

# LTE-Advanced 시스템을 위한 SON 및 펄토셀 기술

김준식 | 박남훈 | 김영진

한국전자통신연구원

## 요 약

가정 또는 사무실과 같은 실내의 음영지역을 해소 하고 한정된 주파수 자원을 효율적으로 사용하여 다수의 사용자에게 보다 좋은 무선 환경을 제공함으로써 대용량 데이터 전송 서비스를 가능하게 하는 초소형 기지국 연구에 대한 요구가 많아지고 있다. 이에 따라, 이동통신 기지국의 신규 설치 시 기지국 자체적으로 또는 인접한 기지국간의 자동 협업을 통하여 기지국간 간섭을 최소화하고 기지국의 용량을 증대시켜서 셀 커버리지를 최적화하는 기술에 대한 연구가 필요하게 되었다. 이를 위한 방안으로 셀 반경을 극도로 줄여 맥내 또는 소규모 비즈니스 환경에 알맞은 무선환경을 제공하려고 하는 펄토셀 서비스는 보다 나은 무선 환경을 필요로 하는 사용자 요구에 적극 대응하고, 사업자의 사업 기회를 확대하며, 서비스의 질적 양적 개선 측면에 있어서 가장 중요하게 고려해야 할 기술이다. 본 고에서는 이러한 펄토셀 관련 주요 기술적 이슈를 정리하고, 현재 진행 되고 있는 표준화 현황 및 기술 동향에 대하여 알아본다.

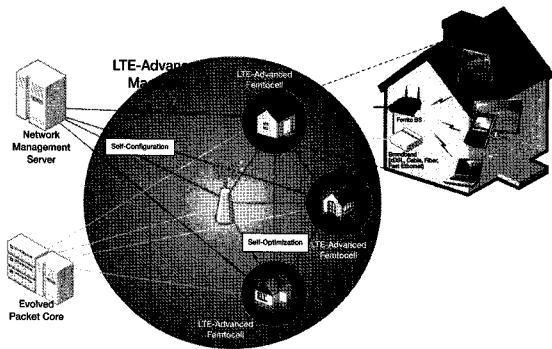
## 1. 서 론

펄토셀(Femtocell)은 반경 10~20m 정도의 작은 규모의 셀을 의미 한다. 이는 셀룰라 사업자의 일반적인 셀인 매크로셀(Macrocell)과 차별화 되는 개념이다. 일반적으로 펄토셀은 가정이나 회사와 같은 소규모 공간을 지원하는 셀을 의

미한다. 따라서, 펄토셀 기지국은 가정이나 사무실 등 실내에 설치되는데 기존 네트워크와의 융합 형태를 통해 이동성과 대용량 전송을 보장하고, 이동통신 서비스 영역 확대와 사용자 서비스의 성능 향상 및 기지국의 용량 증대를 지원하면서 사용자에게 저렴하고 다양한 이동통신 서비스를 제공한다. 또한 셀 반경을 가정 내 또는 사무실의 최소화된 환경 하에서 사용자 요구에 적극적으로 대응하고, 셀을 추가 설치할 때의 소요 시간 단축 및 운용에 따른 비용을 절감하여 사업자의 CAPEX(Capital Expenditure, 서비스 제공을 위한 설비 투자 비용)/OPEX(Operational Expense, 운용 비용)를 감소시키며, 장비제조업체의 신규 시장 창출 및 사용자 서비스의 질적 개선을 고려한 무선 환경을 제공한다[1].

3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서는 이러한 펄토셀을 지원하는 초소형 기지국을 HeNB(Home evolved UTRAN Node B)라고 명명하여 표준화 및 기술 개발을 진행하고 있으며, "3GPP UE(User Equipment)가 EUTRAN(Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network)을 무선 인터페이스로 이용하고, 광대역 IP backhaul을 통하여 이동통신 사업자 망에 접속하는 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 사용자 소유의 기지국 장치"로 정의하고 있다[2].

LTE(Long Term Evolution)-Advanced 시스템을 위한 SON(Self-Organizing Networks) 및 펄토셀 기술 개념모델은 (그림 1)과 같으며, 세부적으로 SON기술은 기지국 구성정보 자동설정(Self Configuration) 기술과 기지국 운용정보 자동설정(Self Optimization) 기술로 구성되고, 펄토셀 기술은 효율적인 이동성 제어(Mobility control) 기술, 인터페이스 기술 및 펄토셀 간섭 제어 기술 등으로 구성된다.



(그림 1) LTE-Advanced 시스템을 위한 SON 및 펌토셀 기술 개념 모델

HeNB는 설치 후 구성이 완료되기 전까지는 무선 신호를 송출할 수 없고 HeNB 설치 후, 주변에 심각한 스펙트럼 간섭이 발생한다고 생각 된다면, 그 HeNB는 서비스가 중단 될 수 있다. HeNB 신규 설치로 인하여 사업자의 망이 재구성 되어서는 안되고, HeNB 사용자는 기존의 기지국 사용시와 비교할 때, 사용자 경험적인 면에서 별다른 차이를 못 느끼야 한다. HeNB를 사용함으로써 추가되는 등록절차나 페이지 부담은 최소화 되어야 하며, HeNB의 사용으로 인하여 기존 기지국의 성능, 범위 및 용량 면에서 영향이 없어야 한다. 또한, HeNB는 허가된 사용자 그룹에게만 망 진입을 허용할 수 있는 개념인 폐쇄 가입자 그룹인 CSG(Closed Subscriber Group) 개념을 제공한다[3].

## II. SON 요소기술

이동통신 시스템 분야에서 자동화된 운용 방식을 통해 네트워크를 자체적으로 더 안정적이고 효율적이면서 광범위하게 구성할 수 있도록 하는 기능을 수행하는 SON에 대한 관심이 높아지고 있다. 이는 펌토셀과 같은 기지국이 서비스 운영자에 의해 지정된 최적의 위치에 설치되는 것이 아니라, 사전에 셀 설계 등을 수행하지 않고 사용자가 설치함으로써 해당 기지국 스스로가 자체적으로 환경을 감지하고 정보를 수집하여 최적화를 수행하여야 하기 때문이다. 따라서 SON은 펌토셀과 같은 기지국을 옥내 및 옥외에 설치할 때

기지국 스스로 망에 접속 및 설정하고, 주변 무선 환경에 따라 적절히 셀 최적화 및 운용을 수행할 수 있는 기능을 제공하여야 한다.

이를 위해 SON 요소기술은 (그림 2)에서와 같이 구성정보 자동설정 기능과 운용정보 자동설정 기능으로 구성된다. 구성정보 자동설정 기능은 기지국에 전원을 넣고 RF 송신 준비 상태까지 완성하기 위한 기지국 초기화 과정 및 자동 설치 프로그램에 의해 시스템 동작에 필요한 기본 정보를 설정하는 과정 등을 수행한다[4]. 운용정보 자동설정 기능은 내부적으로 Basic 자동 설정기능과 Radio 자동 설정으로 구성되며, 기지국과 단말기의 성능 측정 기능을 이용하여 네트워크를 자동적으로 최적화함으로써 환경에 적응하는 과정을 수행한다.

### 1) 구성 정보 자동 설정

구성 정보 자동 설정 프로세스는 HeNB의 전원이 켜졌을 때 시스템이 동작하도록 자동으로 구성하고 기존의 시스템과 연동하기 위하여 이루어지는 일련의 과정으로 네트워크 인터페이스의 설정, 생성되는 셀에 대한 물리 계층 식별자(PCI: Physical Cell Identity) 자동 부여, 이웃 셀들과 관계를 맺기 위한 정보 교환 기능 등을 수행한다[4][5].

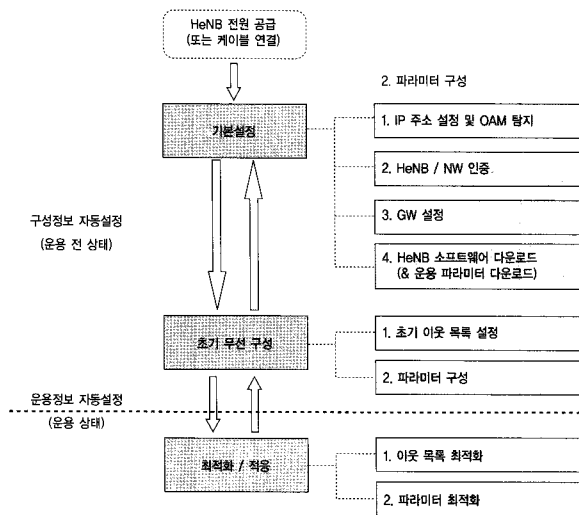
네트워크 인터페이스의 설정은 단말의 이동성관리 및 접근 제어, 인증 등의 기능을 담당하는 MME(Mobility Management Entity)와 연결하는 S1 인터페이스와 기존의 다른 eNB 및 HeNB와의 직접적인 통신을 위한 X2 인터페이스를 연결함으로써 이루어는데, 현재 HeNB와 (H)eNB간 X2 인터페이스는 정의되어 있지 않다.

새로 설치되는 HeNB에 대한 셀의 물리 계층 식별자는 자신의 셀 영역 안에서 유일하여야 하고, 주변 이웃 셀들이 동일한 물리적인 아이디를 사용하지 않아야 하는 두 가지 요구사항을 만족하도록 자동적으로 할당되어야 한다. PCI 자동 할당을 위한 PCI 할당 프레임워크에는 분산적인 방법과 중앙집중적인 방법이 있으며 이 두 방법을 모두 지원해야 한다[6][7].

### 2) 운용 정보 자동 설정

#### 가) Basic 자동 설정

운용 정보 자동 설정 기능 중 하나인 Basic 자동 설정 기능



(그림 2) 구성 정보 자동 설정과 운용 정보 자동 설정 기능

은 서비스 커버리지 확대 및 용량 최적화 기술인 CCO (Coverage & Capacity Optimization) 기능과 RO(RACH Optimization) 기능으로 구성된다[8].

최적화된 커버리지 제공 측면에서는 커버리지는 연속적이어야 하고 사용자가 셀 경계를 몰라도 되며, 휴지(Idle) 및 활성(Active) 모드에서 상향 링크/하향 링크가 제공되어야 한다. 최적화된 용량 제공 측면에서는 커버리지 최적화가 용량 최적화보다 우선 순위가 높지만, 커버리지 최적화 알고리즘 적용시 용량에서의 영향을 고려하여야 하며, 커버리지와 용량은 서로 연관되어 있어서 둘간의 상호관계도 고려되어야 한다.

#### 나) Radio 자동 설정

운용 정보 자동 설정 기능 중 하나인 Radio 자동 설정 기능은 핸드오버 파라미터 정보 자동 조정 기술인 MRO(Mobility Robustness Optimization) 기능과 에너지를 효율적으로 관리하는 기술인 ES(Energy Saving) 기능으로 구성된다[8].

MRO를 위해 필요한 기능은 너무 늦은 핸드오버 검출 / 너무 이른 핸드오버 검출 / 잘못된 셀로의 핸드오버 검출 / 불필요한 핸드오버로 인한 망 자원의 비효율적 사용 감소 / 셀 재선택 파라미터의 최적화 등이 있다.

이동통신망에서 ES를 위한 최적화는 우선 전체 이동통신 장비의 개수를 요구되는 커버리지, 용량, QoS를 유지하면서

최적화하는 것이 바람직하다. 그 다음으로, 개별 이동 통신 장비들에서 소모되는 에너지를 최소화하고 효율적으로 사용하는 방안을 강구해야 한다. 특히 커버리지, 용량 및 QoS 등과 관련된 가능한 범위는 사업자의 정책에 따라 결정된다.

### III. 펌토셀 요소기술

펌토셀 요소기술은 기존의 기지국 기술과 차별화 되는 휴지 모드 이동성 제어(Idle Mode Mobility Control), 활성 모드 이동성 제어(Active Mode Mobility Control), 간섭제어, 펌토셀 인터페이스 등의 4개의 세부 기술들로 나누어 볼 수 있다. 휴지 모드 이동성 제어 기술은 이동국이 세션을 설정하지 않은 상태에서 이동하며 셀을 선택하거나 바꾸는 기능인 이른바 셀 선택/재 선택에 대한 기술이다. 그리고 활성 모드 이동성 제어 기술은 이동국이 세션을 설정한 상태에서 이동하며 셀을 바꾸는 기능인 이른바 핸드오버에 대한 기술이다. 또한 간섭 제어 기술은 펌토셀 기지국의 설치로 인하여 주변 기지국이나 단말기에 영향을 주는 무선레벨에서의 간섭을 제어하기 위한 기술이다. 마지막으로 펌토셀 인터페이스 기술은 펌토셀 지원을 위한 주변 장치들과의 인터페이스에 대한 기술이다.

HeNB는 개방형(Open), 폐쇄형(Closed), 혼합형(Hybrid)의 세가지 사용자 접근 모드를 운영한다. 개방형 접근모드(Open Access Mode)는 CSG의 가입여부와 상관 없이 모든 가입자들에게 서비스를 허용하는 모드로서 HeNB 개념이 없을 때 매크로셀 기지국인 eNB의 동작 모드와 같다. 폐쇄형 사용자 접근 모드(Closed Access Mode)는 CSG 멤버에게만 오로지 서비스를 제공하는 모드로서 이러한 모드를 제공하는 셀을 CSG 셀이라고 한다. 혼합형 사용자 접근 모드(Hybrid Access Mode)는 CSG 멤버에게는 폐쇄형으로 동작하고 CSG 비 멤버에게는 개방형으로 동작하는 모드로서 두가지 모드를 합쳐놓은 개념이다. 두 가지 모드 사용자가 동시에 접속되어 있을 시는 CSG 멤버에게 우선적인 서비스를 제공한다[3].

최근 혼합셀(Hybrid Cell)은 간섭 회피의 기법으로 그 중요

성이 부각되고 있다. CSG 멤버가 아닌 UE가 CSG 셀 근처에 있을 경우, CSG 셀로의 접근은 허용되지 않을 것이므로 계속 매크로셀에 진입한 상태로 있게 된다. 이 경우, 그 UE의 UL은 CSG 셀에게 심각한 간섭을 유발하게 된다. 따라서, 이러한 UE에 대하여 CSG 셀에 진입을 허용한다면, 상당 부분 간섭이 회피되는 효과를 가져올 수 있다. 이는 혼합셀이 쇼핑몰과 같은 기업형 모델에서만 사용되는 개념이 아니라, 일반 가정에서도 자신에게 오는 간섭을 줄이기 위하여 혼합셀 운용이 이용될 수 있음을 보인다.

혼합형 접근 모드로 운용되는 기지국은 기존 CSG 멤버들에게 미치는 영향을 최소화 하여야 한다. 즉, 혼합셀이 커버리지 혹은 간섭 등의 이유로 CSG 멤버 아닌 UE에게 진입을 허용 하였더라도 기존 CSG 멤버의 접근 요구가 들어오면, 이의 정상적인 처리를 보장하여야 한다. 이 경우 기존의 혼합 접근 모드로 처리 중인 UE에 대하여는 그 데이터 전송률을 줄여 주거나, 다른 곳으로의 핸드오버를 유도하여야 한다. 특히, 심한 경우는 접근을 취소 할 수도 있다.

## 1) 이동성 제어

### 가) 휴지 모드 제어

이동국이 세션을 설정하지 않은 상태에서 이동하며 셀을 선택하거나 바꾸는 기능인 이른바 셀 선택/재 선택에 대한 요소기술이다.

셀 선택은 초기 아무런 사전 정보 없이 셀 선택을 수행하는 “Initial Cell Selection”과 이전에 저장된 사전 정보를 이용하는 “Stored Information Cell Selection”으로 나뉘어 진다. 셀 선택에 의하여 적합한 셀이 나타나면, 그 셀에 진입하게 되는데 이를 “Camped Normally” 상태로 정의 한다. 반면 적합한 셀이 나타나지 않으면 서비스는 불가능 하지만, 긴급호 시도와 셀에 진입만 허용하는 이른바 “Camped on Anycell” 상태에 머무른다. 두 가지 상태 모두 이후 UE는 계속적인 셀 평가 절차를 수행하여 이 보다 더 적합한 셀이 있으면 그 셀로의 재 선택을 수행하게 된다[9].

### 나) 활성 모드 제어

이동국이 세션을 설정한 상태에서 이동하며 셀을 바꾸는 기능인 이른바 핸드오버에 대한 요소기술 이다. 펌토셀과 매크로셀이 같은 지역에 중첩 설치된 환경을 고려할 때, 셀

의 규모적인 측면에서 매크로셀에서 펌토셀로의 핸드오버와 펌토셀에서 펌토셀로의 핸드오버의 2가지 경우가 존재할 수 있으며, 셀의 형태적인 측면에서 CSG 셀로의 핸드오버와 혼합셀로의 핸드오버 등이 존재 할 수 있다. 가입자 접근 제어 관련 해서는 핸드오버 지연 시간의 개선을 위하여 유희 상태와는 다른 차원의 기술들을 필요로 하고 있다. 또한 소스 셀에서 타겟 셀로 핸드오버 제어 메시지인 S1 메시지들을 MME에서 어떻게 라우팅 할 것인가에 대한 기법들도 주요 이슈로 포함되고 있다[4].

#### (1) Inbound 핸드오버

Inbound 핸드오버는 매크로 셀에서 펌토셀로 핸드오버를 말하고, 펌토셀의 형태에 따라 CSG 셀로의 Inbound 핸드오버와 혼합 셀로의 Inbound 핸드오버가 있다.

#### (2) Outbound 핸드오버

Outbound 핸드오버는 펌토셀에서 매크로 셀로 핸드오버를 말한다. 매크로 셀은 펌토셀과 달리 개방형 접속 모드로 동작하고 PCI 중복 할당이 없다. 따라서 가입자 접속제어나 타겟 셀 식별과 같은 기능이 불필요 하며, 기존 매크로간 핸드오버 절차와 방법을 따르면 된다.

#### (3) HeNB간 핸드오버

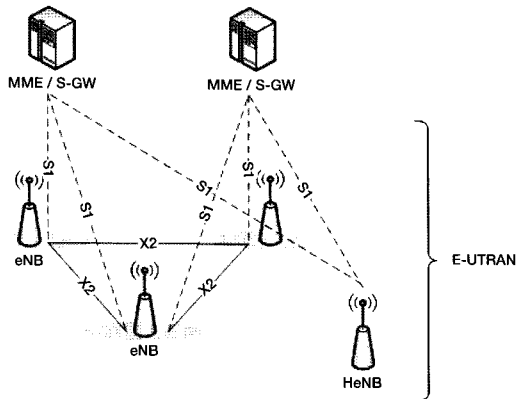
HeNB간 핸드오버는 펌토셀간 핸드오버를 말한다. 펌토셀간 핸드오버에서 타겟 셀이 CSG 셀 또는 혼합셀일 수 있다. 현재 펌토셀 식별자인 PCI 할당 알고리즘이 명확하지 않은 상태이므로, 주변에 같은 PCI를 가지는 펌토셀 존재에 따른 혼동이 발생(PCI Confusion)할 수 있는 환경이다[10].

## 2) 펌토셀 인터페이스

HeNB는 MME에 직접 연결되거나, HeNB GW를 통해 MME에 연결된다. HeNB GW가 있는 경우, HeNB와 HeNB GW는 S1-MME 인터페이스를 갖는다.

HeNB간 X2 연결은 현재 표준에서는 지원하지 않지만, 기업형 모델을 기반으로 검토되어지고 있으며, 네트워크가 복잡해지는 단점에도 불구하고 핸드오버 최적화 및 간섭 제어를 위한 필요성으로 향후 표준화 진행 상황에 따라 선택적으로 지원할 수도 있다. (그림 3)은 기존의 기지국과 HeNB

간의 인터페이스를 도시하고 있다[4].



(그림 3) 전체 E-UTRAN 구조

### 3) 간섭 제어

3G LTE 등과 같은 이동 통신 시스템은 이동 및 정지 중 수백 Mbps에 달하는 고속의 데이터 전송 속도를 요구한다. 이러한 요구사항을 만족시키기 위해 다양한 기술들이 제안되었으며, 그 중 OFDMA(Orthogonal Frequency-Division Multiple Access) 전송 기술은 가장 핵심이 되는 기술 중 하나이다. OFDMA 전송기술은 단일 반송파 기술과 비교하여 월등히 뛰어난 주파수 효율과 광대역에서의 구현 용이성을 가지고 있으나, 모든 셀이 동일한 주파수를 사용할 수 있기 때문에 “셀 경계에서의 간섭으로 인한 성능 감소”라는 문제점을 가지고 있다.

이러한 문제의 해결방안들은 크게 간섭 무작위화(Interference randomization), 간섭 제거(Interference cancellation), 간섭 조정(Interference coordination), 그리고 안테나 기술(Antenna technique) 등으로 구분될 수 있으며, 이중 간섭 조정을 통한 문제해결이 가장 효과적이라고 논의되고 있다.

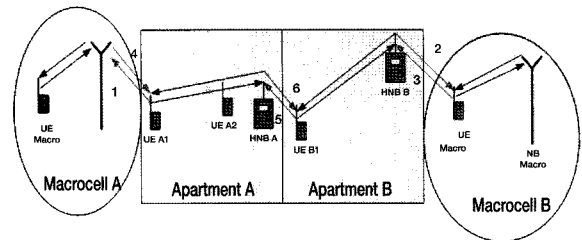
매크로셀과 펠토셀이 공존하는 환경에서 발생할 수 있는 간섭은 채널 사용 방식, 링크 방향, 펠토셀의 위치, 접속 방식에 따라 다르며, 채널 사용 방식은 다음과 같이 분류된다 [11].

- 공용 채널(Co-Channel): 매크로, 펠토 전체 주파수 대역 공유(매크로 펠토 간 간섭이 치명적)
- 부분 공용 채널(Partial Co-Channel): 매크로 전체 대역

사용, 펠토 일부 대역 공유(매크로 펠토간 간섭이 치명적)

- 전용 채널(Dedicate Channel): 서로 다른 주파수 대역을 사용(매크로 펠토간 간섭 없음, 펠토간 간섭이 주요 간섭)

간섭 발생에 중요한 영향을 미치는 요인을 간섭 환경 인자로 정의할 때, 매크로셀과 펠토셀이 공존하는 환경에서 어떤 식으로 이러한 인자들이 적용되느냐에 따라 발생하는 간섭의 종류가 달라진다. 따라서 각 간섭의 종류에 따라 적절한 간섭 완화 및 회피 기법을 적용하기 위해서는 발생 가능한 간섭 시나리오를 정의 하여야 한다. (그림 4)에서 명시된 1 부터 6까지는 각 시스템 환경에 따라 치명적으로 발생하게 되는 간섭 시나리오의 번호를 의미하며, 이를 3GPP TR 25.820을 기반으로 각각의 상황에 대한 단말의 위치를 나타낸 것이다[12]. 간섭 시나리오는 채널 사용 방식에 따라 크게 매크로-펠토 간섭(간섭 시나리오 1부터 4까지)과 펠토-펠토 간섭(시나리오 5와 6)으로 나눌수 있고, 각각은 링크 방향과 펠토셀의 위치에 따라 다시 세부적으로 나뉜다.



(그림 4) 간섭 시나리오

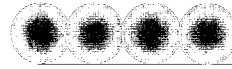
기지국은 주변 셀간에 생길 수 있는 간섭을 최소화하고자 다양한 주파수 재분배를 위한 스케줄링 방법을 사용한다. 이러한 주파수 분배방법은 크게 FFR(Fractional Frequency Reuse), SFR(Soft Frequency Reuse), 그리고 PFR(Partial Frequency Reuse) 방식 등으로 구분할 수 있다.

FFR은 전체 가용 주파수재사용집합(Frequency Reuse Set)을 최대 3개의 부분으로 나누어 셀에 할당하는 방법이다. 이때, 가용 주파수 집합은 사용자의 간섭을 고려한 주파수의 집합으로 전체 주파수 영역에서 사용할 수 없는 주파수 집합을 뺀 것이다. SFR 및 PFR 기법은 주파수 재사용율이 1에

가까우면 셀 안쪽으로, 1보다 훨씬 커지면 셀 경계에 가깝도록 주파수를 분배하는 방식이다. 즉, 각 셀에서 전체 주파수 영역을 셀 안쪽과 경계로 구분하고, 인접셀 간의 경계에 위치한 단말들을 위한 주파수 영역은 서로 직교하도록 배치하였고 기지국은 원거리에 있는 단말을 고려하여 상대적으로 높은 출력을 사용하여 전송한다. SFR과 PFR의 차이는 SFR의 경우 셀 안쪽의 주파수 재사용율이 1이 아닐 수도 있고(이 경우 셀 경계를 위해 할당된 주파수 영역 이외의 것을 사용), 셀 경계를 위한 주파수 분배 시, 주파수 재사용율도 3 또는 이 이상으로 조절이 가능하도록 유동성을 높였다. 3GPP LTE에서의 셀간 간섭 조정 방법은 기지국 간에 사전에 정의된 지시자들이 포함된 부하정보 (Load Information) 메시지를 X2 인터페이스를 통해 교환함으로써 주변 셀의 상태와 간섭을 유발하는 주파수 범위를 파악할 수 있게 하는 것이다. 부하정보 메시지를 통해 전달되는 지시자는 TS 36.423에 정의 되어 있으며, IOI(Interference Overload Indicator)와 HII(High Interference Indicator), 그리고 RNTP(Relative Narrowband Tx Power) 등이 있다[13].

#### IV. 결 론

펠토셀은 현재 표준을 정하고 있는 단계의 기술이지만 미국, 유럽, 일본 등과 같은 세계 각국의 이동통신 주요 기업들은 이미 시제품을 내고 펠토셀 도입을 추진하고 있으며, 국내에서도 상당한 관심을 보이고 있다. 아직까지 펠토셀에 대한 연구가 매우 미흡하기 때문에 본 고에서는 성장 잠재력을 지니고 있는 LTE-Advanced 시스템을 위한 SON 및 펠토셀에 대한 정의, 표준화 현황 및 기술 동향을 정리 함으로써, 현재의 SON 및 펠토셀 기술에 대한 분석을 하였다. 펠토셀은 아직까지 구체적인 시장을 형성하지 못하고 있으며 표준조차 완성되지 않았기 때문에 명확한 시사점을 제안하기에는 아직까지 미흡한 점이 많다. 앞으로의 연구에서는 현재 기술적으로 미진한 부분에 대한 보완과 시장 및 서비스 등의 개발에도 노력하여 SON 및 펠토셀 기술의 활성화 방안을 제시할 것이다.



- [1] 김준식, 박남훈, 김영진, “펠토셀 기술동향, “전자통신 동향분석 제 24권 3호, 2009년 6월
- [2] <http://www.3gpp.org/>
- [3] 3GPP TS 22.220 V9.1.1, “Service Requirements for Home NodeBs and Home eNodeBs”
- [4] 3GPP TS 36.300 V9.0.0, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2(Release 9)”
- [5] 3GPP TS 32.511 V8.1.0, “Technical Specification Group Services and System Aspects; Telecommunication Management; Automatic Neighbour Relation (ANR) management; Concepts and requirements(Release 8)”
- [6] 3GPP TS 32.500 V8.0.0, “Technical Specification Group Services and System Aspects; Telecommunication Management; Self-Organizing Networks (SON); Concepts and requirements(Release 8)”
- [7] 3GPP TS 32.501 V8.0.0, “Technical Specification Group Services and System Aspects; Telecommunication Management; Self Configuration of Network Elements; Concepts and requirements(Release 8)”
- [8] 3GPP TR 36.902 V1.2.0, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Self-configuring and self-optimizing network use cases and solutions (Release 9)”
- [9] 3GPP TS 36.331 V8.5.0, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control (RRC); Protocol specification”
- [10] 3GPP TS 25.367 V8.1.0, “Mobility Procedures for Home NodeB; Overall Description; Stage 2(Release 8)”
- [11] 3GPP TR 25.967 V9.0.0, “Home Node B Radio Frequency(RF) Requirements(FDD) (Release 9)”
- [12] 3GPP TR 25.820 V8.2.0, “3G Home NodeB Study Item Technical Report (Release 8)”

[13] 3GPP TS 36.423 V9.0.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); X2 Application Protocol (X2AP)"

**약 력**



**김 준 식**

1990년 서강대학교 전자계산학과(학사)  
 1992년 서강대학교 전자계산학과(석사)  
 2007년 충북대학교 정보통신공학과(박사)  
 1992년 ~ 1998년 호성컴퓨터(주), 전자통신연구소 책임연구원  
 1999년 ~ 현재 한국전자통신연구원 이동통신연구본부 펠토셀 시스템연구팀 선임연구원  
 관심분야: SDR, WiBro, 이동통신프로토콜, 이동통신단말기술, 펠토셀



**박 남 훈**

1983년 전남대학교 계산통계학과(학사)  
 1987년 중앙대학교 컴퓨터공학과(석사)  
 1999년 충남대학교 컴퓨터학과(박사)  
 1995년 정보통신기술사(P.E.)  
 2002년 ~ 2003년 한국무선인터넷포럼 모바일표준플랫폼 분과위원장  
 1988년 ~ 현재 한국전자통신연구원 이동통신연구본부 펠토셀 시스템연구팀 팀장  
 관심분야: 컴퓨터 네트워크, 광대역 통신망/신호망, ATM기술, 이동통신망, 차세대무선인터넷, 모바일컴퓨팅기술, 이동통신 단말 기술, SDR 및 Cognitive Radio기술, 펠토셀



**김 영 진**

1981년 고려대학교 전자공학과(학사)  
 1983년 고려대학교 전자공학과(석사)  
 1989년 ~ 1991년 벨기에 BTM 방문연구원  
 1983년 ~ 현재 한국전자통신연구원 이동통신연구본부 이동컨버전스연구부 부장  
 관심분야: LTE-Advanced 시스템, IP 기반 이동통신망 시스템, 펠토셀

