

#3

산업 자동화를 위한 인공지능 솔루션

🔍 :



글. 주명진 한국웨스트 기술총괄본부장

자동차 생산 공정 내 Festo AX 적용 사례

Industry 4.0, smart factory, IoT 등 새로운 기술에 대한 관심이 높아진 지도 이미 상당한 시간이 흘렀다. 하지만 이를 구체화하고 실증한 사례가 충분하지 못한 것도 사실이다. 따라서 많은 엔드유저들이 쉽게 떠올리고 접근 가능한 영역인 예지보전 시스템의 구체적인 사례를 소개하고자 한다.

예방적 유지보수에서 예지보전으로의 발전은 당연하지만 실제로 적용하기에는 매우 어려운 도전 과제이기도 하다. 하지만 이를 극복하기 위해 새롭게 시도되고 있는 Industry 4.0 툴킷은 머신 및 프로세스의 실시간 데이터를 수집, AI 머신러닝을 적용하고 이를 평균함으로써 기존 상태 모니터링 방식과 비교하여 생산설비의 유지보수 비용 절감 및 다운타임 감소에 큰 가능성을 열어주고 있다.

이번 사례는 자동차 생산 공장 내 차체 생산 애플리케이션으로, 예방적 유지보수의 한계를 극복하고 생산성 향상을 목적으로 서보 공압 웰딩건에 적용된 클라우드 기반의 예지보전 시스템이며 Festo는 Festo AX라는(Festo Automation Experience) 디지털 솔루션을 통하여 이를 효과적으로 적용하였다.

- 글로벌 생산 시설 내 약 2,500대의 서보 공압 웰딩건에 Festo AX 적용
- 상태(Healthness) 모델링을 통한 고장(Malfunction) 조기 감지
- 다운 타임 25% 감소
- 웰딩건 최적 수명 주기 관리 및 다운타임 감소를 통한 에너지 절약

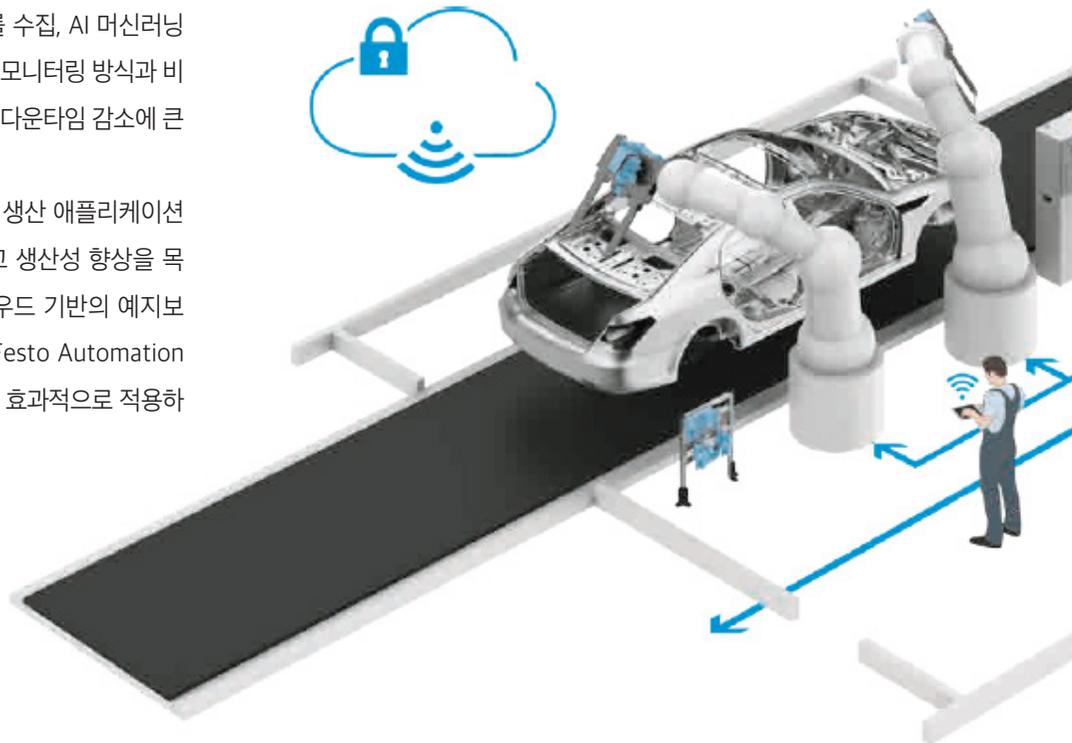
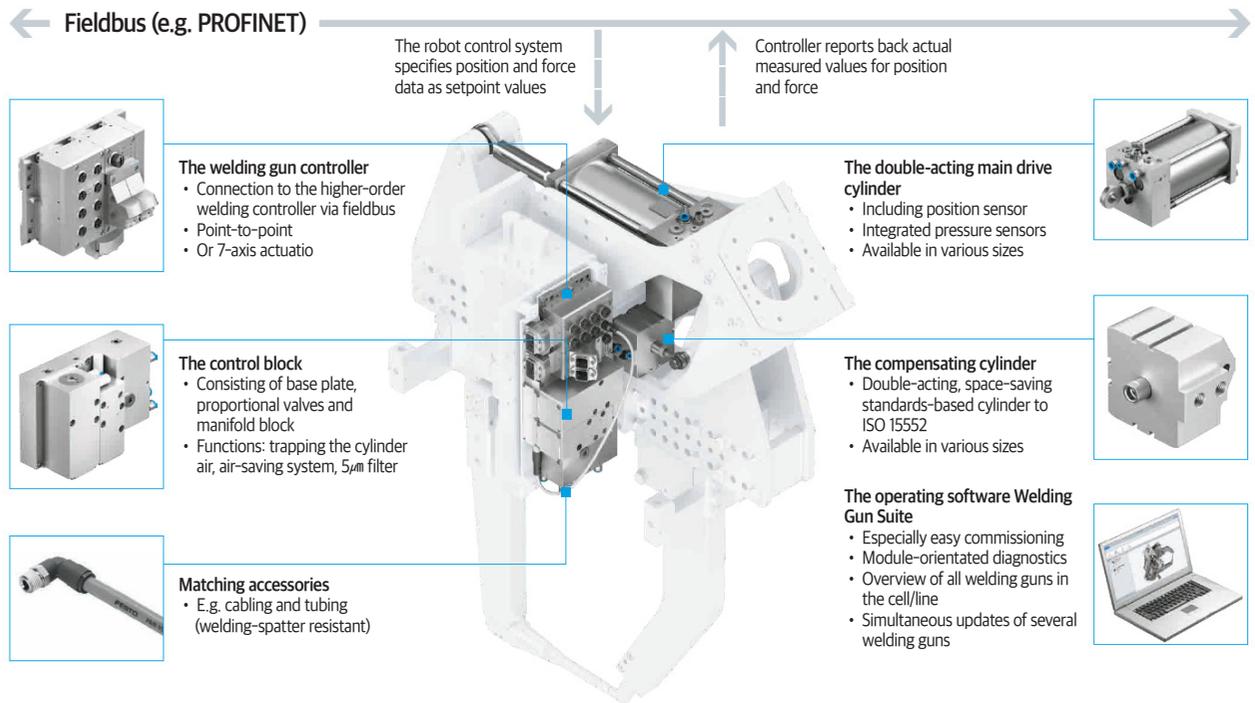


그림 1. 서보 공압 용접건의 주요 구성품



서보 공압 웰딩건 (servo-pneumatic welding gun) / 예지보전 솔루션 적용 사례 (Predictive Maintenance)

Concept and basic architecture (예지보전 시스템 적용 컨셉)

로봇 셀의 플랜트 PC에 설치된 웨스토 웰딩건 클라우드 커넥터가 웰딩건의 진단 데이터를 주기적으로 수집하여 클라우드로 업로드한다. 이후 해당 데이터를 통하여 마모 및 고장 원인을 학습하여 예상 수명을 예측하고 이를 에셋메니지먼트 플랫폼에서 운용한다.

Step-by-step plan(예지보전 시스템 적용을 위한 절차)

1. 데이터 정의 및 가설의 공식화 그리고 클라우드 연결성
2. 데이터 수집, 표시 및 평가 - 상태 모니터링 모델
3. 예지보전 목적의 일반 모델 및 AI 모델 생성
4. 예지보전 시스템 파일럿 적용 및 검증 후 롤아웃

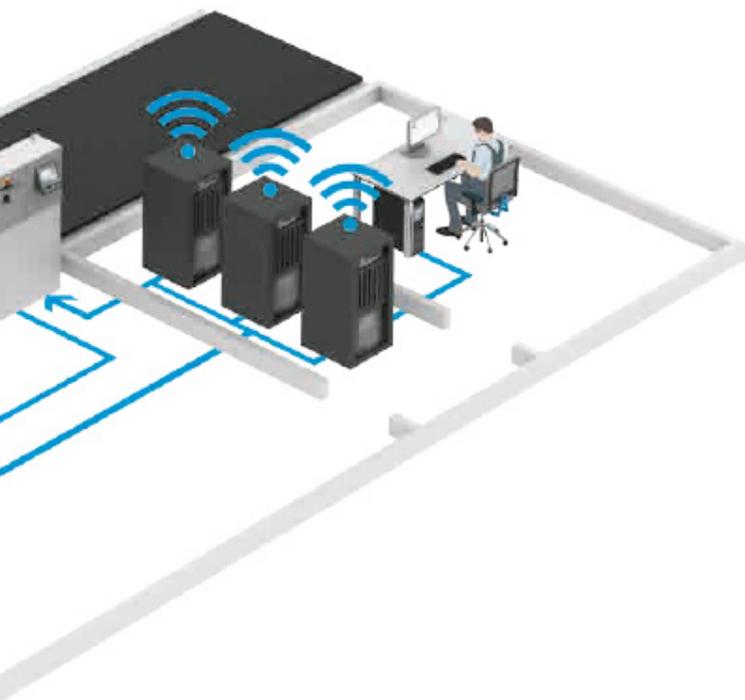
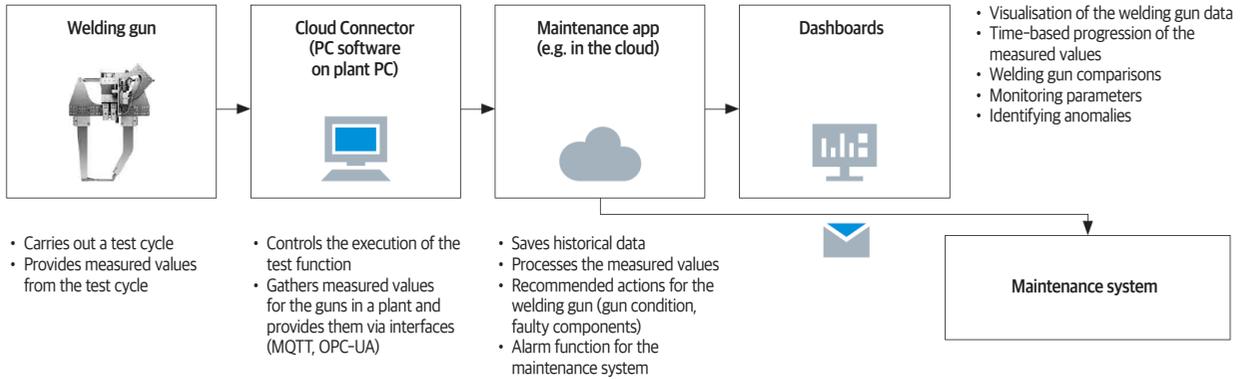


그림 2. 플랜트 PC를 통한 웰딩건과 클라우드의 연결



Test function of the drive system(데이터 수집을 위한 모션 테스트 기능)

데이터 분석을 위해서는 가능한 많은 데이터를 수집하는 게 좋지만, 현실적으로 과도한 데이터 수집이 오히려 분석의 효율성과 정확도를 저해하고 데이터 전송 및 처리 비용을 증가시킬 수 있다. 따라서 데이터 전문가와 해당 애플리케이션 도메인 전문가는(서보공압 모션 전문가) 가장 효율적인 데이터 세트를 함께 구성해야 한다.

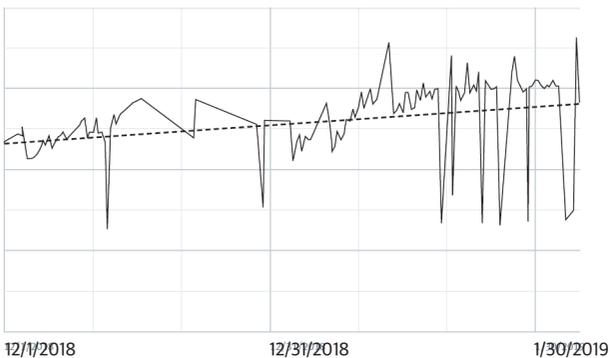
따라서 해당 웰딩건 사례에서는 모든 데이터를 수집하기 보다는, 가동시간 이외에 웰딩건이 필요 데이터 수집을 위한 기 설정된 특정 모션(위치 결정 및 파워 조절)을 일 3~5회 수행함으로써 위치 결정 시간이나 마찰과 같은 특성값을 측정하였고 해당 프로세스 데이터 외에도 구성 요소 데이터(예: 펌웨어 버전, 일련번호), 교정 데이터, 컨트롤러 데이터 및 작동 데이터

(예: 용접 지점 수, 작동 시간)도 클라우드로 전송 및 저장하였다. 이를 통해 웰딩건 상태를 분석하는 데 중요한 정보를 최소한의 용량으로 획득할 수 있었다.

Formulating a hypothesis(가설 수립)

검정 함수의 정의는 가설의 공식화와 밀접한 연관이 있기 때문에 측정 및 수집된 데이터 변수와 결함 효과/사건 간의 상관관계에 대한 가설을 수립해야 한다. 따라서 필히 애플리케이션 도메인 전문가의 노하우가 꼭 필요했고 (서보 공압 모션 전문가) 이를 통해 프로젝트의 성공 확률을 높일 수 있었다. 이를 토대로 웰딩건의 위치 결정 시간, 힘 증가 시간 및 마찰이라는 변수가 실린더 마모, 실린더 고장, 실린더 내 공압 누출, 유틸리티 공압 시스템 누출 또는 예상치 못한 외부 요인과 관련이 있다고 가정하였다.

그림 3. 실린더의 위치 결정 시간 진행



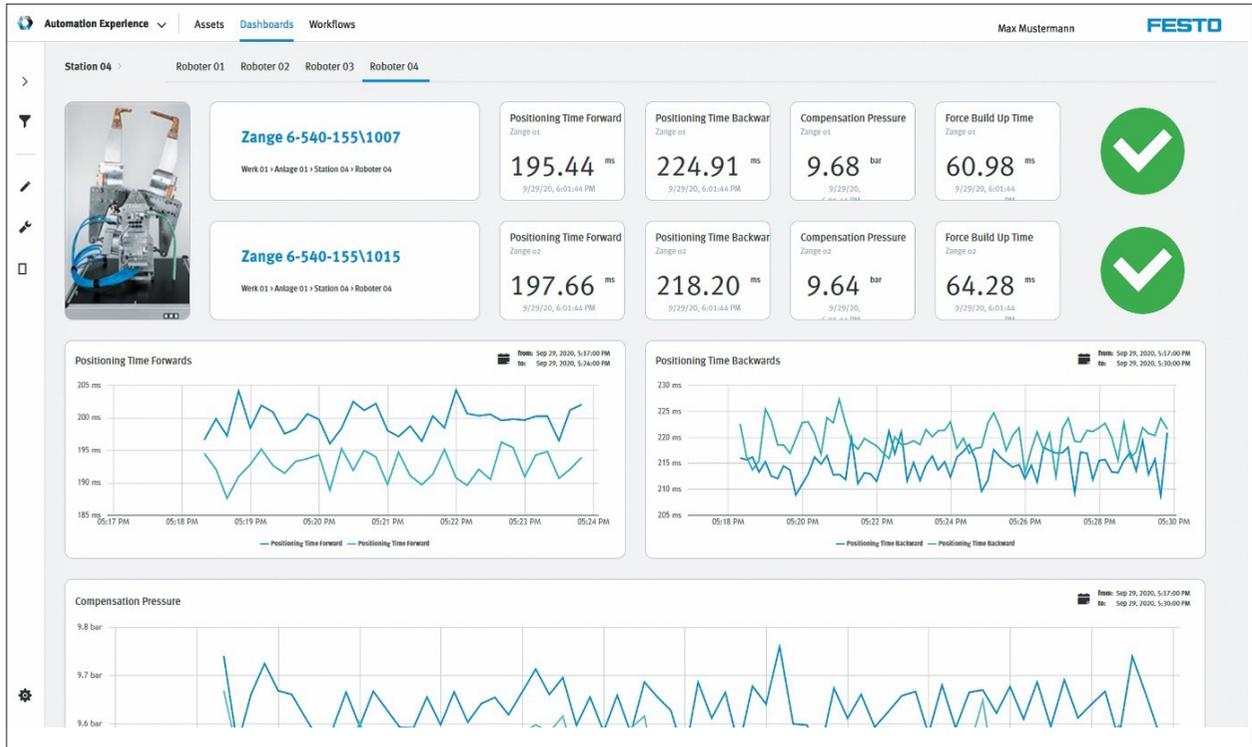
Gathering and evaluating data(데이터 검증)

파일럿 시스템에서 성공적인 테스트를 거친 후 해당 소프트웨어는 250개의 웰딩건에 확장 적용되었고 데이터의 지속적인 수집 및 평가를 토대로 최종적으로 약 2,500개의 시스템이 연결되었다.

Data transparency: 25% fewer malfunctions

웰딩건에서 수집된 데이터 평가 후 실제 고장 전(malfucntion) 실린더 내부 마모 사례를 확인할 수 있었고 이를 통해 연간 비용/편익 분석을 통해 평가하였다. 결과적으로 30분 이상

그림 4. Festo Automation Experience(Festo AX) dashboard



의 오작동으로 인한 다운타임을 22% 줄일 수 있었고 오작동 횟수도 25% 감소시킬 수 있었다.

- 다운타임 22% 감소, 오작동 25% 감소

Condition monitoring and AI models

실린더의 고장과 테스트 모션을 통해 획득된 데이터와의 상관관계를 공식화(formulating) 할 수 있었고 해당 데이터 및 공식을 바탕으로 예지보전을 위한 머신러닝을 진행하여 결과적으로 예측 모델을 성공적으로 만들 수 있었다. 그 결과 기존의 일반적인 유지 보수 활동으로는 확인할 수 없었던 실린더의 수명을 예측하여 선 교체하는 예지보전 활동이 가능하게 되었다.

Conclusion and outlook(결론)

예측 불가능한 생산설비의 다운타임 감소 및 눈에 보이지 않는 유지보수 비용 절감을 위해서는 사용자와 시스템공급업체와의 긴밀한 협력이 필요하고 유지보수 전략 개발은 오토메이션 전문가가 IT 전문가, 프로그래머 및 데이터 과학자의 지

원을 받는 린 접근법이 효과적이라고 입증되었다.

웰딩건 사례의 경우 데이터 투명성 확보와 이를 통한 분석으로 생산설비 내 실린더 고장의 조기 경고/예측이 첫 번째 성과이며 이는 차체 생산라인에서 발생하는 주요 오작동이나 다운타임을 25% 이상 줄일 수 있다는 것을 의미했다.

뿐만 아니라 요소 부품의 고장을 조기에 발견한다는 것은 고장으로 인한 장비 정지 시 낭비되는 에너지 사용을 줄일 수 있다는 것이기 때문에 이를 통해 전반적인 에너지 소비량 감소 또한 달성할 수 있었다.

- 고장의 조기 감지, 제어 시스템의 상태 모델링, 웰딩건의 수명 주기 및 에너지 절약은 Industry 4.0 접근방식의 부가가치이다.

...	저자소개	↗
<p>주명진 한국웨스트 기술총괄본부장은 산업자동화의 오랜 경험을 보유한 전문가이다. Computer Science 전공 후 MBA 전략 전공을 졸업하였다. 산업자동화 제어시스템 엔지니어링을 시작으로 솔루션컨설팅 및 전략마케팅 등의 경력을 바탕으로 현재는 한국웨스트 산업자동화 기술 및 솔루션 전반을 관리하고 있다. 특히 최근 Digitalization 및 Sustainability 화두에 대한 산업계 협력 강화를 추진하고 있다.</p>		