

WAVE 기반 차량 통신 기술 개발

한국전자통신연구원 | 이상우 · 최현균 · 오현서

1. 서론

최근 들어 차량에 IT 기술을 접목하여 운전자 및 탑승자에게 보다 안전하고 보다 편리한 자동차, 즉 지능형 자동차에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 기존 자동차의 에어백 또는 안전벨트 등과 같이 사고가 발생했을 경우 운전자 및 탑승자의 피해를 최소화하는 수동적 안전 시스템 보다 진일보한 능동형 안전 시스템을 위해서 여러 가지 기술들이 필요하며 이중 차량 통신 기술은 핵심 기술로 인식되고 있다. 또한 차량 통신 기술을 이용하여 기존의 ITS(Intelligent Transportation System)를 한 단계 더 발전시키려는 프로젝트들이 선진국을 중심으로 진행되고 있다. 차량 통신 기술을 이용하여 차량 이동환경에서 운전자와 탑승자에게 다양한 서비스를 제공할 수 있으며 차량 통신을 이용한 서비스는 크게 안전 서비스와 비안전 서비스로 나눌 수 있다. 안전서비스는 운전자와 탑승자의 안전을 위한 서비스로 추돌 방지 서비스, 응급 상황 전파 서비스, 교차로 안전 지원 서비스 등이 있다. 비안전 서비스는 교통정보 제공 서비스, 엔터테인먼트 서비스 등을 들 수 있다. 이러한 다양한 서비스 중에서 공공의 안전을 위한 안전서비스는 제공되어야 할 중요한 서비스로 인식되고 있다. 현재 진행중인 많은 프로젝트들, 예를 들어 CVIS(cooperative vehicle-infrastructure systems), SAFESPOT, COOPERS, IntelliDrive 등에서도 안전서비스를 주요 서비스로 고려하고 있다.

차량 통신은 고속으로 이동하는 차량간 및 차량과 기지국간 이루어지며 기존의 네트워크에 비해 몇 가지 특징을 갖는 네트워크를 구성한다. 이러한 특징을 반영하여 차량 통신 네트워크를 VANET(Vehicle Area Network)이라고도 한다. VANET은 다음과 같은 특징은 가지며 이러한 VANET의 특징은 뒤에 언급될 차량 통신 기술의 시스템 요구사항 및 설계 사양으로 반영

되어야 한다.

- 고속이동환경에서의 통신
- 기존의 무선랜보다 멀리 요구되는 통신거리
- 짧은 latency
- 잦은 네트워크 토폴로지의 변화
- 수시로 변화하는 네트워크 밀도

차량 통신은 크게 차량간 통신(V2V, Vehicle to Vehicle)과 차량-기지국간 통신(V2I, Vehicle to Infrastructure)로 나눌 수 있다. 차량간 통신은 주로 응급상황 전파와 같은 기지국이 없는 상황에서도 제공되어야 하는 서비스, 매우 작은 latency가 요구되는 서비스 등에 주로 사용되며 차량-기지국간 통신은 인포테인먼트 제공과 같은 서비스 등에 사용된다. 차량 통신 시스템의 개념도는 그림 1과 같다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 현재 이루어지고 있는 차량 통신 기술 표준화 현황에 대해 살펴본다. 3장에서는 차량 통신 기술 개발 관련하여 현재 한국전자통신연구원에서 개발 중인 VMC 통신 시스템에 대해 소개하고 4장에서 이를 이용한 시험 환경 및 결과를 기술하며 5장에서 결론을 맺는다.

2. 차량 통신 국내외 표준

2.1 북미

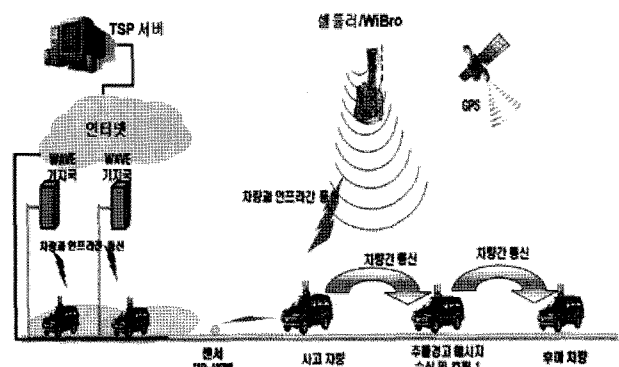


그림 1 차량 통신 시스템

† 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT핵심원천기술개발사업의 일환으로 수행되었음(2007-F-039-01, VMC기술개발).

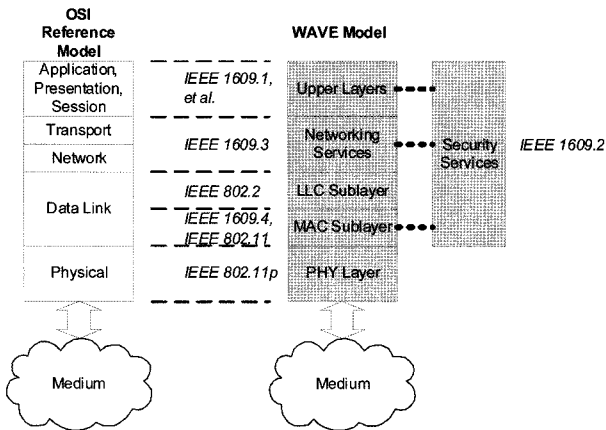


그림 2 WAVE 참조모델과 OSI 참조모델과의 관계

WAVE(Wireless Access for Vehicular Environments)는 차량에 연속적인 서비스를 제공하기 위한 무선 통신 시스템을 목표로 북미에서 진행 중인 표준 방식이며 기존의 무선랜 표준인 802.11에서 차량 통신 환경을 고려한 MAC/PHY 표준인 802.11p와 상위 프로토콜 계층 표준인 IEEE 1609를 포함한다. WAVE 모델과 OSI 참조 모델과의 관계와 해당 표준은 그림 2와 같다.

PHY 계층은 IEEE 802.11p를 이용하고 MAC 계층은 IEEE 802.11p와 IEEE 1609.4를 따른다.

IEEE 802.11p는 IEEE 802.11에서 차량 통신을 위해 추가 또는 변경되어야 하는 부분을 기술하고 IEEE 1609.4에서는 복수개의 채널을 사용하기 위한 복수 채널 동작에 대해 기술한다. IEEE 1609.2는 security 서비스 관련 표준을 정의하고 IEEE 1609.3은 네트워킹 관련 WSMP(Wave Short Message Protocol)을 정의하고 있다. IEEE 1609.1은 상위 계층인 어플리케이션을 정의하고 있다. IEEE 802.11p는 현재 표준화가 거의 완료되어 가고 있으며 2010년 하반기에 표준이 제정될 것으로 기대되고 있다. IEEE 1609는 현재 draft 표준을 진행 중에 있으며 IEEE 802.11p의 내용을 반영한 draft를 작업중에 있다.

WAVE 주파수 대역은 1999년 미국 FCC(Federal Communication Commission)가 5.9 GHz 대역에 75MHz를 DSRC용으로 할당하여 ITS 서비스에 사용하도록 하였다. 이 대역은 7개의 10MHz 채널로 구성될 수 있으며 현재 무선랜이 사용하는 2.4GHz나 5GHz 대역과는 달리 허가를 받아 사용하여야 한다.

2.2 유럽

북미의 WAVE처럼 유럽에서는 CALM(Communications Access for Land Mobiles)이라는 표준을 제정하기 위한 활동을 하고 있다. CALM은 새로운 무선 기술을 개발이 아닌 기존의 통신 기술과 차량에 최적화된 무

선랜 기술을 결합하기 위해 시작되었다. CALM 시스템은 통신방식에 따라 영향을 받지 않는 연속적인 통신을 사용자에게 제공함을 목적으로 한다. 북미에서 진행중인 WAVE MAC/PHY 기술도 하나의 통신방식(M5)으로 CALM에서 수용하고 있다.

ISO TC204 WG16은 다음과 같은 7개의 서브그룹으로 구성되어 있다. 각 서브그룹에서는 기술되어 있는 해당 기술 분야의 표준화를 추진한다.

- SWG 16.0 : Architecture
- SWG 16.1 : Media
- SWG 16.2 : Networking
- SWG 16.3 : Probe Data
- SWG 16.4 : Application Management
- SWG 16.5 : Emergency Communications
- SWG 16.6 : CALM ad-hoc subsystem
- SWG 16.7 : Security

CALM 통신의 일반적인 구조는 OSI 모델과 연결시킬 수 있으며 다음의 4가지 블록으로 구성되며 그림 3은 OSI 모델과의 연관관계를 나타낸다.

- 세션, 프리젠테이션 및 응용 : OSI 5-7 계층으로 사용자 어플리케이션에 대한 어플리케이션 프로그래밍 인터페이스(APIs)를 포함한다.
- 네트워크 및 전송 : OSI 3-4 계층으로 여러 접속 가능한 미디어에 어플리케이션 및 서비스를 바인딩을 담당한다.
- 물리 및 링크 : OSI 1-2 계층으로 일부의 CALM 미디어 및 일부의 외부 미디어를 규정한다.
- 관리기능은 통신 프로토콜 스택의 외부에 위치한다. 관리기능의 목적은 통신초기화 및 미디어와 서비스/어플리케이션 간의 연결 링크 해지와 관련된 제어기능을 수행한다.

2.3 한국

북미의 WAVE와 유럽의 CALM과 같이 국내에서도 TTA

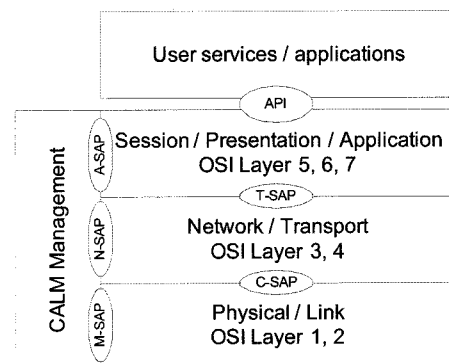


그림 3 SAPs, API 및 사용자 어플리케이션을 포함한 일반적 OSI 구조

(Telecommunication Technology Association, 한국정보통신기술협회) PG310 텔레매틱스/ITS 프로젝트 그룹 산하 차량간 통신실무반(WG3104)에서는 차량간 통신 규격의 표준 개발을 진행 중에 있다. 2007년부터 시작된 표준 작업은 차량간 통신 요구사항(TTAK.KO-06.0175) 및 차량간 통신 아키텍처(TTAK.KO-06.0193)에 대한 표준 제정을 완료하였다. 차량간 통신 요구사항에서는 차량간 통신 서비스 및 이에 대한 요구사항을 기술하고 있다. 또한 차량간 통신 시스템의 개요와 요구사항을 기술하고 있다. 차량간 통신 아키텍처에서는 시스템 구조를 정의하고 시스템을 구성하는 각 계층에 대한 정의를 기술하고 있다. 2008년부터는 차량간 통신 MAC/PHY 계층 및 네트워크 계층에 대한 표준 작업을 진행 중에 있다.

3. 차량 통신 시스템 개발

3장에서는 현재 한국전자통신연구원에서 개발 중인 VMC(Vehicle Multihop Communication) 프로젝트의 차량 통신 시스템에 대해 소개한다. 1장에서 언급한 것처럼 VANET은 기존 무선랜과는 다른 특징을 가지며 이러한 특징들은 시스템 개발에서 시스템 요구사항으로 반영된다. VANET의 특징을 반영한 VMC 차량 통신 시스템 요구사항은 다음과 같다.

- 속도: 최대 200km/h
- 통신반경 : 최대 1Km
- 통신 방식 : 유니캐스트, 브로드캐스트
- Latency: 최대 100msec
- Networking: V2V/V2I

VMC 차량 통신 시스템은 그림 4와 같이 단말 플랫폼, 차량 통신장치, 외장 안테나, 노변기지국으로 구성된다. 차량에는 운전자와의 인터페이스를 담당하는 단말플랫폼, 차량 통신을 담당하는 차량 통신장치가 설치된다. 노변기지국은 차량 외부의 도로변에 설

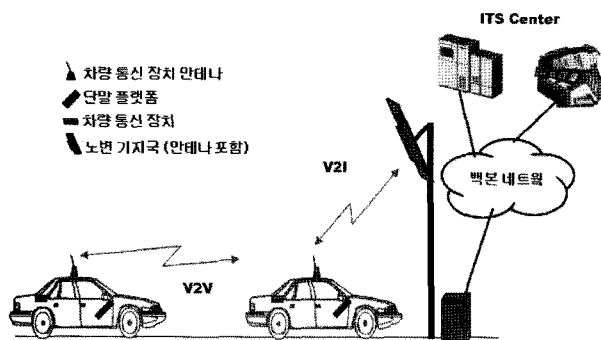


그림 4 VMC 차량 통신 시스템 구성

치되며 차량 통신장치와의 통신 및 외부 네트워크와의 통신을 담당한다.

VMC 차량 통신 시스템은 WAVE를 기반으로 한 시스템이며 다음과 같은 시스템 사양을 갖는다.

- 동작 주파수 : 5.8~5.9GHz
- 채널 대역폭 : 10MHz
- 변조 방식 : OFDM (BPSK, QPSK, 16-QAM)
- 채널 추정 방식 : preamble, midamble 기반
- MAC 프로토콜 : EDCA, 타임 슬롯 기반 CSMA/CA
- 멀티홉 라우팅 프로토콜 : 위치 기반 라우팅

우리나라에서는 아직 WAVE와 같은 주파수 대역을 사용할 수 없기 때문에 실험 주파수를 사용한다. MODEM은 OFDM 방식을 사용하며 10MHz 채널 대역폭을 이용하여 최대 12Mbps의 데이터 레이트를 지원한다. 또한 채널 추정 방식은 preamble 이용한 방식과 midamble을 이용한 방식을 지원한다. MAC 프로토콜은 DCF(Distributed Coordination Function)을 기본으로 하여 EDCA를 지원하도록 하고 있다. 또한 기존 DCF 방식의 단점을 보완하기 위한 타임 슬롯 기반 CSMA/CA 방식도 지원한다. 프레임은 멀티홉으로 전달하기 위한 라우팅 프로토콜은 위치 기반 라우팅 방식을 사용한다. VMC 통신 시스템은 기본적으로 802.11p와의 호환성을 유지하며 이를 기반으로 성능 향상을 위한 몇 가지 향상된 방법들을 추가로 지원한다. 이에 대해서는 뒤에서 좀 더 자세히 언급한다.

3.1 VMC 통신 플랫폼 구조

차량 통신장치와 노변기지국 모두 무선 통신을 위해 공통의 통신 플랫폼을 가진다. 그림 5는 VMC 통신 플랫폼의 하드웨어 구성을 나타낸다. VMC 통신 플랫폼은 전원부, GPS 모듈, RF 모듈, FPGA (MODEM & MAC H/W), 프로세서 (MAC S/W & routing)로 구성된다.

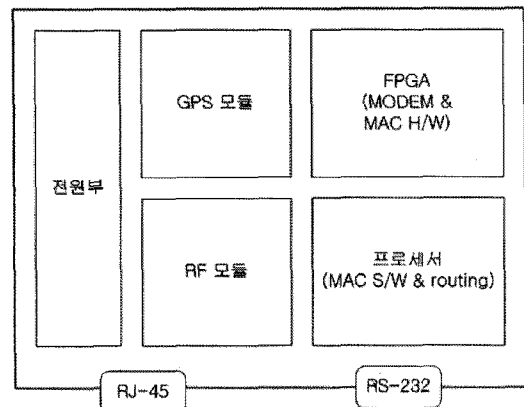


그림 5 VMC 통신 플랫폼 하드웨어 구성

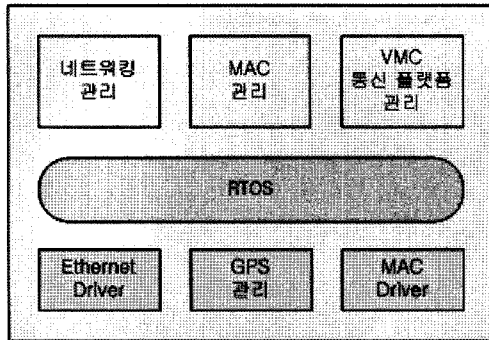


그림 6 VMC 통신 플랫폼 소프트웨어 구성

GPS 모듈은 위치기반 라우팅을 위한 차량 정보(경도, 위도, 속도 및 방향 등)를 제공하고 동기를 위한 PPS(Pulse Per Second) 신호를 제공한다. RF 블록은 MODEM 블록과 연결되며 디지털 신호를 아날로그 신호로(DAC) 아날로그 신호를 디지털 신호로(ADC) 변환하는 기능을 수행한다. FPGA는 MODEM 블록과 MAC 블록으로 구성된다. MODEM 블록은 BPSK, QPSK 및 16-QAM의 변복조 방식을 지원한다. MAC 블록의 경우 프로세서와 연결되며 FPGA는 MAC 하드웨어 블록을 프로세서는 MAC 소프트웨어 블록을 담당한다. MAC 기능을 하드웨어와 소프트웨어 부분으로 나눈 기준은 실시간성 및 처리속도 등을 고려하였다. 단말 플랫폼과의 연결을 위해 RJ-45 LAN 포트 또는 USB 포트를 사용한다. 또한 VMC 통신 플랫폼 운영을 위해 serial 포트를 사용한다.

그림 6은 VMC 통신 플랫폼의 소프트웨어 구성을 나타낸다. 소프트웨어 구성은 하드웨어 블록을 제어하는 드라이버 블록 및 상위의 관리 블록들로 구성된다. 안전 서비스를 위해서는 실시간성이 요구되므로 RTOS 기반으로 소프트웨어 블록들이 구성된다. MAC 드라이버는 MAC 하드웨어 부분의 초기화 및 프레임 송수신을 담당한다. 이더넷 드라이버는 단말 플랫폼과의 연동을 위해 사용되며 GPS 관리 블록은 앞에서 언급된 GPS 정보를 이용하여 멀티홉 라우팅 블록 및 MAC 관리 블록에서 사용되는 정보를 제공한다. 네트워크 관리 블록은 멀티홉 라우팅 및 IP/non-IP 기반의 메시지 전달 기능을 담당한다. VMC 통신 플랫폼 관리 블록은 플랫폼 운영 관련된 CLI(Command Line Interface) 제공 및 세부 블록 제어를 담당한다.

3.2 주요 기술

3.2.1 PHY 기술

RF 모듈은 BPSK의 경우 -85dBm의 sensitivity를 제공하며 이는 IEEE 802.11p 규격을 만족한다. 최대 EIRP (Equivalent Isotropically Radiated Power)는 23dBm이

표 1 안테나 규격

규격 항목	사양
동작 주파수	5.83-5.89GHz
이득	8dBi (± 1)
V.S.W.R	≤ 1.5
Polarization	$15^\circ \pm 2^\circ$
Normal impedance	50 Ω
Max power	1 Watt

표 2 802.11p 규격(10MHz 대역)

파라미터	값
Bandwidth	10MHz
FFT size	64
# of data subcarriers	48
# of pilot subcarriers	4
# of subcarriers(total)	52 (48+4)
subcarrier frequency spacing	0.15625MHz
Signal bandwidth	8.28MHz
IFFT/FFT period	6.4 μ s
GI duration	1.6 μ s
Symbol interval	8.0 (6.4+1.6) μ s

며 IEEE 802.11p에 정의된 class C 송신 스펙트럼 마스크를 지원한다. 무지향성 안테나를 사용하며 8dBi의 이득을 가진다. 이는 차량 통신장치와 노변 기지국 모두 해당된다. 표 1은 안테나 규격을 정리한 것이다.

MODEM 블록은 표 2와 같이 802.11p의 규격을 만족한다.

IEEE 802.11p에서는 preamble 기반의 채널 추정 방식을 사용하며 이는 기존 802.11에 정의되어 있는 방식을 변형없이 그대로 사용한 것이다. 그러나 preamble 기반의 채널 추정 방식은 길이가 짧은 프레임의 전송에는 적합하지만 길이가 길어지면 성능의 저하가 발생하게 된다. 앞에서 언급한 것처럼 VANET 환경은 고속의 이동에 따른 채널의 변화가 심하므로 길이가 긴 패킷의 전송에 대한 대책이 필요하게 된다. 이러한 문제점을 해결하는 방법으로 VMC 통신 시스템에서는 midamble 기반의 채널 추정 방법을 지원한다. midamble 방식은 주기적으로 훈련 심볼을 삽입함으로써 연속적인 채널 트래킹이 가능하도록 하는 것이다. 초기 채널 정보는 preamble에서 얻고 이후 midamble을 이용하여 채널 정보를 업데이트한다. 다양한 채널 환경에서 preamble 방식에 비해 효과적으로 동작하여 차량 이동환경에 적합한 성능을 나타낸다.

3.2.2 MAC 기술

MAC 블록도 기본적으로 IEEE 802.11p에 정의된 규격을 따른다. IEEE 802.11p에서는 DCF 기반의 EDCA

방식을 정의하고 있다. 4개의 AC(Access Category)에 따른 QoS를 제공하는 것이다. 그러나 이러한 방식도 기본적으로 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) 방식으로 동작하는 것이다. 많은 논문에서 지적 하였듯이 CSMA/CA 방식은 노드 수의 증가에 따라 전송하는 프레임의 충돌 확률이 급격히 증가하고 이에 따른 네트워크 throughput 저하가 심해진다는 문제점이 있다. VANET의 경우 통신에 참여하는 차량의 수가 빠르게 변화하게 되며 모든 차량이 기본적인 정보를 전송해야 하는 경우가 발생한다. 이러한 정보는 안전 서비스와 관련된 정보로써 일반적으로 불특정 다수를 위한 것이며 대부분 브로드캐스트로 전달된다. 이 경우 CSMA/CA 방식을 이용할 경우 충돌에 의한 패킷의 손실이 발생되며 브로드캐스트의 경우 유니캐스트와는 달리 재전송 방법도 없으므로 심각한 문제를 발생시킬 수 있다. 또한 노변 기지국과 차량 통신장치간의 공평성 문제도 고려하여야 한다. 노변 기지국의 경우는 다수의 차량 통신장치와 통신을 하여야 한다. 따라서 개개의 차량 통신장치보다 더 많은 대역폭을 요구하게 된다. 그러나 CSMA/CA 방식에서는 노변 기지국과 차량 통신장치를 구분할 수 없다. 따라서 차별화된 채널 접근 우선순위를 제공할 수 없게 된다. 이러한 단점을 극복하기 위한 방법으로 타임 슬롯 기반의 CSMA/CA 방식을 지원한다. 채널을 일정한 시구간으로 나누고 이 시구간을 여러개의 타임 슬롯으로 구분한다. 각 타임 슬롯에 대한 우선권을 부여함으로써 차별화된 채널 접근을 가능하게 한다. 이러한 방식을 사용하여 기존 CSMA/CA 방식의 문제점을 보완할 수 있게 된다.

3.2.3 멀티홉 전송 기술

멀티홉 전송은 네트워크 기능의 일부로써 상위에서 전달된 프레임을 목적지에 따라 중간 릴레이 노드를 이용하여 전달하는 기술이다. 멀티홉 전송은 브로드캐스트로 전달하는 방식과 유니캐스트로 전달하는 방식으로 나뉜다. 브로드캐스트로 전달하는 방식은 안전 메시지와 같이 응급상황을 전달하고자 할 때 멀티홉 전송을 이용하여 메시지의 전파범위를 확대하고자 하는 것이다. 유니캐스트의 경우는 통신을 하고자 하는 목적지를 파악하고 해당 목적지로 프레임을 전송하는 것으로 중간 릴레이 노드들이 목적지까지의 전달을 담당한다. 이러한 기능을 구현하기 위한 다양한 방식들이 제안되어 있으며 VMC 통신 플랫폼에서는 위치기반 방식을 이용하여 멀티홉 전송 기술을 구현하였다. 위치기반 방식을 이용함에 따라 각 노드(차량)

은 자신의 정보(위치, 속도, 진행방향 등)를 주기적으로 주변 노드에 알려주어야 하며 주변 노드의 정보를 수신하여 이웃노드 정보를 관리하여야 한다. 이 이웃노드 정보를 바탕으로 중계 노드 선정 알고리즘을 이용하여 생성된 프레임의 중계 노드를 선정한다.

4. 차량 통신 시험

3장에서 VMC 통신 플랫폼의 하드웨어 및 소프트웨어 구조를 살펴보았다. 본 장에서는 이러한 VMC 통신 플랫폼을 구현하여 시험한 결과를 기술한다. 시험은 802.11p에 정의된 기능을 구현하여 시험하였으며 앞에서 언급된 성능 향상을 위한 방법들은 시험시 사용되지 않았다. 시험은 실내외에서 이루어 졌으나 본 논문에서는 실외 시험에 대한 내용을 주로 다룬다.

4.1 시험 환경

그림 7은 VMC 통신 플랫폼을 이용한 차량 통신 시험 환경을 나타낸다.

시험 환경은 크게 시험 센터, 노변 기지국, 차량 통신장치로 구성된다. 시험 센터는 노변 기지국과 유선으로 연결되며 노변 기지국과 차량 통신장치는 무선으로 연결된다. 차량에는 차량 통신장치와 시험 장비를 탑재하였다. 시험은 앞서 언급된 시스템 요구사항을 시험 항목으로 반영하여 이루어 졌다. 주요 시험 항목은 이동시 통신 여부, 전파 범위, PER(Packet Error Rate) 및 전송 속도이다.

4.2 시험 결과

4.2.1 이동 속도

차량의 이동속도는 V2I의 경우 최대 180km/h의 속도로 이동하면서 시험을 수행하였고 V2V의 경우 각각 120km/h의 속도로 반대 방향으로 주행하여 시험을 수행하였다. 이 경우 두 차량 간의 상대속도는 240km/h

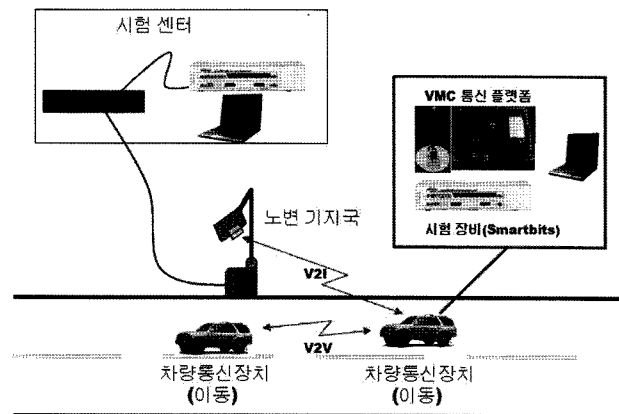


그림 7 차량 통신 시험 환경

가 된다. V2I 및 V2V 모두 최대 속도에서 통신이 원활히 이루어짐을 확인할 수 있었다.

4.2.2 전파 범위

전파 범위는 기지국에서 연속하여 프레임을 전송하고 이를 이동하는 차량이 수신하였을 시점에서의 기지국과 차량과의 거리를 측정하였다. 측정 결과 차량의 이동 속도가 증가함에 따라 통신 반경이 약간 감소하는 것을 볼 수 있었으나 시험 환경에서는 위치에 따라 약 1.7~0.9km 정도의 전파 범위를 나타내었고 1.7Km의 경우는 통신장치가 높은 곳에 위치하였고 LOS 확보가 용이한 곳에 위치하여 넓은 전파 범위를 나타낸 것으로 분석된다.

4.2.3 PER(Packet Error Rate)

PER 측정은 V2I, V2V 두 경우 대해 수행하였다. V2I의 경우 차량과 노변기지국, V2V의 경우 두 대의 차량이 각각 2000개의 프레임을 전송하고 상대방에서 수신한 프레임의 수를 계산하여 PER로 환산하였다. 프레임은 유니캐스트로 전송하였고 전송 실패시 재전송이 가능하도록 설정하여 시험을 하였다. 시험은 속도별(V2I : 60/100/120/160/180 km/h, V2V : 30/60/90/120 km/h), 프레임 크기별(512/1024/1518 bytes)로 수행하였다. 시험 결과 속도와 프레임의 길이에 따라 PER에 미치는 영향은 그다지 크지 않고 전체적으로 약 1% 미만의 성능을 나타내었다.

4.2.4 Throughput

Throughput 측정도 PER과 마찬가지로 V2I, V2V 두 경우 대해 수행하였다. 5대의 차량을 이용하여 시험을 수행하였고 V2I의 경우 차량과 노변기지국, V2V의 경우 두 대의 차량이 안정된 통신범위 내에서 연속적으로 프레임을 전송하고 상대방에서 수신한 프레임의 수를 이용하여 throughput으로 환산하였다. 나머지 차량은 100ms 간격으로 background traffic을 발생하도록 설정하였다. 시험은 속도별(V2I : 60/100/120/160/180km/h, V2V : 30/60/90/120km/h), 프레임 크기별(512/1024/1518bytes)로 수행되었다. 다수의 차량이 이동하는 환경에서 매번 동일한 시험 환경을 재연하기 어렵기 때문에 일부 시험 결과에 대한 분석에 어려움이 있었지만 전체적으로 V2V 경우가 V2I의 경우보다 좀 더 좋지 않은 결과를 보여주었다.

5. 결론

본 논문에서는 현재 연구가 활발히 진행되고 있는 차량 통신 기술에 대해 살펴보았다. 차량 통신 시스템은 기존 무선랜이나 MANET(Mobile Ad-hoc NETWORK)

에 비해 고속의 이동환경이라는 대표적인 특징을 가지며 이와 관련하여 많은 국내외 프로젝트 및 표준화 활동이 활발히 진행되고 있다. 3장에서는 현재 개발 중인 VMC 통신 플랫폼의 시스템 사양과 하드웨어 및 소프트웨어 구조에 대해 기술하고 이를 이용한 시험 결과를 소개하였다. 시험 결과를 분석한 결과 VMC 통신 플랫폼이 차량 통신 시스템이 요구하는 성능을 만족함을 확인하였다. 추후 seamless한 서비스를 위한 핸드오버 기능과 같은 부가 기능 및 차량 통신을 이용한 서비스 검증이 진행될 것이다.

참고문헌

- [1] COOPERS homepage, <http://www.coopers-ip.eu>
- [2] CVIS project homepage, <http://www.cvisproject.org>
- [3] PRE-DRIVE C2X homepage, <http://www.pre-drive-c2x.eu>
- [4] SAFESPOT integrated project homepage, <http://www.safespot-eu.org>
- [5] "The CAMP Vehicle Safety Communications Consortium, Vehicle Safety Communications Project Task 3 Final Report," U.S. Department of Transportation, 2005.
- [6] "Intelligent Transport Systems; European profile standard on the physical and medium access layer of 5GHz ITS," ETSI ES 202 663 V1.12, 2009.
- [7] IEEE P802.11p/D8.0-2009, Draft standard for information technology - telecommunications and information exchange between systems - local and metropolitan area networks-specific requirements, Part 11, Amendment 7: Wireless Access in Vehicular Environments, 2009.
- [8] IntelliDrive homepage, <http://www.intelldrivusa.org>
- [9] W. Cho, S. I. Kim, H. K. Choi, H. S. Oh and D. Y. Kwak, "Performance evaluation of V2V/V2I communications: the effect of midamble insertion," Proc. of Wireless Communications, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronic Systems Technology, pp. 793-797, 2009.
- [10] S. I. Kim, H. S. Oh, and H. K. Choi, "Mid-amble aided OFDM performance analysis in high mobility vehicular channel," Proc. of Intelligent Vehicles Symposium, pp. 751-754, 2008.
- [11] S. Lee, W. Cho, H. S. Oh and D. Y. Kwak, "Hybrid MAC for VANET," Available at IEEE documents server, <https://mentor.ieee.org/802.11/documents>,

document# IEEE 802.11-08/1273r1.

- [12] IEEE 1609.1, Trial Use Standards for Wireless Access in Vehicular Environments(WAVE)-Resource Manager, 2006.
- [13] IEEE 1609.2, Trial Use Standards for Wireless Access in Vehicular 3Environments(WAVE)-Management Messages, 2006.
- [14] IEEE 1609.3/D1.0, Trial Use Standards for Wireless Access in Vehicular Environments(WAVE)-Networking Services, December 2008.
- [15] IEEE 1609.4/D1.0, Trial Use Standards for Wireless Access in Vehicular Environments(WAVE)-Multi-channel Operation, December 2008.



이상우

1994 광운대학교 학사
1996 광운대학교 석사
1996~2000 대우전자
2000~현재 한국전자통신연구원
관심분야: 차량 통신 시스템, 텔레매틱스, ITS
E-mail : swlee@etri.re.kr



최현균

1995 경북대학교 학사
1997 경북대학교 석사
1997~2000 대우전자
2000~현재 한국전자통신연구원
관심분야: V2V/V2I 통신, 텔레매틱스, ITS
E-mail : choihk@etri.re.kr



오현서

1982 숭실대학교 학사
1985 연세대학교 석사
1998 연세대학교 박사
1982~현재 한국전자통신연구원
관심분야: 이동통신, ITS, 텔레매틱스, USN 통신
E-mail : hsoh5@etri.re.kr
