 사용되고 있다.

다음 그림 1에 확장칼만필터를 처리하는 알고리즘을 나타내었다[2].

- 1) Initial guess
 \hat{X}_0 and P_0
- 2) Linearizing
 $h(X_k) = h(\hat{X}_k) + H_k \delta X_k, \hat{Z}_k = h(\hat{X}_k)$
- 3) Kalman Gain
 $K_{k+1} = P_k H_k^T (H_k P_k H_k^T + R_{k+1})^{-1}$
- 4) Measurement update
 $\hat{X}_k = \hat{X}_k + K_{k+1} (Z_{k+1} - \hat{Z}_{k+1})$
- 5) Update error covariance
 $P_k = (I - K_k H_k) P_k$
- 6) State propagation
 $\hat{X}_{k+1} = \Phi \hat{X}_k, P_{k+1} = \Phi_k P_k \Phi_k^T + Q_k$
- 7) Goto step2

그림 1. 비콘 실내 측위를 위한 EKF 처리과정

RSSI에 확장 칼만필터를 적용시킨 실내 측위의 경우 재귀 횟수가 늘어날수록 오차 범위가 줄어드는 칼만필터 특성상 점차 실제 거리와의 오차가 작아져 높은 정확도를 나타낸다. 반면 실내 측위 시간이 짧은 경우 재귀 횟수가 낮아 큰 오차를 발생으로 일정시간 기다려야 하는 단점이 있다.

III. 제안 시스템

본 장에서는 각 단말에 수신되는 RSSI 정보 필터

링을 위한 단말의 브로드캐스팅 방법을 나타낸다.

3.1 단말간의 브로드 캐스팅 적용

RSSI 계산으로 iBeacon과 단말 사이의 거리를 계산하기에는 RSSI의 편차 문제로 인해 정확한 거리 계산이 힘들다[1,3]. 따라서 보다 정확한 RSSI의 수집을 위해서는 왜곡된 신호 값의 필터링이 반드시 필요하다. 제안 시스템에서는 단말에서 iBeacon의 RSSI 값을 수신 받고 다른 단말에서 브로드 캐스팅하는 iBeacon과의 거리값, 브로드 캐스팅 신호 세기를 이용하여 iBeacon과의 거리를 예측하는 기법을 제시하고자 한다. 이 과정을 그림2에 나타내었다. 이때 단말의 브로드캐스팅 신호는 단말의 무선 Beacon Frame에 해당한다.

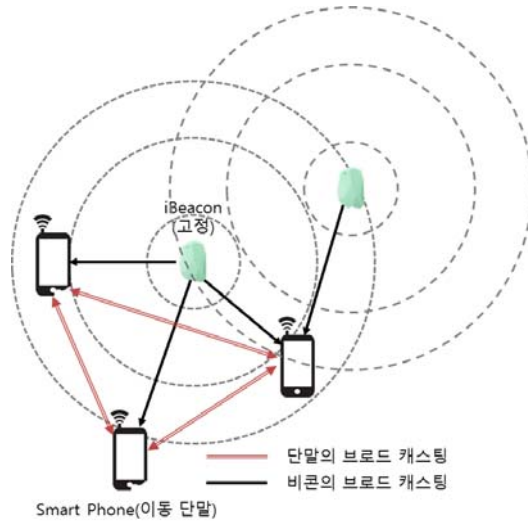


그림 2. 비콘과 단말의 정보 흐름

각 단말은 확장칼만필터를 적용시킨 RSSI로 계산된 iBeacon과의 거리 값을 브로드캐스팅한다. 주변에 있는 다른 단말은 브로드 캐스팅된 값과 단말의 신호 세기를 활용해 자신과 iBeacon과의 거리를 예측한다[4]. 그 후 iBeacon에서 수신된 RSSI 신호 세기 중 예측 범위에 벗어나는 신호는 수집 대상에서 제외한다. 따라서 실내 측위에 불필요한 RSSI값을 제거함으로써 iBeacon과의 거리의 정확도가 향상될 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 실내 측위 시스템에 각 단말이 수신한 iBeacon의 RSSI 신호를 주변 단말과 서로 브로드캐스팅하고, 각 단말은 자신이 수신한 iBeacon 신호의 간섭, 왜곡된 신호를 필터링하고 예측하여 수집된 데이터를 확장 칼만필터에 적용

시킨 개선된 실내 측위 시스템을 제안하였다. 그러나 iBeacon과 단말 사이의 장애물 또는 날씨의 영향 등으로 발생하는 값의 오차는 고려되지 않았으며 날씨 정보를 이용한 빅 데이터를 활용한 외부 환경에 따른 RSSI 신호 값의 변화를 포함하는 연구가 향후 과제이다.

참고문헌

[1] A. Kotanen, M. Hannikainen, H. Leppakoski, T. D. Hamalainen, "Experiments on local positioning with bluetooth," Information Technology: Coding and Computing, pp. 297-303, 2003.

[2] 임일권 "BLE 비콘과 확장 칼만필터를 이용한 실내 위치 추정 시스템". 한남대학교 컴퓨터공학과 대학원 박사학위논문 2015.8.

[3] 윤창표, 황치곤. "실내 위치 기반 서비스 제공을 위한 효율적인 실내 위치 측위 시스템". 『한국정보통신학회논문지』, 2015.6, pp. 1368-1373.

[4] 류현석, 박승훈, 장영빈. "근접 서비스를 위한 단말 간 통신 기술 동향". 『한국통신학회지(정보와통신)』, 2013.11, pp. 97-104.