

dSPACE

2/2019

MAGAZINE



ZF社 – 現実的なセンサシミュレーションにより、
AIベースの自動運転車両を実現 | Page 6

Sebastian Thrun氏 – 自動運転車両から
エアタクシーへ | Page 50

Hyundai Mobis社 – 拡張現実を用いて、
より効果的な妥当性確認を実現 | Page 14

Electric City Bus



「dSPACEの高電圧エレクトロニクステストシステムでは、モーターやバッテリーを電力レベルでエミュレートすることができます。これにより、実際の電気的条件下での電力制御ユニットの信頼性の高いテストを実行できます。」

Andreas Clevn 氏、CTO (Avantest GmbH & Co. KG)



電動バス、Stadtwerke Münster 社のご厚意により寄稿

車両の電動化は、特に都市部や大都市圏において急速に進んでおり、これらの地域では排気ガスの少ない移動手段が求められています。それを実現するのが、可用性に優れた電動の都市バスであり、公共交通機関にとっては必要不可欠な存在です。そのため、このような車両に新しい駆動システムを搭載する場合には、特に徹底的なテストを行う必要が生じます。

ノルドライン＝ヴェストファーレン州アルスドルフに拠点を置く Avantest 社は、パワーエレクトロニクスおよび電気システムの妥当性確認サービスを提供しており、同社のテストラボには dSPACE の高電圧エレクトロニクステストシステムが導入されています。このシステムでは、バスのモーターやバッテリーを電力レベルでエミュレートできるため、パワーエレクトロニクスなどの電子制御ユニットを実際の正確な電圧および電流でテストすることができます。



「AIとシミュレーションを
活用して、自動運転の開発を
加速させます」

読者の皆様へ

今回の dSPACE Magazine では主に、自動車を取り巻く創造と破壊を伴う大きな変化について取り上げています。

たとえば、ZF 社は、自動運転など新規市場への早期参入に成功しています。そこで、同社の研究開発責任者である Dirk Walliser 博士に成功の要因を伺いました。6 ページの記事では、同社の人工知能を搭載した自動運転用テクノロジープラットフォームの開発と妥当性確認について解説していただいています。dSPACE のソリューションは、このような場面で活用されています。ZF 社では、我が社の dSPACE システムを使用して、極めて現実に近い仮想 3D 環境をリアルタイムにシミュレートし、20 台以上のレーダー、LiDAR、さらにカメラの各センサをテストすることができました。そして、この事例は、両社が成功体験を共有しただけでなく、テスト向けソリューションの開発範囲を拡大する dSPACE にとって、その方向性の正しさを証明することにもなりました。

また、自動運転機能の開発プロジェクトには、自動車業界のさまざまな企業が取り組んでいますが、安全かつ自動的に都市交通を学習する車両を実現させるには、多額の投資が必要であることが明らかになっています。そのため、ドイツの主要な革新的企業は PEGASUS プロジェクトを立ち上げて力を結集し、世界中で適用できる効率的で統一された自動運転機能の評価と妥当性確認プロセスを定義することにしました。やはり、関係各所が協力して活動し、協調して集中的なアプローチを行えば、あらゆることが円滑に進むのです。このプロジェ

クトには、dSPACE も専門知識やツールを提供する立場で参加しました。そして、最近、プロジェクトは研究成果を共同発表するに至りました。そこでは、自動運転の複雑な要件を満たすためには仮想検証が不可欠であることも明記されています。当社の各種シミュレーションモデルや、PC ベースのシミュレーションプラットフォームである VEOS は、この分野で大いに貢献しています。

また、前スタンフォード大学教授にして Waymo 社の設立者であり、空飛ぶ自動車開発に取り組んでいるシリコンバレーの新興企業 Kitty Hawk 社 CEO である Sebastian Thrun 氏にとっても、シミュレーションベースの妥当性確認は大きなテーマとなっています。Thrun 氏は、dSPACE Magazine の独占インタビューで、自動運転機能の迅速な実現化を可能とするためには、仮想 3D 環境でのシミュレーションと、AI に関する専門知識が重要であると強調しています。これは、dSPACE にとっても戦略上の重要なテーマです。当社では、業界に広く浸透した妥当性確認システムのリーダー企業としての地位を今後も継続的に強化するとともに、AI チームをさらに拡充して AI 関連活動を着実に推進していく予定です。

豊富な内容を盛り込んだ今号をぜひお楽しみください。

Martin Goetzeler



ZF社 | PAGE

6



日立オートモティブ
システムズ株式会社 | PAGE

18



ベルン応用科学大学
| PAGE

30

dSPACE MAGAZINE は、下記により定期的に発行されています。

dSPACE GmbH · Rathenaustraße 26
33102 Paderborn · Germany
Tel.: +49 5251 1638-0
Fax: +49 5251 16198-0
dspace-magazine@dspace.com
www.dspace.com

広告条例管理責任者: Bernd Schäfers-Maiwald
編集長: André Klein
テクニカルライター: Alicia Garrison, Dr. Stefanie Koerfer, Ralf Lieberwirth, Lena Mellwig, Simon Neutze, Ulrich Nolte, Dr. Gerhard Reiß, Patrick Pohsberg

編集および翻訳:

Robert Bevington, Stefanie Bock, Anna-Lena Huthmacher, Stefanie Kraus,
dSPACE Japan 株式会社

デザインおよびレイアウト:

Jens Rackow, Sabine Stephan

日本語翻訳: 株式会社シュタール ジャパン

カバー写真: Hyundai

© Copyright 2019

すべての権利は留保されています。書面による許可なしに、本文書の全部または一部を複製することを禁じます。複製する場合は、出典を明記する必要があります。dSPACE では常に製品の品質向上に努めており、本出版物に記載された内容については予告なく変更になる可能性があります。

dSPACE は、米国やその他の国における dSPACE GmbH の登録商標です。その他の登録商標については、www.dspace.jp/goto.cfm/terms を参照してください。その他のブランド名または製品名は、その企業または組織の商標または登録商標です。

目次



3 社長挨拶

お客様の事例

6 ZF社

AI-in-the-Loop

現実に即したセンサシミュレーションによりAIベースの自動運転車両を検証する新しいテストシステムを発表

14 Hyundai MOBIS社

Augmented Reality

VIL (Vehicle-in-the-Loop) : 仮想および実車でのテストドライブの同期化により、運転支援システムを妥当性確認

18 日立オートモティブシステムズ株式会社

3D Car Spotting

オブザーバとしてステレオカメラを使用して、自動テストドライブにおけるステレオ画像を生成

22 Magneti Marelli社

Smart Automation

ボディコントロールモジュールに対応した自動テスト環境により、品質と効率性を向上

26 Geely社

Modular Fascination

Geely社およびVolvo社は、小型かつモジュール型のアーキテクチャプラットフォームを活用しながら、合弁で次世代型の車両を開発しています

30 ヘルン応用科学大学

Give and Take

生産消費者世帯における負荷フロー管理をラボでテスト

34 IUPUI

Speed is Key to Safety

把握した環境に対して迅速かつ正確に反応する自動運転機能向けのアルゴリズムを開発

dSPACE 製品

40 SCALEXIO Autobox SCALEXIO Power for the Trunk

開発プロセスの初期フェーズにおいて新しい機能の学習とテストを実行

42 センサシミュレーション Cinema for Sensors

自動運転に関するdSPACEの最新の開発成果

46 TargetLink 20 Years of TargetLink

モデルベースの迅速なソフトウェア開発にも対応する効率性の高い量産コード生成ツール

ビジネス

50 Sebastian Thrun氏 Flying Cars Will Become Reality

Sebastian Thrun氏によれば、AIはあと数年で多くの人々の業務に活用されるようになると言います

54 PEGASUS Pegasus Project

シミュレーションベースのテストにより、自動運転向け機能を迅速に検証

ニュース

56 SCALEXIO: 先進的な電気自動車アプリケーションに対応した最新のFPGAテクノロジー

SIL-in-the-Cloud

57 V2Cloudアプリケーションの現実的なテスト

58 高精度なエレクトロニックホライズンによる自動運転



AI-in-the-Loop

現実に即したセンサシミュレーションにより AI ベースの自動運転車両を検証する新しいテストシステムを発表

独自に判断を下す制御システムを搭載した車両の妥当性確認は、開発者が直面した新たな課題でした。ZF 社では、従来の HIL テクノロジとセンサによる現実に即した環境シミュレーションを組み合わせることにより、この課題に対応しました。この目的のため、dSPACE ツールチェーンをベースとしたテストシステムが設計されました。

ドライバーが運転する従来型の車両に対し、高レベルの品質と快適性を実装して製品化する場合でも、コストや期間に関する目標を常に満たさなければならないことを考慮した場合、開発や妥当性確認の段階での労力は相当なものとなります。それが自動輸送システムの実用化となれば、このような品質、効率性、および安全性の要件はまったく新しいレベルへと引き上げられます。このようなシステムは、自動運転機能の実装だけでなく、最終的にはあらゆる天候や交通状況、視界条件で安全に運行できなければならず、極めて無駄のない手法とツールチェー

ン無しでは開発段階で生じる複雑さを克服することが不可能なためです。

自動運転テクノロジー向けのプラットフォーム

ZF 社では、バッテリー駆動型の新交通システムに対応したテクノロジープラットフォームの開発に取り組んでいます。このプロジェクトには、自動運転のシステム設計を専門とする ZF 社の技術が幅広く投入されており、同社のテクノロジーグループでは、特に周辺環境やセンサからのデータを特定して処理するための最先端の専門技術を採り入れています。また、このプロジェクトでは、ZF 社と NVIDIA 社がほん

の 1 年前に導入した ZF ProAI スーパーコンピュータ（車両の中央制御ユニットとして機能）の性能と実用性の検証も行われています。同社では、スケーラビリティに優れ、さまざまな車両に移植できるシステムアーキテクチャを構築し、使用目的や利用可能なハードウェア機器、求められる自動化レベルに応じた開発を行えるソリューションの実現を目指しています。

自動化システムの設計

車両には、環境を検出するための 6 個の LiDAR センサ、7 個のレーダーセンサ、および 12 個のカメラセンサが搭載されてお



り、全地球的航法衛星システム (GNSS) により正確な位置を特定できるようになっています。センサデータはすべて ZF ProAI 中央制御ユニットに送られて統合されます。制御ユニットでは、認知、オブジェクト識別、およびデータ融合という典型的な手順を踏みながら、データの前処理および評価を行い、駆動方式を計算します。その後、これらに基づいて、アクチュエータ (ステアリング、駆動系、およびブレーキシステム) の制御信号を生成します。ここでは、データ解析の処理速度やオブジェクトの認識精度を向上させるため、AI ソフトウェアが活用されており、センサデータは部分的に人工知能 (AI) を使用したアルゴリズムによって解析されます。AI ソフトウェアを使用すると、豊富なデータを活用することができるため、歩行者による道路の横断といった繰り返り起きる交通状況のパターンを特定することも可能になります。

妥当性確認コンセプト

電子制御ユニット (ECU) の妥当性確認

において、統合テストは重要なステップの 1 つです。これには、ECU と車両のすべてのセンサ、アクチュエータ、および電気 / 電子機器 (E/E) アーキテクチャを組み合わせて行うテストも含まれます。このような総合的な検証は、センサやアクチュエータなどの関連するコンポーネントを含むすべての運転機能の妥当性を十分に確認し、車両の挙動を評価するうえでも重要です。そのため、同社の開発プロジェクトでは、妥当性確認ステップとして、統合テストにおいて実績のある手法である HIL

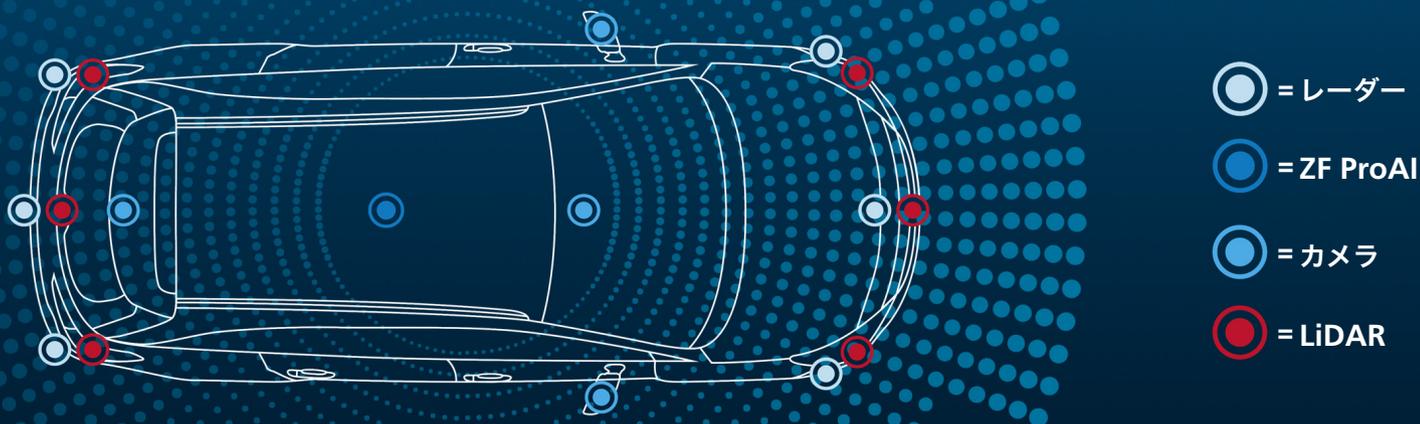
(Hardware-in-the-Loop) シミュレーションを採用しています。

HIL シミュレータコンセプト

ZF 社では、HIL シミュレータの開発を dSPACE と協力して行いました。開発したシミュレータは SCALEXIO テクノロジをベースとしており、ステアリング、ブレーキ、Electric Drive、ビークルダイナミクス、およびすべてのセンサを含めた車両全体のシミュレーションを行うことができます。ここでは、すべてのセンサ信号が ECU >>

人工知能

人工知能 (AI) はコンピュータサイエンスの一分野であり、知的行動と機械学習の自動化を研究対象としています。一般に、人工知能とは、コンピュータをプログラミングしてある程度独自に問題に対処できるようにすることにより、人間が意思決定を行う際の特定の行動を再現しようとするものです。



自動運転車両のセンサーアーキテクチャを示したサンプル図

画像提供：© ZF 社

の入力として送信され、出力側では、車両のアクチュエータの HIL オペレーションに必要な入出力が提供されると共に、レストバスシミュレーションも行われます。また、dSPACE Automotive Simulation Model (ASM) ツールスイートにより、センサと車両に対するビークルダイナミクスの計算をリアルタイムに行うことで、シミュレーション精度を向上させています。ただし、使用する AI システム自体には「物理的な」リアルタイム特性や線形の依存関係がないため、これは特に難しい作業となります。そのため、センサおよびアクチュエータ向けの複数のシミュレータを同期化し、それらの間に AI 制御ユニットを「挿入」することで、実際の車載条件下と同様の動作が実現するような工夫を施しています。

センサエミュレーション

ZF ProAI 制御ユニットは、センサの生データをすべて直接処理するように設計されています。また、センサデータはオブジェクトリストとしても読み込まれます。オブジェクトリストは、ASM Traffic Model によって提供され、周辺トラフィックのグラウンドトゥールズシミュレーションの一部として処理されます。生データを扱うためには、すべてのセンサを可能な限り現実に即してエミュレートする必要があります。

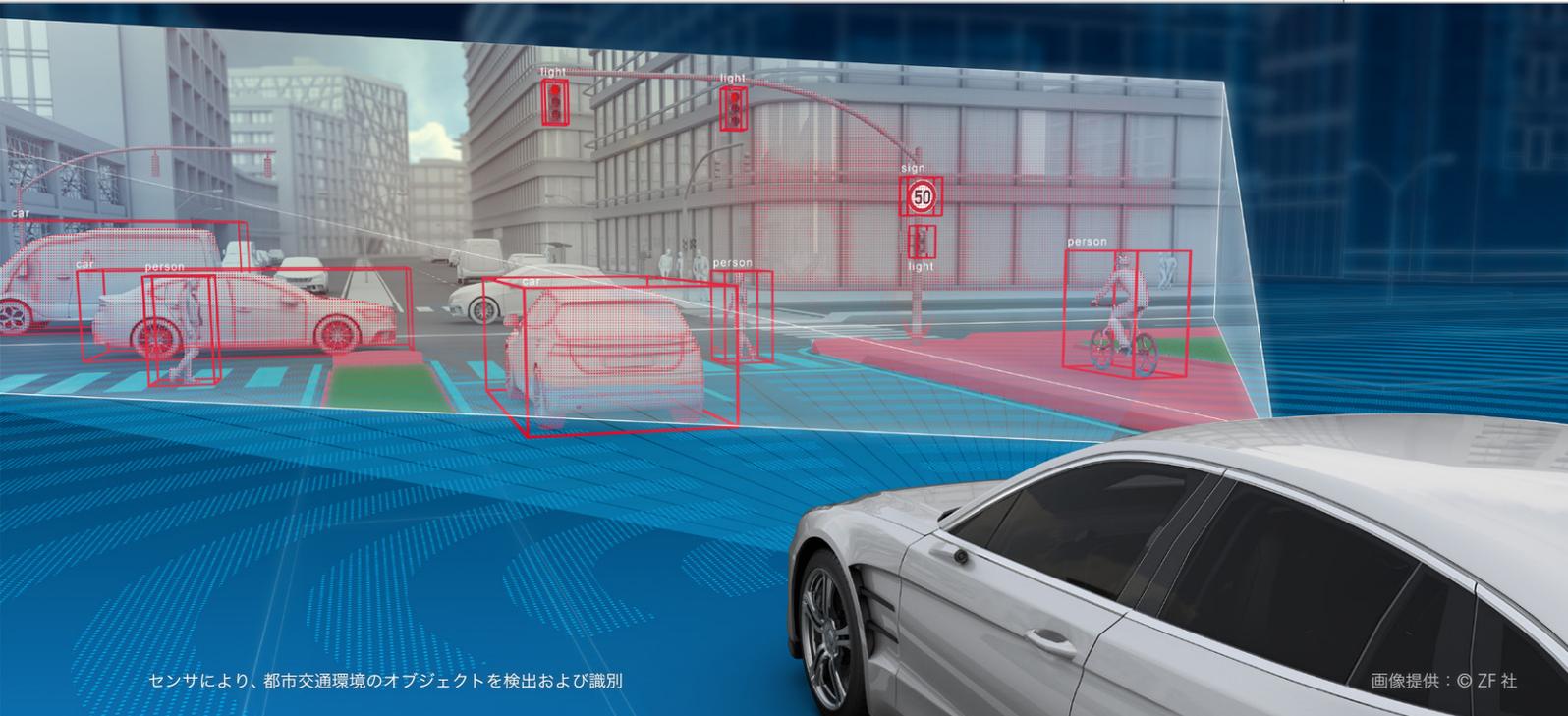
極めて高精度なセンサ環境シミュレーション

センサの生データの生成には、定義されたテストシナリオに基づいてセンサ環境を計算し、極めて高い精度でシミュレートできるモデルが必要となります。そのた

め、同社では dSPACE ツールチェーンの物理レーダーモデル、LiDAR モデル、およびカメラモデルを使用しています。これらの高精度かつ高分解能モデルにより、センサフロントエンドを含むセンサと周辺環境の間の伝送路を計算できるようになります。送信機から受信機までの全伝送路は、レーダーモデルや LiDAR モデルの光線トレーサによって導かれます。また、多重伝播もサポートされています。ここでは、何百万もの光線が同時に放射されますが、その正確な数はそれぞれの 3D シーンによって異なります。いずれのモデルでも、物理的な挙動に基づいて複雑なオブジェクトの反射と拡散を計算します。多重伝播では「ホップ」数を指定することも可能です。また、LiDAR モデルはフラッシュセンサと走査センサのいずれにも対応す

センサシミュレーションプラットフォーム：センサデータはセンサシミュレーション PC でシミュレートされます。環境センサインターフェースユニット (ESI ユニット) を使用して、実際のセンサと同様の方法で電気信号を提供します。





センサにより、都市交通環境のオブジェクトを検出および識別

画像提供：© ZF 社

「当社では強力な dSPACE ツールチェーンを活用することにより、可能な限り早期の段階で、AI ベースの自動化テクノロジープラットフォームの制御ユニットをセンサやアクチュエータと組み合わせて妥当性確認しています」

Oliver Maschmann 氏、ZF 社

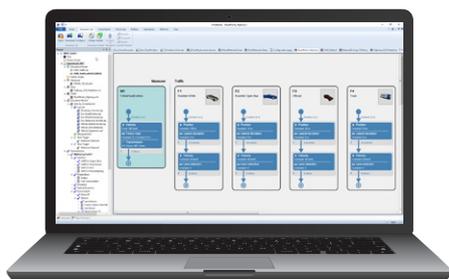
るよう設計されており、カメラモデルは色収差やレンズの汚れなど、さまざまなタイプのレンズや光学効果に対応しています。さらに、リアルタイム要件を満たすためには、グラフィックスプロセッシングユニット (GPU) で極めて複雑な個々のモデルのモデル要素を計算する必要があります。同社では、NVIDIA P6000 搭載の Sensor Simulation PC を dSPACE リアルタイムシステムにシームレスに統合して使用しています。

テストシナリオの生成

自動運転車両のテストで最も重要なことは、適切なシナリオを生成し、信頼性の高い手法で自動運転機能のテストや妥当性確認を行うことです。Scenario Editor を使用すると、それが可能になります。Scenario Editor では、複雑な周辺トラフィックを扱いやすいグラフィカルな手法で再現し、自転車 (センサを含むテスト対象車両) の運転操作、周辺トラフィックの操作、およびインフラストラクチャ (道路、道

路標識、道路沿いの構造物など) を含むシナリオを作成することができます。これにより、車載センサからのデータに基づいて、現実的な 3D の仮想世界が生成されます。また、各種の設定は柔軟に変更できるため、Euro NCAP の標準仕様を厳密に実装したり、都市部を地域ごとに個別に構造化した複雑なシナリオを作成したりしながら、幅広いテストを行うことが可能です。このような 3D 環境には車両の 3D オブジェクトやセンサ環境モデルが >>

パラメータ設定やシナリオ生成には、Scenario Editor (左) を含む ModelDesk を搭載した強力なワークステーションが使用されています。また、シミュレートされたテストドライブのビジュアル表示には MotionDesk (右) が使用されています。



2台のHILラックには、SCALEXIOリアルタイムプラットフォーム、センサシミュレーションPC、およびESIユニットというセンサシミュレーション向けのすべてのコンポーネントが搭載されています。テスト対象のZF ProAI制御ユニットは、左側のラックに配置されています。アクチュエータ用のシミュレータは示されていません。



センサシミュレーション向けのコンポーネント

リアルタイムのセンサ環境シミュレーションは、次のコンポーネントにより実装されています。

タイプ	数	ESIユニット	センサシミュレーションPC
LiDAR	6	1	1
レーダー	7	1	4
カメラ	12	3	3

ZF ProAI

ZF ProAI 制御ユニットは、自動運転機能に対応する高い演算処理能力と人工知能 (AI) を提供します。このユニットでは、極めて強力かつスケーラブルな NVIDIA プラットフォームにより、カメラ、LiDAR、レーダー、および超音波センサからの信号を処理します。車両の周辺環境をリアルタイムに把握し、ディープラーニングによって経験を収集します。

利用効果

- AI 対応
- モデルに応じて最大 150 TeraOPS の処理能力 (= 1 秒間に 150 兆回の演算を処理) を実装
- 自動運转向けの各種機能に対応
- 高度にスケーラブルなインターフェースおよび機能を搭載



画像提供：© ZF 社

含まれており、ASM によりリアルタイムにシミュレートされています。道路利用者の軌道のシミュレーションは、ASM Traffic Model で行います。

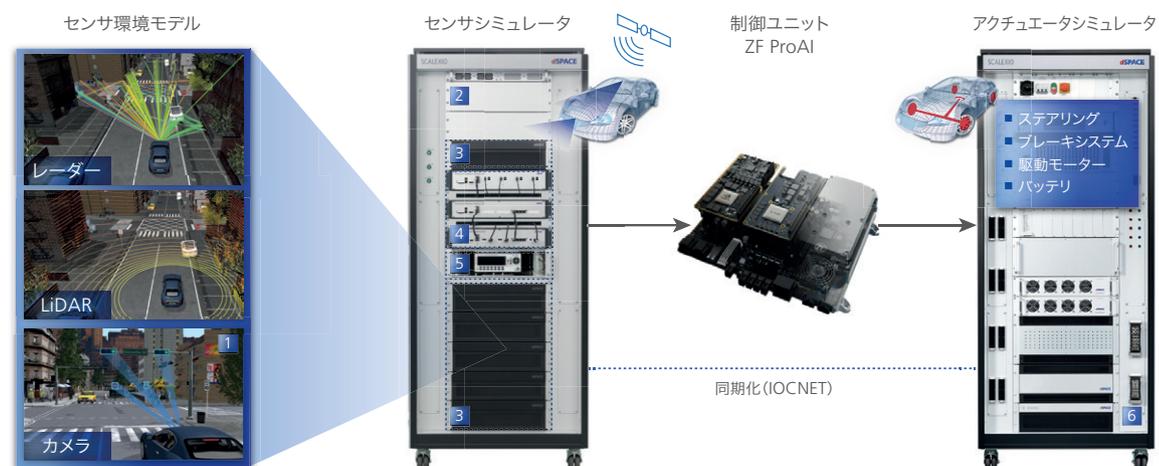
自動運転車両の妥当性確認

ZF 社の HIL シミュレータネットワークを使用すると、開発者が今後の開発ステッ

プの基盤となる条件を設定したうえで、車両の挙動全体を仮想テクノロジープラットフォーム上に再現して解析することができます。つまり、このシミュレータを使用すれば、初期の開発車両が自動的に適切な走路を検出できるかを確認するテストシナリオを実行したり、雨天時、降雪時、または薄氷上で予測不可能なイベントが発生

した場合でも車両が安全に走行できる能力を持っているかをテストすることができます。また、E/E システムに断線、短絡、またはバスシステムエラーといった故障を挿入するなど、その他の一般的な HIL テスト手法も追加できます。このように、テストカタログを継続的に拡大して包括的なソリューションとすることで、セーフティク >>

HIL シミュレータは、フロントエンドを含むレーダー、LiDAR、およびカメラセンサの周辺環境をリアルタイムに同期生成したうえで、ZF ProAI 制御ユニットに送信します。ZF ProAI は、シミュレートされたアクチュエータをドライビングストラテジに沿って制御します。



- 1) センサフロントエンドを含む高度な現実性と高い分解能を備えたセンサにより、検知した環境を計算します。
- 2) SCALEXIO + ASM Traffic: 周辺トラフィックをシミュレートします。
- 3) センサシミュレーション PC: あらかじめ決められたスケジューリングに基づいてセンサシミュレーションをリアルタイムで実行し、標準化されたグラフィックインターフェースを介してセンサの生データを生成します。

- 4) ESI ユニット: ECU インターフェースの個々の要件に合わせて同期化された生のデータを準備します。
- 5) GNSS: 同期化されたナビゲーション座標を提供します。
- 6) SCALEXIO + ASM Vehicle Dynamics, マルチ I/O ボード, Ethernet インターフェース, CAN FD インターフェース: アクチュエータとビークルダイナミクスをシミュレートします。

ディープラーニング

ZF 社のエンジニアは、シミュレータを通じて車両にさまざまな運転機能を与えて「トレーニング」します。トレーニングでは、横断歩道での歩行者や歩行者グループとの相互作用、衝突の評価、信号機やロータリーでの挙動など、特に都市の交通状況に重点が置かれています。高速道路や地方道での運転とは異なり、都市部では、コンピュータ制御の車両がその時点の交通状況に基づいてどのような動作を取るべきかを完全に理解することは非常に困難です。



「dSPACE の現実に即したセンサシミュレーションモデルを使用すると、複雑な 3D シナリオからセンサの生データを生成し、当社の ZF ProAI 制御ユニットで直接処理することができます。これにより、複雑かつ現実的なテストを開発の早期の段階で簡単かつコスト効率良く実行できるようになります」

Oliver Maschmann 氏、ZF 社

リディカルな自動運転システムの機能面における妥当性確認を効率的に行えるようになります。

評価と次のステップ

このテストシステムでは、中央制御ユニットや車両全体の妥当性確認にとって極めて重要なシナリオを作成することができます。これには、実際のテストドライブで再現するのが難しい緊急ブレーキ操作といった特殊なケースも含まれます。現実に即したセンサベースの環境シミュレーションを行うと、センサが環境をどのように検出しているかや、それが車両の走行にどのような影響を与えているかを正確に評価することができます。また、開き角度不足のためにレーダーセンサがすぐ前方を走

行するトラックの車輪しか検知できない場合など、典型的な誤解釈が発生していないかを確認することも可能です。さらに、設定やパラメータ化用の柔軟なオプションも提供されているため、センサフロントエンドを変更した場合の影響も分析できます。すべてのテストを完全自動化すれば、広範なテストカタログを確実に実行し、エラーレポートを評価したうえで、回帰テストによって正しく設計変更が実装されているかを確認することも可能です。将来的に

は、実車によるテストドライブで得られる環境データが追加されていくため、テストの成熟度が高まります。また、仮想テスト環境内で車両が走行する際は、インフラストラクチャ全体や道路沿いの構造物、周辺トラフィックがセンサにより記録および処理されて生成されるため、複雑なテストも容易に実行できるようになります。 ■

Oliver Maschmann 氏、ZF 社

概要

タスク

- 自動運転向けバッテリーの電気テクノロジープラットフォームを検証
- AI ベースの車両ガイダンス機能をテスト

技術的課題

- すべてのセンサをリアルタイムでエミュレート
- センサをセンサ環境 (3D 環境) で現実に即してリアルタイムにシミュレートできるセットアップを実現
- 現実的なトラフィックを通じて車両挙動全体をシミュレート

ソリューション

- レーダー、LiDAR、およびカメラの各センサを高精度でシミュレートできるリアルタイムプラットフォームを構築
- トラフィック、ビークルダイナミクス、および Electric Drive をリアルタイムにシミュレート
- シナリオごとに調整を行いつつ仮想 3D 環境でテスト

Oliver Maschmann 氏

フリードリヒスハーフェンにある ZF 社のプロジェクトマネージャ。完全な車両統合テストに対応した HIL テストベンチのセットアップと運営を統括。



自動運転は 管理可能 です



ZF Friedrichshafen AG のコーポレート研究開発イノベーションおよびテクノロジー担当シニアバイスプレジデントである Dirk Walliser 博士が、dSPACE Magazine とのインタビューで、同社にとっての自動運転の重要性を説明し、市場投入に向けた次のステップについて語ります。

Walliser さん、ZF 社にとって自動運転機能を開発する意義とは何ですか。

自動運転は、誰もがほんの数年前には予想もできなかったスピードで開発が進んでいる技術です。そのため、早い段階から革新的なソリューションを提供することができれば、市場シェアを拡大できると当社は考えています。当社は今後、将来の自動車に影響を与えるテクノロジーを提供するシステムプロバイダになるべく、この分野に重点的に取り組んでいます。

これらのシステムに対し、どのようなスタンスで開発を進めていますか。

最も大事なことは、破壊的な変化から生まれてくる市場機会を見極めることです。このような機会を捉えてシステム開発を行うには、俊敏性が極めて必要になります。また、高い開発能力を備えた経験豊富なチームによるサポートも不可欠です。さら

に、特定のテーマについては、既存の開発環境やパートナーの協力も必要となります。当社は、このようなスタンスで開発を進めました。そのため、新しい自動運転テクノロジー向けのプラットフォームをすばやく構築し、高い成熟度を持つソリューションを実現することができました。

御社の新しい自動運転テクノロジー向けプラットフォームはどのようなアプリケーションシナリオに対応していますか。

当社では、主にライドヘイリング（ユーザがアプリを介して呼び出せる自動シャトルバス）などのモビリティコンセプトに注力していますが、当社のプラットフォームのテクノロジーは、港、炭鉱、農業など、その他の用途にもしっかりと対応しています。シャトルバスについては、最初は空港や大企業の敷地などの公共以外の場所での運行が計画されています。

自動運転の実用化にとって、必要なことは何ですか。

業界は既にさまざまな使用事例を通じて、このテクノロジーが管理可能であることを示しています。dSPACE が提供する妥当性確認システムでも、もちろんこれらの管理は可能です。つまり、必要なのは、自動運

転車両を承認するための適切な枠組みを国会で策定することです。

御社が開発した自動運転車両の検証用の新しいテストシステムには、どのような特徴がありますか。

新しいテストシステムでは、AI ベースの中央制御ユニットを搭載した当社の自動運転テクノロジープラットフォームである ZF ProAI が使用されています。また、HIL テクノロジーを併用することにより、開発の早期の段階で妥当性確認を行うことができ、センサやアクチュエータを含めたテストの場合でも、コスト効率的に優れた作業が可能です。つまり、AI-in-the-Loop が実現しているのです。このような検証は、ピークルダイナミクスを考慮した仮想的な 3D の世界で実行されるため、トラフィックシナリオを柔軟に定義しながら、センサを通じて現実に即したシミュレーションをリアルタイムで行うことができます。仮想環境は、地図データや高精度の車両計測値から生成されており、実際の走行経路をデジタルで再現しています。

インタビューにご協力いただきありがとうございました。



VIL (Vehicle-in-the-Loop) :
仮想および実車でのテスト
ドライブの同期化による運転
支援システムの妥当性確認

Augmented Reality

車載エレクトロニクスの妥当性確認における最大の課題は、可能な限り正確に実際の状況をシミュレートできる仮想テスト手法を確立することです。Hyundai MOBIS 社では、dSPACE ツールチェーンを使用することで現実と仮想のテストを組み合わせ、妥当性確認プロセスの最適化に成功しました。



先 進運転支援システム (ADAS) および自動運転 (AD) テクノロジーの市場は、極めてダイナミックな成長期を迎えています。今日の自動車にはドライバーを支援する機能や自動運転をサポートする機能が既に実装されていますが、その複雑度はますます増加しています。そのため、電子制御ユニット (ECU) 向けのプロトタイプ的设计や検証を行う開発者には、詳細な設定が可能で柔軟性や汎用性にも優れ、自由に使用できる開発手法が必要です。このような場合には、MIL (Model-in-the-Loop)、SIL (Software-in-the-Loop)、および HIL (Hardware-in-the-Loop) ベースのプロセスを通じてシミュレーションや妥当性確認を行うと極めて効果的です。ただし、特定の領域に関する品質や安全性を正確に評価するには、現状では実車によるテストドライブしか方法がありません。複雑な制御システムや、さまざまな種類の ECU およびアクチュエータ間の相互作用を確認するには高い精度が必要となるためです。しかし、実車によるテストドライブでは ADAS/AD 機能のための膨大なテストシナリオを実行することができず、また実車でテストシナリオを実行しようとすると衝突事故等の危険も伴うため、ADAS/AD 機能の妥当性確認に完全に適しているとは言えません。そのため、効率かつ経済的で、何よりも安全性を担保できる新しいテスト手法が必要となっています。

拡張現実を利用したテスト

この場合に望ましい手法とは、現実性や高い統合深度を備えた実車によるテストドライブと柔軟性やほぼ無限の可能性を備えた HIL テストの利点を併せ持つ、つまり実世界と仮想世界を組み合わせたアプローチです。このようなアプローチは、視覚的観点から、多くの場合拡張現実または複合現実と呼ばれます。ADAS/AD 機能の

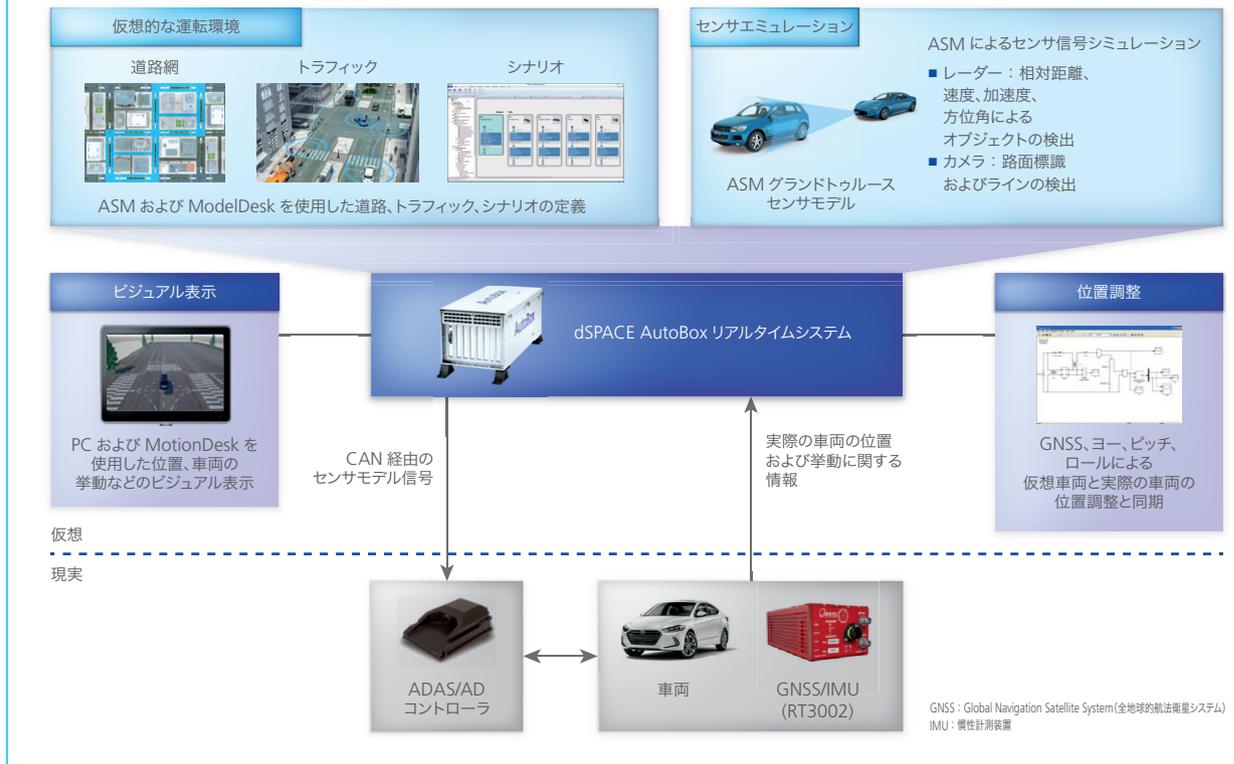
テストを行う場合、認知機能も極めて重要になります。これらの機能はレーダー、LiDAR、およびカメラセンサからの入力信号を受け取ります。そのため、各種のセンサを使用して広範なテストオプションを実装する必要があります。拡張現実のアプローチでは、センサが仮想世界からの情報を取得し、それを利用して現実の車両を制御および操作します。これにより、エンジニアは安心して実世界において車両を高速で走行させながら、同時に仮想世界で子供が道路へ飛び出す状況での妥当性確認ができるようになります。仮想的に取得したオブジェクトは ADAS/AD 機能によって分析され、現実の車両に求められる適切な動作がトリガされます。Hyundai MOBIS 社では、dSPACE および韓国の dSPACE 販売代理店である Hancor MDS 社の専門チームと協力しながら、同社の環境に拡張現実を利用したテストシステムを実装しました。

テスト環境の構築

同社のテスト装置には dSPACE AutoBox リアルタイムシステムが含まれており、これをテスト対象の車両のトランク内に設置しています。リアルタイムシステムでは、車両、歩行者、道路標識、路面標識、道路沿いの境界線や構造物などを含む複雑なシミュレーションを実行します。この仮想環境は実際のセンサデータの代わりとして機能し、ADAS/AD 制御ユニットに信号として入力されます。つまり、実世界のテスト車両のデジタルクローンとして定義した自車を仮想世界の中で走行させることが可能になります。実世界のテスト車両と仮想の自車には同じセンサが搭載されます。同社では、Automotive Simulation Models (ASM) ツールセットを使用してシミュレーション環境を生成しています。ASM には、レーダー、LiDAR、およびカメラセンサをシミュレートできるセン >>

「当社では、ADAS/AD 機能の妥当性を確認する場合に、実車および仮想でのテストドライブの両方の利点が得られる VIL (Vehicle-in-the-Loop) アプローチを使用しています。dSPACE の堅牢なリアルタイムシステムを活用することで、車両に仮想現実を利用したテスト手法が実装でき、極めて精度の高い現実に即した結果を得ることが可能になりました。」

Teaseung Kim 氏 (Hyundai MOBIS 社)



仮想世界と現実世界を組み合わせた形で妥当性確認を行える VIL (Vehicle-in-the-Loop) システムの構成

「ASM ツールスイートは、極めて現実的かつ複雑なトラフィック環境における仮想テストドライブをサポートしており、生成したセンサデータを使用して ADAS/AD 制御ユニットの妥当性確認を行うことができます」

Teaseung Kim 氏 (Hyundai MOBIS 社)

サモデルが搭載されており、テストエンジンがシミュレーション用に任意の数の車両、交差交通、任意の方向に歩行する歩行者などを含む環境を定義することができます。シミュレーション環境は、IMU (慣性計測装置) および GNSS (全地球的航法衛星システム) を介して実際の車両と同期されます。これにより、現実に即した仮想世界の中で多方向への運転操作を行うことが可能になります。このようなクローズドループ型のテスト手法は、VIL (Vehicle-in-the-Loop) と呼ばれます。

VIL による車両テスト

Hyundai MOBIS 社では、遮るもののない広々としたテスト空間を持つ Hyundai MOBIS Seosan Proving Ground で VIL テストを行っています。テスト時には、ドライバーとナビゲータが AutoBox をトランクに収納した状態の実車の座席に座りま

す。車両が走行すると、ナビゲータがテストシナリオを起動し、そこから仮想的なセンサデータを実際のセンサや ADAS/AD 制御ユニットに供給します。シナリオには、障害物、交差交通、または道路を歩行中の歩行者を含めることも可能です。これらのオブジェクトは、危険な衝突のリスクが非常に高く実世界では適切にテストでき

ないシナリオで使用したり、衝突に関連する指標 (衝突ポイント、衝突速度) を分析する必要があるシナリオで使用します。テストシナリオは、EuroNCAP などに準拠した標準的なテストと、特殊な機能の妥当性を確認するための専用のテストで構成されます。また、AEB (自動緊急ブレーキ) や LSS (車線維持サポートシステム) に





画像提供：© Hyundai MOBIS 社

仮想的な車両環境をリアルタイムでシミュレートするための装置がトランクに設置されています。AutoBox (右側) を使用してトラフィックシナリオをシミュレートし、実際の車両センサにデータを供給します。

関連するシナリオを使用して、実装された ADAS ソリューションをテストすることもできます。同社では、複数の dSPACE HIL システムを使用してラボにおける ADAS の妥当性確認を事前に行っていたため、開発した各種のテストを VIL での車両の妥当性確認プロセスに容易に適用することができました。これは、dSPACE ツールチェーンの優れた一貫性を示す事例です。

VIL アプローチの革新性と評価

VIL テストは、実車によるテストと仮想テストの利点を組み合わせた手法であり、ADAS/AD 機能の分析や妥当性確認に有用です。VIL では、従来の手法に比べてはるかに広範な範囲を対象として高深度のテストを実行することができます。また、(ダミーや複数の車両などを使用した) 実車によるテストでは発生する複雑さやコストを軽減することもできます。また、VIL では、量産用の制御ユニットとプロトタイプのコントロールユニットを組み合わせたテストを行うことも可能です。さらに、VIL でのテストにはサードパーティ製制御ユニットの実際の挙動が含まれているため、現実的な挙動を

再現できない可能性のあるレストバスシミュレーションをわざわざモデリングする必要がありません。VIL では、システム挙動などを決定するのは実際のレイテンシであるため、高い成熟度と現実性を備えたテストが可能になり、常に高精度のデータを得られるようになります。しかも、MIL、SIL、および HIL の各種テストシナリオは再利用できるため、この効率的な妥当性確認の手法を、確立された開発プロセスにシームレスかつ一貫性のある方法で統合することができます。VIL は、シンプルさや精度の高さ、再現性など、テスト手法に求められるあらゆる利点を提供するアプローチであり、車両固有の挙動を組み込むことで既知の HIL の利点を強化し、極めて高いレベルの現実性に基づいて ADAS/AD 制御ユニットを検証できる新しい手法であると言えます。■

Teaseung Kim 氏 (Hyundai MOBIS 社)



このビデオでは、VIL システムを使用してテストドライブを実施する様子をドライバーの視点からご紹介します。
www.dspace.jp/go/dMag_20192_VIL

Teaseung Kim 氏

自動運転車両テスト開発の責任者、
Hyundai MOBIS 社、龍仁市 (韓国)



テスト中、ドライバーはディスプレイ上で車両の

仮想クローンをモニタリングする。dSPACE Magazine 2/2019 · © dSPACE GmbH, Paderborn, Germany · info@dspace.co.jp · www.dspace.jp



仮想テストドライブにおける
ステレオカメラ向け 3D 画像情報の
シミュレート

3-D Car Spotting

日立オートモティブシステムズ株式会社では、さまざまな自動運転機能を総合的にテストするための開発環境を構築しました。同社は、自車周辺環境に関する情報をステレオカメラを通じて取得する運転機能に特に注目し、dSPACE シミュレータを使用して仮想テストドライブを実施しています。



左右のセンサを使用したステレオカメラにより、まさに人間の目のように 3D 画像として状況を捉えることができます。

日立オートモティブシステムズ株式会社は、1996 年に自動運転機能の開発を開始しました。当初は、自動緊急ブレーキ (AEB) や車線維持システム (LKS) などから始め、自動車線変更や自動追越しなどのアプリケーションの開発にも注力してきました。現在では 1 Fail Operational と呼ばれるシステムの開発を行っています。これは、自動運転用の ECU (電子制御装置) に不具合が生じた場合、1 Fail Operational システムが一部の機能をステレオカメラなど他のコンポーネントのマイクロコントローラに転送するという技術であり、これにより、車両は安全な自動運転を一定時間継続することができます。このシステムの検証に際して、同社は一般道や模擬市街路の専用テスト場などで、実車によるテストドライブを定期的に行ってきました。また、模擬市外路でのテストでは、センサフュージョン、すなわちさまざまなセンサのデータを複合的に組み合わせることにより、車両が交通状況の全体像をリアルタイムに生成し把握できるかという側面も検証してきました。

自動運転の課題の克服

自動運転機能の開発では、単なる路上でのテストドライブだけでなく、ラボにおいて現実的にありうるトラフィックシナリオをシミュレートし、そこでカメラやレーダーなどの関連するセンサと運転機能を組み合わせることでテストすることが肝要です。路上だけで必要なテストドライブを実施してすべてのトラフィックシナリオをカバーするには、実車で何百万キロメートルも走行しなければなりませんし、実車で行うと危険なテストもあり不可能です。そのため、こうしたテストアプローチが不可欠になります。ただし、ステレオカメラを使用してテストを行う場合は、テストの複雑度が増すことに留意が必要です。ステレオカメラからの映像は単眼レンズのものよりも複雑であり、テストの際には、視点の異なる 2 つの

画像 (ステレオカメラの左レンズからの画像と右レンズからの画像) を処理しなければならないからです。このほかにも、開発期間の短縮や開発品質の向上のためのさまざまな要件がテストの障壁となります。

ステレオカメラの利点

ステレオカメラには、まさに人間の目のように立体的で奥行きを持った 3D 画像で状況を捉えることができるという、単眼レンズカメラにはない決定的な利点があります。そのため、適切なソフトウェアを利用すれば対象物 (車両) の移動方向を分析し、その動きを数秒で予測することが可能になります。つまり、ステレオカメラを使用すると、衝突の危険性を検出し、状況に即して障害物を回避したりブレーキ動作を行ったりできるようになるということです。

ステレオカメラのテストセットアップ

同社では、ステレオカメラのテストセットアップ (図 1) に、Automotive Simulation Models (ASM) を搭載した dSPACE HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータを使用しています。ここでは、各種のモデルにより交通状況全体がシミュレートされ、画像が生成されてインターフェースボード経由でステレオカメラに直接供給されます。つまり、画像はカメラで撮影されるのではなく、撮像素子出力相当の電気信号で供給されます。左右の画像の同期化は、ステレオカメラのシャッター信号によりわずかに数マイクロ秒以内で行われます。こうした高い精度は走行する車周辺のリアルな交通情報として、ステレオカメラがデータを解釈できるようにするうえで不可欠です。

自動運転用シミュレータのセットアップ

同社のテストセットアップは自動運転用シミュレータにまで拡張されています (図 2)。そのため、現実的な交通状況下で、ステレオカメラの機能を他のセンサと連携させな >>

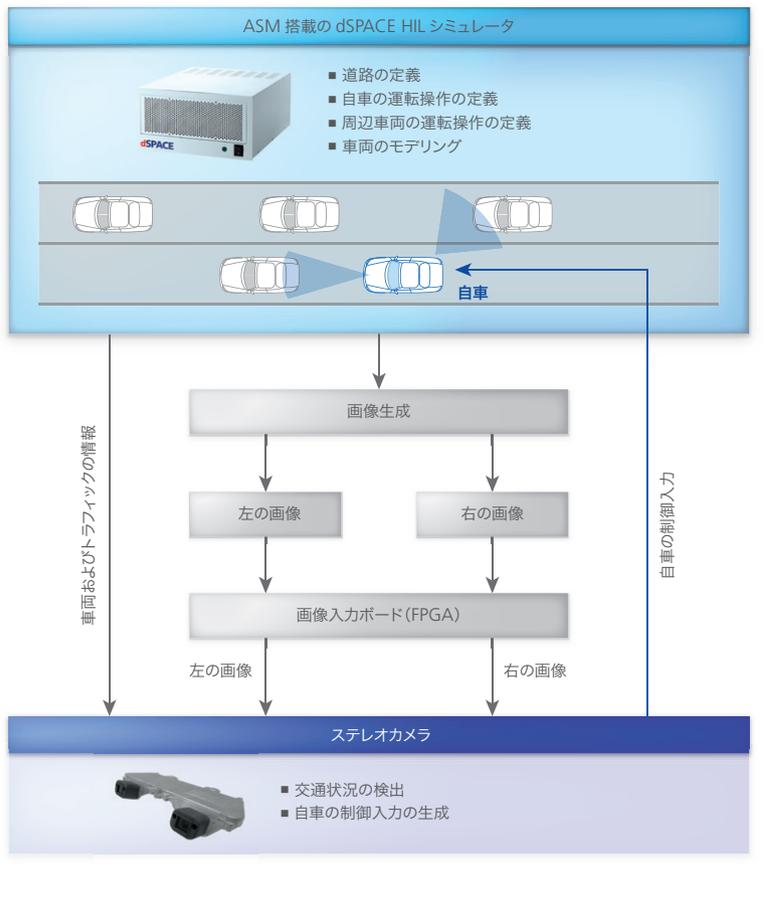


図1：ステレオカメラのテストセットアップ。dSPACE シミュレータで構成されており、トラフィックシナリオを実行します。左右の画像はこのシナリオに基づいて作成され、ステレオカメラに供給されます。

がらテストすることが可能です。このセットアップでも、中心的なコンポーネントとなっているのは、ASM ツールスイートのピークルダイナミクスモデルとトラフィックモデルを搭載した dSPACE シミュレータです。これにより、センサや周辺トラフィックを含め、自転車に関する交通状況全体を現実的に即してシミュレートすることができます。同社では、ModelDesk を使用してトラフィックシナリオのすべてのパラメータを定義し管理して、3D アニメーションソフトウェアである MotionDesk を使用した交通状況のビジュアル表示を実現しています。このリアルタイム 3D アニメーションを使用すると、運転操作時の車両の動きを明確に理解することができます。また、試験ソフトウェアである ControlDesk を使用すると、すべてのデータを取得し記録して、ユーザが選択したレイアウトで表示することができます。レイアウトは、ControlDesk の総合的な計器パネルにより自由に設定できます。センサデータがシミュレータで生成されると、実際の車載デバイス、すなわち自動運転 (AD) 用のゲートウェイおよび ECU に送信されます。センサデータはゲートウェイを介して AD 用 ECU に供給されます。その後、シミュレーションシナリオに基づいて判断が下され、命令が決定されます。命令はシミュレータの車両モデルにフィードバックされます。このようなセットアップを使用することによ

「シームレスな dSPACE ツールチェーンには、当社が構想する自動運転アプリケーションの統合シミュレーションを効率的に実装できる適切なツールが備えられているのが利点です」

森岡道雄氏 (元日立オートモティブシステムズ株式会社)



千代田隆良氏

技術開発統括本部 次世代モビリティ開発本部 自動運転技術開発部エンジニア、日立オートモティブシステムズ株式会社 (日本)



片山真氏

技術開発統括本部 次世代モビリティ開発本部 自動運転技術開発部主任技師、日立オートモティブシステムズ株式会社 (日本)



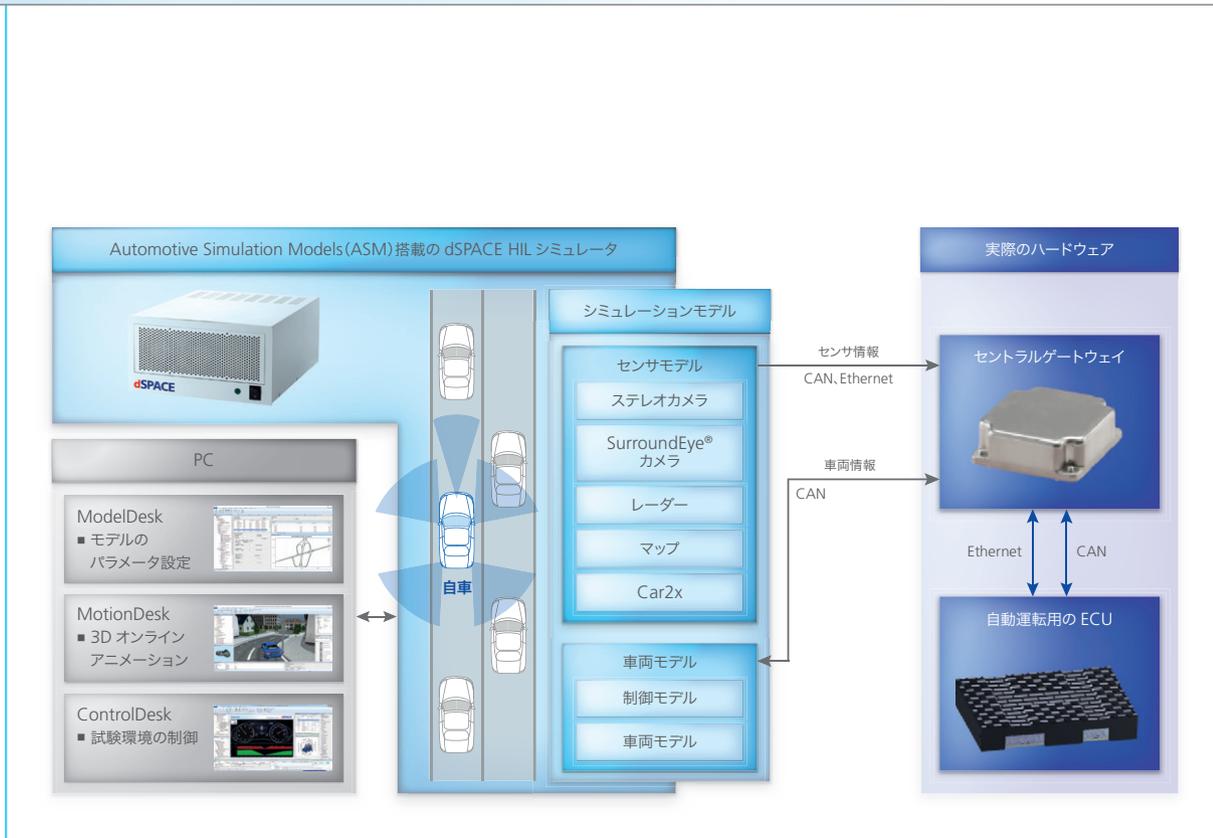


図2：Automotive Simulation Models (ASM) によって作成されたトラフィックシナリオが dSPACE シミュレータ上で実行されています。実際の車載ハードウェアは、このシミュレーションに基づいて判断を下し、dSPACE シミュレータにフィードバックします。

「dSPACE HIL シミュレータと ASM を組み合わせると、詳細なトラフィックシナリオを容易に作成し、自動運转向けの ECU をテストすることができます」

三田了太氏 (日立オートモティブシステムズ株式会社)

り、複雑な運転機能のテストや妥当性の確認をラボで実行できるようになります。

今後の展望

日立オートモティブシステムズ株式会社は、今後を見据えて、シナリオ生成からテストオートメーション、結果分析に至るまでのシミュレーションプロセス全体の統合にいち早く取り組んでいます。こうしたプロセスにより、クラウド環境で複数の複雑なシナリオを自動的に作成し、実行できる

ようになります。同社では、シミュレーション結果を分析するための高度な機能についても重点的に開発していく予定です。■

千代田隆良氏、片山貴氏、三田了太氏、森岡道雄氏、村松彰二氏 (日立オートモティブシステムズ株式会社)

三田了太氏

技術開発統括本部 次世代モビリティ開発本部 自動運転技術開発部エンジニア、日立オートモティブシステムズ株式会社 (日本)



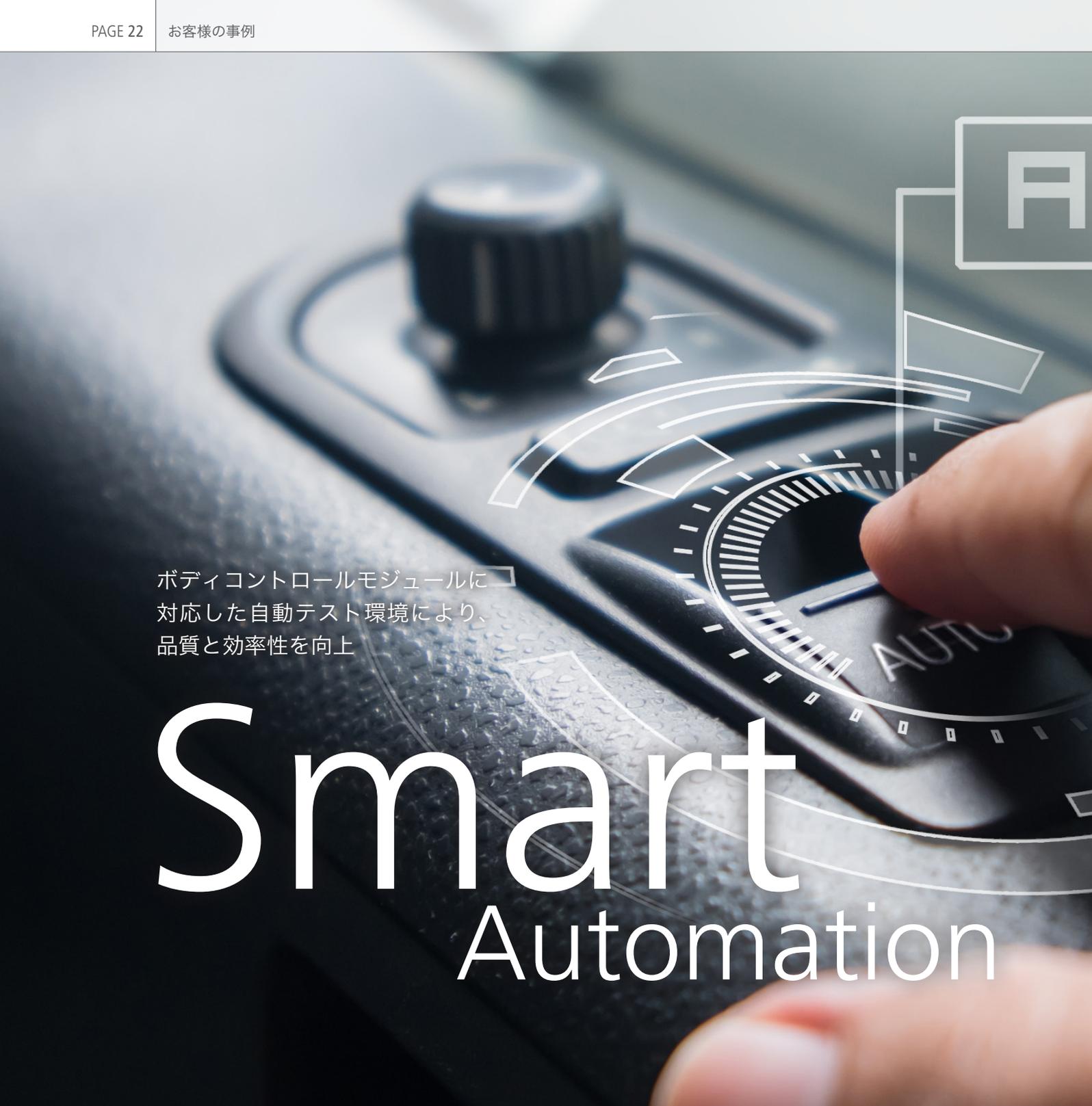
森岡道雄氏

技術開発統括本部 次世代モビリティ開発本部 自動運転技術開発部主管技師 (当時)、博士、日立オートモティブシステムズ株式会社 (日本)



村松彰二氏

技術開発統括本部 次世代モビリティ開発本部 自動運転技術開発部部長、博士、日立オートモティブシステムズ株式会社 (日本)



ボディコントロールモジュールに
対応した自動テスト環境により、
品質と効率性を向上

Smart Automation

Magneti Marelli 社の米国およびイタリアのチームは、ボディコントロールモジュール (BCM) の妥当性確認を行うための新たなテスト環境を開発しました。BCM は、パワーウィンドウやイモビライザシステムなどの幅広い補助機能の操作を制御する電子制御ユニット (ECU) です。同チームは、BCM の開発プロセスの早期段階で必要とされる広範なテストをサポートするため、dSPACE AutomationDesk をテストプロセスに導入しました。

UTO

Magneti Marelli 社にとって、最も重要な取り組みの1つは未来の自動車で求められる技術的課題を解決することです。1919年創業の国際的なハイテクシステムおよびコンポーネントメーカーである同社は、自動車業界の発展に寄与するソリューションの提供にこれまで注力してきました。革新的な取り組みを進める同社は、組み込み電子機器向けのテストシーケンスを自動化することで、容易に設定、デバッグ、および保守を行える効率的な環境を構築するなど、テストプロセスに関しても品質向上に向けた最善の方法や手法を意欲的に導入しています。

BCMの妥当性確認に対応した新たなテスト環境

Magneti Marelli Automotive Lighting社の照明およびボディエレクトロニクスグループでは、米国およびイタリアのチームが開発した効率性の高いテストプロセスを活用して、エンジニアがテストケースのパラメータ値を自動的にアップデートできるようにしています。同チームは現在、Diagnosis Automatic Test Environment (DANTE：診断自動テスト環境)と呼ばれるこの新しいテスト環境をボディコントロールモジュール (BCM) の妥当性確認にも導入しています。BCMは、車体に関連する幅広い補助機能の操作を制御する電子制御ユニット (ECU) です。この車体機器には、パワーウィンドウ、内蔵ライト、イモビライザシステム、セントラルロッキングなどが含まれています。BCMは (CANやLINなどの) 車載バス経由で他の ECUと通信し、電子システムの挙動を制御します。また、配線やコンポーネントの誤動作も検出します。 >>



「AutomationDeskの重要な利点の1つは、テストスクリプトを新しいパラメータで再利用できることです」

Basel Samman 氏、照明およびボディエレクトロニクスシステム妥当性確認部門マネージャ
(Magneti Marelli Automotive Lighting LLC)

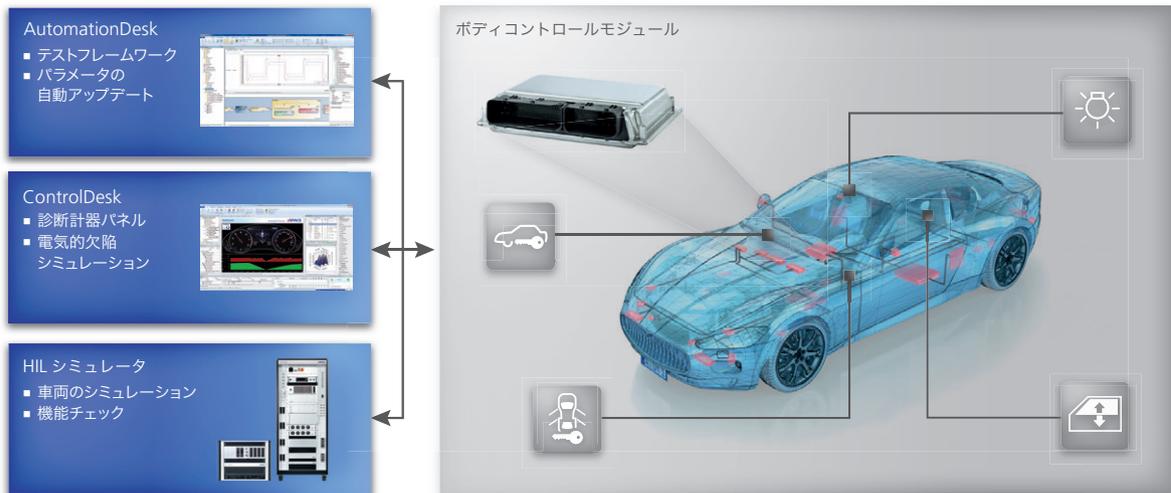


図1：Magneti Marelli 社では、ボディコントロールモジュール (BCM) のテストに dSPACE ツールを使用しています。BCM は、パワーウィンドウ、内蔵ライト、イモビライザシステム、セントラルロックなど、車体に関連する補助機能の動作を制御します。

機能テストと診断テスト

車両における多数の機能を制御する BCM は、開発プロセスの早期の段階でさまざまなテストを行い、車体機器の機能が適切に動作しているかや、要件および技術仕様が一貫して満たされているかなどを検証する必要があります。BCM 向けのテストには、機能テストと診断テストという 2 種類のテストがあります。機能テストでは、要件をテストに変換し、その後テストの妥当性を確認する必要があります。これは、関連する変数に特定の値を割り当て、BCM が正しく反応するかどうかを確認することによって行います。診断テストには、内部機能と接続されている ECU との間のネットワークトラフィックの確認、ダイアグノスティックトラブルコード (DTC) の有効性の確認など、さまざまなタスクが含まれます。同チームでは、これらのテストプロセスの効率化に取り組みました。

診断テストの課題に対するソリューション

DANTE を開発する以前、同チームは診断テストのプロセスに限界を感じていました。これまでは、ソフトウェアが修正されるたびに、新しいパラメータ設定に合わせて新しいライブラリブロックを作成しなければならず、これには多くの時間が必要でした。同チームはこの問題を解決するため、dSPACE のテストオートメーションソフトウェアである AutomationDesk を導入し、2 つの戦略的な変更を実施しました。

1. テストエンジニアがさまざまなテストパラメータを自動的にアップデートできるように、カスタマイズされたテストフレームワークを構築。
2. Microsoft® Excel® シートを使用することで、さまざまな診断入力ファイルをインポートするプロセスを自動化し、テスト設定を大幅に簡素化。

その結果、診断テストプロセスを完全に自動化することができました。Magneti Marelli Automotive Lighting LLC の照明およびボディーエレクトロニクスシステム妥当性確認部門マネージャーである Basel Samman 氏は、「Excel シートにより、ライブラリブロックをシームレスにパラメータ化できるため、あらゆるステップを自動的に処理できるようになりました。スクリプトを書き直す必要もありません」とし、「この整備により、当社のテストエンジニアが妥当性確認のルーチンを容易に記述できるようになり、AutomationDesk を使用してテスト設定を行う場合の複雑さも緩和されました。今では、単一のテストシーケンスですべてのダイアグノスティックトラブルコードに対応できます」と述べています。また、AutomationDesk を使用することで、DTC 設定などの診断入力ファイルや Vector 記述ファイルの CDD



「AutomationDesk では、対処すべきダイアグノスティックトラブルコードの数にかかわらず、デバッグや保守を容易に行えます」

Basel Samman 氏、照明およびボディエレクトロニクスシステム妥当性確認部門マネージャ
(Magneti Marelli Automotive Lighting LLC)

および DBC を自動的にインポートして設定できるようになったと同氏は説明します。今では、テストエンジニアはダイアグノスティックトラブルコードテストシーケンスのさまざまなパラメータを自動的にアップデートすることができます。CAN の追跡情報をログデータとしてテスト結果のデータに付加すると、デバッグははるかに容易になります。Samman 氏は、「AutomationDesk の重要な利点の 1 つは、テストスクリプトを新しいパラメータで再利用できることです」とし、「AutomationDesk では、対処すべきダイアグノスティックトラブルコードの数にかかわらず、デバッグや保守も容易に行えます」と述べています。

複数の dSPACE ツールを使用

DANTE を使用した診断テストプロセスには、AutomationDesk の他にも dSPACE HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータや dSPACE の試験およびビジュアル表示ソフトウェアである ControlDesk も活用されています。HIL システムを使用すると、BCM に接続した車両をシミュレートしてさまざまな機能をテストすることができます。ここでは、CDD などの専用ファイルから標準化された ASAM ODX (Open Diagnostic Data Exchange) ファイルが生成されます。これらの ODX ファイルは、

ControlDesk の診断計器パネル上で診断コマンドを送信するための入力として扱うことが可能です。これは、診断計器のロジカルリンク名を使用して手作業で行うこともできますし、AutomationDesk のスクリプトを使用して行うこともできます。同チームでは、電気的欠陥シミュレーションの定義や実行にも ControlDesk を使用しており、AutomationDesk でこのステップを自動化しています。照明およびボディエレクトロニクスグループは現在、テスト環境の自動化の一環として、米国、イタリア、およびインドに 8 つの PHS ベースシステムと 2 つの SCALEXIO ベースの HIL システムを配置しています。Magneti Marelli 社の他のグループでは、その他のシステムも使用されています。同社は将来的に、照明用 ECU アプリケーション向けのテスト環境も自動化する予定です。

まとめ

Magneti Marelli 社のチームは、AutomationDesk を使用して同社の BCM テスト向けソリューションをカスタマイズしました。同社では、このツールの幅広い機能と必要に応じて機能を拡張できる柔軟性により、容易にテストプロセスを最適化することができました。これにより、エラーの数が大幅に削減され、テストの設定や保守、デバッグ作業ははるかに簡素

Magneti Marelli 社は、世界中の自動車メーカーに対して幅広い車載システムやコンポーネントを提供しています。これらの製品には以下が含まれます。

- インストルメントクラスタ、インフォテイメント、テレマティクス、照明およびボディエレクトロニクスなどの電子システム
- フロントおよびリアライティングシステムなどの車載用照明
- ガソリン、ディーゼル、およびマルチフューエルエンジン用のエンジン制御システムやオートメテッドマニュアルトランスミッション (AMT) ギアボックスなどのパワートレインコンポーネント
- ショックアブソーバやダイナミックシステムなどのサスペンションシステム
- 触媒コンバータや消音システムなどの排気システム
- モータースポーツ向けの電子および電気機械システム

化され、工数も削減することができたため、同社は BCM テスト向けの効率的なプロセスを構築することができました。 ■

Magneti Marelli 社のご厚意により寄稿



Geely 社および Volvo 社は、小型かつモジュール型のアーキテクチャプラットフォームを活用しながら、合併で次世代型の車両を開発しています。



Modular Fascination

現代の車両では、安全性や運転時の快適性を向上すると同時に、消費面での経済性も高める必要があります。このような新しい車両を効率的に開発するには、最新のシミュレーション手法が必要となります。Geely 社および Volvo 社では、SCALEXIO リアルタイムシステムを活用することにより、新型 SUV 向けの革新的なハイブリッドドライブを開発しています。

Geely 社および Volvo 社は近年、新しい車両の開発効率を高め、製品化までの期間を短縮するため、合併事業として小型車向けの新しい車両プラットフォームである Compact Modular Architecture (CMA : コンパクトモジュラーアーキテクチャ) の設計を行いました。両社はこのプラットフォーム

を Geely の子会社である Lynk & Co. と共有しています。Geely 社初の車両である Lynk & Co 01 は、このプラットフォームを使用して開発されており、既に市場に展開されています。Geely 社では、CMA を活用することにより、コンパクトでありながら極めて汎用性が高くモジュール型の設計が可能な車両プラット

フォームを構築しました。CMA では、前輪の中心とペダルボックスの間の距離だけが固定化されており、駆動タイプを含め、それ以外はすべて任意の設計に従って車両を設定することができます。CMA は今後数年で、従来のガソリンエンジンやディーゼルエンジン車両だけでなく、ハイブリッドカーや完全電動車向けのプラット



画像提供：© Lynk&Co



フォームとして活用されると期待されています。

最高の車両を作るといふ意欲的な目標

Geely 社では、Lynk & Co 01 SUV の開発に際して、同社の意欲的な目標を体現した下記の 3 つの要件のみを開発チームに伝えました。

- 業界最高の車両を設計すること
- グローバルな車両を開発すること
- 同業他社とは異なるアプローチを取ること

その結果として開発された Lynk & Co 01 のハイブリッドバージョンには、3気筒ミラーエンジンとモーターを使用した 7 速デュアルクラッチトランスミッション (7DCTH) ベースの革新的なドライブトレインが搭載されました。同社の現在のハイブリッドエンジンのエンジンマネジメントシステムに着目してみると、そのタスクの複雑さが理解できます (図 1)。システムには、トランスミッション制御やハイブリッド電力マネジメントシステムなどの多数の機能が統合されていますが、あ

る動作条件において必要な安全性と快適性を常に保証するには、これが唯一の方法となります。

パワートレイン管理用のテストシステム

Geely 社では、dSPACE と協力して、エンジンマネジメントシステムやトランスミッション制御向けの各種機能を総合的にテストするためのクローズドループ型テストシステムを開発しました。その目的は、エンジン制御やトランスミッション制御の機能を高度に統合し、専用のテスト条件を

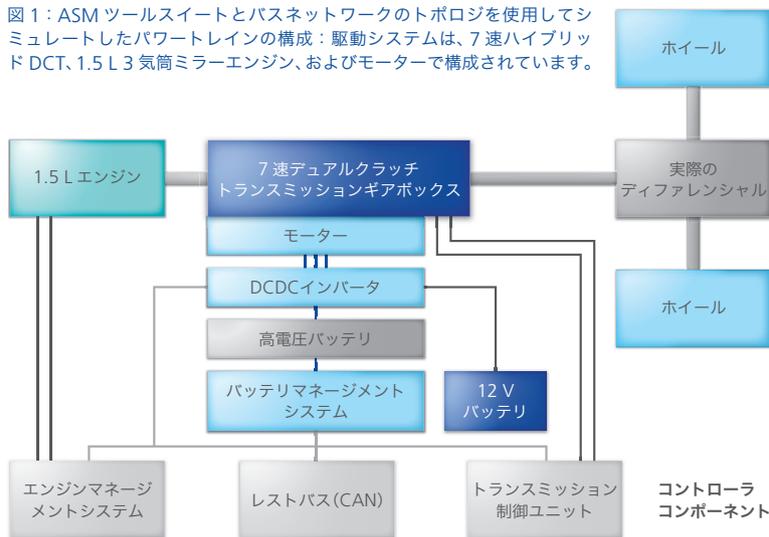
>>

「当社は、SCALEXIO リアルタイムプラットフォームおよび ASM シミュレーション ツールスイートを使用することで、新しいハイブリッドドライブ向けの ECU の開発やテストに関する経済性の問題や機能面での課題を克服することができました」

Hui Yu 氏 (Geely 社)



図 1：ASM ツールスイートとバスネットワークのトポロジを使用してシミュレートしたパワートレインの構成：駆動システムは、7速ハイブリッドDCT、1.5 L 3気筒ミラーエンジン、およびモーターで構成されています。



設定したうえで高速かつ再現可能な形でテストできるようにすることでした。このテストシステムでは、エンジンおよびモーター、ターボチャージャー、7速デュアルクラッチトランスミッションを高い精度でシミュレートできる必要がありましたが、特別に調整された高精度のシミュレータがなければ、そのような複雑な制御システム

を適正なコストと期間で実装することはできませんし、車両モデルの設計やパラメータ設定には特に高い精度を達成できるHIL (Hardware-in-the-Loop) アプリケーションも必要です。そのため、Geely社は信頼性に優れた強力なシミュレーションソリューションを模索し、最終的にdSPACEのSCALEXIOリアルタイム

図 2：dSPACEのテストベンチは、SCALEXIOシミュレータとドライブ負荷ボックスで構成されています。小型のシステムのため設置面積が小さく、ホストPCから容易に操作できます。信号はオシロスコープで計測されます。



ムプラットフォームおよび Automotive Simulation Models (ASM) ツールスイートを採用しました。SCALEXIOシステムは、小型でありながらも幅広い入出力機能と高い計算能力を備えています(図2)。また、個別のアクチュエータを実負荷として組み込んでシミュレーションを行うことが可能です。

付加価値を生むオープンシミュレーションモデル

開発チームでは、動作サイクル分解能に基づいてエンジンシミュレーションを行えるASM Gasoline Engine InCylinderなど、オープンな Automotive Simulation Models (ASM) の利点を活用して体系的なモデル設計を行いました。ASMモデルのコンポーネントは、ユーザ固有のモデルで容易に補充したり交換したりすることができるため、モデルの拡張をASMの標準インターフェースで簡単に行いながら、モデルのプロパティを個々のプロジェクトに合わせて調整することができます。同社のすべての開発エンジニアにとって重要な点は、できる限り正確にモデルをパラメータ化するため、エンジンテストベンチの計測値を使用してエンジンの温度変化やシリンダ内の圧力変化を現実的にシミュレートすることでした。また、必要なセンサデータを現実的にシミュレートし、制御方式の妥当性確認を行うためのこのプロジェクトでは、ターボチャージングの半物理的シミュレーションも重要な項目でした(図3)。そのため、開発者はエンジンのシミュレーションだけでなく、トランスミッションモデルのパラメータ化にも注力し、油圧回路や機械構造を含めた7速デュアルクラッチトランスミッション全体のシミュレーションにはASMモデルを活用しました。さらに、実際のトランスミッション制御ユニットは入手できない段階だったため、ASMのトランスミッション制御ユニットを使用してアクチュエータの制御ロジックをシミュレートしました。これにより、エンジン管理システムのギアスイッチ要件を実装しながら適切に妥当性確認を行うことができました。



中央でのシミュレーション制御とデータ取得

試験ソフトウェアである dSPACE ControlDesk は、シミュレータシステムの中核的コンポーネントであり、これを使用すると、開発者がデータをオンラインで取得、変更、および適合したり、オフラインで再生したりすることができます。このソフトウェアでは総合的なツールセットも提供しているため、試験用のユーザーインターフェースを実際の車載計器に近い形でセットアップすることも可能です。また、シミュレートされた物理的プロセスをアニメーションによって十分に確認および理解することもできます (図 4)。

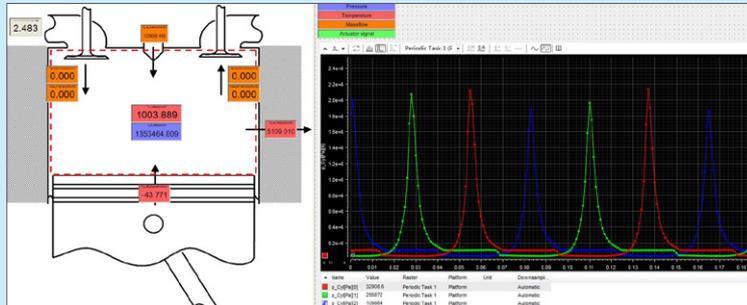


図 3 : ASM Gasoline Engine InCylinder Model による 1.5 L 3 気筒エンジン内の圧力変化のリアルタイムシミュレーション

共同作業による成功

Geely 社では、dSPACE の SCALEXIO シミュレーションプラットフォームと ASM ツールスイートで構成されたシミュレーションソリューションを活用することで、新しい CMA プラットフォームで作成されたハイブリッドカーのさまざまなバリエーションごとにパワートレインの複雑な管理システムを検証しています。同社のエンジニアは、新機能の開発と妥当性確認のいずれにおいてもこの強力なシミュレータを使用しています。同社は、dSPACE との協力を通じて、厳しい要件を伴うシミュレーションタスクに対応した高精度なプラントモデルの開発を通じて、現実的なテスト環境を構築することができました。

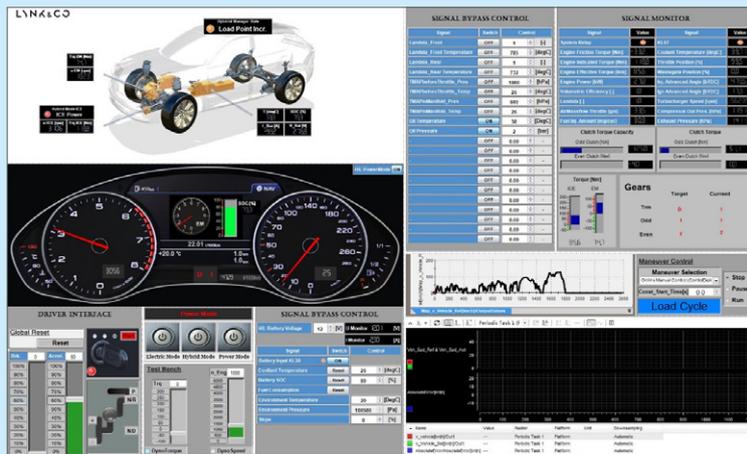


図 4 : 試験ソフトウェアである ControlDesk の各種計器を使用して使いやすいインターフェースを設計できたため、すべてのプロセスを現実に即して容易にシミュレートすることができました。

開発チームは、dSPACE のテクノロジーとサービスのおかげで、ハイブリッドドライブを実装することができました。プロジェクトは成功し、その成果として製品化された Lynk & Co 01 は公道を安全に走行しています。 ■

Xueying Xu 氏, Hui Yu 氏, Geely 社

Xueying Xu 氏
妥当性確認チームの EMS システム開発主任
エンジニア, Geely 社、寧波 (中国)



Hui Yu 氏
妥当性確認チームの HIL テスト担当シニア
エンジニア, Geely 社、寧波 (中国)





ベルン応用科学大学では、ラボの HIL 環境を活用することにより、現代の一般家庭に見られるシステムコンポーネントのテストを現実的かつ再現可能な形式で行っています。個々のシステムやエミュレーション環境の制御には、dSPACE MicroLabBox を使用しています。

Give and Take

生産消費者世帯における負荷フロー管理を ラボでテスト



接 続機能の向上により、現代の家庭用住宅設備はますます複雑化しています。太陽光発電システム、蓄電池、ヒートポンプ、およびエネルギー管理システム (EMS) がすべて相互に連携しており、そこから生成されたエネルギーを自己消費する世帯は増えています。このような設備を備えた家庭は電気エネルギーを消費すると同時に、自らもエネルギーを生産するため、生産消費者 (プロシューマ) と呼ばれます。プロシューマ世帯が EMS を使用してエネルギーの流れをインテリジェントに制御できれば、今後の電気エネルギー市場でより積極的な役割を果たすことができます。EMS は、家庭でのエネルギー消費を最適化するほか、低電圧グリッドにおける電圧品質を安定させることができ、バッテリーエネルギーの入出力制御やヒートポンプのオン/オフの切り替えも可能ですが、さまざまなインターフェースや通信プロトコルへのアクセスが必要となります。EMS はこのような実績と革新性を兼ね備えた現代の住宅用コンポーネントですが、これに関する研究や開発、認証を行う場合には、さまざまな電気装置の統合とグリッド接続をサポートし、環境を制御できるテストベンチが必要となります。テストベンチを使用したラボ環境は、コンポーネント間の相互作用や、それらが低電圧グリッドに与える影響を現実的なシナリオで検証して最適化するうえで理想的と言えます。

HIL テストベンチとしての現代の住宅

ベルン応用科学大学のプロシューマラボ

では、現代の住宅設備をラボ環境で再現しており、HIL (Hardware-in-the-Loop) テストベンチを使用して、システムコンポーネントの分析、比較、および開発をコントロールされた再現可能な条件下で行っています。ここでは、ソフトウェアシミュレーションとハードウェアエミュレーション (市販のバッテリーやインバータなどのシステムコンポーネントを使用) が組み合わせて使用されています。研究者は、太陽光発電システム、ヒートポンプ、蓄電池、および EMS を備えた住宅において、電気や熱エネルギーが流れる様子をグリッドアクセスポイントまで実際の電圧と電流で再現しています。彼らは、EMS を通じてインテリジェントに建物内のエネルギーの流れを誘導および制御する方法の研究以外にも、分散型のエネルギー源や蓄電池がパワーグリッドの安定性に与える影響や、分散したプロシューマ設備を現実的な方法で低電圧グリッドに統合する方法についても研究しています。

高度な柔軟性を備えたモジュール型 テストベンチ

同大学のプロシューマラボでは、ヒートポンプ、温水ヒーター、調理用コンロなどの家庭用電化製品の電力消費を最大出力レベル 50 kVA のラボグリッド内でコンピュータによりエミュレートし、再現可能にしています。また、別のエミュレーションデバイスを使用して電力グリッドも作成しています。このグリッドでは、調和振動や電圧ディップなどの電圧品質パラメータが特定のタイミングで有効になるように設

定することができます。さらに、このラボではそれぞれ最大 5 kW の 8 つの太陽光発電 (PV) エミュレータを通じて、屋根のさまざまな位置で太陽光発電システムをエミュレートしています。なお、設置されている蓄電池、PV インバータ、EMS などのコンポーネントは実物であるため、現実的な条件下でテストを行うことが可能です。テストベンチは、現実的かつ再現可能な方法では統合することが難しい熱プロファイルの計算や熱コンポーネントのシミュレーション用に特化して使用されています。テストベンチで建物の熱シミュレーションを行うと、室温、給湯要件、ヒートポンプ、蓄熱装置のエネルギー損失などのプロファイルを決定することができます。図 1 に示された例では、モジュール型の柔軟な設計により、意図的にテスト環境内でコンポーネントを容易に有効化および無効化できるようになっています。プロシューマラボでは、このコンセプトによって、さまざまなシステムコンポーネントを使用して住宅設備をエミュレートすることができます。エミュレーションデバイスと実際のシステムコンポーネントには、多様なインターフェースや通信プロトコルが備えられています。研究における大きな課題は、すべてのテストデバイスを接続してネットワークを構築することですが、個々のエミュレーションデバイスをすべて管理するには、包括的な制御プログラムを用意しなければなりません。また、このプログラムは 10 kHz の分解能でリアルタイムに実行できる必要があります。

>>>



画像提供：© BFH

バッテリー、エミュレータ、回路および負荷フロー管理用の制御テクノロジー

「MicroLabBox は、多数のアナログおよびデジタルインターフェースや Ethernet などの各種通信プロトコル、さらにはバスシステムを搭載しているため、要件の急速な変化や数の膨大化が起こる今日の研究環境にも極めて柔軟に対応することができます」

Steffen Wienands 氏 (ベルン応用科学大学)

テストベンチハードウェアの中央制御

同大学では、高度な柔軟性を持ったテストベンチを実現するため、Ethernet、RS485、アナログおよびデジタル I/O 向けの多くのインターフェースを搭載した MicroLabBox を使用しました。図 2 には、テストベンチの各デバイスの管理に使用できる MicroLabBox の多彩なインターフェースが示されています。デバイス向けに定義する値は、Scenario Manager またはシミュレーションソフトウェアで計算され、その後 MicroLabBox を介してテストベンチに適用されます。また、総合的なシステムをいったん構築すれば、負荷エミュレータの制御アルゴリズムを実装する作業は MATLAB®/Simulink® で極

めて容易に行えます。この制御アルゴリズムを使用すると、エミュレータ上で定義した目標値の精度を向上させ、機能を強化したうえで電流および電圧特性に適用することができます。このような場合、10 kHz の分解能が必要となりますが、MicroLabBox を使用すれば、FPGA プログラミングを一切使用せずにこれを達成できます。MicroLabBox は、すべてのテストベンチデバイスの中央制御ユニットとして機能し、目標値をデバイスに伝達したり、デバイスからの実際の出力値を読み込んだりします。

リアルタイムシステムへの外部アクセス

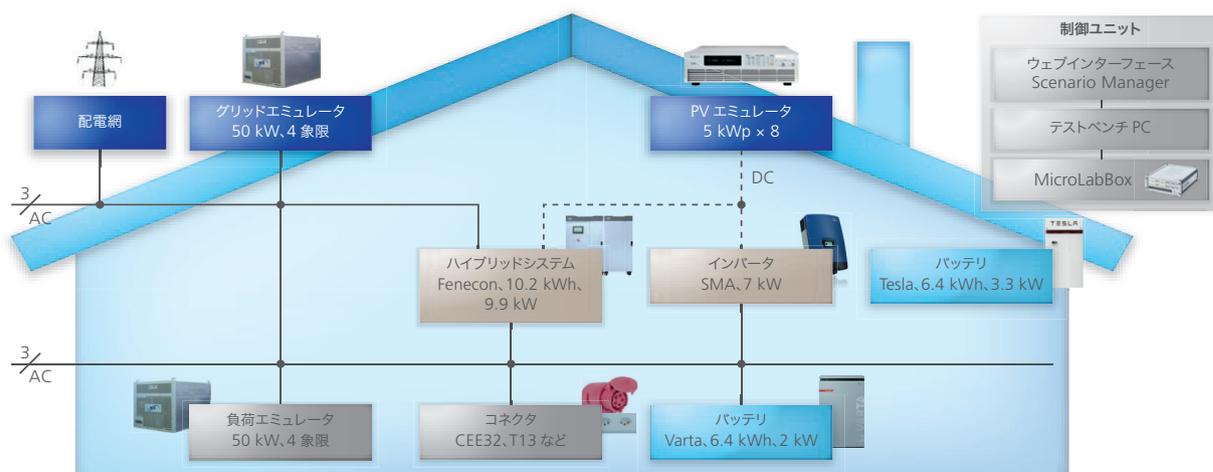
同大学では、容易にデータを利用できる

ようにするため、サーバクライアント型の構造を持つウェブアプリケーションを作成しました。MicroLabBox は、ASAM XIL API によってこの構造に統合されています。このプログラムでは、ASAM XIL MAPort (モデルアクセスポート) を使用しているため、演算中にアプリケーションの値にアクセスしてデータを処理し、それらを直接表示したり、他の解析プロセスにエクスポートしたりすることが可能です。

始動フェーズの完了

同大学では、テストベンチの始動フェーズの締めくくりとして、パフォーマンス解析を行いました。ここでは、MicroLabBox と外部の計測機器や分析機器を併用し

図 1：プロシューマラボのテストベンチの電流フローとモジュール型コンセプト



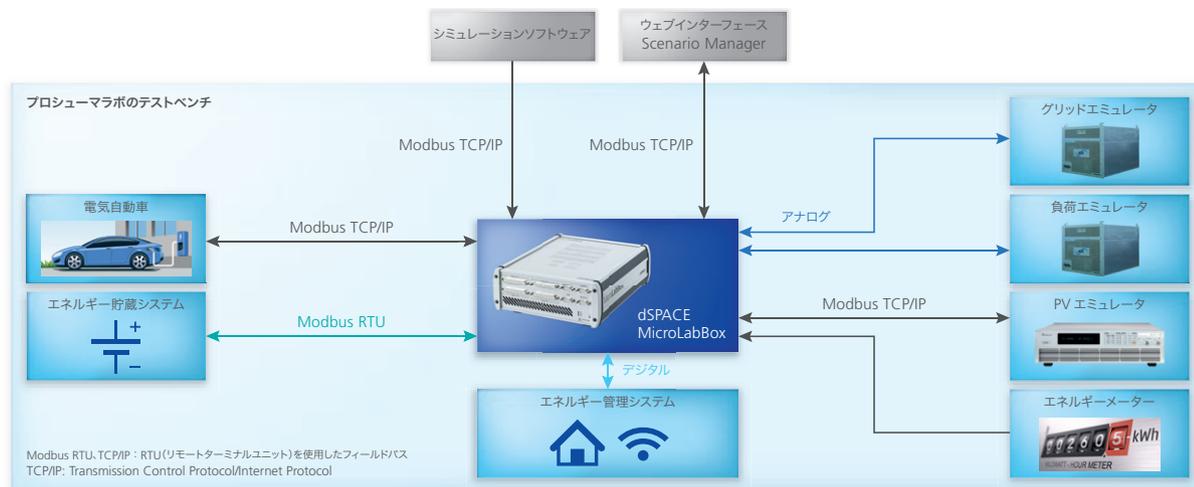


図 2：リアルタイムシステムへの外部アクセス

て 10 kHz で負荷エミュレータを制御することに特に注力しました。その結果、MicroLabBox を使用して負荷エミュレータを制御すればパフォーマンスが大幅に向上することや、それにより、卓越した柔軟性と高い精度が性能範囲全体にわたって提供されることが示されました。

まとめと展望

同大学では、リアルタイムシステムを使用することにより、さまざまなテストベンチデバイスを接続したテスト環境を構築し、中央制御ユニットを作成することができました。MicroLabBox には、ASAM-XIL 規格を使用して常時アクセスできます。HIL テストベンチを使用すると、開発の初期段階にあるシステムコンポーネントだけでなく、ほぼ製品化が完了しているものでもテストすることができます。ここでは、プロシューマ世帯における各コンポーネントの現実的な相互作用から、インターフェースや通信プロトコル、制御アルゴリズムに至るまで、さまざまな対象をテストできます。同大学のプロシューマラボでは、テストベンチを構築して運転を開始すると、まず最初に EMS のテストを行いました。ラボでは今後、さらに詳細な追加テストや新しい EMS アルゴリズムの開発などを行う予定です。また、EMS、電気自動車用充電ステーション、および蓄電池に関しては、関心を持つ産業界や研究機関との共同プロジェクトも計画しています。 ■

Steffen Wienands 氏、Andrea Vezzini 氏、ベルン応用科学大学 (BFH)



画像提供 © BFH

Steffen Wienands 氏
BFH エネルギー貯蔵研究センターにおける
プロシューマラボのプロジェクト副マネー
ジャ



Andrea Vezzini 氏
ベルン応用科学大学の産業エレクトロニク
ス学科の教授兼 BFH エネルギー貯蔵研究
センター長



Speed is Key to Safety

認知された環境に対して
迅速かつ正確に反応する
自動運転機能向けの
アルゴリズムを開発

インディアナ大学 – パデュー大学インディアナポリス校 (IUPUI) では、高速センサデータ処理の利点を分析することを通じて、自動アプリケーションにおける道路輸送の安全性の向上を実現する方法を研究しています。ここでは、組み込みコンピューティング機能の中心的なリアルタイム実行プラットフォームとして、RTMaps Embedded および NXP BlueBox が使用されています。



(IUPUI) 工学部の学生たちは最近、4つの異なる自動化アプリケーションのセンサーデータを処理できる高速演算プラットフォームのテストに向けた複数の研究を完了しました。

テストプラットフォームの構築

同大学の学生たちは、研究を開始するにあたり、Intempora社のRTMaps Embedded (バージョン 4.5.0) を搭載したテストプラットフォームを構築しました。dSPACE が販売している RTMaps Embedded は、リアルタイムマルチセンサーアプリケーション用ソフトウェアソリューションであり、強力なリアルタイム実行性能を有して多数のソフトウェアタスク間の時間的整合性に対処し、広帯域幅の生データストリームを提供することができます。RTMaps ソリューションには、RTMaps Runtime Engine、RTMaps Studio、RTMaps Component Library、RTMaps SDK (ソフトウェア開発キット) など、複数の独立したモジュールが存在します。パデュー大学工学部の Mohamed El-Sharkawy 教授は、「RTMaps Embedded は、マルチセンサに伴う課題に対応し、克服できるように設計されています」とし、「先進運転支援システム、自動車、およびロボット産業などの分野において堅牢かつ迅速な開発を行うための効率的かつ使いやすいフレームワークが備えられているため、私たちはアプリケーションを容易に開発、テスト、検証、ベンチマーク評価、および実行することができました」と述べています。また、テストプラットフォームには、車両が周辺の 3D 高精細画像をリアルタイムに作成できるようにするための組み込みコンピューティングシステムである NXP BlueBox も導入されました。研究において、学生たちは特に BlueBox Version 2.0 を使用しました。Version 2.0 には、S32V234 自動車用ビジョンおよびセンサ融合プロセッサ、LS2084A 統合通信プロセッサ、S32VR27 レーダーマイクロコントローラが備えられています。El-Sharkawy 教授は、「NXP BlueBox を使用すると、運転環境を分析でき、自動運転車両を開発する際の自動車の信頼性だけでなく、リスク要因を評価することもできます」とし、「BlueBox は自動車の信頼性を向上させるうえで必要な性能と機能安全性を提供しており、RTMaps との統合も可能です」と述べています。

>>

自 動車メーカーは、自動運転車両向けのセンサーや電子制御ユニット (ECU) の数の増大に対応するため、さまざまなタスクをリアルタイムに処理できる先進的かつ効率的なソリューションを利用する必要性に迫られています。自動運転車両では、カメラ、レーザースキャ

ナ、レーダー、全地球的航法衛星システム (GNSS) レシーバなどのさまざまなセンサーから受信したデータを数ミリ秒以内でロギング、タイムスタンプ同期、および処理し、車両の正確な位置と安全な動作を保証しなければなりません。インディアナ大学 - パデュー大学インディアナポリス校

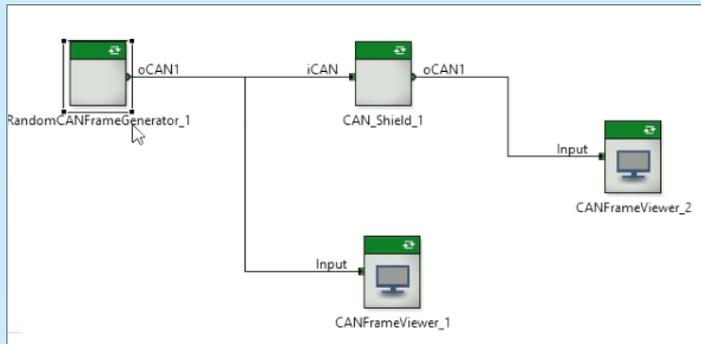


図 1 : ユーザ定義のコンポーネントパッケージに対応した RTMaps ワークスペース

Identifier	Time (ms)	Data
S 21d	0:00:01.01	0xfe
S 237	0:00:03.01	0xfe
X 216	0:00:05.02	0xfe
X 1f4	0:00:07.03	0xfe
S 239	0:00:09.04	0xfe
X 20c	0:00:11.05	0xfe
X 242	0:00:13.06	0xfe
X 22e	0:00:15.07	0xfe
X 232	0:00:17.08	0xfe
X 234	0:00:19.09	0xfe
S 1f9	0:00:21.10	0xfe
S 221	0:00:23.11	0xfe
S 245	0:00:25.11	0xfe
S 20f	0:00:27.13	0xfe
S 231	0:00:29.14	0xfe
S 24f	0:00:31.14	0xfe
S 253	0:00:33.15	0xfe

Identifier	Time (ms)	Data
S 21d	0:00:01.01	0xfe
S 237	0:00:03.01	0xfe
S 239	0:00:09.04	0xfe
S 1f9	0:00:21.10	0xfe
S 221	0:00:23.11	0xfe
S 245	0:00:25.11	0xfe
S 20f	0:00:27.13	0xfe
S 231	0:00:29.14	0xfe
S 24f	0:00:31.14	0xfe
S 253	0:00:33.15	0xfe

図 2 : RTMaps の CAN フレームビューアを使用した出力表示

注 : RTMaps Embedded は、自動運転機能に対応したプロトタイピングプラットフォームである dSPACE MicroAutoBox Embedded SPU と互換性があります。

5 つのアプリケーションをテスト

学生たちは、テストプラットフォームを構築したうえで、5 つの自動運転用アプリケーションの研究およびプロトタイプの製作に取り組みました。

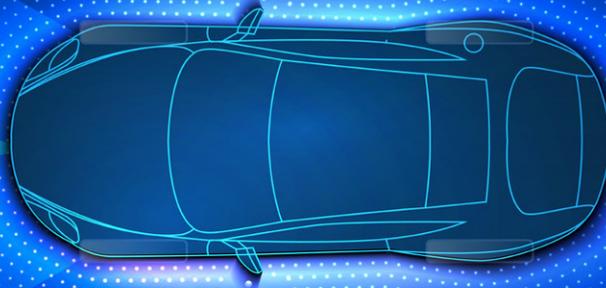
1. ユーザ定義のコンポーネントパッケージの作成
2. ニューラルネットワークを活用した Python コンポーネントの開発
3. 歩行者の検出
4. リアルタイムシナリオの記録と再生
5. SVM 分類器を使用した前方衝突警告

アプリケーション 1 : ユーザ定義のコンポーネントパッケージの作成

学生たちは、RTMaps Studio のグラフィカルな開発環境と RTMaps コンポーネントライブラリを使用しました。そして C/C++ および Python コードを統合し、コンポーネントパッケージを作成しました。さらに、RTMaps SDK を使用して、RTMaps のプロジェクトワークスペースにコンポーネントパッケージをインポートしました。これにより、RTMaps コンポーネントライブラリから提供されるコンポーネントを接続して、RTMaps Studio 内でアプリケーションを作成できるようになりました。IUPUI 工学部の学生である Sreeram Venkitachalam 氏は、「RTMaps Studio を使用すると、複雑なモジュール型アプリケーションを容易にセットアップすることができます」とし、「RTMaps Studio のワークスペースには、ライブラリから簡単にコンポーネントをドラッグできます。これらのコンポーネントは、通信、センサのインターフェース接続、アルゴリズムの構築、およびアクチュエータの接続に使用できます」と述べています。図 1 は、RTMaps Studio にインポートされたユーザ定義のコンポーネントパッケージを示しています。標準および拡張型の CAN フレームはいずれも、RandomCANFrameGenerator コンポーネントを使用して生成されました。受信した CAN データがフィルタリングされ、RTMaps の標準コンポーネントである CANFrameViewer コンポーネントに標準のフレームのみが表示されます。ジェネレータコンポーネントには CAN フレームの生成速度を制御するための 2 つの動作が組み込まれており、「スピードアップ」動作では現在の CAN 生成速度が 2 倍になり、「スピードダウン」動作では CAN 生成速度が 50% 低下します。

アプリケーション 2 : ニューラルネットワークを活用した Python コンポーネントの開発

学生たちは、次のアプリケーションプロジェクトにおいて、ニューラルネットワークを活用した Python コンポーネントを開発し、入力画像の分類を行いました。ここでは、Python スクリプトを開発するため、構文が着色される便利なエディタを備えた RTMaps Embedded パッケージの Python コンポーネントを使用しました。エディタは、コンポーネントモジュールを右クリックし、コンテキストメニューより表示できます。RTMaps の Python ブロック



では、「RTMaps_Python」と呼ばれるクラスが生成され、これによって入力を定期的または状況に応じて呼び出すことができます。RTMaps_Python クラスのコア関数は、メインプログラムを実行する無限ループとして機能します。学生たちは、RTMaps EmbeddedのPythonコンポーネントを使用することにより、車両の検出および道路標識の分類という2つのサンプルプロジェクトを完了することができました。

車両の検出

学生たちは、車両を検出するために、各層にプーリング機能を備えた5層の畳み込みニューラルネットワーク(CNN)によって画像を実装しました。このネットワークには、ネットワークの過剰適合を防止するため、完全に接続された2つの層とドロップアウト層を使用しました。また、モデルのトレーニングは回帰モデルを使用して行い、Adam オプティマイザで最適化しました。さらに、RTMaps Python ブロックにニューラルネットワークのスケルトン構造を追加し、ブロックのトレーニング済みの重みを保存データとしてネットワークに供給しました。Python ブロックのネットワークでは、画像に車両が含まれているかどうかを確認します。BlueBox に転送されたRTMaps アプリケーションは、組み込みプラットフォーム(BlueBox)で実行されます。BlueBox 内のRTMaps Python ライブラリは、TensorFlow ディープラーニングライブラリ(tflearn)を組み込むことでCNN 構造を構築できるよう変更されました。

「RTMaps Studio を使用すると、複雑なモジュール型アプリケーションを容易にセットアップすることができます」

Sreeram Venkitachalam 氏 (IUPUI 工学部学生)

道路標識の分類

学生たちは、2 番目のサンプルプロジェクトにおいて、ドイツの道路標識をTensorFlow モデルで分類することに成功しました。モデルを使用して道路標識を識別し、それらを43種類のいずれかに割り当て、検出された道路標識の意味を画像として表示しました。分類モデルにおいては、約3万9千枚の画像を使用してモデルのトレーニングを行いました。また、

テスト用としてTensorFlow モデルを再作成し、トレーニングモデルを使用して保存したモデルの重みを追加して、入力された画像の種類を予測しました。テスト構造全体は、RTMaps のPython コンポーネントで作成されました。トレーニングモデルと取得した画像がBlueBox に送信され、予測結果は、画像内の標識に応じて道路標識の意味を示すラベルとして出力されました。 >>

```

Info: Can't get access to Real-Time Clock. Try to use interval timers.
Info: Starting main thread (v4.0.0) for component python_v2_1
Info: hdfs is not supported on this machine (please install/reinstall hspy for optimal experience)
Info: component python_v2_1: Inside core
Info: tensorflow.python.util.traceback_stack (from tensorflow.python.util.traceback_stack.py:119: uniformunitscaling__init__ (from tensorflow.python.util.traceback_stack.py:66: callme reduce_sum (from tensorflow.python.ops.math_ops) with keep_dims is deprecated and will be removed in a future version. Instructions for updating: use keep_dims instead and will be removed in a future version.
Info: component python_v2_1: compiles the model
Info: component python_v2_1: /home/bluebox/RTMaps-4.0/test2/1.jpeg
Info: component python_v2_1: [0.794903 0.205097]
Info: component python_v2_1: VehicleAbsent
Info: component python_v2_1: /home/bluebox/RTMaps-4.0/test2/2.jpeg
Info: component python_v2_1: [0.19263387 0.80736613]
Info: component python_v2_1: VehiclePresent
Info: component python_v2_1: /home/bluebox/RTMaps-4.0/test2/3.jpeg
Info: component python_v2_1: [0.19263387 0.80736613]
Info: component python_v2_1: VehiclePresent
Info: component python_v2_1: /home/bluebox/RTMaps-4.0/test2/4.jpeg
Info: component python_v2_1: [0.19263387 0.80736613]
Info: component python_v2_1: VehiclePresent
Info: component python_v2_1: /home/bluebox/RTMaps-4.0/test2/5.jpeg
Info: component python_v2_1: [0.19263387 0.80736613]
Info: component python_v2_1: VehiclePresent
Info: component python_v2_1: /home/bluebox/RTMaps-4.0/test2/6.jpeg
Info: component python_v2_1: [0.794903 0.205097]
Info: component python_v2_1: VehicleAbsent
Info: component python_v2_1: /home/bluebox/RTMaps-4.0/test2/7.jpeg
Info: component python_v2_1: [0.794903 0.205097]
Info: component python_v2_1: VehicleAbsent

```

図3: BlueBoxを使用した畳み込みニューラルネットワーク(CNN)に基づく車両検出の出力表示

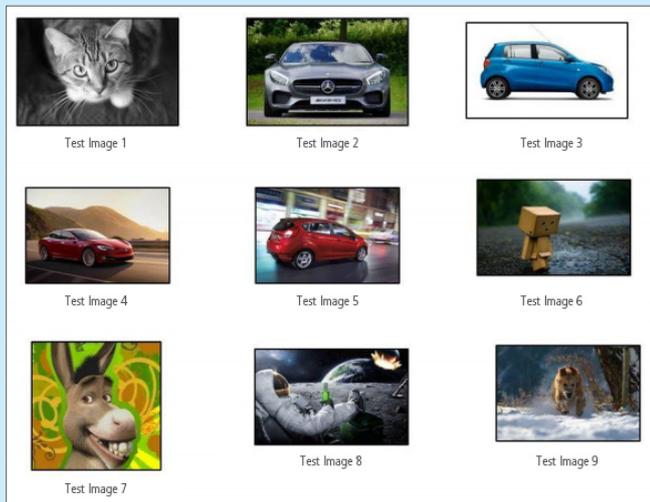


図 4：車両検出機能をテストするための入力画像

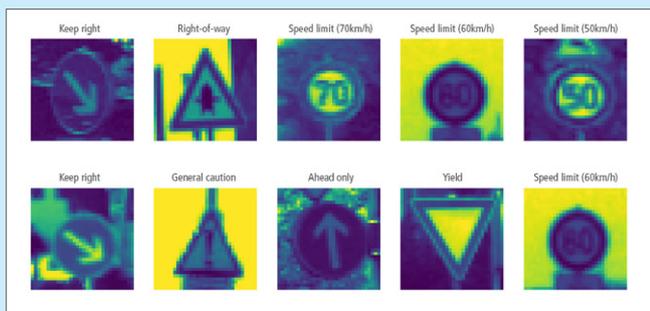


図 5：TensorFlow モデルを使用して分類したドイツの道路標識

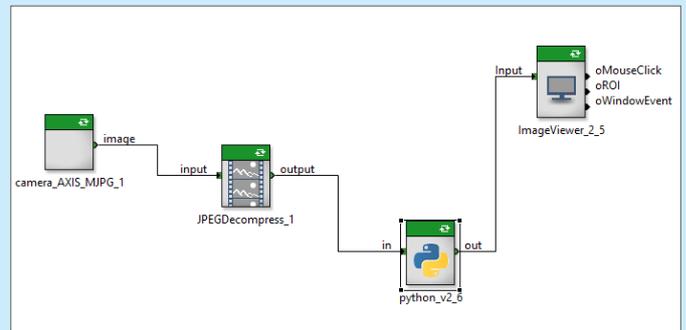


図 6：IPCAM ベースの歩行者検出機能のダイアグラム

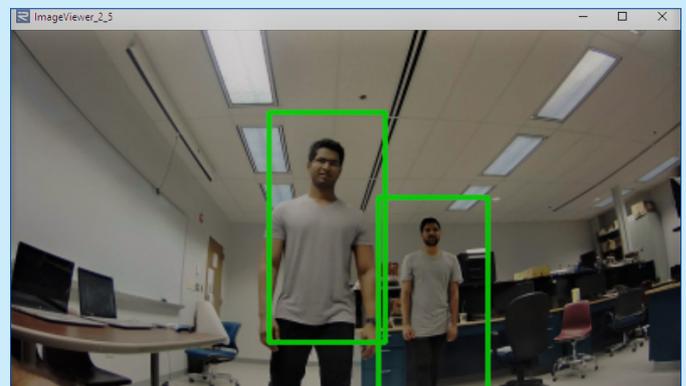


図 7：検出された歩行者の周囲には境界ボックスを描画

「RTMaps Embedded は、マルチセンサに関する課題に対応し、克服できるように設計されており、先進運転支援システム、自動車、およびロボット産業などの分野において堅牢で迅速な開発を行うための効率的かつ使いやすいフレームワークが備えられています」

Mohamed El-Sharkawy 教授 (パデュー大学工学部)

アプリケーション 3：歩行者の検出

学生たちは、次のアプリケーション試験において、Axis IP カメラ (IPCAM) を使用してリアルタイムフレームを取得することで、歩行者を検出できるようにしました。RTMaps の Python アプリケーションの歩行者検出モデルでは、入力された画像内の人物を検出し、境界ボックスを描画します (図 7)。事前学習済みの検出器として、勾配方向ヒストグラム (HOG) と線形サポートベクターマシン (SVM) が使用されました。また、境界ボックスの重複回避には、非最大抑制 (NMS) が使用されました。歩行者検出モデルは Python コンポーネントに統合され、IPCAM からの入

力画像が Python アプリケーションに供給されました。RTMaps の画像ビューアには、検出された歩行者と境界ボックスが表示されました。

アプリケーション 4：リアルタイムシナリオの記録と再生

学生たちは、4 番目のアプリケーションプロジェクトにおいて、RTMaps を使用してリアルタイムデータを記録および再生できるか検証しました。ここでは、BlueBox の LS2084A に IPCAM を統合して画像を取得し、それらを REC ファイルとして IPCAM フォルダに保存しました。取得したデータを REC ファイルとして保存するこ

とで、学生たちは容易に再生することができました。

アプリケーション 5：SVM 分類器を使用した前方衝突警告

学生たちは、最後のアプリケーションプロジェクトにおいて、車載前方監視レーダーモデルと分類器アルゴリズムを含む前方衝突警告システムの実装に取り組みました。レーダーモデルから出力される値は、速度 / 加速度および分離距離です。これらの出力を線形回帰および SVM 分類器への入力として使用し、警告範囲 (つまり、自車と前車との間で衝突が起きる可能性のある範囲) を予測しました。

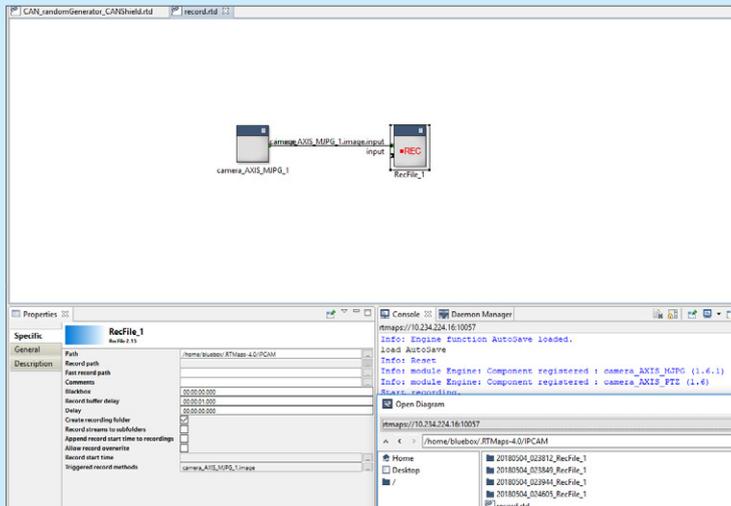


図 8 : BlueBox での記録の例

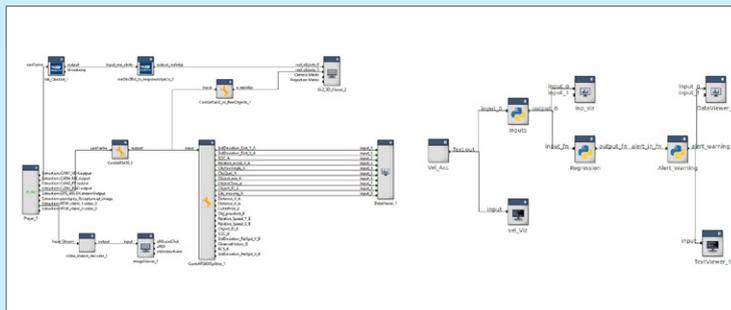


図 9 : SVM 分類器を使用した前方衝突警告のダイアグラム

まとめ

IUPUI 工学部の学生たちは、RTMaps Embedded プラットフォームと NXP BlueBox を使用することにより、自動運転に関するさまざまなアプリケーションプロジェクトを完了することができました。彼らは、5 つの異なるサンプルアプリケーションの開発およびテストを完了したことで、Intempora RTMaps 4.5.0 と演算プラットフォームである BlueBox 2.0 の統合が可能であることを再確認しました。また、データ量や ADAS アルゴリズムの複雑さが増大する中、周辺の交通環境や走行条件をすばやく検出および応答できる自動運転車両の実現に向けた研究において、RTMaps と BlueBox の処理能力は大いに役立ちました。 ■

インディアナ大学 – パデュー大学インディアナポリス校のご厚意により寄稿

パデュー大学工学部の活動に貢献してきた研究メンバー



Mohamed El-Sharkawy 氏
教授
フルブライト奨学生
IoT 共同実験室の責任者



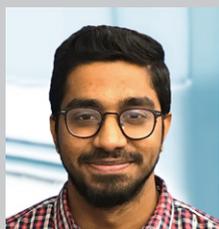
Akash Gaikwad 氏
大学院生
IoT 共同実験室
電気およびコンピュータ工学部



Surya Kollazhi Manghat 氏
大学院生
IoT 共同実験室
電気およびコンピュータ工学部



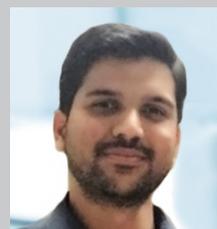
Sreeram Venkitachalam 氏
大学院生
IoT 共同実験室
電気およびコンピュータ工学部、
現在は Aptiv 社のテストおよび
検証エンジニア



Niranjan Ravi 氏
大学院生
IoT 共同実験室
電気およびコンピュータ工学部



Sree Bala Shruthi Bhamidi 氏
大学院生
IoT 共同実験室
電気およびコンピュータ工学部



Dewant Katare 氏
大学院生
IoT 共同実験室
電気およびコンピュータ工学部



SCALEXIO Power for the Trunk

開発プロセスの初期フェーズにおいて新しい機能の体験とテストを実行

dSPACE の汎用的なリアルタイムプラットフォームである SCALEXIO に、SCALEXIO AutoBox という新たな製品が追加されました。この強力なプロトタイピングシステムを使用すると、極めて高度な処理能力、優れたリアルタイム性能、および車両バスシステムの総合的なサポートが提供されます。これにより、開発者は実車によるテストドライブの早期の段階で新しい機能を実装し、テストすることが可能になります。このインタビューでは、dSPACE のラピッドプロトタイピングシステム担当プロダクトマネージャである Christian Wördehoff が、実車でリアルタイムシステムを使用する際の重要な側面について説明します。

SCALEXIO AutoBox の使用事例にはどのようなものがありますか。

自動車業界のお客様の間では、複雑な機能を実車に搭載して直接テストできる強力なプロトタイピングシステムへの需要がますます高まっています。特に、高度に自動化された運転機能の開発では、たとえば車載ネットワークに高品質の支援機能や自動化機能を統合する場合にも使用できる計算能力やデータ帯域幅を持った製品へのニーズが増えています。ただし、電気自動車分野では、高速なクローズドループ動作、および極めて正確な信号の処理と生成といった側面が重要です。SCALEXIO プラットフォームは、これらのオプションをすべて提供する製品であり、数年前から市場に展開されていますが、SCALEXIO AutoBox では、ラボだけでなく、実車でもこれらの機能をご利用いただけるようになりました。

車載オペレーション用のモバイルシステムの主な特長は何ですか。

このようなシステムではまず、すべての一般的な車載条件で安定した動作を保証しなければなりません。ここで重要となるのは電源です。AutoBox は、典型的な 12 ~ 48 V のオンボードネットワークアーキテクチャでの動作をサポートするワイドレンジ電源ユニットを搭載しており、高電力負荷をオンまたはオフに切り替えた際などに発生する短期的な電圧降下やピーク電圧を補正することができます。このような現象は、特に開発途中の車載コンポーネントではかなり頻繁に発生する可能性があるため、それに対応できることは重要なポイントです。さらに、リアルタイムシステムを実車によるテストドライブで動作さ

せる場合、衝撃や振動への耐久性の向上は言うまでもなく、ラボでの使用と比べて広い動作温度範囲が必要となります。そのため、AutoBox では重要な機能として、車載アプリケーション向けに最適化された強力なアクティブ冷却コンセプトと特殊な衝撃および振動減衰システムを備えています。システムの堅牢性は、外部機関により ISO 16750-3 規格に沿ってテストされています。

テクノロジーに関して、AutoBox は大規模な SCALEXIO ファミリーの中でどのような位置づけになりますか。

SCALEXIO AutoBox には、複雑なアプリケーションの高速演算に対応した最新の Intel プロセッサや、ユーザによるプログラミングが可能な FPGA コンポーネント、高性能リアルタイムオペレーティングシステム、さらには低レイテンシの転送だけでなく十分なデータ帯域幅も実現したインテリジェントな I/O ネットワーク IONET など、SCALEXIO ファミリーの他のすべてのシステムとまったく同じ DNA を引き継いでいます。また、モジュール型のコンセプトにより、高度な柔軟性とスケラビリティも実現しています。

自動車開発の一般的なプロジェクト期間は 3 ~ 4 年です。システムの寿命についてはどうお考えですか。

私の経験から、定められた標準のライフサイクルをはるかに超える期間にわたってシステムを使用し続けるお客様もいらっしゃるということがわかっています。たとえば、一部のお客様は信頼できる動作を継続しているリアルタイムシステムを 10 年以上にわたって所有されています。当社では、お客

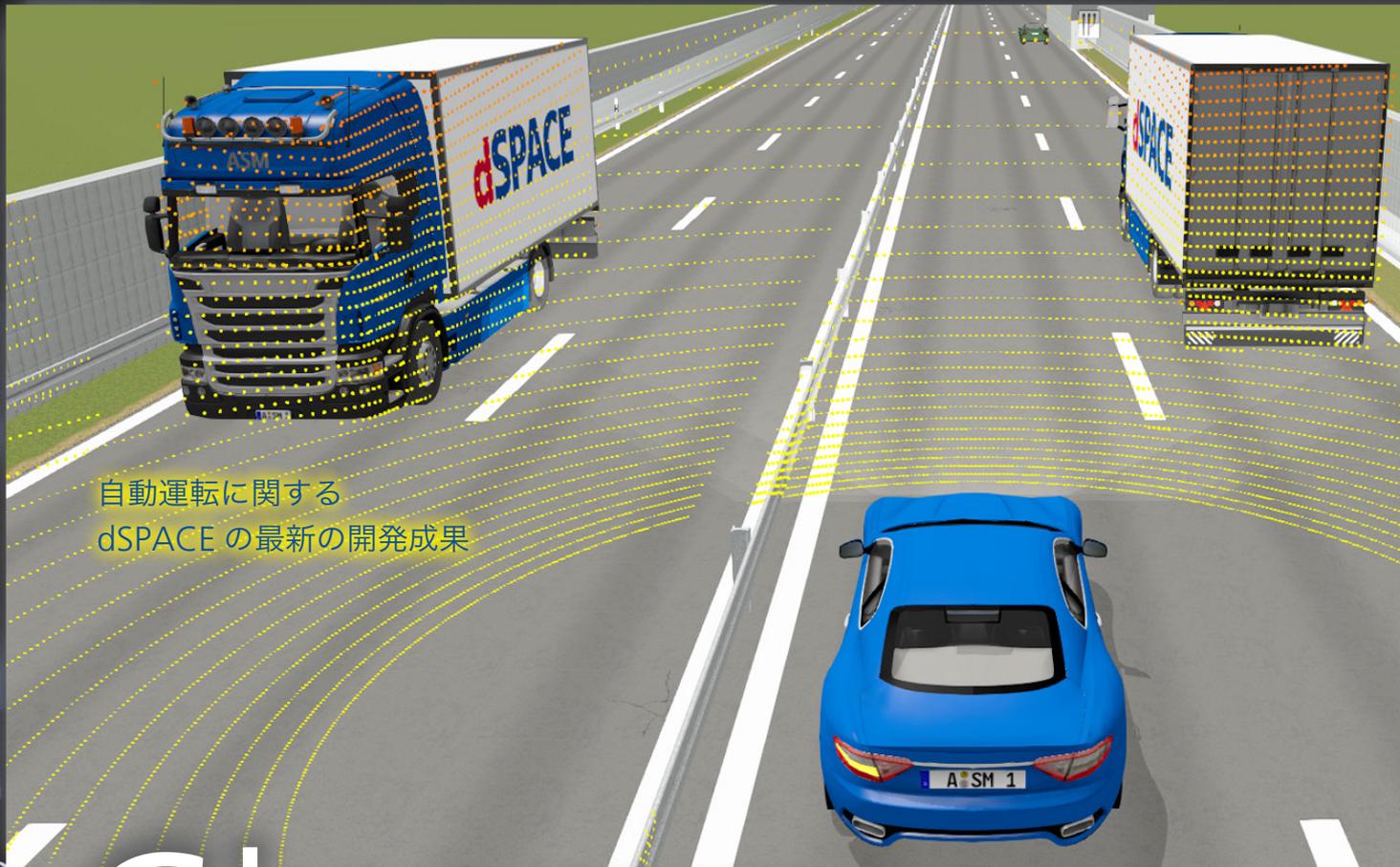
様がシステムを最大限活用できるようにするため、過酷な条件下で SCALEXIO AutoBox システムをテストしており、標準的な路上で 10 万キロメートルをはるかに超える走行距離にも対応できるようにしています。また、お客様が長年にわたりさまざまなプロジェクトで使用することを想定して、AutoBox を要件の厳格化や変化に常に適応できる製品に仕上げることも重要だと考えています。特に運転支援または自動運転分野の機能を開発する場合、新しい Ethernet インターフェースや、絶えず複雑さを増すアルゴリズムに対応するための演算処理能力の向上は不可欠であるため、当社のソリューションでは、新しいインターフェースを備えたより強力な新しいプロセッサやプラグインカードの実装などにより、長期にわたって現場のモジュール型システムを最新の状態に維持できるようにしています。これにより、お客様の投資を守ることも可能になります。

最後の質問になりますが、SCALEXIO AutoBox が他社製品と比べて非常にユニークなのはなぜですか。

dSPACE プロトタイピングシステムの強みは、強力なハードウェア、高い信頼性、および卓越した機能深度を備え、それらをお客様が便利に組み合わせて使用できるという点であり、それが SCALEXIO AutoBox がユニークであると言われる理由です。最終的な当社の目標は、いつでも安心して使用できるソリューションを提供し、お客様が現在および将来の開発タスクに完全に集中できるようにすることです。

インタビューにご協力いただき、誠にありがとうございました。

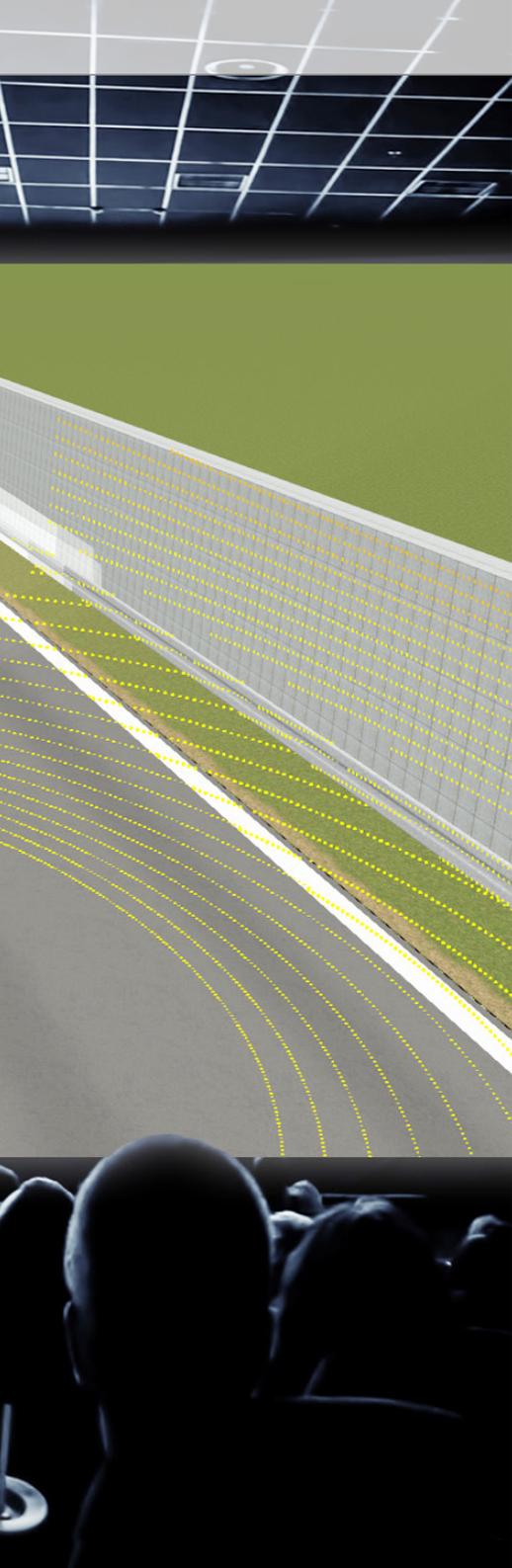




自動運転に関する
dSPACE の最新の開発成果

Cinema for Sensors

自動運転車両には、さまざまな環境センサが搭載されることとなります。これらのセンサの機能や複雑な相互作用をテストすることは、極めて大きな課題です。この分野の開発を共同で行っている dSPACE の Holger Krumm と Sebastian Graf が、当社の最新の活動と今後の課題について説明します。



Krumm さん、センサリアスティック（センサによる現実的な）シミュレーションという表現は、自動運転車両の開発に関連してよく使用されますが、これは正確には何を表しているのでしょうか。

Krumm：これは、ラボで道路交通を仮想的に再現し、カメラ、レーダー、LiDARといった各種のセンサによって認知や記録を行うことを表します。私たちは、多岐に及ぶ実際の交通状況を考慮してテストドライブを行います。これは何百万キロメートルにも及びます。そのため、センサの機能の妥当性確認は実際の路上では行えず、ラボで行うことになります。そのため、dSPACE では、センサの現実的なシミュレーションやスティミュラス信号の入力をラボで行えるツールを提供しています。

どのような場合に、センサによる現実的なシミュレーションを使用しますか。

Krumm：認知アルゴリズムからオブジェクト識別までの機能チェーン全体の妥当性確認を早期の段階で行う必要がある場合、このようなシミュレーションを使用することになります。仮想的な3次元の世界でADAS/ADアプリケーションのテストを行うこのようなシミュレーションでは、実際のセンサと同じ信号をモデルが返します。これを活かして、ADAS制御用中央ユニットなどのセンサやプロセッサユニットのテストや妥当性確認を開発サイクルの早期の段階で行いたいと考えるお客様は多くいらっしゃいます。これはつまり、MIL (Model-in-the-Loop) や SIL

(Software-in-the-Loop) の重要性が高まるということです。

dSPACE が現在提供しているセンサリアスティックモデルは何ですか。

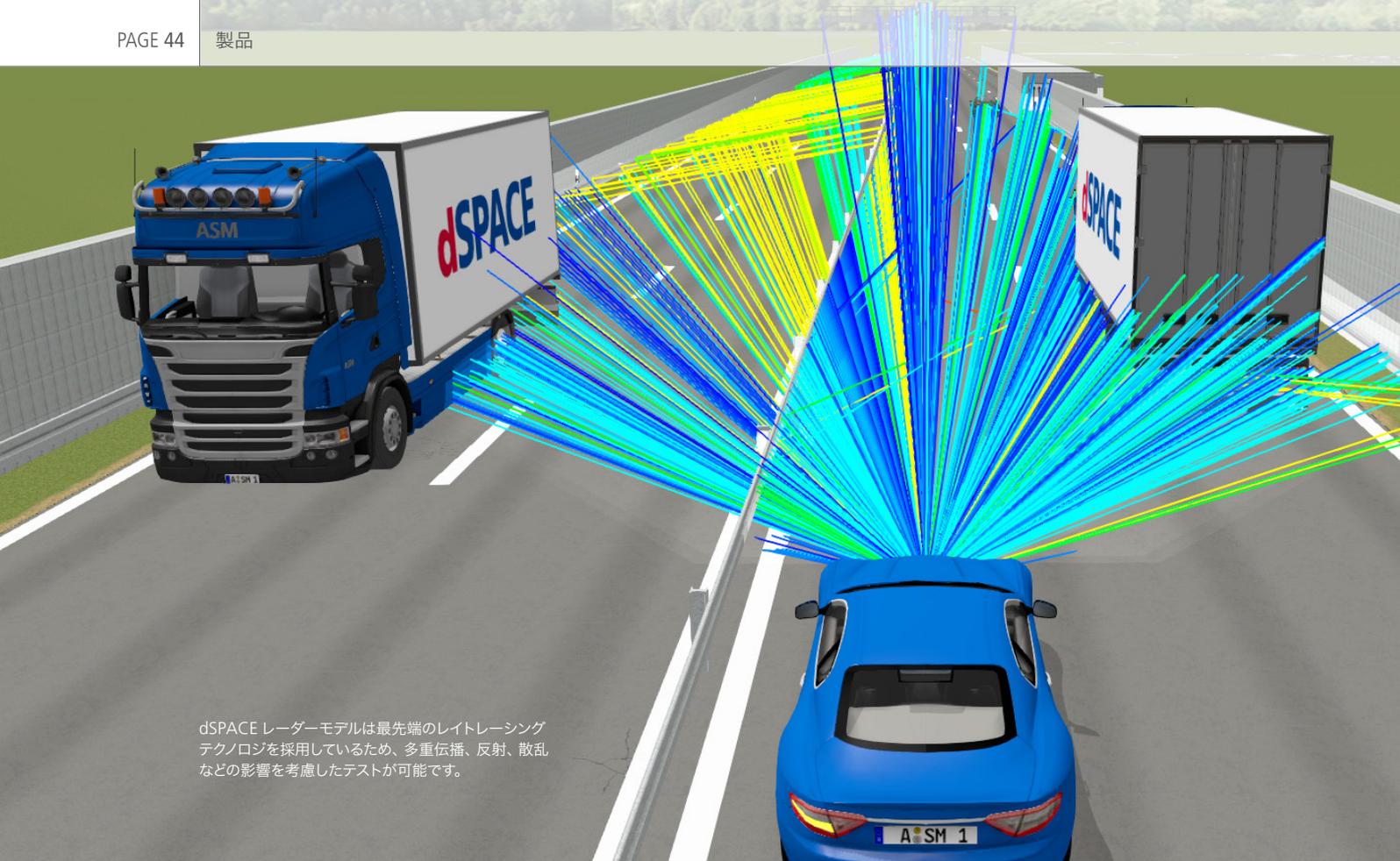
Krumm：「センサシミュレーション」とは、カメラ、レーダー、LiDARなどのセンサシミュレーション用のソフトウェアモジュールに使用される一般的な用語です。dSPACE Release 2018-B以降、当社では、カメラベースの生データを生成するための独立したモジュールを提供しています。このモジュールを利用すると、環境、トラフィックオブジェクト、および天候や日中ベースの照明条件の効果をシミュレートすることができます。dSPACE Release 2019-Aでは、レーダーモジュールとLiDARモジュールという2つの追加モジュールをリリースしました。これらのモジュールはいずれもレイトレーシングテクノロジーを採用しています。この技術は、3Dシーンに光線を送り、その反射を取得することにより、多重伝播などの物理的効果をモデリングに組み込む技術です。これにより、センサのスティミュラス信号の入力やエミュレーションに不可欠なレーダー波や近赤外線レーザー光の伝播を物理的にも正確にシミュレートすることができます。

Graf さん、モデルのサービスの詳細度と範囲について教えていただけますか。

Graf：モデルでは一般的に、環境とセンサフロントエンドの間、およびレーダーアンテナなどのフロントエンド自体の部品 >>

Holger Krumm (左)、プロトタイプングおよび妥当性確認ソフトウェアツール担当プロダクトマネージャ、dSPACE / Sebastian Graf 博士 (右)、シニアアプリケーションエンジニア、dSPACE





dSPACE レーダーモデルは最先端のレイトレーシングテクノロジーを採用しているため、多重伝播、反射、散乱などの影響を考慮したテストが可能です。

Sensor Simulation 製品のレイトレーシングエンジンを使用すると、ミリ波や赤外線放射の伝播を物理的な精度でシミュレートできます。これは、レーダーセンサや LiDAR センサにおけるスティミュラス信号の入力やエミュレーションにおいて不可欠な機能です。

間の伝送経路を計算します。レーダーモジュールや LiDAR モジュールでは、波動伝播の計算に加え、取得したデータを処理することができる強力な後処理インターフェースを備えています。これにより、レーダーや LiDAR の検出リストやポイントクラウドなどの作成も可能になります。カメラの場合は、フロントエンドのプロパティ、すなわちレンズシステムや画像センサをシミュレートします。また、必要に応じて色収差、口径食、複雑なレンズプロファイル、魚眼歪みなどの効果を提供したり、ペイヤーフィルタや高ダイナミックレンジなどの画像センサの出力などを行ったりします。さらに、これらはオープンなインターフェースであるため、お客様はご使用の ECU の特殊な機能向けにカスタマイズした後処理プロセスを統合することもできます。これはすべてのセンサモデルで対応しています。

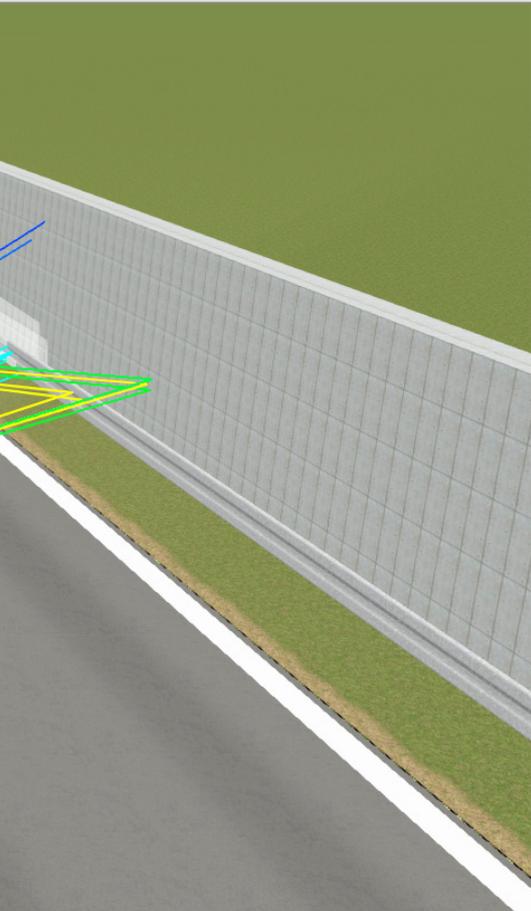
Sensor Simulation 製品を使用する場合の要件は何ですか。

Graf : SIL セットアップには、標準的な PC と NVIDIA グラフィックカードが必要です。また、dSPACE ツールチェーンで動作するように設計されているという利点がある dSPACE の Sensor Simulation PC を使用するのも 1 つの選択肢です。一方、HIL セットアップでセンサシミュレーションを行う場合は、常に Sensor Simulation PC が必要となります。スケーラビリティに優れている Sensor Simulation PC では、任意の数のセンサをシミュレートすることができますが、PC に車両環境の記述とピークルダイナミクスのシミュレーション値を入力することが必要となります。また、いずれの場合も SCALEXIO シミュレータによって ASM ツールスイートを実行することになります。将来的には、Sensor Simulation 製品はプラットフォームに依

存しなくなっていくため、Linux などや、ひいてはクラスタやクラウドサービスでも動作するようになるでしょう。

他のサプライヤと比較した場合、Sensor Simulation 製品固有のセールスポイントはありますか。

Krumm : Sensor Simulation 製品では、自車のピークルダイナミクス全体のシミュレーションを完全に行うことができます。そのため、車両が道路のカーブで傾いたり石畳で振動したりするといったあらゆる動きに対しても、センサが対応します。ただし、Sensor Simulation 製品には特別な課題があります。それは、センサのテスト時には、SIL シミュレーションだけでなく HIL シミュレーションも必要だということです。この場合、レーダー波伝播のシミュレーションは極めて高速に行われるため、実際のセンサのスティミュラス信号入力は



Sensor Simulation 製品では、自車のビークルダイナミクス全体のシミュレーションを完全に行い、センサのあらゆる動きを考慮することができます。

しています。また、当社はすべてのお客様からフィードバックをいただくことにより、Sensor Simulation 製品の性能をさらに向上させ、Tier 2、Tier 1、または OEM メーカーのお客様の個別の課題に適用したツールチェーンを構築できるよう努めています。

dSPACE が取り組んでいる革新的な技術について教えていただけますか。

Graf：当社では、ビジュアル表示の品質を向上させて、特殊な照明や気象条件でも確実にカメラ機能をテストできるようにしています。もう一つのテーマは、ニューラルネットワークによる環境検出です。当社では、まったく新しいレベルのカメラセンサシミュレーションが可能な最新の専用グラフィックエンジンを開発することで、この種の極めて現実的なビジュアル表示を実現させようとしています。このように、私たちはお客様のさまざまな用途に完全に対応できるソリューションの提供に向けて、フルスピードで取り組んでおり、2019

年の終わりには、材料特性をオブジェクトに割り当てることが可能なオプションも提供する予定です。レーダーおよび LiDAR に関しては、センサの生データレベルでの SIL および HIL インプリメンテーションを実現するためのプロトタイプを既に開発しました。これにより、デジタルセンサのバックエンドのテストが可能になります。これまで、これはカメラ向けの最新規格でしたが、レーダーおよび LiDAR にとっては新しい領域です。また、サプライヤのお客様がこのテクノロジーの活用に積極的であることから、当社のこの方向性は正しいと考えています。つまり、私たちが開発中のテストにはさまざまな可能性が秘められているのです。また、サプライヤのお客様が当社のシンプルなインターフェースを活用すれば、OEM メーカーのお客様もサプライヤからセンサ固有のモデルを入手できるといった利点も生じます。

Graf さん、Krumm さん、インタビューにご協力いただきありがとうございました。

ソフトウェアの実行中に生のデータを注入することで行いますが、これにはリアルタイム性能が求められます。ただし、Sensor Simulation 製品では最新のハイエンドグラフィックカードを並列で搭載しているため、2～3年前には夢にも思わなかった高速な計算処理が可能になっており、このレベルで重要なカメラ、レーダー、LiDAR という3つのセンサタイプをすべてシミュレートできる唯一のツールチェーンであると言えます。また、dSPACE ツールチェーンでは、SIL シミュレーションから HIL シミュレーションへの移行を容易に行えます。これも、もう一つの注目すべき特長です。

既に Sensor Simulation 製品を使用しているお客様はいらっしゃいますか。また、どのような目的に使用されているのでしょうか。

Graf：はい、ドイツの自動車業界では、サプライチェーンにおけるさまざまなレベルのお客様がこのツールを活用しています。たとえば、ドイツの大手 OEM メーカーである ZF 社 (Tier 0.5) や HELLA 社 (レーダーサプライヤ) などは、当社の重要なお客様です。他にも、当社はさまざまな中小規模のお客様との間で共同プロジェクトを立ち上げたり、サポート活動を行ったり



最新の車両の運転席で、Michael Beine と Olaf Grajetzky が、機能要件の増加と開発サイクルの一層の短縮化が TargetLink に与える影響について語り合います。

A photograph showing two men sitting in the front seats of a car. The man on the left is driving, and the man on the right is gesturing towards the central infotainment screen. The screen displays a car configuration menu with options like 'Comfort', 'ESP', and 'Individual Konfiguration'. The text '20 Years of TargetLink' is overlaid in large white font across the bottom half of the image.

20 Years of TargetLink

TargetLink は、極めて効率的な量産用コードを信頼性に優れた形ですばやく生成するためのツールとして、20年にわたり浸透してきました。現在、TargetLink で生成されたコードは車両のあらゆる部分で使用されています。そのため、TargetLink は世界中の自動車用ソフトウェア開発に欠かせない要素となっています。また、興味深い使用事例は他の業界でも見られます。TargetLink の役割について、dSPACE のリードプロダクトマネージャである Michael Beine とエンジニアリング部門のグループマネージャである Olaf Grajetzky が語り合いました。二人はいずれも TargetLink を成功に導いてきた功労者です。



モデルベースの迅速なソフトウェア開発にも対応する効率性の高い量産コード生成ツール

リアルタイムハードウェアでの妥当性確認

TargetLink では、Simulink インプリメンテーションコンテナ (SIC) の使用により、SCALEXIO ハードウェア上で一層容易に量産コードをテストできるようになりました。このオプションの利点については、49 ページを参照してください。



Beine さん、お客様にとって、これまで何が TargetLink を導入する最大のメリットでしたか。

Michael Beine : 当初から、TargetLink は単なる新しいソフトウェア製品の枠にはとどまらない製品でした。TargetLink を使用することで、お客様は制御モデルと ECU との間のギャップを埋め、手作業によるプログラミングを脱却して自動コード生成に切り替えることができたのです。それにより、開発期間の大幅な短縮が可能になりました。TargetLink の導入以前は、設計から実装までには数週間から数ヶ月かかっていました。ところが、TargetLink を導入すると、初期設定を行えばお客様はワンクリックですぐにコードを生成できるようになりました。また、作業効率も大幅に改善し、ソフトウェアの品質もさらに向上しました。これが可能になった理由は、TargetLink ではコードとモデルに一貫性があり、MIL、SIL、および PIL シミュレーションを通じてそれらを容易に比較することができたためです。日産自動車と MAN 社が TargetLink を使用して行った最初のプロジェクトは、いわば革命のようなものでした。

TargetLink の初期の時代を振り返ってみる時に、当時から変化したことは何ですか。

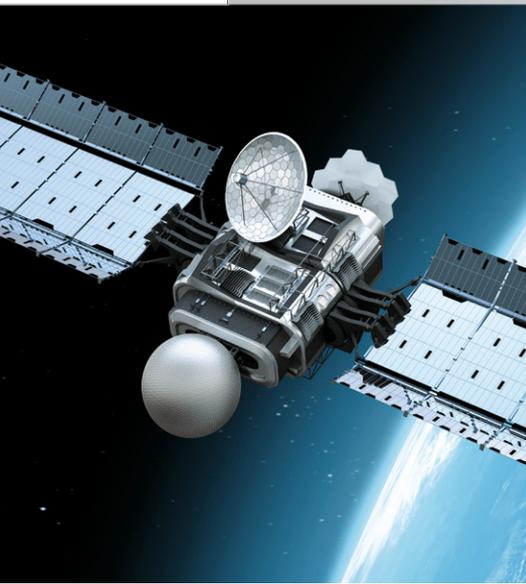
Michael Beine : 当初、TargetLink の重点は明らかにコード生成やコードの効率性に置かれていました。しかし、近年では、チームや部門全体がモデルベースのソフトウェアの開発や妥当性確認を効率かつ安全に行えることが重視されています。当社では、この点を考慮に入れて継続的に TargetLink を発展させてきており、現在では、妥当性確認を含めたモデルベースのソフトウェア開発に対応する総合的なソフトウェアエコシステムを構築するに至っています。

開発ステップにおいて重要な点は何でしたか。

Michael Beine : 私たちは最初から、多数のプロジェクトにおいてお客様と緊密に連携することが重要だと考えてきました。そして、この姿勢が TargetLink Data Dictionary の作成などにもつながりましたし、初めてモデルから実装の詳細を切り離してチーム内やチーム間でやり取りできるようにもなったのもそのおかげです。また、当社はこれまでずっと AUTOSAR の分野で積極的に活動しているパイオニア企業であるということも重要です。2006 年、TargetLink は AUTOSAR をサポートする最初のコード生成ツールとなりましたが、それ以来、TargetLink は AUTOSAR 向けの業界随一のサポートを製品レベルで提供し続けるツールとなっており、Adaptive AUTOSAR の実装にも取り組んでいます。また、TargetLink は 2009 年以降、セーフティクリティカルなプロジェクトでの使用に関して TÜV Süd から正式な認証を受けていることも忘れてはならない事実です。

安全性とえば、TargetLink を使用することでどれくらい安全性が向上するのですか。

Michael Beine : TargetLink を使用してソフトウェアの開発を行う開発者やエンジニアは、安全性を重視しています。TÜV 認証を受けたリファレンスワークフローは、私たちのお客様のための重要なオリエンテーションとなります。このワークフローは、TargetLink を使用して安全関連ソフトウェアのモデルベース開発を行う際のガイダンスを提供しますが、これに関しては Model Engineering Solutions 社と BTC Embedded Systems 社という当社の戦略パートナー 2 社が重要な役割を果たしており、両社のツールと TargetLink を組み合わせることで、モデルレベルおよびコードレベルで求められる品質を確保 >>



できるようになります。また、当社では、優れた品質と信頼性を保証するため、モデリングガイドライン、MISRA 規格への準拠、dSPACE 専門チームによるサポート、Automotive SPICE 開発の定期監査、および以前の TargetLink バージョンのパッチの提供など、さまざまな対応を行っています。

Grajetzky さん、TargetLink はどのような分野で使用されていますか。また、特に記憶に残る使用事例を教えてくださいませんか。

Olaf Grajetzky : TargetLink で生成された量産コードは、パワートレイン、シャシ、ボディ、ADAS 分野など、車両のあらゆる ECU で使用されています。また、TargetLink はその他のさまざまな業界でも使用され、実績を挙げてきました。たとえば、アングルグラインダのモーター制御では、自動生成された量産コードがほぼ間違いなく使用されていますし、特に印象に残っているのは自走式収穫機の開発に TargetLink が使用されたことです。また、地球の軌道にある人工衛星にも TargetLink コードを組み込んだ制御システムが搭載されているのも興味深い事例です。

dSPACE は、さまざまな現場で多数のプロジェクトを遂行していますが、ユーザサポートはどのように行っていますか。

Olaf Grajetzky : たとえば、自動車業界の大手メーカーのお客様に対し、当社は高度に自動化されたツールチェーンを 10 年以上にわたって提供し続けています。このツールチェーンを使用すれば、AUTOSAR 4 のすべての関連仕様に対応することができます。これは、最も一貫性が高く洗練された AUTOSAR 向けアプリケーションの 1 つであると私は考えていま

す。その他の多くのお客様に対しては、プロジェクト開始時の短期サポートのみという形で当社がノウハウを提供し、その後の運用についてはお客様が引き継ぐという形態が取られています。当社は、ほぼ 20 年にわたって現場でのお客様との連携を重視しつつ、お客様ごとの要件に最適なソリューションをすばやく見つけることに注力してきました。そして、問題が発生した場合でも、当社は迅速なサポートを行います。世界中のお客様の要件はそれぞれまったく異なる場合があるため、何よりも柔軟性が重要です。

特に自動車業界では、機能要件の増加と開発期間の短縮が進んでいます。TargetLink の継続的な開発において、これにはどのような影響がありますか。

Michael Beine : 現在、私たちはもう 1 つの規格である Adaptive AUTOSAR の実装に取り組んでいます。この規格を使用すると、特に ECU のアップデートが可能になるため、自動運転機能の開発が飛躍的に向上するでしょう。TargetLink は、継続的統合やアジャイル手法などの新しいテク

ノロジに関する要件をサポートし、お客様の開発期間のさらなる短縮を実現することになると考えます。全体としては、アジャイル型かつモデルベースのソフトウェア開発を実現するという方針を継続しつつ、ツールチェーン全体で円滑な相互作用を保証することが重要だと考えています。

自動運転が現実となりつつある中、TargetLink はどのような役割を果たしますか。

Olaf Grajetzky : TargetLink には変わらぬ重要な役割が 1 つあります。すなわち、TargetLink で生成された量産コードは、車両の安全走行にとって常に必要だということです。なぜなら、量産コードは重大な運転局面だけでなく、車両のステアリング操作、加速、ブレーキといった通常の局面でも使用されるものであり、あらかじめ決められたスケジューリングに基づいて確実に動作し、絶対に安全で信頼性の高いものでなければならぬためです。

インタビューにご協力いただき、ありがとうございました。

Michael Beine、リードプロダクトマネージャ、dSPACE



Olaf Grajetzky、エンジニアリング部門のグループマネージャ、dSPACE



リアルタイム ハードウェアでの 妥当性確認



TargetLink の最新の進化の 1 つを詳しく見てみましょう。バージョン 4.4 (dSPACE Release 2018-B) 以降、TargetLink では、量産コードを Simulink インプリメンテーションコンテナ (SIC) として直接エクスポートできるようになっています。そして、ConfigurationDesk により dSPACE SCALEXIO リアルタイムハードウェア上でコードを実行すれば、極めて迅速かつ容易にコードの妥当性を確認することができます。プロダクトマネージャである Felix Engel が、追加されたこの妥当性確認ステップの利点を説明します。

Engel さん、この新機能はどのようなユーザおよび用途を対象としていますか。
まず、この機能はソフトウェア開発者を対象としています。開発者が TargetLink で生成された、MIL (Model-in-the-Loop)、SIL (Software-in-the-Loop)、および PIL (Processor-in-the-Loop) シミュレーションを用いて既にテスト済みの実際の量産コードを実際の制御システム上のリアルタイムハードウェアを用いて、開発プロセスの早い段階で積極的に使用できます。この機能により開発者はリソースの制限や量子化の影響をすべて考慮しながら、量産コードとしてのアルゴリズムの固有の実装が機能に与える影響を直接確認することが可能です。また、この機能はテストエンジニアも対象としています。つまり、実際の制御システム上のリアルタイムハードウェアで TargetLink モデルとして利用可能な機能を体系的にテストする場合にも使用できます。SIC コンテナの明確なインターフェースにより、当社の実装ソフトウェアである ConfigurationDesk では、このワークフローを容易に処理できます。また、機能と

I/O が分離されているため、プロセスの信頼性も大幅に向上します。また、関連するファイルバージョンを明確に割り当てることも可能になります。

既に浸透している MIL/SIL/PIL シミュレーションと比較して、この妥当性確認手法の利点は何か。

これらの手法はそれぞれ補完し合うことができます。つまり、MIL/PIL/SIL シミュレーションでは多様なバリエーションをテストすることができますし、必要な場合は、大量のデータを大規模なクラスターで容易に並列処理することができるため、あらゆる規模の幅広いテストに対応できますが、ここで新たな機能を活用すると、実際の制御システムで量産コードの妥当性を確認し、テストの早期の段階でシミュレーションの妥当性をランダムにチェックできるようになります。つまり、シミュレーション時には露見しない影響を検出できるようになります。このように、影響を非常に早い段階で確認できるようになることで、その後の修正も容易になります。

シミュレーション時に見落としがちな影響とはどのようなものですか。

さきほど述べた量子化の影響もありますし、それ以外にも、環境モデルなどでは環境を十分に正確に再現できない場合もあります。しかし、実際には、量産コード用に変更された機能では、複雑な環境にも適切に対処できることを証明しなければなりません。このような場合、SCALEXIO ハードウェアで量産コードを実行すれば、解答はすぐに出せるのです。

使用するのどのハードウェアですか。
ConfigurationDesk をサポートするシス

テムはすべて使用できます。SCALEXIO LabBox と、とりわけ新しい SCALEXIO AutoBox (40 ページのインタビューを参照) は、いずれもプロトタイピングシステムとして設計されており、特に量産コードの妥当性確認に適しています。

ECU の妥当性確認プロセス全体にとって、追加された新しい妥当性確認ステップにはどのような意味合いがありますか。
量産コードとその後の制御ユニットの妥当性確認に対する信頼性がさらに高まるだけでなく、より多くのリスクを事前に特定し排除できるようになるため、総コストの削減も可能になるなど、大きな意味合いがあります。

インタビューにご協力いただき、ありがとうございました。

Felix Engel, プロダクトマネージャ、
dSPACE



A portrait of Sebastian Thrun, a middle-aged man with a receding hairline and blue eyes, wearing a dark blue sweater. He is smiling slightly and looking directly at the camera. The background is a blurred indoor setting with warm lighting.

Sebastian Thrun氏は、科学者であると同時に教育者、発明家、および起業家であり、Kitty Hawk 社の CEO でもあります。同氏は、交通の制限から人々を解放することを目標に掲げながら、教育の普及を目指す Udacity の設立者、理事長、兼学長も務めています。Thrun 氏は X (旧 Google X) を設立した経歴を持っており、同社では自動運転車両の開発や Google Glass などのプロジェクトを推進してきました。また、スタンフォード大学の教授を務めていた数年間には、スタンフォードレーシングチームの監督でもありました。このチームの車両である「Stanley」は、DARPA グランドチャレンジで優勝しています。

Sebastian Thrun 氏によれば、AI はあと数年で多くの人々の業務に活用されるようになると言います

FlyingCars

Will Become Reality

科学者、教育者、発明家、かつ起業家である Sebastian Thrun 氏によると、モビリティの未来には自動運転があり、それは3次元の空間で起きると言います。dSPACE Magazine との独占インタビューにおいて、Sebastian Thrun 氏が、人工知能 (AI) が将来私たち全員にとって重要となる理由や、空飛ぶ自動車に関する非常に刺激的な話題について説明します。

Thrun さん、あなたはスタンフォードで自動運転車両の開発に携わってきましたが、現在は空飛ぶ自動車に取り組んでいます。20 年後に自動車はどのようになっているとお考えですか。

私は、高速道路が渋滞して誰も動けないような交通状況をなくしたいと考えており、将来的には乗り込むと空中に浮かび、目的地まで一直線に疾走するような自動車が実現することを思い描いています。私の夢は、Amazon に食事を注文すると 5 分以内に空輸で配達してもらえるような未来です。空には渋滞がなく、地上に比べてスペースも広大なため、これは是非実現させたいです。

自動運転車両の未来に関する話題が増えています。自動運転はいつ実現するのでしょうか。

既に実現しています。私が設立した Waymo 社では、米国のさまざまな地域で自動運転車両のテストを行っており、この度 Lyft 社と提携し、初めて一般向けに自動運転車両を提供し始めました。私が Udacity で最初に雇用したエンジニアは

Voyage 社を設立しており、自動運転車両を使って米国中の退職者居住地区で高齢者の輸送を行っています。自動運転車両が活躍している例は、世界各地に数多く存在します。

自動運転にとって大きな障害となるのは何ですか。

最も大きな障害となるのは、現実世界で実際に起きる特殊なシナリオにも対応できる技術を構築しなければならないことです。つまり、高速道路での逆走、上空からの落下物、どこからともなく現れる動物など、路上で起きる可能性のある奇想天外な事態は、自動運転車両でもすべて考慮する必要があります。エンジニアは、極めて特殊なこれらの状況を「エッジ」ケースや「コーナー」ケースと呼んでいます。車両の常時運行を実現するためにはこれらを適切に処理する必要があります。ただし、これらへの対処には多大な労力を要します。

自動運転車両を実用するうえでは、何百万キロメートルものテストドライブが必

要となります。ここでは、現実および仮想上の環境でどれくらいの距離を走行することが必要ですか。

自動運転車両の開発においては、シミュレーションが非常に重要になっています。シミュレーションは、ソフトウェアシステムの検証と妥当性確認を行う際に特に有用であり、過去に記録したデータをシミュレーションしてシステムをチェックすると、さまざまなシナリオをソフトウェアで適切に処理できているかを確認できます。シミュレーションでは、まったく新しいシナリオをゼロから作成することもできるようになってきていますが、実際の世界でのデータの収集やテストシステムの使用は不可欠だと思います。

自動車メーカーやそのサプライヤーにとって、このような状況は何を意味しますか。

自動車メーカーやサプライヤーはこれまで、機械工学や下位のシステムのソフトウェアに注力してきました。これらのスキルが重要なのは変わりませんが、シミュレーションや AI など、より高レベルのソフトウェアエンジニアリングの重要性はさらに増えています。つまり、企業がこのような状況に合理的に対応するには、自社のエンジニアをトレーニングしたり、該当スキルを有するサプライヤーと提携したりする必要があると思います。

「今後 5 年以内に、私を含めて誰もが仕事で何らかの形の AI を使用することになります」

Sebastian Thrun 氏

画像提供：© Udacity



「自動運転車両の開発において、シミュレーションが非常に重要になっています」

無人走行車両の方が安全と考えられています。ソフトウェア開発者は、自動運転車両の安全性をさらに高めるうえでどのような役割を果たすべきですか。また、どのようにすれば、最善の準備をできますか。

基本的に、自動運転車両はロボットです。そのため、認知、計画、および作動という3つの主要なシステムを備えています。認知システムでは、センサを通じて環境を理解します。私たちが人や自動車の外見を認識するためには、それらをたくさん見ることが必要です。コンピュータの場合も、そのような形で学習します。つまり、特にコンピュータビジョンや機械学習などの分野での多数のソフトウェアエンジニアリングが必要となります。計画システムでも、特にAIや確率的システムなどでソフトウェアが活用されています。自動運転車両は状況に応じて決断を下す必要があり、他の車両が進行方向を変えるのか、直進し続けるのか、といった可能性を予測しなければならぬためです。作動システムも重要です。これまでは大半が機械式でしたが、現在ではますますソフトウェア化が進んでいます。現在のステアリングシステムやブレーキシステムは、機械式コンポーネントを使用せず、コンピュータによる「by wire」化を図っています。電動パワートレインも自動運転車両に当然使われており、大部分がソフトウェアで実行されています。

Udacity ではディープラーニングとAIが極めて重視されていますが、それはなぜですか。

今後5年以内に、私を含めて誰もが仕事で何らかの形のAIを使用することになるためです。AIは、ビジネスリーダー、会計士、農業従事者、プログラマーなど、事実上あらゆる業務のあらゆる職種で実用されるでしょう。医療分野では、AIの活用により救える命の数が驚異的に増加することを示す新たな報告が次々と挙げられています。法律やセキュリティの分野では、AIのおかげでオンライン上での詐欺や不正行為が劇的に減少すると予想され

ています。教育分野では、一部の革新的な事業者が、世界中の学校不足の地域に教育の場を提供するための仮想インストラクターを開発しています。マーケティング担当者からメーカーに至るまで、誰もがAIの可能性に期待し、それがもたらす将来を見据えています。UdacityがAIに関するオンライン授業を始めた5年以上前は、その多くは単なる予想に過ぎませんでした。それは今や現実となりました。私たちは、誰もがこれらのスキルを学べるようにするため、AIの授業コースをアップデートおよび拡充し続けています。これにより、世界のどこに住む学生でも、この急速な成長を遂げている業界で求められる技能を学ぶことができます。

実績のある車両メーカーは、自動運転車両の開発においてどのような役割を果たしますか。また、シリコンバレーの新興企業と実績のあるメーカーとでは、アプローチにどのような違いがありますか。

従来の自動車メーカーは、自動車の設計と製造において、シリコンバレーの新興企業よりもはるかに優れています。業務のスピードが極めて遅い場合があります。一方、新興企業の大きな利点はその俊敏性です。新興企業が自動車市場へ新たに参入して新しいテクノロジーを迅速かつ安全に開発することで、業界全体の動きを活性化させ、世界中での技術の底上げを推進することでしょう。

空飛ぶ自動車の展望に戻ります。自動車が空中に浮かぶメリットは何でしょうか。そして、多くの人々にとって手の届く金額でそれを入手できる日は来るのでしょうか。

空飛ぶ自動車は非常に刺激的であり、二次元の道路では成し得ない極めて多くの可能性を秘めています。私が自動運転車両に最初に取り組み始めた頃、人々は私のことを変人扱いしていました。しかし、今では自動運転車両は現実のものです。現在でも、空飛ぶ自動車を開発していると語ると、人々は私のことを変人扱います。つまり、空飛ぶ自動車は、想像を超えるスピードで現実のものとなるのです。■

インタビューにご協力いただき、ありがとうございました。

Udacity について

Udacity は、グローバルなオンライン型の生涯学習プラットフォームであり、学生にキャリア向上のためのスキルを提供し、教育を仕事に結びつけています。Udacity Nanodegree プログラムは、自動運転車両やAIからデータサイエンスやデジタルマーケティングに至るまで、一連のオンラインコースおよびプロジェクトを受講し資格を取得することが可能なプログラムです。Udacity は、AT&T、Google、Facebook、Lyft、IBM を含む 200 以上の世界的な業界パートナーと協力しており、個々の才能格差を埋める取り組みを行っています。個人出資型の企業である Udacity は、カリフォルニア州マウンテンビューに本社を置き、中国、エジプト、ドイツ、インド、およびアラブ首長国連邦で事業を展開しています。投資家には、Bertelsmann、Andreessen Horowitz、Charles River Ventures、Drive Capital などが名を連ねています。詳細については、www.udacity.com を参照してください。

「空飛ぶクルマは、想像を超えるスピードで現実のものとなります」



PEGASUS-

Project

シミュレーションベースのテストにより、自動運转向け機能を迅速に検証

乗車して目的地を選択したあと、深く座ってリラックスすることは多くのドライバーが望むことですが、どうすれば、私たちは運転機能が正しい判断を下すと確信できるのでしょうか。どうすれば、自動運転車両の安全性は証明されるのでしょうか。この課題に、連邦経済エネルギー省 (BMWi) の基金で運営される PEGASUS 共同プロジェクトが挑んでいます。

2019年5月中旬、業界および科学分野から集まった17社のプロジェクトパートナーが、ニーダーザクセン州エーラ=レッシェンにあるVolkswagen社のテストコースで行った自動運転機能の妥当性確認に関する3年半の実用的研究開発の成果を発表しました。dSPACEはこのプロジェクトに関連パートナーとして参加し、テストサブプロジェクトに関するノウハウを提供しました。PEGASUS プロジェクト

の目的は、可能な限り最も効率的かつ統一された方法で運転機能の評価や妥当性確認を確実に実行する手順を研究者たちが開発することでした。ドイツ航空宇宙センター (DLR) の運輸およびエネルギー担当理事であり、2人のPEGASUSコーディネータのうちの1人であるKarsten Lemmer教授は、「プロジェクト期間中は、研究結果を基にこれらの成果を実用化するための議論を国内外の専門家と行いま

した」と述べ、Volkswagen AGで車両テクノロジーおよびモビリティ体験の責任者兼プロジェクトコーディネータを務めるThomas Form教授も、「PEGASUSは今後の自動運転車両の承認活動に大いに貢献するプロジェクトです。ここでは、要件、プロセス、評価指標、およびツールを発展させて組み合わせ、運転機能の承認プロセス向けの一貫性に優れた方法を示しています」と補足しています。

André Manicke (TraceTronic 社)、Mark Schiementz 博士 (BMW 社)、
Karsten Krügel 博士 (dSPACE)、および Jens O. Schindler 氏 (TraceTronic 社)

VW 社のテストコースでの結果発表

最後のプレゼンテーションでは、エーラー=レッシェンにある Volkswagen 社のテストコースで期間中に開発したツールチェーンのデモを各プロジェクトパートナーが行いました。ここでは、デジタルポスターや展示物、(ドライビング) シミュレータを使用して、自動運転機能の妥当性確認や承認作業、および屋外の走行テストに必要な個々のステップが明確に示されました。汎用的な PEGASUS アプローチのテストが開始されたのは 2016 年でした。その目的は、Highway-Chauffeur レベルでの運転機能の妥当性を具体的に確認することでした。Highway-Chauffeur レベルとは、幹線道路や高速道路の車両を時速 0 ~ 130 キロメートルの速度範囲で制御し、個別に車線変更させることも可能な自動運転の段階です。PEGASUS プロジェクトの全体的アプローチでは、運転機能のあらゆる要件と関連交通状況を収集し、連続したテストシーケンスを実現します。必要なデータは、フィールドテスト、シミュレータ、および事故データをベースとして収集されたうえで一律に処理され、中央データベースに蓄積され、それにより、シミュレーションやテストコース、実際のトラフィックで利用できるようになります。その後、プロセスへの提言と最終的な安全性評価が行われ、対象の運転機能のリリース推奨が得られる状態になります。

dSPACE のシナリオベースのツールチェーンによるサポート

PEGASUS アプローチでは、シミュレーションベースのテストを多数採り入れることによって、極めて効率的に各種のテストを行えるようになっています。また、インターフェースが統一されているため、既存の環境への統合も容易です。さらに、得られたシミュレーション結果の妥当性は、実際のテストコースでのテストによって確認されます。シミュレーション手法は、特に自動運転車両の開発の初期段階にも適しています。つまり、PEGASUS アプローチは、これまでメーカーごとに異なっていた支援機能のテストおよび妥当性確認の手順を、すべての開発者が同じ基準や要素を適用できる新しい汎用的な手順へと昇華させる手法と言えます。dSPACE では、一般的なシナリオベースのツールチェーンを提供す

ることで、このプロジェクトをサポートしてきました。BMW 社では、それらのツールチェーンが FMI (モデル)、OSI (センサ)、OpenSCENARIO、OpenDRIVE (シナリオ) などの標準形式のプロトタイプとして実装されています。そして、これらのインターフェースはすべて、dSPACE VEOS を通じて単一のシミュレーションプラットフォームに統合し ASM 環境モデルと組み合わせることで使用することができるため、ADAS 機能や AD 機能の妥当性確認や検証に適した強力なソフトウェア環境を構築することが可能です。また、標準インターフェースにより、他のプロジェクトパートナーのテストツールを接続することも極めて簡単です。これは、TraceTronic 社製のプロトタイプでも示されています。最終的に、総合的かつ実用的な幅広いシナリオを使用してインテリジェントなシナリオベースの SIL テストを行うという PEGASUS アプローチのアイデアは、dSPACE ソリューションの提供を通じて実装することができたと言えます。dSPACE で仮想検証担当シニアプロダクトマネージャを務める Karsten Krügel 博士は、「各プロジェクトパートナーは、Classic または Adaptive AUTOSAR 規格ベースのバーチャル ECU をシミュレートできる VEOS も併用することにより、現実的で再現可能かつ極めてスケラブルな方法でのテストの実現という目標に大いに近づくことができたのです」

「PEGASUS は、今後の自動運転車両の承認活動に大いに貢献します」

と述べています。PEGASUS アプローチにより、将来的にはコストのかかる実車でのテストドライブを大幅に削減できることになるでしょう。■

詳細については、
www.dspace.jp/go/pegasus
を参照してください。



FMI : Functional Mock-up Interface は、シミュレーションソフトウェアの接続をサポートする標準インターフェースを定義します。

OSI : Open Simulation Interface は、自動運転機能の開発環境と運転シミュレーション向けの各種フレームワークを接続するための規格です。

OpenSCENARIO は、ドライビングシミュレータに使用するトラフィックの動的な運転操作 (シナリオ) を記述するためのファイル形式を定義します。

OpenDRIVE は、道路網を極めて正確かつ論理的に記述するためのデータモデルを定義します。

ASM は、内燃エンジン、ピークルダイナミクス、電気リクコンポーネント、および交通環境のシミュレーション向けの dSPACE ツールスイートです。

SCALEXIO：先進的な電気自動車アプリケーションに対応した最新の FPGA テクノロジ

dSPACE は、ECU 開発およびテスト向けの SCALEXIO 製品ポートフォリオを強化するため、最新の Xilinx® FPGA テクノロジに基づいた 2 つの新しい FPGA ベースボードを開発しました。強力な Xilinx® Kintex® UltraScale+™ FPGA を搭載した DS6602 FPGA Base Board は、極めて大規模な非線形モーターモデルシミュレーションやトポロジベースの回路シミュレーションの処理など、HIL テスト分野における最も高度な要件を満たしています。よりコンパクトな姉妹製品である DS6601 FPGA Base Board は、Xilinx® Kintex® UltraScale™ FPGA を搭載し、コスト効率に優れたオールラウンド型のボードであ

り、特に RCP アプリケーションに適しています。これら 2 つの高性能 FPGA ボードには、プラグオン I/O モジュールによる汎用性の高い拡張オプションが備えられてお

り、Electric Drive テクノロジ、ハイブリッド車、パワーエレクトロニクス、電動パワーエンジニアリングなどの幅広い用途に活用することが可能です。 ■



SIL-in-the-Cloud

自動運転車両を適切にテストするには、さまざまな環境条件で幅広いシナリオを用いて何百万キロメートルものテストドライブを行う必要があります。さらには限界状態や危機的状況もテストに含める必要があります。そのため、このようなテストは仮想テスト環境で行うのが理想的であると言えます。ただし、このレベルの SIL (Software-in-the-Loop) シミュレーションであっても、ローカルにインストールされたテストシ

ステムではもはや効率的に実行することはできません。

そのため、dSPACE では SIL テストに必要な計算能力をクラウドに移行するソリューションに取り組んでいます。これにより、リソースの限られたコンピュータではなく、スケーラブルなクラウドインフラストラクチャ上でテストを実行し、テスト範囲を大幅に拡大できるようになります。また、自動生成されたシナリオベースのテストを最

大限に活用したり、テストドライブ全体の妥当性を確認することも可能になります。

詳細については、次号の dSPACE Magazine でご確認ください。 ■



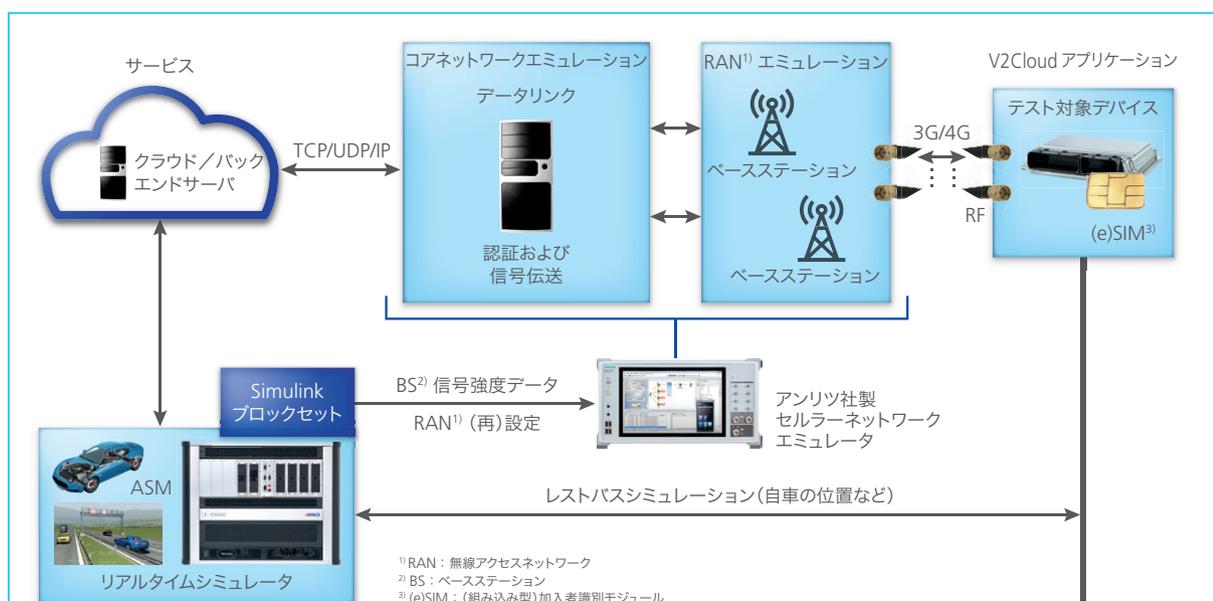


V2Cloud アプリケーションの現実的なテスト

ドライバーにとって、スマートフォンを使用して車両の位置を特定することや、簡単に最寄りの無料駐車スペースに誘導することは既に可能になっています。このような場合の多くでは、V2Cloud アプリケーションが利用されています。ここでは、モバイル通信によってほぼリアルタイムに車両の位置や無料駐車スペースなどの必要なデータが各種のインターネットサービスとの間でやり取りされ、使いやすい形でユーザーに提供されています。このようなソフトウェアの無線アップデートや遠隔診断といった新世代のアプリケーションは今後、より広く車両に搭載されることとなります。

そのため、モバイル通信インターフェースだけでなく、データスループット、レイテンシ、および信頼性についても、より高度な要件が課されます。つまりこれは、車両機能からクラウドサービスとの通信に至るまでのアクションチェーン全体の安全性をHIL シミュレーションによって確保する必要が生じることを意味します。dSPACE では、ベースステーションの現実的なテストネットワーク（無線アクセスネットワーク）やモバイル通信コアネットワークを提供するモバイル通信ネットワークエミュレータをラボで統合するという手法を提供しています。このモバイル通信ネットワークエ

ミュレータは、Simulink® ブロックセットにより HIL シミュレータで制御することができます。これにより、たとえばモバイル通信ネットワークを再設定してデータのスループットや待ち時間を操作したり、ハンドオーバーなどのモビリティシナリオをサポートすることも可能になります。仮想テストドライブの実行中は、データリンクが途切れることなく、基地局間でモバイル通信のリンクを引き継ぎます。このブロックセットは、アンリツ社のシグナリングテスト MD8475B をサポートしており、5G に対応しています。 ■



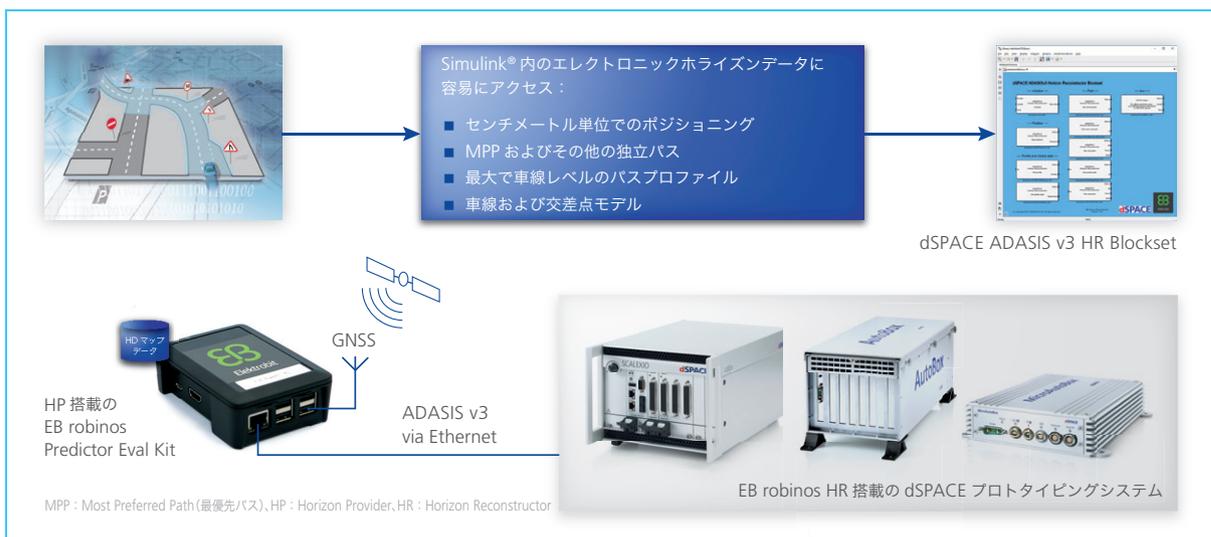
¹ RAN : 無線アクセスネットワーク
 ² BS : ベースステーション
 ³ (e)SIM : (組み込み型)加入者識別モジュール

高精度なエレクトロニックホライズンによる自動運転

新たな dSPACE ADASIS v3 Horizon Reconstructor Blockset を使用すると、標準化された ADASIS v3 プロトコルを使用して、Simulink® からエレクトロニックホライズンのデータにアクセスすることができます。このブロックセットは、dSPACE プロトタイピングシステムと PC ベースのシミュレーションプラットフォーム VEOS で使用することが可能で、マップベースの

ADAS アプリケーションおよび自動運転機能の開発をサポートします。このブロックセットは、量産に適したエレクトロニブ社の ADASIS v3 向け EB robinos Reconstructor をベースとしているため、独自のホライズンリコンストラクタを実装したり、ADASIS プロトコルの詳細について理解したりする必要がありません。また、ブロック構造もわかりやすいため、正確な

運転操作の計算値といった詳細な環境データにも容易にアクセスできます。さらに、新しい地図管理機能により、開発者は大量のデータを管理することもできます。ホライズンリコンストラクタでは、必要な情報のみを使用可能にし、余分な情報を自動的に削除します。■





dSPACE- 自動運転実用化への加速

dSPACE は自動運転におけるアイデアを実現するために、
革新的で拡張性および自由度の高いツールチェーンを提供しています。
一足早くビジョンを現実へ。

www.dspace.jp

Embedded Success **dSPACE**



仮想検証で 自動運転開発を効率化

実用化が急がれる自動運転。日立オートモティブシステムズは、立体的に対象物を捉えることのできるステレオカメラに注目し、Automotive Simulation Models (ASM) を搭載したdSPACE HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータによるテストセットアップを構築、単眼カメラより複雑さが増すシステム開発での期間短縮と品質向上を実現しました。さらに、実際の自動運転用ハードウェアと組み合わせた仮想ドライブテスト環境で、時間や距離に制限のない机上での検証を重ねています。

dSPACEは自動運転の実用化を加速させます。

Embedded Success **dSPACE**

ModelDesk

