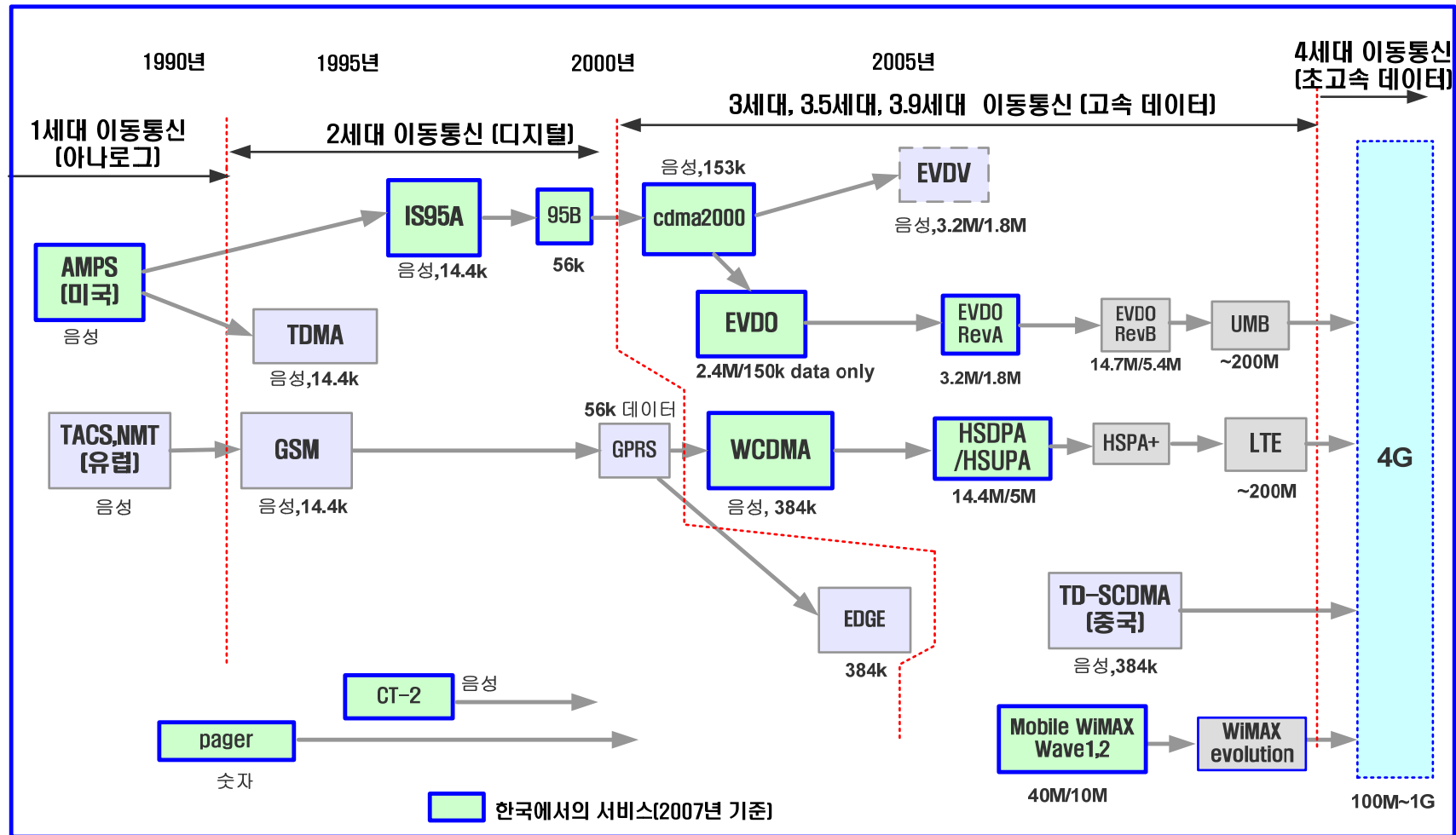


from WCDMA to LTE

이 상 근
rainbowstar@dreamwiz.com
청강문화산업대학 이동통신과
2009년5월

이동통신 기술의 진화

Time 12:23:32



Why Evolution ?

Time 12:23:32

불편은 진화의 조건

전화를 밖에서도 자유롭게 사용할 수 있다면...

1993~1996

디지털 이동통신(음성) 서비스

CDMA, GSM ..

인터넷을 밖에서도 자유롭게 사용할 수 있다면...

2000~2003

무선 데이터 서비스

cdma2000, GPRS, WCDMA ..

그런데 너무 느려서 ...

2006~현재

고속의 무선 데이터 서비스

HSDPA, WiBro, EVDO rA ...

빠르긴 한데 너무 비싸서 ...

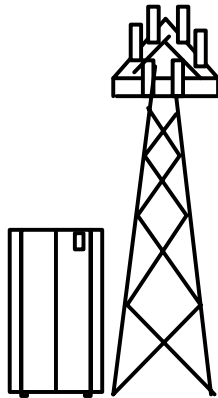
저가의 고속 무선 데이터 서비스

고가의 원론적 요인은?
데이터 요금이 얼마나 싸져야 할까?
어떻게 저가를 구현할 것인가?

=> 수천,수만 개의 고가의 기지국,중계기 ...
=> 무제한 정액제로 3만원/월 이하는 되어야 ...현재보다 1/10 수준
=> 기술 발전으로 장비 값이 획기적으로 싸진다면 가능 할까??

고가의 무선데이터 요금 ...

Time 12:23:32



- 전국 서비스를 위하여는 최소 7000 국소의 기지국 필요
- 기지국을 설치, 유지보수 하기 위하여는 고가의 CAPEX, OPEX 요인
- 무선데이터 서비스 고가 요금의 주요 요인

시간이 지나 기술의 발전에 의하여 장비 가격이 획기적으로 싸진다면 ...

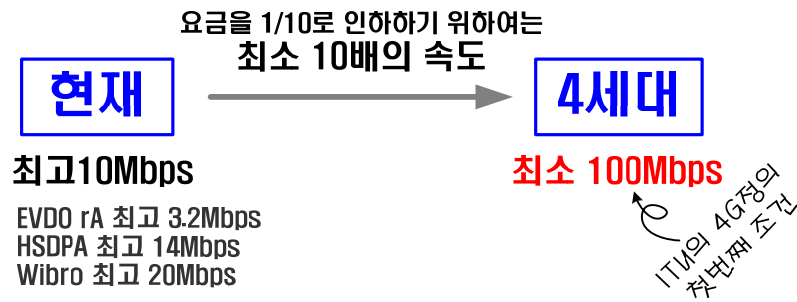
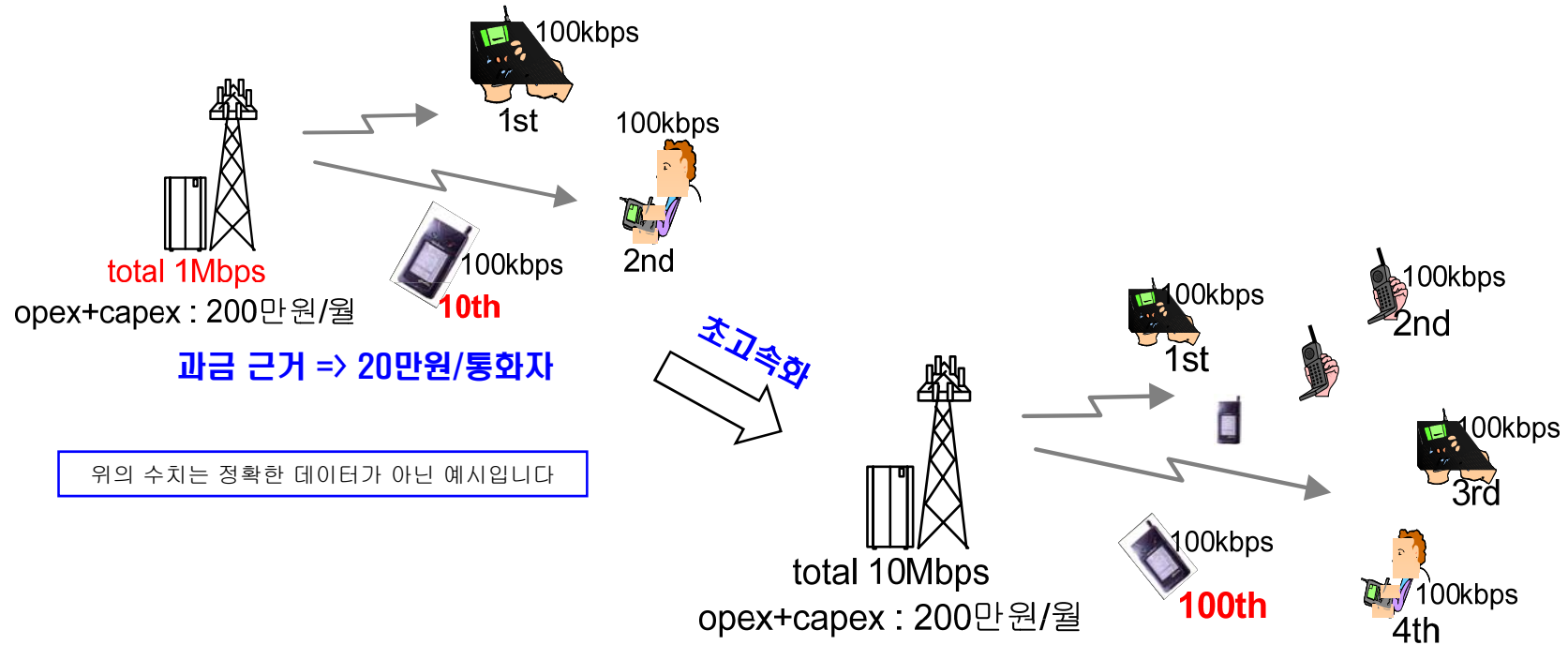
기지국 장비 감가상각 비용	1500만원	→	150만원
기지국 시설 감가상각 비용	1000만원	→	1000만원
전기료	500만원	→	500만원
부동산 임차료	1000만원	→	1000만원
전용선로 임차료	2000만원	→	2000만원
유지보수 인건비	2000만원	→	2000만원
.....			
한 국소를 유지하기 위한 CAPEX+OPEX	최소 8000만원		최소 6650만원

획기적인 원가인하 요인이 되지 못함

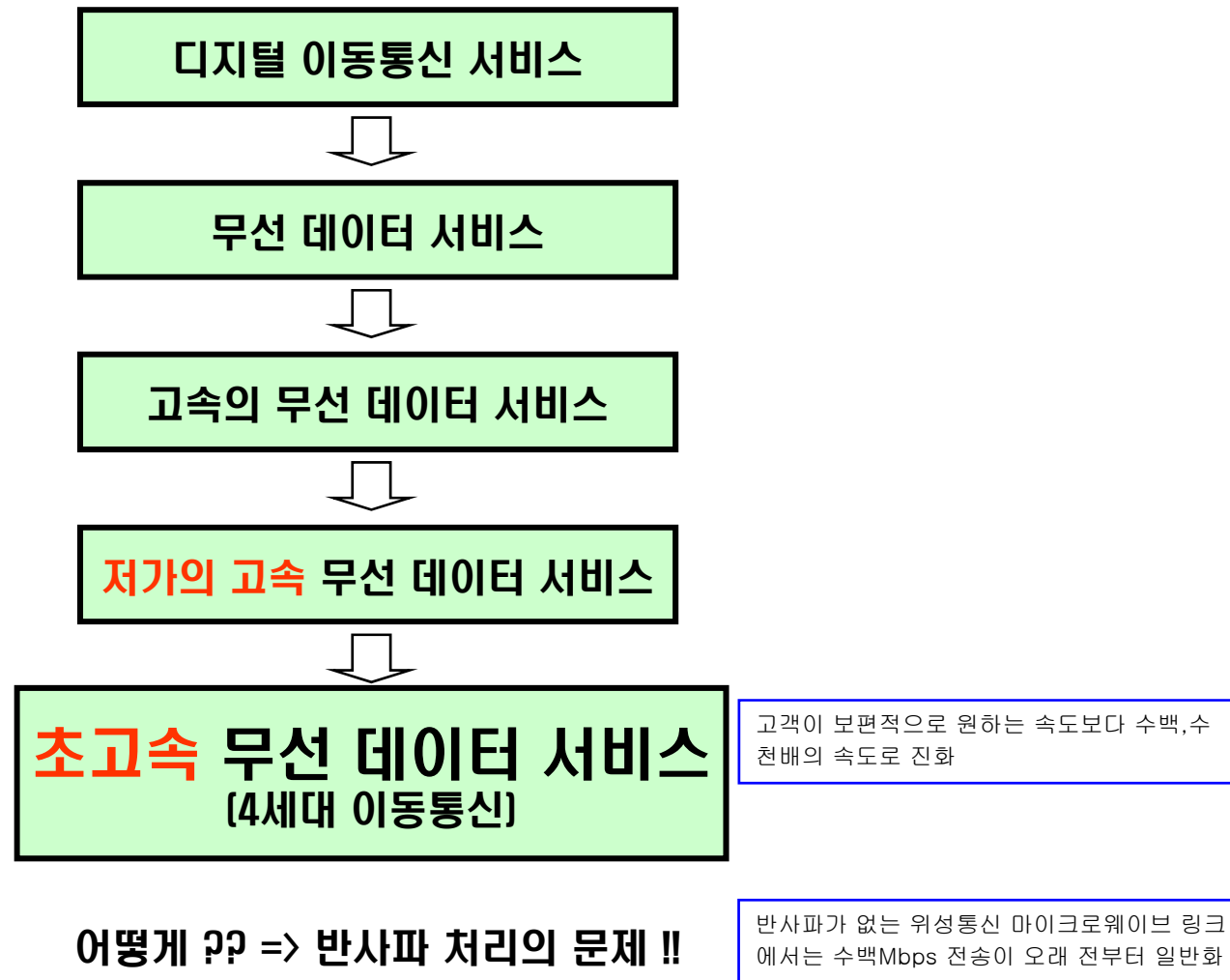
위의 수치는 정확한 데이터가 아닌 예시입니다

초고속화에 의한 저가의 구현

Time 12:23:32



기지국 데이터 속도를 초고속화 시키면 패킷 당 원가가 획기적으로 싸지게 된다.



4세대를 향한 기술 개발

Time 12:23:32

	2G, 3G	Mobile Wimax, LTE, 4G	
무선 접속 기술	CDMA	OFDM	반사파 문제의 극복, 고속 전송
변조 기법	QPSK, 16QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM	고속 전송
주파수 다중화	FDD	FDD / TDD	주파수 효율성 증대
다중 안테나 기술	Rx Ant Diversity	STC, Beam Forming, SM MIMO	반사파의 활용, 고속 전송

모든뉴스

[삼성, 4세대 이동통신기술 세계 첫 시연](#) [네이버](#) [서울경제](#) [IT/과학] 2006.08.31 오후 20:51
 ... 수 있는 4세대(G) 이동통신기술이 처음으로 일반에 공개됐다. 삼성전자는 31일 제주도 :
 4G 포럼 2006에서 4G 기술을 공개한 후 주무관관다지에서 시연회를 가졌다 이날 역시 시

- 3.5Ghz, 100MHz BW, OFDMA, TDD, 64QAM, 4/4채널코딩, 8X8MIMO
- ⇒ 100Mbps x 6bits/symbol x 4/4 x 8배
- ⇒ 4.8Gbps 최고속도

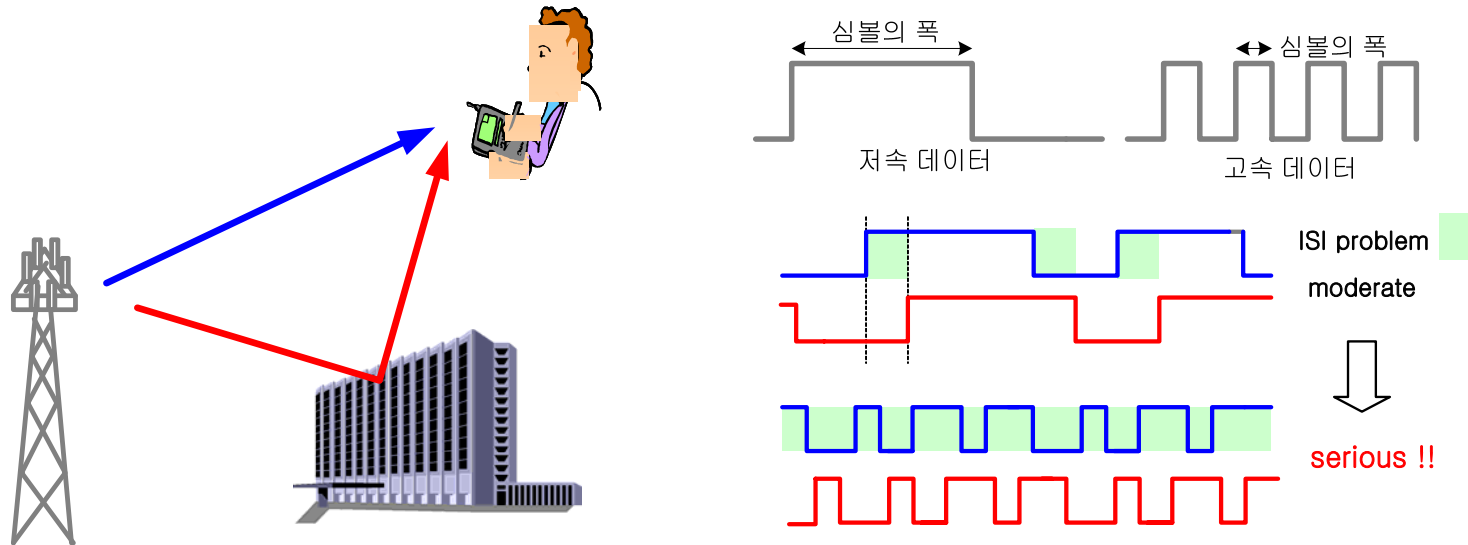
아이뉴스24
ETRI, 세계 최초 4세대(G) 통신시스템 개발
기사입력 2007-10-11 12:41
기사원문보기



우리나라가 세계에서 처음으로 3.6Gbps 전송 속도를 구현하는 4세대(4G) 이동 통신 시스템을 개발했다. 이는 650MB의 CD 1장을 단 1.4초만에 내려받을 수 있는 속도다.
 한국전자통신연구원(ETRI, 원장 최문기)은 11일 정지 및 저속(시속 3Km) 이동시 3.6Gbps의 전송속도를 구현하는 저속 이동용 무선전송시스템(NoLA)을 세계 최초로 개발해 시연회를 개최했다.

데이터 속도에 따른 ISI 문제점 증가

Time 12:23:32



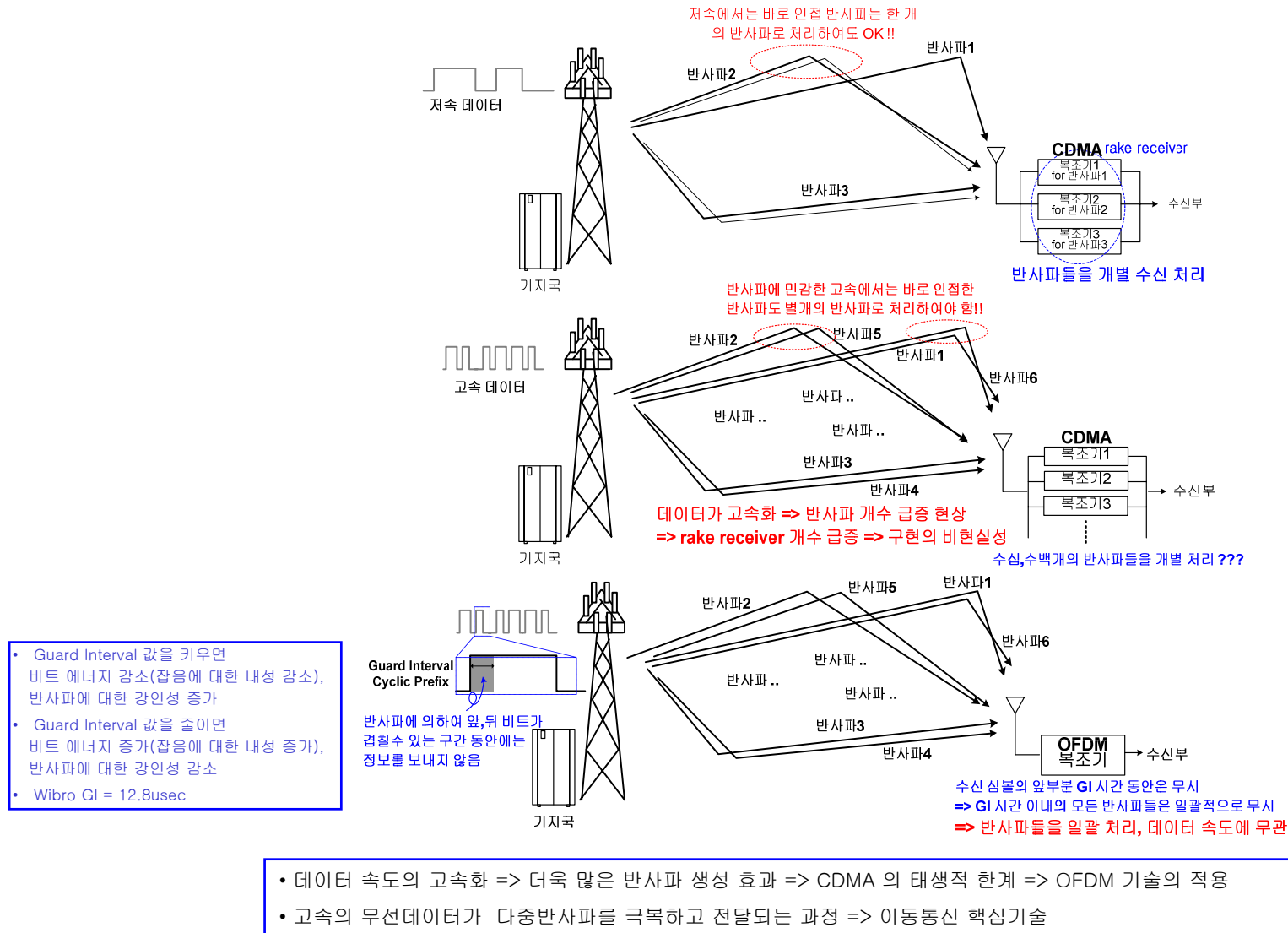
- data rate 증가에 따라 증대되는 ISI 문제점을 최소화 하기 위하여는
 - equalizer : 주파수 대역폭이 증가할수록 복잡도 증가
 - rake receiver : 다중 반사파가 많을수록 복잡도 증가
 - diversity : time, frequency, antenna
 - longer symbol duration => Multi Carrier modulation

반사파가 많은 도심환경에서 데이터 속도 증가에 따른 ISI (Inter Symbol Interference) 문제점 급증
=> CDMA 구현의 복잡도 급격히 증가 => OFDM 도입의 배경

CDMA => 반사파 각각에 대한 개별적 처리
OFDM => 고속의 데이터를 저속의 데이터로 병렬 전송,
병렬 전송되는 저속 데이터들에 대하여도 일정 시간내에서의 반사파에 대하여는 일괄 처리(무시)

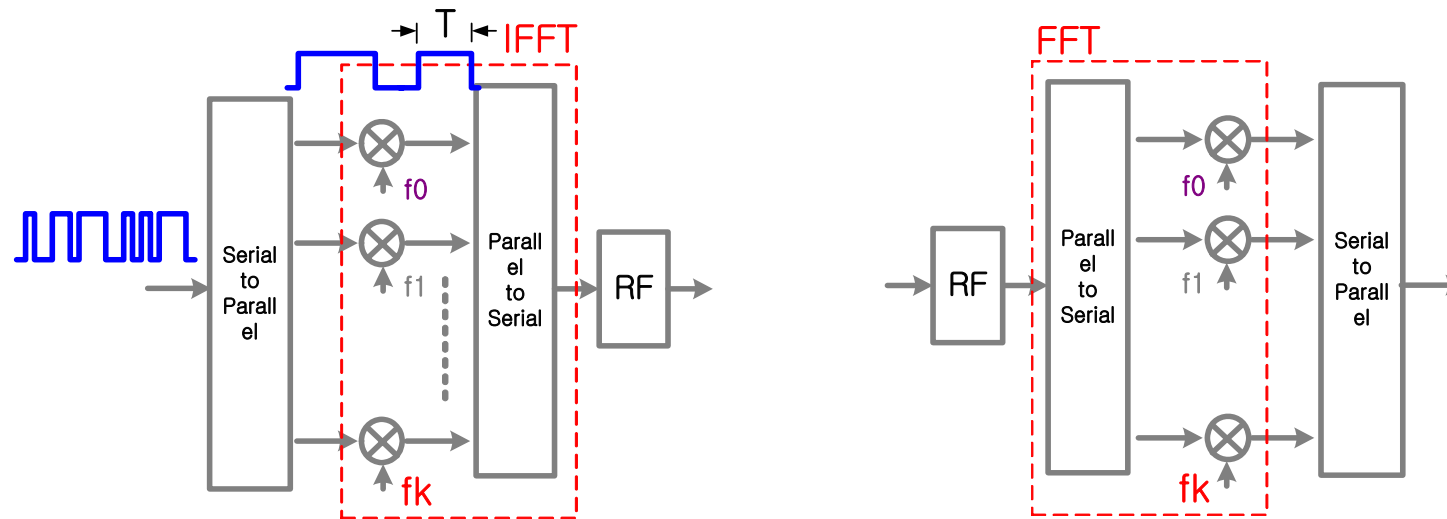
다중 반사파의 대처 방법

Time 12:23:32



OFDM 의 기본 구성

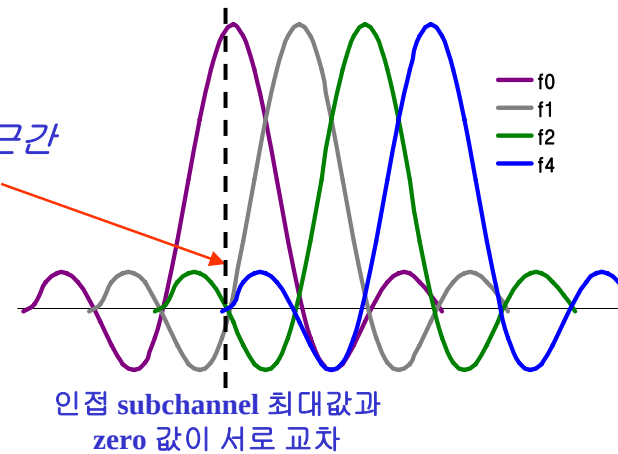
Time 12:23:32



$$f_k = f_0 + k / T$$

Orthogonal 의 근간

⇒ OFDM

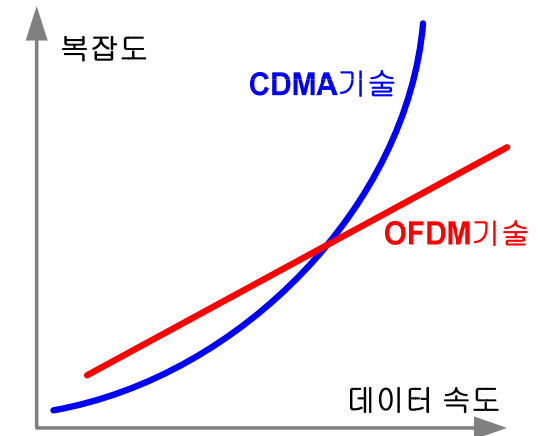


OFDM versus CDMA

Time 12:23:32

방식	병렬 부반송파 갯수	최고 속도
와이브로	864개	~ 16Mbps
801.11a 무선랜	52개	~ 54Mbps
유럽형 디지털 TV	1075 ~ 6817개	~ 32Mbps
디지털 라디오	192 ~ 1536개	~ 1.8Mbps
ADSL	256개	~ 8Mbps
VDSL	2783개	~ 52Mbps
4세대 이동통신	최소 수천 개	100Mbps ~

OFDM 을 기법을 사용하는 시스템 방식 별 특징

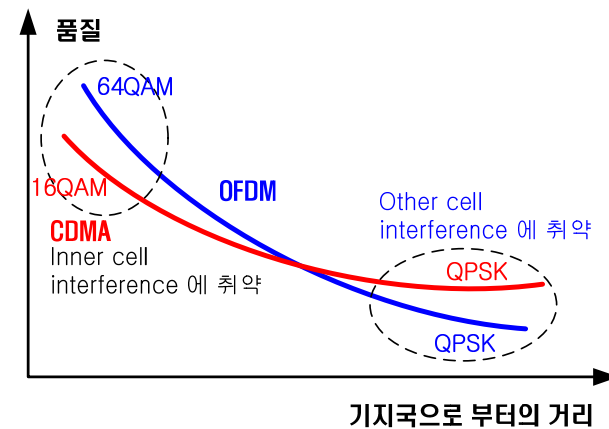
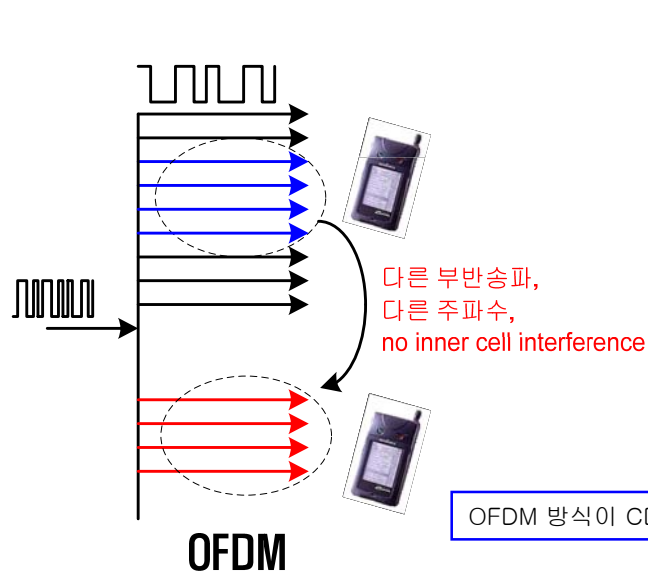
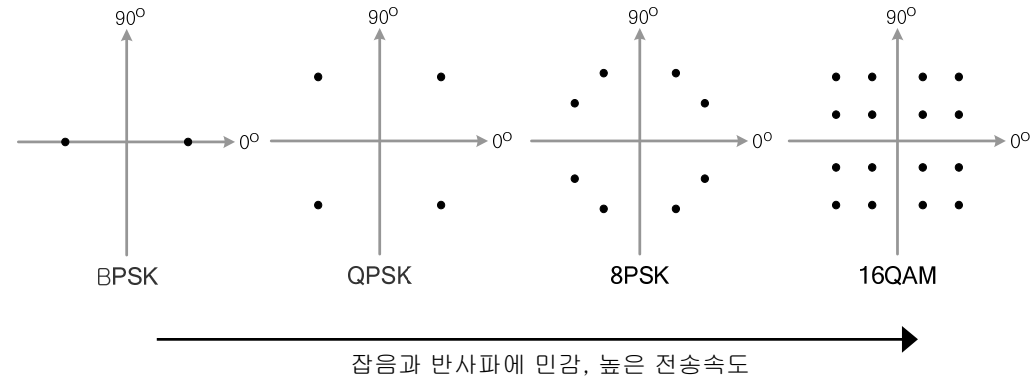
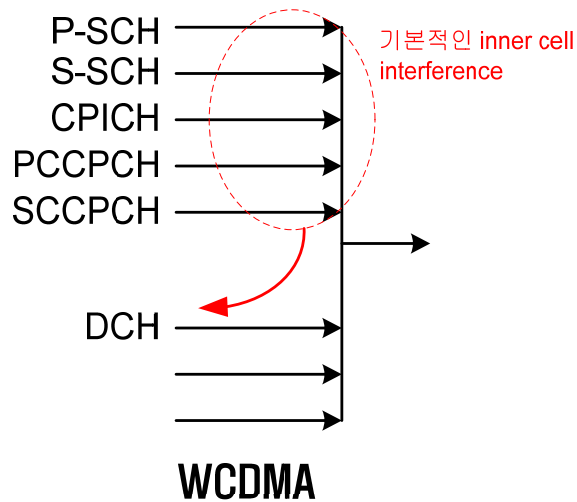


데이터 속도 증가에 따른 복잡도의 변화

초고속 무선데이터 전송을 위하여 CDMA 보다 OFDM 기술이어야 함을 설명

높은 변조지수에 의한 전송속도의 증대

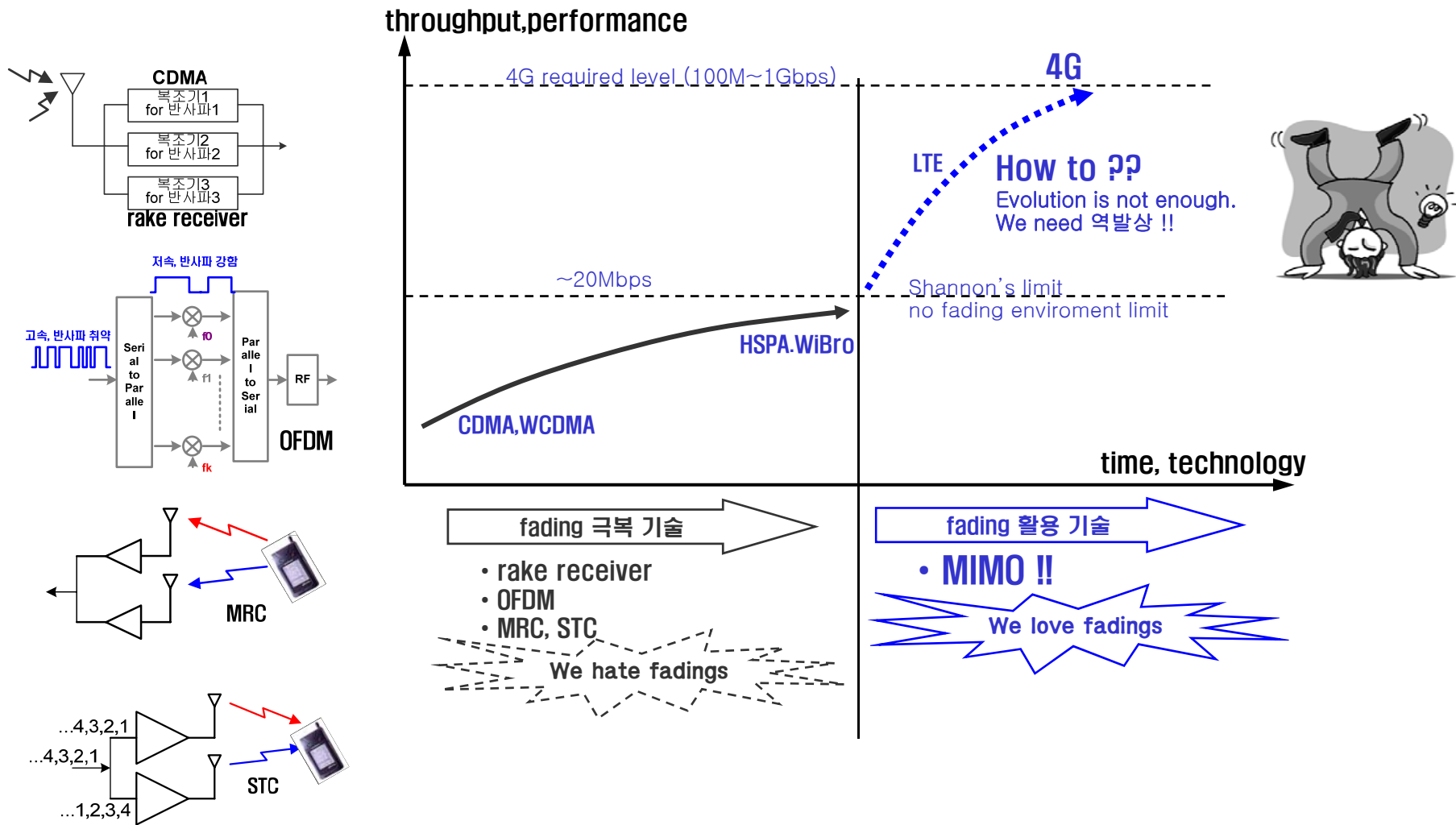
Time 12:23:32



OFDM 방식이 CDMA 방식에 비하여 근거리에서 더 높은 SINR 과 더 높은 전송속도를 나타내는 근거를 설명

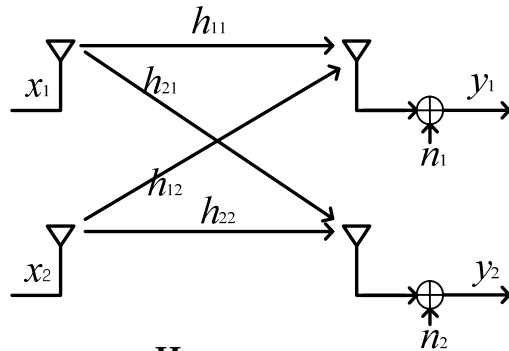
High speed data transmission

Time 12:23:32



MIMO의 기본 개념

Time 12:23:32

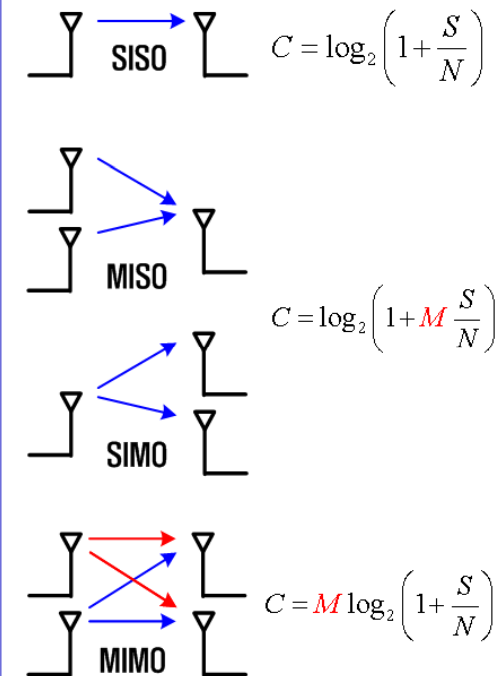
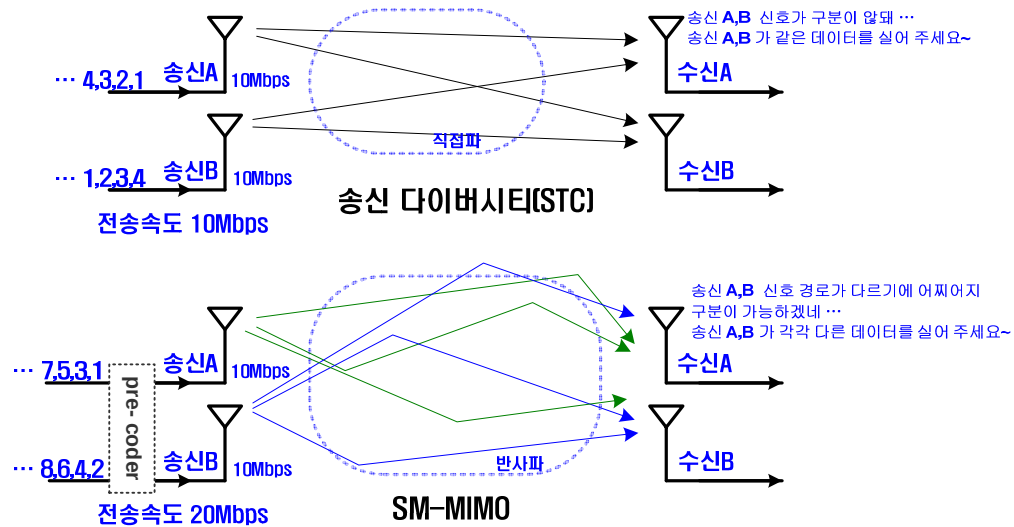


$$\mathbf{y} = \mathbf{H} \cdot \mathbf{x} + \mathbf{n}$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$$

- 반사파 충분 => 수신단에서 각각의 전파경로 역추정 가능
=> 송신 A,B 에 각기 다른 데이터 송신 => 데이터 속도 선형적 증가
- 직접파 => 각각의 전파경로 동일 특성 => 각각의 전파경로 추정 불가
=> 송신 A,B 분리수신 불가 => MIMO 동작 불가

MIMO 용량증대 = Min(송신,수신 안테나 개수)



다중 반사파에 대한 이동통신 기술의 진화

Time 12:23:32

	SM MIMO (Spatial Multiplexing)	Beam Forming
적합한 무선 환경	다중 반사파 환경 좋은 수신전파 상태	반사파가 적은 환경 않좋은 수신전파 상태
무선망 설계	도심, 건물내 환경 최적의 환경 => 무선랜	시골, 비도심 환경
무선망 진화에 따른 적용	SM MIMO 와 Beam Forming 의 적응적 동작이 요구됨 Adaptive MIMO Switching (SM $\leftrightarrow$ BF, Tx Diversity) Mobile Wimax 에서 필수사항	



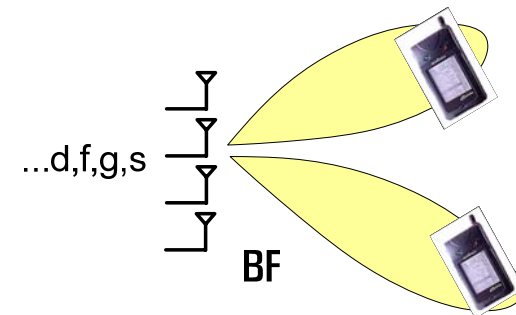
2x2 MIMO 유무선공유기



3x3 MIMO 유무선공유기

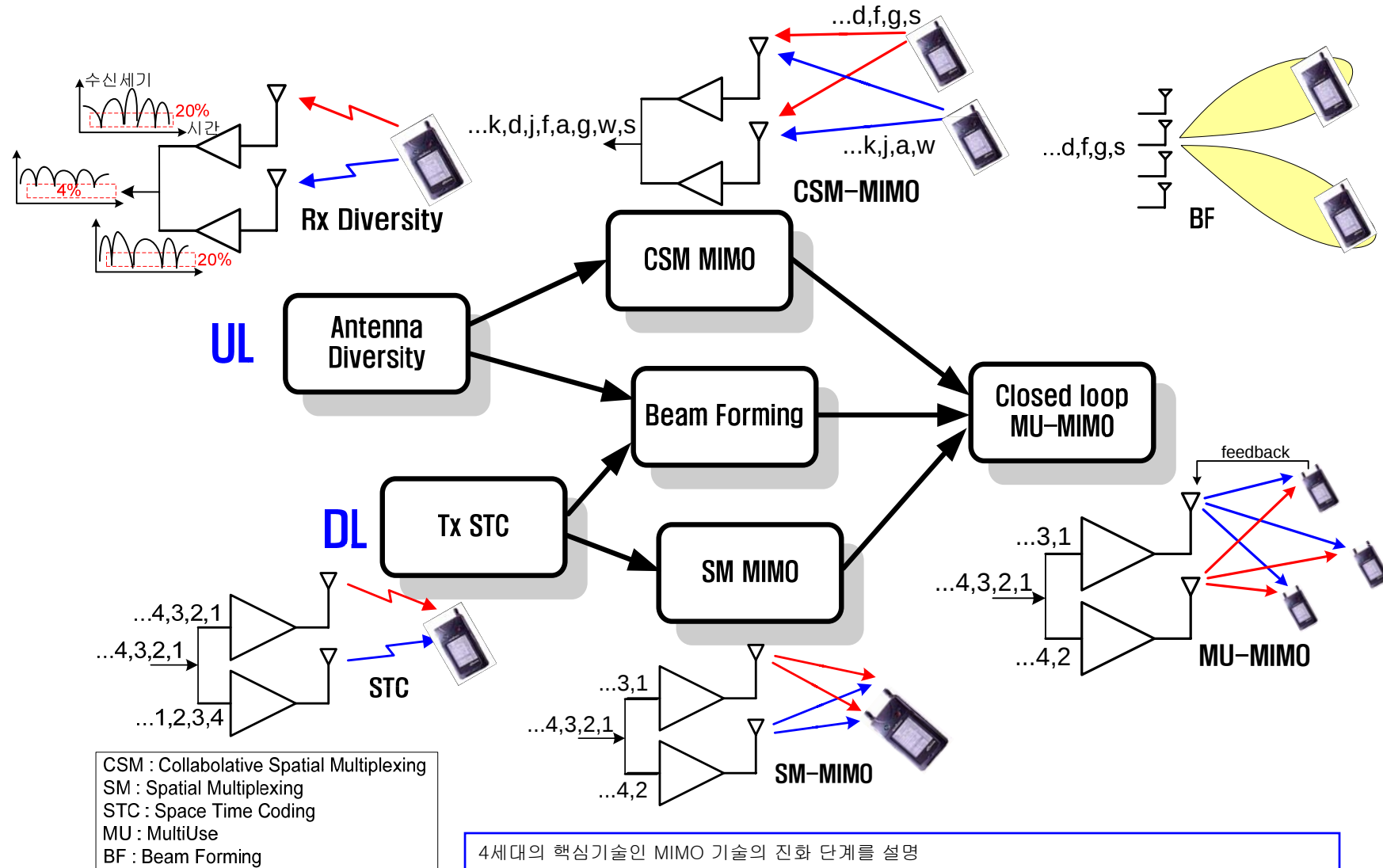


MIMO 노트북



다중 안테나 기술의 진화

Time 12:23:32

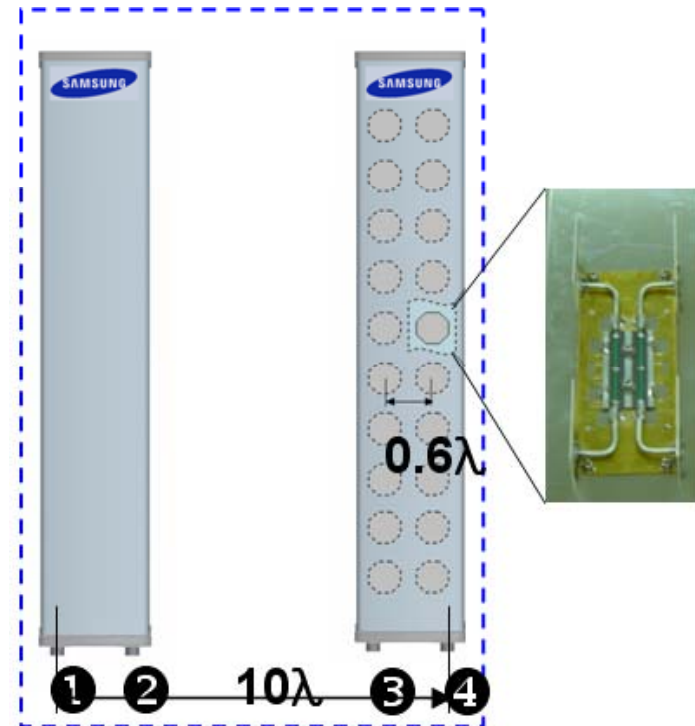


MIMO 안테나의 예

Time 12:23:32



MIMO-BF Base Station Antenna

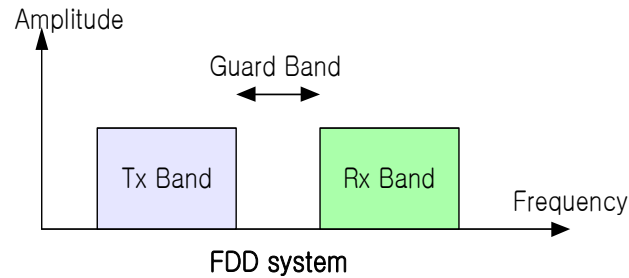


4x2 안테나에 의한 BF 와 SM MIMO 기능을 갖는 안테나 구조의 예 (미국 스프린트 모바일 와이맥스)

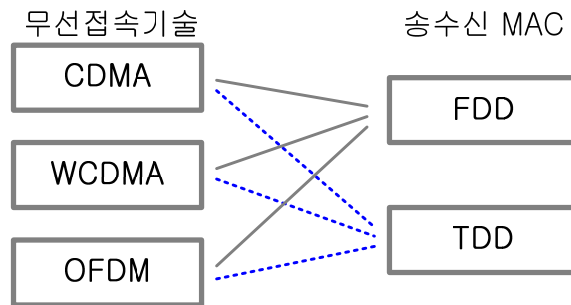
삼성전자 자료 인용

FDD & TDD 방식의 차이(1)

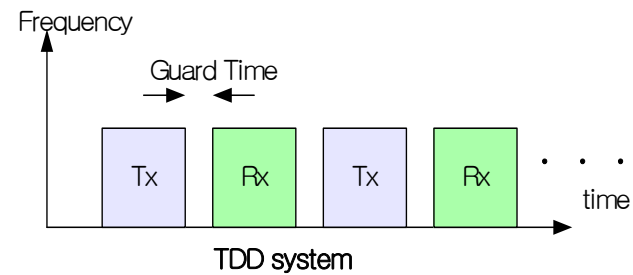
Time 12:23:32



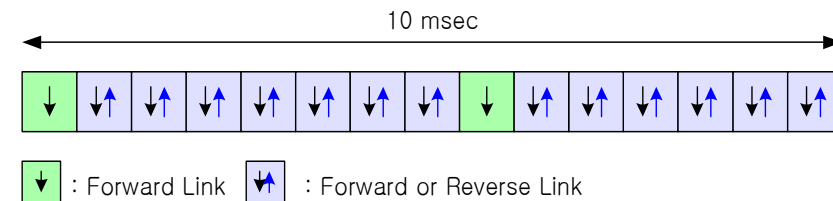
- 무선망 설계 용이
- 상하향 비대칭 구조 구성 불가능
- Guard Band 에 의한 주파수 효율성 감소



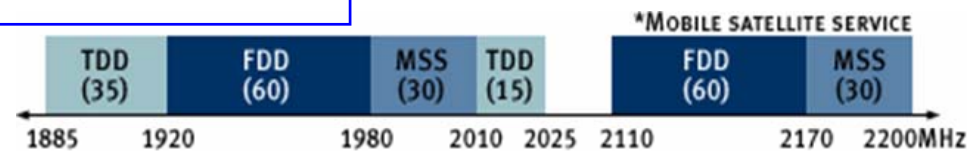
모든 이동통신 방식에서 FDD또는TDD 가능



- Guard Band 불필요, 상하향 비대칭 구성 용이성에 따른 주파수 효율성 증대
- 무선망 설계의 민감성 증대 (송,수신 신호 충돌 방지)
- 사업자 주파수간 간섭 가능성
- Time delay 에 민감 (셀반경, 광중계기 제약요소 ...)



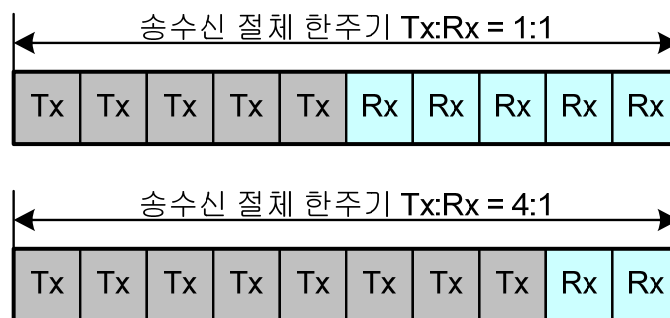
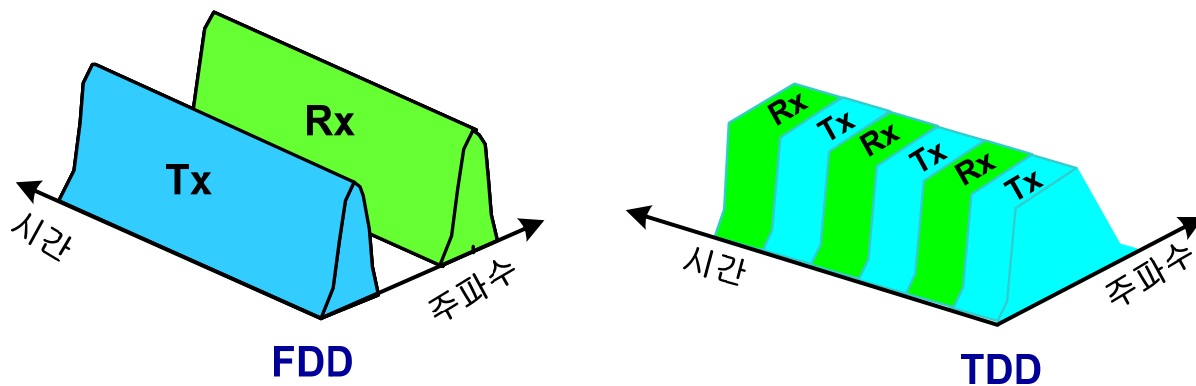
WCDMA TDD Frame 구조 (상,하향 대역폭 할당의 융통성)



IMT2000 FDD/TDD 주파수 대역

FDD & TDD 방식의 차이(2)

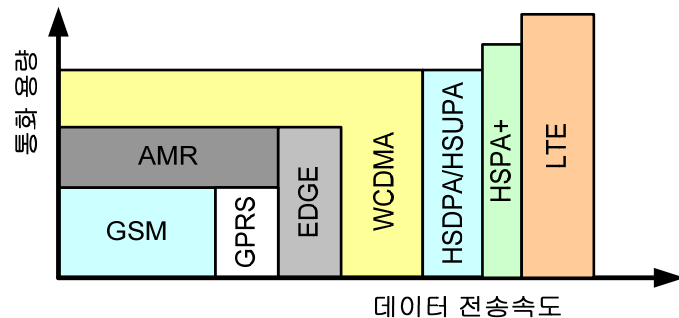
Time 12:23:32



FDD : CDMA, WCDMA, HSDPA ...

TDD : Wibro, TD-SCDMA, 향후 무선 데이터 시스템

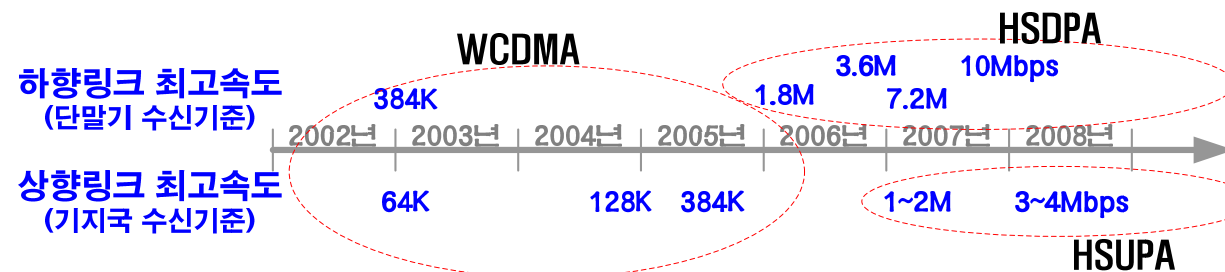
3G 이후의 대부분 이동통신 방식은 FDD가 아닌 TDD 방식으로 진화 중



3G/UMTS 를 향한 GSM 의 진화

표준 규격	표준 완성	주요 내용
Release 99 (R99)	1999년 말	최초의 WCDMA 표준규격
Release 4	2001년 초	중국 TD-SCDMA 의 표준에의 추가 고음질 음성통화 기능 및 RoHC 추가
Release 5	2002년 초	HSDPA, IMS 기능 추가
Release 6	2004년 말	HSUPA, HSDPA 기능 개선, MBMS, WLAN 연 동
Release 7	2007년 초	HSPA+ MIMO, CPC, 64QAM/16QAM ...
Release 8	2008년 말	LTE, SAE, HSPA+ 보완 OFDMA, MIMO

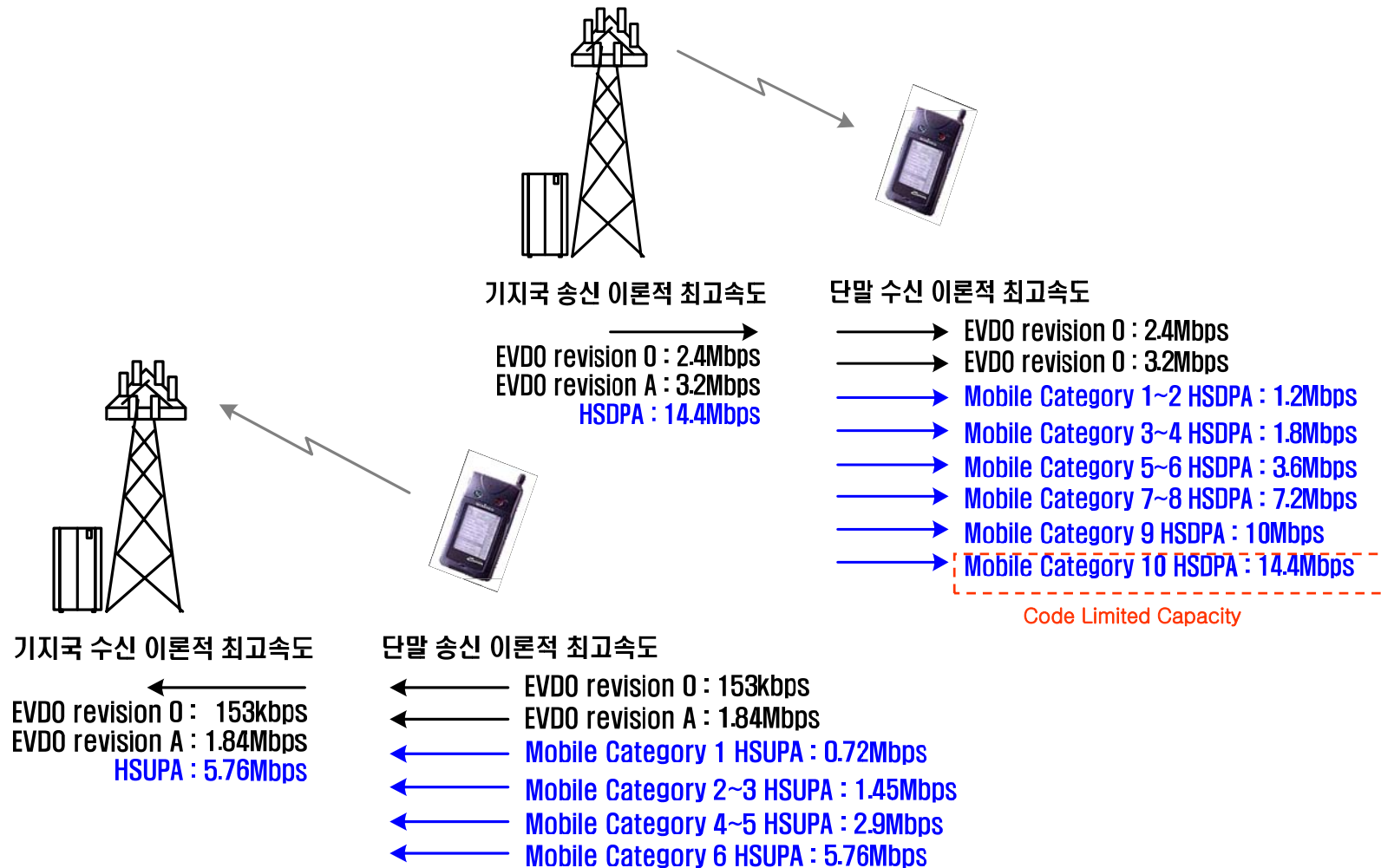
WCDMA 표준화의 흐름



wcdma 진화에 따른 최고속도의 변화

HSDPA/HSUPA Mobile Category

Time 12:23:32



HSDPA/HSUPA mobile category 에 따른 송수신 최고 속도의 정의를 설명한다

HSPA evolution (HSPA+)

Time 12:23:32

□ 하향링크 2 x 2 SM MIMO

- 하향링크 피크 전송속도 2배 증가

□ 하향링크 64QAM 추가

- 기존 16QAM 에 비하여 피크 전송속도 1.5배 증가

□ 상향링크 16QAM 추가

- 기존 complexed BPSK 에 비하여 피크 전송속도 2배 증가

□ CPC (Continuous Packet Connectivity)

- UL DPCCH, DL HS-SCCH 에 대한 DTX/DRX 기능에 의하여 단말 배터리 수명 증가
- DTX 에 의한 상,하향 interference 감소로 인한 VoIP 용량 증가

□ Layer 2 Enhancement

- 피크 속도 증가에 따른 RLC, MAC 구조 변경

□ Enhanced Cell_FACH

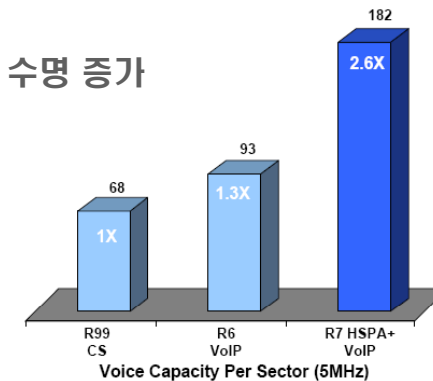
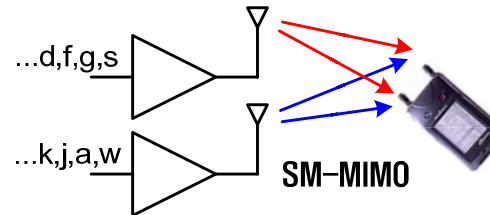
- Cell_FACH 상태에서도 HSDPA 접속 가능(Release 7)
- Cell FACH 상태에서 E-DCH 접속 가능 (Release 8)

□ MBSFN (Multimedia Broadcast Single Frequency Network)

- Cell Edge 에서의 MBMS 성능 향상

□ Interference Cancellation for 상,하향링크, Node-B 4way Rx diversity

- 표준이 아닌 구현의 이슈



HSPA+ 의 핵심 기술들을 설명합니다.

HSPA evolution (HSPA+) 의 피크 전송속도

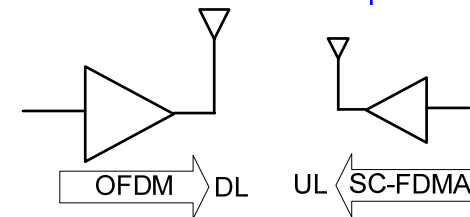
Time 12:23:32

	HSPA (R5,R6)	HSPA+ (R7)	HSPA+ (R8)
DL	14.4 Mbps	28.8 Mbps + SM MIMO	43.2 Mbps + 64QAM
UL	5.76 Mbps	11.52 Mbps + 16QAM	11.52 Mbps

□ HSPA+ 의 제약요소

- SM MIMO 에 의한 고속 데이터 전송을 고려 시 OFDM 대비 CDMA 구현의 복잡도
- OFDM 대비 CDMA 에서 64QAM 과 SM MIMO 를 위한 higher SINR 확보의 어려움
- TDD 대비 FDD 의 SM MIMO 구현의 복잡도
- 상향링크 16QAM 에 의한 피크파워 증가 => 배터리 수명

- 하향링크 : OFDMA,
- 상향링크 : SC-FDMA (Single Carrier-FDMA) for less PAPR (배터리, PA 고려)
- Scalable BW up to 20Mhz : 1.4M, 3M, 5M, 10M, **20M**
- FDD와 TDD의 동시 지원 (Probably TDD for TD-SCDMA)
- 상향링크/하향링크 변조 방식 : QPSK, 16QAM, 64QAM
- 10ms PHY frame, 1ms TTI
- 두 종류의 RB(Resource block) 정의
 - 180Khz(15Khz Subcarrier x 12개) : 일반 resource block
 - 180Khz(7.5kHz Subcarrier x 24개) : MBMS resource block
- MBSFN (Multicast/Broadcast over a Single Frequency Network)
 - MBMS 서비스, 복수 개의 셀로부터 시간적으로 동기화 된 공통의 신호 전송
- 접속망의 노드 수 최소화,
 - HSPA 의 RNC 제거, 단순화 된 E-UTRAN 구조, NB와 aGW의 2 노드 망 구조
 - Evolved 패킷 코어망, 씨킷망 제거, voice VoIP only
- 다양한 안테나 기술
 - 2x2, 4x4 MIMO SM MIMO for DL, CSM-MIMO for UL
 - 빔포밍 (Beamforming)
 - 안테나 다이버시티 (STC, Rx Diversity)



LTE 최고속도	DL	UL
3GPP 요구조건	100Mbps	50Mbps
이론적 피크 (2x2 / 4x4)	172/326Mbps	86Mbps
시연최고 피크	150/250Mbps	

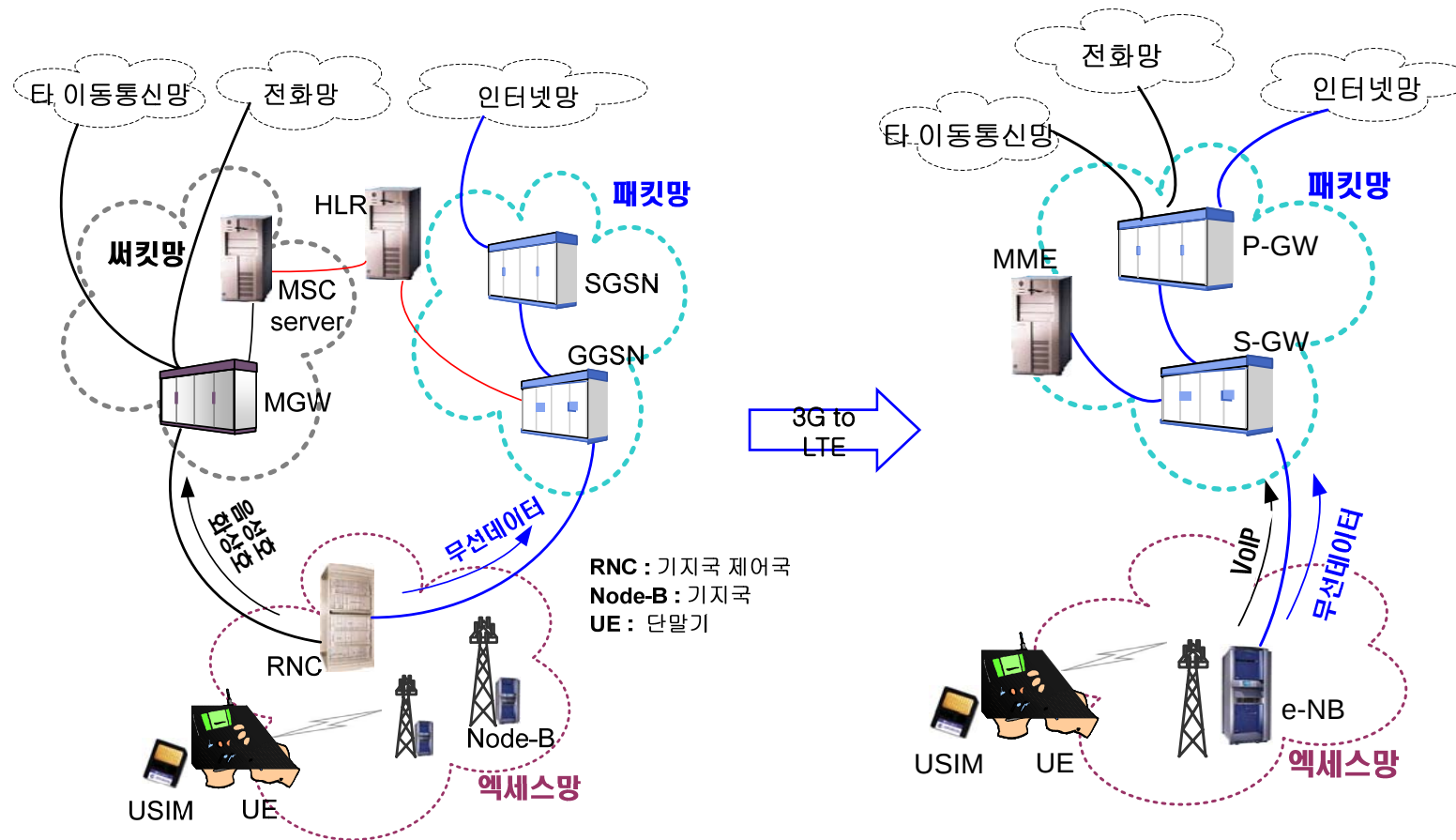
* 20M FDD, 64QAM, 4/4CC 기준

• ITU-R 4G 조건 :

최소 100M, 최고 600Mbps with 40M BW, 64QAM, 4x4 MIMO

3G to LTE 네트워크의 기본 구성

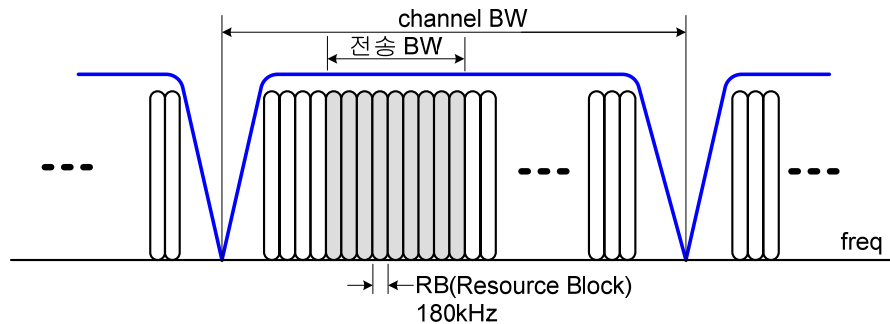
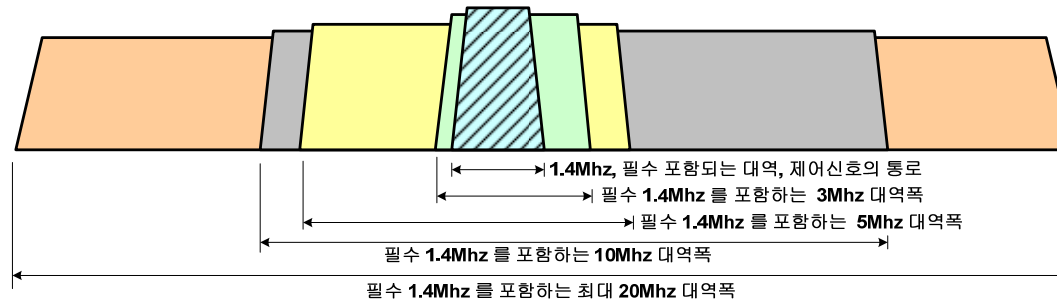
Time 12:23:32



써킷망과 패킷망으로 이원화 되어 있는 WCDMA/HSPA 네트워크를 설명

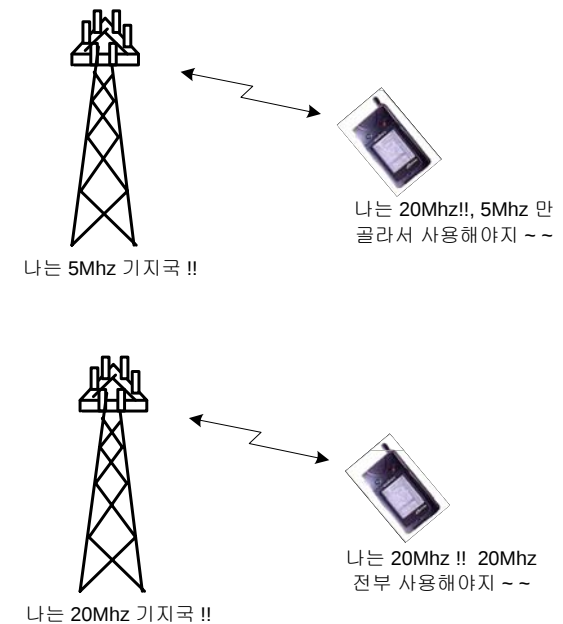
Flexible frequency allocation for LTE

Time 12:23:32



채널BW	1.4Mhz	3Mhz	5Mhz	10Mhz	20Mhz
RB갯수	6	15	25	50	100
전송BW	1.28Mhz	2.7Mhz	4.5Mhz	9Mhz	18Mhz

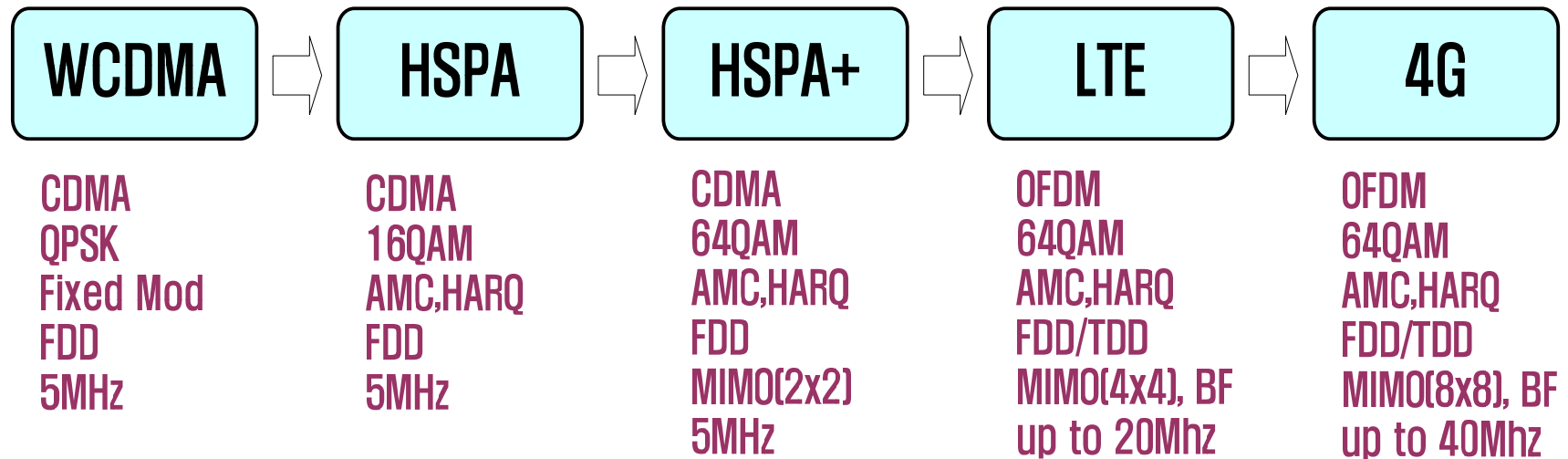
UARFCN (WCDMA) ➡ EARFCN (WCDMA)



CDMA 방식에 비하여 flexible 한 OFDM 방식의 LTE 시스템 주파수 채널(FA) 할당의 장점을 설명
CDMA : 1.25.Mhz, 5Mhz fixed
LTE : 1.4M, 3M, ... 20M flexible, compatible

초고속 전송을 위한 비동기 방식 무선접속 기술

Time 12:23:32



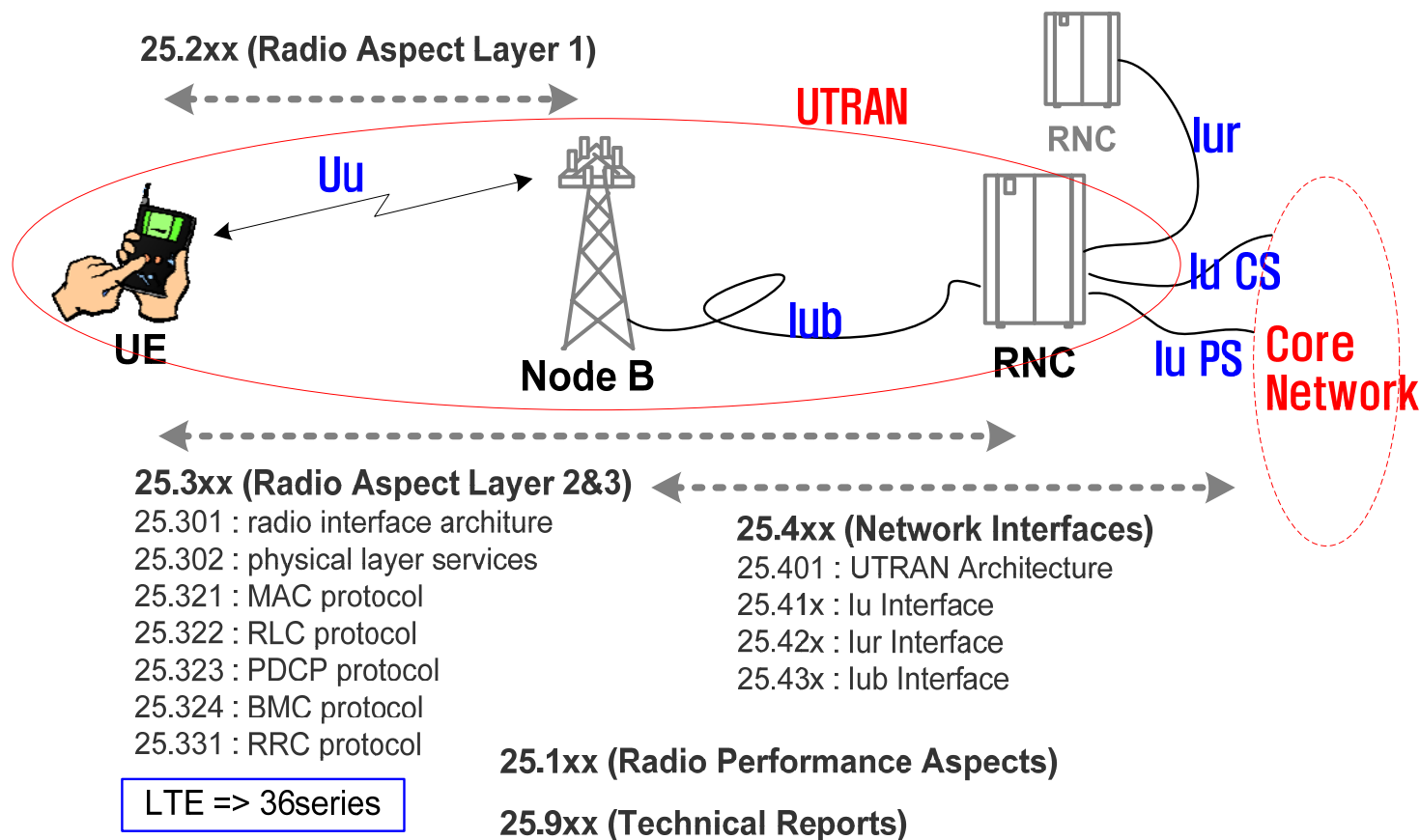
3GPP 규격의 구성 (2)

Time 12:23:32

 Project Management Technical Bodies Delegates Corner Project Support Contact 3GPP Quick Access About 3GPP Specifications Membership Meetings Email Lists FAQ			
3GPP Specifications - Numbering scheme			
Spec download Titles and spec numbers Current version Releases Numbering scheme Change Requests Published specifications Historical information Work plan TSG Working methods Drafting rules Delegates corner ASN.1			
Subject of specification series	3G/GSM R99 and later	GSM only (Rel-4 and later)	GSM only (before Rel-4)
General information (<i>long defunct</i>)			00 series
Requirements	21 series	41 series	01 series
Service aspects ("stage 1")	22 series	42 series	02 series
Technical realization ("stage 2")	23 series	43 series	03 series
Signalling protocols ("stage 3") - user equipment to network	24 series	44 series	04 series
Radio aspects	25 series	45 series	05 series
CODECs	26 series	46 series	06 series
Data	27 series	47 series (none exists)	07 series
Signalling protocols ("stage 3") - (RSS-CN)	28 series	48 series	08 series
Signalling protocols ("stage 3") - intra-fixed-network	29 series	49 series	09 series
Programme management	30 series	50 series	10 series
Subscriber Identity Module (SIM / USIM), IC Cards. Test specs.	31 series	51 series	11 series
QAM&P and Charging	32 series	52 series	12 series
Access requirements and test specifications		13 series (1)	13 series
Security aspects	33 series	(2)	14 series
UE and (U)SIM test specifications	34 series	(2)	15 series
Security algorithms (3)	35 series	55 series	16 series
Evolved UTRA aspects	36 series	-	17 series

TS 25.101	User Equipment (UE) radio transmission and reception (FDD)	
TS 25.102	User Equipment (UE) radio transmission and reception (TDD)	
TS 25.103	RF parameters in support of RRM	SPECIFICATION WITHDRAWN
TS 25.104	Base Station (BS) radio transmission and reception (FDD)	
TS 25.105	Base Station (BS) radio transmission and reception (TDD)	
TS 25.106	UTRA repeater radio transmission and reception	
TS 25.107	UTRA Repeater; Conformance testing	SPECIFICATION WITHDRAWN
TS 25.10U	UMTS Radio Aspects; Channel coding	SPECIFICATION WITHDRAWN
TS 25.111	Location Measurement Unit (LMU) performance specification; User Equipment (UE) positioning in UTRAN	
TS 25.113	Base station and repeater electromagnetic compatibility (EMC)	
TS 25.123	Requirements for support of radio resource management (TDD)	
TS 25.133	Requirements for support of radio resource management (FDD)	
TS 25.141	Base Station (BS) conformance testing (FDD)	
TS 25.142	Base Station (BS) conformance testing (TDD)	
TS 25.143	UTRA repeater conformance testing	
TS 25.144	User Equipment (UE) and Mobile Station (MS) over the air performance requirements	
TS 25.15U	UMTS Radio Aspects; Modulation	SPECIFICATION WITHDRAWN
TS 25.171	Requirements for support of Assisted Global Positioning System (A-GPS); Frequency Division Duplex (FDD)	
TS 25.201	Physical layer - general description	
TS 25.202	7.68Mcps Time Division Duplex (TDD) option ; Overall description: Stage 2	
TS 25.20U	UMTS Radio Aspects; Transmission and reception	SPECIFICATION WITHDRAWN
TS 25.211	Physical channels and mapping of transport channels onto physical channels (FDD)	
TS 25.212	Multiplexing and channel coding (FDD)	
TS 25.213	Spreading and modulation (FDD)	
TS 25.214	Physical layer procedures (FDD)	
TS 25.215	Physical layer; Measurements (FDD)	
TS 25.221	Physical channels and mapping of transport channels onto physical channels (TDD)	
TS 25.222	Multiplexing and channel coding (TDD)	
TS 25.223	Spreading and modulation (TDD)	
TS 25.234	Broadcast/Multicast Control (BMC)	
TS 25.331	Radio Resource Control (RRC); Protocol specification	

<http://www.3gpp.org/specs/numbering.htm>



복잡해 보이는 WCDMA/HSPA 규격서의 넘버링 구조도 일정한 규칙이 있음을 설명