

공장에서의 데이터기반 관리에 대한 디지털팩토리 접근방식

후지와라 히데키 (Hideki Fujiwara) ^{*1}

Yokogawa의 솔루션과 노하우는 제조 산업에서 운영기술(OT)의 디지털 변환(DX)을 가속화하는데 중요한 역할을 합니다. 이러한 솔루션과 노하우를 고객에게 제안할 때 Yokogawa가 OT 운영 데이터를 사용하여 자체 공장에서 실제로 생산성을 개선한 사례를 보여줄 수 있다는 것은 설득력을 가집니다. 이러한 구체적인 사례는 고객이 제안의 효과를 이해하는데 도움이 됩니다. OT 운영 데이터로 데이터기반 관리를 달성하려면 세 가지 요구 사항이 충족되어야 합니다: (1) 전 세계 Yokogawa 공장의 운영 데이터를 하나의 데이터베이스로 수집하고 글로벌 규모의 생산성을 개선하기 위한 프레임워크인 OT 데이터레이크(Data Lake); (2) 운영 데이터 및 이미지를 사용하는 AI 최적화 및 자동화; (3) COVID-19 팬데믹과 같이 사람들의 액세스가 제한된 경우에도 비즈니스 연속성을 보장하는 원격 운영. Yokogawa는 이 3가지 항목을 만족하는 공장을 디지털팩토리(Digital Factory)로 정의하고 자체 공장을 그렇게 만들기 위해 노력하고 있습니다. 이런 접근방식은 Yokogawa의 '내부 DX'이지만 결과는 고객의 가치를 높이고 기존 비즈니스의 DX를 촉진하며 새로운 DX 비즈니스를 창출하고 DX에서 Yokogawa의 존재를 강화하는 '외부 DX'에 대한 노하우를 개발하는데 사용할 수 있습니다. 이 자료에서는 '내부 DX'에 대한 Yokogawa의 접근방식, 로드맵 및 '외부 DX'로의 이행 상황을 소개합니다.

도입

2012년 독일에서 시작된 “인더스트리 4.0 이니셔티브”는 제조 산업의 디지털화를 촉진하고 비즈니스 모델에 혁명을 일으켰습니다. 제조는 법적 표준화와 개방성을 통해 기업 간의 프로세스 협업을

기반으로 하는 전통적인 수직 통합 모델에서 네트워크 모델로 전환하고 있습니다. 독일의 전기, 통신 및 기계 산업(BITKOM, VDMA, ZVEI)이 운영하는 진흥 기관인 “Platform Industry 4.0(PI4.0)”은 ‘Industry 4.0’을 달성하기 위해 Reference Architecture Model Industry 4.0(RAMI4.0)을 발표했습니다(그림1)

구현 모델(Implementation models)로 사용할 수 있는 표준에 대해 RAMI4.0은 가능한 한 그대로 사용하려고 합니다. 그림의 오

^{*1} 디지털전략본부 산하
DX추진부 디지털팩토리

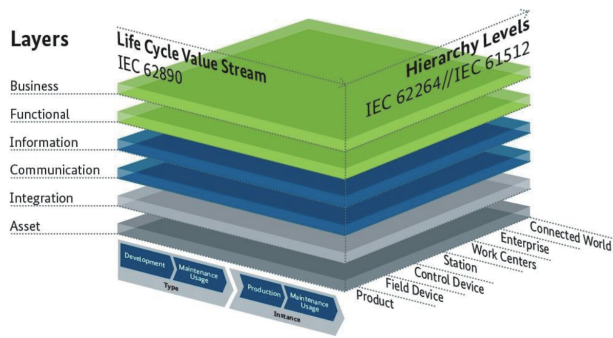


그림1 RAMI4.0⁽¹⁾의 구조

른쪽(Hierarchy Levels: IEC62264/IEC61512)는 OT(Operational Technology) 영역에 대응하며 ISA-95(IEC62264)의 개념을 기반으로 합니다. ISA-95는 제조 및 관리 시스템을 통합하기 위한 국제 표준입니다(그림2). 이 표준에서는 생산관리시스템의 구조를 기획 레이어(레벨4: ERP), 제조실행 레이어(레벨3: MES/MOM), 제어 레이어(레벨2: DCS, SCADA), 장비(레벨0 및 1: 센서/조작기, PLC)로 레이어화하고 있습니다. 이러한 레이어 간의 인터페이스는 ISO22400과 같은 생산관리 표준화 지표를 위해 준비되어 있습니다. KPI는 생산성, 품질, 설비 용량, 환경, 재고 관리 및 유지관리의 6개 영역으로 정의됩니다.

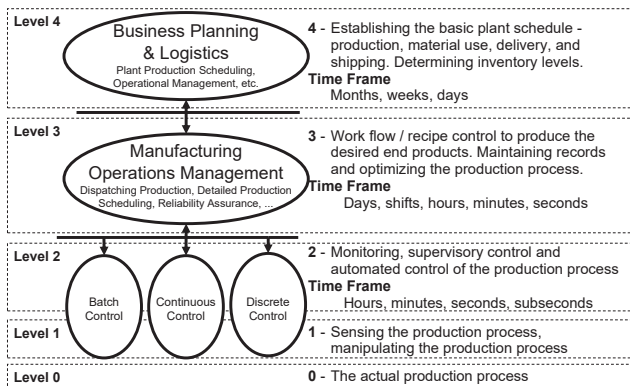


그림2 ISA-95 기능 레이어(layer)⁽²⁾

스마트 제조에서 표준 간의 상관관계는 다음과 같습니다 (그림3).

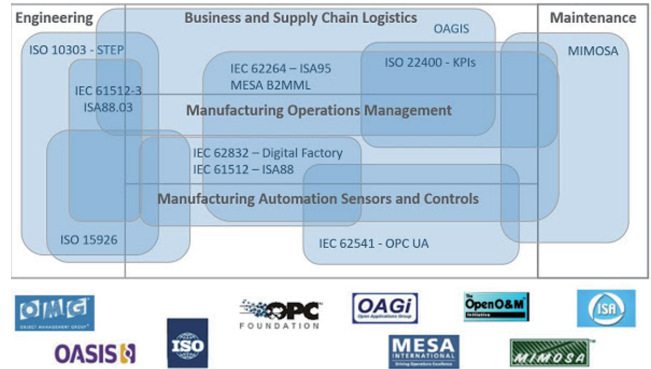


그림3 스마트 제조 환경을 포괄하는 여러 데이터 교환 표준⁽³⁾

그림3 스마트 제조 환경을 포괄하는 여러 데이터 교환 표준⁽³⁾

독일 정부는 이러한 국제표준 수립과 더불어 “Industry 4.0” 플랫폼을 통해 산학관(Industry-government-academia) 파트너십을 구축하고 글로벌 표준화 작업을 진행하고 있습니다. 참여 기관에는 경제, 에너지, 교육 및 연구 관련 정부 기관: BITKOM, VDMA 및 ZVEI와 같은 산업 협회; Fraunhofer-Gesellschaft와 같은 연구 기관; 및 BOSCH와 같은 민간 기업 등이 포함됩니다.

이에 반해 미국은 2014년 민간 주도로 IIC(Industrial Internet Consortium: 산업 인터넷 컨소시엄) 설립을 추진했습니다. IIC는 민간기업과 교육기관, 공무원이 참여하는 개방형 컨소시엄이며 “Industry 4.0”을 비롯한 많은 다른 조직과 함께 작동합니다. 그 결과 인터스트리 4.0보다 더 다양한 많은 산업이 IIC에 합류했습니다. 인터스트리 4.0은 주로 제조업을 위한 조직인 반면 IIC는 의료, 에너지, 스마트 시티, 운송과 같은 광범위한 산업을 포괄합니다.

일본 정부는 2015년부터 IIoT(산업용 사물인터넷), AI 등 새로운 가치 창출이 기대되는 디지털 기술의 발전을 전폭적으로 지원하기 시작했습니다. 중국(China Manufacturing 2025: 중국 제조 2025)과 인도(Make in India)의 정책에 대응하여 일본의 경제산업성(METI)은 다른 국가와 산업 협력을 추진하고 일본과 해외에서 산업 간 협력을 주도하고 있습니다. 2015년경부터 각 산업체와 기업도 유사한 노력을 기울이고 있습니다. 많은 기업들이 축적된 데이터를 기반으로 제조 현장을 디지털화하고 플랜트 운영을 시작화하고 있습니다. 이러한 데이터를 연결하여 생산성을 향상시킬 스마트 플랜트도 작업하고 있습니다.

Yokogawa 또한 단일 플랜트 내의 데이터를 연결할 뿐만 아니라 전 세계 여러 플랜트의 데이터를 단일 데이터베이스로 수집하고 OT 데이터를 통합하는 OT 데이터레이크를 구축하기 위해 열심히 노력하고 있습니다. 이 시스템은 생산성을 개선하고 전 세계 자체 플랜트에서 데이터기반 운영을 달성하기 위한 기반입니다. 이 이니셔티브는 Yokogawa를 경쟁사와 차별화하고 독점 데이터(Proprietary data)를 기반으로 하는 새로운 데이터 중심 비즈니스 모델을 만드는 것을 목표로 합니다.

디지털팩토리(Digital Factory)를 구현하기 위해 우리는 “(1) OT 데이터레이크 구축, (2) OT 데이터레이크의 운영 데이터 및 이미지

를 사용한 자동화, 인공지능 및 머신러닝 기술의 품질 관리 프로세스에 대한 적용 (3) COVID-19 대유행과 같이 상품 운송은 허용되지만 사람의 움직임이 제한된 환경에서도 비즈니스 활동을 계속할 수 있도록 공장의 원격 운영”의 세 가지 실행 계획을 구현하고 있습니다. 다음 섹션에서는 해당 구성 및 관련 노력을 간략하게 설명합니다.

디지털팩토리 개요

먼저 플랜트의 현재 상태(As-Is)와 이상적인 상태(To-Be)를 정의했습니다.

As-Is는 플랜트 내 및 플랜트 간 운영 데이터가 연결되지 않는 인간 주도 운영(Human-Driven Operation)으로, 생산 라인에서 작업자의 암묵적 지식, 숙련 기술 및 노하우를 기반으로 운영됩니다. 이상적인 상태(To-Be)는 전 세계 플랜트의 운영 데이터를 단일 데이터베이스로 통합하고 OT 통합 환경을 구축하며 데이터를 기반으로 의사결정 및 실행조치를 취하는 데이터기반 운영을 구현합니다. 기술과 기술 전수, 생산 기술 축적 및 적용, 품질 및 생산성 향상, 개선(KAIZEN)과 혁신, 공급망 관리(SCM)의 5개 항목(표1)에서 이 두 상태의 차이가 분명합니다.

표1 플랜트의 현재 상태(As-Is)와 이상적인 상태(To-Be)

	현재 상태(As-Is)	이상적인 상태(To-Be)
스킬과 기술 전수	생산 라인의 가동은 암묵적인 지식, 숙련도, 경험 기반의 판단에 달려 있음.	라인 운영기술은 디지털 방식으로 전승됩니다. 암묵적 지식, 숙련 기술 및 개인화된 운영을 가시화하고 AI 및 ML을 사용하여 의사결정을 내림
생산기술의 축적 및 적용	개인화, 고령화로 인한 생산기술의 축적 및 적용이 어려움	라인의 운영기술을 디지털 방식으로 축적 생산 라인의 노하우를 가시화하여 다른 플랜트에 적용함
품질 및 생산성 향상	전체 최적화보다는 부분 최적화 경향이 강함	AI와 IIoT를 활용한 전체 최적화로 품질 향상, 자동화 및 노동력 절감을 통한 생산성 향상
개선과 혁신	개인의 지식과 경험을 바탕으로 한 부분적 활동	개선 가속화 및 데이터 결합으로 생산 혁신 창출
SCM	경험에 근거한 예측, 개별 판단 및 재고 최적화	전체 부서들 간의 관계, 상호작용 및 영향을 고려한 환경 대응적인 운영 관리를 통해 전체 최적화를 달성함

OT 통합 환경은 클라우드에 구축되며 이 환경은 OT 데이터레이크 역할을 합니다. 공장의 이상적인 상태(To-Be) 또는 디지털팩토리(Digital Factory)에서 OT 데이터레이크가 구현되고, OT 데이터레

이크의 운영 데이터 및 IIoT 데이터와 결합된 AI/ML 기술이 품질 관리 프로세스에 적용되며, 새로운 작업 방식의 동인이 되는 원격 작업이 이루어질 수 있게 됩니다(그림4).

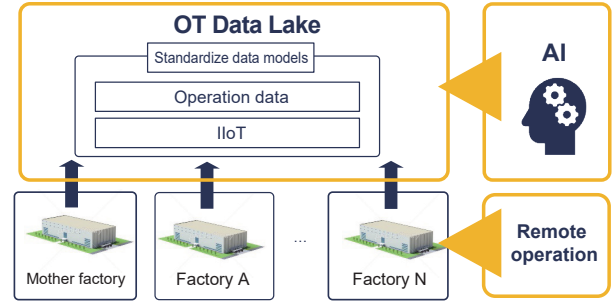


그림4 공장의 이상적인 상태: To-Be 또는 디지털팩토리

이제 디지털팩토리(그림5)로부터 ‘외부 DX’를 개발하는 이슈를 논의합니다.

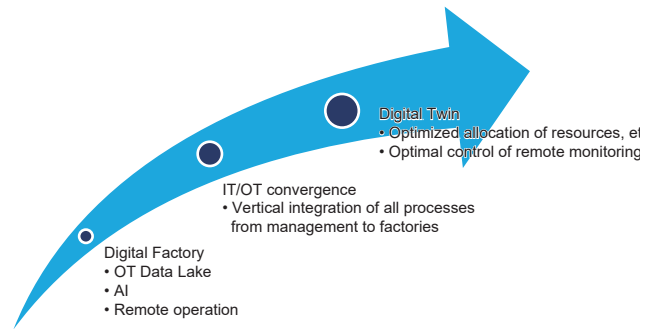


그림5 디지털팩토리로부터 ‘외부 DX’로

디지털팩토리의 주 목적은 OT를 통합하는 것이지만 궁극적인 목표는 IT와 OT를 통합하는 것입니다. IT 도메인과의 조정은 ERP와의 조정을 의미하기도 합니다. 이는 관리 레벨에서 생산 현장까지 모든 프로세스의 데이터를 연결합니다(그림 6).

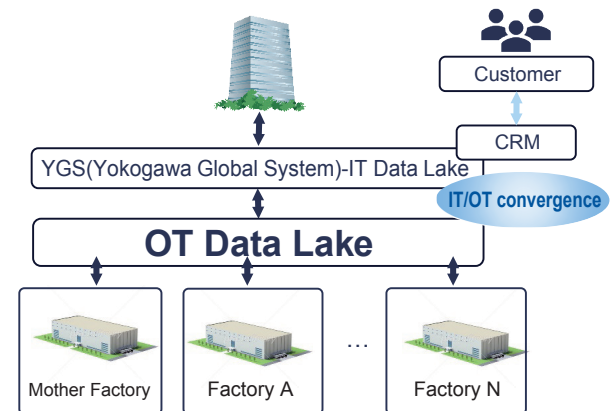


그림6 IT/OT 융합

OT 데이터레이크의 데이터는 공통 데이터 모델을 사용하여 표준화됩니다. 관리 레벨에서 공장에 이르는 전 과정의 IT/OT 융합은 표준화된 데이터를 활용하여 고객 관계 관리(CRM)를 통해 의사 결정을 신속하게 할 수 있고 비즈니스 기회를 확대하는데 기여할 것입니다. 또한 이 통합을 통해 전 세계 사무실 및 공장의 리소스 할당을 포함한 운영 최적화를 구현해 줄 수 있는 디지털 트윈을 구축할 수 있습니다. 디지털 트윈은 엔터프라이즈 레벨의 시뮬레이션을 수행하고 물리적으로 존재하는 자산, 프로세스 및 리소스를 가상화 할 수 있습니다. 이것은 공장 장비의 원격 제어를 구현하기 위한 메커니즘 역할을 합니다. 디지털 트윈에 대한 자세한 내용은 나중에 설명하겠습니다.

디지털팩토리를 구현하기 위한 구성은 다음과 같습니다. 이러한 이니셔티브는 Yokogawa의 디지털전략본부와 Yokogawa 메뉴팩처링 간의 협력 사업으로 추진 중입니다. 공장의 운영 데이터를 OT 데이터레이크로 보내어 생산성 향상 시나리오를 창출하고 데이터를 사용하여 프로세스, 에너지 소비 등 공장 운영 관련 시각화 작업을 진행하고 코스트를 줄이고 리드타임을 단축하고 생산성을 향상합니다.

AI/ML 기술을 적용하기 위해 ‘Yokogawa IA Technology India(인도에 있는 인공지능 기술회사)’ 개발거점 회사를 설립했습니다. 이 거점은 ‘Yokogawa Electric CIS Ltd.(러시아 모스크바에 소재)’ 및 전 세계 공장들과 협업하고 있습니다.

공장의 원격 운영은 각 사이트의 IT담당자 및 각 공장의 현장 작업자들 간의 협업으로 추진되고 있습니다. 이러한 활동은 COVID-19의 영향 하에 있는 작업환경뿐만 아니라 팬데믹 이후의 비즈니스 환경에서도 계속적으로 적용될 글로벌 실행계획조치의 하나로 추진되고 있습니다.

다음 섹션에서는 이러한 세가지 이니셔티브를 하나씩 자세히 설명합니다.

데이터 주도 공장 운영을 위한 OT 데이터 레이크

아키텍처(Architecture)

OT 데이터레이크는 Microsoft의 클라우드 솔루션인 Azure를 기반으로 합니다. 그 인프라는 게이트웨이 레이어, 인터페이스 레이어, 데이터레이크 레이어, 프레퍼레이션 레이어, 데이터웨어하우스/데이터마트 레이어 및 애플리케이션 레이어로 구성됩니다. Azure 기반 OT 데이터레이크는 다양한 PaaS 서비스를 제공하고, 데이터 소스에서 DWH/DM 레이어로 다양한 데이터를 전송합니다. OT 데이터레이크는 공장의 데이터 및 이미지를 처리하므로 인터넷에서 가상 네트워크 및 PaaS 서비스를 제공합니다. 각 PaaS 서비스는 Azure에서 제공하는 Service End Point, Private IP 및 Azure Private Link를 사용합니다. 이 환경에서는 인터넷을 통해 외부에서 직접 접근이 허용되지 않습니다. 또한 OT 데이터레이크는 방대한 양의 데이터를 처리하는 방식으로 람다 아키텍처를 사용합니다. 이후 얻어진 데이터는 배치 레이어 또는 빌로서티 레이어로 전달됩니다. 배치 레이어(로 가는 경로를 콜드 경로(Cold path)라고 하며, 이 경로를 통해 주기적 배치 작업 프로세싱에 의해 공장 데이터를 가져옵니다. 빌로서티 레이어(velocity layer)로 가는 경로를 핫 경로(Hot path)라고 하며 스트리밍 데이터를 처리하고 실시간 모니터링 및 분석을 가능하게 합니다.

기능 측면에서 OT 데이터레이크는 다음 세 개의 데이터베이스로 구성됩니다: 데이터레이크 DB, 공통 DB 및 분석 DB. 각 데이터베이스는 다음과 같은 역할을 합니다(그림 7).

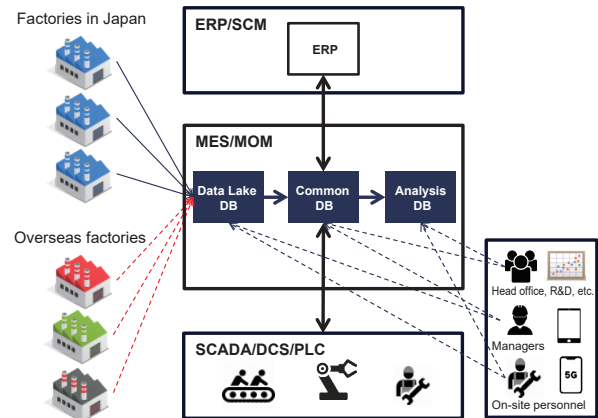


그림7 세가지 데이터베이스의 포지셔닝

데이터레이크 DB는 각 공장의 엣지 서버(Edge Server)에 있는 데이터베이스(Oracle 등)에서 원시 데이터를 수집합니다. 원시 데이터는 입자(Granularity)와 빈도(Frequency)가 다르기 때문에 시간 데이터, 위치 데이터 및 기타 메타데이터에는 차이와 오류가 포함되는 경향이 있습니다. 따라서 이러한 데이터를 저장한 다음 정규화(Normalization)해야 합니다. 데이터레이크 DB는 계속 변화하는 환경 데이터, 장비와 성능의 차이에 따라 달라지는 수치(Numerical values), 이미지와 감각 데이터(Sensory data) 등 모든 종류의 원시 데이터를 디지털화하여 저장합니다.

공통 DB는 공통 데이터 모델(나중에 설명)과 연계되어 있습니다. 저장된 데이터는 표준 언어와 개념으로 정규화되는 반면 공통 데이터 모델에서 정의된 관계는 유지됩니다. 데이터베이스는 또한 데이터 속성을 메타데이터로 저장합니다. 이러한 방식으로 관계가 유지되는 동안 MES(Manufacturing execution system) / MOM (Manufacturing operations management: 제조 작업 관리)의 데이터는 정의된 등급에서 정규화되고 수집됩니다. 이 데이터들은 ISA-95(IEC62264)를 기준으로 처리되고 및 표준화된 것입니다. 이를 통해 레벨4의 ERP(Enterprise resource planning: 전사적자원관리)와 레벨0 및 레벨2의 설비/장비 계획 및 관리의 정확성이 향상되고 클래스별 데이터 상관 관계(Correlation)도 명확해집니다. 이 데이터베이스는 디지털팩토리를 구현하는 데 중심적인 역할을 하며, 회사 전체의 통합 데이터를 다루고 있습니다. 본사는 데이터 분석을 위해, 연구 부서와 제품 개발 부서는 제품 개발을 위해 이러한 데이터베이스를 필요로 합니다.

분석 DB는 Common DB와 데이터레이크 DB로부터 데이터를 받아서 저장합니다. Common DB와 데이터레이크 DB는 애플리케이션에 필요하고 이미 계산이 완료된 것입니다. 분석DB는 일상적인 보고서/임시 보고서, 시각화, 진행 관리 및 최적화에 의한 개선

(KAIZEN by optimization)과 같은 작업을 실행하는 데 사용됩니다. 사용자(본사 및 연구/제품개발부서, 관리자, 현장담당자)는 이 DB를 이용하여 보고서 작성 및 기타 데이터 처리 업무를 수행할 수 있습니다. 분석 DB는 데이터분석가들도 사용합니다.

공통 데이터 모델

표준화는 전 세계 플랜트의 운영 데이터를 하나의 데이터베이스로 통합하고 이를 전 세계적으로 생산성 향상을 위한 기반으로 사용하는 데 필수적입니다. 우리는 IT/OT 융합을 염두에 두고 ERP와 MES 레이어 간의 인터페이스가 있는 ISA-95(IEC62264)에 집중했습니다. ISA-95의 범위는 MOM 영역(레벨3)과 ERP 영역(레벨4) 간의 인터페이스입니다. DCS, 감지 및 기타 항목(레벨1 및 2)의 세부 사항은 다른 표준에 의해 처리됩니다. 표준화가 OT 산업에서 광범위하게 논의되었기 때문에 ISA-95의 범위는 더 넓고 추상적이 되었습니다. 따라서 우리는 Yokogawa 공장들의 실제 데이터를 ISA-95에 표시된 모델에 매핑하고 적합성 분석(Fit-and-gap analysis)을 수행하고 데이터의 속성 처리 작업을 수행했습니다. 우리는 또한 이 데이터 모델이 플랜트의 모든 데이터를 처리할 수 있도록 레벨1과 레벨2의 항목을 작업하고 있습니다.

ISA-95가 처음 논의되었을 때 MES 영역(레벨3)에 초점을 맞추는 것 같았습니다. 그러나 최근 IIoT의 진행 상황을 고려할 때 레벨1과 레벨2도 논의되어야 한다고 생각합니다. 이 데이터 모델의 구축은 OT 데이터의 통합, 그리고 IT와 OT의 통합에서 중요한 역할을 할 것입니다. 이 데이터 모델을 공통 DB와 연계하여 관리 레벨에서 생산 현장까지 모든 프로세스를 수직으로 통합하고 있습니다.

공장의 품질 관리 프로세스에 AI/ML 기술 적용

공장에 AI를 도입하는 것은 자동화를 통해 인력을 절감하고 인간의 기술, 지식 및 전문성에 대한 의존도를 없애는 것을 목표로 합니다. 많은 공장서 결함 부품 및 제품을 감지하기 위해 여러 차례 육안 검사를 수행합니다. 이 프로세스를 수행하려면 검사관이 높은 레벨의 기술을 보유해야 합니다. 이 프로세스의 효율성을 개선하기 위해 AI/ML 및 기타 기술을 사용하여 육안 검사 프로세스의 일부를 디지털화하고 있습니다.

AI/ML 솔루션 구현에서 가장 중요한 점은 데이터 가용성이며 가능한 모든 데이터 패턴 조합이 ML 알고리즘에 제공됩니다. 육안 검사에서 검사관은 일반적으로 경험과 지식을 기반으로 결함을 분류합니다. 따라서 이러한 결함 패턴을 학습하는 알고리즘의 경우 각 패턴을 나타내는 수많은 샘플이 필요합니다. 그러나 공장 운영의 지속적인 개선으로 불량 발생률이 매우 낮기 때문에 이미지에서 모든 패턴을 얻어 분류 모델(Classification model)을 만드는 것은 현실적으로 불가능합니다.

따라서 다음과 같은 조치를 취했습니다.

- 양호한 센서 칩의 이미지를 좋은 패턴으로 사용합니다.
- 기 정의된 결함 패턴을 분석하고 결함 패턴을 포함하는 이미지를 생성합니다. 이 이미지를 Input으로 사용하고 신경망(Neural network)으로 분류 모델(Classification mode)을 구축합니다.

이 방법을 사용하여 다양한 변형이 있는 부품 및 제품의 허용 패턴 및 불량 패턴을 모델링합니다. 이러한 AI/ML 기술을 적용하면 인

력을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 인간의 기술과 전문성에 대한 의존도를 없애 안정적이고 일관된 검사 결과를 얻을 수 있습니다.

또한 생산 라인의 업스트림에서 다운스트림까지 다양한 영역에서 데이터를 수집하고 최종 검사에서 수율 손실(Yield loss)을 유발하는 요인을 분석하는 토탈 품질 최적화(Total quality optimization)를 개발하고 있습니다. 이 프로젝트를 위해 우리는 비즈니스 부서 중 R&D 부서 및 제품개발 부서와 협력하고 있습니다. 자세한 내용은 “외부 DX로의 확장” 섹션에 설명되어 있습니다.

원격 공장 운영

COVID-19 팬데믹으로 인해 기업은 직원의 안전을 보장하고 작업자의 이동을 제한해야 합니다. 이러한 조건에서 필수 근로자 및 기타 모든 근로자는 새로운 작업 방식을 채택해야 합니다. 원격 작업을 위한 환경을 만들기 위해 웨어러블 장치와 기타 신기술을 채택했습니다(그림8).



그림8 원격 작업

음성 지원 장치(Voice-enabled devices)를 사용한 원격 작업은 실제 사용을 위해 테스트되고 있습니다. 아래에 몇 가지 예가 나와 있습니다.

- 서로 다른 지역에 있는 고객을 대상으로 FAT(Factory Acceptance Tests)가 진행됩니다.
- Yokogawa 제품이 다른 고객의 공장 Yokogawa 공장서 제대로 작동되는 상황이 원격 고객에게 데모되는 것입니다.
- 멀리 떨어진 서로 다른 장소에 있는 개발 인력들이 협업하여 제품과 솔루션을 개발합니다.

원격 작업은 더 스마트하고 빠르며 지속 가능한 DX 스타일 작업 방식을 가능하게 할 뿐만 아니라 작업 시간을 단축하고 비용을 절감하며 리소스 관리를 개선합니다. 현재 증강현실(AR), 가상현실(VR), 혼합현실(MR)과 같은 기술을 사용하여 원격 작업을 가속화하고 있습니다.

이러한 노력은 작업자를 위한 제조 작업 지원, 원격 유지관리 및 원격 교육을 제공할 수 있습니다(제조 작업 지원은 계기를 확인하는 부담과 불확실한 기억을 기반으로 내리는 판단으로 인한 Human Error를 줄이는 것을 목표로 합니다). 우리는 또한 도면으로 설명하

기 어려운 복잡한 배관 및 배선 작업에 대해 숙련된 작업자의 노하우를 디지털화하고 표준화하기 위해 노력하고 있습니다. 업스트림 제품 개발 부서에 피드백을 제공하여 비용을 절감할 수 있습니다. 또한, 원격 작업은 ODM(Original Design Manufacturing: 주문 기반 디자인 및 생산) 등 보다 폭넓은 분야에 적용될 것으로 기대됩니다.

미래 전망(FUTURE DEVELOPMENTS)

이전 섹션에서는 Yokogawa의 생산성 향상을 목표로 하는 ‘내부 DX’ 이니셔티브를 도입했습니다. 다음 섹션에서는 디지털 트윈의 예를 참조하여 ‘외부 DX’를 도입합니다. 이 이니셔티브는 ‘내부 DX’에서 축적된 지식과 노하우를 바탕으로 고객을 위한 솔루션을 개발하는 것을 목표로 합니다.

디지털 트윈(Digital Twin)

디지털 트윈의 3가지 성장 단계를 설정했습니다(그림9).

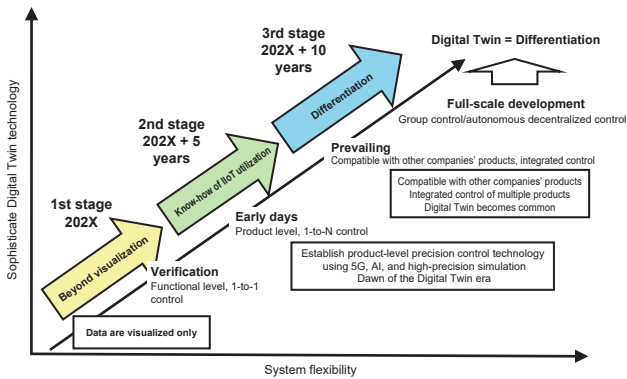


그림9 디지털 트윈의 3가지 성장 단계

우리는 현재 IIoT 촉진 및 데이터 시각화에 중점을 둔 활동의 첫 번째 단계에 있습니다. 현재 데이터를 활용하기 위한 몇 가지 시나리오가 있으며 두 번째 단계로 꾸준히 나아가고 있습니다. 디지털 트윈의 최종 형태에 도달하기 위해서는 1단계(Beyond Visualization)를 성공적으로 완료하고 모니터링 시스템과 생산 시설 간의 최소 1:1 원격 제어 기술을 검증하고 확보해야 합니다. 이 단계에서 얻은 기술이 다음 단계의 성공 여부를 결정합니다.

두 번째 단계에서는 단일 위치에서 여러 생산 시설을 모니터링하는 1:N 제어를 달성하는 것을 목표로 합니다. 제어는 더 넓은 범위, 예를 들어 전체 최적화(Total Optimization)를 위한 시스템 레벨을 포괄해야 합니다. 이를 위해서는 원격 제어가 가능한 5G 고속 통신 기술, 유체 및 열전달 해석을 위한 시뮬레이션 기술, 경험 바탕의 규칙의 필요성과 개별 기술에 대한 의존성을 제거하는 AI, 플랜트의 3D 모델링을 위한 AR, VR 및 MR 기술 등을 활용해야 합니다. 디지털 트윈은 실제 장비 자산, 프로세스 및 리소스를 가상 공간에 나타냅니다. 공장의 시설 영역을 디지털 트윈으로 표현하려면 해당 구역의 3D 모델이 필요합니다(그림10). 캡처한 이미지를 3D 모델로 변환하



그림10 3D 모델링 예시(백오피스)

는 솔루션은 이미 나와 있으므로 이 솔루션을 IIoT 데이터와 결합하여 가상 공간에서 공장 유틸리티를 만들 수 있습니다.

표준화는 세 번째 단계의 열쇠가 될 수 있습니다. 타사 제품까지 커버할 수 있는 통합 제어 환경 (Integrated control environment)을 구축할 예정입니다.

‘외부 DX’로 확장

이전 섹션에서는 Yokogawa 자체 공장에 중점을 둔 디지털팩토리를 도입했습니다. 필자는 데이터 활용 및 생산성 향상을 위한 시나리오를 작성하고 IIoT 센서를 선택하여 설치하고 결과에 대한 피드백을 제공했습니다. 우리는 이러한 노력을 통해 얻은 경험, 지식 및 노하우를 사용자에게 제안할 수 있습니다. 이것은 Yokogawa의 강점이자 상용 애플리케이션을 단순히 시장에서 판매하는 것과는 완전히 다른 비즈니스 방식입니다. 자체 플랜트에서 활동하는 과정에서 OT 데이터레이크 애플리케이션의 유용성을 발견했습니다: 공장 및 R&D/제품 개발 부서 간의 협업입니다. 회사 자체 공장의 데이터는 제품 개발에 중요합니다. OT 데이터레이크를 사용하면 이 데이터를 즉시 활용할 수 있습니다. 이러한 환경은 인력투입을 줄이고 제품 개발 기간을 단축하며 초기 투자를 줄이고 품질을 향상시킵니다. 우리는 플랜트 데이터의 사용을 촉진하기 위해 여러 연구 개발 부서와 협력하고 있습니다. 이 활동의 결과로 나온 제품과 솔루션은 Yokogawa를 고객에게 더 매력적으로 만들 것입니다. 공장은 고객을 위한 쇼룸이 될 것입니다. ‘내부 DX’ 활동을 통해 축적된 경험과 지식, 노하우를 바탕으로 머지않아 고객들에게 매력적인 제안을 할 수 있을 것이라고 믿습니다.

결론

이 자료에서는 데이터 통합 및 표준화의 글로벌 추세, 공장에서의 데이터기반 운영을 달성하기 위한 OT 데이터레이크의 역할, 공장의 품질 관리 프로세스에 AI/ML 기술 적용, 원격 운영의 중요성 및 우리의 통찰력을 고객에게 비즈니스 제안으로 전환하는 활동을 소개했습니다. 이러한 노력이 Yokogawa가 생산성을 향상하고 새로운 비즈니스 모델을 개발하는 데 도움이 되며 우리의 경험, 지식 및 전문성이 고객의 운영에 도움이 되기를 바랍니다.

참고문헌

- (1) INDUSTRIE4.0, Platform INDUSTRIE4.0 RAMI4.0 - a reference framework for digitalisation, 2018
https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/rami40-an-introduction.pdf?__blob=publicationFile&v=7
- (2) IEC 62264-3 2013 Enterprise-control system integration Part 3: Activity models of manufacturing operation management
- (3) MESA International, Smart Manufacturing - The Landscape Explained, MESA whitepaper #52, 2016

* 이 문서에 나오는 모든 회사 이름, 조직 이름, 제품 이름 및 로고는 Yokogawa Electric Corporation 또는 해당 소유자의 등록 상표입니다.