

主題

DSRC 기술 개발 동향

한성대학교 오 종택

차례

1. 개요
2. DSRC용 주파수 분배 현황
3. DSRC 기술 규격 분석
4. 결론

요약

노변통신 방식은 ITS시스템에서 매우 중요한 역할을 수행하며 주로 DSRC라는 명칭으로 개발되었고, 최근에 CALM(Communications Air-interface Long and Medium Range)라고 하여 좀 더 긴 통신거리의 방식이 논의되고 있다. 본 논문에서는 세계의 주요 DSRC 통신 규격과 주파수 분배 현황에 대해서 기술하고 있다.

1. 개요

ITS(Intelligent Transport System)에 적용되는 통신 방식은 크게 4가지로 구분될 수 있다[1]. 즉, 모든 통신의 기반이 되는 유선통신망과, 이동하는 차량과 통신 또는 방송 업무를 수행하는데 있어서 통신 거리에 따라 통신거리가 긴 광역무선통신망(방송망 포함)과 짧은 노변통신망(Roadside Communication)으로 구분되며, 차량간에 통신업무를

수행하는 차량간 통신망(Vehicle to Vehicle Communication) 등으로 구성된다. 유선통신망과 광역무선통신망은 불특정 다수가 임의로 사용하는 공중통신망인 것에 비해 노변통신망과 차량간 통신망은 고속으로 주행하는 차량에서 실시간으로 사용되는 ITS 전용통신망으로 구별된다. ITS의 목적이 교통혼잡을 줄이는 이외에도 안전운행과 자동운행을 위한 것이므로 적용되는 ITS 서비스에 따라 통신 방식의 요구사항이 매우 까다롭다.

DSRC(Dedicated Short Range Communication)는 ITS 전용 단거리 통신의 의미이며 노변통신망의 일종이다. 즉, 도로변에 소형 기지국(RSE: Road Side Equipment)을 설치하고 차량에 단말기(OBE: On Board Equipment)를 부착하여 수m에서 수십 m의 거리에서 통신을 수행하게 된다. DSRC 장치는 통신 기능만을 수행하며 응용 서비스는 단일 단말기에서 또는 타 단말기와 별도의 접속을 통해 제공된다. 그림 1은 93년도에 미국 운수성에서 개발된 ITS National Archite-

cture[1]에서 발췌한 것으로 유선통신망과 단거리무선통신망 사이에 선을 추가한 것이다. 즉, 초기의 DSRC에 관한 개념은 단순히 도로변에 설치되어 통과하는 차량에 접속하여 통행요금징수나 차량정보 수집 등의 단순한 기능을 수행하는 것이었으나 현재는 도로변에 RSE가 다수 설치되고 이들이 유선통신망으로 서로 연계되어 통신망을 구성하여 무선 인터넷과 같이 다양한 ITS 서비스를 제공할 수 있도록 개념이 확장되고 있다. 일부 국제 표준화 기구에서는 중장거리 통신방식이라는 명칭으로 별도의 작업을 추진하고 있으나 본질적으로는 동일한 개념으로 볼 수 있다. 근본적으로 단거리의 정의가 불분명하며 노면 통신의 경우 광역무선통신방식과 달리 소형 기지국의 설치 위치가 낮을 수 밖에 없고 대부분의 도로에서 가시거리의 확보가 어려워 수백m이상의 통신이 거의 불가능하기 때문이다.

본 논문에서는 세계 각국의 주요 DSRC 주파수 분배 현황 및 규격과 동향에 대해 분석한다.

2. DSRC용 주파수 분배 현황

가. 국내의 DSRC 주파수 분배

정보통신부에서는 2001년 4월 7일에 정보통신부 고시 제2001-21호로 지능형 교통시스템 (ITS: Intelligent Transport System)과 관련하여 단거리전용통신 (DSRC: Dedicated Short Range Communication)용으로 사용되는 주파수를 다음과 같이 분배하였다.

1) 주파수대역

- 자가 전기통신설비용 : 5.795GHz~5.815GHz (20MHz폭)
- 사업용 전기통신설비용 : 5.835GHz~5.855GHz (20MHz폭)

단 이때, 자가전기통신설비용은 특정소출력무선국으로 한다

2) 용도

- 정보전송, 요금징수(ETC), 주차관리, 차량통제 관리 등을 위한 단말기와 기지국간의 단거리통신

또한 대한민국 주파수분배표의 주석을 다음과 같이 개정하였다.

- K 127(신설) : 5795~5815MHz 주파수대역은 자가전기통신설비의 단거리 전용통신용(DSRC)

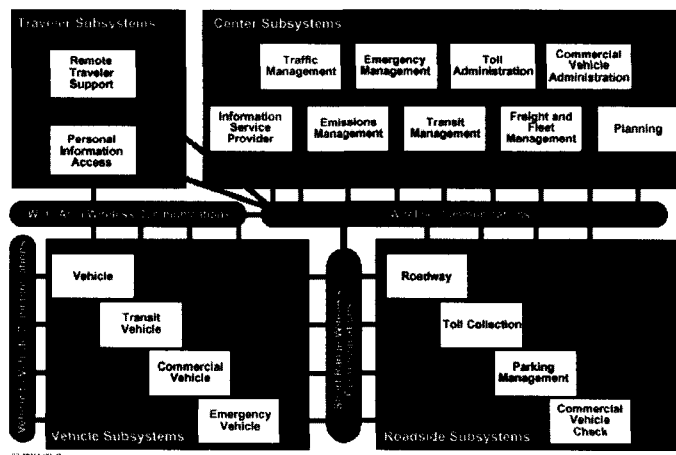


그림 1-1. 변형된 ITS 아키텍처 서브 시스템 연동도(1)

으로, 5835~5855MHz 주파수대역은 사업용 전 기통신설비의 단거리 전용통신용(DSRC)으로 사용할 수 있다.

이로써 5.8GHz를 사용하는 DSRC 시스템으로 자동요금징수(ETC: Electronic Toll Collection)나 프루브카를 이용한 교통정보 수집 및 배포, 버스 정보 시스템 등의 ITS 서비스를 본격적으로 제공할 수 있게 되었다. 자가 전기통신설비용은 특정 소출력 무선국용으로 분배되었으므로 10mW 이하의 소출력으로 허가 받지 않고 사용할 수 있다. 따라서 주차요금징수나 주유요금징수 등의 차량 안전 운행에 관계없는 서비스에 자유롭게 적용할 수 있다. 그러나 안테나의 이득에 따라 또는 설치된 장소의 지형 지물에 따라 전파의 전파 거리가 멀 수 있으므로 기기 간의 상호 간섭을 감수해야 한다. 이를 줄이기 위해서는 단말기나 기지국에서 사용하는 안테나의 이득이 크게 하고 특정 방향을 지향하도록 설치되어, 기기가 설치된 지역에서만 동작하도록 혼신의 가능성을 최대한 줄여야 한다. 또한 통신 데이터를 비화하고 통신 상대방을 계속 인증 및 검증하여 혼신 여부와 악의 사용자 여부를 계속 파악해야 한다. 단말기나 기지국의 장치에 RF 수신 신호 검지기와 출력 제어 장치를 설치하여 최소한의 송신 출력을 유지하도록 하는 것도 하나의 방법이다.

DSRC를 이용한 ITS 서비스가 초기에는 크기 활

성화가 안될 것이므로, 사업 활성화를 위해 무허가로 사용하는 것도 하나의 방법이 될 수 있다. 그러나 서비스가 활성화되어 도심지에서 상호간의 간섭이 발생할 수 있으면, 추가적인 주파수의 분배가 불가피하며, ISM(Industrial Scientific and Medical Equipment) 대역은 상호간의 간섭을 용인하며 사용해야 하는 주파수 대역이므로, 궁극적으로는 ISM 대역을 피하여 허가를 받고 사용할 수 있도록 하는 것이 ITS 서비스의 특성상 적절하다고 할 수 있다.

나. 유럽의 주파수 분배

유럽의 ERC(European Radiocommunication Committee)/CEPT에서는 RTTT(Road Transport and Traffic Telematics)용으로 5.795~5.805GHz (10MHz)와 5.805~5.815 (10MHz)의 총 20MHz 대역을 분배하였다. 앞의 10MHz는 전 유럽이 공통적으로 사용하는 대역이고, 뒤의 대역을 각 국가별로 추가적인 사용을 위한 것이다. 유럽의 DSRC 규격은 다양한 데이터 전송 속도를 지원하도록 되어 있는데, 데이터 전송속도에 따라 RF 주파수 대역폭과 채널 구조가 그림 2-1과 같이 다르다.

ETC(Electronic Toll Collection) 용도로 500kbps의 데이터 전송속도를 사용할 경우

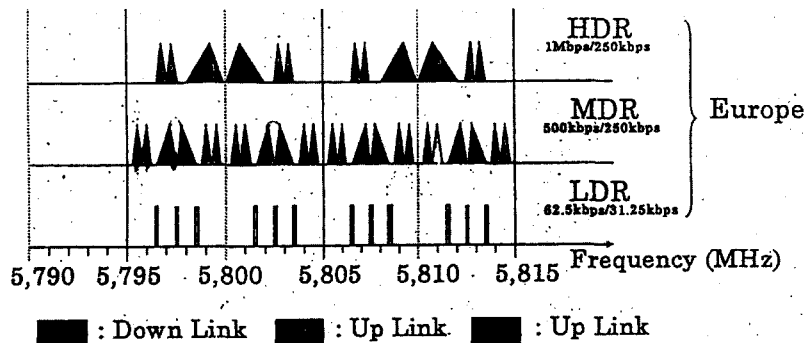


그림 2-1. 유럽의 DSRC 채널 구조

20MHz의 분배된 주파수 대역폭으로 총 4채널의 DSRC 통신 채널을 구성할 수 있다. 데이터 전송속도가 1Mbps의 경우는 채널 당 10MHz를 필요로 하므로 2개의 채널을 사용할 수 있다.

다. 일본의 주파수 분배

일본에서는 ETC용 주파수로 5.790~5.810GHz (20MHz: downlink용)과 5.830~5.850GHz (20MHz: uplink용)의 총 40MHz를 분배하였고, ARIB의 T55 위원회에서 표준화된 ETC용 DSRC 규격을 살펴보면, TDD 방식과 FDD 방식을 모두 수용하도록 되어있다. 그림 2-2에서 일본방식의 채널 구조를 알 수 있으며, 일본에서는 ETC용으로 FDD 방식을 사용하므로 40MHz의 대역을 사용하여 1Mbps의 데이터를 전송할 수 있는 2개의 채널을 사용할 수 있다.

한편 일본에서는 DSRC를 ETC 이 외의 다양한 ITS 서비스 및 무선 인터넷 서비스에 활용하기 위하여 후속 개발을 추진하였으며, 그 결과 4Mbps의 데이터 전송속도를 제공하는 T75 방식을 개발하였다. 이 방식은 향상된 전송속도에 비해 채널 당 소요 주파수 대역폭은 감소되어 5MHz로 되었으며, 2001년 초에 40MHz의 주파수를 추가로 분배하면서 기존의 ETC 용도로 분배된 대역과 통합하여 ITS 용도로 고시하였다. 따라서 현재 ITS 용도로 5.790~5.870GHz의 총 80MHz 대역폭이 분배되었다. 40MHz의 이격으로 FDD를 하면 총 7개의 채널을 사용할 수 있다. 기존의 장치와의 호환성을 위해 기존의 방식도 약 10년간 공존시키며, 채널 구조도 그림 2-2와 같이 이를 고려하였다. 즉, 5.795GHz(5.835GHz)와 5.805GHz(5.845GHz)의 경우 5MHz 시스템과 10MHz 시스템이 호환이 되도록 설계되어 있다. 그러나 두 방식간에 변복조

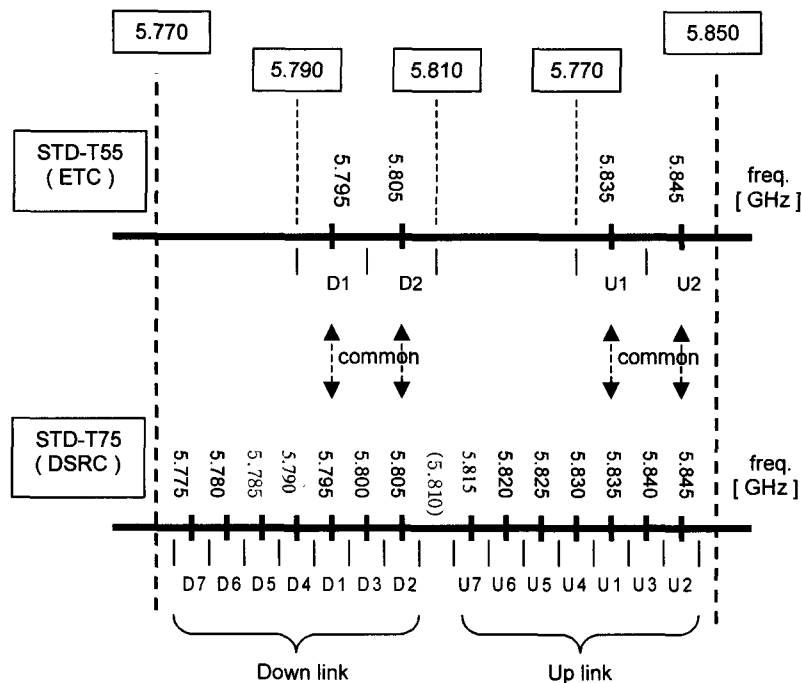


그림 2-2. 일본의 DSRC 채널 구조

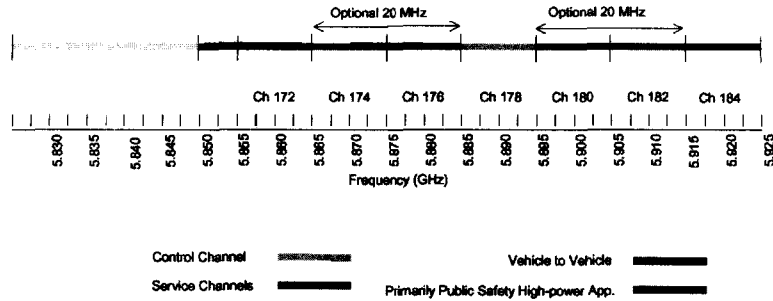


그림 2-3. 미국에서 고려중인 채널 구조

방식이나 데이터 전송속도가 달라 듀얼 모드 단말기가 불가피하다.

25MHz가 중복된다. 아직 채널 구조가 확정되지 않았지만, 미국의 DSRC 표준화 기구인 ASTM에서 고려중인 구조는 그림 2-3과 같다.

라. 미국의 주파수 분배

미국은 ITS America에서 FCC에 주파수를 신청하여 5.850~5.925GHz의 75MHz 대역폭을 ITS용으로 분배하였다. ISM 대역과는

3. DSRC 기술 규격 분석

DSRC는 물리계층과 MAC 계층, LLC 계층, 응용 계층으로 구성되며, 최근에 ISO/TC204WG15

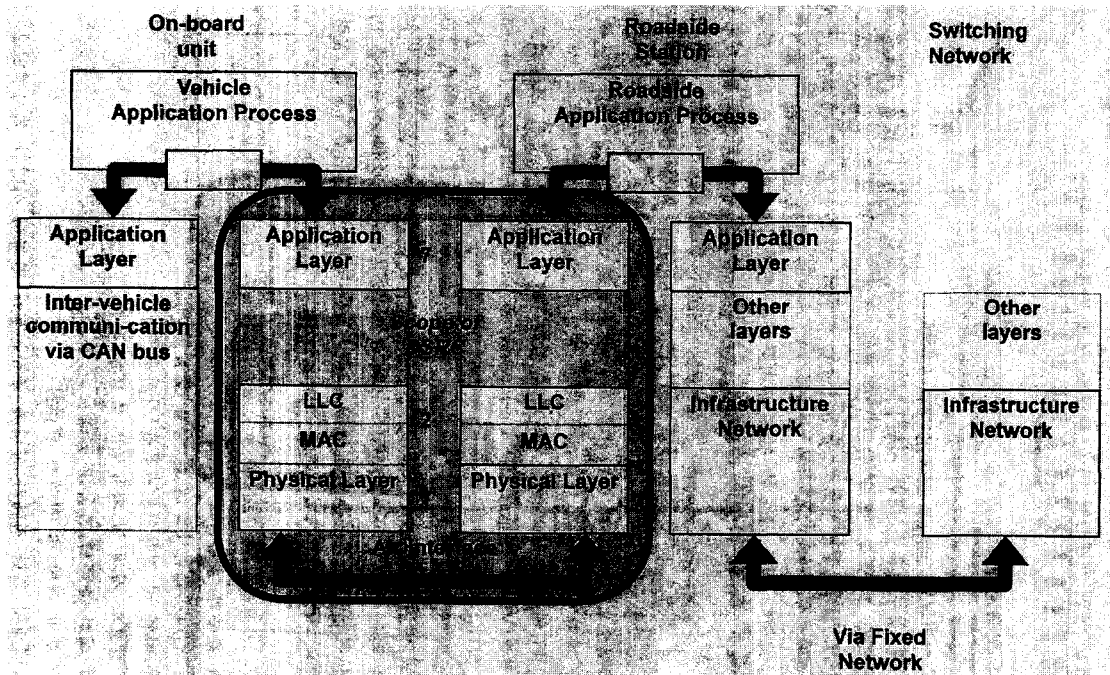


그림 3-1. 일본의 DSRC를 이용한 ITS 서비스 망 개념도

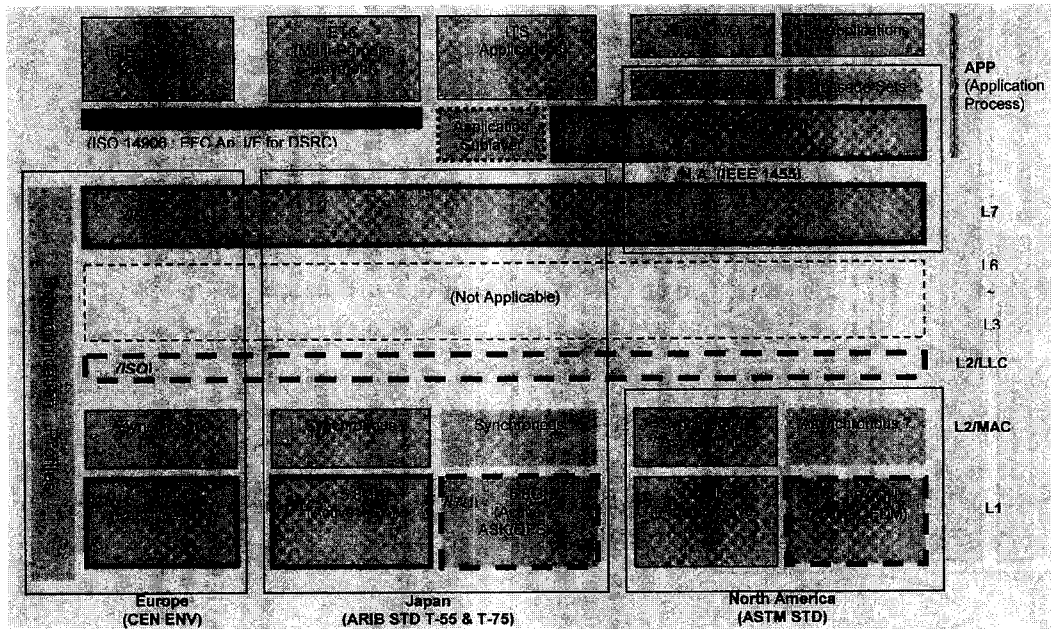


그림 3-2. DSRC 프로토콜 스택의 국제 표준화 현황

에서는 자원관리자에 대한 검토가 진행 중이다. DSRC에 대한 표준화는 유럽의 CEN, 일본의 ARIB, 미국의 ASTM에서 진행되었고, 국제적으로는 ITU-R SG8과 ISO/TC204에서 진행되고 있다. ITU-R에서는 무선에 관계된 부분만 권고안이 작성되었고, ISO에서는 프로토콜에 관계된 표준화를 진행 중인데, 물리 계층과 MAC 계층, LLC 계층은 국제 표준화에 실패하였고, 간단한 형태의 응용계층만이 표준화가 진행 중이다. CEN의 응용 계층이 ISO 응용 계층의 초안이 되었으며, 일본의 응용 계층 규격은 ISO 규격과 거의 유사하고, 미국은 ISO 규격을 벗어나지 않는 범위에서 변형되었다. TTA의 DSRC 규격은 일본의 규격을 기반으로 한 것으로 국내에서는 TDD만을 고려하는 것을 제외하고는 큰 차이가 없다.

그림 3-1은 일본에서 구상하고 있는 DSRC 이용한 통신망 구성도이다. 초기에 DSRC는 ETC와 같이 도로변에 구축된 단일 통신 장치로 사용되고 있으

며 이와 유사한 서비스도 다수 예상된다. 즉, drive-through store에서의 요금 결제나 도로변에서의 통행 차량 검색 등에 해당한다. 다른 한편으로는 DSRC 장치들을 유무선 기간통신망과 연동하여 DSRC망을 구축하는 것이다. 또한 그림 3-2는 DSRC에 대한 현재의 국제적인 표준화 추진 상황을 정리한 것이다. 현존의 규격과 차세대에 대한 규격이 모두 표시되어 있다. 크게 통신 프로토콜에 관계된 통신 프로파일과 메시지와 절차에 대해 규정한 서비스 프로파일로 구분할 수 있다.

가. 유럽의 DSRC 규격

유럽의 표준화 기관인 CEN(Center for European Normalization)에서 작성한 유럽 표준의 수동방식의 DSRC이다. 규격의 서두에 ETC 용도 뿐만 아니라 차량인식, 교통 수집 및 정보제공 등 다양한 용도로 사용될 수 있다고 언급되어 있으나

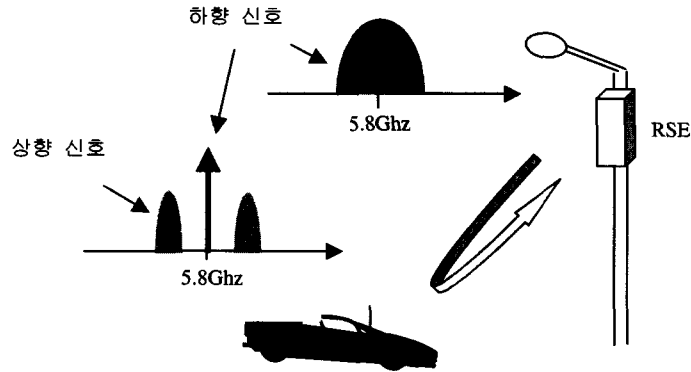


그림 3-3. 수동 방식에서 송수신 신호의 주파수 스펙트럼

현재는 ETC용도로만 사용되고 있으나, 현재 Delta Forum이 구성되어 차량단말기에 연동하여 사용하는 것을 연구 중에 있다.

CEN 방식은 수동(passive) 방식 또는 back scattering 방식이라고 하는데, OBE에 반송파 발진기가 없어 RSE에서 송신하는 반송파를 수신하고 이에 데이터가 실린 부반송파를 곱하여 반사하는 방식이다. 따라서 가격이 저렴해지는 장점이 있지만, 통신 거리가 제한되는 단점이 있다. OBE가 상향 링크 채널을 요구하면 RSE가 채널을 할당하는 등 RSE가 통신을 주도한다.

(1) 물리 계층

CEN 방식은 데이터 전송 속도가 250kbps에서 1Mbps까지 가능하지만 기본 모드는 500kbps이고,

다음 표는 기본 모드에 대한 물리 계층의 파라미터를 정리한 것이다.

(2) Media Access Control 계층

(가) 프레임 형식

모든 전송은 HDLC 프레임 단위로 이루어지며 각 프레임은 다음과 같다.

- 플래그 : 0111 1110 (bit stuffing 사용)
- 링크 주소필드 : 방송 : 1111 1111, 멀티캐스트 : 1 byte 주소
- MAC 제어필드 : 데이터 유무 표시, 전송 방향 표시, 채널 할당 요구/배정 표시, LLC type 표시 등
- LPDU (LLC PDU) 형식
- 프레임 검사 문자열 : 링크주소의 내용과 MAC

byte 1	≥1	1	2	1	1
Flag	Link Address	MAC Control Field	LPDU	Frame Check Sequence	Flag

그림 3-4. 프레임 구조

Preamble	Layer 2 frame(including zero bit insertion)	Postamble
----------	---	-----------

그림 3-5. 계층 물리 계층의 비트 스트림

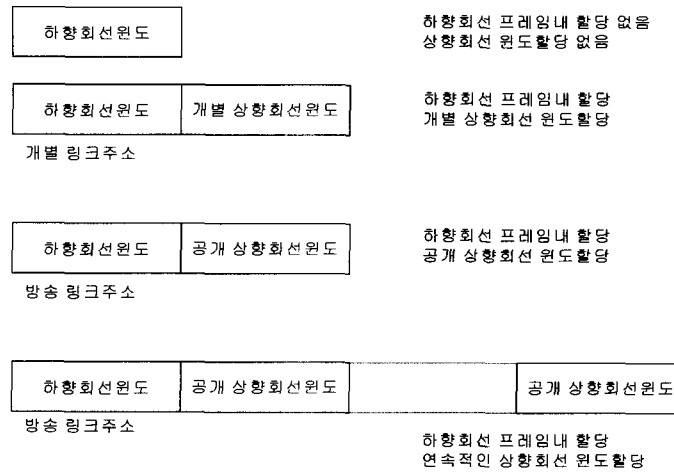


그림 3-6. 윈도우 관리 개요

제어필드 그리고 LPDU의 내용이 FCS 계산에 포함

(나) MAC의 특성

- 반이중 모드
- 비동기 시분할 다중 접속

(다) 윈도우

- 하향회선 윈도우 : RSE에서 OBE로 채널 정보 및 데이터 전송
- 공개 상향회선 윈도우 : 임의의 OBE가 RSE로 채널할당 요구 및 정보 전송
- 개별 상향회선 윈도우 : 하향회선의 채널 정보로 채널을 할당 받은 특정 OBE가 RSE로 데이터 전송

(라) MAC 프리미티브

- MA-DATA.request(link address, LPDU, res.req.)
- MA-DATA.indication(link address, LPDU)

(마) MAC 제어 필드

- L bit: LPDU 포함 여부 표시
- D bit: 하향/상향링크 표시
- A bit: 하향회선에서 다음 프레임이 상향회선으로 할당된 것을 표시
- R bit: 채널 할당 요구 표시
- C/R bit: LLC 부계층에서 사용
- V(A) bit: 개별 채널 할당 상태 변수
- S bit: 하향회선에서 채널 할당 재 할당 확인

(3) Logical Link Control 계층

LLC는 전송을 위해 명령 PDU와 응답 PDU를 생성하고 수신된 명령 PDU와 응답 PDU를 해석한다. LLC는 다음의 작업을 수행한다.

- 제어신호 교환 개시
- 데이터 흐름 구성
- 수신된 명령 PDU를 해석하고 적절한 응답 PDU를 생성
- LLC 부계층 내에서 오류 제어와 오류 복구에 관련된 동작

서비스 type 및 서비스 프리미티브는 다음과 같다.

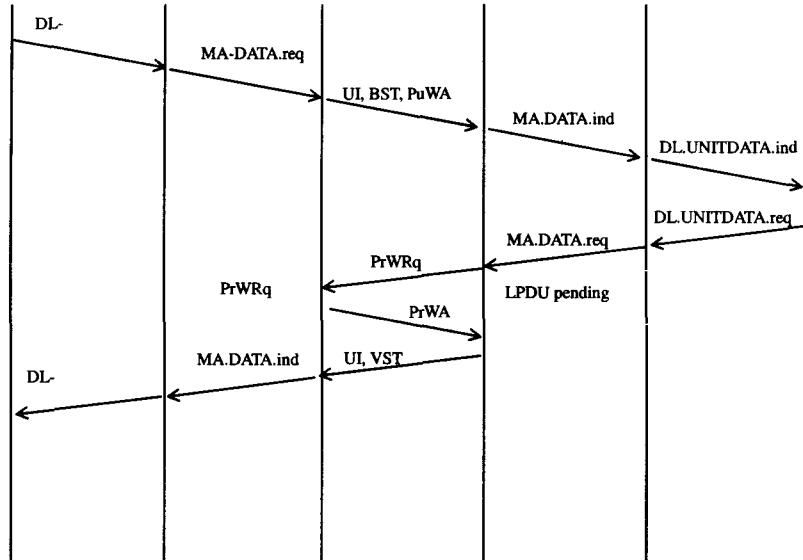


그림 3-7. RSE와 OBE의 정보를 수록한 BST와 VST의 교환 절차

(가) 타입 1 : 비확인 비연결 모드 서비스

- DL-UNITDATA.request(link address, data, res.req.)
- DL-UNITDATA.indication(link address, data)

(나) 타입 2 : 연결 모드 서비스

(다) 타입 3 : 확인 비연결 모드 서비스

- DL-DATA-ACK.request (link address, data)
- DL-DATA-ACK.indication(link address)
- DL-DATA-ACK-STATUS.indication(link address, data)
- DL-REPLY.request(link address, data)
- DL-REPLY.indication(link address, data)
- DL-REPLY-STATUS.indication(link address, data, status)
- DL-REPLY-UPDATE.request(link address, data, status)
- DL-REPLY-UPDATE-STATUS.indication(link address, data, status)

나. 일본의 DSRC 규격

인용된 규격은 ETC(Electronic Toll Collection) 시스템 중 무선통신 인터페이스를 규정한 것이다. 일본의 DSRC는 능동방식이며, 통신 거리에 따라 Class 1과 Class 2로 나뉘는데 Class 1은 10m 이하이고, Class 2는 30m이하의 거리를 대상으로 한다. 또한 TDD 모드와 FDD 모드가 지원되며, FDD의 경우 주파수 이격이 40MHz이다.

(1) 물리 계층

(2) MAC 계층

(3) 응용 계층

응용 계층은 Application Service Element와 세 개의 커널 요소로 구성된다.

(가) Transfer Kernel 서비스 프리미티브

SDU를 PDU로 번역 부호화 분해 정렬 다중화 LLC로 접속 concatenation 기능 수행

항목	하향 링크	상향 링크
반송파 주파수	5795 MHz 5805 MHz	5835 MHz 5845 MHz
최대출력전력	Class 1 : 10mW Class 2 : 300mW	10mW 이하
수신감도	-60dBm 이하	Class 1 : -65dBm Class 2 : -75dBm
수신기 대역폭	5MHz	5MHz
안테나 편파	우수원형편파	우수원형편파
안테나 빔폭	4가지 type의 안테나 사용	OBE 안테나의 half-power beam폭은 600
변조	진폭변조	진폭변조
데이터 부호화	맨체스터 코딩	맨체스터 코딩
송신 속도	1024kbps	1024kbps

표 3-2. 일본의 ETC용 DSRC 물리계층 규격

- GET : 종단에 정보 검색 요구
- SET : 종단의 정보 수정
- ACTION : 종단에 수행 명령
- EVENT-REPORT : 종단에 사건 통보

- INITIALISATION : (노변장치의 I-KE에 의한) RSU-OBU의 통신 초기화

(나)Initialisation Kernel 서비스 프리미티브

- RegisterApplicationBeacon : RSU의 응용이 RSU의 I-KE에 통신 응용 서비스의 존재를 알림
- RegisterApplicationVehicle : OBU의 응용이 OBU의 I-KE에 통신 응용 서비스의 존재를 알림
- DeregisterApplication : OBU나 RSU의 응용에서 해당 I-KE에 전에 등록된 응용 서비스 삭제 통보
- NotifyApplicationBeacon : RSU의 I-KE이 통신 응용 서비스의 존재와 상대 OBU의 Lid를 RSU의 응용에 알림
- NotifyApplicationVehicle : OBU의 I-KE이 OBU의 응용에 통신 응용 서비스의 존재와 OBU에 의해 생성된 Lid를 OBU의 응용에 알림

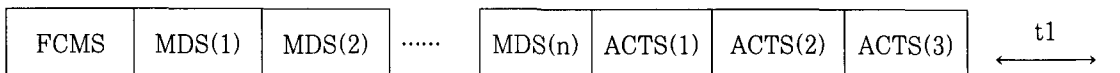


그림 3-8. TDD 경우의 프레임 구성 예

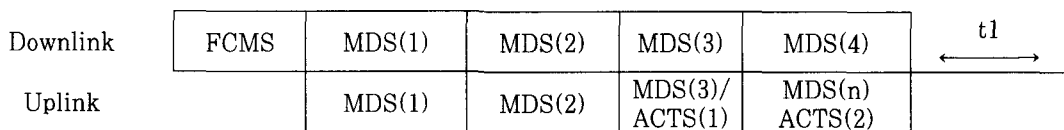


그림 3-9. FDD 경우의 프레임 구성 예

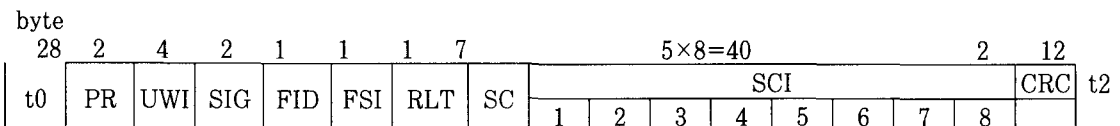


그림 3-10. Frame Control Message Slot의 구성

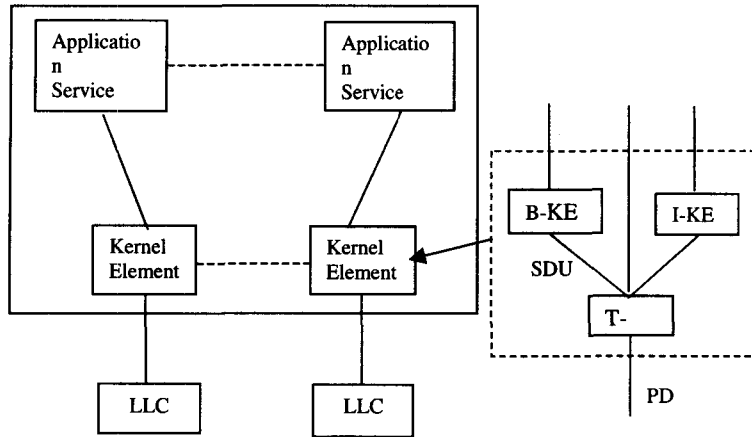


그림 3-11. 응용 계층 구성도

- ReadyApplication : RSU나 OBU의 응용이 해당 I-KE에게 어떤 응용 서비스의 Lid가 더 이상 필요 없음을 통보. 더 이상 등록된 응용 서비스가 없으면, OBU-RSU의 연결을 해제함.

(다) Broadcast Kernel 서비스 프리미티브

- BroadcastData : RSU의 응용에 의해 OBU쪽의 응용으로 정보를 방송/갱신 (RSU only)

- GetBroadcastData : BroadcastData의 검색 (OBU only)

다. 새로운 DSRC 규격

일본은 5MHz의 대역폭과 4Mbps의 데이터를 전송하는 새로운 ITS 서비스용 DSRC 규격(T75)을 정립하였고 ASK 방식의 경우 주로 ETC에 사용되며 주파수 대역폭만 5MHz로 줄었고 시험시스템이 개발되었다. 그에 비해 QPSK 방식의 경우 데이터 전송속도는 대폭 향상되었으나 일본 내에서 적용 사업이 없어 아직 개발이 완료되지 않았다. 표 3-3에 개략적인 물리계층 규격이 정리되었다.

또한 미국에서는 이미 분배된 5.9GHz 대역의

표 3-3. 일본의 새로운 5MHz 대역의 DSRC 방식 물리계층 규격

구 분		협역통신시스템	ETC
무선주파수대		5.8GHz대역, 14파	5.8GHz, 4파
변조방식		ASK 또는 QPSK 변조	ASK 변조
신호송신속도	ASK변조방식	1024kbps	1024kbps
	QPSK변조방식	4096kbps	-
공중선전력	기지국	300mW 이하	
	육상이동국	10m W 이하	
	시험용무선국	1mW 이하	-
점유주파수 대역폭의 허용치		4.4MHz 이하	8MHz 이하
공중선 이득	이득	20dBi 이하	
	육상이동국	10dBi 이하	
	시험용무선국	10dBi 이하	-

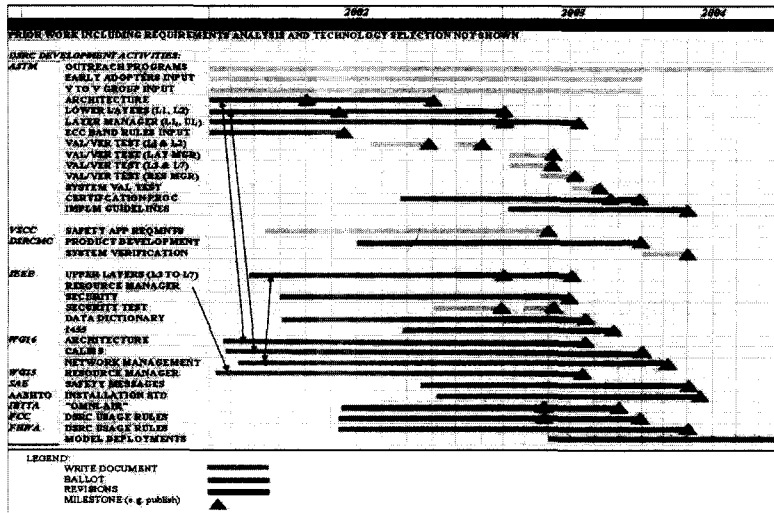


그림 3-12. 미국 ASTM의 5.9GHz DSRC 표준화 계획

75MHz 대역에서 사용할 DSRC 방식에 대한 표준화 작업을 ASTM에서 진행 중에 있다. 여기서는 일본의 T75 규격과 Motorola의 FreeSpace, IEEE 802.11RA 방식에 검토한 결과 IEEE 802.11a를 변형시킨 RA(Road Access)방식을 채택하였다. 그림 3-12는 ASTM에서의 DSRC 표준화 일정이다. 2003년 초까지 주요 규격이 완성되는 것으로 되어있다.

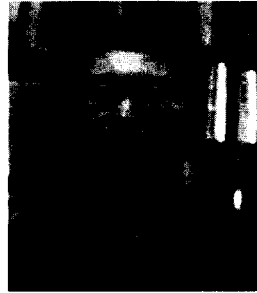
미국 방식의 특징은 총75MHz의 대역폭에서 대역폭이 10MHz인 7개의 채널을 사용하는 것이며, 이 중에서 제어채널이 있어 채널 할당 등의 시그널링 정보는 이 채널을 사용하고, 노변-차량간 통신은 서비스 채널을 사용하는 것이다. 또한 무선 LAN의 BSS(Basic Service Set) 기능을 이용하여 차량간에 통신을 수행하는 차량간 통신 모드, 도로에서의 돌발상황처리를 위한 고출력 통신 모드 등이 독립적인 채널을 사용하는 것으로 되어있다. (그림 2-3. 참조)

4. 결론

노변통신은 ITS 시스템의 핵심 통신 기반시설로서 매우 중요한 역할을 담당하며, 해당 ITS 서비스에 따라 그 성능 및 기능 요구사항이 다르다. 노변통신기술의 도입 시기를 단계적으로 본다면, ETC나 노변 검색과 같이 단거리 통신과 높은 신뢰성을 요구하는 1단계와, 교통정보 제공과 같은 도로에서의 무선 멀티미디어 서비스 단계, 끝으로 자동 차량운행을 위한 극단적으로 높은 신뢰성을 요구하는 3단계로 구분할 수 있을 것이다. 1단계 기술은 전세계적으로 확보되었다고 볼 수 있으며, 향후에는 차량 탑승자에게 각종 편의정보를 제공하는 텔레매틱스 기술이 각광을 받게 될 것이고, 이 단계에서는 DSRC와 무선랜, 블루투스, UWB와 같은 근거리 무선통신방식과 셀룰라/PCS와 같은 광역 무선 통신 방식, FM 부가방송 등의 광역방송과의 상호 경쟁과 보완이 예상된다.

참고 문헌

- (1) ENV 12253 (1997.10) : 물리 계층
- (2) ENV 12795 (1997.6) : MAC 계층
- (3) Dedicated Short Range Communication for Transport Information and Control Systems : ARIB STD-T55 Ver.1.0 (1997.11.)
- (4) Kikuo Tachikawa, Standardization Activities at ISO/TC204/WG15, 한국-일본 ITS 포럼 회의 자료, 서울 TTA, 2001.7.10.
- (5) Masumi Ohyama, Progress on ARIB STD-T75 for DSRC, 한국-일본 ITS 포럼 회의 자료, 서울 TTA, 2001.7.10.
- (6) 차세대 DSRC 서비스 및 사용 주파수, 표준화 연구 보고서, 무선관리단, 2002.1.
- (7) 5GHz band Dedicated Short Range Communications MAC and Physical Layer Specifications (working draft) : ASTM E17.51.
- (8) 5GHz band Dedicated Short Range Communications Control Channel and Service Channel Functional Specification and Lower Layer Management (working draft) : ASTM E17.51.



오종택

2000. 3. 현재 : 한성대학교 정보전산학부 조교수
93.12~2000.3 : 한국통신 연구개발본부 ITS연구실장
89.3.~93.2. : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사학위취득
87. 3.~89. 2. : 한국과

학기술원 전기 및 전자공학과 석사학위취득 82.3.~86.2. : 한양대학교 전자통신공학과 학사학위취득
관심분야 : 무선통신, ITS