

AUTOSAR への体系的な移行

- Audi 社はショックアブソーバ制御のために AUTOSAR 準拠のソフトウェアを開発
- 効率的なツールチェーンを設定
- AUTOSAR 準拠のソフトウェアのモデル化と生成に TargetLink を使用

テクノロジーや機能、そしてとりわけバリエーションの種類は増加の一途をたどっています。AUTOSAR 規格は、このようにますます高まる複雑性に対処するための新たなソリューションを提供します。さらに、この規格のおかげで、ソフトウェアコンポーネントを容易に再利用できるようになります。Audi 社は、AUTOSAR コンセプトに準拠するショックアブソーバ制御を実装しました。このプロジェクトは、ツールチェーンのセットアップに関して重要な洞察を与えてくれました。セットアップにおいては、AUTOSAR 準拠の ECU ソフトウェアをモデル化して生成するために、dSPACE の量産コード生成ツールである TargetLink を使用しました。

複雑性という課題

ECU 開発の複雑性に対処するには、いくつかの方法があります。その中でも有望なのが、適切なソフトウェアアーキテクチャと標準化されたハードウェアプラットフォームに基づくアプローチです。ここでの AUTOSAR 規格の役割は、ソフトウェアアーキテクチャを設計するうえで、メーカーに依存しない出発点となることです。AUTOSAR ソフトウェアコンポーネント (SWC) は容易に再利用できるため、OEM メーカーが設計に専念することによって、ソフトウェアの品質が向上します。

容易な再利用

すべての機能ロジックは AUTOSAR 準拠のソフトウェアコンポーネントに格納されているため、センサーデータ用のプロセスアルゴリズムといったアイテムを、別のプロジェクトにおいてプロセッサ固有のさまざまな要件を参照しながら、コードを調整せずに再利用することが可能です。すなわち、自動車メーカーはコストだけではなく、新しいプロジェクトを立ち上げるための時間も節約できるのです。

体系的な抽象化

システムアーキテクチャを体系的に抽象化することは、プロジェクトの後期になるまで、アプリケーションソフトウェアを ECU 上へどのように実装するかを明確に決定しなくてもよいことを意味します。すなわち、論理的なソフトウェアアーキテクチャを、ハードウェアアーキテクチャとは無関係にきわめて早い段階で設計できるのです。個々の機能を ECU から ECU へ任意に移動できるため、開発者は機能の分散や統合を必要に応じて自由に行えます。たとえば、集中的な内部テストあるいは調査段階が終わってから、分散や統合を実施することもできます。

ショックアブソーバ制御のケーススタディ

AUTOSAR コンセプトの使用に関する経験を積むために、開発プロジェクトの一環としてそのコンセプトをプロトタイプフォームに実装しました。目標は、既存のショックアブソーバ制御システム全体を



TargetLink によって AUTOSAR 準拠のソフトウェアコンポーネントに変換し、量産試作車上でプロトタイプ開発プラットフォームとしてテストすることでした。制御システムは、4 個のボディ加速度センサ、4 個の距離

センサ、4個の連続制御ショックアブソーバで構成されています。中央 ECU は、センサからの信号を評価してショックアブソーバ制御を計算します。このとき、ステアリング角、ヨーレート、ブレーキ信号、横方向加速度、車速、エンジントルクなど、さらに多数のピークルダイナミクス変数を考慮に入れます。ECU は、これらの変数を車両の CAN バスから受け取ります。ECU は、FlexRay バスを介してアクティブショックアブソーバと通信します。

プロトタイプ開発環境

現在使用されているツールチェーンは、AUTOSAR Release 2.0 に基づいています。ファイルフォーマットが標準化さ

- TargetLink : AUTOSAR SWC のためのモデルベース開発と量産コードの自動生成
- Elektrobit の EB tresos[®] : AUTOSAR 準拠のベリックソフトウェア (OS など) のコンフィグレーションと RTE 生成
- FlexRay スタック用のコンフィグレーションツール
- 量産試作 ECU プロトタイプ

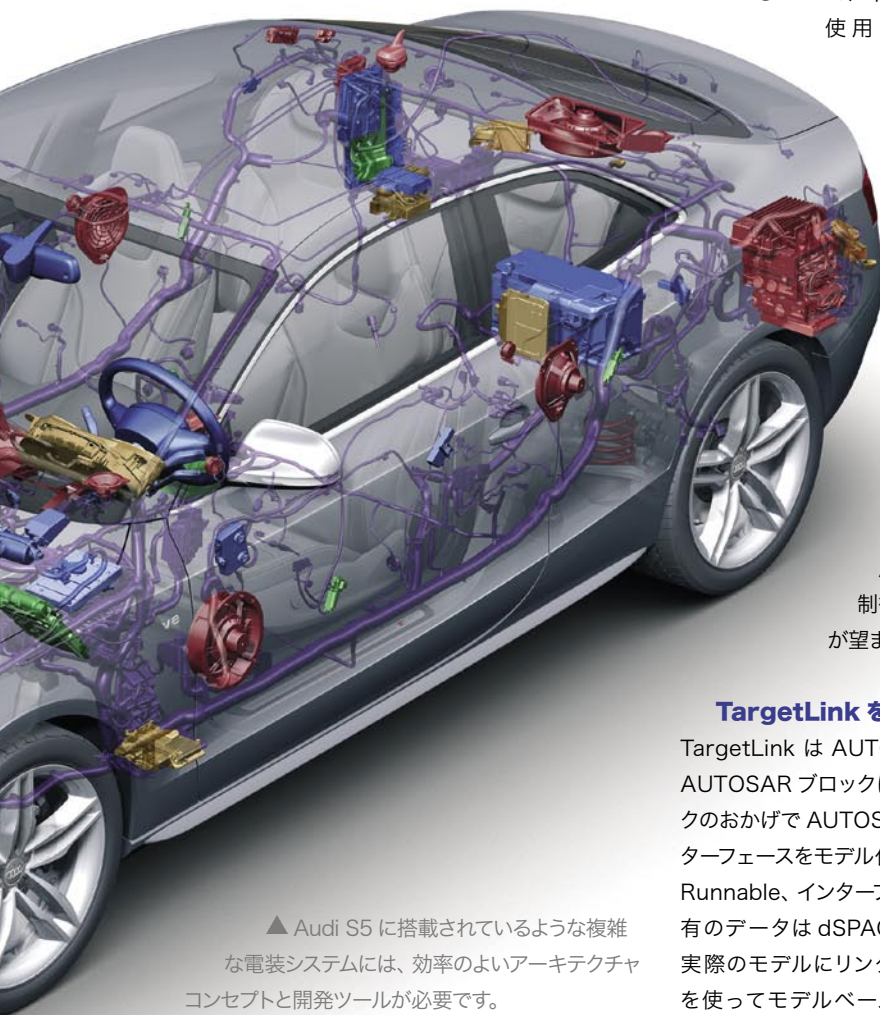
SWC のモデルベース開発

制御ロジック開発者の視点から見ると、AUTOSAR ツールチェーンの中でもっとも重要なツールはモデリングツールです。開発者はこのツールを使用することで、十分にテストされたプロセスを使用してアイデアを簡単に実装し、モデル化することができます。

バージョン 2.2 では、dSPACE の量産コード生成ツールである TargetLink が、AUTOSAR ソフトウェアコンポーネントおよび標準的なモデルベース開発をサポートし、対応するターゲットコードを自動的に生成します。通信とハードウェア接続が抽象化されているため、制御ロジック開発者は実際のアプリケーション開発に完全に専念することができます。開発当初から量産化を考慮に入れるためには、設計技術者が制御ロジック開発者をサポートすることが望まれます。

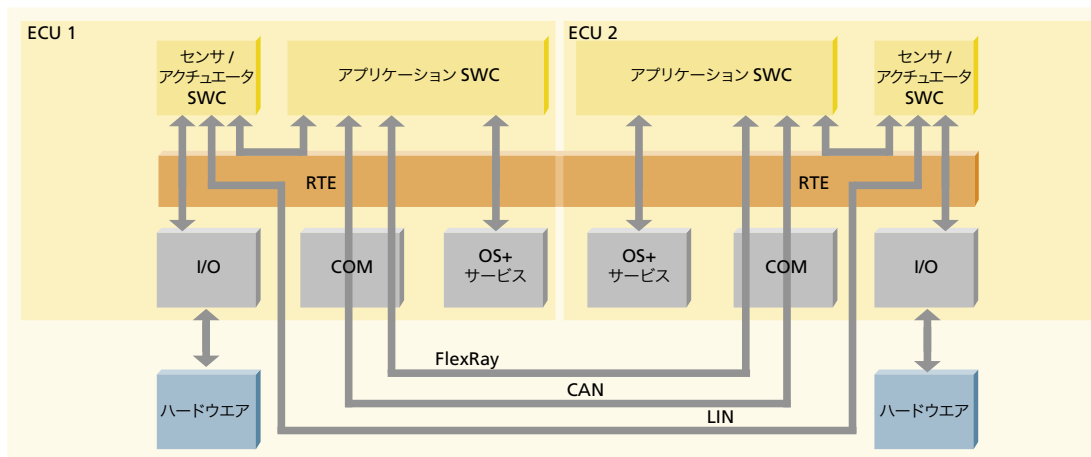
TargetLink を使ったワークフロー

TargetLink は AUTOSAR 準拠のモデリングを AUTOSAR ブロックによってサポートします。このブロックのおかげで AUTOSAR Runnable を定義し、通信インターフェースをモデル化することが容易になります。SWC、Runnable、インターフェースなどのための AUTOSAR 特有のデータは dSPACE Data Dictionary に格納され、実際のモデルにリンクされます。すなわち、TargetLink を使ってモデルベース設計のために作成したワークフロー全体を、AUTOSAR ソフトウェアの開発にも適用できるのです。設計が終了した AUTOSAR 機能モデルは、TargetLink を使ってモデル (MIL) およびソフトウェア (SIL) レベルでシミュレートし、テストすることができます。



▲ Audi S5 に搭載されているような複雑な電装システムには、効率のよいアーキテクチャコンセプトと開発ツールが必要です。

れているため、専用ツールを作成することができます。これらのツールのおかげで、ECU 内部の時間動作といったシステム全体のさまざまな側面を容易に分析できます。使用したツールは以下のとおりです。



▲ 基本的な AUTOSAR 構造。いくつかの SWC が 2 個の ECU に分配されています。SWC は RTE のおかげで、使用されている特定の入出力ハードウェアとバスに関係なく通信を行えます。

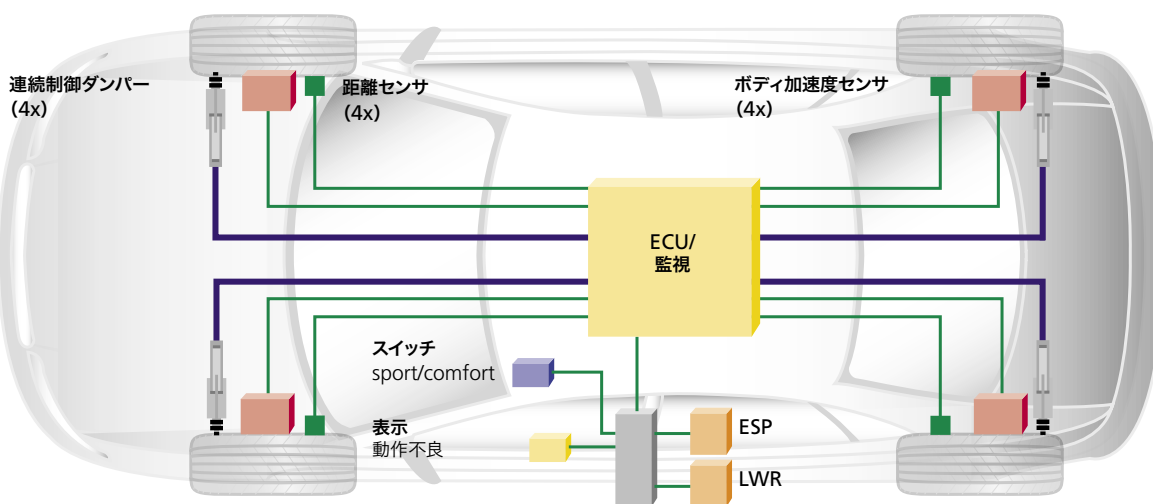
TargetLink は、AUTOSAR 準拠のコードを生成することに加えて、AUTOSAR ソフトウェアコンポーネントの記述ファイルを自動的に生成します。

ショックアブソーバ制御は、複数の Runnable で構成されるいくつかの AUTOSAR ソフトウェアコンポーネントに分割されます。この特定のケースでは、Runnable 間の通信が集中的に使用されました。ところが現時点では、AUTOSAR 規格はこの通信に関してスカラ変数しかサポートしていません。そこで、Audi 社専用に TargetLink を拡張したことにより、制御ロジック開発者がベクトル信号を使用して作業できるようになりました。ベクトル変数は、TargetLink によってスカラ変数の

コードパターンに変換されます。このおかげでモデル化のプロセスが簡素化され、しかも AUTOSAR への準拠も確実に行われます。

AUTOSAR ソフトウェアの実装

SWC を ECU に実装するときに、AUTOSAR のオペレーティングシステムを設定し、ランタイム環境 (RTE) を EB tresos によって生成しました。RTE を生成するために、TargetLink によって生成したソフトウェアコンポーネントの記述を EB tresos にインポートし、その記述に含まれる情報に基づいて RTE を生成しました。最後のステップでは、ベーシックソフトウェアである FlexRay ドライ



▲ ショックアブソーバ制御システムは、ボディ加速度センサ、距離センサ、アクティブダンパ、および AUTOSAR ソフトウェアが実装されている中央 ECU で構成されます。

- CAN バス
- ステアリング角
 - ヨーレート
 - プレーキ信号
 - 横方向の加速度
 - 車速
 - エンジントルク

バーを設定しました。プロトタイプハードウェアの設定には、優れた性能と代表的な自動車周辺機器への幅広い接続性を持つという理由から、Infineon の TriCore マイクロコントローラファミリが使用されました。これらのいわゆる「エンジニアリングデバイス」マイクロコントローラの派生機器は、必要なテストと計測作業のために強力なデータインターフェースを提供してくれます。

制御ロジックが問題なく量産試作 ECU に実装されたかどうかは、テストドライブおよびシミュレータ上でのテストによって検証されました。いずれのテストにおいても、TargetLink によって生成された AUTOSAR 準拠のコードが、サイズとランタイム動作に関する量産要件を満たしていることが明確に示されました。

ツールチェーンのノウハウ

今回得られた経験は AUTOSAR ツールチェーンの設定に生かされており、制御ロジック開発者はこれを使用して、新車の機能を量産直前に効率よく開発することができます。

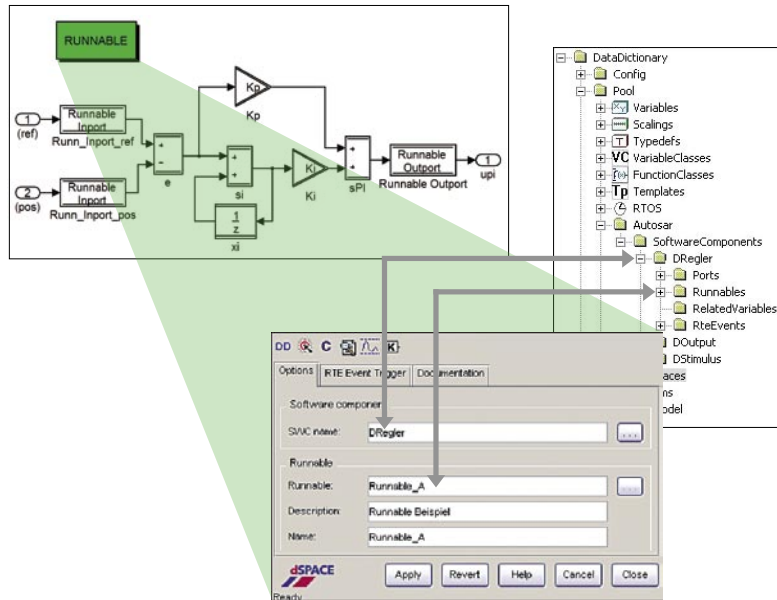
「dSPACE ツールによる AUTOSAR 規格へのサポートと、dSPACE との緊密な協力のおかげで、わたしたちは AUTOSAR の導入に成功しました」

Dr. Karsten Schmidt, AUDI AG

モデルベース開発とコードの自動生成のためのツールである TargetLink は、個別に明確に定義されたソフトウェアコンポーネントの設計に使用されます。システム全体を設計するときには、当然ながら、ソフトウェアシステムの体系的な設計を支援するためのアーキテクチャツールである SystemDesk を選択します。さらに今後は、単体の ECU、およびシステム全体における時間的な関係をモデル化して分析することが重要になります。

AUTOSAR 思想の魅力

ここまで述べた利点が示すように、AUTOSAR 思想は、制御ロジック開発の効率性を高めるために多数のオプションを提供します。量産試作フレームワークを開発プロセスの早い段階から使用できるため、自動車メーカーとサプライヤが連携するうえで予想される問題を最小限にとどめます。



▲ TargetLink を使用することにより、AUTOSAR の仕様を dSPACE Data Dictionary に格納して、モデルへ直接リンクすることができます。

異なるツール同士の相互作用は、AUTOSAR 思想の実装を成功させるための重要な要素です。dSPACE はそのための優れた基礎を、TargetLink および SystemDesk という形で、定義されたファイルフォーマットとオープンなインターフェースとともに提供します。

Dr. Karsten Schmidt
Frank Gesele
AUDI AG
ドイツ



Dr. Karsten Schmidt は、Audi 社のシャシー部門の中で AUTOSAR ツールチェーンの今後の開発を任されています。



Frank Gesele 氏は、Audi 社のシャシーエレクトロニクス部門におけるパーチャルダイナミクスとプロプライエタリソフトウェア開発のチームリーダーです。