

3G LTE 및 IMT-Advanced 서비스

이 현우 삼성전자 수석연구원
최 성호 삼성전자 책임연구원

1. 표준화 현황 일반

1.1 Long Term Evolution(LTE)

HSPA를 통해 데이터 서비스를 시작한 3G 시스템에서 최대 데이터 rate을 높이고 IMT-2000의 진화된 서비스를 목적으로 low latency를 제공하기 위하여 Long Term Evolution(LTE) 표준화가 2004년 12월 LTE workshop을 시점으로 시작되었으며, 3GPP TSG-RAN(Technical Specification Group - Radio Access Network)에서 담당하고 있다.

구체적으로 downlink에서는 100Mbps를 uplink에서는 50Mbps를 목표로 하고 있으며, delay 측면에서는 5ms 이내의 user data plane delay를 요구한다. 또한 다양한 spectrum allocation을 지원하기 위해서 1.25, 2.5, 5, 10, 15, 20MHz의 scalable bandwidth에서 동작하는 것을 목표로 한다. 이와 같은 요구조건을 만족하기 위해서 LTE에서는 새로운 다중접속 기술과 다중 안테나 기술인 MIMO 등의 발전된 물리계층 기술과 네트워크 기술들의 도입을 위해서 현재 삼성, 도코모, 에릭슨, 퀄컴 및 여러 회사들이 각사의 기술을 제안하고 논의를 진행 중에 있다. 현재까지 다중접속 기술과 macro diversity combining(MDC)에 관한

내용이 결정되었는데 downlink는 OFDM을 uplink는 SC-FDMA 방식을 중심기술로 채택하였으며 MDC는 지원하지 않도록 하였다.

1.2 System Architecture Evolution(SAE)

LTE 표준화와 병행하여 네트워크 구조를 결정하고 이 기종 망간의 핸드오버를 지원하기 위한 기술이 System Architecture Evolution(SAE)라는 이름으로 3GPP TSG-SA(Service and System Aspects) WG2에서 표준화가 진행 중이다.

구체적으로 SAE는 3GPP 시스템을 IP를 기반으로 한 다양한 Radio Access Technology를 지원하는 시스템으로 발전시키기 위한 작업을 통칭한다. SAE는 packet-optimized system, higher-data-rate, lower-latency를 지원하는 시스템을 목표로 작업을 진행하고 있다. 또한 이 기종 망간의 핸드오버 기술에 대한 표준을 확정하여 LTE 시스템과 WLAN 망간의 핸드오버를 포함하여 LTE 시스템과 WCDMA 시스템 간, LTE 시스템과 non-3GPP 시스템 간의 핸드오버 기술을 연구하고 있다. 현재 새로운 RAN 구조의 모델로 Enhanced Node B(Node B 기능과 RNC 기능 담당)와 Access Gateway(SGSN 기능과 GGSN 기능담당)로 구성된 2 Tier 모델이 결정되었으며,

RNC에 위치했던 재전송 기술인 ARQ 기능과 Radio Resource와 핸드오버를 결정하는 기능인 RRC 기능을 Enhanced Node B(Base Station)에 위치시킬 것이 결정되었다. 이 기종 망간의 핸드오버는 Mobile IP를 기반으로 하는 solution을 연구 중에 있다.

1.3 표준화 일정

2004년 12월에 LTE와 SAE 관련 study item이 승인

되었고 이 Study item은 2006년 6월까지 진행될 예정이다. 아래 도면은 2006년 6월까지 진행될 study item에 대한 세부 계획이다. Study item이 완료되면 LTE는 실제 규격을 정하는 단계인 Work item 단계로 들어서게 되는데, LTE work item은 약 1년여에 걸쳐서 구체적인 LTE 규격을 정하는 작업을 하게 된다. 현재 진행중인 LTE 표준화 단계인 Study item 단계란 Work item 단계에 앞서서 기술의 필요성, 혹은 가능성 등을 타진하고 필요한 요소 기술들을 비교분석하여 규격으로 가능성이 있는 기술들을 미리 논의하는 과정을 의미한다.

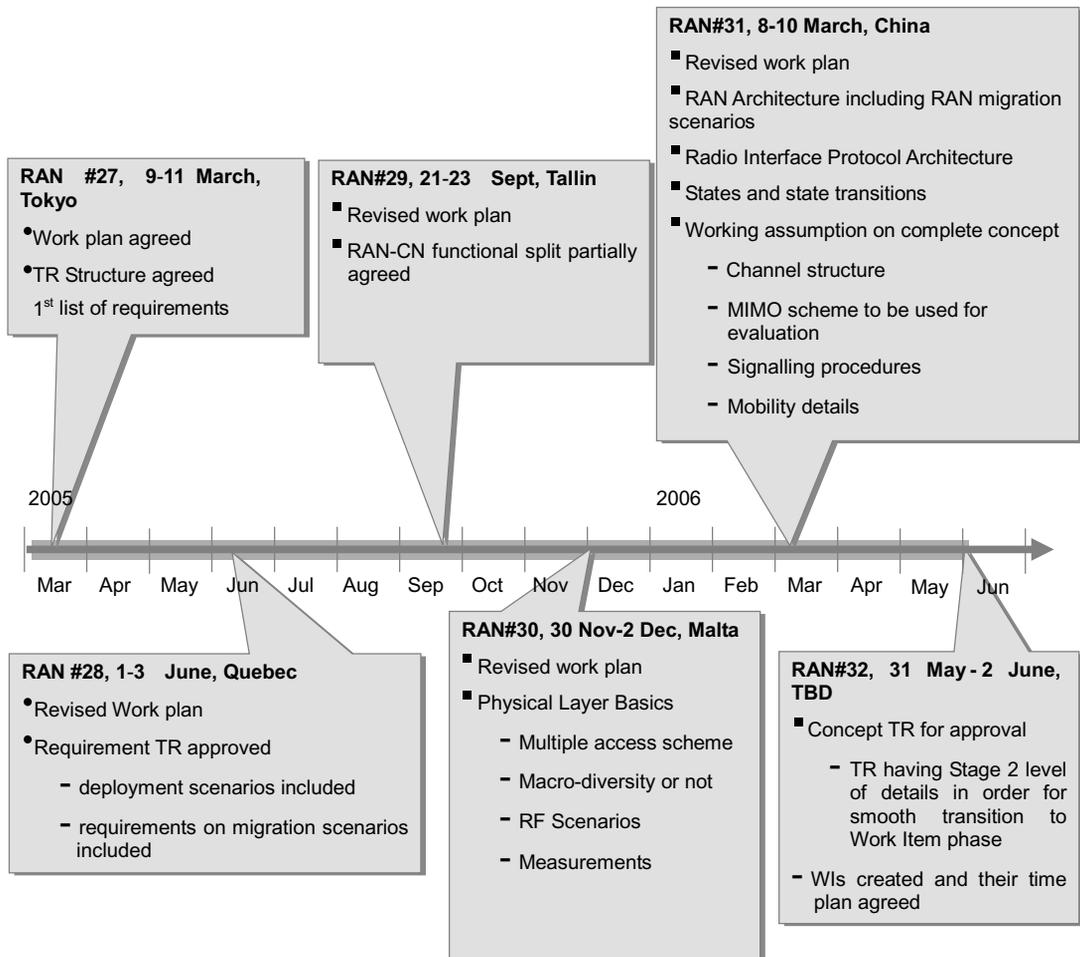


그림 1. LTE 표준화 일정

2. 각 WG별 표준 동향

2.1 TSG RAN WG1: Physical Layer

LTE 표준을 주도하고 있는 3GPP TSG RAN 산하 working group인 RAN WG1은 현재 2006년 6월을 목표로 LTE를 study item 단계에서 표준화를 진행 중에 있다.

현재, RAN WG1 회의에서는 시뮬레이션과 같은 수치적인 분석을 통하여 LTE에 필요한 요소 기술들의 가능성 및 장단점을 논의 중에 있으며, 회사 간의 크게 대립되는 부분에 대하여는 Work item 단계에서의 효율적인 표준 규격 작성을 위하여 Study item 단계에서 결정이 지어지게 된다. RAN WG1 회의에서는 LTE 시스템에 있어서 물리계층의 규격을 정하는 작업을 수행하고 있는데, 구체적으로 순방향, 역방향의 다중접속 기술, 물리채널의 구조 및 관련 시그널링, 채널 코딩, 스케줄링 기술 및 MIMO 등의 기술이 논의 중에 있다.

Study item 단계에서 최근까지 결정된 사항으로는 순방향 다중접속 방법으로 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식을, 역방향 다중접속 방법

으로는 SC-FDMA(Single-Carrier Frequency Division Multiple Access) 방식을 사용하는 것으로 결정된 것이 가장 주목할 점이다. 순방향, 역방향 모두 그림과 같이 주파수 직교성을 유지하는 접속방법을 사용함에 따라서 주파수 측면에서의 스케줄링을 통한 시스템 성능향상 및 대역 효율의 증가를 도모하게 되었다. 다른 중요 결정사항으로 핸드오프(Handoff) 관련하여 역방향 소프트 핸드오프를 사용하지 않는 것을 가정하기로 결정하였다. 현재는 구체적인 물리채널 구조와 셀 간 잡음완화 방법, 또는 MIMO 방법 등이 논의되고 있으며, 스케줄링, HARQ, AMC와 같은 기술도 논의의 축 상에 있다. 특히 OFDM 기반의 새로운 시스템을 설계하게 되므로 cell search, Random Access channel 설계 등이 중요한 이슈로 논의되고 있다.

2006년 상반기에는 Study item의 종료를 앞두고 회사들 간 시뮬레이션을 통하여 기술의 평가에 대한 논의가 진행될 예정이다. 현재 제시되어 있는 구체적인 제안들에 대하여 회사들은 Link simulation 혹은 system simulation을 통하여 제안된 기술 간의 우열에 대한 논의가 진행되게 되고 work item 단계에서 필요한 기술과 필요없는 기술들을 정하는 일이 진행될 예정이다.

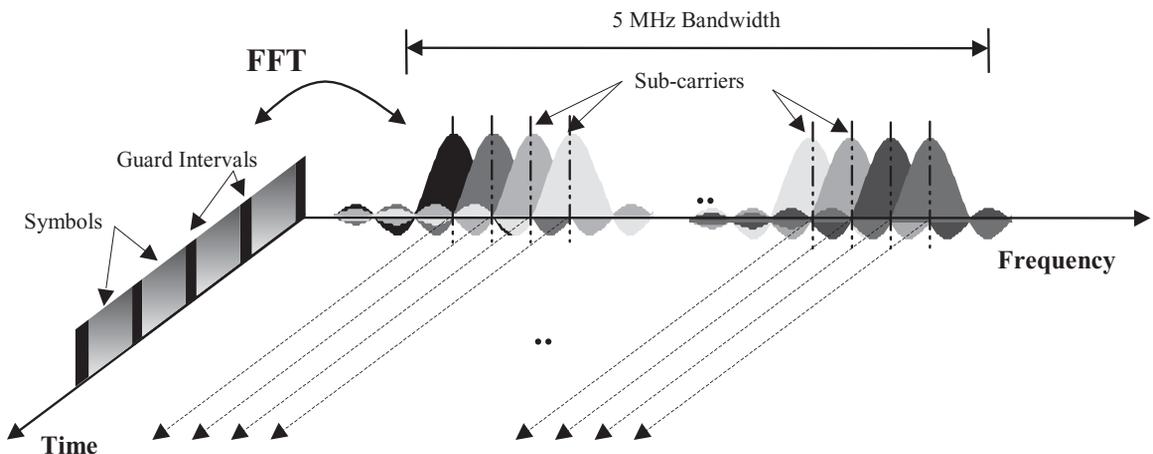


그림 2. OFDMA concept

2.2 TSG RAN WG2: Layer 2/3 Layer

RAN WG2는 무선 프로토콜 규격을 제정하는 작업그룹으로, LTE의 Medium Access Control(MAC), Radio Link Control(RLC), Packet Data Convergence Protocol(PDCP), Radio Resource Control(RRC) 등의 Layer 2/3 표준화를 진행하고 있다.

현재까지 LTE의 채널구조, 초기 랜덤 액세스 과정, ARQ 엔티티의 위치, RRC의 위치, MAC 구조 등에 대한 논의가 일정 부분 진행된 상태이다. LTE 표준화는 RAN1에 비해 늦게 시작하여 2005년 6월 20일 프랑스의 소피아 안티폴리스에서 각 사의 전망을 공유하는 임시 회의가 개최되면서 본격화되었다. 삼성전자를 비롯, Nokia, NTT DoCoMo 등은 기존의 UMTS에 구애받지 않는 보다 진보적인 노선을 취한 반면, Ericsson, Qualcomm 등은 UMTS를 출발점으로 하는 다소 보수적인 노선을 견지하였다. 이러한 노선 차이는 각종 사안들에서의 첨예한 의견차이로 이어졌으며, LTE 표준화가 일견 지지부진해 보일 수 있는 단

초를 제공하였다. 일례로 역방향 MDC(Macro Diversity Combining) 지원 여부는, 상기 두 진영의 팽팽한 의견차이로, 치열한 토론 끝에 RAN 전체 회의에서 2005년 12월, 간이 투표로 결정되었으며, 이에 6개월이 소요되었다.

최근 가장 중요한 이슈는 ARQ 엔티티와 RRC의 위치를 결정하는 문제였으며, aGW(access gateway)에 두고자 하는 진영과 기지국(eNodeB)에 두고자 하는 진영 간에 첨예한 의견 대립이 마찬가지로 약 반년 동안 지속되었고, 올해 3월에 개최된 RAN 전체 회의에서 ARQ와 RRC를 기지국에 두는 것으로 결정났다.

향후 RAN WG2는 HARQ, 스케줄링, measurement와 같은 RAN1과의 공동 주제를 연구하기 위해서 RAN1과 수 차례의 공동 회의를 가질 것으로 보이며, WG2 자체 이슈인 ARQ 프로토콜, 프레이밍, 콜 플로우, 단말 이동성, QoS 지원 등에 대해 보다 심도 있는 토론을 진행할 것이다. 특히 latency를 줄이기 위한 기술에 대한 집중적인 논의가 진행될 것으로 예상된다.

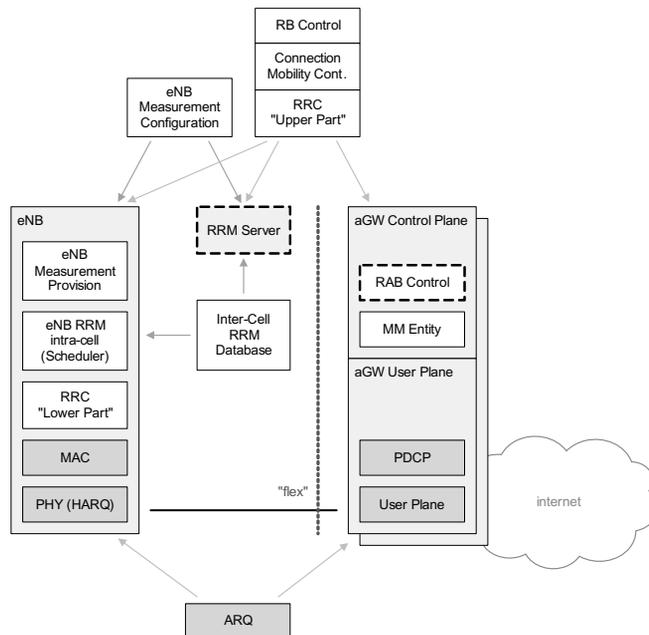


그림 3. LTE RAN Architecture

2.3 TSG RAN WG3: Iu interface: Mobility

TSG RAN WG3는 전체적인 UTRAN 구조와 access 망을 구성하는 각 노드들간의 인터페이스인 Iu, Iur 및 Iub 인터페이스 상의 프로토콜을 담당하는 표준화그룹으로 LTE의 전체적인 구조와 LTE 시스템 내에서의 핸드오버 절차 등의 표준화를 진행하고 있다.

현재까지 동의된 LTE access 망 구조는 그림 2와 같이 향상된 기지국 ENB와 LTE에서 핵심 망(core network)의 역할을 수행하는 LTE Access Gateway(aGW)로 이루어진다. 그림에 나타낸 바와 같이 하나의 ENB는 UTRAN에서의 Iu 인터페이스에서와 마찬가지로 여러 개의 LTE aGW와 연결될 수 있는 flex의 구조로 설계되었다. LTE aGW는 제어 평면(control plane)에 존재해 Idle 모드 단말의 페이지징 등을 담당하는 MME(mobility management entity)와 사용자 평면(user plane)에 위치해 상하향 데이터의 게이트웨이 역할을 담당하는 UPE(user plane entity) 등으로 구분될 수 있다. 참고로 현재 MME와 UPE의 매핑 관계는 SA WG2에서 논의 중이다. 이와는 별도로 그림에 나타

낸 바와 같이 RAN WG3를 중심으로 LTE access 망에서 ENB 사이의 로드 분산 등의 역할을 수행하는 별도의 RRM (radio resource management) 서버의 필요성에 대한 논의도 진행 중이다.

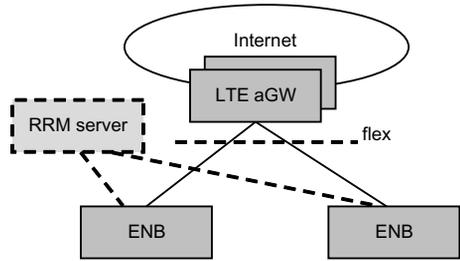


그림 4. LTE access 망 구조

최근 여러 번의 RAN WG3 회의에서는 핸드오버 절차에 대한 심도있는 논의가 있었고 이와 관련해서 현재까지 동의된 사항으로는 그림 2와 같이 단말이 네트워크의 명령을 받아서 핸드오버 절차를 수행한다는 것과, 소스 ENB에서 단말에게 핸드오버 명령을 보내기 전에 목적 셀을 관리하는 목적 ENB를 검색해 목적 ENB를 핸드오버에 미리 대비하게 하는 준비과정을 둔다는 것 등이 있다.

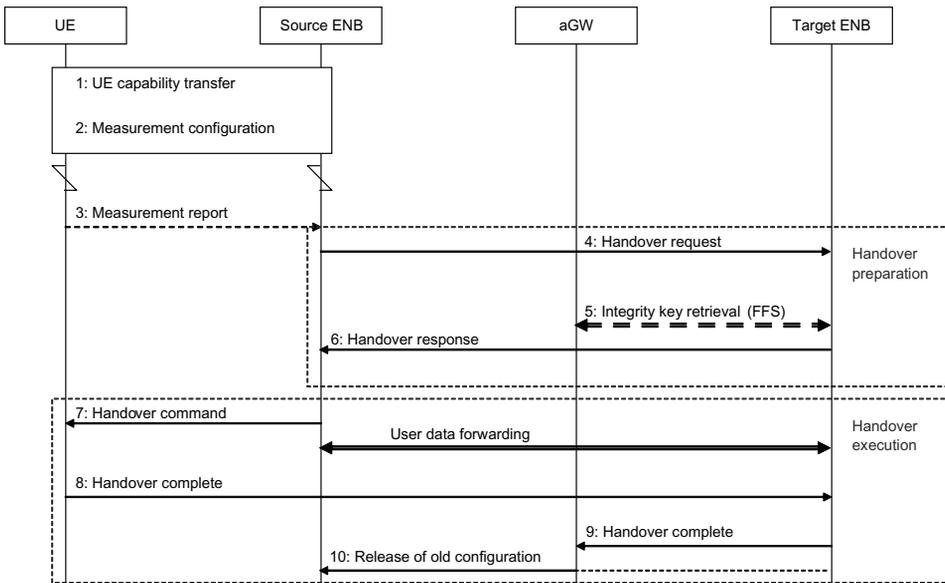


그림 5. Intra LTE 핸드오버 절차

향후 RAN WG3에서 다룰 내용으로는 위에서 언급한 LTE 구조, LTE 시스템 내 핸드오버, 각 인터페이스에서의 보안방법 등 외에 이종 시스템간의 핸드오버, QoS (Quality of Service) 관리, 유선망에서의 flow control 등이 있으며, 이에 대해 RAN WG3는 RAN WG2, SA WG2 등 다른 WG들과의 긴밀한 논의를 통해서 중요한 결정들을 내릴 전망이다.

2.4 TSG SA WG1: Service & Requirement

TSG SA 산하 working group인 SA WG1은 3GPP에서 다루는 service capability에 대한 requirements 작업을 하는 표준화 단체이다. 특히 SA WG1에서는 IMT advanced 서비스 관련 work item들을 연구하는 회의로 SA1에서 정의한 서비스와 requirement를 바탕으로 RAN WG들과 SA WG2에서 이를 지원하기 위한 기술에 대한 연구를 진행한다.

Rel-7에서 다룬 work item들은 다음과 같다. LCS for 3GPP interworking WLAN, Combinational Services(Combining CS calls and IMS sessions),

Enhancement of Voice Group Call Service, Voice Call Continuity, Personal Network Management, Multimedia Telephony Capabilities for IMS, Behavior of Multi system Terminals, All IP Network, Videotelephony teleservice, Network selection, Network Composition, Customised Alerting Tone, Machine to Machine Communication in GSM and UMTS, Selective Disabling of UE Capabilities, MBMS enhancement, Emergency call in IMS. 이 중 Network Composition, Customised Alerting Tone, Machine to Machine Communication in GSM and UMTS은 표준 작업이 늦게 시작되어, 이후 활발한 진행이 예상되는 아이탬들이다.

이상 열거한 work item들 중 Rel-7에서 중점적으로 다룬 아이탬은 Combinational service, Voice call continuity, All IP network, Network selection을 들 수 있다. 이 중 All IP network는 현재 3GPP에서 중점적으로 진행중인 SAE/LTE 작업과 연관되어 있는 requirements로, Rel-7 작업 전반에 걸쳐 중요하게 진행되어 왔다.

다음 그림은 3GPP TS22.258에 나타난 All IP network의 구조이다.

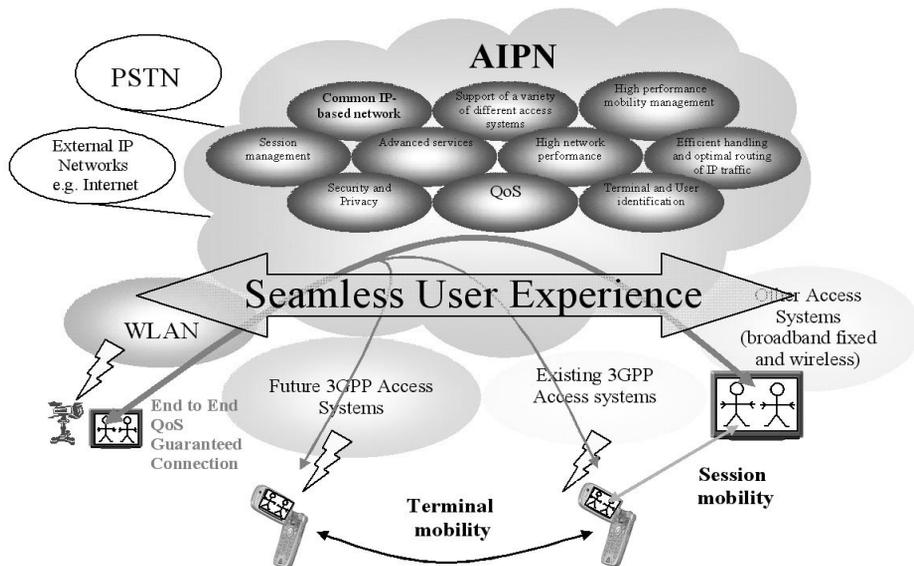


그림 6. 3GPP TS22.258의 All IP network 구조

IMT-advanced 서비스로 All IP network에서 지원할 것으로 정의하는 서비스의 예는 아래와 같다.

- 진화된 애플리케이션 서비스(Advanced application services)
- 대화형 서비스(예: voice, multimedia telephony) (Conversational services)
- 유무선 통합 서비스(Fixed/Mobile converged services)
- 그룹 통신 서비스(Group communication services)
- 통합 서비스(예: mixture of telephony and messaging services)
- 미디어 스트리밍 애플리케이션 (Media streaming applications)
- 무빙 네트워크, Ad-hoc 네트워크, 개인망 네트워크 (Moving Networks, Ad-hoc Networks, Personal Networks and Personal Area Networks)
- 비실시간, 쌍방향 애플리케이션(예: 웹브라우징, 채팅 서비스) (Non-real time, interactive applications)
- 실시간, 쌍방향 애플리케이션(예: 실시간 게임) (Real-time, interactive applications)
- 유비쿼터스 서비스(예: 센서, RF 태그 등과의 조합) (Ubiquitous services)

향후 SA WG1에서는 Rel-7에서 완성하지 못한 아이템들을 마무리하고, Rel-8 작업을 시작할 것으로 예상된다.

2.5 TSG SA WG2: System Architecture

TSG SA WG2는 3GPP 시스템의 전반적인 architecture를 정의하는 그룹이다. 3GPP TSG RAN에서 진행되고 있는 LTE와 더불어, SA WG2에서는 System Architecture Evolution(SAE) study item을 진행하고 있다. SAE의 주요 목적은 아래 3가지로 구성되어 있다.

1. LTE radio access network을 지원하기 위한 전반적 architecture 구현. Delay를 최소화 하기 위한 망

구조 설계

2. SA WG1의 All IP network의 구현을 위한 전반적 architecture 구현. IP 기반 서비스를 제공하는데에 최적화된 망의 구성.

3. 이종 접속망(Heterogeneous access network) 지원 및 이들간의 service continuity 지원을 위한 전반적 architecture 구현. UTRAN/GERAN 과 LTE RAN 사이의 이동성 지원 및 3GPP system (UTRAN/GERNA/LTE RAN)과 non 3GPP system(e.g. WLAN, WiMAX) 사이의 이동성 지원

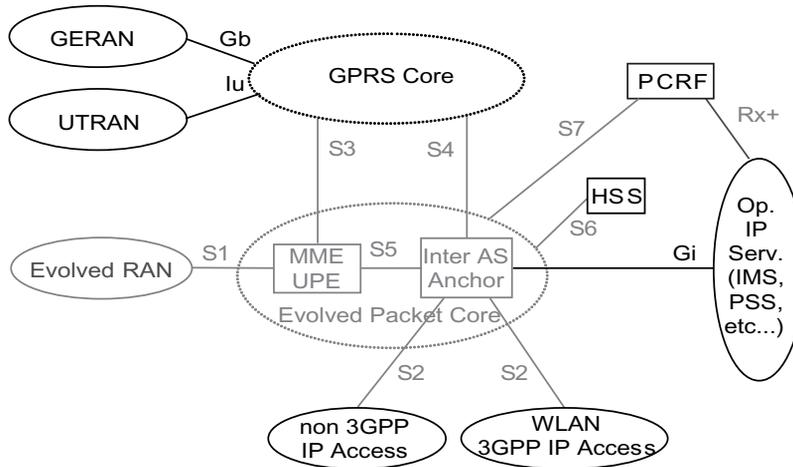
위에 열거한 SAE study item의 목표에서 알 수 있듯이, SAE에서의 가장 큰 이슈는 LTE 망을 지원하기 위한 진화된 핵심망 (evolved packet core network)의 구조 설계와 LTE RAN과 기존 2G/3G RAN(UTRAN/GERAN)과의 이동성 지원을 하기 위한 망 구조 설계이다. 또한 WLAN과 같은 non 3GPP 망과 3GPP system과의 연동도 다루고 있다.

그림 7은 SAE study item에 대한 문서인 TR 23.882에 나와 있는 high level architecture diagram이다.

진화된 핵심망은 크게 MME/UE(Mobility Management Entity, User Plane Entity)와 Inter AS anchor(Inter Access System Anchor)로 구성된다. MME/UE는 S1 interface를 이용하여 LTE RAN과 직접 연결되는 functional entity로 LTE RAN 구조에서 논의되는 LTE Gateway 역할을 하게 된다. Inter AS anchor는 여러 access system 사이의 이동성 지원을 위해 anchor 역할을 하는 functional entity로 2G/3G, LTE, WLAN 사이의 이동성 지원 및 사업자의 IP service를 접속하는 gateway 역할을 하게 된다.

기존 GPRS 망과 진화된 핵심망 사이의 연동을 위해 S3 및 S4 interface가 정의되어 있다. 아직, 어떠한 방식으로 이동성 지원을 할 것인가에 대한 논의가 진행 중이며, 크게 기존 3GPP에서 사용하는 GTP를 이용하는 방식과 Mobile IP를 사용하는 방식이 제안되고 있다.

Non 3GPP access system과 3GPP system과의 연동



* Color coding : gray indicates new functional element / interface

그림 7. Logical high level architecture for the evolved system

및 이동성 지원을 위해서는 S2 interface가 정의되었는데, 이는 IP 기반의 이동성 지원 방식을 사용하며, 많은 회사들이 Mobile IP를 사용하는 것을 제안하고 있다.

이 외에도 SAE의 주요 이슈로는, QoS 제공 architecture, 여러 개의 IP service 망 동시 접속 방법 (Multiple PDN support), VoIP over LTE와 2G/3G CS 망 간의 이동성 지원, Roaming 지원 architecture, RAN network sharing 등이 논의 중에 있다.

SAE study item은 LTE study item과 마찬가지로 2004년 12월에 시작하여 2006년 6월까지 study phase를 완료하고, 그 이후에 기술 표준문서를 만드는 work item 단계로 진행하도록 초기 계획을 세웠으나, 2006년 현재 여러 가지 기술적인 결정에 대한 논의가 확정되지 않아 실제 study item의 완료시기는 올해 말이 될 것으로 예상된다.

3. 결언

위에 열거된 IMT-2000 진화 서비스를 제공하기 위하

여 3GPP에서는 각 WG별로 해당 기술 연구를 진행하고 있으며, 특히 Radio 분야 표준으로는 OFDM/MIMO기반의 Long Term Evolution을 통하여 최대 data rate 100Mbps를 목표로 표준화를 진행하고 있다. 또한 Network 분야에서는 이기종 망간의 핸드오버를 핵심으로 하는 SAE를 SA WG2에서 진행하고 있으며, 각 서비스별 새로운 시나리오를 지원하기 위한 기술연구도 병행하여 진행하고 있다. 이러한 3G LTE에서의 표준은 향후 새로운 표준이 될 IMT-Advanced 기술의 기반이 될 것으로 기대되고 있으며, 이 기반 기술들을 바탕으로 더 높은 주파수 대역 (예:4-5 GHz 대역), 더 넓은 대역폭(예:100MHz)에 확대된 이기종망 호환성 및 USN(Ubiquitous Sensor Network) 등이 추가되면 사실상의 IMT-Advanced의 기초가 될 것이라는 의견들도 나타나고 있다. 이에 대한 기술연구 및 표준화 참여가 삼성, LG, ETRI 등을 포함하여 국내사들도 적극적으로 참여하고 있으며 이를 통하여 한국의 우수한 기술력이 국제 표준을 선도하고 새로운 시장을 이끌어 갈 것으로 기대되고 있다. TTA