

ASM によるトラック全体の電子部品のテスト

Scania 社では dSPACE シミュレータを使用して、ネットワーク化された 33 個の ECU をテスト

dSPACE の ASM (Automotive Simulation Models) によるバリエーション処理

バーチャルに再現したバスとトラックを使用した自動化テスト

大型トラックとバスを製造するスウェーデンの Scania 社は、ネットワーク化された電子制御ユニット (ECU) の自動化テストを行うために統合実験室を構築しました。その基盤となるのが、dSPACE の HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータとリアルタイム ASM (Automotive Simulation Models) です。この実験室は、33 個の ECU と 11 の CAN ネットワークを備え、Scania 社のバスとトラックをバーチャルに再現します。またアーキテクチャは、従来よりも多数の車両構成をテストすることができるため、回帰テストを行う環境としては理想的です。

さまざまな電子制御ユニット (ECU) が複数の通信バスをまたがって複数の制御ロジックを実行しているとき、どのようにすれば ECU 間の通信を検証できるのでしょうか? 当然ながら、徹底的なテストを行うしかない、と答えざるをえません。トラックには、ダンプカー、多数の (駆動) アクスル、さまざまなギアタイプといった特徴のために、乗用車よりはるかに多くのバリエーションが存在します。そのためテストにおいては、効率的なバリエーション処理が重要な要件となります。大型トラックとバスのメーカーである Scania

「テスト手順の作成時間が、手作業で同じテストを行う場合と比べて長くかかることもありますが、ほとんど準備を必要とせずに同じテストを何度でも即座に実行できるために、回帰テストにおけるテスト時間が短縮されます。この再現性が利点となっています」

Mikael Adenmark, Scania



すべてのトラックバリエーションを徹底的にテストする必要があります。



◀ Scania 社で使用されるネットワーク化された HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータ

社にとって、このような複雑な車両の検証には莫大な量のテストを必要とするため、手作業でテストを行うことは事実上不可能になり、テストの自動化が求められていました。

リアルタイム統合実験室

ネットワーク化された ECU のテストをより効率的かつ体系的な手法で実施するために、Scania 社は、ECU をバーチャルトラックに統合することのできる、最先端のリアルタイム統合実験室を開発しました。これまで手作業で行われていた ECU テストのプロセスは、現在では、Python ベースの

「多数のシミュレータを通して dSPACE の ASM (Automotive Simulation Models) を使用することにより、バーチャルトラックのパラメータ設定をすばやく確実に行うことができます」

Mikael Adenmark, Scania

テストフレームワークを使って実行されています。このシステムは、ブレーキマネージメント、全輪駆動、衝突安全、エンジンマネージメント、エアコンといった主要なシステム機能を受け持つネットワーク化された 33 個の ECU と、さまざまなエンジンや車両構成に適合するように ECU 間の通信を行う 11 の CAN ネットワークで構成されています。すべてのバリエーションについて共通のテストループを生成することにより、Scania 社がこの新しい自動化環境で検証可能なテストバリエーションの量は、大幅に増加しました。テスト手順の作成時間が、手作業で同じテストを行う場合と比べて長くなることもありますが、ほとんど準備することなく同じテストを何度でも即座に実行できるように、回帰テストにおけるテスト時間が短縮されます。テストバリエーションが記録され、いつでも再利用が可能なため、再現性に優れています。Scania 社の統合実験室がもたらすもうひとつの大きな効果は、外部のサプライヤから次々に

リリースされるソフトウェアの最新バージョンを簡単にアップロードできるという点です。システム全体にわたって最新バージョンが瞬時にアップロードされるため、質と量の両面において、統合実験室は優れたテスト用リソースを提供します。

ネットワークシミュレータ

Scania 社の統合実験室の中心部は、dSPACE Full-Size HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータラック 5 基と、テストデバイスを搭載するための関連した ECU ラックで構成されています。ラックには、さまざまな入出力デバイスが装備されています。複数のプロセッサボードが Gigalink ケーブルを介して接続されているため、統合実験室は包括的なマルチプロセッサシステムとなっています。すべての ECU と通信の概要は、50MB の Simulink® モデルで表現されます。すべてのテストは、dSPACE の 3D オンラインアニメーションソフトウェアである MotionDesk によって視覚化され、走行しているトラックの動作を本物そっくり再現します。この環境のおかげで、Scania 社はこれまでよりもはるかに多様な車両バリエーションをテストループに取り込めるようになり、分散した機能を持つネットワーク化された ECU が特定の条件からどのような影響を受けるのかを一層良く理解できるようになりました。

シミュレーションモデル

5 基のシミュレータラックのうち 2 基は、パワートレインおよび必須のトラック用 ECU (ギアボックス、エンジン制御ユニット、インストルメントクラスタ、視界システム、コーディネータシステムなど) の組込みテストのために使用されます。Scania 社はテスト用のシミュレーションモデルとして、dSPACE の ASM (Automotive Simulation Models) の中からディーゼルエンジンシミュレーションパッケージと排気ガス後処理モデルを使用しています。エンジンモデルは、

5気筒9リッター、6気筒12リッター、8気筒16リッターなど、さまざまなエンジンを取り扱うことができます。ギアボックスは、マニュアルトランスミッション、最高16段変速まで可能なオートメテッドマニュアルトランスミッション (AMT)、多様なオートマチックトランスミッション (AT) システムに対応しています。これらのモデルを使用すると、パラメータをトラックの仕様に合わせることや、テストしたトラックの種類をリアルタイムにシミュレートすることが簡単に行えます。

「dSPACE シミュレータ上で自動化テストを行うと、すべてのバリエーションについて共通のテストループを生成することにより、検証できるバリエーションが大幅に増加します」

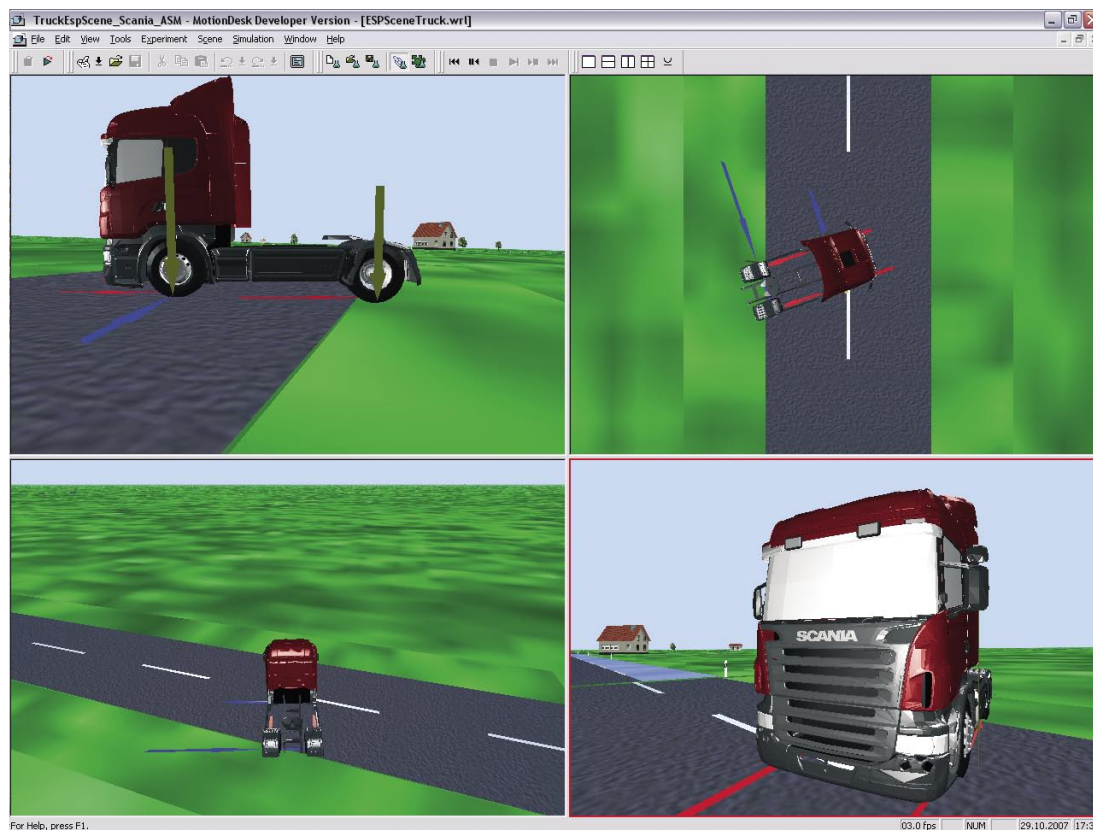
Mikael Adenmark, Scania

別の2基のシミュレータトラックは、ビークルダイナミクス ECU (ブレーキマネジメント、エアプロセッシング、サスペンションマネジメント、全輪駆動、ドアロックと防盜アラーム、バスシャシー、ボディワークシステムなど) のテストのために使用されます。すべてのネットワーク化されたトラック用 ECU のテストには、ASM ディーゼルエンジン

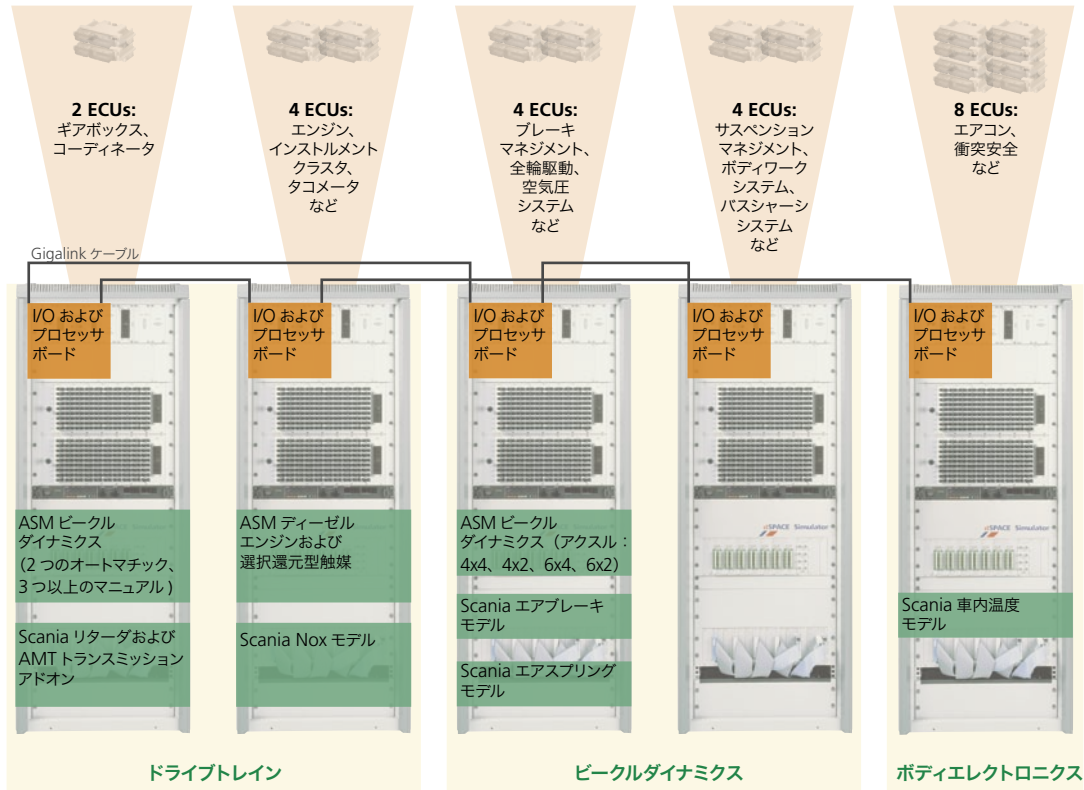
シミュレーションパッケージと ASM トラック用ビークルダイナミクスシミュレーションパッケージを使用しました。車両モデルは、2本または3本のアクスルを備えるトラックやバスをシミュレートできます。アクスルのうち1本か2本は、駆動軸とすることができます。残る1基のシミュレータトラックは、ボディ ECU (ヒータ、インフォテインメント、エアコン、衝突安全、オーディオ、時計およびタイマーシステムなど) のために使用されます。Scania 社が開発したシミュレーションモデルは、容易にテストシステムに統合されました。さらに Scania 社は、ASM をパワートレインシミュレータとしても利用することにより、異なるシステム間でモデルパーツとパラメータ設定を効率よく交換できると見込んでいます。

CAN バスシステム

多数の ECU 間でスムーズな通信を実現することには、常に困難を伴います。Scania 社の車両では、250 Kbps の通信速度を持つ3つの J1939 CAN バスを介して主要な通信を行っています。ECU は、ドライブトレイン用、快適システム用、ECU 間通信用など、11の CAN ネットワークを介して接続されています。それぞれの ECU は、二重バスの1つに接続するか、あるいは完全に切り離すことができます。



▲ テストドライブを示す MotionDesk のスクリーンショット



▲ ECU ネットワーク全体の模式図

現在、Scania 社は統合実験室を使用して以下のことを行っています。

- すべての ECU を CAN ネットワークに接続したときに、正確な CAN メッセージが正確な間隔で送信されていることを確認するための CAN 通信テスト
- 信頼性を測定するためのユーザ機能テスト
- 特別な環境が ECU に及ぼす影響を見極める耐久性テスト (例: システム電圧が低下したとき、あるいは、1 個または複数の ECU でアースが不良になったときに、ECU 間の通信がどのように影響を受けるか)
- ECU センサの欠陥や、電気接続の欠陥を検出するための診断テスト

統合実験室の利用効果

統合実験室の中では、dSPACE シミュレータテクノロジーが乗用車よりもはるかに複雑な大型車のネットワークを制御しています。スクリプトベースのテスト方法は再現性を向上させ、さらなるテストを実施する場合に役立ちます。そして自社のシミュレーションモデルを統合したことで、大幅な柔軟性が生まれています。バリエーションを入れ替えながら、分散した機能にまたがって複数の ECU 上で回帰テストを

実行できるため、Scania 社における ECU の開発とテストのプロセスが著しく簡素化されました。

Mikael Adenmark
Scania CV AB, Södertälje
スウェーデン

用語解説

回帰テスト -

新しい変更が、すでにテストされたコンポーネントに影響を及ぼさないことを確認するために、ひとつのテストパートまたはすべてのテストシーケンスを反復するテスト

J1939 CAN バス -

車両コンポーネント間の通信と診断のために使用される車両バス規格

統合実験室 -

ECU のネットワークと通信をテストするために現実の ECU とバーチャルトラックモデルを結合したシステム

注: この記事で述べた統合実験室のハードウェアとテストオートメーションフレームワークの内容は、米国イリノイ州シカゴのロスモントで開催された 2006 Commercial Vehicle Engineering Congress and Exhibition において、Adenmark 氏と Deter 氏により発表されました。『Testing Networked ECUs in an HIL-based Integration Lab』の論文は、SAE International を通じて入手可能です (参照番号 2006-01-3495)。