

Hochautomatisierte Assistenzfunktionen für Offroad-Szenarien

Unbemannte Landfahrzeuge (UGV) erlauben eine Reduktion der Gefährdung und kognitiven Belastung des Soldaten im Einsatz. Zur Evaluierung des aktuellen Stands der Technik wird alle zwei Jahre die Military European Land Robot Trial (M-ELROB) veranstaltet. Die UniBw München war auf der M-ELROB 2016 mit den Fahrzeugen TULF und MuCAR-3 in den Szenarien Konvoi und Mule vertreten.

Die Szenarien der M-ELROB sind aus Militär- und Katastrophenschutzperspektive motiviert. Sie umfassen u. a. die unbemannte Aufklärung in beschädigten Gebäuden, die Bergung von Verletzten oder den fahrerlosen Lastentransport im Konvoi und entlang eingelernter Wegstrecken (Mule). Bei diesem Fähigkeitsvergleich von Robotikplattformen geht es den Veranstaltern jedoch weniger um die Kürung eines Siegers, sondern vielmehr um das Aufzeigen der aktuellen Möglichkeiten aber auch der Grenzen in realen Szenarien. Bei der M-ELROB 2016 auf dem Katastrophensplatz Tritolwerk in Österreich waren nur die beiden genannten Transportszenarien für größere Versuchsträger geeignet.

Das Institut für Technik Autonomer Systeme der Universität der Bundeswehr München (UniBw M) war mit dem eigenen Fahrzeug MuCAR-3 in beiden Szenarien und als Teil des Teams Smart Military Vehicles (SMV, mit Diehl Defence und Hentschel System) mit dem Fahrzeug TULF im Konvoi vertreten. Große Teile der verwendeten Algorithmen wurden im Rahmen von BAAINBw-Studien entwickelt.



Abb. 1: Konvoi-Szenario der M-ELROB 2016: Luftbild des Wettbewerbsgeländes mit gefahrenem Weg (blau), Wegpunkten mit vorgegebener Reihenfolge (gelb) sowie kartierten Gefahrguttabellen (orange)



Abb. 2: TULF (Technologieträger unbemanntes Landfahrzeug) stoppt vor einem dynamischen Hindernis im Konvoi-Szenario. Die für das automatisierte Folgen genutzten Sensoren sind beschriftet

Im ersten Szenario musste ein Konvoi einen Parcours über Wiesen, Feld- und Schotterwege absolvieren (Abb. 1). Der Fahrer des Führungsfahrzeugs erhielt dazu eine Karte mit Wegpunkten, die in der korrekten Reihenfolge passiert werden mussten. Die Versuchsträger sind hierzu mit diversen Sensoren ausgestattet (Abb. 2 und 4), die in den Algorithmen zum Tracking (Detektion und Verfolgung) des Führungsfahrzeugs verwendet werden. Ein modellbasiertes Tracking nutzt bekannte 3D-Fahrzeugmodelle zum Abgleich mit Kamera- und LiDAR-Daten. Ein weiterer Algorithmus arbeitet auf 3D-Punktwolken. Darüber hinaus stellen seriennahe Radar- und LiDAR-Sensoren mehrere Objekthypothesen zur Verfügung. All diese Informationen werden zur Robustheitssteigerung von einer nachgelagerten objektbasierten Datenfusion (OBDF) (Abb. 3) verarbeitet. Daraus wird eine Spur für die automatisierte Quer- und Längsführung des Fahrzeugs erzeugt, die anschließend über ein Drive-by-Wire System eingeregelt wird.

Bei TULF (Abb. 2) kommen die gleichen Softwaremodule zum Fahrzeug-Tracking sowie die OBDF zum Einsatz. Zusätzlich werden hier Positionsinformationen aus einer Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation verwendet, welche vor allem bei Sichtverlust von großem Vorteil sind. MuCAR-3 erreichte im Wettbewerb ohne manuelle Eingriffe den ersten Platz, TULF war zweitplatziert. Die Bewertung erfolgte anhand der auto-

nom gefahrenen Strecke sowie einer Nebenaufgabe aus dem Bereich Aufklärung („Finde orange Gefahrguttabellen, kartiere diese und liefere Bilder ab“).

Das zweite Szenario, Mule, gliedert sich in zwei Phasen: im ersten Teil erlernt und kartiert ein autonomes Fahrzeug einen Weg zwischen zwei Lagern (engl. Teach-In, Abb. 4). Im zweiten Schritt pendelt das Fahrzeug wiederholt autonom zwischen den Lagern (engl. Shuttle). Für das Teach-In kommt eine auf die Detektion von Personen optimierte Version des LiDAR-Trackings zum Einsatz. Während das Fahrzeug zwischen den Lagern pendelt, werden vom Veranstalter immer wieder einzelne Teile der Wegstrecke blockiert. Dies macht das implementierte Verhalten komplex, da das Fahrzeug eigenständig alternative Wege finden muss. Daher liegt die Herausforderung im Mule vorwiegend im Bereich der Planungs- und Navigationsalgorithmen sowie in der Erkennung befahrbaren Terrains. Die Bewertung erfolgte analog zum Konvoi. MuCAR-3 konnte hier am häufigsten pendeln und damit den ersten Platz vor dem Team SMV und vier weiteren Teams belegen.

In Zukunft wird zur Unterstützung der LiDAR-Technik verstärkt die Nutzung von Stereokameras in Verbindung mit Hyperspektralkameras untersucht, welche die Bestimmung der Materialeigenschaft von erkannten Hindernissen erlauben.

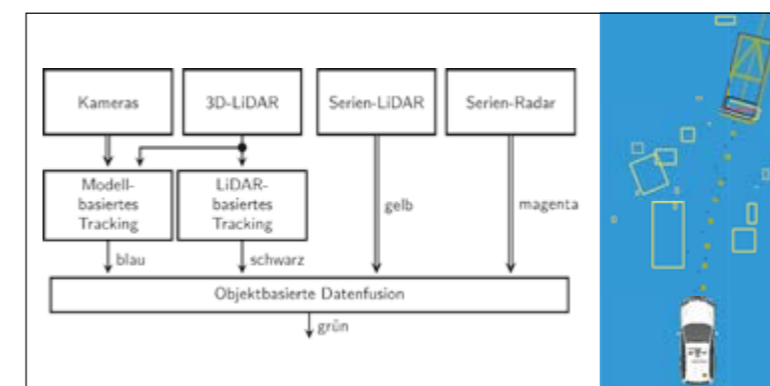


Abb. 3: Objektbasierte Datenfusion im Konvoi-Szenario: Schematische Übersicht des Datenflusses (links) sowie eine beispielhafte Szene mit Visualisierung der Tracking-Ergebnisse inklusive Spur des Führungsfahrzeugs (rechts)



Abb. 4: Teach-In-Phase des Mule-Szenarios: MuCAR-3 folgt automatisch einer Person. Die in den Szenarien verwendeten Sensoren sind beschriftet