

TSN기술을 채용하여 스마트 공장의 구축을 가속

CC-Link **IE** TSN

개발의 배경과 특징, 장래를 향한 전개



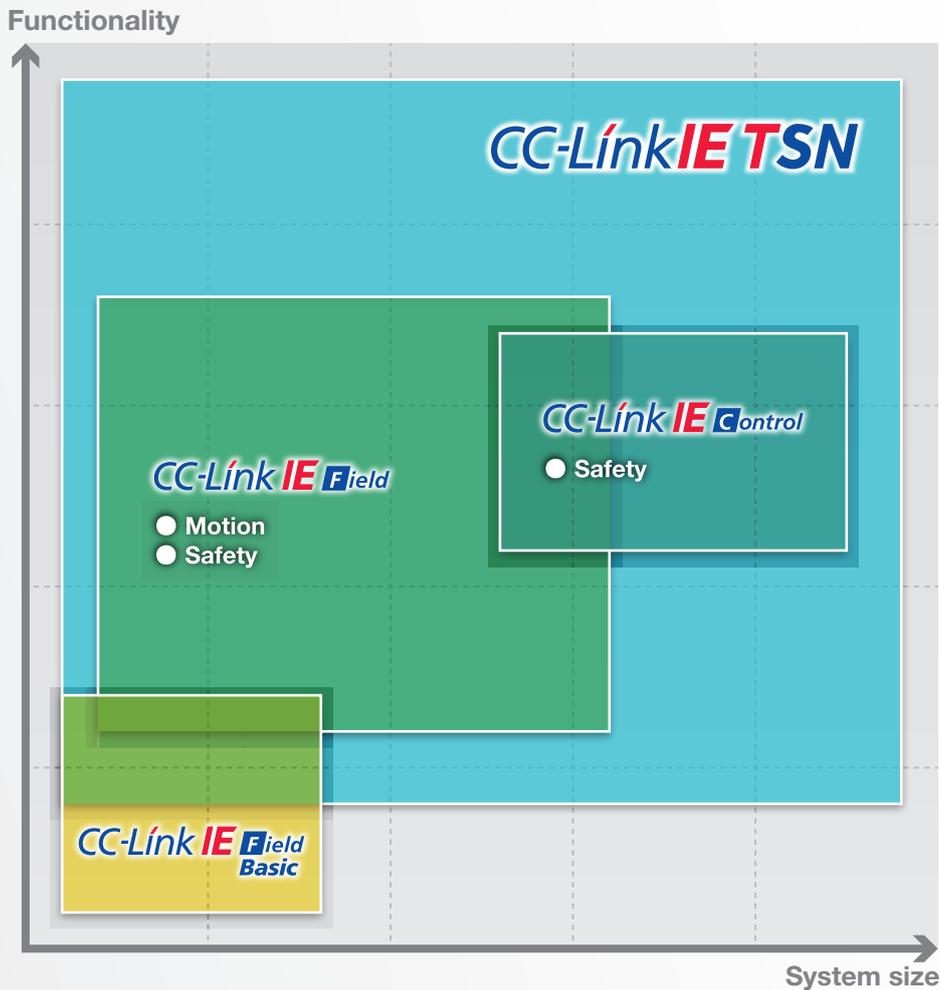
1. 머리말

CC-Link협회는 이번에 CC-Link IE의 차세대를 짙어질 네트워크로서 새로운 산업용 오픈 네트워크 「CC-Link IE TSN」의 사양을 책정했다.

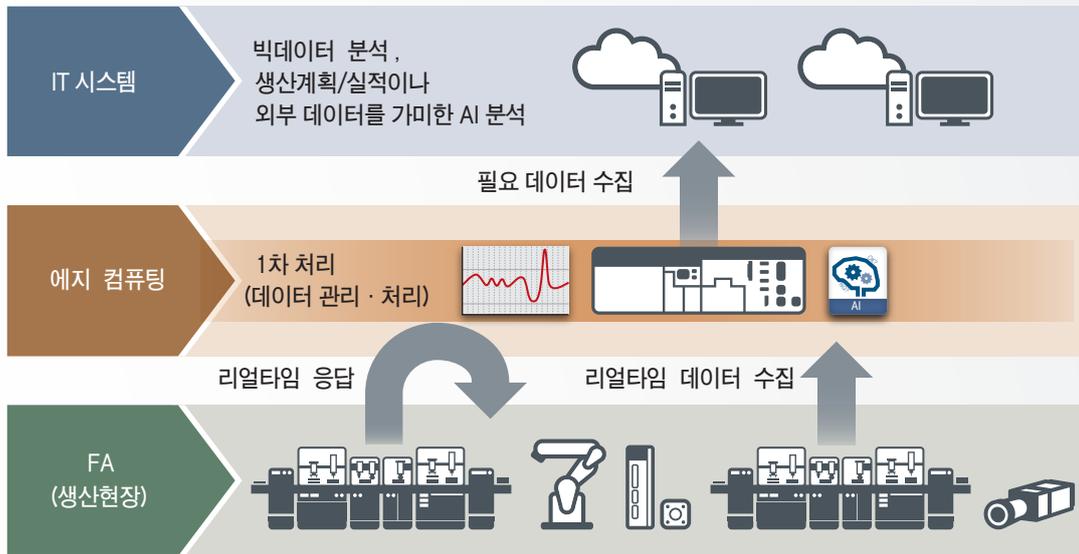
CC-Link IE는 2007년, 업계 최초로 1Gbps 이더넷을 베이스로 한 산업용 오픈 네트워크로 등장하였다. 「CC-Link IE Control」로 공장 내의 기간 네트워크로서 컨트롤러간을 연결하고 「CC-Link IE Field」로 컨트롤러와 현장의 다양한 기기를 잇는 일반 입출력 제어를 커버한다. 더 나아가 「CC-Link IE Field Motion」의 모션제어, 「CC-Link IE Safety」의 안전제어로 그 기능·적용 범위를 확장해왔다. 또한 2016년에는 소규모 장치용 필드 네트워크로서 「CC-Link IE Field Basic」을 라인업에 추가하여 아시아를 중심으로 그 적용을 확대하고 있다.

이번에 새롭게 사양을 책정한 CC-Link IE TSN은 표준 이더넷 규격을 확장한 「TSN (Time Sensitive Networking)」을 세계적으로 선구해서 채용하였다. TSN은 IEEE의 국제 표준화와 병행하여 다양한 산업용 오픈 네트워크로 적용 검토가 진행되고 있으며, 기존 이더넷 통신에서는 할 수 없었던 제어통신(리얼타임성 확보)과 정보통신(비리얼타임 통신)의 혼재를 시분할 방식으로 가능하게 한다.

CC-Link IE TSN은 TSN 기술을 채용함으로써 산업용 네트워크의 오픈성을 보다 높임과 동시에 효율적인 프로토콜로 기존 CC-Link IE가 가지고 있는 성능·기능을 더욱 강화하였다. 또한, 개발 방법의 다양화로 다양한 타입의 기기에 실장을 용이하게 하며, 대응 제품의 충실화를 꾀함으로써 IoT를 활용한 스마트 공장의 구축을 가속화시킬 것으로 기대된다.



2. 개발의 배경



고객 니즈의 다양화와 고도화에 따라, 제조업에서는 자동화, TCO (Total Cost of Ownership) 삭감이나 품질 향상과 함께 변종변량 생산 등 새로운 모노즈쿠리를 지향하는 움직임이 가속되고 있다. 또한, 센싱 기술의 발전, 네트워크의 고속화, 클라우드·에지 컴퓨팅의 보급 및 AI(인공지능)의 진화 등 IT를 통해 데이터를 활용하는 데이터 구동형 사회가 진전되고 있다.

제조업에서의 IoT활용을 위해 유럽의 Industry 4.0이나 미국의 IIC (Industrial Internet Consortium) , 중국의 지능제조, 일본의 Connected Industries 등 글로벌 레벨에서 다양한 메가 트렌드가 떠오르고 있다. 그들의 공통점은 모든 것을 연결하여 데이터를 최대한으로 활용하고 자율적이며 최적의 모노즈쿠리를 지향하는 「스마트 공장」의 실현이다.

스마트 공장을 실현하기 위해서는 생산현장의 데이터를 리얼타임으로 수집하고, 그 데이터를 에지 컴퓨팅으로 1차 처리한 후 IT 시스템으로 심리스하게 전송하는 것이 중요하다. 생산현장의 데이터를 활용하기 위해서는 고속·안정된 제어통신이나 IT 시스템으로 대용량의 정보 전송이 가능한 네트워크가 필수적이다. 즉, 생산현장에서의 산업용 네트워크와 IT 시스템에서의 네트워크 융합이 중요하다.

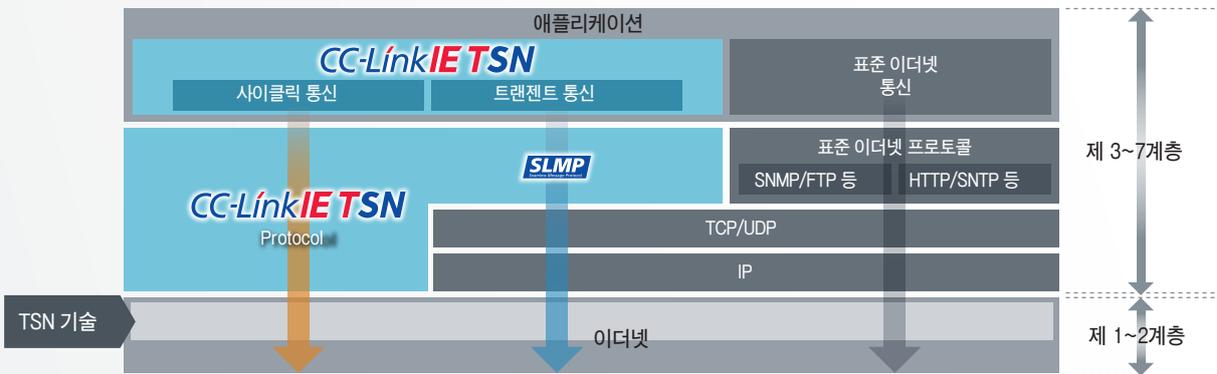
현재 다양한 산업용 네트워크가 사용되고 있지만, 스위치나 배선 등 네트워크를 구성하는 요소에서도 리얼타임성을 확보하기 위해 독자 사양을 사용할 필요가 있으며, IT용 네트워크 및 타 산업용 네트워크 간에서 회선이나 디바이스를 공유할 수 없는 것과 같은 문제가 있었다. 또한 스마트 공장 실현을 위해서는 장치나 설비의 고성능화·고기능화에 의한 생산성 향상이 요구 되어지고 있으며, 고도의 모션제어용 네트워크가 필요하다. 특히 반도체나 배터리 제조 등의 업종에서 그 요구가 두드러지고 있다.

이러한 요구에 부응하는 것이 CC-Link IE TSN 이다. 기존 CC-Link IE의 특징을 계승하면서, 시분할로 리얼타임성을 실현하는 TSN기술을 채용함으로써 동일 간선 상에서 복수의 다른 네트워크의 혼재가 가능해진다. 더 나아가 효율적인 프로토콜에 의한 고속·고정도의 모션제어를 실현한다. 이를 통해 CC-Link IE TSN은 상위 IT 시스템에서 생산현장의 FA 시스템까지 계층을 의식하지 않고 심리스하게 연계하여 제조업에서의 다양한 애플리케이션의 활용 확대가 가능하다.

3. 기술적인 구조와 타 오픈 기술의 활용

1 TSN기술 및 프로토콜 계층

CC-Link IE TSN은 OSI 참조 모델의 제 2계층에 위치하는 TSN 기술을 베이스로 하여 제 3~7계층의 CC-Link IE TSN 독자 프로토콜과 이더넷 기술 프로토콜로 구성되어 있다.



TSN은 복수의 국제표준규격으로 구성되어 있으며, 주요 기능으로서 시각동기 방식을 규정한 IEEE802.1AS, 시분할 방식을 규정한 IEEE802.1Qbv가 있다. 이러한 규격을 조합하는 것으로 일정 시간 내에서의 전송을 보증하는 정시성과 다른 통신 프로토콜과의 혼재가 실현 가능해진다.

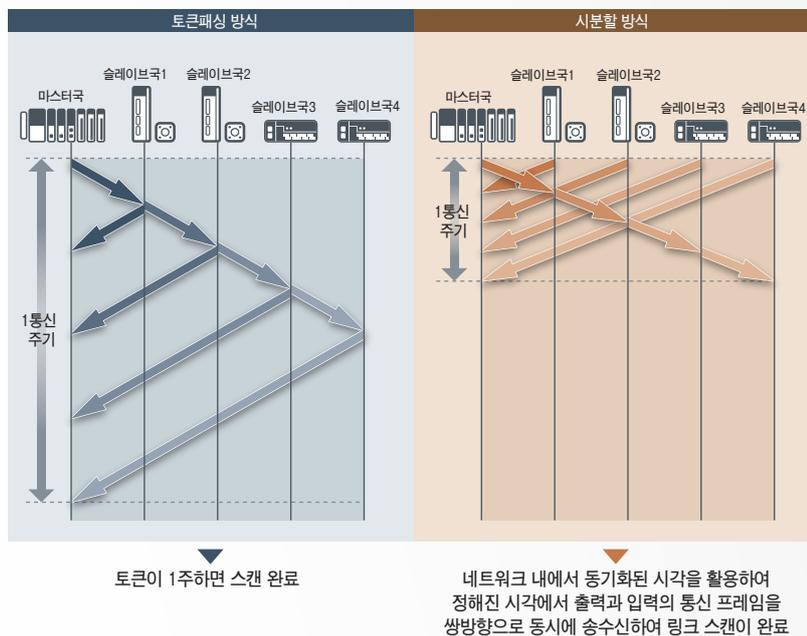
이뿐만 아니라 TCP/IP, UDP/IP를 사용한 SNMP, HTTP 및 FTP 등의 이더넷 표준 프로토콜이 사용 가능하다. 이를 통해 네트워크의 진단에 범용 이더넷 진단 툴을 사용할 수 있게 되는 등 네트워크 운용의 유연성이 높아진다.

2 통신 방식

CC-Link IE TSN은 사이클릭 통신 방식을 채택하였다. 기존 CC-Link IE는 1네트워크 중에서 토큰(송신권)을 보유하고 있는 노드가 자국의 송신 데이터를 송신한 후에 인접국에 토큰을 양도하는 토큰패싱 방식을 채용하고 있다.

이와 비교하여 CC-Link IE TSN은 시분할 방식을 채용하였다. 네트워크 내에서 동기화된 시각을 활용하여 정해진 시각에서 출력과 입력의 통신 프레임을 쌍방향으로 동시에 송수신함으로써 네트워크 전체의 사이클릭 데이터를 갱신하는 시간을 단축시킬 수 있다.

이 방식과 TSN 기술을 조합하는 것으로 제어통신과 정보통신의 혼재가 가능해진다.



3 프로파일 기술의 확충

CC-Link협회에서는 CC-Link Family 대응 기기의 기동, 운용·보수를 간단하게 실현하기 위해 CSP+(Control & Communication System Profile)를 정의하고 있다. CC-Link IE TSN에서는 CSP+로 CANopen 디바이스 프로파일과의 친화성을 강화하였다. 예를 들면, 구동기기에서 국제규격인 IEC61800-7(CiA402)을 사용한 통신 설정이 가능해진다.

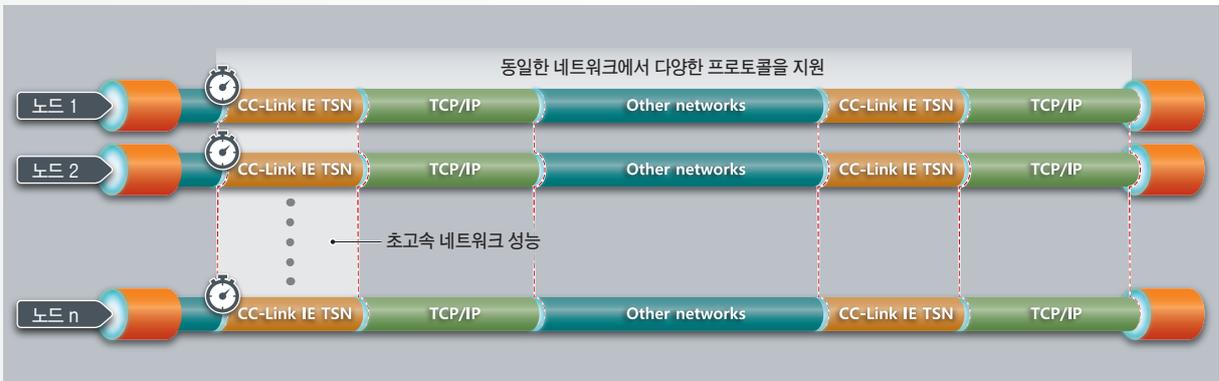
4 범용 네트워크 진단 기능의 활용

CC-Link IE TSN 네트워크 기기의 진단에는 IT계의 네트워크 감시에 널리 사용되는 SNMP(Simple Network Management Protocol)가 사용 가능하다. CC-Link IE TSN 구성정보, 통계정보 등이 확장 MIB(Management Information Base)로서 정의되어 있으며 범용 SNMP 대응 톨로 네트워크 진단을 실현할 수 있다.

4. 특징

CC-Link IE TSN은 다음과 같이 4가지 특징이 있다.

1 제어통신과 정보통신의 융합



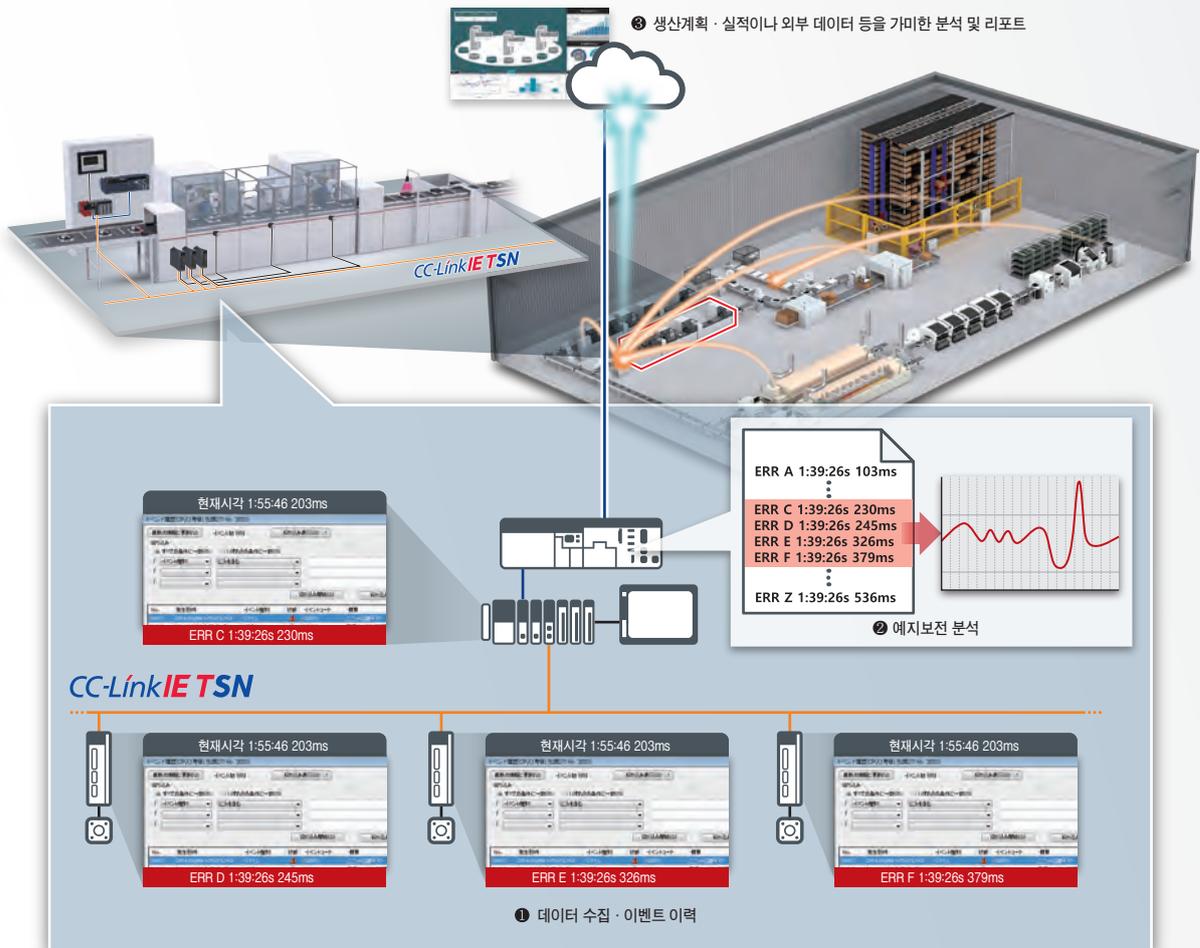
CC-Link IE TSN은 기기제어의 사이클릭 통신에 높은 우선도를 부여하여 정보통신 보다 우선적으로 대역을 할당함으로써 리얼타임 사이클릭 통신으로 기기를 제어하면서 IT시스템과 정보를 주고 받는 네트워크 환경을 간단히 구축할 수 있다. 또한 정보통신과의 혼재라는 특징을 활용하여 생산현장에 UDP나 TCP를 사용하여 통신하는 기기를 하나의 네트워크에 연결하여, 예를 들면 비전 센서나 감시 카메라 등의 데이터를 고정도로 축적하여 감시/분석/해석 등에 활용하는 것도 가능하다.

2 시스템의 조기 기동 및 고도의 예지보전

CC-Link IE TSN은 네트워크 기기의 진단 용이화를 실현하기 위해 SNMP에도 대응한다. 기존에는 기기의 상태 정보를 수집할 때 개별 툴을 필요로 했지만, 범용 SNMP 감시 툴을 사용하여 CC-Link IE TSN에 대응하는 기기뿐만 아니라 스위치나 라우터 등 IP 통신에 대응하는 기기도 함께 수집·분석할 수 있다. 이를 통해 시스템 기동 시, 시스템 운용·유지보수 시의 기기 동작 상태의 확인에 소요되는 공수를 절감할 수 있다.

또한 TSN에서 규정되어 있는 시각동기 프로토콜로 CC-Link IE TSN에 대응하는 기기는 기기간의 시각 차이를 보정하여 고정도의 시각동기를 수행한다. 마스터나 슬레이브가 각각 가지는 시각정보를 마이크로 초단위로 맞추고 있으므로, 예를 들어 네트워크에 이상이 발생한 경우의 동작 로그 분석 시에 이상 발생에 이르기까지의 현상을 정확한 시계열로 추적할 수 있다. 이로써 트러블의 원인 규명과 조기 복구가 가능하다.

게다가 IT 시스템에 생산현장의 정보와 정확한 시각정보를 연계하여 제공할 수 있으며, AI를 활용한 데이터 해석 애플리케이션을 통한 예지보전 등으로 한층 더 정도 향상을 기대할 수 있다.

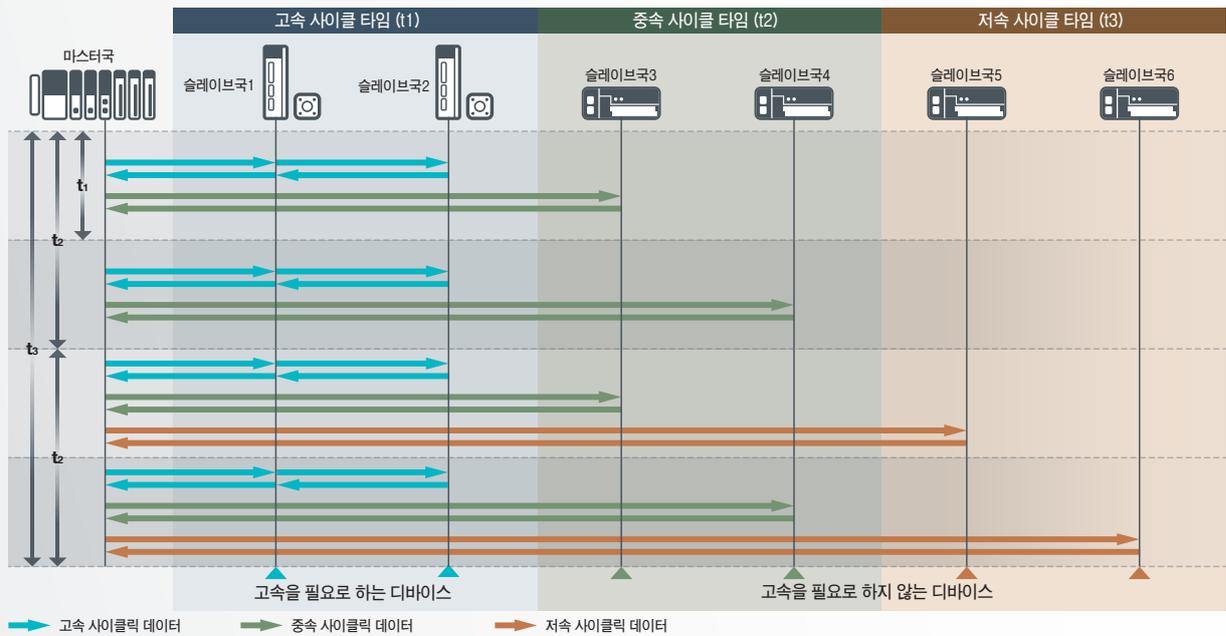


3 구동제어의 성능을 최대화하여 택타임 단축

CC-Link IE TSN은 시분할 방식을 통해 $31.25\mu s$ 이하의 고속 통신성을 실현한다. 기존의 네트워크에서 운용하고 있던 시스템 규모와 비교하여 CC-Link IE TSN에서 운용하는 시스템에서는 센서를 추가하거나, 라인 증설 등으로 제어에 필요한 서보 앰프의 축 수가 증가하여도 전체의 택타임에 영향을 최소한으로 줄일 뿐만 아니라 기존 네트워크에서 운용되고 있는 시스템보다 택타임 단축을 꾀할 수 있다.

CC-Link IE TSN에서는 성능이 다른 기기를 각각의 통신주기에 따라 조합하여 사용하는 것이 가능하다. 기존에 동일한 마스터국에 접속하는 기기는 네트워크 전체에서 하나의 사이클릭 통신주기(링크 스캔)로 운용할 필요가 있었지만, CC-Link IE TSN에서는 동일 네트워크 내에서 복수의 통신주기로 운용할 수 있다.

이를 통해 서보 앰프와 같은 고성능의 통신주기를 필요로 하는 기기의 성능을 유지하면서 리모트 I/O 등 고속 통신주기를 필요로 하지 않는 기기를 연결하는 등 각각의 기기 특성에 맞는 통신주기를 최적화할 수 있으며, 네트워크 상의 슬레이브 기기가 가지는 기능을 극대화할 수 있고 시스템 전체의 생산성을 높일 수 있다.



4 대응제품의 충실화

기존의 CC-Link IE는 1Gbps의 광대역을 효율적으로 사용하기 위해, 기기개발 벤더는 마스터 기기와 슬레이브 기기 모두 ASIC이나 FPGA를 사용하여 대응제품을 개발(하드웨어 실장)할 필요가 있었다.

CC-Link IE TSN 은 하드웨어 실장뿐만 아니라 소프트웨어에서도 실장이 가능하다. 기존과 동일하게 고속 제어를 실현하기 위한 전용 ASIC이나 FPGA로 실장하는 방법뿐만 아니라 범용 이더넷 칩에 소프트웨어의 프로토콜 스택으로 마스터 기기, 슬레이브 기기에 모두 실장할 수 있다. 통신 속도도 1Gbps를 비롯하여 100Mbps에도 대응할 수 있다.

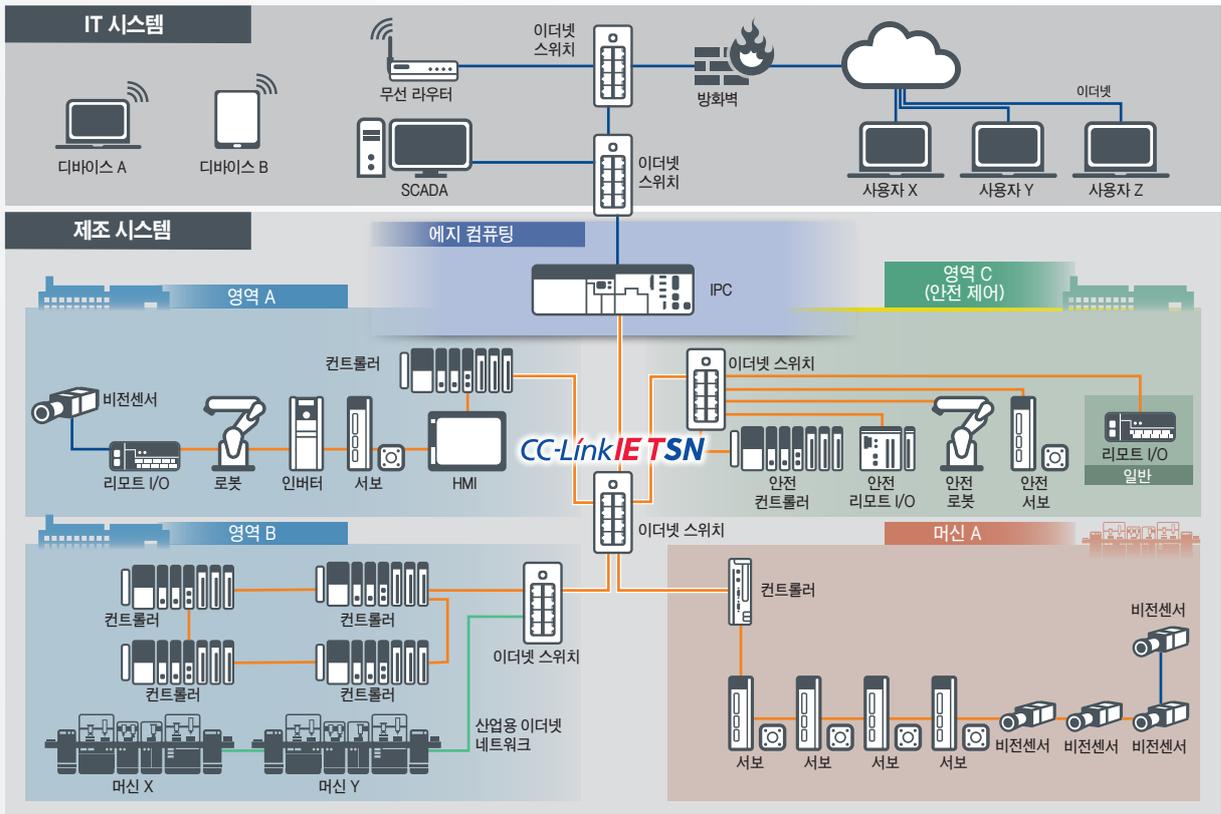
하드웨어 실장뿐만 아니라 소프트웨어 실장이라는 선택지와 통신속도가 100Mbps 및 1Gbps라는 선택지를 추가함으로써 기기개발 벤더는 최적의 개발 방법으로 CC-Link IE TSN 대응기기를 개발할 수 있게 된다. 이것은 대응기기의 충실화라는 형태로 사용자에게도 효과를 제공한다.

통신 속도	개발 방법 ^{※1}		CC-Link IE TSN
	마스터	슬레이브	
1Gbps	하드웨어	하드웨어	
	소프트웨어		
	하드웨어	소프트웨어	
	소프트웨어		
100Mbps	하드웨어	하드웨어	
	소프트웨어	소프트웨어	
	하드웨어		
	소프트웨어		

※1. 하드웨어 : 전용 ASIC 또는 FPGA로 개발.
 소프트웨어 : 소프트웨어 프로토콜 스택 (표준 이더넷 칩)으로 개발.

5. 유스케이스

1 제어통신과 정보통신의 융합에 따른 스마트 공장화

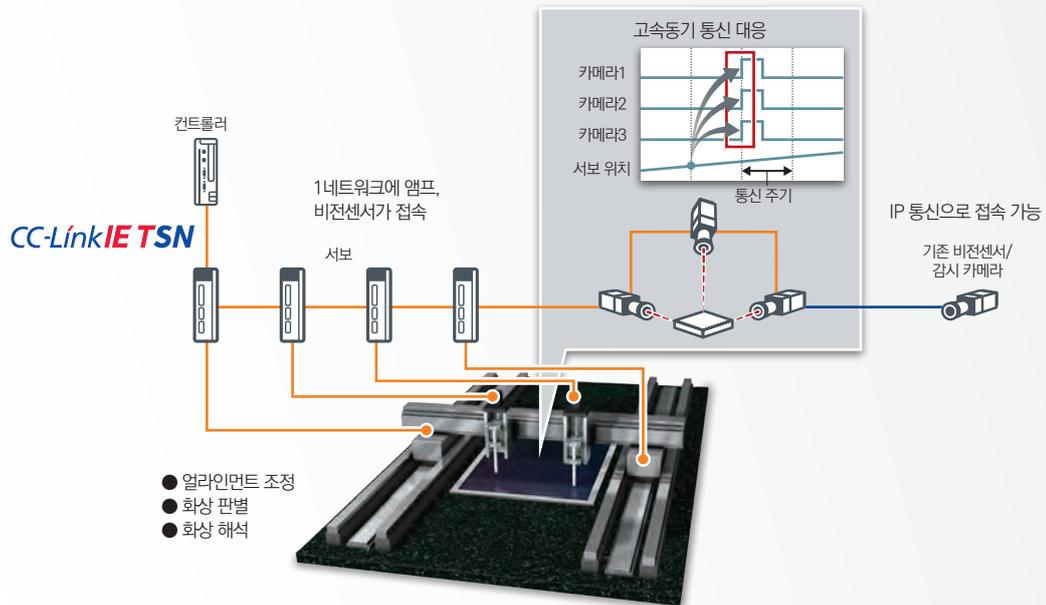


리얼타임성을 확보한 제어통신을 실시하면서 타 오픈 네트워크의 통신이나 IT 시스템과의 정보통신을 동일 네트워크로 융합한 스마트 공장화를 실현한다.

2 범용 IP 통신기구나 고도의 구동제어를 활용한 장치

현행 시스템에서는 얼라인먼트 조정 시에 일단 서보 모터를 정지시키고 비전에서 정확한 워크 위치를 계측하던 것을 CC-Link IE TSN 대응의 서보 앰프와 비전 센서를 사용함으로써 시각동기가 가능해지고 서보 모터가 워크를 이동시키고 있는 중이라도 비전 센서가 정확한 워크의 위치를 파악할 수 있다. 그렇기 때문에 대폭적인 택타임 향상을 기대할 수 있다.

또한 비전 센서로부터의 대용량 화상 데이터는 IP 통신으로 전송을 함으로써 서보 제어 성능에 영향을 주지 않고 배선절감의 1네트워크 시스템을 구축할 수 있다.



6. 향후 전개

이번에 사양 책정한 CC-Link IE TSN에서는 이더넷 상에서 시분할 통신을 하는 TSN 기술의 채용을 통해 이더넷 기기의 활용을 손쉽게 함과 동시에 고속 사이클릭 통신을 실현하는 프로토콜로 거듭남으로써 FA 분야에서 일반제어 및 모션제어의 성능·기능을 대폭으로 향상시켰다.

앞으로도 새로운 적용 분야의 확대를 목표로 하여 아래의 개발을 진행할 예정이다.

- CC-Link IE 안전 통신기능 대응 개발에 의한 안전 통신을 필요로 하는 분야로 확대
- 광케이블 대응 개발에 의한 장거리 및 높은 노이즈 내량을 필요로 하는 분야로 확대

또한 현행 CC-Link IE에서 취득 완료한 국제표준규격 「IEC61784」를 비롯한 반도체·FPD업계의 국제표준 SEMI, 한국 및 중국 등 각국의 국가규격을 취득할 예정이다.

더 나아가 TSN의 기술을 통해 타 산업용 오픈 네트워크와의 상호 접속성 강화를 꾀하고 모든 것을 연결하여 데이터를 최대한으로 활용할 수 있도록 할 것이다.

이를 통해 CC-Link IE TSN의 적용 분야를 더욱 넓히고 자율적으로 최적의 모노즈쿠리를 지향하는 「스마트 공장」의 기반이 되는 산업용 오픈 네트워크로 성장시켜 나갈 것이다.

발행

CLPA(CC-Link협회)
우)07528
서울시 강서구 양천로 401
강서한강자이타워 A동 711호
TEL : 02-3663-6178
FAX : 02-6224-0158
E-Mail : clpakor@meak.co.kr
<http://kr.cc-link.org/ko/>