[PROJEKT.EINBLICK]

AVVA: Spielerisch einen Betrag zur Sicherheit von automatisierten Fahrzeugen leisten

Die fortschreitende Entwicklung autonomer Fahrzeuge (engl. Automated Vehicles – AV) erfordert innovative Ansätze für die Validierung und Zulassung. Herkömmliche Absicherungsmethoden, die auf Realfahrten basieren, stoßen angesichts der kurzen Entwicklungszyklen und der Variantenvielfalt von AVs an ihre Grenzen. Die damit verbundenen hohen Kosten, Sicherheitsrisiken und Emissionen bei Realfahrten sowie das seltene Auftreten kritischer – und daher interessanter – Szenarien sind nur einige der aktuellen Herausforderungen. Mit unserem Forschungsprojekt »Automated Vehicle Validation« – kurz AVVA – wollen wir einen Ansatz für eine Antwort auf einige der Herausforderungen demonstrieren und eine weitere Quelle für Testszenarien bieten.

→ **Kontakt**

Institut für Produktentwicklung (IPEK) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Kaiserstr. 10
Geb. 10.23
76131 Karlsruhe

Mail:
sekretariat@ipek.kit.edu

Web: www.ipek.kit.edu

Durch die Integration von Spielmechanismen in Nicht-Spiel-Umgebungen kann Gamification nachweislich das Engagement der Nutzer und die Datenerfassung in verschiedenen Bereichen verbessern. Das Projekt AVVA des Instituts für Produktentwicklung (IPEK) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) macht sich dieses Konzept zunutze, um einen neuen Ansatz für die Generierung von kritischen und interessanten Szenarien zu bieten.

Dabei fühlt sich AVVA für die Spielerinnen und Spieler wie ein normales Videospiel an. Im Hintergrund wird das aktuelle Spielgeschehen jedoch kontinuierlich auf kritische Szenarien hin überprüft und bei Bedarf aufgezeichnet. In einer virtuellen Umgebung sind verschiedene Levels als Minigames implementiert und bieten der Spielerin oder dem Spieler vielseitige Herausforderungen, die sie nur mit der menschlichen Kreativität lösen können. Dadurch bietet AVVA einen neuen Ansatz, wie kritische Szenarien generiert werden können, und ergänzt bestehende Szenarienkataloge aus Flotten- oder Drohnendaten sowie Unfallstatistiken. Durch die Kombination des Gamification-Ansatzes mit traditionellen Ansätzen kann ein umfassenderes Erprobungskonzept erreicht werden, das die Stärken beider Methoden nutzt und letztlich zu sichereren und zuverlässigeren automatisierten Fahrzeugen führt.

Einleitung

Aktuell gibt es zwei etablierte Ansätze für die Erprobung von automatisierten Fahrzeugen. Fahrversuche auf der Straße oder einem Testgelände erlauben eine Erprobung des Fahrzeugs unter realitätsnahen Bedingungen, sind jedoch mit hohen Kosten und Sicherheitsrisiken verbunden. Virtuelle Simulationen auf der anderen Seite sind leicht zu skalieren und erlauben somit die Ausführung einer hohen Anzahl von Tests in einer kurzen Zeit. Die Glaubwürdigkeit



Abb. 1: AVVA-Spielumgebung bei Dämmerung mit verschlechterten Sichtbedingungen durch die tiefstehende Sonne.

der Ergebnisse muss aber aufgrund der starken Abstraktion in der Modellbildung erst aufwendig nachgewiesen werden. Darüber hinaus weisen sie häufig nicht die Unvorhersehbarkeit und Komplexität realer Interaktionen auf, was zu Lücken in der Absicherung führen kann. Für eine statistisch vollständige Absicherung ist die Aufzeichnung von Millionen von Fahrkilometern erforderlich, um alle für die Prüfung oder Validierung entscheidenden Situationen abzudecken.

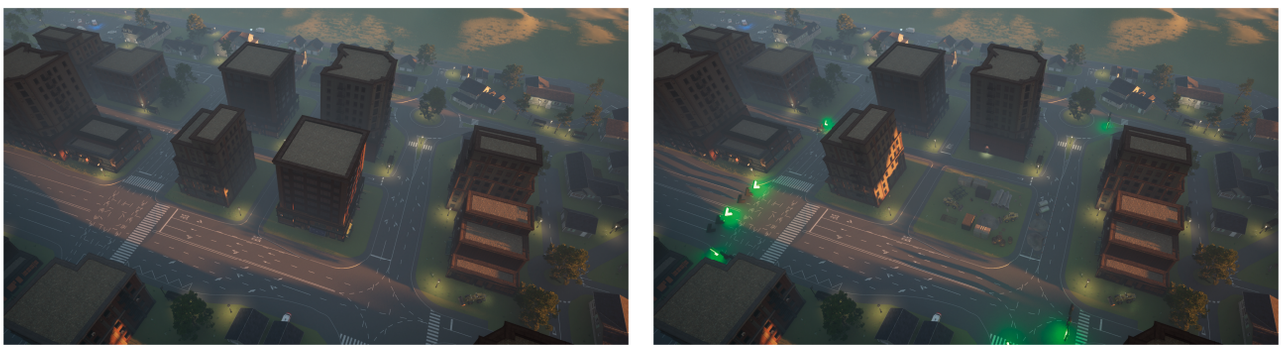
Um diese Lücken zu schließen, sind einige Forschende dazu übergegangen, synthetische Daten zu erzeugen, um die Datensätze zu erweitern und die Abdeckung der Szenarien zu verbessern. Diese Methode kann zwar die Abdeckung von Szenarien künstlich erhöhen, ohne dass umfangreiche reale Daten gesammelt werden müssen, bringt aber auch eine Reihe von Herausforderungen mit sich.

Ein Hauptproblem bei synthetischen Daten ist die Validierung ihrer Authentizität und Sinnhaftigkeit. Es muss sichergestellt werden, dass die generierten Daten die realen Bedingungen genau genug abbilden, da auch kleine Abweichung zu einem fehlerhaften Training beispielsweise von Algorithmen zur Sensorauswertung (Perzeption) führen kann. Außerdem besteht ein erhebliches Risiko, dass Verzerrungen in die Daten einfließen, und das Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI), beispielsweise künstliche neuronale Netze, mit manchen Situationen besser zurechtkommen als mit anderen, oder manche Objekte schlichtweg nicht erkannt werden.

»

Fahrversuche auf der Straße sind mit hohen Kosten und Sicherheitsrisiken verbunden. Virtuelle Simulationen weisen häufig nicht die Unvorhersehbarkeit und Komplexität realer Interaktionen auf. Der Gamification-Ansatz von AVVA bietet eine neuartige Lösung, indem er die menschliche Kreativität einsetzt, um eine hohe Vielfalt von Szenarien zu erzeugen.«

Vor diesem Hintergrund bietet der Gamification-Ansatz von AVVA eine neuartige Lösung, indem er die menschliche Kreativität einsetzt, um eine hohe Vielfalt von Szenarien zu erzeugen. Diese Methode reichert nicht nur den Szenarienkatalog mit vielfältigen und komplexen Daten an, sondern spiegelt auch die reale Variabilität der individuellen Entscheidungen der Spielerinnen und Spieler bzw. virtuellen Fahrerinnen und Fahrer. Durch das Schließen dieser Lücke, die sowohl durch reale Tests als auch durch die Generierung synthetischer Daten entstehen, verbessert AVVA die Sicherheit von automatisierten Fahrzeugen.



(a) **(b)**

Abb. 2: Basiskonfiguration des Innenstadtbereichs (a) und abgewandelte Form mit Markierungen und Baustelle (b).

Spielgestaltung und Zielsetzung

Das Hauptziel von AVVA ist es, die Gesellschaft mit in die Szenarioerzeugung und somit den Validierungsprozess von automatisierten Fahrzeugen einzubinden. Das Spiel soll kurzweilig und unterhaltsam sein und daher eine große Anzahl von Spielerinnen und Spieler mit unterschiedlichem Hintergrund anziehen, von denen jede und jeder durch einzigartige Entscheidungen und Spielstile zum Datenpool beiträgt. Dieser Ansatz reduziert nicht nur erheblich den Aufwand und die Kosten, die mit einer Datenerhebung auf der Straße verbunden sind, sondern vermeidet auch die potenziellen Verzerrungen und Einschränkungen synthetischer Daten. Die Interaktionen zwischen den Spielerinnen und Spielern innerhalb des Spiels simulieren das reale Fahrverhalten besser als Daten, die durch geplante Szenarien oder Simulationen generiert werden, und liefern so einen reichhaltigen, menschenzentrierten Datensatz.

> »Die Interaktionen zwischen Spielerinnen und Spielern simulieren das reale Fahrverhalten und liefern so einen reichhaltigen, menschenzentrierten Datensatz.«

Für eine möglichst kleine Einstiegshürde bei den Spielenden wurde AVVA so konzipiert, dass es sich im »Look and Feel« gängigen Videospielen ähnelt. Die Spielumgebung, In-Game-Herausforderungen und Mechanismen des Spiels sind nicht nur zur Unterhaltung gedacht, sondern auch zur subtilen Integration von Basisszenarien, die für die Erprobung von automatisierten Fahrzeugen entscheidend sind. Dieser Ansatz stellt sicher, dass mit AVVA ein hoher Anteil wertvoller Daten gesammelt wird, und es gleichzeitig ständig wechselnde Herausforderungen für die Spielenden gibt.

Um eine Umgebung für jeden Spielertyp zu schaffen, gibt es derzeit zwei Spielmodi, zwischen denen jederzeit gewechselt werden kann. Die Spieler beginnen im »Freeroam«-Spielmodus, in dem ihnen kein Ziel und keine Aufgabe vorgegeben wird. Sie können daher frei fahren und die Umgebung erkunden, wie sie wollen. Dies ermutigt die Spieler, mit dem Spiel zu experimentieren. Im zweiten Spielmodus werden die Spielerinnen und Spieler zur Lösung der Basisszenarien durch kleine Minispiele motiviert, die in die Open-World-Umgebung mit Triggern integriert sind. So kann in der Innenstadt z.B. ein Rettungsgassen-Simulator gestartet werden, in dem die Spieler versuchen müssen, einen Rettungswagen in einer engen Straße überholen zu lassen, ohne sich selbst oder andere Spieler zu gefährden.

Um den Realismus und die Datenvielfalt zu erhöhen, gibt es eine Auswahl von Umgebungsbedingungen, die sich während des Spielens verändern. So ändert sich z.B. das Wetter oder die Tageszeit. Abgesehen von veränderten Sichtverhältnissen werden auch die Fahreigenschaften der Fahrzeuge auf einer nassen oder verschneiten Fahrbahn verändert. Zusätzlich werden Baustellen mit notwendigen Umfahrungen dynamisch in das Spielgeschehen eingebettet.

Das Spiel nutzt als Unterbau die »Unreal Engine 5«, und stellt die Basis für die Minispiele bereit. Viele Grundfunktionen, wie beispielsweise der Szenariorekorder oder die Bedienoberfläche, lassen sich so einfach für mehrere Minispiele wiederverwenden.

Ein wesentlicher Grundsatz von AVVA ist das offene Spielkonzept. Die Spielerinnen und Spieler werden nicht auf starre Aufgaben oder vordefinierte Pfade beschränkt, sondern haben die Freiheit, eine Vielzahl von Rollen innerhalb der Spielumgebung



Abb. 3: Cut-In Minispiel: Ziel dieses Minispiels ist es, möglichst viele Diamanten vor KI-gesteuerten Verkehrsteilnehmern einzusammeln. Da der Verkehr fließend ist, muss die Spielerin oder der Spieler knapp vor den KI-gesteuerten Verkehrsteilnehmern einscheren und erzeugt somit potentiell kritische Szenarien.

einzunehmen. Ob sie sich als Autofahrer durch die Stadt bewegen, unter hohem Druck als Rettungswagenfahrer agieren oder die städtische Umgebung als Fußgänger erleben – jede Option bietet einzigartige Herausforderungen und Missionen. Diese Freiheit ermöglicht die unvorhersehbare Natur des realen Fahrens, und erlaubt, dass einzigartige Szenarien im Spielablauf geschehen.

Das Spiel bietet den Spielerinnen und Spielern Anreize durch ein dynamisches Punktesystem, bei dem der erfolgreiche Abschluss von Missionen nicht nur den Fortschritt fördert, sondern auch zusätzliche Anpassungsoptionen freischaltet. Diese Belohnungen können vom Tuning sowie der Lackierung ihrer Fahrzeuge bis hin zur Gestaltung eines persönlichen Avatars reichen. Solche Funktionen erhöhen die intrinsische Motivation der Spielerinnen und Spieler, sich länger mit dem Spiel zu beschäftigen, wodurch der Datensatz kontinuierlich mit vielfältigen und komplexen Fahrdaten angereichert wird.

Aufzeichnung der kritischen Szenarien

Bei der Entwicklung von AVVA war es den Forschenden wichtig, den Spaß an erste Stelle zu setzen und die interessanten Szenarien im Hintergrund aufzuzeichnen. Während die Spielerin oder der Spieler durch verschiedene Minispiele navigiert, erfasst das Spiel umfassend alle relevanten Daten im Hintergrund. Dazu gehören statische Elemente wie die Geometrie der Straßen und Fahrspuren, Fahrbahnmarkierungen und Merkmale wie Verkehrssignale. Aber auch dynamische Elemente wie die Art und Größe von Objekten, ihre IDs, Bezugsrahmen, Richtungen, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen werden erfasst. All diese Daten werden automatisch in einem gewünschten Standard und Format, wie beispielsweise dem ASAM-Standard OSI (Open Simulation Interface) gespeichert. Dadurch entsteht ein detaillierter, annotierter Datensatz, der die Komplexität realer Umgebungen widerspiegelt, ohne die Leistung des Spiels oder die zugrunde liegende Spiel-Engine zu belasten.

Zukünftige Entwicklung und Kooperationen

Wir entwickeln AVVA mit der Vision, eine umfassende virtuelle Umgebung zu schaffen, die viele verschiedene Straßentypen und mögliche Verkehrsteilnehmer abbildet. Unser Ziel ist es, die Möglichkeit zu eröffnen, dass jede denkbare Situation, egal wie selten sie in der realen Welt ist, innerhalb unserer Anwendung reproduziert werden kann, um zu unseren Datensätzen beizutragen. Durch die Simulation einer Vielzahl von kritischen Szenarien, Straßenbedingungen und unterschiedlichem Spielerverhalten wollen wir AVVA als ein wesentliches Instrument bei der Erstellung von Szenarienkatalogen etablie-



Abb. 4: Der Screenshot zeigt eine Kreuzung in der virtuellen Umgebung. Die Spielerinnen und Spieler können beispielsweise die Rollen des PKWs, Krankenwagens, Baggers oder Fußgängers einnehmen.

ren. Die weitläufige Spielumgebung in Kombination mit dem adaptiven Gameplay und den realistischen Szenarien stellt sicher, dass AVVA eine robuste Plattform für die Erstellung von Szenarien für die zielgerichtete Erprobung von automatisierten Fahrzeugen bietet, die die Komplexität der realen Welt so gut wie möglich widerspiegelt.

> Wir laden interessierte Partnerinnen und Partner ein, mit uns zusammenzuarbeiten, um die Fähigkeiten von AVVA zu erweitern, sei es durch Datenaustausch, Forschung oder neue Ideen für Minispiele.«

Angesichts des ehrgeizigen Umfangs dieses Projekts sind wir auf die aktive Mitgestaltung anderer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Unternehmen und Start-Ups angewiesen. Wir laden interessierte Partnerinnen und Partner ein, mit uns zusammenzuarbeiten, um die Fähigkeiten von AVVA zu erweitern, sei es durch Datenaustausch, Forschung oder neue Ideen für Minispiele.

Darüber hinaus sind wir in der Lage, maßgeschneiderte Spielumgebungen, Szenarien und Minispiele für diejenigen zu entwerfen und zu entwickeln, die AVVA als Testwerkzeug einsetzen möchten. Durch unsere Zusammenarbeit können wir eine dynamische, sich entwickelnde Plattform schaffen, die die Entwicklung sicherer und zuverlässiger automatisierter Fahrzeuge beschleunigt.

Fazit

Zusammenfassend stellt AVVA einen neuen Ansatz für die Generierung von kritischen Szenarien für die zielgerichtete Erprobung von automatisierten Fahrzeugen dar. Gamification bietet die Möglichkeit, die menschliche Kreativität einzusetzen und eine neue Datenquelle für kritische Szenarien zu erschließen.

Die Nachbildung realistischer Fahrherausforderungen in unterhaltsamen Gameplay gewährleistet die Sammlung hochwertiger, szenariobasierter Datensätze, die die Variabilität der realen Welt in einem hohen Grad widerspiegeln. Dieser neuartige Ansatz minimiert nicht nur die Kosten und Sicherheitsrisiken herkömmlicher Testmethoden, sondern steigert auch die Effizienz des Validierungsprozesses und trägt zu einer Erhöhten Sicherheit von automatisierten Fahrzeugen bei. ■