

협력 자율 주행을 위한 V2X 통신기술

오현서, 최현균, 송유승
한국전자통신연구원

요약

본 고에서는 협력 자율 주행을 위한 V2X 통신 기술을 소개한다. 자동차는 IT 기술이 접목되어 편리하고 안전하며 지능화된 자동차로 발전하고 있으며 2020년에는 자율주행자동차가 출현할 것으로 전망하고 있다. V2X 통신 기술은 자동차 안전 지원 서비스를 제공하며 다양한 차량 센서와 융합되어 주행 제어가 이루어지는 협력 자율 주행 서비스도 제공할 수 있다. 본 고에서는 차량 안전 기술과 협력 자율 주행 기술의 개념과 V2X 통신 기술 개발 동향 및 표준화 동향, 그리고 향후 전망에 대하여 살펴 본다.

I. 서론

자동차는 IT 기술이 접목되어 안전성과 이동성, 그리고 편의성을 제공하는 방향으로 발전하고 있다. 차량에 레이더와 비전과 같은 센서를 적용하여 운전자에게 사각지대 경고, 추돌 경고, ACC (Adaptive Cruise Control) 등의 안전 지원 서비스를 제공하고 있으며 차량에 DSRC 통신기술을 적용하여 자동요금징수, 버스안내 서비스, 그리고 차량에 이동통신 기술을 적용하여 긴급 구조, 교통정보 기반 주행 안내 등의 편리한 서비스를 제공하고 있다. 이러한 자동차 IT 기술의 발전과 함께 V2X 통신 기술을 이용한 차량 안전과 협력 자율 주행, 그리고 C-ITS (Cooperative-ITS) 기술이 연구되고 있다. 자동차 기술 발전에 있어 IT 기술의 중요성이 크게 부각되고 있어서 자동차를 바퀴가 달린 움직이는 컴퓨터라 부르며, V2X 통신의 중요성을 강조하는 측면에서 Networked Car 또는 Connected Car라고 부르기도 한다.

V2X 통신 기술은 <그림 1>에 나타난 것처럼 차량 관점에서 차량간 직접 통신(V2V; Vehicle to Vehicle)과 차량과 인프라간 통신(V2I; Vehicle to Infrastructure) 통신을 의미한다. 차량과 보행자, 도로 및 시설물과 통합교통정보 센터를 포함하

는 C-ITS 관점에서는 보행자와 차량간 통신(P2V; Pedestrian to Vehicle), 보행자와 운전자간 통신(P2D; Pedestrian to Driver), 보행자와 인프라간 통신(P2I; Pedestrian to Infrastructure), 도로 센서 네트워크와 인프라간 통신(R2I; Road to Infrastructure), 그리고 In-vehicle Network 등을 포함하는 포괄적인 Connectivity를 고려할 수 있다.

C-ITS 환경에서 고려하는 모든 Connectivity를 제공하기 위해서는 복수의 무선통신을 사용해야 한다. 가령, V2V/V2I 통신을 위해서는 WAVE (Wireless Access in Vehicular Environments) 통신 기술을 사용해야 하고 P2V/P2I 통신을 위해서는 WLAN 또는 Bluetooth 기술을 사용해야 하며 R2I 통신을 위해서는 센서 통신 기술을 사용해야 한다. 가까운 미래에 5G 통신 기술이 개발되면 하나의 통신 기술로 모든 Connectivity를 제공할 수도 있을 것이다.

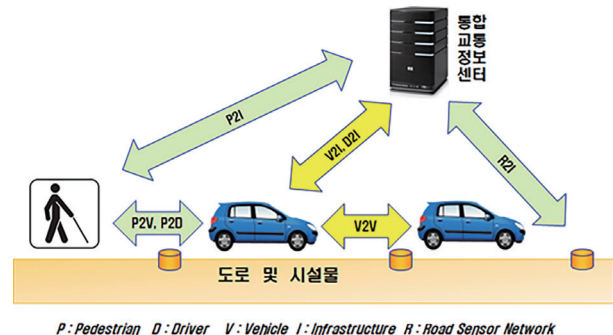


그림 1. Connected Car 기술 개념

WAVE 통신 기술은 차량 주행 환경에서 V2V/V2I 통신기능을 제공할 수 있는 유일한 기술로서 차량 안전 서비스와 C-ITS 서비스를 제공하여 교통 사고를 줄이고 차량 이동성을 높이며 CO₂ 방출을 감소시킨다는 목표로 추진하고 있다. 미국과 유럽은 상호 협력 체계를 구축하고 V2X 통신 및 응용 서비스 실용화를 위한 다각적인 노력을 하고 있다. 미국은 2014년부터 V2X 통신장치를 차량에 기본적으로 탑재하려는 법제화를 추진하고 있으며 미국의 미시건, 버지니아 등 주요 도시를 대상으로 차량에 V2X 통신장치를 부착하고 도로상에 통신 인프라 환경

을 구축하여 V2X 통신 서비스를 검증하는 시범 사업을 진행하고 있고 유럽에서도 고속도로와 도심지를 대상으로 유사한 시범 사업을 추진하고 있다. 이러한 V2X 통신 환경을 기반으로 차량 안전 지원 서비스 제공과 함께 협력 자율 주행 기술을 연구하고 있으며 V2X 통신 기술은 차량 안전 서비스와 협력 자율 주행 서비스에 모두 필요한 중요한 기술로 다루어지고 있다.

본 논문에서는 V2X 통신을 기반으로 차량 안전 지원 서비스와 협력 자율 주행 서비스를 제공함에 있어 기술 개념과 기술적 요구사항, 그리고 주요 특징을 살펴본다. 그리고 국내외적으로 연구 중인 WAVE통신 기술 개발과 표준화 동향을 설명하고 ETRI에서 연구하고 있는 V-Link 통신 기술을 소개하고자 한다.

II. 본 론

V2X 통신 기술은 차량의 사고를 줄이고 이동성과 편리성을 높이는데 효과적인 기술이며 차량 안전 서비스와 협력 자율 주행 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 서비스 개념과 기술적 요구사항 및 특징을 살펴 보고자 한다.

1. 차량 안전 서비스 기술

차량에 V2X 통신 단말을 부착하고 이 V2X통신 단말은 차량 안전 메시지를 주기적으로 전송 한다고 가정한다. 차량 안전 메시지는 차량의 ID 정보와 위치 정보, 그리고 차량의 상태 정보(주행 방향 및 속도, 감속 및 가속 상태 등)를 포함하고 있으며 표준화된 메시지 형태를 갖도록 한다. V2X 통신 단말을 부착하고 있는 차량은 차량 안전 메시지를 주기적으로 수신할 수 있으므로 자신과 주변 차량과의 거리와 상대 차량의 동작 상태를 알 수 있으므로 위험 상황을 판단할 수 있으며 위험 상황 시에 경고음을 발생하여 운전자에게 알려 주어 사고를 예방할 수 있게 한다. 이러한 개념을 이용한 대표적인 차량 안전 서비스는 브레이크 경고 서비스와 교차로 경고 서비스이다.

브레이크 경고 서비스는 차량 주행 중에 긴급 브레이크를 밟으면 차량 안전 메시지를 주기적으로 전송하게 되며 후방 차량은 전방 차량에서 브레이크를 밟았음을 감지하고 경고음을 발생하여 운전자가 속도를 줄이거나 차선을 변경하여 사고에 대처할 수 있도록 한다.

이러한 차량 안전 서비스는 통신 인프라를 구축 하지 않고 차량 단말을 부착하여 차량간 직접 통신을 하여 차량 안전 서비스를 제공할 수 있는 특징을 가지고 있다. 하지만, 이러한 서비스는 차량의 위치 정보가 차선을 구분할 수 있을 정도로 정확해야 하며 차량의 ID와 위치 정보를 주기적으로 전송해야 되므로 운

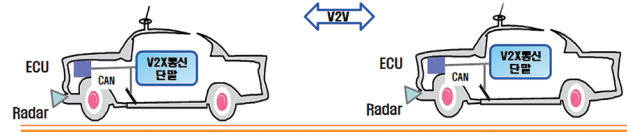


그림 2. 차량 안전 서비스 개념

전자에 대한 인증 및 보안 기술이 필요하다.

미국의 교통부에서 제시하고 있는 V2X 통신 단말의 기술적 요구사항에 따르면 차량 안전 지원 서비스를 제공하기 위한 V2X 통신단말의 성능은 패킷 Latency가 100msec 이내이어야 하고 패킷 에러율(PER)이 10% 이내이어야 함을 제시하고 있다(2). 패킷 Latency는 응용 서비스 레벨에서 안전 메시지를 전송하고 주변 단말에서 메시지를 수신하는데 소요되는 시간을 말한다. 그러므로, 패킷 Latency가 100msec 라는 것은 메시지를 초당 10회 정도 전송할 수 있다는 것이다. 패킷 에러율은 차량 단말의 수신 감도 레벨에서 패킷 에러율이며 10% 이내이어야 한다.

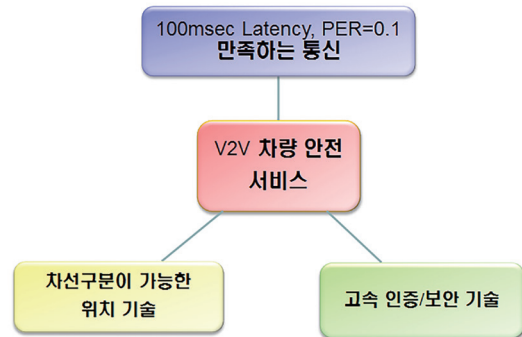


그림 3. 차량 안전 서비스 기술의 요구사항

이러한 V2X 통신 기술의 성능과 함께 도로의 차선 구분이 가능하도록 위치의 정확도는 1m 급이 되어야 한다. 이러한 위치 정확도는 고속도로나 개활지 환경에서는 확보가 가능하지만 다경로 페이딩 채널이 존재하는 도심지에서는 확보하기 어려운 것으로 관성항법 등 센서 융합 기술이 필요하다. 인증 및 보안 기능은 차량 안전 메시지의 무선 전송으로 인한 차량 ID와 위치 정보를 보호하기 위해 필요하며 차량 안전 메시지가 100msec 주기로 전송되므로 차량 안전 메시지 단위로 인증과 보안을 하기 위해서는 1msec급 정도의 실시간 메시지 처리가 되어야 한다.

2. 협력 자율 주행 서비스 기술

협력 자율 주행 서비스는 차량 센서와 V2X 통신 기술을 융합하여 주행 제어를 하는 기술로 V2V 통신으로는 차량 정보를 공유하고 V2I 통신으로는 도로 상황 정보를 공유함으로써 주행을 제어하는 서비스 개념이다. 차량 센서로는 레이더와 비전, 그리

고 초음파 센서가 이용되고 있는데 이러한 센서들은 인지하는 대상물, 인지 거리와 인지 폭에 있어서 장단점이 있다. 가령 차량 레이더 기술은 100m 내외의 좁은 영역에서 차량을 인지할 수 있지만 사람과 차를 구분할 수 없는 단점이 있고, 비전 기술은 수십m 내외의 차량과 사람을 인지할 수 있으나 외부 날씨에 민감한 단점을 가지고 있다. 따라서, 차량 센서를 이용함에 있어서 단일 센서를 사용하기 보다는 복합 센서를 사용하고 있다. 이러한 복합 센서를 사용해도 차량 주행 환경에서 차량과 도로에 대한 모든 정보를 실시간으로 확보하기 어려움이 있으므로 이를 극복하기 위한 V2X 통신 기술을 적용한다. V2X통신 기술을 적용하면 차량의 ECU에서 발생하는 차량 정보를 공유할 수 있고 도로상의 교통과 사고 정보를 공유할 수 있으므로 보다 많은 정보를 확보할 수 있다.

협력형 적응 순항 제어(Cooperative Adaptive Cruise Control)은 다수의 차량 센서와 V2X 통신이 상호 융합된 기술이라고 말할 수 있다. ACC기술은 차량 레이더 기술을 이용하여 차량간 안전 거리를 유지하며 주행하는 기술로 이미 상용화된 기술이다. 협력형 적응 순항 제어 기술은 ACC기술이 발전된 형태로서 ACC 장치에 V2V 통신 기술을 융합하여 차량 주행 정보를 차량간에 서로 공유할 수 있으므로 보다 안전하고 효율적인 주행이 가능하게 한다. 이러한 협력형 적응 순항 제어 기술은 기존의 ACC기술에 비해 차량간 근접 주행이 가능하고 차량 끼리 그룹을 형성하여 Platooning 서비스를 제공할 수 있는 장점이 있다. 협력형 적응 순항 제어 서비스 차량은 근접 주행으로 인하여 도로 효율이 증대 되는 장점이 있고 직선형 도로에서 자율 주행이 가능하므로 안전성도 높이는 효과를 가지고 있다.

이러한 협력형 적응 순항 제어 서비스를 제공 하기 위해서는 차량 정보의 전송 주기와 정보의 신뢰성이 크게 향상되어야 한다. 차량이 고속으로 주행하는 환경에서 차량의 주행 제어는 1~2msec 단위로 이루어지며 주행 제어 정보의 전송 에러는 최소화 되어야 하므로 신뢰성 있는 통신을 제공하여야 한다. 차량



그림 4. 협력 자율 주행 서비스 개념

제어를 위한 응용 서비스 레벨에서의 메시지 전송은 실시간 전송 측면에서 10msec 이하의 packet Latency를 보장해야 하며 1% 이하의 PER로 통신의 신뢰성을 보장하는 것이 필요하다. 더불어 인증과 보안의 처리 시간도 향상되어야 하며 위치 정보의 정확도는 수십 cm 급으로 정밀해야 한다. 현재 미국과 유럽에서는 WAVE 통신 기술을 이용하여 협력형 순항 제어 시스템을 개발하여 고속도로를 대상으로 기술 검증을 추진하고 있어서 자율 주행 자동차의 초기 형태로 도입될 가능성이 클 것으로 기대되고 있다.

3. V2X 통신 기술 개발

미국의 IEEE에서 표준화된 WAVE 통신 기술은 차량이 고속으로 이동하는 전파 환경에서 차량간 또는 차량과 인프라 간 패킷 메시지를 최대 1km까지 통신이 가능하고 메시지를 100msec 이내 짧은 시간 내에 주고 받을 수 있는 기술이다. WAVE 통신 표준은 5.9GHz 전용 주파수 대역을 사용하며 IEEE 802.11p와 IEEE 1609 통신 프로토콜 규격으로 구성되어 있다. IEEE 802.11p는 무선 전송을 위한 물리계층과 MAC 계층을 포함하고, IEEE 1609.1/2/3/4는 IEEE 802.11p 위에 탑재되는 멀티 채널 계층, 네트워킹 계층, 인증 보안 계층, 응용 서비스 계층을 포함하고 있다.

- IEEE 1609.1: ITS 응용 서비스 계층
- IEEE 1609.2: 인증 및 보안 계층
- IEEE 1609.3: 네트워킹 계층
- IEEE 1609.4: 멀티 채널 계층
- IEEE 802.11p: 물리계층과 MAC 계층

ETRI는 2007년부터 국가지원으로 VMC(Vehicle Multi-hop Communication) 기술 개발 사업과 스마트 하이웨이 기술 개

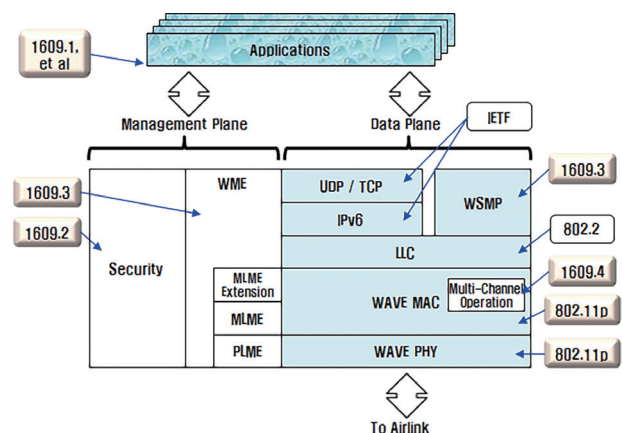


그림 5. WAVE 통신 계층 구조

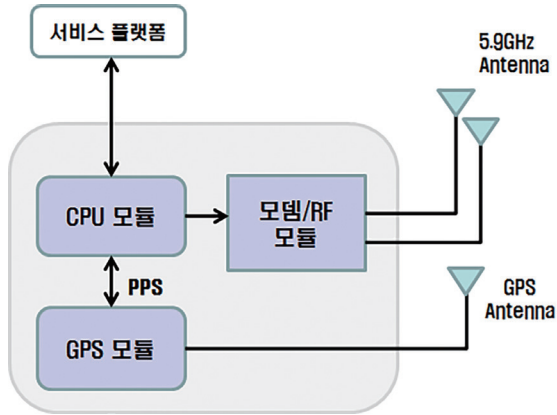


그림 6. WAVE 통신 모듈 구성

발 사업을 수행 하였으며 이러한 연구 과제를 통하여 WAVE 통신 핵심 기술을 확보하고 산업체와 공동으로 통신 모듈 ASIC, 차량 단말과 기지국 장치를 개발하고 실용화를 추진하고 있다.

차량 단말과 기지국 장치는 기본적으로 IEEE 802.11p와 IEEE 1609의 WAVE 통신 규격을 만족하도록 설계되어야 하며 고속 처리가 필요한 일부 기능은 하드웨어로 구현이 되어야 한다. 예를 들어 MAC 기능, 멀티채널 기능, 인증 및 보안 기능이 이에 해당이 된다. WAVE통신 하드웨어 모듈은 <그림 6>과 같이 프로세서와 모뎀, RF 기능과 GPS모듈 기능으로 구성이 되며 서비스 플랫폼과 연동된다. 자동차 주행 환경에서의 WAVE 무선 통신의 성능은 모뎀과 RF의 성능에 따라 결정이 되므로 이에 대한 성능 향상 연구가 매우 중요하다. 자동차 주행 환경은 도심지와 고속도로 환경을 모두 포함 하므로 도심지와 같은 열악한 다경로 페이딩 채널 환경에서 10% 이하의 PER 통신 성능을 만족하도록 통신 모듈과 RF 설계가 되어야 한다.

WAVE 통신은 5.9GHz 주파수 대역에서 10MHz 채널 대역을 사용하여 차량 안전 메시지를 OFDM 변조 신호로 변환하여 서로 이웃한 제어 채널과 서비스 채널을 동시에 전송한다. 이러한 신호를 다경로 페이딩 환경을 통해 수신할 때 이웃한 채널간의 간섭을 최소화해야 하고 채널 별로 다경로 페이딩으로 인한 채널 변화를 정확히 추정하고 복원하기 위한 최적의 채널 추정 기술이 연구되어야 한다.

WAVE 통신 모듈의 소프트웨어 스택은 커널상의 소프트웨어와 응용 서비스 소프트웨어로 구분 된다. 커널상의 디바이스 드라이버, MAC 송수신 기능, 라우팅 기능, IP 패킷 기능, WSMP 안전 메시지 기능, 그리고 관리 기능과 인증 및 보안 프로토콜 기능이 있으며 응용 서비스상에는 차량 안전 서비스, 협력 자율 주행 서비스, 운전자 인터페이스 등이 있다.

이러한 하드웨어와 소프트웨어가 통합된 차량 단말과 기지국

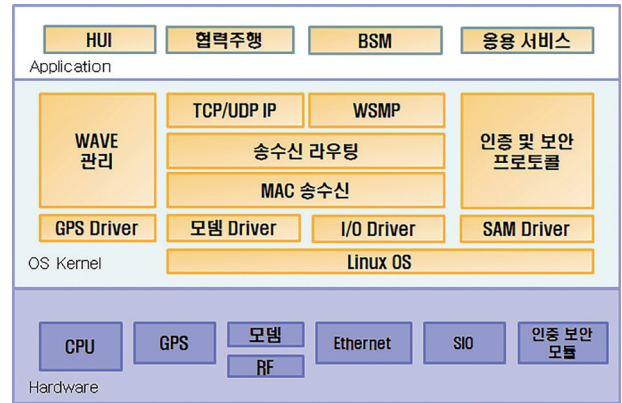


그림 7. WAVE 통신 모듈 소프트웨어 스택

장치는 계측기를 사용하여 통신 규격의 기능과 성능을 만족하는지 검증하였으며 RF 출력 성능 시험을 위해 측정된 정상도와 스펙트럼마스크는 각각 <그림 8>과 <그림 9>와 같다.

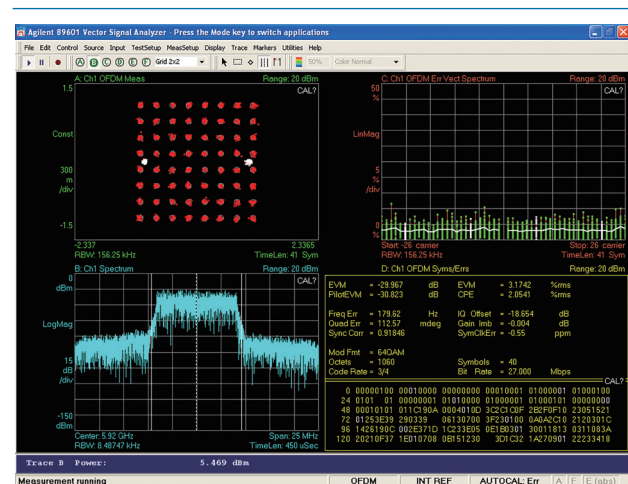


그림 8. 64QAM RF 출력 정상도

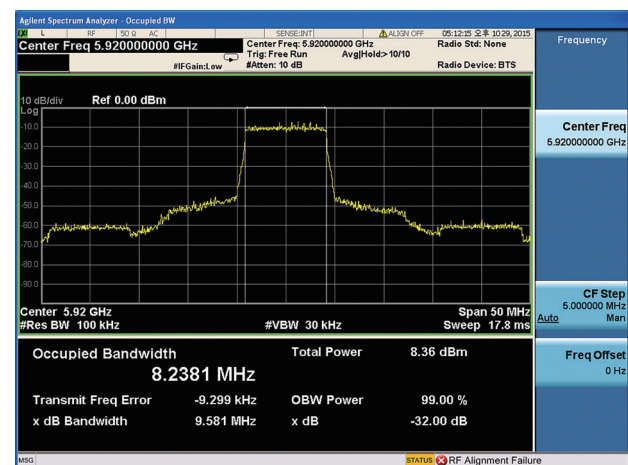


그림 9. RF 출력 스펙트럼마스크

4. V2X 통신 기술 표준화

WAVE 통신 표준은 미국이 도로교통안전을 위하여 FCC에서 5.9GHz 주파수 대역을 할당하고 2004년부터 표준화를 시작하여 2010년에 IEEE 802.11p 및 IEEE 1609의 주요 표준을 완료하였다. 이러한 과정에서 유럽과 상호 협력을 통해 유럽도 미국과 동일한 5.855~5.925GHz 주파수 대역을 할당하였으며 미국과 유럽이 통신 호환성을 갖도록 하였다. 이러한 WAVE통신 표준을 이용한 응용 서비스 표준은 ISO TC204 WG 18에서 미국과 유럽, 그리고 일본이 협력하여 추진하고 있으므로 WAVE 통신 관련 서비스는 상호 호환이 될 것으로 판단된다.

국내의 경우에는, TTA 에서 WAVE 통신 표준을 기반으로 서비스 요구사항, 시스템 구조, 물리계층, MAC 계층, 라우팅 계층에 대한 통신 표준을 제정 하였으며 응용 서비스 표준은 ITS Korea에서 추진하고 있다. 또한 국내에서도 V2X 시범 사업이 추진됨에 따라 WAVE 주파수 할당을 추진하고 있으며 통신장치의 인증을 위한 시험 규격 제정도 추진될 예정이다.

ITU-R에서는 ETC 및 교통정보 서비스를 제공하기 위하여 5.8GHz DSRC 통신 주파수 대역은 2002년도에 M.1453 권고안을 제정한 바 있으며, C-ITS 서비스를 위한 V2X 통신 주파수 대역에 대한 권고안 제정을 추진하고 있다. 현재 미국과 유럽은 5.9GHz 대역을 사용하고 있고 일본은 700MHz 대역을 사용하고 있으며 국내는 5.9GHz 주파수 대역을 검토하고 있어서 이를 기반으로 V2X 주파수 권고안을 마련할 계획이며 2019년 ITU-R WRC 의제로 추진하고 있다.

Item	USA	EU	Japan	Korea
Frequency Band (GHz)	5.855~5.925GHz (7 CH)	5.855~5.905GHz (5 CH)	700MHz (1 CH)	5.835~5.925GHz (Experimental)
Channel Spacing	10MHz, 20MHz	10MHz	10MHz	10MHz
Modulation	OFDM (BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM)	OFDM (BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM)	OFDM (BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM)	OFDM (BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM)
Channel Data Rate(Mbps)	6	6, 12	3,4,5,6,9,12,18	3,4,5,6,9,12,18
MAC	CSMA/CA	CSMA/CA (Time Slot based)	CSMA/CA (Time Slot based)	CSMA/CA (Time Slot based)
Operation Data Rate	3,4,5,6,9,12,18,24, 27	3,4,5,6,9,12,18,24, 27	3,4,5,6,9,12,18	3,4,5,6,9,12,18,24, 27

그림 10. 주요 국가의 WAVE 규격 비교

5. V2X 통신 기술 전망

WAVE 통신 기술은 미국과 유럽을 중심으로 실용화를 추진하고 있으며 협력 자율 주행도 병행 하여 추진하고 있다. 3GPP에서는 2014년 12월부터 V2X 서비스 연구를 시작하여 SA1에서 V2X 요구사항 Release 14버전 표준화를 추진하고 있다. 이 표준에서는 V2V, V2P, 그리고 V2I에 대한 서비스 Use Case를 정의하고 각각의 서비스에 대한 통달 거리, 패킷 Latency 등의



그림 11. 3GPP V2X 통신 서비스 개념

통신 성능을 검토하고 있다. 또한 비면허 주파수 대역, 전용 주파수 대역, 그리고 사업자 주파수에 대하여 논의하고 있다. 이와 함께 Release 15에서는 자율 주행 자동차를 고려한 서비스 요구사항을 표준화할 계획이다.

2016년부터는 5세대 이동통신(IMT-2020)에 대한 표준화도 추진될 계획인데 5세대 이동 통신에서는 광대역 전송기술, IoT 기술, 그리고 자동차 V2X 통신 영역에 대한 표준화를 추진하며 V2X 통신에 대한 성능 지표에 있어서는 Packet Latency가 1msec 이하야 하고 패킷 전송 성공률이 99.999% 정도로 신뢰성이 있어야 한다고 성능지표를 제시하고 있다. 이러한 성능 지표는 자동차의 자율 주행 제어 서비스를 포함하고 있음을 시사하고 있다.

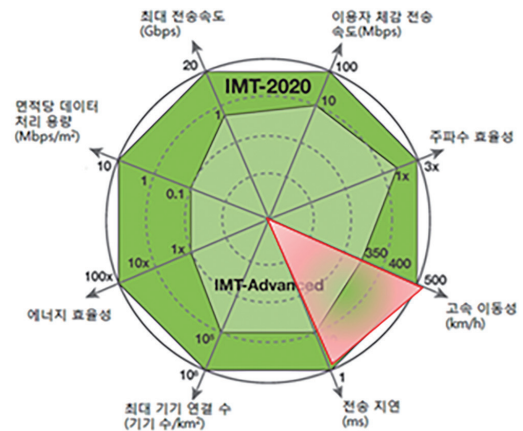


그림 12. IMT-2020 통신의 성능 지표

자동차의 차량 안전과 협력자율주행 서비스와 이에 관련된 V2X 통신기술의 발전에 따라 WAVE 통신 성능의 향상이 요구되고 있다. 차량 안전 서비스에서 자율 주행 제어 서비스로 발전함에 따라 V2X 통신의 실시간 응답성과 신뢰성이 우선적으로 요구되고 있으며, 또한 정보의 전송 용량 증대가 요구된다. <그림 13>은 자율주행제어 서비스를 제공하기 위한 ETRI의 V-Link 통신 기술 개념도를 보여준다.

자율 주행을 위해서는 차량주변 상황 정보와 차량 주행 정보

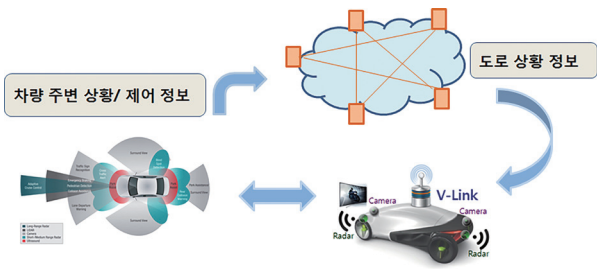


그림 13. ETRI V-Link 통신 기술 개념

를 실시간으로 생성하고 동시에 도로 주행 상황 정보도 실시간으로 생성하여 차량간에 공유를 해야 하므로 공유할 정보량이 기본적으로 증가하게 된다. 왜냐하면 차량에서는 차량 주변상황을 인지하기 위해 차량 레이더 정보와 비전 정보, 그리고 근거리 센서 정보를 융합해야 하며 비전 정보가 추가되면 정보량 자체가 Mbps 급으로 증가하며 도로 주행상황 정보도 마찬가지이다. 따라서 자율 주행 서비스에 있어서는 정보량이 증가할 뿐만 아니라 차량 제어에 활용할 정보이므로 정보의 실시간 전달과 신뢰성을 확보하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다.

ETRI는 차량고속이동환경에서 차량주변 상황 및 제어 정보와 도로 상황 정보를 전달하기 위하여 100Mbps 급 무선전송과 5msec 급 Latency를 갖는 무선 전송 기술을 제안하고 핵심 원천기술을 연구하고 있다. 또한, 기술의 필요성과 상용화를 위하여 국내외 표준화를 추진할 계획이다.

Ⅲ. 결 론

본 고에서는 차량 안전 서비스와 협력 자율 주행 서비스를 제공하기 위한 V2X 통신 기술의 개념을 설명하였으며, 현재 실용화를 추진하고 있는 WAVE 통신 기술과 ETRI에서 개발한 WAVE 통신 기술을 소개하였다. 그리고 V2X 통신 기술의 표준화 현황을 소개하고 3GPP에서 추진되는 5세대 이동통신의 연구 방향을 살펴보고 ETRI에서 연구하고 있는 V-Link 기술을 간략히 소개하였다. 향후에는, 5세대 이동통신 기술의 표준화와 현재 실용화 되고 있는 WAVE 통신 기술과의 연계 방안에 대하여 연구를 추진할 계획이다.

참 고 문 헌

[1] 오현서 “Connected Car를 위한 V2X 통신 기술”, SK

Technical Review, wp25권 3호, 2015.6.

- [2] DSRC RSU specification document, Ver. 4.0, April, 2014
- [3] Mobile and wireless communications Enablers for the Twenty-twenty Information Society (METIS)-Scenarios, requirements and KPIs for 5G mobile and wireless system, 2014.4.29. PP.66~71.
- [4] 3GPP Technical Specification Group Services and System Aspects; service requirements for V2X services (Rel.14), TS 22-185, Feb., 2016.
- [5] 조선비즈, “무인차 기술 이미 개발… 10년 내 핸들서 손 떼다”, 2012.09.

약 력



오 현 서

1982년 숭실대학교 전자공학과 학사
1985년 연세대학교 대학원 전자공학과 공학석사
1998년 연세대학교 대학원 전자공학과 공학박사
1982년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원
관심분야: 디지털 이동통신, ITS(Intelligent Transport System), V2X 통신, LTE_R



최 현 균

1995년 경북대학교 전자공학과 공학사
1997년 경북대학교 대학원 전자공학과 공학석사
2015년 충남대학교 대학원 전자공학과 공학박사
1997년~2000년 대우전자 주임연구원
2000년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원
관심분야: 차량간 통신, ITS(Intelligent Transport System), PON 통신



송 유 승

2001년 Wichita State University 박사 (이동통신)
2001년~2005년 삼성전자 통신연구소 책임연구원
2005년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원
2011년~현재 과학기술연합대학원대학교 겸임교수
관심분야: 이동통신, ITS, V2X 통신, 차량제어/경고 시스템 표준화