

RFID/USN 기반의 전력설비관리 테스트베드 구축

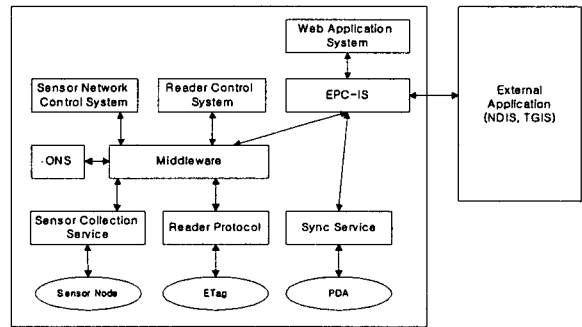
이정일*, 이봉재, 송재주, 신진호, 김영일
 전력연구원, 대전광역시 유성구 문지동 103-16 e-mail : lji3651@kepri.re.kr

A Construction of Test-bed for Power Facility Management based on RFID/USN

Jung-Il Lee*, Bong-Jae Yi, Jae-Ju Song, Jin-Ho Shin, Yung-Il Kim
 Korea Electric Power Research Institute, 103-16, Munji-dong, Yuseong-ku, Daejeon

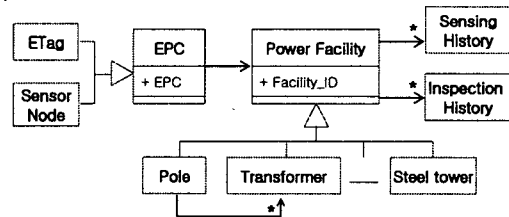
Abstract - RFID(Radio Frequency IDentification)는 전파신호를 이용하여 사물의 정보를 주고받을 수 있는 기술로서, 기존 바코드의 느린 인식속도, 인식률, 저장능력의 한계를 극복하여 사물의 정보화를 촉진함으로써 물류·유통분야에 혁신적인 변화를 가져올 기술로 주목받고 있으며, 유비쿼터스 환경에서 핵심기술로 활용될 것이다. [1] 2004년부터 파급효과가 큰 국방, 조달, 환경 등 12개 분야에서 시범사업이 추진되고 있으며, 최근 한국전산원을 중심으로 USN(Ubiquitous Sensor Network) 응용 서비스 모델을 발굴하기 위하여 총 8개 과제를 추진하는 등 차세대 국가 기간 기술의 요소 기술로서 공급기반을 확충하고 수요활성화 기반을 구축함으로써 세계적 수준의 RFID/USN 인프라를 조기에 구축하기 위한 노력을 경주하고 있다. [2] 본 연구에서는 전력설비관리를 대상으로 RFID/USN의 적용가능 대상을 분석하고, 테스트베드를 구축하여 RFID/USN의 적용 가능성을 판단하고자 한다.

상태미터(온도, 풍속, 풍향) 현황, 점검이력 등을 조회하고 분석할 수 있도록 한다.



<그림 1> 시스템 아키텍처

이 시스템에서는 그림 2와 같이 EPC를 해당하는 전력설비 정보와 연관시키기 위하여 EPC객체가 Power Facility객체를 참조하도록 하였다. 이렇게 Power Facility객체를 참조하여 EPC에 해당하는 전력설비의 정보정보를 얻을 수 있게 된다. 실제 전력설비 정보는 테스트베드 시스템이 아닌 한전에서 기 구축한 지리정보기반의 전력설비관리 데이터베이스인 TGIS, NDIS에 존재한다. 또한, 이 시스템은 설비의 순시점검이력, 센싱 이력을 주 관심 정보로 하여 설계되었다.



<그림 2> EPC와 설비객체의 연관관계

1. 서 론

기존의 바코드를 대신하여 물류·유통 분야에 중대한 변화를 가져올 핵심 기술로서 RFID가 정부·관련업체의 주목을 받고 있다. 또한, 초기 RFID가 유통·물류 분야에 적합한 기술로만 인식되었던 것에 비해, 여러 가지 다양한 분야로 응용하려는 연구 활동이 진행 중이다.

RFID는 그 자체의 시장 잠재력도 크지만 타 산업에 미치는 파급효과가 매우 큰 기간 산업적인 성격을 가지고 있다. 이러한 RFID가 본격화될 경우 적용 기법의 비용을 절감시키는 등 효율성 제고에 크게 기여할 뿐만 아니라 제품이나 산업, 나아가 사회의 모습까지도 변화시킬 수 있다.

전력산업에서도 이러한 RFID 기술에 의한 파급효과가 예측되어 RFID를 현장의 전력설비관리에 적용하려는 연구가 활발히 진행 중이다. RFID는 먼 거리에서 인식할 수 있다는 장점뿐만 아니라 자체에 정보를 저장할 수 있기 때문에 현장에서 관리하고 있는 전력설비에 부착하여 설비의 정보를 자체적으로 보유케 할 수 있다. 또한, USN을 이용하면 전력설비의 상태 정보, 예를 들어 접속개소의 온도, 선로의 부하 등을 실시간으로 취득할 수 있어 전력설비관리의 효율성을 제고하고 전력설비의 고장을 미연에 방지할 수 있어 전력을 안정적으로 공급할 수 있게 된다.

본 연구에서는 이러한 전력설비관리에 RFID/USN을 최적으로 적용하기 위하여 적용 가능한 대상의 특성을 분석하여 테스트베드 시스템을 설계하고, 이에 필요한 기술적인 특성을 파악한다. 또한, 테스트베드 시스템으로 실제 배전 및 송전선의 순시점검, 송전선로 실시간 감시 시스템을 구축하여 기술의 현 수준을 파악하며, 향후 구축할 유비쿼터스 통합 시스템을 위한 시험환경으로 활용하고자 한다.

2. 본 론

2.1 테스트베드 설계

테스트베드는 RFID/USN을 전력산업에 적용하는데 필요한 시험을 위하여 설계하였으며, 그림 1과 같이 중앙의 미들웨어를 통하여 전체 시스템의 메시지 흐름을 통제하도록 구성된다. [3] 메시지 흐름을 보면, Reader Protocol은 태그의 EPC를 읽어 미들웨어에 EPC에 해당하는 정보를 요청하고, 미들웨어는 ONS에게 EPC에 해당하는 설비정보의 URL를 질의한다. 다음, 설비정보의 URL를 통하여 실제 설비의 정보를 EPC-IS에서 언어서 응용 프로그램에 전달한다. Reader Control System은 Tag에 EPC와 정보를 Read/Write 또는 Kill 등의 기능을 한다. Sync Service는 PDA에 입력된 정보를 서버로 전송하는 기능을 한다.

센서노드는 Ad-hoc network 알고리즘을 이용하여 센서노드 간 통신을 중계하여 최종적으로 센싱데이터를 수집노드로 전달한다. 수집노드는 유선 네트워크를 통하여 Sensor Collection Service에 센싱데이터를 전달하게 되고, 센싱데이터가 저장된다. Sensor Network Control System은 센서노드들의 센싱 및 전송 주기, 상태 등을 관리한다. Web Application System은 테스트베드에서의 센

2.2 테스트베드 구현 및 시험

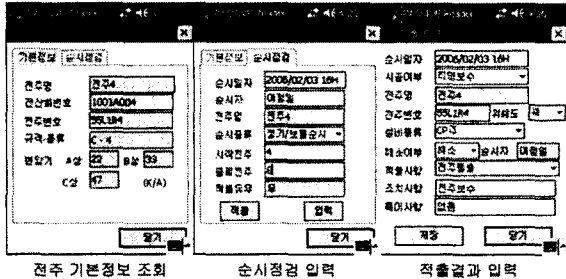
2.2.1 RFID 테스트베드

전력산업에의 RFID 적용은 물류관리, 전력설비관리로 구분할 수 있다. 계량기, 애자, 공기구, 계측기 등에 태그를 부착하고, 물류 창고의 출입문에 고정식 리더기를 설치하여 실시간으로 업무처리와 이동경로 및 위치 추적을 할 수 있고, 전주나 철탑에 전자태그를 부착하여 이동식 리더기를 이용하여 현장에서 설비의 정보를 인식하는 방식으로 사용될 수 있다. 이 논문에서는 전력설비관리에 초점을 두고 테스트베드를 설계하였다.

전력설비관리에 RFID 적용의 가장 주요 관심사는 인식거리이다. 흔히 할 수 있는 전주는 도로 근처나 주택지에 밀집하고 있어 쉽게 접근할 수 있어 짧은 인식거리(1m이하)로도 가능하지만, 철탑의 경우 산악지형에 위치하기 때문에 충분히 긴 인식거리가(이상적으로 10m이상) 필요하다. 그래서 주파수대역중 인식거리가 약 3.5m-10m 정도인 860-960MHz 대역을 선정하였다. 또한, 전주와 철탑에 부착되기 때문에 메탈태그를 사용하였다.

다른 주요 관심사는 객체 스스로가 자체적으로 정보를 저장할 수 있는냐 이다. 철탑이나 전주 같은 주요 설비들은 데이터베이스를 구축하여 정보를 중앙서버에서 통합적으로 관리하고, PDA와 같은 모바일 단말기를 이용하여 현장에서 정보를 조회할 수 있지만, 주요하

지 않은 임시설치 시설물이나 설비 주위환경 예를 들자면 송전선로 인근의 수목 등은 통합적으로 데이터베이스를 구축하기에는 투자비용 대비 효과가 크지 않기 때문에 Tag에 정보를 자체적으로 저장하는 것이 바람직하다. 따라서 객체의 정보를 저장할 수 있는지를 시험하기 위하여 2kbits의 메모리 용량을 가지는 ISO 18000-6 Type B의 무선주파수 프로토콜을 선정하였다. 이러한 사항 들을 고려하여 RFID 테스트베드에서는 전주에 태그를 부착하고 배전선로의 순시점검 업무 PDA를 이용한 모바일 환경에서 구현하였으며, 아래 그림 3은 PDA 실행화면을 보여준다.



〈그림 3〉 배전선로 순시점검 PDA시스템 화면

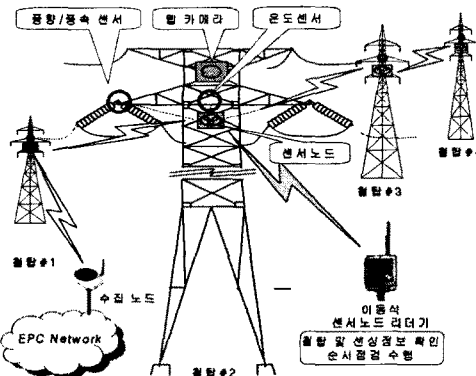
전주에 부착된 Tag에는 EPC코드와 코드화 된 설비정보(전주명, 전산번호, 전주번호, 규격·종류, 변압기정보), 최종점검일자가 Write 된다. 최종점검일자는 이동식리더기를 이용하여 현장에서 직접 Tag에 Data를 Write 가능한지 테스트하기 위해서이다.

이 시스템은 전주에 부착된 Tag를 Read하여 EPC와 설비의 정보를 분석한다. 설비 정보는 코드화 되어 Tag에 저장되므로 코드에 해당하는 정보를 처리한다. 점검결과가 입력이 되면 Tag에 최종점검일자를 Write한다. 현장 점검 완료 후 크레들에 PDA를 연결하면 Sync Service는 PDA로부터 점검결과 이력을 받아서 EPC-IS에 전송하게 된다. EPC-IS는 최종적으로 점검결과를 데이터베이스에 갱신한다.

이 시스템의 시험 결과, 고정식 리더기는 5m, 이동식은 1m의 인식거리를 보였다. User Memory 영역에 Write는 이동식 리더기의 경우 안테나의 크기에 따른 제약으로 인해 성공률이 매우 저조하였다. 이동식의 인식거리가 최소 5m이상으로 확보되고, Write성공률이 95%이상 이 되어야 현장에서 활용이 가능할 것으로 판단된다.

2.2.2 USN 테스트베드

이 테스트베드 시스템은 USN을 이용하여 전력설비에서 센싱데이터를 실시간으로 수집이 가능한지 테스트하기 위하여 개발하였으며, 첩탐의 온도과 풍향, 풍속을 실시간으로 취득하도록 구현하였다. 가장 주요한점으로 두는 것은 고압의 전기에 의한 전자기파 발생 환경에서 무선 통신 거리가 얼마나 영향을 받느냐이다. 첩탐에 부착된 센서노드는 개활지에서 1,500m정도의 거리에서 통신이 가능한 ZigBee 2.4GHz 기반의 통신 모듈로 구성하였다.



〈그림 4〉 센서태그 테스트베드 구성도

그림 4와같이 고창 전력시험센터의 765kV 첩탐 4기에 센서태그 노드를 각각 설치하였다. 센서노드는 온도, 풍속, 풍향을 센싱하며, Ad-hoc network 프로토콜을 이용하여 센서노드간의 릴레이 통신을 한다. 최종적으로 수집노드가 모든 센싱데이터를 수신하게 되며 수집노드는 무선AP와 시리얼 통신(RS-232C)으로 연결되어 네트워크와 연결된다. 수집노드와 미들웨어 사이에서 Sensor Collection Service는 수집노드로부터 수신된 센싱데이터를 미들웨어로 전송을 해준다. 미들웨어는 수신된 센싱데이터를 필터링 및 변환 작업을 거

쳐 EPC-IS에 전달한다. EPC-IS는 수신 받은 데이터를 저장하게 된다. 첩탐간의 거리가 멀기 때문에 가까운 거리보다 증폭이 필요하여 많은 양의 전력이 필요하다. 노드의 전원은 4.2V, 4.2A 리튬폴리머 배터리로 공급하며, 태양전지(최대 12V, 360mA)를 이용하여 배터리를 충전한다.

첩탐에 설치된 센서 노드들 간의 통신은 Ad-hoc 네트워크 알고리즘을 사용한다. 센서노드 간 통신을 통하여 취득된 첩탐의 센싱데이터는 웹 시스템을 이용하여 활용되어진다. 또한, 현장에서 센서노드와 통신이 가능한 이동식 센서노드 리더기를 개발하여 현장에서 직접 첩탐의 기본정보와 센싱이력을 조회할 수 있게 하였다. 센서노드의 확장메모리에 첩탐의 기본정보인 첩탐명, 지지물번호, 경간, 종류, 높이, 풍량이 저장되며, 15분 간격으로 취득된 6시간 분량의 센싱데이터를 센서노드가 보유하게 된다. 또한, 선로를 순시하며 첩탐의 이상 유무를 점검한 후 점검결과를 PDA를 이용하여 기록함으로써 PDA를 이용한 현장업무에 활용이 가능하다.

이 시스템에서는 전기가 흐르는 첩탐에서의 센서노드간의 통신거리, 센서인터페이스, 센싱데이터 활용 측면에 중점을 두고 표1과 같이 시험을 하였다. 시험 결과 첩탐, 전주 등의 전력설비의 상태정보의 실시간 취득에 활용 가능성이 있음을 판단하였다.

〈표 1〉 USN 테스트베드 시험 결과

항목	시험결과
Sensor Network	통신거리 : 최대 600m 센서노드 간 중계기능 확인 통신경로 장애 해소 가능 센싱데이터 서버전송 정상
Sensor Interface	온도, 풍향/풍속센서 오차 범위 내 동작 확인 센싱데이터 15분주기 6시간 분량 저장 가능

3. 결 론

RFID/USN 기술을 특정산업에 적용하기 위해서는 그 분야의 특성을 파악하고, 적용방안을 도출해야 하며, 실제 적용가능한지 여부를 판단하기 위해 시험환경을 구축하는 것은 필수적이다. 본 논문에서는 전력산업의 한 분야인 전력설비관리에 RFID/USN을 적용하기 위하여 적용대상의 유형과 특성을 분석하고, 이에 대한 적용방안 분석을 통해 적용방안의 가능성을 검증하기 위한 시험환경을 구축하였다.

현재 전력산업의 현장에서의 전력설비관리 업무에는 모바일 기술이 적용되어 불필요한 작업을 줄이고 업무를 효율화 하는 등 많은 노력이 있었다. 하지만, 아직까지는 설비를 육안으로 확인하여 업무를 처리하기 때문에 오 입력 등의 문제가 발생하고 있다. RFID/USN을 적용하게 되면 이러한 오 입력 등을 줄일 수 있게 되고, 설비의 상태정보를 실시간으로 취득할 수 있게 되어 현장업무 처리능률을 획기적으로 향상시킬 수 있으며, 업무프로세스의 개선과 비용절감효과로 전력산업의 경쟁력을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구 결과인 테스트베드를 통하여 RFID 기술이 설비의 인식 및 자체 정보 저장에 적용될 수 있으며, USN 기술은 실시간으로 전력설비의 상태 정보 취득이 필요한 전선접속개소나 변압기 열화 측정 등에 적용될 수 있다는 것을 검증하였다. 하지만, 아직 RFID 기술의 인식거리와 인식성공률이 실제 업무에 적용하기에는 부족하다고 판단되며, 지속적인 기술발전이 필요할 것으로 생각한다. 또한 이러한 문제는 본 연구의 전력산업에 적용을 위한 비즈니스 모델 도출에 많은 장애요인으로 작용하였다.

RFID/USN의 전력산업에의 적용은 아직 결음마 단계임을 인지하고, 사내로는 실무전문가들과 의사소통을 통하여 전력산업 비즈니스 모델을 수립하고, 외적으로는 정부 및 산학연 등과 협력하여 RFID 기술의 발전을 위해 앞장서서, 경제적 성과가 큰 적용모델을 도출하는데 최선의 노력을 해야 할 것이다.

〈참 고 문 헌〉

- [1] 김완석, "RFID 표준화동향," ITA ITFIND 주간기술동향통권 1150호, 2004. 6, pp.1-13.
- [2] 박석지, 유종현, "U-센서네트워크 산업의 개념과 발전 동향", 주간기술동향, 통권1135호,2004.3.
- [3] EPCglobal, Inc, <http://www.epcglobalinc.org/>
- [4] Algeles, R., "RFID Technology : supply-chain application-s and implementations issues," Information System Management, vol.22, no. 1, 2005, pp. 51-65
- [5] Srivastava, B., "Radio Frequency ID technology : The next revolution in SCM "Business Horizons vol. 47, no. 6, 2004, pp.60-68
- [6] Dobkin, D.M.; Weigand, S.M.; "Environmental effects on RFID tag antennas", Microwave Symposium Digest, 2005 IEEE MTT-S International, pp 4