

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"> • PDR 및 Wifi를 이용하는 방법 기재됨. 파티클 필터에 관한 방법도 기재됨. • probability distribution of the wireless access points for each particle 이 업데이트 되는 기술도 기재됨. • 알고리즘에 관한 내용이 상세하게 기재됨 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • 좌측의 선행 특허는 wifi와 PDR의 결합에 있어, particle filter를 사용하는 것으로, 현재 까지 가장 뛰어난 성능을 나타내는 필터임. • 우리의 제안 방법은 wifi 신호세기(RSS)를 이용하는데 있어, 이를 pattern화 하는 것임. 아직까지 이러한 기술은 보고된 바 없음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 기술은 측정된 wifi와 radio map을 비교하는데 있어, one-shot data 즉 현재 측정된 데이터를 기준으로 일치성을 비교하는 형태였음. • 제안 기술은 측정된 wifi와 radio map을 비교하는데 있어, pattern data, 즉 일정시간동안 측정된 RSS의 전체 패턴을 비교하는 형태임. • 패턴을 비교하기 때문에, 그 radio map과의 일치성을 비교하는데 훨씬 유리하고 효과적임.

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.



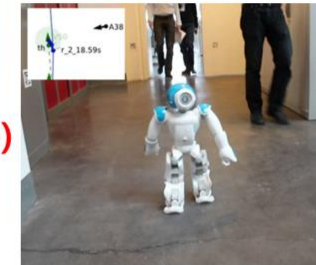
Indoor Drone



Safety



Service Robot

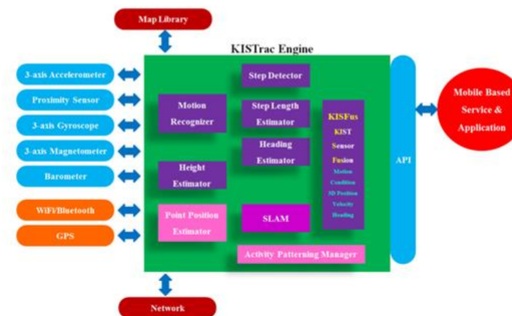


Indoor AR/VR



KISTrac(KIST position Tracking Engine)

KIST의 위치정보 플랫폼

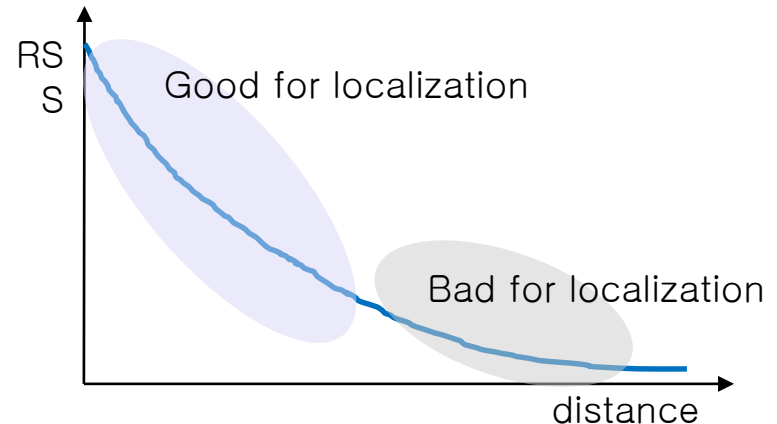


Indoor LBS



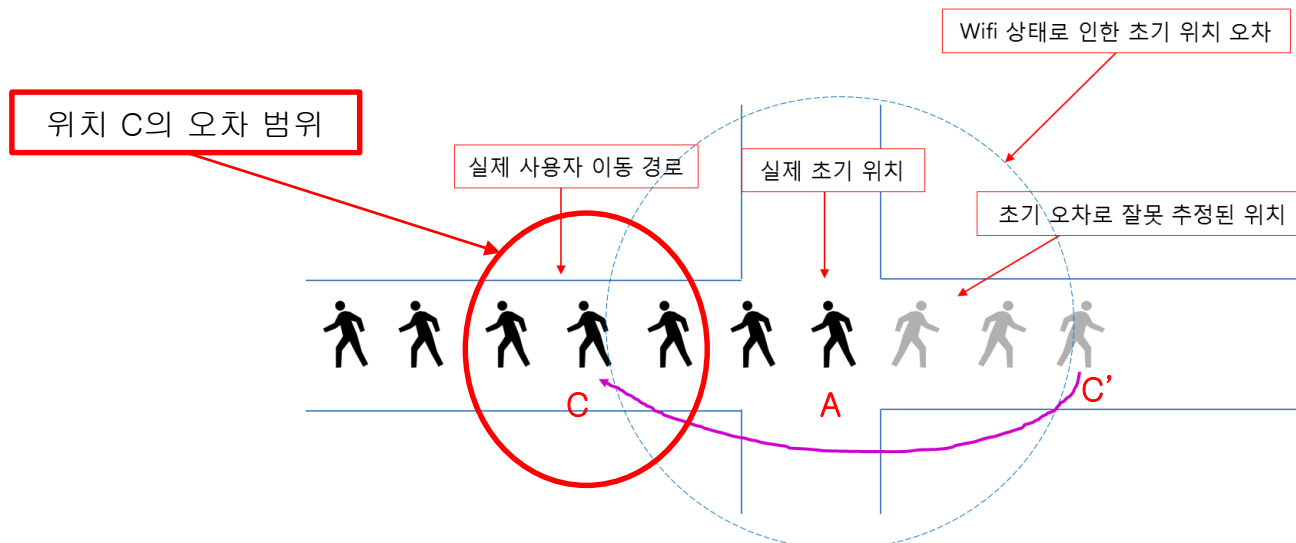
Seamless 3D Location
Motion / Activity / Condition
Velocity / Acceleration
Heading

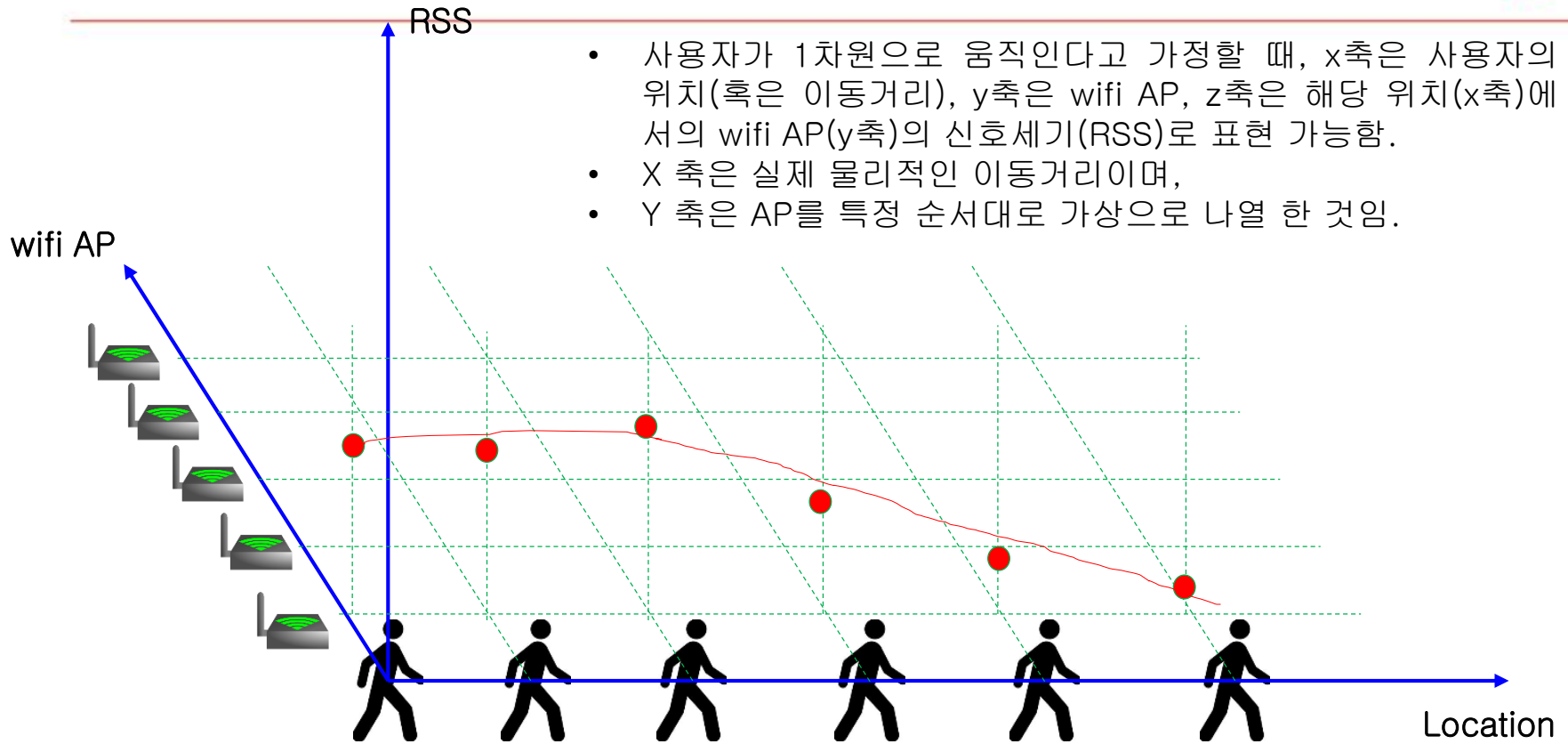
- PDR(Pedestrian Dead Reckoning)은 속도를 누적하여 위치를 추정하는 기술이기 때문에, 상대위치만 추정 가능하며, 절대적인 위치나 헤딩에 대한 추정이 불가능함.
- 따라서 사용자의 초기 헤딩 및 초기 위치 오차는 전체 성능에 매우 큰 영향을 미침. PDR은 사용자의 초기 헤딩 및 위치를 기준으로 적분을 통해 위치 추정함.
- 사용자의 초기 헤딩 및 초기 오차는 wifi에 크게 의존하고 있음.
- PDR은 비교적 정밀하나, wifi로 추정한 사용자의 초기 방향 및 위치 오차가 클 경우, PDR의 장점을 살리는 것이 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.

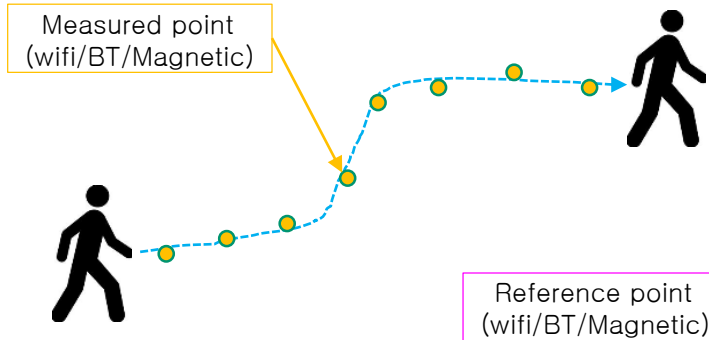




- 사용자가 1차원으로 움직인다고 가정할 때, x축은 사용자의 위치(혹은 이동거리), y축은 wifi AP, z축은 해당 위치(x축)에서의 wifi AP(y축)의 신호세기(RSS)로 표현 가능함.
- X 축은 실제 물리적인 이동거리이며,
- Y 축은 AP를 특정 순서대로 가상으로 나열 한 것임.

- 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.

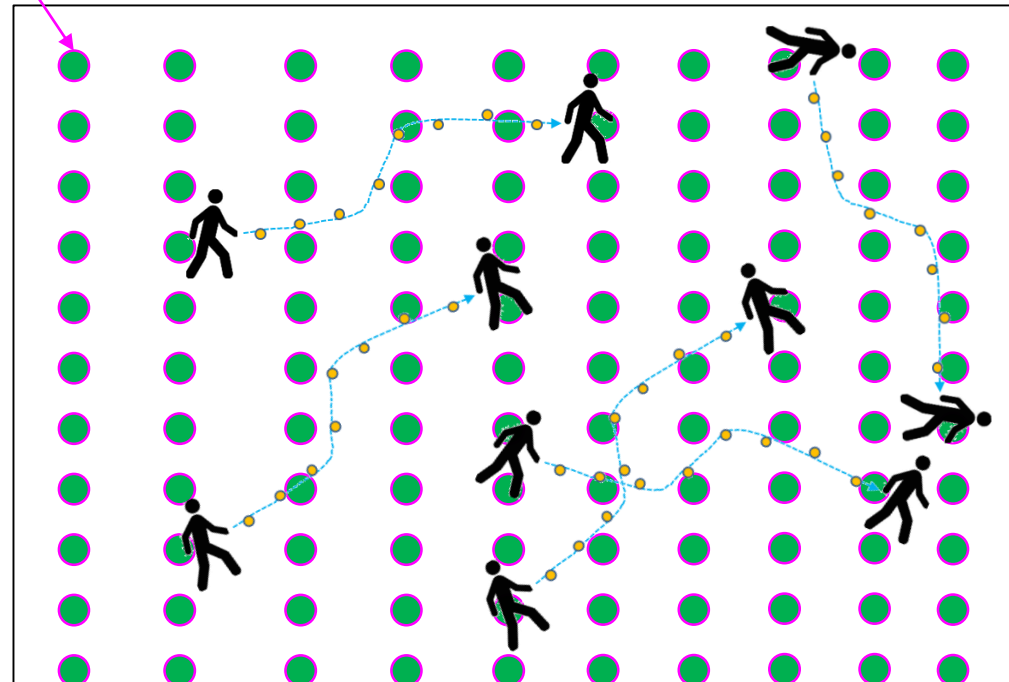


사용자의 측정치

- 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

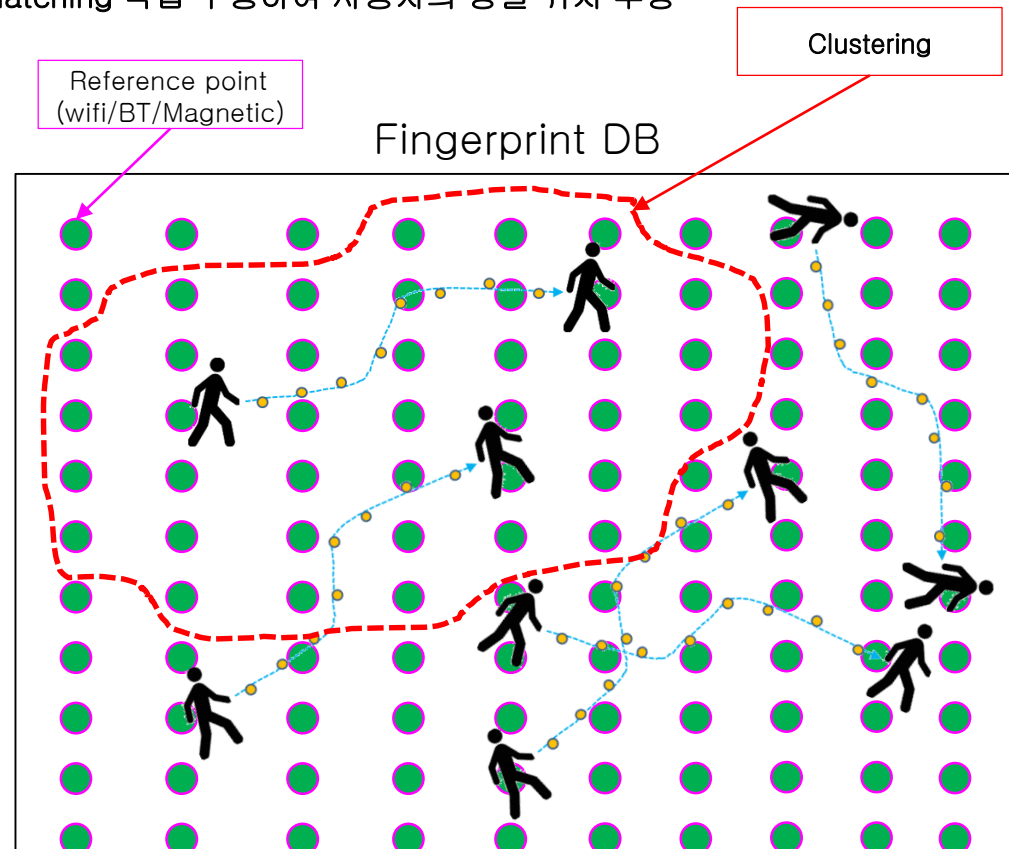
- 우측 그림처럼 사용자의 상대적인 측정값은 fingerprint DB의 어느 곳과 matching이 될지 모르나, 가장 최적의 위치쪽으로 매칭이 될 것임.
- 경우의 수가 많을 수도 있으나, cluster의 개념으로 접근하면, 경우의 수를 상당히 낮출 수 있음.

Fingerprint DB



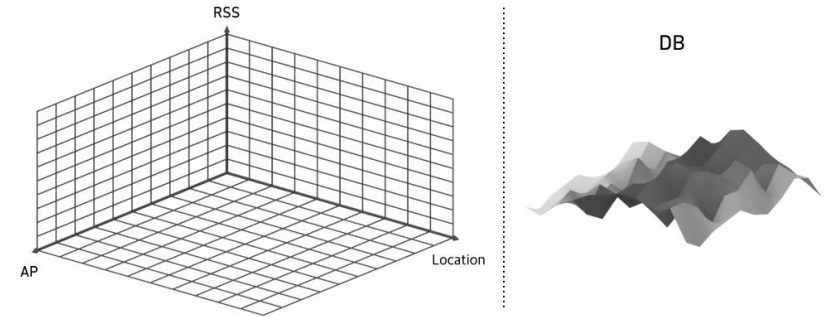
- 사용자의 움직임에 따라 가변적인 cluster를 구성하고, 이를 기반으로 아래의 프로세스를 통해 패턴 데이터로 위치를 보정할 수 있음.
 - 프로세스1 : 사용자의 실시간 추정 위치를 통해 사용자가 어느 cluster에 있는지를 파악
 - 프로세스2 : 사용자가 존재하는 cluster를 기준으로 가변 clustering 수행
 - 프로세스3 : 가변 clustering을 통해 가능한 cluster 구성함.
 - 프로세스4 : 해당 cluster 내에서 정밀 pattern matching 작업 수행하여 사용자의 정밀 위치 추정

- 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.

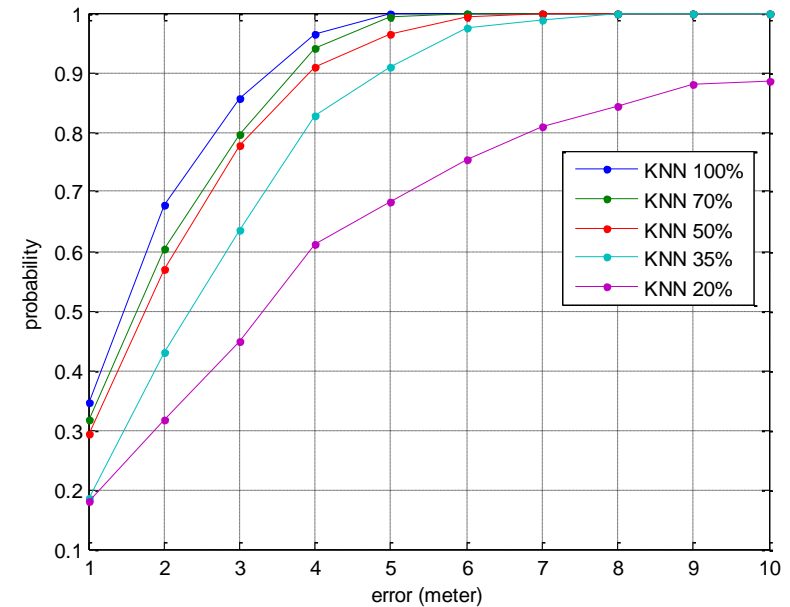
AP 100% 사용 vs. AP 20% 사용



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 ²)
70%	1.88	5.70	49ea/38x58(m ²)
50%	1.96	6.28	35ea/38x58(m ²)
35%	2.55	7.77	25ea/38x58(m ²)
20%	4.93	40.3	14ea/38x58(m ²)

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

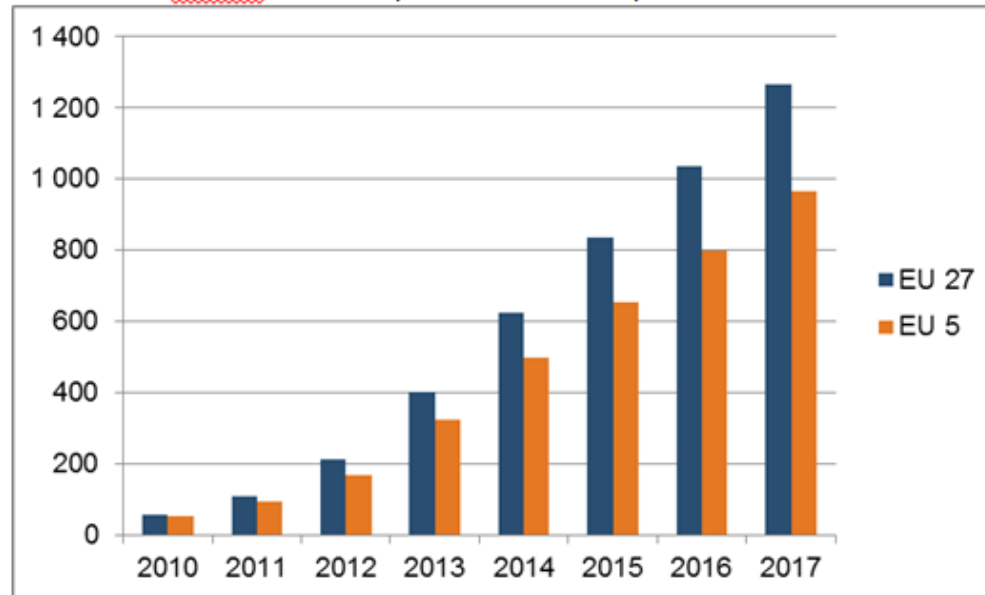
KIST 제안 기술 : Pattern Matching

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.