## 비콘을 이용한 실내에서 객체를 탐지하는 방법 조사

**Localization**

**Monitor based localization (MBL)**

: Reference Node 와 연결된 유저의 위치를 수동으로 얻는 프로세스로, 사용자를 추적한 이후 사용자에 따른 서비스를 제공할 때 주로 사용된다.

**Device based localization (DBL)**

: 네비게이션에서 주로 사용되는 기술로, 유저 디바이스가 Reference Nodes(RN) 를 사용하여 현재 주변에서 어떤 위치에 있는지 찾는 로컬라이제이션 이다.

**Proximity Detection**

: 유저와 PoI(Point of Interst)간의 거리를 측정하는 처리기술로 효율적인 비용과 신뢰성으로 최근의 사용자 맞춤형 서비스(위치 뿐 아니라 성별,연령 등으로 사용자에게 맞춤형 서비스를 제공하는 서비스) 적용에 적합한 방법으로 여겨지고 있다.

**Localization Techniques**

**A.RSSI (Received Signal Strength Indicator)**

Received Signal Strength (수신신호세기) 접근법은 가장 널리 쓰이는 실내 로컬라이제이션이다. RSS 는 수신기에서 수신되는 실제 신호세기로 주로 dBm 또는 mW로 측정된다. 일반적으로 숫자가 높을수록 신호의 강도가 강하다는 것을 의미한다.

RSSI는 송신신호의 물리적인 특성상 거리에 따라 신호 세기의 감소가 일어나는 점에 착안하여, 송신신호를 수신 디바이스에서 수신할때, 송신신호의 강도와 감소되는 수신신호의 강도를 측정하여 송신기와 수신 디바이스 간의 거리를 측정하는 방법이다. RSSI 방식을 이용하기 위해서는 다양한 지점에서의 신호세기들을 RSSI 표본수집을 통해 측정하여야 한다.

유사하게 MBL(Monitor Based Localization)에서, 참조점의 RSS가 유저디바이스의 위치를 얻기위해 사용된다. 이는 RSS 정보 수집과 처리를 위해 앵커노드와 중앙컨트롤러 통신 또는 애드혹과의 통신이 필요하다.

반면, RSS 기반 근접서비스(Proximity Detection)는 지오펜스(Geo-fence,가상 반경)을 만들고, 참조점으로부터 추정된 손실거리를 이용하여 앵커노드에 대한 유저의 근접성을 측정하기 위하여 하나의 참조노드가 필요하다.

RSSI 기반 접근은 간단하고 비용이 효율적이지만, 벽이나 기타 장애물로 인한 신호 세기의 감소와 RSS의 여러 변동값으로 인하여 낮은 정확도를 보인다. 다른 복잡한 알고리즘을 사용하지 않는다면 높은 정확도를 얻기 힘들다.

**B.CSI(Channel State Information)**

RSS는 간단함과 낮은 하드웨어 조건으로 널리사용되지만, 이것은 모든 안테나에서 누적된 신호와 전체 신호대역폭에서의 평균 진폭 추정값을 제공한다. 이것이 RSS가 다중경로와 간섭에 취약해지게 하며, 시간에 지남에 따라 높은 변동률을 일으킨다.

반면 Channel Impulse Response(CIR) 또는 Channel Frequency response 는 CSI로 상위계층에 전달되며, 이들은 다른 주파수에서 그리고 별개의 송신기-수신기 안테나 쌍 사이에서 채널의 진폭과 위상 응답을 모두 캡쳐할 수 있기 때문에 RSS보다 더 세분화 되어있다.

**C.Fingerprinting/Scene Analysis**

장면분석에 기반한 위치추정기술은 위치추정이 이루어진 공간에 대한 특징이나 fingerprint 에 대한, 환경조사가 요구된다. 초기에는 오프라인 단계에서 서로 다른 RSSI 측정 데이터가 수집된다. 일단 시스템이 배치되면, 실시간으로 획득한 온라인 측정은 유저 위치를 추정하기 위해 오프라인측정과 비교된다. 일반적으로 fingerprint 또는 특징들이 RSSI 나 CSI 형식으로 수집된다. 온라인측정과 오프라인측정을 일치시키는데 사용할 수 있는 많은 알고리즘이 있다.

1. 확률론적 방법: 확률론적 방법은 온라인 단계에서 얻은 RSSI 값이 ‘y’라면, 유저가 ‘x’에 있을 가능성에 의존한다.
2. Artificial Neural Network(ANN) : ANN은 다양한 분류와 시나리오 예측을 위해 사용된다. 로컬라이제이션을 위해 NN은 RSSI값과 오프라인단계에서 얻은 좌표들을 이용해서 학습해야한다.
3. k-Nearest Neighbor(kNN) : kNN 알고리즘은 온라인 RSSI에 기반하여 루트 평균제곱근 오차를 사용해 알려진 위치와 가장 근접한 위치(오프라인 RSSI 측정값이 데이터베이스에 저장됨)을 가져온다. 근접하게 일치하는 위치가 평균화 되어 유저/디바이스의 위치를 추정할 수 있다.
4. Support Vector Machine(SVM): 서포트 벡터 머신은 회귀분석과 데이터분류시 사용하는 접근법이다. 주로 머신러닝에 사용되며 높은 정확도를 가지고 있다. 서포트벡터머신은 오프라인 및 온라인 RSSI 측정을 사용해서 로컬라이제이션에 사용될 수 있다.

**Bluetooth beacon**

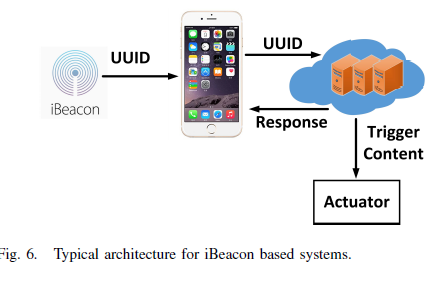
블루투스의 최신 버전 Bluetooth Low Energy(BLE) 는 24Mbps의 전송률을 가지며, 70-100m 의 범위에서 작동한다. BLE는 다른 localization 기술 (RSSI, AoA: Angle of Arrival, ToF: Time of Flight)들과 함께 사용될 수 있지만 RSS 기반 시스템이 덜 복잡하기 때문에 대부분의 BLE 는 RSS 에 의존한다.

애플은 2013년에 iBeacons을 발표했는데 이 프로토콜을 통해 BLE 사용 디바이스에서 비콘이나 신호를 주기적으로 전송할 수 있다. 비콘 메시지는 UUID(Universal Unique Identifier) 16 바이트와 2바이트의 major,minor 값으로 구성된다. iBeacons 의 경우 안드로이드 4.3 젤리빈부터 지원하지만, 아이폰의 경우 안드로이드와 달리 주변의 비콘을 스캔할 수 없다. 반드시 미리 UUID를 설정한뒤 여기에 해당하는 비콘의 major, minor 값만 읽어올 수 있다.

비콘에서 오는 신호를 받을 수 있는 application을 가지고 있는 BLE 사용 디바이스에서는 비콘 메시지를 선택하여, RSSI(Received Signal Strength Indicator)를 사용하여 iBeacon 디바이스와 유저사이의 간격을 추정한다. 비콘의 고정 노드가 신호를 발생시키면 수신노드에서는 신호를 받고 신호의 수신강도를 측정한다. 이 수신신호의 세기는 이론적으로 거리의 제곱에 반비례하기 때문에 수신강도를 이용하여 고정노드 간의 거리를 구할 수 있다. RSSI의 세기에 따라, 유저는 1m, 1-3m, 3m, 그리고 알 수 없음으로 분류 할 수 있다.

iBeacon에서 메시지를 수신한 이후, 유저 디바이스는 서버 또는 클라우드를 통해 수신된 비콘과 관련된 작업을 한다. 관련작업은 할인쿠폰을 보내거나, 문을 열거나, 양방향의 콘텐트를 표시하거나 등이 있다.

그러나, iBeacons의 제약조건이 존재하는데,“비콘이 매 50ms당 신호를 보내더라도 RSSI 평균값이 유저 디바이스로 매 1초마다 보내진다”는 것이다. 이는 유저 디바이스에 있는 즉각적인 RSS 값의 변동을 설명하기 위함이다. 하지만, RSS평균화 및 지연은 실시간으로 사용시, 상당한 어려움이 있을 수 있다.



**BLE based MBL(Monitor Based Localization):**

**BLN(Bluetooth Location Network)**

BLN은 블루투스 RN(Reference Node. 참조노드)를 사용하여 실내환경에서의 유저의 위치를 추적한다. 블루투스는 유저디바이스가 블루투스 RN과 통신하고, 유저위치정보를 마스터노드로 전송할 수 있게 한다. BLN 시스템은 근접기반 시스템에 적합하며 시스템의 응답시간이 11초가 걸리기 때문에 실시간 시스템에는 적합하지 않다.

**BIPS(Bluetooth Indoor Positioning System)**

BIPS는 짧은 범위 거리(10m)를 가지고 있으며, 에너지 효율성이 높다. 블루투스는 유저디바이스가 고정된 블루투스 RN과 통신하고, 유저의 위치를 추정하기 위해 BIPS 서버를 사용하게끔 한다. 모든 RN은 네트워크를 통해 서로 연결되어 있어 서로 통신이 가능하다. RN의 주 작업은 a) 마스터 노드로서 행동하고,유저 디바이스를 근처에서 감지, b) 유저와 RN 사이의 데이터를 전송 한다. BIPS는 실내에서 정지하거나 느린 움직임을 보이는 유저의 위치를 얻을 수 있다. 하지만 지연시간으로 인하여 실시간 추적시스템에는 적합하지 않다.

**Bluepass**

Bluepass 는 유저 디바이스와 고정된 블루투스 수신장치 사이의 거리를 계산하기 위해 유저 디바이스로부터 RSSI 값을 사용한다. Bluepass는 중앙서버와 지역서버, 블루투스 감지 장치와, 유저디바이스 어플리케이션으로 구성되어있다. 유저는 디바이스에 어플리케이션이 설치되어 있어야하며, MBL 시스템을 사용하기 위해 로그인 되어있어야 한다. 중앙 서버가 여러 다른 지도에 연결되어 있고, 지역서버는 하나의 지도에 연결되어 있다. 평균제곱오차는 2.33m 이다.

**iBeacons**

유저디바이스의 iBeacons에서 RSSI 값이 수집되는데, 이 값은 다른 localization 알고리즘을 실행시키는 서버로 전송된다. 서버단에서는, PF(Partical Filter), KF-PF(Kalman Filter-Particle Filter) 그리고 PF-EKF(Particle Filter-Extended Kalman Filter) 를 사용하여 시스템의 정확도를 향상시킨다. 실험 결과로 보면, PF, KF-PF , PF-EKF 는 각각 1.441m, 1.03m, 0.95m 의 정확도를 가진다. 전반적으로 정확도와 에너지 효율성이 높지만, 상당한 지연시간이 일어나며, iBeacons 의 배치로 인한 추가적인 비용이 예상된다.

BLE based DBL: