

## Perception for Driverless Electrical Racing Car (Formula Student ZHAW)

Für das autonome Fahren eines elektrischen Rennautos ist es unabdingbar, die Umgebung möglichst präzise wahrnehmen zu können. Zur Zeit verwendet das Formula Student ZHAW Team ausschliesslich einen LiDAR zur Erkennung und Positionsschätzung von Leitkegeln, welche die Fahrbahn begrenzen. Der LiDAR zeichnet sich durch sehr präzise Distanzmessung aus, verfügt jedoch über keine zuverlässige Farberkennung der Kegel, was der Limitierung des aktuellen Erkennungssystems entspricht. Um dieses Problem zu lösen, erweitert diese Arbeit die bestehende Wahrnehmung um die Implementierung einer RGB-Monokamera. Dabei liefert sie die fehlenden Farbinformation für die Erkennung mit LiDAR. Zusätzlich ermöglicht die Kamera ein vollständig redundantes Erkennungssystem. Der vorgeschlagene Ansatz beinhaltet eine Kegelerkennung mit Convolutional Neural Networks (CNN) und anschließend verschiedene Ansätze zur Positionsschätzung der Kegel. Dazu wurden drei verschiedene neuronale Netze, nämlich YOLOv4, YOLOv5 und EfficientDet trainiert. Folglich wurden diese auf die jeweilige Genauigkeit und Geschwindigkeit geprüft. Aus dieser Evaluation ging YOLOv5 als bestes neuronales Netz hervor und wurde daher für die weitere Implementierung verwendet. An die Erkennung der Kegel anschliessend wurden zwei Möglichkeiten zur Positionsschätzung umgesetzt. Zum einen verwendet die 2D Positionsschätzung lediglich die Detektionen aus dem Kamerabild, andererseits werden bei einer 3D Positionsschätzung die Detektionen mit der Distanzinformation des LiDARs kombiniert. Hierfür musste eine LiDAR-Kamerakalibrierung durchgeführt werden. Die genannte Funktionalität wurde auf der Jetson Nano Plattform implementiert und getestet. Um die Qualität der verschiedenen Ansätze zur Positionsschätzung zu validieren, wurde ein eigenes Test-Framework entwickelt. Mit diesem kann die Genauigkeit der Positionsschätzung bewertet werden.

Abschliessend resultiert ein Funktionsmuster für ein Erkennungssystem, welches Leitkegel zuverlässig erkennt und dessen Position mit ausreichender Genauigkeit schätzt. Auch wenn die 3D Positionsschätzung geringfügig genauer ist als die 2D Positionsschätzung, können doch beide Varianten verwendet werden und somit wird eine komplette Redundanz geschaffen.



Diplomierende  
Mirjam Barbara Abegglen  
Céline Keller  
Thomas Markus Signer

Dozent  
Giovanni Toffetti Carughi



Leitkegelerkennung mit Neuronalem  
Netz auf einer Rennstrecke



Überlagerung von LiDAR Punktwolke  
und Kamerabild