

Entwicklung eines monokamera-basierten Lokalisierungssystems  
in einer voraufgezeichneten 3D-Karte durch 2D-3D Linienvergleich

**Masterarbeit**

zur Erlangung des akademischen Grades  
**Master of Science (M.Sc.)**

an der

Leibniz Universität Hannover  
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation  
Studiengang: Navigation und Umweltrobotik

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke
2. Prüfer: Dr.-Ing. Max Mehlretter

Eingereicht von: Jens Kuschel  
Matrikelnummer: 2718780  
Datum der Abgabe: 23.09.2022

# Vorwort

Das Ziel der Automobilindustrie autonome Fahrzeuge zu entwickeln, führte dazu, dass das Thema der Eigenlokalisierung Gegenstand intensiver Forschung geworden ist. Für die Durchführung von autonomen Fahrmanövern werden häufig Systeme zur Eigenlokalisierung verwendet, die Global Positioning System (GPS) Daten mit anderen Sensorinformationen kombinieren. Da GPS Daten in vielen Indoor-Szenarien wie z.B. Parkgaragen nicht empfangbar sind, wird in dieser Masterarbeit ein Lokalisierungssystem entwickelt, welches die Position und Orientierung eines Fahrzeugs in einer Parkgarage trackt.

Der Einsatz in modernen Serienfahrzeugen führt zu speziellen Anforderungen an die Hardware der Zielplattform und zu der Verwendung von kostengünstigen und beständigen Sensoren. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wird in dieser Arbeit für die Eigenlokalisierung in Indoor-Szenarien ein Partikelfilter implementiert, der mittels Radodometerdaten die Fahrzeugpose schätzt und diese Schätzung über einen Linienvergleich bewertet und korrigiert. Als Datenquellen für den Linienvergleich dienen Kanten von 3D-Objekten einer Parkhauskarte, die in das Bild einer Kamera projiziert werden, sowie detektierte Linien im Kamerabild. Zwischen den Datenquellen werden korrespondierende Linienpaare gefunden und die geometrische Lage der Linienpaare zueinander berechnet. Zur Auswertung der Lokalisierungsgenauigkeit wird die Fahrzeugpose mit einem LiDar basierten Referenzsystem verglichen. Zusätzlich wird der maximale Fehler in der Fahrzeugpose, den das Lokalisierungssystem korrigieren kann, ermittelt. Abschließend wird die benötigte Rechenzeit des Lokalisierungssystems ausgewertet.

# Abstract

With the goal to develop self-driving vehicles, localization became an intensively researched topic in the automotive industry. For the execution of autonomous driving maneuvers commonly used localization systems combine GPS data with other sensor information. Since GPS data are not available in most indoor scenarios, a localization system that tracks the position and orientation of a vehicle in a parking garage will be developed in this thesis.

The application of a localization system in modern production vehicles leads to specific requirements with regards to the target platform and the utilization of low cost and durable sensors. In order to meet these requirements a localization system using a particle filter will be implemented. This localization system estimates the pose of the vehicle based on wheel odometry data. A line comparison algorithm evaluates and corrects the pose estimation. In this regard one data set of lines is generated by projecting edges of 3D objects of a map of the parking garage into the image plane of a camera. The second dataset consists 2D lines that are detected in the camera image. The line comparison algorithm determines pairs of corresponding lines within the two data sets and calculates the geometric position of those to each other.

For the evaluation of the localization accuracy the vehicle pose will be compared to a Lidar based reference system. In addition, the maximum error regarding the vehicle pose that the localization system is able to correct will be estimated. Finally, the computation time of the localization system will be evaluated.