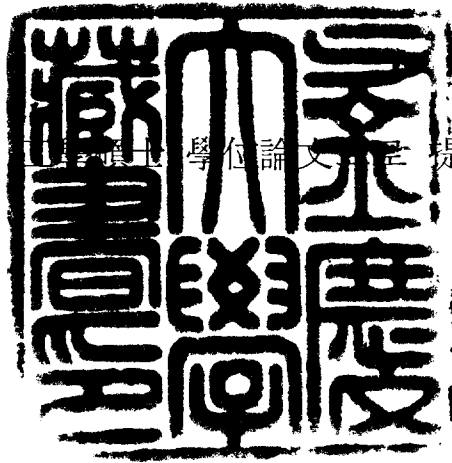


工學碩士 學位論文

國內 屋內 超高速 無線通信 시스템을 爲한
不要波 技術基準 研究

指導教授 河 德 鎬

이 論文을 工學碩士 學位論文 으로 提出함



2002年 2月

釜慶大學校 産業大學院

情報通信工學科

金 基 植

이 論文을 金基植의 工學碩士
學位論文으로 認准함

2001年 12月 15日

主 審 工學博士 尹 種 樂 

委 員 工學博士 鄭 淵 湖 

委 員 工學博士 河 德 鎬 (인)

目 次

表 目次	i
그림 目次	iii
Abstract	iv
第 1 章 序論	1
第 2 章 諸 外國의 超高速 無線通信 시스템 技術基準 分析	3
2-1 美國의 U-NII 技術基準	3
2-2 유럽의 HIPERLAN 技術基準	7
2-3 日本의 超高速 無線通信 시스템 技術基準	13
第 3 章 國內의 小出力 無線局의 不要波 技術基準 要求條件	23
3-1 諸 外國 狀況	23
3-2 國內의 技術基準 要求條件	30
3-3 國內 小出力 데이터 通信 시스템 制限 緩和 要求條件	31
第 4 章 國內 小出力 無線 데이터 通信 시스템의 技術基準案	33
4-1 外國으로부터의 無線 LAN 시스템의 導入要望에 대한 所見	33
4-2 國內 ISM 周波數 帶域 技術基準 分析	34
4-3 시스템의 空中線 電力	36

4-4 占有周波數帶域	37
4-5 不要波 技術基準	38
第 5 章 結論	40
參考文獻	43
感謝의 글	

表 目 次

표 2-1	공칭 반송파 중심 주파수	9
표 2-2	송신기의 불요발사 제한	10
표 2-3	송신기의 불요발사 부가적 제한	11
표 2-4	변조와 스위칭에 의한 발사제한	11
표 2-5	스푸리어스 발사제한	12
표 2-6	최소 입력레벨	13
표 2-7	소전력 데이터 통신 시스템의 기술기준	15
표 2-8	이동체식별 시스템의 기술기준	17
표 2-9	아마추어 무선의 주파수별 변조방식	18
표 2-10	ISM 기기의 전계강도	19
표 2-11	전자레인지의 기술적 조건	20
표 2-12	MSS 시스템의 기술제원	21
표 2-13	VICS의 기술적 조건	22
표 3-1	ISO/IEE 8802의 FHSS 주파수 배치	24
표 3-2	ISO/IEE 8802의 DSSS 주파수 배치	24
표 3-3	각국의 송신 전력치	25
표 3-4	FCC의 주요 규정	27
표 3-5	일반 방해 허용치	28
표 3-6	ETSI 300·328의 주요 규정 내용	29

표 4-1	ISM 주파수대역별 용도	35
표 4-2	전파법 시행령의 전계강도 기준값	35
표 4-3	일반 개방용 주파수	35
표 4-4	불요방사 방사지침	38

그림 目次

그림 2-1 공칭 ISM 대역 사용기기	13
그림 3-1 각국의 사용주파수 대역	24

A Study of Spurious Emission Technical Standard for the Domestic High Speed Indoor Radiocommunication Systems

GI-SIG KIM

Department of Telematics Engineering
Graduate School of Industry
Pukyong National University

Abstract

For the effective use of frequency, it must be transferred more information within a frequency bandwidth restraining interference in an adjacent frequency bandwidth in the super high-speed wireless information system include indoor wireless LAN(Local Area Network) and ISM (Industrial Scientific Medical) systems. Therefore, technical standards related to low power radio stations and undesired outputs are developed preferentially. But activities of the region are not activated than of the

advanced countries. Also, if the international standard is to be adopted to the domestic standard, trial and error belong to a false service can be happened.

In this thesis, we aim to establish the undesired output standard about the low power radio station, we systematize the regular theses, the research tendency of the advanced countries and recommendation of ITU-R about the indoor radio propagation model.

And also, in this thesis we compared and analyzed U-NII, European HIPERLAN and Japanese High Speed Radio Communication System to establish the data for domestic undesirable emission limit standards. These data may be basic for the domestic law-transmitted power radio base-station's equipment and employment. Especially the program to predict an electric field in the indoor radio LAN including the law-transmitted power ISM bands frequency will be very important because there is no concrete proposal in Korea. This will be done in future works.

第 1 章 序 論

고도 정보화 사회에 있어서 인간이 통신에 대한 욕구는 기술의 발전과 더불어 과거의 고정 유선통신의 개념으로부터 탈피하여, 다양하고 고도화된 이동 무선통신 서비스에 대한 요구로 변화 된지 이미 오래 전 일이다.

최근 이동 무선통신 서비스의 다변화로 패이저, 아날로그 이동전화는 물론 디지털 이동전화, TRS, PCS, 그리고 휴대통신용 단말기 수요가 폭발적으로 증대하고 있다. 특히 무선국 허가를 필요로 하지 않는 ISM 대역 소출력의 무선 LAN이나 산업의료 과학용 무선기기의 등장으로 보다 복잡하고 다변화된 무선 통신시대가 예상된다.

이에 각종 무선통신 서비스를 위한 다양한 무선국의 설치 등은 필요 불가결 하게 되어 이들로부터의 전파간섭은 물론, 많은 무선통신 서비스 업체간의 사용주파수 대역 외의 불요발사 전파가 인접채널의 타 서비스에까지 많은 영향을 미치게 된다. 결과적으로 통신사업자간의 분쟁이 발생하고, 기존 시스템에 대한 추가 설비를 하는 등 사회적, 경제적으로 막대한 손실이 발생하게 된다.

이러한 문제점을 방지하고 해결하기 위하여 ITU-R과 같은 기관에서는 주파수 스펙트럼에 관한 여러 가지 파라미터를 정의하고, 그 기준 값을 토의, 결정 하여 제안하고 있으며, 지역별로는 미국의 TIA/EIA, 유럽의 ETSI, 일본의 ARIB 등에서, 그리고 국내는 TTA 등에서 그와 같은 일을 하고 있다.

특히, 실내 무선 LAN 과 같은 초고속 무선통신시스템과 관련하여 미국의 U-NII 와 유럽의 HIPERLAN 그리고 일본의 초고속 무선통신 시스템 등에서는 기술기준과 표준규격 등을 제안하고 있고, 국내에서도 이와 같은 일을 계획

하고 있다. 유한한 주파수 자원의 효율적 이용을 위하여 인접 주파수 대역에
의 전파 간섭을 최대한 억제하는 동시에 일정한 주파수 대역 내에 보다 많은
정보량을 전달할 수 있어야 한다. 이를 위하여 소출력 무선국 설비와 관련된
기술기준 및 불요발사 표준 규격이 우선적으로 개발되어야 하나, 이들의 제 외
국의 활동에 비하여 국내의 활동은 상대적으로 미진하여 국제표준 또는 선진국
의 표준을 국내의 표준으로 채택함으로써 많은 시행착오와 통신 서비스 부실
등의 결과를 낳고 있다.

본 논문에서는 상기한 바와 같이 실내무선 LAN과 같은 초고속 무선통신 시
스템과 관련하여 소출력 무선국으로부터의 불요발사 기술기준을 제정하고, 또
한 미국의 U-NII[3] 및 유럽의 HIPERLAN[2] 그리고 일본의 초고속 무선통신
시스템[9]의 기술기준을 비교검토 분석하여, 이들을 토대로 국내의 소출력 무선
국 시스템의 공중선전력, 점유주파수대역, 불요발사등의 기술기준을 연구하였
다.

第 2 章 諸 外國 超高速 無線通信 시스템의 技術基準 分析

2-1 미국의 U-NII 기술기준

2-1-1 U-NII의 소개

미국은 U-NII(Unlicensed National Information Infrastructure)[3]를 제안하면서 멀티미디어 통신을 만족하기 위해서 20 Mbps의 데이터 전송율을 제공할 수 있는 비인준 무선 장비가 필요하게되었다. 게다가 합리적인 비용으로 이러한 고속의 데이터 전송율을 달성하기 위해서는 장비들이 각각 20MHz의 광대역을 사용해야한다. 따라서 동일 지역 내에서의 많은 장비들을 수용하기 위해서는 상당량의 스펙트럼에 접속되어야하며, 상당량의 스펙트럼의 접속능력은 장비들의 충분한 용량으로 극대화시킬 수 있으므로 이에 대한 연구개발이 필요하다.

최근의 디지털 기술의 발달은 점차적으로 비교적 짧은 시간 프레임에 많은 양의 정보와 데이터를 한 네트워크나 시스템에서 다른 네트워크나 시스템으로 전송할 수 있도록 발전하고 있다. 또한 컴퓨터의 CPU가 더욱 고속화되고, 메모리가 대용량화됨에 따라 장비에서 요구되는 많은 양의 데이터를 고속으로 전송할 수 있게 되었다. 디지털 장비들 역시 네트워크간의 많은 양의 정보를 교환하고 직접 전달할 수 있다. 게다가 H/W 능력에 있어서의 기술적 발전은 그 사

용과 크기 디지털 네트워크의 복잡도에 있어서 점차 성장하고 있다.

이처럼 대부분의 네트워크는 데이터의 형태와 양에 있어서 점차적인 발전은 물론 다른 네트워크들과의 조합이나 상호동작에 있어서도 상당한 발전을 거듭하고 있다. 따라서 디지털 기술의 발달로 새로이 등장하게 되는 멀티미디어 망 시스템에 대한 통신수요에 충분히 대응하기 위해서는 무선 비인준 디지털 네트워크 통신에 적합한 새로운 스펙트럼 개발이 요구되었다. 이러한 이유로, 5.15~5.35GHz 대역 그리고 5.725~5.825GHz 대역인 U-NII의 새로운 스펙트럼이 비인준 장비의 접속용으로 할당되게 되었다. 이와 같은 U-NII 스펙트럼 대역에서는 무선 컴퓨터망을 값싸게 구성할 수 있고 효과적인 비용으로 인터넷을 통한 멀티미디어 서비스까지도 가능하게 한다. 한편, 통신의 요구에 따라서 일부서비스는 point-to-point와 point-to-multipoint 서비스 등과 같은 인준 서비스를 통해 충족될 수 있지만, U-NII 비인준 장비들은 인준 서비스에 대한 효과적인 비용 절감 수단으로 보완적인 역할을 충분히 수행할 수 있다. 따라서 U-NII의 제안자들로 계획되고 있는 광범위한 통신망의 요구사항을 수용할 수 있는 스펙트럼이 필요하게 된 것이다.

2-1-2 U-NII의 사용 가능대역

광대역 멀티미디어 통신을 원하는 교육기관과 의료기관, 사업자, 산업체 그리고 일반 소비자들의 요구를 수용하기 위해서는 5GHz대에서 상당량의 스펙트럼에 접속할 수 있는 비인준 장비가 제공되어야 한다. 또한 U-NII 장비들은 스펙

트럼을 공유하는 원래의 서비스들과 무선 간섭을 일으키지 않아야 한다.

이와 같은 문제들은 U-NII 장비에 전송전력과 대역의 방출제한과 같은 적절한 기술적 제한을 채택하고 공유가 어려운 스펙트럼에 대해서는 분배를 피함으로써 해결할 수 있게 된다. 따라서 U-NII 장비를 위해 300MHz를 사용 가능한 스펙트럼으로 하고 5.15~5.25GHz대역, 5.25~5.35GHz, 5.725~5.825GHz 대역의 세 개의 100MHz 대역으로 U-NII 장비가 접속할 수 있도록 하고 있다. 300MHz의 스펙트럼이 광대역 멀티미디어 기술을 실현하는데 충분한 스펙트럼이 될 것이다. 또한 모든 장비에 대해 개방적이며 동등하게 접속될 것이고 일반적인 장소에서 다양한 장비들의 사용자가 자유롭게 접속할 수 있을 것이다. 이러한 점으로부터 계획된 고속의 데이터 전송율을 위해서는 20~25MHz 채널 대역폭을 갖는 광대역 장비가 필요하다. 5.15~5.25GHz대역, 5.25~5.35GHz 대역, 5.725~5.825GHz대역의 세 개의 100MHz의 부대역에 대해 각각 서로 다른 공유환경을 적용할 수 있게 하기 위해서는 각각의 대역에 따라 서로 다른 기술적 표준을 적용한 U-NII 장비 동작특성이 요구된다.

2-1-3 전력과 안테나 및 불요 발사에 관한 제한 규정

(1) 전력과 안테나에 관한 규정

U-NII 장비가 3개의 100MHz 분할영역에서 각기 다른 동작을 하면서 망에서 요구되는 변화를 동시에 만족하기 위해서는 각각의 100MHz의 분할영역에 대해 각기 다른 전력과 안테나 제한을 하고있다. 세 개의 100MHz 분할영역

에 대하여 최고 전력스펙트럼밀도(power spectral density : PSD)와 최고전력, 안테나 이득에 대한 제한을 R&O(report and order)에서 제시하고 있다.

① 5.15~5.25 GHz 대역

- 50mW 또는 $4\text{dBm} + 10\log B$ 이하 (B : MHz당 단위의 26dB 방출 대역폭)
- 1MHz 대역당 PSD가 4dbm 이하
- 6dBi 이상의 지향성 안테나를 사용하는 경우
⇒ 최고 전송 전력과 PSD를 6dBi를 초과하는 dB양만큼 감소시켜야 함

② 5.25~5.35 GHz 대역

- 250 mW 또는 $11\text{dBm} + 10\log B$ 이하 (B:MHz당 단위의 26dB 방출 대역폭)
- 1MHz 대역당 PSD가 11 dBm 이하
- 6dBi 이상의 지향성 안테나를 사용하는 경우
⇒ 최고 전송 전력과 PSD를 6dBi를 초과하는 dB양만큼 감소시켜야 함

③ 5.725~5.825 GHz 대역

- 1W 또는 $17\text{dBm} + 10\log B$ 이하 (B : MHz당 단위의 26dB 방출 대역폭)
- 1MHz 대역당 PSD가 17 dBm 이하
- 6dBi 이상의 지향성 안테나를 사용하는 경우
⇒ 최고 전송 전력과 PSD를 6dBi를 초과하는 dB양만큼 감소시켜야 함
- 고정된 point-to-point 장비의 경우 23dBi까지의 이득을 가진 안테나 사용 가능
- 고정된 point-to-point 장비의 경우 23dBi 이상의 이득을 가진 안테나를 사용하는 경우 23dBi를 초과하는 dB만큼 최고전송전력과 최고 PSD를 감소

(2) 불요 발사에 대한 제한

① 5.15~5.25 GHz 대역

5.15~5.25 GHz 대역에서의 대역외의 모든 방출은 -27dBm/MHz 의 EIRP를 초과해서는 안 된다.

② 5.25~5.35 GHz 대역

5.25~5.35 GHz 대역에서의 대역외의 모든 방출은 -27dBm/MHz 의 EIRP를 초과해서는 안 된다.

③ 5.725~5.825 GHz 대역

주파수 범위내에서 대역의 가장자리로부터 상하 10MHz까지는 -17dBm/MHz 의 EIRP를 초과해서는 안 된다. 대역의 가장자리로부터 상하 10MHz 이상일 경우는 EIRP가 -27dB/MHz 를 초과해서는 안 된다.

2-2 유럽의 HIPERLAN 기술기준

2-2-1 HIPERLAN의 연구배경

1991년 2월 유럽통신표준기구(European Telecommunications Standards Institute : ETSI)의 무선시스템 기술위원회(Technical Committee on Radio Equipment and Systems : TC-RES)에서는 무선 LAN에 대해 연구하기 위한 특별 그룹을 만들고 다음의 세 종류의 무선 LAN에 대해 권고하였다[2].

- (1) 일반 단말기의 중간 성능 서비스 (200Kbps의 데이터율)
- (2) 일반 단말기의 높은 성능 서비스 (2Mbps의 데이터율)
- (3) 일반 단말기의 가장 높은 성능 서비스 (20Mbps의 데이터율)

(1)과 (2)를 위해 TC-RES 아래로 STC-RES-02와 STC-RES-03, (3)을 위해 STC-RES-10이라는 새로운 그룹을 두었다. 이 그룹은 1991년 12월에 처음 모임을 갖고 표준 이름을 HIPERLAN(High Performance Radio Local Area Network)이라 하였다.

2-2-2 주파수 할당

일찍부터 스펙트럼확산기술은 HIPERLAN에서 요구하는 고속 데이터율에는 적합하지 않았고, 전용 스펙트럼이 요구되었는데, 다행히도 RES-10이 ETSI와 CEPT간의 관계를 이용할 수 있었다. HIPERLAN은 라이선스 제외 구간에서 5.15~5.30GHz와 17.1~17.3GHz의 스펙트럼 할당을 하고 있는 CEPT 권고안[1]을 따랐다. 이 라이선스 제외는 HIPERLAN Functional Specification[2]에 기반을 둔 승인 사항에 맞게 하기 위한 기술을 요구한다.

2-2-3 HIPERLAN 시스템

HIPERLAN 시스템의 물리계층의 작업은 다음과 같다.

- RF 링크를 만들기 위해 정해진 속도의 비트 스트림으로 무선 반송파를

변복조한다.

- 송수신기간 버스트 동기화와 비트이 획득을 유지
- 요구하는 시간과 특정 반송파 주파수에서 정의된 비트 수의 송수신
- 동기화 시퀀스를 더하거나 없앴
- FEC 구성으로 부호화 및 복호화
- 수신 신호강도 측정
- 채널 접근 시도동안 유예하기 위한 목적으로 채널이 분주하는지 아닌지 결정
- 지연 threshold의 유지

(1) RF 반송파

HIPERLAN에 할당된 공칭 무선주파수 대역은 5.15~5.30GHz이다. 반송파 수에 따른 각 반송파의 공칭 주파수는 [표 2-1]에 나타나 있다. 모든 전송은 [표 2-1]과 같이 공칭 반송파 주파수 F(0)에서 F(4)중 하나에서 이루어진다. 모든 HIPERLAN 장비는 다섯 채널에서 운용된다. 반송파 번호 0, 1, 2는 default 반송파로 고안되었다.

[표 2-1] 공칭 반송파 중심 주파수

Carrier number, c	Center Frequency, F(c) (MHz)
0	5176.4680
1	5199.9974
2	5223.5268
3	5247.0562
4	5270.5856

(2) RF 반송파의 정확도와 안정도

송신된 RF 반송파 주파수는[표 2-1]의 공칭 캐리어 주파수의 10ppm 이내이어야 한다.

(3) 안테나 시스템

외부 안테나가 이용될 경우, HIPERLAN 장비로 연결하는 방법은 권한이 없는 안테나의 이용을 피하기 위해 명확하게 고안되어야 한다.

(4) 변조기술

BT=0.3인 GMSK가 고속 전송변조를 위한 변조기법으로 이용되고, 저속 전송 변조를 위한 변조기법으로는 FSK가 이용된다.

(5) 버스트 전송시의 불요 RF 복사

① HIPERLAN 대역외의 불요발사

HIPERLAN 대역외 송신기의 불요발사는 [표 2-2]에서 지시하고 있는 대역치를 넘지 않아야 한다.

[표 2-2] 송신기의 불요발사 제한

Frequency range	Maximum power	Bandwidth
30MHz~1GHz	-36 dBm	100KHz
1GHz~5GHz	-30 dBm	1MHz
5GHz~5.15GHz	-33 dBm	100KHz
5.30GHz~5.45GHz	-33 dBm	100KHz
5.45GHz~26.5GHz	-30 dBm	1MHz

채널이 0과 1 또는 2인 경우 [표 2-3]를 이용한다.

[표 2-3] 부가적인 제한

Frequency range	Maximum power	Bandwidth
5.25GHz~5.30GHz	-33 dBm	100KHz

대역폭은 -3dB의 공칭 대역폭이다.

② 변조와 스위칭에 의한 발사

송신기가 캐리어 주파수 $F(c)$ 에서 운용될 때, 변조와 스위칭에 의한 발사는 [표 2-4]의 제한보다 낮아야 한다.

[표 2-4] 변조와 스위칭에 의한 발사 제한

Frequency range	Peak power in 1 MHz relative to transmitter power	Average power in 1 MHz relative to total transmitted power
$ F(c) - F < 10\text{ MHz}$		0.5 dB
$10\text{ MHz} < F(c) - F < 12\text{ MHz}$		-5 dB
$12\text{ MHz} < F(c) - F < 15\text{ MHz}$		-10 dB
$15\text{ MHz} < F(c) - F < 25\text{ MHz}$	-12 dBm	-22 dB
$25\text{ MHz} < F(c) - F < 35\text{ MHz}$	-30 dBm	
$35\text{ MHz} < F(c) - F < 45\text{ MHz}$	-40 dBm	
$45\text{ MHz} < F(c) - F $	-50 dBm	

다이버시티 전송은 CCA(Clear Channel Assesment) 동안 수신하는 안테나에서 이루어지며 CCA가 형성될 때까지는 특성이 변화하지 않는다.

(6) 스위칭 타임

① 송신에서 수신으로의 스위치 시간

송신 중단과 수신 신호강도의 유효 예측을 하는 동안 최대시간은 6 μ s이어야 한다.

② RF 캐리어를 변화하는 시간

HIPERLAN 장비가 RF 캐리어가 변화하는 동안 운용되지 못하는 시간은 1 ms 이하이어야 한다.

(7) 수신기 매개변수

① 스푸리어스 발사

HIPERLAN 장비에서 송신된 버스트의 시간외에서 발생한 복사는 [표 2-5]에서 지시하고 있는 대역값을 초과해서는 안 된다. 대역폭은 -3dB의 공칭 대역폭이다.

[표 2-5] 스푸리어스 발사 제한

Frequency range	Maximum power	Bandwidth
30MHz~1GHz	-57 dBm	100KHz
1GHz~26.5GHz	-47 dBm	1 MHz

② 수신기 성능

운용을 위한 최소 입력 레벨은 LBR-HBR(Low Bit Rate-High Bit Rate)

데이터 버스트에서 고속 비트율의 데이터인 경우 수신기 감도의 최고치이다.

[표 2-6]은 운용을 하기 위한 최소 입력 레벨값으로 수신기 종류에 의존한다.

또한, 운용을 위한 최대입력 레벨은 -20dBm까지의 입력 신호레벨에서 HBR-parts와 LBR 수신 에러비는 0.01을 넘어서는 안 된다. 최대 입력 레벨은 수신기가 0 dBm 입력 신호레벨을 손상 없이 견딜 수 있는 레벨이다.

[표 2-6] 최소 입력 레벨

Receiver class	Minimum input level
A	-50 dBm
B	-60 dBm
C	-70 dBm

2-3 일본의 초고속 무선통신 시스템 기술기준

본 절에서는 2.4GHz대의 일본의 초고속 무선통신 시스템의 기술기준을 분석하였다. 2.4GHz대는 ISM 대역으로서 ISM용 기기의 사용이 인정되어 있고, 이 주파수로 운용하는 무선 통신 업무는 응용 기기의 사용에 따라 발생하는 유해한 혼신가능성을 인정하지 않으면 안 된다. 일본에서는 그림 2-1과 같은 주파수가 할당되어 있다[9].

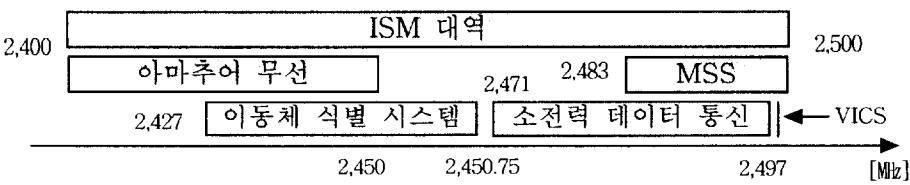


그림 2-1 ISM 대역 사용 기기

그림 2-1 ISM대역 사용기기에서 MSS(Mobile Satellite Service)은 이동위성 업무를 뜻하고, VICS(Vehicle Information and Communication System) 교통 정보통신시스템은 주파수가 2.4997 GHz대이다. 또한, ISM 대역에서는 전자 레인지 이외에도 의료용 하이퍼서미어(hypersermia), 목재건조기구 등의 마그네트론 사용 기기가 사용되고 있다. 이 절에서는 우선 이들 ISM 대역을 간략히 정의하고 ISM 대역을 사용하고 있는 각종 기기의 시스템 개요, 기술제원, 응용 예 및 시장규모를 설명하고 금후의 경향 등을 기술한다.

2-3-1 소출력 고속 데이터 통신 시스템

(1) 시스템 개요와 응용 예

2.4 GHz대 소출력 데이터 통신 시스템(통칭 : 2.4 GHz대 중속 무선 LAN)은 고속 전송능력을 살린 무선통신으로 비교적 대용량의 데이터 전송이 가능하다. 시스템은 네트워크를 구축하여 시스템의 고속화를 꾀하고, 옥외 등의 회선공사가 불가능한 장소에서 고속 데이터 전송용을 내장하여 통신장치로서 이용된다. 최근 OA(office Automation), FA(Factory Automation), SA(Service Automation)의 각 분야에서 사용요구가 증대하고 있다.

(2) 제도 및 기술 제원

2.4 GHz ISM 대역에서의 사용을 전제로 하고 있기 때문에 어느 정도의 간섭을 허용한 시스템으로서 스펙트럼 확산(Spread Spectrum : SS)방식을 사용하고 있다. 1992년 일본의 전파법 시행 규칙 제6조 제4항 제4호에 “소출력 데

이터시스템의 무선국의 무선 설비”로서 규정되어, 면허가 불필요한 시스템으로서 운용되고 있다. 시스템의 기술 기준은 [표 2-7]과 같다.

[표 2-7] 소전력 데이터 통신시스템의 기술기준

		기술 기준
송신주파수		2,471 MHz 이상, 2,497 MHz 이하
전송형식	전송형식	데이터
	변조방식	DS, FH 및 복합방식
변조신호		확산 부호(확산율 10 이상)
송신출력		10mw/MHz
면허조건		필요없음
공중선		절대이득 2.14 dB 이하일 것. 단, 실효복사전력이 절대이득 2.14 dB인 송신 공중선에 1 MHz 대역폭에서 평균전력이 10mW의 공중선 전력을 인가했을 때, 그 값 이하로 되는 경우는 그 이하 분을 송신평중선의 이득으로 보상하는 것으로 한다.
공중선전력의 허용편차		+20%, -80% 이내
고유 주파수대역		26 MHz 이하 (확산대역폭 : 500 KHz 이상)
스퓨리어스 전파 발사강도		1) 2,458 MHz ≤ f < 2,471 MHz 및 2,497 MHz < f ≤ 2,510 MHz 25 μW이하 2) 2,458 MHz > f 및 2,510 MHz < f 25 μW이하
부수적으로 발사하는 전파의 발사 한도		1GHz 미만 4,000 pW이하 1 GHz 이상 20,000 pW이하
기타		주로 동일 구내에서 사용되는 무선국의 무선 설비이어야하고, 식별부호를 자동적으로 송신하고, 수신하는 혼신방지 능력이 필요.

[표 2-7] 소전력 데이터 통신시스템의 기술기준에서 DS(Direct Sequence)는

직접확산 방식을 의미하며, FH(Frequency Hopping)은 주파수도약 방식이다.

확산율은 확산대역폭을 변조신호의 통신속도와 같은 주파수로 제한한 값이다.

2-3-2 이동체식별 시스템

(1) 시스템 개요와 응용

이동체식별 시스템이란 질문기에서 응답기로 전파를 발사하여 이를 수신한 응답기에서 데이터를 확인한 후, 이동체 데이터를 질문 후에 송신하는 것으로, 수신 데이터로부터 이동체를 식별하는 장치이다. 실제 응용 예는 공장의 라인을 흘러나오는 생산물의 식별에 따라 생산지시, 연구소 등에 있는 문의 출입/개폐, 통과 여부 등의 판단, 그리고 열차통과 확인이나 선로 절체 지시 등 다방면에 응용되고 있다.

(2) 제도 및 기술제원

이동체 식별 시스템은 특정의 소전력 무선국 시스템이 제도화되기 이전에는 면허를 요하는 무선국으로 일본 전파법 시행규칙 제4조 제1항 제26호의 구내 무선국으로서 인가되어 있었다. 구내무선국 이동체식별 시스템은 무선국 면허 없지만 무선 종사자 면허는 불필요한 무선국으로 인정되어 있다. 그 후, 1992년 5월 일본 전파법 시행규칙 제6조 제4항 제2호의 특정 소전력 무선국 중에서 이동체식별 시스템이 인가되었고 현재에 이른다. 시스템의 기술 기준은 [표 2-8]와 같다. 이동체 식별 시스템 질문기와 응답기의 기술기준은 기본적으로 동일

하나.

[표 2-8] 이동체식별 시스템의 기술 기준

		기술 기준	
		특정소전력무선설비	구내무선설비
송신주파수		2,440 MHz 대 2,450 MHz 대 2,455 MHz 대	
전송형식	전송형식	데이터	
	전파형식	NON, A1D/AXN/F1D/F2D/G1D	NON, A1D/AXN/F1D/F2D/G1D
전송출력		10 mW	300 mW
면허조건		불필요	필요
사용유효범위		3 m 미만	3 m 이상
공중선이득		절대이득 20 dB 이하	
공중선전력의 허용편차		+50%, -50%	
변조신호		무변조, 데이터 또는 소인신호	
변조방식		전파형식에 적합한 것	
점유주파수대역		5.5 MHz 이하	
스플리어스 전파 발사강도		100 μ W이하 (평균 전력)	
스플리어스 발사전파 한도		4,000 μ W이하	
기타		특정 소전력무선국이 혼신방지기능으로서 다음의 몇몇 기능을 갖출 것. 1) 주로 동일구내에서 사용되는 무선국의 무선설비여야 하며 식별신호를 자동적으로 송신하고 수신하는 기능 2) 이용자가 주파수를 전환 가능하고 또한 전파발사 정지가 용이한 기능	

2-3-3 아마추어 무선

(1) 제도 및 기술제원 (2.4 GHz대)

① 주파수별 전파형식, 사용형태 등의 조건

아마추어 무선의 주파수별 변조방식과 사용형태는 표 2-9과 같다

[표 2-9] 아마추어 무선의 주파수별 변조방식, 사용형태 등의 조건

주파수 [MHz]	사용형태 등	변조방식 및 점유주파수대역폭
2,400~2,405	위성통신	제한 없음
2,405~2,407	repeater와의 up-link 통신	FM 계 (약 20 KHz)
2,407~2,422	TV 신호	AM 계 (15 MHz이하) 혼재
2,422~2,424	데이터통신 및 RTTY	A2, F1, F2
2,424~2,424.5	데이터통신 및 월면반사통신	RTTY를 제외한 모든 것
2,424.5~2,425.0	표식신호의 송신만	A1, F2
2,425~2,427	repeater부터 down-link 통신	FM 계 (약 20 KHz)
2,427~2,431	데이터통신은 제외	FM 계 (6 KHz 이하)
2,431~2,442	TV 신호	AM 계 (6~9 MHz) FM 계 (11 MHz 이하)혼재
2,442~2,450	제한 없음	제한 없음

② 공중선 전력 등

공중선 전력은 공중선에 공급되는 전력으로만 규정되어 있고, 최대치는 2W 이다. 공중선 형식은 다소자(10~15×2 정도)의 Yagi 안테나가 많지만 repeater에서는 무지향성으로 하기 때문에 통상 다단의 collinear 안테나를 사용하고 있다.

2-3-4 ISM 기기

(1) 시스템 개요와 응용 예

ISM 기기는 전자레인지, 의료용 하이퍼서미어(hypersermia) 및 가열기 등 통신을 목적으로 하지 않는 고주파 이용 설비이다.

(2) 제도 및 기술제원

ISM 대역에 관한 제도는 일본 우정성 고시에 정해져 있으며 무선설비규칙 제65조의 규정에 의해 통신설비 이외의 고주파 이용설비로부터 발사되는 기본파 또는 스퓨리어스 발사에 의한 전계강도의 최대 허용치의 특례가 2.4 GHz대에 정해져 있다. ISM 기기의 기술적 조건을 [표 2-10]에 나타낸다.

[표 2-10] ISM 기기의 전계강도

주파수대	2,4500 MHz $\pm$ 50 MHz
기본파에 의한 전계강도	특별한 규정 없음
스푸리어스 발사에 의한 전계강도	특별한 규정 없음

또한, 전자 레인지에 관해서는 전파법 시행규칙 제46조 제7호에 따라 [표 2-11]와 같이 규정하고 있다.

[표 2-11] 전자레인지의 기술적 조건

주파수대	2,4500 MHz $\pm$ 50 MHz
고주파 정격치	2 KW이하 또는 동작상태에 따른 고주파출력의 최대치가 정격치의 115%를 넘지 않을 것
스퓨리어스 발사	주파수대내에서는 규정 없음
누설전파의 전속밀도	내구성 시험 후, 5 mW/cm^2 이하
광체(筐体)	고압 전기로서 충전되는 기기 및 전선이 절연 차폐체 또는 접지 가능한 구조의 금속 차폐체내에 수용되어 외부로부터 쉽게 접촉되지 않을 것

2-3-5 이동위성통신 시스템(Mobile Satellite Service : MSS)

(1) 개요 및 응용 예

2.4 GHz대의 중·저궤도 위성을 이용하는 일본의 이동위성통신(MSS) 시스템은 1999년 후반부터 서비스 개시되며 48개의 저궤도위성에 의해 남극, 북극을 제외한 전 세계에서 서비스 계획되고 있다.

(2) 제도 및 기술지원

[표 2-12]에는 MSS의 기술제원을 보인다.

[표 2-12] MSS 시스템의 기술 제원

위성 고도	1,414 Km
위성 수	48 기
궤도면 수	8 (Walker "delta-pattern" constellation)
궤도면 위성 수	6
최저 가시 위성 양각	10 °
최대 위성 사용자간 거리	3,504 Km
위성 경사각	52 °
서비스 down-link 회선 운용 주파수	2,483.5 MHz ~ 2,500 MHz
서비스 down-link 회선 운용 대역폭	16.5 MHz
spot beam	16
Cell 재이용	cell 마다
다원 접속 방식	CDMA
전송율	2,400 bps
캐리어당 대역폭	1.25 MHz
캐리어 수	13 캐리어
위성 서비스 링크 안테나 최대 송신이득	13 dB
서비스 링크 캐리어당 최대 EIRP	16 dBW
서비스 링크 spot beam당 최대 EIRP	1.6×13 캐리어 = 27.14 dBW
위성-지표간의 자유공간 손실 최소치	-163.4 dB
위성-지표간의 자유공간 손실 최대치	-171.3 dB
대기 등의 영향에 따른 손실	-1.0 dB
음성 활성화율	0.4 (-4.0 dB)

2-3-6 VICS(Vehicle Information and Communication System)

도로교통 정보통신시스템은 운전자에게 도로 교통 정보를 실시간에 제공하는 것을 특징으로하는 시스템이다. 고속도로의 도로변에 설치한 전파 비콘(전파발신 신호탑)으로부터 송신된 VICS 정보는 주행중의 자동차에 탑재되어 수신된다. 수신된 도로교통정보는 VICS 대응의 Car Navigation 등에 “지도 표시형”, “간역도형 표시형”, “문자 표시형”의 3종류의 스타일로 처리된다. VICS의 기술적 조건은 [표 2-13]와 같다.

[표 2-13] VICS의 기술적 조건

		송신기	수신기
용도		교통정보 데이터전송	
변조방식		이중변조 데이터 : GMSK, 위치검출 : AM	
주파수 범위		2,499.7 MHz	
송신대역폭		85 KHz	
전송속도		GMSK(Guassian filtered Mininum Shift Keying) : 64 Kbps, AM : 1 KHz 방형파	
송신출력		10 mW(10dBm)*2	
안테나 이득	송신	7 dBi	
	수신		2dBi 정도
급전 손실	송신	3 dB	
	수신		
사용 환경		옥외	차내
통신 거리		90 m	
캐리어 검출 레벨			-65 dBm

第 3 章 國內의 小出力 無線局의 不要發射 技術基準 要求條件

본 장에서는 2장에서 기술기준을 토대로 국내의 소출력 무선국의 기술기준 (안)을 마련하는데 있어 요구되는 다음의 사항에 중점을 두고 검토를 행하였다.

- ① 송신대역 필터에 따른 주파수 스펙트럼(시스템의 공중선 전력)
- ② 신호방식에 따른 송신 신호 스펙트럼 특성 및 점유주파수 대역폭
- ③ 각종 소출력 무선국의 불요발사 기술기준

3-1 제 외국 상황

무선 LAN의 국제적인 민간 규격에 대해서는 IEEE 802.11, ISO/IEC 8802-11로서 규격화되어 있고, 이동체 식별 규격은 ISO/IEC와 JTCl/SC31/WG4에서 2.4 GHz대를 포함한 RF-ID(Radio Frequency IDentification)의 표준화가 진행 중이다.

3-1-1 2.4 GHz대 무선 LAN

현재 각 국에서의 무선LAN 시스템등의 사용 주파수 대역은 그림 3-1과 같다.

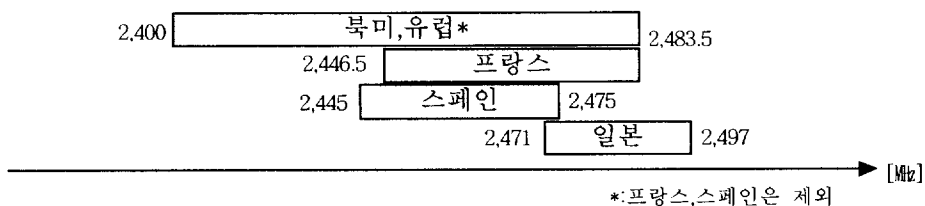


그림 3-1 각 국의 사용 주파수 대역

무선 LAN에는 스펙트럼 확산방식이 사용되는데, 현재는 FH 방식과 DS 방식이 주로 사용되는데, 1 또는 2Mbps를 가지는 FH 방식과 DS 방식의 경우에 대한 주파수 배치를 [표 3-1]과 [표 3-2]에 각각 보인다.

[표 3-1] ISO/IEC 8802-11의 FHSS 주파수 배치

국가(지역)	채널 번호	호핑 시스템	동작채널 중심주파수 수
북미, 유럽(프랑스, 독일 제외)	2~80	26	79
일본	73~95	4	23
스페인	47~73	9	27
프랑스	48~82	11	35

[표 3-2] ISO/IEC 8802-11의 DSSS 주파수 배치

국가(지역)	채널 수
북미	11
유럽(프랑스, 독일 제외)	13
일본	1
스페인	2
프랑스	4

현재 무선 LAN에 대한 송신전력의 명확한 규정은 없지만, 일반적으로 각 국가의 규정에 따르도록 하고 있는데, [표 3-3]에는 각 국가에서의 송신전력 규정을 보인다.

[표 3-3] 각국의 송신 전력치

국가(지역)	규 정	비 고
미국(FCC)	총 전력 1W	총 전력으로 규정
유럽(ETSI)	FHSS : 100mW/0.1MHz other : 10mW/MHz	밀도 전력으로 규정
일본(전파법)	10mW/MHz (이론적으로 260mW)	밀도 전력으로 규정

IEEE 802.11에서는 현재 2.4GHz대를 상정한 10Mbps 정도의 고속무선 LAN의 표준화 작업이 이루어졌는데, 이 기술은 32Mcps의 확산 클럭을 사용하므로 국내에서도 이에 대응한 기술기준 검토가 요구된다. 또한 일본에서 진행되는 6Mcps에 확산을 억압한 5Mbps까지의 전송 속도에 대한 기술기준 검토도 요구된다.

한편, 일본에서는 독립정보신호에 대해 동일한 확산부호에 따라 스펙트럼 확산변조하고 또한 반송파 주파수를 정보전송속도로 규정되는 값의 정수배만큼 서로 이산시켜 동시 송신을 행하는 방식(CFO-SSMA : carrier frequency offset - spread spectrum multiple access)의 개발이 진행중인데, 이 방식을 적용하므로써 26MHz대역폭내에서 2Mbps의 DS 신호를 5 채널분을 다중화하여 전송속도 10Mbps를 실현하는 기기가 등장하고 있다.

3-1-2 RF-ID 및 FCC의 상황

현재 ISO에서는 RF-ID의 운용주파수대로서 135KHz, 13.56MHz, 2.45GHz 및 5.8GHz의 4가지 주파수가 결정되어 표준화 작업이 진행되고 있다. 중점적인 사항으로는 99년에는 13.36MHz의 주파수에 대한 심의가 이루어졌고, 이후로는 2.4GHz대에 대한 심의 및 표준화 작업이 이루어지고 있다.

또한, 미국에서는 미연방통신위원회(Federal Communications Commission : FCC) part 15.247항(주파수확산장치), 15.245항(전계 교란 감시장치) 및 15.249항(그 외)에 2.4GHz대를 포함하는 ISM 대역의 데이터통신의 기술적 조건에 대한 규정이 기술되어 있다. 미국의 RF-ID는 구성에 따라서 각 항에 적용되는 기기가 존재한다. [표 3-4]에는 FCC의 주요 규정을 보이며, [표 3-5]에는 FCC 15.206항에 대한 일반 방해 허용치를 보인다.

[표 3-4] FCC의 주요 규정

	DS 무선 LAN	FH 무선 LAN	RF-ID
FCC 항목	15.247		15.245, 15.249
변조방식	DS 및 FH		규정 없음
주파수 영역	2,400~2,483.5MHz (전계교란장치의 경우 2,435~2,465MHz)		
방사강도	· 1W 이하 일 것(첨두전력) · 6dBi 이하의 지향성 이득을 갖는 송신 안테나를 이용하는 경우 6dBi를 넘는 부분만 작게 할 것. 단, 두 지점간의 고정식 전용통신기기의 경우 6dBi를 넘는 분에 대하여 3dBi 당 1dB 감소시킬 것. · 일반 대중이 FCC에서 정한 가이드 라인에 규정된 값을 넘는 무선주파 에너지가 흡수되지 않도록 충분히 보호할 것.		· 3m의 거리에서 50mV/m 이하일 것 · 전계교란검지장치의 경우 3m의 거리에서 500mV/m 이하일 것.
주파수당 방사강도	모든 3KHz 대역에 있어서도 8dBm 이하일 것.		
스퓨리어스	· 사용하고 있는 주파수대역 이외의 주파수 대역에 있어서는 대역폭이 어떠한 100KHz의 대역폭보다 20dB 이하일 것. · 15.205a에 규정한 제한대역에서의 공중선 방사치는 15.209의 일반방해허용치까지 감쇠되어 있을 것.		· 고조파의 전계강도는 3m 거리에서 500μV/m 이하일 것. · 전계교란 검지장치의 고조파인 경우는 1.6mV/m 이하일 것. · 고조파를 제외한 범위의 주파수에서는 기본파보다 50dB 감쇠되어 있든지, 15.209항의 일반 방해허용치까지 감쇠되어 있든지 어느 하나가 작은 값을 만족해 있을 것.
기타의 기술적 조건	· 6dB의 대역폭이 적어도 500KHz 이상일 것. · 최고이득비는 10dB 이상일 것. DS, FH 복합의 경우는 17dB 이상의 처리이득을 가질 것.	· 호핑 채널폭은 최저 25KHz 또는 호핑 채널의 20dB 대역폭의 어느 하나가 넓은 주파수만큼 떨어져 있는 호핑 채널 반송파주파수를 갖고 있을 것. 호핑 채널의 선택은 의사 무작위 추출 순서로부터 얻은 순번으로 호핑할 것. 각 채널은 평균적으로 동등하게 이용해야 한다. · 75이상의 호핑 주파수를 사용할 것. · 호핑 채널의 최대 20dB 대역폭을 1MHz로 한다. · 임의의 주파수를 점유하는 평균시간은 30초간 0.4초를 넘지 않을 것.	

[표 3-5] 일반 방해 허용치

주파수(MHz)	허용전계강도($\mu\text{V}/\text{m}$)	측정거리(m)
0.009~0.490	2400/F(KHz)	300
0.490~1.705	24000/F(KHz)	30
1.705~30	30	30
30~88	100	3
88~216	150	3
216~960	200	3
960 이상	500	3

각 국에서도 기술의 진보와 산업계로부터의 요망에 따라 점차적으로 개정을 행하고 있다. 예를 들면, 처리이득에 대해서는 CW Jam Margin법과 같은 실제의 이론 처리이득치에 의존하지 않고 실제의 잡음제거 능력을 측정하는 방법이 추가되었다(FCC 97-114).

3-1-3 ETSI의 현황

유럽에서는 유럽전기통신표준화기구(European Telecommunications Standards Institute : ETSI) 300·328에 2.4GHz ISM 대역의 데이터 통신에 대해 규정되어있다. [표 3-6]에는 ETSI 300·328의 주요 규정내용을 보인다[4].

[표 3-6] ETSI 300 · 328의 주요 규정내용

항 목	DSSS 및 기타		FHSS	
변조방식	DSSS 및 FHSS			
주파수 영역	2,400~2,483.5MHz			
전송 속도	250Kbps 이상			
방사강도	100mW(EIRP) 이상			
순간최대전력밀도	100mW(EIRP) 이하		100mW/KHz (EIRP) 이하	
주파수폭	채널폭은 -30dBm/100KHz(EIRP) 이상의 대역			
스플리어스	송신 협대역 스퓨리어스			
	주파수(GHz)		송신시(dBm)	스플리어스 시(dBm)
	0.03~1		-36	-57
	1~12.75		-30	-47
	1.8~1.9, 5.15~5.3		-47	-47
	송신 광대역 스퓨리어스			
	주파수(GHz)		송신시(dBm)	스플리어스 시(dBm)
	0.03~1		-86	-107
	1~12.75		-80	-97
	1.8~1.9, 5.15~5.3		-97	-97
	수신 협대역 스퓨리어스			
	주파수(GHz)		수신시(dBm)	
	0.03~1		-57	
	1~12.75		-47	
	수신 광대역 스퓨리어스			
	주파수(GHz)		수신시(dBm)	
	0.03~1		-107	
	1~12.75		-97	
조 건	· DSSS를 포함한 FHSS의 규격에 맞지 않는 SS		· 채널은 20 이상일 것. 채널이란 중첩되지 않는 주파수 채널 또는 침투전력으로부터 20dB 낮은 값에서 측정된 주파수 대역폭으로 분리된 호핑 위치에서 규정. · 임의의 주파수를 점유하는 시간은 0.4초를 넘지 않을 것. · 1 홉의 시간과 채널수의 4배 이내에 모든 채널을 사용할 것.	

3-2 국내의 기술기준 요구조건

본 절에서는 소출력데이터통신 시스템의 기술기준에 관한 요구조건을 중점적으로 취급한다. 유선 시스템 통신속도의 고속화에 대응하여 무선 시스템의 고속화에 대한 요구가 점차 증대하고 있다. 특히 컴퓨터의 CPU의 고속화와 대용량화가 진보됨에 따라서 무선통신에서도 통신속도의 고속화가 매우 중요시되었다. 현재는 2Mbps 정도가 2.4GHz대 무선 LAN의 실용화의 주체지만 현행 규격내에서도 10~11Mbps 정도의 고속화가 실현되어 있다. 그러나, 유선시스템의 네트워크는 이미 Gbps급에 도달해 있고 이와 같은 고속통신계 중에서 통신하는 정보의 대부분은 멀티미디어 등에 대응하는 것보다 대용량의 내용들이 대부분이다. 이와 같은 상황에서 유선·무선계를 의식하지 않고 데이터 접속에 있어 쾌적한 환경이 기대되고 있고, 또한 보다 고속 시스템(예: 25Mbps 이상)에 대해서도 다음과 같은 용도에 대응할 것이 요구된다.

- ① 고속이고 다양한 멀티미디어 서비스 제공
- ② 기지국과 복수의 단말국으로 구성되고 각 단말이 MPEG 2(6Mbps)등을 이용
- ③ ATM 백본망과의 접속
- ④ 100 BASE 이더넷의 무선접속
- ⑤ IEEE 1394의 무선접속
- ⑥ 가정내 기기의 무선접속(Home link) TV, 전화, PC 등의 통신/방송접속, 실내외 간 접속

위와 같은 요구는 2.4GHz대에 국한된 것이지만 가격의 저렴화에 대한 요구나 실현 가능성 등을 고려하면, 2.4GHz 대에서 이와 같은 고속 시스템을 실현할 수 있다는 것은 유익한 일이다. 증대하는 고속화의 요구에 대해, 전송용량을 확보하기 위해 넓은 주파수 대역의 확보, SS방식의 확산율과 제한완화 및 SS 방식 외의 다양한 전송방식의 채용 등이 기대된다.

3-3 국내 소출력 데이터 통신 시스템 제한 완화 요구조건

이 절에서는 변조방식, 확산율에 대한 제한 완화에 대한 요구조건과 채널간격 설정 등에 관해 논하겠다.

3-3-1 변조방식의 제한 완화

2.4GHz대의 소출력 무선 및 이동체 식별장치에는 각각 변조방식이 규정되어 있다. 예로 소출력 데이터 통신시스템은 SS방식이고, 이동체 식별시스템은 대상으로 되는 전파형식이 규정되어 있다. 현재 2.4GHz대는 ISO/IEC 802.11의 무선 LAN 등의 SS 시스템이 세계적 규모로 이용되려는 상황이지만, 보다 유효하게 2.4GHz대를 이용하려면 SS 방식외의 시스템 요구에 적합한 변조방식을 선택할 수 있도록 설계의 자유도를 높이는 것이 바람직하다고 생각된다. 또한, 2.4GHz대가 ISM 대역이라는 특수성을 고려하여 다른 주파수대에서는 자유도가 어려운 높은 무선주파수대가 확보됨에 따라 보다 저렴하고 사용자 요구를

만족시킬 수 있는 제품개발이 촉진될 것으로 예상된다.

3-3-2 확산율의 제한 완화

현행 소출력 데이터통신 시스템은 확산율이 10이상으로 규정되어있다. 이 제한에 따라 금후 새로운 국제적 규격이 나올 경우에 대응할 수 없다고 예상된다. 특히 결합표준에 대해서는 국제표준보다도 그 제한속도가 빨라 이에 대응해서 국내의 관계자 규정을 변경할 것도 곤란하다. 확산율에 대한 제한을 완화하는 동시에 다른 시스템과의 주파수공용이 가능한 범위에서 확산율을 어느 정도까지 저감시켜야 하는지도 함께 검토되어야 한다.

3-3-3 채널간격의 설정

2.4GHz대의 무선시스템에서 주파수의 유효이용 측면에서 채널을 선정해야 하며 또한, 설정된 채널에 대한 구분법도 검토되어야 한다. 앞으로의 고속화, 고기능화 요구에 대응하기 위해서는 SS방식 외에 다양한 전송방식, 변조방식 및 전송속도를 가능하게 하는 것이 바람직하고, 확실적인 채널설정을 앓는 것이 바람직하다. 또한 한정된 주파수 자원의 유효이용 측면에서의 채널간격의 검토에 대해서도 연구가 진행되어야 한다.

第 4 章 國內 小出力 無線 데이터 通信 시스템의 技術基準(案)

4-1 외국으로부터의 무선 LAN 시스템의 도입요망에 대한 소견

2.4GHz대는 ISM 대역으로서 세계적으로 공통성이 높은 대역이다. 2.4GHz대를 이용한 무선 시스템은 무선 LAN이나 PC의 주변기기 접속시스템 등의 분야에서 세계적인 공용성을 특징으로 하는 새로운 시스템 개발이 활발하게 진행되고 있다.

현재 국내에 사용되는 제품들은 각 회사간 독자적인 프로토콜의 사용에 따른 상호 접속성의 문제가 있었기에 이런 요구사항을 고려한 대표적인 무선 LAN(5GHz)으로서 ISO/IEC 802.11이 개발되어 98년 5월에 승인되었다. 또한, 맥내 네트워크화된 시장은 인터넷이나 정보가전기기의 보급과 맞물려 앞으로 큰 시장이 될 것으로 예상된다. 유선배선의 번잡으로부터 무선에 의한 네트워크화의 요구도 커졌지만 무선기기가 고가이고, 충분한 통신속도를 확보하지 못했기 때문에 그다지 보급되지 않았었다. 또한, 휴대성이나 조작성의 향상을 위해 PC와 주변기기의 무선화는 사용자의 요구중의 하나이다.

이상과 같이 5GHz대를 포함한 제 외국의 새로운 시스템의 개발 상황을 고려하면, 시스템들이 국내에서의 이용이 증가될 것으로 기대된다. 휴대전화의 경우처럼 국제적인 규격에 맞는 환경정비가 크게 요구되고 있다.

4-2 국내 ISM 주파수대역 기술기준분석

ISM 대역은 원래 비면허로 약한 전계강도를 이용하여 산업, 과학 및 의료용으로 할당된 대역이다. 그런데, 이렇게 특정 목적으로 분배된 대역이 최근 전파통신 기술의 급속한 발전과 경제적 수준의 향상에 따라 다양한 무선국에 대한 수요가 증가하고 있는 가운데, 저전력의 전파를 발사하는 미약한 무선국은 전파사용에 따른 허가가 필요 없이 짧은 구역내의 음성 및 데이터 전송용, 장비의 원격 제어용 등 산업활동뿐만 아니라 전자 레인지, 유선전화기 등의 일상생활에 이르기까지 이용범위가 확산되고 있는 추세이다.

현재 우리나라에서는 ISM 대역 대해 주파수별 용도와 출력을 [표4-1], [표4-2]에 규정해 놓고 있으나, 최근에는 개방형 주파수에 ISM 대역 사용을 검토하고 있으며, 기존에 사용되고 있는 기기들과의 영향을 고려하여 ISM 대역을 사용하는 합법적인 기기 등록 현황은 전파연구소가 조사하여 보고하고 불법 기기 이용현황은 중앙전파관리소가 조사하여 보고하도록 하고 세부사항에 대한 회의를 진행하고 있다. 따라서 허가 없이 사용할 수 있는 일반 개방용 주파수로는 [표4-3] 생활무선국, 코드없는 전화기, 미약한 전파 및 출력이 10mW이하로서 우리나라 전파법이 용도, 주파수 등을 지정한 특정 소출력 무선국이 있다. 앞으로 창의적 아이디어를 활용한 새로운 기술이 활성화될 수 있도록 일반 개방용 주파수를 계속 확대할 계획이고, 외국의 ISM 대역과 같이 용도에 관계없이 기술적 조건만 만족하면 누구나 자유로이 사용할 수 있는 주파수 대역 할당 방안을 검토중이다.

[표4-1] ISM 주파수대역별 용도

할당 주파수	주파수대의 폭	국내 할당 내역
13.560 MHz	± 7 KHz	버스카드판독기, 모형기기, 무선조정기 등
27.120 MHz	± 163 KHz	모형기기, 무선조정기, 생활무선국
40.680 MHz	± 20 KHz	모형기기, 무선조정기
915.0 MHz	± 13 MHz	국가용
2.450 GHz	± 50 MHz	아마추어, 이동체 식별장치, 무선LAN
5.800 GHz	± 75 MHz	아마추어, 방송중계용, 군레이다, 무선LAN
24.125 GHz	± 125 MHz	아마추어, 고주파 이용설비

[표4-2] 전파법 시행령의 전계강도 기준값

주파수대	전 계 강 도
322 MHz 미만	매 m당 500 μ V/m 이하
322 MHz - 10 GHz	매 m당 35 μ V/m 이하
10 GHz - 150 GHz	매 m당 3.5f μ V/m 이하 f는 GHz를 단위로 하는 주파수 (단, 매 m당 500 μ V/m를 초과하는 경우는 매 m당 500 μ V/m로 한다)
150 GHz 이상	매 m당 500 μ V/m 이하

[표4-3] 일반 개방용 주파수 (Unlicensed Radio) (단위:MHz)

용 도	생활 무선국	코드 없는 전화기	특정 소출력 무선국
주파수	26.965 - 27.405 448.7-449.3/424.1-424.3	46.51-46.97/49.695-49.97 914 - 915/959 - 960	220 MHz 대역 등 총 8개 대역

4-3 시스템의 공중선 전력

SS 변조방식에서 시스템의 공중선 전력은 제 외국의 경우처럼 규정할 필요가 있다. 공용모델에 의한 검토결과, 공중선 전력밀도가 10mW/MHz이면 다른 무선국에 대해 적당한 거리를 두고 또한, 혼신방지 기능을 갖도록 함으로서 유해한 간섭 없이 주파수 공유가 가능하다.

FHSS 방식은 주파수를 시분할하여 광대역으로 확산시키는 SS방식이므로 특정한 단시간의 침투전력이 주파수를 공유하는 이동체 식별에 대하여 간섭을 주지 않도록 그 제한치를 고려해야 한다. 따라서, 2.4GHz대 소전력 무선 데이터 통신시스템의 경우 이동체 식별시스템과 주파수를 공유하지 않는 경우는 10mW/MHz 이하 주파수를, 공유하는 경우는 3mW/MHz 이하를 제한치로 하는 것이 적당하다.

DSSS 방식은 주파수축 상에서 광대역으로 에너지를 확산시키는 방식이므로 이동체 식별시스템과 주파수를 공유한 경우에도 시스템에 간섭을 줄 가능성이 작다. 따라서 제한치는 10mW/MHz 이하로 하는 것이 적당하다.

SS 변조방식외의 협대역 변조방식인 경우 통상의 공중선 전력으로 10mW 이하로 규정하는 것이 적당하다.

4-4 점유주파수대역

FHSS 방식의 점유주파수대폭은 시스템과의 조화 관점에서 최대 83.5MHz로 하는 것이 적당하다. 넓은 점유주파수대폭을 이용하므로 고속·대용량 전송에 대응할 수 있으므로 확산율을 높임으로서 고신뢰도의 통신이 가능하게 된다. 또한, 공중선 전력이 3mW/MHz 이하로 제한될 것, 그리고 단시간에 호핑하면서 시분할에 의해 극히 좁은 주파수를 사용하는 시스템이므로 한 시스템에서 83.5MHz를 점유해도 주파수 이용효율의 저하를 억제할 수 있다.

DSSS 방식 및 기타 변조방식의 경우 점유주파수대폭에 대해서는 83.5MHz까지의 광대역 시스템을 인정함에 따라 20Mbps 이상의 고속 데이터통신을 지원하도록 조치하는 것을 생각할 수 있지만,

① 주파수 이용효율의 저하 가능성이 있는 광대역 시스템의 실현에 대한 요구보다 과거에 있었던 정도의 대역폭에서 복수 채널을 설정하여 서비스 영역의 확장이 요구된다는 점

② 20 수 Mbps 이하의 전송속도에 대해서는 5GHz대 광대역 이동접속 시스템에 있어서 실현될 예정인 점

③ 현행의 점유주파수대폭에서도 10 수 Mbps 정도의 전송속도로 통신하는 것등이 가능하고 상정 트래픽량이나 동화상 전송 등의 고속전송에 대응 가능하다는 점으로부터 제 외국의 현행 시스템과 동일한 최대 26 MHz로 하는 것이 적당하다.

4-5 불요발사 기술기준

주파수 범위를 2.4~2.4835GHz까지 확장한 경우 전력밀도를 10mW/MHz 이하로 한 경우에 있어서도 총전력은 최대 약 260mW로 된다. 불요발사 방지 지침으로는 전계강도, 자계강도, 전속밀도 등을 고려할 수 있다. 공중선 전력 $P_t = 0.26W$, 공중선 이득 $G = 2.14dB$ (약 1.6배)로 하면, 거리 $D=1m$ 지점의 전속밀도는

$$\begin{aligned}\text{전속밀도} &= P_t \times G / (4\pi \times D^2) \\ &= 0.26 \times 1.6 / (4\pi \times 1) \\ &= 0.033 [W/m^2] = 0.0033 [mW/m^2]\end{aligned}$$

로 된다. 무선 LAN은 PC 등에 장착되어 통상 인체로부터 30cm 이상의 거리에서 사용되므로 30cm 지점의 전속밀도를 계산하면,

$$\begin{aligned}\text{전속밀도}(30cm) &= 0.26 \times 1.6 / (4\pi \times 0.09) \\ &= 0.37 [W/m^2] = 0.037 [mW/cm^2]\end{aligned}$$

가 된다. 이 값은 불요발사 방지지침의 $1 mW/cm^2$ 이하이므로 총전력 260mW는 문제가 되지 않는다. [표 3-7]에는 불요방사 방지지침을 보인다.

[표 3-7] 불요방사 방지지침

주파수	전계강도	전속밀도	평균시간
1.5GHz~300GHz	61.4 V/m	0.163 A/m	6분

표에서 언급된 전계강도, 자계강도, 전속밀도의 수치가 각각 규정되어 있지만, 진공중의 전파전파이면 전파 임피던스는 $120\pi(\Omega)$ 이므로 각 수치의 의미는 동일 하다고 생각된다.

第 5 章 結 論

본 논문에서는 실내무선 LAN과 같은 초고속 무선통신 시스템과 관련하여 소출력 무선국으로부터의 불요발사 기술기준을 제정하기 위하여 미국의 U-NII, 유럽의 HIPERLAN 그리고 일본의 초고속 무선통신 시스템의 기술기준을 비교·분석하여 이를 기초로 송신신호 점유대역폭 분석 및 국내 소출력 무선국의 불요발사 전파의 기술기준 안을 제안정립 하였다.

본 논문에서는 미국 유럽 일본의 초고속 무선통신 시스템의 기술기준과 국내의 ISM 주파수 대역을 조사 비교분석 하였으며, 이를 바탕으로 국내 소출력 무선국의 시스템 공중선 전력, 점유주파수 대역폭, 불요발사 기술기준, 신호방식에 따른 송신신호 스펙트럼 특성 등의 적절한 결과를 도출하게 되었다.

한편 본 연구와 관련하여 금후 연구가 필요시 되는 사항으로는 5GHz대의 무선 데이터 통신 시스템간의 주파수 공용화와 시스템 공존조건 해석에 관한 연구와 실제적인 간섭실험에 의한 검토로부터 국내 기술기준을 계속적으로 수정, 확립 해나가는 것이 요망된다. 즉, 2.4GHz 및 5GHz대의 ISM 대역의 Spread spectrum 기술을 사용하는 차세대 무선 LAN을 대표로 하는 소출력 데이터 통신시스템, 전자 레인지를 대표하는 ISM 기기, 무선 tag을 사용하는 이동체 식별장치, VICS와 아마추어 무선 등의 각 시스템은 다소의 주파수 중복이 있지만 용도별로 주파수대를 운용해야 할 것이다. 또한 MSS가 금후 이 대역을 사용할 예정인 것도 고려하여, 현재의 용도별 대역 제안을 다시 고려하여 각 시스템의 요

구를 만족시키기 위해 주파수의 공용화와 시스템 공존 조건에 대한 연구가 필요하다. 특히 실제적인 간섭실험 시스템을 구축하여 소전력 데이터 통신 시스템간의 간섭거리의 타당성을 확인할 필요가 있다.

끝으로, 허가를 받지 않고 사용하는 옥내 무선장비의 늘어나는 추세를 예상할 때 각 주파수대의 소출력 무선장비에 대한 이용 현황은 국가에서 반드시 파악하고 있어야 하며, 간섭 문제가 발생시 적절히 대처할 수 있도록 현황 조사 및 자료의 파악화가 요구된다.

[參考文獻]

- [1] CEPT(Conference of European Posts and Telegraphs) 권고안
- [2] HIPERLAN Functional Specification
- [3] THE FCC MAKES SPECTRUM AVAILABLE FOR NEW UNLICENSED EQUIPMENT; U-NII Devices Will Facilitate Access to the National information infrastucture (ET Docket No. 96-102)
- [4] COMMISSION PROPOSES TO MAKE SPECTRUM AVAILABLE FOR USE BY NEW UNLICENSED EQUIPMENT; NT/SUPERNet Devices World Facilitate interconnection to NII (ET Docket No. 96-102)
- [5] “Unlicensed NII/SUPERNet Operation in the 5 GHz Frequency Range”, (ET Docket No. 96-102; FCC 96-193)
- [6] “THE PREDICTION OF FIELD STRENGTH FOR LAND MOBILE AND TERRESTRIAL BROADCASTING SERVICE IN THE FREQUENCY RANGE FROM 1 TO 3 GHz”, (Rec. ITU-R P.1146)
- [7] “PROPAGATION DATA AND PREDICTION MODELS FOR THE PLANNING OF INDOOR RADIOCOMMUNICATION SYSTEMS AND RADIO LOCAL AREA NETWORKS IN THE FREQUENCY RANGE 900 MHz TO 100 GHz”, (Rec. ITU-R P.1238)
- [8] ETSI Radio Equipment and Systems, “High Performance Radio Local Area Network (HIPERLAN),” Functional Specipication Version 1.1(Draft),

January 1995.

[9] “小出力 無線局 超高速 데이터 통신 시스템” (日) ARIB, 1999

感謝의 글

새로운 학문에 적응할 수 있도록 일깨워 주시고 충고해주신 모든 분께 고개숙여 감사 드립니다. 특히 본 논문이 완성되기까지 자상한 가르침으로 저를 돌보아 주신 하덕호 지도교수님께 마음깊이 감사 드리며 항상 건강하시길 빕니다.

그리고 바쁘신 가운데서도 보다 나은 논문이 될 수 있도록 지도해주신 윤종락 교수님, 정연호 교수님께 감사드리며, 아울러 정신일 교수님, 김석태 교수님, 김성운 교수님, 장주석 교수님의 평소 가르침에도 감사드립니다.

본 논문 자료 정리에 많은 도움을 주었던 이동통신연구실의 이주현 선생, 고연화 선생, 성명씨, 정훈씨, 주련씨께 감사의 글을 올리며, 더불어 수년간 학문적으로나 인간적으로 저를 도와준 김행구 선생, 성태경 선생, 모수종 선생, 김판신 선생, 김종윤 선생, 남용진 선생, 사무실의 강주연씨께도 감사 드립니다.

그리고 2년 동안 힘든 여건 속에서도 격려와 관심으로 서로에게 힘이 되었던 학업동료 이봉춘선생, 김정건선생, 김종효선생, 이상천선생께 감사드립니다.

오늘 이날이 있기까지 묵묵히 마음속으로 뒷바라지 해주시고 근심걱정 해주신 어머니, 장모님께 그 공을 돌리면 몸 건강히 장수하시길 바랍니다. 또한 가내의 여러 친지 및 형제들과도 이 기쁨을 같이 하고 싶습니다. 끝으로 어려운 환경에 처할 때마다 항상 옆에서 갖은 고생을 참아가며 용기를 북돋아 준 사랑하는 아내 김현숙 그리고 이 세상 그 무엇과 바꿀 수 없는 나의 보배 장남 김태현, 막내딸 김수경과 함께 이 기쁨을 영원히 간직하고 싶습니다.

2001년 12월

김 기 식 드림