

# Outdoor Visual-SLAM für mobile Schreitbagger

## Umgebungsinformationen in Echtzeit erfassen zur Unterstützung der Steuerung mobiler Schreitbagger

### Diplomanden



Marco Eberle



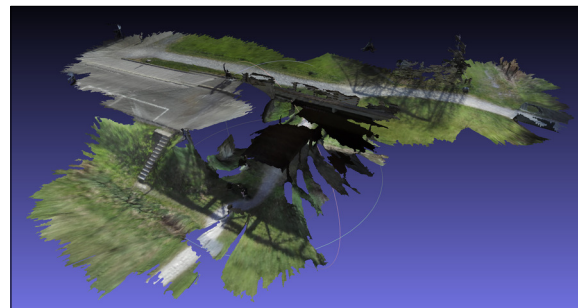
Fabian Reinhardt

**Ausgangslage:** Mobile Schreitbagger werden für Operationen in herausforderndem Gelände eingesetzt. Ihre komplexe Gelenkmechanik macht die Steuerung anspruchsvoll, da eine falsche Positionierung zu einem gefährlichen Kippen führen kann. Die Gefahr des Kippens besteht dann, wenn sich der Schwerpunkt des Baggers ausserhalb der Aufstützpunkte befindet. Ein Visual-SLAM-System ist eine Computertechnologie, die es ermöglicht, mittels Kamerabildern die Umgebung in einer 3D-Karte abzubilden. Ziel dieser Arbeit war es, die Eignung eines solchen Systems zu prüfen. Aufgrund von Visual-SLAM-Daten können anschliessend weitere Anwendungen entwickelt werden, darunter Statik Berechnungen.

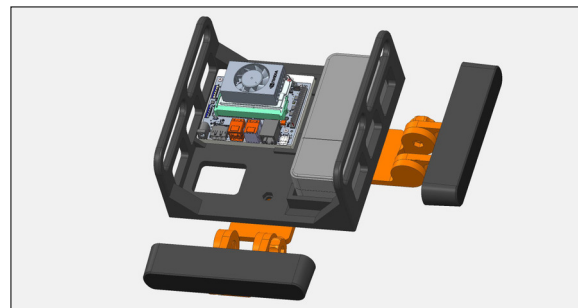
**Vorgehen / Technologien:** Im Rahmen dieser Arbeit wurden die technischen Grundlagen und Anforderungen einer SLAM-Pipeline untersucht. Verschiedene Pipelines wurden aufgrund der Anforderungen, wie Robustheit, Echtzeitfähigkeit und Genauigkeit, bewertet. Die besten Systeme, darunter RTAB-Map, ORB-SLAM und die ZED SDK, wurden auf einer NVIDIA-Jetson-Plattform implementiert und qualitativ verglichen. Die ZED SDK zeigte die beste Eignung. Die Parameter dieser Pipeline wurden mittels Design-of-Experiment-Ansatz optimiert. Für einen grösseren Sichtbereich sind mehrere Kameras notwendig, deren Position zuerst kalibriert werden muss. Es wurde ausgewertet, wie genau sich die Kameras anhand eines Programmes kalibrieren lassen. Zusätzlich wurde ein Mehrkamerasystem getestet, das mehrere 3D-Karten zusammenführen kann. Dazu wurde ein Programm entwickelt, das mehrere Kamerainputs verarbeitet und nur die nahe Umgebung erfasst, um den Speicherbedarf zu reduzieren.

**Ergebnis:** Die Ergebnisse zeigen, dass die ZED SDK für die Unterstützung der Schreitbaggersteuerung geeignet ist. Die Pipeline liefert eine solide 3D-Karte in Form eines Meshes, das weiterverarbeitet werden kann. Herausforderungen bestehen bei Ungenauigkeiten der Karte über längere Strecken und der notwendigen Kamerakalibrierung. Künftige Verbesserungen könnten durch leistungsfähigere Hardware und die Integration von GPS-Daten erzielt werden.

**Ausschnitt einer Mesh Map**  
Eigene Darstellung



**Testaufbau mit Kamera**  
Eigene Darstellung



**Kaiser S12 Schreitbagger**  
Eigene Darstellung



### Referent

Prof. Dr. Christoph Würsch

### Korreferent

M. Sc. Robin Vetsch, Buchs (SG)

### Themengebiet

Computational Engineering

### Projektpartner

Kaiser AG,  
Vorarlbergerstrasse  
220, 9486 Schaanwald,  
Liechtenstein