

## 제 출 문

본 보고서를 「전파스펙트럼관리(RFMS) 관한 연구 - 새로운 전파이용기술 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2004 . 12. .

연구책임자 : 류충상 ( 전파자원연구과 )

책임연구원 : 배석희 ( 전파자원연구과 )

석재호 ( 전파자원연구과 )

임재우 ( 전파자원연구과 )

주 무 관 : 김종룡 ( 전파자원연구과 )

김청원 ( 전파자원연구과 )

## 요 약 문

1. 과제명    전파스펙트럼관리(RFMS) 기술연구  
              (새로운 전파 이용기술 연구)
2. 연구 기간 : 2004. 1. 1 ~ 2004. 12. 31
3. 연구책임자 : 공업연구원 류충상
4. 계획 대 진도  
    가. 월별 추진내용

세부내용	연구자	월별 추진계획												비고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
가. 새로운 기술 도입을 위한 전파이용기술 연구	김종룡													
	김청원													
나. 차세대 이동통신 시스템을 위한 전파자원 개발 연구	임재우													
	배석희													
다. 고정밀 고정통신의 필요 대역을 사용하기 위한 전파 특성 연구	석재호													
	김종룡													
라. 유비쿼터스용 주파수 자 원개발을 위한 국내외 표준화 활동	배석희													
	김청원													
분기별 수행진도(%)		30			55			80			100			

## 나. 세부 과제별 추진사항

### 1) 새로운 기술도입을 위한 전파이용 기술 연구

- 유·무선 통합서비스와 유비쿼터스 무선서비스에 대비한 전파 산업 기술동향 분석
- 차세대 이동통신(휴대인터넷 포함), 이동 DMB(DTV 포함), 고정밀 텔레메텍스, 이동 Mesh 네트워크 기술 구현, 응용 서비스에 따른 표준화
- UWB 및 RFID 등 광대역 채널 시스템의 전파분석 및 전파간섭 분석을 위한 RFMS 시스템 개선 연구
- 이동통신 및 도시환경을 위한 RFMS DB 성능 개선 및 알고리즘 적용 연구

### 2) 차세대 이동통신 시스템을 위한 전파 자원 개발 연구

- 2.3GHz - 6GHz대의 전파채널 및 전파환경 특성 연구
- 채널 Sounder 개발에 필요한 기획, 위탁설계, 개발과제 관리 및 관련시스템을 이용한 MIMO 채널 측정 분석
- RFMS 시스템 개선을 위한 차세대 이동통신용 파라미터 추출 및 알고리즘 개선(GIS DB 개선 연구도 포함)
- RFMS를 이용한 기존시스템과 신규시스템간의 간섭분석 및 양립성 연구

### 3) 고밀도 고정통신필요 대역을 사용하기 위한 전파특성 연구

- HDFS등 고밀도 고정통신용 주파수 특성 조사 및 채널 개발 동향 연구
- HDFS 주파수 대역 이용을 위한 전파특성 및 전파환경 분석 연구
- RFMS 시스템 개선을 위한 파라미터 추출 및 알고리즘 적용 방안 연구

- 4) 유비쿼터스용 주파수 자원개발을 위한 국내외 표준화 활동
  - o ITU-R SG1,3,8,9 및 2007 WRC 준비반 활동을 중심으로 차세대 이동통신 주파수 개발을 위한 국제 표준화 활동
  - o 2.3GHz, 3.5GHz, 5GHz 등의 광대역 무선접속 통신방식 연구 및 국내외 표준화 동향 분석(IEEE802 중심으로)
  - o RFMS 시스템 개선 관련 국제 동향 및 스펙트럼 모니터링 연구
  - o UWB, SDR, RFID 등 국제 표준화 동향, 기술기준 조사 분석

## 5. 연구 결과

- 1) 차세대 이동통신 주파수 발굴
  - o 2.3GHz 휴대인터넷(WiBro) 서비스 도입을 위한 도서통신 주파수 재배치 방안 도출 및 채널 모델 정립
  - o 5GHz 초고속 무선 LANrhk 방송중계시스템의 공유조건 설정
  - o 4세대 이동통신 후보주파수 조사 및 공유기술 분석
- 2) 신규 서비스 주파수 이용방안 도출
  - o UWB 도입에 대비 위성 DMB 및 WiBro 서비스 보호기준 마련
  - o 433MHz 및 900MHz RFID 주파수 분배 방안 마련
- 3) 주파수 가용분석 업무 수행과 RFMS 기능 개선
  - o RFMS를 이용한 주파수 이용 타당성분석(기상레이더 등 20건)
  - o RFMS 기능개선
    - 장애물(빌딩 등) 영향으로 인한 전파경로예측 정확도 개선
    - GIS 표현 기능 개선 및 3차원 화면 기능 강화
    - 안테나 특성패턴 관리기능 및 무선국 검색기능 보강
  - o 주파수자원분석체계 구축을 위한 정보전략 계획수립 용역완료
- 4) 전파예측 알고리즘 개선(ETRI 공동)

- 실측데이터를 통한 알고리즘 개선(2GHz, 5GHz, DTV) 및 RFMS 컴포넌트화
  - 차세대 이동통신채널 연구를 위한 광대역 MIMO 채널사운드 개발
- 5) ITU-R SG1, SG3, SG8, SG9 및 WRC07의 전파관리분야, 이동 및 고정통신분야 연구반 활동에 적극 참여하여 새로운 전파이용기술을 위한 주파수대에 대한 국제대응활동 강화

## 6. 기대효과

- 새로운 전파 이용기술 확보를 통해 4세대 이동통신 후보주파수 확보를 위한 정책기반 마련
- 주파수자원분석체계 구축 및 전파관리시스템기능강화사업에 의한 프로그램을 체신청에 보급하여 업무개선을 추진 가능

## 7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유현황	확보방안	비고
Vector Network Analyzer	HP8722D	1	측정	기 장비		
Spectrum Analyzer	HP8566B	1	측정	기 장비		
Signal Generator	Rohde & Schwarz SMP04	1	측정	기 장비		
Antenna	Monopole (4dBi)	2	측정	기 장비		
Amplifier	Model 20T4G18	1	측정	기 장비		
Coaxial Cable	50Ω, 70Ω	2	측정	기 장비		

## 8. 기타사항

# SUMMARY

In this study, we are studied for the development of new spectrum resource, MIMO channel propagation and the utilization of the RFMS.

For the maximize using of the spectrum resource, we are activated for the standardization of ITU-R, which are spectrum management, radio propagation and UWB part (TG1/8)

And we have upgraded and added function of utility for the Radio Frequency Management System program

MIMO channel propagation characteristics for portable internet service system are studied by means of a narrowband MIMO channel sounding technique in indoor pico-cell environments. In order to evaluate propagation characteristics, measurements of narrow band MIMO channel characteristics at 2.3 GHz are performed.

# 목 차

## 제 1 부 차세대 이동통신 시스템을 위한 전파자원 개발연구

제 1 장 서론 .....	페이지
제 2 장 차세대 이동통신 개념 정립 연구.....	페이지
제 1 절 서비스특징 및 개념.....	페이지
제 2 절 무선접속 기술특징 분석 .....	페이지
제 3 장 차세대 이동통신용 주파수자원 발굴 연구.....	페이지
제 1 절 WRC-07 및 ITU-R WP8F 대응.....	페이지
제 2 절 간섭분석 방법론 정립 .....	페이지
제 3 절 후보대역 채널특성 분석.....	페이지
제 4 장 결 론.....	페이지

## 제 2 부 다중안테나 채널 사운더를 이용한 실내 MIMO 채널 특성 연구

제 1 장 서론 .....	페이지
제 2 장 MIMO 채널 모델 및 특성 .....	페이지
제 1 절 MIMO 채널 모델 .....	페이지
제 2 절 MIMO 채널 용량 .....	페이지
제 3 절 Rician K factor .....	페이지
제 4 절 공간상관 .....	페이지

제 3 장 측정 .....	페이지
제 1 절 측정시스템 .....	페이지
제 2 절 측정환경.....	페이지
제 4 장 분석 결과 .....	페이지
제 5 장 결론.....	페이지
참고문헌	

### 제 3 부 신규주파수 이용방안 도출 및 주파수 가용성 분석 결과, 그리고 RFMS 기능개선

제 1 장 서론	
제 2 장 UWB 도입에 대비 국제표준 동향 연구	
제 1 절 UWB 주파수이용 연구반(TG1/8)의 3차회의 결과	
제 2 절 UWB 주파수이용 연구반(TG1/8)의 4차회의 결과	
제 3 장 RFMS를 이용한 주파수 가용성 분석결과	
제 1 절 2004년도 주파수 지정검토 실적	
제 2 절 주파수 지정검토 결과	
제 3 절 지정검토와 RFMS운용 검토	
제 4 장 RFMS 기능 개선결과 및 전파예측 알고리즘의 검증	
제 1 절 RFMS의 기능변화	
제 2 절 RFMS 알고리즘 검토	
제 5 장 SG01(전파관리)/SG03(전파전파) 국제동향	
제 1 절 SG01(전파관리), 관련작업반(WP1s)동향	
제 2 절 SG03(전파관리), 관련작업반(WP3s)동향	
제 7 장 결    론	
참고문헌	



# 1 부

## 차세대 이동통신 시스템을 위한 전파자원 개발 연구

책임 연구원 임재우  
배석희  
주 무 관 김청원

# 제 1 장 서 론

1992년 WRC에서 IMT-2000 서비스를 위한 국제주파수를 분배하였으며, 이후 WRC-2000에서는 추가 IMT-2000 주파수를 분배 결의하였다. 향후 2010년 이후의 차세대이동통신 서비스를 대비키 위한 주파수 필요성 논의가 해당 ITU-R 연구반인 WP8F에서 제기되었으며, 지난 WRC-2003에서 해당 의제 1.4(결의228)로 System Beyond IMT-2000을 위한 주파수 분배검토를 결의하였다. 지난 10여년 전 최초 IMT-2000을 위한 주파수 분배 논의는 주로 유럽, 일본을 중심으로 연구 진행되어, 미국의 가세를 통하여 전세계 이동통신 시장을 선점하고자 하는 각국의 자국 이익을 반영을 위한 치열한 전쟁터와 같았다.

현재 차세대이동통신은 한국을 중심으로 일본, 중국의 3강 구도로 주도되고 있다. 무선통신 시장에서 주파수 확보는 시장선점의 유리한 입지를 갖는 무엇보다 중요한 일이다. 이에 정통부의 IT389 신성장동력 사업 중 차세대이동통신 사업은 단순 무선통신 기술의 우위를 모색하는 의미를 뛰어넘어 지난 과거 10여년 동안 이동통신 시장에서 빼앗겼던 우리나라의 경쟁력을 되찾으려는 숨은 의미가 있다고 여겨진다. 이를 위한 무엇보다 중요한 시작이 주파수 자원발굴 및 확보라 하겠다. 차세대이동통신을 위한 국제 주파수 분배 논의는 ITU-R 산하 연구반 중 이동통신 분과의 WP8F에서 진행되고 있으며, 최종적으로 2007년 열릴 WRC에서 결정될 것이다.

본 연구는 IT389 신성장동력 사업의 일환으로 차세대 이동통신서비스를 위한 국내 주파수 자원발굴을 목표로 하고 있다. 전파연구소에서는 동 목표를 위해 국내·외적으로 주파수 자원발굴을 위한 연구를 2004년도부터 수행하고 있으며, 크게 두가지 영역의 사업분야로 구분되어 수행되고 있다고 할 수 있겠다. 첫 번째는 WRC-07의 국제주파수 자원확보를 위한 ITU-R WP8F 연구반 활동이다. WP8F는 IMT-2000 국제 기술표준 및 국제 주파수 분배를 결의하는 연구반이며, 과거 IMT-2000 및 현재의 Enhanced IMT-2000등의 국제 주파수 및 글로벌 스탠다드를 개발하여 오고 있다. 두 번째는 차세대이동통신 시스템을 위한 잠정 후보대역 발굴을 위한 연구 활동이다. 3-5GHz대역을 중심으로 이동통신 활용 가능대역 확보에 필요한 주파수 재배치 및 기존역무 간 혼신분석 방법론을 개발하고 있으며, 동 결과를

국제 주파수 확보를 위한 ITU-R WP8F 연구반 활동에 적극 반영하여 국내 입지를 높이는데 활용하고 있다. 또한 동대역의 차세대이동통신 무선접속 기술을 고려한 전파채널 특성연구를 수행하여 해당 무선통신 기술 개발에 필요한 기초기반 기술 확보를 도모코자 수행되고 있다. 본 보고서에서는 차세대 이동통신 주파수 자원 발굴 위한 2004년도 전파연구소 연구 수행사항을 중심으로 기술되었다.

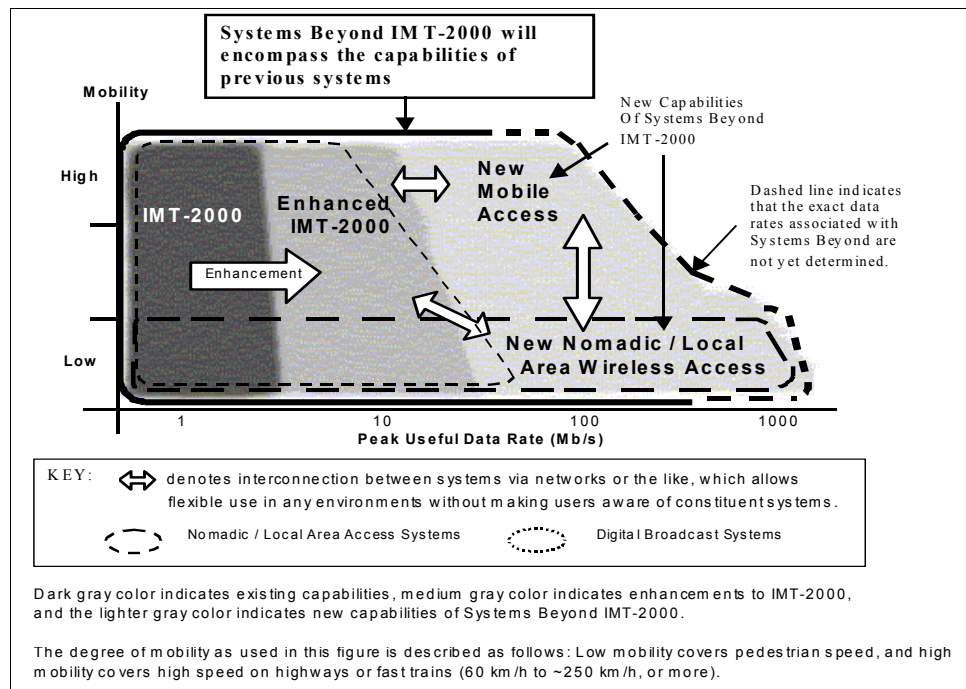
## 제 2 장 차세대 이동통신 개념 정립연구

본 장에서는 차세대 이동통신의 서비스 및 기술 정의와 관련한 ITU-R WP8F의 연구반 중심의 활동사항을 중심으로 기술하였다. WP8F에서는 2003년 차세대 이동통신 개념 정립과 관련한 Vision Document ITU-R M.1645를 개발하였다. 2010 이후에 필요하게 될 미래 이동통신 서비스의 특징 및 개념과 차세대 이동통신 시스템 구현시 고려하게 될 새로운 무선접속 기술을 중심으로 기술하였다.

### 제 1 절 서비스 특징 및 개념

ITU 비전은 IMT-2000 진화 관련 연구 목표로 최대 데이터 속도를 30Mbit/s, 2015년경 상업화 가능한 IMT-2000 이후 시스템은 연구 목표로 최대 데이터 속도를 이동시 100Mbit/s, 정지시 1Gbit/s 으로 정의하고 있다. IMT-2000 이후 시스템 및 IMT-2000 추가개발 관련 작업은 글로벌한 접근 방법으로 진행되고 있으며, 이동통신, 방송, 모바일 인터넷, 무선 랜 등 다른 통신 분야의 어플리케이션 및 시스템 간의 융합이 증가하는 추세를 보이고 있다. IMT-2000 진화 시스템 관련하여 현재의 IMT-2000무선 접속의 진화를 고려하여 새로운 어플리케이션의 점진적이고 지속적인 개발을 지원하여야 하며, IMT-2000 이후 시스템의 프레임워크(framework)은 새로운 무선접속과 노매딕(nomadic) 무선 접속을 포함한 새로운 요소 개발과 함께 기존의 무선접속 기술 간의 융합을 통해 지속적인 인터워킹을 지원하는 것으로 볼 수 있다. 차세대 이동통신의 Vision(Future development of IMT-2000)은 최소한 10년간 기존 IMT-2000의 성능이 지속적으로 개선되고 발전될 것으로 예상하고 있으며 지속적인 성능 개선을 통하여 이미 무선상에서 최고 10Mbps의 전송속도를 내고 있으며, IP-based Network 구축이 가능할 것이다. 2005년경에는 약 30Mbps 까지 전송속도가 확장될 것으로 기대되나 이를 위하여 일부 사업자의 경우는 추가 주파수가 필요할 것으로 예상되며, IMT-2000의 위성 부분은 Broadcasting, Multicasting과 같은 보완적인 서비스로 진화가 예상되며, 지상망이 서비스하지 못하는 지역에서 고속 데이터 서비스를 제공할 것으로 예상된다. New capabilities of systems beyond IMT-2000으로는 멀티미디어 서비스의 대중화와 다양한 서비스의 동시 제공 등이 예상됨에 따라 고속 데이터 전송이 가능한 새로운 무선 접속 기술이 필요하여, 2010년경에 목표로 하는 데이터 전송속도는 Vehicular와 같은 high mobility 시에는 약 100Mbit/s, nomadic/local wireless access와 같은

low mobility 시에는 1 Gbit/s 제공과 systems beyond IMT-2000을 위한 무선 접속 기술은 아직 정의되어 있지 않으며, 목표 데이터 전송속도를 지원할 수 있는 새로운 무선 접속 기술들이 연구 중에 있다. 위와 같은 데이터 전송 속도와 mobility 지원을 위하여 systems beyond IMT-2000에는 추가적인 주파수가 필요가 강조되고 있다.



### IMT-2000과 systems beyond ITM-2000의 성능

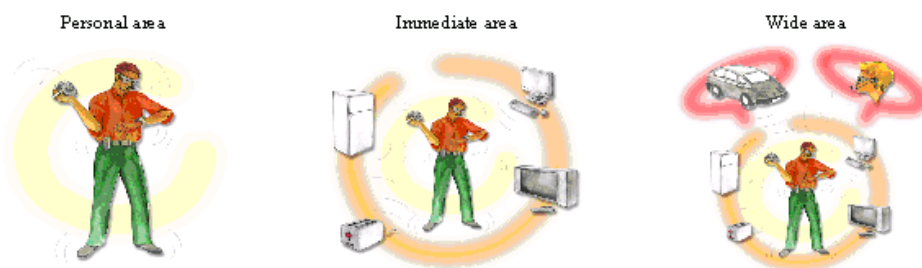
무선 통신 시스템은 서로 다른 사용자 환경과 적용방식에 따라 다양한 무선 접속 기술, 서비스 및 applications으로 구성되었으며, 크게 다음과 같은 특징으로 나뉘어진다.

- ◆ 제공되는 콘텐츠와 서비스
- ◆ 운용 주파수 대역
- ◆ 시스템에 정의된 표준방식
- ◆ 제공되는 데이터 전송속도
- ◆ 양방향 및 단방향 전송 방식
- ◆ 이동성 지원 단계
- ◆ 규제 요구사항
- ◆ 비용

enhanced IMT-2000과 systems beyond IMT-2000 등은 다양한 서비스, application 및 convergence 환경 지원을 위하여 서로의 약점을 보완할 수

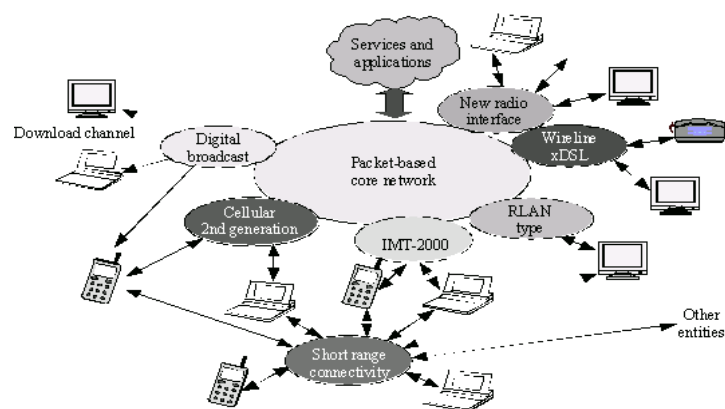
있는 무선 접속 기술을 조합하여 설계되고 있으며, IP 기반 application의 확산은 이러한 시스템간 convergence의 주요 원동력이며, 서로 다른 무선 플랫폼간의 연관성 설정을 촉진함. 연관성의 형태는 device간, network interworking, common access, 인증, 과금 등과 같은 하드웨어 통합이란 사용자의 요구사항에 달려있다. 시스템과 device 간의 연관성은 아래와 같이 크게 나눌 수 있으며 해당영역에 따라 RLAN, Cellular 등 서로 다른 기술과 시스템이 적용되고 있다.

- ◆ Personal area domain : 헤드셋과 이동 단말기간의 통신과 같은 단말기와 주변기기간의 통신 영역
- ◆ Immediate area domain : 사용자 device와 냉장고, 디지털 TV 등과 같은 다른 device들과의 통신 영역. 수 m ~ 수십 m 범위
- ◆ Wide area domain : 서비스 사업자의 망 구성요소를 통한 device간의 통신 영역



3개 영역에서 device간의 통신 연관성

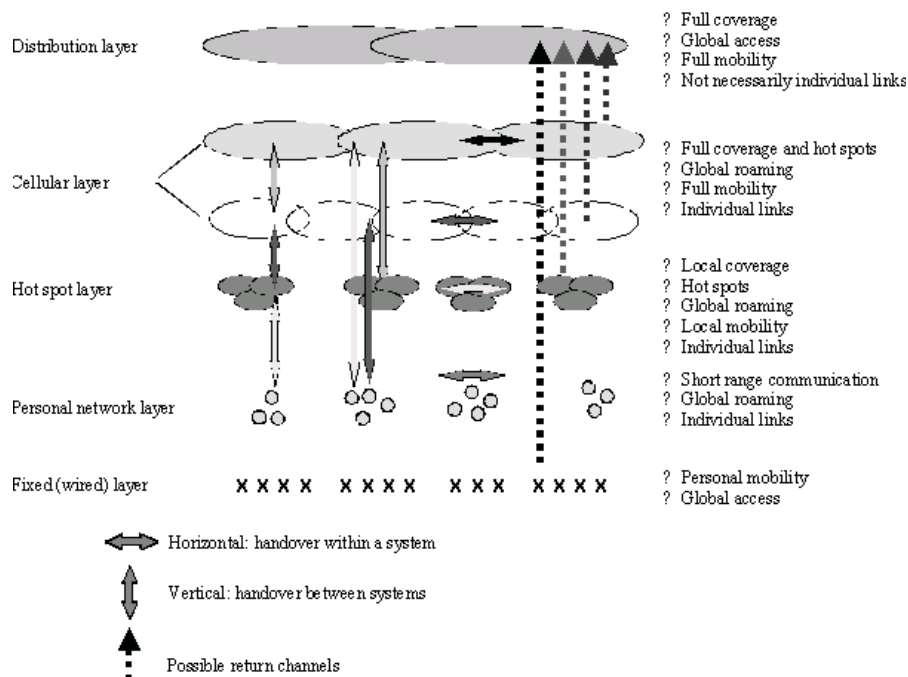
다양한 무선 접속 시스템에서 “언제, 어디서든 최적의 연결”이라는 seamless한 서비스 제공을 실현하기 위하여 아래 그림과 같은 공통의 packet-based core network이 필요하며



다양한 상호연동 access 시스템을 포함한 미래의 systems beyond IMT-2000 Network

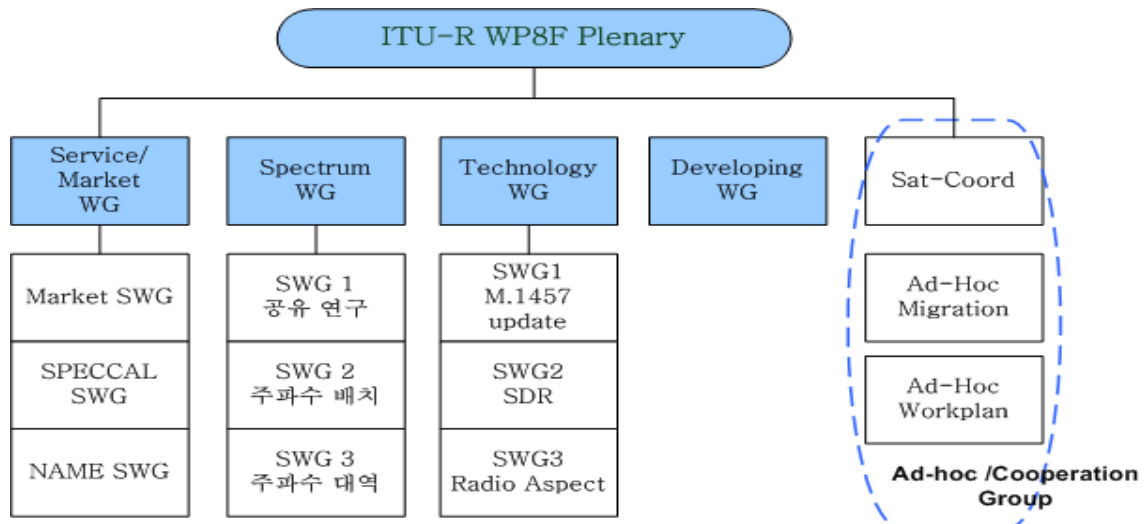
The future IMT-2000 및 systems beyond IMT-2000과 함께 WPANs, LANs, digital broadcast 및 FWA와 같은 서로 다른 무선 접속 기술과 통신 시스템간의 relationship은 지속적으로 발전하고 있으며, 서로 다른 access 시스템은 같은 layer 구조로 구성 가능하며, enhanced IMT-2000과 systems beyond IMT-2000의 새로운 접속방식은 cellular와 hot spot layer에 해당되며, systems beyond IMT-2000의 normadic/local wireless access는 hot spot layer에 해당된다.

- ◆ distribution layer : 단방향 링크를 통해 동일한 정보를 전송하는 디지털 방송 형태의 시스템을 위한 layer. 타 시스템은 리턴 채널로 사용 가능
- ◆ cellular layer : 서로 다른 cell size와 또는 서로 다른 access 기술이 적용된 다양한 cell layers
- ◆ hot spot layer : 도심 밀집 지역, 캠퍼스, 회의장 및 공항과 같이 초고속 데이터 전송이 필요한 applications, 매우 높은 트래픽 밀도 및 개인 링크에 사용되는 layer
- ◆ personal network layer : device간의 단거리 직접 통신을 위한 PAN
- ◆ fixed(wired) layer : 모든 고정의 유선 접속 시스템



상호 보완 access 시스템의 도해

ITU-R의 WP8F는 IMT-2000 및 향후 시스템의 전반적인 측면에 대한 국제결의를 담당하는 조직이다. 주요 활동 의제로는 Question ITU-R 229-1/8의 “IMT-2000 이후 시스템 및 IMT-2000 추가 기술 개발” 담당하고 있으며, 조직도 아래와 같으며, 1년에 3회 개최되고 있으며, 특히 Service 분야 및 WP8F에서 우리나라는 중요한 위치를 갖고 있다.



## 제 2 절 무선접속 기술특징 및 분석

미국최근 이동통신시스템에서 고속 데이터 전송을 위한 기술로 OFDM 방식을 많이 고려하고 있으며, 아래 표는 기존 OFDM 통신시스템의 주요 파라미터를 참고로 비교하여 보여준다. AT&T에서는 1998년에 셀룰러 환경에서 이동 가입자에게 최대 1-2Mbps 전송률의 무선 인터넷 서비스를 제공하기 위한 ACIS(Advanced Cellular Internet Service)를 제안하였다. ACIS는 2GHz 대역의 매크로셀 환경에서 OFDM 전송 방식을 채택하였으며, 하향링크에서의 link budget을 개선하기 위하여 Clustered OFDM 방식을 사용한 다중 기지국 전송안테나와 2개의 안테나를 사용한 수신 다이버시티를 결합하여 PAR을 최소화하고 약 10dB의 SNR 개선을 이루었다. 또한 ACIS에서는 주파수의 효율적인 사용을 위하여 DPA(Dynamic Packet Assignment) 알고리즘과 staggered 프레임 구조를 사용하였다. 2000년에는 AT&T에서 셀룰러 환경에서 무선 인터넷 서비스를 제공하기 위하여 이를 개선한 광대역 무선 데이터 액세스 방식을 제안하였다. 이 방식에서는 기존의 ACIS를 개선하여 하향 패킷 데이터 모드에서 약 5MHz 대역폭의 광대역 OFDM(WOFDM)구조를 사용하여 매크로셀 환경에서 2-5 Mbps, 마이크로셀 환경이나 실내 환경에서 약 10 Mbps의 전송률을 지원한다. 또한, 이 방식에서는 Sony가 제안한



OFDM과 SFH(Slow Frequency Hopping)-TDMA 구조를 결합한 BDMA(Band Division Multiple Access) 방식을 채용하여 시간 및 주파수 다이버시티 효과를 지원하고 있다. Flarion에서는 OFDMA/FDD 전송방식에 주파수 호핑을 적용하여 all-IP망에서 매우 적은 latency로 고속의 데이터를 전송할 수 있는 flash-OFDM 기술을 제안하였다. Broadstorm에서는 OFDMA/TDD 전송방식을 사용하고, 셀 내의 섹터 간 주파수 재사용율을 1/2로 하며 기지국별 우선순위 주파수대역을 두어 셀 간 간섭을 줄일 수 있는 Broad@ir 기술을 제안하였다. 또한 IEEE 802.16d/e에서는 기존의 OFDM/OFDMA 방식의 IEEE 802.16a에 이동성을 고려하여 표준안을 확장하기 위하여 활동 중에 있다. IEEE 802.16d에서는 IEEE 802.16a에 이동성을 고려하여 물리/MAC 계층을 수정하고, IEEE 802.16e는 기지국간의 핸드오프와 이동국의 전력소모를 줄이기 위한 sleep mode에 대한 작업을 진행 중에 있다. IEEE802.20에서는 고속의 이동성을 갖고 패킷 데이터를 제공하기 위한 물리/MAC 계층의 규격을 작성하기 위하여 2003년 11월 의장단 선거를 완료하였으며, 채널 모델링 CG, 시스템 요구조건 CG, 평가 기준 CG를 만들어 진행하고 있다. 국내의 ETRI에서는 휴대 인터넷 서비스를 위한 OFDMA/TDD 방식의 HPI와 High-tier를 위한 OFDMA/FDD 방식의 HMM의 연구개발이 진행 중이다.

항목	무선 LAN (802.11a)	BWA (802.16a)	DAB (Eureka-147)	DVB-T	ADSL	VDSL	ACIS	W-OFDM
반송파수	52	52~1850	192~1536	1075/6817	256	2783	120	528
FFT 크기	64	64~2048	256~2048	2048/8192	512	8192	128	1024
반송파간격 (kHz)	312.5	2.8~312.5	1~8	1.116/4.464	4.3125	4.3125	6.25	8
심플주기(us)	4.0	4.0~369.6	156~1246	231~280/ 924~1120	250	약 250	200	156.25
보호구간 길이 (us)	0.8	0.8~11.2	31~246	7~56/ 28~224	16	18	40	31.25
샘플링주기 (us)	0.05	0.05~0.2	0.5	0.13	0.452	0.0283	1.25	0.12
사용대역	5~6GHz	5~6GHz	VHF~UHF	VHF~UHF	25~1104 kHz	0.138~12 MHz	2GHz	NA
대역폭(MHz)	20	5~20	2.048	9.14MHz	1.1	12	0.8	5
채널코딩	컨볼루션 코드 1/2~3/4	컨볼루션+RS 1/2~3/4	컨볼루션 코드 1/4~3/4	컨볼루션+RS 1/2~7/8	RS	RS	RS 1/2	컨볼루션 RS 1/2
변조방식	BPSK QAM(4~64)	QPSK QAM(16,64)	DQPSK	QPSK QAM(16,64)	2 <sup>n</sup> ~2 <sup>m</sup> QAM	2 <sup>n</sup> ~2 <sup>m</sup> QAM	DQPSK	QPSK
MAC Duplexing	CSMA/CA	TDMA OFDMA	-	-	FDD	FDD	DPA	DPA
전송률 (Mbps)	6~54	1.7~61.7	0.6~1.7	4.98~31.67	Max. 8	Max. 52	Max. 210.6	Max. 5(3.4) Microcell: 10
이동성	보행자 (3m/s)	고정	vehicle	vehicle	고정	고정	NA	NA
환경	옥내 : 40m 옥외 : 200m	옥외 : 수km	방송	방송	유선	유선	셀룰라	셀룰라

### 제 3 절 다중안테나 시스템을 위한 송수신 기술 (MIMO Technology)

기존의 무선 이동통신시스템은 음성 서비스 위주이며, 채널의 열악성을 극복하기 위하여 주로 채널 코딩에 의존하였다. 그러나 차세대 이동통신의 서비스 개념에서 알 수 있듯이 고품질의 멀티미디어 서비스에 대한 요구의 증대로 인해 데이터 서비스 위주로 구현기술의 방향 이동하고, 더 많은 데이터를 더 빨리 더 낮은 오류 확률로 전송하기 위한 차세대 무선 전송기술이 요구된다. 특히 다수의 송수신 안테나를 이용한 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 기술은 차세대 이동통신의 기술요구 규격인 고속이동시 100Mbps 및 Normadic에서 1Gbps의 데이터 전송을 한정된 대역폭으로도 가능토록 하는데 필수적인 핵심기술로 고려되고 있다. 다중 송수신 안테나 기술은 송신기와 수신기에 다중의 안테나를 이용하여, 서로 다른 데이터를 동시에 전송함으로써 시스템의 대역폭을 더 증가시키지 않고, 보다 고속의 데이터 전송할 수 있는 Spatial Multiplexing 기법과 다중의 송신 안테나에서 같은 데이터를 전송하여 송신 diversity를 얻고자 하는 Spatial Diversity 기술로 구분된다.

#### 1. Receiver diversity

1×2 Receive Diversity의  $(C/I)_{combined}$

$$(C/I)_{combined} = \frac{I_{or} \left| \sum_{l=1}^{L_F} \mathbf{h}_l^H \mathbf{h}_l \right|^2}{\sum_{l=1}^{L_F} \left( I_{or} \sum_{i=1, i \neq l}^L \left| \mathbf{h}_l^H \mathbf{h}_i \right|^2 + \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^L I_{OC}(k) \left| \mathbf{h}_l^H \mathbf{i}_{k,m} \right|^2 + \sum_{j=1}^J I_{OC}(j) \left\| \mathbf{h}_l^H \right\|^2 \left| i_j \right|^2 + \left| \mathbf{h}_l^H \right|^2 N_0 \right)}$$

$\mathbf{h}_l$ :  $1 \times N$  행렬의 채널 계수, 여기서  $N$ 은 수신 안테나 수

$I_{or}$ : 자기 셀에 의해 전송된 신호 전력

$I_{oc}$ : 타 셀에 의해 전송된 간섭 전력

$L_F$ : 수신 신호의 분해 가능 경로 수

$L$ : 간섭 신호의 분해 가능 경로 수

$K$ : 간섭 셀 중에서 간섭량이 큰 셀의 수

$J$ : 간섭 셀 중에서 간섭량이 작은 셀의 수

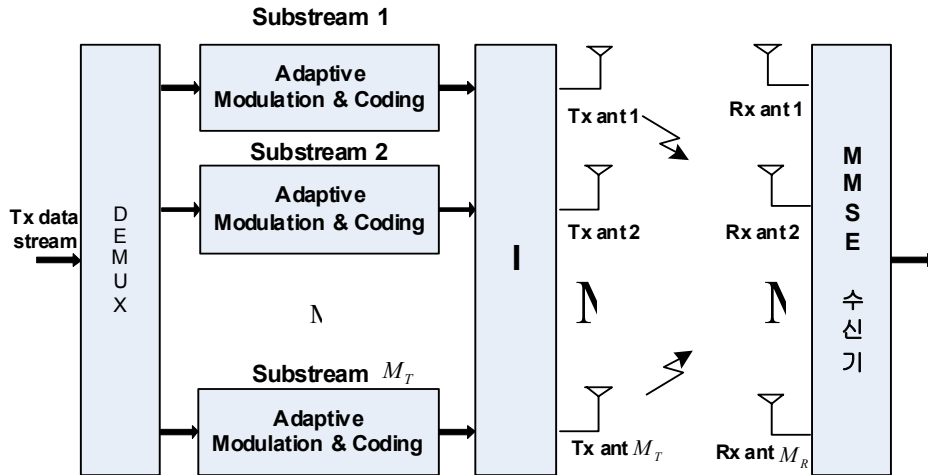
$N_0$ : 잡음 전력

$\mathbf{i}_{k,m}$ :  $k$  번째 dominant 간섭 셀의  $m$  번째 분해 가능 경로 채널 행렬

$i_j$ :  $j$  번째 dominant 하지 않은 간섭 셀에 의해 수신된 채널

## 2. PARC (Per Antenna Rate Control)

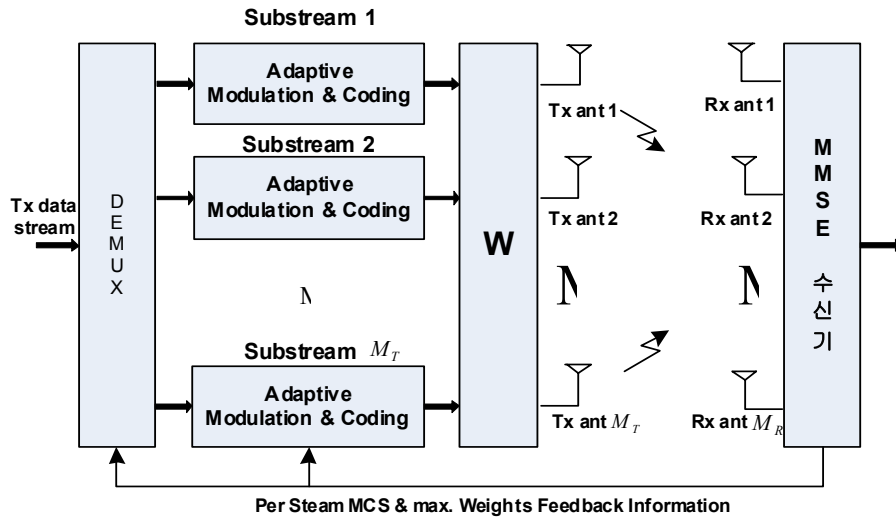
$M_T$  개의 송신 안테나가 각각 독립적으로 송신 정보를 코드화하고 변조 방식을 선택하여 심볼에 매핑하는 과정을 한다. 각 안테나의 전송률은 각각 독립적으로 변하기 때문에 코딩율, 변조 방식, 사용하는 확산 코드 수 등이 서로 다를 수 있다. 따라서, 이 기술이 적용되기 위해서는 단말기가 각 안테나 별로 SINR을 측정 한 후, 기지국으로 피드백 정보를 전송해야 한다. 이때 기지국은 단말에서 전송한 각 안테나 별 SINR 값을 수신하여 이 값을 바탕으로 최대 전송률을 얻기 위한 코딩율과 변조 방식을 결정한다.



PARC 송/수신단 구조도

## 3. PSRC (Per Stream Rate Control)

위 그림 PSRC 송신단 구조를 나타낸 그림이다. 두 기술의 차이는 송신안테나에서 신호를 전송할 가중치를 사용유무에서 나타난다. PSRC는 피드백 정보를 사용하기 때문에 closed-loop 기술로 분류된다. 각 스트림은 독립적인 코딩과 변조 방식에 따라 신호 처리 과정이 수행되지만 마지막 단계에서 가중치 행렬에 의해 변환 과정을 거치게 된다.



PSRC 송신단 구조도

#### 4. MMSE(Minimum Mean Square Error) Receiver

MMSE equalizer를 사용하는 경우 수신 가중치 값은 자기 셀의 각 안테나 별 채널 상태와 타 셀의 간섭 채널 상태를 고려하여 계산된다. 이는 MRC(Maximum Ratio Combine)와 달리 MMSE 수신기의 장점으로 타 셀에 의한 간섭을 고려하되 그것의 영향을 작게 함으로써 시스템의 수신 SNR값을 높여 성능을 개선시킨다.

최종적으로 구한 MIMO 환경에서 가중치를 구하는 식은 다음과 같다.

$$\mathbf{W}_d = \mathbf{E}_d \mathbf{\Gamma}^H \left\{ \mathbf{\Gamma} \mathbf{\Gamma}^H + \frac{1}{\sigma_x^2} I_n + \sum_{k=1}^K \frac{\sigma_i^2}{\sigma_x^2} \mathbf{H}_{i,k} \mathbf{H}_{i,k}^H \right\}^{-1}$$

## 제 3 장 차세대 이동통신용 주파수자원 발굴 연구

본 장에서는 차세대 이동통신용 주파수 자원을 개발하기 위한 연구결과를 중심으로 기술하였다. WRC 및 ITU-R의 국제 주파수 발굴을 위한 국제활동 결과 및 국내 후보대역 발굴을 위한 우리나라 대표단의 활동결과를 중심으로 기술하였으며, 2005년 16차, 17차 WP8F 회의시 필요하게 될 후보대역 이용시 고려해야 할 공유기술 기술 및 방안 분석을 위한 연구결과를 기술하였다. 또한 국내 전파환경을 고려한 전파특성 연구결과를 기술하였다.

### 제 1 절 WRC-07 및 ITU-R WP8F 대응

#### □ ITU-R WP8F 제13차 회의결과

##### I. 회의 개요

- 기 간 : 2004.06.16 - 06.25(8일간)
- 장 소 : 독일 베를린
- 주 관 : ITU, 독일 정부
- 참가자 : 주관청 및 국제기구, 회원사 대표 300여명
- 주요의제
  - IMT-2000 표준 권고 개정
  - 제4세대 이동통신 서비스 정의, 주파수 소요량 산출 등

##### II. 주요 회의 결과

##### 1. 2500~2690MHz대 주파수 배치 논의

##### ▶글로벌 이용(안)

A 밴드	B 밴드	C 밴드
FDD UL (internal)	Flexible choice: FDD DL[external] or TDD	FDD DL (internal)

##### ▶국내 이용현황

2605MHz		2655MHz	
	SDMB(KT)	SDMB(SKT)	Max. 35MHz이하

## 2. 제4세대 주파수 후보대역 선정(WRC-07 의제1.4)

- o Service View 결과를 고려키 위해 차기 회의(중국)로 Survey 및 후보주파수 선정 작업 연장
- o 후보대역 선정을 위한 기본 골격 및 전파특성, 기술 논의

## 3. 주파수 소요량 산출(SpecCalc SWG)

- o 4세대 이동통신 주파수 이용형태 및 산출방법 논의

## 4. 서비스/마켓 분과 (WG Service)

- o 서비스 기본골격 문서 작업완료 및 회원국/사 송부준비

## 5. TECHNOLOGY WG 회의 결과

- o SDR 및 기존 IMT-2000 개선기술 논의

### III. ITU-R WP8F 개요

WP8F는 ITU-R SG8(제8연구반)의 작업그룹으로 기존 IMT-2000 표준을 현행화 하고, IMT-2000 이후 이동통신 시스템용 주파수 확보 및 국제 기술표준 관련 연구를 수행하여 관련 권고를 개발하며, 통상 년 3차례의 회의를 개최

#### □ WP8F 조직

#### ◆ Working Group(WG)

구분		연구 내역	의장
WG SERV	Service & Market	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시장예측 연구</li> <li>• 서비스, 마켓, <b>스펙트럼 산출절차 연구</b> (WRC 2007 대비)</li> <li>• Enhanced IMT-2000 및 Beyond System 서비스 예시</li> </ul>	KJ Wee (한국)
DEV	Developing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개발도상국의 IMT-2000 개발 요구사항 연구</li> </ul>	A. Sarama (인디아)
TECH	Technology	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WRC-07에 Technology 정보 Input</li> <li>• IMT-2000 무선접속 규격 Update 및 국제 표준화 단체와의 Liasion</li> </ul>	S. Cao (중국)
SPEC	Spectrum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주파수 공유 방안 연구, <b>주파수 소요량 산출 연구</b></li> <li>• 2.5 GHz 대역의 상세 주파수 채널링 추가 연구(M.1036 Update)</li> </ul>	F. Soares (브라질)
SAT	Satellite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IMT-2000 및 beyond system의 위성 분야 기술 연구</li> <li>• 다른 위성 업무와의 조정 방안 연구</li> </ul>	F.Lallemand (프랑스)
WRC	WRC Preparation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WRC-07 대비 CPM Report 작성</li> <li>• <b>Beyond System 주파수 대역의 적정성 평가</b>, WRC Agenda 검토</li> </ul>	Christine (미국)

◆ 주요 WG별 Sub-Working Group(SWG)

WG SERVICE/MARKET 의장 : 위규진	WG SPECTRUM Mr.Francisco SOARES	WG TECHNOLOGY 의장 Mr.SumLIXIN
o SWG 1 SERVICE	o SWG1 SHARING STUDIES	o SWG1 M.1457, 1079, 1580/1
o SWG 2 MARKET	o SWG2 FREQUENCY ARRANGEMENTS	o SWG2 PDNR IMT.SDR
o SWG 3 METHODOLOGY	o SWG3 SPECTRUM BANDS	o SWG3 RADIO ASPCTS
o SWG 4 NAME	o SWG4 SPECTRUM ESTIMATES	

※세부작업반 조정 :

- SERVICE + MARKET => MARKET SWG
- ESTIMATES + METHODOLOGY => SpacCalc SWG

#### IV. 회의 결과

##### □ 스펙트럼관련 (WG Spectrum)

##### 1. 2500~2690MHz대 주파수 배치 논의

###### 가. 주요 연구 내용

o 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

o 2500-2690MHz 대역의 전 세계 IMT-2000 공동 사용을 위한 상세채널 배치계획 수립하고 이를 권고 ITU-R.M.1036-2에 포함

###### 나. 주요 회의 결과

o 2500-2690MHz 대역의 채널 배치(안)

A	B	C
FDD UL (internal)	Flexible choice: FDD DL [external] or TDD	FDD DL (internal)

- ITU-R M.1036-2의 2.6GHz 주파수 재배치에 대한 결의
- 기존문서의 5개 Option 중 유럽과 CITE(미국, 캐나다)를 중심으로 Option 5를 일부 수정한 위 표와 같은 잠정 주파수 배치(안)으로 합의됨 (Annex 4)
- 미국(CITE): 2004년 6월 10일 FCC에 발표한 2495~2690MHz에 대한 수

정 채널 계획(adopted plan)을 기고. 유럽(CEPT)이 제안한 방안 중 option 5를 기반으로 각 블록에서 FDD 또는/및 TDD 방식을 허용할 수 있도록 하는 규정을 Annex 4의 note 2에 추가

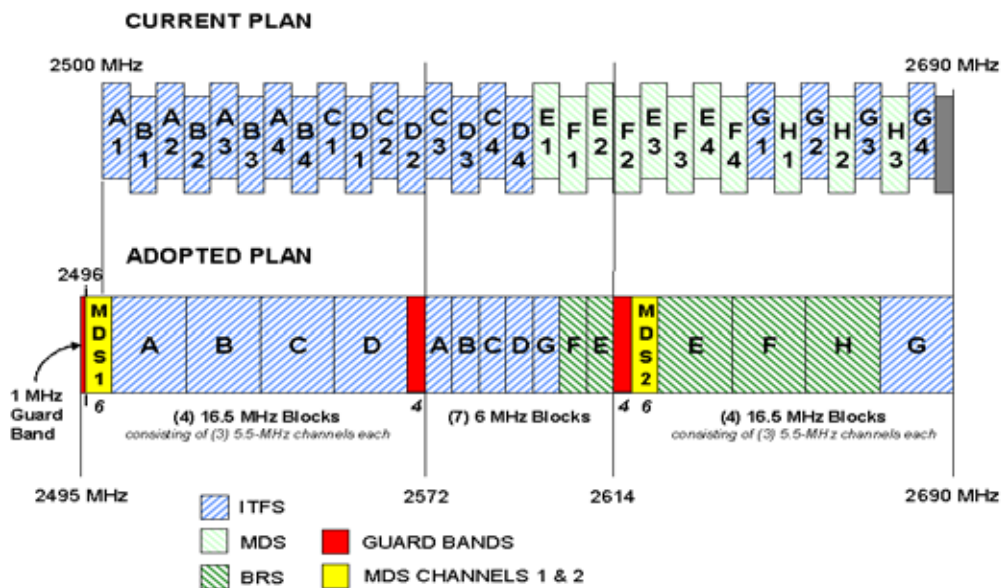
- 유럽(CEPT): option 5를 기반으로 FDD 블록(A,C)의 크기를 60-80MHz로 하는 working assumption을 반영시킴

- 일본: 위성을 사용하고 있거나 계획이 있는 국내 형편을 고려하여 블록 B만을 FDD[external] 또는 TDD로 사용할 수 있도록 제안하였으나 반영되지 않음. 각국의 형편에 적합하도록 채널 배치를 다르게 가질 수 있다는 규정을 note 1 추가

- 한국: 위성 DMB로 인해 FDD 블록의 크기를 35MHz 이상으로 하라고 제안하였으나 working assumption에는 반영되지 못함. 각국의 형편에 적합하도록 채널 배치를 다르게 가질 수 있다는 규정 note 1과 각 블록에서 FDD 또는/ 및 TDD 방식을 허용할 수 있다는 note 2 준용 가능

o Circular Letter8/LCCE/124에 대한 각국의 입장:

- 미국(CITEL): 현재 사업자들은 하향 아날로그 비디오, 하향 디지털 비디오, 하향 디지털 데이터, 상하향 디지털 데이터 서비스용으로 사용중. 사업자들은 고출력 비디오, 고출력 고정 양방향 시스템 및 저출력 셀룰라 시스템을 설치하였거나 할 계획을 갖고 있음. 2004년 6월 10일 FCC에 발표한 2495~2690MHz에 대한 수정 채널 계획(adopted plan)을 통해 해당 대역을 발표하였음.





※ ITFS : Instructional Television Fixed Service

MDS : Multipoint Distribution Service

BRS : Broadband Radio Service

- 유럽(CEPT): ENG/OB(programme-making), WLL, point-to-point 시스템 등 고정 및 이동통신 서비스로 사용 중. ECC/DEC/(02)06에 근거하여 2008년 1월까지 전 대역에 IMT-2000을 도입 계획 중.
- 일본: 2500~2535MHz, 2655~2690MHz에 MSS로 사용하고 있으며, 2605~2650MHz에 BSS(위성 DMB)를 도입하려함. 기존 사용 중인 서비스를 변경할 계획 없음.
- 한국: 무선 CATV, 위성 DMB용으로 할당. 위성 DMB와 중복되는 무선 CATV 주파수는 회수 예정. 현재 사용 중인 서비스를 변경할 계획 없음.

#### 다. 향후 세부 작업 일정

o 제13차 회의('04.6월 독일)에서 각국의 2.5GHz대 활용계획과 글로벌 공통 주파수 확정에 의견을 바탕으로 2.5GHz대에 대한 채널 배치 계획 안을 마무리 하였고,

o 제14차 회의('04.10월 중국)에서 주파수 배치 계획에 영향을 미치는 기술적인 사항을 반영하여 세부 채널 배치 계획을 완성예정

- 2.5GHz대 A, B, C 블록 크기
- FDD [external]에 대한 FDD DL에 대한 제약조건

#### 라. 우리나라 입장 및 대응방향

o 2500-2690MHz대역에 대한 우리나라 입장 피력

- 위성 DMB 서비스에 영향이 적은 주파수 배치 시나리오를 제안

o 위성 DMB(Gap filler 포함)와 IMT-2000 후보 방식간의 간섭분석 및 보호대역 산출, 각 주파수 배치 시나리오에 따른 기술적 영향 분석 필요

o 현재 우리나라는 위성 DMB로 인해 WP8F에서 논의되는 블록 C의 크기 60~80MHz보다 작은 35MHz 미만(35MHz내에서 보호대역을 확보하여야 함)을 확보할 수 있음에 따른 경제적/기술적 영향 분석 및 대응

## 2. 제4세대 주파수 후보대역 선정(WRC-07 의제1.4)(SWG3)

#### 가. 주요 회의 결과

##### o Work Plan 수정

- 4세대 후보대역 선정으로 위한 작업에 Service/Market WG 결과를 고려하기 위하여 질의서등 작업일정을 14차 중국회의로 연기
- IMT.SURVEY, IMT.CANDI Report 일정 연기

##### o 적정 주파수 범위 선정을 위한 각국의 의견 수렴 관련(보고 SURVEY)

- 의견 수렴을 위한 질의서 범위 및 구성 등 논의
- 질의서는 지상부분과 위성부분을 구분하고 각 부분별로 가능한 대역 등을 질의
- 14차 회의('04. 10월 상하이)에서 질의서 완성 및 각국 주관청, 회원사에 송부
- 최종적으로 16차 회의('05. 6월 캐나다)에서 IMT.SURVEY 보고서 완성예정

##### o 4G 후보 주파수 대역 선정 관련 (권고/보고서 CANDI)

- 향후 작업계획 및 일정 조정(14차 중국회의로 연기)
- 적정 주파수 범위에 영향을 미치는 기술적 요소 검토
- 가능한 셀 형태를 포함하는 기술적 배치 시나리오, 전파전파 등

#### 나. 향후 세부 작업 일정

##### o 의견수렴 관련

- 제13차회의('04.6) : 보고서 구성체계 검토 및 질의서 검토
- 제14차회의('04.10) : 질의서 검토 및 완성, 회원사/국 송부
- 제15차회의('05 초) : 질의 응답 검토 및 보고서 초안 작성 보고서 작성 완료
- 제16차회의('05 초) : 추가 질의 응답 검토 및 보고서 완성

##### o 후보대역 선정 관련

- 제13차회의('04.6) : 서비스 및 전파환경과 관련한 기술적 요소 등 검토
- 제14차회의('04.10) : 기존 공유연구 활용 검토 및 추가 공유 연구개시, 추가 기술적 요소에 대한 작업방향 결정
- 제15차회의('05 초) : 서비스와 시장 정보 및 이용 가능한 대역폭 검토, 서비스와 전파환경에 따른 주파수 범위 결정, 서비스별 적정 주파수 범위 목록

록 초안 작성

- 제16차회의('05) : 주파수 소요량, 추가 공유 연구결과 검토, 권고/보고서 (안) 형태 결정
- 제17차회의('05) : 관련 연구결과 지속 검토, 보고서 초안 WRC WG에 통보
- 제18차회의('06) : 모든 가능한 시나리오 별로 소요 주파수 및 요구 대역폭 결정, IMT.CANDI(보고서/권고) 작업 완료, WRC WG에 최종 보고서 통보

다. 우리나라 입장 및 대응방안

- o 정보통신부 주관 차세대이동통신 주파수 정책 연구 전담반 구성 (2004. 2월)
  - WRC/ITU-R 연구반, CJK 회의, TTA등 정책방향 제시 및 국내 의견 결정
  - 국내 차세대 이동 주파수 소요량 산출
  - 국내 전파환경 및 기존 이용 상황을 고려한 후보대역 발굴
  - 기존역무 간의 혼신 분석 및 대응방안 검토
- o 기관별 역할을 분담하여 WP8F의 차세대 이동통신 주파수 연구에 적극 대응 중

## □ TECHNOLOGY WG 회의 결과

가. 주요회의결과

o SDR 분과에서는 [IMT. SDR]의 본문작업을 진행하였으며 본 문 전체를 보고서(Report)형태로 처리하기로 결정하였으며, 보고서 작성을 위해 보다 많은 조사 연구가 필요하다는 의견으로 최종 보고서 완성을 16차 회의(케나다)에서 완성키로 합의함.

o SDR 정의 및 SDR Regulation 사항을 보고서에 삽입하는 논란이 있었으며, 미국(삽입주장)과 유럽측의 대립으로 차기 회의시 결정키로 함

o Radio Aspects 분과는 차세대 이동통신 주파수 소요량 산출을 위한 기술 자료를 정리할 목적으로 지난 12차 부산회의부터 신설된 분과로서 Methodology 및 Service/Market 분과들과 합동회의를 통한 상호 연관관계 및 작업일정을 논의하였음. 특히 핀란드의 6GHz이하 대역을 후보대역으로 정의하자는 의견에 기술적 근거제출 요구 등 논란이 있었으며, 차기 회의(14차 상하이)에서 상세히 논의키로 함.

- o Radio Environment로는 Macro, Micro, Pico, Hotspot이 정의되었으며, Hotspot등 세부용어 정의 및 Radio parameter/ Environment등 본문작업은 차기회의 시부터 본격화 예상이며, 16차 회의(캐나다)에서 완성기로 함.

- o ITU-D SG2의 MTG(Mid-Term Guidelines)의 개정과 관련하여 일본, 브라질 및 GSM-A(GSM-Association)에서 제출한 기고문(Doc.205)이 논의 되었으며, 특히 기존IMT-2000 Handbook을 Migration에 대한 부분으로 추가 하여 update할지, Supplement로 처리할지 논의가 있었으며, Supplement 처리로 결정함.

- o Telespazio는 지상 뿐만 아니라 위성분야에 대한 정보도 포함해야 한다고 제안하였으나, 위성이 고려하는 서비스가 뭔지 구체적이지 않고 IMT-2000에 위성이 포함되어 있다는 이유로 받아들여지지 않음.

- o 위성 무선접속 개발을 위해 요구되는 input parameters 결정, IMT-2000 and systems beyond IMT-2000을 위한 radio aspects 보고서에 위성 관련 내용과 전체 methodology에 대한 자문 등을 위해 WP8D의 참여 요청(WP8F 13th, 14th, 15th 회의에 WP8D의 satellite 전문가 참여 요청)

- o WP8F에서 개발될 최종 methodology를 05년 11월 WP8D회의에 제출기로 함

#### 나. 향후 세부 작업 일정

- o 제14차회의('04.10) : Radio Aspects 분과에서 논의 중인 후보대역 정의 및 Radio Environment에 대한 기술적 논의

- o 제15 - 16차회의('04.10) : IMT.SDR(SDR분과) 과 Radio Parameter /environment에 정의 마무리 및 해당보고서 작업

- o 2005년 6월까지 SDR 규정적 사항들이 포함된 권고 또는 보고서 완성

- o 2005년 10월(17차)까지 WRC-07 관련 Radio Aspect 문서 완성

#### 다. 우리나라 입장 및 대응방안

- o TTA의 차세대 이동통신 프로젝트 그룹(권고 M.1457 개정 작업)과 NGMC 포럼 기술분과(Radio Aspect)등을 통해 대응하고 있으며,

- o 국내 SDR 관련 연구기관등의 의견 수렴 및 규제화에 대한 검토가 추후 필요함

#### 4. 주파수 소요량 산출(SpecCalc SWG)

## 가. 주요 회의 결과

- o Methodology SWG와 SPEC WG 산하의 ESTIMATE SWG을 합쳐서 Spectrum Calculation(SPECCAL) SWG을 만들
- o 주파수 소요량 산출을 위한 서비스 관련 주요 파라미터 논의 및 정의
  - 일본(8F/239)은 Spread sheet을 이용하는 방법을 제안하였으나, PS(Packet Service)와 CS(Circuit Service)의 명확한 구분을 두지 않았음. 그리고 System Capacity를 산출하는 방법은 아직 제시되지 않았음.
  - 중국은 기고문(8F/258, 260)을 통하여 time varying weighting factor 및 regionally varying weighting factor를 정의하였으며, 활용 여부는 차기 회의에서 결정될 것으로 보임.
  - 한국 기고문(8F/219, 225)은 service environment 정의에 대한 것이며, 구체적인 정의는 차기 회의에서 다시 논의될 것으로 보임.
- o Methodology 그룹에 Winner project가 참여, Finland(8F/227)는 Winner 프로젝트에서 개발 중인 Methodology를 금번 회의에서 제출
  - 전체 Framework을 제시하였으며, PS(Packet Service)와 CS(Circuit Service)를 다른 형태로 적용
  - PS는 전송에서의 delay percentile을 grade of service로 정의하여 capacity를 산정하였으며, CS는 Erlang-B을 grade of service로 결정하여 capacity를 산정함
- o 스펙트럼 소요량 산출시 필요한 관련 서비스 parameter를 SWG SPECCAL에 차기 회의에 liaison으로 보내기 위하여 금번회의의 input을 모두 모은 작업문서를 만들
- o 주파수 소요량 산출에 중요한 변수가 되는 무선접속 기술의 주요 파라미터에 대하여는 차기회의에서 논의기로 결정
- o 향후 서비스 분류체계 및 전체 주파수 소요량 산출 절차 마련

## 나. 향후 세부 작업 일정

- o 14차 회의(2004. 10월, 상하이)
  - Radio Aspect SWG에서 제시한 무선접속 기술 파라미터 요구사항 검토
  - 주파수 소요량 산출 알고리즘 초안 개발
  - 주파수 소요량 산출 알고리즘 선별 및 결정

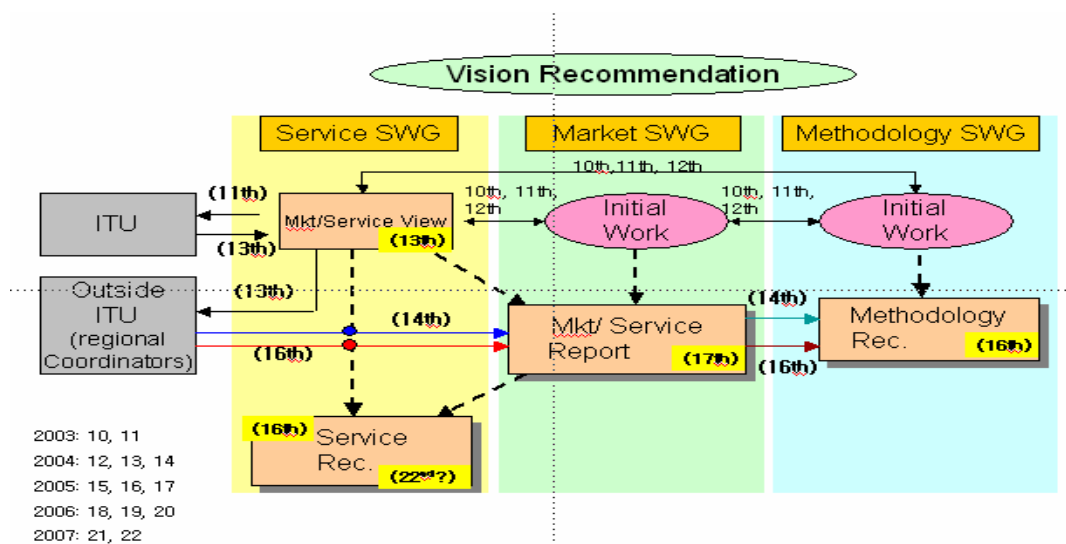
- o 15차 회의 (2005, 2월, 제네바)
  - Service/Market SWG 및 Radio Aspect SWG로부터 관련 연구결과 전달받아 주파수 소요량 산출 알고리즘 수정 보완
- o 16차 회의 (2005, 6월, 캐나다)
  - 주파수 소요산출 알고리즘 관련 권고(IMT.METH) 초안 개발
  - Estimation SWG에 동 권고초안 검토 요청
- o 17차 회의 (2005, 핀란드)
  - Estimation SWG의 검토의견을 반영하여 최종 권고안 작성 및 SG8에 승인 요구

#### 다. 우리나라 입장 및 대응방안

- o 차기 14차 회의부터 서비스 환경 정의 및 Identification 방법에 대한 논의가 진행될 것으로 예상됨
- o 핀란드에서 제출된 방법론을 기반으로 전체 workflow 재정립이 예상되며, 차세대이동통신주파수 연구반등 관련 기관의 검토를 통한 국내 의견 정리 필요하며, 추가적인 알고리즘 제시등 적절한 대응이 요구됨.

#### □ 서비스/마켓 분과 (WG Service)

- o 서비스분과 추진일정



#### 가. 주요 회의 결과

- o 기존의 Service SWG와 Market SWG을 합쳐서 Market SWG을 만들

- o 차세대 이동통신용 소요 주파수를 산출을 위해 각 회원 및 외부 기관으로부터 향후의 서비스/마켓에 대한 survey를 위한 Service View 문서 완성

- o Service View 문서 개요

Q.1 : Services and market survey for existing mobile services

- 2G, 3G 서비스/마켓 관련, 주요 parameters에 대한 정보를 요청

Q.2 : Key market parameters

- 독일(#221)에서 제안한 파라미터 및 파라미터 당 적절한 unit을 예제로 제공함
- 향후 마켓 size를 예측하기 위하여 필요한 핵심 파라미터를 요청

Q.3 : Service and market forecast for future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000

Q.3.1 Service issues : 향후 미래 예상 서비스 요청

Q 3.2 Market issues : 향후 시장 trends/size 예측치 및 예측방법 문의

Q 3.3 Preliminary traffic forecast : 서비스 주요 파라미터 (Annex2)를 이용하여 향후 traffic volume을 예측요청

Q 3.4 Related information

Q 4 : Service and market forecast for other radio systems

- WLAN, 방송등과 같이 향후 interworking 예상 타 무선통신 시스템을 문의

Q 5 : Driving forces of the future market

Q 6 : Any other views on future services

ANNEX 1 : 향후 서비스 예제 (Q 3.1)

ANNEX 2 : 주요 parameters 예제( Q 3.3)

ANNEX 3 : Market evolution method 예제 ( Q 3.2)

- o Regional Coordinator는 관련 기관(단체) 및 External 기관(List up)에게 연락 서신 전달 결정

- Schedule 변경 :

1차 답변 시한 : 2004년 12월

ITU에서 추가질문/정보를 2005년 2월까지 작성

추가질문/정보에 대한 답변 시한 : 2005년 4월

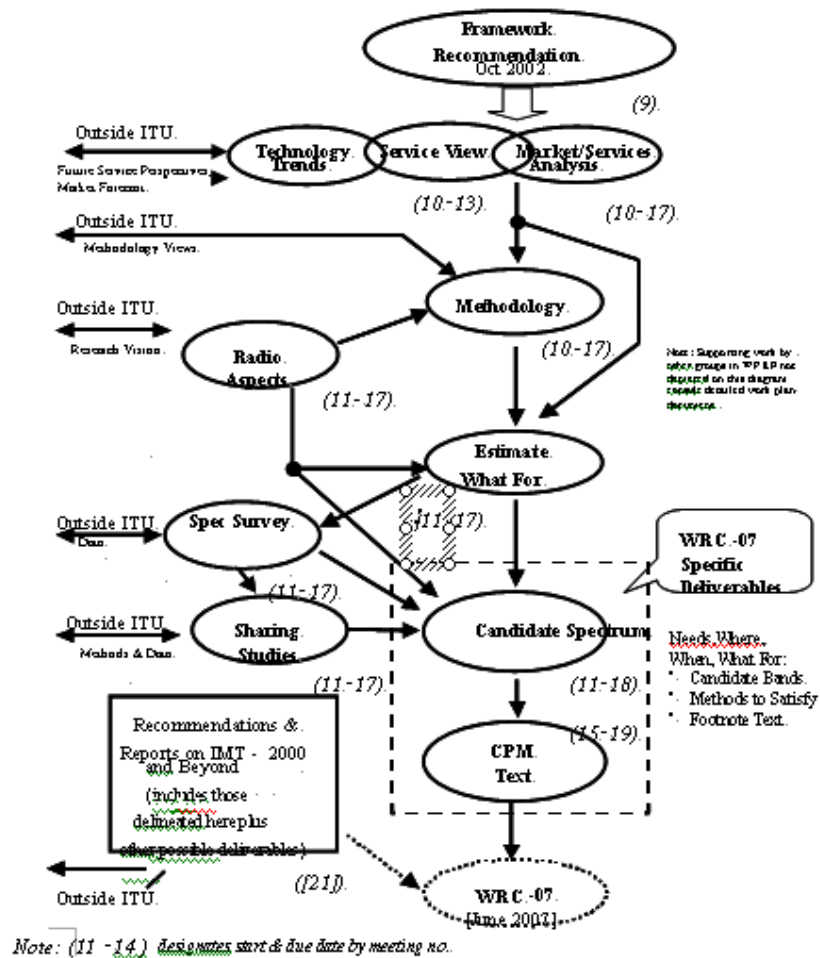
- o Internal liaison을 위해 스펙트럼 소요량 산출시 필요한 서비스관련 parameter를 SWG SPECCAL에 차기 회의에 liaison처리기로 함. 이를

위한 13차 입력문서를 모은 working document를 만듦

나. 향후 세부 작업 일정

- o 1차 설문조사 각 기관 질의 : 2004년 6월
- o 1차 설문조사 각 기관 답변 : 2004년 12월
- o ITU의 추가질의/정보 작성 : 2005년 2월
- o ITU 추가질의/정보에 대한 답변 시한 : 2005년 4월

## V. WRC-2007 관련 WP8F 작업 계획(수정안)





## VI. WP8F 회의 일정

차수	기 간	장 소
12차	2004.02.18~02.25	한국, 부산
13차	2004.06.16~06.23	독일, 베를린
14차	2004.10.13~10.20	중국, 상하이
15차	2005, 2	스위스, 제네바
16차	2005, 6	캐나다, 퀘벡
17차	2005, 9	핀란드
18차	2006	미 정
19차	2006	미 정
20차	2006	미 정

## □ ITU-R WP8F 제14차 회의결과

### I. 회의 개요

- 회의명 : ITU-R WP8F 14차 회의
- 기 간 : 2004.10.12~10.21(10일간)
- 장 소 : 중국 상하이
- 주 관 : ITU, 중국 정부
- 참가자 : 주관청 및 국제기구, 회원사 대표 300여명
- 주요의제
  - 2.5GHz대 IMT-2000(추가주파수) 공동사용을 위한 채널 배치안 수립
  - 제4세대 이동통신 서비스 정의 및 시장분석
  - 제4세대 이동통신을 위한 주파수 소요량 산출 방법론 논의
  - IMT-2000 표준 권고 개정(M.1457, M.1073) 및 SDR 기술논의

### II. 주요 회의 결과

#### □ 2500~2690MHz대 IMT-2000 추가 주파수 사용방안 논의

- 주요이슈
  - 2500-2690MHz 대역의 전 세계 IMT-2000 공동 사용을 위한 상세 채널 배치계획 수립하고 이를 기존 M.1036-2에 개정하는 권고(안)을 작성함.
- 주요결과
  - 기본적으로 FDD(up\_70MHz/down\_70MHz)의 Duplex 이격 120MHz로 합의 됨.(유럽안)
  - 추가적으로 각국의 상황(TDD도입)을 고려한 유연한 주파수 이용방안

이 합의됨.(미국안)

2500	2570	2620	2690
<b>FDD MS Tx</b>	<b>TDD/ 외부 FDD(BS Tx)</b>	<b>FDD BS Tx</b>	
<b>Flexible FDD/ TDD</b>			

o 입장 및 대응

- 2500-2690MHz대 실질적인 국제공동 주파수 사용을 위한 Duplex 이격 (120MHz) 합의의 중요성 피력 및 세부채널 배치방안 모색
- 현재 추진중인 S-DMB(Gap filler포함)와 IMT-2000 후보 방식간의 간섭영향 검토(보호대역)가 요구됨.

□ 2500~2690MHz대 IMT-2000과 WiMax 간 주파수 공유연구 제안

o 주요이슈

- 미국진영을 중심으로 2.5GHz대 WiMax(TDD/OFDM기술)의 자국 내 도입을 고려한 IMT-2000간의 공유연구 필요성 제기

o 주요결과

- 유럽진영의 강력한 반대로 본 공유연구의 필요성에 대한 논의를 차기 회의시 다시 검토기로 함

o 입장 및 대응

- 국내 2.3GHz대 WiBro(TDD/OFDM기술) 사업진행을 고려하여 IMT-2000과 WiMax간 공유연구로 파생될 영향에 관한 신중한 검토가 요구됨.

□ 차세대 이동통신용 후보대역 선정(WRC-07 의제1.4)

o 주요이슈

- 차세대 이동통신용 후보대역 선정 관련 ITU 권고/보고서 작성논의 (IMT. SURVEY, IMT.CANDI)

o 주요결과

- 후보대역 선정에 필요한 기본적인 내용의 질의서 작업완료 및 각국 주 관청에 송부 예정
- 최종목표인 관련 권고/보고서(IMT.SURVEY, IMT.CANDI) 작성 을 위한 기본구성 및 방향논의

o 입장 및 대응

- 차기회의(15차 제네바 2월)시 까지 질의서의 답변이 요구되며, 국내  
잠정 후보대역 산출 및 검토가 요구됨.

#### □ 차세대 이동통신 서비스 정의 및 주파수 소요량 산출 방법논의

##### o 주요이슈

- 차세대 이동통신의 서비스/Market 분석 및 주파수 소요량 산출방법  
논의

##### o 주요결과

- 주파수 소요량 산출에 필요한 주요서비스 파라미터 정리

##### o 입장 및 대응

- 차세대 이동통신 서비스용 주파수 소요량 산출방법 논의 시 관련 무  
선접속기술에 대한 정의 및 범위에 관한 논란이 예상됨
- 차세대 이동통신 관련 무선접속기술 :
  - IMT-2000
  - Pre IMT-2000
  - New Capability
  - Digital Broadcasting
  - Wireless LAN

#### □ 스펙트럼분과 주요회의 결과

##### 1. 2500~2690MHz대 주파수 배치 논의(SWG2)

###### 가. 주요 연구 내용

- o 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 개정
- o 2500-2690MHz 대역의 전 세계 IMT-2000 공동 사용을 위한 상세채널  
배치계획 수립하고 이를 권고 ITU-R.M.1036-2에 포함

###### 나. 주요 회의 결과

- o 2500-2690MHz 대역의 채널 배치(안)
  - ITU-R M.1036-2의 2.5GHz대 주파수 이용방안 결의

Frequency arrangements in the band 2 500–2 690 MHz

Frequency arrangement	Mobile station transmitter (MHz)	Centre gap (MHz)	Base station transmitter (MHz)	Duplex separation (MHz)	Center gap usage
C1	2 500–2 570	50	2 620–2 690	120	TDD
C2	2 500–2 570	50	2 620–2 690	120	FDD DL (external)
C3	Flexible FDD/TDD				

- 지난 13차 베를린 회의에서 합의된 A,B,C 3개의 블록에 대한 FDD(A블럭\_up, C블럭\_down) 주파수 이용방안을 중심으로 논의가 되었으며,
- CITEL(미국, 케나다등)을 중심으로 자국의 2.5GHz대 WiMax등 계획을 고려한 위 표 C3의 FDD/TDD 기술적용이 가능한 유연한 주파수 이용방안을 제시 반영하였음.
- 우리나라는 S-DMB등 주파수 상황을 고려하여 FDD 적용시 Duplex 이격(120MHz)에 대한 국제적인 합의의 중요성을 주장, 국제 공동주파수 사용계획에 유리한 입장 반영함.

o 각국의 입장정리

- 유럽(CEPT): 기존 13차 베를린회의 잠정 합의문안을 중심으로 한 FDD 블록(A,C)의 크기 70MHz, Duplex Gap 50MHz, Duplex 이격 120MHz로 정의 및 가드밴드 필요시 B블럭에서 정의함을 주장함
- 미국, 케나다(CITEL): 자국의 2.5GHz대 WiMax등 TDD(OFDM기술)적용을 고려한 채널배치에 유연성을 강조, 또한 동대역에서의 IMT-2000과 WiMax 공존에 대비한 공유연구 제안
- 중국: 기존 FDD 중심의 2.5GHz대 채널배치 방안에 반대하여 TDD 기술적용이 강조된 채널배치 강조
- 일본: 기존역무인 MSS, DMB등의 위성업무를 고려한 주파수 이용의 유연성 및 국제 공동채널 배치안 모색함
- 호주: 기존역무인 ENG/OB(programme-making)등 방송 고정업무를 고려한 공유등 공동채널 배치의 유연성 강조
- 한국: 기존역무인 S-DMB를 고려한 국제 공동채널 배치방안을 모색, FDD 블록 이용시 Duplex 이격(120MHz)의 WP8F 합의에 따른 국제 공동채널 배치안에 유리한 입장 방영모색

다. 향후 세부 작업 일정

- o 제14차 회의('04.10월 중국)에서 미국(CITEL)과 유럽(CEPT) 진영의 의견이 수렴된 세부 채널 배치방안 완성 마무리
  - ITU-R M.1036 권고개정 안 완성
  - JTG6.8.9에 회의결과 연락서신을 송부결의
- o 20004년 11월에 개최 예정인 SG8 연구반에 개정권고안 상정 예정

라. 우리나라 입장 및 대응방향

- o 2500-2690MHz대역에 대한 우리나라 입장 피력
  - 위성 DMB 서비스에 영향이 적은 주파수 배치 시나리오를 제안
  - 국제 공동채널 배치안 고려 FDD의 Duplex 이격의 WP8F의 합의 중요성 강조
- o 위성 DMB(Gap filler 포함)와 IMT-2000 후보 방식간의 간섭분석 및 보호대역 연구를 통한, 동 회의결과(M.1036)에 따른 기술적 영향의 추가적인 분석 요구

2. 제4세대 주파수 후보대역 선정(WRC-07 의제1.4)(SWG3)

가. 주요 회의 결과

o IMT.SURVEY 관련

- 지난 13차 베를린 회의 결과인 작업일정 연기에 따라 4세대 후보대역 선정에 필요한 질의서 작업완료(8F/Temp/158)
- 잠정후보대역과 주파수 이용에 따른 기술과 법규를 고려한 추가적인 질의서 내용작성(Part2)이 주요 이슈이었음.
  - 의견 수렴을 위한 질의서 범위 및 구성 등 논의
  - SPEC 분과의 합의에 따라 위성분야는 본 질의서에서 다루지 않기로 결의함.
  - 최종적으로 16차 회의('05. 6월 캐나다)에서 IMT.SURVEY 보고서 완성예정
  - 구체적인 IMT.SURVEY Draft Report 구성 및 범위는 차기회의(15차 제네바)시 각국의 기고를 바탕으로 논의기로 함.

o Recommendation/Report IMT.CANDI 관련

- IMT.CANDI의 가능한 구성에 대한 논의가 있었으며,

- 차기회의(15차 제네바)시 각국의 기고를 바탕으로 다시 논의기로 함

#### 나. 향후 세부 작업 일정

##### o IMT.SURVEY 관련

- 제14차회의('04.10) : 질의서 검토 및 완성, 회원사/국 송부
- 제15차회의('05 초) : 질의 응답 검토 및 보고서 초안 작성 보고서 작성 완료
- 제16차회의('05 초) : 추가 질의 응답 검토 및 보고서 완성

##### o IMT.CANDI 관련

- 제14차회의('04.10) : 권고/보고서 IMT.CANDI의 기본구성 논의, 차기 회의 기고 요구.
- 제15차회의('05 초) : 권고/보고서 IMT.CANDI의 기본구성 정의 및 Radio Aspect/Market 결과 검토
- 제16차회의('05) : 주파수 소요량, 추가 공유 연구 검토, 권고/보고서(안) 형태 결정
- 제17차회의('05) : 관련 연구결과 지속 검토, 보고서 초안 WRC WG에 통보
- 제18차회의('06) : 모든 가능한 시나리오 별로 소요 주파수 및 요구 대역폭 결정, IMT.CANDI(보고서/권고) 작업 완료, WRC WG에 최종 보고서 통보

#### 다. 우리나라 입장 및 대응방안

- o 정보통신부 주관 차세대이동통신 주파수 정책 연구 전담반 구성 (2004. 2월)
  - WRC/ITU-R 연구반, CJK 회의, TTA등 정책방향 제시 및 국내 의견 결정
  - 국내 차세대 이동 주파수 소요량 산출
  - 국내 전파환경 및 기존 이용 상황을 고려한 후보대역 발굴
  - 기존역무 간의 혼신 분석 및 대응방안 검토
- o 기관별 역할을 분담하여 WP8F의 차세대 이동통신 주파수 연구에 적극 대응 중

### 3. 주파수 공유(SWG1)

#### 가. 주요 회의 결과

- o 2500-2690MHz 대역에서 OFDM의 Broadband Mobile System과 IMT-2000 시스템 간 주파수 공유에 관한 연구를 미국과 Intel사에서 제안하였으나,
- o 다수 주관청에서 IMT-2000과 특정 기술(WiMax)간의 공유연구의 문제점등 관련 파생 부작용을 우려, 차기회의까지 동 이슈에 대한 검토 후 다시 논의기로 함.
- o UWB와 IMT-2000간의 공유문제 관련하여 UWB 방사로 인해 IMT-2000단말기에 미치는 영향과 관련한 연락서신 작성 TG1/8 송부하기로 함.
- o 중국에서 향후 디지털방송을 대비하여 DVB-T와 Beyond IMT-2000 간의 공유연구를 제안하였으나 차기 회의부터 다시 논의기로 함.

#### 나. 우리나라 입장 및 대응방안

- o 현재 2.3GHz대 WiBro(OFDM) 사업진행을 고려하여 2.5GHz대 IMT-2000과 WiMax(OFDM)간의 공유연구 제안에 관한 신중한 검토가 요구되며, 차기회의에 대비한 우리나라 입장 정리 필요함.

### □ Service/Market 분과 주요회의 결과

#### 1. Beyond IMT-2000 MARKET 논의

##### 가. 주요 연구 내용

- o MARKET SWG에서 스펙트럼 소요량 산출방법에 필요한 주요 서비스 파라미터를 정리함.
- o Beyond IMT-2000용 필요 주파수 산출시 필요한 서비스 관련 파라미터를 정의, SPECCAL로 internal liaison을 보냄
- o Market Analysis Report의 주요 scope를 Questionnaire의 답변들 분석, 스펙트럼 소요량 산출 시 필요한 주요 서비스 파라미터 값들을 제공하는 것으로 수정 합의됨.
- o Market Analysis Report의 scope 논의 및 향후 Service view 문서의 답변을 어떻게 분석할 것인지를 논의.

##### 나. 주요회의 결과

- o Internal liaison statement on key service related parameters

- Service categorization 및 Service environment 를 다음 table과 같이 정의함.

Traffic class Service Type	CBR	VBRABR		UBR
		rtVBR	nrtVBR	
Low rate data				
Low rate Data & Low Multimedia				
Medium Multimedia				
High multimedia				
Super High Multimedia				

Teledensity Service usage pattern	Dense Urban	Sub-Urban	Rural
Home			
Office			
Public area			

o 이외의 주요 서비스 parameter

- Bit rate, degree of asymmetry, mobility, user setting, time vary factor 등
- 한국의 제안으로 서비스 파라미터를 market attribute parameter, traffic attribute parameter, performance requirement parameter로 구분, 그 값을 얻어내는 방법을 서비스 질의서의 답변을 분석해서 얻어내는 방법이외에 technical trends 분석, 또는 문헌 참조 등을 제안, 방법을 다양화 함.
- Output : temp166 . Methodology working document에 첨부 하여 차기 회의에서 본 문서에 맞게 methodology working document를 수정 예정

o Market analysis report

- Market analysis report의 structure을 서비스 질의서의 답변과 consistency를 맞추기 위하여 일본 기고문을 바탕으로 수정. 각 section당 관련Question을 명시함.



- Market analysis report의 향후 작업으로 질의서의 답변을 바탕으로 주요 값들을 분석 예정
- Market analysis를 individual로 진행을 할것인지, region별/global로 할 것인지에 대하여 합의가 이루어지지 않음. 차기 회의에서 재논의 예정

#### 다. 국내 대응방안 및 향후 계획

- o 한국의 서비스 질의서 답변은 10월29일 NGMC에서 논의 예정.
- o 논의된 답변서를 바탕으로 11월16~17일 한중일 회의에서 공동 의견서를 만들 예정임
- o 차기 회의에는 한중일 회의 결과의 답변서를 바탕으로 market analysis를 어떻게 진행할 것인지에 대한 의견 제안 예정

## 2. 스펙트럼 소요량 산출 논의(SPECCAL WG)

#### 가. 주요 연구 내용

- o Methodology working document를 한국/일본/중국/독일 기고문 바탕으로 수정. 차기 회의 재 논의 예정
- 독일(8F/328): 이전 회의에서의 Winner Project의 methodology에서의 수식 수정, Calculation algorithm은 유지
- 독일(8F/314): Weighting factor 도입 제안. Operator간의 guard band, Carrier spacing 등을 고려하여 최종 spectrum 양 계산
- 일본(8F/300): 현재 methodology에 대한 comment. 특히 delay distribution 함수를 계산하는 alternative 방법을 제안하였음.
- 중국 (8F/286, 288, 290)
- o RAT에서 다른different service를 고려하자고제안 (286)
- o Service environment의 새로운 definition 제안 (8F/288)
- o Time varying weighting factor 및 regionally varying weighting factor를 고려한 계산 방법 제안(8F/290)
- 한국 (8F/323): Market data에서 methodology input parameter를 도출하는 방법론 제안

#### 나. 주요 회의 결과

- o Working document update (8F/TEMP160)

- 독일의 weighting factor에 대한 기고문과 중국 기고문과의 병합: RAT에 따른 time varying/regional varying은 모두 제외. 대신 service에 대해서 time varying feature를 고려(regional varying feature는 service environment에 포함)
- o 일본의 alternative solution을 삽입하되 다음 회의에서 최종 선택
- o 한국 기고문은 그대로 working document에 삽입하되, 차기 회의에서 다른 parameter에 대한 분석과 함께 논의 예정
- Internal liaison from Market SWG/Radio Aspect SWG
- o Service categorization/Service environment 정의 확정
- o Radio parameters에 대한 liaison이 없는 관계로 차기에 다시 논의 예정
- o 현재 Radio parameter에 대한 도출 방법/분석 방법 등에 대한 논의가 부족하여 chairman's report에서 필요한 activity를 highlight하기로 함.

#### 다. 국내 대응방안 및 향후 계획

- o Market analysis 완성
  - 한국 기고문/일본 CJK 기고문을 바탕으로 일본과 Joint contribution 준비 예정
- o Market analysis에 대한 Market SWG, SpecCal SWG의 work scope를 정의
  - RA parameter 검토
- o Methodology에서 필요한 RA parameter를 검토하고, 필요 parameter 및 도출 방법 등을 검토
  - Alternative algorithm 검토
- o 일본에서 차기 회의 전에 alternative algorithm을 개발할 예정, 이에 대한 검토 의견 개진 필요

#### □ Technology 분과 주요회의 결과

##### 가. 주요 연구 내용

- o ITU-R 권고 M.1457, Roadmap update [SWG1]
  - M.1467의 reference 참조 방식으로 업데이트 하기로 한 M.1073에 대한 후속문서로서 향후 업데이트시 EO들의 협조를 희망
  - TDD 시스템의 ACLR 수정부분이 있음, M.1580 부분
- o SDR 정의와 관련한 [IMT.SDR] [SWG2]
  - The impact of Software Defined Radio [IMT.SDR] on IMT-2000,

the future development of IMT-2000, and systems beyond IMT-2000

o Radio Aspect [SWG3]

- 주파수 소요량 산정을 위한 파라미터와 그외 기타 파라미터로 정리된 RA Report

나. 주요 회의 결과

- o M.1457 update 분과에서는 M.1457-5의 업데이트를 위한 각 방식별 본문 작업이 이루어졌음
- o M.1457-5는 12월 SG8에서 승인될 예정. 이번에 완성된 M.1457-5는 3GPPs의 12월 버전으로 작업하여 2005년 5월31일까지 송부하여 최종 완성예정.
- o 또한 M.1457-6 업데이트를 위한 스케줄 및 기고문 제공 일정 등을 표시한 Liaison을 작성하여 각 EO들에게 송부키로 하였고, 향후 방식별 기술 Roadmap을 업데이트 됨.
- o 기타 사항으로는 M.1457-5 업데이트 관련 IMT-2000 CDMA TDD - 1.28Mcps TDD option의 기지국 ACLR 값이 변경되어 M.1580 (Generic unwanted emission characteristics of base stations using the terrestrial radio interfaces of IMT-2000)을 아래와 같이 변경하였음.

BS ACLR limits for 1.28 Mchip/s TDD option

BS adjacent channel offset(MHz)	ACLR limit(dB)
1.6	39.2
3.2	49.244.2

- o SDR 분과에서는 SDR Report 작업을 계속하였는데, SDR의 정의규명 및 Report내의 Regulation의 포함여부가 주요 이슈로 논의됨.
- o SDR의 정의는 WP8A에서 규정한 정의를 기반으로 하여 작업하였으며 본 그룹에서는 SDR의 정의를 WP8F의 SDR Report 작업을 위한 정의로 국한하여 아래와 같이 규정하였다.
  - Regulation 포함여부는 논의 끝에 본 Report에서 제외하고 Global Circulation 사항만 M.1579(Global Circulation of IMT-2000 Terminal)를 근간으로 작업키로 함.

- SDR Report 작업은 16차 회의시 완성을 목표로 다음 회의때 계속할 예정.
- o Radio Aspects분과에서는 RA Report 작업을 많은 기고문을 받아 작업 하였으며, 이번회의 작업의 핵심은 기존의 무선 파라미터들을 주파수 산정에 필요한 파라미터와 그 외의 파라미터의 두 가지 종류로 구분, 최종 정리함.

Required Parameters
Achievable cell edge user bit rate at broadcast cell environment (bps)
Achievable cell edge user bit rate at local area cell environment (bps)
Achievable cell edge user bit rate at macro cell environment (bps)
Achievable cell edge user bit rate at micro cell environment (bps)
Achievable cell edge user bit rate at pico cell environment (bps)
Carrier bandwidth (MHz)
Degradation due to constant bit rate and delay (multiplier)
One way air interface delay (ms)
Guard band between operators (MHz)
Typical deployment per operator (MHz)
Maximum velocity supported (km/h)
Minimum deployment per operator (MHz)
Number of overlapping network deployments
Ad-Hoc networking (Boolean: Yes/No)
Possibility to DSA (Boolean)
Service categories served with reservation based scheme circuit switched
Spectrum efficiency matrix (separately for each RAT Group)
Capability to provide dynamic asymmetric capacity in uplink/downlink (Boolean: Yes/No)
Typical operating frequency range (MHz)

Additional Parameters
C/N Requirement for peak bit rate
Channel coding and interleaving
Degree of mobility
Delay Parameters
Doppler spectrum

Error robustness
Fast Fading Distribution
Frequency cluster
Maximum user density per given spectrum
Maximum/Minumum transmitter power
Minimum sensitivity
Modulation technology
Multiple Access Technology
Multiple antenna transmission
Net system capability
Network topology (cellular, ad-hoc/multi-hop, etc.)
Number of paths
Overhead factor
Pathloss Parameters
Propagation conditions (slope and fading)
Quality of Service (traffic class)
Radio channel bandwidth to provide peak bit rate
Required channels to achieve target deployment
Service channel bit rate (peak, average and minimum, delay requirement, etc)
Service channel per cell
Slow Fading Distribution
Spatial Channel Characteristics
Spectrum efficiency (net system capability)
Support of horizontal and vertical handover
Support of multicast/broadcast
Supported channels and their characteristics (bit rate including return channel, delays, mobility and Quality of Service support functionality)
Supported degree of mobility and terminal velocity
Supported service types and traffic classes
Target deployment environment
Topographical Parameters
Traffic - Service channels per cell ? Service channel_bit_rate
Traffic distribution with in RAT group
User Setting (Stationary, Quasi-Stationary, Non-Stationary)

다. 국내 대응방안 및 향후 계획

- o 차기 회의 시 권고 M.1457-6 update 계속 진행
- o SDR 정의에 따른 법규 적용과 해석에 대한 국내 관계기관의 검토 요망됨. ITU 관련 Report 작성 작업 차기회의 계속 진행
- o Radio Aspect 작업 관련하여 14차 회의시 정리된 파라미터들에 대한 국내 연구기관 및 산업체 검토 요망됨.
- o Radio Aspect Technology들의 정의서부터, RAT Group 정의, 그리고 본 파라미터 값들의 제시 방법 등 많은 논의가 차기회의시 논의 될 예정.

□ SAT-COORD 분과 주요회의 결과

가. 주요 회의 결과

- o SAT-COORD와 관련하여 이번 회의에서는 8D로부터의 연락문서 3개에 대해 각 그룹들의 의견을 모은 8D로의 연락문서에 대한 Drafting 작업이 이루어짐.
- o 연락문서에는 WRC agenda item 1.4와 관련하여 8F와 8D의 사이의 work arrangement가 제안되어져 있으며 내용은 다음과 같음.
  - WP8F는 두 Working Party meeting의 일정을 고려하여 WP8F 및 WP8D가 보다 더 독립적으로 WRC-07 agenda item 1.4에 대해 작업할 것을 제안함.
  - WP8F에서 이번 회의를 통해 제안된 WP8D와 WP8F 사이의 collaboration을 위한 상세한 활동 과정을 annex 1에 포함함.
  - IMT-2000 위성 component를 위한 1518-1525MHz 대역의 사용 가능성에 관한 연락문서 8F/275에 대해 WP8F는 WP8D의 recommendation에 동의하고 새롭게 제안된 작업방법에 의해 WP8F는 이에 대해 토의할 예정임.
  - Service나 market 및 후보 대역과 관련된 초안 질의문에 대한 comment를 포함하는 연락문서 8F/276에 대해서는 WP8D의 권고에 동의하고 satellite 관련 Questionnaire부분을 삭제함.

나. 국내 대응방안 및 향후 계획

- o 위성 RAT 및 radio aspect 임시 초안 보고서 및 Spectrum

calculation methodology에 관한 comment를 포함하는 연락문서 8F/277에 대해서

- 위성 RAT : WP8D의 제안대로 새로운 위성 RAT는 먼저 WP8D에서 논의 예정.
- Radio aspect 임시 초안 보고서 및 Spectrum calculation methodology에 관한 comment : 제안된 새로운 작업 방법에 대한 WP8D의 응답 후에 이 문서들은 논의 예정.

#### □ 차세대 이동통신 후보대역 관련 ITU-R 설문 대응 전략

- 차세대이동통신 후보주파수에 대한 우리나라 잠정 입장을 ITU-R WP8F 회의에 제출하고자 함
- ITU-R WP8F 회의 : 2005. 2. 1 ~ 2. 8 (제네바)
  - ※ 1월 14일 (금) WRC-07 준비단 WG1A 및 차세대 이동통신 주파수 연구반 회의에서 대표단 및 기고문 승인 검토 예정

#### 1. 차세대 이동통신 후보대역 설문 개요

##### □ WRC-92와 WRC-2000에서 IMT-2000 주파수를 설정함

- 806-960MHz, 1710-2025MHz, 2110-2200MHz, 2500-2690MHz

##### □ WRC-03에서는 WRC-07에서 IMT-2000 진화시스템과 이후시스템의 주파수관련사항을 논의하기로 결의함 (WRC-07 의제 1.4 및 결의 228(WRC-07))

- ITU-R WP8F이 당해 의제에 대한 WRC-07 준비를 담당하고 있으며 다음 사항을 검토하고 있음
  - 대략 2010-2020년의 이동통신시장과 서비스 전망
  - 스펙트럼 소요량 추정 방법
  - 전파기술의 전망
  - 스펙트럼 소요량
  - 가능성 있는 후보주파수 대역
- ITU-R WP8F의 연구결과는 WRC-07 의제 1.4에 대한 CPM 보고서에 포함될 것임

- ITU-R WP8F는 IMT-2000 진화시스템과 이후시스템을 위해 잠재적인 지상 후보 주파수 대역에 대한 각국의 의견을 조사하기로 하고 질의서를 작성
  - WRC-92와 WRC-2000에서 IMT-2000용으로 이미 설정한 주파수대에 대한 이용현황과 전망 (설문 1.1)
  - 이동 상태에서 100Mbps 데이터 속도를 제공할 수 있는 6GHz 이하의 주파수 대역 (설문 1.2)
  - 정지 상태에서 1Gbps 데이터 속도를 제공할 수 있는 6GHz 이상 70GHz 이하의 주파수 대역 (설문 1.3)
  - IMT-2000 주파수로 설정된 주파수(제2,3지역 806MHz, 제1지역 862MHz) 이하 주파수 대역 (설문 1.4)
    - ※ 개발도상국, 넓은 영토에 낮은 인구밀도를 보이는 일부 국가들이 낮은 비용으로 IMT-2000, IMT-2000 진화시스템, 이후 시스템 등을 실현할 수 있게 하기 위함
  - 후보주파수대역에서 기존 업무 보호를 평가하기 위해 필요한 공유 연구
  - 스펙트럼 이용과 잠재후보주파수대역에 관련한 기술과 제도의 발전의 영향 (질의서 2)
  
- 후보주파수에 대한 ITU-R WP8F는 IMT-2000 진화시스템과 이후시스템을 위해 잠재적인 지상 후보 주파수 대역에 대한 각국의 의견을 조사하기로 하고 질의서를 작성
  - 설문조사 결과는 2005년 2월 WP8F 제네바 회의에서 보고서 (IMT.SURVEY)초안에 포함시킬 예정임
  - 당해 보고서는 2005년 6월 캐나다 회의에서 완결 예정임
    - ※ IMT-2000 진화시스템과 이후시스템 관련 산출물(권고 또는 보고서)들의 일정은 <http://www.itu.int/ITU-R/study-groups/rsg8/rwp8f/index.asp> 참조

## 2. 질의사항에 대한 잠정 응답 내용

### 2.1 IMT-2000 주파수대역의 이용 현황 (ITU-R 권고 M.1457-3에 정의되고 M.1036-2의 주파수 대역에 구축된 무선 접속)

- 사용중인 대역 (설문 1.1.1)



- 사용중인 대역 : 824-849MHz/869-894MHz,  
1750-1780MHz/1840-1870MHz

주파수 대역	전체FA (IMT-2000 FA)	이용 기술	사업자
824-849 MHz 869-894 MHz	18 (18)	IS-95, CDMA2000(1x), EV-DO	SKT
1,750-1,770 MHz 1,840-1,860 MHz	14 (9)	IS-95, CDMA-2000(1x), EV-DO	KTF
1,770-1,780 MHz 1,860-1,870 MHz	7 (4)	IS-95, CDMA-2000(1x), EV-DO	LGT

\* 1,750-1870MHz 대역의 경우 국내 duplexing 주파수 이격은 90MHz로 ITU-R 권고 M.1036-2에 규정된 duplexing 주파수 이격(95MHz)과 차이 있음

☐ 허가되었거나 허가예정인 대역 (설문 1.1.2)

- 허가된 대역 : 1920-1980MHz / 2110-2170MHz

주파수 대역	FA수	이용 기술	사업자
1,920-1,940 MHz 2,110-2,130 MHz	15 (1.25MHz채널)	CDMA2000 기술 (채널간격 : 1.25MHz)	LGT
1,940-1,960 MHz 2,130-2,150 MHz	4 (5MHz 채널)	W-CDMA 계열 기술 (채널간격 : 5MHz)	SKT
1,960-1,980 MHz 2,150-2,170 MHz	4 (5MHz 채널)	W-CDMA 계열 기술 (채널간격 : 5MHz)	KTF

☐ 구축 계획, 구축의 범위, 구축 일정 (설문 1.1.3, 1.1.4)

주파수 대역	·사용 기술	2005년	2006년
1,920-1,940 MHz 2,110-2,130 MHz	CDMA2000 (1xEV-DV)	수도권지역	서비스지역확대
1,940-1,960 MHz 2,130-2,150 MHz	W-CDMA	23개시	84개시
1,960-1,980 MHz 2,150-2,170 MHz	W-CDMA	수도권지역	서비스지역확대

## 2.2 새로운 후보 주파수 대역

- ☐ 고속 이동 서비스 지원을 위한 새로운 무선 접속용으로 가능한 지상

후보 대역 (ITU-R 권고 M.1645에서는 2010년 경 100Mbps 이상의 데이터 속도 소요 예상) (설문 1.2)

- 예비 기술 연구를 토대로 6GHz 이하의 새로운 이동 무선 접속 검토 주파수 범위 및 선호 주파수대

검토가능주파수대	전체대역폭	이용현황	선호순위
2,300-2,400 MHz	100 MHz	WiBro	-
3,400-4,200 MHz	800 MHz	3,400-3,600 MHz는 방송중계용, 나머지는 통신사업자 고정통신용	-
4,400-5,000 MHz	600 MHz	통신사업자 고정통신용	-

※ 5.441 : 4500-4800 MHz는 전파규칙 부록 30B 계획에 따라 사용되는 대역

- Nomadic 및 지역 무선 접속 서비스를 지원하는 새로운 무선 접속용으로 가능 지상 후보 대역 (ITU-R 권고 M.1645에서는 2010년경 약 1Gbps이상의 데이터 속도 소요 전망 (설문 1.3))

- 검토될 수 있는 주파수대 및 선호 주파수대

검토주파수대	전체대역폭	이용현황	선호순위
5850-8500 MHz	2650 MHz	5850-5925 MHz TV방송 이동중계업무 우선 6600-6700 MHz, 6940-7100 MHz는 TV방송 고정중계 우선 5925-6425 MHz, 6440-6600 MHz, 6780-6940 MHz, 7725-7975 MHz, 8025-8275 MHz는 통신사업 M/W용	-
10-10.68 GHz	680 MHz	10.5-10.7 GHz는 TV방송 고정중계업무 우선	-
10.7-13.25 GHz	2550 MHz	10.7-11.7 GHz는 통신사업 M/W용 12.0-12.2 GHz대는 TV방송 고정중계업무 우선	-
14.3-15.35 GHz	1050 MHz	무궁화위성	-
17.7-19.7 GHz	2000 MHz	17.7-17.74 GHz 및 19.26-19.3 GHz는 무선 LAN용 17.74-18.14 GHz 및 19.3-19.7 GHz는 전기통신업무 우선 18.14-18.148 GHz는 거리측정, 도난경보용 18.58-18.76 GHz 및 18.92-19.1 GHz는 전기통신업무 및 자가통신용 M/W	-

		18.76-18.92 GHz 및 19.10-19.26 GHz는 자가통신업무용 M/W 18.148-18.580 GHz는 CATV 방송중계용	
21.2-29.5 GHz	8300 MHz	21.2-21.625 GHz 및 22.4-22.825 GHz는 자가통신업무용 M/W 21.65-22.2 GHz 및 22.85-23.4 GHz는 전기통신역무용 22.2-22.4 GHz 및 23.4-23.6 GHz는 전기통신역무의 비상·재해 복구업무용 24.25-24.75 GHz 및 25.5-26.7 GHz는 가입자회선(WLL)용 26.7-27.5 GHz는 CATV 전송용	-
36-47 GHz	11000 MHz	36.5-37.678 GHz 및 37.818-38.996 GHz는 국간중계M/W 39-40 GHz는 방송프로그램 이동중계업무 40.5-42.5 GHz 방송위성업무 및 가입자회선연구용	-
47.2-71 GHz	23800 MHz	47.2-49.2 GHz는 국간중계용 및 피더링크(40.5-42.5 GHz 방송위성업무용) 48.94-49.04 GHz(항공기국), 50.2-50.4 GHz(2지역), 52.6-54.25 GHz는 수동업무	-

※ RR5.441: 6725- 7025MHz, 11.2-11.45GHz, 12.75-13.25GHz는 전파규칙 부록 30B 계획에 따라 사용되는 대역

- ☐ IMT-2000 주파수 대역 이하 (2,3지역 806MHz 이하, 1지역 862MHz 이하)에서 추가적인 지상 대역 설정 가능성 (설문 1.4)
- <TV방송의 디지털화, 공공안전 주파수에 대한 WRC-03 결과에 대한 후속 조치가 완료되지 않았으므로 우리나라 입장 작성을 유보하기로 함>
- ☐ 후보 대역들(설문 1.1-1.4)에서 현재 서비스를 보호하기 위해 필요한 공유훈 연구 (설문 1.5)
- 인접 주파수 사용에 따른 간섭 해결 관련 연구 필요
    - 시스템 간 간섭 제거 기술(스펙트럼 마스크, 필터 기술)
    - 간섭 극복 기술(잡음 제거 기술, 미약 신호 복원 기술)

- 주파수 공동 사용 관련 연구 필요
  - 공간 분배 기술(안테나 방향 기준 등)
  - 시간 분배 기술(시스템 별 이용 시간 분배 기술 등)
- M/W와의 공유 연구

### 2.3 다른 무선접속기술과 국내 제도가 미치는 영향 (설문 2)

□ IMT-2000 진화시스템과 이후시스템과 WPAN, WLAN, 디지털 방송, FWA 등 등 다른 무선 접속 및 통신 시스템 간의 관계 (설문 2.1)

- IMT-2000 진화시스템과 이후시스템의 주파수 이용과 잠재 후보 주파수 대역에 미치는 영향

<입장 작성을 유보하기로 함>

- 현재 또는 가까운 시일 내에 이동 서비스와 함께 사용될 다양한 보완 접속 기술 및 주파수 대역

주파수대역	접속기술	서비스명	기술의사용시기
200MHz 대역		지상파 DMB (Eureka-147)	2005년
2300-2400 MHz	OFDM, TDD	WiBro (IEEE802.16)	2006년
2400-2483.5 MHz	CSMA, CCK	RLAN (IEEE802.11b) WPAN(Zigbee, Bluetooth)	현재 사용 중
2605-2655 MHz 대역	CDM, ITU-R B.1504 System E	SDMB	2005년
3400-5000 MHz		WiMax	외국 일부국가 2005년
5150-5350 MHz 5470-5650 MHz 5725-5825 MHz	OFDM	RLAN (IEEE802.11a)	사용 예정
24.25-24.41 GHz 25.52-25.88 GHz	TDMA	BWLL	

- 현재 또는 가까운 시일 내에 이동 서비스와 함께 사용될 다양한 보완 접속 기술 및 주파수 대역

□ 한국의 스펙트럼 이용 허가 제도와 특정 기술이나 상호운용성 표준과의 관계

- 스펙트럼 이용 허가 제도가 IMT-2000 진화시스템과 이후시스템의 잠재

후보 주파수대역의 이용에 미치는 영향  
<입장 작성을 유보하기로 함>

- 스펙트럼 이용 허가 제도가 IMT-2000 진화시스템과 이후시스템 주파수의 전 세계적 조화와 설정에 미치는 영향  
<입장 작성을 유보하기로 함>

### 3. 향후 계획

#### ☐ 국내 입장 정리

- 후보주파수에 대한 잠정 입장 정리 (2005년 2월)
- 후보주파수에 대한 기본 입장 정리 (2005년 5월)

#### ☐ 회의대응 활동

- ITU-R WP8F
  - 잠정입장 설문 응답 (2005년 2월 제네바 회의)
  - 기본입장 표명 (2005년 6월 캐나다 회의)
- APG
  - 잠정입장 표명 (2005년 2월 회의)

#### ☐ 후보주파수대의 기존 업무와의 간섭분석을 통한 공유 또는 양립 조건 도출

- 수동업무, 무선표정업무, 해상항공이동업무 등 국제적으로 공통적인 업무에 대해서는 국내 현황 파악후 공동대응
  - IMT-2000 이후 시스템에 대한 국내 개발규격이 있는 경우 이를 이용한 사전 간섭분석
- 고정통신망 등 국내 주요 업무에 대하여는 별도의 간섭분석을 통해 입장 반영

#### ☐ IMT-2000 진화 시스템과 이후 시스템의 적정 주파수에 대한 권고/보고서[1]에 추가적으로 반영할 국내 입장 정리

## 제 2 절 간섭분석 방법론 정립

공유 간섭 분석은 주파수의 효율적이 이용 및 최적의 보호대역을 산출하기 위해 반드시 필요한 과정이다. 공유간섭에는 이종시스템간의 간섭과 동종시스템간의 간섭이 있다. 이종시스템간의 간섭이 발생하는 경우는 이종 시스템이 동일대역에 존재하는 경우와 인접대역에 존재하는 경우로 구분할 수 있으며 동종시스템간의 간섭은 인접대역에 동종시스템이 서비스를 시행하는 경우이다.

본 장에서는 공유 간섭을 위해 이용 되고 있는 방법에 대해 설명하고 기존

의 공유간섭 분석 사례에 대해 제시하였다. 본 연구에서 제시한 공유 간섭 분석론에는 MCL(Minimum Coupling Loss), snapshot 방법을 이용한 시스템 레벨 시뮬레이션, Analytic 시뮬레이션, Dynamic 시스템 레벨 시뮬레이션이 있다. 그리고 공유간섭 분석 사례에는 HPI와 무선랜간의 간섭을 제시하였다.

### 제 3 절 공유간섭 분석방법

#### 1. MCL 방법

MCL 방법에서는 가장 큰 간섭이 발생할 수 있는 상황을 설정하여 간섭원이 대상 시스템에 미치는 간섭량을 계산한다. 그리고 이를 통해 적정한 간섭량을 유지하기 위한 주파수 이격량도 산출할 수 있다. MCL 방법은 계산이 간단한 장점이 있지만 최악의 상황을 가정한 결과이므로 주파수 자원을 효율적으로 활용하기 위한 방법으로는 적합하지 않다. 또한 간섭원의 위치 및 채널 환경에 따른 결과의 차이가 큰 단점도 있다. 매크로셀 FDD기지국이 매크로셀 TDD기지국에 간섭을 미치는 환경에 대해 기지국 간의 이격거리 및 인접 대역 간섭률을 구하는 예제를 나타내었다. 예제에 적용한 경로 손실 모델은 2-ray지면 반사 모델이다. 아래의 표에 적용한 입력변수다.

입력변수	기호	값
TDD 기지국 출력 전력	P	40 dBm
TDD 기지국 송신안테나 이득	Ga,Tx	15 dBi
TDD 기지국 ACLR	ACLR	70 dB
FDD 기지국 수신 잡음 수준	Rxnoise	-103 dBm
FDD 기지국 수신 안테나 이득	Ga,Rx	15 dBi
FDD 기지국 ACS	ACS	46 dB

입력 변수

##### 1) 안테나 이득 계산

- 높이가 같은 두 매크로셀 기지국이 고려되었으므로 송수신 안테나 이득을 더한다.

$$GA = Ga,Tx + Ga,Rx = 15+15=30$$

##### 2) ACIR계산

$$ACIR = \frac{1}{\frac{1}{ACLR} + \frac{1}{ACS}} (in \ linear \ term) = \frac{1}{\frac{1}{10^{70/10}} + \frac{1}{10^{46/10}}} = 45.98 \ dB \cong 46 \ dB$$

3) 허용 가능한 최대 인접 대역 간섭량(ACI<sub>max</sub>) 산출

- ACI<sub>max</sub>가 -114 dBm에서 -106 dBm 정도라 가정하면 NBS = -103 dBm 인 경우 N<sub>tot</sub>는 적어도 -102.7 dBm이상이며 N<sub>tot</sub> = -102.7 dBm이면 ACI<sub>max</sub> = -104 dBm 이 된다.

$$N_{tot} = NBS + ACI$$

4) 요구 경로 손실 계산

- $PL = P + GA - ACIR - ACI_{max} = 40 + 30 - 46 - (-114) = 138 \text{ dB}$

5) 경로 손실 식을 이용 필요한 기지국간의 이격거리 산출

$$PL = \begin{cases} 40.7 + 20 \log_{10}(d) & 1 \leq d \leq R_{bp} \\ 40.7 - 20 \log_{10}(R_{bp}) + 40 \log_{10}(d) & d \geq R_{bp} \end{cases}$$

- break point 가 1248 m 일 경우 이 지점에서의 경로 손실은 위식에 의해 102.6 dB이다. 이 값은 과정5에서 구한 138 dB보다 작기 때문에 위의 경로손실 식 중 아래식을 이용해야 한다. 글 결과 이격거리는 9541m 임을 알 수 있다. 만약 이격거리가 주어지고 요구 ACIR을 찾는 경우 과정 5, 6 대신 과정7을 이용한다.
- $103 = 40.7 - 20 \log_{10}(1248) + 40 \log_{10}(d) \Rightarrow d = 9541 \text{ m}$

6) 요구 ACIR 계산

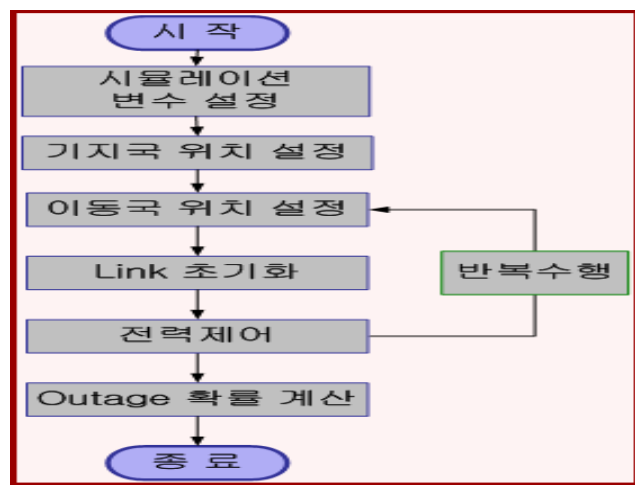
- $ACIR = P + GA - PL - ACI_{max}$
- 만약 거리가 100 m 인 경우 ACIR은 다음과 같다.

$$ACIR = 40 + 30 - (40.7 + 20 \log_{10}(100)) - (-114) = 103.3 \text{ dB}$$

## 2. snapshot 방법

snapshot 방법은 Monte-Carlo 기법을 이용한 시스템 레벨 시뮬레이션 방법 중 하나이다. Monte-Carlo 기법은 정의된 확률 분포를 갖는 랜덤 변수를 표본 추출하여 복잡한 함수 관계에 적용하고 그 결과의 통계적 특성을 살피는 시뮬레이션에 주로 이용되고 있다. 특히 컴퓨터의 계산 처리 능력이 발전함에 따라 복잡한 통계적 문제를 분석하기 위해 사용되는 가장 강력하고 보편적인 방법으로 알려져 있다.

snapshot 방법은 이동국의 움직임에 관계없이 서로 독립적인 특정 순간들의 상황들을 통계적으로 분석하는 방법이다. 즉 통계적인 데이터를 얻기 위해 반복적인 시도를 하게 되는데 각각의 시도에서 사용되는 모든 확률적인 변수들(이동국의 위치, 채널 등)은 모두 이전 시도와 iid(independent and identically distributed)사건이다. 이 방법은 주로 기존의 음성 통화를 위한 circuit 방식의 시스템에 적용되었다. 예를 들면 IS95, IMT-2000 TDD-FDD, TDD-TDD, FDD-FDD 간의 공유 간섭을 분석하는 데 적용되었다. 아래의 그림은 snapshot방법을 이용한 간섭분석과정을 나타낸다.



snapshot방식을 이용한 간섭분석과정

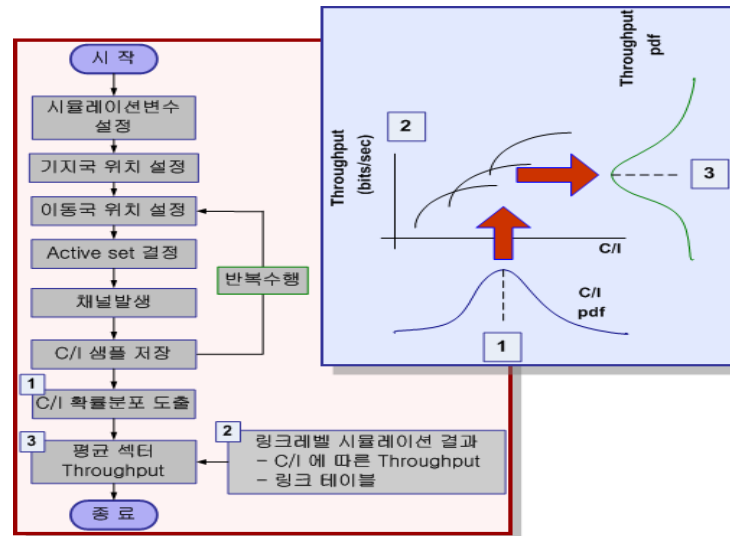
### 3. 해석적(Analytic) 시뮬레이션

해석적 시뮬레이션은 간략화된 시스템 레벨 시뮬레이션 기법으로 셀 내에 무수히 많은 이동국을 균일하게 분포시킨 뒤 이동국의 수신 C/I를 계산하여 확률분포를 얻는다. 그리고 수신 C/I확률 분포를 링크레벨 결과에 적용하여 평균섹터 throughput을 얻는다. 최종적으로 간섭량에 따른 throughput의 손실량을 분석하거나 보호대역을 설정할 수도 있다. 이 방법은 3GPP HSDPA(High Speed Downlink Packet Access)시스템의 성능 분석에 이용되었다. 즉 패킷 데이터 전송방식의 셀룰라 시스템의 간섭분석을 위해 이용된다.

아래 그림은 시뮬레이션의 흐름을 나타낸다. 우선 시뮬레이션에 이용할 변수들을 설정한 뒤 기지국의 위치를 설정한 후 이동국을 한 개 분포시킨다. 그리고 active set을 결정하여 기지국으로부터 이동국에 도달하는 C/I(signal to interference ration)값을 구한다. 다음으로 새롭게 이동국 한 개를 분포시켜 위의 과정을 반복하며 C/I의 통계적 특성을 얻고 이 값과 링크 레벨 시뮬



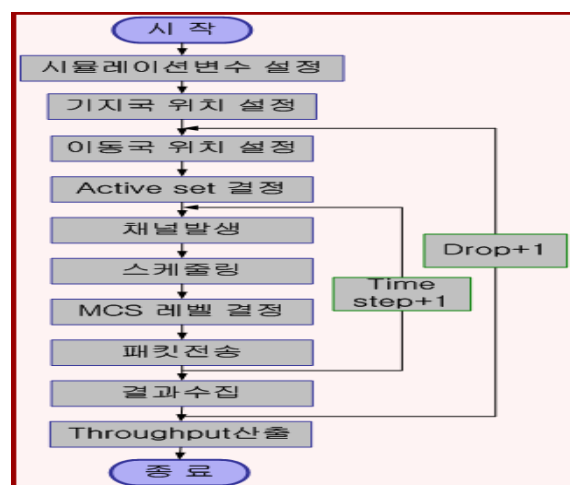
레이션 결과를 이용하여 평균 섹터 throughput 결과를 얻는다.



Analytic simulation을 이용한 간접분석과정

#### 4. Dynamic 시스템 레벨 시뮬레이션

Dynamic 시스템 레벨 시뮬레이션 방법은 Snapshot방식과 같이 실제 간섭 상황을 모델링 하지만 한번 분포된 이동국에 대해 일정시간 동안의 채널 변화를 고려하여 각 이동국에 전송된 throughput을 얻는다[8][9]. 따라서 패킷 데이터 전송 방식의 셀룰러 시스템의 분석에 적합한 방법이다. 또한 패킷 스케줄링 적응 변조 및 코딩과 같은 링크 적응 기술을 고려한 시스템의 간접 분석도 가능하다. 아래 그림은 Dynamic 시스템 레벨 시뮬레이션 방법을 이용한 간접 분석 과정을 나타낸다.



Dynamic 시스템 레벨 시뮬레이션을 이용한 간접 분석 과정

### 제 3 절 후보대역 채널특성 분석

#### 1. 후보대역 경로손실 전파측정 결과 분석

ITU-R WP8F에서 고려중인 차세대이동통신용 후보대역인 6GHz이하 중 주 관심대역에서의 국내전파 환경을 고려한 전파전달 특성을 파악하기 위한 측정을 ETRI 공동연구로 수행하였다. 새로운 주파수 자원을 발굴한다는 것은 대상 자원에 대한 정확한 분석이 선행되어야 하며, 이는 차세대이동통신 시스템 구현시 필히 고려되어야 할 중요한 사항이다. 본 절에서는 5 GHz 주파수 대역, 2 GHz 주파수 대역에 대해 전파환경 분류를 통한 국내 대표지형을 선정하고, 전파측정을 수행하여 추가적인 측정 데이터를 확보하였다. 확보된 실측 데이터를 가공하여 RFMS(Radio Frequency Management System)에 적용하고 이를 이용한 분석을 수행하였다. 확보된 실측 데이터는 지역별, 모폴로지별로 정리하여 국내 환경에 적합한 전파모델 개발을 위한 기초로 활용할 수 있도록 하였다. 본 전파특성 파악을 위한 측정 데이터는 전체 데이터에서 모폴로지별로 분류하고 또한 경로 특성을 잘 표현할 수 있는 데이터만을 추출하여 사용하였다. 측정 지역별 LOS 경로와 NLOS 경로에 대한 분류는 RFMS를 이용하여 수행하였는데, 건물 신축 등에 의한 환경변화 사항이 적용되지 않은 경우가 존재하여 일부 경로 분류 데이터는 실제 환경과 상이할 수 있으므로 본 데이터를 이용한 전파모델 개발 시에는 이를 고려하여야 한다.

대 분 류	소 분 류	대표지형 (분석대상 지역)
주거지역	고층 아파트 지역	분당(수내동) 일대
	저층 아파트 지역	송파구(석촌동), 일산(마두동) 일대
	저층 주택지역	일산(마두동) 일대
상업지역	도심지역	분당(아람동) 일대
	준도심지역	시화 정왕동 일대
공업지역	산업단지지역	시화공단 일대
녹지지형	평지	서산(방조제), 인천(송도)
	산지	서산(간월도)

국내 전파환경 분류/ 측정데이터 분류

2 GHz 주파수 대역과 5 GHz 주파수 대역에 대한 측정결과의 분석은 전파 환경 분류에 따른 환경적 특성이 존재하고, 많은 측정 데이터가 확보된 지역을 대표지형으로 선택하여 이에 대한 경로 손실에 대해 분석하였다. 2 GHz 주파수 대역과 5 GHz 주파수 대역에 대한 전파특성을 상호 비교분석할 수 있도록 동일한 방식에 의해 측정을 수행하였으며, 상호 비교가 가능하도록 분류하여 표기하였다. 측정결과는 실측데이터를 RFMS에 적용하여 이동경로에 따른 수신 전계레벨을 지도로 표시하고, LOS와 NLOS 경로에서의 거리별 수신 전계레벨을 표시하였는데, 이 값은 Spectrum Analyzer에서 수신된 전계레벨에 수신 안테나 이득, LNA 이득 및 케이블 손실 등을 보정하여 획득된 값이다. 본 분석에서는 환경에 따른 경로손실에 대한 측정 뿐만 아니라 2 GHz 주파수 대역과 5 GHz 주파수 대역의 비교측정을 수행하기 위하여 동일한 조건에서 동시측정을 수행하였다. 하지만 수신전계레벨 값은 송신 출력 및 송신안테나 이득이 달라 상대적 비교에는 한계가 있다. 따라서 송신신호의 전력, 송수신 장비에서의 손실 또는 이득을 고려하여 실제 경로 손실을 보정해주는 것이 2 GHz 주파수 대역과 5 GHz 주파수 대역의 상호 비교를 위해 필요하다. 2 GHz 주파수 대역 측정시에는 케이블 손실 등을 고려하여 안테나 인입단의 전력을 30 dBm으로 고정하였고, 사용된 송신 안테나가 9 dBd의 이득을 가지므로 Half-wave Dipole 안테나의 이득인 2.15 dB를 더해주면 송신 안테나 이득은 Isotropic 안테나를 기준으로 표시하여 11.15 dBi의 이득을 가지게 되므로 송신단에서는 총 41.15 dBm의 세기를 가지는 신호가 방사된다. 또한 수신단은 앞장의 측정결과에서 표시한 값이 수신장비의 이득과 손실을 보상한 값이지만 다시 언급하면 수신 안테나의 이득이 1.3 dBi, LNA 이득이 28 dB, 그리고 케이블 손실이 5.5 dB로 총 23.8 dB의 이득을 가지게 되므로 Spectrum Analyzer에서 나타난 수신 신호의 세기는 23.8 dB가 더해진 값이다. 따라서 경로 손실 PL은 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다. 여기에서 Pr은 Spectrum Analyzer에서 나타난 수신 신호의 세기를 나타낸다.

$$PL = 41.15 - Pr \quad 23.8 = -Pr + 17.35 \text{ (dB)}$$

하지만 측정 데이터 및 수신전계레벨은 RFMS 적용을 위하여 수신장비의 이득과 손실을 보상한 값으로 실제 경로 손실 PL은 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$PL = -Pr + 41.15 \text{ (dB)}$$

5 GHz 주파수 대역 측정시에는 케이블 손실 등을 고려하여 안테나 인입단의 전력을 24 dBm으로 고정하였고, 사용된 송신 안테나가 6 dBi의 이득을 가지므로 송신단에서는 총 30 dBm의 세기를 가지는 신호가 방사된다. 또한 수신

단은 앞장의 측정결과에서 표시한 값이 수신장비의 이득과 손실을 보상한 값이지만 다시 언급하면 수신 안테나의 이득이 6 dBi, LNA 이득이 35.5 dB, 그리고 케이블 손실이 10 dB로 총 31.5 dB의 이득을 가지게 되므로 Spectrum Analyzer에서 나타난 수신 신호의 세기는 31.5 dB가 더해진 값이다. 따라서 경로 손실 PL은 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다. 여기에서 Pr은 Spectrum Analyzer에서 나타난 수신 신호의 세기를 나타낸다.

$$PL = 30 - Pr \quad 31.5 = -Pr - 1.5 \text{ (dB)}$$

하지만 2 GHz 주파수 대역 측정결과와 마찬가지로 첨부된 측정 데이터 및 앞장에서 기술된 수신전계레벨은 RFMS 적용을 위하여 수신장비의 이득과 손실을 보상한 값으로 실제 경로 손실 PL은 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$PL = -Pr + 30 \text{ (dB)}$$

본 연구에서는 동일 측정정소에서 다양한 모폴로지를 형성할 수 있는 지역을 선택하여 다양한 측정경로에 대한 분석이 가능하도록 하였는데, 예를들어 일산 마두동의 경우에서 처럼 송신점을 기준으로 연립주택 단지, 단독주택단지, 아파트단지, 그리고 산악지역(정발산)이 동시에 존재하여 다양한 모폴로지에 대한 경로손실 특성을 분석할 수 있도록 하였다. 앞에서 언급하였던 전파환경 분류에 따라 지역적 고유특성이 존재하고 많은 측정 데이터가 확보된 지역을 대상으로 대표지형을 선택하여 분석하도록 하겠다. 전파환경 분류에 의한 대표지형별 경로손실에 대한 분석은 LOS 경로와 NLOS 경로로 분류(지역적 특성에 따라 특정지역에 대해서는 LOS 경로와 NLOS 경로에 대해 선택적으로 분석)하고, 이에따라 거리에 따른 경로손실 값을 배열하고 Linear Regression Fit 방법을 통해 경로 손실에 대한 Exponent 값을 얻으며, 환경에 따른 2 GHz 주파수 대역의 경로 손실계수와 5 GHz 주파수 대역의 경로 손실계수를 상호 비교할 수 있도록 하였다. 다양한 형태의 환경에서의 데이터를 수집하기 위하여 지역적 고유특성이 존재하는 주거지역, 상업지역, 공업지역, 녹지지형으로 지역을 구분하였고, 이를 다시 고층 아파트지역, 저층 아파트지역, 저층 주택지역, 도심 상업지역, 준도심 상업지역, 공단지역, 평지, 산지 등 Morphology 별로 세분화하였고, 동일 송신점을 기준으로 다양한 모폴로지를 형성할 수 있는 지역을 선정하여 다양한 모폴로지에 대한 경로손실 특성을 분석할 수 있도록 하였다. 2 GHz 주파수 대역 및 5 GHz 주파수 대역에 대한 측정 데이터는 좌표변환을 통해 RFMS에 적용하였으며, RFMS의 GIS DB를 이용하여 실측 데이터를 송신점을 기준으로 LOS 경로와 NLOS 경로로 분류 획득하고, 이에 대한 각각의 경로손실을 분석하였다. 이에 따라 거리에 따른 경로손실 값을 배열하고 Linear Regression Fit 방법을

통해 경로 손실에 대한 Exponent 값을 얻어 환경에 따른 2 GHz 주파수 대역과 5 GHz 주파수 대역의 경로 손실계수를 상호 비교하였다. 각 환경 분류에 따른 Linear Regression Fit 식을 정리하면 다음 표와 같으며, 상업지역과 같이 도로를 따라 배열된 건물의 밀집도가 높은 경우에 wave guide 효과가 크게 나타나고, 평지의 경우에도 바닥면의 재질에 따라서 경로 손실률이 다르다는 것을 알 수 있다. 따라서 전파예측모델 개발시에 국내 전파환경 특성에 대한 고려가 절대적으로 필요하다.

대분류	소분류	측 정 지 역	주파수 대	경로 손실 ( $d = 0$ /격거리)
주거 지역	고층 아파트 지역	분당 수내동	2GHz 대	$LOS Path : 1.80 \cdot 10 \log_{10}(d) + 74.61$ $NLOS Path : 2.40 \cdot 10 \log_{10}(d) + 64.10$
			5GHz 대	$LOS Path : 1.27 \cdot 10 \log_{10}(d) + 82.37$ $NLOS Path : 1.85 \cdot 10 \log_{10}(d) + 75.76$
	저층 아파트 지역	송파 석촌동	2GHz 대	$LOS Path : 2.13 \cdot 10 \log_{10}(d) + 75.40$
			5GHz 대	$NLOS Path : 3.00 \cdot 10 \log_{10}(d) + 50.90$
		일산 마두동	2GHz 대	$NLOS Path : 1.25 \cdot 10 \log_{10}(d) + 94.73$
			5GHz 대	$NLOS Path : 2.77 \cdot 10 \log_{10}(d) + 59.24$
	저층 주택 지역	일산 마두동	2GHz 대	$LOS Path : 0.92 \cdot 10 \log_{10}(d) + 99.05$
			5GHz 대	$LOS Path : 2.49 \cdot 10 \log_{10}(d) + 58.99$
상업 지역	도심지역	분당 야탑동	2GHz 대	$NLOS Path : 0.96 \cdot 10 \log_{10}(d) + 104.57$
			5GHz 대	$NLOS Path : 1.17 \cdot 10 \log_{10}(d) + 92.80$
	준도심지역	시화 정왕동 (상가지역)	2GHz 대	$LOS Path : 1.21 \cdot 10 \log_{10}(d) + 86.82$ $NLOS Path : 1.63 \cdot 10 \log_{10}(d) + 80.18$
			5GHz 대	$LOS Path : 1.60 \cdot 10 \log_{10}(d) + 69.62$ $NLOS Path : 2.78 \cdot 10 \log_{10}(d) + 48.02$
공업 지역	산업단지 지역	시화공단	2GHz 대	$LOS Path : 2.47 \cdot 10 \log_{10}(d) + 55.26$ $NLOS Path : 3.04 \cdot 10 \log_{10}(d) + 44.16$
			5GHz 대	$LOS Path : 3.03 \cdot 10 \log_{10}(d) + 39.64$ $NLOS Path : 3.77 \cdot 10 \log_{10}(d) + 27.00$
녹지 지형	평 지	인천 송도	2GHz 대	$LOS Path : 0.32 \cdot 10 \log_{10}(d) + 109.30$
			5GHz 대	$LOS Path : 1.78 \cdot 10 \log_{10}(d) + 59.02$
		서산 간척지 (바다/바다)	2GHz 대	$LOS Path : 3.29 \cdot 10 \log_{10}(d) + 35.55$
			5GHz 대	$LOS Path : 2.11 \cdot 10 \log_{10}(d) + 49.46$
		서산 간척지 (바다/육지)	2GHz 대	$LOS Path : 1.82 \cdot 10 \log_{10}(d) + 71.43$
			5GHz 대	$LOS Path : 1.86 \cdot 10 \log_{10}(d) + 55.85$
	산 지	서산 간월도	2GHz 대	$NLOS Path : 1.32 \cdot 10 \log_{10}(d) + 115.95$
			5GHz 대	$NLOS Path : 1.95 \cdot 10 \log_{10}(d) + 85.24$

< 모폴로지별 경로손실 지수 분석 결과 >

## 2. 지역 특성적 전파 예측 모델 개발

국내 전파환경 특성 중 도시가 밀집화 되어 감에 따라 고층 건물에 의한 가시거리 차단, 송신전력의 감소, 및 통신 수요의 증대 등으로 인하여 서비스 영역이 줄어들게 되었다. 이로 인한 장애 발생 요인은 경로손실에 의한 것이라기 보다는 음영 효과(shadowing), 단구간 페이딩 등 국부적 장애 요인이 더 큰 원인이 된다. 따라서 경로 손실치 만을 제공하는 기존의 모델로는 한계가 있으며, 지형 구조 및 도시를 형성하는 주변 구조물에 의한 신호 세기의 변화가 포함된 새로운 모델이 제시될 필요가 있으며, 특히 차세대 이동통신 주파수 대역과 같은 신규 대역에 대한 모델 제시가 필요하다. 이를 위하여 다양한 환경 및 지역에서 측정하여 분석한 결과를 근거로 지역적 환경 특성을 고려한 지역 특성적 전파 모델을 제안하였으며, 제안된 모델은 크게 매크로 셀용 수신전력 예측 모델, 마이크로 셀용 수신전력 예측 모델로 구분하여 기술하였다. 국내 대표지형을 고려한 모폴로지별 특징이 반영된 전파예측 모델을 개발하였다. 인공 구조물등 도심 건물 및 대단위 고층 아파트 지역 전파전달 특성 영향에 의하여 경로 손실치 만을 제공하는 기존의 모델로는 한계가 있으며, 지형 구조 및 도시를 형성하는 주변 구조물에 의한 신호 세기의 변화가 포함된 새로운 모델이 제시되어야 한다.

## 3. 매크로 셀용 수신전력 예측 모델

임의 위치에서의 수신 전력은 송신 전력, 송신 안테나 높이와 이득, 사용 주파수, 및 송수신기간 거리 뿐만 아니라 송수신기사이의 환경 구조와 수신 안테나 주변의 지역적 특성도 신호 세기에 큰 영향을 미친다. 따라서 가시거리 경로 존재 여부, 건물의 크기, 도로형태 등과 수신기 주변의 밀집도에 따른 신호 세기의 변화량을 분석하여 통계화 함으로써 수신기 주변의 지역적 특성에 의해 크게 달라지는 장구간 페이딩 특성이 고려된 지역 특성적 예측 모델이 제안될 수 있다.

$$P_r = P_t + G_b + G_m - 18.43 \log f_c - 45 \log \left( \frac{d}{100} \right) + 13.8 \log h_b \\ + 11 \log \left( \frac{h_m}{3} \right) - 27.5 + \alpha + \beta + \delta$$

여기서  $P_t$ 는 송신 전력[dB],  $f_c$ 는 중심 주파수[MHz]를 나타낸다. 제안된 모델에서의 중심 주파수 적용 범위는 차세대 이동통신용 주파수 대역 이용 가능하다. 또한  $G_b$ 은 기지국 안테나 이득,  $G_m$ 은 이동체 안테나 이득이며 단위는 [dB]이다.  $d$ 는 송수신 안테나 사이의 거리[m]이며,  $h_b$ ,  $h_m$ 은 기지국 및 이동체 안테나 높이[m]를 뜻한다.  $\alpha$ 는 기지국 및 이동체 안테나사이의 지역 특성에 따른 보정 요소로서 구조물의 평균 높이, 평균 도로 넓이 등이 변수가 되고,  $\beta$ 는 수신 안테나 주위의 환경 구조에 대한 보정 요소로서 수신 안테나 주위의 구조물 높이, 도로 넓이 및 형태 등이 변수로 사용된다. 또한  $\delta$ 는 변곡점 이후에서의 전계강도 보정치로서 프레넬 변곡점(Fresnel break point) 또는 지형 변곡점(terrain break point)에 따라 달라진다.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ 는 장구간 페이딩 성분을 고려하기 위한 요소들이다. 위 제안된 모델의 경로 손실치는 도시 외곽 지역을 기준으로 각 지역에 따라 보정을 하였으며, 가용 서비스 거리는 변곡점 이후에서 원하는 지점까지 적용이 가능하다. 두 안테나사이의 지역 특성에 따른 보정 요소  $\alpha$ 는 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\alpha = 15 \log \left[ \sqrt{w_o \times (0.5 \times h_o)} \right] - 20 \log(1.6h_o - 2.7h_m) + A$$

여기서  $A$ 는 도시의 환경적 구분에 따른 보정 요소로서

- 도심 지역 :  $A = 16 \log d - 6.73 \log f_c - 6.7$
- 도심 주변 지역 :  $A = 4.5 \log d - 10.48 \log f_c + 38.45$
- 도시 외곽 지역 :  $A = 0.32(\log f_c)^2$

로 나타낸다.  $w_o$ 는 두 안테나사이의 평균 도로 폭,  $h_o$ 는 두 안테나사이에 있는 구조물의 평균 높이를 나타내므로  $\alpha$ 는 두 안테나 높이뿐 아니라 지역적 특성에 따라 달라지는 요소임을 알 수 있다. 수신 안테나 주위의 환경 구조에 대한 보정 요소를 나타내는  $\beta$ 는 다음 식과 같다.

$$\beta = 20 \log \left[ \frac{\sqrt{w_l \times 0.5s \times m \times n^2}}{h_l - (h_m + h_e)} \right], \quad \frac{w_l}{h_l - (h_m + h_e)} < 1.5h_m$$

$$= 20 \log \sqrt{\frac{w_l}{h_l}}, \quad \frac{w_l}{h_l - (h_m + h_e)} \geq 1.5h_m, \text{ LOS}$$

여기서  $w_l$ 은 수신 안테나 주위 도로 폭[m],  $h_l$ 은 수신 안테나 주위 구조물의 평균 높이[m]를 뜻하며,  $n$ 은 수신 안테나 주위의 도로 형태로서

- 일반 도로 :  $n = 2$
- 사거리 :  $n = 4$

가 된다.  $m = h_0/h_i$ 은 평균 구조물 높이와 수신 안테나 주위 구조물 높이의 비로서 수신 안테나 주위 구조물의 높이가 낮으면  $m$  이 1 보다 큰 값을 가져  $\beta$ 가 증가한다. 그리고  $s$  는 도로를 따라 위치한 건물의 배치 형태로서 건물들이 도로를 따라 양 쪽 모두 있을 경우 2 가 되고, 한쪽만 있을 경우 1 이 된다. 이것은 비 가시거리 영역에서는 회절파의 건물 반사파도 신호 세기에 많은 영향을 미치기 때문이다.

#### 4. 마이크로 셀용 수신전력 예측 모델

향후 2010년 이후로 예상되는 차세대이동통신시스템은 현재의 이동통신 시스템보다 대용량의 데이터 전송이 구현될 것이며, 이를 위한 새로이 고려되어야 하는 무선접속기술은 기존의 셀 반경보다 작은 마이크로셀이나 피코셀 정도의 작은 영역에서 이용될 것이 예상된다. 특히 마이크로 셀 환경에서의 수신 전력에 영향을 미치는 요소는 크게 가시거리 영역에서의 자유 공간 경로 손실, 지면에 반사되어 수신 전력의 페이딩에 영향을 주는 지면 반사파, 회절 파 및 건물 투과파 등이 있으며 거리에 따른 요인으로서 변곡점(break point) 등이 있다. 이와 같은 마이크로 셀에서의 수신 전력을 결정하는 주요 변수는 송 수신기간 거리, 송 수신안테나의 높이와 주변 건물의 폭이나 높이, 수신 안테나 주변 건물 모서리수 등으로서 전파 예측 모델 개발에 이와 같은 변수들이 이용된다. 측정 데이터의 분석 결과를 이용하여 전파전파 예측 모델 개발에 고려되었으며, 마이크로 셀용 전파 예측 모델은 가시거리 영역에서의 모델과 비 가시거리 영역에서의 모델로 구분한다. 가시거리 영역에서 수신 전력에 영향을 미치는 요소는 크게 직접파 및 지면 반사파, 안테나 높이에 의한 신호 변화, 및 회절파가 있으며, 비 가시거리 영역에서는 회절 파, 및 투과 파로 구분할 수 있다. 비 가시거리 영역에서 안테나 높이의 변화는 수신 전력에 거의 영향을 미치지 않았다. 이와 같은 결과를 이용하여 다음 식과 같은 수신 전력 예측 모델이 제안될 수 있다.

$$P_r[dB] = \begin{cases} P_{LOS}(d) + P_{diff} + P_{ant} & ; \text{LOS case} \\ P_{diff} + P_{pen} & ; \text{NLOS case} \end{cases}$$

윗 식의 상단 식은 가시거리 영역에서의 모델, 하단 식은 비 가시거리 영역에서의 수신 전력 예측 모델을 나타낸다. 식에서  $P_{LOS}(d)$ 는 가시거리(line of sight) 경로에서 거리  $d$  에 따른 수신 전력을 나타내며,  $P_{diff}$  는 회절 효과에 의한 수신 전력을 뜻하고,  $P_{pen}$ 은 침투 효과에 의한 수신 전력을 나타낸다.



또한  $P_{ant}$  는 안테나 높이의 변화에 따른 수신 전력의 변화로서 식을 이용한다. 가시거리 영역에서의 수신전력  $P_{LOS}(d)$ 는 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$P_{LOS}(d) = 10 \log \left[ \left( \frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \frac{P_t G_b G_m}{d^n} \cdot F_{mf} \right]$$

여기서  $d$ 는 송수신기간 거리[m],  $n$ 은 이동체 주변의 환경적 특성에 따른 경로 손실 지수로서 앞 표에 나타낸 결과를 이용한다,  $P_t$  는 송신 전력[W],  $G_b$ 는 기지국 안테나 이득,  $G_m$ 은 이동체 안테나 이득이며,  $F_{mf}$ 는 직접파 및 지면 반사파에 의해 발생하는 페이딩 신호의 변화를 나타낸다. 도심지 이동 무선 환경에서의 수신 전력은 복잡한 주변 환경에 의해 직접파 외에 수많은 다중 경로 파들이 서로 더해진 형태로 구성된다. 이러한 다중 경로 파에 의한 페이딩 신호는 크게 지면 반사파와 도로 양쪽 건물에 의한 반사파들로 구분되며 매우 빠르게 변할 뿐 아니라 Rician 분포를 갖는다. 그러나 페이딩 신호의 변화 특성은 직접파와 지면 반사파에 의한 결과 신호를 잘 따라가므로 장구간 페이딩을 고려한 수신 전력 예측 모델을 개발하는 데 있어서는 직접파와 지면 반사파가 고려된 신호의 분포 특성을 이용한다. 직접파와 지면 반사파와의 간섭에 따른 공간에서의 수신 신호는 각 전파의 거리 차와 위상차가 고려된 벡터 합에 의하여 발생하며 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$P_r = 10 \log \left[ \left( \frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \frac{P_t G_b G_m}{d^2} \left| 1 + \Gamma_{v,h} e^{j\beta \Delta d} \right|^2 \right]$$

여기서  $P_r$ 은 직접파와 지면 반사파와의 간섭에 따른 공간에서의 수신신호 세기를 뜻하고,  $\Gamma_{v,h}$  는 반사 계수,  $\beta \Delta d$  는 직접파와 지면 반사파 사이의 위상차이며,  $\Delta d$ 는 두 전파의 거리 차를 나타낸다. 또한  $\beta (=2\pi/\lambda)$ 는 전파 상수 (wave number)를 뜻한다. 송신 안테나( $h_t$ ) 및 수신 안테나 높이( $h_m$ )가 고려된 두 전파간의 거리 차  $\Delta d$ 는 다음과 같이 구한다.

$$\Delta d = \sqrt{d^2 + (h_t + h_m)^2} - \sqrt{d^2 + (h_t - h_m)^2} \approx \frac{2h_t h_m}{d}, \quad \beta \Delta d = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{2h_t h_m}{d}$$

여기서  $d \gg (h_t + h_m)$ 이라고 가정한다.

## 5. 회절에 의한 수신전력

회절에 의한 수신 전력의 크기에 영향을 미치는 파라미터들은 주파수, 회절점의 수, 및 송 수신기간 거리 등으로 구분할 수 있다. 제 3.3.7 장에서 분석한 결과를 이용하여 다음 식과 같은 회절에 의한 수신전력 예측모델을 제안

한다.

$$P_{diff} = 10 \log \left[ \frac{P_{LOS}(d_{diff})}{(4\pi)^3 f} \frac{6/N^2}{(1 - \sqrt{L/d_{diff}})^2} [1 + \Gamma_{diff}] \right]$$

$$\begin{cases} N=2, \Gamma_{diff}=0 & ; D=1,2 \\ N=1, \Gamma_{diff} = \Gamma_{v,h} \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \Delta l\right) & ; D=3,4 \end{cases}$$

윗 식에서  $P_{LOS}(d_{diff})$ 는 가시거리 영역상에 존재하는 회절점에 입사된 신호의 수신 전력을 말하고,  $f$ 는 주파수로서 1MHz에 대한 상대적인 값을 가진다. 또한  $L$ 은 회절점으로 부터 수신기가 이동한 거리,  $d_{diff}$ 는 송신기에서 회절점까지의 거리이며,  $\Gamma_{v,h}$ 는 3번 회절점으로의 입사각에 따른 수직 및 수평 편파에 대한 반사 계수의 크기를 나타낸다.  $D$ 는 회절점의 수를 나타내며  $D$ 가 1,2 이면 회절점이 1개 또는 2개로서 사거리의 우측 또는 좌측 중 한쪽 코너에만 있는 경우이며,  $D$ 가 3,4 이면 회절점이 3개 또는 4개로서 사거리의 우측과 좌측 코너에 모두 회절점이 있는 경우를 말한다.  $\Delta l$ 은 좌측 또는 우측에 있는 각 회절점과 수신기 사이의 거리 차로써 이동체가 우측으로 이동한 경우 우측 회절점 1 번과 수신기, 3번 회절점과 수신기까지의 거리 차를 말하며 다음과 같이 구할 수 있다.

## 6. 광대역 MIMO 채널 특성 연구

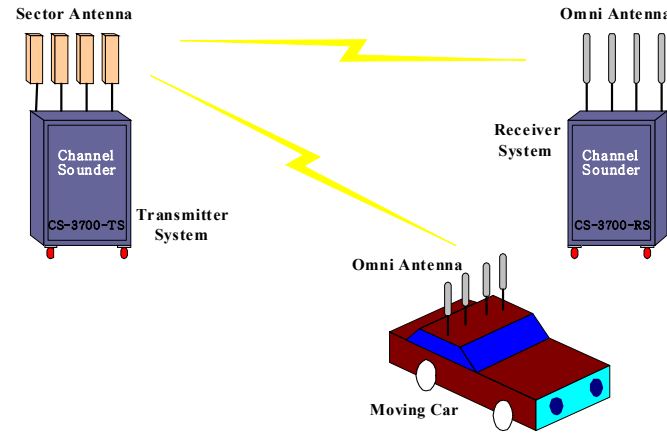
이동 통신의 발전 방향이 차세대이동통신으로 향해 나아감에 따라 다양한 통신 서비스에 대한 요구가 늘어나고 있고, 이와 더불어 제한된 주파수에 대하여 더 많은 사용자 용량에 대한 요구가 증가하고 있다. 이러한 요구를 충족시키기 위해 FDMA (Frequency Division Multiple Access), TDMA (Time Division Multiple Access), CDMA (Code Division Multiple Access) 등의 기존 기술에 덧붙여 스마트 안테나 (smart antenna) 등을 이용한 SDMA (Space Division Multiple Access) 기술 및 다른 다양한 기술을 통해 한정된 주파수 자원 안에서 더 많은 용량을 제공하려는 시도가 이루어지고 있다. 널리 알려진 스마트 안테나 시스템은 원하는 통신 채널의 신호 공간에 빔 패턴을 고정함으로써 사용자 용량을 증가시키고 수신 거리의 한계를 극복해 나갈 수 있다. 이러한 개념을 증명하기 위해서 여러 기관과 다양한 프로그램을 통해서 많은 실험이 수행되었고 상용화를 목전에 두고 있다. 그러나 스마트 안테나는 기지국에서만 안테나 배열을 사용하기 때문에 고속의

멀티미디어 서비스를 제공하기에는 여전히 부족한 사용자 용량을 해결할 수 없을 것으로 보인다. 이러한 관점에서 최근에는 송수신 양쪽에서 안테나 배열을 사용함으로써 스마트 안테나의 개념을 확장하고 있다. 이렇게 송수신 양쪽에 안테나 배열을 사용하는 시스템의 통칭을 MIMO (Multiple-Input Multiple-output) 시스템이라고 한다. MIMO 시스템은 특히 전파의 다중 경로가 많은 환경에서 용량의 이득이 더욱 증가하는 본질적인 특징을 가지고 있다. 따라서 미래의 통신 시스템에서 주파수 부족을 해결하는 중요한 해결 방법이 될 것으로 보인다. 일반적으로 다중 안테나는 다중 경로가 많은 환경에서 최적 결합 (optimum combining)을 통하여 이득을 높일 수 있다고 알려져 있다. 이러한 공간 다이버시티 (diversity)는 송수신 양쪽에 다중 안테나를 설치하여 그 개념을 확장할 수 있다. 특히 송수신 안테나가 각각 최소  $n$  개로 이루어졌을 때 송수신 안테나 각각에 해당하는 채널이 서로 독립적인 경로를 갖게 되면 주파수 효율이  $n$ 배로 증가한다. 또한 수신 SNR (Signal to Noise Ratio)이 큰 경우 그 채널 용량은 안테나의 개수에 따라 선형적으로 증가한다. 광대역 MIMO 채널 측정시스템을 제작하여 전파특성 데이터를 측정함으로써 광대역 전파특성 분석에 필요한 채널 파라미터를 구할 수 있고, 측정을 바탕으로한 광대역 MIMO 채널 모델 뿐 아니라 AoA(Angle of Arrival)의 연구는 MIMO 시스템에 활용될 뿐 아니라 Smart 안테나 등을 활용한 SDMA 기술 개발에도 적극 활용가능 안테나 Element간 채널의 특성이 독립적이면 안테나 Element 수에 비례하여 용량이 증가할 수 있기 때문에 MIMO 채널의 특성을 정확히 파악하고 그와 더불어 적절한 MIMO Coding 방법이 서비스가 전개된 이후에도 본 결과물을 활용하여 시스템 성능을 지속적으로 개선함으로써 보다 양질의 서비스 제공토록 기반자료로 활용가능할 것으로 기대한다. 더욱이 광대역 MIMO 채널의 전파특성 연구는 국내에서의 실험적인 연구는 거의 이루어지지 않았다. 통신서비스 전개에 있어 물리 채널의 원천 기술이라 할 수 있는 전파특성 연구는 원하는 데이터를 기술도입을 통해 얻기는 매우 힘들고, 또한 환경에 크게 의존하므로 외국 실험 데이터 자료로는 국내의 정확한 전파특성 연구를 수행하기 어렵다. 광대역 MIMO 전파특성 분석이 이루어진다면 MIMO 기술을 활용한 통신 서비스 전개가 훨씬 효율적으로 이루어질 것이며 서비스가 전개된 후에도 본 연구의 결과물을 활용하여 시스템 성능을 지속적으로 개선함으로써, 보다 나은 서비스를 제공할 수 있을 것이다. 따라서 광대역 MIMO 채널 측정시스템을 제작하고 전파측정을 수행하여 차세대 이동통신 후보 주파수 대역에 대한 광대역 전파특성을 분석하고, 국내 환경에 적합한 채널 파라미터를 도출하

고, 이를 통해 국내 기술 축적 뿐만 아니라 차세대 이동통신 국제 주파수 분배에서도 국내 의견을 제시할 수 있는 성과를 기대할 수 있을 것이다.

### 7. 광대역 MIMO 측정 시스템 상위설계

본 시스템은 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 광대역 Channel 측정 시스템으로 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하여 MIMO 채널의 특성을 측정하기 위한 시스템이다.



시스템 형상도

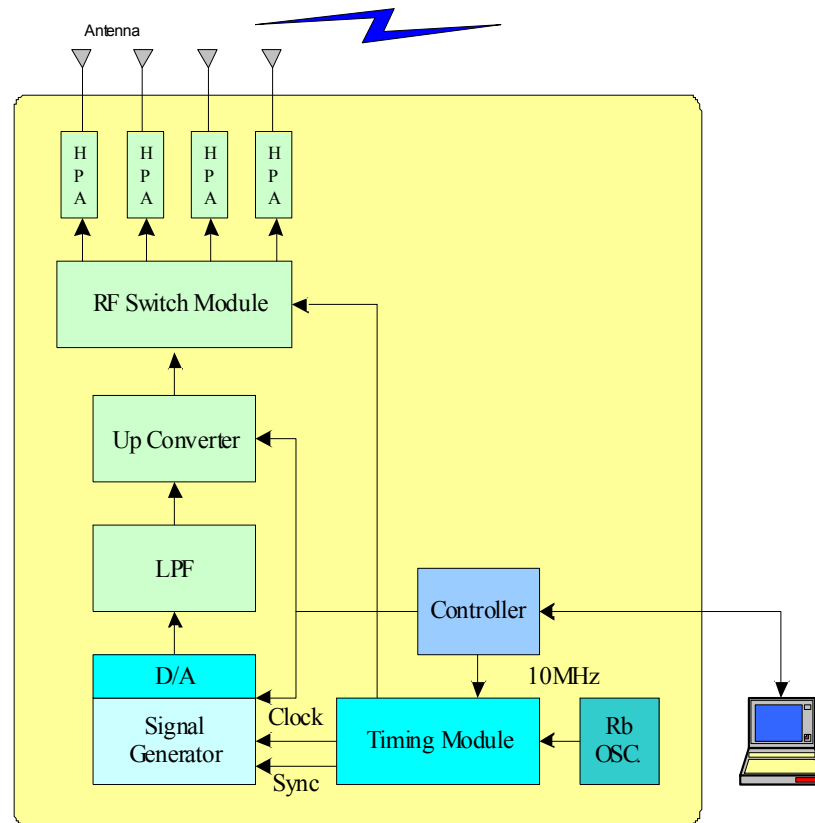
MIMO channel sounder 시스템의 구성 및 규격은 아래 표와 같다.

MIMO channel sounder 규격표

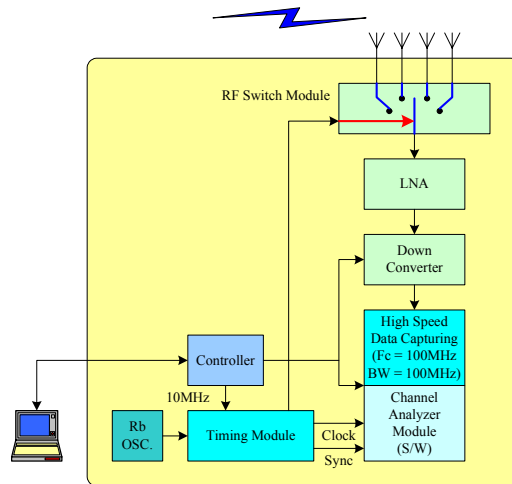
항목	규격	비고
주파수 대역	3.5-3.8GHz	
대역폭	100MHz	
송신 출력	30dBm	
수신 레벨	-80dBm	
Attenuation Range	30dB	
Attenuation Step	1dB	
Output VSWR	1.5:1	
Input Impedance	50	
Chip Rate	100Mcps	
PN Length	4096 chips	최대값
다중경로 분해능	> 3m	
주파수 안정도	10-11	
Antenna 수	4	

MIMO 광대역 채널 측정 시스템은 최대 100Mcps의 속도로 PN 신호를

송신하는 송신 시스템과 수신 시스템으로 구성된다. 위 그림에는 MIMO 광대역 채널 측정 시스템의 송신 시스템의 구성도를 나타내었다. 그림에서 송신 시스템에서의 송신 신호 흐름은 신호 발생기에서 발생한 신호는 D/A 변환기에 의하여 아날로그 신호로 변환되고 LPF와 up converter를 통하여 RF 주파수 신호로 변환된 후 파워 증폭기를 거쳐 4개의 안테나에 시분할 되어 전송된다. 이때 송신 시스템에서 사용하는 모든 클럭은 10MHz Rubidium Oscillator를 사용하여 발생되므로 매우 정확하게 동작된다. 4개의 안테나 단에서 수신된 신호는 RF 스위치 단에서 시 분할로 선택되며, 선택된 RF신호는 LNA와 주파수 다운 컨버터를 거쳐 고속 A/D로 입력된다. 고속 A/D변환기에서는 입력된 아날로그 신호를 A/D변환하여 채널 분석 모듈로 전달한다. 채널 분석 모듈에서는 고속 A/D변환기 모듈에서 획득한 신호 데이터를 이용하여 채널의 특성을 분석하는 기능을 담당한다.



MIMO 광대역 채널 측정 시스템의 송신 시스템 구성도



MIMO 광대역 채널 측정 시스템의 수신 시스템 구성도

RFU내부의 주요 구성모듈은 3.65 GHz의 신호를 입력받아 대역외의 주파수를 Filtering하기 위한 Cavity Filter와 일정한 Gain을 갖는 LNA, 3.65 GHz의 신호를 100 MHz로 Down-Conversion시키는 Down-Converter module과 Conversion에 필요한 Local Signal을 발생하는 PLL module 등으로 구성된다.



RF Unit 구성



LNA 구현 사진

LNA는 각 Port에 입력된 Signal은 아주 작은 Level의 신호이므로 LNA 모듈에서 일정이상의 Gain을 가지고 증폭된 후 Down-Converter로 보내지게 된다. LNA Module의 Final에는 SPDT RF switch를 내장하고 있으며 Down-Converter와 같이 동작하게 된다. Down-Converter는 먼저 3.5 - 3.8 GHz의 signal을 입력받아 두번째 Local 2.7 - 2.9GHz 의 Local 신호와 Mixing하여 850MHz의 주파수로 1차 Down-Conversion된다. 이때 발생하는 Local은 외장 Cavity Filter에서 제거되며, 이신호가 1차 Local과 Mixing되어 100MHz의 주파수로 변환된다. Gain 조절용 Digital Attenuator를 내장하고 있으며, 0 - 30 dB까지 1dB step으로 조절가능하다. Down-converter의 Input에는 SPDT

RF Switch가 내장되어 있으며 4port의 입력을 제어하게 된다, 여기에 사용된 RF Switch는 수십ns이하의 속도를 갖고있다.



Up Converter 사진



PLL 구현 사진

Down-Converter에 사용될 Local1, Local2를 발생시키며, Local1은 750MHz 혹은 950MHz로 Fixed PLL형태로 설계되어 있다. Local2는 2.7 - 2.9GHz 사이의 임의의 주파수를 발생시킬 수 있는데, MCU에서 Data를 받아 동작한다. 여기에 사용된 Reference는 10MHz의 정밀도가 아주 높은 신호를 받으며, 이 Reference는 Digital에서 사용하는 Reference와 같은 Signal을 사용한다. 송수신 각 4개의 Antenna ( Omni Antenna ) 를 사용하며 거치대에서 4개의 Array 간격을 조절가능하다. 안테나의 주요특성은 다음과 같다.

Characteristic	Electrical Char.	Frequency Range		3.5 GHz ~ 3.8 GHz
		Polarization		<b>Vertical</b>
		Gain		≥ 10 dBi
		Beam Pattern	H	65°
			V	30°
		V. S. W. R		≤ 1 : 1.5
		Power Capability		≤ 10 Watt
		Impedance		50 Ω
	Physical Char.	Radiation Element Material		Copper
		Dimension		360 × 171 × 52 mm
		Weight		TBD
		Input Connector		N-Female



수신 안테나 구현 사진



송신 안테나 구현 사진

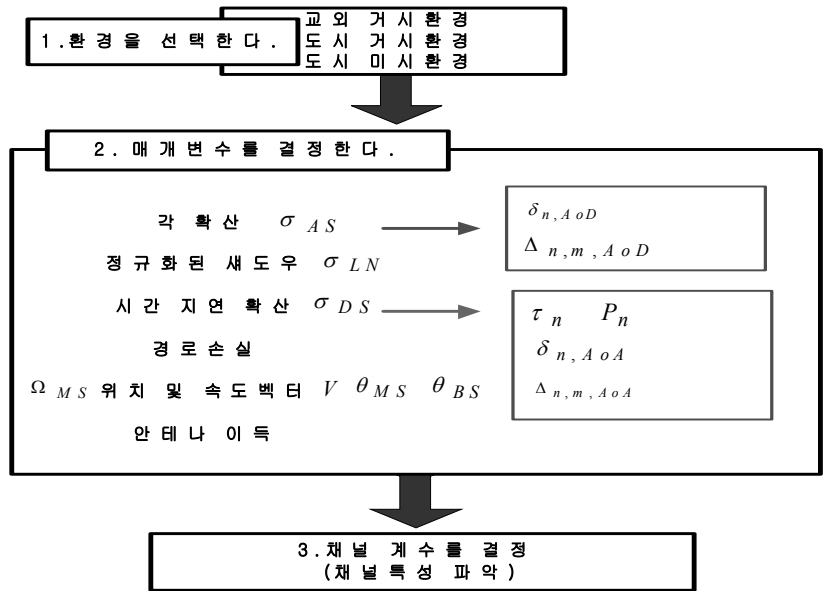
본 장비는 광대역이며 고속데이터 전송을 통한 전파 환경 측정장비로서 부품과 국내기술의 한계를 극복하여 국내 주파수 자원 활용을 활성화 시킬 수 있는 장치로서 본 과제를 통해 관련 파라미터 및 분석 프로그램을 개발하는데 목적이 있었으므로 이에 충실히 과제를 수행하여 관련 기술 확보 및 응용에 큰 기여를 할 수 있게 되었다. 본 과제를 통해 확보된 기술을 바탕으로 타 주파수 대역 또는 초고속 데이터 전송시 발생될 수 있는 관련 파라미터를 구하여 관련 분야에 도움을 제공하며 장치 제조를 통한 외국산 제품의 수입대체를 이루어 낼 수 있도록 할 예정이다.

## 8. 공간 채널 모델 (Spatial Channel Model)

다중 안테나 기술이 적용된 경우 각 안테나에서 수신된 신호는 이동국의 이동과 다중 경로 페이딩에 따른 시간상관 특성과 각 안테나 간의 거리에 따른 공간 상관 특성을 갖는 신호가 수신된다. 따라서 다중 안테나 기술이 적용된 시스템의 성능을 평가하기 위해서는 시공간 상관 특성을 갖는 채널의 고찰이 필요하다. 다중 안테나 기술에 적용할 벡터 채널로써 3세대 이동통신 표준화 그룹인 3GPP/3GPP2에서 작업이 수행된 채널 모델 방식을 선택하여 제시하였다. 이동통신 시스템의 채널 환경은 통계적 특성상 크게 부도심 매크로(Suburban Macro), 도심 매크로(Urban Macro), 도심 마이크로(Urban Micro) 환경으로 구분할 수 있다. 여기서 각 채널 환경은 그 특성에 따라 채널 환경 변수가 결정되며, 이에 따라 송신 각과 수신 각, 신호의 지연 시간 및 그에 따른 신호 전력 등을 통계적 특성에 따라 산출할 수 있다. 이 과정을 통해 최종적으로 채널 계수를 발생하게 되며 아래 그림과 같다. 공간 채널 모델(Spatial Channel Model, SCM)의 가정된 사항은 다음과 같다. 우선 이동국들 간의 음영효과(shadowing)는 상관관계가 없고, 안테나의 송수신 신호는 6개의 주 경로에 대해 각각이 20개의 부 경로로 이뤄진다. 또한, 안테나



의 상하에 따른 각 확산은 고려하지 않으며 단일 안테나환경과 비교를 위해 다중 안테나의 총 전송 전력은 단일 안테나의 전송 전력과 동일을 가정한다. 본 공간채널 분석 연구는 내년 공간채널을 분석할 수 있는 채널 사운더를 이용한 측정 데이터에 적용하여 활용될 예정이다.



공간 상관 채널 발생 과정

## 제 4 장 결 론

과거 10여년의 이동통신 기술 시장은 ITU에서 IMT-2000 주도했던 유럽과 미국 양진영의 주도로 리드되어왔다. WRC0-03 이후 2004년부터 향후 2010년 이후의 차세대이동통신 서비스를 대비키 위한 주파수 필요성 논의가 해당 ITU-R 연구반인 WP8F에서 활발히 진행 중이며, 구체적으로 주파수가 얼마나 필요한지, 어느 대역이 국제주파수 분배에 유리한지, 향후 이동통신 시장 및 서비스는 어떻게 발전될지 등의 연구가 진행 중이다. 현재 차세대이동통신은 한국을 중심으로 일본, 중국의 3강 구도로 주도되고 있다. 무선통신 시장에서 주파수 확보는 시장선점의 유리한 입지를 갖는 무엇보다 중요한 일이다. 이에 정통부의 IT389 신성장동력 사업 중 차세대이동통신 사업은 단순 무선통신 기술의 우위를 모색하는 의미를 뛰어넘어 지난 과거 10 여년 동안 이동통신 시장에서 빼앗겼던 우리나라의 경쟁력을 되찾으려는 숨은 의미가 있다고 여겨진다. 이를 위한 무엇보다 중요한 시작이 주파수 자원 발굴 및 확보이며, 이에 따른 보다 본격적인 연구가 수행되어야 할 시기라 판단된다.

본 연구보고서에서는 크게 두 가지 영역의 사업분야로 구분되어 2004년도 연구 수행된 결과를 중심으로 기술되었다. 우선 WRC-07의 국제주파수 자원 확보를 위한 ITU-R WP8F 연구반 활동 결과를 기술하였으며, 그 다음 차세대이동통신 시스템을 위한 잠정 후보대역 발굴을 위한 연구 활동을 기술하였다. 연구결과로는 3-5GHz대역을 중심으로 이동통신 활용 가능대역 확보에 필요한 주파수 재배치 및 기존역무 간 혼신분석 방법론을 개발 및 동대역의 차세대이동통신 무선접속 기술을 고려한 전파채널 특성연구 수행결과를 기술하고 있다. IT389 신성장 동력 사업의 일환으로 수행되고 있는 차세대이동통신 주파수 자원개발과 관련한 본 연구는 2007년경에 개최예정인 WRC에서 우리나라 국익 반영 및 전 세계 이동통신 기술 분야에서 국가 경쟁력을 향상시킬 수 있도록 활용될 전망이다.

## 참고문헌

- [1] ITU-R WP8F 출장보고서
- [2] 2004년도 ETRI 공동연구보고서, MIMO 광대역 채널사운더 개발

## 2 부

다중안테나 채널 사운더를 이용한  
실내 MIMO 채널 특성 연구

책임 연구원 석재호  
임재우

주 무 관 김종룡

## 제 1 장 서 론

인터넷 서비스와 같이 큰 전송율을 요구하는 다양한 서비스를 제공하기 위해서는 무엇보다도 제한된 통신 자원을 이용하여 보다 많은 데이터를 전송할 수 있는 물리계층 요소 기술 개발이 중요하다. 현재 고려되고 있는 다양한 전송효율 향상 기술 중 송·수신단 모두에 다수의 안테나를 사용하는 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 기술은 추가적인 주파수 할당이나 전력 증가 없이도 통신 용량 및 송수신 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있는 방법으로서 현재 가장 큰 주목을 받고 있다[4]. 90년대 중반 MIMO 시스템의 이론적 용량 증가가 증명된 이후 이를 실질적인 데이터 전송률 향상으로 이끌어 내기 위한 다양한 기술들은 이미 3 세대 이동통신과 차세대 무선랜 등의 다양한 무선 통신의 표준에 반영되고 있으며[1], 이에 대한 연구도 상당히 진척되어있다[6][8]. 하지만 기존의 MIMO 시스템 분석에는 주로 각 채널이 독립적이라고 가정하고 시스템을 분석해 왔고[3], 광선 추적법을 이용하여 국소영역에 대한 결정적인 방법을 통해 분석해왔으며[8], 직교 주파수 분할 다중 통신 방식과 같은 협대역 통신 방식에 대해서는 협대역 MIMO 채널 사운더의 부재로 인해 정확한 채널 측정을 통한 분석 데이터가 제공되어 있지 않다[9]. 실제로 MIMO 채널에서는 송신안테나와 수신안테나 각각의 배열 소자간에 모두 상관관계를 가지고 있으며 MIMO 시스템이 공간이득을 얻는 시스템이라는 점을 감안하면 독립적 채널에서의 성능 분석은 채널 구성에 있어서 제한을 제시하는 것이기에 정확한 성능 분석에는 한계가 있고, 광선 추적법을 이용한 분석은 계산량이 많고 시변채널에 대한 분석이 불가능하며, 일반적인 환경에 대한 통계적인 분석을 할 수 없다는 단점을 갖는다. 이동통신에 있어서 무선 채널은 시스템의 성능에 영향을 주는 가장 주된 요인이며 이는 전파 환경에 따라 커다란 영향을 받기에 MIMO 시스템의 정확한 성능 분석을 위해서는 정확한 채널 정보의 분석이 선행되어야 한다.

MIMO 기술에서 가장 중요한 것은 채널 특성들이다. METRA 프로젝트에서 CDMA 시스템을 위한 광대역 채널 모델이 제안되었다. 본 연구에서는 협대역 MIMO 채널 사운더로 실내 채널 환경을 측정하였다. 채널 사운더는 두 개의 송신기와 두 개의 수신기를 가지고 직교 부호의 네 개 채널을 확인하며, 최대 근사 채널 추정법(Maximum likelihood channel estimation)을 사용하여 채널 행렬이 구성되고 MIMO 채널 모델로 평가된다.

본 연구에서는 협대역 MIMO 채널 측정을 통해 MIMO 통신을 하는 2.3 GHz 대역의 실내 피코셀 환경에서 실질적으로 사용 가능한 MIMO 무선 채널 전파 특성의 분석 데이터를 제시한다. 기존의 MIMO 채널 데이터는 SISO를 통한 단일 채널 측정을 통해 MIMO로 확장하여 해석하기에 송수신 안테나간의 상관 관계가 고려되지 않아 적절하지 못하며, 기존의 슬라이딩 상관 분석을 통한 MIMO 채널 측정은 직교 주파수 분할 다중 통신 방식과 같은 협대역 통신 채널에 대한 분석이 불가능하지만 본 연구에서 보여지는 MIMO 채널 분석 데이터는 대역 확산 방식과 통신 분석 기법을 결합하여 MIMO 무선 채널을 정확히 측정 할 수 있는 채널 측정 방법을 기반으로 함으로서 대표되어지는 실내 환경에서 페이딩 특성과 공간상관 특성을 얻고, 송수신 안테나의 간격과 실내 집기물의 정도차이 그리고 실내 공간의 크기와 송신기의 위치에 대한 MIMO 통신 채널을 분석한다. 또한 채널의 고유값 분포와 용량을 통해 채널 특성을 분석하며 측정 환경에서 일어날 수 있는 MIMO 통신의 문제점에 대해 고찰한다.

본 연구의 제 2 장에서는 MIMO 시스템의 채널 및 특성을 소개하고 채널에 영향을 주는 채널 파라미터를 소개하며 MIMO 채널 정보를 나타내는 파라미터에 대해 설명한다. 제 3 장에서는 MIMO 전파 채널 정보를 얻기 위해 사용되어진 협대역 MIMO 채널 측정 시스템의 설계를 나타낸다. 제 4 장은 실내 전파 채널을 분석함에 있어서 측정 환경을 분석하고, 측정 방안을 보인 뒤 제 2 장에서 소개된 채널 파라미터 값을 제시하고, 이를 통해 MIMO 시스템 다중 채널을 분석하여 향후 통계적 채널 모델링을 위한 기초 자료를 제시한다. 마지막으로 제 5 장에서는 결론과 향후 연구과제에 대해 나타낸다.

## 제 2 장 MIMO 채널 모델 및 특성

### 제 1 절 MIMO 채널 모델[2]

MIMO 채널은 안테나 개수  $M_T$ 와  $M_R$ 에 의해  $M_T$  by  $M_R$  행렬로 모델화 되고, 협대역 채널에서 신호 모델은

$$y^l = \sqrt{\frac{E_s}{M_T}} H^l s^l + n \quad (1)$$

이다.

$E_s$ 는 신호 전력,  $M_T$ 는 송신기의 수이고,  $l$ 은 표본 개수이다.  $s$ 와  $y$ 는 송신된 신호와 수신된 신호의 벡터이다.  $M_T$ 가 2이고  $M_R$ 이 2일 때, 채널 행렬은  $H^l = [h'_{11}, h'_{12}, h'_{21}, h'_{22}]$  이다. 채널은 라지 스케일 페이딩 특성을 제거하기 위해 정규화 되어야 한다. 채널 전력은 다음과 같은 단위 전력을 갖는다.

$$\frac{1}{M_T M_R L} \sum_{l=1}^L \|A H_{meas}^l\|_F^2 = 1 \quad (2)$$

$\|\cdot\|_F$ 는 frobenius norm이고  $H_{meas}$ 는 측정된 채널 행렬  $H$ 이다. 따라서 정규 계수  $A$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$A = \sqrt{\frac{M_T M_R L}{\sum_{l=1}^L \|H_{meas}^l\|_F^2}} \quad (3)$$

$L$ 은 총 표본 개수이다. 정규화된 채널 행렬  $H$ 는

$$H = A H_{meas} \quad (4)$$

이다.

## 제 2 절 MIMO 채널 용량

채널을 알 수 없고 그 채널 전력이 일정하게 분포되어 있을 때, 채널 용량은 다음과 같이 정의된다.

$$C^l = \sum_{i=1}^{\min(M_T, M_R)} \log_2 \left( 1 + \frac{E_s}{M_T N_0} \lambda_i^l \right) \quad (5)$$

$E_s/N_0$ 는 신호대 잡음 비이고  $\lambda_i^l$ 는  $H^l(H^l)^H$ 의 고유값이다.  
에르고딕 용량은 다음으로 정의된다.

$$C = E\{C^l\} = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L C^l \quad (6)$$

## 제 3 절 Rician K factor

Rician K factor는 직접파와 간접파의 전력비이다. 측정된 결과에서 Rician K factor는 다음과 같은 모멘트 방법으로부터 추정된다.[7]

$$K = \frac{|V|^2}{|\sigma|^2} = \frac{\sqrt{G_a^2 - G_v^2}}{G_a - \sqrt{G_a^2 - G_v^2}} \quad (7)$$

이때

$$G_a = \frac{1}{T} \sum_{l=1}^L H^l \quad (8)$$

$$G_g = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{l=1}^L (H^l - G_a)^2} \quad (9)$$

이다.

$G_a$ 는 신호  $V(t)$ 의 평균이고,  $G_g$ 는 신호  $V(t)$ 의 RMS 변동값이다.

## 제 4 절 공간 상관

다중 안테나 시스템의 경우 안테나 소자간의 거리에 따라서 공간적인 채



널의 상관특성을 갖고 이에 대한 계수를 공간 상관 계수라 한다. 다중 경로를 통해 서로 다른 경로 길이와 큰 위상 변화를 겪으며 수신되거나, 안테나 소자간의 거리가 멀어질수록 상관도는 줄어든다. 이런 공간 상관도의 차이는 MIMO 채널의 용량 성능에 영향 미치는 중요한 파라미터이다. 이때 MT 개의 송신 안테나와 MR 개의 수신 안테나 각각에 대한 공간 상관 특성을 얻어야 하며, k1과 k2번째 송신 안테나 간의  $\ell$  번째 수신 안테나에 대한 복소 공간 상관 계수를 구하기 위해 다음 식을 사용한다.

$$\begin{aligned}\rho_{k1,k2}^{BS} &= \langle H_{k1\lambda}, H_{k2\lambda} \rangle \\ &= \frac{\{E[H_{k1\lambda} - E(H_{k1\lambda})][E[H_{k2\lambda} - E(H_{k2\lambda})]]\}}{\sigma_{k1\lambda}\sigma_{k2\lambda}}\end{aligned}\quad (10)$$

$\rho^{MS}$  도 마찬가지로 얻을 수 있다.

## 제 3 장 측 정

### 제 1 절 측정 시스템

현재 사용되고 있는 휴대인터넷 주파수 대역의 채널 응답 데이터를 측정 할 수 있도록 주파수 범위는 2.3에서 2.4GHz로 한다. 측정 시에는 가능한 많은 데이터를 수집할 수 있어야 하기에 측정 데이터를 바로 저장할 수 있는 충분한 용량의 저장장치를 가진 장비를 사용한다. 수집된 데이터는 소프트웨어를 통해 처리하여 시스템의 부하와 전체적인 측정 시간을 줄인다. MIMO 채널 정보를 얻기 위해 MT 개의 송신과 MR 개의 수신 채널을 동시에 측정 할 수 있어야 하며 본 논문에서는 각각 2개의 송수신 안테나를 사용한다. 다중경로를 통해 오는 신호를 획득하기 위해 송신 및 수신 모두 무지향성 다이폴 안테나를 사용하고, 그 높이는 각각 2 m, 1.7 m이다. 장비의 이동성을 위해 이동장치 위에 측정 시스템을 구성한다.

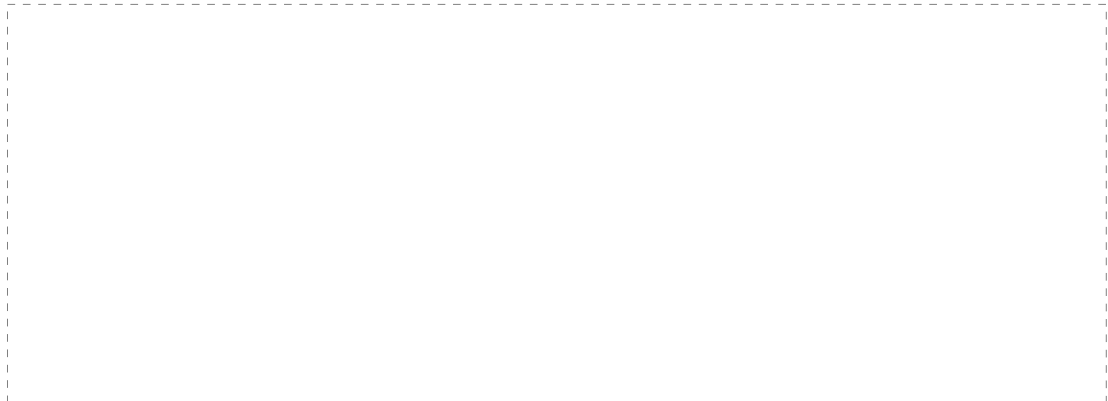
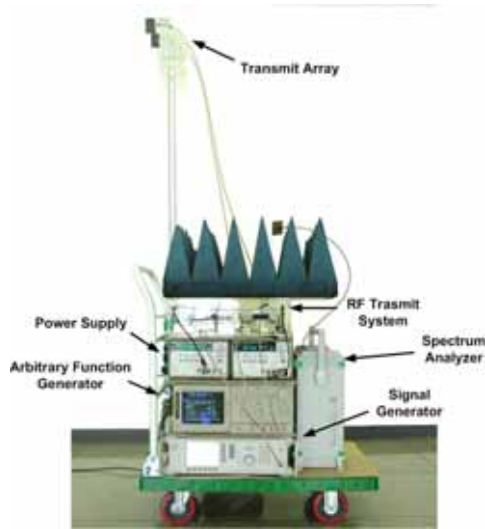
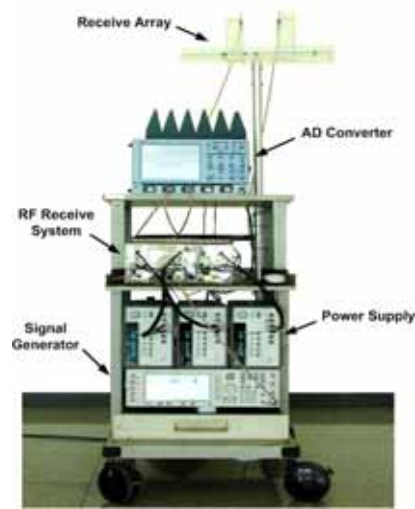


그림 2-1 DS spread spectrum MIMO 채널 측정 시스템의 구성도



(a) 송신기



(b) 수신기

그림 2-2 MIMO 채널 측정을 위한 송수신 시스템

## 제 2 절 측정 환경

본 연구에서 측정이 수행된 장소는 휴대 인터넷 서비스의 사용빈도가 높을 것으로 고려되는 사무실 환경으로 그 크기는  $8.4\text{ m} \times 8.22\text{ m}$ 이다. 수신기를 사무실 내부에 배치하고, 송신기를 사무실 내부와 복도에 배치하는 두 가지 경우를 설정하여 가시, 비가시 환경을 만든다. 아래의 측정 환경 그림에서 Tx01와 Tx02의 경우가 각각 가시, 비가시 환경이다. 송신기는 고정된 상태에서 수신기를 파장의 약 15배 길이(약 2m)만큼 이동하며 측정하며, 측정 위치는 사무실 내의 서로 다른 3 곳이고 각각 POS10, POS20, POS30으로 명명한다. 각 수신위치에서의 화살표는 수신기가 이동한 방향을 나타낸다.

사무실에는 다수의 책상, 책장, 파티션들이 존재하고 그 높이는 각각 1 m, 1.5 m, 1.3 m 정도이기에 송신기와 수신기 안테나 사이에 가시 경로를 확보할 수 있으면서 산란에 의한 다중경로를 생성할 수 있다. 측정시 사람의 움직임을 제한하여 시간에 따른 채널의 급격한 변화를 최소화한다.

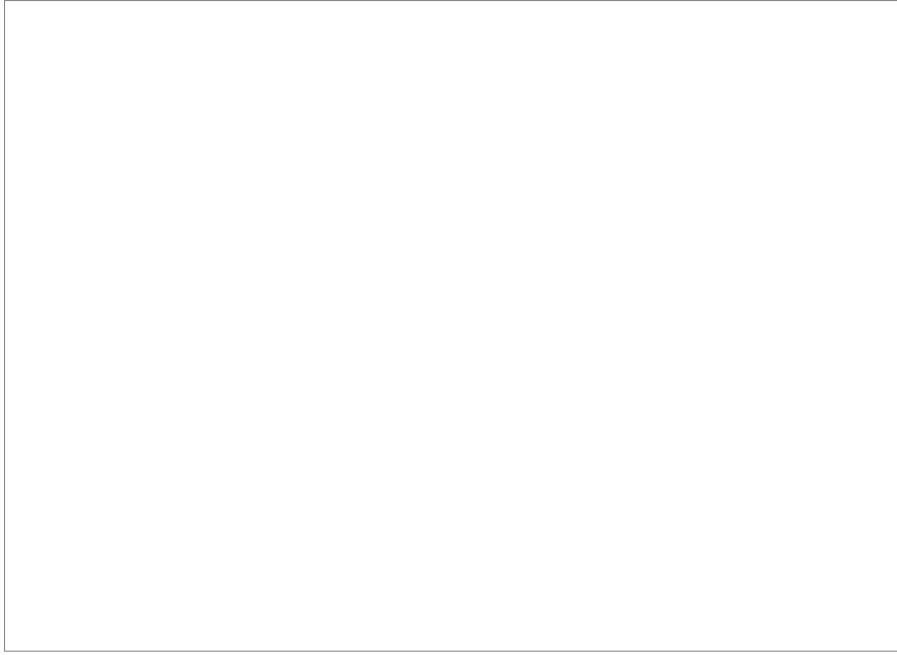


그림 2-3 측정 환경

## 제 4 장 분석 결과

측정한 데이터로부터 Rician K factor, 채널 용량, 이동국 상관 계수( $\rho_{pow}^{MS}$ ), 기지국 상관 계수( $\rho_{pow}^{BS}$ )를 얻어낸다. 송신기가 사무실 안에 위치하는 가시 환경과 밖에 위치하는 비가시 환경에서 각 파라미터 평균값의 범위는 다음과 같다.

표 4-1. 가시 및 비가시 환경에서의 채널 파라미터 결과(위치별 평균값)

	가시 환경	비가시 환경
K factor	1.42~4.28	0.14~6.42
채널용량	8.32~9.61	7.14~10.64
$\rho_{pow}^{MS}$	0.11~0.45	0.02~0.52
$\rho_{pow}^{BS}$	0.73~0.90	0.67~0.9

위의 표에서 K factor와 채널 용량의 평균 범위를 구하면 각각 0.14~6.42, 7.14~10.64 bits/Hz이다. 수신 안테나의 간격이  $0.5\lambda$ 일 때와  $1.5\lambda$ 일 때의 송신 안테나 간격에 따른 평균 변화는 각각 다음의 표와 같다.

표 4-2. 송신안테나 간격에 따른 채널 파라미터 결과 (수신안테나 간격  $0.5\lambda$ )

	$0.5\lambda$	$1\lambda$	$3\lambda$
K factor	0.81~4.72	0.71~6.42	0.14~6.05
채널용량	7.95~9.87	8.47~10.64	8.28~9.01
$\rho_{pow}^{MS}$	0.03~0.39	0.14~0.44	0.02~0.54
$\rho_{pow}^{BS}$	0.6~0.93	0.77~0.91	0.71~0.86

표 4-3. 송신안테나 간격에 따른 채널 파라미터 결과 (수신안테나 간격  $1.5\lambda$ )

	$0.5\lambda$	$1\lambda$	$3\lambda$
K factor	0.98~4.86	1.30~6.0	1.09~4.64
채널용량	7.78~9.17	8.36~9.23	8.48~9.22
$\rho_{pow}^{MS}$	0.08~0.45	0.21~0.54	0.09~0.37
$\rho_{pow}^{BS}$	0.73~0.90	0.75~0.90	0.72~0.90

## 제 5 장 결 론

본 연구에서는 송신과 수신 안테나로 다이폴 안테나를 각각 2개씩 사용하고, 2.4 GHz의 휴대인터넷 주파수 대역에서 작동하는 MIMO 측정 시스템을 구성하여, 휴대 인터넷의 사용 빈도가 높을 것으로 예상되는 작은 사무실 환경에서 채널 특성을 측정하였다. 측정시 송신기의 위치를 변화시켜 가시 및 비가시 환경을 구성하였고, 송신 및 수신 안테나 소자간 간격을 조절하여 공간 상관 특성을 고려하였다. 이를 통해 각 환경과 상태에 따른 2X2 MIMO 채널 용량을 얻어냈다. 비가시 환경의 경우보다 가시 환경일 때 채널 용량 범위의 최소값이 증가하였으며 안테나 소자간 간격이 증가함에 따라 채널 용량도 약간 증가하는 경향을 확인하였다. 더불어 측정환경처럼 산란체가 전체적으로 분포하여 다중 경로 생성이 쉬운 곳에서는 안테나 소자간 간격이 변하여도 채널 용량의 급격한 변동 없이 양호하게 나타남을 확인하였다.

## 참고문헌

- [1] 3GPP TR 25.858 V1.0.4, January. 2002.
- [2] A. Paulraj, R. Nabar, and D. Gore, Introduction to Space Time Wireless Communications, United Kingdom : Cambridge university press, 2003
- [3] A. S. Mohan, T. Zhongwei, "A hybrid indoor MIMO channel model using signal clusters for wireless communication", 14th IEEE Proceedings on PIMRC, Vol 2, pp. 1815-1818, Sept. 2003.
- [4] G. J. Foschini, M. J. Gans, "On Limits of Wireless Communications in a Fading Environment When Using Multiple Antennas," Wireless Personal Communications, Vol. 6, pp. 311-335, 1998.
- [5] Jean Philippe Kermoal, Measurement, Modeling and Performance Evaluation of the MIMO Radio Channel, Center for PersonKommunikation Aalborg University, 2002
- [6] Lucent: 3GPP TSG R1-01-0879, "Increasing MIMO throughput with per-antenna rate control".
- [7] L. J. Greenstein, D. G. Michelson, and V. Erceg, "Moment Method Estimation of the Ricean K factor," IEEE communication letters, VOL. 3, NO. 6, JUNE 1999
- [8] L. Schumacher, K. I. Pedersen, J. P. Kermoal, P. E. Mogensen, "A Link-Level MIMO Radio Channel Simulator for Evaluation of Combined Transmit/ Receive Diversity Concepts within the METRA Project", IST Mobile Summit, Galway, Ireland, October. 2000.
- [9] W. J. Choi and J. M. Cioffi, "Space-time block codes over frequency selective rayleigh fading channels," IEEE VTS 50th, Vol. 5, pp. 2541-2545, 1999.



### 3 부

## 신규 주파수 이용방안 도출 및 주파수 가용성 분석결과, 그리고 RFMS 기능개선 결과

책임 연구원 배석희  
주 무 관 김종룡  
김청원

## 제 1 장 서 론

2007년과 2010년 WRC를 위해 새롭게 논의 되고 있는 연구분야는 신규 주파수 이용방안과 도출에 관한 것이다. 관련 연구를 위해서 UWB 및 4세대 또는 차세대이동통신에 관한 다양한 기술들이 논의되고 있다. 뿐만 아니라 새로운 주파수 확보와 더불어 주파수관리체계의 선진화를 위해 장기적인 관점과 IT화 관점에서 각국은 많은 노력을 기울이고 있다.

따라서 새로운 주파수 이용에 관한 발굴과 주파수 관리체계, 전파특성에 관한 기반배경을 바탕으로 본 연구를 수행했으며, 그에 따른 결과에 대해 결과 보고를 목적으로 작성하였다.

보다 자세한 사항으로 본 연구는 향후 본격적으로 도입될 UWB 등 새로운 주파수 이용에 관한 국제 표준화 결과를 2장의 1절과 2절에서 언급했으며, 특히 UWB 표준화에 관한 각국의 관심은 지대하며 UWB와 타 업무간 양립성에 관한 연구보고서, UWB 신호 측정방법에 관한 권고, UWB 도입에 대한 제도적인 권고에 관한 결과는 의미하는 바가 크다.

두 번째로 주파수지정검토업무가 2004년 2월을 기점으로 본부로부터 연구소로 이관됨에 따라 본격적인 전파관리업무체계를 수행하게 되었다. 그에 따른 수행실적을 잠깐 언급했으며 RFMS를 이용한 관련 검토결과에 대해서도 제 3장 2절에 잘 나타내었다. 관련 결과는 전체 주파수관리에 있어 보다 체계적인 구축을 위해 RFMS 활용성을 높이기 위한 부분으로도 적용되어 그 연구결과를 나타낸 것이기도 하다. 4장에서는 2003년 용역 수행 후 수행결과에 대한 검증과 유지보수를 수행하였으며 2004년 한 해 동안 수행하였던 결과에 대해 달라진 부분을 중심으로 기본 성분부터 차례대로 언급 하겠다.

마지막으로는 스펙트럼분야에 대한 전파관리분야와 전파전파 분야에 대해 2004년에 제네바 국제회의에 개최되었던 권고개정의 결과를 중심으로 변화된 사항 등을 살펴보았다. 관심있게 보아야 할 부분은 새로운 주파수 발굴에 있어 275GHz에서 3000GHz까지의 대역에 대한 주파수이용에 관한 보고서 초안과 THz 대역의 전파특성에 관한 연구결과는 향후 전파관리체계에 영향을 줄 것으로 생각된다.

## 제 2 장 UWB 도입에 대비 국제표준 동향 연구

본 장에서는 UWB 도입에 대비에 하여 우리나라 서비스 업무에 직접적인 영향을 줄 수 있는 서비스 보호 기준에 관한 국제 동향 및 관련 연구결과를 기술하였다. 특히 TG1/8에 보스턴 회의에서는 우리나라 위성 DMB 위성 서비스를 위한 UWB와의 양립성 연구와 관련 회의 결과를 중심으로 기술하였으며 홈네트워크 등 UWB 활용에 있어 고려되었던 결과를 중심으로 기술하였다.

### 제 1 절 UWB 주파수이용 연구반(TG1/8)의 3차회의 결과

#### 1. 회의 개요

- 회의명 : ITU-R UWB 주파수이용 연구반(TG1/8) 3차 회의
- 기 간 : 2004. 6. 9(수)~18(금)(10일간)
- 장 소 : 미국 보스턴 웨라톤 호텔
- 참가자 : 19개 회원국, 28개 국제기구 및 회원사 대표 약 150여명
- 주요의제
  - UWB 기술의 특성
  - UWB 시스템과 다른 서비스간의 양립성
  - UWB 법률적 구조
  - UWB 신호의 측정방법
- 3차 회의 목적
  - 2차 회의에서 작성한 UWB 시스템과 타업무간 양립성 연구보고서 및 권고, UWB 기술 특성 권고, UWB 신호 측정방법 권고, UWB 제도 권고 초안들을 전면 보완 정리
- 회의구성
  - Working Group은 1~9개의 초안작성반(DG)을 구성·운영

#### 2. 회의 배경

- UWB 기술은 무선통신 업무에 기 분배된 스펙트럼을 이용할 수 있으므로 전파자원 이용 효율을 획기적으로 증가시킬 수 있음
- UWB 기술이 잡음 수준의 스펙트럼전력밀도를 이용하지만 500MHz~수GHz의 대역폭을 점유하므로 많은 수의 UWB 신호가 합산되어 타 통신에 전파

잡음으로 작용하여 악영향을 미칠 수 있음

- o 이에 따라 비허가 UWB 시스템이 사용하는데 필요한 기술적, 행정적 요건 검토 필요
- o 2001년 UWB 특성과 이용 규정 정립을 위해 연구 과제를 채택하고 2002년 새로운 작업반(TG1/8)을 구성
  - ※ 과제 226/1 : UWB 장비 도입에 대비한 행정적 규정 검토
  - 과제 227/1 : UWB기술의 소출력설비와 무선통신업무의 기술적 양립성
  - TG1/8 임무 : UWB 특성 권고, 타 통신과의 양립조건 권고, UWB 스펙트럼관리방법 권고, UWB신호 측정방법 권고 개발
- o 2003년 1월 TG1/8 1차 회의를 통해 작업 범위 설정
  - UWB 기술 특성, UWB와 타업무간의 양립성, UWB 이용 제도 지침, UWB 신호 측정 방법 등의 권고를 개발키로 하고, 이를 위해 우선 타 업무와의 양립성 연구 보고서를 작성하기로 함
- o 2003년 2월 TG1/8 2차 회의를 통해 UWB 기술 특성, UWB와 타업무간의 양립성, UWB 이용 제도 지침, UWB 신호 측정 방법 등 4개 권고와 UWB와 타업무간 양립성 보고서 초안을 작성

### 3. 주요 회의 내용

#### 가. UWB 스펙트럼 관리 제도 권고 초안 정리 (WG3)

- o WG3는 무선통신 업무에 분배된 스펙트럼을 비허가 UWB 시스템이 사용하는데 필요한 기술적, 운용적 요건 권고안을 작성중임
  - 지난 회의에서 작성한 초안에 포함되어 있던 미국의 UWB기술 이용 제도는 UWB 특성 권고의 부속서로 옮겨 참조만 하기로 함
  - 고려사항에 UWB 신호는 통신시스템의 불요발사와 성격이 다르므로 전파규칙 부록3의 스푸리어스 발사 제한 값을 적용할 있는 것은 아니나, 한 국가(미국)는 이 제한 값 이하로 UWB를 허용하고 있음을 명시
    - ※ 관련문서 : Temp/66r1, 1-8/75(미국, 불요발사), 76(미국, 관련전파규칙), 112(영국, 기존업무보호), 127(캐나다, 편집), 136(러시아, 인명 안전 목적의 UWB)
- o UWB 기술 이용 규정을 정할 때 고려할 사항
  - ITU헌장45조(유해간섭), 전파규칙 0.4, 1.59, 1.138, 1.38, 3.3, 3.551, 4.4, 4.5, 4.10, 4.22, 5.223, 5.260, 5.267, 5.340, 5.340.1, 5.421, 5.422, 5.483, 13.15, 13.14, 15.12, 부록13, 부록15
  - 각 국은 UWB 장치를 규제하는 주권을 가지고 있음

- UWB 장비를 국가간 경계로 이동하거나 이용할 때의 영향
- UWB 장치는 개별허가를 면제하는 형태로 허용될 수 있음
- UWB 장치는 간섭으로부터 보호받지 않는 조건으로 허용되고 있지만, 인명안전 등 특정 용도의 UWB 장치에 대해서는 국가적 보호를 받을 수도 있음
- 각국은 UWB 장치를 전파규칙 제4조에 따라 다른 무선국에 간섭을 야기하지 않고 간섭으로부터 보호받지 않는 조건으로 허용할 수 있음
- 인명안전 관련 업무는 전파규칙 4.10에 따라 간섭으로부터 보호받을 수 있는 특별한 수단이 강구되어야 함
- RRB의 유권해석에 따르면 전파규칙 5.340조에 명시된 주파수에 대하여는 명시된 수동업무 외에 다른 업무로 ITU가 국제등록을 접수 받을 수 없음
- UWB 기술 도입을 위해 전파규칙 5.340조의 수동업무 보호 규정이 약화되어서는 아니 되며, 이 주파수의 수동업무 보호를 위한 특별한 조치가 필요함

※ 전파규칙 5.340 : 아래 수동업무 주파수 대역에서 모든 전파발사 금지 (WRC-03)

1400-1427MHz	48.94-49.04GHz	148.5-151.5GHz
2690-2700MHz(5.422조 예외)	50.2-50.4GHz2	164-167GHz
10.68-10.7GHz(5.483조 예외)	52.6-54.25GHz	182-185GHz
15.35-15.4GHz(5.511조 예외)	86-92GHz	190-191.8GHz
23.6-24GHz	100-102GHz	200-209GHz
31.3-31.5GHz	109.5-111.8GHz	226-231.5GHz
31.5-31.8GHz	114.25-116GHz	250-252GHz

#### 나. UWB 기술 특성 권고 초안 보완 정리 (WG1)

- o WG1에서는 UWB 정의, 시스템 특성, 방사 특성 등에 대한 권고안을 작성중이며 금번 회의에서는 권고 내용을 3개 부속서로 정리함

※ 관련문서 : Temp/81, Temp/59, 1-8/89(독일, 불요발사), 110(프랑스, 이용밀도), 120(캐나다, 전체편집), 129(이스라엘, 이용밀도), 144(일본, 변조 방식)

- o UWB 정의 (부속서 A)

- 정의 : 의도적으로 발생되어 복사 또는 유도에 전달되는 500MHz 이상의 대역폭 또는 대역폭대 중심주파수 비 0.2 이상 되는 전파에너지
- UWB 필요주파수대역폭, 점유주파수대폭, 대역외발사, 스퓨리어스발사 등에 대한 정의에 대해 다른 통신신호에 적용하는 기존의 정의가

그대로 적용될 수 있는지 계속 검토하기로 함

- 일반적 특징은 우선 다음과 같이 정리함

- 수십 나노초의 펄스신호를 이용하므로 다중경로 페이딩에 강함
- 에너지를 초광대역에 분산 전송하므로 외부 간섭에 강함
- 낮은 스펙트럼전력밀도를 이용하므로 보안성이 좋음
- 중간주파수 개념이 없이 기저신호 송신하므로 시스템이 간단함
- 100Mbps 이상의 고속 근거리 통신 시스템에 적합

o UWB 기술을 이용한 시스템의 특성 (부속서 B)

- 전형적인 UWB 장치의 종류 : 레이더 이미징 시스템(대지투과, 벽속물 체레이더영상, 벽투과레이더영상, 감시, 의료), 자동차레이더시스템, 측정시스템, 통신시스템 등

※ PULSERS (Pervasive Ultra-Wideband Low Spectrum Energy Radio System) 개념의 네트워크 모델의 삽입 제안이 있었으나, 아직 용어부터 정리되지 않은 사항으로 차기 회의에서 다시 검토하기로 함 (Temp/48, 1-8/91)

- 활성계수(Activity Factor)

- UWB와의 양립성 검토에 필요한 이용 밀도와 활성계수를 다음 표와 같이 가정하고 다음 회의까지 이 값들의 적절성을 다음 회의까지 검토하기로 함

구분	시골	교외	도심
UWB 밀도(/km <sup>2</sup> )	100	1000	10000
활성계수(Activity factor)	5 %	5 %	5 %
옥외사용	50%	20%	10%

- 이 외에도 인구밀도의 4%로 가정하는 방법과 가정과 사무실 환경을 고려 0.2/m<sup>2</sup>으로 가정하는 방법도 제시함

- UWB 변조방식

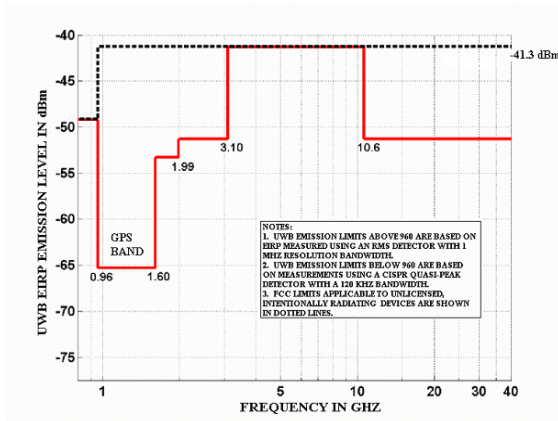
- 펄스위치변조(PPM, PSK), 양극변조(BPM), 조합변조(BPM+PPM), 시변조(TM, TSK), 직접확산(DS), 펄스파형변조(PSM), 멀티밴드 직교주파수분할변조(MB-OFDM) 등을 정리함

※ 이번 회의에서 IEEE802.15.3a 기반의 UWB WPAN 시스템 관련 특성 및 직접확산방식(DS-UWB) 및 Pulse Shape modulation(PSM) 특성을 추가

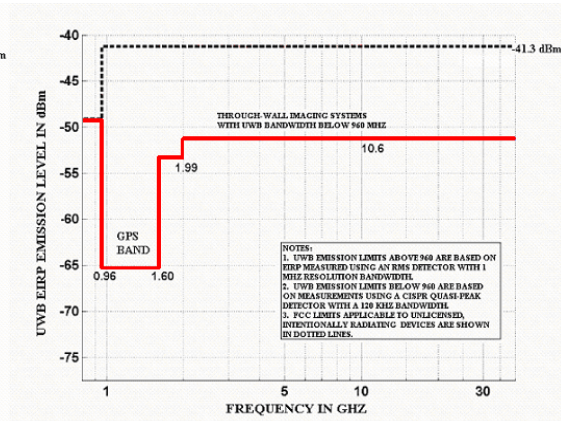
※ 시험방법 작업문서에서는 Mary PPM, 펄스진폭변조(PAM), Mary PAM, 온-오프 변조(OOK), 주파수호핑스펙트럼확산(FH), 주파수천이 변조(FSK), 위상천이변조(PSK) 등도 언급함

o UWB 방사마스크와 특징 (부속서 C)

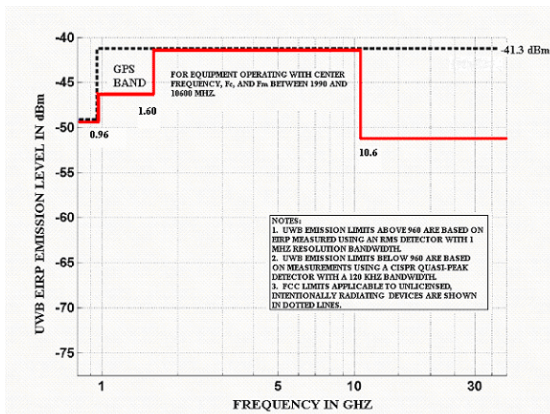
- 각국의 기술기준을 정리하기로 하고, 우선 확정적인 미국의 기술기준 (47CFR Part15 Subpart F)을 소개



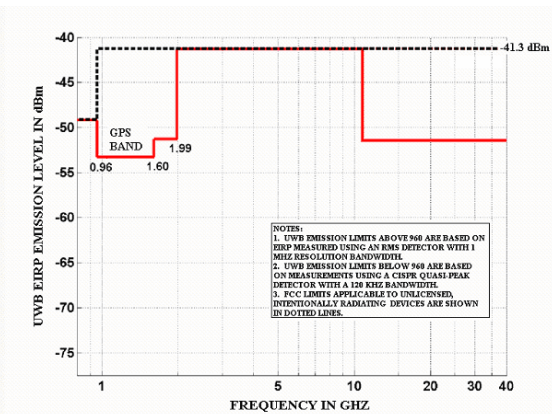
<대지 및 벽속 투시레이더>



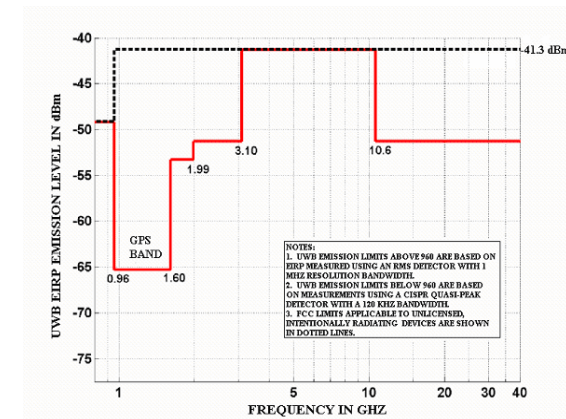
<벽투과 영상레이더1>



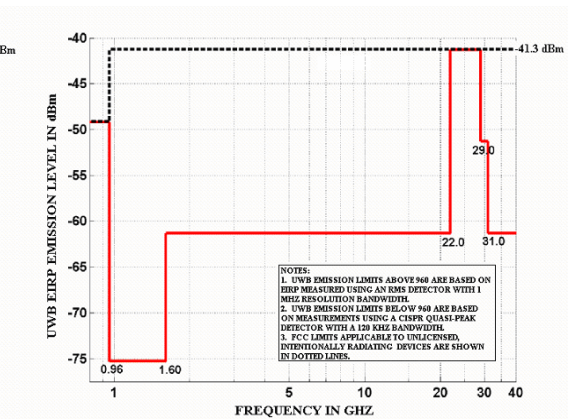
<벽투과 영상레이더2>



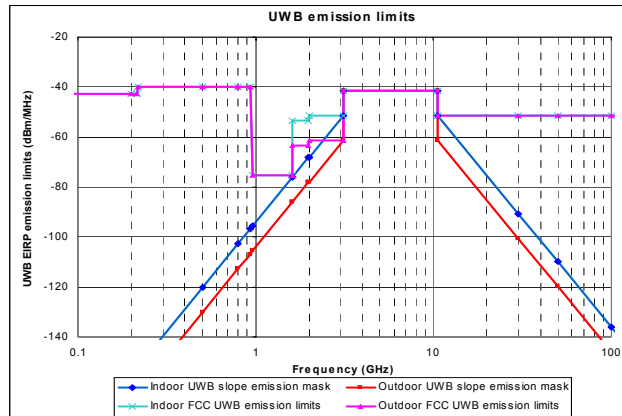
<감시 시스템>



<의료영상시스템>



<차량레이더>



※ CEPT가 개발중인 경사형 마스크(Slop mask)는 확정된 것이 아니므로 포함하지 않음

#### 다. 기존 업무와의 양립성 권고 초안 보완 정리(WG2)

- o 기존업무와의 양립성 권고는 우선 권고의 성격이 있는 텍스트들을 모아서 작업문서로 정리함(관련문서 : Temp/60)
- o 주요내용
  - 양립기준에 대해 양립성 보고서가 완료된 후에 연구결과를 요약하여 부속서 1에 표 형태로 정리하기로 하고, 표의 항목을 정함(관련문서 : Temp/76)
  - 기존 업무의 응용시스템, 주파수대역, 수신기의 특성, 보호조건 및 관련 권고
  - UWB 특성, 단일장치에 의한 간섭, 누적 간섭, 양립가능 출력, 양립가능 거리
  - UWB 시스템과 타업무간의 간섭 분석 방법을 부속서 2로 정리함
  - 양립가능한 UWB신호 최대 출력값의 산출 방법, 이용환경에 따른 전파 경로손실의 적용 방법, CDMA PCS 호단절확률 계산방법, 누적간섭의 계산방법, 우주국에의 간섭 계산방법 등
  - 양립성 분석을 위해 필요한 시나리오를 부속서 3에 정리함
  - 각종 권고 또는 다른 ITU-R 작업반에서 제시된 보호기준을 부속서 3으로 정리하기로 하고, 우선 다른 작업반의 검토가 이루어진 지구탐사위성업무, IMT-2000, 위성항행업무 등의 보호기준을 정리
- o UWB신호에 적용할 전파경로손실에 대해 초안 작업을 하고 당해 문서를 SG3의 검토를 받은 후 다음 회의에서 보완하기로 함



※ 관련문서 : Temp/80, 1-8/111, 1-8/126, USTG18-53

※ UWB시스템간 광대역 채널 모델 연구는 TG1/8의 연구 범위에 포함되지 않는다는 일본의 주장을 이탈리아가 이견을 제시하였지만, 미국의 지지로 편집자주로 표시

#### 라. UWB 신호 측정방법 권고 초안 보완 정리 (WG3)

- o UWB신호 측정방법에 대한 권고 초안을 정리하였으나, 측정환경, 측정기의 조건, 측정값의 해석 방법 등 아직 정보가 부족한 부분들을 계속 연구하기로 함

※ 관련문서 : Temp/64, 64cor1, 1-8/54(TI), 145(일본, UWB신호 변조방식), 146(일본, 임펄스신호검출방법), 150(일본, 시험패턴), 157(미국, 적합성확인방법)

- o 주요내용

- UWB 방사 신호는 잡음 형태이므로 측정이 어렵고, 협대역 신호 측정을 위하여 설계된 대부분의 기존 장비는 UWB 신호 검출에 불충분함
- 변조방식이 매우 다양하므로 일반적으로 적용할 수 있는 방법 필요
- 마이크로프로세서 등이 내장되어 이로부터 발생하는 잡음 신호도 측정에 어려움을 줄 것이므로, 방사 전력을 함께 측정할 수 있도록 규정하는 방안 필요
- 960MHz 이하의 신호 측정에는 CISPR-16-1에 따른 준첨두치 검출기를, 960MHz 이상의 평균 진폭 측정시는 실효치 검출기를 사용하고, 최고값을 알고자 할 때는 첨두치 검출기 사용하는 것을 제시

- o 싱가포르의 실측 결과와 프랑스의 UWB 이용밀도 제안을 토대로 UWB 신호에 의한 누적 간섭 측정방법을 계속 연구하기로 함

※ 관련문서 : Temp/50(활성계수), Temp/79(누적간섭측정), 1-8/93, 94, 95, 96, 110

#### 마. 기존업무와의 양립성 연구 보고서 초안 보완 정리 (WG2)

##### (1) 지구탐사위성업무(EESS)

- o 지구탐사위성업무과 UWB의 양립성을 분석한 결과 보호조건을 설정하면 양립이 가능한 것으로 분석됨

※ 관련문서 : Temp/73, 1-8/73, 80, 104, 105, 122, 141, 142, 143

- o 주요 내용

- 1347km 상공에서 운용되는 5140-5460MHz대 Spaceborne altimeter의 경우

- 간섭보호레벨이  $-113 \text{ dBm/MHz}$ 로 FCC 기준의 UWB를 고려할 경우  $67.6\text{dB}$ 의 마진이 있고,  $\text{km}^2$ 당 옥외 922개 또는 옥내 46251개 UWB 장치를 허용 가능
- 474km 상공에서 운용되는 5250-5570MHz대 SAR는 간섭보호레벨이  $-115.3 \text{ dBm/MHz}$ 로 FCC 기준의 UWB를 고려할 경우  $43.7\text{dB}$ 의 마진이 있고, 옥외 211개 또는 옥내 10580개 장치를 허용 가능
  - 700km 상공에서 운용되는 8025-8400MHz대 지구탐사위성(우주대지구)업무는 간섭보호레벨이  $-124\text{dBm/MHz}$ 로 40m 조정거리를 가정할 경우 옥외  $\text{km}^2$ 당 36개 또는 옥내 1800개 UWB 장치를 허용 가능
  - 670km(HYDROS)와 760km(SMOS) 상공에서 운용되는 1400-1427MHz대 지구탐사위성(수동)업무 토양습도 및 바다염분 측정 시스템은 ITU-R 권고 SA.1029-2에 따라 간섭보호레벨이  $-174\text{dBW}/27\text{MHz}$ 이고, FCC 기준의 UWB를 고려할 경우 옥외 2~5개 또는 옥내 35~74개 UWB 장치 밖에 허용할 수 없음
  - 700km 상공에서 운용되는 6425-7075MHz(6725-7075MHz대 AMSR-E 등)와 7075-7250MHz대의 EESS(수동업무)의 경우 옥외  $13.25\text{dB}$  옥내  $25.25\text{dB}$  마진으로  $\text{km}^2$ 당 옥외 0.0048개(footprint 내에 24개) 또는 옥내 0.13개(footprint상 335개) 밖에 허용할 수 없음
  - 약 800km 상공에서 운용되는 10.6-10.7GHz대 지구탐사위성업무는 ITU-R 권고 SA.1029-2에 따라 간섭보호레벨이  $-156\text{dBm/MHz}$ 로 옥외의 경우  $22.3\sim 33.4\text{dB}$ 의 마진을 가지고,  $\text{km}^2$ 당 3.7~21개 UWB 장치 허용 가능
  - 23.6-24GHz대 EESS의 경우 ITU-R 권고 SA.1028-2와 SA.1029-2에 따라 간섭 허용레벨이  $-166 \text{ dBW}/200\text{MHz}$ (측정감도 0.05 K)로 8700개 이상의 단거리차량레이더 허용 가능하지만 간섭 누적 효과 등을 고려하여 위성을 향한 불요발사를 억압하여야 함

## (2) 전파천문업무(RAS)

o 전파천문업무 주파수대별 보호기준과 간섭분석 결과를 제시

※ 관련문서 : Temp/77, 1-8/92, 1-8/11

- 전파천문업무 주파수대별 보호기준

주파수대역	국제전파규칙 각주	spfd( $\text{dB(W/(m}^2\text{.Hz))}$ ) (Rec. ITU-R RA.769)
608 - 614 (MHz)	5.149 (1,3지역)	-253.2
1330.0 - 1400.0	5.149	-239.1, -255.2

1400.0 - 1427.0	5.340	-239.1, -255.2
1610.6 - 1613.8	5.149	-238.1
1660.0 - 1670.0	5.149	-237.1, -251.2
1718.8 - 1722.2	5.149	-237.1
2655.0 - 2690.0	5.149	-247.2
2690.0- 2700.0	5.340	-247.2
3260.0 - 3267.0	5.149	-230.1
3332.0 - 3339.0	5.149	-230.1
3345.8 - 3352.5	5.149	-230.1
4800.0 - 4990.0	5.149	-230.1, -241.2
4990.0 - 5000.0	5.149	-241.2
6650.0 - 6675.2	5.149	-230.1
22 010 - 22 210	5.149	-216.1
22 210 - 22 500	5.149	-216.1
22 810 - 22 860	5.149	-216.1
23 070 - 23 120	5.149	-215.1
23 600 - 24 000	5.340	-215.1, -233
76-77.5 (GHz)	5.149	-205 2, -221 3
77.5-78 (GHz)	5.149	-205 2, -218 3
78-79 (GHz)	5.149	-205 2, -220 3
79-81 (GHz)	5.149	-205 2, -221 3
81-84 (GHz)	5.149	-204 2, -222 3

○ 주요 내용

- 전파천문업무와는 양립이 불가능하고, 전파천문업무 주파수에 대한 특별한 UWB 방사 제한값이 요구되며, 더불어서 거리적 이격도 필요함
- 24GHz대 단거리차량레이더에 대해서는 거리적 이격과 양각에 따른 제한 등 모든 간섭완화 조치를 취해야 함
- 최대 등가등방복사전력 3dBm/MHz인 79GHz대 단거리 차량레이더는 제도적 수단을 강구할 경우 양립이 가능함.

(3) 고정업무(FS)

- 22~29GHz에서 설계되고 있는 UWB 차량레이더(SRR)와 21.2-23.6GHz, 24.25-26.5GHz, 27.5-29.5GHz 대역 고정업무간 양립성 연구를 위해 고정통신 시스템의 잡음지수를 제시해 줄 것을 WP9D에 요청함
- 현재 연구결과는 잡음지수를 8dB와 6dB 두가지로 가정한 것임(관련 문서 : Temp/045)
- 24GHz대 UWB 차량레이더(SRR)와 동 대역의 고정업무간 양립성 연구를 동 주파수에서의 강우감쇠 특성을 제시해 줄 것을 WP3J 및 WP3M에

요청함

- 현재 연구 결과는 강우감쇄 0.6~3dB/km 및 2~3dB/km 두가지로 가정한 것임(관련문서 : Temp/046)

#### (4) 육상이동업무(LMS)

- o CDMA PCS와 GSM에 대해 최대간섭허용레벨은 -110.9dBm/MHz를 제시하고 UWB간의 양립조건(수신전력 -100dBm 이하인 때 1m 거리에서 3% 이하의 호 단절률)으로 UWB 신호 전력 -73dBm을 제시
  - ※ 관련문서 : Temp/55, 94(싱가폴)
- o 육상이동업무연구반(WP8A)에 UWB와의 양립성 연구 전자메일에 의한 의견교환에 참여할 것을 요청(관련문서 : Temp/054(WG2))

#### (5) 항공이동업무(AMS)

- o 항공무선항행업무 보호를 위한 새로운 권고 제정 제안(ICAO,81)이 있었으나, 모든 업무와 UWB간 양립성에 대한 일반적인 권고 제정을 추진하고 있으므로 당해 권고에 포함시켜 작업하기로 함
  - ※관련문서 : Temp/71, 1-8/81(ICAO), 106

#### (6) 해상이동업무(MMS)

- o 선박, 항만, 항행 중에 운영중인 해상이동업무, 무선항행업무, 무선항행 위성업무 등에 사용하는 주파수 대역을 명시함
  - 해상이동업무연구반(WP8B)에 연구 참여를 독려함
    - ※관련문서 : Temp/58(WG2), Temp/72(WG2), 1-8/116

#### (7) 무선측위업무

- o 전체적으로 간섭 영향은 무시할 수 있을 것임
  - 평방 km당 1000개 이상의 UWB 장치가 분포되는 경우에 간섭 영향이 우려됨. 하지만 일반적인 기상레이더의 위치가 시골 지역인 점을 감안하면 2.7-2.9GHz 대역에 대해서는 간섭 영향이 없을 것으로 판단하고, 5.6 - 5.65GHz 대역은 계속 연구 중임
    - ※관련문서 : Temp/59(WG2), 1-8/90

#### (8) 이동위성업무(MSS)

- o 해상에서 사용하는 코스파스사셋(1544-1545MHz, 406-406.1MHz), 기상위성

(1525-1559MHz, 1626.5-1660.5MHz), 인마셋에 대해서는 특히 방사 전력을 낮추어야 함(관련문서 : Temp/73, 1-8/101, 107)

#### (9) IMT-2000

- o WP8F의 제안을 토대로 806-960MHz, 1710-1885MHz, 1885-2025MHz, 2110-2170 MHz, 2500-2690MHz 대역의 IMT-2000 기지국 수신보호비(I/N비)를 도심 -13[dB], 교외 -15.5[dB], 시골 -17.5[dB]로 정리함
- 이동국의 수신감도는 -115dBm/MHz로 제시함

※ 관련문서 : Temp/47r1, 1-8/66r1(WP8F)

- TG1/8은 2차 회의에서 IMT-2000 I/N비를 도심 -13dB, 교외와 시골 -17.5dB로 권고와 보고서 내용을 작성하고, WP8F에 검토 요청한 바 있음

#### (10) 무선접속망(WAS)

- o 무선랜 보호를 위해 각 누적 간섭 효과를 고려한 UWB 신호 출력값을 제시
- 간섭누적계수 0.04, 0.2, 0.5를 가정하면 IEEE 802.11a 시스템에 대해서는 -48.3, -55.3, -59.3 dBm/MHz 이하로, 802.11b 시스템에 대해서는 -60.1, -67.1, - 71.1 dBm/MHz 이하가 요구됨

※ 관련문서 : Temp/61, 1-8/86, 15

#### (11) 무선헤행위성업무(RNSS)

- o GPS, Galileo, Glonass 시스템에 대한 간섭분석 결과 RNSS 주파수 대역에서 각 시스템의 간섭보호비와 UWB 신호 출력 제한값을 제시함

※ 관련문서 : Temp/44, 1-8/64, 72, 90, 102, 110, 115, 125, 137, 15

##### o 주요내용

- GPS에 대해 간섭보호비를 -114.5dBm/MHz로 제시하고, GPS 보호를 위해 당해 주파수 대역(1164-1240MHz, 1559-1610MHz)의 UWB 출력 기준을 -75.3dBm/MHz로 제시함
- 갈릴레오 시스템에 대해 간섭보호비를 -114.3dBm/MHz로 제시하고, GPS에 대해 간섭보호비를 -114.5dBm/MHz로 제시하고, UWB 출력 기준은 -79.6dBm/MHz(옥외사용의 경우 -85.7dBm/MHz)로 제시함
- Glonass에 대해 간섭보호비를 -114.3dBm/MHz로 제시하고, 간섭분석 연구를 계속 하기로 함

- RNSS에 대한 UWB 간섭 신호의 형태는 잡음형과 CW형으로 해석될 수 있으므로 향후 연구에서 이를 고려하기로 함

## (12) 지상파방송

- o UWB 시스템으로부터 1m 떨어진 거리에서 174-230MHz 및 1452-1492MHz 주파수 대역의 DAB-T에 대한 양립성 분석 결과
- FCC 마스크는 양립성을 확보할 수 없으며 174-230MHz 주파수에서 양립성을 확보할 수 없으며, 유럽 제안 기준(slop mask)은 양립성 확보 가능(Temp/043, 99(프랑스))

## (13) 위성방송(BSS)

- o 각 위성방송 대역에 간섭을 주지 않을 UWB신호 출력을 제시함

구분	1452-1492MHz	2320-2343MHz	2535-2655MHz
UWB 이격거리	3 m	3 m	1 m
옥내 UWB	-76.3 dBm/MHz	-76.3 dBm/MHz	-66 dBm/MHz
휴대형 UWB	-79.3 dBm/MHz	-79.3 dBm/MHz	-66 dBm/MHz
감시 UWB	-79.3 dBm/MHz	-79.3 dBm/MHz	-66 dBm/MHz

- 한국이 제시한 2505-2555MHz 대역의 SDMB와의 간섭분석 결과와 보호기준을 양립성 연구보고서 3.5.2.2절에 삽입하고, 이를 WP6S의 라포처 (Francia Guathier)가 2004년 10월 WP6S에 보고하여 검토 받기로 함

※ 관련문서 : Temp/51, 1-8/79, 90, 140, 한국기고문

※ 한국 기고문을 3지역의 관심 국가인 일본과 호주 대표에게 전하여 차기 회의에서 간섭 누적 효과 등을 논의하기로 함(호주 Mr. Murray Delahoy, 일본 Mr. Kosaka)

- 에릭슨, 허치슨사 등도 정보교환을 요청하고 가로수에 의한 감쇄 등도 검토하기로 함

## (14) 고정위성업무(FSS)

- o 6/8GHz 상향 링크에서는 1% 보호 기준을 넘지 않지만, 4/7GHz 하향 링크에는 영향이 큼
- WP4A에 UWB 연구를 마치기 위해 도움이 필요함을 말하고, 양립성 연구보고서 내용 검토를 요청함
- ※ 관련문서 : Temp/53r1, 1-8/59, 70, 95, 100, 107, 109, 119, 152, 15

### (15) 아마추어업무

- o WP8A에서 양립성 연구를 진행하고 있으며 11월 TG1/8 회의에서 결과를 얻을 수 있을 것으로 아마추어 연맹 대표가 발표

※ 관련문서 : 1-8/90, 110

### 바. 기타 사항

- o UWB 시스템과 타 업무간에 '양립성(compatibility)'이라는 용어와 보호 기준(protection criteria)라는 용어 사용 반대(시리아)

- 이미 상위 연구반(SG1)에서 정한 연구과제이므로 연구는 계속하고, 용어 문제는 SG1에서 다루기로 함

※ 시리아는 UWB 주파수 연구에 있어 '양립성(compatibility)'이라는 용어와 '기준(criteria)'이라는 용어는 둘 이상의 용도로 분배된 동등한 지위의 업무 간에 주파수공유를 위해 그 값을 정하는데 사용되기 때문에 UWB와 업무간에는 '보호요건(protection requirements)'등과 같이 다른 용어 사용을 제안(68)

- o 주파수 관리 방법(Framework)에 대한 권고 제정의 반대(시리아)

- 전파규칙을 저해하지 않는 범위에서 각국이 UWB를 사용하는 방법론을 정하는 수준이므로, 권고안 작성을 계속 추진하기로 함

※ 시리아는 UWB 사용을 위해 국제 조약인 전파규칙의 지위를 저해하는 내용을 언급하는 어떠한 형태의 권고 제정도 반대하고, 연구 결과는 결의 952(WRC-03)와 관련하여 WRC-07에 전파국장 보고서로 제출할 것을 제안(68)

- o TG1/8의 향후 작업 계획 수립

- 양립성 연구에 시간이 소요되므로 5일간으로 계획되어 있던 4차 TG1/8 회의를 8일간으로 연장함 (11월5일~11월12일)

- 이메일correspondence그룹(WG1Characteristic, WG4Measurement, WG2Structure, WG3Framework)을 구성·운영하여 작업을 조기 추진하기로 함

- 3회의 회의가 필요하다는 의견을 같이 하고, SG1에 요청하여 2005년 말까지 작업을 마무리 짓는 방안을 강구하기로 함

※ 관련문서 : Temp/78(WG4), 78(스웨덴), 133(캐나다)

#### 4. 결과

- 우리나라는 2.6GHz대 위성방송수신의 보호를 위해 당해 주파수대의 UWB 불요발사 기준을 강화할 것을 제안하여 2004년 10월 WP6S 회의에서 검토할 수 있도록 조치함
  - 일본, 독일(에릭슨), 호주 등이 당해 연구에 관심을 가지고, 향후 계속 의견 교환을 요청하여 차기 회의 전에 상호 협의키로 함
  - 외국과 기술을 같이하는 타 업무에 대하여는 그 연구결과를 우리나라 현황에 맞추어 검토 후 적용할 수 있음
- 미국대표는 UWB의 주파수와 기술의 세계적 조화에 관한 부시행정부의 지침을 소개하고, 본 회의 개최식에서 파월 FCC 의장의 영상 메시지를 통해 각국의 공동 참여를 강력히 촉구함
- 미국이 UWB 이용제도를 확정함에 따라 미국을 중심으로 UWB 기술 개발이 본격화 되고, 다양한 응용 시스템들이 시연됨
  - 단거리자동차레이더 시스템(Tyco사), HDTV급 비디어 전송(freescale사), UWB전력선통신 및 케이블네트워크(Puls-Link사) 등 경쟁적 기술 개발이 이루어지고 있으며, 차량레이더그룹(SARA), MBOA그룹, 펄스 방식그룹 등 3개 그룹에 각각 30여사가 참가하여 활동 중임
  - 각 그룹에서는 한국 기업의 참여를 제안하고 있으며, 특히 freescale사는 한국전자통신연구원과 공동연구를 검토하고, SARA 그룹은 현대자동차의 참여를 강력히 희망하고 있음
  - 산업계에서는 이미 기술개발에 많은 진전이 있어서 금년 하반기에는 상용 모델을 출시 예정이고 2005년 말에는 크게 응용분야가 확대될 것으로 전망하면서, 각국에 UWB 허용 규정마련을 요청
- 허치슨사, 루슨트사, 켈컴사 대표는 향후 3G 이동통신에 대한 UWB 신호 영향에 대해 우려를 표하고, 우리나라와 연구결과 정보를 공유하기를 희망함
- 우리나라는 금년 11월까지 TG1/8의 연구결과를 국내에 적용할 수 있을 것인지를 검토하여 입장을 정리하여야 함
  - 우리나라의 경우 24GHz대 운용조건과 GPS 보호조건은 그대로 적용이 가능할 것으로 예상되지만, 이동전화 주파수대는 일부 외국과 다르므로 제도 정립 시 유의해야 함
  - SDMB에 대하여는 당해 연구에서 다루어지지 못한 누적간섭영향 및



가로수에 의한 전파손실 영향을 고려하여 더 강한 기준값을 제시할 필요가 있음

- 차세대 이동통신망에 대한 영향 예측은 서비스를 선도하고 있는 우리나라의 적극적인 검토가 요구됨. 특히, 휴대인터넷 주파수에 대해서는 독자적인 UWB 방사제한이 요구되므로 조속히 마련하여 반영할 필요가 있음

## 제 2 절 UWB 주파수이용 연구반(TG1/8)의 4차회의 결과

### 1. 회의 개요

- o 회의명 : ITU-R UWB 주파수이용 연구반(TG1/8) 4차 회의
- o 기 간 : 2004. 11. 4(목)~12(수)(7일간)
- o 장 소 : 스위스 제네바 ITU 본부
- o 참가자 : 22회원국, 32 회원사 및 국제기구 대표 약 154명
- o 주요의제
  - UWB 기술의 특성
  - 다른 서비스와의 UWB영향
  - UWB도입을 위한 제도
  - UWB 신호의 측정방법
- o 4차 회의 목적
  - 3차 회의에서 작성한 UWB 시스템과 타업무간 양립성 연구보고서 및 권고, UWB 기술 특성 권고, UWB 신호 측정방법 권고, UWB 제도 권고 초안들을 전면 보완 정리

### 2. 회의 배경

- o UWB 기술은 무선통신 업무에 기 분배된 스펙트럼을 공유할 수 있으므로 전파자원 이용 효율을 증가시킬 수 있을 것으로 전망
- o UWB시스템은 잡음 수준의 스펙트럼전력밀도를 송신하지만 500MHz~수GHz의 대역폭에 걸쳐 신호가 분포되므로 타 통신에 전파 잡음으로 작용하여 악영향을 미칠 수 있음
- o UWB 시스템을 이용하는데 필요한 기술적, 행정적 요건 검토 필요
- o ITU는 2001년 UWB 특성과 이용 규정 정립을 위해 연구 과제를 채택하고 2002년 새로운 작업반(TG1/8)을 구성
  - ※ 과제 226/1 : UWB 장비 도입에 대비한 행정적 규정 검토

과제 227/1 : UWB기술의 소출력설비와 무선통신업무의 기술적 양립성  
TG1/8 임무 : UWB 특성 권고, 타 통신과의 양립조건 권고, UWB

스펙트럼관리방법 권고, UWB신호 측정방법 권고 개발

- TG1/8 1차 회의(2003년 1월)에서 UWB 기술 특성, 타업무와의 양립조건, 이용 제도, 측정 방법 등의 권고를 개발키로 하고, 이를 위해 우선 타 업무와의 양립성 연구 보고서를 작성하기로 함
- 2003년 2월 TG1/8 2차 회의를 통해 UWB 기술 특성, UWB와 타업무간의 양립성, UWB 이용 제도 지침, UWB 신호 측정 방법 등 4개 권고와 UWB와 타업무간 양립성 보고서 초안 구성
- 2004년 6월 TG1/8 3차 회의(보스톤)를 통해 각 권고 초안과 보고서 초안 작성

### 3. 주요 회의 내용

#### 가. UWB 기술 특성 권고 초안 보완 정리 (WG1)

- o UWB 정의(부속서 A)와 시스템 특성(부속서 B)을 정리하고, 기존에 부속서 C로 정리하였던 UWB 방사마스크는 부록으로 정리함

※관련문서: 1-8/temp/101, 133(보고서), 1-8/162(Anx1), 187(일본-변조 방식), 188(일본-통신용량), 198(보쉬), 201(모토로라), 205(미국-약어문헌), 206(미국), 207(미국-변조방식), 209(미국-활성계수), 230(회의목적), 234(스웨덴)

- o UWB 정의(부속서 A)

- UWB 정의 : 의도적으로 발사하는 전파에너지로 대역폭이 [500MHz] 이상 또는 대역폭대 중심주파수비가 0.2 이상인 것
- 기존의 무선통신업무에 이용되는 “필요주파수대폭”, “점유주파수대폭”, “불요 발사”, “대역외발사”, “스푸리어스발사” 등의 개념은 적용할 필요가 없음을 명시

- o UWB 기술을 이용한 시스템의 특성 (부속서 B)

- 전형적인 UWB 장치로 레이더영상시스템(대지투과, 벽투과, 벽속, 감시, 의료), 자동차 레이더시스템, 측정시스템, 통신시스템 등을 명시
- 다중 UWB 장치에 의한 간섭 분석에 UWB 활성계수(Activity Factor; 단위 지역에 분포된 모든 UWB장치 중에서 최번시에 동시에 활성화되는 UWB장치의 비율)를 이용 하기로 하였으나, 활성계수 구하는 방법론과 시나리오를 확정하지 못함

$$\cdot \text{충활성계수}(\%) = \frac{RTF}{R_0} \quad (R: \text{요구전송속도}, R_0: \text{물리계층속도}, \frac{R}{R_0}: \text{물리계층}$$

속도의 이용도(%), T:평균세션지속시간, F:최번시의세션빈도)

- UWB 변조방식으로 Transmitted Reference(TR)UWB, 펄스진폭변조방식(PAM), 온-오프키잉(OOK), M-ary 직교신호방식, 주파수호핑방식(FH-UWB), 찰(Chirp)변조방식을 추가함
- ※ 지난 회의까지는 펄스위치변조(PPM, MB-I), 양극변조(BPM, M-BOK), 혼합변조(MB-I, MBOK), 시변조(TM, TSK), 직접확산(DS), 펄스파형변조(PSM), 멀티밴드직교주파수분할변조(MB-OFDM) 등을 포함시킨 바 있음

#### 나. 기존 업무에 대한 UWB 영향 권고 초안 보완 정리(WG2)

- o 지난 회의 결과에서 기존업무에의 UWB 영향 연구결과와 간섭분석 방법론 관련 내용만을 권고에 남기고 모두 보고서에 정리하기로 함
- o 잠재적인 희생 서비스에 대한 보호 기준(또는 요건)은 당해 서비스 연구반의 권고에 포함되어 있는 경우 TG1/8 권고에 포함시키지 않기로 함
- ※ 시리아는 보호기준(criteria)라는 용어는 동등 지위의 업무간에만 사용하는 것이므로 UWB에 대해서는 보호 요건이라는 용어를 사용하자는 제안
  - 전파전파모델도 WP3K에서 정한 권고안에 있으므로 권고에는 포함시키지 않기로 함
  - 권고로 서비스 보호 권고값이 불분명한 경우(IMT-2000, RLAN, RNSS, 아마추어서비스 등) 당해 서비스 분과에 보호기준을 개발할 것을 촉구하기로 함
- o 의장은 다음 기고문은 아직 협의가 종결되지 않았거나 기존 문서를 개선할 수 있는 내용으로 해 줄 것을 요청
  - UWB 영향평가 방법론은 가능한 1가지를 채택하고, 최고 2개까지만 권고할 수 있도록 노력해 줄 것
  - 시리아의 제안으로 의장은 가능한 보고서 내용을 줄여줄 것을 DG 의장들에게 요청
- ※ 관련문서 : 1-8/temp/128, 1-8/199(캐나다)

#### 다. UWB 도입을 위한 체제 권고 초안 정리 (WG3)

- o 권고 제목 “UWB스펙트럼관리체제”를 “UWB도입을위한체제”로 수정하고, 전파규칙 0.4(다른 나라 무선국의 보호), 3.3(무선국의 간섭저감원칙) 및

5.340(수동업무주파수)을 ‘recognizing’에 포함시킴

※ 관련문서 : 1-8/162(Annex 3), 176(NABS), 202(캐나다), 225(미국), 230(회의목적), 231(영국), 250(의장)

- UWB 장비를 국가간 이동하며 이용할 수 있으며 개별허가하지 않는 경우 그 보급 밀도를 제한하기 어려움

o UWB장치 운용상의 제한 조건은 RR에서 정하고 있는 전파통신업무에 대한 보호조건에 따라 다를 수 있음

- 인명안전 관련 업무는 전파규칙 4.10에 따라 간섭으로부터 보호받을 수 있는 특별한 수단이 강구되어야 함

- UWB 기술 도입을 위해 전파규칙 5.340조의 수동업무 보호 규정이 약화되어서는 아니 되며, 이 주파수의 수동업무 보호를 위한 특별한 조치가 필요함

※ 전파규칙 **5.340** : 아래 수동업무 주파수 대역에서 모든 전파발사 금지 (WRC-03)

1400-1427MHz	48.94-49.04GHz	148.5-151.5GHz
2690-2700MHz(5.422조 예외)	50.2-50.4GHz	164-167GHz
10.68-10.7GHz(5.483조 예외)	52.6-54.25GHz	182-185GHz
15.35-15.4GHz(5.511조 예외)	86-92GHz	190-191.8GHz
23.6-24GHz	100-102GHz	200-209GHz
31.3-31.5GHz	109.5-111.8GHz	226-231.5GHz
31.5-31.8GHz	114.25-116GHz	250-252GHz

o UWB 규정에 일반적으로 고려되어야 할 사항

- 운용적 제한(operational limits) : 간섭방지를 위한 적절한 UWB 방사 스펙트럼전력 기준 등

- 간섭완화기술(mitigation technique) : 간섭방지 특히, 안전업무와 수동 업무 등 상이한 보호기준을 고려한 간섭완화 기술 채용 등

- 기술적 제어 기능(technical controls) : UWB 장치로 인해 발생할 수 있는 전체적인 간섭 영향을 줄일 수 있도록 Activity Factor 등을 고려한 최소한의 출력

- 지정학적 위치, 운송모드, 응용형태, 제품의형태, 이용형태 등

o 이미징 응용(Imaging Applications)

- 대지투과 레이더, 벽투과 레이더, 의료용, 감시장치(surveillance devices) 등

- 주로 3.1 GHz 이하에서 주로 논의되고 있으며, 허가제 또는 일정하게 사용을 규제 하는 방안이 필요
- 이미지 시스템을 규제하는 방안으로는 사용자, 사용지역, 방사 방향 등의 제한 등을 둘 수 있음
  - 법집행자, 응급구호, 화재 또는 의료관련자와 같은 훈련받은 자만이 사용할 수 있게 제한
  - 시동(activation)과 운용(operation)을 수동으로 할 수 있도록 하여 방사 시간제한
- o 통신응용(Communication Applications)
  - 주로 3.1~10.6GHz 대역에서 비면허로 허용하는 것이 적합한 것으로 전망하고 있음
  - 전파통신업무에 대한 간섭, 특히 수동업무와 안전업무 등 민감한 주파수대역에 대한 영향을 완하시킬 수 있는 변조방식을 적용할 수 있도록 권고
  - 송신기의 전파발사는 이에 대응하는 수신기와 일정한 연결 후에 이루어질 수 있도록 하는 기술 적용
- o 차량레이더(Automotive Short Range Radar : SRR)
  - 차량레이더는 30m 정도의 거리에서 차량주변의 물체를 감지하여 충돌 회피, 에어백 동작, 주차보조, 보행자 보호 등 안전성 제고
  - 차량레이더는 현재 24GHz 와 79GHz 대역에서 고려되고 있음
  - 차량레이더가 공공의 안전을 강화한다는 사회적, 경제적 긍정적인 영향이 있는 반면, 24GHz 대역은 기상레이더 등에 이용되는 주요 주파수대역임을 숙지해야함
  - SRR은 지상의 차량에만 제한하고, 엔진이 작동중일 때(즉, 차량이 운용 중일 때)만 동작할 수 있도록 제한
- o UWB 장치의 밀집효과에 의한 예기치 못한 간섭을 방지하기 위해 주 관청들간의 다자간(multilateral) 협정을 장려함
- o TG1/8의 임무를 벗어나는 이슈로 확대되는 내용은 삭제기로 함
  - UWB를 위한 스펙트럼 관리 방안과 관계없는 내용들을 삭제

#### 라. UWB 신호 측정방법 권고 초안 보완 정리 (WG4)

- o UWB특성연구반(WG1)이 정의를 내릴 때까지 "평균전력"과 "첨두전력"이라는 용어를 사용하여 측정방법을 정리하기로 함.
  - ※ 관련문서 : Temp/64, 64cor1, 1-8/162(Annex 4), 1-8/180r1, 181, 182,

183, 184, 185, 206, 219, 222, 223, 230, 237, 245

o 주요내용

- UWB 방사 신호는 잡음 형태이므로 측정이 어렵고, 협대역 신호 측정을 위하여 설계된 대부분의 기존 장비는 UWB 신호 검출에 불충분함
- 변조방식이 매우 다양하므로 일반적으로 적용할 수 있는 방법 필요
- 마이크로프로세서 등이 내장되어 이로부터 발생하는 잡음 신호도 측정에서 어려움을 줄 것이므로, 방사 전력을 함께 측정할 수 있도록 규정하는 방안 필요
- 960MHz 이하의 신호 측정에는 CISPR-16-1에 따른 준첨두치 검출기를, 960MHz 이상의 평균 진폭 측정시는 실효치 검출기를 사용하고, 최고값을 알고자 할 때는 첨두치 검출기 사용하는 것을 제시
- 960/1000 MHz 이상의 주파수에 대해서는 스펙트럼분석기를 이용한 평균전력측정방법을 제시(오실로스코프를 사용하는 방법은 별도로 고려기로 함)
  - 방법1: 평균전력을 1MHz 단위의 전력으로 정의하고 RBW=1MHz, VBW=3 MHz, 소인폭=0, 소인시간=1ms, 검출기=RMS로 설정하고 직접 측정
  - 방법2: 방법1의 설정에 샘플 검출기에 의해 측정된 전력을 시간영역에서 선형적으로 평균을 취한 후 필요시 잡음대역폭에 의해 교정
  - 방법3: RBW=10 kHz, VBW=30kHz, 소인폭=1MHz, 소인시간=자동(coupled function) 설정에 샘플 검출기로 측정된 값을 시간영역에서 적분한 후 필요시 잡음대역폭에 의해 교정
  - 방법4: RBW=1MHz, VBW $\geq$ 3xRBW, 소인폭=빈수x1MHz, 소인시간=빈수x1ms로 설정하고 RMS 검출기를 사용하여 측정된 값 중 최대값을 사용
- 첨두전력 측정 방법 50MHz의 기준대역폭에서의 첨두전력의 상한치를 다음과 같이 설정
  - 방법1: 분해대역폭(RBW)=1MHz, 비디오대역폭(VBW)=3MHz, 소인폭=50MHz, 소인시간=자동(coupled function), 첨두치 검출기로 측정 한 후  $20\log(\text{주파수폭 내의 전압 적분치})$ 로 보정(사용되는 임펄스 대역폭에 의해  $10\log(\text{주파수폭 내의 전압 적분치})$ 로 수정 가능할 경우는 제외)
  - 방법2: 분해대역폭(RBW)=1MHz, 비디오대역폭(VBW)=1MHz 이상으로 설정하고 최대 첨두치는  $20\log(50)$ 만큼 보정

마. 기존업무와의 양립성 연구 보고서 초안 보완 정리 (WG2)

o UWB 양립성 연구보고서 구성

1. 서론
  2. 무선통신서비스와 특성
  3. UWB 특성
  4. UWB 응용
  5. UWB 양립성 연구
    - 5.1 방법론
    - 5.2 전파예측모델
  6. UWB와 무선통신업무간의 양립성 연구
    - 6.1 간섭분석
    - 6.2 UWB 간섭 완화 기술
    - 6.3 양립성 연구 요약
  7. 결론
- 부속서 1 이동업무와의 양립성 (SG8)
- A1.1 IMT-2000을 제외한 육상이동업무
  - A1.2 해상이동업무
  - A1.3 항공이동업무
  - A1.4 IMT-2000과 IMT-2000 이후 시스템
  - A1.6 무선랜을 포함한 무선접속시스템
  - A1.7 기상 레이더
- 부속서 2 고정업무와의 양립성 (SG9)
- 부속서 3 고정위성업무와의 양립성 (SG4)
- 부속서 4 이동위성업무 및 무선헤행위성업무와의 양립성 (SG8)
- A4.1 이동위성업무
    - A4.1.1 수색구조 시스템
    - A4.1.2 GSO MSS 시스템의 서비스 링크
  - A.4.2 무선헤행위성업무 (RNSS)
- 부속서 5 방송업무와의 양립성 (SG6)
- A5.1 지상파방송
    - A5.1.1 디지털 오디오 방송
    - A5.1.2 디지털 TV 방송
    - A5.1.3 아날로그 TV 방송
  - A5.2 위성방송
- A6 과학업무와의 양립성 (SG7)
- A6.1 지구탐사위성업무 (EESS)
  - A6.2 전파천문업무 (RAS)
- 부속서 7 - 양립성 측정 연구

※ 참조 : Doc. 1-8/TEMP/83r1, 1-8/175

(1) 지구탐사위성업무(EESS)

o 지구탐사위성업무과 UWB의 양립성 분석 결과를 요약 정리

주파수대	구분	UWB제한값 (dBm/MHz)	UWB분포 가정(km/m <sup>2</sup> )	수신감도 (dBm/MHz)	운용고도가정 (km)
1400-1427MHz	수동	-81	100	-158.3 (SA.1029)	670(HYDROS) 760(SMOS)
2025-2110MHz	능동/수동	-39		-117	
2200-2290MHz	능동/수동			-172	
5250-5570MHz	능동	-13(고도계) -21(SAR)	100 100	-113 -115.3	1347 474
6425-7250MHz	수동	-62	100	-159	700
8025-8400GHz	능동/수동			-124	700
10.6-10.7GHz	수동	-60	100	-156	800
23.6-24GHz	수동	-25.8 (5%간섭 할당량 가정)	453	-166/200MHz	453

※ 제한값은 UWB 장치가 실내 사용만을 가정하면 10dB 완화시킬 수 있으며,  
UWB 분포수량에 반비례하여 선형적으로 증감

- WP7C에 EESS에 대한 UWB간섭 할당량(apportionment)을 SA.1029에  
따라 1-5%로 잠정 이용함을 알리고, 간섭 할당량에 대한 추가 정보를  
요청함(1-8/TEMP/89r1)

※ 관련문서: 1-8/TEMP/89r1(LS-7C), 91(철회), 92(summary), 1-8/162  
(Annex 2, Appendix 6), 170, 173(7C), 194, 196, 198, 208, 218, 238

## (2) 전파천문업무(RAS)

- o 전파천문업무 주파수대별 보호기준과 간섭분석 결과를 제시

※ 관련문서 : Temp/96, 1-8/162, 178

- 전파천문업무 주파수대별 보호기준

주파수대역(MHz)	국제전파규칙 각주	RA.769 spfd (dB(W/(m <sup>2</sup> .Hz))) Spectral Line, Continuum	UWB psd (dBm/MHz)
608 - 614	5.149 (1,3지역)	-253.2	
1330.0 - 1400.0	5.149	-239, -255	
1400.0 - 1427.0	5.340	-239, -255	
1610.6 - 1613.8	5.149	-238.1	
1660.0 - 1670.0	5.149	-237, -251	
1718.8 - 1722.2	5.149	-237	
2655.0 - 2690.0	5.149	-247	
2690.0- 2700.0	5.340	-247	



3260.0 - 3267.0	5.149	-230	
3332.0 - 3339.0	5.149	-230	
3345.8 - 3352.5	5.149	-230	
4800.0 - 4990.0	5.149	-230, -241	
4990.0 - 5000.0	5.149	-241	
6650.0 - 6675.2	5.149	-230	
22 010 - 22 210	5.149	-216	
22 210 - 22 500	5.149	-216	
22 810 - 22 860	5.149	-216	
23 070 - 23 120	5.149	-215	
23 600 - 24 000	5.340	-215, -233	
76-77.5 (GHz)	5.149	-205, -221	
77.5-78 (GHz)	5.149	-205, -218	
78-79 (GHz)	5.149	-205, -220	
79-81 (GHz)	5.149	-205, -221	
81-84 (GHz)	5.149	-204, -222	

o 주요 내용

- 전파천문업무와는 양립이 불가능하고, 전파천문업무 주파수에 대한 특별한 UWB 방사 제한값이 요구되며, 더불어서 거리적 이격도 필요함
- 24GHz대 단거리차량레이더에 대해서는 거리적 이격과 양각에 따른 제한 등 모든 간섭완화 조치를 취해야 함
- 최대 등가등방복사전력 3dBm/MHz인 79GHz대 단거리 차량레이더는 제도적 수단을 강구할 경우 양립이 가능함.

(3) 고정업무(FS)

o 고정업무 보호를 위한 UWB 신호 제한

- 6 GHz 이하 : -76.5 dBm/MHz
- 6~7.125 GHz : -71.5 dBm/MHz
- 7.125-8.25 GHz : -69 dBm/MHz
- 8.25-10.5 GHz : -66.5 dBm/MHz
- 24 GHz 대역 : 0dBm/50MHz 이하

o 한국이 제안한 방송 중계국에의 간섭 영향 시험 결과는 수신한계레벨 등 필요한 내용 부족으로 한국의 요청으로 정보 문건으로 분류하였으나 일부 국가에서는 당해 실험 연구를 보완해 줄 것을 요청

o 인텔에서는 전파 모델을 제안하였으나 NLOS 상태에서의 채널 모델은 aggregation 분석에 포함되지 않는다는 이유로 고려되지 않음

※ 관련문서 : 1-8/temp/111, 112, 1-8/167(9D), 172(9A,9D), 179(convener),

193(보쉬), 194(보쉬), 195(보쉬), 197(보쉬), 204(convener), 212(인텔), 239(한국), 245(캐나다), 249(convener), 254(3M)

#### (4) 육상이동업무(LMS, IMT-2000제외)

- o 한국이 제안한 PCS(1800MHz), CDMA(800MHz), WiBro(2300MHz)에 대한 UWB 영향을 포함시키고, 싱가포르의 실험결과와 더불어 다음 회의에서 실험적 결과에 대한 새로운 절에 편집기로 함

※ 관련문서 : 1-8/temp/102, 1-8/162, 171(캐나다), 189(싱가폴), 240(한국), 241(한국), 244(한국)

- o 육상이동업무연구반(WP8A)에 CDMA PCS 외에 무선호출시스템, public mobile radio(PMR), trunked radio system(TRS) 등 다른 이동업무에 대한 UWB 영향 연구에 기여해 줄 것을 요청

※ 관련문서 : 1-8/temp/104r1, 1-8/164(8A)

#### (5) 항공이동업무(AMS)

- o ICAO는 ITU가 RR 4.10에 의해 항공안전 서비스 대역에서 UWB 시스템을 운용하지 않기를 권고함.

- UWB 서비스는 항공안전에 잠재적 유해간섭원이 될 수 있으므로 운용 중인 비행선 상에서 전도성 필드 테스트가 필수적임 (측정절차는 ITU-R 권고 SM.1140 참조할 것)

- 현재 제안된 UWB 마스크는 항공서비스와는 공유되지 않는다.

※ 관련문서 : 1-8/temp/106, 1-8/162, 224(ICA0), 226(ICA0), 232(UK)

#### (6) 해상이동업무(MMS)

- o 선박, 항만, 항행 중에 운영중인 해상이동업무, 무선평행업무, 무선평행 위성업무 등에 사용하는 주파수 대역을 명시함

- 해상이동업무연구반(WP8B)에 연구 참여를 독려함

※ 관련문서 : Temp/58(WG2), Temp/72(WG2), 1-8/116

#### (7) 무선측위업무

- o 2.8GHz, 5.6GHz, 9.4GHz 대역 기상레이더의 미국의 전력밀도 한계 규정이 유럽에서 적용하기는 충분하지 않음

- 미국이 2.8GHz 대역에서 30m 안테나, 45.7 dBi 안테나 이득을 적용하는 레이더의 경우는 제외

<기상레이더 보호를 위한 전력밀도 한계>

주파수 대역	UWB 응용형태	미국 FCC 한계	기상레이더 보호를 위한 필수한계출력
2.8GHz	Imaging(저밀도)	-41.3 dBm/MHz	-51 dBm/MHz
	통신(실내)	-51.3 dBm/MHz	-61 dBm/MHz
	통신(실외)	-61.3 dBm/MHz	-71 dBm/MHz
5.6GHz	Imaging(저밀도)	-41.3 dBm/MHz	-51 dBm/MHz
	통신(실내.외)	-41.3 dBm/MHz	-65 dBm/MHz
9.4GHz	Imaging(저밀도)	-41.3 dBm/MHz	-54 dBm/MHz
	통신(실내.외)	-41.3 dBm/MHz	-60 dBm/MHz

- o 2700-2900MHz 대역 기상레이더 보호를 위해 유럽은 미국의 UWB방사 제한값을 10dB 강화하여야 한다고 주장
  - 미국은 높이 30m, 이득 45.7dBi 공중선을 가정하고, 유럽은 높이 7m, 이득 39dBi 공중선을 가정함
- o 5600-5650MHz와 9300-9500MHz 대역도 유럽은 UWB의 In-band 대역이므로 미국의 방사제한을 20dB 강화하여야 한다고 주장
- ※ 관련문서 : 1-8/temp/100, 1-8/162, 215(프랑스)

**(8) 이동위성업무(MSS)와 무선항행위성업무(RNSS)**

- o 지상기반 MES 단말기 보호 위해 최소 286m 이격거리가 필요하고 해상 MES 단말기에는 문제되지 않음
- o 항공 MES 단말기 밀집간섭 분석은 실외용 소자 20%와 4% 활성계수로 수행한 결과 문제가 되지 않음
  - ※ 관련문서 : 1-8/temp/85r2, 90r1 1-8/162, 166, 169(+c1), 200, 213, 224
- o TG1/8이 RNSS에 대해 I/N 1%를 적용하고 있는데, WP8D의 확인을 요청 (관련문서: 1-8/temp/95, 1-8/166)

**(9) IMT-2000**

- o 캐나다, 미국, 요르단, 프랑스 등의 제안이 있었으나 WP8F의 의견을 존중하여 기존의 내용을 유지하기로 함
  - 지난 회의에서 WP8F의 제안을 토대로 806-960MHz, 1710-1885MHz, 1885-2025MHz, 2110-2170MHz, 2500-2690MHz 대역의 IMT-2000 기지국 수신보호비(I/N비)를 도심 - 13[dB], 교외 -15.5[dB], 시골 -17.5[dB]로 정리하고, 이동국의 수신감도는 - 115dBm/MHz로 제시함

- 싱가포르 IMT-DS 단말기에 대한 UWB 영향 측정 결과를 수신레벨 -90dBm 일 때 30cm 거리의 UWB신호 레벨을 -55~-47dBm/MHz EIRP까지 허용할 수 있음을 제안하였으나, 수신레벨이 IMT-2000의 수신한계레벨(-105dBm/MHz)이 아니므로 수급 받지 못하고, 측정결과에 대한 별도의 부록으로 정리하기로 함

※ 관련문서 : 1-8/temp/110(PDNR), 109(Measurement), 1-8/162, 163(요르단, aggregation), 174(캐나다), 190(싱가폴), 221(프랑스), 228(미국), 246(WP8F), 251(Convener)

#### (10) 무선접속망(WAS)

- o IEEE802.11a(5GHz 대역)과 IEEE802.11b(2.4GHz 대역)에서 WAS/RLAN 기기에 대한 UWB의 간섭은 SINR 1dB 저하를 기준으로 6m 의 최소이격거리가 확보되어야 함
- IMT-2000 에서처럼 36cm 의 자유공간 이격거리를 가정하면 5GHz 에 대해서는 -66dBm/MHz 이고 2.4GHz 에 대해서는 -76dBm/MHz 의 마스크가 필요함
- FCC 의 마스크보다 약 20dB 이하 낮게 마스크가 설정되어야 함
- ※ 지난 회의에서 간섭누적계수 0.04, 0.2, 0.5를 가정하여 IEEE 802.11a 시스템에 대해서는 -48.3, -55.3, -59.3 dBm/MHz 이하로, 802.11b 시스템에 대해서는 -60.1, -67.1, - 71.1 dBm/MHz 이하로 제시함
- o 한국의 실험결과는 다음 회의에서 무선랜 수신레벨의 측정값, 무선랜과 UWB 장치의 규격 등을 보완한 후 측정결과에 대한 별도의 부록에 정리하기로 함
- ※ 관련문서 : 1-8/temp/102r1, 1-8/165(8A), 191(convener), 242(한국)

#### (11) 무선항행위성업무(RNSS)

- o GPS, Galileo, Glonass 시스템에 대한 간섭분석 결과 RNSS 주파수 대역에서 각 시스템의 간섭보호비와 UWB 신호 출력 제한값을 제시함
- ※ 관련문서 : Temp/44, 1-8/64, 72, 90, 102, 110, 115, 125, 137, 15
- o 주요내용
  - GPS에 대해 간섭보호비를 -114.5dBm/MHz로 제시하고, GPS 보호를 위해 당해 주파수 대역(1164-1240MHz, 1559-1610MHz)의 UWB 출력 기준을 -75.3dBm/MHz로 제시함
  - 갈릴레오 시스템에 대해 간섭보호비를 -114.3dBm/MHz로 제시하고, GPS에 대해

간섭보호비를 -114.5dBm/MHz로 제시하고, UWB 출력 기준은 -79.6dBm/MHz (옥외사용의 경우 -85.7dBm/MHz)로 제시함

- Glonass에 대해 간섭보호비를 -114.3dBm/MHz로 제시하고, 간섭분석 연구를 계속 하기로 함
- RNSS에 대한 UWB 간섭 신호의 형태는 잡음형과 CW형으로 해석될 수 있으므로 향후 연구에서 이를 고려하기로 함

## (12) 지상파방송

- o Portable T-DAB 수신 안테나의 최소 보호 전력을 실내 실외로 구분하였던 것을 통합하여 정리함
- UHF 대역 (1452-1492 MHz) UWB 발사제한 : -85 dBm/MHz (EIRP)
- VHF 대역 (174-230 MHz) UWB 발사제한 : -97 dBm/MHz (EIRP)

## (13) 위성방송(BSS)

- o 위성방송연구반(WP6S)의 제안을 받아 모든 위성방송 주파수에 대해 I/N비 1% 이하를 보호조건으로 함

주파수대	구분	지구국 수평방향 이득(dBi)	대역폭	지구국 잡음온도
620-790MHz	오디오	2.0 dBi	8~170MHz	100 K
1 452-1 492MHz 2 310-2 360MHz 2 535-2 655MHz	오디오	5 dBi	40kHz~25MHz	100 K
2 520-2 670MHz	TV	-	22MHz~27MHz	100 K
11.7-12.5GHz(R1) 12.2-12.7GHz(R2) 11.7-12.2GHz & 12.5-12.75GHz(R3)	TV	-	24MHz (R2) 27MHz (R1,R3)	110 K
17.3-17.8GHz(R2) 21.4-22GHz(R1, R3)	TV	-	27-600MHz	160 K

- o 각 위성방송대역의 간섭기준은 애플 UWB신호 출력을 명시하였으나, 검증이 필요함

구분	1452-1492MHz	2320-2343MHz	2535-2655MHz
UWB 이격거리	3 m	3 m	1 m
옥내 UWB	-76.3 dBm/MHz	-76.3 dBm/MHz	-66 dBm/MHz
휴대형 UWB	-79.3 dBm/MHz	- 79.3 dBm/MHz	-66 dBm/MHz
감시 UWB	-79.3 dBm/MHz	-79.3 dBm/MHz	-66 dBm/MHz

- 한국이 제시한 SDMB 간섭 실험 결과는 별도의 시험연구 부속서에 포함시키기로 하고, 실험에 사용된 SDMB 및 UWB 장치의 규격(펄스 형태, 변조방법, 전력밀도, 채널대역 등) 등의 정보를 보완해 줄 것을 요청함

※ 관련문서 : 1-8/temp/113, 1-8/243(KOR), 243, 162

#### 14) 고정위성업무(FSS)

- o I/N=-20dB를 얻기 위한 3.4~4.2GHz 대역 UWB의 방사한계를 다음과 같이 최소 이격거리를 두고 제시

적용위치	최소이격거리	단일 UWB 소자의 평균출력밀도(dBm/MHz)
시골	100m	-53
교외	50m	-66
도시	10m	-77

※ 관련문서 : 1-8/temp/107, 108(Measurement), 1-8/162, 233(4A)

#### 15) 아마추어업무

- o 아마추어 연맹의 제안을 바탕으로 UWB 장치로부터 10m 거리에서 수신기 잡음레벨을 1dB 이상 상승 시키지 않을 것을 정리

보호거리	Max EIRP @10m
10 ~ 10.5 GHz	-52 dBm/MHz
5.65 ~ 5.85 GHz	-57 dBm/MHz
3.4 ~ 3.5 GHz	-62 dBm/MHz
2.3 ~ 2.45 GHz	-65 dBm/MHz
1.26 ~ 1.3 GHz	Above spectrum mask

- UWB 영향이 예상되는 아마추어 주파수 대역

주파수대역	분배현황
<960MHz	420-430MHz (일부국가) 430-440MHz 440-450MHz (일부국가) 902-928MHz (제2지역)
960-1 990MHz	1 240-1 300MHz
1 990-3 100MHz	2 300-2 450MHz
3 100-10 600MHz	3 300-3 400MHz (제2,3지역) 3 400-3 410MHz (제1지역) 5 650-5 850MHz 5 850-5 925MHz (제2지역) 10-10.5GHz
22-29GHz	24-24.25GHz

- 시리아는 각국 주관청이 10m를 인정할 수 있는 것인지 검토가 필요하다는 의견 제시

※ 관련문서 : 1-8/TEMP/84, 1-8/177 (IARU)

## □ 기타 사항

- o 시리아와 이란의 제안을 받아 ‘UWB시스템과 무선통신업무간의 양립성 (compatibility)’이라는 용어는 ‘무선통신업무에의 UWB 영향(Impact of UWB on radiocommunication services)’으로 정리하기로 함
  - 또한, 간섭허용기준(Interference criteria) 또는 보호기준(protection criteria)은 ‘보호요건(protection requirement)’으로 정리하기로 함
- ※ ITU에서 양립성(compatibility)이라는 용어는 동일 지위의 ‘업무’간에 성립되는 용어이며, 기준(criteria)이라는 용어는 강제적 규정의 의미를 가짐
- o 권고의 참고문헌은 ITU 문건에 한정하기로 함
  - 보고서의 참고문헌도 ITU 문건으로 한정하자는 의장의 의견이 있었으나, 프랑스의 제안으로 차기 회의에서 검토하기로 함
- o 의장은 3차 회의 보고서 정리중에 Convener가 수정한 부분이 표기되지 않았음을 상기시키고, 4차 회의 보고서에서는 이를 잘 처리해 줄 것을 부탁
- o WG2 의장(프랑스 올리비에)가 계속 의장을 맡지 못하므로, 독일의 카를로가 다음 회의부터 의장을 맡기로 함
  - WG2-1 의장 (뉴질랜드 제이머슨)이 참석치 못해 코스타(캐나다)가 대신

WG2-1을 맡아 처리기로 함

- o WG2, WG3는 correspondence group을 유지하고, WG1, WG4는 correspondence group을 유지하지 않기로 함
- o 시리아의 요청에 따라 WRC-03 결의952(UWB는 ITU-R의 임무임을 선언하는 내용을 포함하고 있음)의 이행을 의장과 카운슬러가 체크하고 적절한 조치를 취할 것을 요청
- o 2005년까지 TG1/8의 작업을 마치기로 함
  - 5차 회의 : 2005.5.18(수) ~ 27(금), 미국 샌디에고
  - 6차 회의 : 2005.10월, 제네바

#### 4. 결 과

- o 우리나라는 2.6GHz대 SDMB, 2.3GHz대 WiBro, 800MHz대 CDMA, 1.8GHz대 PCS, 5.2GHz대 WiFi, 3.2GHz대 FS에의 UWB 영향 분석 시험 결과를 제시하여 3건을 반영하고 2건은 조건부반영, 1건은 정보문서로 처리함
  - WiBro, CDMA-800MHz, PCS 등의 간섭분석 실험 결과를 제시하여 UWB영향연구보고서의 관련 절에 반영됨. 총회에서 ‘시험연구 부속서’를 별도로 두기로 함에 따라 작업반 의장은 관련 분야의 재편집을 우리나라가 도와줄 것을 요청함. 스웨덴은 실제 실험환경의 잡음 및 수신감도를 제시해 줄 것을 요청함
  - WiBro 주파수에 대해서는 우리나라 독자적인 UWB 방사제한이 요구되므로 차기 회의에서도 적극적인 대응 필요
  - 2.6GHz대 SDMB 수신 보호 요건에 대한 시험 결과와 WiFi에 대한 간섭분석 실험 결과는 ‘시험연구 부속서’에 편입키로 잠정 결정 하였으나 SDMB는 프랑스, 스웨덴의 요청으로 UWB 장치 및 희생무선기기의 송수신 규격, 실제 수신신호의 세기 등을 다음 회의에서 보완하기로 함
  - SDMB에 대하여는 누적간섭영향 및 가로수에 의한 전파손실 영향을 고려한 검증도 필요함
  - 방송중계망에의 영향 분석 실험 결과는 정보 문서로 처리하였으나, 일부 국가에서는 실험을 완성해 줄 것을 요청
- o 미국과 독일은 UWB 활성화를 위한 다각적인 노력을 펴고 있으며, 프랑스, 캐나다, 영국 등은 수세적이거나 객관적 입장에서 분석 결과를 제시하고 있음



- o ETSI 소출력기준분과의장 Mr. Josef Schurnmann씨는 우리나라의 소출력 기술기준의 국제적 조화 노력이 필요함을 제언하고, TEMIC사는 우리나라 76GHz 차량레이더의 제도에 대해 자문을 구함

## 제 3 장 RFMS를 이용한 주파수 가용성 분석 결과

### 제 1 절 2004년도 주파수 지정검토 실적

전파연구소의 주파수 지정검토가 본격적으로 시작된 이후 2004년도에는 아래와 같은 주파수 가용성검토가 이루어졌으며 관련 결과에 대해서는 가급적 RFMS를 이용하여 검토와 분석을 추진하였다.

신청인		대상기기			
상호	관련기관	국종	출력(w)	전파형식	사용주파수
삼성전자(주)	서울청	실험국	12	200KG7W	935~960MHz 880~915MHz
울진공항	경북청	무선측위국	18K	2M00PON	2700~2900MHz
삼성전자(주)	서울청	실험국	12 2	200KG7W	941.2, 941.4, 941.8, 896.2, 896.4, 896.8
부경대	부산청	실험국	65	50K0L1N	12~14Hz
기상청	전남청	기상레이더	50mW	30M0F1D	24.125GHz
기상청	서울청	기상레이더	50mW	30M0F1D	24.125GHz
(주)엑스티엑스레이다시스	서울청	무선측위국	250/50K	25M0L0N	5.5~9.4GHz
항공우주연구원	본부	우주센터	검토	검토	검토
(주)KT컨버전스	서울청	실험국	4/0.25	5M00G7D	2365~2370MHz
한국건설기술연구원	서울청	기상레이더	316	13M0PON	5400~5900MHz
엔알디테크(주)	부산청	실험국	0.01	400MA1D	34~36.5GHz
엔알디테크(주)	부산청	실험국	0.01	400MA1D	34~36.5GHz
광운대	서울청	실험국	0.05	20M0F1D	5250~5350MHz
(주)만도외2개사	전북청	전파응용	30/250K		5~400kHz
삼성코닝(주)	충청청	전파응용	5K		2~2.5MHz
(주)만도외2개사	전북청	전파응용	30/250K		5~400kHz
기상청	전남청	실험국	0.05	30M0F1D	24.1GHz
기상청	전북청	바람관측	3.5K	2M00PON	1290MHz
기상청	부산청	기상정보	10	8K50F1D	146~174MHz

그러나 2004년 한 해 동안 각 체신청으로부터 접수된 전체적인 검토결과 현재의 RFMS를 이용하여 기술적으로 검토할 수 있는 부분이 매우 제한적임을 알 수 있었다. 특히 30MHz 이하의 HF대역 레이더와 수 kHz 전파응용설비 등은 전파분석에 있어 RFMS의 추가적인 개발의 필요성을 느끼게 하였다. 뿐만 아니라 mm파 대역에 있어 전파분석 알고리즘 및 안테나 패턴 데이터의 부족은 계속적인 계산에 필요한 DB의 보강이 요구된다.

지정검토 시 부족한 전파분석이외에도 RFMS에서 제공할 수 없는 부분으로는 혼신분석에 필요한 충분한 주파수 검색(전파형식을 이용한 주파수 대역별 검색) 부족과 공공주파수 검색이 연계되지 않는다는 것이다. 관련 부분은 주파수 지정검토 시 가장 필수적이며, 특히 동일채널 및 인접채널 검토 시 주변 무선국 검색시 기본적으로 검토해야 할 부분이기도 하다.

## 제 2 절 주파수 지정검토 결과

### 1. 부경대학교 해양과학공동연구소 검토

부산체신청으로부터 부경대학교 해양과학공동연구소의 실험국 허가 신청에 대한 주파수이용 가능성 검토 요구가 있었다.

#### o 신청무선국 제원

설치장소 (이동범위)	설치장소 (공중선)	(1) 울산시 동구 (2) 울산시 울주군 서생면 (3) 부산시 기장군 기장읍		
	상치장소	-		
무선국종류	실험국 3국			신청구분
송신기특성	정격출력	전파의 형식과 폭		주파수범위
	65W	50K01N		12~14MHz (1) 13.41 ~ 13.50MHz (2) 12.10 ~ 12.23MHz (3) 13.50 ~ 13.57MHz
수신기특성	수신방식	전파형식		주파수범위
	슈퍼헤테로다인	-		12~14MHz
공중선특성	구 분	형 식	구성	이 득
	송/수신	Vertical Whip	수평	0dB

관련 실험국의 경우는 해양의 광역 해류 모니터링하기 위한 sounding HF

대 레이더에 관한 검토이며 관련 검토결과는 아래와 같다.

또한 시스템 특성으로는 Whip 안테나(송신)와 모노폴 loop안테나(수신)를 사용하여 수직 편파로 양각 -0.05~-3.63도로 해수면을 향해 전파를 송신하여 반사파를 받아 처리하는 sounding 시스템이다.

#### 가. 검토내용


##### (1) 통신사항의 개설목적에의 적합성

- 신청한 무선국은 해류의 이동상황을 실시간 측정하기 위한 해류정보 수집목적의 해류모니터링 시스템으로 통신사항은 개설 목적에 적합함

##### (2) 주파수분배에의 적합성

- 신청 주파수 대역의 분배 현황

12.1MHz		12.23		13.2		13.36		13.41		13.57MHz	
국제	고정	해상이동 5.109 5.110 5.132 5.145		항공이동		고정, 전파천문 5.149		1차 : 고정 2차 : 이동(항공 이동(R)제외) 5.150			
국내	고정	(주파수폭 : 970kHz)  해상이동				(50kHz) 고정 전파천문 5.149		(주파수폭:160kHz) 1차 : 고정 2차 : 이동 (항공이동(R)제외)			
용도등		*		별표2-2 항공업무K6A (별표2-1)				무선조정장치등 13.56kHz(1SM) 5.150(별표5-1)			

 : 신청주파수대

- \* 13.56MHz는 ISM 대역으로도 분배되어 있으며, 무선조정장치 등 저전력 설비용으로도 이용

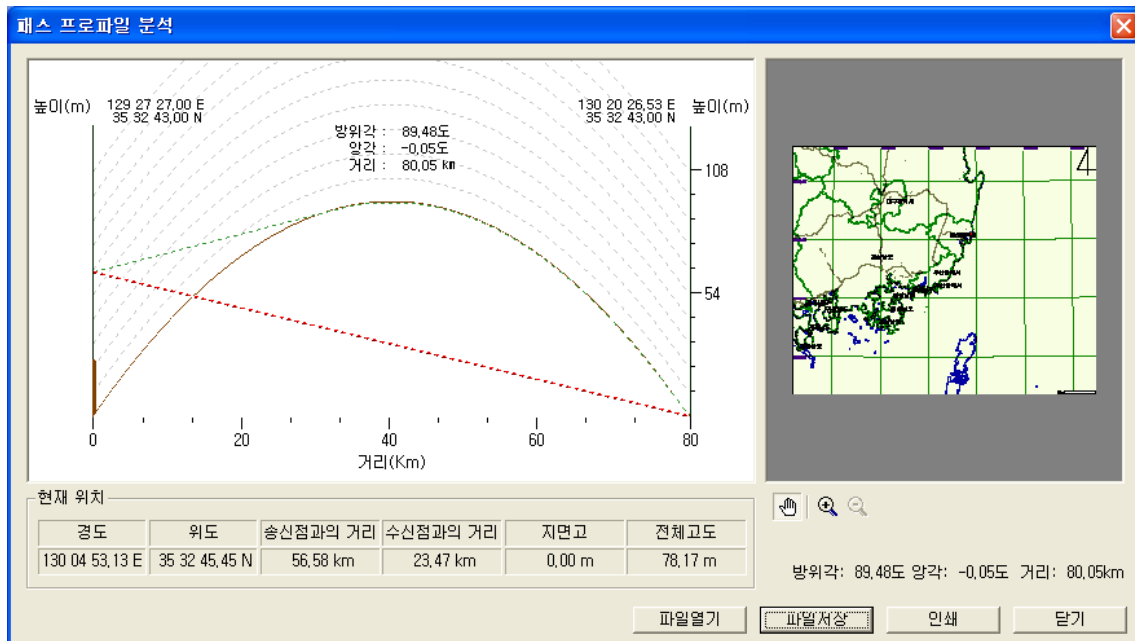
- 개설하고자 하는 실험국은 무선측위국인데 반해 신청 주파수대는 고정업무로 분배되어 있어 원칙적으로는 이용 불가
  - 다만, 국제전파규칙 제4.4조에 의거 국제전파규칙에 적합하게 개설하여 운용하는 외국의 무선설비에 유해한 혼신을 초래하거나 이들 무선국으로부터의 혼신에 대한 보호 요청을 할 수 없다는 조건으로 이용은 가능

##### (3) 주파수의 적정성

- 희망주파수

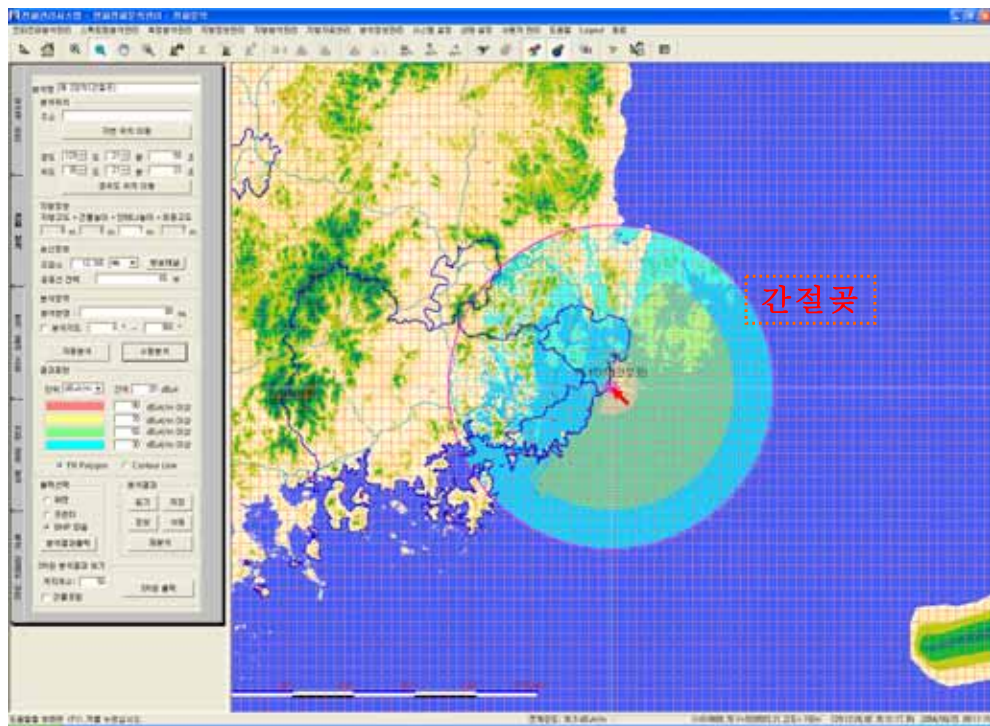
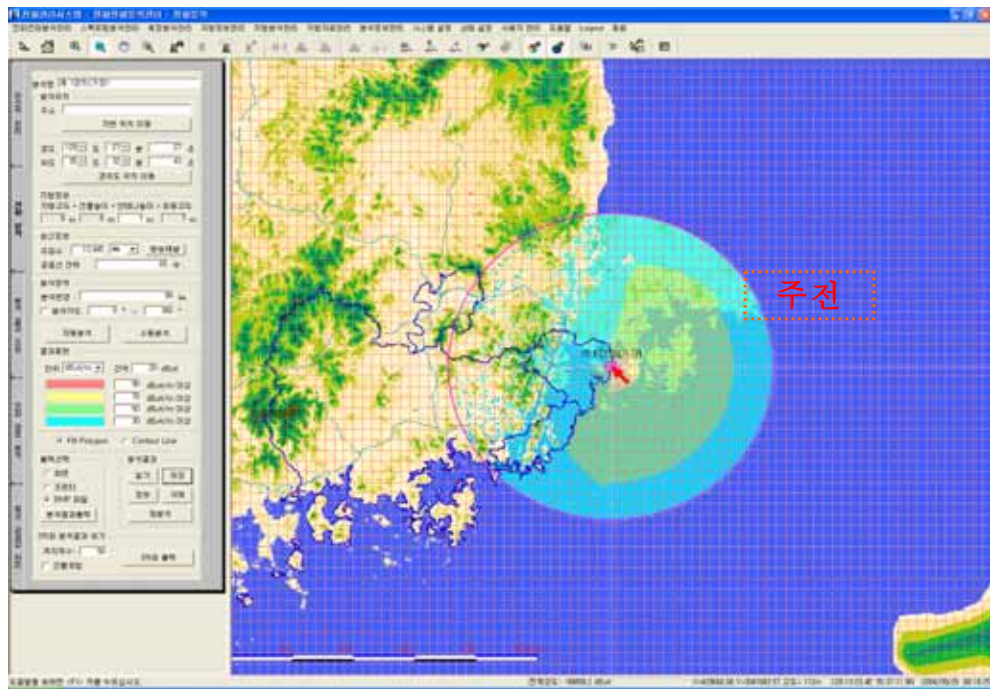
- 12.10~12.23MHz 중 1파, 13.41~13.50MHz 중 1파, 13.50~13.57MHz 중 1파

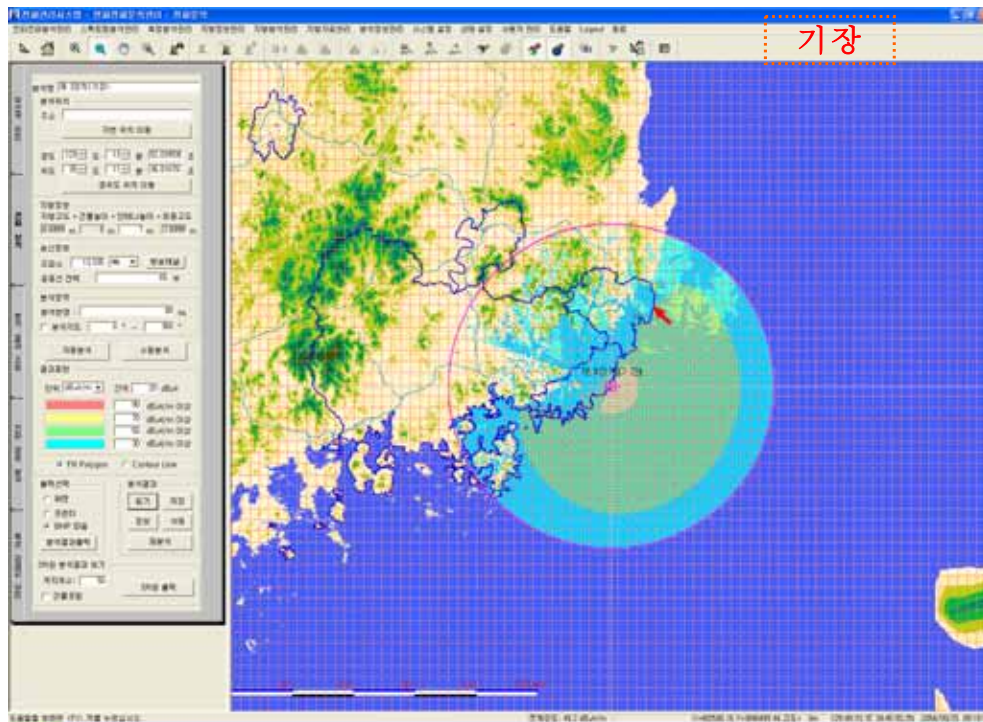
- 희망주파수대에서 희망대역폭 50kHz의 3파를 배타적으로 이용할 수 있는 주파수는 없음
- 신청 무선국의 특성상 공중선 높이가 낮고 해면을 향해 전파를 발사하기 때문에 타 업무와 공유하여 이용할 수 있음
  - 12.10~12.23MHz 대에서는 공공용(12.147MHz 및 12.175MHz)으로 사용하는 위치가 불확실하여 분석이 불가능하므로 이를 피해 12.204MHz를 이용하는 것이 바람직함
  - 13.41~13.57MHz 대에서는 국제 기상방송을 행하는 13.57± 0.0036MHz를 제외한 나머지 주파수에서 기존 업무와 공유하여 지정 가능



#### (4) 출력의 적정성

- 희망출력 : 65W
- 신청 무선국은 HF 레이더로 약 80km 반경의 해수면 반사파를 수신하여야 하므로 통신목적에 적정함





## 나. 검토결과

- 희망 주파수는 고정업무용으로 분배되어 있고 개설하고자 하는 무선국의 용도와 달라 원칙적으로 지정이 불가하나, 해양개발 및 보존대책 수립을 위하여 동 실험국 운용이 필요하다고 인정되므로 국제전파규칙 제4.4조 단서조항 조건을 부과하여 지정하는 것이 가능함.
  - 다른 무선국에 혼신을 유발하는 경우 즉시 운용을 중단하고 혼신 방지를 위한 조치에 따를 것
  - 다른 무선국으로부터의 혼신을 용인할 것
- 희망 주파수는 이미 타 용도로 이용 중이므로 지정할 주파수가 없으나 타 업무와 공유하여 이용이 가능할 것으로 판단되는 주파수를 아래와 같이 추천함.
  - 12.10 ~ 12.23MHz 중에서는 12.204MHz, 13.41 ~ 13.50MHz 중에서는 13.451MHz
  - 13.50 ~ 13.57MHz 중에서는 13.541MHz

## 2. NRD테크 검토

부산채신청으로부터 밀리미터파 대역의 활용가능성 검토 및 공익목적활용 등 연구개발을 통한 과학기술 발전을 목적으로 34~36.5GHz 대역의 NRD테크



(주)의 실험국 허가 신청이 있어 그에 관한 기술적 검토가 있었다.

설치장소 (이동범위)	설치장소 (공중선)	(1) 울산시 북구 양정동 (2) 울산시 북구 효문동		
	상치장소	-		이동범위      고    정
무선국종류	실험국			신청구분      신규
송신기특성	정격출력	전파의 형식과 폭		주파수범위
	0.01W	400MA1D		34~36.5GHz (1) 34.20 GHz (2) 35.80 GHz
수신기특성	수신방식	전파형식		주파수범위
	슈퍼헤테로다인	34.20GHz ~ 1.6GHz		34 ~36 GHz
공중선특성	구    분	형    식	구    성	이    득
	송/수신	카세그레인	2기	42.9dB

그 결과에 대한 세부적인 검토결과를 아래와 같이 검토하였으며 그에 대한 부족한 면을 간략하게 언급하였다.

#### 가. 검토내용

##### (1) 통신사항의 개설목적에의 적합성

- 신청한 무선국은 밀리미터파 대역의 활용가능성 검토 및 공익목적활용 등 연구개발을 통한 연구개발장비의 성능 향상을 위한 시스템으로 통신사항은 개설 목적에 적합함

##### (2) 주파수분배에의 적합성

- 신청 주파수 대역의 분배 현황

33.4GHz		34.2		34.7		35.2		35.5		36GHz	
국제	무선표정	무선표정 우주연구(심우주) 지구-대우주	무선표정 우주연구 5.550 5.549	기상원조 무선표정	지구탐사위성(능동) 기상원조 무선표정 우주연구(능동) 5.549 5551A						
국내	무선표정	무선표정 우주연구(심우주) 지구-대우주	무선표정 우주연구	기상원조 무선표정	지구탐사위성(능동) 기상원조 무선표정 우주연구(능동) 5551A						

- 개설하고자 하는 실험국의 성격은 고정국인데 반해 신청 주파수대는 무선



표정업무와 지구탐사위성(능동)으로 분배되어 있어 원칙적으로 국제전파규칙 4.4 조항에 따라 이용 불가

(3) 주파수의 적정성

o 희망주파수대역 이용 현황

(가) 34.2GHz : 34.49MHz NRD에서 사용중인 실험국('04.05.21)존재

(나) 35.8GHz : 35.507~35.667GHz까지 8MHz간격으로 공공용으로 사용중  
(서울, 경기, 강원지역)

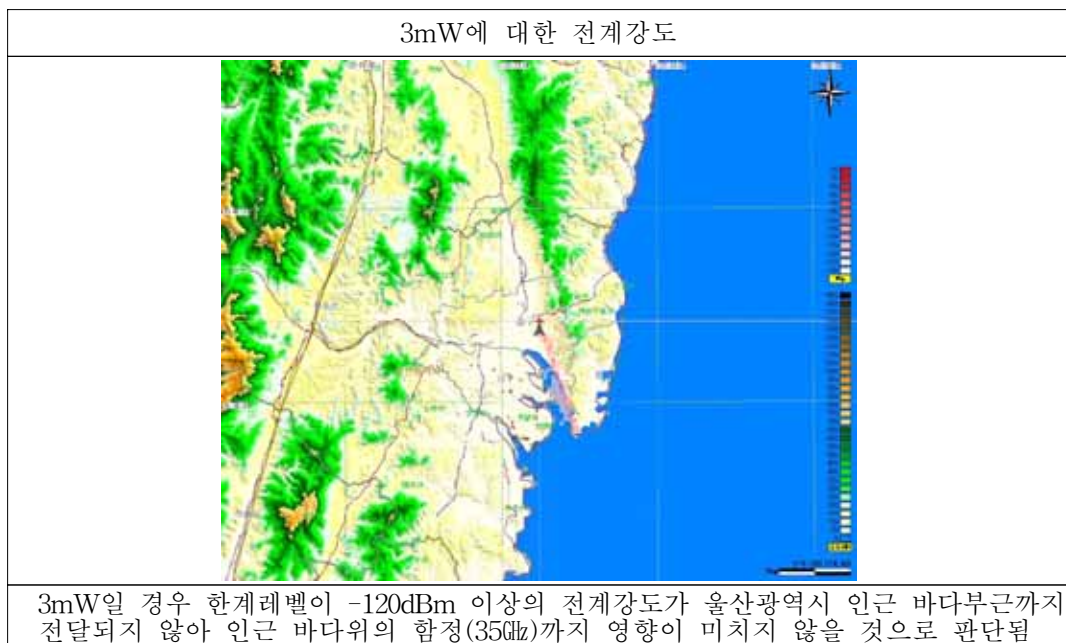
o 34.2GHz는 경계 주파수로 사실상 지정은 불가능하며 희망주파수대의 희망대역 폭도 400MHz로 매우 넓은 대역을 밴드폭이 너무 넓고 가드밴드까지를 포함하면 주파수 사용범위가 더 넓은 상황임

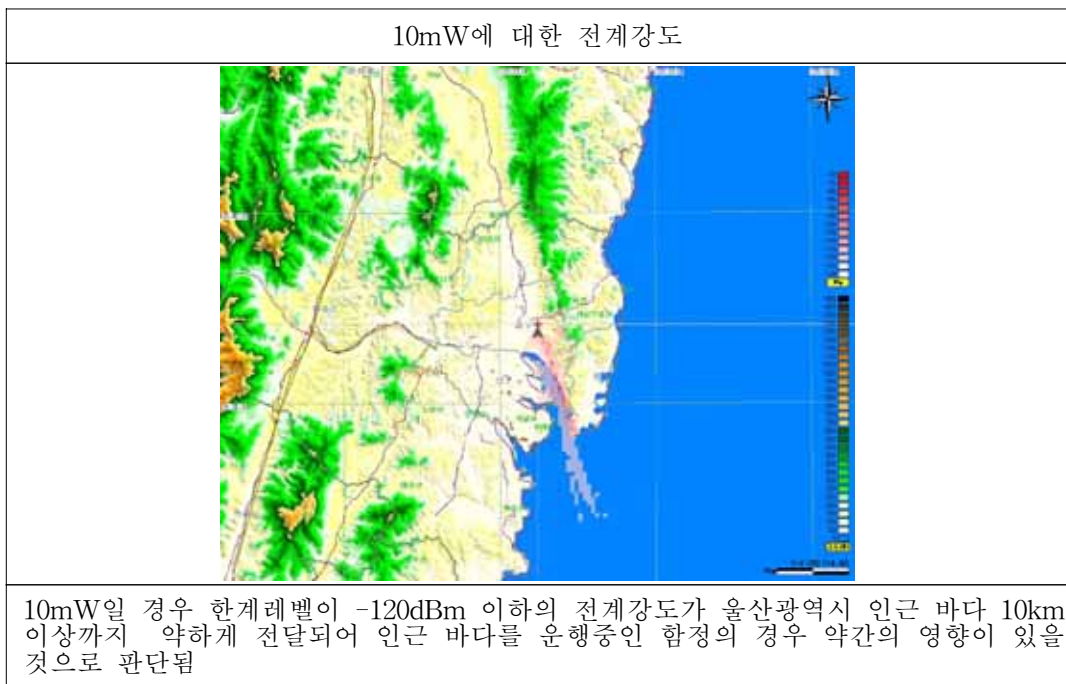
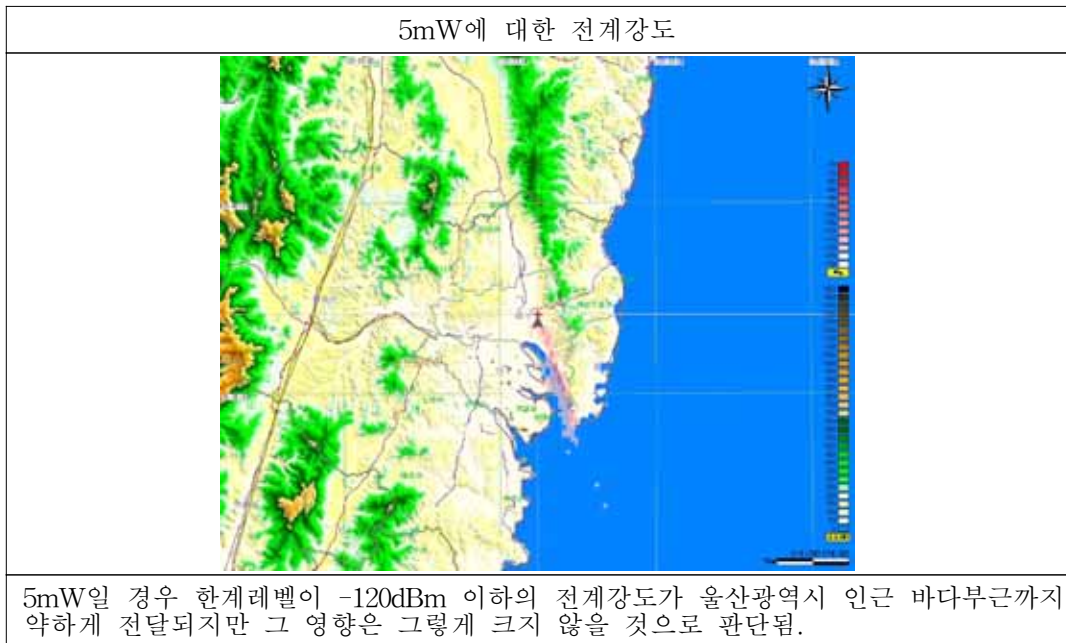
따라서 두 주파수 모두 현재 고정업무로 할당되어 있는 31.8~33.0GHz(고정업무)중 2파로 주파수 변경을 권고함

(4) 출력의 적정성 : 희망출력 : 0.01W : 적정함

나. 검토결과

- o 희망 주파수는 무선표정으로 분배되어 있고 개설하고자 하는 무선국의 용도와 달라 원칙적으로 국제전파규칙 4.4항에 근거하여 지정이 불가함.
- o 두 주파수 모두 현재 고정업무로 할당되어 있는 31.8~33.0GHz으로 주파수 변경을 권고함





### 3. 한국건설연구원 검토

서울체신청으로부터 집중호우에 따른 홍수 및 재해를 예방하고 인명, 재산을 보호하기 위해 한국건설연구원이 요구한 5GHz대역의 무선측위국 허가 신청에 관한 기술적 검토가 있었다.

설치장소 (이동범위)	설치장소(공중선)	경기도 고양시 일산구 대화동		
무선국종류	상치장소	-		이동범위 고 정
송신기특성	무선측위국(기상레이더) 1국		신청구분	신규
수신기특성	정격출력	전파의 형식과 폭		주파수범위
	316W	13MOPON		5,400~5,900MHz
공중선특성	수신방식	전파형식		주파수범위
	슈퍼헤테로다인	-		5,400~5,900MHz
	구 분	형 식	구성	이 득
	송/수신	Parabolic	수평	35dB

## 가. 검토내용

### (1) 통신사항의 개설목적에의 적합성

- 신청한 무선국은 집중호우를 사전 예측하기 위한 기상정보 수집 목적의 기상 레이더 시스템으로 통신사항은 개설 목적에 적합함

### (2) 주파수분배의 적합성

- 신청 주파수 대역의 분배 현황

5470MHz	5480	5600	5650	5670	5725
(주파수폭 : 180MHz) 1차업무 : 해상무선항행, 무선표정(WRC-03)			(주파수폭 : 75 MHz) 1차업무:무선표정, 고정, 이동 2차업무:우주연구, 아마추어		
	(주파수폭 : 120 MHz) 각주K117 해안레이더비콘, 선박레이더	(50 MHz) 각주5.452 1차:기상레이더	*각주 5.282	(75 MHz) 각주5.453 1차: 고정, 이동업무	

- \* 각주5.282 : 5650~5670 MHz 주파수대는 아마추어 업무에 2차로 분배
- \* WRC-03 : 1차 및 2차 업무 보호 조건으로 무선접속용(무선랜등) 이동업무에 분배

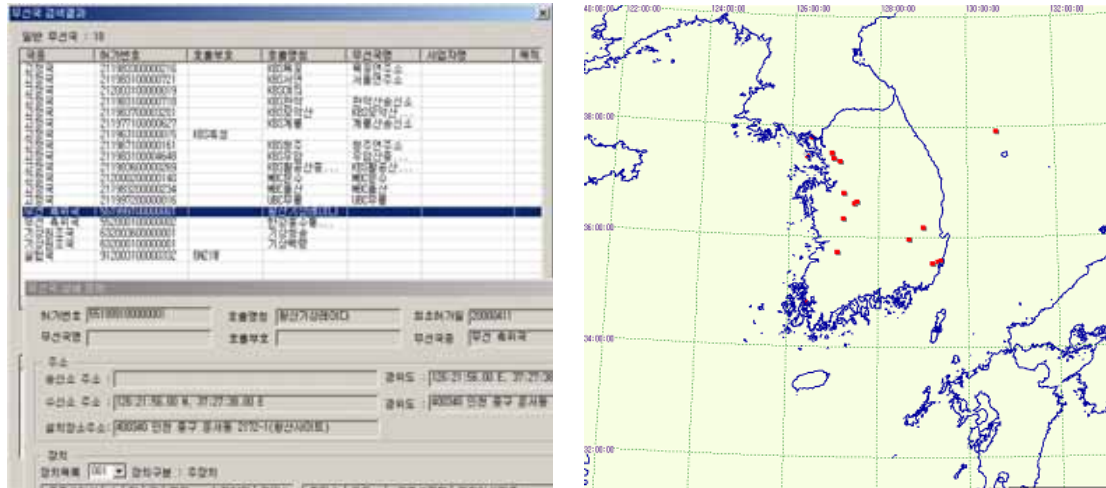
- 신청 주파수는 기상레이더에 사용하는 것으로 국제주파수분배와 우리나라 주파수분배에 의해 1차적으로 보호받는 주파수임

### (3) 주파수의 적정성

- 희망주파수 : 5400~5900MHz 중 1채널 (대역폭 13MHz)
- 희망주파수대역 이용 현황
  - ※ 당해 시스템의 동작가능 주파수로 5620~5680MHz에 대하여 검토함
  - 희망 주파수대 내에 고정/이동국 49파(공공용, 민간용 방송중계)이 운

용중이며, 레이더는 38파(공공용, 민간용)가 운용 중

# < 희망주파수대의 이용현황 (공공용 제외) >

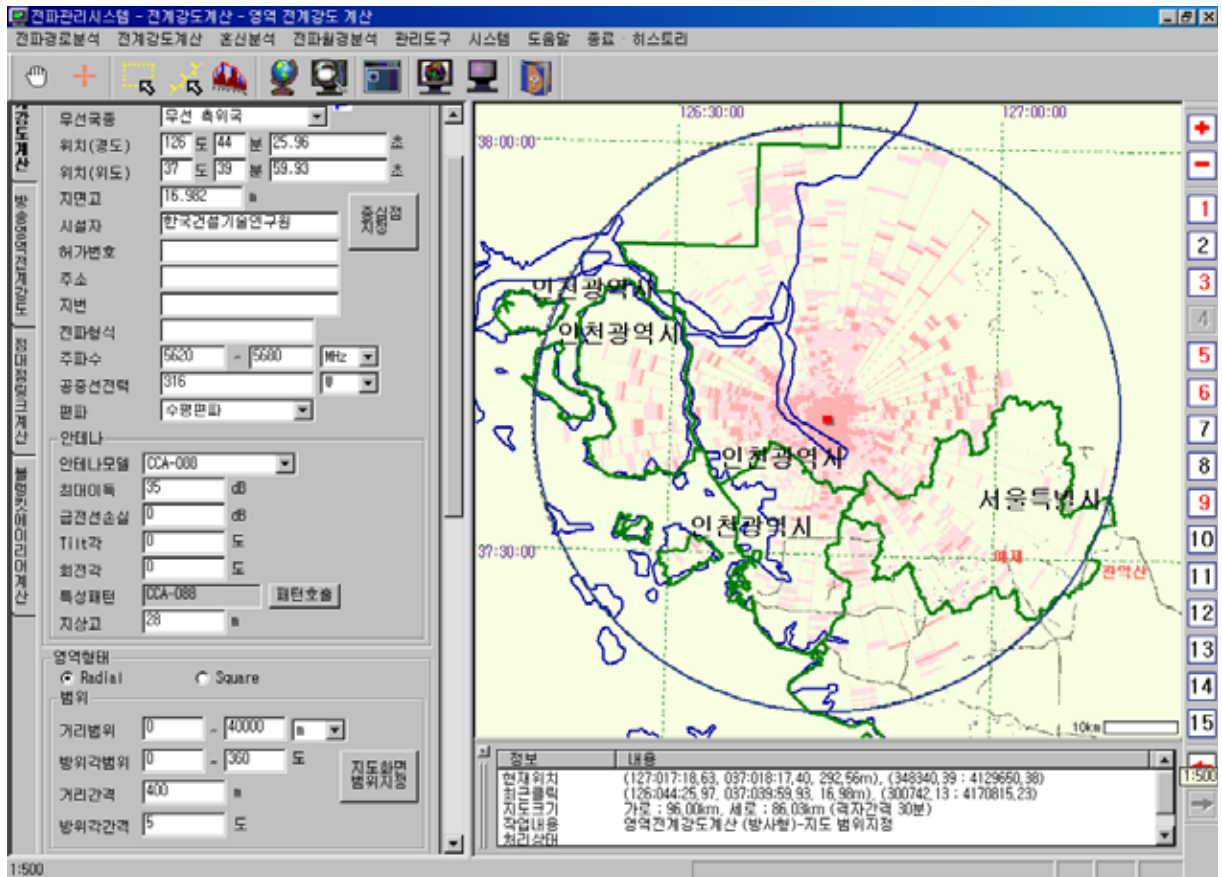


- 희망주파수대의 중심주파수(5650MHz)는 주파수분배상의 해상무선항행업무와 무선표정/고정/이동 업무간 경계 주파수이기 때문에 향후 주파수 정책수립의 유연성을 확보하기 위해 지정하지 않는 것이 바람직함
- 희망주파수대중 5650MHz 이상 주파수는 이동형 방송중계장치용으로 이용되고 있어서 주파수 지정이 불가능함
- 희망주파수대중 기상용 레이더는 5637MHz 및 5645MHz가 이용되고 있는데 강화도 및 인천 지역에서 운용중이어서 무선국 개설 희망지인 일산에서 동시 운용이 불가능
- 당해 레이더 시스템은 비교적 간섭확률이 낮은 5621MHz의 주파수를 이용하는 것이 바람직함
  - WRC-03에서는 당해주파수대를 기상레이더 등에 1차로 분배하면서 해상무선항행업무용 무선국에는 혼신을 야기하지 않도록 조건을 부가함
  - 또한, 관악산의 5612.5MHz(25MHz폭) 방송중계 고정국과 주변의 주거지역 무선랜에 영향을 미치지 않기 위해 남쪽 방향 및 주거지역 스캔시 양각을 10도 이하로 낮추지 않아야 함

## (4) 출력의 적정성

- 희망출력 : 316W
- 신청 무선국은 소형 기상 레이더로 약 40km 반경의 강우 반사파를 수신하는 것으로 분석결과 통신목적에 적정함

## < 허가신청 기상레이더 운용범위 >



### (5) 검토결과

- o 신청무선국은 중심주파수 5621MHz, 출력 316W로 운용할 수 있음
  - 다만, 국제전파규칙에 따라 해상무선항행업무용 무선국(선박국 레이더 및 레이더 비콘 등)에 혼신을 야기하지 않아야 함
- o 기존의 공공용 레이더 및 방송중계국(KBS 관악산 5612.5MHz)의 보호와 향후 기상레이더의 주파수 재배치 등 정책수립의 유연성 확보를 위한 조건이 필요 있으며 향후 도입이 추진되고 있는 무선랜은 기상레이더 주파수를 피해 이용 가능

## 4. 삼성 GSM 실험국 검토

서울체신청에서 GSM 실험국을 목적으로 삼성전자 측에서 요청한 900MHz대의 주파수지정 가능 여부를 검토하였다.

구 분	기 지 국		이 동 국	비 고
설치장소	1	경기도 수원시 팔달구	이동국운용영역: 기지국 통신영역내	
	2	경기도 수원시 권선구		
무선국수[국]	2		3	
동작주파수범위[MHz]	935 ~ 960		880 ~ 915	
희망주파수[MHz]	1	941.2 941.8	896.2 896.4 896.8	
	2	941.4		
전파형식	200kG7W		200kG7W	
출력[W]	12W		2W	
공중선형태	섹터(2섹터)		헤리컬	수직편파
공중선이득[dBi]	15.5		0	
공중선지상고[m]	1: 29, 2: 35		1.5	
공중선 빔폭[도]	65		-	
공중선 지향각[도]	1: 135, 255, 2:110		-	
급전 손실[dB]	1		-	

가. 주파수 할당 현황

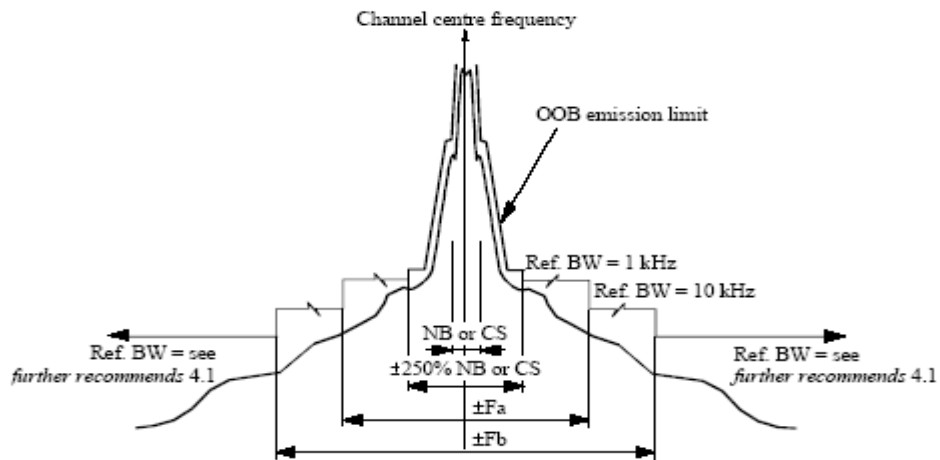
869		894 898 900		923.55 924.4625		938 940MHz	
기 존 업 무	25MHz		4MHz	1MHz		4MHz	방 송 보 조 육 상 이 동 942.12MHz
	이동전화 (↓)		무선 데이터 (↑)	양 방 향 호 출 (↑)		무선 데이터 (↓)	
	880		915		935		
GSM 실 험 국	운용가 능대역	GSM운용대역(35MHz ↑)				GSM운용대역(↓)	
	희 망 주파수	896.2 ↑				941.2 ↓	
		896.4 ↑				941.4 ↓	
		896.8 ↑				941.8 ↓	

나. GSM 불요발사기준 (ITU-R 권고 SM.329-10)

o 스퓨리어스발사 허용치

주파수대역	스푼리어스발사허용치
9kHz ~ 30MHz	-36 dBm
30MHz ~ 1GHz	-36 dBm
1GHz 이상	-30 dBm

o 기준대역폭



Fa : 100 kHz 또는 NB의 4배 (여기서는 800kHz)

Fb : 500 kHz 또는 NB의 10배 (여기서는 2MHz)

다. 전파간섭분석 결과

(1) 동일채널간섭

- o GSM기지국 송신 주파수가 국악방송에 할당된 방송보조육상이동국 주파수와 중첩되지만 운용장소가 서로 충분히 이격되어 있어 간섭 가능성 없음

간섭시나리오	중심주파수 [MHz]	대역폭 [kHz]	출력 [W]	주파수이격 [kHz]	비고
GSM기지국→ 방송보조이동국	941.8 942.125	400 250	12 -	-0.005	주파수는 중첩되지만 방송보조육상이동국의 운용 장소가 서울 서초구이므로 상호 간섭 가능성 없음
방송보조이동국 →GSM이동국	942.125 941.8	250 400	0.05 -	-0.005	

(2) 인접주파수 타 업무와의 간섭

- o GSM이동국이 이동전화이동국 수m 이내로 가까이 근접했을 때 간섭을 야기시킬 수 있음
- o GSM기지국이 인근 이동전화기지국으로부터의 간섭에 의해 수신 불능 상태에 놓일 수 있음

간섭시나리오 (혼신국→피혼신국)	중심주파수 [MHz]	대역폭 [kHz]	출력 [W]	주파수이격 [kHz]	간섭전력 [dBm]	간섭거리 [m]
GSM이동국→ 이동전화이동국	896.2 893.37	400 1,230	2 -	2,015	-25.1 -	73 <sup>1)</sup>
이동전화기지국→ GSM기지국	893.37 896.2	1,230 400	20 -	2,015	-25.98 -	196 <sup>2)</sup>
GSM기지국→ 무선데이터이동국	941.2 939.9875	400 12.5	12 -	1,006.25	-35 -	374 <sup>3)</sup>
무선데이터기지국 → GSM이동국	939.9875 941.2	400 12.5	60? -	1,006.25	-33 <sup>2)</sup>	83 <sup>3)</sup>
무선데이터이동국 →GSM기지국	898.15 896.8	12.5 400	4 -	1,143.75	-33 <sup>2)</sup> -	87 <sup>3)</sup>
GSM이동국→ 무선데이터기지국	896.8 898.15	400 12.5	12 -	1,143.75	-35 -	391 <sup>3)</sup>

결과로 GSM이동국 근처에 SKT 이동전화 이용자가 근접하였을 때 통화가  
않될 수 있으나, GSM이동국은 3대로 제한적인 구역에서 운용되므로 그 확률  
은 극히 미미할 것이며, GSM 기지국 수신주파수 대역에 이동전화기지국의  
불요발사가 유입되어 혼신이 예상되지만, 이동전화 기지국 불요발사가 896~  
900MHz 주파수 범위에서 -32dBm/100kHz 이하로 엄격히 규정(정보통신부고시  
2002-54 제4조)되어 있으므로 GSM 기지국 설치시 지향각과 틸트등을 조정하  
여 회피할 수 있다고 판단됨, 또한 GSM 기지국 및 이동국과 인접한 무선테  
이터 기지국 및 이동국간에는 상하향 링크가 서로 동일한 방향이므로 혼신  
영향은 무시할 수 있는 정도임

## 5. 기상청 파고계 검토

서해 먼 바다 해상상태를 실시간으로 관측하여 해난재해 및 기상재해를 사  
전예방하기 위해 5800MHz대 해역 파고측정을 위한 중청청으로부터의 주파수이용 타  
당성 검토 요구가 있었다.

무선국종	국수	희망 주파수	전파형식	출력
무선 측위국	1	5800MHz	20M0V0NAN (Coherent pulse)	10.0W(Peak) 275mW(Average)

### 가. 검토내용

#### (1) 통신사항의 개설목적 적합성

- o 기상청에서 신청한 무선국은 충청남도 북쪽벌비열도 서해종합해양기상  
관측기지에서 서해 먼 바다의 파고관측 기초자료 확보를 위한 무선 측위국



으로 통신사항은 개설목적에 부합함.

(2) 주파수분배 적합성

o 신청 주파수 대역의 분배 현황(5700~5810MHz)

국제			국내	
제1지역	제2지역	제3지역	주파수대역별 분배	용도 등
5725~5830 고정위성(지구대우주) 무선표정 아마추어 5.1505.4515.4535.4555.456	5725~5830 무선표정 아마추어 5.1505.4535.455		5725~5850 고정 무선표정 이동 아마추어 5.1505.453	방송중계K151 단거리전용통신(DSRC)K127 특정소출력무선(LAN)(별표5-2) K117 아마추어국지정주파수(5750MHz) (별표5-3)

o 요청주파수는 국제·국내 주파수분배 용도에 적합함

(3) 기존 무선국과의 혼신분석

o 무선국 운용 현황

- 신청 무선국에 대한 해당 주파수 현황

관리관서	국종	통신사항	전파형식및 폭	공중선 전력
서울청	육상이동국	방송프로그램중계	23M3F8WWF	1 W
서울청	이동국	방송프로그램 중계 및 업무연락	23M1F8WWF	5 W
경북청	고정국	방송프로그램 중계 및 업무연락	25M0F8WWF	1 W
경북청	고정국	방송프로그램 중계 및 업무연락	25M0F8WWF	1 W
강원청	육상이동국	( )TV프로그램 이동중계	25M0F8WWF	1 W
서울청	육상이동국	방송프로그램중계	23M1F8WWF	1 W
서울청	육상이동국	방송프로그램중계	15M5D7W	1.5 W
서울청	육상이동국	방송프로그램 중계 및 업무연락	24M7F8WWF	5 W
서울청	육상이동국	방송프로그램 중계 및 업무연락	24M7F8WWF	5 W
서울청	육상이동국	방송업무연락	24M7F8WWF	5 W

해당주파수는 방송용(프로그램 중계 및 업무연락 용도)으로 10개의 무선국(서울청 7국, 강원청 1, 경북청 2)이 운용중이며 강원도 지역에서도 공공용 주파수가 운용 중임

o 신청 무선국의 기술특성

- 송·수신부 특성

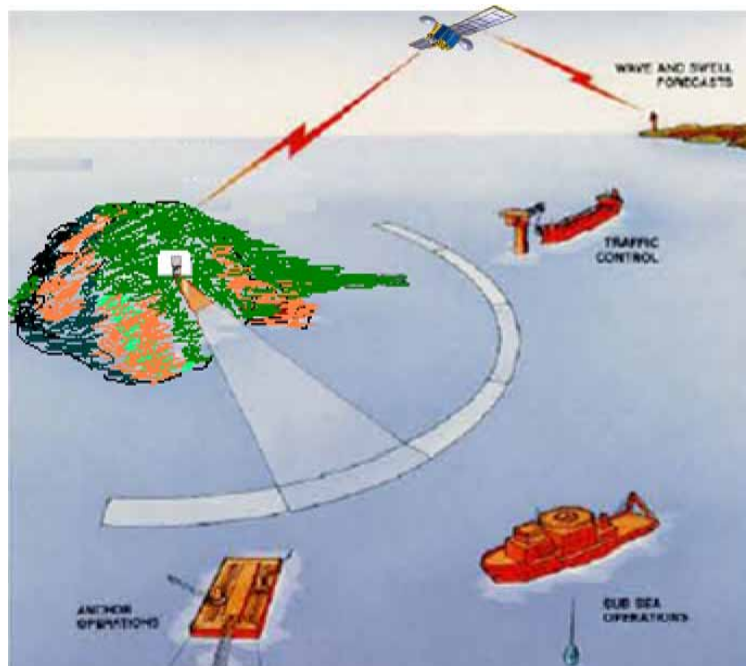
송신부					수신부				
발진 방식	변조 방식	주파수 범위	기기명칭	제조사	수신 방식	국부 발진 주파수	주파수 범위	기기명칭	제조사
Dielectric Resonator Oscillator	Pulse 변조	5.780GHz ~5.820GHz	SM-050	Miros	슈퍼 헤테로 다인		5.800GHz	SM-050	Miros

- 회랑주파수(5800MHz)의 전파특성은 무변조 펄스파임
- 공중선 특성

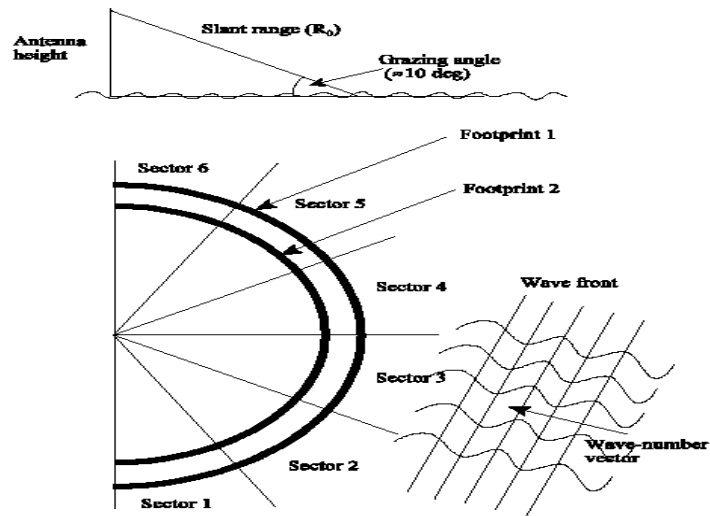
구 분	구분	Antenna Type	Antenna Length	편파면	전력반치 비임폭(°)	이득 (dBi)	주파수 범위	비 고
고정	송 · 수신	Pyramidal horn	-	수직	24	18	5.78GHz ~ 5.82GHz	6개 1조

#### o 신청 무선국의 운용특성

- 기기 운용은 해수면으로부터 측정안테나까지의 시야각(Grazing angle)은 약 10도이며 지향각 292도를 중심으로 180도 측정(202도~22도)범위를 가지고 있음

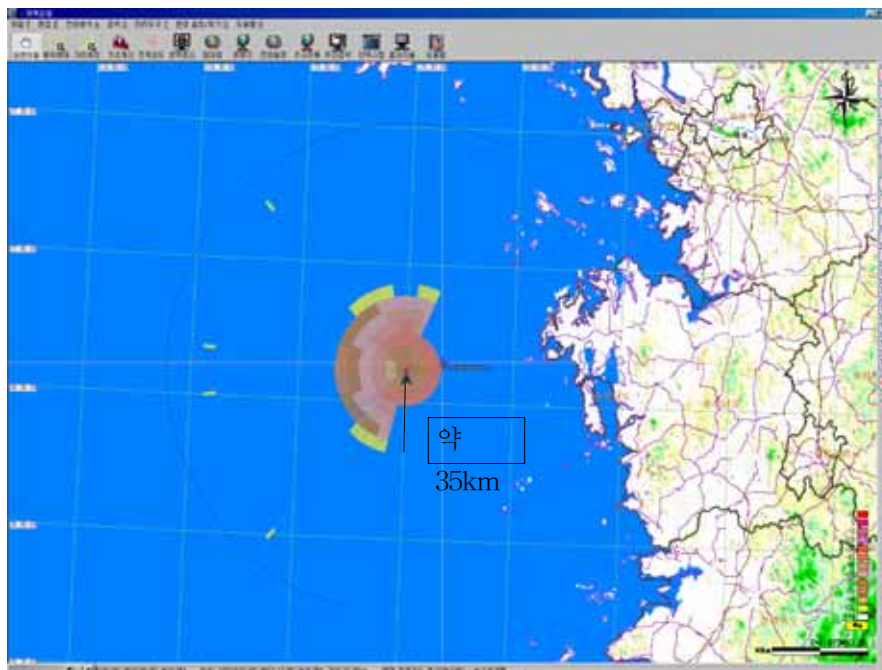


파고계 측정방법



파고 측정방법에 대한 모식도

○ 해수면 반사파에 의한 내륙으로의 영향 검토에 대한 분석결과로 신청 무선국은 충남 안흥항 서쪽 70km 해상에 설치할 예정이며 중국방향으로 전파를 발사하므로 관련 반사파가 희망 주파수 대역을 이용중인 국내 10개 TV 방송중계용 무선국에 미치는 혼신가능성이 없으며 해수면 전파유풀 영향 검토결과는 아래그림과 같다.



격열비열도의 영역전계강도

- 전파영역 계산(전파통달거리)결과가 약 35km 정도로 중국의 무선국에 대하여는 혼신가능성이 없음
- 본 대역은 산업(50W), 의료용(50W)으로 할당되어 있으며 10mW 이하의 소출력 무선국으로도 할당되어 있으나 신청무선국의 운용 특성에 비추어 볼 때 혼신 가능성 없음
- 인접채널 간섭영향 검토의 경우도 희망주파수에 대한 주변 20MHz 대역 주파수에 무선국이 없으므로 혼신영향은 없는 것으로 판단됨.

### 제 3 절 지정검토와 RFMS운용 검토

지정검토에 있어 RFMS의 활용도가 상당히 필요한 사항이다. 그러나 전체 지정검토를 수행하기에는 아직도 많은 문제점을 내포하고 있는 것이 사실이다. 따라서 관련 다음 장에서 언급할 RFMS 개선사항은 여전히 혼신 부분 등이 개선되지 않은 문제점을 포함하고 있지만 지정 검토 시 요구되는 사항을 해결하는 방향으로 개선노력을 하였다. 아직도 그 부분은 미흡한 부분이 여전히 남아있는 RFMS를 활용하여 보다 충실한 지정검토를 위한 작업을 하기 위해서는 레이어 처리와 고도자료 처리, 그리고 프로파일 계산과 계산방법 개선이 현실적으로 최적화하여 속도 부분을 개선하는 문제점을 가지고 있다. 속도의 경우 사용자들의 체감운영에 많은 지장을 초래하여 그 부분의 개선은 지속적인 숙제로 남아 있다. 속도 문제 이외에 지정 검토 시 문제점 중 하나는 RFMS GIS좌표체계에 대한 문제와 무선국 입력 자체 오류가 대부분을 차지하고 있다. 이와 더불어 주파수 검토 시 중심주파수를 중심으로 주파수 검색에 대한 부분이 미흡한 편이며 그래픽 개선부분, 안테나 부분, 계산의 정확성 부분에 있어 사용자 운용에 지장을 초래하고 있다. 그에 따른 문제점들을 4장에 보안하여 수록하였다. 지정 검토시 보다 요구되는 부분으로 앞서 언급했지만 무선국의 위치오류에 대한 부분에 대한 보정인데 향후 지속적인 업그레이드를 통해 조정이 필요할 것으로 생각된다.

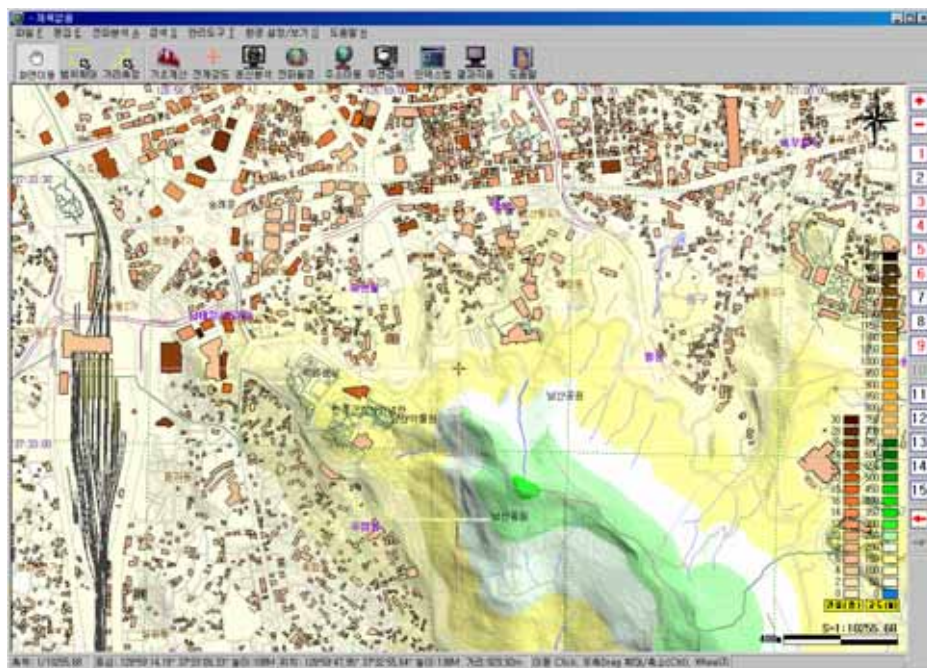
## 제 4 장 RFMS 기능 개선결과 및 전파예측 알고리즘의 검증

언제, 어디서나 사용자가 원하는 통신을 할 수 있도록 하기 위한 욕구는 지속적으로 증가하고 있다. 또한 유비쿼터스 통신환경을 구현하기 위한 그 해결책은 무선(전파)이며 따라서 전파자원의 희소가치가 점점 더 증대되고 있다. DMB, WiBro 등 다양한 신기술 출현 및 그에 따른 무선국 급증에 따라 주파수/시공간 영역의 전파관리와 과거 행정체제와 한정된 인력으로는 할 수 없었던 전파관리의 중요성이 확대되고 있다. 물론 아직까지 완전한 운영체계를 구축하지는 못했지만 기본적인 기능개선에 충실해 그에 따른 사업의 결과로 전파연구소는 2003년부터 전파관리시스템(RFMS)을 지속적으로 개발하고 있으며 2004년 한해에도 기능개선에 주력하였다. 본 연구는 그 결과에 대한 간단한 소개와 아직까지 해결하지 못한 부분을 나타내었다.

### 제 1 절 RFMS의 기능변화

2003년 한 해 동안 기능 강화된 RFMS는 상당히 많은 기능이 추가되었으나 정확도와 사용자 환경에서 약간의 문제를 내포하고 있었다. 본 연구에서는 그에 따른 변화된 기능을 간단히 요약하겠다.

가장 먼저 변화된 기능으로는 2003년에도 개선이 되었지만 속도의 문제가 발생하여 그에 따른 다양화된 지도기능을 표현할 수 없었다.

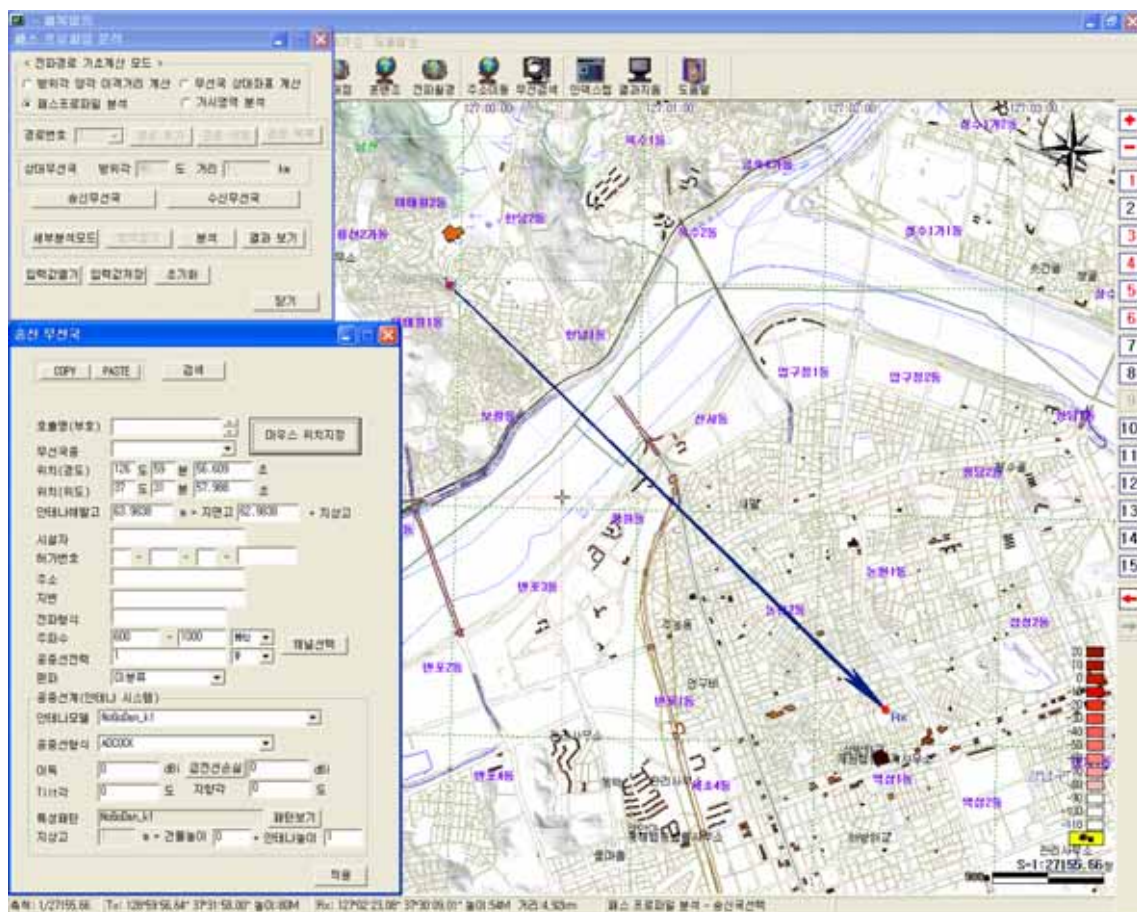




앞서 나타난 그림은 기존에 개발된 기능으로 이해할 수 있지만 새롭게 숨겨진 기능은 화면 처리면에서 기존기능보다 수배의 빠른 기능을 가지고 있다. 그 이유는 화면처리에 있어 화면 캐시기능을 추가하였기 때문이다. 화면 캐시기능은 축별 별로 구분된 단계별 화면에 대한 캐시기능을 의미한다. 화면을 단계별로 선택시 화면 표시를 위해 클라이언트 PC는 단계별로 표현되어야 할 각 레이어를 서버로부터 불러들여 PC에 임시 버퍼를 형성한다. 따라서 처음 화면표시에는 서버로부터 불러들이는 시간이 오래 걸리지만 그 이후에는 화면 이동이나 표현처리시에 PC 그자체로부터 필요한 레이어를 불러들이기 때문에 기존에 서버에만 의존해온 기능보다 수배정도 그 처리속도가 증가되었다.

화면처리이외에도 화면좌측아래편에 나타낸 리전드 기능이 그것이다. 리전드 기능은 화면에 표시될 고도자료와 전개강도(실측전계강도), 그리고 건물층 수에 따른 리전드를 화면옵션에서 토글모드로 표현할 수 있게 하였다.

두 번째 기능변화는 개선된 GIS화면에서의 path 프로파일에 대한 정확도 향상이다 특히 건물특성에 따라 가시경로와 비가시경로를 정확하게 판단할 수 있다.



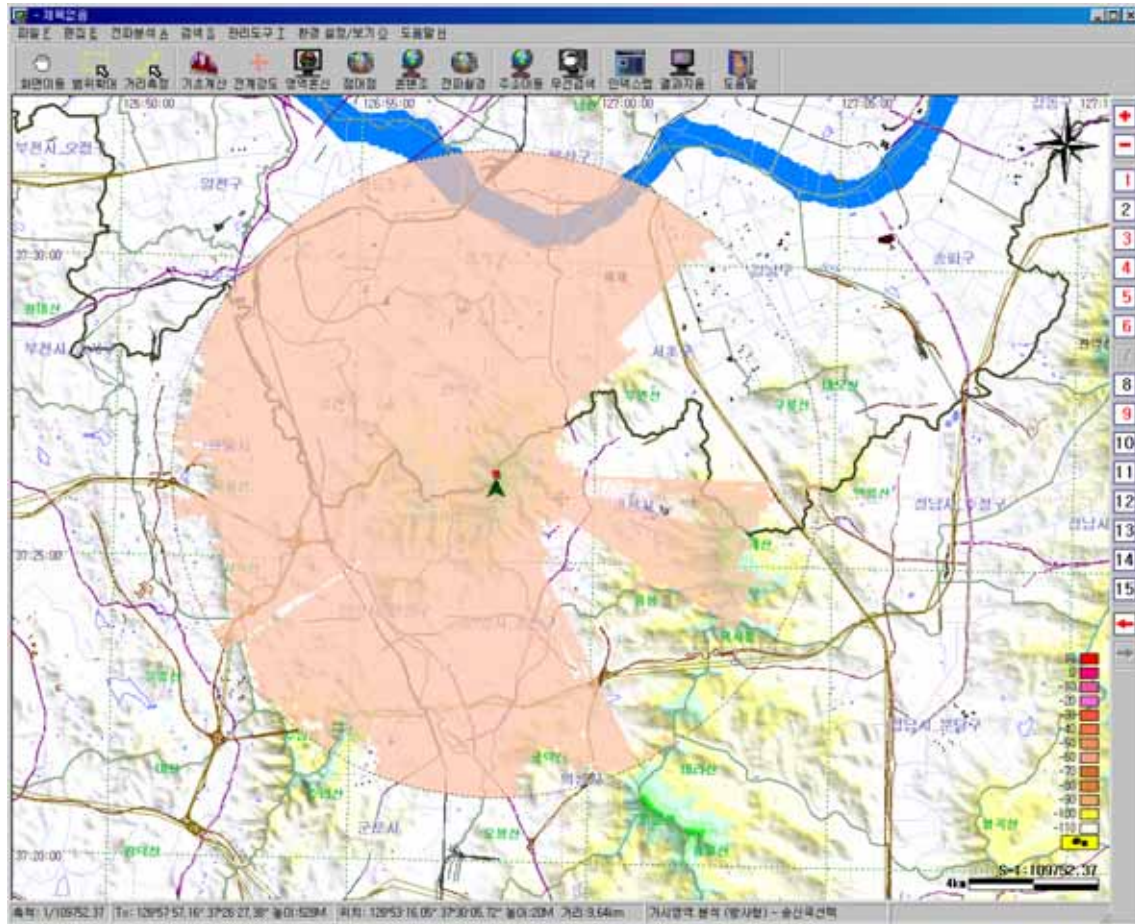


새롭게 기능이 추가된 프로파일 분석

path 프로파일의 결과로 단순히 단면도를 통해 전파이동경로를 볼 수 있었던 것이 이제는 전파의 이동경로를 따라 어느 장애물(건물 또는 지형지물)에서 경로가 변경되는지에 대한 관련 주소를 하단에 표시하게 하였다. 기본적인 기능으로 파일열기와 저장에 대한 기능은 기존 기능대로 처리할 수 있게 하였다. 뿐만 아니라 기존에 없던 기능으로 GIS 화면위의 송신과 수신지점간 프로파일 경로에 대해 프로파일 분석된 화면상의 경로와 상호 일치하여 송수신지점간 경로 상을 마우스로 포인트 지점 이동시 GIS화면상에서 직접 포인트의 이동이 가능하도록 하게 하였다. 이 기능은 기존에 RFMS I에서의 작은 맵을 통한 화면 처리기능과 RFMS II의 단순화면 보다 기능을 대폭 보강한 내용으로 path 프로파일 경로상의 어떠한 장애물이 존재하는 가에 대한 내용을 손쉽게 알아 볼 수 있게 하는 기능이다. 이 밖의 중요한 사항은 경로에 있어 프레스넬 존에 대한 개념이 기존 버전에는 포함되지 않았고 정확하게 표현되지 않았지만 이번 개선기능에서는 주파수에 따른 프레스넬 존이 모양이 변형되도록 하였다. 이 기능은 실제 전파경로에 있어 영향을 미치는 프레스넬 존에 대한 표시의 정확성을 보강한 기능이며 건물이나 지형에 대한 영향정도를 눈에 보이도록 하는 목적이 있었다. 불행하게도 본 화면은 path 프로파일에 대한 간단한 화면 표시이기 때문에 여기에 나타내지 못했지만 실제 전계강도 계산 시 세부분석 모드

에서 관련 기능을 선택하게 되면 화면상의 출력이 자연스럽게 되도록 하였다.

따라서 관련 기능은 가시영역분석에 대한 분석의 정확성을 기능을 향상시켰으며 관련 기능을 바탕으로 계산한 결과가 아래의 그림과 같다.

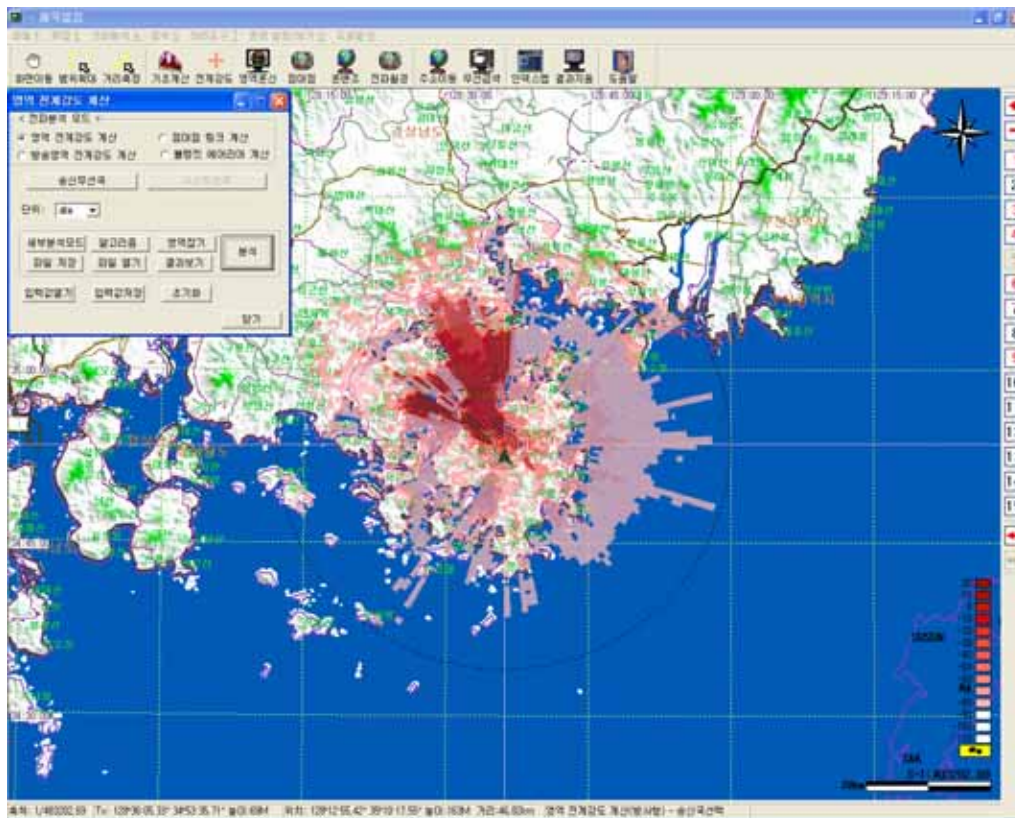


가시영역 분석

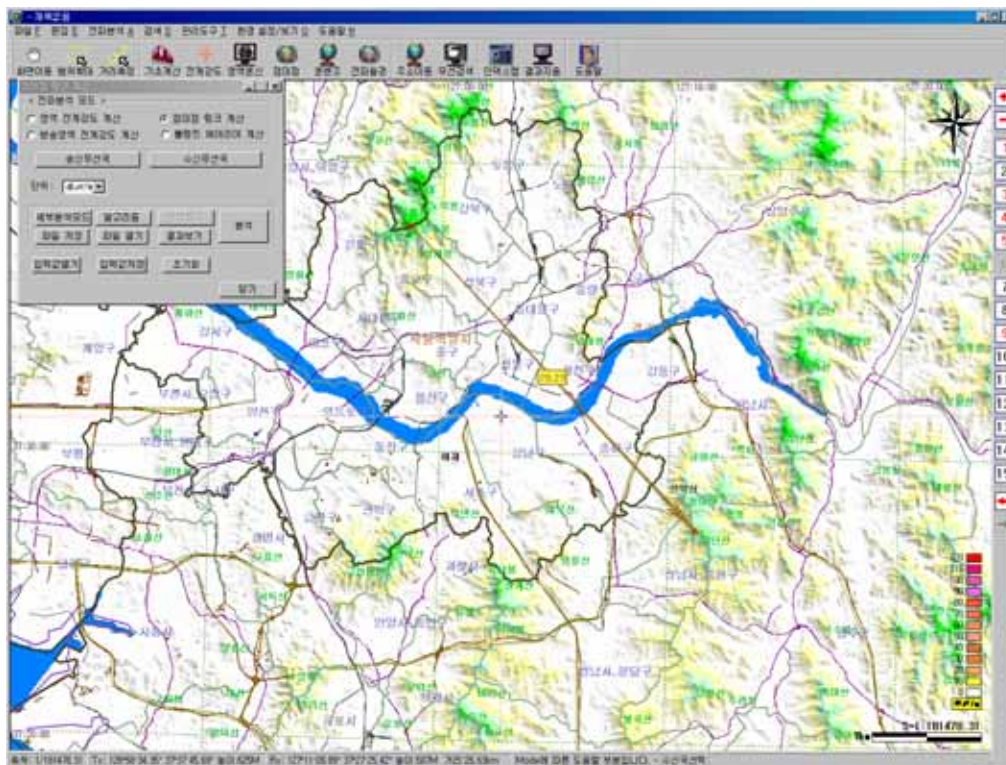
위 그림에 표현된 가시영역분석의 그림을 자세히 보면 가시영역 처리된 화면이 반투명 처리되어 기존기능에서 볼 수 없었던 가시영역 밑의 GIS 정보가 손쉽게 읽을 수 있게 되어 있다. 또한 GIS의 입체화 기능을 기본으로 했기 때문에 가시영역상의 장애물의 변화에 따른 전파의 가시조건에 대한 정확성 여부를 확인할 수 있게 하였다.

아래의 다음 그림은 위의 기능을 기본적으로 포함하여 계산되고 표현된 전계강도 결과이다. 화면상의 왼쪽위에 표현된 영역전계강도 계산 양식은 기존에 표현되었던 탭바를 한 화면상으로 축소시켜 놓은 메뉴이다. 관련 메뉴는 세부 분석모드, 알고리즘 선택기능, 영역잡기 기능이 있으며 파일저장과 열기, 결과보기 기능이 있으며 새롭게 추가된 기능으로는 메뉴상의 입력값을 저장 읽기가 가능하게 했다는 것이다. 또한 분석 후 전체적인 파일저장과 저장된 결과를 다시 읽을 수 있게 하였다. 점대점 전계강도 계산도 마찬가지이다.

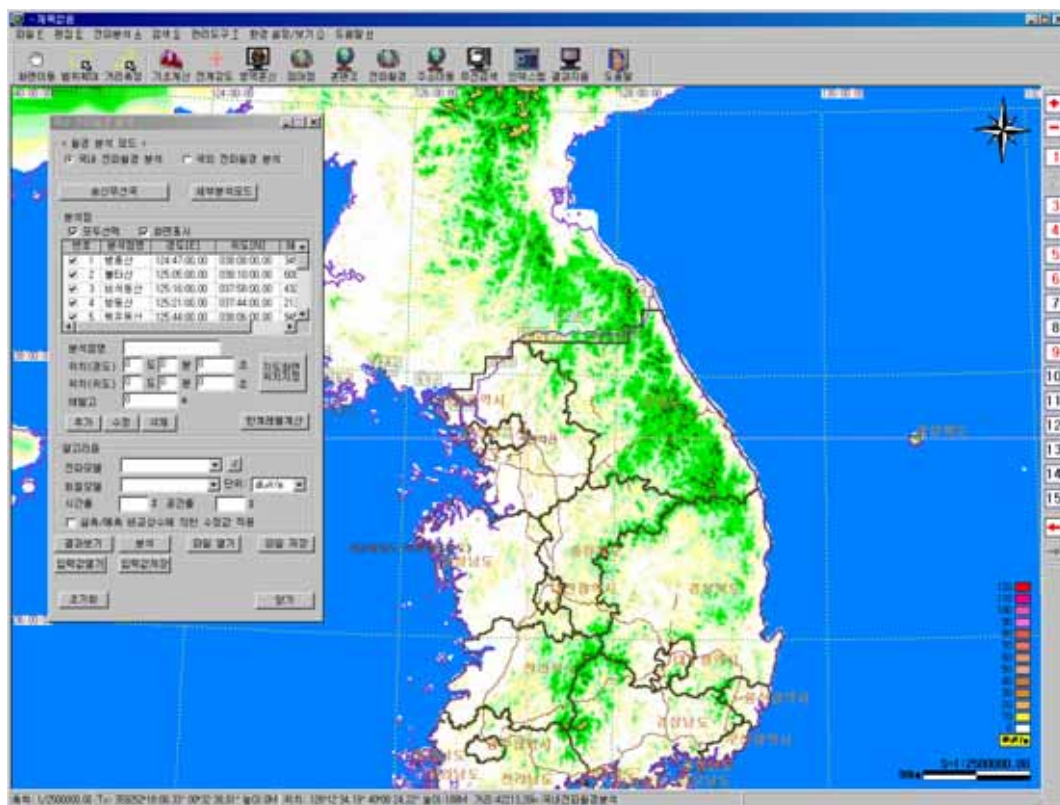




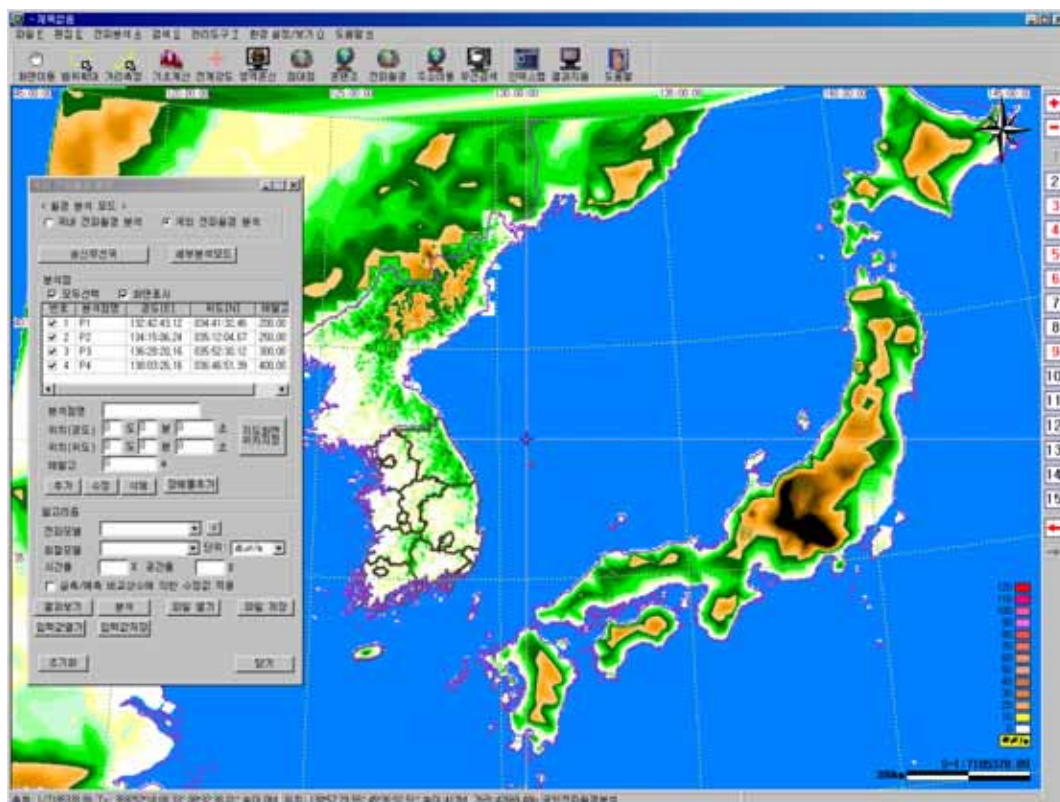
전계강도 영역 계산 결과



점대점 전계강도 계산



국내 전파월경계산

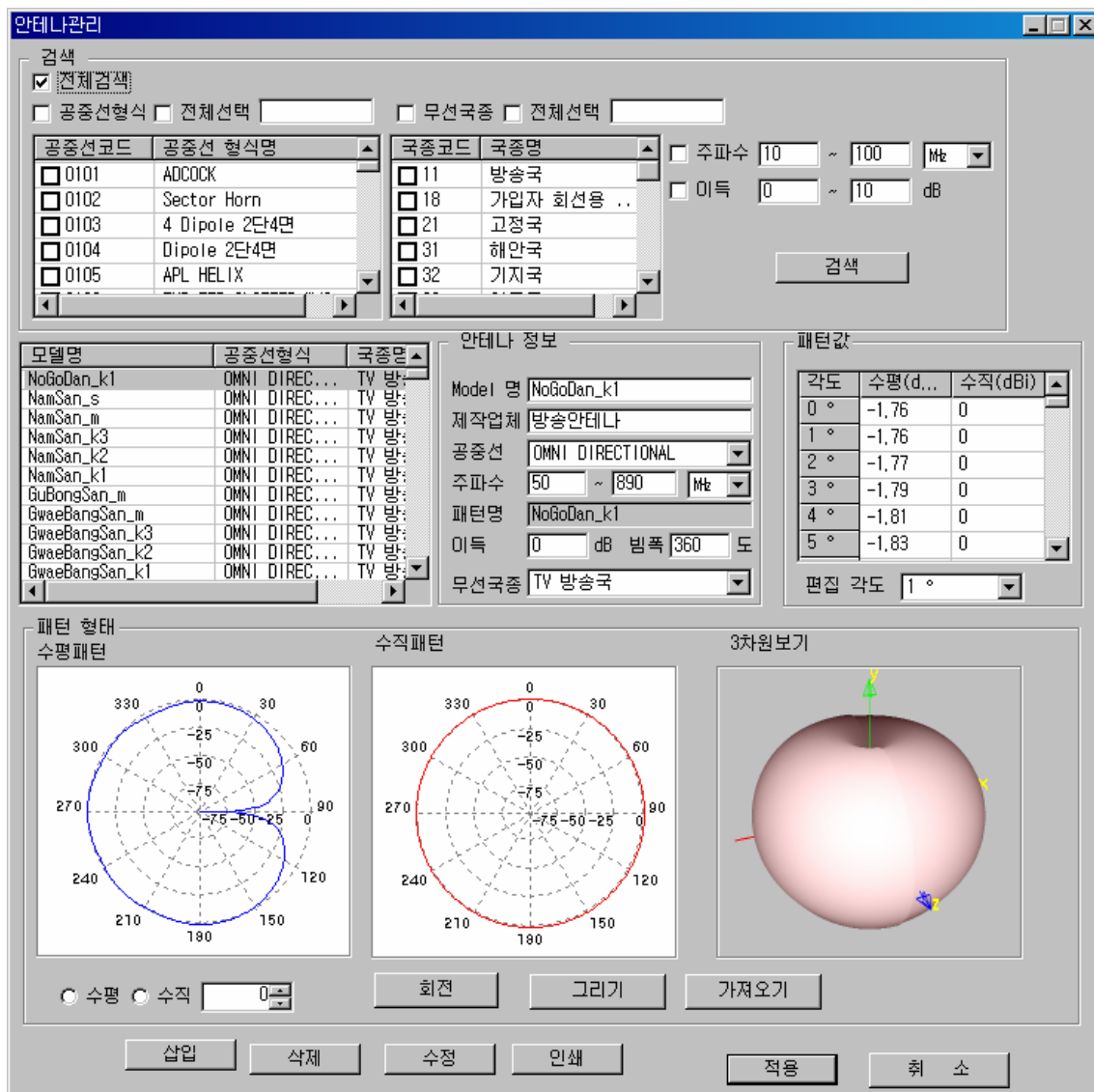


국외전파월경 계산



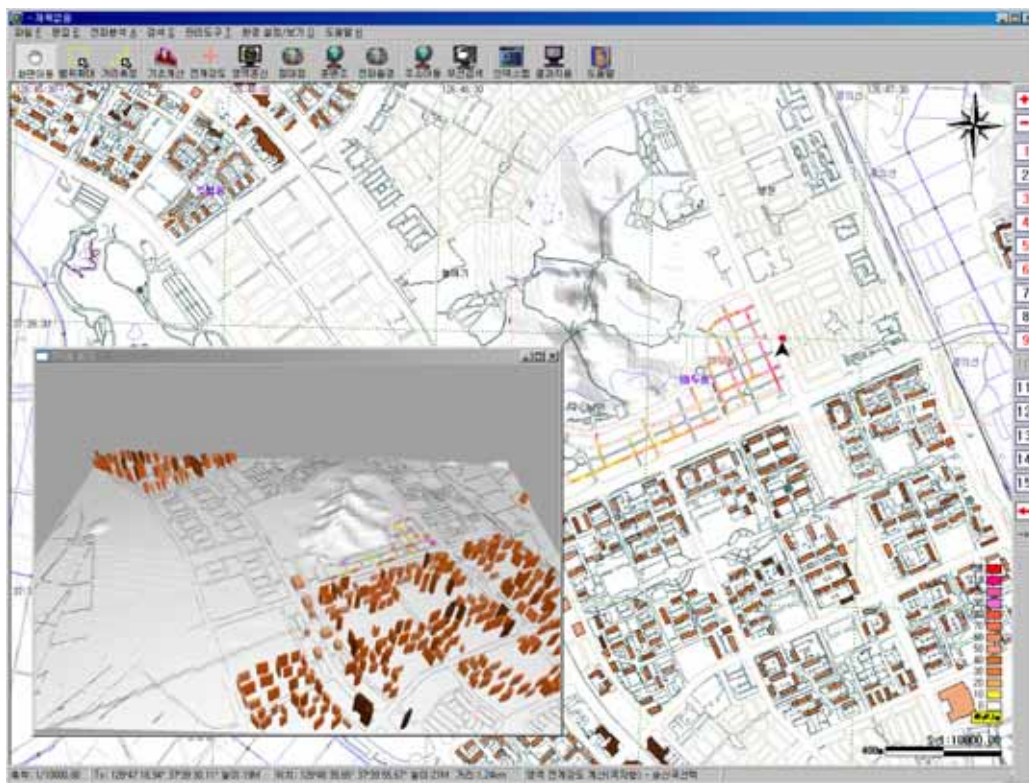
앞쪽에서 나타난 월경계산화면도 기본적인 그래픽기능의 개선과 함께 계산 기능의 정확도를 향상시켰다.

안테나 관리기능의 경우 가장 크게 변경된 사항으로 TRMS와의 연동문제 있어 공중선코드가 체신청에서 접수된 자료와 다르게 설계되어 그동안 체신청에서 사용하던 자료와의 연계가 되지 못했다. 이와 함께 3차원보기 기능도 안테나 관리화면에 보이게 하여 수평패턴과 수직패턴 변화에 따른 안테나의 3차원 모양을 손쉽게 볼 수 있어 전계강도 패턴 변화에 대한 이해를 돕게 하였다.



안테나 관리 기능 개선

개선된 3D화면 기능은 아래의 그림처럼 화면전체에 대한 3차원 화면처리를 할 수 있게 하였다. RFMS I과 II는 해당지역을 선택하여야만 했던 부분을 대폭 수정하였으며 그 기능도 다양화하였다. 3D화면 자체로 회전이 가능하게 하였으며 화면을 좌우로 변경하여 여러 각도에서 입체적인 지형구조를 파악할 수 있도록 하였다. 또한 마우스 휠을 이용하여 확대 및 축소가 가능하도록 하였다. 또한 3D 화면의 작은 변화이며 향후 개발이 추가되어야할 분야으로는 전계강도 계산결과나 분석결과의 표시부분이다. 아직 미약하기는 하나 향후 계산결과의 검증에 있어 매우 중요한 요소로 작용할 수 있기 때문에 지속적인 개발의 필요성이 있다. 뿐만 아니라 메모리 처리문제와 한글처리문제로 인해 완전한 화면처리는 아직 부족한 편이지만 지속적인 문제해결을 통해 필요한 지역명의 삽입과 세부 확대 및 축소에 따른 해상도 향상을 목표로 하고 있다.



개선된 3D 화면 기능

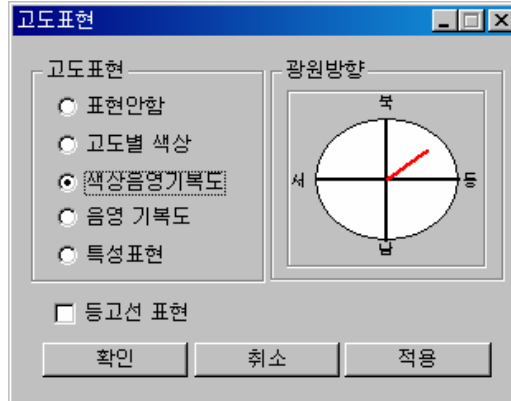
3차원화면 처리와 함께 보강된 기능으로는 무선국 관리기능이다. 무선국 관리기능의 경우 현재까지 체신청에서 등록한 주소와 좌표자료가 정확하지 않은 부분이 있어 그에 따른 비교분석체계를 갖추기 위한 메뉴를 신설하였다.

### 무선국 위치검사에 대한 신규 메뉴

관련 메뉴를 통해 주소지별 무선국과 좌표의 위치검사를 하면 무선국의 위치 오류 정도가 어느 정도인지 한꺼번에 이해할 수 있게 되어 있다. 참고로 아래 그림은 주소를 통해 검색할 수 있도록 추가한 무선국 검색기능이다.

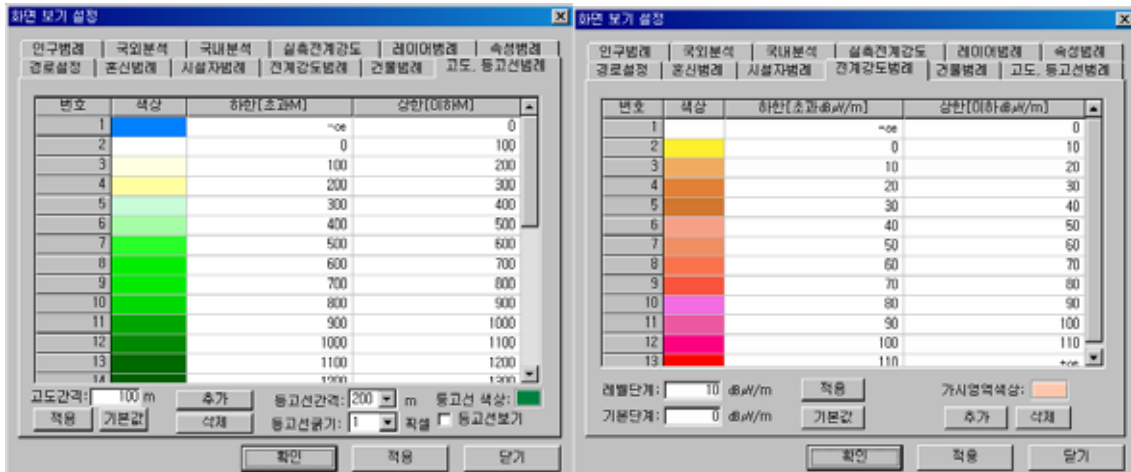
### 변화된 무선국 검색화면

기타 변화된 기능으로는 고도표현에 있어 특성표현 옵션을 추가했으며 등고선 표현기능도 옵션부분에 기능을 추가하였다.



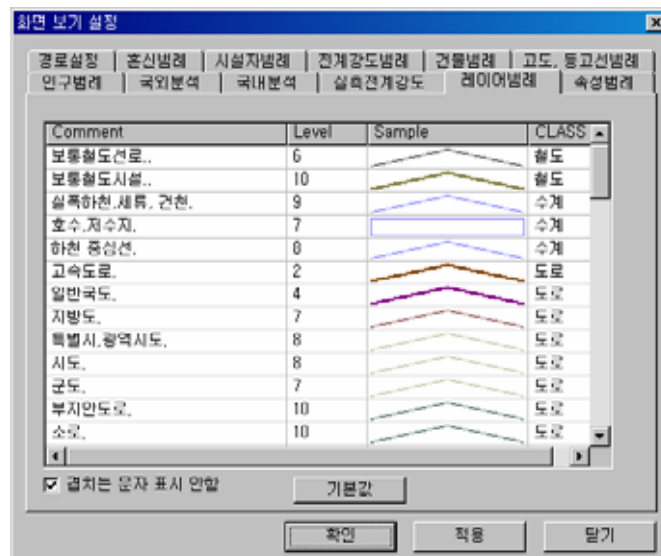
고도 표현

화면 보기 설정에서는 앞서도 언급했지만 고도 등고선범례 기준과 전계강도 범례기준이 강화되었다. 화면에서 보이는바와 같이 레이어설정을 RFMS I과 RFMS II에서는 4개 또는 3개로 한정되어 있던 것을 사용자의 요구에 따라 무한정 늘릴 수 있게 큰 폭으로 조정한 것이 특징이다.

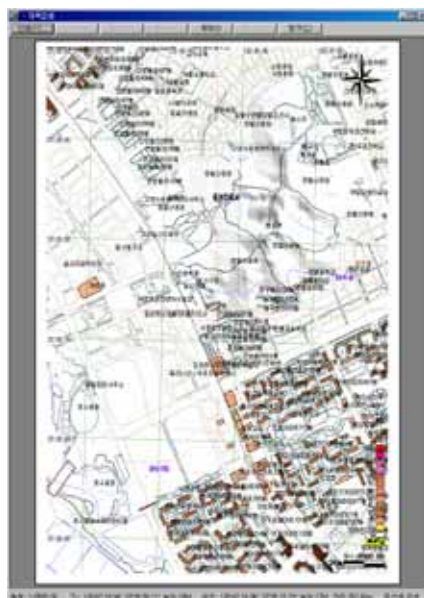


고도 및 등고선 범례와 전계강도 범례 옵션

특히 전계강도범례와 실측전계강도 범례의 경우 단위설정에 따라 레벨변화를 손쉽게 할 수 있도록 레벨단계별 설정과 기본단계 설정을 나누었으며 그에 따른 단위별 설정기준값을 단위기준으로 조정이 가능하다.



특이한 사항은 옵션기능의 선택 중 레이어 범례기준은 각 GIS 레이어별 선택 기준의 폭을 넓혀 사용자가 필요하다고 생각하는 레이블에 각 GIS레이어를 선택할 수 있도록 하였다.



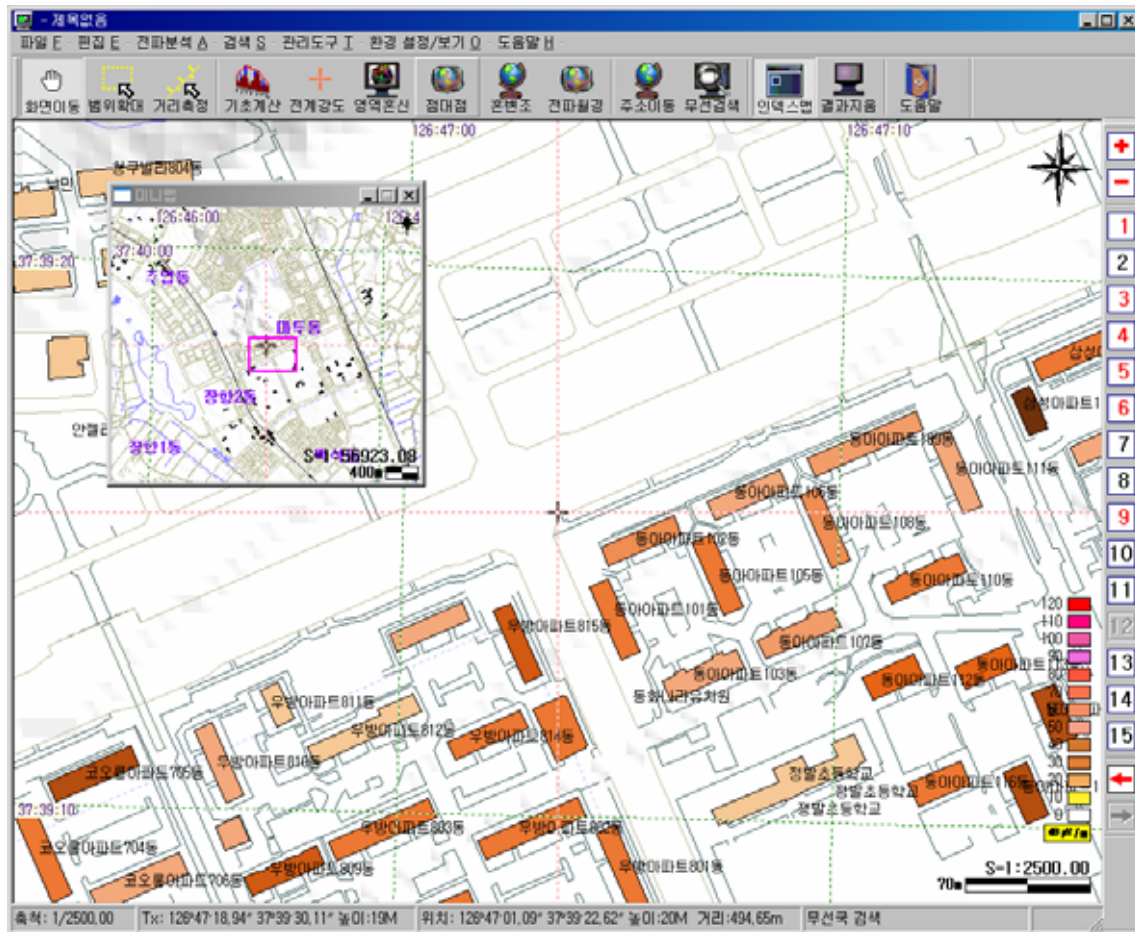
인쇄기능에 대한 옵션

인쇄기능의 경우 화면인쇄에 대한 부분과 프린터 인쇄에 대한 부분 기능이 대폭 향상되었다. 먼저 Text 기반의 인쇄기능은 아직 손을 대지 못했지만 그래픽 기반의 인쇄기능에 있어서는 프린터의 선택옵션이 강화되었다. 그래픽 기능의 경우 프린터와 윈도우 기능이 가지고 있는 기본 기능을 충분히 활용할 수 있게 하였기 때문에 시스템 메모리 지원이 가능한 만큼 출력형태를 다양하게 조정할 수 있도록 되어 있다.

따라서 한 예로 메모리가 2Gbyte 이상일 경우 A0 사이즈로 화면출력이 가능하며 출력되는 서식은 A0에 맞게 레이어를 조정한 벡터 상태를 그리기 때문에 확대에 의한 해상도 문제점도 해결이 가능해졌다. 물론 메모리 한계로 인한 사이즈 조정이 문제가 된 부분에 대해서는 에러표시를 해야 하지만 그 부분에 대한 경고 메시지는 넣지 않았다.

마지막으로 추가된 기능은 화면의 인덱스 맵 또는 미니맵에 대한 기능이다.





미니맵의 경우 기본 GIS 화면크기의 4-5단계 레벨 확대된 기능을 제공해 주고 있으며 기존 기능보다 보강된 사항으로는 전계강도 계산 후의 결과를 표현해 줄 수 있는 것이 장점이다. 단지 약간의 문제라면 운영상 속도저하가 미소하게 발생한다.

혼신부분에 대해서는 전체적으로 개선이 되었지만 해당 운용되는 알고리즘의 정확성이 떨어져 개선을 추가로 해야 하므로 여기서 생략하도록 하겠다. RFMS의 기능개선은 아직도 많은 부분이 남아있어 더욱더 분발할 것이다.

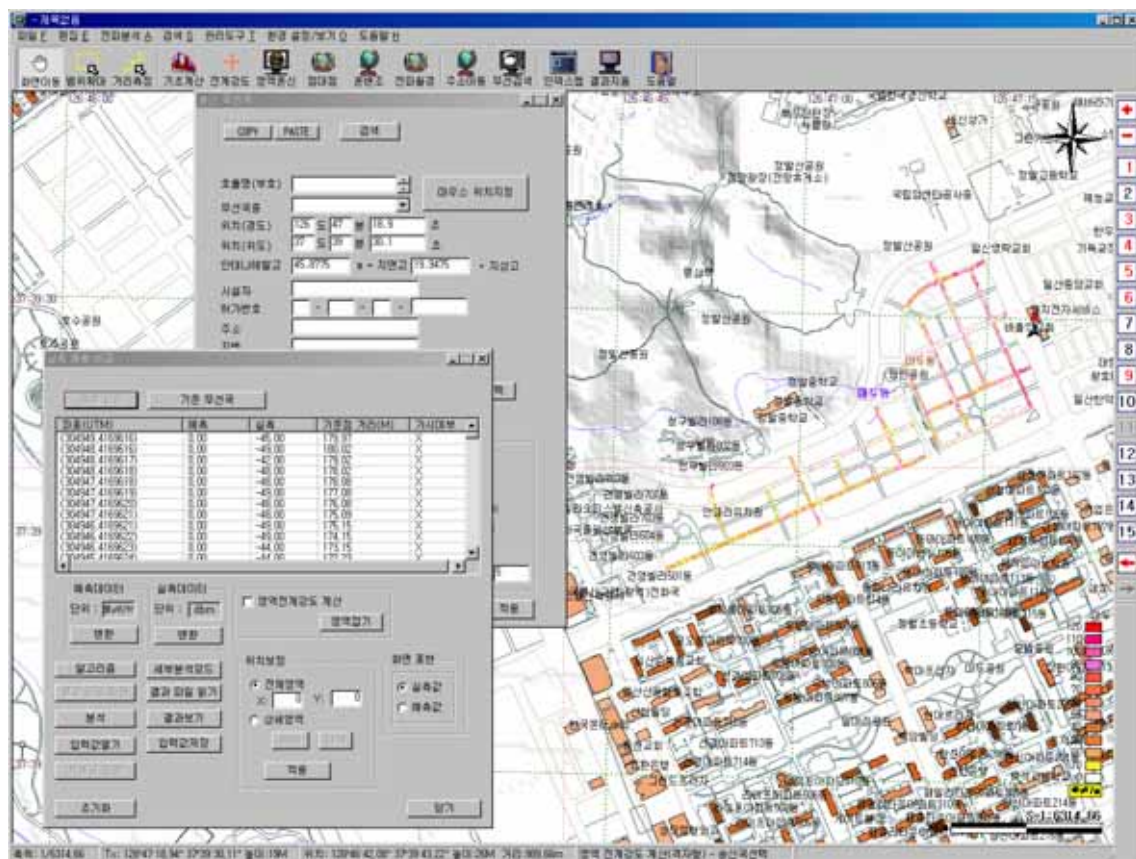
## 제 2 절 RFMS의 알고리즘 검토

RFMS에 필수적인 기능으로는 전파손실 알고리즘을 이야기 할 수 있다. 이미 지난해 연구결과로 연구보고서에 RFMS 전파분석을 위한 기술기준에 대해 언급이 있었다. 또한 관련 모델은 컴포넌트방식으로 설계되어 각 모델에 대한 검증을 용이하게 하였다. 그러나 이미 지난보고서에도 언급이 되었지만 새로운 전파이용에 있어 필요한 모델이 만들어지지 않은 것이 사실이다.



따라서 관련 모델 개발이 필수적이며 국외동향도 반드시 검토해야 할 부분이라 생각한다.

2004년도 한 해 동안 전파연구소와 전자통신연구원은 2003년에 이어 새로운 전파모델 개발을 위해 공동연구를 수행하였으며 그 결과는 앞서 1부와 2부에서도 언급이 되어 여기선 생략하고 관련 RFMS 관점에서 관련 분석을 위해 개발되었던 사항을 아래 그림을 이용하여 분석할 수 있었다.



실측전계강도 분석 화면

실측파일을 불러들이면 관련 좌표와 함께 실측된 전계강도자료가 읽어지며 화면상의 실측전계강도 자료를 표현하게 된다. 그러나 실측자료는 도로에 따라 움직여야 하지만 실제로 실측결과들은 일정한 움직임을 갖지 않는다. 심지어 정밀성을 보장하는 DGPS를 이용함에도 불구하고 정밀성에서 기존 GPS보다 나았지만 여전히 문제를 가지고 있다. 그러한 부분을 해결하기 위해 화면 표현을 도로에 따라 조정할 수 있어 하나하나의 문제된 포인트를 조정하는 것 보다 편리한 기능으로 이해할 수 있다. 이와 더불어 송신지점으로부터 수신지점 까지 가시영역에 판단여부를 계산에 의해 그 적정성을 판단할 수 있다.

## 제 5 장 SG01(전파관리)/SG03(전파전파) 국제동향

WRC 및 ITU-R의 국제 주파수 발권을 위한 여러 국제활동 결과중 전파 관리 부분과 전파전파 부분에 대한 결과를 중심으로 관련 연구동향을 살펴 보았으며 관련 연구동향에 대한 결과를 기술하였다.

### 제 1 절 SG01(전파관리), 관련 작업반(WP1s) 동향

#### 1. 회의 개요

- 회의명 : 국제전기통신연합 전파부문(ITU-R) 제1연구반(SG1) 및 산하 작업반(WPs) 회의
- 기 간 : 2004. 10. 11(월)~11. 19(화)(9일간)
- 장 소 : 스위스 제네바 ITU본부
- 참가자 : 29 회원국, 10 회원사 및 국제기구 대표 등 약 120여명
- 주요의제
  - 스펙트럼 공학기술, 스펙트럼 관리제도, 스펙트럼 감시 기술 분야 및 초광대역 기술 관련 26개 연구과제
  - 수동업무보호기준, 레이더 불요발사 기준, 3000GHz 이상 전파의 규제 여부 등 WRC-03의 지시에 따른 연구

#### 2. 회의 결과 요약

- 권고 제·개정안 채택 5건
  - 감시국에서의 대역폭 측정방법 권고 (SM.443-2) 개정안
  - 자유공간에서의 불요발사 제한 기준에 대한 권고 제정안
  - 이동 전파감시 시스템 구축방법 권고 제정안
  - 지형좌표를 기록하면서 전계강도를 측정하는 방법 권위 제정안
  - 전파통신데이터사전(RDD) 권고 SM.1413-1 개정안
- ※ 현행 스펙트럼관리 관련 권고 : 스푸리어스발사기준 등 71건
- 실제 환경에서의 잡음 측정 기술 연구를 위한 신규 과제 채택
  - ※ 현행 스펙트럼관리 관련 연구과제 : UWB제도연구 등 29건
- 우리나라는 2건의 기고문과 1건의 정보문서를 제출하여 반영
  - 감시국에서의 대역폭 측정방법, 근거리통신무선설비기술기준, DTV대역폭측정방법 (정보문서) 등

### 3. 회의 내용

#### 가. 개회

- o 전파통신국장(Mr. Valery TIMOFEEV)이 참석하여 70년의 ITU 역사가 SG 활동에서 이루어지고 있음과, 급변하는 정보통신 사회에 부응하여 ITU-R의 중요성을 말하고 많은 기여를 독려함
- o 의장은 전파통신국장에 감사하고, SG1 활동을 개략 소개한 후 가급적 짧은 시간에 회의를 마칠 수 있도록 협조해 줄 것을 당부
- o 관련 각 작업반(WP1A, WP1B, WP1C, TG1/8, TG1/9) 회의 결과 보고

#### 나. ITU-R 권고 제·개정안 논의

- o 감시국에서의 대역폭 측정방법 권고 (SM.443-2)의 개정안 채택
  - WP1C는 점유주파수대폭 방법을 기본으로 하고 x-dB 측정방법을 보조적인 방법으로 하고 점유주파수대폭 측정 조건을 ACPR 또는 ACLR이 30dB 이상 확보된 환경을 권고 하는 권고안을 상정
  - 측정횟수 등에 대한 시리아의 질의에 대해 한국의 경험을 설명하여 권고안이 채택됨
  - ※ 관련문서 : 1/50(1C), 1C/TEMP/21(LS), 23(PDNR), 1C/36&51(KOR), 37(RUS), 39(F), 44&45(D)
- o 이동 전파감시 시스템 구축방법 권고안 채택
  - 자동화된 이동 전파감시 시스템을 구축하고자 하는 경우에는 전파감시 핸드북(2.4.2.2, 3.2.4, 3.2.6, 3.3, 3.6, 3.6.4, 6.1절)을 참조할 것을 권고안으로 채택
  - ※ 1/44(1C), 1C/TEMP/20(PDNR), 1C/34(F)
- o 자유공간에서의 불요발사 제한 기준에 대한 권고안 채택
  - 전파규칙 부록3과 ITU-R 권고 SM.329에 정의되어 있는 스푸리어스발사 제한 규정이 공중선계 입력단에서 뿐만 아니라 자유공간 측정에서도 적용할 수 있음을 권고안으로 채택
  - ※ 관련문서 : 1/49(1C), 1C/TEMP/19r3(PDNR), 1C/26(WP1C), 23(F)
- o 지형좌표를 기록하면서 전계강도를 측정하는 방법에 대한 권고안채택
  - 시리아가 지형좌표의 "Registration"이라는 용어가 매우 위험하다고 지적하였으나, 당해 권고에서만 사용하는 측정장비에의 기록임을 이해하고 처리함

※ 관련문서 : 1/42(1C), 1C/TEMP/15r1, 1C/47(헝가리)

- o “스펙트럼과 대역폭”에 관한 권고 SM.328-10 개정안은 전파규칙 정의의 인용 등을 재정리하여야 한다는 시리아의 제안으로 다음 회의까지 정리하기로 하고 WP1A에 반려함
  - WP1A에서는 권고 SM.328-10에 “대역외영역”, “스푸리어스영역”, “x dB 점유대역폭”의 정의를 추가하는 안을 상정함
  - 한국, 미국, 독일은 “점유대역폭”이라는 용어가 이미 전파규칙에 정의되어 있는 만큼 “x dB 점유대역폭” 용어 정의의 도입은 불합리하다고 지적하여 이를 삭제하기로 함
  - 시리아는 권고에서 전파규칙의 정의를 명시할 필요가 있다면 “**recognition**” 부분에 명시해야 함을 지적하고, 전체적으로 당해 권고를 전체적으로 다시 정리할 것을 주장
  - 의장은 WP1A에 당해 권고안을 반려하여 다음 회의까지 정리해 줄 것을 요청

※ 관련문서 : 1/43(1A), 1A/TEMP/25(SM328), 48(RUS)

- o 전파통신데이터사전(RDD) 권고 SM.1413-1을 WRC-03 결정 사항들을 반영하여 채택함
  - 당해 권고의 아랍어 출간이 언제 될 수 있느냐는 시리아의 질문에 BR 국장은 최선을 다하겠지만 여러 가지 행정 문제로 공식적인 작업을 착수하지 못했음을 설명하고 양해를 구함

※ 관련문서 : 1/55(1B), 1B/TEMP/15(PDNR), 1B/45(CD)

#### 다. ITU-R 보고서 제·개정안 채택

- o 대역외영역에 스펙트럼 특성 결정을 위한 x-dB 대역폭 기준에 대한 보고서 채택
  - x-dB 대역폭 측정을 통해 대역폭뿐만 아니라 대역외발사를 규정할 수 있음을 전제로 필요주파수대역폭과 -30dB, -35dB, -40dB, -50dB, -60dB 간의 관계를 계수로 표현함

※ 관련문서 : 1/48, 1A/TEMP/26(WD), 1A/26, 50(USA)

- o 국가스펙트럼관리규정지침 보고서안은 국가의 주권과 전파규칙등이 언급되어 아랍국가의 상세 검토가 필요하다는 시리아의 제안으로 다음 회

의에서 다시 논의하기로 하고 WP1B에 반려함

- WP1B에서는 국가스펙트럼관리규정지침 보고서안을 채택하고 SG1의 승인을 요청함
  - 국가의 주권과 전파규칙에 관계된 내용이 많으므로 좀더 검토가 필요하다는 시리아(아랍대표)의 요청으로 2005년까지 연구를 연기하기로 함
- ※ 관련문서 : 1/54(1B), 1/38(시리아), 1B/TEPM/13(PDNR), 14(Report), 1B/30(로테), 35(DSG1), 36(DSG1), 37(프랑스), 44(시리아)

#### 라. 연구과제 제 · 개정안 채택

- o 실제 환경에서의 잡음 측정 기술 연구를 위한 연구과제 채택
    - 주파수에 관계없이 실제 환경에서 잡음을 측정할 수 있는 기술을 2006년까지 연구하기로 결정함
    - 권고 ITU-R P.372-7이 70년대에 측정된 잡음지수가 아직도 사용되고 있음과 WP1C가 측정기술 연구를 시작하였음을 SG3에 알리고, 도움을 요청함
- ※ 관련문서 : 1/45, 1C/TEMP/22(PDNQ), 1C/24(LS-SG3), 41&46(HOL)

#### 마. ITU-R 핸드북 관련

- o 스펙트럼관리핸드북 개정 작업 그룹을 새로 구성
    - 프랑스에서 1차 개정작업을 하였으나 편집 그룹의 작업 과정에서 내용이 많이 왜곡되었음을 프랑스와 러시아가 강력하게 반발하여 새로이 그룹을 결성하여 진행하기로 함
- ※ 관련문서 : 1/35(프랑스)
- 스펙트럼관리핸드북 개정 작업에 우리나라도 참가하기로 함 (약 15개국이 당해 개정 작업에 참가를 자원함)

#### 바. 타 연구반이나 국제기구와의 통신문

- o CISPR에 보내는 공동 연구 협조 문서 채택
  - CISPR는 수동 간섭(전력선, 고압철탑 등), 다기능 장치(CISPR I, ETSI guide line), ISM(Publication 11), SRD, 데이터베이스(Publication 31) 등을 연구하고 있음
  - 이에 대해 SRD(Short Range Device)는 ITU-R의 소관 사항임을 알리고, CISPR 데이터베이스 갱신을 기꺼히 협조할 것을 전달함
  - 또한, 전파규칙의 ISM 정의가 적절치 못한 경우 CISPR 연구 영역을

고려하여 개정하는 방안도 함께 검토할 것을 요청함

※ 관련 문서 : 1/46(1A), 34(CISPR), 1A/TEMP/32, 1A/52(CISPR)

o ITU-D SG1의 국가 협조 요청에 대한 답신

- ITU-D는 연구과제 17/1(개도국의 위성망 규정), 18/1(국가 통신관련 법령) 등에 대한 ITU-R의 협조를 요청함
- 연구과제 17/1은 시장접근기회 등에 대한 내용을 다루므로 ITU-R의 연구분야가 아님을 명시함
- 연구과제 18/1 연구에는 ITU-R이 연구과제 223/1에 의해 개발되고 있는 국가 스펙트럼관리구조지침에 대한 보고서를 참조할 것을 권고함

※ 관련 문서 : 1/56(1B), 1/54(1B), 1B/35(ITU-DSG1)

o 다른 연구반(ITU-R SG 4, 6, 7, 8, 9)에 현행 업무정의에 의한 스펙트럼 관리의 문제점과 개선방안 제시를 요구함

- WRC-03에서는 결의 951(국제스펙트럼규제구조의 개선 옵션 개발)에 따라 보고서 초안을 작성하고 있음을 알리고 협조를 요청

※ 관련문서 : 1/60, 1B/TEMP/12r1(PDNR & LS)

o UWB 연구반 작업에 대한 의견

- TG1/8의장은 UWB 연구에 3회 이상의 회의가 요구됨을 말하고, SG1에서는 계획대로 2005년 연구를 종료할 수 있도록 노력해 줄 것을 당부
- 프랑스는 2006년까지 연구할 것을 제안하였으나 지지 받지 못함
- 시리아는 2005년 5월 TG1/8 회의를 미국 샌디에고에서 유치하는 데 대하여 시리아를 포함한 아랍 국가들에 대한 입국 문제가 해결되지 않으면 반대한다는 조건을 말함

※ 관련문서 : 1/39(TG1/8), 41(IEC ISO/JTC1 SC31), 36(프랑스)

o ITU-R 개혁안 중 SG1과 SG3의 병합안에 대해 병합될 경우 전문성 결여로 연구 진행이 어려울 것이므로 반대하는 의견을 전파통신자문그룹 회의(2004년 11월)에 제출키로 함

※ 관련문서 : 1/32r1

사. 기타 주요논의 사항

o ITU-R 작업 범위

- ITU-R SG1 관련된 ITU-R 결의 : 결의 ITU-R 5-4, 11-3, 21-3, 22-1, 23-1, 44-1, 45-1, 46
- ITU-R SG1 관련 의제 : WP1A (11건), WP1B(11건), WP1C(7건)
- ITU-R SG1 관련 권고 : 72건
- ITU-R SG1 관련 보고서 : 5건
- ITU-R SG1 관련 핸드북 : 3건
- ※ 관련문서 : 1/59r1(1A,1B,1C), 1/33(SG1), 37(시리아)

o 향후 회의 일정

- 브라질이 다음 WP1A, WP1B, WP1C 회의를 유치함
- 기간 및 장소 : 2005. 9. 26-30, 브라질 살바도르
- 스펙트럼 관리 세미나도 함께 개최 (2005. 9. 22 - 23)
- 2005. 9. 29 - 10.5로 예정된 TG1/8 회의를 10월 말로 연기 예정
- SG1 회의는 예정대로 2005. 10. 25 - 26, 제네바에서 열림
- 스펙트럼관리핸드북그룹 회의는 LS텔레콤이 유치하여 2005. 1. 31 - 2. 4일간 독일에서 열림
- 스펙트럼관리프로그램(WINBASM)의 개선에 대한 비공식 회의를 10월 20일 진행할 것임

#### 4. WP1A 회의 결과

가. 스퓨리어스발사와 대역외발사 경계기준 권고 SM.1541의 개정을 위한 내용 정리 (WG1A1)

- o 1.4GHz대 이동위성업무 피더링크 위성탑재 송신기의 발사 제한값 반영하지 않기로 함
  - WP8D는 3MHz 이격된 주파수에서 90-120dB 감쇄를 얻을 수 있음을 제안하였으나, WP4A 및 미국의 제안을 검토한 결과 3MHz 이격된 주파수는 스퓨리어스 영역에 해당되고, 대역외 발사 제한값을 다루고 있는 SM.1541과 관계가 없음
  - ※ 관련문서 1A/TEMP/30(LS8D), 34(8D), 45(4A), 54(USA)
- o WP6E에 스퓨리어스 영역에 대한 입장을 조희한 후에 WP6E가 제안한 Digital Radio Mondial(DRM) 스펙트럼 제한 마스크를 권고 SM.1541-1의 개정안에 반영하기로 함
  - WP6E는 DRM 송신기의 대역외발사 제한값을 개발하고, ISDB-T 스펙트럼 제한 마스크를 개발 중임을 알려오면서, DRM의 스퓨리어스 영역과

대역외 영역 제한값 간의 불연속성 문제를 제기함

- 이에 대해 두 영역간에 불연속성이 존재하는 것이 일반적이며, SM.1541-1은 대역외 발사 제한에 한정된 것임을 알리고 WP6E의 입장을 명확하게 해 줄 것을 요청함

※ 관련문서 : 1A/TEMP/31(LS6E), 47(6E)

- o JRG 1A-1B-8B에 선박용 레이더의 대역외 발사 제한값 연구를 요청함
  - JRG 1A-1C-8B는 권고 75(WRC-03)에 따라 마그네트론 방식 1차 레이더의 대역외 및 스푸리어스 영역의 경계 연구를 수행중임
  - JRG 1A-1B-8B는 레이더의 대역외 영역의 roll-off을 -20dB/decade와 -40dB/decade로 검토 중이며, 권고 SM.853과 SM.1138 및 SM.1541-1의 개정이 필요할 것으로 예측 하고 있음

※ 관련문서 35(Report), 1B/26(Anx7), 49(1A-1C-8B)

나. 지구국 조정영역 결정 방법에 대한 권고 SM.1448 및 전파규칙 부록 7의 개정안 준비를 위한 내용 정리 (WG1A2)

- o WP3M에 전파전파모델 관련 권고 P.620-4와 P.620-5의 수학적 기호들을 권고 SM.1448과 일치시켜 줄 것을 요청함
- o 또한, 관련된 전파전파 데이터와 권고들을 일관성 있게 함께 정리해 줄 것을 요청함
  - WP3M은 권고 P.620을 중심으로 P.837, P.838, P.839 등을 look-up 테이블 형태로 관리하고자 하고 있어 이를 전파규칙에 참조인용하는 경우 일관성이 결여될 수 있음
- o WP3M에서 개발중인 보정계수를 SM.1448에도 적용할 수 있도록 제안해 줄 것과 P.620-5에서 일관성이 결여된 일부 내용 수정을 요청함

※ 관련문서 : 1A/TEMP/33(LS3K3M), 1A/26(2.3), 28(3K3M), 42(6S)

다. 케이블 및 전력선 통신 시스템으로부터 80MHz 이하 무선통신 시스템에 미치는 영향 보고서를 작성기로 결정 (WG1A3)

- o 전력선, 전화선, 케이블 등을 통한 고속 데이터 통신의 활성화로 인해 무선통신의 장애가 예상됨
  - 2003년 각 연구반에 협조를 요청한 결과, 대부분 특정 업무에 대해 적용할 수 있는 보호비가 설정되어 있지 않음을 통보해 옴
  - WP3L은 NEC(Numerical Electromagnetics Code) 프로그램과 권고 P.368의 GRWAVE 프로그램을 사용할 것을 권고함



- WP7D에서는 전파천문에의 영향 분석 결과를 보내 왔지만, WP3L에서 제공하는 모델을 사용하지 않음
- o 80MHz 이하 무선통신시스템에 미치는 영향에 대한 정보들을 모아서 보고서로 작성하기로 함
- 2004년 말까지 정리하여 각 WP에 회람하기로 함
- o 타 연구반(WP3L, 6E, 7A, 7D, 8A, 8B, 9C)에 계속 정보를 제공해 줄 것을 요청
- CISPR에서도 연구를 위해 전파시스템의 특성 데이터베이스를 개발하고 있으므로 각 연구반에 무선통신시스템의 간섭 내성에 대한 정보를 보내 줄 것을 요청함
- 연락처 : Maria Bank Hammerum (mb@ds.dk),  
Christian Verholt (cms.ds.dk)
- ※ 관련문서 : 1A/TEMP/28(WD-Report목차),29(LS), 1A/26(2.5&Anx15&16),27(3L), 31(8A), 33(8B), 35(9C), 46(6E), 52(F), 55(9C), 57(7D), 59(7A)

#### 라. 발사 스펙트럼과 대역폭 관련 작업

- o 러시아의 제안으로 권고 SM.328-10에 대역외 영역, 스퓨리어스 영역, x dB 점유대역폭의 정의를 추가하는 안이 채택됨
- 한국, 미국, 독일은 “점유대역폭”이라는 용어가 이미 전파규칙에 정의되어 있는 만큼 “x dB 점유대역폭” 용어 정의의 도입은 불합리함을 공동인식하고 상위 회의에서 공동 대응하기로 함
- ※ 관련문서 : 1A/TEMP/25(SM328), 48(RUS)
- o 대역외영역에 스펙트럼 특성 결정을 위한 x-dB 대역폭 기준에 대한 보고서 채택
- 당해 보고서 초안은 x-dB 대역폭 측정을 통해 대역폭뿐만 아니라 대역외 발사를 규정할 수 있음을 전제로 필요주파수대역폭과 -30dB, -35dB, -40dB, -50dB, -60dB 간의 관계를 계수로 표현함
- 미국의 제안으로 D8E 및 D9E 전파형식에 대해 x dB 대역폭과 필요주파수대역폭간의 관계 계수를 수정함
- ※ 관련문서 : 1A/TEMP/26(WD), 1A/26, 50(USA)

☐ CISPR에 보내는 공동 연구 협조 문서 채택 (WP1A)

- CISPR는 수동 간섭(전력선, 고압철탑 등), 다기능 장치(CISPR I, ETSI 지침), ISM(Publication 11), SRD, 데이터베이스(Publication 31) 등을 연구하고 있음
  - 이에 대해 SRD는 ITU-R의 소관 사항임을 알리고, CISPR 데이터베이스 갱신을 기꺼히 협조할 것을 전달함
  - 또한, 전파규칙의 ISM 정의를 CISPR 연구 영역을 고려하여 개정하는 방안도 함께 연구할 것을 요청함
- ※ 관련 문서 : 1A/TEMP/32, 1A/52(CISPR)

마. 275~3000GHz대 주파수 이용에 대한 보고서 초안 정리 (WG1A5)

- WRC-03에서는 결의 950에 따라 275~3000GHz 주파수대의 이용방안을 보고서로 작성하고 WRC-10에서 분배방안을 검토하기로 함
- 전파규칙에서는 275GHz 이상 주파수가 분배되어 있지 않으며, 5.565 조항에서 275~1000GHz대 주파수가 실험용으로 이용될 수 있으며, 수동 업무를 위한 spectral line 측정 등에 이용됨을 명시
- 전파전파모델은 275~1000GHz대에 대하여 권고 ITU-R P.676 대기흡수계산 모델이 개발되어 있으며, 1000GHz 이상은 연구되지 않음
- WP7D는 프랑스, 스페인, 스위스, 아르헨티나, 브라질, 칠레, 멕시코, 미국, 남극, 일본 등이 2000GHz 이하 주파수로 전파천문에 이용중임을 알려옴

전파천문주파수(GHz)	지구탐사위성주파수(GHz)
275-323, 327-371, 388-424, 426-442, 453-510, 623-711, 795-909, 926-945	275-277, 294-306, 316-334, 342-349, 363-365, 371-389, 416-434, 442-444, 496-506, 546-568, 624-629, 634-654, 659-661, 684-692, 730-732, 851-853, 951-956

- WP7C는 2500-2540GHz대에서도 O<sub>2</sub>와 OH 관측이 필요함을 제시
- 아마추어 서비스로 다음 대역이 선호됨

이상적인 대역(GHz)	감쇄(dB/km)	선호대역(GHz)	대역폭(GHz)	RAS와 공유대역(GHz)
275-300	6	280-294	14	279-329
360-400	10	358-363	5	329-380
		365-371	6	372-380
		389-400	11	
490-510	10	493-496	3	491-492
		506-510	4	
690-710	50	692-710	18	690-692
800-850	50	810-850	40	805-810

※관련문서 : 1A/TEMP/27(WD), 1A/26, 29(8A), 32(3J3M), 36(9B),  
37(7B), 38(7B), 40(7C), 41(7C), 44(4A), 51(SG1), 56(7D),  
58(7D)

바. 기타 사항

- o 간섭원의 특성에 따른 구분과 간섭원에 영향을 주는 요소들에 관한 권고 개발건은 이번 회의 기고문이 없었음
- o 의장은 이번 회의 기고문이 많지 않아 연구의 진행이 어려움을 지적하고, WP1A에 주어진 작업을 잘 마무리하기 위해 각국의 적극적인 참여를 부탁

## 5. WP1B 회의 결과

가. 국가스펙트럼관리규정지침 보고서를 채택함(WG1B1)

- o 국제적 측면의 배경, 국가적 측면의 배경, 결론 등 세부분으로 구성하고 국제적 배경에는 ITU, 지역협력, 양자협의 차원을 기술하고, 국가적 배경에는 주파수관리의 원칙, 투명성, 경제적 측면 및 각국의 주파수관리 조직 등을 포함
- o GATS 제6조에 의해 WTO회원국은 스펙트럼관리를 위한 합리적이고, 객관적이며 공평한 원칙으로 시기적절하게 객관적이고 투명하며 비차별적인 절차를 수립해야 함
  - 국가기밀 사항은 투명성의 원칙을 적용하지 않으나 시장 경쟁 대상 자원 관리는 투명성을 확보하여야 함
  - A국가가 B국가에서 지구국 운용을 위해 위성망을 허가한 경우 B국가는 위성망을 별도 허가하지 않고 자국내의 지구국만을 따로 허가하여야 함
- o 우리나라의 스펙트럼관리 관련 법령 및 기구들과 2005년 전파법 개정 계획을 소개함
- o 시리아의 제안으로 일반적으로 규정에 의해 손실 보상이 이루어질 수 있다는 내용을 각국의 법령에 따라서는 손실 보상이 이루어지기도 한다는 내용으로 정리함
- o 이번 회의에서 본 보고서 작업을 종결하기로 하고, ITU-D에는 본 보고서 내용에만 국한하여 회신하기로 함

※관련문서 : 1B/TEPM/13(PDNR),14(Report), 1B/30(로테), 35(DSG1),  
36(DSG1),37(프랑스), 44(시리아)

나. 주파수를 공유하는 무선통신망간의 간섭 영향 평가지수에 대한 권고초안 작성 (WG1B2)

- o 전파규칙의 보조 수단으로 전파규칙과 공유조건 권고에 제시되지 않은 주파수 공유에 대해 에너지 마진 손실(EML) 지수를 간섭영향 평가 지수로 이용할 수 있음을 제시

- o ITU 전파통신국에서는 사용하지 않고 국가별로 사용할 것을 권고

※ 관련문서 : 1B/TEMP/8r2(PDNR), 17(LS), 1B/17(8A), 18(8B), 19(8D), 20(4-9S), 21(9A&9D), 22(8F), 23(7B), 24(7C), 25(7D), 27(6S), 28(4A), 29(6E), 32(RUS), 33(RUS)

다. 국제 스펙트럼규제구조의 개선 보고서 초안을 작성하고, 다른 연구반 (ITU-R SG 4, 6, 7, 8, 9)에 현행 업무정의에 의한 스펙트럼 관리의 문제점과 개선방안 제시를 요구함 (WG1B3)

- o WRC-03에서는 결의 951을 통해 최근의 기술발전 및 서비스 융합 현상을 고려하여 국제스펙트럼규제구조의 개선을 위한 옵션을 개발할 것을 SG1에 지시

- o 규제기구 개혁 사례로 일본의 “Radio Policy Vision” 수립, 유럽의 CEPT를 통한 국가간 전파정책 조율, 미국의 “Spectrum Policy Initiative” 추진 및 “Spectrum Policy Task Force” 구성·운영 등을 소개

- o 국제 주파수 규제 프레임워크 개혁의 옵션으로 통신의 방송서비스 제공 (DAB등) 및 방송의 통신서비스 제공(D-TV, 양방향 TV 등) 현상에 대응하여 유연성을 가져야 하며, ITU의 의사결정 구조 내에서 개별 국가의 자율성이 유지되어야 함을 명시

※ 사례: RR 5.485는 11.7 ~ 12.2 GHz 대역을 1차적으로 고정위성업무에, 2차적으로 방송위성업무에 분배하고 있음

※ 관련문서 : 1B/TEMP/12r1(PDNR), 1B/39(미국), 40(뉴질랜드), 41r1(시리아), 42(프랑스), 43(캐나다), 46(네덜란드)

라. 근거리 통신기기 주파수/기술기준 권고(SM.1538-1) 개정안 작성(WG1B4)

- o 한국과 CEPT(독일) 기고문을 근거로 WRC-03에서 결의된 5GHz 무선랜을 포함한 무선접속시스템 규정을 반영하고, CEPT 및 한국의 개정된 규정을 권고에 반영하여 초안을 작성함

- 우리나라는 2.4GHz 및 5.8GHz대에 OFDM 기술을 도입한 규정과 RFID 주파수 분배 및 자동차시동장치의 발사종별 추가 사항 등을 반영함

- 이란의 요청으로 다음 회의까지 다른 나라의 정보를 더 추가하여 개정하기로 함

※ 관련문서 : 1B/TEMP/10(PDNR), 1B/34(+A1), 38

마. 고정, 이동, 방송업무의 대화식 멀티미디어 응용(TWIM)을 위한 기술 융합에 대한 보고서 초안 수정 (WG1B5)

- WP1B에서는 WRC-03 결의 722에 의해 TWIM 융합에 대한 보고서를 작성하고 있음

- 이번 회의에서는 방송업무용 주파수대역을 상향 링크에도 이용해야 할 경우에는 공유연구가 필요하다는 내용을 포함시킴

- 이란의 요구로 디지털방송(DVB-H)이 이동단말기에 탑재되는 경우 이동업무로도 구분될 수 있다는 예문의 삽입을 잠정 보류함

※ 관련문서 : 1B/TEMP/11r1(PDNR), 1B/32(러시아), 47(스웨덴)

바. 전파통신데이터사전(RDD) 권고 SM.1413-1을 종이문서가 아닌 전자문서로만 발간하기로 하고 WRC-03 결정 사항들을 반영하여 일부 수정함 (WG1B6)

- 러시아의 제안을 받아 스펙트럼이용효과 계수 정의 문구를 정리

※ 관련문서 : 1B/TEMP/15(PDNR), 1B/45(CD)

사. 스펙트럼이용효율에 관한 권고 ITU-R SM.1046-1의 개정안을 작성

- 러시아의 제안을 받아 스펙트럼이용계수 정의 문구를 정리하였으나, 다음 회의까지 검토를하기로 함

※ 관련문서 : 1B/TEMP/39r1, 1B31(러시아)

## 6. WP1C 회의 결과

가. 일반사항(WG1C1)

- 자유공간에서의 불요발사 제한 기준에 대한 권고안 채택

- 프랑스 제안을 바탕으로 전파규칙 부록3과 ITU-R 권고 SM.329에 정의되어 있는 스푸리어스발사 제한 규정은 공중선계 입력단에서 뿐만 아니라 자유공간 측정에서도 적용할 수 있음을 명시

※ 관련문서 : 1C/TEMP/19r3(PDNR), 1C/26(WP1C), 23(F)

o 전파감시핸드북 개정을 위한 내용 정리

- 러시아의 제안을 바탕으로 전파감시가능영역을 추정하는 방법을 전파감시핸드북에 포함시키는 방안을 검토기로 함
- VHF, UHF 주파수대에 이용되는 전파전파모델인 권고 P.1546을 전파감시가능영역 추정 방법에 적용하여도 무난한지를 WP3K에 의견을 조회함

※ 관련문서 : 1C/TEMP/16, 17(LS), 1C/38(RUS)

o 연구과제 225/1에 의해 허가사항 적합성 여부를 확인하기 위한 무선국검사 예제 (탈레스)를 작업문서로 채택하고 기존의 무선국검사에 관한 보고서 초안과 함께 검토하기로 함

※ 관련문서 : 1C/TEMP/18, 1C/43(Thales)

나. 이동 전파감시 시스템 구축방법 권고안 채택 (WG1C1-1)

- o 프랑스 제안을 바탕으로 자동화된 이동 전파감시 시스템을 구축하고자 하는 경우 예는 전파감시핸드북(2.4.2.2, 3.2.4, 3.2.6, 3.3, 3.6, 3.6.4, 6.1 절)을 참조할 것을 권고하는 권고안을 채택함

※ 1C/TEMP/20(PDNR), 1C/34(F)

다. 지형좌표를 기록하면서 전계강도를 측정하는 방법에 대한 권고안을 채택 (WG1C2)

- o 헝가리의 제안을 바탕으로 통신영역을 확인하기 위한 측정방법을 권고안으로 작성

※ 관련문서 : 1C/TEMP/15r1, 1C/47(헝가리)

라. 감시국에서의 대역폭 측정방법 권고 (SM.443-2)의 개정안 채택 (WG1C2-1)

- o 2003년 회의에서 프랑스와 체코가 전파방사 대역폭 측정의 새로운 권고안을 제안하였으나 한국과 함께 기존 권고 SM.443을 개정하기로 함
- o 한국과 독일이 제안한 점유주파수대폭 방법을 기본으로 하고 프랑스와 러시아가 제안한 X-dB 측정방법을 보조적인 방법으로 하여 권고안을 작성함
- 한국은 점유주파수대폭 측정 조건을 ACPR 30dB가 확보된 환경을 제안하고 독일은 ACLR 30dB가 확보된 환경을 제안하여 두 가지 방법 모두 반영함

- o 러시아의 주장에 따라 점유주파수대폭과 필요주파수대폭의 관계 및 점유주파수대폭 측정값의 적용방법 연구를 WP1A에 제안함

※ 관련문서 : 1C/TEMP/21(LS),23(PDNR),1C/36&51(KOR),37(RUS),  
39(F),44&45(D)

마. 방송품질연구반(WP6Q)의 지상파 DTV 서비스 영역 평가 방법 권고 초안 검토 (WG1C2-2)

- o WP6Q에서는 5단계 품질 등급을 기준으로 방송영역을 평가할 것을 권고하는 권고 초안을 작성하여 WP1C 의견을 조회함

- o 디지털신호측정방법에 대한 신규 권고 번호 SM.1682 등을 수정하여 회신함

※ 관련문서 : 1C/TEMP/27(LS), 26(Anx-LS), 1C/29(6Q),49(Thales)

바. 감시국의 수신기 IP3 측정법 권고안 작성

- o 로테슈바르츠와 탈레스사의 제안을 바탕으로 감시국의 수신기 선형성을 판단할 수 있는 IP3 측정법 권고안을 작성함

- 전파감시핸드북(표3-2)에서는 3차 Intercept point 레벨을 VLF/LF /HF에서 20dBm, VHF/UHF대에서 10dBm을 권고하고 있음

※ 관련문서 : 1C/TEMP/25(PDNR), 1C/30(Rode), 48(Thales)

사. 실제 환경에서의 잡음 측정 기술 연구를 위한 연구과제 채택 (WG1C2-4)

- o 주파수에 관계없이 실제 환경에서 잡음을 측정할 수 있는 기술을 2006년까지 연구하기로 결정함

- o 권고 ITU-R P.372-7이 70년대에 측정된 잡음지수가 아직도 사용되고 있음과 WP1C가 측정기술 연구를 시작하였음을 SG3에 알리고, 도움을 요청함

※ 관련문서 : 1C/TEMP/22(PDNQ), 1C/24(LS-SG3), 41&46(HOL)

아. 기타사항

- o 의장은 우주전파감시워크샵 (2004.9. 프랑스)에서 당해 워크샵을 ITU-R WP1C 산하에 두는 방안 검토를 중지하고, 독립적으로 개최하기로 하였음을 공지하고, WP1C 참가자들의 워크샵 참가를 독려함

- o 브라질이 2005년 WP1A, WP1B, WP1C 회의를 자국에서 개최할 것을 제안함 (2005. 9. 26-30)

## 7. 결 과

가. 근거리통신기기 기술기준, 대역폭측정방법, DTV대역폭측정결과 등 3건의 WP1B, WP1C에 제출하여 반영

- o 근거리통신기기 기술기준은 권고 SM.1538-1 개정 초안에 반영됨
- o 대역폭측정방법 기고문은 우리나라가 주도하여 프랑스, 러시아, 체코 등과 공동 기고로 제출하여 권고 SM.443-2의 개정안에 반영됨
- o DTV대역폭측정결과는 권고 SM. 443-2의 참조문서로 활용됨

나. 2개의 초안작업반 의장으로 활동

- o 참가자중 류충상과 김종현이 각각 WP1B 및 WP1C 의장의 요청으로 WG1B-4와 WG1C2-1 의장을 맡아 여러 국가의 의견을 조율하면서, 우리나라 의견이 충분히 반영될 수 있도록 노력함
- o 특히, 러시아, 프랑스등과 독일, 네덜란드가 참여하게 대립되는 대역폭측정방법 사안에 대해 미국의 협조를 얻어 무난하게 결과를 도출함

다. 대외 활동

- o 네덜란드 대표단 및 미국 대표단과 각각 간담회를 갖고 스펙트럼관리 및 감시 분야의 정보교환을 하기로 함
- o 일본의 대표단장과 UWB로부터 SDMB 보호 노력을 공조하기로 함



## 제 2 절 SG03(전파전파), 관련 작업반(WP3s) 동향

ITU-SG3은 전파특성에 대한 전파예측 모델과 관련 사항을 연구하는 연구반으로 산하 전파의 기본 특성 및 전파기상연구를 위한 WP3J, 전파방송 및 멀티캐스트를 위한 전파모델 연구반인 WP3K, 전리층 전파연구반인 WP3J, 지구-우주간 전파특성 연구와 점대점 전파특성 연구반인 WP3M으로 구성되어 각 연구반회의는 보통 매년 1회씩 개최되고 있으며 SG03은 2년에 한번씩 열리고 있다. WRC03이후 작업반별 1차 회의는 2003년 11월 브라질 포탈레자에서 열렸으며 2차 회의는 2004년 10월 제네바에서, 3차 회의는 2005년 9월 미국 클리브랜드에서 열릴 예정에 있다. SG03의 경우 WRC07 및 WRC10을 위한 1차 회의가 2004년 10월 제네바에서 열렸으며 CPM06과 CPM07 전인 2005년 9월에 2차 회의가 개최될 예정이다.

### 1. 회의개요

가. 의장 : Mr. D. Cole(호주)

나. 일시:

WP3M : 2004. 10.18(월) ~ 10.27(수)

WP3J : 2004. 10.19(화) ~ 10.27(수)

WP3K : 2004. 10.19(화) ~ 10.27(수)

WP3L : 2004. 10.25(월) ~ 10.27(수)

SG3 : 2004. 10.28(목) ~ 10.29(금)

다. 장소: 스위스 제네바 (ITU 본부 회의장)

라. 참석자: 각 국 주관청 및 사업자 등 약 25개국 75여명

마. 주요 의제

o 이번 SG3 산하 각 4개의 연구반에 주요 회의의제는 다음과 같음

- WP3M 분야

- . WRC07 의제 7.1(Res 74 [Rev WRC-03]) 관련 위성망 조정관련 Appendix 7과 관계된 Coordination Distance 개선 문제(P.620, Q208-2/3 개정)
- . WRC10의 의제 2.2 관련 Optical frequency propagation과 275GHz~3000GHz, 3000GHz이상 주파수 개발 문제(Q228/3 개정)
- . WRC07 의제 1.5 관련 지구-위성과 위성시스템과 및 지상시스템 링크간 간섭영향 관련 multipath fading 및 차별적인 강우감쇠에 대한 권고개정(P.452, P.530 개정)

- . UWB compatibility 연구를 위한 path loss 전파모델 개발 및 간섭시나리오 적용을 위한 강우감쇠 계산(TG1/8에 대한 연락문)
- WP3K 분야
  - . Res 40-1(Worldwide databases terrain height and surface features) 개발 및 30MHz~3GHz에서의 path specific(site specific)한 점대영역 전파모델 개발문제(Res 40-1 추진)
  - . WRC07의제 1.4 관련 RRC 04-06(지상 방송 및 이동서비스를 위한 지역 전파회의) Res COM4/4 관련 30MHz~3GHz에서의 path general한 점대영역 전파모델의 이상문제(anomalies) 개선에 대한 사항(RRC-04의 회답, P.1546 개정)
  - . WRC07의제 1.4와 WRC03 결의(resolution) 952 관련 UWB compatibility 연구를 위한 path loss 전파모델 권고 개발 단거리 indoor/outdoor 전파통신을 위한 전파모델 개선(P.[UWB]제정, P.1238, P.1411, Q211-2/3 개정)
  - . Fixed broadband Wireless Access 시스템 개발을 위한 전파특성 모델 개정(P.1410 개정)
- WP3L 분야
  - . WRC07 의제 1.13 관련 WP1A 요구에 의한 전력선통신(Power Line Telecommunication)에서의 간섭문제(Q. [PLT] 제정, SG1 연락문)
  - . Adaptive HF 시스템(WP9C Liaison)을 위한 기존 권고 개정 및 신규 권고의 개발(Q.225 개정, P.1321 개정)
  - . WRC 의제 2.6 관련 HF 방송관련 전파모델 및 공간파 전계강도 예측에 대한 개정(P. 533 및 P.1147 개정)
  - . 기타 전리층 특성, 신뢰도, 전계강도 예측에 대한 개선(P.842, P. 684, P.313의 개정)
- WP3J 분야
  - . WRC03 결의(resolution) revision 5 관련 대기가스의 감쇠 및 대기권 굴절의 영향, 기준 표준대기, multipath의 전파와 파라미터화, 20-375THz간 지구-우주간 시스템설계에 필요한 개정(P.676, P.834 개정)
  - . WRC10 의제 2.5와 관계된 Specific한 강우감쇠 모델, 지구-우주간 fade dynamics 예측모델 권고 개정(P.838, P.1623 개정)
  - . WRC03 결의(resolution) revision 63 관련 인공잡음에 대한 전파잡음에 대한 새로운 정의 문제(P.372 개정)
  - . Ground wave와 MF 전계강도의 계절변화에 따른 HF 통신설계의 영향에 관한 문제(P.368, P. 1321 개정)

- . 강우 최악월 연중 강우율 통계 변환에 대한 문제 및 fade duration 및 slope 예측 시험 문제(P. 311 개정)
- . 신규 통신방식 및 광대역 통신을 위한 굴절에 관한 전파문제와 vegetation에 감쇄에 관한 문제(P.526, P.833 개정)

## 2. 주요 회의 결과 및 대응

가. WRC07 의제 1.4와 WRC03 resolution 952 관련 UWB compatibility 연구를 위한 path loss 전파모델 권고 개발과 단거리 indoor/outdoor 전파통신을 위한 전파모델 개선(P.[UWB]제정, P.1238, P.1411, Q211-3 개정) ; WP3K

o WRC03 이후 TG1/8에서 시급히 요청한 UWB Compatibility 관련 path loss 전파모델 개발에 대해 WP3K subgroup 3C는 “1~10GHz 영역에서의 ultra-wideband 응용들을 위한 전파예측방법”에 대한 Draft New Recommendation(DNR)을 작성

- 이번 DNR은 2003년 브라질 포탈레자에서 PDNR에 대한 제의를 시작으로 2004년에는 TG1/8의 연락문을 바탕으로 만들어졌으며 관련 DNR에서 제시한 전송손실에 대한 값에 대해 한국은 Outdoor LoS(Line of Site)환경에서의 UWB 관측자료를 제시함으로써 관련 값을 증명하였음.
- UWB 기술에 관한 지속적인 연구를 위해 의제 ITU-R 211-2/3에 UWB 기술에 대한 의제를 첨가하였고, TG1/8에 새로운 DNR 개발과 의제 추가에 대한 결과를 연락문으로 전달함

o WRC07 의제 1.4, 즉 IMT2000 및 시스템 그 이후에 대한 주파수 관련 공유 및 compatability에 대한 연구에 대해 WP3K는 short-path outdoor 환경에서의 전파손실 모델인 P. 1411과 indoor환경에서의 전파손실 모델을 개정함

- P.1411에 대한 개정은 일본에서 대거 제시한 권고개정을 받아들여 대도시 고층 건물환경에서의 multipath model을 개정
- P.1238도 역시 많은 양의 일본의 기고를 받아들여 경로손실 모델에서의 전송손실에 필요한 70GHz 이상의 전력손실 계수값과 빌딩재질 및 내부 가구 등에 의한 재질의 계수값을 추가함. 한국도 2003년부터 IMT2000과 5GHz이하 빌딩재질에 대한 재질 계수값을 제시하였으나 이번 권고개정에는 포함되지 못하고 의장활동 보고서에 계속적인 검토사항으로 남겨짐

나. WRC10 의제 2.5와 관계된 Specific한 강우감쇠 모델, 지구-우주간 fade dynamics 예측모델 권고 개정(P.838, P.1623 개정) ; WP3J/3M

- o 전파예측모델에 필요한 Specific한 강우감쇠 모델에 대한 강우율 및 감쇠계수 값에 대한 계수제정 조정에 있어 영국기고와 중국기고간의 의견조율을 거쳐 새로운 모델(P.838)을 제시하였음
- o 지구-우주간 경로에 대한 fade dynamics 예측모델의 경우 ESA 및 프랑스 기고를 토대로 fade slope 예측모델에 대한 권고(P. 1623)개정이 이루어짐
- o 우리나라의 경우 기존 기상관측자료(60min, 30min, 20min, 10min, 5min)를 전파계산에 필요한 1min 강우률로 변환하는 변환방법에 대해 본격적으로 브라질과 중국의 의견동의를 얻어 기고문을 2002년부터 2004년 현재까지 3년 연속적으로 제시하였으나 변환방법에 프랑스 및 브라질의 좀더 일반적인 변환값 제시제안에 따라 1년 더 검토하기 함

다. 신규 통신방식 및 광대역 통신을 위한 굴절에 관한 전파문제와 vegetation에 감쇠에 관한 문제(P.526, P.833 개정) ; WP3J/3K/3M

- o 신규통신방식의 등장 및 광대역 통신에 필요한 전파모델에 있어 굴절에 대한 기본 개념 제시와 장애물에 대한 정의에 대해 브라질 기고를 중심으로 개정되었음, 또한 굴절에 대한 전파예측에 대한 guide 자료 제시와 cylinder 모델을 기반으로 하는 장애물 모델에서의 cylinder 변수계산에 대한 자료를 제시함(P.526 개정)
- o 기존 833-4에서 제시하고 하고 있는 Vegetation 감쇠모델에 대해 2001년부터 3년간 제시된 영국의 기고를 바탕으로 체코의 Dynamic 모델을 첨가하여 관련 권고(P.833-4)를 개정함. 한국의 경우 IMT2000 및 신규통신에 필요한 Vegetation 감쇠에 대한 관측 자료를 제시하여 관련 권고개정에 자료의 기본정보자료로 충분하다는 의견을 들었으며 관련 자료를 Vegetation 감쇠관련 data bank에 입력하여 보다 체계적인 모델개발에 적용해달라는 의견을 제시받음

라. 기타 주요 이슈사항

- (1) WRC10의 의제 2.2 관련 Optical frequency propagation과 275GHz~ 3000 GHz, 3000GHz이상 주파수 개발 문제(Q228/3 개정) ; WP3M
  - 의제사항의 중요성을 의제의 개정시 S1에서 C1인 WRC10의제로 변경함

- (2) WRC07 의제 1.13 관련 WP1A 요구에 의한 전력선통신(Power Line Telecommunication)에서의 간섭문제(Q. [PLT] 제정, SG1 연락문)
  - 전력선 통신에 관한 간섭문제 관련 WP3L를 중심으로 신규의제를 제정했으며 의제 순위를 S1으로 정함
- (3) WRC07의제 1.4 관련 RRC 04-06(지상 방송 및 이동서비스를 위한 지역전파회의) Res. COM4/4 관련 30MHz~3GHz에서의 path general한 점대영역 전파모델(P.1546)의 이상문제(anomalies) 개선에 대한 사항(RRC-04의 회답, P.1546 개정)
  - RRC 04-06 Res. COM4/4에서 지상파 방송에 필요한 전파모델개발(P.1546)을 위해 적극적으로 진행되고 있는 권고개정에 있어 호주와 미국, EBU(Eurion Broadcast Union), 스위스 등이 제시한 모델을 기반으로 TCA(Terrain Clearance Angle) 모델 추가 등 방송전파모델에 있어서의 이상(Anomaly)사항을 개정함

### 3. 결과

#### o 향후 활동계획

- 국내 전파모델 개발시 RRC04-06의 IPG(Intersession Progress Group) 회의 결과를 주의깊게 살펴보아야 할 것으로 판단되면 관련 결과와 현재 국내에서 진행 중인 주파수분석체계 구축시 제안될 지상파 방송 전파모델개발 및 WRC07의제 대응에 적극적으로 대처 검토
- UWB, PLT 등 신규 통신방식에 대한 권고 개정에 계속적으로 관련 동향을 파악하고, UWB의 경우 국내적으로는 유비쿼터스 홈네트워크에 적용을 위한 indoor 전파모델과 국제적으로는 outdoor 환경의 다양한 간섭영향 검토를 위한 전파모델 개발에 지속적인 대응방향을 검토

#### o 제안

WRC10까지 주요이슈사항으로 이야기될 3000GHz 이상의 주파수 할당 및 전파이용에 대한 규정에 대해 지난 ITU-R 전권위원회 결정사항 No.78 ITU Constitution과 ITU Convention No. 1005의 Note 2에 근거하여 3000GHz이상의 Optical Communication연구에 본격적으로 각 나라들이 연구를 시작했으며 WP3M에서도 의제 228(275GHz이상의 전파통신시스템

에 대한 계획 및 전파측정) 개정과 WRC 의제인 C1으로의 의제 승격을  
통해 본격적인 연구 기반을 갖추어 가고 있는 상황임  
이에 대해 국내 차원의 적극적인 검토가 요구되며 전파연구소에서 본격  
적인 275GHz이상에 대한 연구검토가 필요하다고 판단됨

## 제 4 장 결 론

본 연구결과는 UWB와 같은 새로운 주파수 이용에 관한 발굴과 주파수 관리 체계를 위한 RFMS 전파지정기준 결과검토와 프로세서 검토, 전파관리 및 전파전파 특성에 관한 연구결과를 나타낸 것이다

UWB 등 새로운 주파수 이용에 관한 연구결과로는 2004년 보스턴에서 열렸던 TG1/8 3차 회의 결과와 제네바에서 열렸던 4차 회의 결과를 의제중심으로 수록하였다. 주요 쟁점사항으로 UWB 도입에 따른 제도적인 부분과 타 업무 간 양립성에 관한 부분, 또한 신호 측정방법에 대한 부분에 대해 각국에서 제기된 여러 연구결과들이 국제 표준기고로 쏟아져 나왔다. 그 결과로 UWB 도입에 대한 긍정적인 면을 표현한 국가는 미국이었으며 우리나라를 비롯해 다른 국가들은 보다 공유문제에 대한 부분에 신중히 접근하는 편이었다.

본격적인 전파관리업무체계 개선연구의 일환으로 주파수지정검토업무가 본부로부터 2004년 2월을 연구소로 이관됨에 따라 RFMS를 이용한 관련 검토를 수행하였다. 그 결과 전체 주파수관리에 있어 RFMS의 한계점을 보다 쉽게 파악했으며 그에 따른 개선부분을 4장의 개선결과에 적용시킬 수 있었다.

4장에 언급된 RFMS 개선사항은 여전히 혼신 부분 등이 개선되지 않은 문제점을 포함하고 있지만 나름대로 기존 RFMS가 가지고 있던 부분을 해소한 것으로 자체 평가할 수 있었으며 향후 활용도에 있어 보다 높은 기대가 예상된다. RFMS 기능변화의 경우 가급적 사용자 관점에서 운영모드를 만들려고 했으나 아직도 그 부분은 미흡한 부분이 여전히 남아있으며 속도 부분의 경우 레이어 처리와 고도자료 처리, 그리고 프로파일 계산과 계산방법 개선이 현실적으로 최적화되지 못해 지속적인 최적화가 필요한 상태이다.

마지막으로 스펙트럼분야에 대한 전파관리분야와 전파전파 분야에 대해 2004년에 제네바 국제회의에 개최되었던 권고개정 결과를 중심으로 변화된 사항 등을 살펴보았다. 그 결과로 근거리 통신기기 기술기준과 대역폭 측정 방법 DTV 대역폭 측정결과 등 3건의 표준기고가 국제회의에 논의되어 초안에 반영되었으며 대역폭 측정방법의 경우 우리나라가 선도하는 분야로서 부각되기도 하였다. 전파전파 분야의 경우 275GHz에서 3000GHz까지의 대역에 대한 주파수이용에 관한 보고서와 11GHz 대역의 전파특성에 관한 연구결과가 주로 논의되었으며 특히 전력선 통신이나, UWB 전파특성에 관한 새로운 전파특성 연구가 지속적으로 논의되고 있어 향후 지속적인 표준화가 필요한 상황이다.

## 참고문헌

- [1] 류충상 등, TG1/8 3차 출장보고서
- [2] 류충상 등, TG1/8 4차 출장보고서 및 ITU-R SG1 출장보고서
- [3] 배석희, ITU-R SG3 출장보고서