

$d=25'$

Light = "red"

 σ/\sqrt{n} カメラベースの運転支援システム向けの
妥当性確認ソリューション $d=9' 6''$
 $\sigma=.5''$ σ/\sqrt{n} $d=9' 1''$
 $\sigma=.$ σ/\sqrt{n}

Virtual Vision Test

自動運転向けの新しい運転支援システムや各種機能を優れた信頼性を保ったまま車両に実装するにはどうすればよいでしょうか。Neusoft Reach 社では、開発者のワークステーションでの作業から ECU の認証に至るまでの工程をエンドトゥエンドでテストできる妥当性確認ソリューションを活用しています。

画像提供：© Neusoft Reach

0''
6''
√n

未 来の自動運転車両は、インテリジェントにネットワーク化され、ソフトウェアによって高度な定義が行われることとなります。つまり、自動車業界においては、ソフトウェアやサービスの性能が競争上の決定的な要素となります。Neusoft Reach 社では、既に AUTOSAR に準拠した次世代の車両向けのソフトウェアプラットフォームを提供しています。このソフトウェアには総合的な先進運転支援システム/自動運転 (ADAS/AD) スタックが搭載されており、それをドライバー監視システム (DMS) によって補完することで、自動運転 (レベル 2+/レベル 4) や高精細位置調整コントローラを実現しています。同社では、環境を検出したり識別したりするための世界で最もインテリジェントなテクノロジーを提供することにより、交通の安全性と効率性の向上に貢献することを目指しています。

インテリジェントな支援システム

同社の ADAS/AD スタックは、マルチセンサテクノロジーをベースとしており、機械でトレーニングしたアルゴリズムを実装しています。このスタックは、中国の商用車規制や C-NCAP の要件に対応しており、Euro-NCAP 2025 ロードマップの要件も

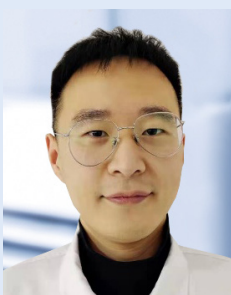
考慮しています。なお、現在は次の機能をサポートしています。■

目的：堅牢かつ革新的

Neusoft Reach 社の目標は、ADAS/AD の機能を継続的に拡張および最適化することです。このプロセスの一環として、同社の開発チームは、既存の開発および妥当性確認ソリューションでは確実かつ効率的に処理できなくなったカメラベースの機能について、パフォーマンス値を定義し直しました。ただし、堅牢な機能を実現するには、新しいセンサフュージョンおよび認知アルゴリズムを開発するだけでなく、システム全体の妥当性を早期の段階で容易に確認できるようにすることも必要でした。

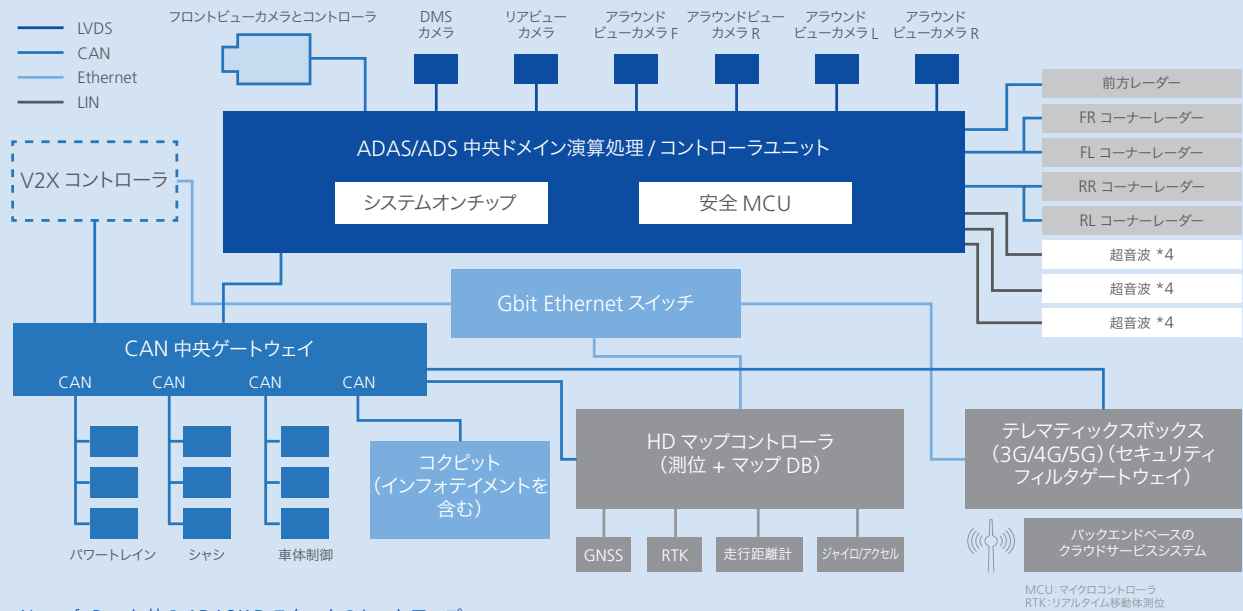
>>

渋滞時支援機能 (TJA)、
アダプティブクルーズコントロール (ACC)、
自動緊急ブレーキ (AEB)、
前方衝突警報 (FCW)、
車線逸脱警報 (LDW)、
車線維持補助システム (LKA)、
先進パーキングアシスト (APA)、
アラウンドビューモニタリング (AVM)



「dSPACE のシミュレーションおよび妥当性確認ソリューションは、ADAS/AD 制御ユニットの開発やテストに求められる各種要件に対応しているため、容易にプロジェクト目標を達成し、市場投入期間を短縮することができます。当社の ADAS/AD 制御ユニットの開発効率率は、全体で 70% 向上しました。」

Xiao Yu Chen 氏、Neusoft Reach 社



Neusoft Reach 社の ADAS/AD スタックのセットアップ

SIL

課題：適切なテストデータの確保

開発段階で特に課題となるのは、適切なテストデータをすぐに引き出せるようにすることです。その際のポイントの1つは、可能な限り高精度なセンサデータを使用することです。もう1つのポイントは、さまざまなコーナーケース、すなわち特に重大な交通状況を柔軟に使用できるよう、幅広い選択肢を提供することです。このような場合、データロギングを使用すると、テストドライブの際に正確なセンサデータを取得できます。ただし、重大な交通状況を実際のとおり再現することは難しい作業

です。そのため、関連するコーナーケースを実車によるテストドライブでカバーするだけでは不十分です。また、センサを変更することに新たなテストドライブが必要になるため、手順が極めて非効率的になります。そのため、シミュレーションベースのアプローチを用いて、すべてのコーナーケースを含む任意のシナリオを極めて柔軟にシミュレートできるようにすることが重要です。ただし、人工的にデータを生成する場合、それらが各センサの物理的原理に基づいていないものでは意味がありません。つまり、シミュレーションを成功させるた

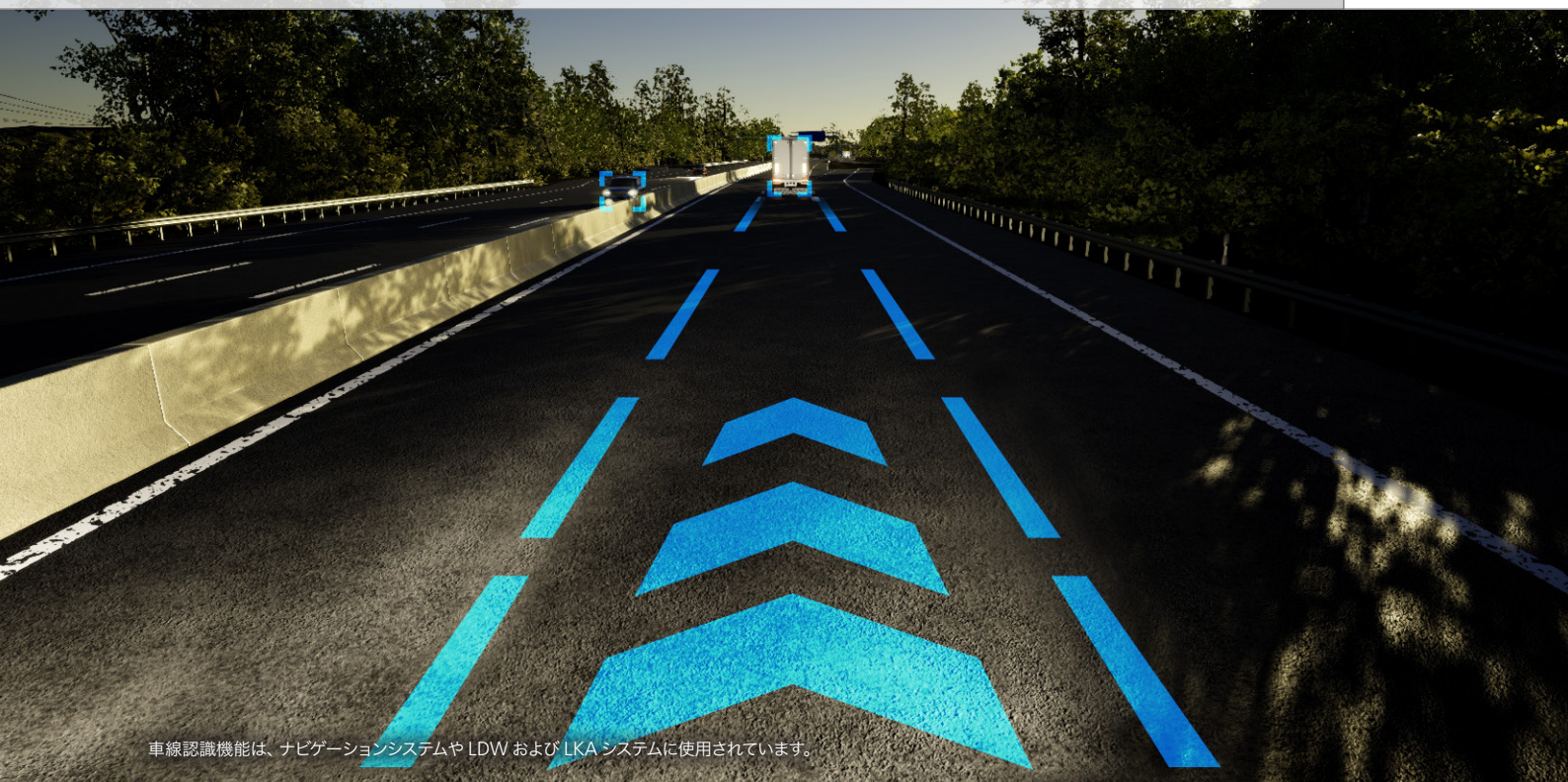
めには、極めてリアルなセンサモデルの使用が極めて重要になるということです。

妥当性確認向けソリューションの選択

Neusoft Reach 社では、開発の早期の段階から開発者をサポートするため、まずは開発およびテスト向けの最適なソリューションを吟味し、現実的なセンサモデルだけでなく **SIL (Software-in-the-Loop) シミュレーション** も利用できるようにすることを目指しました。また、作成したシミュレーションをシームレスに再利用するため、HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションによって実 ECU の妥当性確認を行いたいと考えました。その当時、センサの生データの処理向けのインターフェース規格でサプライヤ非依存のものは確立されていませんでした。そのため、同社はセンサの生データの生成に対応したさまざまなセンサインターフェースやプロトコルをサポートしたテストシステムを用意する必要がありました。これは同時に、幅広いお客様に自社の制御ユニットを提供する唯一の方法が、そのようなシステムを構築することだったということです。ただし、この種の開発およびテストソリューションは、使いやすく堅牢であることも同時に必要とされます。そのため、同社はさまざまな妥当性確認システムの評価を行いました。そして選択したのが、dSPACE のソフトウェアおよびハードウェアベースのソリューションでした。同社が dSPACE を

車両コックピットのナビゲーションシステムには、前方衝突警報 (FCW) の表示が組み込まれています。





車線認識機能は、ナビゲーションシステムやLDW および LKA システムに使用されています。

選んだ決定的な要素は、極めてリアルな再現性のあるセンサシミュレーションを備えていること、データ供給時の柔軟性が高いシステムであること、そして SIL および HIL シミュレーション間で一貫した処理を行えることでした。

早期の段階での SIL シミュレーションにより、機能開発をサポート

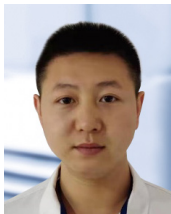
Neusoft Reach 社 は、Automotive Simulation Models (ASM) ツールスイートのグラウンドツールシミュレーションモデルと dSPACE Sensor Simulation の Sensor-realistic カメラモデルをベースとした dSPACE のソリューションチェーンを使用することにより、開発者のワークステーション上で、認知・融合アルゴリズムや ADAS/AD 機能に対応する完全にソフトウェアベースの妥当性確認ソリューションを利用できるようになりました。同社では、シミュレーションプラットフォームとして dSPACE VEOS を使用しています。ASM では、あらゆる道

>>



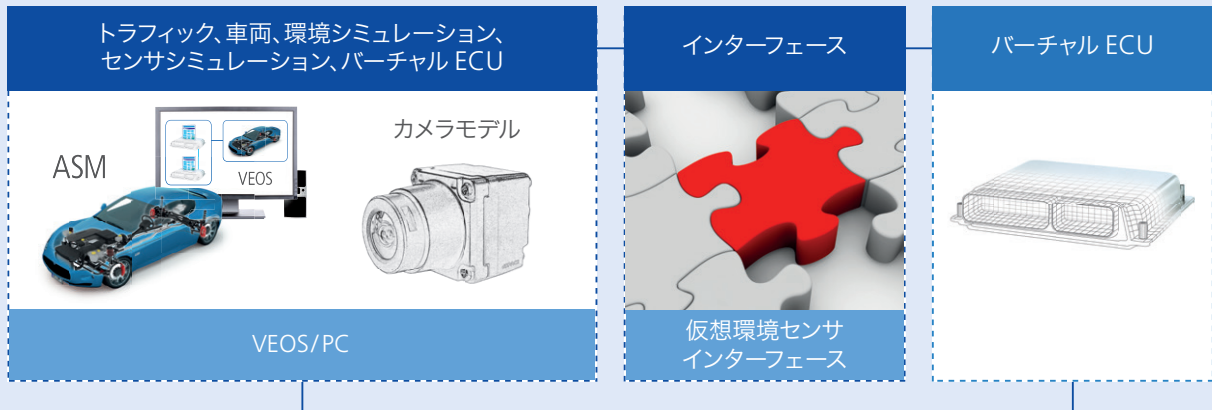
画像提供：© Neusoft Reach

Neusoft Reach 社のさまざまな ADAS/AD コントローラの例



「センサに基づくリアルなカメラモデルにより、極めて複雑なテスト作業を仮想環境で確実にシミュレートできます。」

Di Wu 氏、Neusoft Reach 社



SIL シミュレーションでは、車両、環境、およびセンサモデルを用いてバーチャル ECU との制御ループを形成します。

路利用者や交通インフラの動作軌道をシミュレートすることができます。また、dSPACE Sensor Simulation では、仮想シーンの完全な 3D モデルを生成し、カメラ画像を入手することができます。カメラ画像は、メモリインターフェースを介してテスト対象となるアルゴリズムに供給されます。このアルゴリズムは、画像情報を解析したうえで、ASM でシミュレートされたブレーキなどのシミュレート対象のアクチュエータを最終的に制御するための情報を提供します。もちろん、シミュレーションでは、開発されたアルゴリズムを搭載した完全なバーチャル ECU を使用することができます。バーチャル ECU は、Simulink® モデル、Functional Mock-up Unit (FMU)、または AUTOSAR をベースとしたバーチャル ECU の形式であり、シミュレーションモデルと一緒に VEOS に統合することが可能です。同社では、統合の際に dSPACE から提案された V-ECU アプローチを採用しています。

現実的なシミュレーションシナリオの作成

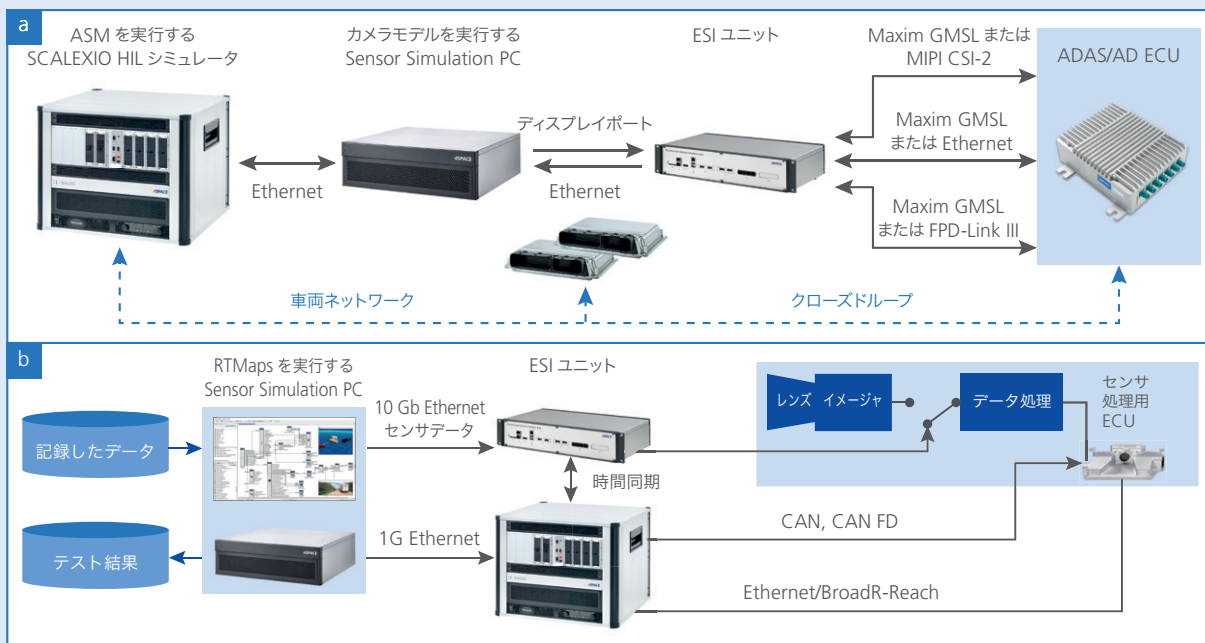
テストドライブの際には、シミュレーションシナリオ、すなわち、あらゆるシミュレーションオブジェクトの位置や軌道が実際のセンサによって記録されます。ここではデータに基づいてシナリオが作成されますが、それらは柔軟に修正することが可能です。たとえば、すべての道路利用者の速度を個別に変更したり、距離を定義し直したり、さらにはオブジェクトのサイズを変更することなどができます。これにより、開発者はアルゴリズムのパフォーマンスを早期の段階で特定できるようになります。これは、関連するすべてのコーナーケースでも同様です。開発者は、C-NCAP などの手作業で生成したシナリオも使用できます。

制御ユニットの妥当性確認を HIL シミュレーションで実行

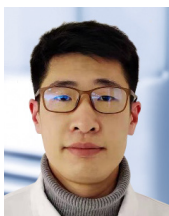
同社では、ADAS/AD ソフトウェアの新しいバージョンを ECU に実装した際には、必ず HIL シミュレーションを使用して

ECU テストを実施しています。制御ユニットを運用するためには、その環境、すなわちセンサシステムや車両環境を含めた自動車そのものを SIL シミュレーションと同様に十分にシミュレートする必要があります。ただし、ECU ハードウェアやカメラのすべての信号処理ステージをテストに完全に組み込むには、シミュレート済みのセンサデータをイメージャチップの背後にあるシグナルチェーンに直接挿入する必要があります。つまり、計算処理された画像データを適切な電気信号に変換しなければならないということです。このような場面に同社が使用しているのが環境センサインターフェースユニット (ESI ユニット) です。ESI ユニットは、極めて強力なシミュレーションプラットフォームの一部です。ここでは、ASM によるトラフィックシミュレーションが SCALEXIO システム上で実行され、カメラセンサのモデルが dSPACE の Sensor Simulation PC 上で実行されます。また、ESI ユニットはグラフィックカー





カメラ制御ユニット向けの妥当性確認システムのセットアップ：HIL システムとデータリプレイシステムには、同じコンポーネントが使用されています。



「マルチセンサソフトウェアである RTMaps を使用すると、さまざまなセンサや車載バスのデータを同期して再生できます。」

Ding Nan 氏、Neusoft Reach 社

ドを搭載しており、3D 環境やカメラレンズの歪みなどのセンサ特性をグラウンドツールズデータに基づいてリアルタイムに計算します。その後、グラフィックカードの出力を制御ユニットの信号に変換し、露出制御といったいくつかのシミュレーション処理も行います。ESI ユニットは幅広い信号インターフェースをサポートするよう設計されており、各種のセンサへの対応が可能です。

データリプレイテスト

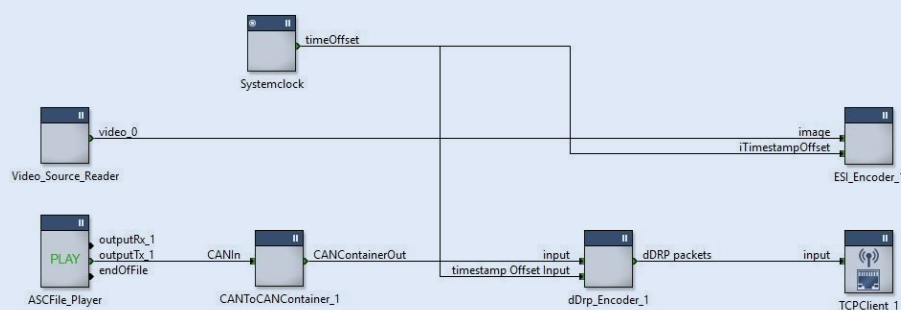
同社では、SIL テストや HIL テストだけでなく、実際のデータを使用したテストも行っています。実際のデータは、テストドライブ中に発生したエラーをラボでシミュレートする場合などに使用します。このテストセットアップには、HIL シミュレーションの場合と同様に SCALEXIO、Sensor Simulation PC、および ESI ユニットを使用します。データリプレイテストでは、

RTMaps を使用して Sensor Simulation PC からデータを再生します。この PC は ESI ユニット（カメラの生データ）と SCALEXIO システム（CAN などのバス通信）の両方にデータを転送します。データはそこでバッファに格納され、時間同期的に制御ユニットの電気信号に変換されま

す。そのため、テストセットアップを一切変更することなく、オープンループやクローズドループのテストに対応できるのです。

開発プロジェクトから得た経験

Neusoft Reach 社では、dSPACE のシミュレーションおよび妥当性確認ソリューション >>



データリプレイ用の RTMaps ダイアグラム

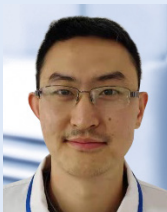


テストソフトウェアからの的を絞ってエラーを挿入することにより、ADAS/AD アルゴリズムの安定性を向上させます。

シミュレーションを用いて複数の ADAS/AD ECU の妥当性を確認することにより、製品の実用化に成功しました。それらの製品は、乗用車やトラックなどの商用車に使用されています。実用化された製品の中には、5 台のカメラを使用して 360° のパノラマビューを実現するというシステムがあります。同

社は、この製品の妥当性確認においては、5 台すべてに ESI ユニットの介してデータを入力しました。この際は SIL や HIL のおかげでテストが容易に再利用できました。さらに、機能開発の早期の段階で作成したテストを ECU の認定に使用したり、機能開発者が総合的な HIL テストを SIL に

活用したりすることも叶ったのです。また、シミュレーションプラットフォームである VEOS と SCALEXIO の間では、開発したテストを一貫して再利用できました。同社のプロジェクトでは、欠陥挿入が重要な機能として利用され、ピクセルまたはラインに基づく色の誤差やノイズが発生した場



「dSPACE の ESI ユニットがなければ、さまざまなメーカーのセンサを効率的にテストすることはほぼ不可能です。これは、当社の妥当性確認ソリューションにおける重要なコンポーネントです。」

Long Ning Zhao 氏、Neusoft Reach 社

Neusoft 社について

Neusoft 社は、自動車、家電製品、携帯端末、IoT、医療、業務プロセスのアウトソーシング、金融、証券および保険、情報テクノロジーのアウトソーシングなどの業界に対し、ソフトウェアベースの設計サービス、製品、および事前統合ソリューションを提供しています。Neusoft 社では、20,000 人を超える従業員がアジア、欧州、北米、および中東といった世界各地で従事しています。同社はソフトウェアテクノロジーに重点を置いており、自動車業界向けの自社製品やソリューションを通じて、ナビゲーション、ADAS、HMI、コネクテッドカー、およびインフォテインメント向けのソリューションを生み出しています。また、北米、欧州、アジアを含む世界中の多数の自動車 OEM メーカーや Tier 1 サプライヤのお客様に各種の製品やサービスを提案しています。Neusoft Reach Automotive Technology Co., Ltd. (略称「Neusoft Reach」社) は、モバイルインターネット、人工知能、および自動車業界に新しいエネルギーテクノロジーを送り出す革新的な企業です。

合などには、この機能を用いてシステムの信頼性を確認しました。これらのエラーは自動でも手作業でも挿入することが可能です。ESIユニットは、センサインターフェースや Maxim GMSL1 および GMSL2、TI FPD-Link III、MIPI CSI-2 などのプロトコルに柔軟に対応します。そのため、同社は多様な OEM メーカーの要件をひとつのシステムだけでカバーしたり、サプライヤの特殊な要件に合わせてさまざまな調整を行ったりすることができました。また、AUTOSAR ベースの ECU にソフトウェアを実装する場合には、量産コード生成ツールである TargetLink を使用しました。同ツールの強力な AUTOSAR 機能を用いたことで、同社は AUTOSAR 準拠のソフトウェアを快適に作成するに至りました。

dSPACE ソリューションの役割と評価

dSPACE のソリューションは、強力かつ極めて現実的なシミュレーションソフトウェア、HIL シミュレータ、高性能な Sensor Simulation PC、および ESI ユニットで構成されており、Neusoft Reach 社の新しい ECU の認定において重要な役割を果たしています。同社は、SIL および HIL 手法とデータリプレイテストを早期の段階から一貫して使用することにより、ソフトウェアの開発サイクルを短縮し、ソフトウェア品質を向上させることに成功しました。そしてこのことが、コストのさらなる削減や製品のタイムリーな市場投入をもたらしています。同社は全体的な業務効率性を、dSPACE ソリューションを使用しなかった以前のプロジェクトと比較して 70% も向上させました。そのため、投資コストも既に平均を上回るペースで回収できています。

概要

カメラベースの運転支援システムの妥当性確認

課題

- イメージャチップにスティミュラス信号を入力することなく、カメラベースの制御ユニットをテスト
- 制御ユニットにリアルなセンサの生データを入力

解決策

- 統合型 SIL/HIL シミュレーションプラットフォームの活用
- 物理的に正確なモデルを用いてカメラデータの現実的なセンサシミュレーションを実行

利点

- ソフトウェアおよび制御ユニットのテストが容易に再現可能
- テスト効率が 70% 向上



今後の展望

Neusoft Reach 社では、今以上に多様な支援機能の開発に取り組んでおり、自動運転向けシステムの対応範囲も拡張していく予定です。同社では、新たな要件に合わせた妥当性確認ソリューションを導入するため、dSPACE と緊密に協力して業務を進めています。データ記録の分野においては、データロギングシステムである AUTERA をいかに活用してワークフローの効率性を高めていくかについて評価しているところです。同社では、照明や気象の実験的な影響を加味した極めて高精度な環境センサシミュレーションを実現する dSPACE の最新の Sensor-realistic Simulation ソフトウェアの導入も予定しています。 ■

Yan Wei 氏、Neusoft Reach 社

Yan Wei 氏、Neusoft Reach 社
ADAS 部門責任者、Neusoft Reach Automotive Technology (Shenyang) Co., Ltd. (中国、瀋陽)

