

LBS 기술 및 표준화 동향

Location Based Service Technologies and Standards

네트워크 기술의 미래 전망 특집

여건민 (K.M. Yeo) 무선통신융합연구팀 선임연구원
안지환 (J.H. Ahn) 무선시스템연구부 책임연구원

목 차

-
- I . 서론
 - II . 측위 방식 및 표준화 동향
 - III . 측위 정확도 향상을 위한 과제
 - IV . 결론

LBS 기술은 현재까지 이동통신 기술의 발전 및 측위 기술의 고도화를 통해 다양한 측위 인프라를 기반으로 발전되어 왔다. 측위 환경 및 방식에 따른 다양한 LBS 솔루션이 공존하며 대부분의 표준 단체에서 새로운 기술을 개발하고 있다. 네트워크 기반 측위 기술은 쉽게 접근할 수 있는 인프라임에도 불구하고 상용 수준에서 만족할 만한 성능을 보이고 있지 않다. 따라서 본 논문에서는 네트워크 기반 측위의 중요성 및 범용성을 감안하여 관련 기술 및 표준화 동향을 살펴보고, 현재의 기술 수준을 향상시키고 고정밀 위치인지를 가능하게 하기 위해서 해결되어야 할 과제에 대해 고찰해 보도록 한다.

I. 서론

GPS 기술이 무료로 개방되고 세계 각국의 정책적인 지원에 힘입어 LBS는 이동통신 분야에서 새로운 애플리케이션으로 각광받고 있다. LBS가 제공할 수 있는 서비스의 범주는 자산 추적, 차량 추적, 그룹관리, 대인 추적, 주변정보 조회, 내비게이션 등 생활에 편의성을 주는 서비스들뿐만 아니라 재난 구조와 같은 공공성을 위한 서비스로 진화되고 있다. 이와 같이 LBS는 우리 생활의 편의를 위한 선택사항일 뿐만 아니라 우리 생활의 안전을 위한 필수적인 요소가 되어가고 있다.

이러한 LBS를 위해서는 위치 정보의 획득이 필수적이며 대표적인 방법에는 GPS 인공위성을 이용하는 방법, 이동통신 환경을 이용하는 방법, 무선랜 등 고정된 물체에 대한 근접성을 이용하는 방법 등이 있다. 이러한 측위 기법들을 비교해 보면 GPS 기법(오차율 15m 내외)과 근접성을 활용한 기법은 정확도 면에서 이동통신 환경을 이용한 기법보다 정확하지만 GPS 기법은 GPS의 위성신호가 수신되지 않는 곳이나 신호의 감쇠가 큰 경우에는 사용할 수 없는 단점이 있다. 무선랜의 신호세기 정보를 활용해 위치정보를 제공하는 측위 기법은 기존의 무선인터넷 인프라를 활용할 수 있는 장점이 있지만 무선랜이 설치되지 않은 지역에서는 사용할 수 없고 위치정보 데이터 베이스를 따로 구축해야 한다는 단점이 있다. 반면 이동통신 환경을 이용하는 방법은 생활의 거의 모든 곳을 커버할 수 있고 별도의 추가적인 장비가 필요 없는 장점이 있지만 정확도 면에서 비교적 부정확한 단점을 가지고 있다. 이동통신 환경을 사용해서 위치를 결정하는 기법은 이미 잘 갖추어진 인프라를 이용할 수 있고 우리 생활의 거의 모든 곳에서 통신이 가능하듯이 위치 측위도 할 수 있다는 강점이 있다.

앞에서 언급한 LBS를 위해서는 생활 전반을 커버할 수 있으면서도 고해상도의 위치정보를 얻을 수 있어야 하고 만약 지금보다 더 넓은 적용범위(coverage)와 더 높은 해상도가 보장된다면 더욱 더 폭넓은 서비스가 가능할 것임을 예상할 수 있다.

이동통신 환경을 이용한 무선측위의 어려움들을 알아보면, 먼저 이동통신 환경은 그 특성상 주위에 많은 주파수 재사용이 있기 때문에 타 시스템에 비해 간섭이 심하고 위치 추정에 어려움을 겪게 된다. 게다가 전파 전달 과정에서 반사, 회절, 산란 등의 현상을 겪게 되어 결과적으로 페이딩과 전파 지연이 발생한다. 따라서 페이딩으로 인해 전파 세기에 대한 신뢰도가 떨어지고 전파 지연으로 인해 도달 시간에 대한 신뢰도가 떨어진다. 특히 전파가 거의 빛의 속도로 전달됨으로 인해서, 시간 차이에서 거리 차이를 계산하는 데에 있어 그 거리 값이 매우 커져서 정밀도가 낮아진다. 이러한 문제는 실외에서도 생기지만 실내에서는 더욱 심할 수 밖에 없다. 전파 전달 문제 외에 또 다른 문제는 기존 이동통신 환경에서 음영 지역을 해소하기 위해 중계기를 다수 설치하는데, 이러한 중계기의 전달로 인해 신호 전달 타이밍이 맞지 않게 되고, 수신 전력 세기를 이용한 송신점까지의 거리 산출도 어렵게 되었다.

위와 같은 문제에도 불구하고 이동통신 환경을 이용한 측위 기법에 관심을 갖는 이유는 이미 많은 인프라가 구축되어 있어 위치 측위를 위한 별도의 추가 비용이 필요 없으며 기본적으로 양방향 통신을 지원하기 때문에 위치정보를 이용한 2차 서비스에 강점을 보이기 때문이다. 또한 이동통신 시스템이 점점 광대역화 되어 칩 속도가 높아짐에 따라 만족스런 수준은 아니지만 측위 정확도가 높아지고 있다. 통상적으로 GPS 단말의 측위 통계를 분석하여 보면 전체 트래픽의 약 25% 정도는 GPS 측위이고, 나머지 75%

는 네트워크 기반 방식을 이용한 측위를 할 정도로 네트워크 기반 측위의 중요성이 대두되고 있다.

본 논문에서는 네트워크 기반 측위의 중요성 및 범용성을 감안하여 관련 기술 및 표준화 동향을 살펴 보고, 고정밀 위치인지를 가능하게 하기 위해서 해결 되어야 할 과제에 대해 고찰해 보도록 한다.

II. 측위 방식 및 표준화 동향

1. 네트워크 기반 무선 측위 방식

네트워크 기반 측위 방식은 기준 기지국과 단말 사이의 전파 신호 측정 유무에 따라 구분할 수 있다. 기준 기지국과 단말 사이의 전파 신호 측정 정보가 불필요한 방식은 다음과 같다.

- 기지국 사이에 삼각형을 만들어 위치 유무를 판단하는 PIT 테스트를 이용하는 APIT 방식
- 고정 기지국들 간의 거리를 알고 그에 따른 홉의 수를 이용하여 거리를 계산하는 DV-HOP 방식
- 수신된 기지국들의 좌표를 이용하는 Centriod 방식
- 기지국 좌표를 이용하는 Cell ID 방식

기준 기지국과 단말 사이의 전파 신호 측정 정보가 필요한 방식은 다음과 같다.

- 3개 이상의 기지국에서 송신한 전파의 개별적 도착시간을 이용하여 위치를 계산하는 TOA 방식
- 3개의 기지국으로부터 수신한 파일럿 신호의 도착시간 차이를 측정하여 기지국 간 거리차를 계산하여 얻어진 2개의 쌍곡선이 교차하는 지점을 단말기의 위치로 결정하는 TDOA 방식
- 기지국에서 수신된 단말기 신호에 대한 방향각을 계산하여 위치를 결정하는 AOA 방식

- 단말기에서 수신한 신호의 세기를 이용해서 거리를 추정하는 RSS 방식
- 서비스 지역의 위치좌표와 전파환경을 미리 DB로 구축한 후 단말기에서 올라온 전파특성을 해당 DB와 매칭하여 위치를 결정하는 fingerprint 방식

이 중 Cell ID, TOA/TDOA/AOA, RSS 방식은 대부분의 표준에서 제공하는 기본 측위 방식이다. TOA/TDOA/AOA 방식은 GPS 신호를 이용하는 측위에 비해 정확도가 떨어지나 Cell ID 또는 RSS 방식 보다는 정확도가 뛰어나다.

TDOA 방식은 기지국 간 동기 유무에 따라서 운용 방식이 차이가 있으며, 여러 표준에서 대표적으로 사용되는 방식이다. 그러나, 비동기 이동통신망의 경우 GPS 동기를 위한 추가 LMU 장치가 필요하다.

AOA 방식은 위치를 알고 있는 기지국에서 단말로부터 수신되는 신호의 각도를 바탕으로 위치를 추정한다. 2개의 기지국으로부터 위치를 판단할 수 있으나 송수신기 측에 여러 개의 안테나가 필요하므로 시스템 구축 비용이 증가되고, 신호 수신 각도를 기반으로 하므로 NLOS 환경에서의 신호 왜곡에 강인하지 못하다.

Fingerprint 방식은 전파 패턴 매칭 방식으로 국내에서는 실제 상용화되어 있는 기술이다. 앞서 언급한 TOA/TDOA/AOA 및 RSS 방식은 중계기가 존재하는 강력한 전파 왜곡 환경에서 정확도가 감소되는 반면 fingerprint 방식은 위치별 신호 세기 정보를 먼저 데이터베이스로 구축한 다음에, 목표 단말의 수신 신호 세기 정보를 DB와 비교하여 최적의 위치를 추정하는 방법이다. 이 방식의 정확도는 데이터베이스 구축 시의 샘플 포인트 밀도에 따라 달라지며, 주위의 환경 상황이 반영되므로 정확한 측위가 가능하다. 확

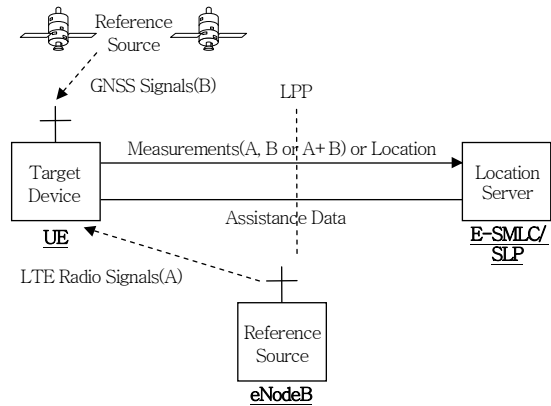
물론적 모델링에 의한 위치 추정 방법으로 노이즈 및 주위 환경 정보를 위치 추적을 위한 정보로 활용하는 방식이다. 현재 상용 서비스되고 있는 pCELL 기반 측위 기술이 여기에 속한다[1]. pCELL은 Cell ID 방식과 유사하게 위치 추적이 되는 모든 공간을 벌집 모양으로 구성할 수도 있으며, 실제로 이동 개체가 존재할 수 있는 경로상의 지점들에 대해서만 샘플 포인트를 설정할 수도 있다. 위치 추정은 training 단계와 tracking 단계로 구성된다. Training 단계에서는 위치 추적 대상이 되는 공간에 다수의 샘플 포인트를 설정하고, 모든 샘플 포인트에서의 전파 특성 값을 채취해서 데이터베이스를 만들게 된다. Tracking 단계에서는 단말기에 대해 실시간으로 전파 특성 값을 측정하고, 데이터베이스 검색을 통해 이와 가장 유사한 값을 찾은 후 그에 해당하는 샘플 포인트를 제시하는 방식으로 단말기의 위치를 추정하게 된다. pCELL 데이터베이스를 이용한 네트워크 기반의 측위 방법은 현재 서비스중인 시스템의 정보, 인접 기지국의 파일럿 신호, 신호 세기 등을 정보로 수집하여 거리 및 시간 데이터를 DB화 한다. 그러나 데이터베이스 구축의 오버헤드와 주변 환경이 바뀔 경우 데이터베이스 업데이트가 번거롭고 데이터베이스 구축에 많은 시간과 비용이 드는 단점이 있다.

2. 무선 측위 방식의 주요 표준화 동향

가. 3GPP LTE

3GPP LTE에서는 LBS 측위 방식에 대한 규격화를 LPP WI으로 진행하고 있다. 현재 위성 및 E-UTRAN 기반 측위 방식을 제공한다.

(그림 1)은 LPP를 구성하는 기본 모델을 나타낸다. 측위를 위한 기준 신호는 기지국(eNode B) 및 위성을 이용하고, 단말(UE)은 기준 신호로부터의 측정



<자료>: 3GPP TS 36.355

(그림 1) LPP 구성 기본 모델

정보를 서버(E-SMLC/SLP)로 전송하고, 최종적인 위치 결정은 서버에서 이루어진다. 이때 측위를 위한 보조 정보(assistance data)가 서버로부터 단말로 전송될 수 있다. 특징적인 점은 제어 평면(control plane) 및 사용자 평면(user plane)에서의 측위 정보 전송을 동시에 지원한다는 점이다. 사용자 평면에서의 측위 정보 전송이 가능함에 따라 새로운 측위 방식이 유연하게 추가될 수 있다. 그림에서 보듯이 단말 및 측위 서버 간의 측위 정보 및 송수신 방식을 규격화한 것이 LPP 규격이다. 또한 측위 정보에 대한 IE 및 시그널링 절차를 포함한다.

LPP에서는 다음과 같은 3가지 측위 방식을 제공한다[2].

- A-GNSS
- OTDOA
- E-CID

A-GNSS는 위성 기반 측위 방식이며 측위를 위한 기본 위성 정보를 무선 네트워크를 통해 수신함으로써 초기 위치 결정 시간을 감소시킨다. OTDOA 및 E-CID는 네트워크 기반 측위 방식이며, 각각 일반적인 TDOA 및 CID의 기본 방식을 따른다.

OTDOA 방식에서는 기준 셀과 인접 셀 간의 전파

시간차를 구하기 위해 RSTD라는 측정 값을 이용한다. 즉, 인접 셀로부터의 특정 프레임의 신호를 수신하고, 해당 프레임에 대한 기준 셀에서 수신된 지연 탭들 중 인접 셀로부터 수신한 탭과 시간상 가장 가까운 탭을 선택하여 그 시간 차이를 RSTD 값으로 계산한다. 따라서 유효 탭 추정 방식에 따라 성능이 좌우될 수 있다. 상향링크 TDOA 방식인 U-TDOA 방식은 논의가 이루어졌으나 LPP 규격에서는 제공하지 않는다.

E-CID 방식은 기존의 CID 방식에 RSSI 방식을 hybrid 방식으로 결합하여 단말의 위치를 좁혀가는 방식이다. 관련 측정 값으로 RSRP 및 RSRQ를 제공한다.

3GPP LTE에서는 가청성 문제를 해결하기 위해서 E-IPDL 방식을 도입하고 있다. 측위를 위해서 다수의 기지국으로부터 프리앰블 신호가 수신될 경우 상대적으로 거리가 먼 위치의 기지국 신호의 수신이 어려워져 삼각 측량을 위한 기본 기지국 수가 부족하게 된다. 또한, 인접 기지국간 간섭으로 인해 지연 탭 분해 성능이 감소하게 된다. 이러한 상황을 해결하기 위한 E-IPDL 방식의 도입으로 인해 향상된 측위 성능을 제공하고 있다.

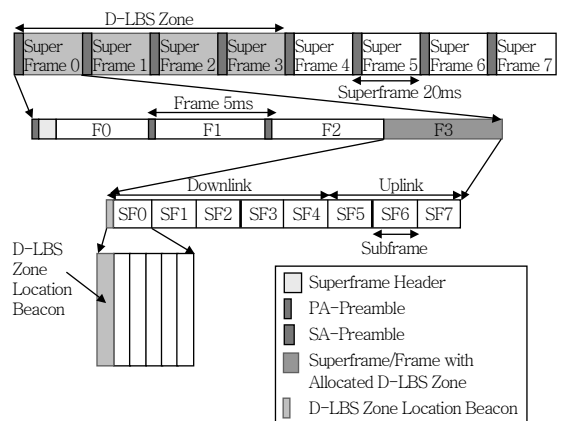
나. IEEE 802.16m

무선 측위와 관련된 IEEE 802.16m 표준의 특징을 살펴보면, 기존 시스템에 비해 광대역이라서 측위 정밀도가 높아지는 것 외에, 셀 반경이 작은 편이라서 측위에 유리하다. 송수신시 도달 시간차, 수신 신호세기, 수신 신호대간섭비 등을 측정하고 보고하는 것이 이미 표준에 포함되어 있어서 여러 무선 측위 방식 이용이 가능하다. 현재 진행되고 있는 IEEE 802.16m 표준에서는 GPS를 사용한 위치 측위 기법과 GPS를 사용하지 않는 위치 측위 기법 모두를 지원하고 이러

한 위치 정보는 사용자에게 부가 서비스, 응급상황에서의 서비스뿐만 아니라 네트워크가 단말의 위치 정보를 네트워크를 작동시키고 최적화하는 데 사용할 수 있도록 요구하고 있다.

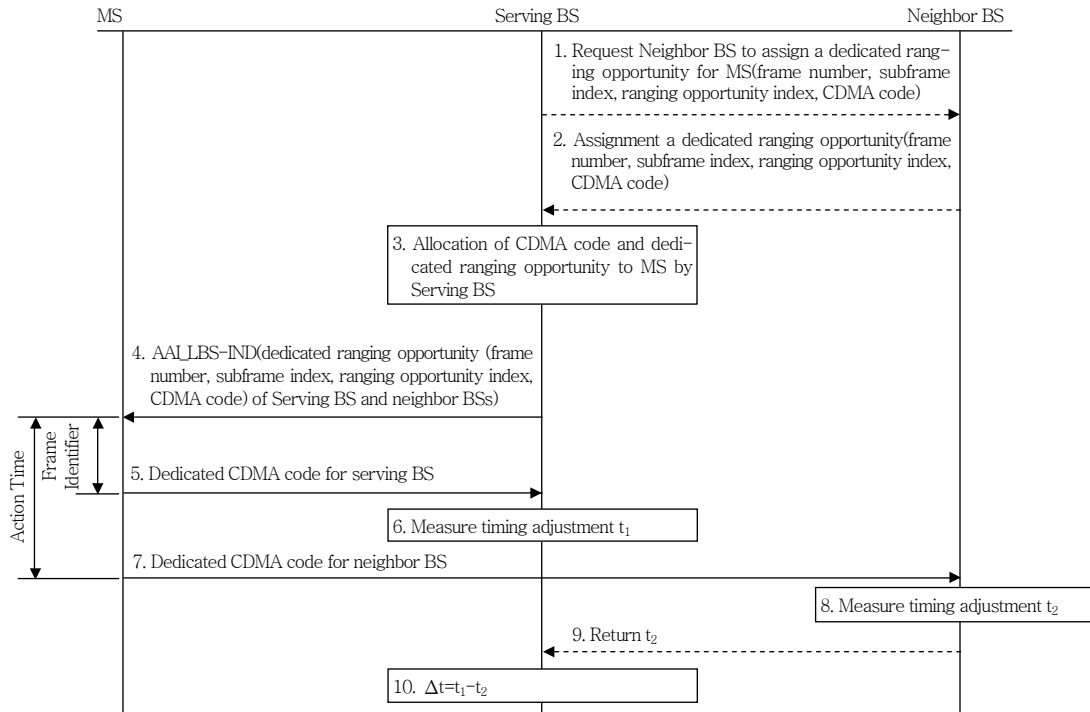
IEEE 802.16m의 측위 성능을 분석하기 위한 DG이 형성되어 측위를 위한 시뮬레이션 파라미터를 정의하였으며[3], 이를 바탕으로 TDOA에 대한 성능 평가를 수행하였다. 성능 평가 결과 기존 프리앰블 사용만으로는 FCC E-911 기준에 부합하지 못한다는 결론을 내렸으며, 이후 LBS Phase-II의 형태로 enhanced mode 측위 방식 개발을 시작하였다.

IEEE 802.16m에서는 가청성 및 측위 정확도 향상을 위해서 ERS 방식을 사용하고 있다. 단말은 2가지 모드로 동작하게 되는데, 기존 프리앰블을 이용하는 방식이 mandatory로 정의되며, (그림 2)와 같이 새로이 optional로 추가된 D-LBS 영역을 통한 LBS 전용 프리앰블을 수신할 수 있는 모드로 동작할 수 있다. 일부 MIMO 미드앰블이 들어갈 자리를 D-LBS 영역으로 지정하여 측위용 프리앰블을 삽입하는 방식이다. 옴니 셀 기준으로 12개 위치 중 하나를 이용하게 되므로, 전체 시스템에서 1/12의 확률로 위치가 충돌하게 된다. 옴니 셀 기준으로 주파수 재사용



<자료>: IEEE 802.16m/D9

(그림 2) D-LBS Zone



<자료>: IEEE 802.16m/D9

(그림 3) U-TDOA 방식

계수가 12이고, 3-섹터 셀 기준으로 재사용 계수가 36인 셈이다. 결과적으로 좋은 성능 결과를 보인다.

기본적으로 TOA, TDOA 및 RSS 기반 측위를 수행할 수 있는 RTD, RD, RSSI와 같은 측정 정보를 제공하며, 측정 정보에 대한 통신은 MAC 관리 메시지의 형태로 전송된다. 또한, IEEE 802.16m에서는 상향링크 측위 방식인 U-TDOA 방식을 채택하고 있다.

(그림 3)과 같이 상향링크 ranging 방식을 이용하여 각 기지국에서 해당 단말에 대한 신호 지연 시간을 획득한다. U-TDOA 방식은 ERS를 적용하지 않는 모드로 동작하는 단말의 가청성을 높이는 수단으로 기존 프리앰블을 사용하는 mandatory 모드에서 하향링크 TDOA 보다 좋은 측위 성능을 보이는 것으로 판단된다.

끝으로, IEEE 802.16 릴레이 스테이션에서 LBS 정보를 기지국에 전해줄 수 있고, 또한 펌토 셀도

LBS를 지원하게 된다. 만약 펌토 셀에 단말이 속하게 될 경우 네트워크가 단말의 위치를 알 수 있고, 단말이 펌토 셀에 속하지 않았을 경우에는 주변 펌토 셀의 신호를 스캐닝해서 기지국에 보고함으로써 네트워크가 단말의 위치를 알 수 있도록 지원한다.

다. OMA LOC

OMA는 모바일 아키텍처, 모바일 서비스, 모바일 장치를 포함하는 모든 모바일 서비스 산업의 표준을 제정하는 기구이다[4]. 이러한 목적을 위한 기구 내 WG 중 LBS 표준 작업을 위해 LOC WG이 운영되고 있다.

기존의 위치추적시스템 및 위치추적절차가 주로 각 망의 제어 평면에서 정의되어 있고 새로운 위치추적방법이 도입될 때마다 해당 위치추적방법을 반영하기 위해 제어 평면의 신호 처리 및 프로토콜의 수

정이 불가피한 반면, SUPL은 사용자 평면 상으로 위치추적 절차 및 프로토콜을 전송하도록 위치 서버와 단말 사이의 프로토콜을 정의하는 것으로 망 구조에 독립적인 위치정보 전달을 가능하게 한다[5]. 측위 방식 자체 표준보다 기존의 측위 방식 및 신규 개발된 측위 방식을 사용자 평면 상에서 지원하기 위한 규격이라고 볼 수 있다. 현재 앞서 언급한 3GPP LPP 측위 방식을 지원하는 프로토콜이 완료 단계에 있으며, 버전 3이 진행중이다.

최근 LOC WG 내 기존 3GPP LPP의 기능 및 역할이 이관된 LPPe WI이 신설되어 A-GNSS 방식 고도화 및 WLAN 인프라 기반 실내 측위를 포함한 신규 방식이 논의되고 있다. 주요 이슈인 radio map 관련 측위 기술이 실내 환경에 집중되고 있으나 규격이 진화됨에 따라 이동통신 기반 radio map 기술의 논의 가능성이 높아질 것으로 파악된다.

라. IEEE 802.23

IEEE 802.23은 IEEE 802 네트워크 전체에 대한 응급 호(emergency call)에 대해서 미디어 독립적인 위치인지 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다[6]. 2010년에 Study Group에서 Working Group으로 승격이 되었으며, 현재 세부 규격 범위를 결정하고 있는 단계이다. 응급 호에 대한 위치 정보 전송을 위한 일관된 구조와 관련된 계층 2에 대한 규격 작업이 진행될 예정이다. VoIP 응급 호에 대한 접근 허용 범위에 대한 논의가 집중적으로 진행되고 있으며, 비공식적으로 국가별 응급 구조를 위한 정책 현황을 파악하고 있는 단계이다.

단위 측위 기술에 대한 규격화는 WG 표준화 범위에 포함되어 있지 않으나, 향후 FCC E-911 규정과 관련된 측위 정확도 측면이 부각되는 상황에서 측위 방식에 대한 영향력이 커질 것으로 파악된다.

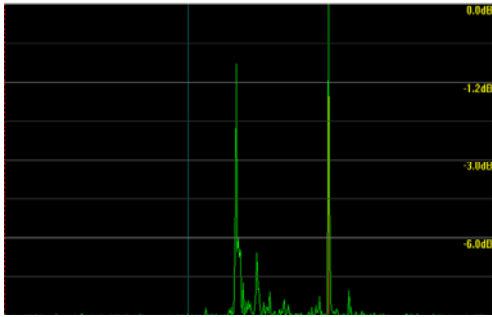
III. 측위 정확도 향상을 위한 과제

네트워크 기반 측위의 정확도를 감소시키는 원인에는 다음과 같은 주요 현상이 있다.

- 삼각 측량 방식에서 3개 이상의 기지국이 보이지 않는 가청성 문제
- 기지국과 단말 사이의 전파 반사 및 회절 등으로 인한 비가시성 문제
- 전파 도달 시간 및 거리를 왜곡시키는 중계기의 영향

삼각 측위 방식에 의한 위치 결정을 위해서 단말은 최소 3개 이상의 기지국으로부터 신호를 수신할 수 있어야 한다. 이러한 가청성 문제는 앞서 언급한 E-IPDL 및 ERS 방식에서와 같이 측위 전용 기준 신호를 이용하여 간섭을 최소화하는 기법으로 극복될 수 있다. 실제 시뮬레이션 결과에서도 큰 성능 향상을 보이는 것으로 나타난다[7]. 즉, 이러한 방식은 네트워크 기반 측위를 위해서 기본적으로 제공되어야 하는 장치이다.

가청성 문제가 완화되더라도 네트워크 기반 측위의 정확도 측면에서 또 하나의 문제가 남아 있다. 도심 및 부도심에서의 기지국과 단말 사이의 NLOS 환경으로 인해 전파 전달 과정에서 반사, 회절, 산란 등의 현상을 겪게 되어 결과적으로 비선형적인 전파 지연이 발생한다. 특히 전파가 거의 빛의 속도로 전달됨으로 인해서, 실제 거리를 계산하는 데에 있어서 그 거리 값이 매우 커져서 정밀도가 낮아진다. 현재까지 NLOS를 극복하는 표준 및 상용 기술은 없는 것으로 판단되며 무선 측위에서 가장 중요한 오차 요인이다. (그림 4)는 NLOS 상황에서 단일 기지국과 단말간의 실측에 의한 전파 지연 탭의 결과를 보여준다(가로 축은 지연 시간이며 세로 축은 peak 지연 탭 대비 dB



(그림 4) NLOS 환경에서 실측에 의한 전파 지연 예

로 환산된 각 지연 탭별 신호 세기를 나타낸다). 첫번째 세로축은 기지국과 단말간의 GPS 좌표를 바탕으로 계산된 지연 시간(즉, 실제 거리를 지연 시간으로 환산한 값이다. 이것은 기지국과 단말 사이에 LOS가 확보되었을 경우 첫번째 지연 탭이 도착하는 시간에 해당된다)을 나타내고, 그 이후로 각각의 수신된 지연 탭들이 나타난다.

기지국과 단말 사이의 큰 장애물로 인하여 첫번째 수신된 지연 탭과 실제 거리의 차이를 환산하면 약 650m의 오차가 발생한다. 여기에서 보여주는 것은 단일 기지국과 단말 간의 단순 거리 오차이지만, 이러한 상황에서 삼각 측량의 알고리즘을 수행하면 실제 단말의 위치가 수백 m까지 왜곡될 수 있다. 따라서 NLOS 환경에 대한 측위 오차를 줄이기 위해서는 수신기 신호 분석을 통한 새로운 접근 방법이 필요하다.

측위 성능을 향상시키는 새로운 방식 및 알고리즘 개발을 위해서 시뮬레이션 수행이 우선적이다. 이러한 과정에서의 문제점은 측위 성능 분석을 위한 채널 모델이 실제 상황을 얼마나 잘 반영할 수 있는가 하는 것이다. 현재 표준에서 LBS 성능분석용으로 사용하고 있는 채널 모델은 기본적으로 지연 탭에 대한 일정 개수 및 고정적 위치를 가정하고 있다. 즉, 같은 셀 영역 내에서 단말은 위치 및 기지국으로부터의 거리가 다름에도 불구하고 동일한 지연 탭 개수와 탭 위치 분포를 가지는 채널을 가정한다. (그림 4)에서

본 것 같이 실측을 통해서 본 실제 채널은 유효 지연 탭들간의 위치 및 간격이 상이하다. 즉, 셀 내의 위치에 따라서 서로 다른 지연 탭 분포를 보여주고 있다. 예를 들면, 현재 일반적으로 사용되는 ITU-R의 M. 1225 채널 모델의 Ped-B(Pedestrian-B) 채널은 지연 탭이 0~410ns 사이에 총 4개의 고정된 지연 탭을 사용한다. 이러한 상황은 IEEE 802.16m LBS 성능 분석에 사용되는 채널 모델도 동일한 가정을 한다 [8]. 따라서 실제 채널 환경을 반영하기 위해서는 거리에 따라 지연 탭 분포가 바뀌는 채널 모델이 필요하다.

끝으로, 중계기가 존재하는 상황에서는 fingerprint 방식이 많은 장점을 가지고 있다. 현재로서는 중계기가 있는 상황에서는 삼각 측량 방식이 심각한 측위 오차 요인을 포함하고 있기 때문이다. Fingerprint 방식이 가져다 주는 DB 구축 및 업데이트에 대한 취약점을 제외하면, 기술적으로 이 방식을 통한 정확도 개선은 샘플 포인트의 밀도에 의해 결정된다. 즉, 전파 지문이 서로 구별되는 샘플 포인트 격자를 얼마나 작게 줄일 수 있는가 하는 문제이다. 이것은 전파 지문을 구성하는 요소들을 제한된 측정 정보에서 얼마나 다양하게 찾아낼 수 있는가 하는 문제와 동일한 의미를 가진다. 향후 이동 통신 시스템이 진화되면서 다양한 측정 정보가 제공된다면 현재 수준 보다 훨씬 더 높은 측위 정확도를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

IV. 결론

본 논문에서는 LBS 관련 기술과 표준 이슈들을 네트워크 기반 측위 방식을 중심으로 살펴보았다. 현존하는 기술 및 표준 방식이 E-911 기준에 근접하는 기술로 평가 받기 위해서는 채널 모델에 대한 제고가

필요하며, 새로운 접근 방식을 가지는 측위 기술이 지속적으로 개발될 필요가 있다. 중계기가 진화됨에 따라 중계기로 인한 전파 신호 왜곡의 문제는 장기간에 걸쳐 해소될 것으로 파악되며, 네트워크 기반 fingerprint 방식은 실제적인 상용 솔루션을 위한 하나의 방식으로 의미를 가질 수 있을 것으로 판단된다.

● 용어해설 ●

가청성(Hearability): 삼각 측량을 위해서 여러 개의 기지국 신호가 수신되어야 함. 단말이 일정 시간 내에 복수 개의 기지국 신호를 수신할 수 있는 정도를 나타냄.

RD	Relative Delay
RSRP	Reference Signal Received Power
RSRQ	Reference Signal Received Quality
RSS	Received Signal Strength
RSSI	Received Signal Strength Index
RTD	Round Trip Delay
SLP	SUPL Location Platform
TDOA	Time Difference Of Arrival
TOA	Time Of Arrival
U-TDOA	Uplink TDOA
WI	Work Item

약어 정리

AOA	Angle Of Arrival
CID	Cell ID
DG	Document Group
E-CID	Enhanced-Cell ID
E-IPDL	Enhanced Idle Period DownLink
ERS	Enhanced Reference Signal
E-SMLC	Enhanced Serving Mobile Location Centre
GPS	Global Positioning System
IE	Information Element
LBS	Location Based Service
LMU	Location Measurement Unit
LPP	LTE Positioning Protocol
LPPe	LPP extension
LOC	Location
LOS	Line Of Sight
LTE	Long Term Evolution
NLOS	Non Line Of Sight
OTDOA	Observed Time Difference Of Arrival

참고 문헌

- [1] 김궁태 외, “pCell Network 기반 솔루션을 이용한 측위 성능 향상에 대한 연구,” Telecommunications Review, 제18권 제2호, 2008.
- [2] 3GPP, www.3gpp.org
- [3] IEEE 802.16m C802.16m-09/2201, “System Level Evaluation Assumptions for LBS Performance Analysis,” www.ieee802.org/16/tgm/index.html
- [4] Open Mobile Alliance(OMA), www.openmobilealliance.org
- [5] 조영수 외, “OMA 중심으로 한 LBS 표준화 동향,” Telecommunications Review, 제18권 제2호, 2008.
- [6] IEEE 802.23(Emergency Service Group), www.ieee802.org/23/
- [7] 3GPP R1-092040, “Positioning Performance and Design of PA-RS.”
- [8] IEEE 802.16m, “IEEE 802.16m Evaluation Methodology Document(EMD),” www.ieee802.org/16/tgm/index.html