

5GHz 대역 ITS 통신의 현황과 전망

조한벽

(텔레매틱스통신연구원 책임연구원)

1. 서론

최근 교통정보 센터의 확장 등 교통시스템의 기능과 역할이 보편화되고 지능화되고 있는 ITS는 교통 흐름을 원활히 하여 교통혼잡을 최소화 시키고, 안전운행을 지원하여 교통사고를 예방하고, 사고를 감소시키고 있다. 세부적으로 교통흐름을 최적화하는 교통관리 서비스, 운전자와 여행자에게 필요한 위치나 경로를 안내하는 교통정보 제공서비스, 화물차량의 운행을 관장하는 상용차량관리서비스, 대중교통 수단의 효율적 이용을 위한 대중교통서비스 등 다양한 ITS 서비스를 위해서는 차량과 센터간 고속 패킷 데이터 전송이 저렴하게 제공되어 하기 때문에, 셀룰러, 무선LAN, ADSRC(Advance Dedicated Short Range Communications), DMB(Digital Multimedia Broadcasting)와 같은 다양한 무선무선망을 활용할 수 있어야 한다. ITS는 고속으로 주행하는 차량을 대상으로 통신 및 제어를 수행하므로, 특별한 기능 요구사항이 있다. 또한 일반 교통 정보의 송수신과 같이 호 접속이나 데이터 전송 속도에 민감하지 않은 ITS 서비스도 있으므로, 제공하려는 ITS 서비스에 따라 매우 다양한 기능 요구 사항을 필요로 한다. 미국의 ITS 국가 아키텍처에서는, ITS 서비스에 관계되는 무선 통신 방식을 광역 무선 통신망, 광역 방송망, 단거리 ITS 전용 통신, 차량간 통신 장치 4가지로 구분하고 있다.[1]

따라서, ITS 서비스를 제공받는 단말기에서는 다양한 여러 가지 무선통신방식의 무선접속을 통합적으로 제공하는 무선통합기술의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 ITS통신기술의 핵심인 5.8GHz 대역에서

DSRC 개념 및 특성을 살펴보고 향후 연구개발 방향과 국내에서 확보해야 할 무선통합 핵심 기반 기술에 대하여 기술한다.

2. DSRC 개요

ITS 통신시스템의 핵심이 되는 DSRC 시스템의 특징은 고속 무선 패킷 데이터 통신방식을 사용하여 100m 정도의 통신영역에서 노변지국과 차량간 양방향 근거리 통신시스템이다. 다중접속 통신이 가능하여 point-to-point 및 point-to-multipoint 통신을 제공하므로 다양한 ITS 서비스의 제공이 가능하다.

ITS 서비스에서 5GHz 대역의 특수성은 고주파 특성에 의거하여 RF모듈개발의 어려움으로 적절한 서비스를 발굴하지 못하였으나, 1980년대부터 연구개발을 추진하여 1990년에 들어서 서비스 제공이 시작되었다. 5.8GHz DSRC 시스템의 역사는 이탈리아의 마르코니사에서 개발한 자동요금징수(ETC) 시스템이 1990년대 중반에 설치되어 현재까지 제공되고 있다. 유럽표준화 기구(CEN TC278/WG9)에서 '92년부터 표준화 작업을 시작하여 5.8GHz 수동방식(Back Scattering)의 DSRC 규격을 1997년에 표준화 하였고, 노르웨이, 프랑스, 스웨덴 등 유럽지역을 주축으로 하여 말레이시아, 호주, 브라질 등의 지역에서 서비스가 제공되고 있다. DSRC를 이용한 초기 서비스는 자동요금징수와 국경통관 서비스가 주축을 이루고 있었는데 이는 유선 인터넷과 같은 통신망의 개념보다는 한정된 지역의 통신에 기반을 둔 것이다.

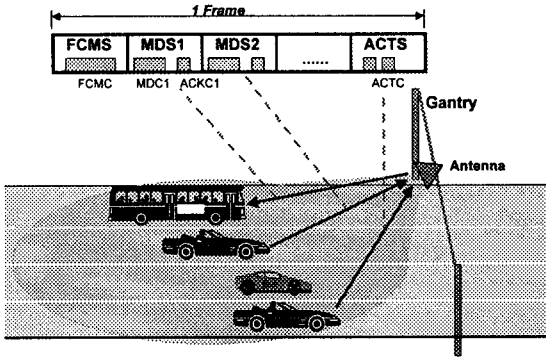


그림1. DSRC 개념

1990년대 중반부터 일본은 5.8GHz 능동방식 DSRC 시스템 규격을 개발하여 1997년에 ARIB(Association of Radion Industries and Businesses)에서 표준안을 제정하여 현재 전국적으로 약 200만대 단말기에 ETC 서비스를 제공하고 있다.

우리나라는 1990년대 중반부터 서울시에서 혼잡 통행료 징수 사업을 수동방식 시스템으로 검토한 바 있고, 한국도로공사에서 수 차례에 걸친 ETC 시스템 선정시험 결과 '99년 4월에 삼성SDS의 수동방식 시스템으로 ETC 시범 사업을 진행하였다. 또한 '98~'99의 2년간 한국전자통신연구원의 주도로 DSRC 규격 및 시제품 개발 과제가 수행되었고, TTA를 통하여 능동방식 DSRC 시스템의 표준화를 2000년10월에 완료하였다.[5]

우리 DSRC 시스템은 최대 전송 속도는 1.024 Mbps이고 값싸고 단순한 변조 기술을 사용하고 있으며, 현재 개발된 차량탑재 단말기는 소형화 및 저렴화를 지속적으로 추진하고 있다. [그림1]은 DSRC의 개념을 개략적으로 표현하고 있다.

3. DSRC 통신방식

DSRC는 단거리 전용통신으로서 100M이내의 통신영역에서 노변에 설치된 기지국(RSE : Road Side Equipment)과 차량에 탑재된 단말기(OBE :On-Board

Equipment)간의 양방향 패킷통신시스템 기술로서 다음과 같은 특성을 가지고 서비스를 제공할 수 있다.

- 커버리지 영역 : 3~90m
- 데이터 전송속도 : 1 Mbps
- 1:N의 방송형 및 양방향 통신
- 데이터 품질 : 10만 메시지 중 1개 내지는 100만 메시지 중 1개 오류
- 모든 기상조건하에서 동작
- 시스템 호환성 확보(Interoperability) 등.

DSRC 시스템은 [그림2]에서와 같이 통신 속도를 빠르게 하기 위하여 물리, 데이터링크 및 응용계층으로만 구성된 단순한 프로토콜 구조를 사용하고 있으며, ISO(International Standard Organization)의 OSI(Open System Interconnection) 7-Layer 모델 중 Physical Layer, Data Link Layer, Application Layer로 구성되며, Layer 7위에는 BIS, ETC, TI 등의 ITS서비스가 탑재된다.[6]

DSRC의 통신 채널은 방송채널, 그룹방송채널과 개별채널로 구성되며 다음과 같은 특성을 가진다.

- 방송 채널 : 모든 단말기 수신하는 메시지 데이터 슬롯(MDS) 채널, LID : '1111 1111'
- 그룹방송 채널
특정그룹 단말기 수신하는 메시지 데이터 슬롯 채널 한 메시지 데이터 슬롯에 1~4 그룹 가능

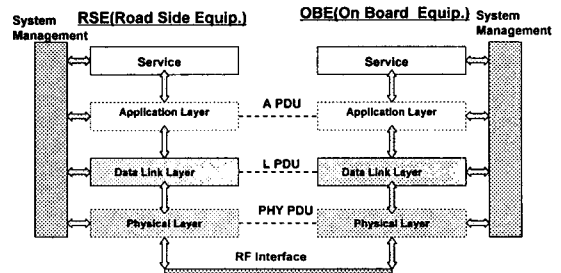


그림2. DSRC Configuration

- 개별 채널

특정 OBE가 RSE와 개별적으로 통신하는 메시지 데이터 슬롯 채널.

개별 링크의 Set-up은 OBE에서 초기화를 요구하여 시작하고, RSE는 BST를 송신하고, OBE는 VST를 송신하여 정상적인 수신을 완료하여 통신링크를 설정한다. 기지국과 단말기 간의 통신링크 연결주소를 이용하여 여러 서비스를 시행한다.

4. DSRC를 이용한 ITS 서비스 현황

ITS 서비스를 제공하기 위해서는 정확한 교통정보수집, 정보 가공 및 처리 시스템이 구축되어 ITS 서비스 제공자에게 필요한 교통정보를 저렴한 가격으로 제공할 수 있어야 한다. 5GHz DSRC 서비스는 기본적으로 도로의 합리적 제어관리 및 효과적인 정보제공을 위한 기능을 효과적으로 수행하며, 도로 주변상황, 교통 및 여행 관련 편의시설의 정보수집 및 정보제공, 대중교통 및 화물교통활성화를 위한 합리적 운영관리 그리고 첨단도로 기능 및 차량 지원을 위한 기능적 특성을 만족시킨다. ITU에서는 다양한 서버들이 ITS 네트워크에 접속하여 노변망을 통하여 정보를 제공하는 것으로 규정하고 있는데 [그림3]은 다양한 서비스를 제공하는 ITS 네트워크 상에서 DSRC의 위

치를 나타내고 있다.

DSRC로 제공될 수 있는 서비스의 종류는 대표적 기능에 따라 정보수집 서비스와 정보처리 및 제공 서비스로 구분할 수 있고, 지역적 특성에 따라 지점위주의 정적 서비스와 이산형 위치추적 기반의 동적 서비스로 또한 대상에 따라서는 운전자와 탑승자 서비스로 구분할 수 있다. 대표적인 ITS 서비스를 열거하면 [표 1]과 같다.

일예로 5GHz 대역의 무선통신시스템을 이용한 교통정보 제공 서비스는 위치정보 및 교통 정보를 실시간으로 교통정보수집망을 통해서 수집하고, ITS 정보센터에서 위치정보와 지도정보, 교통정보, 콘텐츠, 사용자정보 등의 ITS 정보를 서비스 정보로 가공 처리하여, ITS 서비스 사용자에게 제공한다.

현재는 별도의 사업자가 없는 상황이어서 지방자치단체에서 사업자역할을 수행하고 있으며 ITS 서비스 사업자가 사업을 확대할 필요가 있다. 특히 대전시에서 제공하는 버

<표 1> 대표적인 ITS 서비스

<p>정보수집 서비스</p>	<p>교통정보 수집(트래픽 잼, 교통사고 등) 탐침차량 데이터 수집 차량 안전검사 탑재 안전 데이터 차량 및 화물추적 운전자 일지 기록 위반단속(전자차량번호, 도난차량추적 등) 긴급구조</p>
<p>정보처리 및 제공 서비스</p>	<p>교통정보 제공 및 Navigation 대중교통서비스(차량데이터전송, BIS 등) 접근 제어(주택, 회사) 및 전자통관 본선 선별(중차량관리) 응급차량우선신호 상용차량 관리(트럭, 택시, 물류 등) 교차로 충돌방지 자동요금징수(ETC, 주유소, 주차장 등) 자동화 고속도로 시스템 인터넷, 인포테인먼트</p>

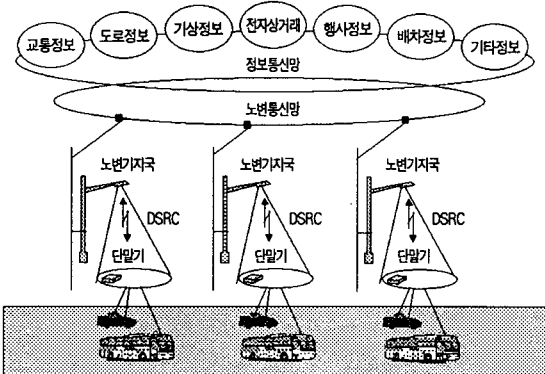


그림3. ITS 네트워크에서 DSRC의 위치

스정보안내(BIS) 시범서비스는 버스정류장 안내단말 및 버스노드기지국 200지점과 프로브차량을 위한 노드노변기지국 390지점에 대해 ADSL망을 기반으로 정보를 수집하여 교통정보를 가공하고 있다. (4) 교통정보의 서비스 품질을 향상시키기 위하여 보다 많은 프로브 차량이 필요하며 이를 값싸게 제공하기 위한 프로브 전용 단말기의 개발이 검토되고 있다.

5. 차세대 ITS 통신 기술 발전 전망

고속 이동환경에서 고속의 패킷을 전송하는 새로운 무선 접속 방식에 대한 연구가 점차 확대되고 있다. HPI나 DMB가 잠정적으로 대안이 될 수는 있으나 궁극적인 해결을 위해서는 ITS 전용 통신기술에 대한 기반 기술연구가 요구된다. 기존 무선랜은 고속의 패킷 데이터 전송이 가능한 장점이 있으나, 보행자 속도에서 이동성이 전제되어 있고 무선 링크 접속 Setup 시간이 오래 걸려서 차량 통신에 적용성이 떨어진다. 따라서 이러한 무선랜과 셀룰러 통신의 단점을 극복하고 차량에서 고속 패킷 데이터 전송을 위한 ADSRC 기술 개발이 필수적으로 요구된다. (3) 최종적으로 ITS 서비스의 진보된 형태는 차량에서 저렴한 요금으로 모바일 오피스 환경을 실현하는 것으로 이를 위해서는 3가지 측면에서 핵심 기반기술 연구가 필요하다.

- ADSRC 무선접속 기술
- 멀티모드/멀티대역 모뎀 기술
- 무선 통합 통신 프로토콜 기술

5.1 무선 접속기술

차량에 고속으로 패킷 데이터 전송을 위해서는 전송 효율이 높은 QAM 변복조 방식과 채널등화 문제를 간단히 처리할 수 있는 OFDM 통신방식을 채택하고 있다. 통신셀이 적으면 차량이 셀 내에 점유 시간이 짧아져서 셀간 핸드오버의 오버 헤드가 증가하게 되므로, 고속 이동하는 차량에 적용하기 위해서는 통달거리가 확장되어야 한다. 통신 거리를 확장하기 위해서는 기본적으로 송신 출력을 높이고 지향

성 안테나를 적용한다. 그리고 안테나 어레이를 적용시 SIR 개선 효과를 얻게 된다. ETRI에서는 안테나 어레이 기법을 연구하고 있으며 위치 정보를 이용한 통신셀간 고속 핸드오버 방식이 연구 중에 있다. ETRI에서 연구 중인 ADSRC 무선 접속 규격은 5.8 GHz 대역에서 10 MHz 대역폭의 고속 패킷 서비스를 제공하며 핸드오버를 지원한다. 미국에서는 근거리무선통신을 지원하는 5.9 GHz 대역의 IEEE 802.11a/RA(Road Access) 기술개발을 이용하여 차량의 이동속도에서도 차량 멀티미디어 서비스를 제공하는 연구를 추진하고 있다. 이는 차량에서 전송속도 최대 54Mbps 제공하는 IEEE 802.11a의 데이터 속도를 반으로 줄이고 고속 이동성과 셀간 핸드오버를 제공하는 기술로서 ISO TC204 WG16에서 CALM(중장거리 무선접속규격 : Communication Air interface for Long and Medium range) 표준으로 제정하려고 시도하고 있다.

일본은 ETC 서비스 전용으로 1Mbps급 5.8GHz DSRC 기술을 개발하여 전국적으로 서비스 하고 있으며, 2003년부터는 기존의 ETC DSRC통신과 호환성을 제공하면서 인터넷 서비스를 제공하는 차세대 인터넷 ITS 통신기술을 개발하고 있다. 차세대 인터넷 ITS 통신기술은 패킷 데이터 전송속도를 4 Mbps까지 개량하고 단말기능에 PDC셀룰러와 무선랜방식도 포함하는 복합단말기술을 개발하고 있으며, 이를 이용하여 차량내 인터넷 서비스와 홈 Automation 연계 서비스 등과 같은 ITS 서비스에 활용할 계획이다.

최근에는 ISO TC204, ITU-R, ASTM, IEEE 등의 국제표준 및 지역표준 기구를 중심으로, 핸드오버 및 로밍을 수용하여 수십 Mbps 급 중장거리 통신이 가능한 ADSRC 시스템개발 및 표준화가 활발하고 논의되고 있는 실정이다.

5.2 멀티대역/멀티 모드 모뎀 기술

셀룰러 통신, ADSRC 통신, 무선랜, DMB, GPS를 차량에서 제공하기 위해 900MHz/1.5GHz/1.8GHz/5.8GHz 대역의 신호를 가능한 한 개의 안테나로 송수신하는 멀티대역 안테나를 연구하고, RF모듈의 비용을 줄이기 위해 IF 단을 Digital IF방식으로 구현한다. 결과적으로 안테나는

한 개의 멀티대역 안테나와 대역별 RF 모듈, 그리고 Digital IF 모듈로 개발하여 소형화와 저렴화를 근본적으로 해결한다. 5.8GHz 대역의 ADSRC와 IEEE802.11a 무선 랜은 인접 주파수 대역을 사용하고 있으며, 모뎀의 신호처리 알고리즘을 가변 하도록 설계하여 ADSRC/무선랜 멀티 모드를 지원하도록 하여 통신방식을 선택할 수 있도록 한다. 다양한 무선 접속을 제공하기 위해 요구되는 안테나/RF/모뎀의 복잡도를 개선하기 위한 멀티 대역 안테나 기술, 멀티대역 디지털 IF 기술, 그리고 멀티 모드 모뎀 신호 처리 기술을 연구한다.

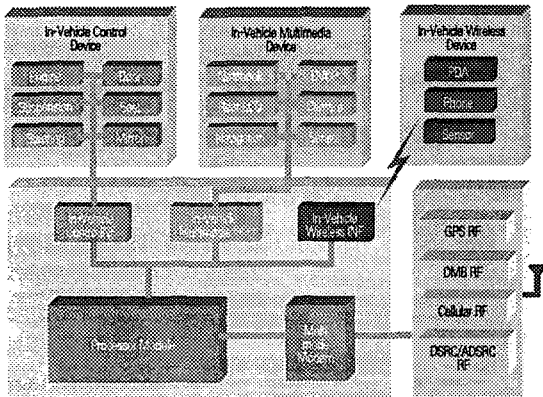


그림4. ITS 통합 단말기 구성도

일본의 경우 CRL 연구소 중심으로 1997년부터 기존 ITS 서비스나 통신방식의 터미널 변경 없이, ETC, VICS, GPS 등 멀티 터미널을 통합하여 새로운 통합 서비스에 대응할 수 있는 SDR 개념의 단말기술과 멀티대역 무선접속이 가능한 RF신호처리기술, 그리고 다양한 미디어를 고속 DSP 로 처리함으로써 사용자가 무선시스템을 의식하지 않고 사용하는 적응형 번복조 기술을 개발하고 있다.

5.3 무선통합 통신프로토콜 기술

차량에 설치되는 ITS 단말은 수신되는 신호를 분석하여 어떠한 무선 접속이 가능한지를 결정하고, 통신링크를 설정

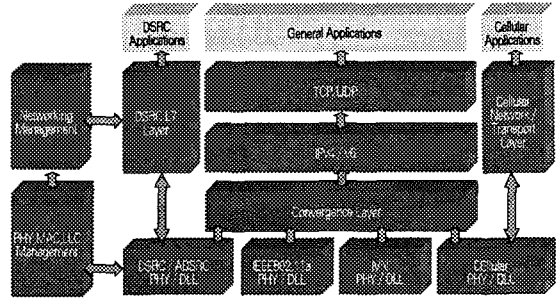


그림5. ITS 통합 통신 프로토콜 구조

하는 절차를 수행한다. 무선접속이 선택 되면 서로 다른 통신셀간 Mobile IP, 동일한 통신셀간 Hard 핸드오버를 제공한다. 이러한 이동성을 제공함으로써 무선 채널의 효율성을 증대시키므로 결과적으로 통신 서비스 요금을 낮추는 경제적인 ITS 서비스를 실현할 수 있게 한다.

차량내 탑승자들이 일반적으로 가정에서 사용하는 휴대 단말기(PDA, Notebook, 캠코더, 디지털 카메라 등)를 케이블 연결 작업 없이 차내에서도 Seamless 하게 사용할 수 있게 함으로써, 단말기 사용 효율성을 증대하고 Home Networking과의 연계 서비스를 제공할 수 있다. 이를 위해서는 차량내 통신기술을 제공하고 Seamless 서비스를 위해 IP 이동성을 지원하여야 한다. 무선 접속방식이 무선랜에서 ADSRC나 셀룰러로 접속이 변경될 때 IP 이동성이 필수적으로 요구되며, ITS 단말이 사용하는 무선접속을 연속적으로 IP 이동성을 제공하기 위하여 IP 레벨에서의 통신 프로토콜 통합에 대한 연구를 추진하고 있다.[2]

6. ADSRC 서비스 전망

ITS 무선통신망을 연속형(connection type)과 Hot Spot 형으로 구분할 때, Hot Spot 형은 통신셀이 독립적으로 존재하는 무선망으로 셀내에서만 통신 링크가 유지되어 통신 셀 외부에서는 통신 링크가 해제되는 무선망을 말한다. 즉, 통신 셀에서 서비스가 시작되어 완료되는 형태의 서비스로 대표적인 서비스로는 ETC(Electronic Toll

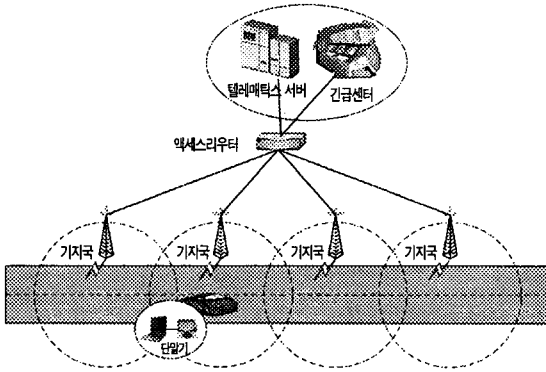


그림6. 연속형 무선망 구조

Collection), 주차요금 징수 등이 있으며, 휴게소 등에서 대용량 정보를 Download 받거나, 무선으로 인터넷 서비스를 제공받을 수 있는 Info-station 서비스를 위하여 고속 전송 기술 개발도 추진하고 있다.

최근의 추세는 연속형 무선망 기술 개발에 중심을 두고 있다. 연속형 무선망 기술은 통신영역이 독립적으로 분리되지 않고 연속적으로 연결된 무선망으로 통신 셀간 핸드오프를 제공함으로써 통신 질단없이 서비스가 제공되는 무선망을 말한다. 이러한 경우에 셀간 핸드오버를 제공하는 액세스 라우터와 무선 기지국이 필요하다.

7. 결론

전세계적으로 ITS 서비스가 활성화되기 위해서는 현재 구축된 통신 인프라를 활용과 더불어 통신망 고도화 연구도

추진되어야 한다. 그리고, ITS 서비스를 저렴한 서비스 요금으로 제공하기 위해서는 셀룰러 기술뿐만 아니라 DSRC, WLAN 기술, DMB 기술 등 다양한 무선접속을 단말에서 제공하도록 무선통합기술 개발이 필요하다.

아울러 고속으로 이동하는 차량에서의 통신을 위해서는 5GHz 대역의 ADSRC 무선접속기술, 멀티대역/멀티밴드 대역 모뎀 기술, 무선통합 프로토콜에 대한 기술 연구 등의 핵심기반기술을 연구를 통하여 수년 내에는 차량에서의 모빌 오피스 환경을 실현할 수 있을 것으로 기대가 된다.

참고문헌

- [1] 한국전파진흥협회, DSRC를 이용한 ETC 서비스 및 ITS 서비스 방안 정립, 2000. 5
- [2] 오현서 외 "차세대 텔레매틱스 무선액세스 기술 동향", 한국통신학회, 2003.12
- [3] 조한벽, Next Generation DSRC System., ASTAP ITS Expert Meeting, 2001. 7
- [4] 조한벽 외, "BUS INFORMATION SERVICE USING THE ACTIVE DSRC SYSTEM", World Congress on ITS, 2000.10
- [5] 5.8GHz 근거리 전용 통신 방식, TTAS.KO-06.0025, 2000.10.
- [6] ISO TC204 WG15, Intelligent transport systems - Dedicated Short-Range Communication(DSRC) - DSRC application layer, 2003.10