



# Pre Report Week11

## Mobile Communication and Cellular Network

### Topic 1 : LTE 네트워크의 구성 요소

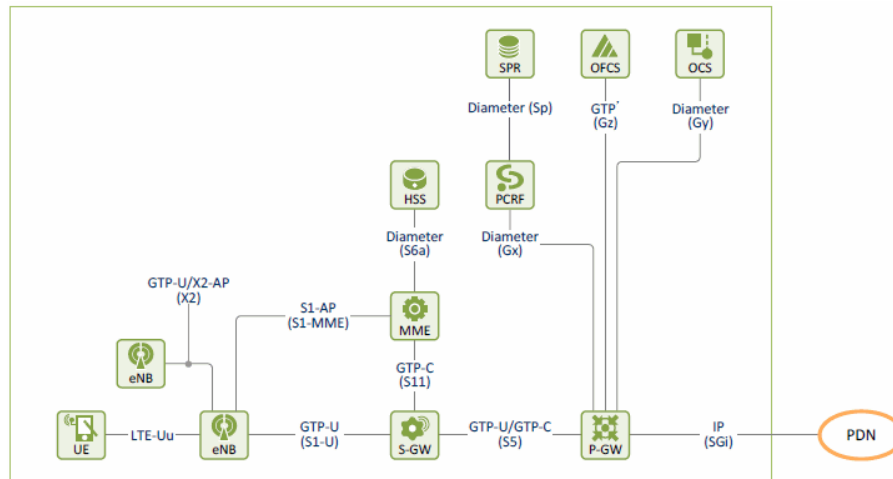


Figure 1: LTE Network Components

LTE(Long Term Evolution)는 OFDM, MIMO, SDR 등의 고속 패킷 전송에 최적화된 기술들을 바탕으로 한 4세대 이동통신 기술이다. 위의 그림은 LTE 네트워크의 구조를 도식화 한 것이다. LTE 네트워크는 eNodeB로 구성된 무선 접속망인 RAN(Radio Access Network)과 MME, S-GW, P-GW, HSS 등으로 구성된 Core 망인 EPC(Evolved Packet Core)로 나누어 지고, 이 둘을 통합하여 EPS(Evolved Packet System)이라고 부른다. LTE 네트워크의 구성요소는 다음과 같다.

#### UE (User Equipment)

사용자 단말이다. 가입자 식별/인증을 위한 IMSI(International Mobile Station Identity, 국제 이동국 식별번호)값이 내장된 USIM 카드를 삽입할 수 있다. 내장된 LTE chip으로 LTE 망에 접속할 수 있다.

#### eNodeB (Evolved Node B)

LTE 기지국이다. UE와 LTE 네트워크 간에 무선 연결을 제공한다. UE와 eNodeB는 무선 연결되어 있고, 나머지는 IP를 통한 유선 연결이다.

#### E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network)

LTE eNodeB로 구성된 무선 접속망이다. IP 기반의 flat한 구조로 UE와 CN(Core Network)간의 데이터를 처리한다.

#### S-GW (Serving Gateway)

UE 이동으로 eNodeB간의 handover 발생 시 anchor point 역할을 한다.

#### P-GW (Packet data network Gateway)

P-GW의 역할은 다음과 같다.

1. UE에 IP 주소를 할당한다.
2. S-GW들에 대한 anchoring을 수행한다.
3. UE별로 서로 다른 QoS(Quality of Service) 정책을 적용한다. (우선 순위, 대역폭 제어 등)
4. UE별로 Accounting Data(트래픽 양, 접속 시간 등)을 관리한다. Accounting Data는 CDR(Charging Data Record)의 형태로 OFCS에 전달된다.

### **MME (Mobility Management Entity)**

LTE 네트워크의 두뇌 역할을 하는 장비로, 역할은 다음과 같다.

1. UE를 인증(Authentication)한다. 인증 프로토콜로 EPS-AKA를 사용하고, 인증의 Key 정보를 HSS로부터 받아와 UE 인증을 수행한다.
2. EPS 베리어(UE - eNB - S-GW - P-GW 구간에서 생성되는 논리 터널(GTP 터널))을 관리한다. MME는 EPS 베리어를 생성/변경/해제 등을 수행한다.
3. 가입자의 Mobility 상태(현재 UE가 LTE 망에 연결되어 있는지, 연결되지 않았는지, 연결되고 있는데 인터넷을 사용하는지 아니면 사용하고 있는 않은지(Idle state))를 관리한다.

### **HSS (Home Subscriber Server)**

UE 인증에 필요한 Key 정보와 가입자 프로필을 가지고 있는 LTE 망의 중앙 data base이다. 가입자 프로필에는 각 가입자가 가입한 서비스 상품에 맞는 QoS 등급 정보(우선 순위, 최대 사용 가능 대역폭 등)가 들어있다. 인증 Key 정보와 가입자 프로필은 UE가 LTE 망에 접속할 때 HSS에서 MME로 전달된다.

### **PCRF (Policy and Charging Rule Function)**

UE별로 정책(Policy)과 과금(Charging)에 대한 Rule을 정하는 장비이다. 정책은 UE가 사용할 QoS 정보이고, 과금은 Offline 과금을 할 것인지, Online 과금을 할 것인지에 대한 정보이다. 이 정보들은 PCRF에서 P-GW로 전달되어 UE에 대한 QoS와 Charging을 수행한다.

### **SPR (Subscriber Profile Repository)**

각 UE의 Policy 및 Charging Rule(Access Profile)은 SPR이라는 data base에 저장되어 있고, SPR은 PCRF에게 Access Profile을 전달한다.

### **OCS (Online Charging System)**

선불제(Prepaid)를 사용하는 통신사업자들이 이용하는 과금 시스템이다. 예를 들어, 한달 동안 2GB 사용 가능한 선불 카드를 구매한 가입자에 대하여, 데이터 사용량을 실시간으로 관리하다가 2GB를 다 소모한 시점(혹은 한 달이 지난 시점)에 사용자가 더 이상 인터넷을 사용하지 못하도록 한다.

실시간 데이터 사용량은 P-GW에서 관리하고 그 정보를 OCS가 받아 사용자별로 남은 사용량(balance 혹은 credit)을 중앙 관리하고 credit을 다 사용한 가입자를 판별하여 더 이상 인터넷을 사용하지 못하도록 P-GW에 정보를 전달한다.

### **OFCS (Offline Charging System)**

P-GW가 전달해 주는 CDR(Charging Data Record)을 받아 중앙 관리하는 장비이다.

### **PDN (Packet Data Network)**

PDN = Internet = IP Network

## Topic 2 : LTE에 사용된 Modulation 기술

이동통신에서는 무선 채널 상태가 매우 빠르고 크게 변화하기 때문에 최적의 통신 자원 할당을 위해 송신측이 수신측으로부터 채널 상태 정보를 수신, 정기적으로 보고 받아야 한다. LTE 네트워크에서 이동 단말이 채널의 품질을 측정하고, 이 정보를 주기적으로 기지국에 전달하는 상향링크 부채널/정보를 CQI(Channel Quality Indicator/Indication) 이라고 한다.

각 단말에서 측정한 SINR 정보로 4 또는 5 비트의 CQI 정보를 표현하여 상향링크 제어 채널로 주기적(최대 5ms)마다 보고한다. 아래의 표는 LTE 네트워크의 SINR과 CQI mapping table의 예시이다. 기지국은 전달 받은 CQI code에 따라 modulation 방식과 code Rate을 바꾼다. 무선 채널 상태가 좋다면 높은 code rate와 modulation 방식을 사용하여 전송 속도를 증가시키고, 무선 채널 상태가 나쁘다면 낮은 code rate와 modulation 방식을 사용하여 전송 속도를 감소시킨다. Modulation(변조)란 이진수로 이루어진 디지털 정보를 저장, 전송하기 위해 전기적 신호로 변환하는 것이다.

**SINR and CQI mapping table in LTE**

SINR [dB]	CQI code	Modulation	Code Rate	Spectral efficiency
-6.7	1	QPSK	0.076	0.15
-4.7	2	QPSK	0.12	0.23
-2.3	3	QPSK	0.19	0.38
0.2	4	QPSK	0.3	0.60
2.4	5	QPSK	0.44	0.88
4.3	6	QPSK	0.59	1.18
5.9	7	16QAM	0.37	1.48
8.1	8	16QAM	0.48	1.91
10.3	9	16QAM	0.6	2.41
11.7	10	64QAM	0.45	2.73
14.1	11	64QAM	0.55	3.32
16.3	12	64QAM	0.65	3.90
18.7	13	64QAM	0.75	4.52
21.0	14	64QAM	0.85	5.12
22.7	15	64QAM	0.93	5.55

Figure 2: SINR and CQI mapping table in LTE

일정한 형태의 반송파의 진폭, 주파수, 위상 등에 변화를 주어 디지털 정보를 담는다. 반송파 진폭에 변화를 주는 변조방식을 AM(Amplitude Modulation), 위상에 변화를 주는 변조방식을 PSK(Phase Shift Keying)라고 한다. 반송파 진폭과 위상 둘 모두 변화를 주는 변조방식을 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)이라고 한다.

LTE 네트워크는 QPSK, 16QAM, 64QAM 혹은 그 이상의 modulation 방식을 사용한다. 각각은 4개(2bit), 16개(4bit), 64개(8bit)의 서로 다른 디지털 신호를 전송할 수 있다.

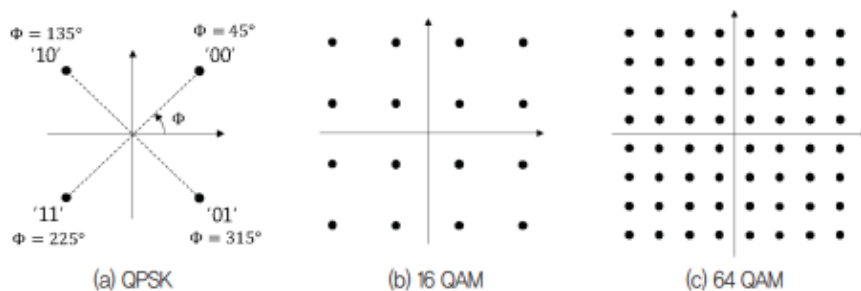


Figure 3: Modulations, QPSK, 16QAM, 64QAM

### Topic 3 : LTE에 사용된 Handover 기술

Handover란 단말기가 연결된 기지국의 서비스 공간에서 다른 기지국의 서비스 공간으로 이동할 때, 진행중인 통화나 데이터 통신이 끊기지 않게 하면서 단말기를 다른 기지국으로 연결하는 기술이다. LTE 네트워크의 handover는 단말기의 이동으로 바뀌는 네트워크 구성요소에 따라 방식이 달라진다. 이번 실험에서 다룰 handover는 MME, S-GW는 바뀌지 않고 eNodeB만 바뀌는 간단한 handover로, X2 based handover와 S1 based handover이다. 여기서 X2와 S1은 LTE 네트워크 구조에서의 reference point로, X2는 eNodeB간에 reference point이고, S1은 eNodeB와 S-GW간에 reference point이다.

#### 3 - 1 X2 based Handover

Handover 과정 중에 UE가 접속되어 있던 eNodeB(Source eNodeB)와 UE가 새로 접속할 eNodeB(Target eNodeB)간에 Direct Tunnel이 생성되어 이 Tunnel을 통해 데이터가 UE로 전달된다.

#### 3 - 2 S1 based Handover

Handover 과정 중에 Source eNodeB와 Target eNodeB는 S-GW를 거치는 Indirect Tunnel이 생성되고 이 Tunnel을 통해 데이터가 UE로 전달된다.

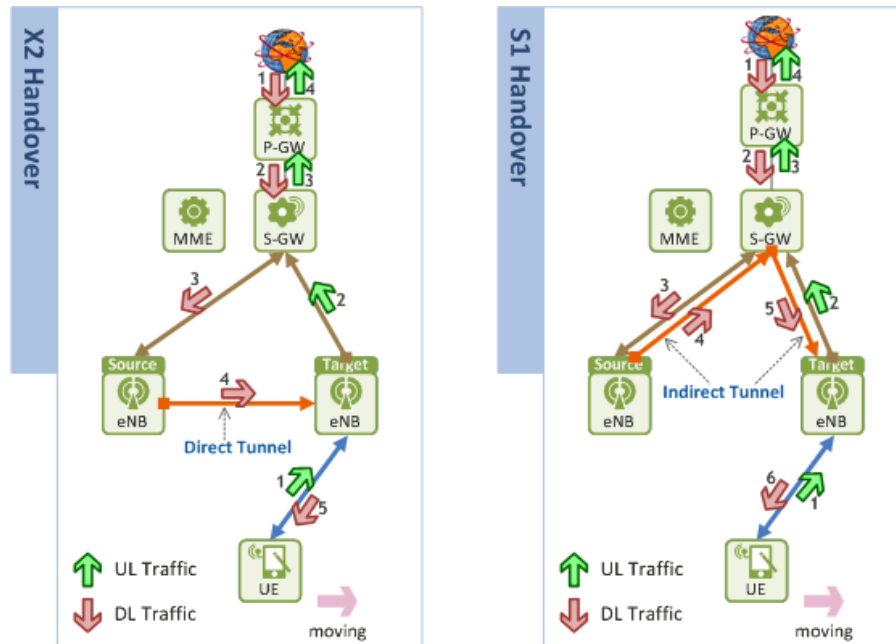


Figure 4: X2 based Handover and S1 based Handover