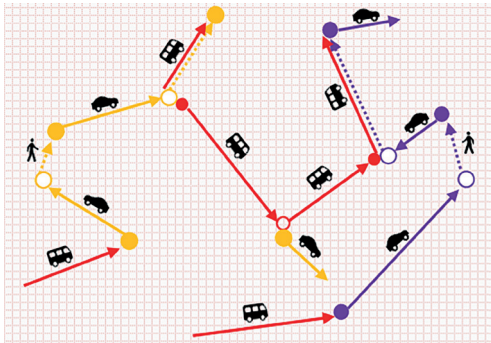


Isabella 2.0

Automobillogistik im See- und Binnenhafen: Integrierte und anwenderorientierte Steuerung der Gerät- und Ladungsbewegungen durch künstliche Intelligenz und eine virtuelle Schulungsanwendung



Links: Steuerungslogik für das Verfahren von PKW auf einem Automobilterminal, Bild: BIBA | Oben: Vogelperspektive auf ein Automobilterminal, Foto: © Kalyakan/adobe stock.com

Motivation

Im Vorgängerprojekt Isabella wurde ein Steuerungssystem zur Fahrauftragsabwicklung entworfen, welches im Forschungsprojekt Isabella2 erweitert worden ist. Zur terminalweiten Anwendung des Systems erfolgte die Integration der Verkehrsträger. Zudem wurde ein Konzept zum Datenempfang im Schiff entworfen. Außerdem wurden durch die Anwendung künstlicher Intelligenz Rechenzeiteinsparung erzielt.

Vorgehen

Mittels ereignisdiskreter Simulation wurden die Prozessabläufe des Automobilterminals abgebildet und die Parametrisierung der dynamischen Prioritäten vorgenommen. An das Simulationsmodell war ein Steuerungsalgorithmus angebunden, der über eine zweistufige Branch-and-Bound-Optimierung die individuelle Zuweisung der Fahraufträge an Fahr- und Shuttlepersonal vornimmt und ein Shuttlerouting-Problem löst. Um die Performanz des Steuerungsalgorithmus zu erhöhen, wurde ein Graph Convolutional Neural Network über Imitation Learning darauf trainiert, die Vorgehensweise des Optimierers (Zuweisung von Fahraufträgen zu Fahrern und Shuttles) zu imitieren. Außerdem wurde ein Konzept für ein ad-hoc Mesh-WLAN für den Datenempfang in Schiffen entworfen.

Ergebnisse

In Simulationsstudien konnte gezeigt werden, dass die Abläufe auf dem Terminal über die dynamischen Prioritäten zuverlässig so gesteuert werden, dass die zeitkritischen Prozesse der Verkehrsträgerbe- und -entladungen in den vorgegebenen Liege-/Standzeiten absolviert werden. Für die Performanzsteigerung des Steuerungsalgorithmus konnte eine vorläufige Version des Neuronalen Netzes erstellt und validiert werden. Für eine finale Anwendung steht noch eine höhere Anzahl von generierten Testdaten aus Simulationen aus, um die Lösungsgüte zu verbessern. Das ad-hoc Mesh-WLAN für den Datenempfang auf Schiffen wurde prototypisch validiert und wies eine gute Reaktionszeit, Übertragungsgeschwindigkeit und Reichweite auf. Die positiven Ergebnisse aus den Simulations- und Laborstudien konnten in mehreren Testläufen auf verschiedenen Automobilterminals der BLG bestätigt werden.

Ausgewählte Publikationen

Hoff-Hoffmeyer-Zlotnik, M.; Sprodowski, T.; Freitag, M.: Vehicle compound planning and control system: A planning and control framework for vehicle compounds with online-optimization on the level of individual workers. In: Expert Systems with Applications, 231(2023), pp. 120660, doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120660

Sprodowski, T.; Hoff-Hoffmeyer-Zlotnik, M.; Freitag, M.: Balance efficient shuttle routing and fast order execution on a vehicle compound. In: IFAC-PapersOnline. Elsevier, Amsterdam, NL, 2022, Commended Paper-Award; doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.368

GEFÖRDERT DURCH:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

FÖRDERPROGRAMM:



Projektträgerinitiative Innovative Hafentechnologien

PROJEKTPARTNER:



ISABELLA 2.0

LAUFZEIT:

07.2020 - 06.2023

ANSPRECHPARTNER:

Marit Hoff-Hoffmeyer-Zlotnik, M. Sc.
E-Mail: hhz@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 50 094

Dr.-Ing. Tobias Sprodowski
E-Mail: spr@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 50 097

Dr.-Ing. Abderrahim Ait Alla
E-Mail: ait@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 50 082

ADRESSE:

BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH
Hochschulring 20
28359 Bremen



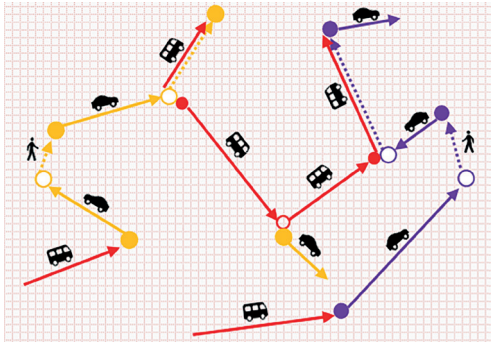
Das BIBA ist ein ingenieurwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität Bremen. Es forscht in den Bereichen Produktion und Logistik und verbindet dabei die prozessorientierte mit der produktorientierten Sicht. Durch die organisatorische und inhaltliche Verknüpfung mit dem universitären Fachbereich Produktionstechnik engagiert sich das BIBA sowohl in der Grundlagenforschung als auch in anwendungsorientierten Verbundprojekten sowie der industriellen Auftragsforschung.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE

Isabella 2.0

Automobile logistics in sea and inland ports: Integrated and user-oriented control of device and load movements through artificial intelligence and a virtual training application



Left: Control logic for moving vehicles on an automobile compound, Figure: BIBA | Above: Bird's eye view of an automobile compound, Photo: © Kalyakan/adobe stock.com

Motivation

In the predecessor project Isabella, a control system for transport order processing was designed, which was to be expanded in the Isabella2 research project. For terminal-wide application of the system, integration of the modes of transport was to take place and a concept for receiving data in the ship was to be designed. In addition, computing time savings were to be achieved by applying artificial intelligence.

Approach

Discrete-event simulation was used to model the process flows of the automobile terminal and to parameterize the dynamic priorities. A control algorithm was connected to the simulation model, which uses a two-stage branch-and-bound optimization to individually assign driving orders to driving and shuttle personnel and solves a shuttle routing problem. To improve the performance of the control algorithm, a Graph Convolutional Neural Network was trained via imitation learning to mimic the approach of the classical optimizer (assigning driving jobs to drivers and shuttles). In addition, a concept for an ad-hoc mesh WLAN for information exchange in ships was designed.

Results

In discrete-event simulation studies, it was shown that the processes at the terminal are reliably controlled via the dynamic priorities in such a way that the time-critical processes of loading and unloading carriers are completed within the specified layover/standby times. A preliminary version of the neural network was created and validated to improve the performance of the control algorithm. For a final application, a higher number of generated test data from simulations is still pending to improve the solution quality. The ad-hoc mesh WLAN for data reception on ships was prototypically validated and showed good response time, transmission speed and range. The positive results from the simulation and laboratory studies could be confirmed in several test runs on various BLG automotive terminals.

Selected Publications

Hoff-Hoffmeyer-Zlotnik, M.; Sprodowski, T.; Freitag, M.: Vehicle compound planning and control system: A planning and control framework for vehicle compounds with online-optimization on the level of individual workers. In: Expert Systems with Applications, 231(2023), pp. 120660, doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120660

Sprodowski, T.; Hoff-Hoffmeyer-Zlotnik, M.; Freitag, M.: Balance efficient shuttle routing and fast order execution on a vehicle compound. In: IFAC-PapersOnline. Elsevier, Amsterdam, NL, 2022, Commended Paper-Award; doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.368

PROJECT PARTNERS:



ISABELLA 2.0

DURATION:

07.2020 - 06.2023

CONTACT:

Marit Hoff-Hoffmeyer-Zlotnik, M. Sc.
E-mail: hhz@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 50 094

Dr.-Ing. Tobias Sprodowski
E-mail: spr@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 50 097

Dr.-Ing. Abderrahim Ait Alla
E-mail: ait@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 50 082

POSTAL ADDRESS:

BIBA – Bremer Institut für Produktion
und Logistik GmbH
Hochschulring 20
28359 Bremen



BIBA is an engineering research institute located at the University of Bremen. It is committed to basic research as well as to application-oriented development projects and engages itself in practice-oriented implementations, whereby it relies on cross-national, institutional and interdisciplinary cooperation and transfer. BIBA always considers the entire value-added chain: from the idea, concept and production, through to the use and the end recycling of a product.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE

FUNDED BY:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

PROGRAM:



Projektträgerschaft
Innovative
Hafentechnologien