

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 >>

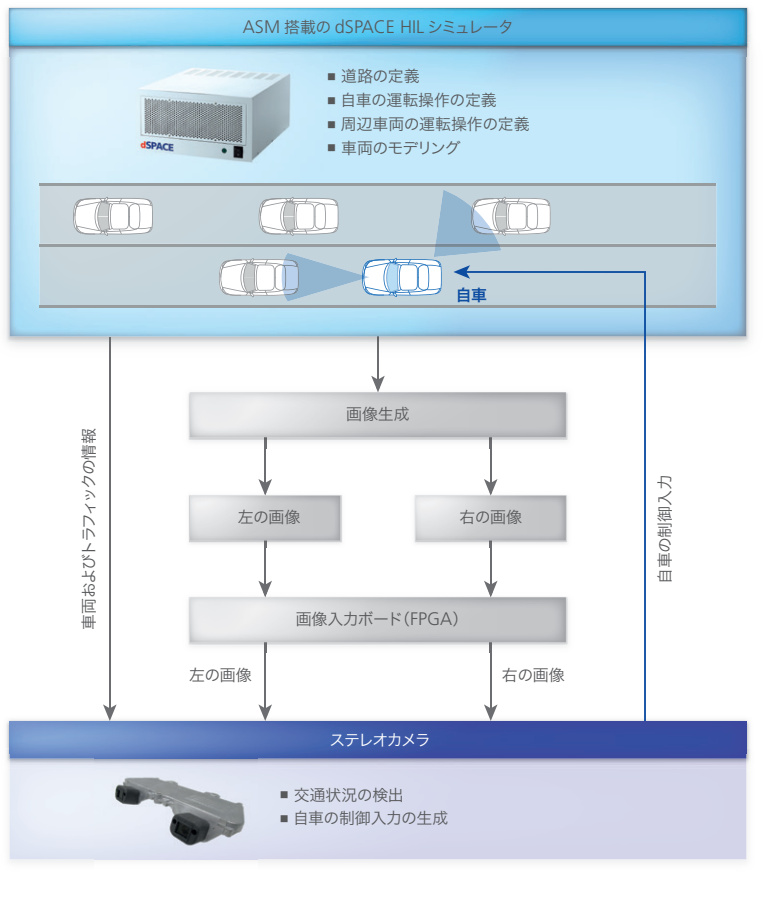


図1：ステレオカメラのテストセットアップ。dSPACE シミュレータで構成されており、トラフィックシナリオを実行します。左右の画像はこのシナリオに基づいて作成され、ステレオカメラに供給されます。

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)



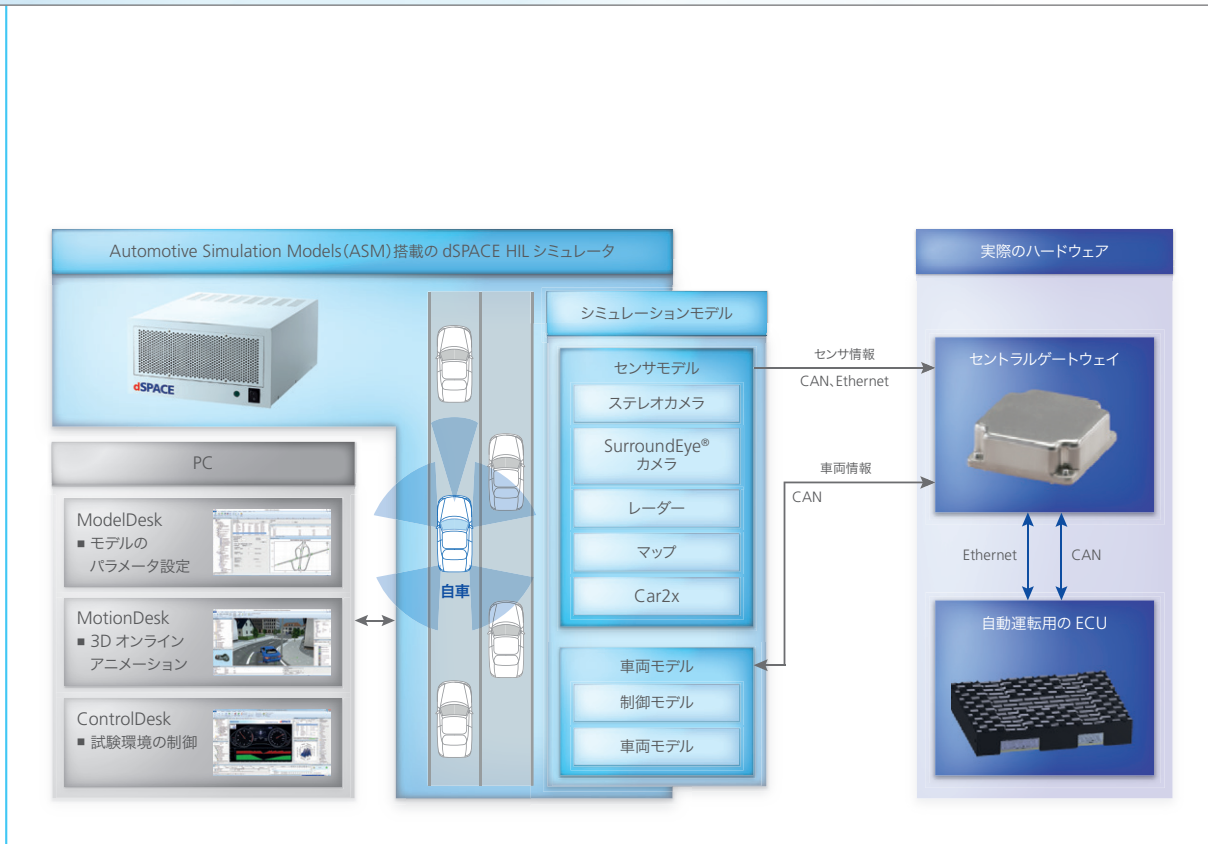


図2：Automotive Simulation Models (ASM) によって作成されたトラフィックシナリオがdSPACE シミュレータ上で実行されています。実際の車載ハードウェアは、このシミュレーションに基づいて判断を下し、dSPACE シミュレータにフィードバックします。

「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)