

실내외 연속측위 기술 동향

Technical Trend of Indoor/Outdoor Seamless Positioning

텔레매틱스, RFID/USN, GIS
융합기술 동향 특집

목 차

-
- I. 서론
 - II. 무선통신 기반 실내측위 기술
 - III. 무선통신 기반 실외측위 기술
 - IV. 무선측위 기술 분류
 - V. 결론

조영수 (Y.S. Cho)	측위시스템연구팀 연구원
조성윤 (S.Y. Cho)	측위시스템연구팀 선임연구원
김병두 (B.D. Kim)	측위시스템연구팀 연구원
이성호 (S.H. Lee)	측위시스템연구팀 선임연구원
김재철 (J.C. Kim)	측위시스템연구팀 선임연구원
최완식 (W.S. Choi)	측위시스템연구팀 팀장

본 고에서는 텔레매틱스/LBS용 실내외 연속측위를 위해 무선통신 기반 실내측위 및 실외측위 기술에 대하여 동향을 분석한다. 위치기반서비스에서 측위기술은 핵심·기반 기술로 오늘날 GPS가 그 중심을 차지하고 있지만 실내와 같은 음영지역에서는 새로운 방식의 측위기술을 필요로 하고 있으며, 무선통신 인프라 기반의 측위 기술이 연구되어 오고 있다. 실외에서는 CDMA 기반 무선측위 기술, 실내에서는 WLAN, UWB, 적외선, 초음파, RFID 등의 인프라를 이용한 무선측위 기술이 연구되고 부분적으로 상용화되고 있다. 그러나 아직 실내외 연속측위를 위한 기술은 개념적으로 설계만 되고 있으며 상용화를 위한 기반기술이 연구중에 있다. 본 고에서는 실내외 연속측위를 위해 실내측위와 실외측위로 나누어 각각의 기술 동향을 분석하고 이 기술을 구현하기 위한 무선측위 기술을 분류, 설명한다.

I. 서론

텔레매틱스(TELEMATICS: TELEcommunications and informatics)는 차량의 위치기반서비스를 제공하기 위한 측위, 서버, 단말, 통신 등의 기술이 통합된 산업으로 IT839 전략 중 8대 신규서비스와 9대 신성장동력에 포함되는 핵심 IT 산업이다. 또한 위치기반서비스(LBS)는 차량뿐 아니라 보행자를 위한 서비스로 점차 확대되고 있다. 여기서 측위 기술은 기존의 군용, 항해용으로만 사용되던 항법 기술이 상업용으로 전환되어 자리잡은 기술로 텔레매틱스/LBS 산업에서 핵심 기술 중 하나가 되었으며 향후 유비쿼터스 시대에 없어서는 안될 중요한 기술요소로 평가되고 있다.

현재 텔레매틱스/LBS 단말에서 사용되는 측위 기술의 중심에는 GPS가 자리잡고 있으며 차량용 연속 측위를 위해 DR (INS)/GPS 기술이 사용되고 있다. 그러나 관성센서는 GPS 수신기에 비해 고가이므로 산업활성화를 위한 시장을 고려해 고가의 단말에서만 사용된다. 또한 보행자를 위한 DR은 아직 정착되지 않은 기술로 현재 대학연구소를 중심으로 연구되고 있는 실정이다. 따라서 차량과 보행자의 연속적인 측위정보를 사용하여 단절없는(seamless) 위치기반서비스를 제공하기 위해서 다른 측위 매체를 고려할 필요가 있다.

통신망의 기지국으로 GPS 위성을 대신한 측위 기법이 연구되어 오고 있으며 이를 무선측위(wireless location)라 부른다. 무선측위의 선두주자는 CDMA 통신망을 이용한 것이며 대학연구소, 이동통신연구소, 통신관련사업 연구소 등에서 수 년간 연구되어 오고 있다. 그러나 현재 CDMA 통신망을 이용한 무선측위의 정확도는 E911의 요구사항인 FCC 99-245를 만족하지 못하고 있으며 AGPS 형태로 TTFF 개선, 미약신호 검출 등의 GPS 측위 성능을 향상시키기 위한 도움 역할로써 사용되고 있다. 그러나 CDMA 및 AGPS에 관한 지적재산권은 퀄컴사에서 독점하고 있으므로 이의 사용에 대한 기술로 지급 문제가 존재한다. 또한 실내측위를 위한 기술

로는 현재 부족함을 갖고 있다.

본 고에서는 실내외 무선측위를 위해 무선통신 인프라별 실내측위 기술에 대하여 장단점을 비교하며 기술하였다. WLAN 및 UWB, 적외선, 초음파 등의 인프라 기반 실내측위는 현재 많이 연구가 되고 있으며 그 연구 동향을 기술한다. 그리고 무선측위 기술로 실외측위가 가능한 CDMA 기반의 실외측위와 OFDM 기반의 실외측위에 대하여 기술한다. 특히 OFDM을 사용하는 WiBro는 국내 기술로 개발된 통신기술로 지적재산권을 국내에서 가지고 있으므로 기술로 지급 문제를 회피할 수 있다. 그리고 WiBro는 OFDM 기술에 의해 CDMA 보다 분해능이 좋으며 다중경로에 따른 페이딩 현상에 강한 장점을 갖는다. 그리고 마지막장에서는 무선측위의 기술을 분류하여 비교 설명한다.

II. 무선통신 기반 실내측위 기술

최근에는 적외선(diffuse-infrared), 초음파, RF, UWB, RFID 등의 다양한 무선통신 기술을 이용한 측위 기술이 활발히 연구되고 있다.

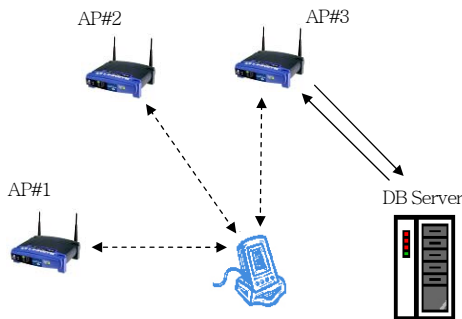
1. WLAN 기반 측위 기술

WLAN을 이용한 방식은 단말이 수신하는 RF 신호 강도(signal strength)를 측정하여 신호 감쇠로 인한 신호 전달 거리를 측정하여 위치를 계산할 수 있다. 이를 이용한 대표적인 시스템으로는 마이크로소프트사에서 개발한 RADAR 시스템[1], Ekahau[2], Intel의 Place Lab[3] 등이 있다. 이 중 Ekahau는 크게 manager, server, client로 구성되며 manager는 실내 WLAN 신호를 수집하고 측위모델

● 용어 해설 ●

무선측위 기술: CDMA, WLAN, UWB 등의 무선통신용 인프라를 사용하여 cell-ID 및 ToA, TDoA, AoA, fingerprint 기법 등을 통하여 단말의 위치를 측정하는 기술이다.

(database)을 구성하는 역할을 수행한다. Server는 PDA, PC, handset 등 WLAN 인터페이스 기능을 가진 client가 위치를 요청하면 manager가 측정된 측위 모델에 근거하여 위치를 계산하여 회신한다. Ekahau의 측위 정확도는 일반적으로 1~3m로 알려져 있으며, Manager에 의하여 지도상의 많은 지점에서 측정치를 수집할수록 서버의 정확도가 증가한다. Intel의 Place Lab은 알려진 지점에서 신호를 수집하여 측위모델을 구성하여 클라이언트에게 서비스하는 점에서는 Ekahau와 유사하다. 반면 Ekahau는 지도상에서 알려진 지점을 표시하고 이로부터 fingerprint database를 구성하는 반면 Place Lab은 GPS/WLAN이 동시에 설치된 이동기기를 활용하여 3차원 좌표를 GPS로부터 얻은 다음 이를 활용하여 fingerprint database를 구성한다. (그림 1)은 WLAN 기반 측위 기술의 개념도를 나타낸 것으로 AP로부터 단말이 신호를 측정하며 그 정보를 사용하여 DB 서버를 통해 단말의 위치를 계산하는 개념을 간략하게 나타낸 것이다.



(그림 1) WLAN 기반 측위 기술

2. 적외선 기반 측위 기술

적외선을 이용한 방식은 실내 곳곳에 부착된 적외선 센서가 고유 ID 코드를 가진 적외선 장치를 인식하여 위치를 찾아내는 방식이다. 비교적 시스템의 구성이 간단하고 저렴하나 적외선신호의 특성상 가시 거리 내에서만 사용이 가능하고 형광 또는 직접적인 태양광이 비치는 장소에서는 사용하기 어려운 단점이 있다. 이를 이용한 대표적인 시스템으로는

〈표 1〉 IR 기반 실내측위 장단점 분석

장점	단점
벽 또는 불투명 물질을 통과할 수 없음	IR의 제한된 인식 거리로 인한 서비스 범위 제한
짧은 인식거리와 LOS로 인해 정확한 측위 가능	송수신기 설치, 재배치 및 유지 비용이 큼
개발된 지 오래된 시스템으로 많은 상용화 솔루션 존재	수신기가 방마다 존재해야 함
측위 대상에 위치 계산을 위한 host mobile computer 불필요	직사광선 존재시 신호가 차단되거나 성능이 떨어짐

<자료>: Local Positioning Systems:LBS Applications and Services

AT&T Lab.에서 개발한 active badge system[4]이 있다. <표 1>은 적외선 기반 측위 기술의 장단점을 정리한 것이다.

3. 초음파 기반 측위 기술

초음파를 이용한 방식으로는 빠른 RF 신호와 상대적으로 느린 초음파의 전송 속도차를 이용하여 대상체의 위치를 찾아내는 방법이다. 이는 3차원의 위치인식이 가능하고 저전력, 저비용의 시스템을 구성할 수 있는 장점을 가진다. 이를 이용한 시스템으로는 MIT의 cricket system[5]과 AT&T Lab에서 개발한 active bat system[6]이 대표적이다. <표 2>는 초음파 기반의 측위 기술의 장단점을 정리한 것이다.

〈표 2〉 초음파 기반 실내측위 장단점 분석

장점	단점
매우 정확한 위치 정확도	고가의 인프라 설치 비용
3차원 측위 가능	송신기 위치 정보를 사전에 알고 있어야 하며, 송신기 배치에 따라 간섭 문제 발생

<자료>: Local Positioning Systems:LBS Applications and Services

4. Bluetooth 기반 측위 기술

Bluetooth는 다양한 무선 장치(휴대폰, 노트북 등)가 약 100m 정도의 비교적 짧은 거리에서 일대다 음성 및 데이터 전송을 목적으로 개발된 단거리 무선 통신 표준이다. Bluetooth는 일반적으로 RSSI

〈표 3〉 Bluetooth 기반 실내측위 장단점 분석

장점	단점
칩셋 대량 생산으로 인해 저가의 인프라 설치 비용	송수신 latency가 커서 동적 환경에서 위치정확도가 떨어짐
다수의 센서 배치를 통해 서비스 커버리지를 줄이고 이로 인해 위치 정확도 향상 가능	측위 목적보다는 통신 목적으로 만들어지고 저전력으로 설계되어서 간헐적인 측위정보 획득이 필요함

〈자료〉: Local Positioning Systems:LBS Applications and Services

를 이용하여 계산된 Bluetooth간 거리정보를 이용하여 위치를 알고 있는 Bluetooth 장치를 기준점으로 생각하고 삼각측량을 이용하여 위치를 계산한다.

〈표 3〉은 Bluetooth 기반 측위 기술의 장단점을 정리한 것이다.

5. RFID 기반 측위 기술

RFID는 크게 tag와 reader로 분류되며 reader는 다시 transmitter와 receiver/decoder로 구성된다. Reader 내부의 transmitter가 activation 신호를 송출하면 reader 근방의 tag는 자신에게 할당된 고유 ID를 회신한다. Reader는 이를 읽어서 어떠한 tag들이 자신의 근방에 있는지를 판단한다. RFID reader가 인지할 수 있는 감지거리는 약 2.5m 정도이므로 특정한 위치에 대한 proximity location sensor로 활용 가능하며, 한정된 실내 공간에 균등하게 배치할 경우 측위 시스템으로도 활용 가능하다. 이를 이용한 대표적인 시스템으로는 SpotON [7]이 있다. SpotON은 대상이 되는 tag에 대하여 각 노드에서 수집된 신호세기 데이터에 군집 알고리즘(aggregation algorithm)을 적용하여 위치를 계산한다. 또한 Kantor와 Singh는 RFID 신호를 ToA와 같이 활용하여 거리를 측정하는 방법을 발표하였고[8], 미국 NIST의 “RFID-assisted Localization and Communication for First Responders”라 명명된 프로젝트는 실내 환경에서 ad-hoc 무선 네트워크 환경에서 안정적으로 responder를 추적하는 문제의 가능성을 조사하고 있다. 〈표 4〉는 RFID 기반 측위 기술의 장단점을 정리한 것이다.

〈표 4〉 RFID 기반 실내측위 장단점 분석

장점	단점
근접 센서이므로 NLOS 오차 문제가 없음	통신망에 의하여 수신 정보가 공유되는 상황이 고려되지 않음
근접의 조건을 만족하면 tag가 빠르게 움직여도 감지할 수 있음	신호도달거리가 2~3m 정도 짧음
Tag에 읽기/쓰기 기능을 추가하여 정보 보조 기능을 추가할 수 있음	측위 활용시 대부분의 장소에 밀도 높게 reader를 설치해야 함
수동형 tag의 경우 가격이 저렴	
능동형 tag는 작은 안테나를 부착하여 신호 도달 거리를 늘릴 수 있음	

〈자료〉: Local Positioning Systems:LBS Applications and Services

6. UWB 기반 측위 기술

UWB는 단거리 구간에서 저전력으로 넓은 스펙트럼 주파수를 통해 많은 양의 디지털 데이터를 전송하기 위한 무선 기술로서, 변복조 기능이 필요 없고 낮은 전력 밀도를 가진다. 이는 투과성이 좋아서 건물 내의 벽이나 비금속 칸막이 등을 통과할 수 있고 음영지역에서도 사람이나 사물의 위치를 파악할 수 있으며 정확도가 높아서 실내 위치인식에 많이 사용될 것으로 기대되고 있다. 이의 대표적인 예로써, Ubisense[9]사의 Ubitag는 Ubisensor들로 구

〈표 5〉 UWB 기반 실내측위 장단점 분석

장점	단점
광대역 통신 프로토콜은 저전력으로 대용량 데이터를 전달 가능(Wi-Fi의 10배 정도). 데이터 전달에 사용되는 전파신호는 레이더 신호와 유사한 특징을 가지므로 거리 측정에 활용될 수 있음	UWB 활용 가능 대역이 대부분 국가에서 이미 다른 용도의 시스템에 점유되어 있으므로 간섭 문제를 해결해야 함
실내 측위에서 15cm 이내의 정확도를 가짐	개당 생산 단가가 높음
RFID에 비해 신호 도달거리가 깊(50m 내외)	
Bluetooth 표준을 사용하는 ad-hoc network의 일종인 piconet을 지원할 수 있으므로 현재 LAN에 활용되는 기술을 대체할 잠재력 지님	

〈자료〉: Local Positioning Systems:LBS Applications and Services

〈표 6〉 센서별 실내측위 스펙 및 성능 비교

	네트워크 속도	보안 여부	인식 거리	위치 정확도
Wi-Fi	1~11Mbps/s	매우 좋음	2~5m	Up to 100m
Bluetooth	1Mbit/s	매우 좋음	100m/20m/ 10m	Range
RFID	N/A	좋음	0~20m	Range
UWB	40~60Mbps/s		30ft	6in
IR	-	-	10~30cm	Room level
IrDA	16Mbps/s	좋음	1~3m	Range

<자료>: Local Positioning Systems: LBS Applications and Services

성된 망에 자신만의 고유한 32bit 식별자를 UWB를 통해 송신한다. 망은 수신한 식별자를 활용하여 각 Ubisensor들에 의하여 측정된 값으로부터 TDoA/AoA 혼합방식에 의하여 Ubitag의 위치를 계산한다. Ubitag의 송신신호는 약 50m 정도의 거리까지 도달한다. <표 5>는 UWB 기반 측위 기술의 장단점을 비교한 것이고, <표 6>은 인프라별 실내측위 스펙 및 성능을 비교 분석한 것이다.

Ⅲ. 무선통신 기반 실외측위 기술

실내의 연속측위를 위해 II장에서 설명한 실내측위 기술과 실외측위 기술을 통합 사용하여 연속적으로 측위정보를 제공할 수 있어야 한다. 실외측위 기술은 GNSS 기반, 무선통신기반, 관성센서기반 등으로 나눌 수 있다. 본 장에서는 무선통신기반 실외측위 기술을 설명한다.

1. CDMA 기반의 실외 무선측위

CDMA는 대역확산(spread spectrum) 통신기술을 사용하여 동일 주파수 대역을 다수의 사용자가 동시에 사용하여 통신을 할 수 있도록 해주는 통신 기술이다. 현재 국내에 상용화되어 있는 IS-95 방식은 CDMA2000의 모체가 되는 시스템으로 GPS를 이용하여 기지국 동기를 맞추고 직접대역확산방식

으로 구현된다. IS-95에서 정보신호를 대역확산 시키기 위해 사용되는 PN 시퀀스는 32768chips의 주기를 가지며 chip rate는 1.2288MHz이다. 즉, PN 코드 한 칩의 시간 간격은 0.81 μ s이며 거리로 환산하면 244m가 된다.

CDMA 단말기에서 수신된 신호와 이 PN 시퀀스를 상호상관(cross correlation)을 취하면 PN 코드와 수신 시간이 일치하는 곳에서 피크(peak)가 발생하며 피크의 높이는 수신신호의 세기에 비례한다. 신호를 전송한 기지국들 사이의 피크간의 차이는 TDoA와 기지국간의 오프셋(offset) 차이의 합이 된다. 오프셋 차이는 이미 알고 있는 값이므로 이 값을 보상하면 TDoA를 구할 수 있다[10].

이렇게 구해진 TDoA를 사용하여 IV장에서 설명할 방법으로 CDMA 단말의 위치를 구할 수 있다.

2. OFDM 기반의 실외 무선측위

OFDM 기술이 최근 새로운 통신시스템에 많이 적용되고 있으며 그 중 하나가 휴대인터넷으로 국내에서는 WiBro라 부른다. IEEE 802.16.e 표준을 따르며 모든 기지국은 GPS로 동기화되어 있다. 5ms의 주기를 갖는 데이터의 프레임은 하향링크와 상향링크를 번갈아 갖는 TDD 방식을 취한다.

신호를 보낸 기지국을 구별하고 신호의 동기를 맞추기 위하여 사용되는 프리앰블(preamble) 심볼은 하향링크의 맨 앞부분에 위치한다. 각 기지국마다 다르게 갖는 PN 시퀀스는 1024개의 칩으로 구성되며, OFDM PN 코드의 chip rate는 10MHz에 해당된다. 한 칩의 시간 간격은 0.1 μ s이고 거리로 환산하면 30m가 된다. 즉 CDMA 기반의 실외 무선측위 방식에 비해 약 8분의 1의 분해능을 가지므로 더 정확한 신호의 이동 거리를 계산할 수 있다. OFDM 또한 CDMA와 마찬가지로 기지국간 GPS로 동기화되어 있으므로 획득된 신호의 FFT를 통해 기지국마다 보내진 신호의 피크치 생성 시간을 알 수 있으며 이를 통해 기지국간 신호 전송 시간 차를 계산해 TDoA 방식으로 단말의 위치를 추정할 수 있

다. OFDM 신호는 CDMA 신호에 비해 칩 길이가 1/8로 작으며 또한 신호 특성에 의해 다중경로 오차에 의한 영향이 상대적으로 작다[10].

현재 CDMA에 의한 측위 서비스는 주로 cell-ID 방식으로 이루어지며 이 기술 기반으로 제공되는 측위 정확도는 다양한 위치기반서비스를 제공하기에 부족함이 많다. 또한 실내에서는 중계기에 의한 영향을 고려해야 한다. 현재 국내에서 개발된 WiBro는 OFDM 신호체계를 갖고 있으며 IEEE 802.16e를 기반으로 무선측위 기술을 상용화하는 경우 기존의 IS-95 CDMA 기반의 측위기술보다 좋은 성능으로 서비스 할 수 있을 것이다.

II장과 III장에서 각각 설명한 무선통신 인프라 기반 실내측위 기술과 실외측위 기술을 결합하여 실내외 연속측위 기술을 상용화하는 경우 현재까지는 서비스되지 못하는 다양한 실내외 연속측위 기반 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

IV. 무선측위 기술 분류

무선측위로 실내외 연속 측위를 수행하는 경우 측위 기술은 무선통신 인프라로부터 수신된 신호의 처리 방법 및 인프라의 운용 기술 등을 고려하여 여러 가지로 분류될 수 있다[11].

1. Cell-ID 방식

가장 기본적인 무선측위 방법으로 proximity 방식이라고도 불린다. 통신용 전파 송수신 인프라(기지국, 중계기, AP 등: 이하 AP로 통일)에 접속된 단말의 위치를 해당 AP의 위치로 매칭시키는 방법이다. 이 방법은 시각동기나 다중 AP 이용 등의 제약 조건이 없으며, 특정 AP의 cell 내에 단말이 위치하여 그 AP와 연결됨으로써 단말의 위치 정보를 제공할 수 있는 장점을 갖는다. 현재 CDMA 기반 측위 및 RFID를 이용한 측위 등 모두 이 방법으로 서비스를 하고 있다. 그러나 이 기법으로 단말의 위치정보를 제공하는 경우 측위 오차는 최대 cell 반경만큼

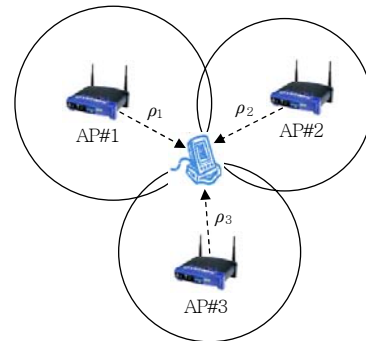
발생할 수 있으므로 CDMA 기반 측위와 같이 cell 반경이 수백 m에서 수 km까지 되는 경우 이 기법으로 제공되는 위치 정보를 사용하는 응용 서비스는 제한될 수 밖에 없다.

2. ToA 방식

ToA 방식은 위치가 알려진 다수의 AP와 단말 사이의 신호 전송 시간을 측정함으로써 단말의 위치를 계산하는 삼각측량법으로 기본적인 GPS의 측위 방법이다. 원리는 식 (1)과 (그림 2)와 같다.

$$\begin{aligned} \rho_1 &= \sqrt{(x_1 - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2} \\ \rho_2 &= \sqrt{(x_2 - x_u)^2 + (y_2 - y_u)^2} \\ &\vdots \\ \rho_n &= \sqrt{(x_n - x_u)^2 + (y_n - y_u)^2} \end{aligned} \tag{1}$$

이 식을 사용하여 단말의 위치 (x_u, y_u) 를 재귀적 최소자승법(LS) 등의 방식으로 계산해 낼 수 있다. 이 식에서 AP와 단말 사이의 거리는 이 둘 사이의 정확한 시각동기가 이루어져야 계산할 수 있다.

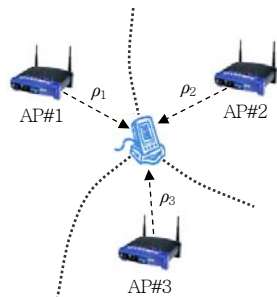


(그림 2) ToA 방식에 의한 측위

3. TDoA 방식

TDoA 방식은 ToA 방식과 달리 AP들과 단말 사이의 시각동기를 필요로 하지 않으며 AP들간의 시각동기만으로 측위를 할 수 있다. 식 (2)와 (그림 3)에서 볼 수 있듯이 AP들과 단말 사이의 거리의 차는 쌍곡선을 형성하며 쌍곡선들의 교차점을 계산함으로써 단말의 위치를 구할 수 있다.

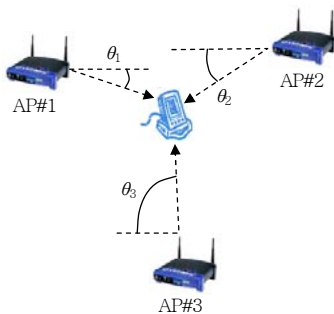
$$\begin{aligned}
 \rho_1 - \rho_2 &= \sqrt{(x_1 - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2} \\
 &\quad - \sqrt{(x_2 - x_u)^2 + (y_2 - y_u)^2} \\
 \rho_1 - \rho_3 &= \sqrt{(x_1 - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2} \\
 &\quad - \sqrt{(x_3 - x_u)^2 + (y_3 - y_u)^2} \\
 &\vdots \\
 \rho_1 - \rho_n &= \sqrt{(x_1 - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2} \\
 &\quad - \sqrt{(x_n - x_u)^2 + (y_n - y_u)^2}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$



(그림 3) TDoA 방식에 의한 측위

4. AoA 방식

AoA 방식은 (그림 4)와 같이 AP에서 전송된 신호의 각 정보를 사용하여 단말의 위치를 추정하는 방식이다. 하나의 AP에서 4~12개의 안테나가 각 방향별로 배치되어 있고, 신호를 보내는 안테나의 번호를 수신하여 각 AP 안테나의 방향, 즉 cell site (커버 영역)와 신호원이 만나는 곳을 단말의 위치로 추정한다. 이 방식은 시각동기는 필요로 하지 않지만 smart 안테나를 사용해야 하며 정확한 안테나의



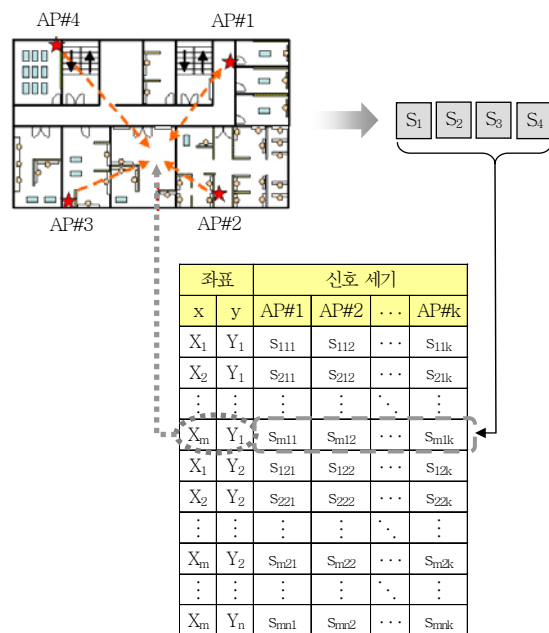
(그림 4) AoA 방식에 의한 측위

장착이 필수적이다. 또한 단말이 AP 가까이에서 있거나 주위 환경에 의해 신호가 산란이 되는 경우 큰 오차를 유발할 수 있다.

5. Fingerprint 방식

Fingerprint 방식은 확률론적 모델링에 의한 위치 추정 방법으로 노이즈 및 주위 환경 정보를 위치 추적을 위한 정보로 활용하는 방식이다. 이 방법은 측위를 수행하기 전에 먼저 데이터베이스를 구성하는 training 단계를 수행해야 한다. 측위를 위한 공간에서 다수의 샘플 포인트를 설정하고 설정된 샘플 포인트에서 수신되는 전파의 특성값을 데이터베이스화 하여 저장하는 단계이다. 측위를 수행하는 단계에서는 (그림 5)와 같이 AP들로부터 수신된 전파의 특성을 데이터베이스 검색을 통해 최적의 위치값을 추출해냄으로써 단말의 위치 정보를 제공한다.

이 방식을 통해 수행되는 측위의 정확도는 training 단계에서 구성되는 데이터베이스의 샘플 포인트의 간격에 따라 달라질 수 있으며 데이터베이스에서 최적의 해를 추정하는 방식 및 데이터베이스 구



(그림 5) Fingerprint 방식에 의한 측위

성 방식에 따라 달라질 수 있다. 다른 방식들과 달리 주위의 환경정보를 측위에 사용하므로 정확한 위치해를 제공할 수 있는 장점이 있다. 그러나 모든 샘플 포인트에서 다양한 전파 특성값을 추출하는 과정의 번거로움과 환경이 변화할 때마다 다시 training 과정을 수행해야 하는 어려움이 있다. 이동 개체의 위치 추정을 위한 데이터베이스 검색의 복잡성은 시스템의 성능을 제한하는 요인이 될 수 있으며 데이터베이스 제작 시에 모델링되지 않은 상황에 의해 정확도가 떨어질 수도 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 클러스터링 기법을 사용해서 데이터베이스 검색의 효율성을 높이거나 Hidden Markov Model 또는 Bayesian Model 등의 확률론적 기법을 사용하여 정확도를 향상시키는 방법도 수행되고 있다[11].

V. 결론

본 고에서는 실내외 연속측위를 위한 기술동향을 분석하였다. 측위 기술을 실내측위와 실외측위로 분류하여 각각 기술을 분석하였다. 실내측위를 위한 무선통신 인프라 기반 기술은 WLAN, 적외선, 초음파, Bluetooth, RFID, UWB 등을 기반으로 구현될 수 있으며 각 인프라 기반의 측위 기술 구현시 장단점을 비교 분석하였다. 실외측위 기술은 GPS 외 무선통신 기반 측위로 CDMA 기반 실외측위와 OFDM 기반 실외측위에 대하여 비교 분석하였다. 각각 기술된 실내측위 기술과 실외측위 기술을 결합하여 실내외 연속측위 기술을 구현할 수 있을 것이다. 마지막으로 무선통신 인프라 기반의 측위를 위한 기본 측위 기술에 대하여 정리하였다.

측위기술은 위치기반서비스의 기반기술로 현재 실내외 연속측위 기술이 상용화되어 있지 않은 실정

이므로 실내외 연속 위치기반서비스를 제공하지 못하고 있다. 향후 다중 GNSS 기반의 실내외 연속측위 기술과 무선통신 인프라 기반의 측위 기술의 결합에 의하여 차량뿐 아니라 보행자, 장애인, 로봇, 자산관리 등의 여러 응용분야에 적용할 수 있는 기반기술이 개발되어야 할 것이다.

약어 정리

AGPS	Assisted GPS
AoA	Angle of Arrival
CDMA	Code Division Multiple Access
DR	Dead Reckoning
GPS	Global Positioning System
IR	Infrared Ray
LBS	Location Based Service
LS	Least Square
NIST	National Institute of Standards and Technology
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PN	Pseudorandom Noise
RF	Radio Frequency
TDD	Time Division Duplex
TDoA	Time Difference of Arrival
ToA	Time of Arrival
TTF	Time To Firth Fix
UWB	Ultra Wide Band

참고 문헌

- [1] P. Bahl and V.N. Padmanabhan, "RADAR: An In-Building RF-Based User Location and Tracking System," *In Proc. of IEEE Infocom 2000 Conf. on Computer Commun.*, Vol.2, Mar. 2000, pp.775-784.
- [2] <http://www.ekahau.com>
- [3] <http://www.placelab.org>
- [4] R. Want, A. Hopper, V. Falcao, and J. Gibbons, "The Active Badge Location System," *ACM Trans. on Information Systems*, Vol.10, No.1, Jan. 1992, pp.91-102.
- [5] N. Priyantha, A. Chakraborty, and H. Balakrishnan, "The Cricket Location-Support System," *Proc. of*

● 용어해설 ●

AP (Access Point): 무선통신망과 이용자(단말)의 상호 접속점(POI: Point of Interface)으로 기지국 또는 중계기 등이 여기에 속한다.

- the ACM Int'l Conf. on MobCom*, Aug. 2000.
- [6] M. Addlesee, R. Curwen, S. Hodges, J. Newman, P. Steggle, A. Ward, and A. Hopper, "Implementing a Sentient Computing System," *IEEE Computer Magazine*, Vol.34, No.8, Aug. 2001, pp.50-56.
- [7] J. Hightower, R. Want, and G. Borriello, "Spoton: An Indoor 3d Location Sensing Technology Based on RF Signal Strength," *Technical Report 00-02-02*, University of Washington, 2000.
- [8] G. Kantor and S. Singh, "Preliminary Results in Range-Only Localization and Mapping," *IEEE Conf. on Robotics and Automation*, Washington D.C., May 2002.
- [9] <http://www.ubisense.org>
- [10] 방해정, 이장규, 지규인, 김진원, 정희, 현문필, "CDMA 및 OFDM 기반 무선측위의 다중경로오차 특성 비교분석," 제어·자동화·시스템공학 논문지, 제12권 제10호, 2006.
- [11] 김학용, "무선랜 기반 위치정보 서비스," *Telecommunications Review*, 제16권 제2호, 2006.