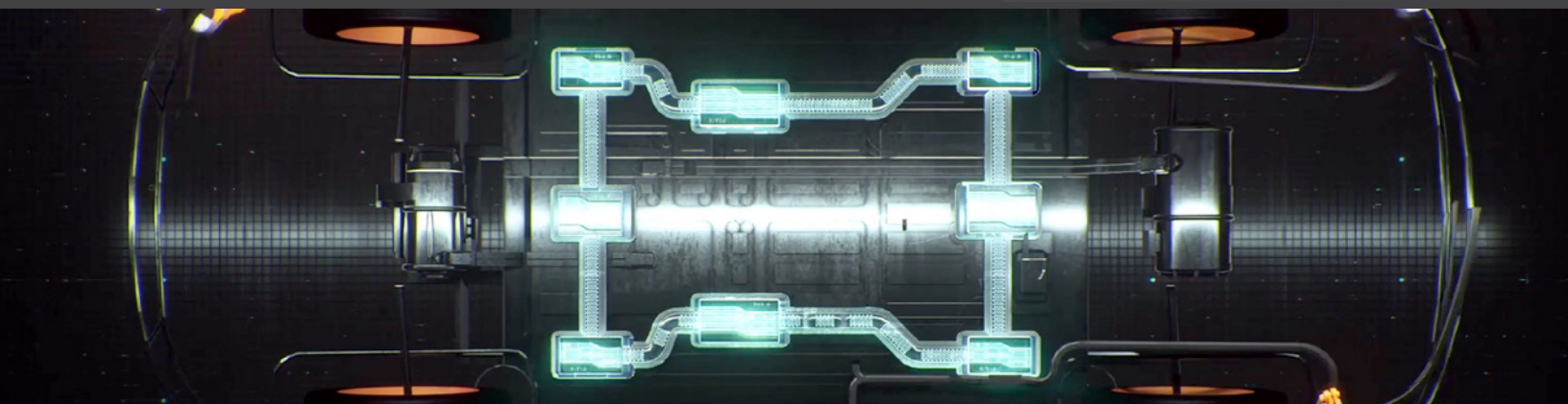




明日の技術への架け橋となるゾーン コントローラー

複数の重要なトレンドが重なり、車両の設計と製造の方法は変化を迫られています。車両に搭載される電子制御ユニット (ECU) の数が増え、電力やデータの分配に必要な配線が複雑になってきました。アクティブ セーフティ機能を実現するセンサー技術の急成長により、I/O の複雑さが増大しています。人件費の高騰により、ワイヤー ハーネスの組み立てのさらなる自動化を模索しています。また電力要件は、ハイブリッド自動車や完全バッテリー電気自動車に向けて、より大容量の電力を供給できるように進化しています。

さまざまな車種において、このようなジレンマを解決する重要な要素がゾーン コントローラーです。OEM は、戦略的に配置されたいくつかのゾーン コントローラーを用いることで、複雑性とコストを軽減できるだけでなく、先進的な車両アーキテクチャーの実現に向けた重要な移行を加速できます。

自動車業界は、技術進歩により、比類ない安全性、生産性、環境面でのメリットと共に、その歴史上最も刺激的な時代を迎えています。しかし、自動運転機能を備えた EV が、一夜にして主流となることも、手頃な価格になることもありません。自動車メーカーは、現在と将来の車両のため、適切なアーキテクチャー基盤を構築する必要があることを認識しています。

ゾーン コントローラーは、その基盤に不可欠なものです。ゾーン コントローラーとは車両内部に配置されたノードであり、車両の物理部分内の機器 (センサー、周辺機器、作動装置) のすべての配電とデータ接続の要件に対応するハブとして働きます。単純な役割のようですが、ゾーン コントローラーは現在の車両の複雑さを制御し、未来に向けて前進するために欠かせないものです。

スマート ヒューズ

配電ハブであるゾーンコントローラーは、スマートヒューズにとって「自然な場所」になっています。スマートヒューズによって、リレー内の従来の溶断ヒューズが半導体に置き換えられます。このアプローチには、いくつかの利点があります。

第一に、スマートヒューズでは車両全体のヒューズを一元管理できるため、エネルギー管理が改善されます。これは特に電気自動車では重要です。バッテリーの残量が少なくなると、システムはスマートヒューズを使用することで、車両全体の機能を適切に短時間オフにすることができます。たとえば、重要性が低いものの大量の電力を必要とする機能には、シートヒーターやデフロスターなどがあります。急カーブでのパワーステアリングなどの重要性の高い機能がピーク負荷を必要としている場合、システムは電力を解放するために、重要性の低い機能を、ドライバーに感知できないほどの短い間隔でオフにするという決定を下すことができます。

第二に、スマートヒューズは、接続されているワイヤーの故障が近づいていることを検出し、その情報を中央システムに返すことができます。この種の予測保守により、ドライバーは潜在的な問題が車両の動作に影響を与える前に対処できます。これは特に、多数の車両の保守を担当するフリートオペレーターにとって重要です。

第三に、スマートヒューズではケーブルを節約できます。これまでは、溶断ヒューズにダメージを与えることなくピーク負荷に十分に耐えられるようにするため、ワイヤーを物理的に必要な直径よりも 30% 大きく設計する必要がありました。これに対して、スマートヒューズでは、ワイヤーは特定の期間にわたる負荷の物理的境界に制限することができます。これは多くの場合、ワイヤーゲージを 1 つ減らせることを意味します。たとえば 4mm² が 2.5mm² になるということで、同様に重量も減少します。

上流方向への統合

ゾーンコントローラーは、複数の ECU にとっての論理的な集中ポイントでもあります。車両全体でセンサーやその他の電子コンポーネントの数が増加しているため、個々の ECU を追加することは大変な作業になってきています。それぞれの ECU に独自の電力とデータ接続が必要で、ケーブル要件が非常に複雑になります。スペースの節約、管理の簡素化、物理的構造の合理化を目指して、OEM は分散型コンピューティングモデルから一元型アプローチへと移行しています。ゾーンコントローラーはこの移行で重要な役割を担います。さまざまなセンサー、周辺機器、作動装置からの入出力 (I/O) を統合し、特定の電子制御の機能を上流方向に統合する論理的な場所になるためです。上流方向への統合に直結する ECU の例としては、ボディおよびセキュリティコントロール、HVAC 制御、オーディオ管理、ADAS に関係しない車両センサーと作動などがあります。

Aptiv は、ある OEM の調査で、ゾーンコントローラーを使用すると 9 個の ECU を統合して数百本のワイヤーを排除でき、その結果、車両の重量が 8.5kg 減少することを知りました。重量が減少すれば、その分だけ CO₂ 排出量が削減され、電気自動車の航続距離が伸びます。

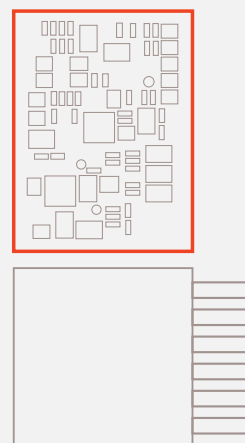
スマート ヒューズでボックスが不要に

スマートヒューズにより、かさばるヒューズボックスが不要になるため、よりコンパクトな設計が可能になります。

半導体を使用
したスマートヒューズ



従来の溶断ヒューズ
とリレー

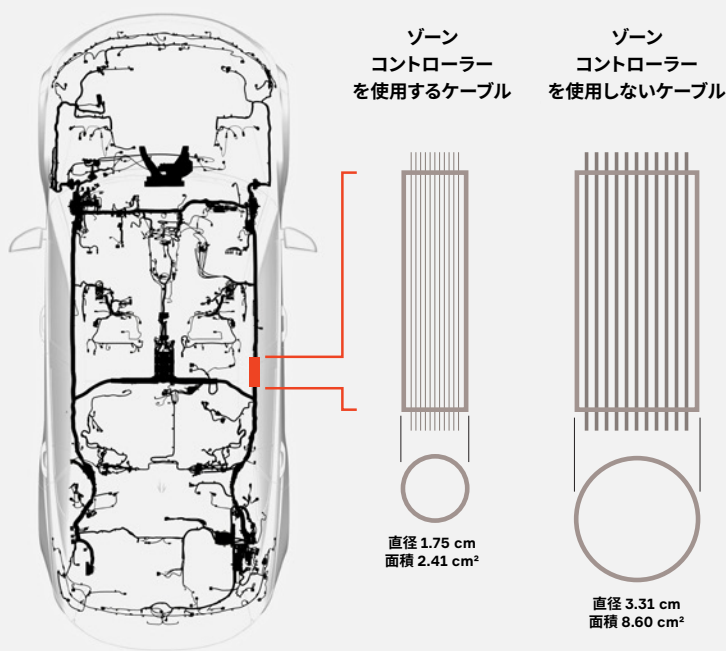


さらに、ゾーンコントローラーによって車両の電気インフラストラクチャがより管理しやすいゾーンに分割されるため、ワイヤーハーネスの組み立ての自動化が容易になります。ハーネスのコストの約半分が人件費です。Aptiv では、組み立てが行われる国によって差があるものの、人件費は今後 5 年間で 25 ~ 50% 増加する可能性があるという見込みがあります。メーカーは増大する

これは、ソフトウェア デファインド ピークルに向かう次のステップとしては自然なことです。このプロセスを簡素化し、OEM が既存のソフトウェアを自由に再利用できるようにするために、Aptiv は、統合が簡単かつ効率的になると同時に、必要に応じて機能間の干渉を回避するような持続可能なソフトウェア アーキテクチャーの開発に取り組んでいます。

ドア枠での削減

ゾーンコントローラー アプローチでは、ドア枠の重要な領域にケーブルを配線する必要性が減少します。一例を挙げると、Aptiv ではケーブル アセンブリの直径を小さくすることができ、その結果スペースが 4 分の 1 に減少しました。



コストを相殺するために自動化に向かうことになりませんが、その自動化は現在のワイヤーハーネス設計では不可能です。新しいアーキテクチャーが必要です。

上流のゾーンコントローラーに統合することで、複数の機能がゾーンコントローラーとその他の一元型機器に統合されるため、現在のケーブルハーネスや、個別の ECU が多数存在するという物理的な複雑さが軽減され、ソフトウェアに重点が置かれるようになります。

コンピューティングからの I/O の分離

現在、すべてのセンサー、周辺機器、作動装置は、ドメインコントローラーに直接つながっています。レーダー、カメラ、ライダー、超音波センサーのデータ回線はすべて、車両のさまざまな場所からアクティブ セーフティドメインコントローラーにつながっていて、同様に、シート位置センサー、シート位置調整のためのモーター制御、ヒーター付きシートの温度センサーはすべて、シートの ECU につながっています。HVAC のファン速度制御と、ゾーンの空調制御の温度センサーは、HVAC の ECU につながっていて、というように続いていきます。

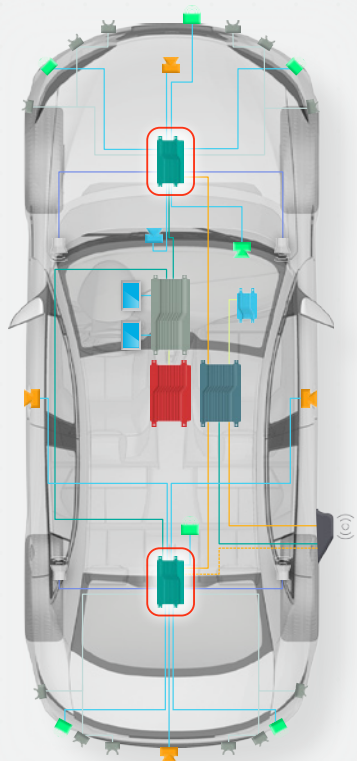
ゾーンコントローラーを使用するアーキテクチャーでは、各センサーと作動装置が、その場所に基づいてローカルのゾーンコントローラーに接続します。その後、ゾーンコントローラーが一部のローカル データ変換を実行し、データを集約して、コンピューティングにつながる 1 本の高速ケーブルに送信します。

このように、I/O は、実際に情報の処理を行うコンピューティングから抽象化されます。ゾーンコントローラーは、ECU またはボディコントロール関連のセンサーと作動装置に対しては CAN (Controller Area Network) または LIN (Local Interconnect Network) バスを介して、カメラやその他の ADAS (先進運転支援システム) センサーに対してはイーサネットまたは LVDS (Low Voltage Differential Signaling) インターフェースを介して、各デバイスの好ましい形式を用いてエンドデバイスと通信を行います。次にこれらの信号を、高帯域幅の ADAS センサーについてはイーサネットまたは PCI Express に、低帯域幅のボディコントロール機能については CAN-FD (CAN Flexible Data Rate) に集約し、そのデータを適切なドメインコントローラーに送信します。

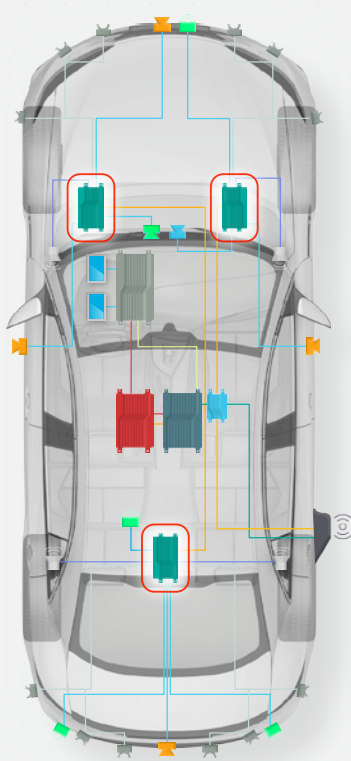
次世代アーキテクチャーの鍵となるゾーン コントローラー

ゾーン コントローラーは、電力とデータの分配を行う先進的な車両アーキテクチャーの鍵となるコンポーネントです。ゾーン コントローラーの数は、車両の要件と複雑さによって異なります。以下に3つの構成例を示します。

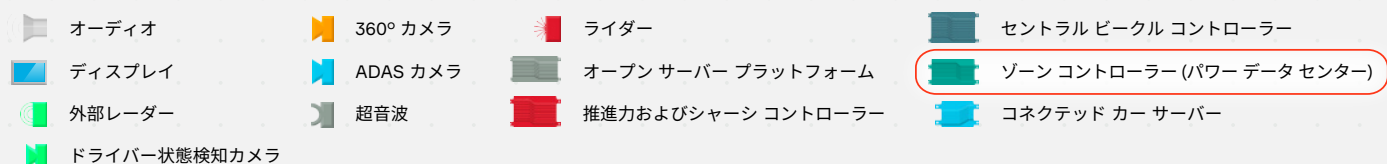
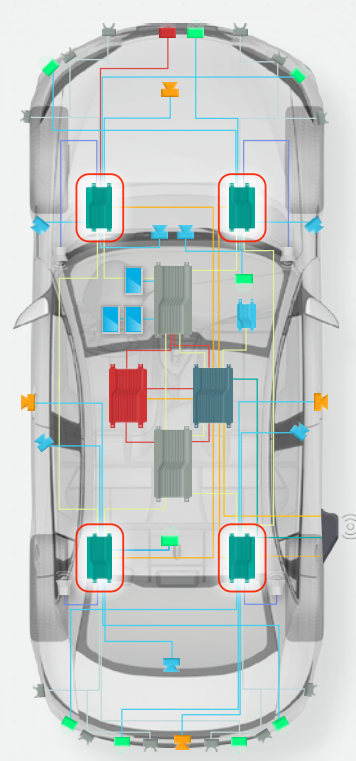
ゾーンコントローラー2個



ゾーンコントローラー 3 個



ゾーンコントローラー4個



Aptiv のスマートビークル アーキテクチャー™ アプローチでは、ゾーンコントローラーには、徐々に高度になる自動化に対応するカスタマイズ可能なモデルが含まれています。処理は、複数の中央コンピューティングデバイスに分散されます。オープンサーバー プラットフォームは、ADAS やユーザー エクスペリエンスなどのコンピューティングを多用するアプリケーションを担います。パワートレインおよびシャーシコントローラーは、モーター/トランスミッション、ブレーキ、ステアリング、サスペンションなどの車両の運動性能を担い、セントラルビークルコントローラー (CVC) は、ボディコントロールや全体的なネットワーク管理を担います。これらのソフトウェア定義機能を追加する場所や方法について、OEM ごとに多少異なるアプローチを選択する場合はあるものの、このアプローチの実現に必要な基本原則とテクノロジーの構成要素は同じです。

CVC は、すべてのゾーンコントローラーに対する、ボディと電力のコントロール マスターでもあり、外部の世界との通信を処理します。無線 (OTA) アップデートを受信して、必要に応じて車両のシステムに分配します。また、CVC はゾーンコントローラーと独自に直接つながっているため、ゾーンコントローラーにアップデートを送信でき、ゾーンコントローラーは次に、接続されている他のユニットを更新できます。

最終的には、通信が進化していきます。ボディコントロールは、CVC を中心としたスター型トポロジーの CAN-FD ネットワークを介して処理できます。スター型トポロジーは、ネットワークが管理可能なゾーンに編成されている場合に効率的なアプローチで、選択的ウェークアップに対応しています。ADAS センサーの通信は、イーサネットの Time-Sensitive Networking 規格または Automotive PCI Express に基づく別のネットワークを介して処理され、別のスター型トポロジー ネットワークを介して CVC に接続されます。自律レベルが 3 以上で冗長性が必要な場合、ADAS センサーのネットワークは 2 つのリングを形成し、中央コンピューティング ノード、CVC、ゾーンコントローラーなどの主要なノードをリングに配置します。リング型トポロジーはスター型トポロジーよりも多少コストが高くなるものの、複製を必要とせずフェイルオペレーショナルなパフォーマンスを確実に実現します。その結果、他のアプローチと比べてはるかに高いにコスト効率で、レベル 3 以上の自動化をサポートできます。

48V への移行

ゾーンコントローラーには、48V 電気アーキテクチャーへの移行を簡素化するというもう 1 つの用途があります。このアーキテクチャーは、フルハイブリッドシステムの 70% のメリットを 30% のコストで実現し、燃費を 15 ~ 20% 向上できる、いわゆる「マイルドハイブリッド」車に対応します。マイルドハイブリッド車は 60V よりはるかに低い電圧で動作するため、高電圧システムや完全な電気自動車に必要な高価なコンポーネントやワイヤーは必要ありません。

これらの 48V システムは車両設計者に多くのメリットをもたらすため、人気が高まっています。たとえば、48V システムでは、マイルドハイブリッドのオートスタート/ストップ機能の滑らかさが向上します。この機能により、車両が停止すると自動的にエンジンが停止し、ドライバーがブレーキから足を離すとエンジンが再始動します。同様に、OEM は統合された電動ターボによりパフォーマンスを向上させることができます。

48V システムでは、内燃機関と比べて、エアコン コンプレッサー、エンジン ファン、パワー ステアリングなどの主要な電気コンポーネントに効率的に電力を供給できます。同じ電力を供給するものの、電流ははるかに低いため、エネルギー損失が削減されます。また、電流が低いほど、導体に固有の抵抗によって失われる電力が少なくなります。

48V に移行することで、コールド クランキング中の電圧降下の問題も解決します。外気温が低すぎるときに車両を始動させると、12V 電源は 3V または 4V まで変動する可能性があります。電子コンポーネントが 5V を必要とする場合、この変動によりコンポーネントがリセットされる可能性があります。従来の車両アーキテクチャーでは、こうした状況には電圧を維持するためにバックブースト電源を利用する必要がありました。これに対して、48V を使用するシステムは、こうしたコンポーネントがリセットされるほど低いレベルにまで変動することはないため、バックブーストは不要になります。

段階的な実現

問題は、車両で利用可能なほとんどの電気コンポーネントが、従来の 12V 規格向けに設計されていることです。車両設計者によっては、独自のバッテリーを備えた 2 つの別個のシステム (従来のコンポーネント用に 12V で動作するものと、新しい接続用に 48V で動作するもの) を車両に搭載するという手段を取っています。

ゾーンコントローラーによって、アーキテクチャーは簡素化・合理化されます。ゾーンコントローラーアーキテクチャーでは、車両には 1 つのバッテリー電源しかなく、48V を供給し、その電力をゾーンコントローラーに分配します。ゾーンコントローラーは、対応する電気コンポーネントには 48V を供給するように設定されています。また同時に、48V に対応しないコンポーネント用に電力を 12V に下げることができます。

たとえば、ドアコントローラーのすべてのモーターやその他の電気コンポーネントを一度に 12V から 48V に移行するには、コストがかかると考えられます。そのため OEM は、一度に移行するのではなく、最も電力を必要とするウィンドウリフターのみを 48V に移行して、他のコンポーネントはすべて 12V 以下のままにしておくことができます。ゾーンコントローラーは必要に応じて変換を処理します。

将来の車両テクノロジーに段階的に移行するこのアプローチが、ゾーンコントローラーを非常に魅力的なものにしています。OEM は、コスト削減と軽量化をすぐに実現できますが、スマートビークルアーキテクチャー™に必要な基礎を作ることで、機能豊富で高度に自動化された車両の未来が実現することを理解しています。

著者について



モビリティ アーキテクチャー グループ担当システム ディレクター
マーチン・ボーネマン

マーチン・ボーネマンは、CTO オフィスでスマート ビークル アーキテクチャー (SVA) のハードウェア面とシステム面を担当しています。Aptiv に 20 年以上勤務しており、イノベーション管理、プロジェクト管理、ハードウェア開発の役職を歴任しています。Aptiv に入社する前は、Ericsson で通信機器の設計、Bosch で無線 LAN の研究を行っていました。

詳細については、[APTIV.COM/SVA](https://aptiv.com/sva) をご覧ください →