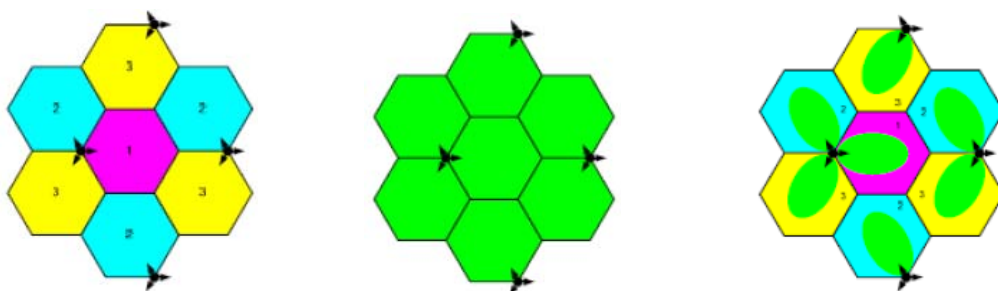


[차세대이동통신] IMT-Advanced 시스템을 위한 셀간 간섭 완화 기술 연구 동향

ITU(International Telecommunication Union)에서는 올해 4세대 이동통신 시스템에 대한 후보 기술들의 제안서를 받을 예정이다. 이에 따라 3GPP, IEEE 등의 표준 기구에서는 4세대 이동통신으로 제안할 기술에 대한 논의가 활발히 이루어지고 있으며, 전송 대역폭의 확장, 향상된 다중안테나 기술, 업링크 용량 개선, 셀간 간섭 완화 등의 기술들이 논의되고 있다. 그 중에서도 셀간 간섭 완화 기술은 높은 주파수를 지원하기 위한 작은 크기의 마이크로셀, 건물 내 혹은 개인 영역에 설치되어 특정 사용자에게 높은 전송률을 제공하는 펌토셀(femtocell), 기지국 커버리지를 증가시키기 위해 셀 경계 영역에 무선 중계기(relay) 등이 설치될 4세대 이동통신에서 그 중요성이 더욱 커지고 있다. 이처럼 서비스 영역이 작은 다양한 셀들이 존재함으로써 셀간 간섭에 영향을 많이 받는 셀 중첩 영역이 증가하게 되어 셀간 간섭을 제어하는 기술이 시스템의 데이터 효율을 높이기 위한 필수 기술이 되었다. 이에 본 고에서는 셀간 간섭 완화 기술 중 전력을 제어하는 소프트 주파수 재사용(SFR: Soft Frequency Reuse) 기술과 다중 안테나를 사용하여 빔을 제어하는 다중셀 빔형성(multi-cell beamforming) 기술의 연구 동향에 대하여 살펴보고자 한다.

소프트 주파수 재사용 기술

소프트 주파수 재사용 기술(이하 SFR)은 셀 경계에 위치하여 인접셀의 간섭을 많이 받는 단말의 데이터 전송율을 높일 수 있는 기술이다. 이는 부분 주파수 재사용(FFR: Fractional Frequency Reuse, 이하 FFR) 기술을 일반화한 것으로 인접 셀들이 각 부대역의 송신 전력을 다르게 설정함으로써 셀 경계에 위치하여 인접셀의 간섭을 많이 받는 단말의 데이터 전송률을 높일 수 있는 기술이다.



(a) 주파수 재사용 지수 = 3 (b) 주파수 재사용 지수 = 1 (c) 부분 주파수 재사용기술

<그림 1> 주파수 재사용 기술

(출처: M. Wang, et al, "Interference Management and Handoff Techniques in Ultra Mobile Broadband Communication Systems," IEEE ISSSTA, Aug. 2008)

그림 1의 (a)와 (b)는 전통적으로 사용하여 오던 주파수 재사용 기술로 각각 주파수 재사용 지수 3과 1의 기술이다. 주파수 재사용 지수 3을 사용하면 서로 다른 세개의 주파수 대역

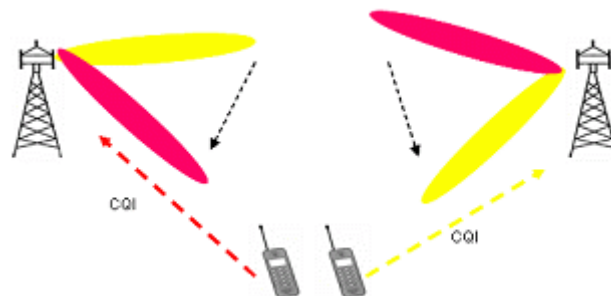
(그림에서 1, 2, 3으로 표시)이 인접셀에서 번갈아 사용되어 셀간 간섭이 작고 셀 경계에 위치한 단말도 좋은 데이터 전송률로 서비스를 받을 수 있다. 주파수 재사용 지수 1을 사용하면 모든 셀들이 동일한 주파수를 사용하여 셀간 간섭이 커지게 된다. 그러나 주파수를 최대한 재사용하게 되어 전체 시스템 효율은 높게 된다. 그림 1의 (c)는 FFR 기술로 전체 주파수 대역을 부대역으로 나누고 일부 대역에서는 주파수 재사용 지수 1을 일부 대역에서는 주파수 재사용 지수 3을 사용하는 방법이다. 이렇게 서로 다른 주파수 재사용 기술을 결합함으로써 전체 시스템 효율을 최대한 유지하며, 셀 경계에 위치한 단말들을 주파수 재사용 지수 3의 부대역에서 서비스 하여 셀 경계 단말의 데이터 전송률을 보장하게 된다.

SFR은 FFR을 일반화시킨 기술로, FFR에서는 주파수 재사용 지수 3을 사용하는 부대역에서 각 셀들이 특정 부대역의 송신 전력을 off하는 반면, SFR에서는 송신 전력을 낮추어 전송함으로써 전체 시스템 효율을 더 높일 수 있다.

다중셀 빔성형 기술

다중 안테나를 사용하는 셀룰라 시스템에서 인접한 셀들의 빔들이 충돌하는 것을 최소화하여 셀간 간섭을 줄이는 기술들이 연구되고 있다.

- 인접 셀들을 제어하는 중앙 제어를 사용하여 각 셀들의 빔들이 충돌하지 않도록 하는 충돌 회피 빔성형(collision avoidance beamforming) 기술,
- 간섭을 많이 주는 인접셀의 빔을 제한하는 PMI(Precoder Matrix Index) restriction 기술,
- 각 셀에서 랜덤 빔성형을 하고 단말들은 채널 상태를 피드백하여, 각 셀에서 해당 단말이 최적 채널 상태일때 스케줄링하는 랜덤 빔성형 기술(<그림 2>)



<그림 2> 랜덤 빔성형 기술

결론

인접셀간 간섭 완화 기술로 전력을 제어하는 SFR 기술과 다중안테나의 빔을 제어하는 다중셀 빔성형 기술을 살펴보았다. 인접 셀의 간섭을 제어하는 기술들은 인접 셀들을 제어하는 방법(중앙제어 방식 또는 분산제어 방식)에 따라 단말의 피드백 정보에 따라, 각 인접셀들이 교환하는 정보의 종류에 따라 구체적인 동작방법이 다양하며, 적용하는 시스템 환경에 따라 다른 방식들이 사용될 것이다. 또한 다중셀의 간섭 제어를 위한 기술들은 펌토셀간 간섭 및 펌토-매크로셀간 간섭을 완화하는 기술로도 활용될 수 있다.

김동희 (전주대학교 전기전자정보통신공학부 교수, donghee@jj.ac.kr)