



특집 04

Seamless LBS를 위한 유연한 측위시스템



최완식(ETRI), 기창돈(서울대)

목 차 »

1. 서 론
2. LBS 개요
3. seamless LBS 측위기술
4. WiFi기반 실내외 연속측위 기술
5. 유연한 LBS 측위시스템 구성
6. 결 론

1. 서 론

단말의 위치를 기반으로 내비게이션 등 서비스를 제공하는 LBS(Location Based Service: 위치기반서비스)는 이제 대부분의 스마트 폰 등 모바일 단말 사용자의 일상생활에 있어서 필수불가결한 요소가 되고 있다. 또한 LBS 기술, 모바일광고, SNS(Social Networking Service)가 융통합화 되고 있는 상황이다^[1].

WiFi등을 활용한 실내측위기술 개발에 따라 가까운 시일 내에 지하공간과 같은 실내에서도 차량내비게이션을 끈김없이 이용할 수 있으며, 아울러 실내외 어디에서든지 신뢰성 있고 정확한 경로 안내서비스, 모바일 광고 등을 사용할 수 있을 것으로 전망된다.

본고에는 LBS에 대한 동향을 살펴보고, seamless LBS를 위한 측위조건(Constraints)에 대하여 정의 하였으며, WiFi기반 실내외 연속측위기술 및 유

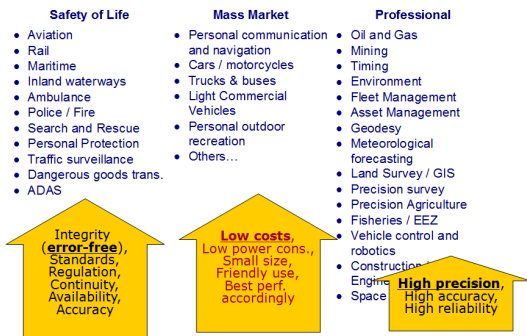
연한 LBS 측위시스템 구성을 위한 방안이 제시 되었다.

2. LBS 개요

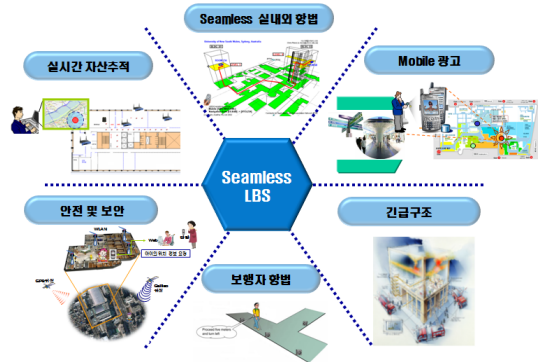
LBS는 위치결정기능이 있는 스마트 폰과 같은 다수의 단말 사용자에게 제공되는 서비스 이므로 Mass Market 분야로 분류될 수 있으며, mass market은 기본적으로 저가의 서비스 제공요금, 소형, 저전력 등이 필수적이다(그림 1).

전세계 LBS 시장규모는 2017년 80억달러 규모로 예상되며, 이중 Navigation이 가장 큰 규모이며, 다음으로 Family Finder/Personal Tracking, Enterprise, Search & Discovery, Gaming & Outdoor Pursuit, Fitness/Sports 등이다[1]. 다음은 이들 서비스 들에 대한 간략한 설명 및 이슈에 기술이다.

Navigation은 LBS의 “killer app”으로서 실시간



(그림 1) GNSS 응용분야^[3]



(그림 2) 전형적인 위치기반서비스(LBS) 예

교통정보, 날씨, 주유소 정보 등이 융합되고 있으며, 3-D 동적맵, 음성인식 등도 또한 융합되는 추세이며, 지하주차장에서의 서비스 제공을 위한 seamless 측위가 필수적인 서비스 분야이다.

Family Finder/Personal Tracking은 노약자 및 어린이 보호 등 공공부문의 안전/보안 서비스로서 seamless 측위가 필수적인 매우 중요한 영역이 되고 있다. 또한 측위정보와 SNS(Facebook, Circle, LinkedIn 등)의 융합으로 LBS 사용자가 자신 주변의 지인과의 mobile social networking에 참여가 활발해지고 있다.

Fitness/Sports는 스마트 폰 사용자에게 실시간의 거리, 속도, 고도, 여행거리, 소모 칼로리 등에 대한 정보를 제공하여 건강증진에 도움이 되도록 한다.

위에 기술한 서비스 예에서와 같이 대부분의 seamless LBS가 시장에서의 성공을 위하여 필수적이며, 이는 스마트 폰과 같은 단말의 끈김없는 연속적인 위치결정이 선결조건이다.

다양한 LBS중 mass market에서 가장 많이 이용되며, 사용자의 수요가 있는 서비스는 안전 및 보안(사람 찾기), mobile 광고, 실시간 자산 추적, seamless 실내외 항법 등이며(그림 2), 이들 서비스의 경우 ~5m 정도의 측위정확도가 요구된다.

따라서 스마트 폰등 단말에서 ~10m정도의 초

기 측위결정이 이루어지면 map matching 등 추가적인 보정에 의하여 요구되는 측위정확도 달성이 가능한 것으로 판단된다. 위치기반서비스에서의 끈김없는 연속적인(seamless) 서비스 제공이 매우 중요한데, 이는 단말의 끈김없는 위치결정이 선결조건이다.

3. seamless LBS 측위기술

LBS가 mass market임을 감안하면, 전파를 이용하는 LBS 측위기술 조건은 첫째, 사용자 단말에 대한 실내외에서의 끈김없는 연속적인 위치결정이 가능해야 하고, 둘째 측위를 위한 인프라 등 소요비용이 가능한 한 적어야 한다.

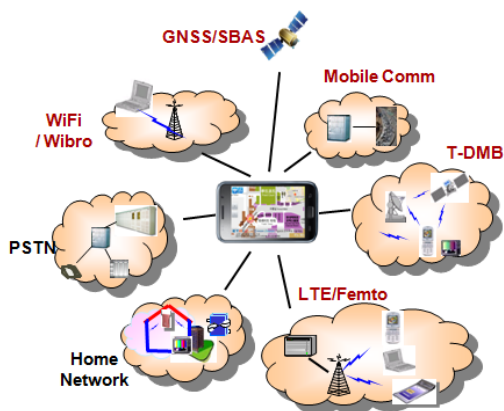
위의 LBS 측위조건(Constraints)을 만족하기 위하여는 실외에서는 무료로 제공되는 위성기반 측위전용 시스템인 GNSS(GPS, Galileo, GLONASS, BeiDo, SBAS 등)를 이용하고, 실내에서는 무선 인터넷용도로 대규모로 설치되고 있는 WiFi AP 신호를 이용하며, 실내외 천이구간에서는 GNSS와 WiFi를 복합적으로 이용하는 hybrid 측위방식을 적용하는 것이다^[3]. 또한 mass market LBS에서 가장 이상적인 측위는 스마트 폰과 같은 사용자 단말에 하드웨어적인 추가없이 측위솔루션 소

소프트웨어 다운로드만으로 실내에서 seamless 측위가 가능해야한다.

LBS에서 사용되는 전파를 이용하는 측위기술은 크게 3가지 (Cell-ID, TOA/TDOA, RF Fingerprinting) 측위방식의 범주에 포함되어 있으며^[3], 측위의 가장 기본인 TOA는 기준점으로부터 사용자 단말에 전파가 도달되는 시간을 측정하여 기준점과 단말사이의 거리를 계산하고 사용자 단말의 위치를 결정하는 방식이다.

여기에서 GPS 위성, WiFi AP, 이동통신 기지국, Femto Cell 등이 기준점이 될 수 있으며, GPS 위성의 경우, 위성의 궤도요소 즉 공간에서의 좌표 값을 방송하고 있다. 따라서 기준점의 좌표 값을 알고 있거나 기준점의 위치를 추정하여 좌표 값이 DB화되어 있으면, 단말에서 수신되는 모든 무선통신 Resource가 LBS 측위를 위한 Resource가 될 수 있다.

LBS 단말이 되고 있는 스마트 폰에는 GNSS 이외에 가용한 LBS 측위 Resource로서, 이동통신 기지국, WiFi AP, T-DMB 기지국, Femto Cell 등이 있으며, 이들에 대한 ID와 좌표값을 설정하여 DB화 하면 LBS 측위기술 조건을 만족하는 끈김없는 저가(Low Cost)의 위치결정이 가능해



(그림 3) 스마트 폰에서 가용한 LBS 측위 Resource

진다.

LBS 측위의 또 다른 인프라인 SBAS(Satellite Based Augmentation System)는 GNSS의 오차 및 신뢰도 정보를 정지궤도위성을 통하여 GNSS와 동일한 주파수로 광역의 사용자에게 송신하는 광역보정시스템으로서 GNSS 신호수신이 가능한 단말은 정확도 ~1m 수준으로 사용이 가능한 시스템으로서 국내에서도 기반기술에 대한 연구가 진행 중이며^[3,4], 상용수준의 시스템 구축을 위한 사업이 착수될 예정이다.

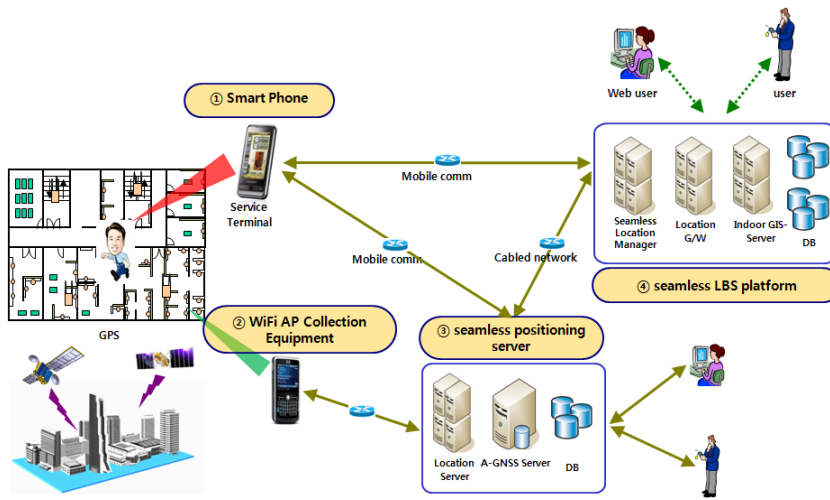
4. WiFi 기반 실내외 연속측위기술^[5,6]

스마트폰에서 가용한 다양한 LBS 측위방법 중 WiFi AP 신호를 이용한 측위는 무선인터넷 용도로 설치되는 AP를 사용하므로 저가의 LBS 측위를 실현할 수 있는 방법이다.

ETRI에서는 다양한 측위 Resource를 비교 검토한 Feasibility 연구를 통하여 WiFi를 실내측위 인프라로 선정을 하고 RF Fingerprinting 기법을 적용한 서버기반의 측위기술을 개발하였다. Fingerprinting 기법의 경우, 격자크기에 따른 측위정확도가 상관관계가 있으며, 이에 따른 DB 사이즈 증대로 서버기반 측위가 더 적절한 것으로 판단되었다.

ETRI에서는 또한 무선인터넷 용도로 설치된 WiFi AP의 좌표 값을 추정하는 AP를 수집하는 기술을 적용한 WiFi기반 실내외 연속측위기술 개발하여(그림 4), 코엑스에 구축한 테스트베드 상에서 시험 및 검증을 수행하였으며, 스마트 폰 상에서 standalone 측위 및 서버기반 측위가 가능하도록 구현이 되었다.

실내외 공간에 설치된 WiFi AP의 위치를 추정하기 위하여, WiFi AP를 스캔하면 AP의 unique ID인 APMAC address, 신호강도(RSSI)를 수신할



(그림 4) WiFi기반 실내외 연속측위 기술

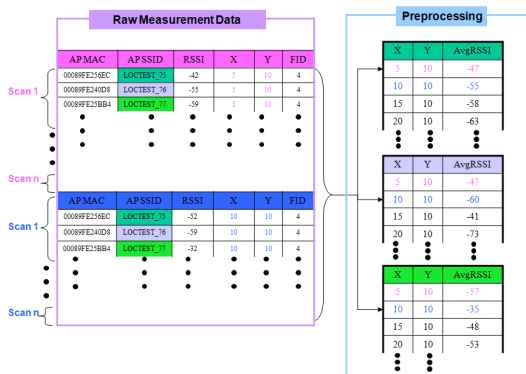
수 있으며, (X, Y) 및 FID는 신호 수신 위치 및 층 정보를 나타낸다. 이를 처리하면 각 AP의 위치를 추정할 수 있다(그림 5).

개발된 WiFi AP 위치추정기법을 적용하여 코엑스 테스트베드에서 AP를 수집한 결과, 약 1000개의 AP가 수집되었으며(2010.10 기준), 이 중 신호강도가 일정수준 이상인 약 270여개를 실내측위에 활용하였으며 이를 이용한 측위실험을 수행하였다(그림 6). 그림에서 자주색선은 desired 경로를 초록색 점선은 실제 측위결과를 나타내며, 실제결과가 desired 경로를 크게 벗어나지 않은

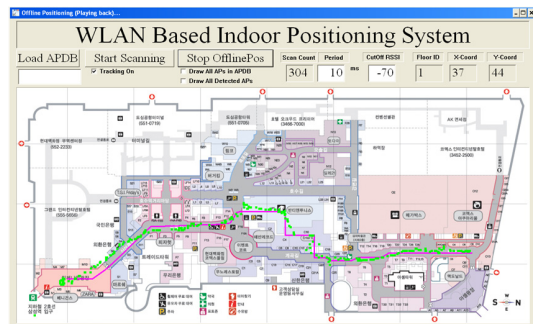
것을 보여준다. 이들 결과에 map matching, 관성 센서 결합 등 혼합측위를 수행하면 측위오차를 더욱 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

AP를 수집하여 실내측위를 수행하는 방식이 시사하는 점은 무선인터넷 용 등의 WiFi를 수집하여 측위에 활용하므로 LBS 측위비용이 매우 저가이므로, 본고의 3장에서 정의한 LBS 측위조건(constraints) 만족하여, 또한 실내측위 실험결과로 판단 시 LBS 실내측위를 위한 주 인프라로서 역할이 가능하다.

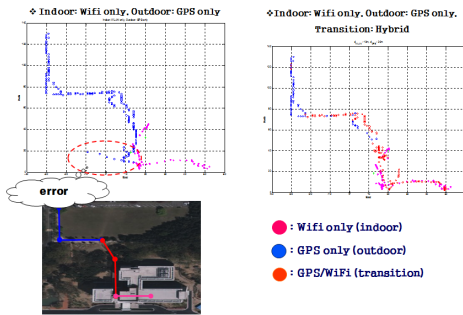
실내와 실외 천이구간에서는 GPS의 위성신호가 차단되거나 다중경로에 의하여 오차가 증가하



(그림 5) WiFi AP 수집



(그림 6) WiFi기반 실내측위 결과



(그림 7) GPS/WiFi 복합측위 결과

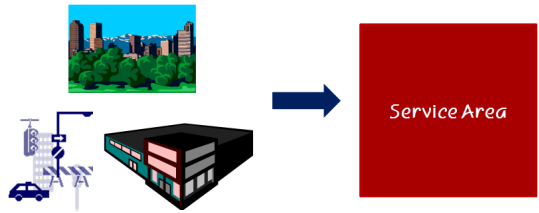
며 실내에 설치된 WiFi의 신호가 미약하여 각각의 독립적인 측위결과 오차가 많은 것으로 관측되며(그림 7의 왼쪽), 이들을 신호강도 등에 의한 가중치를 적용하여 결합하는 복합측위를 적용한 결과, 천이구역에서의 측위오차를 줄일 수 있었다(그림 7의 오른쪽).

수집된 WiFi AP 기반의 실내측위(그림 6) 및 GPS/WiFi 복합측위(그림 7)에 의하여 seamless LBS를 위한 저비용의 측위기술을 보여 주었다.

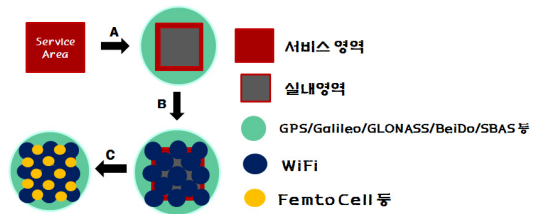
5. 유연한 LBS 측위시스템 구성

측위기술의 성능은 가용성, 정확성, 신뢰성, 연속성으로 규정되며, 이들에 더하여 측위시스템이 유연성(flexibility)을 갖는 것이 중요한 것으로 판단된다. 유연성은 측위시스템의 어느 한 구성요소가 오작동이 발생되어도 유지보수가 용이하여 시스템 전체성능에 주는 영향이 적은 것으로 간주될 수 있다.

seamless LBS 제공을 위해서는 먼저 서비스 영역이 정의하고(그림 8), 정의된 서비스 지역에 대하여 가용한 측위자원을 활용하여 LBS 측위조건이 만족하도록 저가의 가용 측위인프라를 활용한 복합측위시스템을 구축하면 유연한 측위시스템 구축이 가능하게 된다⁷⁾.



(그림 8) 측위서비스 영역 정의



(그림 9) 유연한 LBS 측위시스템 구성

정의된 서비스 영역(그림 8)에 대하여, GPS/SBAS 등 GNSS에 의한 실외 및 실내의 천이 구간에 대한 측위를 수행하고(단계 A), 실내영역에 대하여는 저비용의 WiFi와 같은 측위인프라를 이용하여 서비스 영역을 커버하도록 하고(단계 B), 남아있는 측위영역지역에 대하여는 Femto Cell 등과 같은 측위 인프라를 활용하면(단계 C) seamless 측위가 가능하여지며, 스마트 폰과 같은 단말에 내장된 기타 센서(INS, 나침반 등)를 복합적으로 활용하면 서비스 영역에서의 측위관련 틀이 존재하지 않게 되는 것으로 판단된다.

이와 같이 구성된 측위시스템은 다중 측위인프라로 구성으로 되어 있으므로 어느 한 부분이 오작동되어도 전체 시스템에 영향을 주지 않으므로 시스템이 유연성(flexibility)을 갖게 된다. 또한 다중구성시스템을 실외에 확장하면 GPS와 같은 시스템이 오작동이 되는 경우에 대체 항법시스템으로서 어느 정도 역할 수행이 가능할 것으로 판단된다.

여기에서 중요한 이슈는 WiFi AP 등 가용 측위인프라에 대한 ID와 좌표 값(X,Y,층정보), 또

는 위경도 값)을 표준화된 방법으로 DB화하여 공유하면 공공용도의 LBS 측위인프라로서 역할을 할 수 있게 된다. 또한 각 가정에 인터넷 용도로 설치되고 있는 WiFi AP에 대하여도 주소 값이 연동되어 DB에 포함되면 긴급구난 등에 효율적으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

6. 결론

본 논문에는 LBS의 서비스 종류에 대하여 검토 및 mass market인 LBS의 조건에 대하여 기술되어 있으며, seamless LBS 제공을 위한 측위기술조건이 정의되었다. 또한 LBS 단말인 스마트폰에서 가용한 측위인프라에 대한 기술이 되어 있으며, 현재 실내측위의 가장 유력한 측위인프라가 되고 있는 WiFi 기반 측위기술 개발내용 및 측위결과를 통한 실내외 연속측위 방안이 제시되어 있다. Mass market LBS 측위조건인 저비용의 seamless 측위기능 제공을 위한 유연한 측위시스템 구성방안에 대하여 제시되어 있다.

LBS 단말인 스마트폰에서 가용한 무선통신 Resource에 대한 측위 인프라 화를 통한 산업 및 공공부문에서의 용이한 활용을 위하여 향후 체계적인 관련 표준화 추진 및 시스템이 구성 되어야 하는 것으로 판단된다.

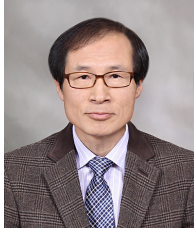
감사의 글

본 연구는 해양수산부 “광역보정시스템 구축 기술 개발” 연구개발사업의 연구비 지원에 의해 일부분 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] Location-Based Services: An End-to-End Perspective, TCS(Telecommunication Systems), 2013
- [2] Galileo Information Day: Program Overview, Galileo Meeting-EU-Korea ,17 June 2005, Brussels
- [3] Ho Yum, Changdon Kee, and Doyoon Kim, “Korean Wide Area Differential Global Positioning System Development Status and Preliminary Test Results”, International Journal of Aeronautical and Space Science, Vol. 12, No. 3, 2011, pp. 225-233
- [4] W.S. Choi, S.S. Chhattan, J.E. Kye & W.Y. Han, “Flexible Software Design for Korean WA-DGNSS Reference Station”, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol 7, No 1, Mar. 2013
- [5] 최완식 외, “실내 측위기술 개발 현황 및 방향”, pp36~42, 전기의 세계, 2009.11
- [6] 최완식 외, “실내외 연속측위 기술 개발 최종보고서”, 2011.02
- [7] 최완식, “seamless LBS를 위한 방향”, LBS 산업인의 날, 2013.11.27.

저 자 약 력



최 완 식

이메일 : choiws@etri.re.kr

- 1979년 성균관대학교 기계공학과(학사)
- 1986년 Univ of Alabama 기계공학과(석사)
- 1988년 Univ of Alabama 수학과(응용수학석사)
- 1992년 Univ of Alabama 기계공학과(박사)
- 1979년-1984년 ADD/국방품질검사소 연구원
- 1992년-현재 ETRI 근무 중
- 2008년-현재 TTA LBS PG 표준화 의장
- 2013년-현재 한국위성항법시스템학회 회장
- 관심분야: LBS/텔레매틱스, 위성항법/무선측위, 최적 제어



기 창 돈

이메일 : kee@snu.ac.kr

- 1984년 서울대학교 항공공학과(학사)
- 1986년 서울대학교 항공공학과(석사)
- 1994년 Stanford University 항공우주공학과 (박사)
- 1994년-1995년 미국연방항공청(FAA) 기술자문위원
- 1993년-1996년 Stanford University GPS Lab 팀장
- 1996년-현재 서울대학교 기계항공공학부 교수
- 2001년-현재 한국항행학회 부회장
- 2013년-현재 해양수산부 정책자문위원회 위원
- 관심분야: 위성항법, 실내항법, Avionics