

TDD 기반 셀룰러 망에서 측위 성능 향상을 위한 ToA 추정 기법

*이의형[†], *유승수, **윤석호, *김선용[†]

*건국대학교, **성균관대학교

[†]kimsy@konkuk.ac.kr

A ToA Estimation Scheme to Improve Positioning Accuracy in TDD-Based Cellular Network

*EiHoung Lee[†], *SeungSoo Yoo, **Seokho Yoon, *Sun Yong Kim

* Konkuk Univ, ** Sungkyunkwan Univ.

요약

본 논문에서는 단말국을 (Mobile Station, MS) 기반으로 하는 무선측위 (Wireless Location) 기법에 대해 연구한다. 측위를 위해서 단말국은 위치를 알고 있는 기지국으로부터 (Base Station, BS) 전송된 신호의 도착시간 (Time-of-Arrival, ToA) 값을 3개 이상 추정해야 한다. 그러나 셀룰러 망 기반 측위의 경우 근원 (Near-Far) 효과에 의해 서비스 셀의 (Serving Cell) 대부분 위치에서 이웃 기지국 (Neighbor-Base Station, N-BS) 신호가 묻히기 때문에 상대적으로 근원 효과가 적은 서비스 셀의 경계 위치에서만 ToA 측정에 의한 측위가 가능하다. 본 논문에서는 무선측위 성능 향상을 위한 기법을 제안하고, 모의실험을 통해 제안한 기법의 ToA 추정오차와 측위 성공률을 보인다.

1. 서론

무선측위는 셀룰러 망 환경에서 단말국의 위치를 측정하는 기술이다. 무선측위에 대한 연구는 1996년 미국의 연방 통신위원회에서 (Federal Communication Commission, FCC) 휴대전화 사업자에게 단말국에서의 E-911 (Enhanced 911) 호출도 유선전화에서의 911 호출에 근접한 측위 정확도를 갖출 것을 의무화 하면서 활성화 되었다 [1], [2].

무선측위 기술은 측위 주체에 따라 망 기반 무선측위 기술과 단말국 기반 무선측위 기술로 구분되며, 측위를 위해 사용하는 매개에 따라 신호세기를 이용한 방법, 신호 도착 시간 ToA를 (Time-of-Arrival) 이용한 방법, 그리고 신호 도착 방향 AoA를 (Angle-of-Arrival) 이용한 방법으로 구분 된다 [2]-[4].

망 기반 무선측위 기술은 단말국이 전송한 신호를 서비스 기지국과 (Serving Base Station, S-BS) 다수의 이웃 기지국이 (Neighbor Base Station, N-BS) 수신한 후 모든 측위 정보를 측위서버로 전송하고, 측위 서버가 단말국의 위치를 결정하여 단말국에게 위치 정보를 제공하는 방법이다. 이 방법은 복잡한 여러 측위 알고리즘을 빠르게 구현할 수 있는 장점을 갖고 있다. 그러나 여러 개의 기지국이 단말국이 전송한 신호를 수신하기 위해서는 높은 전력소비가 필요하며, 개인 사용자의 위치가 서버를 통해 노출될 수 있는 단점이 있다 [2], [3].

반면, 단말국 기반 무선측위 기술은 기지국이 전송한 신호를 단말국이 수신하고, 수신 신호의 신호처리를 통해 측위를 수행하는 방법이다. 이 방법은 단말국이 자체적으로 측위를 수행함으로써 측위 정보가 노출될 위험이 적다. 하지만, 단말의 물리적 한계로 인해 복잡한 측위 알고

리즘을 구현할 수 없어 측위 성능이 다소 떨어지며, 하나의 수신기가 여러 신호를 수신해야 하므로 간섭에 의한 성능저하가 크다 [3], [5].

다음으로 신호의 세기가 거리에 따라 감쇄되는 특성을 이용한 방법이 있다. 이 방법은 통상적인 단말국의 전력제어를 위한 수신 신호 측정 블록을 그대로 측위에 사용할 수 있어 복잡도가 낮은 장점이 있다. 그러나 신호의 감쇄 특성은 경로 감쇄 외에도 음영효과 및 페이딩 등 확률적인 요소가 작용하기 때문에 신호 세기만을 이용한 측위는 서비스 기지국 주변으로 제한되는 단점을 갖고 있다 [2], [5].

신호의 세기가 거리에 따라 감쇄되는 특성을 이용하는 방법으로 단말국의 위치를 얻기 위해서 단말국은 위치를 알고 있는 기지국으로부터의 ToA 값을 3개 이상 추정해야 한다. 그러나 셀룰러 망 기반 측위의 경우 근원 효과에 의해 서비스 셀의 대부분 위치에서 서비스 기지국 신호에 이웃 기지국 신호가 묻히기 때문에 상대적으로 근원 효과가 적은 서비스 셀의 경계 위치에서만 ToA 측정에 의한 측위가 가능하다. 이외에도 다중경로 및 비가시 (Non Line-of-Sight, NLoS) 신호 전파 영향으로 측위 정확도가 떨어지는 단점이 있다. 현재 이를 해결할 수 있는 많은 기법들이 연구되고 있다 [2]-[8].

본 논문에서는 이 가운데 단말국 기반 측위에서 간섭을 줄이고 신호 획득률을 향상시킴으로써 ToA 추정 정확도를 향상 시키고, 정확한 ToA를 가지고 측위의 성공률을 높일 수 있는 기법을 제안하고 성능 특성을 분석한다.