

# SIMPAS

Simulation autonomer Fahrzeugsteuerung auf Basis passiver Lokalisation

|                                 |   |                        |               |
|---------------------------------|---|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | FORTE, FORTE, FORTE - Kooperative F&E-Projekte 2021/2022  | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.01.2023  | <b>Projektende</b>     | 30.06.2025    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2023 - 2025   | <b>Projektlaufzeit</b> | 30 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | militärisches autonomes Fahren; Geländefahren; passive Lokalisierung und Navigation; Simulation |                        |               |

## Projektbeschreibung

Das Ziel des Projekts SIMPAS – „Simulation autonomer Fahrzeugsteuerung auf Basis passiver Lokalisation“ ist die Entwicklung von Fahrzeugsteuralgorithmen für autonomes militärisches Fahren im taktischen Gelände mit infrastrukturloser, passiver Sensorik und deren Validierung in Simulationen.

Motivation für eine verstärkte Hinwendung auch zu autonomen Landsystemen sind die große Bedeutung des Personenschutzes aber auch weitere Argumente wie etwa demographische Entwicklungen mit Schwierigkeiten für die erforderlichen Mannschaftsstärken der Streitkräfte.

Für fahrerlose Systeme im taktischen Gelände sind auch heute noch viele Forschungsfragen offen. SIMPAS leistet dazu einen substantiellen Beitrag und wird einen validierten digitalen Zwilling eines solchen Fahrzeugs erstellen. Ein militärisches Fahrzeug darf vom Gegner nicht erkannt werden und muss sich automatisiert in hochgradig unstrukturiertem Gelände bewegen. SIMPAS baut auf den Ergebnissen für passive Lokalisation und Navigation des FORTE Projekts PALONA auf und schafft Synergien zum Simulationsframework des FORTE Projekts MOSKITO. Technologien zum automatisierten Fahren unter den genannten Bedingungen sind bislang nicht verfügbar. Entsprechende Algorithmen werden in SIMPAS designt, implementiert und erprobt, wobei Erprobungen in Computersimulationen stattfinden werden. Österreichische Wirtschaftspartner im Projektteam sind der Fahrzeughersteller Achleitner und PRT Computersteuerungen, die später eine nachhaltige österreichische Verwertung der Projektergebnisse ermöglichen können. Achleitner bringt Expertise über einschlägige Fahrzeuge und Fahrzeugdaten ins Projekt ein, PRT verfügt über Kompetenz bei der Implementierung von Computersteuerungen.

Projektziel ist also ein in Computersimulationen validierter digitaler Zwilling eines autonomen militärischen geländegängigen Fahrzeugs mit passiven Systemen, eine solide Basis für die spätere Erstellung eines automatisierten militärischen 20 ft. Container Trucks, mit größtmöglicher österreichischer Verwertung der Projektergebnisse. Weiters schafft dies Möglichkeiten einer späteren Beteiligung an größeren Forschungsprojekten auf europäischer Ebene. Die Projektziele stellen herausragende technische Innovationen dar, weder Algorithmik noch Fahrzeugkonfigurationen existieren bislang für die genannten Anforderungen. Zivile Lösungen entsprechen den militärischen Anforderungen bei weitem nicht.

Unmittelbare Ergebnisse von SIMPAS sind validierte Steuerungs- und Navigationsalgorithmen für die genannten Bedingungen sowie die Verfügbarkeit einer digitalisierten geeigneten Fahrzeugkonfiguration. Weiters sind

Absicherungsalgorithmen generiert, die die Korrektheit der autonomen Steuerung überprüfen und gegebenenfalls Notfallmaßnahmen auslösen. Nach einer ersten Softwareimplementierung werden die Algorithmen in einer Computersimulation getestet. Eingabeparameter und Steuerungsalgorithmen werden optimiert und das Ergebnis validiert. Das Projekt SIMPAS stärkt die wissenschaftlichen Kompetenz von JR und TUG und verbessert die wirtschaftlichen Möglichkeiten der Projektbeteiligten auch im Hinblick auf mögliche spätere Exportaktivitäten.

Im BMLV entspricht SIMPAS dem Bedarf von ARWT, IMG und StruktPI. Über die Verfügbarkeit der validierten Algorithmen und des digitalen Zwillings hinaus sind diesbezüglich weitere positive Effekte zu nennen, wie etwa Vertiefung der Expertise für Definition, Einsetzbarkeit und Beurteilung derartiger Systeme bis hin zum Umweltschutzaspekten, wenn etwa bei späteren Übungen Schutzgebiete (z.B. Nature 2000) von autonomen Fahrzeugen automatisch gemieden werden.

## **Abstract**

The goal of the SIMPAS project - "Simulation of autonomous vehicle control based on passive localization" - is the development of vehicle control algorithms for autonomous military driving in tactical terrain with infrastructure-free, passive sensor technology and their validation in simulations.

The motivation for an increased attention also for autonomous land systems is the great importance of personal protection but also other arguments such as demographic developments with difficulties for the required manpower levels of the armed forces.

For driverless systems in tactical terrain, many research questions are still open today. SIMPAS is making a substantial contribution to this and will create a validated digital twin of such a vehicle. A military vehicle must not be detected by the enemy and must move automatically in highly unstructured terrain. SIMPAS builds on the results for passive localization and navigation of the FORTE project PALONA and creates synergies to the simulation framework of the FORTE project MOSKITO. Technologies for automated driving under the mentioned conditions are not yet available. Appropriate algorithms will be designed, implemented and tested in SIMPAS, with testing taking place in computer simulations. Austrian business partners in the project team are the vehicle manufacturer Achleitner and PRT Computersteuerungen, which can later enable sustainable Austrian exploitation of the project results. Achleitner brings in expertise on relevant vehicles and vehicle data to the project, PRT has competence in the implementation of computer controls.

The project goal is thus a digital twin of an autonomous military all-terrain vehicle with passive systems, validated in computer simulations, a solid basis for the later creation of an automated military 20 ft. container truck, with the greatest possible Austrian exploitation of the project results. Furthermore, this creates opportunities for later participation in larger research projects at the European level. The project goals represent outstanding technical innovations, neither algorithms nor vehicle configurations exist yet for the mentioned requirements. Civilian solutions are far from meeting the military requirements.

Immediate results of SIMPAS are validated control and navigation algorithms for the mentioned conditions as well as the availability of a digitized suitable vehicle configuration. Furthermore, safeguarding algorithms are generated to verify the correctness of the autonomous control and to trigger emergency measures if necessary. After an initial software implementation, the algorithms are tested in a computer simulation. Input parameters and control algorithms are optimized and the result validated. The SIMPAS project strengthens the scientific competence of JR and TUG and improves the economic possibilities of the project participants, also with regard to possible later export activities.

In the Austrian MoD SIMPAS meets the needs of ARWT, IMG and StruktPI. Beyond the availability of the validated algorithms and the digital twin, further positive effects are to be mentioned in this regard, such as deepening the expertise for definition, applicability and assessment of such systems up to environmental protection aspects, if, for example, protected

areas (e.g. Nature 2000) are automatically avoided by autonomous vehicles during later exercises.

## **Endberichtkurzfassung**

Das Projekt SIMPAS befasste sich mit der Entwicklung eines semi-autonom fahrenden militärischen LKW für Versorgungsfahrten auf offroad Strecken. Semi-autonom bedeutet, dass eine Strecke manuell abgefahren und somit gelernt wird, bevor diese beliebig oft autonom wiederholt wird. Offroad-Fahren bedeutet die Befahrung von Gelände ohne Infrastruktur wie Straßenschilder, Straßenbegrenzungen oder ähnliches. Spezifische militärische Anforderungen dabei sind die Vermeidung von GPS/GNSS und Verwendung von rein passiver Sensorik (nur Kameras und IMU, kein LiDAR, Radar, Ultraschall etc.).

Ohne Satellitennavigation, ohne aktive Sensoren (Radar, LiDAR) und ohne Infrastruktur (Straßenmarkierungen, etc.) ist die Lokalisierung nur auf visuelle Sensoren, Trägheitsnavigation und Auswertung der Fahrzeugodometrie gestützt.

Begonnen haben die Tätigkeiten zu dieser Aufgabenstellung mit einer ersten Machbarkeitsstudie zur rein passiven Lokalisierung und Hinderniserkennung (Palona FFG Nr. 878136). Dazu wurde eine eigene Sensorplattform entwickelt und Sensordaten bei Testfahrten aufgezeichnet. Zur Imitation einer realistischen autonomen Bewegung im Gelände wurde eine drive-by-wire Steuerung implementiert. Algorithmen zur passiven Fahrzeugselbstlokalisierung, zur Hinderniserkennung und zur Objekterkennung und -verfolgung wurden entwickelt.

Der nächste Schritt war somit die Schließung des Regelkreises in der Simulation. Hierzu musste erst ein Simulationsframework, welches die Simulation von Offroadfahrten erlaubt erstellt werden. Dazu wurde ein physikalisches Modell eines RMMV HX2 8x8 LKWs, sowie ein räumlicher digitaler Zwilling des militärischen Testgeländes in Straß mithilfe von Messfahrten von der AVL erstellt. Das Framework umfasst ebenfalls die Simulation von Kamerabildern sowie des IMU-Sensors. Parallel dazu wurden einerseits algorithmische Lösungen zur bildbasierten Lokalisierung und Hinderniserkennung entwickelt und andererseits ein Pfadfolgeregler (Controller) implementiert. Diese wurden in einem letzten Schritt direkt in der entwickelten Simulationsumgebung evaluiert und auf ihre Einsetzbarkeit hin bewertet.

Finale Folgeaktivitäten umfassen nun die technische Integration der Technologie in den HX2 und der Demonstration des militärisch autonomen Offroad-Fahrens (UMPAS FFG Nr. 914089) im realen Gelände.

## **Projektkoordinator**

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

## **Projektpartner**

- Rheinmetall MAN Military Vehicles Österreich GesmbH
- Technische Universität Graz
- 4airis GmbH
- Bundesministerium für Landesverteidigung