

WiMAX 기술을 적용한 지중전력설비 감시 기술 연구

명희철, 민병운, 최호웅, 김정환, 이병호 이동철 김용주
 현대중공업(주) 기계전기연구소 한전KDN(주) 송변전IT그룹 (주)네오텔레콤

Study on application of WiMAX technology to underground power cables data acquisition

H.C. Myoung*, B.W. Min*, H.W. Choi*, J.H. Kim*, B.H. Lee* D.C. Lee**, Y.J. Kim***
 *Electro-Mechanical Research Institute, **T&S IT RND Group, ***Neotelecom Co., Ltd.
 Hyundai Heavy Industries Co., Ltd. Korea Electric Power Data Network Co., Ltd.

Abstract - 본 논문에서는 지중전력설비의 안전한 운용을 위하여 무선네트워크기술을 적용한 감시시스템을 개발하기 위하여 WiMAX 기술을 적용하기로 하였다. 지중전력설비는 환경친화적 도시설비의 추대로 전체 전력설비중에서 비중이 꾸준히 늘어나는 추세이다. 노후화되어가는 전력설비는 사고의 위험성이 증대되고 있다. 하지만 노후화된 전력설비를 교체하는 비용은 천문학적이므로, 교체보다는 안전하게 유지보수하는 방법이 훨씬 경제적인 것이다. 지중전력설비는 지상설비만큼이나 광범위한 거리에 걸쳐서 시설되어 있다. 그러므로 노후한 설비를 유지보수하기 위하여 무선네트워크를 사용하는 방법보다는 경제적으로 무선네트워크를 사용하는 방법이 유리하다. 무선네트워크 기술은 종류에 따라서 여러 가지 장단점을 가지고 있으며, 지중설비 감시에 최적인 기술을 채택하는 것이 중요하다. WiMAX 기술을 적용하여 지중전력설비 감시에 사용하여 기존에 설치한 무선네트워크에 영향을 주지않으면서, 신규로 추가되는 센서네트워크 시스템을 쉽게 통합 관리할 수 있는 시스템을 설계하기로 한다.

지하전력구에는 아래의 <그림 2>와 같은 송전케이블이 설치되어 있으며, 지하전력구의 환경감시 및 유지보수를 위한 시설들이 갖추어져 있다. 주요시설로는 일정거리마다 접지케이블을 두고 누설전류를 측정하고 있으며, 구간내에 설치한 TRS 중계기를 통하여 점검내용을 보고하고 있으며, 장마철 누수에 의한 침해를 점검하기 위하여 양수기를 두고 있다. 또한 환풍기, 양수기, 전등의 전원은 벽면에 설치한 분전반을 통하여 관리하고 있다. <그림 3>은 지하전력구에 설치한 전기 및 통신 설비 사진이다. 사진과 같이 지하전력구는 사람이 정기적으로 점검하기에는 환경적으로 오염되어 있으며, 무인화하여 감시할 필요성이 절실하다.

1. 서 론

지중송전설비, 즉 지하 전력구내에 포설되어 있는 케이블은 침수, 화재, 유독가스, 누출 등의 각종 위험이 내재하고 있으나 유지보수가 어렵고, 부대설비의 잦은 고장으로 사람에 의한 점검방법이 한계를 드러내고 있다. 이전에도 지중전력설비를 감시하는 시스템이 있었다. 하지만 시스템이 노후화되고 있으며, 새롭게 신설하는 시스템과의 상호연계 및 성능향상을 위하여 지속적으로 시스템교체를 추진해야 하는 실정이다. IT 기술 및 센서 기술의 발전으로 초저전력을 사용하면서도 온도, 습도, 야기, 화재 등을 감시할 수 있는 MEMS 형태의 센서가 개발되고 있으며, 1회 충전으로 5년 이상을 사용할 수 있는 슈퍼배터리가 개발되므로 무선네트워크를 이용한 감시시스템을 개발할 수 있는 여건이 충족되고 있다. 이동을 중지하는 현대의 통신환경의 발전으로 무선통신기술은 엄청난 성장을 했으며, 각종 통신기술이 경쟁적으로 연구 및 개발되고 있다. WiMAX는 휴대인터넷의 기술표준을 목표로 인텔사가 주축이 되어 개발한 기술방식인 IEEE 802.16d 광대역 무선 접속 장비의 호환성과 상호운용성을 향상시키고 인증하기 위한 기술로서 기존의 무선 랜 (802.11a/b/g) 기술을 보완한 것이다. WiMAX 기술은 다른 무선통신방식에 비하여 지중송전설비 감시에 적합하다고 판단되며, 센서네트워크의 표준으로 발전하고 있는 IEEE 1451를 적용하여 국제표준에 입각한 지중송전설비 감시시스템을 개발하고자 한다.



<그림 2> 지하전력구에 설치한 송전케이블 및 유선통신시설

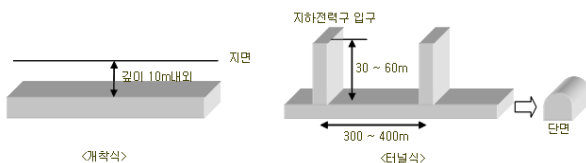


<그림 3> 지하전력구내부에 설치한 전기 및 통신 설비

2. 본 론

2.1 지중송전설비의 감시를 위한 환경

국내의 지중송전설비는 대도시 인구의 증가와 도심권의 확장으로 인하여 지속적으로 신규 확장되는 추세이며, 보통 개착식과 터널식으로 구성되어 있다. 개착식은 지상에서 10M 내외의 깊이로 직육면체 형태로 지상에서 구조물을 설계하여 매설한 형태이고, 터널식은 타원형의 단면을 가지며 지하전력구로부터 30 ~ 50M 깊이로 땅을 파서 구조물을 만든 형태이다.



<그림 1> 지하전력구의 구조

2.2 무선네트워크 설비의 경제성 비교

유선네트워크를 사용하는 감시시스템은 무선네트워크 시스템에 비하여 다음의 3가지 주요 단점으로 향후 신설되는 지중설비에는 적합하지 않다.

- (1) 기존 전력설비에 유선네트워크 시스템을 적용하여 센서네트워크를 구성하기에 적합하지 않다. 실질적으로 기존 유선설비에 추가로 유선네트워크를 시설하는 것이 어려운 작업이다. 통신케이블을 설치하는 것과 차폐하는 것이 중요한 일인데, 환경이 열악한 지중설비에는 차폐비용이 추가로 많이 든다.
- (2) 유선통신방식은 초기 투자비용이 많이 든다. 또한 시스템유지보수에 들어가는 비용도 높다. 유선통신설비를 신축하는 비용에서 순수하게 유선통신을 위한 케이블을 설치하는 비용이 25% 정도를 차지하고, 75%는 케이블을 설치하기 위하여 걸리는 시간비용이다.
- (3) 유선통신시스템은 눈으로 확인하기 어려운 구조적, 엔지니어링적인 비용을 추가로 투자해야 한다. [1]

그러므로, 신규설비는 물론 기존시스템의 리모델링 및 업그레이드를 적용하는 방식으로 무선네트워크 기술을 적용하는 것이 경제적으로 유리함을 알 수 있다.

2.3 WiMAX 기술의 특징

WiMAX는 미국의 인텔(사)에 의해서 주도되는 기술로서 국내에서 개발하여 세계적인 표준을 추진하는 WiBro와 경쟁을 벌이는 표준으로서 WiBro보다 넓은 대역폭을 갖는 특성을 갖고있다. 2005년 9월에 표준이

확정되었으며, 모바일 WiMAX 표준은 2006년 상반기에 완료되었다. WiBro와 WiMAX의 주요 특징은 <표 1>과 같다.

<표 1> WiBro vs. WiMAX 비교

구분	WiBro	WiMAX
주파수대역	2.3 ~ 2.4 GHz	2 ~ 11 GHz
서비스	휴대인터넷	고정인터넷
단말기 이동성	휴대폰용, 노트북용	고정
접속방식	OFDMA	OFDMA
대역폭	9MHz	1.25 ~ 28 MHz
서브캐리어	1024	256 ~ 2048
최대 전송속도	30Mbps	36Mbps
커버리지	1 ~ 5Km	3.5 ~ 7Km

2.4 지중송전설비 감시 대상 및 MEMS 센서

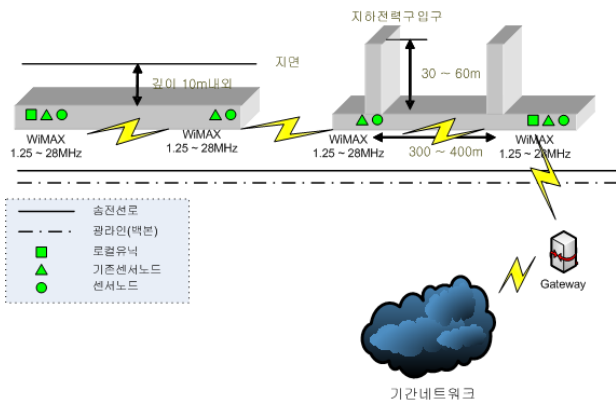
지중송전설비에서 사고에 대비하기 위하여 감시해야 할 대상은 지중선로내 온도 및 송전선로 정합온도, 산소농도, 일산화탄소 농도, 맨홀내 메탄가스의 농도, 송전선로 정합부분의 유기전류 이다. 지중송전네트워크의 환경을 감시하고 유지하기 위한 센서는 저비용, 저소비전력이 특징인 MEMS(Micro Electro-Mechanical Systems) 센서를 사용한다. MEMS는 센서네트워크에 적합한 특성을 갖춘 센서로 알려져있다.[1] 센서가 갖추어야 할 목표사양을 <표 2>에 정리하였다.

<표 2> 지중송전설비 감시 센서류 및 목표사양

항목	성능사양	기능
온도	-30 ~ 70 ℃	선로온도 및 송전선 정합온도 측정
습도	0 ~ 100 %고	지중선로 제어실 습도 측정
산소	0 ~ 30 %	지중선로내 산소농도 측정
일산화탄소	0 ~ 1,000 ppm	지중선로내 일산화탄소 농도 측정
메탄	0 ~ 25,000 ppm	맨홀내 메탄가스 농도 측정
전류	0 ~ 100 [A]	송전선 정합부분의 유기전류 측정

2.5 지중송전설비 감시시스템 네트워크 구성

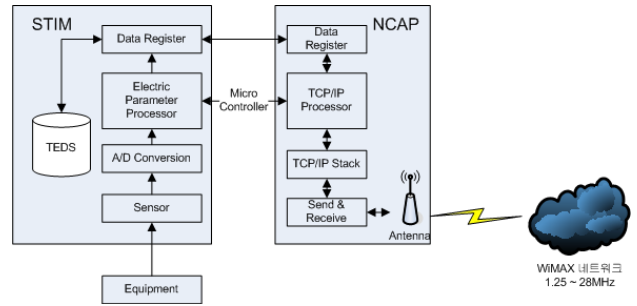
지중송전설비의 네트워크는 송전선로와 백본인 광라인을 갖추고 있다. 신규센서노드를 추가하면서 지중설비를 감시하기 위하여서는 기존의 백본망이 이미 가설되어 있는 상태이고, 신규센서노드는 백본에 영향을 주지않으면서 네트워크를 구성하여야 한다. 신규로 설치하는 센서노드에는 WiMAX 통신을 사용한다. 충분한 대역폭이 있으므로 구간별 감시네트워크를 WiMAX 무선네트워크로 구성하고, 타구간과의 연동을 위하여 기간망에 연결할 수 있는 게이트웨이를 설치하여 네트워크를 구성한다. 아래의 <그림 4>는 지중송전설비의 감시를 위한 네트워크 구성 모델을 제시하였다. 구간별로 로컬유닛을 설치하여 기존센서노드 데이터와 신규센서노드 데이터를 종합하여 게이트웨이를 통하여 기간네트워크에 전송하여 종합적으로 지중송전설비를 감시할 수 있도록 한다.



<그림 4> 지중전력설비 네트워크 구성

2.6 센서모듈의 구조

WiMAX를 통신 디바이스로 채택하고, 센서 및 네트워크 인터페이스를 위한 프로토콜로 IEEE1451 표준을 채택하여 다양한 표준규격의 센서와의 인터페이스가 가능편리하도록 구성한다. <그림 5>는 IEEE1451 규격을 적용한 WiMAX 무선 센서네트워크의 구성을 도식하였다. 개별 MEMS 센서는 STIM(Standard Transducer Independent Module)에서 디지털데이터로 변환되고, NCAP (Network Capable Application Processor)에서 무선네트워크로 데이터 전송을 수행한다.



<그림 5> IEEE1451 적용 센서 및 센서네트워크 구성

2.7 지중송전설비 감시시스템 시연 계획

본 연구는 산업자원부 전력산업연구개발사업인 전력IT 기술개발사업의 지원을 받아 수행되는 과제과의 일부로서 송전, 변전, 지중설비를 포함하는 네트워크를 감시하는 시스템 구현을 위하여 제안되었다. WiMAX를 사용한 네트워크기술은 지중송전설비의 감시를 위한 최적의 방안으로 한국전력의 지원으로 성과와 안정성을 검증할 것이다.

3. 결 론

본 논문에서는 대규모 전력시스템의 안전한 운전과 지속적인 사업의 연속성을 확보하기 위하여 센서 및 센서네트워크 기술을 지중송전설비에 적용하여 개발하고자 하였다. 지중송전설비는 지속적으로 증가하는 추세이며, 최신의 무선센서네트워크 기술을 사용하여 시설을 감시하고 유지보수에 활용하는 것이 경제적으로 유리하다. 인간이 검침하기에는 환경적으로 열악한 지중송전설비를 무인으로 감시하고 유지보수 할 수 있는 센서네트워크를 구성함으로써 환경친화적이고, 경제적인 네트워크를 구성할 수 있다. WiMAX는 WiBro와 경쟁하면서 모바일 솔루션과는 차별적으로 기간시설을 감시하고 제어하는 센서네트워크 기술에 적합한 통신 방식이다. 이동성은 떨어지지만 안전한 주파수 대역을 제공하므로써 기간통신에 적합한 방식으로 판단된다. WiMAX를 이용한 무선네트워크 기술은 대역폭이나 전송속도측면에서 우수하며, 고속의 대용량 전송이 가능하므로, 지중설비를 실시간으로 감시하는 영상데이터의 전송에도 사용될 수 있다. 노후한 지중송전설비를 감시하고, 유지보수 할 수 있는 경제적인 방법으로 WiMAX를 사용하는 센서네트워크를 개발하고 한국전력에서 제공하는 시험장에서 센서장비와 센서네트워크의 연동 및 통신 성능에 대한 종합적인 실험이 이루어지면 시스템 평가가 완성될 수 있을 것이다.

본 논문은 산업자원부 전력산업연구개발사업인 전력IT 기술개발사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

[1] "Development of a wireless sensor unit for tunnel monitoring," Sivaram M.S.L Cheekiralla, 2001
 [2] WiMax Overview, WiMax Forum News, <http://www.wimaxforum.org/news/download/WiMAX-Overview.pdf>
 [3] Intel Corp., IEEE 802.16* and WiMAX: Broadband Wireless Access for Everyone, 2003, www.intel.com/ebusiness/pdf/wireless/intel/80216_wimax.pdf
 [4] IEEE Standard for a Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators - Network Capable Application Processor Information Model, IEEEStd 1451.1.1, 1999
 [5] On a novel low-cost web-based power sensor via the Internet - Network Capable Application Processor Information Model, IEEEStd 1451.1.1, 1999
 [6] 이정창, "Development of IEEE 1451 based Smart Module for In-vehicle Networking Systems", Transactions of KSAE, Vol 11, pp155-163, 2003