

셀룰러 시스템의 셀간 간섭 관리에 대한 진화 및 표준화 동향

권재균* | 고영조 | 이희수 | 안재영

영남대학교*, 한국전자통신연구원

요 약

본고에서는 FDMA/TDMA, CDMA, OFDM 시스템을 거치면서 셀간 간섭 회피, 평균화, 조정 기법들이 셀간 간섭 문제를 해결하기 위해 이용되어온 변화 과정을 알아보고, 3GPP LTE에서의 셀간 간섭 조정 기법의 이용을 위한 표준화 내용, 그리고 IMT-Advanced에서 셀간 간섭 문제를 해결하는 협력 통신으로의 진화를 살펴본다.

수 없다. 이것이 셀간 간섭이고 셀룰러 이동통신 시스템에서는 태생적으로 발생하는 문제가 된다.

본고에서는 셀간 간섭을 해결하기 위해 초기 셀룰러 시스템에서부터 이용했던 기초적인 방법들을 먼저 살펴보고, OFDM 시스템에서의 해결 방법들을 자세히 본 뒤, 3GPP LTE 시스템에서의 셀간 간섭 조정을 위한 표준화를 알아보고, 마지막으로 IMT-Advanced로의 진화를 살펴보겠다. 본고의 앞부분은 셀간 간섭에 대해 처음 접하는 독자를 대상으로 기술되어 있으므로, 내용에 어느 정도 익숙한 독자는 바로 3장이나 4장으로 넘어가도 좋을 것이다.

I. 서 론

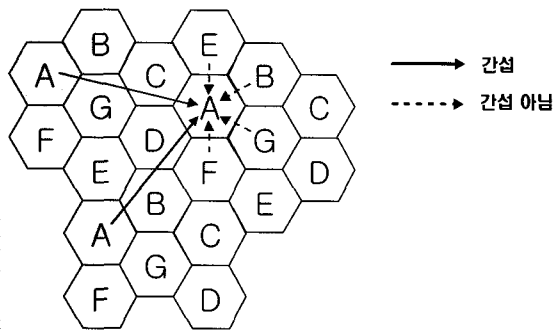
하나의 기지국에서 어떤 주파수를 한 사용자에게 통신용으로 할당하면 다른 사용자에게 같은 주파수를 할당하기에는 매우 큰 제약이 따른다. 무선 주파수 자원은 한 사용자만이 이용하기에는 값비싼 자원이므로 이 문제를 해결하기 위해 이동통신 초기에 셀룰러 시스템이라는 개념을 도입했다. 이는 지리적으로 떨어져 있는 곳에 기지국을 각각 세운 다음, 하나의 동일한 주파수를 동시에 서로 다른 기지국 영역인 다른 셀의 다른 사용자에게 할당하여 통신하는 것이다. 이로써 사업자는 하나의 주파수 자원으로 많은 사용자들에게 서비스를 하게 되었는데, 여러 사용자들이 지리적으로 떨어져 있으므로 이용하기에는 무리가 없지만 어쨌든 서로의 송신 신호가 서로의 수신단에서 섞이게 되는 것은 피할

II. 이전의 셀간 간섭 관리 방법

이전의 셀룰러 시스템 다중 접속 방식에는 아날로그 시절의 주파수 분할 다중 접속(FDMA) 방식과 디지털로 넘어오는 시분할 다중 접속(TDMA) 방식, 그리고 최근 가장 많이 이용 중인 부호 분할 다중 접속(CDMA) 방식이 있다. 초기 FDMA 시대에는 셀룰러 시스템 도입 후 주파수를 재사용하면서 통신이 가능하게 하는 시기로서, 인접 셀에 대해 동일한 주파수 자원을 사용하지 않는 간섭 회피(interference avoidance) 개념이 적용되었다. 만약 같은 주파수를 인접한 두 셀에서 사용한다면, 두 셀의 경계 지점에 단말이 존재하는 경우에 문제가 생기는데, 하향 링크의 경우만 살펴보면

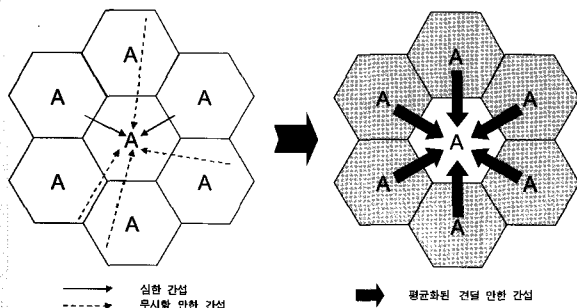
본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT신성장동력핵심기술개발사업(2006-S-001-03, 4세대 이동통신을 위한 적응 무선접속 및 전송기술)의 연구결과로 수행되었음.

양쪽 기지국에서 오는 신호 세기가 비슷하므로 내 신호와 간섭 신호의 구별이 어렵게 된다. 간섭 회피가 적용된 그림 1에서 서로 다른 알파벳은 다른 주파수 자원을 의미하여, 서로 간섭이 되는 동일한 A 주파수를 이용하는 셀들이 멀리 떨어져 있어서 간섭의 효과가 충분히 작아지게 된다. 대신 하나의 주파수가 재사용되는 회수가 작아지므로 주파수 재사용 효율이 떨어져서 전체 시스템 용량이 대폭 감소하게 된다. 그리고 TDMA 시스템에서도 비슷한 개념으로 진행되었는데, 이는 FDMA나 TDMA 시스템의 경우 각 셀의 통신 자원이 서로 정확하게 하나씩 일치하는 직교이었기 때문으로, 간단하게 얘기하면 주파수(자원)가 같으면 100% 서로 간섭을 주고, 주파수가 다르면 간섭을 전혀 주지 않는 상황이라는 것이다.



(그림 1) FDMA/TDMA의 간섭 회피

CDMA 시스템에서는 이와 전혀 다른 방향으로 간섭 관리가 진행되었는데, 확산을 통해 인접 셀에서 오는 간섭들이 모두 평균화(averaging)되어 영향을 주도록 하였다. FDMA/TDMA의 간섭량이나 CDMA의 간섭량이나 그 전체



(그림 2) CDMA의 간섭 평균화

량은 동일하지만, FDMA/TDMA의 경우에는 사용자에 따른 변화량이 크고 CDMA의 경우에는 평균화를 통해 변화량이 매우 작게 하였다. (그림 2)와 같은 이런 간섭 평균화 과정을 통해 동일한 주파수를 인접 셀간에 이용할 수 있게 하여서 높은 주파수 재사용 효율을 얻었다.

III. OFDM 시스템으로의 변화

간섭 평균화는 기존 CDMA(DS-CDMA)처럼 심볼 수준에서 직교성을 깨뜨리고 셀간 간섭을 평균화로 섞거나, 심볼 호핑을 통해 채널 코딩 블록 수준에서 셀간 간섭을 평균화로 섞는 것인데, 이는 적당한 수준의 간섭량을 제공함으로써 적당한 품질의 채널을 다수 확보하는 데에 유리해서, 저속의 CBR(constant bit rate) 음성 회선 서비스에 적합했다. 그런데 서비스가 음성 위주에서 고속 패킷 데이터로 확장됨으로써 저속의 음성 회선을 다수 확보하기보다는 가능한 한 고속으로 전체 시스템의 데이터율을 높여서 스케줄링을 통해 운용하는 방향으로 연구가 진행되었고, 또한 2000년대 이후 무선 접속에 대해 CDMA의 다음 단계로 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 방식을 연구하게 되었는데, OFDM(주로 OFDMA 형태로 이용)은 CDMA와는 달리 간섭 평균화보다는 간섭 회피에 적합하여 각 채널의 상황에 따라 데이터율이 다르도록 최적화하여 전체 데이터율을 극대화하는 방향으로 운용이 가능하다.

OFDM 시스템은 통신 자원의 운용 환경 면에서 CDMA보다는 예전 FDMA/TDMA와 유사한데, (그림 1)과 같이 주파수 재사용 효율이 낮게 운용하는 것은 최근의 시스템 데이터율 극대화와 거리가 멀므로, CDMA 시스템과 마찬가지로 각 셀에서 모든 주파수를 이용하는 주파수 재사용 효율 1로 동작하는 것을 목표로 한다. 이렇게 하다 보니 전체 데이터율은 매우 높아졌고 셀 내부 지역 사용자 성능도 좋아졌지만, 셀 경계 지역 사용자에 대해 매우 열악한 환경이 제공되었다. 셀 경계 지역 사용자 입장에서는 충분한 데이터율이 제공되지 못할 뿐만 아니라 경우에 따라서는 제어 정보도 잡아내기 힘든 환경도 있을 수 있다. 그래서 OFDM 시스템에서 셀 경계 지역에 대한 셀간 간섭을 해결하기 위한 시도

가 시작되었고, CDMA 시스템에 이용되었던 간섭 해결 방법 보다는 예전 FDMA/TDMA 시스템에서 연구되었던 방법들이 다시 주목 받게 되었으며, 더 발전된 방법들이 연구되었다.

셀간 간섭을 해결하는 방법은 최근의 협력 통신 분야를 제외하면 다음 3가지로 분류된다.

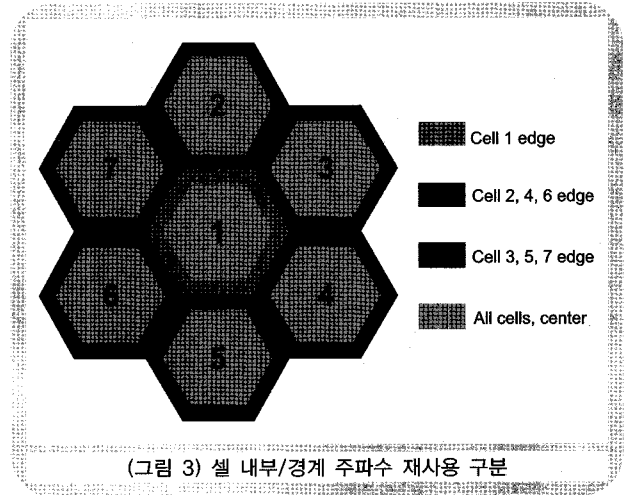
- 셀간 간섭 평균화(averaging)
- 셀간 간섭 조정(coordination)
- 셀간 간섭 제거(cancellation)

셀간 간섭 평균화는 3장 앞부분에서 설명했고, 셀간 간섭 조정은 간섭 회피를 기반으로 보통 셀간 직교 자원 상황에서, 셀간의 약속 또는 정보 교환을 통해 자원 할당을 적절하게 수행하는 것으로 전체 데이터율 및 공정성이 중요한 데이터 패킷 통신에서 효과적인 조정 방법이 필요하다. 셀간 간섭 조정이 논리적인 수준의 해결 방법인 반면, 셀간 간섭 제거는 신호 처리 수준에서 다중 안테나 또는 다중 자원 등을 이용하여 주로 심볼 수준에서 간섭을 제거 및 억제하는 것이다. 이러한 3가지 방법들을 조합하여 더 나은 해결 성능을 피할 수도 있는데, 평균화와 조정 기법은 비슷한 부류이므로 셀간 간섭 조정을 주로 이용하고 보조적으로 평균화를 이용하는 정도가 가능하고, 셀간 간섭 조정과 제거의 경우는 다른 부류의 기법이므로 결합 이용이 가능하다. 이 중 본 고에서는 주로 셀간 간섭 조정 기법에 대해 서술한다.

1. 셀 내부와 경계 지역 구분

셀간 간섭 조정 기법의 고전적인 방법으로 셀 내부와 셀 경계 지역을 구분하는 방법이 있다. (그림 3) [1]은 각 셀의 내부와 경계 지역을 구분하여 셀 내부 지역은 주파수 재사용 계수 1로, 셀 경계 지역은 주파수 재사용 계수 3으로 이용하는 것으로, 주파수 재사용 계수 1인 경우와 재사용 계수 3인 경우의 장점을 모두 취한 것이라 할 수 있다. 장점으로는 구현이 간단하고, 셀간의 측정(measurement) 없이 셀 내에서 셀 내부인지 경계 지역인지만 구분하면 된다는 것이 있지만, 단점으로 성능 향상이 제한적이라는 문제가 있다. 비슷한 방식의 향상된 기술로, 전체 자원 3등분하여 각 셀이 셋 중 하나만 주로 마음대로 이용하고, 나머지 두 자원에 대해서는 제한적으로 이용하는 방식[2]이 있고, 또한 비슷하게

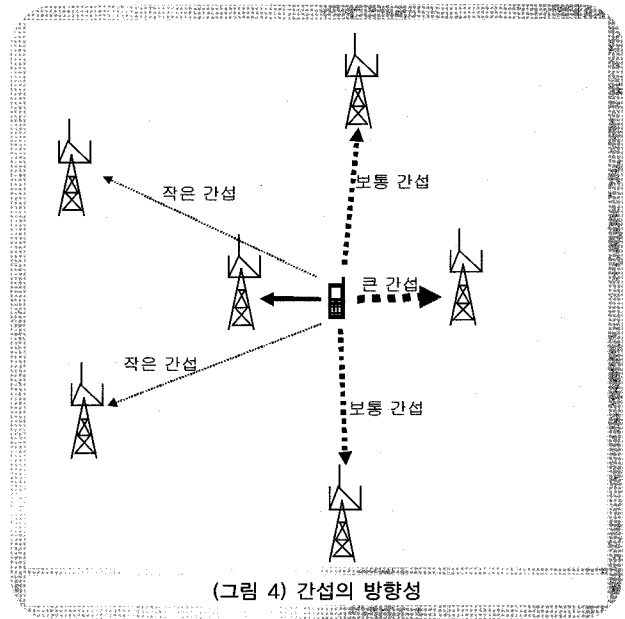
3등분된 자원을 셀별로 1순위, 2순위, 3순위로 다르게 이용하는 방법[3]도 있다.



(그림 3) 셀 내부/경계 주파수 재사용 구분

2. 간섭의 방향성과 집중

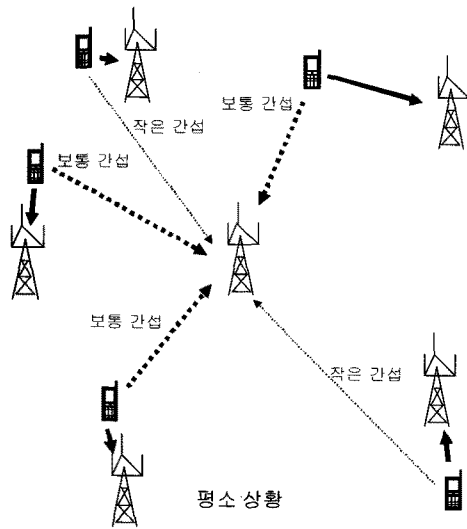
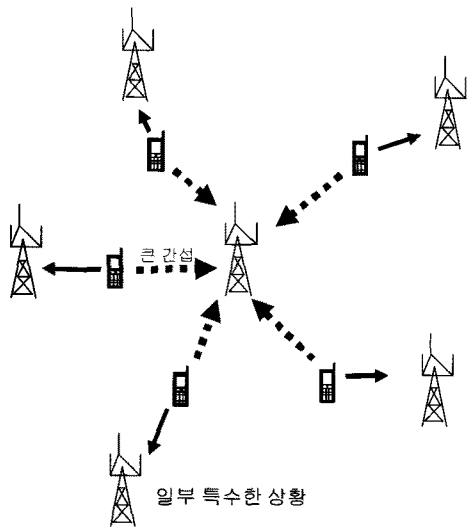
이 방법보다 향상된 기법으로 간섭의 방향성을 이용하는 방법이 있다. (그림 4)는 상향 링크에 대한 간섭의 방향성을 설명하는데, 단말은 중심 기지국과 통신하면서 인접 기지국들에 간섭을 준다. (그림 4)에서 단말은 오른쪽 기지국과 가장 가까우므로 오른쪽 기지국에 간섭을 가장 크게 주게 되고, 그 단말의 간섭의 방향성은 오른쪽 기지국을 향한다.



(그림 4) 간섭의 방향성

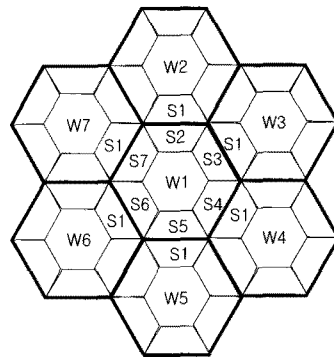
이 정보를 이용하여 간섭의 방향성을 집중시킴으로써 간섭 상황을 대폭 개선할 수 있는데, (그림 5)에서 중심 기지국 입장에서, 아무 제약이 없으면 큰 상향 링크 간섭이 흩어져서 아무 때나 들어오지만, 특정 시간을 지정해서 큰 간섭이 그 때에만 들어오도록 조정하면 나머지 시간에는 큰 간섭이 사라져 간섭량이 제한되고(bounded) 신호대간섭비가 매우 좋아진다. OFDM 시스템에서는 특정 시간 대신 특정 주파수를 지정하는 게 일반적이다.

이렇게 간섭의 방향성과 집중을 이용하기 위해서는 단말이 간섭의 방향성을 알아내야 하고 기지국이 그 정보를 받



(그림 5) 간섭의 집중

아서 자원 할당을 수행해야 한다. 따라서 각 단말은 주변 여러 기지국과의 경로 감쇠 정보를 측정하여 서비스 기지국에 넘겨주고, 서비스 기지국은 인접 기지국들이 각각 큰 간섭을 허용하는 주파수를 미리 알고 자원 할당을 수행한다. 각 기지국별로 큰 간섭을 허용하는 주파수는 고정적으로 정해질 수도 있고, 동적으로 변할 수도 있다. (그림 6)은 육각형 셀 모델에서 고정적으로 자원을 할당하는 경우의 예로, 굵은 실선이 옴니 셀을 의미하고 가는 실선으로 셀 영역이 구분되며, W1과 S1 위치들이 같은 자원을 이용하여 통신한다. 즉, S1의 단말들이 동시에 송신하면 중심 셀 입장에서 매우 심한 간섭을 받게 되고, 중심 셀에서는 W1 위치에 있는 단말들만 통신이 가능하다. 마찬가지로 같은 숫자의 위치의 단말들이 같은 자원을 이용한다.



(그림 6) 기하학적인 자원 할당

이상 상향 링크를 기준으로 설명했는데, 하향 링크에 대해서도 (그림 6)은 동일하며, 중심 셀이 간섭을 크게 받는 게 아니라 중심 셀의 전송 전력을 낮추어 페널티를 준다. 중심 셀의 전송 전력을 낮추어 W1 위치의 단말을 서비스하면, 인접 셀의 S1 위치에서는 하향 링크 간섭을 적게 받게 되므로 그 때 S1 위치의 단말들을 서비스하는 게 유리하다. 이러한 방법이 하향 링크(4,5) 및 상향 링크(6,7)에 대해 제안되었으며, 좀 더 유동적으로 운용하는 방법(8,9), 간섭 제거와 결합하는 방법(10)도 제안되었다. 이 방법은 사용자간 공정성이나 전체 성능 측면에서도 비교적 우수한 큰 장점이 있지만, 각 단말이 여러 기지국과의 채널 관계를 측정하여 보고해야 하고, 기지국은 인접 기지국들의 자원 할당 기준을 알아야 하는 점이 있다. 즉, 최소한의 표준화가 필요하게 된다.

IV. 3GPP LTE에서의 표준화

앞 장에서 설명한 셀간 간섭 조정 기법들은 3세대 시스템 표준화 과정에서 주로 3GPP LTE(Long Term Evolution)에서 많이 제안되었다. 2005년도 중후반에 3GPP RAN1에서 기고문이 많이 발표되었는데, 당시 활발하게 다양한 기고문이 발표되다가 가능하면 셀간 간섭 문제는 구현 이슈로 해결하지는 분위기에 따라 논의가 줄어들었다. 실제 셀간 간섭 조정 방법들은 대부분 자원 할당 알고리즘에 관계되어 기지국 구현 입장에서 해결하는 부분이 많고, 그래서 표준화가 필요 없거나 또는 최소한의 측정(measurement) 및 시그널링에 대한 표준화만 필요하다. 그러다가 2007년에서 2008년 상반기에 걸쳐 다시 이슈화되어서, 여러 셀간 간섭 조정 기법들이 구현 가능해지는 환경을 구축하는 쪽으로 표준화가 이루어지게 되었다. 여기에는 단말의 전파 상의 상대적인 위치를 알아내는 것과 각 기지국이 인접 기지국의 자원 할당 기준을 아는 것이 포함된다.

1. RNTP

RNTP(relative narrowband transmit power) 또는 RNTPi(RNTP indicator)[11]는 하향 링크에서 셀별로 특정 자원(PRB 또는 subband 개념)의 전송 전력을 문턱값 이하로 제한하는 것이다. 전체 자원을 나누어 나누어진 자원(PRB) 별로 1비트씩 비트맵 형식으로 자원 할당 기준이 정해지며, 이러한 비트맵 정보를 X2 인터페이스(기지국간 유선)를 통해 다른 기지국으로 전달한다. RNTP가 이용되면 3장의 셀간 간섭 조정 기법들을 포함한 다양한 방법들이 이용 가능해진다.

2. HII

HII(high interference indicator)[12]는 상향 링크에서 특정 자원(PRB 또는 subband 개념)에다가 큰 셀간 간섭을 유발하는 셀 경계 단말을 할당한다. 마찬가지로 비트맵 형식으로 X2 인터페이스를 통해 다른 기지국으로 전달하게 된다. (그림 3)의 조정 방법에서는 셀 경계 단말로 표시된 자원을 인접 셀이 이용하지 않으면 되고, (그림 6)의 조정 방법에서는 셀 경계로 표시되지 않은 자원에 대해 그 셀이 페널티를

받아서, 인접 셀이 간섭을 많이 주는 단말을 할당하면 된다. 이를 포함하여 다양한 셀간 간섭 조정 기법들이 이용 가능해진다. 그리고 HII에는 다른 인접 셀로 다른 내용의 HII 정보를 보내는 것이 가능하다.

RNTP와 HII는 proactive한 방법으로 미리 셀간 간섭을 관리하는 환경을 조성해 주는 것으로, X2 인터페이스의 지연 특성 상 동적 할당보다는 준정적(semi-static) 정도의 할당이 가능하다. 반면 reactive한 방법으로 OI(overload indicator)가 있는데, 이는 간섭을 심하게 받는 자원을 표시하여 X2 인터페이스로 알려줌으로써 인접 셀에서 반응하게 하는 것이다.

RNTP, HII 등을 이용하여 자원 할당을 수행하려면 각 단말의 상대적인 전파 상의 위치를 알아야 한다. 원래 핸드오버를 위해서 각 단말은 인접 기지국의 파일럿(reference signal)을 측정하므로 마찬가지로 위치를 알 수도 있지만, 여기서는 단말이 셀 내부인지 경계인지, 그리고 어느 인접 기지국 쪽인지를 알아야 하므로, 핸드오버용과는 영역 구분이 다르다. 그래서 핸드오버와는 다른 문턱값을 지정하여 측정된 정보를 리포팅할지에 대한 triggering[13]을 하게 된다.

V. IMT-Advanced에서의 진화

3세대에서는 3GPP LTE에서 주로 셀간 간섭 조정에 대해 표준화를 적극적으로 진행한 반면, IMT-Advanced(4세대)에서는 셀간 간섭 문제를 3GPP LTE-Advanced, IEEE 802.16m 등 여러 곳에서 주요한 문제로 인식하고 표준화 초기 단계에서부터 논의를 진행해가고 있다. 4세대에서는 셀간 간섭 해결을 위해 앞 장에서 얘기한 셀간 간섭 조정을 포함하여 협력 통신이라는 더 큰 개념으로 접근하고 있다. 3GPP LTE의 표준화에서는 셀간 간섭 문제에 있어서는 다중 안테나가 특별한 의미를 가지지는 못했으나, 3GPP LTE-Advanced에서는 다중 안테나 이용과 다중 셀 협력 통신 개념이 포함되어 CoMP(coordinated multipoint transmission/reception)란 분류로 논의되고 있다. CoMP는 보통 네트워크 MIMO, 멀티 셀 MIMO 등으로도 불리며, 협력 송수신의 대상은 서로 다른 기지국, 한 기지국 내 섹터 셀, 분산 안테나, 릴레이 등 여러 가지가 가능하다. CoMP의 근본적인 목적은 LTE의 경우

와 마찬가지로 셀 경계 사용자의 성능 향상이다.

현재는 CoMP에 대해 전체적인 그림을 그리는 과정이라 볼 수 있으며, 시스템 환경에 따라서 어떤 기술군을 적용할 지에 대해 의견을 모으는 중이라 볼 수 있다. CoMP도 하향 링크와 상향 링크로 나누어 볼 수 있는데, 추후 어떻게 진행 될지는 알 수 없지만 상향 링크는 아직 규격 이슈를 피하는 분위기가 있고, 그래서 하향 링크에 대해 주로 논의가 진행되고 있다. 추후 상향 링크 CoMP를 기지국(eNB) 내에서만 진행하면 규격 이슈가 없지만 기지국간에 진행하면 X2 인터페이스 상의 정보 교환이 필요해져서 규격 이슈가 생길 소지가 있다.

하향 링크 CoMP는 크게 joint processing과 coordinated scheduling의 2가지 분류로 나뉘는데[14], 전자는 궁극적으로는 전체 시스템을 하나의 MIMO 시스템처럼 동작시키는 것이고, 후자는 다른 지점(셀)의 정보를 서로 이용하여 스케줄링하는 것이다. 전자는 데이터가 복수 개의 지점에서 송신되고, 후자는 데이터가 한 개의 지점에서 송신된다. LTE의 셀간 간섭 조정(ICIC)은 후자에 포함된다. 빠른 페이딩을 따라가는 MIMO 피드백 시스템을 위해서는 채널 정보의 실시간성이 중요한데, 한 기지국 내의, 예를 들어 섹터 셀간의 CoMP라면 문제가 없지만 서로 다른 기지국간의 CoMP라면 기지국간의 정보 공유 지연이 문제가 된다. 기지국간의 X2 인터페이스는 1 홉의 지연이 10ms~20ms 이내로 들어오는 경우가 많아 심각하진 않지만, 지연값에 대한 보장이 안 되고 정보가 유실되는 경우도 생길 수 있다는 문제가 있다. 따라서 현재의 X2 인터페이스로는 실시간 페루프 MIMO는 어려운 점이 있다. 이 문제를 해결하는 방법으로 무선을 통한 OTA(over-the-air) 시그널링[15]이 있는데 아주 활발하게 진행되고 있지는 않으며, 또는 릴레이를 이용하여 기지국과 릴레이간 무선 링크를 이용하여 협력 통신을 하는 것은 가능하다. 전반적으로 한 기지국 내에서는 joint processing, 기지국간에는 coordinated scheduling으로 하려는 경향이 있다고 볼 수 있겠다. 이 외에 공통 파일럿(common/cell-specific reference signal)과 전용 파일럿(dedicated/UE-specific reference signal)의 이용, 멀티 셀에서의 MIMO codebook 체계 등의 논의점들이 있다. CoMP는 단말의 채널 정보를 이용하여 자원 할당을 최적화하는 것이므로 채널이 빨리 변하는 사용자에게는 적합하지 않아서 저속 사용자

에 대해 최적화하는 쪽으로 이용된다.

IEEE 802.16m에서는 2008년 7월 회의에서 간섭 완화에 대해 기고문들을 받아서 발표하고, 이후 Rapporteur Group에서 9월에 문서[16]를 정리하였다. 정리된 문서는 SDD(system description document)[17]에 포함되었으며, 전체적으로 LTE의 간섭 조정과 비슷한 FFR(fractional frequency reuse), LTE-Advanced의 CoMP와 비슷한 진보된 안테나 기술 이용 등으로 분류하여 서술하였다.

VI. 결 론

셀간 간섭 문제는 셀룰러 시스템이 도입된 이동통신 초기에서부터 발생했으며, FDMA/TDMA, CDMA, OFDM 시스템을 거치면서 변화한 시스템 환경에 따라 해결 방법이 간섭 회피, 간섭 평균화, 간섭 조정 등으로 변화해왔다. 현재는 간섭 조정 기법에 대해 일부 표준화가 이루어져서 가까운 미래에 이용될 수 있으며, 추후 IMT-Advanced 환경에 대해서는 한 발 더 나아가 다중 지점 다중 안테나를 이용하는 협력 통신 개념으로 발전하고 있다. 셀간 간섭에 대한 해결은 전체 시스템 성능에 영향이 큰 근본적인 문제이므로, 셀룰러 시스템 내지는 다중 지점 송수신이 이용되는 한 지속적인 연구가 필요한 분야이다.

참 고 문 헌

- [1] R1-050599, Siemens, "Interference mitigation - considerations and results on frequency reuse," 3GPP RAN WG1 Ad Hoc on LTE, Sophia Antipolis, France, June 2005.
- [2] 김광순, 안재영, "직교주파수 분할 다중 접속 기반 셀룰러 시스템에서의 자원 공간 분할 및 물리 채널 할당 방법," 대한민국 특허등록번호 0575434(Apr. 2006), Nov. 2003.
- [3] R1-050833, LG Electronics, "Interference mitigation in

evolved UTRA/UTRAN," 3GPP RAN WG1 #42, London, U.K., Aug. 2005.

[4] R1-040572, Alcatel, "OFDM with interference control for improved HSDPA coverage," 3GPP RAN WG1 #37, Montreal, Canada, May 2004.

[5] R1-050272, Alcatel, "OFDM air interface with QoS at cell edge," 3GPP RAN WG1 #40bis, Beijing, China, Apr. 2005.

[6] 권재균, 이희수, 안재영, "인접 셀 간의 간섭을 억제하기 위한 기지국 제어 방법," 대한민국 특허등록번호 0612045(Aug. 2006), Dec. 2004.

[7] R1-050593, Alcatel, "Interference coordination for evolved UTRA uplink access," 3GPP RAN WG1 Ad Hoc on LTE, Sophia Antipolis, France, June 2005.

[8] R1-050808, ETRI, "Inter-cell interference management in practical environments," 3GPP RAN WG1 #42, London, U.K., Aug. 2005.

[9] R1-050896, QUALCOMM Europe, "Description and simulations of interference management technique for OFDMA based E-UTRA downlink evaluation," 3GPP RAN WG1 #42, London, U.K., Aug. 2005.

[10] 권재균, 이희수, 안재영, "OFDM 이동 셀룰러 시스템에서 셀간간섭 회피 및 제거의 결합 성능 분석," 한국통신학회논문지, 33권 4호, pp.371-376, Apr. 2008.

[11] R1-082183, RAN1, Alcatel-Lucent, "[Draft] LS to RAN3 about RAN1 decision regarding Relative Narrowband TX Power Indicator for DL ICIC," 3GPP RAN WG1 #53, Kansas City, US, May 2008.

[12] R1-081148, RAN1, "LS on High Interference Indicator," 3GPP RAN WG1 #52, Sorrento, Italy, Feb. 2008.

[13] R1-081704, RAN1, "LS on additional RSRP trigger for ICIC," 3GPP RAN WG1 #52bis, Shenzhen, China, Mar. 2008.

[14] R1-084615, "TR 36.814 v0.2.0 Further Advancements for E-UTRA Physical Layer Aspects," 3GPP RAN WG1 #55, Prague, Czech Republic, Nov. 2008.

[15] R1-084400, Qualcomm Europe, "Coordinated Multi-Point downlink transmission in LTE-Advanced," 3GPP

RAN WG1 #55, Prague, Czech Republic, Nov. 2008.

[16] C802.16m-08/1019r2, Link RG, "Harmonized SDD Text Proposal on Interference Mitigation by Link Rapporteur Group," IEEE 802.16m #57, Kobe, Japan, Sep. 2008.

[17] 802.16m-08/003r6, "IEEE 802.16m System Description Document [Draft]," Dec. 2008.

약 력



권재균

1996년 한국과학기술원 공학사
 1998년 한국과학기술원 공학석사
 2003년 한국과학기술원 공학박사
 2003년 ~ 2006년 한국전자통신연구원 이동통신연구원 선임연구원
 2006년 ~ 현재 영남대학교 전자정보공학부 전임강사, 조교수
 관심분야: 셀간 간섭, OFDM/CDMA 무선접속, 무선 측정, LED 통신



고영조

1992년 한국과학기술원 물리학 학사
 1994년 한국과학기술원 물리학 석사
 1998년 한국과학기술원 물리학 박사
 1998년 ~ 현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 관심분야: IMT-Advanced 물리계층 기술, MIMO, 다중 셀 협력 송수신, 제어 시그널링 등



이희수

1993년 한국과학기술원 공학사
 1995년 한국과학기술원 공학석사
 2001년 한국과학기술원 공학박사
 2001년 ~ 현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 관심분야: IMT-Advanced system, MIMO, 적응전송, 다중홉릴레이



안재영

1983년 연세대학교 공학사
 1985년 연세대학교 공학석사
 1989년 연세대학교 공학박사
 1989년 ~ 현재 한국전자통신연구원 차세대이동통신연구팀 팀장
 관심분야: 이동통신 무선전송 기술, 이동통신 다중접속 기술, 무선통신 시스템