

USN기반의 스마트 플랜트안전 프레임워크 기술

최석원[○] 송병훈 정지은

전자부품연구원

{sukwon, bhsong, jejung}@keti.re.kr

Smart Plant Safety Framework based on Reliable-Secure USN

Sukwon Choi[○] Byunghoon Song Jieun Jung

Korea Electronic Technology Institute

요 약

최근 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술은 시범사업 수준의 테스트 환경을 벗어나 산업 현장 전반에 적용이 시도되고 있다. 현재의 USN 기술은 신뢰성 및 보안성이 취약하여 대규모 플랜트와 같은 난환경 산업 현장에의 적용이 어려운 현실이다. 또한 표준화된 기술의 부재로 인해 사용되는 USN 관련 장치들의 상호호환이 어려우며 기존 설비와의 호환이 어려워 산업 현장에 설치 규제가 심한 상태이다. 이러한 현실에도 불구하고 에너지 플랜트와 같은 고위험 시설물의 경우 설비에 대한 지속적인 감시 및 관리가 필요하다. 이를 위한 관련 기술의 개발이 필요하다. 본 논문에서는 USN 기술을 기반으로 에너지플랜트와 같은 고위험 시설물을 위한 고도화되고 지능화된 안전 인프라를 구축하여 다양한 사고위험으로부터 안전성을 확보할 수 있는 스마트 플랜트안전 프레임워크를 제안한다. 제안하는 프레임워크에서는 플랜트를 위한 고위험 시설물의 감시에 필수적인 요소기술을 소개하고 이를 통합하기 위한 프레임워크 구조를 제시하여 향후 관련 기술에 대한 기준점을 제시한다.

1. 서 론

최근 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술은 시범사업 수준의 테스트 환경을 벗어나 산업 현장 전반에 적용이 시도되고 있다. 지식경제부는 14대 산업 원천기술 개발 사업의 일부로 이러한 시도가 진행 중이며 U-IT 839 정책에서도 USN 현장 시험 및 시범사업을 통한 결과를 바탕으로 산업화 전략이 진행 중이다[1]. 현재 공장 제어/감시, 물류관리, 방재, 환경/수질감지, 실내온도모니터링, 플랜트 실내 온/습도 감시등의 영역에는 상용화 수준의 USN 기술이 적용되고 있다[1]. 하지만 현재의 USN 기술은 신뢰성 및 보안성이 취약하여 대규모 플랜트와 같은 난환경 산업 현장에의 적용이 어려운 현실이다.

표준화된 기술의 부재로 인해 사용되는 USN 관련 장치들의 상호호환이 어려우며 기존 설비와의 호환이 어려워 산업 현장에 설치 규제가 심한 상태이다. 이러한 현실에도 불구하고 에너지 플랜트와 같은 고위험 시설물의 경우 설비에 대한 지속적인 감시 및 관리가 필요하며 이를 위한 무선 기술에 대한 요구가 증가하고 있다. 최근 발표[2]에 따르면 자동차 및 우주항공 분야와 같은 산업 분야보다는 광범위한 공장 라인과 시스템 라인 설비를 갖춘 케미컬 오일&가스, 정유, 전력, 금속 등의 프로세스 설비 분야에서의 산업용 무선 시스템이 큰 폭의 성장세가 이루어질 전망이다[1].

산업현장에서의 무선 기술에 대한 요구는 Wireless Fieldbus[3], Wireless Modbus[4] 등과 같이 기존 산업 통신 표준에서의 무선 기술을 추가 하도록 만들었고 WirelessHART[5], ISA 100[6] 와 같은 새로운 무선 표준을

등장시켰다. 이를 위하여 패킷당 주파수 호핑(Hopping)을 사용하며 노드간의 통신은 TDMA 방식 사용으로 최소한의 대기시간을 제공한다 또한 Full Mesh Network를 제공하여 고신뢰성 통신을 제공한다. 이러한 표준화와는 별도로 Honeywell의 경우 Onewireless Solutions라는 패키지로 산업현장에 적용하기 위한 무선 솔루션을 제작하여 수년전부터 상용화였다. 하지만 최근 WirelessHART, ISA 100과 같은 무선 표준을 해당 패키지에 함께 적용하기 시작하였다. 특히 ISA 100의 경우 WirelessHART보다 장치 간 연결성을 중시하기 때문에 6LowPAN기반의 프레임 구조를 가지며 필드 디바이스, 필드라우터 및 게이트웨이 시스템매니저등과 같은 서로상호 제품 간의 호환성을 보증한다. 따라서 ISA 100 같은 산업 현장 제어를 위한 고신뢰성 표준 무선 통신 기술을 바탕으로 산업 설비 분야에서 전반적인 관리 및 운영비용을 줄이고 신뢰성 있는 데이터로 안전하게 플랜트를 운용할 수 있도록 하는 통신 기술의 개발이 요구된다.

산업현장에서의 무선센싱 기술을 활용하면 능동적인 위험시설물 관리가 가능하다. 기존 위험시설물 관리 방식은 시설 상태 및 환경을 고려가 미흡하였다. 현재 적용되고 있는 인공지능 기법인 퍼지로지직 등은 에너지 플랜트 시설을 위해 고안되거나 개선되지 않고 시설분야 관련자의 관점에 투영하여 공용적인 로직을 적용하기 때문에 데이터와 시험 데이터 량의 부족 및 구축된 모델의 정확성 신뢰성이 낮은 상태이다. 따라서 무선센싱 기술을 이용하여 지속적으로 시설물을 모니터링하여 이를 기반으로 모델을 구축하면 기존 경험적으로 분석된 고정된 임계값을 근거로 인위적으로 산정하는 방식보다 효율적인 위험관리가 가능하게 된다.

실시간 모니터링 데이터를 이용하면 상황에 위험시설물 분류 및 예측을 능동적으로 처리 가능한 분류/예측 모델을 구축하여 통합 시스템으로 관리할 수 있다 이러한 통합 시스템은 실시간 플랜트 환경온도, 풍향, 풍장, 풍속 등) 데이터DB 및 사고DB와 연계하여 사고발생률 및 사고에 의한 피해 범위를 예측할 수 있는 시스템도 요구 된다. 또한 측정된 데이터를 확산 모델링 기술과 접목시켜 분류된 위험시설(구조)물별 위험요소에 의한 사고유형별 사고 발생시 예측되는 피해범위 및 사고 진행을 시간 경과에 따른 확산 알고리즘에 따라 시물레이션하고 이에 따른 위험성 및 피해를 시설물Layout 및 주변 GIS 위에 도식 및 평가 분석해볼 수 있는 시간 사고 시물레이션 기술도 함께 요구 된다. 이러한 기술을 하나의 통합시스템으로 제공하는 스마트 플랜트 통합관제 시스템의 개발이 필요하다

본 연구는 차세대 USN 기술을 기반으로 에너지플랜트와 같은 고위험 시설물을 위한 고도화되고 지능화된 안전 인프라를 구축하여 다양한 사고위험으로부터 안전성을 확보할 수 있는 스마트 플랜트안전 프레임워크 개발을 목표로 한다.

2. 관련연구

산업용 무선 규정인 ISA100이 제정됨에 따라 상용화된 제품들이 가속화되어 시장을 형성하고 있다 현재, 산업용 설비 관리 및 자동 제어 솔루션 개발에 앞서나가는 대표적인 국외 업체들의 기술 개발 현황은 다음과 같다

Honeywell[7]은 산업용 무선 계기들을 중심으로 한 센서 네트워크와 와이파이(WiFi)기반의 산업용 통합 무선 솔루션인 'Honeywell OneWireless Solution'을 개발하였다. 'Honeywell OneWireless Solution'은 다기능(Multi-Fuction), 다중프로토콜(Multi-Protocol)을 단일 구조에서 지원할 수 있는ISA100 기반의 구조를 가지고 있다.

HART Communication Foundation[5]은 플랜트 공정 관리 및 제어 산업에 필수적으로 요구되는 요구 사항들에 부합되도록 설계된 'WirelessHART'라는 무선 통신 표준을 개발함으로써 실제 산업 플랜트 애플리케이션을 위한 안정성을 강화하였다 'WirelessHART' 트랜스미터는Wi-Fi와 동일한 공간에서 상생할 수 있는 IEEE802.15.4 표준을 활용하며 유선 HART 디바이스에 사용되는 IEC 61158 애플리케이션 계층이 가장 위에서 사용되기 때문에 기존의 설비 관리 소프트웨어와 쉽게 통합될 수 있다.

Yokogawa Corp.[8]은 프로세스 제어용 무선통신규격인 ISA100.11a 승인을 계기로 국제 표준화 및 보급을 현재 추진 중이며, 플랜트 공정 자동화 분야에서 현재 복수로 존재하는 무선통신방식을 표준화하는 것으로 필드 네트워크 무선화 채용을 진행 중이다

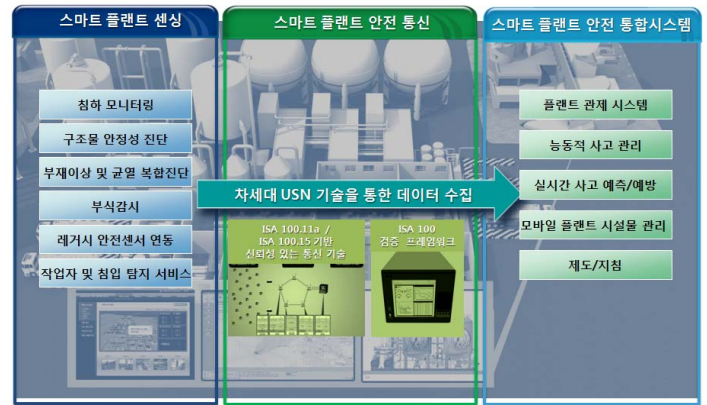


그림 1. 스마트 플랜트안전 프레임워크

Nivis. Inc[9]은 센서 모듈로 산업용 시설물들의 상태 정보를 취득하고, 이로 인해 예상되는 문제를 진단하는 기술을 보유함. 뿐만 아니라 무선 산업용 어플리케이션의 신뢰성을 향상시킨 ISA100.11기반의 'NISA100.11a System'을 개발하여 무선 통신 기반의 산업 모니터링 및 제어에 앞장서고 있다 'NISA100.11a System'은 필드 디바이스(Routing/Non-Routing), 백본 라우터, 게이트웨이, 시스템 및 보안 매니저로 구성된다

Apprion[10]은 산업용 무선 응용 네트워크 시스템인 'ION System'을 개발하였으며, 개방 및 통합형 무선 멀티 벤더 무선 디바이스와 응용프로그램을 제공한다 ION System은 산업용 무선 응용 네트워크에 핵심적인 어플리케이션인 자산 트래킹(Tracking), 통신, 환경모니터링, 근무자 이동성 그리고 비디오로 구성된다

이러한 무선 표준들은 USN과 동일한 IEEE 802.15.4 표준을 이용하여 구현되어 신뢰성과 보안성을 강조한 차세대 USN기술로 주목받고 있다. 따라서 기존 USN기술의 노하우와 새로운 산업용 무선 통신 표준이 가진 장점을 접목하여 플랜트에 최적화된 표준 무선 기술의 개발이 필요하다. 또한, 에너지 플랜트와 같은 고위험군 시설물에 앞서 언급된 산업용 무선 통신 기술 기반 솔루션들이 바로 적용 되는데 여전히 어려움이 많다 따라서 센싱·통신·관제시스템이 하나로 통합될 수 있는 산업용 안전 프레임워크 기술 개발이 필요하며 보다 다양한 플랜트 현장(에너지 플랜트, 반도체 공정 등)에 시범 적용함으로써 기술을 보완해 나가야 할 것이다

3. 스마트 플랜트안전 프레임워크

논문에서 제안하는 스마트 플랜트안전 프레임워크는 에너지플랜트와 같은 고위험 시설물을 위한 고도화되고 지능화된 안전 인프라를 구축하여 다양한 재난재해를 예방하기 시스템이다 제안하는 프레임워크는 그림1과 같이 USN 환경에 적합한 에너지 플랜트용 스마트 진단 센싱 기술, 에너지 플랜트에 적합한 고신뢰성 고유연성을 가진 스마트 통신기술 사고예방을 위한 스마트 안전 진단 기술, 이들을 통합하여 하나의 시스템으로 묶어주는

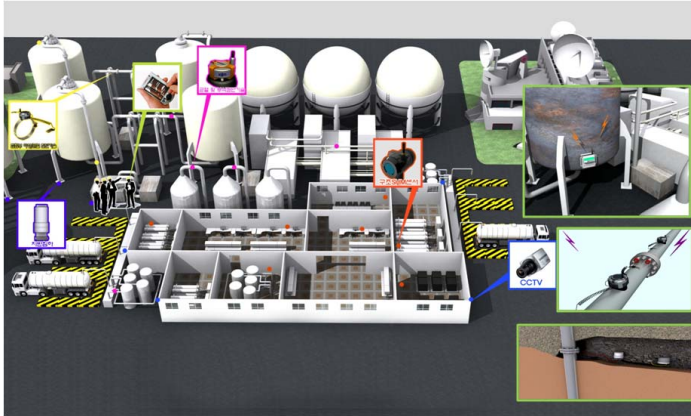


그림 2. 스마트 안전 진단 센싱 기술

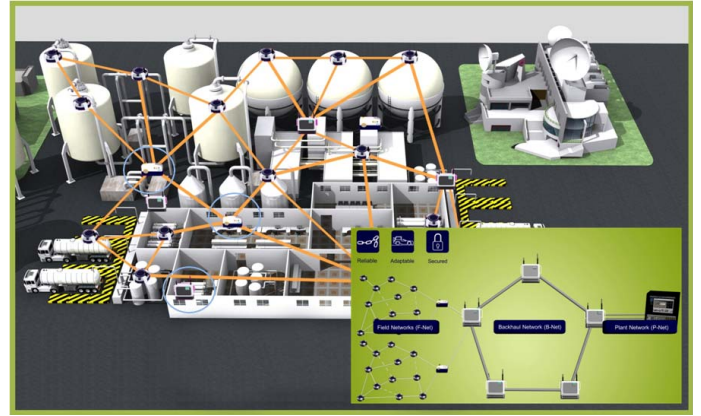


그림 3. 스마트 통신 기술

플랜트안전 통합 프레임워크로 구성되어 있다 각 구성 요소에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다

3.1 스마트 안전 진단 센싱 기술

첫 번째로 개발해야할 기술은 그림 2와 같은 USN 환경에 적합한 플랜트용 진단 센싱 기술이다 본 해당 센싱 기술은 무선이라는 특징에 맞추어 가동 중인 플랜트에 추가 배치가 가능한 센싱기술에 주 초점을 맞추었다 이를 위하여 플랜트의 침하 부식, 구조물 안정성 균열등을 판단할 수 있는 2차 위험 센서에 기반을 둔 센싱 기술을 포함한다. 이를 위하여 각각에 맞는 센싱 기법을 개발하고 이를 ISA 100.Smart Sensor 인터페이스를 통해 USN 기술로 통합 한다.

3.2 스마트 통신 기술

개발한 스마트 안전진단 센싱 기술은 플랜트에 적합한 고신뢰성 USN 통신기술을 이용하여 중앙시스템으로 전달되어야 한다. 해당 통신 기술은 다양한 플랜트 구조에 적용 가능한 고유연성 통신기술 기술이면서 표준화 되어야 한다. 이를 위해 ISA 100 산업용 플랜트 무선통신 산업표준에 맞는 통신 기술을 사용한다 그림 3은 스마트 통신 기술의 개발을 보여준다 해당 통신 기술의 개발을 위해 방폭형 스마트 USN 노드 및, IWG(Inter Work Gateway) 네트워킹을 위한 고신뢰성 유닛을 함께 사용한다.

3.3 스마트 안전 진단 기술

스마트 통신을 이용하여 중앙시스템으로 전달된 센싱 데이터는 그림 4와 같은 스마트 안전 진단 기술을 이용하여 플랜트의 안전을 예측한다 특히 그림 5와 같은 능동적 안전관리 통합엔진을 구현함으로써 차세대 플랜트 안전성 및 사고 예방성 향상시킨다 능동적 안전관리 통합엔진은 대기확산모듈, 위험성 평가 모듈 지능형 위험 분석 알고리즘으로 구성되어 있다 이러한 각각의 모듈들은 OSHA[12] 표준에 입각하여 개발함으로써 향후 기존 레거시 플랜트 시스템에도 적용이 가능 하도록 하며 플랜트에 적합한 안전관리 인증을 받는다

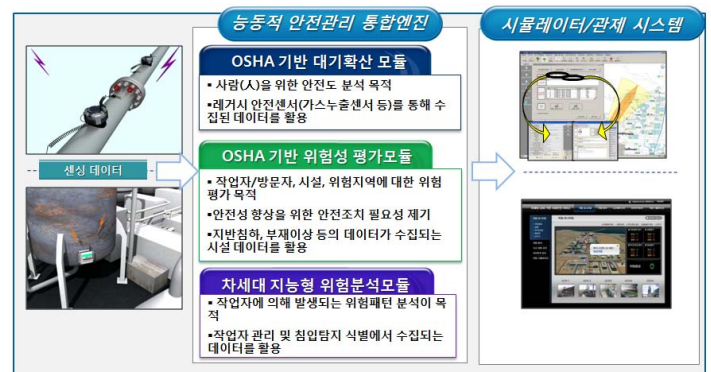


그림 4. 스마트 안전 진단 기술

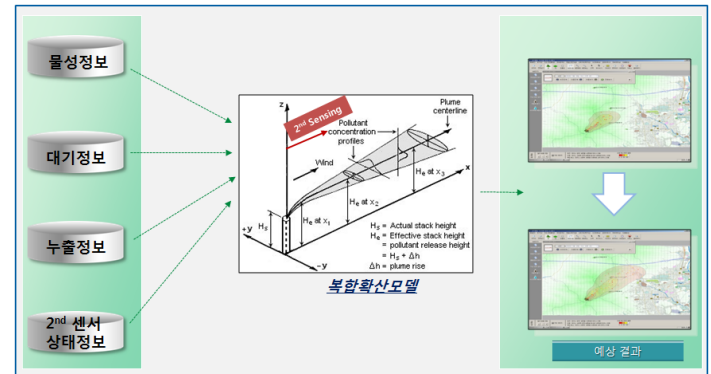


그림 5. 능동적 안전관리 통합엔진

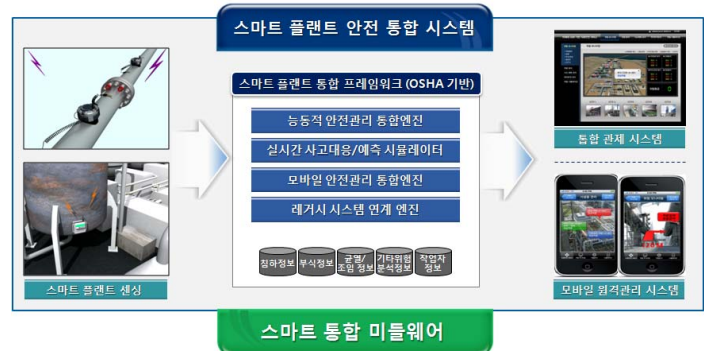


그림 6. 플랜트안전 통합 프레임워크



그림 7. 모바일 플랜트 시설물 관리

3.4 스마트 플랜트 안전 프레임워크

개발된 세부기술들은 그림 6과 같은 스마트 플랜트 안전 프레임워크로 통합기술을 이용하여 하나의 시스템 프레임워크 형태로 패키징 된다. 이를 통해 실시간 위험 모니터링이 가능하게 하고 플랜트 종합 위험 상황맵을 통해 종합적이고 직관적인 사고상황 관별할 수 있도록 한다. 또한 스마트 안전 진단 기술을 이용한 위험분석 사고예측관리를 기능을 통해 위험요소를 미리 파악하고 예방하도록 한다. 또한 그림 7과 같은 모바일 기술을 함께 적용하여 보다 폭넓은 플랜트 안전 관리 기능을 제공한다.

4. 결론

본 논문에서는 에너지플랜트와 같은 고위험 시설물의 안전을 보장하기 위한 USN 기술의 필요성에 대하여 기술하였다. 또한 이를 해결하기 위한 스마트 플랜트 안전 프레임워크를 제안하였다. 제안된 프레임워크에서는 플랜트의 안전을 보장하기 위한 필수적인 요소기술과 통합 기술을 보여줌으로써 관련 기술에 대한 기준점을 제시하였다.

향후 본 연구팀은 논문의 내용을 토대로 제안된 프레임워크를 구현하여 실제 플랜트에 적용하려 한다.

참고문헌

- [1] 2010년 전략산업R&D사업, <http://www.mke.go.kr>
- [2] 산업 IT 및 산업용 네트워크 관련 시장 분석 <http://www.icnweb.co.kr>
- [3] Fieldbus Foundation, <http://www.fieldbus.org/>
- [4] The Modbus Organization, <http://www.modbus.org/>
- [5] HART Communication Protocol and Foundation , <http://www.hartcomm.org/>
- [6] The International Society of Automation ISA 100 Standard, <http://www.isa.org//MSTemplate.cfm?MicrositeID=1134&CommitteeID=6891>
- [7] Honeywell OneWireless Soution, <http://hpsweb.honeywell.com/Cultures/en-US/Products/Wireless/default.htm>
- [8] Yokogawa Corperation, <http://www.yokogawa.com>
- [9] Nivis Co. Ltd., <http://www.nivis.com/>
- [10] Apprion Co, Ltd., <http://www.apprion.com/>
- [11] Occupational Safety and Health Administration, <http://www.osha.gov/>