

早期に PC 上で行うソフトウェアの妥当性確認

Early Software Validation on the PC

AUTOSAR と FMI でバーチャルテストドライブによる ECU ソフトウェアの妥当性確認

ハードウェアに依存しない ECU ソフトウェアの妥当性確認をバーチャルの電子制御装置とバーチャルテストドライブで行うと多くの点で有利となります。ETAS と IPG Automotive GmbH はこれらを活用して新しいソリューションを展開しています。

執筆者

Josef Henning 氏
IPG Automotive
GmbH

シミュレーション
ソフトウェア製品
マネージャ

Andreas Berg
ETAS GmbH
ヨーロッパセールス
統括責任者

Silke Kronimus
ETAS GmbH
マーケティング&
コミュニケーション
部門担当

自動車開発は複雑化し続けています。これは、開発サイクルの短期化、モデルバージョン数の増加、コストアップの圧力、各地に広がる自動車メーカーおよびサプライヤのチームによる共同開発や「半自動または全自動運転」などの傾向によるものです。これらの理由から、さらに増加する電子制御装置（ECU）およびソフトウェア機能を車両に組み込まなければならなくなっており、当然ながら事前にそれらの妥当性を確認しなければなりません。メーカーおよびサプライヤが早期に ECU コントローラソフトウェアをテストできるようになり、早い段階でソフトウェアエラーの可能性を見つけることができれば、開発のコスト効率を高めることができます。一般的な経験則のとおり、欠陥を見つけれないまま開発を一段階進めると、それを解決するためのコストは 10 倍に増大します。また早期に修正できれば、過密なスケジュールで行われる開発プロセスの貴重な時間も節約でき、早期にソフトウェアをテストできれば、複雑化を抑えることにも役立ちます。

ハードウェアプロトタイプで限られるテストオプション

これまで、ECU ソフトウェアを現実的にテストするためには、ECU および車両のプロトタイプがどうしても必要でした。しかし、これらは開発後期にならないと入手できない場合がほとんどなうえ、入手できる数もコスト上の理由で限られて

しまうため、開発時間の約 60% はプロトタイプを使用できず、さらにエンジニアが実車でテストする機会を得るのはわずか 10% です。このように、ハードウェアの可用性が限られていることがソフトウェアのテストを難しくしています。そのうえ、各地に広がる開発チームがハードウェアを利用する必要がある場合、テストはますます困難を極めます。輸送は費用や時間がかかり、通関の遅延のような不確定要素に満ちていることは当然です。さまざまな努力が行われても、決定的に不利な点が残ります。危険な状況や複雑な環境条件をハードウェアでシミュレートするのはほぼ不可能であり、また再現するのはさらに困難です。しかし運転支援システムのオペラビリティを評価するためには、そのようなクリティカルな状況でのテストこそ必要なのです。

ソフトウェアの妥当性確認を効率的に行うために必要なこと

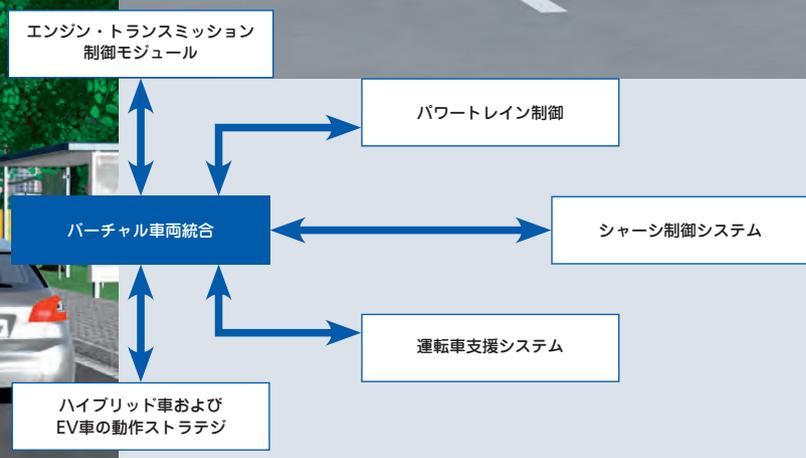
ECU ソフトウェアの妥当性確認を早期に行うようにするためには、ハードウェアに頼らざるを得ない現状を克服しなければならないことは明確です。そうすれば時間とコストを節約できるだけでなく、組織面でも納得できるメリットが得られます。ハードウェアプロトタイプを持たずに ECU ソフトウェアの妥当性を事前確認できれば、以降の開発プロセスでハードウェアインザループシステムやテスト用車両などのような希少なリソー

スを使用する需要を軽減できます。しかも、ハードウェアに依存しないテストなら、複数の現場で同時に実行したり再現したりできます。ただしこれを行うためには、ソフトウェア妥当性確認のソリューションが、分散している開発プロセス関係者の異機種種のツール環境に対応できるように構築されていなければなりません。

ソリューションを既存のツールチェーンに容易に統合できるのと同様に、さまざまなドメイン固有ツールを使用して作成されるモデルおよびコンポーネントも考慮に入れる必要があります。効率的なエンドツーエンドの開発プロセスを実現するためには、既存のモデル、テストケース、およびテストデータを再利用することも重要です。潜在的に危険な状況でもドライバーや車両を危険にさらすことなく確認できるように、個々の運転マニューバまたは既存のテストカタログも容易に統合できなければなりません。そして、最後に大切なことですが、現実的なテストを行うためには、アプリケーションソフトウェアをオペレーティングシステムまたはベーシックソフトウェアとの相互運用の中で観測できなければなりません。

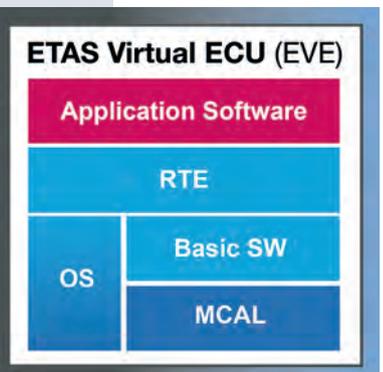
有望なソリューションの主要素

以上の考察から、有望なソリューションの主要素として以下の 2 つを導き出すことができます。



車両コンポーネント、バーチャルECU、およびシミュレーションモデルを統合してバーチャルロードテストを作成

ETASのバーチャルECUであるEVEおよびIPG Automotive社のオープンな統合・テスト用プラットフォームのCarMakerを使用して、ソフトウェアの妥当性をPC上で現実的に確認



1. バーチャルテストドライブでバーチャルECUを使用
 バーチャルECUは開発早期に、ハードウェアに依存しないで作成できます。プロトタイプに比べて費用がかからないうえ再現も容易です。既存の開発プロセスにシームレスに統合できるので、既存のメソッドやアーティファクトの再利用が可能になります。ハードウェアプロトタイプが利用可能となる前に、ECUソフトウェアをシステムとの関係においてテス

トすることも、環境およびコンポーネントのモデルとの相互運用で妥当性を確認することもできます。こうして早い段階でECUソフトウェアの成熟度を高めることができるので、新しい機能を開発するための時間が生まれます。バーチャルテストドライブによる試運転が可能になります。バーチャル車両は、実車両の場合と同様に、エンジン、パワートレイン、運転車支援システムなどのコンポーネントをすべて搭載しています。これらのコ

ンポーネントのほぼすべてに、それぞれ1つまたは複数個のECUが内蔵されています。妥当性の確認は、バーチャルシステム内でバーチャルトラフィックシナリオを使用して行うことができます。

2. 規格を考慮する
 自動車メーカーおよびサプライヤーがチームとして共同で作業する場合、規格がソフトウェアの妥当性確認を効率的に行うための基礎になります。規格を考慮

「Functional Mock-up Interface」(FMI) 規格を使用してバーチャル ECU (EVE) を統合・テスト用プラットフォームの CarMaker に接続

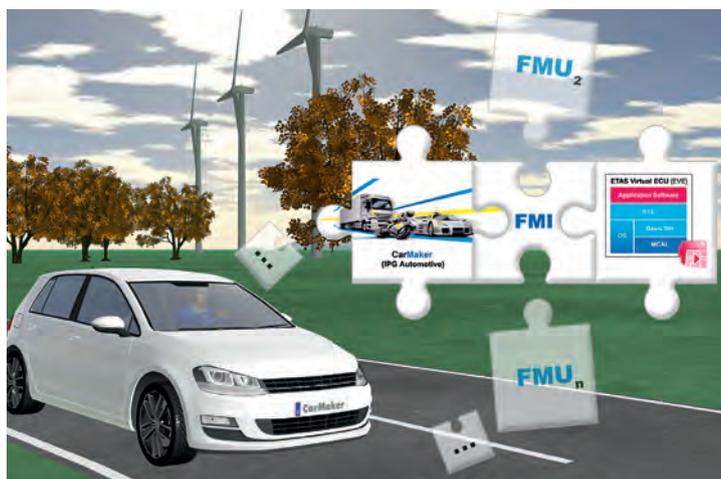
していれば、異機種なツール環境でもアーティファクトを交換でき、エンドツーエンドプロセスの基礎を構築できます。自動車用ソフトウェア規格である AUTOSAR は車載ソフトウェアを記述するためのメソッドを定めていて、この規格を使用すれば、異なる ECU 間でもソフトウェアを容易に交換でき、ソフトウェアコンポーネントの再利用、置換、統合を確実にこなうことができます。これと同様に非常に重要なのは Functional Mock-up Interface (FMI: ファンクショナルモックアップインターフェース) 規格です。ツールに依存しない規格で、モデルの交換や動的モデルの連成シミュレーションをサポートするので、これを使用すればバーチャルの妥当性確認を非常に容易に行えます。

ETAS と IPG Automotive 社が共有する問題解決のアプローチ

ETAS は IPG Automotive GmbH とともに、上述の課題を克服する具体的なソリューションを共同開発しました。このソリューションはバーチャルな ECU である EVE (ETAS Virtual ECU) と IPG Automotive 社のオープンな統合・テスト用プラットフォームである CarMaker をベースとしています。PC 上でバーチャルなソフトウェア統合および妥当性確認を行うための EVE プラットフォームを使用すれば、個々の ECU または ECU ネットワーク全体をバーチャル化できます。これまでのソリューションとは異なり、さまざまなソースに由来する機能モデル、アプリケーションソフトウェアコンポーネント、およびベーシックソフトウェアモジュールをバーチャル ECU に組み込むことができます。PC 上で、アプリケーションソフトウェアは組込みオペレーティングシステムである RTAOS、AUTOSAR ランタイム環境 (RTE)、およびベーシックソフトウェアと一体化して使用されます。ECU のハードウェアに左右されることなく、現実的な条件下で多種多様なユースケースについてリアルタイムや非リアルタイムで妥当性確認および適合を行なうことができます。

CarMaker はバーチャルテストドライブ用のシミュレーション環境として使用されます。この統合・テスト用プラットフォームでは、さまざまなモデリングツールのモデルを使用できます。車両およびトレーラの精密な非線形モデルに基づく質の高いシミュレーションは、複雑な運転マニューバを容易にセットアップ

ための道を開きます。オープンな構造と標準化のおかげで、開発者は使い慣れたツールを使用して作業でき、既存のアーティファクトにいつでもアクセスすることが可能になります。



して、道路利用者の多い状況での運転車支援システムの挙動を含めた再現性を実行することが可能です。CarMaker はさまざまな応用分野に対応でき、モデル、ソフトウェア、ハードウェア、およびビークルインザループテストを使用して諸機能の質を保証します。

初めに、被験ソフトウェアは EVE というバーチャル ECU に統合されます。そのバーチャル ECU がファンクショナルモックアップユニット (FMU) として、標準化された FMI インターフェースを通じてエクスポートされてから CarMaker に統合されます。ソフトウェアは CarMaker 内でテストされ、バーチャルテストドライブの後にリリースされます。また、この ETAS と IPG Automotive 社によるソリューションを連携して運用すると、ソフトウェアのコードをテスト中にデバッグすることもできます。この問題解決のアプローチの共有は、自動車メーカーおよびサプライヤが PC 上で早期にソフトウェアの妥当性を確認して ECU の開発効率を高める