

## 존 컨트롤러는 미래의 기술로 나아가기 위한 교두보 역할을 합니다

미래의 차량 설계 및 제작 방식 개선을 위한 주요 트렌드가 나타나고 있습니다. 차량의 전자 제어 유닛(ECU) 수가 늘어나면서 차량의 전력과 데이터 분배에 필요한 배선이 복잡해지고 있습니다. 액티브 세이프티 기능요구 지원을 위한 센서 증가는 시스템 I/O를 더 복잡하게 만듭니다. 인건비의 상승은 제조업체로 하여금 배선 하네스의 자동화를 더욱 추구하도록 하고 있습니다. 또한 하이브리드 및 배터리 전기 자동차로의 전동화를 위해 전력 요구 조건은 더욱 커지고 있습니다.

차량의 광범위한 부분에 걸친 이러한 딜레마를 위한 솔루션은 존 컨트롤러입니다. OEM은 전략적으로 배치된 몇 개의 존 컨트롤러를 통해 복잡성과 비용을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 미래의 차량 아키텍처를 향한 중요한 마이그레이션을 가속화할 수 있습니다.

자동차 업계는 뛰어난 안전성, 생산성 및 환경적 이점을 제시하는 기술의 발전을 통해 역사상 가장 흥미로운 시점에 들어섰습니다. 그러나 자율주행 기능을 갖춘 완전 전기 자동차는 단시간만에 주류가 되거나 저렴한 가격으로 보급되진 않을 것입니다. 자동차 제조업체는 현재와 미래의 차량을 위해 그들이 올바른 아키텍처의 기반을 만들어야 할 필요성을 인지하고 있습니다.

존 컨트롤러는 이러한 기반을 위해 필수적입니다. 존 컨트롤러는 차량의 물리적 섹션 내 다양한 센서, 주변 장치 및 액추에이터와 같은 장치에 대한 모든 전력 분배 및 데이터 연결 요구 사항에 대한 허브 역할을 하는 차량의 노드입니다. 이 역할은 단순하게 들릴 수도 있겠지만 차량의 복잡성을 통제해야 하고 몇 단계 앞으로 나아가야만 합니다.



**스마트 퓨징**

전력 분배 허브로서의 존 컨트롤러는 스마트 퓨징을 위한 자연스러운 위치가 됩니다. 스마트 퓨징에서는 릴레이의 용융 퓨즈가 반도체로 대체되는데 이 접근 방식은 여러 장점이 있습니다.

첫째, 스마트 퓨징은 차량 전체의 퓨즈를 중앙에서 관리할 수 있으므로 에너지 관리를 개선할 수 있습니다. 이는 전기자동차에서 특히 중요합니다. 배터리 전압이 부족하면 시스템은 스마트 퓨즈를 사용하여 차량 전체에서 짧은 시간 동안 선별적으로 기능을 끌 수 있게 합니다. 예를 들어 상당한 전력을 요구하지만 덜 중요한 기능에는 시트 히터 또는 윈도우 히터가 있습니다. 시스템은 급회전 중 파워 스티어링과 같이 더 중요한 기능이 최대 부하를 요구할 때 전력을 공급할 수 있도록 운전자가 감지할 수 없는 짧은 순간 동안 이러한 기능을 끄도록 결정할 수 있습니다.

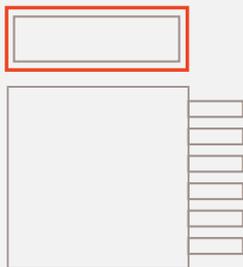
둘째, 스마트 퓨즈는 연결된 와이어가 고장에 가까워지면 이를 감지하고 해당 정보를 중앙 시스템으로 다시 전달할 수 있습니다. 이러한 종류의 예측 유지보수는 운전자가 차량 작동에 영향을 미치기 전에 잠재적인 문제를 해결하는 데 도움이 됩니다. 특히 다수의 차량을 유지 관리해야 하는 차대 운영자에게는 특히 중요합니다.

셋째, 스마트 퓨징은 케이블 연결을 줄일 수 있습니다. 과거에는 용융 퓨즈가 끊어지지 않고 피크 부하에 대한 충분한 공차를 허용하기 위해 물리적으로 필요한 것보다 최대 30% 더 큰 직경으로 와이어를 설계해야 했습니다. 반면, 스마트 퓨징에서는 와이어를 지정된 시간 동안 부하의 물리적 한계까지 지정할 수 있습니다. 이는 종종 와이어 게이지를 한 단계(예: 4mm<sup>2</sup>에서 2.5mm<sup>2</sup>) 낮추는 것을 의미하며 따라서 중량이 줄어듭니다.

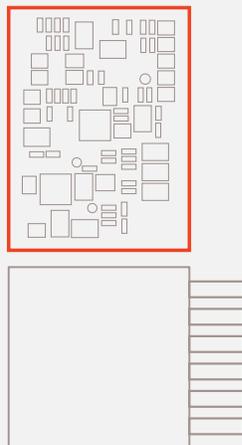
**퓨즈 박스가 필요 없는 스마트 퓨징**

스마트 퓨징은 부피가 큰 퓨즈 박스를 제거해 보다 콤팩트한 디자인을 가능하게 합니다.

반도체를 이용한 스마트 퓨징



기존의 용해 퓨즈 및 릴레이



**상향 통합**

존 컨트롤러는 여러 ECU의 논리적 집합체이기도 합니다. 차량 전반에 걸쳐 센서 및 기타 전자 구성 요소 수가 증가함에 따라 개별 ECU를 추가하는 것이 점점 더 어려워집니다. 각 ECU에는 자체 전원 및 데이터 연결이 필요하므로 케이블 연결 요구 사항이 매우 복잡해집니다. 공간을 절약하고 관리를 단순화하며 물리적 아키텍처를 간소화하기 위해 OEM은 분산 컴퓨팅 모델에서 보다 중앙 집중식 접근 방식으로 전환하고 있습니다. 존 컨트롤러는 다양한 센서, 주변 장치 및 액추에이터의 입/출력 (I/O)을 통합하고 특정 전자 제어 유닛의 기능을 상향 통합하는 논리적 위치이므로 이 마이그레이션에서 중추적인 역할을 합니다. 상향 통합에 적합한 ECU의 예로는 차체 및 보안 제어, HVAC 제어, 오디오 관리, 비 ADAS 관련 차량 센서 및 작동이 있습니다.

한 OEM을 위한 연구에서 Aptiv는 존 컨트롤러를 사용하여 9개 ECU를 통합하고 수백 개의 개별 와이어를 제거하여 차량 중량을 8.5kg 감소할 수 있음을 발견했습니다. 중량 감소는 CO<sub>2</sub> 배출량 감소와 전기 자동차 주행 거리 증가로 이어집니다.

또한 존 컨트롤러는 차량의 전기 인프라를 보다 관리하기 쉬운 세그먼트로 분할하기 때문에 배선 하네스 조립을 자동화하기가 더 쉬워집니다. 하네스 비용은 거의 절반이 인건비입니다. Aptiv는 조립 국가에 따라 인건비가 향후 5년 동안 25%에서 50% 까지 증가할 수 있을 것으로 추정합니다. 제조업체는 비용 증가를 상쇄하기 위해 자동화를 모색하겠지만

이 프로세스를 간소화하고 OEM이 기존 소프트웨어를 자유롭게 재사용할 수 있도록 Aptiv는 통합을 더 용이하고 효율적으로 만드는 동시에 필요한 경우 기능 간의 간섭으로부터 자유로도록 설계된 지속 가능한 소프트웨어 아키텍처를 개발하고 있습니다.

컴퓨팅에서 I/O 분리

오늘날의 모든 센서, 주변 장치 및 액추에이터는 도메인 컨트롤러에 직접 연결됩니다. 레이더, 카메라, 라이다, 초음파 센서는 모두 차량의 다양한 위치에서 능동형 안전 도메인 컨트롤러까지 데이터 라인을 연결합니다. 마찬가지로 시트 위치 센서, 시트 위치 조정용 모터 제어, 열선 시트용 온도 센서는 모두 시트 ECU에 연결됩니다. HVAC용 팬 속도 제어 및 구역 온도 제어용 온도 센서는 HVAC ECU에 연결됩니다. 기타 등등.

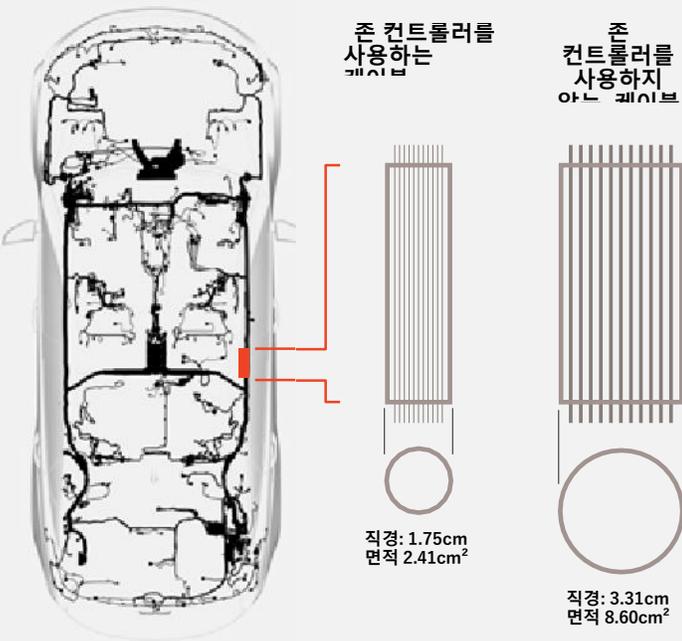
존 컨트롤러를 사용하는 아키텍처에서는 대신 각 센서 및 액추에이터가 위치에 따라 로컬 존 컨트롤러에 연결됩니다. 그런 다음 존 컨트롤러가 일부 로컬 데이터 변환을 수행하고 데이터를 집계하여 단일 고속 케이블을 통해 컴퓨팅으로 전송합니다.

이러한 방식으로 I/O는 실제로 정보 처리를 수행하는 컴퓨팅에서 분리됩니다. 존 컨트롤러는 ECU 또는 차체 제어 관련 센서 및 액추에이터로는 CAN(Controller Area Network) 또는 LIN(Local Interconnect Network) 버스를 경유하고 카메라 또는 다른 첨단 운전자 보조 시스템(ADAS) 센서로는 이더넷 또는 LVDS(저전압 차동 신호) 인터페이스를 경유하는 등 각 장치의 기본 형식을 사용하여 최종 장치와의 통신을 처리합니다. 그런 다음 이러한 신호를 고대역폭 ADAS 센서의 경우 이더넷 또는 PCI Express로, 저대역폭 차체 제어 기능의 경우 CAN-FD(CAN-flexible data-rate)로 집계하고 데이터를 적절한 도메인 컨트롤러로 보냅니다.

Aptiv의 스마트 차량 아키텍처™ 접근 방식에서 존 컨트롤러에는 점점 증가하는 자동화 수준에 대응하는 사용자 지정 가능한 모델이 포함됩니다. 프로세싱은 여러 중앙 컴퓨팅 장치에 분산됩니다. OSP(개방형 서버 플랫폼)가 ADAS 및 사용자 경험 같은 컴퓨팅 집약적 애플리케이션을 담당합니다. 파워트레인 및 새시 컨트롤러는 모터/변속기, 제동,

도어 실 감소

존 컨트롤러 접근 방식은 도어 실의 중요 영역을 통해 필요한 케이블링 요구를 줄일 수 있습니다. 한 예로 Aptiv는 케이블링 다발의 직경을 줄여 공간을 1/4로 축소할 수 있었습니다.



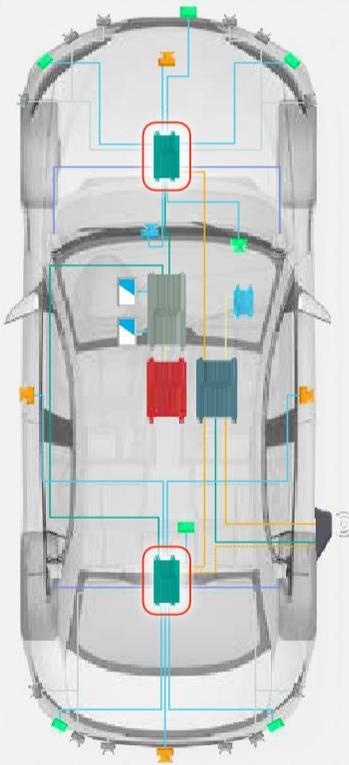
현재의 와이어 하네스 설계로는 자동화가 불가능합니다. 따라서 이를 극복하기 위한 새로운 아키텍처가 요구되어 집니다.

존 컨트롤러로 상호 통합하면 여러 기능이 존 컨트롤러 및 기타 중앙 집중식 장치에 통합되므로 오늘날의 케이블 하네스 및 수많은 개별 ECU의 물리적 복잡성이 감소하고 소프트웨어에 초점이 맞춰집니다. 이는 소프트웨어 정의 차량으로 진행되는 과정에서 당연한 다음 단계입니다.

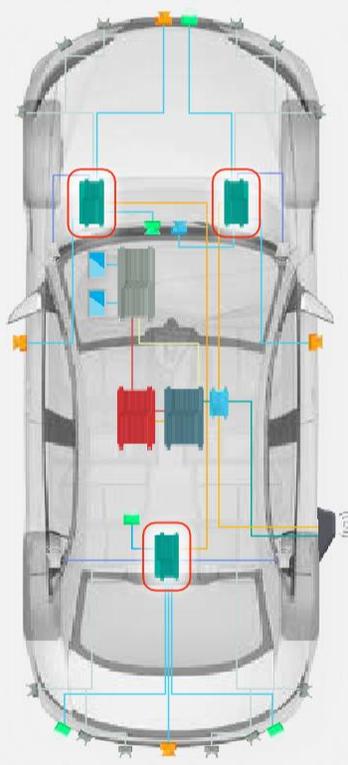
차세대 아키텍처의 핵심인 존 컨트롤러

존 컨트롤러는 전력 및 데이터 분배를 위한, 첨단 차량 아키텍처의 핵심 구성 요소입니다. 존 컨트롤러의 수는 차량의 요구 사항 및 복잡성에 따라 달라질 수 있습니다. 다음은 세 가지 샘플 구성입니다.

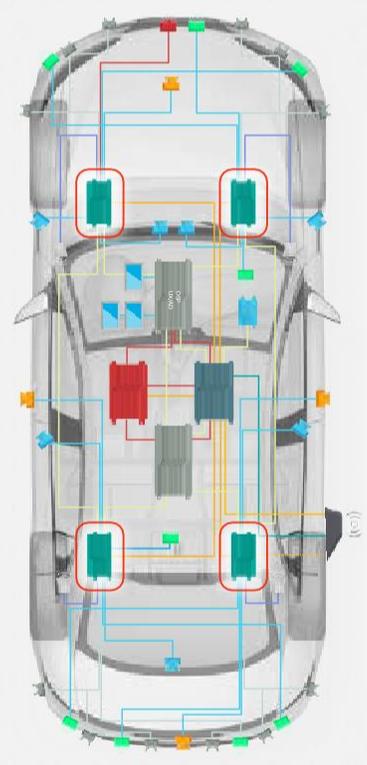
존 컨트롤러 2개



존 컨트롤러 3개



존 컨트롤러 4개



- |               |          |              |                   |
|---------------|----------|--------------|-------------------|
| 오디오           | 360° 카메라 | 라이다          | 중앙 차량 컨트롤러        |
| 디스플레이         | ADAS 카메라 | 개방형 서버 플랫폼   | 존 컨트롤러(전력 데이터 센터) |
| 외부 레이더        | 초음파      | 추진 및 섀시 컨트롤러 | 커넥티드 차량 서버        |
| 운전자 상태 감지 카메라 |          |              |                   |

스티어링, 서스펜션을 포함한 차량 다이내믹을 담당합니다. 그리고 중앙 차량 컨트롤러(CVC)는 차체 제어 및 전체 네트워크 관리를 담당합니다. OEM에 따라 이러한 소프트웨어 정의 기능을 추가할 위치 및 방법은 약간씩 다르게 접근할 수 있지만 이 접근 방식을 실현하는 데 필요한 기본 원칙과 기술 구성 요소는 동일합니다.

또한 CVC는 모든 존 컨트롤러의 본체 및 전력 제어 마스터이며 외부 세계와의 통신을 처리합니다. 무선(OTA) 업데이트를 수신하고 필요에 따라 차량 시스템에 배포합니다. 존 컨트롤러에 대한 직접 연결이 있으므로 업데이트를 존 컨트롤러로 전송할 수 있으며, 그러면 존 컨트롤러가 연결된 다른 장치를 업데이트할 수 있습니다.

통신은 발전합니다. 차체 제어는 CVC를 중심으로 스타형 토폴로지를 형성하는 CAN-FD 네트워크를 통해 처리할 수 있습니다. 스타형 토폴로지는 네트워크가 관리 가능한 존으로 구성될 때 효율적인 접근 방식이며 선택적 웨이크업을 지원할 수 있습니다. ADAS 센서 통신은 Ethernet TSN 표준 또는 Automotive PCI Express를 기반으로 한 별도의 네트워크를 통해 처리되며 이 네트워크는 별도의 스타형 토폴로지 네트워크를 통해 CVC에 연결됩니다. 자율 주행 레벨 3 이상에서 중복성이 필요한 경우 ADAS 센서 네트워크는 중앙 컴퓨팅 노드, CVC, 존 컨트롤러 등의 주요 노드가 포함되는 링을 두 개 형성합니다. 링형 토폴로지는 대체하는 스타형 토폴로지보다 비용이 약간 더 들지만 복제 필요 없이 신뢰할 수 있는 페일 오퍼레이션 성능을 제공합니다. 그러므로 레벨 3 이상 자동화를 지원하는 데는 대체 접근 방식보다 훨씬 비용 효율적입니다.

### 48V로 전환

또한 존 컨트롤러는 48V 전기 아키텍처로의 마이그레이션을 단순화합니다. 이러한 아키텍처는 풀 하이브리드 시스템 대비 30%의 비용으로 70%의 이점을 실현하고 연비를 15~20% 개선할 수 있는 소위 '마일드 하이브리드' 차량을 지원합니다. 여전히 60V 미만에서 작동하기 때문에 고전압 시스템과 순수 전기 자동차에 요구되는 고가의 구성 요소 및 배선이 필요하지 않습니다.

이러한 48V 시스템은 차량 설계자에게 여러 이점을 제공하기 때문에 대중화되고 있습니다. 예를 들어, 48V 시스템은 마일드 하이브리드의 자동 시작/정지 기능의 부드러움을 향상시킬 수 있습니다. 차량이 정지하면 자동으로 엔진이 꺼지고 운전자가 브레이크에서 발을 떼면 다시 시동됩니다. 마찬가지로 이 시스템에서 OEM은 통합 E-터보를 통해 성능 향상을 제공할 수 있습니다.

48V 시스템에서는 차량이 에어컨 컴프레서, 엔진 팬, 파워 스티어링과 같은 주요 전기 구성 요소에 내연 기관보다 효율적으로 전력을 공급할 수 있습니다. 동일한 전력을 훨씬 낮은 전류로 공급하므로 에너지 손실을 줄입니다. 전류가 낮을수록 도체 내부 저항으로 인해 손실되는 전력이 감소합니다.

48V로 전환하면 콜드 크랭킹 중 전압 강하 문제도 해결됩니다. 주변 온도가 너무 낮은 상태에서 차량을 시동하면 12V 전원이 3V 또는 4V 낮은 수준까지 변동할 수 있습니다. 전자 구성 요소에 5V가 필요한 경우 이러한 변동으로 인해 구성 요소가 재설정될 수 있습니다. 과거에는 차량 아키텍처가 이러한 조건에서 전압을 유지하기 위해 백-부스트 전원을 사용해야 했습니다. 이와 달리, 48V를 사용하는 시스템은 해당 구성 요소가 재설정될 정도로 낮은 수준까지 변동하지 않으므로 백-부스트를 제거할 수 있습니다.

### 단계별로 전환

문제는 차량에 사용할 수 있는 대부분의 전기 구성 요소가 여전히 종래의 12V 표준에 따라 설계되어 있다는 것입니다. 일부 차량 설계자는 차량에 각각 자체 배터리가 있는 두 개의 개별 시스템을 사용하는 방법을 선택합니다. 한 시스템은 기존 구성 요소를 위해 12V에서 작동하고 다른 시스템은 최신 연결을 위해 48V에서 작동합니다.

존 컨트롤러는 이 아키텍처를 단순화하고 간소화합니다. 존 컨트롤러 아키텍처를 사용하면 차량에는 48V를 제공하고 해당 전력을 존 컨트롤러에 분배하는 단 하나의 배터리 소스가 있습니다. 존 컨트롤러는 준비된 구성 요소에 대해서는 48V를 공급하고 그렇지 않은 구성 요소에 대해서는 전력을 12V로 낮출 수 있도록 구성되어 있습니다.

예를 들어 도어 컨트롤러의 모든 모터 및 기타 전기 구성 요소를 한 번에 12V에서 48V로 마이그레이션할 경우 비용이 많이 들 수 있습니다. 대신, OEM은 가장 많은 전력을 필요로 하는 윈도우 리프터만 48V로 마이그레이션하고 다른 모든 구성 요소는 12V 이하로 유지할 수 있습니다. 존 컨트롤러가 필요에 따라 변환을 처리합니다.

미래의 차량 기술로 마이그레이션하기 위한 이런 점진적인 접근 방식은 존 컨트롤러를 매우 매력적으로 만듭니다. OEM은 즉각적으로 비용 절감 및 경량화를 실현하면서 기능이 풍부하고 고도로 자동화된 차량의 미래를 가능하게 하는 스마트 차량 아키텍처™에 필요한 토대를 마련할 수 있습니다.

**저자 정보****Martin Bornemann**

은 모빌리티 아키텍처 그룹에서 시스템 담당 이사입니다.

Martin Bornemann은 CTO 사무실에서 Aptiv의 스마트 차량 아키텍처(SVA)의 하드웨어 및 시스템 측면을 책임지고 있습니다. 그는 Aptiv에서 20년 이상 근무하면서 혁신 관리, 프로젝트 관리 및 하드웨어 개발 분야에서 여러 직책을 역임했습니다. Aptiv에 합류하기 전에 그는 Ericsson에서 통신 장비를 설계했고 Bosch에서 무선 LAN 연구를 수행한 바 있습니다.

에서 자세히 알아보십시오

