

페토셀 자기구성 기술 동향

상영진 | 김광순

연세대학교

요약

최근 들어 사용자들이 실내에서도 유선 통신이 아닌 개인의 이동 통신 단말기를 이용하는 비율이 높아짐에 따라 실내에서 높은 데이터 전송률에 대한 요구가 높아지고 있다. 이러한 실내에서의 음영 지역을 해결하기 위한 해결책의 하나로 페토셀을 활용하는 방안이 제시되고 있으며 동시에 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본고에서는 이러한 페토셀의 개요 및 표준화 동향에 대해서 알아본다. 또한 이러한 페토셀 구현에 있어서 해결되어야 하는 문제점과 이를 해결하기 위한 핵심적인 기술로 생각되고 있는 자기구성 기술에 대해서 알아보도록 한다.

1. 서론

최근에 많은 사용자들이 가정에서도 유선 전화가 아닌 이동 통신 단말기를 사용하는 비율이 점점 더 증가하고 있다. 최근의 무선 통신 사용 경향에 대한 연구에 따르면 무선 통화의 50% 이상 그리고 무선 데이터 통신의 70% 이상이 실내에서 이루어지고 있다 [1]. 하지만, 현재 사용되고 있는 매크로셀 (macrocell) 기반의 통신 시스템은 기지국으로부터 먼 거리에 있거나 밀폐된 건물 안에 있는 사용자들은 상대적으로 취약한 품질의 신호를 수신하게 된다. 이를 해결하기 위해서는 더 많은 기지국을 설치해야 하지만, 이는 많은 비용을 필요로 한다. 이에 실내에서의 음영 영역 문제를 해결하

기 위한 방안으로 페토셀 (femtocell)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 [2].

기존의 많은 사업자들은 실내에서의 데이터 전송률 증가를 위해서, 실외에서는 기존의 매크로 셀을 사용하고 실내에서의 무선랜 등의 망을 이용하여 저렴하면서도 고속의 서비스를 제공하는 서비스를 제공해왔다. 하지만 이러한 서비스를 시행하기 위해서는 사용자가 이를 위한 이중 모드 단말을 구입해야 하는 단점이 존재 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 기존의 단말을 사용하면서도 실내에서의 저렴하고 고속의 데이터 서비스를 사용할 수 있는 페토셀에 대한 관심이 증가하고 있다. Femtoforum의 정의에 따르면, 페토셀 또는 차세대 초소형 기지국은 기존의 무선 공유기와 비슷한 작은 크기의 초소형 기지국으로서 공인된 주파수 대역 (licensed frequency band)을 사용하며, 10~100mW의 낮은 전력으로 송신하며, 기존의 단말을 옥내의 DSL 망 또는 케이블 광대역 망을 통하여 서비스 사업자의 네트워크에 연결 시켜주는 기지국이다 [2].

페토셀의 도입으로 인하여 사업자는 기존의 매크로셀을 설치하는 것 보다 저렴한 가격으로 커버리지를 확보함과 동시에 고속의 서비스를 제공할 수 있다. 이와 함께 현재 도입되고 있는 홈 네트워크 시스템을 이용한 다양한 부가 서비스를 창출해 낼 수 있다. 사업자뿐만 아니라 사용자들은 페토셀의 도입으로 인하여, 기존의 동일한 단말기를 사용하여, 실내에서 저렴한 가격으로 고속의 서비스를 제공받을 수 있다 [3].

페토셀은 도입하기 위해서는 해결해야 하는 문제점들이 존재한다. 페토셀은 기존의 통신 시스템과 통합되어야 하며

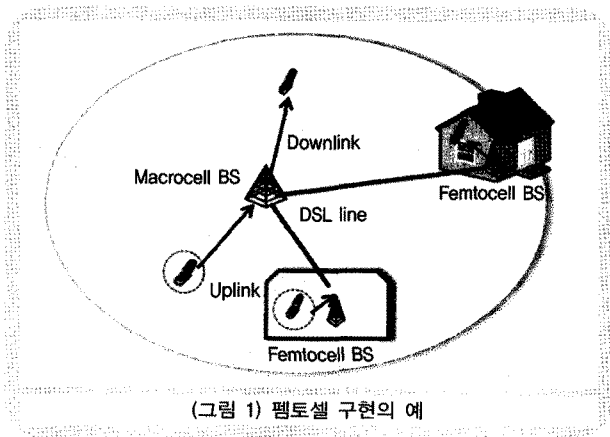
상황에 따른 유연성을 가지고 있어야 한다. 이와 함께 기존의 시스템과의 간섭 및 동기 문제 또한 해결해야 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 자기구성 (self-organization) 기술에 대한 연구가 진행되고 있다.

본고에서는 이러한 펠토셀의 시장 동향 및 표준화 동향 그리고 펠토셀 구현에 있어서의 문제점 및 문제점을 해결하기 위한 수단으로서의 자기구성 기법에 대해서 알아보도록 한다.

II. 펠토셀의 현재 및 문제점

2.1 펠토셀의 시장 동향

펠토셀은 가정이나 사무실과 같은 실내에서 설치된 광대역 통신망을 이용해서 이동통신망과 연결하는 차세대 초소형 기지국이다. 펠토셀은 10m에서 50m의 매우 작은 커버리지를 가지며 동시에 매우 낮은 전력으로 송신하여 4명 이내의 사용자들을 수용할 수 있어야 한다. 또한 이러한 펠토셀은 사업자가 설치하는 것이 아닌 사용자가 구입하여 직접 설치가 가능하여야 한다.



(그림 1)과 같이 펠토셀은 사용자가 직접 구입하여 실내의 광대역망과 연결함으로써 기존의 단말을 이동 통신 네트워크 망과 연결시켜준다. 펠토셀의 도입은 사업자로 하여금 저렴한 운영 및 설치 비용으로 좀 더 많은 사용자에게 고속

의 서비스를 제공할 수 있으며, 가입자는 추가의 비용 없이 높은 품질의 서비스를 제공받을 수 있으므로 많은 국내의 사업자들이 많은 관심을 보이고 도입을 검토하고 있다 [3][4].

미국의 스프린트 (Sprint)사는 삼성전자가 제작한 유비셀 (Ubicell)라는 제품을 이용해서 북미 지역에 에어웨이브 (Airwave)라는 이름으로 CDMA (Code Division Multiple Access: 코드분할 다중 접속) 1xEV-DO와 WCDMA (Wideband CDMA) 기반의 서비스를 제공하고 있다. 이와 함께 영국의 피코칩 (PicoChip)은 액시엄 와이어리스 (Axiom Wireless)사를 통해서 제작한 펠토셀 기지국을 이용해서 3GPP UMTS 기반의 서비스를 제공하고 있다. 이런 업체들과 함께 미국의 버라이즌 (Verizon)과 AT&T는, 유럽의 O2, 프랑스테레콤 (France Telecom) 그리고 일본의 도코모 (DoCoMo)와 소프트뱅크 (Softbank)등의 업체들이 펠토셀 도입 계획 및 시범 서비스 일정을 발표하고 있다 [5].

국내의 경우는 SK 텔레콤과 KTF가 펠토셀 기술에 대한 투자 및 서비스 투자에 대한 계획을 발표하고 있다. SK 텔레콤의 경우 중국의 화웨이 (Huawei)를 통해서 장비 개발에 들어가서 펠토셀 도입을 검토하고 있다. KTF의 경우 현재 싱글 모드 FMC (Fixed Mobile Convergence) 사업을 위한 기술 가능성을 검증하고 있으며, 현재 국내의 제조사와 기술 검증을 하고 있다. KTF의 경우 아직 장비 개발이 완료되지 않아 구체적인 서비스 일정 및 계획은 발표되지 않았다 [6].

2.2 펠토셀 표준화 동향

3GPP에서는 펠토셀은 HNB (Home NodeB)라 불리고 있으며, TSG-RAN WG4 (Technical Specification Group - Radio Access Networks Working Group) 의 주도하에 WCDMA기반으로한 3G HNB와 LTE (Long Term Evolution) 기반의 LTE HeNB(Home evolved NodeB)에 대한 표준화가 논의되고 있다. 현재 3GPP TR 25.820에는 HNB에서의 연구 주제 (study item)가 제시되어 있으며, 3GPP TR R3.020에서는 3G HNB와 LTE HeNB에 대한 이슈를 기술하고 있다. 현재 TR 25.820 문서는 2008년 9월 version 8.2.0이 작성되었으며, 여기에 제안되어 있는 펠토셀의 요구사항은 다음과 같다 [7][8].

1. H(e)NB는 다른 채널을 사용하는 사용자의 성능이 심각하게 열화 시켜서는 안된다.

2. H(e)NB는 기존의 (e)UTRAN과 동일한 채널을 사용할 수 있어야 하며, 이러한 경우에 있어서 기존의 시스템 대비 심각한 성능 열화가 있어서는 안된다.
3. H(e)NB는 독립적으로 존재하거나 또는 같은 지역에 여러 개의 H(e)NB가 존재하는 경우에도 같은 성능을 제공해야 한다.
4. 기존의 단말기를 수용할 수 있어야 한다.
5. 단말이 H(e)NB를 찾은 경우에 단말은 매크로셀 보다 펌토셀에 우선권을 가지고 있다.

3GPP뿐만 아니라 IEEE 802.16m WG (Working Group) 에 서도 펌토셀에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다. 이에 펌토셀 구현에 있어서의 요구 사항 및 이와 함께 많은 기고문 이 올라오고 있다. [9]에 따르면 IEEE 802.16m의 경우는 다 음과 같은 요구 사항을 제시하고 이를 만족시키는 방향으로 표준화를 진행하고 있다.

1. 펌토셀로부터 10m에서 30m 내의 단말은 심각한 성능 열화를 겪어서는 안 된다.
2. 제한된 단말만 펌토셀에 접속할 수 있는 폐쇄된 네트워크 (closed network)를 지원해야 한다.
3. 펌토셀에 우선권이 있는 접속이 가능해야 한다.
4. 펌토셀이 설치되어 있는 경우에 낮은 계산 량을 가지는 펌토셀의 동기화 기법에 제공되어야 한다.
5. 기지국과 단말은 펌토셀 또는 매크로셀로부터의 간섭 을 측정 및 회피할 수 있어야 한다.
6. 많은 펌토셀이 동일한 지역 내에서 설치 될 수 있어야 한다.

3GPP와 IEEE 802.16m에서는 위의 요구 조건을 바탕으로 다양한 구현 시나리오에 대해서 필요한 문제점들을 제시하 고 이를 해결하기 위한 기법들에 대해서 논의되고 있다.

2.3 펌토셀 구현에 있어서의 문제점

위 절에서 언급한 바와 같이 많은 기업뿐만 아니라 많은 표준화 단체에서 펌토셀에 도입에 대한 연구를 진행되고 있 다. 하지만 이러한 펌토셀 구현에 있어서는 아직까지 해결 해야 하는 문제점이 존재하고 있다. 본 절에서는 펌토셀 구 현에 있어서 해결해야 하는 문제점을 알아본다.

2.3.1 무선 주파수 간섭 문제

OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access: 직교 주파수 분할 다중 접속) 시스템의 경우 단일 셀 내에서 는 부채널의 간의 직교성으로 인하여, 간섭이 발생하지 않 는다. 하지만 매크로셀과 펌토셀이 같은 주파수 대역을 사 용하는 경우에 있어서 다음과 같은 간섭 문제가 발생할 수 있다.

- 매크로셀에서 펌토셀로의 간섭
- 펌토셀에서 매크로셀로의 간섭
- 펌토셀과 펌토셀 사이의 간섭

펌토셀은 사용자가 직접 설치하기 때문에 사업자가 직접 펌토셀의 사용 주파수 대역 및 사용 부채널에 대한 설계를 할 수가 없다. 이 때, 펌토셀과 매크로셀이 서로 같은 부채널 을 사용하는 경우 서로간의 간섭으로 인하여 음영 지역이 생길 수 있다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 자원 할당 기법 에 대한 연구가 필요하다.

2.3.2 시간 동기화 문제

OFDMA 시스템의 경우 다중 접속 간섭을 줄이기 위해서 는 여러 단말로부터의 신호가 수신되는 경우 수신 타이밍이 동기가 맞아야 한다. 하지만 매크로셀 내에서 펌토셀이 같 은 주파수 대역을 이용해서 송신하는 경우 서로 간의 송신 지역이 다르기 때문에 각 단말에서 수신 타이밍이 맞지 않 음으로 인한 부반송파 간의 간섭이 발생할 수 있다. 펌토셀 의 설치하는 경우에 펌토셀과 매크로셀간의 협력 없이 이러 한 동기를 맞출 수 있는 방법에 대한 연구 또한 진행되어야 한다.

2.3.3 유선 DSL망의 QoS 보장

펌토셀의 정상적으로 동작하기 위해서는 펌토셀이 연결되 어 있는 유선 DSL 망 또는 케이블 통신망이 충분한 QoS (Quality of Service: 서비스 품질)를 보장해야 한다. 기존의 매크로셀에서는 15ms 이하의 지연을 보장하고 있지만 기존 의 유선 DSL 망은 이러한 시간 지연을 보장하기 위한 장치 가 없다. 즉 기존의 우선 망이 용량이 큰 데이터 통신을 하는 경우에 있어서 낮은 지연 시간이 필요한 음성 통신을 하는 경우 펌토셀은 정상적으로 동작하지 않을 수도 있다.

2.3.4 사용자 선택 문제

펌토셀을 매크로셀 영역에 설치하는 경우 펌토셀은 공개된 네트워크 (open network) 또는 폐쇄된 네트워크를 형성할 수 있다. 폐쇄된 네트워크의 경우 미리 등록된 사용자만이 펌토셀을 사용할 수 있는 네트워크이며, 공개된 네트워크는 모든 사용자, 펌토셀 영역 내에 존재하는 매크로셀 사용자도 펌토셀을 사용할 수 있는 네트워크이다. 폐쇄된 네트워크를 사용하는 경우 정해진 사용자에게만 높은 품질의 서비스를 보장할 수 있는 장점이 있는 반면에 매크로셀 사용자가 펌토셀 내에 들어오는 경우 펌토셀로 인하여 매크로셀 사용자가 간섭을 받아 음영 지역이 생기는 문제가 발생할 수 있다. 폐쇄된 네트워크의 경우, 어떠한 단말이 특정 펌토셀로 접속 여부를 결정하는데 있어서 그 주체가 단말이 되어야 하는지 또는 펌토셀 기지국이 되어야 하는지에 대한 논의 또한 이루어지고 있다. 반대로 공개된 네트워크를 사용하는 경우에 있어서 매크로셀 사용자가 펌토셀로 핸드오버 함으로써 펌토셀에 의한 간섭 문제는 해결할 수 있지만, 펌토셀 주위에 많은 매크로셀 사용자가 존재하는 경우에 있어서는 펌토셀 DSL 망이 충분한 용량을 제공하지 못하는 문제가 발생하게 된다.

III. 펌토셀과 자기구성

펌토셀의 구현하는데 있어서 가장 큰 장점은 음영 지역을 해결하는데 있어서 사업자가 비싼 기지국을 설치하는 것 대신에 사용자가 직접 상대적으로 저렴한 펌토셀 기지국을 직접 설치 하는데 있다. 하지만 사용자가 직접 펌토셀을 설치하는 경우에는 사업자가 기존의 매크로셀의 상황 또는 다른 펌토셀에 설치 상황을 고려하여 셀 설계를 할 수 없다. 이와 함께 매크로셀과 협력 또한 하기 힘들다. 즉 이러한 펌토셀 내에서의 문제를 해결하기 위한 방법으로 자기구성 기법이 대두되고 있다.

3.1 자기구성이란?

자기구성의 개념은 점점 고용량, 높은 QoS, 고속의 데이터 통신을 요구하는 차세대 네트워크에서 각각의 펌토셀, 중계

기동 소그룹화 된 조직들의 각각의 목적에 맞게 업무를 수행한다는 개념으로 도입되었다.

자기구성 시스템은 RNC (Radio Network Controller: 라디오 네트워크 컨트롤러)나 매크로셀 기지국 등의 중앙의 통제 없이 셀 내의 각각 소그룹 및 사용자가 서로의 존재를 인지하고 시스템의 목적에 맞게 행동하여 전체 시스템의 목적에 부합하는 결과를 얻게 될 수 있다는 시나리오로 이를 통해 전체 시스템, 개별 그룹 및 사용자들은 시스템의 변화에 적응적으로 대처할 수 있게 되고 시스템 불능 또는 성능 열화 등에 강한 특성을 지니게 된다. 이러한 자기구성 시스템은 더 큰 규모의 네트워크나 더 작은 규모의 네트워크에 같은 방식으로 적용하여 전체적인 시스템의 효율을 높일 수도 있게 된다. 특히, 점점 복잡 다양해지는 차세대 통신 시스템에서 중앙 통제 방식의 시스템은 한계에 부딪힐 수 밖에 없게 되고 이를 자기구성을 통해 극복할 수 있다. 자기구성된 소그룹 및 사용자 들은 자기설정 (self-configuration)을 통해서 네트워크 상의 이웃 단말 또는 셀의 유무 및 상태를 인지하게 된다. 또한 자기최적화 (self-optimization) 기법을 이용하여 펌토셀 운용 중에 시스템 성능을 최적화할 수 있어야 한다. IEEE 802.16m에서 언급하고 있는 자가 설정과 자가 최적화의 정의는 다음과 같다 [10][11].

자기설정: 플러그 앤 플레이를 지원하는 노드 또는 셀을 설치하는 경우에 있어서 초기 설치 과정에서 초기 설정을 스스로 설정함과 동시에 이웃 노드 및 셀 리스트 또한 작성해야하며, 시스템이 다운되는 경우에도 다시 실행되어야 한다.

자기최적화: 네트워크 성능이 서비스 성능, 네트워크 전송률, QoS 등에 따라 스스로 최적화 되어야 한다.

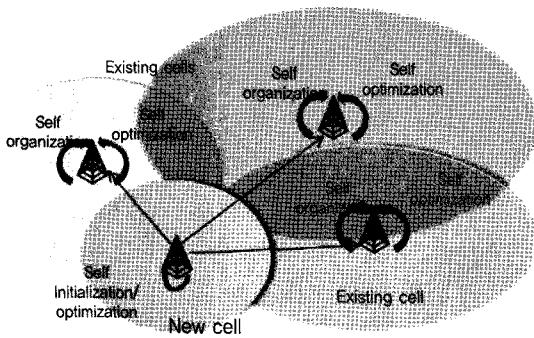
이와 함께 3GPP LTE에서 고려하고 있는 자기설정 및 최적화 기능은 다음과 같다 [12].

1. 주변 기지국 정보 자동 생성 기능
2. 기지국간 간섭을 최소화하기 위한 기지국 파라미터 최적화 및 조정 기능
3. 기지국 커버리지 및 용량 최적화를 위한 파라미터 설정 기능
4. 이동성 보장하기 위한 파라미터 설정 기능
5. 접속한 네트워크 부하에 따른 동작 최적화 기능
6. 음영 지역 검출 및 보고 기능

위와 같이 각 표준화 단체에서는 자기설정 및 자기최적화에 필요한 요소를 정의하고 각 개발 업체들은 이에 적합한 기술을 개발 중에 있다. (그림 2)는 이러한 자기구성 과정을 보여 주고 있는 예이다. 이러한 자기구성 기술은 각 사용자가 스스로 사업자의 허가 없이 설치하는 펌토셀의 여러 문제를 해결하는데 좋은 해결책을 제시하고 있다.

3.2 자기구성 기법을 이용한 펌토셀 초기 전력 할당

펌토셀과 매크로셀간의 간섭을 최소화 하기 위해 전력 초기화에 대한 많은 연구가 진행되고 있다 [13][14]. 자기구성 기법을 이용한 전력 할당 시스템의 경우, 파일럿 신호의 수신 전력을 바탕으로 하여 펌토셀의 송신 전력을 결정하게 된다. [13]에는 CDMA망에서 펌토셀의 송신 전력을 매크로셀 파일럿 신호의 수신 전력을 바탕으로 (식1)과 같이 결정하는 방식을 제안하였다.

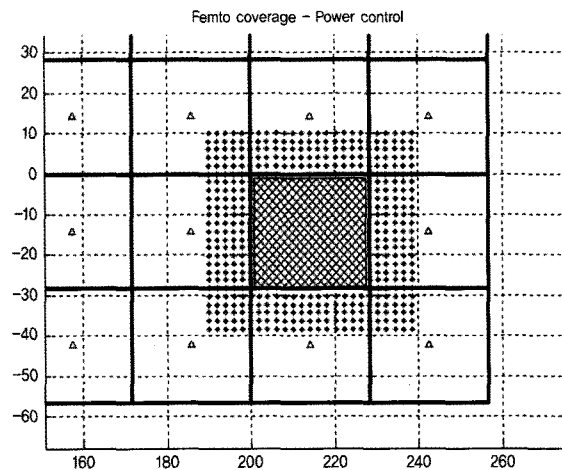


(그림 2) 자기구성 동작 예

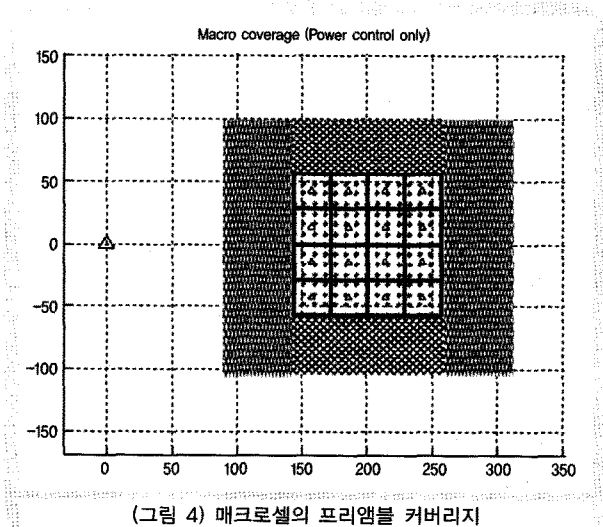
$$P_{femto} = \min(P_{macro-RX} + L_{femto}(r), P_{femto-max}) \quad (식 1)$$

(식 1)에서 $P_{macro-RX}$ 는 펌토셀에서의 매크로셀 수신 전력을, $L_{femto}(r)$ 는 펌토셀의 커버리지가 r 일 때의 경로 감쇄, $P_{femto-max}$ 는 펌토셀의 최대 전송 전력을 나타낸다. 즉 펌토셀은 기존의 매크로셀이나 RNC로부터 특정 정보를 받지 않고 매크로셀의 송신 신호를 수신하여 자신의 송신 전력을 결정하게 된다. 이렇게 펌토셀 수신 전력을 결정하는 경우에 기존의 매크로셀 간섭으로 인한 성능 저하를 겪지 않고 펌토셀과 매크로셀은 서로의 영역을 확보할 수 있다.

[13][14]. 하지만 [15]에 따르면, OFDMA 시스템의 경우 펌토셀과 매크로셀의 경우 경로 감쇄 및 투과 감쇄로 인하여 서로 간의 간섭이 작지만 매크로셀과 펌토셀간의 간섭의 경우 펌토셀로부터의 간섭으로 인하여 매크로셀의 사용자의 성능 열화가 발생된다. (그림 3)은 IEEE 802.16e 기반의 시스템에서 (식1)을 사용하여 전력 조절을 하였을 때 16개의 펌토셀이 모여 있는 경우 펌토셀의 프리앰블 커버리지를 보여주는 그림이다. 반경 1km 인 7개의 육각형 매크로셀이 있는 상황에서 가운데 매크로셀 기지국으로부터 200m 떨어진 곳에 펌토셀이 모여있으며, 매크로셀은 43dBm의 고정 전력으로 송신하며, 펌토셀의 최대 전송 전력은 20dBm이며, 잡음 전력은 103dBm이다. (그림 3)에서 실선은 하나의 펌토셀 경계를 의미하며, 격자무늬 영역은 프리앰블 검출 확률이 10^{-2} 이하인 영역을 점무늬 영역은 프리앰블 검출 확률이 10^{-1} 이상인 영역을 보여주고 있다. (그림 3)을 보면 (식 1)의 방식을 이용해서 전력 조절을 하는 경우에 펌토셀의 커버리지는 충분히 확보할 수 있다. 하지만 매크로셀의 정보를 고려하지 않는 경우 매크로셀 커버리지를 확보하는데 문제가 생긴다. (그림 4)는 펌토셀이 전력 조절을 하는 경우에 있어서 펌토셀 내에서의 매크로셀의 검출 확률을 보여주고 있다. 즉 펌토셀이 단순 전력 할당만 하는 경우에 있어서는 펌토셀 외부 영역에서는 매크로셀의 커버리지가 확보되지만 펌토셀 영역 내에서는 펌토셀의 송신 신호로 인해서 매크로셀의 음영 영역이 생기는 단점이 있다.



(그림 3) 펌토셀의 프리앰블 커버리지



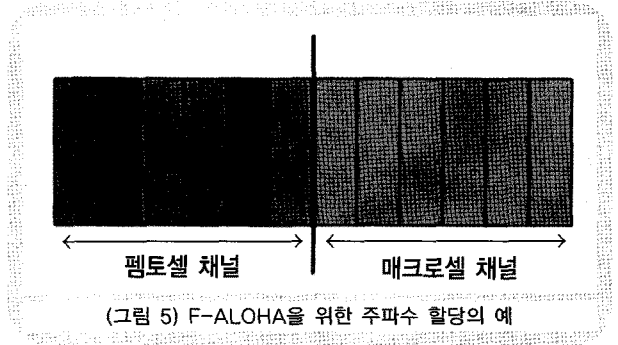
(그림 4) 매크로셀의 프리앰블 커버리지

앞으로는 펨토셀 커버리지 안에서 매크로셀 사용자가 들어와있는 경우에도 매크로셀 사용자가 매크로셀 신호를 수신할 수 있도록 펨토셀이 스스로 자신의 무선 전파 환경을 파악하여, 매크로셀의 셀의 간섭을 최소화하여 자신의 커버리지 안에서 매크로셀의 서비스가 가능함과 동시에 자신의 커버리지를 확보할 수 있는 방안에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

3.3 자기구성 기법을 이용한 간섭 회피 기법

[15]에 따르면 OFDMA 시스템에서 펨토셀과 펨토셀 간의 간섭은 시스템의 큰 영향을 주지는 않지만 매크로셀과 펨토셀 사이의 간섭은 큰 성능 열화를 가지고 오고 있다. 이에 펨토셀을 구현에 있어서 자기구성 기법을 이용한 간섭 회피 기법에 대한 연구가 필요로 한다.

IEEE 802.16m에서는 펨토셀의 자기구성에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. [16]에서 펨토셀이 사용자에 의해 설치된 경우에 있어서 펨토셀의 자가 설정 절차에 대한 내용을 언급하고 있다. 일단 펨토셀이 네트워크 내에서 켜진 경우에, 펨토셀은 주위 전파 환경을 스캔하고 펨토셀 주변에 있는 셀을 검색할 수 있어야 한다. 이러한 과정을 거쳐서 펨토셀은 검색되는 프리앰블 리스트 및 프리앰블 신호의 크기, 현재 펨토셀에 접속하고 있는 단말의 수, 가장 낮은 신호 크기를 가지고 있는 프리앰블 리스트 등을 상위 계층 컨트롤러로 전송하고 상위 계층 컨트롤러는 이러한 정보를 바탕으로



(그림 5) F-ALOHA를 위한 주파수 할당의 예

펨토셀의 프리앰블과 부채널을 적응적으로 할당한다.

이러한 작업은 초기에만 이루어지는 것이 아니며, [17]에서와 같이 주기적으로 같은 작업을 반복하여 초기화 과정에서 습득한 정보와 같은 정보를 상위 계층 컨트롤러로 보내고 상위 계층에서는 펨토셀의 프리앰블 및 부채널을 적응적으로 할당한다.

[18]에서는 F-ALOHA (Frequency-ALOHA) 기법을 이용하여 인접 펨토셀간의 간섭을 회피한다. (그림 5)에서 볼 수 있듯이 미리 펨토셀과 매크로셀이 사용할 수 있는 부채널을 미리 분리하여 펨토셀과 매크로셀 간의 간섭이 발생하지 않게 한다. 이러한 경우에는 펨토셀 사이의 간섭만 존재하게 되며, 각 펨토셀은 자신에게 할당된 부채널 집합 중 일부분만을 임의로 선택해서 사용한다. 이러한 채널 할당 기법을 이용하여 펨토셀은 낮은 계산량으로 중앙의 통제를 받지 않고 서로간의 간섭을 회피하는 방향으로 채널을 할당하며, 이로 인하여 이웃하는 펨토셀이 서로 같은 부채널을 사용하게 되는 확률은 줄어든다.

위에 언급한 방법들 아직까지 진정한 의미의 자기구성 기법이라고 할 수 없다. [14][15]의 방법은 자신의 정보를 수집한 이후에 상위 계층의 컨트롤러로 보내서 펨토셀의 프리앰블 및 사용 부채널을 할당 받게 되므로 펨토셀만의 자기구성이라고 할 수는 없다. 또한, F-ALOHA 기법의 경우는 펨토셀과 매크로셀이 서로 사용하는 주파수 대역을 나누어 사용함으로써, 사용할 수 있는 자원을 충분히 활용할 수 없다는 단점이 있다. 그러므로 앞으로는 펨토셀이 중앙의 통제 없이 자신의 주위의 환경을 인지하여 스스로 초기화를 이루는 방법에 대한 연구가 필요하다. 이와 함께 펨토셀이 무선 인접통신과 같은 기술을 활용하여 매크로셀 또는 다른 펨토셀로의 간섭을 최소화함과 동시에 자신의 커버리지를 확보할

수 있는 기술에 대한 연구가 필요하다.

IV. 결 론

본고에서는 펌토셀의 정의 및 이에 대한 시장 및 동향에 대해서 알아보고, 구현에 있어서의 문제점 및 이러한 문제점을 해결하기 위한 수단으로서 자기구성 기술에 대해서 알아보았다. 최근에 들어 펌토셀은 커버리지 확보를 하기 위한 사업자와 가입자 모두에게 장점이 되는 솔루션으로 각광 받고 있다. 현재 많은 사업자 및 제조업체들이 제품 및 서비스 개발에 앞다투어 나가고 있으므로 시장 전망 또한 매우 밝은 편이다. 하지만 펌토셀이 성공적으로 정착 되기 위해서는 선결되어야 하는 문제점들이 여전히 존재하고 있다. 이러한 문제점이 해결되지 않고서는 펌토셀의 공급은 원활하게 이루어지기 힘들 것이다. 펌토셀의 특징은 저렴한 가격의 펌토셀을 사용자가 직접 구입하여 설치하므로 사업자가 제어하기 힘들다. 이에 펌토셀의 여러 문제점을 해결하는 방안으로 자기구성 기술에 대한 연구가 진행되고 있다. 즉 앞에서 언급한 펌토셀의 여러 문제 및 또는 앞으로 대두할 수 있는 다른 문제점을 해결하기 위해서 자기구성 기술에 대한 연구가 더욱 더 활발히 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Presentations by ABI Research, Picochip, Airvana, IP.access, Gartner, Telefonica Espana, *2nd International Conference on Home Access Points and Femtocells*, [Online]. Available: http://www.avrenevents.com/dallasfemto2007/purchase_presentations.htm
- [2] Femtocell forum, <http://www.femtoforum.com>
- [3] V. Chandrasekhar and J. Andrews, "Femtocell: Survey," *IEEE commun. Magazine*, vol. 46, no. 9, pp. 59-67, September 2008.
- [4] 노미진, 김주성, "유무선 통합시대의 펌토셀 동향 및 비즈니스 모델," *정보통신동향분석*, 23권, 5호, 페이지 91-97, 2008년 4월.
- [5] 신재승, 신연승, 김영진, "3GPP Home (e)NodeB 기술 동향," *ITTA 주간기술동향*, 통권 1336호, 페이지 1-14, 2008년 3월.
- [6] 이기호, "Femto0cell 기술동향 및 사업자 동향," *제 2회 차세대 초소형 기지국 핵심기술 워크샵*, 2008년 6월.
- [7] 3GPP TR 25.820 V8.2.0, "3G Home NodeB Study Item Technical Report," September 2008.
- [8] 3GPP TR R3.020, "Home (e)NodeB; Network aspects," May 2008.
- [9] IEEE C80216m-08_1157r1, "Proposed Updates to IEEE 802.16m System Requirements to Reflect Operators Requirements on Femtocells"
- [10] IEEE C802.16m-07/171r1, "Self organizing mechanism (SRD)"
- [11] IEEE C802.16m-07/169, "Self-configuration and self-optimization of 4G Radio Access Networks"
- [12] 정정수, 최성호, "LTE 초소형 기지국," *한국통신학회지 (정보와 통신)*, 25권, 9호, 페이지 41-48, 2008년 8월.
- [13] H. Claussen, "Performance of Macro- and Co-channel Femtocells in a Hierarchical Cell Structure," *Proc. IEEE 18th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC 2007)*, vol 1, pp. 1-5, Athens, Greece, September, 2007.
- [14] H. Claussen, T. W. Lester and L. G. Samuel "Self-optimization of Coverage for Femtocell Deployments," *Proc. Wireless Telecommunication Symposium 2008 (WTS 2008)*, vol 1, pp. 278-285, Ponomia, CA, U.S.A., April, 2008.
- [15] Y. Sung, N. Jeon, B. Yoon, J. Lee and S. Kim, "Femtocell/Macrocell Interference Analysis for Mobile Wimax System," *Proc. 5th IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communication Symposium (APWCS 2008)*, vol. 1, Sendai, Japan, August 2008.
- [16] IEEE C802.16m-08/605r1, "Interference Mitigation by Initial Configuration for Femtocell Access Points in

IEEE802.16m Network”

- [17] IEEE C802.16m-08/607r1, “Dynamic Interference Mitigation for Femtocell Access Points in IEEE802.16m Network”
- [18] V. Chandrasekhar and J. Andrews, “Spectrum allocation in Two-Tier Networks,” [Online]. Available at http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/0805/0805.1226v1.pdf

약 력



상 영 진

2005년 연세대학교 전기전자공학과 학사
 2007년 연세대학교 전기전자공학과 석사
 2007년 - 현재 연세대학교 전기전자공학과 박사과정
 관심분야: 멀티홉, 펌토셀



김 광 순

1994년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 학사
 1996년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
 1999년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사
 1999년 - 2000년 Dept. ECE UC San Diego, 박사후연구원
 2000년 - 2004년 한국전자통신연구원 선임연구원
 2004년 - 현재 연세대학교 전기전자공학부 조교수, 한국통신학회 논문지 편집위원, JCN 편집위원
 관심분야: 다중안테나 시스템, 채널부호, 계층간 최적화, 협력통신

