

# 스마트 팩토리 구축을 위한 데이터 수집 및 체계화 제안

최 수 혁 이사 / 어드밴텍케이알(주) IIoT사업부  
bright.choi@advantech.co.kr

## 서론

선진국들은 금융 위기 후 안정적인 경제성장을 위한 제조업의 중요성을 재인식하였고, 제조업의 부활을 통한 성장을 경쟁적으로 추진 중에 있으며, 제조업이 살아야만 투자와 고용이 늘어 가계소득 증가로 이어지는 경제 선순환을 통해 국가경제 전반을 개선할 수 있다. 이 때문에 각국은 제조기업을 다시 불러들이기 위해 각종 지원 정책을 아끼지 않고 있다. 제조업 없이는 어떤 나라도 안정적인 경제성장을 이룰 수 없으며, 실제로 국가 전체 고용의 50%가 제조업을 통해서 발생된다. 제조업은 철도, 고속도로, 항공 등과 같은 사회 인프라와 밀접하게 연관되어 있고, 간접투자를 증대시키는 효과가 있어 국가 GDP 전체를 볼 때 중국은 37%, 대만 30%, 한국 30%의 GDP가 제조업에서 생성되고 있다. 고용창출 측면에서 세계적으로 제조업이 차지하는 비중은 전 세계 GDP 중 15%지만, 30~55%의 고용이 제조업에서 발생한다는 사실은 국가경제에 제조업이 얼마나 막대한 영향을 미치는지 알게 해준다. 또한, 국제

무역수지 중 72%가 제조업에서 발생한다는 점도 주목해야 한다. 매킨지 조사에 따르면 2025년 IoT는 11.1조 달러에 달하는 경제 가치를 생성할 것으로 예측된다. 그 중 50%인 5.5조 달러가 인터스트리의 영역, 즉 스마트 팩토리에서 발생할 것이라 한다. 전 세계적으로 중국에 6백만개, 한국 18만개, 일본 48만개, 대만 8만개의 공장이 있다. 모두 제조와 관련된 것이고, 스마트 팩토리라는 트렌드의 변화를 통해 무수한 투자가치를 가지고 있다는 사실을 반증한다. 그렇기 때문에 4차 산업혁명과 스마트공장은 국내의 제조산업에서도 가장 큰 화두가 되고 있으며, 정부에서도 지원 사업을 지속적으로 늘려가고 있다. 대기업은 유관 부서에서 TF팀을 구성하여 사업의 방향과 구축 방안을 기획하고 실행하고 있지만, 중소/중견기업들은 어디서부터 어떻게 구현해야 할지 막막해 하는 것이 현실이다. 어드밴텍은 여러 산업 분야에서 30여 년간의 현장 경험과 파트너와 함께 실무진들이 고객사의 구현 상태를 파악한 후, 어드밴텍 솔루션을 활용 및 제안하여 제4차 산업혁명의 리더로 발돋움하고 있다.

### 본론

현재 제조산업에는 스마트 팩토리 구축을 통해 극복해야 할 몇 가지 도전과제가 있다. 우선, 생산성은 더 이상 향상되지 않고 있으며, 고령화로 인한 숙련 기술자들과 경기침체로 새로운 일자리가 줄어들고 있다. 반면, 자동화되어 있다고 하더라도 모든 장비의 가동률이 약 80%에 불과하다는 결과가 있다. 그리고 원재료 투입량에 비해서 결과물은 95%에서 최대 98% 수준으로 제조 공정 중에 폐기되는 비율은 아직까지 매우 높다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 품질 향상을 통한 생산성 증대가 필요하지만 쉽지 않을 실정이다. 특히 전자제품의 경우, 생산간 스크랩 비율이 15%~20%에 이르는 점은 시사하는 바가 크다. 마지막으로 생산 공정 중 인력이 차지하는 비율이 높기 때문에, 숙련공의 원활한 공급과 새로운 인력 투입에 문제가 발생한다. 따라서, Industry 4.0을 통해 해결하고자 하는 범위는 생산 전반에 걸쳐 광범위하며, 이를 실행하는데 있어 정부와 사업자 모두 적극적일 것이라고 예측된다.

Industry 4.0이 구현된 스마트공장은 생산 공정마다 담당하는 자동화 로봇이 설치되고, 로봇이나 무인운반차 적용을 통해 30%의 인력 효율을 늘릴 수 있다. 생산라인의 모든 장비는 연결되어 장비 가동률을 높이고 원격 모니터링이 가능해질 것이고, 공장 내부에서 생성되는 모든 정보는 MES, ERP와 통합될 것이다. 그밖에도 생산성에 영향을 줄 수 있는 공장 환경 데이터가 실시간으로 취합되어 생산 장비와 환경을 통합하여 분석할 수 있다. 이러한 데이터들은 클라우드로 통합되어 인공지능 AI를 통한 분석이 가능해질 것이다.

Industry 4.0 구현의 최종 목표는 효율성의 증대이고, 품질과 생산성을 향상시키는 것이다. 단순히 동일 제품을 더 빨리 많이 생산하는 것이 아니라, 대량맞춤생

산이 가능하도록 유연한 제조 공정을 구축할 수 있게 해준다. 대량맞춤생산에 대응할 수 있도록 생산 공정이 유연해지지 않는 회사는 소비자의 다양한 요구를 한정된 자원과 시간 안에 대응할 수 없어 미래의 산업을 유지하기가 쉽지 않을 것이다. 이것이 소비자의 구매 결정의 결정적 요소가 되고, 시장 트렌드와도 매우 관련이 높기 때문이다.

앞에 설명한 Industry 4.0이 구현된 공장, 즉 스마트 팩토리 구축에는 아래 4단계의 구축 과정이 필요하다.

### 1. 자동화 구현

스마트 팩토리 구축에 있어서 첫 번째로 해결해야 할 것은 ‘어떻게 자동화를 구현해야 할 것인가?’이다. 사람을 통한 생산은 작업자의 숙련도나 피로도에도 따라 작업의 능률과 산출물의 정확성이 차이가 나기에 자동화를 통한 생산성과 품질 향상은 스마트공장의 필수요소다.

생산 공정 전체를 로봇을 통해 자동화하는 것이 이상적인 방안이기는 하나, 천문학적인 투자비용이 필요하고 완전히 자동화된 생산라인 구축은 대기업과 같은 자본 투자 대비 효율이 보증된 업체에 국한된 이야기이며, 대부분은 반자동화 라인이나 작업자가 장비를 조작하여 생산을 하고 있다. 스마트공장을 도입하기 위하여 당장 전체 생산 공정을 자동화로 변경하는 것은 어려운 일이며, 지속적인 투자를 통한 자동화 구축을 속제로 하고 다음 단계로 넘어갈 수 있다. 우선 집중해야 할 부분은 인력 대비 효율이 명확히 드러나는 무인운반차, 검사 분야의 자동광학검사장비, 근력이 필요한 공정의 로봇을 활용한 생산 자동화를 통해 스마트 팩토리 구축의 첫 번째 단계인 자동화를 실현시킬 수 있다.

### 2. 데이터 수집

자동화가 구축이 되면 생산 공정의 다양한 데이터를 실시간으로 손쉽게 수집할 수 있다. 데이터 수집에 있어

## Smart Factory를 위한 설비 예지보전 구축 전략



그림 1. 자동화 구현 1단계

서 수집 대상이 되는 데이터에 대한 결정은 스마트공장을 구축하려는 업체에서 실무자와 긴밀히 협의하여 결정해야 한다. 일반적으로 수집하는 데이터들은 생산 데이터, 생산 환경 데이터 등이 있다. 우선, 장비에 내장된 컴퓨터나 PLC로부터 생산되는 데이터이다. 모든 자동화 장비는 컴퓨터나 PLC를 통해 제어 및 데이터를 생성하고 있다. PLC 기반 현장이나 PC 기반 현장이나 수량, 품질, 생산 사이클 타임, 생산 효율과 같은 장비로부터 직접 추출되는 데이터가 있다. 그리고 생산량과는 별개로 장비에서 오는 전압, 전류, 진동, 압력 같은 물리적 데이터와 공장 내 환경과 관련된 데이터, 즉 온도, 습도, 밝기, 탄소 같은 정보가 생성되어 취합될 수 있다. 이처럼 생산 현장에서는 다양한 데이터가 존재하며 실시간으로 수집하여 저장되어야 한다.

장비 자체는 수동으로 작동하여 운영하는 것을 기준으로 완전 자동화까지 순차적으로 진행할 수 있으나, 데이터 수집은 반드시 생성되는 시점에 자동으로 수집

될 수 있도록 해야 한다. 기업 운영 효율을 위해 MES를 구축한 회사들의 경우에도 작업자가 수동으로 데이터를 입력할 경우, 작업자의 실수나 잘못된 입력으로 오류가 있는 데이터를 활용하여 기업 운영에 반영되는 문제가 많이 발생되고 있다.

현장에 센서를 부착한 데이터 입력은 Data Acquisition I/O Module과 같이 어드밴텍의 유무선 데이터 수집장치를 통하여 다양한 통신 방식으로 전송이 가능하며, PLC/PC를 통한 자동화 라인이면 산업용 네트워크 스위치를 설치하여 컨트롤러와 이더넷을 통하여 데이터를 입력 받을 수 있다.

어드밴텍은 센서와 디바이스에서 취득되는 모든 형태의 데이터를 클라우드로 보내줄 수 있는 게이트웨이, 즉 하드웨어와 소프트웨어를 아우르는 미들웨어가 신속하게 적용될 수 있도록 WISE PaaS를 제공하고 있다. 게이트웨이는 디바이스와 클라우드를 연결하는 교량/변환기에 해당하는 매우 중요한 역할이라고 할 수

# 스마트 팩토리 구축을 위한 데이터 수집 및 체계화 제안



Step 2 : 장비 간 연결과 데이터 수집  
PC 기반, PLC 기반 장비의 연결/센서 활용

그림 2. 데이터 수집

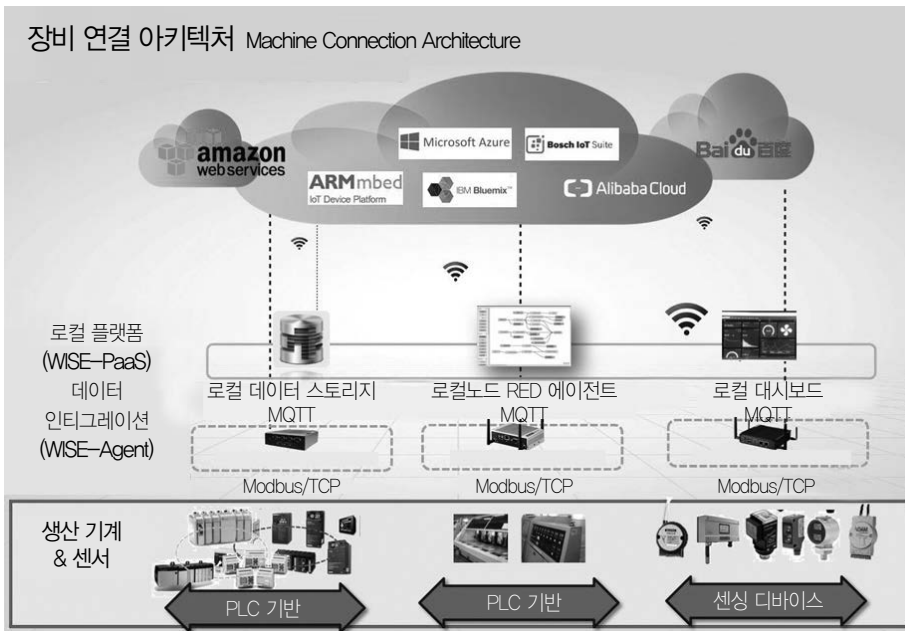


그림 3. 장비 연결 아키텍처

## Smart Factory를 위한 설비 예지보전 구축 전략

### 디바이스에서 클라우드로의 데이터 전송

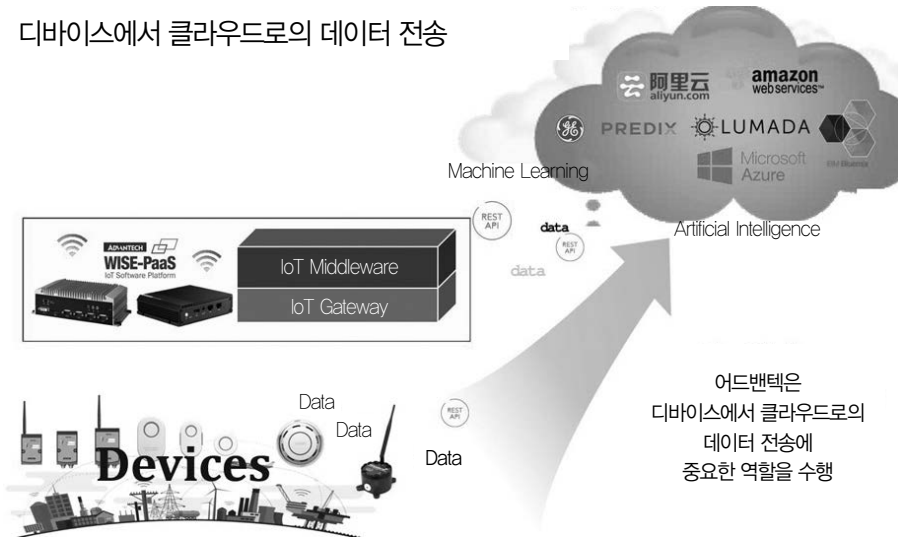


그림 4. 어드밴텍 미들웨어 WISE PaaS

있다. 어드밴텍의 미들웨어는 현장 데이터를 취득해서 클라우드로 어떻게 보내는지에 대해 하드웨어뿐 아니라 소프트웨어 솔루션까지 해답을 제시한다. 기존 PLC 기반의 공장이든지, PC 기반의 현장이든지, 아니면 데이터 수집 솔루션이 구축되지 않은 현장인지 상관없이 데이터를 수집하여 전송하는 미들웨어인 WISE PaaS를 하드웨어와 함께 공급한다.

### 3. 생산 공정 시각화 및 MES/ERP 연동을 통한 공정 최적화

시각화와 MES 통합이 중요한 이유는 경영 정보의 적절한 관리와 실시간 대처만으로 생산성이 15% 이상 증가한다는 연구 결과가 있기 때문이다. 생산 현장의 센서 정보와 고객으로부터 접수되는 오더 정보, 발주된 제품을 생산하는 제조 정보를 모두 하나로 통합하면, 고객과 시장의 요구가 현장의 생산 정보와 하나로 통합되어 실시간으로 경영 계획을 세울 수 있다. 이러한 통합된 정보는 시각화를 통해 현장과 원격에 위치한 중앙 제어실에서 동일하게 볼 수 있고, 공장 현장에서 대시보

드로 정보를 확인하고 모바일로 푸시(Push) 정보를 보내게 된다. 관리자가 언제 어디에 있는 공장의 상태를 알 수 있고, 필요한 정보를 확인하고 관리하고 결정할 수 있다.

현장에서 취합된 데이터는 사용자가 보기 편한 GUI를 통하여 표현되고, 데이터베이스에 저장되어야 한다. 이를 지원하는 어드밴텍의 WebAccess/SCADA는 브라우저에 기반을 둔 범용 SCADA 소프트웨어로 다양한 시장에 적용되고 있다. 실시간 화면 표시로 현장 상태의 빠른 인식이 가능하고, 사용자는 신속한 판단으로 효율적인 공장 운영이 가능하다.

새로운 버전인 웹 액세스 대시보드는 HTML5를 사용해 개발되었고, 스마트폰과 태블릿 PC에 탑재된 Internet Explorer, Safari, Firefox, Chrome 등을 지원한다. 사용자들은 어떤 장비와 브라우저를 통해서도 언제, 어디서나 실시간으로 정보를 얻을 수 있다. 그리고 SCADA에 보여지는 모든 데이터는 표준 데이터베이스에 저장하여 MES/ERP와 연동을 하여 데이터를 보다 효율적으로 관리할 수 있다.



## 스마트 팩토리 구축을 위한 데이터 수집 및 체계화 제안



그림 5. MES/ERP 통합 및 공정 시각화

### 4. 빅데이터 분석을 통한 예방진단 시스템

인공지능 AI(Artificial Intelligence)와 데이터베이스에 쌓인 데이터를 활용한 빅데이터 분석을 통한 예방진단/예측정비 시스템이다. 앞에 설명 드린 3가지 단계를 모두 구축한 이후에 수집된 데이터가 의미 있는 빅데이터가 되고, 검증된 데이터를 기반으로 분석하여 적용하는 단계이다.

다가올 2020년에는 매일 1PB의 스마트공장 데이터가 생성되고, 750PB의 비디오 데이터가 생긴다고 한다. 이렇게 생성된 많은 데이터는 효율적 관리와 활용이 필요하다.

데이터 분석에도 절차가 있다. 먼저 데이터를 구조화해야 한다. 구조화되기 전의 데이터는 정보라고 부르는 어렵다. 정보가 된 데이터는 하둡(HADOOP)과 같은 데이터 분석 처리를 통해 유의미한 지식이 되고, 예측할 수 있는 통찰력을 내포하게 된다. 여기에서 우리는 컴퓨터가 인식/처리할 수 있는 알고리즘을 적용하게 된

다. 정형화된 알고리즘을 통해 에러가 발생한 경우의 데이터의 패턴을 분석하여 예방할 수 있기 때문이다. 여기에서 알고리즘의 중요성이 확인된다. 이것을 우리는 머신러닝 알고리즘이라고 부른다. 머신러닝 알고리즘에 관해 새로운 것을 만들 필요가 없을 정도로 이미 다양한 머신러닝 알고리즘이 개발되어 있다. 우리가 할 일은 어떻게 활용하는지를 아는 것이다. 가까운 미래에 모든 산업용 빅데이터를 매우 쉽게 이용할 수 있을 것 같다. 이미 구글은 여러 API를 개발하여 공개하고 있는데, 비전 API나 인간어 인식기술, 대화기술과 번역기술에 더해, 예측정비와, 머신러닝 엔진 API까지를 포함하고 있다.

‘어떻게 분석할 것인가?’ 또 ‘어떤 데이터가 분석되어야 하는가?’에 대한 가이드라인도 제시되어 있다. 예방 정비라든가, 수율 최적화, 기계 성능 분석과 생산일정 최적화와 관련된 다양한 분석 API가 개발되고 있다. 앞으로 쉽고 저렴하게 사용할 날이 곧 현실화될 것 같다.

## Smart Factory를 위한 설비 예지보전 구축 전략



그림 6. 인공지능 AI & 예측 정비

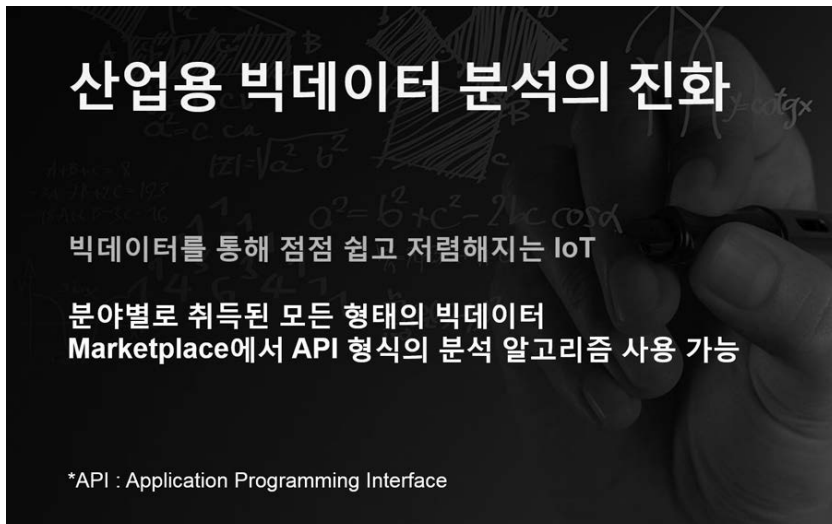


그림 7. 산업용 빅데이터 분석

이전까지는 문제가 생기면 최대한 빠른 시간 내에 해결하는 방안에 초점을 둔 After Service의 개념이었다면, 이제는 문제가 발생하기 이전에 문제점을 해결하는 Before Service가 필요하다. 최소한의 비용이 들어가

는 주기적인 예방보전을 통하여 계획된 생산 방안에 따라 생산이 가능해진다.

좀 더 구체적인 적용을 위해 4단계 중에서 스마트 팩토리의 근간이 되는 데이터 수집 및 체계화를 위한 솔

## 스마트 팩토리 구축을 위한 데이터 수집 및 체계화 제안

### 스마트공장 사례

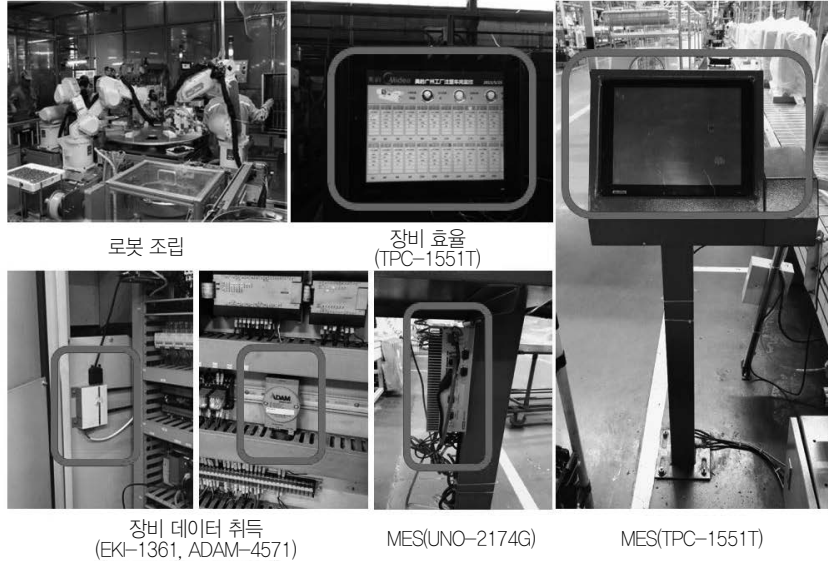


그림 8. SRP-FEC210 적용 사례

루션을 소개하고자 한다. 지난 30여 년간의 경험과 스마트 팩토리 구축 협업의 노하우를 기반으로 스마트 팩토리 구축을 위한 다양한 솔루션을 플랫폼 형태로 제공하고 있다.

어드밴텍은 다양한 SRP(Service Ready Platform)을 제공하여 스마트 팩토리 구축을 쉽게 접근하고 구축할 수 있도록 하고 있다. 그중에 데이터 수집 솔루션인 SRP-FEC210 패키지는 장비 데이터 수집에 적합한 플랫폼이다. 표준 PLC 언어인 IEC 61131-3과의 호환성 지원을 통해 고객은 개발 시간을 줄일 수 있다. PROFINET, EtherNet/IP, 캔오픈 통신을 위한 실시간 필드버스 프로토콜을 지원하며, 고객은 이더넷 필드버스와 캔오픈을 통해 동시에 데이터를 수집할 수 있는 장점이 있다. 이더넷 필드버스 링크와 450여 가지 PLC의 통신 드라이버를 완벽하게 지원한다. 이를 통해, 컨트롤러의 상태, 온도, 습도, 장비 내 장착되어 있는 센서의 데이터를 수집하고, 통합 데이터 태그를 통해 필드버스 링크로 모든

장비를 쉽게 연결할 수 있어 프로젝트 개발과 유지보수에 투자하는 시간을 절약할 수 있다.

어드밴텍의 SRP가 실제로 해외 가전 생산업체에 적용되었으며, 해당 생산업체에는 어드밴텍의 게이트웨이와 다양한 디바이스/데이터 통합용 솔루션 패키지를 적용하였다.

이를 통해 해당 업체는 생산성 30%를 높였고, 22%의 비용을 절감했으며, 39%의 인건비를 절약하였다.

수집된 데이터를 시각화할 수 있는 SRP-FPV220 솔루션 패키지는 작업현장 장비의 데이터를 수집하는 Modbus, OPC UA, MQTT와 같은 다양한 통신 프로토콜을 지원하며, 자동적으로 생산활동에 대한 엑셀 차트 리포트를 생산하여 정보를 시각화하여 준다. 100% 웹 기반 대시보드를 통해 수율 트렌드, 장비 활용, 다운타임 알람 등의 정보를 언제 어디서든 확인할 수 있다. SQL 데이터베이스, RESTful API, 시그널 R을 포함한 오픈 인터페이스를 지원하여 MES 시스템으로 쉽게 통



## Smart Factory를 위한 설비 예지보전 구축 전략

### 스크류 생산 장비의 예측 정비

- 콜드 스탬핑 성형으로 나사 제조
- 기계 내부에 압전센서 설치
  - 펀칭 파형 감시를 통해 금형의 열화 상태를 확인함으로써 금형 교체의 시기 예측이 가능



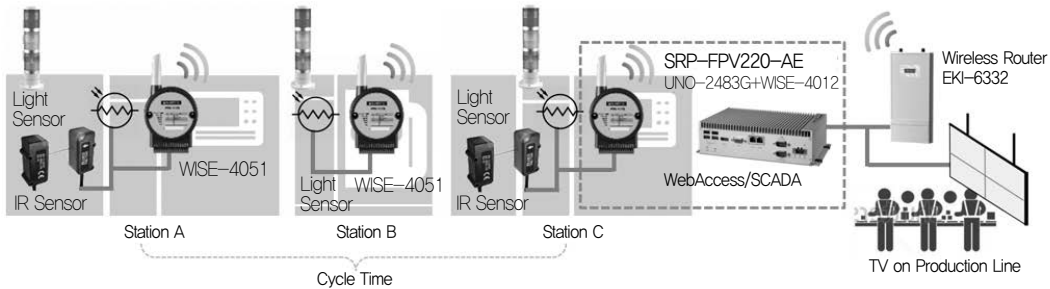
그림 9. SRP-FPV220 적용 사례

합될 수 있으며, 이를 통해 생산 계획 및 효율성 향상 분석 등이 가능하다. 서버 어플리케이션과 접속 클라이언트 모두 관리 가능하며, 멀티 태스킹 시나리오를 위한 스크린 스타일의 활용이 가능하다.

해당 솔루션의 적용 사례를 보면 스크류 생산 장비의 예측 정비 시스템에 시각화 솔루션이 적용되었다. 콜드 스탬핑 성형으로 나사를 제조하는 업체의 기계 내부에 압전센서를 설치하여 펀칭 파형 감시를 통해 금형의 열화 상태에 대한 수집된 데이터를 시각화하였다. 이를 통해 실시간 모니터링 및 금형 교체의 시기 예측이 가능하도록 구현하였다.

## Production Line Process Visualization

Equipment Light Tower Sensing for Availability & Streamline Balance Rate Monitoring



### Equipment Availability

項目/單位	3月	4月	5月	当月比
設備稼働率 稼働時間 Operating Time	Hr 550	375	550	393
停機時間 停機時間 Waiting Time	Hr 20	5	30	19
開機時間 開機時間 Start Time	Hr 150	100	140	105
稼働率 稼働率 Availability	% 73.6	77.1	72.2	76.0

- Scheduled Times
- Operating Times
- Scheduled Downtimes
- Unplanned Downtimes
- Availability
- Loading Time

### Streamline Balance Rate

生産平準率	Printer	SMT1	SMT2	SMT3	Line balance
SMT-Line01	稼働状態 稼働時間 21.0	稼働 稼働 62.5	稼働 稼働 64.6	稼働 稼働 65.6	97.9%
SMT-Line02	稼働状態 稼働時間 26.0	稼働 稼働 31.5	稼働 稼働 26.1	稼働 稼働 41.4	79.7%
SMT-Line03	稼働状態 稼働時間 17.0	稼働 稼働 22.3	稼働 稼働 23.6	稼働 稼働 10.6	79.8%
SMT-Line04	稼働状態 稼働時間 30.3	稼働 稼働 66.5	稼働 稼働 60.0	稼働 稼働 63.3	65.1%

- Equipment Cycle Time
- Streamline Balance Rate
- Operation States
- Bottleneck Highlight

### Dashboard Visibility

線別: System-L1	工单达标率
工单号: KATYQ000813	实际产出数 233
数量: 325 PCS	71.7%
换线工时: 2'103"	工单产出数 325
(标准换线工时: 30'00")	
生产良品率	生产效率
233	标准工作时间 17'19"
100%	95.3%
233	实际工作时间 18'11"

- Dashboard
- Productivity
- Performance
- Quality
- Achieve Rate



WebAccess/APP

그림 10. 생산 모니터링 솔루션 레디 플랫폼

## 스마트 팩토리 구축을 위한 데이터 수집 및 체계화 제안

### Facility & Environment Management Production Workshop Facility & Security Management Solutions

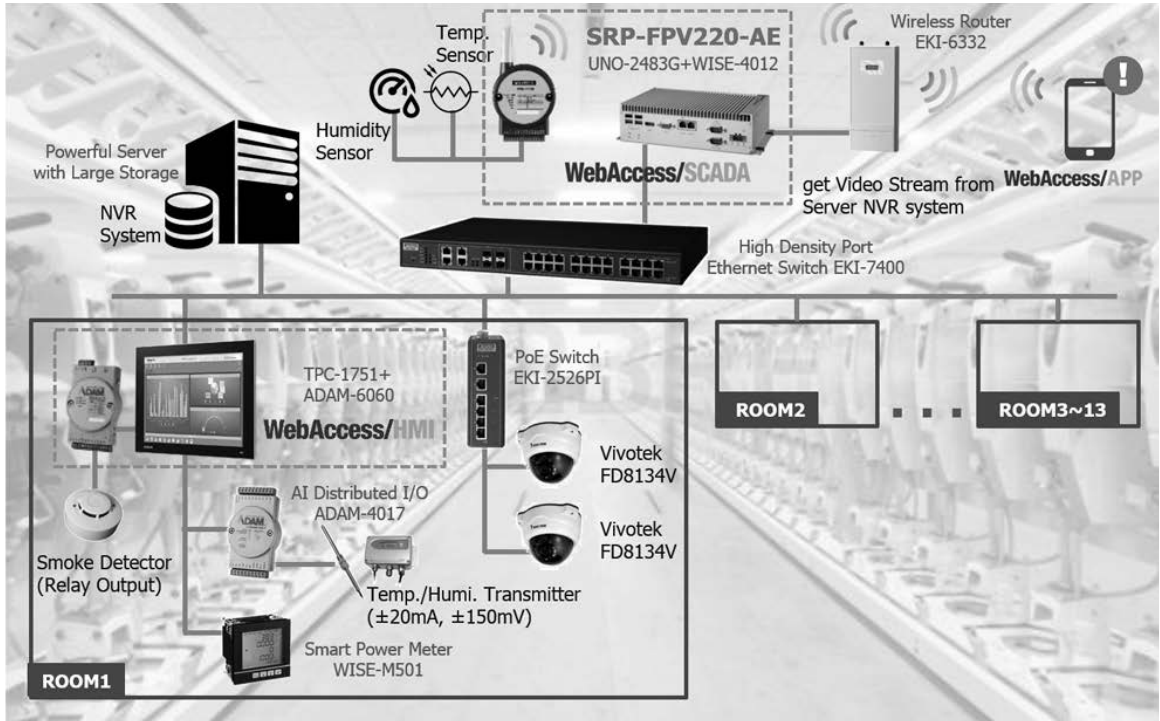


그림 11. 환경 상태 모니터링 솔루션 레디 플랫폼

### 결론

어드밴텍은 고객에게 보다 적합한 제안을 하기 위해 자사 공장에 직접 적용하여 모니터링 시스템을 구축하였고, 고객이 스마트공장을 경험할 수 있도록 어드밴텍의 Industry 4.0 캠퍼스를 개방하고 있다. 대만에 있는 어드밴텍 Industry 4.0 캠퍼스에는 실제로 2000명의 직원이 근무하는 생산의 전초기지이며, Industry 4.0 기술이 적용된 최신식 생산시설과 언제든지 지능화된 제조 공정 및 스마트 팩토리를 확인할 수 있다.

앞에 소개해 드린 것처럼, 스마트 팩토리 구축에 있어

서 데이터 수집과 시각화는 가장 기본이라고 할 수 있다. 동시에, 스마트 팩토리 구현에 가장 중요한 과정이라고 할 수 있다. 어드밴텍에서 제공하고 있는 솔루션 레디 플랫폼을 통해 쉽게 시도해 볼 수 있으며, 고객이 원하는 플랫폼을 현장에 맞게 조금만 수정을 하면 바로 적용이 가능하다. 어드밴텍 SRP는 특정 회사나 제품으로 바로 적용하기는 어렵기 때문에, 4차 산업혁명 시대 스마트 팩토리를 위해서 어드밴텍은 Alliance Partner가 필요하며, SI 업체와의 협업을 통해 고객에게 만족스러운 서비스를 제공할 수 있도록 항상 노력하고 있다.