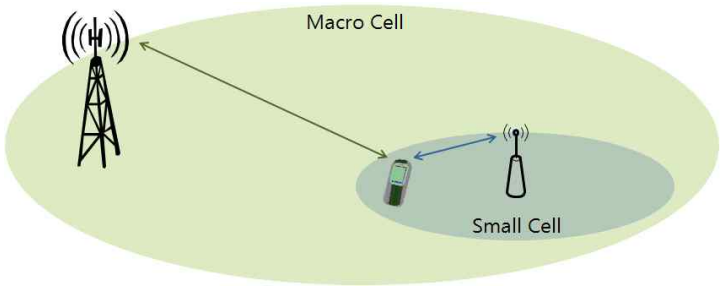
Future Internet Forum
Newsletter
<37호> 2013.12.09

네트워크 성능 향상을 위한 스몰셀 관련 최신 기술 동향

유승민 (삼성전자)

바야흐로 스마트 기기를 통해 언제 어디서나 초고속 무선 인터넷을 사용하고 고화질 동영상을 시청할 수 있는 시대가 도래했다. 불과 몇 년 전까지만 해도 상상할 수 없었던 이러한 것들이 어떻게 가능하게 되었을까? 지난 백여 년 동안 셀룰러 네트워크의 성능은 약 백만 배 향상되었다. 구체적으로 살펴보면, 더 넓은 주파수 확보가 약 25 배, 주파수 사용의 세분화가 약 5배, 변복조 방식의 발전이 약 5배, 셀 크기 감소가 약 1600배의 네트워크 성능 향상을 가져왔다. 이는 추가 기지국 설치를 통한 셀 크기의 감소가 네트워크 성능 향상에 가장 크게 기여했음을 의미한다. 셀 크기의 감소는 주파수의 재사용률을 높이고 단말과 기지국 사이의 평균 거리를 줄임으로써 네트워크의 성능을 향상 시킬 수 있다.

그러나 셀 크기를 줄이기 위해서는 많은 수의 기지국을 추가적으로 설치해야하므로 비용적인 측면에서의 비효율성이 발생할 수 있다. 따라서 무선신호의 품질이 좋지 않은 셀 경계 지역이나 건물 내 혹은 트래픽이 급격하게 많이 발생하는 지역(Hotspot)과 같은 특정 지역에서의 성능만을 향상 시킬 수 있는 방법이 필요하다. 이러한 이유로 넓은 지역을 서비스할 수 있는 기존의 매크로셀과 낮은 전송 전력으로 특정 지역만을 서비스할 수 있는 피코셀/펨토셀과 같은 스몰셀을 활용한 HetNet (Heterogeneous Network)이 주목받기 시작했다 [그림 1]. 본 고에서는 몇 가지 시나리오를 통하여 네트워크 성능 향상을 위한 스몰셀 관련 최신 기술 동향을 살펴보려고 한다.



[그림 1] HetNet (Heterogeneous Network)

4세대 이동통신 기술로 주목받고 있는 LTE (Long Term Evolution)는 LTE-FDD와 LTE-TDD로 나뉠 수 있다. LTE-FDD는 다운링크와 업링크 전송을 위한 주파수 대역이 나뉘어져 있는 시스템을 의미하고, LTE-TDD는 다운링크와 업링크 전송이 동일 주파수 대역에서 이뤄지되 시간 축으로 나뉘어져 있는 시스템을 의미한다. 일반적으로 LTE-FDD는 넓은 지역을 서비스하는데 유리하며, LTE-TDD는 다운링크와 업링크의 트래픽이 불균형한 지역을 서비스하는데 유리하다. 따라서 스몰셀을 활용한 네트워크 성능 향상은 다음과 같은 시나리오들을 생각해볼 수 있다.

1) 동일 시스템 내에서 매크로셀과 스몰셀이 같은 주파수 대역을 사용하는 시나리오

매크로셀과 스몰셀이 같은 주파수 대역을 사용하므로 서로에게 주는 간섭을 줄임으로써 추가적인 성능 향상을 기대할 수 있다. 이를 위하여 3GPP Release 10 표준에서는 eICIC (Enhanced Inter-Cell Interference Coordination) 기술을 도입하였다. eICIC는 데이터를 전송하지 않는 ABS (Almost Blank Subframe)에 관한 정보를 매크로셀과 스몰셀이 서로 주고받음으로써 시간 축 상에서 동시 전송을 피하는 방법이다. 기존에 존재하던 주파수 축 상에서의 간섭회피 기술은 데이터 채널에서의 간섭은 피할 수 있지만 다운링크 제어채널에서의 간섭은 피할 수 없다는 한계점을 지니고 있었다. 그러나 eICIC는 시간 축 상에서 간섭을 회피함으로써 이러한 한계점을 해결 할 수 있다.

2) 동일 시스템 내에서 매크로셀과 스몰셀이 서로 다른 주파수 대역을 사용하는 시나리오

매크로셀과 스몰셀이 서로 다른 주파수 대역을 사용하는 시나리오에서 넓은 지역을 서비스하는 매크로셀은 먼 거리까지 전파가 도달할 수 있는 낮은 주파수 대역을 사용하면 효율적이다. 반면에 좁은 지역을 서비스하는 스몰셀은 높은 주파수 대역을 사용함으로써 스몰셀 간의 주파수 재사용률을 높일 수 있다.

표준에서는 매크로셀과 스몰셀 간의 연결이 ideal backhaul인지 non-ideal backhaul인지에 따라 네트워크 성능을 향상시킬 수 있는 다양한 기술을 도입하고 있다. Ideal backhaul인 경우, 매크로셀과 스몰셀의 주파수를 하나로 합쳐 한 사용자를 서비스하는 CA (Carrier Aggregation)를 통하여 최대전송속도를 높일 수 있다. LTE-FDD간 CA 및 configuration이 같은 LTE-TDD간 CA는 3GPP Release 10 표준에서, configuration이 서로 다른 LTE-TDD간 CA는 3GPP Release 11 표준에서 도입되었다. 따라서 LTE-TDD 사업자는 넓은 지역을 서비스하기 위한 매크로셀은 업링크 서브프레임이 많은 configuration을 사용하여 커버리지를 넓이고, 많은 양의 다운링크 트래픽 처리를 위한 스몰셀은 다운링크 서브프레임이 많은 configuration을 사용하면서도 CA를 지원할 수 있게 되었다.

Non-ideal backhaul인 경우, 동시에 두 기지국으로부터 서비스 받을 수 있는 dual connectivity를 활용하여 네트워크 성능을 향상 시킬 수 있다. 이는 CA를 MAC layer 이상으로 확장하여 독립적인 두 개의 스트림을 통하여 한 사용자를 서비스하는 개념으로 기지국 간의 ideal backhaul이 없어도 가능하다. 따라서 dual connectivity 기술을 활용하면 non-ideal backhaul인 경우에도 CA에서와 같이 최대전송속도를 높일 수 있다.

Dual connectivity를 활용한 또 다른 방법으로는 제어채널과 데이터채널의 분리를 통한 핸드오버 성능향상을 생각해 볼 수 있다. 셀룰러 네트워크는 사용자가 현재 셀에서 다른 셀로 이동할 때 제어채널을 통하여 핸드오버 절차를 수행한다. 현재의 셀룰러 네트워크는 제어채널과 데이터채널을 동일 기지국을 통해 송수신하는 구조이다. 따라서 스몰셀이 많은 경우에 핸드오버 절차의 수는 급격하게 증가할 수 있으며 이는 네트워크 성능을 저하시킨다. 그러나 dual connectivity를 활용하여 제어채널은 항상 매크로셀로부터 송수신하고 데이터채널은 가장 가까운 셀로부터 송수신한다면 스몰셀이 증가하더라도 핸드오버 절차의 수는 증가하지 않으므로 핸드오버에 의한 네트워크 성능 저하를 피할 수 있다. Dual connectivity를 활용한 네트워크 성능 향상 기법은 3GPP Release 12 표준을 위해 현재 논의 중에 있다.

3) 매크로셀과 스몰셀이 서로 다른 시스템인 시나리오

상대적으로 넓은 커버리지를 제공할 수 있는 LTE-FDD 시스템을 매크로셀에서 사용하여 전국망을 확보한 사업자가 업링크와 다운링크 서브프레임 비율을 유연하게 조절할 수 있는 LTE-TDD 시스템을 Hotspot 지역의 스몰셀을 위하여 사용하는 시나리오이다. 또한, 현재 LTE-TDD를 위한 주파수가 LTE-FDD를 위한 주파수보다 저렴하므로 기존 LTE-FDD 사업자가 비용 효율적인 스몰셀을 운용하기 위하여 택할 수 있는 시나리오이다.

이러한 시나리오에서는 2)의 시나리오와 마찬가지로 ideal backhaul인 경우에는 CA를 non-ideal backhaul인 경우에는 dual connectivity를 활용하여 네트워크 성능을 향상 시킬 수 있다. 그러나 매크로셀과 스몰셀이 서로 다른 시스템을 사용하므로 다양한 구현 이슈가 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위하여, 3GPP Release 12 표준을 위한 표준화 회의에서 TDD-FDD joint operation이라는 work item으로 현재 논의 중에 있다.