ISSN 1975-8359(Print) / ISSN 2287-4364(Online)
The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers Vol. 65, No. 2, pp. 354～359, 2016
http://dx.doi.org/10.5370/KIEE.2016.65.2.354

전력설비 관리를 위한 무선 및 유선 통신 방법에 관한 고찰

A Investment on Wire-wireless Communication Method for Electrical Device Infrastructure Maintenance

김 영 억† · 이 진*
(Young-Eok Kim · Jin Lee)

Abstract - Power plants maintenance data is to be sent to management server system via a communication network. In this case, reliable communication network is required. Transmission of the power plants maintenance data is used in the wired communication network or wireless communication network. PLC communication network is a kind of wired communication network. However PLC communication network is easily affected by noise. On the vulnerable areas in power line system, such as a mountain or rural areas, it is difficult to form a power line communication network. For a wireless communication, environment are also influenced factors in wireless communication. Harsh environmental factors are bring the communication characteristic degradation. In such areas it can be used a combination of two networks and in this way the complementary function can be achieved. Power plants are distributed in various regions across the country. The appropriate communication network is needed to maintain the power plant.This study investigated the effect of environment on the wired communication and wireless communication. It would examine a variable factor which is affect to the communication characteristic. We used PLC communication for wired communication network and ZigBee communication for wireless communication network. We investigated the characteristics of a single communication network and it raised the need for a complex communication technology to complement a single communication network.

Key Words : Wire communication, Wireless communication, PLC, ZigBee, Electrical machine maintenance, AMI, AMR

1. 서 론

현장 전력설비의 효과적인 유지보수는 고품질의 전력을 공급하기 위한 가장 중요한 요소의 하나이다. 현장이 아닌 상위의 관리영역에서 현장의 전력설비 운용 상태에 대한 정확한 관제가 가능하면, 설비 위해요인을 사전에 방지할 수 있다. 따라서 원격의 진단에 의한 전력설비의 상태정보 파악은, 고장발생의 예후 진단과 장애요소의 사전 검출에 의한 전력설비의 고장사고를 방지하고 이에 따른 손실을 최소화 할 수 있다. 또한, 전력설비 점검 효율 상승에 따라 장애 시간단축과 이에 따른 경제성 향상을 모색할 수 있다. 전력 수요자 입장에서도 안정적인 전력공급과 더불어 다양한 전력 서비스를 제공받을 수 있으며, 이때 전력설비 상태정보와 전력량 데이터 등을 보다 신뢰성 있는 통신망을 이용하여 얻을 필요가 있다[1].

설비정보의 전달은 데이터를 전달하는 통신망의 신뢰성이 무엇보다 중요하며, 전력설비의 상태정보를 주기적 또는 비주기적으로 상위 시스템으로 전송하는 통신수단에는 여러 가지의 무선 및 유선 통신방법이 사용되고 있다. 무선통신은 805.12.4 기반의 ZigBee와 같은 RF 무선전송 방식이 저 전력과 저 단가를 기반으로 옥내외 전력설비 통신방법에 사용되고 있으나, 환경적 요인이 정보의 전송률에 영향을 줄 수 있다. 전력선을 이용한 유선통신은 기존의 전력공급을 위해 포설된 전력선을 활용하며, 30k～200MHz 대역으로 통신신호를 실어서 정보를 전송하는 방식이다. 통신사용 주파수대역에 따른 분류로는 9～450kHz의 저속 협대역 통신과 2MHz～30MHz의 고속 광대역 통신으로 분류할 수도 있다. 그러나 유선통신은 기설된 전력선을 이용한다는 장점이 있으나, 잡음의 영향과 거리가 멀어지면 신호가 감쇄할 수 있다는 단점도 가지고 있다.

본 연구는 전력설비 정보전송에 있어서 신뢰성 있는 통신망의 확보를 위한 것으로, 전력설비의 데이터 전달을 위하여 무선인 ZigBee 통신과 유선인 전력선 통신을 예시로 하여, 통신에 영향을 미치는 환경적인 변수를 변화시켜보고, 통신에 영향을 주는 사례를 살펴보고 그 개선 방안을 제시하고자 한다.

2. 실험 방법

2.1 전력 설비의 원격 관리를 위한 무선통신 환경설정

ZigBee 무선통신은 IEEE 802.15.4 LR-WPAN을 기반으로 하는 무선 통신기술로서, 구현이 간단하고 개발시간이 짧으며 가격

† Corresponding Author : R&D Center, KEPCO KDN, Korea
E-mail : yekim@kdn.com
* Dept. of Electrical Engineering, Mokpo Nationa University, Korea
Received : September 16, 2015; Accepted : January 13, 2016

Copyright ⓒ The Korean Institute of Electrical Engineers
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.

효과적인 측면에서의 접근이 유리하다는 기능을 가지고 있어 다양한 응용분야에서 활용이 가능하다[2]. 이 방식은 건물 내부 전력설비 상호간의 데이터 송수신용이나, 근거리 설비 사이의 통신수단으로도 사용이 가능하다.

실험은 건물의 층간이 ZigBee 무선통신 동작 성능에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위하여, 건물의 내부에 층별로 ZigBee 네트워크 형성 테스트를 실시하였으며, 각 ZigBee 통신노드는 ZigBee Coordinator로 통신 초기화 과정을 거쳐서 통신 네트워크를 형성하게 하였다[3]. 그림 1은 ZigBee Coordinator와 노드간 연결구조이다.

그림 1 ZigBee Coordinator의 연결구조
Fig. 1 Network architecture of ZigBee Coordinator

실험은 11개의 전력설비에 연계된 ZigBee 통신노드를 하나의 ZigBee Coordinator에 접속시킨 후, ZigBee Coordinator를 각 층으로 이동시키면서 네트워크의 형성 상태를 조사 하였다. 실험에 사용된 전력설비는 AMR(Auto Meter Reading)이라는 원격검침 설비인데, 이는 무선 및 유선 통신방법을 사용하여 원격에서 전력량을 검침하는 전력 시스템이다[4, 5]. ZigBee 통신노드는 검침 계량기에 설치하고, ZigBee Coordinator는 검침 데이터 수집장치에 장착하였다.

ZigBee 통신노드가 설치된 11개의 전력 계량기는 1층에 설치하였고, ZigBee Coordinator가 설치된 전력데이터 집중장치를 2층과 3층 및 4층에 설치한 다음 무선 연결 상태를 측정하였다. ZigBee 네트워크 형성은 ZigBee Spec에 따라서 Short Address가 생성 되었는지의 여부로 확인하였다. ZigBee Short Address는 ZigBee 통신노드와 ZigBee Coordinator 간에 ZigBee 네트워크 초기화가 원활하게 이루어지면 생성된다. 무선통신의 품질과 강도의 확인은 형성된 ZigBee 무선통신망에 대한 LQI와 RSSI의 측정으로 가능하며, 실험에 사용된 ZigBee RF의 성능은 다음과 같다.

- Modulation : BPSK, O-QPSK
- Receiver Sensitivity : -110dBm
- Tx OUT Power : -10～10dBm
- IEEE802.15.4-2006 HW support, FCS Computation and Check, Clear Channel Assessment
- Received Signal Strength Indicator, Energy Detection and Link Quality Indication
- RF Power Consumption : Rx_On : 9.2mA
- BUSY_TX : 17mA at Ptx(5dBm)
- Sleep : 0.2uA

설비 데이터의 송수신은 전력설비에 ZigBee 통신장치를 부착하여 확인하였으며, 전력설비인 전력량 원격 감시측정 장치인 전력량 계량기와 계량기 데이터를 수집하여 상위서버로 전송하는 전력데이터 집중장치를 사용하였다.

ZigBee 통신노드와 ZigBee Coordinator는 전력설비인 전력계량기와 전력데이터 집중장치에 각각 설치하여, 형성된 ZigBee 통신망을 통하여 응용정보인 전력데이터 정보가 송수신 되는지 확인하였다. 그림 2는 전력계량기와 전력데이터 집중장치에 연계된 ZigBee 통신장치이다.

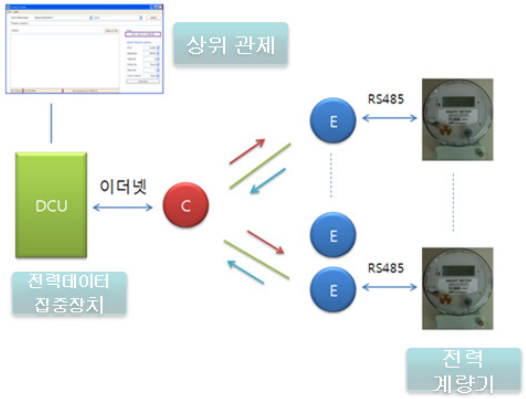

그림 2 전력계량기와 전력데이터 집중장치에 연계된 ZigBee 통신장치
Fig. 2 ZigBee device which is connected to WM & DCU

2.2 전력 설비의 원격 관리를 위한 유선통신 환경설정

전력선 통신은 기존의 전력전송을 위하여 포설된 전력선을 통신매체로 재활용 한다는 점을 장점으로 하여 현재 국내 현장 전력설비 데이터의 송수신을 위한 통신수단으로 널리 사용되고 있다. 또한 스마트그리드로 불리우는 지능형 전력망은 전력망과 통신망이 계층적 구조로 연결되어 새로운 서비스를 제공하는 수단으로 전력선을 이용한 통신 효율성을 높이고 있다[6]. 그러나 기존에 대두되었던 여러 가지의 문제점과 다양한 용도의 사용에 따른 통신품질의 영향이 단점으로 지적된다[7]. 전력선 통신은 사용되는 대역폭과 속도 등 사용용도에 따라 협대역과 광대역 전력선 통신으로 나뉠 수 있는데, 단일 선로의 전력선 망구성에 협대역과 광대역의 전력선 통신 모뎀이 동시에 사용되어 지는 사례가 있다. 이때 다른 사용대역의 전력선 통신 모뎀 사이에 동일 선로에서 동시에 사용함으로써 타대역 모뎀 성능에 영향을 줄 수 있다. 타 대역 전력선 모뎀의 성능 영향에 관한 실험은 아래의 그림 3부터 그림 6과 같이 협대역 및 광대역의 모뎀 증가와 중첩에 따른 신호감쇄 영향 측정시험으로 이루어졌다. 그림 3과 4는 전력선로에 사용 대역폭이 상이한 전력선 모뎀을 구동하고, 양 단의 타대역 전력선 모뎀의 성능에 미치는 신호 감쇄정도를 측정하는 실험 계통도이다.

다중의 전력선 모뎀 사용에 의한 타 대역 전력선 모뎀의 성능 영향 측정시험은 아래의 그림 5, 6과 같이 전력선로에 여러 수량의 다중 전력선 모뎀을 구동하고, 양 단의 타 대역 전력선 모뎀 사용대역폭 주파수 구간에서 최대로 감쇄되는 정도를 측정함으로

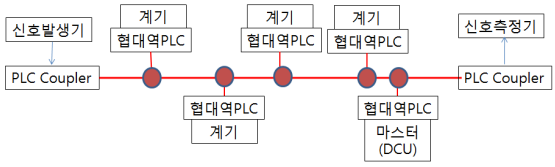

그림 3 협대역 전력선 모뎀의 증가에 따른 신호감쇄 측정
Fig. 3 Signal attenuation with increase of NPLC modem

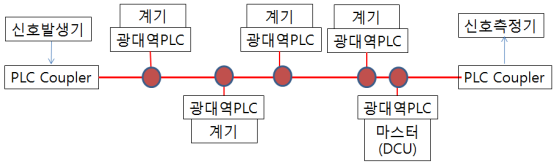

그림 4 광대역 전력선 모뎀의 증가에 따른 신호감쇄 측정
Fig. 4 Signal attenuation with increase of BPLC modem

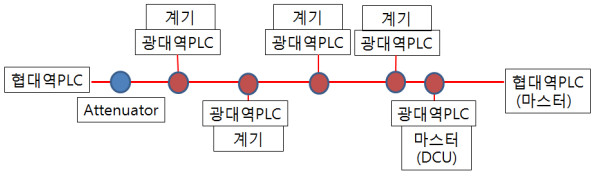

그림 5 다중 광대역 전력선 모뎀에 의한 협대역 전력선 모뎀의 성능측정
Fig. 5 Measurement of NPLC with multi BPLC modem

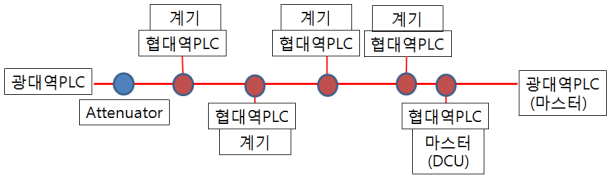

그림 6 다중 협대역 전력선 모뎀에 의한 광대역 전력선 모뎀의 성능측정
Fig. 6 Measurement of BPLC with multi NPLC modem

써 타 대역 전력선 모뎀이 영향을 주는 정도를 측정 하였다. 전력선 통신은 일반적으로 데이터 통신을 위하여 선로에 특정범위 이상 되는 품질의 잡음정도를 요구하고 있으며 이러한 특성을 고려하여 전송방식의 선택 또한 요구된다[8]. 그리고 전력선로에 설치되는 전력선 모뎀의 수량 변화에 따라 발생되는 선로감쇄와 양단간의 데이터 전송영향 등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 무선통신을 사용한 전력설비 원격관리 결과 및 고찰

건물 내부의 층간 환경요인이 작용된 ZigBee 무선통신 성능을 검증하기 위해서 ZigBee 네트워크 형성여부를 관찰하였다. ZigBee 네트워크의 형성은 Sensor Network Analyzer라는 전용 소프트웨어 측정 Tool을 사용하였으며, 11개의 ZigBee 통신노드를 하나의 ZigBee Coordinator에 접속시킨 후 ZigBee Coordinator를 각 층으로 이동시켜서 ZigBee 네트워크가 원활하게 형성되는지 확인하였다. 건물의 1층에 ZigBee 통신노드가 설치된 11개의 전력 계량기를 설치하고, 각층으로 ZigBee Coordinator가 설치된 전력데이터 집중장치를 이동 설치하였다.

ZigBee 통신에서는 네트워크가 형성되면 센서 노드가 Short Address를 부여받게 됨으로써 네트워크 형성을 판별하게 된다. 그림 7부터 9까지는 각 건물의 층 사이 ZigBee 네트워크 Sensor Network Analyzer 화면을 보여준다. 화면의 우측 상단에 붉은색으로 선택된 부분을 살펴보면, 무선통신 네트워크가 형성된 노드에서는 Short Address가 부여되고, 그렇지 못한 노드는 Null(----)로 표시됨을 확인할 수 있다. 각 층별로 무선 연결 상태를 측정한 결과, 층별 ZigBee 통신노드의 Short Address 생성 개수가 상이하였으며, 그림 7과 같이 건물의 2층에서는 1개의 ZigBee 통신노드가 Short Address를 생성하지 못하였다.

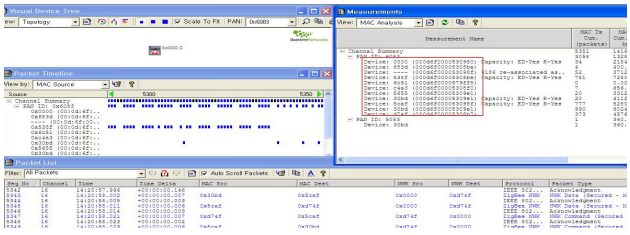

그림 7 건물 1층과 2층 사이 ZigBee 네트워크 Sensor Network Analyzer화면
Fig. 7 Display of ZigBee sensor network analyzer between 1st and 2nd floor

건물 층수가 높을수록 Short Address의 생성이 어려웠으며, 그림 8의 붉게 표시된 부분과 같이 Short Address를 생성하지 못하는 ZigBee 통신노드는 건물 1층에 ZigBee 노드를 설치하고 건물 3층에 ZigBee Coordinator설치 했을 경우 통신 네트워크를 형성하지 못하여 Short Address를 부여받지 못한 노드가 6개로 증가하였다.

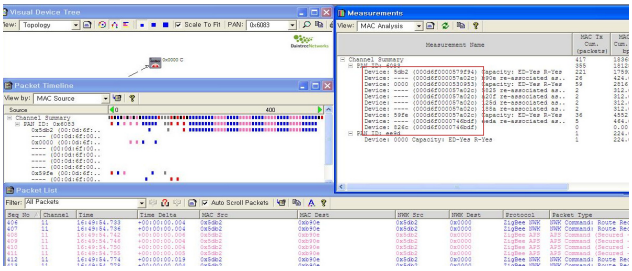

그림 8 건물 1층과 3층 사이 ZigBee 네트워크 Sensor Network Analyzer화면
Fig. 8 Display of ZigBee sensor network analyzer between 1st and 3rd floor

1층과 4층에서는 그림 9와 같이 Short Address를 부여받지 못한 노드가 8개로 증가하였다.

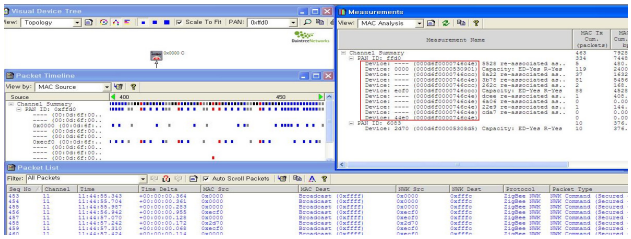

그림 9 건물 1층과 4층 사이 ZigBee 네트워크 Sensor Network Analyzer화면

Fig. 9 Display of ZigBee sensor network analyzer between 1st and 4th floor

층간 간격이 높아질수록 ZigBee Coordinator와 ZigBee 노드 사이는 멀어지고 무선 통신환경이 열악해 지면서 Short Address를 부여받지 못함으로써 ZigBee 네트워크 형성이 이루어지지 않게 된다.

무선통신 품질과 강도를 확인하고자 형성된 ZigBee 무선통신망의 특정된 1번 ZigBee 통신노드에 대하여 각각 2층과 4층에서 LQI와 RSSI를 측정하였다. 그림 10은 LQI와 RSSI를 측정한 결과이며, 4층으로 이격되자 LQI와 RSSI가 현저히 감소됨을 확인할 수 있다.

그림 10 건물 1층과 2층 사이의 LQI와 RSSI의 측정결과(좌)와 1층과 4층 사이 측정결과(우)

Fig. 10 Result of LQI and RSSI between 1st and 2nd floor(Left),between 1st and 4th floor(Right)

LQI와 RSSI의 특성이 저하된 상태에서 전력설비인 전력 계량기의 전력데이터 정보를 송수신한 결과는 그림 11과 같다. 정보의 송수신을 점검한 결과, 통신 네트워크 형성이 양호하지 못하여 정전 이력 항목 등의 일부 데이터가 누락됨을 확인할 수 있었다.

이와 같이 무선통신 방식을 이용한 전력설비 데이터 송수신 측정 결과, 건물의 내부 환경요인이 ZigBee 통신 모듈의 동작 상태에 영향을 주었으며, IEEE 802.15.4를 기반으로 하는 ZigBee 통신의 성능은 층의 변화에 따라 ZigBee Short Address를 생성하지 못하거나 LQI와 RSSI값이 저하되는 것이 확인되었다. RF 환경이 좋지 않은 장소에서 무선통신의 특성 저하가 일어나면, 전송되는 전력설비의 정보 데이터 누락을 가져올 수 있음을 확인하였다. 양호하지 않은 RF 환경에서 신뢰성이 높은 데이터의 수신율을 확보하기 위해서는 무선통신의 저하요인을 제거하거나 다른 통신수단을 보조하는 네트워크의 구성이 필요함을 알 수 있었다.

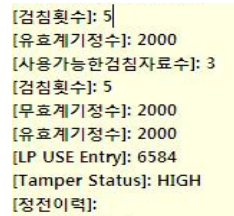

그림 11 전력 계량기의 전력데이터 송수신 정보

Fig. 11 Information of electrical data of WM

3.2 유선통신을 사용한 전력설비 원격관리 결과 및 고찰

협대역과 광대역의 통신 모뎀이 동일한 전력선 통신선로에서 혼용으로 사용되어질 경우, 전력선 상호간에 미치는 영향에 대하여 살펴보았다. 사용된 주파수 대역은 협대역 9~450 kHz, 광대역 2~30 MHz 이다. 표 1은 전력선 모뎀의 변화에 따른 신호의 성능측정 결과이다. 표 1의 결과에 의하면, 구동되는 협대역 전력선 모뎀의 수량이 증가할수록 광대역 전력선 모뎀의 주파수 대역에 신호감쇄 현상이 증가하였다. 협대역 전력선 모뎀이 광대역 전력선 모뎀의 성능에 영향을 주고 있음을 알 수 있고, 협대역 통신모뎀수가 4개로 증가하면 통신이 가능한 전력선 통신선로의 감쇄값도 37.66dBm까지 감쇄하였다. 이러한 현상은 협대역 전력선 통신 모뎀의 커플링 회로가 전력선에 영향을 미치는 것으로 보이며, 광대역 전력선 모뎀의 구동에 의한 협대역 전력선 모뎀의 성능은 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

표 1 전력선 모뎀의 변화에 따른 신호감쇄와 성능측정 결과 ; 광대역 PLC모뎀 증가가 전력선 통신라인에 미치는 감쇄영향(좌), 협대역 PLC모뎀 증가가 전력선 통신라인에 미치는 감쇄영향(우)

Table 1 PLC line attenuation with variation number of PLC modem ; Increasing number of BPLC modem(Left), Number of NPLC modem(Right)

(광대역PLC) Meter Id	(광대역PLC) Meter 수량)	Obj Result 1 (측정감쇄, dBm)	(광대역PLC) Meter 수량)	Obj Result 2 (통신가능PLC line감쇄,dB)
-	0	0.0	0	60
ID 17001	1	0.11	1	59.89
ID 17002	2	0.24	2	59.76
ID 17003	3	1.30	3	58.70
ID 17004	4	1.57	4	58.43
ID 17005	5	1.77	5	58.23

(협대역PLC) Meter Id	(협대역PLC) Meter 수량)	Obj Result 1 (측정감쇄, dBm)	(협대역PLC) Meter 수량)	Obj Result 2 (통신가능PLC line감쇄,dB)
-	0	0.0	0	60
ID 14001	1	9.83	1	50.17
ID 14002	2	12.31	2	47.69
ID 14003	3	15.54	3	44.46
ID 14004	4	22.34	4	37.66
ID 14005	5	28.89	5	31.11

전력선은 전력의 전송을 위해서 만들어진 매체이다. 따라서 때문에 이를 이용한 데이터의 전송은 신뢰성의 문제와 장애요인이 일어날 수 있다. 일반적으로 알려진 전력선 통신의 장애 원인은 정형화된 채널이 없으며, 전동기와 전자파 등에 의한 잡음과 RF 유기로 인한 간섭노이즈 현상, 선로길이와 전력차단기 등으로 인한 신호 손실과 감쇄 및 비선형적인전력부하와 임피던스 부정합에 의한 왜곡현상 등이 있다. 전력선의 장애요인은 전력선 통신 채널 Data의 확보와 Data 오류 정정기술, 긴 Symbol주기 시간영역과 윈도우 기술, 다중접속 및 리피터 기술 등으로 극복하고 있다. 협대역 통신은 FM 방식의 Modulation을 사용하여 가전기기의 제어나 홈 네트워크 등의 응용분야에 적용되며, 광대역 통신은 OFDM등 Modulation을 사용하여 인터넷 서비스나 멀티미디어 통신 등에 적용되고 있다.

그림 3부터 6까지와 표 1에서, 사용 주파수 대역이 서로 다른 협대역과 광대역 전력선 통신의 혼용사용도 전력선 통신장애의 요인이 될 수 있음을 알 수 있었다. 주파수 대역별 임피던스 특성은 가전기기의 경우 임피던스 확률분포가 협대역이 광대역과 비교하여 그 변화의 폭이 상대적으로 크기 때문에, 임피던스 매칭에 있어서는 광대역 전력선 통신 통신이 좀 더 유리하다고 판단된다. 대역별 전력선 채널특성은 협대역이 광대역에 비교하여 잡음의 레벨이 높고, 용량성 임피던스에 의한 감쇄가 크며, 주파수 효율이 낮고, 통신 속도도 느리게 나타났다. 광대역은 선로에 의한 주파수 감쇄가 크고, 상대적으로 잡음이 적으나, 선택적 주파수 왜곡상이 발생할 수 있다. 광대역은 선택적 페이딩 현상이 나타나며, 부하의 종류에 따라 주파수별 임피던스가 매우 다르기 때문에 반사파가 발생하고, 다중 경로에 의한 반사파로 수신 신호에 영향을 주며, 주파수별 신호 감쇄량도 다르게 얻어진다.

전력선의 통신 Coupler는 전력신호와 통신신호를 결합하고 분리하는 기능을 수행한다. 접촉식은 콘덴서와 인덕터 회로를 이용한 용량성 결합으로 주로 저압 전력선 통신에 사용되며, 비접촉식은 Toroidal Core를 이용하여 고압 전력선 통신에 주로 사용한다. 다수의 협대역과 광대역 통신 모뎀을 동시에 단일 전력선로에서 전력선 통신으로 사용할 경우에는 통신의 장애를 일으킬 우려가 있다. 협대역에서 전력선 통신 모뎀의 커플링 회로에 의한 것으로 사료되는 통신의 장애가 있었고, 광대역 전력선 모뎀 구동에 의한 협대역 전력선 모뎀의 성능은 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

3.3 무선과 유선통신의 복합 활용방안

전력설비는 전국의 여러 지역에 걸쳐서 산재되어 있으므로, 지역과 공간의 제약을 받지 않고 신뢰성 있게 데이터를 전달할 수 있는 방법이 요구된다. 따라서 유선이나 무선의 일괄적인 통신방식의 적용보다는 다양한 통신수단의 복합적 활용이 통신의 신뢰성 향상에도 도움이 될 것으로 생각된다. 도심의 집합건물이나 빌라 등 대규모 집합 수용가 등에서는 건물의 구조와 주변 환경 요인에 따라서 통신의 장애가 발생될 수 있다. 이러한 경우에는 경우에 따라 유선보다 무선의 통신방식이 유리할 수 있으며, 반대로 무선보다 유선통신이 유리한 경우가 발생할 수도 있다. 몇몇 수용가가 장거리에 걸쳐 산재되어 있는 농어촌 등의 경우에는 실제 유선을 새롭게 포설하거나 중계 장치를 신설하는 것보다, 장거리 전송성능이 우수한 무선 통신 방식을 이용하는 것이 유리할 수 있다. 또한, 경우에 따라서 유무선 통신방식을 복합적으로 사용하는 것이 효율성과 신뢰성을 높일 수 있는 것이다.

전력설비의 대부분은 옥외에 설치되어 있으나, 설비의 설치장소와 상관없이 주기적인 예방점검과 고장보수는 반드시 필요하다. 이러한 예방점검과 고장보수를 위해서는 설비의 설치 장소와 알맞은 설비상태 정보 전달용 통신망을 적절하게 구성하여야 한다. 따라서 기존의 단일 통신기술을 활용한 통신망 구축 이외에도 유무선 혼복합 통신기술의 적용 가능성 등을 고려하여야 하며, 농어촌과 지중구간 및 집합형의 공간 등에 대한 최적의 통신망이 구성되어 있어야 한다. 따라서 전력설비의 효율적 관리를 위해서는 환경에 따르는 통신의 특성을 고찰하고, 이 결과를 신뢰성 있는 통신망 확보를 위한 자료로 활용할 필요가 있다. 보다 효율적인 통신은 유선과 무선통신을 융합시키는 방법인데, 이러한 복합통신 방법은 음성정보 등과 같은 실시간성을 요하는 응용부분보다는 원격검침과 설비의 유지보수에 관한 데이터 수집과 같은 비 실시간성을 요구하는 응용분야에 보다 원활하게 적용 될 수 있다.

전력설비 상태정보 전송을 위한 유선과 무선통신 방식이 복합된 네트워크는 다양한 형태의 무선 네트워크 및 유선 네트워크를 통하게 되며, 하위 통신노드의 데이터를 수신 하는 중간 데이터 수집 및 전달 기기를 포함하고 있다. 이 장치의 하위 통신노드와 데이터 수집장치는 복수개의 유선 통신 모뎀들 또는 무선 통신 모뎀들 중 최고 이득을 갖는 모뎀들을 판별하고, 판별된 모뎀을 통해 상기 전력정보 데이터를 송수신 하는 것을 특징으로 하는 통신 모듈을 사용함으로써 유선통신 및 무선통신방식이 복합된 네트워크의 통신 신뢰성을 높일 수 있을 것이다.

3. 결 론

전력설비에 데이터 전달에 사용되는 통신 방법 중 무선통신 기술인 ZigBee 통신과 유선통신 기술인 전력선 통신의 사용 사례에 따른 특성 변화를 살펴보았다.

환경 변화에 따른 전송 특성은 무선통신의 경우 건물의 층간 통신이라는 제약 요인이 주는 영향을 살펴보았으며, 유선통신의 경우는 단일 전력선로에서 협대역과 광대역의 전력선 통신이 동시에 사용될 경우 상호의 대역에 미치는 영향을 조사 하였다.

무선통신의 경우 ZigBee 통신모듈 사이에 건물 층수가 올라갈수록 ZigBee Short Address를 생성하지 못하는 통신노드가 증가하였고, LQI와 RSSI도 현저하게 감소되는 현상이 관찰 되었다.

유선통신의 경우 협대역 전력선 모뎀은 광대역 전력선 모뎀의 성능에 영향을 주었으나, 광대역 전력선 모뎀은 협대역 전력선 모뎀에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 구동되는 협대역 전력선 모뎀의 수량이 증가할수록 광대역 전력선 모뎀의 주파수 대역에 영향을 주는 선로 신호감쇄 현상이 증가하였으며, 그 이유는 협대역 전력선 통신 모뎀 커플링 회로의 영향으로 추

정 되었다.

이상의 결과로부터 전력설비 상태정보 전송을 위한 통신방식은 유선이나 무선의 단일 통신방식만이 사용되는 기존의 방법보다 전력설비의 설치 환경에 따라 적절한 형태의 통신방식을 복합하여 사용하는 것이 통신의 신뢰성 향상에 적합할 것으로 사료된다.

References

[1] G. N. Srinivasa Prasanna, Armita Lakshmi, Sumanth S., Vijaya Simha, Jyotsna Bapat, and George Koomullil, "Data Communication over the Smart Grid", IEEE International Symposium on Power Line Communications and Its Applications, pp. 273-279, 2009.

[2] ZigBee Alliance Document, “AMI Cluster Library Specification”, ZigBee Application Framework WG. 2010.

[3] IEEE Computer Society, "Wireless MAC and PHY Layer Specification for Low-Rate Wireless Personal Area Network", IEEE Std. 802.15.4, October 2003.

[4] Ha, S. W, “A study on AMI Deployment Case and Analysis of the Effect for Smart Grid Materialization”, Graduate school, Konkuk University, 2014.

[5] Park, B.S, Hyun, D.H, Cho, S.K. “Implementation of AMRsystem using power line communication,” Transmission and Distribution Conference and Exhibition 2002: Asia Pacific. IEEE/PES, Vol. 1, pp. 18-21, Oct. 2002.

[6] Huibin Sui, Honghong Wang, Ming-Shun Lu and Wei-Jen Lee, "An AMI System for the Deregulated Electricity Markets", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 45, No. 6, pp. 2104-2108, November/December 2009.

[7] Kim, J.H, Lee, H.B, “Trends Research and Development View of Power Line Communication”, ITEF conference, Vol. 2008. No1, Korea Institute of Information & Telecommunication Facilities Engineering.

[8] Kim, B.S, Lee, H.B, “The Implementation of Multimedia Communication System using PLC", Graduate school of Industry, Jeju National University, pp. 6, 2003.

저 자 소 개

김 영 억 (Young-Eok Kim)

1973년 7월생, 1997년 2월 한양대학교 공과대학 전기공학과 졸업, 2012년 2월 연세대학교 공학대학원 전기전자공학과 졸업(공학석사), 현재 목포대학교 전기공학과 박사과정

E-mail : yekim@kdn.com

이 진 (Jin Lee)

1955년 10월생, 1982년 2월 전남대학교 공과대학 계측공학과 졸업, 1984년 8월전남대학교 전기공학과 졸업(공학석사), 1989년 8월 전남대학교 전기공학과 졸업(공학박사), 현재 목포대학교 전기공학과 교수

E-mail : jinlee@mokpo.ac.kr