

LTE 초소형 기지국

정정수 | 최성호

삼성전자

요약

펄토셀(Femtocell), 가정용 기지국(Home Base Station 혹은 Home e-NodeB) 등 여러 가지 이름으로 불리고 있는 초소형 기지국은 셀룰러 망과 동일한 기술을 이용하여 동일 혹은 인접 주파수 영역에서 서비스를 제공하는 일반 사용자 장비이다. 이미 규격화가 완료되어 서비스 중인 무선 접속 기술들은 초소형 기지국을 효과적으로 지원하지 못하고 있는 반면 차세대 무선 통신 기술로 논의가 진행 중인 LTE(Long Term Evolution) 시스템에서는 가정용 초소형 기지국을 논의의 처음부터 고려하여 무선 접속 기술 및 시스템을 설계하고 있다. 본 고에서는 현재 LTE 시스템에서 펄토셀을 지원하기 위해 고려 중인 다양한 제안들과 결정 사항들을 알아본다.

1. 서론

최근 들어 통신 시장에서는 다양한 유무선 통합 서비스들이 상용화되어 전통적인 유무선 사업의 경계가 모호해지고 있다. 예를 들어 유선 사업자들은 FMC(Fixed Mobile Convergence)라는 목표 아래 일반적으로 무선 사업자의 서비스 영역으로 분류되는 무선 음성 통화나 무선 데이터 서비스 등을 WLAN 무선 접속과 유선 사업자 망을 통해 제공되는 VoIP 서비스와 데이터 서비스로 대체하려는 노력을 보이고 있다. 반면 무선 사업자들은 홈존 등의 도입을 통해 유

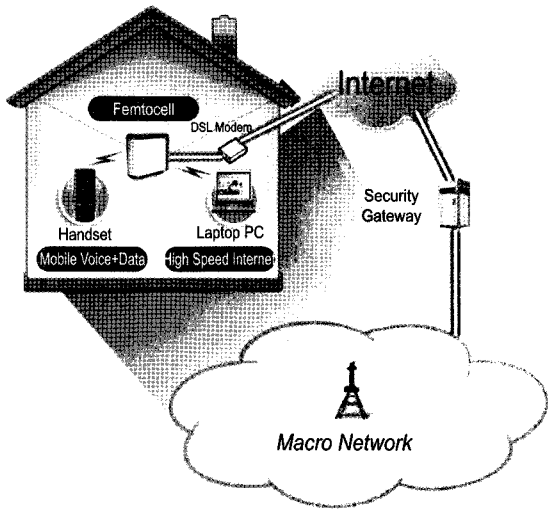
선 서비스의 무선 대체, 즉 FMS(Fixed Mobile Substitution)를 추진하여 가정 내에서 발생하는 유선 음성 서비스를 잠식하려는 움직임을 보이고 있다. 이런 전방위적인 경쟁상황 하에서 펄토셀 혹은 가정용 기지국(Home e-NodeB)은 다양한 복합 서비스의 장점을 골고루 지닌 무선 사업자의 강력한 경쟁력으로 부상하고 있다.

펄토셀은 셀룰러 시스템에서 사용하는 무선 접속 기술을 그대로 사용하는 말 그대로의 초소형 기지국을 의미한다. 펄토셀은 일부 기능을 제외하고 기존 무선망의 기지국(이차마이크로 기지국)이 제공하는 대부분의 기능을 제공하는데, 일반 기지국이나 중계기와의 대표적인 차이점을 나열해 보면 다음을 들 수 있다.

- 펄토셀은 사설망이 아닌 공용 인터넷을 이용하여 사업자 망에 정합한다는 점
- 사업자의 관리하에 설치되는 것이 아니라 일반 사용자가 직접 설치하는 사용자 장비라는 점
- 사용자의 설치를 돕기 위해 자동 설정 및 최적화 기능이 기본적으로 가정된다는 점
- 한 가족 정도에 해당하는 적은 수의 동시 사용자를 지원하며 중계기와 달리 독자적인 무선 제어 기능을 가지고 있다는 점
- 마이크로 기지국에 비해 좁은 영역에 많은 수의 초소형 기지국이 설치될 수 있다는 점

이러한 펄토셀은 전국적인 커버리지를 지원하는 셀룰러 망과 동일한 무선 기술을 사용함으로써 사용자들이 새로운 단말을 구매하지 않더라도 커버리지의 확대(음영 지역의 축

소)나 펌토셀을 통한 고속 데이터 서비스의 제공, 사업자 망을 거치지 않는 데이터 서비스에 대해서 저렴한 과금제 등 다양하면서도 향상된 사용자 서비스를 제공할 수 있다는 장점을 가지게 된다.



(그림 1) 펌토셀의 일반적인 연결 구조

(그림 1)은 상기 나열한 특징들을 가지는 펌토셀과 펌토셀을 지원하는 무선 통신 시스템 간의 일반적인 연결 방법을 보여주는 그림으로 펌토셀은 일반 가정에 인터넷 서비스를 제공하는 ISP(Internet Service Provider)의 망을 거쳐서 무선 사업자의 셀룰러 망에 정합하게 된다. 이처럼 펌토셀은 인터넷을 통해 사업자 망에 연결되므로 기밀성을 보장하고 서비스에 대해 적절한 QoS를 제공하는 데 있어서 어려움이 존재한다.

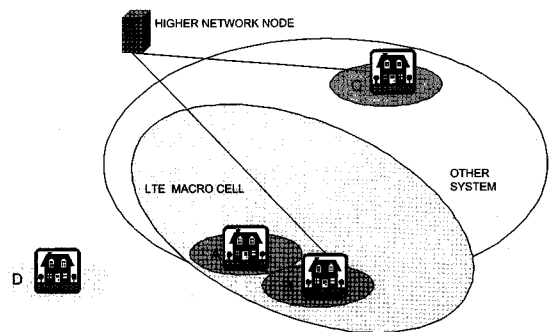
또한, 셀룰러 망과 동일한 무선 접속 기술을 이용하여 동일한 주파수 영역에서 서비스를 제공하면서 다양한 문제점들이 발생하게 되는데 대표적으로 마크로 기지국과의 간섭 문제, 펌토셀 간의 간섭 문제를 들 수 있다. 이 외에도 펌토셀을 효과적으로 지원하기 위해서는 마크로 기지국과 펌토셀 사이에 이동성을 제공하는 문제, 단말이 펌토셀을 필요할 때만 빠르게 찾을 수 있도록 지원하는 방법, 펌토셀이 주위 무선 상황에 맞게 무선 파라미터들을 최적화하는 방법 등 많은 기술적 문제들을 해결해야만 한다.

이미 규격화 된지 시간이 지나 서비스 중인 무선 접속 기

술들은 사용중인 단말들과의 호환성을 고려해야 하므로 새로운 기능을 추가하기 어렵고 이런 문제에 대해서 효과적인 해결책을 제공하지 못하고 있다. 반면 차세대 무선 통신 기술로 논의가 진행 중인 LTE(Long Term Evolution) 시스템에서는 가정용 초소형 기지국을 논의 처음부터 고려하여 무선 접속 기술 및 시스템을 설계하고 있다. 본 고에서는 2장에서 현재 LTE 시스템에서 펌토셀을 지원하기 위해 고려 중인 서비스 시나리오들을 알아보고, 3장에서 펌토셀 지원을 위한 네트워크 구조, 4장에서 무선 접속 계층의 다양한 이슈와 결정 사항들, 5장에서 자동 설정 및 최적화 지원을 위한 내용을 살펴본 후 6장에서 결론을 맺는다. 현재 기술적인 결정이 내려지지 않은 채 논의가 진행 중인 사항들이 많으므로 본 고의 내용은 2008년 7월까지의 진행 상황을 기준으로 작성한다.

II. 서비스 및 설치 시나리오

펌토셀은 크게 두 가지의 서비스 시나리오를 가지고 있다. 첫째로 음영 지역에 설치하여 셀룰러 망의 커버리지를 확대하는 경우를 들 수 있다. 이 경우는 펌토셀 도입이 사용자와 무선 사업자에게 동시에 이익을 가져다 주는 직관적인 경우로 실제 미국의 통신 사업자인 Sprint에서 유사한 사업 모델에 대한 상용서비스를 제공 중이다. 두 번째 시나리오는 기존 셀룰러 커버리지 내에 펌토셀을 설치하여 값비싼 마크로 기지국의 무선 자원 대신 가능하면 펌토셀의 무선 자원을



(그림 2) 펌토셀 서비스 시나리오

이용하여 서비스를 제공함으로써 더 나은 사용자 서비스를 합리적인 가격에 제공하는 시나리오이다.

(그림 2)의 D는 첫 번째 시나리오에 해당하는 경우로 펌토셀은 마크로 커버리지에 없는 지역에 설치되어 서비스를 제공한다. A와 B, C는 두 번째 시나리오에 해당하는 경우로 LTE 마크로 시스템의 영역 내에 펌토셀이 설치되거나 혹은 LTE가 아닌 중저속의 이동통신 시스템의 영역 내에 설치되어 더 나은 사용자 서비스를 제공하는 경우이다.

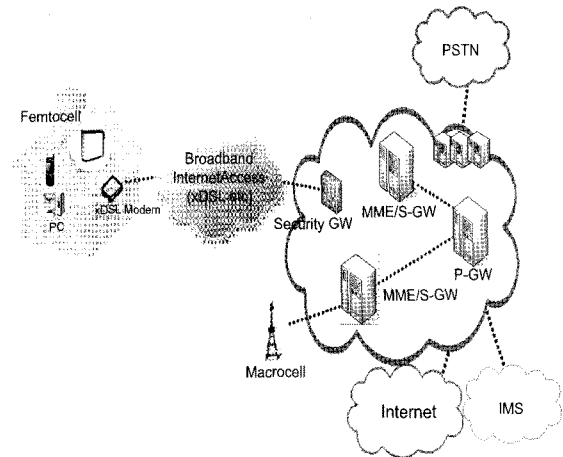
이러한 펌토셀은 마크로 시스템과 동일한 주파수 영역에 설치되거나 혹은 펌토셀 전용의 주파수 영역에 설치될 수 있다. 아래 표는 각각의 경우 대해 장단점을 나열하고 있다.

	별도 주파수	주파수 혼용
장점	· 마크로 기지국과 간섭 문제 경감	· 주파수 효율성 ↑ · 마크로 기지국과 펌토셀 간의 핸드오프 용이 · 단말 복잡도 ↓
단점	· 낮은 주파수 효율성 · 단말의 복수 주파수 지원 필요 · 핸드오프 시, 서비스 단절 발생 가능성	· 마크로 기지국과 간섭 문제

III. 펌토셀 아키텍처

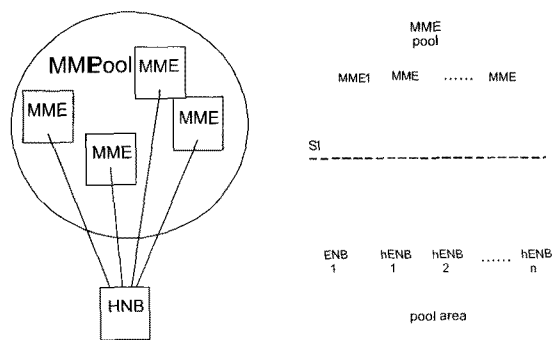
무선 사업자 망의 마크로 기지국과 달리 펌토셀은 공용 인터넷을 통하여 사업자 망에 정합하게 된다. 이 때, 사업자 망의 어떤 노드에 정합하는 지에 따라 네트워크 구조가 달라지는데, LTE 시스템에서는 (그림 3)과 같이 펌토셀을 LTE의 제어 노드인 MME(Mobility Management Entity)와 데이터 경로 상의 게이트웨이(Serving Gateway 혹은 S-GW)에 정합하는 구조를 사용한다. (그림 3)의 구조에서 펌토셀과 상위 노드 사이의 인터페이스는 LTE 마크로 기지국과 시스템 사이의 인터페이스와 동일한 S1 인터페이스를 사용하는 것이 합의되어 세부적인 논의를 진행하고 있다.

펌토셀이 사업자 망의 MME와 S-GW에 정합할 때는 공용 망으로부터 무선 사업자 망을 보호하기 위해서 시큐리티 게이트웨이(Security Gateway)를 거쳐서 정합하게 된다. 이 시큐리티 게이트웨이에 대해서 통상적인 패킷의 필터링 기능



(그림 3) 펌토셀 아키텍처

을 수행하는 범용 시큐리티 게이트웨이로 정의하자는 의견과 범위성(Scalability)을 지원하기 위해 추가적인 기능을 더하여 펌토셀 게이트웨이(Femtocell Gateway) 혹은 가정용 기지국 게이트웨이(Home e-NodeB Gateway)라는 이름의 새로운 노드로 정의하자는 의견이 논의되고 있다. 펌토셀 게이트웨이에는 다수의 펌토셀과 사업자 망 사이의 S1 인터페이스를 소수의 게이트웨이와 사업자 망 사이의 S1 인터페이스로 정합하는 기능, 펌토셀의 자동 설정 지원 기능, 일부 펌토셀 관리 기능 등을 부여하는 방안이 논의 중이다.



(그림 4) 펌토셀과 MME의 정합 구조

펌토셀을 사업자 망의 MME에 정합할 때, 마크로 기지국과 펌토셀 사이의 핸드오프로 인해 MME 변경이 일어나지 않게 주의하여야 한다. 이를 위해 펌토셀이 대상 MME를 선택

하는 방법으로 다음과 같은 방안들이 논의되고 있다.

- 펠토셀이 LTE 마크로 기지국과 동일한 MME 풀(pool)을 공유하며 MME 풀 내에서 하나의 MME를 선택하여 연결하는 구조
- 펠토셀이 MME 풀 내에서 미리 정해진 MME와 연결되도록 마크로 기지국의 복수 MME 연결 지원 기능(S1-flex)을 이용하여 MME 변경을 막는 구조
- 복수 MME 연결 기능을 펠토셀 게이트웨이에 두는 구조

(그림 4)의 좌측 구조는 펠토셀이 MME 풀에서 하나의 MME를 선택하여 연결하는 구조를 나타내고, 우측 구조는 미리 정해진 MME와 연결을 설정하는 구조를 나타낸다.

IV. 무선 접속 계층의 펠토셀 지원

4장에서는 LTE 시스템의 무선 접속 계층에서 펠토셀을 효과적으로 지원하기 위해 논의 되고 결정된 사항들을 접속 제어, 이동성 지원, 간섭 제어 등의 관점에서 살펴보기로 한다.

4.1 접속 제어(Access Control)

LTE 시스템에서 단말이 펠토셀을 찾아 접속하는 전체적인 과정은 단말의 결정에 따라 수행된다. 또한 특정 펠토셀에 대해 액세스가 가능한지도 단말이 결정하는 것을 가정한다. 단말의 펠토셀 접속 제어를 위해서 CSG(Closed Subscriber Group)라는 개념이 도입되었는데 CSG는 특정 사용자들에게만 접속이 허용된 셀 혹은 셀의 집합을 의미한다. 단말은 자신이 접속 가능한 CSG 혹은 CSG의 리스트(화이트리스트)를 사업자로부터 전달받아 저장하고 있으며 이 CSG에 속하는 셀로만 액세스를 시도한다.

펠토셀은 단말의 액세스 과정을 돕기 위해서 아래에 나열된 정보를 주기적으로 셀 내에 방송하여야 한다.

- 펠토셀인지 마크로 기지국인지의 여부
- 모든 단말에게 접속을 허용하는 공개 펠토셀인지의 여부
- 펠토셀이 속한 CSG의 정보 (CSG ID)

- 사용자가 알아볼 수 있도록 문자열로 이루어진 펠토셀의 설명

기지국의 방송 메시지를 수신한 단말은 그 기지국이 펠토셀인지 알 수 있고, 펠토셀일 경우 자신이 저장하고 있는 화이트리스트, 즉 CSG 리스트에 속하는지를 판단하여 액세스 여부를 결정할 수 있다. 이런 동작을 위해서 단말은 액세스를 수행하기 전에 대상 기지국의 방송 메시지를 수신하여야 하는데 이로 인해 핸드오프 과정에서 불필요한 지연이 발생할 수 있다.

이런 문제점을 해결하기 위해 물리 계층의 기지국 식별자를 이용하여 펠토셀과 마크로 기지국을 구분하는 방안이 논의되고 있다. 현재 504개로 구성된 물리 계층 식별자 중 일부를 펠토셀 용으로 할당하는 방안과 504개에 더해 펠토셀 용으로 새로운 물리 계층 식별자를 추가 정의하는 방안이 논의 중이다. 펠토셀을 위한 물리 계층 식별자가 정의될 경우 단말과 기지국은 검출된 물리 계층 식별자를 이용하여 대상 기지국이 마크로 기지국인지, 펠토셀 인지 알 수 있고, 그에 따라 적절하게 동작할 수 있다. 예를 들어, 펠토셀을 이용하지 않는 사용자의 단말이 연결 상태에서 펠토셀 용으로 할당된 물리 계층 식별자를 검출하여 보고한 경우, 기지국은 해당 단말을 보다 간섭이 적은 다른 주파수 대역으로 바로 핸드오프 시킬 수 있다.

펠토셀 용으로 물리 계층 식별자를 할당하더라도 서로 다른 펠토셀이 동일한 물리 계층 식별자를 재사용할 수 있으므로 단말은 물리 계층 식별자에만 의존하여 액세스 여부를 결정할 수 없다. 즉, 단말은 펠토셀일 가능성이 있는 기지국이 검출되는 경우 방송 정보를 수신하여 CSG 식별자를 확인하는 과정을 피할 수 없다. 계속적으로 주변 펠토셀의 방송 정보를 수신하는 것은 단말의 배터리 소모에 악영향을 미칠 뿐 아니라 해당 단말의 통신 성능도 열화 시키게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 단말은 자신이 이미 접속한 적이 있는 펠토셀에 대해서 위치 정보(GPS 기반 위치 정보 혹은 마크로 기지국 식별자를 이용한 대략적인 위치 정보), 물리 계층 정보(서비스 주파수 영역, PHY Numerology 값, 물리 계층 식별자 정보 등) 등을 저장하여 활용하는 것을 가정한다. (Fingerprint, 이하 지문 정보) 이러한 상세 지문 정보는 단말이 자체적으로 생성하여 저장하는 방

법과 네트워크에서 CSG 정보를 다운로드 할 때 네트워크가 알고 있는 정보(사용자의 서비스 가입 정보 등)를 기반으로 생성한 기본적인 지문 정보를 함께 전달해 주는 두 가지 방안이 논의 중이다. 펠토셀에 대한 지문 정보를 생성한 단말은 특정 펠토셀의 지문 정보와 일치하거나 유사한 지역에 있다고 판단한 경우에만 지문 정보에 저장된 물리 계층 정보를 이용하여 펠토셀의 검색을 수행할 수 있다.

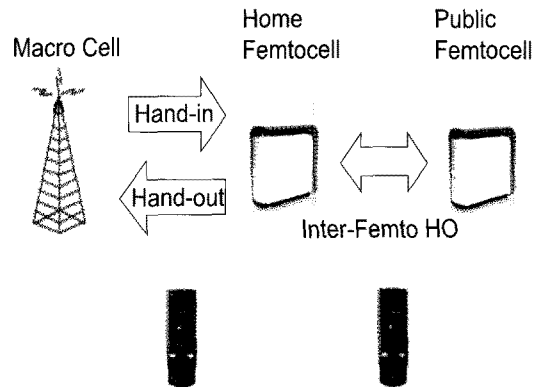
단말이 펠토셀의 지문정보를 펠토셀 검색에 이용할 경우 지문 정보가 없는 새로운 펠토셀이 추가되거나 기존 지문 정보가 변경되는 경우 해당 펠토셀의 검색에 오랜 시간이 걸리게 된다.

이런 경우를 위해서 LTE 시스템에서는 사용자가 펠토셀을 직접 선택하는 수동 검색 방법을 지원한다. 사용자가 수동 검색을 선택할 경우 단말은 지문 정보에 의지하지 않고 주변에 존재하는 모든 펠토셀들을 검색하여 그 중에 사용자에게 액세스가 허용된 펠토셀의 리스트를 화면에 표시한다. 사용자는 그 리스트에서 하나의 펠토셀을 고르는 것을 통해 지문 정보가 존재하지 않는 새로운 펠토셀로의 접속을 시도할 수 있다.

앞서 4.1절 전체에 걸쳐 설명한 접속 제어 방법은 단말이 액세스에 대한 결정을 내리고 펠토셀은 그 결정을 수용하는 방식이었다. 이러한 정책 하에서는 불법 사용자의 시스템 접속을 막을 수 없는 단점이 존재한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 네트워크 기반의 액세스 제어 기법에 대한 논의도 진행 중이다.

4.2 이동성(Mobility) 지원

펠토셀은 사용자가 옥 내외로 이동할 경우 끊임 없이 이동성을 지원하여야 한다. 펠토셀의 도입에 따라 고려해야 할 핸드오프 시나리오는 (그림 5)와 같이 1) 마크로 기지국에서 펠토셀로의 핸드 인(Hand-in), 2) 펠토셀에서 마크로 기지국 방향으로의 핸드 아웃(Hand-out), 3) 그리고 펠토셀 간의 핸드오프를 들 수 있으며 이런 핸드오프 시나리오는 각각 단말이 휴지 상태(Idle)이거나 연결 상태(Connected) 일 경우를 따로 고려해야 하므로 총 여섯 가지의 핸드오프를 지원해야 한다. 여섯 가지 경우 각각에 대해 핸드오프에 사용하는 방법과 절차가 아래 표에 정리되어 있다.



(그림 5) 펠토셀의 도입으로 인한 핸드오프

	핸드 아웃	핸드 인	펠토셀 간 HO
Idle HO	정규 기지국 재 선택 방법	CSG(Closed Subscriber Group) 기반 접속 제어	
Connected HO	정규 액티브 핸드오프	CSG 기반 접속 제어(GAP 혹은 DRX를 이용하여 CSG 정보 획득)	

LTE 시스템에서는 펠토셀에서 마크로 기지국으로의 핸드아웃에 대해 마크로 기지국 간에 사용되는 핸드오프 방안을 동일하게 사용한다. 즉, 단말이 휴지 상태에서 핸드아웃이 일어나는 경우 LTE 마크로 시스템에서 사용하는 정규 기지국 재 선택 방법을 사용하고, 단말이 연결 상태에서 핸드아웃이 발생할 경우에도 마크로 기지국 간 핸드오프 기법이 동일하게 적용된다.

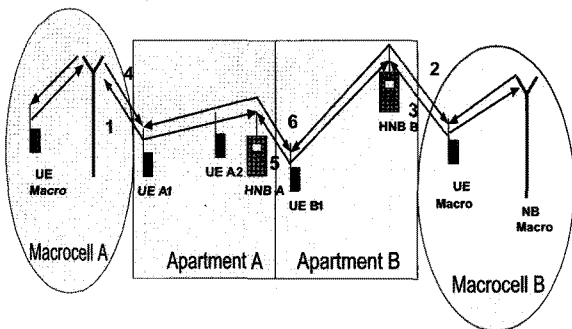
반면 마크로 기지국에서 펠토셀로의 핸드 인에 대해서는 기본적으로 4.1 절에서 설명한 CSG 기반의 액세스 제어 기법이 사용된다. 단말이 휴지 상태에서 핸드 인이 일어나는 경우 단말은 현재 기지국의 방송 채널을 수신하여 그 기지국이 펠토셀인지, 펠토셀인 경우 단말의 화이트리스트에 포함되는지를 판단하여 액세스 여부를 결정한다.

연결 상태의 단말인 경우, 특정 기지국의 신호가 핸드 인에 필요한 조건을 만족시키면 단말은 해당 기지국의 방송 채널을 수신하여 액세스가 가능한 펠토셀 인지를 확인하여야 한다. 하지만 단말이 연결 상태로 서비스를 진행 중인 상황에서 다른 기지국의 방송 채널을 수신하는 것은 현재 진행 중인 서비스를 제대로 수신하지 못하는 결과를 발생시킨다. 따라서 단말은 타 기지국의 방송 채널을 수신하기 전에

서비스 중인 기지국에게 다른 기지국의 채널 수신을 위한 특정 시간 구간(Measurement GAP)을 요청하고 그 시간 내에서 대상 기지국의 방송 채널을 수신하는 방안이 논의 중이다. 그러나 이러한 동작은 진행 중인 서비스의 품질에 나쁜 영향을 미치며 그 서비스가 VoIP와 같이 지연에 민감한 서비스인 경우 서비스의 단절까지 발생할 수 있다. 이런 문제를 피하고자 기지국이 지시한 특정 시간 구간 동안 펠토셀의 방송 채널을 읽는 대신 단말이 서비스 중인 데이터가 잠시 동안 없어서 비연속 수신(DRX: Discontinuous Reception) 동작을 수행하고 있는 경우, 즉 서비스 중인 기지국의 순방향 채널을 수신하지 않는 DRX 구간에서만 펠토셀의 방송 채널을 수신하는 동작도 논의 중이다.

4.3 간섭 제어(Interference Management)

펠토셀 시스템은 많은 수의 펠토셀들을 비슷한 주파수 영역에 설치하거나 통신 사업자의 마크로 기지국과 동일한 주파수 영역에 설치하는 것을 가정하기 때문에 마크로 기지국 혹은 펠토셀 간의 무선 간섭 제어가 매우 중요한 요소이다.



(그림 6) 펠토셀 도입으로 인한 간섭

(그림 6)은 펠토셀의 도입으로 인해 발생하는 여섯 가지의 간섭 요소들을 표현하고 있다. 각각의 경우에 대해 간섭을 일으키는 요소와 간섭의 대상을 정리하면 다음 표와 같다.

#	간섭 유발체	간섭 대상
1	펠토셀 사용자	마크로 기지국 역방향 채널
2	펠토셀	마크로 기지국 순방향 채널
3	마크로 기지국 사용자	펠토셀 역방향 채널
4	마크로 기지국	펠토셀 순방향 채널
5	펠토셀 사용자	인접 펠토셀 역방향 채널

여섯 가지 경우 중에서 주요 문제가 되는 것은 2번이나 6번과 같이 펠토셀이 펠토셀 근처에 위치하나 서비스는 제공하고 있지 않은 단말들에게 미치는 간섭 효과이다. 이 간섭 효과가 최소화되지 않으면 특정 펠토셀에 대해 액세스가 허락되지 않은 단말들은 그 펠토셀 주변을 음영지역으로 인식하게 되고 서비스의 품질이 저하되는 결과가 발생한다.

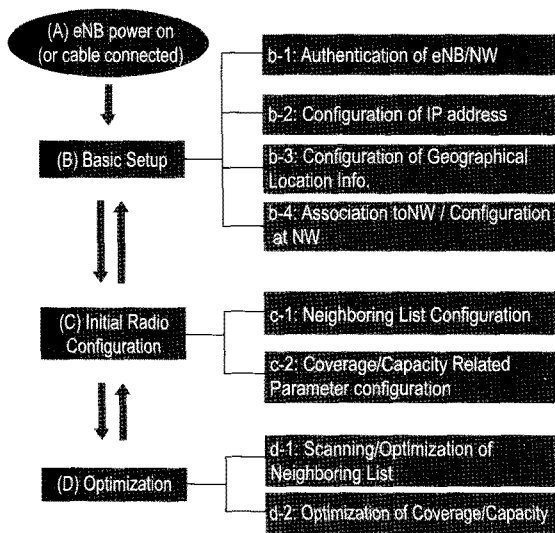
펠토셀이 주변 단말들에게 미치는 간섭을 제어하는 방법은 크게 송신 전력을 필요한 최소한으로 제어하는 방법과 주변 기지국, 펠토셀들과 서로 다른 무선 자원을 사용하도록 기지국간 자원 조율 기능을 도입하는 방법으로 나눌 수 있다. 송신 전력을 제어하는 방법은 구현에 따라 다양한 알고리즘이 존재할 수 있으며 LTE 시스템에서는 특정 전력 제어 방법을 명시하고 있지 않다. 다만 서비스 영역 내에 사용자가 존재하지 않는 것이 확인된 펠토셀의 경우 송신기를 끄는 방법을 통해 주변에 미치는 간섭을 최소화하는 방안이 논의 중이다. 또한 주변 기지국 혹은 펠토셀들 간에 사용할 무선 자원을 조율하는 기능은 5장에서 설명할 자동 설정 기능의 하나로 포함되어 논의가 진행되고 있다.

V. 자동 설정 기능

펠토셀은 기본적으로 사용자가 사업자나 제조 회사로부터 직접 구매하여 설치하는 소비자이고 경우에 따라 마크로 셀 하나의 영역 내에 매우 많은 수의 펠토셀이 존재할 수 있으므로 통신 사업자가 일일이 설치, 설정 및 최적화를 수행하기가 어렵다.

반면 많은 수의 펠토셀들이 비슷한 주파수 영역에 설치되거나 통신 사업자의 마크로 기지국과 동일한 주파수 영역에 설치될 수 있기 때문에 마크로 기지국 혹은 펠토셀 간의 무선 파라미터 설정이 매우 주의 깊게 이루어져야 한다. 이런 상반되는 요구 조건을 만족하기 위해서 펠토셀은 기본적으로 자동 설정 및 최적화 기능을 지원하는 것을 가정한다. (그림 7)은 펠토셀이 전원이 켜진 후 순차적으로 수행하는 자동 설정 및 최적화의 과정을 보여주고 있다.

LTE 시스템에서 마크로 기지국과 펠토셀이 지원하도록 고려 중인 자동 설정 및 최적화 기능은 다음과 같다.



(그림 7) 자동 설정 및 최적화 과정

- 주변 기지국 정보 자동 생성 기능(Automatic Neighbor Relation)
- 물리 계층 식별자 자동 설정 기능
- 기지국간 간섭을 최소화하기 위해 기지국 파라미터 최적화 및 기지국간 조율 기능
- 커버리지와 용량 최적화를 위한 기지국 파라미터 설정 기능
- 이동성 최적화를 위한 기지국 파라미터 설정 기능
- 정합하는 네트워크의 부하에 따른 동작 최적화 기능
- 음영 지역 검출 및 보고 기능
- 소모 에너지 최소화 기능

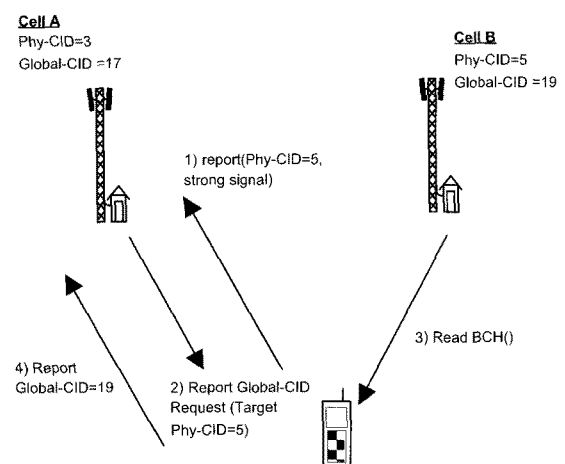
이런 자동 설정, 최적화 기능들 중 간섭 제어나 커버리지 최적화, 부하 제어 등 최적화에 관련된 기능들은 일반적으로 구현에 관련된 문제로 규격에서는 그 기능을 수행하는데 필요한 방법만을 제공하고 실제 알고리즘이나 동작 방식에 관한 내용은 언급하지 않는 것이 보통이다. 반면 주변 기지국의 정보를 이동 통신 사업자의 도움 없이 자동으로 생성하는 ANR(Automatic Neighbor Relation) 기능과 같은 자동 설정에 관한 절차들은 그 동작을 기술하는 방향으로 논의가 진행되고 있다.

(그림 8)은 마크로 기지국 혹은 펌토셀이 주변 기지국 혹은

펌토셀의 정보를 자동으로 설정하는 과정으로 물리 계층 식별자(PCI, Physical Cell ID) 3을 이용하여 신호를 전송중인 기지국 A(Cell ID 17)가 단말이 보고한 기지국 B를 주변 기지국 정보에 추가하는 과정을 나타낸다.

(그림 8)에서 단말은 주기적 혹은 비주기적으로 주변의 물리 계층 신호를 측정하는 과정을 수행하고 사전에 정의된 규칙에 따라 기지국 B가 전송중인 물리 계층 식별자 5의 신호 강도가 특정 조건을 만족하였을 때, (1)의 과정과 통해 기지국에게 보고하게 된다. 단말이 보고한 물리 계층 식별자 정보를 수신한 기지국은 그 정보가 자신의 주변 기지국 정보에 포함되어 있는지를 확인하고 만약 새로운 기지국일 가능성이 있다면 (2)의 과정과 같이 단말에게 해당 물리 계층 신호를 전송한 기지국의 기지국 식별자(Cell ID)를 수신하여 보고하도록 요청할 수 있다.

단말은 (3)~(4)의 과정을 거쳐 기지국 B의 방송 채널을 통해 기지국 식별자를 획득하고 그 정보를 기지국 A에 보고한다. 단말의 보고를 받은 기지국 A는 최종적으로 기지국 B의 정보(기지국 식별자, 물리 계층 식별자 등)를 주변 기지국 정보에 추가한다. LTE 기지국과 펌토셀은 (그림 8)의 절차를 통해 단말이 보고하는 주변 기지국 정보를 상당 기간 누적하여 완전한 주변 기지국의 정보를 획득할 수 있다.



(그림 8) 주변 기지국 정보 자동 생성 과정

VI. 결 론

팜토셀은 다양한 융 복합 서비스를 제공하여 사용자와 무선 사업자 모두에게 이득을 제공할 수 있는 신기술로 각광 받고 있다. 본고에서는 대표적인 차세대 무선 통신 기술인 LTE에서 팜토셀 지원을 위해 논의되고 결정된 사항들을 서비스 및 설치 시나리오부터 아키텍처, 무선 접속 기술, 자동 설치 및 최적화 기능에 이르기까지 다양한 관점에서 분석해 보았다.

LTE 시스템에서는 사용중인 단말들과의 호환성을 고려해야 하는 기존 무선 접속 기술들과 달리 논의 초기부터 팜토셀을 고려하여 무선 접속 기술 및 시스템을 설계하고 있다. 따라서 LTE 시스템에서는 한층 최적화된 팜토셀 서비스가 가능할 전망이다.



- [1] 3GPP, TR R3.020 v0.7.0, "Home (e)NodeB; Network aspects," May 2008
- [2] 3GPP, TR 25.820 v2.0.0, "3G Home NodeB Study Item Technical Report," March 2008
- [3] 3GPP, TS 36.300 v8.5.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRAN); Overall description; Stage 2," June 2008.
- [4] 3GPP, TS 36.331 v8.5.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control (RRC); Protocol specification," June 2008
- [5] 3GPP, TS 36.304 v8.2.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) procedures in idle mode," June 2008

약 력



정 정 수

1999년 한국과학기술원학사
2001년 한국과학기술원석사
2001년 - 현재 삼성전자 책임연구원
관심분야: 이동통신 Layer 2 기술, 무선 자원 관리, 이동성 관리



최 성 호

1993년 서울대학교 학사
1995년 한국과학기술원 석사
1998년 한국과학기술원 박사
1999년 ~ 2006년 삼성전자 책임
2007년 ~ 현재 삼성전자 수석연구원
관심분야: 3GPP RAN, CN 표준화, 이종망간-HO, Femto, Self Organizing Network

