

배전분야 부분방전 진단 시스템 데이터 전송에 관한 연구

전홍대, 정준영, 이성호

한전KDN(주) 전력ICT연구원

workjhd@naver.com, zerojun_jl@kdn.com, letitbe_953387@kdn.com

A Study on the Transmission of Data for Partial Discharge Diagnosis system in Distribution

Jeon Hong Dae, Jung Jun Young, Lee Sung Ho

KEPCO KDN Electric Power IT Research Institute

요 약

본 논문은 배전설비의 관리 패러다임이 경과년수를 기준으로 한 TBM(Time Based Management)에서 통계적 분석에 따른 CBM(Condition Based Management)로 전환됨에 따라 설비의 열화와 고장발생을 진단하는 시스템이 구축된 실증현장에서 발생한 데이터를 진단시스템의 서버까지 전송하는 일련의 데이터의 흐름을 살펴보고 다른 통신방식과 비교하여 배전 설비 진단 시스템의 확대에 따른 효율적인 구축 가이드를 제시하고자 한다.

I. 서 론

배전 IoT 플랫폼은 센서, 게이트웨이, 서버로 구성되며 어플리케이션 계층이 OneM2M 으로 구성되며, PD 계층 센서는 CoAP을, 환경센서 데이터는 NMEA 프로토콜을 사용하여 서버에 연계된다.

개폐기 제어 목적의 DAS 시스템과 달리 PD 진단 감시를 목적으로 하기에 현장 설비의 네트워크가 유.무선 복합방식으로 구성되어야하는 문제점이 있다.

본 논문에서는 데이터 전송에 여유가 많은 광방식과 데이터가 상대적으로 작은 환경센서(300byte 이하)는 이 시험에서 제외하였고 무선 네트워크 구간의 방식에 따른 Throughput을 비교하여 시스템에 더 적합한 방식의 선택을 고려하고자 한다.

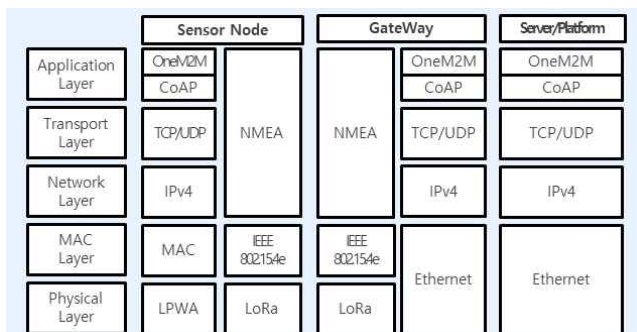
(512×30+497×1=15,857) 무선구간은 IEEE802.11ah HaLow로 AP구간까지 전송된 후 광방식으로 서버까지 전송된다. 와이어 샤크를 이용한 각 계층의 Header는 <표 1>과 같은 구조로 분석되었다.

<표 1> 프로토콜 계층별 Header 내역

구분	Header size(byte)
Ethernet	14
IP	20
UDP	8
CoAP	119 ~ 123(옵션에 따라 변동)
Header 합계	161 ~ 165
Payload	512
Block 합계	673 ~ 677

II. 본론

배전 IoT 는 <그림1>의 구조로 상호 연동되어야 한다.



<그림 1> 배전 IoT 계층 모델

실증현장의 PD센서는 4종의 센서로 구성되어 있고 각 센서당 최대 16kbyte의 데이터를 생성한다. 시험한 결과 PD센서에서 생성된 데이터는 11.4kbyte였고 GateWay에서 Base64 encoding된 15.2kbyte를 15.4kbyte(15,857byte)의 전송파일로 생성된 대용량 센서 데이터를 CoAP 의 블록전송 기능으로 512byte 크기로 Block으로 31번 나누어져

UDP 기반의 CoAP을 위해 MTU가 1,500byte 넘지 않게 분할 적용되었으며 HaLow 구간 분석은 AP를 중심으로 가장 인접한 Station을 iperf를 이용하여 Throughput 측정하였다. 이때 Rate Control에 의한 MCS (Modulation Coding Scheme) 변화를 확인했으며 <표 2>의 결과가 도출되었다.

<표 2> IEEE802.11ah HaLow UDP Throughput 시험결과

계측구간	AP(SW12) ~ ST(SW9)					
거리(m)	160m					
Frequency	918.5MHz					
Bandwidth	2M					
Rate Control	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON
MCS	4	5	3	2	5	5
Throughput (Mbps)	1.44 1.68	1.10 1.61	1.14 1.12	1.11 0.91	2.42 1.95 2.48	1.48 1.72 1.81
Throughput (Avg)	1.58	1.36	1.13	1.01	2.28	1.67

P-T-P 구간의 무선시험결과 Rate Control 자동 및 수동변경에 따른 MCS 변경적용이 양호하였고 AP와 ST 구간의 평균 Throughput은 센서

의 계측된 데이터를 전송하는데 문제가 되지 않았다. 다만 <그림2>의 지도를 참조하면 AP와의 직접적인 데이터 전송이 불량한 구간은 Hopping 기술을 이용하여 구축된 관계로 HaLow Type이 중계가 필요한 Dual 개소는 데이터 트래픽과 장애발생시 장애 개소 확대로 AP와 직접 통신이 가능한 방법을 고려하였고 이에 TVWS 방식을 시험하였다.



<그림 2> IEEE802.11ah HaLow 구축현장

HaLow가 구축된 실증현장보다 더 무선통신에 장애요인이 많고 도시화된 조건과 TVWS 유휴채널이 많은 세종시를 선정하여 도심구간 내 무선시험을 시행하였다.

HaLow방식에 비해 상대적으로 낮은 주파수 대역과 높은 출력특성을 가진 TVWS는 인접채널 사용이 가능할 경우 연속된 2개 채널을 묶어 전송 대역폭을 확장하여 사용할 수 있는 채널 분당 기술을 적용하여 시험하였고 안테나 높이는 HaLow 실증현장과 동일한 높이로 적용하였고 참고로 안테나 이득과 종류, 높이의 관계도 확인하였다. <그림 3>의 TVWS 시험현장은 HaLow가 구축된 현장보다 2배 이상의 거리와 전파 직진경로에 장애물이 위치한 지형을 선택하여 장애물이 많은 도심에서의 활용성을 적용하여 시험하였다.



<그림 3> TVWS 시험현장

TVWS Master는 안테나 이득 11dBi의 지향성(Half-power beam width Horizontal : 90°) 안테나의 높이를 7m로 적용하였고 Slave는 안테나 이득(3/5/11dBi) 3종류와 지향성 및 방향성과 안테나 높이(2/3/5m) 3종류를 시험하였다. 이는 한전 배전설비용으로 구축된 TRS 무선방식에서 현장상황에 맞게 지향성과 방향성 안테나를 적용하여 현재 사용 중인 것을 참조하였다.

신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선기기 중 TVWS 고정형 기기 송신장치 조건의 안테나 공급전력밀도와 안테나 절대이득을 적용한 EIRP 값은 36dBm이고 Master에 적용된 EIRP는 32.76dBm으로 기준

치 이하의 출력을 적용·시험하였고 결과는 <표3>과 같이 도출되었다.

<표 3 > TVWS Throughput 시험결과

계측구간	Master(LPG충전소) ~ Slave(알뜰주유소)			
거리(m)	1,090m			
채널번호	41, 42(Channel Bonding)			
Frequency	632 ~ 644MHz			
TVBD	고정형(1W)			
안테나 높이	2m이하	3	5	5
안테나 종류	무지향성	지향성	지향성	지향성
안테나 이득 (dBi)	3	11	6	11
Throughput (다운로드)	2.38	4.73	5.94	5.37
Throughput (업로드)	2.78	3.73	6.22	5.47

<그림2>에서 HaLow방식은 3개의 노드(SW3-1, SW3-2, SW2)가 SW12와의 사이에 위치한 장애물을 극복할 수 없어 SW3를 통해 SW12로 통신하였지만 TVWS 데이터베이스 접속 고정기기를 SW12에 구성하면 3개의 노드(SW3-1, SW3-2, SW2)가 SW3을 거치지 않고 바로 SW12와 통신하여 HaLow 방식에서 Hopping으로 발생하는 병목현상을 방지할 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 한전에서 실증 구축한 배전 지상설비 진단시스템의 PD 센서에서 생성된 데이터와 무선전송에 관한 시험으로 다양한 현장 환경을 일률적으로 적용하기는 어렵지만 더 안정된 무선신호 수신을 위해 안테나를 3m 높이의 폴대에 적용하면 지금보다 더 양호한 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

비면허 대역에서 최적의 무선방식을 선택하기 위한 다양한 현장시험 데이터와 시스템 구축시 경제성 및 효율적인 운영을 위해서는 많은 현장 시험 데이터가 필요하며 HaLow와 TVWS방식의 장점을 혼용하여 현장상황에 적합한 방식을 선택하였을 때 최선의 결과를 만족할 수 있다는 결론을 확인하였다. 본 연구결과를 바탕으로 향후 신규 시스템 구축 설계에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

참 고 문 헌

- [1] 김기태, 김영탁, “에너지 효율적인 사물인터넷 통신을 위한 Sub-1GHz 무선통신채널의 전송속도 및 송신전력의 스마트 제어기법”, 한국통신학회 2017년도 추계 종합학술발표회
- [2] 문학룡, 고자경, “스마트시티 구현을 위한 TVWS 무선통신에 관한 기술 동향분석”, 대한전기학회 하계학술대회
- [3] 미래창조과학부, “미래창조과학부 공시 제2017-21호” 2017년 6월

이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020-0-00061, 디지털트윈 기반의 지하공동구 화재·재난 지원 통합플랫폼기술개발)