

主 題

차세대 이동통신 표준화 및 관련 포럼 동향

ETRI 안재영, 황승구

차 례

- I. 서 론
- II. 차세대 이동통신 표준화 동향
- III. 4G 이동통신 관련 포럼 동향
- IV. 결 론

I. 서 론

IMT-2000, 즉 3G 이동통신은 3GPP와 3GPP2 등을 중심으로 표준화가 진행되어 왔다. 그에 따라 3GPP의 W-CDMA와 3GPP2의 cdma2000 표준은 물론, 고속 패킷 전송을 위한 이들의 진화 표준인 3GPP의 HSDPA와 3GPP2의 EV-DO 및 EV-DV 표준이 제정되어 이미 서비스가 제공되고 있거나 관련 기술을 개발하고 있는 단계이다. 또한 현재는 이들을 보다 진화시킨 표준 개발도 진행되고 있다.

3G 이동통신의 진화 노력과 더불어 주목해야 할 또 하나의 흐름은 3G 이후, 즉 B3G 시스템을 위한 기술 개발과 표준화이다. 3G 진화 시스템과 B3G 시스템에 대한 연구를 목적으로 설립된 ITU-R WP8F은 현재 WRC-07에 대비하여 B3G 시스템을 위한 스펙트럼 연구에 집중하고 있으며, B3G 주파수가 할당될 WRC-07 이후에 B3G

시스템을 위한 국제 표준화가 본격적으로 시작될 것으로 전망된다. 이러한 B3G 국제 표준화에 대비해 선진 각국은 관련 핵심 요소 기술 개발에 적극 나서고 있으며, 또한 일부 업체들은 고효율의 새로운 패킷 기반 무선/이동통신 시스템을 독자적으로 개발하고, IEEE 802에서 개발 기술의 표준화 적용을 위해 노력하고 있다.

본 고에서는 B3G 또는 차세대 이동통신 시스템을 위한 표준화 활동과 관련 포럼의 동향을 살펴보고자 한다. 이를 위해 먼저 ITU-R WP8F의 활동을 간략히 소개한 다음, IEEE 802 표준 위원회, 그 중에서도 주로 IEEE 802.20 WG의 표준화 현황 및 전망, 그리고 현재까지 산출된 결과물의 주요 내용을 살펴볼 것이며, 마지막으로 표준화 단체는 아니지만 차세대 이동통신 관련 기술에 대한 연구 및 논의와 표준화 준비를 수행하기 위해 설립된 포럼들, 즉 유럽 중심의 WWRF(Wireless World Research Forum), 일본

의 mITF(mobile IT Forum), 그리고 한국의 NGMC(Next Generation Mobile Communications) 포럼 동향을 소개할 것이다.

II. 차세대 이동통신 표준화 동향

현재 B3G 이동통신을 위한 국제 표준화를 실제적으로 수행하는 표준화 기구는 아직 없다고 할 수 있으며, 단지 ITU-R WP8F가 WRC-07의 대비하여 B3G를 위한 스펙트럼 및 후보 주파수 대역 연구를 수행하고 있는 중이다.

또한 ITU-R WP8F의 작업과는 별도로 북미의 표준화 단체인 IEEE 802 표준 위원회 산하의 IEEE 802.20 WG이 IP 기반의 이동 광대역 액세스 시스템 규격에 대한 표준화 작업을 수행하고 있다. 관점에 따라서는 IEEE 802.20 시스템을 자체를 3G 이후, 즉 B3G 시스템의 하나로 볼 수도 있으나, ITU-R WP8F의 B3G 연구 및 WRC-07의 주파수 할당 계획과 연계 없이 표준화가 진행되고 있다는 점에서는 B3G 국제 표준화라고 보기 어려운 점이 있다.

1. ITU-R WP8F

ITU-R WP8F는 IMT-2000 권고의 개정, 추가

주파수 이용, IMT-2000 (3G) 진화 시스템 및 IMT-2000 이후 (Beyond 3G; B3G) 시스템에 대한 연구를 수행하기 위해 2000년 3월 ITU-R의 SG8 내에 신설되었다.

ITU-R WP8F는 3G 진화 시스템과 B3G 시스템 개발의 비전과 프레임워크에 대한 PDNR(Preliminary Draft New Recommendation) 문서 작성을 완료하였다. WP8F는 이 문서를 통해 B3G 시스템의 최대 데이터 전송속도 목표를 고속이동 환경에서 100Mbps, 저속이동 및 정지 상태에서 1Gbps로 설정하고, 이는 새로운 이동 액세스와 새로운 nomadic/local 영역 무선 액세스 기술에 의해 각각 제공되는 것으로 정의하였다.

WP8F는 또한 이 문서에서 2007년에 있을 WRC-07에서 이들 시스템을 위한 주파수가 할당되고, 그 이후 B3G 시스템의 표준화가 이루어질 것이며, 개발된 표준을 만족하는 시스템 개발을 거쳐 2011년 이후 새로운 시스템이 전개될 것이라는 예상 일정을 제시하였다.

현재 WP8F는 WRC-07에 대비하여 이들 시스템의 서비스 및 시장 요구사항과 기술 진보를 예측하여 예상되는 소요 스펙트럼을 산출하는 연구와 할당 가능한 후보 주파수 대역에 대한 연구에

〈표 1〉 WP8F의 주요 WG별 업무 범위

WG	업무 범위
Future Services & Market AspectsWG SERV	<ul style="list-style-type: none"> - WRC-07 준비 지원을 위한 서비스, 시장 및 스펙트럼 계산 방법론 연구 - 3G 진화 시스템과 B3G 시스템에 의해 제공될 수 있는 잠재적 서비스 및 응용 분야에 대한 전형 정리 - 이러한 미래 서비스 및 시장 관련 작업은 WP8F의 전체적인 방향을 견인
TechnologyWG TECH	<ul style="list-style-type: none"> - 예상 소요 스펙트럼 계산에 필요한 무선 액세스 기술의 경향과 용량 등 기술적인 입력을 제공 - 외부 연구 및 표준화 포럼과의 연락 - 3G 무선 인터페이스 관련 권고 개정
SpectrumWGSPEC	<ul style="list-style-type: none"> - 3G 진화 시스템과 B3G 시스템의 소요 스펙트럼을 충족시킬 수 있는 후보 주파수 대역의 평가 - 다른 무선 서비스/시스템들과 3G 진화 시스템과 B3G 시스템의 주파수 공존 및 공유 문제 연구

주로 집중하고 있으며, 이를 위해 WG SERV(Future Service & Market Aspects), WG TECH(Technology), WG SPEC(Spectrum) 등을 운용하고 있다.

<표 1>은 WP8F의 주요 WG의 업무 범위를 정리한 것이다.

WRC-07이후, WP8F의 주요 관점은 스펙트럼 분배, 무선접속 구조, 무선접속 기술 그리고 국제적인 핵심 규격을 결정하는 쪽으로 이동하게 될 것이다.

ITU-R WP8F 는 또한 지난 2003년 10월의 11차 회의에서 B3G 시스템의 서비스 관련 보고서를 만들기로 합의하였다. 이에 따라 각 국가별로 서비스/시장 상황 등을 조사하여 "SERVICE View" 보고서를 2004년 중반까지 완성하고, "SERVICE View" 보고서의 내용을 참조하여 B3G의 서비스 및 시장을 예상하는 "MARKET/SERVICE" 보고서를 2005년 말까지 완성하는 계획을 세웠다.

<표 2>는 2004년 2월 한국(부산)에서 개최된

ITU-R WP8F 12차 회의에서의 주요 작업 결과이다.

2. IEEE 802.20

IEEE 802는 IEEE 산하의 유무선 LAN 및 MAN (Metropolitan Area Network) 표준 위원회이다. IEEE 802 산하의 무선통신 관련 표준 그룹으로는 802.11, 802.15, 802.16, 802.20 등이 있으며, 이들은 각각 무선 LAN, 무선 PAN(Personal Area Network), 광대역 고정 무선 액세스, 광대역 이동 액세스(Mobile Broadband Wireless Access: MBWA)의 표준화를 담당하고 있다.

이중 특히 IEEE 802.20은 고속 이동성 및 로밍 기능을 제공하고 IP 중심의 데이터 서비스에 최적화된 MBWA의 표준화를 수행하는 그룹으로 2003년 초반부터 활동을 시작하였다.

IEEE 802.20 PAR(Project Authorization Request)의 주요사항들은 <표 3>과 같으며, 802.20 기반 MBWA 시스템의 범위 및 주요 기

<표 2> ITU-R WP8F 12차 회의 주요내용

WG	주요 내용
WGSERV	<ul style="list-style-type: none"> - "SERVICE View" 문서를 정리하고 그 내용을 13차 회의에서 완성할 것으로 합의하였으며, 서비스 분류와 서비스 제공 환경 정의를 13차 회의의 주요안건으로 결정 - 스펙트럼 계산 방법론 개발을 위한 지침 마련 및 작업 문서 검토
WGTECH	<ul style="list-style-type: none"> - IMT. SDR의 본문 작성 작업을 진행 - 14차 회의까지 기술 및 시장 관점에서의 SDR에 관한 PDNR작성을 완료하고, 규정 사항이 포함된 문서를 16차 회의에서 완성하기로 결정 - 차세대 이동통신 주파수 소요량 산출을 위한 기술 자료를정리할 목적으로 Radio Aspects 분과를 신설
WGSPEC	<ul style="list-style-type: none"> - UWB 신호로부터 IMT-2000 서비스 보호에 필요한 기술분석 자료 작성 - IMT-2000과 HAPS간의 적정한 이격거리 산정을 위한 동일 채널 간섭 평가 방법 권고 - 2500~2690MHz 대역에서 서로 인접한 WCDMA FDD와 TDD간의 양립을 위한 간섭완화 기술들을 정리 - 806-960MHz, 1710-2025MHz, 2110-2200MHz, 2500-2690MHz 대역에서 지상 IMT-2000 구현을 위한 주파수 배치 계획을 수립하고 관련 권고 ITU-R.M.1036-2를 개발 - 14차 회의까지 제4세대 주파수후보대역 선정을 위한 의견 수렴을 통해 각국의 응답을 검토하고 ITU.SURVEY 보고서 초안을 작성하기로 결정

술적 특징들을 보이고 있다[1]. <표 3>에서와 같이 802.20은 3.5GHz 이하의 허가 주파수 대역을 사용하고, 250 km/h까지의 다양한 이동속도를 지원하며, 또한 평균 주파수 효율(Sustained spectral efficiency)이나 최대 사용자 데이터 율 등의 여러 측면에서 현재 이용되는 이동통신 시스템보다 훨씬 높은 성능 목표를 설정하고 있다. <표 3>에서의 데이터 율(*로 표시)들은 1.25

MHz 채널 대역폭을 위한 수치이며, 다른 대역폭에서는 변화할 수 있는 값들이다.

IEEE 802.20은 IEEE 802.16에서 태동되었다. IEEE 802.16은 고정 무선 액세스 시스템을 표준화 하는 그룹으로 2002년 밀리미터파 대역과 2~11GHz 대역을 각각 이용하는 고정 무선 액세스 규격인 802.16과 802.16a의 표준화를 완료하였다. 802.16a 표준이 완성될 즈음 IEEE 802.16 내

<표 3> IEEE 802.20 PAR 값들 (MBWA 시스템 최소 요구사항)

Characteristic	Target Value
<i>Mobility</i>	Vehicular mobility classes up to 250km/ hr(as defined in ITU-R M.1034-1)
<i>Sustained spectral efficiency</i>	> 1 b/s/Hz/cell
<i>Peak user data rate (Downlink (DL))</i>	> 1 Mbps*
<i>Peak user data rate (Uplink (UL))</i>	> 300 kbps*
<i>Peak aggregate data rate per cell (DL)</i>	> 4 Mbps*
<i>Peak aggregate data rate per cell (UL)</i>	> 800 kbps*
<i>Airlink MAC frame RTT</i>	< 10 ms
<i>Bandwidth</i>	e.g., 1.25 MHz, 5 MHz
<i>Cell Sizes</i>	Appropriate for ubiquitous metropolitan area networks and capable of reusing existing infrastructure.
<i>Spectrum (Maximum operating frequency)</i>	< 3.5 GHz
<i>Spectrum (Frequency Arrangements)</i>	Supports FDD (Frequency Division Duplexing) and TDD(Time Division Duplexing) frequency arrangements
<i>Spectrum Allocations</i>	Licensed spectrum allocated to the mobile service
<i>Security Support</i>	AES (Advanced Encryption Standard)

<표 4> 802.16e, 802.20와 3G IMT-2000 시스템의 주요 특성 비교

802.16e	802.20	3G
802.16a MAC & PHY 확장	패킷 데이터에 최적화된 PHY & MAC	W-CDMA, cdma2000
고정 무선 시스템 (802.16a)과의 호환성	이동성 지원	GSM과 IS-41 진화 시스템
2-6 GHz 주파수 대역 사용	3.5GHz 이하 주파수대역 사용	2.7GHz 이하 주파수 대역 사용
대역폭 > 5MHz	대역폭 : 1.25 ~ 20 MHz	대역폭 < 5MHz
패킷 전용 시스템	패킷 전용 시스템	패킷 전송이가능한 회선 전용 시스템
QoS 멀티미디어 서비스를 위한 채널화 및 제어	모바일 IP 기반의 QoS 멀티미디어 서비스를 위한 채널화 및 제어	이동 음성 서비스에 최적화 된 채널화 및 제어 (MAP/SS7 기반)
고효율 순방향 및 역방향 데이터 전송	고효율 순방향 및 역방향 데이터 전송	중효율 순방향 데이터 전송 및 저 효율 역방향 데이터 전송

에서는 단말의 이동성을 부여하기 위한 새로운 표준에 대한 논의가 시작되었으며, 이러한 논의 과정에서 두 가지 견해가 대립하게 되었는데, 하나는 기존의 802.16a의 규격과 호환성을 유지하면서 이동성을 부여해야 한다는 것이고, 또 다른 하나는 기존 규격에 제한을 받지 않고 완전히 새로운 최적화된 규격을 만들자는 것이었다.

이러한 두 견해는 끝내 합의점을 찾지 못했으며, 결과적으로 802.16a 규격과 호환성을 가지면서 단말의 이동성을 부여하는 표준 개발은 IEEE 802.16 그룹 내의 802.16e TG (Task Group)에서, 그리고 완전히 새로운 고속 이동성(최대 250km/h)을 지원하는 표준 개발은 이의 표준화를 위해 새롭게 만든 IEEE 802.20 WG에서 각각 추진하게 되었다.

IEEE 802.20은 이동환경에서 IP 데이터 트래픽에 최적화된 무선 통신 시스템이라는 측면에서 802.16e 및 3G 이동통신 시스템과 유사한 측면이 있는데 이들을 비교하면 <표 4>와 같다. 그러나 <표 4>에서 802.16e 관련 항목 중 802.16a와의 호환성과 주파수 대역은 802.16e의 PAR 변경이 승인된다면 약간의 변동이 있을 것으로 예상된다.

현재 IEEE 802.20은 표준 규격을 만들기 위한 전 단계로 MBWA 시스템이 갖추어야 할 요구사항, 제안된 기술들에 대한 비교 평가 방법론, 채널 모델 등을 정의하는 단계이다. 이를 효율적으로 추진하기 위하여 IEEE 802.20 내에 세 개의 Correspondence Group(CG), 즉 MBWA 시스템의 요구사항을 정의하는 Requirements CG, 제안된 기술을 비교 평가하는 방법론을 정의하는 Evaluation Criteria CG, 기술 비교평가를 위한 시뮬레이션에서 사용될 채널 모델을 정의하는 Channel Model CG 등을 만들어 활동하고 있다.

가장 먼저 선행되어야 할 요구사항 정의 작업은 2003년 5월부터 수행되어 왔으나 참여 업체들

간의 참여한 대립으로 진전이 무척 더딘 상태이며, 2004년 5월 현재까지도 아직 완성이 되지 않은 상태이나 곧 마무리 될 것으로 보인다.

요구사항 정의 작업이 완료된 후에는 Evaluation Criteria 문서 작성에 보다 집중할 것으로 보이며, MBWA 후보 기술 제안은 2004년 11월 회의부터 시작하는 것을 목표로 하고 있다. 그러나 이 일정은 현재 수행하고 있는 작업의 진행 상황에 따라 약간 지연될 수도 있을 것으로 예상된다.

가. 802.20 Requirements Document(Ver. 13) [2]

802.20 Requirements Document는 802.20 시스템의 요구사항들을 정리한 것으로, 여기서는 현재까지 작성된 Requirements Document 초안의 주요 내용을 가능하면 문서에 있는 대로 기술하는 형태로 소개하고자 한다.

아래에서 "(WG 승인)"은 현재까지 WG 회의에서의 poll을 통해 승인된 항목이며, 이것이 표시되지 않은 항목들은 승인을 받지 못한 상태에서 아직 논의가 진행중인 것들이다. 대부분 또는 전체 항목이 2004년 7월 회의에서 승인될 것을 희망하고 있으며, 이것이 완료되면 문서 전체의 승인을 위한 Letter Ballot에 들어가게 될 것이다.

1) 서비스 및 응용 개요 (WG 승인)

그림 1은 여러 시나리오와 함께, 3가지 사용자 영역(Work, Home, Mobile)의 이음새 없는(seamless) 통합에 대한 비전이다. IEEE 802.20 표준은 이러한 비전을 지원하는 시스템을 위한 기초를 제공해야 한다.

802.20 기반의 무선 인터페이스(Air Interface; AI)는 고속 IP 기반 무선 데이터 서비스에 최적화되어야 한다. 802.20 AI는 또한 이동 사용자를 위한 모든 이동 단말 기기들을 지원해야 하며,

광역 이동통신 서비스 제공을 목표로 하는 다른 시스템들에 비해 보다 개선된 성능을 제공해야 한다. AI는 최대 및 평균 데이터 율, 최대 및 평균 주파수 효율, 용량, latency, 전체 네트워크 복잡도, 그리고 QoS 관리 등에 있어 최상의 성능을 제공하도록 설계되어야 한다. 사용자 장치가 클라이언트-서버 모델에서 서버 역할을 하는 응용도 수용될 수 있다.

802.20 AI는 full screen video, full graphic web browsing, e-mail, FTP, streaming A/V, IP multicast, telematics, location based services, VPN connections, VoIP, instant messaging, on-line multiplayer game을 포함한 다양한 종류의 데이터 서비스 및 응용을 지원해야 하며, 또한 이동 사용자에게 케이블 모델과 xDSL 등의 유선 액세스 시스템과 유사한 "always-on" 환경

을 제공해야 한다.

• Voice Services

MBWA는 VoIP 서비스를 가능케 하는 AI를 제공해야 하며, 이동망에 적용 가능한 산업 표준 코덱의 사용을 지원하기 위해 필요한 latency, jitter 및 packet loss 등 QoS 요구 성능을 제공해야 한다.

• Broadcast/Multicast 지원

802.20 AI는 broadcast 및 multicast 서비스를 지원해야 한다.

2) MBWA 시스템 참조 구조

802.20 시스템은 셀룰러 구조(예를 들어, macro/micro/pico 셀)에서 유비쿼터스 이동 광대

Mobile Broadband Wireless Access

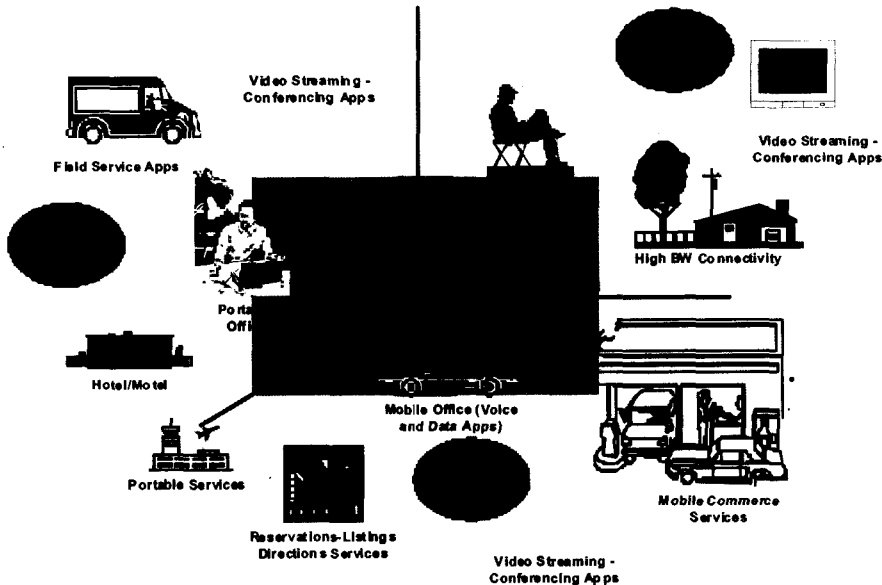


그림 1. 서비스 및 응용 개요

역 무선 액세스를 제공하도록 설계되어야 한다.

802.20 AI는 계층화된 구조와 사용자, 데이터 및 제어 사이의 기능 분리를 지원해야 하며, 유선 IP 망과 동일한 패킷 길이와 패킷 train behavior을 가진 양방향 IP 트래픽의 효율적인 전달을 지원해야 한다. 802.20 AI는 또한 고속 이동성을 지원해야 한다.

802.20 MBWA 시스템은 계층 구조를 통해 규정될 것이며, 다른 802 표준과 같이 그림 2와 같은 참조 모델을 가져야 한다.

3) 기능 및 성능 요구사항

- 시스템 스펙트럼 효율 (WG 승인)

이 문서에서 "시스템 스펙트럼 효율"은 섹터당 평균 총 throughput(bps/sector)을 스펙트럼 블록 할당 크기(Hz)로 나누어 계산된다.

802.20 AI의 시스템 스펙트럼 효율은 3 섹터 기준 구성에 대한 것으로, 부하가 걸린 (loaded) 다중 셀 네트워크 환경에서 계산되어야 하며, 802.20 Evaluation criteria 그룹에 의해 확립된 방법론을 이용해 시뮬레이션 되어야 한다. 또한

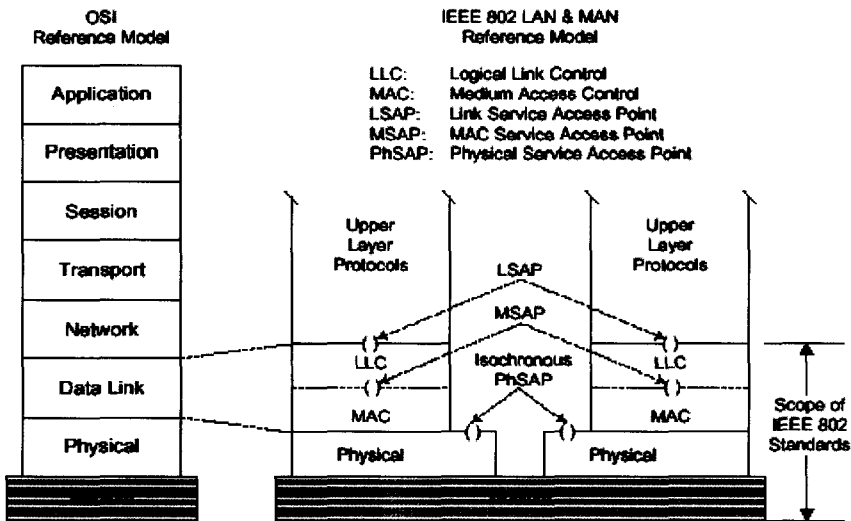


그림 2. IEEE 802 참조 모델

〈표 5〉 시스템 스펙트럼 효율

Parameter	Spectral Efficiency Requirement			
	Downlink		Uplink	
	3 km/hr	120 km/hr	3 km/hr	120 km/hr
Spectral Efficiency (bps/Hz/sector)	2.0	1.5	1.0	0.75

그것은 사용자당 최소 기대 데이터 율 및/또는 다른 fairness criteria, QoS, 그리고 중복된 정보 흐름에 의한 throughput의 백분율을 고려해야 한다.

802.20 AI의 시스템 스펙트럼 효율은 <표 5>에 제시된 값보다 커야 하며, 표에 정의된 속도 이상에서의 스펙트럼 효율은 완만하게 감소되어야 한다.

• 다양한 주파수 블록 할당 지원 (WG 승인)

AI는 다음의 블록 할당 크기 중 적어도 하나로 시스템 전개를 지원해야 한다. 802.20에서 블록 할당(block assignment)은 개별 operator에게 할당된 licensed 스펙트럼 블록으로 정의된다.

FDD Assignments	2 x 1.25 MHz 2 x 5 MHz 2 x 10 MHz 2x15 MHz 2 x 20 MHz
TDD Assignments	2.5 MHz 5 MHz 10 MHz 20 MHz 30 MHz 40 MHz

개개의 802.20 기술 제안은 특정한 대역폭과 듀플렉싱 방식에 대해 MAC과 PHY 설계를 최적화할 수 있다.

• 듀플렉싱

802.20 AI는 FDD(Frequency Division Duplexing)와 TDD(Time Division Duplexing)를 모두 지원해야 하며, Half Duplex FDD 가입자국도 지원하는 것을 권장한다.

• 이동성

802.20 AI는 보행 속도(3km/h)부터 고속 차량 속도(250km/h)까지의 다양한 이동성 모드를 지원해야 한다.

• 총 데이터 율 (Aggretgate data rates)

하향 링크와 상향 링크의 총 데이터 율은 스펙트럼 효율과 일관성 있는 값이어야 한다.

• 사용자 데이터 율 (User data rate)

최대 사용자 데이터 율은 현재 2가지 옵션이 있으며, 다음 회의에서 다시 논의될 예정이다.

OPTION 1: AI는 <표 6>에 정의된 값 이상의 최대 사용자 데이터 율을 지원해야 한다.

OPTION 2: AI는 하향 링크에서는 1Mbps, 상향 링크에서는 300kbps 이상의 최대 사용자 데이터 율을 지원해야 한다.

부하가 걸린(loaded) 시스템에서 평균 사용자 데이터 율은 하향 링크는 612kbps 이상, 상향 링크는 128kbps 이상이어야 하며, 셀 커버리지 또는 그 이상의 90%에 대해 그러해야 한다.

<표 6> OPTION 1의 최대 사용자 데이터 율의 최소값

Paramet	Bandwid			
	1.25MHz		5MH	
	DL	UL	이	UL
Peak User Data Rate (Mbps)	4.5	2.25	18	9

- 동시 액티브 사용자 수

MAC 계층은 섹터당 100 이상의 액티브 세션을 제어할 수 있는 것이 권장된다. 액티브 세션은 한 사용자가 잠재적으로 최소의 지연만으로 (즉 서비스 수준 제어 없이) 데이터를 수신 및/또는 송신할 수 있는 기간이다.

이 요구사항은 FDD 2 x 1.25MHz 또는 TDD 2.5MHz 시스템에 적용되며, 이 값은 응용들의 동일한 혼합이 가정되면 시스템 대역폭과 선형 비례한다.

- QoS

AI는 종단간 QoS를 가능케 하는 수단을 AI의 범위 내에서 지원해야 하며, 정책 기반 QoS 구조를 지원해야 한다. AI에서의 QoS 정밀도(resolution)는 종단간 QoS와 일관성이 있어야 하며, AI는 또한 IPv4와 IPv6의 허용 QoS 정밀도를 지원해야 한다. AI는 사용자 QoS와 정책 요구사항을 만족시키기 위한 효율적인 무선 자원 관리(할당, 유지, 해제)를 지원해야 한다.

Latency와 패킷 오류율 요구사항과 관련해서는 현재 4개의 옵션이 있으며, 다음 회의에서 다시 논의될 예정이다.

- 다중 안테나 능력 지원

진보된 다중 안테나 기술들이 보다 높은 유효 데이터율, 사용자 용량, 셀 크기 및 신뢰도를 달성하기 위해 PHY/MAC에서의 상호연결성이 기지국과/또는 이동 단말에서 제공될 것이다. 그 한 예는 MIMO이다.

- 안테나 다이버시티

기지국은 안테나 다이버시티 제공이 권장되며, 이는 진보된 다중 안테나 솔루션의 일부일 수 있다. 표준은 이동 단말에서의 안테나 다이버시티의 사용을 요구하지도 배제하지도 않아야 한다.

- 커버리지 향상 기술 사용 지원

시스템은 커버리지 향상 기술의 사용을 지원해야 한다.

- 링크 적응 및 전력 제어

AI는 RF 환경 제한조건 및 응용 요구사항과 관련된 최적화된 사용자 데이터 율의 자동 선택을 지원해야 한다. AI는 프레임 오류율을 적절히 유지시키기 위한 메커니즘으로, 하향 및 상향 링크에서 사용자 데이터 율의 부드러운 감소와 증가를 제공하여야 한다.

스펙트럼 효율, 데이터 율 및 셀 커버리지 신뢰도를 증대하기 위해 링크 적응이 사용되어야 한다. AI는 적응 대역폭 할당, 적응 전력 할당을 지원하여야 한다. 시스템은 상향과 하향 링크 모두에서 적응 변조와 코딩을 가질 것이다.

- 이동성과 지연 확산 하에서의 성능 (WG 승인)

시스템은 도심, 도시, 교외 및 시골의 실내-실외, 보행 및 이동 환경에서 동작해야 하며, 관련 채널 모델들이 적용 가능해야 한다.

- 동기화

AI는 하향 링크 동기와 상향 링크 동기화를 모두 지원해야 하며, 기지국간의 동기화는 옵션으로 한다.

나. 802.20 Evaluation Criteria (Ver. 09) [3]

Evaluation criteria 문서는 제안된 기술의 성능 평가를 위해 성능 지표 및 성능 분석 방법론 정의를 목적으로 한다. 다음은 해당 문서의 주요 내용과 그 상태를 요약한 것이다.

- 링크 레벨 및 시스템 레벨 분석

성능 분석은 크게 링크 레벨 분석과 시스템

레벨 분석으로 구성된다. 링크 레벨 분석은 단일 셀 및 단일 사용자 환경에서, 특정한 채널 환경 하에서 링크의 성능을 분석한다. 링크 레벨 시뮬레이션의 결과는 FER vs. SINR 곡선이다.

시스템 레벨 분석은 다중 셀 및 다중 사용자 환경에서의 시스템 성능을 분석한다. 시스템 레벨 시뮬레이션의 성능 결과에는 사용자당 최대 및 평균 데이터 전송률, 셀당 최대 및 평균 데이터 전송률, fairness 등이 있다.

• 시스템 레벨 모델링

시스템 레벨 시뮬레이션을 위해 현재까지 결정된 모델들은 다음과 같다.

- 셀 구조 : 19개의 정규 육각 셀을 가정한다. 이 19개의 셀은 wrap-around 기법을 사용하여 간섭을 모델링하며, 성능 분석은 위의 19개의 모든 셀에서 이루어진다.
- 사용자 분포 : 망의 모든 셀에 사용자들은 균일하게 분포되어 있다고 가정한다.
- 상위 계층 프로토콜 모델
- Backhaul 네트워크 모델

페이딩 모델, 트래픽 모델, 이동성 모델, 제어 신호(signaling) 모델 등은 아직 결정되지 않은 상태이다.

• 다단계 접근법

Evaluation Criteria 그룹은 빠른 성능 비교 분석을 위하여 기본적인 성능 분석부터 시작하여 복잡도를 추가해 나가는 다단계 접근법(phased approach)을 사용하기로 결정하였다. 이 중 첫 번째 단계의 주요 목적은 시뮬레이션 calibration을 통한 여러 시뮬레이션 모델들의 신뢰성을 확보함과 동시에, 물리 및 링크 계층의 가장 기초적인 성능 분석을 하는 것이다.

• 링크-시스템 인터페이스 (Link-System Interface; LSI)

링크 레벨과 시스템 레벨 시뮬레이션을 동시에 수행하기에는 복잡도가 너무 크므로 링크 레벨과 시스템 레벨 시뮬레이션은 분리되어 이루어져야 한다. 이렇게 분리된 시뮬레이션을 하기 위해서는 둘간의 적절한 인터페이스가 정의되어야 한다. 이러한 인터페이스에는 두 가지 접근 방법이 있을 수 있다. 첫 번째는 실제적인 링크 성능 곡선을 사용하는 것이고, 두 번째는 LSI를 위한 방법론을 정하는 것이다.

첫 번째 방법에서는 시스템에서 사용하는 모든 변조 및 채널 코딩 옵션과 채널환경들에 대하여 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하고 여기서 얻은 실제 PER vs. SINR 곡선을 사용하는 것이다. 이 방법은 정확한 링크 레벨의 결과가 시스템 레벨에서 사용된다는 장점이 있으나 모든 경우의 수에 대하여 PER vs. SINR 곡선을 구해야 하므로 많은 시간이 필요하다는 단점이 있다.

두 번째 방법은 AWGN 환경에서 대표 PER vs. SINR 곡선을 만들어 내고 이를 기본 곡선으로 사용하는 것이다. 실제 다양한 변조 및 코딩 옵션과 채널 환경에서의 PER은 AWGN 환경의 PER과는 차이가 나는데 이러한 차이는 특별히 고안된 수식으로 반영한다. 이 방법은 PER 곡선을 얻는데 시간이 적게 걸리나 정확한 수리적인 모델을 만들기 어렵다는 단점이 있다. 또한 이러한 모델에 대한 검증이 필요하다.

• 채널 모델링

채널 모델은 채널 모델 문서에 따른다. 채널 혼합은 아직 정의되지 않았다.

• 링크 버짓

시뮬레이션을 위하여 사용할 링크 버짓 파라미터들의 목록과 그 중 일부 값들이 결정되었다.

• 시스템 용량 측정 기준 (metric)

시스템 용량 측정 기준으로 다음과 같은 것들을 정의하여 설명하고 있다.

- 규정된 부하와 기지국 간격에 대한 사용자 데이터 율 CDF
- 총 throughput vs. 기술된 최소 서비스 레벨에 대한 기지국 간격
- 셀 당 액티브 사용자 수 vs. 기술된 최소 서비스 레벨에 대한 기지국 간격
- 기술된 부하/커버리지 동작점에 대한 스펙 트림 효율

Evaluation criteria 문서는 이외에도 용량 성능 평가 criteria, fairness criteria, 다양한 채널 대역폭의 시뮬레이션과 평가 등을 기술하고 있다.

다. 802.20 시스템 시뮬레이션을 위한 채널 모델 (Ver. 04) [4]

채널 모델 문서는 링크 레벨 및 시스템 레벨 시뮬레이션에서 사용될 MIMO 채널 모델을 정의한다. IEEE 802.20에서 사용될 MIMO 채널 모델은 3GPP/3GPP2의 SCM (Spatial Channel Model) 모델[5]에 기반을 두고 있다. 채널 지연 프로파일 선택시 표준 ITU SISO 모델과의 backward compatibility를 유지하기 위한 노력이 있었다.

링크 레벨 시뮬레이션을 위하여 BS antennas topologies, BS angle spread, BS angle of departure, BS Power Azimuth Spectrum, MS antennas topologies, MS angle of arrival, MS Power Azimuth Spectrum, MS direction of travel, Doppler spectrum 등을 정의하였다.

시스템 레벨 시뮬레이션을 위한 MIMO 채널 모델 계수 발생은 그림 3과 같은 절차를 따른다.

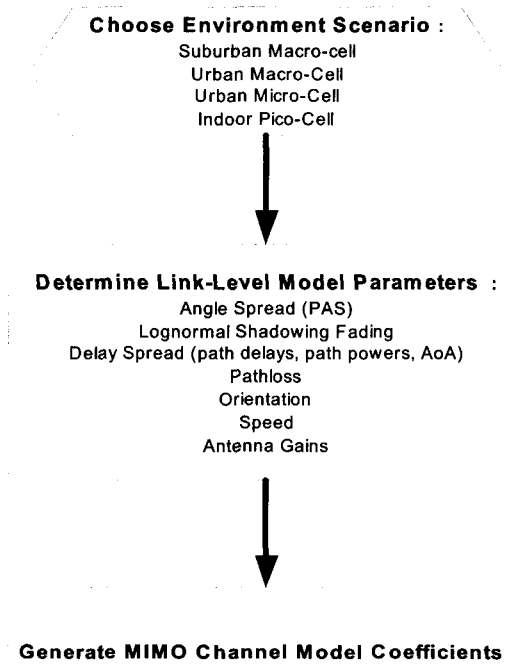


그림 3. MIMO 채널 모델 계수 발생을 위한 흐름도

III. 4G 이동통신 관련 포럼 동향

1. WWRF [6]

WWRF는 유럽의 IST(Information Society Technologies) 프로그램 내의 WSI(Wireless Strategic Initiative) 프로젝트에서 출발하였으며, Alcatel, Ericsson, Nokia, Siemens, Motorola 등에 의해 2001년 공식적으로 창립되었다. 현재는 유럽, 아시아, 북미, 오스트레일리아 등의 제조업체, 서비스 업체, 연구개발센터 및 학교 등 약 150 단체가 가입하여 활동하고 있다.

WWRF는 무선 세계(wireless world)에 대한 일관성 있는 비전 개발 및 유지, 이동 및 무선 시스템을 위한 연구 분야와 기술 및 사회적 추세

(trends)의 생성, 확인 및 증진, 새로운 기술에 대한 잠재력 확인 및 평가, 국내외 연구 프로그램의 생성 등을 주요 목적으로 하고 있다. WWRF의 목표는 무선 시장을 좀더 활발하게 성장하는 시장으로 만들어 서로 다른 영역의 참여자들이 성공할 수 있는 기회를 주고자 하는 것이며, 장기 전략은 미래의 표준화를 용이하게 하여 전세계적인 제품과 서비스 시장을 창출토록 하는 것이다.

2004년 현재 WWRF의 조직 구성도는 그림 4와 같다.

2003년 9차 회의까지는 WWRF에 4개의 WG이 있었으나, 현재는 7개의 WG와 3개의 SIG(Special Interest Group)으로 구성되어 있다.

WG1은 인간 관점에서 사용 시나리오와 사용자 기준 모델에 대해 연구하는 그룹으로 사용 시나리오 분석, 사용자 기준 모델, 사용자 인터페이스 기술, 사용자 중심 설계(user centered design) 프로세스에 대한 백서를 완성하였고, 향후 WG1의 이름을 "Human perspective &

Future service"로 바꾸어 사용자 기준 모델에 따른 시나리오에 입각한 다양한 서비스 발굴과 요구사항을 정립할 예정이다. WG2는 서비스 구조를 연구하는 그룹으로 현재 서비스 시맨틱에 대한 개념은 정립된 상태로, 모든 계층을 위한 일반적인 서비스 요소들에 대한 작업을 진행하고 있다. WG3은 cooperative 네트워크와 ad-hoc 네트워크에 대해 논의를 진행하고 있다. WG4는 새로운 무선접속 방식과 릴레이 기반 시스템에 대해 연구하는 그룹으로 현재 새로운 무선접속 방식의 요구사항 및 해결책, 광대역 다중반송파 무선접속 방식, 스마트 안테나 등에 대한 백서가 완성되었다. 현재 작성중인 백서는 없으며, 세계 각국의 학교, 산업체, 연구소에서 진행 중이거나 완료된 다양한 연구결과들이 WG4 회의에서 활발히 발표되고 있다. WG5와 WG6는 각각 WG4와 WG3에서 분리되어 2003년 10월 뉴욕 회의에서 새로 구성된 연구그룹으로 근거리 무선통신 시스템과 재구성 시스템을 다루고 있다.

SIG1, SIG2, SIG3도 역시 2003년 10월 뉴욕

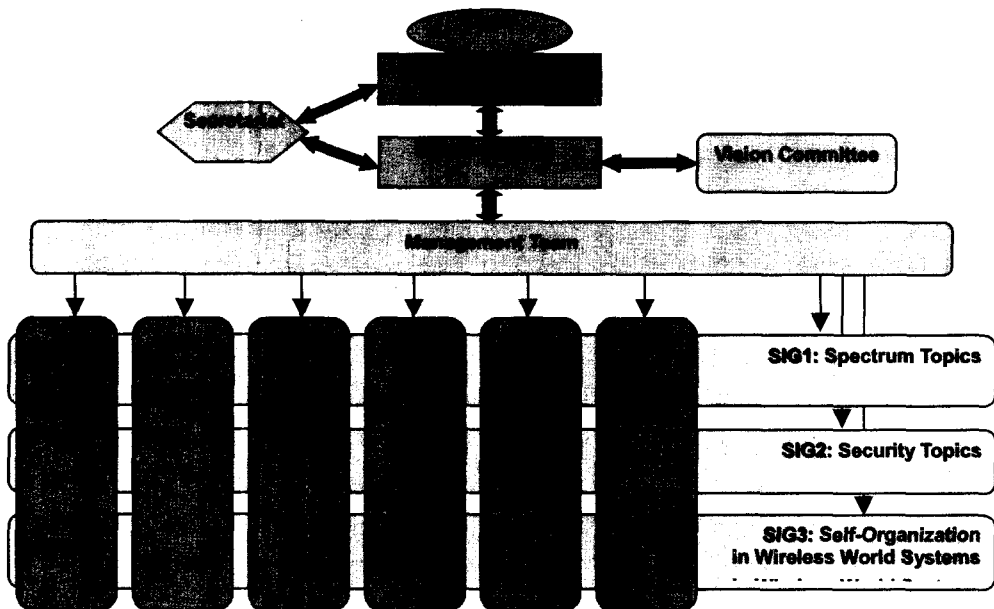


그림 4. WWRF의 조직 구성도 (자료: WWRF)

회의에서 결성되어, 차세대 이동통신 시스템을 위한 주파수 대역, 보안 방식, 자기 조직화 시스템(self-organized system)에 대한 토론의 장을 제공하며 WG의 모든 참여자의 참여를 유도하고 있다[7].

WWRF는 유럽에서 시작된 유럽 중심의 포럼이었으나 현재는 유럽뿐만 아니라 전세계 국가의 참여를 유도하고 영향권을 확대하고자 노력 중이다. 이를 위해 아시아 지부와 북미 지부를 두고 있으며, 유럽의 UMTS, 일본의 mITF, 미국의 IEEE ComSoc 등과의 교류를 확대하고 있다.

2. mITF [8]

일본의 mITF는 미래 이동통신 시스템 및 서비스의 실현을 목표로 2001년 6월 설립되었으며 그 주요 활동은 다음과 같다.

- 미래 이동통신 시스템과 서비스(4세대 이동통신 시스템 및 상업 서비스를 포함)에 관한 R&D 및 표준화 연구
- 미래 이동통신 시스템 및 서비스에 관한 정

보 수집, 교류 및 제공

- 미래 이동통신 시스템 및 서비스에 관련된 단체들간의 조화 및 조율
- 미래 이동통신 시스템 및 서비스를 위한 진흥 및 교육 활동

그림 5의 조직 구성도에 나타나 있는 바와 같이 mITF의 주요 위원회로는 4th Generation Mobile Communication Committee와 Mobile Commerce Committee가 있으며, 각 위원회의 역할은 다음과 같다.

- 4th Generation Mobile Communication Committee

4세대 이동통신 시스템의 구성 및 응용을 명확히 하고, 또한 2010년경 이의 상업적 도입을 예상하여 확실한 단기 활동들(short-term activities)을 제안함으로써 산업체와 대학의 관련 R&D 및 표준화 활동을 위한 토대를 제공하는 것을 목적으로 한다. 단기 활동들은 다음과 같다.

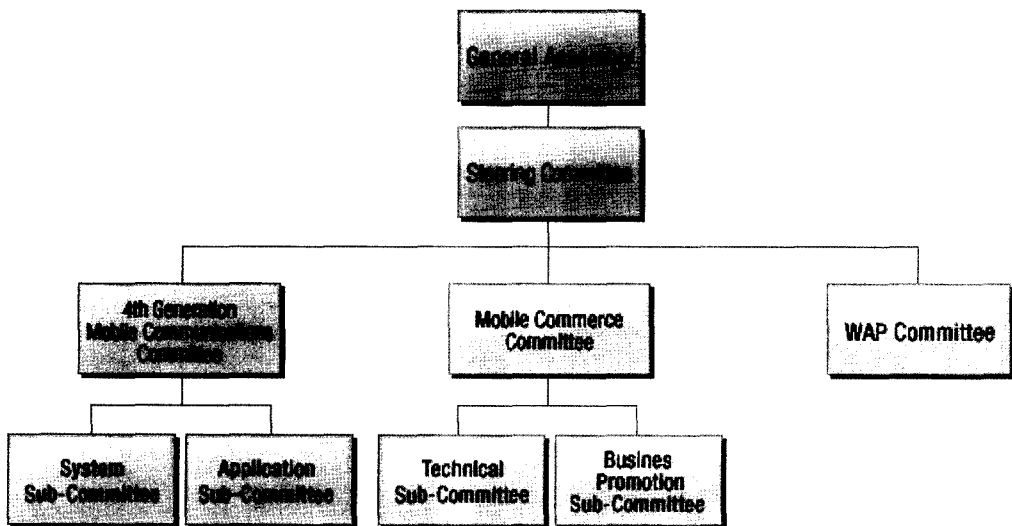


그림 5. mITF의 조직 구성도

- 4세대 이동통신 시스템 R&D 및 표준화를 위한 프레임워크 확립
 - 4세대 이동통신 시스템을 위한 구조 및 개발 시나리오 연구
 - 국내외 기관(ITU, 표준화 포럼, 연구소, 표준화 단체 등)과의 협력
 - 타 시스템과의 연동에 대한 연구
- 새로운 요소기술에 대한 연구 테마 선정, 연구 및 평가

• Mobile Commerce Committee

필요한 산업표준을 조기에 제정함으로써 이동상거래(mobile commerce)의 진흥 및 보급에 공헌하는 것을 목적으로 한다.

4th Generation Mobile Communication Committee는 2004년 4월 이동통신 시스템에 대한 비전, 미래의 이동통신 서비스의 이미지와 수용성(acceptability), 사업 모델과 사용자 관점에서 요구사항, 그리고 이를 위한 주요 요소기술

등을 정리한 문서의 개정(Ver.2.00) 작업을 완료하였다[9].

3. NGMC 포럼

NGMC 포럼은 기존의 '4세대 이동통신 비전 연구위원회'를 확대 개편하여 설립된 것으로, 국내의 주요 통신사업자, 국내외 제조업체, MIC, 연구기관, 그리고 대학의 전문가들을 회원으로 하여 2003년 11월에 설립되었으며, 관련기술 동향 분석과 비전 확립, WWRF, mITF, FuTURE 등 외국 포럼과의 표준화 및 국제 협력, R&D 전략 조정, 스펙트럼 할당계획 수립 등을 목적으로 하고 있다.

NGMC 포럼은 그림 6과 같이 운영위원회(Steering Committee)와 3개의 분과위원회, 그리고 사무국으로 구성되어 있다.

운영위원회는 포럼의 최상위조직으로, 분과위원회 위원장들과 차세대 이동통신과 관련된 산·학·연 각 분야의 대표자들을 중심으로 구성되

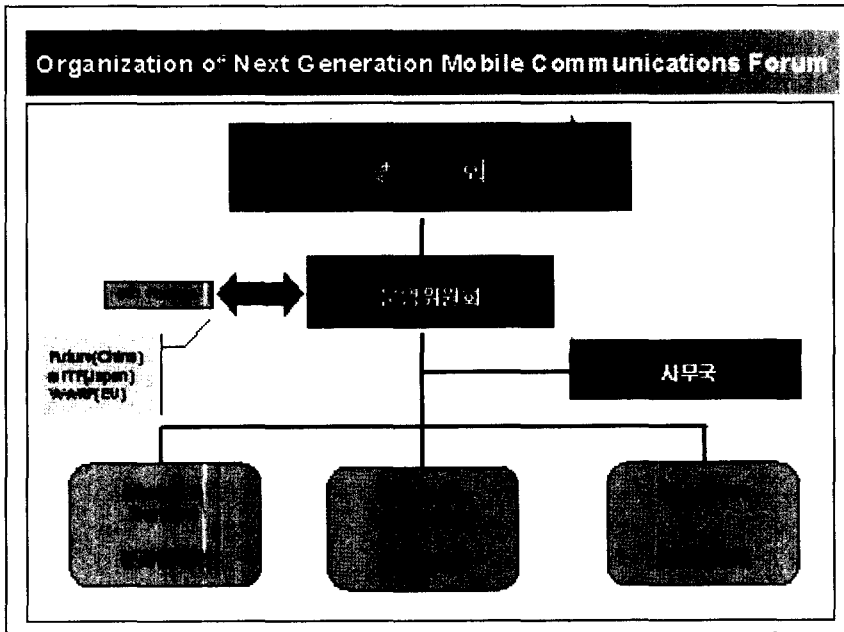


그림 6. NGMC 포럼 조직 구성도

며, 이동통신 분야의 미래에 대한 방향 제시와 각 분과위원회에서 연구되고 결정된 사항들에 대해 최종적으로 검증·승인하는 역할을 수행한다.

또한 총회 내에 국제적 협력을 위한 전담반을 두어 이를 통해 WWRF, mITF, FuTURE, Mobile VCE 등과 같은 관련 해외 포럼 또는 프로젝트와의 상호협력 관계 증진에도 힘쓰도록 하였다.

분과위원회로는 Market & Service, System & Technology, Spectrum 분과위원회가 있으며, 각 분과위원회의 업무는 다음과 같다.

- Market & Service 분과위원회
 - 이동통신 시장 및 서비스 발전 동향 분석
 - 무선 인터넷 시장 활성화를 위한 정책적 제안
 - 유, 무선 통합 환경에서의 새로운 서비스 개발 현황 분석
 - 광대역 서비스 발전 추세 및 무선 환경에서의 적용 가능성 분석
 - 무선 인터넷 시장 및 3G 시장에 대한 수요 조사를 통한 4G 시장의 수요 예측
- System & Technology 분과위원회
 - 차세대 이동통신 구성 기술들에 대한 명확한 정의 및 적용 기술 선정
 - 차세대 이동통신 핵심 기술에 대한 평가, 연구 및 기술적 목표 설정
 - 차세대 이동통신 관련 기술 및 서비스에 대한 정책 및 표준안 제시
 - 차세대 이동통신 관련 해외 포럼과 기술 개발 협력 및 공조
- Spectrum 분과위원회
 - 이동통신 주파수 이용 동향 분석
 - 이동통신서비스 활성화를 위한 주파수 이

용에 관한 계획안 제안

- 4G 이동통신 스펙트럼에 대한 논의

현재 NGMC 포럼의 각 분과위원회는 그 산하에 적절한 수의 WG을 구성하고 각 WG의 운영진 선임을 거의 마친 상태이며, 이에 따라 조만간 본격적인 활동이 시작될 수 있을 것으로 전망된다.

IV. 결 론

본 고에서는 3G 진화 시스템과 B3G 시스템에 대한 연구를 수행하고 있는 ITU-R WP8F의 현재 동향을 살펴보고, 다음으로 북미의 IEEE 802 표준 위원회, 그 중에서도 IEEE 802.20의 표준화 동향과 전망, 그리고 현재까지의 산출물인 802.20 Requirements Document, 82.20 Evaluation Criteria, 802.20 시뮬레이션을 위한 채널 모델 문서의 내용과 그들의 현재 상태를 정리해 소개하였다. 또한 차세대 이동통신 관련 기술에 대한 연구 및 논의와 표준화 준비를 위해 설립된 WWRF, 일본의 mITF, 한국의 NGMC 포럼의 설립 배경 및 목적과 조직 구성, 그리고 활동 현황 등을 살펴보았다.

본문에서 기술했듯이 ITU-R WP8F는 현재 WRC-07에 대비하여 3G 진화 시스템과 B3G 시스템을 위한 소요 스펙트럼과 후보 주파수 대역에 대한 연구에 주로 집중하고 있으며, B3G 표준화 자체를 목표로 한 본격적인 활동은 아직 이루어지고 있지 않다. B3G 시스템에 대한 표준화는 WRC-07에서의 주파수 할당 이후에 본격적으로 시작될 것이라는 것이 대체적으로 일치되는 전망이다. 그러나 B3G 시스템을 위한 국제 표준화가 언제, 어느 시점에서, 어떤 형태와 방식으로 전개될 것인지에 대해 현재로서는 예측이 매우

어렵다.

이러한 상황에서 WWRF, mITF, NGMC 포럼 등은 차세대 이동통신에서의 주도권 확보를 위한 활동을 전개하고 있으며, 이들간의 협력도 모색되고 있다. 또한 전통적으로 셀룰러 이동통신 분야와 별 관계가 없던 IEEE 802 표준 위원회, 특히 IEEE 802.20 WG은 현재 고속 이동성 및 로밍 기능을 제공하고 IP 중심의 데이터 서비스에 최적화된 셀룰러 시스템의 표준화 작업을 진행하고 있으며, IEEE 802.20을 B3G로 볼 수 있으나 없느냐라는 관점에 관계없이 이의 표준화가 성공한다면 여러 측면에서 향후의 B3G 표준화에 큰 영향을 미칠 수 있을 것이다.

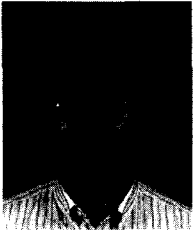
문제는 이러한 상황을 우리는 어떻게 대처해 나갈 것인가 하는 것이다. 먼저 IEEE 802.20 등과 같이 현재 진행중인 표준화에 대해서는 각 기관별로 바라보는 관점이나 입장이 서로 다르겠으나, 이의 표준화에 관심이 있는 기관끼리 협력 체계를 구축하여 공동 대처하는 것이 하나의 방법이 될 수 있을 것이다.

다음으로 생각할 수 있는 것은 NGMC 포럼의 적극적인 활용이다. 즉 NGMC 포럼을 통해 B3G를 위한 국내의 R&D 역량을 증진시키는 물론, 외국의 타 포럼 또는 프로젝트들과의 협력을 강화하여 우리에게 유리한 환경 조성을 위해 노력하고, 또한 이들과의 지속적인 협조를 통해 B3G 표준화 기구의 신설 또는 기존 표준화 기구의 역할 재정립 등을 기대해 볼 수도 있을 것이다. 이렇게 된다면 향후의 B3G 국제 표준화에 있어 우리는 매우 유리한 위치를 점할 수 있게 될 것이다.

이제 B3G는 우리에게 더 이상 아주 먼 미래의 일이 아니며, 따라서 그를 위한 R&D와 표준화 전략 및 방법에 대한 심도 깊은 고민과 활발한 상호 논의 및 협력이 필요한 시점이라고 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] IEEE 802.20-PD-02: "Mobile Broadband Wireless Access Systems: Approved PAR", Dec. 2002.
- [2] IEEE 802.20-PD: "802.20 Requirements Document - Ver. 13", May 2004.
- [3] IEEE 802.20-PD: "802.20 Evaluation Criteria - Ver 09", May 2004.
- [4] IEEE 802.20-PD: "Channel Models for IEEE 802.20 MBWA System Simulations - Rev 04", March 2004.
- [5] 3GPP TR 25.996(V6.0.0): "Spatial Channel Model for Multiple Input Multiple Output (MIMO) Simulations"
- [6] <http://www.wireless-world-research.org>.
- [7] http://222.wireless-world-research.org/general-info/Documents/WWRF_GeneralPresentation_March 2004.pdf.
- [8] http://www.mitf.org/public_e/about.
- [9] Mobile IT Forum: "Flying Carpet - Towards the 4th Generation Mobile Communication Systems - Ver. 2.0," Apr. 2004.



안 재 영

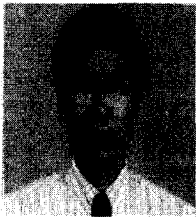
1983년 연세대학교 전기공학과
(학사)

1985년 연세대학교 전기공학과
(석사)

1989년 연세대학교 전기공학과
(박사)

1989년 ~ 현재 한국전자통신연구원 이동통신연구단
무선전송방식연구팀장/책임연구원

<관심분야> 이동통신 시스템, 무선전송 기술



황 승 구

1979 서울대학교 전기공학과
학사

1981 서울대학교 전기공학과
석사

1986 Univ.of Florida 전기공
학과 박사

1982 ~ 현재 한국전자통신연구원 이동통신연구단 무
선전송기술그룹장/책임연구원