

자율협력주행을 위한 하이브리드 V2X 통신모듈 설계

Design of Hybrid V2X Communication Module for Cooperative Automated Driving

임기택¹ · 진성근¹ · 곽재민^{2*}

¹전자부품연구원 모빌리티플랫폼 연구센터

²목포해양대학교 항해정보시스템학부

Ki-taeg Lim¹ · Seong-keun Jin¹ · Jae-min Kwak^{2*}

¹Mobility Platform Research Center, Korea Electronics Technology Institute, Gyeonggi-do, 13509, Korea

²Division of Navigation Information System, Mokpo National Maritime University, Jeollanam-do, 58628, Korea

[요 약]

본 논문에서는 차량 환경에 적합하게 설계된 C-ITS 통신프로토콜과 이동 통신 프로토콜인 Legacy LTE 통신 기술을 함께 지원하는 하이브리드 V2X 통신모듈의 하드웨어 및 소프트웨어에 대한 설계 방안을 제안하고 설계과정을 제시한다. C-ITS는 저 지연 특성으로 인해 안전 서비스 어플리케이션에 적합하며, Legacy LTE는 고지연, 고용량 특성으로 인해 교통정보, 인포테인먼트와 같은 비 안전 어플리케이션에 적합한 기술이다. 하이브리드 V2X 통신 모듈은 복수의 통신기술로 WAVE와 LTE를 지원하고, WAVE에 대해서는 복수채널 통신을 지원하여, 자율주행 차량에 LDM, 측위보정정보 등의 도로정보를 실시간으로 전달하기 위한 목적으로 설계된다. 본 논문에 제시된 주요 설계 결과는 향후 차량용 하이브리드 V2X 통신 단말기 구현에 적용될 예정이다.

[Abstract]

In this paper, we propose a design method and process for hardware and software of hybrid V2X communication module that supports both C-ITS communication protocol designed for vehicle environment and Legacy LTE communication technology. C-ITS is suitable for safety service applications due to its low latency characteristics, and Legacy LTE is a technology suitable for non-safety applications such as traffic information and infotainment due to high latency and high capacity. The hybrid V2X communication module supports multiple communication technologies of WAVE and LTE, in which WAVE supports multiple channels, so that it is designed to transmit road information such as LDM and positioning correction information to an autonomous vehicle in real time. The main design results presented in this paper will be applied to the implementation of future hybrid V2X communication terminals for vehicles.

Key word : Vehicle to everything, Wireless access in vehicular environments, Intelligent transport system, Long term evolution.

<https://doi.org/10.12673/jant.2018.22.3.213>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 17 May 2018; Revised 4 June 2018

Accepted (Publication) 19 June 2018 (30 June 2018)

*Corresponding Author; Jae-Min Kwak

Tel: +82-61-240-7268

E-mail: kjm@mmu.ac.kr

1. 서론

1990년대 말, 미국에서 차량과 차량, 차량과 인프라, 차량과 사람이 직접 대화를 할 수 있는 새로운 기술의 필요성으로 마침내 V2X (vehicle to everything) 통신과 같은 새로운 ITS (intelligent transportation system) 서비스가 탄생하게 되었다. 미국은 CV (connected vehicle)이란 용어로, 유럽은 C-ITS (cooperative ITS), 일본에서는 ETC (electronic toll collection) 2.0이라는 용어로 표현되고 기술 발전이 이루어졌다[1],[2].

국내에서는 2013년 국토교통부에서 C-ITS 도입방안 연구를 시작하면서 C-ITS란 용어를 많이 사용하고 기존 ITS에서 발전된 차세대 ITS의 개념으로 사용하고 있다. 한국을 포함해 주요 선진국들은 차세대 ITS의 조기 도입을 위해 C-ITS 프로젝트를 적극적으로 추진하고 있으며, 콘셉트 및 기술 검증, 실 도로 시험, 시험구축, 그리고 사업화 단계 순으로 추진중이다. 미국, 유럽 등 선진국들은 WAVE (wireless access in vehicular environments) 통신 기반 안전서비스 제공 시범사업(미국 Safety Pilot Model Deployment, 유럽 ITS Corridor 등) 후 의무장착 등 본 사업 준비 중에 있다. 더 나아가 최근의 C-ITS기술은 차량제어기술과 접목하여 자율주행으로 이어질 준비를 하고 있다[1],[3].

최근에는 국제 표준화 단체인 3GPP에서 Rel.14에서 LTE (long term evolution) 기반의 V2X (LTE-V2X)를 글로벌 표준으로 반영하였으며, 이를 개선한 eV2X (enhanced V2X)에 대한 use case와 KPI를 정의하였다[1]. 국내에서도 SKT는 LG전자와 함께 3GPP표준에 기반하여 LTE-V2X 기술을 개발하고 성능 검증을 하였다고 발표하 바 있다.

본 논문에서는 차량 환경에 적합하게 설계된 WAVE 기반의 C-ITS 통신프로토콜과 이동 통신 프로토콜인 Legacy LTE통신 기술을 함께 지원하는 하이브리드 V2X 통신모듈의 하드웨어 및 소프트웨어에 대한 설계 방안을 제안하고 그 설계과정을 제시한다. C-ITS통신 프로토콜은 저 지연 특성으로 인해 차량간 V2V (vehicle to vehicle) 통신과 근거리 기지국-차량 간 V2I (vehicle to infra) 통신에 특화되어 있어 안전 서비스 어플리케이션에 적합하며, Legacy LTE는 고지연, 고용량 특성으로 인해 차량간 통신보다는 기지국-차량간 통신을 이용한 비 안전(교통 정보, 인포테인먼트 등) 어플리케이션에 적합한 기술이다 [4]-[6]. 이와 같은 통신기술간 특성 차이로 인해, 최근 전 세계적으로 C-ITS 통신프로토콜과 LTE프로토콜을 연동함에 있어서, C-ITS 통신프로토콜은 안전 서비스에 적용하고 LTE 프로토콜은 비 안전 서비스에 적용하는 추세이다. 이러한 추세에 따라 본 논문에서 설계하는 하이브리드 V2X 통신 모듈은 복수의 통신기술로 WAVE와 LTE를 지원하고, WAVE에 대해서는 복수채널 통신을 지원하여, 자율주행 차량에 LDM (local dynamic map), 측위보정정보 등의 도로정보를 실시간으로 전달하기 위한 목적으로 설계된다.

본 논문의 주요 구성은 다음과 같다. 2장에서 하이브리드

V2X에서 제공할 통신 서비스를 분류하고 3장과 4장에서 각각 하이브리드 V2X 통신모듈에서 다채널 WAVE와 LTE를 복합적으로 지원하기 위한 H/W 설계 방안과 S/W 설계방안을 제시한 후, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 하이브리드 V2X 통신 서비스 분류

한국(미국), 유럽, 일본에서 정의한 C-ITS 통신 프로토콜 표준은 차량 간 또는 차량-기지국 간에 지연 없이 빠르게 통신할 수 있는 전용메시지들을 정의하고 있다. 이는 각각 WSM(WAVE short message), BTP(basic transport protocol), ARIB(association of radio industries and businesses) L7 메시지이며, 차량 및 기지국에 탑재된 안전 서비스 어플리케이션은 해당 메시지들을 이용하여 빠르고 쉽게 안전 정보를 전달할 수 있다. 반면, 비 안전 서비스 어플리케이션은 WAVE 또는 LTE를 이용하여 IP 통신을 수행할 수 있다. 일반적인 V2X 시나리오 상 IP 통신 서비스는 차량과 인프라 내 서비스 서버와 이루어지며, 네트워크 지연을 겪기 때문에 실시간 전달이 중요한 안전 서비스 어플리케이션에는 적합하지 않아 비 안전 서비스에 주로 적용된다.

한국을 포함한 미국, 유럽 등지에서 개발 및 적용되고 있는 서비스 중 현재의 킬러 서비스의 일부를 표 1에 제시하였으며, 각각의 통신기술의 특성 차이를 고려하여 서비스의 특성에 따라 WAVE 또는 LTE를 적용할 수 있다.

표 1. 하이브리드 V2X 서비스별 분류(W : WAVE, L : LTE)
Table 1. Service Classification for Hybrid V2X.

Service contents	Type
Prevent collision by informing the vehicle ahead of the vehicle speed deceleration	W
Induce yield by informing approach of emergency vehicle	W
Propagate work section information on the road, induce safe driving	W/L
Propagate state of low-speed / stopped vehicles. Increase traffic efficiency.	W
Collect stagnant situation in front and notify back vehicle	W/L
Propagate important weather information to drivers	W/L
Pass signal information to vehicle to guide optimal speed for crossing	W
Provide road information (signal, speed, status, etc.) to the driver	W/L
Provide road speed limit information with driver	W/L
Generate various traffic information using the data collected from the probe vehicle	W/L
Provide intersection signal priority for emergency vehicles	W
Information service for city entry / exit	L
Provide drivers with location of gas station / station, reservation service	L
Parking available for drivers and transportation information	L
Provide optimal route based on real-time traffic information	L
Warning of collision risk through base station	W
Notify when approaching motorcycle on driver's route	W

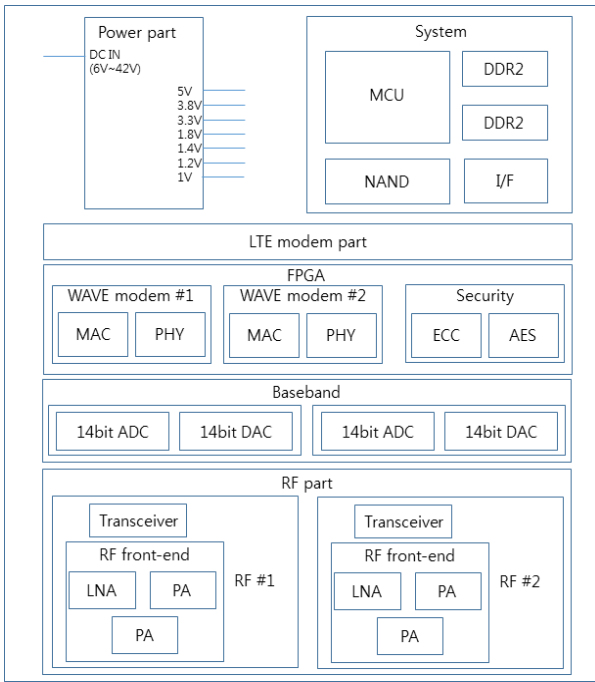


그림 1. 하이브리드 V2X 통신 모듈 블록도
 Fig. 1. Block diagram of hybrid V2X communication module.

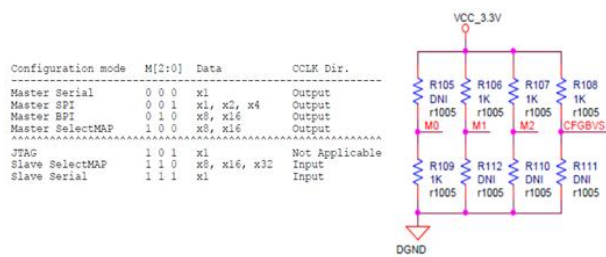


그림 2. Slave SelectMAP Mode 설정 및 주요 회로도
 Fig. 2. Slave SelectMAP mode configuration and major circuit diagram.

III. 하이브리드 V2X 통신모듈 H/W 설계

하이브리드 V2X 통신모듈의 전체 구성을 그림1에 나타내었다. 주 전원으로 DC 6V~42V의 입력 전압 범위를 가지며 이를 통하여 모듈 전체에 5V, 3.8V, 3.3V, 1.8V, 1.4V, 1.2V 및 1V의 전원을 공급한다. System부는 프로세싱 유닛인 MCU, 저장매체 NAND Flash, 주 메모리 DDR2 SDRAM으로 구성하였다. FPGA부는 WAVE 통신 모듈 2채널과 보안 가속 하드웨어로 구성된다. Baseband부에서는 WAVE 모듈 1 채널당 각각 14-bit ADC와 14-bit DAC로 구성된다. RF부는 WAVE 1채널당 각각 트랜시버 및 LNA, PA, Switch로 구성된 RF Front-end로 구성된다. LTE부는 M2 Slot 물리규격의 인터페이스를 갖고 USB2.0 RNDIS 방식으로 연결되는 Category 4 규격의 LTE 모듈로 구성된다.

3-1 MCU 부

V2X 통신모듈의 소프트웨어 스택 및 시스템 운용을 위해 MCU를 필요로 한다. 이를 위해 NXP사의 MPC5125를 적용하였다. MPC5125 제품은 텔레매틱스 마켓을 타겟으로 출시된 제품으로 PowerPC e300 Core를 적용한 제품이다. 해당 모듈은 Automotive Grade를 지원하고 Big Endian 구조의 MCU이다. MPC5125는 100 Mbps 이더넷, USB2.0 Hi-Speed, CAN 2.0 AB, SDHC, 범용 시리얼 통신(UART, SPI I2C 등), 범용 메모리 컨트롤러(SDR, DDR, DDR2, NOR Flash, NAND Flash, SRAM 등)와 같은 다양한 외부인터페이스를 지원한다.

MPC5125는 많은 기능을 제공함과 더불어 다양한 메모리를 지원하며 이에 따라 다양한 부팅 방법을 지원한다. V2X 통신모듈에 구현된 부팅 방법은 NAND Flash를 이용한 방법이며, 이를 통하여 부트로더로 부팅을 수행하고 리눅스 등 OS를 탑재하여 시스템 운용에 사용하도록 설계되었다.

3-2 하이브리드 V2X WAVE 모듈부

1) FPGA 부

하이브리드 V2X 통신모듈의 WAVE 모듈부 및 보안부 구현을 위해 Xilinx사의 Kintex-7 시리즈 XC7K480T-1FFG901 FPGA를 적용하였다. Xilinx사의 FPGA는 프로그래머블 로직 게이트 어레이로 기능 블록 구현을 위해 내부에 프로그래밍 램을 가지는 구조로 되어있다. FPGA의 기능 동작을 위해 JTAG를 이용하는 JTAG Mode, 외부 메모리를 이용하는 Master SelectMAP Mode 및 외부 MCU를 이용하는 Slave SelectMAP Mode를 제공한다. 구현된 방법은 Slave SelectMAP Mode로 MCU를 통해 FPGA의 기능을 업데이트 가능하도록 설계하였다. 또한 이를 통하여 외부 추가 메모리를 제거하고 BOM 면적 및 단가를 줄이도록 하였다. 그림2는 Slave SelectMAP Mode 설정을 위한 Mode Configuration 및 구현된 회로도이다.

2) 베이스밴드부

그림 3은 베이스밴드부의 클럭 분배 시스템이다. 베이스밴드 및 모듈 간 타이밍 동기를 위해 동일 클럭을 제공하도록 외부에 IDC사의 ICS553 클럭 버퍼를 적용하여 분배하도록 구현되었다. 주 클럭을 제공하는 SBTO27-40.000은 통신 성능 안정화를 위해 실험적으로 0.1ppm의 정확도를 갖는 40MHz 클럭 소스 제품이다.

베이스밴드부의 송신을 담당하는 DAC는 아웃 밴드의 스퓨리어스 제거를 위한 인터폴레이터 적용을 위해 14-bit 125Msps 성능을 갖는 Analog Device사의 AD9767 제품이 적용되었다. RF 트랜시버의 다이내믹에 맞추어 디지털 게인 조절을 위한 회로와 및 I/Q 신호의 DC offset 발생을 억제하기 위한 외부 바이어스 회로를 추가하여 베이스밴드 송신 품질을 극대화 하도록 설계하였다. 그림 4는 베이스밴드 DAC부 주요 회로도이다.

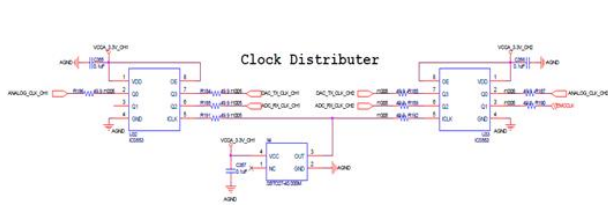


그림 3. 베이스밴드 클럭 분배 시스템 주요 회로도
 Fig. 3. Circuit diagram of clock distributor in baseband part.

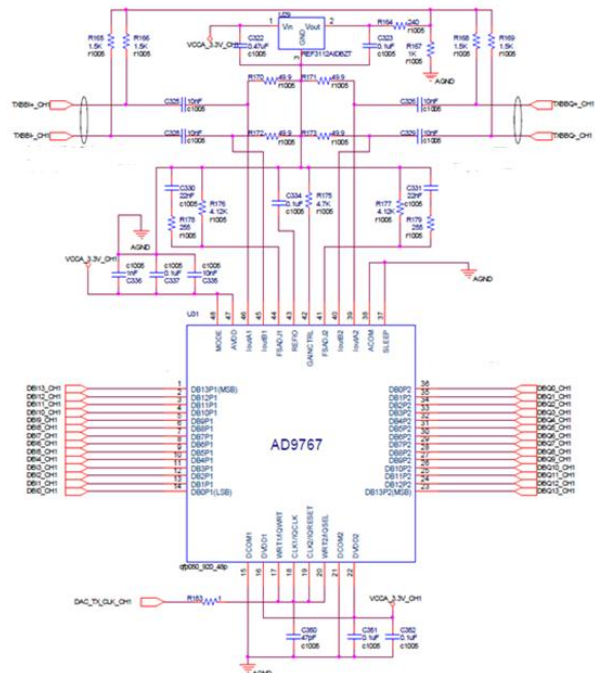


그림 4. 베이스밴드 송신부 DAC부 주요 회로도
 Fig. 4. Circuit diagram of transmitter DAC part in baseband.

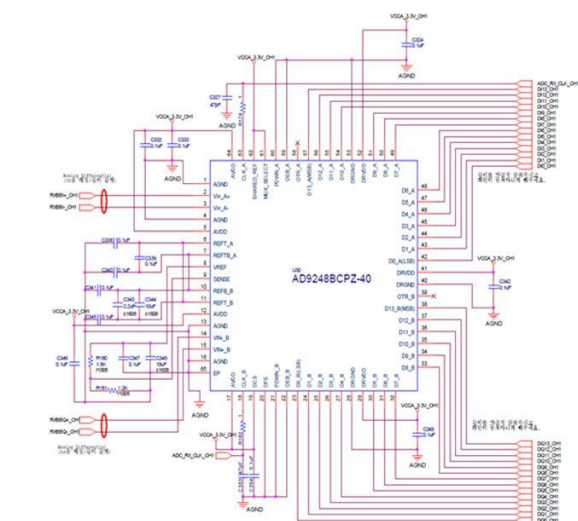


그림 5. 베이스밴드 수신부 ADC 주요 회로도
 Fig. 5. Circuit diagram of receiver DAC part in baseband.

베이스밴드 수신부에는 WAVE 통신의 인접채널 간섭, 고속 페이딩, 최소 수신감도 향상 등 성능 향상을 위하여 넓은 다이 나믹 레인지를 확보하도록 Analog Device사의 AD9248BCPZ-40 제품이 적용되었다. 수신부에도 인터플레이터 구현을 위해 40Msps 성능을 갖는 ADC가 적용되었으며 수신부의 다이내믹은 RF 트랜시버의 출력범위에 맞게 설정되었다. 그림5는 베이스밴드 수신부의 주요 회로도이다.

3) RF 부

하이브리드 V2X 통신모듈의 RF 트랜시버는 Maxim Integrated사의 MAX2829를 적용하였다. MAX2829는 Wi-Fi용 트랜시버로 개발되었지만, 내부에 주파수 합성기의 확장을 지원하여 5.855GHz~5.925GHz 범위의 주파수 발진이 가능하여 WAVE 통신에 사용할 수 있다. RF부에도 베이스밴드부와 동일하게 0.1ppm 정밀도의 40MHz 클럭을 적용하였다. 그림6은 RF 트랜시버부의 주요 회로도이다.

RF 트랜시버의 TDD(Time Division Duplexing) 동작 및 송수신 성능 향상을 위해 RF Front-end부에는 송신 PA, 수신 LNA 및 RF Switch가 적용되었다. 송신 PA는 Peak Power 33dB를 지원하는 SKYWORKS사의 SKY85405-11 제품이, 수신 LNA는 13dB 이득에 1.0dB의 낮은 노이즈 특성을 갖는 SKYWORKS사의 SKY65404-31 제품이 적용되었다. 또한 송신부에는 불필요한 전파가 증폭되어 송신되거나 PA의 효율이 떨어지는 부분을 방지하기 위하여 PA 입력부에 muRata사의 LFB2H5G78 SG7A175 RF 대역통과필터가 적용되었다. RF Switch는 송수신 상호 전파 전달로 인한 부품 소손을 방지하기 위해 43dB의 격리 특성을 갖는 Peregrine Semiconductor사의 PE42423 제품이 적용되었다. 해당 제품은 흡수성 토폴로지 제품으로 스위치 내부에 ESD 회로 및 사용하지 않을 경우 매칭 네트워크를 통해 그라운드로 불요전파가 흡수 되도록 설계된 제품이다.

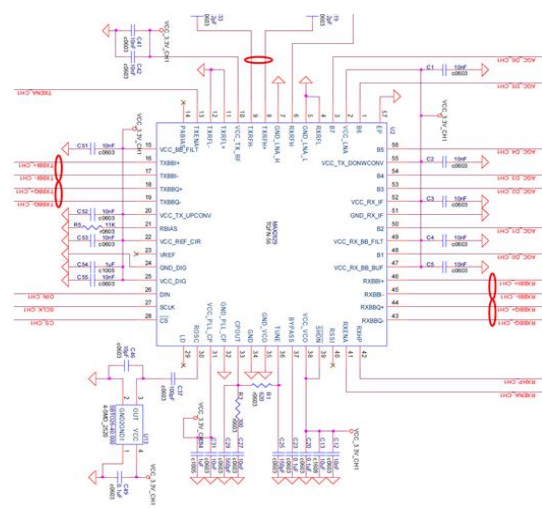


그림 6. RF 트랜시버부 주요 회로도
 Fig. 6. Circuit diagram of RF transceiver part.

3-3 하이브리드 V2X LTE 모듈부

LTE 기술은 ITU에서 제안한 요구사항을 기반으로 3GPP 단체에서 표준을 정의하고 발전시키고 있는 기술이다. 3GPP는 LTE 기술의 사용 분야에 따라 내부적으로 디바이스들의 분류를 3GPP TS 36.306 문서에 정의하고 있다.

3GPP에서 정의하고 있는 LTE Category 정의에 따르면 각 Category는 하향링크 및 상향링크의 속도와 사용하는 3GPP 표준 버전에 따라 구분된다. 또한 각 통신사의 운용 정책에 따라 디바이스의 분류를 나누어 사용 가능한 Category가 정의된다.

하이브리드 V2X 통신장치는 사물통신 (M2M; machine to machine) 디바이스로 분류되며 사용 가능한 Category는 0부터 4까지 이다. 이 중 Category 0는 IoT 디바이스용으로 사용되며 통신 속도가 매우 낮다. Category 1부터 3까지는 카드 단말, 이동식 게이트웨이, 라우터 등에 사용되며 Category 4는 하향링크 150 Mbps, 상향링크 50 Mbps의 전송 속도를 갖는 M2M용 디바이스가 지원하는 가장 높은 Category이다. 본 연구에서는 국내 통신 업체인 SK텔레콤의 M2M 디바이스를 사용하여 하이브리드 V2X 통신 모듈의 LTE 부를 구현하기로 하고 KC인증 및 SK텔레콤 통신망 인증을 통과한 AM텔레콤 사의 AMM571SK 모듈을 선정하였다.

AMM571SK 모듈은 퀄컴 사의 MDM9207-0 모뎀칩을 사용하며 WCDMA/HSPA+ 및 LTE 통신을 지원하여 3G 및 4G 통신을 지원한다. WCDMA 및 HSPA+ 통신은 Band 1을 지원하며 LTE 통신은 Band 1, 3 및 5를 지원한다. AMM571SK 모듈은 MDM9207-0, 메모리, RF 프런트 엔드, WTR2965, PMD9607 및 인터페이스 커넥터로 구성된다. MDM9207 칩셋은 HSPA+, WCDMA 및 LTE를 포함한 광범위한 무선 인터페이스 표준에서 고성능 데이터 응용 프로그램을 지원한다. 지원되는 RF 동작 대역은 WTR2965 칩셋에 의해 정의된다. 지원되는 내장 메모리는 NAND 및 SDRAM이다. PMD9607 디바이스는 모듈의 모든 전력을 관리한다. 모듈은 UART, UIM, GPIO, JTAG 및 USB의 인터페이스를 지원한다. 그림 7은 AMM571SK 모듈의 시스템 블록도이다.

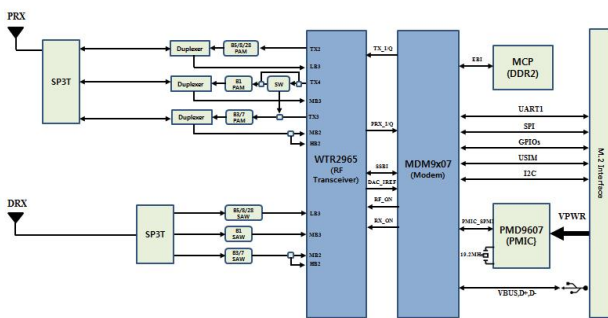


그림 7. AMM571SK 모듈 블록도
Fig. 7. Block diagram of AMM571SK module.

IV. 하이브리드 V2X 통신모듈 소프트웨어

하이브리드 V2X 통신모듈은 임베디드 리눅스 기반에서 동작하도록 설계한다. 따라서 WAVE 및 LTE 통신에 관련된 드라이버, 어플리케이션 소프트웨어 등은 리눅스 기반으로 구현되어 동작한다.

4-1 C-ITS 통신 프로토콜 소프트웨어

C-ITS 통신 프로토콜 소프트웨어는 다음과 같이 크게 세 가지 영역으로 분리된다.

- WAE(WAVE Access Entity)
한국(미국), 유럽, 일본의 V2X 통신 관련 표준에서 정의하고 있는 MAC/PHY 계층 기능을 구현하며, 커널 레벨에서 동작
- WNE(WAVE Network Entity)
한국(미국), 유럽, 일본의 V2X 통신 관련 표준에서 정의하고 있는 네트워크 계층 및 상위 계층 기능을 구현하며, 유저 레벨에서 동작
- API(Application Programming Interface)
서비스 어플리케이션이 각 표준의 전송메시지를 사용하여 안전 메시지를 교환할 수 있도록 API를 라이브러리 형태로 제공.
어플리케이션이 WAVE 인터페이스를 통해 IP 통신을 수행할 경우에는 WAVE API가 아닌 리눅스 커널에 포함된 표준 소켓 인터페이스 및 TCP/IP 프로토콜 스택을 사용한다.

C-ITS 통신 프로토콜 스택을 구동시키기 위해서는 다음과 같은 필수 파일을 통신모듈에 다운로드 하여 실행한다.

- wae-{version}.ko
WAE 기능을 구현한 리눅스 커널 드라이버 바이너리
- wne-{version}
WNE 기능을 구현한 리눅스 어플리케이션 바이너리
- iw
WAE/WNE 제어 유틸리티
- mlme
MAC 계층 제어 유틸리티
- runWave.sh
WAVE 프로토콜 소프트웨어 구동 스크립트

이 외의 다양한 유틸리티를 사용하여 프로토콜 스택을 제어하거나 또는 어플리케이션에서 다양한 API를 이용하여 직접 제어할 수 있다.

통신모듈 상에서 “runWave.sh” 스크립트를 실행하면 그림 8과 같이 C-ITS 통신 프로토콜 소프트웨어가 구동되며, 이후 각 어플리케이션은 C-ITS 통신 프로토콜 소프트웨어가 제공하는 API들을 이용하여 C-ITS 통신 기능을 이용할 수 있다.

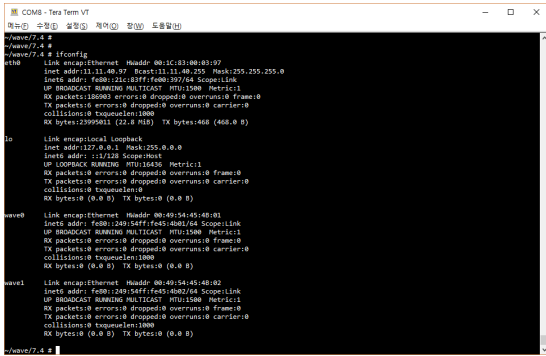


그림 8. WAVE 프로토콜 SW 구동상태(두개 WAVE 채널)
 Fig. 8. Activated status of WAVE protocol SW(two WAVE channel).

또한 WAVE 인터페이스를 통해 IP 통신을 수행하기 위해서, 각 WAVE 인터페이스에 다음과 같이 IP를 할당할 수 있으며, 이후 해당 인터페이스를 통한 IP 통신이 가능하도록 설계하였다.

4-2 LTE 프로토콜 소프트웨어

하이브리드 V2X 통신모듈에 적용된 AMM571SK LTE 모듈은 USB 또는 UART 인터페이스를 통하여 호스트와 연결된다. UART 인터페이스를 이용할 경우 AT 커멘드를 이용하여 저속 통신을 하게 되며 USB 인터페이스를 이용할 경우 설정에 따라 CDC-ACM, CDC-ECM, RNDIS, RMNET, MBIM 모드를 사용할 수 있다. 기본 값은 가장 범용적으로 사용되는 RNDIS 모드이다. 본 모듈이 지원하는 LTE Category 4의 하향링크 150 Mbps의 통신 속도를 사용할 경우 반드시 USB 인터페이스를 통한 RNDIS 모드를 사용하여야 한다. RNDIS는 동적 플러그 앤-플레이 버스에서 네트워크 디바이스를 위해 마이크로소프트사에서 개발한 프로토콜이다[7]. RNDIS는 USB Communication Device Class Version 1.1에서 정의된 Abstract Control 모델을 사용하여 USB상에서 지원되며 그에 따라 현재 대부분의 OS에서 USB 표준 클래스 드라이버로 기본적으로 내장되어 있다. LTE 모듈이 통신모듈 시스템에 연결되면 그림9와 같이 USB 디바이스 클래스에 usb0라는 이름으로 등록 된다.

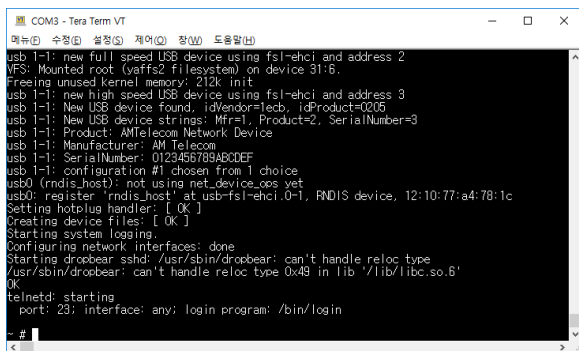


그림 9. LTE 모듈의 RNDIS 디바이스 인식
 Fig. 9. Identification of RNDIS device in LTE module.

하이브리드 V2X 통신모듈의 LTE 소프트웨어를 구동시키기 위해서는 많은 절차를 수행할 필요가 없이, 모듈 내에서 자체적으로 수행된다. 통신모듈 부팅 시, LTE 모듈은 자체적으로 초기화되며 통신모듈 시스템에는 위 그림과 같이 USB로 연결 된다.

이 후 LTE 모듈이 외부와 통신하기 위해서는 LTE 모듈 내부에 구현된 DHCP 서버로부터 IP를 할당 받아야 한다. AMM571SK LTE 모듈은 내부에 LTE 통신망과 USB RNDIS 인터페이스 간에 브릿지 기능을 구현하여 호스트 사이드에서 쉽게 TCP/IP 통신에 접근할 수 있으며 다음과 같은 방법으로 IP 할당이 가능하다.

- Isusb 명령으로 LTE 모듈의 연결 상태를 확인
- AMM571SK LTE 모듈은 RNDIS 모드로 설정 시 VID:1ECB, PID:0205의 값을 갖는다. 호스트의 USB 포트에 연결 후 리눅스의 Isusb 명령을 통해 해당 장치가 잘 연결되었는지 확인 할 수 있다.
- iwconfig 명령으로 usb0 인터페이스 등록 확인
- 리눅스의 iwconfig 명령은 본래 무선 인터페이스 설정을 위한 명령이지만, 디바이스 드라이버에 연결된 네트워크 디바이스의 리스트를 보여주는 기능이 있다. iwconfig 명령을 사용하면 연결된 LTE 모듈이 네트워크 디바이스 노드로 시스템에 잘 등록되었는지 확인할 수 있다.
- udhccp -i usb0 명령으로 IP 동적 할당

리눅스 시스템에는 dhcp와 관련된 기능이 기본적으로 포함 되어있지 않다. 따라서 DHCP 기능을 사용하기 위해 busybox 유틸을 사용해야 하며 busybox 유틸 빌드 시 DHCP client 기능을 활성화해야 한다. AMM571SK LTE 모듈은 DHCP 서버를 통해 호스트에 IP를 동적 할당한다. 따라서 그림 10과 같이 모듈 연결 후 마지막으로 udhccp -i usb0(인터페이스 이름) 명령을 통해 네트워크 설정을 완료한다. 해당 명령을 통해 IP, NETMASK, DNS 설정까지 모두 이루어진다.

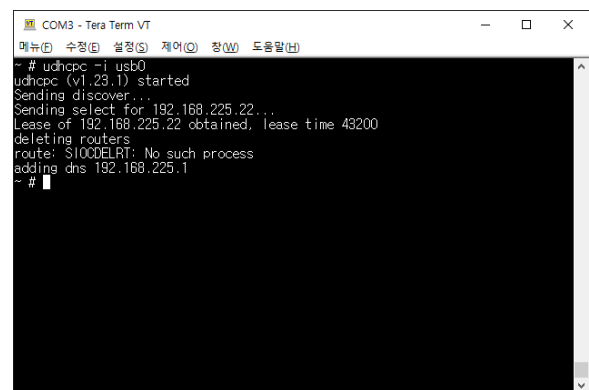


그림 10. udhccp 명령을 통한 IP 동적할당
 Fig. 10. IP dynamic allocation by udhccp command.

V. 결 론

본 논문에서는 차량 환경에 적합하게 설계된 C-ITS 통신프로토콜과 이동 통신 프로토콜인 Legacy LTE 통신 기술을 함께 지원하는 하이브리드 V2X 통신모듈의 하드웨어 및 소프트웨어에 대한 설계 방안을 제안하고 설계과정을 제시하였다. 제안하는 하이브리드 V2X 통신 모듈의 설계방식에서는 복수의 통신기술로 WAVE와 LTE를 지원하고, WAVE에 대해서는 복수채널 통신을 지원하도록 하였다. 이를 위해 하이브리드 V2X 통신모듈의 H/W 및 통신모듈 S/W 설계방안과 설계과정을 제시하였다.

제안한 설계 결과를 확장하여 향후 자율주행 차량에 LDM, 측위보정정보 등의 도로정보를 실시간으로 전달하기 위한 목적으로 하이브리드 V2X 통신단말기의 효율적인 구현을 위한 추가 연구를 진행할 예정이다.

Acknowledgement

본 연구는 산업통상자원부 자율주행자동차핵심기술개발사업의 세부과제인 “자율주행 지원용 V2X 통신모듈 개발(10080063)” 과제의 지원에 의해 수행된 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

References

- [1] K. Lim, “Vehicle communication system technology evaluation and management service,” *KEIT PD Issue Report*, Aug. 2016.
- [2] S. h. An, B. H. Lee, and D. R. Shin, “A survey of intelligent transportation systems,” in *2011 Third International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks*, Bali: Indonesia, pp. 332-337, July, 2011.
- [3] AASHTO national connected vehicle field infrastructure footprint analysis [Internet]. Available: https://www.pcb.its.dot.gov/t3/s140522/s140522_cv_footprint_analysis_presentation_garrett.pdf.
- [4] A. Vinel, “3GPP LTE versus IEEE 802.11 p/WAVE: which technology is able to support cooperative vehicular safety applications?,” *IEEE Wireless Communications Letters*, Vol. 1, No. 2, pp. 125-128, Feb. 2012.
- [5] S. Eichler, “Performance evaluation of the IEEE 802.11 p WAVE communication standard,” in *Vehicular Technology Conference*, Baltimore : MD, pp. 2199-2203, Sept. 2007.
- [6] Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio access capabilities [Internet]. Available: <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=2434>.
- [7] Overview of remote NDIS (RNDIS) [Internet]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-hardware/drivers/network/overview-of-remote-ndis—ndis->.



임 기 택 (Ki-taeg Lim)

1994년 2월 : 한양대학교 전자공학과 (공학사)
 1996년 2월 : 한양대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 2010년 2월 : 한양대학교 대학원 전자컴퓨터공학과 (공학박사수료)
 1996년 3월~현재 : 전자부품연구원 모빌리티플랫폼연구센터 센터장
 ※관심분야 : V2X 통신기술, 스마트카 전장시스템



진 성 근 (Seong-keun Jin)

2008년 2월 : 한국외국어대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
 2010년 2월 : 한양대학교 대학원 전자컴퓨터통신공학과 (공학석사)
 2009년 12월~현재 : 전자부품연구원 모빌리티플랫폼연구센터 선임연구원
 ※관심분야 : V2X 통신기술, SoC, Embedded System



곽 재 민 (Jae-min Kwak)

2002년 8월 : 한국항공대학교 대학원 통신정보공학과 (공학박사)
 2002년 7월~2003년 7월 : 한국전자통신연구원 네트워크 연구소 (Post-doc.)
 2003년 7월~2008년 2월 : 전자부품연구원 SoC 연구센터 책임연구원
 2008년 3월~현재 : 목포해양대학교 항해정보시스템학부 부교수
 ※관심분야 : 디지털 통신 시스템, 유무선 통신신호처리