

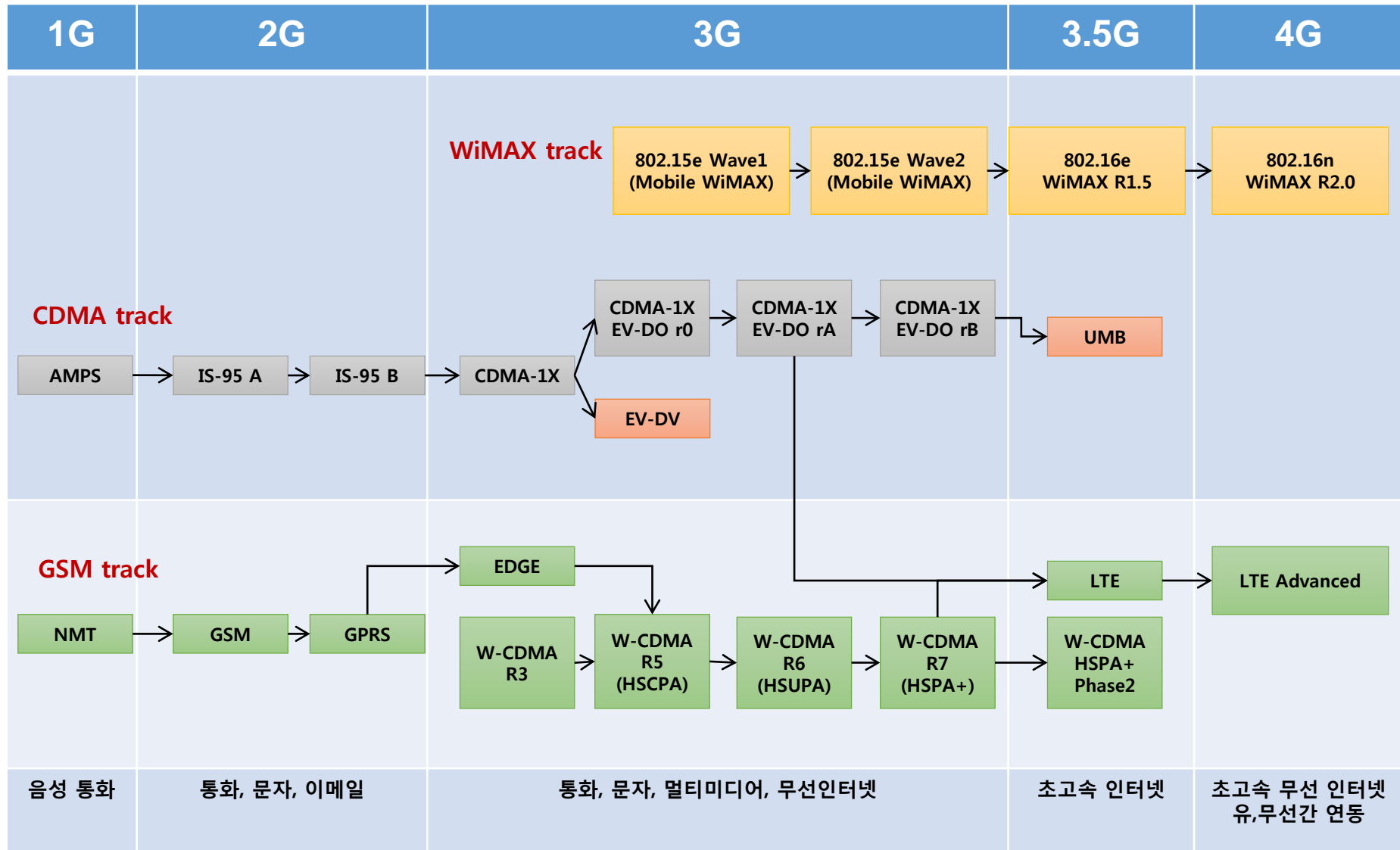


Telecommunication Basics

(WCDMA Network)

Software Engineering Lab - 김영기 책임

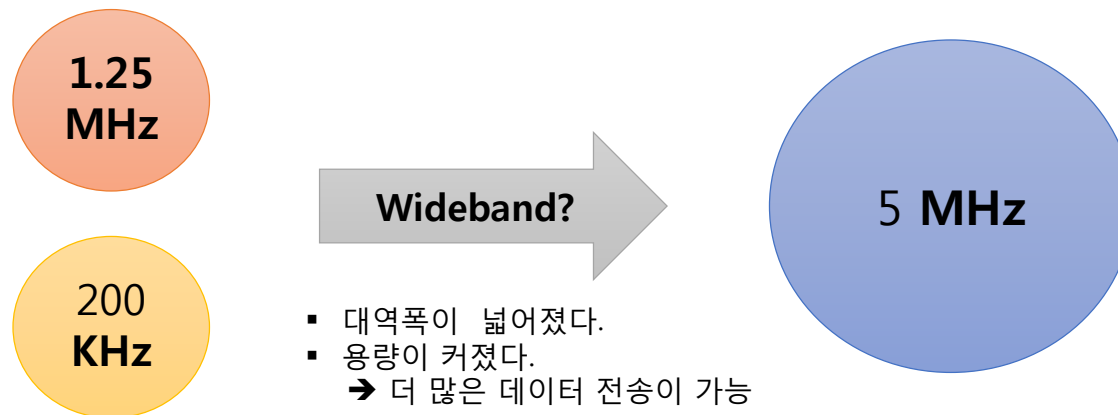
Remember Again !!!



WCDMA ? (1/2)

❖ WCDMA

- Wideband Code Division Multiple Access
- 광대역 부호 분할 다중 접속

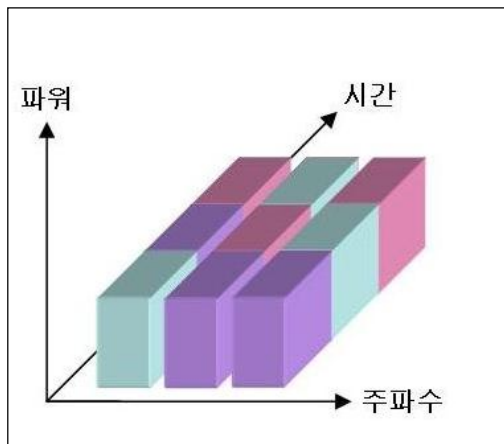


	W-CDMA	CDMA2000 1X
Carrier Spacing	5 MHz	1.25 MHz
Chip rate	3.84 Mcps	1.2288 Mcps
Frame size	10msec	20msec

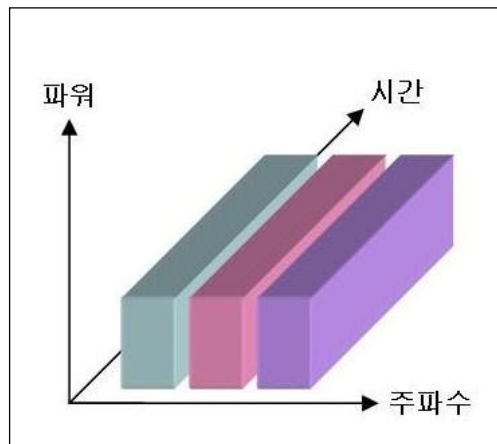
WCDMA ? (2/2)

❖ WCDMA

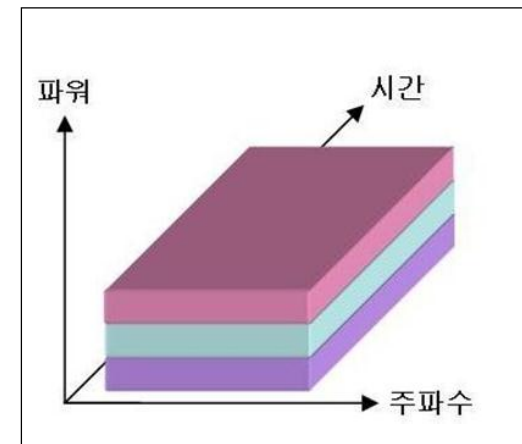
- Wideband Code Division Multiple Access : 광대역 부호 분할 다중 접속
- Multiple Access : **TDMA**, **FDMA**, **CDMA**, CSMA, OFDMA, ODMA, SDMA



Time Division Multiple Access



Frequency Division Multiple Access



Code Division Multiple Access

- WCDMA = CDMA Based + Partially TDMA, FDMA
 - ✓ TDD (Time Division Duplex)
 - ✓ FDD (Frequency Division Duplex)

Progress of WCDMA



Rel-5 14 Mbps

Rel-7
+ 64 QAM +2x2 MIMO
21 Mbps 28 Mbps

Rel-8
Dual Carrier 2x2 MIMO
42 Mbps

Rel-9
Dual Carrier + 2x2 MIMO + 64QAM
84 Mbps

Rel-10
+4 Carriers
168 Mbps

Rel-11
+ 8 carriers +4x4 MIMO
336 Mbps 336 Mbps

Rel-11 72 Mbps
+MIMO+64QAM

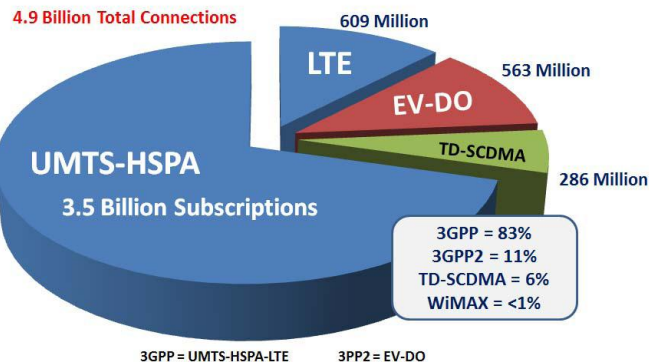
Rel-9 24 Mbps
+Dual Carrier

Rel-7 12 Mbps
+16QAM

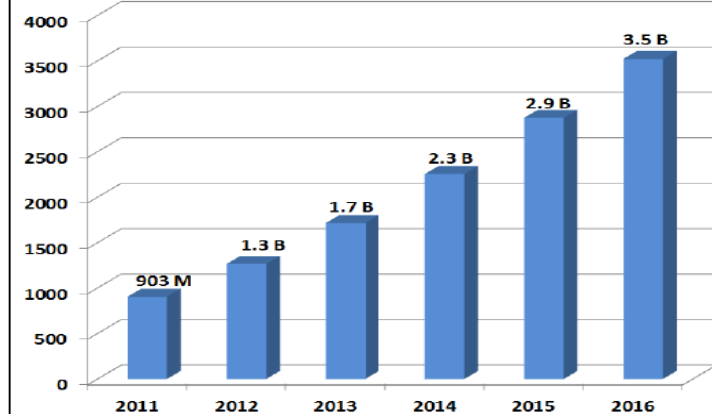
Rel-6 5.8 Mbps



Mobile Broadband Market Share 2016



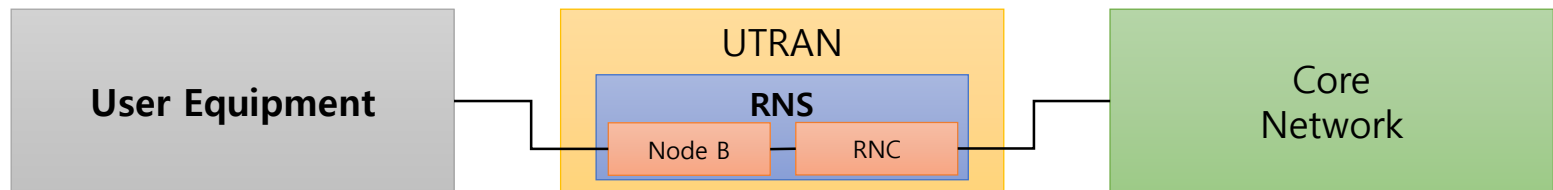
Global Growth of UMTS-HSPA 2011-2016



WCDMA Network

❖ WCDMA Network Standard

- **Release 99**, Release 4, Release 5
- UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)
 - ✓ Proposed by 3GPP (3rd Generation Partnership Project)
 - ✓ Conceptual Architecture



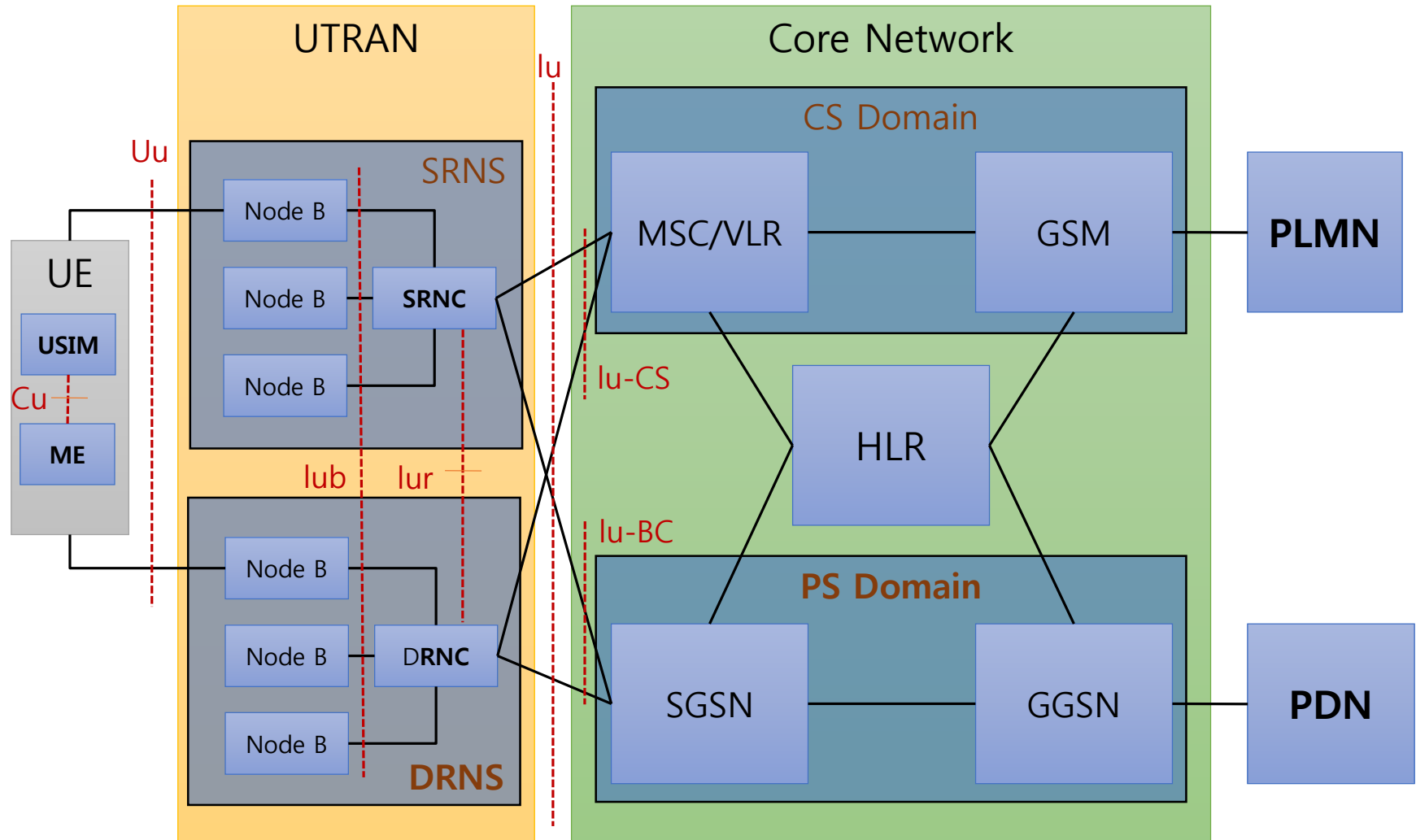
UE ————— UTRAN ————— CN

UMTS Terrestrial
Radio Access Network

- Node B
- RNC
- RNS

- MSC
- GMSC
- SGSN
- GGSN
- HLR

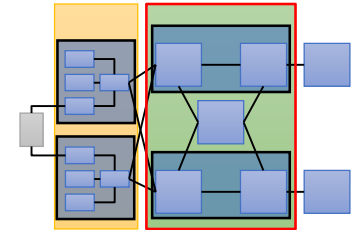
UMTS Release 99 Architecture



CN (Core Network)

❖ Functionality

- Protocol 구조에서 상위 레벨의 데이터 처리
- UTRAN을 거쳐 UE와 전화 통화 연결, 데이터 통신 연결 처리
- 요금 과금 시스템
- 망 보안 관련 처리

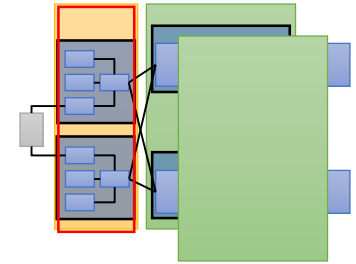


구성 요소	기능
MSC	<ul style="list-style-type: none">▪ Mobile Switching Center▪ 음성 정보 처리 (다양한 NAS 프로토콜 지원) : 통화제어, 단말기 이동성 확보 등
GMSC	<ul style="list-style-type: none">▪ Gateway Mobile Switching Center▪ 음성 정보 처리 : PSTN과 무선 통신망을 연결
SGSN	<ul style="list-style-type: none">▪ Serving GPRS Support Node▪ Packet 정보 처리 : 자신의 영역안의 UE 감지 및 Packet 송수신 제어
GGSN	<ul style="list-style-type: none">▪ Gateway GPRS Support Node▪ Packet 정보 처리 : Internet 과 CN 의 연결
HLR	<ul style="list-style-type: none">▪ Home Location Register▪ 사용자 위치 정보 저장 : 단말기 인증, 등록

UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network)

❖ Functionality

- CN과 UE 연결
- 전파 자원 제어, 할당
- 사용자 이동성 보장



구성 요소	기능
Node B	<ul style="list-style-type: none">▪ Call 과 상응하는 Carrier 보유 → Cell 안의 UE와 연결되어 있으며, 이에 사용하는 주파수 확보
RNC	<ul style="list-style-type: none">▪ Node B 제어 및 통신 자원 할당▪ Handover, RB (Radio Bearer) 담당
RNS	<ul style="list-style-type: none">▪ Radio Network Subsystem▪ RNC + 이에 딸린 Node B = RNS▪ UE와 연결 상태에 따라 SRNS와 DRNS 로 구분▪ SRNS (Serving RNS) : UE와 연결을 유지하고 있는 RNS▪ DRNS (Draft RNS) : UE가 RNC간 이동하는 상황에서 새롭게 UE와 연결되는 RNS

Domain

❖ Main Domains of CN

● CS domain, PS domain, BS domain

→ Iu Interface를 통하여 RNC와 연결

● CS (Circuit Switched) domain

- ✓ Dedicated Channel (송신자와 수신자가 1:1로 연결) 할당하여 데이터 전송
- ✓ MSC, HLR, AuC(Authentication Center)

MM Mobility Management	CM Connection Management	CC Call Control	SMS Short Message Service
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 단말과 기지국간 연결 전환 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 통화 연결 제어 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CN과 연결 담당 ▪ 통화 재연결 ▪ 음성 통화 송수신 관리 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 핸드폰 문자 서비스

● PS (Packet Switched) domain

- ✓ User Data를 Packet 단위로 전송 (Voice/Video Data + Control Command)
- ✓ GMM (GPRS Mobility Management) Protocol, SM (Session Management) Protocol

● BS (Broadcast Switched) domain

- ✓ 일정 구역안의 UE들에게 일괄 배포 시

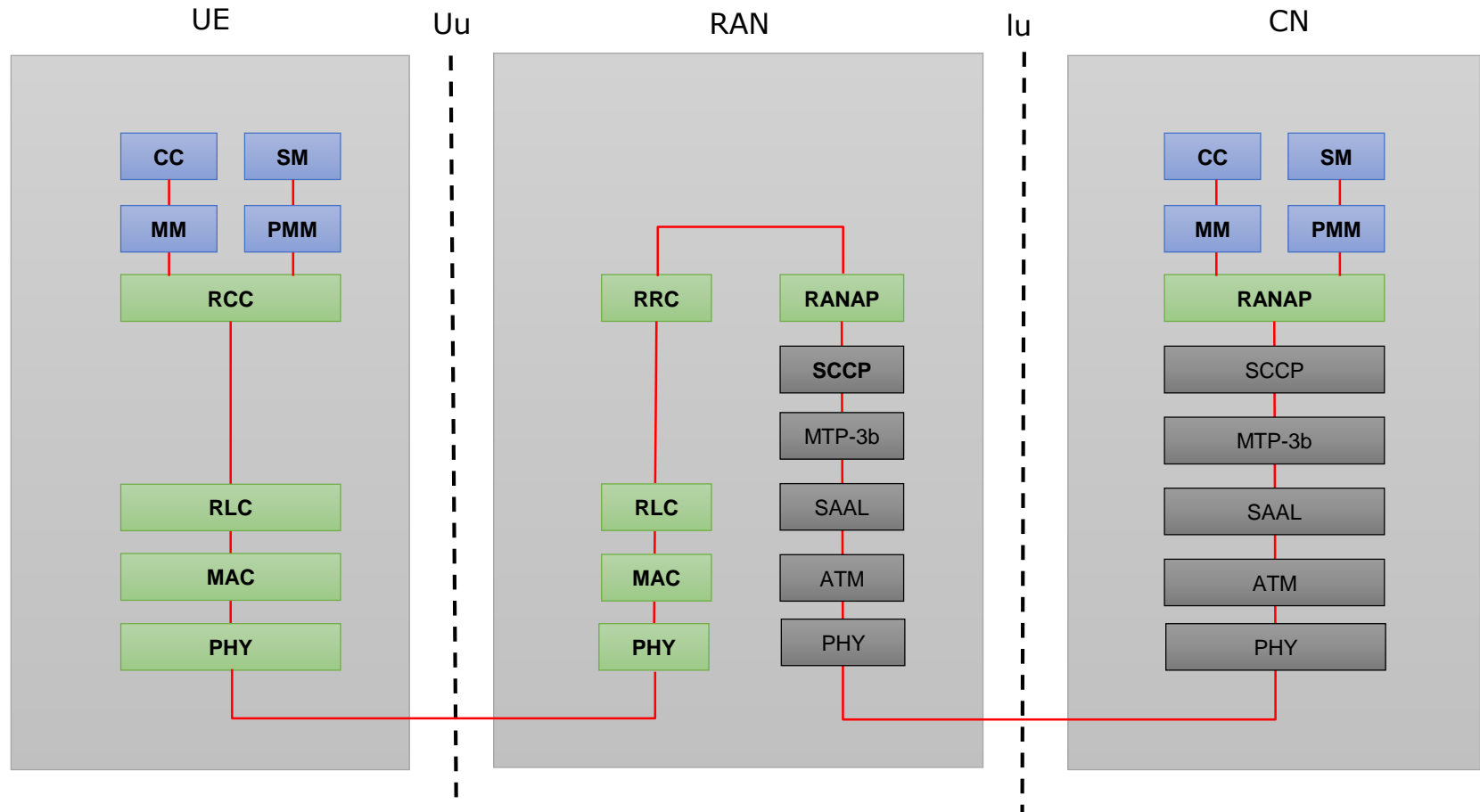
CS Domain	PS Domain	기능
MM Protocol	GMM Protocol	사용자 위치 추적, 식별, UE 위치 등록
CC Protocol	SM Protocol	CS/PS 연결 수립 및 제어
HLR/AuC		사용자 정보 저장 및 인증

Service	Audio	Video	Data
Throughput	12.2 Kbps	64 Kbps	128 Kbps
Error	10 ⁻⁸ BER ↓	10 ⁻⁸ BER ↓	10 ⁻⁹ BER ↓

[QoS (Quality of Service)]

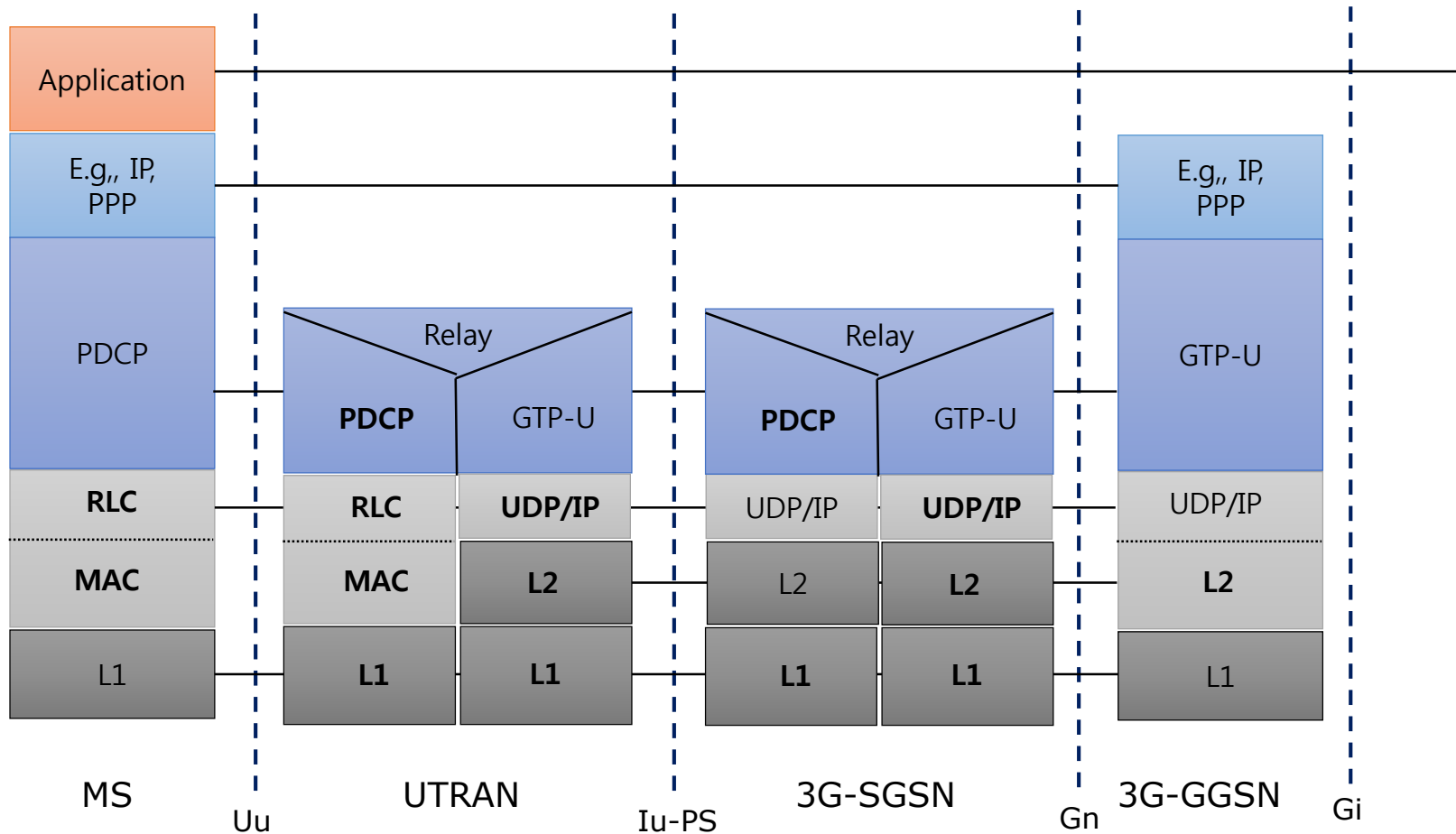
Protocol Architecture

❖ Control Plane



Protocol Architecture

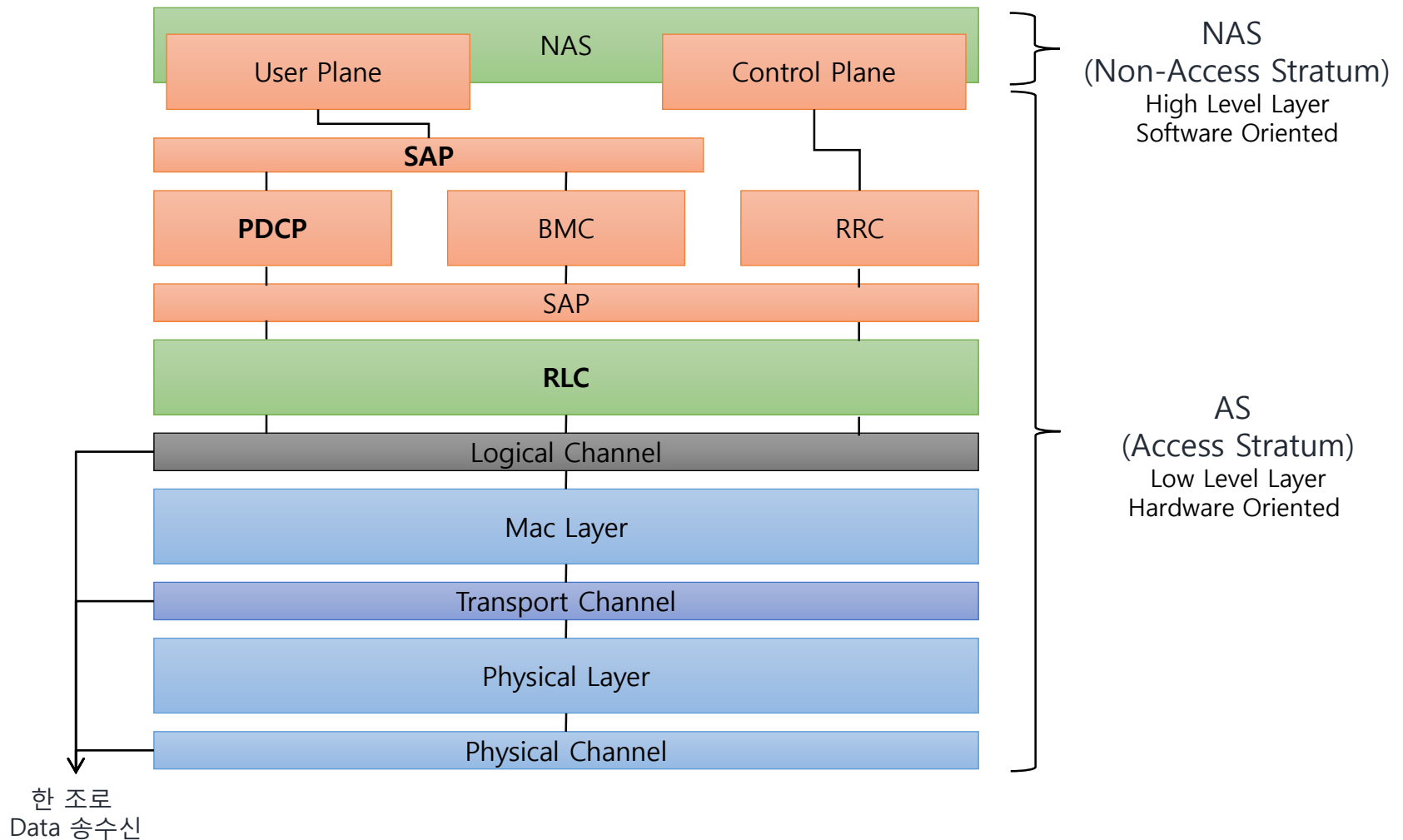
❖ User Plane



WCDMA Protocol Architecture

❖ Protocol

- Focus on Logical aspect



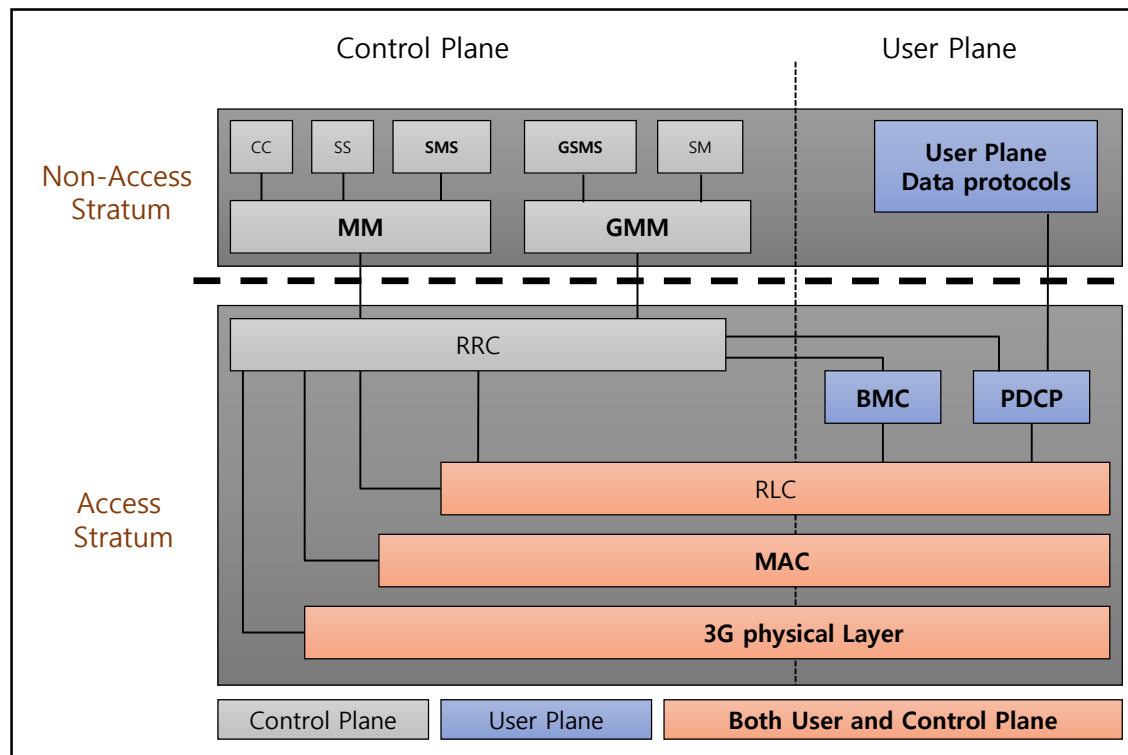
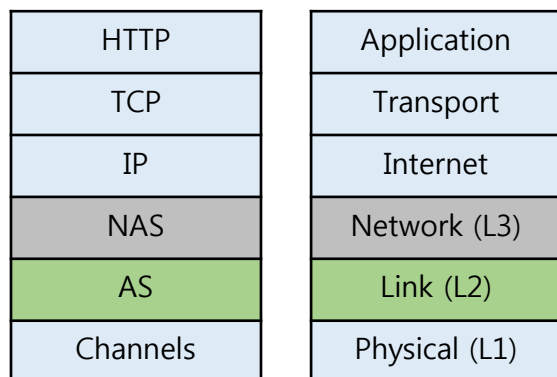
AS (Access Stratum)

❖ AS

- Functional Layer in the UMTS wireless telecom protocol stack between radio network and user equipment

❖ Functionality

- 무선 구간을 통한 데이터 전송과 관련된 기능 수행
- NAS 메시지의 전달

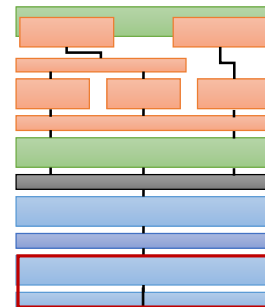


* SM(Session Management), CC(Call Control), SS(Supplementary Service), GSMS/SMS

WCDMA Protocols (1/4)

❖ Physical Channel

- Data Sending & Receiving
 - ✓ Channelization code
 - ✓ Scrambling code
- 목적에 따라 세분화
 - ✓ 전송 방향 : uplink, downlink, 양방향
 - ✓ FDD/TDD 지원 여부
 - ✓ Transport channel, Logical Channel 과 조를 이루어 전송키도 함



❖ Physical Layer

- Channelization code & Scrambling code

Uplink (동일 Cell)	Downlink (동일 Cell)	Downlink (다른 Cell)
<ul style="list-style-type: none">▪ 같은 Channelization Code▪ 다른 Scrambling Code	<ul style="list-style-type: none">▪ 다른 Channelization Code▪ 같은 Scrambling Code	<ul style="list-style-type: none">▪ 같은 Channelization Code▪ 다른 Scrambling Code

- Handover
- Compressed mode
 - ✓ Data Stream 사이에 공백을 넣어 다른 Cell을 체크할 시간을 할당
- Power control

WCDMA Protocols (2/4)

❖ Transport Channel

- Physical Layer와 MAC 사이의 Interface

- ✓ Dedicated channel : 1:1 통신 Channel
- ✓ Common channel : 1:N 통신 Channel

❖ MAC (Medium Access Control)

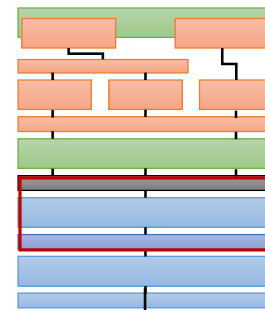
- 통신 수단 자원 접근 제어 (상위 Layer인 RRC의 제어를 받음)

- ✓ 통신 자원의 동적 할당
- ✓ 사용자 간의 우선 순위 할당
 - Logical, transport channel 연결 → 전송 Data Format 결정 → 데이터 우선 순위 결정
- ✓ UE 당 하나의 Instance 생성
 - 다수의 Logical channel과 다수의 transport channel 사용하여 입출력

❖ Logical channel

- Data 전송 특징 결정

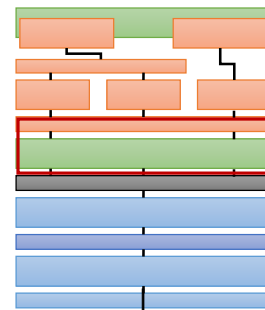
- ✓ 1:1 또는 1:N, user plane 또는 control plane 인지 결정
- ✓ Physical channel, Transport channel, Logical channel의 통신 방향과 division duplex 사용 여부



WCDMA Protocols (3/4)

❖ RLC (Radio Link Control) protocol

- Service 당 RLC Instance 할당 → 서비스 별 QoS 기준이 다름
 - ✓ 서비스 마다 다른 전송 속도와 신뢰성 조건을 만족하는 RLC Setting 필요
- Segmentation & Reassembly
- 신뢰성 있는 RLC간 데이터 전송을 위한 서비스
 - ✓ ARQ (Automatic Repeat Request): Error 감지 시 데이터 재전송 요구
 - ✓ Flow control : Buffer Overflow 감시 기능
 - ✓ Ciphering : 데이터 암호화 담당
 - 일반적으로 RLC에서 담당하나 RLC가 transparent하게 동작할 경우 MAC Layer에서 담당



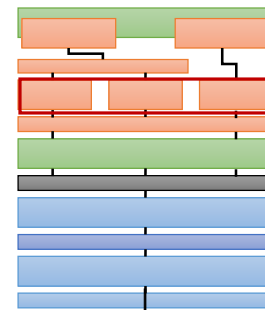
❖ SAP

- Layer간 Interface 역할을 하는 논리 영역
 - ✓ RRC 와 각 AS layer들 간의 control message 전달을 할 때 인터페이스 역할
 - ✓ PDCP, BMC와 AS layer 들과의 연결 사이에도 인터페이스 역할

WCDMA Protocols (4/4)

❖ RRC (Radio Resource Control) Protocol

- RRC Connection 생성, 수정, 해제 (UE (1) UTRAN (N))
- User Plane connection 생성
 - ✓ RAB (Radio access bearer) : UE → CN으로 가는 Voice, Packet Data 처리
- Mobility Support
 - ✓ Handover Control
 - ✓ Cell, URA 영역 Update → 효과적인 망내 단말기 위치 파악



❖ PDCP (Packet Data Convergence Protocol)

- PS Domain에서 사용
- Handover시 SRNC 전환이 생기는 경우, 데이터를 재전송 → 데이터 손실방지

❖ BMC (Broadcast and Multicast Control) Protocol

- Cell에 SMS를 Broadcast
- 메시지는 주기적으로 Common physical channel로 들어옴
 - ✓ UE에 뿌려진 SIB5, SIB6 메시지로 결정 → 조작 가능

NAS (Non-Access Stratum)

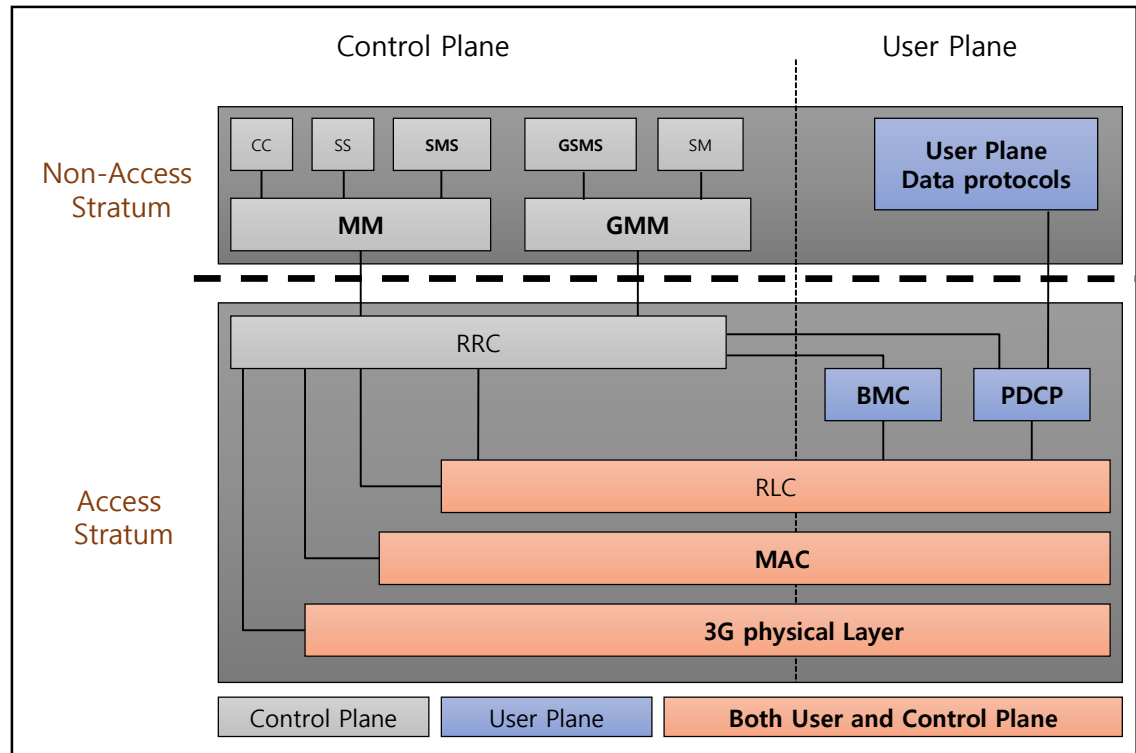
❖ NAS

- UE와 CN 사이의 통신을 제어하는 Control Layer 프로토콜 집합
- Support signalling and traffic between those two elements

❖ Functionality

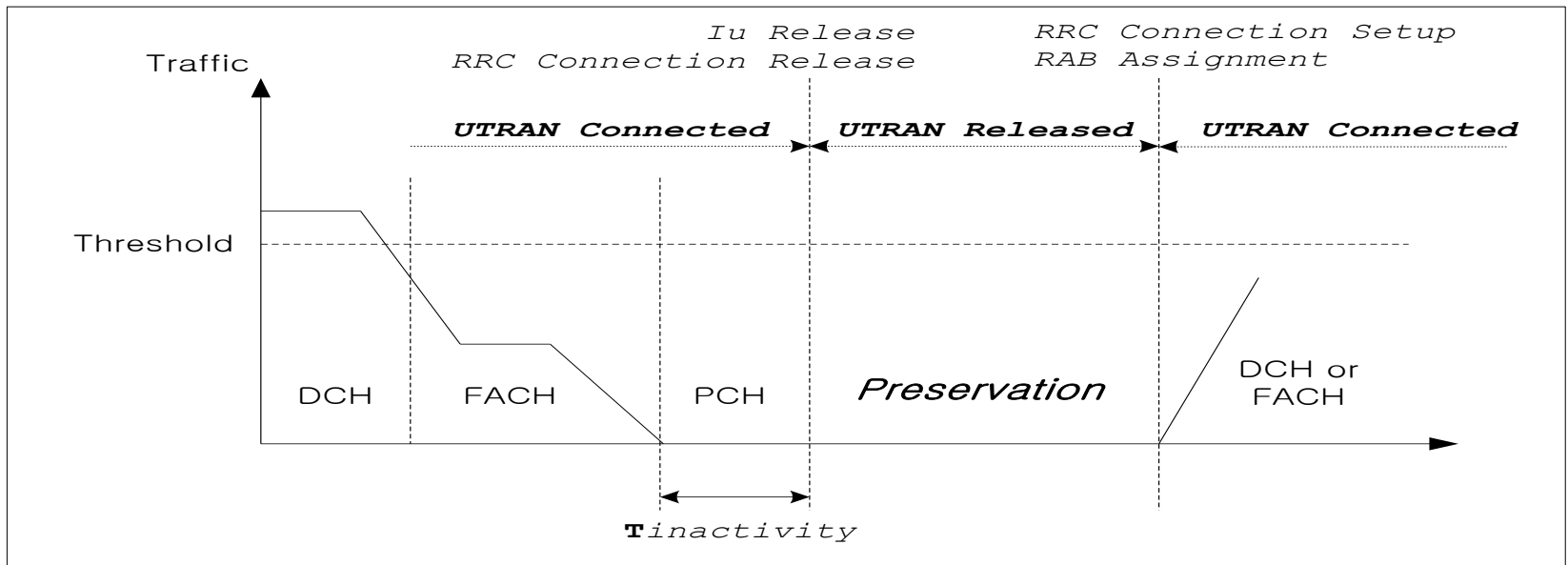
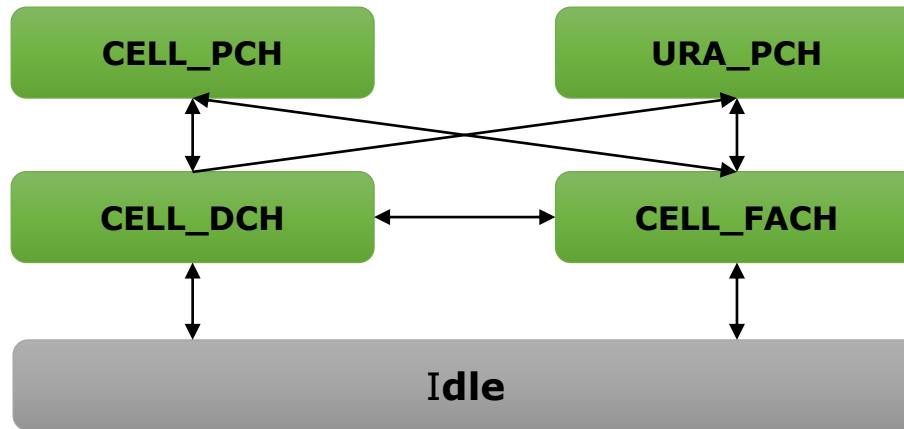
- Mobility management
- Call control
- Session management
- Identify management

HTTP	Application
TCP	Transport
IP	Internet
NAS	Network (L3)
AS	Link (L2)
Channels	Physical (L1)



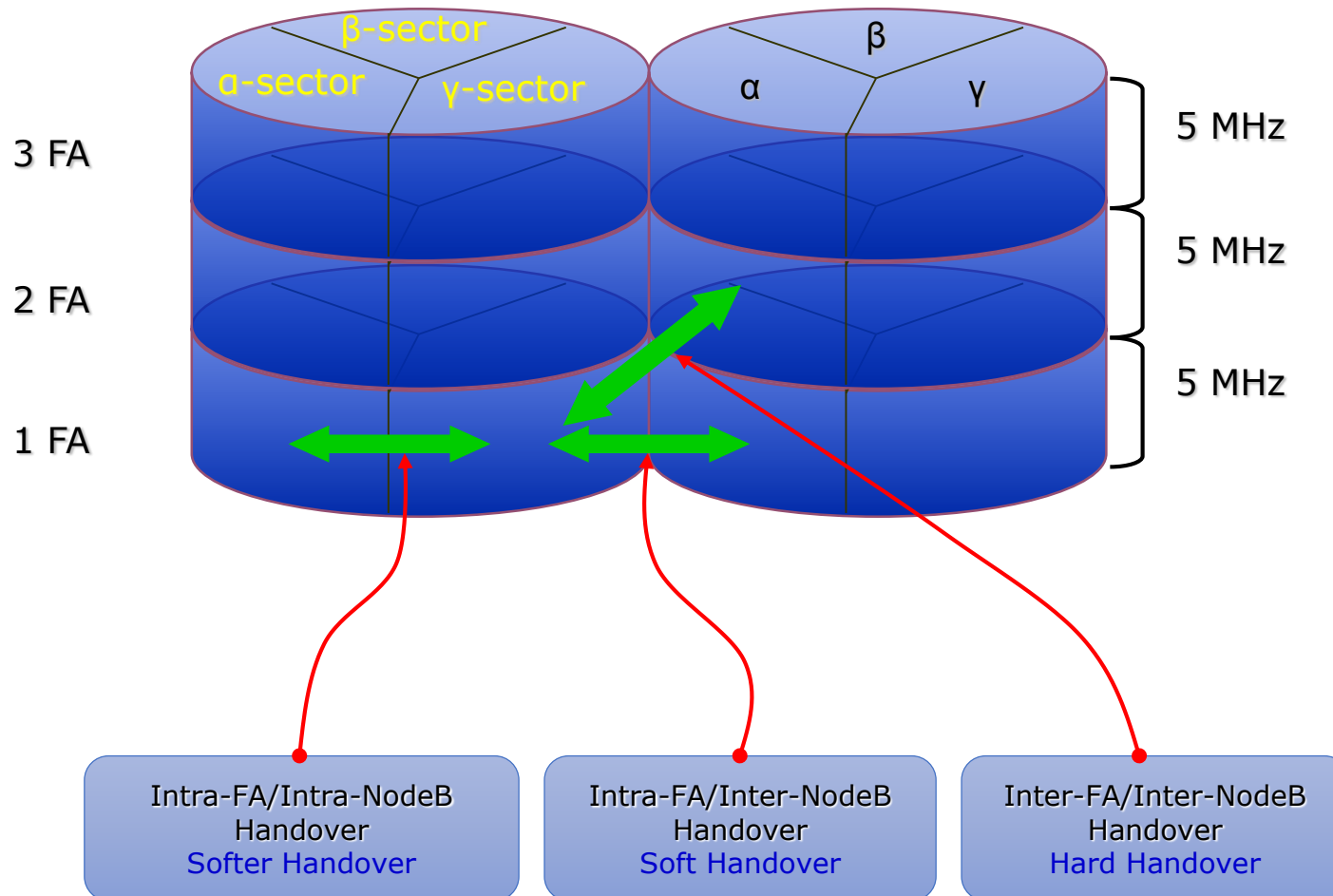
* SM(Session Management), CC(Call Control), SS(Supplementary Service), GSMS/SMS

RRC STATE



WCDMA Handover

- FA 별 Sector 각각을 Cell이라 한다
- 인접한 Cell은 서로 다른 PSC (Primary Scrambling Code, 0~511) 사용한다.

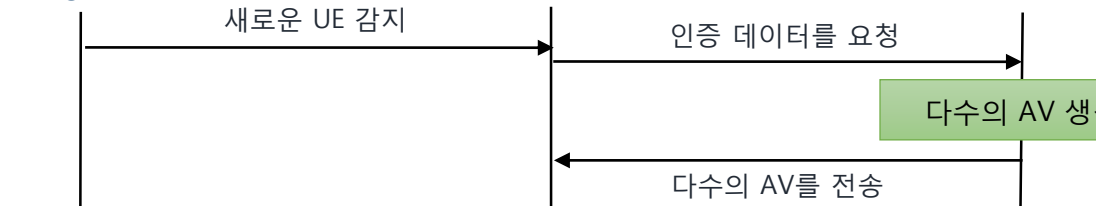


Authentication

❖ Bi-directional

- UE → Network : Verify Network
- Network → UE : Verify UE

Authentication Key
비교

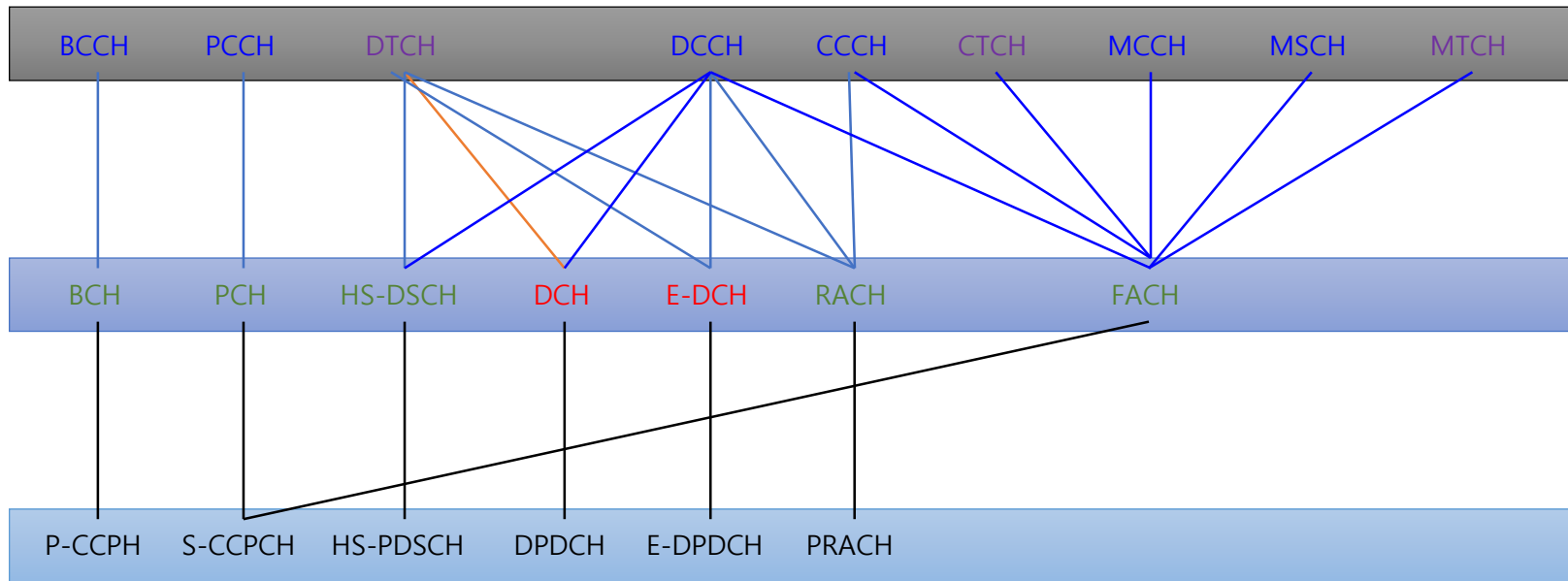


AV (Authentication Vector)

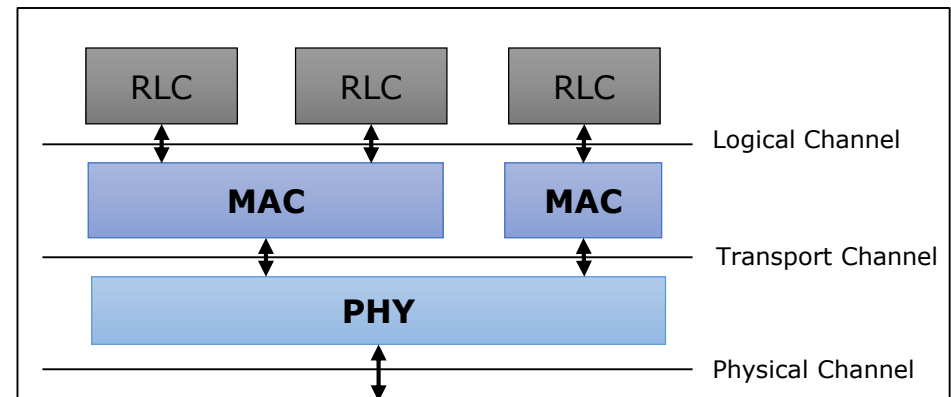
- 인증 절차시 사용
- 사용후 폐기(보안을 위하여 폐기)
- 구성 요소
 - RAND (Random Number 128 bit) :
AuC로 부터 생성되는 임의의 수
 - XRES (Expected RES 32 bit) :
RNAD와 Authentication Key를 바탕으로 생성
 - CK (128 bit) : UE와 RNC간 암호와 통신을 가능하게 함
 - IK (128 bit) : Authentication Key 값과 RAND를 바탕으로 생성
 - AUTN (Authentication Token 128 bit) :
SQN, AK, AMF, MAC 값으로 만들어지는 데이터 집합
 - MAC (64 bit) : UE가 인증요청을 검증할 때 사용

WCDMA Channel Mapping

❖ Logical/Transport/Physical Channel Mapping



- DTCH Traffic Channel
- DCCH Control Channel
- DCH Dedicated Channel
- PCH Common Channel
- Mapping in Downlink
- Mapping in Uplink
- Mapping in Uplink & Downlink



W-CDMA 와 CDMA 비교

비교 항목	W-CDMA(비동기식)	CDMA 2000(동기식)
주도 지역	유럽	북미
기술표준 단체	3GPP	3GPP2
구성 단체	ETSI(유럽), TI(미국), ARIB/TTC(일본), CWTS(중국), TTA(한국)	TIA(미국), ARIB/TTC(일본), CWTS(중국), TTA(한국)
기지국간 동기	기지국마다 상이 PN code를 갖는 비동기	동일한 PNcode를 사용 :시간차를 이용 기지국 구분
초기동기 시간	상대적으로 길다	상대적으로 짧다 (동일 PN code 사용)
Cell Planning	용이함(인접기지국과 셀 반경을 고려치 않음)	어려움 (인접기지국 PN code의 Time-offset값 고려)
일반적 표현	W-CDMA	CDMA2000
RF개념의 표현	DS(Direct Sequence)방식의 FDD와 TDD 2가지	MC(Multi Carrier) 3X 3개의 Carrier 사용
시스템 개발업체	에릭슨, 노키아, NTT, DoCoMo 등	퀄컴, 루슨트, 모토로라 등
핵심망 기반	GSM-MAP	ANSI-41
기반 기술	GSM	IS-95
Chip rate	3.84Mcps	3.6864Mcps
국내적용시 장점	DS방식으로 용량개선, 기술 시장성과 성장성이 큼	기존에 운용중인 IS-95계열과 호환 가능, 운용경험과 기술면에서 국제경쟁력이 높음.
국내적용시 단점	국내 기술력부족, 새로운 시스템의 Network 구성	시장성 미흡, 미국의 GPS에 예속 우려



Thank You !