



# Industry 4.0의 다음 도약을 위해 SSOT가 필수인 이유

KEARNEY

## 01

## Industry 4.0의 다음 도약을 가로막는 데이터 사일로(Data Silos) 문제

Industry 4.0을 위해 적극적으로 투자하고 있는 'FutureTech'라는 미래지향적인 기업이 있다고 가정해 보자. 이 회사는 생산 라인에 최신식 센서를 장착하고, 최첨단 AI 모델을 활용해 데이터를 분석하며, IoT 플랫폼을 도입하여 전체 운영을 관리하고 있다. 그러나 이러한 발전에도 불구하고 Future Tech는 데이터 사일로(Data Silos)라는 중대한 문제에 직면해 있다.

기술 스택(Technology stack, 소프트웨어와 하드웨어의 조합) 전반에서 데이터를 원활하게 통합하고 분석하지 못하면, 각 사일로 내의 가치는 제한되고 혁신이 저해된다. 예를 들어, 예측 유지보수는 장비 가동 중단 시간을 줄이는 데 유용할 뿐만 아니라, 예비 부품 재고 결정을 위한 중요한 정보를 제공한다. 그러나 PLC(Programmable Logic Controller, 프로그램 가능 논리 제어기)나 센서의 데이터를 CMMS(Computerized Maintenance Management System, 컴퓨터 유지보수 관리 시스템)의 인사이트와 통합하는 과정은 매우 복잡하다. 또한, 여러 시스템에서 추출한 데이터를 분석하려면 임시 수작업이 필요하기 때문에, 이러한 통합 작업은 확장하기 어렵다는 문제가 있다.



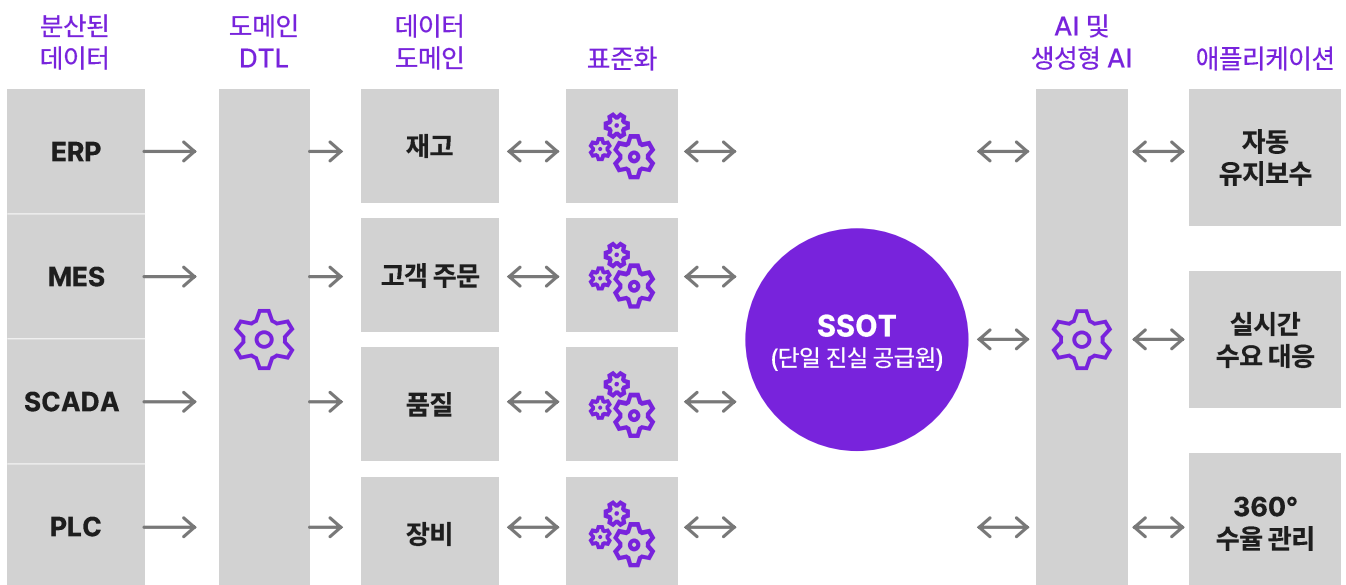
## 02

## SSOT(단일 진실 공급원)는 어떻게 작동하는가

기존의 산업 자동화 스택에서는 현장 센서와 PLC(Programmable Logic Controller, 프로그램 가능한 논리 제어 장치)부터 MES(Manufacturing Execution System, 제조 실행 시스템)와 ERP(Enterprise Resource Planning, 전사적 자원 관리) 시스템에 이르기까지 각 단계에서 생성된 데이터가 서로 다른 계층으로 고립되어 있는 경우가 많다. 이러한 시스템은 각각 고유한 데이터 형식과 통신 프로토콜을 사용하여 독립적으로 작동하기 때문에, 데이터가 사일로에 갇히는 문제가 발생한다. 이로 인해 운영에 대한 종합적인 관점을 확보하거나 계층 간 분석 및 최적화를 구현하기가 어렵다.

데이터를 통합하려면 각 지점 간 연결, 사용자 맞춤형 인터페이스, 광범위한 수동 매핑이 필요하며, 이 과정에서 복잡성이 증가하고 오류 발생 가능성도 커진다(Figure 참조).

**Figure. SSOT(단일 진실 공급원)은 Industry 4.0을 하나의 통합된 생태계로 변화시킬 수 있다.**



Note: ERP is enterprise resource planning; MES is manufacturing execution system; SCADA is supervisory control and data acquisition; PLC is programmable logic controller; DTL is data transformation layer Source: Kearney analysis

통합 네임스페이스(Unified Namespace, 데이터와 정보를 하나의 통합된 구조로 구성하는 시스템)와 같은 접근 방식을 활용한 SSOT(Single Source Of Truth, 단일 진실 공급원)는 산업 자동화 스택을 하나의 통합된 에코시스템으로 변화시킬 수 있다. 여기서 데이터 포인트(Data Point, 특정 데이터가 측정되거나 수집되는 지점)는 출처와 관계없이 비즈니스 요구사항에 맞게 분류되고 표준화된다. SSOT는 데이터를 중앙에 모아서 관리할 수 있지만 꼭 그럴 필요는 없다. SSOT의 주목적은 데이터가 어디에 저장되어 있든 간에 시스템 전반에서 일관성 있고, 접근 가능하게 만드는 것이다. 이를 위해 중앙 집중식, 분산식 또는 이 둘을 결합한 하이브리드 데이터 스토리지 솔루션을 사용할 수 있다.

SSOT의 중요한 결과물 중 하나는 표준화 및 태그(Tag, 특정 데이터나 정보를 식별하기 위한 레이블)가 지정된 데이터이다. 이 데이터는 맥락 파악과 이해를 돕기 위해 메타데이터(Metadata, 데이터에 대한 정보를 설명하는 데이터)와 함께 저장되며, 스택 전체에서 보편적으로 접근할 수 있다. 이를 통해 AI 기반의 자동화된 유지보수부터 고도화된 의사결정에 이르기까지 다양한 애플리케이션을 지원할 수 있다.

구현 과정에서는 데이터 통합 플랫폼, 표준화된 API(Application Programming Interface, 소프트웨어 시스템 간의 상호작용을 가능하게 하는 인터페이스), 그리고 데이터 흐름과 무결성을 촉진하는 ISA-95(엔터프라이즈 및 제어 시스템의 통합을 위한 국제 표준), MQTT(Message Queuing Telemetry Transport, 낮은 대역폭과 리소스가 제한된 환경에서 안정적으로 통신할 수 있도록 설계된 경량 메시지 프로토콜)와 같은 데이터 관리 표준을 자주 사용한다. 예를 들어, 장비에서 발생하는 잠재적인 기계 고장을 나타내는 센서 데이터는 SSOT가 지원하는 자동화된 워크플로우를 통해 CMMS(Computerized Maintenance Management System, 컴퓨터 유지보수 관리 시스템)에서 유지보수 일정을 트리거하고 예비 부품을 주문하는 과정을 처리할 수 있다.

## 03

## SSOT를 통해 Industry 4.0의 잠재력을 극대화하기

SSOT는 데이터를 통합하고 데이터에 맥락을 부여하여 자동화를 강화하고, 전략 및 운영상의 의사결정을 지원한다. 조직의 의사결정권자는 SSOT를 통해 보다 정확한 정보를 적시에 제공받아 전략을 실행하고 시장 변화에 빠르게 대응할 수 있다. 이러한 컨텍스트 계층(Contextual layer, 데이터를 단순한 나열에서 벗어나, 그 데이터가 의미하는 바와 관련된 맥락을 추가한 구조)은 데이터를 정확하게 해석하고 실제 상황에 효과적으로 적용하는 데 매우 중요하다. Industry 4.0의 주요 사례를 통해, SSOT가 제공하는 상황 별 데이터가 어떻게 더 나은 의사결정을 지원하고, 운영 민첩성과 효율성을 향상시킬 수 있는지 살펴보자.

### 하이테크 제조 시설의 예측 유지보수

#### 상황

첨단 전자부품을 생산하는 시설에서는 각 생산 라인이 정밀한 납땜 장비부터 자동화된 테스트 장비까지 복잡한 기계들로 이루어져 있다. 이 중 한 대의 기계라도 고장 나면 수천 대의 생산이 지연되어 막대한 재정적 손실이 발생할 위험이 있다.

#### SSOT 도입 이전

유지보수 팀은 정해진 서비스 주기나 경보에 따라 기계 고장에 대응하기 때문에, 예기치 않은 운영 중단 시간이 발생할 수 있다. 이로 인해 예비 부품을 급하게 주문하거나 긴급 수리에 대한 높은 비용을 지불해야 하는 경우가 생길 수 있으며, 결국 생산 일정에 차질이 생긴다.

#### SSOT 도입 후

실시간 센서 데이터, 과거 유지보수 기록, 머신러닝 모델, 그리고 MES(Manufacturing Execution System, 제조 실행 시스템)/OEE(Overall Equipment Effectiveness, 설비 종합 효율) 시스템의 성능 데이터를 통합하면, 더 높은 정확도로 몇 주 전에 기계 고장을 예측할 수 있다. 이러한 예측을 통해 피크 시간이 아닌 때에 유지보수를 예약하고, 재고 수준에 따라 필요한 부품을 미리 저렴하게 자동 주문할 수 있다. 또한, 생산 부하를 조정해 병목 현상을 방지함으로써 생산 흐름이 중단되지 않도록 유지할 수 있다.

## 자동차 산업의 수요 변동성 대응

### 상황

자동차 제조업체는 다양한 자동차 모델의 수요 변동에 맞춰 생산 일정, 부품 재고, 물류 계획을 민첩하게 조정해야 한다. 따라서 과잉 생산과 재고 부족을 방지해야 하는 과제를 가지고 있다.

### SSOT 도입 이전

제조업체는 수요 변화에 따라 수동으로 생산량을 조정한다. 이 과정에서 판매, 생산, 공급망 데이터가 서로 다른 특성을 가지고 있어서 지연이 발생할 수 있다. 이러한 수동적이고 단편적인 접근 방식은 처리 속도가 느리고 확장성이 부족하여 재고 불균형을 초래할 수 있다.

### SSOT 도입 후

판매 데이터, 생산 능력, 공급업체 재고 수준이 SSOT에 통합되어, AI 기반 모델이 생산 일정과 부품 주문을 조정한다. 이를 통해 제조업체는 수요 변화에 신속하게 대응하고 재고 수준을 최적화하며 낭비를 줄일 수 있다. 또한, 적절한 시점에 필요한 수량만큼 자동차 모델을 생산하고 공급할 수 있다.

## 제약 생산 라인의 수율 관리

### 상황

의약품 생산에는 최종 제품의 효능과 안전성을 보장하기 위해 여러 단계에 걸쳐 엄격한 품질 관리가 요구된다. 원료 품질, 환경 조건, 공정 변수(Process parameter)의 변화로 인해 생산된 배치(Batch, 일정한 제조주기 동안 생산된 제품)가 품질 검사에 통과하지 못하는 위험을 안고 있다.

### SSOT 도입 이전

수율(Yield, 생산된 제품에서 양품의 비율)에 영향을 미치는 변수를 찾아내기 위해서는 여러 소스의 데이터를 수동으로 비교해야 한다. 이 과정은 시간이 오래 걸리며 자주 반복하거나 여러 제품 라인에 확장하기 어렵기 때문에 품질 편차가 지속적으로 발생할 수 있다.

### SSOT 도입 후

SSOT는 품질 관리, 환경 모니터링 시스템, 원자재 배치 기록 데이터를 중앙에 통합하여, 고급 분석을 통해 패턴을 파악하고 잠재적인 수율 문제를 사전에 예측한다. 이를 통해 공정 변수를 조정하거나 의심스러운 원자재 배치를 격리하는 등의 실시간 사전 조치를 취해 수율을 크게 개선하고 비용이 많이 드는 배치 실패를 줄일 수 있다.



## 04

## 결론

SSOT를 통해 ISA-95(엔터프라이즈 및 제어 시스템의 통합을 위한 국제 표준), MQTT(Message Queuing Telemetry Transport, 경량 메시지 프로토콜) 같은 업계 표준을 채택하는 것은 향후 5년 이내에 업계 지형을 재편할 잠재력을 가지고 있다. 하지만 이러한 변화의 여정은 점진적으로 이루어지고 있다. 기업들은 시스템의 복잡성, 레거시 시스템(Legacy system, 기존 시스템) 통합의 까다로움, 초기 투자와 운영 중단에 대한 우려로 인해 SSOT 도입에 더디게 움직이고 있다.

이러한 어려움에도 불구하고 SSOT를 도입함으로써 얻을 수 있는 운영 및 전략적 이점은 분명하다.

**운영 중단 시간** 복잡한 콘텐츠에 대한 이해도를 높여 성능과 정확도 향상

**생산 처리량** 텍스트, 이미지, 오디오 등 다양한 유형의 데이터를 동시에 처리하여 더욱 풍부한 데이터 분석 제공

**실질적인 혁신** 문맥 인식 기능을 높여 더 많은 다국어 기능 제공

**의사 결정 속도** 결과물에 대한 윤리성, 책임감과 신뢰도 향상

5년 후, 업계는 SSOT를 중심으로 더 연결되고 효율적이며 혁신적인 생태계로 진화할 것이다. 도입 과정에서 발생하는 과제를 해결하려면, 단계적으로 가치를 입증하기 위한 파일럿 프로젝트를 진행해야 한다. 또한, 모든 조직의 이해관계자와 지속적으로 소통하고 참여를 이끌어내어 조율과 동의를 얻어야 한다. 이러한 접근 방식은 도입 과정의 어려움을 줄일 뿐만 아니라, SSOT의 핵심 강점을 기반으로 조직이 Industry 4.0 시대를 선도할 수 있는 기반을 마련해 줄 것이다.



KEARNEY

Copyright©2024 A.T. Kearney Korea LLC. All rights reserved.