



Interview mit Eshwar Sondhi
Volvo Cars

„Der Fahrsimulator ist ein wesentlicher Bestandteil unseres Entwicklungsprozesses“

Bei Volvo Cars in Göteborg wird ein Fahrsimulator genutzt, um neue Soft- und Hardwarekomponenten zu testen. Aufgrund der Möglichkeit, die Funktion der Komponenten subjektiv zu bewerten, ist der Simulator dort zu einem unverzichtbaren Entwicklungsbestandteil geworden. Wir haben mit Eshwar Sondhi, Analyseingenieur im Team für virtuelle Testumgebungen, über den Entwicklungsprozess bei Volvo Cars und die Rolle des Fahrsimulators gesprochen.

Die Erwartungen an ein Auto, besonders hinsichtlich Sicherheit, Umweltfreundlichkeit und Komfort, steigen. Wie werden Sie diesen Anforderungen gerecht?

Sicherheit steht bei Volvo Cars bei allen Entwicklungstätigkeiten im Mittelpunkt. Wir haben in den vergangenen Jahren an zahlreichen Systemen für die aktive Sicherheit gearbeitet, um Risiken zu minimieren. Wir führen zudem umfangreiche Tests an der Rohkarosserie durch, um zu gewährleisten, dass diese die notwendige Sicherheit bietet. Außerdem haben wir uns in den vergangenen Jahren stark auf Umweltfreundlichkeit und Nachhaltigkeit konzentriert, wobei wir uns nicht auf die Elektrifizierung beschränken – bei uns betrifft dies den gesamten Produktionszyklus. Schon heute verbauen wir viele nachhaltige Materialien. Wir haben außerdem die Produktlinie „Recharge“ für Plug-in-Hybrid- und Elektrofahrzeuge auf den Markt gebracht. Unser Ziel ist es, CO₂-neutral zu werden – vielleicht noch nicht heute oder morgen, aber in der nahen Zukunft. Zusätzlich statten wir unsere Fahrzeuge stetig mit immer neueren und besseren Funktionen aus, damit sie so benutzerfreundlich und komfortabel wie möglich werden.

Kommt es Ihnen dabei zugute, dass Sie mit Ihren Zulieferern einen virtuellen Release-Prozess eingerichtet haben?

Ja, anstatt den Zulieferern in den frühen Projektphasen reale Prototypen oder Fahrzeuge in der Konzeptionsphase zu schicken, lassen wir ihnen virtuelle Prototypen für Funktionstests zukommen – in unserem Fall sind das CarMaker-Umgebungen. Das ist wirtschaftlich und hilft bei der Fehlerbehebung und Qualitätsverbesserung. Bekanntermaßen funktioniert nicht immer alles direkt von Anfang an wie geplant. Aber mit der Simulation ist es möglich, verschiedene Kombinationen von Komponenten auszuprobieren, was zu einer hohen Flexibilität bei der Entwicklung führt.

Welche Herausforderungen gab es bei der Einrichtung dieses Prozesses?

Da wir zu den Ersten gehören, die so einen Prozess zwischen OEM und Zulieferer eingerichtet haben, wussten wir anfangs nicht genau, was auf uns zukommen würde. Die Definition der Anforderungen war von zentraler Bedeutung. Dann musste

festgelegt werden, welche Umgebung und Modellarten verwendet werden sollen und wie komplex die Modelle sein müssen – einfache Modelle liefern wenige Ergebnisse, während bei sehr komplexen Modellen die Stabilität der Umgebung beeinträchtigt wird.

Es wurden auch Überlegungen hinsichtlich der Performanz der Umgebung sowie zur Validierung angestellt. Was passiert etwa, wenn man eine nicht validierte virtuelle Umgebung hat, und jemand fragt: „Kann ich sie anstelle des echten Fahrzeugs verwenden?“ Darauf sollte man eine Antwort haben. Sobald diese Aspekte geklärt waren, konnten wir anfangen, den Prozess reifer und stabiler zu gestalten.

Durch die Verwendung von Simulation wird Frontloading möglich. In welcher Phase bringt dies bei Volvo Cars den größten Nutzen?

Vor allem bei der Fehlererkennung in frühen Entwicklungsphasen. Stellen wir uns einen Graphen vor: Auf der X-Achse wird die Zeit abgebildet, auf der Y-Achse die Fehlerzahl. Wenn man schon in frühen Entwicklungsphasen simuliert, findet man recht viele Fehler. Diese werden zum Ende der Entwicklungszeit immer weniger – und das muss auch so sein. Man möchte schließlich nicht, dass das fertige Fahrzeug Qualitätsmängel hat. Ohne Simulation verhält es sich mit der Fehleranzahl genau umgekehrt.

Betrachtet man das V-Modell, ist es möglich, die Simulation in jeder Phase für unterschiedliche Zwecke einzusetzen. Im Unit Test Level kann man mithilfe von HIL-Tests herausfinden, ob die Teilkomponente richtig funktioniert. In der nächsten Stufe kann überprüft werden, wie diese mit den anderen Teilkomponenten zusammenspielt. Und noch eine Stufe höher, auf der Verifizierungs-/Validierungsebene, hat man normalerweise schon ein Fahrzeug, aber mit der Simulation kann man reale Tests ergänzen und mehr virtualisieren. Die Simulation ist für uns also auf jeder Ebene wichtig.

Worin liegen die größten Herausforderungen moderner HIL-Tests?

Beim Thema HIL gibt es viele Herausforderungen. Zum Beispiel nimmt die Software-Komplexität immer mehr zu, was auch für die elektrische Architektur oder die Systemqualität gilt. Die Gestaltung des HIL-Testaufbaus richtet sich danach, wie komplex und benutzer-

freundlich das System sein soll und für welchen Einsatzzweck es gedacht ist. Die Herausforderung ist, ein Gleichgewicht zwischen der Komplexität und der Nutzbarkeit des Systems zu finden. Auch die Stabilität und Benutzerfreundlichkeit sind wichtige Punkte.

Es ist sehr hilfreich, dass das System mit verschiedenen Konfigurationen kombiniert werden kann. HIL wird insbesondere auch für sicherheitskritische Fragen wichtig, wenn man Reaktionszeiten überprüfen will. Etwa mit einem Driver-in-the-Loop-System, das die Entwicklung und Prüfung der Funktionsweise auf virtueller Ebene ermöglichen soll.

Ist die individuelle Anpassbarkeit eine Voraussetzung für die Testsystem-Entwicklung?

Wir vertreten die Philosophie, dass wir das beste Tool für jede Anwendung wollen, sei es ein Echtzeitsystem oder ein Bus-Simulationssystem. Wir sind der Meinung, dass der Zulieferer hier die Expertise hat, da er das Produkt entwickelt. Wenn ich von unserem HIL-System spreche, bedeutet Anpassbarkeit, dass wir keine schlüsselfertige Lösung haben; der Zulieferer stellt uns die Produkte entsprechend unserer Anforderungen zur Verfügung. Durch offene APIs können wir uns mit dem System verbinden und es anpassen. Von den Zulieferern bekommen wir dann den Support, deren Modelle in unser System zu implementieren.

Was muss bei der Erstellung einer offenen HIL-Plattform berücksichtigt werden?

Die Zusammenstellung der Tools ist der wichtigste Aspekt, jede Einheit des Aufbaus muss sorgfältig ausgewählt werden. Es ist entscheidend, wie gut die Komponenten interagieren und wie leicht die HIL-Plattform eingerichtet werden kann.

Auf der Apply & Innovate 2018 stellte Volvo Cars einen Fahrsimulator für explorative HIL-Tests vor. Wie hat sich die Thematik seitdem entwickelt?

Im Jahr 2018 haben wir explorative HIL-Tests mit dem statischen (stationäre Plattform) Fahrsimulator vorgestellt. Durch diese interessante Studie haben wir herausgefunden, wie die Stärken zweier unabhängiger Systeme genutzt werden können, um den Prüfraumen zu verbessern, zu erweitern und zu verfeinern, und so die Qualität des

Endprodukts zu steigern. Seitdem hat sich dieser Ansatz als sehr erfolgreich herausgestellt.

Der nächste logische Schritt bestand darin, einen dynamischen (Bewegungsplattform mit neun Freiheitsgraden) Simulator anzuschließen. Dies wiederum führte bei Tests, in denen sowohl die Fahrdynamik, als auch die zugehörigen Steuergeräte untersucht wurden, zu dem Einsatz der „HIL + Simulator“-Kombination. Diese Lösung wird von uns stetig weiterentwickelt, da sie eine leistungsfähige Plattform für virtuelle Fahrversuche bietet und ein weites Spektrum umfasst.

Welche Rolle spielt der Fahrsimulator heute in Ihrem Entwicklungsprozess?

Der Fahrsimulator ist ein wesentlicher Bestandteil unseres Entwicklungsprozesses, und zwar von Beginn an. Je nach Versuchszweck können wir den statischen oder den dynamischen Simulator nutzen. Beispielsweise in den Konzeptphasen, in denen noch kein Auto zur Verfügung steht, testet man mit dem Fahrsimulator verschiedene Konzepte. Man kann mit dem Basis-konzept beginnen und dieses dann weiter abstimmen, um zu testen, wie sich das in der echten Welt anfühlen würde.

Wir verwenden ihn auch für die Regelsystementwicklung, um aktive Funktionen frühzeitig zu untersuchen und um abzuschätzen, wie der Fahrer bestimmte Änderungen empfindet.

Sie setzen den Fahrsimulator also nicht nur kombiniert mit einem HIL ein?

Die meiste Zeit werden das HIL-System und der Simulator unabhängig voneinander eingesetzt. Wenn man sie verbindet, hat man beispielsweise nicht nur das passive Fahrwerk, sondern auch die darin verbauten aktiven Komponenten. Dann kann etwa für die Einstellung des passiven Fahrwerks ein unabhängiger Simulator ohne HIL eingesetzt werden. Wenn beide miteinander kombiniert werden, kann man auch an der softwareseitigen Funktionsentwicklung und -prüfung arbeiten. Damit handelt es sich um ein sehr flexibles System.

Inwiefern hat die Entwicklung mit dem Fahrsimulator Ihre Arbeit erleichtert?

Für mich persönlich ist die Arbeit dadurch nicht leichter geworden (lacht). Für diejenigen, die die Tests mit dem Simulator durchführen, hingegen schon.

Denn wir stellen die Umgebung bereit und dann laden wir das Testteam ein, diese zu nutzen.

Sie haben somit schon in den Konzeptphasen eine Vorstellung davon, wie sich Funktionen anfühlen werden und müssen nicht bei null anfangen, wenn sie im Fahrzeug sind. Obwohl es ja Driver-in-the-Loop ist – man hat also noch das nicht-lineare Element des Fahrers – bleibt die Umgebung immer gleich. Es ist nicht wie bei schlechtem Wetter, beispielsweise Regen. Normalerweise kann man da nicht viel testen. Das ist ein großer Vorteil des Simulators.

Worin liegen die größten Vorteile der Integration realer Steuergeräte bei der Durchführung von Tests am Simulator?

Wenn das tatsächliche Steuergerät „in-the-Loop“ integriert ist, ist praktisch die komplette Hardware und damit auch die entsprechende Software vorhanden. Dann kann man fühlen, wie ein System im tatsächlichen Auto reagieren würde. Das ist bei der Funktionsentwicklung sehr hilfreich, bei der das subjektive Empfinden noch immer eine große Rolle spielt.

Ich denke, dass es nicht ausreicht, den Entwicklern einfach eine graphische Darstellung der Funktionsweise zu zeigen. Man braucht auch dieses Gefühl, wie ein System arbeitet und wie es sich auf Fahrzeugebene auswirkt, wenn Parameter geändert werden. Auch wenn man das objektiv definieren könnte, würde ohne diesen subjektiven Aspekt ein wichtiger Teil fehlen – und eben diesen Teil ermöglicht der Fahrsimulator. Vielleicht wird nicht alles ganz exakt abgebildet, aber mit dem Fahrsimulator versucht man eher, eine gewisse Spanne anstatt eines absoluten Werts zu ermitteln.

Sie haben einen Multi-Tool-Ansatz verwendet und alles selbst integriert. Wo liegen dabei Ihrer Ansicht nach die Vor- und Nachteile?

Ich denke, der größte Vorteil einer modularen Plattform liegt in der möglichen Flexibilität, verschiedene Komponenten in das System zu integrieren und damit zu experimentieren. Module können entfernt, hinzugefügt und in die umliegenden Systeme integriert werden. Es wird oft vermutet, dass es schwierig sei, Komponenten zu integrieren und alles gemeinsam zum Laufen zu bringen. Aber für uns war es ziemlich leicht, das System rechtzeitig

in Betrieb zu nehmen. Obwohl wir die verschiedenen Teile zur Einrichtung des Systems von unterschiedlichen Zulieferern bezogen haben, hatten wir kaum Probleme.

Wie hat der Fahrsimulator die Prozesse und die Technologie bei Volvo Cars beeinflusst?

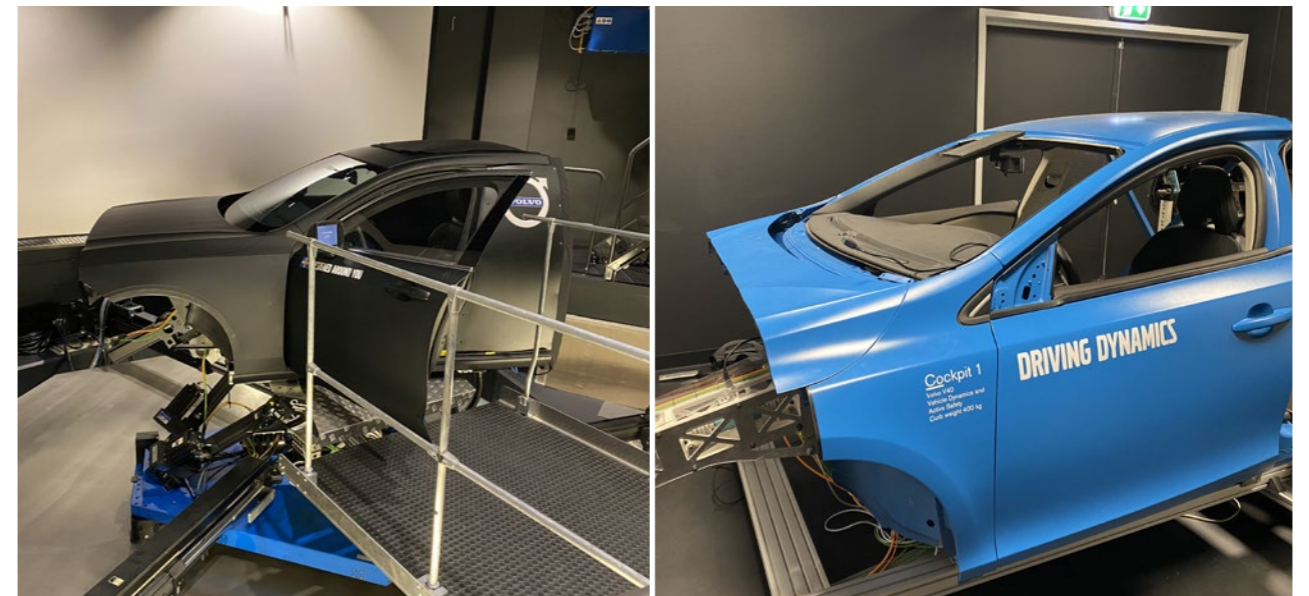
Es wurden vor allem die Entwicklungszeiten reduziert. Vorteilhaft ist auch das subjektive Gefühl für ein Produkt oder ein Konzept, das man bekommt, lange bevor es tatsächlich auf der Straße eingesetzt wird. Wir arbeiten dadurch nicht nur schneller, sondern auch die Qualität hat sich verbessert. Mittlerweile sind auch die aktiven Systeme im Testaufbau eingerichtet, sodass sie in viel früheren Projektphasen getestet werden können. Das verschafft uns einen großen Qualitätsvorsprung. Ein weiterer Vorteil des simulationsbasierten Ansatzes ist, dass es leichter ist, Funktionen hinzuzufügen. Wenn die Umgebung vorhanden ist, in der diese getestet werden können, spart man Zeit, kann mehr Funktionen ergänzen und gleichzeitig die Qualität sichern.

Sind andere Abteilungen Ihrem Beispiel zwischenzeitlich gefolgt und haben die Simulation in größerem Umfang in ihren Arbeitsablauf integriert oder dies geplant?

Ja, in der Tat. Ich glaube nicht, dass wir als erstes die Simulation eingeführt haben. Wir waren aber diejenigen, die CarMaker eingeführt haben (lacht). Die Simulation spielt bei Volvo Cars schon länger eine wichtige Rolle, sie wurde auf allen Ebenen ausgiebig genutzt. Jetzt, mit CarMaker, haben die virtuellen Fahrversuche stark zugenommen.

Werden Fahrsimulatoren bei der Multi-Domain-Fahrzeugentwicklung, beispielsweise für Fahrerassistenzsysteme und Elektrifizierung, eine noch größere Rolle spielen?

Auf jeden Fall, das geht gerade erst richtig los. Durch immer mehr ADAS- und AD-Funktionen ist es wichtiger denn je, das Gefühl des Fahrers nachempfinden zu können. Nehmen wir beispielsweise an, nach 20 Minuten Fahrt platzieren wir plötzlich ein Hindernis direkt vor Ihrem Fahrzeug. Dann wollen wir sehen, wie Sie reagieren und wie Sie sich fühlen – das kann mit einem Fahrsimulator nachempfunden werden. Es geht dabei also nicht nur um autonomes Fahren und Elektrifizierung.



Der dynamische Fahrsimulator (schwarz) und der statische Fahrsimulator (blau) bei Volvo Cars in Göteborg.

Man kann den Fahrsimulator auch nutzen, um zu testen, wie der Fahrer auf verschiedene HMI-Konzepte reagiert. Mit der Simulation hat man unendlich viele Möglichkeiten.

Können Sie uns Einblicke in die zukünftige Arbeit Ihrer Abteilung geben, und dazu, wie Volvo Cars sich in Richtung einer virtuellen Fahrzeugentwicklung bewegen wird?

Diese Art von Fragen bringt mir normalerweise Ärger ein (lacht). Wir versuchen, die Grundlage für die Simulation weiter auszubauen. Einen großen Vorteil bringt uns die Closed-

Loop-Umgebung von CarMaker. Selbst ohne den Simulatoraspekt – also allein mit einem virtuellen Fahrer – hat man den großen Vorteil der virtuellen Fahrversuche, die in den kommenden Jahren immer wichtiger werden. Besonders, wenn der Test nicht im eigentlichen Auto durchgeführt werden kann.

Bei einem autonomen Fahrzeugprototyp etwa könnte es sein, dass man aufgrund gesetzlicher Regelungen nicht im Feldversuch damit fahren darf. Dann braucht man den virtuellen Fahrversuch.

CarMaker spielt hier für uns eine große Rolle und ist ein wesentlicher

Bestandteil unserer Umgebung, sowohl bei CAE, als auch bei HIL und SIL. Wir werden definitiv auch die Nutzung unserer Simulationsplattform auf verschiedenen Ebenen stärker fördern, um eine einwandfreie Qualität des Endprodukts zu erreichen.

Danke für dieses aufschlussreiche Interview. Wir wünschen Ihnen viel Erfolg bei Ihrer weiteren Arbeit.

Gern, es hat Spaß gemacht, über das Thema zu sprechen. Ich hoffe auf eine weitere gute Zusammenarbeit und bin gespannt, was uns die Zukunft bringen wird.