

Literaturrecherche über Co-Simulationsstrategien für Studien zum autonomen Fahren

Bachelor's Thesis von Sergejs Sergejevs

Mentor(in/innen/en):
M.Sc. Maya Santhira Sekeran
Dipl.-Ing Martin Margreiter
M.Sc. Arslan Ali Syed

Kriterien

- **Wahrnehmung** - Fähigkeit, die Welt herum zu analysieren, zu bewerten Entscheidung aussagekräftig zu machen.
- **SLAM** – Technologie, die eine Lokalisierung und Orientierung eines Fahrzeugs in der Karte gewährleisten kann.
- **Wegplanung** - Fahrzeug muss in der Umgebung ohne Schwierigkeiten, sowie autonom fortbewegen.
- **Fahrzeugkontrolle** - PID-Kontrollalgorithmus und MPC-Algorithmus.
- **3D-virtuelle Umgebung** - Die virtuelle 3D Umgebung muss alle statischen und dynamische Objekte enthalten.
- **Verkehrsinfrastruktur** - selbstfahrende Autos die gleichen Verkehrsbedingungen und Verkehrsvorschriften haben, wie die Fahrer heute.

Simulatoren

- Matlab/Simulink – Umgebung für Multidomainsimulation, die für die einfache Szenarien gedacht wird.
- CarSim – ist ein Softwareerzeugung zur Simulation des dynamischen Verhaltens von PKWs und leichten LKWs.
- PreScan – physikbasiertes Simulationsplattform mit eingebauten HIL-Simulation, GPS-Lokalisierung und Möglichkeit VEHIL zu testen.
- Carla – Simulator mit Unreal Engine auf Basis von C++ und Python, Open Source und mit flexiblen APIs.
- LGSVL – AF-Simulator mit Community Unterstützung und mit eingebauten ROS-Bridges.
- Sumo – 2D mikroskopischer Open-Source Verkehrssimulator.
- Simcenter Amesim – Entwicklung von Siemens, mit dem Ziel Produkte mit einem Predictive-Engineering-Analytics-Ansatz zu erstellen.
- NS3 – Open-Source Simulator auf Basis von C++ und Python.
- Apollo/Autoware - reichhaltigen Ansatz von Modulen für die Selbstfahrssysteme.

Weitere Kriterien

- **Lage von Verkehrsteilnehmer** - Agentenerkennung und die Lage von diesen zu schätzen
- **Open Source** - System, bei dem Quellinformationen benutzt, verändert, verbessert oder kopiert werden kann
- **Skalierbarkeit** - Falls Benutzer hat Schwierigkeit eine Simulation oder Test alleine zu machen, muss Simulator eine Option besitzen, von mehreren Benutzern gleichzeitig administrierbar zu sein
- **Flexibilität und Portabilität** – Gruppenarbeit und verschiedene Betriebssysteme
- **Synchronisation** – stabile Verbindung zwischen Simulatoren zu erstellen
- **Simulation von Verkehrsszenarien** - Die Fähigkeit, verschiedene Verkehrsszenarien zu erstellen, ist einer der Hauptpunkte, der feststellt, wie effektiv ein Simulator für autonome Fahrzeuge ist.

Schlussfolgerung

Während der Bearbeitung dieser Bachelorarbeit werden mehrere wichtige Punkte festgestellt:

- Carla und LGSVL bieten heutzutage die besten Möglichkeiten ein vollständige Simulation durchzuführen. Beide Simulatoren werden von Community unterstützt und ständig weiterentwickelt. Carla in Hinblick auf Verbindung mit anderen Simulationsumgebungen ist besser ausgerichtet, als LGSVL. Carla kann mit vielen Programmierungssprachen kooperieren, sowie hat eine Verbindung mit ROS-Bridges, und kann eine Co-Simulationsumgebung unterstützen.
- Matlab/Simulink ist besonders flexibel und kann mit anderen Simulatoren leicht verknüpft werden. Matlab kann auch leicht als Steuerung zwischen zwei Simulationsumgebungen angepasst werden.
- PreScan und CarSim haben einen großen Einfluss auf die Co Simulationsumgebung. CarSim spezialisiert in dynamischen Eigenschaften eines Autos und kann diese auch leicht anpassen, PreScan kann realistische Umgebung erzeugen und unterschiedliche Wetterbedingungen unterstützen.
- Je mehr ein Simulator Programmierungssprachen unterstützt, desto leichter wird es eine Co-Simulationsumgebung zu erzeugen.

	Matlab/Simulink + Amesim	CarSim+ Simulink	LGSVL + Autoware	Sumo - Simulink - NS3	Carla + Sumo	Amesim + PreScan	Cosam	Carla, Simulink, Sumo, Autoware	PreScan + Simulink	CarSim + PreScan	LGSVL + Simulink + Autoware	Sumo + Simulink	NS3 + Simulink
Wahrnehmung	Ja (Simulink)	Ja (Simulink)	Ja(LGSVL)	Ja(NS3)	Ja (Carla)	Ja (PreScan)	Ja (Autoware)	Ja (Sumo+Carla)	Ja (Simulink)	Ja (PreScan)	Ja (Simulink)	Ja (Simulink)	Ja (Simulink)
SLAM	Ja (Simulink)	Ja (Simulink)	Ja (Autoware)	Ja (SUMO)	Ja (SUMO)	Ja (PreScan)	Ja (Simulink)	Ja (SUMO)	Ja (Simulink)	Ja (PreScan)	Ja (Simulink)	Ja (Simulink)	Ja (Simulink)
Wegplanung	Ja (Simulink)	Ja (Simulink)	Ja (Autoware)	Ja (SUMO)	Ja (SUMO)	Ja (PreScan)	Ja (Autoware)	Ja (Carla+Autoware)	Ja (Simulink)	Ja (PreScan)	Ja (Simulink)	Ja (Simulink)	Ja (Simulink)
Fahrzeugkontrolle	Ja (Simulink)	Ja (CarSim)	Ja (Autoware)	Ja (SUMO)	Ja (SUMO)	Ja (PreScan)	Ja (Autoware)	Ja (Carla+Autoware)	Ja (PreScan)	Ja (PreScan)	Ja (Simulink)	Ja (Simulink)	Ja (Simulink)
3D-Virtuelle-Umgebung	Ja (Amesim)	Ja (CarSim)	Ja(LGSVL)	Ja (SUMO)	Ja (Carla)	Ja (PreScan)	Ja (Simulink)	Ja (Carla)	Ja (PreScan)	Ja (PreScan)	Ja (LGSVL)	Ja (Sumo)	Ja (NS3)
Verkehrsinfrastruktur	Ja (Amesim)	Ja (CarSim)	Ja(LGSVL)	Ja (SUMO)	Ja (Carla)	Ja (PreScan)	Ja (Simulink)	Ja (Carla)	Ja (PreScan)	Ja (PreScan)	Ja (LGSVL)	Ja (Sumo)	Ja (NS3)
Simulation von Verkehrsszenarien	Ja (Simulink)	Ja (Simulink)	Ja(LGSVL)	Ja (SUMO)	Ja (Carla)	Ja (PreScan)	Ja (Simulink)	Ja (Carla)	Ja (Simulink)	Ja (PreScan)	Ja (LGSVL)	Ja (Sumo)	Ja (NS3)
Lage von Verkehrsteilnehmer	Ja (Simulink)	Ja (Simulink)	Ja(LGSVL)	Ja(NS3)	Ja (Carla)	NEIN	Ja (Simulink)	Ja (Carla)	Ja (PreScan)	NEIN	Ja (LGSVL)	Ja (Sumo)	Ja (NS3)
Skalierbarkeit	Unbekannt	Unbekannt	Ja -Gut	Unbekannt	Unbekannt	Ja (Beide)	Ja -Gut	Ja - Carla - gut	Unbekannt	Unbekannt	Ja (LGSVL)	Unbekannt	Unbekannt
Flexibilität und Portabilität	NEIN	Ja (Beide)	Ja(LGSVL)	Ja (Beide)	Ja (Beide)	Ja (Beide)	Ja (Simulink)	Ja	Ja (Beide)	Ja	Ja	Ja (Beide)	Ja (Beide)
Synchronisation	Ja	Ja	Ja	Ja (Simulink)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Entwickelt von	Jilin University, Worksoop	School of Automotive and Traffic Engineering	School of Transportation Science and Engineering	Embedded Systems Innovation by TNO	University of California, Students	Siemens	Studenten	The Ohio State University	Intelligent Vehicle Research Center, Institute of Technology, Beijing	Chia Nan University of Pharmacy and Science, Taiwan	Studenten	University of Naples	Studenten