

## 실내 위치 기반 서비스 기술개발 및 표준화 동향

Trends in Technical Development and Standardization of Indoor Location Based Services

유재준 (J.J. Yoo)      위치/항법기술연구실 선임연구원  
조영수 (Y.S. Cho)      위치/항법기술연구실 선임연구원

최근 업무, 엔터테인먼트, 쇼핑 등 대부분의 활동이 실내공간에서 이루어지고 있음에 따라 실내공간의 중요성이 부각되고 있다. 이로 인해 실내공간을 대상으로 제공되는 다양한 형태의 위치 기반 서비스도 주목 받기 시작하였다. 이에, 본고에서는 향후 주요 응용 서비스의 한 부류가 될 것이라고 예상되는 실내 위치 기반 서비스와 관련된 기술개발 및 표준화 동향을 간략하게 살펴보고자 한다. 특히, 실내 위치 기반 서비스의 구성 및 제공을 위해 필수적으로 선행되어야 하는 실내 측위와 실내공간정보의 구축에 대한 부분에 대해 중점적으로 정리해 보고자 한다. 본고를 통해 실내 위치 기반 서비스에 대한 동향의 공유와 이에 따른 실내 위치 기반 서비스의 활성화가 보다 촉진되기를 기대해 본다.

2014  
Electronics and  
Telecommunications  
Trends

### IT 융합기술 특집

- I. 머리말
- II. 실내측위기술 개발 및 표준화 동향
- III. 실내공간정보 구축 기술개발 및 표준화 동향
- IV. 맺음말

## I. 머리말

건축기술의 빠른 발전과 이동통신을 비롯한 ICT 기술의 확산으로 인해 실외공간에서 이루어지던 다양한 활동들이 점차 실내에서 진행되고 있다. 이로 인해, 일상 생활에서 실내공간이 차지하는 비율은 점차 높아지고 있으며, 더불어 내비게이션 등과 같이 실외공간을 대상으로 제공되어 오던 서비스들이 점차 실내공간을 대상으로 확장되어 가고 있다[1].

실내공간에서 제공되는 다양한 위치 기반 서비스들이 성공적으로 구축 및 제공되기 위해서는 실내공간에 있는 사용자의 위치를 결정하는 실내측위와 실내공간에 대한 지도, 이동경로, POI(Point of Interest) 및 영상 등과 같은 다양한 형태의 정보를 구축하는 것이 필수적으로 요구된다[2].

이에, 본고에서는 실내 위치 기반 서비스의 기술개발 및 표준화 동향으로써, 사용자의 위치를 결정하는 실내측위, 그리고 실내지도 등과 같은 실내공간정보를 구축하는 기술 및 방법에 대해 설명하고 이들 및 관련 표준화 동향에 대해 정리해 보고자 한다.

## II. 실내측위기술 개발 및 표준화 동향

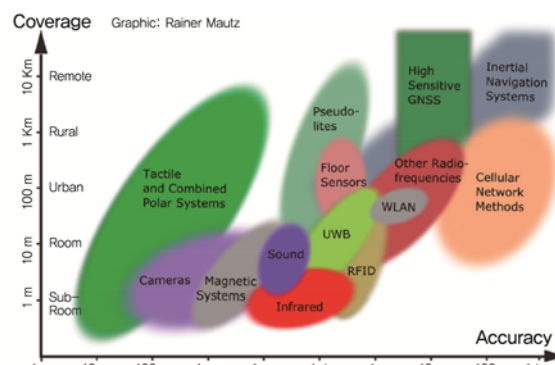
미국 연방통신위원회의 자료에 의하면, 미국 내 하루 약 400,000건의 긴급구조요청 전화가 이동통신단말로 수신되며, 이동통신전화의 약 56%가 실내에서 발신된다. 또한 2011년 현재 미국 가구 내 약 30%가 이동통신전화만을 사용하며, 해당 비율은 점점 증가하는 추세이다[3]. 이러한 실내 이동통신 통화의 증가를 고려하여, 2014년 2월 미국 연방통신위원회는 실외뿐만 아니라 실내에서 미국 내 모든 이동전화의 긴급구조서비스(E911) 제공 시 긴급구조기관에서 통화자의 위치를 제공하도록 요구하는 E911 NPRM(Notice of proposed rule making)을 발표하였다[4]. 이와 같이 최근 실내측

위기술은 스마트폰의 보급 확대와 더불어 실내 내비게이션, 위치 기반 광고서비스, 소셜네트워크서비스 등 민간분야에 적용되고 있을 뿐만 아니라 요구조자(예, 신고자)의 긴급구조서비스 및 구조자(예, 소방관, 경찰관 등)의 현장위치 모니터링 등 공공분야로 적용분야가 확대되는 추세이다. 이에 본 장의 1절에서는 현재 상용 단말에 적용 가능하거나 향후 적용이 필요한 주요 실내측위 기술들을 개략적으로 살펴보고 2절에서는 이와 연관된 표준화 활동을 정리한다.

### 1. 실내측위기술 개발동향

실내측위기술은 요구 위치 정확도, 가용 서비스 영역, 적용 대상 서비스, 적용 가능 센서 등에 따라 매우 다양하게 분류될 수 있다. 예를 들어, (그림 1)에서처럼 위치 정확도와 가용 서비스 영역을 기준으로 기지국, Wi-Fi, 관성항법, 고감도 GNSS(Global Navigation Satellite System), UWB(Ultra Wide Band), RFID(Radio Frequency Identification), 의사위성, 초음파, 적외선, 지자계, 카메라 등 다양한 물리적 자원을 활용한 측위기술로 분류된다.

본 장에서는 최근 실내 위치 기반 서비스의 활성화에 주된 역할을 하고 있는 스마트폰에 적용 가능하고 현재 활발히 상용화가 진행 중인 Wi-Fi, 센서, 비콘 등의 주



(그림 1) 위치 정확도 및 가용 서비스 영역별 실내측위기술 분류[5]

요 측위기술에 대한 개념 및 장단점, 개발업체 현황 등을 살펴보고 향후 seamless 실내측위기술 제공을 위해 필요한 opportunistic signal 기반 측위기술의 개념 및 연구방향을 살펴보기로 한다.

### 가. Wi-Fi 기반 측위기술

#### 1) 기준점 측위(Cell of Origin 또는 Cell ID)

기준점 위치는 무선통신 기반 측위방식에서 모두 적용 가능한 측위방식이므로써, 수신된 신호들 중 가장 신호가 센 Wi-Fi 접속점의 위치로 단말 위치를 결정한다. 이 때, 제공 가능한 위치 정확도는 Wi-Fi 접속점의 배치 밀도에 따라 가변적이지만 약 50m 정도이다.

#### 2) 지문인식 측위(Fingerprinting)

지문인식 측위는 실험적 측위방법으로써, 크게 2가지 단계로 구성된다. 1단계는 사전수집 단계로써, 실내공간 내 임의의 수집위치 좌표와 해당 수집위치에서의 수신신호세기 리스트를 결합하여 저장한 뒤, 선택한 격자 또는 링크 상의 위치에 대한 전파맵(radiomap 또는 heatmap)을 구축한다. 2단계는 측위 단계로써, 측위 시점에 측정된 Wi-Fi 수신신호세기 리스트와 1단계에서 구축된 전파맵을 비교하여 유사성이 높은 전파맵 상의 위치들의 가중치 합으로 단말 위치를 결정한다. 지문인식 측위는 Wi-Fi 접속점의 위치를 알 필요가 없고 구축된 전파맵 내에 실내환경의 신호 전파 특성이 모두 반영되어 있다는 점에서 신호 전파 모델링 방식에 비해 높은 위치 정확도를 제공한다. 하지만 사전수집 단계로 인한 수집비용 증가 및 실내환경 변화 시 전파맵의 보정/갱신을 위한 재수집이 필요할 수 있다.

지문인식 측위는 현재 상용 Wi-Fi 측위 시스템에서 가장 보편적으로 사용되는 기술이므로, 기존 수집비용 증가 등의 단점을 극복하기 위한 기술들이 계속해서 개발되고 있다.

한국전자통신연구원에서는 보행자 기반 동적 수집기술을 포함한 LBS(Location Based Service) 플랫폼을 개발하였다. 기존 Grid 기반 정적 수집기술은 수집자가 Grid별로 움직이면서 수초~수분씩 수집 및 설정을 반복하기 때문에 충분한 Wi-Fi 수신신호세기 패킷을 얻을 수 있지만 수집시간이 길어져 비용이 증가하는 단점이 있다. 하지만 본 보행자 기반 동적 수집기술은 실내 지도를 이용하여 수집경로를 설정하고 이를 따라 수집자가 보행하면 스캔주기마다 동적으로 수집위치 및 Wi-Fi 수신신호세기 리스트를 함께 저장하기 때문에 빠른 수집이 가능하다. 시험결과, 동적 수집은 정적 수집시간 대비 약 20배의 수집시간을 절약한다[6].

미국 벨 연구소에서는 로봇을 이용하여 자동으로 실내지도 및 Wi-Fi 전파맵을 동시에 구축하는 기술을 개발하였다. 이러한 로봇은 상기 보행자 기반 수집방식에 비해 시공간 제약 없이 업데이트가 가능하고 장기 활용 시 유지보수 비용이 절감될 수 있는 장점이 있다[7].

#### 3) 다변측위(Multilateration)

##### • 수신신호세기 기반 다변측위

수신신호세기 기반 다변측위는 Wi-Fi 신호의 수신신호세기를 신호 전파모델링을 이용하여 거리로 환산한 뒤, 다수의 Wi-Fi 접속점의 거리정보들로부터 단말 위치를 계산하는 것을 의미한다. 간단한 수학적 모델을 이용하여 임의의 실내공간의 임의의 거리에서의 수신신호세기를 간단히 계산할 수 있는 장점이 있지만, 실제 실내환경 내 예측하기 어려운 전파차단(shadowing), 반사(reflection), 굴절(refraction), 흡수(absorption) 등의 요인들로 인해 수신신호세기 추정오차가 크고 Wi-Fi 접속점의 위치를 사전에 알아야 한다는 단점이 있다. 신호 전파모델링 기법으로는 자유공간 손실모델(free-space path loss model), 다중 벽 모델(Multi wall model) 등이 주로 사용된다.

##### • 도착시간 기반 다변측위

도착시간(TOA: Time of Arrival) 기반 다변측위는 수신신호세기 기반 다변측위에 비해 측정값이 더욱 안정적이지만, 현재 Wi-Fi 표준 인터페이스상에서는 1 $\mu$ s(약 300m) 수준의 분해능을 제공하기 때문에 미터 수준의 실내측위에 활용되기 어렵다. 또 다른 제약요건으로써, 시간 분해능을 추가적인 지연시간 없이 향상시키기 위해서는 Wi-Fi 물리계층의 수정이 필요한데, 이는 기존 Wi-Fi 표준과의 상호호환성이 결여될 수 있다[8].

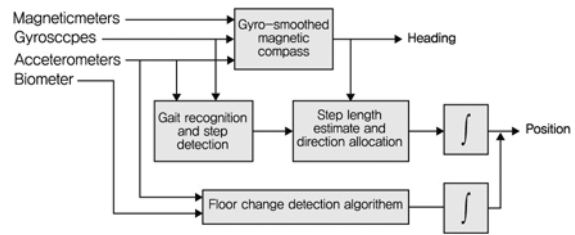
- 왕복이동시간 기반 다변측위

왕복이동시간(RTT: Round Trip Time) 기반 다변측위는 Wi-Fi 접속점으로서의 펄스 요청시간과 왕복 후 단말에서 펄스 도착시간의 시간 차이값에서 Wi-Fi 접속점에서의 지연시간을 제거한 후 이를 거리로 환산하여 다변측위를 수행하는 것을 의미한다. 가시거리가 확보되는 경우, 3~5m 위치 정확도를 제공하는 것으로 보고되고 있지만[9], Wi-Fi 접속점의 네트워크 트래픽에 따른 지연시간의 가변성 및 가시거리 확보가 쉽지 않은 실제 실내환경을 고려할 때, 상용 실내측위 제공을 위해서는 보다 많은 기술적 개선이 요구된다.

## 나. 센서 기반 측위기술

MEMS(Micro-Electro-Mechanical Systems) 센서의 대량생산에 따른 저가화로 스마트폰 내 가속도계, 자이로스코프, 지자기계, 기압계 등의 센서 내장화가 본격화되면서 실내 위치 기반 서비스에서 보행자추측항법(PDR: Pedestrian Dead Reckoning)으로 대표되는 센서 기반 측위기술이 주목 받고 있다. 센서 기반 측위기술은 기존 Wi-Fi 등 무선통신 인프라 기반 측위기술과 비교할 때, 인프라가 없는 환경에서도 단독 측위가 가능하고 단기간 내 높은 위치 정확도를 제공할 수 있기 때문에 기존 무선통신 인프라 기반 측위기술과 상호보완적인 성격을 가진다.

보행자추측항법은 크게 보행 수 인식, 보폭 길이 추



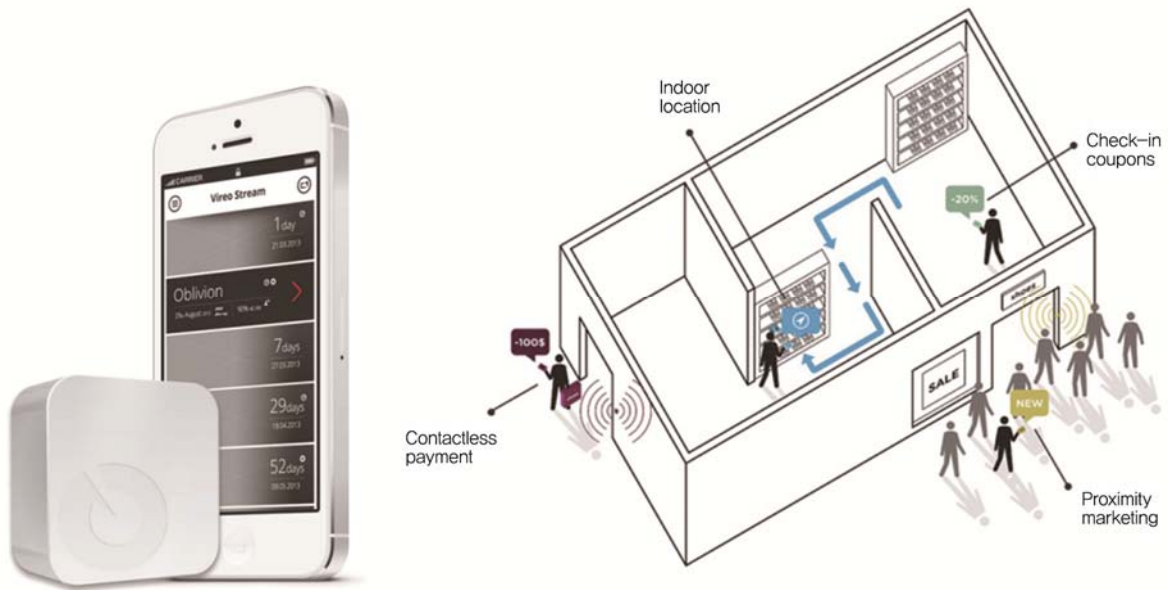
(그림 2) 보행추측항법(PDR) 구성도[10]

정, 보행방향 추정의 3단계로 구성된다(그림 2) 참조). 보행 수 인식은 주로 가속도계 크기의 주기적인 변화 내에서 최대값, 최소값 또는 영 교차점을 인식하여 찾아내며, 보폭 길이 추정은 주로 가속도계 및 자이로 크기의 변화량, 보폭 주기, 키, 성별 등과 보폭 길이의 상관관계식을 통해 계산된다. 보행방향은 주로 단기간 정확한 상대 방향을 제공하는 자이로와 절대 방향을 제공하지만 외란에 취약한 지자기계를 결합하여 계산한다. 또한 추가적으로 3차원 측위를 위한 고도(또는 층) 정보를 제공하기 위해, 기압계를 사용한다. 하지만 현재 MEMS 센서의 낮은 정확도, 예측하기 어려운 보행자 운동 특성 등을 고려할 때, 보행자추측항법 기술만을 사용해서는 점진적인 위치 오차 누적이 발생하며, 이를 보상하기 위한 GNSS, Wi-Fi, 지자기계, 비콘 등과 결합된 복합 측위기술이 필요하다.

## 다. 비콘 기반 측위기술

최근 애플사의 아이비콘의 출시로 인해 비콘 기반 측위기술이 새롭게 주목받고 있다(그림 3) 참조). 비콘은 사전적 의미로 신호등 또는 무선 송신소 등을 의미하며, 측위 관점에서는 형상, 빛, 소리, 전파 등 약속된 신호로부터 위치 등을 제공하는 장치로 정의할 수 있다.

비콘 기반 측위기술이 위치기반서비스에 널리 인식되기 시작한 것은 저주파 사운드 비콘을 통해 자동 체크인을 제공하는 Shopkick[11]의 성공 이후이다. 하지만 2010년 블루투스 4.0이 채택되고 저전력과 무제한 단말



(그림 3) 미국 애플사의 iBeacon 및 시나리오[12]

동기화를 제공하는 BLE(Bluetooth Low Energy) 기술이 출시되면서 최근 미국 애플, 페이팔 등의 모바일 결제 사업자들이 BLE방식의 비콘 제품을 출시하고 있다. 또한 국내에서도 SK텔레콤이 BLE 기반 비콘 제품을 출시하고 분당 서울대 병원의 실내정보 안내 및 가이드 서비스 등에 적용하고 있다.

BLE의 측위 원리는 매우 간단하다. 즉, BLE 장치는 주변 임의의 단말들에게 advertising packet을 전송하며, 본 packet내에 장치 ID, 서비스 장소명, 송신 신호 세기 등의 데이터를 포함한다. 이를 수신한 단말은 BLE 장치의 ID 또는 수신단말-BLE장치 간 거리를 이용하여 기준점 측위 또는 다변측위로 위치를 계산한다.

BLE는 사운드 비콘과 비교 시, 단말의 소형화, 저전력, 벽과 같은 실내환경의 영향 최소화라는 장점을 가지며, NFC(Near Field Communication)와 비교 시 전송거리가 약 50미터까지 넓어 측위 기능을 통한 모바일 광고와 결제 서비스를 통합할 수 있는 장점을 가진다.

이러한 비콘 기반 측위기술은 단독으로 측위가 가능하지만 기존 측위기술들과의 결합을 통해 시너지 효과

를 발휘할 수 있다. 특히 애플은 2013년 WiFiSlam사를 인수하여 Wi-Fi와 BLE를 결합한 다변측량기술로 고정밀 실내 위치를 제공할 계획을 가지고 있다.

#### 라. Opportunistic signal 기반 측위기술

Opportunistic signal은 실내환경 내에서 시간 이동에 따른 변화는 적고 공간 이동에 따른 변화는 커서 실내 측위 시 가용하며, 해당 측위를 위해 별도로 설치되지 않은 모든 신호들을 의미한다. 예를 들어 Wi-Fi, 기지국, 텔레비전, FM 등의 전파신호뿐만 아니라 GNSS, 지자체, 빛, 온도 등의 물리적 자원들도 활용될 수 있다.

Opportunistic signal 기반 측위방법은 크게 실내환경에 대한 사전정보 유무에 따라 구분된다. 실내환경에 대한 해당 신호들의 사전정보가 사전수집을 통해 Fingerprint Map화 되어 있다면 이는 기존 지문인식 측위 방식과 유사하다. 만약 사전정보가 존재하지 않거나 존재하더라도 실내환경 변화에 따라 Fingerprint Map이 변경되었을 경우, 사용자가 새로운 실내환경을 이동할

때 자동으로 Fingerprint Map을 생성하여야 하며, 이는 대표적으로 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)[13]을 통해 구축할 수 있다.

예를 들어, 스마트폰 기반 SLAM을 통한 Fingerprint Map 자동 구축방식은 개략적으로 다음과 같다. 스마트폰이 새로운 실내환경을 이동할 때, opportunistic signal들과 보행추측항법으로부터 계산된 위치를 결합하여 저장한다. 만약 스마트폰이 이전에 방문했던 지역을 지나가고 시간 차이가 크지 않다면, 이전 opportunistic signal과 매우 근접한 측정값이 수신될 것이다. 이러한 경우 'loop closure'가 발생했다고 판단하고 현재 경로를 이전 경로로 수렴시키고, 이 때 두 경로 간 차이는 loop 동안 보행추측항법의 오차가 누적된 것을 의미한다. 이러한 'loop closure' 발생 시, 해당 측위 시스템은 보행추측항법의 오차 파라미터(예, 보폭 bias 오차, 방향 bias 오차)가 보상되며, 이를 활용하여 다음 'loop closure' 시 까지 측위 가용범위를 확대할 수 있다.

이와 같이 Opportunistic signal 기반 측위기술은 임의의 단말 사용자에게 다수의 실내건물 내에서 측위자원의 제약 없이 저비용, 고정밀의 측위정보를 제공하고 궁극적으로 실외 GNSS와 연계한 seamless한 측위정보를 제공할 수 있는 유연한 frame work을 제공할 수 있다는 측면에서 향후 지속적인 기술고찰이 필요하다.

## 2. 실내측위 표준화 동향

### 가. OMA Location WG 표준화 동향

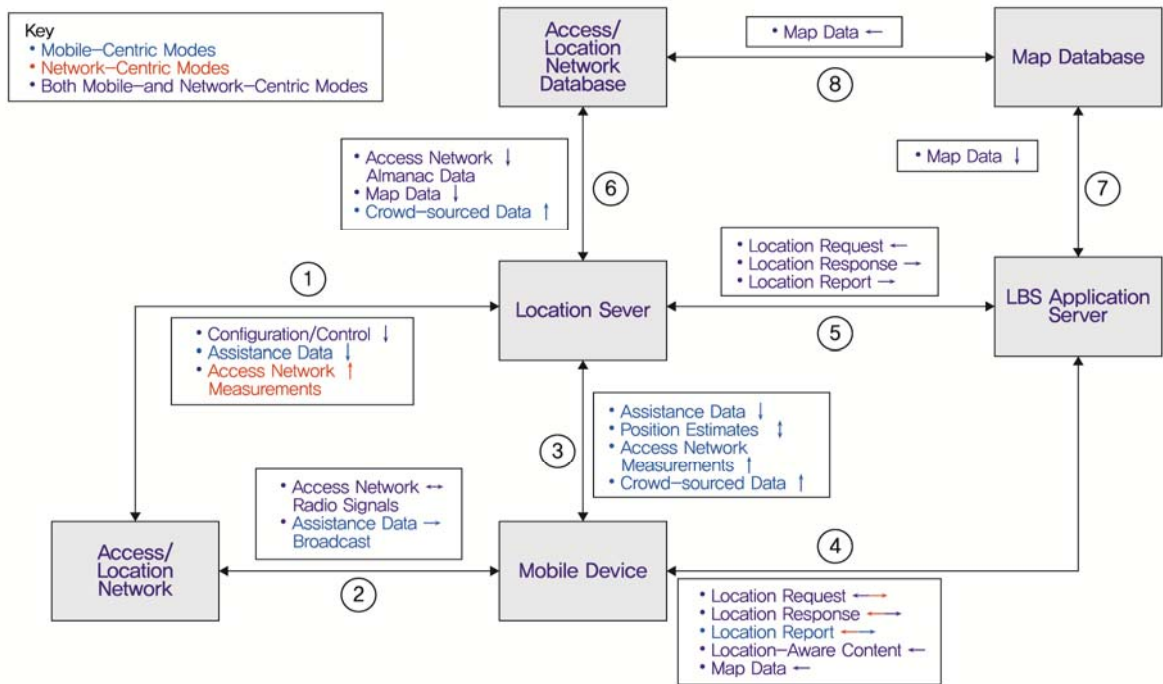
OMA LOCation WG 내에서는 위치 기반 서비스 제공에 필요한 요청서버-LBS플랫폼 간 인터페이스(MLS: Mobile Location Service), 단말-LBS플랫폼 간 인터페이스(SUPL: Secure User Plane Location), SUPL 내 Userplane용 측위 프로토콜 중 하나인 LPPe(LTE Positioning Protocol extension) 등의 표준화를 주로 진

행하고 있다. 본 절에서는 실내측위의 성능을 향상과 깊은 연계성을 가지는 LPPe 표준의 요구사항을 중심으로 살펴본다[14]. LPPe는 3GPP의 LPP 표준을 Userplane으로 확장한 이동통신 단말과 측위서버 간 측위용 프로토콜을 의미하며, 기존 LPPe1.0 내에서는 네트워크 및 GNSS 기반 측위방법 및 측정/보조정보 제공 등을 지원하고 있다. 하지만 기존 측위방법들은 실내환경에서 적용할 때 위치 정확도가 떨어지며, 비표준화된 측위방법을 통해 고정밀 실내측위를 제공하기 위해서는 추가적인 인프라 설치에 따른 비용이 증가되는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 LPPe2.0 내에서는 다음 요구사항들의 인터페이스 표준화를 진행 중이며, 현재 기술문서 초안 작성 단계이다.

- 전파 특성 정보 전달
- 영상 기반 상황인지 방법
- 보행자용 추측항법 기반 측위방법
- 단말 보조 기반 운동 서브상태 제공
- 단말 위치 및 측정정보에 대한 Crowdsourcing
- Indoor/Outdoor Transit area information 제공
- Radio map data 제공
- 향상된 WLAN 측위정보 제공

### 나. ILA 표준화 동향

ILA(In-Location Alliance)는 2012년 노키아, 퀄컴사를 중심으로 모바일 환경에서 실내 위치 기반 서비스의 구축을 활성화하기 위해 구성되었다. 구체적으로 본 표준화 단체는 위치 기반 서비스가 시장에 급속히 반영하고 혁신을 배가하기 위한 산업체 간 생태계 구축, end to end 솔루션에 필요한 컴포넌트 및 인터페이스의 이해, 기술 및 시장 요구사항을 만족하는 응용사례 발굴, 해당 응용사례에 대한 시장가치를 측정하기 위한 검증 및 상호호환성 테스트 등을 목표로 한다. 실내측위기술과 관련해서는 고정밀, 저전력 및 이동특성을 만족하는



(그림 4) ILA system architecture[15]

블루투스 4.0(노키아 주도) 및 Wi-Fi(퀄컴 주도) 기술을 중심으로 관련 응용사례 구현에 필요한 인터페이스 표준화를 타 표준화 기구와 연계하여 진행 중에 있다. 대표적인 사례로는 실내 내비게이션, 자산 추적, 소비자 및 구매자 행동분석, 타겟 위치 기반 광고서비스 등이다. 이를 도출하기 위한 세부 WG은 Use case WG, Pilot WG, System Architecture WG 등으로 구성되어 있으며, 2013년 6월까지 79개의 멤버사를 보유하고 있다. 2013년 6월까지 상기 응용사례를 만족하기 위한 시스템 구조 및 관련 인터페이스 참조모델은 (그림 4)와 같다.

### III. 실내공간정보 구축 기술개발 및 표준화 동향

본 장에서는 실내 위치 기반 서비스를 위해 필수적으로 요구되는 실내공간정보에 대한 구축방법과 이와 관련된 표준화 활동들을 정리한다.

## 1. 실내공간정보 구축 기술개발 동향

### 가. Blueprint 기반 실내공간정보 구축

최근 건축된 건물의 경우 설계 단계로부터 축적되는 실내공간에 대한 정보들이 많지만, 기존 건축물의 경우 건물에 대한 정보가 대부분 설계도면(blueprint) 및 대장등과 같은 도면 형태로 존재한다. 이러한 도면들로부터 실내공간정보를 구축하는 것은 일반적으로 처음부터 수작업으로 다시 편집하거나, 도면들을 이미지로 스캔하고, 이미지를 처리하여 벽체, 문, 계단 등과 같은 구조 및 구조 사이의 관계를 추출하는 과정을 필요로 한다. 이러한 과정을 일부 지원하는 3D 프로그램 및 도구들이 존재하지만, 도면을 스캔 한 이미지의 경우 스캐닝의 정확도와 도면에서 사용된 기호, 표기법 등에 따라 부정확한 정보가 추출될 가능성이 매우 높아 대부분 수작업으로 다시 정보를 편집 및 저장하는 과정을 거쳐야 한다. 최근 다양한 이미지 처리 기법을 이용하여 이를 줄이기



위한 노력들이 진행되고 있으나 아직 초보적인 단계로써 다양한 패턴 매칭 및 의미분석 등의 기술개발이 추가적으로 필요한 상황이다.

#### 나. 영상 기반 실내공간정보 구축

상기 언급한 blueprint 형태의 이미지와는 다르게, 핸드폰 카메라 등과 같은 일반 영상장치로부터 획득된 영상들도 실내공간정보의 일부로써 활용될 수 있다. Blueprint와 같은 도면에는 상대적으로 사전에 규정되고 정형적인 기호가 사용되는 반면에, 일반 영상장비를 이용하여 취득된 영상에는 비정형적인 정보들이 포함되어 있는 경우가 많고, 또한 취득 당시의 위치 정확도, 관점(view) 등에 따라 정보의 해석이 어려운 경우들도 많이 존재한다. 이로 인해 일반적인 영상장비를 이용하여 취득된 영상들은 실내공간에 대한 복도, 이동경로 등과 같은 구조적인 정보를 추출하는데 활용되는 것 보다 실내공간의 현실적 상황, 상태 및 POI 등과 같은 지점기반 정보들을 추출 및 전달하는데 많이 활용된다. 이러한 영상 기반의 실내공간정보는 현재 구글(Google), 네이버(Naver), 다음(Daum) 등에서 제공하고 있는 스트리트뷰 등과 연계하여 구축 및 활용되고 있다.

#### 다. 3D 모델링 프로그램 기반 실내공간정보 구축

일반적으로 실내공간에 대한 2D 및 3D 형태의 정보를 구축하는 것은 Autodesk 3D Max[16], Gong Builder[17], ArchiCAD[18] 등과 같은 다양한 CAD(Computer Aided Design) 기반 프로그램들로 이루어진다. 이러한 CAD 프로그램의 이용은 실내공간정보를 원하는 만큼 다양하고 구체적으로 구축할 수 있도록 한다. 하지만 대부분의 경우 이의 구축을 위한 자원 및 비용이 많이 요구되고, 프로그램에 따라 그 포맷 등이 상이하여 실내 위치 기반 서비스에서 대중적으로 활용되기에는 아직 보완되어야 하는 부분들이 많이 있다. 최근 실내공

간의 중요성이 지속적으로 부각되고 있음에 따라, 기존 건축 및 CAD 프로그램들은 이들 요구를 반영하기 위한 개발 및 확장을 진행하고 있다.

#### 라. BIM 기반 실내공간정보 구축

BIM(Building Information Modeling) 기반의 실내공간정보 구축은 건축물의 설계, 유지, 관리 및 운영 등과 같은 전반적인 과정에서 구축되던 건물에 대한 정보를 실내 위치 기반 서비스에서 활용할 수 있도록 변환 및 추출하는 것을 의미한다. 이러한 BIM 기반 실내공간정보의 구축에서도 역시 건축, BIM 및 3D CAD 프로그램 도구들이 많이 활용되나, 기존 건축물에 대해 실내공간 정보를 다시 구축하는 것이 아니라 이미 존재하는 건축물에 대한 디지털화 된 BIM 정보를 변환 및 매핑하는 것에 초점을 맞추고 있다는 것이 다르다.

이러한 BIM 기반의 실내공간정보의 구축은 단순히 실내공간에 대한 구조적인 정보(복도, 벽체, 계단 등)뿐만 아니라 실내공간에서 관리 및 운영되는 다양한 형태의 시설물 및 이의 상태정보까지 얻을 수 있다는 장점이 있다. 이를 기반으로 실내공간에서의 에너지 사용, 채광, 이동 복잡도 분석 등 고차원의 다양한 실내공간에 대한 정보를 활용할 수 있어, BIM 정보는 향후 실내공간을 기반으로 하는 다양한 형태의 위치 기반 서비스를 보다 풍부하게 만들어 줄 수 있는 가장 중요한 정보의 원천으로써 주목 받고 있다. 최근 이러한 흐름에 부응하여 복잡한 BIM 정보를 기반으로 여러 응용 서비스에서 활용될 수 있도록 다양한 수준(level)별 실내지도, 이동 가능 경로, 실내측위 지원정보 및 실내공간의 의미적(semantic) 정보들을 매핑 및 추출하기 위한 논의 및 개발 등이 진행 중에 있다.

#### 마. 레이저장비 기반 실내공간정보 구축

레이저장비를 기반으로 한 실내공간정보의 구축은 전



통적으로 고정밀 3D 구조 등을 추출하기 위해 활용되던 기술들을 포함한다. 개략적으로, 이러한 방법에서는 다양한 수단으로 이미 위치가 취득되어 있는 특정 지점에 고가의 레이저 스캐너 등을 설치하고, 이를 이용하여 주변 지역을 스캐닝하여 포인트 점들을 획득한 후, 이들을 후처리하여 실내공간의 구조 등을 파악 및 생성하는 과정을 거친다. 이러한 방법을 이용한 실내공간정보의 구축은 실내공간에 대한 매우 정밀도 높은 정보를 취득할 수 있고, blueprint와 같은 사전정보 없이도 진행이 가능하다는 장점이 있으나, 고가의 장비가 필요하고, 스캔 정보를 후처리하여 원하는 정보를 얻는 과정에 전문적인 지식 및 인력이 필요하다는 어려운 점들도 있다.

현재까지 구축되고 있는 많은 실내공간정보의 경우, 실외공간에서 사용하던 방법을 거의 그대로 적용할 수 있다는 점에서 이러한 레이저장비 기반의 정보구축 방법이 많이 활용되고 있으나, 실내공간을 대상으로 제공되는 많은 형태의 위치 기반 서비스들이 모바일 서비스 형태로 제공되고 있다는 점에서 이들 정보는 경량화된 형태의 정보로 재가공되어야 할 필요성이 있다. 이러한 서비스에 따른 정보의 경량화를 위해 여러 연구개발이 진행되고 있다.

#### 바. Crowd Sourcing 기반 실내공간정보 구축

최근 다양한 정보구축의 방법으로 Crowd Sourcing이 주목 받고 있음에 따라 실내공간에 대한 정보의 구축에도 Crowd Sourcing 방법이 한창 접목되기 시작하고 있다. 이러한 경향의 대표적인 예로는 구글 맵 인도어 맵(Google Maps Indoor)과 스케치업(SketchUp)[19] 등이 있다. 구글 맵 인도어의 경우 사용자가 기 소지하고 있는 다양한 형태의 실내지도를 기존 구글 맵과 연계하여 링크시키면, 해당 링크된 지도 및 정보를 다른 사용자 및 모바일 단말에서 내려 받아 사용 할 수 있도록 하며, 최근 Trimble사로 인수된 스케치업은 사용자가 3D

모델 정보를 저작하면 이를 구글 어스(Google Earth) 등과 연계하여 공유할 수 있도록 한다.

이러한 Crowd Sourcing 기반의 정보 구축은 정보의 최종 소비자인 실 사용자의 관점에서 필요한 정보들이 구축될 수 있다는 정점을 가지고 있으나, 사용자들에 의해 구축되는 정보의 정확도 및 신뢰도 등을 확인하는 과정 및 이를 위한 보완절차가 필요하다는 단점이 있다. 그럼에도 불구하고, 데이터의 구축 및 활용과 관련된 다양한 분야에서 그러하듯이, 실내공간정보의 구축 및 활용에 있어서도 Crowd Sourcing은 앞으로 지속적으로 주목 받고 발전될 기술 및 방향 중의 하나라고 할 수 있다.

위를 통해 실내 위치 기반 서비스를 위해 활용될 수 있는 다양한 형태의 정보구축 방법에 대해 간략하게 정리해 보았다. 하지만 위와 같은 다양한 방법 및 기술 들이 있음에도 불구하고 실내공간에 대한 정보들을 공유하여 서비스를 제공받기 위해서는 실내공간에 대한 표준화된 명세와 인터페이스가 필수적으로 요구된다. 이러한 표준화 활동들의 일부로 실내공간정보의 구축과 관련된 현황을 표준화 기구별로 간략히 정리하면 다음과 같다.

## 2. 실내공간정보 표준화 동향

### 가. ISO TC211 및 buildingSMART 표준화 동향

ISO TC211 지리정보(GIS: Geographic Information System) 표준화 그룹은 각 국가가 멤버로 가입되어 공간정보와 관련된 공적 국제표준을 개발하는 기구이고, buildingSMART[20]는 BIM과 관련된 다양한 정보의 표준을 제정하는 사실상 표준기구이다. 최근 실내공간정보의 중요성이 부각됨에 따라, 이와 밀접한 관계가 있는 ISO TC211과 buildingSMART가 상호 협력하여 실내공간과 관련된 표준안의 논의 및 개발을 모색하고 있으며, 그 일환으로 ISO TC211에는 GIS-BIM Ad-hoc 그룹이 생성되어 향후 협력방향 및 일정 등을 논의 중에 있다.

GIS-BIM Ad-hoc 그룹에서는 GIS-BIM의 연계를 위해 향후 ISO TC211 등에서 나아가야 할 방향 등을 논의하는 white-paper를 만들 예정이다.

#### 나. OGC 표준화 동향

OGC(Open Geospatial Consortium)는 공간정보와 관련된 다양한 표준안을 제정하고 있는 사실상(de-facto) 표준화기구이다. 각 국가가 멤버로 되어 있는 공적 표준기구인 ISO 등과는 다르게 OGC는 공간정보와 관련된 산업체, 연구기관 및 정부유관기관 등이 멤버로 되어 있으며, 이로 인해 보다 현실적으로 활용되는 많은 표준안들을 제정하고 있다. 이러한 대표적인 표준의 예로는 GML(Geographic Markup Language), KML(Keyhole Markup Language), WMS(Web Map Service), WFS(Web Feature Service), SWE(Sensor Web Enablement) suite 등이 있다.

OGC에서 개발 및 제정하고 있는 표준안들 중, 실내공간과 직접적으로 관련되어 있는 표준으로는 CityGML[21] 및 IndoorGML[22]이 있다. CityGML은 다양한 형태의 건축물의 형태(벽, 천장, 문, 창문 등)들을 다양한 수준(LoD: Level of Details)로 기술하기 위한 표준안으로써, 최근 실내공간을 그 논의대상으로 포함할 수 있도록 확대하는 것을 논의하고 있다.

OGC IndoorGML은 국내 전문가들이 주도하고 있는 표준안으로써, 실내공간을 다양한 관점에서 모델링하고, 그 관계들을 정형화된 방법으로 기술할 수 있도록 하는 방법을 제공한다. 이는 실내공간의 이동경로 등과 같이 대중적으로 활용될 수 있는 부분뿐 아니라, 실내측위를 지원하기 위한 인프라 및 센서들의 커버리지 등, 다양한 동적 및 의미적 정보들을 표현하는 방법을 포함한다. OGC IndoorGML은 현재 초안 작성 및 public comment 수렴이 완료된 상태으로써, 최종 논의를 거쳐 올해 하반기 혹은 내년 상반기에 국제표준으로 제정될

예정이다.

#### 다. 기타 표준화 동향

실내공간의 구축 관련 부분은 아니지만, 구축된 실내공간정보들을 다양한 환경에서 공유 및 활용할 수 있도록 하는 표준화 활동 등도 진행되고 있다.

이러한 활동의 대표적인 예로는 ISO TC204 지능형교통체계(ITS: Intelligent Transport System) 표준화 그룹에서 진행되고 있는 17438 실내 내비게이션을 위한 서비스 인터페이스 표준안이라고 할 수 있다. ISO 17438 실내 내비게이션 서비스 인터페이스 표준은 도처에 존재하는 실내지도 등의 정보를 접근 및 공유하기 위한 표준화된 인터페이스를 개발하기 위한 표준으로써 현재 표준개발이 한창 진행 중에 있다.

실내공간의 중요성이 보다 높아지고, 다양한 정보가 상호 결합되는 융합의 장으로 인식되고 있음에 따라 상급된 표준기구들은 사실상 서로의 협력 및 논의를 위해 MOU 등을 통해 공동 활동을 강화하고 있는 상황이다. OGC와 ISO TC211, OGC와 buildingSMART, 그리고 ISO TC211과 ISO TC204도 모두 liaison 관계를 설정하고, 이를 통해 상호 표준화의 협력을 강화하고 있다.

### IV. 맺음말

본고에서는 최근 주목 받고 있는 실내 위치 기반 서비스를 위해 필수적으로 요구되는 선행요소인 실내측위와 실내공간정보의 구축 기술 및 방법, 그리고 그와 관련된 표준화 활동의 동향에 대해 정리해 보았다.

상기 언급된 바와 같이 실외공간과 실내공간이 점차 밀접하게 결합되어 가고 있음에 따라 향후 실내 위치 기반 서비스는 실외공간에서만이나 중요하고 필수적인 서비스로 자리잡을 것으로 예상된다.

이에 본고를 통해 실내 위치 기반 서비스와 관련된 동

향을 공유하고, 이를 통해 실내 위치 기반 서비스의 저변 확대 및 활성화가 보다 촉진되기를 기대해본다.

## 약어 정리

BIM	Building Information Modeling
BLE	Bluetooth Low Energy
CAD	Computer Aided Design
GIS	Geographic Information System
GML	Geographic Markup Language
GNSS	Global Navigation Satellite System
ILA	In-Location Alliance
ITS	Intelligent Transport System
KML	Keyhole Markup Language
LBS	Location Based Service
LoD	Level of Details
LPpe	LTE Positioning Protocol extension
MEMS	Micro-Electro-Mechanical Systems
MLS	Mobile Location Service
NFC	Near Field Communication
OGC	Open Geospatial Consortium
PDR	Pedestrian Dead Reckoning
POI	Point of Interest
RFID	Radio Frequency IDentification
RTT	Round Trip Time
SLAM	Simultaneous Localization and Mapping
SUPL	Secure User Plane Location
SWE	Sensor Web Enablement
TOA	Time of Arrival
UWB	Ultra Wide Band
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service

## 참고문헌

- [1] 유재준, 이소연, 하수욱, “융합의 장으로 새롭게 주목받는 실내공간,” 주간기술동향, no. 1571, 2011, 11. pp. 14-26.
- [2] 유재준, “실내공간정보 표준화 동향,” TTA Journal, vol. 144, 2012, pp. 65-71.
- [3] OMA-TP-2013-296R01-INP\_Indoor\_location\_publ

- ic\_safety, <http://www.openmobilealliance.org>
- [4] Proposes new indoor requirements and revisions to existing E911 rules, <http://www.fcc.gov/document/proposes-new-indoor-requirements-and-revisions-existing-e911-rules>
- [5] R. Mautz, “Indoor Positioning Technologies,” Habilitation Thesis at ETH Zurich, Feb. 2012.
- [6] Y. Cho et al., “WARP-P: Wireless signal Acquisition with Reference Point by using simplified PDR – system concept and performance assessment,” *Proc. the ION 2013 Pacific PNT Meeting*, Apr. 2013.
- [7] R. Palaniappan et al., “Autonomous RF Surveying Robot for Indoor Localization and Tracking,” *IEEE international conf. IPIN*, Sept. 2011.
- [8] S.A. Golden and S.S. Bateman, “Sensor Measurements for Wi-Fi Location with Emphasis on Time-of-Arrival Ranging,” *IEEE Trans. Mobile Comput.*, vol. 6, no. 10, Oct. 2007, pp. 1185-1198.
- [9] F. Tappero, B. Merminod, and M. Ciurana, “IEEE 802.11 Ranging and Multi-lateration for Software-Defined Positioning Receiver,” *2010 International Conf. IPIN*, Sept. 2010, pp. 1-6.
- [10] R. Faragher and R. Harle, “Innovation: Getting Closer to Everywhere,” *GPS World*, Oct. 2013.
- [11] shopkick, <http://www.shopkick.com/>
- [12] J.V. Davila, “Five ways to use iBeacon you have never thought of,” Jan. 2014. <http://mobileworldcapital.com/en/article/361>
- [13] R.M. Faragher, C. Sarno, and M. Newman, “Opportunistic Radio SLAM for Indoor Navigation using Smartphone Sensors,” *PLANS*, Apr. 2012.
- [14] LPpe2.0 RD, <http://www.openmobilealliance.org>
- [15] In-Location Alliance system architecture, <http://in-location-alliance.com>
- [16] AUTODESK, <http://www.autodesk.com/>
- [17] VIRTUALBUILDER, <http://vbuilders.co.kr/>
- [18] GRAFHISOFT Korea, <http://www.archicad.co.kr/>
- [19] SketchUp, <http://www.sketchup.com/>
- [20] buildingSMART, <http://www.buildingsmart.com>
- [21] OGC CityGML, <http://www.opengeospatial.org/standards/citygml>
- [22] “Requirements and Space-Event Modeling for Indoor Navigation,” OGC discussion paper 10-191r1.