



Interview with Eshwar Sondhi
Volvo Cars

"ドライビングシミュレータは、私たちの開発プロセスに不可欠な要素です"

ヨーテボリのボルボ・カー社では、新しいソフトウェアやハードウェアのコンポーネントをテストするためにドライビングシミュレータを使用しています。シミュレータは、コンポーネントの機能を主観的に評価することができるため、開発には欠かせないものとなっています。今回は、バーチャルテスト環境チームの解析エンジニアであるEshwar Sondhi氏に、ボルボ・カー社におけるドライビングシミュレータの役割と、開発プロセス全体についてお話を伺いました。

車両に高レベルの安全性、環境性、快適性を求める人が増え続けています。これらのニーズにどのように応えようとしていますか？

ボルボ・カーでは、安全性をすべての開発活動の中心に据えています。過去数年間、私たちは事故などの異常事態を軽減するために数多くのアクティブセーフティシステムを開発してきました。また、車両のボディについても包括的なテストを行い、必要な安全性を確保しています。また、近年では、環境への配慮やサステナビリティにも力を入れています。これは車両の電動化にとどまらず、生産サイクル全体を対象とした取り組みです。現在、私たちはすでに多くのサステナブルな素材を車両に使用しており、また、PHV車と電気自動車の『Recharge』という製品ラインナップを立ち上げました。私たちの目標はカーボンニュートラルになることです。今日や明日には実現しないかもしれませんが、近い将来の現実的な目標です。また、当社のクルマが少しでも使いやすく、快適になるように、常に新しい機能の開発に取り組んでいます。

サプライヤとの間で『バーチャルリリース』のプロセスを設定することで、何か追加のメリットがありましたか？

プロジェクトの初期段階では、サプライヤに実物のプロトタイプや車両を送る代わりに、機能テスト用のバーチャルプロトタイプを提供しています。これは私たちにとって、CarMakerの利用を意味しています。コスト的にも有利ですし、エラー修正や品質向上にも役立ちます。もちろん、最初からすべてが計画通りに動くわけではありませんが、シミュレーションを行うことで、さまざまな部品の組み合わせを試すことができ、開発プロセスの柔軟性を高めることができます。

そのプロセスを設定する上で、どのような課題がありましたか？

このようなOEMとサプライヤの間のプロセスを確立したのは当社が初めてであるため、当初は何を期待していたのかわかりませんでした。そのためには、必要要件を明確にすることが重要でした。その上で、どのような環境とモデルタイプを使用し、どの程度の複雑なモデル

が必要なのかを決定しなければなりません。単純なモデルでは結果が出ませんが、モデルが複雑すぎると環境の安定性に影響を与えます。また、環境の性能や検証への影響も考慮しました。例えば、検証されていない仮想環境があって、それを実車の代わりに使っていないかと聞かれたら？そういったことに答える準備が必要でした。これらの点がクリアになった後は、プロセスを洗練させ、より安定したものにすることに注力しました。

シミュレーションを使うことで、フロントローディングが可能になります。ボルボ・カー社にとって、どの段階で最も役に立っているのでしょうか？

特に初期段階でのエラー検出に役立っています。X軸に時間、Y軸にエラーの数を表したグラフを想像してみてください。開発の初期段階でシミュレーションを行うと、多くのエラーが初期段階で明らかになります。時間の経過とともにグラフは下降線を描きますが、これが本来の姿なのです。最終的な目標は、最高の品質の完成品を作ることです。このシミュレーションプロセスがなければ、エラーのグラフは正反対になってしまうでしょう。Vモデルを見てみると、開発の各段階で異なる目的のためにシミュレーションを実行することが可能になっています。ユニットテストのレベルでは、HILテストを行い、サブコンポーネントが正しく動作しているかどうかを調べることができます。次のレベルでは、これらが他のサブコンポーネントとどのように相互作用するかを確認できます。さらにその上の検証/妥当性確認のレベルでは、一般的に車両がすでに存在していますが、シミュレーションは実世界でのテストを補完する役割を果たし、バーチャルな世界でより多くのことを行うことができます。このように、シミュレーションはあらゆる段階で重要な役割を果たしています。

最新のHILテストにおける最大の課題は何ですか？

HILに関しては様々な課題があります。例えば、ソフトウェアはますます複雑になり、E/Eアーキテクチャやシステム品質も複雑になっています。HILの設定は、複雑なシステムがどれだけ使いやすくなるか、またその目的に基づいて行われます。そこで課題となるのが、シス

テムの複雑さと使いやすさのバランスを取ることです。安定性と使いやすさも重要な要素です。また、システムを様々な構成で組み合わせることができる点も非常に有益です。それから、HILは、反応時間をテストするようなセーフティクリティカルな問題では特に重要です。例えば、バーチャル機能の開発とテストを可能にすることを目的としたDriver-In-the-Loopシステムと組み合わせて使用することができます。

テストシステムを構築する上で、カスタマイズできることは必須条件ですか？

弊社の方針は、リアルタイムシステムであれ、バスシミュレーションシステムであれ、特定のアプリケーションに最適なツールを定めることです。これらの製品を開発しているのはサプライヤですから、この分野のエキスパートはサプライヤだと考えています。当社のHILシステム而言えば、カスタマイズとは、ターンキーソリューションではなく、我々の要求を満たす製品をサプライヤが提供してくれることを意味します。オープンなAPIを使ってシステムに接続し、カスタマイズすることができます。そして、サプライヤのモデルを弊社のシステムに実装するために必要なサポートを受けています。

オープンなHILプラットフォームを実現するためには、どのようなことに気をつけなければならないのでしょうか？

最も重要な点は、ツールの選定です。セットアップの各要素は慎重に選択する必要があります。各コンポーネントがどのように相互作用するか、またHILプラットフォームをどのように簡単にセットアップできるかが非常に重要です。

ボルボ・カー社は「Apply & Innovate 2018」で、探索的なHILテスト用のドライビングシミュレータを発表しました。その後、この分野でどのような進展がありましたか？

2018年は、スタティック（静止プラットフォーム）のドライビングシミュレータを使った探索的なHILテストを発表しました。これは、2つの独立したシステムの強みを、より良い最終製品を得るためのテスト範囲の改善、拡大、改良のためにどのように活用できるかという興味深い研究でした。それ以来、この方法は大き

な成功を収めています。次のステップとして、ダイナミック（9DoFのモーションプラットフォーム）なドライビングシミュレータを連成することにしました。これにより、車のダイナミクスと関連する制御システムの両方を必要とするテストに、「HIL + シミュレータ」の組み合わせが使用されるようになりました。私たちはこのソリューションを常に改良しており、これがより広い範囲をカバーする強力なバーチャル・テスト・ドライビングのプラットフォームになると信じています。

現在の車両開発プロセスにおいて、ドライビングシミュレータはどのような役割を果たしているのでしょうか。

ドライビングシミュレータは、開発の初期段階から不可欠な要素です。テストの目的に応じて、スタティックシミュレータとダイナミックシミュレータのどちらかを使用します。例えば、まだクルマができていないコンセプト段階では、ドライビングシミュレータを使ってさまざまなデザインをテストします。ベースとなるコンセプトから始めて、それを調整して、実際の世界でどのように感じるかをテストすることができます。また、ドライビングシミュレータを使って制御システムを開発することで、アクティブな機能を早い段階で調査し、ある変化をドライバがどのように感じるかを予測することができます。

ということは、ドライビングシミュレータとHILを組み合わせて使うだけではないのですか。

ほとんどの場合、HILシステムとシミュレータはそれぞれ独立して使用されます。しかし、これらを連成すると、パッシブシャーシとそれに組み込まれたアクティブコンポーネントの両方を使うことができます。その場合、独立したシミュレータをHILなしで使用し、パッシブシャーシの設定を行うことができます。また、両方の要素を組み合わせれば、機能開発やテストのソフトウェア側の作業も可能になります。このように、非常に柔軟なシステムになっています。

ドライビングシミュレータを使った開発では、

どの程度作業が簡略化されましたか？

まあ、個人的には仕事が楽になったわけではありませんが（笑）。でも、実際にシミュレータを使ってテストをする人にとっては、非常に助かっています。というも、まず私たちが環境をつくり、それをテストチームに使ってもらうからです。そうすることで、コンセプト段階の早期に機能のイメージをつかみ、実際にクルマに乗るときにゼロから始める必要がないのです。Driver-In-the-Loop（ドライバという非線形の要素を含む）のシステムとはいえ、環境は常に一定ですが、雨などの悪天候の場合はそうはいきません。雨が降っているような悪天候の時には何もできませんから、シミュレータには大きなメリットがあります。

実機のECUをシミュレーション試験に組み込むことの大きなメリットは何でしょうか。

実際のECUのIn-the-Loop統合では、ハードウェアだけでなく、ソフトウェアも含めてすべてが利用可能です。これにより、実際の車両でシステムがどのように反応するかを体感することができます。これは、ドライバの主観が重要な役割を果たす機能開発に非常に有効です。開発者には、単に動作をグラフィカルに見せるだけでは不十分だと思っています。あるシステムがどのように動作するのか、パラメータを調整したときに車両レベルでどのような効果が得られるのかを体験することが重要です。それを客観的に定義できたとしても、主観的な要素がないと重要な部分が欠けてしまいます。そこで、ドライビングシミュレータの出番となるわけです。すべてを完璧に表現できるわけではありませんが、ドライビングシミュレータを使えば、絶対値ではなく一定の範囲を把握することができます。

御社はマルチツールのアプローチを選択し、すべてを自身で統合しました。これにはどのようなメリットとデメリットがあると思いますか？

モジュール式プラットフォームの最大のメリットは、さまざまなコンポーネントをシステムに統

合し、その組み合わせを試すことができる点にあると思います。モジュールは取り外したり、追加したり、周囲のシステムに統合することができます。コンポーネントを統合して、すべてを同時に稼働させるのは複雑だと思われがちです。しかし、私たちにとって、システムを適切なタイミングで立ち上げるのはとても簡単なことでした。異なるサプライヤの異なる部品を使ってシステムを立ち上げたにもかかわらず、ほとんど問題はありませんでした。

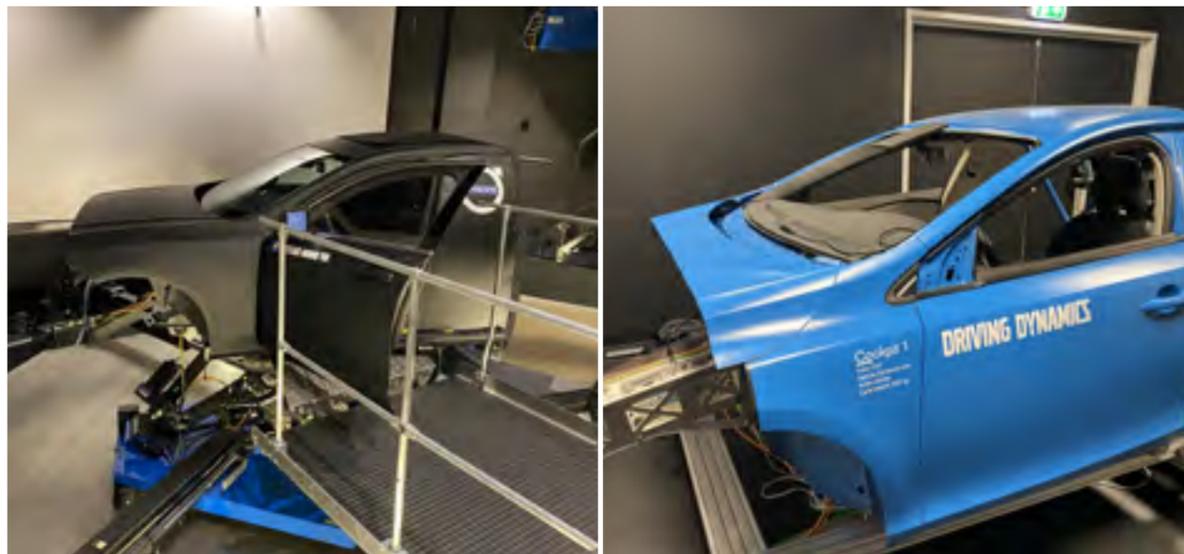
ドライビングシミュレータは、ボルボ・カー社のプロセスや技術にどのような影響を与えましたか？

何よりも、開発期間の短縮につながりました。車両が路上に出る前に、製品やデザインの主観的な感触を得ることができるのも有益です。これにより、作業時間が短縮されただけでなく、品質も向上しました。アクティブシステムがテスト環境に設定されたことで、プロジェクトの早い段階でテストをできるようになり、品質面でも大きな競争力を発揮しています。また、シミュレーションベースのアプローチは、機能追加が容易であるというメリットもあります。機能をテストできる環境があれば、時間を短縮し、より多くの機能を提供し、高品質な製品を保証することができます。

他の部署でも、あなたに倣ってシミュレーションを業務に組み込んだところはありますか、あるいはその予定はありますか？

はい、もちろんです。むしろ、シミュレーションを業務に導入したのは、我々が最初ではないと思います。しかし、CarMakerを導入したのは私たちです（笑）。ボルボ・カーでは、以前からシミュレーションが重要な役割を果たしており、あらゆるレベルで幅広く利用されています。今ではCarMakerを使って、バーチャル・テスト・ドライビングもより頻繁に行われています。

ADASや電動化など、マルチドメインの車両開発において、ドライビングシミュレータの



ヨーテボリのボルボ・カー社に設置されたダイナミック・ドライビングシミュレータ（黒）とスタティック・ドライビングシミュレータ（青）

重要性はさらに高まるのでしょうか？

間違いなく、これは単なる始まりに過ぎません。ADASやAD機能の増加に伴い、ドライバの運転体験を再現することがこれまで以上に重要になっています。例えば、ドライバが20分ほど運転していたとして、突然、車の前に障害物を置いたとします。その時、ドライバがどのように反応し、どのように感じるのかを見たいのですが、それがドライビングシミュレータで実現できるのです。つまり、自動運転や電動化だけではないのです。ドライビングシミュレータは、さまざまなHMIデザイン要素に対する被験者の反応をテストするのにも有効です。シミュレーションには、無限の可能性がありま

ボルボ・カー社のバーチャル・ビークル開発において、あなたの部署が今後どのような仕事をしていくのか、また会社全体でどのように取り組む予定なのか教えてください。

この手の質問は困ってしまうことが多いです（笑）。私たちは、シミュレーションの基礎となる部分を広げていこうとしています。CarMakerの閉ループ環境は、我々にとって非常に有益です。シミュレータの要素がなくても、（つまり仮想ドライバだけでも）バーチャル・テスト・ドライビングができるというのはより重要なメリットとなるでしょう。特に問題になるのは実機での試験ができない場合です。AVのプロトタイプの場合は、法的規制のために路上試験ができないこともある

のですが、そのような場合にはバーチャル・テスト・ドライビングが役立ちます。CarMakerは、CAE、HIL、SILといった当社の環境に欠かせない存在です。私たちは、最終製品を完璧に仕上げるために、様々なレベルでシミュレーションプラットフォームの使用をより強力で推進していきたいと考えています。

沢山の情報をありがとうございました。御社の今後のさらなるご活躍をお祈りしています。

いえいえ。インタビューを受けることができ、光栄に思います。今後も積極的なコラボレーションを続けていきたいと思ひますし、将来が楽しみです。