

LTE 기반내의 Home-eNB 관리 및 이동성 제어 방법

Home-eNB management and mobility control method based on LTE

김 영 준*, 김 상 하, 이 정 루
(Young-Jun Kim, Sang-Ha Kim and Jung-Ryun Lee)

Abstract: 급격한 이동통신 기술의 발전에 힘입어 음영지역 해소 및 고속 데이터 처리를 위해 태내 기지국에 대한 개발 및 연구가 진행 중이다. 태내 기지국은 크게 음영지역 해소를 위한 Open 방식의 기지국과 고속 데이터 처리를 위해 특정 가입자만 사용할 수 있는 Close 방식이 있다. 상기 방식들은 망의 특성에 맞게 이를 제공하는 망 사업자에 의해 선택 된다. 태내 기지국을 관리하기 위해서는 많은 시간과 인력자원이 소요되므로 자동으로 설정 및 최적화시키는 기능이 요구 시 되고 있으며, 이를 3GPP에서 SON (Self Organizing & Optimizing Networks) 이라 일컫고 연구 진행 중이다. 본 논문은 태내 기지국 관리를 위해 셀의 기본 인자인 PCI(Physical Layer Identity) 할당 방안과 태내 기지국간 간섭을 최소화 시키기 위한 Adaptive Coverage 방안을 제시한다. 또한 계층적 셀 구성(Hierarchical Cell Structure)에 따른 이동성 제어 방안을 제시한다.

Keywords : LTE, Home-eNB, SON, Home-eNB management by SON, adaptive coverage

I. 서론

이동통신 기술의 눈부신 발전에 힘입어 휴대전화는 사용자에게 없어서는 안될 필수품으로 자리를 잡고 있다. 망의 용량 증대 및 사용자에게 편리함을 제공하기 위해 이동통신 기술은 나날이 변화되고 있으며, 본 논문에서는 국제 표준화 단체인 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서 다뤄지고 있는 LTE(Long term Evolution)를 기반으로 태내 기지국(Home-eNB) 관리 및 단말의 이동성 제어에 대해 다룬다. 이후 태내 기지국은 Home-eNB로 명칭 한다.

Home-eNB는 Pico Cell 개념의 아주 작은 커버리지를 갖는 기지국을 태내에 설치하는 것으로써, 사용자 입장에서는 가정 내 무선 품질 향상 및 안정적인 고속 데이터 서비스를 제공 받는 이점이 있으며, 서비스 사업자 입장에서는 음영지역 해소 및 Macro Cell (건물 옥상에 설치된 기지국)의 네트워크 투자규모 감소 및 전국 망 증설 시기를 늦출 수 있다.

Home-eNB 경우, 초기 설정 값을 서비스 사업자가 모두 설정하기에는 많은 시간과 인력이 소요되므로 자동 설정기능이 요구 되고 있다. 이를 SON(Self Organizing & Optimizing Networks) 이 제공한다. SON에서 기본적으로 제공되어야 할, 셀 구분 인자 PCI (Physical Cell identity) 할당 및 Interference 를 줄이기 위한 Adaptive Coverage에 대해 먼저 다루고 나서 Home-eNB 구축에 따른 이동성 제어방안에 대해 다루고자 한다.

II. Home-eNB 관리 방안

본 장에서는 Home-eNB의 자동 설정을 위한 기본적인 인자 PCI 할당 방안 및 Home-eNB간 Interference를 줄이기 위한 Adaptive coverage 방안을 설명한다

1. Home-eNB의 기본 역할

Home-eNB는 주기적으로 이웃 셀들을 탐색하고 해당 셀 정보를 SON으로 보고한다.

2. Home-eNB를 이용한 PCI 할당 방안

태내에 설치하고 초기 전원을 켜올 때, 그림 1과 같이 Home-eNB는 주위 셀을 탐색하고 해당 셀 정보와 탐색된 셀 들이 사용하지 않는 PCI들 중 하나를 랜덤 하게 할당하여 SON으로 보고 한다. SON은 보고 받은 이웃 셀 정보를 기반으로 Neighbor-relationship을 구성하여 이웃 셀 정보와 Home-eNB가 사용할 PCI를 할당한다. 수식 (1)을 이용하여 만일 RA_PCI 가 0보다 크다면 collision/confusion-free 구간으로 판단 하고 사용되고 있지 않은 PCI를 할당한다. RA_PCI 가 0보다 작다면 collision/confusion 구간으로 판단하고 Home-eNB로부터 수신한 PCI를 사용토록 한다. 단 RA_PCI 를 산출 시 반드시 Home-eNB가 보고한 이웃 셀들을 고려해야 한다.

$$RA_PCI = MAX_PCI - (M + M_N + M_H) \quad (1)$$

RA_PCI = 사용 가능한 PCI 인자

MAX_PCI = 504

M = 1; Home-eNB를 커버하는 Macro Cell 개수

M_N ; Macro 셀의 Macro Neighbor 개수

M_H ; Macro 내에 속한 Home-eNB 개수

• collision-free: 지역 내 모든 셀들의 PCI가 독립적이다.

• confusion-free: 이웃 셀간의 PCI 가 독립적이다.

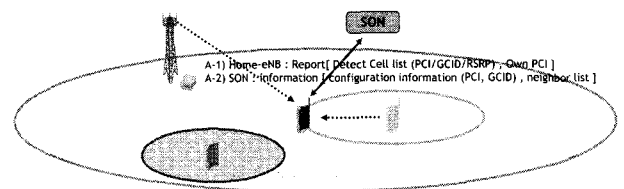


그림 1. 초기 전원을 켜올 때.

Fig. 1. Initial power-on.

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2008. 7.29x., 채택확정 : 200x. x. xx.

김영준, 김상하 : LG-Nortel

(kyjplus@nortel.com, updown@nortel.com)

이정률 : 중앙대학교 전자전기 공학부 조교수(jrlee@u.ac.kr)

※ 본 연구는 LG-Nortel 자체 내 LTE Project에 의해 이루어진 연구임.

3. 단말을 이용한 PCI 할당 방안

앞의 과정을 거치고 나서 그림 2와 같이 인근 Home-eNB를 이용하여 통화 중인 단말이 중복되는 PCI를 발견 시에는 연결된 Home-eNB로 보고한다. 단말로부터 보고 받은 Home-eNB는 기 정의된 인터페이스 메시지를 통해 SON으로 보고한다. 보고 받은 SON은 주변 셀에서 사용되고 있지 않는 PCI를 재할당하여 Home-eNB로 전송한다.

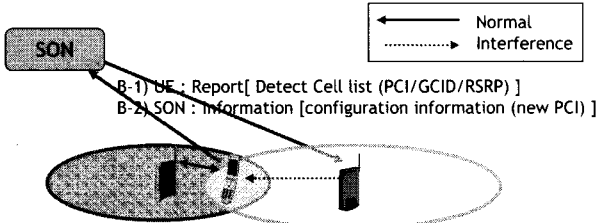


그림 2. 단말에 의한 PCI 재할당
Fig. 2. PCI Re-allocation by UE

4. Home-eNB를 이용한 Adaptive coverage 방안

Home-eNB 간의 Interference로 인한 장애를 최소화 하기 위해 adaptive coverage를 Home-eNB 및 단말을 통해 다음과 같이 처리한다.

그림 3과 같이 최초 전원이 들어온 Home-eNB는 Max_Power 보다 적은 적절한 power로 셀을 형성한다. 이 후 인근 Home-eNB의 셀을 발견 시에는 SON으로 해당 셀의 PCI/GCID/RSRP를 보고한다. 보고 받은 SON은 GCID(Global Cell Identity)를 이용하여 해당 Home-eNB를 인지하고, RSRP(Reference Signal Received Power)를 이용하여 셀 축소를 위한 최적화된 값을 산출하여 Interference를 발생 시키는 Home-eNB로 전송한다. 전송 받은 Home-eNB는 자신의 파워를 줄여 cell coverage를 축소 시킨다. 최초 전원이 들어온 Home-eNB는 Max_Power까지 자신의 Cell coverage를 확대한다. 이로 인해 인근 Home-eNB가 초기 Home-eNB를 발견 시에는 동일한 앞의 과정을 거쳐 초기 Home-eNB가 적절한 coverage를 갖도록 시킨다.

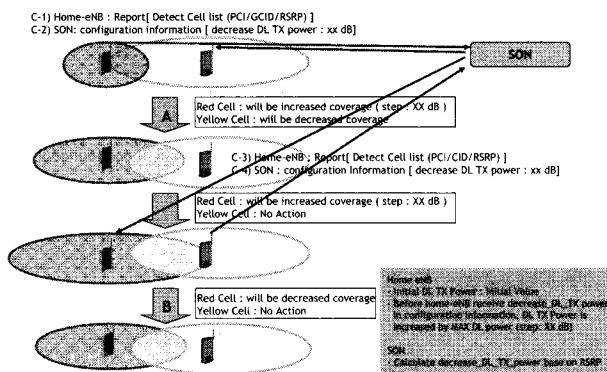


그림 3. 백내 기지국에 의한 커버리지 적응성
Fig. 3. Adaptive coverage by Home-eNB

5. 단말을 이용한 Adaptive coverage 방안

Home-eNB에 의한 Adaptive coverage만으로는 최적화가 완벽하게 되지 않을 수 있으므로, 그림 4와 같이 단말을 이용

한 Adaptive coverage가 필요하다.

자신의 Home-eNB를 이용하여 통화/비통화중인 단말이 주변 Home-eNB를 발견 시에는 해당 Cell의 PCI/GCID/RSRP를 Report를 통해 자신이 속한 Home-eNB로 보고한다. 이때 비활성화된 단말은 Report를 위해 활성화를 시도해야 한다. 단말로부터 보고 받은 Home-eNB는 기 정의된 인터페이스 메시지를 통해 SON으로 보고한다. SON은 보고 받은 PCI/GCID를 이용하여 해당 Home-eNB를 찾고, RSRP를 이용하여 셀 축소를 위한 최적화된 값을 산출하여 해당 Home-eNB로 전송한다. 전송 받은 Home-eNB는 자신의 cell coverage를 축소 시킨다.

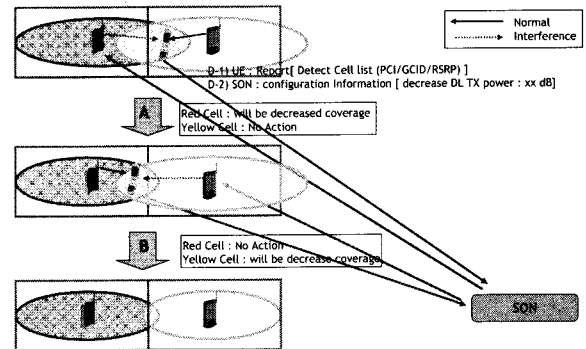


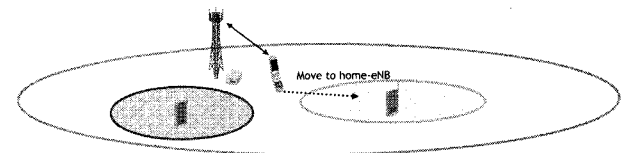
그림 4. 단말에 의한 커버리지 적응성
Fig. 4. Adaptive coverage by UE

III. 이동성 제공 방안

현재 3GPP Spec에서는 white list를 MME와 UE만 가지고 있지만, 이동성 제공 시에 이웃 셀 관리 및 불필요한 메시지가 발생할 수 있으므로, 저자는 White list를 eNB 또한 보유하는 것을 주장하며, 이를 가정으로 설명하겠다.

1. Macro-eNB to Home-eNB Handover

그림 5와 같이 Macro Cell에서 통화 중인 가입자에게 Macro-eNB는 본인의 영역 내에 가입자의 Home-eNB가 있는지 판단하고, Neighbor List에 해당 Home-eNB의 포함시킨다. 자신의 Home-eNB로 이동중인 단말은 자신의 Home-eNB를 발견하고 핸드오버를 위해 Home-eNB의 PCI를 보고한다. 만일 Macro Cell 내에 Home-eNB들이 confusion-free이면 Macro-eNB는 해당 가입자의 Home-eNB 여부를 판단하고 핸드오버 시킨다. 만약 collision지역이면 정확한 셀을 구분하기 위해 단말에게 해당 셀의 GCID를 요구한다. 이때 통화중인 단말이 이웃 셀의 SIB(System Information Block)정보를 읽기 위해서는 Gap이 필요하므로 Macro-eNB는 단말에게 Gap 정보를 전송한다.



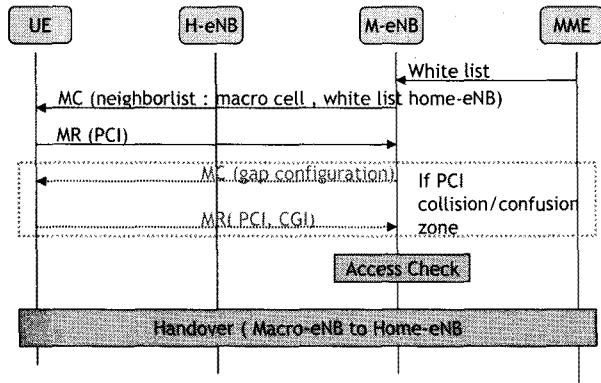


그림 5. 외부 기지국에서 태내 기지국으로의 이동성
Fig. 5. Macro-eNB to Home-eNB Mobility

2. Home-eNB to Home-eNB Handover

그림 6과 같이 통화중인 가입자가 Home-eNB간 이동 시, Home-eNB는 SON을 통해 기 구성된 Neighbor-relationship을 이용하여 Neighbor List에 해당 Home-eNB를 포함시킨다. 다른 Home-eNB로 이동중인 단말은 Home-eNB를 발견하고 핸드오버를 위해 Home-eNB의 PCI를 전송한다. Home-eNB는 해당 PCI를 이용하여 핸드오버 시킨다. SON을 통한 Neighbor-relationship과정에서 confusion-free를 만족 시키므로 GCID를 얻기 위한 과정은 필요 없다.

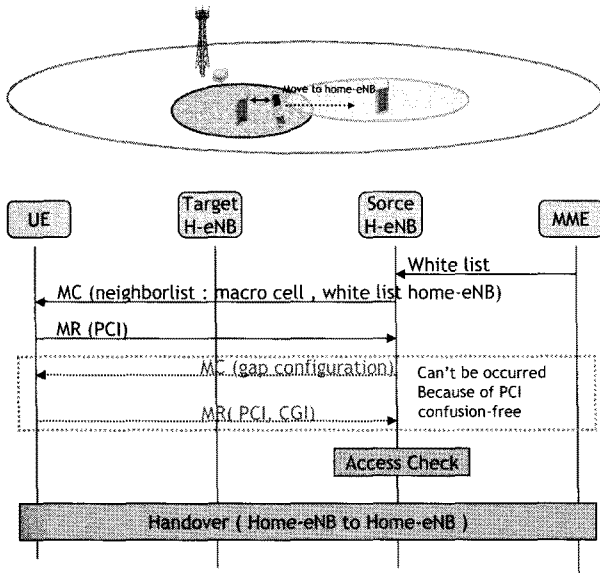


그림 6. 태내 기지국간 이동성
Fig. 6. Home-eNB to Home-eNB Mobility

3. Home-eNB to Macro-eNB Handover

그림 7과 같이 통화중인 가입자가 Home-eNB로부터 Macro-eNB로 이동 시, Home-eNB는 자신의 지역을 커버하는 Macro Cell을 초기 설치 시 인지하고 있으므로, 해당 Macro Cell을 Neighbor List에 포함시킨다. 태내에서 밖으로 이동중인 단말은 Macro Cell를 발견하고 핸드오버를 위해 PCI를 전송한다. Home-eNB는 해당 PCI를 이용하여 Macro-eNB로 핸드오버 시킨다. 이 과정 역시 SON을 통한 Neighbor-relationship 과정에서 confusion-free를 만족 시키므로 GCID를 얻기 위한

과정은 필요 없다.

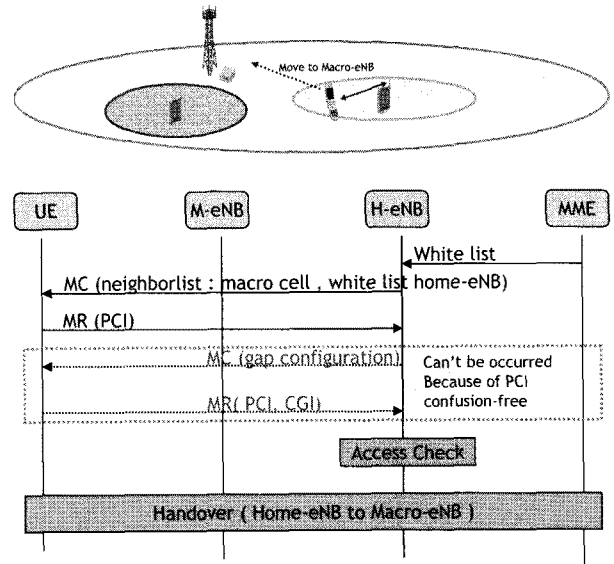


그림 7. 태내 기지국에서 외부 기지국으로의 이동성
Fig. 7. Home-eNB to Macro-eNB Mobility

IV. 결론

본 논문에서 SON을 통한 태내 기지국 관리 방안으로 PCI 할당 및 Interference를 줄이기 위한 Adaptive Coverage에 대해 다루었으며 Home-eNB의 존재로 인해 발생하는 이동성에 대한 방안이 소개 되었다. 현재 Home-eNB는 Femto라는 다른 용어를 사용하여 기존 2G 및 3G망의 태내 기지국으로 개발이 되고 있다. 현재 태내 기지국의 이슈로는 크게 Cell Re-selection/Handover방안과 Interference가 있다.

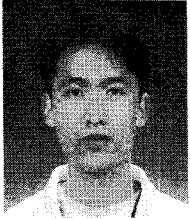
태내기지국은 음영지역 해소를 위한 태내 기지국(OPEN)과 서비스 품질을 위한 태내 기지국(CLOSE)으로 크게 구분할 수 있으며, 상기 이슈들은 태내 기지국 방식에 따라 다르게 접근할 수 있다.

SON을 이용함으로써 인간의 검증 없이 자동으로 초기 설정 및 최적화가 가능하므로 편리성은 증가하나 아직까지는 인간의 판단이 더 중요시 되고 있다. 따라서 SON을 통한 Auto 방식과 사람이 제어하는 Manual 방식으로 구분 지어 각각이 변경 가능한 인자들에 대해 조사하는 작업이 필요 할 것이다.

현 LTE Spec 경우, 상당 부분이 정립되지 않은 상태 이므로 여러 부분이 좀 더 연구 진행 되어야 한다. 기존 2G/3G 상용화 망의 경험을 바탕으로 접근하는 게 더 용이 할 것으로 저자는 생각한다.

참고문헌

- [1] TR 36.331, "Radio Resource Control (RRC) protocol specification," 3GPP, May, 2008.
- [2] TR 36.300, "Overall description," 3GPP, May, 2008
- [3] TR 36.902, "Self-configuration and self-optimizing network (SON) use cases and solutions," 3GPP, May, 2008.
- [4] TR 25.820, "3G Home NodeB Study Item Technical Report," 3GPP, May, 2008



김 영 준
2000년~현재 LG-Nortel 재직중.
관심분야는 이동통신 핸드오버



김 상 하
2001년~현재 LG-Nortel 재직중.
관심분야는 MAC Scheduling



이 정 룬
1995년 서울대학교 수학과 학사
1997년 서울대학교 수학과 석사
2006년 한국과학기술원 전자전산
학과 박사, 1997년2006년 LG-
Nortel 책임연구원, 2006년2007년
인천대학교 전자공학과 전임강사,
2008년~현재 중앙대학교 전자전
기 공학부 조교수. 관심분야는
이동통신 네트워크, 센서 네트워
크, 저전력 이동통신 프로토콜
등.