

バーチャル Outlander

三菱自動車は新型「Outlander」の開発にバーチャルビークルシミュレータを使用

ネットワーク化されたシミュレータを使用した Automotive Simulation Models (ASM) のリアルタイム実行

モンキーテストをテストオートメーションに統合

新型「Mitsubishi Outlander」を開発するにあたり、20 個以上のネットワーク化された電子制御ユニット (ECU) と、さまざまな電気駆動装置を扱うことのできるテストシステムが必要となりました。三菱自動車はネットワーク化された機能の組み込みテストを早い段階から実施することで、決定している発売時期の順守と品質要件の実現を同時に目指しました。バーチャルビークルとして設計されたテストシステムは、dSPACE のネットワークシミュレータと Automotive Simulation Models (ASM) で構成されています。

統合テスト用テストシステムの選択

既存のソリューションは、スイッチボックスからシステムに故障を挿入したときの CAN バス上のトラフィックをモニタリングする「Mitsubishi Outlander」の複雑な制御システムには十分に対応できませんでした。とりわけ、体系化された再現可能なテストを妥当な工数で実装することは、既存のツールでは不可能でした。

そこで私たちは、複数のプロバイダのテストシステムを検

電動ドアと電動ガラスサンルーフとドアロックのロジックのシミュレーション

仕向け地別のバリエーション：日本、米国、ヨーロッパ

パワーウィンドウやパワーハッチなどの実際の部品を HIL 環境に設置

「リアルタイムでのバーチャルビークルテストは、複雑な ECU システムの品質を保証するのに不可欠です」

酒井邦宏、三菱自動車



▲ 新型「Mitsubishi Outlander」は、多数のネットワーク化された ECU と、快適機能を実現する各種の電気駆動装置を備えています。

証することから取りかかりました。比較の結果、最高の評価を得たのが dSPACE の HIL (hardware-in-the-loop) ソリューションです。さらに dSPACE の協力体制も安心材料でした。評価期間中においても、私たちは dSPACE Mid-Size シミュレータを使用して潜在的なバグを発見することができ、これが採用の大きな決め手となりました。

Outlander プロジェクトの特別要件

同モデルのバリエーション展開とさまざまな内部要件を考慮して、テストシステムに対する要件が以下のように確定しました。

- 3 種類のエンジンのシミュレーション：4 気筒および 6 気筒ガソリンエンジンと 4 気筒ディーゼルエンジン
- 無段変速トランスミッション (CVT) とオートマチックトランスミッション (AT) のシミュレーション
- サプライヤモデル (トランスミッション、電気駆動装置) の組み込みとシミュレーション

ECU のハードウェアバージョンの相違にも対応する必要がありました。すなわち、ECU を変更した場合に最適なテストモデルが自動的に起動されるシンプルなバージョン検出機能を、テストシステムの中に備えることが求められたのです。もうひとつの要件は、ドライバーがスイッチやボタンで操作可能な車両のあらゆる機能に対して、モンキーテスト (でためにボタンを押すテスト) を自動実行できることでした。

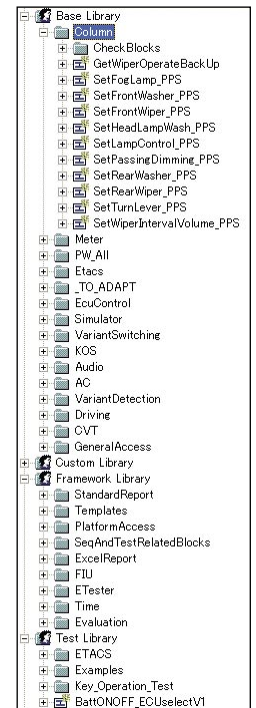
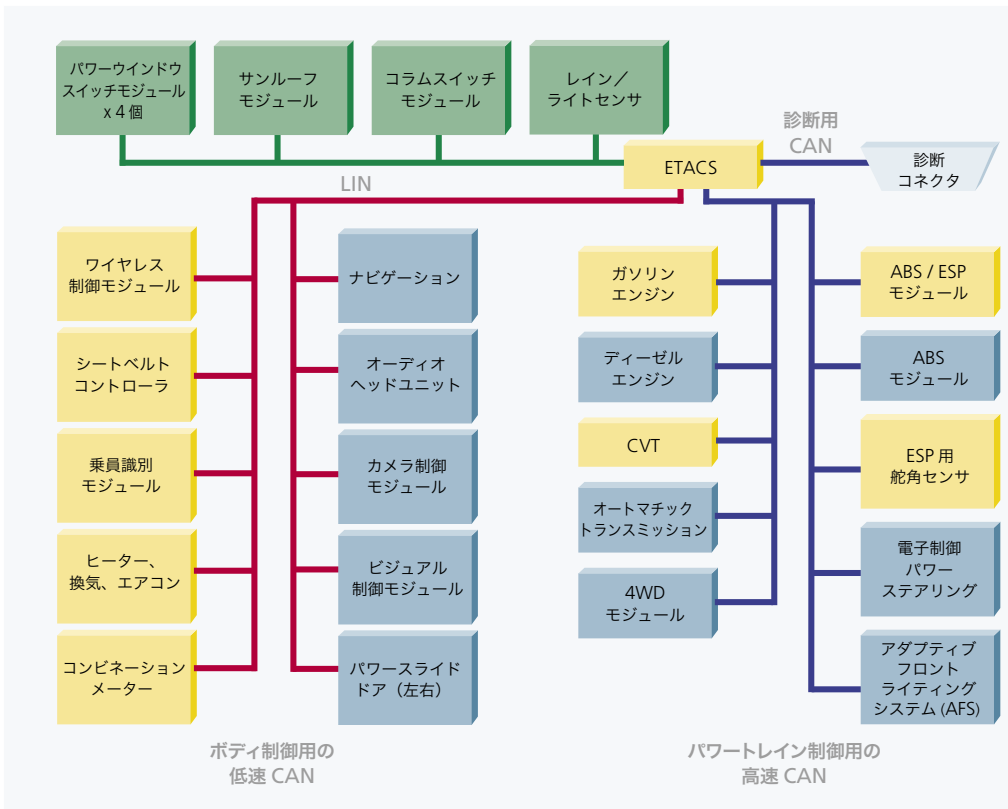
設定変更可能なバーチャルビークル

これらの要件を基礎として、私たちは詳細なテストシステムの仕様を dSPACE と一緒に検討しました。ECU に関するデータと仕様は、データシートと ECU 記述ファイルの形式で組み込まれました。

仕様の確定したこのシステムはバーチャルビークルと呼ばれ、さまざまなバリエーションを設定するためのプッシュボタンを備えています。システムを構成する 5 つの HIL シミュ



▲ ラボに設置されたバーチャルビークルテストシステム



▲ 各種の ECU とバスシステムを結ぶ中央 ECU : Electronic Time and Alarm Control System (ETACS)

▲ 高速で効率的なテスト実行を支える AutomationDesk ライブラリ

レータはネットワークで結ばれ、すべての ECU と必要な実際の部品を接続することができます。シミュレート対象となるコンポーネントのモデルは、シミュレータにインストールされます。エンジンとビークルダイナミクスについては、dSPACE の ASM モデルを使用しています。サプライヤから提供された電気駆動装置と CVT のモデルも、dSPACE のモデルに組み込まれます。dSPACE の専門的技術のおかげで、こうした仕様を短期間にまとめることができました。

ができます。バリエーション変更は、ControlDesk を使用して作成したユーザインターフェースの中で、わずか数分間で実行されます。続いて全モデルが正確に設定され、要求

「Automotive Simulation Models (ASM) を使用して、三菱自動車「Outlander」のシャシーとパワートレインの現実的な仮想モデルを構築することができました」

金田匡弘、三菱自動車

二段階での導入

私たちはシステムの導入を二段階に分けて実施することにしました。まず最初にボディシステムをテストするためのシミュレータが納品され、動作を確認しました。その次にパワートレイン用テストソリューションを追加するという順序です。結果としてこの方式はうまく機能しました。導入を二段階に分けたことにより、新しい電動コンポーネントの複雑な組み込みテストを、非常に早い段階から始めることが可能になりました。

されたパラメータセットがロードされます。さらに必要に応じて、リレーが実際に設置されている実コンポーネントを切り替えます。もちろんすべての処理が自動化されています。コネクタがインテリジェントに識別されることにより、ECU ハードウェアバージョンの検出機能が実装されました。この機能は、異なる ECU のバージョンに応じて正確なバリエーションを自動的に選択します。これにより、ECU をすばやく交換して即座にテストを行うことが極めて容易になりました。私たちはすべてのテストを AutomationDesk で実行しています。テストフレームの設定は dSPACE が行い、私たちのテストエンジニアがその中にあらゆるテストケースを組み込みました。

バリエーション単位の統合テスト

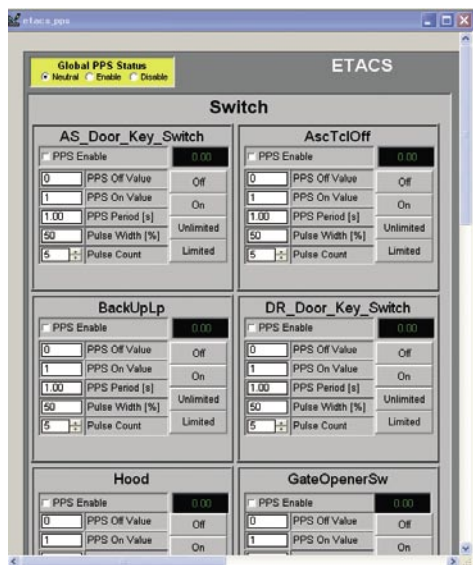
導入されたテストシステムは、「Mitsubishi Outlander」の全バリエーションをリアルタイムにシミュレートすること

バーチャルビークルの活用

dSPACE のネットワークシミュレータに基づく新しいバーチャルビークルにより、単一のテストシステムを使用して、診断機能を含む「Mitsubishi Outlander」のすべての ECU 機能を体系的かつ高い信頼性でテストすることが可能になりました。

体系化されたテストに加え、新しい電動ボディシステムの制御の妥当性を確認するために、モンキーテストを実施することもできます。このために dSPACE が開発した専用機能は、乱数ジェネレータとして働き、すべての関連機能の入力に接続することが可能です。

新しい dSPACE のシステムを使用することで、機能テストを実行するだけでなく、すべての ECU とネットワーク通信の作動検証をさまざまな運転操作の最中に行うことができます。すべてのテスト実行中に、HIL を通じて各 ECU の電力消費量を監視することができます。この情報は、ECU ネットワークがスリープモードに入っている場合に極めて重要です。



▲ モンキーテストのための Programmable Pulse Stimulus (PPS) を装備したロックロジックの制御と評価を行う ControlDesk のレイアウト

自動化されたテストにより目標を早期に実現

HIL システムの最大の利点は、テストオートメーションです。手作業に代わって、複雑なテストシーケンスを何度でも定義、実行、再現することができます。つまり、修正されたエラーに関して、新しいバージョンの ECU ソフトウェアの妥当性を確認するという作業が簡単に入ります。入出力と正確なアルゴリズム実行条件の組み合わせは膨大な数に上りますが、単純なテストルーチンを作成、結合して、それらに対応したテストシーケンスに組み合わせることが可能です。このようにして、制御システム全体に対するストレスを実施することができます。また、

ECU システムの成熟度についての明確な情報を伝えてくれる詳細なテストレポートも重要な機能です。この情報は ECU ネットワーク単位でも提供されます。Outlander プロジェクトにとっての大きな利点は以下のとおりです。

- ▲ ECU ソフトウェアの効率的なストレステスト
- ▲ 回帰テストへの適用
- ▲ 長時間に亘る無人での自動試験
- ▲ レポート機能による解析効率の向上

dSPACE バーチャルビークルの性能

バーチャルビークルを使用すると、作成した ECU ソフトウェアの品質を開発工程の非常に早い段階で検証することが可能になります。問題のあるコードを、簡単に信頼性の高い方

法で検出、識別することができます。当社のエンジニア達は短期間でシステムに習熟し、その信頼性と品質に信頼を置いています。私たちは特に、ASM シミュレーションモデルの柔軟性を高く評価しています。サプライヤから提供されたモデルを使って簡単に拡張できるという点は、私たちにとって

「dSPACE のネットワークシミュレータで実現した新しいバーチャルビークルにより、単一のテストシステムを使用して、診断機能を含むすべての ECU 機能を体系的かつ高い信頼性でテストすることが可能になりました」

酒井邦宏、三菱自動車

非常に重要でした。dSPACE のテストシステムを使用すると、これまでになく徹底したテストを行い、しかもテスト期間を短縮することができます。私たちはこのようにして、品質の向上と開発時間の短縮を同時に達成することができました。

「Lancer Evolution X」と三菱自動車における今後の展開

「Outlander」の開発に使用したネットワーク化されたシミュレータには、ほかの車両のシミュレーションにも応用できる柔軟性があります。特に HIL システムは、フルモデルチェンジされる三菱自動車「Lancer Evolution X」の 6 速ツインクラッチ「Sport Shift Transmission (SST)」の開発に大いに役立っています。この自動変速マニュアルトランスミッション (AMT) は、より滑らかな変速操作を実現すると同時に、ドライバーをクラッチ操作から解放します。

ECU ソフトウェアは、将来ますます複雑化、巨大化することが予想されます。その品質を保証するために、私たちは HIL ベースのテスト手法への投資を続け、さらに発展させるつもりです。そのことが、自動車制御の信頼性を高めるために重要かつ必要なステップであると私たちは確信しています。その中で dSPACE のシステムが中心的な役割を担うことになるでしょう。

金田匡弘
酒井邦宏
三菱自動車、日本

用語解説

モンキーテスト

各スイッチを不規則に操作するテスト方法です。車内に座らせた猿の行動になぞらえています。

CVT (無段変速トランスミッション)

円錐形のプーリーを軸方向に移動することで変速比を変化させ、継ぎ目のない滑らかな無段階変速を実現します。

「Lancer Evolution X」を紹介するウェブサイト
<http://www.mitsubishi-motors.co.jp/levolspecial/index.html>