

# 발명의 명칭 : 실내 위치 측정 방법, 서버 및 시스템

---

2017.01.12.

# 선행기술과의 차별성(자체 선행기술검토 요약)

- 선행특허와의 대비
- 선행기술과의 대비

	선행기술내용	본 발명에 대한 기술요약	본 발명의 차별성
<p>METHOD FOR LOCALISATION AND MAPPING OF PEDESTRIANS OR ROBOTS USING WIRELESS ACCESS POINTS (공개번호:US20150031390, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PDR 및 Wifi를 이용하는 방법 기재됨. 파티클 필터에 관한 방법도 기재됨.</li> <li>• probability distribution of the wireless access points for each particle 이 업데이트 되는 기술도 기재됨.</li> <li>• 알고리즘에 관한 내용이 상세하게 기재됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실내 측위와 관련하여 기존의 혹은 현재 실용화가 진행되고 있는 기술은 wifi와 PDR을 결합하는 것임. Wifi의 경우는 신호세기를 사전에 측정하여 radio map을 구축하고, 이를 이용하여 측위하는 형태임.</li> <li>• 좌측의 선행 특허는 wifi와 PDR의 결합에 있어, particle filter를 사용하는 것으로, 현재 까지 가장 뛰어난 성능을 나타내는 필터임.</li> <li>• 우리의 제안 방법은 wifi 신호세기(RSS)를 이용하는데 있어, 이를 pattern화 하는 것임. 아직까지 이러한 기술은 보고된 바 없음.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존 기술은 측정된 wifi와 radio map을 비교하는데 있어, one-shot data 즉 현재 측정된 데이터를 기준으로 일치성을 비교하는 형태였음.</li> <li>• 제안 기술은 측정된 wifi와 radio map을 비교하는데 있어, pattern data, 즉 일정시간동안 측정된 RSS의 전체 패턴을 비교하는 형태임.</li> <li>• 패턴을 비교하기 때문에, 그 radio map과의 일치성을 비교하는데 훨씬 유리하고 효과적임.</li> </ul>

PDR : Pedestrian Dead Reckoning

RSS : Received Signal Strength

- 최근 실내 위치 인식 추적기술은 스마트폰의 보급 확대와 더불어 실내 네비게이션, 위치 기반 광고서비스, 소셜 네트워크 서비스 등 민간분야에 적용되고 있을 뿐만 아니라 요구조사(예, 신고자)의 긴급구조서비스 및 구조자(예, 소방관, 경찰관 등)의 현장위치 모니터링 등 공공분야로 적용분야가 확대되는 추세임.

Indoor Personal Nav.



Indoor Drone



Safety



Service Robot

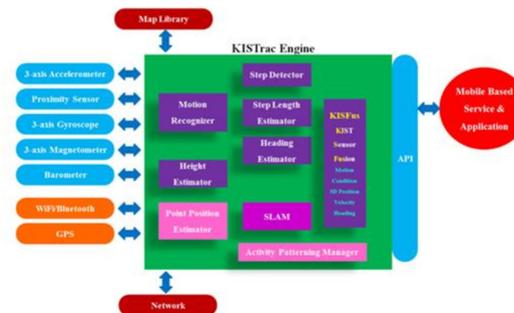


Indoor AR/VR



## KISTrac(KIST position Tracking Engine)

KIST의 위치정보 플랫폼

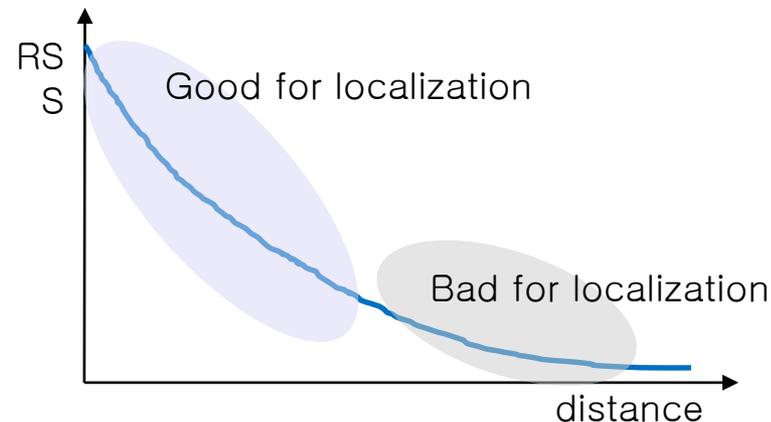


Indoor LBS



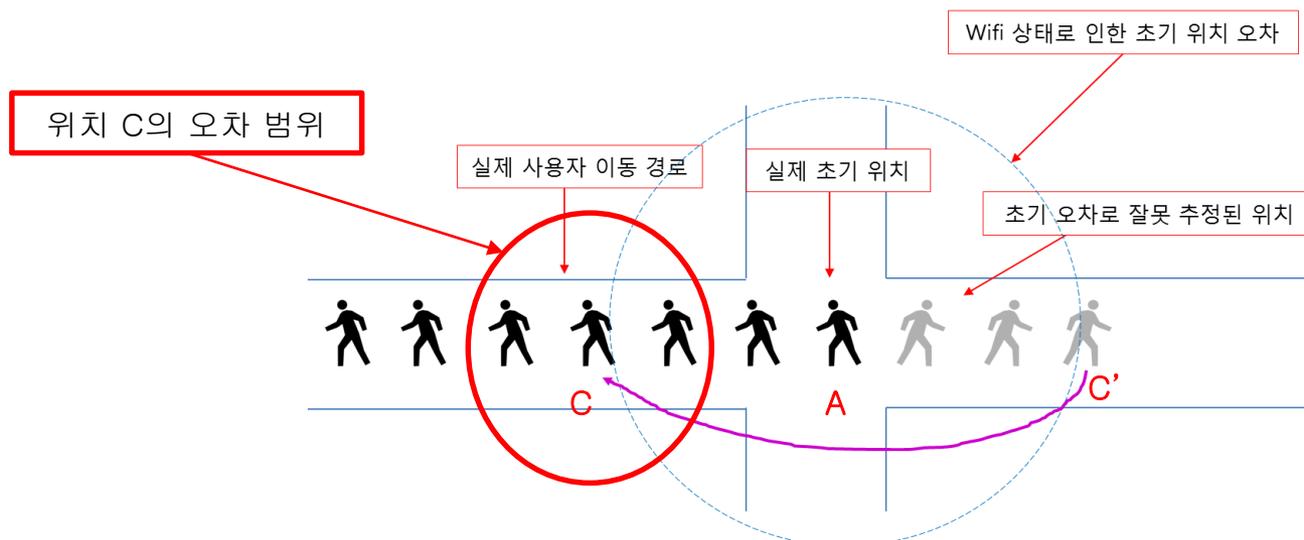
Seamless 3D Location  
Motion / Activity / Condition  
Velocity / Acceleration  
Heading

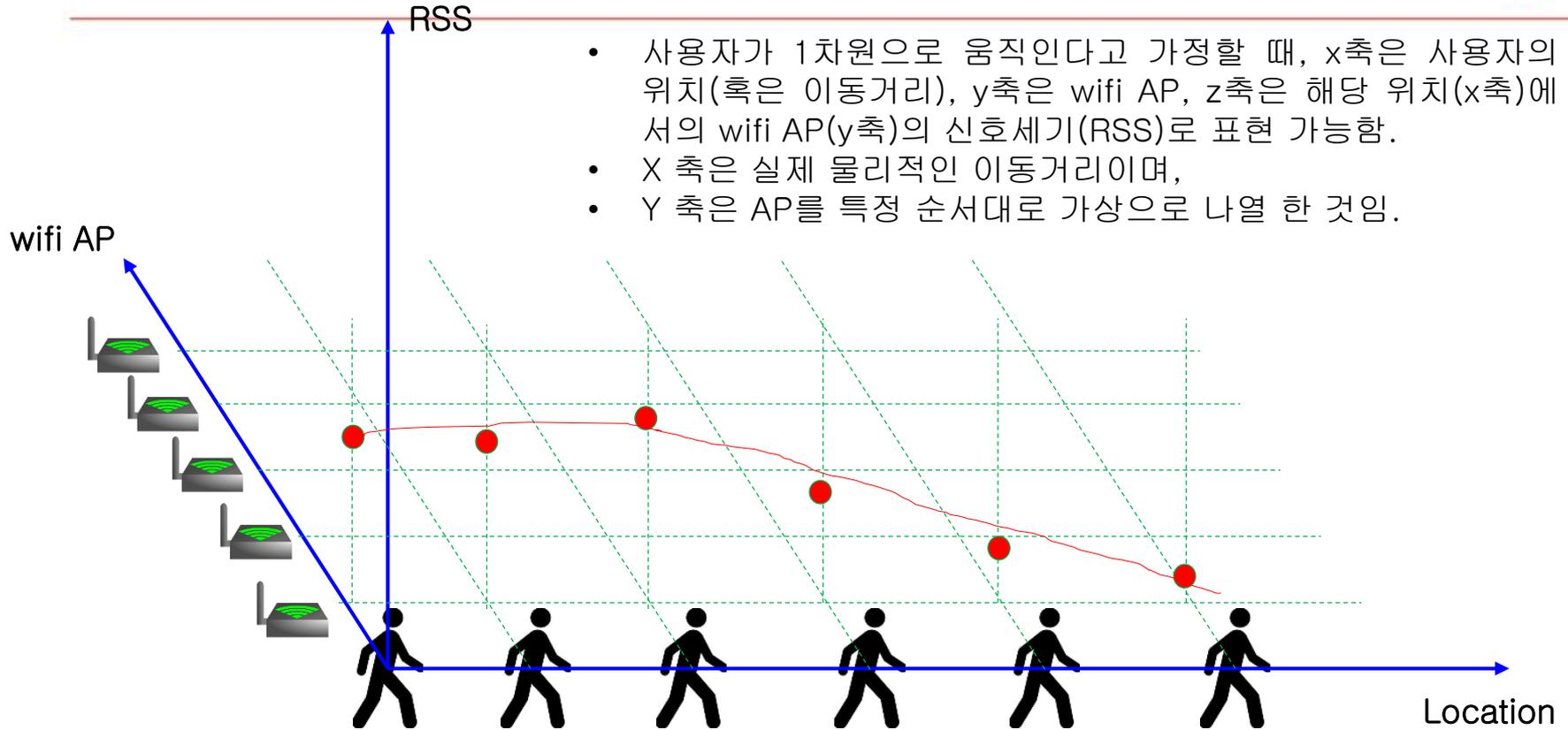
- PDR(Pedestrian Dead Reckoning)은 속도를 누적하여 위치를 추정하는 기술이기 때문에, 상대위치만 추정 가능하며, 절대적인 위치나 헤딩에 대한 추정이 불가능함.
- 따라서 사용자의 초기 헤딩 및 초기 위치 오차는 전체 성능에 매우 큰 영향을 미침. PDR은 사용자의 초기 헤딩 및 위치를 기준으로 적분을 통해 위치 추정함.
- 사용자의 초기 헤딩 및 초기 오차는 wifi에 크게 의존하고 있음.
- PDR은 비교적 정밀하나, wifi로 추정한 사용자의 초기 방향 및 위치 오차가 클 경우, PDR의 장점을 살리는 것이 불가능함. 즉 wifi로 추정한 초기 치에 대해 PDR은 상대적인 정밀한 값을 더하거나 빼는 형태임. PDR만으로는 wifi로 추정한 초기 오차를 제거하는 것이 불가능함.
- 기본적으로 wifi나 bluetooth AP 혹은 비콘의 개수가 적어지나, AP 신호강도가 약할 경우 측위 정확도 저하됨. 즉 거리에 따라 RSS가 변화해야 하는데, 이 변화폭이 적어지면 위치에 따른 변별력이 떨어지게 됨.
- 이러한 이유로 복도 보다는 홀에서 측위 정확도에 대한 문제 발생함. 보통 홀에는 AP 등을 설치하기가 쉽지 않음.
- 현재 WiFi/BT 등이 안좋은 지역에 대해 뚜렷한 해결책 없음. 이러한 이유로 미국 FCC에서 규정한 e-911에는 긴급전화 시, 위치 정확도 요구조건이 수직 3m, 수평 50m 임.



- 현재 WiFi/BT 등 신호세기(RSS : Received Signal Strength) 기반의 측위시스템의 경우, 측위오차에 대한 오차범위 설정이 쉽지 않음. 이로 인해 현재 내 위치 오차에 대한 추정(error boundary)이 어려움.
- 현재는 WiFi/BT의 AP 개수 및 실내 환경 조건에 따라 그 상태가 달라지며, 상태에 따라 측위 정확도가 크게 영향을 받음.
- WiFi/BT의 AP 개수 및 실내 환경 조건과 상관없이 측위 성능에 대한 확보가 필요함.

- 일반적인 상황에서도 아래 그림처럼 localization 가능함.
  - 사용자는 A 위치에서 C 방향으로 이동함.
  - 오차로 인해 사용자는 반대방향(C'방향)으로 이동하는 것으로 추정됨.
  - 오차 범위를 넘어설 경우, 현 위치가 잘못되었음을 자동 인지하고, C'에서 C로 위치 이동함.
- 단 초기 오차로 인해 잘못 추정하다가 초기 오차 범위를 넘어서면서, 실제 위치로 점프하게 되는데.. **현실적으로는 C' 위치에서 C 위치로 움직일 때, C로 바로 움직이는 것이 아니라 C의 오차 범위 안으로 움직이게 됨.**
- 이렇게 되는 이유는 기본적으로 **현재의 indoor localization 기법이 one-shot data에 기반하기 때문임.** 즉 C의 위치를 계산하는데 있어, 그 앞에서 측정했던 측정치들을 대부분 이용하지 않음. (PDR은 어차피 적분 시스템이기 때문에 당연히 앞의 상황이 반영되나, wifi/BT/magnetic은 반영되지 않음)
- 제안 기술은 그 전 상황의 PDR, wifi/BT/magnetic 측정치를 갖고 있는 상태에서 이를 fingerprint DB와의 패턴비교 (pattern matching)를 통해 C의 위치에서 사용자의 위치를 가능한 정확하게 추정하고자 하는 것임.

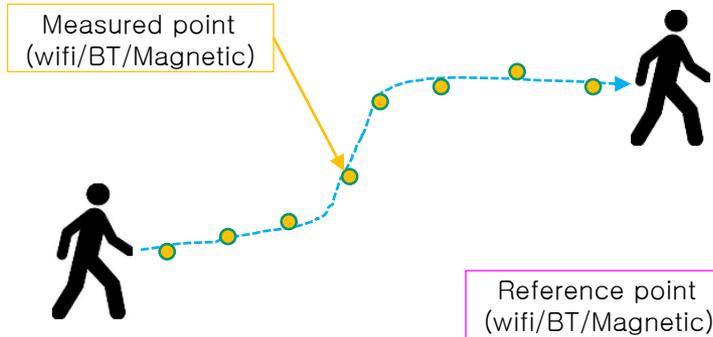




- 사용자가 1차원으로 움직인다고 가정할 때, x축은 사용자의 위치(혹은 이동거리), y축은 wifi AP, z축은 해당 위치(x축)에서의 wifi AP(y축)의 신호세기(RSS)로 표현 가능함.
- X 축은 실제 물리적인 이동거리이며,
- Y 축은 AP를 특정 순서대로 가상으로 나열 한 것임.

- 사용자가 움직이면, 사용자의 위치에 따라 wifi AP의 신호 세기가 변동하게 됨.
- 한 지점(one-shot data)에서는 다양한 특성 변화로 인해 오류가 있을 가능성이 높아지나, 다양한 지점에서 확보한 데이터는 전체 신호의 경향성을 대변할 수 있음. 즉 붉은 점 하나 하나는 여러 원인으로 인해 오차를 포함하나, 붉은 점들이 이어진 선의 경우, 전체 패턴을 파악하는 데는 문제가 없음.
- 이를 현재 측정되는 전체 AP에 대해 적용하면 사용자의 이동에 따른 누적된 wifi 신호의 패턴이 생성됨.

- 사용자의 위치를 실시간 추정하는 결과가 비록 틀렸다 할지라도 기본적으로 사용자는 아래 데이터를 갖고 있음.

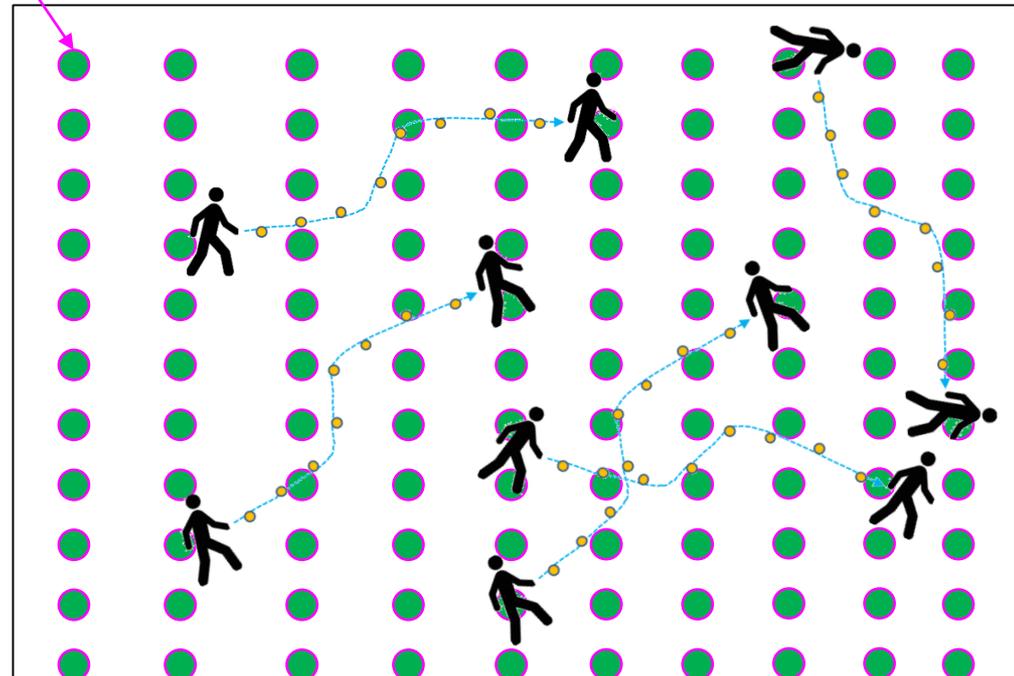


## 사용자의 측정치

- PDR을 통해 얻은 상대적인 이동 궤적 → 비교적 짧은 이동이기 때문에 PDR 위치의 정확도는 매우 높다고 가정할 수 있음
- 이동하면서 생성된 reference points와 해당 지점에서의 wifi/BT/Magnetic 측정치

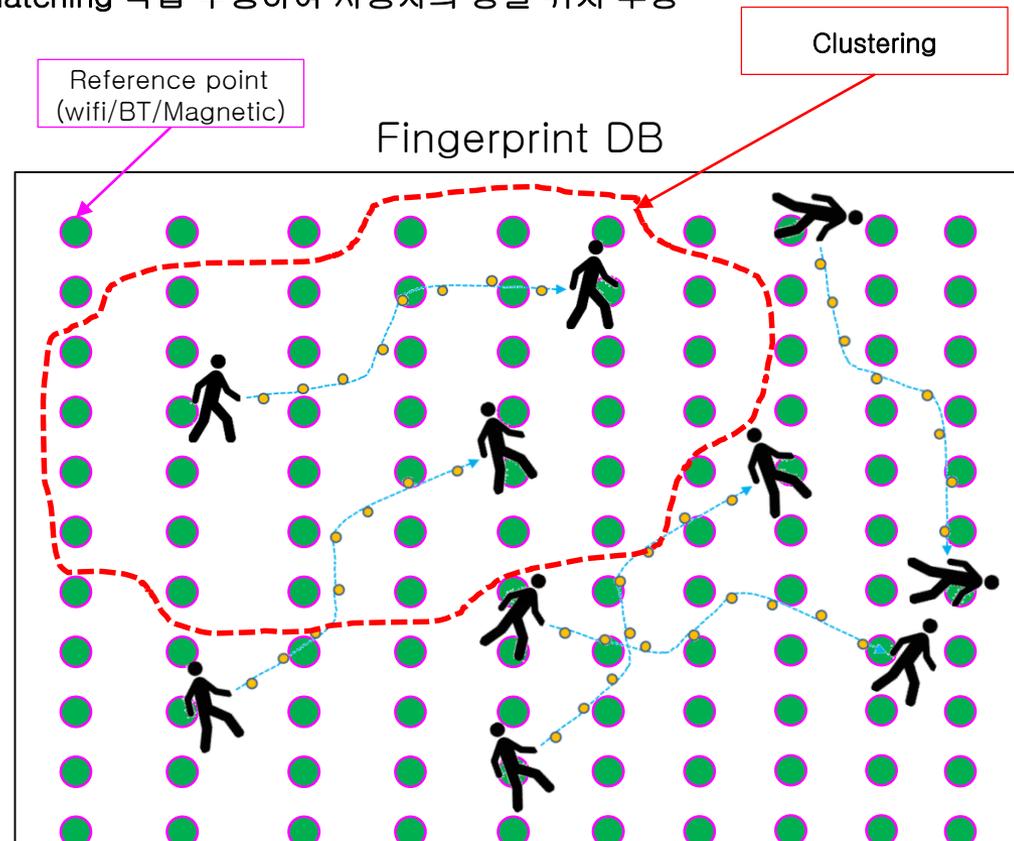
- 우측 그림처럼 사용자의 상대적인 측정값은 fingerprint DB의 어느 곳과 matching이 될지 모르나, 가장 최적의 위치쪽으로 매칭이 될 것임.
- 경우의 수가 많을 수도 있으나, cluster의 개념으로 접근하면, 경우의 수를 상당히 낮출 수 있음.

## Fingerprint DB



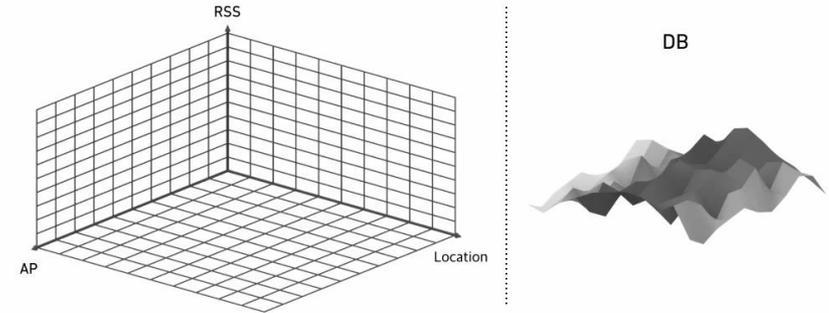
- 사용자의 움직임에 따라 가변적인 cluster를 구성하고, 이를 기반으로 아래의 프로세스를 통해 패턴 데이터로 위치를 보정할 수 있음.
  - 프로세스1 : 사용자의 실시간 추정 위치를 통해 사용자가 어느 cluster에 있는지를 파악
  - 프로세스2 : 사용자가 존재하는 cluster를 기준으로 가변 clustering 수행
  - 프로세스3 : 가변 clustering을 통해 가능한 cluster 구성함.
  - 프로세스4 : 해당 cluster 내에서 정밀 pattern matching 작업 수행하여 사용자의 정밀 위치 추정

- 위와 같은 개념을 통해 사용자의 초기 위치 오차를 일정 시간 후에 제거할 수 있음.
- 해당 개념을 통해 wifi/BT/magnetic 등이 안 좋은 지역에서도 위치해의 성능을 높일 수 있음.
- 사용자의 realtime localization 모듈 외에 위의 오차 보완 모듈이 별도로 작동하면서 사용자의 위치를 지속적으로 보정해줄 수 있음.



DB

	AP0	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6	AP7	AP8	AP9
RP0	-65	-67	-65	-68	-82	-74	-86	-82	-100	-78
RP1	-60	-63	-61	-64	-78	-80	-90	-80	-88	-79
RP2	-61	-51	-53	-79	-77	-76	-90	-85	-88	-80
RP3	-59	-58	-49	-80	-67	-75	-85	-76	-88	-73
RP4	-59	-60	-51	-80	-68	-68	-81	-76	-90	-78
RP5	-64	-60	-43	-81	-70	-61	-83	-72	-83	-73
RP6	-64	-65	-49	-81	-62	-65	-88	-71	-83	-68
RP7	-65	-66	-48	-81	-65	-66	-80	-78	-83	-71
RP8	-68	-70	-39	-100	-58	-78	-80	-70	-83	-70
RP9	-76	-76	-47	-100	-64	-56	-78	-67	-81	-61



## 기존 기술

One-shot Data(순간 데이터) 기반  
 이전 데이터 사용 안함  
 위치해 튜는 현상 많음  
 인프라 의존성 심함

## 제안 기술

Pattern Data(윈도우 데이터) 기반  
 이전 데이터 사용  
 위치해 튜는 현상 적음  
 인프라 의존성 약함

데이터의 패턴을 보는 윈도우(데이터의 길이)를 조절하면,  
 전체적인 측위 성능에 대한 정량적 조절이 가능할 수 있음.

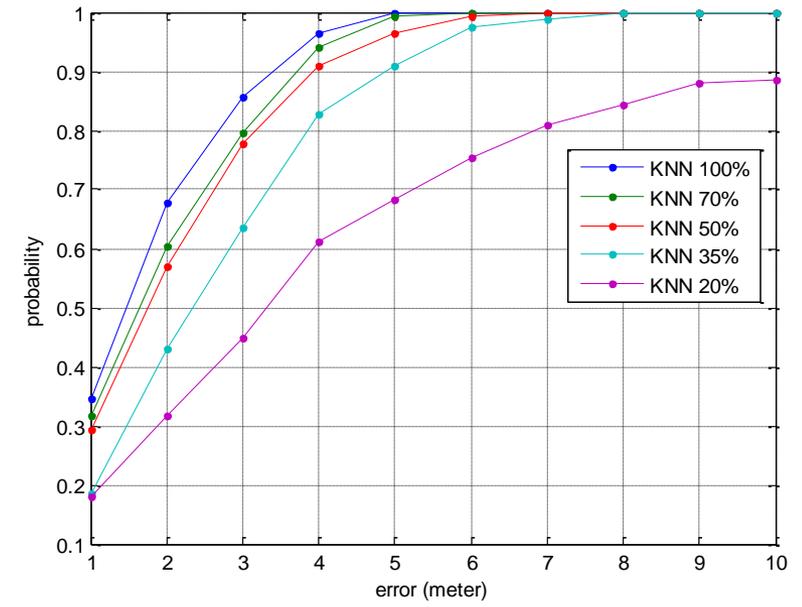
AP 100% 사용 vs. AP 20% 사용



Wifi AP의 개수에 따라 측위 정확도 크게 영향 받음

Case	Mean error (meter)	Maximum error (meter)	The number of Used AP
100%	1.64	4.52	70ea/38x58(m <sup>2</sup> )
70%	1.88	5.70	49ea/38x58(m <sup>2</sup> )
50%	1.96	6.28	35ea/38x58(m <sup>2</sup> )
35%	2.55	7.77	25ea/38x58(m <sup>2</sup> )
20%	4.93	40.3	14ea/38x58(m <sup>2</sup> )

## KNN only error CDF



뒤쪽 시험 결과는 모두 wifi AP를 20% 사용한 환경에서 이루어짐

- 기존 신호세기 기반 실내 측위 기술의 경우, 신호 환경이 좋지 않은 지역의 경우 정확도에 대한 보장이 되지 않음. 실제 정확도가 수 m 수준에서 수십 m 수준까지 변동
- KIST 제안 기술의 경우, 이에 대한 정량화 및 정확도 보장이 가능한 것으로 판단됨.
- 아래 시험 환경은 KIST L1. 기존에 설치된 85개 AP 중 14개 AP만 사용 → weak wifi 환경

www.Bandicam.co.kr

www.Bandicam.co.kr

기존 최고 수준 기술 : Particle Filter

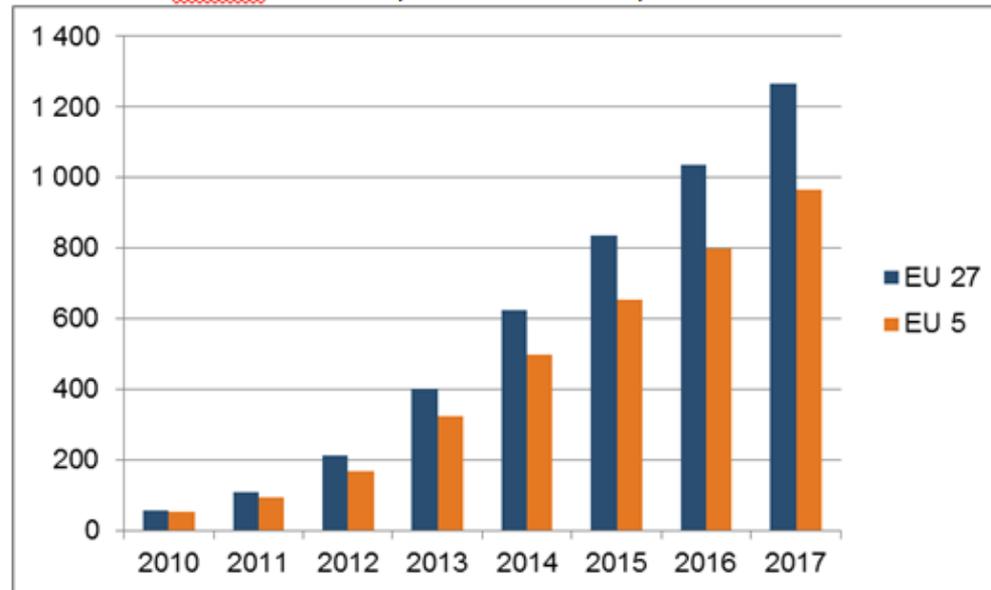
KIST 제안 기술 : Pattern Matching

# 기술의 시장적 측면

- 발명기술이 적용될 제품/서비스/환경
- 관련 제품/서비스/환경의 향후 발전 전망 및 시장규모
- 본 발명의 향후 시장점유 가능성 등

- 본 발명의 목적은 실내 측위에 있어, 기존 방식인 one-shot data 기반 fingerprinting 기법을 pattern data 기반 fingerprinting 기법으로 변화시키는 획기적인 기술임.
- 기존 방식의 한계(측위 정확도의 정량화 어려움. Weak wifi 환경에서 성능이 급격히 악화됨)로 인해 실내 측위 기술의 실용화가 어려운 상황에서, 본 기술은 이에 대한 확실한 대안이 될 수 있음.
- 특히 DB 업데이트, 디바이스 간 차이 보정 등 실제 환경에서 보이는 다양한 문제를 해결하는 중요 key가 될 수 있음.
- 본 기술은 모바일 디바이스의 실내 위치추적 및 위치기반서비스에 있어 매우 중요한 변화를 일으킬 수 있는 기술로, 아래 그림처럼 LBS 시장이 확대되는 상황에서 중요 기술이 될 수 있음.

Mobile LBS market revenues, EU-27 and EU-5\*, 2010-2017



Source: IDATE, Mobile LBS, June 2012

\* EU-5 include France, Germany, Italy, Spain & The UK

- 스마트 디바이스를 활용한 LBS 서비스는 많은 곳에서 요구되는 중요한 기술임
- 특히 구글, 퀄컴, 브로드컴 등 세계적인 IT기업, SKT, KT 등 국내 대기업에서도 큰 관심을 갖고 있는 기술임.
- 해당 기술이 현재 상용화가 제대로 추진되지 못하는 여러 이유 중 하나는 측위 성능의 정량화가 어렵고, wifi에 의존적인 성능 변화인데, 본 특허는 위의 약점에 대한 확실한 대안이 될 수 있음.
- 또한 본 기술과 같이 pattern 을 비교하는 측위 기술이 없는 바, 세계 최초 기술이라 할 수 있으며, 그 실용화 가능성이 매우 높다고 할 수 있음.
- 위의 상황을 고려해 볼때, 본 특허가 가지는 차별성은 큰 가치를 가지고 있음.
- 또한 본 기술은 전 세계적으로 동일하게 적용될 수 있는 기술로 해외출원이 필요함.
- 해당 기술에 대해 2017년 1월 31일 미국 캘리포니아 몬터레이에서 개최되는 ITM (International Technical Meeting) 2017에서 발표함.