

#3

글로벌 경쟁력 강화를 위한 스마트 팩토리 구축



글. 정상현 효성ITX DX본부 Smart Factory 상무

스마트 팩토리는 ICT(정보통신)기술을 활용하여 제품의 연구·설계 단계에서부터 원자재 구매, 생산, 유통, 마케팅, 판매, 관리 및 서비스 등 제조기업의 가치사슬(Value Chain) 전반에 걸쳐 데이터를 수집·분석하고 정보를 도출하여 생산성과 품질, 고객만족도를 향상시키는 '지능형 생산공장'으로 정의할 수 있다. 즉, 데이터를 실시간으로 수집·분석하여 스스로 최적화된 환경을 만들어 작업을 수행하도록 설계된 공장이라고 말할 수 있는데, 데이터 분석에 기반한 전략 실행으로

제조기술의 혁신과 경쟁력을 확보하는데 목적이 있다.

기존의 '공장자동화'가 센서 기반 데이터 수집, 공정 자동 제어, 로봇 기반 설비 자동화에 초점이 맞추어졌다면, 스마트 팩토리는 이에 ICT 기술을 더하여 생산 전 과정의 데이터를 수집하고 연계하여 빅데이터(Big Data)를 분석함으로써, 생산계획과 의사결정을 지원하고 공정운전 현황을 진단·예측하여 보다 효율적으로 공장을 운영할 수 있게 지원한다. 제조기술과 ICT기술을 융합함으로써 제조업의 경쟁력을 강화하는 효과를 기대할 수 있다.

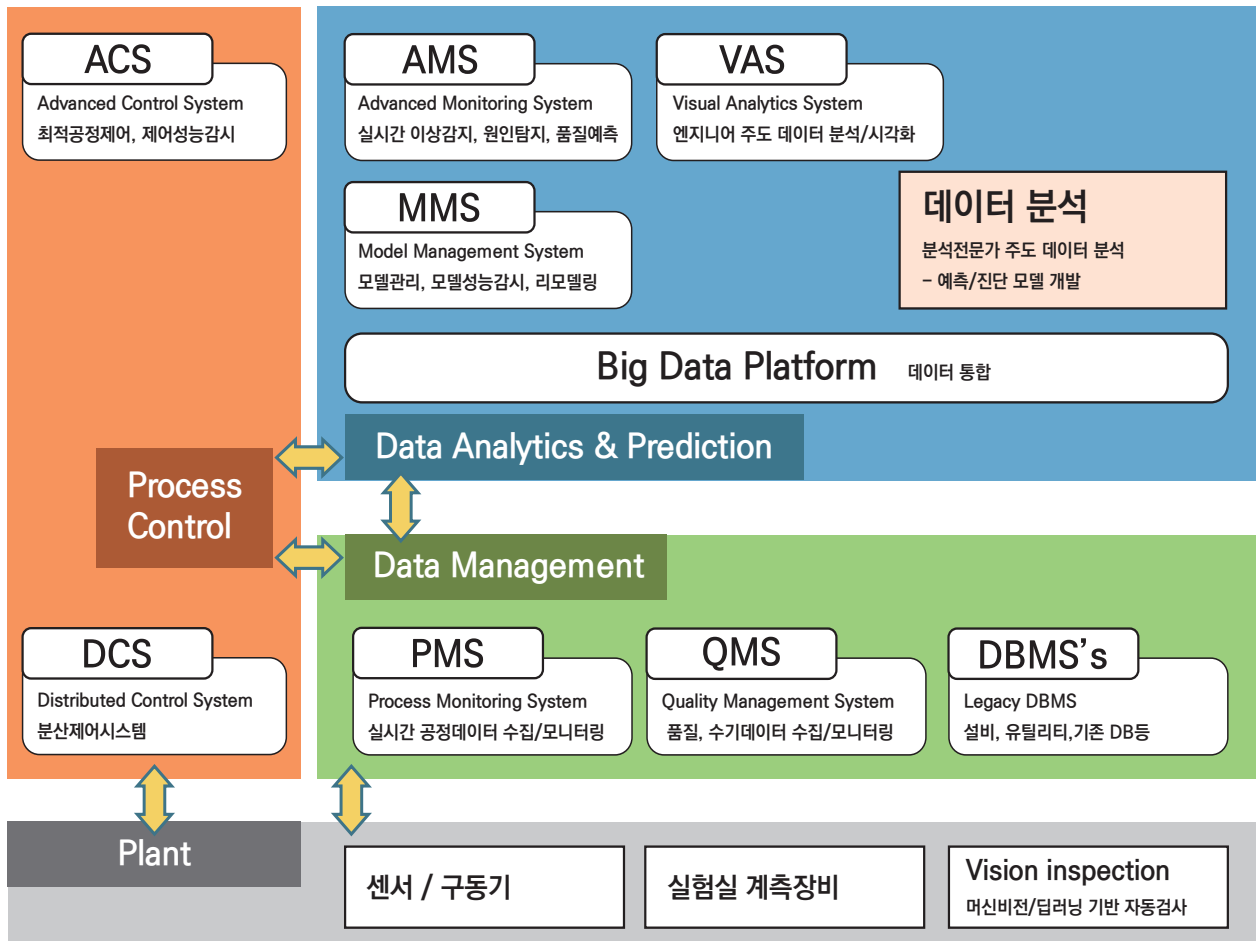
스마트 팩토리 시스템 구성

효성ITX는 2017년 IT 전문가와 데이터 분석가, 공정 전문가가 참여하여 효성 스마트 팩토리 xtrmFactory를 설계하였다. 이어 제조 공정 데이터 표준 관리 체계를 수립하고, 분당 IDC에 빅데이터 분석을 위한 기반 인프라인 스마트 팩토리 플랫폼을 구축하였다. 2018~2019년에는 효성티앤씨 11개 글로벌 공장에, 2020~2021년에는 효성화학 8개 글로벌 공장에, 빅데이터 분석, 실시간 생산현황 모니터링, 품질·공정 이상 감지 등이 가능한 글로벌 표준 생산체계를 구축하고 데이터 분석 기반의 핵심과제를 수행하는 등 효성그룹의 스마트 팩토리 사업을 진행해 왔다. 현재는 효성중공업의 스마트 팩토리 구축을 추진하고 있다.

그림1은 효성그룹 섬유·화학분야 공장을 대상으로 설계한 스마트 팩토리 시스템 구성도이다. 크게 보면 데이터 관리



그림 1. 스마트 팩토리 시스템 구성도



(Data Management), 데이터 분석 및 예측(Data Analytics & Prediction), 공정제어(Process Control)의 3개 영역으로 구성되어 있다. 순서대로 공정의 운전현황을 데이터로 확보하고, 이를 기반으로 최적 운전조건을 도출하고 실시간으로 이상을 조기에 감지하고, 최적 제어가 되도록 제어시스템이 동작하는 구조이다.

‘데이터 관리’영역은 제품 생산과 관련된 공정, 설비, 품질 데이터를 수집 및 모니터링, 관리하는 영역으로 실시간 공정데이터 수집/모니터링 시스템(PMS), 품질·수기 데이터 수집/모니터링 시스템(QMS), 기타 데이터 수집/관리 레거시 시스템 등으로 구성되어 있다. 기존 ‘공장자동화’에서 스마트 팩토리로의 진화의 가장 큰 특징 중 하나는 데이터로부터 정보를 추출할 때 데이터 분석이라는 방법론의 도입이라고 할 수 있는데, 이를

위해서는 충분한 양의 적합한 데이터가 확보되어야 한다. 데이터의 신뢰도를 높일 수 있는 데이터 정합성 확보 과정이 포함되어야 하고, 육안검사에 의한 품질 검사 등은 머신비전/딥러닝에 기반한 자동검사 방법으로 디지털화 하고 있다.

‘데이터 분석 및 예측’영역은 데이터 관리 영역에서 제공하는 각종 데이터를 통합하고 연계 분석하여 최적 운전조건을 도출하고 공정 및 품질의 현황을 진단·예측하는 영역이다. 앞서 언급한 ‘데이터 관리’영역과 뒤에 언급할 ‘공정제어’영역은 이미 1990년대에 ‘공장자동화’관점에서 기본적인 형태가 정립되어 화학분야 공장들에 대부분 구축되어 있는 상황인 반면, ‘데이터 분석 및 예측’영역은 2000년대에 들어와 데이터 분석 방법론이 도입되기 시작하여 2010년 이후 빅데이터 기술이 등장하면서 스마트 팩토리의 개념이 등장하게 된 핵심적인 부분이다.



빅데이터 분석을 위한 빅데이터 플랫폼을 구축하여 PMS, QMS 등에 수집/관리되고 있는 데이터를 통합하고 연계분석을 위한 데이터마트를 구성하고, 이를 대상으로 분석전문가는 전문적인 데이터 분석을 통해 생산성과 품질의 향상을 위한 주요 영향인자를 분석하고, 품질예측 및 이상진단을 위한 모델을 개발하고, 엔지니어가 활용할 데이터분석/시각화 시스템(VAS)용 분석 앱을 개발하여 제공한다. 공장 엔지니어는 제공받은 분석 앱을 통해 품질·공정 간 연관분석, 유의차 분석, 공정관리능력 분석 등을 직접 수행하며, 품질·공정 이상 발생 시 그 원인을 빠르게 찾아내어 대응할 수 있다. 분석전문가가 개발한 모델은 예측·진단 모니터링 시스템(AMS)에 탑재되어 실시간으로 품질을 예측하고 품질·공정 이상감지 시 자동으로 후보 원인을 탐지하여 제공한다.

‘공정제어’영역은 앞서 언급한 대로 1990년대에 모델예측 제어라는 고급제어기법까지 표준화되어 활용되고 있는데, 사용하는 예측모델의 성능이 저하될 경우 운전 데이터에 기반하여 예측모델을 수정·보완함으로써 제어성능의 신뢰도를 높일 수 있다.

스마트 팩토리 시스템 활용 체질화

데이터 분석을 통해 유용한 정보를 얻으려면 일반적으로 데이터 정합성, 적합한 분석 기법, 업무 이해도의 세 가지 요소가 가장 중요하다. 제조 공장의 경우, 특히 화학공정이 포함된 섬유·화학분야 공장의 데이터를 분석할 경우, 공정에 대한 이해가 가장 중요한 요소라 할 수 있다. 단위공정, 물질/에너지 전달, 화학반응, 공정제어에 대한 충분한 지식이 있어야 하고 공정운전에 대한 이해가 있어야 의미 있는 분석 결과를 도출할 수 있는데, 이런 능력은 공정 엔지니어들에게 가장 잘 준비되어 있는 반면, 적합한 분석 기법의 선택과 분석 수행은 충분한 경험이 있는 데이터 분석 전문가가 제공할 수 있다.

그림1에 기반 한 스마트 팩토리 시스템을 효성그룹 섬유·화학분야 19개 공장에 이미 구축 완료하였고, 새로 건설하는 공장에도 기본 시스템으로 구축하고 있다. 스마트 팩토리 시스템의 도입 효과가 얼마나 클 지, 얼마나 유지될 지는 공장 엔지니어들이 이 시스템을 통해 실질적으로 얼마나 유용한 도움을 얻게 되는지에 따라 결정된다. 즉, 공장 엔지니어들이 스마트 팩토리 시스템 활용능력을 얼마나 체질화 하느냐가 중요하므로, 엔지니어들의 스마트 팩토리 시스템의 활용 능력을 배양하고

자, 공장 엔지니어와 데이터 분석 전문가를 원팀으로 구성하여 선정된 데이터 기반 핵심 분석과제를 수행하는 전략을 세웠다. 성공적인 분석과제 수행 경험을 통해, 공장 엔지니어는 스마트 팩토리 시스템의 활용 능력을 배양할 수 있고, 공장 별 전담 데이터 분석가는 해당 공장 프로세스에 대한 이해도를 축적하게 되어 이후에도 지속적으로 해당 공장의 문제 해결을 전문적으로 지원할 수 있게 된다.

스마트 팩토리 구축 및 핵심과제 수행 사례

스판덱스 원사 생산 글로벌 공장의 관리 표준화

효성티앤씨의 섬유 사업부문에서는 스판덱스, 나일론, 폴리에스터 등의 원사와 직물, 염색 제품을 공급하고 있다. 스판덱스 생산공장 10개가 세계 곳곳에 세워져 가동되고 있고 올해 말 11번째 공장이 중국에서 가동될 예정이다. 이에 따라 글로벌 공장들의 생산현황을 실시간으로 감시할 수 있고 문제 발생 시 국내 기술진과 협업으로 해결하고자 전 공장에 스마트 팩토리 시스템을 구축하였다. 첫 번째 목표로 데이터에 기반 하여 글로벌 공장의 관리 기준을 표준화 하였고, 문제 발생 시 글로벌 공장 기술진이 VAS 시스템을 통해 동시에 정보를 공유하며 데이터에 기반 하여 문제의 원인을 파악하고 해결 방안을 함께 논의하고 있다. 또한 동일한 원사를 생산하는 여러 개의 방사공정 중 현재는 제품 물성이 관리 범위 내에 있지만 통계적으로 움직임이 달라진 방사공정을 감지하여, 그 원인이 설비의 이상인지를 미리 확인하여 제품의 이상을 사전에 예방할 수 있는 기능도 AMS 시스템에 탑재하였다.

NF3 생산공정의 반응기 단관 막힘 조기 감지

효성화학 네오캠 PU에서는 반도체, 디스플레이, 태양전지 등에 사용하는 산업용 특수가스인 삼불화질소(NF3Gas)를 생산하고 있다. 생산공정 중 주요 순환형 반응기는 공정 특성상 장기간 운전하면 하부 단관이 서서히 막히게 되어 결국은 생산을 중단하고 단관 정비를 하고 다시 가동해야 한다. 스마트 팩토리 시스템을 통해 운전 데이터를 축적하였고, 공장 엔지니어와 데이터 분석 전문가가 원팀이 되어 원인 파악 및 개선 방안을 위한 핵심 분석과제를 수행한 결과, 단관 막힘의 주요 인자를 파악하고 단관 막힘도 지수를 개발하였고, 운전 시간을 더

늘릴 수 있도록 단관 막힘도에 따른 최적 운전조건을 도출하였다. 단관 막힘도를 모니터링하며 최적 운전조건으로 운전한 결과, 11개 반응기들의 단관 막힘까지 평균 66일이었던 운전 시간을 평균 90일로 늘리게 되었고, 공정 안정성 향상과 생산성 증대의 효과를 얻었다.

TAC 필름 생산공정의 스틸벨트 사행 발생 조기 감지

효성화학 옵티칼 필름 PU에서는 TV, 모니터, 노트북 등에 사용되는 LCD 편광판 내의 PVA 편광필름을 보호해주는 TAC(Tri-Acetyl Cellulose) 필름을 생산하고 있다. 생산공정 중 원료들을 혼합용해하고 불순물을 제거한 용액을 Steel Belt 위에 시트 형태로 토출하여 열풍으로 용제를 건조시키는 벨트 공정이 있는데, 생산 제품 교체에 따른 운전 변환 시 가끔 스틸벨트가 드럼을 벗어나는 사행이 발생하고 있었고, 이 경우 안정화하는데 더 많은 시간이 소요되어 생산성이 떨어지는 문제가 있었다. 마찬가지로 스마트 팩토리 시스템을 통해 운전 데이터를 축적하였고, 핵심 분석과제 원팀이 데이터를 분석하여 문제의 원인을 파악하고 개선 방안을 도출하였다. 적용 결과, 스틸벨트 사행 발생률을 제로화 하여 생산성이 증대되었다.

효성그룹은 향후에도 데이터 분석을 통한 품질 및 생산성 향상 업무를 상시 지속하여 전사적으로 스마트 팩토리 시스템의 활용을 체질화 하고, 전사적 자원관리(ERP) 시스템과 연계하여 생산, 유통, 판매 등 가치사슬 전반에 걸쳐 데이터를 통합하여 수집·분석하고 정보를 도출할 수 있도록 스마트 팩토리 시스템을 업그레이드 하고 운영함으로써 기업의 글로벌 경쟁력을 강화하고자 한다.

...	저자소개	↗
<p>정상현 효성ITX DX본부 Smart Factory 상무는 화학공학 공정제어로 박사학위를 받았고, IT 벤처 운영, 종합체 개발 및 생산공정 설계, 공정데이터 전문 분석 등의 경력을 바탕으로, 현재는 효성그룹의 섬유 화학분야 스마트팩토리 시스템 설계와 구축을 주도하고 있다. 공장 엔지니어와 데이터 분석 전문가로 구성된 팀들과 함께 데이터 분석 기반 핵심과제를 수행하여 문제를 해결하고 품질과 생산성 향상의 결과를 이끌어내고 있다.</p>		