

3GPP UTRA-UTRAN LTE 및 SAE 표준화 동향

Trend of 3GPP UTRA-UTRAN LTE and SAE Standardization

차세대 이동통신 특집

이봉주 (B.J. Lee)

개방형기지기국연구팀 연구원

신연승 (Y.S. Shin)

개방형기지기국연구팀 팀장

목 차

-
- I . 서론
 - II . Long Term Evolution
 - III . System Architecture Evolution
 - IV . 결론

3GPP는 HSPA와 같은 라디오 액세스 기술의 개선을 바탕으로 다가오는 수 년 동안 높은 경쟁력을 가질 것으로 예측된다. 그러나 3GPP에서는 급속히 발전되는 정보통신서비스를 효율적으로 제공하기 위해, 3GPP R6 기술과 비교하여 사용자와 사업자의 비용을 줄이면서도 고품질의 다양한 서비스를 제공하는 새로운 이동통신기술의 필요성을 인식하고, 낮은 전송 지연(low latency), 높은 전송률(high data rate), 시스템 용량과 커버리지를 개선하는 3G long term evolution 표준기술 작성을 시작하였다. 이에 따라 지난 2004년 말부터 3GPP에 참여한 사업자, 벤더, 연구소 등은 2007년 6월 표준규격 작성완료로 목표로 LTE와 SAE에 대한 연구를 진행해 오고 있다. 이들 연구는 상호 운용성을 제공하기 위한 기술적 솔루션을 최소로 하면서 불필요하게 중복되는 필수 특성들을 줄이고 다양한 액세스 네트워크 사이에서 모빌리티를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다. 본 문서에서는 2006년 3월까지 진행된 3GPP의 표준화 및 기술 동향에 대해 살펴본다.

I. 서론

현재 WCDMA 라디오 액세스 기술을 기반으로 하는 3GPP 3세대 이동통신 시스템은 전세계에서 광범위하게 전개되고 있다. WCDMA의 첫번째 진화단계로 정의되는 HSDPA와 EUL은 중기적인 (mid-term) 미래에서 있어 높은 경쟁력을 가지는 라디오 액세스 기술을 3GPP에게 제공한다. 그러나 사용자와 사업자의 요구사항과 기대가 계속적으로 증가하고 경쟁되는 라디오 액세스 기술개발이 계속 진행되고 있으므로 향후 10년 또는 그 이후까지 경쟁력을 유지하기 위해서는 3GPP에서의 새로운 기술진화가 요구된다.

이에 따라 3GPP는 고품질의 서비스를 제공하면서도 비용을 획기적으로 줄일 수 있는 무선 전송기술개발을 목적으로 “Evolved UTRA and UTRAN”이라는 연구과제를 2004년 말에 착수하였다[1]. 이 3G 미래 장기 진화(Long Term Evolution, 이하 LTE) 과제는 현재의 라디오 액세스 기술과 비교하여 비용을 획기적으로 줄이면서도 현재의 유선 액세스에서 제공하는 성능을 뛰어넘는 발전된 라디오 액세스 기술 개발을 목표로 한다.

3G LTE 표준과 병행하여 네트워크는 구조를 결정하고 IP 기반의 WLAN과 같은 상이한 액세스 네트워크 사이에서 핸드오버를 효율적으로 지원하는 진화된 네트워크 아키텍처(System Architecture Evolution, 이하 SAE)에 대한 연구를 2004년 말에 착수하였다[2]. SAE에서는 유선 네트워크에서 패킷데이터 전송을 위해 일반적으로 사용하는 IP 기반 프로토콜을 네트워크에 적용하여 다양한 IP 기반 서비스를 쉽게 적용하는 유연한 네트워크 구조를 목표로 한다. 이는 코어 네트워크와 더불어 유선의 광대역 액세스 등과 같이 IP 기반의 연결을 제공하는 다양한 액세스 네트워크를 포함한 종단간 시스템에 대한 연구를 목표로 한다.

3GPP는 3G 라디오 액세스나 네트워크의 개선을 통한 성능의 이득과 이미 투자된 이동통신시스템에 대한 투자비용 회수 방안을 고려하여 LTE와 SAE

를 연계하는 내용도 연구과제에 포함하여 진행하고 있다.

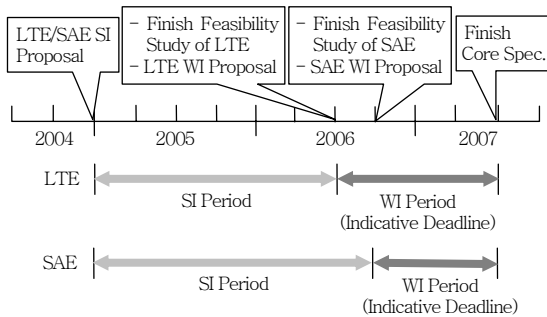
3GPP는 2007년 중반에 이들 진화에 대한 표준 규격을 마무리하고 2009년과 2010년 사이에 상용화를 목표로 하고 있다.

II. Long Term Evolution

3세대 모바일 시스템의 미래 장기 진화(LTE)에 대한 3GPP의 작업은 지난 2004년 11월 캐나다 토론토에서 개최된 RAN Evolution Workshop에서 시작되었다. 워크숍에서는 향후 10년 또는 그 이상에서 사용자의 요구를 만족시키기 위해 커버리지 확장 및 시스템 용량 개선뿐만 아니라 데이터 전송률과 지연 감소를 통해 사용자와 사업자의 비용을 줄이고 제공되는 서비스 품질을 개선하는 3G LTE 목표 달성을 위한 다음과 같은 상위 레벨 요구사항을 정의하였다.

- 비트 당 비용 감소
- 서비스 가용성 증대 - 보다 다양한 서비스를 저 비용에 제공
- 융통성 있는 주파수 밴드의 사용
- 단순 구조와 개방형 인터페이스
- 터미널의 적절한 파워 소모

2004년 12월 3GPP TSG RAN 26차 회의에서 승인된 UTRA-UTRAN LTE 연구과제(Study Item, 이하 SI)는 높은 데이터 전송률, 낮은 지연, 그리고 패킷 최적화된 라디오 액세스 기술을 만들기 위한 3GPP 라디오 액세스 기술 진화 프레임워크 개발을 목적으로 하고, 2006년 6월까지 새로운 무선접속규격과 아키텍처의 레이아웃을 선택하여 타당성을 조사(SI)하는 것을 계획하였다. 3GPP는 SI 단계를 마치고 3GPP 워크플랜에 E-UTRA(Evolved UTRA)와 E-UTRAN(Evolved UTRAN)을 포함시키기 위하여 LTE 표준과제(Work Item, 이하 WI)를 생성하고 2007년 6월까지 기본 규격을 작성하는 것으로 계획하고 있다. (그림 1)은 3GPP LTE/SAE의 SI/



(그림 1) 3GPP LTE/SAE의 SI/WI 스케줄

WI 스케줄을 보여준다.

현재 SI 단계에 있는 LTE 연구는 PS 도메인 서비스에 포커스를 맞추어 다음과 같은 부분을 진행하고 있다.

- 무선접속 물리 계층(상/하향 링크) 관련 - 20MHz 까지 유연한 전송 대역폭을 제공(새로운 전송 기법과 다중 안테나 기술 도입)
- 무선접속 2/3 계층 관련 - 시그널링 최적화
- UTRAN 아키텍처 관련 - 최적의 UTRAN 네트워크 아키텍처와 RAN 네트워크 노드 사이의 기능 분리
- RF 관련 이슈

1. 요구사항

3GPP RAN WG들은 2005년 세 번의 합동 회의를 개최하여 E-UTRA와 E-UTRAN의 요구사항을 기술하는 연구과제 보고서 TR 25.913을 작성하였다[3]. TR 25.913은 다음과 같은 파라미터들에 대한 자세한 요구사항을 포함한다.

- 최대 데이터 전송률(Peak data rate)
 - 20MHz 하향링크 스펙트럼에서 링크의 순간 최대 데이터 전송률이 100Mb/s(5bps/Hz)
 - 20MHz 상향링크 스펙트럼에서 링크의 순간 최대 데이터 전송률이 50Mb/s(2.5bps/Hz)
- 제어평면 지연(C-plane latency)
 - LTE_DETACHED 상태에서 LTE_ACTIVE 상태로 천이 시간을 100ms 이하로 줄임

- LTE_IDLE 상태에서 LTE_ACTIVE 상태로 천이 시간을 50ms 이하로 줄임
- 제어평면 용량(C-plane capacity)
 - 5MHz까지 스펙트럼을 할당하기 위해 액티브 상태에 있는 사용자를 셀 당 최소 200 사용자까지 지원
- 사용자평면 지연(U-plane latency)
 - 하나의 데이터 스트림을 사용하는 단일 유저 환경에서 작은 IP 패킷의 지연이 5ms 이하
- 사용자 처리율(User throughput)
 - 하향링크: MHz 당 평균 사용자 처리율은 Rel-6 HSDPA의 3에서 4배
 - 상향링크: MHz 당 평균 사용자 처리율은 Rel-6 EUL의 2에서 3배
- 스펙트럼 효율(Spectrum efficiency)
 - 하향링크: 스펙트럼 효율(bits/sec/Hz/site)이 Rel-6 HSDPA의 3에서 4배
 - 상향링크: 스펙트럼 효율(bits/sec/Hz/site)이 Rel-6 EUL의 2에서 3배
- 모빌리티(Mobility)
 - E-UTRAN은 0에서 15km/h까지의 저속에 최적화
 - 15에서 120km/h까지의 고속도 고성능으로 지원 가능
 - 120km/h부터 350km/h까지의 속도에서 셀룰러 네트워크 간의 모빌리티 제공
- 커버리지(Coverage)
 - 위의 처리율, 스펙트럼 효율, 그리고 모빌리티 목표치는 30km cells에서는 약간 저하되며 5km cells에서 만족되어야 함. 100km까지의 셀 범위도 고려
- 스펙트럼 유연성(Spectrum flexibility)
 - E-UTRA는 상/하향링크 모두 1.25MHz, 2.5MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz 그리고 20MHz 등의 다양한 크기의 스펙트럼에서 동작되며, 대칭과 비대칭 스펙트럼에서의 운용지원

- 3GPP 라디오 액세스 기술과 공존 및 인터워킹
 - E-UTRAN 터미널은 3GPP UTRAN/GERAN 과의 핸드오버 지원
- 아키텍처와 마이그레이션(Migration)
 - 단일한 E-UTRAN 아키텍처
 - E-UTRAN 아키텍처는 패킷 기반이어야 하며, 실시간 및 대화형 트래픽을 지원
 - E-UTRAN 아키텍처는 오류가 발생할 수 있는 위치의 최소화
 - E-UTRAN 아키텍처는 종단간 QoS를 제공
 - 최적화된 백홀 통신 프로토콜 제공
- 무선자원 관리(RRM)
 - 개선된 종단간 QoS 지원
 - 상위 계층들의 전송을 효율적으로 지원
 - 이종 RAT 간의 부하 공유 및 정책관리 지원
- 시스템 복잡도(Complexity)
 - 옵션을 최소로 함
 - 필수 특성(mandatory features)의 중복 불가
 - 필요한 시험의 최소화

2. 워크 그룹별 표준화 작업

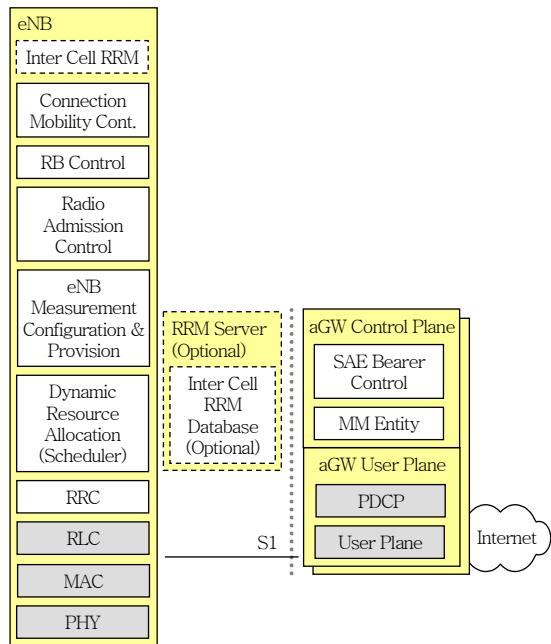
LTE 연구과제의 기술 보고서 TR 25.912 작성은 모든 3GPP RAN WG들이 참여하고 있다. TR 25.912는 E-UTRA의 무선접속 프로토콜 아키텍처, 계층 1, 계층 2 및 RRC, RF, 무선자원관리, E-UTRAN의 아키텍처, 그리고 시스템과 터미널의 복잡도 등에 대하여 RAN WG들이 진행되고 있는 기술의 타당성 조사 결과와 결론을 포함한다[4]. 3GPP LTE SI는 2006년 3월 말 전체적으로 약 60% 진행되었으며[5], 각 WG들은 2006년 6월까지 SI 종료라는 정해진 스케줄에 맞추어 표준화를 진행하기 위하여 정규 회의시간을 할애할 뿐 아니라 별도의 임시 회의(ad-hoc meeting)를 가지고 있다. 본 장은 진행중인 E-UTRAN의 프로토콜 아키텍처를 바탕으로 각 계층에서의 현재까지 연구 결과를 기술한다.

가. E-UTRAN의 프로토콜 아키텍처

E-UTRAN은 UE에게 E-UTRA의 사용자 평면(RLC/MAC/PHY)과 제어 평면(RRC) 프로토콜의 종단점을 제공하는 eNB(evolved NodeB)와 UE의 세션 및 이동성관리(SM/MM) 기능의 종단점을 제공하는 aGW(access GateWay)로 구성되며, 이들은 S1 인터페이스를 통해 연결된다. (그림 2)는 E-UTRAN의 전체 프로토콜 아키텍처를 보여준다[6].

(그림 2) E-UTRAN 아키텍처에서 eNB는 aGW 선택, RRC 활성화 시에 aGW로의 라우팅, 페이징 메시지의 전송 및 스케줄링, BCCH 정보의 전송 및 스케줄링, 상향/하향 링크의 동적 자원 할당, eNB 측정의 설정과 구성, 라디오 베어러 컨트롤, 라디오 어드미션 컨트롤(RAC), 그리고 LTE_ACTIVE 상태에서의 모빌리티 컨트롤 등의 기능을 수행한다. aGW는 페이징 시작, LTE_IDLE 상태 관리, 사용자 평면 데이터 ciphering, PDCP, SAE 베어러 컨트롤, 그리고 NAS 시그널링의 ciphering과 무결성(integrity) 보호 등의 기능을 수행한다.

사용자 평면 프로토콜 스택에서 eNB에 위치한



(그림 2) E-UTRAN 아키텍처

RLC와 MAC 계층은 스케줄링, ARQ, HARQ 등의 기능을 수행하며, aGW에 위치한 보안 계층은 ciphering을 수행하고 PDCP 계층에서는 헤더 압축 기능을 수행한다. 한편 PDCP 계층과 관련한 보안 계층의 위치와 보안 계층에서의 무결성 보호 기능의 수행은 아직 합의되지 않아 계속 연구가 요구된다. (그림 2)에서 점선으로 표시된 제어평면의 기능 블록인 'Inter-Cell RRM'의 위치는 아직까지 확정되지 않았다.

(그림 2)에서 eNB에 위치한 RRC는 브로드캐스트, 페이징, RRC 연결 관리, RB 제어, 모빌리티, UE 측정 등의 기능을 수행한다. 한편 aGW에서 중단되는 NAS는 SAE 베어러 관리, 인증, 유희 모드 모빌리티 관리, LTE_IDLE 상태에서의 페이징 시작, aGW와 UE 사이의 시큐리티 제어 등의 기능을 수행한다.

나. E-UTRAN의 Layer 1

RAN WG1은 LTE를 위한 새로운 무선 접속기술을 검토하고 이를 바탕으로 기술 보고서 TR 25.814를 작성하고 있다[7]. TR 25.814에서 고려하고 있는 이들 물리계층 제안들은 다음과 같다.

- 하향링크: OFDMA(FDD/[TDD]), MC-WCDMA(FDD), MC-TD-SCDMA(TDD)
- 상향링크: SC-FDMA(FDD/[TDD]), OFDMA(FDD/[TDD]), MC-WCDMA(FDD), MC-TD-SCDMA(TDD)

TR 25.912에 따르면 LTE의 하향링크는 FDD와 TDD 모두 OFDM 기반의 전송 기법을 기본으로 사용하며, 10ms의 라디오 프레임의 구성하는 20개 부프레임별로 채널에 따른 스케줄링과 링크 어댑테이션(link adaptation) 기능을 수행한다. 상향링크는 수신 측에서의 효율적인 주파수 영역 등화(frequency-domain equalization)와 사용자간 직교성(inter-user orthogonality)을 유지하기 위하여 FDD와 TDD 모두 SC-FDMA 기반의 전송 기법을 기본으로 사용하며, 하향링크와 동일하게 10ms의 라디

오 프레임을 구성하는 20개 부프레임 레벨에서 스케줄링 한다.

RAN WG1은 하향링크 전송에 Broadcast Channel(BCH), Downlink Shared Channel(DL-SCH), Paging Channel(PCH), Notification Channel(NCH)을 구분하여 사용하기로 하였으며, Multicast Channel(MCH)의 사용에 대하여 토의중이다. 한편 상향링크 전송에서는 Uplink Shared Channel(UL-SCH)와 Random Access Channel(RACH)을 구분하여 사용한다.

다. E-UTRAN의 Layer 2

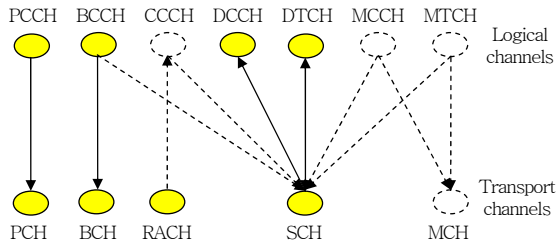
RAN WG2 또한 E-UTRAN의 무선 인터페이스 프로토콜의 연구를 수행하고 있으며, 자세한 사항들은 물리계층의 영향을 받지만 작업 초기에 다음과 같은 몇 가지 기본사항을 도출하였다[8].

- 프로토콜 아키텍처의 단순화
- 전용 채널 없는 단순한 MAC 계층
- 단순하며 보다 적은 상태를 가지는 RRC
- 라디오 네트워크와 코어 네트워크에 존재하는 중복기능 제거
- 매크로 다이버시티(하향링크에서는 하지 않음)

이러한 기본 가정에 대한 협의 사항을 바탕으로 2 계층을 MAC, RLC, PDCP 부계층으로 구분하여 각각에 대한 서비스와 기능들을 정의하고 이들의 상향/하향링크에 대한 기본 구조를 설계중이다[6].

MAC 부계층은 논리채널과 전송채널의 매핑, PDU의 다중화와 역다중화, 전송 트래픽 보고, HARQ, UE와 논리 채널의 우선순위 관리, 전송 포맷 선택, 액세스 클래스와 액세스 서비스 클래스의 매핑 등을 수행한다. 한편, MAC 부계층에서 padding과 흐름 제어 등의 수행은 아직 합의를 도출하지 못하였다. (그림 3)은 현재까지 정립된 논리 채널과 전송 채널 사이의 매핑 관계를 보인다.

RLC 부계층은 AM, UM 또는 TM 모드에서 PDU 전송, ARQ, segmentation, concatenation, 전송 순서 보장, 중복 데이터 탐지, 프로토콜 오류



(그림 3) 논리 채널과 전송 채널의 매핑

탐지 및 복구 등을 수행한다. 한편 SDU 폐기, 초기화 등의 수행과정은 아직 합의를 도출하지 못하였다. PDCP 부계층은 ROHC에 의한 헤더 압축과 복구, 사용자 데이터 전송 등의 기능을 수행하는 것으로 합의되었으나 사용자 데이터의 ciphering과 같은 보안 관련 이슈에 대해서는 계속 논의를 진행 중이다.

지금까지 결정된 RRC 기능과 역할은 다음과 같다.

- NAS와 관련된 시스템 정보 방송
- AS와 관련된 시스템 정보 방송
- 페이징(paging)
- UE와 E-UTRAN 사이의 RRC 커넥션의 설정, 관리, 해제
 - 임시 식별자 할당
 - RRC 커넥션을 위한 라디오 자원 설정
- 라디오 베어러를 위한 라디오 자원 설정을 포함한 점대점 라디오 베어러의 설정, 관리, 해제
- 모빌리티(Mobility)
 - 셀간 모빌리티와 RAT 간 모빌리티를 위한 측정
 - 셀 간 핸드오버
 - UE 셀 선택 및 재선택
 - eNB 사이의 컨텍스트 전송
- UE의 측정 보고

이와 더불어 RRC가 시큐리티, 멀티캐스트/브로드캐스트 서비스를 위한 통지, 멀티캐스트/브로드캐스트 서비스를 위한 라디오 베어러 설정, 관리 및 해제, QoS 관리, 그리고 NAS와 UE 사이의 직접적인 NAS 메시지 전송 기능을 수행하는 것은 완전한 합

〈표 1〉 NAS 제어 프로토콜의 상태와 상태 천이

States	ACTIVE	IDLE	DETACHED
Nodes			
UE	NAS-ACTIVE RRC CONNECTED MAC CONNECTED	NAS-IDLE RRC IDLE MAC NULL	NAS-DETACHED RRC IDLE MAC NULL
eNB	RRC CONNECTED MAC CONNECTED	-	-
MME/UPE	NAS-ACTIVE	NAS-IDLE	NAS-DETACHED
VLR/HLR/HSS	LTE-ATTACHED		LTE-DETACHED

의가 도출되지 않아 추가적인 검토가 요구된다.

PDCP의 위치변경에 따른 시큐리티의 설정과 제어 방법은 주요 이슈이다. <표 1>은 RAN WG2 제 52차 회의까지 합의된 NAS 제어 프로토콜의 상태와 상태 천이를 보여준다[8].

라. E-UTRAN의 Layer 3

RAN WG3는 무선 액세스 아키텍처와 인터페이스 관점에서 연구를 수행하여 연구과제 보고서 TR R3.018을 작성하고 있다[9]. TR R3.018은 이전과 비교하여 LTE 액세스 네트워크에서 새롭게 만들어지는 기능과 기존 기능들의 진화 등 E-UTRAN 개발을 위해 요구되는 기능을 도출하여 기술하고 있다.

3GPP LTE에서 핸드오버의 수행은 LTE RRC_CONNECTED 상태에서 다양한 DRX/DTX 사이클이 지원되며 UE가 보조하고 네트워크가 제어 방법을 기본적으로 사용한다. E-UTRAN 내에서의 핸드오버를 위해서 RRC_CONNECTED 상태일 때는 핸드오버 준비를 위한 시그널링을 사용하면서 UE가 보조하고 네트워크가 제어하는 핸드오버를 수행하는 것으로 하고, RRC_IDLE 상태에 있는 경우 셀 재선택이 수행되며 SRX가 지원된다. 유사하게 E-UTRAN과 UTRAN 사이의 모빌리티, 즉 E-UTRAN RRC-CONNECTED 상태와 UTRAN

CELL_DCH 상태 사이의 핸드오버는 UE가 보조하고 네트워크가 제어하는 핸드오버방법을 사용한다.

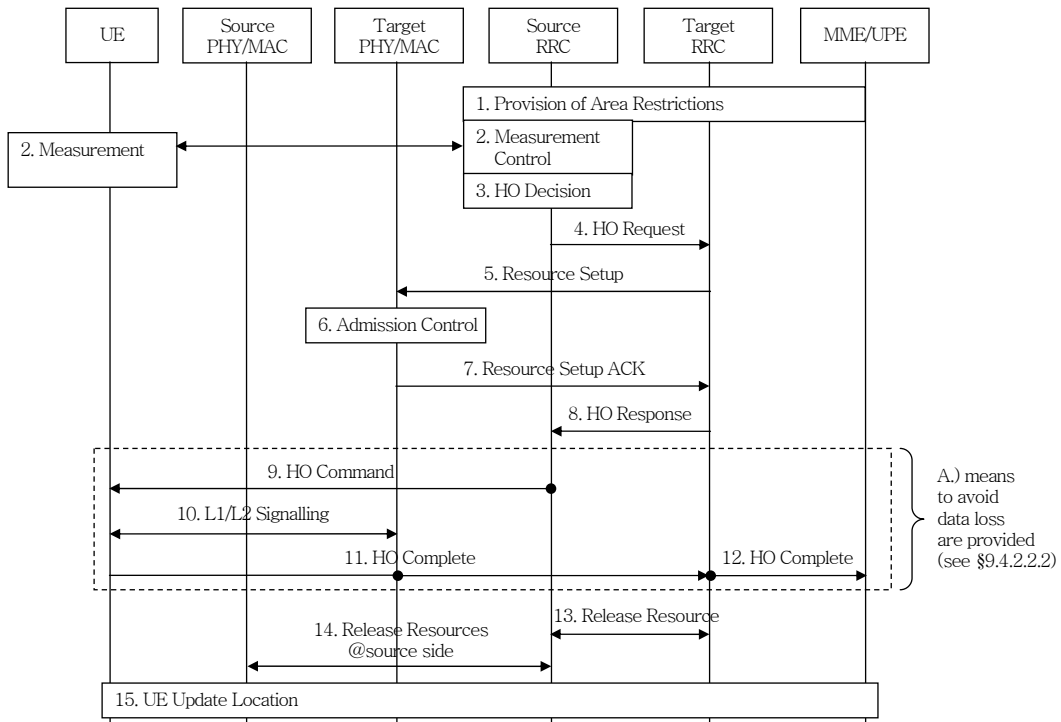
1) LTE_IDLE 모드에서의 모빌리티 관리

상향/하향링크 상에 데이터를 전송하지 않는 상태인 LTE_IDLE 모드는 UE에 파워 소모를 줄일 수 있으나 네트워크에서 단말의 위치를 지속적으로 관리하여야 한다. LTE_IDLE 모드에서의 UE 모빌리티 관리는 다음과 같은 두 가지 방안이 고려되고 있다. 첫번째, TA 내에서의 등록, 컨텍스트와 사용자 평면 터널 관리, TA 내의 페이징, 라디오 관련 컨텍스트, 서브 스크립션 정보 운용 등을 eNB에서 담당하고 이를 바탕으로 eNB에서 UE의 모빌리티를 관리한다. 두번째, UE/사용자의 접속 상태, 모빌리티, 시큐리티, 그리고 IP 베어러 상태 등을 관리하는 MME와 하향링크에서 사용자 평면의 종단점 역할을 수행하며 페이징을 트리거하는 UPE를 eNB 상위에 두고, MME에서 UE 컨텍스트, 서브스크립션

정보 등을 저장하여 UE의 모빌리티를 관리한다. MME 간의 모빌리티 경우는 현재까지 컨텍스트 전송 또는 연결 재설정을 기반으로 하는 기법을 고려하고 있으나 아직 합의되지 않았다. 또한 MME가 LTE_IDLE 모드의 UE 모빌리티를 담당하는 경우, 진화된 시스템 아키텍처에서 MME의 위치(라디오 액세스 네트워크 또는 코어 네트워크)와 MME와 관련한 UPE의 위치는 아직 합의되지 않아 추후 보다 많은 논의를 통해 결정될 예정이다.

2) LTE_ACTIVE 모드에서의 모빌리티 관리

RAN WG3, WG3, 그리고 SA WG2는 2006년 2월 합동회의에서 LTE_ACTIVE 모드의 UE를 위한 LTE 액세스 네트워크 내에서의 모빌리티에 있어 제어 평면의 정보 흐름을 포함하는 기본 절차를 합의하였다. LTE_ACTIVE 모드의 모빌리티는 (그림 4)와 같이 UE부터 보고받은 측정 정보를 기반으로 소스 eNB에 위치한 RRC가 핸드오버 결정, 타깃



(그림 4) LTE 액세스 간 모빌리티를 위한 정보 흐름도

eNB에서의 무선자원 준비, UE로의 핸드오버 명령, 소스 네트워크의 무선자원 해제 등의 절차를 통하여 제공된다.

한편 LTE_ACTIVE 모드의 UE를 위한 LTE 액세스 네트워크 내에서의 모빌리티에 있어 사용자 평면의 운용 방법은 2006년 4월 개최된 RAN WG3의 51-bis 회의에서 결정되었다. RAN WG3는 사용자의 데이터 손실을 고려한 무결절/무손실 서비스를 위해 지금까지 논의되어온 aGW에서의 바이케스팅 기법, 소스 eNB에서 타겟 eNB로 데이터 포워딩 기법, 그리고 aGW에서 패스 스위치 기법 중에서 실시간 서비스뿐만 아니라 비실시간 서비스를 위해서 데이터 포워딩을 사용하는 것에 합의하였다. 데이터 포워딩은 핸드오버 준비 단계에서 소스 eNB에서 타겟 eNB 사이에 설정되는 사용자 평면 터널을 통하여 수행된다. 또한 데이터 전송 순서의 보장을 위해 aGW에 위치한 PDCP가 데이터의 전송 순서를 재배열하는 기능을 갖는 것으로 결정하고 이에 관련한 협조 문서를 RAN WG2에 송부하였다[10]. 한편 데이터 포워딩 단위는 outer ARQ SDU 또는 SDU/PUE를 고려하고 있는데 이는 RAN WG2에서 추후 결정하게 될 것이다.

3) 기타 이슈

이외에도 RAN WG3에서 논의되고 있거나 앞으로 논의되어야 하는 이슈들은 다음과 같다.

- QoS
- RRM
- 패스 스위칭(path switching)
- 모빌리티 앵커 재배치
- RRC 종단점(RRC termination)
- eNB에서의 사용자 평면 종단점
- LTE_ACTIVE 모드에서의 로밍 제한
- 네트워크 공유
- 페이징과 제어평면 설정

특히 라디오 베어러 제어, 라디오 수락 제어, 커넥션 모빌리티 제어, 동적 자원 할당, 셀 간 간섭과

부하 관리, 라디오 설정 등을 담당하는 RRM의 위치와 관련하여 eNB 내에 RRM을 두는 분산 구조와 독립적인 RRM 서버를 두는 중앙 집중 구조에 대한 논의가 진행되고 있다.

한편 RAN WG3는 51 회의와 51-bis 회의에서의 토의 결과를 바탕으로 RAN WG3는 MME와 UPE의 물리적 분리를 반대할 만한 이유가 없음을 밝히는 협조 문서를 관련 WG 그룹들에 송부하였다[11].

Ⅲ. System Architecture Evolution

SAE 표준화 연구는 LTE에서 정의하는 목표 실현을 위해 네트워크 구조를 결정하고 이종 네트워크 간 핸드오버를 지원하기 위한 기술을 SA WG2에서 연구중이며, 2004년 11월 캐나다 토론토에서 개최된 RAN Evolution Workshop에서는 UTRA 라디오 인터페이스와 더불어 3GPP 전체 시스템 아키텍처의 기술적 진화를 토의하였다. 이후 2004년 12월 TSG SA 26차 회의에서는 성능과 비용 면에서 3G 모바일 네트워크의 장기적인 경쟁력을 유지하기 위하여 3GPP 액세스 기술의 장기적 진화, 패킷 스위칭 기술 수용, 시스템의 최적화와 지속적인 진화 등을 고려한 SAE SI가 승인되었다.

당초 SAE SI는 2006년 6월까지 3GPP 시스템 진화의 타당성을 조사하는 것으로 예정되었으나 TSG SA 31차 회의에서 연구 진행 상황을 고려하여 2006년 9월에 완료하는 것으로 계획이 변경되었다[12]. 이후 SAE는 SI 단계를 마치고 3GPP 워크플랜에 진화된 시스템 아키텍처를 포함시키기 위하여 SAE WI를 생성하고 2007년 6월까지 기본 규격을 작성하는 것으로 계획하고 있다.

SA WG2는 높은 데이터 전송률과 작은 전송 지연을 보장하면서 다양한 라디오 액세스 기술을 지원하는 패킷 최적화된 시스템으로의 진화를 위한 프레임워크 개발과 이에 대한 적합성 검토를 목적으로 표준규격을 작성하고 있으며, 연구과제 보고서 TR 23.882를 작성하고 있다[13].

SAE 연구는 음성 서비스를 패킷 스위칭 도메인에서 지원하는 것을 기본으로 가정하고 표준화 되어야 하는 기능 엔티티와 이들 사이의 인터페이스를 포함하는 구조적인 다이어그램, 이들 특성의 상위 수준 기술, 타이밍과 지연을 포함한 시그널링 플로 다이어그램, 그리고 중요 이슈들에 대한 해법 제시 등에 포커스를 맞추고 다음 사항을 고려하여 진행되고 있다.

- RAN의 LTE를 고려한 시스템 구조 개발
 - 네트워크 아키텍처 변경의 필요성과 네트워크 노드 간 기능 분리
 - 전체 네트워크에서 적은 지연(low latency) 제공 방안
 - 다양한 타입의 서비스의 효율적인 제공 방안
- SA WG1의 AIPN[14]을 고려한 시스템 구조 개발
 - 서로 다른 액세스 시스템의 다양성 제공과 액세스 네트워크 선택 방안
 - 기본적인 시스템 성능의 개선 방안
 - 전체 시스템에서 QoS 유지 방안
- 이종 액세스 네트워크 사이의 모빌리티 지원을 고려한 시스템 구조 개발
 - I-WLAN과 3GPP PS 도메인 사이의 서비스 연속성 제공
 - 서로 다른 라디오 액세스 기술 사이의 터미널 모빌리티와 다중 액세스 기술 제공 방안
 - 다양한 라디오 액세스 기술에서 동일한 액세스 제어, 프라이버시, 과금 등을 지원/관리하는 방안

1. 요구사항

SAE는 연구 진행 초기 회의들을 통해서 아키텍처 진화에 대한 주요 요구사항들을 도출하고 상위 수준의 시스템 구조 진화의 개념들을 다음과 같이 선정하였다.

- 3GPP와 비 3GPP 시스템 지원

- 제어와 전송 평면 분리를 통한 확장성있는 시스템 구조
- 충분한 레벨의 기능 분리 정의
- Rel-6 3GPP 시스템과의 인터워킹
- 제어평면의 응답시간 감소(200ms 이하)
- 전송 오버헤드 최적화
- IP 커넥티비티
 - IPv4/IPv6 커넥티비티 제공
 - IP 커넥티비티를 갖지 않은 단말에 기본 IP 설정 제공
 - UE의 초기 액세스 단계에서 기본 IP 커넥티비티 설정
 - IP 커넥티비티 설정을 위한 시그널링 최소화
- 진화된 3GPP 모빌리티 관리(Mobility Management, 이하 MM)
 - 전체 모빌리티 관리
 - 다양한 모빌리티 요구사항 지원(fixed, nomadic, mobile)
 - 가입자에게 사용되는 액세스 시스템 타입을 오퍼레이터가 제어
 - 실시간/비실시간 애플리케이션 및 서비스에 무결절한 운용을 제공
 - 사용자 간 트래픽의 라우팅 최적화와 다양한 로밍 시나리오 지원
 - 사용자의 액세스 기회 극대화 - UE가 VPLMN의 비 3GPP 액세스 네트워크 사용 가능
- 멀티캐스트
 - 라디오 인터페이스 멀티캐스트 기능을 기본적으로 제공
 - IP 멀티캐스트 서비스 지원
- SAE/LTE 시스템
 - 지역적 가입, 로밍 그리고 액세스 제한 방법 제공
 - 홈 오퍼레이터가 로밍 제한과 같은 가입사항 변경 가능
 - 네트워크 공유 기능 제공
 - 네트워크 노드의 부하 공유를 위한 중복성 개념 지원

- LTE_IDLE 상태에서 RAT 간 셀 재선택을 위한 시그널링의 효율적 제한
- Rel-99 USIM을 통한 3GPP 진화 시스템 액세스 및 Rel-5 HSS 모바일 네트워크로부터의 로밍 허용
- SAE/LTE 액세스 서비스
 - SAE/LTE 액세스를 통한 IMS와 CS 도메인 사이의 서비스 연속성 제공
 - SAE/LTE 액세스를 통한 IMS와 IMS의 커뮤니케이션 서비스 제공(SAE/LTE 액세스를 통한 IMS와 CS 도메인 사이의 호 지원을 포함)
- 보안 및 인증
 - 현재의 3GPP CS/PS와 같거나 높은 보안 레벨
 - 특정 액세스 네트워크 기술과 독립적인 인증 프레임워크
 - 현재의 3GPP 시스템과 동일한 수준의 사용자 신원의 기밀성 유지
- SMS 또는 이와 동등한 기능 지원
- 애플리케이션과 베어러 레벨에서 현재의 과금 원칙 유지

이외에도 TA와 로밍 제한의 크기 관계, LTE_IDLE과 LTE_ACTIVE 상태의 UE에 대한 로밍 등의 제한 등이 만족되어야 할 상위수준 개념으로 도출되었다.

2. 표준화 작업

TR 23.882 표준규격 작성은 SA WG2를 중심으로 작성하고 있으며 이슈에 따라 RAN WG들과 SA WG1/3/4 등의 의결 사항을 반영하는 형태로 진행되고 있다. SAE SI는 2006년 3월까지 전체적으로 59% 진행되었으며 세부 항목별로 진행 정도는 다음과 같다[6].

- Stage 2 Interim conclusion for RAN work to start - 100%
- Stage 2 Feasibility study on 3GPP architectural development - 59%

- Security study for Inter-access mobility between non 3GPP and 3GPP system - 0%

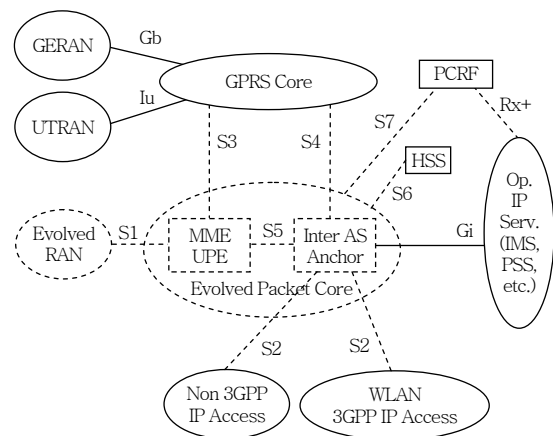
SA WG2은 2006년 9월까지 연기된 SI 종료라는 정해진 스케줄에 맞추어 표준화를 진행하기 위하여 정규 회의 시간을 할애할 뿐 아니라 별도의 임시 회의를 가지고 있다. 본 장은 상위수준으로 작성된 SAE의 논리적 아키텍처를 제시하고 개괄적인 연구 진행 현황 및 계획을 기술한다.

가. 상위수준의 논리적 아키텍처

(그림 5)는 2005년 12월 일본에서 개최된 SA WG2 49차 회의에서 상위수준으로 작성된 SAE의 논리적 아키텍처를 보인다.

상위수준의 논리적 아키텍처는 SA WG2가 시스템 진화의 중요 이슈들을 토론하는 데 기본 바탕으로 사용하려는 목적으로 작성되어 시스템에 필요한 모든 기능과 인터페이스를 포함하지는 않는다. 따라서 진행되고 있는 중요 이슈의 토의 결과에 따라 기능과 인터페이스의 추가 및 변경이 요구된다.

SA WG2는 상위 수준의 논리 아키텍처에서 서로 다른 액세스 시스템 간의 모빌리티를 담당하는 사용자 평면의 앵커인 'Inter AS Anchor'의 기능 및 구조 등에 대해서 논의를 진행하고 있다. 또한 진행중인 RAN과 CN의 기능 분리 표에 따른 MME/UPE



주) ----- new functional element/interface

(그림 5) SAE의 상위수준 논리적 구조

의 위치와 이들의 물리적 분리 등에 대한 논의가 진행 중이다.

나. RAN WGs 연구내용 반영

SA WG2는 SAE와 관련한 RAN WG들의 연구 결과 즉, 상향링크에서 MDC를 고려하지 않는 것과 2006년 3월 TSG RAN 31차 회의에서 결정된 전체 RAN 아키텍처에 대한 개념을 SAE SI에 반영하고 있다. 또한 RAN WG들은 2006년 5월까지 LTE_IDLE과 LTE_ACTIVE 모드 이외의 추가적인 상태의 필요성 검토 결과를 포함하여 E-UTRA에서의 LTE_IDLE과 LTE_ACTIVE 모빌리티 관련된 합의 결과, LTE 내 모빌리티와 UMTS와 LTE 간 모빌리티의 일관성을 검토하여 SAE에 반영할 예정이다.

다. SA WG1/3/4 연구내용 반영

SA WG1은 SAE의 기본 고려사항인 AIPN의 요구사항에 대한 적합성 검사 연구를 수행하고 있으며 [14], SA WG2의 협조 요청에 따라서 다음과 같은 SAE의 서비스 요구 사항을 검토하고 그 결과를 SAE의 연구에 반영하였다.

- E-UTRA와 GSM CS 사이의 핸드오버 중요성 검토
- 규제적 요구사항 체크 리스트
- TS 22.071 관련 로케이션 서비스 요구사항 검토

SA WG2는 SA WG3가 2006년 1월 완료한 제어평면과 사용자평면에서의 시큐리티 기능의 위치에 대한 검토 결과를 바탕으로 인증과 인증관련 시그널링 플로를 2006년 6월에서 9월까지 작성할 예정이다. 또한 SA WG3는 SAE에서 적법한 도청에 관련한 요구사항을 정리하였으며 USIM의 사용 방안을 확인할 예정이다.

한편 SA WG4는 E-UTRA와 GSM CS 사이의 핸드오버 등을 위한 음성 호 단절시간에 대한 요구사항으로 음성에 대한 20ms의 손실이 단음결과 중요한 콘텐츠 인지에 영향을 준다는 내용 등을 정리한 협조 문서를 작성하여 SAE에 반영하였다[15].

라. SA WG2

SAE 시스템 구조연구의 핵심을 담당하고 있는 SA WG2는 2006년 9월까지 SAE 연구과제 보고서 TR 23.882를 작성하고 SAE SI를 마무리하기 위하여 SAE의 적합성 검토 단계에서 요구되는 수준의 주요 이슈들을 도출하고 이들의 상관 관계를 고려하여 작업 계획을 수립한 SAE 타임플랜을 작성하여 연구를 진행하고 있다.

2006년 4월 SA WG2 임시회의에서는 eNB와 eNB 상위 노드(RAN과 CN) 기능 분리를 완료하는 것으로 예정되어 있었으나 토의되지 않았다. 따라서 2006년 5월 회의에서 LTE_ACTIVE 모드에서 E-UTRA와 UTRA/GSM 간의 모빌리티(LTE 라디오 액세스 내에서의 모빌리티와 3GPP 라디오 액세스 간의 모빌리티)를 합의할 예정이다. 또한 5월 회의에서는 CN과 RAN에 핸드오버 단절 시간 할당, LTE_IDLE과 URA_PCH의 시그널링을 줄이는 것을 중심으로 하는 E-UTRA와 UTRA/GSM 사이의 LTE_IDLE 모드 모빌리티 등을 합의하고, S1 인터페이스의 시그널 속성과 파라미터, 사업자 제어 서비스 등을 토의할 예정이다[16].

다음은 2006년 6월까지 완료할 예정인 SAE의 주요 이슈를 나열하였다.

- 3GPP와 비 3GPP 시스템 간 모빌리티
- 라우팅 최적화
- 로컬 브레이크 아웃
- SAE와 기타 시스템간의 QoS 협상과 유지
- pre-R'8 UMTS에서 SAE로의 마이그레이션

다음은 2006년 9월까지 완료할 예정인 SAE의 주요 이슈를 나열하였다.

- 로밍 시나리오 디자인 완료
- MME/UPE 그리고 Inter AS Anchor 통합 검토 및 기능할당
- 주소 및 식별자 요구사항 및 해결방안
- 장치와 사용 패턴이 혼재된 환경에서의 시스템 디자인의 효율성 제고

• LTE 내 그리고 MME/UPE 간 모빌리티

또한 SA WG3는 TR 23.882가 2006년 9월 말 까지 TSG SA 회의에서 변경 제어 단계에 있을 것으로 예상하고 핸드오버 단절 시간, 효율적인 멀티캐스트/브로드캐스트를 위한 무선 자원 제공, 다중의 PDN 환경에서 IP 커넥티비티, HSPA+의 영향 등을 SAE SI 종료 이후에도 연구하는 것을 계획하고 있다.

2006년 3월 개최된 TSG RAN 31차 회의에서는 HSPA+를 SI로 승인하였다. 이후 개최된 TSG SA 31차 회의에서는 HSPA+가 현재 패킷 네트워크의 기본으로 향후 기술 발전에 중요한 위치를 차지할 것으로 예상됨에 따라 HSPA+와 LTE/SAE와의 관계를 논의하였다. TSG SA는 HSPA+가 특정 기술 구조를 결정하기 보다는 현재 논의되고 있는 기술적인 사항을 재 인식하는 수준의 목표를 설정하고, HSPA+의 SI 기간의 연구가 LTE/SAE에서 합의된 내용과 상충되지 않고 LTE/SAE의 기술 개발 계획에 최소한의 영향을 미치도록 한다는 등의 내용을 합의하였다.

IV. 결론

3G LTE/SAE는 고속의 데이터 트래픽 전송속도 (high data rate)와 낮은 지연율(low latency)을 기반으로 사용자에게 비용을 줄이면서도 다양한 서비스를 제공하는 이동통신시스템이며, 4세대 무선 시스템(IMT-Advanced)으로의 유연한 진화를 제공하는 3G Evolution 시스템이다.

3GPP LTE/SAE에서 시스템은

- 발달된 무선전송기술을 통해 다양한 이동속도에서 고속의 데이터전송을 제공하고,
- 시스템을 구성하는 노드 수 및 시스템 복잡도를 최소화하여 사용자평면 및 제어평면에서 latency를 최소화하고,
- 패킷 기반의 최적화된 네트워크 구조를 적용하여 다양한 서비스를 쉽게 적용하고 이중 네

트워크간 핸드오버를 지원하는 유연한 이동통신 네트워크 구축을 목표로 한다.

3GPP에서는 3G 이동통신 시스템의 진화를 위해 각 WG에서 해당기술을 별도로 연구하고 있으며, 요구에 따라 합동회의를 통해 표준규격을 작성하고 있다. 특히 라디오 표준분야에서는 고속의 데이터 전송을 위한 표준기술을 작성하고, 네트워크 표준분야에서는 낮은 지연율 및 이중 네트워크간의 핸드오버를 지원하는 패킷기반 네트워크 표준기술을 병행하여 작성하고 있다. 이와 더불어 새로운 다양한 서비스들을 지원하기 위한 시나리오에 대한 연구도 진행 중이다.

국내에서는 2005년부터 IT839 성장동력의 중점 기술분야인 차세대이동통신 기술의 일환으로 3G Evolution을 선정하였으며, 이를 바탕으로 ETRI에서는 고속 무선다중전송기술, 다중안테나통신기술, 물리계층제어기술, 시스템구조기술, 무선프로토콜 기술을 포함하는 3G Evolution 시스템을 개발하고 있으며, 더불어 ETRI, 삼성전자, LG전자는 3GPP LTE/SAE의 표준규격 작성에 참여하여 핵심 특허 기술 확보와 국제 표준화 작성에 노력하고 있다.

약어 정리

3GPP	3rd Generation Partnership Project
AIPN	All IP Network
ARQ	Automatic Repeat ReQuest
BCCH	Broadcast Control Channel
E-UTRA	Evolved UTRA
E-UTRAN	Evolved UTRAN
EUL	Enhanced Uplink
FDD	Frequency Division Duplex
HARQ	Hybrid ARQ
HSPA+	HSDPA + HSUPA
LTE	Long Term Evolution
MAC	Medium Access Control
MME	Mobility Management Entity
NAS	Non-Access Stratum
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing

OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access
PDCP	Packet Data Convergence Protocol
RAC	Radio Admission Control
RAT	Radio Access Technology
RLC	Radio Link Control
ROHC	Robust IP-Header Compression
RRC	Radio Resource Control
RRM	Radio Resource Management
SAE	System Architecture Evolution
SCDMA	Synchronous Code Division Multiple Access
SDU	Service Data Unit
TDD	Time Division Duplex
UPE	User Plane Entity
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access

[4] 3GPP TR 25.912 V0.1.2: Feasibility Study for Evolved UTRA and UTRAN, 2006.

[5] 3GPP Rel-7 Work Plan, Mar. 2006.

[6] 3GPP TR 25.813 V0.8.0: E-UTRA and E-UTRAN; Radio Interface Protocol Aspects, 2006.

[7] 3GPP TR 25.814 V1.2.2: Physical Layer Aspects for Evolved UTRA, 2006.

[8] 3GPP RAN WG2 #53 Current Minutes at March 15, 2006.

[9] 3GPP TR R3.018: Evolved UTRA and UTRAN; Radio Access Architecture and Interfaces, 2006.

[10] 3GPP TD R3-060521: LS on In-Sequence Delivery, 2006.

[11] 3GPP TD R3-060518: LS on RAN3 Position on MME UPE Split, 2006.

[12] 3GPP TD SP-060166: SAE Timeplan Agreed at the Denver JM, 2006. 2. 21.

[13] 3GPP TR 23.882 V0.11.0: 3GPP System Architecture Evolution: Report on Technical Options and Conclusions, 2006.

[14] 3GPP TS 22.258: Service Requirements for an All-IP Network(AIPN); Stage 1, 2006.

[15] 3GPP TD S4-060168: Reply LS on Quality of Service for Voice Handover, 2006.

[16] 3GPP TD S2H060491: Draft Update to SAE Timeplan, 2006. 4. 6.

참 고 문 헌

[1] 3GPP TD RP-040461: Proposed Study Item on Evolved UTRA and UTRAN, 2004.

[2] 3GPP TD SP-040928: 3GPP System Architecture Evolution, 2005.

[3] 3GPP TR 25.913 V7.2.0: Requirements for Evolved UTRA(E-UTRA) and Evolved UTRAN(E-UTRAN), 2005.