

# 실내외 무선측위기술 동향과 전망

| 저자 | 고재진 스마트제조PD / KEIT  
이재용 대표 / 휴빌론  
문연국 책임연구원 / 전자부품연구원  
조영인 전임연구원 / KEIT

## SUMMARY

### // 무선측위기술 동향과 전망

- ★ 스마트폰을 중심으로 한 이동망 기지국 기반의 Cell-ID 측위기법 적용을 시작으로 실외뿐만 아니라 실내 공간에서의 위치정보 활용 서비스에 대한 수요가 증가함으로써 근거리 및 실내와 같은 로컬 공간에서의 실내 측위 기술이 부각됨
- ★ 측위 기술은 인프라 구축에 따른 비용 부담으로 기존 통신 인프라를 그대로 활용할 수 있는 형태로 발전되고 있으며, IoT, 인공지능, 자율주행, 빅데이터 등 최근 부각되는 산업들과 융합하여 새로운 서비스 시장을 형성하고 있음
- ★ 응용서비스에 따라 다양한 측위 기술들이 사용되는데, 최근에는 하나의 측위 기술을 이용하기 보다는 여러 측위 기술을 복합적으로 사용하여 위치데이터의 정확도를 높이는 복합측위 기반 서비스가 활성화되고 있음

### // 시사점 및 정책제안

- ★ 실외 무선측위 기술과는 달리, 실내 무선측위기술의 경우 다양한 기술이 난립하고 있지만 대표적인 표준 측위기술은 아직 없는 실정임
- ★ 특히 산업현장에서의 무선측위 기술 적용 수요가 증가했지만, 상용화를 위한 AP, Tag 디바이스의 추가 통신 인프라 도입비용 절감, 위치데이터 신뢰도 확보를 위한 현장의 통신환경, 특성, 극복사항 등 고려해야 할 사항이 많음
- ★ 실내 무선측위 기술은 기존 인프라를 그대로 활용하거나 산업현장의 요구사항에 의해 복합측위 형태로 발전되고 있으며, 현장에 필요한 요소기술 성격이 강하므로 새로운 서비스 시장 창출과 현장 중심의 유연한 기술지원 정책 필요

## 1. 무선측위기술 개요

### // 무선측위기술 정의

- ★ 무선측위란 이동통신망, WLAN, Bluetooth, UWB 등의 무선통신용 인프라를 사용하여, 전파신호세기 및 전파도달시간 등을 처리하는 각종 측위기법에 적용하여 단말의 위치를 측정하는 기술
- ★ 무선 전파통신을 통해 통신방식에서부터 정밀한 위치정보를 수집하기 위한 물리계층 기술, 네트워킹 기술, 위치정보 처리 기술을 포함함
- ★ 전자기 신호를 사용하는 많은 분야의 기술이 측위에 응용 될 수 있으며, 측위에 사용되는 기술 및 측위 환경의 특성에 따라 측위 정밀도의 변화가 크기 때문에 다양한 기술 간의 융·복합을 통한 정밀도 보완이 연구되고 있음

### // 무선측위기술 개요

- ★ GPS(Global Positioning System)은 군용 측량 및 항법 체계를 위하여 개발되었으며 1983년 민간 부분에 개방되어 항공기와 선박의 항법 장치 등 실외 공간에서의 제한된 용도로 사용됨
- ★ 스마트폰의 보급으로 GPS 정보의 민간 활용과 스마트폰을 중심으로 한 이동통신망 기지국 기반의 Cell-ID 측위기법 적용을 시작으로 실외 위치기반서비스(LBS, Location Based Service) 시장이 본격적으로 확대됨
- ★ LBS 기술 발전과 시장의 확대로 실외뿐만 아니라 실내 공간에서의 위치정보 활용 서비스에 대한 수요가 증가함으로써 근거리 및 실내와 같은 제한된 공간에서의 위치 서비스를 의미하는 실시간 위치추적 시스템(RTLS, Real-Time Locating System)이 발전
- ★ 무선측위기술 주요 측위 기법으로는 단순 접속방식의 Cell-ID, 전파신호세기 맵을 이용한 핑거프린팅(Fingerprinting)에서 전파도달시간과 각도를 이용한 ToA(Time of Arrival), TDoA(Time Difference of Arrival), AoA(Angle of Arrival) 등의 삼각측량 기법이 사용되고 있음
- ★ 현재 실외 및 실내 공간에서의 측위를 활성화하기 위해 기존 통신 인프라를 그대로 활용할 수 있는 기술들이 개발되고 있으며, 그 중 비중있게 개발되거나 활발히 서비스되고 있는 주요 기술들에 대해 간략히 정리해 보면 다음과 같음
  - 1) WiFi: WiFi 기반 측위기술이 발전하게 된 계기에는 급속도로 증가한 스마트폰의 보급을 꼽을 수 있으며, 스마트폰의 공급과 함께 무상AP가 많이 설치되어 있기에 다른 기술보다도 인프라 측면에서 낮은 진입장벽을 가지는 점이 장점임
  - 2) BLE: BLE 기반 측위기술이 발전하게 된 계기는 Bluetooth Low Energy가 등장하면서, 기존 블루투스의 단점이었던, 통신거리와 소모전력 문제를 극복하면서 단말의 소형화와 함께 스마트폰 연계 서비스 확대로 인프라가 대중적으로 많이 보급되어 위치기반서비스의 핵심 중 하나로 자리잡고 있음
  - 3) UWB: UWB(Ultra Wide Band)는 중심주파수의 20% 이상의 점유대역폭을 가지거나 500MHz 이상의 점유대역폭을 차지하는 무선전송 기술을 의미하며 다중 경로에 의한 페이딩에 강인하며 투과성이 높은 특성을

이용하여 데시미터(decimeter)급의 정밀도의 측위 시스템에 적용 될 것으로 기대되고 있음

- 4) 카메라 및 기타: 이미지카메라와 레이더 기술, 음파, 적외선, 자기시스템 기술의 발전으로 공간 환경 기반 위치 정보를 획득하는 이동체 위치감지 기술로 사용됨
  - 5) GNSS: GPS로 대표되는 실외 측위 기술로 GNSS(Global Navigation Satellite System) 수신 장치는 다수의 인공위성으로부터 신호가 수신기에 도달하는 시간을 측정하여 사용자의 위치를 계산할 수 있음
  - 6) 이동통신 기지국: 3G, LTE, 5G 등 이동통신용 단말과 기지국간의 무선 신호를 활용하여 단말의 위치를 파악 가능하며 광대역, 고주파, 다중 안테나, 셀 커버리지 등 이동통신 신호의 특성을 활용한 기술 적용이 가능함
- ★ 안전·안심 분야에 대한 사회적 관심과 스마트한 산업현장 구축의 요구가 늘어감에 따라, 이러한 무선측위 기술들을 통해 병원, 대형쇼핑몰, 물류공장, 건설현장, 조선소, 플랜트 등 산업현장을 중심으로 위치기반 인원 안전관리와 자산관리 서비스의 수요가 폭발적으로 증대하고 있음

| 그림 1. 산업현장에서의 측위 기술 적용 |



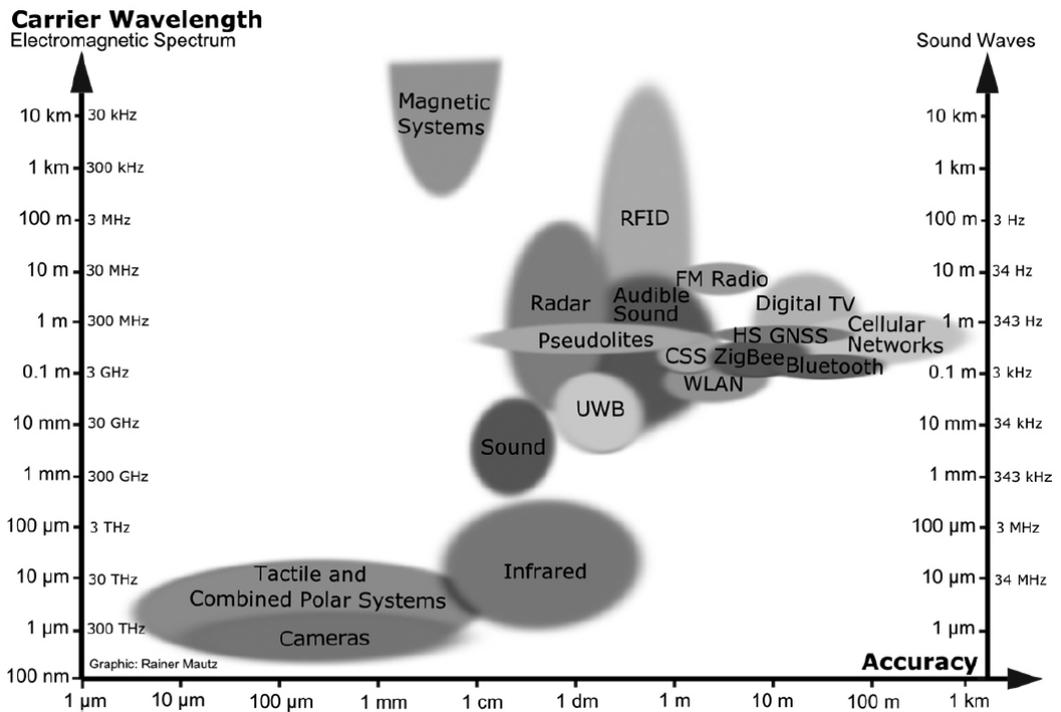
※ 출처 Ripples industrial IoT Solution

- ★ 산업체의 경우 저가격 고품질의 위치데이터를 사용하고 싶어하나, 현장에 필요한 고정밀의 위치데이터를 얻기 위해서는 현재 측위기술은 고가의 AP, Tag 디바이스 등 추가 통신인프라 도입비용이 필요하며, 다양한 현장특성에 무관하게 균일한 품질의 위치정보를 얻을 수 있는 단일 측위기술은 아직 극복해야 할 사항이 많음
- ★ 각 측위기술의 장단점 및 특성이 다르기 때문에 측위기술의 도입 목적과 요구 성능에 따라 적합한 기술이 선택되거나, 최근에는 하나의 측위 기술을 이용하기 보다는 기존 인프라를 활용한 측위 기술들을 복합적으로 사용하여 위치데이터의 정확도를 높이는 복합측위 기반 서비스가 적극적으로 활성화 요구되고 있음
- ★ 복합측위 기술 또한 2개 이상의 통신방식을 동시에 사용해야 하므로 스마트폰 단말을 중심으로 WiFi, BLE를 활용한

정밀도 향상 기술이 학계, 연구소 등에서 적극적으로 연구되고 있으며, 산업계에도 적극적으로 상용화 검토중

- ★ 언급된 기술 이외에도 RFID, ZigBee, 적외선 등 많은 분야의 기술이 측위에 응용 될 수 있으며 이론적으로 고정밀 측위 시스템은 짧은 파장을 사용하는 경향이 있음

| 그림 2. 캐리어 파장과 정확도 관점의 측위 기술 특성 |



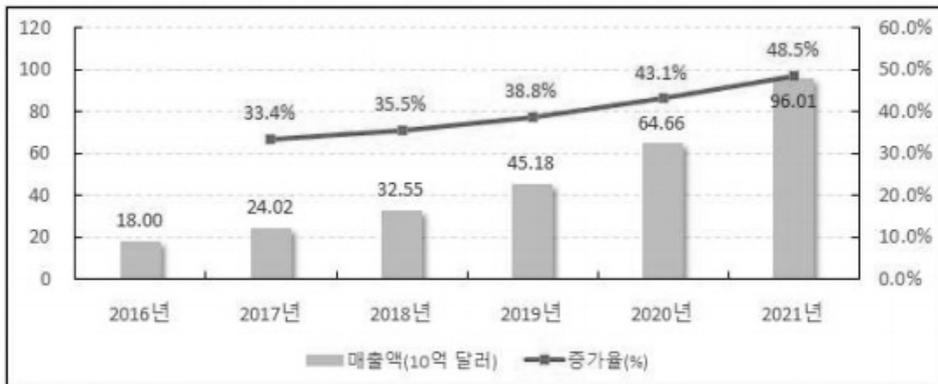
※ 출처 Indoor Positioning Technologies

## 2. 무선측위기술 시장 동향 분석 및 전망

### // 위치기반서비스 사업 동향

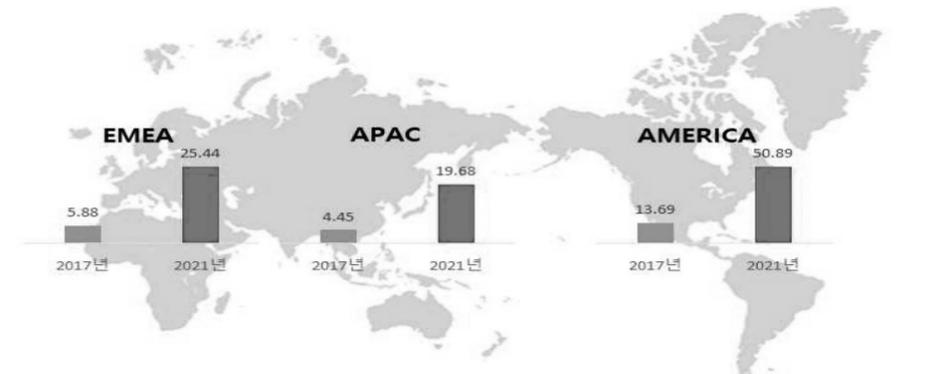
- ★ 무선측위기술은 위치 정보를 기반으로 다양한 서비스를 제공하는 LBS 사업과 크게 밀접해 있음
- ★ 최근 수년간 LBS 시장은 세계적으로 급속도로 성장하였으며 앞으로도 성장세가 유지될 것으로 전망됨
- ★ 시장 확대의 주요 요인으로 스마트폰 및 IoT 디바이스 등 모바일 디바이스의 보급이 확대되는 것과 개인 및 기업의 위치기반서비스 수요 증가로 분석됨

| 그림 3. 전세계 LBS 시장 매출액 규모 추이 |



※ 출처 국내·외 LBS 산업 동향 보고서

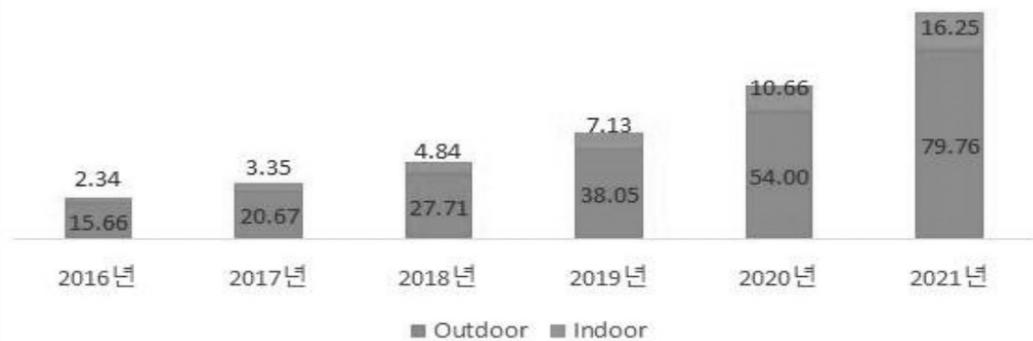
| 그림 4. 지역별 LBS 시장 매출액 규모 추이 |



※ 출처 국내·외 LBS 산업 동향 보고서

- ★ 2017년 전세계 LBS 시장 매출액은 240억 달러로 2016년 대비 33.44% 증가하였으며, 연평균 39.77%씩 증가하여 2021년에는 960억 규모에 달할 것으로 전망[2]
- ★ 2017년 기준으로 미주 시장, 유럽·중동·아프리카 시장, 아시아·태평양 시장 순의 시장 크기를 형성하고 있으며, 아시아·태평양 시장 규모는 작지만 가장 높은 성장률이 예상됨
- ★ IoT, 인공지능, 자율주행, 빅데이터 등 최근 많은 관심을 받고 있는 산업들과 융합하여 새로운 서비스 시장이 성장할 것으로 예상됨
- ★ Google, Apple, Alibaba Group, HERE 및 Foursquare 등 주요 기업들 간의 치열한 시장 경쟁 구도 형성
- ★ 다양한 측위 기술의 발전을 통해 스마트폰의 위치정보 이용권한을 동의 받는 것만으로 위치기반 서비스를 제공 가능해져 접근성이 크게 증가하여 벤처기업들의 시장진입이 활발해짐
- ★ 자율주행차량, 드론 등의 무인 이동체의 주행을 위한 측위 기술이 큰 관심을 받고 있고, 위치정보 기반 안전 관리, 공정 관리, 보안 관리, 원격 제어 등을 목적으로 산업 현장을 위한 솔루션의 수요 또한 증가

| 그림 5. 실내 및 실외 유형별 LBS 시장 매출액 규모 추이(단위: 10억 달러) |



※ 출처 국내·외 LBS 산업 동향 보고서

- ★ Indoor 시장 매출액 비중은 2017년 13.9%에서 2018년 14.9%, 2019년 15.8%, 2020년 16.5%, 2021년 16.9%까지 지속적으로 증가될 것으로 보이며, Outdoor 시장 매출액 비중은 2017년 86.1%에서 2018년 85.1%, 2019년 84.2%, 2020년 83.5%, 2021년 83.1%로 조금씩 하락될 것으로 전망
- ★ 소매 부문의 실내 위치 추적과 같은 근접 기반 솔루션의 도입이 확대됨에 따라 Indoor 시장 매출액의 비중은 상승, Outdoor 시장 매출액 비중은 하락될 것으로 전망

### 3. 무선측위기술 기술개발 동향

#### // 실내 무선측위기술

- ★ 실내 무선측위기술에 사용되는 주요 기술들은 WiFi, BLE, UWB, 관성항법장치 등이 있으며, 이외에도 빛을 이용한 통신 기술이나 카메라 이미지를 활용한 측위기술이 개발되고 있음
- ★ 실내측위기술의 경우 측위 시스템 도입을 위한 전용 AP, beacon 등의 통신 인프라 구축 및 유지 보수에 고비용이 요구되는 경우가 많기 때문에 비용을 낮추기 위한 기술개발이 요구됨
- ★ 각 측위기술의 장단점 및 특성이 다르기 때문에 측위기술의 도입 목적과 요구 성능에 따라 적합한 기술이 선택되어 솔루션 형식으로 개발되고 있음

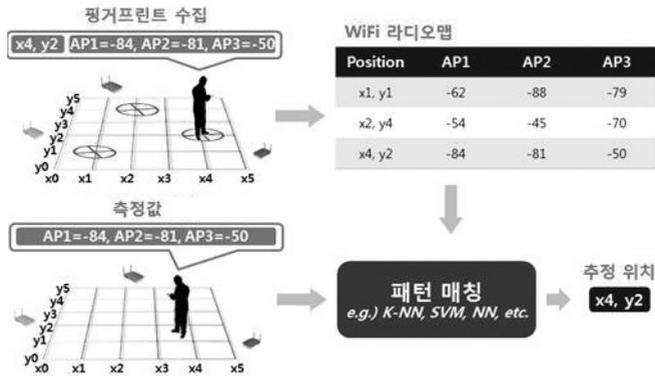
1) WiFi 기반 측위 (WPS, WiFi based positioning system) 기술 동향

- ★ WiFi 기반 측위 기술은 스마트폰 보급과 WiFi AP의 대중화로 가장 많이 사용되는 측위기술로 꼽히고 있음
- ★ 기존 WiFi 측위 기술은 수신된 신호의 세기를 나타내는 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 정보를 이용한 Fingerprint 측위 기법이 주로 사용되었으나 측위오차를 극복하기 위하여 신호 도착시간 정보인 RTT(Round Trip Time)를 활용한 기술이 등장함

가) Fingerprint 측위

- 측위 대상 공간을 여러 개의 셀로 구분한 뒤 각 셀에서 수집되는 RSSI 정보를 수집하여 전파 지도를 구축하고 이후 서비스 사용자의 신호의 패턴과 전파 지도를 비교하여 가장 유사한 패턴에 해당하는 셀 위치를 사용자의 위치로 추정하는 방식
- Fingerprint 방식은 분할된 셀의 크기와 설치된 수신 AP의 수가 많을수록 정확한 정밀도를 보임
- 일반적으로 상용 수준에서 5m 수준의 측위오차가 발생하는 것으로 알려져 있기 때문에 보다 정확한 측위를 요구하는 분야에서 활용이 제한됨
- 기술 특성 상 측위 환경이 변화할 경우 새로운 전파 지도 구축이 수행되어야 함
- 최근에는 서비스 사용자로부터 수집한 데이터를 자동으로 RF 맵에 적용하는 클라우드 소싱 방식이 연구되고 있음

| 그림 6. Fingerprint 측위 개념도 |

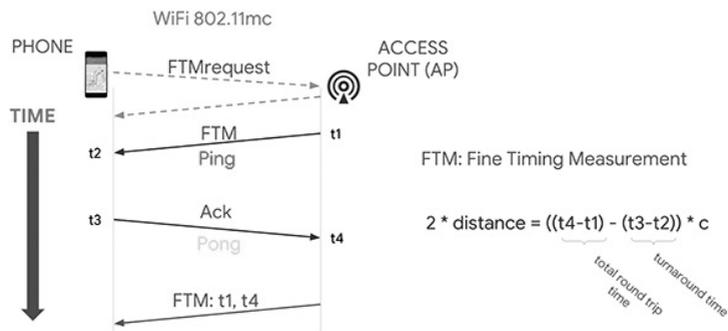


※ 출처 KAIST

## 나) RTT 기반 측위

- IEEE 802.11mc 표준에서 WiFi RTT 기반 측위 방식이 제정
- WiFi 신호의 왕복시간을 측정하여 위치를 측위 하는 기술
- 구글 안드로이드 파이 버전부터 지원
- 구글 지도를 활용하여 실내 공간까지 사업 영역을 확대
- 2019년 안드로이드 파이 버전을 탑재한 스마트폰에서는 WiFi 측위 기술을 적용하지 않았지만, 내년에 출시될 대부분 안드로이드 스마트폰에 적용될 것으로 예상
- 2020년부터 실내 측위 위치 앱 및 실내 측위 활용 분야의 시장이 폭발적으로 늘어날 전망

| 그림 7. RTT 기반 WiFi 측위 원리 |



※ 출처 GPS WORLD, How to achieve 1-meter accuracy in Android

다) WiFi 측위 기술 서비스 적용 사례

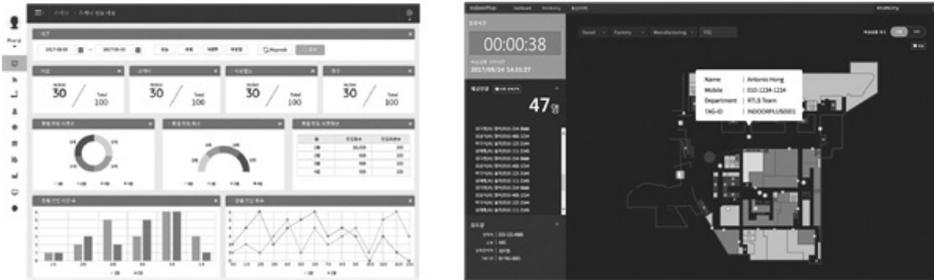
★ 인천국제공항

- 기존 “인천공항 가이드 앱”에 여객 맞춤형 안내서비스와 공항정보 실시간 확인 등 사물인터넷(IoT) 기능을 강화한 신 버전을 제공함
- 인천공항 내부에서 위치기반 정보를 활용해 항공사에 따른 1, 2 터미널 이용 안내, 체크인카운터 정보, 탑승게이트 정보, 면세점 쿠폰 등을 푸시(PUSH) 메시지로 받아볼 수 있음

★ 산업 현장 안전 및 자산관리 시스템

- RTT 기반의 WiFi 측위 기술을 통해 스마트공장 내 작업자 대상의 안전 관리 및 이동 자산 관리에 활용 가능
- 위험구역 진입에 대한 경고 및 생체신호 감지를 통해 작업자 안전관리, 자재 입출고 및 자산 관리, 방문자 출입 및 보안관리 시스템 개발

| 그림 8. 스마트공장 안전 및 자산관리 시스템 |



※ 출처 (주)피플앤드테크놀로지

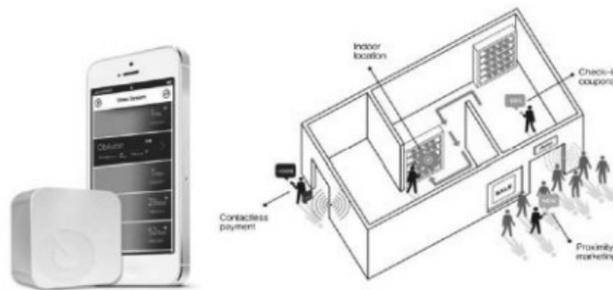
2) BLE 기반 기술

- ★ BLE 디바이스는 수uA에서 동작하는 저전력의 우수한 특징과 매우 낮은 비용이 장점으로 Bluetooth SIG에 의하면 2022년까지 측위 서비스를 위한 디바이스가 연간 4억 개의 규모로 성장할 것이라 예측
- ★ 실내 측위의 수요와 적합한 BLE의 저전력, 저비용 특성으로 인하여 블루투스 시장 성장이 재점화될 것으로 예측됨
- ★ 초기 BLE 측위는 비콘을 기반으로 신호 범위 별로 배치된 비콘들의 수신 신호들을 비교하는 방식이었으나, 측위 정밀도를 높이기 위하여 통신 신호의 각도를 이용하는 AoA(Angle of arrival) 기술과 융합된 측위 기술이 개발됨
- ★ 최근 실내 측위와 관련하여 방향만을 측정하는 것이 아니라 반사파의 위상차를 이용한 Phase ranging 기술에 기반한 High Accuracy Distance Measurement의 연구가 진행 중

가) 비콘 기반 측위

- ★ 비콘(Beacon)은 주로 단말 등에서 방사되는 전파를 수신함으로써 위치를 비롯해 각종 정보를 습득하기 위한 설비를 뜻함
- ★ 측위 공간 곳곳에 설치된 비콘 중 가장 수신 신호가 큰 비콘의 위치를 사용자의 위치로 추정하는 간단한 방식의 측위가 대중적으로 사용됨
- ★ 대표적인 사례로 애플의 아이비콘 기술이 있음

| 그림 9. 비콘 기반 측위 기술 예시 |

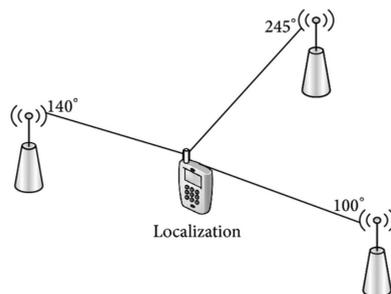


※ 출처 Apple (www.apple.com)

## 나) AoA 기반 측위

- ★ 3개 이상의 수신부로부터 각각의 통신 신호의 각도를 측정하여 위치를 알아낼 수 있는 AoA 방식이 BLE 기술과 융합하여 연구됨
- ★ 기존의 AoA 기술의 구현 방식은 다수의 안테나 및 다채널의 수신기 모뎀을 이용하여 복잡한 신호 분석이 필요했기 때문에 국방/우주산업 등 매우 특수한 분야에서만 사용이 가능하였음
- ★ 안테나 제작 기술의 발전과 단일 수신기 모뎀을 이용하는 기술의 발전으로 저비용저전력 특성의 BLE 기술과 AoA 기술의 융합으로 전환기를 맞이함

| 그림 10. AoA(Angle of Arrival) 방식의 측위 방법 |

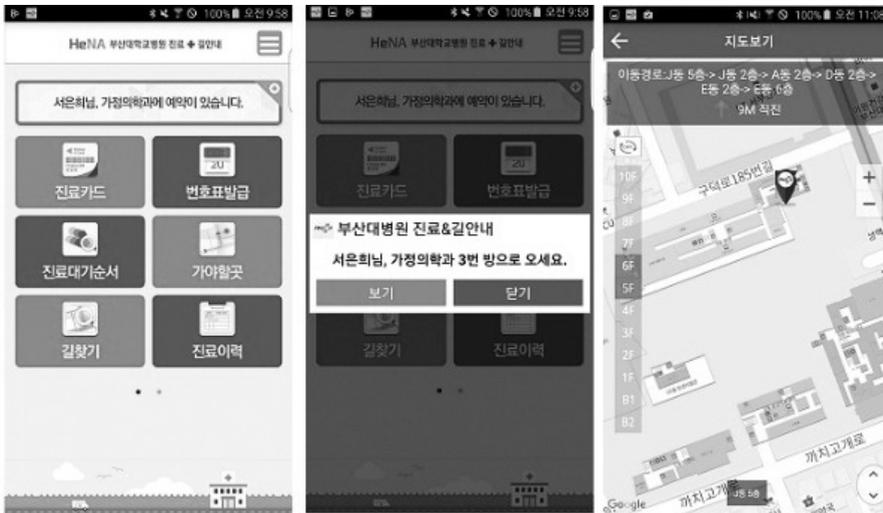


다) BLE 측위 기술 서비스 적용 사례

★ 병원 내 응용 서비스 솔루션

- 실내 외 통합 위치기반 정보를 바탕으로 길 찾기, 대기시간 관리, 번호표 발급, 진료예약 등 다양한 응용 서비스를 제공
- 별도의 전원 및 네트워크 공사 없이 BLE 비콘을 통한 시스템 구축 가능

| 그림 11. 병원 내 위치 기반 솔루션 구성도 |



※ 출처 부산대학교병원

★ 산업현장 응용 솔루션

- Tag가 부착된 자산의 위치를 파악하고 이동경로를 추적하여 제조/산업현장 관리에 사용
- 위험 상황 발생 시 사고 위치 안내, 접근 통제, 비상대피로 안내 등 긴급대처 서비스를 제공하여 인적, 물적 피해 최소화

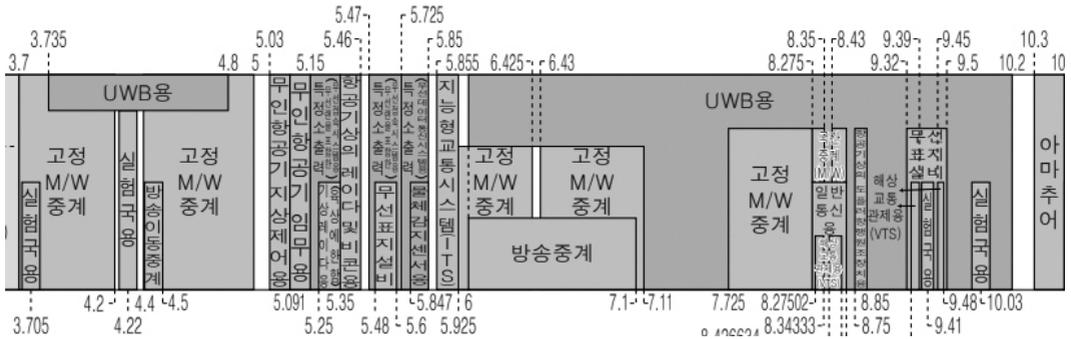
3) UWB(Ultra-Wideband) 기반 기술

- ★ UWB는 500MHz 이상 광대역 주파수를 사용, 약 2나노(nano:10억분의 1)초 길이의 펄스(pulse)를 이용하는 통신 기술로 넓은 주파수 대역에 걸쳐 낮은 전력으로 송수신을 하는 것이 특징
- ★ 이론상 수십 mm 범위 수준의 정확도로 거리를 측정할 수 있기 때문에 고정밀 측위 시스템을 위한 통신 기술로 주목받고 있음
- ★ 넓은 대역폭을 사용하는 기술 특성상 다른 무선 통신 기술들과 대역폭 사용 중복이 발생하기 때문에 국내에서 사용가능한

UWB 대역의 확보가 주요 이슈로 꼽힘

★ 국내의 경우 3.735~4.8GHz, 6.0~10.2GHz 대역을 초광대역 주파수로 분배하여 사용

| 그림 12. 국내 UWB 통신 주파수 이용 도표 |



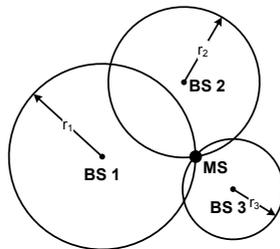
※ 출처 대한민국 주파수 이용 현황 도표

★ UWB 통신을 이용한 측위는 전파가 전송되는 시간/시간차이를 이용하여 거리를 측정하는 ToA(Time of Arrival)/TDOA(Time Difference of Arrival)방식이 주로 사용됨

★ 시간 측정 방법에는 크게 2가지 방식이 존재

- OWR(One Way Ranging) 방법은 전송된 단말의 신호를 복수의 수신기가 신호 도달 시간을 측정하여 도달 시간의 차이를 이용하여 위치를 추정하는 방법으로, 수신기들의 정밀한 시간 동기화가 필요한 단점이 있음
- TWR(Two Way Ranging) 방법은 통신 대상인 송/수신기간의 RTT를 측정하여 거리를 측정하는 기술로써, 다수의 수신기간의 동기화가 필요하지 않은 장점이 있으나, 반복적 통신 동작으로 인한 트래픽 부담을 주는 단점이 있음

| 그림 13. ToA 정보 기반 측위 방식 예시 |



★ FIRA(Fine Range)

- 2019년 8월 삼성전자가 주축이 되어 ‘울트라 와이드 밴드(UWB)’의 표준 제정을 위한 컨소시엄을 설립
- 출입시스템 토탈 솔루션 기업 아사아블로이 그룹(ASSA ABLLOY Group Including HID Global), NXP반도체(NXP Semiconductors), 보쉬 (Bosch)와 함께 UWB 기술 생태계 조성을 위한 ‘FiRa 컨소시엄’을 설립
- FiRa 컨소시엄 참여사는 서비스, 칩, 단말 외에 전장과 테스트 장비/Lab까지 폭넓은 산업 분야를 포함하고 있어 실질적인 UWB 생태계 구축을 목표로 함
- FiRa-UWB 기술의 기본은 저속 무선 연결과 향상된 거리측정 기능을 위한 핵심 특성들을 정의한 IEEE 802.15.4/4z 표준임

4) 기타 측위 기술

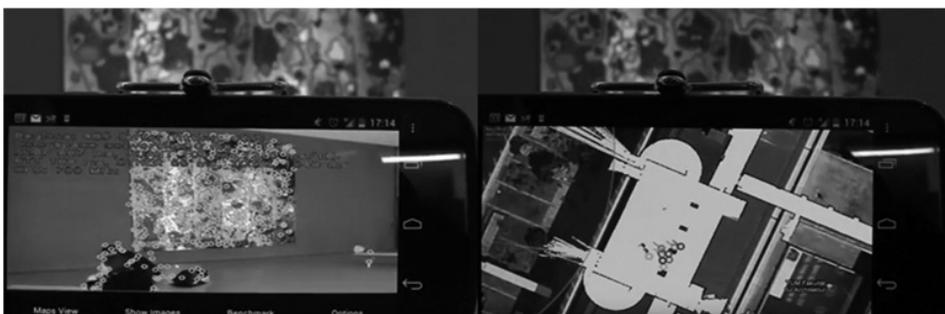
★ Li-Fi

- 가시광선의 파장에 데이터를 전송하는 통신 기술인 Li-Fi를 통한 측위 기술
- LED 점등 상태를 디지털신호로 인식 및 변환하여 데이터를 전송하며, 기존의 무선 주파수 대역을 사용하지 않아 주파수 고갈 문제의 해결책으로 관심 받고 있음
- LED 조명 장치 및 제어 인프라 구축만으로 측위 및 위치기반서비스를 제공 가능하다는 점에서 폭넓은 분야에서 활용될 것으로 전망

★ 이미지 기반 측위 기술

- 카메라 이미지 기반의 측위 기술은 이미지 처리 및 데이터베이스 비교를 통해 특정 위치를 표시하는 기술
- 사용자의 카메라에서 획득한 이미지와 기존에 누적된 이미지 데이터베이스와 비교 매칭하여 위치를 추정하는 기술과 공간에 설치된 CCTV 등의 카메라에서 획득된 이미지에서 머신 러닝을 통해 특정 대상을 추적하는 객체 인식 기술이 활용

| 그림 14. 이미지 매칭 기반 실내 위치 기술 |



※ 출처 navvis.com

## // 실외 무선측위 기술

- ★ 실외 무선측위에 사용되는 주요 기술들은 이동통신 기지국, LPWA, GPS 등이 있으며, 스마트폰과 IoT 기술이 발전함에 따라 서비스 응용 기술 개발에 대한 관심이 높아짐
- ★ 측위 대상 범위에 제한이 없으므로 서비스 비용의 문제로 새로운 하드웨어를 구성하는 것 보다는 기존의 무선 통신 인프라를 최대한 활용하는 연구가 활발함
- ★ 실외 측위 적용 분야
  - 차량, 보행자, 대중교통 등을 이용하여 출발지와 목적지 사이의 최적 이동 경로와 소요 비용 등을 안내하는 서비스가 스마트폰 필수 앱으로 자리잡음
  - 아동의 미아 방지와 노약자 안전 관리를 위해 스마트폰, 스마트밴드 등의 위치 확인과 SOS구조신호 정보 등 사회 안전망 서비스에 활용됨
  - 사용자 주변의 편의 서비스, 할인 점포, 관광정보 제공 등 실물경제와 전자상거래를 연계하는 O2O(Online to Offline)산업에 활용됨
- ★ 각 측위 기술은 특성에 따라 다양한 형태의 응용 서비스로 개발되며, 서로 다른 특성의 측위 기술을 융합하여 측위 범위 및 정밀도를 상호보완하는 연구가 진행되고 있음

### 1) 이동통신 기지국 기반 측위 기술 동향

- ★ 휴대폰의 보급과 함께 개발된 측위 기술로, 단말기가 통신하고 있는 기지국의 위치 정보를 이용하는 개념을 기반으로 하므로 위치 정확도는 낮지만 보급률이 높음
- ★ 통신 기지국의 ID 정보를 활용하는 Cell-ID 측위 기술을 사용하며, 최근에는 측위 정확도를 높이기 위한 enhanced Cell-ID를 활용함

#### 가) Cell-ID 측위

- 사용자의 단말기가 포함되는 통신망 기지국의 위치를 사용자의 위치로 판단하는 방식으로, 별도의 장치 구성 변경이 필요 없기 때문에 가장 기본적으로 사용되는 측위 방식임
- 통신망 기지국의 ID로 이미 파악된 위치를 사용자 단말의 위치로 인식하므로 ID만으로 정밀한 측위는 어렵고, 해당 지역의 기지국 분포에 따라 수백 미터 이상 오차가 발생할 수 있음

#### 나) Enhanced Cell-ID 측위

- 기본적으로 cell-ID 방식을 사용하고 추가적으로 통신 환경의 정보들을 활용하여 측위 결과를 보정함
- 단말기의 신호세기, 타 기지국 ID와 중첩, 전파 송수신 방향 등 다양한 정보를 기반으로 추정 위치를 보정함

#### 다) 이동통신 기지국 기반 측위 기술 서비스 적용 사례

## ★ 사회 안전망 서비스

- 사용자의 동의하에 보호자에게 현재 위치를 제공하거나, 사용자가 SOS 구조 요청 신호를 발송하는 위급 상황시 안전 관리 서비스에 활용됨
- 웨어러블 디바이스의 발전으로 신체 건강 정보를 함께 활용하여 기본적인 응급 상황을 미리 알리는 방식으로 발전되고 있음

## ★ 전자 상거래 O2O 확장 서비스

- 인터넷과 스마트폰 보급으로 상거래 중심이 온라인으로 확장되며 기존 오프라인 서비스에 대한 정보가 상대적으로 접근이 어려워진 현상을 보완함
- 사용자가 필요로 하는 주변 상점 정보, 상거래 패턴, 지역 관광 정보를 제공하여 오프라인 주변 환경에 대한 접근성을 향상함

## 2) LPWA(Low-Power Wide-Area) 기반 측위 기술 동향

- ★ LPWA는 사물인터넷(IoT)을 구성하는 10km 이상 범위의 저전력 광역 통신기술로서, 저전력, 저가 단말기, 낮은 구축비용, 안정적인 커버리지, 대규모 접속 등, 기존 가정용 LAN이나 이동통신과는 다른 필요에 의해 등장함
- ★ 국내 이동통신 대표업체들이 사물인터넷에 적합한 통신망을 구축 중으로, 기술별 활용 방안 및 서비스 방식의 차이로 인해 서로간 주도권 경쟁이 진행 중이며 대표적인 기술로 SK텔레콤의 LoRa와 KT/유플러스 NB-IoT가 있음

## 가) NB-IoT

- KT와 유플러스는 기존 LTE망을 활용하는 NB-IoT를 활성화 시키는데 집중하고 있음
- NB-IoT는 LTE-M보다 느리지만 LoRa보다 빠르며, 국제표준화단체 3GPP가 표준 규격을 개발 완료하여, 망 업그레이드만으로 서비스가 가능하기 때문에 신규 인프라 구축에 따르는 비용을 절감하며 표준 기반의 상용 서비스 안정성이 강점임

## 나) LoRa

- SK텔레콤은 LoRa망을 구축 및 이후 NB-IoT까지 복합적인 망 서비스를 제공하는 전략을 취함
- LoRa는 비면허 주파수 대역을 사용 및 로밍 표준화를 통해 세계 시장 서비스에 강점이 있을 것으로 예상되며 저렴한 초기 구축비용과 모듈 가격 덕분에 가격 경쟁력을 갖추고 150개 도시에서 상용망 운영 중

## 다) 기타 LPWA 기술

- 와이선(Wi-SUN)은 이동 통신망에 국한되지 않고 지자체 수준의 자가망 형태 구축으로 서비스되며, IEEE 802.15 표준 기술일 이용해 검침 분야 등 잦은 데이터 전송이 요구되는 분야를 타겟으로 함

- Sigfox는 2009년에 프랑스에서 개발된 기술로, 비면허 대역의 UNB(Ultra Narrow Band) 기술로 가장 먼저 상용 서비스를 제공하여 많은 파트너사를 보유하고 있으나, 표준화 및 글로벌 기술 트렌드와의 호환 문제 등, 해결 과제가 있음

| 표 1. LPWA 기술 경쟁 현황 |

구분	NB-IoT	LoRA	와이선	Sigfox
전파도달거리	~15km	~10km	~5km	~12km
주파수 대역	면허대역	비면허대역	비면허대역	비면허대역
통신속도	~150kbps	~10kbps	~300kbps	~100bps
표준화	3GPP Ret.13	비표준	IEEE 표준화	비표준
배터리 수명	~10년	~10년	~ 15년	~10년
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>LTE망 업그레이드만으로 서비스 가능</li> <li>신규 인프라 구축 비용 절감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>저렴한 초기 구축 비용</li> <li>국가별 주파수가 거의 동일하여 로밍에 강점</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>낮은 지연 속도, 다중 통신 경로 제공하는 메시 네트워크 기반</li> <li>확장성, 펌웨어 업그레이드 용이성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>저렴한 모듈·칩가격</li> <li>간단한 데이터를 주고 받는 소물인터넷 서비스 영역이 주된 사용처</li> </ul>

※ 출처 각 통신사 제공

### 3) GPS기반 측위 기술 동향

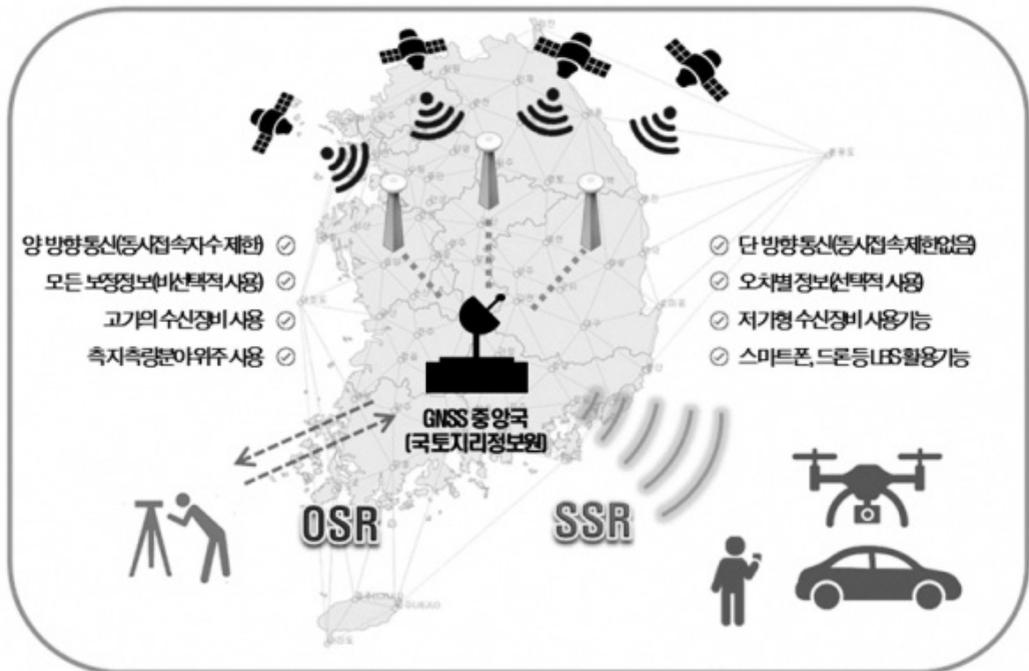
- ★ GPS는 본래 미국의 군사 목적으로 개발되었다가 다양한 분야의 활용성 증가로 민간에 개방된 측위 기술임
- ★ 스마트폰이 대중화되기 전에는 차량, 선박 등의 현재 위치와 이동 경로를 측정하는 네비게이션 전용 단말로 주로 활용되었으며, 이후 이동통신망 기반 측위와 연계하여 다양한 위치 기반 서비스에 활용됨

#### 가) SSR(State Space Representation, 상태공간보정) 기반 측위

- 기존에 정밀 측량 분야에서 지상의 국토지리정보원 기지국의 정보를 추가 이용하여 GPS 오차를 수 cm 수준으로 보정하는 OSR(Observation Space Representation, 관측공간보정) 기술이 무상 서비스로 제공되어 왔으나, 고가의 전용기기가 필요한 전문가용 서비스로 이용되었음

- SSR 위치보정정보 서비스는 전국의 위성기준점으로 수집 및 생성한 보정정보를 오차 요인별로 구분해 제공하는 방식으로, 스마트폰 등 저가의 일반 위치결정용 단말기에도 적용 가능해 일반 사용자의 위치 정보 제공에 적합한 방식임

| 그림 15. OSR 방식과 SSR 방식의 차이점 |



※ 출처 국토교통부 국토지리정보원

나) GPS 측위 기술 서비스 적용 사례

- 스마트폰, 차량 내비게이션 등 소형 측위 단말기에 가장 기본적으로 이용되어 사용자의 위치 정보를 제공함
- 최근에는 자동차 기업들과 IT 기업들을 선두로 하여, 기존 GPS 정보와 함께 3D 이미지 및 거리 측정 가능한 라이다와 레이더, 초음파 및 이미지 센서 등의 측위 신호를 복합 처리한 자율주행 자동차 기술 개발을 경쟁 중임

## 4. 시사점 및 정책 제언

### /// 시사점

- ★ 전 세계에서 공통적으로 사용되는 GPS 기반의 실외 무선측위 기술과는 달리, 실내 무선측위기술의 경우 다양한 기술이 난립하고 있지만, 위치정확도 확보를 위해 아직 해결해야할 기술 요소가 많으며 대표적인 실내 측위기술의 표준은 없음
- ★ 최근 실내 무선측위기술이 스마트폰 기반 서비스에서 RTLS영역으로 확장되는 등 고정밀 위치데이터를 기반으로 한 위치기반서비스 시장의 요구가 확대되고 있으며, 이에 맞춰 새로운 방식의 실내 무선측위 기술들이 제안되고 있음
  - WiFi 측위기술의 경우 기존의 한계점이었던 측위정확도가 개선된 RTT를 이용한 새로운 방식이 등장함
  - BLE 측위기술의 경우 측위정확도가 개선된 AoA방식의 측위기술이 등장함
  - 해당 기술들은 기존에 주로 스마트폰 기반 서비스 영역이었으나 성능개선과 함께 가격적인 진입장벽을 낮추고 호환성이 강화되어 RTLS영역으로 확장되면서 해당 시장에서 좋은 반응이 예상됨
- ★ 특히 산업현장에서의 무선측위 기술을 통한 실시간 위치추적에 대한 수요가 증가하지만, 상용화를 위해선 AP, Tag 디바이스의 추가 통신인프라 도입비용 절감, 위치데이터 신뢰도 확보를 위한 현장 통신특성 극복 등 고려해야 할 사항이 많음
  - 안전·안심 분야에 대한 사회적 관심과 스마트한 산업현장 구축의 요구가 늘어감에 따라, 위치기반 인원 안전관리와 산업 자산관리의 수요가 폭발적임
  - 그러나 기존 인프라를 사용하는 경우 위치데이터의 정확도가 낮고, 새로운 방식으로 제안된 기술은 최근에서야 칩셋이 상용화되는 등 기술 도입기에 있음
  - UWB 측위기술이 위치정확도가 가장 높지만, 인프라 구축비중이 다른 통신방식에 비해 커 시스템 도입비용이 부담스러운 편이며, 현장 상황에 따라 제한적인 적용이 불가피할 수 있는 등이 아직 서비스 상용화에 걸림돌로 작용함
- ★ 각 측위기술의 장단점 및 특성이 다르기 때문에 측위기술의 도입 목적과 요구 성능에 따라 적합한 기술이 선택되거나, 최근에는 하나의 측위 기술을 이용하기 보다는 기존 인프라를 활용한 측위 기술들을 복합적으로 사용하여 위치데이터의 정확도를 높이는 복합측위 기반 서비스가 적극적으로 활성화 요구되고 있음
- ★ 다양한 분야에 무선측위 기술이 활용되고 있으나 아직은 측위정확도와 비용 등의 이슈로 성공적으로 시장을 창출하지 못했으나 최근 기술발전과 시장의 니즈를 살펴보면 미래 핵심기술로 성장할 가능성이 큰 분야임

### /// 정책 제언

- ★ 기존 인프라를 사용하는 실외 무선측위 기술과 달리, 실내 무선측위 기술은 추가 인프라 구축이 진입장벽인 바, 기존 인프라를 그대로 활용 할 수 있는 기술 개발이나, 최신 기법이 적용된 통신 인프라 지원 확대가 필수적임

★ 무선측위기술 자체에 대한 R&D도 중요할 수 있지만 해당기술은 여러 분야에 거쳐 사용되는 요소기술 성격이 강하므로 사업화를 염두에 둔 응용영역의 R&D 사업 정책의 일환으로 무선측위를 전제로 한 사업화 트랙 등 신설 검토 필요

[참고문헌]

1. “Indoor positioning technologies”, Rainer Mautz(2012), ETH Zurich
2. “국내·외 LBS 산업 동향 보고서”, 한국인터넷진흥원(2017)
3. “측량용 위치보정정보→ 일반 위치기반서비스로 ‘확대’”, 국토지리정보원(2019)
4. “실내위치인식 기술 및 서비스 개발 동향”, 박상준(2017) 한국통신학회지(정보와통신)
5. “실시간 위치 추적 시스템 시장”, 연구개발특구진흥재단(2018)
6. “위치 기반 서비스의 최근 동향”, 김광열 외(2011) 한국통신학회지(정보와통신)
7. “Bluetooth Direction Finding, A technical Overview”, Martin Wolley(March 2019), Bluetooth SIG
8. “Bluetooth Core Specification v5.1, Feature Overview”, Martin Wolley(Jan2019), Bluetooth SIG

[국내외 주요 기술개발 현황]

연구기관명	프로젝트명	개요	연구기간
애플 (미국)	○ iBeacon	○ BLE 기반 실내 측위 시스템으로서 WiFi와 유사한 신호 특성을 이용하여 이동성을 높인 측위 전용 기술	2013
구글 (미국)	○ Geolocation	○ 단말의 주변 인프라를 스캔하여 서버에 측위를 요청하고, 서버에서 추정 위치를 획득하는 웹 기반 서비스	2007
원현 공과대학교 (독일)	○ Large Scale Direct Monocular SLAM	○ 연속 입력되는 영상을 사용한 실시간 위치 인식 및 지도 제작 기술로 영상의 모든 정보를 사용함	2014
KDDI (일본)	○ 실공간 투시 휴대폰	○ GPS와 지자기 센서를 활용하여 모바일 AR 및 3D 이미지 영상에 에어태그를 표시하는 지구 앨범 서비스	2009