

## Abschlussarbeit

# Implementierung und Evaluation von Visual-Place-Recognition für die Lokalisierung von automatisierten Fahrzeugen

Die Forschungsgruppe Driverless Mobility widmet sich intensiv den Kernthemen des automatisierten Fahrens. In Zusammenarbeit mit Industrie-Partnern werden Projekte realisiert, zugleich wird an hausinternen Forschungsvorhaben gearbeitet. Unsere Untersuchungen und Implementierungen finden sowohl in simulierten als auch in automatisierten Fahrzeugen der Hochschule Augsburg statt.

Die Lokalisierung ist eine wichtige Komponente in der Software von autonomen Fahrzeugen, sie gibt die Position und Orientierung des Fahrzeugs in einem Karten-Koordinatensystem aus. Mit dieser Information kann das Fahrzeug seine Route planen und präzise sowohl die Spur halten als auch komplizierte Fahrmanöver fahren. Aktuelle Lokalisierungs-Algorithmen nutzen visuelle Sensoren (z.B. LiDAR und Kamera), benötigen jedoch initial eine Schätzung der Position des Fahrzeugs, für welche GPS benutzt wird. Falls es in der Umgebung keinen GPS-Empfang gibt, ist die Lokalisierung also nicht möglich. Dieses Problem kann man mit Visual-Place-Recognition (VPR), einer Computer-Vision-Technik lösen, bei dieser wird zuerst eine Datenbank von der Umgebung aus einzelnen Bildern erstellt. Nun kann ein neues Kamera- Bild, welches aus einer anderen Perspektive aufgenommen wurde, zu einem Ort in der Datenbank zugewiesen werden. Dieses Verfahren kann sowohl mit Kamera- als auch mit LiDAR-Daten implementiert werden. Damit kann dann eine grobe initiale Schätzung vorgegeben werden.

Die erworbenen Erkenntnisse fließen direkt in die Weiterentwicklung unserer autonomen Fahrzeugtechnologien ein. Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung und die gemeinsame Weiterentwicklung innovativer Lösungen im Bereich des autonomen Fahrens!

Mögliche Aufgaben:

- Recherche über deep-learning basierten Feature-descriptors (globalen oder lokalen)
- Implementierung der Erstellung einer VPR-Datenbank inklusive querying

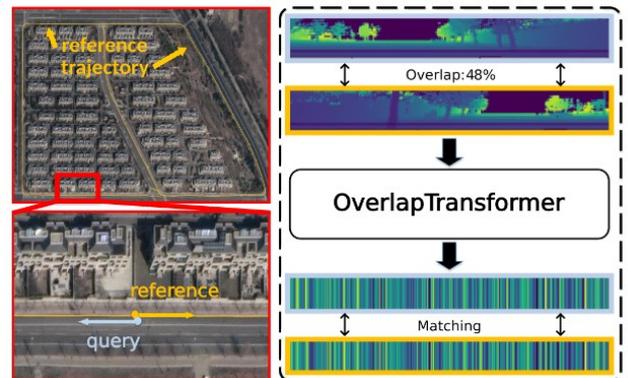


Figure 1: LiDAR-basierte VPR  
(<https://github.com/haomo-ai/OverlapTransformer>)

- Training von Feature-descriptor-neuronalen Netzen auf unseren Datensätzen
- Evaluation der Genauigkeit der Erkennung
- Integration der visual-place-recognition als ROS-Node in unsere existierende Software
- Implementierung eigener Ideen (NN-models, querying, Transformations-Schätzung zw. Bilder oder Point clouds)

Profil:

- Studium der Fachrichtungen Informatik, Elektrotechnik, Mechatronik
- Gute Programmierkenntnisse in Python
- Erste Erfahrungen mit Deep-Learning-Frameworks wie TensorFlow oder PyTorch von Vorteil
- Erfahrung mit Linux und ROS (Robot Operating System) von Vorteil
- Selbständiges und teamorientiertes Arbeiten

Ansprechpartner: [ivo.ivanov@tha.de](mailto:ivo.ivanov@tha.de)

Referenzen:

<https://paperswithcode.com/task/visual-place-recognition>

<https://github.com/facebookresearch/faiss>

<https://arxiv.org/pdf/2203.03397.pdf>

## Final Thesis

# Implementation and evaluation of Visual-Place-Recognition for the localization of automated vehicles

The Driverless Mobility research group is passionately dedicated to the core topics of automated driving. In collaboration with industrial partners, we bring projects to life while also engaging in in-house research endeavors. Our investigations and implementations unfold both in simulated and automated vehicles at the Augsburg Technical University of Applied Sciences.

Localization is an important component in the software of autonomous vehicles; it outputs the position and orientation of the vehicle in a map coordinate system. With this information, the vehicle can plan its route and precisely maintain its lane as well as perform complicated driving maneuvers. Current localization algorithms use visual sensors (e.g. LiDAR and camera), but initially require an estimate of the vehicle's position, for which GPS is used. If there is no GPS reception in the vicinity, localization is therefore not possible. This problem can be solved with Visual Place Recognition (VPR), a computer vision technique in which a database of the environment is first created from individual images. A new camera image taken from a different perspective can then be assigned to a location in the database. This procedure can be implemented with both camera and LiDAR data. A rough initial estimate can then be provided for the localization.

### Possible tasks:

- Research on deep-learning based feature descriptors (global or local)
- Implementation of the creation of a VPR database including querying
- Training of feature descriptor neural networks on our datasets
- Evaluation of the accuracy of the recognition
- Integration of visual-place-recognition as ROS node into our existing software
- Implementation of own ideas (NN-models, querying, transformation estimation between images or point clouds given that they have some overlap)

### Profile:

- Enrolled in computer science, electrical engineering, mechatronics
- Good programming skills in Python
- Initial experience with deep learning frameworks such as TensorFlow or PyTorch is an advantage
- Experience with Linux and ROS (Robot Operating System) is an advantage

- Ability to work independently and in a team-oriented manner

Contact: [ivo.ivanov@tha.de](mailto:ivo.ivanov@tha.de)

References:

<https://paperswithcode.com/task/visual-place-recognition>

<https://github.com/facebookresearch/faiss>

<https://arxiv.org/pdf/2203.03397.pdf>