

LTE 기반 펌토셀 기술 동향

A Technical Trend Analysis of LTE Based Femtocell

IT 융합 · 부품 기술 특집

구본태 (B.T. Koo) 통방융합SoC연구팀 팀장
 김명환 (M.H. Kim) 통방융합SoC연구팀 책임연구원
 정희범 (H.B. Chung) 시스템반도체연구부 부장

목 차

-
- I. 서론
 - II. LTE 기반 펌토셀 구성
 - III. 표준화 동향
 - IV. 산업체 동향
 - V. 결론

통신시장의 경쟁 심화, 소비자 요구 다양화, 통신비 부담 증가와 더불어 유무선 통신 기술 발달로 유무선 융합 서비스의 출현이 기대되어 2007년부터 펌토셀이 각광받기 시작했다. 유무선사업자에 대한 이동통신 사업자의 경쟁력 강화와 신규 수익 모델 창출 방안으로 이동통신 전화 중심의 유무선 융합 기술인 펌토셀이 부상된 것이다. 펌토셀(Femtocells)은 가정이나 사무실 등 실내에서 사용되는 초소형 이동통신용 기지국으로서, 음영지역을 해소하는 대안이며, 유무선 컨버전스 서비스를 위한 실내 통신 인프라로 활용할 수 있다는 점에서 전 세계 통신업체들의 관심이 높아지고 있다. 한편 이동통신 모뎀이 3G WCDMA에서 4G LTE/LTE-Adv.로 급속히 변경될 것으로 예측되고 있다. 펌토셀이 음영지역을 대체하는 효과만으로 시장활성화가 급속하게 이루어지지 않았으나, 4G 이동통신으로 넘어가면서 LTE 펌토셀 보급도 급물살을 탈 것으로 예측된다. 그 이유는 LTE가 패킷데이터 전송에 기반을 둔 다양한 서비스 지원이 가능한 이동통신으로서 하향링크 최대 전송속도 300Mbps peak data rate가 가능하기 때문이다. 휴대셋에서 고속의 멀티미디어 서비스가 가능해 질 수 있음을 시사하는 것이다. 본 보고서는 LTE 기반 펌토셀 구조를 살펴보고, 표준화 동향 및 산업체 동향을 살펴보고자 한다.

I. 서론

최근 정보통신과 멀티미디어 기술의 발전으로 새로운 이동통신 서비스 기술이 요구되고 있다. 그리고 통신시장의 경쟁 심화, 소비자의 다양한 요구와 유무선 통신 기술 발달로 유무선 융합 기술인 펌토셀이 부상되고 있다. 펌토셀은 가정이나 사무실 등 실내에서 사용되는 이동통신용 기지국으로, 이동통신단말기와 인터넷을 연결하여 저렴한 비용으로 유무선 서비스인 FMC(유무선 대체)를 제공한다.

미국의 유무선사업자는 FMC가 실현될 것으로 보고 펌토셀 FMC 서비스를 검토하고 있으며, 유럽은 FMC와 FMS가 경쟁하고 있고, 일본은 FMC 시장에서 펌토셀 도입을 고려하고 있다. 펌토셀 표준화 요구는 2007년 3GPP에서 표준화 아이টে็ม으로 제안되어 펌토셀에 대한 표준화가 진행되고 있다. 3GPP에서는 WCDMA를 기반으로 하는 표준화와 LTE 기반 표준화가 논의되었다.

펌토셀은 1000조분의 1을 의미하는 펌토(femto)와 이동통신단말기의 통신 가능 범위를 일컫는 셀(cell)의 합성어다. 즉, 1000조분의 1 정도로 촘촘한 이동통신 서비스 커버리지를 의미한다. 미국의 경우에는 지역이 워낙 넓기 때문에 이동통신 커버리지 문제가 발생하고 있다. 즉, 가정 내의 통화 불량에 대한 이동통신 민원이 가장 많이 발생되고 있으며, 펌토셀의 도입이 빨라지고 있다. 반면, 한국은 상대적으로 세계 최고 수준의 이동통신 서비스 커버리지가 제공되고 있어 커버리지 대응의 펌토셀 도입이 지연되고 있는 실정이다.

그러나 새롭게 시작된 비동기식 3PP의 경우에는 상황이 다르다. 기존 2G 네트워크에 비하여 촘촘하지 못하기 때문에 3G 네트워크가 2G 네트워크 수준에 다다르려면 아마도 수 년이 필요할 것이다. 바로

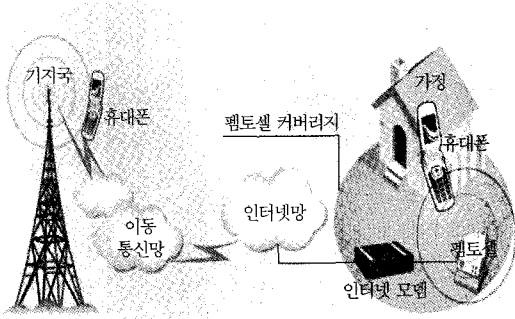
이러한 커버리지 문제를 해결할 수 있는 것이 펌토셀이다. 물론 펌토셀 말고도 옥내 커버리지 확대를 할 수 있는 와이파이(Wi-Fi)와 와이맥스(WiMax) 등이 있지만 펌토셀은 옥내 무선 액세스 포인트처럼 작동한다. 글로벌 이동통신사들이 펌토셀에 관심을 기울이는 또 다른 이유는 컨버전스 서비스를 위한 인프라로 활용할 수 있기 때문이다. 이는 이동통신사가 유선 사업자와 컨버전스 시장에서 경쟁할 수 있는 기회를 제공하기 때문에 펌토셀에 투자하는 글로벌 통신기업이 늘고 있다.

4세대 이동통신으로 LTE/LTE-Adv.가 탄력을 받고 있고, 2012년경에 4G 이동통신 서비스 상용화가 가능해질 것으로 보고 있다. LTE는 최대 300Mbps 데이터가 지원되며, LTE-Adv.는 1Gbps를 목표로 하고 있다[1]. 펌토셀은 데이터 서비스가 급증할수록 필요한 기술이기에 현재의 WCDMA에서 LTE로 넘어갈 때 급물살을 받을 것으로 예상된다. 핸드셋을 통해 멀티미디어 무선 데이터 서비스를 받는 데 청구되는 요금과 700Mbps 데이터를 한번 다운로드 하는 데 걸리는 시간을 생각해보면, LTE 펌토셀이 실내에 설치되어 수 초 이내에 고속으로 저렴하게 데이터를 받을 수 있는 매력적인 서비스를 예측할 수 있다. 본 보고서에는 LTE 펌토셀 구조를 살펴보고 표준화 및 기술동향에 대해 살펴보고자 한다.

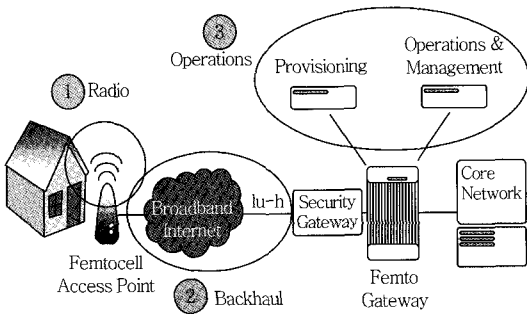
II. LTE 기반 펌토셀 구성

1. 펌토셀 기본 시스템 구성

차세대 유무선 융합 기술 등장, 펌토셀은 기존의 DSL, 케이블 브로드밴드 커넥션, 또는 광케이블 게이트웨이에 초소형 저전력 무선 접속기(access point)를 융합하여 가정이나 소규모 비즈니스 내의 유선 IP 망에 연결해, 휴대폰으로 유무선통신을 자유롭게



(그림 1) 펜토셀 기지국 서비스 개념도[2]



(그림 2) 펜토셀 기본 시스템 구성

사용할 수 있게 해주며, 옥내 중계기를 통하지 않고 곧바로 기지국(base station 또는 cellular tower)에서 펜토셀로 이동통신데이터를 전송하기 때문에 통신사업자는 네트워크 구축 비용을 절감하면서 주파수 부하를 줄이고 통화품질을 향상시킬 수 있는 유무선 통합 신시장이라 할 수 있다. (그림 1)에 펜토셀 기지국 서비스 개념도를 나타냈다.

펜토셀 기본 시스템 구성은 (그림 2)와 같으며, 3가지 측면에서 고민해야 할 포인트들이 있다.

- 1) RRM은 매크로셀과 펜토셀간의 radio resource를 적절히 운용하는 기능을 한다. 셀간의 간섭을 최소로 줄이면서, 주어진 커버리지 안에서 최대의 용량(capacity)을 낼 수 있도록 하는 것이 RRM의 기술력이다. 이것을 조절하기 위한 방안으로 펜토셀에서 power level 조절, carrier frequency 변경, primary scrambling code

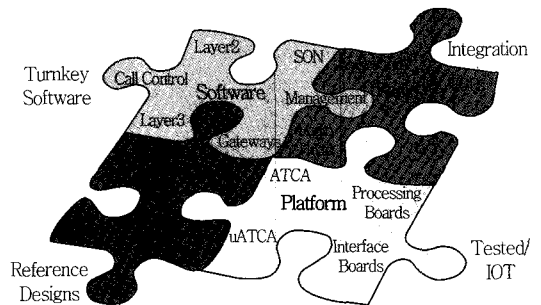
allocation, handover 알고리즘 설계 등이 연구되고 있다. RRM의 기능에 따라서 핸드셋의 배터리 수명과 홈존의 데이터 트래픽을 좌우하는 중요한 요인이 된다.

- 2) Backhaul과 연결되어 있는 in-call에서 bandwidth의 효율성을 고려해야 한다. 즉 동시에 4명의 가입자에게 broadband 인터넷 망에서 제공할 수 있는 데이터 레이트를 지원할 수 있도록 해야 함을 말한다. Idle mode에서 대역폭의 비효율적인 사용 제거, 다른 디바이스와 연결되어 call quality에 영향을 받지 않도록 하여야만 한다.
- 3) 근사적으로 25%의 기능은 운영(operation)을 어떻게 하느냐에 따라 달라진다. 완전 자동으로 provisioning & management 기능을 갖추고 있느냐에 따라 달라진다는 것이다. 이웃 파워가 감소했을 경우 restart, 새로운 SIM 카드 가입 자일 경우 access control 등의 “edge case” 핸들링 등을 의미한다.

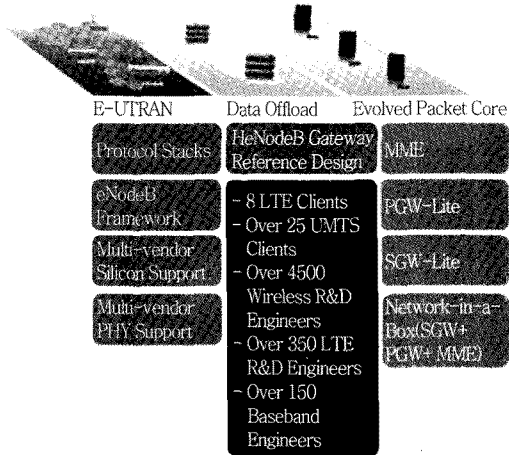
2. LTE 펜토셀 개발을 위한 원리

LTE 펜토셀 개발을 위한 turnkey의 기본원리는 (그림 3)과 같이 software, data processing, radio, platform이 레고형으로 개발되어야 한다.

LTE 펜토셀 네트워크 아키텍처는 (그림 4)와 같다. LTE 펜토셀(E-UTRAN), data offload, gateway



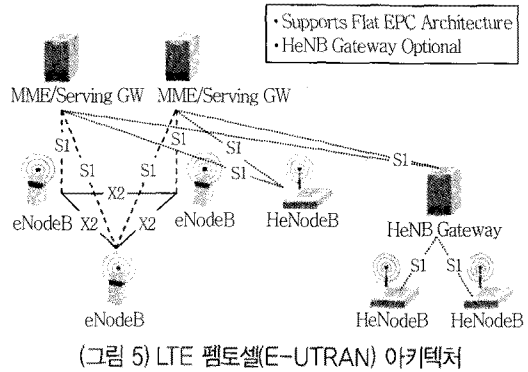
(그림 3) LTE 펜토셀 개발 원리



(그림 4) LTE 펌토셀 네트워크 소프트웨어 구성

의 software turnkey를 나타내고 있다.

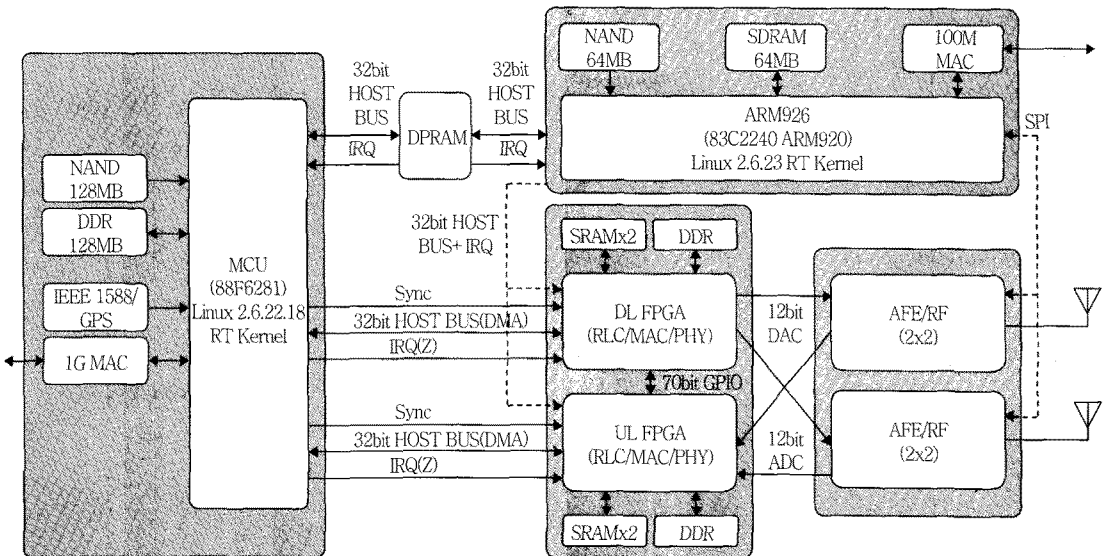
(그림 5)의 E-UTRAN의 네트워크 구조는 매크로셀의 eNodeB와 펌토셀의 HeNodeB의 네트워크 연결도를 나타내고 있다. MME/Serving 게이트웨이가 HeNodeB와 S1 인터페이스를 통해서 직접 연결될 수 있고, HeNodeB 게이트를 통해서 연결될 수도 있다. 그러나 매크로셀의 eNodeB끼리는 X2 인터페이스로 연결되어 있는 것과는 다르게 HeNodeB끼리는 연결되어 있지 않다.



(그림 5) LTE 펌토셀(E-UTRAN) 아키텍처

3. LTE 펌토셀 플랫폼 구조

HeNodeB 플랫폼(LTE 펌토셀)의 구조는 (그림 6)과 같이 RRM과 펌토셀 configuration 기능의 MCU와 LTE protocol stack 기능의 임베디드 RISC, LTE PHY 모뎀 부분, 4x4 MIMO, RF 인터페이스, 유선망 인터페이스, IEEE 1588, GPS 동기 회로로 구성된다. 펌토셀 사용자 4~8명을 지원하며, 최대 downlink 300Mbps peak data rate를 얻기 위해 4x4 MIMO 안테나를 지원할 수 있는 LTE 펌토셀 플랫폼이다. (그림 7)은 ETRI에서 개발중인 LTE 펌토셀 플랫폼 보드이다.



(그림 6) LTE 펌토셀 플랫폼



(그림 7) LTE 펌토셀 플랫폼 보드

4. LTE 펌토셀 모뎀 아키텍처

LTE 펌토셀 플랫폼에서 제일 중요한 것은 이동통신 모뎀인 LTE 모뎀이며 그 구성은 (그림 8)과 같다.

ETRI에서 개발중인 LTE 펌토셀 모뎀 규격은 3GPP release 8을 만족한다. L2/L3 소프트웨어 및 MAC과 L1 소프트웨어를 임베디드 프로세서(RISC)에서 구현하며, LTE 모뎀 PHY는 하드웨어 설계 및 구현된다.

<표 1>에 LTE 펌토셀 모뎀 규격을 작성하였다.

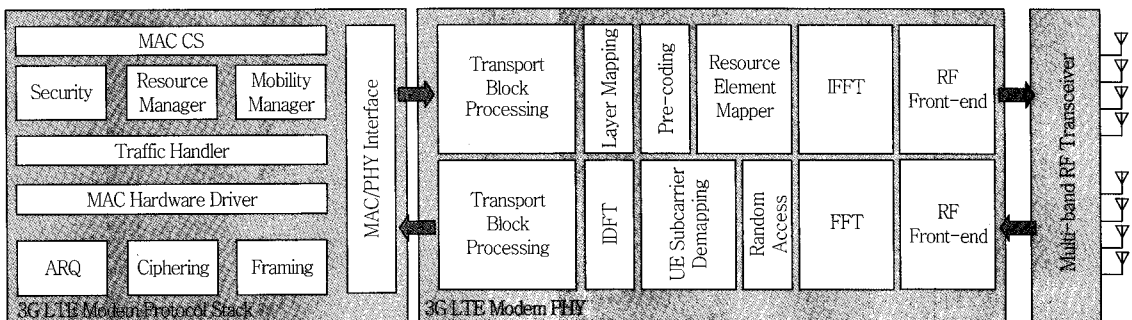
펌토셀의 이동통신이 실내에서 이루어지므로 이동속도 최대 20km/h 이내에서 만족하고, 하향링크는 최대 300Mbps peak data rate가 가능하며, 최소 4명의 사용자를 지원할 수 있는 규격이다. (그림 9)에 세부적인 LTE 세부 블록도를 나타냈으며, 펌토셀 기지국용 3GPP LTE PHY 표준 규격은 아래와 같다 [3]-[5].

<표 1> LTE 펌토셀 모뎀 규격

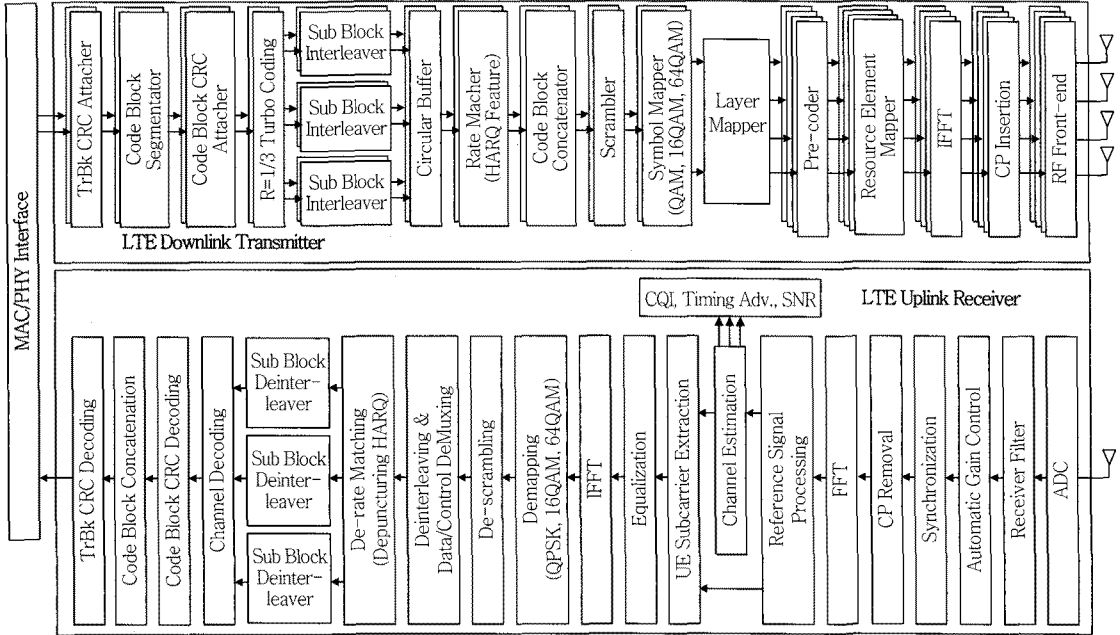
Parameter	Value
Max. UE speed	20km/h
Bandwidth	1.4, 3, 5, 10, 20MHz
Mode	FDD
Max DL capacity	300Mbps
Max UL capacity	75Mbps
Tx antennas	Max. 4
Rx antennas	Max. 4
DL MIMO	STC and SM
UL MIMO	MRC and CSM
Backhaul	GMII
Access method	OFDMA
Active users	4

- 전송률:
DL 최대 300Mbps@4x4MIMO/64QAM/20M BW
UL 최대 75Mbps@1x2MIMO/64QAM/20M BW
- Scalable BW 지원: 1.4, 3, 5, 10, 20MHz
- Multiple access: DL OFDMA, UL SC-FDMA
- FDD 시스템 지원
- 1x1, 2x1, 4x4 MIMO 지원

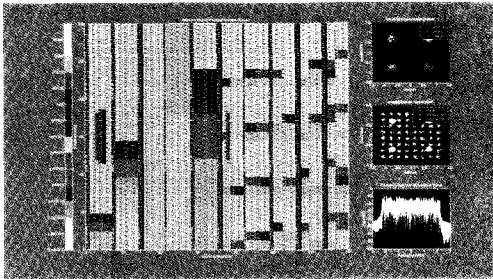
Downlink Tx는 채널 PBCH, PDSCH, PMCH, PHICH, PCFICH, PDCCH 설계 및 reference signal, synchronous signal 구현, 15kHz/7.5kHz frequency spacing 구현, HARQ 기능과 채널 상태에 따른 데이터 전송률 제어 기능 등으로 구성된다. (그



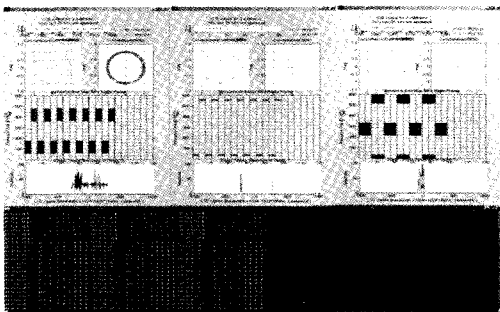
(그림 8) LTE 펌토셀 모뎀 구성도



(그림 9) 3GPP LTE PHY 세부 블록도



(그림 10) 4명 사용자의 LTE DL Tx RB Allocation



(그림 11) UP Rx 시뮬레이션 모델

림 10)은 LTE DL Tx의 RB allocation에 따른 시뮬레이션 결과를 나타내고 있다. 사용자 4명에게 채널을 할당하여 데이터를 전송하고 있는 결과파형이다.

Uplink Rx는 채널 RACH, PUSCH, PUCCH, SRS 설계 및 random access 기능 구현, channel equalizer and CQI, PMI, RI 정보 추출, power 조절기능 등으로 구성된다. (그림 11)은 LTE uplink Tx(단말기)의 상태에 따라 펌토셀 기지국 LTE UP Rx 동작을 시뮬레이션한 내용이다. 3개의 단말이 펌토셀에 접속되어 채널 상황에 따라 64QAM과 QPSK로 데이터를 전송하는 모습을 나타내고 있다.

5. 펌토셀 칩셋 설계 요건

다음은 펌토셀 설계에서 고려해야 할 사항을 언급한다.

가. 컨트롤 플레인과 네트워크 기능의 연결/제공

펌토셀은 모바일 사업자의 서비스 제어 계층까지 컨트롤 플레인 연결을 제공하며, 고정 광대역 백홀 연결을 통한 안전한 연결성을 이용해야 한다. 펌토셀 칩

셋은 IPSec 처리를 위한 고속 암호화 기능과 더불어
택내 환경에서의 이동형 단말기들을 위한 제어 및 서
비스 연결과 관련된 기타 네트워킹과 라우팅 기능들
도 제공해야 한다.

나. 네트워크 프로세싱 집적화

팜토셀의 택내 도입은 근거리에 위치한 소수의 장
치들만이 공유할 수 있도록 양호한 무선 신호 강도를
제공할 수 있어야 한다. 그러므로 팜토셀의 최대 및
평균 성능은 실외 서비스 제공 모델에서 보다 훨씬
양호한 수준에 도달할 수 있다. 이에 따라 팜토셀 칩
셋은 네트워크 프로세싱 성능이 고용량으로 집적되어
야 한다.

다. RF-IC 인터페이스

팜토셀은 무선 서브시스템의 비용을 최소화하기
위해 일반적으로 이동통신 시장에서 사용되는 RF-
IC를 이용한다. 대부분의 모바일 베이스밴드 프로세
서로 저가의 아날로그 인터페이스를 제공한다. 그러
므로, 가장 비용 효율적인 방법은 저가의 RF-IC를
별도의 로직 구성 없이 연결하기 위해 팜토셀 칩셋에
서 아날로그 프론트엔드(ADC/DAC)를 포함시킨다.

라. 통합 네트워크 동기화

실외 매크로셀과 실내 팜토셀 간의 간섭 문제, 엄
격한 네트워크 동기화와 간섭 관리를 필요로 하는 팜
토셀들 간의 문제로 인식되어 왔다. 팜토셀 칩셋은 통
합된 네트워크 동기화 옵션(예, IEEE 1588, GPS)을
제공해야 하는데, 이와 관련해 외부 IC 및 부품들의
비용을 최소화 하여야 한다.

마. 임베디드 소프트웨어

소프트웨어의 기본적인 라이선싱 구조에 따라 팜

토셀 제품의 가격은 크게 달라질 수 있다. 가장 효율
적인 선택은 팜토셀 칩셋 실리콘 벤더가 제공하는 통
합 소프트웨어 기능을 이용하는 것이며, 이는 불필요
한 각 계층을 제거하는 역할을 할 수 있다[6].

6. 주요 경쟁 기술

가. IEEE 802.11n

팜토셀의 강력한 라이벌로 등장하고 있는 기술로
802.11n을 들 수 있다. 802.11n은 여러 개의 안테나
를 사용하는 다중 입력 다중 출력(MIMO) 기술과 대
역폭 손실 최소화를 통해 100~600Mbps 속도를 지
원하는 무선 LAN 표준이다. 802.11n은 간섭에 강하
고, 보다 넓은 지역에서 동작하며 다중 고선명 텔레비
전(HDTV), 디지털 비디오 스트리밍 등 높은 대역폭
의 동영상도 처리할 수 있다. 802.11n은 아직 표준
규격이 완성되지 않는했으나 이미 상용 제품이 출시
되고 있다.

나. IEEE 802.20

IEEE 802.20은 3G 기술에 기반을 둔 무선 통신
표준으로 WiMAX와 마찬가지로 OFDMA 방식을 사
용하지만 필요에 따라 CDMA 방식으로 전환할 수 있
다는 점에서 차별되며 이러한 점에서 IEEE 802.20
은 3G와 듀얼 모드로 운용될 수 있을 것으로 전망된
다. IEEE 802.20에 기반한 상용 서비스는 개방과 균
형의 원칙을 고수하지 못하였다는 판단 하에 IEEE
802.20의 표준 개발은 현재 교착상태에 놓여 있다.

팜토셀은 기존의 유무선 융합 서비스인 원폰(one
phone), 홈존(home zone) 등과 비슷한 서비스를 제
공하지만 음성뿐만 아니라 인터넷까지 제공한다는
점에서 한 단계 진화된 기술이다. <표 2>는 유무선
융합 서비스의 비교를 나타내고 있다.

〈표 2〉 주요 유무선 융합 서비스 비교

구분	주요 기능	서비스
원폰 서비스	유무선 겸용 듀얼 단말기를 이용하여 실내에서는 유선전화, 실외에서는 이동전화 서비스	KT의 원폰 덴마크 TDC의 Duet, 영국 BT의 BT Fusion, 일본 NTT 도코모의 Passage Duple 등
홈존 서비스	홈존으로 설정된 특정지역에서 가상 유선망을 구성하여 가입자가 홈존 지역에 있을 경우 이동 전화를 유선전화 요금으로 이용	LGT의 기본Zone, 독일 O2의 Genion, 미국 T-Mobile, 덴마크의 Sonofone 등
Wi-Fi 이동 전화 듀얼 서비스	이동전화와 Wi-Fi 듀얼모드 단말기를 이용하여 Wi-Fi 접속 지역에 무선 인터넷 접속 또는 모바일 VoIP 이용	KT의 네스팟 스윙, 프랑스 Orange, 미국 T-Mobile 등
펌토셀	옥내 중계기처럼 실내 커버리지 확대 및 이동전화 통화 품질 향상과 함께 다양한 유무선 융합 서비스 기반 제공	미국의 SprintNextel의 AIRVE가 최초 상용 서비스(삼성이 자체 개발한 UbiCell 사용)

<자료>: 한국정보사회진흥원, “유무선 융합시대의 다크호스 펌토셀”[7]

III. 표준화 동향

펌토셀의 표준화 논의는 2007년부터 시작되었다. 표준화 기구별 동향은 3GPP WCDMA 계열의 “Home Node-B”라는 이름으로 2007년 3월 표준화가 시작되었다. LTE/UMTS 공통 및 개별 항목을 정의하였다. 개별 항목은 측정/핸드오버, 구조/기능/이동성, RF/인터페이스, 보안, 가입자 관리/인증 및 위치 관리, 인식, 프로토콜 등이다.

3GPP2 CDMA 계열은 2007년 5월 스프린트, 퀄컴, LG사 등이 참석하여 WI을 선정하였다. 개별 항목은 network architecture 완료, requirements 표준 마무리, 펌토-피코 애플리케이션 등이다.

WiMax 계열은 2008년 1월 열렸던 하와이 미팅에서 SPWG WI 2.0이 제안되어 3월에 승인을 받았다. 이후 전화 회의를 통한 논의를 거쳐 4월 아테네

회의에서 최초의 working baseline document를 승인 받고 이 문서를 기반으로 접수된 기고문에 따라 표준화 논의를 진행하였다. 11월에는 신규 제출물에 대한 제출을 마감하고 그때까지 제안된 기고문들에 대한 논의 결과를 반영하여 Version 0.7 문서를 작성하였다[8],[9].

Version 0.7 문서는 펌토셀 사용의 경우 정의 부분과 요구사항 정의 부분으로 구분하였으며, 요구사항 정의 부분은 아래와 같다.

- 시스템 요구사항: 성능, 핸드오버, 보안, 어카운팅, 인프라, 로케이션, 구성
- 무선접속 요구사항: 커버리지, 대역폭, 매크로셀과 공존, 상호 간섭, 동기
- 네트워크 요구사항: 백홀연결, QoS, Policy, Priority
- 관리 요구사항: FCAPS, TR-069, SON 지원
- 디바이스 요구사항: Femto Enhance Device, CGS 지원, Macro/Femto 접속 결정
- Providing

2009년 1월 7일 Version 0.8 문서에 대한 논의가 있었으며, 2009년 12월에 펌토셀(와이브로) 네트워크 구조 및 프로토콜에 대한 표준화(TTAK.KO-06.0228)를 완료하였다[10]. 개별 항목은 WiMax 펌토셀을 위한 서비스 사례 정의, 펌토셀 지원을 위한 PHY/MAC, 네트워크, 단말 및 기지국 등 요구사항, WiMax 매크로 네트워크와 기존 단말기 간의 호환성 확보를 위한 요구사항, beam forming, MIMO 등 무선접속 기술 검토 등이다. 802.16m은 펌토셀의 mobility, interference, synchronization, SON 등 기술적인 문제를 다룬다.

상기와 같이 표준화 단체들을 통해 규격이 확정되고 있고, 기반 기술에 대한 요구사항이 진행되고 있으

며, 3GPP에서 표준화 문서가 보완되어야 한다[9].

표준화 문서에서 펠토셀의 요구사항은 다른 채널을 사용하는 사용의 성능을 심하게 열하시켜서는 안 되고, 여러 개의 H(e)NB가 존재하는 경우에도 같은 성능을 제공하여야 하며, 기존 단말기를 수용하여야 한다.

펠토셀 관련 표준 관련 문서는 SP-080636, SP-080791, TR 25.820, TS 22.011, TS 22.220, R 3.020, TS 36.300, R 3.020, TS 36.300이며, SON 관련 문서는 TR 36.902, TR 36.816, TR 23.8, TS 32.500, TS 32.511 등이 있다[11].

국내에서는 한국정보통신기술협회(TTA)와 방송통신위원회(KCC)를 중심으로 표준화가 진행되고 있다. 각 분과는 이동통신기술위원회 TG7, IMT WiBro 프로젝트 그룹, 사무국, IEEE/WiMax 분과, ITU 분과, MNI 분과, 3GPP 분과, 응용 비즈니스 분과가 있다[12].

IMT WiBro 프로젝트 그룹에서 옥내용 펠토셀의 요구사항을 정의하고 있으며, 핸드오버 기능, idle 모드 기능, self-optimization & auto-configuration 기능에 대한 표준화를 진행하고 있다.

IV. 산업체 동향

2007년 펠토셀이 등장하면서부터 국내외 이동통신사업자는 펠토셀에 대한 관심이 시작되었다.

3G 이동통신 서비스가 확산되면서 건물내 통신 음영을 해소할 수 있는 펠토셀 시장이 무서운 기세로 성장할 전망이다. 2009년 57만 대의 판매에 그쳤던 세계 펠토셀 시장이 2010년에는 3배 이상 급팽창할 전망이며, 2011년 720만 대, 2012년 2,390만 대, 2013년 3,960만 대가 될 것으로 예측된다[13]. 이

처럼 펠토셀 시장이 급팽창할 것으로 예상되는 것은 대규모 투자 없이도 빌딩 내부나 가정 등에서 3G 음영 지역을 해소할 수 있기 때문이다. 이에 따라 유럽, 북미 등 주요 이동통신 사업자들과 국내의 SK 텔레콤, KT, LG 텔레콤 등 이동통신 사업자도 펠토셀 구축을 서두르고 있다.

1. 국외 산업체 동향

Vodafone은 2008년 1월 펠토셀 기술 검토를 하기 시작하였으며, 2009년부터 라우터 크기인 'Vodafone Access Gateway' 통신 유선 브로드밴드를 백홀로 하여 최대 4대의 3G 단말을 지원했다.

AT&T는 2008년 3G 펠토셀 상용화를 위하여 200명을 대상으로 테스트를 하였으며 전국으로 확대하였다. AT&T는 펠토셀 도입을 통하여 신수의 창출은 물론 가입자 해지율을 낮추고, 매크로 네트워크에서 데이터 트래픽 부하를 펠토셀로 분산시켜 망 용량도 확보할 것으로 기대하고 있다[14].

O2는 2008년 2월 기술 검토를 시작하였으며, 펠토셀 상용화를 위한 서비스를 예정하고 있다.

T-Mobile은 2008년 3월 Trial Ubiquisys에 투자하였으며 Wi-Fi를 이용한 고속 데이터 서비스를 목적으로 하고 있다.

NTT DoCoMo는 2007년 7월 음영지역을 해소할 수 있는 펠토셀 개발을 발표하였으며, 새로 출시되는 펠토셀 BTS는 2009년 7월 22일부터 24일까지 도쿄 Big Sight에서 개최되는 와이어리스 재팬(Wireless Japan) 행사 기간에 선보였다. 펠토셀 BTS는 데이터 커뮤니케이션 속도를 강화시키며 집안에서 광대역 연결을 통해 휴대폰을 도쿄모 네트워크에 연결하는 도쿄모사의 'Home Area' 콘셉트 실현을 위한 매우 실질적인 서비스를 제공한다.

SprintNextel은 삼성전자가 개발한 유비셀(Ubi-Cell)을 구입하여 CDMA 펌토셀 서비스를 개시하고 미국 전역으로 확대할 예정이다.

Softbank는 2008년 NEC, ALU, Huawei 장비 업체와 접촉했으며, 신규 서비스 도입과 홈네트워크 게이트웨이로 활용할 예정이다.

중국의 네트워크 사업자인 Huawei는 펌토셀 개발을 서두르고 있다. 화웨이는 2009년 펌토셀은 강화된 모바일 음성 및 데이터 서비스를 가정과 직장에서 제공할 수 있도록 3G 이동통신 단말기를 표준 브로드밴드 DSL이나 케이블 서비스에 직접 연결할 수 있는 펌토셀을 개발하였다[2],[15].

2. 국내 산업체 동향

국내의 경우에는 SK 텔레콤과 KT가 펌토셀 개발을 위해 투자하고 있다.

SK는 이미 SKT는 펌토셀 형식의 장비로 LTE 현장 시험을 성공적으로 수행했으며 상용화 수준의 기술력도 확보했다. 2010년 4월 새로 할당받은 800MHz 주파수 대역에서 LTE 전국망을 구축할 계획이다. 2012년 7월 수도권 및 광역시 중심으로 LTE 서비스를 시작하고, CDMA와 LTE가 동시에 지원되는 듀얼밴드 듀얼모드(DBDM) 단말기를 출시할 계획이다. 2011년 서울지역에 800MHz 주파수 대역에서 5MHz를 우선 할당해 상용화를 시작하고, 2012년에는 수도권과 전국 6개 광역시에 서비스를 실시한 뒤 2013년에 전국망을 구축한다는 계획이다. 또 2011년 모뎀형 단말기를 출시하고, 2012년에는 3G와 LTE를 모두 이용할 수 있는 듀얼칩 단말기를 출시할 예정이다.

KT는 초고속 인터넷과 결합된 펌토셀 도입을 고려하고 있으며, WCDMA 펌토셀 연구를 하고 있다.

LTE에 대한 투자를 서두르기 보다는 와이브로, 와이파이, WCDMA 등의 대안이 존재하는 만큼 향후 기술 및 트래픽 증가 추이 등을 충분히 고려할 방침이다. 물론 2011년 7월부터 2014년까지 900MHz 주파수 대역을 활용해 LTE에 1조 6700억 원을 투자할 계획이다. 2012년에는 수도권과 전국 6개 광역시에 서비스를 실시한 뒤 2013년에는 전국망을 구축한다는 계획을 세우고 있다. 하지만 2.1GHz 대역에 대한 투자도 병행, LTE와 3G를 연계하는 전략을 구사할 방침이다.

LG 텔레콤은 서비스 모델을 발표하고 있지 않으며, 홈존 서비스의 일종인 기분Zone 서비스를 제공하고 있기 때문에 펌토셀에 대한 관심이 적다.

펌토셀 단말의 경우, 삼성은 CDMA 기반의 유비셀을 개발하여 미국 스프린트사에 판매하였으며, 엑시엄와이어리스는 UMTS 기반의 펌토셀 셀로(Cello)를 개발하였다. SK 텔레콤은 WiMax 기반의 펌토셀을 개발하여 SKT와 상용화를 위하여 노력하고 있다. (주)C&S는 일본 Softbank에 WCDMA 펌토셀을 시험 공급중에 있다. 주니 와이어리스, 영우통신, 솔리테크 등은 WiMax 펌토셀에 관심을 갖고 있는 제조업체들이다[2],[15].

V. 결론

2007년 이후 신규 수익 모델 창출 방안으로 이동통신 전화 중심의 유무선 융합 기술인 펌토셀이 부상하고 있으며, 펌토셀은 가정이나 사무실 등 실내에서 사용되는 초소형 이동통신용 기지국으로서, 음영지역을 해소하는 대안이며, 유무선 컨버전스 서비스를 위한 실내 통신 인프라로 활용할 수 있다는 점에서 전 세계 통신업체들의 관심이 높아지고 있다.

현재는 CDMA 펌토셀, WCDMA 펌토셀이 주류를

이루고 기존 매크로셀의 음영지역을 커버하는 역할을 수행하고 있다. 한편, 3G 이동통신에서 4G 이동통신으로 변환하는 과도기에 직면하면서, 고속의 무선 멀티미디어 서비스가 기하 급수적으로 요구되어지고 있다. LTE 이동통신은 최대 300Mbps data rate를 지원하는 통신이기에 LTE 펌토셀은 음영지역을 커버하는 역할과 동시에, 핸드셋의 멀티미디어 서비스를 다양하게 제공할 수 있을 것으로 예상된다.

LTE 기반 펌토셀 기술은 2012년 이후 LTE 통신으로 변경되면서, 음영지역 커버리지 대체효과 및 저렴하게 고속의 무선데이터 서비스를 활성화시키는데 필수 불가결한 제품이 될 것으로 생각된다.

MAC	Medium Access Control
PDCP	Packet Data Convergence Protocol
PHY	Physical Layer
QoS	Quality of Service
RF	Radio Frequency
RLC	Radio Link Control
RRC	Radio Resource Control
RRM	Radio Resource Management
SIP	Session Initiation Protocol
SON	Self Organizing Networks
SWG	Serving Gateway
UMA	Unlicensed Mobile Access
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VoIP	Voice over Internet Protocol
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
Wi-Fi	Wireless Fidelity

● 용 어 해 설 ●

LTE(Long Term Evolution): 3GPP Rel-8에 포함된 기술로서 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 및 MIMO(Multiple Input Multiple Output: 다중안테나 기술) 등의 기술을 사용하여 최대 Downlink 326.4Mbps, Uplink 86.4Mbps를 지원하는 모뎀 기술

펌토셀: 1000조분의 1을 가리키는 펌토(femto)와 통신 가능범위를 말하는 셀(cell)의 합성어로 가정 내에 설치할 수 있는 초소형 기지국을 의미한다. 펌토셀을 설치하게 되면 서비스의 음영지역을 해소할 수 있을 뿐 아니라 인터넷회선과 연결을 통해 유선과 무선, 통신과 방송의 컨버전스 서비스 제공이 가능한 소형기지국

약어 정리

3GPP	3rd Generation Partnership Project
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
DSL	Digital Subscriber Line
ESM/EMM	Evolved Mobility & Session Management
FMC	Fixed Mobile Convergence
FMS	Fixed Mobile Substitution
GW	Gateway
HNB	Home NodeB
HSPA	High Speed Packet Access
LTE/LTE-A	Long Term Evolution/LTE-Advanced

참고 문헌

- [1] 장재득, 박형준, “3G LTE 이동통신시스템 단말 플랫폼 기술 동향과 전망,” 전자통신동향분석, 제23권 제1호, 2008년 2월, pp.99-108.
- [2] <http://www.dt.co.kr/>
- [3] ETRI, LTE 펌토셀 규격서, 2009년 12월.
- [4] ETRI, LTE 펌토셀 플랫폼 사양 설계서, 2010년 3월.
- [5] “Standardization of Femtocells in 3GPP,” *IEEE Commun. Mag.*, Sep. 2009.
- [6] 요아킴 할바크스, “고집적 SoC 실리콘 플랫폼, 펌토셀 가격 하락 이끈다,” 전자엔지니어 RF/무선, 2009년 2월 20일.
- [7] 박상현, 김재경, “유무선 융합 시대의 다크호스, 펌토셀,” 한국정보사회진흥원, 정책홍보분석팀, 2007. 10. 30.
- [8] <http://www.WiMaxForum.org/>
- [9] [http://www.WiMaxForum.org/차용주\(KT 인프라연구소\)](http://www.WiMaxForum.org/차용주(KT_인프라연구소))
- [10] 한국정보통신기술협회(TTA), “휴대 인터넷(와이브로) 펌토셀 네트워크 구조 및 프로토콜,” 2009년 12월 22일.
- [11] 김준식, 박남훈, 김영진, “펌토셀 기술 동향,” 전자통신동향분석, 제24권 제3호, 2009년 6월, p.40.
- [12] 박진아, 박승근, “국내의 펌토셀 동향 및 전파이용 조건 연구,” 전자통신동향분석, 제23권 제3호, 2009년

6월, p.117.

업자연합회, 뉴스레터 IT-PRO, 2009년 6월 18일.

[13] 전자신문, 2010년 3월 26일.

[15] <http://www.etnews.co.kr/>

[14] “펌토셀 기술 개발 현황과 응용 사례,” 한국통신 사