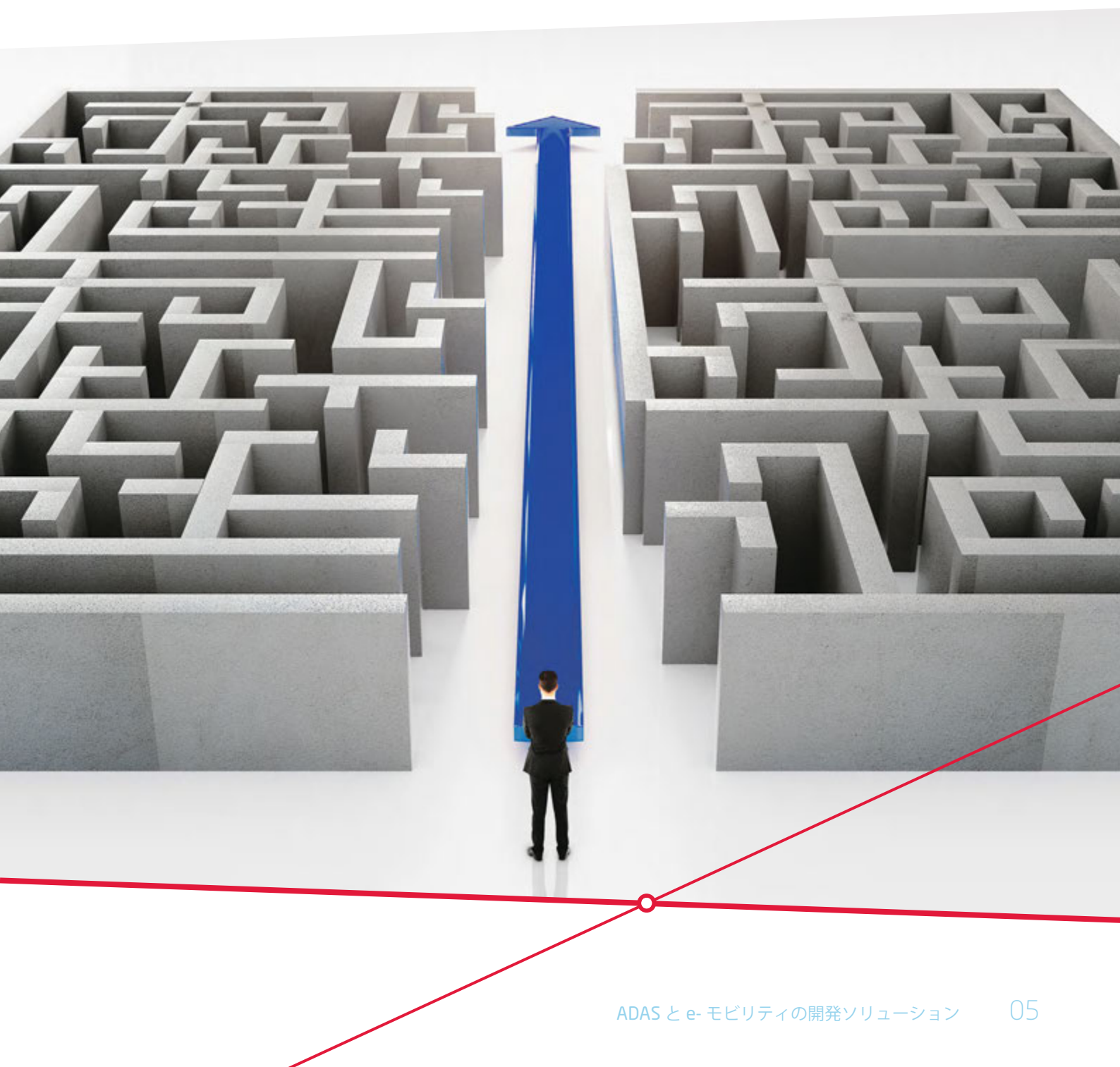


未来に向けて

XiL テストを自動運転に応用

先進運転支援システム（ADAS:Advanced Driver Assistance Systems）から高度自動運転にいたる多くの電子システムは、ある程度までは車両を操ることができるように設計されます。しかしそれを信頼できるものにするには、電子システムを徹底的にテストする必要があります。目標は、絶えず変化する環境に対して車両のソフトウェア／ハードウェアシステムが完全に対応できるかを検証することですが、この検証を限られた予算で短い工期内に実現する唯一の方法、それは「仮想テスト手法」、「データの再利用」、「人工知能」を組み合わせることです。



猛吹雪の中を運転しているようすを思い浮かべてください。道路標識や歩行者が見づらくなるほどの酷い状況で、車線もほとんど見えません。そのような状況に高度自動化車両は本当に対処できるのでしょうか。また、道路に飛び出してきたサッカーボールや、交通整理をしている警察官には、どう対応すべきでしょうか。理論上、自動運転車両は、ほぼ無限ともいえるほどさまざまな状況に対処できなければなりません。そのためには、複数の ECU やマイクロプロセッサ (μP)、グラフィックプロセッサ (GPU) などが 3~4 ダースものセンサデータを絶えずリアルタイムに分析し、それに対応した適切な動作命令を発行して車両のアクチュエータに伝えます。モデルによりハードウェアとソフトウェアのアーキテクチャが異なっても、適切な命令が必ず実行されなければなりません。そしてさらに、車載ソフトウェアが無線によって (OTA: Over-The-Air) 頻繁に更新されるようなことになれば、さらに高度な処理が求められます。こうした極めて複雑なシステムの妥当性を確認して検証することは、この業界がかつて遭遇したことのない、とてつもなく大きな取り組みとなるものです。

「仮想化」が複雑なシステムを扱いやすくする

前出の検証作業に必要な時間と費用は、あっという間にかさんで手に負えない状況になってしまいます。それを解決するため、安全性をないがしろにすることなく複雑な事象を容易に扱うことができる効率的な方法が模索されており、その多くが「仮想化」に行き着きます。こうした手法からは、車両のソフトウェア/ハードウェアシステムの開発工程全体にわたって一貫性のあるワークフローとデータストリームを得られるのが理想ですが、そこでキーとなるのは、ある段階から次の段階へのデータの「自由な流れ」です。これによってさまざまな種類のデータを仮想テストにインポートすることや、実施済みの検証と妥当性確認の結果に基づいてその後の作業を進めることが可能になります。

それを実現するには、開発ツールとソフトウェアをつなぐ標準化インターフェースと、複数ベンダーの開発ツールに対応できるオープンなシステムアーキテクチャが必要ですが、この両方の要素を完全に統合したのが ETAS の XIL (X-in-the-Loop) ソリューションです。ETAS の XIL 手法には、初期段階でのシステム機能とアーキテクチャの基本設計に用いられる Mil (Model-in-the-Loop) 手法と、それに続くソフトウェア機能の妥当性確認と検証に用いられる Sil (Software-in-the-Loop) 手法も含まれ、ECU、μP、GPU などのハードウェアが利用可能になる前の段階における検証から、未来の Car-to-X 通信のシミュレーションまで、さまざまな包括的なテストを支援します。これらのテストは PC 上で行うことができ、必要に応じていくつでも仮想 ECU を実装することができます。複数のテストを並行して、実時間よりも速く、何度でも実行できるため、大幅な工期の短縮につながります。安全性能に関するシナリオも、完全に安全な環境で必要なだけ繰り返すことができます。このようにして検証と妥当性確認が済んだ機能は、後続の HiL (Hardware-in-the-Loop) や ViL (Vehicle-in-the-Loop) 手法により実際のハードウェアを使用したテストを実施することによって、さらに信頼性を上げることができます。

既存のツールチェーンをスマートに活用

高度に自動化された車両の妥当性を確認する XIL ツールチェーンは、新しいデータフォーマットに対応し、データ量が急峻に増加するシミュレーションにも対応可能でなければなりません。その応用範囲は、車載システムに限らず、環境センサからの 3D データの処理や交通シミュレーション、運転者行動、さらには自律走行制御に含まれる処理まで幅広いものでなければなりません。ECU の接続には、アーキテクチャに応じて既存の車載バスと将来のギガビットイーサネットのどちらでも自由に選択できるようにする必要があります。シミュレートされるセンサや ECU に対して、立体ビデオカメラやレーダー/ライダーセンサからの信号を刺激入力できる機能も重要です。

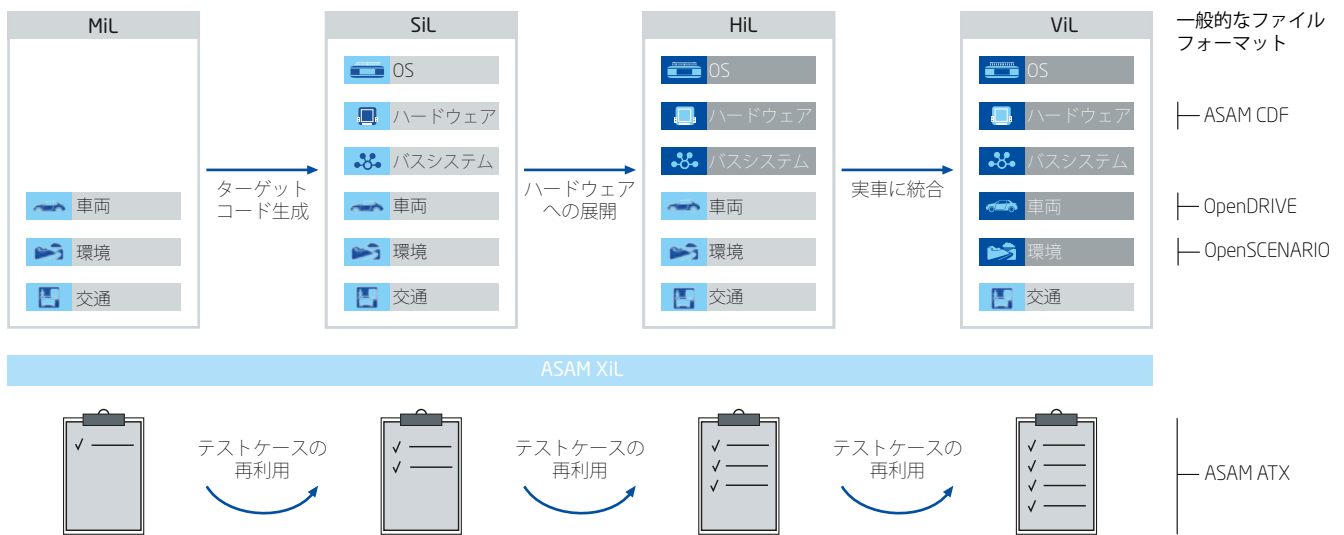
さらなる課題は、センサや各種コントローラによって収集される膨大なデータの扱いです。ADAS 環境、なかでも高度自動化車両の開発においては毎秒数ギガビットのデータ転送が要求されますが、実際には ECU から毎秒 500 M バイトでデータを取集できるツールを見つけることさえ容易なことではありません。そこで ETAS はこのギャップを埋めるため、ハイパフォーマンスな GETK-Px シリーズの ECU インターフェースを開発しました。10 ギガビットイーサネットのスイッチ経由でこのインターフェースに接続できる強力なデータロガーと数テラバイトの容量を持つリムーバブルメディアとの組み合わせは、将来を見据えたワークフローを実現する理想的な選択肢となるでしょう。

標準化が不可欠

新しいソリューションが開発者に歓迎されるための必須条件は、既存の標準ワークフローにシームレスに統合できることです。これを踏まえて ETAS は、インターフェースやデータフォーマットに関する標準規格への準拠を徹底し、さまざまな標準化団体に積極的に参加しています。また、高度自動運転のための定評あるソリューションである ADTF (Automotive Data- and Time-Triggered Framework) などにも対応しています。究極の目標は、実車で計測されたすべての生データを XIL テストにインポートして再生できるようにすることにあります。仮想データと実データを適切に組み合わせることで、実車で用いられる ADAS ECU のさまざまな「知覚層」の妥当性を確認することができ、これが検証と妥当性確認の将来戦略における要となります。シミュレーションとリアリティを比較することは、そのプロセスで用いられるシミュレーションデータの妥当性確認に役立ち、それによって仮想テストに秘められた可能性が最大限に引き出され、後続の開発段階におけるテスト結果の再利用が可能になるのです。

そして人工知能へ

計測値を継続的かつ同期的に記録すること、そしてそのデータをビッグデータアルゴリズムによってインテリジェントに分析すること。その組み合わせによって、これまで使用されていなかったデータに価値を与えることができます。これらのデータを、物体の識別や空間距離の計算、意思決定などを行うニューラルネットワークに学習させるトレーニングデータとして活用することが可能になるのです。ここでは必要な



各レベルのXILにおけるコンポーネントの概略図

■ 実コンポーネント ■ 仮想コンポーネント

データに迷わずアクセスできることが重要であるため、ETAS は EADM (Enterprise Automotive Data Management) をはじめとするソリューションの開発に積極的に取り組んでいます。

将来の開発体制を見据え、厳しい期限と予算を満たせるようにしていくには、適切な中間生成物をすべて再利用できるテスト体系が必要です。プロジェクト内での「再利用」は、適合作業に至るまでの各開発工程で必要なテストの量を確実に削減します。さらに大きな視点で言えば、再利用によってより多くの中間生成物と計測データが得られるので、仮想的な妥当性確認の効率がすべてのプロジェクトで飛躍的に高まることとなります。シミュレーションとテストのプロセスにおいてこの一貫性を確保することが、ETAS COSYM 統合プラットフォームの将来に向けての重要な目標のひとつとなっています。究極的には、パラメータの組み合わせが無数である環境におけるリスクを最小化する唯一の方法が「仮想化」であるといえます。仮想 ECU でタイムラプステストを実施し、多様なパラメータをひとつおりの調査することで、システムの弱点やバグを早い段階で洗い出し、大きなコストを伴う走行テストの必要性を最小限に抑えることができます。このアプローチにより、ETAS LABCAR のソリューションを使用した HiL テストを含め、開発のすべての段階に利益がもたらされます。また、ETAS EHOOKS は、ECU メーカーによって ECU ソフトウェアにあらかじめ組み込まれたさまざまなバイパスフックを必要に応じて自由に利用できるツールですが、ここでも圧倒的な柔軟性が製品の核となっています。ECU ソフトウェアに関する詳細な情報がなくても、組み込まれたフックを有効にしてバイパス実験の構成を自由に設定することができ、不安定な外部信号を無効にしたりすることも可能です。

XiL テストの全行程における一貫性

ADAS 環境での効率的な仮想化には、XiL チェーン全体を対象として適切に設計された包括的なソリューションが求められます。開発工程の全段階にわたってテストケースを再現するには「標準化」が欠かせません。テストに使用するデータファ

イルとモデルや、テスト対象ユニット (UuT : Unit under Test) へのアクセス機能は最低限必要であり、すでに確立されている標準規格 (ASAM CDF, ASAM XIL, ASAM ATX など) や新しいアプローチ (OpenSCENARIO など) への対応も必要です。この方針によって、単純化されたモデルのトラブルシューティングから実ハードウェアコンポーネントを使用したテストまで、自動運転車両向けソフトウェアのシームレスな検証と妥当性確認の下地が整い、後のステップにおけるテスト文書、データセットとパラメータ、センサ用刺激データ、評価モジュール、といったものの再利用が円滑化されるのです。

最後に

高度自動運転の効率的な妥当性確認には、包括的な仮想化が重要な役割を果たします。非常に複雑で広範囲におよぶテストプロセスには、入念に設計された包括的なソリューションが求められますが、ここで必要となるのは、確立されたテスト手法と高性能なデータ収集ツール、さらには中間生成物と計測データを再利用する選択肢であり、その目的は走行テストとシミュレーションとの間のギャップを小さくしていくことにあります。ETAS の提案する一連の XiL テストソリューションは、このような未来の開発環境への対応を目指して設計されたものです。確立された体系と XiL 開発、ビッグデータ、AIなどをうまく組み合わせることで、ETAS は、たとえ猛吹雪の中であっても心から信頼できる乗り物としての自動運転車両を実現するお手伝いをいたします。

執筆者

Dr. Jürgen Häring, ETAS GmbH

テスト・評価事業部、製品管理部門長

Joachim Löchner, ETAS GmbH

ADAS フィールドアプリケーションエンジニア

Thomas Schöpfner, ETAS GmbH

計測・適応・診断事業部、ADAS ソリューションマネージャー