

Ford 社では、AUTOSAR へ移行する担当者を教育することができ、さらにはソフトウェア業界（特に自動車分野で）の共通した課題であるソフトウェアの納品スケジュールの短縮にも対応できる手法を探していました。その背景には、かつてないほど速いペースで多くのソフトウェアが提供される現在の状況が今後も続くことは明白だという認識がありました。家電業界の製品とは異なり、容易には廃棄できず、極限の環境でも動作することが求められる車両を生産する自動車産業は特異な業界と言えます。ところが、消費者は家電製品と同様のユーザ体験を求めます。自動車産業は、どうすれば厳しい検証要件に対応しつつ、家電製品のような生産ベースを保つことができるのでしょうか。この問題は開発環境に AUTOSAR 規格を単に実装するだけでは解決できません。なぜなら、AUTOSAR ユーザの多くは依然としてコードのテストを開発サイクルのあまりにも遅い段階で行っているからです。人員を追加しても、それらの人員が適切な手法を理解していなければ開発ペースの短縮は期待できません。課題は、新たな人員が効率的に手法を習得できる教育方法を見つけることでした。Ford 社は、dSPACE VEOS® によるシミュレーション環境を活用することで、ハードウェアを入手する前の段階でも開発者がより早期にソフトウェアをテストできる試験環境を AUTOSAR 開発に導入しました。

シミュレーションによる作業の迅速化

仮想 ECU を用いたシミュレーションを行うと、これらの目標をさまざまな方法で達成することができます。まず、費用がかかり、リソースに限りのある HIL (Hardware-in-the-Loop) テストを行う前に、機能開発者の PC 上で多くの問題を特定したり除外したりすることができます。この手法では HIL システムを使用しないため、HIL リソースの実用性と投資効率が最大化されます。HIL リソースは、HIL 以外のタスクのために中断されることがなくなり、本来の目的である HIL テストの実行に集中できます。dSPACE の仮想シミュレーションツールでは、機能開発者は適合および計測ツールである ControlDesk® Next Generation を使用しますが、これは HIL チームや適合担当者が使用するものと同じです。したがって、エクスペリメントやレイアウト、設定の開発は機能開発者によ



で最初に行われることになるため、HIL エンジニアはテストの準備をより早期に行えるようになります。モデルベースの設計プロセスでは SIL (Software-in-the-Loop) シミュレーションが行われますが、つまりこれは、未入手の ECU 機能を Simulink の「ソフト ECU」で近似値として模擬する

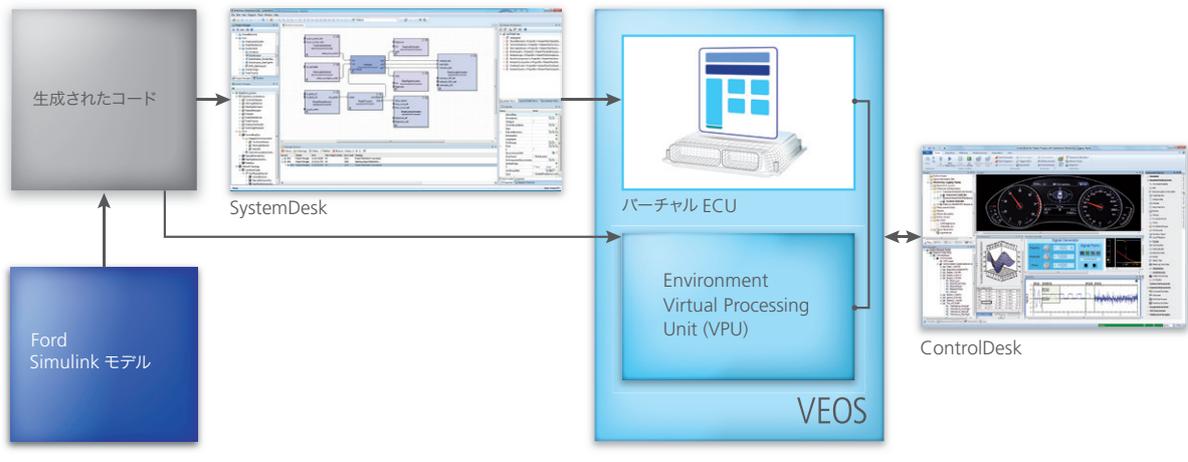
ことを意味しています。ただし、このような使用方法では誤差が大きくなりがちです。初期の検証段階からリアルタイムオペレーティングシステムおよびその他の下位コンポーネントのソフトウェアをアプリケーション層に統合するのがより良い方法です。さらに、すべての ECU が含まれたシ

>>



出典：© Ford

Ford 社では、初めての利用者でも短期間で容易に習熟でき、開発プロセスの迅速化というお客様の要望にも対応できるツールチェーンを必要としていました。dSPACE 仮想検証ツールチェーンを使用することで、これらは両方とも実現されました。



VEOS はボトムアップワークフローを使用して、SystemDesk で生成された AUTOSAR コードをシミュレートします。シミュレーションソフトウェアは、広く使用されている業界標準の適合および計測ツールである ControlDesk で統合されます。

シミュレーションは、必然的に仮想 ECU のブレッドボードとなるため、最良の試験環境と言えます。よって、ハードウェアが入手できないことを理由に、ネットワークを含めたシステムレベルのテストを断念すべきではありません。

トップダウン/ボトムアップ

Ford 社の AUTOSAR ワークフロー設計プロセスでは既に数多くのモデルが存在するため、実際にはワークフローを SystemDesk[®] のようなオーサリングツールではなく Simulink のようなビヘイビアモデリングツールから始める場合が多くあります。ただし、新たなアーキテクチャの開発が必要な場合もあり、その場合は SystemDesk[®] を使用するところからワークフローを開始します。常に SystemDesk のオーサリングツールからスタートできれば良いかもしれませんが、Simulink で構築したモデルからワークフローを開始した方が多くの利点があることを Ford 社は理解しています。なぜなら、SystemDesk では、Simulink からインポートされたモデルの設定を自動的に行えるため、手動で設定する場合と比べて時間を大幅に節約できるからです。Simulink モデルのインポート作業は、モデルの構造、データタイ

プ、インターフェースを設定するなど、ソフトウェアの構造を決めるための作業が多いため、これらの情報を Simulink モデルから容易に取得できれば大幅な期間短縮につながります。

柔軟性の高いツールチェーン

多くのソフトウェアツールメーカーと同様に、dSPACE ではツールをさまざまなサブコンポーネントに分割することで、幅広い顧客部門で使用できるようにしており、ユーザは職責に応じて必要なツールを組み合わせることができます。量産開発環境では、各担当者は自身の職責に応じて必要な dSPACE ツールのみ利用すれば十分です。たとえば、チームメンバーの中で SystemDesk を必要とするのがシステム設計者のみである場合、1 人当たりの平均コストを削減することができます。

割り当てが容易

SystemDesk にソフトウェアコンポーネント (SWC) をインポートすると、ソフトウェアコンポーネントの相互接続を表示するコンポジションダイアグラムが直ちに構築されます。SystemDesk では、コンポジションダイアグラムをネットワークを含むシステムに容易にマッピングすることができま

す。システムディスクリプションは AUTOSAR ソフトウェアコンポーネントの ECU ネットワーク上での結合方法を規定します。すべてのソフトウェアコンポーネントを個別の ECU にマッピングすることも、1 つの ECU にマッピングすることも可能です。また、新たな ECU がシステムに追加された場合も、システム設計者は必要な SWC を新たな ECU にマッピングすることができます。再割り当てによって発生する影響については、SystemDesk が自動的に対処します。

自動的に適切なレベルのベーシックソフトウェアを作成

ユーザ、特に AUTOSAR の初心者、SystemDesk の自動化機能を使用することでワークフローを大幅に単純化できるという利点があります。設定と生成の自動化を実行すると、RTE および I/O 向けのベーシックソフトウェア (BSW) コードが作成されます。たとえば、SystemDesk の [New ECU Configuration] ダイアログでは、あらかじめ定義された設定を選択することができます。[Default Single ECU Configuration] を選択すると、SystemDesk によって、シミュレーションに応じて BSW の必要なサブセットが自動

「Ford 社は、VEOS により数か月で社員の研修やソフトウェアの検証を完了できるという成果を達成しました。」

Kurt Osborne 氏、Ford 社

的に生成されます。SystemDesk はアプリケーション層に基づいてカスタム ECU コンフィギュレーションを生成するため、この機能は非常に有効です。Ford 社にとって、SystemDesk によって提供される仮想 ECU アブストラクションレベルや自動設定はとても役立ちました。SystemDesk では、すべてのランナブルを自動的にオペレーティングシステムのタスクにマッピングすることも可能です。これらの機能を活用すれば、初めての利用者でもタスクを単純化することができ、さらには業界標準のスケジューラを利用することで、Simulink モデル内でスケジューラを開発する必要もありません。設定と生成の自動化の手順では、仮想プロセッサユニット (VPU) ポートも作成されるため、仮想 ECU を VPU に接続することも可能です。環境 VPU からポートにアクセスする場合は、I/O Hardware Abstraction Module および Data Access Point Module を ECU コンフィギュレーションに手で追加します。「環境 VPU」は、プラントモデルの名称になります。[Auto Configure and Generate] ボタンを使用すると、SystemDesk 上でシミュレーション用の ECU コードを生成できます。コードが生成されると、VEOS プラットフォームでシミュレーションを行うためのシミュレーションシステムが構築されます。

VEOS を使用した仮想 ECU のシミュレーション

シミュレーション実行環境もユーザ操作が最小化されています。VEOS (Virtual ECU Offline Simulation) は 2012 年から提供されていますが、あまり目立たない存在かもしれません。しかし、Simulink で記述されたモデルがあれば、VEOS で AUTOSAR ベースの C で記述されたアプリケーションを SIL シミュレーションすることができます。VEOS では機能の向上が図られ、AUTOSAR スタックの残りの部分 (つまり BSW および RTE) を使用して、完全に統合されたアプリケーション層をシミュレートできるようになっています。Ford 社は、統合ソリューションを実現する VEOS を使用することで、開発サイクルの早期の段階で問題を検出できるようにしています。VEOS では、シミュレーションや Universal Calibration Protocol (XCP)、バス通信に対してシミュレーシ

ョンログファイルが作成され、コントローラエリアネットワーク (CAN) バスの読み込み時にはフィードバックが行われます。CAN バスの追跡情報は、読み込み動作の特定のためにユーザが解析したり、別のツールにエクスポートしたりできます。このプロジェクトのフィードバックに基づき、今後のソフトウェアリリースでは ControlDesk の Bus Navigator が統合される予定です。

さらなる自動化の実現

Ford 社がプロジェクトで得た成果は、自動化されたモデルベースのワークフローを使用することで初めての AUTOSAR 利用者をサポートできるようになったことでした。MathWorks 社は、シュトゥットガルトにおける MAC 2015 のプレゼンテーションで AUTOSAR ワークフローの自動化の重要性を示しました。この AUTOSAR に関するプレゼンテーションでは、9 つの推奨事項が強調されました。その 1 つは「さらなる自動化の実現」です。Ford 社では、ワークフローを利用ツールごとに 2 つに分割し、それぞれを自動化しています。Simulink 部分は MATLAB の M スクリプトを使用して自動化され、dSPACE ツールのワークフローは Python スクリプトにより自動化されています。

次のステップ

Ford 社は dSPACE と協力して優秀な開発チームを立ち上げ、仮想 ECU によるシミュレーション環境を確立することで、AUTOSAR の迅速な導入とソフトウェア

仮想検証を行う理由

- この手法では HIL システムを使用しないため、HIL リソースの実用性と投資効率を最大化できます。
- SystemDesk では、Simulink にインポートされたモデルに合わせて自動的にすべてをセットアップすることができるため、手動で設定する場合と比べて時間を大幅に節約でき、さらには再割り当てによるいかなる影響も自動的に処理することができます。
- 検証を仮想化することにより、ソフトウェアの市場投入期間を短縮することができます。

の市場投入期間の短縮を実現することができました。さらには、数か月で担当者の研修やソフトウェアの検証を完了できるという成果を達成しました。この成功により、Ford 社は AUTOSAR での取り組みを迅速に拡大する予定です。自社のプロジェクトへの VEOS の適用に関心を持つ同業他社からは、すでに問い合わせが寄せられています。 ■

Kurt Osborne 氏、
Dalya Kozman 氏、
Ford 社

Kurt Osborne 氏

モデルベース設計およびソフトウェアアーキテクチャのエキスパート、Research and Advanced Engineering 部門、Ford 社 (米国ミシガン州ディアボーン)



Dalya Kozman 氏

モデルベース設計およびソフトウェアアーキテクチャの研究エンジニア、Research and Advanced Engineering 部門、Ford 社 (米国ミシガン州ディアボーン)

