

제 출 문

본 보고서를 「전파스펙트럼 기술이용기술에 관한 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005. 12. .

연구책임자 : 류충상 (연구1담당)
연 구 원 : 배석희 (연구1담당)
임재우 (연구1담당)
김종룡 (연구1담당)
최기갑 (연구1담당)
오성택 (연구1담당)
최광호 (연구1담당)

요 약 문

1. 과제명 전파스펙트럼 기술 연구
2. 연구 기간 : 2005년 1.1 ~ 12.31
3. 연구책임자 : 공업연구원 류충상
4. 계획 대 진도

가. 월별 추진내용 [크기13, 보통, 신명조]

| 세부연구내용 | 연구자 | 월별 추진일정 | | | | | | | | | | | | 비 고 |
|--|-----|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| o 새로운 기술도입을 위한 전파이용기술 연구 o 차세대 이동통신 시스템을 위한 전파자원 개발 연구 o 차세대 고정통신 서비스를 위한 후보 대역의 채널특성 연구 o 유비쿼터스용 주파수 자원개발을 위한 국내외 표준화 활동 | 배석희 | | | | | | | | | | | | | |
| | 임재우 | | | | | | | | | | | | ▶ | |
| | 김종룡 | | | | | | | | | | | | | |
| | 최기갑 | | | | | | | | | | | | | |
| | 오성택 | | | | | | | | | | | | ▶ | |
| | 최광호 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | ▶ | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | ▶ | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 분기별 수행진도 (%) | | | | | | | | | | | | | | |

나. 세부 과제별 추진사항

- 1) 차세대 이동통신 시스템을 위한 전파자원 개발 연구
 - o 2.3GHz - 6GHz대의 전파채널 및 전파환경 특성 연구
 - o 채널 Sounder 개발에 필요한 기획, 위탁설계, 개발과제 관리 및 관련시스템을 이용한 MIMO 채널 측정 분석
 - o RFMS 시스템 개선을 위한 차세대 이동통신용 파라미터 추출 및 알고리즘 개선(GIS DB 개선 연구도 포함)
 - o RFMS를 이용한 기존시스템과 신규시스템간의 간섭분석 및 양립성 연구
- 2) 새로운 기술도입을 위한 전파이용기술 연구
 - o 유·무선 통합서비스와 유비쿼터스 무선서비스에 대비한 전파산업 기술동향 분석
 - o 차세대 이동통신(휴대인터넷 포함), 이동 DMB(DTV 포함), 고정밀 텔레메텍스, 이동 Mesh 네트워크 기술 구현, 응용 서비스에 따른 표준화
 - o UWB 및 RFID 등 광대역 채널 시스템의 전파분석 및 전파 간섭 분석을 위한 RFMS 시스템 개선 연구
 - o 이동통신 및 도시환경을 위한 RFMS DB 성능 개선 및 알고리즘 적용 연구
- 3) 차세대 고정통신서비스를 위한 후보대역의 채널특성 연구
 - o M/W 주파수 대역 재배치에 따른 고정통신용 주파수 이전 후보대역 주파수 채널특성 조사 분석
 - o 10GHz 이상 대역에서의 광대역 무선접속용 주파수 특성 조사 및 채널 특성 연구 동향 분석
 - o 10GHz 이상 대역에서의 고정통신 채널특성 분석 연구
 - o RFMS 시스템 개선을 위한 파라미터 추출 및 알고리즘 적용방안 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) IMT-Advanced 후보주파수 선정

- 고속이동중 100Mbps 통신용으로 3.4~4.2GHz, 4.4~4.5GHz, 4.8~5GHz 등 3개 대역(총1100MHz 폭)을 선정하여 국제공통대역으로 추진키로 하고, 752~806MHz, 2.3~2.4GHz 등 2개 대역(총154MHz)은 2차적으로 추진하도록 추천함
- 보행 시 155Mbps~1Gbps 통신용으로 5~70GHz대중 5GHz대 무선랜 대역을 포함하여 이동업무용 8개 대역(총6560MHz폭)을 제시함
- 우리나라 후보주파수를 ITU 검토대상 주파수 목록에 반영
- 주파수소요량산출방법 간소화 방안을 도출하여 ITU 권고안에 반영
- IMT-Advanced 후보기술(OFDM-MIMO)에 적합한 간섭분석 기술 개발 등

2) UWB 주파수이용방안 도출

- 초고속 통신용으로 3.1~4.95GHz, 6~10.6GHz 대역 선정
- 3.1~4.95GHz 대역은 IMT-Advanced 서비스 도입 3~5년 전부터 DAA기술 탑재 의무화 권고
- 국내 주요서비스(WiBro, SDMB PCS 등) 혼신보호 조건을 도출하여 ITU 권고에 반영
- 3.4~3.6GHz대 방송이동중계시스템 보호 위한 UWB실외 이용조건 추가 검토 계획 제시

- 24GHz대 차량용UWB레이더 주파수이용추진 전략 제시

3) 고정통신 서비스 확대를 주파수 이용현황 검토

- 60GHz mm파 광대역 무선접속용 및 고정통신 채널 용도 분배를 위한 주파수 검토 및 방안 제시
- M/W 주파수 재배치과 관련 전파지정기준 검토 및 후보대역 검토 및 권고 개정에 반영

4) RFMS 개선 및 기타 활동

- ITU-R SG1,3,8,9 및 2007 WRC 준비반 활동을 중심으로 차세대 이동통신 주파수 개발을 위한 국제 표준화
- RFMS 시스템 개선 관련 국제 동향 파악
.LS Telcom사의 전파관리 워크샵 참가 및 RFMS 기능 개선 결과 발표

6. 기대효과

- o 신통신 방식에 대한 주파수 이용 기획 수립시 기술기준에 필요한 파라미터 제공
- o 전파분야 기초기반 및 산업 기술 개발에 자료 제공
- o RFMS 시스템 신뢰성 향상
- o WRC-2007 및 ITU-R 국제 회의 대응을 위한 기초 자료 제공

7. 기자재 사용 내역

| 시설·장비명 | 규격 | 수량 | 용도 | 보유현황 | 확보방안 | 비고 |
|--------|----|----|----|------|------|----|
| | | | | | | |

8. 기타사항

SUMMARY

In 1992, WRC had decided global spectrum bands for IMT-2000 services and at WRC-2000 resolved additional spectrum bands for IMT-2000. For preparing next generation mobile communication system, new spectrum band is required to implement system beyond IMT-2000(IMT-Advanced) in near future(after 2010 years). Therefore WRC-2003 resolved agenda item 1.4(resolution 228) which is considering spectrum allocation for IMT-Advanced. Over the past few decades, initial discussion of IMT-2000(including 3G market) was focused on developed countries to acquire by occupancy of national profit. But these days the next generation mobile technology is derived from among the three asia countries(Korea, Japan, China). In mobile communication market, new spectrum procure is very important for market acquisition and national economic benefit. Therefore Next generation mobile communication field among the IT 389 New Growth Moment Project of MIC has a hired meanings which is recover our international competitiveness on mobile market over the simple meaning of technology advantage.

This study purpose is developing a new spectrum band for new mobile communication service and ultrawideband(UWB) service among the IT 389 New Growth Moment Project of MIC. In order to achieve this aim, Radio Research Laboratory of MIC has performed radio resource development project considering international/domestic basis from 2004 year. In this report, our project performance activities are enhanced of RFMS program function and are described containing WRC-07 preparation activities of new mobile spectrum band including WP8F and TG 1/8 candidate bands preparation activities including interference analysis.

목 차

| | |
|----------------------------------|-----|
| 제 1 장 서론..... | 페이지 |
| 제 2 장 차세대 이동통신 개념 정립 연구 | 페이지 |
| 제 1 절 IMT-Advanced의 개요 | 페이지 |
| 제 2 절 ITU 연구동향 및 우리나라 대응현황..... | 페이지 |
| 제 3 절 주요 국가의 후보주파수 입장 | 페이지 |
| 제 4 절 우리나라 후보주파수 선정 방향..... | 페이지 |
| 제 5 절 주파수 소요량 산출 방법론 | 페이지 |
| 제 6 절 향후계획 | 페이지 |
| 제 3 장 UWB 주파수 이용방안..... | 페이지 |
| 제 1 절 UWB 개요..... | 페이지 |
| 제 2 절 UWB 응용 | 페이지 |
| 제 3 절 UWB 주파수 정책동향..... | 페이지 |
| 제 4 절 UWB 표준화 및 기술개발동향..... | 페이지 |
| 제 5 절 UWB 주파수 정책방향(안) | 페이지 |
| 제 6 절 향후 계획..... | 페이지 |
| 제 4 장 RFMS 시스템 개선 | |
| 제 1 절 RFMS 기능 개선 개요 | 페이지 |
| 제 2 절 RFMS 개선사항 | 페이지 |
| 제 3 절 RFMS내의 GIS, DB 개선 연구 | 페이지 |
| 제 4 절 결론 | 페이지 |
| 첨 부 | |
| 1. UWB 외국의 기준 | |

2. UWB 기술 특성
3. UWB 영향 분석
4. UWB 제도 고려사항
5. UWB 신호 측정방법

그 립 목 차

| | | |
|------|------------------------------|-----|
| 그림 1 | 전파관리시스템의 지도좌표계 개선..... | 페이지 |
| 그림 2 | 상세 주소 툴팁..... | 페이지 |
| 그림 3 | 분석값과 주소툴팁 동시선택..... | 페이지 |
| 그림 4 | 전계강도 분석결과 값 표시 | 페이지 |
| 그림 5 | 상세 주소 툴팁..... | 페이지 |
| 그림 6 | 경로설정 기능에서 제우스 DB 접속기능 추가 ... | 페이지 |
| 그림 7 | 전파관리시스템 접속화면 | 페이지 |
| 그림 8 | 사용자 관리 | 페이지 |
| 그림 9 | 안테나 기준패턴관리 | 페이지 |
| 그림10 | 안테나 패턴생성..... | 페이지 |
| 그림11 | 안테나 관리 | 페이지 |
| 그림12 | 안테나 패턴읽기..... | 페이지 |
| 그림13 | 송(수)신 무선국 화면에 추가된 기능 | 페이지 |
| 그림14 | 개선된 무선국 검색 | 페이지 |
| 그림15 | 통합된 무선국 검색결과 화면 | 페이지 |
| 그림16 | 개선된 전계강도 계산 다이아로그 | 페이지 |
| 그림17 | 영역 전계강도 계산시 무선국 검색 기능 추가 ... | 페이지 |
| 그림18 | 점대점 전계강도 계산후 추가된 기능 | 페이지 |
| 그림19 | 점대점 혼신분석결과 표시 기능강화 | 페이지 |
| 그림20 | 국내 전파유통분석 관리 | 페이지 |
| 그림21 | 실측예측 비교 | 페이지 |

| | | |
|------|-----------------------------|-----|
| 그림22 | 개선된 무선국 반경 검색 결과화면 | 페이지 |
| 그림23 | 주소이동 중 단위별 검색기능 추가 | 페이지 |
| 그림24 | 경위도 이동 중 GPS 좌표 검색 추가 | 페이지 |

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 신 성장동력 사업의 일환으로 IT 신성장 동력의 요소기술인 차세대 이동통신을 위한 광대역 무선통신 기술 연구와 주파수이용계획 수립 필요에 따라 수행되었다. 또한 언제 어디서나 초고속 인터넷 서비스를 받고자 하는 국민적 수요 증대로 광대역 무선통신망 구축과 정보통신부의 IT 신성장 동력과 연계하여 전파산업진흥과 주파수이용 중·장기계획의 효과적인 추진을 위해 핵심적인 분야 중심으로 추진되었다. 특히 유비쿼터스 무선네트워크 기술을 위한 전파자원 개발과 주파수 가용도 분석이 필요한 실정에서 UWB의 용도 지정은 매우 중요하다. 진정한 유비쿼터스 무선네트워크 환경 구현을 위한 다양한 무선네트워크 기술 연구와 무선 정보 인프라 구축의 필요성 증대되기 때문에 그에 따른 RFMS 개선도 시급한 실정이다. 마지막으로 유비쿼터스 무선통신 시스템 개발관련 기존 시스템과의 양립성 연구와 간섭분석 연구를 통해 차세대 이동통신 주파수와 UWB 서비스에 대한 포괄적인 연구가 필요할 것으로 기대된다.

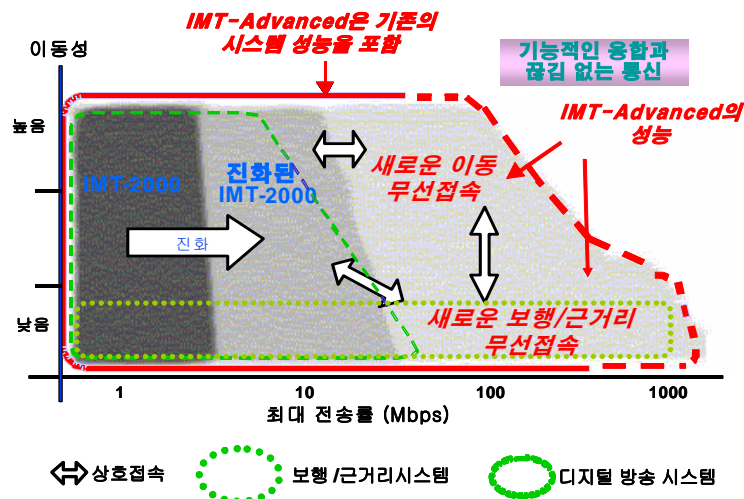
본 보고서에서는 2장에서 차세대 이동통신 주파수 자원 발굴 위한 2005년도 전파연구소 연구 수행사항과 TG 1/8 회의 결과를 중심으로한 UWB 서비스에 대한 연구결과를 3장에 기술하도록 하겠다. 이 과정에서 기존 주파수 이용현황 조사, 새로운 기술 도입 전망에 대한 효율적 대응을 위한 산업동향 분석 및 이용방안도 도출할 예정이다. 이와함께 새로운 주파수 자원발굴과 전파지정을 위한 분석시스템인 RFMS 시스템에 대한 개선 부분에 대해서는 4장에 언급하여 놓았다. 마지막으로 첨부에는 UWB 연구활동 결과에 대한 기준을 첨부하여 할 것이다.

제 2 장 차세대 이동통신 개념 정립 연구

- IMT-Advanced 국제 상위 선점을 위해 국내 주파수 이용 현황을 토대로 후보주파수 선정 및 주파수 소요량 산출방법 검증
- ITU-R WP8F에서 진행하는 세계 공통대역 발굴 및 소요주파수 산출 연구에 적극 대응

제 1절 IMT-Advanced의 개요

- 음성 및 패킷데이터 통신에서 고속 이동시 최대 100Mbps, 정지 및 저속 이동시 155Mbps~1Gbps 의 전송속도를 실현할 수 있는 무선 통신 시스템



- ITU는 2007년도 WRC에서 IMT-Advanced 국제 공통주파수를 결정하기로 함
※ WRC-07 회의 : 2007. 10. 15 ~ 11. 9 스위스 제네바

제 2절 ITU 연구동향 및 우리나라 대응 현황

□ ITU 연구동향

- IMT-Advanced 관련 WP8F '05년도 활동사항
 - 15차 회의('05.2.) : · 후보대역 조사 1차 답변 정리
· 주파수 소요량 산출방법 개발
 - 16차 회의('05.6.) : · 후보대역 조사 최종 답변 정리

· 주파수 소요량 산출방법 검증

- 17차 회의('05.10.): · IMT-Advanced 명칭 확정 및 국제 공통대역 선정을 위한 기본원칙 초안 작성

○ 후보 주파수대역 및 선호도에 관한 ITU 조사에 35개국 응신

- 주요 후보 주파수대역 및 선호 국가 요약

| 주요 후보 대역 | 주요 선호국가 | 비 고 |
|-----------------|---|-------------------------------------|
| 450-470MHz | 동유럽국(러시아), 일부 개도국(아프리카, 아시아), 미국(Qualcom), 유럽(UMTS) 등 | 기존 PMR대체, 저비용/큰 커버리지 용 |
| 470-806(852)MHz | 미국, 캐나다, 중국, 한국 등 | 기존방송 대역 재비치, 공유검토, 저비용/커버리지 |
| 3.4-4.2GHz | 유럽, 일본, 한국 등 | C-band FSS 공유 검토 고정M/W 공유 검토 |
| 4.4-5.0GHz | 유럽, 일본, 한국 등 | |
| 기존 IMT-2000대역 | 미국, 캐나다, 호주 등 | 기존대역에 신기술 적용 (Technical Neutrality) |

○ 국제 공통 대역 선정을 위한 기본원칙 초안 작성

- 이동중의 주파수는 400MHz~5.0GHz 대역을 중심으로 선정하고, 보행중의 주파수는 5.0GHz 이상에서 선정하기로 함
- 2006년 1월 ITU-R WP8F 회의에서 기본원칙 완료 예정

○ 후보대역 선정 원칙에 따른 구분

- 1GHz이하 : 광역 Coverage, 저비용 시스템용(개도국, 넓은 영토-저인구밀도 국가)
- 5GHz이하 : 고속 이동시 100Mbps 전송용
- 5GHz이상 : 보행/정지시 155Mbps~1Gbps 전송용

○ 시장예측 보고서 및 주파수소요량 산출 방법론 결정

□ 우리나라 대응 현황

○ ITU-R 후보대역 설문조사 답변

- '차세대이동통신주파수정책연구반'을 통해 IMT-Advanced 후보대역에 대한 우리나라 입장 정리
- 후보검토 대역으로 3.4~4.2GHz, 4.4~4.5GHz, 4.8~5.0GHz 대역 제시(ITU-R

WP8F 15차 회의)

- 2.3~2.4GHz 및 806MHz이하 대역도 검토 대상에 포함할 것을 추가 제시
(ITU-R WP8F 17차 회의)

- o IMT-Advanced 주파수 소요량 산출 방법 제안·반영
 - 주파수소요량 산출 방법의 간소화 방안 마련
 - 소요량 산출 알고리즘 검증
- o 후보대역 기존역무와의 간섭분석 알고리즘 개발
 - IMT-Advanced 후보기술(OFDM-MIMO)에 적합한 신뢰성 있는 새로운 간섭 분석 알고리즘 개발
- o 후보 주파수대역(3.4~4.2GHz대)에 대한 IMT-Advanced 후보 기술을 고려한 전파채널 특성 연구

제 3 절 주요국가의 후보대역 입장

□ 미국

- o 디지털 방송 전환 후 698-806MHz 대역의 주파수 재배치를 통한 이동통신 활용을 계획 ※ 캐나다는 746-806MHz대역을 이동업무로 고려
- o 기존의 IMT-2000 대역을 IMT-Advanced 이용 입장
 - 특히 1710-1755/2110-2155MHz(AWS:Advanced Wiress System)와 2496-2690MHz(BWS: Broadband Wireless System)대의 기존 주파수를 신규 이동통신 등에 이용할 계획임을 제시함
- o UWB 이용으로 3.1~10.6GHz 대역의 신규 IMT-Advance 주파수 확보에 유보적인 입장
- o 3.7GHz대 위성지구국, 고정업무 등과의 주파수공유 연구 강조

□ 유럽

- IMT-Advanced 후보 주파수로 2.7-5.86GHz대를 고려 중
 - 특히 향후 이동통신 시장을 고려하여 3.4~4.2GHz 대역을 FWA이용 및 IMT-Advanced 가능대역으로 고려
 - 레이더와의 주파수 공유는 적절치 않다는 입장
 - ※ 현재 3.4~4.2GHz 대역이 제1지역에서는 이동업무에 2차로 분배되어 있어 주파수 분배 변경도 예상됨
 - 프랑스, 러시아 등은 3.7GHz대 C-Band 위성지구국과의 공유 연구 필요하다는 입장
 - ※ 3.4~3.8GHz 대역은 FWA(저속이동)용으로 계획 중이며, 4.4~5GHz대역은 공공용 주파수임.
- 러시아 등 일부 동구권 국가들은 450-470MHz대역 이용 주장
- 470-862MHz 대역 IMT-2000 서브대역(Band IV/ V)으로 합의가 어려운 상태
- 5GHz대역을 IMT-Advanced주파수로 지지하지 않음(5.388)
 - 5725-5850MHz대역은 1지역에서는 이동업무로 분배되어 있지 않으며 FWA로 이용하는 방안 연구 중

□ 기타 국가

- 일본은 6GHz이하 차세대이동통신 후보가능 대역으로 3.4~4.2GHz 4.4~4.9GHz대역을 선호하고 있음
 - ※ 4.9~5.25GHz 대역은 무선랜 대역 분배
- 중국은 자국의 지리적 상황을 고려한 커버리지에 유리한 614~798MHz 주파수를 선호함.
- 베트남, 카메룬, 베네주엘라, 코스타리카 등 개발도상국은 자국의 IT 인프라의 열악한 환경 및 지리적 상황을 고려하여 1GHz이하(400MHz대역) 선호함
 - ※ 베네주엘라는 3.4~3.6GHz, 10.5GHz 대역을 FWA로 허가하고, 410-430MHz, 450-470MHz대역의 이동통신 검토 중

제 4 절 우리나라 후보주파수 선정 방향

□ 450~470MHz대역

- 국제분배상 이동업무 이용이 가능하나, 국내에서는 기술적으로 기존역무를 보호하면서 IMT-Advanced 활용이 어려운 상황임
- 국내에서는 아직 수요가 제기되지 않았지만, 미국, 중국, 동유럽(러시아), 아프리카 국가 등이 관심을 가지고 있으므로 국제 이동통신 시장을 고려하여 입장 제시 필요

※ 국내 주파수 이용현황

| | 440 | 450 | 460 | 470 |
|------|--|---|---|-----|
| 국내분배 | 고정, 이동 무선표정 | 고정, 이동 | 고정, 이동 기상위성↓ | |
| 용도 | 공공, 금융, DATA, 콜택시, 조선, 간이, 소방, 산업, 민방위, 시설관리, 우정, 전파관리 | 항공관리, 수도, 데이터, 의료, DGPS, 실험, 공공, 콜택시, 생활무선, | 행정, 산업, 경비, 의료, 구급, 세관, 시설관리, 금융, 데이터, 공공 | |
| 사용자 | 공공, 자가 | 공공, 자가 | 공공, 자가 | |
| 비고 | - 1997년부터 전면 협대역화 시행(25kHz→12.5kHz) | | | |

- 공공 및 자가용도의 일반통신 및 간이무선국(이동)이 주로 이용하고 있음.

□ 470~806MHz 대역

- 470~752MHz 대역중 TV방송 채널을 최적화하여 재배치할 경우 710~752MHz(42MHz폭) 대역을 IMT-Advanced 후보로 검토 가능
- 752-806MHz(54MHz폭) 대역은 국내주파수분배(각주K64)에 의거 2010년까지만 TV 용(임시) 주파수로 이용하므로 IMT-Advanced 후보 주파수로 추천

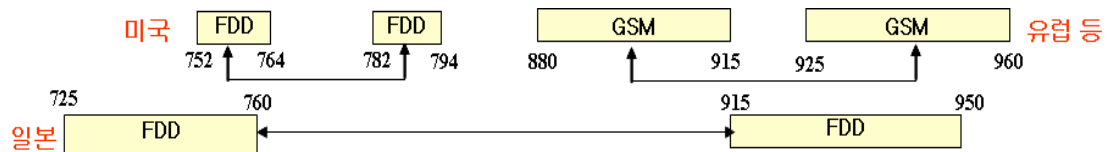
※ 정보통신부는 470~807MHz 대역을 활용 계획을 도출하기 위해 산학연관 전문가로 별도 연구반을 구성하여 연구 중임

※ 국내 주파수 이용현황

| | | | | | | |
|------|-------------|-------|-----|--------------------|-----------------|---------------------------|
| | 470 | 495.7 | 500 | 740 | 752 | 806 |
| 국내분배 | 방송 | | | 방송, 고정, 이동 | 고정, 이동 | |
| 용도 | 공공 UHF-TV방송 | | | UHF-TV방송 방송용마이크 | 도서통신(T) 방송중계 | 도서통신(R) 방송중계 |
| 사용자 | 방송사 | 공공 | 방송사 | 방송사, 소출력기기(MIC) | KT, 방송사 | 방송사, 실험국, 공공 KT, 공공 |

| 주파수(MHz) | TV채널 | 용도분배 | 이용현황 |
|----------|-------|--------------------------|---|
| 470~740 | 14~58 | TV방송 | - ATV방송국(986), DTV방송국(134) - 470~500MHz는 DTV용으로만 배치 - 기타 대역은 ATV와 DTV가 혼재 |
| 740~752 | 59~60 | TV방송 특정소출력 | - ATV 방송국(24), DTV 방송국 (4) - 특정소출력(무선마이크)은 비허가 운용 |
| 752~806 | 61~69 | 방송 · 통신 중계, TV(임시) | - 방송중계(이동TV중계2, 라디오중계2) - 통신중계(2), - 공공통신(13), DTV 방송국(19) |

※ 외국의 이용계획 동향



□ 2~3.4GHz 대역

- 기존의 IMT-2000 주파수대 (806~960MHz, 1710~1885MHz, 1885~2025MHz, 2110~2200MHz, 2500~2690MHz) 총749MHz폭은 위성DMB(2605~2655MHz) 등 타 용도로 사용하고 있는 것을 제외하고 향후 IMT-Advanced 기술로 진화를 꾀할 수 있으나, WRC-07 고려대상은 아님
- 2.3~2.4GHz대(100MHz폭)는 2006년부터 7년간 WiBro 서비스로 이용하도록 할당되어 있으나, 7년 후 기술적으로 IMT-Advanced 전환 가능
 - 하지만, 미국, 유럽, 중국 등이 공공용 또는 FWA 등에 할당하고 있어 국제 공통주파수 추진에는 어려움이 예상됨
- 2.7~3.4GHz 대역은 WRC-2000에서 IMT-2000 도입을 검토하였으나 무선측 위업무와 공유가 불가능한 것으로 결론

※ 2700-3100MHz대역은 기상관측 및 공공용 무선측위업무에, 3100-3400MHz대역은 공공용 지상 무선측위업무(레이더)에 이용 중

※ 국내 주파수 이용현황

| | 2700 | 2900 | 3100 | 3300 | 3400 |
|------|----------------|--------------|--------------------------------|----------------|------|
| 국내분배 | 항공무선항행 무선표정 | 무선항행 무선표정 | 무선표정 지구탐사위성(능동) 우주연구(능동) | 무선표정 고정, 이동 | |
| 용도 | 항공항행, 레이더(기상) | 레이더(항행,관제) | 레이더(지상) | 레이더 | |
| 사용자 | 기상, 공공, 항공관리국 | 공공, 수로국 | 공공 | 공공 | |

□ 3.4~4.2GHz 대역

○ 3.4~3.6GHz 대역은 우리나라, 일본, 파키스탄에서 1차로 이동업무에 분배하고 있으나, 그 외의 모든 국가에서 2차로 분배되어 있어 세계공통주파수 추진에 어려움이 있음.

- 세계공통주파수로 선정되는 경우 1차로 분배된 고정업무, 고정위성업무와 공유 연구가 필요

※ 정보통신부는 M/W회수재배치 연구반을 구성하여 주파수 이전방안도 검토하고 있으나, 방송중계에 유리한 주파수이기 때문에 회수가 어려울 수 있음

○ 3.6~4.2GHz 대역은 주파수분배표 각주 K151A에 의해 M/W용으로 사용 중이나 M/W 재배치 정책에 의거 8GHz 이상으로 이전을 추진 중이고, 전파특성상 이동통신이 용이하므로 후보대역 추천

※ 국내 주파수 이용현황

| | 3400 | 3500 | 3600 | 3700 | 3880 | 3920 | 4200 |
|------|-----------------------|-------------------|---------------------|------|------|-------------------------------|------|
| 국내분배 | 고정, 이동, 아마추어, 무선표정 | 고정, 이동 고정위성(↓) | | | | 고정 고정위성(↓) | |
| 용도 | 아마추어 방송중계 | 방송보조업무 | M/W(go) Inmarsat | | | M/W(Return), Intelsat위성지구국 | |
| 사용자 | 방송사 | 방송사 | 사업자 | | | 통신사업자 | |
| 비고 | 방송중계용 이전대역 | 방송중계용 이전대역 | | | | | |

□ 4.2~5GHz 대역

- 4.2~4.4GHz 대역은 항공무선항행 업무로 인명·안전을 위해 타업무와 공유 이용 불가
- 4.4~5GHz 대역은 주파수분배표 각주 K151A에 의해 M/W용으로 사용 중이나 M/W 재배치 정책에 의거 8GHz 이상으로 이전을 추진 중이고, 전파특성상 이동통신이 가능
- 4.5~4.8GHz 대역은 전파규칙 5.441조에 따라 고정위성업무(우주-지구)로 계획(RR AP30B)되어 있고 개발도상국은 C밴드 위성(우주대지구)업무대역으로 고려 중
 - IMT-Advanced로 이용할 경우 고정위성업무와 지역적 주파수 공유조건 설정 필요
- 4.8~5GHz 대역은 M/W 재배치를 통해 IMT-Advanced 주파수로 추진 가능
 - ※ WRC-03에서 4940-4990MHz대역을 PPDR로 지정한 바 있음

※ 국내 주파수 이용현황

| | 4200 | 4400 | 4500 | 4690 | 4710 | 4800 | 4990 | 5000 |
|------|--------|---------|-----------------|------|------------|------------------------|------|------|
| 국내분배 | 항공무선항행 | 고정. 이동 | 고정, 고정위성 ↓ | | 고정 전파전문 | 고정, 이동 전파전문 우주연구 | | |
| 용도 | 항공무선항행 | M/W(go) | | | | M/W(return) | | |
| 사용자 | | 사업자, 공공 | 사업자, 공공 | | | 사업자, 공공 | 공공 | |
| 비고 | | | 국내 위성계획(↓) 고려 중 | | | | | |

□ 5GHz 이상

- 다음의 주파수가 이동업무에 분배되어 있지만, 대부분 고정업무로 이용중이어서, 장기적으로 회수재배치 계획에 따라 입장 정리 필요
- 5GHz 대역은 무선랜용으로 분배되어 초고속 인터넷 접속에 이용되고 있으나 향후 155Mbps~1Gbps의 초고속 보행/근거리통신기술도 도입 가능할 것으로 분석됨
- 6GHz 이상 대역에서 후보 주파수를 적극적으로 추진하는 나라가 없음

| 고려대상주파수 | 대역폭(MHz) | 현재 이용현황 |
|---|----------|-----------------|
| 5150 ~ 5350 MHz 5470 ~ 5725 MHz 5850 ~ 8500 MHz | 3,105 | 고정업무, 무선랜 |
| 10 ~ 10.68 GHz | 680 | 고정업무 |
| 10.7 ~ 13.25 GHz (위성용 주파수 제외) | 2,550 | 고정업무 (점대점 등) |
| 14.3 ~ 15.35 GHz (위성용 주파수 제외) | 1,050 | 고정위성업무 |
| 17.7 ~ 19.7 GHz | 2,000 | 고정업무 (점대점) |
| 21.2 ~ 29.5 GHz | 8,300 | 고정업무 (점대점/점대다점) |
| 36 ~ 47 GHz | 11,000 | 고정업무 (점대점) |
| 47.2 ~ 71 GHz | 23,800 | 고정업무 (점대점) |

□ 후보주파수 입장 요약

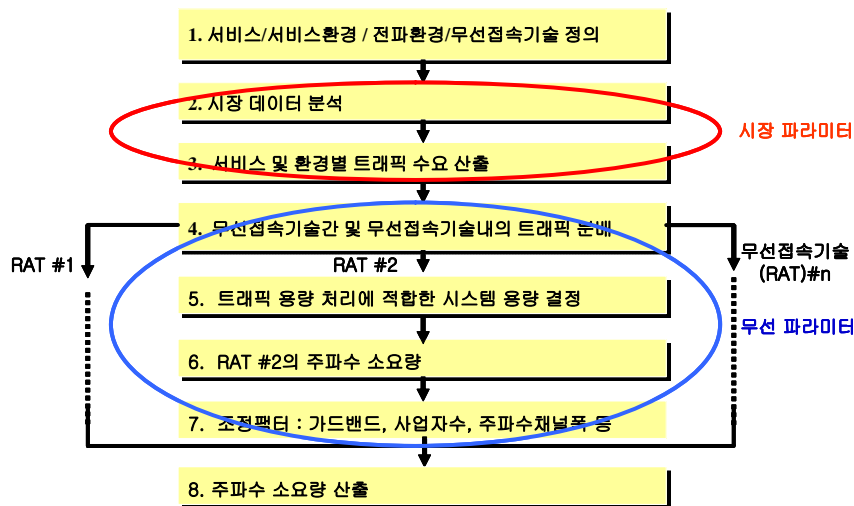
| 세계공통주파수 검토대상대역 | 국내 후보 주파수 대역 | 입장 | 추천순위 |
|-------------------|-----------------|---|------|
| 450-470MHz | - | - 국내 IMT-Advanced 서비스 어려움 - 동유럽국(러시아), 개도국(아프리카, 아시아), 미국 등의 시장을 고려 지지 | 3 |
| 470-806MHz | 710/752-806 MHz | - 국내 IMT-Advanced 가능 - 당해 주파수 연구결과 - 미국, 캐나다, 중국 등과 동조 | 2 |
| - | 2.3 ~ 2.4 GHz | - 국내 IMT-Advanced 가능 - 당해 주파수 연구결과 - 미국, 캐나다, 중국 등과 동조 | 2 |
| 3.4-4.2GHz | 3.6~4.2 GHz | - M/W 재배치와 FSS공유 조건으로 IMT-Advanced 추진 - 유럽, 일본 등과 동조 | 1 |
| 4.4-5.0GHz | 4.4-4.5 GHz | - M/W 재배치 조건으로 사용 가능 | 1 |
| | 4.5 ~ 4.8 GHz | - M/W 재배치 및 FSS공유 조건이 만족할 경우 사용 가능 | 2 |
| | 4.8~5.0 GHz | - M/W 재배치 조건으로 사용가능 | 1 |
| IMT-2000주파수 | IMT-2000주파수 | - 향후 IMT-Advanced로 진화 가능 - 미국, 캐나다, 호주 등과 기본 입장 지지 | 3 |

*1: 세계공통주파수대역으로 적극 추진, 2: 추진, 3:지지

제 5 절 주파수 소요량 산출 방법론

□ 주파수소요량 산출 개요

- 과거 단일 무선접속 기술(IMT-2000)의 주파수 소요량 산출 방법(ITU-R 권고M.1390)과 달리 IMT-Advanced는 다양한 서비스와 다양한 기술이 서로 복잡하게 조합되는 신 개념의 주파수 산출방법이 필요
- 서비스 정의, 시장전망, 기술적 운용적 프레임워크 설정, 스펙트럼 계산 알고리즘 적용



□ 주파수소요량 산출에 필요한 정의

- 서비스 종별(SC)을 전송속도에 따른 서비스 형태와 트래픽 종별을 조합하여 20가지로 정의

| 서비스 형태 \ 트래픽 종별 | | 전통 | 스트리밍 | 대화식 | 백그라운드 |
|-----------------|-----------------|------|-------|-------|-------|
| 최고급멀티미디어 | <100Mbps /1Gbps | SC 1 | SC 6 | SC 11 | SC 16 |
| 고급멀티미디어 | <30Mbps | SC 2 | SC 7 | SC 12 | SC 17 |
| 중급멀티미디어 | <2Mbps | SC 3 | SC 8 | SC 13 | SC 18 |
| 저속데이터 & 저급멀티미디어 | <144kbps | SC 4 | SC 9 | SC 14 | SC 19 |
| 초저속데이터 | <16kbps | SC 5 | SC 10 | SC 15 | SC 20 |

* 트래픽 종별은 IMT-2000을 위해 이용하였던 4가지 QoS 종별 (Conventional, Streaming, Interactive, Background) 이용 (ITU-R 권고 M.1079-2)

o 서비스 환경(SE)을 서비스 사용패턴과 지역구분에 따라 6가지로 정의

| 지역구분(tele-density) 서비스사용패턴 | 밀집도시 | 교외 | 시골 |
|-------------------------------|------|-----|-----|
| 가정 | SE1 | SE4 | SE6 |
| 사무실 | SE2 | SE5 | |
| 공공장소 | SE3 | | |

※ 서비스 환경별 사용자 그룹과 응용서비스 예

| 서비스 환경분류 | 사용자 그룹 (예) | 응용 (예) |
|-------------|---|---------------------------------------|
| SE1 | 개인사용자, 업무사용자 | 음성, 인터넷접속, 게임, 전자상거래, 원격 교육, 멀티미디어 응용 |
| SE2 | 업무사용자, 중소기업 | 음성, 인터넷접속, 화상회의, 전자상거래, 이동사무실 |
| SE3 | 개인사용자, 업무사용자, 공공서비스사용자(버스기사, 비상업무), 관광객, 세일즈맨 | 음성, 인터넷접속, 화상회의, 이동사무실, 관광안내, 전자상거래 |
| SE4 | 개인사용자, 업무사용자 | 음성, 인터넷접속, 게임, 전자상거래, 멀티미디어응용, 원격교육 |
| SE5 | 업무사용자, 기업 | 음성, 인터넷접속, 전자상거래, 화상회의, 이동사무실 |
| SE6 | 개인사용자, 농장, 공공서비스사용자 | 음성, 정보응용 |

o 무선 환경(RE)은 셀의 크기에 따라 매크로, 마이크로, 피코, 핫스팟 등 4가지로 구분

※ 지역에 따른 셀의 반경 (예)

| 무선환경 | 지역구분 | 밀집도시 | 교외 | 시골 |
|------|-------|--------|--------|---------|
| | 매크로셀 | 약 450m | 약 690m | 약 1600m |
| | 마이크로셀 | | 약 180m | |
| | 피코셀 | | 약 25m | |
| | 핫스팟 | | 약 15m | |

※ 서비스 및 무선환경에 따른 서비스 가능 인구 비율(예)

| 무선환경 서비스 환경 | 매크로 | 마이크로 | 피코 | 핫스팟 |
|----------------|-----|------|----|-----|
| SE 1 | 100 | * | * | 80 |
| SE 2 | | | 20 | 80 |
| SE 3 | | 80 | 20 | 10 |
| SE 4 | | * | * | 80 |
| SE 5 | | 20 | 20 | 20 |
| SE 6 | | * | 10 | 50 |

* 당해 서비스환경에서는 존재하지 않을 것으로 예상되는 무선환경

- 무선접속기술(RAT)그룹 셀의 크기에 따라 매크로, 마이크로, 피코, 핫스팟 등 4가지로 구분

| 무선접속 기술그룹 | 포함되는 기술 |
|--------------|--|
| RAT1 | IMT 이전 기술, IMT-2000과 그 진화 기술 |
| RAT2 | IMT-2000이후 시스템 기술 (새로운 이동접속 기술과 보행/지역 무선접속 기술 중 다른 RATG에 포함되지 않은 기술) |
| RAT3 | 무선랜과 그 진화 기술 |
| RAT4 | 디지털 이동방송 시스템과 그 진화 기술 |

□ 시장 데이터의 반영

- 시장 조사 내용
 - 응용 및 서비스명, 서비스 분류 (SC), 서비스 환경 (SE)
 - 사용자밀도 (user/km²)
 - 사용자당 세션 도착률 (세션/초·사용자)
 - 평균서비스속도 (비트/초), 평균세션주기 (초/세션)
 - 이동성 (%) : 정지, 저속, 고속, 초고속 비율

※ 시장 조사 양식

| 응용/ 서비스 | 서비스 분류 (SC#) | 서비스 환경 (SE#) | 마켓 속성 | | | | | | | |
|------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------|--------|----|----|-----|
| | | | 사용자 밀도 [사용자/km ²] | 사용자당 세션도착률 [세션·사용자] | 평균서비스 전송속도 [비트/초] | 평균세션주기 [초/세션] | 이동성(%) | | | |
| | | | | | | | 정지 | 저속 | 고속 | 초고속 |

- 시장 데이터 분석 절차

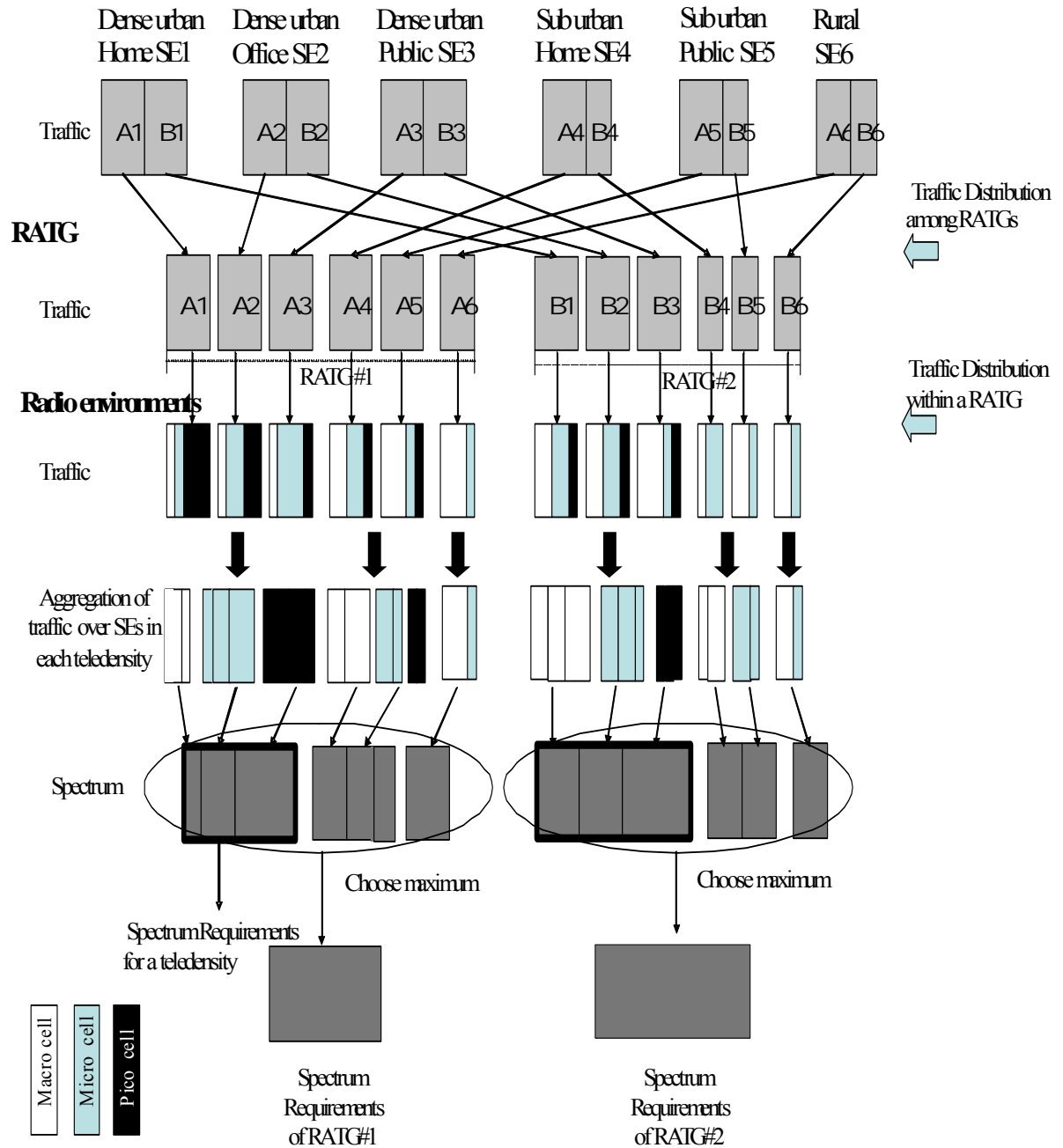
- 1) 서비스와 응용 리스트 작성
- 2) 각 서비스의 트래픽 속성 값 선정
- 3) 각 서비스의 시장 속성 값 선정
- 4) 각 서비스 환경마다 서비스 카테고리에 서비스들을 맵핑
- 5) 각 서비스 종류 및 서비스 환경별로 시장 속성 값 계산

o 주파수 소요량 산출

- 시장조사에서 트래픽을 무선접속기술(RAT)그룹별로 분배하고 각 RAT 내에서 무선헬경(RE)별로 분배하여 주파수 소요량을 계산하여 RAT별 주파수 소요량으로 을 계산하게 됨
- 시장데이터 분석을 통해 회선티래픽과 패킷트래픽의 시스템 용량 산출
- 무선헬경(RA) · 무선접속기술(RAT) · 서비스 환경(SE)별 주파수 소요량 산출
- 채널당 대역폭, 사업자당 최소 채널, 사업자간 보호대역 등을 반영
- 시간대별로 트래픽이 달라질 경우를 감안 RAT별 주파수 소요량 산출
- 유연한 스펙트럼사용(FSU)이 가능한 경우와 그렇지 않은 경우에 대해 지역별 RAT별로 산출된 소요대역폭 중 최대값 선택
- 전체 RAT에 대해 RAT별로 산출된 소요대역폭을 총합

※ 시장 조사 데이터를 토대로 한 트래픽 분배 및 주파수 소요량 결정 방법

Service environments



※ 응용/서비스별 트래픽 속성 (예)

| 응용(예) | 서비스 형태 | | 트래픽 속성 |
|---------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------|
| | | | 평균서비스속도 |
| 기존의 응용 서비스 | 음성 (멀티미디어 & 저속데이터/전통적) | | 64 kbit/s |
| | 화상전화(중급멀티미디어/전통적) | | 384 kbit/s |
| | 패킷 | 대화형멀티미디어, 전자우편 (초저속데이터/ 백그라운드) | 1 kbit/s |
| | | 화상메일 (중급멀티미디어/ 백그라운드) | 512 kbit/s |
| | | 이동방송 (고급멀티미디어/ 스트리밍) | 5 Mbit/s |
| | | 인터넷접속 (고급멀티미디어) | 10 Mbit/s |
| 도시감시시 스템 | 음성(멀티미디어 & 저속데이터/ 전통) | | 64 kbit/s |
| | 화상통신 (중급멀티미디어/전통적) | | 384 kbit/s |
| | 중속데이터전송 도시정보감시 (중급멀티미디어/대화형) | | 384 kbit/s |
| | 식당 예약 등을 위한 저속데이터전송 (초저속데이터/대화형) | | 1 kbit/s |
| | 파일 전송(최고급멀티미디어/ 백그라운드) | | 50 Mbit/s |

□ 주파수 소요량 산출 결과

o 시장 데이터로부터 추출된 속성 파라미터 (예)

| 속성 | 속성값 |
|------------------------------|--|
| 서비스 범주 | SC 1~10 (회선) SC 11~20 (패킷) |
| 서비스 환경 | SE 1~6 |
| 무선접속기술그룹 | RATG-1 : $\gamma\%$ RATG-2 : $100-\gamma\%$ |
| 전파 환경 | RE 1~4 |
| 호 차단율 | 0.01 SC(1-10) |
| 패킷크기 평균 [byte] | 1500 SC(11~15) 540 SC(16~20) |
| 패킷크기 분산 [byte ²] | 4,500,000 SC(11~15) 583,200 SC(16~20) |
| 평균 패킷 지연시간 | 0.04 SC(11~15) 0.4 SC(16~20) |

o 무선접속기술별 기술 파라미터 (예)

| 속성 | RAT#1 (IMT이전 기술, IMT 및 진화기술) | | | | |
|---------------|------------------------------|---------------|-----------|--------|--------|
| | 단위 | 매크로셀 | 마이크로셀 | 피코셀 | 핫스팟 |
| 데이터전송속도 | Mbps | 1 | 1 | 2.5 | <관계없음> |
| 이동성 | | 정지/보행, 저속, 고속 | 정지/보행, 저속 | 정지/보행 | |
| 채널간격(CBW) | MHz | 5 | 5 | 5 | |
| 사업자간보호대역 | MHz | 0 | 0 | 0 | |
| 사업자당 최소대역폭 | MHz | 2*CBW | 2*CBW | 2*CBW | |
| 네트워크 중첩 배치 수 | # | 5 | 5 | 5 | |
| 유연한스펙트럼이용가중치 | 가중치 | 1 | 1 | 1 | |
| 스펙트럼 효율 | bits/s/Hz/cell | - | - | - | |
| 스펙트럼효율(멀티캐스트) | bits/s/Hz/cell | - | - | - | |
| 주파수 | MHz | < 2700 | < 2700 | < 2700 | |
| 멀티캐스트 지원 | 가/부 | 가능 | 가능 | 가능 | |

| 속성 | RAT#2 (IMT 이후 기술) | | | | |
|---------------|-------------------|---------------|-----------|---------|---------|
| | 단위 | 매크로셀 | 마이크로셀 | 피코셀 | 핫스팟 |
| 데이터전송속도 | Mbps | 50 | 100 | 1000 | 1000 |
| 이동성 | | 정지/보행, 저속, 고속 | 정지/보행, 저속 | 정지/보행 | 정지/보행 |
| 채널간격(CBW) | MHz | 25-50 | 25-100 | 100 | 100 |
| 사업자간보호대역 | MHz | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 사업자당 최소대역폭 | MHz | 50-100 | 50-100 | 100 | 100 |
| 네트워크 중첩 배치 수 | # | 1 - 4 | 1 - 4 | 1 - 4 | 1 - 4 |
| 유연한스펙트럼이용가중치 | 가중치 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 스펙트럼 효율 | bits/s/Hz/cell | 24 | 25 | 36 | 510 |
| 스펙트럼효율(멀티캐스트) | bits/s/Hz/cell | 1-1.5 | 12.5 | 1.53 | 2.55 |
| 주파수 | MHz | < 6 000 | < 6 000 | < 6 000 | < 6 000 |
| 멀티캐스트 지원 | 가/부 | 가능 | 가능 | 가능 | 가능 |

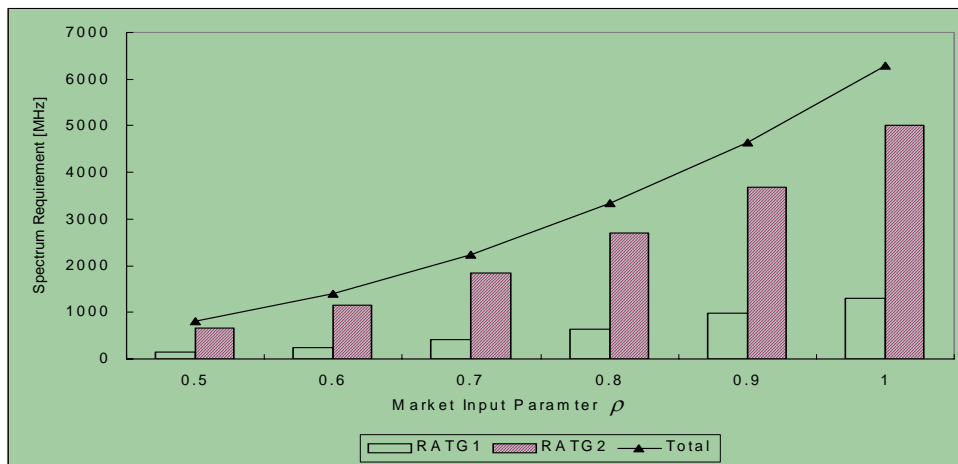
| 속성 | RAT#3 (무선랜과 진화기술) | | | | |
|---------------|-------------------|--------|--------|-------|-------|
| | 단위 | 매크로셀 | 마이크로셀 | 피코셀 | 핫스팟 |
| 데이터전송속도 | Mbps | <관계없음> | <관계없음> | 50 | 100 |
| 이동성 | | | | 정지/보행 | 정지/보행 |
| 채널간격(CBW) | MHz | | | - | - |
| 사업자간보호대역 | MHz | | | - | - |
| 사업자당 최소대역폭 | MHz | | | - | - |
| 네트워크 중첩 배치 수 | # | | | - | - |
| 유연한스펙트럼이용가중치 | 가중치 | | | - | - |
| 스펙트럼효율 | bits/s/Hz/cell | | | - | - |
| 스펙트럼효율(멀티캐스트) | bits/s/Hz/cell | | | - | - |
| 주파수 | MHz | | | - | - |
| 멀티캐스트 지원 | 가/부 | | | 가능 | 가능 |

| 속성 | RAT#4 (디지털이동방송과 진화기술) | | | | |
|---------------|-----------------------|-----------------|--------|--------|--------|
| | 단위 | 매크로셀 | 마이크로셀 | 피코셀 | 핫스팟 |
| 데이터전송속도 | Mbps | 2 | <관계없음> | <관계없음> | <관계없음> |
| 이동성 | | 정지/보행 저속, 고속 | | | |
| 채널간격(CBW) | MHz | - | | | |
| 사업자간보호대역 | MHz | - | | | |
| 사업자당 최소대역폭 | MHz | - | | | |
| 네트워크 중첩 배치 수 | # | - | | | |
| 유연한스펙트럼이용가중치 | 가중치 | - | | | |
| 스펙트럼효율 | bits/s/Hz/cell | - | | | |
| 스펙트럼효율(멀티캐스트) | bits/s/Hz/cell | - | | | |
| 주파수 | MHz | - | | | |
| 멀티캐스트 지원 | 가/부 | | | | |

※ 스펙트럼효율 (예)

| 시나리오 | RAT구분 | 스펙트럼효율 | | | |
|--------|--------|--------|-----|-----|-----|
| | | RE1 | RE2 | RE3 | RE4 |
| Case 1 | RATG-1 | 1 | 0.7 | 0.4 | 0.4 |
| | RATG-2 | 10 | 6 | 5 | 3 |
| Case 2 | RATG-1 | 1 | 0.7 | 0.4 | 0.4 |
| | RATG-2 | 7.5 | 4.5 | 3.5 | 2.5 |
| Case 3 | RATG-1 | 1 | 0.7 | 0.4 | 0.4 |
| | RATG-2 | 5 | 3 | 2 | 2 |

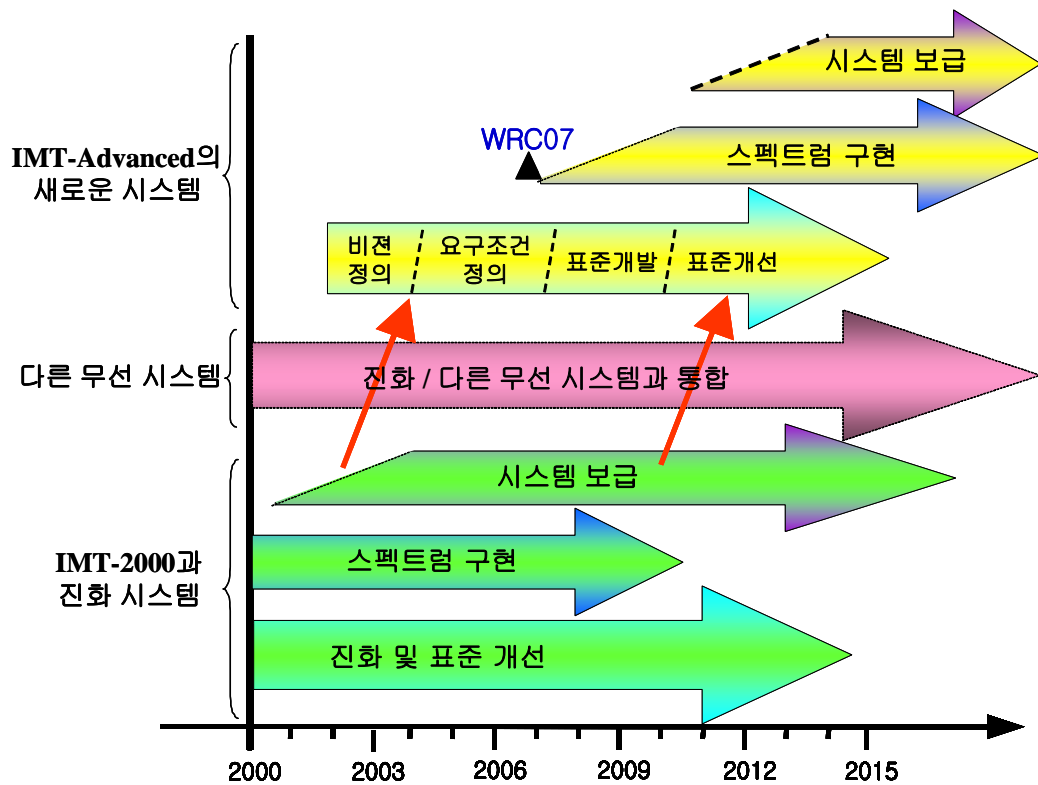
- ITU에서 예시로 선택한 유럽의 시장 입력 파라미터를 이용할 경우 약 6,295MHz 폭이 요구되는 것으로 계산됨
 - 기존의 IMT-2000 주파수를 제외하면 신규로 요구되는 주파수 소요량이 약 5,000MHz임
 - ※ 기존 IMT-2000 주파수 : 806~960MHz, 1710~1885MHz, 1885~2025MHz, 2110~2200MHz, 2500~2690MHz (총749MHz폭)
- 시장 입력 파라미터를 50%만 반영하면 802MHz로 산출됨
 - 우리나라의 신뢰성 있는 시장입력 파라미터 조사 필요



제 6 절 향후계획

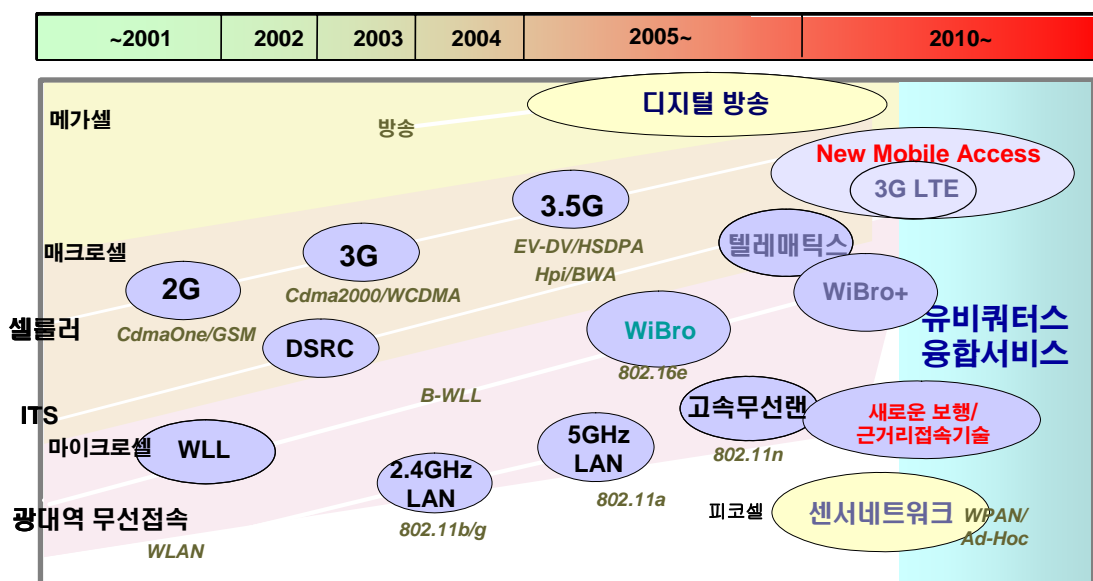
□ ITU-R의 IMT-Advanced 서비스 전망

- WRC-07에서 세계공동주파수가 정해지면 2010년까지 스펙트럼 이용 환경이 조성될 것으로 전망
- 2010년 서비스 도입이 추진되어 2015년에 활발하게 서비스 전망



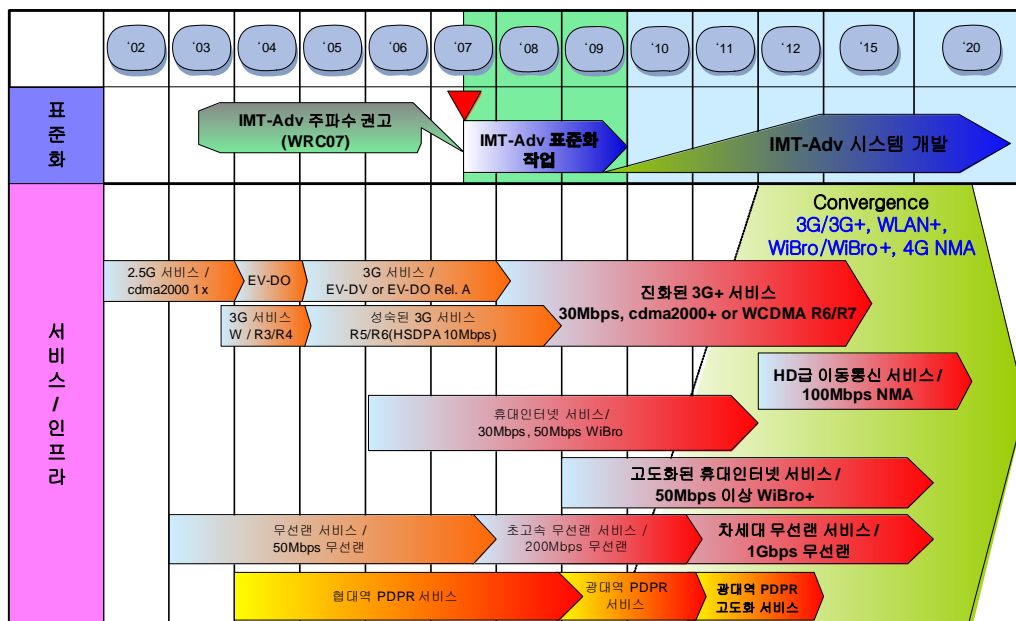
□ 국제 기술발전 전망

- o 2009년이면 IMT-Advanced를 위한 새로운 표준 개발되고, 기술이 적용된 시스템은 2010년부터는 도입될 전망



□ 우리나라 기술개발 전망

- o 3세대 WiBro와, IMT-Advanced 새기술의 표준을 2007년 시작하여 2009년 1차 완료할 예정임

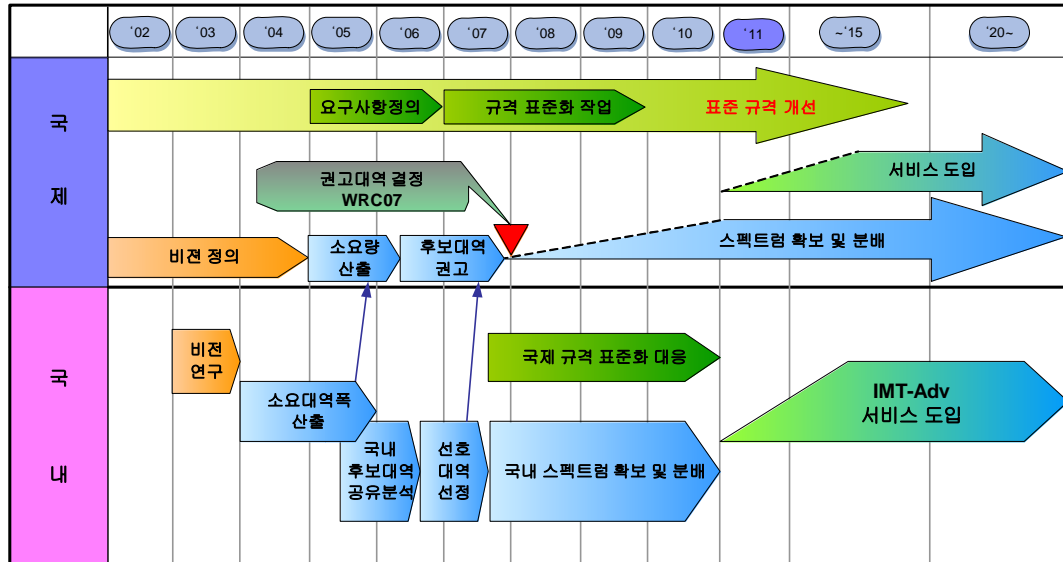


- o 시스템 개발 및 서비스 마일스톤

| 단 계 | | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | 2012~ |
|-----------|---------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------|------|-------------------------------|
| 시스템 기술 | 차세대 이동통신 (전체) | 2G/3G/Enhanced 3G 서비스 (2~10Mbps) | | 3G Evolution 서비스 (30Mbps) | | IMT-Adv 서비스 (100Mbps) |
| | 휴대인터넷 | | 와이브로 서비스 (30/50Mbps) | 와이브로 고도화 서비스 (50Mbps 이상) | | |
| | IMT-2000 고도화 | 2G/3G/Enhanced 3G 서비스 (2~10Mbps) | | 3G Evolution (30Mbps) | | |
| | 차세대 WLAN | 802.11a 서비스 (2.4GHz/5GHz 50Mbps) | | 5GHz 802.11n 서비스 (5GHz/200Mbps) | | Giga급 무선 LAN 서비스 (5GHz/1Gbps) |

□ 우리나라 주파수 이용정책 전망

- 2010년 내에 IMT-Advanced 주파수 이용이 가능하도록 주파수 이용 정책을 수립 · 시행하여야 함



□ ITU-R의 IMT-Advanced 주파수 확보 연구 계획

| | 2005 | | | 2006 | | | 2007 | | 2008 | 2009 | 2010 | 2010~ |
|------------------|------------------------------|---------|----|------|-----------|----|------|-----|---------------|------|------|-------|
| CPM/WRC | | | | | | | CPM | WRC | | | | |
| SG8 | | | ▲ | | | ▲ | ▲ | | | | | |
| ITU-R WP8F | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | | | | |
| 서비스/ 시장(SERV) | | 서비스 | | | | | | | | | | |
| | | 시장 | | | | | | | | | | |
| | | 명칭 | | | | | | | | | | |
| 스펙트럼(SPEC) | | CPM 보고서 | | | | | | | | | | |
| | | 후보주파수 | | | | | | | | | | |
| | | 공유 | | | | | | | | | | |
| | | 방법론 | | | | | | | | | | |
| | | 소요량 예측 | | | | | | | | | | |
| 이전(MIGRATE) | 텍스트 | | | | | | | | | | | |
| 개발(DEV) | 핸드북 | | | | | | | | | | | |
| 기술(TECH) | SDR | | | | | | | | | | | |
| | 무선관점 | | | | 무선관점(스텝2) | | | | | | | |
| 새로운 무선접속 | | | | | | | | | M.[IMT.RADIO] | | | |
| | | | | | | | | | M.[IMT.GCS] | | | |
| IMT-2000진화 | M.1457 및 IMT-2000 관련 권고 제·개정 | | | | | | | | | | | |

범례 : 권고

보고서

- 2006년 내에 세계 공통후보주파수 선정, FSS 및 기존 서비스등과 공유 조건 수립 예정

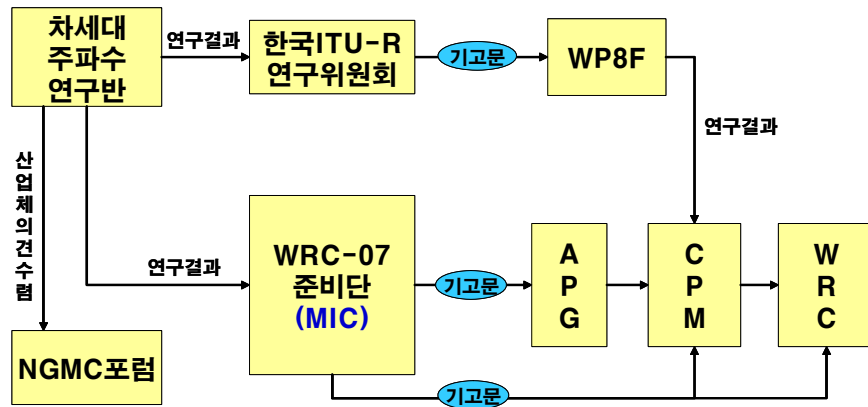
□ ITU-R의 활동에 대한 우리나라 대응 계획

| 시기 | 회의 | 주요결정사항 | 우리나라 대응 계획 |
|--------------------|------------------|---|---|
| 2006.1.25 ~2.1 | WP8F-18차 방콕 | - IMT-Advanced 후보대역 보고서 완료 - IMT-Advanced 주파수 소요량 예측 보고서 완료 - IMT-2000무선접속규격(M.1457) 개선 | - 후보대역 선정원칙 입장 정리 - 국내 IMT-Advanced 주파수 소요량 예측 - 주파수공유 분석방법 제시 - 기술 표준화 절차 입장 정리 |
| 2006.5.3 ~5.10 | WP8F-19차 비아리츠 | - CPM-07 보고서 텍스트 작성 - 위성분야(WP8D) CPM 보고서 - IMT-2000무선접속규격(M.1457) 개선 | - CPM-07 보고서 텍스트 의견 - 주파수공유 연구결과 제시 |
| 2006.8.23 ~8.30 | WP8F-20차 덴버 | - CPM-07 보고서 텍스트 보완 - 주파수공유 분석 권고/보고서 완료 | - CPM-07 보고서 텍스트 의견 - 주파수공유 연구결과 제시 |
| 2007.1.17 ~1.25 | WP8F-21차 제네바 | - IP CHAR 권고/보고서 완료 - IMT-Advance 서비스 권고안 작성 - CPM-07 보고서 텍스트 완성 | - CPM-07 보고서 텍스트 의견 - IMT-Advanced서비스 권고 의견 |
| 2007.3. | CPM-07 | - CPM-07 보고서 완성 | - CPM-07 보고서 텍스트 의견 |
| 2007.10. | WRC-07 | - IMT-Advanced 주파수 선정 | - 선호주파수 입장 |

□ 2006년 추진 계획

- 국내 주파수 소요량 산출 파라미터 정리 2006. 5.
 - 시장 입력 파라미터 조사 (2006.2.)
- 국내 후보대역 소요량 산출 2006. 5.
 - 잠정의견 (2006.2.)
- 후보대역 공유분석 시나리오 정의 2006. 5.
 - 잠정의견 (2006.2.)
- 후보대역 공유분석 2006. 8.
 - 중간결과 (2006.5.)
- 후보 대역의 전파채널 특성 분석 2006. 12.
- 후보 기술의 주파수당 전송량 분석 2006. 12.
 - 중간결과 (2006.5.)

□ 추진 체계



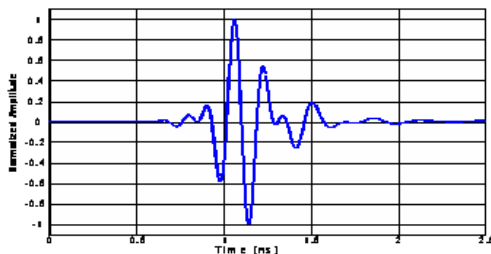
* 이 보고서는 전파연구소, 차세대주파수연구반, 한국ITU-R연구위원회, WRC-07준비단의 연구 결과를 종합 정리함

제 3 장 UWB 주파수 이용방안

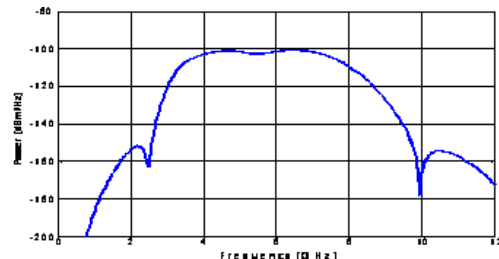
제 1 절 UWB 개요

□ UWB 기술

- UWB 신호라 함은 의도적으로 발생되어 복사 또는 유도에 의해 전달되는 500MHz 이상의 대역폭 또는 대역폭/중심주파수가 0.2 이상 되는 전파에너지 신호를 말함
- 잡음 수준의 신호를 500MHz 이상의 초광대역 주파수에 분산 전송하여 가까운 거리의 초고속 통신이나 차량레이더, 벽투과 레이더, 대지 및 벽속 탐지 레이더 등을 구현하는 기술
- 시간영역에서 매우 짧은 임펄스성 신호는 동일한 에너지가 주파수영역에서 매우 넓은 주파수대역에 펼쳐져서 스펙트럼전력밀도는 매우 낮게 됨



<시간영역의 짧은 펄스>

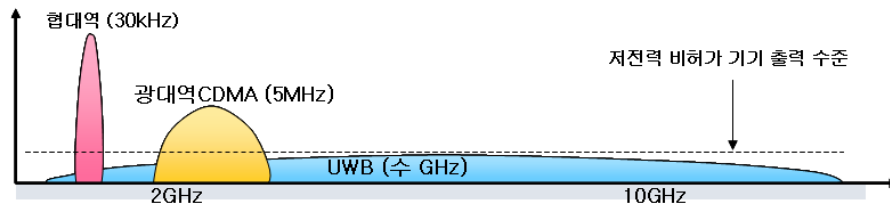


<주파수영역의 넓은 스펙트럼>

- 군사용 및 매설물 탐지용으로 1950년부터 이용되던 기술이 1990년대 들어 반도체 기술의 발달로 저렴한 상용 통신 제품 구현으로 이어짐

□ UWB 기기의 특징

- 무선기기의 방사 스퓨리어스발사 기준(500 μ V/m) 또는 전자파장해(EMI)방지 기준 이하의 낮은 스펙트럼전력밀도 신호를 발사함



| 시스템구분 | 협대역 | IMT-2000 | 무선랜 | UWB |
|-------|----------|----------|-----------|-------------|
| 대역폭 | 200kHz이하 | 5MHz | 20MHz내외 | 500MHz이상 |
| 출력 | 수십mW이 | 수백mW 이상 | 수mW/MHz이상 | 0.1uW/MHz이하 |

- o 매우 낮은 전력을 이용하므로 기존의 일부 서비스와는 주파수를 공유하여 이용이 가능함 (주파수 이용효율 제고)
- o 100Mbps 이상의 고속 근거리(PAN) 통신 시스템에 적합
- o 에너지를 초광대역에 분산 전송하므로 외부 간섭에 강함
- o 잡음 수준의 랜덤 타이밍 신호를 이용하므로 보안성이 좋음
- o 중간주파수 개념이 없이 기저신호 송신하므로 시스템이 간단함
- o 광대역 분산 통신을 행하므로 다중 경로 페이딩에 강함
- o 다양한 IT, 가전, 자동차 응용 시스템으로 고밀도로 분포될 수 있음

제 2 절 UWB 응용

□ 선 없는 사무실과 가정 IT환경 구축 가능

- o 400Mbps 속도의 USB 2.0, 480Mbps 속도의 IEEE1394까지 무선으로 수용할 수 있음

※ 유사 응용시스템간의 기술 비교

| 장치 | 전송 속도 | 거리 | 주파수 대역 | 출력 (e.i.r.p.) | 변조방식 | 서비 스 | 확산 방식 | 표준 |
|----------------|-------------|-----------|------------------------------|---|---|---------|---------------|--|
| UWB | 500 Mbps | ~15m | 3.1~10.6 GHz | -41.3 dBm/MHz | OFDM/CDMA /Pulse | PAN | OFDM, DSSS | IEEE 802.15.3a 802.15.4a |
| Blue- tooth | 700 kbps | ~15m | 2.4 GHz | Class 1: 20 dBm Class 2: 0 dBm | GMSK | PAN | 주파수 호핑 | IEEE 802.15.1 |
| RLAN | 54 Mbps | ~50m | 5.15-5.35GHz 5.47-5.65GHz | 0.2~1W | BPSK, 16-QAM QPSK, 64-QAM | LAN | OFDM | IEEE 802.11a ITU-R M.1450 |
| | 11 Mbps | ~100 m | 2.4 GHz | 0.1~2W | CCK (8 Complex Chip Spreading) | LAN | DSSS | IEEE 802.11b ITU-R M.1450 EN 300 328 |
| | 54 Mbps | ~100 m | 2.4 GHz | 0.1~2W | BPSK, 16-QAMQPS K, 64-QAM | LAN | OFDM, DSSS | IEEE 802.11g EN 300 328 |

- HDTV급 영상 전송, 휴대폰-PC-외장저장매체-프린터의 고속 연결 등 수 m 이내의 초고속 통신 실현 가능

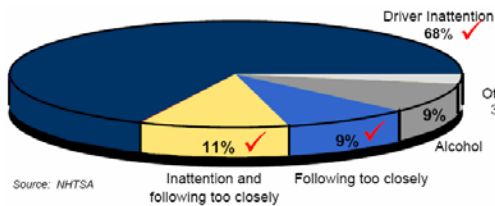


<사무실 및 가정의 초고속 UWB 응용 분야>

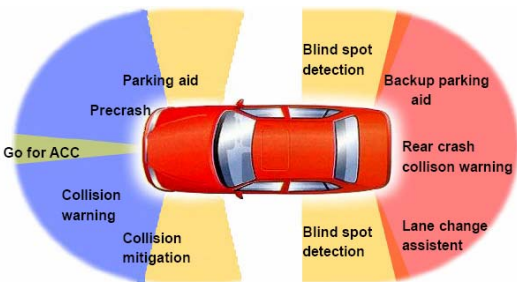
□ 고정밀 차량 레이더 구현 가능

- 30m 이내의 장애물을 탐지하여 운전자의 방심으로 일어나는 88%의 교통 사고 대처 가능

※ 기존에 주파수분배된 76GHz대 차량용 레이더는 30 ~ 300m 거리의 장거리 차량레이더용이며, 76GHz대 장비 가격이 비싸서 국내 상용화가 지연되고 있음



<교통사고 유형별 분류>



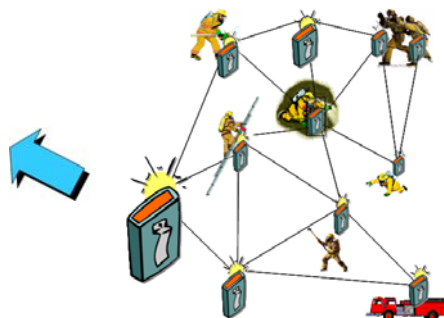
<근거리차량레이더 기능>

□ 고정밀 탐색 레이더 및 센서 네트워크 구현 가능

- 매물생존자 탐색, 테러진압 및 군사작전시 적군위치탐지, 수도관, 가스관, 전력배관 등 매설물 탐지 등에 응용
- 센서 네트워크 형태로 매연 속 구조활동 요원의 위치를 파악하여 구내 작전 수행 지원



<센서 네트워크 관제>



<센서 네트워크 구성 예>

제 3 절 UWB 주파수정책 동향

□ 국제전기통신연합(ITU)

- UWB 기술 도입시 주의사항 권고 (2005. 10. 초안 완료)
 - 수동업무와 인명안전관련 업무를 충분히 보호할 것
 - 타 업무의 무선국에 대한 간섭을 야기하지 않을 것
 - 타 업무로부터의 간섭을 용인할 것 (국제전파규칙 4.4조)
 - UWB에 대한 별도 주파수분배는 고려하지 않고 있음
 - UWB 기술은 고정, 이동, 방송 업무에 채용될 수 있으며 이 경우 당해 서비스에 관련된 규정을 준수하여야 함

□ 미국

- 2002년 5월 기술기준 제정(47CFR15 Part F), 2003년 4월 개정
 - 3.1~10.6GHz 범위에서 통신, 영상레이더 허용
 - 23 ~ 29 GHz 대역에 차량용 레이더 허용
- 인텔, 프리스케일 등이 통신용 실험 시스템을 시연(2004. 5.)

□ 유럽

- 24~29 GHz대 차량용 근거리고정밀 레이더(SRR)는 ECC 의결(2005년 6월)로 허용
 - 상용제품 출시(2005년 10월 인증)
- 2005년 9월 CEPT 산하 기술위원회가 3.1~10.6GHz대 UWB 기술 도입 방안 보고서를 ECC에 상정
 - ECC에서 2005년 말 권고 초안 검토 예정

□ 일본

- 2005년 9월 한·중·일 UWB 포럼을 통해 현재 고려중인 3.1~10.6 GHz대 UWB 마스크 기준을 발표

- 2005년 12월 UWB 연구반 차원에서 기준 초안을 확정예정
- 2006년 상반기 의견수렴 통해 입법 예정

□ 기타 국가

- o 싱가폴은 UWB Friendly Zone을 설정하여 타 업무에의 영향을 연구 중
- o 중국을 비롯 아·태 국가들도 혼신 문제를 검토 중

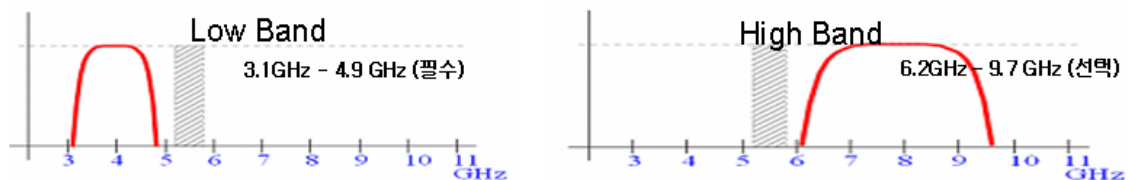
제 4 절 UWB 표준화 및 기술개발 동향

□ 표준화 동향

- o 통신용은 IEEE를 통해 DS-CDMA 방식(모토롤라 주도)과 MB-OFDM방식(인텔 주도)이 표준화 경쟁
 - ※ 두 방식의 팽팽한 대립으로 단일 표준으로 추진이 어려운 상황임

- DS-CDMA : 아날로그방식(110Mbps)칩 생산 ('04.3월),
디지털방식(660Mbps) 칩 개발 중

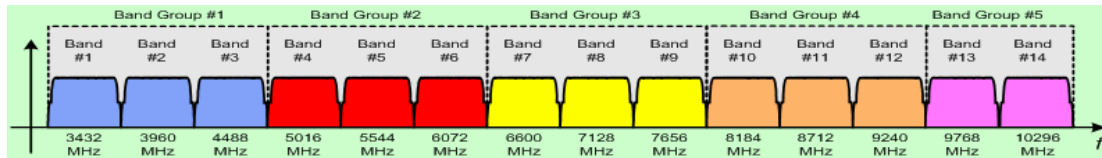
- ※ 직접확산(DS) 방식은 현재 5GHz 무선랜 대역을 제외한 2밴드 방식으로 설계되고 있으며, 전송거리가 비교적 길고, 단일 채널 설계에 유리하지만, 주파수정책에 유연하게 대처하기 어려운 단점이 있음



- MB-OFDM : 기능검증용 칩 개발('04.12월),
현재 상용화칩 개발 중

- ※ 다중밴드(MB) 직교주파수분할변조(OFDM) 방식은 물리적 의미에서는 UWB 기술이 아니지만, 통신용 시스템 구현이 용이하고 주파수정책

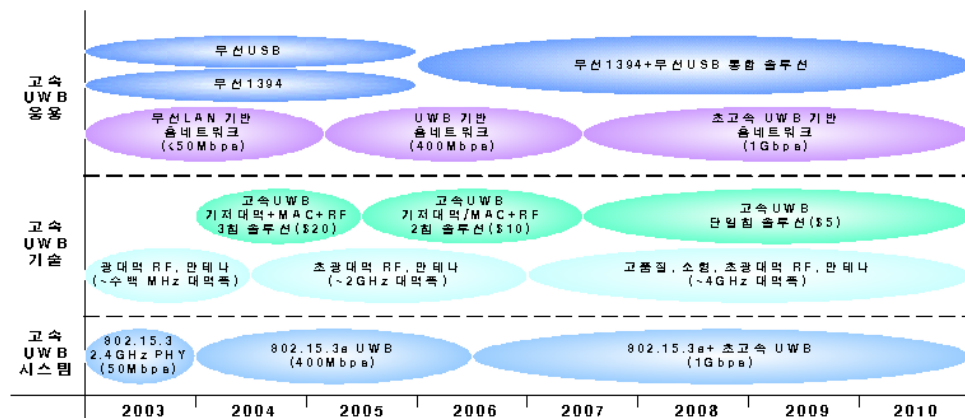
에 유연하게 대처할 수 있으므로 70% 업체가 이 방식을 선호함. 각 밴드는 528MHz, 밴드그룹#1은 필수, 밴드그룹#2-5는 선택으로 설계되고 있음



□ 우리나라 기술개발 동향

○ UWB 응용시스템 개발 동향

- 2003-2010년간의 기술개발 로드맵을 수립하여 이행 중



- ETRI, SARI를 중심으로 2005년까지 DS-CDMA, MB-OFDM 칩 개발

| 방식 | 개발기관 | 칩셋 | 비고 |
|---------|---------------|--|---|
| DS-CDMA | ETRI | RF 칩 (0.18um CMOS) BB 모뎀 칩 (0.18um CMOS) MAC 칩 (0.18um CMOS) | ADC/DAC 외장 디지털 수신장치 사용(110/660Mbps) IEEE802.15.3 MAC프로토콜 '05.12월 칩 완성 |
| MB-OFDM | ETRI/ SAIT | RF 칩 (0.13um CMOS) 모뎀 칩(0.13um CMOS) | CMOS Transceiver 칩 ADC/DAC 내장 최대 200Mbps 전송모드 성능 시험 및 연동시험 중 |

- ETRI에서 UWB 기반의 무선-1394 응용 시스템 개발 완료

- (디지털캠코더-DTV간 HD급 동영상 전송 시연: '05.12.)
- ETRI, 삼성 등에서 무선USB(WUSB) 응용 시스템도 개발 중

□ 외국의 기술개발 동향

○ UWB 칩 개발 동향

| 방식 | 회사명 | 칩셋 | 비고 |
|---------|---------------|--|--|
| DS-CDMA | Freescale | RF Front-end 칩 (0.18um SiGe) BB Processor 칩 (0.18um CMOS) MAC Protocol 칩 (0.18um CMOS) | BP Filter 외장 Analog수신장치 (114Mbps) IEEE802.15.3 MAC * Wireless Zero-Install USB 2.0 Evaluation Kit 개발 |
| | | RF 칩 (0.35um SiGe BICMOS) MAC/BBP 칩 (0.13um CMOS) | BP Filter 내장 MBOA MAC Compliant * Intel Wireless USB PDK를 위한 UWB PHY Module 개발 |
| | | RF AFE 칩 (0.35um SiGe BICMOS) MAC/BBP 칩 (0.13um CMOS) | BP Filter 외장 MBOA MAC Compliant * WUSB development Kit 개발 (0.11um CMOS UWB 칩셋 포함) |
| MB-OFDM | Stacato Comm. | Single-chip all-CMOS 개발 목표 | LTCC Packaging * 칩셋개발을 발표하였으나 CMOS single칩 개발 사실은 확인된 바 없음 |

○ UWB 응용시스템 개발 동향

- Pulse-Link는 유무선 UWB 영상 전송 시범 시스템을 시연한 바 있음 ('04.5. 펄스방식 칩셋을 이용)
- Intel을 중심으로 MB-OFDM UWB 칩셋을 이용한 WUSB 개발이 진행되고 있으나 UWB 칩셋 Release 문제로 제한적으로 개발이 진행중임

□ UWB 기술개발 국제협력 조직

○ SARA(Short Range Automotive Radar Frequency Allocation)

- 자동차용 근거리 레이더를 개발하거나 이용하려는 30여개 회사가 참여하며 자동차 수출입에 제약이 되지 않도록 하기 위해 국가간 주파수조화 촉진

- 유럽에서 태동하였으며 미국 및 일본 자동차 업체 참가

※ 국내 자동차 회사는 참가하지 않고 있음

- 2005년 9월 24GHz대 근거리차량레이더 상용제품 출시

o MBOA(Multi-Band OFDM Association)

- DS-CDMA UWB기술이 국가마다 약간씩 다른 보호 주파수에 대응하기 어려우므로 대역을 나누어 이러한 상황에 적응할 수 있는 기술을 개발
- 삼성, Pulse-Link등 20여사가 참여

□ UWB 시장 전망

- o 디지털 영상기기 중심의 무선 1394 중심의 및 PC 주변기기 중심의 무선 USB, 휴대폰과 같은 개인 디지털 개인 휴대 기기 제품으로 발전
- o UWB 장치는 2~3년 내에 가장 실현성 높고 팽창 가능한 아이템으로 분류되고 있으며, 2009년 14억불 시장을 형성할 것으로 전망 (칩셋 가격은 2009년 4\$ 이하로 인하되어 전체 8.6억불 시장 전망)

| 년도 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | CAGR |
|-----------|-------|--------|--------|--------|--------|------|
| 칩 단가 (\$) | 16.00 | 10.00 | 8.00 | 5.00 | 4.00 | -29% |
| 출하량 | 0.39 | 22.30 | 61.61 | 113.78 | 214.69 | 383% |
| 생산액(\$M) | 6.30 | 222.96 | 492.91 | 568.89 | 858.75 | 242% |

자료) "Ultra Wideband: Standards, Technology OEM Strategy and Markets",
ABIresearch, 2005

- 세계 시장에서의 국산 칩셋 점유율은 21.7%로 1.9억불 시장을 차지할 것으로 분석됨

| 년도 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | CAGR |
|----------|------|------|-------|--------|--------|------|
| 출하량(M) | 0.02 | 0.78 | 4.28 | 22.08 | 46.63 | 589% |
| 생산액(\$M) | 0.33 | 7.82 | 34.26 | 110.40 | 186.52 | 387% |
| 시장점유율 | 5.3% | 3.5% | 7.0% | 19.4% | 21.7% | - |

자료: ETRI 기술경제성분석팀, 2005.

- o 2009년 약3억개의 1394 장치와 약20억개의 USB 장치 시장 전망 (무선으로 전환시 207억불 규모의 UWB 시장)

제 5 절 UWB 주파수정책 방향

□ UWB 주파수 정책 방향 기본 원칙

- o 기존 서비스 및 향후 서비스에 대한 충분한 보호 대책 수립
- o ITU-R의 권고 사항을 충실히 수용
- o 기술 선택에 대한 중립을 기함 - 기술방식에 관계없도록 추진
- o 산업 활성화를 위해 조기 시장 진입을 허용할 수 있도록 단계적 추진
 - 수요가 발생되고 있는 통신용 주파수에 대해 우선 추진

□ UWB 신호 주파수대

| 분류/응용 | | 신호주파수대 |
|------------|------------|------------------------|
| 통신 및 측정시스템 | | 3.1~10.6 GHz |
| 영상 레이더 | 대지침투, 벽속침투 | 960 MHz 이하 |
| | 벽투과 | 3.1~10.6 GHz |
| | 감시 | 1.99~10.6 GHz |
| 차량용레이더 | | 22~29 GHz 77~81 GHz |

※ 산업체에서는 세계 시장과 기술개발의 용이성을 감안 미국의 기준에 제시된 주파수대를 희망하며, 통신 시스템용 3.1~10.6 GHz의 조기 상용화를 희망함

□ UWB로부터의 보호대상 주요 서비스

- 3.1 ~ 10.6 GHz 대역에서는 IMT-Advanced와 이동방송중계시스템이 취약
 - 당해 대역외의 SDMB, WiBro 서비스에의 영향도 검토 필요
- 22 ~ 29 GHz 대역에서는 전파천문 업무가 취약
 - 국제적으로는 지구탐사위성업무 보호도 이슈 사항

| 주파수대[MHz] | 용도 | 주파수대 [MHz] | 용도 |
|--|-------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| 1750-1780 1840-1870 | PCS | 5470-5650 8850-9000 9200-9225 | 해상무선항행 (해안레이더) |
| 1885-1980 2010-2025 2110-2170 | IMT-2000 | 5925-6425 6430-7110 7550-8025 | 통신사업용M/W |
| 2200-2300 2500-2605 2655-2690 7975-8025 | 고정, 이동 (IMT추가대역포함) | 6425-6429 | 표준주파수및시보위성 |
| 2300-2400 | WiBro | 8025-8215 | 지구탐사위성 |
| 2400-2483.5 5725-5850 | ISM 및 특정소출력 | 8215-8500 | 일반 M/W |
| 2605-2655 | SDMB | 8500-8750 9500-10000 | 무선표정 |
| 3400-5000 | IMT-Advanced (후보주파수) | 8750-8850 | 항공기도플러항행 원조장치 |
| 3400-3600 5650-5925 | 방송보조업무 | 9000-9200 | 항공무선항행 |
| 5150-5350 5470-5725 | 무선LAN | 9200-9500 | SART(수색및구조) |
| 5250-5350 | 기상레이더 | 21200-27500 | 고정(BWLL) |
| 5350-5470 | 항공기레이더 및 비콘 | 23600-24000 | 전파천문 |

□ UWB의 타 업무에의 혼신영향 분석 결과 요약

○ 우리나라 주요 서비스에 대한 보호조건

| 시스템 | 주파수 | 보호기준 | UWB제한값 (dBm/MHz) | 비고 |
|-------|-------------------------------|-----------|---------------------|----------------------|
| 이동전화 | 869-894 MHz/ 824-849 MHz | I/N=-6dB | -80 | 수신감도:-104dBm/1.23MHz |
| PCS | 1840-1870MHz/ 1750-1780MHz | I/N=-6dB | -73 | 수신감도:-100dBm/1.23MHz |
| WiBro | 2300-2400MHz | I/N=-6dB | -76.9 | 36cm이격 고려 |
| SDMB | 2605-2655MHz | I/N=-20dB | -88 | 확률적 분석 |

- 그 외의 시스템에 대하여는 ITU 연구 결과를 준용 (첨부 참조)

○ 쟁점 예상 업무별 해소방안

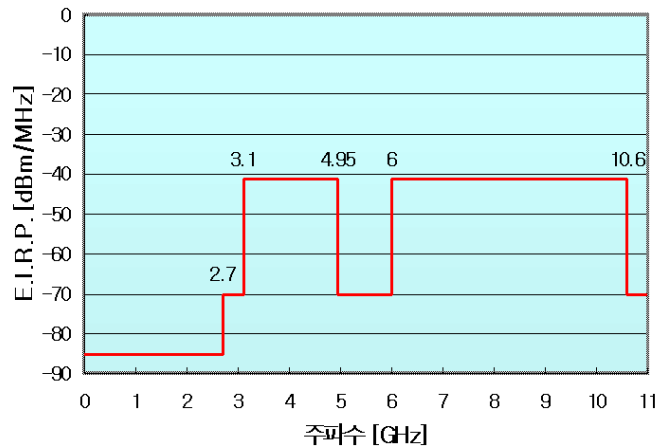
| 쟁점예상업무 | 쟁점예상내용 | 해소방안 |
|---------|-----------------------------|---|
| 방송중계시스템 | 이동방송중계기에 UWB 근접시 혼신 예상 | 방송사가 제시한 별도 시나리오에 대한 혼신영향 재분석 필요* 실험 통해 방송중계주파수이전도 장기 검토 |
| 차세대이동통신 | IMT-Advanced 도입에 지장 초래 예상 | IMT-Advanced 도입시까지 한시적 UWB 허용 장기적으로 간섭완화기술 개발 추진 |
| SDMB | UWB 근접시 SDMB 수신 성능 저하 초래 가능 | SDMB 대역의 불요발사를 충분히 제한 |
| WiBro | UWB불요발사가 SDMB수신 성능 저하 초래 가능 | WiBro 대역의 불요발사를 충분히 제한 |
| 무선랜 | UWB와 무선랜은 주파수 공유 불가 | 무선랜 주파수대역에는 UWB 출력을 충분히 제한 |
| 안전통신 | 항공기 및 선박의 인명안전 통신에 혼신 우려 | 항공기, 선박, 모형비행기, 장난감 등에서의 UWB 사용 제한 |
| 전파천문 | 24GHz대 차량레이더에 의한 전파천문 혼신 우려 | 전파천문국 주변에서 UWB차량레이더의 자동 정지 기능 규정 |
| 지구탐사위성 | 육외사용UWB가 많아질 경우 위성수신기에 영향 | 차량레이더의 양각에 따른 출력 제한 및 79GHz대의 허용으로 24 GHz대 과밀 방지 |

* 현재까지 제시된 시나리오는 영향이 피할 수 있을 것으로 판단되지만, 방송사에서는 별도의 시나리오를 제시 예정

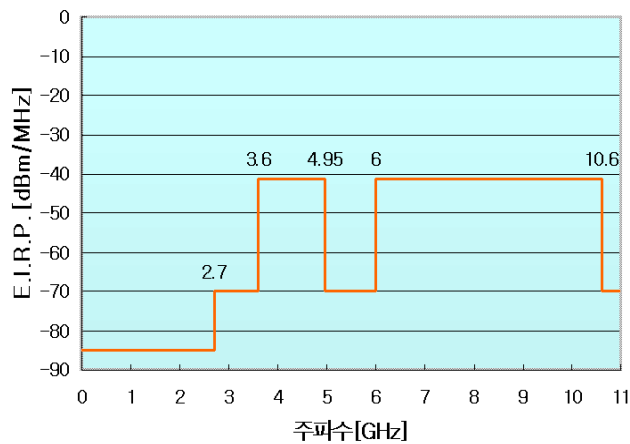
□ 통신용 UWB 주파수 이용 방안

- 3.1-4.95GHz 대역은 IMT-Advanced 도입시점 (약2010년)까지 한시적 옥내 UWB 허용
 - WRC-07 이후 IMT-Advanced 이동통신 도입 시점과 간섭회피기술 (Detection And Avoid 기술)의 실용성 등을 검토하여 기한 연장 또는 DAA기술 탑재 여부 결정
 - 옥외 허용 여부와 사용가능 주파수대역은 방송중계시스템(3.4-3.6GHz)과의 혼신분석연구 종료('06.1Q) 후 결정
- 6-10.6GHz대역은 실내외 UWB사용 허용 (미국 수준)
- 주파수에 따른 허용가능 레벨

| 주파수대 | 주요 보호대상 시스템 | 허용가능레벨 (dBm/MHz) | 참고사항 |
|----------------|--|------------------|---|
| 2.7 GHz 이하 | 방송, GPS, 셀룰러, PCS, WiBro, IMT-2000, SDMB 등 | -85 | 미약전파기기 수준(35uV/m @3m)보다 약20dB 낮음 |
| 2.7 ~ 3.1 GHz | 레이더 | -70 | |
| 3.1 ~ 4.95 GHz | 이동방송중계 IMT-Advanced | -41.3 | 이동방송중계보호 위해 실외제한(실외기준 별도추진) IMT-Advanced 서비스 시점 부터는 간섭회피기술 적용 |
| 4.95 ~ 6 GHz | 무선랜, 레이더, 방송중계 등 | -70 | 무선랜 활성화 위해 사용 제한 (주파수공유 불가) |
| 6 ~ 10.6 GHz | 고정, 고정위성, 레이더 | -41.3 | |
| 10.6 GHz 이상 | 고정,고정위성등 | -70 | 미약전파기기보다 6dB 낮음 |



※ 5GHz 이하 대역에서 이동방송중계시스템과의 혼신분석이 완료되기 전에 옥외 UWB를 잠정 허용하고자 하는 경우에는 3.1~3.6GHz 주파수를 억압하여 다음과 같이 허용 가능



□ 차량용 근거리 레이더용 UWB 주파수 이용 방안

- 22-29GHz대역의 차량용 레이더는 전파천문국 보호구역 설정의 유효성 등을 검토 후 허용 필요
 - 이미 유럽과 미국에서 제품이 출시되고 있어 조속한 ('06년 하반기) 허용 기준 준비 예정
- 장기적으로 79GHz대역의 허용 검토 필요
 - 24GHz대의 2012년 이후에는 UWB 차량 레이더 밀집으로 지구탐사 위성 및 전파천문 장애가 우려되므로 76~84GHz 대역중 일부를 허용하여 점진적인 천이 필요

제 6 절 향후 추진계획

□ 쟁점 사항 정리

2006. 2Q

- 5GHz 이하 대역에 DAA 기능 탑재 의무 적용 개시 시점 결정
 - 이동통신사업자, 제조업체, 연구기관의 국내 IMT-Advanced 도입 시기에 대한 공식적인 의견 수렴 필요 (본부)
- 3.4~3.6GHz 대역 이동방송중계시스템의 혼신 분석 및 대책 수립
 - 방송사에서 제시하는 시나리오에 대한 혼신분석 (전파연)
 - M/W주파수 회수재배치 정책에 따라 당해 주파수대의 옥외 UWB 허용 방식 결정 (본부)
- 전파천문국의 보호 조건 설정
 - 22~24GHz대를 사용하고 있는 연세대, 울산대, 탐라대 전파천문국 현장 확인을 통해 당해 천문국을 보호할 수 있는 거리 이격 조건 설정 (전파연구소-본부)

□ ITU-R 권고 승인

2006. 2Q

- ITU에서 채택한 UWB 관련 권고안에 대한 승인
 - ITU-R UWB 권고 채택 여부 회신 : 2006. 1월
 - ITU-R UWB 권고 승인 여부 회신 : 2006. 4월 예상
- 승인 대상 권고 및 보고서
 - UWB 기술 특성 권고(안)
 - UWB 영향분석 권고 및 연구보고서(안)
 - UWB 이용제도 권고(안)
 - UWB 신호 측정방법 권고(안)

□ UWB 도입을 위한 제도 정비 지원

2006. 3Q

- UWB 주파수 용도 분배 고시안 준비
- UWB 기술기준 고시안 준비
- UWB 기기 인증 제도 정비(무선기기형식등록 대상 고시 등)

제 4 장 RFMS 시스템 개선

제 1 절 RFMS 기능 개선 개요

일반적인 실생활에서 전파의 사용빈도가 점점 더 증가하면서 그에 따른 한정된 주파수 자원의 효율적인 이용과 관리에 대한 개선이 지속적으로 제기되어 왔다. 특히 이동통신의 발달에 따라 우리생활 속에 파고드는 전파와의 밀접도는 가정에서의 공중파 TV 이상의 접근성을 가지고 있다. 1900년대 후반부터 유선과 무선의 통합이 시작되어 이제는 유무선 모두 디지털화를 통한 기술적 통합이 이루어지고 있다. 뿐만 아니라 단방향 보편 서비스 개념의 방송기능과 양방향 특정 서비스의 통신개념이 양방향 보편서비스의 방송과 통신의 융합의 개념으로 진화하고 있어 우리생활에서의 전파는 이제 보편적 서비스를 위한 기본 매개체가 됨이 사실이다.

1997년부터 체계적인 무선국 허가를 위해 추진해온 RFMS 시스템은 그 개념이 연장, 확장하여 2004년부터 전체 스펙트럼 관리체계 정립을 목적으로 “주파수자원 분석 체계 구축”으로 성장 발전되었다. 현재 2005년을 1차 사업을 끝낸 주파수자원 분석체계의 경우 기존에 RFMS에서 접근하지 못했던 무선국 DB와의 실시간 연동체계를 비롯하여 주파수와 연계된 3차원적인 무선국 허가기능이 추가될 것으로 기대된다. 그러나 체신청에서 이용 중인 RFMS의 기능 개선도 중요한 사항이다, 주파수자원분석체계의 개발이후 시험을 거쳐 체신청 전면에 배치될 2008년 이전에는 RFMS의 개선이 계속적으로 진행되어야 한다. 뿐만 아니라 체신청 수요자의 요구에 부응하기 위한 많은 노력을 해야 할 것이다.

본 연구는 2003년부터 지속적으로 추진되어온 RFMS 개선사항을 중심으로 그 2005년 한 해 동안 개선되거나 추가된 기능을 중심으로 결과를 살펴볼 것이다. 뿐만 아니라 RFMS가 가지고 있는 GIS 처리에 대한 문제점을 중심으로 GIS DB를 고찰할 것이다. 정통부의 IT389 신 성장 동력 사업을 효과적으로 추진하기 위해서는 신 성장 동력의 핵심인 전파에 대한 관리기능이 체계적으로 개선되어야 할 상황이다. 따라서 RFMS의 개선사항들은 현재 개발 추진 중인 주파수자원분석체계의 요구사항으로도 반영되어 RFMS가 해결할 수 없었던 기능도 구현할 것으로 기대해야 할 것이다.

제 2 절 RFMS 개선사항

1. 시스템 환경설정 개선

2005년에 개선된 RFMS 주요 사항으로는 지도체계를 바탕으로 시스템 환경개선에 중점을 두었다. 이 중 크게 변화된 체계가 지도좌표계이다.

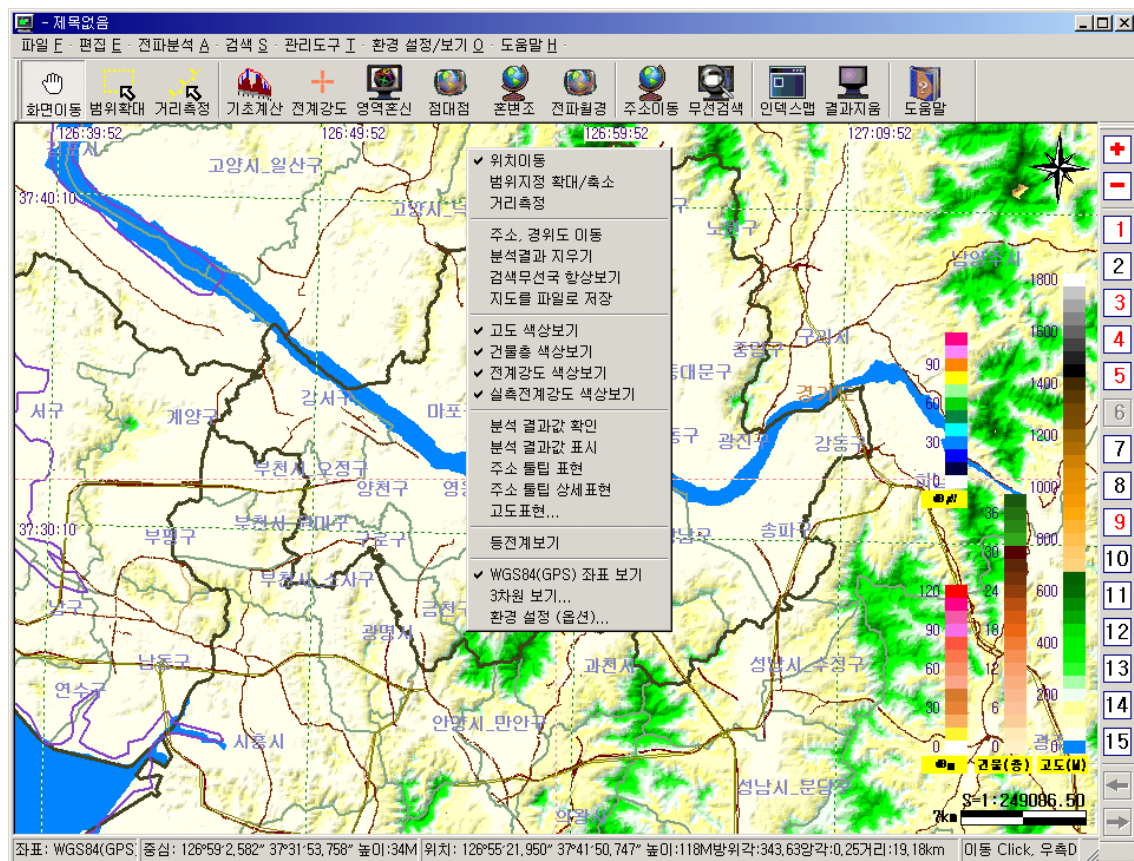


그림1 전파관리시스템의 지도좌표계 개선

먼저 기존의 RFMS좌표계는 동경좌표계(기존 Bessel 좌표체계)를 중심으로 하여 보여주고 있는데 현재 무선국 허가에 들어오는 데이터들은 GPS를 이용하여 측정된 좌표를 입력하는 경우가 있어 GPS 좌표입력이 가능한 WGS84 좌표체계를 도입했다. 따라서 WGS84 좌표보기를 하면 화면과 상태바에 표시되는 값이 WGS84 기준으로 표시된다.

가. 주소 툴팁 상세표현

전과분석 후에 분석결과 값 상세표현이 클릭된 상태에서는 그림2와 같이 동과 그 이하 번지까지 표현하게 하였다. 이 기능은 기존 RFMS 기능에 있었던 기능을 보다 상세하게 표현한 것이다.



그림 2 상세 주소 툴팁

나. 분석 값과 주소 툴 팁 동시 표시

전과분석 후에 주소 툴 팁 표현(or 주소 툴팁 상세표현)과 분석결과 값 확인이 동시에 선택되는 부분을 체신청 관계자들이 요구하게 되어 그와 같은 기능이 포함되도록 그림3과 같이 분석 값과 주소가 같이 표현되도록 하였다. 이 기능은 업무처리를 하는 관계자들이 쉽게 분석결과에 대한 접근이 용이하도록 하였다.

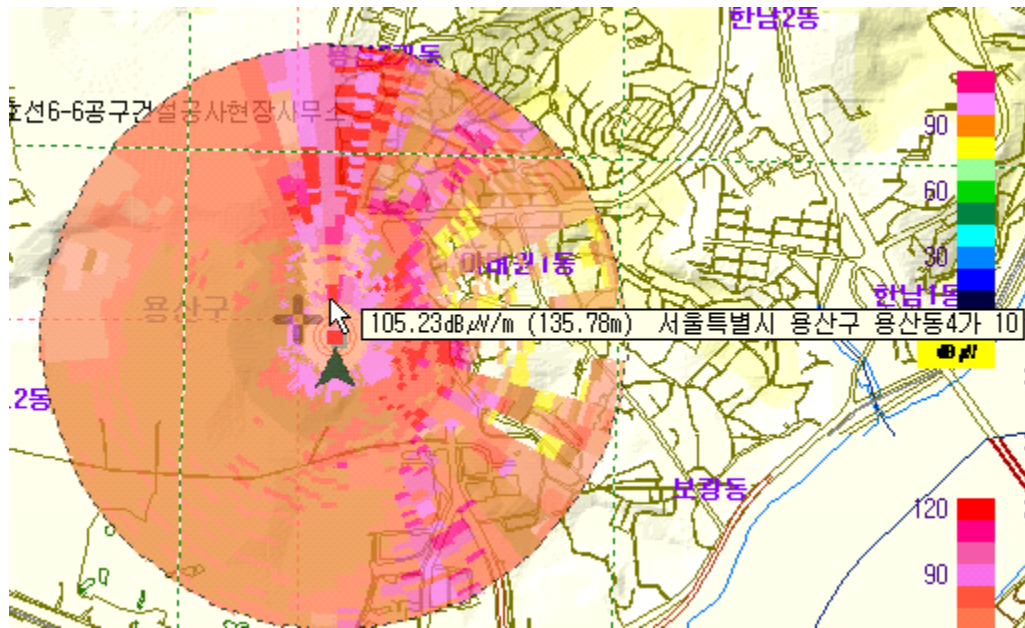


그림 3 분석값과 주소툴팁 동시선택

다. 전계강도 분석 결과 값 표시

기존 RFMS에 없었던 기능 중 업무처리에 가장 효과적으로 적용하기 쉽도록 설계된 기능은 전계강도 분석 후 그 결과에 대해 원하는 지점에 대한 전계강도 값을 수치로 확보 할 수 있도록 개선한 것이다. 이 기능은 여러 번 반복되는 전계강도 결과에 대해 선택한 위치를 저장할 수 있도록 하였다. 그에 따른 이점으로는 전계강도 변화에 따른 특정지점의 전계강도 변화정도를 수치로 알 수 있다는 것이다. 그림 4와 같이 전계강도 분석후 분석된 결과 값을 표시를 선택하면 아래와 같은 다이아로그 창이 뜨며 분석지점을 마우스로 클릭하면 화면에는 클릭한 순서대로 번호가 표시되며 리스트박스에는 그 번호와 값들이 표시할 수 있도록 개선하였다.

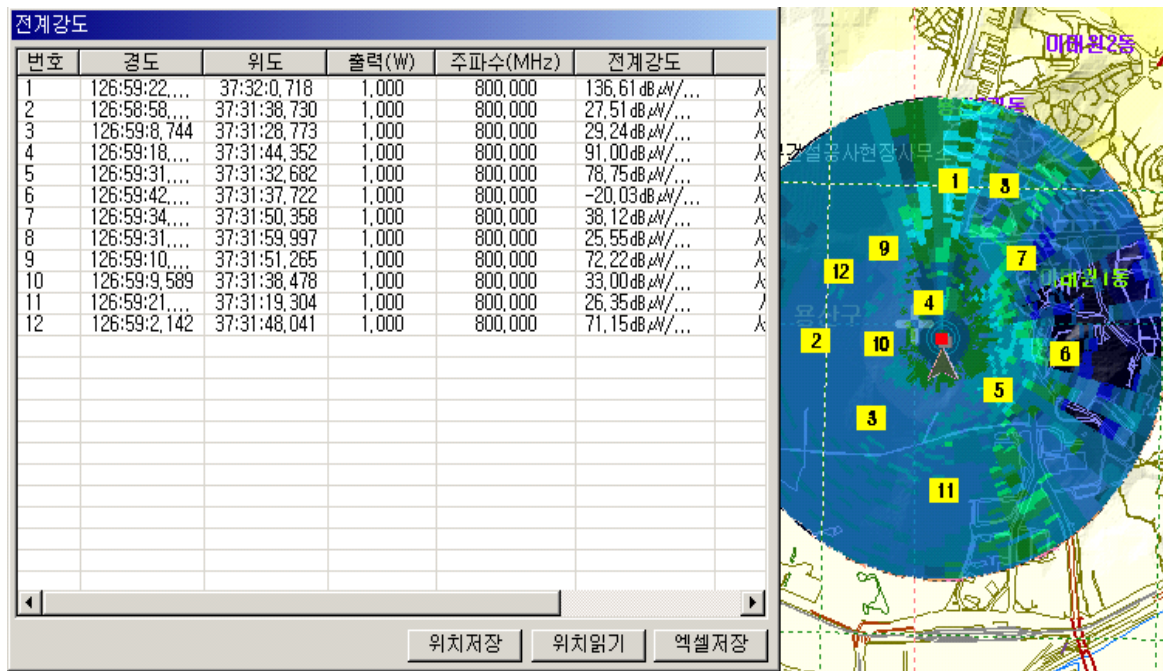


그림 4 전계강도 분석결과 값 표시

라. 화면보기 설정 기능 전체 개선

화면에 표시되는 기능도 개선하였다. 특히 전계강도 값을 표시하는 방법에 있어 전계강도 레벨을 보다 편리하게 하는 방법으로 전계강도 범례, 고도, 등고선 범례, 레이어 범례에 화면 보기 설정 기능을 두고 색 설정 범위 기능과 설정된 범위에 대한 저장, 그리고 그 저장된 CFG 값에 대한 읽기 기능을 보장하였다. 이 기능의 장점은 보다 다양한 전파혼신 분석에 있어 업무에 따른 전계강도 분석레벨을 달리 하고 싶을 때 다양하게 저장, 되불러올 수 있도록 기능을 대폭 강화하였다. 약간 복잡하게 설계되기는 하였지만 다양하게 사용하는 사용자의 취향에 따라 언제든지 그 CFG 값을 적용할 수 있기 때문에 그에 따른 사용자의 요구를 충분히 수렴했다고 할 수 있다.

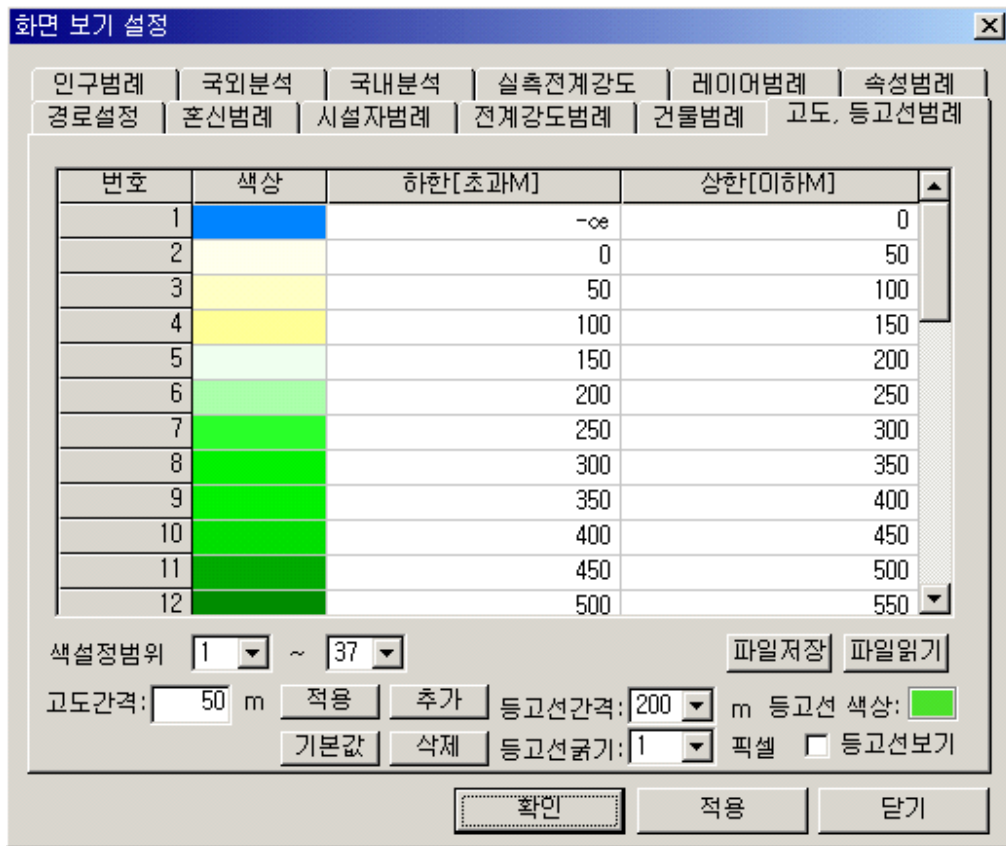


그림 5 화면 보기 설정

(1) 색상설정

그림 5에서 색 설정 범위를 시작점과 끝점을 선택한 후 시작점의 색상과 끝 지점의 색상을 선택하여 바꾸면 끝 지점의 색상을 바꿈과 동시에 시작점부터 끝점까지의 색상이 설정 범위 내에서 자동으로 바뀌게 된다. 각각 지점의 색상 설정도 가능하다. 이 내용은 전계강도 범례, 실측전계강도, 건물범례, 고도, 등고선 범례에 적용되게 하였다.

(2) 설정상태 저장 및 읽기

그림 5에서 파일저장을 선택하게 되면 리스트 컨트롤에 해당하는 내용이 파일로 저장된다. 파일 읽기 선택 시 파일읽기 다이아로그가 뜨며 저장된 파일을 읽어올 수 있다. 이 내용은 전계강도 범례, 실측 전계강도, 건물 범례, 고도, 등고선 범례에 적용되게 하였다.

(3) 경로설정에서 제우스 DB 접속기능 개선

그림 6과 같이 현재 RFMS에서 가장 불편했던 부분이 무선국 DB와 접속

에 있었다. 그 이유로는 제우스와 연결을 다른 접속 파일을 통해 계속해서 변경하고, 변경할 때 마다 운용 프로그램을 빠져나와 재접속을 해야 하는 불편함이 있다. 그러나 이 기능을 이용하면 각 체신청에서는 알고 있는 제우스 DB IP를 이용하여 주변 제우스 DB에 자유롭게 접속하고, 또한 재접속을 하지 않고도 계속해서 전파분석을 할 수 있는 장점이 있다. 물론 대부분의 이용자들은 DB 접속에 관심이 없지만 업무처리의 원활한 기능과 제우스 DB와의 일어나는 문제점을 조금이나마 보완할 수 있도록 하는 측면에서 이 기능은 매우 유용하다고 생각된다.

보통 현재 체신청의 경우 GIS DB 서버가 두 대씩 이다. 또한 현재 MIC 네트워크를 이용하기 때문에 사실상 전 체신청이 하나의 네트워크로 묶여져 있다. 따라서 네트워크가 살아있고, 각 체신청에서 운용하는 서버 IP만 체신청 사용자들이 알고 있다면 자유롭게 접속하여 전파분석을 할 수 있다는 장점이 있다.



그림 6 경로설정 기능에서 제우스 DB 접속 기능 추가

2. 관리도구 기능 개선

가. 프로그램 접속기능 개선

당초 RFMS(전파관리 시스템)에 접속시에는 전문가용, 교육용 등으로 구분하여 접속하도록 따른 접속 아이콘이 개별적으로 있었다. 그러나 그 기능을 그림 7의 경우처럼 전파관리시스템에 접속시에 전문가 관리자가 부여한 ID 권한에 따라 관리자모드, 일반사용자모드, 외부사용자 모드로 자동으로 접속 되도록 변경하였다. 이러한 기능은 당초 RMFS 초기기능에 있었던 기능이 기능개선으로 업그레이드 되면서 접속이 된다.



그림 7 전파관리시스템 접속화면

나. 사용자 관리

그림 8과 같이 관리자권한으로 들어간 사용자에게 한하여 메뉴바의 관리도구를 사용자관리가 있으며 이를 선택하면 위의 화면이 뜨게 된다. 여기에서 사용자 추가, 수정, 삭제를 선택할 수 있으며, 기능 선택 시 권한을 관리자, 일반사용자, 외부사용자로 줄 수 있도록 하였다. 일반사용자 권한은 관리자에서 사용자관리 만을 사용할 수 없다. 외부사용자 모드는 안테나 저장모드 및 관리에 해당되는 많은 부분의 기능을 사용할 수 없게 기능을 제한하였다.

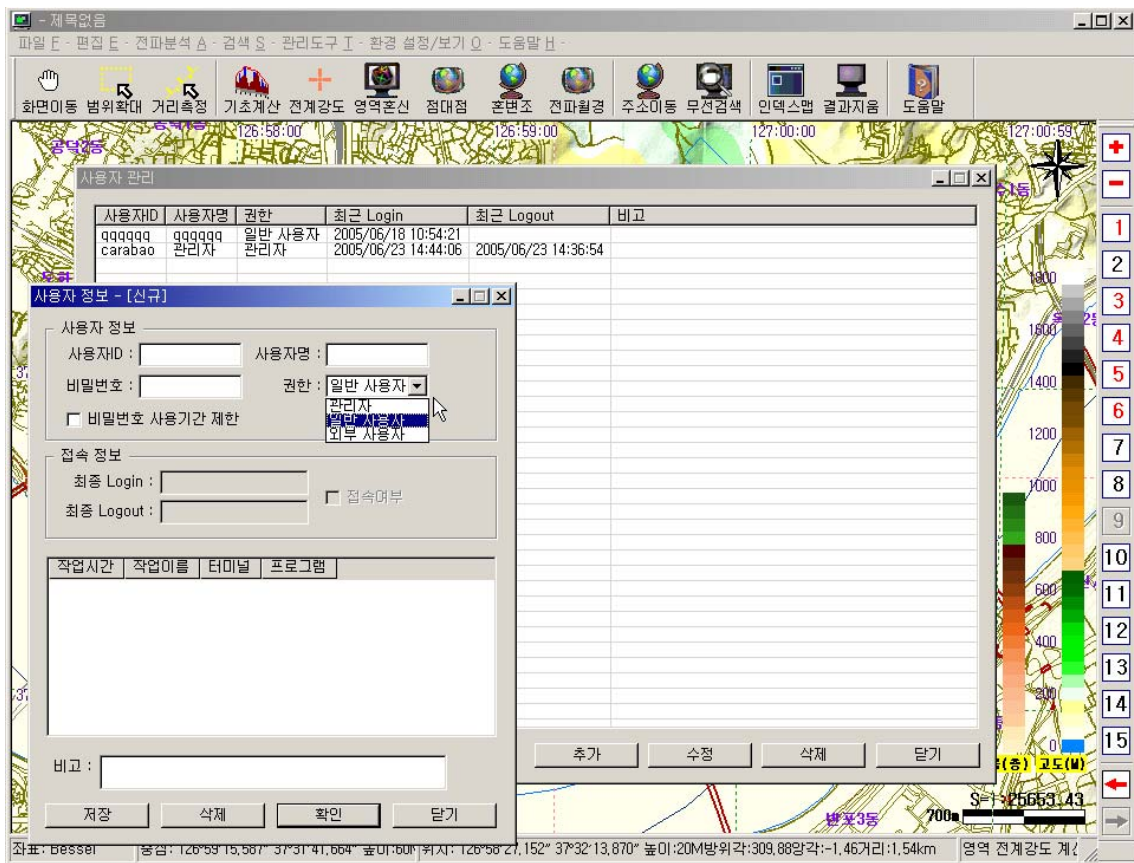


그림 8 사용자관리

다. 안테나 기준패턴관리

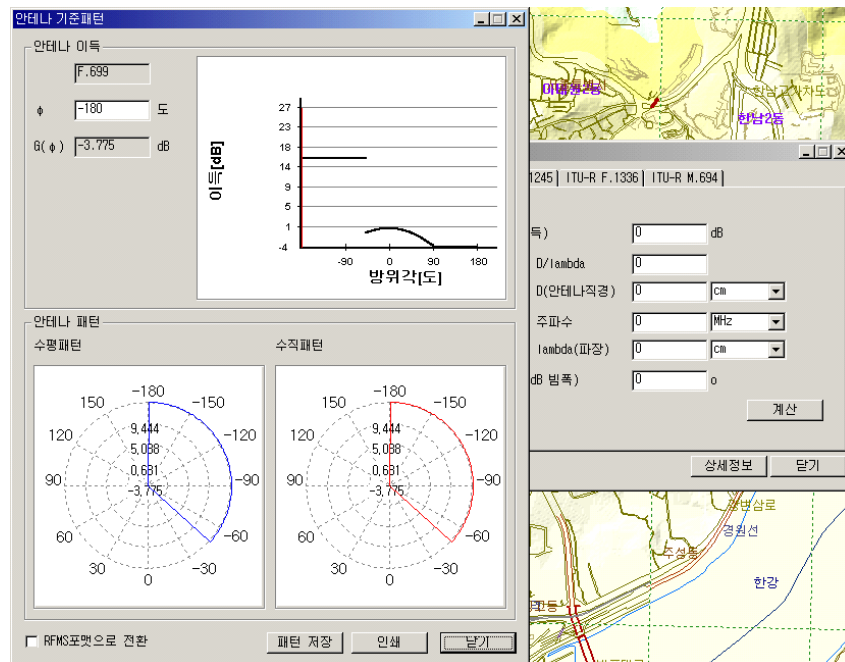


그림 9 안테나 기준패턴관리

그림 9와 같이 안테나 기준패턴 관리에서 계산을 하면 안테나 기준패턴이 생성된다. 이때 생성된 기준패턴을 저장하고, 저장할 때 이 기준패턴을 -180도부터 저장하지 않고 RFMS 포맷에 맞춰 0도부터 저장할 수 있다. 기존 기능개선을 한 안테나 기준 패턴 관리기능은 단순히 ITU-R 권고를 바탕으로 계산기능만 제공하였다. 그러나 체신청 이용자들의 편의를 위해 계산된 값을 안테나 패턴으로 적용하기 위해 계산된 값을 엑셀로 저장하도록 하였다. 특히 이 기능의 좋은 장점으로 파라볼라 안테나 패턴생성에 많은 도움이 될 것이다.

라. 안테나 패턴생성

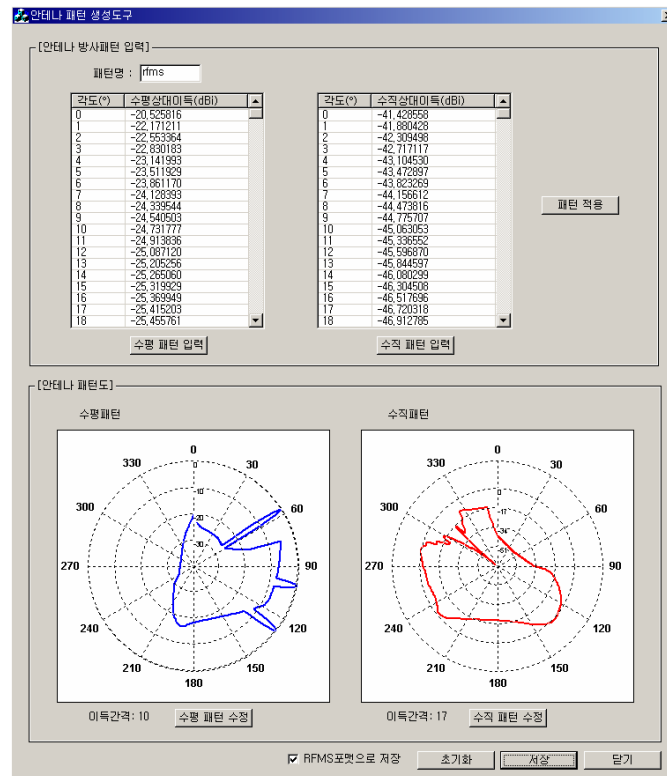


그림 10 안테나패턴생성

그림 10과 같이 안테나 패턴 생성 시에 안테나 패턴명과 데이터저장을 하며, 형태를 RFMS 데이터 형태에 맞게 저장하도록 되어 있다. 추가된 기능으로는 RFMS 안테나입력 포맷으로 변환하는 기능이 추가되었다.

마. 안테나 관리

무선국에 안테나 정보 입력시에 무선국에 정보에 입력한 무선국 종을 선택하여 검색되어지며, 패턴 가져오기를 선택하면, 그림 11의 화면이 나타나

게 하였다. 두 기능에 추가된 기능으로는 ITU-R 패턴 생성기능과 RFMS 포맷으로의 변환 기능 등 이다.

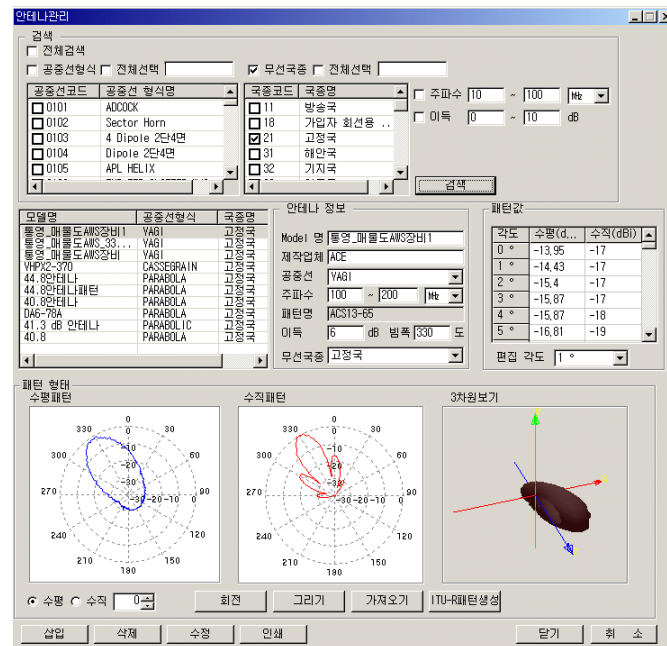


그림 11 안테나 관리

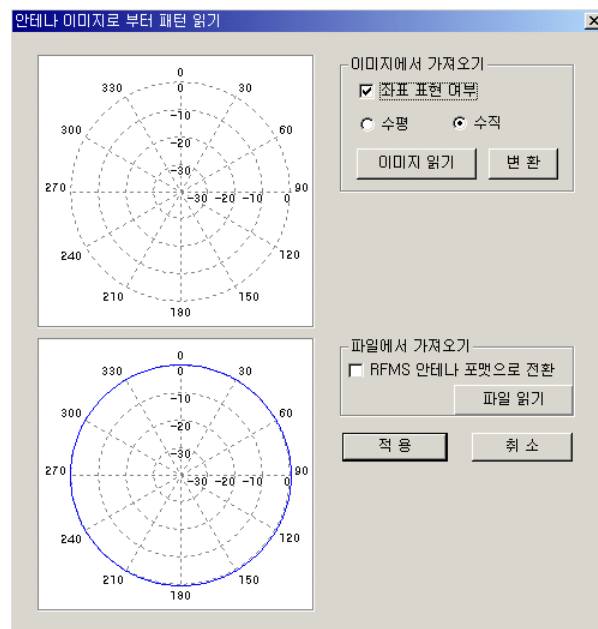


그림 12 안테나 패턴읽기

그림 12에서는 RFMS 포맷뿐만 아니라 앞서 개발한 모듈과 연계하여 제공되는 RFMS format(또는 ITU-R Format)을 읽어올 수 있게 하였다.

3. 전파분석 기능 개선

가. 송수신 무선국 입력 기능 개선

앞선 화면개선 기능에도 언급하였듯이 그림 13에서 처럼 RFMS 기능개선 중 가장 두드러진 기능으로는 WGS84 좌표체계 입력을 선택하였을 경우에는 위경도 좌표 입력 값이 WGS 좌표체계 값으로 표현된다는 것이다. 따라서 이용자들은 GPS 좌표 값을 입력하여도 RFMS가 기본 기능인 Bessel 기능으로 변환되도록 되어 있다. 두 번째로 개선된 기능은 전파형식을 입력하게 함으로써 중심주파수에 따른 밴드폭을 쉽게 결정하도록 한 것이다. 전파형식란의 입력 값을 입력하였을 경우 4자리까지만 인식하여 값을 결정하도록 했으며, MHz 단위 일 경우 M, kHz단위일 경우 K, Hz단위는 H, GHz 단위는 G로 표시하게 하였다. 중심주파수가 입력될 경우 전파형식에 맞춰 시작과 끝 주파수가 자동으로 표시된다. 전파형식이 입력되어 있지 않을 경우에는 중심주파수를 입력 후에 시작이나 끝 주파수를 입력하면 맞추어진다. 예로 7.25kHz 대역폭이라면 7K25로 입력하면 된다.

송신 무선국

COPY PASTE 검색

호출명(부호) [] 마우스 위치지정

무선국종 []

위치(경도) 126 도 59 분 10.124 초 ☐ WGS84좌표변환 (GPS좌표사용)

위치(위도) 37 도 31 분 43.643 초

안테나해발고 0 m = 지면고 0 + 지상고

시설자 []

허가번호 [] - [] - [] - []

주소 []

지번 []

전파형식 [] (9자리 입력 ex)1M23...)

중심주파수 800.0 채널선택

주파수 600.0 ~ 1000.0 MHz

공중선전력 1.0 W

편파 미분류

공중선계(안테나 시스템)

공중선형식 1장치 공중선과 공용

안테나모델 40.8 패턴보기

특성패턴 40.8

이득 0.00 dBi 급전선손실 0.0 dBi

Tilt각 0.0 도 지향각 0.0 도

지상고 0 m = 건물높이 0 + 안테나높이 0.0

적용

그림 13 송(수)신 무선국화면에 추가된 기능

세 번째로 안테나 높이, 건물높이, 지면고(지면해발고) 입력 시 자동으로 해발고(안테나 해발고)가 실시간 계산되도록 기능을 개선하였다. 예전에는 계산 값을 화면에 표시할 때 값의 변화 값을 확인 할 수 없어 불편하던 것이 실시간 변화기능을 추가하여 이용자가 쉽게 값을 설정하도록 하였다. 이 기능의 추가는 DB에서 지면고와 해발고를 가져오는 문제는 해결되었으나, 그 값의 정확도가 정확하지 않을 때 인위적으로 값을 조정할 수 있도록 기능을 추가한 것이다. 네 번째로 추가된 기능은 패턴보기 시 무선국 종을 넘겨주는 기능이다. 안테나 패턴의 전파분석에 매우 중요하기 때문에 가장 예민하게 접근해야 할 사항으로 국종별 안테나 패턴을 분류하는 것이다. 따라서 손쉽게 국종별 안테나 패턴을 분류하여 값을 설정하는 것이 바람직할 것이다..

나. 무선국 검색 기능 개선

위 그림13에서 검색을 선택하면 무선국 검색 창인 그림14가 보여지며, 송/수신 무선국 다이아로그에서는 무선국종과 주파수범위를 넘겨준다.

그림 14 개선된 무선국 검색

무선국 검색 창은 무선국종과 주파수를 넘겨받아 설정을 해 놓을 수 있다. 또한 무선국 검색화면에 추가된 기능으로는 반경검색 기능이다. 반경검

색 실행 시에는 화면중앙에서 반경 내를 검색하는 것과 특정위치를 중심으로 반경 검색을 실행할 수 있다. 입력지점을 클릭한 상태나, 화면 중앙지점으로 부터 정해진 반경 내에 있는 무선국을 검색하는 기능은 전파분석 미치는 무선국에 대한 영향 정도를 파악하는데 많은 도움을 줄 것이다. 두 번째 개선된 사항은 주소이동에 대한 부분으로 검색 후 주소지로 이동후 관련 좌표를 송(수)신 무선국 좌표로 연결하도록 개선하였다.

다. 무선국 검색 결과 개선 및 출력 개선

무선국 검색을 실행한 후 결과는 그림15와 같이 나타낼 수 있다. 무선국 검색결과에 경우 1차 화면과 2차 화면으로 나누어 2차 화면에서는 상세 검색 기능을 가지고 있었지만 이번 개선사항에서는 그림 16에서와 같이 1차 화면과 2차 화면으로 하나로 합쳐 표현하게 하였다. 부가적인 특징으로는 무선국 검색결과를 화면 창 마다 Excel 데이터로 저장을 할 수 있게 한 것이다. 1차 화면에서 검색된 무선국 중에서 하나를 선택하면 하단에 2차 화면에 상세정보가 보여지게 되며, 송(수신)무선국 정보 창이 화면에 다른창으로 열려져 있다면 상세검색에서 검색된 무선국을 송(수)신 무선국 창으로 대한 정보를 전달하여 입력시킨다.

무선국 검색결과

일반 무선국 : 84

| 국종 | 허가번호 | 호출부호 | 호출명칭 | 무선국명 | 사업자명 | 목적코드 |
|-----|------------------|------|-------------|--------------|------|------|
| 기지국 | 322003110000756 | | KT09한빛빌딩R | | | |
| 기지국 | 3220031100004262 | | SK09국방부고... | | | |
| 기지국 | 322003110001697 | | SKW0국방부... | | | |
| 고정국 | 212004100000179 | | LGMO한강B1-1 | | | |
| 기지국 | 322004100003950 | | LGMO한강B1-2 | | | |
| 기지국 | 322003110000755 | | KT0삼각지파... | | | |
| 기지국 | 322003110000212 | | KT통신자회관 | | | |
| 기지국 | 322002100002451 | | SK통신SP | | | |
| 기지국 | 322003110001678 | | SKW통신SP | | | |
| 기지국 | 322004100005202 | | KTFO국방부별관 | | | |
| 기지국 | 322004100005203 | | KTFO국방부... | | | |
| 기지국 | 322004100005204 | | KTFO국방부... | | | |
| 기지국 | 322004100005076 | | LG통신A2 | | | |
| 기지국 | 322004100005128 | | LG통신A1 | | | |
| 기지국 | 322004100005129 | | LG통신B1 | | | |
| 기지국 | 322005110000851 | | SKW0국방부... | | | |
| 기지국 | 322005110000852 | | SKW0국방부... | | | |
| 기지국 | 322004100005130 | | LG통신B2 | | | |
| 기지국 | 322005100000005 | | KTFO국방부국관 | | | |
| 기지국 | 322005100000737 | | SK09남동3 | | | |
| 기지국 | 322005110000320 | | SKW0국방부별관 | | | |
| 고정국 | 212004100000337 | | KBS규동산 | 고정국 (KBS규동산) | | |

엑셀로 저장 상세정보

상세정보

주소

송신소 주소 : 140701 서울 용산구 용산동3가 국방부 1 경위도 : 126:58:46.82 E, 37:31:51.00 N

수신소 주소 : 경위도 :

설치장소주소 : 140701 서울 용산구 용산동3가 국방부 1 최초허가일 : 20050304

장치목록 001 장치구분 : 주장치

| 공중선형식 | 소 | 단 | 기 | 편파 | 지향각 | 길이 (cm) | 이득 (dB) | 해발고 (m) | 지상고 (m) | 주파수 | 용도 | 공중선전력 | 전파형식 |
|--------------------|---|----|---|------|-----|---------|---------|---------|---------|-------------|----|-------|---------|
| Dual Polar(Sector) | | 02 | | 미중편파 | 90/ | 1.2 | 16 | 30 | 98 | 1751.25 MHz | 수신 | 20 W | 1M3267W |
| | | | | | | | | | | 1751.25 MHz | 수신 | 20 W | 1M3207W |
| | | | | | | | | | | 1752.5 MHz | 수신 | 20 W | 1M3267W |
| | | | | | | | | | | 1753.75 MHz | 수신 | 20 W | 1M3267W |
| | | | | | | | | | | 1755 MHz | 수신 | 20 W | 1M3267W |
| | | | | | | | | | | 1756.25 MHz | 수신 | 20 W | 1M3267W |
| | | | | | | | | | | 1757.5 MHz | 수신 | 20 W | 1M3267W |

선택 엑셀로 저장 닫기

그림 15 통합된 무선국 검색결과 화면

특히 상세 목록 창에서 장치와 주파수를 선택할 경우 송(수)신 무선국에 무선국 정보가 입력되는 것과 같이 안테나 정보들이 입력되게 된다. 무선국 자료의 특성상 송신무선국에는 수신주파수가 입력되어지지 않고, 수신무선국에는 송신 주파수가 입력되어지지 않는다. 만약 수신무선국을 선택하고 송신 무선국 창을 띄어 놓는다면 에러 메시지 출력을 하도록 기능을 추가하였다. 뿐만 아니라 2차 화면에 선택된 무선국의 상세정보를 엑셀로 저장하도록 가능하게 하였다. 상세정보 보기를 실행하여 시행하여도 마찬가지로의 결과를 가진다.

라. 전계강도 계산 기능 개선

사용자가 희망하는 무선국이나 신규 무선국의 전파분석을 수행하는데 필요한 메뉴가 전계강도 계산이다. 무선국 정보뿐만 아니라 지형고도정보, 지형특성정보, 안테나정보 등의 다양한 제원을 통해 전계강도 계산을 수행한다.

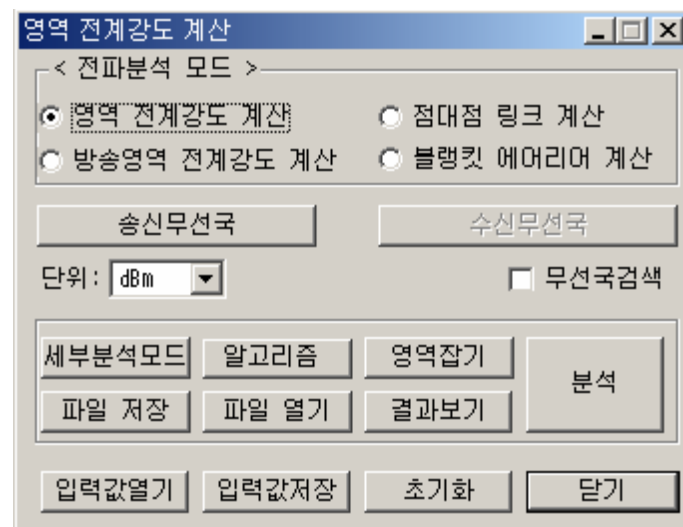


그림 16 개선된 전계강도 계산 다이아로그

(1) 영역 전계강도 계산 기능 보강

일정 위치의 무선국들의 선택영역내의 전계강도를 계산할 수 있다. 다이아로그에서 수신무선국은 비활성 된다. 무선국검색 체크시 그림 17과 같이 분석영역내의 무선국도 동시에 검색되도록 하였다. 그림 17에서 나타난 바와 같이 무선국 검색에서 반경검색기능과 같이 전파영역 전계강도 계산 후 검색된 반경 내에 영향을 미치는 무선국이 어떻게 분포하는지에 대한 부분을

표시하도록 한 것이다. 이러한 기능은 향후 주파수자원분석체계에서 구현할 양립성 분석에도 효과적으로 이용될 것으로 판단된다.

(2) 점대점 링크 계산

영역전계강도와 다르게 무선국검색 조건을 클릭해도 영향을 따로 받지 않으며, 분석 후에 프로그램 좌측 하단에 그림 18과 같이 방위각, 양각, 거리표시를 화면 왼쪽 하단에 표시하도록 하였다. 이 기능을 이용하면 점대점 전계강도시 상대방 무선국에 대한 계산된 양각과 지향각을 기존 DB 자료와 비교 검토가 가능하며 보다 정확하게 입력함으로써 계산결과의 정확성을 높였다.

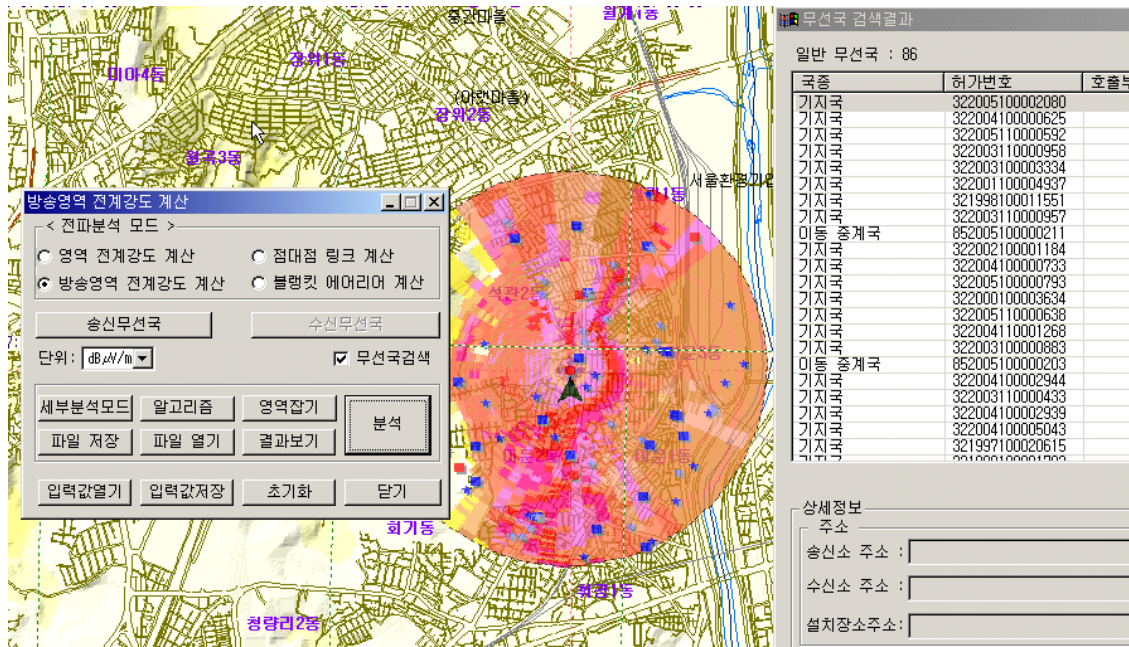


그림 17 영역 전계강도 계산시 무선국검색 기능 추가

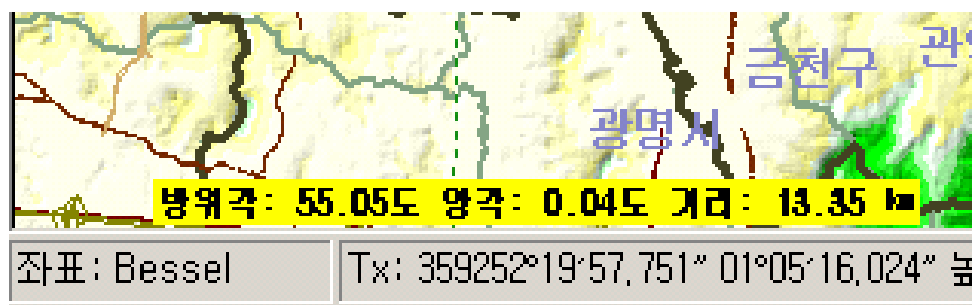


그림 18 점대점 전계강도 계산 후 추가된 기능

(3) 방송영역 전계강도 계산 및 블랭킷 에어리어 계산 기능 개선

앞서 영역 전계강도 계산과 같이 무선국검색 체크시 그림18과 같이 분석 영역내의 무선국도 동시에 검색되도록 하였다.

마. 개선된 점대점 혼신분석 기능

점대점 혼신분석의 경우는 계산 결과에 대한 report 기능을 개선하였다. 특히 계산결과를 단순 보고서 양식으로 나타내었던 것과는 달리 점대점 혼신 분석결과를 엑셀양식으로 표현할 수 있도록 하게 하였다. 이 기능 중 동일채널분석, 상위인접채널분석, 하위인접채널 분석에 대해 해당하는 결과만을 표시할 수 있게 하여 결과내용에 분석에 맞는 결과를 그림 19와 같이 보여준다.

혼신 분석 결과 (점대점)

분석 대상 무선국
송신무선국

호출명(부호) KTWS잠실본 허가번호 212003100000062
무선국종 고정국 주소 서울 송파구 잠실본동
위치(경도) 127 도 5 분 7.07 초 지번 184-21 서경빌딩
위치(위도) 37 도 30 분 30.45 초 주파수 17.72 ~ 17.74 GHz
안테나해발고 16.00 m 전파형식 20M0G7W--
시설자 공중전력 10 mW

안테나
모델명 NoGoDan.k1
이득 0 dB
급전선손실 0 dB
특성파턴
지상고 1 m
틸트각 0 도
지향각 0 도

수신무선국

호출명(부호) KTWM일원 허가번호 212003100000075
무선국종 고정국 주소 서울 강남구 일원동
위치(경도) 127 도 5 분 6.90 초 지번 624-2 영남빌딩
위치(위도) 37 도 29 분 30.39 초 주파수 17.70 ~ 17.72 GHz
안테나해발고 32.55 m 전파형식 20M0G7W--
시설자 공중전력 10 mW

안테나
모델명 NoGoDan.k1
이득 0 dB
급전선손실 0 dB
특성파턴
지상고 1 m
틸트각 0 도
지향각 0 도

혼신 분석 기준
분석형태 하위인접채널 혼신보호비 0.00 dB 분석방식 C/I

혼신 분석 결과

| 번호 | 무선국 | 호출명(부호) | 허가번호 | 경도(E) | 위도(N) | 해발고(m) | 주파수(MHz) | 전파형식 | 출력(mW) | C/I |
|----|-----|-----------|-----------------|--------------|-------------|--------|----------|-----------|--------|-----|
| 1 | 송신 | 롯데월드 | 211990100000007 | 127:05:53.04 | 37:30:32.01 | 16.00 | 0.000 | 110KF3EJN | 100 | |
| | 수신 | LGMO구의5A1 | 212004100000136 | 127:05:13.51 | 37:32:31.57 | 38.96 | 0.000 | 10M0G7W | 10 | |

EXCEL 저장 인쇄 닫기

그림 19 점대점 혼신분석결과 표시 기능 강화

바. 전파월경 표현기능 개선

당초 RFMS내에는 국내외 전파월경 분석 후에 분석지점과 송신지점간의 연결선을 표시하게 하였었다. 그러나 그 기능이 업무에 별로 도움이 안 되어 2차 개발에는 표현기능을 빼었다가, 이번에 다시 그림 20과 같이 표시를 명

확히 할 수 있도록 나타내었다. 이와 함께 1차 개발에는 없었던 송신지점의 국내외 이동시 내용이 사라지지 않게 하였다.

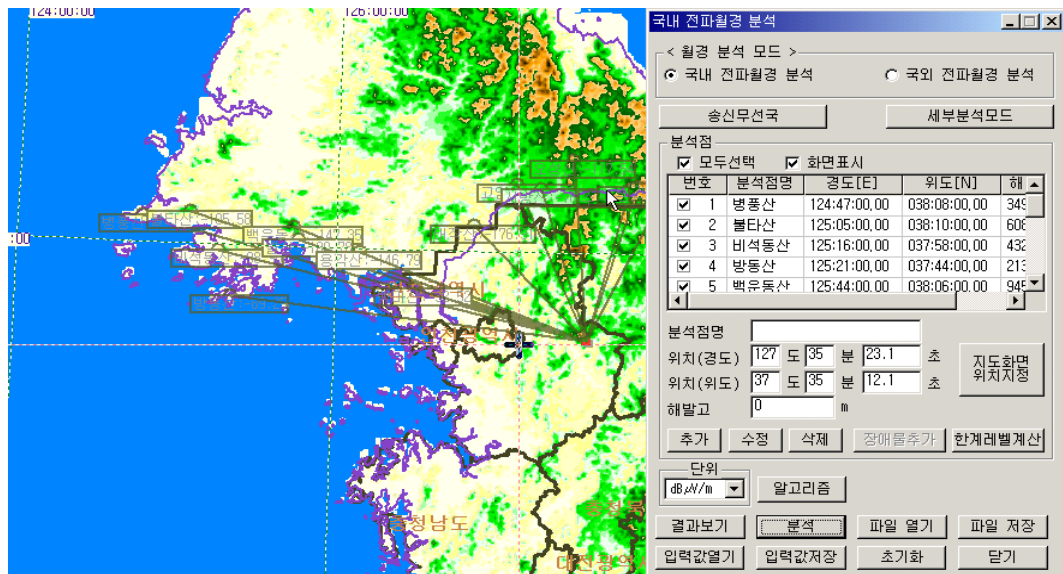


그림 20 국내전파환경분석결과

사. 실측 예측 비교 기능 개선

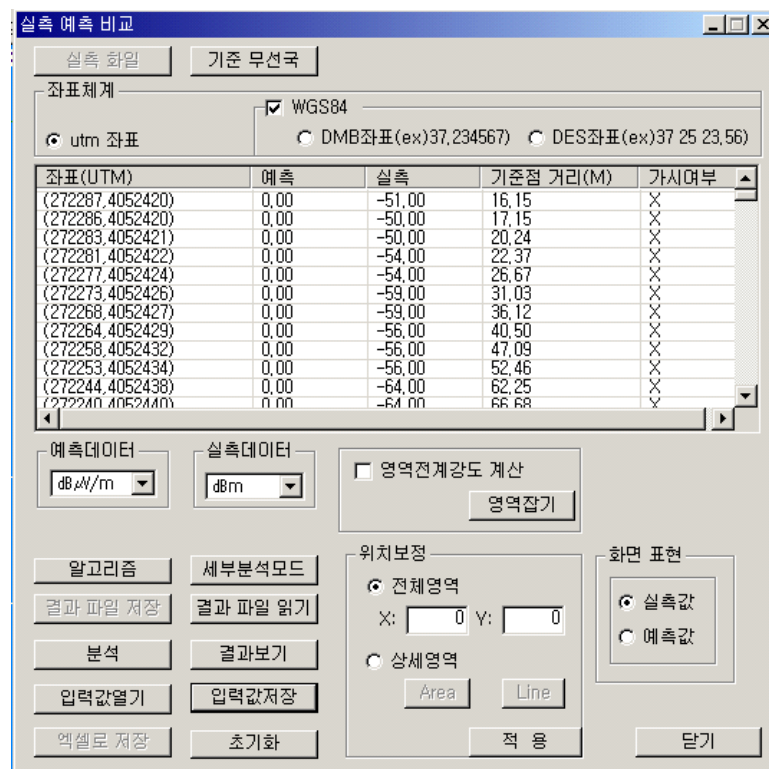


그림 21 실측 예측 비교

그림 21과 같이 실측파일을 읽어 들일 때 실측좌표의 다양성을 감안하여 기존 UTM 좌표 값만을 읽어드리던 부분을 UTM 좌표, DMB 좌표, DES 좌표를 읽어 들일 수 있도록 개선하였다. 더불어 예측데이터와 실측데이터의 단위변환을 손쉽게 변환 할 수 있게 하였다. 예전에 수작업으로 처리하여 입력 형식으로 삽입하였던 GPS 좌표데이터를 수작업 처리없이 선택기능 버튼 check을 함에 따라 여러 양식 포맷을 분석할 수 있도록 하였다.

4. 검색기능 강화

가. 무선국 검색

앞서 언급하였던 전파분석 기능 중 무선검색에 대한 내용에 이미 설명한 내용으로 여기서는 검색 후에 화면 표시된 결과를 그림 22에서 처럼 나타낼 수 있다. 아래의 그림은 반경검색(화면중심, 위치지정)을 행하였을 때 중심은 화면 중심으로 이동하며, 정해진 반경으로 라운드가 그려지게 한 것이다.

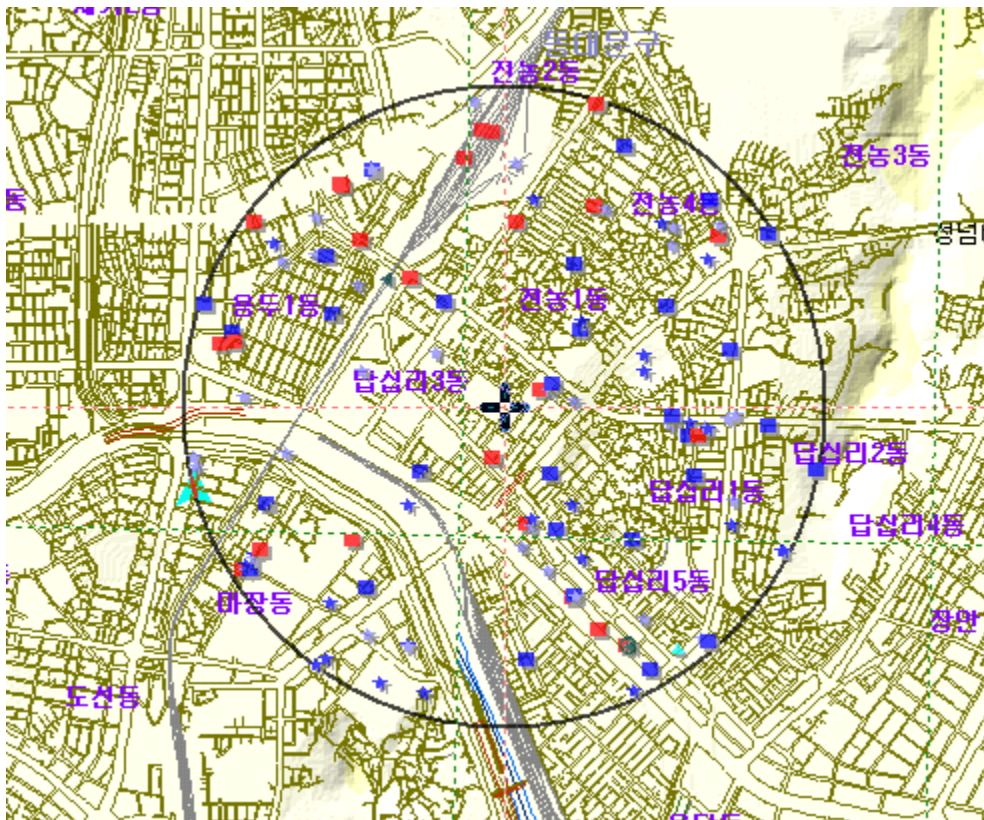


그림 22 개선된 무선국 반경 검색 결과화면

나. 주소/경위도 이동 기능 강화

그림 23에서와 같이 주소 선택 이동시에 각 단위(시/도, 시/군/구, 읍/면/동, 리, 지번)별로 이동하고 싶은 단위까지만 선택하고 이동하면 그 단위 중심으로 이동하도록 하였다. 예전에는 반드시 지번까지 내려가여 이동 기능을 작동하도록 하였지만 이번부터는 시도지역 만을 선택하여도 시도 중심으로 이동하도록 하였으며 지번 검색 후 지번목록을 클릭하면 지번으로 선택되어 지며 지번에서 - 이후는 없을 경우 입력하지 않아도 찾아 갈 수 있게 하였다. 그림 24의 경위도 이동기능에는 앞서 언급한 것과 같이 WGS84 좌표 위치로 이동할 수 있게 하였으며, 주소 상세검색 체크 시에 번지단위까지 검색할 수 있다.

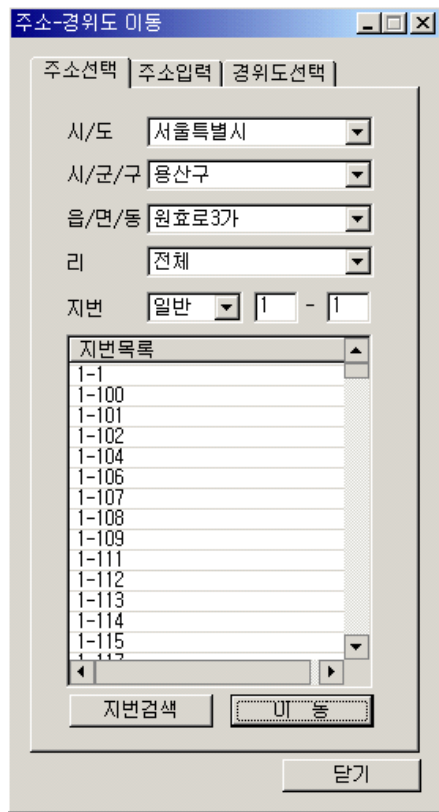


그림 23 주소이동 중 단위별 검색 기능 추가

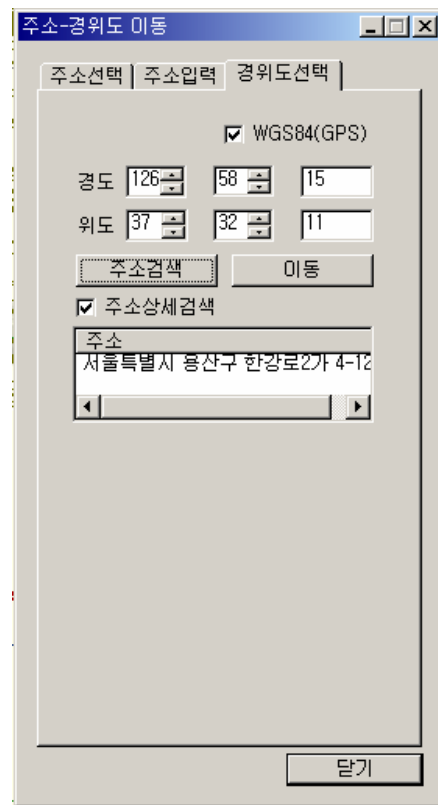


그림 24 경위도이동 중 GPS좌표 검색 추가

5. RFMS 기능 개선을 위해 요구된 개선 요구사항 및 처리현황

가. 개선 및 추가 요구가 반영된 부분

| 구 분 | 요구사항명 | 유형 | 요구사항설명 |
|-----|-----------------|-----|--|
| 분석 | 분석모듈에 주파수 대역폭 | 추가 | · 전파환경 분석시 주파수 대역폭도 반영되어야 한다. |
| | 전파월경 분석 | 개선 | · 기능이 정확하게 계산되어야 한다. |
| | 패스프로파일 분석 | 기개발 | · 주파수 변경에 의해 프레넬 반경이 변경되어야 한다. |
| | 실측/예측자료 파일 읽기 | 개선 | · 파일의 좌표형식이 경위도도 지원되어야 한다. |
| | 전계강도 결과 확인 | 개선 | · 결과 값이 마우스의 위치와 떨어져 표시되도록 한다. · 분석된 전계강도 지역에서 마우스 이동시, 주소와 결과 값이 동시에 풍선 도움말로 표시되어야 한다. |
| | 점대점 링크 계산 | 개선 | · 분석된 자료를 표시할 때 두 지점간의 각도와 거리도 표시되어야 한다. |
| | 송수신 무선국 검색 후 입력 | 개선 | · 송수신 무선국 대화상자에 무선국 상세정보 대화상자의 정보를 입력할 경우 - 일부 상세정보 입력 시 비정상 종료되는 문제를 해결해야 된다. - 입력 조건에 타당하도록 입력되어야 한다. · 무선국 검색을 선행했을 경우도 송수신 무선국 대화상자에 정보를 입력할 수 있어야 한다. |
| | 점대점 링크 계산 표시 | 개선 | · 분석된 결과 값(전계강도, 양각, 방위각, 거리)을 화면 좌측하단에 별도로 표시한다. |
| | 전계강도 결과 표시 | 개선 | · 분석 영역의 중심점이 화면 중앙으로 이동되어야 한다. · 분석된 영역 안의 무선국을 검색하여 표시 |
| | 실측 예측자료 비교 분석 | 개선 | · 혼변조 결과로 실측 예측자료 비교분석을 수행해야 한다. |
| | 무선국 대화상자 입력항목 | 추가 | · 송수신 무선국 대화상자에 Center Frequency 입력 항목을 추가한다. - 전파형식 입력에 의해 주파수 범위가 자동으로 입력되어야 한다. - 주파수 범위 입력에 의해 Center Frequency 항목이 자동으로 입력되어야 한다. · 주파수 입력은 4자리까지 가능해야 한다. |

| 구 분 | 요구사항명 | 유형 | 요구사항설명 |
|------|---|----|--|
| 분석 | 전계강도 영역범위 설정시 오류 해결 | 개선 | · 전계강도 분석을 위해 임의의 위치를 설정한 상태에서 취소하기 위해 ESC 키를 클릭하면 취소되어야 한다. |
| | 점대점 혼신분석 | 추가 | · list control에 표시할 목록을 수정한다. · 혼신분석 관련 결과보기의 내용을 수정한다. · 분석내용을 EXCEL로 저장할 수 있어야 한다. |
| | 전계강도 계산 후, 결과값 확인을 원하는 임의장소 화면 표시 | 추가 | · 분석된 전계강도 결과 화면에서 원하는 지점을 임의로 선택하여 일괄적으로 자료를 출력할 수 있어야 한다. → 영역에서 선택한 지점을 화면에 표시만 한다. |
| | 전계강도 계산 후, 결과 값 확인을 위해 원하는 임의 장소를 목록화하여 일괄 처리 | 추가 | · 영역에서 선택된 지점에 대해 일괄적으로 처리할수 있도록 별도의 대화상자를 생성하여 목록을 작성하고 출력한다. |
| | 전파월경 알고리즘 오류 해결 | 개선 | · Japan-NTT_P 알고리즘 사용시 발생하는 오류를 해결해야 한다. |
| | 전파월경 결과 표시 | 개선 | · 분석 결과에서 지점은 선으로 도시한다. · 전계강도 값도 표시한다. |
| 환경설정 | 좌표체계 호환 | 추가 | · GPS 좌표체계와 호환되어야 한다. |
| | 주소 툴팁 표현 | 개선 | · 주소 값이 리단위까지 표시되어야 한다. |
| | 화면 표시 | 개선 | · 미구축된 DB 자료는 화면에 표시하지 않는다 · 분석 결과화면에서 Tx를 중심으로 분석 위치가 이동되고 중심점은 식별 가능하게 표시한다. |
| | 레이어 범례 설정 | 추가 | · 레이어 범례 설정시 sample 항목의 내용이 반영되어야 한다. |
| | 고도 표시 | 개선 | · 화면 확대/축소시 동일한 고도 값의 표시가 필요하다. |
| | 분석결과 삭제 | 개선 | · 검색 후 표시된 무선국을 삭제하는 기능이 지원되어야 한다. · 분석된 결과를 화면에서 삭제하는 기능이 지원되어야 한다. |
| | 그래픽 파일저장 | 추가 | · 지형정보를 jpg 파일 형식으로도 저장할 수 있어야 한다. |
| | 좌표체계 설정 | 추가 | · 환경설정 모드에서 좌표체계를 설정하면 전체 시스템에 일괄적으로 적용한다. 부분적용 |
| | 분석결과 표시 | 개선 | · 모든 분석기능 실행 후, 화면에 결과 표시 시 분석점을 화면 중앙으로 이동한다. |
| | 경위도 좌표체계 호환 | 추가 | · 상이한 경위도 좌표체계간(DMS, DEG)에 서로 호환할 수 있는 기능이 필요하다. |

| 구 분 | 요구사항명 | 유형 | 요구사항설명 |
|-----|------------------|----|---|
| 검색 | 주소 선택 | 개선 | <ul style="list-style-type: none"> · 도시 지역의 지번이 없을 경우 동 단위까지 검색한 후 이동한다. · 시외 지역의 지번이 없을 경우 리 단위까지 검색한 후 이동한다 |
| | 지번 검색 | 개선 | <ul style="list-style-type: none"> · 지번검색에 대한 결과 값을 마우스로 더블 클릭하면 해당 위치로 이동한다. |
| | 주소입력 검색 | 추가 | <ul style="list-style-type: none"> · 경위도->지번, 지번->경위도 검색이 가능해야 한다. · 경위도가 맞지 않을 경우 지번으로 검색되어야 한다. |
| | 경위도 선택 | 추가 | <ul style="list-style-type: none"> · 경위도로 주소 찾기 기능을 제공한다. |
| | 무선국 검색 후 저장 | 추가 | <ul style="list-style-type: none"> · 무선국 검색 결과에 대한 내용이 엑셀파일로 저장되어야 한다. |
| | 무선국 검색 후 상세정보 출력 | 추가 | <ul style="list-style-type: none"> · 무선국 검색에서 대상 무선국의 상세 정보가 출력(인쇄)되어야 한다. |
| | 무선국 검색 | 개선 | <ul style="list-style-type: none"> · 방송영역 전계강도 모드에서 무선국을 검색하면 무선국 검색 대화상자의 국종별 선택항목에 방송국 항목과 TV방송국 항목을 기본적으로 설정한다. · 점대점 링크계산 모드에서 무선국을 검색하면 무선국 검색 대화상자의 국종별 선택항목에 고정국 항목을 기본적으로 설정한다. · 무선국 검색 대화상자에서 해당좌표 입력 후 반경을 입력하여 검색할 수 있도록 한다. |
| | 주소, 경위도 검색 오류 해결 | 개선 | <ul style="list-style-type: none"> · 지번이 없는 곳으로 주소를 이동할 경우, 경고 메시지를 출력한다. |
| | 무선국 검색 조건 | 개선 | <ul style="list-style-type: none"> · 무선국 검색 조건에서 위성방송 보조국(SDMB)을 검색할 수 있어야 한다. |
| | 무선국 시설자별 검색 조건 | 개선 | <ul style="list-style-type: none"> · 무선국 시설자별 검색조건이 현행화 되어야 한다. |

| 구 분 | 요구사항명 | 유형 | 요구사항설명 |
|------|---|----|--|
| 관리도구 | 안테나 작도 기능 | 개선 | · 안테나를 쉽게 그릴 수 있어야 한다. - 펜 마우스 사용 · 펜 마우스를 사용하지 않고 안테나 패턴 이미지 입력기능을 개선하여 해결한다. |
| | 사용자별 별도 운용 모드 사용 | 개선 | · 관리자/사용자/교육용별로 사용기능이 분리되어야 한다. |
| | 사용자별 ID, PW 부여 | 개선 | · ID와 PW 개별적으로 운용되어야 한다. |
| | 안테나패턴 파일 읽기 | 개선 | · 안테나패턴 파일의 읽기 형식을 바꾼다. |
| | 운용모드 | 개선 | · 사용자별 운용모드(교육자/사용자/관리자)에 따라 기능사용 권한을 개선한다. |
| | 송수신 무선국 입력 시 무선국 종 항목을 안테나 관리 대화 상자의 검색조건 | 추가 | · 송수신무선국 대화상자에서 안테나 패턴 자료를 설정하면 화면에서 안테나 이미지를 쉽게 볼 수 있어야 한다. → 안테나관리 대화상자에서 검색조건에 기본 값을 설정하여 무선국중에 해당하는 안테나를 쉽게 검색할 수 있도록 한다. |
| 기타 | 기초 계산 부분 | 추가 | · 다양한 계산기능이 제공되어야 한다. |
| | LinkClient Upload | 개선 | · 프로그램의 안정성을 향상한다. |

나. 개선 및 추가 요구가 미 반영된 부분

(1) 장기적이고 시스템적인 개선이 요구되는 부분

| 구 분 | 요구사항명 | 유형 | 요구사항설명 |
|------|-----------------|-----|--|
| 환경설정 | 주소체계 변환 | DB | · 법정동과 행정동에 대한 변환 기능이 제공되어야 한다. |
| 기타 | 지형정보 DB Upgrade | DB | · 강원도 지형정보의 현행화가 필요하다. · 부산 지역의 지하철 노선이 개선되었다. · 중요 관공서 건물이 표시 되어야 한다. |
| | 전용 컴퓨터 보급 | 시스템 | · 전용 컴퓨터가 부족하다. |
| | 메모리 Upgrade | 시스템 | · 컴퓨터의 처리 속도를 향상시켜야 한다. |

(2) 장기적 개발이 요구되는 부분

| 구 분 | 요구사항명 | 유형 | 요구사항설명 |
|------|--------|----|---|
| 분석 | 혼변조 계산 | 개선 | <ul style="list-style-type: none"> · 혼변조 계산 영역에 대해 일괄적으로 혼신 분석이 되어야 한다. · 사용자가 지정한 반경(Km) 내에 허가된 모든 주파수를 가지고 혼변조 계산을 해야 한다. |
| 관리도구 | 안테나 유형 | 추가 | <ul style="list-style-type: none"> · 일반 시설자들이 주로 사용하는 안테나가 제공되어야 한다. · 기본 안테나 유형이 추가되어야 한다. <ul style="list-style-type: none"> - YAGI, OMNI, GP, Sector |

위에서 언급한 장기적이고 시스템적인 개선이 요구되는 부분과 장기적인 개발이 요구 부분은 주파수 자원분석체계 구축에서 보다 신중하게 개발되어야 할 부분이다. 본 연구에서는 체신청을 포함하여 본 연구자가 RFMS 분석에 있어 필요한 요구사항에 대해 연구하여 추가 및 개선한 사항만을 표현한 것이기 때문에 사용자 입장에서는 향후 운용에 많은 도움이 될 것으로 생각한다.

제 3 절 RFMS 내의 GIS DB 개선 연구

1. RFMS(전파관리시스템)의 안정화 고찰

RFMS의 경우 현재 제우스와 함께 여러 패키지가 맞물려 돌아가면서 시스템의 안정도를 떨어뜨리는 현상을 가지고 있다. 뿐만 아니라 몇 개의 무선국에 대한 전파 분석 시에 과중한 부하가 걸려 다운되는 경우가 생긴다.

이와 함께 현재 운용되는 RFMS 내부는 전파 분석 시에 너무 많은 클래스에 접근을 함으로 인하여 쓸데없는 계산을 하는 경우가 많으며, 값에 대한 정확도가 떨어지는 문제를 야기 할 수 있다. 뿐만 아니라 이러한 문제는 전체적인 운용속도에도 문제를 발생하므로, 이들 값 계산과 값들의 이동을 간소화 하고, 서로 간 역할을 확실히 분리할 필요가 있다. 그러나 RFMS가 가지고 있는 분석 특성이 원인이 될 수 있으므로 분석 시나리오를 충분히 재검토해야 할 시간이 필요하다고 생각된다. 개선 및 추가부분에 있어 가장 중요한 부분은 Core 시스템과의 접근도를 용이하게 구현하여야 하는

데 개발자에 따른 구조 틀 변화로 인해 유지 보수의 용이성이 떨어지는 것도 사실이다. 따라서 현실적으로 필요한 부분은 클래스별 운용되는 파라미터의 역할과 필요한 공통 파라미터를 효과적으로 추출하는 것이고 그것을 통일하는 것이 시스템 안정화를 위해 매우 중요하다. 또한 RFMS 구조특성상 상호 의존관계가 많이 일어나는 부분에 대해 분석클래스들의 상호 독립적인 실행이 요구되며, 서로 독립적으로 실행되는 클래스들은 데이터의 이중분석이나 서로 영향을 끼치지 않도록 모듈화를 할 필요가 있다. 이러한 상황에 요구되는 프로그램 구조형식은 역시 3-tier 구조가 적합하다. 그러나 중간 매개체 역할을 하는 부분이 오히려 시스템의 안정도를 떨어뜨리고 종속성을 유발할 수 있는 부분이 발생함으로 유의하여 구조체를 형성하고 코딩해야 할 것으로 생각된다.

2. RFMS(전파관리시스템)의 DB 접속기능 향상에 관한 고찰

현재 RFMS에서 운용되고 있는 제우스 DB와 프로그램의 접속은 멀티 접속이 아닌 단일 접속 형태로 되어 있다. 제우스 DB와의 단일 접속 형태는 현재 시스템이 다중 처리할 수 있는 기능이 있음에도 그 기능을 활용 할 수 없도록 만드는 것이며 뿐만 아니라 데이터 로딩과 DB 접속으로 인한 병목 현상을 유발하기 때문에 시스템 성능을 매우 저하 할 수 있는 요인이 된다.

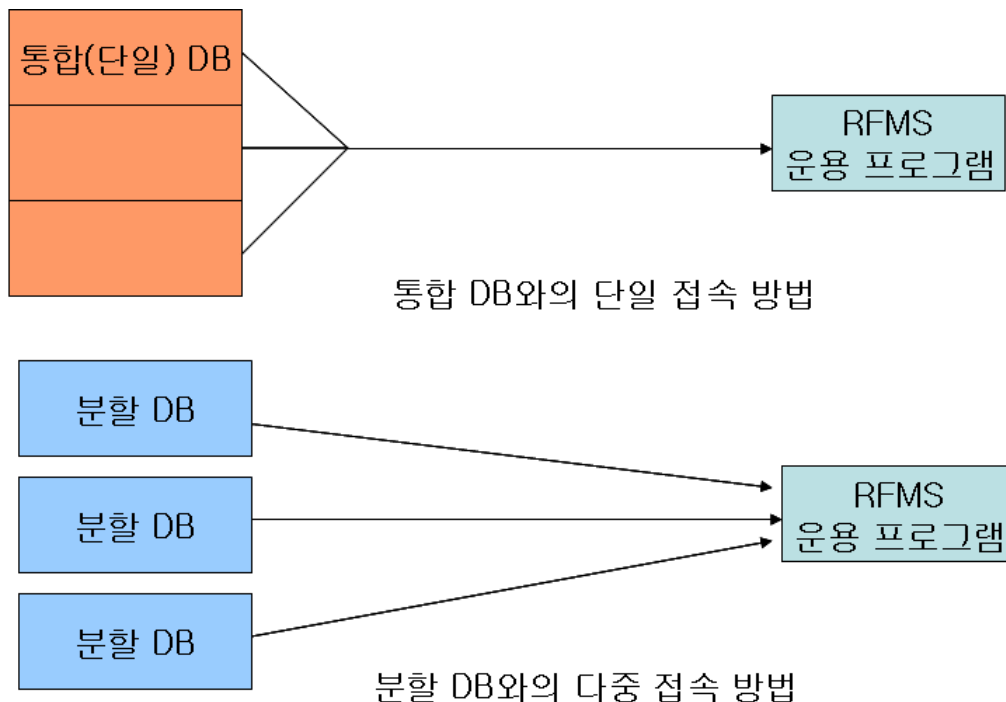


그림 25 통합 DB와 분할 DB와의 접속 방법

따라서 그림 26과 같이 향후 개선되어야 할 부분은 제우스 DB의 분할과 DB가 분할될 경우 다중접속이 가능하도록 프로그램 개선이 필요한 상황이다.

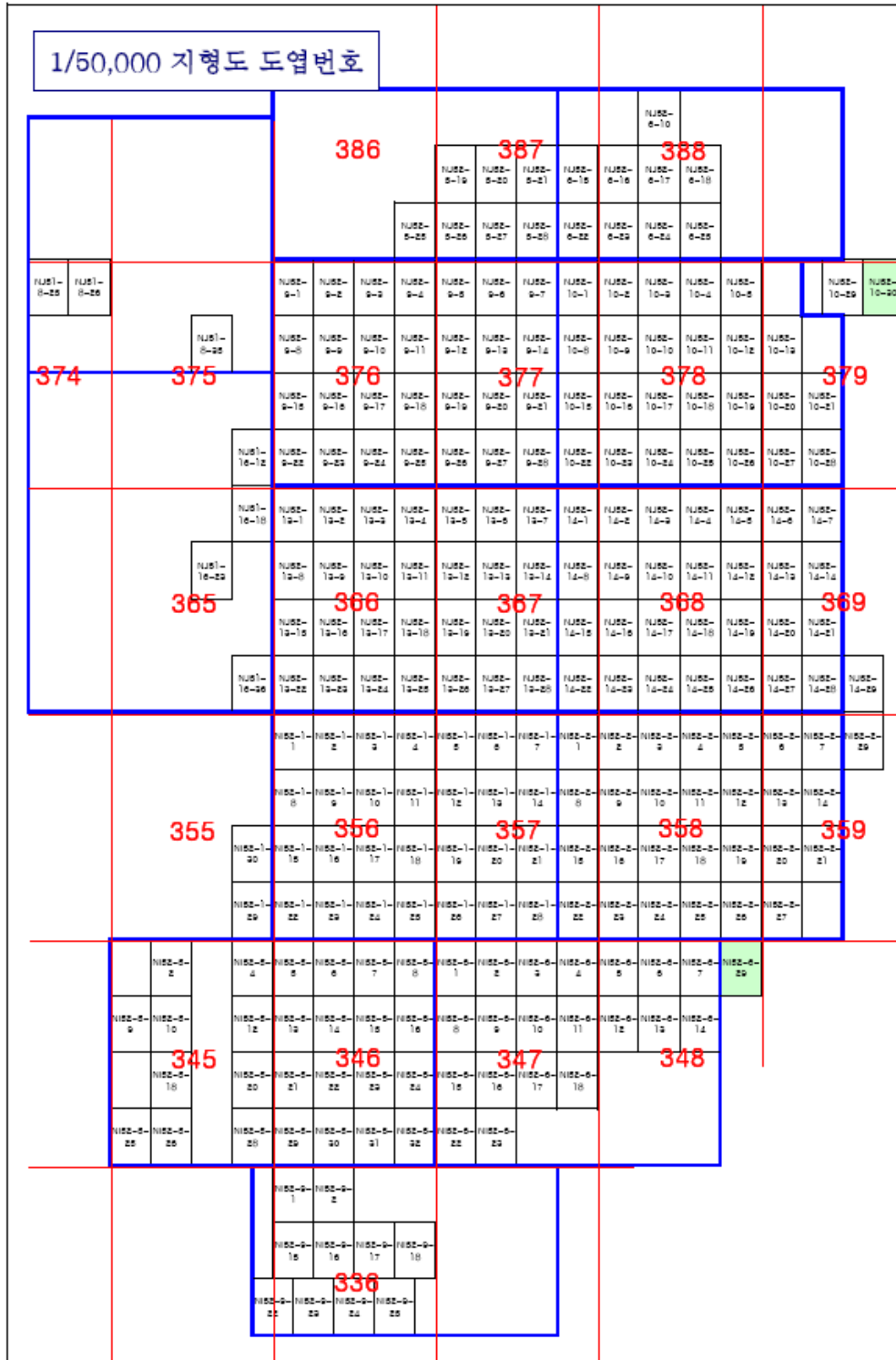


그림 26 국립지리원 5000:1 도엽도[3]

이렇게 DB의 분할과 다중접속이 가능하게 되면 DB 최적화가 가능하며 DB 최적화는 DB 접속속도와 화면 처리속도를 증가시킨다. 그림 27과 같이 향후 도엽 기준으로 DB 분할을 한다면 GIS 갱신 시 보다 체계적인 유지보수가 가능할 것이다. 도엽별 RFMS DB 구축이 가능하면 지속적으로 늘어만 가고 있는 GIS DB의 총량을 효과적으로 처리할 수 있다. 따라서 국가 GIS 코드와 연계된 DB 효율화가 반드시 필요하다. 그러나 DB의 분할과 다중화를 추진함에도 불구하고 DB가 각 체신청에 존재함으로 인하여 안테나패턴 등의 업드레이드 시 각 체신청의 DB에 업그레이드를 실행해야 하는 단점이 존재함으로 인하여 사용상의 불필요 요건이 발생함으로 인해 DB의 각 체신청 별 분할 및 전체 운영에 필요한 데이터 등은 중앙 집권화를 시킬 필요성은 있다.

두 번째로 RFMS 계산 시 필요한 고도데이터의 처리방안이다. RFMS는 고도데이터의 양적인 문제로 인해 현재 클라이언트에 파일로 저장되어 사용되고 있다. 이는 GIS 고도 데이터가 보안적인 것을 고민해야 하지만 클라이언트에 저장될 때에는 보안에 문제가 되며 고도데이터의 갱신에 문제가 된다. 고도데이터의 동일한 DB 관리를 위해 통합한다면 DB 접속에 대한 속도 문제가 발생되므로 공통 데이터베이스에서 사용할 경우 속도에 문제가 되지 않을 방안이 필요하다. 따라서 관련 DB 처리 방안으로 30m데이터의 10m 데이터로 변경할 방안이 필요하다. 10m 데이터 활용 시 고도데이터의 양이 9배 정도 증가하게 된다. 따라서 차기 연구에는 체계적인 연구가 필요하다.

제 5 장 결 론

본 연구는 IT389 신 성장동력 사업의 일환으로 차세대 이동통신서비스와 UWB 서비스를 위한 국내 주파수 자원발굴을 목표로 하고 있다. 전파연구소에서는 동 목표를 위해 국내·외적으로 주파수 자원발굴을 위한 연구를 2004년도부터 수행하고 있으며, 크게 두 가지 영역의 사업분야로 구분되어 수행되고 있다고 할 수 있겠다. 첫 번째는 WRC-07의 국제주파수 자원 확보를 위한 ITU-R WP8F 연구반 활동과 TG 1/8 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 스탠더드를 개발하여 오고 있다. TG 1/8는 광대역 통신을 위한 주파수용도 지정을 위해 전 세계적으로 연구하고 있는 상황이다. 두 번째는 차세대이동통신 시스템을 위한 잠정 후보대역 발굴을 위한 연구 활동과 UWB 주파수 후보대역 선정을 위한 상황이다. 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. UWB의 경우도 3-10GHz 대역에 초점을 맞추어 전 세계적인 용도 지정을 위해 고민하고 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 2005년도 전파연구소 연구 수행사항을 중심으로 2장에 기술하였다. WP 8F와 함께 ITU-R에서 가장 활발히 움직이고 있는 TG 1/8 회의 결과인 UWB에 대한 연구결과를 3장에 기술하였으며 차세대 이동통신 및 UWB 표준화 및 기술 기준 정립을 수행하면서 함께 추진하였던 RFMS 시스템에 대한 개선 부분은 4장에 언급하여 놓았다. 마지막으로 첨부에는 UWB 연구 활동 결과에 대한 기준을 첨부하여 놓았다.

특히 정보통신부의 IT389 신 성장 동력 사업인 유비쿼터스 정보통신 사회구현을 효과적으로 추진하기 위해 유비쿼터스 사업에 필수적인 전파관리기능을 체계적으로 접근하고 체신청 무선국 허가업무를 효율화하기 위해 유지보수 개선사업의 일환으로 2005년 한 해 동안 RFMS(전파관리시스템)에 적용된 개선된 사항을 일목요연하게 정리하여 보았다. RFMS의 개선사항들은 현재 개발 추진 중인 주파수자원분석체계의 요구사항으로도 반영되어 RFMS가 해결할 수 없었던 기능도 구현할 것으로 기대된다. 이와 더불어 기존에 구현하

기 어려웠던 전과 혼 간섭 업무를 체계적으로 접근하는데 기반적인 역할을 할 것으로 생각된다. 특히 체신청 업무자의 운용상의 편의를 증가하도록 구현하는 과정에서 많은 시행착오가 있었지만 그에 따른 부작용을 최소화하는 방안도 노하우로 발견한 것이 본 연구에 있어 얻을 수 있었던 수확이라 할 수 있다.

참고문헌

- [1] ITU-R WP8F 15, 16, 17차 우리나라 기고문 및 의장 보고서
- [2] ITU-R TG1/8 5차 우리나라 기고문 및 의장 보고서
- [3] 국토지리정보원 수치지형정보도

첨 부

<첨부 1>

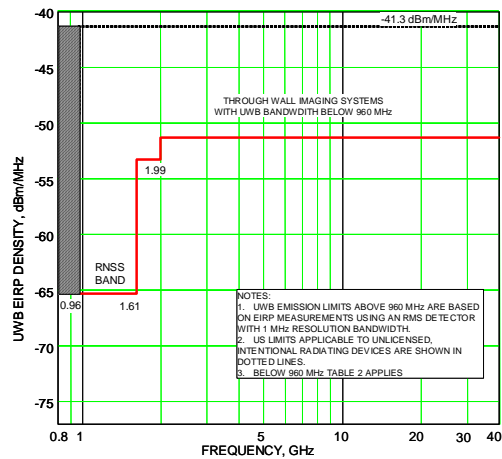
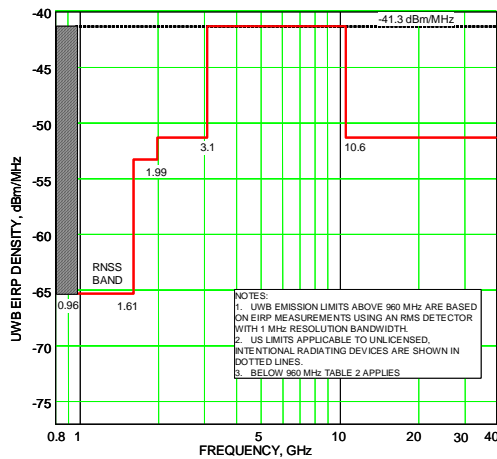
외국의 이용제도

□ 미국 (CFR Part 15)

- 장난감, 비행기, 선박, 위성에 사용 금지
- 960MHz 이상 UWB 기기의 출력 첨두 값은 0dBm/50MHz(e.i.r.p)
 - 첨두 방사 출력의 주파수는 UWB 대역폭 내에서 포함되어야 함
- UWB 기술사용을 위한 기술적 필요사항
 - 휴대용과 벽속영상시스템으로 동작하는 GPR 시스템은 동작 후 10초 이내에 동작을 중지하도록 설계할 것
 - 차량용 UWB 이동레이더는 23.6-24.0GHz에서 수평면에서 38°(2005년 이후에는 30°)이상 각도에서 25dB(2010년 이후에는 30dB, 2014년 이후에는 35dB) 감쇄되도록 설계할 것.
- 9kHz ~ 960MHz 방사출력(GPR, 벽속영상 레이더)

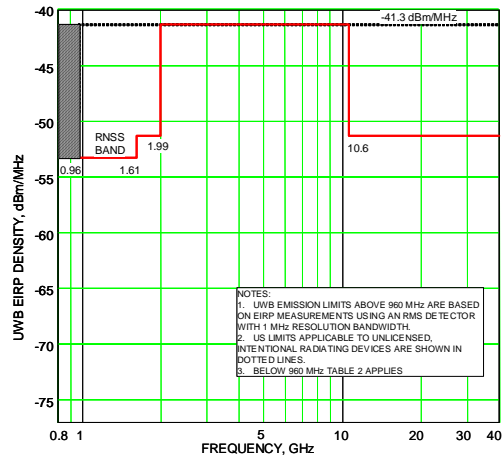
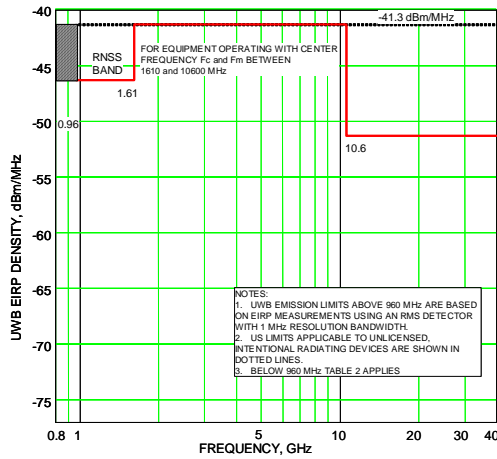
| 주파수(MHz) | 전계강도 ($\mu\text{V}/\text{m}$) | 측정거리 (m) |
|-------------|---------------------------------|----------|
| 0.009~0.490 | 2400/F(kHz) | 300 |
| 0.490~1.705 | 24000/F(kHz) | 30 |
| 1.705~30.0 | 30 | 30 |
| 30.0~88.0 | 100 | 3 |
| 88.0~216.0 | 150 | 3 |
| 216.0~960.0 | 200 | 3 |

- 미국의 방사마스크



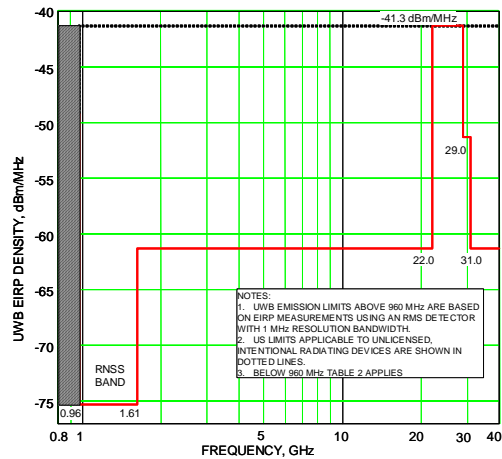
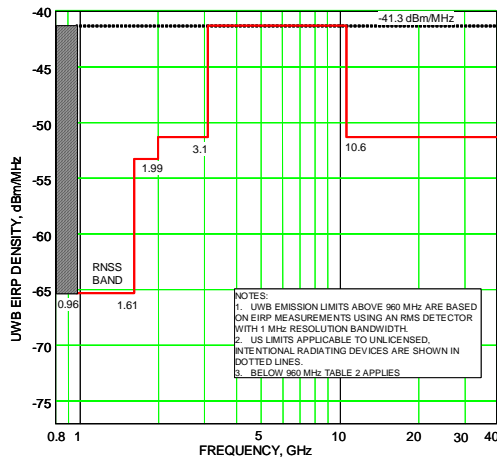
<GPR와 벽속영상시스템>

<벽투과영상시스템(1)>



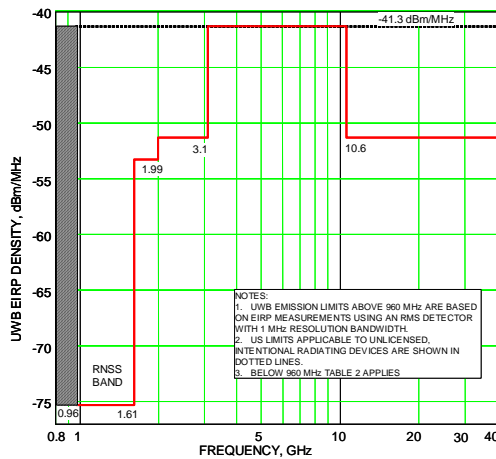
<벽투과영상시스템(2)>

<감시레이더>

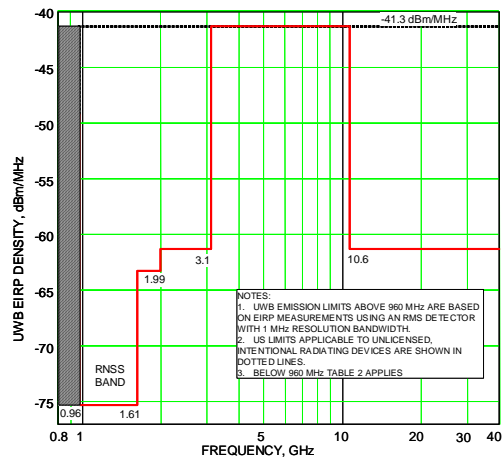


<의료영상시스템>

<자동차레이더>



<실내 통신 시스템>



<실외 휴대 통신 시스템>

□ 유럽 (현재 ECC에 제안 상태임)

o UWB 사용 금지 (개별 면허를 면제하지 않음)

- 모형비행체
- 외장 안테나를 이용한 실외 설비와 기반시설
- 도로, 열차, 비행기에 설치되는 경우

※ 항공기, 선박에의 허용 여부는 계속 검토중임

o 최대 e.i.r.p. 출력

| 주파수 범위 | 최대 평균 PSD (e.i.r.p. dBm/MHz) | 최대 평균 PSD (e.i.r.p. dBm/MHz) |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1.6 GHz 이하 | -90 dBm/MHz | -50 dBm/50MHz |
| 1.6~2.7 GHz | -85 dBm/MHz | -45 dBm/50MHz |
| 2.7~3.1 GHz | -70 dBm/MHz | -30 dBm/50MHz |
| 3.1~4.95 GHz | -70 dBm/MHz | -30 dBm/50MHz |
| 4.95~6 GHz | -70 dBm/MHz | -30 dBm/50MHz |
| 6~9 GHz | -41.3 dBm/MHz | 0 dBm/50MHz |
| 9~10.6 GHz | -65 dBm/MHz | -25 dBm/50MHz |
| 10.6 GHz 이상 | -85 dBm/MHz | -45 dBm/50MHz |

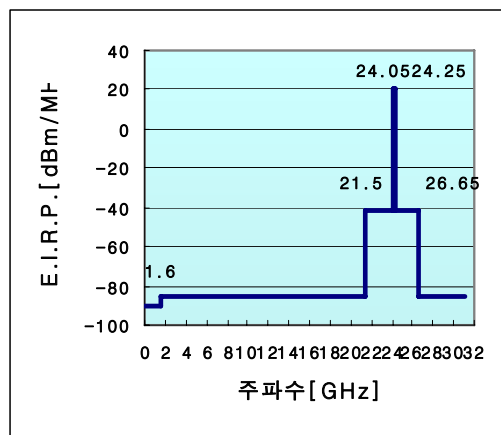
- 3.1~4.95GHz 대역에서 최대평균전력밀도 -41.3 dBm/MHz(e.i.r.p), 최대첨두 전력 0dBm/50MHz를 DAA 탑재 조건으로 허용하는 것을 지지
- 3.1~4.95GHz 대역에서 최대 duty cycle을 1초에 5%, 1시간에 0.5%, 최대평균전력밀도 -41.3~-45 dBm/MHz(e.i.r.p), 최대첨두전력 0dBm/50MHz로 허용할 수 있을 것임
- 3.1~4.95GHz 대역에서 다른 간섭완화 기술 연구를 지지
- 4.2~4.8GHz 대역에서 2010년6월30일까지 최대평균전력밀도 -41.3 dBm/MHz(e.i.r.p), 최대첨두전력 0dBm/50MHz(e.i.r.p.)를 허용할 수 있음

o 기타사항

- UWB의 펄스반복 주파수(PRF)는 1MHz를 넘지 않을 것
- 상대 UWB장치의 응답이 없을 경우 10초 이내에 전송을 중지할 것

o 24GHz 내역에서 자동차 SRR의 기술적 필요사항

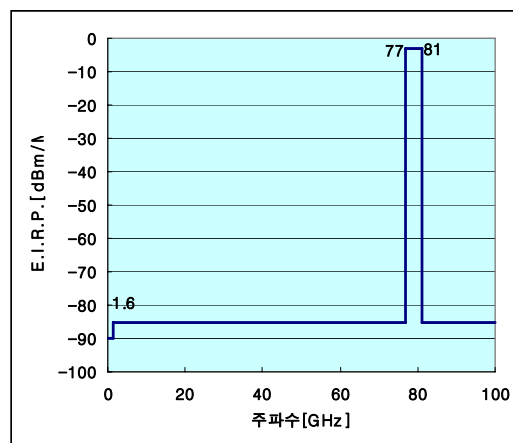
- 24.15GHz \pm 2.5GHz 대역에서 최대평균전력밀도 -41.3 dBm/MHz(e.i.r.p), 최대첨두전력밀도 0dBm/50MHz(e.i.r.p.)



- 24.05-24.25GHz 대역에서 협대역 발사를 하는 경우 최대 첨두전력 20dBm(e.i.r.p.)(-10dBm 이상인 경우 **Duty cycle 10%**)
- 23.6-24GHz에서 -74dBm/MHz 이상, RAS주파수(전파규칙 5.149) 인접대역에서 -57dBm/MHz 이상으로 발사하는 기기는 전파천문국 주변에서 자동으로 송신을 멈추는 기능을 가질 것 (자동 기능은 2007년 7월 1일부터 적용하고, 이전에는 수동으로 하도록 규정)
- 24GHz 주파수 영역은 2013년 6월 30일까지 출시되는 SRR 시스템에 사용되고 수명이 만료될 때까지 운용을 허용하고, 이후에는 79GHz 대역만 사용
- 비간섭과 비보호를 기반으로 허용
- 24GHz 대역 장비 장착 차량 수는 각국 자동차 수의 7.0%를 넘지 않아야 함

o CEPT의 79GHz대역 SRR 기술적 필요사항

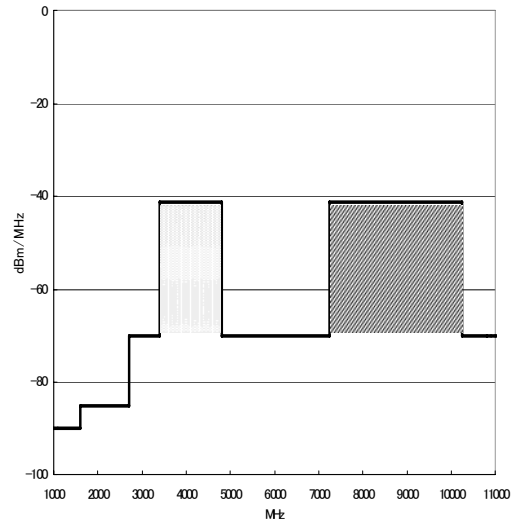
- 77~81GHz 주파수에서 평균전력밀도 -3dBm/MHz e.i.r.p. 첨두전력 55 dBm(e.i.r.p.)로 비간섭과 비보호 조건으로 허용



- 차량에 장착한 상태에서 최대평균전력밀도가 -9dBm/MHz e.i.r.p를 초과하지 않을 것

□ 일본 (중간 연구결과)

- o 일본의 현재 진행 중인 UWB 이용제도 연구 중간 결과로 실내에서 적용하는 방사 마스크를 포함 ('06.3월말 완료 예정)



- o 3400-4800MHz대에서는 DAA(Detect-And-Avoid) 기능을 적용하여 간섭이 발생할 경우 UWB 송신 레벨을 -70dBm/MHz이하로 낮출 것

<첨부 2>

UWB 기술 특성 (ITU-R 권고안)

□ 배경

- UWB 특성, UWB 영향, UWB 제도, UWB 측정 방법 권고의 공통 고려사항 (considerings)에 대하여 을 정리함
 - UWB의 의도적 발사가 매우 넓은 주파수 영역에 펼쳐진다는 점
 - UWB 발사가 다른 여러 업무에 할당된 주파수 대역을 점유한다는 점
 - 당해 주파수의 여러 무선통신 업무의 시스템에 영향을 줄 수 있다는 점
 - 근거리통신, 레이더 이미징, 의료 이미징, 자산 추적, 관제, 자동차 레이더, ITS 등 다양한 응용 시스템에 이용된다는 점
 - UWB는 공공안전, 건축, 엔지니어링, 과학, 의료, 소비자 응용, IT기간망, 멀티미디어 오락 및 교통 수단에 응용될 수 있다는 점
 - UWB는 이미 분포된 기존의 업무나 새롭게 분포될 장소에서 고밀도로 분포될 수 있다는 점

□ UWB 기술 특성

- UWB 정의 (부속서 A)
 - 정의 : 의도적으로 발생되어 복사 또는 유도에 전달되는 500MHz 이상의 대역폭 또는 대역폭대 중심주파수 비 0.2 이상 되는 전파에너지
 - 일반적 특징
 - 수십 나노초의 펄스신호를 이용하므로 다중경로 페이딩에 강함
 - 에너지를 초광대역에 분산 전송하므로 외부 간섭에 강함
 - 낮은 스펙트럼 전력밀도를 이용하므로 보안성이 좋음
 - 중간주파수 개념이 없이 기저신호 송신하므로 시스템이 간단함
 - 100Mbps 이상의 고속 근거리 통신 시스템에 적합
- UWB 기술의 특성 (부속서 B)
 - UWB 변조방식
 - 펄스위치변조(PPM, PSK), 양극변조(BPM), 조합변조(BPM+PPM), 시변조(TM, TSK), 직접확산(DS), 펄스파형변조(PSM), 멀티밴드직교주파수

분할변조(MB-OFDM) 등

- UWB 변조방식으로 Transmitted Reference(TR)UWB, 펄스진폭변조방식(PAM), 온-오프키잉(OOK), M-ary직교신호방식, 주파수호핑방식(FH-UWB), 찰(Chirp)변조방식을 추가함

o UWB 장치의 기술적 운용적 특성(부속서 C)

- 전형적인 UWB 장치의 종류 : 레이더 이미징 시스템(대지투과, 벽속물 체레이더영상, 벽투과레이더영상, 감시, 의료), 자동차레이더시스템, 측정시스템, 통신시스템 등
- UWB 영향 분석에 필요한 UWB 이용 밀도와 활성계수(Activity Factor)를 다음 표와 같이 가정

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

o UWB와 관련된 기술 용어들을 다음과 같이 정의함

| | |
|--|---|
| UWB기술 (Ultra-wideband technology) | 광대역의 주파수에서 동작하는 근거리 무선통신 방식으로 타무선통신 서비스와 중첩되기도 함. UWB 기기는 -10dB의 대역폭이 500MHz 이상이 되거나 중심주파수 대비 20% 이상을 차지하는 무선전송 시스템을 지칭함. |
| UWB전송 (UWB transmission) | UWB 기술이 적용된 전송 |
| 활성계수 (Activity factor) | 단일 기기에 의한 UWB 전송이 이루어지는 시간 비율. 복수기기에 대한 것은 Annex C의 C3 참조 |
| 임펄스(Impulse) | 극성 없이 UWB 대역 필터를 통과시켜 펄스를 인가할 수 있는 단방향성의 광대역 신호. |
| 펄스(Pulse) | 시간폭이 신호의 -10dB 대역폭에 반비례하는 단일 UWB 전송과 |
| 레이더영상장치 (Radar imaging device) | 벽의 안쪽 또는 투과된 곳에 숨겨져 있는 물체의 영상을 도출하는 기기. 적용 대상으로는 벽의 내부 또는 투과된 영역을 관찰하거나, 지하탐사 레이더, 인체 내부 영상, 건축, 굴착공사 그리고 감시용 기기들을 포괄함 |
| 대지침투레이더 (Ground penetrating radar(GPR)device) | 지표면에서 동작하며 지하의 구조물에 대한 영상을 추출하는 장치. 보통 지하를 지칭하지만 모든 일반적인 유전체가 대상이 될 수 있음. |
| 벽속레이더영상장치 (Wall radar imaging device) | 벽 내부 구조를 관찰할 수 있는 레이더 영상장치. 콘크리트 빌딩이나, 터널, 광산, 다리 구조물 등의 대상을 포함. |

| | |
|---|---|
| 벽투과레이더영상장치 (Through-wall radar imaging device) | 벽이나 천장 등의 구조물을 지나 건너편의 사람이나 물체를 인식할 수 있을 정도의 충분한 에너지를 전송할 수 있는 센서 장치. |
| UWB통신장치 (UWB communication device) | 상호 정보를 교환할 수 있는 근거리 통신 장치 |
| 계측장치 (UWB Measurement device) | 거리 또는 위치를 파악할 수 있는 장치 |
| 의료영상장치 (Medical imaging device) | 사람이나 동물의 몸체 내부에 존재하는 물체를 감지할 수 있는 센서장치 |
| 위치탐지 및 추적 (Location sensing and tracking) | 적절한 위치에 설치된 센서들에서 전송되는 UWB 신호를 이용하여 원거리의 물체 위치를 측정할 수 있는 방식 |
| 자동차레이더 (Vehicular radar device) | 지상의 운송장치에 장착되어 근방의 사물이나 사람을 감지할 수 있는 레이더 장치 |
| 다기능 기기 (Multi-functional device) | 상기 여러 기기들의 기능을 두 개 이상 동시에 구현할 수 있는 장치. |

o UWB 기술의 일반적 특징 요약

- UWB는 자동차충돌방지, 에어백, 교통시스템, 근거리고속통신, 태그 장치, 감시장치, 위치추적 및 기존의 고속 유선통신망을 대체할 수 있는 광범위한 응용성을 갖는 기술임. 따라서 비록 UWB가 저전력의 기기이긴 하나 사무실과 같은 한정된 지역에서는 고밀도의 UWB 기기들이 한꺼번에 동작하는 경우가 발생할 수 있음.
- 근거리에서 적어도 100Mbps 이상으로 동작하는 고속통신 방식임. 또한 일반적인 잡음보다도 적은 출력으로 동작하기 때문에 도청 등에 강한 보안성을 갖음. 또한 높은 신호 이득 특성으로 인해 외부 간섭에 강함.
- 샤논의 정리에 의하면 통신시스템의 전송용량은 주파수 대역에 비례하며 이에 따라 광대역 신호를 사용하는 UWB 기기는 저출력으로도 고속통신을 가능하게 함.

o UWB 신호의 변조 기법 관련

- UWB 신호의 주파수 스펙트럼을 잡음처럼 보이도록 하기 위해 적절한

변조, 필터, 코딩 기법 등을 사용할 수 있음.

- 다른 무선 시스템과의 간섭을 회피하기 위해 UWB 펄스 모양을 설정할 수 있으며 평균값은 항상 0이 되어야 함.
- UWB 신호는 다양한 변조 방식을 채택할 수 있고, 이를 펄스 형태, 스프레딩 기법등과 혼합하여 주파수 스펙트럼 특성 레벨을 가우시안 레벨 이하로 낮출 수 있음.
- 반대 극성을 갖는 두 개의 펄스를 사용하는 변조 기법을 통해 스펙트럼의 스프레딩 효과 획득
- DS-UWB 변조 기법은 여러 개의 펄스를 순차적으로 배열하여 정보를 전송하는 방식으로 적절한 스프레딩 코드를 이용하여 여러 사용자가 같은 밴드를 사용할 수 있음

o 멀티밴드 변조 기법

- 광대역 밴드를 서로 독립적인 여러 개의 서브밴드로 나누어서 각각 독자적인 정보를 전송하도록 함. 이를 위해 OFDM 변조 기법을 채택. 여러 밴드의 신호를 혼합하여 순차적으로 전송함으로써 여러 사용자가 밴드를 공유.
- 서로 다른 주파수 대역을 호핑하는 방식으로 신호 전송. 호핑 순서 및 속도를 가변하여 다양한 모드를 구현.
- 시간변조호핑 방식을 사용하여 딜레이스프레딩 (delay spreading)에 의한 심볼 상호 간섭 효과를 줄일수 있음

o 공통신호모드 (Common Signalling Mode)를 채택하여 서로 다른 방식을 사용하는 UWB 기기간의 호환을 보장할 수 있음.

o 실내환경에서는 신호가 여러 개의 다중경로로 전송될 수 있으며 이에 따라 수신된 신호는 처음 신호보다 넓게 펼쳐져 보임. 대역폭이 넓어질수록 다중경로 신호 영향에 덜 민감하게 됨. 따라서 UWB는 다중경로에 의한 에러 발생율이 낮음.

o 영상 및 위치 추적 활용

- UWB 신호는 벽과 같은 장애물을 통과하는 투과성이 있으며 고해상도를 갖기 때문에 위치 추적에 적용할 수 있음
- 투과성은 재난구조, 범죄예방, 화재, 눈사태 등의 상황에서 인명구출에

활용되거나 병원에서 환자의 신체내부를 관찰하는데 적용가능.

- 지하탐사나 건축물 결함 분석, 지하 매설물 탐지, 공항 활주로, 얼음 상태 분석 등 다양한 영상자료를 확보할 수 있음.

o UWB를 이용한 활용 분야와 특징

| UWB 활용 | 특징 |
|-----------|---|
| 레이다 영상 | - 특수한 환경에서 매우 제한적으로 사용 |
| 지상투과레이다 | - 특수한 환경에서 제한적으로 사용 - 사용빈도가 매우 낮으며 항상 지표면을 향해서 동작 |
| 장애물 영상레이다 | - 제한적인 환경에서 엔지니어, 건축, 디자이너 등 특수 종사자이 벽을 향해서만 사용 - UWB 기기들은 성능 향상을 위해 벽에 밀착되어 사용 |
| 벽투과 레이다영상 | - 이동성이 있으며 경찰, 군인, 경비원들이 비정기적으로 소량의 기기들만을 사용 - 벽쪽을 향하여 동작하며 필요에 따라 벽과 일정 거리를 두기도 함 |
| 의학 영상 | - 사람이나 동물의 신체 내부를 검사하는데 사용 - 실내에서 특수 종사자들에 의해 신체에 대하여서만 제한적으로 사용 |
| 감시 | - 고정된 장소에서 사람에 대한 지속적인 감시활동 |
| 차량용 레이더 | - 평지에서 이동하면서 사용됨. 고속도로나 주요도로에서 고밀도로 동작될 수 있음. - 지표면과 평행한 방향으로 동작 |
| 측정 | - 실내외에서 고정식으로 사용 |
| 위치 추적 | - 고정된 구조물을 바탕으로 하여 사용 - 송신단은 능동 제어됨 |
| 통신 | - 사무실 등의 실내에서 고밀도로 사용됨 - 기기에 따라 사용빈도수가 다양하며 실외에서도 동작되는 경우도 있음 |

o 활용 분야에 따른 UWB 주파수 스펙트럼 변화 비교

- 실내환경에서 480Mbps 이상 고속으로 동작하는 경우와 그밖에 특수한 용도로 저속으로 동작하는 경우로 나누어서 각기 달라지는 UWB 스펙트럼 특성을 비교함. 동작 속도에 따라 시스템의 구성 요소가 달라지게 됨

- 차량용 레이더에 대한 특징 및 상세 규격 정리
 - 차량용 레이더는 매우 높은 주파수대역에서 동작하며 사람이나 사물의 움직임에 민감하는 반응하는 센서로 활용됨.
 - 현재 사용되고 있는 차량용 시스템을 예로 들어 주파수, 안테나패턴, 동작 거리, 출력 등에 대한 상세규격을 표로 보여줌
- 지하탐사레이더의 특징 및 상세 규격을 정리함. 대상은 지표면 뿐만 아니라 모든 비전도성 물질을 포함. GPR 신호와 기기의 특성을 상세하게 정리함. 현재 상용으로 사용되고 있는 GPR 시스템 6개의 시스템 사양을 세부 분석한 표를 보여줌.
- 활성계수(Activity Factor)는 시뮬레이션 시나리오를 구성하는데 있어서 필요한 계산 요소임. UWB 기기가 실제 상용화 되는 정도, 사용 빈도, 최대 사용 시점, 관련 기술의 성숙도 등이 복잡하게 관여되어 계산. 각각의 활용분야에 따른 활성 계수를 계산하는 방법에 대해 자세히 정리됨
- 차량용 레이더의 동작 모드 (SRR off, Reduced PRF, Non-UWB SRR, 부분적 주파수 거리) 에 따른 활성계수값을 산출. 각각의 모드는 교통량과 주행 상태에 따라 구분됨. 주차, 엔진 정지, 교통체증, 장거리 고속주행 등의 특징에 따라 레이더의 동작을 멈추거나 발생 펄스의 빈도를 조절하여 모드를 변경함.
 - 차량용 레이더의 현재 및 미래 시장 형성을 예측하는 통계 제시. 2030년까지 차량관련 센서중 UWB 레이더 기기가 40%를 차지할 것으로 예상. 이를 이용하여 단위 지역에서 동작하는 UWB 레이더 기기의 밀도를 계산.
 - 여러 가지 시나리오를 바탕으로 하여 계산된 차량용 레이더의 활성계수는 7dB로 계산되었음. 다만 이는 절대적 수치는 아니며 각 기관별로 별도의 연구가 필요할 것으로 권고함
- 위치추적 시스템의 활성 계수 계산에 대한 시나리오를 제시함. 사무실이나 병원 등지에서는 UWB 기기가 200m²당 한 개 존재하는 밀도로 분포. 사람이나 사물에 장착된 태그에서 발생하는 신호의 활성 계수는 매우 낮으며 최소 0.001%, 최대 24% 범위값을 가짐

- 통신용으로 사용되는 UWB 기기의 활성화수는 송신단과 수신단의 숫자, 사용빈도 및 거리에 따른 시나리오와 더불어 향후 시장 전망에 의한 기기의 증가를 함께 고려하여 계산함.
- 시나리오에 의한 시뮬레이션을 수행할 때 고려해야할 변수들 및 환경 조건을 제시. 스트리밍 비디오 활용 비율이 가장 높음 (95%)
- 실내와 실외로 나누어서 활성화수를 증가 또는 감소시키는 복잡한 변수들의 영향을 설명함. 실내의 활성화수는 1-5% 범위이지만, 기술의 개발 속도, 사용자들의 성향에 따라 변화됨. 실외의 활성화수는 0.01~0.02% 범위이고 이동 통신 장비 기술의 발전에 따라 값이 변할 것임
- 벽투과 및 의료용 영상 레이더, 지하탐사 레이더 등의 활성화 계수는 1% 이하인 반면 감시분야의 활성화수는 50%로 산출됨
- 전형적인 UWB 장치로 레이더영상시스템(대지투과, 벽투과, 벽속, 의료), 감시시스템, 자동차레이더시스템, 측정시스템, 통신시스템 외에 다기능 시스템을 추가함
- 간접분석에 활용하기 위한 UWB 장비의 활성화 계수(Activity factor)를 가 정하기 위한 다양한 파라미터

| UWB 응용시스템 | | | | 활성계수 |
|---------------------------------|---|--------------------------|------------------------------|---------------|
| 차량용 레이더 | 충격계수 =1/100 PRF<=10% 운용모드 =-3dB | 고급차비 율:6% 1차당 10센서 | 고속도로 123대/km ² | - |
| | | | 교외 330대/km ² | - |
| | | | 도심 453대/km ² | - |
| 계측 시스템 (200m ² 당 1대) | | | | 0.01 ~ 2.4 % |
| 통신 시스템 (실내) | | | | 1 ~ 5 % |
| 통신 시스템 (실외) | | | | 0.01 ~ 0.05 % |
| 지표투시레이더 | | | | < 1 % |
| 의료영상시스템 | | | | < 1 % |
| 레이더이미징시스템 (벽속, 벽투과, 기타) | | | | 1 % |
| 차량용 레이더 | | | | 2 % |
| 감시 시스템 | | | | 50 % |

<첨부 3>

UWB 영향 분석 (ITU-R 권고안)

□ 배경 (considering)

- UWB의 의도적 발사가 매우 넓은 주파수 영역에 펼쳐져서 다른 여러 업무에 할당된 주파수 대역을 점유하여 영향을 줄 수 있음
- 근거리통신, 레이더 이미징, 의료 이미징, 자산 추적, 관제, 자동차 레이더, ITS 등 다양한 응용 시스템에 이용되고, 더 나아가 UWB는 공공안전, 건축, 엔지니어링, 과학, 의료, 소비자 응용, IT기간망, 멀티미디어 오락 및 교통 수단에 응용될 수 있음
- UWB는 이미 분포된 기존의 업무나 새롭게 분포될 장소에서 고밀도로 분포될 수 있음
- 전파통신 업무에 대한 UWB 기기 영향은 업무의 특성, 업무의 보호 요구 사항 및 UWB 기기의 특성에 따라 다를 수 있다는 점
- UWB 기기가 전파통신 서비스에 미치는 영향을 연구하기 위해서 UWB 기기 특성, 희생 서비스의 특성, 보호 요구규격, 분석 방법, 전파모델이 요구되어 진다는 점
- UWB 기기의 단일 및 다수 송신에 의한 서비스 영향 평가가 필요하다는 점
- UWB 기기와 전파통신 시스템의 배치에 따라서 간섭평가 방법이 달라질 수 있다는 점
- 적절한 분석 방법은 이산적 단일 UWB 분석, 복합적 다수 UWB 분석, 통계적 분석 및 예측 분석을 포함 할 수 있다는 점
- 간섭 분석하는데 있어서 일반적인 기술적 가정이 필요 하다는 점

□ 주지사항 (noting)

- 기술적 연구수행을 위한 UWB 기기의 특성 및 동작에 대한 내용은 권고안 ITU-R SM.[UWB.CHA]에 포함된다는 점
- UWB 기기에 대한 제도관련 내용은 권고안 ITU-R
- SM.[UWB.FRAME]에 포함된다는 점
- 다양한 전파통신 업무의 특성 및 보호 조건은 관련된 ITU-R 연구 그룹에 의해 정의 된다는 점
- UWB 간섭 관련된 자세한 분석내용은 보고서

- ITU-R SM.[UWB.XYZ]에 포함된다는 점
- 보고서 ITU-R SM.[UWB.XYZ]의 내용은 10.6 GHz 이하의 전파통신 업무와 24 GHz 및 79 GHz 의 차량 레이더 UWB 응용에 관한 것이라는 점
- 보고서 ITU-R SM.2028 은 Monte Carlo 시뮬레이션 방법을 포함하고 있고 ITU-R은 스펙트럼 공학과 Monte Carlo 분석 툴(SEAMCT)을 연구 하였다는 점
- ITU-R 이 1 ~ 10 GHz UWB 응용을 위해 관련 전파모델에 대한 권고안을 개발 하고 있다는 점

□ 권고 사항(recommend)

- 각 국가에서 UWB 규정을 개발할 때 전파통신 업무에 대한 UWB 기기 의 간섭 영향을 추정하기 위해 부속서 1에 요약된 연구 결과를 참고해 야 한다는 점
- 부속서 2에 표현된 것과 같이 특정한 UWB 기기 에 의한 간섭분석을 위해서 이산적 분석 방법이 사용되어야 하고, UWB 기기 밀도 및 다수 분포에 의한 간섭 분석을 위해 간섭확률을 포함하는 분석 방법이 이용되어야 한다는 점
- 안전 업무에 대해서는 간섭레벨 분석을 모든 동작조건에서 각종 경우에 따 라서 정해져야 한다는 점

※ 관련문서: 437

□ UWB영향분석 연구 결과 요약 (부속서 1)

- 전파통신 업무에 대한 UWB 기기 영향에 관한 ITU-R 보고서에는 간섭분 석, 실험결과 및 완화기술이 포함 되어 있음
- 권고에 포함된 간섭분석 요약 내용
 - 피간섭 수신기 주파수 및 대역폭, 안테나 이득, 안테나 높이, 각도, 안테나 케이블 감쇄, 잡음온도 및 잡음지수, 혼신보호기준 (I/N, C/I, BER 등)
 - 간섭분석 방법, 전파모델, 실내 · 외 환경, 벽/지붕 감쇄 가정
 - UWB 활성 계수, UWB 펄스 반복 주파수, UWB 방사 신호가 백색가우시안 잡음(AWGN)과 같다고 가정
 - 허용가능한 UWB 전력밀도(dBm/MHz) 또는 최소 이격 거리

□ 이동업무에 대한 UWB 영향

- IMT-2000을 제외한 육상이동업무(LMS)

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 희생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|--------------------------------------|--|--|--|--|-----------------------|---|
| IMT-2000 (GSM 900 downlink) | 925-960 MHz/880-915 MHz | GSM handset BW = 200 kHz Noise floor = -120 dBm 수신 감도 = -90 dBm 전방향 안테나 (0 dBi) | SINR = 9 | 다수 간섭, UWB 최소거리 Rmin = 1 m | -75 | 950 000 활성화/km ² (실외) 혹은 1500000 활성화/km ² (실내) (주 2,3) |
| | | | | | -98 | 1900000 활성화/km ² (실외) 혹은 300000000 활성화/km ² (실내) (주 2,3) |
| (GSM 1800 downlink) | 1 805-1 880 MHz/ 1 850-1910 MHz | GSM 단말기 대역폭 = 200 kHz, Noise floor = -120 dBm, 수신감도 = 90 dBm, 전방향 안테나이득 (0 dBi) | SINR = 9 | 다수 간섭, UWB 최소거리 Rmin = 1 m | -77 | 200000 활성화/km ² (실외)주2) |
| | | | | | -67 | 3000 활성화/km ² (실내) 주2) |
| | | | | | -86 | 1400 000 활성화/km ² (실외) or 300000000 활성화/km ² (실내) 주2) |
| (IS-95 CDMA) | 1 930-1 990 MHz/ 1850-1910MHz 1 840-1 870 MHz/ 1750-1780MHz | 주파수 1 900 MHz, 수신기 대역폭 = 1.23 MHz, NF = 8 dB, Rx 안테나 이득 = 0 dBi Rx 케이블 손실 = 2 dB | I/N = -6 | 단일간섭 1m 거리, 자유공간경로손실, 링크버젝 분석 | -73 | 프레임 오류 (FER) 0.5% 이하 수신신호레벨 - 100 dBm/1.23 MHz 주1) |
| (IS-95 CDMA) | 869-894 MHz/ 824-849 MHz | 수신대역 = 1.23 MHz, 상용 단말기 | I/N = -6 | 단일 임펄스 간섭, 중심주파수 = 4.7 GHz, 대역폭 = 3.5 GHz PRF = 9.6MHz, 자유공간 손실, 1.0 m 거리 | -80 | 프레임 오류 (FER) 0.5% 이하 수신신호레벨 -104 dBm/1.23 MHz 주1) |
| (IS-95 CDMA) | 869-894 MHz/ 824-849 MHz (Note 1) | | 0.4 dB 열화, I/N = -10 | 단일간섭, 이격거리 36cm | -92.7 | CDMA2000 1x 주파수 스케일링(Note 1) |
| (IS-95 CDMA) | 869-894 MHz/ 824-849 MHz (Note 1) | | 0.4 dB 열화, I/N = -10 | 단일간섭, 이격거리 36cm | -85.8 | CDMA2000 1x 주파수 스케일링(Note 1) |
| (WiBro OFDM) | 2 300-2 400 MHz | 수신 대역폭 = 9 MHz, NF = 7 dB, 안테나 이득 = 0 dBi | 1 dB 열화, I/N = -6 | 단일간섭, 36 cm 이격거리, 실내경로손실 링크버젝 분석 | -76.9 | 주1) |
| IS-95/IS-136 PCS 1800 DCS 1900 | | 수신 대역폭 (MHz): IS-95 = 1.25, IS-136 = 0.03, PCS/DCS = 0.2 | 간섭 최소값 (dBm): IS-95 = -110 IS-136 = -126 PCS/DCS = -117 | 단일 간섭, 실내제한, 2 m 에 대해 자유공간경로손실, 이외의 거리는 1/r | 최소이격 거리 1.8-2.4 m | 주1) |

주 1) 실제 UWB 기기는 연속해서 송신하지 않지만, UWB 기기가 연속으로 송신한다고 가정

주 2) 각 UWB 기기가 동시에 활성화 되었다고 가정

주 3) UWB 지하 투과 레이더가 종종 지하로 송신하고, 다른 UWB 레이더 이미징 응용 기기는 벽이나 사

물 방향으로 송신한다고 가정

o 해상 이동업무(MMS)

- 안테나 높이; 15 m, 안테나 이득; 0 dBi, 안테나 손실; 0 dB, UWB 기기 밀도; 50/km²

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 희생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|---------|------------------------|------------------|-------------------------------|--|-----------------------|-----|
| Loran C | 90 - 110 kHz (주 3) | 수신 대역폭 = 20 kHz | 다중 시스템 간섭; S/I=10 dB +/- 6 dB | Aggregate(50 활성화 UWB/km ²), 자유공간경로손실 | -48.9 | 주2) |
| DGNSS | 285 - 325 kHz (주 3) | 수신 대역폭 = 0.5 kHz | 다중 시스템 간섭; S/I=10 dB +/- 6 dB | Aggregate(50 활성화 UWB/km ²), 자유공간경로손실 | -44.9 | 주2) |

| | | | | | | |
|---|--------------------------|-------------------|-------------------------------------|--|-------|-----|
| NAVTEX | 490 - 518 kHz (주 3) | 수신 대역폭 = 0.27 kHz | 다중 시스템 간섭; S/I=10 dB + 6 dB | Aggregate(50 활성화 UWB/km ²), 자유공간경로손실 | -12.2 | 주2) |
| MF Radiotelegra phy | 1.6 - 3.8 Mhz (주 3) | 수신 대역폭 = 3 kHz | 다중 시스템 간섭; S/I=10 dB + 6 dB | Aggregate(50 활성화 UWB/km ²), 자유공간경로손실 | -38.7 | 주2) |
| HF Radiotelegra phy | 4 - 27.5 Mhz (주 3) | 수신 대역폭 = 3 kHz | 다중 시스템 간섭; S/I=10 dB + 6 dB | Aggregate(50 활성화 UWB/km ²), 자유공간경로손실 | -38.7 | 주2) |
| VHF /DSC Radiotelegra phy | 156 - 163 Mhz (주 3) | 수신 대역폭 = 25 kHz | 다중 시스템 간섭; S/I=10 dB + 6 dB | Aggregate(50 활성화 UWB/km ²), 자유공간경로손실 | -62.1 | 주2) |
| UHF Radiotelegra phy | 457 - 467 Mhz (주 3) | 수신 대역폭 = 12.5 kHz | 다중 시스템 간섭; S/I=10 dB + 6 dB | Aggregate(50 활성화 UWB/km ²), 자유공간경로손실 | -44.1 | 주2) |
| Primary Radar | 2900 - 3100 Mhz (주 3) | 수신 대역폭 = 20 Mhz | 다중 시스템 간섭; S/I= -10 dB + 6 dB | 단일간섭, 300m 이격거리, 자유공간경로손실 | -52.5 | 주1) |
| Primary Radar/Search and Rescue Radar Transponder | 9200 - 9500 Mhz (주 3) | 수신 대역폭 = 20 Mhz | 다중 시스템 간섭; S/I= -10 dB + 6 dB | 단일간섭, 300m 이격거리, 자유공간경로손실 | -42.6 | 주1) |

주 1) UWB 기기가 연속으로 송신한다고 가정; 100% 활성계수

주 2) 각 UWB 기기가 동시에 활성화 되었다고 가정

주 3) UWB 지하 투과 레이더가 종종 지하로 송신하고, 다른 UWB 레이더 이미징
응용 기기는 벽이나 사

물 방향으로 송신한다고 가정

o 항공 이동업무(AMS)

| 업무/응용 | 주파수 대역 | 희생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|-----------------------|--------------------------|---|--|--|--------------------------|---------------------|
| 항공 NDB/ Locator | 190 - 535 kHz | Single 레벨 > -35 dBm 수신 안테나 이득; 0 dBi | S/I=15 dB + 항공안전 계수=6 dB, 6 dB 단중간섭 계수 | Aggregate(50 활성화 UWB/km ²), 실외, 실내 = 20%,80%, 균일 분 포, Airborne 방법, 자유공간경로손실 | -44.5 | Airborne 수신기 주2) |
| Marker beacon | 74.8 - 75.2 Mhz | 수신 안테나 이득; 0 dBi | S/I=20 dB + 항공안전 계수=6 dB, 6 dB 단중간섭 계수 | Aggregate(50 활성화 UWB/km ²), 실외, 실내 = 20%,80%, 균일 분 포, Airborne 방법, 자유공간경로손실 | -25.8 | 주2) |
| ILS Localizer | 108 -117.975 Mhz | 수신 안테나 이득; 0 dBi | S/I=20 dB + 항공안전 계수=6 dB, 6 dB 단중간섭 계수 | Aggregate(50 활성화 UWB/km ²), 실외, 실내 = 20%,80%, 균일 분 포, Airborne 방법, 자유공간경로손실 | -61.3 | 주2) |
| ILS Localize | 108 -117.975 Mhz | I < 164.3 dBW/MHz, 수신 대역폭 =12.5 kHz | 항공안전 계수 6dB를 고려한 CW 간섭 threshold, 다수 소스 간섭 계수 10 dB, S/I=10 dB | Aggregate(100 활성화 UWB/km ²), 균일 분포, 자유공간경로손실 | -97.3 | 주2) |
| 공대공, 공대지 통신 | 117. 975 - 137 Mhz | 수신 안테나 이득; 0 dBi | S/I=20 dB + 항공안전 계수=6 dB, 6 dB 단중간섭 계수 | 단일간섭, 30m 이격거리, 자유공간경로손실 | -63.9 | 주2) |
| 응급 주파수 | 121.5, 123.1, 243 Mhz | 수신 안테나 이득; 0 dBi | S/I=20 dB + 항공안전 계수=6 dB, 6 dB 단중간섭 계수 | 단일간섭, 30m 이격거리, 자유공간경로손실 | -63.9 | 주2) |

| | | | | | | |
|-----------------------------|------------------|--------------------------------------|--|--|-------|-----|
| ILS glide Path | 328.6-335.4 Mhz | 수신 안테나 이득; 0 dBi | S/I=20 dB + 항공안전 계수=6 dB, 6 dB 단중간섭 계수 | Aggregate(50 활성화 UWB/km ²), 실외, 실내 = 20%,80%, 균일 분 포, Airborne 방법, 자유공간경로손실 | -46.5 | 주2) |
| Primary Radar | 590-598 Mhz | 수신 안테나 이득; 28 dBi | I/N= -6 dB + 항공안전 계수=6 dB, 6 dB 단중간섭 계수 | 단일 간섭, 400 m 이격거리, 자유공간경로손실 | -75.1 | 주1) |
| DME/TACAN | 960 - 1215 Mhz | 수신 안테나 이득; 0 dBi | I/N= 8 dB + 항공안전 계수=6 dB, 6 dB 단중간섭 계수 | 단일 간섭, 5m 이격거리, 자유공간경로손실 | -76.5 | |
| DME/TACAN | 960 - 1215 Mhz | I< -145 dBW/Mhz, 수신 안테나 이득; 0 dBi | 항공안전 계수 6dB를 고려한 CW 간섭 threshold, 다수 소스 간섭 계수 10 dB, S/I=10 dB | Aggregate(100 활성화 UWB/km ²), 균일 분포, 자유공간경로손실 | -58.0 | 주1) |
| Primary Radar | 1215 - 1400 Mhz | 수신 안테나 이득; 38.9 dBi | I/N= -6 dB + 항공안전 계수=6 dB, 6 dB 단중간섭 계수 | 단일 간섭, 400 m 이격거리, 자유공간경로손실 | -80.3 | |
| Primary 추적레이다 | 2700 - 3400 Mhz | 수신 안테나 이득; 34.4 dBi | I/N= -10 dB + 항공안전 계수=6 dB, 6 dB 단중간섭 계수 | 단일 간섭, 170 m 이격거리, 자유공간경로손실 | -79.9 | |
| 무선 고도계 (Radio Altimeter) | 4200 - 4400 Mhz | 수신 안테나 이득; 0 dBi | S/I=6 dB + 항공안전 계수=6 dB, 6 dB 단중간섭 계수 | Aggregate(50 활성화 UWB/km ²), 실외, 실내 = 20%,80%, 균일 분 포, Airborne 방법, 자유공간경로손실 | -48.7 | |
| MLS | 5030 - 51500 Mhz | 수신 안테나 이득; 0 dBi | S/I=25 dB + 항공안전 계수=6 dB, 6 dB 단중간섭 계수 | Aggregate(50 활성화 UWB/km ²), 실외, 실내 = 20%,80%, 균일 분 포, Airborne 방법, 자유공간경로손실 | -44.7 | |
| Precision approach Radar | 9000 -9500 Mhz | 수신 안테나 이득; 38 dBi | S/I= -6 dB + 항공안전 계수=6 dB, 6 dB 단중간섭 계수 | 단일 간섭, 20 m 이격거리, 자유공간경로손실 | -87.2 | |

주 1) UWB 기기가 연속으로 송신한다고 가정; 100% 활성계수

주 2) 각 UWB 기기가 동시에 활성화 되었다고 가정

o IMT-2000 및 IMT-2000 이후 서비스

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 희생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|--|---|--|------------------------------|--|---|---|
| IMT-2000 | 1710 - 1885 MHz | | I/N= -6 dB | 단일간섭, 36 cm 이격거리 | -84.6 | 단말기 수신기 주1) |
| IMT-2000 | 1885 - 2025 MHz | | I/N= -6 dB | 단일간섭, 36 cm 이격거리 | -85.9 | 단말기 수신기 주1) |
| IMT-2000 | 2110 - 2170 MHz | | I/N= -6 dB | 단일간섭, 36 cm 이격거리 | -85 | 단말기 수신기 주1) |
| IMT-2000 | 2500 - 2690 MHz | | I/N= -6 dB | 단일간섭, 36 cm 이격거리 | -83.1 | 단말기 수신기 주1) |
| (CDMA-2000(1X 와3X), TD-CDMA, W-CDMA, TD-SCDMA, DECT, UWC-136 TDMA) | 1710 - 1885 MHz 1885 - 2025 MHz 2500 - 2690 MHz | 수신 안테나 이득 = 0 dBi, NF = 9 dB, 열잡음; -101 dBm (DECT), -104 dBm(UWC-136 TDMA) to -105 dBm(다른 시스템) | I/N= -6 dB | 단일간섭, 20 cm 이격거리, 링크버킷, 자유공간경로손실 | -80 to -87.5 | 단말기 수신기 주1) |
| IMT-DS (WCDMA) | 2110 - 2170 MHz | 수신 안테나 이득 = 16 dBi, 피더 손실 = 2 dB, 머리 투과 손실 = 0 to 3 dB, NF=5 dB | BLER | 100 to 200 Mbps 단일 간섭, 링크버킷, Urban 셀 가장자리에서 실내 | 커플링 손실=50 dB; 영향 없음, 커플링 손실=40 dB; 약간 열화, 커플링 손실<20 dB ; 서비스 failure | 단말기 수신기 주1) |
| HSDPA (WCDMA) | 2110 - 2170 MHz | 머리 투과 손실 = 0 to 3 dB, NF=5 dB, G 계수=5 dB | 1% Throughput 열화 | 100 to 250 Mbps Aggregate 간섭, 링크버킷, Urban 셀 가장자리에서 실내 | 최소이격거리=2m @-65 dBm/MHz | 단말기 수신기 |
| IMT-DS (WCDMA) | 2110 - 2170 MHz | 수신 안테나이득=18 dBi 머리 투과 손실 = 0 to 3 dB, NF=4 dB | 단일간섭에 대해서는 없음 | 100 to 250 Mbps 단일 간섭, UWB at h=1.5 m, h=0 to 30m 인 임의로 분포된 UWB , 100% 활성계수, 실외 urban, UWB 밀도 10 - 100000 device/km ² | 약 2 % 셀거리 감소 | h=30m 기지국 수신기 |
| | | 수신 안테나이득=18 dBi 머리 투과 손실 = 0 to 3 dB, NF= 3 dB | $I_{UWB} < I_{UWBMAX} = 1\%$ | UWB at h=1.5 m, h=0 to 30m 인 임의로 분포된 UWB , 100% 활성계수, 실외 urban, UWB 밀도 10 - 100000 device/km ² , 30m 이내는 Device가 없음 | UWB 밀도 10 - 100000 device/km ² 에 대해 -52.4 to -87 dBm/MHz | h=35m 기지국 수신기 주2) |
| IMT-DS (WCDMA) | 2 GHz | 머리 투과 손실 = 0 to 3 dB, NF= 9 dB | 호(call)의 % 감소 | 1000 device/km ² , 몬테칼로 방법, 전파모델: $1/r^2$ for LoS and $d \leq \lambda$, $1/r^{3.5}$ for non-LoS and $d > \lambda$, 10 dB 벽손실 | e.i.r.p. = -70 dm/MHz 일 때 1000 device/km ² 에 대해 call drop 율 = 0.085% | 단말기 수신기; 1.5 m, 기지국 수신기 ; 6m, 15m, 20m |
| IMT-DS (WCDMA) | 2 GHz | 피더 손실 = 2.5 dB NF= 9 dB | 보호기준 없음 | 사무실 hot-spot, 몬테칼로 방법, 중심주파수 4GHz, 대역폭 1.8 GHz, 전파모델: $1/r^2$ | e.i.r.p. = -60 dm/MHz, 커플링 손실= 20 dB, 최소 이격거리 = 0.1m | 단말기 수신기 |

주 1) UWB 기기가 연속으로 송신한다고 가정; 100% 활성계수

주 2) 각 UWB 기기가 동시에 활성화 되었다고 가정

o 무선 접속망(WAS)

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 희생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|------------------|-----------------|-----------------------------|------------|--|------------------------|-----|
| WAS/RLAN 802.11a | 5150 - 5350 MHz | ≤ 5 dB 구현 손실, ≤ 10 dB NF | I/N= -6 dB | 단일간섭, 전파모델: $1/r^2$ for 5m and then $1/r^4$, UWB free 영역 =1m | -41.3, 이격거리 = 5.8 m | 주1) |
| WAS/RLAN | 5470 - 5725 MHz | | I/N= -6 dB | 단일간섭, 36 cm 이격거리 | -66 | |

| | | | | | | |
|---------------------|-----------------|---|-----------------|---|--|-----|
| WAS/RLAN 802.11b | 2400 - 2483 Mhz | 수신감도: -84 dBm to -93dBm, 구현손실 + NF = 10 dB | I/N = -6 dB | 단일간섭, 전파모델: $1/r^2$ for 5m and then $1/r^4$, UWB free 영역 = 1m | 실내: -51.3 ; 이격거리 5.9m 실외: -60.6; 이격거리 2.3m | 주1) |
| WAS/RLAN 802.11a | 5150 - 5350 Mhz | ≤ 5 dB 구현 손실, ≤ 10 dB NF | SINR 1 dB 열화 | Aggregation 0.2 UWB 송신 /m ² , 전파모델: $1/r^2$ for 5m and then $1/r^4$, UWB free 영역 = 1m | -59.3 ; 활성화 계수 0.5 -48.3 ; 활성화 계수 0.04 | |
| WAS/RLAN 802.11b | 2400 - 2483 Mhz | 수신감도: -84 dBm to -93dBm, 구현손실 + NF = 10 dB | SINR 1 dB 열화 | Aggregation 0.2 UWB 송신 /m ² , 전파모델: $1/r^2$ for 5m and then $1/r^4$, UWB free 영역 = 1m | -71.1 ; 활성화 계수 0.5 -60.1 ; 활성화 계수 0.04 | |
| WAS/RLAN 802.11a | 5150 - 5350 Mhz | ≤ 5 dB 구현 손실, 802.11a 수신감도 = -65 to -82dBm, 전방향 안테나 이득 = 0 dBi | 10 % FER | 단일간섭, 실내, MCL, 전파모델: $1/r^2$ for 5m and then $1/r^4$ | 최소 감도 + 10 dB ; 이격거리 = 1.27 to 1.79m | 주1) |

주 1) UWB 기기가 연속으로 송신한다고 가정; 100% 활성화계수

o 아마추어 업무(AS)

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 회생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|----------------------|-----------------|---|---------|---|--|----|
| 지상망, 위성망(우주-지구) | 1 260-1 300 Mhz | 안테나 케이블 손실 = 3 dB, NF = 1 dB, Rx BW = 0.4 kHz for Morse, and 2.7 kHz for SSB voice, 안테나 이득 = 22 dBi on boresight | 1 dB 열화 | 단일 간섭, 자유공간 손실, MCL(Minimum Coupling Loss) | -85.5 | |
| 지상망, 위성망(우주-지구) | 2300-2450 Mhz | 안테나 케이블 손실 = 3 dB, NF = 1 dB, Rx BW = 0.4 kHz for Morse, and 2.7 kHz for SSB voice, 안테나 이득 = 25 dBi on boresight | 1 dB 열화 | 단일 간섭, 자유공간 손실, MCL(Minimum Coupling Loss) | -65 | |
| 지상망, 위성망(우주-지구) | 3400-3500 Mhz | 안테나 케이블 손실 = 3 dB, NF = 1 dB, Rx BW = 0.4 kHz for Morse, and 2.7 kHz for SSB voice, 안테나 이득 = 27 dBi on boresight | 1 dB 열화 | 100% 활성화 계수, 자유공간 손실, MCL(Minimum Coupling Loss) | -62 : boresight, -55: off boresight | |
| 지상망, 위성망(우주-지구) | 5650-5850 Mhz | 안테나 케이블 손실 = 3 dB, NF = 1 dB, Rx BW = 0.4 kHz for Morse, and 2.7 kHz for SSB voice, 안테나 이득 = 30 dBi on boresight | 1 dB 열화 | 100% 활성화 계수, 자유공간 손실, MCL(Minimum Coupling Loss) | -57 : boresight, -51: off boresight | |
| (지상망, 위성망(우주-지구)) | 10 - 10.5 GHz | 안테나 케이블 손실 = 3 dB, NF = 1 dB, Rx BW = 0.4 kHz for Morse, and 2.7 kHz for SSB voice, 안테나 이득 = 33 dBi on boresight | 1 dB 열화 | 100% 활성화 계수, 자유공간 손실, MCL(Minimum Coupling Loss) | -59 : boresight, -46: off boresight | |

주 1) UWB 기기가 연속으로 송신한다고 가정; 100% 활성화계수

o 기상 레이다 업무

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 회생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|-------|---------------|---|--------------|--|--------------------------|----|
| 기상레이다 | 2700-2900 Mhz | 안테나 이득=47.5 dBi, 안테나 높이 = 30m | I/N = -10 dB | 1000 활성화 devices/km ² , 자유공간 전파 | -61.3 | |
| | | 안테나 이득 = 45.7, 43, 39 dBi, 안테나 높이 = 7 to 29 m(평균 16m) | | 교외, 50 활성화 devices/km ² , 20 % 실외, 80% 실내, 자유공간 전파 | -71 | |
| 기상레이다 | 9300-9500 Mhz | 안테나 이득 = 33 dBi, 안테나 높이 = 5 to 15m(평균 10m) | I/N = -10 dB | 교외, 50 활성화 devices/km ² , 20 % 실외, 80% 실내, 자유공간 전파 | -60 | |

o 고정업무(FS)

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 희생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|--------------|--|---|--------------|--|--------------------------|----|
| P-P and P-MP | 1000 -3000 MHz | P-P 안테나 이득 = 41 dBi, P-MP 안테나 이득 = 16 dBi NF(실외) = 5 dB, NF(실내) = 5.5 dB | I/N = -20 dB | 1m 이격거리에서 단일 실내 FWA | -76.5 | |
| P-MP | 3000 -6000 MHz | P-P 안테나 이득 = 41 dBi, P-MP 안테나 이득 = 16 dBi NF(실외) = 5 dB | I/N = -20 dB | 1m 이격거리에서 단일 실내 FWA | -76.5 | |
| P-P | 6000 -7125 MHz | P-P 안테나 이득 = 41 dBi, NF= 6 dB | I/N = -20 dB | Urban (10000 UWB/km, 20% 실외, 5% 활성 계수) | -60.5 | |
| P-P | 7125 -8500 MHz | P-P 안테나 이득 = 41 dBi, NF= 6 dB | I/N = -20 dB | Urban (10000 UWB/km, 20% 실외, 5% 활성 계수) | -60.5 | |
| P-P and P-MP | 10.15 - 10.65 GHz | P-P 안테나 이득 = 40 dBi, NF = 7 dB | I/N = -20 dB | Urban (10000 UWB/km, 20% 실외, 5% 활성 계수) | -54.5 | |
| P-P and P-MP | 21-23.6 GHz 24.25-26.5 GHz 27.5-29.5 GHz | P-P 안테나 이득 = 40 dBi, NF = 7 dB, FWA 섹터 안테나 이득 = 18 dBi | I/N = -20 dB | Aggregate 근거리 레이 다가 FS 링크에 나란히 존재 | -50 to -60 | |

o 고정위성 업무

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 희생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------|---|--------------------------|----|
| 상향링크 | 5 725-7 075 MHz 7 900-8 400 MHz | 위성 안테나 이득 = 35 dBi, 100 K 잡음 온도 | I/N = -20 dB | 10-20 활성 devices/km ² , 실내 50 % UWB, 1/r ² 경로손실, 10 dB 건물손실 | -41.3 | |
| 하향링크 | 3 400-4 200 MHz 4 500-4 800 MHz | 채외 지역 = 10 m, 100 K 잡음 온도 | I/N = -20 dB | 균일 분포, 100 % 실내, 1.5 활성 UWB/m ² , 1/r ² 경로손실, 10dB/장애물 | -77 | |
| 교외 (하향 링크) | 3 400-4 200 MHz 4 500-4 800 MHz | 채외 지역 = 50 m, 100 K 잡음 온도 | I/N = -20 dB | 균일 분포, 80 % 실내, 50 활성 UWB/m ² , 1/r ² 경로손실, 10 - 15 건물 감쇄 | -63 | |
| 시골 (하향 링크) | 3 400-4 200 MHz 4 500-4 800 MHz | 채외 지역 = 100 m, 100 K 잡음 온도 | I/N = -20 dB | 균일 분포, 80 % 실내, 50 활성 UWB/m ² , 1/r ² 경로손실, 10 - 15 건물 감쇄 | -53 | |
| 피더 링크 for MSS (하향링크) | 3 550-3 700 MHz | 10° 고도, 11m 크기, 53 K 잡음 온도 | I/N = -20 dB | 단일 기기 분석, 10m 이격거리, 전파모델: 1/r, 1MHz PRF | -63.6 | |
| 피더 링크 for MSS (하향링크) | 6700-7075 MHz | 100 K 잡음 온도, 5 km 반경, 20m 채외 지역 | I/N = -20 dB | 500 활성 devices/km ² , 실내 80 % UWB, 10 dB 벽통과 손실 | -65.2 | |

□ 이동위성업무 및 무선항행 위성업무 대한 UWB 영향

○ 이동위성 업무

- 수색 구조 시스템

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 회생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|----------------|----------------|------------------------------|---------------------|---|--|----|
| Earth to Space | 406 -406.1 MHz | 위성안테나 이득=3.9 dBi, 최소 고도 = 5° | I < -120.1 dBm/ MHz | 20 % 설외, 80 % 실내, 자유공간 경로 손실, 5 dB 벽 손실 | -40 ; 10 활성 device/km ² , -70 ; 10000 활성 device/km ² | |
| Cospas/Sarsat | 1544 -1545 MHz | 안테나 이득 = 21 dBi, 수평 방향으로 향함 | I < -113.2 dBm/ MHz | 20 % 설외, 80 % 실내, 자유공간 경로 손실, 9 dB 벽 손실 | -75 이격거리 10m ; 10000 활성 device/km ² | |
| GSO | 1544 -1545 MHz | 안테나 이득 = 25 dBi, 수평 방향으로 향함 | I < -133.2 dBm/ MHz | 20 % 설외, 80 % 실내, 자유공간 경로 손실, 9 dB 벽 손실 | -75 이격거리 0.1 km ; 100 활성 device/km ² | |

○ GSO MSS 시스템의 서비스 링크

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 회생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|------------------------------|---------------------|--|---|---|---|----|
| 상향링크 | 1626.5 - 1660.5 MHz | 대역폭 = 34 MHz, 시스템 잡음 온도 = 501° K to 708° K, 안테나 피크 이득 = 18.5 dBi to 41 dBi | I/N = -20 dB | 자유공간 손실, 10 dB 벽손실, 실내 = 80 %, 설외 = 20 %, | -75 to -85.3, 10 to 10000 UWB 활성화된 device/km ² | |
| 하향 링크 | 1559 -1569 MHz | 대역폭 = 60 kHz to 200 kHz, 시스템 잡음 온도 = 316° K to 355° K, 안테나 피크 이득 = 18 dBi | I/N = -20 dB | 단일 간섭, 이격거리 = 20m, 10 dB 벽 감쇄 | -94.8 | |
| 하향 링크 | 1525 -1599 MHz | 대역폭 = 60 kHz to 200 kHz, 시스템 잡음 온도 = 316° K to 355° K, 안테나 피크 이득 = 0 dBi | I/N = -20 dB | Airborne aggregate 간섭 모델 | -75.3 to -98, 10 to 10000 UWB 활성화된 device/km ² | |
| Hand-held MES terminals 하향링크 | 2170 - 2200 MHz | 대역폭 = 4.8 MHz, NF = 9 dB, 안테나 이득 = 0 dBi | I/N = -20 dB | 단일 간섭, 자유공간 경로 손실 | -96.2 -85.8, | |
| Non- GSO MSS 하향링크 | 2170 - 2200 MHz | 대역폭 = 1.4 kHz (최소) to 30 MHz (최대), 시스템 잡음 온도 = 158° K | 평균 송신: I/N = -20 dB, 피크 송신: I/N = -20 dB + 10log10(B _{IF} / 158 kHz) | 단일 간섭, 자유공간 경로 손실 | 평균 송신 ; -106.3, 피크 송신 ; -98.3(0.36 m 이격거리) | |

○ 무선 항행 위성업무(RNSS)

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 회생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p | | 비고 |
|-------------------|---------------------------------|--|--------------|-----------------------------------|--------------|----------|---------------------|
| | | | | | 평균 (dBm/MHz) | CW (dBm) | |
| GPS | 1164-1300 MHz 1559- 1610 MHz | 잡음전력 밀도 = -111.5 dBm/MHz, 안테나 이득 = 0 dBi | I/N = -3 dB | 단일간섭, 2m 이격거리, 자유공간 경로손실 | -75.3 | -85.3 | CW; 1kHz 대역폭 측정 주1) |
| Galileo (생명안전) | 1164-1300 MHz 1559- 1610 MHz | 잡음전력 밀도 = -111.3 dBm/MHz, 안테나 이득 = 5 dBi | I/N = -20 dB | 단일간섭, 30m 이격거리, 자유공간 경로손실 | -79 | -97 | CW; 1kHz 대역폭 측정 주1) |
| Galileo (비 생명 안전) | 1164-1300 MHz 1559- 1610 MHz | 잡음전력 밀도 = -111.3 dBm/MHz, 안테나 이득 = 0 dBi | I/N = -6 dB | 단일간섭, 1m 이격거리, 자유공간 경로손실 | -83.5 | -101.5 | CW; 1kHz 대역폭 측정 주1) |
| Glonass (생명안전) | 1164-1300 MHz 1559- 1610 MHz | 잡음전력 밀도 = -112 dBm/MHz, 안테나 이득 = 5 dBi | I/N = -20 dB | 단일간섭, 30m 이격거리, 자유공간 경로손실 | -79 | -94 | CW; 1kHz 대역폭 측정 주1) |
| | | | | Aggregate 간섭, 30m 이격거리, 자유공간 경로손실 | -84.7 | -99.7 | |

| | | | | | | | |
|------------------------|---------------------------------|---|-------------|---------------------------------|-----|------|------------------------|
| Glonass (비 생명안전) | 1164-1300 Mhz 1559- 1610 Mhz | 잡음전력 밀도 = -112 dBm/ Mhz, 안테나 이득 = 3 dBi | I/N = -6 dB | 단일 간섭, 1m 이격거리, 자유공간 경로손실 | -87 | -102 | CW; 1kHz 대역폭 측정 주1) |
|------------------------|---------------------------------|---|-------------|---------------------------------|-----|------|------------------------|

주 1) UWB 기기가 연속으로 송신한다고 가정, 100 % 활성계수

□ 방송/위성업무 대한 UWB 영향

○ 지상파 방송 업무

| 업무/용역 | 주파수 대역 | 회생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|----------------------|--------------------------|--|-------------------------|--|--------------------------|-------------|
| (T-DAB) | 170-230 Mhz (VHF) | 수신 대역폭= 1.536 Mhz, 수신 감도 = -91 dBm, 전방향 안테나 이득 = 0 dBi | I/N = 0 dB (C/I=C/N) | 단일 간섭, 중심주파수= 1.38 GHz, 대역폭(-15 dB)=3.8 GHz, PRF > 1 Mhz, 자유공간 전파, 실내=30 cm, 실외 = 1m | -97 | 주1) |
| (T-DAB) | 1452-1492 Mhz (UHF) | 수신 대역폭= 1.536 Mhz, 수신 감도 = -91 dBm, 전방향 안테나 이득 = 2.15 dBi | I/N = 0 dB (C/I=C/N) | 단일 간섭, 중심주파수= 1.38 GHz, 대역폭(-15 dB)=3.8 GHz, PRF > 1 Mhz, 자유공간 전파, 실내=30 cm, 실외 = 1m | -97 | 주1) |
| ISDB-T _{SB} | 170-222 Mhz | 이동, 휴대/고정 = 429, 500, 571 kHz (one segment), 1.29, 1.50, 1.71 Mhz (three segments), 전방향 안테나 이득 = -0.85 dBi | I/N = -20 dB | 단일 간섭, 자유공간 전파, 실내=50 cm, 실외 = 3m | -114.7 | 주1) |
| | | | | 4 간섭, 자유공간 전파, 실내=50 cm, 실외 = 3m | -120.7 | 주1) |
| ISDB-T _{SB} | 470 - 770 Mhz | 이동, 휴대/고정 = 429, 500, 571 kHz (one segment), 1.29, 1.50, 1.71 Mhz (three segments), 전방향 안테나 이득 = -0.85 dBi | I/N = -20 dB | 단일 간섭, 자유공간 전파, 실내=50 cm, 실외 = 3m | -106.1 | 주1) |
| | | | | 4 간섭, 자유공간 전파, 실내=50 cm, 실외 = 3m | -112.1 | 주1) |
| (DVB-T) | 174 - 230 Mhz (VHF) | 수신 대역폭= 7/8 Mhz, 수신 감도 = -80 to -90 dBm, 전방향 안테나 이득 = 0 dBi | I/N = 0 dB (C/I=C/N) | 단일 간섭, 중심주파수= 1.38 GHz, 대역폭(-15 dB)=3.8 GHz, PRF > 1 Mhz, 자유공간 전파, 실내=50 cm, 실외 = 3 m | -94 | 주1) (주3) |
| (DVB-T) | 470 - 862 Mhz (UHF) | 수신 대역폭= 7/8 Mhz, 수신 감도 = -80 to -90 dBm, 전방향 안테나 이득 = 2.5 dBi | I/N = 0 dB (C/I=C/N) | 단일 간섭, 중심주파수= 1.38 GHz, 대역폭(-15 dB)=3.8 GHz, PRF > 1 Mhz, 자유공간 전파, 실내= 50 cm, 실외 = 3 m | -89 | 주1) |
| ATSC D-TV | 54 - 88 Mhz (Low VHF) | 수신 대역폭= 6 Mhz, 전방향 안테나 이득 = 0 dBi | I/N = -20 dB | 단일 간섭, 자유공간 전파, 실내= 50 cm, 실외 = 3 m | -122 | 주1) |
| | | | | Aggregate 균일분포, 5 km radius, 실외 1/r ² , 1/r ³ , 1/r ⁴ 5 활성화 devices/km ² 3 m 이격거리 | -91 | 주1) |

| | | | | | | |
|-----------|--------------------------|---|--------------|---|--------|-----|
| ATSC D-TV | 174 - 216 Mhz | 수신 대역폭= 6 Mhz, 전방향 안테나 이득 = 0 dBi | I/N = -20 dB | 단일 간섭, 자유공간 전파, 실내= 50 cm, 실외 = 3 m | -113 | 주1) |
| | | | | Aggregate 균일분포, 5 km radius, 실외 $1/r^2, 1/r^3, 1/r^4$ 5 활성화 devices/km ² 3 m 이격거리 | -84 | 주1) |
| ATSC D-TV | 470 - 806 Mhz | 수신 대역폭= 6 Mhz, 전방향 안테나 이득 = 0 dBi | I/N = -20 dB | 단일 간섭, 자유공간 전파, 실내= 50 cm, 실외 = 3 m | -106 | 주1) |
| | | | | Aggregate 균일분포, 5 km radius, 실외 $1/r^2, 1/r^3, 1/r^4$ 5 활성화 devices/km ² 3 m 이격거리 | -78 | 주1) |
| ISDB-T | 170 - 222 Mhz | 이동, 휴대/고정 = 429, 500, 571 kHz (one segment), 1.29, 1.50, 1.71 Mhz (three segments), 전방향 안테나 이득 = -0.85 dBi | I/N = -20 dB | 단일 간섭, 자유공간 전파, 실내= 50 cm, 실외 = 3 m | -114.7 | 주1) |
| | | | | 4 간섭, 자유공간 전파, 실내=50 cm, 실외 = 3m | -120.7 | 주1) |
| ISDB-T | 470 - 770 Mhz | 이동, 휴대/고정 = 429, 500, 571 kHz (one segment), 1.29, 1.50, 1.71 Mhz (three segments), 전방향 안테나 이득 = -0.85 dBi | I/N = -20 dB | 단일 간섭, 자유공간 전파, 실내= 50 cm, 실외 = 3 m | -106.1 | 주1) |
| | | | | 4 간섭, 자유공간 전파, 실내=50 cm, 실외 = 3m | -112.1 | 주1) |
| 아날로그 TV | 54 - 88 Mhz (Low VHF) | 실외 고정 수신, 실내외 휴대 수신 | I/N=-20 dB | 단일 간섭, 자유공간 전파, 실내= 50 cm, 실외 = 3 m | -115 | 주1) |
| 아날로그 TV | 174 - 216 Mhz (High VHF) | 실외 고정 수신, 실내외 휴대 수신 | I/N=-20 dB | 단일 간섭, 자유공간 전파, 실내= 50 cm, 실외 = 3 m | -106 | 주1) |
| 아날로그 TV | 470 - 06 Mhz (UHF) | 실외 고정 수신, 실내외 휴대 수신 | I/N=-20 dB | 단일 간섭, 자유공간 전파, 실내= 50 cm, 실외 = 3 m | -98 | 주1) |

주 1) UWB 기기가 연속으로 송신한다고 가정, 100 % 활성화계수

o 위성 방송 업무(BSS)

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 희생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/Mhz) | 비고 |
|-------|-------------------------------------|---|------------|--|-----------------------|------------------|
| SDARS | 1452 - 1492 Mhz, 2320 - 2345 Mhz | 수신 대역 = 4.2 Mhz, 온도 = 158 K°, 수신잡음 = -110.4 dBm, 안테나 이득 = 0 to 5 dB | I/N=-20 dB | Aggregate, 자유공간 경로 손실, Deterministic 방법, 실내(2 UWB 기기) | -90.3 (실내) | |
| | | | | 실외(4 devices, 3m 거리) | -93.3(실외) | |
| E-SDR | 1467 - 1492 Mhz | 수신 대역 = 5 Mhz, G/T = -24.6 dB/ K°, 안테나 이득 = 0 to 5 dB | I/N=-20 dB | 단일 간섭, 이격거리 = 0.5 m | -104.2 | |
| | | | | Aggregate(2 기기), 이격거리=3m, 다수 기기일 경우; 3dB | -93.4 | |
| SDMB | 2605 - 2655 Mhz | 수신 대역 = 25 Mhz, T = 150 K, BER=2 x 10 ⁻⁴ , NF= 3dB 수신잡음 = -112.2 dBm/Mhz | I/N=-20 dB | 단일 간섭, 이격거리 = 3 m | -81.9 | |
| | | | | Aggregate, 몬테칼로 방법, 5% 활성화계수 (100/km ²) | -88 | |
| BSS | 1452 - 1492 Mhz | 수신 대역 = 25 Mhz, T = 100 K, 안테나 이득 = 5 dBi | I/N=-20 dB | 단일 간섭, 이격거리 = 36 c m, 자유공간 손실 | -116.8 | UWB 기기가 수신기와 근접함 |
| BSS | 2310 -2360 Mhz | 수신 대역 = 25 Mhz, T = 100 K, 안테나 이득 = 5 dBi | I/N=-20 dB | 단일 간섭, 이격거리 = 36 c m, 자유공간 손실 | -112.5 | UWB 기기가 수신기와 근접함 |

| | | | | | | |
|-----|-----------------|---|------------|-------------------------------------|--------|---------------------|
| BSS | 2535 - 2655 MHz | 수신 대역 = 25 MHz, T = 100 K, 안테나 이득 = 5 dBi | I/N=-20 dB | 단일 간섭, 이격거리 = 36 c m, 자유공간 손실 | -111.7 | UWB 기기가 수신기와 근접함 |
|-----|-----------------|---|------------|-------------------------------------|--------|---------------------|

□ 과학/안전 업무 대한 UWB 영향

○ 지구탐사위성 업무(EESS)

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 희생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|---|---|--|-----|
| Earth to Space | 2025 - 2110 MHz | 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R SA.609-1 | Aggregate, 실외 = 20 %, 실내 = 80 %, 자유공간 경로손실, 12 dB 벽 삽쇄 | -15 to -55, 10 to 10000 UWB devices/ km ² | 주1) |
| Space to Earth | 2200 - 2290 MHz | 안테나 이득 = 31 dBi | Rec. ITU-R SA.609-1 | Aggregate, 실외 = 20 %, 실내 = 80 %, 자유공간 경로손실, 12 dB 벽 삽쇄, Integral 방법 | -52(실내), -62(실외), 이격거리 = 3 to 9.9 km (UWB 밀도 = 10 to 1000 UWB devices/ km ²) | 주1) |
| Space to Earth | 8025 - 8400 MHz | 최대 안테나 이득 = 55 dBi | Rec. ITU-R SA.1026-3 | Aggregate, 시골 = 1000 UWB devices/ km ² , 이격거리=10m, 자유공간 손실, 실외 = 20 %, 실내 = 80 % | -41 | 주1) |
| Space to Earth | 8025 - 8400 MHz | 모든 방향 안테나 이득 = 0 dBi | I/N= -20, 잡음온도 = 130 K | Aggregate, 자유공간 손실, 실외 = 20 %, 실내 = 80 %, 10 dB 실내 감쇄, 도시 = 500 활성 devices/ km ² (20m exclusive 지역, 5km 반경), 교외 = 50 활성 devices/ km ² (40m exclusive 지역, 10km 반경) | 도시 ; -63.7, 교외 ; -53.7 | 주1) |
| (active) Spaceborne 고도계 | 5140-5460 MHz 5250 - 5570 MHz | 안테나 이득 = 32.2 dBi | -113 dBm/MHz | Aggregate, 실외 = 20 %, 실내 = 80 %, 자유공간 경로손실, 17 dB 벽 삽쇄 | -3 to -33, 10 to 10000 UWB devices/ km ² | 주1) |
| (active) synthetic 개구 레이더 | 5250 - 5270 MHz | 위성각도 = 32.5° 안테나 이득 = 42.7 dBi | -115 dBm/MHz | Aggregate, 실외 = 20 %, 실내 = 80 %, 자유공간 경로손실, 17 dB 벽 삽쇄 | -11 to -41, 10 to 10000 UWB devices/ km ² | 주1) |
| (passive) | 1400 - 1427 MHz | 위성안테나 이득 = 9 to 35 dBi | Rec. ITU-R SA.1029-2, 1 to 5 % apportionment | Aggregate, 실외 = 20 %, 실내 = 80 %, 자유공간 경로손실, 9 dB 벽 삽쇄 | -91 to -121, 10 to 10000 UWB devices/ km ² | 주1) |
| (passive) | 64.25 - 70.75 MHz 70.75 - 72.50 MHz | 위성안테나 이득 = 38.8 dBi | Rec. ITU-R SA.1029-2, 1 to 5 % apportionment | Aggregate, 실외 = 20 %, 실내 = 80 %, 자유공간 경로손실, 17 dB 벽 삽쇄 | -64 to -94, 10 to 10000 UWB devices/ km ² | 주1) |
| (passive) | 10.6 - 10.7 GHz | 위성안테나 이득 = 36 to 45 dBi | Rec. ITU-R SA.1029-2, 1 to 5 % apportionment | Aggregate, 실외 = 20 %, 실내 = 80 %, 자유공간 경로손실, 17 dB 벽 삽쇄 | -60 to -90, 10 to 10000 UWB devices/ km ² | 주1) |
| (passive) | 23.6 - 24 GHz | 안테나 이득 = 52 dBi | Rec. ITU-R SA.1029-2, 1 to 5 % apportionment | Aggregate, 자유공간 손실, 10 dB 실내 감쇄, 도시 = 453 cars/ km ² , 교외 = 330 cars/ km ² , 시골 = 123 cars/ km ² , 차량은 8 개의 근거리 레 이다 장착 | -70.6 (시골), -74.8(교외), -76.2(도시) | 주1) |

○ 우주탐사 업무

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 회생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|----------------|-----------------|----------------|--|--|---|-----|
| Earth to Space | 2025 - 2110 MHz | 위성안테나 이득=0 dBi | Rec. ITU-R SA.609-1, 1 % apportionment | Aggregate, 실외 = 20 %, 실내 = 80 %, 자유공간 경로손실, 12 dB 벽 삽쇄 | -45 to -75, 10 to 10000 UWB devices/ km ² | 주1) |
| Space to Earth | 2200- 2290 MHz | 지구국 | Rec. ITU-R SA.609-1, 1 % apportionment | Aggregate, 자유공간 경로손실, Integral 방법 | -70, 이격거리= 6 km to 29.5 km, 10 to 1000 UWB devices/ km ² | 주1) |
| Space to Earth | 8400- 8450 MHz | 지구국 | Rec. ITU-R SA.1157, 1 % apportionment | Aggregate, 자유공간 경로손실, 시골=100devices/ km ² , 이격거리 = 4 km | -70, 이격거리= 10 m to 12 km, 10 to 1000 UWB devices/ km ² | 주1) |

주 1) 5 % 활성계수를 갖는 UWB 기기가 연속으로 송신한다고 가정

o 전파친문 업무(RAS)

| 업무/용용 | 주파수 대역 | 회생업무 특성 | 보호 기준 | 간섭 시나리오 | UWB e.i.r.p (dBm/MHz) | 비고 |
|--------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|---|--------------------------|-----|
| Continuum 관측 (광대역) | 608 - 614 MHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -113.2 | 주2) |
| Continuum 관측 (광대역) | 1330.0-1400.0 MHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -111.4 | 주2) |
| Continuum 관측 (광대역) | 1400.0-1427.0 MHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -111.4 | 주2) |
| Continuum 관측 (광대역) | 1610.6-1613.8 MHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -90.6 | 주2) |
| Continuum 관측 (광대역) | 1660.0 - 1670.0 MHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -103.8 | 주2) |
| Continuum 관측 (광대역) | 1718.8 - 1722.2 MHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -90.2 | 주2) |
| Continuum 관측 (광대역) | 2655.0 -2690.0 MHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -100.0 | 주2) |
| Continuum 관측 (광대역) | 2690.0 - 2700.0 MHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -100.0 | 주2) |
| CW 관측 (협대역) | 3260.0 -3267.0 MHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -82.9 | 주2) |
| CW 관측 (협대역) | 3332.0 - 3339.0 MHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -82.9 | 주2) |
| CW 관측 (협대역) | 3345.8 - 3352.5 MHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -82.9 | 주2) |
| Continuum 관측 (광대역) | 4800.0 - 4990.0 MHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -93.4 | 주2) |
| Continuum 관측 (광대역) | 4990.0 - 5000.0 MHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -93.4 | 주2) |
| Continuum 관측 (협대역) | 6650.0 - 6675.2 MHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -77.9 | 주2) |
| Continuum 관측 (광대역) | 23.6 - 24 GHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -109.2 | 주2) |
| Continuum 관측 (광대역) | ~ 79 GHz | Single -dish, 안테나 이득 = 0 dBi | Rec. ITU-R RA.769 | Aggregate (5 활성화된 UWB /km ²), 실외=20 % | -97.4 | 주2) |

□ 전파통신 업무에 대한 UWB 영향 분석 방법

- 단일 UWB 기기에 의한 영향
- 다수 UWB 기기에 의한 영향
- 대역폭 보정 계수(BWCF)설명

□ 간섭완화기술 (부록)

- 스펙트럼 조정 기술, Cross polarization, 노치필터링, UWB 변조 및 채널 조정, 주파수호핑, 첩 시그널링, Frequency agile modulation, Carrier-leak-free burst oscillator, 공간 방사 조정 기술, 안테나 지향성, 조합적 간섭완화 기술, 신호검출 및 회피(DAA) 기술 등

<첨부 4>

UWB 제도 고려사항 (ITU-R권고안)

□ 배경

- UWB 장비를 국가간 이동하며 이용할 수 있으며 개별허가하지 않는 경우 그 보급밀도를 제한하기 어려움
- UWB장치 운용상의 제한 조건은 RR에서 정하고 있는 전파통신업무에 대한 보호조건에 따라 다를 수 있음

□ UWB 장치의 이용 제도

- UWB 규정에 일반적으로 고려되어야 할 사항
 - 운용적 제한(operational limits) : 간섭방지를 위한 적절한 UWB 방사스펙트럼전력 기준 등
 - 간섭완화기술(mitigation technique) : 간섭방지 특히, 안전업무와 수동업무 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, 제품의 형태, 이용형태 등
- 영상 응용(Imaging Applications)
 - 대지침투영상, 벽투과영상, 의료용, 감시장치(surveillance devices) 등
 - 주로 3.1 GHz 이하에서 주로 논의되고 있으며, 허가제 또는 일정하게 사용을 규제하는 방안이 필요
 - 이미지 시스템을 규제하는 방안으로는 사용자, 사용지역, 방사 방향 등의 제한 등을 둘 수 있음
 - 법집행자, 응급구조, 화재 또는 의료관련자와 같은 훈련받은 자만이 사용할 수 있게 제한
 - 시동(activation)과 운용(operation)을 수동으로 할 수 있도록 하여 방사 시간제한
- 통신응용(Communication Applications)
 - 3.1~10.6GHz 대역에서 비면허로 허용하는 것이 적합한 것으로 전망
 - 전파통신업무에 대한 간섭, 특히 수동업무와 안전업무 등에 대한 영향

- 을 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, 에어백동작, 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 운용중일 때)만 동작할 수 있도록 제한
- o UWB 장치의 밀집효과에 의한 예기치 못한 간섭을 방지하기 위해 주관청들간의 다자간(multilateral) 협정을 장려함

□ 각국 정부가 고려할 사항

- o 주관청은 국가의 규정범위 내에서 UWB 규정에 대한 배타적 권리를 갖음
- o 국가 UWB 기술기준은 UWB 기술을 사용하는 소자에 대한 특성과 적절한 완화 기술을 반영하여야 하고 영향을 받는 모든 주파수 대역내의 모든 서비스에 대한 보호를 기초로 할 것.
- o UWB 기술을 사용하는 소자의 구현을 위한 국가의 기반은 UWB 적용의 다양한 형태 내에서 내부 차이점을 고려하여야 함
- o 인명안전 관련 업무는 전파규칙 4.10에 따라 간섭으로부터 보호받을 수 있는 특별한 수단이 강구되어야 함
- o 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 |

- UWB 소자로부터 방사되는 출력이 기존의 서비스에 어떠한 영향을 주는지를 고려할 것
- 자격을 기반으로 한 UWB 기술사용의 권한은 적절한 인증절차와 관계된 절차를 국가 기준에 일치시키는 것을 포함하여야 함
- 관계된 ITU-R 권고문을 고려할 것
- 정부관계자는 무선통신 서비스의 간섭 시나리오 문제를 해결하기 위하여 다른 정부들과 양자 혹은 다자간 협의를 진행을 권장함

<첨부 5>

UWB신호 측정방법 (ITU-R권고안)

□ 배경

- 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 측정 에 어려움을 줄 것이므로, 방사 전력을 함께 측정할 수 있도록 규정하는 방안 필요

□ UWB 신호 표준측정 방법 요약

- UWB 장치와 측정장비 수신안테나 사이의 거리 : 1~3m
- 1GHz 이하의 신호를 측정할 경우 지표전파반사로 인한 그라운드 효과를 고려한 측정값 보정 필요
- -10dB 대역폭 측정을 위한 스펙트럼분석기 설정

| RBW | VBW | SPAN | 검출모드 | 소인시간 |
|------|------|---------------|------------------|------|
| 1MHz | 1MHz | 측정에 필요한 만큼 | Peak Max Hold | 자동 |

- 스펙트럼 분석기를 이용한 RMS 평균전력 측정 방법
- 일반적으로 RMS Detector를 이용하여 측정

| RBW | VBW | SPAN | 검출모드 | 소인시간 |
|------|-------------------|---------------|------|----------|
| 1MHz | 1MHz (RBW의 3배) | 측정에 필요한 만큼 | RMS | ≤1ms/bin |

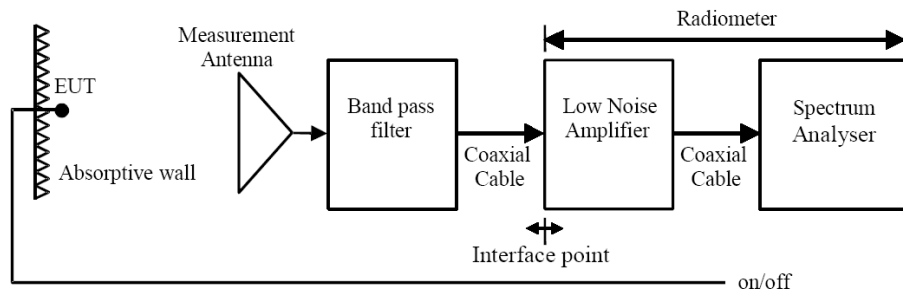
- 스펙트럼 분석기에 RMS 검출기가 장착되지 않은 경우 Zero Span 측정 방법을 이용

| RBW | VBW | SPAN | 검출모드 | 소인시간 |
|------|-------------------|------|--------|----------------------|
| 1MHz | 1MHz (RBW의 3배) | 0 | Sample | 1ms (Single seep) |

- 잡음과 같은 신호의 전력을 측정할 경우 채널전력 측정 방법을 사용

| RBW | VBW | SPAN | 검출모드 | 소인시간 |
|--------|---------------------|------|--------|------|
| 10 kHz | 30 kHz (RBW의 3배) | 1MHz | Sample | 자동 |

- 낮은 전력 신호를 측정할 경우 NF 1dB 이하의 LNA를 사용하고 LNA 보호를 위해 입력단에 Preselector를 사용 가능
- 잡음 전력 레벨 이하의 신호를 갖는 UWB의 신호를 측정하는 경우에는 라디오미터를 이용하여 UWB 장치가 켜졌을 때의 측정값에서 꺼졌을 때의 측정값을 빼서 정확한 값을 도출



<라디오미터 측정시스템 구성>

o 스펙트럼 분석기를 이용한 50MHz대역폭의 침투전력측정 방법

| RBW | VBW | SPAN | 검출모드 | 소인시간 |
|-------|--------------------|--------|---------------|------|
| 1 MHz | 3 MHz (RBW의 3배) | 50 MHz | Peak Max Hold | 자동 |

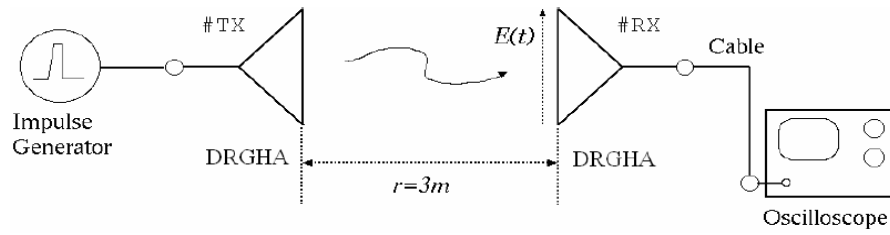
- 침투검출기로 측정한 후 $20\log(\text{주파수폭 내의 전압 적분치})$ 로 보정. 참고로 사용되는 임펄스 대역폭에 의해 $10\log(\text{주파수폭 내의 전압 적분치})$ 로 수정 가능할 경우는 제외

o 오실로스코프를 이용하여 시간 영역에서도 측정할 수 있음

- 측정기 규격

| | | |
|---------|------------------|------------------|
| 최대 주파수 | 12 GHz | -3dB 아날로그 BW |
| 샘플링 주파수 | 40GS/s | |
| 수직 분해능 | 1V/div ~ 1mV/div | |
| 잡음 | 2.7mVrms | 800mV full scale |

- 구성도



o 스펙트럼 분석기와 오실로스코프의 조합 측정 방법

- 침투전력 측정의 다른 방법으로 오실로스코프는 스펙트럼분석기의 IF 출력단 신호를 입력받아 소프트웨어 처리 혹은 다른 방법으로 후처리 하여 측정

