

Fiat Auto 社 – 診断機能のテスト

▲ ASM Vehicle Dynamics Simulation Package 上に構築された仮想車両

▲ シミュレーション結果が実測されたピークルダイナミクスと一致

▲ ESP 診断能力のテストのために使用

▼ ASM Vehicle Dynamics Simulation Package を使用して、Fiat Ducato の ESP コントローラの診断能力テストが行われました。

車載システムの複雑性が加速度的に増加し続ける中で、車両診断の役割が極めて重要になっています。現在の車載電子制御ユニット (ECU) において、診断システムはメモリの約 30 ~ 40% を占めています。Fiat Auto 社は、dSPACE の HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーション用リアルタイムモデル Automotive Simulation Models (ASM) の一つである Vehicle Dynamics Simulation Package を高く評価し、車両安定化プログラム (ESP) の診断能力をテストするために、このモデルを dSPACE のシミュレータと共にターンキーソリューションで使用することを決定しました。

診断とは、ECU が接続先のシステム内部の故障を検出できることを意味します。まず最初に通信バスの診断を行います。私達の場合は CAN バスがこれに相当します。またホイールスピードセンサなどを結ぶ従来型の配線も対象となります。車両安定化プログラム (ESP) などのセーフティクリティカルなシステムは、危機的な運転状況において望ましくない操作を防ぐためのフェールセーフ要件を前提としています。故障が検出されると、次のような対処が行われます。

- ▲ ECU 内でフェールセーフプログラムが起動される
- ▲ タイムスタンプ付きの診断トラブルコード (DTC) が ECU の障害メモリに書き込まれる
- ▲ 警告灯がドライバーに問題の発生を知らせる

診断機能の仕様については、車種に依存する機能に関しては Fiat Auto 社が、ECU 内部の純粋に ECU に依存する機能に関しては ECU サプライヤが定めます。

HIL を使った開発の前倒し

この目的は、診断機能を制御機能の開発と並行して、早い段階で実装することです。実装段階でプロトタイプ車両を使用できることは稀であり、実際に走行して診断能力をテストすることは非常に困難です。これに対し HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータ内の仮想環境で仮想車両を使用する方法は、摩擦や段差などの路面条件や極限の運転操作を実験室内で極めて容易に再現することができるので、開発プロセスを短縮するためによく使用されます。HIL テストが非常に有効であるもうひとつの理由は、問題が本当に解決されたかどうかを簡単に検証できるので、テストの生産性が高まることです。

フェールセーフ分析

故障が発生した場合のセーフティクリティカルなシステムの動作を決定するため、フェールセーフ分析を特定の運転操作の最中に実行する必要があります。診断能力をテストするための重要な要素は、CAN テストメッセージに対する ESP システムの反応です。これらのメッセージは、ある状況における妥当性のない信号に故意に修正されています。これにより欠陥が生成されます。テストにはメッセージの妥当性とタイミングのチェックが含まれており、断線や短絡といった電氣的欠陥をシミュレートすることができます。車両の動的挙動の正確なリアルタイムシミュレーションでは、これらすべての状況を適切にテストすることが求められます。

極めて正確なテストシステム

DTC の正確さに関して信頼できる結果を得るため、私達はまず最初に dSPACE の ASM Vehicle Dynamics Simulation Package を評価し、シミュレーション結果が実測された車両データと合致するかどうかを確認しました。私達はトリノのテストコースで新型 Fiat Ducato のプロ



トタイプを走らせ、ピークルダイナミクスデータを取得しました。続いて私達は車両モデルをグラフィカルに構成し、パラメータ設定を行うためのソフトウェアである ModelDesk の Maneuver Editor を使用して仮想テストシナリオを作成しました。適切にパラメータ設定された車両モデルを使用して実行したシミュレーションの結果は、実測されたピークルダイナミクスデータと極めてよく一致しました。ASM Vehicle Dynamics Simulation Package は高い品質を備え、dSPACE によって適切にパラメータ化されています。非常に正確なリアルタイムシミュレーションの結果を見ればそれは明らかです。

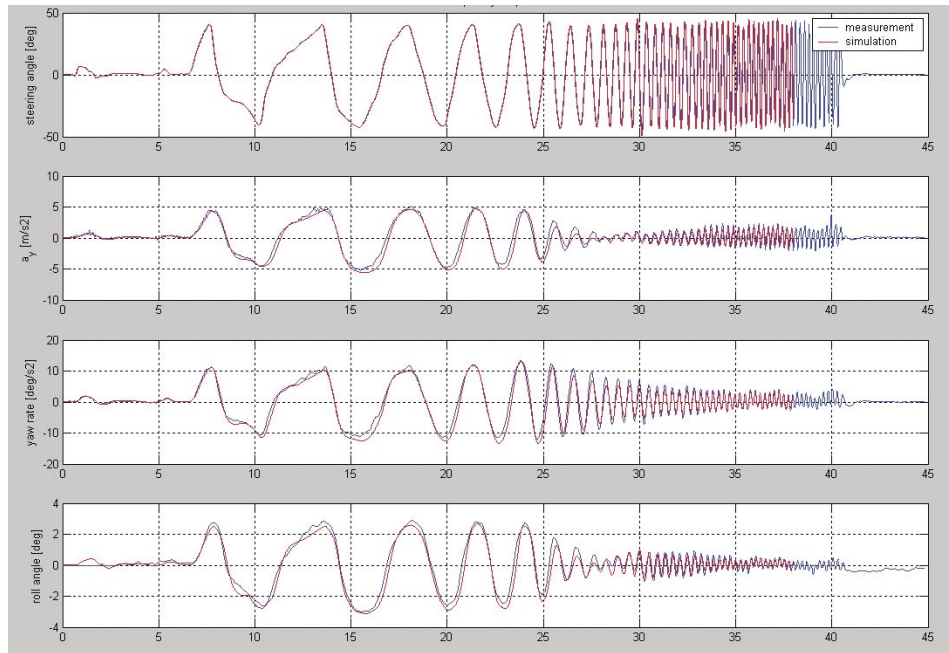
ASM ピークルダイナミクスモデルを使った仮想テストドライブ

要件仕様に対する ECU のテストを車両開発プロセスの早い段階で行うために、私達は dSPACE Mid-Size シミュレータを使用して ASM Vehicle Dynamics Simulation Package を実行しました。私達は ESP の作動が必要となる運転状況をシミュレートするために、特定の車速におけるさまざまな横方向および前後方向の加速度など、数種類の運転操作を作成し、それを使用して仮想テストドライブを行いました。私達は dSPACE の ControlDesk にある Stimulus Editor を使ってテストシーケンスを作成し、CAN テストメッセージを ESP の CAN 通信に挿入しました。車両の動作は、dSPACE の 3D オンラインアニメーションツールである MotionDesk を使用して視覚化しました。信号が ECU にとって妥当ではない場合、DTC が ECU の障害メモリにタイムスタンプと共に書き込まれます。これに

「ASM Vehicle Dynamics Simulation Package のシミュレーション結果は、実測されたピークルダイナミクスと極めてよく一致しました。このモデルが高い品質であることを示しています」

Luca Remolif

より、運転操作の流れと CAN テストメッセージに関連した DTC の正確性を検証することができます。同じ運転操作とテストを何度でも正確に再現することができるので、故障が解決されたかどうかを検証して、ESP システムの診断能力の妥当性を高い信頼性の下で確認することができます。私達は Python で記述されたテストオートメーションシステムをインストールし、Fiat Auto 社の診断ツール DIAnalyzer に ControlDesk を統合して、診断バスとリンクさせました。



成果と展望

これまでのところ、私達は dSPACE シミュレータと ASM Vehicle Dynamics Simulation Package を使用して、Fiat Ducato の ESP システムをテストすることができました。私達は dSPACE システムに非常に満足しており、今後も他の ESP 制御に活用していくつもりです。その際、テストオートメーションの拡張が課題となります。そのために、既に発表されている ModelDesk のツール自動化インターフェースが非常に役に立つはずで

▲ 正弦波入力でのステアリング操作における、シミュレーション結果と実測されたピークルダイナミクスデータとの比較。テスト車両は完全積載状態の Fiat Ducato (重量 3.5 t)。



Luca Remolif,
Stefano Manganiello,
E & D Department,
Fiat Auto S.p.A.,
イタリア

▲ ControlDesk と DIAnalyzer 間の診断データ交換