

デジタルインダストリーズソフトウェア

信頼性の高いADAS/AV 技術を開発

現実世界とデジタル世界を組み合わせ、先進運転支援システム (ADAS) と自動運転車 (AV) を検証・妥当性確認

エグゼクティブ・サマリー

先進運転支援システム (ADAS) や自動運転車 (AV) 技術の採用は増加の一途をたどっており、自動車業界の焦点となっています。しかし、より効率的で安全、かつ信頼性の高いシステムを作成、検証・妥当性確認することは簡単ではありません。特に、膨大な量のデータと最先端のソフトウェアおよびハードウェアが必要だからです。

このホワイトペーパーでは、ADAS/AVの検証・妥当性確認が直面する課題と、その解決手法を開発する方法を説明します。

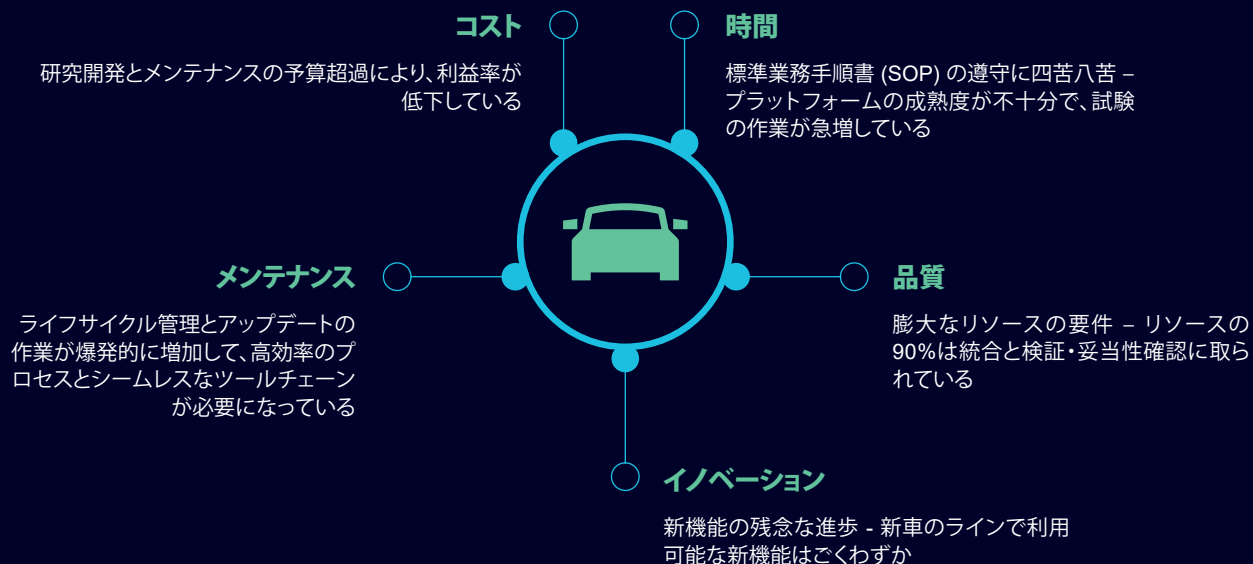
はじめに

ADAS/AVの開発は、自動車・輸送業界で進行中の複数の技術トレンドが交わる領域です。公道の動的な環境を安全、効率的、かつユーザーフレンドリーな形で自律走行できる車両を製造するには、複数の技術およびエンジニアリング領域を合成する必要があります。こうした車両は、最先端のソフトウェア、センサー、計算および通信ハードウェア、データ・ネットワークを組み込み、信頼性、安全性、外部条件への適応性が求められます。

このためADAS/AVは、自動車・輸送業界が過去に製造してきた中で最も複雑なマルチドメイン・システム・オブ・システムズの1つとなっています。半導体デバイス、センサー、ネットワーク、人工知能 (AI) アルゴリズムの開発には、設計上の課題が多数あります。これらの技術は、情報密度の高い環境をリアルタイムで認識して理解するために必要な速度と精度を提供します。

あらゆる交通シナリオや環境で、ADAS/AVの安全性、信頼性、性能を検証・妥当性確認することは、さらに困難な作業となる可能性があります。AVシステムを完全に検証・妥当性確認するには、数十億マイルの路上テスト走行に相当する時間が必要です。自動運転システムの開発で、予測が難しい非日常的な交通状況を調査するには、このように膨大な量のテストが必要になります。

このテストを現実世界で行うことは現実的ではありません。このため、あらゆる交通状況や気象のシナリオでこれらの高度な車両の性能を迅速に評価できる検証・妥当性確認手法を開発することが、AVメーカーにとっては重要な課題となります。



ADAS/AVの重要な推進力。

ADAS/AVには、現実世界のデータと合成データが必要

設計チームは、忠実度の高いシミュレーションで現実世界のテストを増強して、重要な情報をより迅速かつコスト効率よく収集する必要があります。現実世界のテストとシミュレーションを組み合わせたアプローチにより、AVエンジニアリング・チームは、物理的なプロトタイプを作成するよりも迅速かつ低コストで路上のエッジケースを特定し、あらゆる運転シナリオで車両の動作を評価できます。

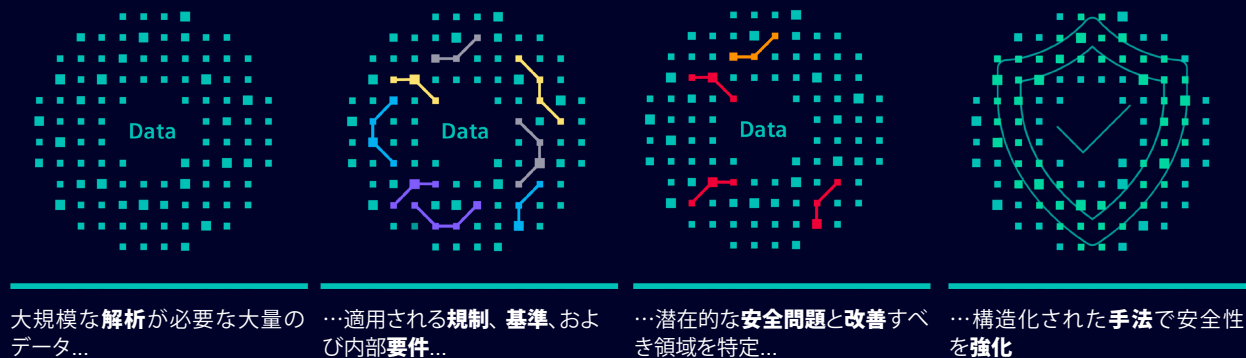
このように現実と仮想を組み合わせたアプローチを実現するには、設計ライフサイクル全体を通して現実的な仮想シナリオで車両の動作をテスト・再テストできる、統合型のADAS/AV開発プラットフォームが必要です。統合型のAV設計およびシミュレーション・プラットフォームを使えば、エンジニアはテスト結果とシミュレーション・データを車両設計に再度組み込み、忠実度の高いデータを使用してシステムの設計、動作、物理的特性を改善するクローズドループ・システムを構築することができます。

このようなプラットフォームは、AVとその運転環境の包括的なデジタルツインの作成をサポートする、広範なデジタルライゼーションのアプローチによって実現します。このプラットフォームは、車両のハードウェア、ソフトウェア、生産、ライフサイクルの設計、検証・妥当性確認、現場での監視と最適化を網羅しています。

データ取得、アルゴリズム開発、解析を可能にする

ADAS/AVの開発は、データ駆動型のエンジニアリング・プロセスです。包括的なデジタルツインを使用して、大量のデータを生成して解析し、ライフサイクルの各ステップで設計に戻す必要があります。このデータを設計改善に反映させることで、競争の激しいAV分野で競争優位を高めることができます。

テストとデータ取得は、現代の車両の開発に不可欠な機能ですが、業界が真の自動運転に近づくにつれ、今後でも不可欠であり続けるでしょう。現実世界でのテストとデータ取得は、2つの理由で重要です。まず、これを使用



基準や規制に基づいてデータを解析。

して代表教師データを収集し、自動運転アルゴリズムにフィードして、日常的な交通シナリオと非日常的な交通シナリオで走行する方法をトレーニングします。次に、現実世界のデータを使用して、シミュレーションしたシステムと環境の性能を検証し、これらのシミュレーションの忠実度を高めて現実により近づけます。

しかし、現実世界の生データを直接自動運転アルゴリズムにフィードしてトレーニングすることは非効率的であり、誤った情報を使用すると害を及ぼす可能性があります。さらに、現実世界のテストで収集するデータの量は膨大であり、トレーニングに必要な時間が大幅に増加します。このため、トレーニング用のデータを準備するための後処理が必要になります。データ解析を推進するデジタル・ソリューションは、このデータの後処理を加速するのに役立ちます。

データ収集後、データ解析ソリューションは、生データのファーストパス解析を実行して、システムの過渡応答（ホットデータ）と定常状態中に取得したデータ（コールドデータ）を自動的に区別します。コールドデータのス

トリームは、通常の動作条件で走行するように自動運転アルゴリズムをトレーニングするのに役立ちます。一方、ホットシナリオで収集したデータは、AVとそのサブシステムの境界の調査に使用できるため、検証・妥当性確認プロセスに役立ちます。また、データは自動的にタグ付けされるため、エンジニアはデータストリームを簡単に検索して過渡応答を特定し、さらにトレーニング、調査することができます。

AI対応の検索機能により、ユーザーが関心のあるデータを見つける能力がさらに向上します。ユーザーはたとえば、雨のシナリオ（接近する自転車が危険な運転をする恐れがあるため、AVは左折を中止する必要がある）のデータのみを検索できます。こうした検索機能により、エンジニアは膨大な量のデータを解析し、AVシステムの改善に活用することができます。またエンジニアは、イベント・パラメーターの閾値を設定して、「特定の距離内での先行車両による急ブレーキの適用」など、関心のある一連のイベントを素早く特定することも可能です。

デジタルツインを使用してADAS/AVに付加価値をつける

上記のデータ解析機能で、自動運転のアクションが悪影響を及ぼす可能性のある非日常的なイベントに焦点を当てることで、自動運転アルゴリズムのトレーニングの効率と効果は劇的に向上します。この手法は、現実世界のBrute-Force方式のテスト手法よりも改善されていますが、さらに強化することも可能です。

最新のシミュレーション・ソリューションは、現実世界のデータを、AV、周辺車両、運転環境の現実的なデジタルツインに統合することができます。この包括的な運転シナリオのデジタル・ツインで、エンジニアは完全な物理ベースの仮想環境でAVの性能を素早くテスト、再テストできます。またエンジニアは、気象条件や車速など、シナリオの詳細を変更して、さまざまな条件下でのシステム性能を完全に評価することが可能です。

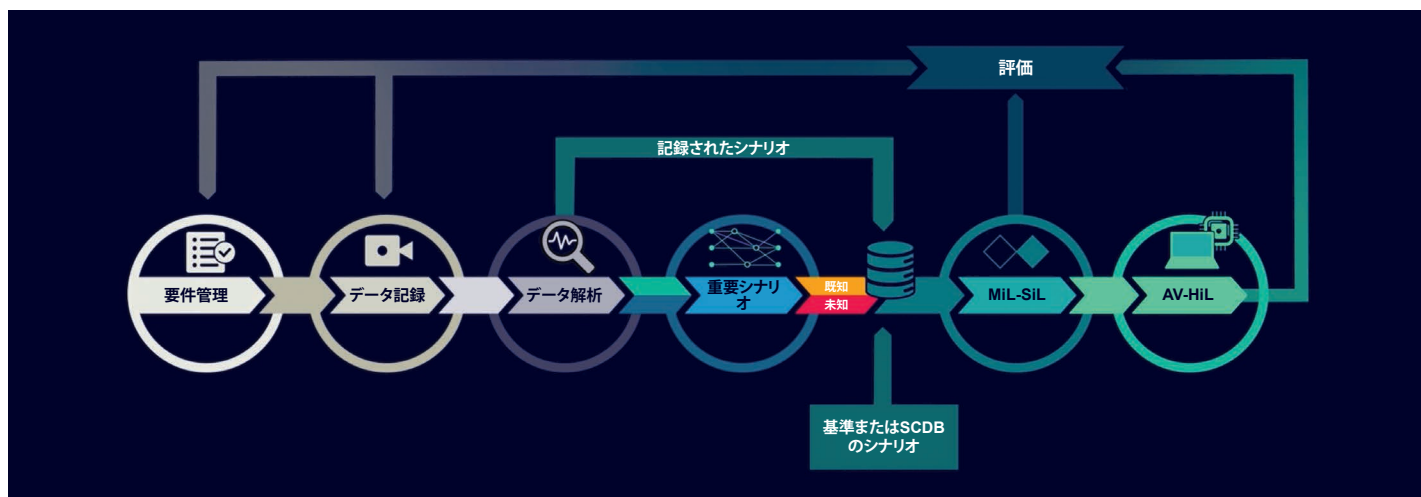
包括的なデジタルツインは、車両レベルやコンポーネント・レベルに拡張します。車両の包括的なデジタルツインを使った忠実度の高いシミュレーションにより、さまざまな車両領域で複数の属性（たとえば、性能とエネルギー使用量の関係、コストなど）を最適化できます。エンジニアは、センサー・システム、ビークル・ダイナミクス、アクチュエーション・システム全体の性能をシミュレ

ーションして、AVが障害物を認識して対応する能力をリアルタイムで評価できます。

コンポーネント・レベルでは、エンジニアは熱的、電磁的、またはその他の制約に基づいてコンポーネントの性能を評価し、最適化する必要があります。たとえばAVセンサーは、外部条件に対して脆弱な、車両の難しい場所に配置されることが少なくありません。詳細な熱シミュレーションと電磁シミュレーションを行って、このセンサーの設計と配置を行えば、適切な機能を確保できます。カメラセンサーはフロントガラスの後ろに配置されることが多く、太陽からの放射熱の影響を受けやすくなります。センサーと筐体を正しく設計することは、この重要なセンサーの適切な動作温度を維持するために重要です。他のシミュレーション・ソリューションで、最大のゲインパターンを得られるように通信アンテナの配置を最適化したり、雨、道路の水しぶき、汚れに対するセンサーの脆弱性を評価したりします。

重要シナリオを作成してシステムの信頼性を高める

自動運転システムを完全に検証・妥当性確認するには、チームは未知の危険なシナリオを積極的に探し、システム設計でこれらの条件を考慮する必要があります。車両の包括的なデジタルツインを使った忠実度の高いシミュレーションは、こうした未知の危険なシナリオ



Simcenterの自動運転車開発ワークフロー。

を特定するのに最適な環境を提供します。エンジニアは、実証済みの数学的手法を現実世界のデータに適用して、これまで記録されていなかった「安全にかかわる重要シナリオ」を明らかにすることができます。これを仮想的かつ反復的に行うことで、チームはこれらのシナリオをより効率的に検出して解析し、未知の危険なシナリオの数と、このAVシステムを展開するときの関連リスクを減らすことができます。生成したシナリオは、現実世界で取得したシナリオと共にデータベースに保存できます。この反復的なプロセスにより、シナリオのデータベースの範囲を拡大して適用性を向上させると同時に、自動運転開発のSOTIF (Safety of the Intended Functionality: 意図した機能の安全性) 基準を満たせるようになります。

AVとその運転環境の包括的なデジタルツインを活用することで、エンジニアは、仮想車両モデル、電子機器ハードウェア、物理または合成のセンサーデータを入力

として組み合わせた複合現実 (MR) 環境で、リアルタイムのシステム性能を検証することができます。AVの最終的な電子機器ハードウェアが利用可能になると、HIL (Hardware-in-the-Loop) 構成により、最終的なハードウェア・コンポーネント (生産時に車両に搭載される物理シリコンチップなど) で自動運転アルゴリズムを実行できるようになります。この複合現実 (MR) テストは、高度なシミュレーションの利点 (速度とコスト) と物理コンポーネントを組み合わせて、非常に現実的で効率的なテスト環境を実現します。

最後にエンジニアは、デジタル化された検証・妥当性確認ワークフローで、現実世界のテスト、シミュレーション、およびトレーニング・プログラムの結果を初期要件と比較します。現実世界のデータと合成データを組み合わせることで、堅牢で信頼性の高い自動運転システムに必要なシステム要件のテスト・カバレッジを最大化することができます。

デジタルライゼーションで、モビリティの未来を構築

検証・妥当性確認のプロセスは、AVの実装を成功させるうえでの大きな課題です。ADAS/AVは、あらゆる天候や交通状況、都市部、郊外、農村部の環境で安全かつ確実に動作する必要があります。動作が安全に実行され、故障率が極めて低く抑えられるようにするには、自動運転システムのテスト、検証・妥当性確認の、デジタル化された複合現実のアプローチが必要です。

このアプローチにより、現実世界のテストデータを効率的に収集して解析し、その後、このデータをデジタルツインに統合して、運転シナリオを正確に再現できます。その結果、効率的なデータ収集と解析、合成運転シナ

リオによる迅速なテスト、システム要件へのクローズドループ・バックを使用して、検証・妥当性確認プログラムを加速するソリューションが実現します。

自動化された輸送の未来が現実になづくにつれ、自動車・輸送機器メーカーは、製造する製品やビジネス手法の変革に直面しています。未来には大きなチャンスが広がっていますが、その道のりは平坦ではありません。デジタルライゼーションに取り組む企業は、こうした障害を克服し、自動化されて接続され、ソフトウェア定義型となった自動車の未来に向けて強固な基盤を確立することができます。



まとめ

ADASや自動運転システムの高度化が進むにつれ、これらを作成するためのツールの重要性はますます高まっています。ツールの数と種類が多ければ多いほど、ツール間でデータを正確かつ効率的に転送することが複雑になり、困難になります。

シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアは、拡張性と信頼性に優れた開発環境を提供する完全なエンドツーエンドのソリューションを提供しています。

ソフトウェア、ハードウェア、サービスで構成されるビジネス・プラットフォーム、Siemens Xceleratorの一部であるSimcenter™自動ソフトウェア・ソリューションを使用すると、製品ライフサイクル全体を通じた継続的な検証・妥当性確認が容易になります。これにより、開発サイクルは50%短縮します。AWSでホストされているこのスケーラブルなソリューションは、エンジニアリングの労力を最小限に抑え、クラウドでデータの複製を排除し、ストレージとコンピューティングの要件に最適化することで、シナリオ抽出とデータ解析のコストを80%削減します。

シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェア

北米・中南米: 1 800 498 5351

ヨーロッパ・中東・アフリカ: 00 800 70002222

アジア・太平洋: 001 800 03061910

その他のお問い合わせ先は[こちら](#)をご覧ください。

シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアは、Siemens Xceleratorビジネス・プラットフォームのソフトウェア、ハードウェア、サービスを最大限に活用し、あらゆる規模の組織がデジタル・トランスフォーメーションを実現する支援をします。シーメンスのソフトウェアと総合的なデジタルツインにより、企業は設計、エンジニアリング、および製造プロセスを最適化し、現在のアイデアを将来の持続可能な製品に転換できるようになります。シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアは、チップからシステム全体、そして製品からプロセスに至るまで、あらゆる産業において変革を加速させます。
[Siemens Digital Industries Software](#) – Accelerating transformation.

siemens.com/software

© 2024 Siemens. 関連するシーメンスの商標は[こちら](#)に記載されています。その他の商標はそれぞれの所有者に帰属します。

86166-D2-JA 12/24 LOC