

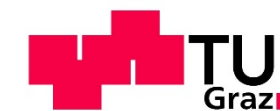
PALONA

*Passive Lokalisierung als robuste
Ergänzung für eingeschränkten GNSS
Empfang*

OVN Webinar, 2020-12-03

Web-Conference

*Speaker: Matthias Rüther
<matthias.ruether@joanneum.at>*



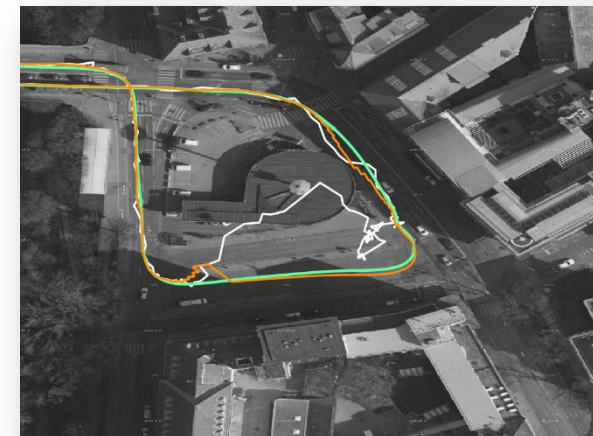
Agenda

2

- Motivation und Problemstellung
- Lösungsansatz
- Experimente
- Zusammenfassung und Ausblick

Motivation und Problemstellung

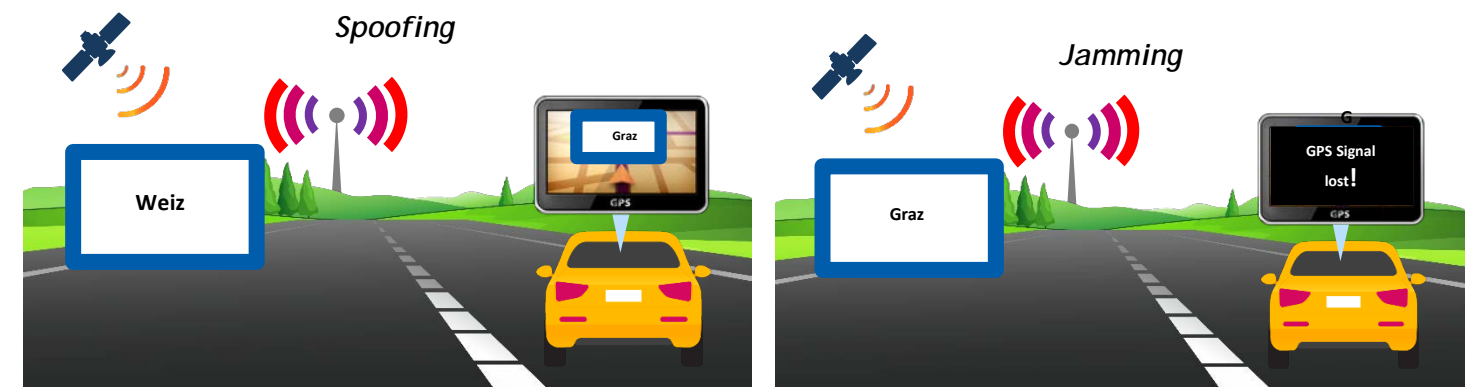
- GNSS- basierte Lokalisierung ist Stand der Technik in globaler Positionsbestimmung
 - Weitestgehend verfügbar
 - Hohe Genauigkeit möglich
 - Kombination mit IMU System möglich → Überbrückung von Unterbrechungen, Erhöhung der Sampling-Rate
- Nachteile
 - Genauigkeit und Verfügbarkeit abhängig von Sichtlinie zu Satelliten → Varianz der Genauigkeit schwer steuerbar
 - Empfang schnell unterbrochen
 - Kann aktiv gestört werden
 - Kann aktiv verfälscht werden
- Fazit
 - Im Fahrzeug als Navigationshilfe genutzt
 - Als Grundlage für autonome Navigation riskant



Source of Orthophoto: Basemap.at

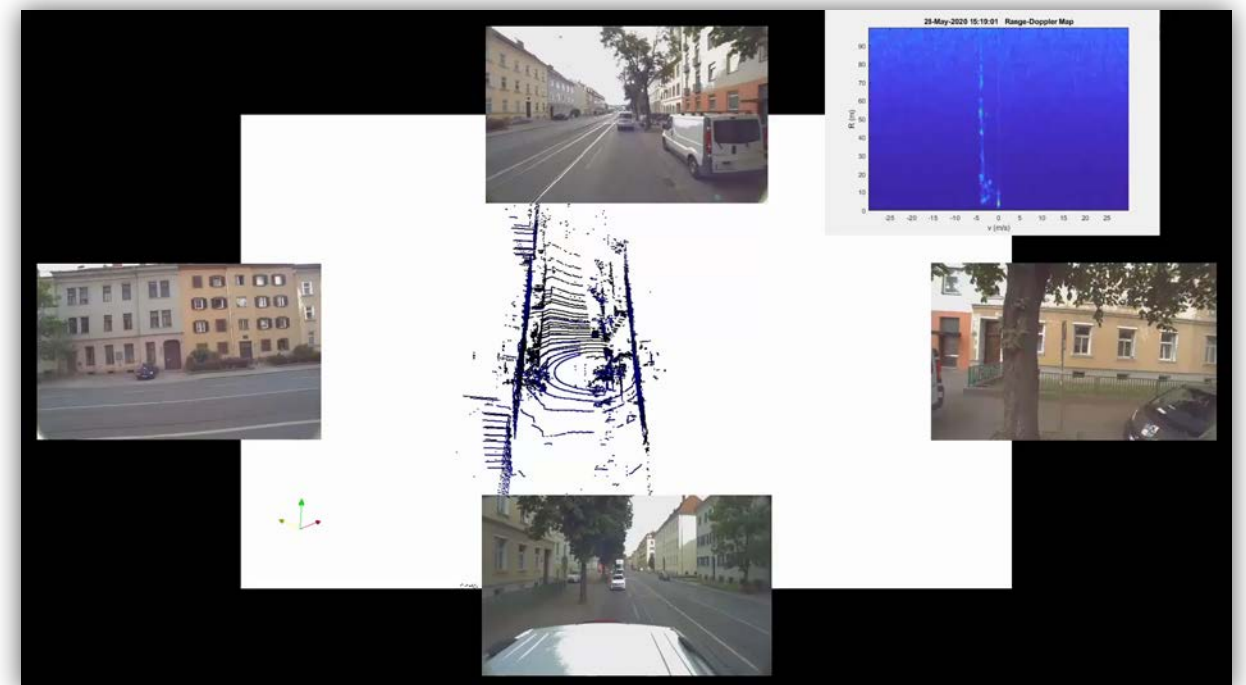


Source: Google Earth



Motivation und Problemstellung

- Aktive Sensorik ist Stand der Technik bei automotiver Umfelderkennung
 - LiDAR genutzt für Hinderniserkennung
 - Auch Messung der Eigenbewegung
 - Radar genutzt für Erkennung dynamischer Objekte
 - Lokalisierung und Mapping Forschungsthema
- Nachteile
 - Robustheit: bewegliche und/oder aktive Komponenten
 - Kann detektiert werden
 - Kann sich gegenseitig stören
 - Kann andere Systeme beeinflussen
- Fazit
 - Hohes Potential im Straßenverkehr
 - Nicht anwendbar im militärischen Kontext



Motivation und Problemstellung

- Fahrt im unbefestigten Gelände
 - Kaum Regeln (versus Straßenverkehr)
 - Befahrbarkeit bestimmt Route
 - Keine externe Infrastruktur
 - Markierungen, Schilder, Car2X
 - Starke Lageänderung des Fahrzeugs
 - Böschungen, Hügel, Gräben
 - Hohe Abschattungen möglich
 - Wald, Gebirge, Gräben
 - Physische Kollision mit Umgebung
 - Äste, Büsche
 - Starke Veränderung der Umgebung über die Zeit
 - Wetter, Jahreszeit
- Fazit
 - Bedarf an Navigationslösung ergänzend zu GNSS



Motivation und Problemstellung

- Anwendungs-Szenario: autonomer Material-Transport in unbefestigtem Gelände
 - Zwei Teil-Aspekte
 - Fahrzeug findet automatisch von Startpunkt zu Zielpunkt
 - Fahrzeug folgt anderem Fahrzeug
 - Verzicht auf aktive Emission von Signalen
 - Verzicht auf Empfang von maschinell erzeugten Signalen
 - Verzicht auf Fahrzeug-Fahrzeug Kommunikation

Motivation und Problemstellung

■ Das Projekt PALONA

■ FFG Projekt im Rahmen der FORTE Programms

■ Bedarfsträger

■ BMLV

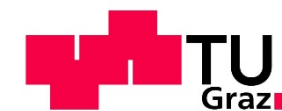
■ Partner

■ JOANNEUM RESEARCH

■ Technische Universität Graz, Institut für Softwaretechnologie

■ AVL

■ IVECO



Lösungsansatz

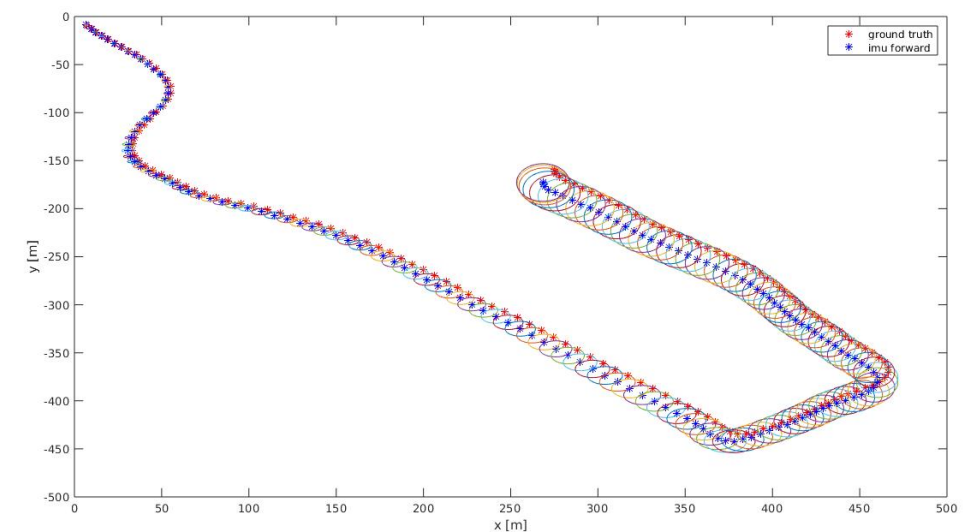
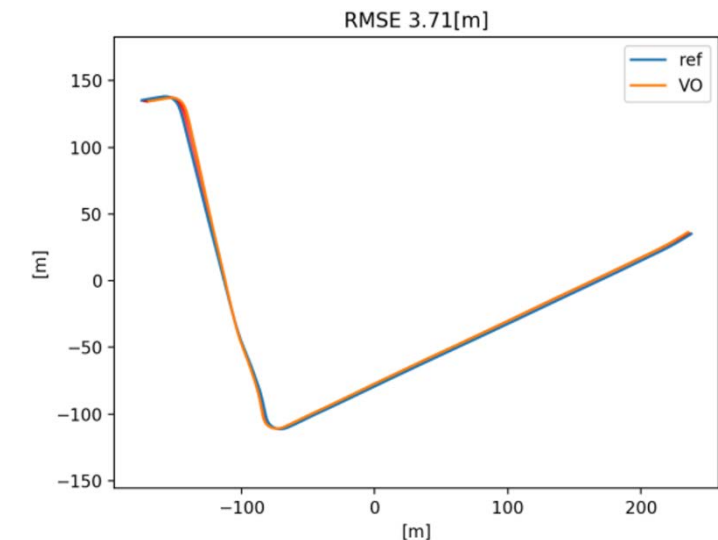
8

- Sensoren und ihre Eigenschaften
 - Kameras
 - passiv, im Automotive-Umfeld etabliert, ermöglicht flächige Umfeldwahrnehmung und Bewegungsschätzung, störbar durch Blendung und Witterung
 - IMU
 - passiv, im Automotive-Umfeld etabliert, ermöglicht Bewegungsschätzung, kaum störbar
 - Kompass, Magnetometer
 - passiv, wenig etabliert, da störanfällig durch magnetische Umgebung
 - Passiv-Radar
 - passiv, Forschungsthema, störbar durch elektromagnetische Quellen

Lösungsansatz

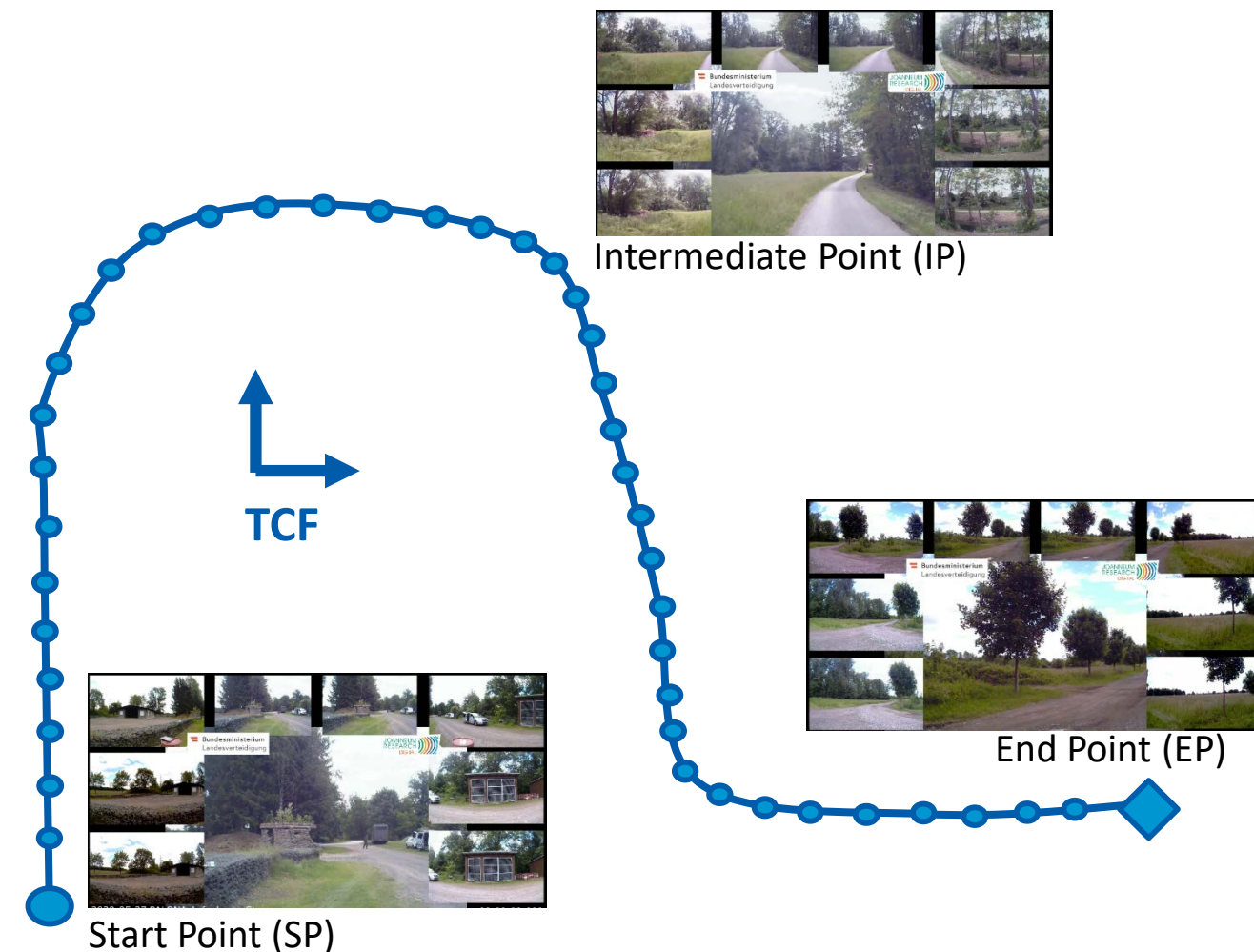
- Grundlegendes Problem: alle Sensoren sind Drift-behaftet
 - Entweder Fahrtstrecke liegt unter Schwellwert für erwartete Drift
 - Oder Ersatz für Absolut-Lokalisierung nötig

- Ansatz für Absolut-Lokalisierung
 - Lernfahrt: Kartierung der geforderten Wegstrecke mittels Kameras + IMU, inkl. Soll-Trajektorie
 - Karte darf geometrisch inkorrekt sein
 - Karte muss „absolute“ Lokalisierung mittels Kameras ermöglichen
 - Folgefahrt: Regelkreis, welcher laufend die Fahrzeug-Abweichung von Soll-Trajektorie minimiert



Lösungsansatz

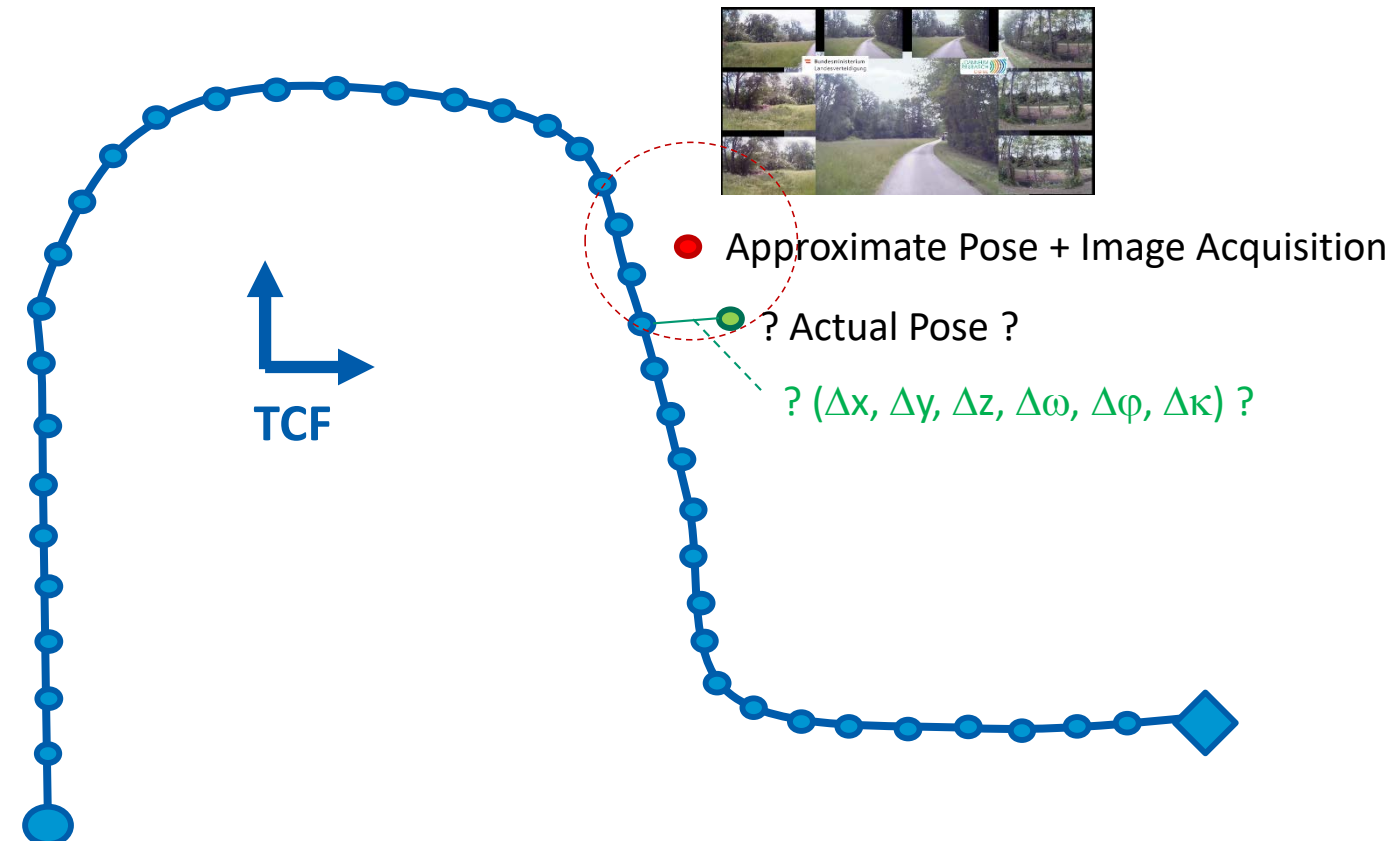
- Lernfahrt
 - Datenerfassung
 - Manuell betriebenes Fzg. fährt die Ziel-Trajektorie ab
 - Kamera- und IMU-Stream wird aufgezeichnet
 - Koordinaten bekannter Orte werden hinzugefügt
 - Datenaufbereitung
 - IMU-Prozessierung: Constrained Optimization der Trajektorie
 - Integration von optischer Structure from Motion
 - Erstellen eines „visuellen Vokabulars“ (Image Feature Set), referenziert relativ zur Trajektorie
 - == Karte



Lösungsansatz

■ Bildbasierte Lokalisierung

- Schritt 1: Prädiktion
 - Vorhersage der vermuteten Position auf der Karte, mit Unsicherheit
- Schritt 2: Image Retrieval
 - Bestimmung des ähnlichsten visuellen Inhalts
- Schritt 3: Lagebestimmung
 - Bestimmung der exakten Relativposition relativ zur Karte
- Schritt 4: Extrapolation zur Kompensation der Berechnungszeit
 - Vorhersage der Lageänderung bis Jetztzeit, Ausgabe der Abweichung zur vorgegebenen Trajektorie



Experimente

- System-Aufbau
 - LKW 3-Achsig
 - 6-Kamera System
 - Faseroptische IMU
 - GNSS als Ground-Truth



Experimente

Testregion

- Testgelände in der Steiermark.
- Offroad-Fahrten in unterschiedlichen Konfigurationen



Experimente

Testregion

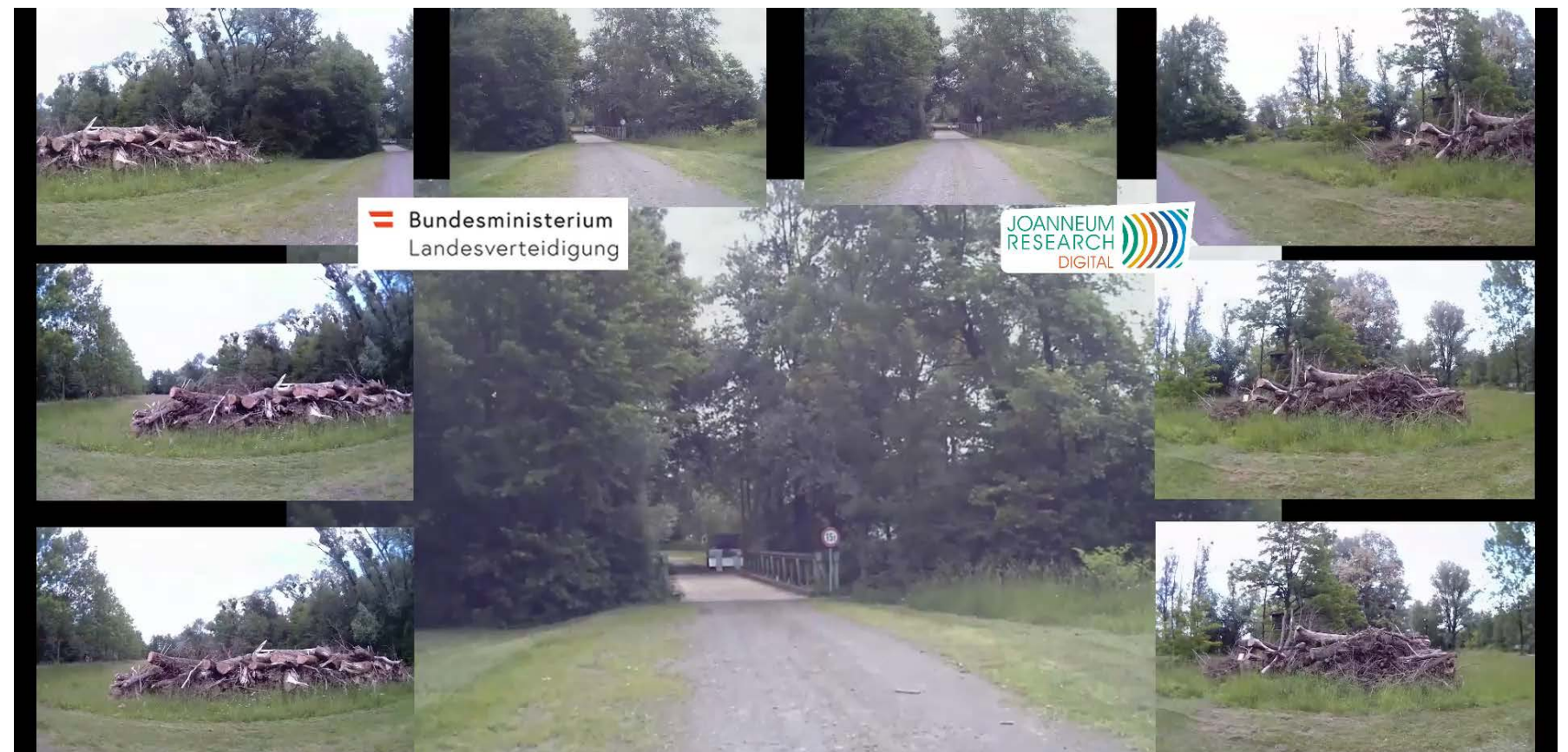
- Testgelände in der Steiermark
- Offroad-Fahrten in unterschiedlichen Konfigurationen
- 500min Aufnahmen
- ~1M frames
- 13 Testruns



Experimente

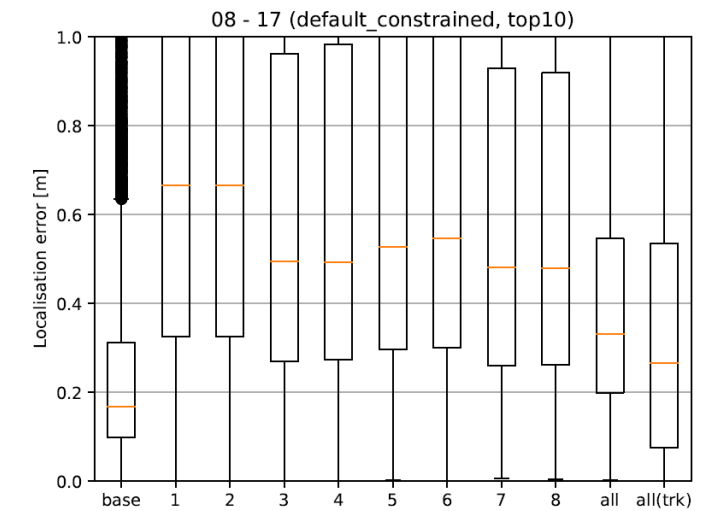
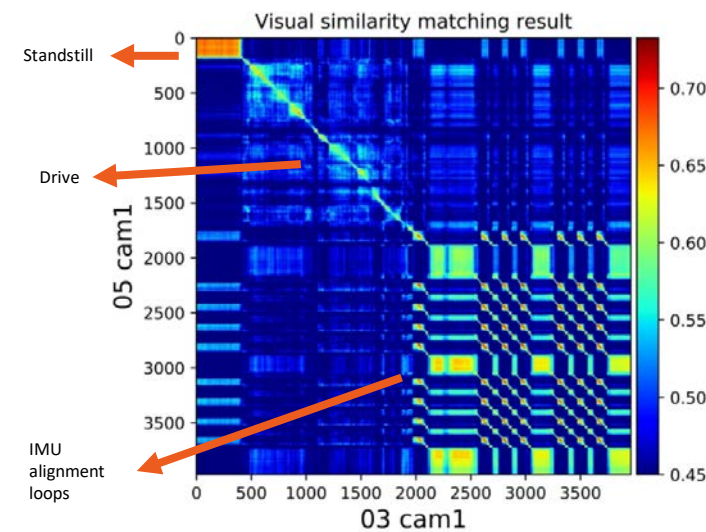
Testregion

- Testgelände in der Steiermark
- Offroad-Fahrten in unterschiedlichen Konfigurationen
- 500min Aufnahmen
- ~1M frames
- 13 Testruns



Experimente

Image Retrieval

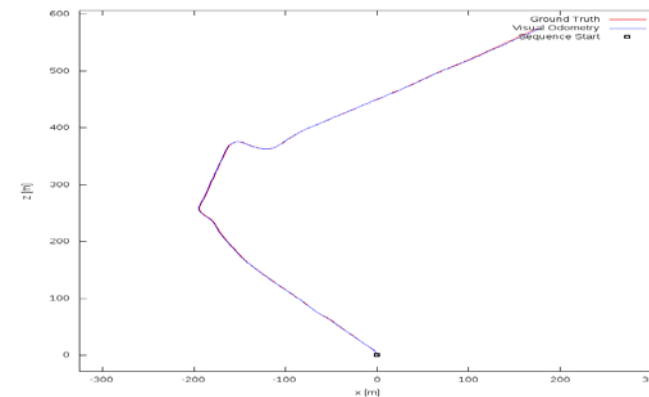


Experimente

- Lageverfeinerung
- Ziel: Ermittlung der Position und Orientierung im Koordinatensystem der Lernfahrt

Lernfahrt

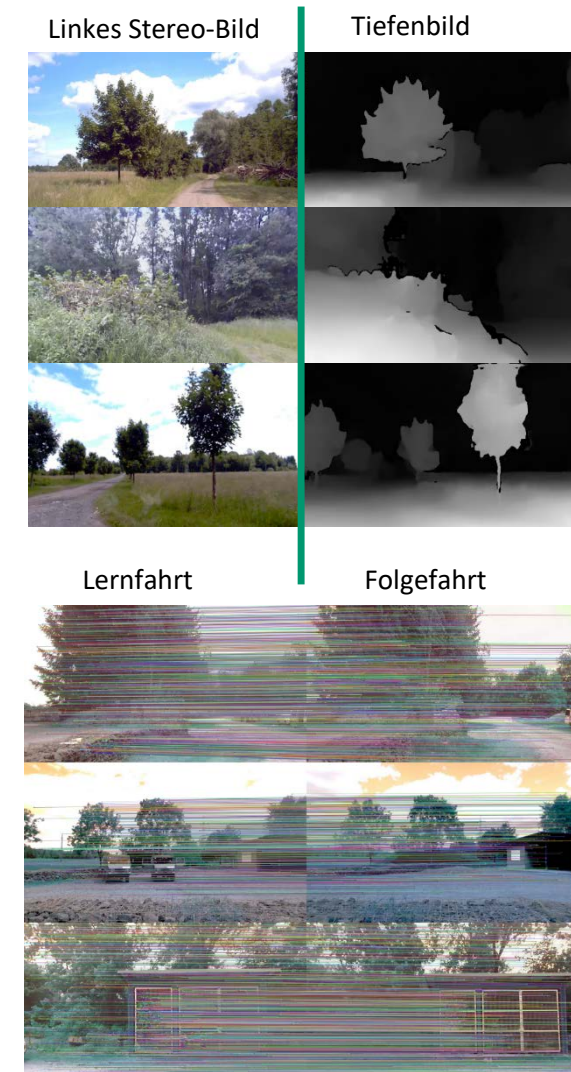
- Globale Position und Orientierung des Fahrzeugs in Karte für Aufnahmen der Lernfahrt



- Zusätzlich lokale Geometrie in Form von Tiefenbilder

Lokalisierung: Genauigkeit bei erster Evaluierung

- Mittlerer Lokalisierungsfehler: 0.09m
- Median Lokalisierungsfehler: 0.074m



Zusammenfassung und Ausblick

- Rein passive Lokalisierung ist gangbare Alternative zu GNSS
- Vorteil: weitgehend Unabhängig von externen Einflüssen
- Erste Evaluierung zeigt gute Performance, auch bei zeitlichen Unterschieden zwischen Lern- und Folgefahrt
- Derzeit begrenzt in der Distanz und Witterungs- und Tageszeitabhängig (Nachttauglichkeit).
- Ausblick: Schritt zu Echtzeit-System, Einsatz erweiterter Kamerasysteme für Nachttauglichkeit

THE INNOVATION COMPANY



www.joanneum.at/digital