

Projekt: Mobile Robotik DLBROESR01_D

Fallstudie

Studiengang: Angewandte Künstliche Intelligenz

Sven Behrens

Matrikelnummer: 42303511

Prof. Dr. Florian Simroth

5. Februar 2026

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
2 Hauptteil	2
2.1 Projektumgebung	2
2.2 Iterativer Analyseansatz	2
2.3 2D	2
2.4 3D	2
3 Fazit	2
3.1 Zielerreichung und Projektergebnisse	2
3.2 Kritische Reflexion	2
3.3 Verbesserungspotenziale und Optimierungsansätze	2
3.4 Ausblick	2
Projektrepository	2
Literaturverzeichnis	3
Verzeichnis der Anhänge	4
Anhang	4

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

AMR Automated Mobile Robot

C-Space Configuration Space

PRM Probabilistic Roadmap

RRT Rapidly-exploring Random Tree

1 Einleitung

Die Intralogistik befindet sich in einem tiefgreifenden Wandel. Angetrieben durch die steigende Kundenerwartungen an Liefergeschwindigkeit setzen immer mehr Unternehmen auf automatisierte mobile Roboter (Automated Mobile Robot (AMR)) für den innerbetrieblichen Warentransport (Fragapane et al., 2021). Eine zentrale Herausforderung beim Einsatz solcher Systeme stellt die Pfadplanung dar: Der Roboter muss in der Lage sein, kollisionsfrei von einem Startpunkt zu einem Zielpunkt zu navigieren und dabei sowohl statische Hindernisse als auch die eigene Geometrie zu berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des Moduls „Mobile Robotik“ an der IU Internationalen Hochschule ein Softwareprototyp entwickelt, der verschiedene etablierte Pfadplanungsalgorithmen implementiert und vergleichend evaluiert.

Das primäre Projektziel bestand in der Implementierung eines Softwaresystems, das für einen omnidirektionalen Roboter in einer polygonbasierten Lagerumgebung kollisionsfreie Pfade berechnet. Die zentrale Forschungsfrage konzentrierte sich darauf, wie verschiedene Pfadplanungsalgorithmen hinsichtlich Pfadqualität, Rechenzeit und Robustheit in unterschiedlich komplexen Umgebungen performieren. Besondere Aufmerksamkeit galt dabei der korrekten Konstruktion des Konfigurationsraums (Configuration Space (C-Space)), der die Robotergeometrie in die Hindernisdarstellung integriert.

Die methodische Vorgehensweise gliederte sich in mehrere aufeinander aufbauende Phasen. Zunächst wurde eine modulare Softwarearchitektur in Python entwickelt, die eine klare Trennung zwischen Umgebungsmodellierung, Robotergeometrie, Konfigurationsraumberechnung und Pfadplanung vorsieht. Anschließend wurden fünf verschiedene Algorithmen implementiert und verglichen: Die graphbasierten Verfahren A*, Dijkstra und Best-First-Search sowie die samplingbasierten Methoden Rapidly-exploring Random Tree (RRT) und Probabilistic Roadmap (PRM). Die Evaluation erfolgte auf drei Testumgebungen mit steigender Komplexität unter Verwendung von drei unterschiedlichen Robotergeometrien.

Der gewählte Ansatz zeichnet sich durch seine Erweiterbarkeit aus. Neben dem zweidimensionalen C-Space für omnidirektionale Roboter wurde zusätzlich ein dreidimensionaler Konfigurationsraum implementiert, der die Orientierung des Roboters als dritte Dimension berücksichtigt. Dies ermöglicht die Pfadplanung für nicht-holome Roboter und demonstriert die Skalierbarkeit des entwickelten Systems. Durch die systematische Evaluation verschiedener Algorithmus-Roboter-Umgebungs-Kombinationen wurden quantitative Erkenntnisse gewonnen, die als Entscheidungsgrundlage für den praktischen Einsatz dienen können.

Die vorliegende Fallstudie gliedert sich wie folgt: Nach der Beschreibung der Projektumgebung wird der iterative Entwicklungsansatz erläutert. Die Hauptabschnitte behandeln die 2D- und 3D-Pfadplanung mit ihren jeweiligen Ergebnissen. Abschließend werden die Projektergebnisse kritisch reflektiert und Verbesserungspotenziale aufgezeigt.

2 Hauptteil

2.1 Projektumgebung

2.2 Iterativer Analyseansatz

2.3 2D

2.4 3D

3 Fazit

3.1 Zielerreichung und Projektergebnisse

3.2 Kritische Reflexion

3.3 Verbesserungspotenziale und Optimierungsansätze

3.4 Ausblick

Projektrepository

Der vollständige Quellcode ist im GitHub-Repository verfügbar: <https://github.com/svenb23/mobile-robotik-pfadplanung>

Literatur

Fragapane, G., De Koster, R., Sgarbossa, F., & Strandhagen, J. O. (2021). Planning and control of autonomous mobile robots for intralogistics: Literature review and research agenda. *European Journal of Operational Research*, 294(2), 405. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.01.019>

Verzeichnis der Anhänge

Anhang