



Hindernisumfahrung eines
autonomen Roboters in einer
unbekannten statischen Umgebung.

Ronny Menzel



Inhalt

- Aufgabenstellung
- Begriffserklärung
- Hindernisumfahrungsstrategien
- Anforderungen an die Hindernisumfahrung
- Auswahl einer Umfahrungsstrategie
- Entwurf und Implementierung
- Ergebnisse Saphira/Mosro
- Simulation Saphira
- Video



Aufgabenstellung

- Ziel dieser Arbeit:
 - Darstellung und Vergleich verschiedener Hindernisumfahrungsstrategien.
 - Entwicklung einer Hindernisumfahrungsstrategie für den Wachschutzroboter „Mosro“



Begriffserklärung

- statische / dynamische Umgebung
 - statische Umgebung
 - keinerlei Veränderungen in der Umwelt
 - dynamische Umgebung
 - beinhaltet sowohl statische als auch bewegliche Objekte



Begriffserklärung

- globale / lokale Navigation
 - Globale Navigation
 - Ein Modell der Umwelt ist vorhanden
 - Der optimale Pfad kann ermittelt werden
 - Lokale Navigation
 - Umwelt teilweise bekannt oder komplett unbekannt
 - Lokale Pfadplanung ist selten optimal
 - Zur Navigation werden häufig die aktuellen Sensorwerte genutzt



Hindernisumfahungsstrategien

- Vielzahl verschiedener Ansätze
- Häufig auf den verwendeten Roboter und der Umwelt, in welcher sich der Roboter bewegt, angepasst
- Vergleich der Hindernisumfahungsstrategien hinsichtlich:
 - Verwendbarkeit in statischen und dynamischen Umgebungen
 - Verwendbarkeit für holonome / nicht holonome Roboter
 - Rechenintensivität



Anforderungen

- Anforderungen an die Hindernisumfahrung des Mosro
 - Der Roboter umfährt das Hindernis selbstständig ohne zusätzliche Steuerung von außen.
 - Während der Umfahrung muss jegliche Kollision mit einem Objekt verhindert werden.
 - Nach erfolgreicher Umfahrung setzt der Roboter die Überwachung auf dem vorher festgelegten Weg fort.
 - Ist eine Hindernisumfahrung nicht möglich kehrt der Roboter zur Position zurück, an der die Hindernisumfahrung aufgerufen wurde.



Auswahl einer Strategie

- Der Roboter muss für jede Rotation gestoppt werden
- Bei Verwendung der analysierten Verfahren treten folgende Nachteile auf:
 - Unruhiger Bewegungsablauf, welcher durch häufiges Stoppen, Drehen und Beschleunigen unterbrochen wird
 - Bedingt durch die Anordnung der Sonarsensoren, kann nur ein Abbild der Umwelt vor dem Roboter erzeugt werden.
 - Hindernisse seitlich des Roboters können übersehen werden.
 - Eine Rückkehr zum Startpunkt auf denselben Weg ist nicht möglich, bzw. nur sehr aufwendig zu realisieren.
 - Eventuell ist nicht genügend Freiraum für eine Umfahrung vorhanden.



Entwurf und Implementierung

- Optimale Lösung: Umfahrung des Hindernisses in wenigen, langen, geraden Strecken
- Der Aufwand zur Speicherung des Rückweges ist gering
- führt zu einer gleichmäßigen und ruhigen Bewegung des Roboters



Entwurf und Implementierung

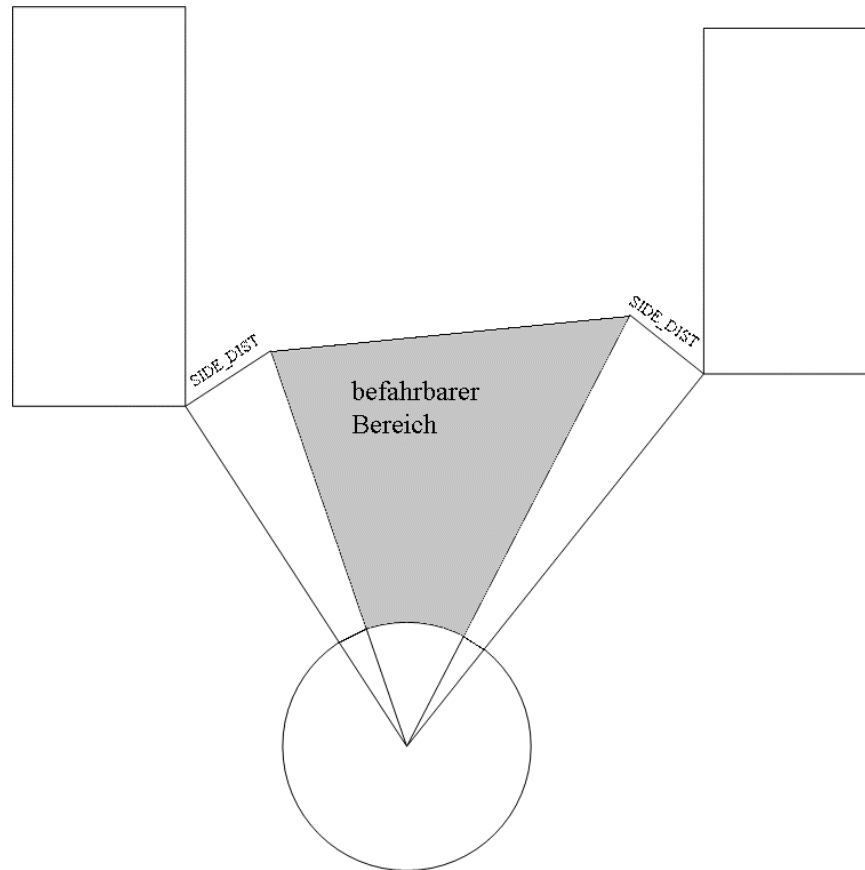
- Ist die aktuelle Zielrichtung blockiert, wird eine neue Zwischenposition in einem hindernisfreien Bereich ausgewählt
- Dazu wird eine Tangente an das künstlich aufgeblähte Hindernis angelegt.
- Mit Hilfe von Vektor- und Dreiecksberechnung kann die Zwischenposition sowie die neue Zielrichtung berechnet werden.
- Die Auswahl einer Zwischenposition erfolgt durch eine Bewertungsfunktion.



Entwurf und Implementierung

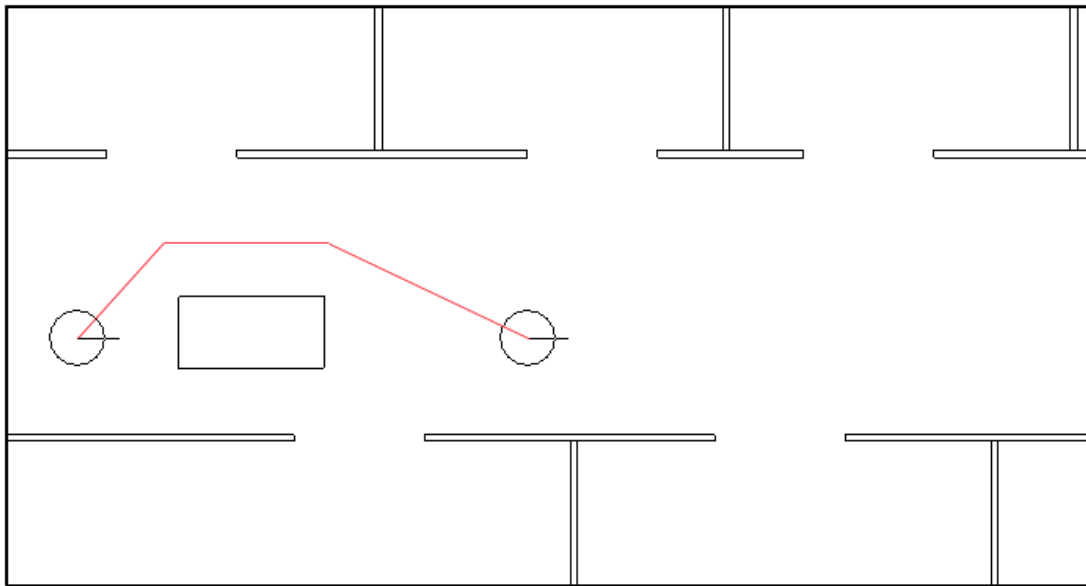
- Berechnung eines neuen Zwischenzieles in einem hindernisfreien Bereich
 - hindernisfreie Bereiche bestimmen
 - Berechnung der Durchfahrtbreite
 - künstliches Aufblähen der Hindernisse und Festlegung des befahrbaren Bereiches
 - Bestimmung des Zwischenzieles mit Hilfe einer Bewertungsfunktion
 - Berechnung des Zielvektors, von der neuen Position aus

Entwurf und Implementierung



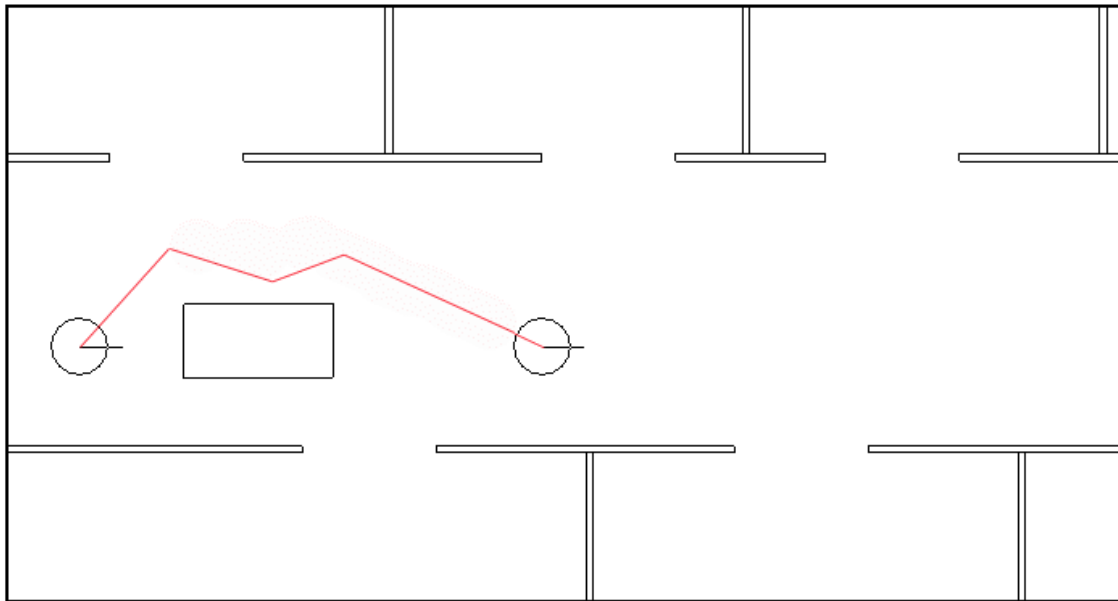
Ergebnisse

- Verhalten des Mosro



Ergebnisse

- Verhalten des Saphira Simulators

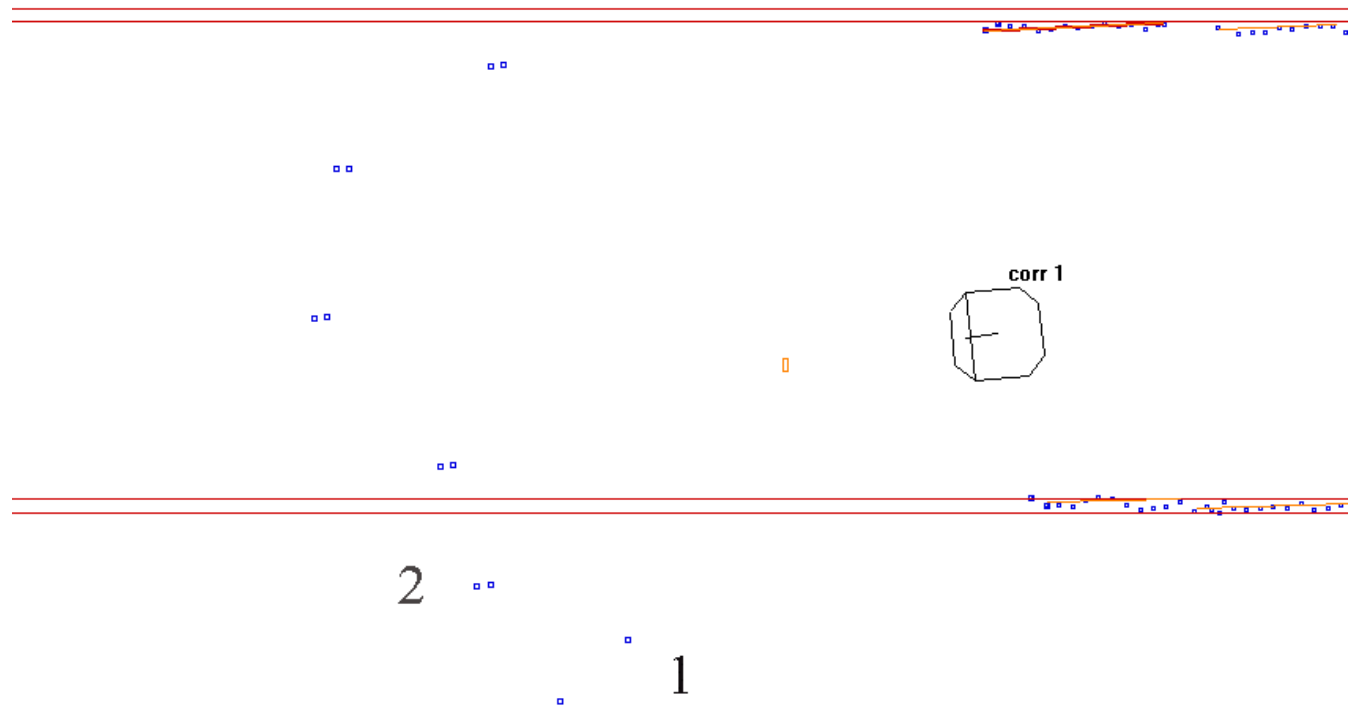




Ergebnisse

- **Auswertung:**
 - Verschiedene Ergebnisse zwischen Simulator und Realität
 - In der Realität funktioniert der Algorithmus wesentlich besser, da:
 - Die Sonarwerte schneller aktualisiert werden
 - Die Odometrie beim Mosro ist wesentlich genauer
 - Beim Mosro können absolute Bewegungskommandos verwendet werden
 - Die Entfernungsmessungen der Sonarsensoren sind im Simulator nicht korrekt, wenn der Einfallswinkel des Signals gering ist

Ergebnisse





Simulation

- Simulation einer Hindernisumfahrung in Saphira



Video

- Entstand beim Testen der Implementierung
- Da normalerweise in einem engen Flur getestet wurde, sind die Abstandswerte sehr gering gewählt
- Der Roboter fährt sehr nahe an den Hindernissen vorbei



Ende

- Fragen?



holonome Roboter

- Jean-Paul Laumond
- Robot Motion Planning and Control (1991)
- Motion planning can be split into two classes. When all degrees of freedom can be changed independently (like in a fully actuated arm) we talk about holonomic motion planning.[..] When the degrees of freedom of a robot system are not independent (like e.g. a car that cannot rotate around its axis without also changing its position) we talk about nonholonomic motion planning.



nicht holonome Roboter

- Nicht holonome Roboter unterliegen holonomen Zwangsbedingungen
- die Freiheitsgrade der Bewegungen sind beschränkt
- ähnlich wie bei einer Autosteuerung kann nicht jede Position erreicht werden, da eine Richtungsänderung eine Vorwärts- bzw. Rückwärtsbewegung bedingt
- ein nicht holonomer Roboter kann nicht auf der Stelle gedreht werden
- kann nicht frei im Raum bewegt werden, da die kreisbogenförmige Bewegung, durch die maximale Krümmung des Kreisbogens begrenzt ist.



holonome Roboter

- Holonome Roboter unterliegen keinen holonomen Zwangsbedingungen
- der Roboter kann in alle Richtungen bewegt und der Stelle gedreht werden
- keine Bewegungseinschränkungen
- Holonome Roboter verfügen meist über zwei getrennt steuerbare Antriebsräder.