

Fahrkomfort mit KI objektiv bewerten

03/04/2025 Porsche Engineering hat eine KI-basierte Fahrkomfortbewertung entwickelt, die als Ergänzung zu den Bewertungen von menschlichen Experten objektive Resultate liefert und die Entwicklungszeit beschleunigt. Zudem lässt sie sich künftig auch in Serienfahrzeugen einsetzen, um während der Laufzeit Informationen zur Fahrwerk-Performance zu liefern.

Viele Kriterien machen ein gutes Auto aus. Der Fahrkomfort spielt dabei eine Schlüsselrolle – denn von ihm hängen sowohl die Kaufentscheidung für ein bestimmtes Modell als auch die spätere Kundenzufriedenheit unter anderem entscheidend ab. Vor der Markteinführung eines neuen Fahrzeugs führen die Hersteller aus diesem Grund zahlreiche Fahrkomfort-Untersuchungen durch. Auch Porsche Engineering unternimmt im Auftrag von OEMs Versuchs- und Abstimmfahrten, bei denen die verantwortlichen Fahrdynamikingenieurinnen und -ingenieure die Fahrzeuge entsprechend den Herstellervorgaben abstimmen.

„Dabei verfolgen wir das Ziel, bestimmte Eigenschaften wie Komfort oder Sportlichkeit zu optimieren und auf ein mit unserem Kunden abgestimmtes Niveau zu bringen“, berichtet Martin Reichenecker,

Leiter Fachdisziplin Fahrdynamik & Absicherung bei Porsche Engineering. Zu bestimmten Meilensteinen finden gemeinsame Abnahmefahrten statt, bei denen Projektverantwortliche sowie weitere, nicht direkt an der Fahrwerkentwicklung beteiligte Mitarbeitende am Steuer sitzen und sich ein Bild des aktuellen Standes machen.

Dazu zählen beispielsweise Baureihen- beziehungsweise Projektleiterinnen und -leiter oder Managerinnen und Manager des Kunden. Dabei werden Eigenschaften wie Schwingungen der Karosserie, das Wankverhalten des Fahrzeugs, die Reaktion beim Überfahren einer Kante sowie Zittern und Schütteln bewertet. Vor allem Fahrwerk-Schwingungen unterhalb von 35 Hertz sind für das Komfortempfinden relevant.

Allerdings fallen die Bewertungen je nachfahrender Person und deren Fachkenntnissen immer etwas unterschiedlich aus, da die persönlichen Präferenzen und Erfahrungen stark voneinander abweichen können. „Die eine Person bevorzugt möglicherweise eine straffe Abstimmung, während eine andere ein weiches Fahrwerk schätzt. Aus diesem Grund haben wir einen KI-basierten Fahrkomfortbewerter entwickelt, der uns bei der Vorbereitung von Abnahmefahrten unterstützen kann“, erklärt Emmanuel Bogner, Fahrdynamik-Experte bei Porsche Engineering. „Er kann Bewertungen über den aktuellen Stand des Fahrwerks-Setups abgeben, die wir mit den vorgegebenen Zielen unseres Kunden vergleichen können.“

Zu Beginn des Projektes untersuchten Bogner und sein Team, ob eine KI überhaupt in der Lage ist, den Fahrkomfort in ähnlicher Weise, wie ein Mensch dies tun würde, zu bewerten. Die Herausforderung dabei: In das menschliche Empfinden des Fahrkomforts fließen viele Faktoren ein, und es gilt, diese subjektive Bewertung mit objektiven Messdaten zu verknüpfen.

Im ersten Schritt statteten die Entwicklerinnen und Entwickler ein Fahrzeug mit sechs Präzisionsbeschleunigungssensoren aus, die das Schwingungsverhalten des Fahrwerks während zahlreicher Versuchsfahrten auf der 850 Meter langen Komfortstrecke des Testgeländes von Porsche in Weissach aufzeichneten. Die Strecke bietet viele unterschiedliche Straßenbeschaffenheits-Szenarien und erlaubt es dadurch, eine große Varianz in den Messdaten zu erreichen. „Dort treten langwellige und kurzwellige Anregungen durch die Fahrbahn auf, sodass bei den Versuchsfahrten sowohl niedrige als auch hohe Frequenzen gemessen werden konnten“, so Bogner. „Parallel zu den Sensoren habe ich den Fahrkomfort aus meiner persönlichen Sicht bewertet.“ Die Messwerte plus die Bewertungen Bogners dienten als Grundlage für das Training eines neuronalen Netzes. Zunächst wurden die Beschleunigungsmesswerte der Sensoren mithilfe einer Fourier-Transformation in ein Frequenzspektrum überführt.

So war klar erkennbar, in welchen Bereichen während der Fahrt besonders große Schwingungen aufgetreten waren. Dieses Frequenzspektrumdiente dann als Eingangssignal für das neuronale Netz. In zahlreichen Trainingsschleifen lernte es, zwischen den Mustern an seinem Eingang und den Einschätzungen Bogners einen immer besseren Zusammenhang herzustellen. „Die KI war nach dem Training tatsächlich in der Lage, den Fahrkomfort zu bewerten“, berichtet Bogner.

Optimiertes Sensor-Set-Up

Danach begannen Bogner und sein Team damit, das Messtechnik-Set-up zu optimieren, um die Geschwindigkeit und Effizienz der Messungen weiter zu erhöhen. Die ursprünglich eingesetzten Präzisionssensoren ließen sich nur mit großem Aufwand ins Fahrzeug integrieren und erforderten eine langwierige Kalibrierung. Zudem sind diese Art von Sensoren auch für hochfrequente Akustikmessungen einsetzbar: Ihr Messbereich erstreckte sich auf eine Frequenz bis 100.000 Hertz, während bei der Fahrkomfortbewertung Schwingungen unterhalb von 35 Hertz betrachtet werden. Als Alternative setzte das Team preiswertere Sensoren aus dem Motorsport ein und prüfte, ob die Ergebnisse immer noch gut genug für die Fahrkomfortbewertung waren. „Wir kamen mit vier Sensoren aus, angebracht an der Sitzschiene des Fahrers, der B-Säule, dem Dämpferdom und dem Radträger", erklärt Bogner. „Neue Versuchsfahrten zeigten: Das optimierte Set-up lieferte tatsächlich ausreichend gute Messdaten für die KI-basierte Fahrkomfortbewertung."

Derzeit erhält das neuronale Netz zwölf Eingangswerte von den Schwingungssensoren und liefert als Ergebnis eine Tabelle mit zehn Parametern, die das Verhalten des Fahrwerks beschreiben. „Der KI-basierte Fahrkomfortbewerter läuft auf einem normalen PC, man benötigt keinen Hochleistungsrechner", so Bogner. „Das Training dauert maximal einen Tag, während die Auswertung einer Versuchsfahrt schon nach einigen Minuten abgeschlossen ist." Bislang lieferte nur Bogner als menschlicher Bewerter Trainingsdaten für das neuronale Netz, in Zukunft sollen weitere erfahrene Mitarbeitende ihren Input zusammen mit Messdaten aus anderen Fahrzeugen beisteuern, um das Netz weiter zu trainieren und die Ergebnisse zu verbessern. „Anders als bei den Abnahmefahrten sollte es dabei nur zu wenigen Abweichungen bei den subjektiven Bewertungen kommen, weil sich die Meinungen der Profis meistens decken", sagt Bogner.

Neben der Vorbereitung von Abnahmefahrten haben Bogner und sein Team ein weiteres Ziel: Fahrzeuge sollen sich in Zukunft mithilfe des KI-basierten Fahrkomfortbewerters selbst kalibrieren. „Man könnte sie auf einen Prüfstand stellen und immer wieder die gleiche Strecke abfahren", erklärt Reichenecker. „In einem iterativen Prozess ließen sich dann die Fahrwerk-Parameter so lange optimieren, bis der mit dem KI-basierten Fahrkomfortbewerter gemessene Komfort mit den Kundenvorgaben übereinstimmt.

Das könnte komplett automatisch und ohne eine Fahrerin oder einen Fahrer erfolgen." Eine weitere Neuheit wäre der Einsatz des KI basierten Fahrkomfortbewerters in Serienfahrzeugen. Dort könnte er den Komfort und die Performance des Fahrwerks über die Laufzeit kontinuierlich überwachen. So ließe sich der KI-basierte Fahrkomfortbewerter nicht nur als Entwicklungswerkzeug nutzen, um schneller die finale Applikation des Fahrwerks zu erreichen – er wäre auch ein intelligenter Beifahrer des Endkunden, der für ein gleichbleibend hohes Komfortniveau und mehr Sicherheit auf der Straße sorgt.

Info

Text erstmals erschienen im Porsche Engineering Magazin, Ausgabe 2/2024.

Text: Christian Buck

Copyright: Alle in diesem Artikel veröffentlichten Bilder, Videos und Audio-Dateien unterliegen dem Copyright. Eine Reproduktion oder Wiedergabe des Ganzen oder von Teilen ist ohne die schriftliche Genehmigung der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG nicht gestattet. Bitte kontaktieren Sie newsroom@porsche.com für weitere Informationen.

MEDIA ENQUIRIES



Sandro Kälin

Head of Communications Porsche Schweiz AG
+41 41 487 91 16
sandro.kaelin@porsche.ch

Consumption data

Cayenne Turbo E-Hybrid Coupé mit GT-Paket (WLTP)*: Kraftstoffverbrauch gewichtet kombiniert: 5,1 – 4,9 l/100 km; Kraftstoffverbrauch bei entladener Batterie kombiniert: 11,7 – 11,5 l/100 km; Stromverbrauch gewichtet kombiniert: 20,3 – 20,2 kWh/100 km; CO_2-Emissionen gewichtet kombiniert: 116 – 112 g/km; CO_2-Klasse gewichtet kombiniert: D – C; CO_2-Klasse bei entladener Batterie: G

*Further information on the official fuel consumption and the official specific CO_2 emissions of new passenger cars can be found in the "Leitfaden über den Kraftstoffverbrauch, die CO_2-Emissionen und den Stromverbrauch neuer Personenkraftwagen" (Fuel Consumption, CO_2Emissions and Electricity Consumption Guide for New Passenger Cars), which is available free of charge at all sales outlets and from DAT (Deutsche Automobil Treuhand GmbH, Helmuth-Hirth-Str. 1, 73760 Ostfildern-Scharnhausen, www.dat.de).

Link Collection

Link to this article
https://newsroom.porsche.com/de_CH/2025/innovation/porsche-engineering-fahrkomfort-bewerten-kuenstliche-intelligenz-39086.html

External Links
https://newsletter.newsroom.porsche.com/prod/pag/NewsletterNewsroom.nsf/NewsletterActions?ReadForm&action=subscribe&language=PCH-de
https://newsroom.porsche.com/de/innovation/porsche-engineering.html