

Gentle Belts

AUTOSAR に準拠した
シートベルト作動システム
(Autoliv 社)

車両の衝突時には、シートベルトの着用者に過度の負荷をかけることなく迅速にシートベルトを作動させる必要があります。その解決策として、衝突の最初の一瞬にベルトを締め付けるプリテンション機構を使用する方法が挙げられます。Autoliv 社のアクティブシートベルトは、動作が穏やかなプリ・プリテンションを使用してベルトの衝撃を最適に抑えることで、さらなる前進を遂げました。この制御システムでは、AUTOSAR 準拠のソフトウェアが使用されています。



シートベルトによるプリクラッシュシステム

自動車部品サプライヤの Autoliv 社は、バリ近郊のセルジーを拠点にして、自動車メーカー 2 社向けに量産用の電動シートベルト/プリ・プリテンションシステムを開発しています。このメカトロニクスシステムは、シートベルト/リトラクタ、ECU およびモーターで構成されています (図 1)。

急ブレーキあるいは車両のオーバーステアやアンダーステアなど、衝突の可能性のある緊急事態が事前に検出されると、直ちにシートベルトのたるみを電気モーターで巻き取り、衝突前にベルト着用者の動きが拘束されます。これにより、実際に衝突が起きても、自動車の乗員はそれぞれ各自のシートの適切な位置に固定されているので、火薬式のシートベルトとエアバッグから成るパッシブセーフティシステム全体によって、最適な保護を実現することができます。衝突を回避した場合は、シートベルトは張力を緩めてもとの状態に戻ります。この装置は、衝突発生時の傷害を軽減するだけでなく、ドライバーが安全運転の限界に近づいたときも警告としてシートベルトを締め付け、アクティブ式の衝突防止装置としての役割も果たします。

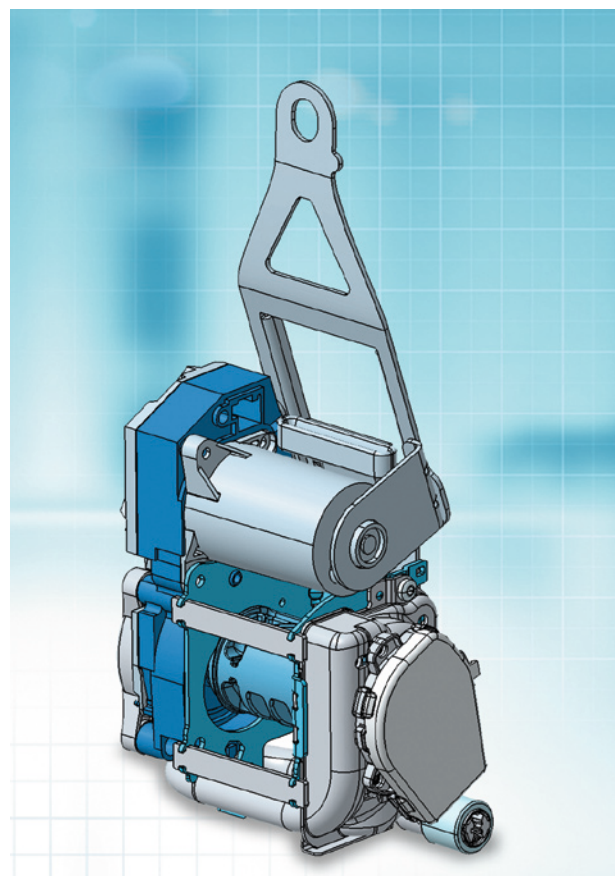
さらに、プリ・プリテンションの使い勝手のよい機能のおかげでシートベルトの着脱が簡単にでき、また、さまざまな運転状況に合わせて動的にベルトの張力を調整することもできます。

ECU は、車両の CAN バスを介して他の ECU から受信した環境に関するデータやピークルダイナミクスに関するデータを処理し、ベルトの張力を調整するモーターに制御出力を送信します。ECU のハードウェアプラットフォームは、32 ビットのマイクロコントローラです。

自動車メーカー固有のプロセス

開発中の ECU の要件は、機能的なものとシステム固有のものに分類できます。アプリケーションに対する機能的要件 (この場合は、ベルト張力制御ロジック) は、Autoliv 社によって実装されます。この要件は、テキスト形式の仕様書、モデル、初期ソフトウェアコンポーネントデスクリプションの ECU エクストラクト (ECU 関連部分) など、さまざまな形式で記述されず (囲み欄「AUTOSAR のワークフロー」

図 1 : Autoliv 社のシートベルト/プリ・プリテンションは、事故が発生する前にベルト着用者をより適切な位置に保持します。



AUTOSAR の ワークフロー

AUTOSAR (Automotive Open System Architecture の略称) は、自動車メーカー、ECU サプライヤ、およびツールプロバイダが、車載ソフトウェアの機能と品質に関する増大する要件を満たすと同時に開発時間の短縮を図るために策定した規格です。標準的な AUTOSAR のワークフローは、自動車メーカーがシステムパラメータを定義することから始まります。システムパラメータは、ネットワークポロジや ECU 通信 (メッセージ、シグナル)、およびネットワーク内のさまざまな ECU に対するアプリケーションソフトウェアの配分で構成されます。作成されたシステムデスクリプションは、AUTOSAR システムデスクリプションファイルとして、または特定の ECU に関連するデータのみを含む「システムデスクリプションからの ECU エクストラクト」として、ECU メーカーが利用することができます。自動車メーカーは、ソフトウェアアーキテクチャを前もってさまざまな粒度で指定できます。その後、サプライヤはそれに対して単体のソフトウェアコンポーネントを開発します。その結果、既存のソフトウェアコンポーネントを再利用したり、新しい機能を開発することによって、必要な動作を組み込んだインプリメンテーションが個々のソフトウェアコンポーネントに対して生成されます。新規開発の場合は、モデルベースのプロセスを使用できます。ソフトウェアコンポーネントのデスクリプションは、MATLAB®/Simulink® モデルを開発するための枠組みを提供します。この枠組みに基づいて、AUTOSAR 準拠の量産コードが生成されます。サプライヤは、請け負った AUTOSAR システムデスクリプションに従って AUTOSAR ベーシックソフトウェアモジュールを設定し、またこれらのモジュールに対するコードを生成します。このコードとアプリケーションに対するコードが組み合わせられて、ECU ソフトウェア全体が構成されます (図 2)。

を参照)。車両に設置された他の ECU とのスムーズな連携を図るために、自動車メーカーは、車載バスシステム (この場合は、CAN) を介した ECU 通信など、システム固有の要件を提供します。またこの要件は、Autoliv 社の製品の供給先である自動車メーカーに応じて、AUTOSAR システムデスクリプションから得られた ECU エクストラクトで提供されたり、通信マトリクスの形を取ったりする場合があります (この場合は、CAN 通信を記述する DBC ファイル)。

SystemDesk と TargetLink を使用した ECU アプリケーションのモデリング

アプリケーションソフトウェアのモデルベース開発と AUTOSAR ベーシックソフトウェアの正しい設定、およびターゲットプラットフォーム上ですべてのソフトウェアの統合は、AUTOSAR 開発プロセスにおける最も重要なステップです。プリ・プリテンションの制御システムを開発するには、dSPACE のアーキテクチャソフトウェア SystemDesk® とコード生成ツール TargetLink®、および Elektrobit (EB) 社の設定エディタ EB tresos® Studio の各ツールを組み合わせ、これらの作業を行います。

ECU の AUTOSAR ソフトウェアを開発するために、Autoliv 社では図 3 に示す設計フローを導入しました。ソフトウェア設計者は SystemDesk で作業を行い、詳細なソフトウェアアーキテクチャを作成す

るための出発点として、ECU エクストラクトから各種の要件をインポートします。また、AUTOSAR サービスのデスクリプションは、追加のビルディングブロックとしても読み込まれます。Autoliv 社では、このソフトウェアアーキテクチャに対して利用可能なあらゆる設計オプションを活用することで、異なるプロジェクト間での再利用性を高めています。このようにして、個々のソフトウェアコンポーネントのデスクリプションは、AUTOSAR 形式で機能開発者に渡されます。

機能開発者は、AUTOSAR デスクリプションを TargetLink にインポートし、あらかじめ定義された入出力を持つフレームモデルを生成することができます。その後、既存のサブモデルを再利用したり、ゼロからモデリングすることで、このフレームモデルの中身を埋めて行きます。テストと検証には、十分に確立された手法である MIL (Model-in-the-loop) および SIL (Software-in-the-Loop) シミュレーション (SIL) が使用されます。その後、AUTOSAR に準拠した量産コードが TargetLink によって自動的に生成されます。機能開発プロセス全体は、Autoliv 社の複数の異なる拠点間で配分されます。

EB tresos Studio を使用した AUTOSAR ベーシックソフトウェアの設定

Autoliv 社のソフトウェアインテグレータは、アプリケーションソフトウェア開発と

図 2 : AUTOSAR ソフトウェアアーキテクチャの階層構造



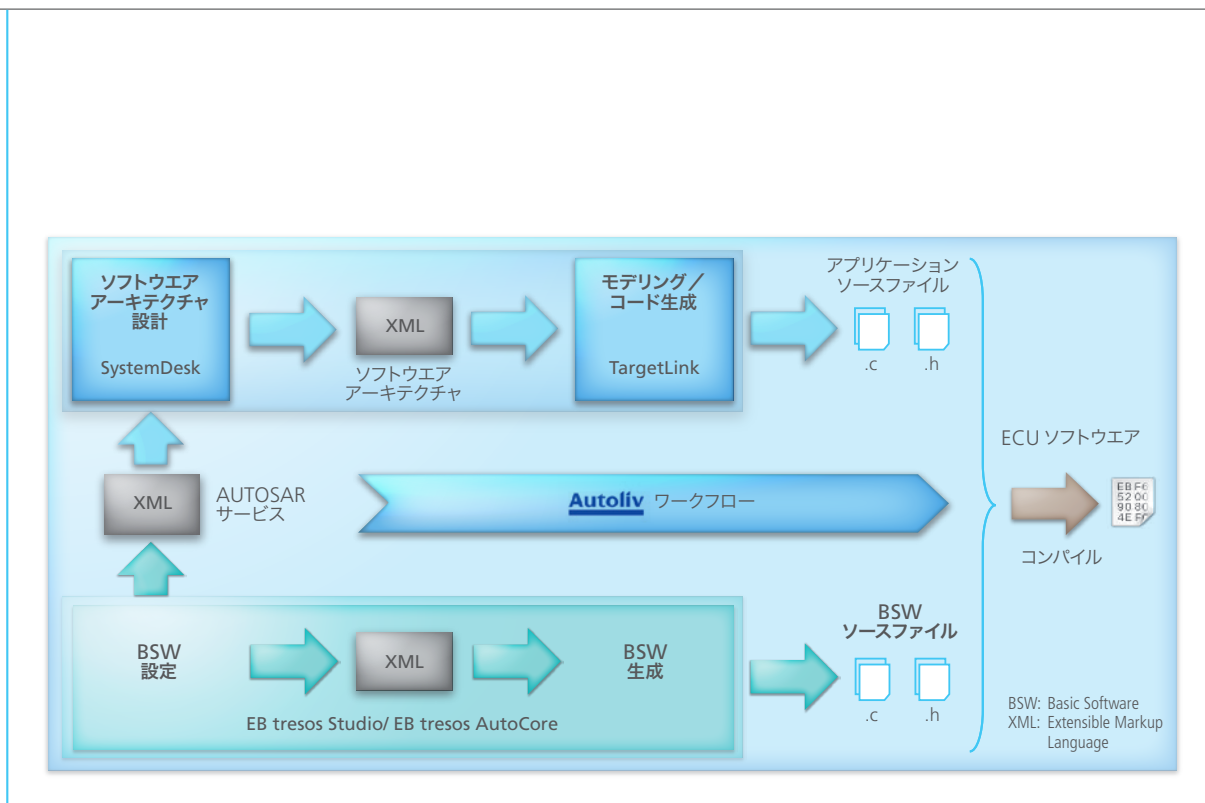


図 3 : Autoliv 社で使用されている AUTOSAR 設計フロー

並行して作業を開始します。開発者は、EB tresos Studio を使用して、ECU のベーシックソフトウェアの設定および生成を行います。このベーシックソフトウェアは自動車メーカーごとにさまざまな使い方を指定されますが、その際の基準として、EB tresos AutoCore が使用されています。これには、AUTOSAR ランタイム環境 (RTE) やハードウェア固有のマイクロコントローラ抽象化レイヤ (MCAL) などの AUTOSAR モジュールが含まれます。さまざまな自動車メーカー

固有のモジュールを EB tresos AutoCore のモジュールに追加して統合することにより、自動車メーカー固有のベーシックソフトウェア全体が作成されます。ここで AUTOSAR の重要な利点の 1 つが発揮されます。つまり Autoliv 社では、さまざま

なベーシックソフトウェアのインプリメンテーションが組み込まれた ECU に、シートベルト/プリ・プリテンションアプリケーションを統合することができます。ソフトウェアコンポーネントは、AUTOSAR 規格 (この場合は、AUTOSAR リリース 3.0 と

「SystemDesk を使用することにより、各プロジェクト間におけるソフトウェアの再利用性が大幅に向上しました」

Claude Redon 氏, Autoliv 社



団結の力

AUTOSAR コンソーシアムの標準化活動の背景にある基本理念は「規格は共同で策定し、実装で競い合う」ということです。2006 年以降構築された協力体制もまた、dSPACE と EB 社の推進力になっています。両社とも AUTOSAR コンソーシアム設立当初からのプレミアムメンバーです。この 2 社共同の取り組みの焦点は、各種のソフトウェアツールおよびそれらを AUTOSAR の設計方法論に従って確実に連携させることに当てられています。dSPACE は、同社の定評あるソフトウェアアーキテクチャおよびシミュレーションツール (SystemDesk) と量産実績のあるコード生成ツール (TargetLink) で貢献しています。一方、Elektrobit 社は、同社の製品である EB tresos AutoCore と EB tresos Studio を使用して量産用の AUTOSAR ベーシックソフトウェアを提供しています。これらが互いに連携し合って、AUTOSAR の設計手法をカバーする十分に調整された完全なツールチェーンを形成しています。その範囲は、ソフトウェアアーキテクチャのデスクリプションからモデルベースのアプリケーション開発、そしてターゲットプラットフォーム上における電子制御ユニット (ECU) のベーシックソフトウェアの設定と生成にまで及び、図 1 に示すように AUTOSAR 標準ソフトウェアアーキテクチャのすべての階層をカバーしています。この ECU 開発における非常に実践的なソリューションが、自動車メーカーおよびその主要サプライヤに対して一様に利益をもたらしています。



「初期段階のソフトウェア検証は、TargetLink を使用してバックトゥバックテストを実行することによって実現されました」

Claude Redon 氏、Autoliv 社

3.1 の両方) と共に各種のインターフェース仕様にも準拠させる必要があります。これにより、AUTOSAR ランタイムインターフェース (RTE) を介して問題なく接続できるようになります。

アーキテクチャから量産コードへ

AUTOSAR ベーシックソフトウェアの設定は、SystemDesk からエクスポートされたソフトウェアアーキテクチャ、および ECU エクストラクトまたは DBC ファイルを EB tresos Studio に読み込むことによって行われます。このプロセスにより、RTE および通信モジュールが事前設定されます。RTE コンフィギュレーションを完了させるには、まず個々のソフトウェアコンポーネントのポートのデータエレメントをバス通信のシグナルにマッピングし (データとシグナルのマッピング)、ランナブルをオペレーティングシステムのタスクに割り当て (ランナブルとタスクのマッピング)、サービスポートをソフトウェアコンポーネント上の適切なポートに接続します (サービスポートのマッピング)。

次にインテグレータは、EB tresos Studio でスクリプト自動化機能を一部使用しながら、ベーシックソフトウェアの各モジュールのパラメータを設定します。その後、EB tresos Studio でコードが生成され、AUTOSAR ベーシックソフトウェア用のソースコード全体が作成されます。これが、TargetLink によって生成されたアプリケーションコンポーネントのソースコードと共にビルド環境に渡されます。最終的な成果物は実行可能なバイナリコードであり、このバイナリコードが ECU プログラムとして使用されます。図 4 には、結果として得られるソフトウェアレイヤが図示されており、どの段階でどのツールを使用するかが示されています。

協力によるメリット

この要求の厳しい自動車産業規格に対する dSPACE および EB 社による初期段階からの継続的な取り組みは、両社が提供

するツールに反映されています。これらのツールを完全に統合することにより、両社の中核となるそれぞれの専門領域 (アプリケーションソフトウェアのモデルベース開発および ECU 用のソフトウェアランタイムプラットフォームの作成) を効果的に結び付けることができます。AUTOSAR 規格を適用するのに必要な仕様の各部分を、これらのツールにマッピングすることで、開発者の作業が簡単になります。再利用可能なソフトウェアを確実に開発するための AUTOSAR の利点が、そのソフトウェアを効率的に開発するために使用されるモデルベースの手法に結び付けられています。これらのツールはソフトウェアの仕様と生成をサポートしています。また、生成ツールと自動化手順を提供しており、シームレスな整合性の確保と検証に役立っています。標準化された AUTOSAR デスクリプションを体系的に使用することで、複数のツールをスムーズに連携させることができます。

規格に各種仕様間のギャップがまだ存在する場合は、不整合を解消するためにツールメーカー同士の話し合いが行われます。技術的な問題が発生しそうな場合は、前もって防止するために、実用的なソリューションを探し出してテストを行います。

Autoliv 社では、AUTOSAR に基づいた導入プロジェクトのプロセスコンサルティングを実施することにより、dSPACE および EB tresos 製品の補強を図りました。dSPACE と EB 社では、ツールを効果的に使用できるようにするために、エキスパートによるオンサイトサポートを提供しています。

プロジェクトの経験

Autoliv 社は、これらのプロジェクトにおいて AUTOSAR 規格に全面的に対応しています。AUTOSAR 導入時の初期投資は、ソフトウェア開発における大幅な改善によって既に償却されています。開発時の大きなメリットとして、明確なソフトウェアのモジュール化とアプリケーションソフトウ

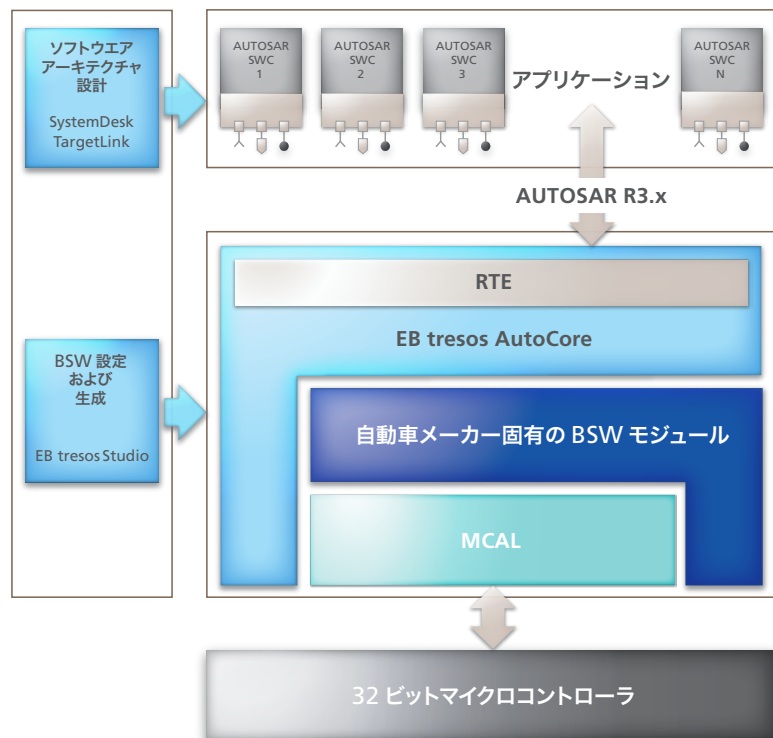


図 4：最終的な ECU ソフトウェアの構造

エアの再利用性の向上の 2 つが挙げられます。標準化された AUTOSAR の交換フォーマットを体系的に使用することで、プロセスの個々の段階すべてに対して最適なサポートが実現されます。AUTOSAR の手法は、モデルベースの機能開発と量産コードの自動生成を組み合わせる場合

に最高のパフォーマンスを発揮します。これらのプロジェクトで集積された経験と達成された成果は、dSPACE と EB 社のツールが、こうしたまさにツール支援型の開発における完全な成功例であることを示しています。新しいバージョンの AUTOSAR 規格および進行中のプロジェクトの要件

に基づき、更なる開発を続けることによって、製品が常に最新に保たれ、実績のあるツールの連携が保証されます。■

Peter Kirsch, Elektrobit
Claude Redon, Autoliv
Joachim Stroop, dSPACE



左から：

Claude Redon 氏

同氏は、フランスのセルジーにある Autoliv 社でプリ・プリテンション製品シリーズを担当しているソフトウェア設計者です。

Joachim Stroop

ドイツのバーダーボルンにある dSPACE GmbH で SystemDesk ツールを担当している主幹プロダクトマネージャです。

Peter Kirsch 氏

同氏は、ドイツのエルランゲンにある Elektrobit Automotive GmbH で EB tresos Studio ツールを担当しているプロダクトマネージャです。

まとめ

最適な安全を実現するために、シートベルト/プリ・プリテンションは、事故が発生する前にベルト着用者をより適切な位置に保持します。また、ドライバーが安全運転の限界に近づいたときに警告を発することで、アクティブ式の衝突防止装置としての役割も果たします。Autoliv 社の最新式のプリ・プリテンションの制御システムは、AUTOSAR 規格に準拠して開発されました。アプリケーション層を開発する際の設計フローは、dSPACE のアーキテクチャソフトウェア SystemDesk とコード生成ツール TargetLink に基づいて構築されます。ベーシックソフトウェアの設定は、Elektrobit 社の EB tresos Studio を使用して行われます。Autoliv 社が開発時の経験から得られたメリットとして、容易なソフトウェアのモジュール化とアプリケーションソフトウェアの再利用性の向上の 2 つが挙げられます。