車両アーキテクチャのトレンド // ボディおよびシャーシテストの革新 // ケーススタディ

NI AUTOMOTIVE JOURNAL

TEST THE VEHICLES OF TOMORROW TODAY

ナショナルインスツルメンツ発行 Q1 + 2020

本号の
内容

Q1 + 2020

車両の電気システムの爆発的増加により、ボディシステムとシャーシシステムは根本的に変化しています。ますます複雑化している接続コンポーネントをテストするにあたって、その方法をどのように適応させる必要があるかを見てみましょう。

9
完全なテストカバレッジ：DAQmx でプログラム可能な CompactRIO

14
電動パーキングブレーキの HIL および耐久性テストにより市場投入までの期間を短縮

16
ボディ ECU 用 HIL テストソリューション

22
End-of-Line 用 NVH テストソリューション

24
柔軟で費用対効果の高い ECU 製造テストシステムを構築するアプローチの選択

28
完全に自動化されたダイナミックステアリングテストベンチによりテストランを最小限に削減

車両システムインテグレーション用HIL

シャーシおよびボディ用電子テストにおける5つのHILのトレンド

新たなECUテストシステム

将来を見据えた車両エレクトロニクスのテスト

2020 年の第 1 四半期が終了した時点で、COVID-19 の影響の全体像はまだ見えていません。自動車業界のリーダーたちにとって、その答えを待っている時間はありません。新車の需要が減少する中、GM、フォード、ジャガーランドローバーなどの自動車業界のリーダーは協力して各々の製造能力を活用し、需要が高まっている医療機器の製造を行っています。このような自動車業界の行動は、モビリティの未来のみならず集団社会を発展させ、課題を共に克服し、全世界の人々の生活の質を向上させることにつながります。

この危機はいつかは過ぎ去り、先送りまたは別の用途に利用されていた車両の生産計画もやがては元に戻るはずです。これまでの記事では、コネクテッドカー、電気自動車、および自動運転車にスポットライトを当ててきました。これらのテクノロジは、私たちが「伝統」として位置付けてきた技術領域も含めて、すべての車両に対して影響を及ぼすでしょう。 たとえば、ボディとシャーシを対象とするテストチームは、極めて静粛性が高い EV に対する新たな NVH テストの要件がもたらす影響を実感しているでしょう。かつては単純であったコントローラが、今では中央ゲートウェイの ECU と接続することが求められています。新しい EV アーキテクチャでは、各コンポーネントが電源にアクセスする許可を与えるための通信が必要になります。

新しいテクノロジと実績のあるプラットフォームの接点で作業しているチームは、その最前線にいると言えます。車のボディおよびシャーシドメイン内で行われるテストは、耐久性テストなどの物理的テストを伴い、複雑さが一層増します。自動車用電子機器とソフトウェアベースのサブシステムによってもたらされる複雑さも別途加わります。NI は、そのようなテストエンジニアに I/O およびプロセッサ機能の幅広いポートフォリオを提供しています。弊社はパートナーエコシステムと共に、車両コンポーネントおよび車両レベルの統合テストを行うための完全なテストソリューションを提供しています。

トランスポーテーションビジネス担当バイスプレジデント兼ゼネラルマネージャ、*Chad Chesney*

NATIONAL INSTRUMENTS™

US Corporate Headquarters
11500 N Mopac Expwy, Austin, TX 78759-3504
T: 512 683 0100 F: 512 683 9300 info@ni.com

ni.com/global–International Branch Offices
ni.com/automotive

©2020 National Instruments.All rights reserved.CompactRIO、LabVIEW、Multisim、National Instruments、NI、ni.com、NI FlexRIO、NI TestStand、NI VeriStand、およびNIWeekはナショナルインスツルメンツの登録商標です。その他の製品名および企業名は、それぞれの企業の商標または商号です。ナショナルインスツルメンツアライアンスパートナーはナショナルインスツルメンツより独立している事業体であり、ナショナルインスツルメンツと何ら代理店、パートナーシップまたはジョイント・ベンチャーの関係にありません。 36061

注目の記事

ホイール以外のすべてを新たに発明する

自動車産業は急速に変化しています。モビリティの未来がどのように形成されるか、その答えを見つけるために、見出しを最後までスクロールする必要はありません。そのような見出しに頼ると、各々の開発が単独で行われているのではなく、複数の技術革新が同時に成熟していることを的確に把握できないおそれがあります。自動運転車の開発は、ラインから降ろした最新の車に単に「自動パッケージ」をインストールすればよいという問題ではありません。EV の製造は、燃焼エンジンをバッテリ、モータ、インバータと交換するだけの簡単なものではありません。

これらの技術は根本的に異なるものであるため、車両そのものを根本的に変更しなければならず、それに伴いほとんどのコンポーネントを変える必要があります。サイドミラーは光を反射するだけではなく、カメラとレーダーセンサ、および独自の ECU を備えるようになり、車載電子機器のアーキテクチャとネットワーク技術と組み合わせることにより、車の各部とデータを交換して走行を効率的にサポートします。ここでは、自動運転、コネクテッドカー、パワートレインの電動化、モビリティの共有により、自動車のコアコンポーネントの構成だけでなく、自動車のバリューチェーン自体も変化していることについて述べます。

電子機器アーキテクチャの進化

車両の接続、自動化、電動化が進むにつれて、車両一台あたりの ECU の数は 150 にまで増えています。このようなコントローラの急増により、既存のアーキテクチャに対して次のような要件が課されることになりました。

- **複雑さと計算能力**による高度な機能の処理
- バリアントを扱い、新しいイノベーションの導入を容易にするためのコンポーネントの**スケーラビリティと柔軟性**
- ドメイン内およびドメイン間のデータトラフィックの増加に対応する**通信帯域幅**
- 進化し続けるインテリジェントな環境との通信を可能にする**外部通信**

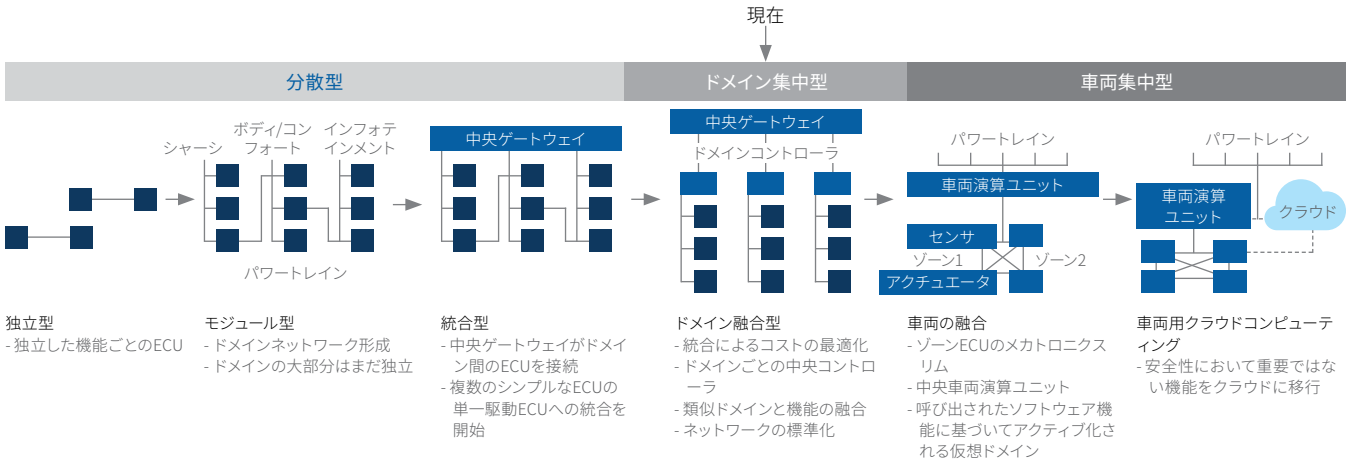


図 1. 特定機能の ECU を用いる分散型からゾーン ECU を用いる集中型への E/E アーキテクチャの進化

図 1 は、今日に至るまでの電気および電子コンポーネント (E/E) アーキテクチャの進化と、将来の進化の予測を示しています。最初は、分散配置され独立して動作する機能ごとの ECU を個別に選択する、すなわち ECU と機能の関係が 1：1 の状態で始まりました。その後、新しいボディ / コンフォート、シャーシ、インフォテインメント、パワートレインの機能のための役割が増し、より高度な制御が必要になりました。それから間もなく、より複雑な機能を実現するために同じシステム内の ECU 間の連携が必要になり、ドメインネットワークが形成されました。しかし ECU ドメイン間の通信はまだ最小限に抑えられていたため、車の中でいくつかのある程度独立したネットワークになっていました。

このため、一連のコンポーネント間での効率的な通信を必要とするより高度な機能と、さまざまな車両ドメイン間を流れる比較的大量のデータセットへの対応として、中央ゲートウェイが登場しました。アダプティブクルーズコントロールは、これらのゲートウェイを生み出したより高度な機能の優れた例で、ボディ、パワートレイン、インフォテインメントコンポーネントの調整を必要とします。ただし、これらのゲートウェイは通信の問題を解決する一方で、ドメイン間のポイントツーポイント接続がない場合、すべての情報が中央ゲートウェイを経由する必要があるため、システムに潜在的なボトルネックを発生させました。ゲートウェイで必要なトラフィックを処理できる場合、これは問題ではありませんが、後でネットワークについても触れるとおり、常にそうであるとは限りません。

このことは、現在の車でも例外ではありません。コストの最適化により、同様の機能を統合するドメインコントローラが実現しました。これらの集中型ドメインコントローラは、ECU の各ファミリを管理し、中央ゲートウェイとのインタフェースを形成します。すべてが中央ゲートウェイを通過する必要があるわけではないため、これによりボトルネックの一部が緩和されます。

今後アーキテクチャの進化の繰り返しにより、ハードウェアからソフトウェア機能に抽象化する事例が増えることが期待されます。車両ドメインで分離された固定機能ハードウェアが、車両全体に分散されたセンサとアクチュエータのネットワークに置き換えられ、「メカトロニクスリム」を形成します。 コンポーネントはドメインではなくゾーンでグループ化され、車両の頭脳として機能する中央の車両演算ユニットによって管理され、すべての処理はこれらの中央コントローラで行われます。そしてこの中央ユニットは、呼び出された機能に基づいて、ゾーン ECU の仮想ドメインをアクティブにします。インテリジェントな車両に加えて、それらが相互作用するインテリジェントな環境が存在するため、パフォーマンスとそのために必要なコンピューティングパワーが向上するにつれて、安全性において重要ではない機能はクラウドに移行する可能性があります。

このような機能ベースの ECU からドメインベース、サーバベースまたはクラウドベースへの E/E アーキテクチャへの進化は、これからのモビリティで要求される複雑さを車両で管理するための唯一の方法です。

高度化はソフトウェアにある

将来のサーバベースの仮想ドメイン E/E アーキテクチャをサポートできるよう、ECU ハードウェアとその上で実行されるソフトウェアの分離が進むことが期待されます。ECU ハードウェアは、特にメカトロニクスリムで標準化およびコモディティ化され、その上で実行されるソフトウェアによる抽象化により差が生み出されます。この抽象化により、さまざまなドライバー支援機能を選択的にオンまたはオフにする機能といった柔軟性が実現され、更新を車両にプッシュするプロセスが簡略化されます。ゾーンアーキテクチャを使用すると、メーカはすべてのソフトウェア機能と IP を単一の中央車両演算ユニットに統合できます。

ただし、これは万能のアプローチではなく、「明日の未来の車」の原型は 1 つではないことに注意することが重要です。 今後 10 年間、内燃機関を搭載した車の生産は続き、さまざまな自動運転技術とラグジュアリー性が存在することが予想されます。同じハードウェアコンポーネントをロボタクシー、ラグジュアリー EV、内燃機関搭載車で使用できる一方で、それぞれで異なる目的を果たすことになるため、ハードウェアからソフトウェアへの抽象化によりこれらのバリエーションをある程度実現できると考えられます。そうであるとはいえ、進展につれてそれぞれのソフトウェア定義範囲がますます拡大することが予想されます。

ネットワークテクノロジの進化

自動車アーキテクチャの進化に関連して、自動車のネットワークは、25 年前に Bosch が SAE でコントローラエリアネットワーク (CAN) バスを導入した際に「ついに解決の道が見えた」と賞賛を得て以来、長い道のりを歩んできました。 CAN は長年にわたって自動車に使用されており、今日の自動車のネットワークで依然として主流ですが、CAN だけでは明日の自動車に対応するには不十分です。より多くのネットワークトラフィックに対応し、スループットを最大化し、タイムクリティカルなアプリ

ケーション用に十分な帯域幅を確保し、配線を削減してコストを制御するために、しばしば相反する設計要件を満たすという必要性が、自動車のネットワークテクノロジの進化を牽引してきました。

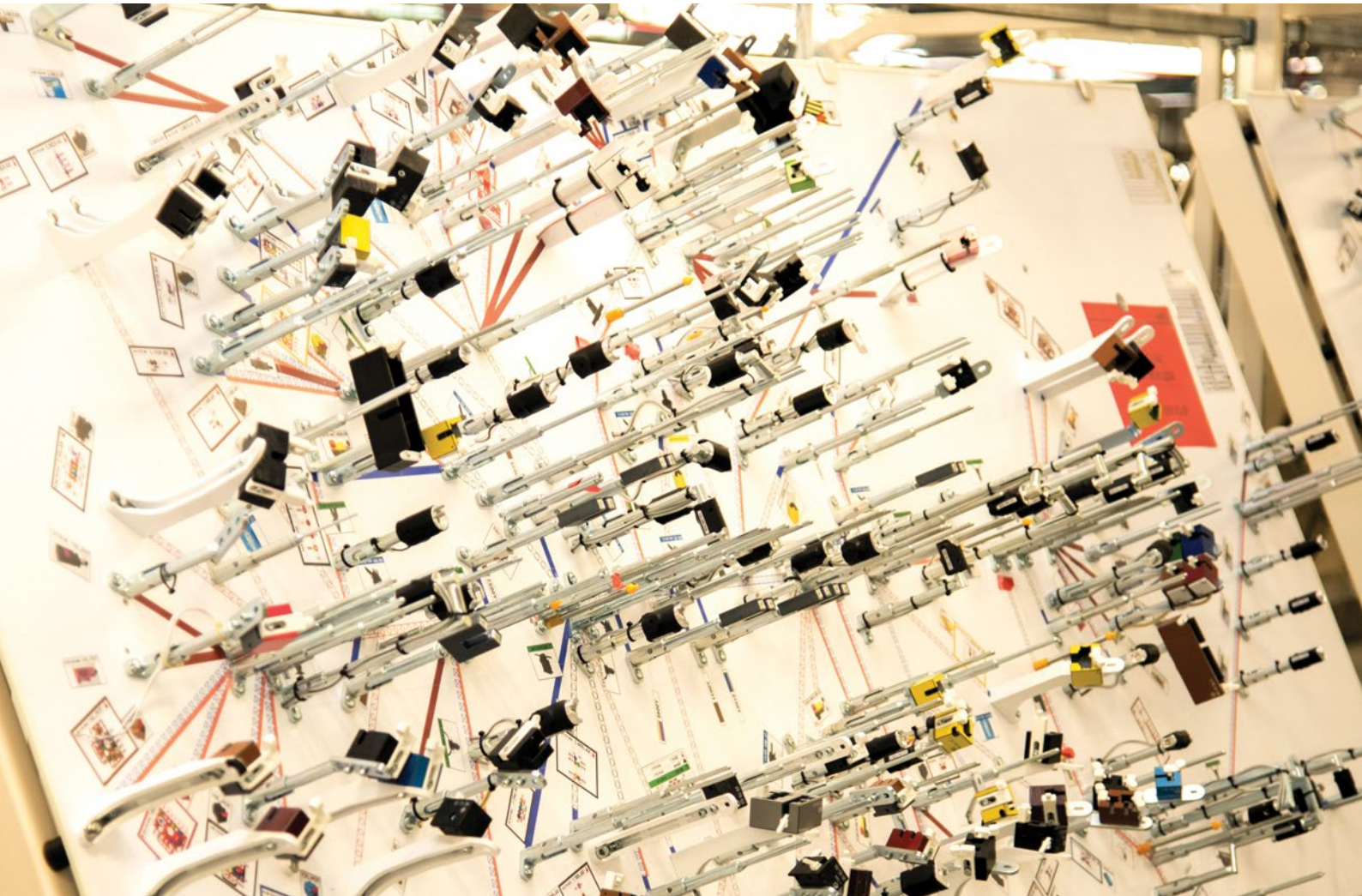
自動車ネットワークの構成は、時間の経過とともに変化して、より高度なテクノロジに必要なバス速度を満たし、ますます多用されるネットワークのコストを管理しています。

CAN は車両全体に普及しており、車内温度制御システムなどのクリティカルではないボディ制御や、ABS などの高速パワートレインアプリケーションに使用されています。ローカル相互接続ネットワーク (LIN) は、車内のネットワークの急増によりコスト圧力が高まったため、ボディの作動などのデータ集約型アプリケーションのコストを削減する方法として 2002 年に導入されました。ハイブリッド車は、バッテリシステム、電気モータ、および燃焼エンジン間の正確な調整を必要とするため、特にネットワーク技術に圧力がかかります。FlexRay は、ブレーキバイワイヤなどの特定の高速アプリケーションに適用され、多くの場合、異なる車両ドメインを接続するバックボーンとして機能します。ただし、FlexRay は新たな高速アプリケーションの候補技術と競合している状況にあります。比較的低コストでギガビット速度をサポートし、トポロジに他のテクノロジよりも高い柔軟性を提供する車載イーサネットです。

車載イーサネットは、インフォテインメント、コネクテッドカー、ADAS 機能など、あらゆる高速アプリケーションの将来を担うことが明らかです。近い将来、車載イーサネットは、バックボーン通信や高速アプリケーションにますます採用されるようになると予想されており、配線コストと重量の削減において大いに貢献することがすでに実証されています。ただし、ステアリングやブレーキバイワイヤなどの制御アプリケーションに車載イーサネットを使用して、TSN プロトコルに関する課題を解決し、確定性と高い優先度のメッセージ割り込みを確実に行うために必要な課題はまだ存在します。これらが解決されれば、自動車全体で車載イーサネットの採用がますます増加すると予想されます。

壁の破壊

これらの革新を現実にするためには、車両ドメイン、設計部門、自動車メーカ内に現在存在する多くの壁を破壊する必要があります。これまで新しい自動車アーキテクチャにより車両ドメイン間の相互作用がますます推進されてきたことを述べましたが、それだけでは十分ではありません。消費者が求めているペースでイノベーションを起こすには、組織構造と開発プロセスを進化させて、現在は個別のプログラムに含まれているコンポーネントの開発でコラボレーションを実現する必要があります。効果を最大限に発揮するためには、このコラボレーションを最終的な統合ステップだけではなく、システムが全体として連携しながら稼働し、かつ開発サイクル全体を通じて、ますます複雑化するサブシステムがまとまって確実に連携して機能する必要があります。これは、要件が頻繁に変更され、その影響を受けるチームが継続的に変化に対応することが求められる、急速なイノベーションの時代において特に重要です。



さらに、すでに傾向が表れていますが、サプライチェーン自体も変化する必要があります。OEM と Tier 1 サプライヤ間の関係は、過去の仕様要求対応モデルで対応するにはあまりにも変化が速すぎます。近年は、これらの企業間でパートナーシップが生まれ、共同で説明責任を果たし、急速に変化する分野で共に成長している事例が見られるようになってきました。既存の企業が新たな能力を迅速に取得するため、合併や買収する動きも見られます。

自動車の中と同様に、ASAM や AUTOSAR などの団体による標準化とコラボレーションは、未来の自動車技術の開発にとって、もはや時間の問題です。

テストへの影響は？

これらのイノベーションは、急速なイノベーション、品質、およびコストのプレッシャーの間に緊張を生み出します。この緊張を緩和するためには、変化する要件に対応し適応できると確信できるテスト戦略を持つことが重要です。この確信を得るための提言について以下に述べます。

柔軟性の優先。
将来の道のりはまだ不明確な部分があるため、未知のものを予測することが不可欠です。今日までアーキテクチャとネットワーク技術が大幅に進化したように、明日何が起こるかはわかりません。

これに答えるにあたって、弊社では柔軟性を重視した投資を優先するようお客様に提言しています。このような投資は、機能が追加されたときに新しい信号タイプに対応するよう I/O に柔軟性のあるテストプラットフォームを選択したり、テストアーキテクチャを自社で維持して、テストベンダに依頼して最初からやり直さなくても、社内で迅速に反復できるようにするアプローチに似ています。従来のボックス計測よりもモジュール式 PXI プラットフォームの人気が高まっていることは、その一例です。

ソフトウェアのテストの課題は増え続ける。
ハードウェアコンポーネントの抽象化とコモディティ化が進むにつれて、ソフトウェア定義の相互接続システムを開発およびテストする能力は、成功に向けて今後ますます必要になります。これらのソフトウェア機能がより高度になるにつれて、従来のツールとプロセスが追い付かなくなる場合があります。

Tier 1 サプライヤや OEM による投資活動はすでに大きく変化しており、ソフトウェアエンジニアの採用、NI VeriStand を使用した HIL (Hardware-In-the-Loop) テストなどの方法論の調査による開発時間の短縮、テスト自動化用 NI TestStand のような検証または生産の効率を高めるツールの採用が行われています。

コラボレーションは不可欠。
自動車のドメイン間のラインが不明瞭となる一方で、OEM と Tier 1 サプライヤ間のパートナーシップの強化が図られるにつれて、ドメイン間や企業間でテストデータと方法論を交換する機能はますます重要になっています。

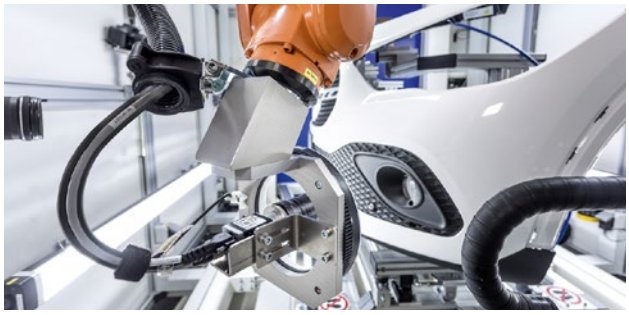
これらの新しいパートナーシップで効果的にコラボレーションするには、NI SystemLink などのツールを選択して、簡単に関連性のある方法でデータを表面

BERGHOF TESTING

Flexible, fast and reliable.
Be on the safe side.

Bumper Tester
→ Fully automated high-speed test system
→ Electrical + optical testing
→ 55 optical inspection features in a cycle time of less than 45 seconds

Smart Component Tester SCoT
→ Optical spoiler testing with 3D scanner
→ LabVIEW + virtual camera
→ Testing independent of variants, light, contrast, reflection + position



BERGHOF

Berghof Automation GmbH | Testing
testing@berghof.com
www.berghof-testing.com

NATIONAL INSTRUMENTS Silver Alliance Partner

化し、DUT 全体および設計サイクル全体に適用可能なハードウェアとソフトウェアの標準化を行います。

NI は、自動車のハードウェアとソフトウェアをテストするための強力で柔軟なコラボレーションツールを提供します。ただし、自動車業界が直面している課題は、1 つのテストベンダが単独で解決するには複雑すぎることも認識しています。これが、弊社のツールがオープン環境を中心に目的に合わせて構築されてきた理由であり、弊社は ETAS、MathWorks、Amazon などの業界のリーダーと提携して、明日の課題に確実に答えられると確信できるテスト戦略の構築を支援しています。

自動車業界はまだホイール自体を新たに発明し直すような段階ではないかもしれませんが、明日のコネクテッドカー、EV、自動運転車を実現するには、そのような段階の一歩手前まで進む必要があり、すでにその途上であることは明らかです。お客様ののテスト戦略を今一度見つめ直してみてください。

Selene van der Walt,
NIボディ/シャーシテストリーダー

完全なテストカバレッジ: NI-DAQmxでプログラム可能なCompactRIO

テストの要件が急速に変化することにより、自動車部品の物理テストにおいて、I/O の柔軟性と拡大の必要性が高まっています。cRIO を備えた NI-DAQmx は、幅広い物理テストアプリケーションのテスト要件への対応に必要なプログラミングの柔軟性と I/O カバレッジを提供します。

CompactRIO 904x および 905x シリーズは、CompactRIO コントローラの最新のファミリーであり、NI-DAQmx をサポートする初めてのコントローラです。これらは、CompactRIO で直接 DAQmx ドライバを使用することでワークフローを強化する体験を提供すると同時に、LabVIEW で FPGA の低レベル制御を実現します。

100 を超える C シリーズ IO モジュールを活用して、さまざまなバス上の任意のセンサに接続し、必要に応じて組み込みの信号調節と高確度 A/D 変換器を利用します。

プログラミングモードの選択

NI-DAQmx でプログラム可能な CompactRIO は、リアルタイムプロセッサと FPGA で構成されるヘテロジニアスコンピューティングアーキテクチャを特色としています。これは計測および制御アプリケーションに理想的で、複数の API をサポートし、各タスクを迅速に実行するのに役立ちます。具体的には、コントローラは、各スロットに対してユーザが選択可能な 3 つのモードに対応します。

Real-Time (NI-DAQmx)

迅速で正確な計測が行える直感的な API を用いるモードであり、リアルタイムプロセッサによる最大 5 kHz の確定的な制御が可能です。

Real-Time Scan (IO Variable)

LabVIEW Real-Time を用いたシングルポイントデータへのアクセスが可能で、最大 1 kHz の制御に対応します。このモードは、主に既存のアプリケーションの移行に使用されます。新しいアプリケーションでは、NI-DAQmx を使用することをお勧めします。

LabVIEW FPGA

FPGA を用いたシングルポイントデータへのアクセスが可能で、数十 MHz に及ぶ高速制御、カスタムプロトコル、およびコプロセッシングを実現します。

デフォルトでは、すべてのモジュールが Real-Time (NI-DAQmx) モードで起動し、セットアップがすばやく行えるようになっています。CompactRIO 上の NI-DAQmx により、ユーザは計測の取得と確定的制御をより高速に実行することができます。

表1. CシリーズのI/Oモジュールなら、あらゆるバスで各種センサに接続できます。[1]

信号タイプ	チャンネル	計測の種類	最大レート	特別な機能
アナログ入力[2]				
電圧	2、3、4、8、16、32	±200 mV、±500 mV、±1 V、±5 V、±10 V、±60 V、3 Vrms、400 Vrms、800 Vrms、300 Vrms	20 MS/s/ch	チャンネル間絶縁、アンチエイリアス、設定可能なフィルタリング
電流	3、4、8、16	±20 mA、0〜5 Arms、0〜20 Arms、0〜50 Arms	200 kS/s	チャンネル間絶縁、内蔵チャンネル診断
電圧および電流	16	±20 mAおよび±10 V	500 Sis	チャンネル-接地間絶縁、内蔵ノイズ除去
ユニバーサル	2、4	V、mA、TC、RTD、歪み、Ω、IEPE	51.2 kS/s/ch	チャンネル間絶縁、ブリッジ構成、アンチエイリアスフィルタ、内蔵シャント抵抗、増幅
熱電対	4、8、16	J、K、T、E、N、B、R、およびSタイプ	95 S/s/ch	チャンネル間絶縁、増幅、フィルタリング、CJC
RTD	4、8	100 Ω、1000 Ω	400 S/s	50/60 Hzフィルタリング、バンク絶縁
歪み/ブリッジベース	4、8	¼、½、フルブリッジ (120または350 0)	50 kS/s/ch	外部励起、ブリッジ構成、アンチエイリアスフィルタ
音響/振動	2、3、4、8	±5 V、±30 V	102.4 kS/s/ch	IEPE、アンチエイリアスフィルタ
アナログ出力				
電圧[2]	2、4、6、16	3 Vrms、±10 V、±40 V (スタック)	1 MS/s/ch	バンク絶縁
電流[3]	4、8	±20 mA	100 kS/s/ch	チャンネル-接地間絶縁、内蔵開回路検出
デジタルI/O				
入力/出力	4、6、8、16、32	TTL (3.3 Vまたは5 V) RS422、5 V、12 V、24 V、48 V、72 V、96 V、120 V AC、120 V DC、240 V AC、240 V DC	55 ns	チャンネル間絶縁、シンクおよびソース入力、双方向チャンネルオプション
リレー出力	4、8	60 V DC、30 Vrms、250 Vrms	1 op/s	チャンネル間絶縁、SPSTまたはSSRリレー
その他				
マルチファンクション[4]	8 AI、8 AO、4 DIO	0 V〜5 V 3VTTL	20 kS/s	
シリアル	4	RS232、RS422、RS485	3.6864 Mb/s	
カウンタ	8	5 V差動型、24 Vシングルエンド型	1 MHz	チャンネル-接地間絶縁
デジタイザ	4	±10V	20 MS/s	内蔵アナログ基準トリガ
CAN		HS/FD、LS/FT CAN	1 Mb/s	
LIN		LIN	20 kb/s	

[1] PROFINET、PROFIBUS、CANopen、機能安全、モータドライブ、モータドライブインタフェースを含むCシリーズモジュールの全リストをご覧ください
[2] 最大24ビットの分解能
[3] 最大16ビットの分解能
[4] 最大12ビットの分解能

CompactRIO の NI-DAQmx でより多くの機能を実行

ドライバは、CompactRIO 上で NI-DAQmx をサポートする以外にも、機能の向上によりさらに詳細なカスタマイズと制御が可能になりました。新しいコントローラは、スロットごとにハードウェアタイミングエンジンを提供しており、マルチレートアプリケーション向けの優れたカスタマイズが可能です。また、ハードウェアタイミングシングルポイントのサポートが追加されたため、最大 5 kHz (904x) と 2.5 kHz (905x) の確定的制御をサポートします。

ハードウェアタイミングシングルポイントを使用することにより、ハードウェアタイミングによってバッファなしでサンプルを継続的に収集または生成します。

これは、制御アプリケーションでしばしば必要となる厳密なタイミング要件を適用する際に役立ちます。堅牢なパッケージで産業環境に対応 CompactRIO コントローラは、コンパクトで堅牢なパッケージに極めて高い制御 / 収集機能を搭載し、-40 ～ 70°Cの動作温度範囲、50 g の耐衝撃性と 5 g の耐振動性、冗長電源入力、各種の国際安全 /Hazloc/ 環境規格に準拠しており、過酷な産業環境での使用にも適しています。

広範なエコシステムを活用し、NI Linux Real-Time でセキュリティを強化

何千ものオープンソースアプリケーションや IP、サンプルによる NI Linux Real-Time のオープン性を活用しながら、多くのユーザや開発者が盛んに活動しているコミュニティとの共同作業が可能です。ナショナルインスツルメンツは長年にわたる研究開発と Real-Time Linux プロジェクトとの共同作業を通じて、Linux ベースの Real-Time OS (RTOS) を開発しました。OPKG パッケージマネージャを使用して、オンラインでエコシステムをインストール、管理、活用することができます。

Security-Enhanced Linux のネイティブサポートにより、セキュリティと信頼性を向上させます。また、Security-Enhanced Linux (SELinux) は強制アクセス制御 (MAC) ベースのシステムであり、セキュリティポリシーを使用して、システムの各コンポーネントが実行できるアクションを明示的に指定します。

外の世界に接続

ギガビットイーサネット、シリアル、USB ポートなどのプロセッサ I/O が組み込まれた CompactRIO コントローラにコンポーネントを直接接続します。アプリケーション固有の要件を満たすために、計測に応じた信号調節を備えた 100 を超える I/O モジュールから選択することができます。

カスタム画像処理のために産業用カメラに直接接続するか、『CompactRIO Third-Party Products Complete Overview List』にある広範なサードパーティ製モジュールライブラリを活用することができます。CompactRIO コントローラを産業用ゲートウェイとして使用すれば、PROFINET、OPC UA、EtherCAT などの産業用プロトコルをサポートするさまざまなデバイスやインフラに接続できます。データの視覚化やオペレータインタフェース向けに、充実した機能を持つ対話式の GUI を設計し、ローカル、リモート、モバイルなど各種 HMI に接続することも可能です。

車両システムインテグレーション用 HILテスト

自動車がより複雑になるにつれて、システムインテグレーションテスト (「車両全体」または「ネットワーク」HIL (Hardware-In-the-Loop) はこれまで以上に重要になります。厳格なシステムインテグレーション HIL テストでは、異なるチームによって開発された複数のシステムで、車両全体の電子制御ユニット (ECU) がすべて正しく安全に機能することを確認します。

アプリケーション要件

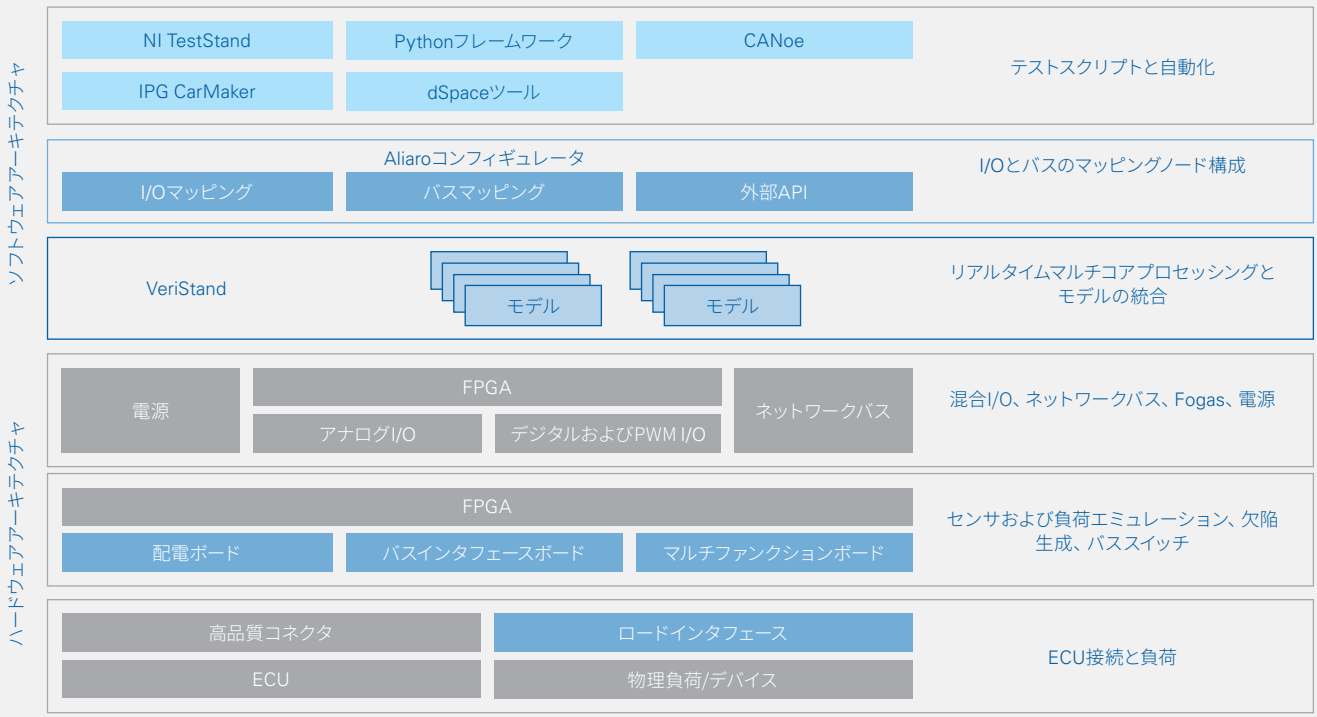
- 複数の ECU で多数のチャンネル数 (数千の信号パス) に拡張
- すべての信号パスに欠陥生成を行い、実際にシミュレートされた負荷とセンサをサポートすることにより、すべての使用済み ECU 物理インタフェースを同時にシミュレート
- マルチ ECU バス通信と欠陥生成—車両内を流れるすべてのバストラフィックを生成
- すべてのコネクテッド ECU の動作をシミュレートする動的モデル、およびシミュレート済みのモデルを実行

NI + Aliaroの利点

- スケーラブルなシステム設計 (分散可能)
- 効率的なシステムの再構成 : 変化するテスト要件とシステム構成 / モデルに迅速に適応
- ASAM XIL/Python をサポートするマルチベンダテスト環境
- ハイパワーおよびミックスドシグナル I/O 機能

NI + Aliaroソリューション

- SLSC および NI VeriStand 用の Aliaro コンフィギュレータを使用して、2,000 以上のチャンネルを数分で再構成し、複数のテストシステム構成を保存
- Aliaro SLSC カードとシステム構成ツールを組み合わせた NI プラットフォームベースのアプローチを使用してテストカバレッジを拡大できるように、システム構成とテスト開発時間を短縮
- さまざまなシステム構成のテストに対応し、他のチームの要件を分離するための、モデル統合とリアルタイムのモデルベースの制御およびリアル / シミュレーション切り替えのプロビジョニング



「NIとAliaroを選んだ結果、小規模サプライヤのサードパーティ統合、納期、価格の優位性、迅速な開発、そしてVeriStandを得たのが大きな利点でした。VeriStandは非常に直感的で作業しやすいことがわかりました。

HILの仕様を決定した段階で、その対象となる自動車のプロジェクトが進展しました。つまり、フルスペックのオーダーを提供できないということになりました。NIとAliaroは柔軟性があり、コミュニケーションを図るのに好都合でした。」

—テストコーディネータ、メジャーOEM

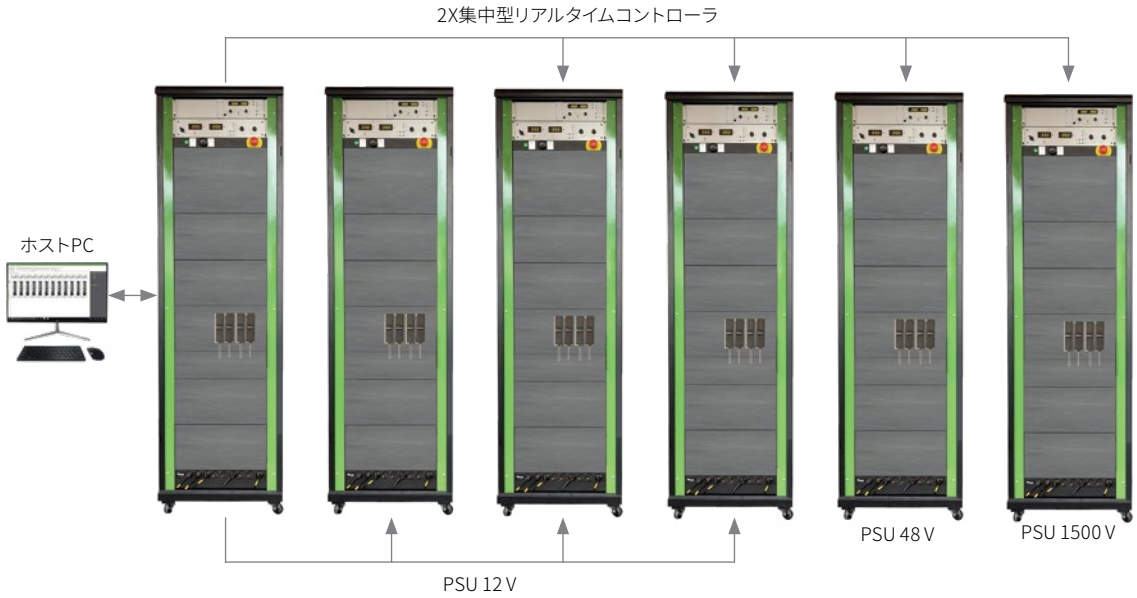


図1. Aliaro全車両HILシミュレータ

Aliaroコンフィギュレータソフトウェアの利点

- システム再構成中のダウンタイムを短縮
- 多数のチャンネルを変更および更新
- チャンネルとシステム構成を保存
- 内蔵 API を使用して外部にアクセス

企業概要 ALIARO

Aliaroは確立されたテストソリューション、およびHILのプロバイダでスウェーデン所在のNIシルバーアライアンスパートナーです。スウェーデン、イギリス、中国、米国にオフィスがあります。顧客がオープンで変更可能なデバイスを使用して迅速な変更に対応できるようにするため、NIとともに、テストとHILのためのモジュール式で柔軟かつコスト効率の高いソリューションを設計しています。詳細については、sales@aliaro.comまでお問い合わせください。

CANalyticsソフトウェアでの電動パーキングブレーキのHILおよび耐久性テスト

Akebono Brake Corporation は、Audi、Chrysler、General Motors、Honda、Toyota など多数の自動車 OEM 顧客向けのブレーキのグローバルサプライヤです。彼らがフォーカスしている新しい技術の 1 つとして、運転中のブレーキには従来の油圧作動を使用し、駐車時のブレーキでは電気機械式アクチュエータに切り替える電動パーキングブレーキがあります。電動パーキングブレーキは、カーインテリアに利用できるスペースを増やし、システム重量の削減による燃費の向上、および発進時の自動パーキングブレーキ解除などの新しい機能を提供します。

電動パーキングブレーキを扱う Akebono の研究開発部門では、これまではミッドハイトテスタを使用してブレーキ制御ソフトウェアの改善を行っていました。ハイブリッド HIL テストスタンドは、以下で構成されています。

- 電子制御ユニット (ECU) に組み込まれたプロトタイプのブレーキ制御ソフトウェア
- 制御およびデータ収集用キャビネット
- モータギアユニット (MGU) とブレーキキャリパを備えた機械式テストベンチ

ミッドハイト HIL テスタの更新

ECU ソフトウェアには、ブレーキの状態を推定し、ブレーキの電子作動を制御するための論理アルゴリズムがあります。Akebono のエンジニアは、HIL テスタによって収集されたパフォーマンスデータを使用して、ECU ソフトウェアのブレーキ制御アルゴリズムを改良および最適化しています。彼らは、以下の目標を達成するためにテスタを更新する必要がありました。

- NI LabVIEW で書かれた単一の開発環境内ですべての機能を統合
- テストの自動化の改善
- 新たな制御機能の追加

Akebono は、テストスタンドの開発を経験豊富なテストシステムインテグレータに委託しながら、エンジニアリングリソースを電動パーキングブレーキ用の ECU ソフトウェアの開発に集中することを決定しました。そのため、LabVIEW がプログラミング環境として選ばれました。 NI のテクノロジに関する深い専門知識、一流のカスタマーサポート、および競争力のある価格設定により、Wineman Technology が選ばれました。

Wineman Technology は、最初、既存のミッドハイトテスタ用のソフトウェアを作成するために導入されましたが、システムを徹底的に評価したところ、機能性、使いやすさ、効率性を向上させるには改善の余地があることが明らかになりました。CompactDAQ には、ユーザが C シリーズ I/O モジュールのパッケージの中から選択できるオープンなモジュール式アーキテクチャがあるため、既存のテスタの Emerson サーボドライブとプログラマブル電源を改造し、テスト機能を向上させるために NI リアルタイム CompactDAQ (cDAQ) システムを追加することが決定されました。

HIL テストスタンドは、アセンブリモードと 2 つのシミュレーションモードの 3 つのモードで動作します。アセンブリモードは、複数のコンポーネントを組み合わせてテストするアセンブリレベルのテストまたは統合テストを担います。このモードでは、機械式テストベンチ全体 (MGU、キャリパ、サーボアクチュエータ付き) を使用して、実際のパフォーマンスデータを提供します。CompactDAQ システムは、環境を監視し、トルクボックスからの負荷と位置を測定し、電流値と電圧値を検証するデータ収集機器として機能します。また、MGU をトリガして、各テストサイクルを開始します。MGU を制御する ECU ソフトウェアは、環境計測について独自の推定を行い、ブレーキの状態を予測します。ECU コントローラは推定計測値を送信し、また CompactDAQ は実際の計測値をホストコンピュータに送信して比較し、ECU ソフトウェアのパフォーマンスを評価して必要に応じて調整します。

2 つのシミュレーションモードでは、MGU またはキャリパのいずれかがテストループから切断され、リアルタイム CompactDAQ コントローラで実行されているシミュレーションプロフィールに置き換えられます。CompactDAQ システムは、アセンブリモードで使用されるすべての計測を担当し、キャリパプロフィールまたは MGU プロフィールも実行します。シミュレーションモデルを使用することにより、テスタで仮想条件または最悪のシナリオを評価する際の境界を広げることができます。

課題

電動パーキングブレーキ用の既存のハイブリッドHILテストスタンドによるテストの自動化と制御機能の向上

ソリューション

機械式ブレーキシミュレーションを備えたミッドハイトHILテスタと、複数のブレーキを24時間テストするためのフルハイトの耐久性テスタを提供

パートナー：

新しいフルハイト耐久性テスタの作成
HIL ミッドハイトテスタの成功により、Wineman Technology は、まったく新しいフルハイトシステムレベルの耐久性テスタを作成しました。ミッドハイトテスタとは異なり、このマシンには HIL シミュレーションコンポーネントは含まれません。その代わりに、このマシンでは 6 つのアクチュエータを備えた 3 つの ECU を使用して、3 つの電動パーキングブレーキシステムを同時にテストできます。

HIL テスタから耐久性テスタに移行する際に、適応性の高い NI ハードウェアおよびソフトウェアプラットフォームを使用することにより、非反復エンジニアリング (NRE) 費用を大幅に削減することができます。ミッドハイトテストスタンドの同じ商用オフザシェルフ (COTS) ハードウェアおよびソフトウェアをスケーリングし、フルハイトテスタの要件を達成することができます。多くの COTS アーキテクチャで HIL と耐久性の両方のアプリケーションをカバーできるわけではないため、Wineman Technology は NI のテクノロジを使用してテストシステムの構築を行っています。

この新しいシステムにより、Akebono はアクチュエータの耐用年数にわたるブレーキシステムの耐久性の推定値を検証できるようになりました。テストの典型例として、内部ソフトウェアの推定値とさまざまなベンチマークを監視しながら、150,000 サイクルのブレーキの作動と解除を行うことができます。また、テスタには二重安全機能が組み込まれているため、24 時間の耐久性テストを実行でき、ラボ全体のテスト効率が向上するというメリットを Akebono にもたらしました。

CAN 通信用の CANalytics ソフトウェアで時間を節約
どちらのテスタも、CAN バスを介して通信する ECU を使用します。Wineman Technology は、CANalytics と呼ばれる CAN インタフェースソフトウェアを開発しました。これは、CAN の監視と通信を行う機能を毎回一から作ることなく迅速かつ低コストで追加できるようにします。このスタンドアロンツールは、さまざまな CAN ハードウェアで動作し、1 つのまとまったアプリケーションで CAN のすべての利点にアクセスすることができます。

「CANalytics プラットフォームは、ラボのテスト環境内での投資収益率を向上させました。弊社の HIL テストスタンドを使用して、1 つの開発環境でハードウェアとソフトウェアコンポーネントの両方を簡単に構成することができます」と Akebono Brake Corporation のコントロールエンジニアである George Ritter 氏は述べています。

結論
Wineman Technology で、システム要件が明確に定義され、マイルストーンがスケジュールどおりに達成され、提供されたスタンドが希望どおりに機能することが確認されました。

- プロトタイプ ECU ソフトウェアの改善にはミッドハイト HIL テスタ
- 検査と検証 (V & V) テストにはフルハイト耐久性テスタ

高性能のリアルタイム CompactDAQ コントローラにより、テストシステムで高速な閉ループ制御と監視が可能になります。テスト機能の改善により、開発時間が短縮され、市場投入までの期間が短縮されます。Akebono は、テストラボの能力をさらに強化するため、Wineman Technology に別のテストスタンドを発注しました。

執筆者:
Todd VanGilder,
Wineman Technology
www.winemantech.com

George Ritter,
Akebono Brake Corporation
www.akebonobrakes.com

ボディECU用HILテスト

ますます洗練され相互接続されたインテリア、インフォテインメント、および先進運転支援 (ADAS) システムにより、ボディの電子制御ユニット (ECU) の数と複雑さは拡大しています。これらは、アクティブサスペンション、ブレーキ、緊急ステアリングから、インフォテインメントシステムを内蔵したシート制御およびバックミラー ECU にまで及んでいます。これらの ECU に対して組み込みソフトウェアをテストする際は、安全性、利用可能性、コストなどを考慮すると、完成されたシステムを使って必要な検証のテストを実施するのは現実的ではありません。ハードウェアインザループ (HIL) テストの方法論では、設計サイクルの早い段階でのテストが推奨されます。ソフトウェア定義のプラットフォームでテスタを作成することにより、ECU の設計変更やテスト要件の変更に対応できる柔軟なシステムが実現します。

アプリケーション要件

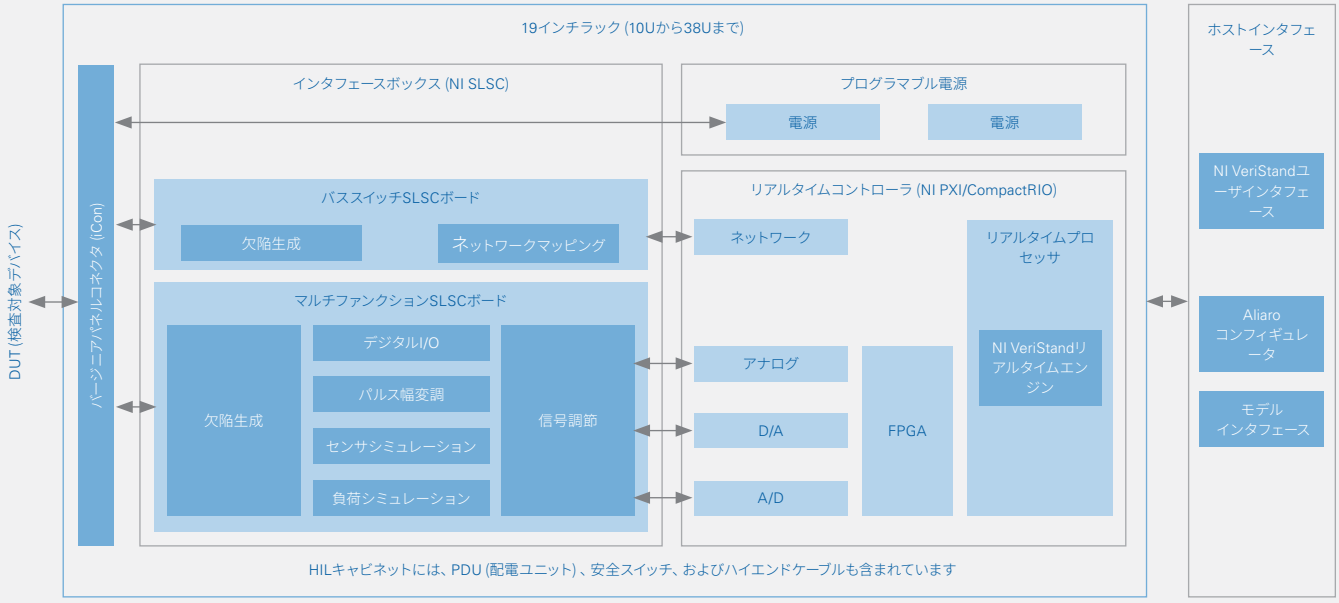
- 信号リストと I/O 要件の避けられない変化に適応
- 欠陥生成および信号調節を実施
- モデル、サードパーティ製デバイス、ツールキットを統合して、システム全体を正確にシミュレート

NIが選ばれる理由

- HIL テスト方法論によりコストを最低限に抑え、信頼性を確保することで、コストのかかる実テストの必要性を低減
- Aliaro の統合と NI のモジュール式プラットフォームで構築されたターンキーシステムでテスト開発時間の短縮と迅速なスタートアップが可能
- 変化する要件に合わせて拡張およびカスタマイズできるように設計された柔軟なテスタでシステムの再利用を最大化

NI + Aliaroソリューション

- ECU のピン配列が変更された場合は、Aliaro コンフィギュレータソフトウェアと Aliaro AL-1010 スイッチ負荷信号調節 (SLSC) モジュールを使用してシステム設定をすばやく再構成します。これにより、各チャンネルに柔軟な I/O、信号調節、スイッチ機能を提供し、すべてのピンには欠陥生成を提供します。
- センサおよび作動シミュレーションのための NI VeriStand とのユーザフレンドリーなモデル統合。さらに、パワーエレクトロニクス、アクチュエータ、およびセンサの µs レベルのリアルタイムモデルベースシミュレーションを可能とする最新の Xilinx FPGA テクノロジを組み込んだ NI PXI および CompactRIO ハードウェアとの I/O インタフェース
- オープンプラットフォームを備え、ASAM XIL、CANoe、dSPACE ControlDesk、および多数の Python フレームワークをサポートするマルチベンダテスト環境に最適



主な仕様	
外形寸法	38U (1.8 m × 0.6 m × 0.8 m)
キャビネットあたりの最大I/O	480
柔軟なI/O機能	アナログI/O、Digitak I/O、PWM I/O
抵抗エミュレーションのサポート	あり (柔軟な構成)
電気式欠陥生成	あり (すべてのチャンネル)
バス欠陥生成のサポート	あり (CAN、LIN、自動車、イーサネット)
ASAMのサポート	あり
シミュレーションモデルのサポート	あり (VeriStandでサポートされるモデルをサポート)
DUTチャンネルごとの電流	10 A (並列チャンネルで最大40 A)

図1.Aliaro自動車シミュレータ

ループを閉じる: シャーシおよびボディ用電子テストにおける5つのHILのトレンド

FMI の自動車用電子制御ユニット (ECU) の市場評価によると、ECU- エンジン、ブレーキ、サスペンション、ボディ制御モジュールを含む - は、2017–2022 年にかけて 7.1%の強い CAGR で成長すると予測されています。大規模市場向けのスマートで安全、クリーンな自動車を作るための競争はかつてないほど厳しくなっており、それに伴い、潜在的な問題領域を根絶する総合的な試験を行いながら、研究開発サイクルを加速することが求められています。

HIL (Hardware-In-the-Loop) シミュレーションは、エンジンとトランスミッションの制御モジュールをテストするために業界で広く使用されている重要な技術です。パワートレインシステムが複雑であるため、設計部門はかつては HIL を使用して実際のハードウェアコンポーネントで組み込みソフトウェアとコントローラをテストし、現実世界の条件をシミュレートしていました。しかし、多くのボディエレクトロニクスやボディ制御モジュール (BCM - 暖房や冷房、シート、キーレスエントリ用などでは、基本的な監視と作動にオープンループ制御を以前から使用しています。

今日の HIL テクノロジとコントローラソフトウェアモデルの可用性の向上により、ループを閉じることがこれまでになく容易になりました。閉ループテストは、より正確なデータとより広いテストカバレッジを提供します。つまり、開発サイクルの早期のうちに、修正が容易 (かつ安価) な段階で異常を発見する可能性が高くなります。一般的な HIL アプリケーションは次のとおりです。

ソフトウェア回帰テスト : 新しいソフトウェア機能が追加されるたびに、すべての既存の機能を再度徹底的にテストし、問題がないことを確認する必要があります。これはいわば必要悪で、時間がかかる作業です。HIL システムは、ECU シミュレーションモデル、再利用可能なテストスクリプト、およびテストケースの生成により、このプロセスを大幅に高速化できます。消灯時間が過ぎても、自動回帰テストを 24 時間年中無休で実行すると、どれだけ時間を節約できるか想像してみてください。

実世界ハードウェアシミュレーション : HIL を使用すると、検査対象デバイス (DUT) を実際のハードウェア信号および車両の現実のトランスデューサが示す厳しい負荷の条件下に置くことができます。DUT に対して正確な環境とシナリオを適用することにより、コントローラソフトウェアとハードウェアを調整して最適なパフォーマンスを実現できます。

HILの世界に加わるためのハードル

閉ループテストがそれほど素晴らしく容易なのであれば、誰もが HIL に飛びつくはずですが、なぜそうならないのでしょうか。

高コスト

これまで HIL テスタは、必要なすべてのハードウェアとソフトウェアがバンドルされたクローズドボックスのターンキー製品として販売されてきました。しかし、アプリケーションの規模によっては機能の半分しか使用しないこともあり、その場合は最小限のパッケージでさえ、購入する価値が予算に見合わないことになります。必要な機能のみを購入することはできないのでしょうか。

独自技術

クローズドボックスシステムであるということは、HIL スタンドの購入後に、新しい ECU テスト機能を追加する必要が生じた場合はどうなるのでしょうか。

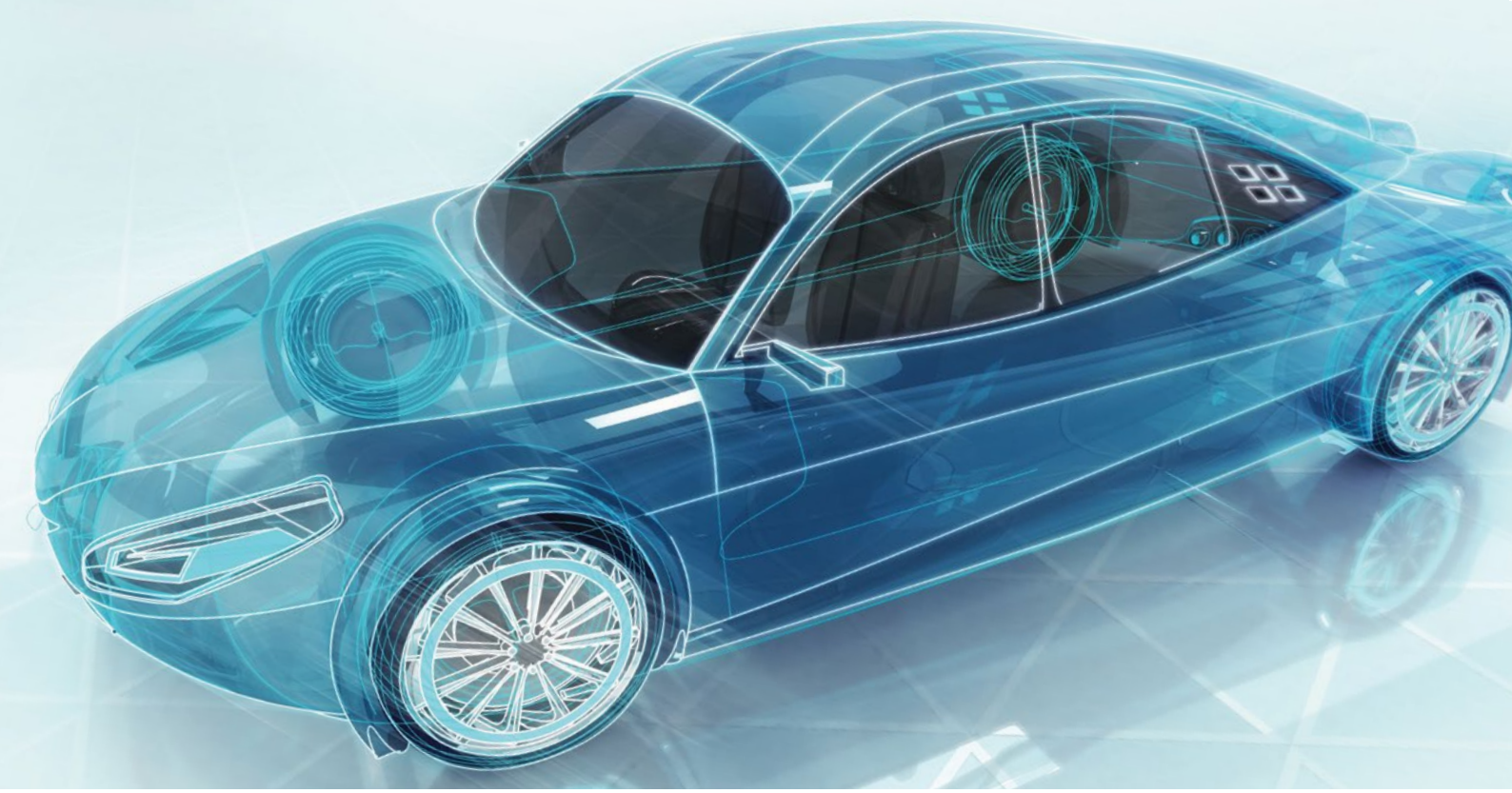
- 選択肢 A: メーカーに連絡して別の発注書を作成し、先方の望みどおりに HIL テスタがアップグレードされて再び使用できるようになるまで待ちます。
- 選択肢 B: 自分たちのエンジニアの 1 人がカスタム PCB を作成して作業を完了させることができますが、もしその人が会社を辞め、知識をすべて持ち去った場合はどうなるでしょうか。

結論 : これまでの選択肢はコストが高すぎ、またニーズに完全に適合しないため、多くのエンジニアが HIL テストの追加をためらう可能性があります。幸いなことに、別の手段があります。急速に変化するマーケットに対応するには、次のようなオープンボックスの HIL システムが必要です。

- 自分たちのエンジニアまたはシステムインテグレータが自身でカスタマイズできる
- 将来の拡張を容易にするためのモジュール式アーキテクチャを備える
- すぐに利用できる商用オフザシェルフ (COTS) のテクノロジを採用している
- 業界規格や他のベンダのツールとの良好な連携

便利な機能を提供するHILの5つのトレンド

何十年にもわたってテストマシンを構築してきた Wineman Technology のエンジニアリングエキスパートは、HIL システムを NI の包括的なテクノロジプラットフォームで標準化することにより、あらゆる課題に対処できる順応性と性能を達成できると信じています。NI の機器が自動車、オフロード、および大型機械アプリケーションでの HIL シミュレーションに適している主な理由は次のとおりです。



#1 オープンアーキテクチャ

シャーシとボディの電子系統が急速に進化している現在、それらを評価するためのテスト技術がまだ存在しない場合もあります。作成したHILシステムを将来にわたって完全に保証することは不可能ですが、オープンアーキテクチャを使用すると、最先端のツールを実装し、将来の機能に適応させることがはるかに容易になります。

オープンアーキテクチャで HIL テストスタンドを構築することには大きな利点があり、必要に応じてソフトウェア機能を再構成し、独自のコードでシステムのプラグインを作成することができます。包括的な機能性だけではなく、サードパーティのソフトウェアやモデルへのオープン性のために、強力なリアルタイムテストおよびシミュレーションソフトウェアである NI VeriStand を使用しています。システムのセットアップ、刺激生成からモデルの実行とユーザインタフェースの作成まで、使いやすい、構成ベースの環境ですべてに対応できます。さらに、LabVIEW、Python®、ANSI C/C++、ASAM XIL などのカスタムコードを用いて VeriStand へのプラグインを作成することにより、機能を追加することができます。

実際、私たちのお気に入りの VeriStand の機能の 1 つとして、The MathWorks, Inc. の Simulink® ソフトウェア、ITI の SimulationX、Dynasim の Dymola など多くのモデリングプラットフォームのモデルを、簡単にモデルインタフェースのフレームワークを使用してライブラリにモデルをコンパイルすることにより、余分なライセンス料を支払うことなく使用できるという点があります。お気に入りのコンパイラからモデルを取得して、シームレスに VeriStand にインポートできます。

#2 COTS テクノロジ

最新のシャーシと BCM の改善をテストするには、独自のカスタムデバイスを構築するか、利用可能な COTS オプションを確認します。オフザシェルフのコンポーネントを使用すると、特にシステムのアップグレードや交換部品の購入をする場合に、誰にとっても容易になります。NI ではモジュール式ハードウェアと構成ベースのソフトウェアを採用しているため、誰でも新しい PXI または C シリーズモジュールを購入して自分でセットアップできます。NI の COTS ツールを使用するもう 1 つの安心点は、同社が十分な実績を持つ 10 億ドル規模の企業であることです。製品に関する質問や問題がある場合、NI は優れたカスタマーサポートと、電話または E メールですぐに連絡することができる大規模なシステムインテグレータのネットワークを提供しています。

NI が最近リリースした HIL に関するイノベーションの 1 つが、スイッチ、負荷、および信号調節用 SLSC モジュールのエコシステムです。通常、エンジニアは独自のカスタムソリューションを構築するか、データ収集 I/O を ECU または DUT に接続するために 1 回限りの製品に依存する必要があります。SLSC ラインで NI のデータ収集プラットフォームと ECU の間のギャップを埋めることができるようになったため、完全な COTS ベースの HIL アーキテクチャを作成して、同じソフトウェアのもとで緊密に統合および実行できるようになり、コストと時間を節約できます。

#3 FPGA を使用した確定的タイミングとカスタムプロトコル

ほとんどの HIL テストシステムでは、ホストコンピュータ用の Windows などの計算用ノードと、コントローラ用のリアルタイムオペレーティングシステムが稼働します。これらのノードには、さまざまな量の処理時間とジッタが発生します。しかし、テスト仕様でサブマイクロ秒の範囲で非常に確定的な処理時間が必要な場合はどうでしょうか。そこで、カスタマイズ可能なフィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA) が登場します。FPGA は、ユーザによりプログラム可能なチップであり、オペレーティングシステムをバイパスして、非常に確定的な高速計算を実行できます。NI のテクノロジを使用すると、開発者は LabVIEW のグラフィカルプログラミングまたは VHDL コードを使用して FPGA に完全にアクセスできます。

リアルタイムの HIL テストにナノ秒の確度が必要な場合は、FPGA を使用してセンサとアクチュエータのシミュレーション、閉ループ制御アルゴリズム、およびカスタム通信プロトコルを実装できます。すべてのセンサフュージョンを車両に追加した場合には、それぞれに独自の進化するプロトコルがありますが、FPGA を使用すると、市場にリリースされる前に新しいプロトコルを作成して使用できるようになります。たとえば、車載カメラと車両対車両および車両対インフラストラクチャ (V2X) 無線通信を使用して、別の車が赤信号を無視して走行していることを検出できます。FPGA のシリアルプロトコルを使用して、状況をシミュレーションし、ブレーキシステムがどのように反応するかを確認できます。現実世界では同じシナリオを再現するのに時間と費用がかかりますが、繰り返し可能なベースがあればはるかにコストを抑えることができます。

#4 RF ワイヤレス通信

インテリジェントビークルとグローバル接続への大きな流れにより、今日の自動車には、キーレスエントリや Bluetooth 接続、サテライトラジオやグローバルナビゲーションサテライトシステム (GNSS) まで、あらゆるものが装備されています。市場に出回っている新しい安全機能には、先進運転支援システム (ADAS) 、LiDAR 障害物検知、V2X 通信などがあります。これらのコネクテッドテクノロジはすべて、適切な動作を検証および微調整するための RF テストを必要とします。

BCM および組み込みコントローラ用の HIL システムでは、RF 機能の直接テストまたは組み込みソフトウェアの同期とトリガのために RF 計測と生成が必要になる場合があります。たとえば、ADAS をテストする HIL システムでは、レーダー信号を受信し、ベクトル信号トランシーバを使用してこれを操作し、さらにシミュレーションオブジェクト (道路上の鹿など) を挿入して、それをシャーシまたはボディの ECU に送信して応答を評価します。このようなケースにおいて、NI はクラス最高の RF およびワイヤレスソリューションを提供しているため、エンジニアは HIL 機能をいつでも必要なときに簡単に拡張することができます。

#5 ASAM XIL による標準化

多くの方は NI から HIL シミュレーションやその他の新機能を導入することに興味があるかもしれません。しかし、すでに他のサプライヤの製品の組み合わせから蓄積された既存のテスト機器やソフトウェアが存在するのも事実です。NI では、モデルインザループ (MIL) 、ソフトウェアインザループ (SIL) 、および HIL アプリケーション用に開発された自動車用テスト API 標準である ASAM XIL を完全にサポートしています。ASAM XIL は、NI、dSPACE、ETAS、Vector などの主要なテスト自動化プロバイダによってサポートされています。つまり、1 つのベンダのテスト自動化スクリプトのライブラリを使用している場合、そのソフトウェアを使用して、NI のオープンなモジュール式ハードウェアと通信して制御することができます。また、その逆つまり NI の構成ベースのソフトウェアで他のベンダの ASAM 準拠ハードウェアと通信し、実行することもできます。このテスト API の互換性により、各企業で新しいプラットフォームを試行して、時間をかけてテストスタンドをアップグレードすることがこれまでより容易になります。

開ループテストに満足しない

インテリジェントビークルの台頭により、シャーシとボディの制御電子系統の複雑さが増しており、エンジニアは、潜在的な障害点を排除しながら、機能を体系的にテストするための高速で正確な自動化された手段を必要としています。NI のハードウェアとソフトウェアのオープン性と柔軟性により、次のことを自由に行うことができます。

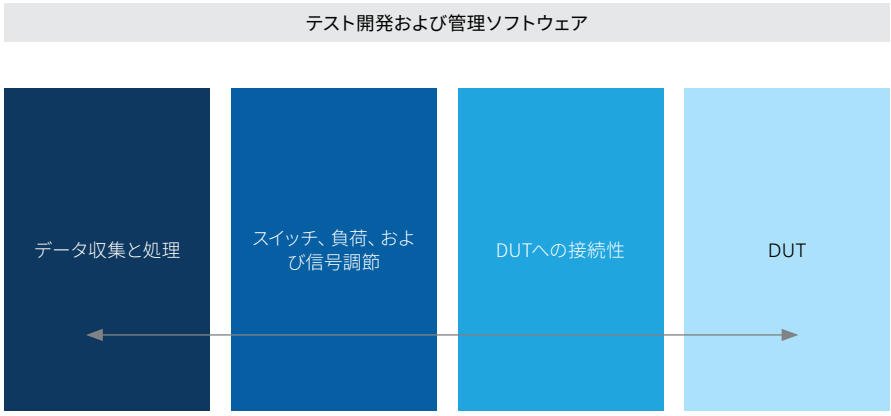
- カスタマイズ可能で費用対効果の高い HIL システムを設計
- 既存のシステムを更新し機器を再利用
- 必要に応じてハードウェア I/O またはソフトウェア機能を簡単に追加

確定的な FPGA タイミング、RF ワイヤレス通信、COTS による負荷およびスイッチング回路が必要な場合でも、NI からはツールを、Wineman Technology からは複雑で最先端の技術課題に対処できる専門知識を提供することができます。

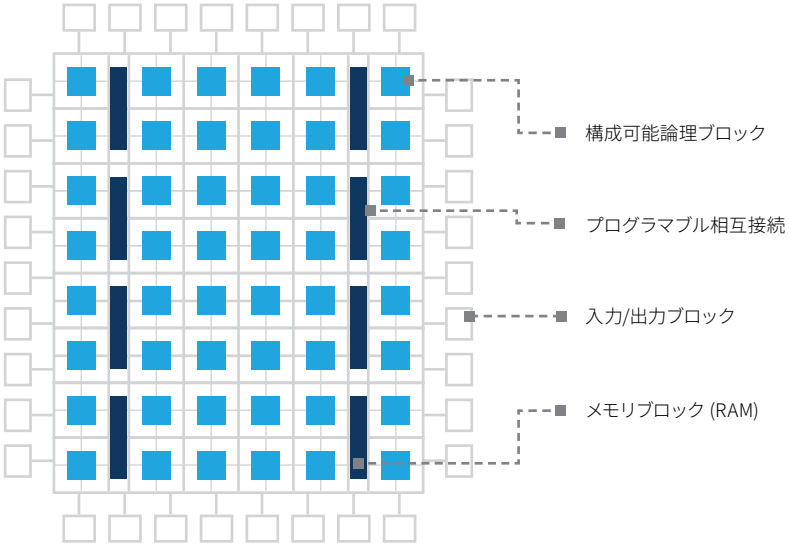
By Todd VanGilder
営業担当副社長
Wineman Technology

A CertTech Company

www.winemantech.com
HILテストの詳細についてのお問い合わせはinfo@winemantech.comまで



理想的には、HILテスタは、再構成が容易なソフトウェアとハードウェア拡張のための追加のスペースを備えた、緊密に統合されたモジュール式コンポーネントを複数含むオープンアーキテクチャを持つ必要があります。



HILシステムでユーザによりプログラム可能なFPGAチップを使用すると、確定的なナノ秒のタイミングでリアルタイムのテストとシミュレーションを強化できます。

製造用NVH機能テスト

最新鋭化が進む製造ライン最終工程 (EOL) での機能および騒音 / 振動 / ハーシュネス (NVH) テストシステムは、アセンブリが工場を出る前に欠陥を検出することにより、高品質の成果物を最大限産出できるようにします。ただし、NVH 要件のある製造テストシステムは、多くの機械製作担当者にとっては特殊な課題となります。製造プロセスを効果的に改善するには、細部にまで注意を行き渡らせることが必要です。必要なデータの正確な特定に加えて、特定したデータの収集と保存を標準化する必要があります。これにより、エンジニアが、求めている答えを抽出、調査、報告できるようになります。NI アライアンスパートナーである Signal.X Technologies は、NVH テストプラットフォームでこれらの課題に答えています。

アプリケーション要件

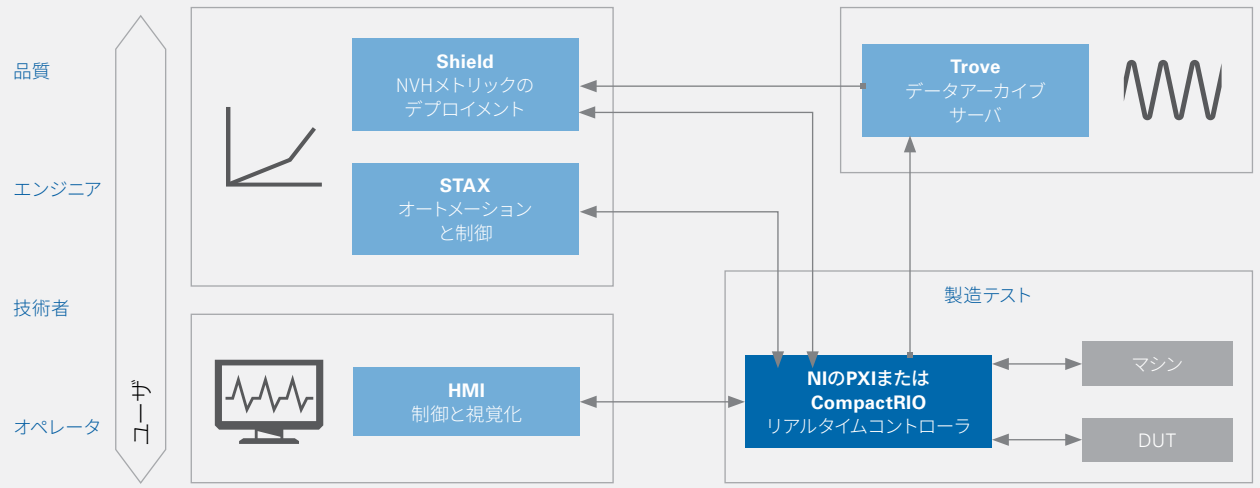
- NVH センサ、タコメータ、CAN データなど広範なソースからの動的信号を計測
- 単一のテストベンチか大規模な並列インストールかを問わず、データ収集、処理、アーカイブを自動化
- メトリック設計 (周波数および次数スペクトル、n 番目のオクターブスペクトル、特定のラウドネス、次数カット、周期的およびランダムなインパルス検出、前処理、エンベロープ、マルチチャンネル仮想信号など)

NIとSignal.Xの提携によるメリット

- 並列処理と自動再テスト機能によって行われる合格 / 不合格の判定により、ラインのスループットが改善されます。
- 集中型管理、自動レポート生成、バッチ処理により、より透徹したインサイトとアクセス可能なデータが得られます。
- CompactRIO コントローラ上の安定したリアルタイム OS により、ダウンタイムが削減されます。
- NI のプラットフォームをベースにしたソリューションにより、テストニーズの変化に応じて機能を変更できる柔軟性が得られます。

NIとSignal.Xによるソリューション

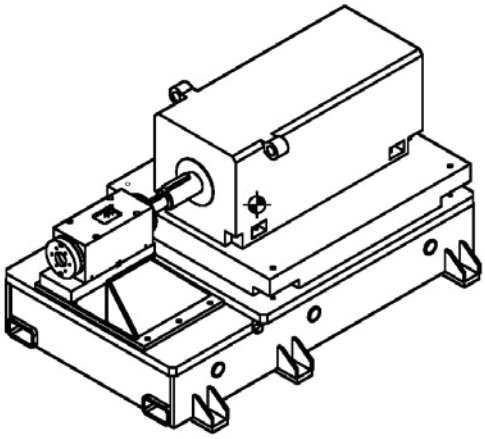
- Shield™ は、メトリックベースの判定により、自動的に欠陥を検出し、機能のパフォーマンスを確認します。
- STAX™ 製造テストプラットフォームは、LabVIEW 開発とプラントフロアの間のギャップを埋めます。
- Trove™ データコラボレーションサーバを使用すると、データがアクセス可能になるので、プロセスと製品を改善できます。

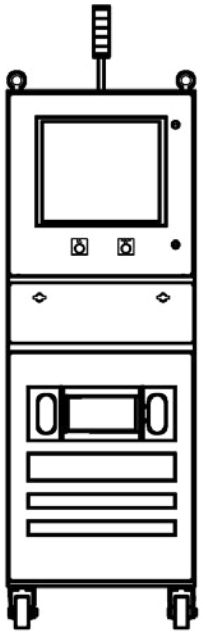


「当社の複雑な機能テストマシンの開発に、Signal.X Technologies社のような能力の高いインテグレータのサポートを得られたことで、NIハードウェアとLabVIEWのカスタム制御アプリケーションをコスト効率よく実装できました。このような提携関係により、テストシーケンス、データ収集、信号調節、上級解析アルゴリズム、リアルタイムフィードバック制御ループ、データ保存、レポート生成をすべて統合し、短期間かつ少ない予算でプロジェクトを成功させることができました。」

—機械製作担当者

主な違い	
センサタイプ	マイクロホン、加速度計、トルクセンサ、圧力、温度、エンコーダなど
制御要素	高速多軸PIDモーションコントロール、サーボドライブ通信、カスタムインタフェースなど
DUTプロトコル	CAN、XCP、SENT
PLC通信	Ethernet IP、ProfiNet/ProfiBus、Modbus、TCP/IP





企業概要

Signal.X TECHNOLOGIES LLC

Signal.X は、ナショナルインスツルメンツのゴールドアライアンスパートナーおよび組み込み分野のパートナーです。Signal.X は 2004 年以来、自動車業界内外でのデータ主導の共同意思決定を強化するソフトウェア製品、サービス、およびテクノロジを開発してきました。詳細については、info@signalxtech.com までメールでお問い合わせください。

柔軟で費用対効果の高いECU製造テストシステムを構築するアプローチを選択する

製造テストシステムの設計上の課題

テストは、製造プロセスの各フェーズの品質レベルを改善しているにもかかわらず、付加価値のないプロセスと見なされることがよくあります。そのような考えのため、テストチームはテストプロセスを手堅く綿密なだけでなく高速で低コストにすることを迫られています。これを実現するには、テストチームは信頼性、スループット、柔軟性、デプロイメント、およびコストという 5 つの主要な設計上の課題を満たさなければなりません。

目標は、次のような製造テストシステムを開発することです。

1. 厳しいスケジュール内で完了するように開発した場合でも、ライフサイクル全体を通じて安定している。
2. フットプリントを小さくしても、スループットと生産のニーズを満たしている。
3. コストを小さくしても、現在および将来のテストニーズを満たすのに十分な柔軟性がある。
4. 不要なオーバーヘッドを追加することなく、複数の場所でデプロイおよび管理できる。
5. 品質、パフォーマンス、保守性を損なうことなく、期待されるコストを実現している。

図1. 電子制御ユニットの例

ECUをテストする: 一般的なアプローチ

これら 5 つの課題 (およびそれらの間の妥協点) がテストチームに課すプレッシャーを考えると、テストの職務をインテグレータ企業またはテストサプライヤに外注することで、負担が軽減されるかもしれません。テストエンジニアは、テスタの設計をチェックし、製品テスト仕様 (PTS) を満たしていることを確認するだけです。その後で、テストエンジニアはテストのデータとシステムのデプロイメントと管理を実施できます。

ただし、NI では、クラス最高のテストチームの調査から別の現実に気づいています。テストチームのマネージャのほとんどは、独立性、新しいテスト要件と製品のバリエーションに対応できる機敏性、守秘義務の遵守など、さまざまな理由でテスト開発にかかわるチームを必要としています。新しいテストシステム設計を作成するための一般的なアプローチには、ターンキーシステムの購入、ターンキーシステムの新規構築、テストシステムアーキテクチャの自社開発、ソフトウェアアーキテクチャの自社開発などがあります。

ターンキーの購入 (「ベンダが最もよく知っている」という考え方)

最も簡単なアプローチは、ターンキーシステムを購入することです。これは、場合によっては最善の解決策になる可能性があります。特に、製品が汎用品化されており、予期される要件の変更がなく、ベンダとの関係が強い場合にはそうです。このアプローチの主なリスクは、自動車業界が変化するペースが速い場合です。ターンキーアプローチから離れる計画を立てない限り、新しい標準が出現すると、Tier 1 の自動テストのテスタは、テストシステムのサービスとアップグレードを購入し続ける必要があります。

すべてを自社開発する

正反対のアプローチを取るテスタは、場合によってはハードウェアレベルにまで遡って、独自のアプローチを策定し、計測器のような独立した機器を提供してもらうためにのみベンダを利用します。このアプローチは、特に一般的ではありませんが、会社が導入しようとしているイノベーションや会社の市場戦略のために、会社がすべてのコンポーネントを完全に制御する必要がある場合にうまく機能する有効なアプローチです。

テストアーキテクチャを自社開発する
テスト対象の ECU を最もよく理解しているのは、設計を定義し、テスタの要件を規定する PTS ドキュメントを作成したグループです。しかし、自動車業界は急速に変化しているため、このアプローチでは、テスタが新しい標準を満たすために必要となる再作業の量を減らすと同時に柔軟性を備えたアーキテクチャを設計することも必要です。実際、このアプローチは、それら 2 つの要件に対して最高のソリューションを提供するスーパーテスタソリューションに最も近くなります。

その主な対象は、社内のテスト開発機能や、システムを構築する適切なハードウェアまたはプラットフォームから、テストモジュールを開発してテスタを管理するための適切なソフトウェアにまで及びます。

多くの異なるドメインで ECU を提供し、カスタム ECU 要件を統合するための標準を必要とする大規模なサプライヤは、このアプローチを必要とします。そのようなサプライヤでは、諸部署とテストグループ間の激しい調整が必要であるだけでなく、設計を定義する際の「スコープクリープ」、ベンダとテクノロジに関する個人的な好みの違い、さらにはさまざまな OEM の制限など、独自の課題があります。

ソフトウェアアーキテクチャを自社開発する
このアプローチは、中心的な要件が固まってくるとともに、ますます一般的になりつつあります。ソフトウェアアーキテクチャを自社開発する企業は、ハードウェア開発にかかるリソースを節約して、ソフトウェア開発能力とテスト能力による差別化に注力します。

部署間調整に関する課題とベンダ評価に関する課題は似ていますが、ソフトウェアレベルで標準化し、ハードウェアに関する責任を少数の認定したサプライヤに外注する方が簡単であり、企業にとってもメリットがあります。

このアプローチの対象には、大きく言えば、ベンダの選定とソフトウェア開発能力への投資の 2 つがあります。ただし、ソフトウェア開発によって実現された差別化は、すぐに大きな ROI を生み出します。

アプローチに取り組む

予想できるように、各アプローチの依存項目はプロジェクト、会社のビジョン、既存のインフラストラクチャ、予算、エンジニアリングリソース、場所などによって異なるため、どのアプローチも万能ではありません。選定は、ベンダの全体的な柔軟性、該当するニーズへの適合性、そして何よりも、標準化に対するビジョン、競争力、および将来の難題への対応力に基づいて行う必要があります。

また、求める成果が異なれば適するアプローチも異なるため、企業は ECU の複雑性や車両ドメイン、製造戦略、ロジスティクスなどに基づいてさまざまなアプローチを選択することができます。たとえば次のとおりです。

- ADAS などの急速に進化する領域で ECU をテストするには、戦略を知らせ、市場に関するインサイトを提供できるベンダとのパートナーシップを強めることに非常に価値があるため、**テストアーキテクチャの自社開発**とベンダとの協力を組み合わせることは戦略的優位をもたらす可能性があります。
- 自動運転車など未踏の領域については、企業が知的財産を社内に保持するために**すべてを自社開発**することを決定する場合があります。
- 従来の I/O と自動車用バス通信を備えた、より汎用品化された ECU の場合、企業はハードウェアに関する責任を外注し、**ソフトウェアアーキテクチャのみを自社開発**することに決めるかもしれません。
- ライフサイクルが長い低コストの ECU の場合、経験豊富なベンダからの**ターンキーシステム**のみを使用するのが最善です。

唯一のアプローチを選択する正しい方法などというものはありません。すべての企業は、特定の状況に対する 1 つのアプローチに取り組む前にこのことを認める必要があります。こうすることで、標準化が提供する実証済みのメリットをもたらす共通点を見つけることができるようになります。アプローチに取り組む前に、重要な問題に対処できるように、一般的になってきている以下のシナリオを検討してください。

アプローチの例: ソフトウェアアーキテクチャを自社開発する

トランスミッション制御モジュール (TCM) について検討しましょう。このタイプの ECU は車のトランスミッションシステムを制御するので、性能と燃費を向上させるために、常に可能な限り最高のギアを使用しています。

以下は、トランスミッション制御モジュールの一般的な入出力の一部です。

入力
VSS—車両速度センサ WSS—車輪速度センサ TPS—スロットルポジションセンサ ISS—入力速度センサ TFT—トランスミッション油温センサ キックダウンスイッチ ブレーキライトスイッチ クルーズコントロールシステム エンジン制御ユニット その他のECU (自動車用のバス)
出力
シフトロック シフトソレノイド 圧力制御ソレノイド トルクコンバータクラッチ エンジン制御ユニット その他のECU (自動車用のバス)

表1. TCMの代表的な入出力

以下に、同じTCMを、信号の種類を抽象化して図示します。

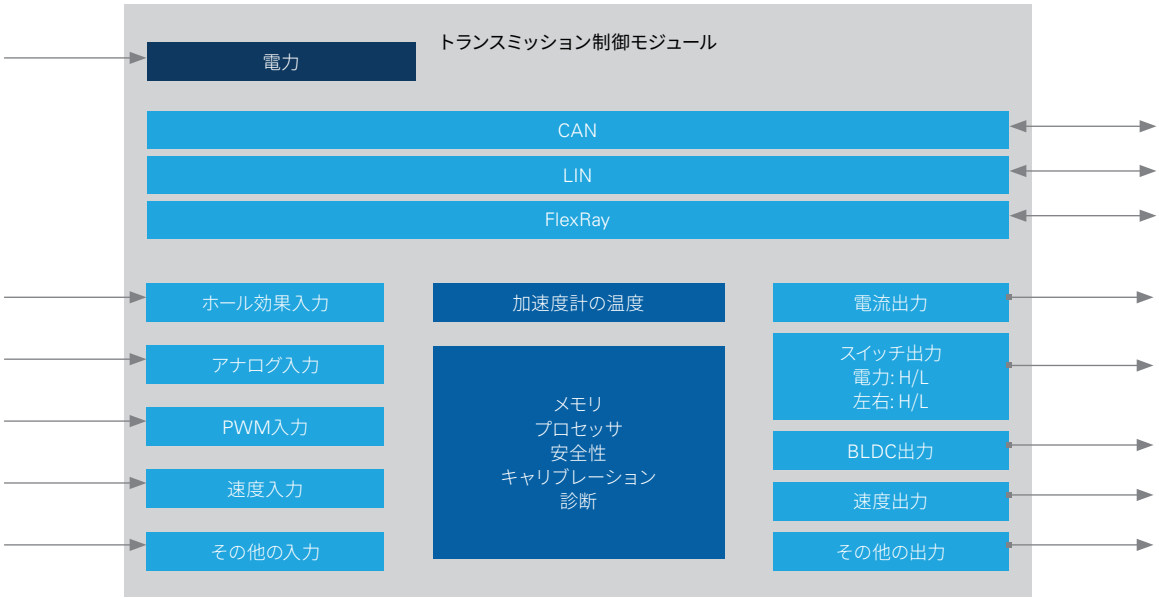


図2. TCMの代表的な機能ブロックの図

以下の入出力の概要には、計測、スイッチング、負荷、およびテストソフトウェアとテストシーケンスを実行するコントローラなど、テストシステムの中心的な要件の一覧を示します。

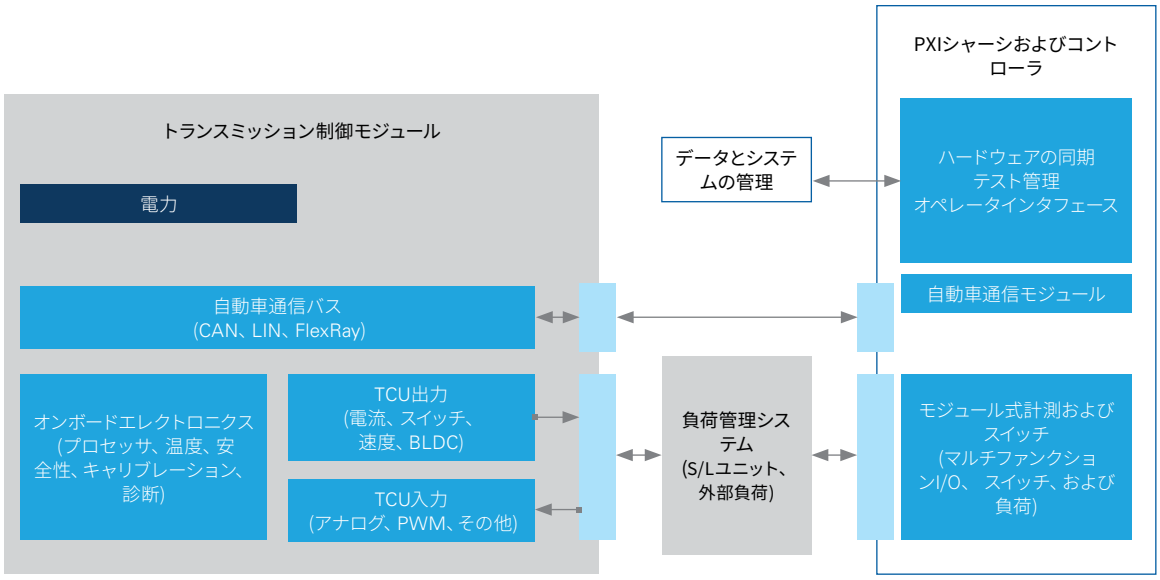


図3. 代表的なTCMをテストするための計測、負荷、スイッチからなるコア機能ブロック

異なるECU間で要素がかなりの回数繰り返し使用されていることを考えれば、テストシステムの要素も似てくるはずです。このため、少なくともハードウェアレベルで標準化を行えます。ただし、大規模な標準化の取り組みには、ハードウェアとその使用方法を揃えるだけでは不十分です。企業戦略、ベンダリレーションシップ、リスク管理、その他多くの依存項目も関係してくるためです。

それらも調整できるようになるのは、ソフトウェアレベルでの標準化がより手頃になったため、達成可能な願望になったときです。

ECU 製造テスト市場のほぼすべてのベンダは、図 3 のブロックで表されている機能を実行する初期システムを提供するために、Tier 1 にハードウェアとソフトウェアを提供しています。それらのベンダは、自社のアプローチが「十分な」開放性を確保しながら最大の互換性を提供していると主張しています。それらのベンダのほとんどは、スタンドアロン操作用に自社のファームウェアを実行するクローズドボックスも提供しますが、これは製造テスト中には不要であり、不必要なコストが加算されます。

このアプローチが成功するには、企業はシステムを差別化の観点から評価する必要があります。ベンダはハードウェアとソフトウェアを必要とするどの企業にも同じハードウェアとソフトウェアを提供できますが、Tier 1 と、この場合に何よりも重要なテスト開発グループが、差別化を行って競争力を強化する必要があります。テストシステムをソフトウェアについて最初に評価する場合、ソフトウェアのアーキテクチャを自社開発することは市場で差別化を行うための大きなステップになります。

企業が基準としてのソフトウェアに集中し、選定するハードウェアをベンダに外注して提案してもらう場合、テスト開発グループは、そのハードウェアが満たすことができる将来の要件にソフトウェアが適応可能で柔軟に対応できることを確認することに時間を費やすことができます。

たとえば、テスト開発グループは、ハードウェアに依存しない計測およびハードウェア抽象化レイヤを含むテストフレームワークの構築、テストシステムがデプロイ先の施設で製造実行システム (MES) にシームレスに接続できるようにするプラグインの作成、および言語、ECU、テストの種類、レポートなどに適応できる標準オペレータインタフェースの作成に集中することができます。

クラス最高のベンダは、テストエンジニアにより高いレベルの開始点を提供するために、自社製品にオープン性を提供します。これにより、エンジニアは、負荷や計測器の配線などの実装の細部に時間を取られず、ソフトウェア開発に集中できます。前述のように、それらのベンダは抽象化レイヤ、フレームワーク、企業固有のツールとの互換性などに注力しています。

テストによる差別化

Tier 1 は、ECU 製造テストシステムの構築に伴うさまざまな課題を克服するために、さまざまなアプローチを取ることができます。特にどのアプローチが他より優れていることはありませんが、企業は具体的なプロジェクトから見てすべてのアプローチを検討する必要があります。

これらのテストシステムを開発する際に急を要する要素の 1 つは、差別化を行うニーズです。つまり、価値に対する認知度を高め、製造テストを競争力の強化に変換する必要があります。これは、ソフトウェアと、少数の信頼できるパートナーおよびベンダによって実現できます。この組み合わせにより、Tier 1 とそれ以外の企業のテストエンジニアは、テストシステムを開発するための開始点が高くなり、価値を付加したり開発を保護したりする、ECU、ECU をテストするソフトウェア、および製造パートナーとの統合という機能に集中できます。

製造テストは、コストを発生させるエンティティであることに留まる必要はなく、メリットも提供できるのです。このように認識を変えることにより、Tier 1 は、自社のビジョンに一致する適切なベンダとの強力なパートナーシップも含む、自社の強みに専念できます。

NI VeriStand、LabVIEW、およびPXIを使用した現実的なテストのための非常に動的なステアリングテストベンチの完全オートメーション

図1. ITKのステアリングテストベンチの機械構造

テスト車両を使用した高コストの道路テストの回数を最小限に抑えるには、テストベンチで現実的なテストを実現する必要があります。このため、ITK 社では顧客企業の 1 つのために、自動化されたシミュレーションベースのテストシーケンスに加えて、触覚テストを可能にする、電動パワーステアリングシステム用の非常に動的なテストベンチを開発しました。

現実的なテスト条件を作成するために、テスト車両にステアリングシステムを取り付けてテストを実行する際に発生するのと同じ物理量が、テストベンチのステアリングシステムにも適用されます。油圧負荷アクチュエータは、力を発生させるか、ステアリングシステムに作用する、実際の道路負荷と一致する位置を想定します。たとえば、以前のテスト走行中に記録されたターゲットの力の値は、テストベンチで再現でき、25 kN までの範囲にわたって動的に制御できます。力学と精度に関する厳しい要件と現実的なテストを実現するために、最適化された振動特性を備えた機械構造や同期油圧シリンダなど、非常に効果的なテクノロジが使用されています。

さらに、自動ステアリングホイールの角度とトルクは、ステアリングマシンによって調整されます。また、ステアリングモーションは、必要に応じて、ステアリングホイールを使って手動でも行えます (「ドライバインザループ」) 。これにより、触覚と主観による運転感をテストベンチで直接評価できます (図 1) 。

テストベンチのオートメーション

性能とリアルタイム機能で高い要件が求められるため、ITK はテストベンチオートメーションのランタイムプラットフォームとして、強力な NI PXIe-8135 システムを採用しました。テストベンチのアクチュエータおよびセンサとの通信は、多用途のマルチファンクション NI X シリーズ PXIe-6363 データ収集モジュールと EtherCAT 用 NI Industrial Communications を 使用して実装されました。NI VeriStand は、テストベンチオートメーションのリアルタ

課題

ステアリングシステムのテスト要件は、大幅に増加してきています。機械的テストに加えて、テストベンチでの電動ステアリングシステムの非常に動的なテストが一般的になり、現実的な条件の下で実行されるケースが増えています。追加の要件は、実際のテスト対象を独自のアクチュエータとともに使用することから生じます。アクチュエータの動作が、含まれている ECU の影響を強く受けるためです。

ソリューション:

ITK Engineering 株式会社 (ITK) は、現実的なテストのための非常に動的なステアリングテストベンチをアジアの自動車メーカーに納品しました。このテストベンチは、NI PXI、VeriStand、および TACware®、および LabVIEW と LabVIEW Real-Time で開発されたテストベンチオートメーション用 ITK ソフトウェアを使用して、完全なオートメーションを提供します。

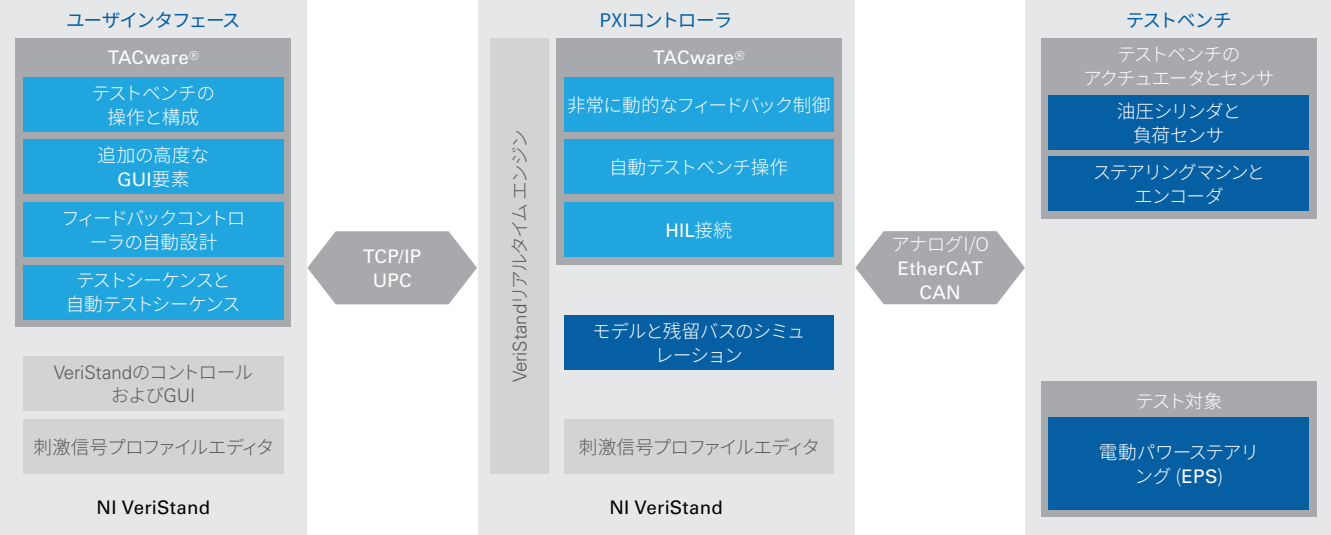


図2. ソフトウェア機能の概要

イムでのテスト用に、基本的なソフトウェア環境を提供します。VeriStand は、NI Stimulus Profile Editor を使用してテストシーケンスを定義および実行するための統合機能、シミュレーションモデルの統合、および操作時の GUI のユーザカスタマイズ機能を備えているため、開発者に最適です。VeriStand のオープンアーキテクチャは、選定プロセスで重要な要素でした。オープンアーキテクチャにより、LabVIEW の追加の要素と機能を VeriStand ワークスペース (ユーザインタフェース) 内で統合して拡張できました。また、リアルタイムシステムで必要な機能は、非同期カスタムデバイスの形で LabVIEW Real-Time を使用して追加できます。

図 2 は、利用される VeriStand のソフトウェア機能と TACware ベースの拡張機能の概要を示しています。

現実的なテストを行うための高精度制御

テストベンチの高品質なフィードバック制御は、現実的なテストを行うのに極めて重要です。可能な限り最も高確度の制御だけでなく、ターゲット値も迅速かつ効率的に調整する必要があります。さらに、柔軟かつユーザの労力をあまりかけずに、さまざまなステアリングシステムのバリアントなどに合わせてテストベンチのフィードバック制御設計を調整できる必要があります。ステアリングテストベンチの高度な制御システム要件の主なソースは、角度フィードバック制御 (ステアリングマシン) と力フィードバック制御 (負荷アクチュエータ) の間の相互作用と、静止摩擦力や機械の遊びなどのさまざまな非線形効果です。力フィードバック制御に対する角度フィードバック制御の負の影響は、テスト中のステアリングシステムのアクティブパワーアシストによって増幅されます。この増幅と、制御ループの動的特性の増大が組み合わさると、不安定がいともたやすく発生する可能性があります。最適なパラメータ、最小限の信号レイテンシ、および 20 kHz の制御サンプリングレートを備えた適切なフィードバック制御アルゴリズムは、妨害、クロスカップリング、非線形性、および極端に高い安定性を効果的に補正します。

テストベンチのオペレータは、新しいステアリングバリアントを使用する場合や制御ループの伝達特性が変更された場合でもテストベンチのフィードバック制御の性能を保証するために、専門家の知識がなくてもテストベンチでフィードバックコントローラ (コントローラのパラメータを含む) を自動で再設計できます。これにより、セットアップ時間が大幅に短縮されます。わずか 9 か月の開発期間の後、ITK は非常に動的で、現実的な電動パワーステアリングのターンキーカスタムテストベンチを納品しました。このテストベンチは、NI PXI、VeriStand、 および、LabVIEW と LabVIEW Real-Time をベースにした TACware ソフトウェアを組み合わせたものの上に構築されています。手動のターゲット値設定や自動的なテストシーケンスなどの基本的なテストだけでなく、ステアリングシステムの「インザループ」および「ドライバインザループ」のテストも可能です。さらに、フィードバックコントローラの自動設計とパラメータ化の統合された方法論により、テスト対象のバリアントを変更したり制約を変更したりするためのセットアップ時間が大幅に削減されます。

Marc Scherer
ITK Engineering株式会社
www.itk-engineering.de/en/
電話: +49 7272 7703-644

2020年5月にリリースされるECU機能テスタ

現代の自動車は機械系から電気系にパラダイムシフトした結果、使用される電子制御ユニット (ECU) の数が急激に増加しています。ECU によって快適性、安全性、接続性、効率性におけるあらゆるイノベーションが多くの方法で促進されたため、さらにテストのイノベーションが必要になってきています。ECU の数と複雑性が急速に増しているため、新しいテスト要件を満たす製造の機能テストシステムを予定どおりに予算内で開発することがますます困難になっています。

アプリケーション要件

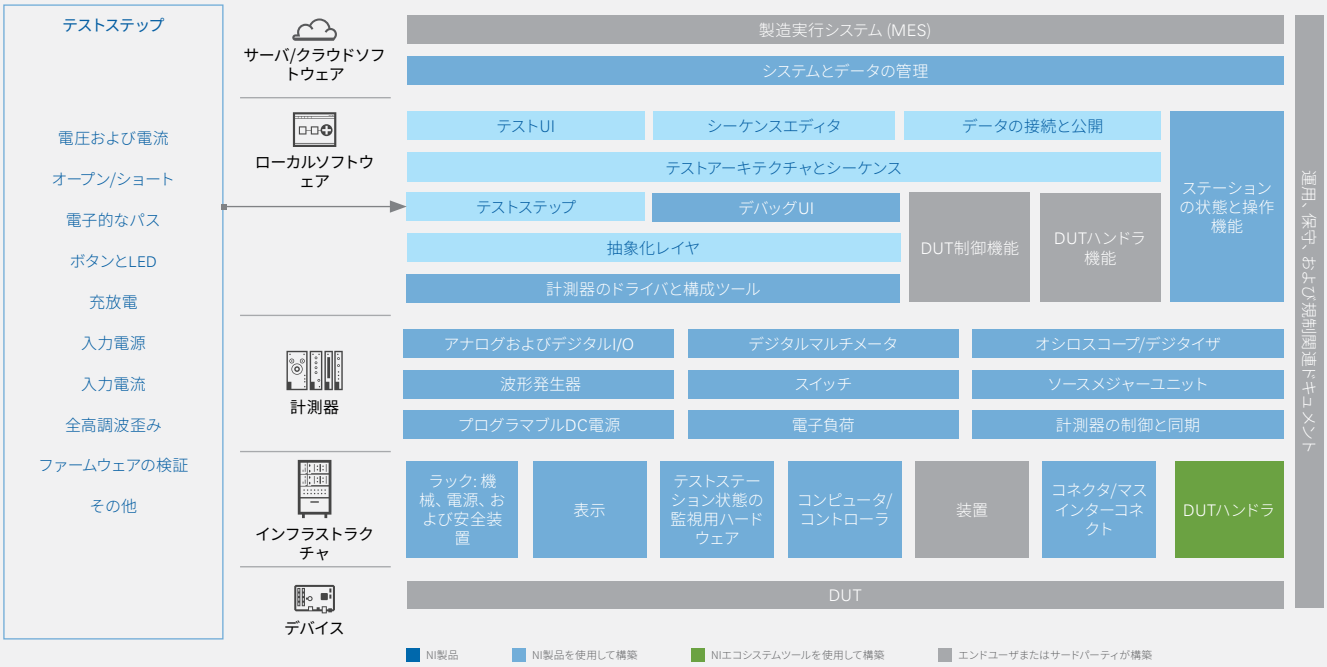
- 新しい ECU 用の総合的な機能テスタを発売日に間に合うように迅速に開発し、デプロイ
- 最小限の設置スペースで最大限のテストスループットを実現してコストを削減
- テスタの状態を容易に監視でき、テスタの予防的保守を行うことによってダウンタイムを最小化

NIが選ばれる理由

- 標準化されたより高度な開始点を活用し、既存のテストモジュールとテストシーケンスを再利用することで、新しいテスタの開発期間を短縮
- 向上した保守性、世界規模の保守プログラムに加え、単一の交換ハードウェアプールの使用によって修理・交換が簡素化されたことでダウンタイムのリスクを低減
- SystemLink を使用して最大の性能で動作し、データ駆動によるインサイトを引き出して、テスタの接続性とオートメーションを推進
- プログラム全体で資産とアーキテクチャの再利用による運用効率により、コストを節約

NIのソリューション

- ECU テストシステムは、さまざまなパワートレイン、ボディ、シャーシの ECU のテストに必要な I/O カバレッジを備えた事前構成済みテストシステムです。
- TestStand の並列テストと Auto Schedule の機能を使用して 2 ～ 4 の DUT を並行して
- 実行することにより床面積を削減し、少ないテスタでより高いスループットを実現
- フィールド診断テスタと ECU Test System Maintenance ソフトウェアによって、ステーションの状態と動作を簡単に監視可能



「NIの自動テストプラットフォームを使用することで、製造時のパワートレインECUの機能テストに必要な、開発時間の短縮とテストの高速化を達成しました。開発時間を以前のシステムの1/6に短縮し、システムコストを70%まで引き下げ、テスト時間も15%短縮できました。」

—Minsuk Ko、マネージャ、博士、現代ケーフィコ

システムコンポーネント	
コアラック	ESD (IEC 61340-5-1) 、RAL 7035グレー塗装 24U (高さ1358.9 mm) 電源入力: 200～240 V (単相、3.8 kW) PDU DC出力: + 12 V、+ 24 V
ソフトウェア	Windows 10ベースのシステム NI TestStand TestStand ECU ツールキット テストエグゼクティブソフトウェア Switch Executive ECUTS保守ソフトウェア
電源	200W (20V/10A) または400W (20V/20A) 合計1200 W
モジュール式計測器	高性能PXIシャーシと高スループットコントローラ 最大17台のPXI計測器とI/Oモジュールの統合
自動車用通信	CAN、LIN、RS232、GPIB、車載イーサネット (オプションで追加)
PXIピンスイッチ	2線式、4 × 64、8 × 32、および16 × 16のトポロジ EMR、60 V/2 A (60 W)
負荷管理	8 A、最大96 ch、電流測定付き 30 A、最大24 ch、電流測定付き 外部またはeLoadに対応 eLoadモジュールオプション: 最大350 W
マスインターコネクト	VPC 9025: 25スロット オプショントレイ

NATIONAL INSTRUMENTS™

TEST THE VEHICLES OF TOMORROW TODAY

柔軟なテストシステム用に設計された、容易にアップグレードできるオープンプラットフォームで、急速に変化するテスト要件に対応し、イノベーションを推進しましょう。

ni.com/automotive