

Femto-cell 표준 현황 및 기술 이슈

장경훈 | 김기호

삼성전자

요약

실내 음영 지역 서비스 뿐만 아니라 커버리지 확장 및 용량 증대를 위한 차세대 이동통신 솔루션으로 부각되고 있다. 또한 최근 들어, Mobile WiMAX 와 3GPP UMTS 표준기구를 중심으로 펨토셀 표준이 본격화되기 시작하였다. 본 고에서는 두 표준기구를 중심으로 펨토셀에 대한 표준 현황과 시스템 및 기술적 요구사항을 살펴본다. 또한 제조사 및 이동통신 사업자들이 구성된 Femto Forum 을 통해 펨토셀에 대한 각각의 입장과 전망에 대해 알아본다.

I. 서론

최근 들어, 이동성 및 로밍을 지원하면서도 가정 또는 사무실내에서 광대역 무선 접속 서비스에 대한 수요가 증가되면서, 이동통신 사업자들은 실내 환경에서 커버리지 확장 및 고속 전송 서비스를 위한 솔루션으로 펨토셀을 고려하고 있다.

펨토 기지국은 DSL, Cable, Fiber 등의 로컬 광대역 접속시스템을 통해 IP 백홀을 갖는 저전력 기지국으로 볼 수 있다. 이러한 간편성과 설치 용이성으로 인해 펨토셀 구축이 보편화되고 증가되면 스펙트럼의 공간적 재사용으로 인해 단위 면적당 전송 용량 증가될 수 있을 것으로 기대된다. 물론 펨토 기지국은 매크로셀과 다른 스펙트럼을 사용할 수도 있고

주파수 재사용 기법을 통해 매크로셀과 동일한 스펙트럼을 사용할 수 있다.

반면, 일반 소형 기지국에 비해 펨토 기지국은 사용자 주도의 설치를 궁극적 목표로 하고 있기 때문에, on-site surveillance 또는 on-site frequency planning 을 최소화시켜야 한다. 또한 사용자 주도로 펨토셀이 구축되면, 매크로-펨토셀, 펨토-펨토셀간 핸드오버 문제와 셀간 간섭 문제가 더욱 심각해 지게 된다.

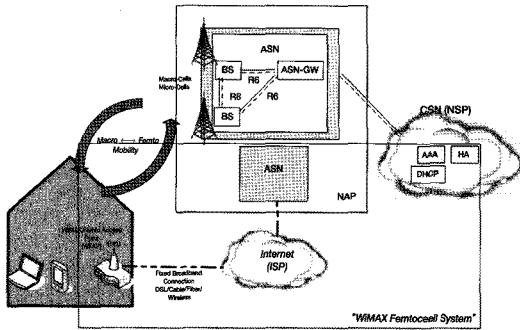
이러한 기술적 문제 해결을 위해 Femto Forum 을 중심으로 다각적인 연구가 진행되고 있으며 IEEE 802.16m, 3GPP UMTS 등 차세대 이동통신 표준에서도 펨토셀에 대한 규격화가 진행되고 있다.

본 고에서는 IEEE 802.16m 의 SRD(System Requirement Document) 와 SDD(System Description Document) 를 위주로 Mobile WiMAX 의 펨토셀 요구사항을 2장에서 소개하고 LTE-Adv. 의 기고문을 중심으로 3GPP UMTS 의 펨토셀 요구사항을 3장에서 소개하고자 한다. 또한 4장에서는 Femto Forum 을 중심으로 펨토셀에 대한 제조사 및 사업자의 입장과 기술적 이슈에 대해 살펴보고 결론을 맺고자 한다.

II. Mobile WiMAX의 펨토셀 요구사항

Mobile WiMAX 의 펨토 시스템은 (그림 1)과 같이 저전력 펨토 기지국(WFAP: WiMAX Femto Access Point)이 가정 또

는 사무실에 설치되고 이는 DSL 등과 같은 고정 광대역 백홀 시스템을 통해 Internet 에 연결되고 이는 ASN(Access Service Network)에 연결된다.



(그림 1) Mobile WiMAX 펌토셀 시스템

1) 시스템 요구사항

펌토 기지국은 공공 핫스팟(Hot Spot)과 같은 공공 사용자를 서비스하는 형태와, 펌토 기지국 소유자 또는 서비스 제공자에 의해 승인된 가입자만을 서비스하는 형태가 있을 수 있다. 이와 같이, 펌토 기지국의 형태는 폐쇄형 가입자 그룹(CSG: Closed Subscriber Group) 과 개방형 가입자 그룹(OSG: Open Subscriber Group) 두 가지 형태로 분류된다. CSG는 CSG에 속한 단말들만 접속이 가능한 반면, OSG는 어느 단말이든지 접속이 가능하다. 이 중 CSG는 예외적 접속 허용 조건에 따라 다시 CSG-Closed 와 CSG-Open 으로 재분류된다. CSG-Closed 는 긴급 서비스인 경우에만 예외적으로 CSG에 속하지 않은 단말에게도 접속을 허용해 주는 반면, CSG-Open 은 CSG에 속한 단말들의 QoS가 손상되지 않는 범위내에서 CSG에 속하지 않은 단말에게도 낮은 우선순위로 접속을 허용해 준다. CSG는 가입자와 접속 서비스 제공자간의 서비스 레벨 협약에 의해 조정된다.

펌토 기지국은 먼저 스펙트럼 대역에서 동작하며 매크로셀과 동일 또는 다른 주파수 사용이 가능하다. 펌토 기지국을 통해 서비스 받는 단말은 정지 또는 저속 이동성의 특성을 갖는다고 본다.

IEEE 802.16m SRD 문서를 기준으로 펌토셀에 대한 시스템 요구사항은 다음과 같다.

- 펌토 기지국으로부터 10cm-30m 내에 존재하는 매크로셀

단말이 존재할 경우, 패킷 손실을 측면에서 링크 레벨 성능이 심각하게 저하되지 않아야 한다.

- CSG 에 속하지 않은 단말에게는 해당 펌토 기지국의 스케닝, 액세스, 핸드오버가 제한되어야 한다.
- 단말이 선호하는 펌토 기지국으로 액세스 및 핸드오버가 우선적으로 수행되어야 한다.
- 단말의 접속이 허용되는 한, 매크로-펌토셀간, 펌토-펌토셀간 끊임없는 핸드오버가 지원되어야 한다.
- 동일한 주파수에서 동작하는 매크로-펌토 기지국간, 펌토-펌토 기지국간에 복잡도가 낮은 동기화 기능을 지원해야 한다.
- 펌토-매크로셀간 또는 펌토-펌토셀간 간섭 검출 및 완화를 위해 기지국 또는 단말이 채널 추정을 할 수 있어야 한다.
- 펌토 기지국은 WiFi 또는 Bluetooth 시스템과 공존해야 한다.
- 802.16m 펌토셀과 WiFi 시스템간의 최적화된 끊임없는 핸드오버를 지원한다.
- 펌토 기지국은 자신의 위치를 알릴 수 있는 기능을 지원한다.
- 사업자에 의해 다수의 밀집된 펌토셀들을 구축할 수 있도록 해야 한다.

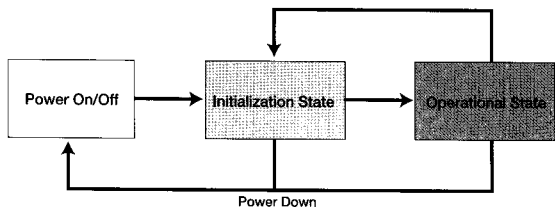
2) 기술적 요구사항

펌토 기지국의 기술적 요구사항으로, 기지국 상태 다이어그램, 식별자(Identifier), 동기(Synchronization), 셀 선택 및 단말 인지, 핸드오버, 부하관리(Load Management and Balancing), Idle 모드, Low-duty 동작 모드, 간섭 회피 및 완화, 펌토 기반 LBS(Location-Based Service) 등이 있다. 본 고에서는 IEEE 802.16m SDD 문서를 기준으로 각 기술적 특징에 대해 살펴보려고 한다.

a) 펌토 기지국 상태 다이어그램

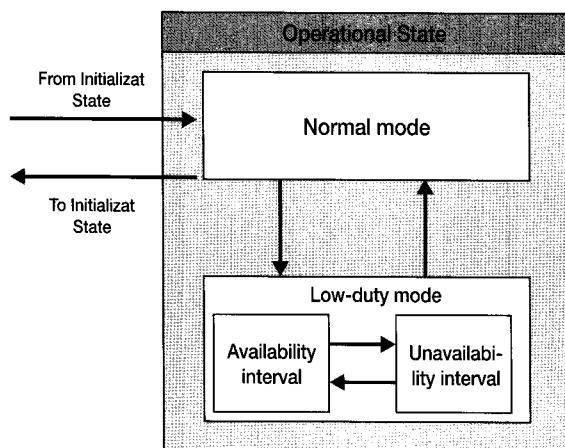
상태 다이어그램은 초기화 상태와 동작 상태로 구분되며(그림 2), 초기화 상태에서는 무선 인터페이스 파라미터를 구성하고 시간 동기화가 이뤄진다. 초기화 상태를 통해 망에 접속되면 펌토 기지국은 동작 상태로 들어가며 이때 일반 모드(Normal mode)와 low-duty 모드 중 하나를 선택하

게 된다.



(그림 2) 펌토 기지국의 상태 천이 다이어그램

Low-duty 모드는 인접 셀간 간섭을 최소화하기 위한 것으로 Available Interval 과 Unavailable Interval 로 구성된다. Available Interval 구간에서는 펌토 기지국이 동기화를 수행하거나 페이징(Paging), 시스템 정보 전송, 레인징(Ranging) 등 시그널링을 수행하고 데이터 트래픽 전송 등을 수행한다. 반면, Unavailable Interval 구간에서는 무선상으로 신호 및 데이터 전송을 하지 않으며 상위 매크로 기지국과의 동기화 또는 인접셀들의 간섭 측정 등의 일들을 수행할 수 있다. 펌토 기지국은 자신에게 접속된 모든 단말들이 Idle 모드 또는 Sleep 모드에 있을 때나 자신의 서비스 반경내에 단말이 하나도 없을 때에 Unavailable Interval 을 사용한다.



(그림 3) 펌토 기지국의 동작 상태

b) 식별자(Identifier)

펌토 셀을 식별하는 식별자로는 PHY 레벨 식별자와 MAC

레벨 식별자가 있다. PHY 레벨 식별자로는 SA(Secondary Advanced)-Preamble 을 사용하여 CSG 또는 OSG 펌토 기지국과 매크로 기지국을 구분된다. 이는 단말이 신속하게 셀 타입을 인지하고, 잦은 핸드오버를 방지할 수 있게 한다. MAC 레벨 식별자로는 공통(Common) CSGID 를 사용하고 있으며 이는 동일한 CSG에 속한 펌토 기지국들에게 하나의 공통 CSGID가 할당된다. 단말은 기지국에서 방송(broadcast) 하는 공통 CSGID 값을 보고 접속 가능성을 체크하게 된다. 또한 단말은 접속 가능한 CSG 리스트를 관리해야 한다.

c) 동기(Synchronization)

펌토 기지국은 다양한 망 구성 시나리오에 대처하기 위한 다양한 동기화 기법을 사용할 수 있다. 앞서 언급된 바와 같이, Low-duty 동작 모드를 활용하여 상위 매크로 기지국과 동기를 유지할 수 있으며, GPS, IEEE 1588 등을 이용하여 시간 및 주파수 동기를 유지할 수 있다.

d) 셀 선택 및 단말 인식

단말이 적절한 펌토 기지국을 식별 및 선택할 수 있도록 하기 위해, 펌토 기지국은 단말들에게 인접 펌토 기지국들의 망접속 정보를 방송(broadcast)하거나, 단말별로 접속 가능한 인접 펌토 기지국들에 대한 정보를 통보(unicast)할 수 있다. 마찬가지로 단말은 펌토 기지국들을 스캔하거나 펌토 기지국으로부터 해당 정보를 요청할 수 있다.

그 외에도, 펌토셀 영역에 있는 단말의 존재를 인식하기 위해 펌토 기지국은 매크로셀에 의해 서비스되고 있는 단말과 관련된 상하향 링크의 신호를 모니터링할 수 있다. 이를 통해 펌토셀 영역에 단말이 존재함을 인식하게 되면 펌토 기지국은 백홀을 통해 매크로 기지국에 이를 통보할 수 있다.

e) 핸드오버

매크로셀에서 펌토셀로의 핸드오버는 신호 세기, 단말의 펌토 기지국에 대한 근접성, 부하(load) 등을 기준으로 발생된다. 매크로 기지국은 매크로 기지국과 펌토 기지국간의 핸드오버를 지원하기 위해 매크로셀 내에 존재하는 펌토 기지국의 주파수, Cell ID 등의 시스템 정보를 제공한다. 단, 매크로 기지국은 CSG-Closed 펌토 기지국에 대한 시스템 정보

를 방송(broadcast)하지 않는다.

펄토셀에서 매크로셀로의 또는 펄토셀간의 핸드오버를 위해서는, 서비스하고 있는 펄토 기지국이 접속 가능한 인접 펄토셀 또는 매크로 셀의 리스트를 방송(broadcast) 또는 전송(unicast)한다.

f) 부하관리(Load Management and Balancing)

매크로 기지국과 펄토 기지국간의 부하를 효율적으로 제어 및 관리하기 위해서 각 기지국으로부터 부하량, 사용률 등에 대한 트래픽 성능 지표들이 주기적으로 수집될 수 있다. 용량 향상을 위해 펄토 네트워크 구조는 매크로 기지국이 사용하는 일부 자원을 펄토 기지국에서 재사용할 수 있도록 설계된다. 자원 재사용을 향상시키기 위해서 매크로셀의 자원 할당 정보가 백홀망을 통해 펄토 기지국에 제공될 수 있다.

III. 3GPP UMTS 의 펄토셀 요구사항

3GPP UMTS에서는 펄토 기지국을 Home NodeB (HNB) 또는 Home eNodeB (HeNB) 라고 한다. HNB는 UTRAN을 사용하는 펄토 기지국이며 HeNB는 EUTRAN을 사용하는 펄토 기지국이다. Rel-8에서 HNB와 HeNB를 지원하기 위한 기본 기능에 대한 TS 22.011 문서를 작성하였으며 Rel-9에서는 이를 보다 구체화한 TS 22.220 문서를 작성하였다. 또한 TS 36.300 문서에는 펄토셀에서의 이동성 및 접속 제어 관련된 요구사항을 기술하였고, TR 23.830 문서에는 SON(Self-Organization Network) 관점에서 펄토 기지국의 구조에 대한 기본 사항을 기술하고 있다. 전반적으로, 3GPP UMTS에서의 펄토 기지국 및 일반적 정의는 Mobile WIMAX와 대부분 유사하기 때문에 본 장에서는 주요 특징만 간략히 소개하고자 한다.

1) 시스템 요구사항

펄토 기지국은 등록된 소유주 또는 망사업자에 의해 관리되며, 폐쇄형 가입자 그룹(CSG) 및 멤버쉽을 가진 단말들에게 서비스된다. 또한 CSG 셀을 운영하는 망사업자의 감독하

에 CSG 셀의 소유주는 해당 CSG의 사용자 그룹을 변경할 수 있다.

망사업자와 펄토 기지국 소유주와의 협약에 따라, 망사업자는 펄토 기지국을 개방형 접속 모드, 폐쇄형 접속 모드, 또는 하이브리드(hybrid) 접속 모드로 설정할 수 있다. 개방형 접속 모드는 어느 단말이든지 해당 펄토 기지국에 접속을 허용하는 반면, 폐쇄형 접속 모드는 CSG에 속한 단말에게만 접속을 허용하는 형태이다. 하이브리드 접속 모드는 CSG에 속한 단말의 접속을 기본으로 하지만 일정 조건 및 범위내에서 CSG에 속하지 않은 단말(non-CSG 단말)도 접속을 허용하는 형태이다. 특히, 하이브리드 접속 모드에서는 non-CSG 단말들로 인한 CSG 단말들의 성능 저하 등을 최소화시키기 위해서, 허용 전송속도를 설정하거나 다양한 접속 제어 문턱값을 설정할 수 있다.

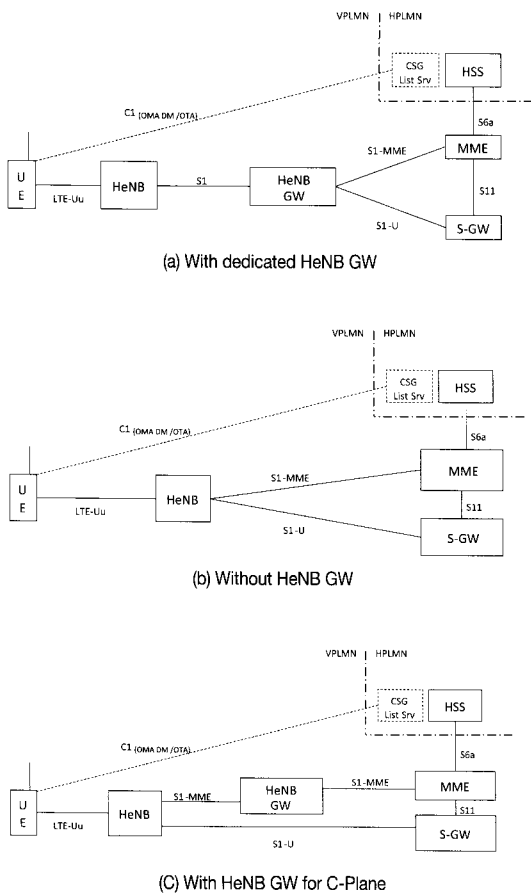
3GPP TS 22.220 문서를 기준으로 펄토셀에 대한 시스템 요구사항은 다음과 같다.

- 펄토 기지국은 고유한 장비 식별자를 가져야 한다.
- 동일한 CSG를 서비스하는 펄토 기지국들은 CSG ID 라는 공통된 식별자를 공유해야 한다.
- 하나의 PLMN내에 125백만개의 CSG ID를 지원할 수 있어야 한다.
- 망사업자에 의한 승인 및 설치가 되기 전에는 펄토 기지국의 무선 전송부는 활성화되지 않아야 한다.
- 망사업자는 펄토 기지국이 관련된 규제 요구사항들을 준수하여 설치 및 동작되는지 판단할 수 있어야 한다.
- 망사업자는 펄토 기지국의 설정 환경을 구성할 수 있어야 하며, 문제가 발생할 경우 펄토 기지국의 서비스를 중단시킬 수 있어야 한다.
- 망사업자는 펄토 기지국을 통해 긴급전화를 시도하는 단말의 위치 정보를 제공할 수 있어야 한다.
- 펄토 기지국은 사업자의 원격 관리 시스템에 자동적으로 접속할 수 있어야 하며, 이때 보안성이 확보되어야 한다.
- 펄토 기지국은 망사업자에 의한 원격 구성 및 OA&M 절차를 지원해야 한다.
- 단말은 자신이 속한 CSG를 서비스하는 펄토셀 영역에 위치할 경우, 해당 CSG Display를 제공해야 한다.
- 펄토셀로 인한 추가적인 등록(registration) 및 페이징(paging) 부하가 최소화되어야 한다.

- 매크로 기지국과 펌토 기지국이 동일한 스펙트럼을 사용할 경우, 매크로 기지국으로부터 서비스 받는 단말의 성능 및 매크로 기지국의 서비스 영역이 저해되지 않아야 한다.

2) 기술적 요구사항

EUTRAN 에서의 펌토 접속망 구조는 펌토 기지국들을 묶어 CN(Core Network)에 연결시켜주는 RNC(Radio Network Controller) 와 같은 역할을 하는 펌토 게이트웨이(HeNB GW)의 유무 및 역할에 따라 (그림 4)와 같이 세가지 형태가 가능하다.



(그림 4) HeNB 접속망 구조

펌토 기지국이 매크로 기지국과 동일한 주파수를 사용할 경우, 주파수 효율성이 향상되고 매크로셀-펌토셀간 핸드오

버가 용이하다는 장점이 있지만 매크로 기지국과의 간섭 문제는 매우 심각해진다. 반면 펌토 기지국이 매크로 기지국과 별개의 주파수를 사용할 경우, 매크로 기지국과의 간섭 문제는 경감되는 장점이 있지만 주파수 효율성이 낮아지고 매크로셀에서 펌토셀로의 핸드오버가 원활히 이루어지지 않는 문제점이 발생한다. 이러한 펌토셀 환경에서의 이동성 지원문제는 최근 Rel-9 의 주요 이슈 중 하나라고 할 수 있다. 본 절에서는 이동성 지원 문제에 대해 살펴보고자 한다.

펌토셀의 핸드오버 시나리오는 다음과 같이 세가지로 구분하여 볼 수 있다.

- 매크로셀에서 펌토셀로의 핸드오버 ; “핸드인(hand-in)” 이라고 함
- 펌토셀에서 매크로셀로의 핸드오버 ; “핸드아웃(hand-out)” 이라고 함
- 펌토셀간 핸드오버

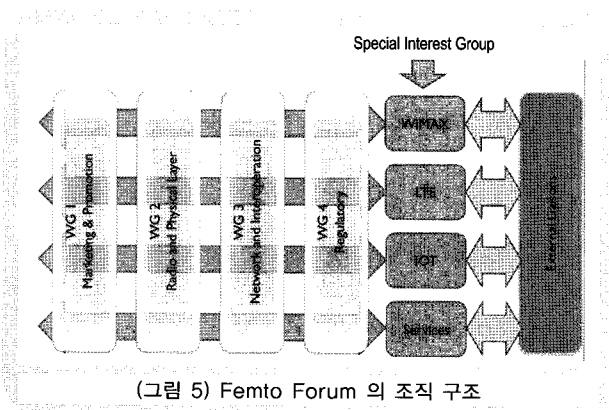
핸드아웃의 경우에는, 매크로 기지국간에 사용되는 핸드오버 방안을 동일하게 사용하면 된다. 반면 핸드인과 펌토셀간 핸드오버의 경우에는 CSG 기반의 접속 제어 방식이 요구된다. 이 경우, 핸드오버하고자 하는 펌토셀이 CSG 셀인지 non-CSG 셀인지에 따라 인바운드 이동(inbound mobility), 아웃바운드 이동(outbound mobility)으로 구분된다. 아웃바운드 핸드오버인 경우에는, 매크로셀과 동일한 성능 요구사항을 만족시키면 되지만, 인바운드 핸드오버인 경우에는 별도의 성능 요구사항이 제시되고 있다. 활성화(active) 모드에서 CSG 셀로의 인바운드 핸드오버 경우, 셀 탐색, CSG 식별, 및 핸드오버 절차 등이 동일 주파수 사용시 1초, 상이 주파수 사용시 10~30초 내에 이뤄져야 한다. 비활성화(idle) 모드에서 CSG 셀로의 인바운드 핸드오버 경우, 셀 재선택은 동일 주파수 사용시 매크로셀과 동일한 성능 요구 사항을 만족시키면 되고, 상이 주파수 사용시 20~60초 내에 이뤄져야 한다.

핸드오버 외에도 CSG 셀의 반송 주파수 또는 PCI(Physical Cell ID) 가 변경될 경우에는, 단말이 이러한 변화를 6분 이내에 인식할 수 있어야 한다고 권장하고 있다.

IV. Femto Forum의 현황 및 이슈

Femto Forum 은 2007년 6월 펠토셀 보급을 활성화시키기 위해 결성된 비영리 단체로서 삼성, NEC, Alcatel-Lucent, Cisco 등 62개의 제조사들과 SK 텔레콤, AT&T, Vodafone 등 43개의 사업자들이 회원사로 참여하고 있다.

4개의 WG 로 구성되어 규제 이슈를 비롯하여 간섭 분석 등을 통해 펠토셀의 기술적 가능성에 대한 연구를 진행하고 있다.



Airvana, Kineto 등 회원사들이 비즈니스 및 기술 관련한 10여개의 백서를 Femto Forum 에 제출하였고, 이를 기반으로 간섭 관리, 펠토셀 규제 이슈, 비즈니스 모델 등과 관련된 4개의 문서를 Femto Forum 에서 작성하였다.

현재 사업자들은 펠토셀 서비스의 주 목적은 커버리지 확보로 보고 있으며 3G (HSPA) 펠토 또는 WiBro 펠토를 고려하고 있다. 그러나 궁극적으로는 펠토셀은 3C(Coverage, Capacity, Cost) 와 1E (Valued Experience) 를 제공할 수 있는 유력한 솔루션이 될 것으로 예상하고 있다. 이를 위해서는 간섭 문제 해결 (Capacity 측면), 낮은 장비 가격 및 통신 요금 제공 (Cost 측면), Killer Application 개발 (Experience 측면) 이 중요하며, 3C&1E 측면에서 WiFi 대비 우월해야 함을 강조하고 있다.

제조업체들은 2009년을 기점으로 앞으로 많은 사업자들이 펠토셀을 상용화할 것을 기대하고 있으나 \$100 이하의 펠토 기지국 공급을 위해서는 시장 규모가 그에 맞게 크게 형성

되어야 한다는 입장이다. 현재는 picoChip, Percello 등 중소기업체들 위주로 3G (HSPA) 펠토셀 관련 chip 및 장비 개발이 이뤄지고 있다.

기술적 이슈로는 매크로-펠토간, 펠토-펠토간 간섭문제, 매크로-펠토 핸드오버 문제, SON, 전력 소모 문제 등이 다뤄지고 있다. 매크로-펠토간, 펠토-펠토간 간섭문제에 대한 해결방법으로는 주로 스니퍼(sniffer) 기능과 함께 적응적 송신 전력 제어 방법과 매크로-펠토간 반송 주파수를 분리 할당시키는 방법 등이 제안되고 있으나 공간 재활용을 통한 성능 향상에 대한 고려는 미흡한 상황이다. 매크로-펠토 핸드오버 문제는 비콘(Beacon) 핸드오버, Femto-specific PLMN 등 다양한 방법이 제안되고 있지만 아직 충분한 해결책이 제시되고 있지 않은 상태이다.

규제 측면에서는 다음과 같은 항목들이 제시되고 있다.

- 기존 망의 사업자가 항상 펠토셀에 대한 통제권을 가져야 한다.
- ICNIRP(International Commission on Non-Ionising Radiation Protection) 및 관련 당국에 의해 제기되는 "human exposure to electromagnetic emissions" 에 대한 이슈를 만족시켜야 한다.
- 송신 출력이 100mW 이하이어야 하며 통상적으로는 20mW 이하에서 동작해야 한다.
- 펠토 기지국은 GPS 등 다양한 기술적 방법으로 자신의 위치를 인식시킬 수 있어야 한다.
- 펠토 기지국은 자신 위치정보로서 Cable/DSL 에 연결된 네트워크의 하드웨어 및 IP 주소를 사용할 수 있어야 한다.
- 사업자에게 할당된 법적으로 유효한 전력과 주파수 대역에서 동작하도록 제어되어야 한다.
- 펠토셀과 네트워크간 상호 인증을 기반으로 설치 동작되어야 한다.
- 펠토셀은 사업자에 의해서만 제어되어야 한다.
- 펠토셀은 기존 망 사업자가 따르는 표준과 충돌하지 않도록 설계되어야 한다.

이러한 규제 항목들을 보면 펠토셀에 대한 사업자의 통제 및 관리 기능을 최대한 부여하고자 하는 의지가 반영되어 있음을 알 수 있다.

V. 결 론

실내 음영 지역에 대한 보완책에서 시작된 펌토셀 개념은 커버리지 확장 및 용량 증대라는 측면에서 하나의 솔루션으로 검토되고 있다. 특히, 이동통신 표준기구에서도 이러한 추세를 반영하여 펌토셀에 대한 표준화 작업이 본격화되기 시작하였다. Mobile WiMAX 에서는 펌토셀에 대한 시스템 및 기술적 요구사항들을 정리한 상태이며, IEEE 802.16m 에서는 Femto DG(Drafting Group) 를 통해 규격화 작업을 진행하고 있다. 3GPP UMTS 에서도 마찬가지로 펌토셀에 대한 요구사항들이 문서화되고 있으며, Rel 9 에서는 매크로-펌토셀간 이동성과 관련된 기술 기고가 활발히 진행되고 있다. 또한 Femto Forum 을 중심으로 펌토셀에 대한 성능 및 규제 이슈들을 연구 분석하여 펌토셀의 가능성을 적극 홍보하고 있다. 그러나 음성 위주가 아닌 미래 모바일 인터넷 환경에서의 펌토셀은 간섭 및 이동성 문제 등의 문제가 더욱 복잡해지고 예측이 어렵기 때문에 향후에도 이에 대한 지속적인 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] IEEE 802.16m-07/002, "IEEE 802.16m System Requirements"
- [2] IEEE 802.16m-09/0034, "IEEE 802.16m System Description Document (SDD)"
- [3] IEEE 802.16m-09/0010, "Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems"
- [4] 3GPP TS 22.220, "Technical Specification Group Services and System Aspects; Service requirements for Home NodeBs and Home eNodeBs (Release 9)"
- [5] 3GPP TS 36.300, "Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2 (Release 9)"

- [6] 3GPP TR 23.830, Technical Specification Group Services and System Aspects; Architecture aspects of Home NodeB and Home eNodeB (Release 9)"
- [7] Femto Forum, "Interference Management in UMTS Femtocells"
- [8] Femto Forum, "Regulatory Aspects of Femtocells"

약 력



1993년 고려대학교 전자공학 학사
 1995년 고려대학교 전자공학 석사
 1998년 고려대학교 전자공학 박사
 1999년 ~ 현재 삼성전자 종합기술원 전문연구원
 관심분야: 차세대 이동통신

장 경 훈



1980년 한양대학교 전자공학 학사
 1982년 KAIST 전기 및 전자 석사
 1982년 ~ 1987년 KBS 기술연구소 연구원
 1991년 The University of Texas at Austin, ECE, Ph.D
 1991년 ~ 현재 삼성전자 기술원 DS 연구소장
 관심분야: 통신신호처리

김 기 호

