

ICT 기반의 에너지 융합형 안전관리 플랫폼 구조에 관한 연구

정상진, 김용운
한국전자통신연구원 표준연구본부
e-mail : sjjeong@etri.re.kr

A Study on ICT-based Safety Management Platform for Electricity and Gas Energy

Sangjin Jeong, Yong-Woon Kim
Protocol Engineering Center, ETRI

요 약

본 논문에서는 ICT 기반의 에너지 융합형 안전관리 플랫폼의 개발을 위해 필요한 국내 에너지 사용 시설의 에너지 안전관리 현황을 분석하고, 에너지 사용 밀집시설에서의 전기 및 가스 안전관리를 위한 에너지 안전관리 인프라 모델을 정의한다. 이를 기반으로 ICT 기반의 에너지 안전관리를 위한 플랫폼 참조 구조를 제시한다.

1. 서론

에너지 융합형 안전관리 기술은 다양한 에너지 (가스, 전기, 신에너지 등)의 안정적인 공급 및 사용 안전성 확보를 통해 국가 에너지 안전사회 기반 구축 기술을 지칭한다. 에너지 안전관리 기술은 원전 안전과 같이 에너지 안전 문제가 국민생활에 밀접한 에너지의 안정 공급에 심각한 장애 초래할 수 있고, 민간투자가 소극적인 분야로 공공의 안전을 위해 국가 주도의 기술개발 지원 필요하며, 법적 구속력을 갖는 기준 개발에 있어 국가 차원의 지원을 통해 공정성, 투명성 확보가 요구된다. 에너지 안전관리 목적은 사고 예방·방지, 피해완화, 안전진단, 성능평가, 에너지 설비 및 기기의 안전장비 개발과 보급을 통해 발생 가능한 안전사고를 예방하고 이를 바탕으로 에너지 공급 및 수요 인프라의 안전성·안정성 확보이다. 이러한 에너지 안전관리 기술의 개발 필요성은 다음과 같다.

- 대형사고 예방: 에너지 관련 사고는 발생 건수가 적어도 대형사고 발생 시 직접 피해뿐만 아니라 불안감으로 인해 국민 삶의 질을 떨어뜨리고 국가 이미지 실추에 따른 간접적 손실비용 발생
- 노후시설 사전대응: 국내 석유화학, 가스, 전기 등 에너지산업 기반 시설은 산업화 시기에 단기간 내 집중 설치된 상황임. 노후 에너지 기반 시설의 대형사고 잠재적 발생 가능성을 사전에 감지·예방할 수 있는 모니터링 및 진단 기술은 국외 대비 취약함
- 생산-공급-소비 전과정 대응: 에너지 안전기술은 에너지 제조 및 생산, 공급, 소비에 이르기

까지 각각 단계에서의 안전을 도모하기 위한 제반사항 해결 필요

- 사고 재발방지: 다발 사고를 재현하여 근본 원인 분석 및 신기술의 사고감소 효과를 실증함으로써 사고재발 방지를 위한 예방 대책을 마련하고 정책에 반영 필요
- 안전기준 대응력 향상: 기후변화에 따른 환경조건이 변하고, 급변하는 에너지산업 환경변화에 따른 안전기준 향상에 대응한 기술 개발 필요
- 에너지 융합환경 대응: 산업 간 융합 추세에 따라 에너지 산업도 융합 방식으로 전개되어 예측하지 못한 에너지 안전사고가 발생할 위험이 높아 전기, 가스 등의 복합적 안전대책 수립과 관련 기술개발 필요

이러한 에너지 안전관리 대상은 대표적으로 가스등 에너지 관련 설비와 전기관련 설비로 구분할 수 있으며, 에너지 관련 재해는 에너지 관련 설비와 전기관련 설비의 재해가 복합적으로 발생하는 재해로 구분될 수 있다.

에너지 사용 시설의 안전한 관리를 위해서는 에너지 안전관리 플랫폼의 개발이 필요하며, 이러한 안전관리 플랫폼의 확산 적용을 위해서는 표준화된 플랫폼이 필요하다. 표준화된 플랫폼의 개발을 위해서는 에너지 안전관리 플랫폼 참조 구조가 정의되어야 한다. 현재, 전통시장과 같은 에너지 사용 밀집 시설에서의 사고 예방을 위한 안전관리 플랫폼 기술의 개발이 시작되었으나, 플랫폼 구조에 대한 연구는 아직까지 초기단계이다. 이에 따라, 본 논문에서는 효과적인

에너지 안전관리를 위한 ICT 기반의 에너지 안전관리 플랫폼 참조 구조를 제시한다.

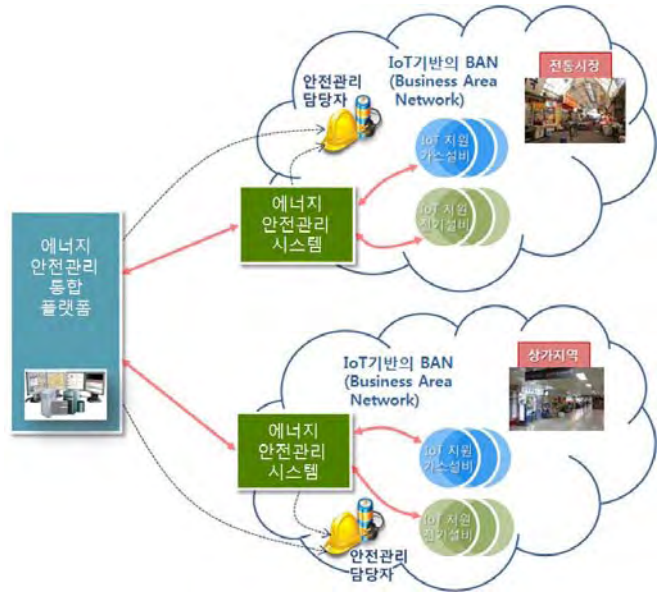
2. 에너지 안전관리 인프라 개요

전통시장, 지하상가 등과 같은 에너지 사용 밀집지역은 가스·전기 설비가 동일지역 내에 설치되어 있으며, 두 에너지원의 연관성에 의한 사고 가능성이 증대되고 있다. 이러한 전기·가스 설비의 사고를 사전 예방하고 사고 발생 시 신속히 대응하기 위해서는 센서 및 통신 관련 사물 인터넷 기술을 전기·가스 설비에 적용하고 이러한 설비를 인터넷에 연결함으로써 관리하는 기술의 개발이 필요하다. 이러한 사물 인터넷에 연결되는 전기·가스 등의 에너지 설비들은 자신을 구별할 수 있는 유일한 IP 주소를 가지고 인터넷으로 연결되어야 하며, 외부 환경으로부터의 데이터 취득을 위해 센서를 내장할 수 있다. 본 논문에서 ICT 기반의 에너지 안전관리 플랫폼은 사물 인터넷 기반으로 센서 데이터 수집, 분석을 통한 표준 기반의 에너지 안전관리 플랫폼을 지칭한다. 이러한 플랫폼의 개발을 통해 에너지 사용 밀집시설의 안전 고도화를 달성할 수 있다.

(그림 1)은 가스 및 전기 설비가 복합적으로 설치되어 있는 에너지 사용 밀집지역용 에너지 안전관리 인프라 개념도를 도시한 것이다. 에너지 사용 밀집지역에 사물 인터넷 기반의 센서를 설치하고 이들로부터 수집한 데이터로부터 사고를 예측하여 관리자에게 알려주거나 자율 제어를 수행할 수 있다. 전기 및 가스 에너지를 복합적으로 사용하는 밀집시설인 전통시장과 상가지역에 대해 기존 가스설비 및 전기설비에 사물 인터넷 기반의 모니터링 기능을 추가 탑재하고, 이들을 인터넷을 통해 에너지 안전관리 시스템에 연결하게 된다. 에너지 안전관리 시스템에서는 각 설비별로 모니터링 되는 정보를 통합하여 에너지 안전관리 통합 플랫폼으로 전송한다. 통합 플랫폼에서는 모니터링 되는 각 설비 별 상태 정보를 분석하여 화재, 폭발 등의 사고 발생 전조를 사전 분석 및 예측하고, 사고의 발생 위험도가 높을 경우 안전관리 담당자에 통보하여 적절한 조치를 선제적으로 취할 수 있도록 한다. 이를 통해 에너지 사용 밀집 시설의 사고 발생 위험을 효과적으로 감소시킬 수 있으며, 사고 발생 시에도 효과적으로 대응할 수 있다. 에너지 안전관리 인프라를 위한 에너지 안전관리 플랫폼의 상세 구성 요소는 3 절에서 기술된다.

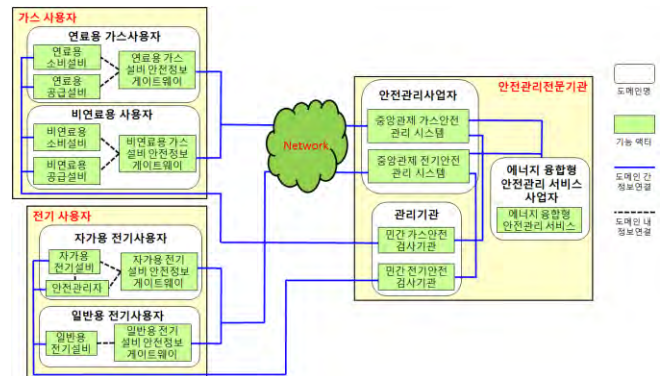
3. ICT 기반의 에너지 융합형 안전관리 플랫폼 구조

본 절에서는 앞에서 기술된 에너지 사용 밀집 지역용 에너지 안전관리 인프라 개념도를 세부적으로 확장한 에너지 안전관리 인프라 도메인 별 상세 구성 요소를 기술한다. 도출된 에너지 안전관리 인프라 도메인을 기반으로 에너지 안전관리 플랫폼 참조모델을 도출할 수 있다. 에너지 안전관리 인프라 도메인 상세 구성 요소는 크게 가스 사용자, 전기 사용자, 안전



(그림 1) 에너지 사용 밀집지역용 에너지 안전관리 인프라 개념도

관리 전문기관 등 3 개의 개념으로 구성될 수 있으며, 가스 사용자는 연료용 가스 사용자와 비연료용 가스 사용자가 세부 도메인으로 구성된다. 전기 사용자는 자가용 전기사용자와 일반용 전기사용자로 세부 도메인이 구성된다. 안전관리 전문기관은 안전관리 사업자, 관리기관, 에너지 융합형 안전관리 서비스 사업자 도메인으로 구성된다. 각각의 도메인 내에는 해당 도메인의 주요 기능을 수행하는 세부 기능요소들이 포함되어 있으며, 이러한 세부 기능요소들 간에 상호 정보 교환을 통해 에너지 안전관리를 수행하게 된다. (그림 2)는 에너지 안전관리 인프라 도메인의 상세 구성 요소를 도출한 것이다.



(그림 2) 에너지 안전관리 인프라 도메인 상세 구성 요소

○ 가스 안전관리 개념모델

가스 사용자는 연료용 가스 사용자와 비연료용 사용자로 크게 구분될 수 있다. 사용자 설비는 가스 소비설비와 가스 공급자로부터 공급받는 공급설비로 구분된다. 사물인터넷 등의 ICT 기술과 가스 산업의 융합에 따라 사용자의 가스 설비의 안전정보를 감시하

여 안전관리 사업자로 인터넷을 통해 전송해주는 가스 안전정보 게이트웨이가 추가로 고려될 수 있다. 연료용 및 비연료용 가스설비 안전관리는 민간 가스 안전점검기관과 직접적으로 연결되어 관리가 이루어지고 있다. 중앙관제 가스안전 관리 시스템은 연료용 가스설비 및 비연료용 가스설비에 설치된 안전관리 관련 센서 등을 통해 수집된 정보들을 기반으로 재해 전조예측, 사고 위험 경보 등을 수행하는 통합 시스템이다. 가스안전 관리 시스템은 민간 가스안전 검사기관과도 점검 결과 정보를 수신하여 관리에 활용한다.

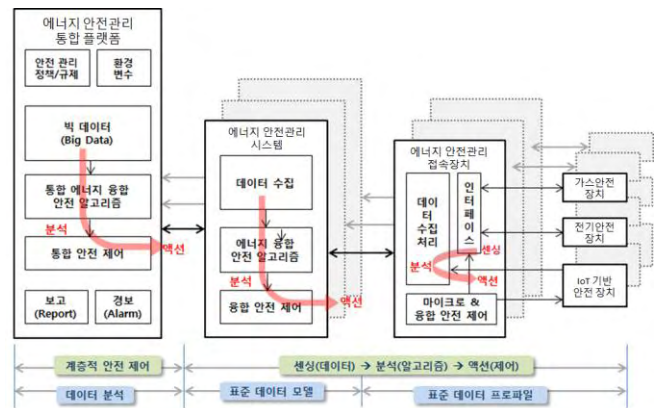
○ 전기 안전관리 개념모델

현재 전기설비 안전관리는 전기설비 사용자와 실무 안전관리기관의 직접적 연결 관계를 가지고 있으나, 사용자의 자체 요청에 의해서만 설비에 대한 안전관리가 이루어지고 있으므로 안전관리가 총체적이며 정확한 안전점검 및 관리가 어렵다. 즉, 안전관리 사용자 설비와의 유기적 관계에 의한 소통이 없는 것이 현 상태이며 이에 따라 실시간 관리체계 및 기후변화에 대한 예방이 사실상 불가능한 상태이다. 전기 안전관리 개념모델은 각 도메인의 목적에 따라 기술적, 정책적인 요소 등의 표준화 정립을 동반할 수 있으며 역할을 명확히 할 수 있다. 개념모델의 도메인 내부 구조에 나타난 액터는 도메인 자신의 역할에 따라 사용자 혹은 공급자의 측면에서 안전관리 역할이 나누어질 수 있으며 요소 별 다양한 유형을 가지고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 개념 모델에서 정의된 액터에서 이루어지는 전기설비 안전관리에 대한 기술개발, 현황, 앞으로의 변화에 대한 예측과 같은 통합적 관리시스템이 이루어질 수 있다. 또한 액터들의 상호작용을 통해 도메인의 목적 달성을 종합적으로 지원하고 다른 도메인의 액터들과 연결하여 다양한 안전관리 서비스를 제공할 수 있다.

전기설비는 사용자가 사용하는 모든 전기설비를 통틀어 포함한다. 전기설비는 전기사업법에 의하여 사용자의 사용용량, 전압, 설치규모에 따라 사업용 전기설비, 자가용 전기설비, 일반용 전기설비로 분류된다. 사업용 전기설비는 전기사업자가 전기사업에 사용하기 위한 설비를 말하며 일반용 전기설비는 주택, 상점, 소규모 공장 등과 같은 소규모 전기설비로써 한정된 구역에서 전기를 사용하기 위한 설비를 지칭한다. 일반적으로 수전전압 600V 이하, 수전용량 75kW 미만의 저압, 저용량 전기설비가 일반용 전기설비의 기준이다. 자가용 전기설비는 사업용, 일반용 전기설비를 제외한 나머지 설비로써 가장 많은 비율을 차지하고 있으며 수전전압 600V 이상, 수전용량 75kW 이상의 전기설비를 말한다. 사업용 전기설비는 사용자의 설비가 아닌 전력공급자의 설비를 말하므로 본 논문에서는 고려하지 않는다. 전기설비의 안전관리 항목은 매우 다양하며 전선, 전로의 절연, 기계 및 기구의 시설장소, 피뢰설비, 비상전원, 접지설비, 보호장치 등의 항목을 포함하며 기후에 따른 열적상태, 물리적 상태변화 등을 포함할 수 있다. 전기설비 사용자 도

메인은 앞서 언급한 사용자의 전력사용량, 전기설비의 상태, 기후에 따른 설비의 영향 등의 상태정보를 네트워크를 통해 중앙관제 전기안전 관리 시스템에 제공한다. 또한 중앙관제 안전관리시스템에서는 네트워크를 통해 제공하는 정보를 이용하여 설비 자체적인 점검도 일부 수행할 수 있다. 사용자의 전기 설비의 정보는 전기설비 안전정보 게이트웨이를 통해 중앙관제 전기안전 관리 시스템으로 전달된다. 자가용/일반용 전기설비 안전정보 게이트웨이는 사용자 전기설비에서 보내는 전기설비의 고장 혹은 이상상태, 기후변화 등의 정보를 토대로 전기설비의 상태를 수집한다. 이렇게 수집한 정보를 중앙관제 안전관리시스템에게 제공한다. 게이트웨이는 전기설비 사용자와 중앙관리시스템의 중간 연결고리 역할을 수행하며 빅데이터 기반의 정보를 이용할 경우 기후변화에 대한 설비의 상태를 예측하는 데에 도움을 줄 수 있다.

안전관리전문기관 도메인은 네트워크, 전기 사용자 도메인에서 오는 정보를 취합하여 안전점검에 관한 결정을 내릴 수 있는 도메인이다. 전기설비 안전정보 게이트웨이를 거쳐 입력되는 정보에 대해 통계를 낼 수 있으며 전기설비 안전관리 검사기관과 연계하여 사용자설비에 대한 안전점검 지시를 내릴 수 있다. 또한 안전점검에 대하여 방문 점검시 전기설비 사용자 도메인의 정보를 직접적으로 얻을 수 있어 육안검사와 네트워크를 통한 실시간 점검을 접목하여 더 신속하고 정확한 전기설비 안전점검이 가능해질 수 있다.



(그림 3) ICT 기반의 에너지 융합형 안전관리 플랫폼 참조 구조

(그림 3)은 에너지 안전관리 플랫폼 개발 기본 구조를 도시한 것이다. 에너지 안전관리 시스템에서 수집한 안전관리 데이터는 에너지 안전관리 통합 플랫폼으로 전달되어 다수의 에너지 사용 밀집지역들을 통합하여 관리한다. 단위의 에너지 사용 밀집지역에는 가스 또는 전기 안전 디바이스 (센서 또는 제어기 등)들을 시스템에 접속시키기 위하여 다수의 에너지 안전관리 접속장치가 설치된다. 에너지 안전관리 접속장치는 마이크로 단위로 데이터를 수집 분석 제어하는 기능을 수행하고 수집된 안전관리 데이터를 상위 시스템으로 전달한다. 에너지 안전관리 시스템은

계층적으로 센싱 데이터를 수집 및 분석하는 기능을 두어 단위 별로 자율 제어하는 절차를 수행한다. 수집한 데이터를 상위 시스템이나 통합 플랫폼으로 전달하여 통합적 데이터 분석을 통해 계층적 안전제어가 가능하다. 또한 데이터 수집을 위한 가장 기본 요구사항은 시스템 간의 상호운용성이므로 XML (eXtensible Markup Language) 기반의 표준 데이터 프로파일 및 공통 정보모델 기술을 사용한다. 데이터 상호운용성을 제공하여 빅데이터 분석을 위한 기본 기능을 수행하여 에너지 통합 안전관리 서비스를 제공한다.

4. 결론

에너지 사용 시설의 안전한 관리를 위해서는 에너지 안전관리 플랫폼의 개발이 필요하며, 이러한 안전관리 플랫폼의 확산 적용을 위해서는 표준화된 플랫폼이 필요하다. 표준화된 플랫폼의 개발을 위해서는 표준 기반의 에너지 안전관리 플랫폼 참조 모델이 정의되어야 한다. 현재, 전통시장과 같은 에너지 사용 밀집 시설에서의 사고 예방을 위한 안전관리 플랫폼 기술의 개발은 개시되었으나, 플랫폼 구조에 대한 연구는 아직까지 초기 상태이다. 본 논문에서는 표준화 플랫폼의 개발 시 활용 가능한 ICT 기반의 에너지 융합형 안전관리 플랫폼 참조 구조를 제안하였다.

Acknowledgement

본 논문은 2015 년도 산업통상자원부 에너지기술개발사업의 지원으로 수행된 연구결과임 (과제번호: 20152010500080)

참고문헌

- [1] 정상진, “에너지 안전관리 플랫폼 참조모델 및 구조,” 사물인터넷포럼, IoTFS-0089, Aug. 2016.