새로운 통신서비스 기술기준 및 시험방법 연구
(ADSL 및 DSRC를 중심으로)

2000. 12. 31

전 파 연 구 소

제 출 문

본 보고서를 「새로운 통신서비스 기술기준 및 시험 방법 연구」과제의 최종보고서로 제출합니다.

20 . . .

연구책임자 : 배 준 호(2002월드컵 조직위원회)

류 충 상(전파연구소 기준연구과)

조 성 태(전파연구소 기준연구과)

연 구 원 : 양 준 규(전파연구소 기준연구과)

여 경 진(전파연구소 기준연구과)

임 상 희(전파연구소 기준연구과)

박 성 환(전파연구소 기준연구과)

조 인 국(전파연구소 기준연구과)

김 승 태(전파연구소 품질인증과)

요 약 문

1. **과제명** : **새로운 통신서비스 기술기준 및 시험방법 연구**
2. **연구기간** : 2000**년** 1**월** 1**일** 2000**년** 12**월** 31**일**
3. **연구책임자** :
4. **계획 대 진도**

가. 월별 추진내용

세부내용	연구자	월별추진계획												비 고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
□ ADSL 및 DSRC 기술기준 및 시험방법 자료수집 및 분석	양준규(30) 박성환(30) 임상희(20)													
o ADSL 기술기준 및 시험방법 자료수집 분석 - 국내 현황분석 - 외국 기술기준 자료수집 및 분석 - 국제 표준화 동향 분석	여경진(20)													
o DSRC 기술기준 및 시험방법 자료수집 분석 - 국내 현황분석 - 국제표준 및 외국의 기술기준 자료수집 분석														
□ 국내·외 표준화 활동 참여 및 관련 연구기관 협력	배준호(20) 양준규(20)													
o 워크샵 및 세미나 참가	김승태(20)													
o 표준활동 참여	박성환(20)													
o 국제 표준화 동향 분석	임상희(20)													
□ ADSL 및 DSRC 기술기준 및 시험방법(안) 마련	배준호(20) 양준규(30)													
o 기술기준 및 시험방법(안)작성	김승태(20)													
o 의견수렴 및 정리	박성환(30)													
□ 연구보고서 작성	연구원 전원													
분기별 수행진도(%)		20			20			30			30			

나. 세부과제별 추진사항

1) ADSL 및 DSRC 기술기준 및 시험방법 자료수집 및 분석

o 국내 ADSL 및 DSRC 현황조사

- 통신사업자 및 제조업체 동향 조사 및 분석
- 산업체 자체 규격 분석

o 외국의 표준화 동향, 기술기준 및 시험방법 수집 분석

- ITU 표준동향 조사 분석
- 미국, EU, 일본, 카나다, 호주 기술기준 및 표준 조사 분석

2) 국내·외 표준화 활동 참여 및 관련 연구기관 협력

o 국내 워크샵 및 세미나 참석 발표

- 중소기업지원 교육에 참여하여 기술기준 및 표준화 동향 발표
- 기술기준 관련 세미나 및 워크샵에 참가하여 분석 자료 발표
- 국내·외 관련 표준화 활동 수행

3) ADSL 및 DSRC 기술기준 및 시험방법(안) 마련

o ADSL 기술기준 및 시험방법(안) 마련

- 국내 현실을 고려하여 ITU 표준을 수용 기술기준(안)을 작성하고 외국의 기술기준과 비교분석
- 시험기준 분석

o DSRC 기술기준 및 시험방법(안) 마련

- FM 기기 및 CDMA 기기의 기술기준 적용방법 조사
- WLL과 무선랜의 혼신 분석 및 기술기준(안) 마련
- 시험기준 자료분석

5. 연구결과

o ADSL 기술기준 및 시험방법(안)

- ADSL 기술기준 및 시험방법(안) 마련

o DSRC 기술기준 및 시험방법(안)

- 지능형 교통정보 시스템 중 단거리 통신용 특정소출력 무선기기의 기술기준 및 시험방법(안) 마련

6. 기대효과

o ADSL 및 DSRC 기술기준(안)을 기술기준 제·개정 할 경우 중요한 정책자료로 활용함으로써 통신환경 변화에 능동적으로 대처할 수 있음

o 국내 정보통신 기술기준 및 시험방법에 대한 신뢰성을 제고하고 국가간 상호인정(MRA)에 따른 국제협력 활동에 효과적 대처

o 고품질의 제품개발 촉진 및 대외 경쟁력 향상에 따른 국내 산업체의 해외진출 기여

7. 기자재 사용 내역

가. 사용 기자재 목록

1) 스펙트럼 분석기(HP8564E) 1대

2) 고주파 신호 발생기(HP83640A) 1대

3) Noise Figure Meter(HP8970V) 1대

나. 기자재 사용 용도 : 기술기준 검증

10. 기타사항 : 없음

SUMMARY

Telecommunication Technical Criteria shall be observed, for it is a minimum criteria of telecommunication services in a nation. Telecommunication Technical Criteria must be an appropriate enactment and revise, because advanced communication services are appearing in accordance with development of digital technique and change of communication market. So, Technical Criteria must protect national interests from exchange of communication market, gone globalization and unification because of breaking up a trade barrier and MRA

In this paper, we analyze a way of telecommunication technical criteria following exchange of the communication market and advent advanced communication services. we are to be analyzed and compared with present condition, technical criteria and standardization in the inside and outside of nations for advanced ADSL and DSRC service. And we show the draft of ADSL and DSRC technical criteria following exchange of communication market

Result, in this paper, are going to make use of as the policy data for xDSL and DSRC services

목 차

표 목 차

그림목차

제1장 개 요

정보통신기술 적용에 대한 전반적인 지침은 표준에 기반을 두고 있으며, 표준은 권고표준과 강제표준으로 나누어 생각할 수 있다. 강제표준은 흔히 "기술기준"이라는 법률용어로 널리 사용된다. 정보통신 기술기준은 통신망 이용자와 통신사업자간 또는 통신사업자간에 준수해야 할 최소한의 원칙을 제공함으로서 정보통신 기술의 발전 및 안정적인 통신서비스를 보장하는데 중요한 역할을 담당하고 있다.

최근 디지털 멀티미디어 기술의 발전은 초고속 정보통신 서비스에 대한 욕구를 자극 가입자망을 진화시키는 계기가 되었고, 기존에 설치된 가입자망을 이용하여 초고속 정보통신 서비스가 가능하도록 하였다. 기존 전화국과 이용자 사이에 설치된 꼬임케이블을 이용하여 디지털 전송방식으로 통신하는 방식을 xDSL로 표현되며 상향 및 하향 속도의 비대칭으로 통신하는 방식이 비대칭디지털가입자망(ADSL)이다. 새로운 전기통신 서비스인 ADSL은 인터넷 사용이 보편화되면서 기존 전화선을 이용하여 음성 전화서비스와 동시에 초고속통신이 가능하다는 장점으로 인하여 활발하게 전개되고 있다. 우리나라에서도 전기통신 사업이 복수통신사업자로 전환되면서 초고속 정보통신 서비스 시장을 선점하기 위해 ADSL 서비스를 경쟁적으로 도입하여 시장이 활성화 되어가고 있다. 따라서, 새로운 전기통신 서비스인 ADSL에 대해 제도적으로 뒷받침하고 안정된 서비스 보장을 위해 기술기준 연구가 필요하다.

ITS 기술은 기초 교통시설에 첨단 전자통신 정보기술을 응용함으로써 교통시설 운영 효율성의 극대화, 교통사고의 획기적인 감소, 물류비 절감 및 첨단 교통산업의 육성 등이 기대되는 교통 기술 산업이다.

이러한 ITS의 구성요소를 구축하기 위해서는 차량 및 도로의 정보수집과 차량에의 정보제공을 원활하게 할 수 있는 통신망이 필요하고, 이러한 통신망의 말초적 기능을 수행하는 것이 바로 ITS용 특정소출력무선설비(DSRC;Dedicated Short Range Device)이다. DSRC는 ITS의 기반이라고 불리우는 정보통신 인프라로서 차와 도로를 쌍방향 통신으로 결합시키며, 자동요금징수시스템(ETCS;Electronic Toll Collection System)에서 필수 불가결한 통신시스템이다. 실제로 이미 ETCS를 실용화하고 있는 구미에서는 DSRC가 급속히 보급되고 있는데 여러 가지 통신방식간에 호환성이 없어 혼선을 빚는 폐해가 발생되고 있는 실정이다. ITS 서비

스를 위한 시스템 구축비용이 크고, 다양한 기술이 소요되므로 정부와 민간 업체 간의 협력 관계가 필수적이며, 국가적 차원에서 사전에 표준화된 규격을 설정하여 추진하지 않으면, 국민들과 제조업체의 부담과 손실이 엄청나게 될 것이다.

ITS 시스템을 위해서는 다른 여타의 통신방식도 고려되고 있는데 그 대표적인 것이 초단파방송을 이용한 교통정보 부가방송서비스(DARC) 및 차량용 레이더 기술, 위성측위시스템(GPS), DSRC 노상장치로부터 모아진 정보를 중앙 전산망까지 전송하는 원거리 무선접속망 등도 기존의 도로교통 광통신망과 더불어 중요한 역할을 할 것으로 보인다. DSRC는 이 외에도 많은 ITS 어플리케이션으로 이용되어 ITS 인프라에서 그 역할이 매우 중요하다. 예를 들면, 운전자가 필요로 하는 최신 도로교통정보를 빠르게 카 내비게이션에 제공하는 첨단 교통정보시스템의 정보 전달방법은 먼저 도로상에 설치된 비콘으로부터 차에 설치된 내비게이션으로, 현재지역으로부터 진행방향으로 운전자의 요구에 맞춰서 도로교통정보를 결정해 보낸다.

그러나 ITS는 도로상의 모든 차량을 수용할 수 있도록 통신 용량의 증설이 가능해야 하고, 현재 계획되거나 향후에 출현할 다양한 ITS 서비스를 제공할 수 있어야 하며, 모든 도로망을 지원해야 하므로 망의 구축 비용과 운용 비용이 적절해야 한다. 또한, ITS 서비스는 저속 데이터부터 고속 데이터 서비스까지 다양한 수요가 있으므로 데이터 전송 속도와 사용자 용량이 지원되어야 한다. ITS 서비스의 특성을 고려할 때, 통신 방식에 따라 서비스 제공의 효율성이 다를 수 있으므로, 적절한 통신 방식을 지원해야 한다. 궁극적으로 모든 도로망을 커버해야 한다.

정보통신 기술기준은 현행 통신서비스에 대해 국가차원에서 규정하는 것이므로 새로운 서비스 등이 출현함에 따라 기술기준도 새로운 서비스에 적합하게 제·개정되어야 한다. 따라서, 본 연구에서는 새롭게 떠오르고 있는 ADSL 및 DSRC 서비스에 대해 살펴보고, 국내·외 표준화 동향 및 기술기준을 분석하여 우리나라 실정에 적합한 기술기준 제정 방향에 대해 살펴보도록 하겠다.

제2장 정보통신 기술기준 동향

1. 우리나라 정보통신 기술기준

원활한 정보통신 서비스를 제공하기 위해서는 통신사업자, 제조업체 등이 지켜야할 기술규격이 있어야 하며, 기술규격은 정보통신 기술표준이 된다. 정보통신 기술표준은 다시 강제표준과 권고표준으로 구분된다. 정보통신 기술기준은 정보통신 서비스의 원활한 확보를 위하여 최소한의 기준을 국가 차원에서 제정하여 의무적으로 준수하도록 하는 강제표준의 성격을 갖는다. 우리나라 정보통신 기술기준은 전기통신기본법, 전파법, 방송법에 근거하여 규정되고 있다. 법에서는 관련 기술기준의 근거를 제공하고 세부적인 기술기준은 정보통신부령이나 정보통신부고시로서 제정하도록 위임하고 있다. 전송 매체에 관련된 기술기준을 각각의 정보통신부령 또는 기술기준 고시로 위임하여 제정토록 하고 있으며, 세부적인 사항은 다시 정보통신부령에서 정보통신부고시로 위임하여 제정·운영하고 있다.

전기통신기본법은 전기통신에 관한 기본적인 사항을 정하여 전기통신을 효율적으로 관리하고 그 발전을 촉진함을 목적으로 하고 있으며 전기통신설비, 전기통신기자재, 구내통신선로설비 등에 관한 사항을 기술기준으로 정하도록 정보통신부령에 위임하고 있다.

전파법은 전파의 효율적인 이용 및 관리에 관한 사항을 정하여 전파이용 및 전파 기술의 개발을 촉진함으로써 전파의 진흥을 도모하고, 공공복리의 증진에 이바지함을 목적으로 한다. 전파법에서는 무선설비(방송의 청취만을 목적으로 하는 것을 제외) 및 전자파장해방지기준 등에 관한 사항을 정보통신부령에서 정하도록 위임하고 있다.

방송법은 기존의 방송법, 종합유선방송법, 유선방송관리법으로 나누어져있던 것을 통합하여 방송의 자유와 독립을 보장하고 방송의 공적 책임을 높임으로써 시청자의 권익보호와 민주적 여론형성 및 국민문화의 향상을 도모하고 방송의 발전과 공공복리의 증진에 이바지함을 목적으로 제정되어 있으며 세부적인 기술기준은 정보통신부고시로 정하도록 하고 있다.

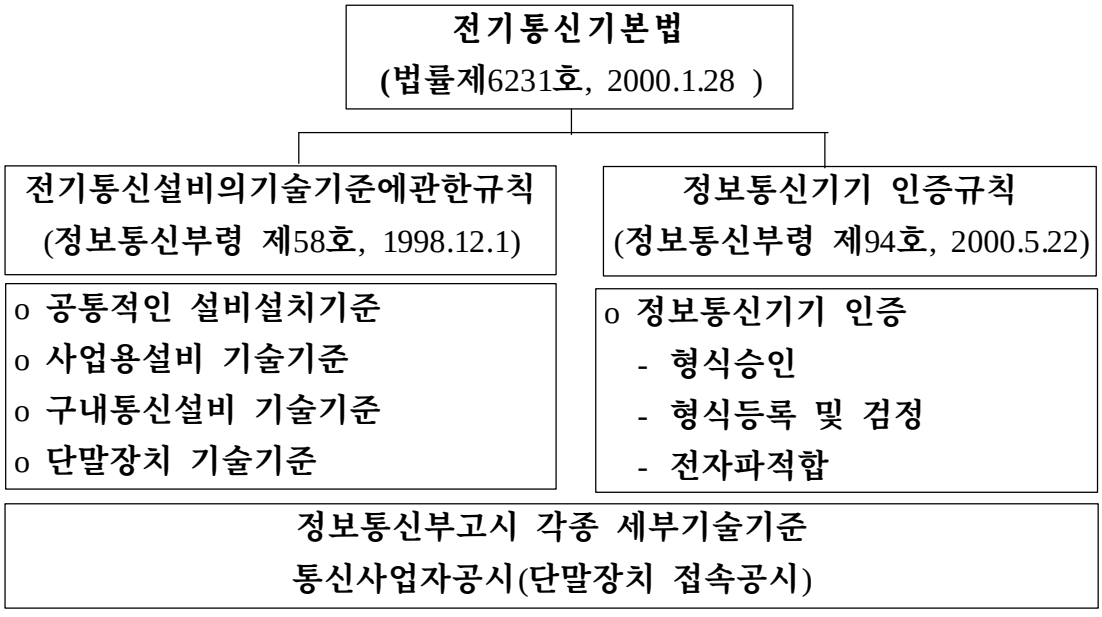
2. 전기통신 기술기준

가. 전기통신 기술기준 개요

전기통신설비 기술기준의 범위는 광범위하게 설정하지 않고 다양한 통신 서비스 제공여건을 확보하고, 통신망 기술발전에 손쉽게 적용하도록 하기 위해 필요한 최소의 범위로 정해진다. 전기통신설비 기술기준이 정해지는 범위는 다음과 같이 요약될 수 있다.

- o 사업자간 또는 사업자와 이용자간 전기통신설비의 책임한계설정
- o 통신망 운영자와 이용자 및 전기통신설비에 대한 안전보호
- o 전기통신설비의 손상 및 설비 상호간 악영향 방지
- o 이용자 권익보호를 위한 통신망의 신뢰도 및 성능 확보
- o 통신설비와 단말장치간 접속조건의 구체화

전기통신 기술기준은 전기통신기본법에서 정의되어 있다. 전기통신 기술기준은 전기통신기본법 제25조(기술기준), 제33조(형식승인) 등에서 위임되어 정보통신부령인 전기통신설비의기술기준에관한규칙으로 제정되어 있다. 전기통신 기술기준 체계는 [그림 1]과 같고, 전기통신기본법에 규정된 기술기준은 [표 1]과 같다.



[그림 1] 전기통신 기술기준 체계

[표 1] 전기통신기본법에 규정된 기술기준 내용

관 련 규 정	세 부 내 용	비 고
전기통신설비의 유지·보수에 관한 사항(제16조) 전기통신설비 기술기준에 관한 사항 (제25조제1항)	o 전기통신역무의 안정적인 공급을 위해 기술기준을 준수 o 기간통신사업자 전기통신설비 설치 및 확장의 경우 기술기준 적합시험 및 기록·관리 ※ 사업용설비 기술기준에 해당	o 기술기준 적합조사 및 시험
관로설치기준 (제30조의2제2항)	o 도로, 철도, 도시철도, 산업단지 등 건설시 기간통신사업자가 건설 설치자에게 의견제시의 기준	o 공동구 또는 관로 등의 설치시 반영
구내통신설비의 설치에 관한 사항 (제30조의3)	o 설치 건축물의 범위 규정 o 전기통신선로설비 등의 설치기준 o 전기통신회선설비와 접속을 위한 면적 확보 규정 ※ 이용자설비 기술기준	o 정보통신공사업법에 의한 사용전검사
전기통신기자재의 형식승인 (제33조제3항)	o 단말장치 기술기준 ※ 이용자설비 기술기준	o 전기통신기자재 형식승인 o 전기통신기자재 사후관리

전기통신설비를 설치하고 운용하는 자는 그 설비를 정보통신부령이 정하는 전기통신설비의기술기준에관한규칙에 적합하게 설치·운용하여야 한다. 전기통신설비의기술기준에관한규칙은 통신시장의 변환 및 통신기술의 발전에 따라 제·개정되어 왔으며 통신 시장의 개방화와 규제완화 차원에서 1998년 2월에 개정되어 현재에 이르고 있다.

기간통신사업자는 정보통신부장관이 정하여 고시하는 전기통신설비를 설치하거나 설비를 확장하는 경우에 기술기준 적합여부에 관하여 정부의 확인을 받아야 하고, 적합하지 않은 경우에는 이의 시정 및 기타 필요한 조치를 취하여야 한다. 전기통신 기자재는 기술기준에 적합하게 제조되어야 하고 형식승인을 받아야 한다.

나. 전기통신 기술기준 주요 내용

전기통신 기술기준은 공통적인 일반적조건 기술기준, 이용자설비 기술기준, 사업용설비 기술기준으로 구분할 수 있으며 다음과 같다.

□ 공통적인 일반적조건 기술기준

전기통신 기술기준을 규정하는 중요한 이유는 분계점을 설정하고 분계점에서 접속기준을 정하는 것이다. 분계점은 전기통신설비의 설치 및 유지보수에 대한 책임을 설정하기 위하여 정한다. 또한, 공통적인 일반적조건에는 위해 전압·전류 등의 송출을 금지 규정, 안정적인 전원공급을 위한 규정, 이용자에게 안정하고 신뢰성있는 서비스 제공을 위한 기준이 규정되어 있다.

설비설치 일반적조건 기준으로 절연저항과 누화기준이 규정도어 있고, 안전조건으로 낙뢰 및 강전류전선 등의 영향에 대비한 보호기 및 접지기준, 보호대책 등의 기준이 규정되어 있다.

xDSL 서비스를 포함한 새로운 전기통신 서비스를 제공하거나 설비의 설치 및 장비의 제조의 경우에도 공통적인 기술기준이 적용되고 있다.

□ 사업용설비 기술기준

사업용설비 기술기준은 기간통신설비, 별정통신설비, 부가통신설비, 전송망설비, 자가전기통신설비로 구분되어 규정되어 있다. 대부분의 규정은 안정적인 서비스공급을 위해 규정되어 있으나 품질 및 서비스에 대한 기준은 통신시장의 공정 경쟁 보장을 위해 규정하고 있지 않다. 그러나 기간통신사업자의 경우는 정보통신설비와 이에 연결되는 다른 정보통신설비 또는 단말장치와의 정보의 상호전달을 위하여 통신규약을 공시하도록 하고 있다.

□ 이용자설비 기술기준

이용자설비 기술기준은 구내통신 기술기준과 단말장치 기술기준으로 구분된다. 구내통신 기술기준은 건축물 구내에 설치되는 전기통신설비에 대한 기준을 규정하는 것으로 기술기준 준수여부를 정보통신공사업법에 의한 사용전검사를 통해 확인한다. 단말장치 기술기준은 단말장치 제조 및 수입자가 지켜야하는 기준으로 기술기준 준수여부는 형식승인 인증을 통해 이루어진다. 이용자설비는 일반 국민

이 편안하고 안전하게 전기통신을 이용할 수 있도록 국가에서 책임을 지고 있다. 따라서, ADSL를 포함한 새로운 전기통신 서비스 등장에 따라 활발하게 기술기준 논의가 이루어지는 것이 단말장치 기술기준이다. 현재 정보통신부고시로 제정된 단말장치 기술기준의 일반적조건 기준은 새로운 전기통신서비스 단말장치에도 적용될 수 있으나 세부 기술기준은 새로운 서비스에 적합하게 개정되어야 할 것이다.

3. 무선통신 기술기준

가. 무선통신 기술기준 개요

무선통신 기술기준은 전파사용의 질서를 유지하고 공공복리를 증진하기 위한 것으로 타 업무, 타 기기의 동작에 영향을 미치지 않토록 하기 위하여 무선설비가 지녀야 할 최소한의 기술적, 운영적, 환경적 사항을 명시한다.

무선설비 기술기준의 규제 범위는 사용자의 권익보호 측면과 전파사용의 공공질서 유지 측면으로 나누어 생각할 수 있다.

사용자의 권익보호 측면에서의 규제범위는 다음과 같다.

- o 인명안전 및 해상/항공 업무용 무선설비와 방송신호 기준 등에 적용
- o 완전한 동작 조건을 명시
- o 국제권고 및 국가표준으로 대부분 규제

전파사용의 공공질서 유지 측면의 규제 범위는 다음과 같다.

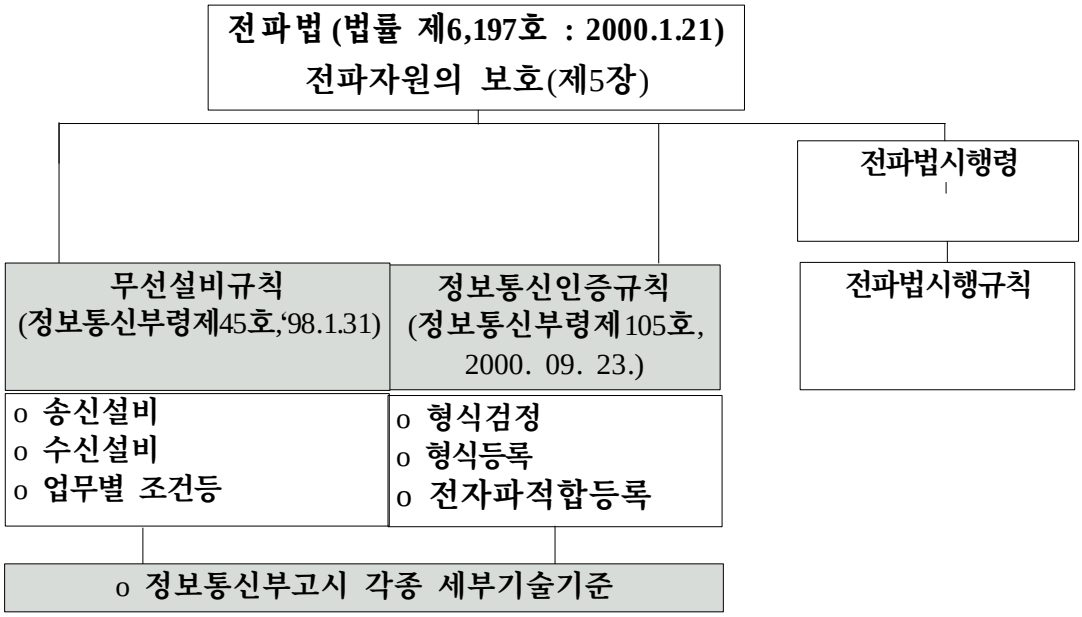
- o 일반 전기통신사업용 무선설비 및 비 전기통신업무용 무선설비 등
- o 사업 허가대역외의 스퓨리어스 및 누설전력 등 최소한의 규제
- o 기타 기술적 사항들은 표준을 따르도록 권고

무선통신 기술기준은 전파법에 근거하여 규정되어 있다. 전파법에서는 전파자원을 보호하기 위해 무선통신 기술기준을 정보통신부령인 무선설비규칙 및 전자파적합등록규칙 등에 위임하고 있으며 세부적인 규정으로 신속히 제·개정이 요구되는 사항에 대해서는 정보통신부고시로서 규정하고 있다.

무선설비규칙에서는 ITU-R 전파규칙에서 규정하는 내용을 수용하고, 국내에서 서비스 하고있는 서비스별 또는 주파수별 무선설비에 대한 기술기준을 정하고 있다.

[그림 2]에 무선통신 기술기준 체계를 나타내었고, [표 2]에 전파법에서 규정하

고 있는 무선통신 기술기준을 나타내었다.



[그림 2] 무선통신 기술기준 체계

[표 2] 전파법에서 규정하는 기술기준

관 련 규 정	세 부 내 용	비 고
무선설비 기술기준 (제45조)	o 무선설비 기술기준 - 전파의 질, 보호장치, 통신설비의 일반조건 등 - 업무별 또는 전파형식 및 주파수별 무선설비의 조건	o 무선국허가, 무선국 준공검사에 이용 o 형식검정 또는 형식등록 기준
안전시설 (제47조)	o 무선설비에 의해 인체에 위해를 주거나 물건 손상방지 기준 - 고압전기에 대한 안전시설 - 공중선등의 보안시설 - 각종 설비의 안전시설	o 무선국 준공검사 및 정기 검사시 검사 o 무선국의 운용제한 처분
전자파인체보호기준 (제47조의2)	o 전자파인체보호기준 o 전자파강도측정기준 o 전자파흡수율측정기준 및 측정대상기기·측정방법	o 무선국허가, 무선국 준공검사에 이용 o 형식검정 또는 형식등록 기준
전자파장해방지기준 (제56조)	o 전자파장해방지기준 o 전자파 보호 기준	o 전자파적합등록

나. 무선설비규칙

무선설비에 관한 기술기준은 전파법 제3장 제24조 내지 제29조에서 개략적으로 규정되어 있으며, 전파이용설비의 최소성능 조건 및 전파의 품질을 유지하기 위한 기술적 조건을 명시하고 있다. 전파법의 위임에 따라 세부기술기준은 무선설비규칙에서 규정하고 있으며 제1장에서 제3장까지는 ITU-R 전파규칙(Radio Regulation)에서 규정하고 있는 기준을 수용하여 제정되어 있으며 전파의 품질, 송신설비 조건, 수신설비 조건 등에 관하여 규정하고 있다. 제4장에서는 업무별 또는 전파형식과 주파수 대별에 의한 무선설비의 조건 등을 규정하고 있다. 또한 보다더 세부적인 사항에 대하여는 정보통신부고시로 위임되어 있다. 무선설비규칙 내용은 [표 3]과 같다.

[표 3] 무선설비규칙 내용

항 목	구 성 내 용
제1장 총칙	목적, 전파의질(주파수 허용편차, 점유주파수 대폭, 스퓨리어스 발사강도), 보호장치, 특수장치, 계기 및 예비품의 비치, 통신설비의 일반조건 및 무선설비의 공동사용의 범위 등
제2장 송신설비	통칙, 송신장치, 송신공중선
제3장 수신설비	부차적 전파등의 한도, 수신공중선 등
제4장 업무별 또는 전파형식과 주파수 대별에 의한 무선설비의 조건	업무별 무선설비의 조건 주파수대별 무선설비의 조건 기타 무선국의 무선설비 고주파 이용설비 조건 정보통신부고시 위임사항

4. 정보통신 기술기준 발전 전망

과거의 통신은 매체별로 유선서비스, 무선서비스, 방송서비스로 구분하여 제공되었으며 정보통신 기술기준도 각각 분리되어 규정하였다. 그러나 디지털 기술의 발전과 이용자의 멀티미디어 서비스 요구 증가로 인하여 전송 매체간에 존재하던 서비스 영역이 없어지고 있다. 전화서비스에 무선통신 기술이 조합되어 서비스되는 무선가입자망이 서비스 되고있고, 기존 전화선을 이용하여 최첨단 멀티미디어 서비스가 가능하게 되었으며, 케이블방송 회선을 이용하는 초고속 인터넷 서비스가 우리생활에서 이미 사용되고 있다. 그러나 현재 정보통신 기술기준은 과거 전송 매체별로 분류하여 규정하고 있는 기술기준 체계를 그대로 유지하고 있어 유·무선 및 방송의 융합에 따라 새로운 서비스가 등장하고 있는 정보통신 시장 변화에 능동적인 대처가 어렵고, 정보통신 기술기준 상호간의 통일되고 일관성 있는 체계가 구성되지 않는 등의 문제가 있다. 따라서 정보통신부에서는 유·무선 통신 및 방송의 융합,상호인정협상 및 무역협상에 능동적으로 대처하기 위하여 통일되고 일관성있는 정보통신 기술기준 체계 개편을 추진하고 있다. 그 결과로 전기통신 기술기준을 규정하고 있는 전기통신설비의기술기준에관한규칙과 무선통신 기술기준을 규정하고 있는 무선설비규칙을 상호 통일된 체계를 유지하기 위해 규제에 관련된 사항은 규칙에서 규정하고 기술적 또는 전문적인 규정은 고시로 유임하는 등의 전문개정을 하고 있다.

앞으로의 정보통신 기술기준은 매체별 서비스 구분이 없어지고 이용자 입장에서 제·개정이 추진되어 매체별 기술기준은 통합되고 세부 기술적인 규정은 별도의 고시를 유지할 것으로 예상된다.

제3장 xDSL 기술

제1절 xDSL

1. xDSL 개요

최근 멀티미디어 기술의 발전은 멀티미디어 서비스에 대한 가입자들의 욕구를 자극시켰다. 또한 가입자 망에 대한 연구 및 개발을 촉진시켜 가입자망이 발전하게 되었다. 꼬임케이블 기반의 가입자망에서는 수 Mbps에서 수 십 Mbps에 이르는 광대역 서비스 신호들을 전달할 수 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 꼬임케이블 이용 전송방식에 고도의 변조기술을 적용하거나 꼬임케이블의 가입자망을 광섬유로 바꾸는 것이다.

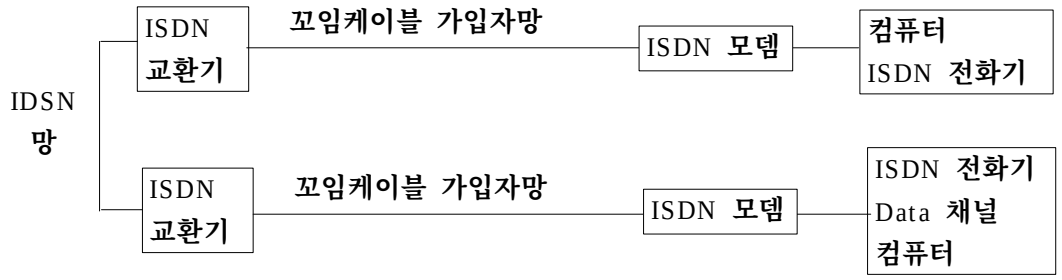
xDSL(꼬임쌍선을 이용한 가입자망의 집합) 기술은 전화선의 문제점인 좁은 대역폭의 문제를 해결하기 위하여 전화선의 아날로그 대역폭을 확대하여 사용하는 방법으로 디지털 전송속도를 높인다. 현재 전화선을 사용하는 모뎀의 경우 약 56kbps 정도의 전송속도에 그치는 것은 주파수를 4kHz이하로 제한하고 있기 때문이다. 현재 33.6kbps 모뎀에서는 244 3674Hz, 56kbps 모뎀에서는 200 3880Hz의 주파수 대역을 사용한다. 전화선로는 이론적으로 음성대역폭인 4kHz보다 넓은 대역폭의 아날로그 신호를 전송할 수 있다. 그러나 전송속도를 높일수록 전송할 수 있는 거리가 짧아지며, 선로의 품질이 좋아야 한다. 이에 따라 전송거리와 전송속도, 응용분야 등에 따라 다양한 전송속도 및 전송방식의 기술이 개발되고 있다. 꼬임케이블 고주파수 대역에 고도화된 변조기법 DMT(Discrete Multi- Tone) 등을 적용하면 멀티미디어 서비스가 가능하게 되며 전환장치를 부착하는 것 이외에는 기존의 어떠한 선로시설의 설치나 변경도 필요하지 않는다.

광섬유 기반의 진화는 FTTO(Fiber-To-The-Office), FTTC(Fiber-To-The-Curve), FTTH(Fiber-To-The-Home) 등과 같은 여러단계로 실현될 수 있다. FTTC에서는 통신사업자 측에서 가입자 분계점 까지는 광섬유를 설치하고 가입자 구내는 기존의 꼬임케이블을 그대로 사용한다. FTTC는 FTTH를 향한 광가입자망의 초기단계라 할 수 있다. 그러나 가입자 댁내까지의 광케이블 통신망의 구

축은 경제적, 시간적 이유로 인해 많은 어려움을 격고 있다. 따라서 광가입자망 대안으로서 기존의 전화선을 사용하여 고속의 통신을 제공하는 xDSL 기술이 시장성을 가지게 되었고, 국내에서도 이미 상용서비스가 실시되고 있다. xDSL은 전송거리와 전송속도, 응용분야 등에 따라 다양한 전송속도 및 전송방식의 기술이 개발되어 DSL, HDSL, ADSL, VDSL 등이 있으며, 기존의 전화선을 이용하여 VOD, 고속인터넷접속, 원격교육, 비디오 폰 같은 고속 멀티미디어 서비스를 제공한다.

2. ISDN

DSL은 1980년대에 ISDN의 도입과 더불어 사용 가능하게 되어 기존의 전화선을 이용하여 음성통화와 데이터통신을 동시에 할 수 있게 되었다. 이것은 여러 가지 다양한 서비스들의 접속을 통합한다는 ISDN 개념에 대한 표준화된 구현 수단이었다. ISDN 기본속도 접속은 2B1Q 변조기법을 이용한 144kbps로 2B+D 채널을 가지며 16kbps 유지 보수 채널을 포함하여 160kbps가지 이르게 된다. ISDN 기본속도 접근방법은 [그림 3]과 같다.



[그림 3] ISDN 기본속도 접근방법

가입자는 디지털 교환기 프로토콜을 가지는 ISDN 모뎀을 이용하여 정보서비스 제공자 또는 다른 가입자와 연결할 수 있다. 가입자망 끝에서 U 인터페이스를 가지는 ISDN 단말장치는 꼬임케이블 가입자망에 접속한다. 다중 중화기 또는 PC들은 S 인터페이스를 통해 동일한 디지털 접근 서비스를 공유한다.

2B+D 기본속도를 지원하는 DSL을 위해서는 가입자 댁내에 다중화된 144kbps의 비트 스트림을 발생시키는 ISDN 단말들 또는 단말장치 정합기가 있어야 한다.

유지 보수 비트를 포함한 160kbps의 최종 전송속도는 2BIQ 선로 부호화에 의해 변조될 때 80kbps의 전송률로 줄어들고, 이 DSL 신호는 0.5mm 꼬임케이블을 통해 5.4km이상의 거리를 도달하게 된다.

3. HDSL

HDSL은 꼬임케이블을 이용하여 T1 또는 E1급의 디지털 채널을 전송하는 디지털 가입자망 기술이다. 이 시스템은 빨리 장착할 수 있고, 또한 즉시 사용이 가능해서 "Plug-and-Play"시스템이라고도 부른다. HDSL은 기존의 꼬임케이블을 고속 전송선로로 변환하기 위하여 진보된 전자기술을 적용한 것이다. 즉, 1.544Mbps T1급 데이터를 784kbps로 전송가능하게 해준 것은 2BIQ부호화의 결과이다. E1 선로는 64kbps 30개의 채널로 구성되어 디지털 기본신호 DS1E을 전송하는 전송선로로서 유럽 등에서 2,048Mbps의 전송율을 갖는다. E1은 원래 사무실간 기간 선로로 사용되었으며, 나중에 분배망에서도 사용되기 시작했다. T1의 경우, 전송신호는 AMI(Alternative mark inversion) 부호화되는데 이 경우 대역폭은 1.5MHz이며, 신호가 750kHz에서 극대치를 갖는다. 이러한 비효율적인 주파수 스펙트럼 배열 때문에, 통신사업자로부터 900m지점에, 그후 1.8km마다 중계기를 설치해야 한다. T1의 전체 전송거리는 0.5mm 꼬임케이블 중계선을 통해 5.4km가 된다.

HDSL은 T1 또는 E1급 신호를 0.5mm 꼬임케이블을 통해 중계기 없이 4km까지 전송할 수 있으며 중계기를 장착하면 전송거리는 더욱 증가한다. T1급 전송을 위해서는 두 개의 꼬임케이블이 필요하며 E1급 전송을 위해서는 세 개의 꼬임케이블이 필요하다. 각각의 꼬임케이블은 2B1Q 변조된 784kbps의 신호를 전송한다.

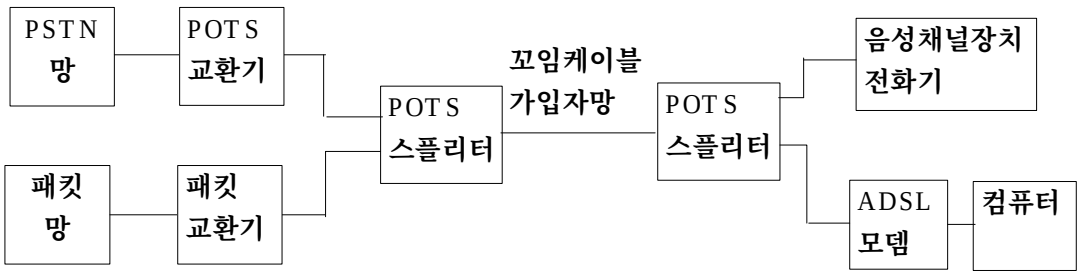
HDSL은 신호를 정상적인 전력수준으로 중계기 없이 전송할 수 있으며, 꼬임케이블이 다소 불완전할 경우에도 완전한 신호를 유지 또는 회복할 수 있는 등화기가 있다. 이러한 진보된 전자기술의 덕택으로 HDSL은 케이블 조절이나 브리지 탭 제거 등을 필요로 하지 않으며 혼신에 강하게 된다. 중계기들이 완전히 사라지므로 전체 시스템 신뢰도와 전송성능도 향상된다.

HDSL은 중계기를 필요로 하지 않는다는 점을 제외하면, 모든 면에서 T1또는

E1 선로와 비교할 만하다. 이것은 HDSL이 T1 또는 E1 대신 사용하거나 대칭성 고속 채널이 적용대상에 사용하기 적합함을 말해준다. 따라서 HDSL은 분배 선로나 원격노드 혹은 통신사업자로부터 4km내에 위치한 업무용 가입자를 위한 가입자망으로 사용할 수 있다.

4. ADSL

ADSL은 기존의 가입자에게 공급되는 광대역 멀티미디어 서비스의 비대칭을 고려하여 고안된 디지털 가입자망 기술로서 진보된 변조기술의 덕택으로 사용 가능하게 되었다. 전송속도는 1.5 8Mbps의 하향 전송과 16 640kbps 상향전송을 갖는 고속 비대칭 전송 채널을 제공하며, 단일한 꼬임케이블 선로쌍을 통해 이러한 전송률의 데이터를 중계기 없이 5km 정도 거리까지 전송 할 수 있게 해준다. 이러한 모든 특징들은 ADSL이 동영상을 포함한 광대역 멀티미디어 서비스를 거주지역에 제공하는 데에 적합하다는 점을 잘 말해 준다. [그림 4]에 ADSL 서비스 접근방법을 나타내었다.



[그림 4] ADSL 서비스 접근방법

ADSL 시스템은 꼬임케이블 양단에 고속 하향채널, 상향채널, POTS채널의 세 가지 정보 채널들을 변복조하는 ADSL 장치를 부착한 것이다. ADSL이 작동하지 않더라도 POTS가 제공 가능하도록 POTS 채널은 분리 필터를 통해 디지털 모뎀으로부터 분리된다.

고속 하향채널의 데이터속도 여러 요소들에 의해 변하는데, 그 중에서 꼬임케이블의 길이와 선의 지름이 가장 중요하다. 일반적으로, 전송손실은 전송선의 길이와 신호의 주파수가 증가할수록 증가하며, 전송선의 지름이 증가할 수 록 감소한

다. 예를들어 1.5 2Mbps의 채널은 지름 0.5mm 꼬임케이블에서는 5.4km거리에 도달 할 수 있으나, 지름 0.4mm인 꼬임케이블에서는 4.6km 거리까지 갈 수 있다. 마찬가지로 6Mbps 채널들의 서비스 거리도 전송선의 지름이 0.5mm에서 0.4mm로 줄어듬에 따라 3.6km에서 2.7km로 줄어든다.

ADSL은 막대한 양의 데이터를 꼬임케이블에 압축하여 넣기 때문에 신호처리 기술은 물론, 모뎀기술에 크게 의존한다. 서로다른 사용을 위해 여러개의 채널을 생성하는 경우, ADSL은 FDM이나 반향제거기술을 적용한다. 어느 기술을 쓰던 POTS용으로 사용할 4kHz의 저주파 대역폭을 분리시켜 낼 수 있다. ADSL 장치는 하향 채널, 이중채널 및 유지보수 채널을 다중화하여 생성된 데이터 흐름에 오류 정정 부호를 추가한다. 이 부호는 수신 ADSL 장치에서 전송도중에 발생한 오류들을 정정하는 데 사용된다. ADSL을 위해 사용되는 변조기법은 DMT, CAP가 있다.

HDSL과 비교할 때 ADSL은 주거지역에서의 연결에 적합한 특성을 갖는다. 그 이유는 HDSL이 두 개의 꼬임케이블을 필요로 하는데 비해, ADSL은 하나의 꼬임케이블선을 통해 동작한다. 또한 HDSL이 다소 제한된 거리에서 사용되는 데 비해 ADSL은 거의 모든 가입자 선로 지역을 포함할 수 있는 거리에 대하여 사용이 가능하다. HDSL이 대칭적 데이터 흐름이 필요한 상업지역에 적합하다면, 정보흐름이 비대칭성인 ADSL은 주거지역에 더 적합하다.

5. VDSL

통신사업자들이 가입자 가까이까지 가입자 선로를 광섬유화하더라도 마지막 100 1000m는 꼬임케이블 망을 사용하기 때문에, 단거리 꼬임케이블을 통한 고속 분배 능력이 매우 주요하게 되었다. VDSL은 이 최종적인 연결을 위해 등장한 단거리 고속 디지털 가입자 망이다. 이러한 의미에서 VDSL은 광단국장치에서 가입자 댁내까지의 연결에 사용되어 FTTC 망을 보완해줄 가입자망 기술이다. 상향 및 하향전송속도는 거리에 따라 달라지며 하향 전송속도의 경우 300m가지는 52 56Mbps, 1km까지는 26 28Mbps, 상향전송의 경우 300m 까지는 1.6Mbps 2.3Mbps의 비트속도를 갖도록 할 전망이다. 하향 전송속도 52Mbps는 SDH STM-1의 전송률의 1/3과 일치하는 데 이것은 ATM셀 전송이 가입자 옥내에까

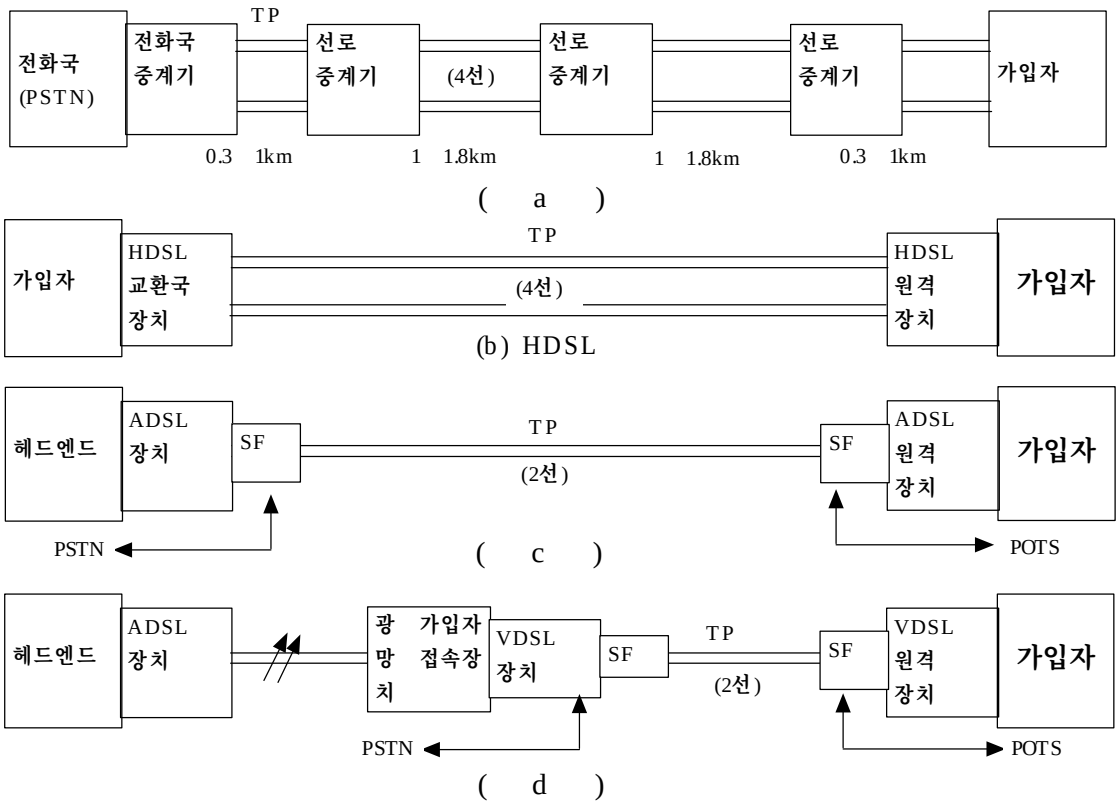
지 가능하게 됨을 말해준다.

광대역멀티미디어 서비스를 전달하는 비대칭적 데이터 채널은 ADSL에서와 마찬가지로 주파수상 POTS 및 ISDN과 같은 대칭적 양방향 서비스 채널과 분리하여 동시에 서비스할 거라 전망이다. POTS 채널은 ADSL의 경우와 마찬가지로 VDSL 장치의 입력단에서 분리시켜 배열할 수 있다.

VDSL과 여러 개의 가입자 단말장치간의 연결을 위해, 가입자 댁내 망은 가입자 댁내장치 들을 성형형상으로 구성한 후 이를 VDSL 장치에 연결할 수 있다. 이러한 능동모드의 종단방법 이외에도 VDSL이 개별적 단말장치에 부착되거나 통합되는 수동모드의 종단 또한 가능하다. 그러나 이 경우에는 모든 단말장치들간에 공통의 꼬임케이블 채널을 효과적으로 공유하기 위한 적절한 매체접속방법이 필요하게 된다. VDSL은 여러 가지 면에서 ADSL과 비교할 만하다. 우선 두가지 모두 가입자들에게 비대칭적 데이터 서비스를 제공한다. 제공되는 데이터 속도는 VDSL이 ADSL의 경우보다 현저하게 높지만, 이것은 줄어든 전송 거리 때문에 가능해진다. 따라서 DMT와 CAP등 ADSL의 고속 전송을 가능하도록 해주었던 진보된 변조기법들이 VDSL에도 마찬가지로 적용 가능하다. 또 서비스 제공지역이 작기 때문에 VDSL의 경우에는 소요비용과 전력이 감소하게 된다. 결국, VDSL의 차이점은 대부분 줄어든 거리 요인에서 비롯되며, 관련된 기술들은 본질적으로 같다. 따라서 VDSL은 ADSL의 변형으로서 간주할 수 있다.

[표 4] xDSL별 서비스 방식

명 칭	의 미	전 송 속 도	전 송 모 드	응 용 분 야
DSL	Digital Subscriber Line	160Kbps	전이중방식	ISDN 서비스 음성 및 데이터
HDSL	High bit rate Digital Subscriber Line	1.544Mbps 2.048Mbps	전이중방식	T1/E1 서비스 WAN, LAN 접속
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	1.5 8Mbps 16 640Kbps	하 향 상 향	인터넷 접속, VOD, 멀티미디어 원격교육 등
VDSL	Very high data rate Digital Subscriber Line	13 52Mbps 1.5 2.3Mbps	하 향 상 향	ADSL 동등 서비스 HDTV

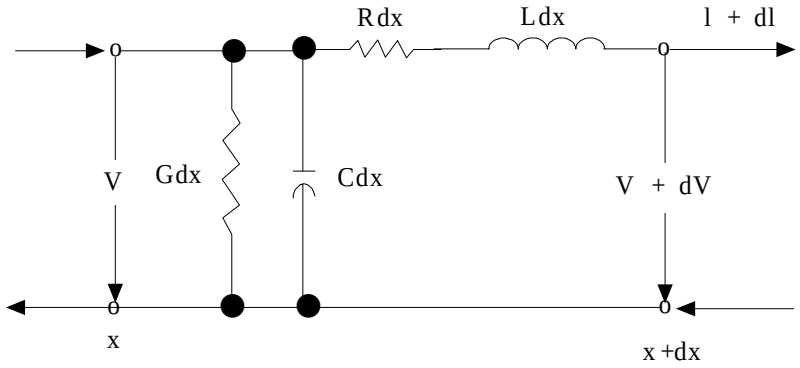

전화국
(PSTN)
전화국
중계기
TP
선로
중계기
(4선)
선로
중계기
선로
중계기
가입자
0.3 1km
1 1.8km
1 1.8km
0.3 1km
(a)
가입자
HDSL
교환국
장치
TP
(4선)
HDSL
원격
장치
가입자
(b) HDSL
헤드엔드
ADSL
장치
SF
TP
(2선)
SF
ADSL
원격
장치
가입자
PSTN
POTS
(c)
헤드엔드
ADSL
장치
광 가입자
망 접속장
치
VDSL
장치
SF
TP
(2선)
SF
VDSL
원격
장치
가입자
PSTN
POTS
(d)

[그림 5] xDSL 구성도

제2절 xDSL회선의 특성

1. 전송선로 모델링

꼬임케이블 가입자망은 전기회로 이론에 의해 단위 거리당 1차상수인 R, L, C 회로로 나타낼 수 있으며 [그림 6]과 같다.



[그림 6] 꼬임케이블 등가회로

1차상수는 광대역 고정밀 측정기로 측정, 최소자승법을 이용하면 R의 값은 a+b(f), L은 c + $\frac{d}{\sqrt{(f)}}$, C는 주파수에 비례함을 알 수 있다. 여기서 a, b, c, d는 최소자승법에 의해 구해진다.

꼬임케이블이 특성임피던스로 종단되면 주파수 함수인 2차상수인 특성임피던스 $Z_o(s)$와 전파상수 $\gamma(s)$는 식 (1), 식 (2)와 같다.

$$Z_o(s) = \sqrt{\frac{R(f) + sL(f)}{G(f) + sC(f)}} \quad (1)$$

$$\gamma(s) = \sqrt{(G(f) + sC(f))(R(f)) + SL(f))} \text{ , 여기서 } s = j2nf\text{s} \quad (2)$$

전파상수에 의해 거리가 d인 꼬임케이블에 대한 전달 함수 $H(d,s)$와 선로손실 $L_{dB}(d,f)$는 식 (3), 식 (4)와 같다.

$$H(d,s) = e^{d\gamma(s)} = e^{-d\alpha(f)}e^{-jd\beta(f)} \quad (3)$$

$$L_{dB}(d,f) = -20\log_{10}|H(d,f)| = \frac{20}{\ln 10} d\alpha(f) \approx 8.686 d\alpha(f) \quad (4)$$

식 (4)에서 알 수 있듯이 전송손실은 케이블의 거리에 비례하고, 주파수에 따라 달라질 수 있다.

꼬임케이블 가입자망은 브리지 탭, 종단저항 불형형 등으로 특성임피던스로 완전하게 종단될 수 없기때문에 입력(V_1)/출력(V_2)의 전류(I_1)/전압(I_2)으로 표현하는 ABCD 모델을 이용 식 (5)와 같이 모델링 된다.

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A(s) & B(s) \\ C(s) & D(s) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ I_2 \end{bmatrix} \quad (5)$$

여기서, $A(s) = D(s) = \cosh\gamma(s)d$, $B(s) = Z_o(s) = \sinh\gamma(s)d$, $C(s) = \frac{1}{Z_o}(s)\sinh\gamma(s)d$

입력임피던스를 $Z_s(s)$, 종단임피던스를 $Z_t(s)$라 할 때 삽입손실을 고려한 전달함수는 식 (6)과 같다.

$$H_{INS}(s) = \frac{Z_s(s) + Z_t(s)}{Z_s(s)(C(s)Z_t(s) + D(s)) + A(s)Z_t(s) + B(s)} \quad (6)$$

브리지 탭은 꼬임 케이블이 병렬로 연결되고 하나의 끝단이 단락되었다고 볼 수 있으며 브리지 탭에 대한 ABCD 파라메터는 식 (7)과 같다.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \frac{C_{bridge}(s)}{A_{bridge}(s)} & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

2. 누화특성

전송신호에 대한 손실요소로서 누화 잡음은 선로상의 신호감쇠를 제외하고 가장 큰 잡음 원으로 이는 동일 케이블 바인더 내에서 인접하여 존재하는 회선의 신호가 다른 회선에 유입되어 원신호의 통신을 방해하는 현상을 의미한다. 이는

기존의 음성급 전화에서보다는 ADSL 등 고주파수와 같은 높은 주파수의 전송에서 더욱 문제가 된다.

누화잡음은 근단누화 (NEXT : Near-End crosstalk)와 원단누화(FEXT : Far-End Crosstalk)로 구분되며, 서로 평행으로 배치되어 있는 선로간에 간섭회선의 송신측과 같은 측의 피간섭 회선상에 발생하는 누화를 근단누화라고 하고, 수신측과 같은 측에서 발생하는 누화를 원단누화라 한다. 일반적으로 원단누화는 채널 전송손실에 의해 감쇠가 되므로 근단누화에 비해 상대적으로 영향이 적다.

실제 환경에서 ADSL의 누화는 2B1Q 방식에 의해 80kbaud로 전송되는 ISDN 근단누화 간섭, 2BIQ방식에 의해 392kbaud로 전송되는 HDSL 서비스에 의한 근단누화 간섭, AMI T1의 근단누화 간섭, ADSL의 상향 또흔 하향에 의한 근단누화 및 원단누화 간섭 등이 원인이 된다.

N개의 쌍으로부터 받는 근단누화는 식 (8)에, 원단누화는 식 (9), 전력스펙트럼 밀도는 식 (10), (11)과 같다.

$$NEXT_N = \left(\frac{N}{49}\right)^{0.6} \frac{1}{1.134 \times 10^{13}} f^{\frac{3}{2}} \tag{8}$$

$$FEXT_N = \left(\frac{N}{49}\right)^{0.6} kdf^2 |H(f)|^2 \tag{9}$$

$$PSD_{NEXT} = S(f) NEXT_N(f) = \left(\frac{N}{49}\right)^{0.6} \frac{S(f) \times f^{\frac{3}{2}}}{1.134 \times 10^{13}} \tag{10}$$

$$FEXT_N = S(f) FEXT_N(f) = S(f) \times \left(\frac{N}{49}\right)^{0.6} kdf^2 |H(f)|^2 \tag{11}$$

제3절 ADSL 기술

1. ADSL 전송

ADSL(Asymmetrical Digital Subscriber Line)이란 기존 2선식 전화망을 이용하여, 네트웍에서 가입자로 고속의 하향 데이터 채널과 가입자에서 네트워크로 저속의 상향데이터 채널을 제공하며 동시에 기존의 음성 서비스를 제공하는 기술이다.

ADSL은 전화국에서 가입자로의 하향 속도는 1.544Mbps 8Mbps, 가입자에서 전화국으로의 상향 속도 16kbps 640kbps를 지원하며, 보다 고속의 전송속도 개발을 위한 노력이 진행중이다. 데이터 전송속도는 전화국에서 가입자까지의 거리, 사용되는 전화선의 종류 및 ADSL 장치의 종류에 따라 다르다. [표 5]는 거리에 따른 전송속도를 나타내었다.

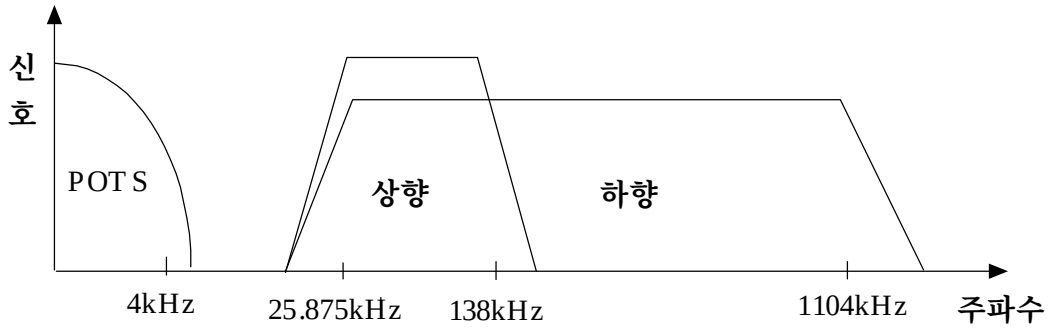
[표 5] 거리에 따른 전송속도

하 향 속 도	거 리	선 굵기
1.544Mbps	5.486km	0.5mm
2.048Mbps	4.876km	0.5mm
6.312Mbps	3.657km	0.5mm
8.448Mbps	2.743km	0.5mm

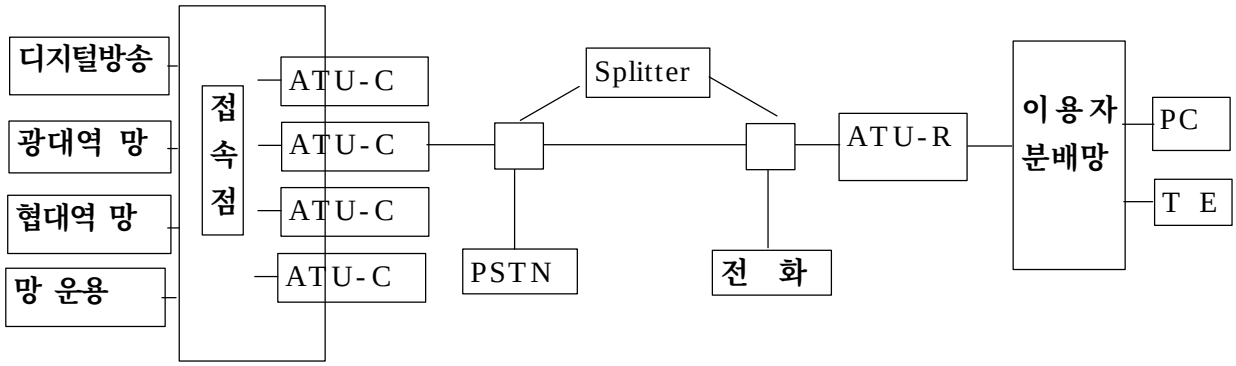
ADSL은 높은 하향속도를 필요로 하지만 저속의 상향속도로 서비스가 가능한 VOD 서비스, 홈쇼핑 서비스, 인터넷 접속 서비스, 컴퓨터 데이터 다운 서비스 등에 적합하다. 예를 들어, MPEG 영화의 경우 약 1.5 3.0Mbps 하향 전송속도 서비스를 요구하지만 64kbps(또는 16kbps) 이하의 상향속도로 MPEG 영화를 선택할 수 있다.

아날로그 음성대역 모뎀은 전화서비스와 같은 0 4kHz 주파수 대역을 사용하므로 데이터를 동시에 사용할 수 없다. 그러나 ADSL은 음성과 다른 주파수 대역(25.875kHz 1.104MHz)을 사용하고 있다. [그림 7]과 [그림 8]에 ADSL 시스템의

주파수 사용 예와 네트워크 모델을 나타내었다.



[그림 7] ADSL 시스템 주파수 사용 예(반향제거 기술사용)



ATU-C : 망측에서 ADSL 전송단위

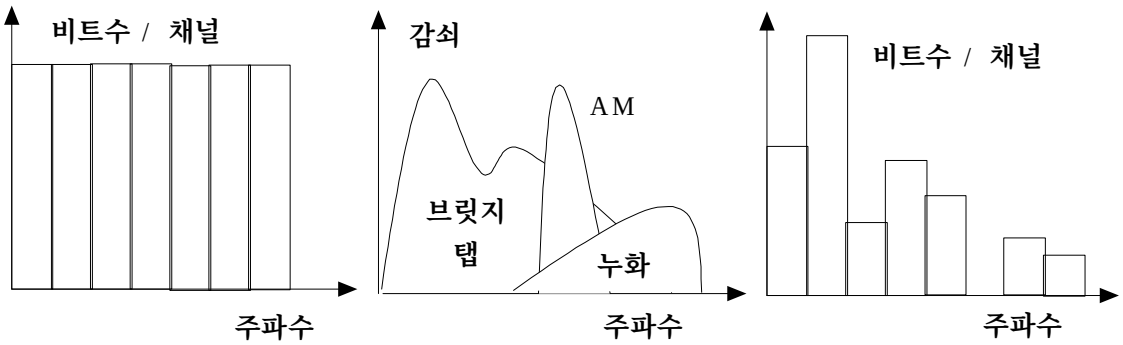
ATU-R : 이용자 측에서 ADSL 전송단위

[그림 8] ADSL 네트워크 모델

2. ADSL 전송성능

DMT 방식은 다중 반송파 변조의 일종이며, 이 방식의 특징은 선형왜곡을 가진 채널에서 데이터를 전송하기 위해 주어진 채널을 N개의 서브채널로 분할하여 각각의 서브채널특성에 맞게 서로 다른 데이터 속도의 비트스트림이 전송된다는 점이다. 즉 감쇠, 왜곡등 각종 간섭이 적은 채널에 가능한 많은 정보를 전송하고, 그러지 않는 채널에 적게 전송함으로서 전송성능을 최대한의 채널용량에 근접하여 전송하고자 하는 특징이 있다. 각 서브채널에서 생성되는 시호는 QAM 방식이며 주 채널이 동일한 에러확률을 갖고 전송될 수 있도록 한다. 만일 어떠한 이유에서

특정 서브채널이 데이터를 전송하기에 적합지 않으면, DMT는 이 채널을 제외한 가용 채널들을 이용하여 최적화를 수행한다. 따라서 전송용량은 선로 및 전송 특성에 의해 선로마다 서로 다른 값을 가질 수 있다. 다음 [그림 9]에 DMT 기본 원리를 나타내었다.



[그림 9] DMT 변조방식의 기본 원리

비트가 할당된 N개의 서브채널을 갖는 DMT 방식에서 전송되는 전체 비트 수는 각 서브채널에 전송되는 비트들의 합으로 나타낼 수 있으며 식 (12)와 같다.

$$b = \sum_{i=1}^{\bar{N}} \log_2\left(1 + \frac{SNR_i}{\Gamma}\right) = \log_2\left[\prod_{i=1}^{\bar{N}}\left(1 + \frac{SNR_i}{\Gamma}\right)\right] \qquad (12)$$

$\Gamma = 9.8 + \gamma_m - \gamma_c$ (dB), γ_m은 잡음 여유도, γ_c는 부호화 이득

이때, 데이터 속도 R은 b/T가 되며, 여기서 T는 심벌주기이다.

3. ADSL 주요 전송기술

가. 반향제거 기술

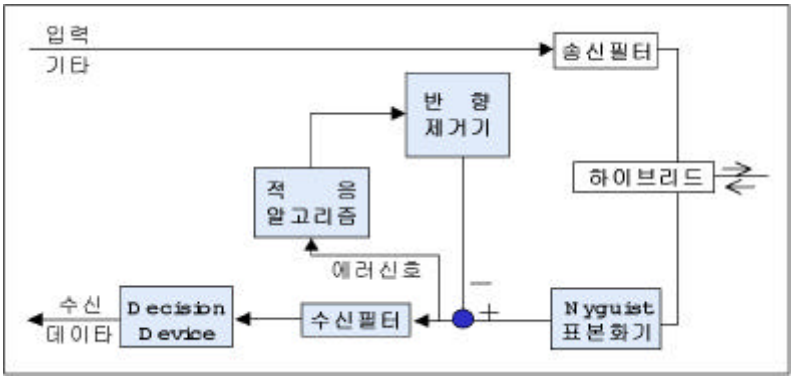
ADSL은 1개의 전송선로를 통해서 신호를 송수신하기 때문에 전이중방식을 사용하기 위해서는 주파수 분할방식(FDM)이나 반향제거 기술을 이용해야 한다.

FDM 기술은 ADSL 주파수를 상향과 하향으로 각각 구분하여 전이중방식 통신을 가능하게 하는 방식이다. 일반적으로 상향주파수는 25.875kHz 138kHz를 사용하며, 하향주파수는 138kHz 1104kHz 대역을 사용한다.

반향제거 기술은 상향 및 하향 주파수를 공유하지만 전이중통신을 가능하게 한

다. 반향 제거기술을 사용한 상향주파수는 25.875kHz 138kHz를 사용하며, 하향 주파수는 25.875kHz 1104kHz 대역을 사용한다. 본고에서는 현재 국내에서 사용되고 있는 반향제거 기술에 대해 살펴보기로 하겠다.

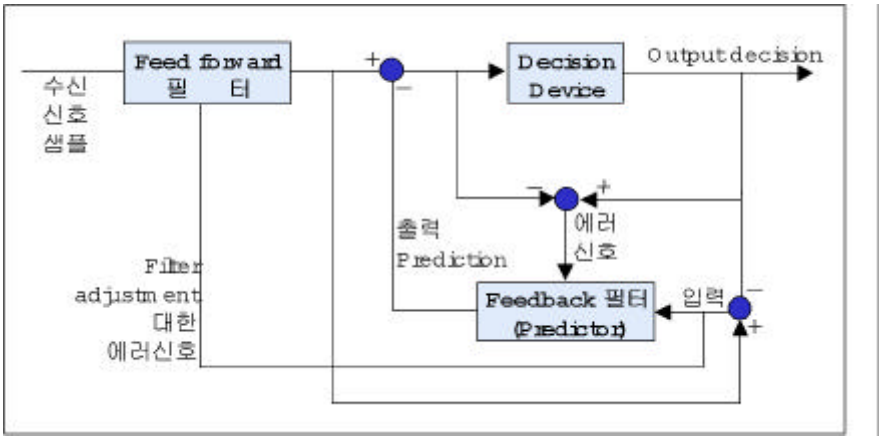
반향제거 기술은 같은 대역폭을 사용하는 2개의 송수신 신호를 1개의 전송선로를 통하여 통신하고자 할 경우에 사용되는 주요 기술중의 하나이다. 반향이 발생되는 주요원인은 하이브리드 임피던스와 선로임피던스의 부정합, 브리지 탭, 이종 심선의 접속등이 있다. 송신신호가 수신측으로 누설되어 수신신호에 혼합되면 반향제거기는 송신신호 성분이 누설되는 경로의 전달함수를 예측하여 반향성분을 제거하게 된다.



[그림 10] ADSL 반향제거기

나. 자동 등화 기술

신호는 통신로를 통하여 전송되는 동안 진폭 및 위상 왜곡을 받게되며 이러한 왜곡된 신호를 보상하기 위하여 사용되는 기술이 등화 기술이다. 최근 디지틀 신호 처리 기술의 발달에 힘입어 디지틀 영역에서 처리될 수 있으며 LE(Line Equalizer) 또는 DFE(Decision Feedback Equalizer)등이 이러한 목적으로 사용되고 있다. 이들 등화기는 FIR형의 디지틀 필터가 사용되며 필터의 계수는 선로의 상태에 따라 자동 조절된다. 최근에는 전송이득을 높이기 위하여 수신측과 연동하여 송신측에서 미리 부호화된 신호를 전송하는 방식도 검토하고 있다.



[그림 11] 자동 등화기

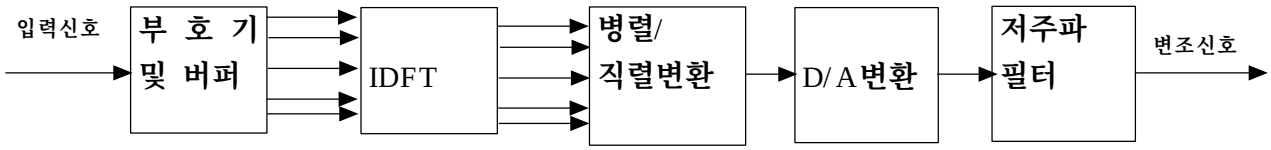
다. 변조방식

주파수 대역을 바꾸는 데는 전송대역(Passband) 변복조기술이 유용하게 사용되어 질 수 있다. 많이 사용되는 변복조방법으로는 CAP(Carrierless Amplitude-Phase Modulation)과 DMT(Discrete Multi-Tone)방식이 있다.

CAP 방식은 QAM(QUADRATURE Amplitude Modulation)방식을 응용한 것이다. QAM방식은 두개의 신호(sine/cosine)를 혼합하여 아날로그 신호로 묶어서 만드는 신호이다.

DMT 방식은 OFDM(Orthogonal Frequency Multiplexing : coded OFDM) 방식과 관계가 많다. OFDM은 유럽에서 적용되는 DAB(Digital Audio Broadcast)로 소리 및 멀티미디어의 품질로 전송하는 방식이다. DMT는 많은 narrow-band 전송자를 이용하여 병렬식으로 전송하는 것이다. 국내에서는 DMT 방식을 통신사업자 들이 선택하여 사용하고 있으므로 본 고에서는 DMT를 중심으로 살펴보기로 하겠다.

DMT 변조방식은 일반적으로 다중 반송변조(MCM)이라고도 부르는 변조기술의 일종이다. 이것은 데이터 열을 다중 데이터 블록으로 나눈후, 각 데이터 블록들을 서로 다른 부반송파들에 실어 전송하는 방식이다. DMT의 송신기 구조를 [그림 12]에 나타내었다.



[그림 12] DMT 송신기 구조

첫 번째 입력 비트열이 각각 b비트의 블록으로 구분되고 버퍼에 저장된다. b비트들은 N개의 부채널들로 구분되며, 각 부채널의 SNR 특성에 따라 각각 서로 다른 비트 수가 할당된다. 각 부채널별로 할당된 비트들은 그에 따른 QAM 심볼로 부호화된다.

두 번째 블록에서는 N개의 QAM 심볼들 집합을 이산프리에역변환(IDFT : Inverse Discrete Fourier Transform)을 통해서 변조시키고, IDFT 출력신호중 실수부를 취해 병렬/직력 및 D/A변환을 거친후 최종적으로 저대역 필터 처리하여 전송한다. IDFT 변환에 대하여 식 (13)에 나타내었다.

$$x_n = \sum_{k=0}^{N-1} X_k e^{\frac{j2\pi kn}{N}}, \qquad -N_G \le n \le N-1 \tag{13}$$

여기서 X_k는 iqjsWo 심볼주기에 k 번째 부채널로 전송되는 데이터 심볼을 나타내며, N_G 는 보호구간에 사용된 Cyclic Prefix의 샘플수를 나타낸다.

DMT 변조방식의 가장 큰 장점은 선로상태에 동적으로 적응하여 채널 당 처리용량이 결정 되어 DMT 송수신기는 최적화된다. DMT 송수신기는 초기화 과정에서 선로 상태를 분석하여 신호대 잡음비(SNR)를 계산하고, 이에 근거하여 실제 전송된 비트/채널을 할당한다.

제4절 국내·외 ADSL 기술기준 및 표준

1. ITU-T 표준

ITU는 ADSL에 관한 표준을 1999년 7월에 채택하였다고 발표하였다. 이들 표준은 ITU-T 연구반 15에서 1998년 10월에 표준화 작업을 완료한 것을 바탕으로 제정되었으며 다음과 같다.

- o G.992.1 ADSL 송수신기
- o G.992.2 Splitterless ADSL 송수신기
- o G.994.1 DSL 송수신기의 handshake 절차
- o G.995.1 DSL 표준의 개요
- o G.996.1 DSL 송수신기의 시험절차
- o G.997.1 DSL 송수신기의 물리계층 관리

ADSL은 음성대역 신호 중에서 데이터 신호를 분리하기 위한 필터를 사용하여 6Mbps 정도의 디지털 신호를 전송할 수 있는 G.992.1(G.dmt)와 전화망 이용자의 단순화된 설치 및 저가의 장치비용을 목적으로 전송속도와 송신전력을 낮춤으로써 가입자 측의 스플리터 없이 1.5Mbps 까지 전송할 수 있는 G.991.2(G.lite) 가 있다.

G.991.1(G.dmt)는 ITU는 가입자망에서 ADSL 인터페이스 물리계층 특성을 정하기 위해 개발하였다. 가입자 측 종단(ATU-R)과 망종단(ATU-C) 사이에서 ADSL이 상호접속 될 수 있는 규정과 전송능력을 정의하여 제조자와 사업자가 서로 달라도 운영에 지장이 없도록 하였다. 이 표준에 의한 시스템은 최소 하향 6144Mbps, 상향 640kbps을 보장한다.

ADSL 시스템의 전송주파수 이용측면에서의 서비스 형태는 G.dmt 표준에서는 다음과 같이 분리하여 정하고 있다.

- o POTS 회선상의 ADSL 서비스
- o ISDN-BRA 회선상의 ADSL 서비스

o TCM-ISDN 환경에서의 POTS 회선상의 ADSL 서비스를 규정하고 있다.

스펙트럼면에서 살펴보면 전이중 통신을 위하여 반향제거방식(Echo Canceling)을 채용하여 송수신 주파수를 중첩하여 사용하는 방식과, 송수신 주파수를 분할하여 동일회선의 근단누화 특성을 감소시킬 수 있는 방식이 있다. 이들 서비스 형태에 대한 전송주파수 이용을 정리하면 [표 6]과 같으며 상향신호의 사용 주파수는 ISDN 환경을 제외하고는 25.875kHz 138kHz 대역을 사용하고 통과대역내 전력스펙트럼밀도는 전송 방향별로 도일하게 정하고 있다.

[표 6] ADSL 송신기의 전송주파수 스펙트럼 이용

서비스 형태			통과대역(kHz)	통과대역내 PSD (dBm/Hz)	총송신전력 (dBm)
G.dmt	스펙트럼 중첩 + POTS	하향	25.875 1104	-36.5 이하	20.4
		상향	25.875 138	-34.5 이하	12.5
	스펙트럼 비중첩 + POTS	하향	138 1104	-36.5 이하	19.9
		상향	25.875 138	-34.5 이하	12.5
	스펙트럼 중첩 + ISDN-BRA	하향	138 1104	-36.5 이하	19.9
		상향	138 276	-34.5 이하	13.3
G.lite	스펙트럼 중첩 + POTS	하향	25.875 552	-36.5 이하	17.2
		상향	25.875 138	-34.5 이하	12.5
	스펙트럼 비중첩 + POTS	하향	138 552	-36.5 이하	16.2
		상향	25.875 138	-34.5 이하	12.5

2. 미국의 ADSL 기술기준 및 표준

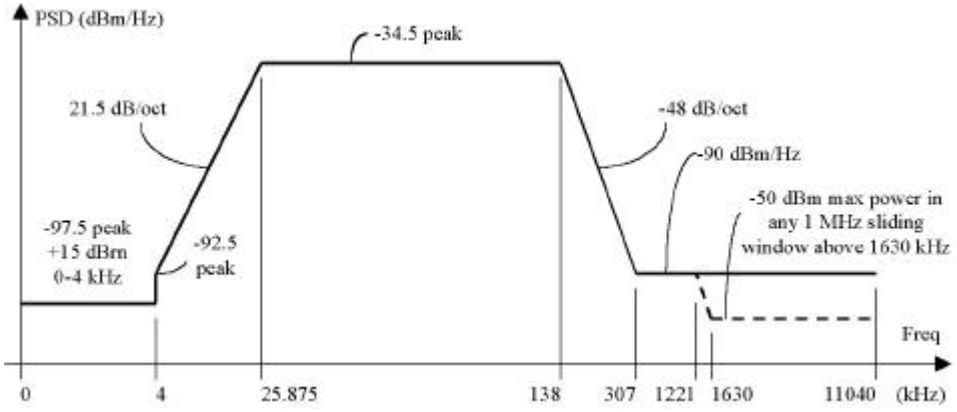
미국의 ADSL 표준은 표준화 기구인 T1위원회의 T1E1 작업그룹에 의해서 진행되어 왔으며, DMT 변조방식을 기반으로 1995년 ANSI 표준 T1.413 제정되었으나, 동기식전송모드, 비동기식전송모드, 고정속도를 수용하여 1998년에 T1.413이 ANSI 승인을 얻어 개정하였다. T1.413은 ITU-T의 G.992.1에서의 POTS 회선상의 ADSL 서비스와 동일하게 규정되어있다. G.lite에 대하여는 미국의 상황에 맞추어 선택적으로 수용하는 방향으로 표준화가 진행되고 있다. G.lite에서는 스펙트럼 호환성 측면에서 중첩 형태보다는 상대적으로 장점이 있는 비중첩 형태를 선

호하고 있다.

미국은 전기통신 단말장치에 대한 기술기준은 FCC(Federal Communications Commission) Part 68에 규정되어 있다. 따라서, 전기통신 단말장치는 FCC Part 68 기술기준에 의해 제조되거나 수입되어야 한다. FCC는 Part 68에 적합한 경우 인증(Equipment Registration)을 해주고 있다. 통신사업자에게 적용되는 사업용설비 기술기준은 상호접속 규정 및 표준 등을 이용하여 권고적인 기준을 활용하고 있으며, 직접적인 기술기준 규제는 하지 않고 사업자 자율로서 규제하고 있다. 따라서 미국의 경우 ADSL에 대한 직접적인 기술기준은 단말장치에 대해서만 규정하고 있다. 미국 ADSL 단말장치 기술기준은 따로 규정하지 않고 Part 68에 적용받는다. 그러나, FCC에서는 기술기준에 준수하지 못하는 특별한 사유가 있고, 공공의 이익에 적합하면 47 CFR(Code of Federal Regulations) Part 1.3에 의해 기준 적용을 배제(Waiver) 할 수 있는 권한을 가지고 있다. ADSL은 Part 68 신호전력 규정을 준수하기 어렵다는 판단에 따라 FCC로 부터 적용 배제(Waiver)을 받았다. ADSL 적용 배제에 대해서는 Part 68 Application Guide 에 제28장에 자세히 나와있다. 단말장치 인증과정에서 전기통신망에 위해를 주지 않고 T1.413 표준과 ITU 표준을 준수하고 있다는 Part 68 Waive 청원서를 제출하도록 하여 기술기준을 표준과 연계하여 운용하고 있다. 따라서, 미국에서 ADSL 제품에 적용되는 기술기준은 ADSL에 적용 가능한 Part 68 규정과 함께 T1.413 및 ITU 표준에서 규정하고 있는 신호전력관련 기준이 적용된다. FCC에서 망 위해를 방지하기 위해 적용의 배제(Waiver)에서 권고하고 있는 ADSL 기술기준은 다음과 같다.

□ 전력스펙트럼 밀도(PSD)

4kHz이상의 전력 스펙트럼 밀도는 T1.413 및 ITU-T 기준에 적합하여야 하고 [그림 13]과 같다.



주파수대역(kHz)	선에 대한 등식(dBm/Hz)
0< f < 4	-97.5. 0 4kHz 대역내에서는 최대 전력 +15dBrn를 가짐
4<f<25.875	-92.5 + 21.5 log_2 (f/4)
25.875<f < 138	-34.5
138<f < 307	-34.5 - 48 * log_2 (f/138)
307<f<1221	-90
1221<f<1630	-90 피크, [f, f+1MHz] 윈도우에서 최대전력 [-36.5-36*log_2 (f/1221) + 60] dBm을 가짐
1630 < *f* < 11040	-90피크, [f, f+1MHz]윈도우에서 최대 전력 -50dBm를 가짐

주1) PSD 측정은 모두 100옴에서 이루어지는 반면, POTS 대역의 총 전력 측정은 600옴 에서 이루어진다.

주2) PSD 및 전력 측정은 U-C 인터페이스에서 이루어져야 한다

주3) 절분 주파수와 PSD 값은 정확해야 하며, 표시된 기울기는 근사치이다.

주4) 25.875kHz이상에서 피크 PSD는 10kHz 대역 간격으로 측정되어야 한다.

주5) 1MHz 슬라이딩 윈도우 내 전력은 측정 주파수에서 시작하여 1MHz 대역에서 측정된다.

[그림 13] 미국 전력스펙트럼 기준

□ 총신호전력

25.875kHz 138kHz 주파수 사이에서 총신호전력은 T1.413 7.15.3에서 규정하고있는 12.5dBm을 초과하지 말아야 한다.

ADSL 전력스펙트럼 밀도의 측정은 100옴의 저항을 종단하여 측정하여야 하며 카나다 기술기준 CS-03에서의 측정방법을 권장한다.

□ 평형도

ADSL 평형도는 [표 7]와 같은 값을 권장한다.

[표 7] 미국 ADSL 평형도

주파수(Hz)	최소 평형도(dB)
200에서 12,000	40
12,000에서 1,544,000	35
1,544,000 이상	30

3. 호주의 ADSL 기술기준

호주 전기통신 기술기준은 Telecommunication Act 1997에 의해 위임받아 TS(Technical Standard)로 규정되어 있다. 호주 전기통신을 관장하고 있는 기관은 ACA(Australian Communication Authority)로서 호주 기술기준인 TS에 관한 운용 및 제·개정 권한을 가지고 있다. 호주의 경우도 사업용설비 기술기준에 대해서는 국가에서 강제화하지 않고 사업자 자율규제를 추구하고 있어 특별히 규정되어 있지 않다. 따라서, 기술기준에서는 단말장치나 케이블 설치에 관한 규정이 대부분을 차지한다. 전기통신 단말장치별로 적용되는 기술기준은 ACA 라벨링 고시 스케쥴에 규정되어 있으며 전기통신 단말장치는 A-Tick 마크의 인증을 받는다. ADSL에 적용되는 기술기준은 PSTN에 접속되는 단말장치 기준이 기본적으로 적용 받을 수 있을 것이다. 그러나 xDSL에 적용되는 세부적인 기술기준은 호주 표준화 기구중에 하나인 ACIF (Australian Communication Industry forum)에서 DR AS/ACIF S043.2 초안을 작성하여 2000년 8월 4일까지 의견수렴을 하였다. ACIF 표준이 완성되면 ACA에 기술기준인 TS로 등록되어 기술기준화 될 것이라 예상된다. 호주 xDSL 표준 초안 S043.2(Requirements for Customer Equipment for connection to a metallic local loop interface of a Telelcommunication Network - Part 2 : Digital Subscriber Line(DSL))에서 ADSL 관련 규정은 [표 12]과 같다.

[표 8] 호주 ADSL 기술기준 초안

규정 항목		기준
총신호전력	레벨	12.5dBm이하
	주파수 범위	25.875kHz 138kHz
	평균시간	10초 이상
전력스펙트럼밀도		[표 ??] 참조
평형도	레벨	40dB
	주파수	30kHz 1104kHz
종전압	레벨	4kHz 대역에서 -50dBV
	주파수	30kHz 1104kHz

[표 9] 호주 ADSL 전력스펙트럼밀도

주파수 대역 f (kHz)	선에 대한 등식 (dBm/Hz)
$0 < f < 4$	-97.5
$4 < f < 25.875$	$-96 + 21.5 \log2(f/4)$
$25.875 < f < 138$	-38
$138 < f < 307$	$-38 - 48 * \log2(f/138)$
$307 < f < 1221$	-90
$1221 < f < 1630$	-90 피크
$1630 < f < 11040$	-90 피크

주1) 0 4kHz 대역 전력 측정은 600옴으로 종단하여 측정
주2) 25.875kHz이상에서 피크 PSD는 10kHz 대역 간격으로 측정되어야 한다.
주3) 1MHz 슬라이딩 윈도우 내 전력은 측정 주파수에서 시작하여 1MHz 대역에서 측정된다.

4. 카나다

카나다 전기통신 기술기준은 Telecommunication Act에 의해 위임을 받아 CS(Certification Specification)-03에 의해 규정되어 있다. 카나다는 전기통신을 카나다 산업부에서 관장하고 있으며 CS-03에 적합하면 인증을 하게된다. ADSL 관련 세부 기술기준은 1999년 11월 27일 CS-03이 개정되면서 Part Ⅷ에 규정되어 있다. 카나다 ADSL 기술기준은 다음과 같다.

□ 전력스펙트럼밀도(PSD)

ITU-T 및 미국의 전력스펙트럼 밀도와 동일하며 [그림 13]과 같다.

□ 총신호전력

총신호전력은 12.5dBm 이하 이어야 함

□ 평형도

[표 10] 카나다 ADSL 평형도

주파수(Hz)	최소 평형도(dB)
200에서 12,000	40(저항 600옴)
12,000에서 1,544,000	35(저항 90옴)

5. 국내 현황 및 기술기준 비교

우리나라 통신사업은 복수통신사업자 경쟁체제로 전환 및 인터넷의 급속한 확산으로 초고속 정보통신 시장을 선점하기 위해 일반 가정에 ADSL를 보급하기 시작하여 200만명에 가까운 가입자를 모집하였다. 지금의 ADSL 서비스는 통신사업자가 시장을 개척하기 위해 이용자 단말장치를 일괄적으로 구입하여 이용자에게 설치하고 있어 단말장치 형식승인이 없이 가능하다. 그러나 통신사업자들은 우수한 제품을 구입하기 위하여 자체 규격을 제정하여 운영하고 있다.

우리나라 통신사업자들은 꼬임케이블 가입자망에서 사용하고 있는 음성서비스와 ISDN 기본속도 접근방식 서비스를 ADSL 서비스와 동시에 보장하고 있다. 변조방식은 DMT를 사용하고 ATM 기반으로 하는 ITU-T 표준을 수용하여 자체 규격을 제정하였다. 그러나 ITU-T 표준에서 우리나라에서 사용하지 않는 시간분할 ISDN 방식은 제외되었으며 STM도 지원하지 않는다. 자체 규격에는 물리계층 및 상위계층의 통신규약을 제정하고 있으며, 기술기준과 직접관계 되는 전력스펙트럼밀도, 총신호전력, 평형도 등을 유사하게 규정하고 있다.

우리나라 ADSL 단체표준은 한국정보통신기술협회에서 2000년 12월 20일에 ITU-T ADSL 표준을 참조하여 UADSL 기술표준 (TTAS.IT-G992.2), ADSL 기술표준(TTAS.IT-G992.1)을 단체표준으로 제정하였으며, 주요 기술기준 관련 규정은 ITU-T와 동일하다.

우리나라 단체표준 및 통신사업자 자체 규격은 ITU-T 표준을 수용하여 제정하

고 서비스하고 있으므로 여기에서는 [표 11]에 ITU-T 표준과 미국 인증기준, 호주 기술기준 초안, 카나다 기술기준에 대해 비교하도록 하겠다.

[표 11] ITU-T 및 외국의 ADSL 기술기준 비교

<table>
<tr><th>국 가
항 목</th><th>ITU</th><th colspan="2">미국</th><th>카나다</th><th>호주</th></tr>
<tr><td>전력
스펙트럼밀도</td><td>미국 및 카나다와 동일
[그림??] 참조</td><td colspan="2">ITU 기준 및 T.413과 동일
[그림??] 참조</td><td>ITU 기준 및 T.413과 동일
[그림??] 참조</td><td>ITU와 마스크는 유사하나 4kHz 307kHz에서 3.5dB 만큼 작음</td></tr>
<tr><td>총신호전력</td><td>-12.5dBm 이하</td><td colspan="2">-12.5dBm 이하</td><td>-12.5dBm 이하</td><td>-12.5dBm 이하</td></tr>
<tr><td rowspan="3">평형도</td><td rowspan="3">30kHz
1,104kHz에서
40dB이상</td><td>200Hz
12kHz</td><td>40dB이상</td><td>40dB이상</td><td rowspan="3">30kHz
1,104kHz에서
40dB이상</td></tr>
<tr><td>12kHz
1,544kHz</td><td>35dB이상</td><td>35dB이상</td></tr>
<tr><td>1,544kHz
이상</td><td>30dB이상</td><td>-</td></tr>
<tr><td>종전압</td><td>-</td><td colspan="2">-</td><td>-</td><td>30kHz
1,104kHz대역
-50dBV 이하</td></tr>
</table>

[표 11]에서 통과대역에서 ITU-T와 호주의 전력스펙트럼밀도 기준이 3.5dB 정도 차이가 나는 이유는 호주에서는 리플을 고려하지 않았기 때문이다. ITU-T 에서도 통과대역 평균신호전력은 -38dBm/Hz 이하로 하고 있으며 리플 3.5dB를 고려하여 스펙트럼밀도를 -34.5dBm/Hz로 규정하고 있다. 30kHz에서 1,104kHz 대역 평형도는 ITU-T 표준과 미국 및 카나다기준이 5dB 정도의 차이가 있으나 ITU-T 표준을 준수하면 다른 국가기준을 만족하게되므로 문제없다.

제5절 ADSL 기술기준

1. ADSL 기술기준 개요

기술기준은 표준을 기반으로 성립되므로 우리나라 ADSL 기술기준도 통신사업자들의 본격적인 서비스에 대비하여 기간통신망 보호 및 이용자 권익 등을 보호하기 위해 제정될 필요가 있다. 통신사업자 영역에 해당하는 ADSL 기술기준은 규제완화 및 복수통신사업자의 경쟁을 촉진하기 위해 구체적으로 제시하지 않고 사업자 자율로 운영하도록 하고 이용자에게 알리도록 하는 것이 바람직하다 하겠다. 그러나, 이용자가 시장에서 쉽게 구입하여 사용하는 ADSL 단말장치는 국민의 권익 차원에서 통신의 전문가가 아니라도 쉽게 이용할 수 있도록 기술기준을 제정하여 형식승인 하도록 해야 한다. 따라서 다음과 같이 단말장치에 대한 ADSL 기술기준(안)를 마련하였다.

ADSL 서비스는 꼬임케이블 가입자망을 사용하여 음성서비스와 함께 데이터 서비스가 제공되므로 ADSL 기술기준은 기본적으로 현행 정보통신부고시인 단말장치 기술기준에 적합해야 한다. 그리고 ADSL 단말장치가 기간통신망, 이용자·운용자 보호를 위한 규정항목은 국내·외 표준, 외국의 기술기준 현황을 살펴볼 때 전력스펙트럼밀도 제한, 총신호전력, 평형도가 규정되어야 한다.

2. 단말장치 기술기준의 ADSL 적용

ADSL 서비스는 꼬임케이블 가입자망을 통해 음성서비스와 함께 제공되므로 기본적으로 음성서비스에 적용되는 다음과 같은 현행 단말장치 기술기준이 적용되어야 한다.

□ 일반적 조건

전기통신망에 접속하는 단말장치가 운용중에 내·외에서 발생할 수 있는 기계적 또는 전기적 충격으로 인한 위해 신호들이 전기통신망에 전달되지 않고 이용자 및 운용자 안전에 영향을 주지 않도록 규정하고 있다. 여기에서 규정하고 있는 규정 항목은 낙하충격, 충격전압, 누설전류, PSTN 망에 접속에 대한 위해전압 조

건이 있다.

□ 전화용설비에 접속되는 단말장치의 신호전력

단말장치로부터 통신망에 위해를 방지하기 위한 방법의 하나로써 통신신호의 전력을 제한한다. 과도한 신호레벨은 전송설비의 과부하나 타 회선과의 누화간섭을 초래하기 때문이다. 전화용설비에 대한 신호전력은 대역내 신호전력, 4kHz 대역 신호전력, 대역내 종전압, 대역외 실선전압 과 종전압을 제한하며, 통과전송채널의 포트간 증폭도(삽입손실) 및 타이트렁크의 반사감쇠량도 제한한다. 전화용설비에 대한 신호전력은 다음과 같은 이유로 인하여 제한하고 있다.

- o 통신사업자 설비의 동작 주파수 범위 및 증폭기의 동작영역이 한정되어 있으므로 음성급 서비스에 지장이 없도록 하는 200 4kHz까지 신호량에 따라 제한한다.
- o 통신사업자의 음성급 서비스 전송은 일반적으로 주파수분할다중 또는 시분할다중방식의 전송장치를 통하여 이루어지며 이 경우 음성대역 밖 6MHz의 신호까지도 제한하는 것이 중요하다. 대역외 신호들은 다중화 과정에서 대역내 스퓨리어스를 야기시킬 수 있기 때문이다. 그러나 ADSL 서비스는 음성급 대역과 함께 고주파수 영역을 이용 ADSL 신호를 전송하기 때문에 음성대역 밖의 규정을 만족하지 못한다. 따라서 이에 적합한 ADSL 기술기준이 마련되어야 한다.
- o 통신망 위해 고려사항 중에서 가장 중요한 것으로 과도한 신호레벨에 의한 누화이다. 누화 방지에 대한 기준은 전기통신설비의기술기준에관한규칙에서 이미 규정하고 있으나, 예방차원에서 신호전력을 제한한다.

따라서 ADSL 기술기준에서는 전화용설비에 접속되는 단말장치 신호전력이외에 고주파수 부분의 신호전력 제한에 필요한 기준이 제정되어야 하겠다.

□ 평형도

꼬임케이블을 기반으로 하는 가입자망에 접속되는 단말장치는 실선신호가 종신호로 전환되어 그 신호를 통신망에 전송함으로써 동일케이블 내에 인접한 통신선쌍에서 누화로써 나타날 수 있다. 이러한 간섭은 단말장치 각 통신선의 대지에 대

한 임피던스의 대칭성을 적절히 조절함으로써 최소화 할 수 있다. 횡전압 평형도는 이러한 대칭성의 정도에 관한 척도로서 실선신호에 의하여 야기되는 종신호의 전압비율로서 표현한다.

대지에 대한 대칭성을 유지하여 통신서비스에 대한 간섭을 방지하기 위한 기준으로써 음성급(200 4,000Hz) 주파수 범위에서는 평형도가 40dB이상으로 되어 있으나, 평형도가 주파수에 의존하는 함수이므로 고주파수 영역을 사용하는 ADSL 에서는 그에 적합한 기준이 있어야 하겠다.

□ 기타 전화급 회선에 필요한 기준

o 온훅임피던스

회선상의 신호가 전화국 유지보수 신호와 간섭되는 것을 방지하기 위한 기준으로 통신사업자로부터 단말장치측으로 제공되는 호출신호의 규격을 정하고 있다.

o 요금산정기의 고장방지

이용자와 통신사업자간 요금에 대한 오류를 방지하기 위하여 사업용설비에서의 요금산정 기능를 보호하기 위한 기준을 정하고 있다.

o 자동다이얼링기능

단말장치는 동일번호에 대하여 상대방이 응답이 있을 때 까지 연속해서 디이얼링을 할 수 있으나 연속적인 다이얼링은 통신망을 과부하시켜 다른 이용자가 사용하지 못하게 할 수 있다. 따라서, 일정한 기준을 두어 규제하고 있다.

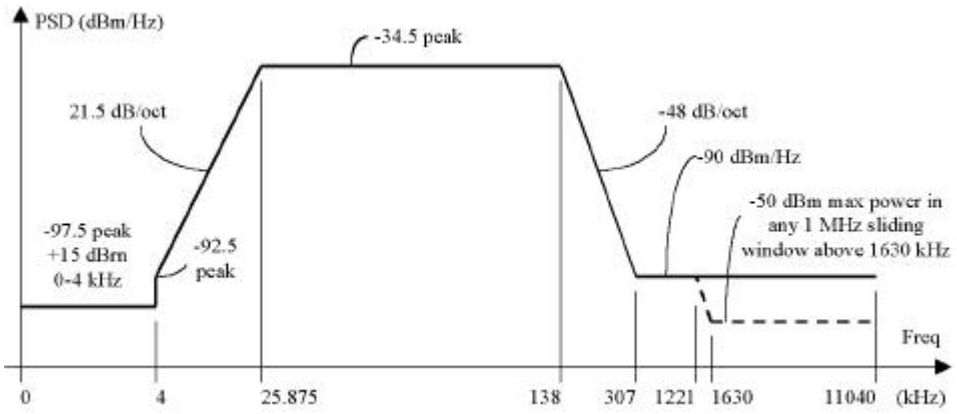
2. ADSL 서비스 기술기준

□ 전력스펙트럼밀도(PSD)

꼬임케이블 가입자망에 전송되는 신호는 인접된 선로에 전자기장을 형성하여 전압을 유도시킨다. 이러한 현상을 감소시키기 위하여 각 선로쌍을 꼬임형태로 제작한다. 이러한 방법에도 불구하고 용량성 결합은 남아있게 마련이어서 선로 상호간의 누화는 필연적이고, 이 누화를 가능한한 약화시키기 위하여 전송장치의 송신

신호 전력을 가감하여 시스템을 설계 개발하고 있는 것이다. 디지털 전송 시스템의 설계에서는 타 전송시스템과의 누화를 가능한 한 최소화하기 위하여 시스템간의 스펙트럼 상호호환성을 평가한다. 상호호환성은 최소한의 성능 저하로써 상호간의 누화를 감소하도록 하는 각 시스템의 능력으로 정의한다. 이에 사용되는 척도가 전력스펙트럼밀도(PSD)이며, 단말장치에 대한 전력스펙트럼밀도를 규정함으로써 상호호환성을 관리하는 것이다.

기술기준에서는 통신망의 위해를 방지하고 상호호환성을 보장하기 위해 가능한 국제기준을 수용 국내 실정에 적합하게 제정하고 있으므로 외국의 경우와 같이 ITU-T 기준을 적용하는 것이 바람직하다 할 수 있으며 다음과 같은 (안)을 제시한다.



주파수대역(kHz)	선에 대한 등식(dBm/Hz)
0< f < 4	-97.5. 0 4kHz 대역내에서는 최대 전력 +15dBrn를 가짐
4<f<25.875	-92.5 + 21.5 log_2 (f/4)
25.875<f < 138	-34.5
138<f < 307	-34.5 - 48 * log_2 (f/138)
307<f<1221	-90
1221<f<1630	-90 피크, [f, f+1MHz] 윈도우에서 최대전력 [-36.5-36*log_2 (f/1221) + 60] dBm을 가짐
1630 < *f* < 11040	-90피크, [f, f+1MHz]윈도우에서 최대 전력 -50dBm를 가짐

주1) 모든 전력스펙트럼밀도는 100옴의 부하저항으로 측정하며, 전화음성대역의 총신호전력은 100옴의 부하저항에서 측정한다.

주2) 그림에서 보인 중지점에서의 주파수 및 전력스펙트럼밀도는 규정값이며, 사선의 기울기는 근사값이다.

주3) 절분 주파수와 PSD 값은 정확해야 하며, 표시된 기울기는 근사치이다.

주4) 25.875kHz이상에서 전력스펙트럼밀도 첨두값은 10kHz의 분해대역폭으로 측정한다.

주5) 1MHz 슬라이딩 윈도우 내 전력은 1MHz 대역폭으로 측정하며, 계측주파수를 시작점으로 한다.

주6) 모든 전력스펙트럼밀도 및 전력은 디지털 신호와 전화음성대역 신호를 중첩시키는 스플리터의 출력단에서 측정되어야 한다.

[그림 14] 전력스펙트럼밀도 (안)

□ 전송대역내 총신호전력

전송대역내의 총신호전력은 통신망의 안정적인 운용과 전송시스템간의 누화를 제한하기 위하여 전력스펙트럼밀도 조건에 의해 제한된다. ITU-T 기준과 외국의 기술기준을 참조하여 12.5dBm이하로 규정하는 것이 바람직하다 하겠다.

□ ADSL 전송대역의 평형도

ADSL 서비스도 꼬임케이블을 사용하므로 평형도가 중요하다. 꼬임케이블에서는 실선신호와 종신호가 전송되는데 만약, 불평형을 이루게 되면, 이 두가지 모드 사이에 신호결합이 일어난다. 평형도는 이 신호 결합을 규정하는 회로의 특성이 된다. 불량한 평형도는 잡음이나 누화를 일으키는 원인이 된다.

평형도는 주파수의 함수로서 음성급 주파수에서 평형도는 40dB이상으로 규정되어 있다. ADSL 서비스를 위한 평형도는 ITU-T 표준에서 30kHz에서 1,104kHz까지에서 40dB이상으로 정하고 있으며 외국의 평형도 기준은 국가마다 차이를 가지고 있다. 따라서 우리나라 고유의 기준이 필요로 한다.

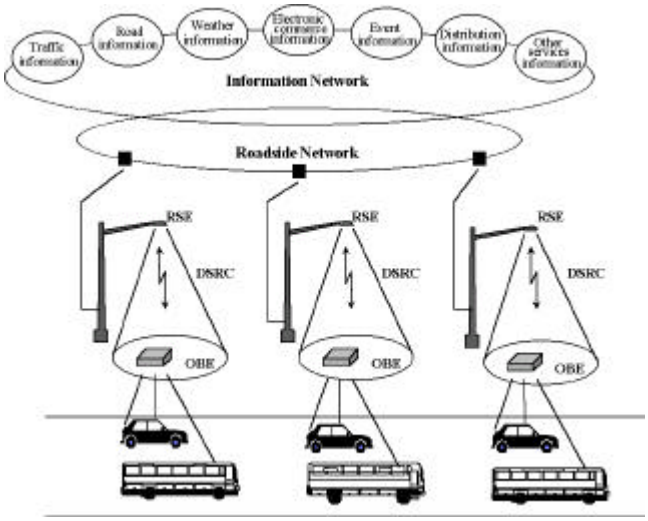
평형도는 누화 및 타 시스템에 영향 방지를 위한 중요한 기준이므로 국제 기준에 따르는 것이 타당하다 하겠다. 또한, 현재 우리나라 통신사업자들은 ITU-T 평형도 기준을 적용하여 국내·외 제조업체로부터 공급받고 있으며, ITU-T 기준을 만족하면 북미지역의 표준도 만족할 수 있으므로 ITU-T 기준을 적용 30kHz에서 1,104kHz까지 40dB이상을 규정하고자 한다.

제 4 장 DSRC기기의 기술기준

제1절 DSRC의 구성 및 요구조건

TICS(Transport Information and Control System)은 ITS의 또다른 명칭으로 사용되기도 하며, ITS 응용 서비스를 위한 기술적 측면의 기구적 시스템을 통칭하기도 한다. 이는 컴퓨터, 통신, 측위, 자동화 기술의 통합체로 교통시스템 효율성과 안전성 및 관리 측면에서 획기적인 향상을 줄수 있다.

DSRC는 이동체와 노변의 기간망간의 근거리 통신을 행하되 음성이 아닌 주로 데이터 통신을 이용하게 될 것이며, 통행료 납부, 주차료 납부, 연료비 납부, 차량내 신호, 교통정보, 대중교통과 사업용 차량 관리, 함대관리, 기상정보, 전자상거래, 검침 데이터 수집, 고속도로-철로 교차로 경보, 트랙터-트레일러 데이터 전송, 국경 통과, 비행기의 자동수속, 기타 콘텐츠의 제공 등 교통과 관계되는 모든 절차에 이용되어 그 효율을 극대화시킬 수 있을 것이다. 이중에서도 DSRC의 가장 큰 응용분야는 자동차의 통상 운행 상태에서 통행료를 자동으로 징수하기 위한 통행료자동징수시스템(ETCS)이 될 것이다. 이러한 다양한 응용 서비스를 위한 TICS와 DSRC의 체계를 [그림 15]에 보였다.



[그림 15] ITS 시스템에서의 DSRC 역할

(출처:권고 ITU-R M.[TICS.DSRC])

그림에서 보이는 바와 같이 DSRC의 구성은 차량 탑재장치와 노변 설비로 되어 있고, 노변장치는 인증, 과금처리, 정보분류, 정보제공 등을 행하는 컴퓨터와 전용 전송망으로 구성되어 있으며, 무선 접속부는 차로상의 약 6M 위에 비이콘 형태로 설치되어 차량 탑재 장치와 고속 통신을 행하게 된다. 교통량의 폭주로 인한 도로의 정체 해소를 목적으로 하는 ETCS 등 DSRC 응용분야에서는 최고 160km 이상의 차량 속도에서도 차량의 신원을 인증하고 과금처리를 할 수 있어야 하며, 이에 허용되는 시간은 0.3초 미만이므로 고속 통신이 가능해야 한다. 이러한 이유로 해서 넓은 대역의 스펙트럼이 요구되고 있으며, 500kbps의 통신 속도를 위해 채널당 약 5MHz의 대역폭이 필요하고 1Mbps의 통신속도를 실현하기 위해서는 약 10MHz의 대역폭이 요구된다.

DSRC는 ETCS를 실용화시키기 위해서 동일의 차량탑재장치로 다른 관리자의 유료도로가 통신 가능할 만큼 높은 신뢰성이 얻어지고, 장래의 각종 ITS 어플리케이션에 대해서도 적용 가능하여야 하며, 국제표준규격과 함께 가야 하는 등의 조건을 가진다.

또한, 우리나라에서만도 약 1,000만대의 차량이 이용해야 하므로 차량탑재장치의 가격을 저가형으로 설계할 수 있어야 하는 것도 커다란 과제로 남아 있다.

이러한 DSRC의 요구조건을 항목별로 나열하면, 지원하는 차량 속도, 통신영역의 크기, 통신 모드, 데이터 전송 속도 / 데이터 크기, 허용 가능 오류율, 통신 접속 신뢰도, 통신 완료율, 차선 구분 가능 여부, 차량 주행 속도 측정 가능 여부, 차량 위치 측정 가능 여부, 통신 보안성 여부, 시스템 가격 및 요금, 주파수 가용도 등을 들 수 있다.

제2절 DSRC 연구의 국내외 동향

1. 국제기구의 연구동향

국제표준화기구 204 기술위원회(TC/204)에서는 1998년 유럽의 표준을 수용한

수동방식 DSRC의 표준 규격 초안을 작성하고 1999년부터 2000년에 걸쳐 일본 및 미국의 제안을 수용하여 능동방식 DSRC의 표준규격을 작성하였다. ITU-R 제8연구반(SG8)에서는 의제 205/8에 따라 DSRC 무선접속부의 기본 규격을 정하는 권고를 작성하여 2000년 5월 전파통신총회(RA:Radio Assembly)의 승인을 받았다.

2. 북미의 동향

미국의 경우 ITS 사업을 80년대 후반까지는 민간기업을 중심으로 개별적으로 추진해 왔으나, 1990년 ITS-America를 구성하여 국가적 차원에서 본격적으로 추진하고 있다. 1991년에는 ITS 연구·개발을 촉진시키기 위하여 육상교통효율화법을 제정하여 ITS 연구·개발의 법적, 제도적 근거를 마련하고, 연방정부는 ITS에 1992년부터 1997년까지 총 6억5천만불을 투자한 바 있다.[]

기술적으로 DSRC 분야는 915MHz대역의 주파수를 이용한 이동체 식별 시스템 위주로 연구되어 왔다. 5.9GHz 대역의 사용 검토는 ITS America가 1996년 2월 FCC에 입법 신청을 하여 1998년 8월 입법안이 발표되었는데 우선 주파수 5,850 5,925MHz대 주파수를 DSRC로 지정하였음을 공표하고 세부적인 기술적 사항은 기술발전 추이에 맞추어 캐나다와 공동으로 진행중이다.[]

3. 유럽의 동향

유럽의 경우, 범국가적 기구인 ERTICO(European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization)를 통해 ITS의 연구·개발, 시범사업 수행, 시스템 구현 등 각국의 노력을 조화롭게 진행하고 있으며, EU 주관으로 12개국이 공동으로 참여하는 DRIVE(Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe) 프로그램(1989) 등 10억불 규모의 초대형 프로젝트가 진행중이다.

유럽통신표준협회(ETSI;European Telecommunications Standards Institute)는 유럽 표준 "Road Transport and Traffic Telematics (RTTT); Technical characteristics and test methods for Dedicated Short Range Transmission

Communication (DSRC) equipment operating in the 5.8 GHz Industrial, Scientific and Medical (ISM) band (EN 300 674, 1999)"를 채택하고, 유럽 국가간의 통일된 규격 사용을 권고하고 있다.

4. 일본의 동향

일본은, 1994년에 건설성, 경찰청, 통산성, 우정성, 운수성 등 관계부처들과 민간 사업자들이 협의체를 설립하여 ITS 관련 프로젝트를 통합적으로 추진하여 왔으며, 세계에서 가장 빨리 1996년 4월부터 도로교통정보시스템의 적용에 들어갔다. 당초 동경권의 일반도로 및 고속도로에서 시작되어 1998년 3월에는 전국 고속도로 및 동경, 오사카, 아이치, 교토, 나가노, 효고 등의 일반도로까지 확대되었다.

ETCS에 대해서는 세계적으로도 후발이었던 일본은 현재 ETCS에 대하여 세계에서 가장 뛰어난 기술력을 가지고 있다고 자부하고 있으며, 1999년도부터 실용화를 시작하였다.

1997년 시험 운영을 시작하고 1997년 말 노선버스를 모니터로서 시험운용을 실시하였다. 이러한 실험에 의한 성과를 토대로 12998년 3월 ETCS의 규격이 발표되고 1개월동안 의견수렴과 민간기업에 의한 기기개발, 상호접속시험 등을 거쳐서 1998년에 기기의 출시를 시작하고 2002년도까지는 전국의 주요 유료도로의 요금소에 ETCS를 도입할 계획이다.

DSRC는 국가적으로 능동방식에 초점을 맞추어 1997년 10월 5.8GHz대 기술기준을 확정하고 ARIB에서 이에 맞춘 기술적 표준을 개발하고 있으며, 국제표준화를 위해 지속적인 국제협력활동을 하고 있다.[]

1999년 7월 설립된 ITS 정보통신(ITS Info-communications) 포럼에서는 ITS 전반 문제를 논의하고 있는데 현재 200개 이상의 기관이 이 포럼에 참여하고 있으며 현행 표준인 ARIB T-55의 개정을 추진하고 있다.

일본은 APT(Asia-Pacific Telecommunications)의 표준화 프로그램(ASTAP;APT Standardization Program)을 주도하여 5.8GHz대 DSRC의 표준을 승인한 바 있다. "Dedicated Short Range Communications (DSRC) Equipment Operating in the 5.8 GHz band",

5. 국내 동향

우리 정부는 1993년 ITS의 국내 도입방안을 검토하고, 관계부처 협의를 통해 범부처적인 ITS 추진방향을 결정하였다. 1994년 대한교통학회, 국토개발연구원, 교통개발연구원, 건설기술연구원, 도로교통 안전협회 등의 공동 추진으로 국가기본계획 수립을 위한 연구를 수행하고, 정보화추진위원회에서 ITS 기본계획을 확정하였다. 1998년 과천 ITS 시범사업을 시행하고, ITS 서울 세계대회 개최하여 국제적인 반향을 불러 일으켰다. 1999년 ITS-Korea를 설립 본격적인 ITS 표준 및 제도개선 작업을 진행하고 있다.

한편 한국통신은 한국정보통신기술협회를 통해 1998년 10월의 ISO TC204 WG15 서울 회의에서 DSRC를 이용한 인터넷 서비스 프로토콜 구조를 제안하고, 1999년 2월 ITU-R SG8 WP8A 제네바 회의에서 DSRC를 이용한 인터넷 서비스를 제안하여 ITU-R SG8의 TICS(Transport Information and Control Systems): Functionalities 권고안에 반영시킨 바 있다.

DSRC 기술기준에 대한 본격적인 검토는 1997년 초 한국전자산업진흥회(전진(산전)제274호('97.3.19))와 서울대학교 IC카드 연구센터(컴연25103-66(1997.4.23))가 주파수할당 신청을 하면서 시작되었는데 이 주파수 할당을 위해 서울시(1996.8)와 한국도로공사(1996.10, 1997.1, 1998.8)가 실험국을 운영한 바 있다. 1998년 1월 동일대역을 사용하는 ETCS와 KBS 중계차간의 전파간섭 시험키로 관계기관간 합의를 하여, 그해 2월 간섭분석 시험을 행하여 ETCS용 DSRC가 이격 거리 15m 앙각 10도 이내에서 KBS TV 이동중계 차량으로부터 간섭을 받았으며, TV 이동중계 차량에는 영향을 미치지 않음을 확인하고, 양 업무간 전파간섭 발생시 관련기관 협의하여 해결키로 합의하여 임시적으로 5,795~5,815 ㎒ 대역의 주파수 할당 계획을 수립하였다.

전파연구소에서는 1998년 정보통신기술협회 ITS통신 연구위원회의 의견수렴을 통해 기술기준(안)을 마련하고 1998년 8월 도로공사 주관의 서해안 고속도로 군산 톨게이트 실험국 성능시험에 참여하여 스퓨리어스 방사 특성 시험을 검증하였다. 하지만 정보통신기술협회 ITS통신 연구위원회에서 수동방식 표준과 능동방식 표준의 2개 표준안이 추진됨에 따라 TTA 전파통신분과회의에서는 이들 표준안을

단일안으로 합의될때까지 유보키로 하여 1999년부터 2000년 상반기까지 지속적인 표준안 협의를 계속 진행하게 되었다.

한국전자통신연구원과 한국통신이 주축으로 추진된 표준안은 2000년 능동방식 단일 표준으로 귀결되었으나, 1999년 4월부터 한국도로공사의 ETC 시범사업에 채택되어 운용중인 삼성SDS의 통행료 징수시템용 수동방식 DSRC가 그 주파수 대역폭 활용도가 낮아 표준안에 반영되지 못한 바, 표준안 검증과정에서라도 표준안과의 호환성을 위해 별도의 개발 및 협의기간이 소요될 것으로 예측된다.

우리나라의 관문인 인천국제공항의 접근 고속도로에 10차로에 기존 요금징수시스템(TCS) 복합 및 전용이 가능한 ETC 시스템을 도입 구축중에 있으며, 한국도로공사와의 시스템 호환이 유지되도록 협력 중에 있다. 부산 광안대로의 광안대교 구간에 교통량 대비 도로구조상 ETC 시스템의 도입이 필수로 총 10차로의 시스템 도입을 위한 설계를 완료하고 2002년 운영예정이다. 서울특별시는 혼잡통행료 징수(남산 1,3호 터널 대상)를 위해 다수의 업체가 현장시험에 참여한 바 있으며, 삼성, 대우전자, 현대정보기술 등이 적격업체 (수동방식으로 명시)로 선정된 바 있다. 한국도로공사와 공동협의체를 구성 호환을 위해 협력 중에 있으며, 내부순환도로 시스템 구축을 위한 기본 설계(내부순환도로 시스템 구축 시)에 반영하고, 강남 순환도로에 ETC 시스템 도입을 검토 중에 있다. 또한, 2003년 이후부터 개통될 김포대교, 외곽순환도로 북부구간, 미시령터널, 제3경인고속도로, 기타 터널 등 민자도로에 ETC 도입을 위한 시스템 설계를 완료하였거나 진행하는 등 활발한 ITS 사업이 이루어지고 있다.

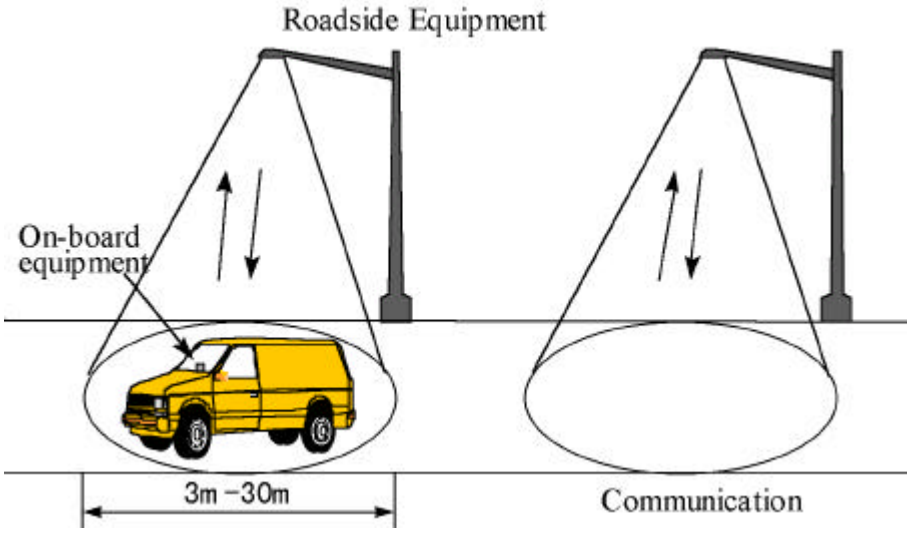
2015년경 전세계 ITS 시장의 규모는 4,200억불 규모로 예측되며, ITS에 대하여 국제적으로 표준화된 시설기준 및 서비스의 요구가 증대되고 있으며, 다양한 기술이 복합적으로 결합된 수출시장으로 성장이 기대되고 있다.

제3절 DSRC 기술규격

1. ITU-R의 무선접속규격

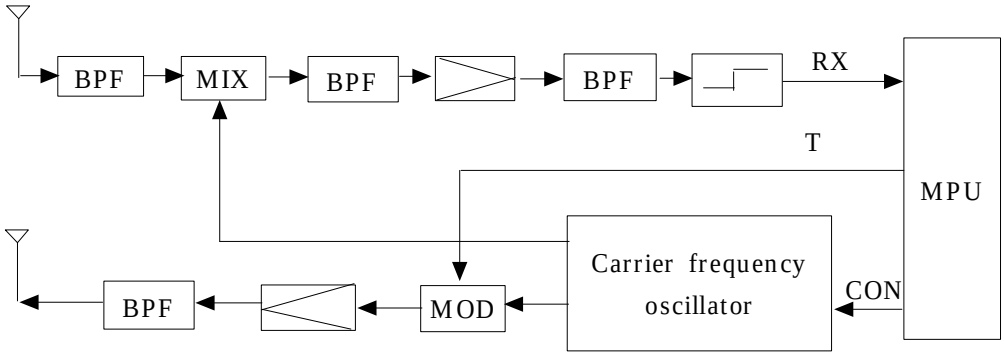
ITU-R SG8은 DSRC 요구조건(M.1310 TICS Objectives and Requirements)으로 단방향 또는 양방향 단거리 통신, 데이타 전송 속도는 64kbps ~ 2Mbps, 데이

타 무결성은 100메시지당 1메시지 오류 ~ 1백만 메시지당 1 메시지 오류 등의 기본 목표를 세우고 5,725 MHz-5,875 MHz(중심주파수 5.8GHz) 산업과학의료용(ISM;Industrial, Scientific and Medical) 대역을 사용하는 TICS 용 DSRC의 기술적 운용적 권고를 작성하였다. 차량과 노상장치간의 통신은 일지점, 주행중 계속, 또는 넓은 영역에 거친 통신 등이 있을 수 있으나, DSRC는 우선 일지점 통신 형태를 고려하고 있다. 통신의 형태를 [그림 16]에 나타내었다.



[그림 16] DSRC 통신영역(출처:권고 ITU-R M.[TICS.DSRC])

전형적인 능동방식 차량탑재장치의 구성도를 [그림 17]에 보이고, ITU-R 권고에 의한 능동방식 DSRC의 기술규격은 [표 12]에 나타내었다.

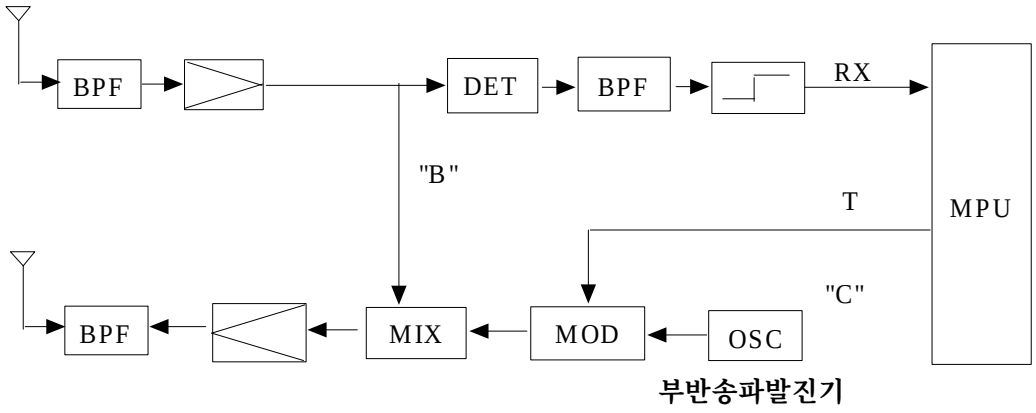


[그림 17] 능동방식 DSRC의 구성도

[표 12] 능동(트랜시버)방식의 기술규격

항목		기술 규격
주파수		5.8 GHz 밴드
채널간격		10 MHz
점유주파수대역폭		8 MHz 미만
변조방식		ASK 방식
데이터 전송속도		1,024 kbps
데이터 코딩 방식		맨체스터 코딩
송수신 주파수간격		40 MHz
통신방식		트랜시버 방식(트랜스폰더 방식)
등가등방복사전력	상향	30 dBm 이하 ※전송거리 10m 이내 공중선전력 10dBm 가정 44.7 dBm 이하 ※전송거리 10m 이상, 공중선전력 24.7dBm 가정
	하향	20 dBm 이하 ※공중선 전력 10dBm 이하 가정

ITU-R에서는 백스캐터(Back Scatter)방식이라고 불리우는 수동방식의 기술규격도 함께 정하고 있는데, 능동방식과는 달리 수동 방식은 내부에서 5.8GHz의 반송주파수를 발진시키지 않고, 노상장치로부터 제공받는다. [그림 18]에 그 개념도에서 보이는 바와 같이 수동방식은 노상장치가 차량탑재장치의 반송파를 제공하여야 하므로 어느 순간에는 5.8GHz대 무변조 반송파를 연속적으로 송신하여야 한다.



[그림 18] 수동방식의 차량탑재장치

수동방식의 수신신호도 최종적으로는 MPU에 의해 처리되며, 송신시에는 보내고자 하는 정보신호로 자체적으로 발생시킨 부반송파를 변조시키고 이 변조된 신호를 노상장치로부터 제공되는 반송파와 혼합하여 송신하게 된다. 수동방식의 기술 규격은 [표 13]과 같다.

[표 13] 수동방식의 기술적 특성

항목	기술규격 (중속)	기술규격 (고속)
주파수	5.8 GHz 대역	5.8 GHz 대역
부반송파 주파수	1.5 MHz/2 MHz	10.7 MHz
채널간격	5 MHz	10 MHz
점유주파수대폭	5 MHz 이하	10 MHz 이하
변조방식	ASK (하향 반송파) PSK (상향 부반송파)	ASK (하향 반송파) PSK (상향 부반송파)
데이터전송속도(비트율)	500 kbps (하향) 250 kbps (상향)	1 Mbps (하향) 1 Mbps (상향)
데이터 코딩	FM0 (하향) NRZI (상향)	
통신방식	트랜스폰더 방식	트랜스폰더 방식
등가등방복사전력.	33 dBm (하향) -24 dBm (상향 단측파대)	39 dBm (하향) -14 dBm (상향 단측파대)

2. 북미의 기술규격 개발

미국의 5.9GHz DSRC 시스템의 요구 사항은 다음과 같다. (출처: 5.9Ghz DSRC Band Concept Proposal, ASTM, 99.11.)

미국은 국가적인 호환성, 기후 적응성, 양방향 점대점 통신, 단방향(노변장치-차량탑재장치) 통신, Extremely low latency, 안전성, 신뢰성, 저렴한 유지비용, 사용의 편리성, 다중 차로 지원 확장성, 설치의 용이성, 항구·강·운하·도로등의 응용가능성, 기존의 915 MHz 및 5.9GHz 시스템과 혼신 배제성, 기존의 5.9GHz대 다른 서비스로부터의 혼신에 대한 강건성, 가격 저렴성 등의 기본 요건에 세부적으로 자동차 위치 정보 제공, 차로 구분 기능, 주행속도 120mph에서 응용서비스 처

리가 가능할 것, 시간당 한 차로에서 3000대를 처리하고 8개 차로까지 확장 가능할 것, 전후차량의 차량탑재장치간 거리가 6 ft (모터싸이클) / 16 ft (기타)에서 운용 가능할 것, 좌우 차량의 차량탑재장치간 거리가 3 ft (모터싸이클) / 10 ft (기타)에서 운용가능할 것, 노변장치 밀도는 차로다 1개, 통신용량은 500 bit 내지 100 Mbytes까지 가변할 수 있을 것, 노변장치의 정격통달거리는 5 내지 1,100 ft, 차량탑재장치의 정격통달거리는 5-300 ft, 특수 노변장치 및 차량탑재장치의 통달거리는 20-3,000 ft (긴급차량 및 철도), 특수한 응용분야에 대한 통신영역의 크기는 7-2,980 ft, 정격 비콘 간격 50 to 5,500 ft, 특수 비콘간격 50-15,000 ft 등의 요건을 정하고 있다.

이러한 요건을 토대로 작성된 미국의 DSRC 표준 물리계층 규격은 다음 [표 14]와 같다.

[표 14] 미국 DSRC 표준 물리계층 규격(안)

항 목		규 격	비 고
통신방식		능동방식(TDMA 또는 CSMA), 단향 또는 양방향	
데이터 전송속도		1 Mbps (2Mbps, 4Mbps 옵션 @1MBaud + 8, 10, and 12 Mbps 옵션 @2MBaud)	
변조방식		DBPSK (DQPSK, D16QAM, D32QAM 및 D64QAM 옵션)	
대역폭		75 MHz (5.850 - 5.925 GHz)	
채널		4 내지 9 채널 37MHz 간격의 4MHz 쌍	
노변장치 최대 등가등방복사전력		44.77 dBm (30 W)	
노변장치의 감도		-75 dBm (공중선전후방비:20 dB)	
차량탑재장치의 등가등방복사전력	Car/Truck	노변장치 10 dBm (2-10 mW)	
	Transit	10-20dBm (10-100 mW)	
	EV	36-44.77dBm (3-30 W)	
차량탑재장치의 감도		-60 dBm (EV -75 dBm) (공중선전후방비:15 dB)	
신호대잡음비		12 dB (DBPSK)	
노변장치와 차량탑재장치간의 거리	Car/Truck	3 - 100 m (10 to 300 ft)	
	Transit	3 - 325 m (10 to 1100 ft)	
	EV	3 - 2134 m (10 to 7000 ft)	
채널공유전략		인접차로나 인접구역에 대한 인접주파수 배정 금지, 현장에서의 주파수조정, 장비간의 분리책 강구	

3. 일본의 기술규격

일본은 여러 가지 장점을 들어 5.8GHz의 능동방식을 채용했다. 이 방식은 트랜시버 방식이라고 불리우고, 차량탑재장치와 노변장치가 대응해 전파를 발사해서 맞추는 것으로부터 높은 신뢰성을 확보하기 쉽고 여러 가지의 통신 지역이 설정하기 쉽다는 등의 특징이 있다. 이 때문에 패시브 방식과 비교해서 여러 가지의 ITS 어플리케이션의 전개가 용이하게 되었다. 능동방식은 차량탑재장치에서도 발진기가 있기 때문에 도로주위의 전파간섭이나 방해의 영향을 받기가 어렵고 도로측면기의 수신 레벨이 높기 때문에 ETC와 같은 정밀도가 요구되는 어플리케이션에서는 최적의 환경이 되고 있다.

4. 한국의 단체표준

[표 15]에는 OSI 계층 1의 DSRC 하향회선에 관련된 값들이 정의되어 있다. (*)로 표시한 항목의 매개변수 값은 정보통신부의 무선설비형식등록시 적합확인이 필요한 항목이다.

[표 15] TTA표준의 DSRC 하향회선 파라미터

항목 기호	항 목	기본규격
D1(*)	반송파 주파수	5.8GHz 대역
D1a(*)	채널당 대역폭	10MHz
D1b(*)	반송파 주파수의 허용오차	20 ppm 이내
D2(*)	노변장치 송신기 스펙트럼 마스크	점유주파수대폭 : 8MHz 인접 채널 전력 : 반송파 전력대비 40dB 이하 스퓨리어스 발사 : 25W 이내
D3	차량탑재장치 수신기 대역폭	5MHz (전형값)

D4	전력	Class 1 : 공중선전력 10dBm(최대 E.I.R.P. 32dBm) Class 2 : 공중선전력 15dBm(최대 E.I.R.P. 26dBm)
D4a	방사각에 따른 등가등방 복사 전력 마스크	Class 1 : ≤45 : 32dBm, > 45 : 7dBm Class 2 : 제한사항 없음
D5	안테나 편파	패치 안테나 : 우수회전(right hand circular) 그외 안테나 : 제한사항은 없으며, 선형편파를 사용할 경우 수직편파
D6(*)	변조	ASK
D6a	변조 지수	0.75 ~ 1.0
D7(*)	데이터 부호화	Manchester code
D8(*)	데이터 전송 속도(Bit rate)	1.024 Mbps
D8a(*)	비트클럭의 허용오차	100 ppm
D9	비트오류율(BER)	기준값 10-5 이내
D10	차량탑재장치에서의 기상 과정	정상적인 데이터에 기상
D10a	최대 기상 시간	1ms
D11(*)	통신 영역내의 입사전력 한계치	Class 1 최소 : -37.7 dBm, 최대 : -33.4dBm Class 2 최소 : -64.3 dBm, 최대 : -38.3 dBm
D12	송수신 절체 안정화 시간	10s
D13(*)	대기 모드에서의 누설전력	25W
D14	의사 응답	5.8GHz 대역내 24 dB 5.8GHz 대역외 18 dB

[표 16] 에는 OSI 계층 1의 하향회선에 관련된 값들이 정의되어 있다. (*)로 표시한 항목의 매개변수 값은 정보통신부의 무선설비형식등록시 적합확인이 필요한 항목이다.

[표 16] TTA표준의 DSRC 상향회선 파라미터

항목 기호	항 목	기본 (Default Values)
U1(*)	반송파 주파수	5.8GHz 대역
U1a(*)	채널당 대역폭	10MHz
U1b(*)	반송파 주파수의 허용오차	100ppm 이내
U2(*)	차량탑재장치 송신기 스펙트럼 마스크	(1)점유대역폭 : 8MHz (2)인접 채널 전력 : 반송파 전력대비 40dB 이하 (3)스퓨리어스발사 : 25 W 이내
U3	노변 장치 수신기 대역폭	5MHz (전형값)
U4	최대 전력	공중선전력 10dBm(E.I.R.P. 18dBm)
U5	안테나 편파	패치안테나 : 우수회전(right hand circular) 그외 안테나 : 제한사항은 없으며, 선형편파를 사용할 경우 수직편파
U6(*)	변조	ASK
U6a	변조 지수	0.75 ~ 1.0
U6b	아이패턴	80% (시간), 80% (진폭)
U7(*)	데이터 부호화	Manchester code
U8(*)	데이터 전송속도	1.024 Mbps
U8a(*)	비트 클럭의 허용 오차	100 ppm
U9	비트 오류율(BER)	기준값 10-5 이내
U11(*)	통신 영역내의 입사전력 한계치	Class 1 최소 : -52.2dBm, 최대 : -47.9dBm Class 2 최소 : -72.3 dBm, 최대 : -46.3 dBm
U12	송수신 절체 안정화 시간	10s
U13(*)	대기 모드에서의 누설전력	2.5W
U14	스퓨리어스 응답	Class 1 : 5.8GHz 대역내 23 dB 5.8GHz 대역외 16 dB Class 2 : 5.8GHz 대역내 30 dB 5.8GHz 대역외 26 dB

U15	주파수 선택 과정	부록 참조
U16	주파수 선택 시간	2 프레임 이내
U17(*)	호출부호 전송과정	지역에 따라 다름

4. DSRC용 주파수 배정 문제

현재 ITS에서 사용될 수 있는 대역폭은 70MHz대역으로 한정되어 있어 서비스에 따라 대역폭을 나누어서 사용하여야 한다. 그래서, 서비스간 간섭문제를 고려하여 서비스별로 독립 채널을 사용하여야 하지만, 부족한 채널을 감안하여 [표 17]과 같은 대안이 제시되고 있다.

[표 17] 서비스간 공통 요소별 통합에 따른 채널 할당

채널번호	DSRC 응용분야
Ch 1 & 2	In-vehicle signing and Intersection Installation Group
Ch 3 & 4	- Public-Owned CVO Installation Group - Transit Vehicle Data Transfer - Publicly-owned (AEI/ETC/Parking/Access Control)
Ch 5	Mobile Location Interrogation Group
Ch 6	Automated High Systems
Ch 7 & 8	Privately-Owned(CVO/ETC/Parking/Access Control/ Drive-Thru)

상기 [표 17]은 향후의 다양한 서비스를 위해 서비스간 상호 주파수 간섭문제를 고려하여 정리된 것이다.

제4절 DSRC의 기술기준(안)

1. DSRC 기술기준

□ 방식에 관계없는 기술기준

우리나라 단체표준인 능동방식 표준(안)을 수용할 수 있도록 구성하고 수동방식

의 표준이 정립되는 경우 자가사용 등의 목적을 보다 저렴하고 용이하게 구현하기 위해 수동방식도 기술도 검증하여 수용될 수 있도록 할 필요가 있다. 또한, DSRC 기준(안)은 인명구조 및 항공/해상 업무용이 아닌 사업용 장비로 분류되므로 최소 무선기술조건(Minimum Radio Technical Requirement)만을 규정하고 서비스의 질에 관계된 항목은 제외하는 것이 바람직하다. 하지만, 불요방사 기준과 출력의 제한은 국내 도심의 협소한 지역적 특성과 동일 주파수에서 운용되고 있는 무선 LAN 및 KBS 이동 중계차에의 영향을 최소화시키도록 강화시킬 필요가 있다.

□ 주파수허용편차

수동방식의 경우 주파수 허용편차가 매우 엄격히 제한되어야 회귀신호의 편이를 줄일 수 있으므로 노변장치의 경우 $\pm 5\times 10^{-6}$ 이내로 강하게 설정하여야 한다. 차량탑재장치는 단가를 고려하여 능동방식의 경우 $\pm 20\times 10^{-6}$ 이내로 하고 수동방식의 경우 부반송파의 $\pm 1\times 10^{-3}$ 이내로 규정하는 것이 바람직하다.

□ 점유주파수대역폭

데이터 송신속도를 1,024kbit/s 까지 이용하려면 채널대역폭을 10MHz까지 확장해야 하고, ETCS용으로 설계된 5MHz 대역폭의 저속 수동방식 DSRC 시스템은 향후의 ITS 발전을 저해할 수 있으므로 이를 고려하지 않는다. 아날로그 신호의 점유주파수대역폭은 AM 방식에서 통상 채널대역폭의 약 80%로 하는 경험적 관측에 따라 4MHz와 8MHz 이내로 결정하고, 추후 변조방식에 따라 수정하여야 한다.

□ 불요방사의 제한

본 시스템에서 불요방사의 제한은 곧바로 주파수 재사용거리를 결정하게 되는데 유럽의 경우 -30dBm 이하, 미국의 경우 55+10log(첨두전력)dB 이상 낮을 것, 일본의 경우 40dBc 이상 낮을 것으로 규정하고 있다. 2003년 발효되는 ITU-R 전파규칙에 따르면 100mW 이하의 소전력 장치의 스퓨리어스 규정을 56+10log(평균전력)dBc 또는 40dBc 이상 낮을 것으로 규정하고 있으며, 일반업무용 무선설비에 대해서는 43+10log(평균전력)dBc 또는 70dBc 이상 낮을 것으로 규정하고 있다.

우리나라의 경우 최대출력을 23dBm으로 허용하고 있으므로 미국의 규정을 따르면 -25dBm, 일본의 규정을 따르면 -17dBm, 유럽의 기준을 따르면 -30dBm, ITU-R의 규정을 따르면 40dBc 이상 낮을 조건이 적용될 것이므로 -17dBm이 될 것이다. 궁극적으로 ITU-R의 규정을 준수하여야 하겠지만 신뢰성과 안정도를 점검하지 못한 상태에서는 북미와 유럽시장의 시장의 형평을 고려하여 ITU-R 규정보다 약간 엄격한 미국의 스퓨리어스 규정을 준용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 반송파를 송출하지 않을 때의 누설전력은 무신호시 잡음전력의 차원에서 기지국의 경우 25마이크로와트(-16dBm), 이동국의 경우 2.5마이크로와트(-26dBm) 이하로 규제하는 방향을 고려해볼 수 있다.

□ 공중선전력 및 복사전력

통상 1GHz 이상에서 지향성을 갖는 공중선의 이득은 10dBi 이상이므로 공중선 전력을 200mW(23dBm)로 하였을 때 최대 등가등방복사전력은 33 데시벨밀리와트에 달한다. 이는 통행료자동징수시스템을 위한 약 30m의 통신거리 확보에 큰 지장이 없을 것이지만, DSRC 본연의 업무를 행하기 위해서는 약간 낮은 값으로 판단된다. 무선설비의 경제성을 고려하여 고성능 공중선을 이용하여 저출력으로도 동일 복사전력을 실현할 수 있도록 공중선 이득을 16dBi 이상으로 하여 크게 하여 둘 필요가 있다. 차량탑재장치의 공중선 전력은 공중선전력은 0.1mW(-10dBm) 이하로 하고, 최대 등가등방복사전력은 0dBm 이하, 안테나의 절대 이득은 10 데시벨 이하로 정하는 경우 5.8GHz대의 자유공간 손실을 고려하면 30m 거리에서 약 77dB, 6m 거리에서 63dB 이상 감쇄되는데 이를 적용할 경우 차량 탑재장치의 복사전력 0dBm은 30m 거리의 노변장치에서 -77dBm, 6m 거리의 노변장치에서 -63dBm으로 수신될 것이다.

□ 기타사항

DSRC는 노변장치로부터 기상신호 또는 동기신호를 수신하는 경우에만 송출할 조건을 두어 타 업무에 혼신초래를 최소화하여야 한다. 또한, 본 무선 기기는 현행법상 “특정소출력 무선업무용 기기”로 분류하게 될 것이다. 장기적인 기술기준 체계 정립에 있어서는 이와 유사한 업무들을 모아 사설육상이동업무로 분류하여

관리해야 출력제한 등으로 인한 업무 분류 애매성을 막을 수 있을 것이다.

주파수 이용측면에서 교차로등이 밀집된 지역에서는 6각 셀의 구성을 위해서는 최소 4개의 대역이 요구되며, 혼신의 여지를 더욱 줄이기 위해서는 7개의 대역이 요구된다. 또한, 교차로의 셀 반경에 비추어 30m 이상의 셀 반경이 요구될 것이므로 출력과 공중선의 앙각 및 지향성이 확대될 수밖에 없다. 단순 통행료자동징수시스템에 국한하지 않고 위에 열거한 요구를 충족시키기 위해서는 시범서비스에 할당된 주파수 범위에 국한하지 않고, 향후의 확장성을 충분히 고려한 주파수 배정이 있어야 할 것이다. 국내 기술력으로 보아 1년 이내에 전체 시스템을 국산화 하기는 어렵고, RF 부분은 기준이 정하여지는 대로 일부 수용할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 기술기준(안)

이와 같은 기술적 검토를 통해 우리 나라 실정에 부합하는 기술기준안을 도출하기 위해 한국전파진흥협회에서는 산학연관 관계자들이 모여 심층깊은 토의를 진행하고 있으며, 2001년 상반기에 그 초안이 완성될 것으로 보인다.

본 연구에서는 이 토의에서 논의될 기술기준(안) 초안을 작성하고 부록으로 첨부하였다. 또한, 각국별 기술기준 및 표준 규격의 비교표를 함께 첨부하였다.

제5장 결론

정보통신 기술기준은 디지털 기술의 발전 및 통신시장의 변화 등에 따라 새로운 통신서비스가 출현함에 따라 적절하게 제·개정되어야 한다. 또한 기술기준은 국제표준의 확산 및 MRA 추진등으로 통신시장이 글로벌화되어 단일화되어가고 있는 변환에 대처하여 국익을 보호할 수 있도록 하여야 한다.

본 연구에서는 새로운 통신서비스 출현에 능동적으로 대응하기 위하여 정보통신 기술기준에 대해 살펴보고, 새로운 서비스인 ADSL 기술기준 및 DSRC 기술기준에 대하여 국내·외 현황, 표준화 동향, 기술기준 동향을 살펴보았다. 그리고 우리나라 ADSL 및 DSRC 기술기준(안)을 제시하였다.

ADSL 국제 표준화는 ITU-T에서 제정되어 있고, 미국, 유럽 표준도 ITU와 유사하게 제정되었으며 우리나라에서도 ITU-T 표준을 참고하여 단체표준화를 완료하였다. 카나다는 ADSL 기술기준 (CS-03 Part Ⅷ)를 제정하였으며, 미국 ADSL 기술기준에 대한 일반적 조건은 Part 68 규정을 준용하고 있으며 세부 기술기준은 제정되지 않고 인증시 ITU-T 및 T1.413을 준수한다는 청원서를 제출하도록 요구하고 있다.

우리나라 ADSL 기술기준은 일반적으로 현행 단말장치 기술기준을 적용하고있으나 ADSL 서비스 보장을 위한 규정이 없으므로 전력스펙트럼밀도, 총신호전력, 평형도에 대한 기준 제정이 시급이 요구된다. 그러나, 통신사업자마다 상호운용성 보장없이는 기술기준의 역할을 할 수 없고, 상호운용성은 시장의 자율 경쟁속에서 이루어 져야 하므로 기술기준 제정에 어려움을 겪고 있다. 따라서, 통신사업자 접속공시를 활용하여 통신사업자마다 자신의 서비스에 적합한 접속공시를 제정·공포하여 준수토록 유도하는 것이 필요할 것이다. 또한, 우리나라 단체표준으로 제정된 한국정보통신협회 표준을 기초로 상호운용성 보장을 위한 테스트베드 활용을 촉진하여야 할 것이다.

국내외적으로 기존에 상용화되어 있는 5.8GHz대 ETCS용 DSRC나 900MHz대의 DSRC에 대해 구시대적인 것으로 여기고, 기술발전과 서비스 요구의 증대에 발맞추어 5.8GHz대 차세대 DSRC의 개발과 표준화에 많은 투자를 하고 있음을 알았다.

ITU-R SG8에서도 연구협력팀을 가동 계속 ITS 및 DSRC의 기본적인 요구조건 및 새로운 응용서비스에 대한 제안을 받고 있으며, 우리나라를 비롯 미국, 유

럽, 일본 등을 중심으로의 활기찬 논의가 진행중이다. 통신부품 및 원천기술에서는 선진대열에서 낙오되어 있지만, 통신서비스 분야에서는 어엿이 세계의 주목을 받을 만큼 선진국이 된 우리나라에서의 DSRC 표준화와 그 서비스 시점이 다른 선진외국의 실험 대상이기도 하다.

이러한 관점에서 우리나라는 발빠른 횡보로 DSRC의 기술기준을 정립하고, 그 응용서비스를 개발하여 해외 수출 시장에 진출할 수 있는 발판을 마련해야 할 것이다. 본 고에서 제안하는 기술기준(안)은 향후 많은 검증과 수정 과정을 거쳐서 기술기준의 토대가 될 수 있을 것이다. 늦은감이 없지 않지만, 기술기준이 확정되면 ITU-R 및 ISO/IEC의 표준화에도 적극 반영함으로서 해외 수출시장확보와 기술개발에 큰 도움이 될 것이다.

[참고문헌]

[1] ITU-T, G.992.1, ADSL TRANSCEIVER

[2] ITU-T, G.992.2, SPLITTERLESS ADSL TRANSCEIVERS

[3] ITU-T, G.996.1, TEST PROCEDURES FOR DSL TRANSCEIVERS

[4] ITU-T, G.997.1, PHYSICAL LAYER MANAGEMENT FOR DSL TRANSCEIVERS

[5] ITU-T, G.994.1, HANDSHAKE PROCEDURES FOR DSL TRANSCEIVERS

[6] ITU-T, G.995.1, OVERVIEW OF DIGITAL SUBSCRIBER LINE (DSL) RECOMMENDATIONS

[7] ADSL Forum, Technical Report, ADSL Forum System Reference Model

[8] ADSL Forum, General Interduction to Copper Access Technologies

[9] ANSI, T1.413-1998, Network and customer Installation Interfaces- Asymmetric Digital Subscriber Line(ADSL) Metallic Interface

[10] FCC, Part 68, Connection of Terminal Equipment To The Telephone Network

[11] FCC, Part 51, Interconnection

[12] TIA/EIA, Part 68 Rationale and Measurement Guidelines, TSB31

[13] **일본우정성**, **단말설비비등규칙**

[14] **정보통신부**, **전기통신설비의기술기준에관한규칙**

[15] **하나로통신**, ADSL **가입자 단말접속 장치 기술규격**

[16] **한국통신**, **비대칭 디지털 가입자 선로**

[17] **이병기**, **광대역 정보통신**, **(주)교학사**, 1996.

[18] **권고** ITU-R SM.329-7 "**스퓨리어스 방사**", ITU-R, 1997

[18] "**무선국 허가시 최대출력 제한 방안**", **한국전자파학회**, 1997

[19] "**무선설비와 공중선전력 측정 산출 및 방법에 관한 연구**", **한국전파진흥협회**, 1995

[20] "**외국의 특정소출력 무선기기의 이용제도에 관한 연구**", **무선국관리사업단**, 1997

[21] European Pre-standard prENV12253 Road Transport Traffic Telematics(RTTT) - Dedicated Short Range Communication (DSRC) - Physical Layer using Microwave at 5.8GHz

[22] 「**자동요금징수시스템용 단거리전용통신기기의** 5.8GHz **마이크로파를 이용한 물리적 계층 표준자동요금징수시스템의 물리계층 표준(안)**」,**정보통신기술협회**(TTA) ITS **통신연구위원회**, 2000

[23] **일본 우정성령** 59**호 중** 「**무선설비규칙 제**4**절의**23 **유료도로자동요금수수시스템 육상이동국과 유료도로자동요금징수시스템 기지국의 무선설비**」**신규 제정 규칙**

[24] **미국** FCC 98-119, ET Docket No. 98-95 「Notice of Proposed Rule Making in the Matter of Amendment of Parts 2 and 90 of the Commission's Rules to Allocate the 5.850-5.925GHz Band to the Mobile Service for Dedicated Short Range Communications of Intelligent Transportation Services(June 18, 1998)」

[25] ISO/TC 204**에서 채택된** ISO/TR 14904:1997(Amended on Aug.02,1998) Road transport and traffic telematics - Automatic fee collection (AFC) - Interface specification for clearing between operators.

[26] 전자통신연구원에서 정보통신기술협회(TTA)의 ITS 통신연구위원회의 회의자료로 제출한 「ITS 무선통신 방식의 비교연구(작성자:윤철식)」 및 「ITS 실현 요구사항의 조사, 비교분석」 자료

[27] "Road Transport and Traffic Telematics (RTTT): Technical characteristics and test methods for Dedicated Short Range Transmission Communication (DSRC) equipment operating in the 5.8 GHz Industrial, Scientific and Medical (ISM) band (EN 300 674, 1999)", 유럽통신표준협회(ETSI), 1999.

[28] DSRC의 정립, 한국전파진흥협회, 2000.6

[29] "Draft new Recommendation on Transport information and control systems (TICS):NeXt Generation Dedicated Short range communications systems (DSRC) in the 5 850-5 925 MHz", ITU-R Doc. 8A/25, 2000.10

[30] "Transport Information and Control Systems (TICS) Correspondence Group RAPPORTEURS REPORT", ITU-R Doc. 8A/15, 2000.9

[31] PRoposed new Recommendation on FUnctional ReQUIREMENTS of NeXt Generation Dedicated Short range communications systems (DSRC), ITU-R Doc 8A/40, 2000.10

[32] 배준호, 양준규, 정보통신 기술기준 구조조정에 관한 연구, '99년 전파연구소 최종연구보고서, 전파연구소, 2000

[33] Code of Federal Regulations 및 Part 68 Application Guide, www.fcc.gov

[34] ACIF, DR AS/ACIF S043.2, www.acif.org.au

[35] Industry Canada, CS-03, www.ic.gc.ca/ssg

[36] 왕진원, 양준규, 새로운 전기통신 서비스 기술기준에 관한 연구, 2000년도 한국통신학회 하계 논문발표집

[37] 기타 참고 홈페이지

www.fcc.gov : 미연방통신위원회 홈페이지

www.mpt.go.jp : 일본 우정성 홈페이지

www.aca.gov.au : 호주 ACA 홈페이지

xinfo.ic.gc.ca : 카나다산업부 홈페이지

www.itu.int : ITU 홈페이지

www.mic.go.kr : 정보통신부홈페이지

www.rrl.go.kr/~commun/ : 전파연구소 기준연구과 홈페이지

[부록 1]

비대칭디지털가입자회선(ADSL)에 접속되는 단말장치 기술기준(안)

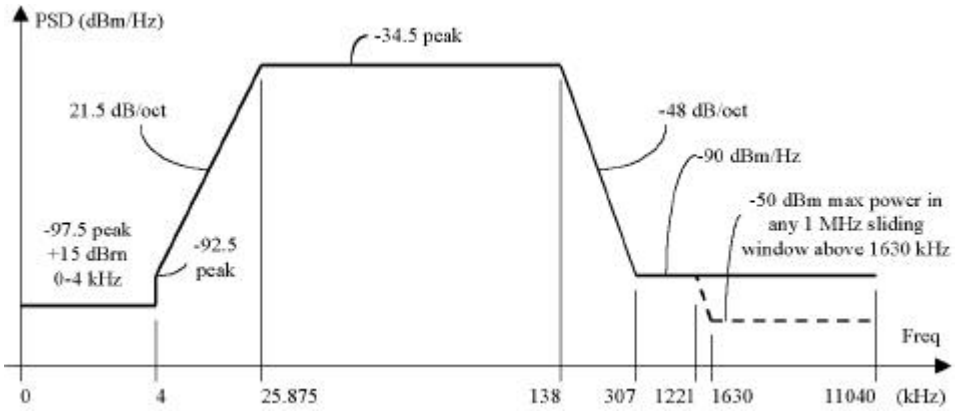
단말장치기술기준 개정(안)

제17조 다음에 제5장의2 및 제17조의2를 다음과 같이 신설한다.

제5장의2 디지털가입자회선설비에 접속되는 단말장치

제17조의2(비대칭디지털가입자회선 접속) 비대칭디지털가입자회선에 접속하는 단말장치는 1호내지 3호의 기준에 적합해야 한다.

1. 비대칭디지털가입자회선 단말장치 전력스펙트럼밀도는 종단저항을 600옴으로 할 때 다음 그림의 값 이하이어야 한다.



주파수대역(kHz)	선에 대한 등식(dBm/Hz)
0< f < 4	-97.5. 0 4kHz 대역내에서는 최대 전력 +15dBrn를 가짐
4<f<25.875	-92.5 + 21.5 log_2 (f/4)
25.875<f < 138	-34.5
138<f < 307	-34.5 - 48 * log_2 (f/138)
307<f<1221	-90
1221<f<1630	-90 피크, [f, f+1MHz] 윈도우에서 최대전력 [-36.5-36*log_2 (f/1221) + 60] dBm을 가짐
1630 < *f* < 11040	-90피크, [f, f+1MHz]윈도우에서 최대 전력 -50dBm를 가짐

주1) 모든 전력스펙트럼밀도는 100옴의 부하저항으로 측정하며, 전화음성대역의 총신호전력은 100옴의 부하저항에서 측정한다.

주2) 그림에서 보인 중지점에서의 주파수 및 전력스펙트럼밀도는 규정값이며, 사선의 기울기는 근사값이다.

주3) 절분 주파수와 PSD 값은 정확해야 하며, 표시된 기울기는 근사치이다.

주4) 25.875kHz이상에서 전력스펙트럼밀도 첨두값은 10kHz의 분해대역폭으로 측정한다.

주5) 1MHz 슬라이딩 윈도우 내 전력은 1MHz 대역폭으로 측정하며, 계측주파수를 시작점으로 한다.

주6) 모든 전력스펙트럼밀도 및 전력은 디지털 신호와 전화음성대역 신호를 중첩시키는 스플리터의 출력단에서 측정되어야 한다.

2. 비대칭디지털가입자회선 단말장치 총신호전력은 100옴 종단저항으로 측정할 때 -12.5dBm 이하이어야 한다.

3. 비대칭디지털가입자회선 단말장치의 횡전압평형도는 30kHz이상 1,104kHz이하에서 40dBm 이상이어야 한다.

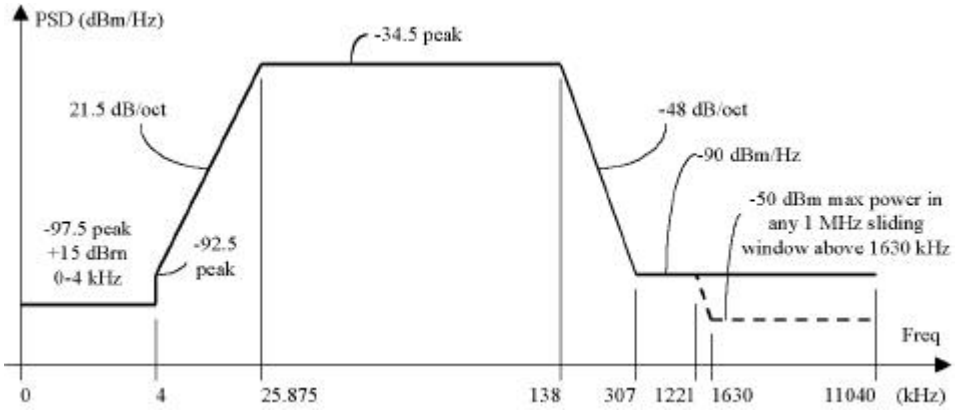
부칙

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

[부록 2]

국내·외 ADSL 기술기준 비교

국 가 / 항 목	우 리 나 라 기술기준(안)	ITU-T	미국 및 카나다		호주
전력 스펙트럼밀도	그림 참조	국내와 동일 [그림] 참조	국내와 동일 [그림] 참조		4kHz 307kHz 에서 3.5dB 만큼 작음 (리플고려 않음)
총신호전력	- 12.5dBm 이하	- 12.5dBm 이하	- 12.5dBm 이하		- 12.5dBm 이하
평형도	30kHz 1,104kHz에서 40dB이상	30kHz 1,104kHz에서 40dB이상	200Hz 12kHz	40dB이상	30kHz 1,104kHz에서 40dB이상
			12kHz 1,544kHz	35dB이상	
			1,544kHz 이상	30dB이상	
종전압	-	-	-		30kHz 1,104kHz대역 - 50dBV 이하



주파수대역(kHz)	선에 대한 등식(dBm/Hz)
0< f < 4	-97.5. 0 4kHz 대역내에서는 최대 전력 +15dBrn를 가짐
4<f<25.875	-92.5 + 21.5 log_2 (f/4)
25.875<f < 138	-34.5
138<f < 307	-34.5 - 48 * log_2 (f/138)
307<f<1221	-90
1221<f<1630	-90 피크, [f, f+1MHz] 윈도우에서 최대전력 [-36.5-36*log_2 (f/1221) + 60] dBm을 가짐
1630 < *f* < 11040	-90피크, [f, f+1MHz]윈도우에서 최대 전력 -50dBm를 가짐

주1) 모든 전력스펙트럼밀도는 100옴의 부하저항으로 측정하며, 전화음성대역의 총신호전력은 100옴의 부하저항에서 측정한다.

주2) 그림에서 보인 중지점에서의 주파수 및 전력스펙트럼밀도는 규정값이며, 사선의 기울기는 근사값이다.

주3) 절분 주파수와 PSD 값은 정확해야 하며, 표시된 기울기는 근사치이다.

주4) 25.875kHz이상에서 전력스펙트럼밀도 첨두값은 10kHz의 분해대역폭으로 측정한다.

주5) 1MHz 슬라이딩 윈도우 내 전력은 1MHz 대역폭으로 측정하며, 계측주파수를 시작점으로 한다.

주6) 모든 전력스펙트럼밀도 및 전력은 디지털 신호와 전화음성대역 신호를 중첩시키는 스플리터의 출력단에서 측정되어야 한다.

[부록 3]

DSRC 기술기준(안)

⊙ 정보통신부고시 제2001-XX호

무선설비규칙 제108조의 규정에 의하여 특정소출력무선국용 무선기기의 기술적 조건(정보통신부고시 제2000-45호, 2000. 5.30)을 다음과 같이 개정 고시합니다.

2001. X. XX.

정보통신부장관

특정소출력무선국용 무선기기의 기술적 조건은 다음과 같다.

1. 데이터전송용 특정소출력무선기기

<본문 생략>

2. 무선호출용 특정소출력무선기기

<본문 생략>

3. 이동체식별용 특정소출력무선기기

가. 용도, 주파수, 전파형식, 공중선전력 등

장치명(용도)	주파수(㎒)	전파형식	공중선전력	비 고
이동체식별 (ITS용 포함)	2,440(2,427 2,453) 2,450(2,434 2,465) 2,455(2,439 2,470)	N0N A1D AXN	300㎽이하	
	5,800(5,795 5,805) 5,810(5,805 5,815)	N0N A1N AXN	200㎽이하	

주1. 이동체식별용 무선설비가 허가받고 운영중인 다른 무선국의 무선설비에 혼신을 초래하는 경우에는 이동체식별용 무선설비의 시설자가 출력 및 공중선 지향각 등을 조정하여 이를 해결하여야 한다.

나. 2.4GHz대 전파를 사용하는 이동체식별장치의 기술적 조건

1) 주파수허용편차는 반송파주파수의 $\pm 100 \times 10^{-6}$이내일 것.

2) 점유주파수대폭은 26MHz 이내일 것.
3) 기본파로부터 26MHz 이격된 주파수에서 26MHz 대역내에 누설되는 전력이 기본파 전력에 비하여 40dB 이상 낮을 것
4) 스퓨리어스발사의 허용치는 1MHz(측정하는 주파수가 1GHz 미만인 경우에는 100kHz) 분해대역폭으로 측정하였을 때 -26dBm 이하일 것.
5) 등가등방복사전력은 33dBm 이하일 것

다. 5.8GHz대 전파를 사용하는 고정장치(RSU; Road Side Unit)의 기술적 조건

1) 주파수허용편차는 반송파주파수의 $\pm 20 \times 10^{-6}$이내일 것.
2) 통신방식은 복신방식·반복신방식 또는 단신방식일 것.
3) 채널간격은 10MHz로 하고, 점유주파수대역폭의 허용치는 8MHz 이내일 것
4) 기본파로부터 10MHz 이격된 주파수에서 10MHz 대역내에 누설되는 전력이 기본파 전력에 비하여 40dB 이상 낮을 것
5) 스퓨리어스발사의 허용치는 1MHz(측정하는 주파수가 1GHz 미만인 경우에는 100kHz) 분해대역폭으로 측정하였을 때 -26dBm 이하일 것.
6) 대기모드에서의 누설전력은 -46dBm(25㎼) 이하일 것.
7) 등가등방복사전력은 33 dBm 이하일 것.
8) 데이터 부호화 방식은 맨체스터부호화 방식을 사용할 것.
9) 데이터 전송속도는 1,024kbps 이상일 것
10) 수신부의 감도는 -75dBm 이하일 것

라. 5.8GHz대 전파를 사용하는 이동체탑재장치(OBU; On Board Unit)의 기술적 조건

1) 주파수허용편차는 반송파주파수의 $\pm 100 \times 10^{-6}$이내일 것.
2) 통신방식은 복신방식·반복신방식 또는 단신방식일 것.

3) 채널간격은 10MHz로 하고, 점유주파수대역폭의 허용치는 8MHz 이내일 것
4) 기본파로부터 10MHz 이격된 주파수에서 10MHz 대역내에 누설되는 전력이 기본파 전력에 비하여 40dB 이상 낮을 것
5) 스퓨리어스발사의 허용치는 1MHz(측정하는 주파수가 1GHz 미만인 경우에는 100kHz) 분해대역폭으로 측정하였을 때 -26dBm 이하일 것.
6) 대기모드에서의 누설전력은 -46dBm(25㎼) 이하일 것.
7) 등가등방복사전력은 25.14dBm 이하일 것.
8) 데이터 부호화 방식은 맨체스터부호화 방식을 사용할 것.
9) 데이터 전송속도는 1,024kbps 이상일 것
10) 수신부의 감도는 -60dBm 이하일 것
11) 고정장치로부터 미리 정하여진 기상신호를 수신한 경우에 한하여 전파를 발사하는 것일 것

4. 7. <본문생략>

부 칙 (정보통신부고시 제2001-XX호 : 2001. X. XX)

(시행일) 이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

[부록 4]

DSRC 기술규격 비교표

1. 노변장치(Road Side Unit)의 기술규격

항목		국내 기준(안)	국내 표준(안) 추진 <능동방식>
1)반송파주파수		5,800㎒(5,975㎒ 5,805㎒), 5,810㎒(5,805㎒ 5,815㎒)	5.8GHz 대역
2)주파수허용편차		±20ppm 이내	±20ppm 이내
3)채널대역폭 (점유주파수대폭)		10㎒(8㎒)	10㎒(8㎒)
4)불요방사허용치		1. 기본파에 대한 인접채널누설전력비 : 40dB 이하 2. 스퓨리어스발사의 허용치 : -26dBm/1㎒ 이하일 것 3. 대기모드의 누설전력 : -46dBm(25㎼) 이하	1. 인접채널누설전력 : 40dB 이하 2. 스퓨리어스발사 : 25 W 이하 3. 대기모드의 누설전력 : 25W 이하
5)출력의 제한	Max.E.I.R.P.	33dBm 이하	제1종 : 32dBm 이하 제2종 : 26dBm 이하
	공중선전력	23dBm 이하	제1종 : 10dBm 이하 제2종 : 15dBm 이하
	공중선이득	<규정 없음>	<규정 없음>
6)안테나 편파 특성		<규정 없음>	<규정 없음>
7)전파형식 및 변조방식		NON, A1N, AXN	NON, A1N(ASK)
8)변조지수		0.75 1.0	0.75 1.0
9)아이패턴		<규정 없음>	<규정 없음>
10)데이터부호화		맨체스터 코딩	맨체스터 코딩
11)데이터전송속도		1,024kbps 이상	1,024kbps 이상

항목	국내 기준(안)	국내 표준(안) 추진 <능동방식>
12)비트클럭의 허용편차	<규정 없음>	100ppm 비트오류율 : 10^{-5}
13)통신영역에서의 입사 전력 제한	<규정 없음>	제1종 : -37.7 -33.4dBm 제2종 : -64.3 -38.3dBm
14)통신방식	트랜시버 방식 (복신/반복신/단신)	<규정 없음>
15)기타사항	감도 : -75 dBm 이하	송수절체시간 : 10s 스퓨리어스응답특성 할당주파수대역내: 24 dB 할당주파수대역외: 18 dB

항목	권고 ITU-R M.[TICS.DSRC]		
	능동방식	수동방식(중속)	수동방식(고속)
1)	5.8GHz 대역 송수신주파수간격:40㎒	5.8GHz 대역 부반송파 1.5㎒/2㎒	5.8GHz 대역 부반송파 10.7㎒
2)	±20ppm	±20ppm	±20ppm
3)	10㎒(8㎒)	5㎒(5㎒ 미만)	10㎒(10㎒ 미만)
4)	56+10log(PX)와 40dBc 중 작은 값	56+10log(PX)와 40dBc 중 작은 값	56+10log(PX)와 40dBc 중 작은 값
5)	30dBm/44.7dBm	33dBm	39dBm
	10dBm/24.7dBm	<규정 없음>	<규정 없음>
	20dBi	<규정 없음>	<규정 없음>
6)	좌수회전편파	<규정 없음>	<규정 없음>
7)	NON, A1N(ASK)	ASK	ASK
8)	<규정 없음>	<규정 없음>	<규정 없음>
9)	<규정 없음>	<규정 없음>	<규정 없음>
10)	맨체스터 코딩	FM0 "1" 비트는 비트의 시작과 끝의 천이 "0" 비트는 비트의 중간 천이	<규정 없음>
11)	1,024kbps 이상	500kbps 이상	1,024kbps 이상
12)	<규정 없음>	<규정 없음>	<규정 없음>
13)	<규정 없음>	<규정 없음>	<규정 없음>
14)	트랜시버 방식 (2주파 복신/반복신/단신)	트랜스폰더 방식	트랜스폰더 방식
15)	<규정 없음>	<규정 없음>	<규정 없음>

항목	일본의 기술기준 (우정성령59호)	유럽표준(CEN prENV12253) (ISO/TR-14904)	미국 FCC NPRM (FCC98-119, ET 98-95)
1)	5.790 5.810GHz	5.8GHz대	5.850 5.925GHz(75MHz) (인접차로나 인접구역에 대한 인접주파수 배정 금지, 현장에서의 주파수조정, 장비간의 분리책 강구)
2)	±20ppm	±5ppm 이내	1. 온도 -30 +50℃C 및 전압 85 115% 범위에서도 허가대역폭 이내에서 발사될 것.
3)	10㎒(8㎒)	5㎒	4 내지 9 채널 37MHz 간격의 4MHz 쌍
4)	1. 인접채널 할당주파수의 ±4㎒ 이내의 대역에 복사되는 전력이 반송파 전력보다 40데시벨 이상 낮을 것. 2. 반송파를 송신하지 않을 때의 누설 전력은 25마이크로와트 이하	1. 대역외방사:-30dBm 2. 무변조시 o주파수 이격거리 1.25㎒ 이상 2.25㎒ 미만에서 -27dBm이하 o인접채널 할당주파수로부터 주파수 이격거리 1.25㎒ 이상 2.25㎒ 미만에서 -47dBm이하 3. 변조시(재사용거리330m이상) o주파수 이격거리 1.25㎒ 이상 1.75㎒미만에서 -7dBm 이하 o주파수 이격거리 1.75㎒ 이상 2.25㎒ 미만에서 -27dBm 이하 o인접채널 할당주파수로부터 주파수 이격거리 1.25㎒ 이상 2.25㎒ 미만에서 -30dBm이하	1. 허가대역 외에서 55+10log(첨두전력)dB 이상 낮을 것. 2. 측정시는 분해대역폭을 100kHz로 하고 비디오 분해대역폭은 100kHz 이상으로 할 것.

항목	일본의 기술기준 (우정성령59호)	유럽표준(CEN prENV12253) (ISO/TR-14904)	미국 FCC NPRM (FCC98-119, ET 98-95)
4)		4. 변조시(재사용거리 105m 이상) - 주파수 이격거리 1.25㎒ 이상 1.75㎒ 미만에서 -17dBm 이하 - 주파수 이격거리 1.75㎒ 이상 2.25㎒ 미만에서 -27dBm 이하 - 인접채널 할당주파수로부터 주파수 이격거리 1.25㎒ 이상 2.25㎒ 미만에서 -37dBm 이하 5. 변조시(재사용거리 33m 이상) - 주파수 이격거리 1.25㎒ 이상 2.25㎒ 미만에서 -27dBm 이하 - 인접채널 할당주파수로부터 주파수 이격거리 1.25㎒ 이상 2.25㎒ 미만에서 -47dBm 이하	
5)	<규정 없음>	33 dBm 이하	44.77 dBm(30W)
	300mW 이하	<규정 없음>	첨두전력 750mW(28.8dBm) 이하
	20dBi 이하	<규정 없음>	16dBi 이하
6)	우수회전편파	좌수회전편파	<규정 없음>
7)	ASK	2단계 진폭변조	DBPSK (DQPSK, D16QAM, D32QAM 및 D64QAM 옵션)
8)	규정 없음	0.5 0.9	0.75 1.0
9)	규정 없음	(시간) 90% 이상 (진폭) 85% 이상	<규정 없음>
10)	- 신호의 각 비트의 중간점에서 신호의 극성이 반전되는 스프리트페즈 부호	FM0 "1" 비트는 비트의 시작과 끝의 천이 "0" 비트는 비트의 중간 천이	맨체스터 코딩

항목	일본의 기술기준 (우정성령59호)	유럽표준(CEN prENV12253) (ISO/TR-14904)	미국 FCC NPRM (FCC98-119, ET 98-95)
11)	1,024kbps 이상	500kbps 이상	1Mbps (2Mbps,4Mbps옵션 @1MBaud + 8Mbps,10Mbps,12Mbps옵션 @2MBaud)
12)	100ppm	100ppm	<규정 없음>
13)	<규정 없음>	- 0dBi 안테나를 이용하였을 때 OBU에의 무손실 입사전력 : -40dBm -14dBm	
14)	- 시분할 다중방식을 사용하는 단향통신방식, 반복신방식 또는 복신방식	1주파단신방식	능동방식 (TDMA 또는 CSMA), 단향 또는 양방향
15)	하나의 함에 수용될 것.	<규정 없음>	감도:-75 dBm (전후방비:20dB 이상) 신호대잡음비:12dB (DBPSK)

2. 차량탑재장치(On Board Unit)의 기술적 조건

항목		국내 기준(안)	국내 표준(안)
1)부반송파 주파수		5,800㎒(5,975㎒ 5,805㎒), 5,810㎒(5,805㎒ 5,815㎒)	반송파 : 5,8GHz 대역
2)주파수허용편차		100ppm	100ppm
3)대역폭 (점유주파수대폭)		10㎒(8㎒이하)	10㎒
4)불요방사 허용치		1. 기본파전력에 대한 인접채널누설전력의 비 : 40dBc 이하 2. 스퓨리어스발사의허용치 : -26dBm/㎒ 이하 3. 대기모드에서의 누설전력 : -46dBm/㎒	1. 인접채널누설전력 : 40dB 이하 2. 스퓨리어스발사 : 25W 3. 대기모드에서의 누설전력 : 2.5W
5)출력의 제한	Max. E.I.R.P.	25.14dBm 이하	18dBm
	공중선전력	23dBm 이하	10dBm
	안테나이득	<규정없음>	<규정 없음>
6)안테나 편파특성		<규정 없음>	패치안테나 : 우수회전(right hand circular) 그외 안테나 : 제한사항은 없으며, 선형편파를 사용할 경우 수직편파
7)전파형식 또는 변조방식		A0N, A1N, AXN	ASK 변조지수:0.75 ~ 1.0
8)최소변환이득		<규정 없음>	-5dB 이상
9)송신속도		1,024kbps	1,024kbps
10)부호형식		맨체스터 코딩	맨체스터 코딩
11)수신감도		-60dBm 이하	<규정 없음>

항목	국내 기준(안)	국내 표준(안)
12)기타사항	고정장치로부터 미리 정하여진 기상신호를 수신한 경우에 한하여 전파를 발사하는 것일 것	수신대역폭 : 5㎒ 스퓨리어스응답특성 제1종 할당주파수대역내: 23 dB 할당주파수대역외: 16 dB 제2종 할당주파수대역내: 30 dB 할당주파수대역외: 26 dB 주파수선택시간 : 2프레임 이내 송수절체시간 : 10s 비트오류율 : 10^{-5} 이하 비트클럭허용오차:100ppm 아이패턴 :80%(시간,진폭)

항목	권고 ITU-R M.[TICS.DSRC]		
	능동방식	수동방식(중속)	수동방식(고속)
1)	반송파 : 5,8GHz 대역 송수신주파수간격:40㎒	1.5 MHz 또는 2 MHz	10.7 MHz
2)	<규정 없음>	<규정 없음>	<규정 없음>
3)	10㎒(8㎒)	5㎒(5㎒ 미만)	10㎒(10㎒ 미만)
4)	56+10log(PX)와 40dBc 중 작은 값	56+10log(PX)와 40dBc 중 작은 값	56+10log(PX)와 40dBc 중 작은 값
5)	20dBm	- 24dBm (단일측파대)	- 14dBm (단일측파대)
	10dBm	<규정 없음>	<규정 없음>
	<규정 없음>	<규정 없음>	<규정 없음>
6)	<규정 없음>	<규정 없음>	<규정 없음>
7)	ASK	PSK	PSK
8)	<규정 없음>	<규정 없음>	<규정 없음>
9)	1,024 kbps	250 kbps	1,024 kbps
10)	맨체스터 코딩	NRZI	<규정 없음>
11)	<규정 없음>	<규정 없음>	<규정 없음>
12)	<규정 없음>	<규정 없음>	<규정 없음>

항목	일본의 기술기준 (우정성령59호)	유럽표준(CEN prENV12253) (ISO/TR-14904)	미국 FCC NPRM (FCC98-119, ET 98-95)
1)	<반송파> 5,790 5,810GHz	1.5㎒, 2.0㎒	<규정 없음>
2)	<규정 없음>	±1% 이내 <직접전파발사의 경우에는 ±5ppm>	1. 온도 -30 +50℃ 및 전압 85 115% 범위에서도 허가대역폭 이내에서 발사될 것. <OBU 별도규정 없음>
3)	10㎒(8㎒)	5㎒	<규정 없음>
4)	1. 인접채널 할당주파수의 ± 4㎒ 이내의 대역에 복사되는 전력이 반송파 전력보다 40데시벨 이상 낮을 것. 2. 반송파를 송출하지 않을 때의 누설 전력은 2.5마이크로와트 이하	1. 대역외 전력 : 1㎒ 이내에 -30dBm 이하 2. 대역내 전력 : 500㎑ 이내에서 -24dBm 이하 3. 다른 채널 상향회선의 500㎑ 범위에서 -42dBm 이하	
5)	<규정 없음>	-24dBm 이하	44.77dBm(30W) Car/Truck : 10 dBm Transit : 10-20dBm EV : 36-44.77dBm
	<규정 없음>	<규정 없음>	첨두전력 750mW(28.8dBm) 이하 <OBU용 별도규정없음>
	10dBi 이하	<규정 없음>	16dbi 이하 (전후방비:15 dB 이상)
6)	우수회전편파	좌수회전편파	-60 dBm (EV -75 dBm)
7)	ASK	2단계 진폭변조	DBPSK (DQPSK, D16QAM, D32QAM 및 D64QAM 옵션)
8)	<규정 없음>	-5dB 이상	12 dB (DBPSK)
9)	1,024bit/s(허용편차 100ppm)	500kbps	<규정 없음>
10)	신호의 각 비트의 중간점에서 신호의 극성이 반전되는 스프리트페즈 부호	<규정 없음>	<규정 없음>
11)	<규정 없음>	<규정 없음>	-60 dBm (EV -75 dBm)
12)	<규정 없음>	<규정 없음>	-60 dBm (EV -75 dBm)