
스마트폰 기반의 WiFi와 Beacon을 결합한 실내위치측위 알고리즘 연구

이준현* · 이재필* · 이재광* · 모은수* · 이재광*

*한남대학교

A Study on Indoor Positioning Algorithm using Combining WiFi and Beacon on Smart Phone

Jun-hyeon Lee* · Jae-Pil Lee* · Jae-Gwang Lee* · Eun-Su Mo* · Jae-Kwang Lee*

*Hannam University

E-mail : {jhlee · jplee · jglee · esmo}@netwk.hnu.kr* · jklee@hnu.kr*

요 약

Beacon은 주로 선박이나 항공기 등의 위치 확인이나 운행 상의 안전을 돕기 위해 사용하는 신호 장치이다. 최근 IT 분야에서는 BLE(Bluetooth Low Energy) 기반 Beacon을 이용함으로써 적은 에너지로도 수개월 이상 동작이 가능해졌으며 BLE Beacon을 이용한 위치기반의 서비스 및 기술이 연구되고 있다. 하지만 Beacon 단독으로, 위치 측위 시 오차율이 높아 정확한 위치를 측정할 수 없는 문제가 있다. 본 논문에서는 스마트폰 기반의 WiFi와 Beacon을 결합하여 실내 위치 측위 알고리즘을 사용하고 위치 측위 값의 오차율을 줄일 수 있도록 제안한다.

ABSTRACT

Beacon is a signal device, which mainly used to support the safety of the locate and operation of a watercraft and aircraft. Recently, the IT sector BLE (Bluetooth Low Energy) also made possible to operate with less energy over several months using a beacon standards are applied. In addition, the location-based services and technologies using BLE Beacon has attracted attention. However, there is the problem that by using only the position location Beacon devices when high error rate can be measured accurate position. Therefore, in this paper, combines WiFi and Beacon based on Smartphone. Also propose an indoor positioning algorithm reduces the error rate of the position location value.

키워드

Beacon · BLE · WiFi · 실내위치측위

I. 서 론

Beacon은 블루투스(Bluetooth) 4.0 프로토콜 기반의 근거리 무선 통신 장치이다.

2010년 6월 30일에 블루투스 4.0이 채택되고 저전력 기술 (BLE, Bluetooth Low Energy) 기반의 Beacon이 출시되면서 Beacon의 연구는 활발하게 이루어지고 있다. 또한 최근 애플사의 iBeacon 출시로 인해 Beacon 기반 실내위치측위 기술이 주목받고 있다[1].

Beacon은 최소 5cm에서 최대 50m 범위 안에 있

는 사용자의 위치를 찾아 메시지 전송, 모바일 결제 등을 가능하게 해준다[2].

단편적인 예로 Paypal과 Beacon을 이용한 결제 서비스를 공개해 상용화 하여 카페나 상점가, 박물관 야구장 등 여러 곳에서 사용되고 있다.

그런데 Beacon의 서비스 기반의 기술은 빠르게 상용화 되고 있지만 위치 측위 기반의 기술을 아직 연구가 진행 중이다.

그 이유는 Beacon기반 위치 측위 기술의 정확성이 떨어지기 때문이다. 실생활에서 위치 측위 기술이 적용 되려면 위치 정보의 정확성이 얼마나

중요한지 알고 있을 것이다. 이처럼 Beacon 기반 위치 측위 기술은 단독으로 위치 측위가 가능하나 오차율이 높아 실생활에 적용하기 어렵다.

선행연구 기술들은 3개의 WiFi를 RSSI(Received Singnal strength indication)값으로 Trilateration를 하는 기술 연구와 3개의 Beacon를 RSSI값으로 Trilateration를 하는 기술을 연구해왔으나 본 논문에서는 WiFi와 Beacon을 같이 사용하는 방향으로 접근하려한다. 우선 Wi-Fi 방식의 장점은 무선 네트워크 인프라를 공유하기 때문에 추가적인 하드웨어 인프라 설치가 필요 없다는 점이다. 특히 국내에서는 쇼핑몰, 공항 등에 Wi-Fi가 잘 보급되어 있다. 또한 WiFi의 지원 범위가 넓다는 장점이 있다.

이러한 장점을 이용하여 Beacon 3개와 WiFi 1개를 배치하고 Trilateration 알고리즘을 적용해 스마트폰 사용자의 실내위치가 정확하게 측위 될 수 있도록 위치 측위 기술을 제안한다.

2장에서는 Beacon를 이용한 Trilateration 기법을 살펴보고 3장에서는 Beacon과 WiFi의 배치 도면과 Trilateration 알고리즘을 살펴본 후 4장에서는 결론과 향후 연구를 정의하여 마무리한다.

II. 관련 논문

1. Beacon를 이용한 Trilateration 기법

기존의 Beacon를 이용한 Trilateration는 세 개의 Beacon과 자신의 위치를 알고자 하는 단말 간의 개별 측정 거리를 이용하여 단말의 위치를 계산한다. Trilateration는 간단한 수학적 계산에 기초하고 있다.

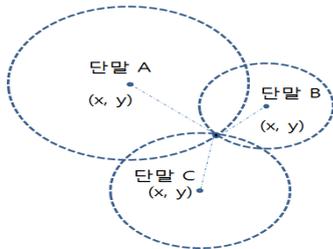


그림 1. Trilateration 기법

그림 1에서 두 점 A와 B에 존재하는 Beacon에서부터 단말 간의 거리가 얼마인지 알고 있다면 무선 신호의 세기에 의해 형성되는 두 원의 교점으로부터 2개의 교점을 알 수 있다. 추가로 점 C에 존재하는 Beacon과 단말 간의 거리를 측정할 수 있다면, 2개의 교점 중 1개를 제거하여 단말의 위치를 측정할 수 있다[3].

하지만 실제 환경에서 Beacon 3개로 Trilateration를 하게 되면 오차율이 높아 정확도가 많이 떨어지게 측정된다. 이 점을 보완하기 위해 본 논문에서는 WiFi를 하나 더 추가하여 위치

측위의 정확도를 향상시키는 방법을 제안하고자 한다.

III. 본 문

1. FSPL를 이용해 스마트폰과 Beacon 및 WiFi의 거리 측정

Friis 's formula(프리스의 식)은 아래의 식으로서 자유공간을 통한 무선 링크의 송수신 전력 관계를 표현하는 공식이다.

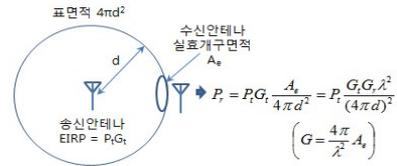


그림 2. Friis 공식(Friis Formula) [4]

이 수식을 유도하면 FSPL(자유공간 경로손실, Free Space Propagation Loss)라는 수식을 얻을 수 있는데 이 수식을 이용하여 Beacon 및 WiFi에서 스마트폰 사용자까지의 거리를 알아볼 수 있다. 아래 식에서 λ는 전파, d는 송수신 간 거리, k는 자유공간 경로 손실 계수를 나타낸다.

$$FSPL = \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2 \quad (1)$$

$$FSPL = L = \frac{P_t}{P_r} = \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2 \quad (2)$$

$$L[dB] = 10\log\left(\frac{P_t}{P_r}\right) = 10\log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2 \quad (3)$$

$$= 20\log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) \quad (4)$$

수식 1 Friis's formula[5]

Friis 's formula를 유도하여 얻은 수식을 이용하여 거리(d) 값을 얻을 수 있는 수식을 만든다.

$$L = 20\log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) \quad (5)$$

$$10^{\frac{L}{20}} = \frac{4\pi d}{\lambda} \quad (6)$$

$$d = \frac{\lambda}{4\pi} 10^{\frac{L}{20}} = \frac{c}{4\pi f} 10^{\frac{L}{20}} \quad (7)$$

$$[c = \lambda * f] \quad [\lambda = \frac{c}{f}] \quad (8)$$

수식2 d 값을 구하는 과정[6]

여기서 c는 전파 속도이고 f는 주파수를 나타낸다.

본 논문에서는 c (전파 속도) 3×10^8 [m/sec], f (주파수)는 2.4GHz, π 는 3.14, L 은 RSSI 값으로 실험 환경을 설정하였다.

$$d = \frac{c}{4\pi f} 10^{\frac{L}{20}} = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 3.14 \times 2.4 \times 10^9} * 10^{\frac{RSSI}{20}} \quad (9)$$

수식 3 RSSI를 이용하여 d (거리) 값 구하는 과정

수신 신호 세기를 이용하여 삼각측량법을 사용하기 위해 Beacon과 WiFi의 RSSI 값으로 Beacon과 WiFi에서 스마트폰 사용자까지의 거리를 알아보았다.

(본문)2장에서는 (본문)1장에서 구한 d (거리)값으로 Beacon 및 WiFi에서 스마트폰 사용자까지의 거리를 알아본다.

2. Trilateration을 응용하여 스마트폰 사용자의 위치 측위

아래의 그림은 Beacon과 WiFi의 설치 구조 [그림 3]와 흐름도 [그림 4]를 보여준다. 첫 번째로 사용자를 식별하고 3개의 Beacon이 스마트폰 사용자의 위치를 잡아주고 WiFi로 스마트폰 사용자의 위치를 한 번 더 잡아 보정해준다.

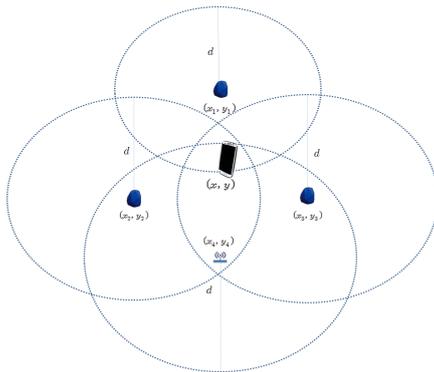


그림 3. Beacon과 WiFi 배치 도면

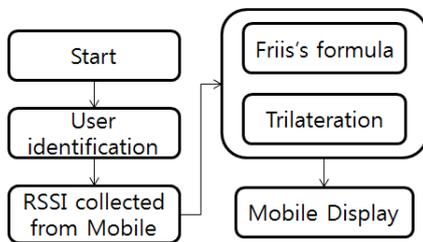


그림 4. 흐름도

위 그림을 보면 스마트폰 사용자의 위치 $((x, y))$, Beacon의 위치 $((x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3))$, WiFi 위

치 $((x_4, y_4))$ 가 명시되었다.

스마트폰 사용자의 위치를 측위하기 위해서는 스마트폰과 Beacon, 스마트폰과 WiFi의 거리를 알아야하는데 3.1에서 RSSI를 이용해 구한 거리 값 (d_1, d_2, d_3, d_4) 으로 스마트폰 사용자의 위치를 측위 해낸다.

$$d_1 = \sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2} \quad (10)$$

$$d_2 = \sqrt{(x-x_2)^2 + (y-y_2)^2} \quad (11)$$

$$d_3 = \sqrt{(x-x_3)^2 + (y-y_3)^2} \quad (12)$$

$$d_4 = \sqrt{(x-x_4)^2 + (y-y_4)^2} \quad (13)$$

수식 4 좌표간 거리 구하기[6]

IV. 결 론

본 논문에서는 Beacon과 WiFi는 RSSI 값이 불안정하고 Multipath propagation 현상 때문에 단독으로 사용하여 위치 측위를 하는 것 보다 Beacon과 WiFi를 같이 사용하고 위치 측위 알고리즘으로는 Friis 's formula(프리스의 식)을 활용해 Trilateration 알고리즘을 사용하여 실내 위치 측위의 정확도를 향상시키는 연구를 제안하였다.

향후 연구로는 실제 실내 환경에서 알고리즘과 Beacon 및 WiFi를 적용하여 테스트 진행 후 실제 데이터를 토대로 RSSI 값의 정확도를 높일 수 있는 필터 알고리즘을 을 추가할 예정이다. 또한 주변 실내 환경에 따라 위치 측위 값의 변화에 따른 연구를 진행할 것이다.

참고문헌

- [1] “Beacon(비콘) 왜 주목을 받는가?” (<http://verticalplatform.kr/archives/2010>)
- [2] “비콘 근거리 무선 통신의 혁명!?” (<http://yoon-talk.tistory.com/438>)
- [3] 김선관, 김태훈, 탁성우 “RSSI 기반에서 다양한 삼변측량 위치인식 기법들의 성능평가” 한국정보통신학회, 한국정보통신학회논문지 제15권 제11호 2011.11, page(s): 2488-2492
- [4] “정보통신기술용어해설” (http://ktword.co.kr/abbr_view.php?m_temp1=4140&id=354&nav=0)
- [5] “정보통신기술용어해설” (http://ktword.co.kr/abbr_view.php?nav=1&m_temp1=841&id=354)
- [6] 김학용, “삼각측량법” (<http://hakyongkim.net/RTLS/triangulation.pdf>)