

<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2015.15.2.111>

JIIBC 2015-2-16

전기차와 충전기 간 HPGP 기반 통신 신뢰성 테스트 방안

Test Method of Communication Reliability based on HPGP between PEV and EVSE

최병곤*, 김경석**

Byeong-Gon Choi*, Kyung-Seok Kim**

요 약 스마트 그리드(Smart Grid)는 기존의 전력망에 정보 통신 기술을 접목하여 양방향으로 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화하는 차세대 지능형 전력망이다. 스마트 그리드 구현을 위한 HPGP 통신 규격은 신형 스마트 에너지, 홈 자동화, 전기 자동차 통신 어플리케이션 구동을 위해 개발되었다. HPGP 통신 규격은 이전 규격인 HPAV과 상호 운용이 가능하며 저비용, 저전력의 장점이 있다. 새로운 통신 규격의 도입을 위해서는 신뢰성 및 상호 운용성 검증에 대한 분석이 필요하다. 본 논문에서는 이러한 스마트 그리드의 중요한 응용프로그램 중 하나인 전기차와 충전기 간 전력선 통신에 대한 신뢰성 테스트 방안으로써 스니퍼 테스트 방법을 제안한다. 또한, 전기차와 충전기 간 HPGP 기반 전력선 통신 환경에서 QCA7000 Device, AVitar, Tool Kit을 이용한 스니퍼 테스트 결과를 분석하였다.

Abstract Smart Grid is a next-generation intelligent grid to optimize energy efficiency by integrating information and communication technologies to the existing power grid as a two-way exchange of information. HPGP communication standard for smart grid implementation has been developed for the emerging smart energy, home automation, electric vehicle communications applications. HPGP communication standard has the advantage of reducing cost and power consumption. Also, it can be interoperated with the previous HPAV communication standard. For the introduction of a new communication standard, the analysis of the reliability and interoperability verification is required. In this paper, we present sniffer test method as reliability test method about power line communication between PEV(Plug-in Electric Vehicle) and EVSE(Electric Vehicle Supply Equipment). Power line communication between PEV and EVSE is one of the most important Smart Grid applications. Also, we analyzed sniffer test results about power line communication based on HPGP between PEV and EVSE by using QCA7000 device, AVitar and Tool kit.

Key Words : Reliability test, Power line communication, PEV, EVSE, HPGP

I. 서 론

스마트 그리드(Smart Grid)는 기존의 전력망에 정보

통신 기술을 추가하는 네트워크로써 전력 공급 외 통신을 위한 데이터 교환이 가능하여 에너지 효율을 높일 수 있는 전력망이다.^{[1][2]} 차세대 지능형 전력망으로써 스마

*준회원, 충북대학교 전자통신공학과

**정회원, 충북대학교 전자통신공학과(교신저자)

접수일자 : 2015년 1월 13일, 수정완료 : 2015년 2월 13일

게재확정일자 : 2015년 4월 10일

Received: 13 January, 2015 / Revised: 13 February, 2015 /

Accepted: 10 April, 2015

**Corresponding Author: kseokkim@cbnu.ac.kr

Department of Electrical and Electronic Engineering, Chungbuk National University, Korea

트 그리드의 효율적인 에너지 관리와 저전력의 통신 기술을 위한 다양한 통신 규격이 모색되고 있다.^[2]

HPGP 통신 규격은 스마트 그리드 구현을 위한 전력선 기반의 통신 규격으로써 신형 스마트 에너지, 홈 자동화, 전기 자동차 통신 어플리케이션 구동을 위해 개발되었다. HPGP 통신 규격은 이전 규격인 HPAV 통신 규격과 상호 운용이 가능하며 HPAV 대비 75%의 전력소모를 줄일 수 있을 것으로 예상하고 있다.^[2] 최근에는 스마트 그리드의 중요한 응용프로그램 중 하나인 PEV(Plug-in Electric Vehicle)와 EVSE(Electric Vehicle Supply Equipment) 간 전력선 통신과 전원 관리 기능이 포함된 새로운 버전이 개정되었다.^[2] PEV 충전 및 EVSE와의 전력선 통신은 장소에 구애받지 않는 충전 및 통신 수단을 제공하는 것을 목표로 하고 있다.^[2] 이러한 새로운 통신 규격의 도입을 위해서는 신뢰성 및 상호 운용성 검증에 대한 분석이 필요하다.^[2]

본 논문에서는 PEV와 EVSE 간 HPGP 기반 전력선 통신에 대한 신뢰성 테스트 방안으로써 스니퍼 테스트 방법을 제안한다. 스니퍼 테스트란 네트워크에 별도의 Device를 삽입하여 네트워크 구성요소 확인하고 네트워크 내에서 교환되는 데이터를 확인 및 raw data 형태로 추출이 가능한 신뢰성 테스트 방안이다. 이 방법을 이용하면 네트워크 내에서 실제로 교환되는 데이터를 확인하여 데이터의 구조 및 의미를 파악할 수 있으며 오류가 발생하였을 경우 오류 발생 위치뿐만 아니라 오류 발생 데이터의 종류까지 확인 가능한 장점이 있다. 본 논문에서는 PEV와 EVSE 간 HPGP 기반 전력선 통신 환경을 구성하고 QCA7000 Device, AVitar, Tool kit을 이용한 스니퍼 테스트 결과를 분석한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 HPGP 통신 규격을 물리계층과 MAC계층으로 구분하여 각 계층의 규격과 계층 별 데이터 구조에 대해 분석한다. 3장에서는 PEV와 EVSE 간 통신 환경과 신뢰성 테스트의 필요성 및 본 논문에서 제안하는 신뢰성 테스트 방안인 스니퍼 테스트에 대해 소개한다. 4장에서는 PEV와 EVSE 간 스니퍼 테스트 결과를 분석하고 5장에서는 결론을 맺는다.

II. HPGP 통신 규격

1. 물리계층 통신 규격

그림 1은 HPGP 통신 규격의 송·수신 블럭도이다.^[1]

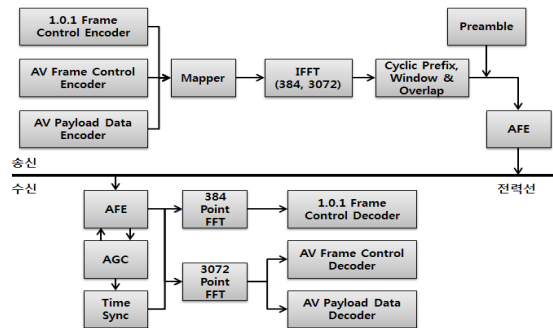


그림 1. 물리계층 송·수신 블럭도

Fig. 1. Transmitter and receiver block diagram

송신부에서는 각각의 Encoder를 거친 두 종류의 Frame Control과 Payload가 하나의 OFDM Symbol을 형성하여 전력선을 통해 송신되며 수신부에서는 반대로 하나의 OFDM Symbol이 각각의 Decoder를 통해 두 종류의 Frame Control과 Payload로 분리된다.

HPGP 통신 규격의 물리계층은 표 1과 같은 파라미터를 갖고 있다.^{[1][2][3][4]} HPGP 통신 규격은 이전 규격인 HPAV와 유사한 파라미터를 갖고 있으며 변조 방식, FEC 등을 간략화하여 낮은 Data rate에서 높은 신뢰성을 보장하는 통신 규격이다.^{[1][2][3][4]} 물리계층에서 가장 큰 특징은 Payload에 대한 ROBO(ROBust OFDM) mode이다. ROBO mode는 신뢰성있는 데이터 전송을 보장하기 위한 반복적인 코드 전송을 의미한다. 동일한 데이터를 반복적인 형태로 전송하므로 실질적인 Data rate는 낮지만 높은 신뢰성을 보장한다. HPGP 통신 규격에서 사용되는 ROBO mode의 종류는 표 2와 같이 세 종류가 있으며 데이터의 크기 및 종류에 따라 ROBO mode가 변경된다. 반복 횟수가 증가함에 따라 Data rate는 감소하지만 신뢰성이 높아지는 장점이 있다.^{[1][2][3][4]}

표 1. 물리계층 파라미터

Table 1. PHY layer parameter

Spectrum	2MHz - 30MHz
Modulation	OFDM
# Subcarriers	1155
Subcarrier spacing	24.414kHz
Subcarrier modulation format	QPSK
Data FEC	Turbo code (Rate 1/2)
Data rates	ROBO mode (4Mbps - 10Mbps)

표 2. ROBO mode 파라미터

Table 2. ROBO mode parameter

ROBO Mode	Number of copies	Data rate
Standard	4	4.9226Mbps
High-Speed	2	9.8452Mbps
MINI	5	3.7716Mbps

2. MAC계층 통신 규격

표 3은 HPGP 통신 규격의 MAC계층 파라미터와 기능을 보여준다.^{[1][2][3]} 네트워크 내의 CCo(Central Coordinator)로 작동되는 Device가 네트워크 동기화, Management message 전달과 같은 전체적인 네트워크에 대한 관리를 수행한다.^{[1][2][3]} 채널접근 방법으로는 충돌 방지를 위한 CSMA/CA 방식을 사용하며 표 4와 같이 데이터의 종류에 따라 채널 접근 우선순위(CAP)의 차등을 두어 우선순위에 따라 순차적으로 데이터를 전송한다.^{[1][2][3]} 또한, 기본적으로 Connectionless Links 서비스를 지원하며 재전송 기법으로는 Selective Repeat ARQ를 사용하여 오류가 발생한 데이터에 대한 선택적 재전송이 이뤄진다. 이 외에도 전력소모를 줄이고 신뢰성 있는 통신을 위한 다양한 기능들을 지원한다.^{[1][2][3][4]}

표 3. MAC계층 파라미터

Table 3. MAC layer parameter

Channel access	CSMA/CA
CCo capable	Yes
Link	Connectionless Links
ARQ	Selective Repeat
Functions	Distributed bandwidth control
	Power save mode
	Routing and repeating
	Signal attenuation level characterization
	Transmit power control

표 4. 채널접근 우선순위

Table 4. Channel Access Priority

Priority	Use
CAP3	Network Management
CAP2	Voice & Video
CAP1	Data
CAP0	Low Priority

3. 물리계층 및 MAC계층 데이터 구조

그림 2는 HPGP 통신 규격의 MAC계층 데이터인 MPDU(MAC Protocol Data Unit)의 구조이다.^[1] 하나의 MPDU는 두 종류의 Frame Control과 Payload로 구성된 디지털 신호이다. 두 종류의 Frame Control은 각각 25bits와 128bits로 구성되며 Payload는 136bytes 또는 520bytes로 구성된다. HPGP 통신 규격은 Beacon, SOF, SACK, RTS/CTS, Sound, Reverse SOF의 6가지 종류의 데이터를 사용하며 데이터 종류에 따라 MPDU의 내부 구조의 차이가 있다.^[1]

물리계층 데이터인 PDU(PHY Protocol Data Unit)는 그림 3과 같이 MPDU에 전송 타이밍 동기화를 위한 Preamble이 추가된 구조이다.^[1] Preamble은 전송 타이밍 동기화를 위해 추가되는 신호이며 물리계층의 데이터는 OFDM Symbol로 구성된 아날로그 신호이다.^{[1][5]}

1.0.1 Frame Control (25bits)	AV Frame Control (128bits)	Payload (136/520bytes)
------------------------------	----------------------------	------------------------

그림 2. MPDU의 구조

Fig. 2. MPDU Format

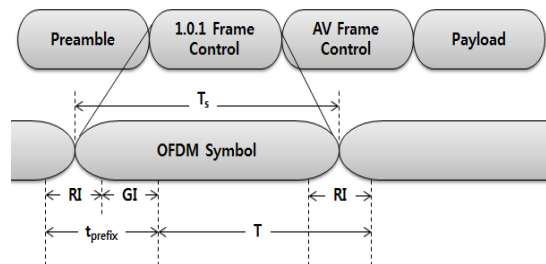


그림 3. PDU의 구조

Fig. 3. PDU Format

III. PEV와 EVSE 간 통신 신뢰성 테스트 방안

1. PEV와 EVSE 간 전력선 통신

PEV(Plug-in Electric Vehicle)란 전기차를 의미하며 EVSE(Electric Vehicle Supply Equipment)란 전차 충전기를 의미한다.

PEV와 EVSE사이에는 충전선으로 연결되어 충전을 진행하면서 별도의 통신선 없이 충전선을 통해 충전상태

확인 및 과금정보 등의 데이터를 교환하는 HPGP 기반 전력선 통신이 이뤄진다.^{[1][6]} 그림 4와 같이 주로 PEV의 충전 및 EVSE와의 전력선 통신은 공통된 전력선에 여러 대의 EVSE가 인접하여 연결되어 있는 환경에서 이뤄진다. 이러한 환경에서 PEV가 EVSE에 연결이 되면 SLAC(Signal Level Attenuation Characterization) 프로토콜을 통해 PEV와 EVSE 간 신뢰성 있는 통신을 위한 1:1 네트워크를 형성한다.^{[1][2][3][5]} 이처럼 여러 대의 PEV와 EVSE의 물리적 인접함으로 인한 간섭 및 충돌이 발생하기 쉽기 때문에 PEV와 EVSE 간 전력선 통신의 신뢰성 테스트는 통신 성능 평가의 중요한 지표가 된다.

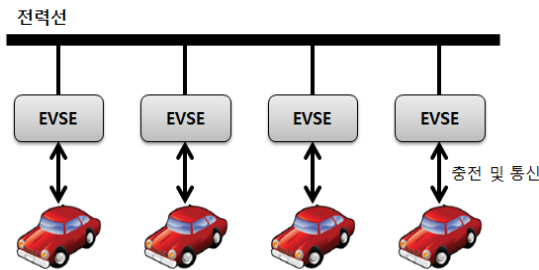


그림 4. PEV와 EVSE간의 통신 환경
Fig. 4. Communication environment between PEV and EVSE

2. 스니퍼 테스트 환경 구성

본 논문에서는 PEV와 EVSE 간 HPGP 기반 전력선 통신에 대한 신뢰성 테스트 방안으로써 스니퍼 테스트 방법을 제안하고 이 방법을 이용하여 둘 사이의 통신 데이터를 확인 및 분석한다.

스니퍼 테스트란 별도의 Device를 네트워크에 강제로 삽입하여 네트워크 연결상태 확인 및 네트워크 내에서 교환되는 데이터를 raw data 형태로 확인 및 추출이 가능한 신뢰성 테스트 방안이다. 스니퍼 테스트를 이용하면 네트워크 내의 구성요소를 확인할 수 있으며 데이터 교환 상태 및 통신 오류 발생 시 오류 발생 위치와 오류 발생 데이터의 종류를 확인할 수 있는 장점이 있다.

스니퍼 테스트 환경은 그림 5와 같이 구성하였다. 동일한 전력선에 PEV와 EVSE가 연결되어 통신을 하고 있는 환경에서 스니퍼 역할의 Device를 동일한 전력선에 연결하여 네트워크에 삽입시켰으며 삽입된 스니퍼를 동작시켜 네트워크 연결상태 및 교환되는 데이터를 확인하기 위해 스니퍼와 PC를 이더넷으로 연결하였다.

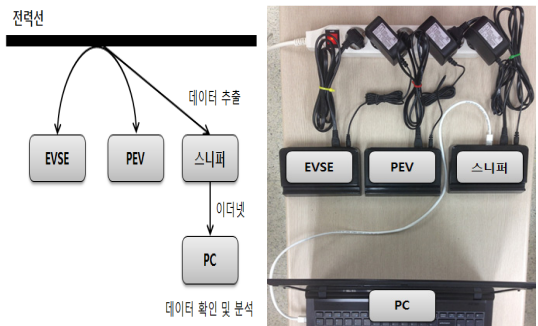


그림 5. 스니퍼 테스트 환경 구성
Fig. 5. Sniffer test system setup

PEV와 EVSE의 원활한 통신과 스니퍼를 이용하여 둘 사이에서 교환되는 데이터를 확인하기 위해서는 3개의 Device가 모두 동일한 통신 규격을 이용해야하기 때문에 동일한 HPGP 통신 규격 기반 QCA7000 Device 3대를 이용하였으며 AVitar와 Tool Kit을 이용하여 테스트 환경을 구성하였다.

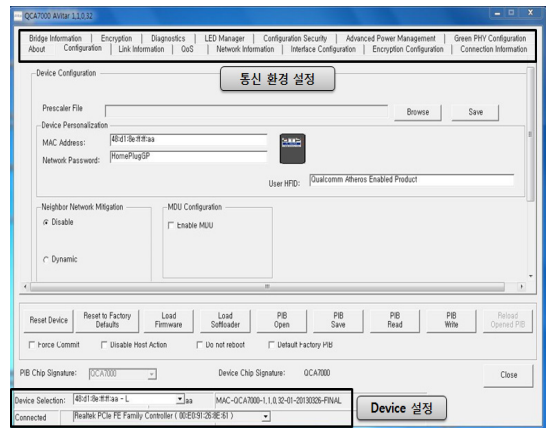


그림 6. AVitar Tool
Fig. 6. AVitar Tool

그림 6과 같이 AVitar는 통신 환경 구성 및 Device역할 설정을 위해 사용된 Tool이다. AVitar를 이용하여 HPGP 기반 전력선 통신 환경을 구성하고 각각의 Device마다 PEV, EVSE, 스니퍼의 역할을 설정하였다. 이 외에 커맨드 창에서 실행되는 Tool Kit은 네트워크 연결상태 확인, 스니퍼 작동, 데이터 추출 및 확인을 위해 사용되었다.

표 5. DT_AV 정의표

Table 5. DT_AV definition

DT_AV Value	Data
000	Beacon
001	SOF
010	SACK
011	RTS/CTS
100	Sound
101	Reverse SOF
110-111	Reserved

2. Beacon MPDU Frame Control 분석

Raw data의 DT_AV값을 확인하여 Beacon MPDU의 Frame Control을 분석하였다. Beacon이란 네트워크 동기화를 위해 EVSE에서 PEV로 주기적으로 전송하는 데이터이다. 규격문서의 Beacon Frame Control Field 표^[1]를 이용하여 Beacon MPDU의 Frame Control을 분석한 결과 표 6과 같은 구조와 값을 갖고 있었다. Beacon MPDU Frame Control의 분석 결과로 데이터의 종류, 네트워크 정보, Beacon Time Stamp 등의 값을 확인 할 수 있었다. 네트워크 내의 다른 Beacon MPDU들도 DT_AV, ACCESS, SNID같이 고정적인 Field는 동일한 값을 갖고 있었으며, BTS나 BTO같이 시간정보를 담고 있는 Field들은 MPDU마다 차이가 있었다. 또한, 오류검출 bit인 FCCS_AV를 이용하여 Beacon MPDU Frame Control의 오류 발생 여부를 확인 할 수 있었다.

표 6. Beacon MPDU Frame Control 분석 결과

Table 6. Analysis result of Beacon MPDU Frame Control

Field	Octet Num	Bit Num	Field Size (Bits)	Value	Definition
DT_AV	0	0-2	3	000	Delimiter Type
ACCESS	0	3	1	0	Access Field
SNID	0	4-7	4	1101	Short Network Identifier
BTS	1	0-7	32	00101101	Beacon Time Stamp
	2	0-7		01110110	
	3	0-7		10101010	
	4	0-7		10000110	
BTO(0)	5	0-7	16	01000111	Beacon Transmission Offset-0
	6	0-7		00000000	
BTO(1)	7	0-7	16	01001100	Beacon Transmission Offset-1
	8	0-7		00000000	
BTO(2)	9	0-7	16	01001101	Beacon Transmission Offset-2
	10	0-7		00000000	
BTO(3)	11	0-7	16	01001011	Beacon Transmission Offset-3
	12	0-7		00000000	
FCCS_AV	13	0-7	24	11000001	Frame Control Check Sequence
	14	0-7		11110100	
	15	0-7		00111100	

3. SOF MPDU Frame Control 분석

동일한 방법으로 raw data의 DT_AV값을 확인하여 SOF MPDU의 Frame Control을 분석하였다. SOF는 일반적인 데이터 전송에 사용되는 구조이다. 규격문서의 SOF Frame Control Field 표^[1]를 이용하여 SOF MPDU의 Frame Control을 분석한 결과 표 7과 같은 구조와 값을 갖고 있었다. SOF MPDU Frame Control의 분석 결과로 데이터의 종류, 네트워크 정보, 전송 환경, 송신 및 수신지 주소 등의 값을 확인할 수 있었다. 네트워크 내의 다른 SOF MPDU도 DT_AV, ACCESS, SNID같이 고정적인 Field는 동일한 값을 갖고 있었으며 MPDUCnt, BurstCnt같이 데이터에 따라 가변적인 Field들은 서로 다른 값을 갖고 있었다. 또한, 오류검출 bit인 FCCS_AV를 이용하여 SOF MPDU Frame Control의 오류 발생 여부를 확인 할 수 있었다.

표 7. SOF MPDU Frame Control 분석 결과

Table 7. Analysis result of SOF MPDU Frame Control

Field	Byte Num	Bit Num	Field Size (Bits)	Value	Definition
DT_AV	0	0-2	3	001	Delimiter Type
ACCESS	0	3	1	0	Access Field
SNID	0	4-7	4	1101	Short Network Identifier
STEI	1	0-7	8	00000011	Source Terminal Equipment Identifier
DTEI	2	0-7	8	00000010	Destination Terminal Equipment Identifier
LID	3	0-7	8	00000001	Link Identifier
CFS	4	0	1	0	Contention-Free Session
BDF	4	1	1	1	Beacon Detect Flag
HP10DF	4	2	1	0	HomePlug 1.0.1 Detected Flag
HP11DF	4	3	1	0	HomePlug 1.1 Detect Flag
EKS	4	4-7	4	0111	Encryption Key Select
PPB	5	0-7	8	11101111	Pending PHY Blocks
BLE	6	0-7	8	11100000	Bit Loading Estimate
PBSz	7	0	1	1	PHY Block Size
NumSym	7	1-2	2	11	Number of Symbols
TMLAV	7	3-7	5	00010	Tone Map Index
FL_AV	8	0-7	12	01010001	Frame Length
	9	0-3		0001	

MPDUCnt	9	4-5	2	00	MPDU Count
BurstCnt	9	6-7	2	00	Burst Count
BBF	10	0	1	0	Bidirectional Burst Flag
MRTFL	10	1-4	4	0000	Max Reverse Transmission Frame Length
DCPPCF	10	5	1	0	Different CP PHY Clock Flag
MCF	10	6	1	1	Multicast Flag
MNBF	10	7	1	0	Multi-Network Broadcast Flag
RSR	11	0	1	0	Request SACK Retransmission
CLST	11	1	1	0	Convergence Layer SAP Type
MFSCmdMgmt	11	2-4	3	100	Management MAC Frame Stream Command
MFSCmdData	11	5-7	3	100	Data MAC Frame Stream Command
MFSRspMgmt	12	0-1	2	00	Management MFS Response
MFSRspData	12	2-3	2	00	Data MFS Response
BM-SACKI	12	4-7	4	1111	Bit Map SACK info
FCCS_AV	13	0-7	24	00000000	Frame Control Check Sequence
	14	0-7		00000000	
	15	0-7		00000000	

4. SACK MPDU Frame Control 분석

동일한 방법으로 raw data의 DT_AV값을 확인하여 SACK MPDU의 Frame Control을 분석하였다. SACK는 수신된 데이터에 대한 확인응답으로 사용되는 데이터이다. 규격문서의 SACK Frame Control Field 표^[1]를 이용하여 SACK MPDU의 Frame Control을 분석한 결과 표 8과 같은 구조와 값을 갖고 있었다. SACK MPDU Frame Control의 분석 결과로 데이터의 종류, 네트워크 정보, 수신지 주소, 수신된 데이터의 정상 수신 여부 등의 값을 확인 할 수 있었다. 네트워크 내의 다른 SACK MPDU도 DT_AV, ACCESS, SNID같이 고정적인 Field는 동일한 값을 갖고 있었으며 SackD, BitPad같이 데이터에 따라 가변적인 Field들은 서로 다른 값을 갖고 있었다. 또한, 오류검출 bit인 FCCS_AV를 이용하여 SACK MPDU Frame Control의 오류 발생 여부를 확인 할 수 있었다.

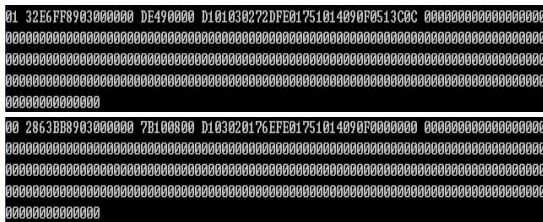
표 8. SACK MPDU Frame Control 분석 결과

Table 8. Analysis result of SACK MPDU Frame Control

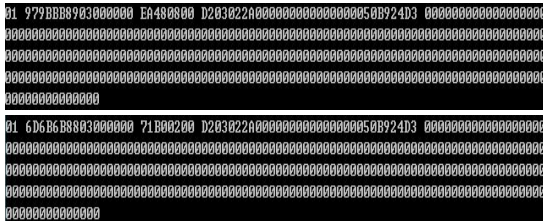
Field	Byte Num	Bit Num	Field Size (Bits)	Value	Definition
DT_AV	0	0-2	3	010	Delimiter Type
ACCESS	0	3	1	0	Access Field
SNID	0	4-7	4	1101	Short Network Identifier
DTEI	1	0-7	8	00000011	Destination Terminal Equipment Identifier
CFS	2	0	1	0	Contention-Free Session
BDF	2	1	1	1	Beacon Detect Flag
SVN	2	2	1	0	SACK Version Number
RRTF	2	3	1	0	Request Reverse Transmission Flag
MFSRspData	2	4-5	2	00	Data MAC Frame Stream Response
MFSRspMgmt	2	6-7	2	00	Management MAC Frame Stream Response
SackD			Var		Sack Data
BitPad			Var		Bit Pad
RxWSz	12	0-3	4	0000	Receive Window Size
RRTL	12	4-7	4	0101	Request Reverse Transmission Length
FCCS_AV	13	0-7	24	1011001	Frame Control Check Sequence
	14	0-7		00100100	
	15	0-7		11010011	

5. PEV와 EVSE 간 스니퍼 테스트 결과 분석

PEV와 EVSE 간 스니퍼 테스트 결과를 분석한 결과 네트워크 내에서 Beacon, SOF, SACK 세 종류의 데이터가 교환되고 있음을 확인하였다. 또한, 각 MPDU의 Frame Control을 분석하여 표 6, 7, 8과 같이 각 Frame Control 구조, 의미 및 오류 발생 여부를 확인하였다. 분석 결과 EVSE에서 PEV로 주기적으로 네트워크 동기화를 위한 Beacon 데이터의 전송이 이루어지며 일반적인 전송 데이터 구조인 SOF와 이에 대한 확인응답 데이터인 SACK데이터도 정상적으로 교환되고 있음을 확인하였다. 기본적인 전력선 통신 환경 조성 외에 별도의 Management message나 데이터를 전송하고 있지 않은 환경에서 진행된 테스트이므로 그림 11과 같이 SOF와 SACK MPDU의 Payload는 모두 '0'으로 padding처리된 값을 갖고 있었으며 네트워크 내에서 교환되는 대부분의 데이터가 네트워크 동기화를 위한 Beacon 데이터였다.



(a) SOF MPDU



(b) SACK MPDU

그림 11. SOF와 SACK MPDU
Fig. 11. MPDU of SOF and SACK

V. 결 론

HPGP는 스마트 그리드 구현을 위한 전력선 기반의 통신 규격이다. 스마트 그리드의 중요한 응용프로그램 중 하나인 PEV와 EVSE 간 전력선 통신은 별도의 통신 라인 없이 충전라인을 따라 충전상태 확인 및 과급정보 등의 데이터를 교환한다. 주로 여러 대의 PEV와 EVSE가 물리적으로 인접한 환경에서 통신이 이뤄지므로 통신의 신뢰성 테스트는 중요한 성능 평가의 지표가 된다.

본 논문에서는 PEV와 EVSE 간 HPGP 기반 전력선 통신에 대하여 둘 사이의 신뢰성 테스트 방안으로써 스니퍼 테스트 방법을 제안하고 이 방법을 이용하여 PEV와 EVSE 간 통신 데이터를 분석하였다.

PEV와 EVSE 간 HPGP 기반의 전력선 통신 Device들이 개발 중인 현황이기 때문에 사용자 임의의 Management message나 데이터를 발생시킬 수 있는 테스트 환경을 구성 하는데 한계가 있었다. 따라서 충전상태 확인이나 과급정보 등의 실제적인 의미를 갖는 SOF와 SACK MPDU의 Payload는 '0'으로 padding 처리된 값을 갖고 있었고 Frame Control에 대해서만 분석을 진행하였다.

분석결과 네트워크 동기화를 위한 Beacon, 일반적인 데이터 전송 구조인 SOF, 수신된 데이터에 대한 확인응답 데이터인 SACK가 교환되고 있음을 확인하였다. 별도

의 Management message나 데이터를 발생시키지 않은 테스트 환경이었기 때문에 PEV와 EVSE 간 교환되는 대부분의 데이터는 네트워크 동기화를 위해 EVSE에서 PEV로 주기적으로 전송되는 Beacon 데이터였다. 또한, Frame Control을 분석함으로써 데이터의 종류, 구조, 구체적인 의미 및 Frame Control의 오류 발생여부 등을 확인할 수 있었다.

추후 실제적인 의미를 갖는 데이터를 사용자가 임의로 발생시킬 수 있는 환경을 구성할 수 있다면 Payload에 대해서도 분석이 가능하며 Payload의 구조, 구체적인 의미 및 Payload의 오류 발생 여부 등을 확인할 수 있을 것이다. 또한, 본 논문에서 다룬 PEV와 EVSE 간 HPGP 기반 전력선 통신 외에도 통신 규격과 데이터 구조를 파악할 수 있다면 스니퍼 테스트 방법을 이용하여 다양한 통신 환경에서 교환되는 데이터를 확인 및 분석할 수 있으므로 다양한 통신 분야에서 유용한 신뢰성 테스트의 방안으로써 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] HomePlug Powerline Alliance, "Home Plug Green PHY Draft Specification", Version 1.1, June 2012
- [2] HomePlug Powerline Alliance, "Home Plug Green PHY The Standard for In-Home Smart Grid Powerline Communications", Version 1.02, October 2012
- [3] Jim Zyren, "HomePlug Green PHY Overview", Atheros Communications, May 2010
- [4] Zyren, J, "The HomePlug Green PHY specification & the in-home Smart Grid," Consumer Electronics (ICCE), 2011 IEEE International Conference on, 2011
- [5] Latchman, H et al., "High speed multimedia and smart energy PLC applications based on adaptations of HomePlug AV", Power Line Communications and Its Applications (ISPLC), 2013 17th IEEE International Symposium on. IEEE, 2013
- [6] Cheol-soon Park et al., "Link adaptation layer of HomePlug GreenPHY for V2G communication interface", Communications (APCC), 2012 18th Asia-Pacific Conference on, 2012

저자 소개

최 병 곤(준회원)



- 2014년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 졸업
 - 2014년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전파공학과 석사 과정
- <주관심분야 : 가시광 통신, 전력선 통신, 위성통신, 전파신호처리>

김 경 석(정회원)



- 1989년 1월 ~ 1998년 12월 : 한국전자통신연구원 무선통신연구단 선임연구원
 - 1999년 1월 ~ 2002년 3월 : University of Surrey(영국) 전기전자공학과 대학원 졸업(공학박사)
 - 2002년 2월 ~ 2004년 8월 : 한국전자통신연구원 이동통신연구단 책임연구원
- 2004년 9월 ~ 2005년 2월 : 전북대학교 생체정보공학부 전임강사
- 2005년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 부교수
- <주관심분야 : SDR, Cognitive Radio, MIMO-OFDM, 전력선통신, 가시광통신, 디지털라디오, 전파채널분석, 전파감시/관리시스템, 위성망분석>