

스마트 팩토리 구현을 위한 'Open IIoT Architecture'

김 황 곤 부장(Solutions Architect) / Elastic Search Korea
hwanggon.kim@elastic.co

최근에 사물인터넷(Internet of Things)과 스마트 팩토리(Smart Factory)에 대한 관심이 높아지고 산업계에서 본격적으로 적용 사례들이 나오기 시작하면서 4차 산업혁명에서 가장 중요한 분야 중의 하나로 활발한 논의가 진행되고 있다. 사물인터넷은 사람, 환경 및 사물 등 모든 것이 유무선 네트워크로 연결되어 정보를 생성, 상호 수집, 공유, 활용하는 인터넷 환경의 변화를 의미한다.

사물인터넷의 초기 단계에서는 사물통신(Machine to Machine)의 관점에서 센서 및 디바이스를 유무선 네트워크로 연결해서 활용하는 시나리오를 구현하는데 초점을 맞추었다 하지만, 최근 초고속 무선통신 기술의 발전과 스마트폰의 급속한 보급 및 이동형 단말기를 포함한 커넥티드 디바이스(Connected Device)의 보급이 가속화되고, 센서 네트워크의 구축과 활용이 가능해짐에 따라 사물인터넷의 적용 시나리오가 광범위하게 늘어나고, 더불어 시장의 규모도 급속하게 증대되고 있다.

여러 시장 조사 기관의 전망을 종합해 보면, 2020년

에는 인터넷으로 연결되는 모든 사물의 수가 300억 개에 달할 것으로 예측되고 있다. 이러한 지속적인 시장 규모 확대에 따라서, 사물인터넷 시장의 연평균 성장률(CAGR)은 15.9%에 달해서 2025년에는 전체 시장 규모가 6.2조 달러에 이를 것으로 예상된다.

최근에는 사물인터넷 초기의 센서 및 네트워크 관점의 논의를 넘어서 스마트그리드, 스마트홈, 스마트 팩토리, 지능형 자동차 등 다양한 산업 간의 융합을 통해서 생성된 데이터를 분석해서 새로운 가치를 발견하고, 새로운 비즈니스 모델의 등장을 촉진하는 방향으로 진화하고 있다.

센서 및 디바이스에서 발생하는 방대한 사물인터넷의 데이터를 수집해서 분석할 수 있는 빅데이터(Big Data) 기술과 사물인터넷 환경이 연동되면서 산업용 사물인터넷(Industrial IoT)에 대한 다양한 적용 사례가 산업계 전반에 걸쳐서 혁신을 가져오고 있다.

스마트 팩토리 구현을 위한 'Open IIoT Architecture'

특히, 4차 산업혁명의 핵심 분야로서 공장 내 설비와 기계에 센서 네트워크가 연결되고, 여기서 발생하는 방대한 사물인터넷 데이터가 실시간으로 수집, 분석된다. 공장 내 모든 상황들을 일목요연하게 파악하고 분석하여 최종적으로 자율적으로 하는 스마트 팩토리(Smart Factory)에 대한 산업계의 관심이 커지고 있다는 것.

본고에서는 스마트 팩토리에서 생성되는 방대한 데이터를 실시간으로 수집하고 저장하고 분석해서 가치 있는 인사이트(Insight)를 파악하고, 시스템 운영을 최적화할 수 있는 데이터 처리 프로세스와 데이터 플랫폼의 관점에서 논의를 해보도록 하자.

스마트 팩토리의 사물인터넷 환경에서 수집된 수많은 데이터를 기반으로 분석하고 의사결정에 활용하는 데이터 기반의 운영 프로세스(Data Driven Operational Process)를 구현함으로써 생산 현장에서 발생하는 현상과 문제들

의 상관관계를 파악해서 기존에는 원인을 파악하기 힘든 장애나 품질 불량 등의 근본 원인을 파악하고, 공장 전체의 운영을 최적화할 수 있다.

산업용 사물인터넷(IIoT)을 기반으로 데이터 기반의 운영 프로세스를 가능하게 하는 데이터 플랫폼은 아래와 같은 세 가지 핵심적인 역할을 담당한다.

- 스마트 팩토리의 센서 네트워크, 프로세스를 포함한 전체 환경을 분석하여 프로세스의 진행 현황 및 문제점을 신속하게 파악하고 해결함으로써 생산 효율을 극대화한다.
- 사물인터넷에서 생산되는 방대한 운영 및 품질 데이터를 분석하여 장애나 문제점을 예측하고 예방하는 데 필요한 정보를 제공한다.
- 사물인터넷의 방대한 데이터를 바탕으로 향후 예상되는 수요를 예측하고, 새로운 비즈니스 모델을 혁신하는 데 필요한 정보를 제공한다.

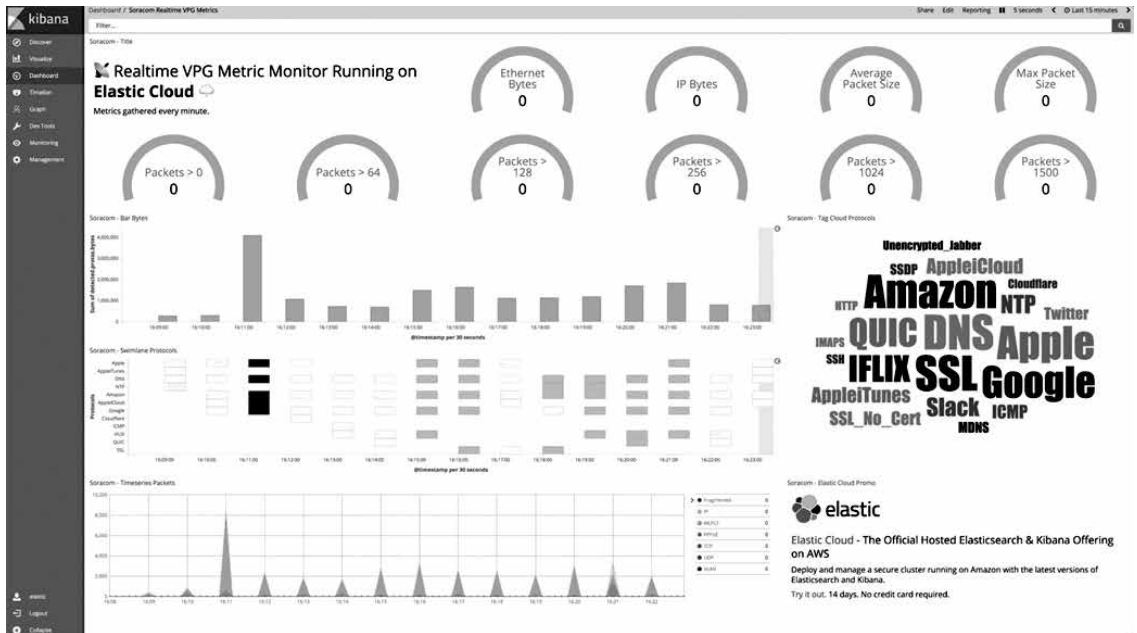


그림 1. 산업용 사물인터넷 데이터의 실시간 분석

Open IIoT Architecture

최근에 IEEE 등과 같은 산업 표준화 관련 기관에서도 데이터 기반의 운영 프로세스를 지원하는 개방된 아키텍처에 대한 논의가 활발하다.

이 아키텍처에서 핵심적인 부분이 방대한 사물인터넷을 분석하여 생산시스템을 최적화하고, 새로운 비즈니스모델과 연결할 수 있도록 데이터를 분석하는 영역(IoT Analytics)이다.

사물인터넷 환경의 데이터 분석은 최근에 급속도로 발전한 빅데이터(Big Data) 기술과 융합되면서 새로운 가능성을 열어가고 있으며, 오픈소스 및 오픈 표준 등의 개방된 아키텍처의 활용을 통해서 다양한 산업계의 융복합 시나리오에 적극적으로 대응하는 데 중점을 두고 있다.

개방된 산업용 사물인터넷을 지원하는 데이터 플랫폼은 아래와 같은 세 가지 요구사항을 충족시켜야 한다.

- 다양한 데이터 소스와 데이터 포맷을 통합적으로

처리할 수 있어야 한다. 산업용 사물인터넷 환경의 데이터 소스는 각종 센서, 성능 관련 메트릭부터 각종 프로세스에서 생산되는 로그 등 다양하다. 이러한 비정형 데이터(Unstructured Data)를 통합적으로 수집하고 통합해서 분석할 수 있어야 한다.

- 방대한 데이터 볼륨을 실시간으로 인덱싱하고 분석할 수 있어야 한다. 산업용 사물인터넷 환경에서는 다양한 센서 네트워크로부터 방대한 데이터가 실시간으로 수집되기 때문에 데이터 플랫폼도 기존의 테라 바이트 수준에서 페타 바이트 수준에 이르는 방대한 데이터를 실시간으로 처리해서 문제점을 파악할 수 있어야 한다.
- 머신러닝 등의 방법을 통해서 이상 징후(Anomaly)나 문제점의 파악을 자동화할 수 있어야 한다. 산업용 사물인터넷 환경의 데이터는 복잡하고 빠르게 변화하고 있어서 기존처럼 대시보드나 시각화를 통해서 검토하거나 단순한 규칙(Rule)을 적용해서 이상 징후나 문제점을 파악하는 것은 효율적이지 않다. 방대한 데이터를 학습해서 패턴을 파악하고, 이상 징후나 문제점을 실시간으로 파악할 수 있는 머신러닝 등의 방법을 적용해서 자동화할 수 있어야 한다.

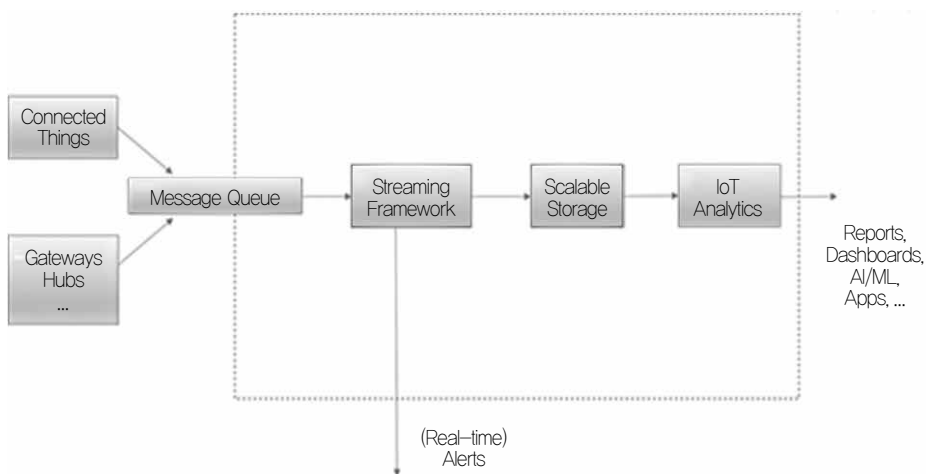


그림 2. Reference IoT Analytics Architecture from IEEE

스마트 팩토리 구현을 위한 'Open IIoT Architecture'

IEEE 등의 표준화 기관에서도 다양한 레퍼런스 아키텍처(Reference Architecture)를 논의하는 과정에서 위와 같은 세 가지 요구사항을 어떻게 충족시킬 수 있을지에 초점을 맞추고 있다. 기존의 정형화된 데이터(Structured Data)를 주기적인 배치 분석(Batch Analytics) 통해서 제공하는 관계형 데이터베이스 기반의 데이터 플랫폼은 다양한 사물인터넷 시나리오에 적합하지 않기 때문에 기존의 분석 플랫폼과는 차별화된 새로운 아키텍처를 권고하고 있다.

개발된 아키텍처를 구성하는 컴포넌트는 다음과 같다.

• 메시지 큐(Message Queue)와 스트리밍 프레임워크(Streaming Framework)

메시지 큐는 다양한 데이터 소스에서 수집하는 데이터를 메시지 단위로 분산해서 네트워크 상의 임시 저장소에 저장하고 필요한 데이터 플랫폼에서 필요한 시점에 활용하도록 하는 시스템이다. 메시지 큐는 복잡하게 구성된 산업용 사물인터넷 환경에서 메시지를 더욱 효과적으로 라우팅(Routing)하고, 대량의 스트리밍 데이터(Streaming Data)를 처리할 수 있는 시스템이다. 센서 네트워크의 방대한 데이터를 병목없이 처리하기 위해서 필수적인 컴포넌트이다.

• 확장성 있는 데이터 저장소(Scalable Storage)

산업용 센서 네트워크의 데이터는 기존의 테라바이트 수준의 데이터 볼륨에서 페타바이트 수준으로 확장될 수 있다. 데이터의 볼륨이 늘어남에 따라 확장성 있게 저장 용량을 확장할 수 있는 데이터 저장소가 필요하다.

• 실시간 알람(Real-time Alarm)

산업용 센서 네트워크 환경에서는 장애나 문제점을 실시간으로 탐지하고 빠른 시간 내에 대응해서 효율성을 극대화할 필요가 있기 때문에 장애나 문제점을 발견한

시점에서 빠르게 탐지하고, 그 문제점의 내용을 실시간으로 알려줄 수 있는 실시간 알람 시스템이 필수적이다.

• 사물인터넷 데이터 분석(IoT Analytics)과 머신러닝(Machine Learning)

산업용 센서 네트워크 환경의 데이터는 정형화된 구조보다는 센서의 측정값, 성능 메트릭, 로그 데이터 등과 같이 비정형화된 구조(Unstructured)를 가지고 있다. 그래서 정형화된 데이터뿐만 아니라 비정형화된 데이터에서도 필요한 시점에 유연하게 분석을 할 수 있는 기능이 제공되어야 하며, 실시간으로 필요한 분석을 수행할 수 있는 성능을 필요로 한다. 그리고 미리 설정된 규칙(Rule)뿐만 아니라 과거의 데이터를 학습해서 자동으로 이상 징후 등을 파악할 수 있는 머신러닝 등의 기술과 연동될 수 있는 컴포넌트가 권고되고 있다.

최근에는 IoT 관련 표준화 기구에서도 오픈 표준에 기반하고, 오픈소스 커뮤니티를 중심으로 발전하고 있는 다양한 빅데이터(Big Data) 기술(Kafka, Elasticsearch, Spark 등)을 통해서 효율적으로 개발된 아키텍처를 구성하는 방법을 많이 제안하고 있다.

Open IIoT Reference Implementation

오픈소스 커뮤니티에서 활발하게 진행된 기술적인 발전에 따라서 기존에 실시간 로그 분석에 많이 활용되던 엘라스틱 스택(ELK Stack)을 기반으로 "Open IIoT Architecture"를 구현해서 활용하는 산업계도 점점 늘어나고 있다.

엘라스틱 스택(ELK Stack)은 비정형 데이터(Unstructured Data)를 실시간으로 수집, 저장, 검색 및 분석을 위한 모든 컴포넌트를 제공하기 때문에 개발된 아키텍처를 통해서 "Open IIoT Architecture"를 구현하고자 하는 글로벌

제조 시스템의 최적화를 위한 'Open IIoT Architecture'

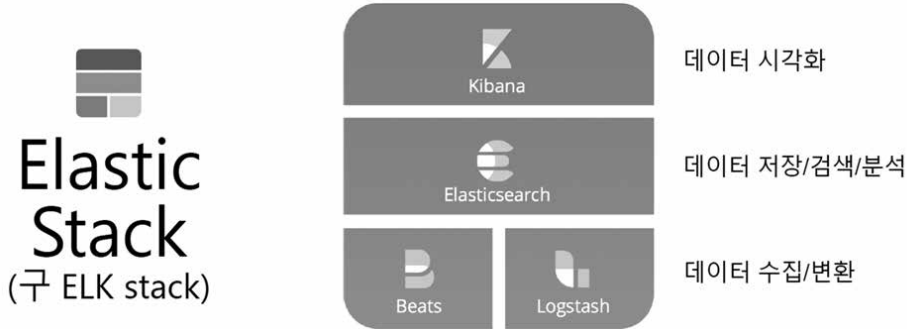


그림 3. Elastic Stack Component

제조업체들을 중심으로 생산라인(Product lines)에서 생성되는 방대한 센서 데이터를 분석하여 사전에 장애(Fault)를 예측하고 대응하는 스마트 팩토리 프로젝트에 많이 활용되고 있다.

최근에는 개방된 아키텍처에 필수적인 머신러닝 기능을 엘라스틱 머신러닝으로 통합하여 제공하면서 소라콤(SORACOM) 등과 같이 사물인터넷 환경에서 센서 네트워크의 방대한 트래픽 및 메트릭 데이터를 실시간으로 분석하고, 장애나 문제점을 모니터링하는 솔루션들의 기반 데이터 플랫폼으로 적용되고 있다.

엘라스틱 스택(ELK Stack)의 세 가지 주요 컴포넌트를 신뢰성 있고 개방적인 산업용 사물인터넷(IIoT) 시스템의 요구조건에 대응시켜 살펴보겠다.

• 센서 네트워크의 데이터 수집 및 변환

사물인터넷 환경의 데이터 소스는 각종 센서, 성능 관련 메트릭부터 각종 프로세스에서 생산되는 로그 등 다양하다. 엘라스틱 스택에서 다양한 로그를 수집하는 역할을 담당하는 비츠(Beats) 플랫폼은 파일 로그를 수집하는 파일비트(FileBeat), 성능 정보를 수집하는 메트릭 비트(MetricBeat), 네트워크 상에서 다양한 프로토콜의 트래픽 데이터를 수집하는 패킷비트(PacketBeat) 등 다

양한 데이터 소스에 대응할 수 있으며, 새로운 데이터 소스에 맞게 유연하게 확장할 수 있는 플러그인 구조를 가지고 있다.

이렇게 비츠 플랫폼을 통해서 수집이 된 데이터는 ETL(Extract, Transform and Load)을 담당하는 로그스테시 플랫폼을 통해서 분석에 필요한 형태로 유연하게 데이터를 통합할 수 있다. 로그스테시는 Syslog 등과 같은 전통적인 데이터 소스뿐만 아니라 HTTP, JDBC 등 다양한 데이터 소스를 지원하는 인풋 필터(Input Filter)를 제공함으로써 사물인터넷 환경의 데이터 처리에 활용할 수 있다.

• 센서 네트워크의 데이터 저장, 검색 및 분석

스마트 팩토리 등의 산업용 사물인터넷 환경에서는 각 프로세스별로 데이터를 수집하는 방대한 센서와 디바이스의 데이터를 분석해야 하기 때문에, 데이터 볼륨의 측면에서 테라바이트에서 페타바이트 수준으로 확장될 수 있다.

엘라스틱 스택(ELK Stack)은 처리해야 할 데이터 볼륨에 따라서 노드를 추가하는 형태로 수평적인 확장이 가능하고, 멀티 클러스터 환경을 지원함으로써 데이터 볼륨이 계속 증가하더라도 검색 및 분석의 성능을 일정하게 유지할 수 있다.

스마트 팩토리 구현을 위한 'Open IIoT Architecture'

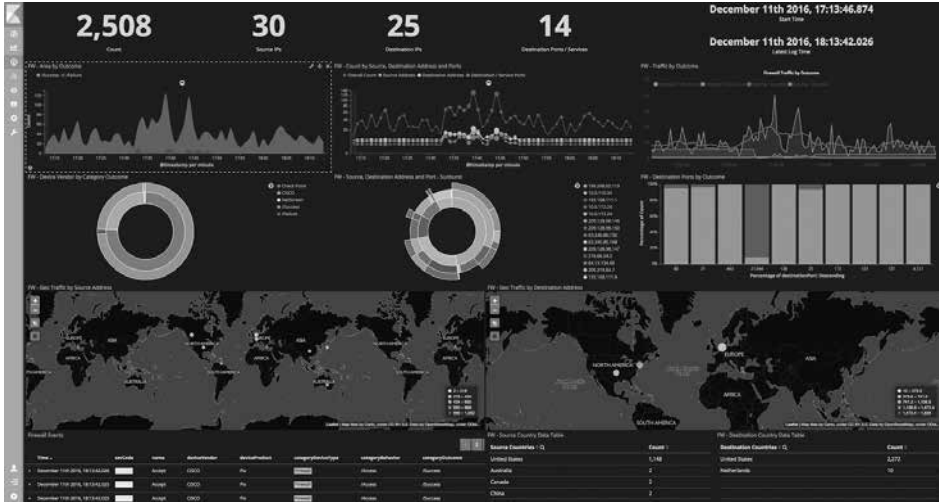


그림 4. Real-time Analytics of Sensor Network

• 머신러닝 및 이상 징후 파악

엘라스틱 머신 러닝은 센서 네트워크의 데이터를 자동으로 학습해서 패턴을 파악하고, 시스템에 발생한 이상 징후(Anomaly) 및 장애 상황을 실시간으로 파악할 수 있는 기반을 제공한다.

산업용 사물인터넷 환경의 데이터는 복잡하고 빠르게 변화하고 있어서 실시간으로 문제점을 파악하고 분

석해서 제공하기 위해서는 “Open IIoT Architecture”에서 제안하는 것처럼 데이터의 수집부터 분석에 이르는 전 과정을 종합적으로 통합한 개방된 아키텍처가 필수적이다.

이상과 같이, “Open IIoT Architecture”를 성공적으로 구현하기 위해서는 산업용 사물인터넷 환경의 요구

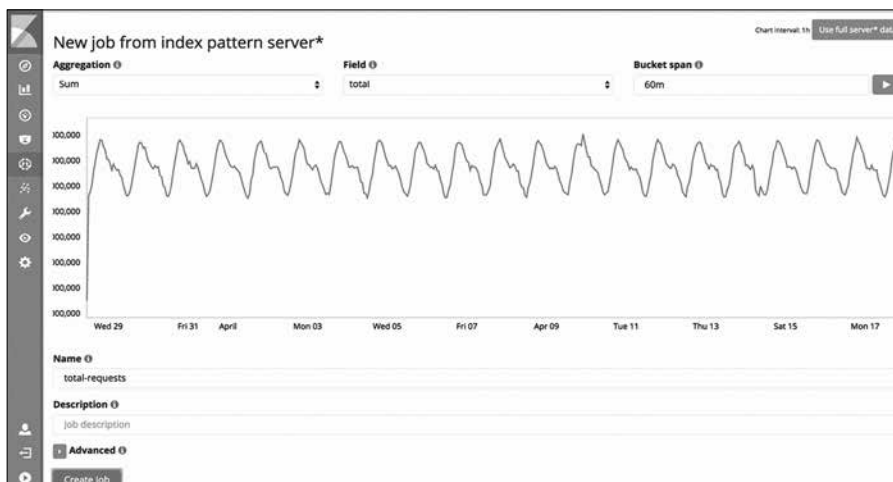


그림 5

제조 시스템의 최적화를 위한 'Open IIoT Architecture'

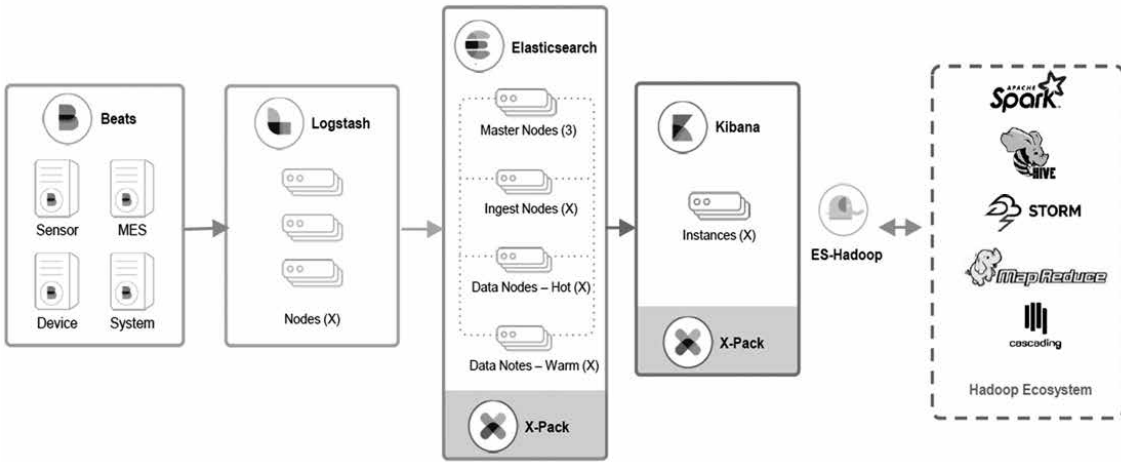


그림 6. Open IIoT reference Implementation

조건을 충족하는 개방된 빅데이터(Big Data) 기술을 바탕으로 오픈 표준을 지원하는 데이터 플랫폼을 기반으로 센서 네트워크의 데이터로부터 스마트 팩토리의 운영을 최적화하고, 다양한 비즈니스 모델을 창출할 수 있는 인사이트(Insight)를 신뢰성 있게 제공하는 아키텍처를 채용하는 부분이 필수적이다.

산업용 사물인터넷은 글로벌 선도 기업들의 사례에서 보는 것처럼, 스마트 팩토리의 운영 최적화에서 비즈니스 모델을 변화시키는 경영 전략으로 그 범위가 확대되고 있다. 최근에 제조, 설비, 에너지, 운송 등에 종사하는 250여 명의 IT 리더들을 대상으로 설문조사한 결과를 보면, 응답자의 80%는 IIoT가 산업 전반에

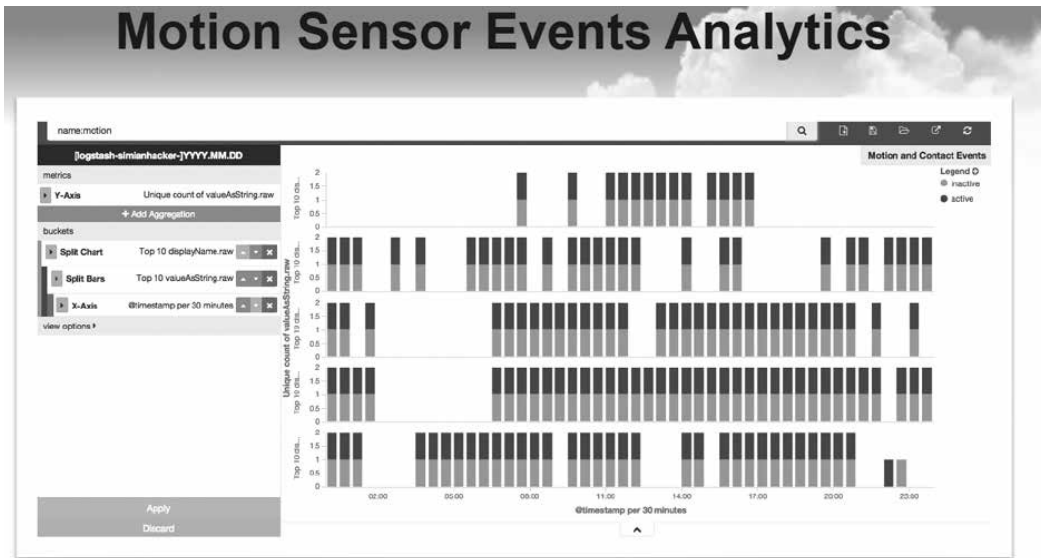


그림 7. Real-time Analytics of Sensor Network



스마트 팩토리 구현을 위한 'Open IIoT Architecture'

변화를 가져오고 기업의 경쟁력을 높이는 핵심 과제가 될 것으로 파악하고 있다. 응답자들이 이를 적용하기 위해 시급하게 투자할 분야로 초기 단계의 네트워크 구축보다는 IIoT 플랫폼(22%), 산업용 애플리케이션(14%), 빅데이터 분석 툴(14%) 순으로 보고 있다.

점점 더 많은 기업들이 산업용 사물인터넷을 바탕으로 데이터 기반의 운영 프로세스(Data Driven Operational Process)를 실현하는 것에 장기적인 목표를 두고, 개방성 있는 "Open IIoT Architecture"를 구축하는 데 더 많은 노력을 기울이고 있다.

본고를 통해 많은 기업들이 공장 자동화(Factory Automation)나 센서 네트워크의 구축과 같은 협의의 관점

에서 벗어나야 한다. 4차 산업혁명 시대를 선도하려면 어떤 데이터를 수집하고, 어떻게 데이터를 분석해서 혁신과 연결시킬 것인가에 대한 논의가 더 활발해졌으면 한다.

[더 참조할 사항]

- 1) An Architecture for IoT Analytics and (Real-time) Alerting (<https://iot.ieee.org/newsletter/september-2017/an-architecture-for-iot-analytics-and-real-time-alerting.html?highlight=WyJlbGFzdGljc2VhcmNoll0=>)
- 2) Open Sensor Network Analytics (<http://thethingsystem.com>)
- 3) Open Source for IoT (<https://iot.eclipse.org>)
- 4) Open IOT (<https://github.com/OpenIOTOrg/openiot>)
- 5) Open Source Metrics Analytics (<https://www.elastic.co/solutions/metrics>)

원고를 받습니다

'월간 계장기술'이 참신한 원고를 받습니다. 소장하고 있는 원고나, 평소에 소개됐으면 하는 내용을 기사로 작성하여 보내 주시면 감사하겠습니다. (특별기고 · 기술정보 · 연재 · 산업동향 & 전망 / 자세한 사항은 본지 참조)

▶ 원고 게재 분량 및 내용

- FA와 PA 분야의 주요 품목인 DCS, PLC, 센서, 유량계, 인버터, 컨트롤 밸브, 필드버스(산업통신망), 계측 및 계장 기기, 충전기기 및 발전 플랜트와 이를 활용한 기술 및 산업 전망
- 계측 제어 자동화 설비(플랜트) 분야의 산업 트렌드와 시장 전망

▶ 원고 분량 및 발송

A4지 4~10매(연재는 편집부와 협의)이며, E-mail로 보내 시면 됩니다. E-mail이 어려운 원고와 첨부자료(카탈로그와 제품사진 등)는 우편발송하시면 됩니다.

▶ 보내실 곳

서울시 영등포구 당산로2길 12 708호
(문래동3가 에이스테크노타워, 월간 계장기술 편집부)
TEL : (02)2168-8897 / FAX : (02)6442-2168
E-mail : procon@procon.co.kr / lch1248@naver.com

▶ 원고마감 : 매월 15일