

Yokogawa의 플랜트 건전성 관리 서비스

카나자와 요시히로 (Yoshihiro Kanazawa)^{*1}
나카가와 신야 (Shinya Nakagawa)^{*3}

센바 히로키 (Hiroki Senba)^{*2}
스미야 마코토 (Makoto Sumiya)^{*2}

제품을 생산하는 동안, 플랜트에서는 다양하고 중요한 데이터가 생성됩니다. 그러나 플랜트 소유주가 시스템의 건전성을 보장하기 위해 이 데이터를 효과적으로 사용하는 것이 쉽지 않은 경우가 많습니다. Yokogawa의 플랜트 건전성 관리 서비스(plant healthcare service, PHS)는 이러한 문제를 해결하는 데 도움이 됩니다. 이 서비스의 디지털 전환(digital transformation, DX) 플랫폼은 고객의 운영 기술(OT) 자산에서 주기적으로 데이터를 수집하여, 그 데이터를 분석하고, 해당 자산의 상태를 판단합니다. 이 결과를 바탕으로, 고객은 위험을 정확하게 평가하고, 유지 보수 계획을 최적화하여 실행할 수 있습니다. 본 글에서는 이 서비스가 고객에게 제공하는 가치를 설명하고, 그 세 가지 핵심 기능 및 향후 개발에 대해 살펴봅니다.

도입

운영 기술 (OT) 자산이 더욱 지능화됨에 따라 다양한 장소와 형태의 플랜트에서 대량의 데이터가 생성됩니다. 그러나 플랜트 소유주들은 그러한 데이터를 효과적으로 사용하기 위해 애쓰고 있습니다. 본 글에서는 플랜트 건전성 관리 서비스(plant healthcare service, PHS)의 개요를 살펴봅니다. PHS는 다양한 OT 자산에서 데이터를 수집하여 디지털 전환(DX) 플랫폼의 한 유형인 Managed Service Suite(MSS)에서 가공하고, 고객의 문제를 해결합니다. PHS는 세 가지 유형의 서비스(보안용 PHS, 시스템 자산용 PHS, 현장 자산용 PHS)를 제공합니다. Purdue 모델⁽¹⁾ 구조에 따라 각 서비스는 L1 ~ DMZ, L1 ~ L3, L0 레이어에 각각 적합합니다(그림 1).

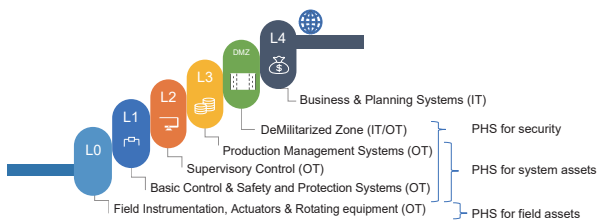


그림1 Purdue 모델에 따른 PHS 서비스 범위

^{*1} 디지털 솔루션 본부 산하
라이프사이클 서비스 사업부 Cybersecurity부
^{*2} 디지털 솔루션 본부 산하
라이프사이클 서비스 사업부 서비스 CoE부
^{*3} 디지털 솔루션 본부 산하
라이프사이클 서비스 사업부
미개척분야 가치 창조 연구소

플랜트 건전성 관리 서비스를 통해 제공되는 고객 가치

PHS는 대량의 데이터를 처리하고 의미 있는 데이터만 시각화하여, 고객이 해당 정보에 초점을 맞춰 손쉽게 조치를 취할 수 있도록 합니다. 이 기능은 유지 보수 효율성을 개선하고, 유지 보수 비용을 절감하며, OT자산의 성능을 개선하고 계획되지 않은 플랜트 가동 중단을 방지하도록 지원합니다. 표 1은 고객을 위한 PHS의 이점을 보여줍니다.

표 1 PHS가 고객에게 제공하는 가치

Customer value	Security	System assets	Field assets
Improved maintenance efficiency and reduced costs	✓	✓	✓
Improved performance of OT assets	-	✓	✓
Fewer unplanned plant shutdowns	✓	✓	✓

보안용 플랜트 건전성 관리 서비스

최근 몇 년 동안 일반 IT 기술을 기반으로 하는 제어 장치의 수가 증가하고 있습니다. Yokogawa의 제어 시스템에서 휴먼 머신 인터페이스 애플리케이션은 Microsoft Windows 등 일반 운영 체제에서 실행됩니다. 또한 다양한 장치 및 소프트웨어가 제어 시스템의 구성 요소로 사용됩니다. 여기에는 보안 소프트웨어(예: 바이러스 백신 소프트웨어), 보조 소프트웨어(예: 도메인 컨트롤러 및 백업 소프트웨어), IT 네트워크 장치(예: 네트워크 스위치 및 방화벽) 등이 포함됩니다.

이러한 장치 및 소프트웨어는 자체 구성 및 로그를 보관하고 출력할 수 있습니다. 이러한 정보는 소프트웨어, 일상 운영 상의 하드웨어 운영 및 보안 관련 작업 등 다양하고 유용합니다. 그러나 많은 경우에 그 출력이 너무 상세하고 복잡하여 의미를 파악할 수 없습니다. 일부 로그는 독립적으로 다룰 때 의미가 없는 것처럼 보이지만 이를 다른 네트워크 장치 및 시스템에서 가져온 로그와 비교할 경우, 네트워크를 통한 침투 및 변조와 같은 의심스러운 움직임을 탐지하는 데 도움이 됩니다.

고객의 주된 직무는 플랜트 운영 및 유지 보수이기 때문에 제어 시스템이 다루는 여러 장치 및 소프트웨어에서 많은 로그를 수집하고 동향을 파악하는 데 충분한 시간이 없습니다. 보안용 PHS는 MSS를 통해 이 정보를 수집, 분석하고, 제어 시스템의 상태를 모니터링 하며, 필요한 경우 추가적인 조사를 시행하고, 고객과 협력하여 방어 또는 시정 조치를 취합니다.

보고 서비스

보안용 PHS는 MSS를 통해 고객의 시스템에서 보안 데이터를 수집하고 이를 분석하여, 고객에게 정기 보고서를 발행합니다.

그림 2는 보고의 업무 흐름(workflow)을 보여줍니다. 고객의 시스템(“고객”)에서 수집된 데이터는 글로벌 운영자 팀(“운영자 팀”)으로 전송됩니다. 일부 데이터는 사내 보안 운영 센터인 Y-SOC(아래 참조)에 의해 분석되고, 운영자 팀은 그 결과를 보고서로 편집합니다. 해외 제휴사들은 보고서가 실제 상황을 반영하고 있는지 여부를 확인하고, 그런 다음 보고서가 고객에게 제출됩니다. 로그 분석에서는 수많은 장치에서 수집된 로그를 비교하고 분석하여 추세를 파악해야 합니다. 내부 보안 로그를 분석하는 Yokogawa의 Y-SOC가 이 서비스에서 이 작업을 담당합니다. Y-SOC의 분석 시스템은 MSS 및 Windows 이벤트 로그를 통해 수집된 통신 로그를 분석합니다. 이는 보안 분석에서 나타난 결과를 신속하게 수집할 수 있게 해주며, 시스템에 대한 추가적인 투자를 줄여줍니다.

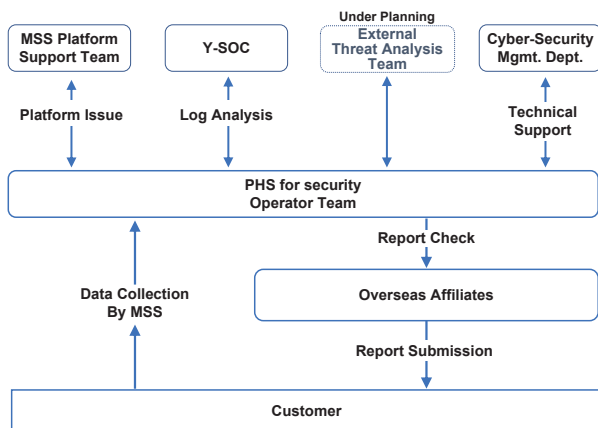


그림2 보고 서비스의 워크플로우

OT-SOC 서비스

보고 서비스를 확장하기 위해 당사는 OT 보안 운영 센터(OT security operation center, OT-SOC)를 설치할 계획이며, 이 센터는 고객의 시스템을 24시간 연중무휴로 모니터링하고 보안 문제 발생 시 이를 보고하고 시정합니다. 워크플로우는 보고 서비스와 유사하지만, 보고 서비스에서 얻은 지식을 기반으로 일부 혁신 기술을 추가할 것입니다. 예를 들어, 분석 로직을 자동화하여 보안 사고를 신속하게 감지하고 대응합니다.

시스템 자산용 플랜트 건전성 관리 서비스

휴먼 인터페이스 스테이션(human interface station, HIS)과 현장 제어 스테이션(field control station, FCS)은 분산 제어 시스템(distributed control system, DCS)의 구성 요소입니다. 그 상태 정보는 CPU 및 메모리 사용률, 플랜트의 이더넷 네트워크에 대한 로드 및 이벤트 로그와 같은 플랜트 자산의 건전성 상태를 보여 줍니다. 전통적인 고장 대응 기반 유지 보수 작업에서 예방적 유지 보수로 성공적인 전환을 위해서는 이러한 정보를 모니터링하고 이상 징후를 신속하게 감지하는 것이 필수적입니다. MSS는 이 상태 정보를 수집하여 대시보드에 표시하고 통합된 방식으로 관리합니다. 시스템 자산용 PHS는 데이터를 사용하여 이메일 및 보고 서비스를 통해 경보 통지 서비스 제공합니다. 그림 3은 이 서비스의 개요를 보여줍니다. 모니터링 대상 변수가 미리 설정된 임계값을 벗어나면 이메일 통지 서비스가 등록된 고객에게 이메일을 보냅니다. 고객이 대시보드를 확인할 수 없는 경우에도 이 서비스를 통해 이상 징후를 즉시 인식할 수 있게 됩니다. 아울러, 이 정보는 관리 서비스팀과 공유되는데, 이 팀은 고객과 협력하여 필요한 조치를 결정합니다. 관리 서비스에 대해서는 본 특별 호의 다른 글에 설명되어 있습니다.

보고 서비스에서 Yokogawa의 서비스 데스크는 MSS를 통해 수집된 정보의 동향을 분석하고 그 결과를 추적합니다. 정보를 심층적으로 검토함으로써 서비스 데스크는 실시간 정보만으로는 명확하지 않은 위험을 식별하고 고객이 이러한 위험을 완화할 수 있는 최적의 유지 보수 계획을 수립할 수 있도록 지원합니다.

시스템 자산용 PHS는 환경 진단 장치인 온라인 진단 장치(online diagnosis unit, ODU)와 함께 작동할 수도 있습니다. 이렇게 결합할 경우, MSS를 통해 환경 데이터를 수집하고 진단할 수 있습니다. 시스템 수명에 영향을 미치는 요인으로는 온도, 습도, 부식성 가스 및 먼지 등이 있습니다. 이러한 데이터는 보고 서비스 및 이메일 통지 서비스에 포함될 수 있습니다.

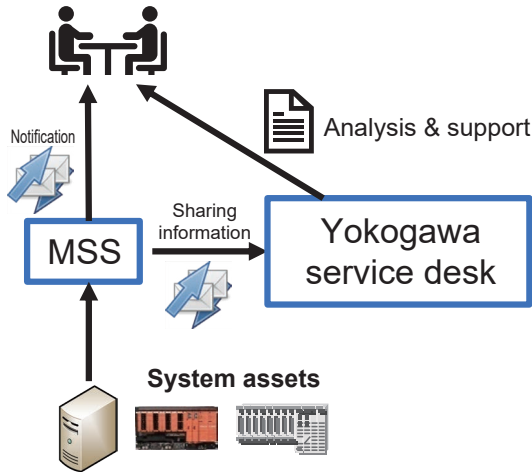


그림3 시스템 자산용 PHS 개요

MSS의 원격 기능은 또한 다음과 같은 서비스를 제공할 수 있도록 지원합니다.

- 정보 및 이벤트(Alarm & Event, A&E) 인과관계 분석
더 적은 인력으로 더 효율적인 플랜트 운영을 하기 위한 다양한 노력이 진행 중입니다. 이를 위해서는 시스템에서 발생하는 경보를 간소화하는 것이 필수적입니다. 많은 수의 긴급하지 않은 경보를 방지할 경우, 중요한 경보를 놓칠 수 있습니다. A&E 인과관계 분석은 정량적 분석과 아울러, 머신 러닝을 이용하여 경보 간 인과 관계를 분석하고 경보에 대응하여 어떠한 조치를 취해야 하는지를 검토함으로써 주의를 요구하는 우선 순위 경보를 추출합니다. 이를 통해 긴급하지 않은 경보 처리에 필요한 시간을 단축하고 효율성을 개선할 수 있습니다.
- SOP 최적화를 위한 절차 분석
현장에서 사용되는 표준 운영 절차는 현재 상황에 더 이상 적합하지 않다 하더라도 때로는 업데이트 되지 않고 원래의 형태로 남아 있는 경우가 있습니다. 이러한 문서는 참조가 되지 않아 운영자 간 작업 절차에 차이를 초래합니다. SOP 최적화를 위한 절차 분석은 머신 러닝을 사용하여 수집된 DCS 운영 로그를 기반으로 한 작업 절차를 시각화하고 절차 매뉴얼과 실제 운영 간, 그리고 운영자 간 차이를 식별합니다. 당사는 그 결과를 바탕으로 고객과 워크숍을 개최하여 최적의 운영을 결정하며, 절차 매뉴얼을 표준화하고 최적화합니다.
- 비교 효과 분석
비교 분석은 운영에 있어서 개선해야 할 문제를 파악하게 해줍니다. 이 방법은 고객의 플랜트 운영과 동일한 산업 또는 동일한 시스템을 사용하는 다른 플랜트의 운영을 비교합니다. 비교 효과 분석은 산업 자동화(IA) 시스템이 얼마나 효과적으로 사용되고 있는지를 나타내는 효과 지수를 자동으로 수집하고 계산하여 이를 다른 플랜트의 값과 비교합니다. 그 결과를 바탕으로 당사는 최적의 플랜트 운영을 달성하기 위해 제안을 합니다.

현장 자산용 플랜트 건전성 관리 서비스

HART, FOUNDATION Fieldbus 및 기타 통신 프로토콜을 따르는 센서는 프로세스 값뿐만 아니라 자가 진단(self-diagnosis) 및 프로세스 진단(process diagnosis)과 같은 상태 정보를 전송할 수 있습니다. 이러한 정보는 종종 중요성이 낮은 시점에 처리하기도 하지만, 중대한 문제를 예방하기 위해서는 그 추세를 모니터링하는 것이 중요합니다. 그러나 프로세스 정보와 달리 유지 보수 목적으로 상태 정보를 다루는 것은 쉽지 않습니다. 이 정보를 처리하기 위한 전담 인력을 확보하고 일일 workflow를 구축하는 것은 어렵습니다. 현장 자산용 PHS는 센서 및 포지셔너에서 건전성 정보로 상태 데이터를 수집하고, 이를 대시보드에 표시하거나 고객에게 보고서로 제공합니다. 아울러 이 서비스는 고객과 협력하여 문제의 원인을 파악하고 대응책을 강구하며 유지 보수 작업을 개선합니다. 그림 4는 이 서비스의 흐름을 보여줍니다.

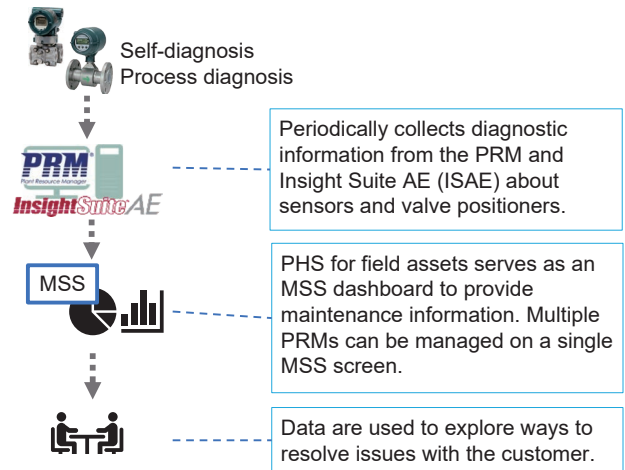


그림4 현장 자산용 PHS의 흐름

이 서비스에서 경보 모니터링은 새롭게 생성된 상태 오류에 초점을 맞춥니다. 그러나 대부분의 장치는 작동 시작 직후 일종의 상태 오류를 보여줍니다. 그러므로 수많은 상태 오류 중에서 고객이 새롭고 의미 있는 오류를 파악하는 것은 어려운 경우가 많습니다. 자세한 분석 결과, 대부분의 상태 오류는 잘못된 범위 설정 또는 백업 센서의 미구성과 같은 구성 오류와 관련이 있습니다. 상태 오류를 유지 보수 작업에 효과적으로 활용하려면 서비스 도입 시점의 구성 오류 및 기타 긴급하지 않은 오류를 배제해야 합니다. 필드 자산용 PHS는 NAMUR 신호 분류를 사용하여 다음과 같은 네 가지 범주로 고객에게 상태 오류를 보고합니다. 즉, 고장, 부적합(Out of Specification), 유지 보수 필요, 기능 점검입니다. 즉각적인 조치가 필요한 고장뿐만 아니라, “부적합(Out of Specification)” 범주의 상태 오류에 초점을 맞출 것을 권고합니다.

고객에게 제공하는 보고서에는 상태 정보뿐만 아니라 상태 오류에 대한 원인, 위험 및 시정 조치 등에 대한 분석도 기술되어 있습니다.

다. 장치의 상태를 상세히 모니터링 하기 위해서는 상태 정보 수집을 더 짧은 주기로 설정해야 합니다. 그러나 장치는 일반적으로 운영과 유지 보수에 모두 동일한 버스를 사용하기 때문에, 이 버스 내 트래픽의 증가는 피해야 합니다. 따라서 우리는 고객을 인터뷰하여 우선 순위가 높은 시설 및 오랫동안 사용해진 시설로 목록 범위를 좁힌 다음, 이러한 중요 시설들에 우선순위를 두도록 제안합니다.

Yokogawa는 고객들과 오랫동안 긴밀히 협력해왔으며, 현장 장치 관리에 대한 수십년 간의 경험을 바탕으로 최적의 솔루션을 찾기 위해 열심히 노력했습니다. 현장 자산용 PHS는 이전의 서비스인 자산 성과 보고(asset performance report, APR)에서 얻은 경험을 활용합니다. 다음은 APR의 두 가지 사용 사례입니다.

사례 1: 경보 빈도를 통한 장치 상태 파악

고객 현장에서는 유지 보수 인력이 플랜트 자산 관리(plant asset management, PAM)를 통해 하루에 한 번씩 현장 장치의 상태를 점검했습니다. 프로세스 정보와 결합할 경우 이 방법은 영구 오류를 효과적으로 감지합니다. 플랜트 자산 관리(PAM)는 특정 장치가 정상이라고 판단했으나, 자산 성과보고(APR)의 보고서에 따르면 해당 장치가 정상과 비정상 상태를 자주 전환한 것으로 나타났고, 일상적 유지 보수로 확인한 결과 센서 유닛이 열화 되어 있었습니다. 자산 성과보고(APR)의 보고서에는 장치의 상태뿐만 아니라 경보의 빈도도 표시되었기 때문에 고객은 해당 장치가 결국 고장이 나기 전에 신속하게 열화에 대응할 수 있었던 것입니다. 그림 5는 실제 보고서에서 발췌한 내용을 보여줍니다.

Worst Device Ranking					
Comm. Type	Vendor	Model	Rate (%)	Frequency	Latest Status
HART	BROOKS_INSTRUMENT	38XXVA	100.0	1	01 Jan 2018
HART	Fisher Controls	DVC6000	100.0	1	01 Jan 2018
HART	Manufacture_252	Device_239	99.3	40	24 Jul 2018
HART	MAGNETROL	MODEL_705_3X	58.8	4	02 Mar 2018
HART	Fisher Controls	DLC3010	58.8	1	13 Apr 2018
HART	MAGNETROL	MODEL_705_3X	30.6	1	17 Mar 2018
HART	Rosemount Inc.	5300	22.4	39	29 Jul 2018

이 값은 분석 기간 동안 발급된 알람 수를 표시합니다.

그림5 실제 보고서에서 발췌한 자료

사례 2: 유지 보수가 필요한 밸브만 식별

밸브의 오버홀은 비용이 많이 들고 시간이 많이 소요됩니다. 고객은 상태를 모니터링하고 유지 보수의 필요성을 평가하기 위해 자산 성과보고(APR)을 선택했습니다. 자산 성과보고(APR)은 고객으로 하여금 오버홀이 필요한 밸브만 식별할 수 있도록 지원하여, 시간과 비용을 크게 절감했습니다. 그림 6은 현장 밸브의 예를 보여줍니다.



그림6 현장에 설치된 밸브의 예

플랜트 건전성 관리 서비스의 전망

당사는 장비 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 MSS용 대시보드를 더욱 다양하게 늘릴 것입니다. 당사는 또한 OpreX Managed Service 제공 팀이 신속하게 대응할 수 있도록 프로세스를 구축, 유지 운영합니다. 이 서비스에 대한 노하우를 축적하는 한편, 당사는 고객이 Yokogawa에 자사의 유지 보수 업무를 아웃소싱 할 때 안심할 수 있도록 조직 구조를 구축하기를 원합니다.

참고문헌

- (1) ANSI/ISA-99.00.01-2007, Security for Industrial Automation and Control Systems Part 1: Terminology, Concepts, and Models, ISA, 2007, pp. 69-73

* All company names, organization names, product names, and logos that appear in this paper are either trademarks or registered trademarks of Yokogawa Electric Corporation or their respective holders.