

SIBORC

Simulation-based Optimization of Reusable Container Cycles

Programm / Ausschreibung	FinVn 22/23, Digitale Technologien, AI for Green 2023	Status	laufend
Projektstart	01.11.2024	Projektende	30.04.2027
Zeitraum	2024 - 2027	Projektlaufzeit	30 Monate
Keywords	reusable containers;digital twin;planning;optimization;simulation		

Projektbeschreibung

Die Paketlogistik steht durch ihren Beitrag zur Umweltbelastung vor großen Herausforderungen. Der Pakettransport trägt erheblich zur Umweltbelastung bei, insbesondere durch Emissionen aus dem Straßen-, Luft- und Schiffsverkehr. Darüber hinaus wirkt sich insbesondere die Verwendung von Einweg-Transportbehältern extrem negativ auf den ökologischen Fußabdruck aus. Trotzdem sind gegenwärtig die meisten Logistikketten auf Einweg-Transportboxen, hauptsächlich aus Karton, aufgebaut.

Angesichts des Klimawandels und des EU Green Deals ist es unerlässlich, die Logistik auf Kreislautsysteme und wiederverwendbare Transportbehälter umzustellen. Dies, obwohl ökologisch notwendig, bringt große wirtschaftliche Herausforderungen für die Industrien mit sich. Schon für den Aufbau von Kreislautmodellen werden spezielle Planungswerkzeuge benötigt. Fragen wie benötigte Behälteranzahlen, geeignete Größen und Lagerdimensionen müssen umfassend beantwortet werden. Der laufende Betrieb erfordert die Lösung verschiedener Planungsprobleme, wie Verpackungsprobleme, Routenprobleme oder Arbeitskräfteplanung. Kreislautsysteme erschweren dies, da der Rücktransport berücksichtigt werden muss, was dazu führt, dass alle Teilloptimierungsprobleme miteinander verknüpft sind und somit nicht unabhängig voneinander gelöst werden können.

Umgekehrt können gut umgesetzte Kreislautsysteme sogar wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen. Der Preis für Papier und Karton in den letzten Jahren deutlich gestiegen, während die Kosten für die Herstellung von Kunststoffboxen tendenziell stabil oder rückläufig sind. Die gestiegene Qualität verfügbarer Kunststoffe hat zu verlängerten Lebensdauern solcher wiederverwendbarer Transportboxen geführt. Daher werden die höheren Produktionskosten und der gesteigerte Energieeinsatz während der Herstellung innerhalb der Lebensdauer überkompensiert. Die Möglichkeit, Sensoren und Sender in wiederverwendbare Transportbehälter zu integrieren, birgt weiteres Potenzial in den Bereichen Tracking, Planung und Optimierung durch die Realisierung als cyber-physisches System.

Die Verwendung von Simulationen im Allgemeinen und digitalen Zwillingen im Besonderen bietet einen guten Ansatz zur Bewältigung der Komplexität der Prozesslandschaft und der miteinander verbundenen Planungsprobleme. Die Darstellung aller relevanten Artefakte (z. B. Produkte, Transportbehälter, Fahrzeuge usw.), Standorte (z. B. Zieladressen, Transferpunkte,

Behälterlager, Produktlager usw.) und Personen in verschiedenen Szenarien ermöglicht es, "Was-wäre-wenn" -Fragen zu beantworten. Aufbauend darauf haben künstliche Intelligenzverfahren das Potenzial, (nahe-) optimale Simulationsparameter automatisch zu finden und dadurch reale Prozesse zu planen und zu optimieren.

Das vorgeschlagene Projekt SIBORC untersucht die Möglichkeiten, große und komplexe Kreislaufsysteme zu simulieren und sie in Form von digitalen Zwillingen umzusetzen. Darüber hinaus werden KI-Methoden im Bereich der Simulationsoptimierung auf ihre Anwendbarkeit für kreislaforientierte Prozesse in der Logistik untersucht und möglicherweise erweitert und angepasst. Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts liegt in der Technologiefolgenabschätzung, d. h. in szenariobasierten Analysen hinsichtlich der wirtschaftlichen und ökologischen Verbesserungen sowie der Auswirkungen auf umliegende soziale und organisatorische Systeme durch die Implementierung von kreislaforientierten Transportsystemen im Vergleich zu Einwegsystemen.

Abstract

The parcel logistics industry is facing significant challenges. Parcel transportation contributes substantially to environmental pollution, especially through emissions from road, air, and maritime traffic. Furthermore, the use of single-use transport containers has an extremely negative impact on the ecological footprint, particularly exacerbating the problem. Nonetheless, currently, most logistics chains are built upon single-use transport boxes, primarily made of cardboard.

Given climate change and the EU Green Deal, it is imperative to transition logistics to circular systems and reusable transport containers. However, this necessary ecological shift poses substantial economic challenges for the industries. Even the establishment of circular models requires specialized planning tools. Comprehensive answers are needed for questions such as required quantities of containers, suitable sizes, and storage dimensions. Ongoing operations necessitate solving various planning problems, including packaging issues, route optimization, and workforce planning. Circular systems further complicate this because the return transportation must be considered, leading to interconnections among all sub-optimization problems that cannot be independently solved.

Conversely, well-implemented circular systems can even bring economic benefits. The price of paper and cardboard has significantly risen in recent years, while the costs of manufacturing plastic boxes tend to remain stable or decrease. The increased quality of available plastics has resulted in extended lifespans of such reusable transport boxes. As a result, the higher production costs and increased energy input during manufacturing are compensated within the lifespan. The potential to integrate sensors and transmitters into reusable transport containers brings additional potential in the areas of tracking, planning, and optimization through the realization of a cyber-physical system.

The use of simulations in general, and digital twins in particular, provides a promising approach to address the complexity of the process landscape and interconnected planning problems. Representing all relevant artifacts (e.g., products, transport containers, vehicles, etc.), locations (e.g., destination addresses, transfer points, container storage, product storage, etc.), and personnel in various scenarios enables the exploration of "what-if" questions. Building on this, artificial intelligence methods have the potential to automatically find optimal simulation parameters and consequently plan and optimize real processes.

The proposed project SIBORC explores the possibilities of simulating large and complex circular systems and implementing

them in the form of digital twins. Additionally, AI methods in the field of simulation optimization are being examined for their applicability to circular processes in logistics, with potential for expansion and adaptation. Another focal point of the project lies in technology impact assessment, involving scenario-based analyses of economic and ecological improvements, as well as the impacts on surrounding social and organizational systems, stemming from the implementation of circular transport systems compared to disposable systems.

Projektkoordinator

- Fraunhofer Austria Research GmbH

Projektpartner

- afreshed GmbH
- BOOXit OG
- CompUnity GmbH
- FHW Fachhochschul-Studiengänge Betriebs- und Forschungseinrichtungen der Wiener Wirtschaft GmbH