

# 3G Evolved Packet Service(EPS) 시스템에서의 Seamless Radio Mobility

송평중 | 김수창  
한국전자통신연구원

## 요약

본고에서는 현재 3GPP (3rd Generation Partner Project)에서 표준화 작업이 진행중인 EPS (Evolved Packet Service)<sup>(주-1)</sup> 시스템에서, Seamless radio mobility<sup>(주-2)</sup> 기술에 대해서 알아본다. 본고는 EPS 표준 규격과 관련 기고를 참고하여 작성하였다.

## I. 서론

이동통신 시스템의 컨버전스 추세에 따라 핸드오버 기술은 현재의 '통신중 끊김없는 서비스 보장'이라는 단순 기술 형태에서 가입자와 사업자 모두에게 새로운 비즈니스 모델을 제공하는 복합 기술 형태로 진화되고 있다.

3GPP에서는 이같은 상황을 가급적 표준에 반영하기 위하여 EPS 시스템 내부에서 셀간 이루어지는 Inter-eNodeB Mobility와 EPS 시스템과 3GPP 페밀리 시스템간의 Inter-RAT Mobility, 그리고 EPS 시스템과 CDMA 계열/WiMAX 계열간의 Non-3GPP Mobility 등 다양한 형태의 핸드오버 기술을 연구하고 있다.

본고에서는 EPS 시스템에서의 Inter-eNodeB mobility와

Inter-RAT(Radio Access Technology) mobility에 적용되는 요소기술에 대하여 살펴 본다.

## II. EPS 액세스 네트워크 구조

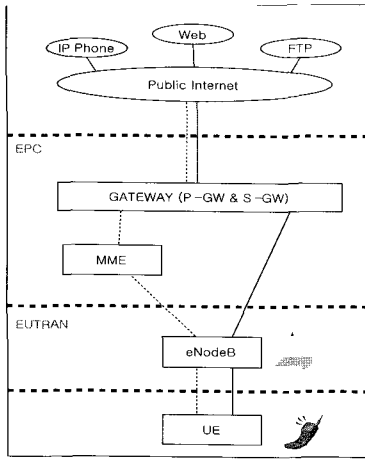
EPS (Evolved Packet Service) 시스템은 "시스템 구조의 단순화를 통한 시설 비용절감과 다양한 시스템간의 인터워킹 (Inter-RAT mobility)을 통한 서비스 연속성 (service continuity) 강화" 등이 가능하도록 설계되고 있다.

EPS 시스템은 (그림 1)과 같이 User-plane(실선)은 기본적으로 기지국(eNodeB)과 Gateway (S-GW, P-GW)등 두 개의 노드로만 구성된다. Gateway는 Control-plane (점선)을 담당하는 MME (Mobility Management Entity)로부터 별도 독립되어 있으며 두 개의 노드(S-GW & P-GW)로 분류된다. 이는 사업자가 트래픽 양이나 인터워킹 유형에 따라 Scaling을 자유롭게 할 수 있게 하고, 네트워크 운용이 최적화되도록 두 개의 노드를 서로 다른 위치에 시설할 수 있도록 하기 위한 것이다.

(그림 2)는 (그림 1)의 EPS 시스템 구조를 기반으로 이중 액세스 네트워크를 결합시키는 시나리오이다.[2] (그림 2)에서 빗금친 점선내의 S-GW (Serving-GW)는 서론에 언급한

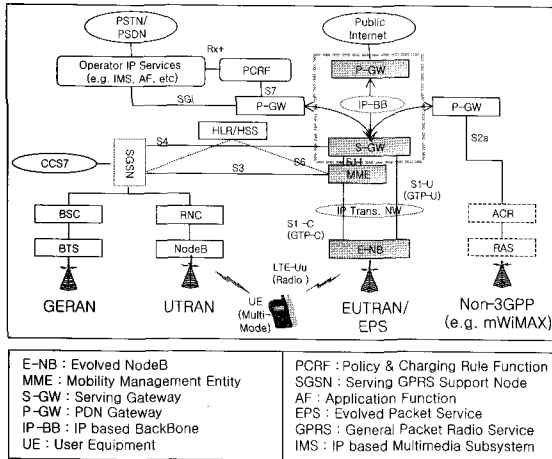
(주-1)\_ 3G Evolution 전체 시스템을 의미하는 EPS (Evolved Packet Service) 시스템은 액세스 네트워크 중심의 LTE (Long-Term Evolution)와 코어 네트워크 중심의 SAE(System Architecture Evolution)를 총괄하는 용어임.

(주-2)\_ Mobility란 통상, 단일의 Idle mode에서 수행되는 시스템 재선택 (Cell/System-Reselection) 기능과 단일의 통신중에 수행되는 핸드오버 기능을 모두 포함하나, 본고에서는 핸드오버에 국한하여 기술함.



(그림 1) EPS시스템의 기본 구조

Inter-RAT mobility 기능을 제공하며, P-GW(PDN-GW)는 Non-3GPP mobility 기능을 제공한다.



(그림 2) EPS시스템과 타 네트워크와의 인터워킹 구조

(그림 2)의 구조는 3GPP 회원사간 2년간의 열띤 논쟁끝에 2007년 2월 극적으로 합의된 구조이며 (St. Louis, SA2), 보다 구체적 내용과 용어는 3GPP TS 32.401 문서를 참조 바란다.[2]

사용된 주요 엔티티의 기본 기능과 주요 인터페이스의 기본 기능은 <표 1>과 <표 2>에 각각 약속되어 있다.

<표 1> EPS시스템의 주요 엔티티별 기본 기능

| 엔티티                              | 기본 기능  |
|----------------------------------|--|
| MME (Mobility Management Entity) | <ul style="list-style-type: none"> <li>비무선 계열 기능 수행 (Non-Access Stratum)</li> <li>일례로, 페이징, 위치등록, 인증 등 Idle 모드 상태의 단말 관리</li> <li>3GPP Rel.6에서의 PMM과 SM 기능에 해당</li> </ul>                          |
| eNodeB (evolved NB)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>무선 계열 기능 수행 (Access Stratum)</li> <li>LTE 액세스 네트워크의 대부분 기능을 담당함 (PHY (RF/Modem), MAC, RLC, RRC 및 RRM 등)</li> <li>3GPP Rel.6에서의 (NodeB + RNC)에 해당</li> </ul> |
| SGW (Serving GW)                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mobility Anchor(Inter-eNB&amp;inter-3GPP mobility)</li> <li>Mobile Access Gateway (MAG, PMIP-based), etc</li> </ul>   |
| PGW (PDN GW)                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mobility Anchor (Non-3GPP mobility)</li> <li>Local Mobility Anchor (LMA, PMIP Based), etc</li> </ul>  |
| PCRF (*)                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>QoS policy control</li> <li>Charging policy control, etc</li> <li>*PCRF : Policy and Charging Rule Function</li> </ul>                                      |
| PMIP (Proxy MIP)                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>SGW-PGW간에 사용되는 L3 Mobility 프로토콜</li> </ul>  |

<표 2> EPS시스템의 주요 인터페이스별 기본 기능

| 인터페이스       | 기본 기능  |
|-------------|--|
| S1-U        | User plane protocol between eNodeB and S-GW    |
| S1-C        | Control plane protocol between eNodeB and MME  |
| S2a/b       | Client and Network based mobility (IETF Based) |
| S3, S4      | GTP  |
| S5, S8, S10 | GTP and IETF based mobility protocol           |
| S11         | Interface between MME and Serving SAE GW       |

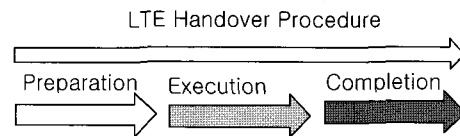
다음절에서는 EPS Radio Mobility에 적용되는 요소기술에 대하여 살펴본다.

### III. EPS Radio Mobility 요소기술

#### 3.1 EPS Radio Mobility 모델

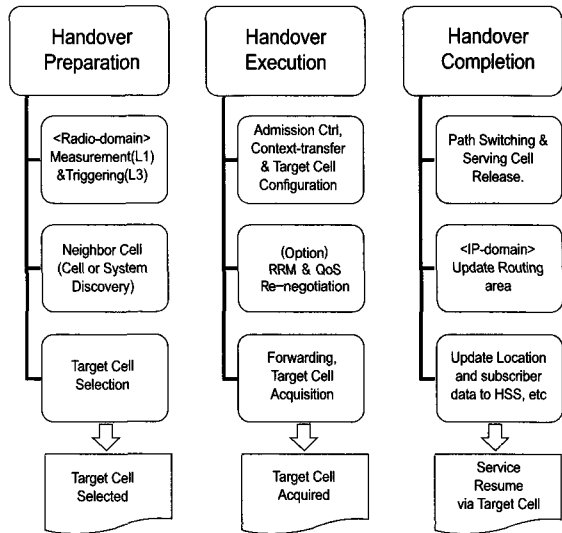
EPS radio mobility에서 핸드오버 수행은 (그림 3)과 같이 “준비, 실행, 완료” 등 3단계 모델로 분류하고 있으며, 이 모델은 모든 핸드오버 유형에 적용 가능하다.

핸드오버 3단계별 요소기술을 분류 정리하면 (그림 4)와 같다. 이 분류 방식은 3GPP에서 네트워크가 단말에 비하여 보안성이 좋고 안정적 관리가 용이한 이유로 채택한



(그림 3) EPS 시스템의 핸드오버 수행 단계

“Network Controlled Handover” 방식에 기준한 것이다. 특히, 단말의 이동으로 IP-level 접속점 (Point of Attachment)이 변경될 경우, IP domain상의 L3 mobility 절차가 필요한데, 본 고에서는 Radio domain상의 L2 mobility (“Radio mobility”)위주로 다루기로 한다.



(그림 4) EPS 시스템의 핸드오버 요소기술

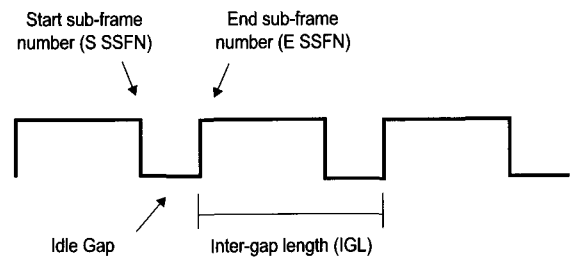
이하에서는 EPS Radio mobility의 주요 요소기술중 일부를 핸드오버가 진행되는 순서에 따라 기술한다.

### 3.2 Measurement

EPS Radio mobility는 기본적으로 MAHO (Mobile Assisted HandOver) 기법을 채택하고 있다. 단말이 측정하고 네트워크가 핸드오버를 주도하는 전형적 핸드오버 방법이다. Measurement 기술은 핸드오버 실행에 필요한 첫번째 기술로서 단말의 측정 기능에 해당된다.

현재, 핫 이슈로는 서빙중인 셀의 통신 품질에 최소한의 영향을 주면서 인접 셀을 빠르고 효과적으로 탐색, 측정하는 기술을 찾는 것이다. 여기서, 인접 셀이란 EPS 동일 시스템내의 핸드오버이면 EPS 셀이 되고, 이종 시스템간의 핸드오버이면 타 시스템의 셀에 해당된다. EPS에서 고려중인 Measurement 방법은 다양하나 대표적으로 아래 방법이 논의된다.

- Packet scheduling : MAC (Medium Access Control)의 패킷 스케줄링이 결정해 주는 측정 주기 패턴 (M-G-P: measurement gap pattern)에 따라 단말이 인접 셀 (셀 혹은 시스템)을 측정하는 방법(그림 5)
- DRX/DTX operation: 패킷 전송의 특징을 이용, 단말이 신호를 수신하거나 송신하지 않은 시간(DRX/DTX periods)에 인접 셀을 측정하는 방법
- Combined operation: 현재 주어진 DRX/DTX operation으로 인접 셀의 측정이 충분하면 DRX/DTX 모드를 사용하고, 충분치 않으면 기지국이 M-G-P를 발생하여, 이 정보를 단말에 알려 인접 셀을 측정하게 하는 방법



(그림 5) Measurement gap pattern

이외에도, 단말의 속도 클래스를 세분화 (low, medium, high)하여 핸드오버 파라미터를 달리 적용하고 이로써 핑pong 효과 등을 줄이는 측정 방법도 검토중이다.

### 3.3 Neighbor Discovery and Selection

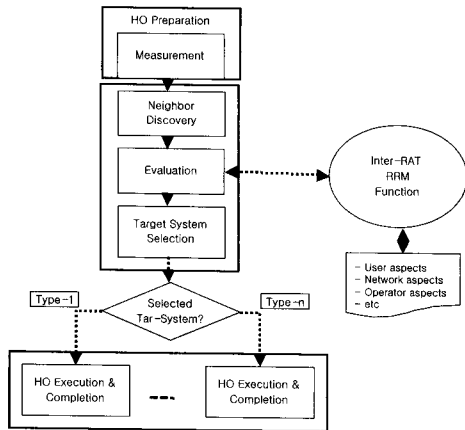
기존 2G, 3G 시스템의 핸드오버는 주로 동일 시스템 내부로 제한되었으나, EPS에서는 Multi-RAT mobility 이슈를 핵심기술로 부각시키면서 타겟 셀의 탐색 대상은 동일 시스템의 인접 셀은 물론 타 시스템의 인접 셀도 포함된다. Neighbor Discovery and Selection은 이 같은 상황을 반영하기 위해 여러 유형의 액세스 네트워크가 오버레이된 환경에서 인접 셀을 탐색하고, 일정 기준에 따라 탐색결과를 평가한 후 최종적으로 타겟 시스템을 선택하는 기술이다. (그림 6)

인접셀 탐색은 앞 절의 Measurement를 이용하여 처리되고, 인접 셀 평가는 단말의 인접 셀 측정 결과에 따라 이루어진다. 특히, 이종 시스템간 핸드오버의 경우, 인접 셀 평가는 인접 셀의 측정 결과 뿐 아니라 아래 요소가 추가 고려될 수

있다.

- 단말 요인 : 무선환경, 서비스 특성 (e.g. QoS), 가입자 선호도, 단말 배터리 및 능력
- 네트워크 요인: 부하레벨, 시스템간 간섭 레벨, 시스템 가용도 및 제공 능력
- 사업자 요인 : 자원관리 정책, 과금 정책 등

사실, 타겟 셀 선택 방법은 사업자 정책에 따르는 구현 이슈이다. 일례로, 정책 기반의 무선자원관리에 의한 선택 방법 (Policy based RRM), 단말이 현 위치에서 측정된 인접시스템 정보를 이용하여 선택하는 방법 (Positioning-aware selection), 그리고 Utility function과 같은 특수 알고리즘을 이용하는 방법 등이 고려될 수 있다.



(그림 6) 인접 시스템 탐색 및 선택 절차

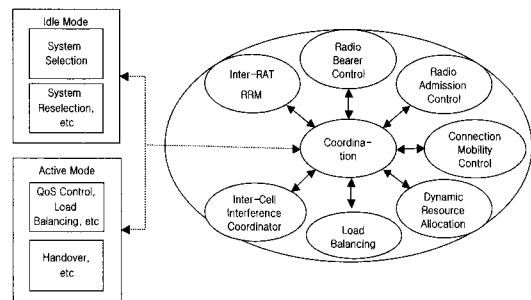
최근 들어, SAE에서는 ANSDF (Access Network Discovery and Selection Function)라는 별도의 추가 엔티티를 두어 타겟 시스템 선택 방안을 연구중에 있다. 이 엔티티는 타겟 시스템 선택에 필요한 데이터 관리와 제어기능을 포함하며, 단말과 ANSDF 엔티티간의 관련 정보를 주고 받기 위한 메커니즘(Pull-Push)이 고려되고 있다.

### 3.4 Radio Resource Management (RRM)

RRM은 타겟 셀에서 핸드오버호에 대한 수락제어 및 자원 관리, 타겟셀 선택에 필요한 각종 알고리즘에 관한 기술이다. RRM은 신규호 설정에 필요한 무선자원의 효율적 관리 는 물론, 타겟 셀의 무선자원 부족으로 핸드오버 실패 확률

을 최소화시키는데 필요하다.

UMTS의 경우 RRM은 여러 기지국(NodeBs)을 제어하는 제어국 (RNC : Radio Network Controller)에 위치하였으나, EPS의 경우는 “Flat architecture” 개념의 도입으로 기지국 (eNodeB)에 위치한다. 이 개념은 (그림 1)과 같이 기지국 (eNB)이 Gateway만을 거쳐 인터넷에 바로 접속되는 구조이며 중간에 어떤 노드 (e.g. RNC)도 거치는 않는다.



(그림 7) EPS의 무선자원 관리기능 모델

현재 EPS 시스템에서 고려중인 RRM 기능은 <표 3>과 같이 7개 기능이 정의되어 있다.

<표 3> EPS의 무선자원관리(RRM) 기능

| 기능 항목                                       | 기본 기능   | 관련 엔티티    |
|---|---|-----------|
| Radio Bearer Control (RBC)                  | 신규호 혹은 핸드오버 호를 위한 무선자원 설정, 유지 및 해제 기능   | RRC       |
| Radio Admission Control (RAC)               | 신규호 혹은 핸드오버 호의 수락 제어 기능   | RRM       |
| Connection Mobility Control (CMC)           | Idle/Active 상태에서의 타겟셀 선택 기능   | RRM       |
| Dynamic Resource Allocation (DRA)           | QoS/간섭을 고려한 버퍼와 PRB 할당 기능, Packet Scheduling (PS) 에 해당<br>* PRB : Physical Resource Block | MAC       |
| Inter-cell Interference Coordination (ICIC) | 셀간 간섭 완화를 위한 코디 기능  | RRM , PHY |
| Load Balancing (LB)                         | 셀/시스템의 과부하 제어 기능  | RRM       |
| Inter-RAT Radio Resource Management         | Inter-RAT 핸드오버에서 타겟 시스템 선택 기능   | RRM       |

### 3.5 Packet Loss Management

UMTS 시스템은 소프트 핸드오버 기술을 채택하고 있어 핸드오버 기간중 정보 손실이 발생하지 않으나, EPS 시스템은 복잡성, 전략성 등의 이유로 하드 핸드오버 기술을 채택

하므로써 패킷 손실이 발생한다.

Packet Loss Management은 하드 핸드오버 기간중 발생하는 패킷 손실을 최소화하기 위한 기술이며, EPS 시스템에서는 GERAN과 같은 서킷교환 방식의 핸드오버에 준하는 저 손실의 패킷 관리를 요구하고 있다. 그 해법으로 아래 3가지가 제안된다.

- Bi-casting : 코어 네트워크의 게이트웨이 (S-GW/P-GW)에서 소스/타겟 두 기지국으로 동시 Bi-casting 하는 기술 (Bi-casting 시점의 결정이 어려워 데이터 유실 가능)
- Do Nothing : 코어 네트워크의 게이트웨이에서 통신 Path를 소스 셀로부터 타겟 셀로 단순히 스위칭 시키는 기술 (2G/3G 시스템의 저속 데이터 전송으로 데이터 유실 가능)
- Packet Forwarding : 소스 셀에서 패킷 데이터를 Buffering한 후 타겟 셀로 Forwarding하는 기술 (데이터 유실이 작아 대부분 선호)

아울러, 서비스 특성에 따른 combined 방식으로, 다소 복잡하나 실시간 QoS가 보장되는 Data Forwarding 방식 (비실시간 서비스)과, 단순하나 실시간 QoS가 보장되지 않는 "Do Nothing" (실시간 서비스, TCP) 방식을 함께 사용하는 방안도 있다. <표 4>는 EPS 시스템의 패킷 손실 최소화 방안을 비교한 것이다.

<표 4> EPS 시스템의 패킷 손실 감소 방안 비교

| Attributes                 | Bi-casting (Nortel) | Forwarding (Alcatel) | Do nothing (Motorola) |
|----------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Complexity                 | Medium              | High                 | Very low              |
| Lossless handovers         | Not possible        | Possible             | Not possible          |
| Handover interruption time | No impact           | No impact            | No impact             |
| Backhaul 대역 소요             | High                | Medium               | Low                   |

### 3.6 Target Cell Acquisition

동일 시스템에서 핸드오버로 인한 통신 단절 시간은 수십 ms에 불과해 그리 문제가 안되나, 타 시스템으로 넘어가는 핸드오버의 경우는 수백 ms에 달할 수 있어, 앞서 말한 패킷 손실 최소화와 더불어 통신 단절시간 (Handover interruption time)의 최소화는 주요 이슈에 속한다.

EPS 시스템의 경우, 핸드오버로 인한 통신 단절시간은 실

제로 단말이 타겟 시스템을 액세스(Acquisition)하는 시간에 비례한다. 이를테면, 타겟 시스템과의 동기화 절차, 패킷 교환에 필요한 무선자원의 요청/할당 절차 등이 이에 속한다. 통신단절시간을 최소화하는 해법은 다양할 수 있으며 이는 기술적 혹은 시스템 운용상의 know-how에 해당된다고 볼 수 있다. 일례로, 단말이 현 위치에서 각종 액세스 정보를 네트워크 DB에 실시간으로 보고하여 갱신하는 방법 ("Terminal position-aware approach" 과, Aloha 기반의 전형적인 액세스 방식 (Contention based)을 개선하여 단말이 기지국으로부터 특정 프리앰블을 할당받아 타겟 시스템을 액세스 (Non-Contention based) 방법 등을 고려해 볼수 있다. 물론, 이같은 경우에는 기지국이 내려주는 시스템 정보에 타겟 시스템의 캐리어 주파수, 대역폭 및 각종 오프셋 등 액세스 파라미터가 포함되어 있어야 한다.

### 3.7 Packet Switching

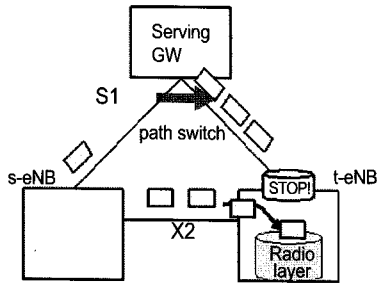
앞의 3.5절에서 말한 패킷 포워드링 (Packet forwarding) 방법의 경우, 패킷은 두 갈래의 Path를 통하여 내려 오므로 패킷의 순서 교란이 발생할 수 있다. (그림 8)에서, Serving-GW로부터 타겟 셀(t-eNB)로 직접 내려오는 패킷이 소스셀(S-eNB)을 거쳐 돌아 오는 패킷보다 타겟 셀에 먼저 도달하는 경우이다. 이러한 현상은 패킷이 X2 인터페이스라는 우회 Path를 거치면서 추가적인 전송 지연이 발생하는데 기인한다.

이같은 패킷 순서 교란을 최소화하는 방법은 없을까? 그 해법중의 하나는 타겟셀에 특수 타이머 (e.g. Reordering timer)를 사용하여, 소스셀을 거쳐 들어 오는 패킷을 모두 받기까지는 Serving-GW로부터 직접 내려오는 패킷 수신을 보류하는 것이다. 이리 되면 타겟셀은 리오더링을 수행하지 않아도 되며 리오더링을 위한 시간도 별개 된다.[7] 이외에 X2 인터페이스로 포워드되는 패킷이 마지막임을 알려주는 "Last packet control" 방식도 있다.

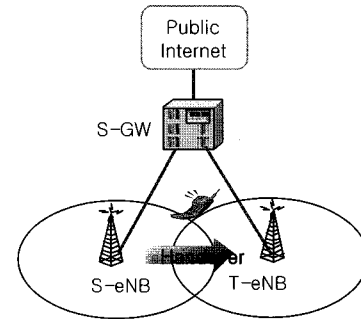
### 3.8 기타 관련기술

마지막으로, 핸드오버를 이용한 응용사례로써 셀간의 부하 제어기술을 살펴 본다. (그림 9)의 상단에서와 같이 Cell A에 비해 Cell C의 트래픽이 폭주상태인 경우, 셀간의 load balancing 방법중의 하나는 Cell C의 일부 트래픽을 Cell A로

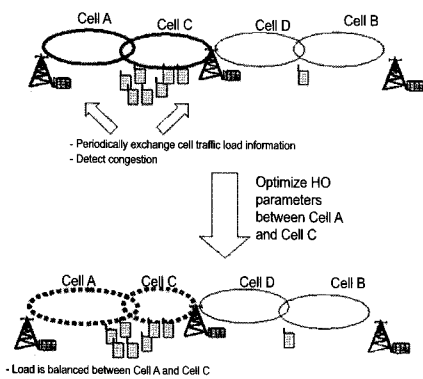
퍼 넘기는 것이다. 이는 Cell A와 Cell C의 핸드오버 파라미터를 최적화시켜 두 셀의 coverage와 capacity를 조정하므로써 성취될 수 있다.



(그림 8) Path Switching 사례



(그림 10) Inter-eNodeB 핸드오버 상황



(그림 9) Cell A와 Cell 간의 Load-balancing

이외의 요소기술로는 핸드오버 호를 위한 end-to-en QoS 제어, end-to-end security 제어, Serving-cell release, 핸드오버 완료후의 단말 위치 갱신 등 여러 절차가 있으나 본고에서는 생략하기로 한다.

#### IV. EPS Radio Mobility 시나리오

앞서 말한 EPS Radio mobility의 요소기술을 배경으로 Inter-eNodeB mobility와, Inter-RAT mobility의 두 경우에 대한 시나리오를 살펴보고, 각 시나리오에서 핸드오버 소요시간과 통신 단절시간을 추론해 본다.

#### 4.1 Inter-eNodeB Mobility 시나리오 [2]

단말이 동일 EPS 시스템에서 소스 셀(S\_NB)에서 타겟셀(T-eNB)로 핸드오버하는 시나리오이다. (그림 10)

이 시나리오는 (그림 11)의 핸드오버 절차와 같이 3단계 연속 동작으로 수행된다. 아래의 각 번호는 (그림 11)의 핸드오버 단위 동작 번호에 매핑된다.

- HO Preparation phase(1-6)
- HO Execution phase(7-9)
- HO Completion phase(10-15)

첫 단계로, HO Preparation(1-6)은 타겟 셀을 결정하고 타겟 셀의 자원을 설정하는 단계이다. 단말이 측정할 소스 기지국(S-eNB)의 수신 신호세기가 일정 임계치 이하로 떨어지고 타겟 셀(T-eNB)의 측정 수신세기가 일정 임계치 이상으로 증가하는 경우, 단말은 Measurement Report (1)를 소스 셀에 보낸다. 소스 셀은 앞서 말한 3.3절의 인접시스템 탐색/선택 기술과 3.4절의 무선자원관리 기술의 지원을 받아 타겟 셀을 결정한다.(2) 이후 소스 셀로부터 핸드오버 요청(Handover Request, 3)을 수신한 타겟 셀은 주어진 타스크(4)를 차례로 수행한다.

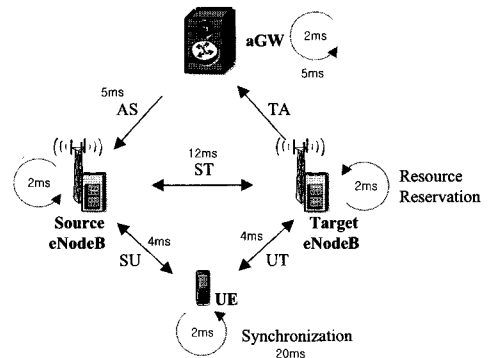
예로, 핸드오버 호에 대한 수락제어(Admission control), 단말 컨텍스트 정보 저장 (Store UE-context), 새로운 단말 식별번호 할당 (New C-RNTI) 그리고 타겟셀의 무선자원형상구성 (Configure T-eNodeB) 등이 이에 해당된다. 이후 타겟 셀은 타스크 수행결과에 대한 응답을 소스 셀에 통보하고, 소스 셀은 바로 이어 네트워크에서 내려 받은 다운로드 패킷 송출을 중지하고 버퍼에 쌓아 둔다.(6) 버퍼에 저장된 패킷

은 X2 인터페이스상에 형성되는 GTP 터널을 통하여 소스 셀에서 타겟셀로 포워드된다. 이로써 핸드오버 1단계가 종료된다.

두 번째 단계로, HO Execution (7-9)은 패킷을 포워드하고 타겟 셀을 액세스하는 단계이다. 소스 셀로부터 Handover Command 메시지 (7)를 수신한 단말은 업링크 패킷의 전송을 중단하고 이를 버퍼에 저장한다.(8) 이와 동시에 단말은 Handover Command 메시지에 실려온 타겟 액세스 정보를 이용, 타겟 셀을 액세스하여 시간 동기화를 이루고 패킷 교환에 필요한 무선자원을 요청 할당받는다.(9/9a)

마지막 단계로, HO Completion (10-15)은 Path Switching을 행하고 소스 셀의 자원을 해제하는 단계이다. 단말이 타겟 셀을 접속 완료한 후 이 완료 사실을 Handover Confirm 메시지 (10)를 통해 코어 네트워크의 S-GW에 보고하면, S-GW는 소스 셀에서 타겟 셀로 Path Switching을 수행하게 된다.(12) 이후 소스 기지국에 할당된 모든 자원은 해제되며, 필요에 따라 위치 갱신과 라우팅 갱신 절차가 수행된다.(15)

(그림 12)는 Inter-eNodeB 핸드오버에 필요한 각 단위 동작의 소요시간 (추정치)이며, <표 6>은 이들 추정치를 정리한 것이다. 각 노드의 processing time은 2ms, 두 노드간의 transfer delay는 5ms (무선구간은 4ms)를 가정하고 있다. 이들 추정치는 worst case에 대한 핸드오버 소요시간을 추정하기 위한 단순 참고치이다.[7]



(그림 12) Inter-eNodeB 핸드오버 메카니즘 형상 (S-eNodeB → T-eNodeB)

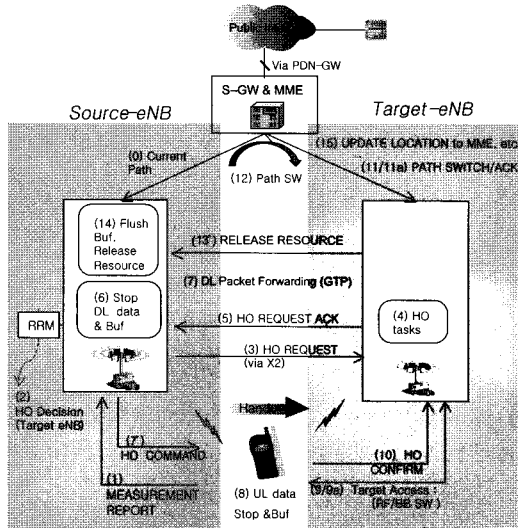
<표 5> One-way delay에 대한 추정치[7] (S-eNodeB → T-eNodeB)

|  |    |       |
|--|----|-------|
| Transmission from aGW to source eNodeB (5 ms) and processing in source eNodeB (2 ms)                 | AS | 7 ms  |
| One-way transmission from target eNodeB to aGW (5 ms) and processing in aGW (2 ms)                   | TA | 7 ms  |
| One-way transmission between source eNodeB and target eNodeB (10 ms) and processing in eNodeB (2 ms) | ST | 12 ms |
| One-way transmission from source eNodeB to UE (2 ms) and processing in UE (2 ms)                     | SU | 4 ms  |
| One-way transmission from UE to target eNodeB (2 ms) and processing in target eNodeB (2 ms)          | UT | 4 ms  |
| Resource Reservation in target eNodeB  | -  | 5 ms  |
| Synchronization time at UE   | -  | 20 ms |

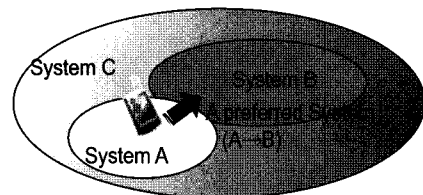
<표 5>에 따르면 앞서 말한 Inter-eNB 핸드오버 3단계 (preparation-completion)에 소요된 핸드오버 총 소요시간은 68ms로 추산되며, 이 값에는 타겟셀 액세스 20ms이 포함된다.

#### 4.2 Inter-RAT Mobility 시나리오 [2]

수신세기 열화 및 트래픽 폭주, 신호간섭 증대 등으로 단말이 소스 시스템 (RAT-A: EPS)에서 타겟 시스템 (RAT-B: UMTS)으로 핸드오버하는 시나리오이며, 이 경우 단말은 두



(그림 11) Inter-eNodeB 핸드오버 절차



(그림 13) Inter-RAT 핸드오버 상황

얼모드를 전제로 한다. (그림 13)

Inter-RAT 핸드오버 절차는 Inter-eNB의 경우와 같이 3단계 동작으로 수행된다. 아래의 각 번호는 (그림 14)의 핸드오버 단위 동작 번호에 매핑된다.

- HO Preparation phase (1-6)
- HO Execution phase (7-9)
- HO Completion phase (10-13)

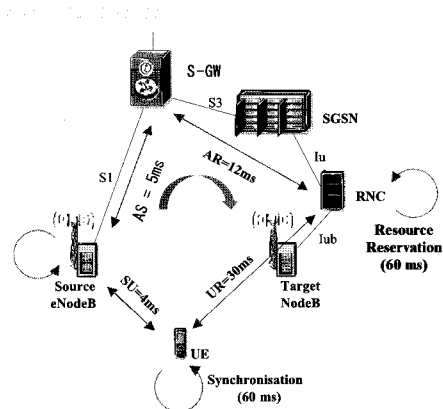
첫째, HO Preparation(1-6)은 Inter-eNB의 경우와 유사하며 차이점은 다음과 같다. 단말의 측정 행위가 기지국에서 내려 주는 “보다 긴 주기”의 M-G-P (measurement gap pattern)을 이용하거나 DRX/DTX 시간을 이용하여 이루어진다는 점과, 타겟 시스템은 앞서 말한 3.4절의 무선자원관리 기술의 지원을 받아 수신 신호세기 뿐 아니라 단말, 네트워크 및 사업자 관점을 종합 고려하여 결정할 수 있다는 점 등이다. 아울러, 핸드오버 요청 정보 (Forward Relocation Request, 4)는 Inter-eNodeB 핸드오버에서의 셀간 전달과는 달리, 이중 시스템간 전달된다. (EPS 시스템의 MME → UMTS 시스템의 SGSN)

둘째, HO Execution (7-9)도 Inter-eNB의 경우와 기본적으로 유사하다. 차이점이 있다면 듀얼 모드 단말이 필요하다는 점과, 단말은 타겟 시스템에 맞는 모드 (예: EPS 모드 →

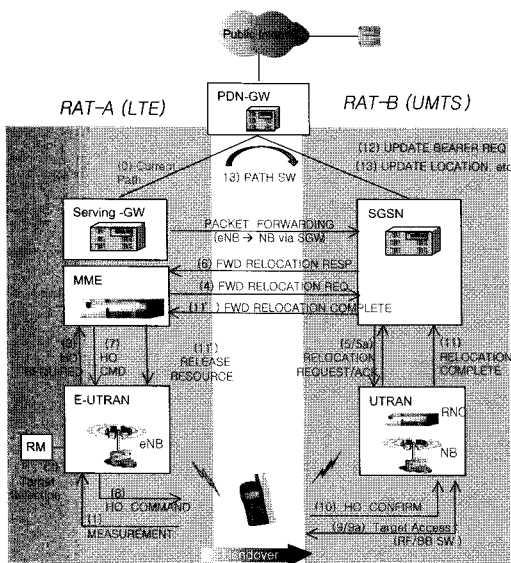
UMTS 모드)로 절체하여야 하는 점 등이고, 특히, 이중 시스템간의 효과적인 패킷 포워드 기술은 앞으로 해결해야 할 주요 과제이다.

셋째, HO Completion (10-13)도 Inter-eNB의 경우와 기본적으로 유사하다.

(그림 15)는 Inter-RAT 핸드오버에 필요한 각 단위동작의 소요시간 (추정치)이며, <표 6>은 이들 추정치를 정리한 것이다. Inter-eNodeB 핸드오버에서와 같이, 각 노드의 processing time은 2ms, 두 노드간의 transfer delay는 5ms (무선구간은 4ms)을 가정하고 있다. 이들 추정치는 worst case에 대한 핸드오버 소요시간을 추정하기 위한 단순 참고치이며 실제값으로서의 의미는 크지 않다.[7]



(그림 15) Inter-RAT 핸드오버 메카니즘 형상 (EPS → UMTS)



(그림 14) Inter-RAT 핸드오버 시나리오 (EPS → UMTS)

<표 6>에 따르면 EPS 시스템에서 UMTS 시스템으로 One-way delay는 무선구간 기준으로 94ms 수준이고, 앞서 말한 Inter-RAT 핸드오버 3단계(preparation ~ completion)에 소요된 핸드오버의 총 소요시간은 208ms로 추산된다. 이 값은 (그림 15)의 Inter-RAT 핸드오버 시나리오와 <표 6>의 핸드오버 단위 동작 시간을 매핑하면 얻어질 수 있다.

<표 6> One-way delay에 대한 추정치[7] (EPS → UMTS)

| Items  | Handovers (EPS to UMTS) |
|--|-------------------------|
| One-way transfer delay between eNodeB and UE                     | 4 ms (downlink)         |
| L1/L2 Synchronisation with target cell                           | 60 ms                   |
| One-way transfer delay between UE and RNC                        | 30 ms (uplink)          |
| Total one-way transfer delay for handovers over the air interfac | 94 ms                   |



## V. 결 론

본 고에서는 EPS 시스템에서의 Radio mobility에 대한 요  
소기술 및 시나리오를 살펴 보았다.

EPS 시스템에서는 앞서 말한 Mobility 유형이외에도 Voice  
Call Continuity 및 Home eNodeB와 EPS간 Mobility를 포함  
하여, EPS 시스템과 HRPD/Mobile WiMAX간의 Mobility인  
Non-3GPP Mobility에 대한 연구도 활발히 진행중이다.

이들 표준규격이 모두 완성되면 Common IMS를  
"Convergence-Point"로 하여 여러 액세스 네트워크간의 인터  
워킹(로-밍, 핸드오버 및 컨버전스 포함)이 가시화될 수 있  
을 것이다.

이러한 인터워킹 기술을 통해 얻는 Benefit은 무엇일까? 사  
업자 관점에서는 초기 시설투자 부담의 완화, 이중 시스템  
간 Load-balancing 및 간섭 완화 등이 예견되는 한편, 가입자  
관점에서는 적정 통신품질을 유지하면서 과금이 저렴한 시  
스템으로의 자유로운 선택이라는 혜택을 떠올릴 수 있다.  
하지만, 사업자의 과금 정책이 이를 수용할 지가 관건이며,  
사업자가 타사에 비해 강력한 경쟁력을 갖는 사업모델을 창  
출하려면 새로운 Inter-System Mobility 패러다임을 전략적  
으로 시도할 수도 있을 것이다.

향후에 시스템간 결합을 허용하는 통신 법령의 규제 완화  
는 어떤 식으로 전개 될 것인지, 서로 다른 액세스 네트워크의  
인터워킹 기술이 사업자에게 Business model로써 어떤  
Benefits를 줄 것인가가 기대된다.

### 참 고 문 헌

- [1] 3GPP TS36.300, "EUTRA Overall description - EPS  
Stage 2", 2007
- [2] 3GPP TS 23.401, "GPRS enhancements for E-UTRAN  
access", 2007
- [3] 3GPP TS 23.402, "Architecture Enhancements for non-  
3GPP accesses", 2007
- [4] 3GPP, TR 36.938 "Improved Network Controlled

Mobility between E-UTRAN and 3GPP2/Mobile WiMAX  
Radio Technologies", 2007

- [5] 3GPP TR\_25913, "Requirements for Evolved UTRA and  
UTRAN", 2006
- [6] IST, E2R Project, "Workshop Materials", 2005
- [7] 3GPP EPS/SAE, "SA2/RAN2/RAN3 Contributions",  
2006-2007
- [8] Ericsson Review, "EPS Test-bed", No. 1, 2007
- [9] IWCCF2007, Pyeong Jung, Song, "Seamless & Fast  
Vertical Handover in Heterogeneous Access Networks",  
May, 2007

### 약 력



송 평 중

1980년 1982년 1995년 BS, MS and PhD in Electronic and  
Telecommunication Eng., Han-yang University, Korea  
1986년~1988년 ALCATEL(former Bell Telephone, S1240  
SW), Expeditionary Researcher  
1997년 ~ 1998년 ITU-T SGX1/ WP3(IMT-2000 LAC,  
MAC), Geneva, Editor  
1997년 ~ 2000년 TTA SC7/WG3(IMT-2000 Radio Interface  
Protocol), Chair  
2004년 ~ 2005년 Development of Inter-RAT Handover  
Specification (WCDMA-CDMA20001X), WCDMA Technical Promotion Committee  
(supervised by Korean Government, MIC), Team Leader  
2005년 ~ 2006년 Telcordia (former Bell Core, Vertical Mobility), Sabbatical Leave  
1982년 ~ 2005년 ETRI (Wire & Wireless Communications), Project Manager &  
Team Leader  
2006년 ~ 현재 ETRI (Converged Access Network Research Team (책임연구원)  
관심분야 : Radio Access Network, Vertical Mobility, IMT\_Advanced



김 수 창

1986년 홍익대학교 전자계산학과 학사  
1997년 충남대학교 전산학과 석사  
2006년 충북대학교 정보통신공학과 박사  
1988년 ~ 현재 ETRI 책임연구원  
관심분야 : 이동성관리, 이동통신시스템