

SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN FÜR DIE AUTOMATISIERTE REINIGUNG UND DESINFEKTION



Reinigungsroboter für Fahrzeuge des ÖPV

Björn Reichel



INHALT

- Motivation
- Einsatzszenario ÖPV: Herausforderungen am Beispiel der S-Bahn Hamburg
 - Einsatzumgebung
 - Einsatzplanung
 - Objekte und Materialien
- Aufbau und Elemente der Roboterhardware
 - Gesamtsystem
 - AGV
 - Roboter
 - MAus
- Methodik für die autonome Dampfreinigung von Oberflächen
 - Reinigungsgerät
 - Roboter-Endeffektor
 - Navigation und Referenzierung
- Ergebnis
- Fazit und Ausblick

Motivation

Rückkehr zur Normalität

- Stabilisierung der wirtschaftlichen Lage durch Verfügbarkeit öffentlicher Verkehrsmittel
- Minimierung des Infektionsrisikos im öffentlichen Personenverkehr
- Steigerung der Akzeptanz und damit Steigerung der Fahrgastzahlen
- Bedarfsgerechte Desinfektion
 - Materialschonung
 - Ressourcenschonung
- Schaffen einer gleichbleibenden Reinigungs- und Desinfektionsqualität

Einsatzszenario ÖPV – Herausforderungen der S-Bahn Hamburg

Einsatzumgebung

- Reinigung findet selten an Standorten mit ebenem Einstieg statt
 - Schwierige Zugänglichkeit zum Zug
 - Einsatz mobiler Homestation, die via Gabelstapler in den Zug gehoben werden kann
- Reinigung findet nicht immer an gleichem Standort statt
 - Infrastruktur fehlt möglicherweise
 - Homestation muss mobil sein und wichtigste Medien mitführen (hohe Autarkie)

Einsatzszenario ÖPV – Herausforderungen der S-Bahn Hamburg

Einsatzplanung

- S-Bahn Hamburg arbeitet mit unterschiedlichen Reinigungsintervallen
- Eingliederung des Roboters bietet sich bei längeren Reinigungsintervallen an
- Ziele
 - Entlastung des Menschen
 - Konstante Reinigungsqualität
- Herausforderungen
 - Mensch trotz enger Umgebung nicht behindern
 - Verunreinigung variiert stark

Einsatzszenario ÖPV – Herausforderungen der S-Bahn Hamburg

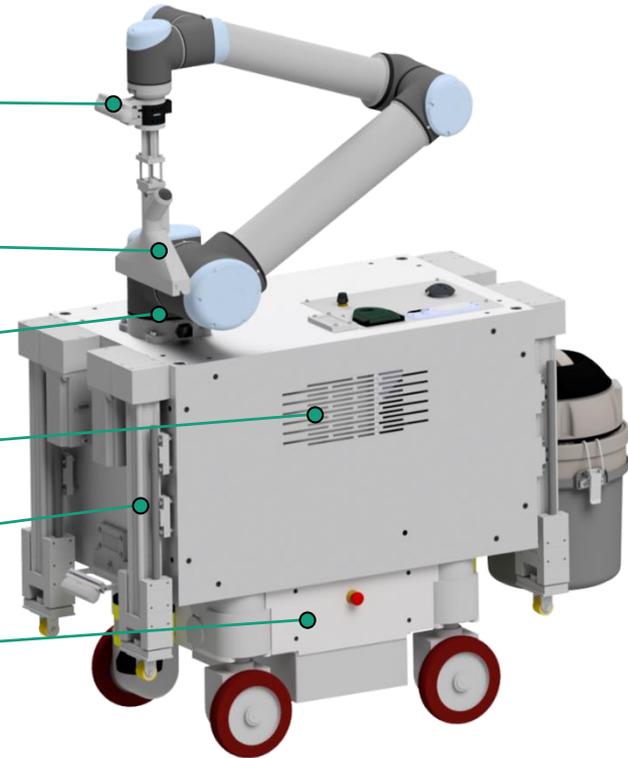
Objekte und Materialien

- Vielfältige Objekte, Materialien und Oberflächen
 - Stark abweichende Düsenanforderungen
- Verschiedene Zug-Baureihen mit Variation in den Objektformen und Positionen
 - Erschwert Wiederverwendbarkeit eingelernter Reinigungsfahrten
- Hohe Fertigungstoleranzen
 - Große Toleranzkompensation auf Seiten des Roboters notwendig
- Große Ausdehnung und unterschiedliche Ausrichtungen
 - Roboterkinematik kommt an Erreichbarkeitslimit

Aufbau und Elemente der Roboterhardware

Gesamtsystem

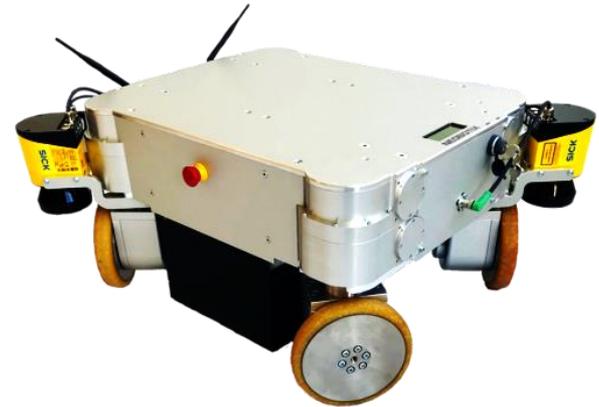
- Kamera
 - Objektreferenzierung
- Endeffektor
 - Düse, Dampf- und Sauganschluss, Ausgleichskinematik
- Roboter
- Peripherieaufbau
 - Akkus, Dampfsauger, Controller
- MAus
- AGV



Aufbau und Elemente der Roboterhardware

AGV

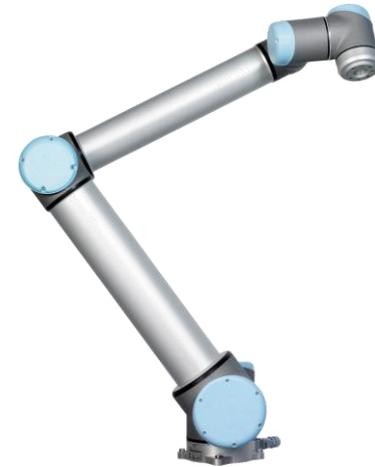
- Neobotix MPO-700
- Omnidirektionaler Drehfahrantrieb
- Eigengewicht – 120 kg
- Traglast – 300 kg
- Höchstgeschwindigkeit – 0,9 m/s
- PC – Intel i5, 8 GB RAM, Ubuntu 20.04, ROS Noetic
 - Übernimmt die Navigation
 - Führt die Objekterkennung und Referenzierung durch
 - Steuert den UR10



Aufbau und Elemente der Roboterhardware

Roboter

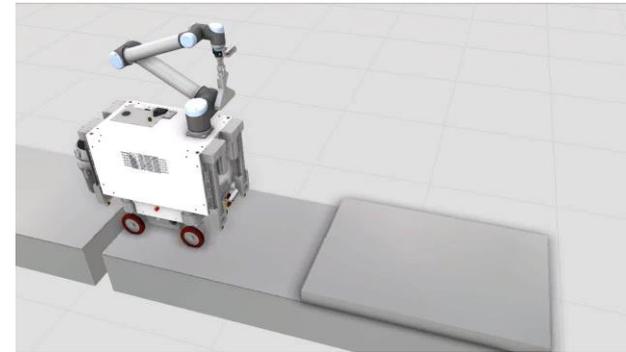
- Universal Robots – UR10
- 6-Achs-Kinematik
- Eigengewicht – 28,9 kg (ohne Controller)
- Traglast – 10 kg
- Reichweite – 1300 mm
- TCP-Höchstgeschwindigkeit ~ 1 m/s
- Software für Steuerung – Movelt



Aufbau und Elemente der Roboterhardware

MAus – Modulare Antriebsunterstützung

- 4 elektrische Hubzylinder mit Linearführung
- Traglast – 400 kg
- Hub – 300 mm
- Höchstgeschwindigkeit – 177 mm/s
- Überwindbare Stufen bis 15 cm
- Überwindbare Absätze bis 40 cm



Methodik für die autonome Dampfreinigung von Oberflächen

Reinigungsgerät

- Dampfsauger *Steam Hero* der Firma beam GmbH
 - 180°C heißer Trockendampf
 - Bis zu 10 bar Dampfdruck
 - Sehr geringer Wasserverbrauch
 - Verringert Notwendigkeit von chemischen Reinigern
- Handgerätemrüstung zur Automatisierbarkeit
 - Signalansteuerbarkeit des Dampfsaugers implementieren
 - Flexibleren Absaugschlauch integrieren
 - Optimale Schlauchführung am Roboter experimentell bestimmen
 - Düsenkonstruktion iterativ anpassen
 - Ausgleichskinematik für Düsenanbindung entwickeln (Toleranzausgleich)



Methodik für die autonome Dampfreinigung von Oberflächen

Roboter-Endeffektor

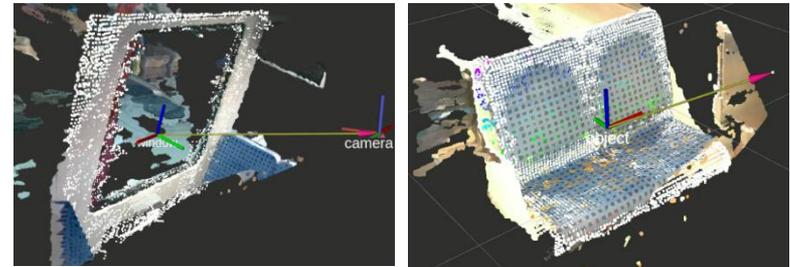
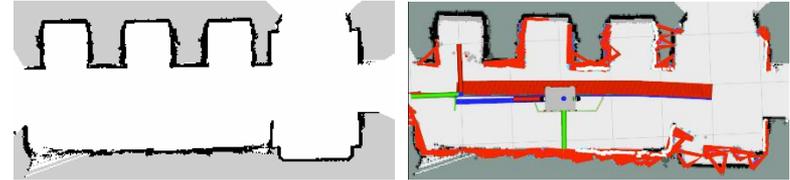
- Düsenaufsatz bestehend aus Reinigungsbürste und Abziehlippe
 - Zum Schmutzlösen und Abtragen
- Robotergerichte Düsenkonstruktion
 - Für Dampfauslass und Absaugung
- Ausgleichskinematik
 - Ermöglicht Toleranzausgleich bei unebenen Oberflächen
- Werkzeugwechselsystem
 - Vereinfacht Nutzung verschiedener Werkzeuge
- RGB Kamera mit Tiefenwahrnehmung
 - Für Objekterkennung und Referenzierung



Methodik für die autonome Dampfreinigung von Oberflächen

Navigation und Referenzierung

- Navigation
 - Kartenbasiert, autonom
 - Fahrt zu Reinigungspose über Wegpunkte
- Referenzierung
 - Objekterkennung (ohne CAD Modell)
 - punktwolkenbasiert (kein RGB-Kanal)
 - Positionsermittlung im UR10-ROS
- Reinigungsposen relativ zu Objekt eingelernt
 - Nur einmal bei Einrichtung notwendig



Methodik für die autonome Dampfreinigung von Oberflächen

Ergebnis



Fazit und Ausblick

Lessons learned

- Die Reinigung von öffentlichen Verkehrsmitteln ist automatisierbar!
- MAus für automatisierten Einstieg in Züge von Bahnsteigniveau geeignet
- Eigenständiges Liftsystem zum Einstieg auf unwegsamem Untergründen erforderlich
- Störanfälligkeit der Navigation in beengten Bereichen reduzieren (Fehlervermeidung)
- Abmessungen und Gewicht des Gesamtsystems verringern (Performancesteigerung)
- Spannungsversorgung des Reinigungsgeräts über Akkus realisieren (Autarkiesteigerung)
- Vorratsbehältnisse des Reinigungsgeräts an Bedarf anpassen (Laufzeitverlängerung)
- Reinigungsprozesse optimieren und um weitere Objekte ergänzen (Einsatzweiterung)
- Einsatz anderer Roboterkinematik (Zugänglichkeitssteigerung)
- Düseneigenkonstruktion weiterentwickeln, Kraftsensor nutzen (Kompensationsverbesserung)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Offene Fragen



© by Fraunhofer IFAM
All Rights reserved.
Confidential and proprietary document.

Dieses Dokument und alle darin enthaltenen Informationen sind das alleinige Eigentum des Fraunhofer IFAM. Die Zustellung dieses Dokumentes oder die Offenlegung seines Inhalts begründen keine Rechte am geistigen Eigentum. Dieses Dokument darf ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Fraunhofer IFAM nicht vervielfältigt oder einem Dritten gegenüber enthüllt werden. Dieses Dokument und sein Inhalt dürfen nur zu bestimmungsgemäßen Zwecken verwendet werden.

Die in diesem Dokument gemachten Aussagen stellen kein Angebot dar. Sie wurden auf der Grundlage der aufgeführten Annahmen und in gutem Glauben gemacht. Wenn die zugehörigen Begründungen für diese Aussagen nicht angegeben sind, ist das Fraunhofer IFAM gern bereit, deren Grundlage zu erläutern.

This document and all information contained herein is the sole property of Fraunhofer IFAM. No intellectual property rights are granted by the delivery of this document or the disclosure of its content. This document shall not be reproduced or disclosed to a third party without the express written consent of Fraunhofer IFAM. This document and its content shall not be used for any purpose other than that for which it is supplied.

The statements made herein do not constitute an offer. They are based on the mentioned assumptions and are expressed in good faith. Where the supporting grounds for these statements are not shown, Fraunhofer IFAM will be pleased to explain the basis thereof.