

제 출 문

본 보고서를 「무선설비 기술기준 제·개정 연구」
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005. 12.

연구책임자 : 조성태(전파연구소 기준연구과)

연구 원 : 이정호(전파연구소 기준연구과)

송홍종(전파연구소 기준연구과)

김영윤(전파연구소 품질인증과)

김성환(전파연구소 품질인증과)

이춘호(전파연구소 기준연구과)

신영진(전파연구소 기준연구과)

요 약 문

1. 과제명 : 무선설비 기술기준 제·개정 연구

2. 연구 기간 : 2005.01.01 ~ 2005.12.31

3. 연구책임자 : 조성태

4. 계획 대 진도

가. 월별 추진내용

세부내용	연구자	월별 추진계획												비고		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1. 433MHz RFID 기술기준 제정 ○ 국제표준 및 규제동향 분석 ○ RFID 시스템 분석 ○ 선진 제외국 규제동향 분석 ○ 기술기준(안) 마련 ○ 기술기준 제정	이정호	←————→														
	김영윤															
	김성환															
2. WiBro 기술기준 제정 ○ 국제표준 및 규제동향 분석 ○ WiBro 시스템 분석 ○ 선진 제외국 규제동향 분석 ○ 기술기준(안) 마련 ○ 기술기준 제정	이정호		←————→													
	이춘호															
3. LBS 기술기준 제정 ○ 국제표준 및 규제동향 분석 ○ LBS 시스템 분석 ○ 선진 제외국 규제동향 분석 ○ 기술기준(안) 마련 ○ 기술기준 제정	송홍중			←————→												
	신영진															
분기별 수행진도(%)			25		25		25		25							

나. 세부 과제별 추진사항

- 1) 국제 표준화동향 조사·분석
 - 국제전기통신연합(ITU)의 전파규칙 및 관련 권고문
 - ISO/IEC, ETSI, IEEE 등의 국제표준 및 동향 분석
- 2) 선진 제외국의 규제동향 조사·분석
 - 미국 FCC의 정책 동향 및 기술기준
 - 유럽 CEPT의 정책 동향 및 기술기준
 - 일본 총무성 등 아시아 국가 정책 동향 및 기술기준 등
- 3) 기술기준 제정을 위한 연구반 운영
 - 산, 학, 연 등 관련 분야의 전문가로 구성
 - 국내·외 전파환경, 국제표준 및 규제 동향 등 분석·연구하여 기술기준(안) 마련
- 4) 기술기준 제정 및 관보고시
 - 관련 산업체, 연구소, 학계 등을 대상으로 의견수렴 실시
 - 기술기준심의회를 운영하여 기술기준 확정 및 관보고시

5. 연구결과

가. 433 MHz RFID용 무선설비의 기술기준 제정

- 국제 표준(ISO/IEC)을 반영
- 국제적 조화이루면서 국내 실정에 맞는 기술기준 마련

나. 휴대인터넷(WiBro)용 무선설비의 기술기준 제정

- IEEE 및 TTA 등 관련 표준을 기본으로 함
- 세계 최초 상용화를 위한 WiBro 기술기준 마련

다. 위치기반 서비스(LBS)용 무선설비의 기술기준 제정

- 국제 표준화 동향 및 선진 제외국의 규제동향을 분석하여 국내 환경에 적합한 지상파 LBS 기술기준 마련

6. 기대효과

- 국제적 조화를 이루는 제도 마련으로 국제경쟁력 확보
- 무선통신 기술발전에 부합하는 관련 기술기준을 적시에 마련하여 관련 산업의 활성화
- 국제 표준을 반영한 기술기준 마련으로 국내 제조업체의 기술 및 수출 경쟁력 강화
- IT839 전략의 일환으로 추진하는 휴대인터넷 서비스의 상용화를 위한 기반 마련 및 세계 최초 상용화를 위한 기술기준 마련으로 IT 강국의 위상 강화

SUMMARY

Technical regulations about radio devices are what use the frequency the restricted resource, guarantee quality of the radio devices at least. Transmitter power, frequency error, and etc are specified in the technical regulations. Radio devices are produced and marketed in accordance with the technical regulations. Technical regulations specify transmitter power, frequency error, and etc about radio devices.

Establishing or revision of the technical regulations is launched by the industrial needs or government lead through the analysis of international standards or regulations. RRL organizes the study group for the technical regulations, analyzes the related materials, and tests interference to other services or other devices. RRL make the draft regulation about the issued radio device and announce. It will be following by inquiry procedure and notice.

This report support technical regulations about the 433MHz RFID, 2.3 GHz WiBro service and 370MHz LBS(Local Based System) service. Also, It is described in this report that back grounds of the limitation individual regulation item.

목 차

그림 목차	7
표 목차	9
I. 서 론	11
II. 433 MHz RFID용 무선설비의 기술기준	21
III. 휴대인터넷(WiBro)용 무선설비의 기술기준	53
IV. 위치기반 서비스(LBS)용 무선설비의 기술기준	142
V 결 론	184

그림 목차

그림 I-1. 기술기준 제·개정 추진체계	16
그림 I-2. 단계별 기술기준 제·개정 추진절차	17
그림 II-1. 자동 인식 시스템 분류	24
그림 II-2. RFID 시스템의 구성요소	25
그림 II-3. 능동형 RFID의 최적 주파수	27
그림 II-4. 국내 RFID/USN 주파수 분배 현황	32
그림 II-5. 한국/일본 미약무선국 전파방사 기술기준	35
그림 II-6. 태그 수집 및 충돌 조정 프로토콜	36
그림 II-7. Duty cycle 보정 예(Savi사)	44
그림 II-8. 신호발생기로 생성한 RFID 출력대역폭(RBW=3kHz)	46
그림 II-9. FSK변조에서 최소 대역폭	46
그림 II-10. 제외국과 불요발사 비교	48
그림 II-11. 사용주파수 대역외 불요발사 기준	49
그림 II-12. 인접한 250kHz대역에 대한 기준	49
그림 III-1. 휴대인터넷용 주파수 할당	61
그림 III-2. 휴대인터넷 시스템 구성도	62
그림 III-3. 보호대역의 필요성	71
그림 III-4. OFDM 방식	73
그림 III-5. 점유주파수대폭	78
그림 III-6. 비동기 간섭 시나리오 I (TTG)	80
그림 III-7. 비동기 간섭 시나리오 II (RTG)	81
그림 III-8. 비동기 간섭 시나리오 III (Worst Case)	83
그림 III-9. 기지국 송신 동기 오차 측정 방안	87
그림 III-10. 송신 동기 측정 예 1	88
그림 III-11. 송신 동기 측정 예 2	89
그림 III-12. 송신 동기 측정 예 3	90

그림 III-13. SNR에 따른 SINR degradation	97
그림 III-14. 비 면허 대역 출력 운용사례	102
그림 III-15. DL 동일 사업자 FA간 간섭 영향	111
그림 III-16. DL 동일 사업자 FA간 간섭 Worst Case 정의	111
그림 III-17. DL 타 사업자 FA간 간섭 Worst Case 정의	113
그림 III-18. System Level Simulator에서 적용되는 Propagation Model ..	114
그림 III-19. DL 타 사업자 FA간 간섭 영향	114
그림 III-20. DL I_{oc} Modeling을 위해 고려한 2-tier 19-cell layout ..	115
그림 III-21. 2-tier 19-cell layout에서의 DL I_{oc} 분포	115
그림 III-22. UL 동일 사업자 FA간 간섭 영향	117
그림 III-23. UL 타 사업자 FA간 간섭 Worst Case 정의	124
그림 III-24. ACLR에 따른 UL 타 사업자 FA간 간섭 발생 확률	124
그림 III-25. Reference 레벨 정의 : dBsd	132
그림 III-26. dBsd 단위의 Spectrum mask 측정결	135
그림 IV-1. 시스템 구성도	157
그림 IV-2. 위치추적 서비스 흐름도	158
그림 IV-3. 기지국 실장도	160
그림 IV-4. 내부 구조도 및 블록 다이어그램	161
그림 IV-5. 단말기 내부 구성도	162
그림 IV-6. 전파예측 시뮬레이션 결과	175
그림 IV-7. 지상파LBS 이동국 신호파형	178
그림 IV-8. Chip rate의 개념	179

표 목차

표 I-1. 분야별 기술기준 연구반 운영주관	18
표 II-1. 능동 및 수동 RFID 기술 특성 비교	27
표 II-2. 능동 및 수동 RFID 기능별 요구사항 비교	28
표 II-3. 능동 및 수동 RFID 응용 분야 비교	28
표 II-4. 각 표준안별 개요	30
표 II-5. RFID의 국제표준 제정단계 현황	31
표 II-6. ITU-R 주파수 분배(432-438MHz) 현황	31
표 II-7. 미국 단거리 송신기 기술기준(FCC Part 15.231, 15.240)	33
표 II-8. ERC/REC 70-03(SRD)	34
표 II-9. ISO/IEC 18000-7 물리 계층 파라미터	36
표 II-10. 제외국 기술기준 비교	37
표 II-11. 불요발사 기준값	47
표 II-12. ITU-R SM.329-10(Table 3)	49
표 III-1. 휴대인터넷 시장동향 및 전망에 대한 설문 결과	58
표 III-2. 휴대인터넷 기술방식비교표	64
표 III-3. 802시리즈 비교표	68
표 III-4. 802.16 표준화 동향	68
표 III-5. 무선접속 주요 파라미터와 필수 요구사항	69
표 III-6. Cable 종류 및 길이에 따른 전파지연	84
표 III-7. 송신 동기 오차 규격에 따른 시스템 운용	86
표 III-8. 기지국 주파수 허용편차 규격에 따른 성능열화	92
표 III-9. Band Class별 유효복사전력	101
표 III-10. 3GPP TS 25.102 UE Power Class	102
표 III-11. WiBro Spectrum Mask 간섭 분석 위한 Parameter Set	105
표 III-12. 참고한 DL Link Table 1	106
표 III-13. 참고한 DL Link Table 2	106

표 III-14. Case 별 ACLR 산출 결과 요약	108
표 III-15. DL 동일 사업자 FA간 ACLR 산출 결과	110
표 III-16. DL 타 사업자 FA간 요구 ACLR 산출 결과	113
표 III-17. UL 동일 사업자 FA간 요구 ACLR 산출 결과	117
표 III-18. UL 타 사업자 FA간 ACLR 산출 결과	123
표 III-19. MCL 간섭 분석법을 적용해 본 결과	123
표 III-20. 단말 구현성을 고려한 스펙트럼 마스크	126
표 III-21. Power Class를 적용한 스펙트럼 마스크	127
표 III-22. 기지국 및 중계국 스펙트럼 마스크	128
표 III-23. 기지국 및 중계국 스펙트럼 마스크	129
표 III-24. RMS detection 방식을 이용한 Spectrum mask 측정결과	134
표 IV-1. 지상파 LBS 관련 주요 추진 경과	146
표 IV-2. 위치측정 기술방식 분류	149
표 IV-3. 위치측정 방식별 개요	150
표 IV-4. 주요 방식별 세부 비교	151
표 IV-5. LBS 활용영역 및 적용사례	152
표 IV-6. 사업자별 LBS 서비스 현황	153
표 IV-7. LBS 기지국 형태에 따른 구성 및 기능	161
표 IV-8. LBS 기지국 내부 구성 요소	162
표 IV-9. 타 국가의 주파수 및 출력	168
표 IV-10. E911 위치추적 요구 정확도 및 신뢰도	169
표 IV-11. ECS 위치추적 요구 정확도 및 신뢰도	169
표 IV-12. 국내 시험기관의 측정자료	170
표 IV-13. 시험환경	170
표 IV-14. 지상파 LBS의 위치추적 정확도 및 신뢰도	171
표 IV-15. 계산결과	174
표 IV-16. 점유주파수대폭 변경에 따른 정확도 측정결과	179

I. 서 론

목 차

제1장 개 요	12
제2장 기술기준 제·개정 업무처리절차	15
제1절 기본방침	15
제2절 기술기준 제·개정 추진체계	16
제3절 단계별 기술기준 제·개정 추진절차	17
제4절 기술기준 심의위원회 구성·운영	20

제1장 개 요

전파통신의 보급과 이용의 확대에 따라 전파자원에 대한 수요가 급증하고 있기 때문에 전파통신의 효율적 관리 및 이용을 위한 정책은 서비스의 보급·확산과 더불어 향후 전파통신 분야의 기술발전을 위하여 지속적으로 연구되어야 한다. 아울러 전파사용의 질서를 유지하고 공공복리를 증진하며 전파자원의 보호를 위해서는 일정한 규범적 제도가 필요하다.

무선설비의 기술기준은 한정된 자원인 전파를 효율적으로 관리하고 무선설비의 최소한의 품질을 제도적으로 보장해주는 강제적 규정으로 타 업무 및 타 기기의 동작에 영향을 미치지 않도록 하기 위하여 무선설비가 갖추어야 할 최소한의 기술적·운영적·환경적 사항을 명시하고 있다. 무선설비의 기술기준에는 무선설비의 일반적인 사항을 규정하는 무선설비규칙과 일반적인 기준 외에 각각의 무선설비 특성을 별도 항목을 규정하는 세부기술기준이 있다.

정보통신부는 무선통신 기술발전 및 국제 표준화 동향 등 전파환경의 변화에 신속히 대응하기 위해 무선설비규칙에 관한 업무는 정보통신부에서 관장하고 세부기술기준에 관한 업무는 전파연구소에서 관장토록 하였으며, 무선설비규칙을 개정하여 세부기술기준의 제·개정을 전파연구소장이 하도록 하였다.

※ 『정보통신부와그소속기관직제시행규칙』 (대통령령 제18645호, 2004. 12. 31)

『무선설비규칙』 (정보통신부령 제168호, 2005. 2. 12)

전파연구소는 세부기술기준의 제·개정 업무처리를 보다 효율적이고 합리적으로 수행하기 위하여 『기술기준 제·개정 업무 처리절차』를 마련하여 기술기준 제·개정 업무를 추진하였다.

무선설비의 세부기술기준 제·개정은 신규 주파수분배, 국제표준 및 규제 동향 분석, 관련 산업계 요구 등 기술기준 제·개정 수요가 발생한 경우에 이루어진다. 전파연구소는 『기술기준 제·개정 업무 처리 절차』에 따라 관련분야의 전문가들로 기술기준 연구반을 구성하여 제기된 문제점 및 이슈에 대한 분석, 선진 제외국의 관련 기술기준의 분석 등을 통해 제·개정(안)을 마련하고 산업체, 학계, 관련 기관 등 이해당사자를 대상으로 의견수렴을 실시하여 최종 제·개정(안)을 확정하며, 기술기준심의위원회 심사, 정보통신부 규제심사를 통하여 기술기준 제·개정을 확정하고 관보에 고시하는 절차를 거친다.

2005년도에 전파연구소는 컨테이너 등 대형화물의 유통 및 관리를 위한 433MHz 대역의 RFID, 정지·이동 환경에서 다양한 멀티미디어 서비스를 고속데이터통신으로 제공할 수 있는 휴대인터넷(WiBro) 및 정확하고 안정된 위치기반서비스 구현을 위한 지상파 LBS의 도입을 위해 관련 분야 전문가들로 기술기준연구반을 운영하여 제·개정(안)을 마련하고 관련 기술기준을 제정·고시하였다.

본 보고서에서는 2005년도 전파연구소에서 무선설비의 기술기준을 제정하기 위하여 수행한 연구결과를 무선설비별로 구분하여 구성하였다. 각 장에서는 관련 무선설비의 기술개요, 국내 전파이용환경, 국제 표준화동향 및 선진 제외국의 규제동향 등의 조사·분석 결과와 각 항목별 기준치 결정배경 및 기술기준에 대해 언급하였다.

제2장 기술기준 제·개정 업무처리절차

제1절 기본방침

1. 기술기준 제·개정은 ITU, ISO/IEC 등의 국제 표준동향 및 권고 사항을 적극 참조하여 추진 한다.
2. 기술기준 제·개정은 정보통신부 정책에 부응하고, 사업자의 서비스 제공 일정에 차질이 없도록 적기에 마련 한다.
3. 기술기준 제·개정의 공정성 및 투명성 확보를 위하여 기술기준 심의위원회 및 기술기준 연구반을 구성·운영 한다.
4. 기술기준 제·개정은 학계, 연구소, 사업자, 산업체 등 이해 당사자의 다양한 의견을 충분히 수렴하여 추진 한다.
5. 기술기준 제·개정 시에는 제·개정의 필요성, 배경 등의 내용을 수록하는 연구보고서를 작성 한다.
6. MRA에 대비하여 기술기준 제·개정 시에는 제·개정된 기술기준에 대한 영문 본을 작성 한다.

제2절 기술기준 제·개정 추진체계

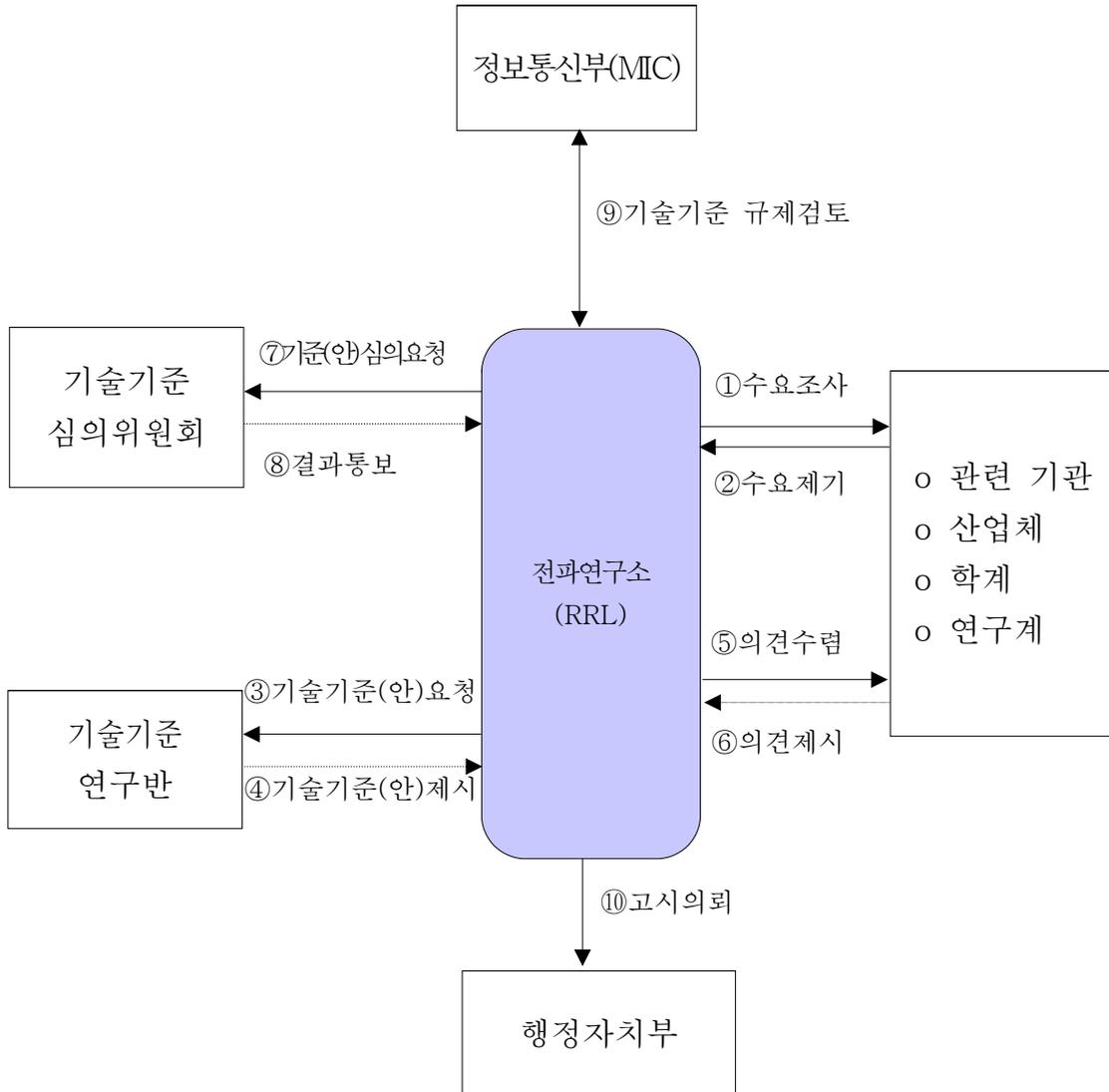


그림 I-1. 기술기준 제·개정 추진체계

제3절 단계별 기술기준 제·개정 추진절차

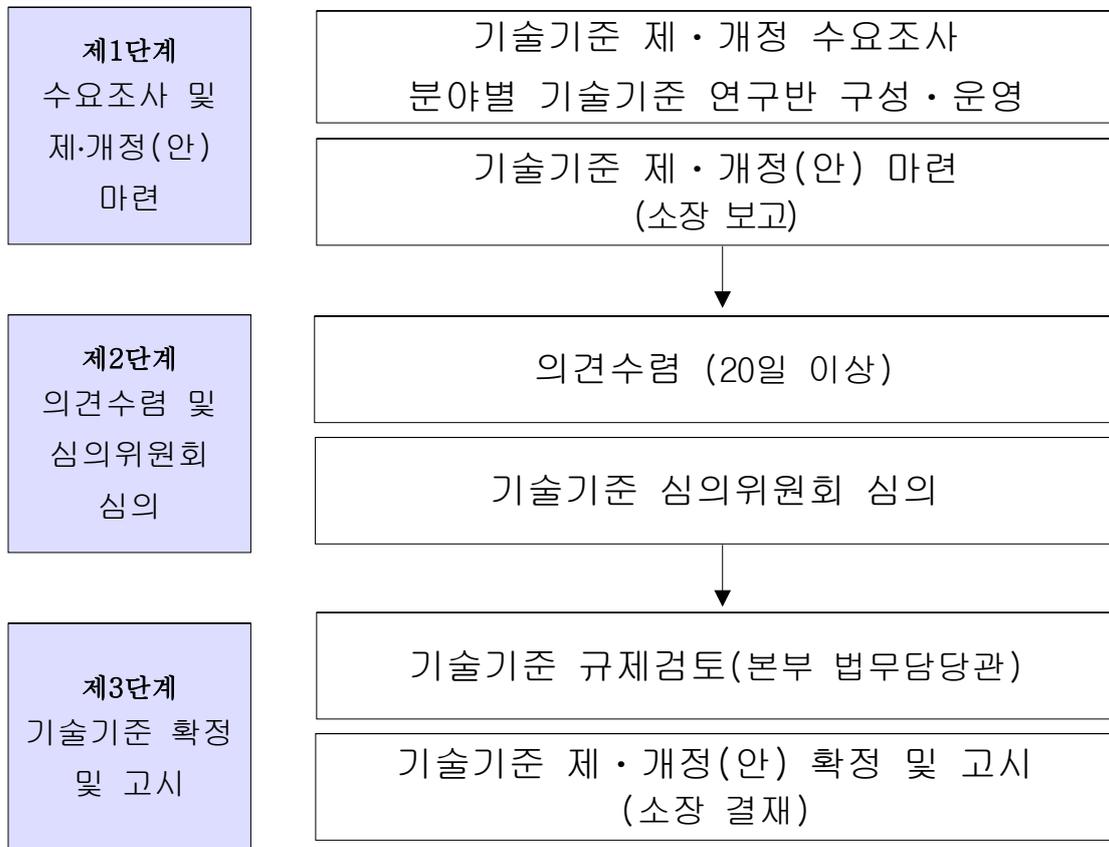


그림 I-2. 단계별 기술기준 제·개정 추진절차

1. 제1단계 : 기술기준 제·개정 수요조사 및 기술기준 제·개정(안) 마련

가. 기술기준 제·개정 수요조사

- (1) 전파연구소는 국제표준, 국제협약 등의 최신동향을 분석하고 관련기관, 산업체, 학계, 연구계 등에 기술기준 제·개정 수요조사 실시
- (2) 전파연구소는 본부의 신규 주파수 분배·할당 등 주파수정책에 따라 기술기준 제·개정 수요조사 실시
- (3) 신기술·신제품 개발, 신규 서비스와 관련된 이해 당사자는 전파연구소에 기술기준 제·개정을 요청

- (4) 전파연구소는 수요조사 결과 및 산업체 등의 기술기준 제·개정 요청을 검토하여 타당성이 인정되는 경우 추진계획을 수립하여 홈페이지에 공지

나. 분야별 기술기준 연구반 구성·운영

(1) 주요임무

- (가) 기술기준 제·개정에 관한 기술검토 및 분석
- (나) 기술기준 제·개정(안) 마련

(2) 구성·운영

- (가) 연구반은 연구소, 학계, 산업체 등의 관련 분야 전문가로 20인 이내에서 구성
- (나) 연구반은 기술기준 제·개정 수요 발생시 수시로 구성되며, 연구반은 기술기준 제·개정(안)이 마련될 때까지 운영

표 I-1. 분야별 기술기준 연구반 운영주관

분야별	운영주관	주요임무
전파통신	기준연구과 무선기준담당	<ul style="list-style-type: none"> - 분야별 기술기준 제·개정 추진 계획 수립 - 분야별 기술기준 검토, 분석 - 기술기준 제·개정(안) 마련 - 연구보고서 작성 - 해당 기술기준별 영문화
방송	기준연구과 방송기준담당	
전기통신	기준연구과 표준담당	
전자파	전파환경연구과 전자파기준담당	
인체안전	전파환경연구과 전자파기준담당	

다. 기술기준 제·개정(안) 마련

- (1) 전파연구소는 기술기준 제·개정 추진계획에 따라 기술기준 연구반에 기술기준 제·개정(안) 마련을 요청

- (2) 기술기준 연구반에서는 전파연구소의 기술기준 제·개정(안) 마련 요청에 응하여 기술기준 제·개정(안)을 마련 제출
- (3) 기술기준 연구반에서 제출하는 기술기준 제·개정(안)은 다음 사항을 포함하는 기술기준(안) 및 연구보고서로 작성하여야 한다.
 - (가) 기술의 개요, 국제표준 등 기술동향
 - (나) 기술기준 각 항목별 기준 결정배경, 실험 및 측정결과 등

2. 제2단계 : 의견수렴 및 기술기준 심의위원회 심의

- 가. 전파연구소는 기술기준 연구반에서 제출된 기술기준 제·개정(안)에 대하여 행정절차법에 따라 특별한 사정이 없는 한 20일 이상 이해 당사자를 상대로 의견수렴 실시
- 나. 전파연구소는 의견수렴 과정에서 제기된 의견에 대하여 기술 기준 연구반에 추가적인 검토를 요청
- 다. 기술기준 연구반은 의견수렴 과정에서 제기된 의견을 충분히 검토하여 최종 기술기준 제·개정(안)을 전파연구소에 제출
- 라. 전파연구소는 기술기준 심의위원회를 개최하여 기술기준 제·개정(안)에 대한 심의를 요청
- 마. 기술기준 심의위원회는 제안된 기술기준 제·개정(안)에 대하여 기술적, 타당성 등을 심의하여 채택 의결시 전파연구소장에 채택을 요청

3. 제3단계 : 기술기준 제·개정(안) 확정 및 고시

- 가. 기술기준 규제검토
 - 전파연구소는 기술기준 심의위원회에서 심의된 기술기준 제·개정(안)에 대하여 본부에 규제사항 검토를 요청
- 나. 기술기준 제·개정(안) 확정 및 고시
 - 전파연구소장은 기술기준 제·개정(안)에 대한 본부의 규제 검토가 완료되면 기술기준 제·개정(안)을 확정하고 관보에 고시하고 전파연구소 홈페이지 등을 통하여 홍보

제4절 기술기준 심의위원회 구성·운영

1. 주요 임무

- 기술기준 제·개정에 관한 사항 심의·의결

2. 구성·운영

- 정부, 연구소, 학계, 산업체 등의 전문가로 20인 이내 구성
- 심의위원회는 기술기준 제·개정 의제 발생시 수시로 개최

Π . 433MHz RFID

목 차

제1장 서 론	23
제2장 RFID 기술 개요	24
제1절 인식시스템 기술의 발전	24
제2절 RFID 시스템의 구성	25
제3절 능동형 RFID의 기술적 특성	26
제3장 국내외 기술기준 및 표준화 동향	29
제1절 국제 표준화 동향	29
제2절 433 MHz대 국내외 기술기준	31
제4장 433 MHz RFID 기술기준 분석	38
제1절 기술기준 제정방향 및 추진경과	38
제2절 세부항목별 기술기준 분석	40
제5장 433 MHz RFID 기술기준	51

제1장 서 론

RFID(Radio Frequency Identification)는 각종 서비스 산업은 물론 물류, 산업 현장, 제조 공장과 물품의 흐름이 있는 곳이면 어디에서나 적용이 가능하여 사용되고 있으며, 사회 여러 분야로부터 큰 관심의 대상이 되고 있다. 이와 같은 상황을 반영하여 ISO/IEC의 JTC1/SC31 전문위원회를 중심으로 RFID 글로벌 표준화가 진행되고 있다.

국내에서도 RFID 기술 및 응용 분야가 확대되고 있어 이의 조기 구축을 통한 관련 기술 발전 및 세계 시장 진출의 기회 확보를 위해 국제 표준에 부합하는 RFID용 주파수 분배 및 관련 기술기준 제반 규정을 정비할 필요성이 대두되었다.

세계적으로 대두되고 있는 UHF대 RFID 중 908.5-914 MHz대 RFID 기술기준은 2004년 12월 1일(정보통신부 고시 제2004-66호)에 제정되었으며, 새로운 기술 발전 및 응용에 부합되도록 433 MHz대 RFID의 기술기준도 시급히 제정되어야 한다.

본고에서는 능동형인 433MHz RFID의 기술기준을 제정하기 위한 국제적인 표준화 동향 및 새로운 신기술 등에 관하여 분석하고 이를 바탕으로 국내 기술기준을 마련하고자 한다.

제2장 RFID 기술 개요

제1절 인식시스템 기술의 발전

사람, 동물, 상품 등에 대한 자동식별방법은 과거에 여러 가지 방식이 개발되어 사용되어 왔다. 대표적인 종류로서 바코드시스템은 일용품 산업계 요구에 의해 1976년에 설계된 것으로 13개의 디지털로 구성되며 지난 20년간 가장 성공한 자동인식시스템이다.

광문자 인식(optical character recognition)은 1960년도에 처음 사용되었으나 다른 자동인식 시스템에 비해 고가이며 복잡하다. 바이오 인식은 생체의 개별적인 특성을 인식하는 기술이며 지문인식, 음성인식, 홍채인식 등이 있다.

스마트카드는 전자식 데이터 저장 시스템이며 1984년에 처음으로 공중전화 스마트카드에 사용되었다. 접촉부분을 통한 직렬 인터페이스를 통해서 카드와 리더간에 쌍방향으로 데이터 전달이 이루어지며 메모리 카드와 계산가능카드로 세분된다.

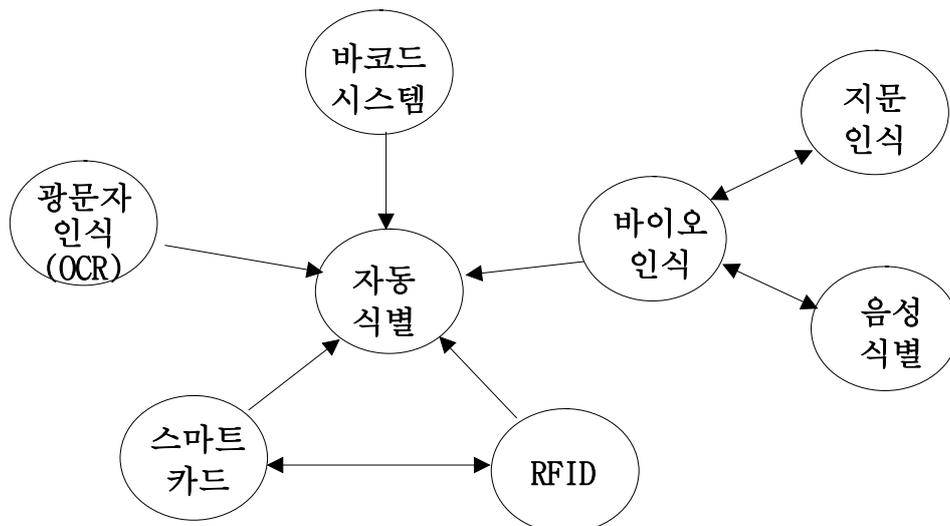


그림 II-1. 자동 인식 시스템 분류

과거의 식별 시스템 혁명을 주도했던 현존하는 바코드 라벨은 매우 저렴하지만 저장 능력이 적고 재프로그래밍이 불가능하여 현재 여러 분야의 수요에서 적당치 않은 점들이 지적되고 있다.

기술적으로는 실리콘칩에 데이터를 저장하는 것이 효과적이며 전화 카드나 은행카드와 같은 접촉방법에 의한 스마트카드를 생각할 수 있으나 이 카드 사용을 위한 기계적인 접촉은 사용하기에 실용적이지 못하다.

데이터 운반장치와 리더(reader)간의 비접촉식 데이터 전달이 보다 더 실용적이며 이와 같이 전원과 데이터를 전달하기 위해서 사용되는 절차 때문에 비접촉식 식별시스템을 RFID(radio frequency identification) 시스템이라 한다.

제2절 RFID 시스템의 구성

RFID는 (그림 II-2)와 같이 리더(interrogator, 질의기)를 통하여 무선 통신에 의해 접촉하지 않고 태그(transponder, 응답기)의 정보를 판독하거나 기록하는 일종의 무선 통신 시스템이다.

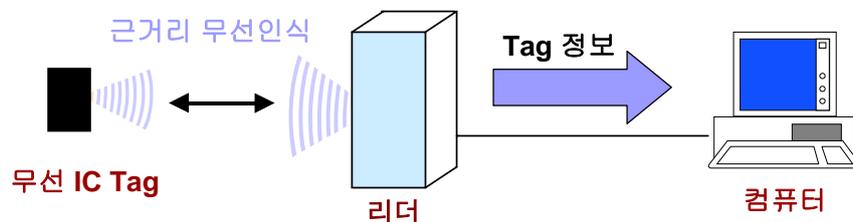


그림 II-2. RFID 시스템의 구성요소

수동형(passive type) RFID 리더/라이터는 RF 캐리어신호를 태그에 송신하고 태그는 RF 신호가 들어오면 진폭 또는 위상 변조하여 태그에 저장된 데이터를 캐리어주파수 신호로 리더로 되돌려 준다(backscatter). 능동형(active type) RFID에서 태그는 배터리를 내장하므로 송신이 가능하므로 운용거리가 멀고 많은 데이터를 전송할 수 있다. 그러나 배터리가 소모되면 전송을 할 수 없다.

되돌려 받은 변조신호는 리더에서 복호화되어 태그 정보가 해독되며 리더는 보통 PC에 연결되어 운용되며 응용목적에 따라 운용 소프트웨어에 의해 RFID 시스템을 제어한다.

RFID시스템과 스마트카드의 차이점은 데이터를 저장한다는 면에서 태그가 스마트카드와 비슷하지만 데이터 교환을 위한 전원 및 접촉이 자장(magnetic field)이나 전자장(electromagnetic field)에 의해 이루어진다는 차이가 있다.

RFID는 다른 자동인식에 비해 많은 장점을 가지고 있으며 특히 대량을 거래하는 시장에서 선두를 점유해가고 있으며 이에 대한 예가 대중교통에서 티켓으로 사용되는 비접촉 스마트카드이다.

제3절 능동형 RFID의 기술적 특성

433.92MHz RFID는 능동형(active type)이며 기술적으로 수동형(passive type)과는 매우 다르다. 433.92MHz RFID의 최대 통신 범위는 동일한 출력의 신호 주파수가 낮을수록 멀리 전파하며 100MHz이하의 주파수에서 대부분 유도성 결합을 이용하며 전기적 결합에 의한 장거리 통신은 제한되는데 이는 환경 잡음이 높기 때문이다.

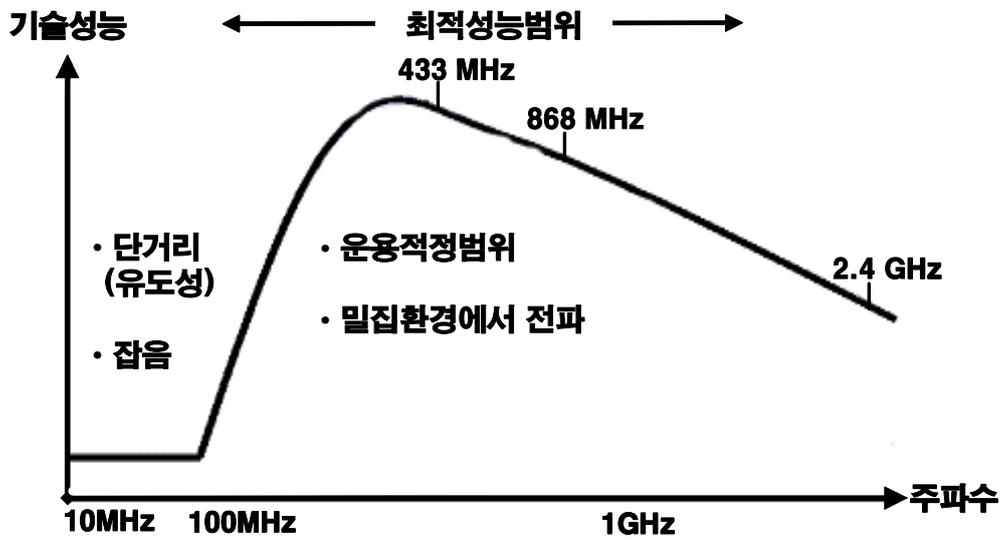


그림 II-3. 능동형 RFID의 최적 주파수

복잡한 환경에서 전파는 신호가 일반적으로 파장의 크기 정도 물체에서 회절 현상이 심해진다. 그러므로 파장이 짧아지면 환경에 대한 영향이 매우 커지므로 2GHz이상에서는 거의 비실용적이다. (그림 3)은 일반적으로 100MHz에서 1GHz사이에서 RFID를 위한 최적의 성능 특성을 나타낸다.

표 II-1. 능동 및 수동 RFID 기술 특성 비교

	능동형 RFID	수동형 RFID
태크 전력원	태그 내부	리더로부터 공급
배터리	Yes	No
태그 전력 가용성	연속	리더 필드 범위
신호세기(리더->태크)	Low	High
신호세기(태그->리더)	High	Low

표 II-2. 능동 및 수동 RFID 기능별 요구사항 비교

	능동형 RFID	수동형 RFID
통신범위	100m 이상	3m 정도
다중태그수집	- 한 개의 리더로 7에이커 영역에서 1000 개 이상 태그 제어 - 100mph 속력에서 20여개 태그 제어	- 3m 범위에서 한 개의 리더로 수백 개 태그 제어 - 3mph에서 20여개 태그 제어
센서 능력	연속적인 감시 및 센서 입력 기록(센서 이벤트에 대한 데이터/시간 스탬프)	태그가 리더에 의해 전원을 공급 받을 때 센서값을 읽고 전달
데이터 저장	탐색 및 액세스가 가능한 정도의 데이터를 읽고 쓸 수 있는 용량(128KB)	소량의 읽고 쓸 수 있는 데이터 저장(128KB)

표 II-3. 능동 및 수동 RFID 응용 분야 비교

	능동형 RFID	수동형 RFID
영역 감시 (터미널, 야적장 등)	Yes	No
고속/다중태크처리	Yes	제한적
보안화물처리응용	복잡(연속적 검출, 에러검출, 시간 스탬프)	단순(일회성 검출, 에러검출 및 시간 스탬프 불필요)
업무처리 영향	최소화	보통
응용특성	- 동적인 업무 처리 - 비제한적인 이동 - 보안/감시 - 데이터 저장/기록	- 고정적인 업무처리 - 제한적인 이동 - 단순한 보안/감시 - 제한적인 데이터 저장

제3장 국내외 기술기준 및 표준화 동향

제1절 국제 표준화 동향

RFID 기술은 90년대 중반부터 일부 응용분야에 대해 국제표준화기구(ISO)에서 표준화가 논의되어 본격적인 실용화의 기반이 갖추어지기 시작하였다. 대표적으로 식별카드의 표준화를 추진하는 ISO JTC1/SC17에서 비접촉형 IC 카드의 표준화가 90년대 후반부터 논의되어 2000년 ~ 2001년 사이에 관련규격(ISO/IEC 14443 시리즈)이 모두 제정되었다.

RFID 시스템의 응용별로 개별적인 표준화가 진행되면서 글로벌 관점에서의 사용 및 보급에 큰 장애가 될 수 있다. 이를 방지하기 위해 ISO의 자동인식기술연구위원회(JTC1/SC31)에서 본격적으로 실용 주파수별 통신조건(Air Interface), 데이터 포맷, 데이터 내용, 시험방법 등의 표준화를 추진하고 있으며 2004년 말에 해당 국제표준의 제정이 완료되었으며 ISO/IEC 18000-6 등은 Type C 추가 등을 위해서 개정 작업이 진행 중에 있다.

표 II-4. 각 표준안별 개요

그룹명	ISO/IEC	작업명	개요
Data 구문표준	15961	태그 Commands	컴퓨터 호스트와 리더간의 명령어와 데이터 형식을 제안하고 있다. 상호통신은 ASN.1(추상구문표기법 type1)을 option으로 채용하고 데이터 프로토콜 프로세서에서 프로토콜을 정의하고 있다.
	15962	Data Syntax	리더의 로지컬 메모리와 태그 드라이버를 규정한다.
태그 식별	15963	태그 식별자	각종 Unique ID를 통합 수용할 수 있는 체계를 규정한다. 고유 ID는 IC의 품질관리 이력 및 태그의 이력파악이나 복수 안테나 설치 시 복수 태그의 충돌방지 등에 필요하다.
Air Interface (통신)	18000-1	Generic Parameters	유통물류, 상품 공급망의 상품인식 개념구조를 제안하고 표준화가 필요한 파라미터를 규정한다.
	18000-2	below 135KHz	독일 DIN에서 제안되어 type A/B의 두가지 사양이 검토되었다. 리더는 type A/B의 태그를 모두 통신할 수 있어야 한다. 통신거리는 수 10cm 정도이다.
	18000-3	13.56MHz	모드 1/2의 두가지 사양으로 모드 1은 IC 카드 규격(ISO/IEC 15693)에 Tagsis사의 충돌방지방식을 option으로 추가하고 있고 모드 2(Magellan사 제안)는 424kbps의 빠른 통신속도가 특징으로 고속분류용으로 유효하다. 모드 1/2 간은 호환되지 않는다.
	18000-4	2.45GHz	모드 1/2가 있고 모드 1(Intermec사 제안)은 FHSS 방식을 채용하고 있고 Passive 방식으로 통신영역은 수10cm에서 1m 정도이다. 모드 2(Siemens사/Nedap사가 제안)는 Active 방식으로 통신거리가 수m-10m 정도이다.
	18000-5	5.8GHz	Q Free사가 제안한 Passive 방식이다. 주요국가들이 반대하여(ITS와의 부정합성) 작업이 철회되었다.
	18000-6	UHF 860-960MHz	Philips, TI 등 5개사가 공동으로 제안한 것으로 유통물류에 가장 널리 적용될 것으로 전망된다. 한국, 일본이 자국내 전파사정으로 최초 반대입장을 표명하였으나, 유통물류 산업의 국제화를 위해 적극 수용하였다. 현재 ANSI에서 Type C(EPC Global Gen2)를 제안해서 개정 작업을 수행하고 있다.
	18000-7	UHF 433MHz (Active)	SAVI사가 제안한 것으로 한국, 일본 등이 아마추어무선용으로 사용하고 있어 적극 반대했다. Active 태그에 의한 컨테이너 인식용으로 100m의 인식도 가능하다.
적용기술	TR18001	Application 요구사항	RFID 시스템 적용조건을 조사한 기술보고서이다.

표 II-5. RFID의 국제표준 제정단계 현황

그룹	그룹명	ISO/IEC	작업명	현단계	주요응용분야
SG1	Data 구문표준	15961	태그 Commands	CD	데이터 프로토콜
		15962	Data Syntax	CD	
		19789	API	NP	
SG2	태그 식별	15963	태그 식별자	FCD	유일 태그 식별
SG3	Air Interface (통신)	18000-1	Generic Parameters	IS	파라미터 규정
		18000-2	below 135KHz	IS	가축관리
		18000-3	13.56MHz	IS	도서관리
		18000-4	2.45GHz	IS	무칩 응용
		18000-5	5.8GHz	철회	ITS
		18000-6	UHF 860-960MHz	IS(개정중)	유통물류
		18000-7	UHF 433MHz(Active)	IS	컨테이너(100m)
		TBA	Elementary 태그 Func.	NP	Read only(EPC)
ARP	적용기술	TR18001	Application 요구사항	IS(TR)	적용조건 조사

제2절 433 MHz대 국내외 기술기준

ITU-R에서는 430MHz대에 [표 II-6]과 같이 주파수를 분배하고 있다. 특히 Region 3의 한국, 일본 등은 아마추어 무선에서 많이 활용하고 있으므로 다른 용도와 공유해서 사용하기가 쉽지 않다.

표 II-6. ITU-R 주파수 분배(432-438MHz) 현황

Allocation to services		
Region1(유럽)	Region2(미국)	Region3(한국)
432-438 Amateur Radiolocation Earth exploration-satellite (active) 5.297A	432-438 RADIOLOCATION Amateur Earth exploration-satellite (active) 5.279A	
5.138 5.271 5.272 5.276 5.277 5.280 5.281 5.282	5.271 5.276 5.277 5.278 5.281 5.282	

1. 국내 기술기준

국내에서는 (그림 II-4)와 같이 아마추어에서 사용하고 있다. 그러나 항만, 컨테이너 집하장, 부두창고 등에서 컨테이너 관리를 위해 433.92 MHz를 중심으로 $\pm 250\text{kHz}$ 를 RFID/USN용으로도 사용할 수 있도록 2004년 12월에 주파수를 분배하였다.

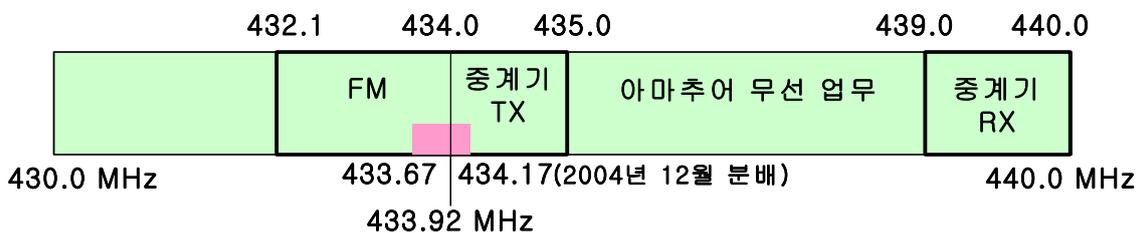


그림 II-4. 국내 RFID/USN 주파수 분배 현황

430 ~ 440MHz는 아마추어 무선업무에서 사용 중이므로 RFID는 간섭을 주지 않도록 기술기준이 제정되어야 한다. 유럽이나 미국 등과 같은 제외국에서는 비교적 아마추어 사용 빈도가 낮거나(유럽), 대역폭이 넓어서(미국) 소출력 미약 무선기기가 활성화되어 있다. RFID, TPMS(tire pressure monitoring system), RKE(remote keyless entry) 등과 같은 제품은 이미 세계적인 상품이 되어 국제적인 주파수 조화(harmonization) 및 표준(standardization)이 필요하게 되었다.

국내에서도 RFID 뿐 만 아니라 TPMS, RKE 등과 같은 무선기기들이 서로 간섭 없이 공유할 수 있는 주파수 분배 및 기술기준을 진행 중이다.

2. 국외 기술기준

가. 미국

미국에서는 FCC Part 15.231에서 Garage Door Opener, Alarm System, TPMS, Remote Keyless Entry, Remote Car Starter 등과 같은 의도적 분배기(intentional radiator)에 대한 주파수 대역과 발사 전계강도에 대해 규정하고 있다. 이 대역에서는 의도적 발사기의 제어용 신호를 전송할 수 있으므로 원격제어 장난감 및 연속적인 음성/화상/데이터를 전송할 수 없다. 그러나 TPMS, Remote Keyless Entry, Remote Car Starter, RFID와 같은 인식 데이터 전송을 하는 경우는 예외이다.

표 II-7. 미국 단거리 송신기 기술기준(FCC Part 15.231, 15.240)

Section	15.231(b)	15.231(e)	15.240(Proposal)	15.240(new)
응용	제어신호/코드 인식	모든 응용(데이터 전송 포함)	위치, 식별, 데이터 교환	위치, 식별, 데이터 교환
주파수	70MHz이상	70MHz이상	425-435MHz	433.5-434.5MHz
데이터 허용	No/Yes	Yes	Yes	Yes
음성 허용	No/Yes	Yes	No	No
평균전계세기	11,000 μ V/m	4,400 μ V/m	11,000 μ V/m	11,000 μ V/m
최대전계강도	110,000 μ V/m	44,000 μ V/m	110,000 μ V/m	55,000 μ V/m
운용주기	Off Time	1시간	30초	10초
	On Time	5초	1초	120초
주기 동작	0.14%이하	3.2%이하	92%이하	86%이하
기타		15.231(b)에 비해 운용주기가 짧아서 데이터 전송률은 커지지만 출력이 낮아져서 운용 거리가 짧아짐	Savi사가 운용주기, 출력, 주파수를 확대해서 제안함(수정해서 채택됨)	Savi사의 제안은 기존 시스템 등에 영향을 주기 때문에 이를 최소화할 수 있는 운용주기, 출력, 주파수로 수정해서 결정

FCC 15.231(a)와 15.231(e)는 전계강도가 다른데 이는 주기 동작 즉 duty cycle이 다르기 때문이다. 즉 duty cycle이 커지면 출력이 커져서

다른 무선시스템에 영향을 줄 수 가 있다. 433.92MHz RFID의 경우에 시스템 운용상 많은 데이터 전송이 필요하므로 duty cycle이 커야 한다. 그러므로 미국에서는 해상 컨테이너에 한해서 duty cycle을 86%까지 사용해서 특정 지역에서 신고하고 사용하도록 15.241을 2004년에 제정하였다.

나. 유럽

유럽은 400MHz대역에서 아마추어 사용이 비교적 적기 때문에 여러 유럽 국가간에 ISM대역과 같이 사용하고 있다. 즉 각 국가간에 주파수 조화(harmonization)를 도모(ERC/REC 70-30)해서 TPMS, RKE 등과 같은 SRD(short range device) 시스템을 동일한 주파수 대역에서 운영하고 있다.

표 II-8. ERC/REC 70-03(SRD)

주파수 대역	출력전력 (e.r.p.)	채널간격	Duty cycle(%)
433.050-434.790MHz ^[1]	10mW	채널간격 없음	10% 이하
433.050-434.790MHz ^[2]	1mW 또는 -13dBm/10kHz (광대역)	채널간격 없음	duty cycle 제한 없음
433.050-434.790MHz ^[3]	10mW	25kHz	duty cycle 제한 없음

[1] 오디오와 음성 신호는 433.05-434.79 MHz 대역에서 사용할 수 없음

[2] 250 kHz 보다 더 넓은 대역폭을 갖는 광대역 채널에서 전력 밀도는 -13dBm/10 kHz 이어야 함. 오디오와 음성 신호는 433.05-434.79 MHz 대역에서 사용할 수 없음

[3] 오디오와 음성 신호는 433.05-434.79 MHz 대역에서 사용할 수 없음

유럽에서도 다른 시스템들과 공유를 위해서 duty cycle을 정하고 있으며 출력이 10mW(e.r.p.)이면 10%이하의 duty cycle을 갖도록 규정하고 있다. 그러나 출력이 1mW(e.r.p.)이면 duty cycle에 대해서는 규정하지 않는다.

다. 일본

일본은 우리나라와 비슷한 전파 환경을 가지고 있으며 특히 400MHz 대역에서 많은 아마추어 무선(약 60만 무선국)이 행해지고 있다. 그러므로 아마추어 무선과의 효율적인 공유를 검토하고 있다. (그림 II-5)와 같은 기술기준이 규정($35\mu\text{V}/\text{m}@3\text{m}$ 이하)되어 있으나 매우 미약하므로 433.92MHz 능동형 RFID의 기능을 거의 구현할 수 없다.

현재 1시간에 1번 정도의 출력을 발생하고, 최대 출력이 10mW이하 일 때 duty cycle이 0.1%이하인 경우를 검토 중이다. 그러나 해상 컨테이너 물류 응용에서는 적합하지 않다.

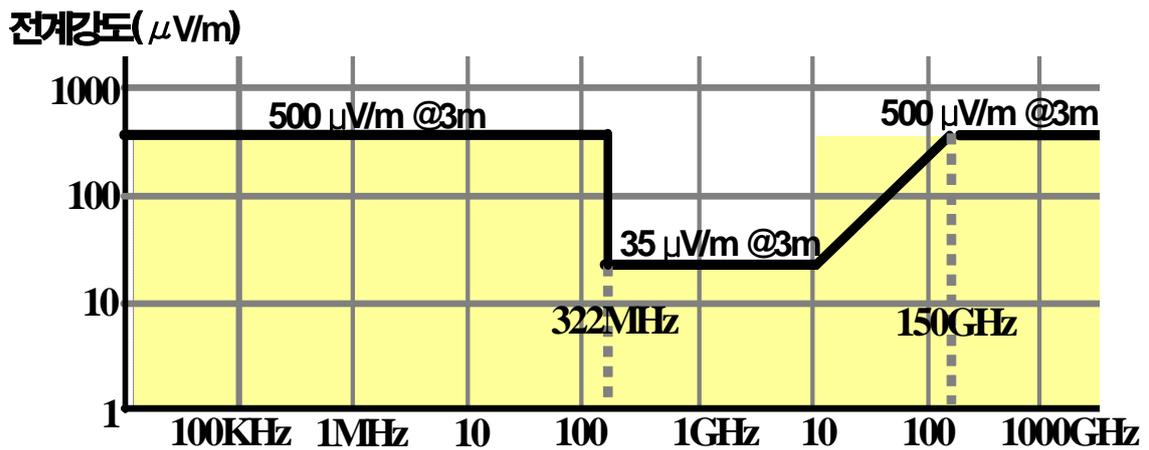


그림 II-5. 한국/일본 미약무선국 전파방사 기술기준

라. ISO/IEC 18000-7

이 표준은 2002년 10월에 미국에서 제안되었으며 2003년 4월에 표준안으로 채택되었으며 2004년 8월에 국제표준으로 제정되었다.

표 II-9. ISO/IEC 18000-7 물리 계층 파라미터

파라미터	리더 → 태그	태그 → 리더
동작주파수범위	433.92MHz	433.92MHz
주파수 허용편차	± 20ppm	± 20ppm
점유채널폭	500kHz	200kHz
전송 최대 e.i.r.p.	5.6dBm	5.6dBm
스퓨리어스 발사	각국의 규정에 따름	각국 규정 따름
Data coding	Manchester(비트주기:36μs)	Manchester(비트주기:36μs)
Bit Rate	27.7kbps	27.7kbps
변조	FSK	FSK
주파수 편이	중심주파수 ± 50kHz	중심주파수 ± 50kHz

ISO/IEC 18000-7은 물리 계층([표 9])과 데이터 링크 계층((그림 6))에 대한 기술 표준이다. 출력은 일반적으로 100m통신을 위해 1mW정도 요구되며 duty cycle은 10%이면 신뢰할 수 있는 통신이 가능하다. 변조 방식은 여러 종류의 변조 방식이 사용될 수 있으나 FSK가 잡음 환경에서 가장 경제적인 방식이므로 FSK를 권고하고 있다.

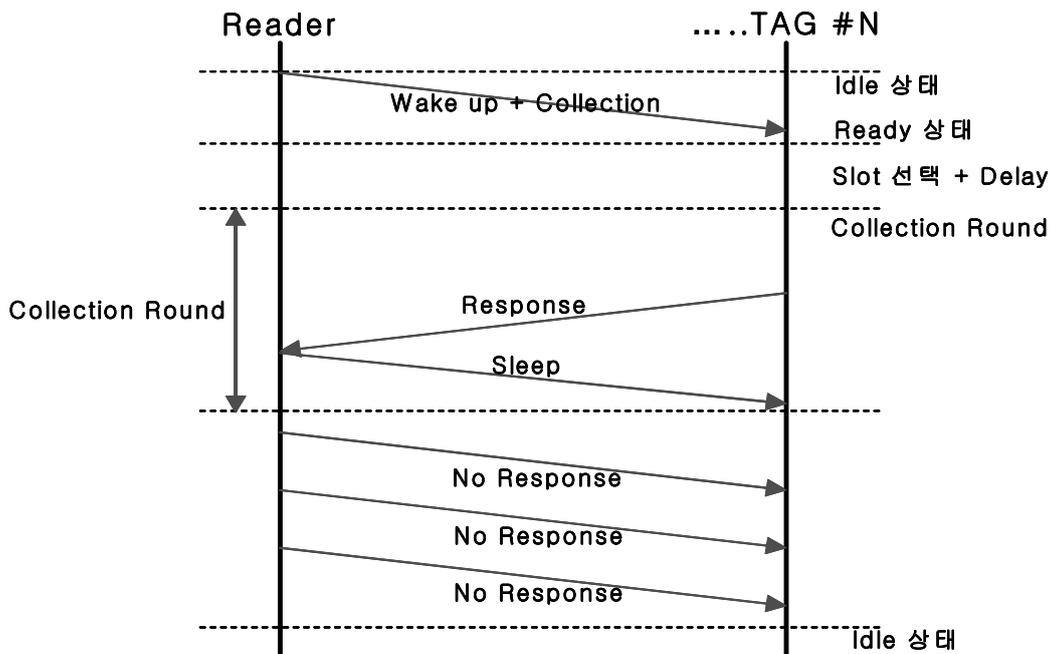


그림 II-6. 태그 수집 및 충돌 조정 프로토콜(ISO/IEC 18000-7 6.2.8절)

ISO/IEC 18000-7은 자발적인(voluntary) 국제 기술표준이며 주파수 사용에 관한 사항은 각 국가에서 규정한다.

표 II-10. 제외국 기술기준 비교

	국내기술기준	미국(FCC15.240)	유럽 (ETSI 300 220-1)	ISO 18000-7
주파수범위(MHz)	433.67-434.17	433.5-434.5	25-1000	433.92
출력	침투전력 : 11,000 μ V/m@3m(EIRP)	침투전력 : 55,000 μ V/m@3m(EIRP) 평균전력 : 11,000 μ V/m@3m(EIRP)	평균전력 : 1mW(ERP) 전력밀도 : -13dBm/10kHz	침투전력 : 110,000 μ V/m @3m(EIRP)
변조방식	F1D(FSK)	-	-	FSK
점유주파수대역	리더:500kHz 태그:200kHz	1MHz	-	리더:500kHz 태그:200kHz
주파수허용편차	$\pm 20 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$	$\pm 100 \times 10^{-6}$	$\pm 20 \times 10^{-6}$
스푸리어스발사	-36dBm(<1GHz) -30dBm(>1GHz)	-49.2dBm(960MHz이하) -41.2dBm(960MHz이상)	-36dBm(1GHz이하) -30dBm(1GHz이상)	-
부차적전파발사	-54dBm	FCC 15.209	-57dBm(1GHz이하) -47dBm(1GHz이상)	-
운용주기	60초(ON)/10초(OFF)	60초(ON)/10초(OFF)		-
기타 (표준사항 등)	- 항만, 내륙컨테이너집하장, 부두창고 등 컨테이너 집하·관리 장소에 한하여 RFID/LSN용으로 사용	- 특정 항만, 내륙컨테이너집하장, 부두창고 등 컨테이너 집하·관리 장소에 한하여 사용(이용 신고 필요)		- 맨체스터 코딩 - 데이터 속도 : 27.7kbps - FSK 편차 : ± 50 kHz

제4장 433 MHz RFID 기술기준 분석

제1절 기술기준 제정방향 및 추진경과

1. 현 황

2004년도에 433.92MHz 주파수 분배 연구반이 아마추어연맹, 정통부, ETRI, 자동차 협회 등으로 구성되어 각 시스템 간에 간섭 영향 등에 대해서 실측 및 분석이 수행되었다.

각 시스템 간에 간섭 영향은 다소 있지만 각 시스템의 응용에 따라서 사용 장소가 다르기 때문에 간섭을 최소화하면서 사용할 수 있다. 그러나 이에 대한 보완 자료의 미비로 우선 컨테이너용 RFID/USN 용도의 주파수 분배가 2004년 12월에 이루어졌다. 컨테이너용 RFID는 장소 등이 매우 제한적이므로 아마추어 및 다른 433.92MHz 사용 시스템에 영향을 거의 주지 않을 것으로 예상된다.

2004년 8월에 ISO/IEC 18000-7이 국제 표준으로 제정되어 미국 및 유럽은 433.92MHz RFID 산업이 매우 활성화되었으며 미국도 컨테이너에 RFID를 부착하지 않을 경우 자국에 입항하는 선박에 불이익을 줄 것임을 시사하였다.

현재 국내에는 UHF대 무선 소출력 시스템이 활성화되어 있지 않고 특히 433.92MHz대역은 아마추어 대역이므로 무선 소출력 시스템이 사용할 수 없었으므로 소출력 UHF대 RF칩 기술 등 관련 기술이 비교적 축적되어 있지 않기 때문에 경쟁력 있는 433.92MHz RFID를 개발하는데 다소 시일이 필요하다.

2. 제정 필요성

ISO/IEC 18000-7 기술 표준은 이미 433.92MHz RF칩 기술을 보유하고 있는 미국 및 유럽 그리고 일본에서는 가장 일반적인 기술들을 채택한 것이다. 현재 개발 업체들은 보다 완화된 기술기준을 요구하고 있으나 이미 외국의 관련 기술은 이 수준을 넘는 제품을 다양하게 제품화해서 출시하고 있다.

각 국가들은 433.92MHz대역을 자국의 전파 정책에 따라 이용하고 있으며 유럽은 대부분의 국가들이 ISM대역으로 지정(일부 국가 제외)하고 있다. 미국의 경우에도 duty cycle 규정에 의해서 보다 높은 출력으로 도달 거리를 늘려서 여러 단거리 무선시스템들이 공유할 수 있도록 해서 응용을 다양화해서 활성화시키고 있다.

뿐만 아니라 국내에서도 해양수산부가 RFID/USN 기반의 해운 물류 효율화 정책을 2005년부터 시행할 것임을 발표하였다. 그러므로 조속히 국내 기술기준을 제정해서 국산 433.92MHz RFID 개발을 촉진시켜야 한다.

3. 추진방향

- 우리나라 전파환경에 적합한 기술기준은 개발된 433.92MHz대역 무선시스템으로부터 얻어진 실험 및 운용 데이터를 활용해서 제정되어야 하나 현실적으로 불가능하므로 국내 전파 환경(주파수 분배 실측 데이터 등), 제외국 관련 기술기준, 국제 기술표준(ISO/IEC 18000-7)을 분석해서 국내 실정에 맞는 기술기준 도출
- 433.92MHz RFID는 국제 물류 환경을 효율화하고 내재된 테러의 우

려를 사전에 방지하기 위한 시스템으로 433.92MHz 주파수로 국제적인 조화(harmonization)가 요구되며, 시스템간에 상호운용성(interoperability)을 높이기 위해서는 ISO/IEC 18000-7 표준을 만족해서 최대의 성능을 얻도록 기술기준을 마련하였음

4.추진경과

- 2004. 12. 7. : 433MHz RFID 기술기준 제정 연구반 구성
(정부, 학계, 제조업체, 연구기관 등 관련 이해당사자)
- 2004. 12. ~ 2005. 3. : 기술기준 제정 연구반 회의 5회 개최
- 2005. 5. 9 : 433MHz RFID 기술기준(안) 마련
- 2005. 5. 16 ~ 6. 4 : 의견수렴 실시
- 2005. 6. 27 : 기술기준 심의위원회 심의·의결
- 2005. 6. 30 : 규제심사 및 관보고시

제2절 세부항목별 기술기준 분석

무선설비의 기술기준 항목별 기준은 무선설비규칙에서 기본적으로 정하고 있으나, 이와 같은 일반적인 기준 외에도 각각의 무선설비가 갖는 특성을 반영하여 반드시 필요한 사항에 대해서는 공중선전력, 주파수허용편차 등 일반적으로 무선설비규칙에서 정하고 있는 항목 외에도 별도 항목(433.92MHz RFID의 경우 운용 주기, duty cycle 등)을 정하여 세부기술기준에 규정하고 있다.

무선설비의 기술기준은 무선설비에 대한 인증, 허가, 사후관리업무의 기준이 되며, 이와 같은 업무 수행 시 시스템에 대한 적절한 이해가 필수적이다. 그러나 지금까지 무선설비 기술기준의 항목별 기준의 규

정배경 및 시스템에 대한 이해가 부족하여 기술기준 해석에 많은 어려움이 있었다. 따라서 본 절에서는 433.92 MHz 대역 RFID 기술기준의 세부 항목별 규정치의 제정 배경 등을 기술하였다.

1. 전파형식(Class of Emission) : F(G)1(2)D(N)

무선설비에서 분배되는 전파는 주반송파를 변조하는 변조형식(AM, FM, PM 등), 주반송파를 변조시키는 신호의 특성(음성, 데이터 등), 송신할 정보의 형태(음성정보, 데이터정보, 등)에 따라 일정한 형식을 갖게 되며(ITU-R RR Appendix 1), 이렇게 정해진 전파형식별로 무선설비규칙에서 점유주파수대폭의 허용치, 전파형식별 공중선전력의 표시와 환산비 등을 정하고 있다.

본 규정은 433.92 MHz 대역에서 정해진 ISO/IEC 국제표준 및 FCC 등 선진제외국의 RFID 규정을 분석 반영하고, 국내 업체의 요구사항을 반영하여 정한 것이다. 433.92 MHz RFID 기술기준에서 규정하고 있는 전파형식에 대해 각각의 의미를 살펴보면 다음과 같다.

- F(G)1(2)D(N) : 433.92 MHz RFID는 FSK방식으로 데이터를 전송하므로 전파형식은 F2D이다. 그러나 일반적으로 RFID 시스템을 효율적으로 운용하기 위해서 여러 가지 부가 기능을 갖게 되는데 이러한 기능을 위해서 다른 방식으로 신호를 전송할 수 있다. 예를 들면 태그의 배터리 수명을 연장시키기 위해서 운용 중이 아닐 경우에는 태그의 배터리를 off시키고 통신이 필요하면 리더가 wakeup 신호를 태그로 보낸다. 이때에는 무변조 연속 신호가 사용된다.

2. 주파수허용편차(Frequency Tolerance) : 기술기준 : $\pm 20 \times 10^{-6}$

주파수허용편차란 국제적으로는 frequency tolerance(ITU, 미국 등) 또는 frequency error 등의 개념으로 규정하고 있으며, 임의의 시스템이 지정된 주파수에서 일정한 시간 동안 안정된 주파수특성을 유지해야 하는 주파수 안정도(frequency stability)의 개념과는 구별된다.

RR(ITU-R Radio Regulation)에서는 주파수허용편차에 대한 정의 및 주파수대역별 무선국종별로 주파수허용편차(RR 부록 2)를 규정하고 있다. 우리나라는 주파수허용편차에 대한 RR의 규정을 무선설비규칙에 반영하여 무선설비규칙 별표1(제3조 관련)에서 규정하고 있다.

무선설비규칙에서 주파수허용편차를 규정하고 있어서 별도로 세부기술기준에서 정하지 않을 수도 있으나, 무선설비규칙의 주파수허용편차 규정은 주파수대역별 무선국종별로 구분되어 있어서 기술기준을 적용하고자 하는 사람에 따라 자의적 판단이 우려되는 바 세부기술기준에 명확한 기준을 정하여 제시할 필요가 있어 무선설비규칙의 규정에도 불구하고 세부기술기준에 명시하였다.

※ 참고 1

o 무선설비규칙 별표 1(제3조 관련) “470 MHz 초과 2,450 MHz 이하의 3. 육상국” 기준 적용

o 주파수안정도(Frequency Stability)

The degree to which variations of the frequency of an oscillator deviate from the mean frequency over a specified period of time

o RR의 주파수허용편차 정의

The maximum permissible departure by the centre frequency of the frequency band occupied by an emission from the assigned frequency or, by the characteristic frequency of an emission from

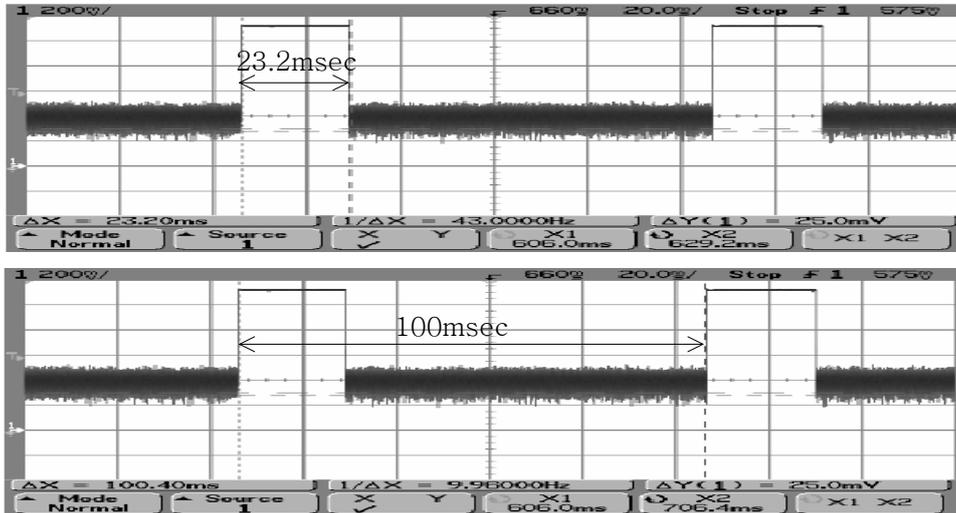
the reference frequency. The frequency tolerance is expressed in parts in 10^6 or in hertz

※ 참고 2 : 주파수허용편차 관련 ITU 규정 및 국제표준

- ITU 전파규칙(RR : Radio Regulation) Appendix 2 : Table of frequency tolerances
- ISO/IEC 18000-7 : 각 국가의 규정을 따르도록 함
- 미국 : 규정하지 않음
- 일본, 싱가포르 : 우리나라와 동일(예정)

※ **참고 3 : 주파수허용편차 적용예**

- o 분배하는 전파의 중심주파수가 433.92 MHz인 경우 $\pm 20 \times 10^{-6}$ 을 적용하면 약 ± 8.7 kHz 범위의 허용치를 얻을 수 있다.



$$K_E = 20 * \log_{10} \frac{23.2m \text{ sec}}{100 m \text{ sec}} = 12.69 \text{ dB}$$

그림 II-7. Duty cycle 보정 예(Savi사)

3. 공중선전력 및 공중선이득(Power & Antenna Gain) : 5.6dBm(침두전력)

현행 무선설비규칙(제6조)에서는 세부기기별 공중선 전력의 허용편차만을 정하고 있으므로 공중선전력 및 공중선이득은 무선설비별 세부 기술기준에서 정하고 있다.

5.6dBm은 미국에서 ISO/IEC JTC1에 제안하였으며 ISO/IEC 18000-7에 반영되었다. 이는 FCC 15.231(b)에서 사용할 수 있는 최대 전계강도 110,000 μ V/m를 환산한 값으로 이 규정에 따르면 5초간 신호를 전송한 후 1시간 동안 휴지해야 한다. 그러므로 Savi사가 운용 주기를 수정해서 제안하였으나 최대 출력은 55,000 μ V/m(침두값)이하로 FCC 15.240에 규정하고 있다.

유럽의 경우에도 duty cycle이 10% 이하인 경우에 10dBm을 사용할 수 있으며 연속적으로 신호를 송신할 경우에는 송신 출력은 0dBm이어야 한다. 국내의 경우에는 현재 해상 컨테이너 용도 및 장소에 한정해서 사용하도록 분배되었으므로 다소 출력이 높아도 간섭의 영향이 크지 않을 것으로 예상되므로 ISO/IEC 18000-7에서 규정한 최대 출력 5.6dBm(e.i.r.p.)으로 결정하였다. 이 값은 100msec 동안에 10msec만 신호를 송신할 경우에 최대 출력이며 연속적으로 신호를 송신할 경우에는 11,000 μ V/m(-14.4dBm)이하 이어야 한다. 또한 e.i.r.p.는 공중선 단자에 입력되는 전력과 공중선 이득을 모두 포함하므로 공중선 이득 만큼 전력을 감소시켜야 한다. 예를 들면 공중선 이득이 3dB일 경우 공중선 단자에 입력되는 전력은 2.6dBm이하로 감소시켜야 한다. 즉 e.i.r.p.는 2.6dBm(공중선 입력전력)+3dB(공중선 이득)=5.6dBm이하 이어야 한다.

4. 점유주파수대폭(occupied bandwidth) : 500 kHz(리더 -> 태그), 200 kHz(태그 -> 리더)

일반적으로 주파수대역폭(bandwidth)에 관해서 각 국에서는 규정하는 바가 다르다. 미국 및 유럽에서는 x-dB법 즉 중심주파수 평균전력에 비해 x-dB만큼 감쇠되는 대역폭을 규정하고 있으며, 일본 및 우리나라는 전전력의 99 % 대역폭을 규정하고 있다.

무선설비에 대한 점유주파수대폭은 무선설비규칙 별표 2(제4조1항 관련)에서 정하고 있으나, RFID의 전파형식에 해당하는 기준은 없기 때문에 RFID 성능에 필요한 적절한 대역폭의 예측, 국제표준화 기구의 기술 표준 및 각 국의 기술기준을 분석하여 정하였다.

(그림 II-8)은 신호발생기로 27.7kbps 데이터를 FSK변조시킨 RF 출

력 과형이다. 황색선은 통과대역필터를 사용하지 않았으며 청색선은 통과대역필터를 사용하였다. 그러므로 태그의 경우는 필터를 사용해야 점유주파수대역(200kHz)을 만족할 수 있다. ISO 18000-7에서 FSK 최소대역폭(B_T)은 Carson의 법칙에 의해서 $2(\Delta f + f_m)$ 이므로 $\Delta f = 50\text{kHz}$, $f_m = 27.7\text{k bit/symbol}$ 이므로 최소대역폭은 155.4kHz 이다. 즉 최대 데이터를 송신하기 위해서는 대역폭이 155.4kHz 이면 충분하다.

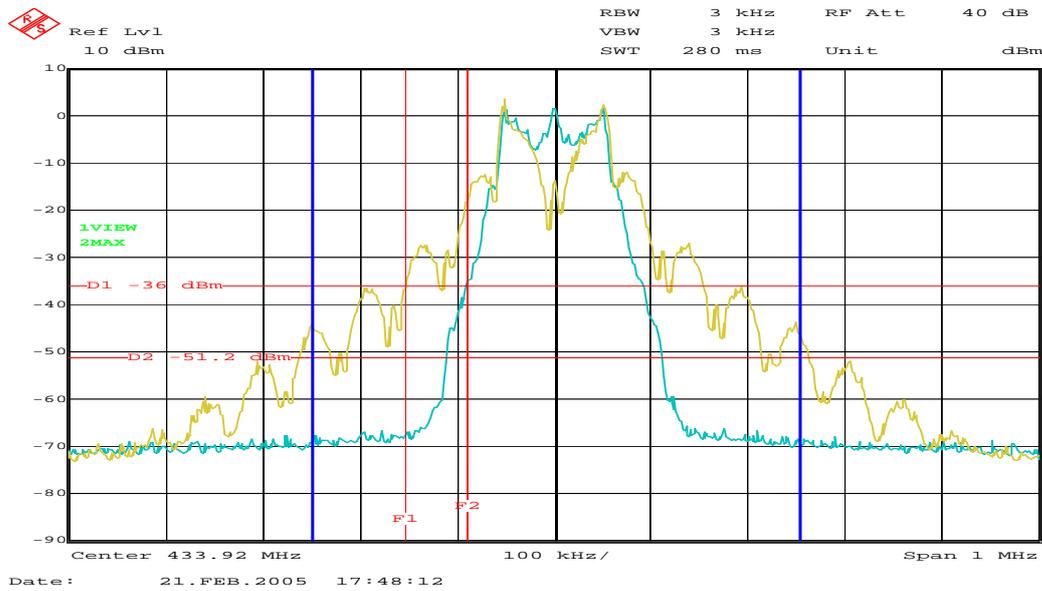


그림 II-8. 신호발생기로 생성한 RFID 출력대역폭(RBW=3kHz)

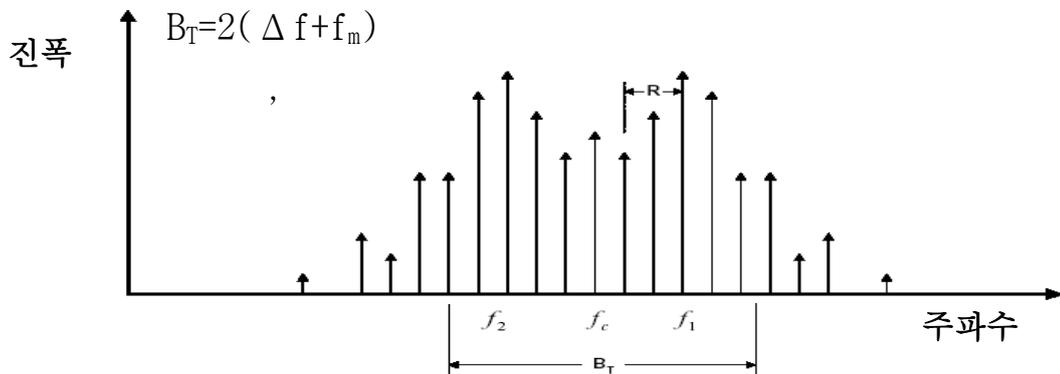


그림 II-9. FSK변조에서 최소 대역폭

※ 참고 1 : 점유주파수대폭에 대한 RR 정의

The width of a frequency band such that, below the lower and above the upper frequency limits, the mean powers emitted are each equal to a specified percentage 1/2 of the total mean power of a given emission. Unless otherwise specified in an ITU-R Recommendation for the appropriate class of emission, the value of 1/2 should be taken as 0.5%.

※ 참고 2 : 대역폭에 대한 국제 규제동향

- o 미국 CFR 47 Part 15.231(20 dB 대역폭) : 기본주파수 x 0.25% 이하 (433.92MHz에서 1.085MHz 이하)
- o ISO/IEC 18000-7 : 리더 -> 태그(500kHz), 태그 -> 리더(200kHz)
- o 일본 : 미정

5. 사용주파수대역의 불요발사

표 II-11. 불요발사 기준값

주파수	1 GHz 미만	1 GHz 이상
기준치	-36 dBm	-30 dBm
분해대역폭(RBW)	100 kHz	1 MHz

다만, 지정주파수대역에 인접한 250 kHz에 대해서 RBW = 3 kHz 불요발사는 스퓨리어스 발사와 대역외 발사로 구성되고, 불요발사 성분의 대소를 기준으로 발사전파의 필요주파수대폭으로부터 대역외영역(대역외발사 우세)과 스퓨리어스영역(스푸리어스발사 우세)으로 구분하고 있다.

대역외영역의 불요발사는 당연히 대역외발사가 스퓨리어스발사에 비

해 우세하며, 무선설비의 시스템 특성에 크게 좌우되므로 ITU RR에서는 이에 대한 제한 기준을 정하지 않고 SM.1541 권고에 특성 및 측정 방법 등에 관한 사항을 정리하고 있다. 이에 반해 스푸리어스영역 불요발사는 스푸리어스발사 성분이 우세한 부분으로 일반적으로 필요주파수대폭의 중심주파수로부터 필요주파수대폭의 2.5 배 바깥 부분에 해당하며, RR 부록 3에 그 제한 기준 및 RR 부록 3 부속서 1에 영역의 경계기준에 대한 사항을 규정하고 있다. 특히 스푸리어스 영역의 불요발사는 기존업무 및 타 통신기기와의 간섭 및 공유관점에서 매우 중요한 사항이므로 RR 규정 외에 SM.329 권고문에 스푸리어스영역의 불요발사에 대한 일반적 특성 및 측정방법, 각 국가별 스푸리어스발사 제한 규정 등에 대한 기준을 정리하여 제시하고 있다.

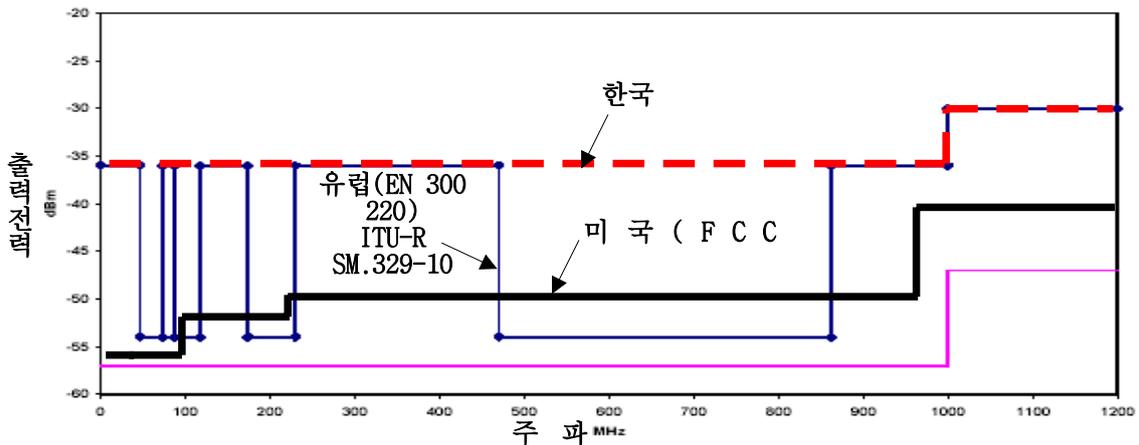


그림 II-10. 제외국과 불요발사 비교

우리나라는 ITU 회원국으로서 RR 부록 3의 규정을 무선설비규칙(별표 3)에 반영하여 관련 무선설비에 적용하고 있으며, 측정방법은 SM.329의 권고문을 따르고 있다(참고자료). 이와 같은 무선설비규칙의 규정에 따르면 -13 dBm의 기준을 적용할 수 있으나, 아마추어 통신 및 향후 타 기기와의 간섭을 방지하기 위해 SM.329 권고문의 Category B ([표 II-12] 참조)의 기준이 반영된 ISO/IEC 18000-7의 스푸리어스발사 기준을 지정주파수대역의 불요발사 기준에 적용하였다.

표 II-12. ITU-R SM.329-10(Table 3)

Category B limits	
Short range device above 30 MHz, Radio local area networks, Citizens band (CB), Cordless telephones and Radio microphones	-36 dBm for $9 \text{ kHz} \leq f < 1 \text{ GHz}$ -54 dBm for f within the bands 47-74 MHz, 87.5-118 MHz, 174-230 MHz, 470-862 MHz -30 dBm for $1 \text{ GHz} \leq f < (\text{see recommends 2.5})$

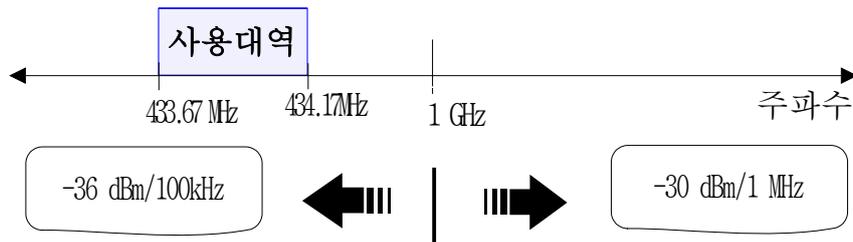


그림 II-11. 사용주파수 대역외 불요발사 기준

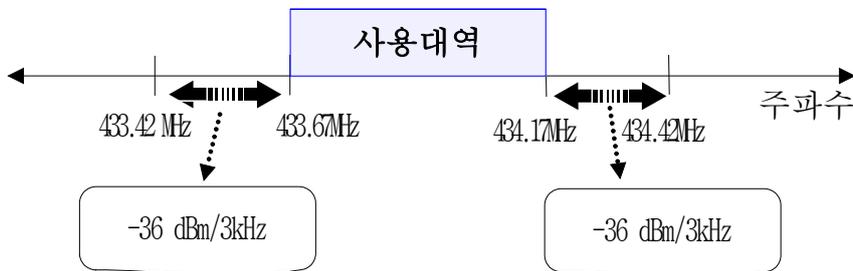


그림 II-12. 인접한 250kHz대역에 대한 기준

임의의 시스템의 주파수 특성은 스펙트럼분석기로 측정하여 알 수 있다. 스펙트럼분석기의 측정결과는 분해대역폭(RBW)의 설정에 의해 크게 영향을 받게 된다. 따라서 무선설비가 갖는 스펙트럼 특성을 원형에 가깝게 측정하기 위하여 ITU-R 권고문 SM.1541에서 권고한 대역폭의 1~3 %정도의 기준을 적용하였다. 3 kHz 분해대역폭은 이와 같은 배경에서 설정된 것이며 250 kHz의 점유주파수대폭을 고려할 때 적절한 값이라 할 수 있다.

6. 운용 주기 : On/Off = 60초/10초

RFID는 동일 장소에서 여러 시스템이 운용될 수 있다. 이때 운용주기가 없다면 먼저 채널을 선택해서 통신하는 시스템이 데이터를 모두 보낼 때까지 다른 시스템은 통신을 할 수 없다. 그러나 운용주기를 규정하면 특정 시스템은 최대 60초 동안 전송하고 반드시 10초 휴지 후 다시 송신해야 한다. 이는 다른 시스템에게도 통신할 수 있는 기회를 제공하는 채널 공유 방법이다.

운용주기는 소전력 무선시스템을 제어 및 식별 등과 같은 용도로 사용할 때 지켜야 하는 규정이다. 이런 시스템에서는 음성이나 오디오와 같은 통신은 할 수 없다. 미국의 경우에 FCC 15.231과 유럽의 ERO/REC 70-03이 이에 해당하며 433.92MHz RFID는 이러한 규정에 적합하게 운용되어야 한다.

[표 II-7]과 같이 미국에서는 FCC 15.231에서 운용 주기를 1시간/5초(15.231(b)), 30초/1초(15.231(e))로 규정하고 있으며 2004년에 15.240을 신설하였다. FCC 15.240에서 운용 주기를 60초/10초로 규정하고 있다. 운용주기의 On에서 60초는 ISO/IEC 18000-7에서 최대 메모리 128kbytes(128,000바이트 * 8비트 = 1,024kbps) 전송을 고려한 시간이다. 최대 전송 속도가 27.7kbps이므로 128k바이트를 모두 전송하기 위해서 최소한 약 37초가 걸린다. 그러나 리더와 태그 사이에서 데이터는 패킷 형태로 전송되므로 오버헤드(헤더, CRC비트 등)와 일정 주기의 collection round에 따른 propagation delay 등을 고려하면 37초 + 오버헤드는 거의 60초가 된다. Savi사에서는 duty cycle 보정 등을 고려해서 60초보다 더 긴 120초를 제안했었으나 다른 시스템과의 공유를 위해서 60초로 결정하였다.

제5장 433 MHz RFID 기술기준

◎ 전파연구소고시 제2005-50호

「무선설비규칙」 제24조제2항제5호의 규정에 의하여 방송·해상·항공·전기통신사업용 외의 기타업무용 무선설비의 기술기준(전파연구소고시 제2005-25호, 2005. 3. 18.)을 다음과 같이 개정·고시합니다.

2005년 6월 30일

전파연구소장

방송·해상·항공·전기통신사업용 외의 기타업무용 무선설비의 기술기준 일부개정

방송·해상·항공·전기통신사업용 외의 기타업무용 무선설비의 기술기준 일부를 다음과 같이 개정한다.

제5조의2(RFID/USN용 무선설비)에 제2항을 다음과 같이 신설한다.

②433.67~434.17 MHz 주파수의 전파를 사용하는 RFID용 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 전파형식은 F(G)1(2)D(N) 일 것
2. 공중선전력은 첨두전력 5.6 dBm 이하일 것. 다만, 송신공중선의 절대이득이 0 dB를 초과한 경우에는 그 값만큼 저감시킨 것이어야 하며, 0 dB 미만인 경우에는 그 값만큼 증가시킬 수 있다.
3. 주파수허용편차는 $\pm 20 \times 10^{-6}$ 이하일 것
4. 점유주파수대폭의 허용치는 질의기(Interrogator : 태그의 정보를 수집하는 장치)의 경우 500 kHz 이하이고, 태그(Tag)의 경우 200 kHz 이하일 것

5. 불요발사는 433.67~434.17 MHz 대역 이외의 주파수에서 다음 기준치 이하일 것. 다만, 그 대역의 양 끝으로부터 250 kHz까지는 3 kHz 분해대역폭으로 측정한다.

주파수	1 GHz 미만	1 GHz 이상
기준치	-36 dBm	-30 dBm
분해대역폭(RBW)	100 kHz	1 MHz

6. 송신을 시작한 후 60초 이내에 송신을 중단하여야 하며, 중단 후 최소 10초 이상의 휴지시간을 가질 것. 다만, 10초 이내의 송신시간을 갖는 경우에는 그러하지 아니하다.

II. 휴대인터넷(WiBro)

목 차

제1장 서 론	55
제2장 추진경과	56
제1절 추진현황	56
제2절 연구반 회의결과	56
제3절 휴대인터넷의 서비스의 수요 동향 분석	57
제4절 추진경과	59
제3장 휴대인터넷 서비스 기술 및 표준화 현황	60
제1절 휴대인터넷 기술	60
제2절 시장 동향	62
제3절 표준화 현황	67
제4장 휴대인터넷 기술기준 분석	70
제1절 공통조건	70
제2절 기지국 송신장치의 조건	91
제3절 이동국 송신장치의 조건	95
제4절 기지국 송신장치와 이동국 송신장치를 중계하는 송신장치	103
제5절 무선국 운영중인 기지국 및 중계 송신장치의 불요발사	103
제6절 스펙트럼마스크 선정 개요	104
제5장 휴대인터넷 기술기준	137

제1장 서론

휴대인터넷은 무선(Wireless)과 광대역(Broadband)이 합쳐진 와이브로(WiBro)로 공식적으로 확정하였다. 휴대인터넷 서비스는 기존의 초고속인터넷과 3G 이동통신이 이동성과 속도면에서 이용자에게 제공하지 못한 기능을 보완하여 제공하는 서비스이다.

휴대 인터넷 서비스는 휴대가능한 단말기를 이용하여 정지 및 중저속 이동중인 환경하에서도 언제 어디서나 다양한 멀티미디어 서비스를 1Mbps이상의 고속데이터통신을 제공할 수 있는 기술이다. ‘정지 및 이동 환경’이란 기본적으로 가정 및 사무실의 실내는 물론 공원, 길거리 등 실외에서 끊임없이 인터넷에 접속이 가능하다는 뜻이며 ‘고속이면서’는 기본적으로 초고속 유선인터넷 수준의 전송속도를 지원해야 한다는 것이다. 또한 휴대인터넷 서비스는 기존 이동통신 서비스와 마찬가지로 셀간의 핸드오버를 지원하여 이동 중에도 끊이지 않는 서비스를 제공할 수 있다. 또한 휴대인터넷 서비스는 휴대용 단말기 예를 들어 핸드셋, 노트북, PDA, 스마트폰 등의 다양한 멀티미디어 단말에서 이메일, 게임, 메신저, 금융, 사내업무와의 연동을 위한 기술서비스를 제공할 수 있어야 한다.

이러한 휴대 인터넷에 대한 국제표준화는 IEEE802.16에서 현재 진행 중에 있으며 국내에서도 한국통신기술협회(TTA) 표준화 연구반에서는 2004년도부터 물리계층 이상의 표준을 제정해오고 있으며, 표준화 연구반 소속의 무선접속분과위원회와 서비스 및 네트워크 표준분과위원회 등에서 물리계층과 연동되는 단체표준 제정을 추진 중에 있다. 또한, 2006년 서비스 예정인 휴대인터넷 사업의 원활한 서비스 구현을 지원하기 위해 관련 표준화를 분석하여 이를 바탕으로 휴대인터넷의 제도화가 조속히 요구되어 전과의 질에 기본이 되는 무선설비의 기술기준을 적시에 제정하고자 한다.

제2장 추진경과

제1절 추진현황

정보통신부에서는 2002년 12월에 기존의 WLL용으로 할당된 주파수를 휴대인터넷 용도로 변경 고시하였으며, 2004년 11월에 휴대인터넷용 주파수를 할당 공고하였다.(정보통신부고시 제2004-53호) 그리고 2005년 1월에는 휴대인터넷 사업자로 SKT, KT, 하나로텔레콤을 선정하였다. 2월에는 3개 사업자에게 주파수를 할당하였으며 3월에는 사업자 허가를 교부하였으나 4월에 하나로텔레콤의 사업허가를 포기하였다. 2006년 휴대인터넷 상용서비스를 앞두고 '05년 4월 WiBro 관련 산.학.연 전문가로 연구반을 구성하여 수차례의 회의를 진행하여 기술기준을 마련하였다.

제2절 연구반 회의결과

적기에 기술기준을 제시하는 것을 연구 목적으로 하여 1차 회의를 진행하였다. WiBro 망 구축에 있어 사업자간의 합의가 필요한 사항을 우선 논의키로 하고, 기술기준 세부항목에 대한 검토는 차차 연구반 회의를 통해 확정키로 하였다. 사업자 측에서 제시한 기술기준안을 기준으로 line-by-line 검토 및 논의하여 심도 있게 다루어야 할 세부항목인 스펙트럼마스크를 제외하고는 공통조건인 송수신장치 대역폭, 통신방식, 전파형식, 점유주파수대폭 등에 대한 합의를 2차 회의에서 이루었다. 관련업체가 요구하는 기술기준안 세부항목에 대해서 발표 및 논의하여 타당한 근거자료를 마련하고자 3차 회의를 개최하였는데, 공중선 전력과 공중선이득, 기지국 송신시간 등에 대한 사업자간, 사업자와 제조업체간 합의를 이루지 못하였다. 4차 회의에서는 미합의된 세부항목에 대한 논의를 시작으로 스펙트럼마스크를 포함한 전체 기술기준안을

검토하였다. 특히 스펙트럼마스크 항목에서 사업자 및 제조업체에서 제시하는 사업자내, 사업자간 규정하는 평균전력 수치가 매우 상이한 결과로, 이에 대한 상세 논의가 필요하여 5차 회의를 개최하였다. 또한 사업자 및 제조업체간 이해관계가 얽혀있는 세부항목에 대해서는 원만히 합의에 이를 수 있도록 off-line 회의를 진행하였다. 6차 및 7차 회의시 기지국 및 중계국의 송신시간, 기지국 주파수 허용편차, 이동국 주파수 허용편차, 이동국 공중선전력에 대해서는 잠정 합의를 이루고, 기지국 스펙트럼마스크, 이동국 스펙트럼 마스크는 각 업체의 요구사항을 대략 정리하여 집중 토론하였다. 각 사에서 제시하는 요구사항에 대한 근거자료는 4장에 기술되어 있다. 4개월 여간 진행된 연구반 진행사항을 요약하면 아래와 같다.

회의 일정	일 시	주 요 내 용
1차	04.07(목)	o 연구반 구성취지 및 WiBro 추진경위 설명 o 연구반 운영방향 논의
2차	04.21(목)	o 각 산업체별 작성된 기술기준안 검토 및 논의
3차	05.17(화)	o 기술기준안 검토 - 공통조건 및 이동국, 기지국 설비 등 세부항목 논의 - 스펙트럼 마스크 시뮬레이션 결과 발표 및 논의
4차	06.03(금)	o 기술기준안 검토 - 공통조건 및 몇몇 세부항목 잠정 확정 - 각 산업체별 스펙트럼 마스크 관련자료 발표 및 논의
5차	06.14(화)	o 미확정된 기술기준안 세부항목 검토 - 기지국 및 중계국 송신시간, 주파수허용편차, 공중선 전력 등 논의 - 사업자 내, 사업자 간 스펙트럼 마스크 조건 논의
6차	06.24(금)	o 기술기준안 세부항목 검토 및 논의
7차	07.04(월)	o 기술기준안 미합의 세부항목 검토 및 논의

제3절 휴대인터넷의 서비스의 수요 동향 분석

휴대 인터넷은 중/저속으로 이동중인 차량 안에서도 휴대폰, PDA, 스마트폰 이나 노트북에서 다양한 멀티미디어 서비스를 1Mbps 이상의 고속데이터 서비스를 제공하는 서비스로서 사업자에게는 새로운 데이

터 통신 시장에 사업의 다각화 기회를, 사용자에게는 다양한 콘텐츠를 통한 기대 욕구 만족 및 사내 정보시스템과의 연동 및 활용의 기회를 제공할 것으로 예측하고 있다. 휴대 인터넷에 대한 수요 동향에 관해 한국전자통신연구원(ETRI) 네트워크 경제연구팀에서는 2004년 휴대인터넷 서비스의 주요 사용자층으로 분류되는 20~30 대의 학생 직장인을 대상으로 설문조사를 한 바가 있다. [표 III-1]은 휴대인터넷 시장동향 및 전망에 대한 설문결과이다.

표 III-1. 휴대인터넷 시장동향 및 전망에 대한 설문 결과

분류	조사결과
가입의향	48.2%
핵심이용자층	20~30 대 초반의 학생, 직장
단말기	PDA, 노트북
선호 콘텐츠	- Email, 게임, 메신저 등 엔터테인먼트 관련 서비스 - 금융, 사내정보시스템 연동관련 정보콘텐츠

현재 대부분의 기관에서는 휴대인터넷 서비스가 상용화 이후 5년이 지나면 가입자 약 9백만명 규모로 성장할 것으로 예측하고 있다. 또한 전체 시장 규모로는 약 3조원 가량 형성될 것으로 분석되고 있으나 이 수치는 서비스를 이용하는 가입자의 가입 비용(가입비: 건당 3만원, 서비스 이용료: 3만원)으로 환산하였을 경우 분석 결과이다. 결정적으로 휴대인터넷 시장의 잠재 성장 가능성에는 사용자층의 기대욕구를 만족시킬 수 있는 콘텐츠가 중요한 변수로 작용할 것으로 예측된다.

제4절 추진경과

- 2002. 12. : 기존 WLL 용도 할당을 Wibro 용도로 변경
- 2004. 11. : WiBro용 주파수 할당공고(정보통신부공고 제2004-53호)
- 2005. 1. : WiBro 사업자 선정 (KT, SKT, 하나로텔레콤)
- 2005. 2. : 3개 사업자에게 주파수 할당 완료
- 2005. 3. : WiBro 사업자 허가서 교부
- 2005. 4. : 하나로 텔레콤 WiBro 사업포기
- 2005. 4. : WiBro 기술기준 제정 연구반 구성
(정부, 학계, 사업자, 제조업체, 연구기관 등 관련 전문가)
- 2005. 4. ~ 6. : 연구반 회의 8회 개최
- 2005. 8. : 2.3GHz WiBro 기술기준(안) 마련
- 2005. 9. 1~ 9. 20 : 기술기준(안)에 대한 의견수렴
- 2005. 10. 27 : 기술기준 심의위원회 심의·의결
- 2005. 10. 31 : 규제심사 및 기술기준 확정
- 2005. 11. 4 : 관보고시

제3장 휴대인터넷 서비스 기술 및 표준화 현황

제1절 휴대인터넷 기술

1. 주파수 할당

휴대 인터넷 서비스는 한국전자통신연구원 네트워크 경제연구팀의 내수 시장의 규모, 핵심 이용층 및 선호 단말기 형태 등의 종합적인 조사 자료를 기반으로 하여 주파수 분배 및 기술기준 작업을 수행하게 되었다. 모바일 인터넷이 가지는 이동성 및 휴대성이 20~30대 젊은 사용자층의 욕구를 만족시켜줄 수 있는 콘텐츠(예: E-mail, 게임, 메신저, 금융, 사내 연동 서비스 등)가 휴대 인터넷의 활용 및 상용화에 중요한 변수로 작용할 것으로 예측된다. 현재 휴대 인터넷 서비스는 2.30~2.40 GHz 대역의 100MHz 대역폭을 가지며 3개의 주파수 밴드로 나뉘어 사업자에게 할당되어 운용될 계획이다. 당초 2.3GHz 대역 주파수는 1998년에 가입자와 전화 국간의 전화 회선을 무선으로 연결하는 WLL(Wireless Local Loop)용으로 KT와 하나로텔레콤에게 할당되었으나 WLL시스템 개발에 실패해 활용되지 못하고 있었다. 정보통신부는 2002년 10월 2.3 GHz 주파수 이용 정책 추진 방안을 확정하고 2.3GHz 주파수 용도를 고정 가입자 회선에서 고정 및 이동 휴대인터넷 용도로 변경했다.

2004년 7월 정보통신부는 IEEE 802.16e와 호환되고 5가지조건을 만족시키는 국내 휴대 인터넷에 대한 기준을 발표했다. 다섯 가지 조건은 시속 60km로 이동시 최소 하향 512kbps, 128kbps의 전송 속도 구현, 9 MHz 이상의 채널대역폭, 사업자 장비간 로밍, TDD방식, 주파수 재사용 계수 1 등이다. 또한 휴대 인터넷에 대한 할당 주파수는 그림 1과 같다. 할당하는 대역폭은 (그림 III-1)과 같이 3개의 주파수 대역으로 구분하여 할당하며, 1개 채널대역폭은 9MHz이다. 대역간 보호대역은 각 4.5

MHz로 하고, 2.4GHz대 무선랜과의 보호대역을 10MHz로 하되 그림의 음영부분으로 한다.

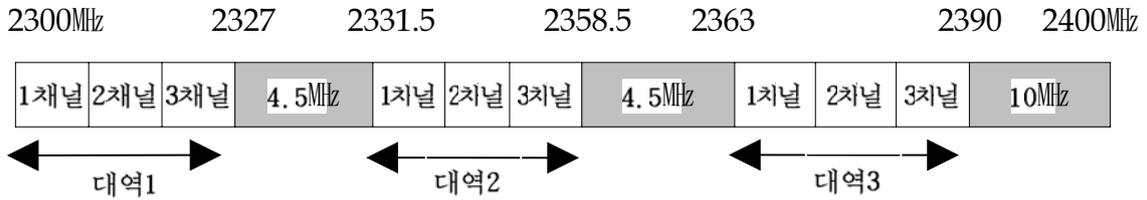


그림 Ⅲ-1. 휴대인터넷용 주파수 할당

2. 국내 휴대인터넷 기술

2004년 4월1일 한국정보통신기술협회에서 한국전자통신연구원을 중심으로 삼성전자, 하나로, KT, SKT등 국내 통신관련 사업자가 개발중인 휴대인터넷(구Hpi)시스템을 표준 초안으로 확정했다. 휴대인터넷 시스템은 OFDMA/TDD 방식의 광대역 무선전송기술을 사용하고, IP 기반 무선 데이터 서비스의 상/하향 비대칭 전송 특성을 나타낸다.

핸드오프를 지원하여 끊김없이(seamless) 셀간 이동성을 보장하고, 휴대형 단말기에 IP를 동적 또는 정적으로 할당 가능하다. 이 휴대인터넷 기술개발은 한국전자통신연구원 및 공동연구기관들이 3년간의 일정으로 2.3GHz대역의 10MHz 대역폭을 이용하여 중저속 환경에서 최대 50Mbps의데이터 전송이 가능한 초고속 휴대용 인터넷 시스템을 개발하는 것을 목표로 하고 있다.국내 휴대인터넷 기술의 초창기 필수 요구사항은 상향 전송속도를 128kbps에서 최대 1Mbps로, 하향 전송속도는 512kbps에서 최대 3Mbps로 규정하였고, 무선접속시스템의 규격은 다중화방식인 TDD방식을 채택하였고, 채널대역폭은 10MHz, 다중접속방식으로 OFDMA 방식을 선정하였다. 주파수 재사용계수는 1로 최대 주파수 효율은 상하향 각각 6과 2bps/Hz/Cell로 규정하였고, 핸드오프는

패킷 전달이 단절되는 시간을 150ms 이하로 최대 이동 속도는 60km/h로 정했다. 또 서비스 커버리지는 도심지역에서 100m는 피코셀, 400m는 마이크로셀, 1km는 매크로셀로 구분했다.

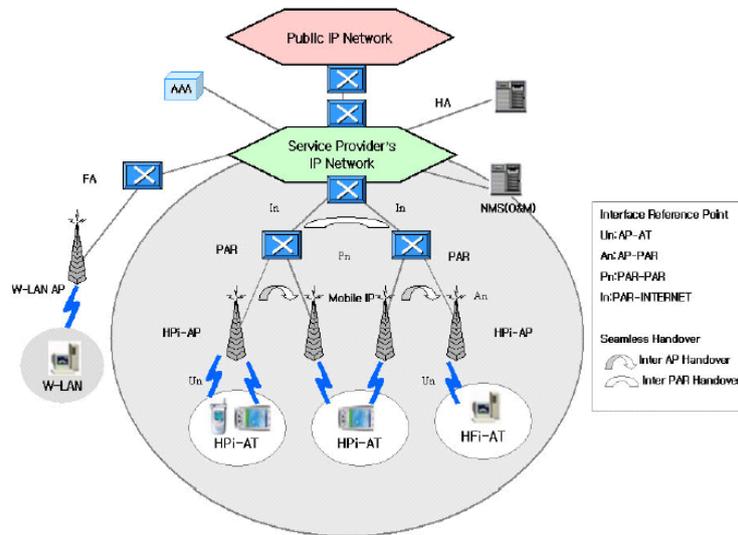


그림 III-2. 휴대인터넷 시스템 구성도

제2절 시장 동향

1. 국외 휴대인터넷 기술

가. i-Burst

i-Burst는 셀룰러 네트워크에 사용되고 있는 스마트 안테나 시스템의 세계적 공급사인 ArrayComm사가 개발한 기술이다. TDMA(Time Division Multiple Access)/TDD(Time Division Duplex)/SDMA(Space Division Multiple Access)방식 IP 기반 광대역 무선 인터넷 기술로 주파수 효율은 4bps/Hz/cell이며, 저속이동속도에

서의 서비스에 중점을 두고 있다. 호주에서 시범서비스중이며, 주요 제휴업체로는 우리나라의 LG전자, 일본의 교세라 등이 있다.

나. Flash-OFDM

Flash-OFDM(Orthogonal Frequency Division Modulation)은 루슨트테크놀로지사에서 파생되어 생긴 Flarion사가 개발한 기술방식이다. Flarion사는 개발 초기부터 음성중심의 기술을 버리고 무선데이터 통신기술을 설계하는 방식을 선택, 이 기술을 개발하게 되었다. Flash-OFDM은 OFDMA/FDD(Orthogonal Frequency Division Multiple Access/Frequency Division Multiplex)의 기술방식을 사용하였고, 주파수 효율은 2.56bps/Hz이며, 100km/h 전후의 속도로 이동중 서비스가 가능하다. 미국에서 시범서비스중이며, 필립스, 루슨트, 시스콤, 지멘스, 소니, TI등이 협력업체로 있다.

다. Ripwave

Ripwave는 Navini사가 중국의 주도하에 개발하였다. IMT-2000의 5개의 복수 표준 중 하나로 지정된 TD-SCDMA(Time Division-Synchronous CDMA) 방식을 적용하였고, 스마트 안테나를 사용하여 주파수 간섭을 최소화한 것이 특징이다. 그리고 i-Burst 기술에서 쓰였던 TDD 방식을 사용했다. 미국의 스프린트, 벨사우스등의 사업자가 시범서비스 하였다.

라. BroadAir

BroadAir는 Broadstorm사가 개발한 기술로, OFDMA/TDD 방식을 사용하여 주파수대역이 폭넓다는 것이 특징이다. IEEE 802.16 규격을 준수하는 편이고, 경제적인 셀 구축이 가능하다.

표 III-2. 휴대인터넷 기술방식 비교표

기술항목	기술 방식			
	i-Burst	Flash-OFDM	Ripwave	BroadAir
기술보유 업체	ArrayComm	Flarion	Navini	Broadstorm
듀플렉스	TDD	FDD	TDD	TDD
다중 접속	TDMA/SDMA	FH-OFDMA	MC-SCDMA	OFDMA
채널대역폭	625kHz	1.25MHz	500kHz	5MHz
OFDM 기술	사용 안함	사용	사용	사용
최대주파수 효율	4bps/Hz (1Mbps/625kHz)	2.56bps/Hz (3.2Mbps/1.25MHz)	3~7bps/Hz	3.2bps/Hz (5MHz)
변복조	BPSK, QPSK, 8PSK, 12QAM, 16QAM, 24QAM	BPSK, QPSK, 16QAM	QPSK, 8PSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 8PSK, 16QAM, 64QAM
Spatial Proeessing	Adaptive Phase Array Antenna	Opportunistic Beamforming	Adaptive Phase Array Antenna	Tx Diversity
오류정정 부호	RS Code	Vector-LDP	C RS Code	Turbo Code, LDPC
커버리지	<1.6km	<4km	<수 km	<수 km
국내기술 수준	전반적으로 외국 기술 의존			
표준 상태	비표준, 2003년 초부터 IEEE 802.20에서 표준화 작업 시작	T1P1 표준화중		IEEE 802.16 준수. 하지만, 상당부분 상이
라이선스 비용	상당 수준 예상			

2. 국내 업체 현황

가. 삼성전자

삼성전자에서는 휴대인터넷 시스템은 물론, 기지국장비, 단말기 부분에서 다른 업체들보다 먼저 제품을 내놓을 예정이고 2005년 11월 까지 기지국 장비를 개발을 완료하고, 12월까지 PCMCIA 카드 형태의 단말기를 개발한다는 계획으로 ETRI, Intel등과 기술개발 및 표준화에 협력하고 있는 상황이다.

나. 포스데이타

포스데이타는 미국 실리콘밸리근처에 연구소를 마련, 휴대인터넷

넷 서비스 핵심장비인 단말기 및 기지국 장비개발에 나서고 있다. 그리고 미국 월벨사와 200만달러 규모의 기술도입계약을 체결, 휴대인터넷 기술개발을 추진하여 2005년 12월까지 기지국과 단말기용 ASIC칩셋 및 국내 와이브로 시스템 기준을 수용하는 OFDMA 방식의 장비를 개발하기로 하였다.

다. LG전자

LG전자는 국내 중소기업체 및 해외 전문업체와 함께 기지국 및 단말기를 공동으로 개발하기로 결정했다. 2006년 상용화에 발맞춰서 장비를 출시할 계획이다. 이와 함께 고화질카메라 및 멀티미디어 재생 기능을 포함한 단말기도 개발할 예정이다.

라. 단말제조사 및 중계기업체

단말 제조사로는 SK텔레텍, KTF테크놀러지 등 단말업체 등이 참여할 예정이며, 중계기 업체로는 쏘리테크, 영우통신, 에이스테크놀로지, 에프알텍, 지티엔티, 하이웨이브등 중계기 관련 업체 등이 참여하고 있다.

마. KT

KT는 이미 포화상태에 이른 시장을 휴대인터넷으로 되살린다는 계획에 있다. 휴대인터넷에 집중투자, 세계 최고의 유무선 컨버전스 사업자로 발돋움 한다는 것이 KT의 목표이다. 기존 KT가 서비스하고 있는 메가패스, 네스팟, 홈네트워크, 비즈메카 사업과 연계하여 전국민이 언제 어디서나 초고속인터넷 서비스를 누릴 수 있도록 한다는 것이다. KT는 "백본망과 전달망 등 원천 인프라의 70%를 유선사업자가 지니고 있으므로 휴대인터넷을 사업을 하는데 있어서 필요한 망투자 및 기타 경비 등의 경제성 측면에서 유선사업자가 사업을 시행하는 것이 바람직하다"하고 주장하고 휴대인터넷 사업권 획득의 필연성을 제기, 마침내 2005년 1월21일 휴대인

터넷 사업자로 선정되었다. KT는 서비스 도입년도에 서울을 포함한 수도권16개시에 서비스를 내년도에 5개 광역시, 그 다음해에 63개 중소도시로 사업을 확대하여, 서비스개시 3년 내로 전국 84개시 지역까지 서비스를 전개할 계획이다. KT는 네스팟 서비스와 상호 로밍을 구현 무선초고속인터넷서비스로 확대한다는 복안을 가지고 있다.

바. 하나로텔레콤

2005년 1월 21일에 KT, SK텔레콤과 함께 휴대인터넷 사업자로 승인되었던 하나로텔레콤은 2006년 상반기 서울 및 일부 수도권을 시작으로 2007년 일부 수도권 및 각도 주요도시, 2008년 1월까지 전국 중소도시 포함 84개 도시를 대상으로 서비스를 제공한다는 목표를 잡고 있었지만, 2005년 4월 이사회에서 휴대인터넷 사업을 포기하고 유선인터넷사업을 강화하기로 결정하면서 휴대인터넷 사업에서 완전히 철수하였다.

사. SK텔레콤

SK텔레콤은 휴대인터넷 사업에 있어서 망임대 형식으로 사업에 나선다는 계획에 있다. 2005년 5월31일자 전자신문 기사에 따르면 SK텔레콤은 "내년 6월 이후 8000억원을 투입해 상용화한 후 휴대인터넷 와이브로사업을 망 임대 모델로 추진키로 했다" 고 밝혔다. 망임대 형식은 사업권을 가진 SK텔레콤이 사업권이 없는 다른 통신사에게 망을 빌려줘서 가입자를 모집하는 방식이다. 이런 방식으로 SK텔레콤은 최소의 비용으로 최대의 효과를 거둘러 한다는 계획인 것으로 보인다. 아울러 SK텔레콤은 WCDMA에서 진화된 서비스인 HSDPA를 통해 KT의 와이브로 무선사업에 대응한다는 계획에 있다.

아. KTF

KTF는 휴대인터넷 사업권확보를 위해 KT와 상호 Win-Win이 가능한 사업모델을 개발하는 동시에 기존 휴대폰 무선인터넷 (EV-DO)을 활용해 경제적이면서 차별화된 휴대인터넷 서비스를 제공한다는 계획을 세웠다.

제3절 표준화 동향

1. 국제표준화 동향

휴대인터넷의 국제 표준화 기구는 IEEE 802.16/20 및 ETSI BRAN HIPERMAN 등이 있다. IEEE 802.16은 우리의 휴대인터넷 서비스 요구사항에 가장 근접한 규격이라 할 수 있다. 2004년 IEEE 802.16 기구에서는 규격에 대한 논의가 활발히 진행되었다. IEEE 802.16 표준화 상태는 다음과 같다.

- o 802.16/16a는 무선 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있도록 무선엑세스 방식에 관한 표준이다. 이 서비스는 이동성은 고려하지 않고 고정된 건물간의 광대역 고정통신을 목표로 하는 서비스로 02. 16은 2002년 4월, 02.16a는 2003년 4월에 승인 되었다.
- o 802.16e는 802.16/16a를 기반으로 한 것으로 휴대인터넷과 같이 이동하면서 무선인터넷을 지원하기 위해 단말기의 이동성과 핸드오프 기능을 추가한 규격이다. 그리고 802.16/16a와 호환성을 위한 IEEE P802.16eD2가 마련되어 있으며, 최종 규격으로 확정될 가능성이 높다.
- o 802.20은 Flarion, ArrayComm, Qualcomm, Lucent Tech. Docomo

USA가 주축이 되어 만들어진 규격으로 아직 표준화 상태는 미약한 것으로 보인다. 250Km/h 이동성 보장과 IP 기반으로 ITU의 System Beyond IMT-2000의 요구사항에 맞는 통신 방식을 개발 중에 있다.

표 III-3. 802시리즈 비교표

	802.16a	802.16e	802.20
Spectrum	Licensed/Unlicensed	Licensed	Licensed
Freq. Bands	10-66 GHz 2-11 GHz	2-6 GHz	Blow 3.5 GHz
Typical CH BW	> 5 MHz	> 5MHz	< 5 MHz
LOS/NLOS	LOS(10-66 GHz) NLOS(2-11 GHz)	NLOS	NLOS
Group Charter	PHY and MAC for Fixed Pt.-MPt. Wireless Access	Extension to 802.16d/a PHY and MAC for Mobile Access	PHY and MAC for Vehicular Speed Mobile Access
Mobility	Fixed	Low Mobility	High Mobility

표 III-4. 802.16 표준화 동향

표준명	표준 내용	주파수 대역	전송속도 (채널대역폭)	표준화 완료
802.16	- 고정 무선 액세스 MAC/PHY 정의 - LOS 필요, 점대점 어플리케이션용	1 ~ 66GHz	134Mbps (28MHz)	2002년
802.16c	- 802.16용 시스템 프로파일 추가	-	-	2003년
802.16a	- 고정 무선 액세스 MAC/PHY 정의 - LOS 불필요, 점대점 어플리케이션용	2 ~ 6GHz	75Mbps (20MHz)	
802.16e	- 802.16a에 저속 이동성 추가 - LOS 불필요, 점대점 어플리케이션용	2 ~ 6GHz	15Mbps (5MHz)	2005년 예정

2. 국내 표준화 동향

휴대인터넷 국내 표준화는 휴대인터넷 서비스규격 개발을 목적으로 2003년에 만들어진 TTA PG05(2004년 3월 PG302로 명칭 변경)를 중심으로 이루어지고 있다. TTA PG05는 통신사업자, 제조업체, 연구소 및 학계 등 50여개의 기관, 230여명이 참여하고 있다. TTA PG05는 무선접속 실무반, 서비스 및 네트워크 실무반, IPR AD-hoc그룹, 국

제협력 Ad-hoc 그룹으로 구성되어 있다. TTA PG05 는 적절한 이동성 및 핸드오버제공이라는 기술적 측면과 망구축 비용의 최소화 등의 사업자측면, 그리고 국제표준을 지향하고 원천기술을 보유 과거 CDMA와 같은 전철을 밟지 않겠다는 목적이 있다. 그러기 위해 TTA PG05가 먼저 실행한 것은 단일 표준 규격을 제정하는 것이었고 이를 위해 무선접속 파라미터 및 필수 요구 사항을 작성하였다. 그 결과 2004년 3월 표준안을 채택하였고, 2004년 6월에는 TTA WiBro Phase-I 규격이 총회의 승인을 받아 확정되었다. 하지만, Phase-I은 상당부분 국내 독자의 규격의 성격을 가지고 있어, 향후 해외 시장진출을 위해 외국 업체와의 호환성 문제가 제기, 2004년 7월에 IEEE 802.16 과 상호 호환성을 유지하여야 한다는 것이 가장 큰 요구사항 중 하나가 되었다. 이에 2004년 8월에 공통점 및 차이점을 분석하였고, 이를 적용한 TTA WiBro Phase-I Step-I 규격을 2004년 12월 작성/승인하였다. 이를 바탕으로 2005 하반기까지 TTA를 중심으로 시험규격 작성 및 호환성/적합성 시험이 이루어질 수 있도록 하려는 계획에 있다.

표 III-5. 무선접속 주요 파라미터와 필수 요구사항

항 목	방식 또는 값
다중화 방식(Duplex)	TDD
다중접속방식 (Multiple Access)	OFDMA
채널 대역폭	10MHz
가입자당 전송속도	상향 최소 : 128kbps, 하향 최소 : 512kbps 상향 최대 : 1Mbps, 하향 최대 : 3Mbps
주파수 재사용 계수	1
주파수 효율	최대 : Downlink/Uplink (6/2) 최소 : Downlink/Uplink (2/1)
핸드오프 소요시간	기지국내 셀간, 기지국간, 주파수간 : 150ms 이하
이동성	60km/h
서비스 커버리지	Macro (1km), Micro (400m), Pico (10m)

제4장 휴대인터넷 기술기준 분석

무선설비의 기술기준 항목별 기준은 무선설비규칙에서 기본적으로 정하고 있으나 이와 같은 일반적인 기준 외에도 각각의 무선설비가 갖는 특성을 반영하여 반드시 필요한 사항에 대해서는 별도 항목을 정하여 세부 기술기준을 규정하고 있다. 휴대 인터넷 시스템의 기본 설계 기준은 국제적으로는 IEEE 802.16d 및 802.16e 규격, 국내적으로 TTA 규격을 근거로 하고 있으나, 세부 기술기준은 국가별 무선설비 규칙에 따라 달라질 수 있으며 별도 규격화가 필요하다. 한편 현재까지 휴대 인터넷 기술기준을 규격화한 국가는 없는 상태이다.

따라서 본 기술기준은 휴대 인터넷의 서비스의 세계 최초 상용화를 위한 무선설비 규격을 제정하는 것으로서 매우 중요한 의미를 가지며, 각각의 규격을 최초로 결정함에 있어 일반적인 국제 규격을 참조하고 연구반 자체 검토결과를 활용하여 주요 규격에 대한 의사 결정이 이루어졌음을 밝혀 둔다.

본 장에서는 휴대 인터넷용 무선설비 기술기준의 세부 항목별 규정에 대한 제정 배경과 근거 자료에 대한 내용을 작성한 것이다.

제1절 공통조건

1. 송신장치 및 수신장치는 최소 4.5MHz이상의 사업자간 보호대역을 가질 것

<보호대역의 필요성>

2개 이상의 서비스 사업자가 존재할 때 각 사업자별로 기지국들은

서로 다른 위치에 구축되는 것이 일반적인 상황이다. 사업자들은 부동산 보유 상황, 주요 트래픽 밀집지역, 자사의 서비스 정책 등에 따라 기지국 구축 위치를 결정하여 치국하게 되므로 서로 다른 위치에 기지국이 설치되며, 또한 기지국 수량 및 커버리지 역시 서로 달라지게 된다. 이러한 환경에서 서로 다른 사업자의 기지국 채널간에는 Near-Far 현상이 발생하게 된다.

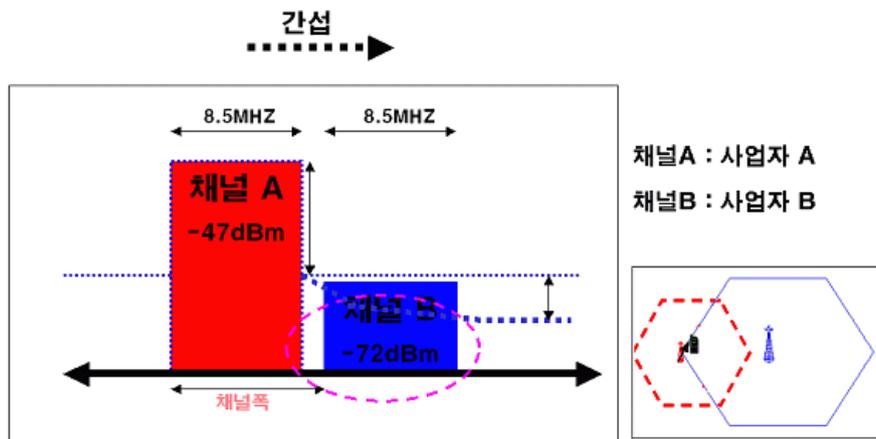


그림 III-3. 보호대역의 필요성

즉, 위 그림에서 사업자 A와 B의 기지국이 서로 상대방의 Cell Edge에 위치하고, 사업자 B의 이동국이 사업자 A의 기지국 근처에 있을 때 사업자간에 충분한 보호대역이 설정되지 않으면 심각한 간섭이 발생하게 된다. 즉, 사업자 A의 기지국 신호가 그림에서처럼 매우 크게 사업자 B의 이동국에 수신이 되는 반면, 사업자 B의 기지국 신호는 매우 약하게 수신된다. 특히 위 그림과 같은 상황에서는 사업자A의 신호에 의한 사업자B 대역에의 간섭신호 레벨보다 사업자B의 신호가 낮아지는 현상이 발생할 수 있게 되므로 사업자B의 단말기는 송,수신이 불가능한 상황에 처할 수 있어 사업자간에는 적정한 폭의 보호대역이 필요하다.

WiBro의 경우 하나의 채널대역폭이 9MHz이므로, 2.3GHz대역 가용주

파수 90MHz(WLAN과의 보호대역 10MHz를 제외)중에서 9개의 사업자 서비스 채널과 4.5MHz대역폭을 갖는 2개의 보호대역을 할당할 수 있다. 적절한 보호대역폭의 산출은 시스템(기지국&이동국)의 출력 및 시스템의 출력 스펙트럼 마스크 규격에 의해 결정되는 파라미터이므로 4.5MHz의 보호대역폭 산출근거는 뒷장의 시스템 출력 및 스펙트럼 마스크 부분에서 논의하기로 한다.

2. 통신방식은 직교주파수분할 다중접속방식(OFDMA)을 사용하는 시분할 복신방식일 것. (단, 이동통신 핸드오프를 위해 기지국에 부가적으로 설치하는 장치는 시분할 단향통신방식을 사용할 수 있다)

<OFDM전송방식개요>

일반적으로 전송채널 대역폭이 무선채널 고유의 코히어런스 대역폭(coherence bandwidth)보다 클 경우, 수신신호는 다중경로 페이딩에 의한 인접 심벌간 간섭(ISI)을 겪게 된다. 이때 심벌 구간의 크기가 채널의 지연확산(delay spread)보다 작을 경우 ISI에 의한 왜곡이 발생하게 되며, 이를 보상하여 송신신호를 정확히 복원하기 위해서는 복잡한 수신기법(채널 등화기 등)이 필요하게 된다. 전송률이 높아질수록 심벌구간의 크기는 작아져서 ISI가 더욱 심각해지며, 이로 인해 수신기의 구조는 더욱 복잡하게 된다. ISI에 의한 신호 왜곡현상을 줄이기 위해서는 심벌 구간의 길이가 채널의 지연확산보다 커야 한다.

이러한 문제를 해결할 수 있도록 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplex)변조방식이 제안 되었는데, OFDM변조방식은 하나의 채널을 다수개의 부채널로 나누고 각각의 부채널은 낮은 전송율을 갖게 함으로써 심벌의 길이를 증가시켜 이러한 다중경로 채널에서의 왜곡을 간단히 보상할 수 있는 다중경로 페이딩에 적절하게 대응할 수 있는 점이 특징인 변조기술이다. OFDM 기술은 고속 입력 심볼열을 다수의 병렬 심볼열로 변환한 후에 각 열에서 발생하는 심볼을

상호 직교적인 부반송파 신호에 의해 전송하는 방식이다.

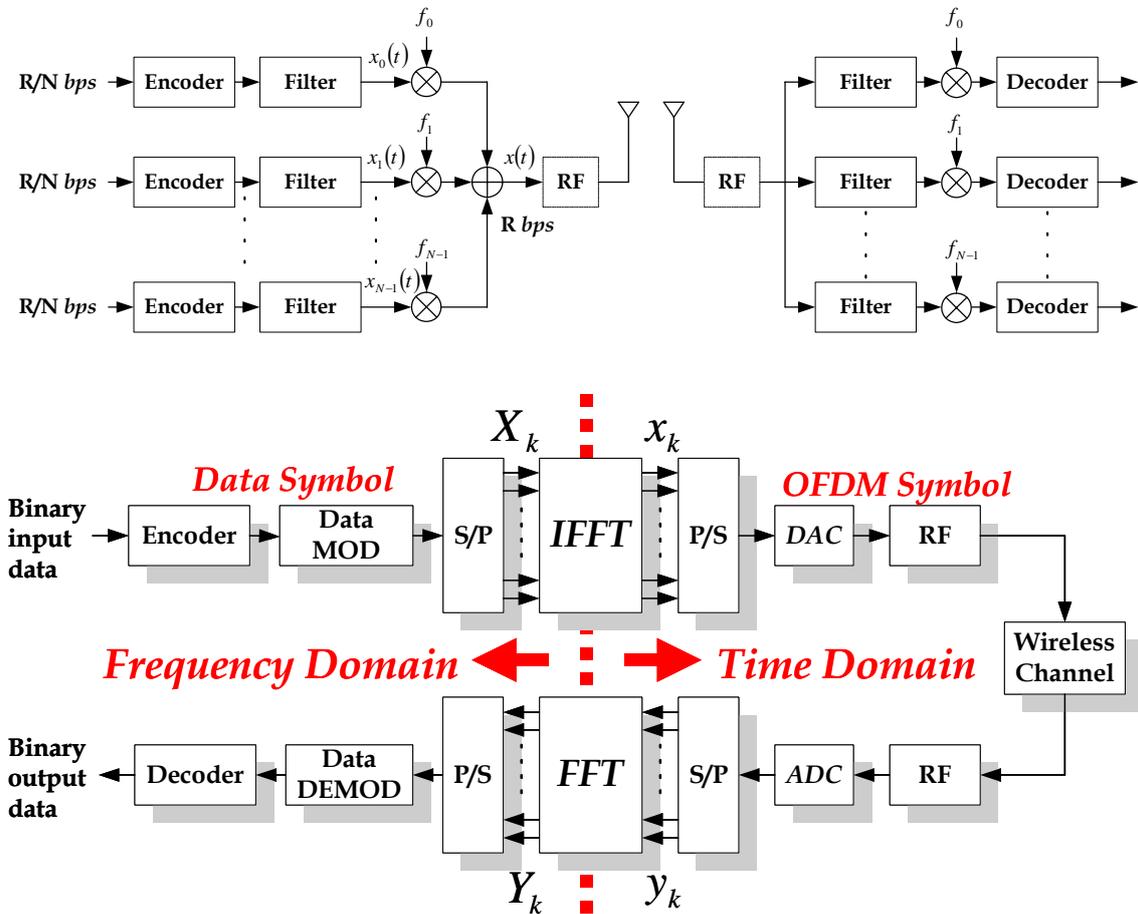


그림 III-4. OFDM 방식

OFDM 방식에서는 이와 같이 주파수 선택적인 광대역 채널을 다수의 협대역 플랫 페이딩(flat fading) 채널로 분할하여 전송하는 효과를 얻게 된다. 즉, OFDM은 전체 대역폭을 많은 수의 협대역 부채널로 나누어서 직렬 입력 심벌 열을 병렬 심벌 열로 변환한 후에 각 부반송파에 실어 병렬 전송 한다. 각 부채널은 낮은 데이터 전송률을 가지고 플랫 페이딩을 겪게 되므로 부채널의 대역폭이 충분히 작아서 이상적인 채널 응답을 갖게 되어 ISI가 발생하지 않는다. 즉, 각 전송 심벌열이 협대역 플랫 페이딩 채널을 겪는 효과를 얻기 때문에 단일 탭의 채널 등

화만으로 전송 과정에서의 에러를 보정하여 데이터를 검출할 수 있다. OFDM의 실질적인 장점은 위와 같은 다중직교 부반송파에 의한 변조 방식을 디지털 신호처리에 의해 간단하게 구현할 수 있다는 점이다.

다중 직교 부반송파에 의한 변조신호는 이산영역에서 한 번의 IFFT 연산을 통해 계수로 변환되고, 수신단에서는 이 계수들을 다시 FFT 연산을 통해 복구하게 되므로 시스템 구현이 매우 간단하고 용이하다. 직렬로 들어오는 N개 데이터 심벌들을 병렬 열로 변환한 후 IFFT를 취하여 나온 N개의 계수들을 NTs 구간 동안 전송하며, 이때 이들 N개의 계수로 구성된 블록을 OFDM 심벌이라고 한다. 수신단에서는 각 OFDM 심벌을 구성하는 IFFT 계수들을 수신한 후에 이들에 대해 FFT를 취하면 전송된 N개의 데이터 심벌을 복구할 수 있다.

이 과정에서 채널을 통과하는 OFDM 심벌이 다중경로 채널상에서의 인접한 OFDM 심벌간 간섭(ISI)으로 인하여 일부가 깨지게 되면 수신단에서 정상적으로 데이터 심벌을 복구할 수 없게 된다. 이러한 심벌간 간섭을 방지하기 위해 OFDM 심벌과 심벌 사이에 보호구간(Guard Interval)을 삽입하게 된다. 즉, 채널의 지연확산(Delay Spread)보다 긴 보호구간을 둬으로써 신호간 간섭을 방지하게 되는 것이다. 그런데 수신단에서 각 데이터 심벌별로 주파수 플랫한 특성을 얻기 위해서 OFDM 심벌 내에 Guard Interval로서 OFDM 심벌의 일부를 복사하여 붙이는 Cyclic Prefix를 사용하게 되며, 이 때 Cyclic Prefix의 길이는 전송 채널의 지연확산 길이보다 길어야 한다. Cyclic prefix의 길이가 OFDM 심벌의 10% 이내를 차지하도록 하고 부반송파간의 간격이 코히어런스 대역폭(coherence bandwidth)보다 크도록 설계하는 것이 일반적이며, 이에 따라 부반송파의 수가 결정된다. OFDM 방식에서는 주어진 시간에 한 사용자가 모든 부반송파를 동시에 사용하게 된다. 그러나 전체 부반송파 중에서 일부 부반송파가 심한 페이딩을 겪게 되는 경우에는 일부 부반송파에만 전력을 집중할 수 있기 때문에 이득을 얻을 수 있다.

한편 여러 사용자가 존재할 때 채널상태가 좋은 부반송파를 선택하여 할당함으로써 여러 사용자간에 부반송파를 공유하는 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)가 제안된 바 있으며, 이는 TDMA와 OFDM이 결합된 다중접속 방식으로 볼 수 있다.

양방향 통신이 가능하도록 채널을 구성하는 방법을 Duplexing이라고 하며, 일반적으로 FDD(Frequency Division Duplexing)와 TDD (Time Division Duplexing) 방식으로 구분된다. FDD 방식은 상향과 하향 링크가 서로 다른 주파수 대역을 사용하여 채널을 구분하는 것이다. 한편 TDD 방식은 하나의 주파수 대역으로 하나의 채널을 구성하고, 상향과 하향 링크가 시간 영역에서 그 채널을 나누어 사용하는 방식이다. 일반적으로 FDD 방식에서는 상향과 하향 링크에 할당되는 대역폭이 동일하기 때문에 상하향 트래픽의 양이 동일한 음성 및 화상 전화 서비스에 적합하다. 한편 TDD 방식의 경우에는 시간 영역에서 상향과 하향링크에 할당되는 자원의 비율을 임의로 조정할 수 있어 비대칭형 트래픽이 발생하는 데이터 서비스에 적합하다. WiBro서비스에서는 주요 타겟 전송 데이터가 상하향 트래픽 비율이 비대칭적인 웹서핑, 멀티미디어 파일 다운로드 서비스 등이므로 TDD 방식이 채택 되었다.

셀룰러 환경에서 TDD 방식을 사용할 때 동일한 주파수를 사용하는 인접 셀간에 상향 구간과 하향구간의 동기가 맞지 않으면 셀 경계에 있는 단말간에 심각한 간섭이 존재할 수 있다. 한 셀에 속한 단말이 상향구간에서 전송할 때 인접한 셀에 속한 단말이 하향구간에서 수신을 한다면 수신중인 단말에 심각한 간섭이 발생할 수 있으며, 이와 같은 송수신 구간의 불일치로 발생하는 간섭을 최소화하기 위해서는 모든 셀에서 상향 구간과 하향 구간의 타이밍이 서로 일치해야 한다.

3. 송신설비에서 발사되는 전파의 형식은 G7D, D7D, D7W, G7W 또는 W7W중 1이상을 사용하는 것일 것

<전파형식>

무선설비에서 분배되는 전파는 주반송파를 변조하는 변조형식(AM, FM, PM 등), 주 반송파를 변조시키는 신호의 특성(음성, 데이터 등), 송신할 정보의 형태(음성정보, 데이터정보 등)에 따라 일정한 형식을 갖게 되며(ITU-R RR Appendix 1), 이렇게 정해진 전파 형식별로 무선설비규칙에서 점유주파수대폭의 허용치 전파형식별 공중선전력의 표시와 환산비등을 정하고 있다. 본 규정은 휴대인터넷 용 무선설비의 전파의 형식을 규정한 것으로서 다음의 전파형식 중 1 이상을 사용하는 것으로 정의한다. 전파법 시행령 “별표1 전파형식의 표시”를 참고로 하여 각각의 의미를 살펴보면 다음과 같다.

- (1) G7D : 주반송파의 변조형식이 위상변조 이고(G), 주반송파를 변조시키는 신호의 특성이 쾨타이즈 또는 디지털 정보를 포함하는 2이상의 채널이고(7), 송신할 정보의 형태가 데이터 전송 .텔레메트리. 텔레코멘트(D)인 전파.
- (2) D7D : 주반송파의 변조형식이 주반송파가 동시 또는 미리 정하여진 순서 중 1의 방식에 의하여 진폭과 각이 변조된 것이고(D), 주반송파를 변조시키는 신호의 특성이 쾨타이즈 또는 디지털 정보를 포함하는 2이상의 채널이고(7), 송신할 정보의 형태가 데이터전송.텔레메트리. 텔레코멘트(D)인 전파
- (3) D7W : 주반송파의 변조형식이 주반송파가 동시 또는 미리 정하여진 순서 중 1의 방식에 의하여 진폭과 각이 변조된 것이고(D), 주반송파를 변조시키는 신호의 특성이 쾨타이즈 또는 디지털 정보를 포함하는 2이상의 채널이고(7), 송신할 정보의 형태가 정보의 송출이 없는 것, 전신(가청수신용, 자동수신용), 팩시밀리, 데이터 전송.텔레메트리.테레코멘트,

전화(음성방송을 포함한다) 그리고 텔레비전(영상) 등의 조합(W)인 전파.

(4) G7W : 주반송파의 변조형식이 위상변조 이고(G), 주반송파를 변조시키는 신호의 특성이 쿼타이즈 또는 디지털 정보를 포함하는 2이상의 채널이고(7), 송신할 정보의 형태가 정보의 송출이 없는 것, 전신(가청수신용, 자동수신용), 팩시밀리, 데이터 전송.텔레메트리.테레코멘트, 전화(음성방송을 포함한다) 그리고 텔레비전(영상) 등의 조합(W)인 전파.

(5) W7W : 주반송파의 변조형식이 무변조반송파의 발사, 주반송파가 진폭 변조된 발사, 주반송파의 각이 변조된 발사전파, 주반송파가 동시에 또는 미리 정하여진 순서 중 1의 방식에 의하여 진폭과 각이 변조된 발사전파, 펄스발사의외의 경우로서 주반송파가 진폭.각 및 펄스 중 2 이상이 조합되어 동시 또는 미리 정하여진 순서 중 1의 방식에 의하여 변조되는 것이고(W), 주반송파를 변조시키는 신호의 특성이 쿼타이즈 또는 디지털 정보를 포함하는 2이상의 채널이고(7), 송신할 정보의 형태가 정보의 송출이 없는 것, 전신(가청수신용,자동수신용), 팩시밀리, 데이터 전송.텔레메트리.테레코멘트, 전화(음성방송을 포함한다), 그리고 텔레비전(영상) 등의 조합(W) 인 전파

4. 점유주파수대폭은 9MHz 이하일 것

<점유주파수대폭>

시스템에서 점유주파수대폭은 인접한 두 채널 사이에서 최근접 서브 캐리어가 충분한 신호대 간섭비를 확보할 수 있도록 결정되어야 한다. 이러한 분석을 수행하기 위하여 아래 그림과 같은 블록으로 구성된 실험을 실시한다.

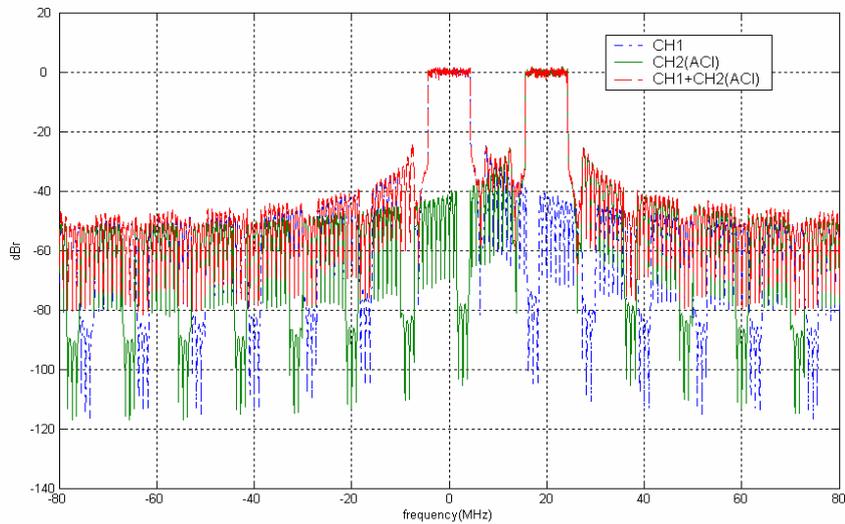
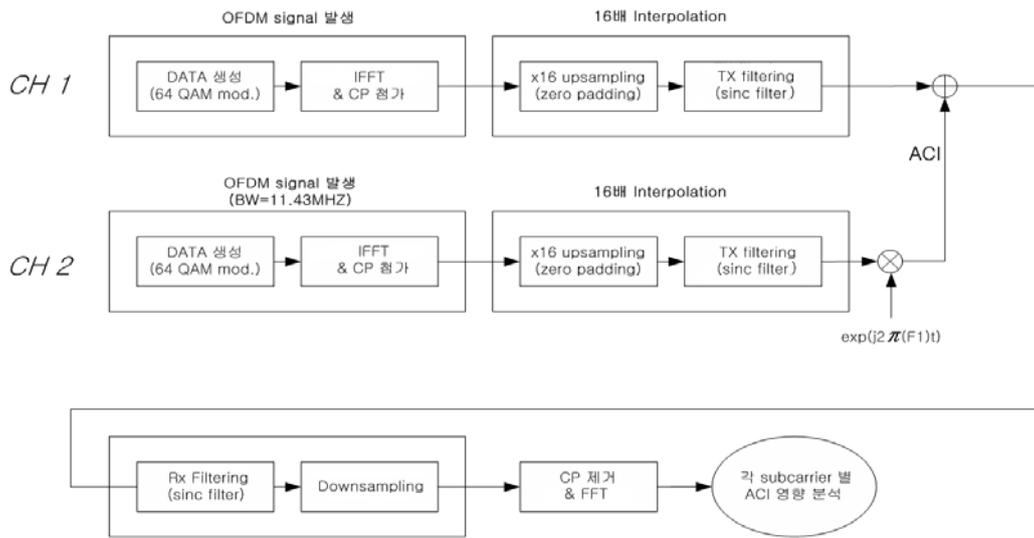


그림 III-5. 점유주파수대폭

위 그림에서 Ch1과 Ch2에서 발생된 신호가 서로 더해지는 위치에서의 신호파형은 아래와 같다. 이 때 Ch1신호에 대해 Ch2의 신호를 간섭원으로 가정한다. 최초에 각 신호의 채널간격을 20MHz로 세팅하여 시뮬레이션 한 후 Ch1의 서브캐리어 중 가장 우측에 위치하는 서브캐리어의 신호대 간섭비를 확인한다.

이 경우에는 채널 간격을 20MHz로 충분히 이격 하였으므로 신호대 간섭비는 최소 22dB이상이 되어 신호대 간섭비 측면에서 WiBro의 최

고 변조 단계인 64QAM 5/6 Coding Rate가 동작하기에 무리가 없음을 알 수 있다. 이 때 신호대 간섭비는 시뮬레이션에서 사용된 디지털 필터 및 RF필터의 성능에 따라 달라질 수 있으나 현재의 시뮬레이션에서는 63탭 정도의 디지털 필터만을 고려하였다.

이후 채널간 간격을 10MHz → 9.5MHz → 9.0MHz → 8.9MHz → 8.8MHz등으로 좁혀가며 시뮬레이션을 진행하면 약 8.8MHz까지는 신호대 간섭비가 20dB이상을 일정하게 유지함을 알 수 있어 9MHz의 채널 대역폭 사용이 무리가 없음을 알 수 있다. 또한 실제 단말기에서는 디지털 필터 이외에 SAW타입의 IF필터도 함께 사용되므로 대역폭이 9MHz인 IF필터를 추가하여 휴대 인터넷의 채널 대역폭이 9MHz인 경우를 시뮬레이션 하면 최소 30dB이상의 신호대 잡음비가 구현될 수 있음을 알 수 있으므로 9MHz의 채널 대역폭은 2.3GHz 대역 주파수 사용 효율을 극대화 할 수 있는 가장 적절한 채널 Band_Width로 볼 수 있다.

5. 기지국 송신 동기오차는 GPS 시간의 매초를 기준으로 하여 $\pm 20\mu s$ 이내일 것

<동기>

휴대 인터넷 시스템은 시분할 복신(TDD) 무선접속 규격을 표준으로 채택하고 있으므로 기지국 간의 동기가 매우 중요하다. 주파수 분할 복신(FDD) 방식에 비해 시분할 복신(TDD) 방식 시스템에서의 기지국 동기가 더욱 중요한 이유는 시분할 복신 시스템에서의 비동기 기지국은 자기 시스템의 성능을 열화 시킬 뿐만 아니라 인접 기지국의 성능에 큰 영향을 미쳐 전체적인 시스템 운용에 장애를 유발하기 때문이다. 따라서 시분할 복신 시스템에서의 각 기지국은 일정한 송신 동기 오차 범위 이내로 송신 신호를 발사하여야 하며 그렇지 못할 경우, 송신 신호를 제어하여 인접 기지국으로의 영향을 방지하여야 한다. 본 규격은 IEEE 802.16e 규격에 근거하여 1pps를 휴대인터넷 시스템의 기준신호

로 설정하였고, 연구반 검토를 통해 $\pm 20\mu s$ 이내의 송신 동기 오차 규격을 결정하였다. 휴대 인터넷 시스템 기지국의 송신 동기 오차 규격의 제정 근거 및 측정 방법은 다음과 같다.

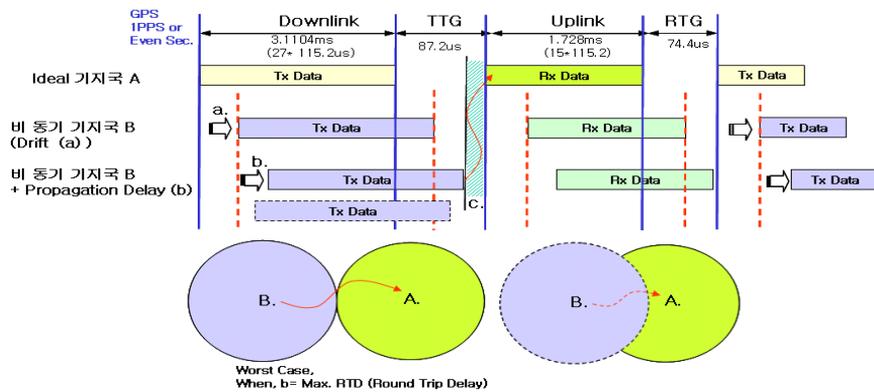
가. 규격 결정 방법론

(1) 최대 비동기 허용 오차 범위

휴대 인터넷 시스템은 시분할 복신 무선 접속 규격을 가지며, 기지국 송신 시간의 동기가 일치하지 않을 경우, 정상적으로 수신 동작을 하는 기지국은 비정상적으로 송신 동작을 하는 기지국으로부터 영향을 받는다. 일반적으로 시분할 복신 시스템은 이러한 간섭이 발생하지 않게 하기 위해 송수신 전환 시간(TTG,RTG)을 충분히 설정하고 있으나, 시스템 설계 시 고려한 송수신 전환 시간을 초과하는 비동기 송수신 신호의 경우 간섭을 발생 시키거나 간섭을 받게 된다. 본 절에서는 서비스 시나리오에 따른 최대 비동기 허용오차 범위를 검토 정리하여 동기규격 결정의 기준 근거를 기술한다.

① 간섭 시나리오 I : TTG 구간에서 발생

비동기 기지국 B의 동기 오차(a) 및 전파 지연시간(b)이 송수신 전환 시간(TTG) 보다 길어 정상 기지국 A의 수신동작에 영향을 미치는 상황이 발생한 경우이다.



$$\text{기지국간 비 동기 허용 오차 범위 (c)} = [\text{TTG} - \text{Drift (a)} - \text{Propagation Delay (b)}]$$

그림 III-6. 비동기 간섭 시나리오 I (TTG)

이때 인접한 기지국 송수신 상호간 영향을 주지 않는 시간범위 즉, 기지국간 비동기 허용 오차 범위는 TTG 구간 대비 비동기 기지국의 동기 오차(a) 및 전파 지연(b)의 차로 표현 되어진다. 따라서 비동기 최대 허용 가능 오차는 기지국 동기 오차(a) 및 기지국간 전파 지연(b)이 없을 경우로서 TTG 시간 구간 전체에 해당한다. 그러나 일반적인 경우, 기지국 간에는 전파지연(b)이 존재하며 (그림 III-6)에서 보는 바와 같이 기지국간 거리가 많이 떨어져 있어 지연시간이 클 경우 더욱더 정상적인 수신 구간으로 영향을 미칠 수 있다. 즉 기지국간 비동기 허용 오차가 줄어든다.

② 간섭 시나리오 II : RTG 구간에서 발생

비동기 기지국 B의 동기 오차(a)가 수 송신 전환 시간(RTG) 보다 길어 정상 기지국 A의 송신 신호가 비동기 기지국(B)의 수신 동작에 영향을 미치는 상황이 발생한 경우이다.

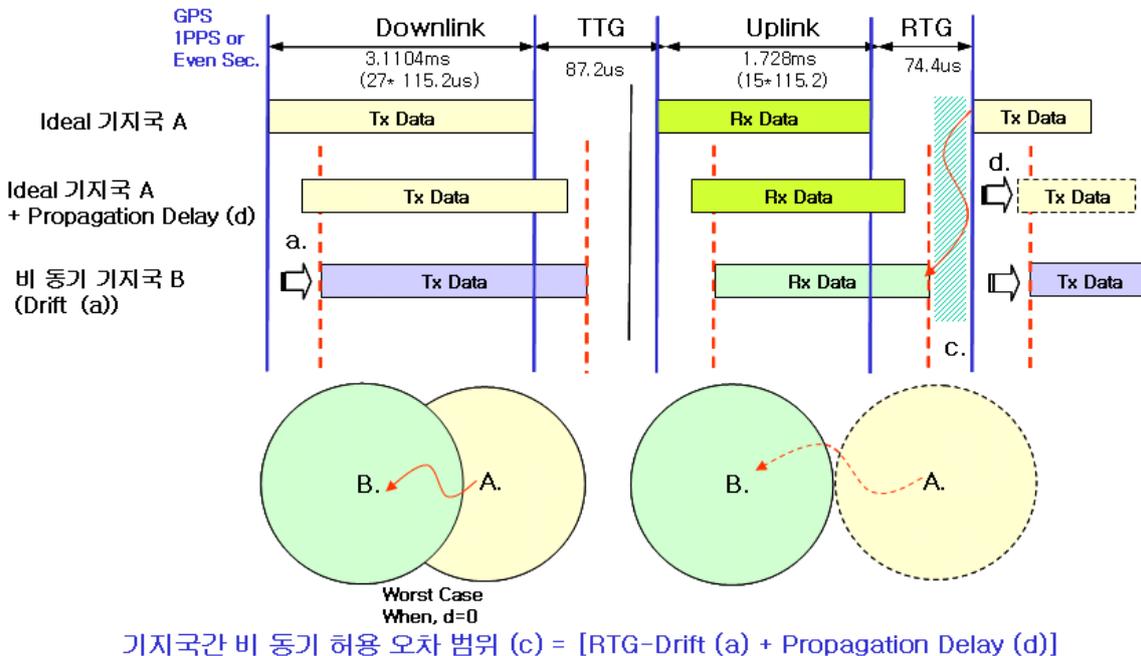
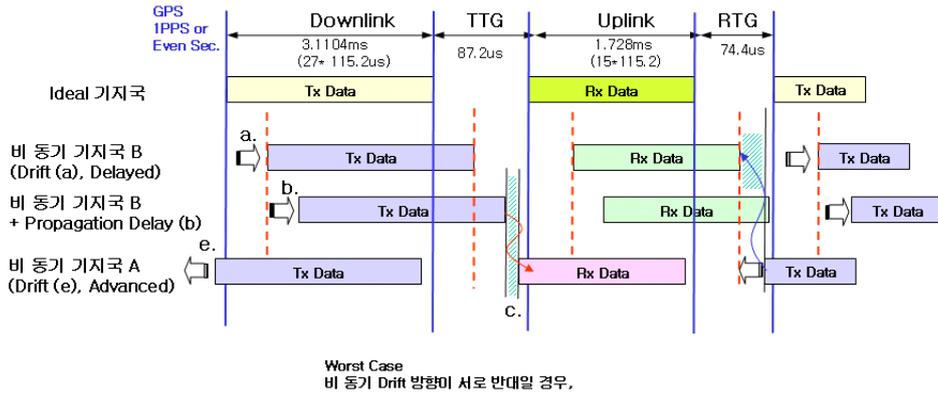


그림 III-7. 비동기 간섭 시나리오 II (RTG)

이 경우, 정상 기지국의 전파 지연(d) 시간은 오히려 비동기 기지국의 수신 동작에 영향을 미치지 않는 방향으로 동작함에 유의해야 한다. 따라서 RTG 구간 동안의 간섭은 기지국간의 거리가 가까이 인접해 있어서 전파 지연이 발생하지 않을 경우 최대로 발생한다. 이때 기지국간 비동기 최대 허용 오차는 RTG 시간 구간 대비 비동기 기지국의 동기오차(a) 및 정상 기지국의 전파지연(d)의 차이로 결정되며, 정상 기지국의 전파지연(d)은 동기 허용 오차를 증가 시키는 방향 즉, 간섭 발생을 줄이는 영향으로 나타난다.

③ 간섭 시나리오 III : Worst Case

시분할 복신 시스템의 기지국간의 동기 오차 규격의 결정에 있어서 최악의 시나리오는 두 개의 기지국이 서로 마주한 방향으로 동기 시간 오차를 가질 경우 발생한다. 비동기 기지국 B는 이상적 기지국 동기 시간 대비하여 지연된 시간(a)으로 송신신호를 발사하고, 비동기 기지국 A는 이상적 기지국 동기 시간에 대비하여 이른 시간(b)으로 송신신호를 발사할 경우, 비동기 기지국 B의 송신신호가 비동기 기지국 A의 수신신호로 영향을 미치는 상황이 발생하며 각각의 기지국의 상대적 동기 오차는 최대 비동기 허용 오차의 산출에 있어서 추가적인 간섭 영향으로 작용한다. 따라서 휴대인터넷 시스템의 최대 비동기 허용 오차는 간섭 기지국들이 서로 마주한 방향으로 시간 동기 오차가 발생하는 경우에 있어서, TTG 구간에서 허용되는 최대 비동기 오차 시간과 RTG 구간에서 허용되는 최대 비동기 오차 시간 중 작은 값으로 결정 되어진다.



$$\text{기지국간 비 동기 허용 오차 범위 (c)} = \min. \{ [\text{TTG} - \text{Drift (a)} - \text{Propagation Delay (b)} - \text{Drift (e)}], [\text{RTG} - \text{Drift (a)} - \text{Drift (e)}] \}$$

그림 III-8. 비동기 간섭 시나리오 III (Worst Case)

한편 기지국간 최대 비동기 허용오차를 결정짓는 주요 요소 중 TTG 구간에서 허용되는 최대 비동기 오차는 기지국 신호의 전파지연(b)에 따라 추가적으로 감소한다. 일반적으로 전파지연(b)을 고려한 TTG 구간 비동기 허용오차가 전파지연에 영향을 받지 않는 RTG 구간 비동기 허용오차보다 적으므로 기지국의 최대 비동기 허용 오차는 TTG 구간의 비동기 허용 오차 값으로 결정 되어진다. 이때 전파지연(b) 값은 상호 간섭을 일으킬 수 있는 기지국간의 거리를 가정함으로써 구해질 수 있는데, 본 규격을 결정함에 있어서 영향을 줄 수 있는 최대 기지국 간의 거리를 10km, 즉 33us 전파지연의 발생을 가정하였다. 따라서 상기 전파지연을 기준으로 기지국간의 최대 비동기 허용 오차는, 기지국 동기 오차가 없을 경우, TTG 구간 87.2us에서 전파지연 시간 33us를 뺀 54.2us 이다.

(2) 동기오차 발생 요인

기지국의 동기오차가 발생하는 요인을 살펴보면 다음과 같으며, 규격을 결정함에 있어 일정 부분은 오차범위로 고려되어야 함을 알 수 있다.

① 기준신호 구현오차

일반적으로 시분할 복신 시스템의 동기는 GPS 수신기로부터 생성 및 전달되는 시스템 기준신호를 기준으로 한다. 이때 발생할 수 있는 오차를 살펴보면 GPS 수신기 자체에서 발생하는 검출오차 및 시스템 기준신호를 생성하는 과정에서 발생하는 오차가 있다. 중계기를 사용하는 경우에는 중계기지국으로 전송되는 과정에서 발생하는 전송 및 검출 오차가 그것이다. 이러한 기준신호 오차는 고정적으로 발생한다고 볼 수 있으며 GPS 수신 오차범위는 150ns 미만으로 추정 된다.

② GPS Ant. 급전선 길이 오차

일반적으로 GPS 수신기로부터 GPS Ant.까지의 거리는 100m 내에서 유동적으로 변경되며, 케이블 종류 즉 매질의 유전율에 따라 전파의 전달 속도가 달라짐으로 인해 GPS 수신기의 기준 시간이 달라 질수 있다. 이러한 오차의 범위는 아래 표와 케이블이 변경되더라도 약 500ns 미만으로 추정되며 고정적으로 발생하는 오차에 포함시켜 고려되어야 한다.

표 III-6. Cable 종류 및 길이에 따른 전파지연

Cable	50m	100m	Signal Delay	Propagation Velocity
S07212BD	0.2065us	0.413us	4.13ns/m	81% of c
1/2 "	0.1895us	0.379us	3.79ns/m	88% of c
7/8 "	0.1915us	0.383us	3.83ns/m	87% of c

③ 측정오차

기지국의 송신 동기 오차 측정시 발생하는 오차는 계측기 종류, 시험환경에 따라 달라 질 수 있으나, 일반적으로 1 us 미만의 오차가 발생될 것으로 예측된다.

나. 동기 규격 방안

(1) 동기 기준

시분할 복신 시스템인 휴대 인터넷 시스템의 동기 기준을 IEEE 802.16e 규격의 1pps를 기준 근거로 하여 GPS 시간의 매초로 결정하였다. GPS 시간은 CDMA 셀룰라 시스템에서 이미 동기 기준 시간으로 사용된 바 있으며, 세계적으로 사용할 수 있어서 휴대 인터넷 시스템을 국제적 설치 운용이 가능하게 하며, 별도의 허가없이 사용할 수 있으므로 시각 기준 규격으로 적합하다고 판단했다. 한편 GPS 수신기로부터 생성되는 매초 시간의 기준(1PPS) 혹은 Even sec(PP2S) 기준 신호는 휴대 인터넷 시스템의 프레임 신호(5ms)의 정수배 주기이므로 프레임 신호를 생성하기에 적합한 기준 신호이다. 한편 측정 기준점은 기지국의 최종 출력 포트를 기준으로 한다. 안테나까지의 급전선 길이는 운용 오차 범위에 포함하여 설계 고려한다.

(2) 규격 결정

기지국 송신 동기 오차 규격의 결정을 위한 요소는 다음과 같다.

- ① 최대 비동기 허용오차 값을 상한값으로 한다.
- ② 기준신호 구현 오차 (GPS 수신오차, Ant.급전선 오차) 및 측정 오차를 반영한다.
- ③ 기지국 구현오차 및 운용마진을 고려한다.
- ④ 기지국간 간섭거리는 최대 10km를 기준으로 한다.

상기 검토 기본 요소를 고려할 경우, 송신 동기 규격 및 이에 따른 시스템 운용 마진은 다음과 같으며, 약 10us 이상의 운용 마진을 가지는 것을 기준으로 휴대 인터넷 시스템의 적절한 송신 동기 오차 규격 $\pm 20\text{us}$ 결정한다.

■ 시스템 운용 마진 = 비동기 최대 허용 오차 - 기준신호 구현 오차(1us) - 측정오차(1us) - 기지국 급전선 길이 오차(1us) - 기지국 송신 동기 오차 규격

표 III-7. 송신 동기 오차 규격에 따른 시스템 운용 마진

송신 동기 오차 규격	± 5us	±10us	± 15us	± 20us	Propagation Delay
간섭거리 10 Km	41.2us	31.2us	21.2us	11.2us	33us@10Km

(3) 측정 방안

① 동기 측정 기준

- 시간 기준 : GPS 시간 매초 기준 (1pps(pulse per sec.)혹은 Even Sec.)
- 측정 기준 : 기지국 최종 출력 Port

② 동기 측정 방안

- 측정 가능 계측기
 - Signal Analyzer (WiBro Modulation Analyzer) : R3671, ADVANTEST
 - Oscilloscope : TDS7404, Tektronix
 - Spectrum Analyzer : Time gating function option

③ 시험 구성도

- GPS 매초 1pps 혹은 even sec. 시간을 Trigger 기준 신호로 사용
- Trigger 신호를 기준으로 기지국 및 중계국 송신 시간을 측정
- Signal Analyzer (R3671, ADVANTEST): 권장

휴대 인터넷 서비스의 표준 규격에 따라 신호를 분석할 수 있는 기능을 갖춘 측정기로서 Preamble을 검출하여 송신 신호의 발사 시간을 측정할 수 있다. 측정 오차는 ±20ns로써 가장 정확히 측정할 수 있다.

- Oscilloscope (TD7404, Tektronix)

휴대 인터넷 서비스의 표준 규격에 따라 신호를 분석할 수는 없으나, GPS 시간을 Trigger 기준 신호로 사용하여 송신 신호를 직접 측정할 수 있다. 측정 오차는 측정 기준점에 따라 약 ±1us 이내로 발생한다.

■ Spectrum Analyzer

휴대 인터넷 서비스의 표준 규격에 따라 신호를 분석할 수 없으나, GPS 시간을 Trigger 기준 신호로 사용하여 Zero Span Mode에서 송신 신호를 측정할 수 있다. 측정 오차는 측정 기준점에 따라 약 $\pm 1\mu\text{s}$ 이내로 발생한다.

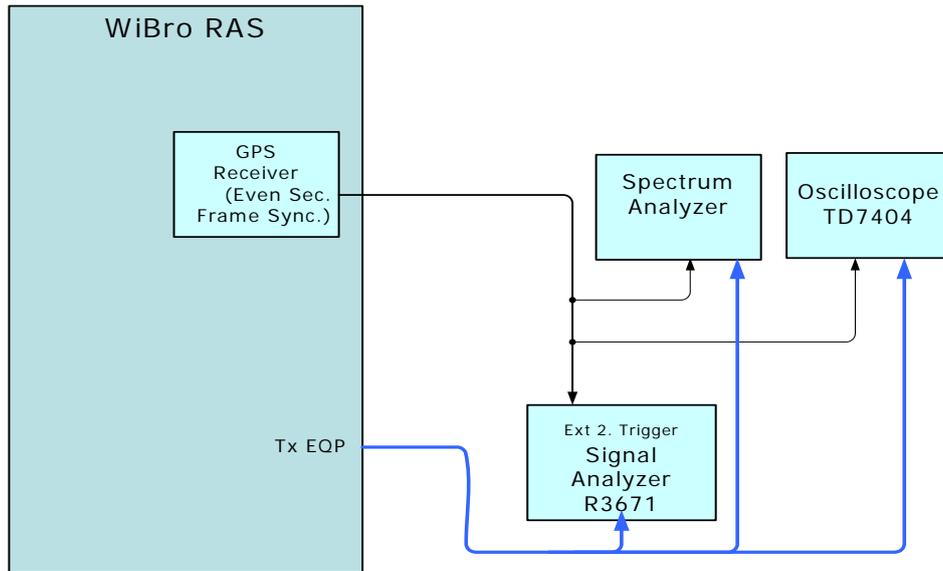


그림 III-9. 기지국 송신 동기 오차 측정 방안

④ 측정 결과

■ Signal Analyzer (R 3671)

- GPS 1pps 혹은 Even Sec. 을 External Trigger 단자에 연결
- Modulation Analysis 모드로 설정
- A/D Capture 후 Analysis 실행
- 측정 값 : 5.572us

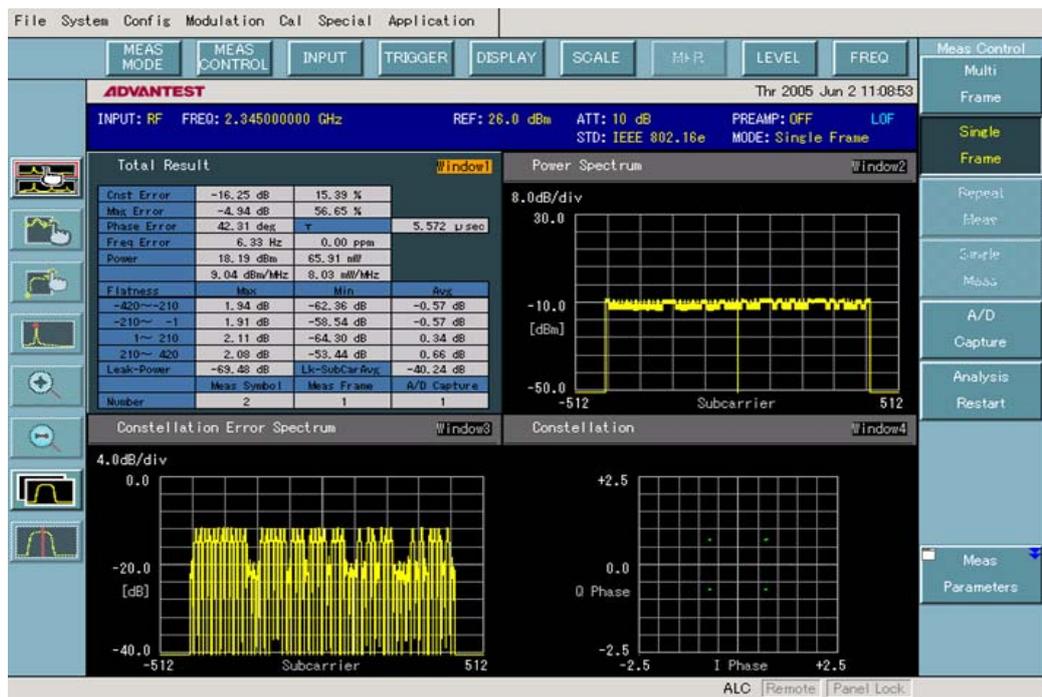


그림 III-10. 송신 동기 측정 예 1 (Signal Analyzer R3671)

■ Oscilloscope (TD 7404)

- GPS 1pps 혹은 Even Sec. 을 Channel 1 단자에 연결
- 측정 송신 신호를 Channel 2 단자에 연결
- Channel 1 을 Trigger 신호로 설정
- 커서를 이용하여 시간 간격 측정
- 측정 값 : 5.034us
- 측정오차 : t2 값에 따라 1us 이내 오차 발생

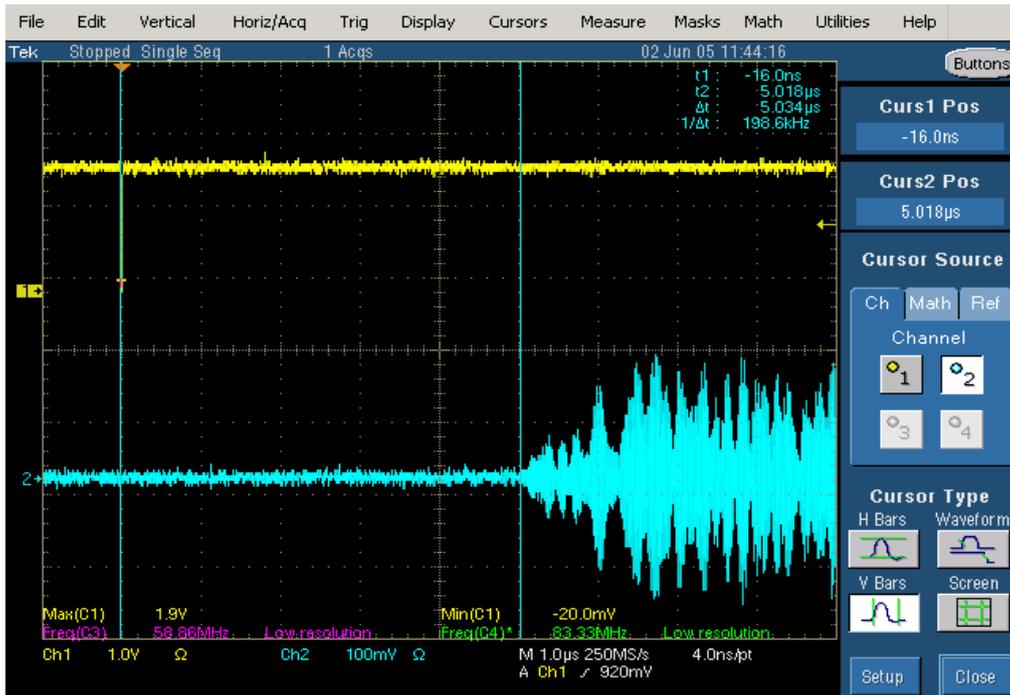


그림 III-11. 송신 동기 측정 예 2 (Oscilloscope TD7404)

■ Spectrum Analyzer

- 요구조건 : Time gating function option을 갖추고 있어야 할 것.
RBW를 측정 신호 대역폭(10MHz) 보다 크게 설정할 수 있어야 할 것.
- GPS 1pps 혹은 Even Sec.을 Ext. Trigger 단자에 연결
- 측정 주파수를 맞추고 Zero Span 설정
- Sweep Time을 50us 으로 설정
- Mark를 이용하여 Burst 신호 시작 구간 측정
- 측정 값 : 4.84us
- 측정오차 : Mark2,Mark3의 측정 지점에 따라 1us 이내 오차 발생

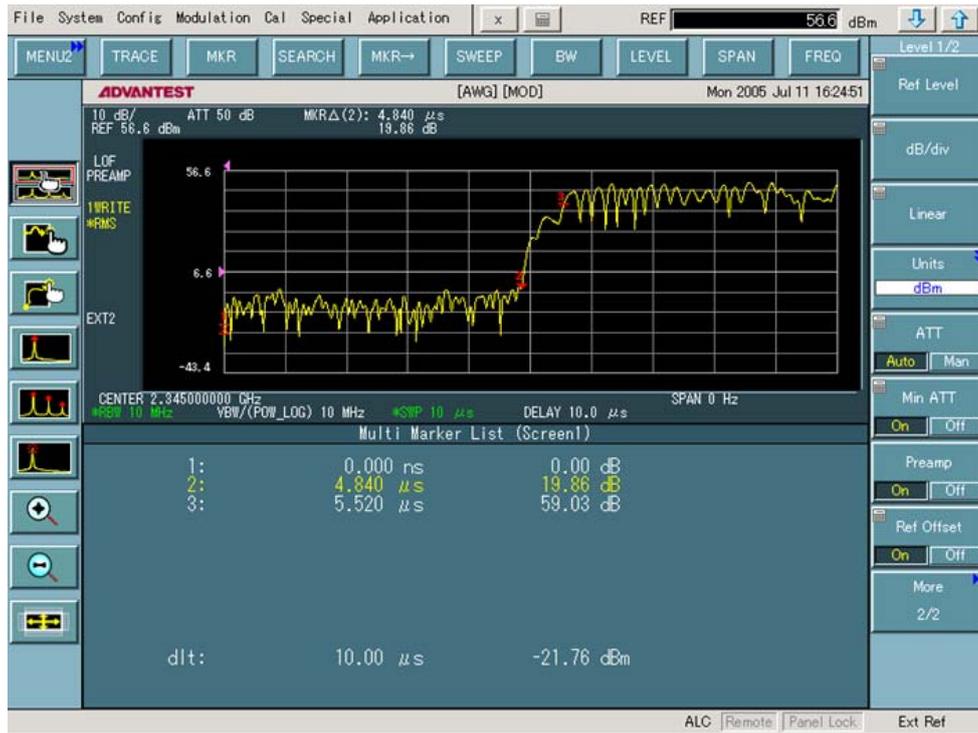


그림 III-12. 송신 동기 측정 예 3 (Spectrum Analyzer R3671)

■ 시험 결과 정리

휴대 인터넷 서비스의 기지국 및 중계국의 송신 동기 오차는 휴대 인터넷 신호 분석기를 이용할 경우가 가장 잘 측정할 수 있었다.

휴대 인터넷 신호 분석기를 사용하지 않을 경우, 2.3~2.4GHz 대역 신호를 분석할 수 있는 오실로스코우프를 이용하여 송신 동기 오차를 측정할 수 있다. 이 경우 약 1us 이내의 측정 오차가 발생할 수 있다. 스펙트럼 아날라이저를 사용하여 송신 동기 오차를 측정할 수 있으나, RBW 설정 조건이나 Time gating 기능이 가능해야 하고, 1us 이내 측정 오차가 발생할 수 있다.

결론적으로 휴대 인터넷 신호분석기를 이용한 동기 측정이 가장 권장할 수 있는 방법이나, 기타의 계측 방법으로도 약 1us 정도의 오차를 가지고 측정할 수 있다.

제2절 기지국 송신장치의 조건

1. 발사전파의 주파수 허용편차는 다음 조건을 만족할 것

가. 기본주파수의 평균전력이 40dBm이상인 경우

(1) 지정주파수의 $\pm 2 \times 10^{-8}$ 이내일 것

나. 기본주파수의 평균전력이 40dBm미만인 경우

(1) 지정주파수의 $\pm 5 \times 10^{-8}$ 이내일 것

<주파수허용편차>

주파수 허용편차란 국제적으로는 frequency tolerance(ITU, 미국 등), 또는 frequency error 등의 개념으로 규정하고 있으며 임의의 시스템이 지정된 주파수에서 일정한 시간 동안 안정된 주파수특성을 유지해야 하는 주파수 안정도(frequency stability)의 개념과는 구별된다. RR(ITU-R Radio Regulation)에서는 주파수 허용편차에 대한 정의 및 주파수대역별 무선국종별로 주파수허용편차(RR 부록2)를 규정하고 있다. 우리나라는 주파수 허용편차에 대한 RR 규정을 무선설비규칙에 반영하여 무선설비규칙 별표1(제3조 관련)에서 규정하고 있다.

무선설비규칙에서 주파수 허용편차를 규정하고 있어서 별도로 세부 기술기준에서 정하지 않을 수도 있으나 무선설비규칙의 주파수허용편차 규정은 주파수대역별 무선국종별로 구분되어 있어서 기술기준을 적용하고자 하는 사람에 따라 자의적 판단이 우려되는 바 세부 기술기준에 명확한 기준을 정하여 제시할 필요가 있어 무선설비규칙의 규정에도 불구하고 세부기술기준에 명시하였다.

본 규격에 대해 IEEE 802.16d 표준에서는 $\pm 2\text{ppm}$ 을 규정하고 있으며, TTA 규격에서는 $\pm 0.02\text{ppm}$ 을 규정하고 있으나, 연구반 검토 결과 기지국의 형태(고속 이동성 지원 유무 및 소 출력 시스템, 저가형 시스템 등)에 따라 다양한 규격이 필요함을 확인할 수 있었으며, 기지국

출력에 따라 두 종류의 기지국 주파수 허용편차, 즉 40dBm 이상의 출력 기지국의 경우 $\pm 0.02\text{ppm}$, 40dBm 미만 출력 기지국은 $\pm 0.05\text{ppm}$ 을 제안하였다. 아래는 주파수 허용오차에 따른 시스템 성능 저하 영향을 시뮬레이션 결과를 보여주고 있으며, $\pm 0.05\text{ppm}$ 으로 결정하더라도 주어진 조건하에서 약 0.3dB 미만의 성능 열화 보임으로서 수용가능한 수준의 성능 열화임을 확인할 수 있었다.

■ Frequency offset 영향

- 기지국-단말 사이의 주파수 오차로 인한 inter-carrier interference 발생, phase rotation 발생

■ Frequency offset 영향 분석 (시뮬레이션)

- 0.02ppm (46Hz) vs 0.05ppm (115Hz)

표 III-8. 기지국 주파수 허용편차 규격에 따른 성능열화

SINR Degradation 변화		
	0.02ppm	0.05ppm
64-QAM 2/3	< 0.03 dB	< 0.1 dB
64-QAM 5/6	< 0.1 dB	< 0.3 dB

■ 시뮬레이션 조건

- 64QAM 2/3 또는 64QAM 5/6
- O-FUSC subchannel 구조
- Ped-A, 10km/h channel model

2. 송신장치의 불요발사는 다음 조건을 만족할 것

가. 기본주파수의 평균전력이 40dBm 이상인 경우

- (1) 지정주파수로부터 $\pm 4.77\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력 밀도가 기본주파수대역내의 최대 평균전력밀도보다 37.5dB 이상 낮을 것
- (2) 사업자간 불요파는 사업자간 인접 지정주파수로부터 ± 9.27

MHz 이상 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 60dB 이상 낮을 것

나. 기본주파수의 평균전력이 29dBm 이상 40dBm 미만인 경우

- (1) 지정주파수로부터 $\pm 4.77\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력밀도가 기본주파수대역내의 최대 평균전력밀도보다 34.5dB 이상 낮을 것
- (2) 사업자간 불요파는 사업자간 인접 지정주파수로부터 $\pm 9.27\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 1MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -29dBm 이하일 것

다. 기본주파수의 평균전력이 29dBm 미만인 경우

- (1) 지정주파수로부터 $\pm 4.77\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 1MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -14.5dBm 이하일 것
- (2) 사업자간 불요파는 사업자간 인접 지정주파수로부터 $\pm 9.27\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 1MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -29dBm 이하일 것

라. 지정주파수로부터 $\pm 22.5\text{MHz}$ 이상 떨어진 2300~2390MHz 주파수 대역외에서 불요발사는 다음의 공통 조건을 만족할 것

- (1) 30MHz 이상 1GHz 미만의 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -13dBm 이하일 것
- (2) 1GHz 이상 12.75GHz 미만의 주파수에서 1MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -13dBm 이하일 것

<상세설명 제6절 참조>

3. 공중선전력은 지정주파수마다 평균전력 40W 이하로 하며, 공중선 전력과 공중선 이득의 합이 안테나 당 63dBm 이하일 것

<공중선전력 및 EIRP>

- "공중선전력은 지정주파수마다 평균전력 40W 이하로 하며"
 - 기지국 및 중계 시스템의 최대허용 공중선전력은 안테나 패턴과 더불어 기지국 및 중계시스템 하향링크 커버리지 및 음영 분포에 영향을 주는 주요한 요인이다. 서비스 품질 및 망 구축의 경제성 등을 고려할 때 가능한 한 큰 값을 택하는 것이 유리하지만 인접 주파수 대역에서의 간섭 영향, 셀 내부에서의 traffic 용량, 유사 시스템인 WCDMA와의 형평성 등을 고려하여 40W (46dBm)로 결정하였다. 또한, 유효 점유대역폭을 고려한 전력밀도 관점에서 보면, 동일 출력에 대해 3.84MHz인 WCDMA에 비해 8.5MHz 대역폭을 가지는 WiBro 시스템이 $10 \cdot \log_{10}(8.5/3.84)$ 만큼 전력밀도가 낮게 된다.

- "공중선 전력과 공중선이득의 합이 안테나 당 63dBm 이하일 것"
 - 공중선전력만으로는 사업자간 간섭영향에 대한 정확한 분석이 불가능하다. 따라서, 공중선이득을 포함한 EIRP의 개념을 도입하였다. EIRP 개념을 도입하면 스마트 안테나 시스템과 같이 공중선전력과 공중선이득을 분리하기 힘든 구조에도 적용될 수 있다.

 - WiBro 기술기준에서 정의한 63dBm은 안테나 1 포트당 송출 EIRP에 대한 것으로 최대송출전력 46dBm에 급전선손실을 포함한 최대 안테나 이득을 17dBi로 설정하여 적용하였다.

제3절 이동국 송신장치의 조건

1. 발사전파의 주파수 허용편차는 동기된 기지국주파수 기준으로 $\pm 200\text{Hz}$ 이내일 것

<이동국 주파수 허용편차>

이동국의 주파수 허용편차는 동기된 기지국의 주파수 기준으로 측정하며, 규격 근거로 IEEE 802.16d 에서는 부 반송파 간격의 2% 미만으로 규정하고 있으며, 이를 휴대 인터넷 주파수 기준으로 환산하면 약 200Hz 규격 기준이 된다. 한편 이 규격은 3GPP WCDMA 이동국 규격 0.1ppm과 유사하다. 아래는 본 규격을 적용할 경우의 시스템 성능 시뮬레이션 결과를 정리하였으며, 시스템의 성능에 크게 영향을 미치지 않음을 보여준다.

■ 시뮬레이션 조건

- Uplink PUSC subchannel 구조
- 16-QAM, CTC 3/4
- 단말 수는 1명
- 5 subchannels per 3 symbols, total 20 subchannels 할당됨
- Ped-B channel model, mobile speed 10km/h
- Frequency offset estimator는 기지국에서 수신된 신호를 FFT 후 각 단말별 신호를 구분하고, 각 단말 신호의 pilot tone 만을 이용하여 수행함
- 단말 수는 1명으로 했으나, multi user 환경이 되어도 성능에의 영향은 미미함

■ 시뮬레이션 결과

- Frequency offset estimator 있는 경우
- 주파수 offset이 subcarrier spacing의 1% (97.65Hz)의 경우 : 0.1 dB SINR 열화

- 주파수 offset이 subcarrier spacing의 2% (195.3Hz)의 경우 : 0.2 dB SINR 열화

■ Handover 영향분석

- Handover시에는 Target 기지국의 Preamble (BPSK) 만을 검출하므로 부 반송파 간격의 2% 주파수 오차는 영향을 미치지 않는다.

■ Multiuser 환경에서 Frequency offset의 영향 분석 조건

- 타 user signal에 의한 ICI (inter-carrier interference)를 정량적으로 분석
- Uplink PUSC subchannel 구조
- Desired user signal은 frequency offset 없음
- 타 user signal은 desired user signal에 비해 4% (=2x2%) frequency offset 있음 (worst case)
- Desired user와 타 user에게 할당된 tile이 이웃해 있음 (worst case)
- UL PUSC subchannel 구조에서는 4 tone 단위 tile 구조이므로 타 user에 할당된 이웃한 4 개의 tone 이 dominant 한 영향을 줌

■ SINR 분석

- 타 user signal에 의한 average ICI power

$$ICI = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^3 \sum_{k=1}^4 \sin^2 \left(k + i - \frac{f_{offset}}{\Delta f} \right)$$

where Δf = subcarrier spacing

- Desired user signal의 average SINR

$$SINR(dB) = 10 \times \log_{10} \left(\frac{S}{N + ICI} \right) = 10 \times \log_{10} \left(\frac{1}{10^{-SNR(dB)/10} + ICI} \right)$$

- SINR degradation

$$SINR \text{ degradation}(dB) = SNR(dB) - SINR(dB)$$

■ 분석 결과

- SINR degradation is less than 0.13 dB at SNR=15 dB
 - SNR값이 커질수록 SINR degradation이 커짐

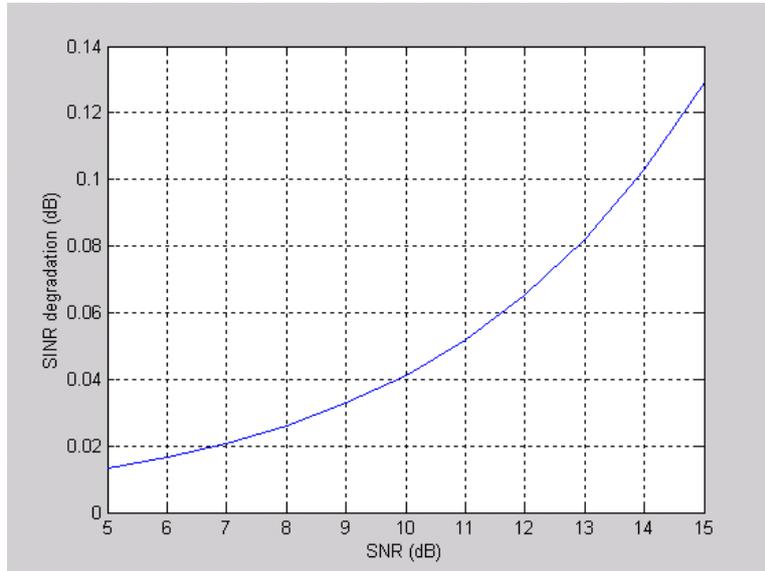


그림 III-13. SNR에 따른 SINR degradation

2. 송신장치의 불요발사는 다음 조건에 만족할 것

가. 기본주파수의 평균전력이 23dBm 이하인 경우

- (1) 지정주파수로부터 $\pm 4.77\text{MHz}$ 이상 $\pm 9.27\text{MHz}$ 미만 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 $[26+7 \times \{(\Delta f - 4.77\text{MHz}) / 4.5\text{MHz}\}]$ dB 이상 낮을 것.
- (2) 지정주파수로부터 $\pm 9.27\text{MHz}$ 이상 $\pm 13.23\text{MHz}$ 미만 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 $[33+4 \times \{(\Delta f - 9.27\text{MHz}) / 3.96\text{MHz}\}]$ dB 이상 낮을 것.
- (3) 지정주파수로부터 $\pm 13.23\text{MHz}$ 이상 $\pm 17.73\text{MHz}$ 미만 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 $[37+2 \times \{(\Delta f - 13.23$

MHz)/4.5MHz}] dB 이상 낮을 것.

- (4) 지정주파수로부터 $\pm 17.73\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 39dB 이상 낮을 것.

나. 기본주파수의 평균전력이 23dBm을 초과하는 경우

- (1) 지정주파수로부터 $\pm 4.77\text{MHz}$ 이상 $\pm 9.27\text{MHz}$ 미만 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 $[(\text{평균전력}-23\text{dBm})+26]+7\times\{(\Delta f-4.77\text{MHz})/4.5\text{MHz}\}$ dB 이상 낮을 것.

- (2) 지정주파수로부터 $\pm 9.27\text{MHz}$ 이상 $\pm 13.23\text{MHz}$ 미만 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 $[(\text{평균전력}-23\text{dBm})+33]+4\times\{(\Delta f-9.27\text{MHz})/3.96\text{MHz}\}$ dB 이상 낮을 것.

- (3) 지정주파수로부터 $\pm 13.23\text{MHz}$ 이상 $\pm 17.73\text{MHz}$ 미만 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 $[(\text{평균전력}-23\text{dBm})+37]+2\times\{(\Delta f-13.23\text{MHz})/4.5\text{MHz}\}$ dB 이상 낮을 것.

- (4) 지정주파수로부터 $\pm 17.73\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 $[(\text{평균전력}-23\text{dBm})+39]$ dB 이상 낮을 것.

다. 지정주파수로부터 $\pm 22.5\text{MHz}$ 이상 떨어진 2300~ 2390MHz 주파수대역외에서 불요발사는 다음의 공통 조건을 만족할 것

- (1) 30MHz 이상 1GHz 미만의 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -13dBm 이하일 것
- (2) 1GHz 이상 12.0GHz 미만의 주파수에서 1MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -13dBm 이하일 것

<상세설명 제6절 참조>

3. 공중선전력은 2W 이하 일 것

<이동국 공중선전력>

일반적으로 무선통신 시스템의 커버리지는 업 링크에 의해 제한된다. 이는 이동국의 최대전력 설계 시 단말의 크기나 배터리 소모량을 고려한 최적화 설계가 반영되기 때문이다. 기존의 이동통신 시스템, 휴대 전화시스템의 설계에서는 일반적인 휴대 단말의 전력을 200mW 이하로 제한하는 한편, 최대 허용전력을 2W 이하로 규정하여 비 휴대 이동국의 다양한 응용 설계 가능성을 열어두고 있다.

휴대인터넷 시스템 이동국의 최대 공중선 전력을 결정함에 있어서 상기와 같은 타 시스템의 설계 사례를 포함하여 아래와 같은 추가 검토가 진행되었으며, 이를 바탕으로 최종적으로 2W로 정의하였다.

가. 최대 셀 반경을 위한 링크 균형

휴대인터넷 시스템의 셀 커버리지는 이동국의 출력에 의해 결정되어 지며, 휴대 단말의 출력을 증가시킬 경우 셀 커버리지가 증가될 수 있다. 기지국 출력 20W, 이동국 출력 200mW를 가정할 때, 하향링크 전송율 512kbps, 상향링크 전송율 128kbps를 기준으로 약 6dB의 업 링크 전력이 부족한 것으로 조사되었다. 따라서 이동국의 출력을 6dB 이상 증가 시킬 경우, 링크 균형을 이룰 수 있으며 출력 증가에 비례하여 전송율을 증가 시킬 수 있다. 따라서 약 10dB 정도 출력을 증가시킨 2W를 최대 출력 기준으로 제안하여 상향링크의 전송율 증가 및 셀 반경의 증대를 도모한다.

나. 다양한 응용 단말

○ 차량용 단말 : 셀 커버리지가 업 링크 전송율을 개선할 수 있는 고풍력 단말의 필요

=> 공공 서비스용, 차량 서비스 용, 고속이동 서비스용

다. 국제 표준 검토

(1) 기존 시스템 출력 운용 사례

(가) IEEE 802.16d 의 출력 분류

이동국 및 기지국 구분 없이 아래와 같이 4가지 종류로 정의하고 있다.

Class 1 : 17dBm $PTx_max < 20dBm$

Class 2 : 20dBm $PTx_max < 23dBm$

Class 3 : 23dBm $PTx_max < 30dBm$

Class 4 : 30dBm $< PTx_max$

휴대인터넷 시스템의 이동국 출력을 2W로 할 경우 class 4에 해당한다. IEEE 802.16d 기준에는 출력 class에 따른 특별한 스펙트럼 마스크를 제시하지 않고 있으나 휴대 인터넷 시스템 이동국의 경우, 출력의 증가에 비례하는 스펙트럼 마스크 규격을 추가 제시하고 있으므로 출력 증가에 따른 추가적인 간섭의 영향은 배제하기 위한 설계가 고려되어 있다. 따라서 이동국의 최대 공중선 전력을 2W로 하더라도 IEEE 802.16d 규격에 준하는 것이다.

(나) CDMA IS-98D

CDMA System의 경우, 지역이나 국가마다 다른 출력 규격을 제시하고 있으며, 아래 표와 같이 800MHz 대역의 경우 ERP 기준 6.3Watt, PCS의 경우 EIRP 기준으로 2W를 규정하고 있다. 일반적으로 음성 통신보다 큰 출력을 필요로 하는 데이터 통신인 휴대 인터넷 시스템의 경우 2Watt 출력 기준은 적절한 것이라고 판단된다.

Band Class 0 (800 MHz Band)

Band Class 1 (1900 MHz Band)

Band Class 2 (TACS Band)

Band Class 3 (JTACS Band)

Band Class 4 (Korean PCS Band)

Band Class 5 (450 MHz Band)

Band Class 6 (2 GHz Band)

Band Class 7 (700 MHz Band)

Band Class 8 (1800 MHz Band)

Band Class 9 (900 MHz Band)

표 III-9. Band Class별 유효복사전력

Table 4.4.5.3-1. Effective Radiated Power at Maximum Output Power

Band Class	Mobile Station Class	Radiating Measurement	Lower Limit	Upper Limit
0, 3, and 9	Class I	ERP	1 dBW (1.25 W)	8 dBW (6.3 W)
	Class II	ERP	-3 dBW (0.5 W)	4 dBW (2.5 W)
	Class III	ERP	-7 dBW (0.2 W)	0 dBW (1.0 W)
1, 4 and 8	Class I	EIRP	-2 dBW (0.63 W)	3 dBW (2.0 W)
	Class II	EIRP	-7 dBW (0.2 W)	0 dBW (1.0 W)
	Class III	EIRP	-12 dBW (63 mW)	-3 dBW (0.5 W)
	Class IV	EIRP	-17 dBW (20 mW)	-6 dBW (0.25 W)
	Class V	EIRP	-22 dBW (6.3 mW)	-9 dBW (0.13 W)
6 (outside Japan)	Class I	EIRP	-2 dBW (0.63 W)	3 dBW (2.0 W)
	Class II	EIRP	-7 dBW (0.2 W)	0 dBW (1.0 W)
	Class III	EIRP	-12 dBW (63 mW)	-3 dBW (0.5 W)
	Class IV	EIRP	-17 dBW (20 mW)	-6 dBW (0.25 W)
	Class V	EIRP	-22 dBW (6.3 mW)	-9 dBW (0.13 W)
6 (in Japan)	Class I and II	EIRP	-10 dBW (0.1 W)	-6 dBW (0.25 W)
	Class III	EIRP	-12 dBW (63 mW)	-6 dBW (0.25 W)
	Class IV	EIRP	-17 dBW (20 mW)	-6 dBW (0.25 W)
	Class V	EIRP	-22 dBW (6.3 mW)	-9 dBW (0.13 W)
2	Class II	ERP	1 dBW (1.25 W)	8 dBW (6.3 W)
	Class III	ERP	-3 dBW (0.5 W)	4 dBW (2.5 W)
	Class IV	ERP	-7 dBW (0.2 W)	0 dBW (1.0 W)
5	Class I	ERP	3 dBW (2.0 W)	10 dBW (10 W)
	Class II	ERP	-2 dBW (0.63 W)	5 dBW (3.2 W)
	Class III	ERP	-7 dBW (0.2 W)	0 dBW (1.0 W)
	Class IV	ERP	-12 dBW (63 mW)	-5 dBW (320 mW)
7	Class I	ERP	-3 dBW (0.5 W)	4 dBW (2.5 W)
	Class II	ERP	-7 dBW (0.2 W)	0 dBW (1.0 W)

For Band Class 6 operation, the mobile station should use country code information in the overhead messages to determine the correct maximum radiated power allowed.

(다) WCDMA TS 25.102

WCDMA 3GPP 규격의 경우, UE의 Maximum Output Power를 아래와 같이 4 단계로 나누어 규정하고 있으나, 국내 전기 통신 사업용 무선 설비 기준 규격의 경우, 최대 공중선 전력을 2W 이하로 규정하고 있다. 따라서 휴대 인터넷 시스템의 이동국의 최대 공중선 전력을 2Watt로 규정함에 있어 국내 규격 제한의 문제가 되지 않는다.

표 III-10. 3GPP TS 25.102 UE Power Class

1	+30 dBm	+1 dB / -3 dB
2	+24 dBm	+1 dB / -3 dB
3	+21 dBm	+2 dB / -2 dB
4	+10 dBm	+4 dB / -4 dB

(2) 비 면허 대역 출력 운용사례

대표적인 WLAN 시스템의 최대 전력기준(EIRP)은 아래와 같으며, 이때 고려된 안테나 이득은 6dBi 이다. 아래 그림에서 보는 바와 같이 미국의 경우 옥외형 WLAN의 최대전력(EIRP)은 4W이며 이때 최대 공중선 전력은 1W 이다. 비 면허 시스템인 WLAN이 1W 출력을 방사할 수 있는 최악의 상황을 고려할 때 면허 시스템인 휴대 인터넷 시스템은 이보다 높은 출력을 방사할 수 있도록 최대 출력의 제한을 규정할 필요가 있으며, 2Watt 이하가 적절하다

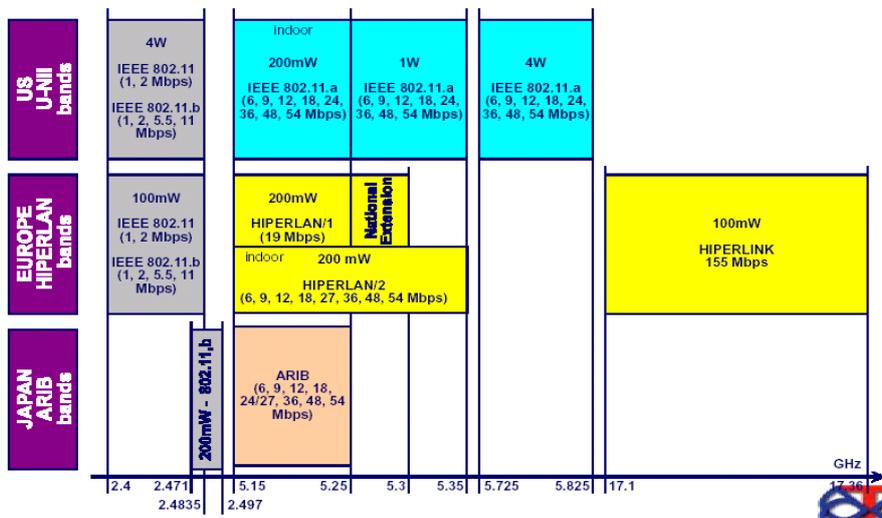


그림 III-14. 비 면허 대역 출력 운용사례

제4절 기지국 송신장치와 이동국 송신장치를 중계하는 송신장치

1. 발사전파의 주파수허용편차는 가입자방향의 경우 제2호가목의 조건을 만족하고 사업자 방향은 제3호가목의 조건을 만족할 것.
2. 가입자방향의 송신장치 불요발사는 제2호나목의 조건을 만족하되 사업자 방향의 송신장치 불요발사는 제3호나목의 조건을 만족할 것.
3. 공중선전력 및 공중선 이득은 가입자방향의 경우 제2호다목 및 제2호라목의 조건을 만족하고 사업자 방향의 공중선전력은 제3호다목의 조건을 만족할 것.

<기지국 및 이동국 송신장치의 조건을 따른다>

제5절 무선국 운영중인 기지국 및 중계 송신장치의 불요발사

무선국의 개설절차에 적합하여 운영중인 기지국과 중계 송신장치는 할당대역 바깥쪽 주파수에 대해서만 제2호 및 제4호의 불요발사 규정을 적용한다.

<불요발사 규정>

원활한 전기통신 서비스의 제공을 위하여 인접된 타 대역의 전파통신 서비스에 영향을 주는 무선설비에서 누설되는 불요발사는 적절히 규제되어야 한다.

현행 불요발사 규정은 지정주파수를 기준으로 일정 주파수 범위에 따라 불요발사 규정치를 규정하는 채널별 방사마스크 개념으로 되었는데, 일반적으로 무선국 개설허가를 받은 기지국 및 중계 송신장치는 다중채널로 운영한다. 다중채널로 운영되는 무선설비를 채널별 방사마스크로 관리함으로써 인해 다중채널의 사용에 의한 상호변조 등 타 대역으로 누설되는 실제 불요발사 간섭영향을 확인하기 어렵고, 또한 무선

국 정기검사 업무에서 지정주파수를 기준으로 측정하기 위해서는 기지국의 전원을 차단하여야함으로 전기통신 역무제공 서비스의 중단이 발생한다.

따라서 무선국 개설허가를 받아 운영중인 기지국 및 중계 송신장치의 지속적인 전기통신 역무제공을 위하여 기지국의 정기검사 업무에서 기지국의 운영상태로 불요발사 측정이 가능하도록 할당대역 바깥쪽 주파수에 대해서 측정하도록 하였다

제6절 스펙트럼마스크 선정 개요

1. 스펙트럼 마스크 선정 개요

가. 스펙트럼 마스크 선정과정

WiBro 기술 기준 연구반의 WiBro 스펙트럼 마스크 선정은 아래와 같이 5 단계에 대한 협의를 거쳐 선정하였다. 1 단계에서는 우선 4 가지 경우에 대한 이상적인 ACLR 조건을 산출 하였으며, 이를 바탕으로 2 단계에서는 구현 가능성 및 경제성 등을 고려한 ACLR을 검토하였고, 3 단계에서는 이상적인 조건과 구현 가능한 수치를 함께 고려하여 최종적인 ACLR을 선정하였다. 4 단계에서는 기지국 송신 전력 43 dBm와 단말기 최대 송신 전력 23 dBm을 기준으로 선정된 ACLR 조건에 대해 RF Amp 및 Filter 특성을 고려하여 Spectrum Mask를 선정하였고, 5 단계에서는 Power Class에 따른 Spectrum Mask를 추가로 선정하였다. ACLR 산출을 위한 간섭 분석에서는 [표 III-11]와 같은Parameter Set을 기준으로 하였으며, Link Table은 2004년 4월 TTA에 제출된 자료 [참고문서 1]에 포함된 [표 III-12]과 [표 III-13]의 Table을 적용하였다.

WiBro Spectrum Mask 선정 5단계 과정 요약

- 1단계: 4가지 경우에 대한 이상적인 ACLR 조건 산출
 - DL 동일사업자 FA간 ACLR
 - DL 타사업자 FA간 ACLR
 - UL 동일사업자 FA간 ACLR
 - UL 타사업자 FA간 ACLR
- 2단계: 구현 가능성 및 경제성 등을 고려한 ACLR 수준
- 3단계: 1과 2단계의 결과를 Trade-off 한 최종 ACLR
- 4단계: 대표적인 Power Class에 대한 Spectrum Mask 선정
 - RF Amp 및 Filter 등의 특성을 고려함
- 5단계: Power Class에 따른 Spectrum Mask 선정

표 III-11. WiBro Spectrum Mask 간섭 분석 위한 Parameter Set

파라미터	값	참고
fc	2350 MHz	WiBro 중심 주파수
PL Model	ITU-R Veh-A	$PL=40*(1-0.004*dh)*\log_{10}(d)$ $-18*\log_{10}(dh)+21*\log_{10}(fc)+80$ (04년 3월 TTA 제출 기준)
d		기지국과 단말과의 거리 (단위: km)
dh	20 m	기지국 높이
Log-Normal Shadowing Margin	10.3 dB	(04년 3월 TTA 제출 기준)
Log-Normal Shadowing Standard Deviation	8.0 dB	(04년 3월 TTA 제출 기준)
MCL	71.6 dB	- WCDMA의 MCL 70 dB 기준 - fc 차이에 의한 Free Space Loss 차이 $20*\log_{10}(2.35/1.9)=1.6$ dB 반영
Antenna Gain including cable loss	14 dBi	3-sector Antenna (04년 3월 TTA 제출 기준)
(UL) ROT	3 dB	Rise-Over-Thermal (04년 3월 TTA 제출 기준)
N _{fft}	1024	FFT Size
N _{used}	865	864+1 (DC Subcarrier) 사용되는 최대 Sub-carrier 수
Signal BW	8.45 MHz	10 MHz * 865/1024
Thermal Noise within Signal BW	-104.7 dBm	
기지국 Typical NF	5 dB	
단말기 Typical NF	7 dB	
기지국 송신 Power	43 dBm	
단말 최대 송신 Power	23 dBm	

표 III-12. 참고한 DL Link Table 1(04년 3월 TTA 제출 기준: 참고 문서 [1])

변조 방식	채널 부호율	CINR (dB)				
		Ped-A, 3km/h	Ped-A, 10km/h	Ped-B, 3km/h	Ped-B, 10km/h	Veh-A, 60 km/h
QPSK	1/12	-3.95(-3.35)	-3.8(-3.65)	-3.9	-3.9	-3.9
QPSK	1/6	-1.65(-1.65)	-1.4(-1.65)	-1.5	-1.45	-1.45
QPSK	1/3	1.5(0.5)	2.1(0.6)	1.6	1.65	1.65
QPSK	1/2	4.3(2.5)	5.3(2.45)	4.25	4.3	4.4
QPSK	2/3	7.95(4.5)	9.4(4.6)	7.9	8	8.15
16QAM	1/2	9.3(7.35)	10.15(7.56)	9.25	9.35	9.5
16QAM	2/3	13.1(10.2)	14.6(10.4)	13.2	13.5	13.65
16QAM	3/4	15.8(11.5)	17.7(11.85)	16.7	16.5	15.7
64QAM	2/3	18.45(15.05)	19.7(15.6)	18.2	18.4	19.2
64QAM	5/6	24.8(18.9)	27.2(22)	24.4	24.7	27.5

1) 괄호안의 성능은 Band Selection의 경우임

표 III-13. 참고한 DL Link Table 2(04년 3월 TTA 제출 기준: 참고 문서 [1])

변조 방식	채널 부호율	CINR (dB)				
		Ped-A, 3km/h	Ped-A, 10km/h	Ped-B, 3km/h	Ped-B, 10km/h	Veh-A, 60 km/h
QPSK	1/12	-5.7	-5.6	-5.55	-5.6	-5.46
QPSK	1/6	-3.5	-3.5	-3.0	-3.1	-3.23
QPSK	1/3	-0.4	-0.4	-0.15	-0.1	-0.35
QPSK	1/2	1.6	1.9	2.2	2.2	2.03
16QAM	1/3	3.9	4.1	4.15	4.25	4.25
16QAM	1/2	6.5	6.8	6.97	7.0	6.15
16QAM	2/3	9.7	9.9	10.15	10.16	10.8

나. 간섭 분석에 사용된 주요 용어

ACIR : Adjacent Channel Interference Ratio

ACLR : Adjacent Channel Leakage Ratio

ACS : Adjacent Channel Selectivity

CINR : Carrier Power to Noise and Interference Ratio,
Subcarrier별 SINR 표현에 사용

DL : Downlink

I_{oc} : 인접 cell 기지국으로부터 수신되는 동일 FA 신호에 의한 간섭

$I_{인접FA}$: 인접 FA 신호들에 의한 간섭

$(I+N)_{IFA}$: 인접 FA에 의한 간섭이 더해지기 전인 1 FA 상태에서의 I+N

$(I+N)_{total} = (I+N)_{IFA} + I_{인접FA}$

MCL : Minimum Coupling Loss, 기지국과 단말기 간의 안테나 Gain 포함한 최소 Propagation Loss

N_{th} : Thermal Noise 및 Noise Figure로 인한 Signal Bandwidth 내의 Noise

P_{tx} : 단말기 또는 기지국의 송신 전력

ROT : Rise-Over-Thermal, Thermal Noise 및 Noise Figure 이외의 간섭 등에 의해 N_{th} 에 비해 I+N이 추가로 상승하게 된 양의 표현에 사용

S : 수신하고자 하는 FA에서의 수신 신호 전력

$S_{인접FA}$: 간섭을 일으키는 인접 FA에서의 수신 신호 전력

SINR : Signal Power to Noise and Interference Ratio,
Channel Bandwidth 전체에 대한 평균 SINR 표현에 사용

UL : Uplink

2. 각 Case에 대한 ACLR 선정 근거

가. Case별 ACLR 선정 결과 요약

기지국 송신 전력 43 dBm와 단말기 최대 송신 전력 23 dBm을 기준으로 하였을 때의 4가지 Case에 대한 ACLR의 산출 결과는 아래의 [표 III-14]에 요약하였으며, Case별 상세한 산출과정은 나에서부터 마까지 각각 정리하였다.

표 III-14. Case 별 ACLR 산출 결과 요약

Case		항목	내용
동일사업자 FA간	DL	ACLR 계산식	Max Rx CINR (64-QAM 5/6) + 3 dB + Margin 7 dB
		ACLR 결과	37.5 dB
	UL	ACLR 계산식	Max Rx CINR (16-QAM 5/6) + 3 dB + Margin (7+2) dB
		ACLR 결과	28.5 dB
타사업자 FA간	DL	ACLR 결정방법	MCL Method
		ACLR 결과	54 dB
(인접 FA를 사용하는 기지국 위치가 서로 다른 경우)	UL	ACLR 결정방법	확률 분포 고려한 Modified MCL Method
		ACLR 결과	36 dB

나. DL 동일 사업자 FA간 ACLR 산출

Downlink에서는 Power Control이 적용되지 않고, 기지국에서는 일반적으로 인접 FA와 동일 Power를 송신하기 때문에 단말기가 수신하게 되는 $I_{\text{인접FA}}$ 는 (그림 III-15)와 같이 단말기의 위치에 무관하게 수신 신호에 비례하는 형태로 나타난다. 동일 사업자의 경우는 인접한 2개 FA 신호에 의해 중간의 FA가 간섭을 받는 경우를 Worst Case로 정의할 수 있다.

(그림 III-16)은 실제 시스템의 운영 과정에서 어떠한 경우에 인접 FA간섭에 의해 성능이 가장 크게 영향을 받는지에 대한 worst case를 나타내고 있다.(그림 III-16)의 영역 1과 같이 단말기가 기지국 가까이에 위치한 경우는 $I_{\text{인접FA}} \gg (I+N)_{\text{IFA}}$ 인 상태가 되더라도, SINR이 가장 높은 MCS level인 64-QAM 5/6에 대해 요구되는 가장 높은 CINR인 27.5 dB 보다 훨씬 높은 상태여서 DL에서의 Data Rate에 변화가 없으므로 성능에 영향을 미치지 않는다. (그림 III-16)의 영역 3과 같이 단말기가 기지국으로부터 매우 먼 곳에 위치한 경우는 $I_{\text{인접FA}} \ll (I+N)_{\text{IFA}}$ 인 상태가 되어 단말기에

서의 수신 SINR에 아무런 영향을 미치지 않는다. DL에서 $I_{\text{인접FA}}$ 에 의해 성능이 저하되는 경우는 영역 2와 같이 단말기가 기지국으로부터 어느 정도의 거리에 위치하여 $I_{\text{인접FA}}$ 로 인해 64-QAM 5/6 가 만족하게 되지 못하는 (그림 III-16)의 영역 2와 같은 경우에 한해 발생한다.

이러한 간섭의 영향을 살펴보기 위해 아래와 같이 수식으로 정리하였다.

$$SINR_{1FA} = \frac{S}{(I_{oc} + N_{th})} = \frac{S}{(I + N)_{1FA}} \quad (\text{수식 1})$$

$$SINR_{\text{인접FA}} = \frac{S}{(I_{oc} + N_{th}) + \frac{2 \cdot S_{\text{인접FA}}}{ACLR}} = \frac{S}{(I + N)_{1FA} + I_{\text{인접FA}}} \quad (\text{수식 2})$$

$$= \frac{S}{(I + N)_{1FA}} \cdot \frac{(I + N)_{1FA}}{(I + N)_{1FA} + I_{\text{인접FA}}} \quad (\text{수식 3})$$

$$= SINR_{1FA} \cdot \frac{(I + N)_{1FA}}{(I + N)_{1FA} + I_{\text{인접FA}}} \quad (\text{수식 4})$$

$$(I + N)_{1FA} = I_{oc} + N_{th} \quad (\text{수식 5})$$

$$I_{\text{인접FA}}(dB) = S_{\text{인접FA}}(dB) - ACLR(dB) + 3 dB \quad (\text{수식 6})$$

$$S(dB) = S_{\text{인접FA}}(dB) \quad (\text{수식 7})$$

위의 (수식 4)에서 보듯 $I_{\text{인접FA}}$ 의 영향은 $(I+N)_{1FA}$ 에 대한 상대적인 크기에 의해 나타남을 알 수 있다. $I_{\text{인접FA}}$ 이 시스템에 미치는 영향을 최소화하기 위해서는 Worst case에서도 $I_{\text{인접FA}}$ 가 $(I+N)_{1FA}$ 보다 작게 충분한 Margin을 두고 유지되어야 한다.

간섭에 대한 Margin의 설정에 있어 구현에 큰 어려움이 없는 경우는 10 dB 또는 7 dB Margin이 널리 사용된다. 10 dB Margin은 $I_{\text{인접FA}}$ 가 $(I+N)_{1FA}$ 에 비해 10 dB 작아서 $(I+N)_{\text{total}}$ 이 0.5 dB 이

하로 증가하는 이상적인 Margin으로 널리 사용된다. 7 dB Margin은 10 dB Margin의 구현이 다소 까다롭거나 비용이 급상승하게 되는 경우에 사용되며, $I_{\text{인접FA}}$ 가 $(I+N)_{\text{1FA}}$ 에 비해 7 dB 작아서 $(I+N)_{\text{total}}$ 이 1 dB 이하로 증가하는 조건으로, IEEE 802.16 d/e 등에서 사용되고 있다.

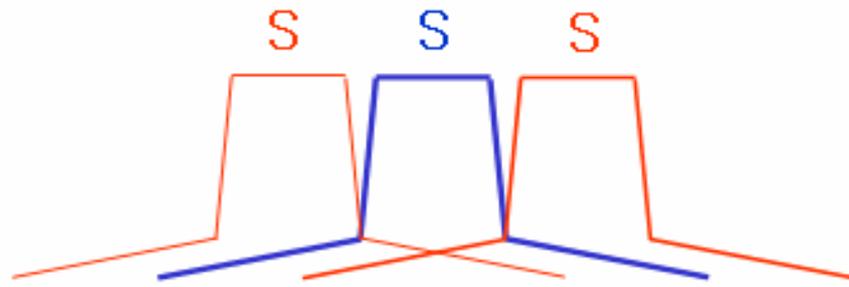
동일 사업자 FA간 ACLR을 높은 수준으로 구현하기 위해서는 높은 선형 특성을 갖는 매우 고가의 Linear RF Amp가 요구되며, 가격 경쟁력을 갖는 High Power RF Amp의 적용이 까다로워지게 된다. 본 보고서에서는 7 dB Margin을 기준으로 아래의 (수식 8)과 같이 DL 동일 사업자 FA간 ACLR 요구 조건을 37.5 dB로 최종 산출하였으며, 이 경우 (그림 III-16)에서 보듯 worst case에서 1 dB 이하의 SINR 저하는 64-QAM 5/6 service의 경계 지점에 한정되어 시스템 전체적인 Data Throughput 저하는 무시할 수준임을 예상할 수 있다.

$$\text{DL Max CINR} = 27.5 \text{ dB (64-QAM 5/6 기준)}$$

$$\begin{aligned} \text{ACLR} &= \text{Max CINR} + 3 \text{ dB (양쪽 FA)} + 7 \text{ dB Margin (1 dB SINR저하 기준)} \\ &= 27.5 \text{ dB} + 3 \text{ dB} + 7 \text{ dB} = 37.5 \text{ dB} \quad (\text{수식 8}) \end{aligned}$$

표 III-15. DL 동일 사업자 FA간 ACLR 산출 결과

항목	내용
고려 사항	(1) 전체 조건: 가장 높은 MCS 지원 가능 (2) 주요 고려사항: 1 FA 기준 $(I+N)_{\text{1FA}}$ 대비한 인접 FA에 의한 간섭 $I_{\text{인접FA}}$ 의 상대적 크기 (3) DL Power Control 없이 43 dBm 송신
1 FA 기준 $(I+N)_{\text{1FA}}$	$(I+N)_{\text{1FA}} = N_{\text{th}} + I_{\text{oc}}$ > N_{th} = Thermal Noise (dB) + NF (dB) > I_{oc} = 동일 FA에 의한 Other Cell Interference
$I_{\text{인접FA}}$ 고려사항	(1) $I_{\text{인접FA}}$ (dB) = S (dB) - ACLR (dB) + 3 dB (양쪽 FA) (2) 인접 FA의 I_{oc} 영향은 I_{oc} (dB) - ACLR (dB) 수준이므로 무시함 (3) $I_{\text{인접FA}}$ 허용 기준: $(I+N)_{\text{1FA}}$ 대비한 I+N 증가량이 1 dB 이하 (7 dB Margin, IEEE 802.16e)
ACLR 선정 방법	(1) Max Fx CINR : 27.5 dB (64-QAM 5/6, TTA 2004년 4월 제출 기준) (2) $\text{ACLR} = \text{Max Fx CINR} + 3 \text{ dB (양쪽 FA 간섭)} + \text{Margin}$ = 27.5 dB + 3 dB + 7 dB = 37.5 dB



$$I_{\text{인접FA}} = S(\text{dB}) - \text{ACLR}(\text{dB}) + 3 \text{ dB}$$

그림 III-15. DL 동일 사업자 FA간 간섭 영향

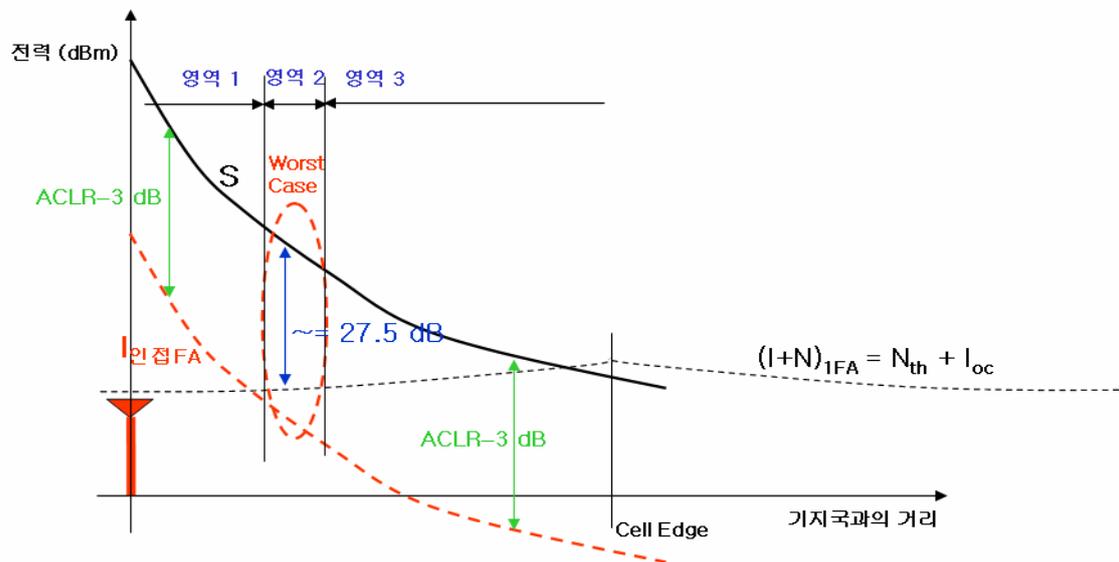


그림 III-16. DL 동일 사업자 FA간 간섭 Worst Case 정의

다. DL 타 사업자 FA간 ACLR 산출

어떠한 경우에 DL 타 사업자 FA간 간섭이 발생하는지는 (그림 III-17)의 worst case 정의를 통해 나타내었다. 이 그림을 통하여 간섭 영향을 받는 단말기는 타 사업자 기지국의 바로 아래에 위치하여 강한 간섭 신호를 수신하는 경우에 한해 발생함을 알 수 있다. System Level Simulation 관점에서 표현되는 MCL 영역은 ITU Veh-A Propagation Mod이 적용된 경우에는 (그림 III-18)과 같이 단말기가 타 사업자 기지국과의 거리가 약 73m 이내인 경우로

modeling 되며, 1 km cell 반경인 경우에는 약 0.5%의 면적을 차지하는 것으로 modeling 된다.

$$SINR_{\text{인접FA}} = \frac{S}{(I_{oc} + N_{th}) + \frac{S_{\text{인접FA}}}{ACLR}} = \frac{S}{(I + N)_{\text{IFA}} + I_{\text{인접FA}}} \quad (\text{수식 9})$$

$$= SINR_{\text{IFA}} \cdot \frac{(I + N)_{\text{IFA}}}{(I + N)_{\text{IFA}} + I_{\text{인접FA}}} \quad (\text{수식 10})$$

$$I_{\text{인접FA}}(\text{dB}) = S_{\text{인접FA}}(\text{dB}) - ACLR(\text{dB}) \quad (\text{수식 11})$$

위의 (수식 10)에서 보듯 $I_{\text{인접FA}}$ 의 영향은 $(I+N)_{\text{IFA}}$ 에 대한 상대적인 크기에 의해 나타난다. 만일 $(I+N)_{\text{IFA}}$ 의 기준을 주변에 인접 cell이 전혀 없는 single cell 구조에 대해 고려한다면 $(I+N)_{\text{IFA}} = N_{th}$ 으로 표현되어 매우 높은 수준의 ACLR이 요구된다. 하지만, 인접 cell이 존재하게 되면 N_{th} 에 비해 인접 cell의 간섭이 훨씬 크게 나타나게 되어 $(I+N)_{\text{IFA}} \approx I_{oc}$ 이 된다. 따라서, 본 보고서에서는 (그림 III-19)와 같이 2-tier 19 cell layout을 기준으로 하여 (그림 III-21)과 같이 DL에서의 I_{oc} 분포를 계산하였으며, 최소 $I_{oc} = -72$ dBm을 기준으로 삼았다.

동일 사업자 FA간 ACLR의 구현과 비교할 때 타 사업자 FA간 ACLR의 구현은 사업자간 대역 Filter가 사용이 가능하며, 주파수 대역간 간격이 더 넓으므로 비교적 높은 수준의 ACLR 구현이 용이하다.

본 보고서에서는 10 dB Margin을 기준으로 아래의 (수식 12)와 같이 DL 타 사업자 FA간 ACLR을 54 dB로 최종 산출하였다. 이와 같은 ACLR 기준은 MCL 영역에 위치하는 0.5%의 단말기에 대해서도 간섭에 의한 성능 저하를 거의 겪지 않게 하는 수준이므로 Throughput Simulation 등으로는 그 영향을 확인하기 어려운 수준임을 예상할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \text{ACLR} &= P_{tx} - \text{MCL} - (\text{Min } I_{oc} - \text{Margin}) \\
 &= 43 \text{ dBm} - 71.6 \text{ dB} - (-72 \text{ dBm} - 10 \text{ dB}) \approx 54 \text{ dB} \quad (\text{수식 } 12)
 \end{aligned}$$

표 III-16. DL 타 사업자 FA간 요구 ACLR 산출 결과

항목	내용
고려 사항	(1) 주요 고려사항: 1 FA 기준 $(I+N)_{1FA}$ 대비한 인접 FA에 의한 간섭 $I_{\text{인접FA}}$ 의 상대적 크기 (2) DL Power Control 없이 43 dBm 송신 (3) MCL = 71.6 dB 적용
1 FA 기준 $(I+N)_{1FA}$	$(I+N)_{1FA} = N_{th} + I_{oc}$ > N_{th} = Thermal Noise(dB) + NF(dB) > I_{oc} = 동일 FA에 의한 Other Cell Interference → 가장 Dominant > $(I+N)_{1FA} \approx I_{oc}$
$I_{\text{인접FA}}$ 고려사항	(1) $I_{\text{인접FA}} \text{ (dB)} = P_{tx} \text{ (dB)} - \text{MCL} \text{ (dB)} - \text{ACLR} \text{ (dB)}$ (2) 인접 FA의 I_{oc} 영향은 $I_{oc} \text{ (dB)} - \text{ACLR} \text{ (dB)}$ 수준이므로 무시 (3) $I_{\text{인접FA}}$ 허용 기준: $I_{\text{인접FA}}$ 에 의한 I+N 증가량이 무시할 수준 (0.5 dB 증가기준, 10 dB Margin)
ACLR 선정방법	(1) Methodology: MCL Method (2) I_{oc} 선정 기준: 1 km cell 반경 2-tier Multi-cell System 에서의 $\text{min } I_{oc} = -72 \text{ dBm}$ (3) $\text{ACLR} = P_{tx} - \text{MCL} - (\text{min } I_{oc} - \text{Margin})$ $= 43 \text{ dBm} - 71.6 \text{ dB} - (-72 \text{ dBm} - 10 \text{ dB}) \approx 54 \text{ dB}$

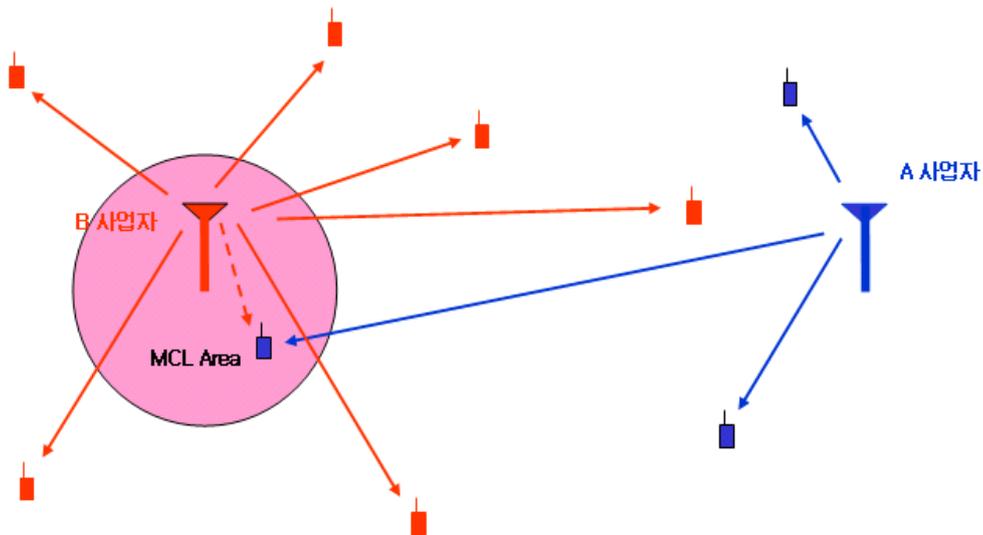


그림 III-17. DL 타 사업자 FA간 간섭 Worst Case 정의

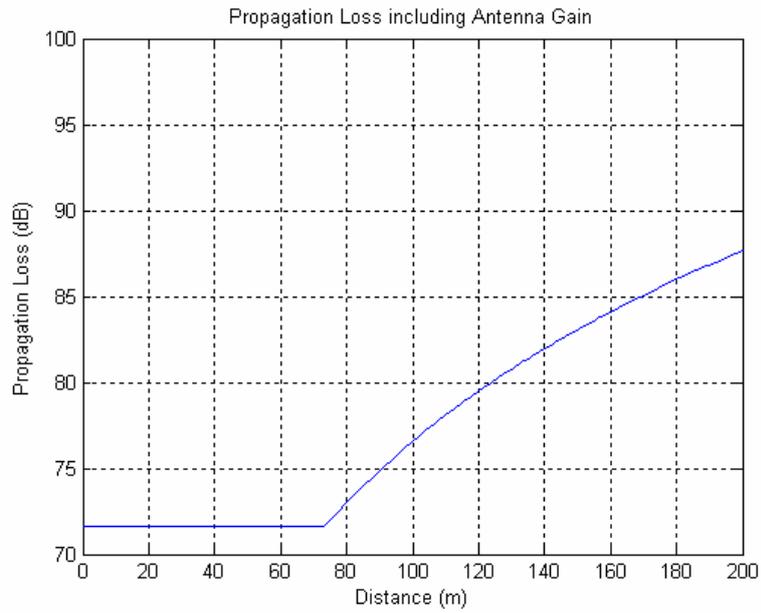


그림 III-18. System Level Simulator에서 적용되는 Propagation Model

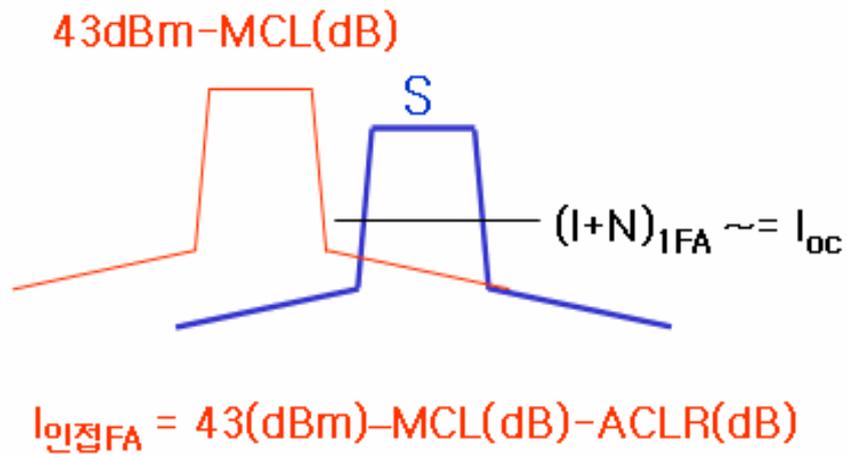


그림 III-19. DL 타 사업자 FA간 간섭 영향

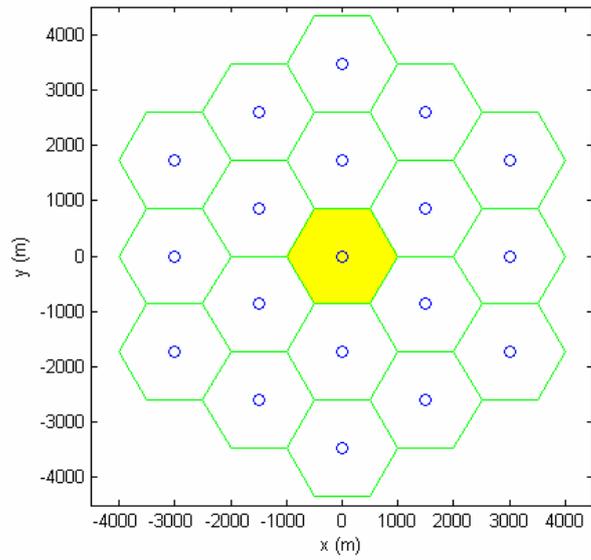


그림 III-20. DL I_{oc} Modeling을 위해 고려한 2-tier 19-cell layout

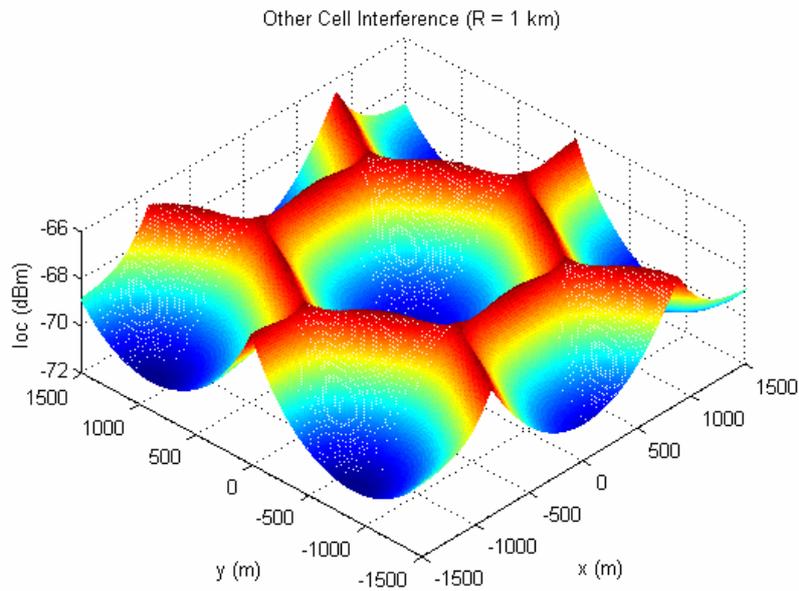


그림 III-21. 2-tier 19-cell layout에서의 DL I_{oc} 분포

라. UL 동일 사업자 FA간 ACLR 산출

UL에서는 각 단말기에 대한 기지국에서의 수신 CINR이 각 단

말기에 할당된 MCS (Modulation and Coding Scheme) 수준을 유지할 수 있도록 Power Control을 적용한다. (그림 III-22)와 같이 UL에서의 동일 사업자 FA간 간섭은 DL 동일 사업자 FA간 간섭과 유사한 형태로 나타나지만, 몇 가지 차이점이 있다. UL에서는 단말기 별 MCS가 다르므로 UL에서의 수신 전력이 시간에 따라 변화하게 된다. UL에서 가장 강한 신호 전력이 수신 되는 경우는 가장 높은 MCS 인 16-QAM 5/6가 모든 단말기에 할당이 될 때 발생한다. 이 경우를 인접 FA에 미치는 간섭도 가장 크게 나타나는 worst case로 정의하여 ACLR 산출의 기준으로 삼았다.

$$SINR_{1FA} = \frac{S}{(I_{oc} + N_{th})} = \frac{S}{(I + N)_{1FA}} \quad (\text{수식 13})$$

$$SINR_{\text{인접FA}} = \frac{S}{(I_{oc} + N_{th}) + \frac{2 \cdot S}{ACLR}} = \frac{S}{(I + N)_{1FA} + I_{\text{인접FA}}} \quad (\text{수식 14})$$

$$(I + N)_{1FA} (dB) = N_{th} (dB) + ROT (dB) \quad (\text{수식 15})$$

$$I_{\text{인접FA}} (dB) = S_{\text{인접FA}} (dB) - ACLR (dB) + 3 dB \quad (\text{수식 16})$$

본 보고서에서는 UL worst case에서 1 dB 성능 저하가 나타나는 7 dB Margin을 기준으로 하였으며, DL 동일 사업자 FA간 간섭의 경우에 비해 UL에서는 Power Control 등의 오차 및 FA간 UL ROT의 차이가 발생할 수 있으므로 이를 고려하여 2 dB 추가 마진을 두어 (수식 17)과 같이 최종 ACLR을 28.5 dB로 산출 하였다.

$$UL \text{ Max CINR} = 16.5 \text{ dB (16-QAM 5/6 기준)} \quad (\text{수식 17})$$

$$\begin{aligned} ACLR &= \text{Max CINR} + 3 \text{ dB (양쪽 FA)} + \text{Margin} \\ &= 16.5 \text{ dB} + 3 \text{ dB} + (7+2) = 28.5 \text{ dB} \end{aligned} \quad (\text{수식 18})$$

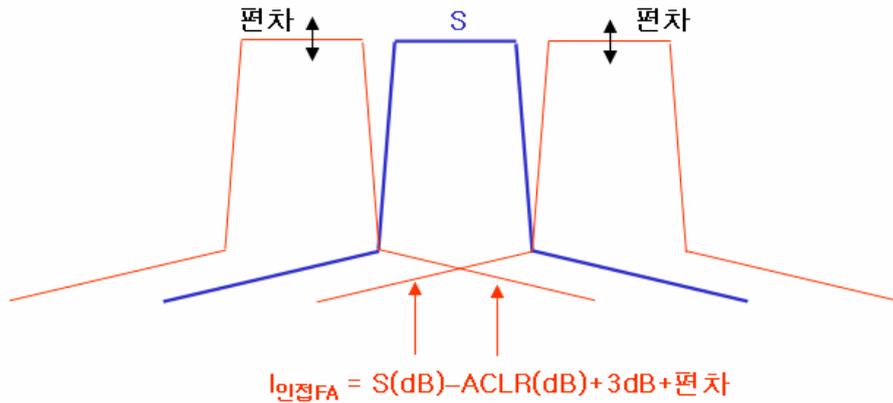


그림 III-22. UL 동일 사업자 FA간 간섭 영향

표 III-17. UL 동일 사업자 FA간 요구 ACLR 산출 결과

항목	내용
고려 사항	(1) 전제 조건: 가장 높은 MCS 지원 가능 (2) 주요 고려사항: 1 FA 기준 $(I+N)_{1FA}$ 대비한 인접 FA에 의한 간섭 I_{inj_FA} 의 상대적 크기 (3) FA간 UL Power Control 오차, FA간 UL ROT 차이
1 FA 기준 $(I+N)_{1FA}$	$(I+N)_{1FA} = N_{th} + I_{oc}$ > N_{th} = Thermal Noise(dB) + NF(dB) > I_{oc} = 동일 FA에 의한 Other Cell Interference
I_{inj_FA} 고려사항	(1) I_{inj_FA} (dB) = S (dB) - ACLR(dB) + 3 dB (양쪽 FA) (2) I_{inj_FA} 허용 기준: $(I+N)_{1FA}$ 대비한 I+N 증가량이 1 dB 이하 (7 dB Margin , IEEE 802.16e) (3) 추가 Margin : UL Power Control 오차, 인접 FA의 I_{oc} , FA간 UL ROT 차이 등 고려 → +2 dB Margin 추가
ACLR 계산방법	(1) Max Rx CINR : 16.5 dB (16-QAM 5/6 기준) (2) ACLR = Max Rx CINR + 3 dB (양쪽 FA 간섭) + Margin = 16.5 dB + 3 + (7+2) dB ~ = 28.5 dB

마. UL 타 사업자 FA간 ACLR 산출

지금까지 고려해 왔던 나에서 라까지의 간섭 분석 경우들은 간섭을 받는 단말기나 기지국의 영향만 고려하여 ACLR의 산출이 비

교적 간단하였지만, UL 타 사업자 FA간 간섭 영향은 매우 복잡한 형태로 나타난다. 이러한 경우에 대한 worst case 정의는 단순하지 않기 때문에 본 보고서에서는 TR802.16 [참고 문서 2]에서 사용하고 있는 worst case 정의를 (그림 III-23)과 같이 차용하여 사용하였다. 즉, cell 반경이 각각 1 km인 서로 다른 2개 사업자의 기지국이 cell edge에 위치하여 있는 경우를 UL 타 사업자 FA간 간섭 시나리오의 worst case로 정의하였다. (그림 III-23)과 같은 UL 간섭 상황에서는 A 사업자 기지국과 연결되어 통신을 하고 A 사업자 단말기들 중 하나만이라도 B 사업자 기지국에 근접하여 간섭을 일으킬 정도의 전력을 송신하게 되면, B 사업자 기지국 Cell 내의 모든 B 사업자 단말기가 간섭에 의한 영향을 받게 된다.

UL 타 사업자 FA간 간섭 Worst Case 정의 (그림 III-23 참조)

- A 사업자 기지국이 B 사업자 기지국의 Cell Edge인 1 km에 위치
- B 사업자 기지국 근접한 A 사업자 단말기 송신에 의해 간섭 발생
- 영향 : B 사업자 기지국의 1 Sector내 위치한 단말기들의 UL 성능 저하

이러한 경우에 대해 고려해야 할 수식들을 아래와 같이 (수식 13)에서 (수식 16)으로 정리하였다.

$$SINR_{1FA} = \frac{S}{(I_{oc} + N_{th})} = \frac{S}{(I + N)_{1FA}} \quad (\text{수식 13})$$

$$SINR_{\text{인접FA}} = \frac{S}{(I_{oc} + N_{th}) + \frac{S_{\text{인접FA}}}{ACLR}} = \frac{S}{(I + N)_{1FA} + I_{\text{인접FA}}} \quad (\text{수식 14})$$

$$(I + N)_{1FA} (dB) = N_{th} (dB) + ROT (dB) \quad (\text{수식 15})$$

$$I_{\text{인접FA}} (dB) = S_{\text{인접FA}} (dB) - ACLR (dB) \quad (\text{수식 16})$$

본 보고서에서는 타 사업자 기지국 아래에 위치한 단말기가 최

대 송신 전력인 23 dBm을 고정하여 송신하는 경우를 worst case로 고려한 'MCL 간섭 분석법' 과 단말기가 송신 전력에 대한 확률적 요소를 고려하여 간섭 영향을 분석한 'Modified MCL 간섭 분석법'을 모두 검토 해 보았으며, 최종 ACLR은 'Modified MCL 간섭 분석법'을 기준으로 선정하였다.

(1) MCL 간섭 분석법 검토 결과

타 사업자 기지국 아래에 위치한 단말기가 최대 송신 전력인 23 dBm을 고정하여 송신하는 경우를 worst case로 고려하는 'MCL 간섭 분석법'을 [표 III-19]과 같이 WCDMA와 WiBro에 대해 적용하여 보았다.

MCL Method 그대로 적용 할 경우 [표 III-19]에서와 같이 요구되는 ACLR이 WiBro의 경우는 48 dB, WCDMA의 경우는 50 dB로 단말기로 구현 가능한 수치에 비해 매우 과도하게 나타남을 확인 할 수 있다. WCDMA의 예서는 단말기 Power Amp 효율 등의 구현상 제약으로 인해 [참고 문서 3]과 같이 단말기 RF Amp의 'State of Art Technology' 기준으로 하여 실제 ACLR은 33 dB을 적용하고 있다.

이러한 수치가 WCDMA 시스템 성능에 크게 영향을 미치지 않는 이유는 각 단말이 타 사업자 기지국 MCL 영향권 내 위치할 확률이 낮고, 단말이 Cell Edge에 있더라도 최대 가능 송신 전력을 송신 할 확률도 매우 높지는 않기 때문이다.

따라서, 본 보고서에서도 WiBro UL 타 사업자 FA간 간섭 분석의 경우에 대해 MCL 간섭 분석법을 적용하지 않고, 확률적 요소를 고려하여 현실적인 ACLR을 선정할수 있도록 'Modified MCL 간섭 분석법'을 기준으로 ACLR을 선정하였다.

MCL간섭분석법검토결과요약

■ WCDMA 경우에 MCL Method 적용 결과

- MCL Method 그대로 적용 시 요구되는 ACLR이 50 dB로 과도하게 나타남
- 단말기 Power Amp 효율 등의 구현상 제약으로 인해 실제 ACLR은 33 dB
- 실제로는 Power Control로 인해 단말이 Cell Edge에서도 대부분 최대 가능 송신 전력 보다 매우 낮은 값 송신

■ MCL Method에 보완 해야 할 사항

- 각 단말이 타 기지국 MCL 영향권 내 위치할 확률이 낮음
- 단말이 Cell Edge에 있더라도 항상 Max Power 송신하지는 않음
- 실제로는 Power Control로 인해 단말이 Cell Edge에서도 대부분 최대 가능 송신 전력 보다 매우 낮은 값 송신

■ UL 타사업자 FA 간섭을 줄이기 위한 WCDMA에서의 제시 방안

- 80~90 dB 수준의 높은 MCL 확보 가능하도록 기지국 Antenna를 높이 설치
- 사업자간 기지국 Co-location

(2) 확률 분포 고려한 Modified MCL 간섭 분석법

단말기의 송신 전력은 Propagation Path Loss와 UL Data Rate에 의해 결정되며, UL Data Rate는 단말기에 할당되는 subchannel 수와 MCS 수준의 2-차원적 문제이므로 이에 대한 modeling이 매우 복잡하다.

본 보고서의 Modified MCL 간섭 분석법에서는 (그림 III-23)과 같은 상황에서 단말기가 Power Control에 의해 할당된 Data

Rate을 유지하는 수준의 전력을 송신하는 것으로 가정하였으며, Log-normal Shadow Fading까지 고려하였다. Cell Edge에 위치한 단말기의 UL 최대 Data Rate이 128 kbps이며, QPSK 1/3이 할당된다고 가정하여 ACLR에 따른 간섭 발생 확률을 그림 10과 같이 계산하였다. 참고로, 단말기가 타 사업자 기지국 MCL 영역 내에 위치하여 간섭을 일으킬 확률은 (수식 17)과 같이 표현되며, (그림 III-24)는 단말기가 타 사업자 기지국 MCL 영역 외부에 위치한 경우까지 추가로 고려하여 Simulation한 결과이다. 간섭 허용 기준을 $I_{\text{인접FA}} < (I+N)_{\text{IFA}}$ 로 할 때, (그림 III-24)에서 보듯 ACLR = 48 dB 이상인 경우에는 간섭이 발생할 확률이 0%이고 ACLR이 완화됨에 따라 간섭 발생 확률도 증가하게 됨을 알 수 있다.

WiBro 단말기에서는 기지국과는 달리 타 사업자간 대역 Filter의 사용이 불가능하기 때문에 RF Amp의 효율까지 고려할 경우 현실적으로 구현 가능한 ACLR 수치는 36 dB 부근 수준에 머무른다. 단말기의 ACLR 특성을 36 dB 수준에서 강화하게 되면 (그림 III-24)에서 보듯 간섭 발생 확률의 개선 효과는 크지 않으나, 단말기의 전력 소모 등에 대한 부담이 매우 커지게 되어 전체적으로 오히려 바람직하지 않게 된다.

본 보고서에서는 이와 같이 단말기의 현실적으로 구현 가능한 수준과 간섭 발생 확률을 모두 고려하여 최종적으로 ACLR을 36 dB로 산출 하였다.

ModifiedMCL간섭분석결과요약

- 타사업자기지국MCL영역내에위치한단말기에의한간섭발생확률 P_3
 - P_1 : 각 단말기가 타 사업자 기지국의 MCL 영역 내 위치할 확률
 - P_2 : MCL내 위치한 단말기가 간섭을 발생시킬 Power를 송신할 확률

- N_u : Sector 당 동시에 할당된 UL user 수
- 간섭 발생 확률: $P_3 = 1 - (1 - P_1 \times P_2 / 3)^{3 \times N_u}$ (수식 17)

■ Simulation 고려사항 및 결과(그림 III-24 참조)

- Cell Edge (1km 기준) 위치한 단말기의 UL 최대 Data Rate을 128 kbps 가정
- $N_u = 4$, QPSK 1/3, Target CINR = 0.1 dB 가정
- Log-Normal Shadow Fading 고려
- 타 사업자 기지국 MCL 외부에 단말기 위치한 경우까지 고려하였음
- ACLR에 따른 간섭 발생 확률 Graph 얻음
- ACLR 36 dB에서 간섭 발생 확률 1% 수준($I_{\text{인접FA}} > (I+N)_{\text{IFA}}$ 기준)

■ ACLR=36dB에 대한 간섭 영향 검토

- 간섭 발생 기준: $I_{\text{인접 FA}} > (I+N)_{\text{IFA}}$
 - $I_{\text{인접 FA}}$ 에 의해 UL 수신 $(I+N)$ 이 3 dB 이상 증가할 확률 1%
- 간섭 발생 확률 1% 의미
 - 타 사업자 기지국간 거리 1 km인 조건인 100개 Sector 중에서 1개 Sector에서 발생
- 간섭 받는 기지국의 영향 ($I_{\text{인접 FA}} = (I+N)_{\text{IFA}}$ 기준)
 - 대부분의 단말기는 Power Control을 통해 송신 전력을 3 dB 증가시켜 간섭 발생 이전의 UL Data Rate 유지 가능
 - Cell Edge 위치한 단말 중 일부는 송신 전력 증가 시 최대 송신 전력에 도달하여 Data Rate이 정도까지도 감소할 수 있음
 - 심각한 성능 저하가 발생하는 상황이 아님

-ModifiedMCL 적용 결과

표 III-18. UL 타 사업자 FA간 ACLR 산출 결과

항목	내용
고려 사항	(1) 주요 고려사항: 1 FA 기준 $(I+N)_{1FA}$ 대비한 인접 FA에 의한 간섭 $I_{\text{인접FA}}$ 의 상대적 크기 (2) MCL = 71.6 dB
1 FA 기준 $(I+N)_{1FA}$	$(I+N)_{1FA} = N_{\text{th}} \text{ (dB)} + \text{ROT} \text{ (dB)}$ > N_{th} = Thermal Noise(dB) + NF(dB) > ROT(Rise-Over-Thermal): N_{th} 대비한 $(I+N)_{1FA}$ 의 증가량
$I_{\text{인접FA}}$ 고려사항	(1) $I_{\text{인접FA}} = P_{\text{b}} \text{ (dB)} - \text{PL}' \text{ (dB)} - \text{ACLR} \text{ (dB)}$ > P_{b} : Cell Edge 위치한 단말의 송신 전력 > PL' : 단말과 타사업자 기지국과의 Ant Gain 포함한 PL (2) $I_{\text{인접FA}}$ 허용 기준: $I_{\text{인접FA}} < (I+N)_{1FA}$ (I+N 증가량이 3 dB 이하)
ACLR 선정방법	(1) Methodology: Modified MCL Method (2) $I_{\text{인접FA}}$ 의한 I+N 증가량이 3 dB 이하인 확률 99%: ACLR = 36 dB

표 III-19. MCL 간섭 분석법을 적용해 본 결과

	WCDMA[1]	WiBro[2]	계산식	[2]-[1]	단위
Ptx	23.0	23.0	A	0.0	dBm
MCL	70.0	71.6	B	1.6	dB
Signal BW	3.84	8.44	C		MHz
Thermal Noise	-108.2	-104.7	D	3.5	dBm
NF	5.0	5.0	E	0.0	dB
Rise Over Thermal	6.0	3.0	F		dB
$(I+N)_{1FA}$	-97.2	-96.7	G=D+E+F	0.5	dBm
Largest Rx Signal	-47.0	-48.6	H=A-B	-1.6	dBm
ACLR ($I_{\text{인접FA}} = (I+N)_{1FA}$)	50.2	48.1	I=G-H	-2.1	dB
실제 또는 고려하는 ACLR	33.0	36.0	J	3.0	dB
MCL Method 대비 차이	17.2	12.1	K=I-J	-5.1	dB

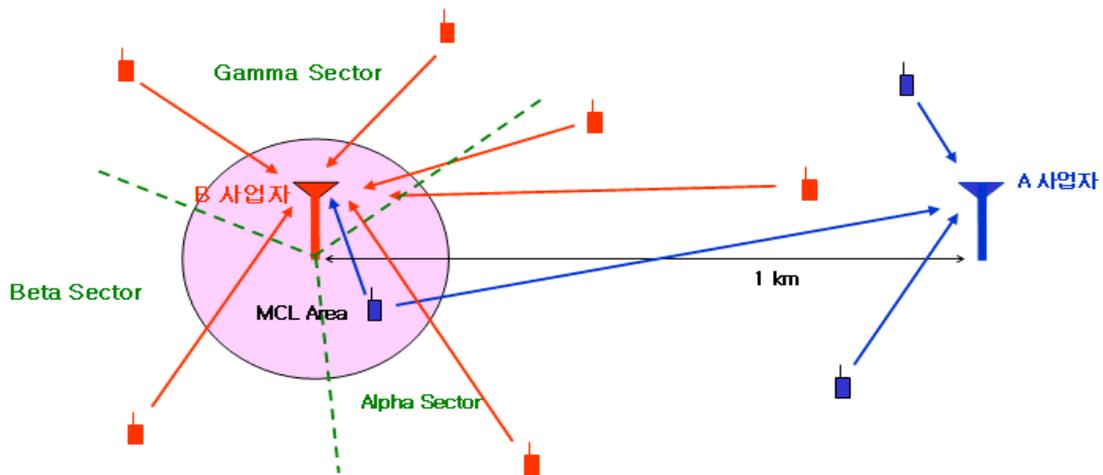


그림 III-23. UL 타 사업자 FA간 간섭 Worst Case 정의

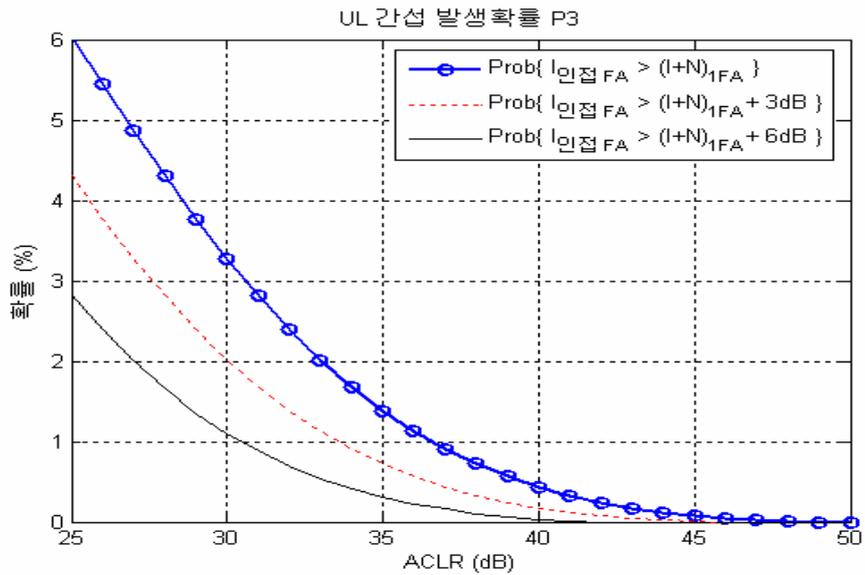


그림 III-24. ACLR에 따른 UL 타 사업자 FA간 간섭 발생 확률

- 참고 문서 -

- [1] 2.3GHz 휴대인터넷 제안 표준안 기술평가 링크 및 시스템 레벨 성능 분석, 2004년 3월 29일
- [2] 3GPP TR 25.942
- [3] 3GPP TS 25.101

바. 단말 구현성 검토결과

단말의 Spectrum Mask 성능은 주로 PA의 성능에 좌우된다. 이는 단말의 최종단에 위치해 가장 큰 출력 Power를 갖는 PA의 선형성이 다른 부품에 비해 떨어지기 때문이다. PA의 선형성은 PA의 효율과 Trade-off의 관계에 있다. 선형성은 P1 dB 출력 Power로부터 Back-off 크기에 비례하지만 Back-off가 클수록 효율이 떨어지는 특성이 있다.

원하는 Spectrum Mask 특성을 얻기 위한 Back-off의 크기는 시스템에서 사용되는 신호의 PAPR 크기에 비례한다. 따라서, 동일한 선형성을 기준으로 할 때, 약 10 dB 정도의 PAPR을 갖는 WiBro의 경우가 6 dB 정도의 PAPR을 갖는 CDMA와 3 dB 정도의 PAPR을 갖는 W-CDMA에 비해 좀 더 많은 Back-off를 필요로 함을 알 수 있다. 이는 곧 WiBro 단말의 전력 효율이 W-CDMA나 CDMA의 경우보다 낮을 수밖에 없음을 의미한다. 이와 같은 단말 구현상의 제약으로 인해, Uplink Spectrum Mask 규격은 system simulation 통해서 계산된 값과 이 경우 구현 가능한 단말의 전력 효율 사이에서 Trade-off가 필요하다.

단말 구현상의 제약인 단말 효율의 하향 한계치는 단말에서 PA에게 허용 가능한 전류의 양을 먼저 가정함으로써 계산이 가능하다. 가령, CDMA나 W-CDMA의 경우처럼 최대 출력 Power시에 약 450 mA 정도의 전류가 흐를 수 있다고 가정할 때, 약 23 % 정도의 전력 효율을 하향 한계치로 산정할 수 있다. 일단, 전력 효율에 대한 하향 한계치가 계산되면 대략적인 Back-off와 이 때 구현 가능한 Spectrum Mask 성능 값을 예측할 수 있다.

제안된 성능 simulation 결과와 위에서 언급한 단말의 구현 한계를 고려한 Spectrum Mask와 ACLR 규격은 다음과 같다.

표 III-20. 단말 구현성을 고려한 스펙트럼 마스크

	주파수 offset	단말 Out of Band Emission 규격
ACLR	9MHz	-28.5 dB
	13.5 MHz	-36 dB
Spectrum Mask	4.77 MHz	-26 dBr
	9.27 MHz	-33 dBr
	13.23 MHz	-37 dBr
	17.73 MHz	-39 dBr

3. Power Class

가. Power Class 분류 근거

휴대 인터넷 시스템의 기지국 출력은 최대 40Watt 까지 증가할 수 있으며, 이때 스펙트럼 마스크 특성은 당연히 시스템 성능 시뮬레이션의 기준값인 37.5dB ACLR을 만족해야 한다. 한편 일반적으로 기지국 형상은 중계기를 포함하여 다양한 형태 및 출력 크기의 시스템이 존재하며 각각의 경우에 대해 적절한 스펙트럼 마스크 규격을 요구하고 있다. 이러한 이유는 만약 최대 출력과 동일한 규격의 스펙트럼 마스크를 모든 형태의 시스템에 적용할 경우, 특별히 낮은 출력의 경우, 잡음레벨은 일정한데 비해 시스템 출력은 감소하므로 상대적인 스펙트럼 마스크를 적용하면 구현 불가능한 규격이 되므로 절대적인 레벨을 정의하여 구현성을 보장할 필요가 있기 때문이다.

이와 같이 Power Class를 적용한 사례는 3GPP WCDMA 규격에도 나타나 있으며, 휴대 인터넷 시스템에 있어서의 Power Class 적용 기준은 아래와 같다.

■ Pout ≥ 40dBm

- Macro cell system
- -37.5dBr @ 4.77MHz ; 동일 사업자 FA간

- -60dBr @ 9.27MHz ; 타사업자 인접 FA간
- ACLR = 37.5dB @ CINR 0.5dB 열화 기준

■ $29 \leq P_{out} < 40\text{dBm}$

- Micro, pico cell system
- -34.5dBr @ 4.77MHz ; 동일 사업자 FA간
- -29dBm/1MHz @ 9.27MHz ; 타사업자 인접 FA간
 - $30.73\text{dBm}/1\text{MHz} (40\text{dBm}/8.46\text{MHz}) - 60\text{dB} = -29.27\text{dBm}/1\text{MHz}$
 - 40dBm/8.46MHz에서 -60dBr 규격만족
- ACLR = 34.5dB @ CINR 1dB 열화 기준

■ $P_{out} < 29\text{dBm}$

- SOHO, in-building system 등의 low power RAS
- -14.5dBm/1MHz @ 4.77MHz ; 동일 사업자 FA간
 - $19.73\text{dBm}/1\text{MHz} (29\text{dBm}/8.46\text{MHz}) - 34.5\text{dB} = -14.77 \text{ dBm}/1\text{MHz}$
 - -29dBm/1MHz @ 9.27MHz ; 타사업자 인접 FA간
- 절대 power 기준으로 설정
- 200mW 의 출력을 낼 때 단말의 ACLR과 비슷한 Spectral Mask 요구됨

표 III-21. Power Class를 적용한 스펙트럼 마스크

$P_{out} \geq 40\text{dBm}$	-37.5dBr @ 4.77MHz ; 동일 사업자 FA간 -60dBr @ 9.27MHz ; 타사업자 인접 FA간
$29\text{dBm} \leq P_{out} < 40\text{dBm}$	-34.5dBr @ 4.77MHz ; 동일 사업자 FA간 -29dBm/1MHz @ 9.27MHz ; 타사업자 인접 FA간
$P_{out} < 29\text{dBm}$	-14.5dBm/1MHz @ 4.77MHz ; 동일 사업자 FA간 -29dBm/1MHz @ 9.27MHz ; 타사업자 인접 FA간

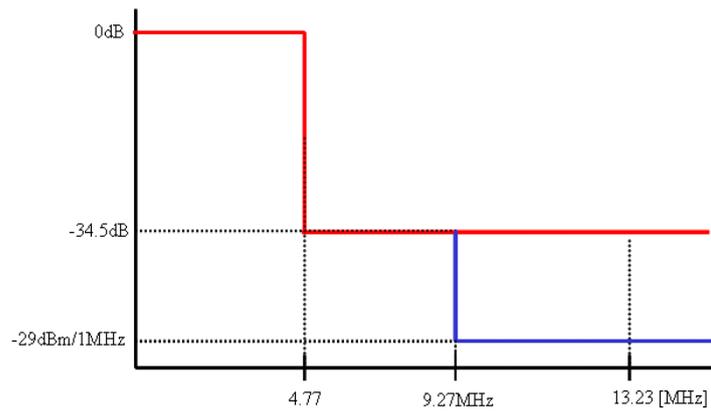
4. Spectral Mask 최종 규격

가. 기지국 및 중계국 스펙트럼 마스크

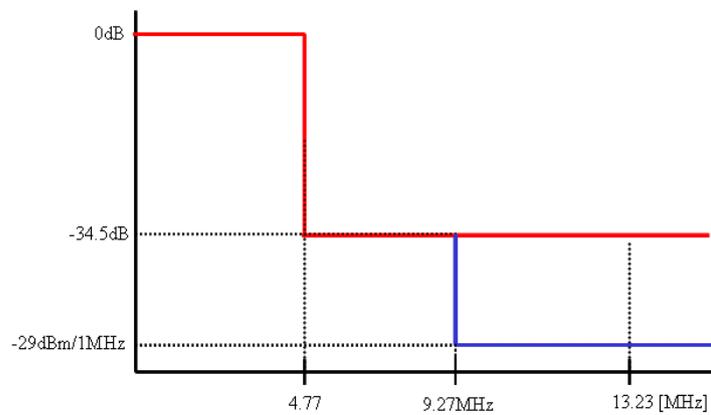
표 III-22. 기지국 및 중계국 스펙트럼 마스크

Pout ≥ 40dBm	-37.5dB @ 4.77MHz ; 동일 사업자 FA간 -60dB @ 9.27MHz ; 타사업자 인접 FA간
29dBm ≤ Pout < 40dBm	-34.5dB @ 4.77MHz ; 동일 사업자 FA간 -29dBm/1MHz @ 9.27MHz ; 타사업자 인접 FA간
Pout < 29dBm	-14.5dBm/1MHz @ 4.77MHz ; 동일 사업자 FA간 -29dBm/1MHz @ 9.27MHz ; 타사업자 인접 FA간

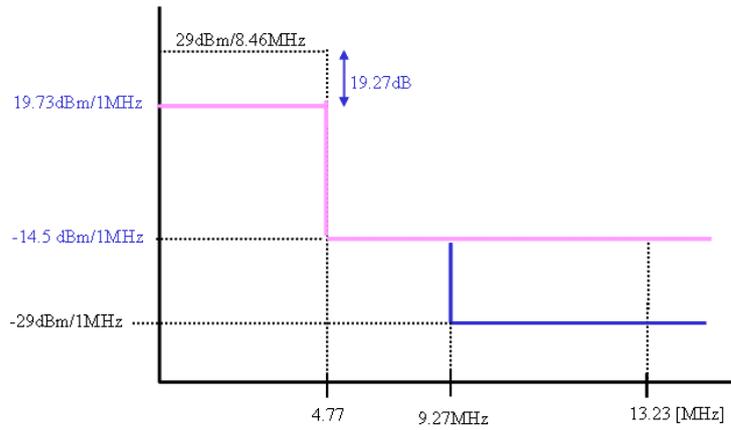
(1) Pout ≥ 40dBm



(2) 29 ≤ Pout < 40dBm



(3) Pout < 29dBm

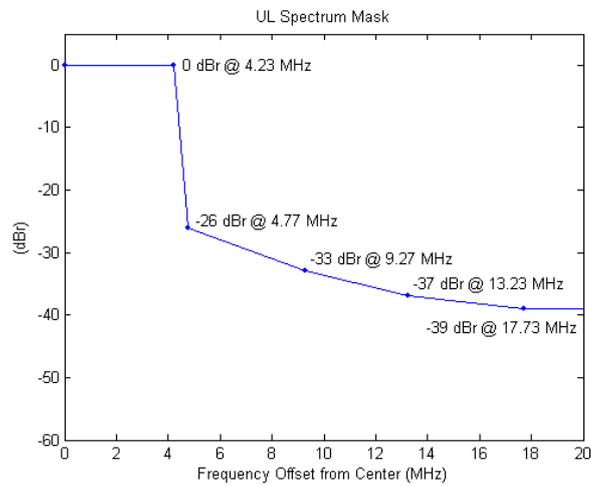


나. 이동국 스펙트럼 마스크

표 III-23. 기지국 및 중계국 스펙트럼 마스크

	주파수 offset	단말 Out of Band Emission 규격
ACLR	9MHz	-28.5 dB
	13.5 MHz	-36 dB
Spectrum Mask	4.77 MHz	-26 dBr
	9.27 MHz	-33 dBr
	13.23 MHz	-37 dBr
	17.73 MHz	-39 dBr

(1) Pout ≤ 23dBm



(2) Pout > 23dBm

이동국의 최대 출력은 2Watt 이며, 23dBm 보다 높은 출력에 대해 출력 증가분에 해당하는 dB 만큼 스펙트럼 마스크 규격을 강화

(예) Pout 27dBm 인 경우,

-30dB@4.77MHz, -37dB@9.27MHz, -41dB@13.23MHz, -43dB@17.73MHz)

5. Spectral Mask 측정 방법

가. 개요 및 목적

본 문서에서는 휴대 인터넷(WiBro) 서비스에서의 송신 장치의 불요 발사를 측정 시험하기 위한 방법을 제시한다. 국제 표준 (ITU-R)의 스펙트럼 마스크 측정 권고 사항을 검토하고 이에 바탕을 둔 스펙트럼 아날라이저 설정 및 시험 결과를 제시한다.

나. 관련 근거

(1) ITU-R SM1541-1 : Unwanted emissions in the out-of-band domain

(2) ITU-R SM329-10 : Unwanted emissions in the spurious domain

다. WiBro 서비스의 Spectrum mask 측정 기준 결론

(1) 스펙트럼 마스크 측정 기준

(가) 상대 전력 밀도(dBsd) : 필요 주파수 대역 내의 최대 평균 전력 밀도에 대한 측정 주파수에서의 평균 전력 밀도의 상대 값

(나) 기준 대역폭 (Reference Bandwidth) : 100kHz

(2) 스펙트럼 아날라이저 설정 방안

(가) 분해 대역폭 (RBW) 100kHz

(나) Detection 방식 RMS detection

(다) 주파수 영역의 Sweep time : Frame time x # of Screen display point [예) R3671 의 경우: 5ms x 1001 = 5sec.]

라. 스펙트럼 마스크 측정 기준

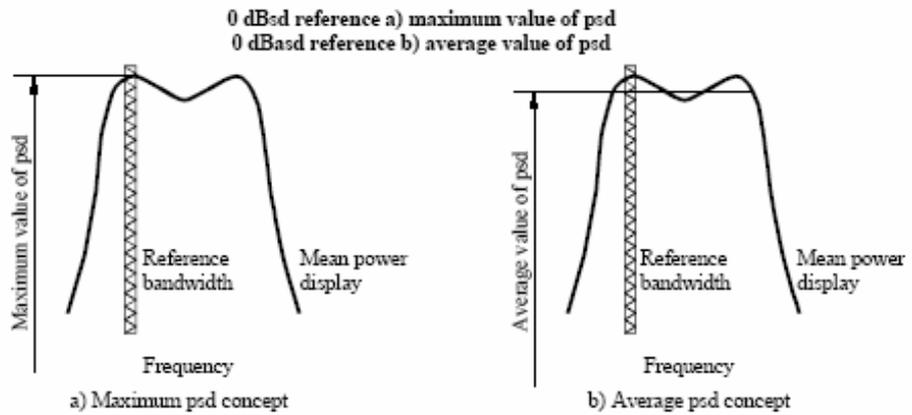
ITU-R SM1541-1 문서에서 정의하는 dB relative 개념 중, 휴대 인터넷 시스템은 Carrier 검출이 용이하지 않은 Digital Modulation 된 시스템의 일반적 적용 기준인 dBsd 를 적용한다.

(1) dBsd 정의

필요 주파수 대역(Necessary Bandwidth) 내의 최대 전력 밀도에 대한 측정 주파수에서의 전력 밀도의 상대 값으로 정의한다. 랜덤 신호의 경우, 최대 전력 밀도는 기준 대역폭(Reference Bandwidth)에 대해 최대 결과를 보이는 주파수에서의 평균 전력으로 나타낸다.

dBsd : decibels relative to the maximum value of power spectral density (psd) within the necessary bandwidth
Necessary bandwidth 정의: For a given class of emission, the width of the frequency band which is just sufficient to ensure the transmission of information at the rate and with the quality required under specified conditions.. The maximum value of psd of a random signal is found by determining the mean power in the reference bandwidth when that reference bandwidth is positioned in frequency such that the result is maximized.

Necessary bandwidth : For a given class of emission, the width of the frequency band which is just sufficient to ensure the transmission of information at the rate and with the quality required under specified conditions.



1541-01

그림 III-25. Reference 레벨 정의 : dBsd

(2) 기준 대역폭 (Reference Bandwidth) 정의

OoB(Out of Band) 대역의 불요파 발사를 정의하기 위해 필요하며, 일반적으로 필요 주파수 대역폭(Necessary Bandwidth)의 1% 로 정의한다. 휴대 인터넷 시스템에서는 100kHz를 적용한다.

The bandwidth required for uniquely defining the OoB domain emission limits. If not explicitly given with the OoB domain emission limit, the reference bandwidth should be 1% of the necessary bandwidth.

마. 스펙트럼 아날라이저 설정 방안

(1) Reference Bandwidth

- 분해대역폭 (RBW): 100 kHz

(2) dBsd

(가) Detector 방식 : RMS detection (휴대 인터넷 신호는 랜덤 신호의 특성을 가지므로 평균전력밀도를 측정하기 위해 RMS detector를 사용한다.)

(나) 기준 레벨(Reference level) : 필요 주파수 대역 (Necessary Bandwidth) 내에서 측정되는 최대 평균 전력 밀도 기준 값(OdBr 값)

(다) 측정방법 : 필요 주파수 대역 내에서 측정된 최대 평균 전력 밀도 기준 레벨과 Out-band 대역의 측정 주파수에서의 평균 전력 밀도 간의 상대적인 차이 값을 Spectrum analyzer의 Delta Marker 기능을 이용해서 측정함

(3) Sweep Time(주파수 영역)

(가) 주파수 영역의 Sweep time : Frame time x # of Screen display point [예) R3671 의 경우: 5ms x 1001 = 5sec.]

(나) 주파수 영역의 Screen display point 하나에 대해 최소 하나 이상의 송신 프레임 신호에 해당하는 시간 영역의 데이터를 추출하여 해석할 것을 의미함

바. 측정 결과

(1) Spectrum analyzer 설정

시험을 위해 사용한 Spectrum analyzer는 Advantest의 R3671 과 Agilent의 E4445를 사용했으며, 아래 시험결과는 모두 R3671의 측정결과이며 E4445는 R3671의 측정결과를 상호 검증하기 위한 목적으로 활용했다. 두 계측장비의 측정결과는 거의 동일한 결과를 보였다. R3671을 기준으로 Spectrum analyzer의 설정을 정리하면 다음과 같다.

- RBW : 100kHz
- Detector : RMS
- Gate delay : 0sec (DL burst 시작 시점부터 Time gate 구간이 시작함)
- Gate width : 3.1104ms (DL burst 길이와 동일함)
- 주파수 영역의 Sweep Time : 5sec
 - WiBro 신호의 주기: 5ms
 - WiBro 신호의 주기: 5ms
 - R3671 의 주파수 영역에 표시하는 값의 개수: 1000 (고정된 값임)
 - 주파수 영역의 Sweep time: 5ms x 1001 = 5sec

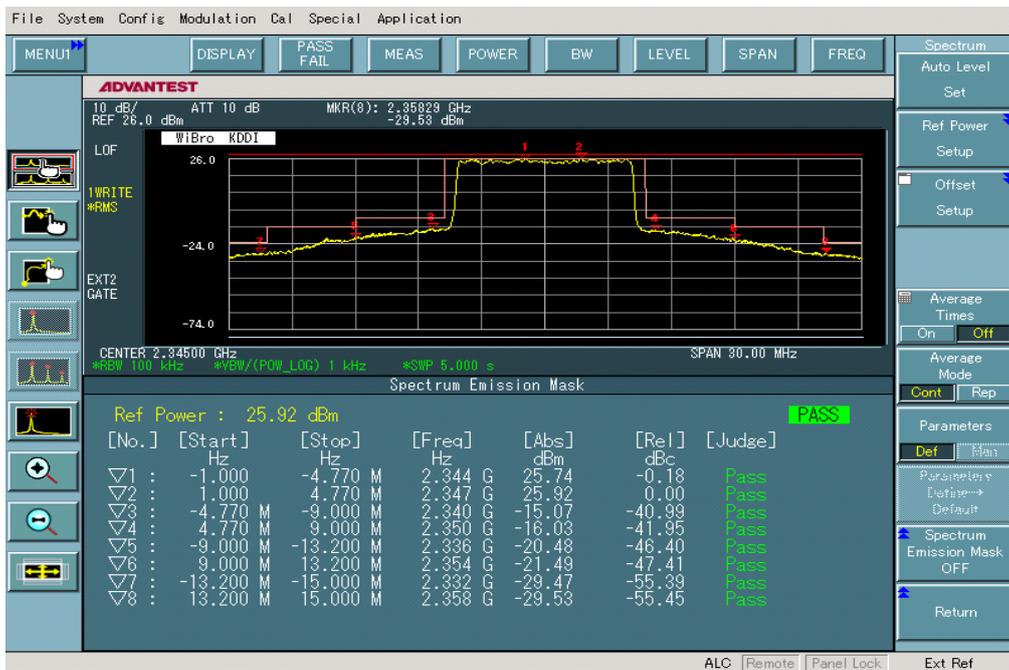
(2) dBsd 기준 측정결과

RMS detection 방식을 적용하여 측정 주파수에서의 평균 전력 밀도를 측정하고 필요 주파수 대역내의 최대 평균 전력 밀도를 기준으로 Spectrum mask 를 측정한 결과는 다음 표와 그림과 같다.

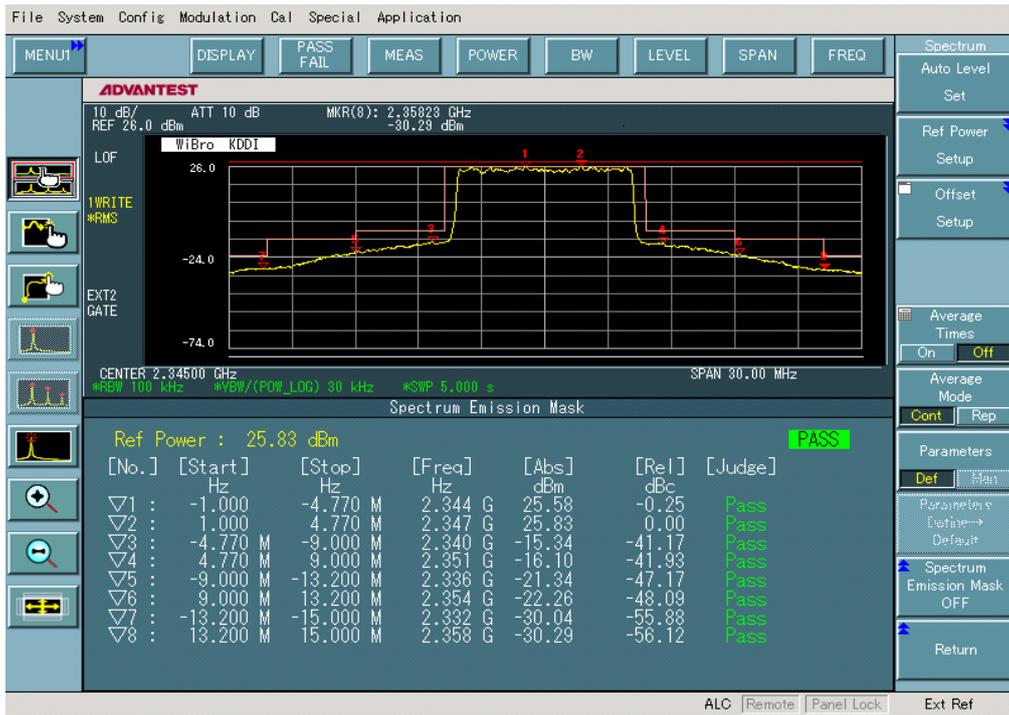
표 III-24. RMS detection 방식을 이용한 Spectrum mask 측정결과
(Pout = 42.8dBm)

VBW	주파수 Offset 범위		
	4.77MHz ~ 9MHz (-35dBsd 이하)	9MHz ~ 13.23MHz (-40dBsd 이하)	13.23MHz 이상 (-49dBsd 이하)
1kHz	-40.99dBsd	-46.40dBsd	-55.39dBsd
30kHz	-41.17dBsd	-47.17dBsd	-55.88dBsd
300kHz	-41.17dBsd	-47.20dBsd	-55.80dBsd

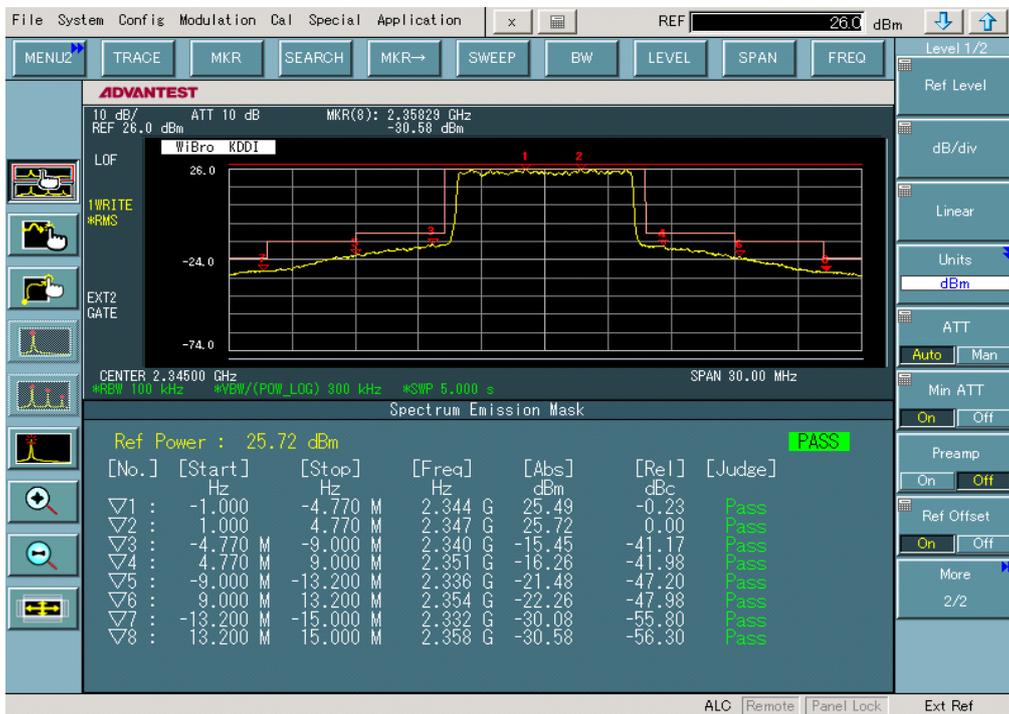
dBsd 단위의 Spectrum mask 특성 측정은 RMS detection 방식을 적용하기 때문에 VBW 설정값에 거의 영향을 받지 않는 것을 측정 결과를 통해 확인할 수 있다.



(a) VBW : 1kHz



(b) VBW : 30kHz



(c) VBW : 300kHz

그림 III-26. dBsd 단위의 Spectrum mask 측정결과

(3) 시험 결과 정리

휴대 인터넷 서비스의 스펙트럼 측정 기준 방식으로서 dBsd를 적용하여 필요 주파수 대역 내에서의 최대 평균 전력 밀도 대비 측정 주파수 대역에서의 평균 전력 밀도의 상대 값을 측정한 결과, 비디오 대역폭에 관계없이 일정한 스펙트럼 마스크 특성 갖는 결과를 확인 할 수 있었으며 휴대 인터넷 서비스의 불요파 측정 시험 방법으로 제시함.

제5장 휴대인터넷 기술기준

● 전파연구소고시 제2005-105호

「무선설비규칙」 제24조제2항제4호의 규정에 의하여 전기통신사업용 무선설비의 기술기준(전파연구소고시 제2005-64호, 2005. 7. 26.)을 다음과 같이 개정·고시합니다.

2005년 11월 4일

전파연구소장

전기통신사업용 무선설비의 기술기준 일부개정

제15조(휴대인터넷용 무선설비) 2300 ~ 2390MHz 주파수의 전파를 사용하는 휴대인터넷용 무선설비의 기술기준은 다음 각호와 같다.

1. 공통조건

- 가. 송신장치 및 수신장치는 최소 4.5MHz 이상의 사업자간 보호대역을 가질 것.
- 나. 통신방식은 직교주파수분할 다중접속방식(OFDMA)을 사용하는 시분할 복신방식일 것. (단, 이동통신 핸드오프를 위해 기지국에 부가적으로 설치하는 장치는 시분할 단향통신방식을 사용할 수 있다)
- 다. 송신장치에서 방사되는 전파의 형식은 G7D, D7D, D7W, G7W 또는 W7W 중 1이상을 사용하는 것일 것
- 라. 점유주파수대폭은 9MHz 이하일 것
- 마. 기지국 송신 동기오차는 GPS 시간의 매초를 기준으로 하여 $\pm 20\mu\text{s}$ 이내일 것

2. 기지국 송신장치의 조건

가. 발사전파의 주파수 허용편차는 다음 조건을 만족할 것

- (1) 기본주파수의 평균전력이 40dBm 이상인 경우
 - (가) 지정주파수의 $\pm 2 \times 10^{-8}$ 이내일 것
- (2) 기본주파수의 평균전력이 40dBm 미만인 경우
 - (가) 지정주파수의 $\pm 5 \times 10^{-8}$ 이내일 것

나. 송신장치의 불요발사는 다음 조건을 만족할 것

- (1) 기본주파수의 평균전력이 40dBm 이상인 경우
 - (가) 지정주파수로부터 $\pm 4.77\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력밀도가 기본주파수대역내의 최대 평균전력밀도 보다 37.5dB 이상 낮을 것.
 - (나) 사업자간 불요파는 사업자간 인접 지정주파수로부터 $\pm 9.27\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 60dB 이상 낮을 것.
- (2) 기본주파수의 평균전력이 29dBm 이상 40dBm 미만인 경우
 - (가) 지정주파수로부터 $\pm 4.77\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력밀도가 기본주파수대역내의 최대 평균전력밀도 보다 34.5dB 이상 낮을 것.
 - (나) 사업자간 불요파는 사업자간 인접 지정주파수로부터 $\pm 9.27\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 1MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -29dBm 이하일 것
- (3) 기본주파수의 평균전력이 29dBm 미만인 경우
 - (가) 지정주파수로부터 $\pm 4.77\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 1MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -14.5dBm 이하일 것
 - (나) 사업자간 불요파는 사업자간 인접 지정주파수로부터 $\pm 9.27\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 1MHz 분해대역폭으로 측정한 평균전력이 -29dBm 이하일 것
- (4) 지정주파수로부터 $\pm 22.5\text{MHz}$ 이상 떨어진 2300 ~ 2390MHz 주파수

대역외에서 불요발사는 다음의 공통 조건을 만족할 것

(가) 30MHz 이상 1GHz 미만의 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력이 -13dBm 이하일 것

(나) 1GHz 이상 12.75GHz 미만의 주파수에서 1MHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력이 -13dBm 이하일 것

다. 공중선전력은 지정주파수마다 평균전력 40W 이하로 하며 공중선 전력과 공중선이득의 합이 안테나 당 63dBm 이하일 것

3. 이동국의 송신장치의 조건

가. 발사전파의 주파수허용편차는 동기된 기지국주파수 기준으로 $\pm 200\text{Hz}$ 이내일 것

나. 송신장치의 불요발사는 다음 조건에 만족할 것

(1) 기본주파수의 평균전력이 23dBm이하인 경우

(가) 지정주파수로부터 $\pm 4.77\text{MHz}$ 이상 $\pm 9.27\text{MHz}$ 미만 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 $[26+7 \times \{(\Delta f - 4.77\text{MHz}) / 4.5\text{MHz}\}]$ dB 이상 낮을 것

(나) 지정주파수로부터 $\pm 9.27\text{MHz}$ 이상 $\pm 13.23\text{MHz}$ 미만 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 $[33+4 \times \{(\Delta f - 9.27\text{MHz}) / 3.96\text{MHz}\}]$ dB 이상 낮을 것

(다) 지정주파수로부터 $\pm 13.23\text{MHz}$ 이상 $\pm 17.73\text{MHz}$ 미만 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 $[37+2 \times \{(\Delta f - 13.23\text{MHz}) / 4.5\text{MHz}\}]$ dB 이상 낮을 것

(라) 지정주파수로부터 $\pm 17.73\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 39dB 이상 낮을 것

(2) 기본주파수의 평균전력이 23dBm을 초과하는 경우

(가) 지정주파수로부터 $\pm 4.77\text{MHz}$ 이상 $\pm 9.27\text{MHz}$ 미만 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 $[(\text{평균전력}-23\text{dBm})+26]+7\times\{(\Delta f-4.77\text{MHz})/4.5\text{MHz}\}$ dB 이상 낮을 것

(나) 지정주파수로부터 $\pm 9.27\text{MHz}$ 이상 $\pm 13.23\text{MHz}$ 미만 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 $[(\text{평균전력}-23\text{dBm})+33]+4\times\{(\Delta f-9.27\text{MHz})/3.96\text{MHz}\}$ dB 이상 낮을 것

(다) 지정주파수로부터 $\pm 13.23\text{MHz}$ 이상 $\pm 17.73\text{MHz}$ 미만 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 $[(\text{평균전력}-23\text{dBm})+37]+2\times\{(\Delta f-13.23\text{MHz})/4.5\text{MHz}\}$ dB 이상 낮을 것

(라) 지정주파수로부터 $\pm 17.73\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력밀도가 기본주파수대역의 최대 평균전력밀도 보다 $[(\text{평균전력}-23\text{dBm})+39]$ dB 이상 낮을 것

(3) 지정주파수로부터 $\pm 22.5\text{MHz}$ 이상 떨어진 2300 ~ 2390MHz 주파수대역외에서 불요발사는 다음의 공통 조건을 만족할 것

(가) 30MHz 이상 1GHz 미만의 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력이 -13dBm 이하일 것

(나) 1GHz 이상 12.0GHz 미만의 주파수에서 1MHz 분해대역폭으로 측정된 평균전력이 -13dBm 이하일 것

다. 공중선전력은 2W 이하일 것

4. 기지국 송신장치와 이동국 송신장치를 중계하는 송신장치

가. 발사전파의 주파수허용편차는 가입자 방향의 경우 제2호 가목의 조건을 만족하고, 사업자 방향은 제3호 가목의 조건을 만족할 것

나. 송신장치의 불요발사는 가입자 방향의 경우 제2호 나목의 조건을 만족하고, 사업자 방향은 제3호 나목의 조건을 만족할 것

다. 공중선전력 및 공중선이득은 가입자 방향의 경우 제2호 다목의 조건을 만족하고, 사업자 방향의 공중선전력은 제3호 다목의 조건을 만족할 것

5. 무선국의 개설절차에 적합하여 운영중인 기지국과 중계 송신장치는 할당대역 바깥쪽 주파수에 대해서만 제2호 및 제4호의 불요발사 규정을 적용한다.

IV. 위치기반서비스(LBS)

목 차

제1장 서 론	144
제2장 추진경과	146
제1절 기술기준 연구반 회의결과	146
제2절 기술기준 제정 추진경과	147
제3장 LBS 기술개요 및 표준화 동향	148
제1절 LBS 정의	148
제2절 위치측정 기술방식의 분류	149
제3절 국내 LBS 동향	152
제4절 해외 LBS 동향	154
제5절 지상파 LBS 소개	157
제6절 표준화 동향	163
제4장 LBS 기술기준 분석	172
제1절 공통조건	172
제2절 기지국 송신설비의 조건	173
제3절 이동국 송신설비의 조건	177
제5장 LBS 기술기준	181
※ 약어표	183

제1장 서론

위치기반서비스(LBS, Location Based Service)는 위치정보를 이용한 서비스를 의미하며, 위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률에 의하면 위치정보는 이동성이 있는 물건이나 개인이 특정한 시간에 존재하거나 존재하였던 장소에 관한 정보로 정의되어 있다. LBS는 이동통신 기술의 발전에 따라 등장한 최첨단 기술로 ITS나 Telematics의 핵심 요소로 자리잡고 있으며 최근에는 물류 관제, 자산 관리, 어린이 및 노약자 보호 수단으로 점차 범위를 넓혀가고 있다.

LBS의 향후 전망에 대해서 가트너 그룹은 "향후 10년간 IT 분야에서 가장 유망한 분야"로, 소프트뱅크리서치는 "무선통신의 차세대 킬러 어플리케이션"으로 각각 소개하고 있으며, 국내의 경우 정보통신부가 IT 신산업 육성 계획에 따라 LBS를 "제2의 CDMA"로 집중 육성한다는 계획을 발표하였다. OVUM 또한 LBS에 대하여 2006년에 전 세계적으로 약 109조원, 국내의 경우 약 4조원의 시장을 전망하는 등, 바야흐로 LBS가 차세대 이동통신 분야의 본격적인 킬러어플리케이션으로 자리매김하여 가는 추세를 이다.

국내 LBS 현황을 살펴보면 이동통신사를 중심으로 위성기반방식과 Cell-ID방식을 혼합한 방식이 주류를 이루고 있으나, 위성기반방식은 건물 내부나 도심밀집지역에서 위치파악이 어렵거나 불가능하고, Cell-ID 방식은 위성기반으로 위치파악이 어려울 경우 기지국 중심으로 위치를 파악하는 방식으로 사용자의 정확도 요구수준에 크게 못 미치고 있어 위치기반서비스에 대한 적극적인 활성화를 이끌어내기에는 미흡한 것으로 인식되고 있다.

이에 대한 대안으로 지상파 전용의 LBS 서비스가 제시되고 있는데,

이러한 방식은 위성기반방식으로 서비스를 제공받기 어렵거나 불가능한 도심 밀집지역과 건물 실내에 대한 위치파악이 가능하므로, 이동체 보안 서비스 등 보안 분야의 안전망으로서 그 역할이 기대된다.

본고에서는 국내 최초로 도입되는 지상파 LBS에 대한 기술기준의 제정을 위하여 국내외 표준화 동향 및 기술기준 사례를 분석하고 이를 바탕으로 국내 기술기준을 마련하고자 한다.

제2장 추진경과

제1절 기술기준연구반 회의결과

2004년 3월에 지상파 LBS 주파수(377MHz~380MHz)가 할당됨에 따라 2004년 4월에 LBS 기술기준 제정을 위한 연구반이 구성되어 QuikTrak사 시스템 규격을 검토하였다. 그 후 2005년 4월부터 5차례의 회의를 가지면서 국내 전파환경과 Telematics Wireless사 시스템 규격을 검토하여 국내 LBS 기술기준을 마련하였는데 그 동안의 주요 추진 경과를 살펴보면 [표 IV-1]과 같다.

표 IV-1. 지상파 LBS 관련 연구반 주요 추진 경과

No	일시	내용	비고
1	2003. 2. 17	무선측위서비스 주파수 분배 및 할당 요청	퀵트랙네트웍스
2	2004. 1. 7	주파수분배 절차 개선	정보통신부
3	2004. 1. 12	376.5MHz~380MHz 주파수 수요조사 추진 - 2004년 02월12일 3건 접수 (LBS, RFID, 정보제공서비스) - 2004년 02월26일 지상파LBS 선정	주파수과-27
4	2004. 1. 16	TRS 주파수 재정비 공고 - 300MHz TRS대역 TETRA 방식의 채널 배치 - 376.5MHz~380MHz 확보	고시2004-2
5	2004. 2. 27	LBS 주파수 분배(377MHz~380MHz)	고시2004-10
6	2005. 3. 30	한국위치정보(주) 기간통신사업허가서 취득	허가 제55호
16	2005. 5. 9	LBS 주파수할당(377MHz~380MHz, 322MHz~328.6MHz)	주파수정책과-276
17	2005. 5. 10	제1차 LBS 기술기준 회의 - LBS 개요 및 제외국 사례 설명 - 지상파 LBS 기술기준(안) 검토	전파연구소
18	2005. 6. 1	제2차 LBS 기술기준 회의 - 무선국 출력, 불요발사 기준 검토	전파연구소
19	2005. 7. 6	제3차 LBS 기술기준 회의 - 기술기준(안) 세부항목 규격 논의 - 불요발사를 제외한 출력, 형식 확정	전파연구소
20	2005. 7. 12	제4차 LBS 기술기준 회의 - 불요발사 기준 확정 및 연구보고서 작성 논의	전파연구소
21	2005. 7. 28	제5차 LBS 기술기준 회의 - 연구보고서(안) 논의	정보통신부
22	2005. 8.	LBS 기술기준(안) 및 연구보고서 작성	전파연구소

제2절 기술기준 제정 추진경과

- 2005. 5. 10 : LBS 기술기준 제정 연구반 구성
(정부, 학계, 사업자, 제조업체, 연구기관 등 관련 전문가)
- 2005. 5. ~ 7. : 기술기준 제정 연구반 회의 5회 개최
- 2005. 8. : LBS 기술기준(안) 마련
- 2005. 9. 1 ~ 9. 20 : 기술기준(안)에 대한 의견수렴
- 2005. 10. 27 : 기술기준 심의위원회 심의·의결
- 2005. 10. 31 : 규제심사 및 기술기준 확정
- 2005. 11. 4 : 관보고시

제3장 LBS 기술개요 및 표준화 동향

제1절 LBS 정의

현재 위치기반 서비스(LBS)가 다방면에서 직·간접적으로 우리 생활과 밀접한 관련을 맺으며 확산되고 있음에도 불구하고 여러 기술이 복합되고 활용분야가 넓다보니 각 기관별 특성 및 관점에 따라 다소 다르게 해석함에 따라 한마디로 명쾌한 정의를 내리기가 쉽지 않은 것이 현실이다. 예를 들면 IT 연구 기관인 OVUM은 LBS를 "사용자에게 부가적인 가치를 제공하기 위해 모바일 단말기의 위치 정보와 타 정보를 결합하는 네트워크 서비스"로 정의하고 있으나, FCC(미연방통신위원회)는 "이동식 사용자가 그들의 지리적 위치, 소재 또는 알려진 존재에 대한 서비스를 받도록 하는 것"이라는 보다 폭넓은 개념을 적용하고 있다.

WCDMA 표준화 기구인 3GPP에서는 "위치기반의 응용 제공이 가능한 네트워크를 이용하는 표준화된 서비스"라고 정의하여 네트워크 측면에 무게를 두고 있으나, GIS 표준화 기구인 OGC (Open GIS Consortium)에서는 "위치정보의 접속, 제공 또는 위치정보에 의해 작용하는 모든 응용소프트웨어 서비스"로 정의하여 응용소프트웨어 측면을 강조하고 있다.

또한 국내의 대표적인 기관들의 LBS에 대한 정의를 살펴보면, 한국전자통신연구원(ETRI)과 한국정보통신정책연구원(KISDI)의 경우 관련 보고서를 통하여 "위치확인 기술(LDT, Location Detective Technology)을 이용하여 이용자의 위치를 파악하고 이와 관련된 어플리케이션을 부가한 서비스" 라고 정의함으로써 이용기술 관점에서 접근하고 있으나, 정보통신부에서는 LBS 산업육성 계획(안)에서 "이동통신 기지국이나 GPS를 통해 개인이나 차량 등의 위치를 파악하여 긴급구조, 교통정보 등을

서비스하는 모바일 서비스 산업의 성장을 위한 주요 킬러어플리케이션으로 급부상 중인 신산업 분야"로 정의함으로써 비상 구난 및 교통 관련 서비스 측면을 강조하고 있다.

이처럼 각 기관별로 그 특성에 따라 LBS에 대하여 여러 가지로 정의하고 있지만, 대체로 "위치정보(Location Information)를 기반으로 개발된 다양한 어플리케이션들의 총칭" 또는 "위치정보를 기반으로 하는 다양한 서비스" 라고 정의하면 무난할 것이다.

제2절 위치측정 기술방식의 분류

LBS는 그 기능의 구현을 위하여 여러가지 방식의 측위기술이 개발되어 이용되고 있으며 그 분류를 살펴보면 [표 IV-2]와 같다.

표 IV-2. 위치측정 기술방식 분류

네트워크기준	위치계산 기준	측정방법 기준
<ul style="list-style-type: none"> ○ 지상파 기반 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 이동통신망 이용 - 신규 구축 전용망 ○ 위성 기반 <ul style="list-style-type: none"> - GPS - GLONASS - GALILEO 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 네트워크 기반 <ul style="list-style-type: none"> - 위치계산을 네트워크에서 수행 ○ 핸드셋 기반 <ul style="list-style-type: none"> - 위치계산을 핸드셋에서 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cell-ID ○ AOA ○ TOA ○ TDOA ○ E-OTD ○ GPS ○ Signpost ○ Radio Camera ○ Hybrid

이를 다시 측정방법에 따라 분류한 방식별로 이용 현황을 살펴보면 [표 IV-3]과 같다.

IV-3. 위치측정 방식별 개요

구 분	측정 개요	사업자	비고
Cell ID	- 단말기가 위치한 해당 기지국의 Coverage 정보 활용	대다수 이통사업자	별도 투자 불필요
AOA (Angle Of Arrival)	- 2개 이상 기지국에서 단말기의 수신 신호 도래 각도 측정 - LOS 신호 성분을 가정	Nexus	DOA (Direction Of Arrival)와 동일
TOA (Time Of Arrival)	- 3개 이상 위성 또는 기지국에서 오는 신호의 전파 도달 시간을 측정하여 위치 계산	대다수 이통사업자	GPS 방식
TDOA (Time Difference of Arrival)	- 3개 이상 기지국에서 단말기 신호의 상대적인 도달 시간차를 이용하여 위치 측정 - 기지국간 동기 및 다중경로 간섭 처리 기법에 따라 정확도 좌우	Ituran QuikTrak Cingular Cell-Loc	일반적으로 지상파 기반 위치측정시 적용 방식
E-OTD (Enhanced Observed TDOA)	- 다수의 기지국이 송신한 신호가 단말기에 도착하는 시간차를 측정하여 위치 계산	3G 사업자	W-CDMA에서 정의한 방식 (선택사항)
A-GPS (Assisted GPS)	- GPS 위성을 이용하여 위치 측정 - GPS 위성 이용 불가시 Cell-ID 방식 사용	이통사업자	Snaptrac
Hybrid	- 여러 방식을 결합하여 정확도 향상 - 도심에서 3개 이상의 LOS 신호 확보가 어려운 경우 적용		TOA+AOA TDOA+AOA
Signpost	- 여러 곳에 설치된 신호원로부터 Beacon 신호를 수신하여 위치 측정	Rotis	Cell 반경 50~100m (상용화 미진)
Radio Camera	- 전파의 Finger Print를 DB화 하여 위치측정 (RF 패턴 매칭)	US Wireless	상용화 미진

상기 방식 가운데 정확도와 경제성 측면에서 비교적 우수하고 많은 사업자들이 서비스하고 있는 4가지 방식을 선정하여 보다 구체적으로 비교한 내용은 [IV-4]와 같다.

IV-4. 주요 방식별 세부 비교

구분	GPS 기반	TDOA-UP	TDOA-DOWN	W-CIMA
단말기	- 기존 이통단말기에 GPS 수신기 내장 단말기의 비용, 무게, 크기, 전력소모 증가	- 기존 이통 단말기에 내장 또는 별도 단말기 사용	- 단말기에서 위치 계산하므로 단말기 기능 복잡	3GPP 권고 - Cell Coverage Based - E-OTD - GPS Based - U-TDOA Positioning Method
망	- 측정 데이터를 중앙 서버에 보낼 무선망 필요	- 기존의 기지국에 LMU 추가 설치 3개 이상의 수신 기지국 필요	- 3개 이상의 기지국 신호를 단말기에서 수신	
정확도	- 위성과의 LOS 여부에 따라 정확도 및 신뢰도 좌우	- 높은 정확도/신뢰도 구현방식에 따라 상이	- TDOA-UP과 유사	
기타		- 중계기 설치지역 서비스 불가		

상기 방식 가운데 국내에 도입되는 위치추적 기술은 Uplink-TDOA이며, 위치추적과 동시에 관제가 가능한 자체망을 이용하고 있다.

제3절 국내 LBS 동향

기존 위성기반방식의 LBS를 활용한 응용분야는 크게 위치정보 활용 서비스와 페이지징 서비스로 구분할 수 있으며 그 목적에 따라 [표 IV-5]와 같이 분류할 수 있다.

표 IV-5. LBS 활용영역 및 적용사례

구분	활용영역	적용사례
위치추적 서비스	- 특정인, 차량 또는 이동자산 등 현재위치를 파악하거나 위치변동을 시간대 별로 추적하여 그 위치를 서비스 가입자에게 통보함	- 분실차량 위치추적 및 회수 - 고가의 자산에 부착하여 분실 및 도난에 대비
안전 및 보안 서비스	- 특정인 또는 특정 대상의 응급 상황 발생시 경보와 함께 위치를 파악하여 서비스 가입자에게 통보하고 필요시 조치를 취함	- 외근 직원 등 수시로 이동하는 직원에 대한 집단 관리
주변지역 정보 제공 서비스	- 가입자 주변에 위치한 음식점이나 주차장 등의 정보 제공	- 렌트카 등 집단자산의 소재 파악 및 도난시 원격제어
광고 및 상거래 응용 서비스	- 일정 범위 내의 특정지역에 위치한 휴대폰 가입자들을 대상으로 가까운 업소의 할인쿠폰을 다운로드 받을 수 있도록 하거나 행사 등을 홍보	- 자녀 등하교 관리, 미아 예방, 유괴 경보
교통 및 항법 응용 서비스	- 가입자가 설정한 목적지까지의 구간에서교통상황을 감안한 가장 빠른 경로를 선택하여 안내	- 치매 노부모 모시기 - 재난 구조 시스템과 연계(미국 E-911, 유럽 E-112)

한편 국내 이동통신 사업자별 위치기반서비스 제공 현황은 [표 IV-6]에서 보는 것처럼 유사한 내용의 다양한 응용서비스가 운용되고 있지만 세부적인 적용 범위에 있어 약간의 차이를 보인다.

표 IV-6. 사업자별 LBS 서비스 현황

제공주체	분류	구분	서비스 명칭	측위 방식
SKT	Tracking	친구찾기	리스트/전화번호로 찾기	GPS/Cell
			자동 위치 찾기	GPS/Cell
			친구 도착 알림	GPS/Cell
			친구 이탈 알림	GPS/Cell
			분실 폰 위치 확인	GPS/Cell
			집단 위치 추적	Cell
	Safe&Security	폰안심서비스	안심귀가	GPS/Cell
			i-Kids	GPS/Cell
			GPS 긴급호출	GPS/Cell
	Information	114주변지역정보	주변 정보/여행	Cell
	Entertainment		위치팅/사주천하	Cell
	Navigation & Traffic	Nate Drive	길 안내 서비스	GPS
			긴급호출 서비스	GPS
			실시간 교통정보서비스	GPS
교통정보서비스		고속도로/국도/도시 교통정보	GPS/Cell	
		버스/전철/열차/항공 정보	GPS/Cell	
지도나라/위치카페	GPS/Cell			
KTF	Tracking	친구찾기	친구 위치 찾기	GPS/Cell
			친구 지킴이	GPS/Cell
			내 위치 조회/전송	GPS/Cell
	Safe&Security	-	-	-
	Information	주변정보서비스	알짜 주변정보	GPS/Cell
	Entertainment	게임	LBS 동네 맞고	GPS/Cell
	Navigation & Traffic	맞춤교통서비스	실시간 교통 정보	GPS/Cell
			빠른길 안내	GPS/Cell
			맞춤 교통 정보	GPS/Cell
		K-Ways	경로 탐색	GPS
교통 정보			GPS	
주변 검색	GPS			
긴급 도우미	GPS			
LGT	Tracking	친구찾기	친구찾기	GPS/Cell
			에인 안심 서비스	GPS/Cell
		위치추적(기업)	한눈에 서비스	GPS/Cell
	Safe&Security	-	-	-
	Information	지역정보	추천 프리미엄 위치정보	Cell
	Entertainment	위치짱/재미짱	약도배달 서비스	Cell
			약속방 서비스	Cell
			보물을 찾아라	Cell
	Navigation	Ez-Drive	실시간 교통정보	GPS
			경로 안내	GPS
안심운전 알리미			GPS	
소방 방재청	긴급구조서비스 경보발송서비스	위치추적	공공안전서비스	이통사 연동

각 이동통신사의 서비스를 비교, 분석하여 보면 SKT가 가장 다양한 서비스를 제공하고 있음을 알 수 있는데 5개의 대분류 아래에 19개의

서비스를 제공하고 있다. 하지만 각각의 이동통신사들은 추구하고 있는 LBS에 대한 전략 및 접근 방식이 다르므로 단순 비교하기에는 무리가 따른다. 예를 들어 SKT와 KTF가 주로 일반 소비자를 대상으로 하는 시장에 적극적인 반면 LGT는 B2B와 Mozen telematics 서비스에 집중하고 있다. 전반적으로 이동통신사는 다음 세대에 주 수익원으로 부상될 무선데이터 시장에서 LBS가 보다 중요한 위치를 차지하게 될 것이며 킬러 어플리케이션으로서 자리할 가능성이 높다는 것을 인지하고 있다. 또한 공공기관인 소방 방재청은 이동통신사로부터 위치정보를 제공받아 공공안전을 위한 긴급구조서비스 및 경보발송서비스를 시범적으로 제공하고 있으며 이는 미국의 E-911 서비스와 유사한 기능으로 볼 수 있다.

제4절 해외 LBS 동향

여기서는 위치기반 서비스의 개발 및 사업화 동향을 미국, 유럽과 일본 등 해외 선진국의 사례를 중심으로 LBS 동향을 살펴보도록 한다.

1. 미국

서비스 제도화를 추진하고 있는 미국의 FCC는 2005년 말까지 Enhanced-911 Act에서 모든 핸드폰이 67%이상 50m이내, 95%이상 150m의 정확도를 갖는 위치정보제공을 의무화하고 있다. 이러한 제도는 응급구조나 사용자가 요청한 서비스를 처리하기 위한 기반에서 시작되었으며 이를 바탕으로 차량에서 실시간 교통정보를 이용하는 등 일부 LBS 서비스는 상용단계에 접어들고 있다. 그러나 연방정부의 LBS 인프라 조성 노력에도 불구하고 위치기반서비스 제공의 핵심 사업자인 이동통신사들의 다소 미온적인 태도로 인해 다양한 위치기반서비스가 활성화되고 있지는 못하다. 다만 기술적인 측면에서 위치기반

서비스와 관련된 핵심 원천기술을 확보하려는 노력을 경주하고 있으며 기업간의 기술제공 및 합병 등을 통하여 원천기술의 확보 및 대형화를 추진하고 있다. 그 한 예로 최근 미국 최대 인터넷 서비스 회사인 AOL(America On-Line)은 위치기반의 생활정보 서비스를 위하여 온라인 지도 제공회사인 MapQuest를 11억 달러에 인수하였고, 켈컴은 무선 위치식별 기술의 선도적인 기업인 스냅트랙(SnapTrack)을 10억불에 인수하여 위치추적 솔루션을 확보하였다. 이러한 경향은 위치기반 서비스의 핵심기술을 확보한 미국의 대형 기업들이 이동통신망 및 서비스에 제공되는 원천 기술력을 이용하여 위치기반서비스의 세계시장을 선점하려는 전략과 일치한다.

2. 유럽

유럽지역, 특히 북유럽 지역 등에서는 제도적 기반 하에 자율적인 통신기반 확보를 추구하고 있는 미국과는 달리 심층적인 서비스 개발에 더 많은 비중을 두고 있다. 유럽에서는 이동통신 가입자를 위하여 위치파악 기능을 내장하는 것을 의무화하기 위한 규정을 마련하고, 위치기반서비스의 응용시스템 및 관련 기술에 대한 개발에 박차를 가하고 있다. 유럽의 경우는 전자상거래 등에 기반을 둔 위치기반서비스가 활발히 추진되고 있으며, 이러한 기반은 GSM 방식의 로밍 서비스 등에 근거를 두고 있으며 다양한 유럽국가들 간의 연계를 위하여 차대세 통신망에서의 로밍을 고려한 망설계 및 구성을 제시하고 있다. 이를 위하여 표준화 추진단계에서 위치기반서비스 모델도 함께 고려함으로써 유럽지역 내에서 위치기반서비스의 기틀을 다지고 있다.

유럽의 LBS는 위치정보를 활용해 현재 위치와 관련된 교통정보, 쇼핑정보, 식당정보 등의 생활 정보를 제공하는 서비스가 2000년경 이후로 가장 먼저 시작되었다. 또한 아이 찾거나 긴급 구조 서비스 등의 개인 안전과 관련된 서비스도 부분적으로 제공되고 있다. 유럽은 우리나라 일본과 같은 LBS 부문에 있어 선도국가와 같은 다양한 서비스

는 아직 이루어지고 있지 않지만 꾸준히 서비스의 업그레이드와 다양화가 진행 중이다. 물론 LBS의 이용율은 아직 낮지만 이러한 서비스 확산을 위한 각 사업자의 향후 향방이 구체화 될 경우 이를 통한 위치 기반서비스의 인식제고와 서비스 확산은 가능할 수도 있다.

3. 일본

일본의 위치기반 서비스는 미국이나 유럽과는 달리 상업적 목적에서 개발되고 있으며, KDDI나 NTT DoCoMo와 같은 이동통신사업자가 LBS 개발의 주도권을 갖는 경향이 나타난다. 주로 일반 개인고객을 대상으로 하는 Pull형 LBS 서비스를 제공하는 방향으로 발전하고 있으며, 이에 부응하기 위한 고정밀도의 위치측위 및 서비스 솔루션이 개발될 가능성이 높은 것으로 평가받고 있다. 일본은 위치기반서비스는 음성통화에 이어 두 번째로 큰 서비스 비중을 차지하고 있으며 음성통화가 더 이상 경쟁우위를 확보할 수 있는 상황이 아니라는 것을 감안한다면 일본에서는 위치기반서비스가 최고의 시장이라고 할 수 있다.

일본의 DoCoMo는 지난 1999년부터 컨소시움을 발족하여 일본 위치정보서비스의 통일 플랫폼인 DLP(DoCoMo Location Platform)를 이용한 DLP 서비스를 시작하고 있다. 여기서는 위치정보를 필요로 하는 ASP 사업자나 기업 등에게 GPS 위성으로 측위한 위치정보의 검색, 등록, 통지 등의 기능을 제공하는 한편, DLP 서비스 상에서 위치정보 서비스 어플리케이션 구축을 지원하는 기능을 제공한다. 폭넓은 기업과의 협력을 통하여 위치정보서비스를 위한 공통플랫폼을 구축하고 이를 이용하여 사용자의 편의성 제고, 신규시장 개척, 시장 활성화 등을 동시에 꾀한다는 것이 DoCoMo의 전략이다.

LBS를 위한 단말기도 휴대전화뿐만 아니라 PC, 팩스, 카네비게이션, 전용단말기, PDA 등으로 다양한 디바이스를 통해 위치정보서비스가 제공되고 있다. 서비스도 안전 목적의 서비스 뿐 아니라 게임 오락 등

다양한 서비스가 제공 및 개발되고 있다. 일본의 LBS는 일반 소비자용으로 다양한 서비스를 제공함과 더불어 근태관리, 물류관리 등을 위한 업무용으로 도입되는 사례도 증가하고 있어 서비스 면에서는 우리나라나 미국 유럽 등 경쟁국에 비해 이미 상당한 안정화 단계에 진입했다고 볼 수 있다.

제5절 지상과 LBS 소개

지상과 LBS 시스템은 기존의 GPS 방식 시스템과 Cell-ID 방식 시스템의 단점을 보완하여 신뢰도와 정확도를 높였기 때문에 새로운 개념의 이동체 보안 서비스 및 관제 분야 서비스 제공이 가능하다.

1. 구성도

시스템의 주요 구성 요소는 무선접속망, 단말기, 중앙통제센터, 고객시스템으로 구분되며, 시스템 구성도는 (그림 IV-1)과 같다.

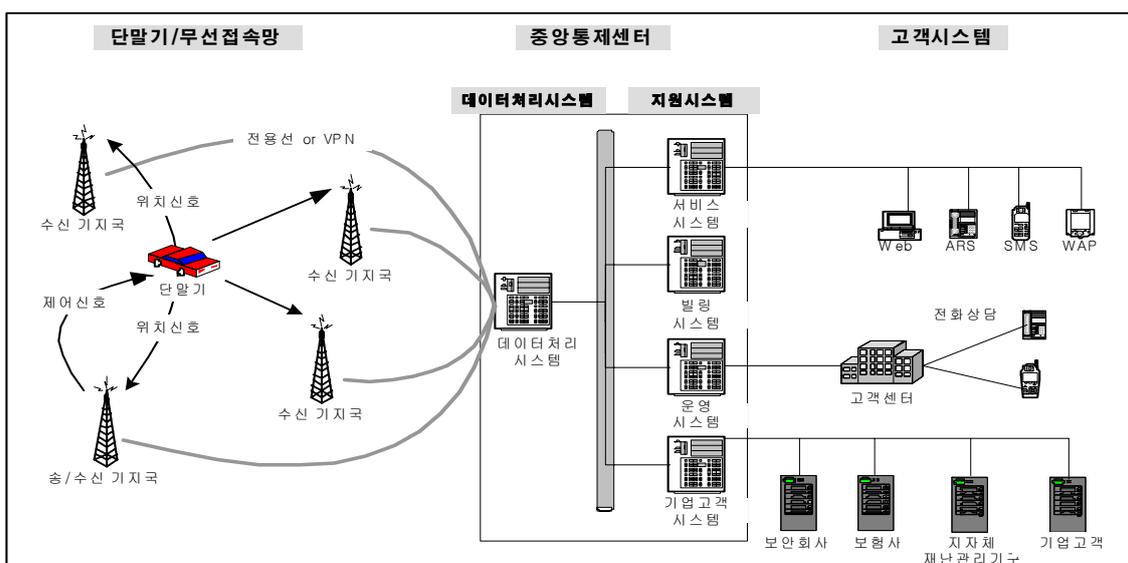


그림 IV-1. 시스템 구성도

(그림 IV-1)에서 보는 바와 같이 최종 송수신을 담당하는 단말기가 있으며 단말기는 차량 또는 개인, 자산 등에 부착이 된다. 무선접속망은 수신전용기지국과 송/수신겸용기지국으로 구분되며 수신기지국은 수신된 신호의 도착시간을 계산하고 송신기지국은 단말기에 제어 신호를 발사한다. 중앙통제센터는 기지국을 관리/제어하고 단말기의 위치/데이터/알람을 계산하는 데이터처리시스템과 고객에게 서비스를 담당하는 지원시스템으로 구성된다. 고객은 사전에 약정된 방법으로 원하는 단말기의 위치를 추적하고, 확인을 할 수 있다. 고객이 인터넷(Web), ARS, WAP, 전화통화를 통해 위치를 요청하면 중앙통제센터에서는 각 서비스시스템서버에서 이를 접수하고 위치추적 Scheduling을 실시한다. 제어 명령은 송신기지국을 통해 단말기에 명령을 전달한다.

고객이 위치추적 서비스를 이용하는 흐름은 (그림 IV-2)와 같다.

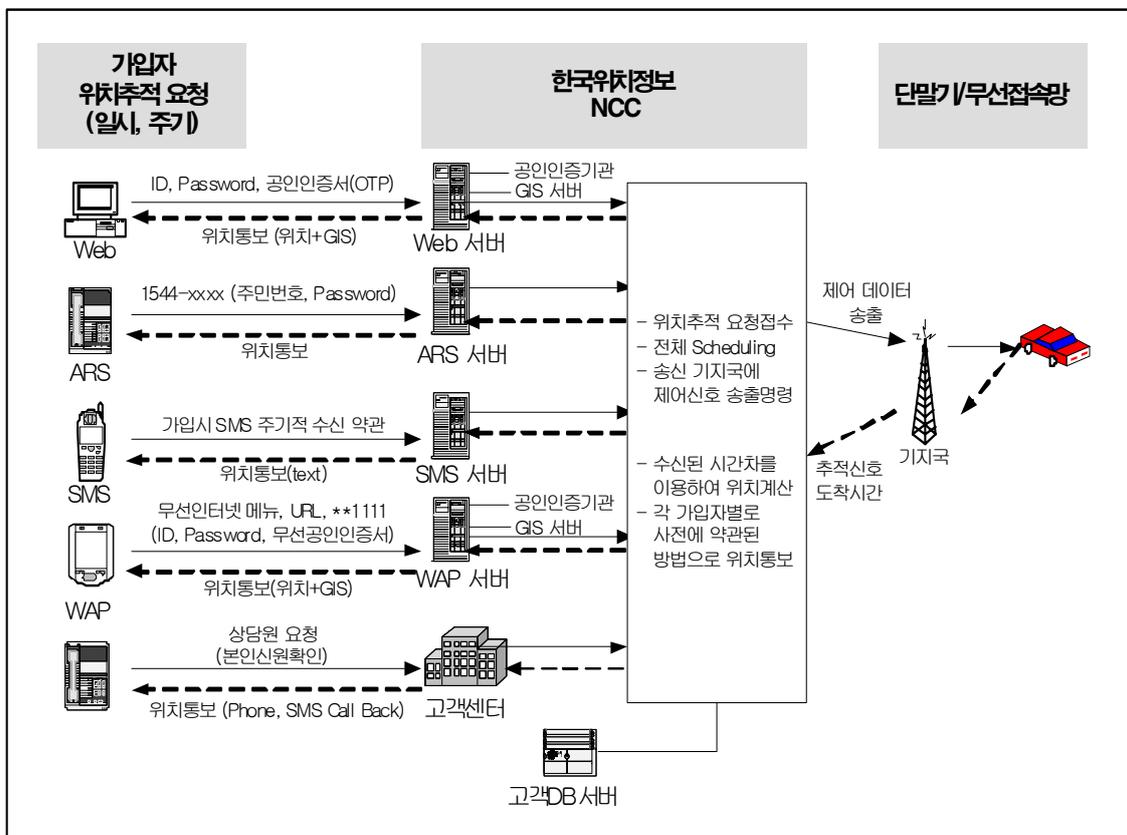


그림 IV-2. 위치추적 서비스 흐름도

2. 지상파 LBS 시스템의 특징

가. 기술적 특성

- (1) 위성이나 기존 이동통신망을 이용하지 않고 별도의 독자적인 위치추적 전용의 전국망을 구축하여 이동하는 물체의 위치를 추적
- (2) 위성기반 LBS 방식의 한계와 불완전성을 극복한 시스템으로 실내 및 도심 밀집지역에서 높은 정확도의 상시 측위 가능
- (3) 상/하향 비대칭 구조의 주파수를 이용하여 주파수 효율 극대화 (상향 3MHz 대역폭의 BPSK 변조, 하향 25kHz FSK 변조)
- (4) 단말기의 위치추적 및 데이터 Schedule 관리를 통한 주파수 충돌 방지 및 용량 극대화
- (5) 경제적인 망 구축을 통한 저렴하고 안정적인 최적의 위치추적 전용 서비스 제공

나. 서비스 대상의 차이

- (1) 위치추적에 적합하게 시스템을 최소화하고 Scheduling 등의 기법 사용
- (2) 기존 LBS 서비스는 단말기 보유자를 위한 서비스가 주력인 반면에 지상파 LBS는 단말기 피보유자를 위한 가치창출에 적합한 시스템
- (3) 위치추적과 동시에 센터에서 위치를 파악하여 고객에게 즉시 통보가 가능하여 관제업무에 적합

다. 제외국 운영 사례

- (1) 이스라엘 : 18만 가입자, 차량 위치추적 분야 시장점유율 70% 차지
- (2) 브라질(4만), 아르헨티나(4만)에서는 상용서비스 1년만에 BEP 도달
- (3) 중국 : 2006년 상하이지역 서비스 예정

3. LBS 기지국 및 이동국 내부 구성

가. LBS 기지국의 구성

(1) LBS 기지국의 형태 및 종류

LBS 기지국은 (그림 IV-3)과 같이 19인치 표준랙에 설치되며 기능에 따라 수신전용기지국, 송/수신겸용기지국, CTU(Calibration Transmitter Unit) 기지국으로 분류되는데 LBS 기지국 형태에 따른 구성 및 기능은 [표 IV-7]과 같다. LBS 기지국은 NCC (Network Control Center, 중앙통제센터)와 전용회선으로 연결되어 이동국과의 직접적인 통신을 담당한다.

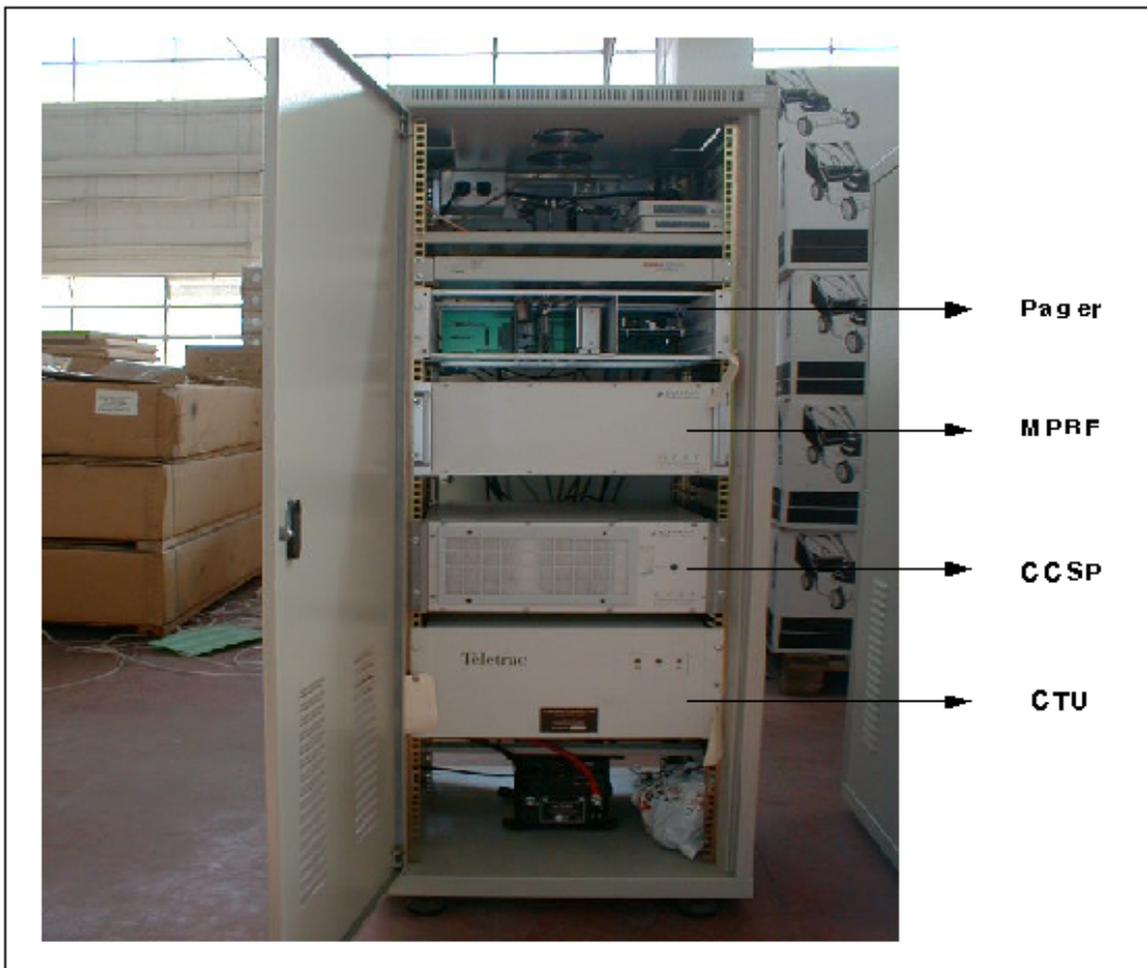


그림 IV-3. 기지국 실장도

표 IV-7. LBS 기지국 형태에 따른 구성 및 기능

구분	구성	기능
수신전용기지국	MPRF, CCSP	이동국이 송신한 신호를 수신하여 도착 시간을 계산하고 데이터를 처리
송/수신겸용기지국	MPRF, CCSP, Pager	수신전용기지국의 기능에 단말기 제어 신호를 송출하는 기능 추가됨
CTU기지국	MPRF, CCSP, Pager, CTU	송/수신겸용기지국의 기능에 인접 기지국 및 이동국에 보정신호를 송출하는 기능이 추가됨

(2) LBS 기지국의 내부 구성

LBS 기지국의 내부 구조도 및 블록 다이어그램은 (그림 IV-4)와 같으며 내부 구성 요소는 [표 IV-8]과 같다.

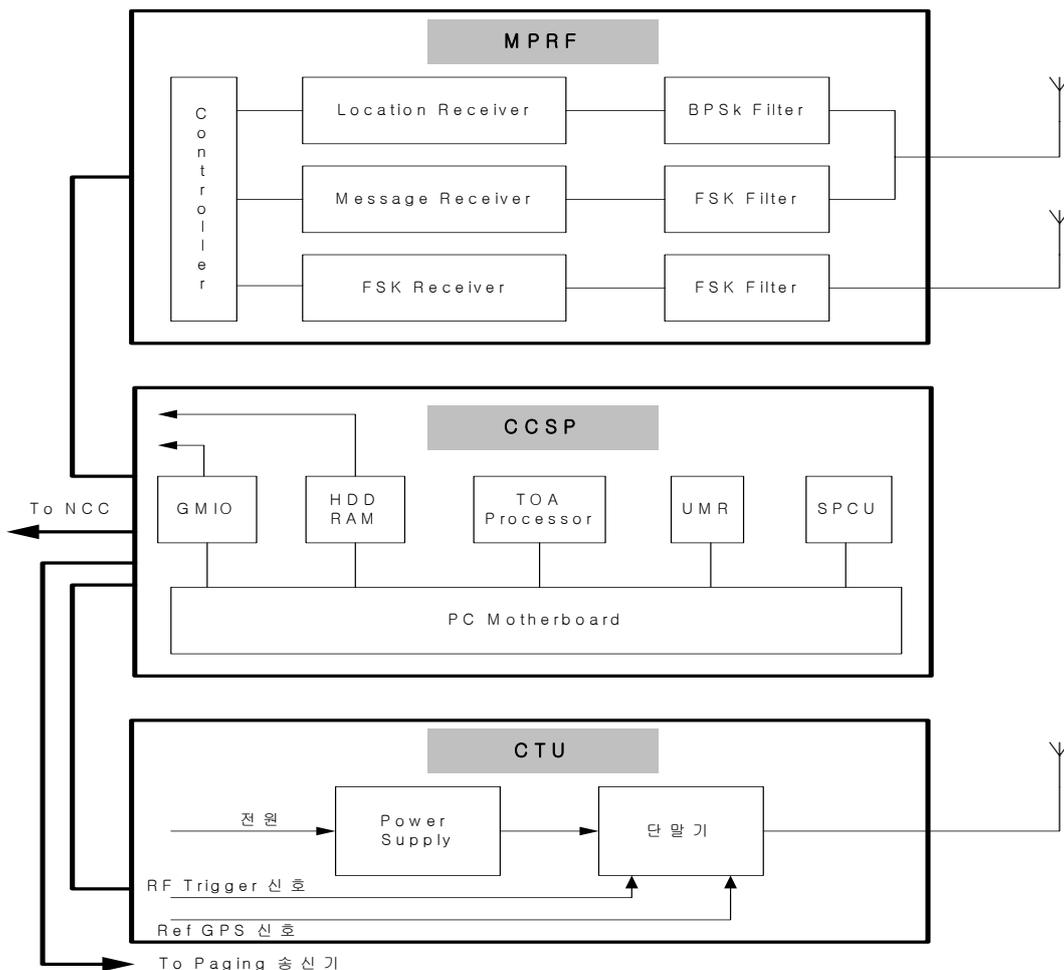


그림 IV-4. 내부 구조도 및 블록 다이어그램

표 IV-8. LBS 기지국 내부 구성 요소

구성요소	명칭	기능
MPRF	Modular Programmable RF unit	기지국의 RF를 처리하는 부분이며, 단말기로부터의 BPSK 변조 고주파신호와 Paging송신소로부터 FSK 변조고주파신호를 수신하여 기저대역(base-band) 신호로 변환하는 기능 수행
CCSP	Control, Communication and Signal Processor	기지국의 디지털 신호처리를 담당하는 부분이며, 기저대역 신호를 처리하고 단말기 위치추적신호의 기지국 도착시간인 TOA(Time of Arrival)를 추출하고, 데이터 메시지를 추출하여 중앙통제센터(Network Control Center)로 보내준다
CTU	Calibration Transmitter Unit	기지국을 원격으로 시험하거나 calibration 하는데 사용

나. 단말기

지상파LBS 단말기는 페이지 신호를 수신하는 기능과 위치추적 신호 및 데이터 그리고 알람신호를 송신하는 기능을 수행한다.

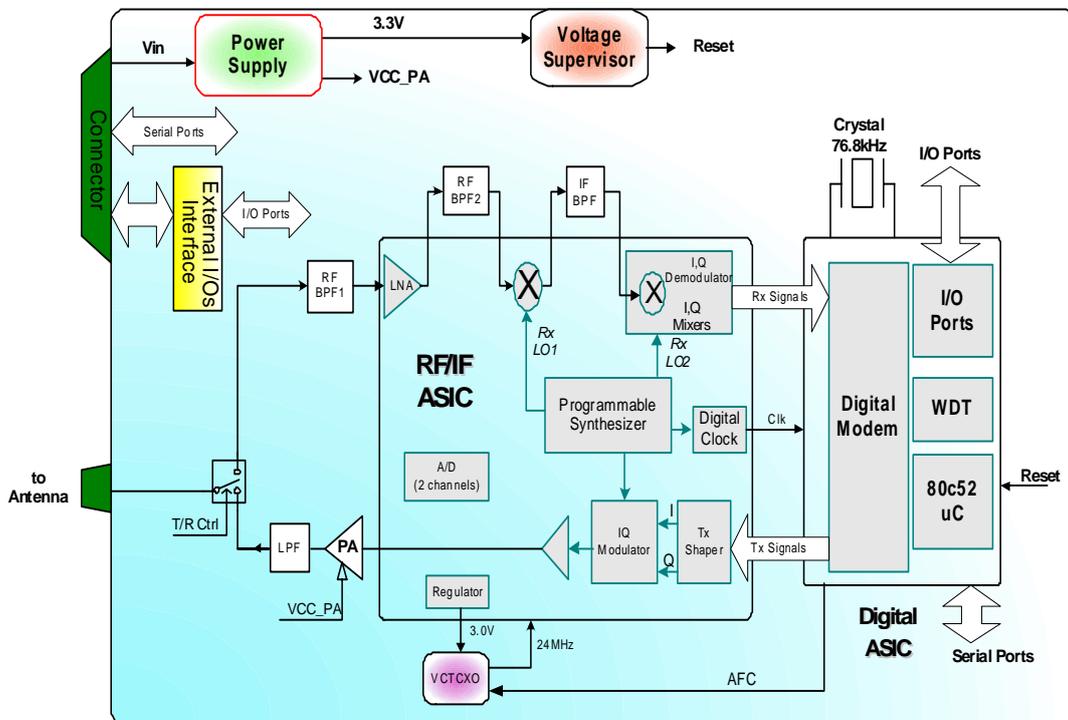


그림 IV-5. 단말기 내부 구성도

제6절 표준화 동향

1. 해외 표준화 동향

위치기반서비스의 표준화는 주로 관련 응용서비스를 제공하기 위한 위치정보 획득, 위치 정보 처리, 위치정보 제공 등의 일련의 기능을 수행하는 게이트웨이 및 컴포넌트들에 대한 표준안이 제안되고 발표되고 있다.

위치기반 시스템에서는 다양한 위치측위 기술을 활용하는 응용시스템을 구성할 수 있는 체계이면서, 위치값을 서비스에 연계하여 제공할 수 있는 연계기능, 무선단말 및 위치측위 기술에 독립적으로 운영될 수 있는 시스템 체계 제공, 단일 인터페이스로 여러 응용서비스에서 위치정보의 사용이 가능하게 할 수 있는 도구가 개발되어야 한다. 이런 목적으로 다양한 시스템 모델이 여러 기관에 의하여 제안되고 있고, 여기서는 3GPP/3GPP2, OMA, OGC의 OpenLS, ISO/TC211 등의 표준목록을 소개한다.

이와 같은 외국의 기술모델들의 특징을 요약하면,

첫째로 무선망과의 인터페이스 기능을 들 수 있다. 특히 위치정보를 측위하는 기술과 플랫폼간의 인터페이스와 무선망 IP 플랫폼과의 인터페이스 기능이 제공되어야 한다. 측위는 방법에 따라 인터페이스를 달리할 수 있는데 현재의 경우 Cell-ID기반의 측위 시스템에서는 HLR과의 연동 기능을 제공하고, 3세대 통신망인 UMTS에서는 GMLC와의 인터페이스 기능을 그리고 CDMA 방식에서는 MPC와의 인터페이스 기능을 제공하도록 되어있다.

둘째로 다양한 응용프로그램을 지원하는 기능을 제공하여야 한다. 즉, 다양한 위치기반 응용프로그램들이 서비스 될 수 있는 통합된 인터페이스를 제공해야 한다. 일반적으로 통합된 인터페이스는 API 형태로 제공된다. 응용프로그램은 통신망사업자의 무선포탈서비스와 일반 무선포탈서비스, 그리고 무선 ASP 형태 등 3가지로 분류할 수 있다.

다음은 위치기반서비스를 위한 콘텐츠 관리 및 위치정보 연계 기능이 제공되어야 한다. 위치기반서비스를 위하여 지도, 옐로우페이지, 경로 데이터, 지명데이터 등 기본적으로 필요한 콘텐츠와 그 외의 부가적인 콘텐츠가 필요하다. 위치기반서비스 플랫폼은 이들 콘텐츠를 관리하고 위치정보와 콘텐츠를 통합 연계하는 기능을 가지고 있어야 한다. 또한 위치기반서비스를 유무선 인터넷 및 다양한 무선 단말기에서 서비스를 받을 수 있도록 콘텐츠를 변환 제공하는 기능도 필요하다. 그밖에 응용 프로그램들이 서비스 제공에 필요한 유무선 게이트웨이 인터페이스 구축, 위치측위 방식에 독립적인 형태의 플랫폼의 구성, 대용량의 위치정보 처리 기술, 과금과의 연계기술 등이 요구된다.

가. 3GPP/3GPP2

GSM 2세대 이동통신 시스템과 GSM/GPRS를 기반으로 진보된 액세스망을 추가하여 구성한 3세대 이동통신망 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)에 대하여 아래와 같이 위치정보 제공을 위한 통신망 참조 모델과 프로토콜 표준 규격 표준을 제정하여 발표하고 있다.

- S.R0019 : Location-Based Services System
- N.S0030 : Enhanced Wireless 911 Phase 2
- C.P0022-A : Position determination service standard for dual-mode spread spectrum system
- S.R0066-0 : IP-based Location Service

나. OMA (Open Mobile Alliance)

2002년 6월에 출범하여 모바일 기술표준을 개발하는 WAP 포럼을 비롯하여 LIF(Location Interoperability Forum), SyncML, MMS-IOP (MMS Interoperability Group), MGIF(Mobile Games Interoperability Forum), MWIF(Mobile Wireless Internet Group) 및 Wireless Village Initiative 등과 통합되면서 활동영역을 넓혀가고 있다. 현재 OMA의 Location WG에서 추진된 표준화는 아래와 같다.

- MLP Ver 3.1 : Mobile Location Protocol Ver 3.1
- SURL RD : Secure User Plane Location Requirements Ver 1.0
- PCP RD : Private Checking Protocol Requirements Ver 1.0

다. OGC (Open GIS Consortium)

OGC는 2001년 10월 국제적인 산업체 컨소시엄으로 약 260개 회사, 정부, 기관, 대학이 참여하고 있으며 지리공간데이터의 상호 운용성을 위한 표준화 개발을 위하여 구성되었다. 위치기반서비스의 개념적 모델을 제시하고, 세부 서비스의 기능 및 인터페이스를 정의하기 위하여 아래와 같은 기술규격사항을 발표하였다.

- XML for Location Services (XLS) : The OpenLS Platform
- OpenLS Gateway Service Specification
- OpenLS Location Utility Services
- OpenLS Directory Service Specification
- OpenLS Presentation Service Specification
- OpenLS Route Determination Service Specification

라. ISO/TC211

지리공간정보와 관련된 기술 규격을 제정하는 기구로서 주로 아래와 같은 ITS 관련 표준을 발표하였다.

- WI 19132 Geographic Information Location based services possible standards
- WI 19133 Geographic Information Location based services tracking and navigation
- WI 19132 Geographic Information Location based services for multi-model routing and navigation

2. 국내 표준화 동향

국내 LBS관련 표준화 활동은 2001년부터 한국무선인터넷표준화포럼의 LBS WG에서 시작하여 2002년 분과위원회로 구성, 2003년 LBS표준화포럼으로 독립되었으며 4개 WG(무선측위기술, 공통기반기술, LBS 플랫폼, 단말 및 응용서비스)과 1개 SIG(긴급구조)로 운영되어 오다가 2005년부터 공통기반WG과 단말 및 응용서비스WG이 응용서비스WG으로 통합되어 현재 3개WG과 1개SIG로 구성되어 운영된다. LBS표준화포럼은 이동통신망 사업자, 측위기술 보유업체, LBS 관련 솔루션 및 콘텐츠 업체와 학계, 연구계 전문가들이 참여하고 있다. 여기서 만들어진 표준안은 LBS프로젝트그룹에서 표준안 심의 과정을 거치게 되고 심의를 마친 표준안은 TTA 전파방송위원회를 거쳐 TTA표준으로 고시되게 된다. LBS표준화 포럼의 사무국은 한국정보통신산업협회의 LBS산업협의회에서 주관하고 있으며, LBS산업협의회에서는 표준화 이외에 LBS산업 활성화를 위한 정책제도, 서비스, 기술개발 분과 등을 운영하고 있다.

국내 LBS 표준은 아래와 같다.

- LBS플랫폼 Stage1 요구사항
- LBS플랫폼 Stage2 인터페이스

- LBS기능 인터페이스 Stage1 범위 및 요구조건
- LBS기능 인터페이스 Stage2
- 무선측위기술 Stage1 요구기능
- 무선측위기술 성능 평가방안
- 휴대단말용 지도서비스 요구기능 Stage1
- 휴대단말용 지도서비스 기술규격 Stage2 인터페이스
- 지오코더 서비스 기술규격 기능요구조건/인터페이스 (Stage1,2)
- 무선긴급서비스 Stage1 요구기능

3. 지상파 LBS 해외 기준 사례

가. 주파수 및 출력

지상파LBS 해외 주파수 및 출력을 검토하여 보면 이동국 송신 주파수는 800~900MHz를 사용하고, 기지국 송신 주파수는 해당 국가별 페이징 주파수 대역을 사용하고 있다. 출력은 기지국 150W, 이동국 5~30W로 사용하고 있으며 불요발사 기준은 FCC Part 90.210 "PRIVATE LAND MOBILE RADIO SERVICES"의 Spectrum mask를 적용하고 있다.

FCC Part 90.210의 원문은 아래와 같다.

Emission Mask K - Wideband multilateration transmitters For transmitters authorized under subpart M to provide forward or reverse links in a multilateration system in the subbands 904-909.75MHz, 921.75-927.25MHz and 919.75-921.75MHz, and which transmit an emission occupying more than 50kHz bandwidth: in any 100kHz band, the center frequency of which is removed from the center of authorized sub-band(s) by more than 50 percent of the authorized bandwidth, the power of emissions shall be

attenuated below the transmitter output power, as specified by the following equation, but in no case less than 31dB:

$$A=16+0.4(D-50)+10\log B \text{ (attenuation greater than 66dB is not required)}$$

A = attenuation(in decibels) below the maximum permitted output power level

D = displacement of the center frequency of the measurement bandwidth from the center frequency of the authorized sub-band, expressed as a percentage of the authorized bandwidth B

B = authorized bandwidth in megahertz

한편 현재 국내 도입 예정인 시스템과 동일한 방식의 LBS를 사용하고 있는 제외국의 해당 주파수 및 출력을 살펴보면 [표 IV-9]와 같다.

표 IV-9. 타 국가의 주파수 및 출력

국가	이동국 송신			기지국 송신		
	주파수	OBW	Power	주파수	OBW	Power
이스라엘	964MHz	4 ~ 4.5MHz	5W	471MHz 대역	16kHz	최대 150W
미국	904~910MHz	4 ~ 4.5MHz	5W (최대 30W)	920MHz 대역	16kHz	최대 150W
브라질	908MHz	4 ~ 4.5MHz	3W	920MHz 대역	16kHz	최대 150W
아르헨티나	908MHz	4 ~ 4.5MHz	5W	931MHz 대역	16kHz	최대 150W
중국	830MHz대	3MHz	5W	280MHz 대역	16kHz	최대 150W

나. 측위 신뢰도 및 정확도

(1) 해외 요구조건

미연방통신위원회(FCC)는 비상전화 911을 호출한 사람의 응급구조를 위해 무선통신과 공중안전법(Wireless Communication and Public Safety Act of 1999)의 E911 요구조건에 관한 규칙을 시행하고 있으며 위치정보의 수집 및 활용에 관한 법률(Location Privacy Protection Act of 2001)과 함께 시행되고 있다.

표 IV-10. E911 위치추적 요구 정확도 및 신뢰도

구 분	네트워크 방식	핸드셋 방식
67% 신뢰도	100m	50m
95% 신뢰도	300m	150m

한편 유럽연합(EU, European Union)에서도 미국의 경우처럼 ECS (Emergency Call Service, E112)를 위한 규격 제정이 진행되고 있으며, 각 지역특성별 상황에 맞추어 제정이 진행되고 있다.

표 IV-11. ECS 위치추적 요구 정확도 및 신뢰도

구 분	Urban	Suburban	Rural	Highway
Caller provide general information	25~150m	50~500m	100~500m	100~500m
Caller cannot provide information	10~150m	10~500m	10~500m	10~500m

(2) 국내 요구조건

LBS산업협의회 무선측위WG에서 제안하여 TTA 표준으로 채택된 무선측위기술 Stage1 문서에 의하면 50m~3km로 위치추적 요구 정확도를 제안하고 있다. 이는 GPS에 의한 추적이 가능하면 50m 이내의 정확도가 구현되나 건물 실내 등 GPS로 추적이

불가능한 경우 Cell-ID로 작동하면서 발생하는 오차를 고려하여 3km까지로 제안된 것으로 보인다.

표 IV-12. 국내 시험기관의 측정자료

업체명	기반기술	신뢰도	비고
True Position	Network base	- 67%: 47.1m, 95%: 112.2m	시험결과 공식발표
삼성전자	Network base	- (실내) 67% : 100m, 95%: 428m - (실외) 67% : 31m, 95%: 142m	KAIT 기업설명회 (2003.4.9)
Nexpilot	Network base	- 37.5m ~ 100	홈페이지 게재
포인트 아이	Network base	- Cell ID: 150m ~ 30km - Time Advance: 1km - TOA: 125m	LBS 산업협의회 창립기념 세미나 발표자료 (2003.1.28)
포인트 아이	Handset Base	- GPS: 2m ~ 100m - E-OTD: 75m ~ 100m	
KTF		- GPS 기반: 10m ~ 50m - 셀방식: 도심 1km ~ 2km, 외곽 4km 이상	
에스원		- 실외 : 14m ~ 33m - 실내 : 100m ~ 800m (참가 0 ~ 6m)	

(3) 지상파 LBS 시스템 정확도

위치추적의 신뢰도 및 정확도 검증을 위해 원천기술을 가지고 있는 이스라엘의 TW(Telematics-Wireless)사와 운영사인 Ituran사 그리고 한국위치정보(주)의 전신인 비전플랜트(주)사가 공동으로 이스라엘 텔아비브에서 여러가지 전파환경에서 시험을 실시하였다. 시험환경은 [표 IV-13]과 같다.

표 IV-13. 시험환경

장소	참가사	시험기간	시험환경	측정 Sample 수량
Israel Telaviv	Ituran TW Visionplant	2004.7.26~28	- Open field - Sub-urban - Dense urban - Urban canyon - In B/D + under ground	- 측정지점 수 : 29지점 - 측정 샘플수량: 1,405 (지점당 평균 50 sample)

※ 실내의 정확한 위치를 파악하기 위하여 옥상에서 D-GPS 측정을 실시

[표 IV-13]과 같이 측정하여 얻은 결과는 [표 IV-14]와 같으며, 대체로 Open field에서는 GPS와 비슷한 20m 이내의 결과가 나왔다. GPS가 제공하기 어렵거나 불가능한 도심밀집지역 및 건물내부에서 50m 이내의 정확도가 측정되었고, 건물환경이 불량한 지역에서는 90m까지의 오차를 보이고 있다.

표 IV-14. 지상과 LBS의 위치추적 정확도 및 신뢰도

장소	30m 반경	50m 반경	100m 반경
Open field	100%	100%	100%
Sub-urban	55%	86%	97%
Dense urban	55%	86%	97%
Urban canyon	30%	60%	99%
In B/D + Under ground	48%	73%	91%
Total	41%	64%	85%

제4장 LBS 기술기준 분석

LBS 무선설비의 기술기준 항목별 기준은 국내 최초로 적용되는 시스템임을 감안하여 LBS 시스템으로서 요구되는 정확도 등의 기준을 고려하였고 지상파LBS의 해외 기준과 국내 무선설비규칙에서 정하고 있는 항목을 고려하여 분석하였다.

제1절 공통조건

1. 통신방식 : 단신 또는 복신방식일 것

지상파 LBS 통신은 무선데이터와 마찬가지로 기지국에서 제어명령을 송신하면 즉시 단말기에서 응답하는 복신방식을 주로 사용하고 있다. 그리고 긴급한 상황이나 전달할 메시지가 있는 경우 다수의 이용자를 대상으로 한 방송메시지나 긴급경보호출 등의 단신방식의 서비스 제공도 가능하다.

2. 전파형식 : F1D, G1D, F2D, G2D, F7W, G7W

무선설비에서 발사되는 전파의 형식은 전파법시행령 별표1 "전파형식의 표시"에서 전파발사는 필요주파수대폭과 그 등급에 따라 지정하도록 하고 있다.

지상파LBS시스템에서 사용하는 변조방식은 기지국의 경우 POCSAG 무선호출 프로토콜을 사용하므로 주파수변조방식을 사용하고 이동국의 경우 위치추적신호 도착시간을 계산하기 위하여 PN-Code 확산방식의 위상변조방식을 사용하므로 첫번째 기호는 F, G를 사용한다.

위치추적이나 데이터 송신시 변조용 부반송파를 사용하나 전파측정이나 시험용으로 사용시 변조용 부반송파를 사용하지 않거나 변조용 부반송파를 2개 이상 사용하는 경우도 있으므로 두번째 기호는 1, 2, 7을 사용한다.

기지국의 제어신호와 이동국의 위치추적신호, 데이터, 알람신호의 경우 데이터전송으로 볼 수 있으며, 향후 정보발송 및 응용서비스에서 동영상을 이용할 수 있으므로 세번째 기호는 D, W를 사용한다.

제2절 기지국 송신설비의 조건

1. 공중선 전력 : 100W 이하

현행 무선평출의 기술기준은 150W 이하로 규정되어 있으나, 고출력 송신으로 인한 인접 무선설비와의 혼신 가능성을 고려하여 필요한 범위 내에서 최소한의 전력 설정이 필요하다. 일반적으로 1GHz이내에서 전파예측 모델로 널리 사용되고 있는 Okumura-HATA 모델을 이용하여 계산해보면 아래와 같이 표시되며 "L(도시)=125.98-a(HR)+35.22LOG(D)"라는 공식으로 정리된다.

Okumura-Hata Model 공식

$$L(\text{도시})=69.55+26.16\text{LOG}(F)-13.82\text{LOG}(\text{HB})-a(\text{HR})+<44.9-6.55\text{LOG}(\text{HB})>\text{LOG}(D)$$

$$\text{Small} \sim \text{medium City} : a(\text{HR})=(1.1\text{LOG}(F)-0.7)\text{HR}-(1.56\text{LOG}(F)-0.8) \text{ [dB]}$$

$$\text{Large City} : a(\text{HR}) = 8.29(\text{LOG}(1.54\text{HR}))^2-1.1 \text{ [dB] } @ F \leq 300\text{MHz}$$

$$a(\text{HR}) = 3.2(\text{LOG}(11.75\text{HR}))^2-4.97 \text{ [dB] } @ F \geq 300\text{MHz}$$

(L : Path Loss [dB] , F : 주파수324[MHz] , HB : 송신소높이 150[m],
HR : 수신소 높이 1.5[m], D : 송신소와 수신소 거리 [Km])

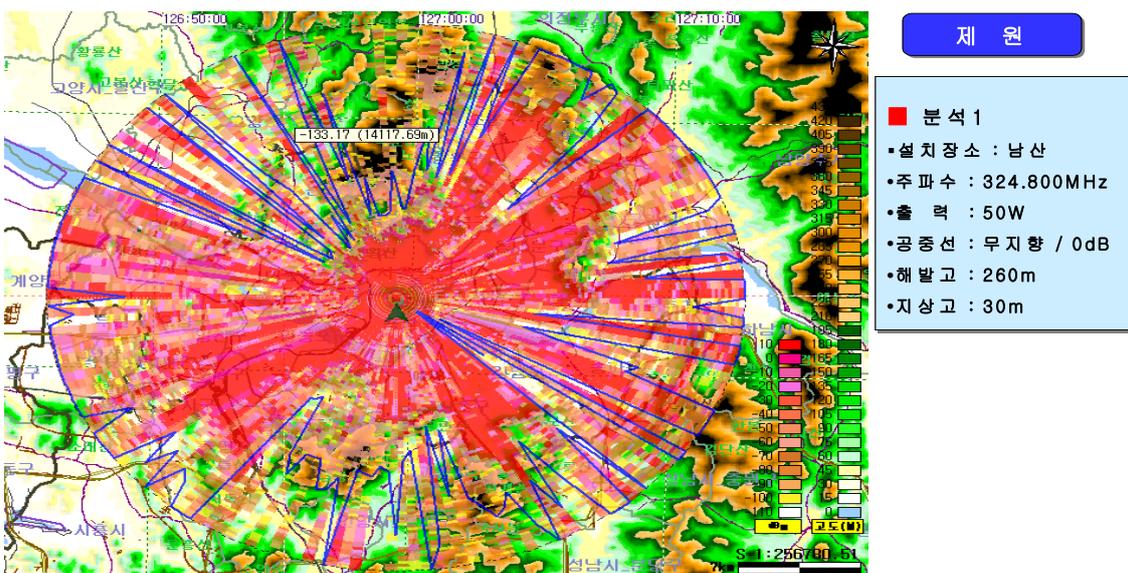
단말기 수신감도를 -116dBm에 건물투과손실 30dB를 고려하여 -86dBm으로 설정하고, Okumura-Hata 공식으로 계산을 하여보면 다음 표와 같다.

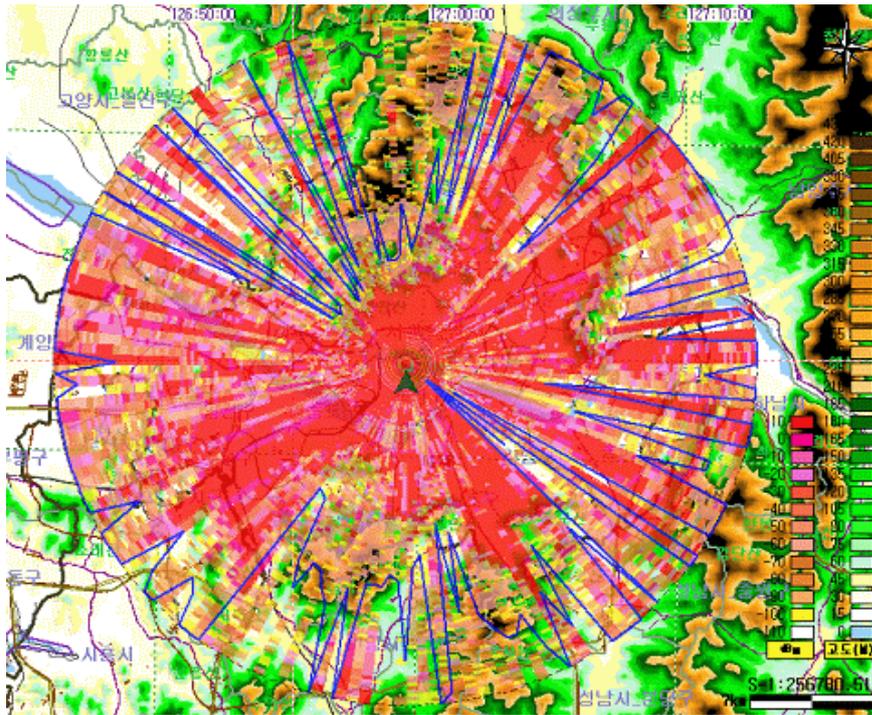
표 IV-15. 계산결과

구분	50W	100W	150W	비고
기지국당 반경	8.09km	10.15km	11.58km	계산결과
기지국당 면적	205.95km ²	323.75km ²	421.82km ²	Pi X 반경 ²
전국필요 기지국 수	635	404	310	전국 10만km ² 기준 전국면적/(2.4 X 반경 ²)
비율	205%	130%		150W 기준

또한 서울체신청 전파예측시스템에 의해 컴퓨터시뮬레이션을 수행한 결과 출력별 커버리지는 일부 지역에서 출력이 크면 개선이 되는 것을 확인 할 수 있으나 전체적으로는 큰 차이를 보이지 않고 있다. 출력별 시뮬레이션 파라미터와 그림은 아래와 같다.

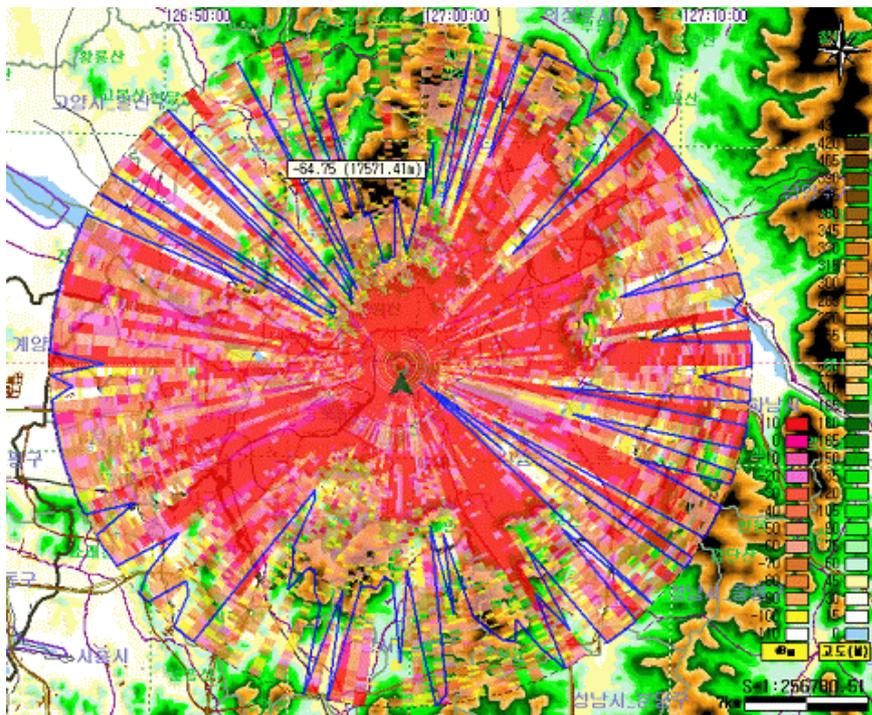
- 전파발사장소 및 해발고 : 서울 남산, 260m
- 출력 : 50W, 100W, 150W 3단계
- 수신레벨 : -110dBm
- 전파모델 : Japan-NTT





제 원

- 분석2
- 설치장소 : 남산
- 주파수 : 324.800MHz
- 출 력 : 100W
- 공중선 : 무지향 / 0dB
- 해발고 : 260m
- 지상고 : 30m



제 원

- 분석3
- 설치장소 : 남산
- 주파수 : 324.800MHz
- 출 력 : 150W
- 공중선 : 무지향 / 0dB
- 해발고 : 260m
- 지상고 : 30m

그림 IV-6. 전파예측 시뮬레이션 결과

상기 계산 결과와 같이 출력이 높아질수록 커버리지가 넓어지는 것은 사실이나, 검증은 하기는 어려우며, 실제 운영시에는 커버리지 증대

효과 보다는 서비스 커버리지 내에서 발생할 수 있는 소규모 음영지역의 최소화에 효과가 있다. 기지국 수량 측면에서는 50W는 150W에 비해 2배 이상의 기지국이 필요하여 경제성이 매우 떨어지므로 100W 출력이 적정하다.

2. 주파수 허용편차 : $\pm 1 \times 10^{-6}$ 이내

우리나라에서는 주파수 허용편차를 무선설비규칙 별표1에서 규정하고 있고 해당 주파수 대역에서는 $7\text{ppm}(7 \times 10^{-6})$ 이내로 규정하고 있다. 그러나 유사한 서비스인 무선호출에서는 1ppm을 적용하고 있고 무선 데이터에서도 1ppm을 적용하고 있으므로 기술의 발전과 해당 제조업체의 의견을 반영하여 1ppm이 적정하다. 분배하는 주파수가 324.5MHz 일 경우 1ppm을 적용하면 약 324Hz의 허용치를 얻을 수 있다.

3. 점유주파수대폭 허용치 : 16kHz 이하

무선설비에 대한 점유주파수대폭은 무선설비규칙 별표2에서 정하고 있으나 LBS에 대한 기준은 없기 때문에 필요한 적절한 대역폭을 예측하고 국내 유사 기술기준을 검토하였다. FSK방식의 점유주파수대폭은 주파수편이에 입력신호주파수를 합한 값에 2배의 대역이 필요하며, 최대 주파수편이는 5.0kHz이고 입력신호주파수는 300Hz~2,400Hz이므로 최대 점유주파수대폭은 15kHz이다. 1%의 운용오차를 감안하여 16kHz로 설정하였고, 유사 서비스인 국내 무선호출의 규격도 16kHz이다.

4. 스푸리어스

가. 공중선 전력이 25W를 초과하는 경우 : 1mW이하이고 기본 주파수의 평균전력보다 70dB 낮은 값

나. 공중선 전력이 25W 이하일 경우 : 2.5 μ W 이하

ITU-R SM 329의 카테고리 A에서 ITU 회원국은 이 기준을 따르게 권고하고 있으며 국내에서도 무선설비규칙 별표3에 스푸리어스영역 불요 발사의 허용치에 대하여 "43+10Log(Py) 또는 70dBc중 덜 엄격한 값"으로 정의되어 있다. 이 규정에 의하면 100W를 기준으로 $43+10\log(Py)=63\text{dBc}$ 이므로 $43+10\text{Log}(Py)$ 가 적용되어야 하나, 고출력 송신으로 인한 간섭을 억제하고자 보다 강한 70dBc를 적용한다.

제3절 이동국 송신설비의 조건

1. 공중선 전력 : 2W 이하

이동국의 공중선 전력은 무선설비규칙에서 정해지지 않고 무선설비 별 세부 기술기준에서 정하고 있다. 지상파LBS 해외 사례를 보면 이동국의 출력은 5W~30W로 매우 고출력으로 서비스 하고 있다. 고출력인 이유는 대부분 차량용 서비스를 위주로 하므로 배터리에 대한 부담이 개인 휴대용에 비해 적어서 고출력 송신이 가능하다. 그러나 국내에서는 개인용과 차량용이 혼합한 서비스를 계획하고 있다.

전파탐지시스템의 특성상 아주 짧은 시간(0.013s 이하)에 고출력 송신이 요구되나, 휴대가 가능한 배터리 용량 및 크기를 고려할 때 배터리 용량은 700mAH가 적당하며 사용자의 충전주기(4일 이상 대기)를 감안하면 이동국의 출력은 2W가 적당하다.(평균 소모전류 6mA)

2. 점유주파수대폭의 허용치 : 2.6MHz 이하

지상파LBS의 이동국 신호파형은 (그림 IV-7)과 같다. 위치추적신호

의 경우 PN-Code를 이용하여 시간 계산을 하므로 3MHz의 넓은 대역이 필요하다.

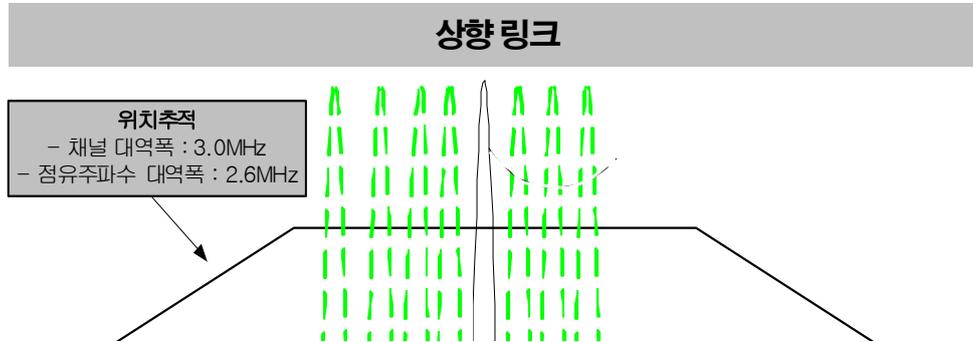


그림 IV-7. 지상파LBS 이동국 신호파형

TDOA(Time Difference of Arrival) 기술을 이용하여 위치를 계산하게 되는 경우 점유주파수대폭은 정확도에 직접적으로 영향을 미치게 된다.

LBS 전용망의 위치추적 정확도는 기존 LBS 정확도 이상이 요구되며 WCDMA에서 TDOA 구현시 이론상 4.88m(실제는 100m)인 점을 고려하면 10배 이상의 이론상 0.4m(실제20m이내) 정확도가 요구된다. 이러한 정확도를 구현하기 위하여 다음과 같은 계산 과정을 거쳐서 chip rate를 산정한다.

- 1/512 chip res 적용 (System limit)
- Chip 주기 = $512\text{chip} \times 0.4\text{m} / (3 \times 10^8\text{m/s}) = 6.8 \times 10^{-7}\text{s}$
- Chip rate = $1 / 6.8 \times 10^{-7}\text{s} = 1.5\text{Mcps}$

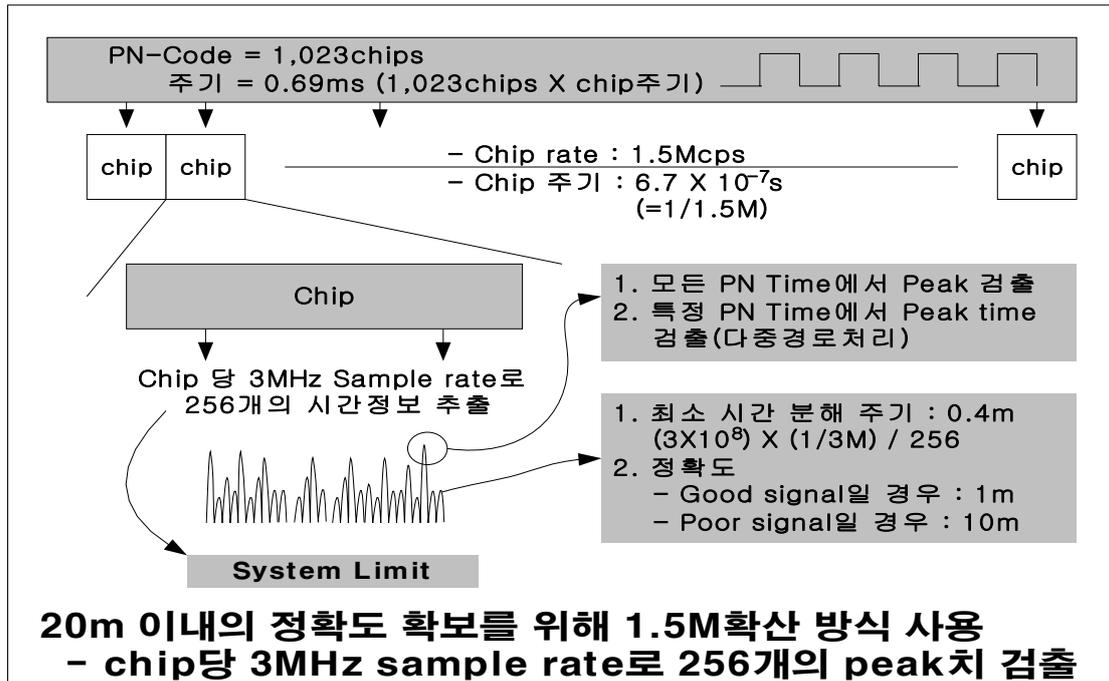


그림 IV-8. Chip rate의 개념

1.5M chip rate의 경우 BPSK 변조시 필요한 대역폭은 3MHz(Null to null main lobe BW= 2 x code clock)이며 대역폭을 조정하면서 정확도 측정을 실시하였으며 결과는 [표 IV-16]과 같다. 필터링 후 품질 유지 가능한 점유주파수대역폭은 2.6MHz로 측정되었다.

표 IV-16. 점유주파수대폭 변경에 따른 정확도 측정결과

점유주파수대폭	4.37 MHz (이스라엘 운용)	2.6 MHz	2.4 MHz	2.1 MHz
정확도	60m	60m	65m	80m

3. 주파수의 허용편차 : $\pm 2.5 \times 10^{-6}$ 이내

우리나라에서는 주파수 허용편차를 무선설비규칙 별표1에서 규정하고 있고 해당 주파수 대역에서는 $7\text{ppm}(7 \times 10^{-6})$ 이내로 규정하고 있다. 유선 서비스의 기술기준을 검토시 개인휴대전화(1.7GHz) 150Hz, 이동전화(800MHz) 300Hz 이므로 당사 주파수대역을 고려시 600Hz(1.5~2ppm)가 적당하나 데이터 및 알람의 경우 100kHz Narrow-BPSK변조를 사용하므로 2.5ppm으로 제안한다. 주파수가 377MHz 일 경우 2.5ppm을 적용하면 약 942Hz의 허용치를 얻을 수 있다.

4. 불요발사는 지정주파수로부터 $\pm 1.5\text{MHz}$ 이상 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정할 경우 기본주파수의 평균전력 (P_y)보다 $43+10\log(P_y)\text{dB}$ 이상 낮을 것.

ITU-R SM 329의 카테고리 A에서 ITU 회원국은 이 기준을 따르도록 권고하고 있으며 국내에서도 무선설비규칙 별표3에 스퓨리어스영역 불요발사의 허용치에 대하여 " $43+10\log(P_y)$ 또는 70dBc중 덜 엄격한 값"으로 정의되어 있다. 대역확산방식의 특성상 점유주파수대폭을 벗어난 일정영역부터 불요발사 기준이 적용되나, LBS 방식은 1개의 채널만 할당받았으므로 할당대역을 벗어난 대역에 대하여 불요발사 기준이 적용되어야 한다. 또한 할당대역에서 점유주파수대폭을 제외하면 양측에 0.2MHz의 보호대역이 존재하게 되는데 대역확산방식의 특성상 급격한 필터 특성을 구현하기에 어려운 점이 있으므로 무선설비규칙 $43+10\log(P_y)$ 규정을 적용한다.

제5장 LBS 기술기준

● 전파연구소고시 제2005-105호

「무선설비규칙」 제24조제2항제4호의 규정에 의하여 전기통신사업용 무선설비의 기술기준(전파연구소고시 제2005-64호, 2005. 7. 26.)을 다음과 같이 개정·고시합니다.

2005년 11월 4일

전파연구소장

전기통신사업용 무선설비의 기술기준 일부개정

제16조(위치기반서비스용 무선설비) 322~328.6MHz, 377~380MHz 주파수의 전파를 사용하는 위치기반서비스용 무선설비의 기술기준은 다음 각호와 같다.

1. 공통조건

- 가. 통신방식은 단신 또는 복신방식 일 것
- 나. 전파형식은 F1D, G1D, F2D, G2D, F7W, G7W중 1이상을 사용하는 것일 것

2. 기지국 송신장치의 조건

- 가. 주파수 대역은 322~328.6MHz 대역일 것
- 나. 공중선 전력은 100W 이하일 것
- 다. 주파수 허용편차는 지정주파수의 $\pm 1 \times 10^{-6}$ 이내일 것
- 라. 점유주파수대폭의 허용치는 16kHz 이하일 것
- 마. 스푸리어스 영역의 불요발사 허용치는 다음과 같을 것
 - (1) 공중선 전력이 25W를 초과하는 경우 : 1mW 이하이고 기본 주

파수의 평균 전력보다 70dB 낮은 값

(2) 공중선 전력이 25W 이하일 경우 : $2.5\mu W$ 이하

바. 인접채널 누설전력은 반송주파수로부터 25kHz 떨어진 주파수의 $\pm 8kHz$ 대역 내에서 복사되는 전력이 반송파전력보다 70dB 이상 낮은 값 일 것

3. 이동국 송신장치의 조건

가. 주파수 대역은 377 ~ 380MHz 대역일 것

나. 공중선 전력은 2W 이하일 것

다. 점유주파수대폭의 허용치는 2.6MHz 이하일 것

라. 주파수 허용편차는 지정주파수의 $\pm 2.5 \times 10^{-6}$ 이내일 것, 데이터의 경우 100kHz 이하일 것

마. 송신장치의 불요발사는 지정주파수로부터 $\pm 1.5MHz$ 이상 떨어진 주파수에서 100kHz 분해대역폭으로 측정할 경우 기본주파수의 평균전력보다 $43+10\log(Py)$ 이상 낮을 것

※ 약어표

약어	해설
3GPP	3 rd Generation Partnership Project
A-GPS	Assited-Global Positioning System
AOA	Angle of Arrival
API	Application Programmable Interface
ARS	Automatic Response System
BPSK	Binary Phase Shift Keying
CCSP	Control, Communication and Signal Processor
CDMA	Code Division Multiple Access
cps	chip per second
CTU	Calibration Transmitter Unit
DOA	Direction of Arrival
E-OTD	Enhanced Observed Time Difference
FCC	Federal Communications Commission
FSK	Frequency Shift Keying
GIS	Geographic Information System
GLONASS	GLobal NAVigation Satellite System
GMIO	General & Multiple I/O
GMLC	Gateway Mobile Location Center
GPS	Global Positioning System
HDD	Hard Disk Drive
HLR	Home Location Register
ID	Identification
IP	Internet Protocol
IT	Information Technology
ITS	Intelligent Transport System
LBS	Location Based Service
LDT	Location Detective Technology
MPC	Mobile Position Center
MPRF	Modular / Programmable RF Unit
NCC	Network Control Center
OBW	Occupied BandWidth
PN	Pseudo Noise
POCSAG	Post Office Code Special Advisory Group
ppm	Parts per Million
RAM	Random Access Memory
SMS	Short Message System
SPCU	Simultaneous Paging Control Unit
TDOA	Time Difference of Arrival
TOA	Time of Arrival
U-TDOA	Uplink TDOA
UMR	Universal Message Receiver
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
WAP	Wireless Application Protocol

V. 결 론

전파연구소는 2005년도에 새로운 서비스 및 신기술을 적용한 무선설비의 등장에 부응하여 관련 무선통신서비스 산업의 활성화 및 산업체 기술력 향상 위하여 기술기준을 마련하여 고시하였다. 또한 국제표준 및 선진 제외국의 규제동향을 분석하여 국제적 조화를 이루면서 국내 전파환경에 적합한 기술기준을 마련하여 국제 기술경쟁력을 확보 및 국가 위상을 강화시켰다. 특히 휴대인터넷(WiBro)용 기술기준은 휴대인터넷 서비스의 세계 최초 상용화를 위한 무선설비 규격을 제정한 것으로서 IT 강국의 위상을 한층 더 강화시켰으며, 2006년 서비스 예정인 휴대인터넷 사업의 원활한 서비스 구현을 지원하였다. 또한 휴대 인터넷에 대한 국제표준을 주도할 수 있는 계기를 마련하였다.

전파자원의 이용기술 및 무선통신 기술의 발전은 신규 서비스 등장 및 기존 서비스의 변화를 요구한다. 무선설비에 대한 기술기준은 이러한 전파환경의 변화와 최신 국제 동향 및 신통신기술이 반영되는 것이므로 향후 관련 산업 및 기술의 발전을 위하여 제조업체 등의 개정요구, 국제표준 및 규제동향의 변화가 있을 경우 관련 기술기준의 제·개정이 이루어 질 수 있도록 해야 한다.

기술기준의 제·개정은 신기술 개발동향 및 국제적인 표준화 추세 등 전파이용환경 변화를 적극적으로 반영하고, 전파통신정책 및 신규 서비스 도입에 차질이 없도록 적시에 마련하여야 한다. 또한 국내 기술기준이 국제적으로 조화를 이루고 해당 설비의 특성이 잘 반영된 효율적인 기술기준이 될 수 있도록 하여야 한다.

전파연구소는 효율적이고 합리적인 기술기준 제·개정을 위하여 전파통신 정책방향, 국제 표준화 및 선진 제외국의 규제 동향 등을 분석

하여 기술기준 제·개정 수요를 발굴하고 신기술·신제품 개발, 신규 서비스 제공을 위한 산업체 등의 수요제기에 따른 기술기준 제·개정 의 타당성을 검토할 것이다. 또한 기술기준 제·개정 과정에 관련 분야의 전문가들을 참여시키고, 다양한 자료 및 실험 등을 통해 전문적이고 객관적인 기술기준마련을 위해 노력할 것이다.