

COOKIE – Containerdienstleistungen Optimiert durch Künstliche IntelligEnz



© Hamburger Hafen und Logistik AG

Motivation

- Technologische Innovationen verbessern Wirtschaftlichkeit, Energieverbrauch, Nachhaltigkeit und Sicherheit.
- Erhöhung der Servicequalität gegenüber Kunden durch modernere und effizientere Prozesse
- Verbesserung des Arbeitsschutzes
- Marktführer bei der Entwicklung von neuen Umschlags- und Wartungstechnologien, Schaffung von Innovations- und Wissensvorsprung gegenüber Mitbewerbern.
- Stärkung der Marke „HHLA“ als innovatives, umweltfreundliches und zukunftsorientiertes Unternehmen.

Projektziel

Das übergeordnete Ziel des Projektes ist die Erhöhung der Planbarkeit und Vergabe von Voranmeldungen/Slots sowie die Erstellung verlässlicher Prognosen zur Wiederverfügbarkeit der Container. Im Projekt werden zwei Anwendungsfelder erforscht: Maintenance & Repair (M&R) und Tankcontainerreinigung. Bei M&R soll KI basierte Bilderkennung die Inspektoren bei der Schadensidentifikation und -bewertung unterstützen und dadurch die Uniformität der Schadensbeurteilung erhöhen. Das führt zu einer besseren Sondierung von heilen und beschädigten Containern sowie zu einer besseren Planbarkeit des Wiedereinsatzes von Leercontainern. Im Anwendungsfeld Tankcontainerreinigung soll ein optimales Reinigungsprogramm selbstständig durch ein KI System erlernt und Reinigungsprozeduren dokumentiert werden, wodurch Mitarbeiter vor potenziell gesundheitsschädlichen Situationen besser geschützt werden können.

Lösungsansatz

Das Projekt sieht die Bearbeitung von zwei aufeinanderfolgenden Umsetzungszyklen mittels einer agilen Arbeitsweise vor, in denen jeweils die Projektschwerpunkte „KI basierte Prognose des Reinigungsansatzes“ und „KI basierte Bildauswertung“ bis zu einer

Pilotierung V1 und Pilotierung V2 ausgearbeitet werden. Der erste Umsetzungszyklus zeichnet sich insbesondere durch eine umfangreiche Lernphase der beiden KI Modelle aus. Im zweiten Umsetzungszyklus steht dann zusätzlich die Einbindung der prognosebasierten Informationen in die Prozesse auf dem Leercontainerdepot im Vordergrund. Dieser zyklenbasierte Ansatz stellt sicher, dass ungelöste Herausforderungen bzw. gewonnene Erkenntnisse aus der Pilotierung der ersten Umsetzungsphase in der zweiten Iterationsschleife erneut adressiert werden können und steigert damit die Chancen des Projekterfolges insgesamt. Gleichzeitig ermöglicht die zyklische Arbeitsweise ein frühes Erkennen und Adressieren von Störungen bzw. neuen Risiken im Verlauf der Projektbearbeitung.

Ergebnisse

Im Forschungsprojekt Cookie wurde die Anwendbarkeit von Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) für den Einsatz in Leercontainerdepots erforscht, um zuverlässige Prognosen für die Verfügbarkeit von Containern zu gewährleisten und die allgemeine Planbarkeit im Depot zu verbessern. Dabei wurden die beiden Anwendungsfelder Maintenance & Repair (M&R) von Leercontainern und die Tankcontainerreinigung betrachtet.

Maintenance & Repair

Im Bereich M&R wurde der Einsatz von KI-basierter Bilderkennung für die Optimierung des CSC Inspektionsprozesses untersucht, um die Inspektoren bei der Schadensidentifikation und -bewertung zu unterstützen und dadurch die Uniformität der Schadensbeurteilung zu erhöhen.

Grundlage für die KI-Modelle ist die Kombination aus Schadensbildern und CEDEX-Schadensinformation. Systematisch wurden verschiedene Aspekte der Problemstellung untersucht und KI-Modelle in einem iterativen

Prozess trainiert. Anhand bestimmter Metriken wurde die Leistungsfähigkeit der Modelle bewertet und kontinuierlich verbessert. Hauptfokus im Projekt war die Differenzierung

zwischen intakten und beschädigten Containern, da hier eine Verbesserung der Trennschärfe unnötige Inspektionsvorgänge und damit Ressourcen einsparen könnte. Verschmutzungen, Rost und teilweise verminderte Sichtbarkeit der Schäden sind allerdings auch für die KI eine Herausforderung.

Durch die hohe Anzahl an Schäden und möglichen Positionen wurde sich auf einen prominenten Schadenstypen fokussiert, die Delle. Hierbei konnten Fehlerraten um die 10% erreicht werden. Die Fehlerrate könnte sehr wahrscheinlich noch verbessert werden, durch eine Erhöhung der Qualität der Trainingsdaten. Allerdings lässt sich auch dann nur Erkennen, was auf den 2-dimensionalen Bildern zu sehen ist. Das Messen von Tiefenprofilen könnte zum Beispiel zu besseren Ergebnissen beitragen.

Prinzipiell konnte im Projekt die Anwendbarkeit der bildbasierten Schadenserkenkung nachgewiesen werden, allerdings würde ein in Produktion einsetzbares System, noch weiteren Aufwand benötigen, bis es ausgereift wäre, um wirklich messbare Auswirkungen auf die

Effizienz des Depotbetriebs zu haben. Die gewonnenen Erkenntnisse werden entsprechend für weitere Forschungsarbeiten genutzt. So können im Bereich der KI-basierten Bilderkennung schnell Prototypen entwickelt und für reale Testfelder zur Verfügung gestellt werden.

Tankcontainerreinigung

Im Anwendungsfeld Tankcontainerreinigung wurden die Potentiale von Reinforcement Learning (RL) untersucht. Durch den Einsatz von RL sollte ein optimales Reinigungsprogramm selbstständig erlernt und Reinigungsprozeduren dokumentiert werden, wodurch Mitarbeiter vor potenziell gesundheitsschädlichen Situationen besser geschützt werden können.

Dazu wurden umfangreiche Simulationsstudien erstellt. Da sich in den durchgeführten Experimenten jedoch abzeichnete, dass weder während der

Projektlaufzeit noch bei fortlaufender Sammlung nach Projektende eine ausreichende Menge an Testdatensätzen für ein RL-Modell generierbar wäre, wurde der Fokus auf die Automatisierung und Standardisierung der Prozesse gelegt. Das Ergebnis ist somit ein angepasster Sollprozess, welcher auch die Schnittstellen und Informationsflüsse der verschiedenen IT-Systeme berücksichtigt, sowie ein Konzept zur fortlaufenden Standardisierung und Optimierung der Reinigungsvorgänge.

Insgesamt

Trotz vieler Herausforderungen haben sich innerhalb des Projektes viele Erkenntnisse zur Optimierung des Depotbetriebs durch KI-Methoden ergeben und zu positiven Effekten geführt.

Darüber hinaus haben sich aus dem Projekt zusätzlich andere Ideen und mögliche Strategien zur Optimierung des Depotbetriebs ergeben und zu zusätzlichen Entwicklungen geführt, welche nicht in der ursprünglichen Planung enthalten waren, jedoch direkt zur Erfüllung der förderpolitischen Ziele beitragen.

So wurde ein BI-Tool entwickelt, welches nicht nur relevante Kennzahlen des Terminalbetriebs darstellt, sondern auch eine operative Nachverfolgbarkeit des M&R-Prozesses, sowohl aggregiert als auch auf Ebene einzelner Container, ermöglicht