

다중 비콘을 사용한 실내 공간 세그멘테이션

최윤아*, 김다희*, 김진성*, 김학재**

*고려대학교 컴퓨터정보학과

**㈜클래스액트

e-mail: cyabc2@korea.ac.kr

Segmentation of Indoor Location using Multiple Beacon

Yoona. Choi*, Dahee. Kim*, Jinseong. Kim*, Hakjae. Kim**

*Dept of Computer Science, Korea University

**Class Act

요 약

최근, 실내 환경에서 위치기반 서비스 응용에 대한 수요가 늘어남에 따라 비콘, 지자기, Wi-Fi 등을 사용한 실내측위 관련 연구가 활발히 연구되고 있다. 특히, BLE 비콘을 사용한 실내측위는 시스템 설치 및 유지보수의 용이성, 낮은 소비전력, 낮은 가격 등의 특징을 가지고 있으며, 이에 다양한 상용 실내측위 응용 분야에서 조명 받고 있다. 일반적으로, BLE 비콘 기반 실내측위는 단일 BLE 비콘과 해당 비콘의 전파 범위에 위치하는 단말기 사이의 송수신 전파의 세기 정보를 이용하여 절대 거리를 계산한다. 그러나, 기존 연구 방법으로는 BLE 비콘의 종류, 설치 환경에 따른 전파 감쇄 및 반사 등의 문제로 정확한 거리를 측정할 수 없다. 본 논문에서는 다중 비콘을 사용하여 각 비콘으로부터 얻은 수신 세기 차이를 이용한 실내 공간 세그멘테이션 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안한 방법으로 실험을 진행하였으며, 그 결과 임의로 설정한 $4m \times 4m$ 정사각형 영역에서 내부와 외부로 구분할 수 있었다.

1. 서론

최근, 스마트폰이 대중화 되면서 스마트폰을 사용한 다양한 서비스가 요구되어지고 있다. 그 중에서도 스마트폰을 이용한 위치 기반 서비스(LBS:Location Based Service)는 흔하게 접할 수 있는 서비스이다. 실외 위치 기반 서비스는 GPS(Global Positioning System)를 통하여 널리 쓰이고 있으나, 실내에서는 GPS를 통한 위치 측위가 불가능 하다. 그러므로 비콘(Beacon)[1,2], 지자기[3,4], Wi-Fi[5] 등을 사용한 실내 위치 측위를 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 그 중에서도 비콘(Beacon)을 사용해 실내 측위를 하는 방법이 있는데 비콘은 장비의 크기가 작고 쉽게 설치할 수 있으며 BLE(Bluetooth Low Energy)의 무선 신호를 사용해 소비전력이 적다는 장점(즉, 충전 없이 1-2년 사용)이 있다.

2. 관련 연구

기존 BLE 비콘의 연구[6-9]에서는 단일 BLE 비콘과 해당 비콘의 전파 범위에 위치하는 단말기 사이의 송수신

전파의 세기 정보를 이용하여 절대 거리를 계산한다.

그러나, 단일 비콘 방식 연구에서는 비콘의 종류, 설치 환경에 따른 전파 감쇄(Signal attenuation) 및 반사(Signal reflection) 등의 문제로 실측 수준의 정확한 거리를 측정할 수 없다.

이에 대한 대안으로 Kang등[6]은 비콘 노드에서 수신 신호 세기와 전력손실지수 추정을 활용하여 센서 노드의 위치를 추정하는 알고리즘을 제안하였고, Kang등[7]은 블루투스 4.0에서 사용되는 비콘과 스마트폰 센서를 활용하여 측정된 값을 다양한 필터링 방법을 통해 보정하고 보다 정확한 측위 및 이동거리 측정 결과를 보여주었다. 또한, Choi등[8]은 GPS/ GNSS를 사용할 수 없는 실내 환경에서의 위치인식을 위해 스마트 폰에 내장된 IMU센서와 비콘신호를 랜드마크로 하는 위치추정 방식을 제안하였으며, Kim등[9]은 멀티 비콘의 3차원 위치 정보, 그리고 휴대폰 위치 정보를 이용한 토탈 스테이션(Total station) 방법을 제안하였으며, 이를 통해 장애물이 없는 환경에서 8개의 비콘으로 0.5m의 측위 오차 결과를 제시하였다.

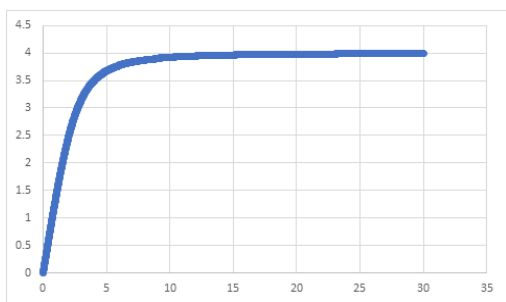
그러나, 기존 연구들에서는 다중 비콘을 이용하여 측위 거리의 정확도를 높이는 방법은 다수 제안되었지만, 장애물이 산재한 실제 비콘 운영 환경에서 비콘 집합이 설치된 특정 세그먼트(Segment)를 구분해 주는 연구(즉, Segmentation of indoor space)는 없었다.

3. 제안 방법

이론적으로, 비콘으로부터 받은 수신신호세기는 거리에 반비례한다. 그러나, 실제 비콘으로부터 신호세기를 측정할 실험을 보면, 같은 거리이지만 신호세기가 비콘마다 상이한 것을 알 수 있다.

본 논문에서는 다중 비콘을 사용하여 각 비콘 간에 수신 신호세기 차이를 통하여 실내 공간을 세그멘테이션하기 위한 방법을 제안한다. 즉, 수신 신호세기가 가장 큰 비콘과 가장 작은 비콘의 신호차를 사용하여 구분한다.

우선, 각 비콘으로부터 받은 여러 번의 송신신호세기 중 가장 빈도수가 높은 값으로 설정한다. 이 과정에서 만약 송신신호세기가 일정이하 값이면, 비콘으로부터 거리가 너무 멀다고 판단하고 실외라고 판단한다. 그렇지 않은 경우는, 송신신호세기 값을 기준으로 신호세기가 가장 큰 값과 가장 작은 값의 차이를 구한 후, 차이 값이 일정 기준 값 이하이면 세그먼트 내부, 기준 값 이상이면 세그먼트 외부로 판단한다. 그림1은 기준 값을 구하기 위하여 (a) 위치를 기준으로 직선(a)-(f)의 각 위치에 따른 가장 가까운 위치의 비콘과 가장 멀리 떨어진 비콘의 거리 차를 나타낸다.



(그림1) 비콘 설치 위치별 가장 가까운 비콘과 가장 멀리 떨어진 비콘의 거리 차이

4. 실험 결과

본 실험을 위하여 국내 퍼플즈社에서 제조한 레코(RECO) 비콘 제품을 사용하였고, 4m×4m 환경의 정사각형 영역의 각 꼭지점에 비콘을 설치한 후, 실험을 진행하였다. 또한 비콘의 송신 신호세기는 -71db로 설정하였

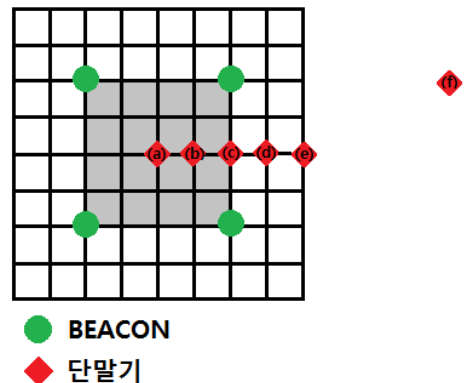
으며 UUID, Major는 동일한 값으로 설정하여 실험에 사용한 비콘만을 식별하였으며, Minor값은 다르게 설정하여 각 비콘을 구별하였다.

우선, 비콘과 단말기의 거리에 따른 수신신호세기를 측정하기 위하여, 거리를 40cm에서 200cm까지 20cm 단위로 3개의 비콘을 사용하여 각각 측정하였다. 측정 결과(표 1), 같은 위치이더라도 수신신호세기가 다르게 측정되었으며, 거리에 반비례하지 않음을 확인할 수 있었다.

<표 1> 거리에 따른 비콘 신호세기

거리(cm)	신호세기(db)		
40	-80	-66	-66
60	-89	-77	-69
80	-93	-69	-77
100	-88	-69	-78
120	-86	-78	-82
140	-94	-87	-79
160	-92	-78	-79
180	-91	-79	-81
200	-92	-81	-79

각 실험은 a~f 위치에서 갤럭시노트5 단말기를 사용하여 비콘 각각의 UUID, major, minor, 송신신호세기, 수신신호세기를 100msec 간격으로 10초간 총 100회 측정 후, 수신신호세기의 최빈값을 사용하였다. 우선 수신신호세기가 -120이하일 경우(f)는 비콘으로부터 멀리 떨어져 있다고 간주하여 실외로 판단하였으며, a, b, c 위치에서는 송신신호세기가 가장 큰 값과 가장 작은 값의 차이 값이 9, 7, 7으로 측정되었고, d, e 위치에서는 13, 11으로 측정되었다. 따라서 본 논문에서는 기준 값 10을 기준으로 기준 값 이하이면 세그먼트 내부, 그 이상이면 세그먼트 외부로 구분하였다. 실험 결과, a~c는 세그먼트 내부, d~f는 외부로 구분하였다.



(그림 2) 비콘의 위치

5. 결론

최근, BLE 비콘 기술의 발달과 함께 실내 환경에서 비콘을 사용하여 실내측위를 하는 연구 및 응용 사례가 증가하고 있다. 그러나, 기존 단일 비콘 방식의 연구로는 BLE 비콘의 종류, 설치 환경에 따른 전파 감쇄 및 반사 등의 문제로 정확한 측위를 할 수 없다. 본 논문에서는 실내 연속된 공간을 세그멘테이션하기 위한 방법으로 다중 비콘을 이용하여 가장 가까운 비콘과 가장 멀리 떨어진 비콘의 수신신호세기 차이를 이용하여 정사각형 영역 내부인지 외부인지 구분하는 방법을 제안하였다. 실험을 통해서, $4m \times 4m$ 정사각형 내부인지 외부인지 구분할 수 있었다.

특히, 대상 연구가 적용되는 실제 응용 환경에서는 세그멘테이션되는 공간 안쪽 범위와 바깥쪽 범위 사이에 다양한 변수(즉, 다양한 소재의 벽과 같은 장애물)가 존재할 것으로 판단되며, 이에 본 연구에서 제시한 실험 결과보다 수신 신호세기 차이가 더 클 것으로 예상되며, 향후 이에 대한 연구를 진행할 예정이다.

감사의 글

본 논문은 2017년 한이음 ICT멘토링 프로젝트의 결과물입니다.

참고문헌

- [1] 변태우, 장성용. (2016). 기술적, 환경적 요소에 따른 비콘 기반 실내 측위 정확도 변화연구. 한국시물레이션학회논문지, 25(2), 21-29.
- [2] 김창재, 김원진, 조연주. (2016). 비콘을 이용한 실내 포지셔닝에 관한 연구. 대한토목학회 학술대회, , 25-26.
- [3] 허수정, 박용완. (2017). 실내측위 정확도 향상을 위한 지구자기장기반 적용 연구. 한국통신학회지(정보와통신), 34(4), 25-32.
- [4] 허수정, 송준열, 박용완. (2013). 지구 자기장 기반의 Fingerprint 실내 위치추정 방법 연구. 한국통신학회논문지, 38(1), 131-140.
- [5] 황태규, 김대호, 홍지만. (2015). 스마트 기기와 Wi-Fi 인프라를 이용한 실내 측위 시스템. 스마트미디어저널, 4(2), 68-76.
- [6] 강형서, 구인수. (2011). 무선 센서 네트워크에서 수신 신호세기와 전력손실지수 추정을 활용하는 비콘 노드 기반의 위치 추정 기법. 한국인터넷방송통신학회 논문지, 11(1), 15-22.

[7] 강한백, 김옥영, 안상희, 최병문. (2014). 비콘과 가속도 센서를 활용한 실내 측위 및 이동거리 측정 시스템. 한국정보과학회 학술발표논문집, 1334-1336.

[8] 최형우, 신인재, 오창환, 엄두섭. (2015). 블루투스 저전력 비콘 기반의 랜드마크를 활용한 실내위치인식 시스템. 한국통신학회 학술대회논문집, 6, 1412-1413.

[9] 김창재, 장현주, 김원진. (2015). 비콘을 이용한 휴대폰의 실내 위치결정. 대한토목학회 학술대회, 53-54.