

IMT-Advanced 표준화 동향

정우기

청강문화산업대학 이동통신과 교수
wgchung@chungkang.ac.kr

IMT-Advanced 서비스는 지난 2007년 10월 WRC-07 회의에서 IMT-Advanced를 위한 새로운 주파수가 할당되고 IMT-Advanced 기술 개발 경쟁이 본격적으로 이루어지면서 차세대 이동통신의 주도권을 잡기 위한 표준화 경쟁도 시작되었다.

IMT-Advanced 서비스 및 시스템의 표준화는 ITU가 중심이 되어 2009년 10월까지 후보 기술을 제안 받고 2011년 2월까지 이루어질 예정이다. 한편 3GPP, 3GPP2, IEEE802.16 등 기존 IMT-2000 표준 기술을 제안한 표준화 단체 중심으로 IMT-Advanced 표준 기술 개발 경쟁이 치열하게 전개되고 있다. 지난 2008년 1월에 합의하기로 한 최소 기술 요구사항은 각 표준화 단체를 배경으로 한 국가 및 제조업체사이에 표준화 기술의 의견 차이가 매우 커서 2008년 6월로 미루어졌다. IMT-Advanced 기술 요구사항은 국내 IMT-Advanced 기술 경쟁력을 확보하는 기준이 되는 문서로서 최소 기술 요구사항의 파라미터 값은 향후 IMT-Advanced 시스템의 개발 및 상용화 시기 그리고 기존 IMT-2000 진화 시스템과의 관계 등과 매우 밀접한 관계를 가지고 있다. 본 글에서는 IMT-Advanced 기술 요구 사항에 대한 표준화 단체의 기술 개발 현황과 차이를 확인하고 주요 이슈 및 쟁점을 분석하였다.



I. 서론

IMT-Advanced 서비스는 지난 2003년 5월에 개최된 WRC-03에서 Beyond IMT-2000 의 서비스 개념으로 제시되었다.

이후 ITU를 중심으로 지난 4년간 새로운 서비스에 맞는 시스템의 개념을 정의하고, 2007년 10월 WRC-07 회의에서 IMT-Advanced를 위한 새로운 주파수가 할당되었다. 이에 따라 IMT-Advanced 기술 개발 경쟁이 본격적으로 이루어지고 있으며 이와 함께 차세대 이동통신의 주도권을 잡기 위한 표준화도 신속하게 이루어지고 있다.

IMT-Advanced 서비스 및 시스템의 표준화는 ITU가 중심이 되어 2009년 10월까지 후보 기술을 제안 받고 2011년 2월까지 이루어질 예정이다. 지난 2008년 1월 제1차 ITU-R WP5D 회의가 스위스 제네바에서 개최되었다. WP5D는 2007년 10월 개최된 WRC-07 회의에서 고정 및 이동 업무를 포함한 지상업무를 담당하기 위해 새로 조직된 Study Group 5(SG5) 산하에서 IMT 업무를 담당하는 작업반이다.

WP5D는 이전에 IMT-2000 및 beyond IMT-2000을 다루었던 ITU-R WP8F의 역할과 같다. 이번 회의는 조직이 새로 구성되고 처음으로 개최된 회의이지만 이전 ITU-R WP8F의 업무를 그대로 다루게 됨으로써 회의 초반부터 3GPP, 3GPP2, IEEE802.16 등 기존 IMT-2000 표준 기술을 제안한 표준화 단체 중심으로 차세대 이동통신 산업에서 주도권을 확보하려는 국가간 업체간 경쟁이 치열하였다. ITU는 2008년 2월에 각국에 발송하는 IMT-Advanced 후보 기술 제안 문서에 최소 기술 요구사항을 첨부 문서에 포함하여 보내고자 하였으나 각 표준화 단체를 배경으로 한 국가 및 제조업체사이에 표준화 기술의 의견 차이가 매우 커서 후보기술을 제안하는

문서만 보내고 최소 기술 사항 문서를 비롯한 평가 지침 등의 첨부 문서는 2008년 6월에 완성하여 보내기로 하였다.

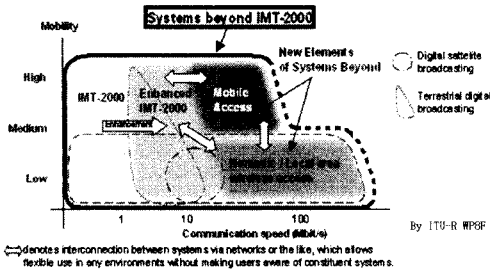
본 글에서는 차세대 이동통신 산업의 주도권을 결정지을 것으로 예상되는 IMT-Advanced 서비스의 개념을 정의하고 ITU 및 각 표준화 단체의 기술 개발 현황을 파악하여 차이점을 분석하였다. 이를 바탕으로 IMT-Advanced 기술 표준화 과정에서 주요 이슈 및 쟁점을 분석하였다.

II. 서비스 개념

ITU는 4세대 이동통신 서비스를 무선망에서 전송 속도 측면에서 이동 중에 100Mbps, Nomadic(보행중)에 1Gbps의 서비스를 제공하고 핵심망에서 기존의 3G망 등 기존 Network에 대해 지원 가능하면서 IP 기반의 패킷망 구조로 정의하였다. 그리고 ITU는 4세대 이동통신서비스를 IMT-Advanced 라고 정의하였다.

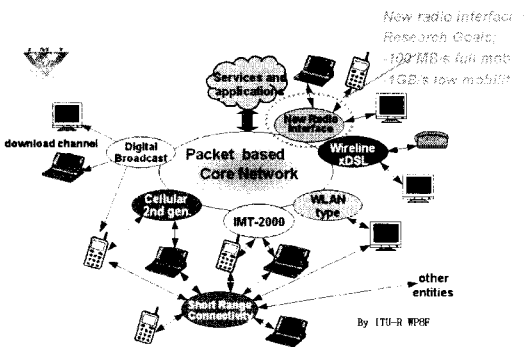
IMT-Advanced의 무선망 개념을 정리하면 다음과 같다. IMT-Advanced는 전송속도가 100Mbps ~ 1Gbps 인 새로운 무선 접속기술이고 이동전화 측면에서 고속이동 시 100Mbps 서비스를 제공하고 Local Area 측면에서 Nomadic, 정지 시 1Gbps 서비스를 제공하며 기존의 IMT-2000, Enhanced IMT-2000 및 Local Area Wireless Access 기술과 호환성을 유지하여야 한다.

ITU는 위와 같은 개념에 근거하여 [그림 1]과 같은 IMT-Advanced 서비스 개념을 제시하였다.



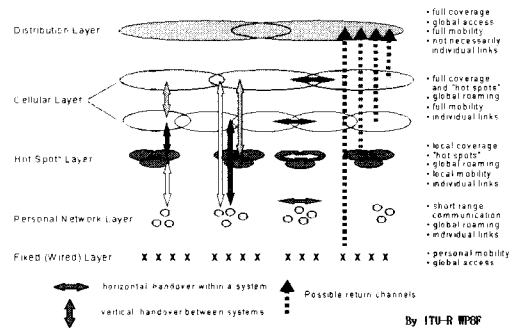
[그림 1] IMT-Advanced 서비스의 무선망 개념

IMT-Advanced 서비스의 네트워크 측면을 보면 다양한 Access Network을 지원할 수 있는 IP 기반의 핵심망을 기본 개념으로 제시하고 있으며 이와 같은 IP 기반 네트워크는 기존의 2G, IMT-2000, WLAN, 유선 인터넷, 방송망의 호환성 지원 및 IP기반의 네트워크 인지가 가능한 지능망을 제시하고 이와 함께 IMT-2000 Advanced를 위한 새로운 무선 기술 개발 환경을 제시하고 있다. 이와 같은 개념은 [그림 2]에 나타내었다.



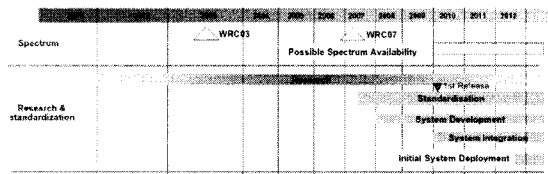
[그림 2] IMT-Advanced 서비스의 네트워크 개념

IMT-Advanced 서비스는 이동통신 시스템뿐만 아니라 무선랜과 같은 Nomadic 무선 접속 시스템과 디지털 방송 시스템까지도 포함하는 내용으로 정의하고 있다. 따라서 IMT-Advanced 시스템은 단말과 사용자의 이동성 지원을 지원하고 다른 액세스 기술로의 핸드오프를 지원하여야 한다. 이를 구현한 IMT-Advanced의 개념은 [그림 3]과 같이 나타내었다. ITU는 지금까지 정의한

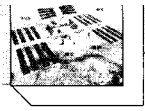


[그림 3] IMT-Advanced 서비스의 망구성

IMT-Advanced를 개발하기 위한 서비스 개발 일정을 [그림 4]와 같이 추진하고 있다. 즉, 2007년 10월에 IMT-Advanced를 위한 주파수를 확정하고, 표준화를 추진하여 2012년 이후 서비스를 예정하고 있다.



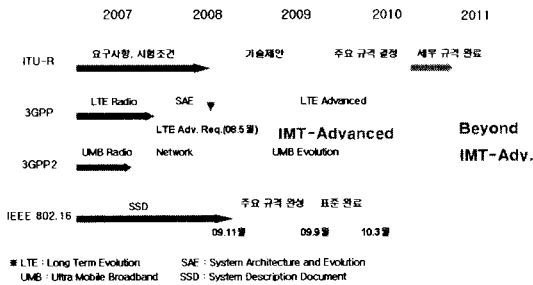
[그림 4] IMT-Advanced 개발 일정



Ⅲ. 기술 개발 동향

1. 개요

IMT-Advanced 시스템의 기술 표준은 ITU가 IMT-Advanced 시스템을 정의하고 이를 만족하는 최소 기술 요구사항 및 시험조건을 제시하고, 표준화 단체, 국가, 업체 등이 제안한 후보 시스템을 평가하여 ITU가 제시한 요구사항을 만족하면 IMT-Advanced 기술 표준으로 승인하는 절차를 가지게 된다. 이에 따라 기존 IMT-2000 표준 시스템을 제안한 각 표준화 단체는 ITU에서 제시하는 IMT-Advanced 최소 기술 요구 사항을 만족하기 위한 기술을 ITU 일정에 맞추어 개발하고 있다. 상기 내용을 종합하면 [그림 5]와 같이 나타낼 수 있다.



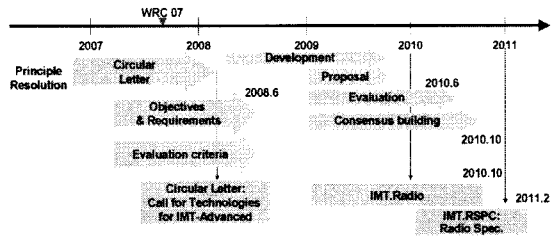
[그림 5] ITU 및 주요 표준화 단체의 IMT-Advanced 기술 개발 일정

2. ITU

ITU는 2007년 10월 주파수 분배 이전에 이미 IMT-Advanced 표준화를 위한 기본 지침을 만들어서 ITU-R RA(Radiocommunication Assembly) 총회에서 Resolution ITU-R 57로 승인 받았다. 주요내용은 첫째 기술제안 주체로 회원국 및 비회원 단체에서 기술을 제안할 수 있고, 둘째 기술평가 범주로 ITU의 최소기술요구

사항 평가 지침에 따르고, 셋째 기술평가 주체는 ITU가 진행하되 관련 기관은 참여 가능하고, 넷째 기술합의는 제안 기술의 종류 수를 최소화 (Minimize)하고, 다섯째 초기 제안과정 이후에도 ITU 절차에 따른 신기술의 진입을 허용하며 여섯째 2010년 기술표준 권고안 초안을 작성하는 것 등이다.

상기 원칙에 근거하여 2008년 2월 IMT-Advanced 기술 표준화 일정이 포함된 후보 기술 제안 요청 문서를 작성하였다. IMT-Advanced 주요 표준화 일정을 나타내면 [그림 6]과 같다. 2008년 2월에 후보 기술 제안을 요청하고 제안서는 2009년 10월까지 수신하며 2010. 6월까지 평가를 완료한 후 2010년 10월에 기술 표준을 확정하고 2011년 2월까지 세부 기술 표준을 완성하도록 되어 있다.



[그림 6] ITU의 IMT-Advanced 기술 표준화 일정

3. 3GPP

지난 2000년 IMT-2000 시스템으로 WCDMA를 표준화한 3GPP는 기존 CDMA 기술이 아닌 OFDM 기술을 기본으로 한 3GPP LTE(Long Term Evolution) 기술을 IMT-Advanced 기술로 개발하였다. 이를 위한 주요 기술 요구사항을 요약하면 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 3GPP의 LTE 기술요구사항

주요 기술	요구사항
주파수 대역폭	• [1.25], [1.6], 2.5, 5, 10, 15, 20 MHz
duplex	• FDD, TDD
cell spectral efficiency	• 하향링크 : HSPA 대비 3~4배 / 상향링크 - HSPA 대비 2~3배
peak data rate	• 하향링크 > 100 Mbps (50ps/Hz) (단말 수신안테나 2개) • 상향링크 > 50 Mbps (2.5bps/Hz) (단말 송신안테나 1개)
cell edge user throughput	• Cumulative Distribution의 5%에서 HSPA 대비 2~3배
latency	• Control plane : 100ms, Data latency : 5ms (Obyte+IP header : 5ms)
mobility	• 0-15 km/h(최적화된 성능) • 15-120 km/h(높은 성능 유지) • 120-350 km/h(일률러 망의 이동성 유지)
handoff	• Intra-frequency : real time - 300ms, non-real time - 500ms • Inter-frequency : real time - 300ms, non-real time - 500ms
VoIP capacity	
Coverage	• - 5 km : 상기 요구 사항을 만족, - 30 km : 다소 성능 저하 하지만 이동성 성능은 유지, -100 km : 규격으로 성능을 제한하지 않음
MBS Spectral Efficiency	• min spectral efficiency 10bps/Hz
안테나 기술	• Advanced Antenna (MIMO, Beamforming etc.)

** 2006년 3월 requirements 문서 완료

4. 3GPP2

지난 2000년 IMT-2000 시스템으로 cdma2000을 표준화한 3GPP2 또한 기존 CDMA 기술이 아닌 OFDM 기술을 기본으로 한 UMB(Ultra Mobile Broadband) 기술을 IMT-Advanced 기술로 개발하였다. 이를 위한 주요 기술 요구사항을 요약하면 〈표 2〉와 같다.

〈표 2〉 3GPP2의 UMB 기술요구사항

주요 기술	요구사항
주파수 대역폭	• 1.25~20 MHz
duplex	• Full duplex FDD, Half duplex FDD
cell spectral efficiency	• 하향링크 : 2.1 bps/Hz/cell (4 x 4 안테나) • 상향링크 : 1.39 bps/Hz/cell (1 x 4 안테나)
peak data rate (peak spectral efficiency)	• 하향링크 > 288 Mbps (4 x 4 안테나), 상향링크 > 75 Mbps (1 x 4 안테나) • 하향링크 > 14.4 bps, 상향링크 > 3.75bps
cell edge user throughput	• Cumulative Distribution의 25%로 정의
latency	• State transit latency : Idle state to Active state - max 100ms • Data latency : 하향링크 - max 10ms, 상향링크 - max 10ms
mobility	• 0-15 km/h(최적화된 성능) • 15-120 km/h(이제한 성능 저하) • 120-350 km/h(통신채널 유지)
handoff	• User plane : max 25ms
VoIP capacity	• 50 (active user/MHz/sector)
MBS Spectral Efficiency	• Inter-BS Distance 0.5 km : min spectral efficiency 4bps/Hz • Intra-BS Distance 1.5 km : min spectral efficiency 2bps/Hz
안테나 기술	• MIMO

** 2006년 6월 requirements 문서 완료 (2007년 6월 개정), 2007년 8월 표준화 완료

5. IEEE 802.16

IEEE 802.16은 지난 2007년 10월 ITU-R RA 총회에서 OFDMA TDD WMAN 기술을 IMT-2000 6번째 기술로 표준화하는데 성공하면서 IMT-Advanced 기술 표준 경쟁에서 3GPP와

3GPP2와 함께 할 수 있게 되었다. IEEE 802.16은 이미 OFDM 기술인 IMT-2000 기술을 기본으로 기술을 개선하여 IMT-Advanced 후보 기술로서 802.16m을 개발하고 있다. 802.16m의 기술 요구사항을 나타내면 〈표 3〉과 같다.

〈표 3〉 IEEE의 802.16m 기술요구사항

주요 기술	요구사항
주파수 대역폭	• 5~20 MHz
duplex	• Full duplex FDD, Half duplex FDD, TDD
cell spectral efficiency	• 하향/상향 : 2.6/1.3 (bps/Hz/sector)
peak spectral efficiency (peak data rate)	• 하향(2x2안테나)/상향(1x2안테나) : 8/2.8 (bps/Hz)
cell edge user throughput	• 하향/상향 : 0.09/0.05 (bps/Hz)
latency	• State transit latency : Idle state to Active state - max 100ms • Data latency : 하향링크 - max 10ms, 상향링크 - max 10ms
mobility	• 0-15 km/h(최적화된 성능) • 15-120 km/h(이제한 성능 저하) • 120-350 km/h(통신채널 유지)
handoff	• Intra-frequency : max 30ms, • Inter-frequency : max 100ms
VoIP capacity	• 30(active user/MHz/sector)
MBS Spectral Efficiency	• Inter-BS Distance 0.5 km : min spectral efficiency 4bps/Hz • Intra-BS Distance 1.5 km : min spectral efficiency 2bps/Hz
안테나 기술	• Advanced Antenna (MIMO, Beamforming etc.)

** 2007년 1월 requirements 문서 완료 (2007년 10월 4차 개정)

IV. 주요 이슈 및 쟁점

IMT-Advanced 후보 기술의 제안을 요청하는 문서는 후보 기술 제출 일정 및 평가 방법을 설명하는 본 문서 외에 8개의 부록 문서를 함께 작성하는 것으로 이번 회의에서 가장 중요한 이슈이다. 8개의 부록 문서는 1) IMT-Advanced의 개념, 2) 후보기술 평가 절차, 3) 서비스 요구사항, 4) 기술 요구사항, 5) 주파수, 6) 후보기술 제안 가이드라인, 7) 평가 가이드라인, 8) 관련 권고안 및 보고서 등으로 구성되어 있다. 이 가운데 기술 요구사항에 포함된 최소 기술 요구사항은 향후 IMT-Advanced 시스템의 개발 및 상용화 시기 그리고 기존 IMT-2000 진화 시스템과의 관계 등에서 매우 밀접한 중요한 내용이다. 최소 기술 요구사항의 중요성은 지난 회의에서 IEEE 802.16e(국내 와이브로 시스템)가 6번째 IMT-

2000 기술 표준이 되는 과정에서 1997년에 제안된 최소 기술요구사항 항목을 만족하는지의 여부로 기존 IMT-2000 기술 진영과 새로 IMT-2000 기술에 진입하려는 진영 사이의 치열한 경쟁 과정에서 확인할 수 있었다. 당초 이번 회의에서 기술 요구 사항 문서를 완료하여 각국에 IMT-Advanced 후보 기술의 제안을 요청하려고 하였으나 각국 및 업체간에 의견이 첨예하게 대립하여 최소 요구사항의 파라미터 값이 합의가 되지 않아 IMT-Advanced 후보 기술의 제안을 요청하는 문서는 본문과 부록 1), 2), 8)만을 완성하여 각국에 보내고 기타문서는 차기 회의로 미루었다.

이번 회의에서 최소 기술 요구사항의 항목은 1) Cell spectral efficiency, 2) Peak spectral efficiency, 3) Bandwidth, 4) Cell edge user throughput, 5) Latency, 6) Mobility, 7) Handover, 8) VoIP capacity 등으로 합의되었다. 하지만 더욱 중요한 것은 각 항목에 대한 파라미터 값으로 기존 3G 시장에서 주도권을 확보하고 있는 스웨덴(에릭슨), 핀란드(노키아), 일본 등이 가능한 최소 요구사항의 파라미터 값을 높임으로써 기존 3G 시장의 구도를 당분간 유지하고자 하였다. 반면 미국(인텔, IEEE), 한국(삼성) 등은 새로운 이동통신시장의 경쟁을 조기에 끌어내고자 최소 요구사항의 파라미터 값을 낮추고자 하였다. 따라서 양 진영간의 의견은 첨예하게 대립하였으며 합의가 이루어지지 않았다.

상기 8개의 최소 기술 요구사항 가운데 5) latency는 control plane에서 100ms, user plane에서 10ms로 합의하였고 6) mobility도 stationary(0 km/h), pedestrian(0-10 km/h), vehicular(10-120 km/h), high speed vehicular(120-350 km/h)의 구분 및 각 시험 환경에 적용할 mobility 등이 합의되었으며 8) VoIP capacity 는 40 active user/MHz/cell로 잠정적

으로 합의되었다. 하지만 기타 5개 항목인 1) Cell spectral efficiency, 2) Peak spectral efficiency, 3) Bandwidth, 4) Cell edge user throughput, 7) Handover의 경우 각 진영의 의견이 첨예하게 대립하여 각각 제시하고 있는 각각의 값들을 함께 나열하고 차기 회의에서 결정하기로 하였다. 하지만 각 진영에서 제시하고 있는 제안 값들은 향후 이동통신 시장의 주도권과 밀접하게 관련이 있어 짧은 시간에 쉽게 합의하기가 어려우므로 Correspondence Group을 만들어 2008년 4월 16일까지 각 파라미터 값에 대해 ITU 웹사이트를 이용한 온라인 회의를 진행하도록 하였다. 지금까지 검토된 최소 요구 사항의 값들을 <표 4>에 요약하였다.

<표 4> 향후 논의할 최소 기술요구사항 파라미터 값

Min. technical req. item (test environment)	Parameter value				
	Indoor	Micro cellular	Base Coverage Urban	High speed vehicular	
Cell spectral efficiency (bps/Hz/Cell)	DL	[3] (4x2)	[2.6] (4x2)	[2.1] (4x2)	[1] (4x2)
	UL	[2.5] (2x4) or [1.5] (1x4)	[2] (2x4) or [1.3] (1x4)	[1.7] (2x4) or [1.2] (1x4)	[0.7] (2x4) or [0.6] (1x4)
Peak spectral efficiency (bps/Hz)	DL	[107] (4x4)			
	UL	[52.5] (2x4)			
Bandwidth (MHz)	[20 / 40]				
Cell edge throughput (bps/Hz)	DL	[0.1]	[0.075]	[0.06]	[0.05]
	UL	[0.08]	[0.05]	[0.03]	[0.02]
Latency (ms)	Control plane	100			
	User plane	10			
	Intra freq.	[25/30]			
Handover (ms)	Intra freq.	Within spectrum band [TBD]			
	Inter freq.	Between spectrum band [TBD]			
	Inter freq.	Between spectrum band [TBD]			
Mobility	Stationary Pedestrian	Stationary Pedestrian	Stationary Pedestrian Vehicular	Vehicular, High speed vehicular	
VoIP (Active users /MHz/cell)	[40]				

V. 결론

IMT-Advanced 기술 요구사항 문서는 향후 국내 IMT-Advanced 기술 경쟁력을 확보하는 기준이 되는 문서이다. 지금까지 제안된 최소 기술 요구사항 파라미터 값의 차이가 매우 크므로 합의하는 과정이 다소 시간이 걸릴 것으로 예상되나 Correspondence Group이 구성되어 본격적으로 파라미터 값에 대한 논의가 활발히 진행될

것이므로 차기 회의까지는 합의될 것으로 보인다. 최소 기술 요구사항의 파라미터 값은 향후 IMT-Advanced 시스템의 개발 및 상용화 시기 그리고 기존 IMT-2000 진화 시스템과의 관계 등과 매우 밀접한 관계를 가지고 있다. 한편 3GPP는 3GPP LTE 시스템의 진화 시스템인 3GPP LTE Advanced 시스템의 요구사항을 별도로 작성하고 기술 표준화를 진행하고 있으며, 3GPP2도 UMB의 진화 시스템인 UMB Advanced를 진행하고 있다. 따라서 최소 기술 요구사항의 파라미터 결정에 따라 주요 표준화 단체의 IMT-Advanced 후보 기술의 요구사항 및 시스템의 상용화 시기 등이 달라질 수 있을 것으로 예상된다. ❁

- Requirements Document", June 2007.
- [5] IEEE 802.16m-07/002r4, "Draft IEEE 802.16m Requirements", IEEE TGm, October 2007.
- [6] ITU-R Doc. 5D/TEMP/28, DRAFT [Report on] Requirements related to technical system performance for IMT-Advanced Radio interface(s) [IMT.TECH], January 2008.

❖ 참고 문헌 ❖

- [1] ITU-R Recommendation M.1645, "Framework and overall objectives of the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000", June 2003.
- [2] ITU-R Doc. 5D/TEMP/41R1, "Draft text for Annex 2 of the Circular Letter on an invitation to propose candidate radio interface technologies for IMT-Advanced (Submission and evaluation process and consensus building)", January 2008.
- [3] 3GPP TR 25.913, "Requirements for Evolved UTRA(E-UTRA) and Evolved UTRAN(E-UTRAN)", March 2006.
- [4] 3GPP2 S.R0113-0_v2.0_070601, "cdma2000 Enhanced Packet Data Air Interface System(EPDAI) - System