



Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Teil I - Kurzbericht

Vorhabenbezeichnung: **Artificial Intelligence enhancing vehicle vision in low visibility conditions**

Teilvorhaben: **Physikbasiertes Rendern von Verkehrssituationen bei Schlechtwetter**

Zuwendungsempfänger: **ILM**

Förderkennzeichen: **16ME0344**

Laufzeit des Vorhabens: **01.06.2021 bis 31.12.2024**

Erstellungsdatum: **28.04.2025**



Dokumenteninformation

Autoren

Dominik Reitzle

Manuel Petzi

Johannes Mäder

André Liemert

Alwin Kienle

Förderung

Ko-labeliertes PENTA und EURIPIDES² Projekt befürwortet von EUREKA

Gefördert von:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG)

Business Finland

National Research Council of Canada Industrial Research Assistance Program (NRC IRAP)

Kontakt

Prof. Dr. Alwin Kienle

Institut für Lasertechnologien in der Medizin und Meßtechnik an der Universität Ulm

Helmholtzstraße 12

89081 Ulm

Tel.: 0731 1429 224

Fax: 0731 1429 442

Email: alwin.kienle@ilm-ulm.de



Kurzbericht

Das Projekt AI-SEE ist ein Verbundprojekt zur Entwicklung eines neuartigen, robusten Sensorsystems, das durch künstliche Intelligenz (KI) unterstützt wird und automatisiertes Fahren unter variablen Verkehrs- und Wetterbedingungen ermöglichen soll. Ziel war es, durch die Kombination von Hardware- und Software-Entwicklung die Perception-Systeme im Automobil über den Stand der Technik hinaus zu verbessern.

Das ILM war hierbei im Wesentlichen am von Ansys geführten Arbeitspaket 5 des Projekts beteiligt (siehe Abbildung 1), bei dem die Generierung vollsynthetischer Daten sowie die Sensordatenaugmentierung weiter erforscht werden sollte. Hierzu wurden zwei unterschiedlichen Workflows erarbeitet. Im ersten, der als „magnifier glass workflow“ bezeichnet wurde, wurden FIFTY2 PreonLab und Ansys Speos für eine vollständige Simulation von Schlechtwetterdaten verwendet. Dieser workflow liefert qualitativ hochwertige Daten, ist aber rechenintensiv und kann die für das Training von KI-Systemen erforderliche Datenmenge nicht erzeugen. Der zweite Arbeitsablauf, der so genannte „large scale workflow“, verwendet stattdessen Augmentierungstechniken zur Vorhersage von Schlechtwetterdaten aus Klarwetterdaten, die sowohl bei Messkampagnen als auch bei Simulationen viel leichter zu beschaffen sind. Dieser workflow kann potenziell eine viel größere Datenmenge erzeugen als der magnifier glass workflow, stellt aber einen Kompromiss in Bezug auf die Genauigkeit dar, der dann unter Verwendung beider Arbeitsabläufe für dieselben Bedingungen quantifiziert werden kann.

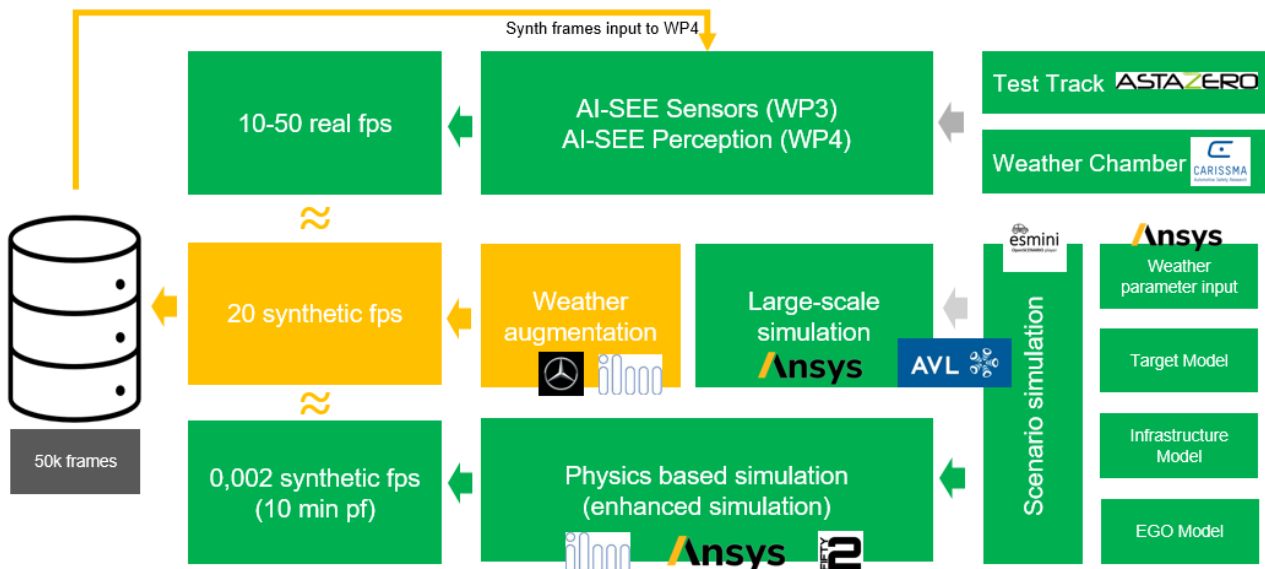


Abbildung 1: Übersicht des Arbeitspakets 5 des Projekts.



Das ILM war insbesondere für die Unterarbeitspakete 5.2 und 5.4 verantwortlich. In Arbeitspaket 5.2 sollten vor Allem neue analytische Lösungen und numerische Algorithmen auf der Grundlage der Strahlungstransporttheorie gefunden werden, die zur Verbesserung des Augmentierungsprozesses erforderlich sind. Dieses Arbeitspaket konnte weitgehend unabhängig bearbeitet werden. Basierend auf der Neumann-Reihenlösung der Strahlungstransportgleichung und der Vektor-Strahlungstransportgleichung im unendlichen Medium konnte eine Reihe neuer analytischer Lösungen für einzelne Terme gefunden werden. Für alle Lösungen wurden entsprechende numerische Lösungen auf Basis der Monte Carlo Methode implementiert und die Lösungen gegeneinander verifiziert. Für die Anwendung in Arbeitspaket 5.4 wurden auch die physikalischen Eigenschaften der beteiligten Medien, insbesondere Nebel und Regen, untersucht und berechnet. Zusätzlich wurde ein neues 3D-Goniometer zur Messung der Reflexions- und Streueigenschaften von Oberflächen auf Basis eines Roboters aufgebaut.

In Arbeitspaket 5.4 sollten die erarbeiteten analytischen Lösungen und Algorithmen dann zu Augmentierung von Sensordaten abgewendet werden. Hierbei ergab sich im Laufe des Projekts ein Fokus insbesondere auf die Augmentierung von Kamera- und Lidardaten für diverse Arten von Nebel. Die Augmentierungsalgorithmen sollten dabei sowohl auf Daten aus Messkampagnen als auch auf synthetische Daten (z.B. aus dem magnifier glass workflow) anwendbar sein. Daher durften als Eingangsdaten lediglich solche verwendet werden, die in beiden Szenarien verfügbar sind. Diese Arbeiten wurden in kontinuierlichem Austausch mit den Projektpartnern, insbesondere Ansys als Leiter des Arbeitspakets sowie Mercedes-Benz und AVL, in Form von regelmäßigen online-meetings und mehrerer workshops in Präsenz, durchgeführt. Für die Augmentierung von Kameradaten konnte auf Vorarbeiten von Mercedes-Benz aufgebaut werden. Die Qualität der augmentierten Daten wurde wesentlich verbessert. Zusätzlich konnten durch die Integration der stationären Lösungen der Strahlungstransportgleichung Lichtquellen physikbasiert berücksichtigt werden. Dieser Augmentierungsalgorithmus wurde dabei sowohl auf Messdaten von Mercedes-Benz als auch auf synthetische Daten von Ansys angewendet. Bei der Untersuchung der Augmentierung von Lidar-Daten wurde festgestellt, dass Lidar-Punktwolken nicht mehr genügend Information für eine Augmentierung beinhalten. Daher wurden Augmentierungsalgorithmen für die zeitabhängigen Detektorsignale entwickelt. Es wurden zwei Algorithmen implementiert, einer auf Basis der zeitabhängigen analytischen Lösungen bis zur Zweifachstreuung und ein zweiter auf Basis der implementierten Monte Carlo Solver, der beliebig viele Streuakte berechnen kann, sofern höhere Ordnungen für das finale Detektorsignal relevant sind. Bedingt durch die Insolvenz der Ibeo GmbH wurden diese Algorithmen nur auf synthetische Daten angewendet, die von Ansys bereitgestellt wurden.