

현장 장치의 진화를 위한 Ethernet-APL 그리고 산업용 이더넷의 미래

Taro Endoh^{*1}

Shuji Kuwahara^{*1}

Seiichiro Takahashi^{*1}

프로세스 자동화(PA) 플랜트에서 사용되는 통신 기술은 장거리 통신 및 위험 지역에서의 안정적인 작동과 같은 몇 가지 요구 사항을 충족해야 합니다. 4-20 mA 장치 및 필드버스 장치는 이러한 요구 사항을 충족하고, 이에 따라 여러 해 동안 사용되어 왔으나, PA 플랜트에서의 범용 이더넷 기술은 현장 장치 레벨에서 DX 및 IT/OT 융합을 달성할 것으로 기대됩니다.

표준화의 관점에서, 본 글은 Ethernet-APL(Ethernet Advanced Physical Layer)이 PA 플랜트의 요구 사항을 어떻게 충족할 수 있는지를 설명하고, Ethernet-APL이 PA 플랜트에 어떠한 이득을 가져다줄 것인지, 어떠한 문제들이 새롭게 나타날 것으로 예상되는지를 보여주고, 이 분야에 대한 Yokogawa의 공헌에 대한 전망과 기대를 설명합니다.

서문

디지털 전환(Digital Transformation, DX)은 제조 산업에서 가속화되고 있으며, 공정 산업을 포함한 운영 기술(operational technology, OT) 분야에서도 동일한 추이를 보이고 있습니다. 플랜트에서는 현장 장치로부터 대량의 OT 데이터를 이용할 수 있기에, Yokogawa에서는 다양한 솔루션과 노하우를 축적해 왔습니다. 이러한 것들을 결합하면 플랜트에서의 DX는 가속화될 수 있습니다⁽¹⁾. 솔루션 중 하나는 산업용 이더넷을 현장 네트워크에 도입하는 것으로, 이는 산업용 이더넷이 IT와 OT의 결합, 즉 “IT/OT 융합”에 대처할 수 있는 충분한 대역폭을 가지고 있기 때문입니다.

그러나 프로세스 자동화(PA) 플랜트 전반에 걸쳐서, 특히 현장 네트워크에 대해 산업용 이더넷을 배치하기 위해서는 다음과 같은

문제들이 해결되어야 합니다. (1) 폭발 위험이 있는 위험 지역에 어떻게 배치할 것인가, 또한 (2) 옥외 지역을 포함하여 넓은 플랜트를 커버하기 위해 장치리에 어떻게 케이블을 배치할 것인가?

본질 안전(Intrinsic safety)은 가장 심한 위험 지역 (Zone 0)에 현장 장치를 설치하기 위한 핵심 요건입니다. Ethernet-APL은 이더넷 장치를 이러한 지역⁽²⁾에 배치할 수 있도록 하는 물리 계층으로 개발되고 있습니다.

Yokogawa는 그동안 Ethernet-APL의 개발에 참여해왔습니다. 본 글은 그 기술 요건 및 PA 영역에서 산업용 이더넷의 추이를 기술하고, 표준화 관점에서의 전망을 설명합니다.

Ethernet-APL에 구현된 기술

APL 프로젝트의 배경

Ethernet-APL은 OSI 참조 모델의 물리 계층으로서, Zone 0에 설치할 수 있는 본질 안전 현장 장치에 필요합니다. 그 개발은 2011년도에 시작되었습니다. 2018년도에 APL 프로젝트가 시작되었는데, 이 프로젝트에서는 PA 영역 내 12개 주요 공급 업체와 산

^{*1} 마케팅 본부 산하 대외 업무 및 기술 마케팅 센터 표준화 전략 2부

업용 네트워크를 위한 4개의 주요 표준 개발 기구 (SDO) 가 협력하여 IEEE 및 IEC 표준과 적합성 시험 규격을 개발했습니다. 이 SDO 는 FieldComm Group, PROFIBUS & PROFINET International (PI), Open DeviceNet Vendor Association (ODVA), Open Platform Communications (OPC) Foundation입니다.

Ethernet-APL의 기본 개념

PA 애플리케이션의 경우, Ethernet-APL에는 기존의 이더넷과 다른 다음과 같은 요건이 있습니다.

- (1) 2-와이어 케이블을 통해 프레임 및 전력 전송
- (2) APL 전용의 본질 안전 (intrinsically safe) 파라미터 제공
- (3) 장거리 전송 (Trunk: 1000 m, Spur: 200 m)
- (4) 기존 필드버스 케이블의 재사용

다음 섹션에서는 이러한 요구 사항을 충족하기 위한 표준, 규칙 및 운영에 대해 논합니다.

Ethernet-APL 표준

표 1은 Ethernet-APL을 구성하는 표준을 보여줍니다. 이 표준은 Ethernet-APL에 대한 규격과 Ethernet-APL 장치 인증에 대한 규격으로 분류됩니다. Ethernet-APL의 기능과 특징은 IEEE 802.3cg-2019 및 Port Profile 규격으로 표준화되어 있습니다. Ethernet-APL 장치가 Ethernet-APL 전용의 본질 안전 표준인 2-와이어 본질 안전 이더넷(2-Wire Intrinsically Safe Ethernet, 2-WISE)을 준수하도록 하기 위해 추가 규격이 IEC TS 60079-47에 설명되어 있습니다. 포트 프로파일 규격 (Port Profile Specification) 및 EMC 시험 규격은 PIEC에 의해 국제적으로 표준화될 예정입니다.

표 1 Ethernet-APL 표준

표준	설명
IEEE 802.3cg-2019	10BASE-T1L 물리 계층의 규격
IEC TS 60079-47	2-와이어 본질 안전 이더넷 (2-WISE)
Port Profile Specification	전원 장치 규격, 토폴로지, 규칙 등
Power Port Profile Test Specification	APL 장치 인증 규격: 전원 장치용
PMA, PCS and ANEG (Data) Test Specification	APL 장치 인증 규격: 통신용
EMC Test Specification	APL 장치 및 기준에 대한 EMC 시험 조건

Ethernet-APL Trunk 및 Spur의 시스템 구성

전원 공급 규격과 더불어, Port Profile 규격은 Ethernet-APL 적합 장치 및 시스템에서 10BASE-T1L를 사용하는 방법을 표준화합니다. 그 중 APL Trunk 및 APL Spur는 Ethernet-APL 시스템을 구성하기 위한 기본 개념입니다. 그림 1은 Ethernet-APL 시스템의 일반적인 구성을 보여줍니다.

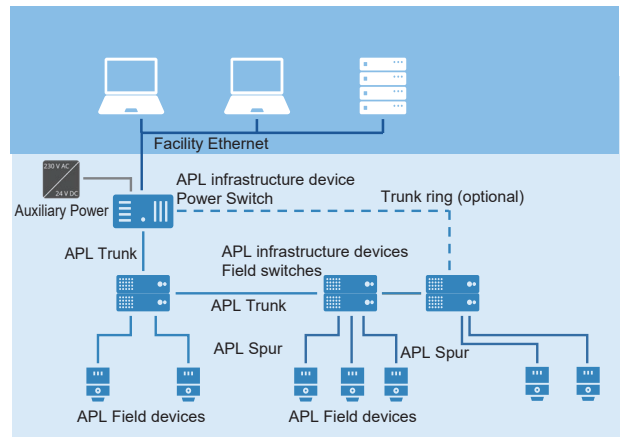


그림1 Ethernet-APL 시스템의 일반적 구성

Ethernet-APL 시스템은 점대점(point-to-point) 연결을 기반으로 합니다. Trunk는 APL 인프라 장치 (“인프라 장치”)를 연결하는 백본 라인 역할을 합니다. Trunk는 10BASE-T1L의 2.4 Vp-p 모드로 최대 1000m 거리에서 통신이 가능합니다. 또한 전원 스위치 (Power Switch, 인프라 장치의 일종)에서 말단부에 있는 인프라 장치로 전원을 공급합니다. 인프라 장치에는 Trunk를 연결하기 위한 Trunk Port가 장착되어 있지만, APL Field 장치는 장착할 수 없습니다 (APL Field 장치 (“필드 장치”)는 일반적인 현장 장치와 다르다는 것에 유의하십시오).

Spur는 인프라 장치와 필드 장치 (Field devices)를 연결합니다. 이는 10BASE-T1L의 1.0 Vp-p 모드로 최대 200m 거리에서 통신이 가능합니다. Trunk와 마찬가지로 Field Switch(인프라 장치의 일종)로부터 전원을 공급받지만 본질 안전을 충족시키는 데에는 한계가 있습니다.

인프라 장치 유형 및 결과 시스템 구성

Ethernet-APL 시스템은 세 가지 유형의 장치로 구성됩니다 (표 2).

표 2 Ethernet-APL을 구성하는 장치

장치	특징
인프라 장치 (Infrastructure device)	스위치, 미디어 컨버터 등 Trunk 네트워크를 구성하고 Spur를 통해 Field 장치를 네트워크에 연결.
필드 장치 (Field device)	Spur에만 연결 가능.
보조 장치 (Auxiliary device)	통신 기능이 없는 장치. 서지 보호기 역할. 두 개의 장치를 단일 케이블에 연결 가능

이 중 인프라 장치는 세 가지 유형으로 세분화되어, Ethernet-APL 시스템 구성이 더 다양해집니다. 표 3은 그 유형과 특성을 보여줍니다.

표 3 인프라 장치의 유형

유형	특징
전원 스위치 (Power Switch)	상위 레벨 범용 이더넷의 신호를 APL로 변환하고 Powered Trunk를 통해 하위 레벨 필드 스위치로 신호와 전원을 전송.
미디어 컨버터 (Media Converter)	상위 레벨 범용 이더넷의 신호를 APL로 변환하고 Unpowered Trunk를 통해 하위 레벨 필드 스위치로 신호를 전송.
필드 스위치 (Field Switch)	전원 스위치 또는 미디어 컨버터에서 Trunk를 통해 Spur에 연결된 필드 장치에 신호와 전원을 공급. Trunk를 통해 또 다른 필드 스위치에 연결한다 범용 이더넷의 신호를 Spur로 직접 변환하는 필드 스위치 개발 중.

그림 2는 Ethernet-APL 시스템의 또 다른 구성을 보여주는데, 이는 인프라 장치 유형의 차이에 의해 이루어집니다. 그림 1과 2의 주된 차이는 단일 Ethernet-APL 세그먼트에 연결될 수 있는 필드 장치의 수입니다.

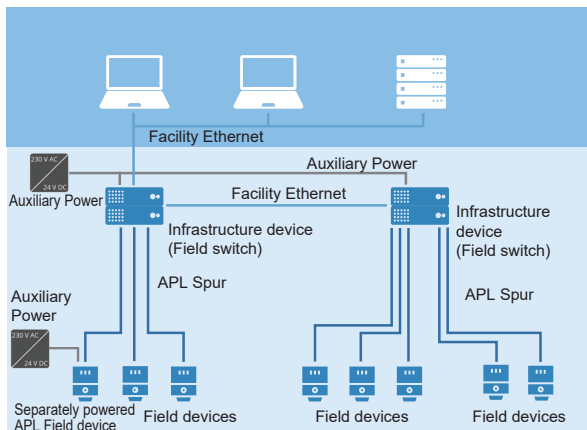


그림2 Ethernet-APL 시스템의 또 다른 구성

그림 1에서 필드 스위치는 Powered Trunk를 통해 전원 스위치에 연결되어 있습니다. 따라서 연결할 필드 장치의 수는 기존의 필드 버스 장치와 같은 두 가지 제약 조건(전원 및 통신량)을 적용받습니다. 한편, 그림 2의 필드 스위치는 범용 이더넷의 신호를 Spur로 직접 변환하고 보조 전원으로부터 APL로 전원을 중첩합니다. 이 경우에 필드 장치의 수는 전원에 의해 제한되지 않으며, 범용 이더넷 (100 Mbps 또는 1 Gbps)은 Trunk (10 Mbps) 보다 빠르기 때문에 통신량에 대한 제한이 그리 빽빽하지 않습니다. 이에 따라 그림 1의 경우보다 더 많은 필드 장치를 연결할 수 있습니다.

그러나 그림 2의 시스템 구성은 약간의 단점이 있습니다. 종래의 이더넷을 사용하기 때문에 라인의 길이가 100m까지만 제한되

어 있어서, 필드 스위치가 APL을 통해 연결될 때 최대 1000m인 것과 대조됩니다. 광섬유 케이블은 이 단점을 보완하기에는 비용이 너무 많이 듭니다. 또 다른 단점으로는, 필드 스위치용 전원 공급 장치를 배치해야 한다는 것입니다.

Ethernet-APL 및 본질 안전 (Intrinsic Safety)용 전력 등급 (power classes)

표 4는 Ethernet-APL의 각 Trunk 및 Spur에 대해 표준화된 전력 등급을 요약한 것입니다. 비 본질 안전 Spur 및 Unpowered Trunk 등급과 기타 전력 등급은 지정될 계획입니다. 이들은 장치를 개발하는 공급 업체의 요청에 따라 추가될 것입니다.

표 4 Ethernet-APL의 전력 등급

등급 (Class)	전력 (Power)	전압 (Voltage)	본질 안전 (Intrinsic safety)
Trunk	57.5 W	50 V	-
Spur	0.54 W	15 V	Ex ia
Spur	1.1 W	15 V	Ex ic

Trunk로 전송되는 전력이 57.5W이면 필드 스위치는 아마도 그 전력의 절반을 조금 넘게 소비할 수 있습니다. 그럼에도 불구하고 약 50개의 필드 장치에 전원을 공급할 수 있으며, 각 장치는 0.5 W를 소비합니다. 이 수는 일반 필드버스 시스템에서 연결할 수 있는 최대 장치 개수 (이론적으로는 32개 장치이지만, 전력 공급을 고려할 때 실제로는 약 16개 장치)를 초과합니다.

다음으로 2-WISE 본질 안전과 최대 사용 가능 전력 간 관계에 대해 논합니다. 2-WISE는 전압, 전류, 전력과 같은 본질 안전 파라미터를 주의 깊게 검사할 필요 없이 (이 검사는 보통 본질 안전 장치를 설치할 때 수행합니다) 변환성 (convertibility)을 결정하는 간단한 방법입니다. 이 개념은 필드버스 본질 안전 개념(Fieldbus Intrinsic Safety Concept, FISCO)과 유사합니다. 그러나 표 4의 본질 안전에 대한 전력 등급 값은 2-WISE 파라미터가 아닙니다. Ex ia (Zone 0 위치에 설치 가능) 및 Ex ic (Zone 2 위치에 설치 가능)에 필요한 본질 안전 평가 방법과 2-WISE 파라미터를 기반으로, Ex-인증 기관은 장비가 이러한 값으로 점화되지 않는다는 것을 확인했습니다.

위험 지역에 Ethernet-APL 장치를 설치할 때, 사용자는 2-WISE 표시와 전력 등급만 확인하면 되고 복잡한 계산을 할 필요가 없습니다. 또한 사용자는 연결할 장치 수를 추정할 때 본질 안전 제한을 고려하지 않아도 됩니다.

Ethernet-APL과 싱글 페어 이더넷 (Single Pair Ethernet, SPE)의 차이

2-와이어 이더넷의 경우, IEEE 802.3에 의해 싱글 페어 이더넷 (SPE) 이 표준화되었습니다 (표 5). 이 SPE는 자동차 및 빌딩 자동화 등 다양한 영역의 요구 사항을 충족합니다. 이 중에서 10BASE-T1L은 PA와 그 밖의 모든 산업용 자동화 애플리케이션에 사용됩니다.

표 5 다양한 SPE 표준

IEEE802.3에서의 명칭	통신 속도
100BASE-T1	100 Mbps
1000BASE-T1	1 Gbps
10BASE-T1S	10 Mbps (자동차용 애플리케이션의 경우)
10BASE-T1L	10 Mbps (산업용 애플리케이션의 경우)

Ethernet-APL도 10BASE-T1L을 사용하긴 하지만, 10BASE-T1L-적합 SPE 장치가 할 수 없는 PA 전용 애플리케이션 수행을 위한 장치를 제공할 수 있습니다. 이는 Ethernet-APL이 10BASE-T1L에 정의된 진폭 모드 사용법, PA에 필요한 본질 안전 파라미터를 다루는 전용 전원 공급 및 그 밖의 10BASE-T1L 요소를 조합하여 최초 시스템을 구성하기 때문입니다.

한편, 공장 자동화(FA)를 위한 SPE를 홍보하기 위하여 주로 커넥터 산업에 종사하는 몇몇 산업 단체들이 설립되어 자체 SPE별 커넥터 표준을 홍보하고 있습니다. Ethernet-APL은 기존의 필드버스 케이블을 사용하기 때문에 이러한 SPE 커넥터 사용을 허용하지 않지만, 유럽과 미국에서 흔히 사용되는 기존의 단자 블록과 M8 및 M12 커넥터를 사용합니다.

Ethernet-APL의 경우, 산업용 이더넷을 담당하는 4개의 SDO들이 커넥터를 포함한 하드웨어를 인증하여, 상호 운용성의 최소 레벨을 보장합니다. 이 인증이 Ethernet-APL과 SPE 장치 간 또 다른 주요 차이점입니다.

Ethernet-APL을 통해 플랜트에 기여하는 부가 가치

통신 속도

Ethernet-APL의 10 Mbps 통신 속도는 필드버스 및 그 밖의 기존 디지털 네트워크의 31.25 kbps와는 확연히 달라서 PA 플랜트에 다양한 이득을 가져다줄 것입니다. 한 가지 예로는 구성, 커미싱 및 펌웨어 업데이트의 속도가 빨라지는 것입니다. 통신 속도가 300배 증가되면 단위당 5분 걸리는 작업을 1초에 끝낼 수 있게 됩니다.

이와 더불어, 이더넷에서는 제어에 필요한 데이터의 양이 크게 증가하지 않기 때문에 작동 중 통신에 더 많은 시간을 사용할 수 있어 제어 데이터와 동시에 진단 데이터 및 스케일링 전 원본 데이터 전송이 가능합니다. 결과적으로, 현장 장치의 최종 출력 신호뿐만 아니라 기존에는 장치 내에서만 사용되던 중간 신호도 보다 정확한 예측 유지 보수를 위해 사용될 수 있습니다. 충분한 대역폭을 통해 사운드 및 이미지 데이터를 함께 전송할 수 있습니다.

필드 장치용 전력

최소 전력 등급에서도 2-와이어 Ethernet-APL 장치는 0.5W의 전력을 사용할 수 있습니다. 이 값은 기존의 4-20mA 2-와이어 장치의 경우보다 약 15배, 2-와이어 필드버스 장치의 경우보다 약 세 배 높습니다. 통신에 필요한 전원 공급 장치 및 전력의 한계 때문에 이 0.5W 전부를 사용할 수는 없지만, 회로 설계에 따라 이전보다 더 많은 전력을 사용할 수 있습니다.

더 많은 Ethernet-APL 장치가 출시되면서, 일부는 기능을 향

상시키기 위해 높아진 전력을 할당함으로써 차별화를 꾀할 것입니다. 예를 들어, 기존의 전자기 유량계와 Coriolis 유량계는 자기 들뜸(magnetic excitation)과 구동부로 인해 2-와이어 전송을 달성하기 어렵기 때문에 4-와이어 시스템입니다. Ethernet-APL은 이들을 2-와이어 시스템으로 변환할 수 있을 것입니다. 또한 Ethernet-APL은 2-와이어 송신기를 다중 센서 시스템으로 바꿀 수 있는데, 이 시스템에서는 하나의 기기로 여러 개의 센서가 구동되고, 단일 Ethernet-APL 케이블을 통해 데이터가 전송됩니다. 또한 계산 속도와 메모리 용량을 늘리기 위해 추가 전력을 할당함으로써 2-와이어 송신기를 스마트하게 만들 수도 있습니다.

이러한 사례들은 기존의 필드버스 기술에 의해 달성되긴 했으나, 전력 한계로 인해 그 기능이 만족스럽지 못하기 때문에 시장에서 소수에 불과합니다. Ethernet-APL은 이러한 제품을 시장에서 주류로 바꿔 놓을 수 있을 것으로 기대됩니다.

이더넷의 일반성

Ethernet-APL은 PA의 요구 사항을 충족시키면서 자체 규칙에 따라 작동하는 하나의 이더넷 물리 계층(Ethernet physical layer)입니다. 그 상위 계층은 범용 이더넷의 계층과 동일하기 때문에, Ethernet-APL은 검증된 이더넷 기반 기술을 사용할 수 있습니다. 예를 들어 Wireshark(인기 있는 네트워크 프로토콜 분석기)는 Ethernet-APL 통신을 모니터링하는 데 사용될 수 있습니다.

단일 장치는 복수의 프로토콜을 동시에 (예를 들면, 하나는 제어용 다른 하나는 활용용 등으로) 사용할 수도 있습니다.

산업용 이더넷의 동향

산업용 이더넷을 현장에서 사용하기 위한 요건 및 그 솔루션

Ethernet-APL은 이더넷 관련 통신 기술을 현장 레벨로 배치할 수 있게 해줍니다. 그러나 이 경우, IT 시스템의 일반 통신 기술로 OT 시스템의 기술 요구 사항을 충족하기 어렵습니다.

산업용 이더넷은 OT 요건을 충족하며 주로 FA 산업의 제어 레벨에서 널리 사용됩니다. 대표적인 산업용 이더넷 프로토콜은 PI가 개발한 PROFINET, ODVA가 개발한 EtherNet/IP, OPC Foundation이 개발한 OPC UA, 그리고 FieldComm Group이 개발한 HART-IP 등입니다. 이러한 프로토콜은 산업용 이더넷 제품 중에서 약 60%의 시장 점유율을 차지합니다⁽³⁾. 이들을 현장 레벨에 적용하기 위한 연구 개발이 활발히 진행 중입니다.

표 6은 산업용 이더넷을 현장 레벨에 적용하기 위한 기술 요건과 그 솔루션을 보여줍니다.

표 6 산업용 이더넷을 현장 레벨에 적용하기 위한
요건 및 그 솔루션

요건	솔루션
방폭 장거리 전송	Ethernet-APL
실시간 통신	IEEE-표준 TSN*
고 가용성 (High availability)	IEC 표준 통신 이중화 (redundancy)
안전성	IEC 표준 기능 안전 통신
보안성	프로토콜 레벨의 인증 및 암호화
설치 기반 사용, 마이그레이션	기존 필드버스에 대한 게이트웨이

* TSN: Time-sensitive networking (시간 감응 네트워크)

Ethernet-APL을 통해 위험 지역 및 장거리 통신 배치를 할 수 있습니다.

PA 플랜트의 실시간 통신은 각 산업용 이더넷을 통해 확립되어 왔습니다. 그러나 IEEE 표준 시간 감응 네트워킹(Time-Sensitive Networking)은 복수의 산업용 이더넷 통신뿐만 아니라 IT 통신도 동시에 존재하는 환경에서 결정론적이고 신뢰성 있는 통신을 가능하게 합니다.

가용성의 향상을 위해, Media Redundancy Protocol 및 Parallel Redundancy Protocol과 같은 IEC 표준 통신 이중성 프로토콜이 PROFINET 및 EtherNet/IP와 함께 사용되어 왔습니다. 이러한 통신 이중성 프로토콜은 OPC UA 및 HART-IP와도 함께 사용할 수 있습니다.

PA 플랜트 전반에 걸쳐서 신뢰성과 가용성이 향상된 이더넷 통신이 사용될 경우, 안전성 (기능 안전성) 관련 통신 및 그 밖의 통신은 동일한 이더넷 상에 물리적으로 공존하면서도 논리적으로 분리될 수 있습니다. IEC 61784-3으로 표준화된, 기능 안전 통신을 위한 “블랙 채널 (black channel)” 접근법은 이러한 종류의 사용을 가능하게 합니다. 이러한 접근법에서 안전 통신 계층은 모든 통신 오류를 감지하는 기능을 가지고 있으며, 안전 애플리케이션이 이 계층을 통해 통신하는 한 안전 통신 계층 아래의 계층에 대해서는 기능 안전성 평가가 필요하지 않습니다. PROFINET과 함께 사용할 수 있는 PROFIsafe와, EtherNet/IP와 함께 사용할 수 있는 CIP Safety는 IEC에 의해 IEC 61784-3을 기반으로 표준화되었으며, 이미 폭넓게 사용되고 있습니다. PROFIsafe의 경험이 있는 PI와 공동으로 유사한 안전 규격이 OPC UA에 대하여 개발되고 있습니다.

보안은 기존의 현장 레벨에는 없었던 요구 사항 중 하나입니다. PA 플랜트 네트워크의 원격 모니터링과 클라우드 기반 애플리케이션과의 연결을 통한 운영 최적화는 이미 널리 사용되고 있습니다. Ethernet-APL을 통해 현장에서의 이더넷 사용이 가능하게 된다면 보안 위협과 사이버 공격이 현장 장치에까지 미칠 가능성이 높습니다. 플랜트 네트워크에 대한 전통적인 보안 대책으로 심층 방어 (defense-in-depth) 접근법이 그동안 채택되었는데, 여기에는 다중 보호를 위해 플랜트 셀/지역 사이에 방화벽과 침입 탐지 시스템을 설치합니다. 아울러, 현장 장치를 위한 산업용 이더넷 프로토콜에는 보안 조치가 있어야 합니다. OPC UA, EtherNet/IP, HART-IP는 이미

동료 간 인증, 통신 콘텐츠 암호화 등 보안 기능을 명시하였습니다. PROFINET은 또한 유사한 기능의 규격을 개발하는 과정에 있습니다.

PA 플랜트는 대규모로 설치되어 수십 년간 운영되어 온 4-20mA HART 및 FOUNDATION Fieldbus(FF)와 같은 필드버스 자산을 보유하고 있습니다. 이에 따라 이들의 지속적인 사용과 산업용 이더넷으로의 원활한 마이그레이션을 고려할 필요가 있습니다. 예를 들어, PROFINET은 HART, FF, PROFIBUS-DP/PA와 같은 다양한 필드버스 프로토콜로 프로시/게이트웨이 함수를 지원합니다(매핑 및 프로토콜 변환). 이 기능은 기존의 필드버스 장치를 PROFINET 네트워크에서 처리할 수 있게 하고, PROFINET으로 점진적 마이그레이션을 가능하게 합니다. HART-IP는 HART 애플리케이션 계층을 그대로 사용하고 매핑 없이 기존 HART 장치를 사용할 수 있기 때문에 마이그레이션에 유용합니다.

정보 교환 표준으로서 OPC UA의 역할 및 차세대 PA 현장 장치의 표준화

제어 레벨에서 다양한 산업용 이더넷 프로토콜이 널리 사용되고 있으며, SDO들은 이러한 기존 프로토콜과 Ethernet-APL을 결합하여 이들을 현장 레벨에 적용하는 기술을 개발 및 표준화하고 있습니다. 그림 3은 ANSI/ISA 95에서 파생된 자동화 피라미드 내 산업용 이더넷 확대에 대한 개요를 보여줍니다.

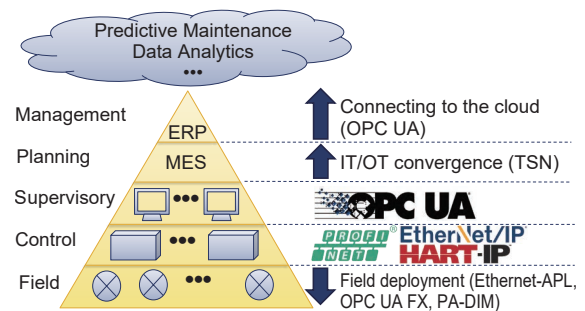


그림3 산업용 이더넷의 현장으로의 확대

표준화 활동의 주요 동향은, 유사하지만 상호 운용이 불가능한 기술 개발을 SDO들이 더 이상 목표로 하지 않고, 대신 기존의 우수한 기술을 사용하며 중복 개발을 피하기 위해 협력하고 있다는 것입니다.

이러한 추세에 맞춰 DX 및 IT/OT 융합에서 정보 교환 표준으로서 OPC UA의 역할이 중요해지고 있습니다. OPC UA는 IT와의 친화성이 높는데, 이는 OPC UA가 확장 가능한 정보 모델, 플랫폼 독립성, 확장성, 다중 전송/암호화, machine-to-machine 통신 지원을 특징으로 하는 고급 아키텍처를 채택하기 때문입니다. 이와 더불어, 다른 SDO들과의 협력을 통해 동반 규격이 활발하게 개발되고 있습니다. 예를 들어, FieldComm Group과 OPC Foundation은 프로세스 자동화 장치 정보 모델(PA-DIM)을 PA 현장 장치를 위한 OPC UA 정보 모델로 공동 개발했습니다. OPC UA 서버와 PA-DIM이 제

어 레벨(컨트롤러 및 게이트웨이)의 장치에 구현될 경우, 각 산업용 이더넷 현장 장치의 데이터 및 정보를 PA-DIM에 매핑할 수 있습니다. 이를 통해 현장 장치는 제어 레벨보다 상위 레벨의 장치와 정보를 교환할 수 있게 됩니다 (현재는 산업용 이더넷 프로토콜이 IT와 친화성이 거의 없기 때문에 이를 달성하기 어렵습니다). OPC UA 서버와 PA-DIM이 현장 장치에서 구현될 경우, 현장 레벨과 직접 정보를 교환할 수 있습니다.

PA-DIM은 PA 플랜트의 기존 제어 운영에 영향을 미치지 않고 DX를 달성하고자 하는 개념인 NAMUR 개방형 아키텍처⁽⁴⁾를 기반으로 합니다. 현재 PA-DIM은 모니터링 및 최적화 애플리케이션에 적용할 수 있습니다. 제어 애플리케이션의 경우, 제어 루프에서 제어기와 현장 장치 간 상태 전이(state transition)와 같은 규칙을 추가해야 합니다(이는 FF를 통해 달성되었습니다). FieldComm Group은 PA 현장 장치용 OPC UA 및 PA-DIM을 기반으로 한 차세대 기술을 연구 중입니다⁽⁵⁾. OPC Foundation 또한 OPC UA를 FA 및 PA의 현장 레벨에 적용하기 위한 기술 및 규격으로 OPC UA FX (Field eXchange)를 개발하고 있습니다.

고객의 비즈니스 가치를 증대시키기 위해 Yokogawa는 이러한 활동을 통한 상호 운용성을 유지하고자 SDO들과 지속적으로 협력할 것입니다.

결론

PA 플랜트에서 데이터 중심 운영을 달성하기 위해서는 이더넷의 도입이 필요하며, 그것을 가능하게 하는 기술은 Ethernet-APL입니다. 본 글은 Ethernet-APL에 대해 설명했으며 Ethernet-APL과 함께 사용되는 산업용 이더넷 프로토콜의 동향에 대해 논했습니다. APL 프로젝트는 Ethernet-APL의 표준화를 목표로 하며, Yokogawa는 설립 이래 Port Profile, 방폭 표준(explosion-protected standards), EMC, 그리고 그 밖의 제반 표준 개발에 있어서 핵심 구성원으로 참여하고 있습니다. 현장 레벨은 고객 플랜트의 라스트 마일(last mile)입니다. Yokogawa는 이러한 표준화 활동을 통해 얻은 지식을 이 레벨에 적용하고, PA 플랜트 전반에 걸쳐서 DX를 촉진하는 데 기여하는 제품과 솔루션을 지속적으로 제공할 것입니다.

참고문헌

- (1) Hideki Fujiwara, "A Digital Factory Approach to Data-driven Management in Factories," Yokogawa Technical Report English Edition, Vol. 64, No. 1, 2021, pp. 19-26
- (2) S. Takahashi, "Intrinsically Safe Ethernet," Measurement Technology, Vol. 49, No. 1, 2021, pp. 19-22 (in Japanese)
- (3) IHS Markit Technology, Industrial Communications Report - 2019, 2019
- (4) NAMUR, NAMUR Open Architecture (NOA) Concept NE 175, Edition: 2020-07-09
- (5) FieldComm Group, FCG-TV: 2020 Webinar and Video Series, <https://support.fieldcommgroup.org/en/support/solutions/articles/8000084998-fcg-tv-2020-webinar-and-video-series>

* 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 respective holders.