



Universität Stuttgart
Institut für Automatisierungstechnik
und Softwaresysteme

Fachpraktikum Gruppe 3

Erstellung von Steuersoftware zur Navigierung eines
Roboters durch einen Hinderniskurs unter simultaner
Kartografierung desselbigen

Marcel Sauter
Michael Streib
Nahed Halouani
Tim Braun
Waldemar Repp

Prüfprotokoll

Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich
Betreuer:	Dustin White
Tutor:	Hannes Vietz

Start: 03.02.2021

Abgabe: 05.02.2021



Dokument Versionsverwaltung

Version	Autor	QS	Datum	Status	Änderungen
0.1	NaHal		03.02.2021	veraltet	Erstellung
1.0	NaHal	MiSt	05.02.2021	In Bearbeitung	Kleine Korrektur

0 Inhaltsverzeichnis

0	INHALTSVERZEICHNIS	2
1	HAUPTPRÜFFALL: ERFOLGREICHE FAHRT	4
1.1	Bezug zu Prüfspezifikation	4
1.2	Prüfprozedur	4
1.3	Ergebnis	4
1.4	Auswertung	4
2	GRENZFALL: MINIMALER ABSTAND ZWISCHEN ZWEI HINDERNISSEN	4
2.1	Bezug zu Prüfspezifikation	4
2.2	Prüfprozedur	4
2.3	Ergebnis	5
2.4	Auswertung	5
3	GRENZFALL: SACKGASSE	5
3.1	Bezug zu Prüfspezifikation	5
3.2	Prüfprozedur	5
3.3	Ergebnis	5
3.4	Auswertung	5
4	HAUPTPRÜFFALL: POSITIONSERFASSUNG	6
4.1	Bezug zu Prüfspezifikation	6
4.2	Prüfprozedur	6
4.3	Ergebnis	6
4.4	Auswertung	6
5	HAUPTPRÜFFALL: WEGFINDUNG	6
5.1	Bezug zu Prüfspezifikation	6
5.2	Prüfprozedur	6
5.3	Ergebnis	6
5.4	Auswertung	6

6	HAUPTPRÜFFALL: KARTOGRAFIE	7
6.1	Bezug zu Prüfspezifikation	7
6.2	Prüfprozedur	7
6.3	Ergebnis	7
6.4	Auswertung	7
7	HAUPTPRÜFFALL: ERWEITERTE WEGFINDUNG	7
7.1	Bezug zu Prüfspezifikation	7
7.2	Prüfprozedur	7
7.3	Ergebnis	7
7.4	Auswertung	8
8	PRÜFFALL BEI FEHLERHAFTEN WERTEN: FALSCHER BENUTZEREINGABEN	8
8.1	Bezug zu Prüfspezifikation	8
8.2	Prüfprozedur	8
8.3	Ergebnis	8
8.4	Auswertung	8
9	VISUALISIERUNG	8
9.1	Bezug zu Prüfspezifikation	8
9.2	Prüfprozedur	8
9.3	Ergebnis	8
9.4	Auswertung	9

1 Hauptprüffall: Erfolgreiche Fahrt

1.1 Bezug zu Prüfspezifikation

Es wird „4.1. Hauptprüffall: Erfolgreiche Fahrt“ aus der Prüfspezifikation geprüft. Zu prüfen ist die Robotersteuerung unter normalen Umständen.

1.2 Prüfprozedur

Alle Prüfungen werden am Simulator mit Standardgeschwindigkeit durchgeführt. Zunächst werden Hindernisse so auf das Feld gelegt, dass der Roboter nicht von Anfang bis Ende in einer geraden Linie fahren kann, ohne jedoch den Weg zum Zielpunkt vollständig zu blockieren. Dann wird das Programm gestartet, beliebige Start- und Endpositionen eingegeben und die Fahrt gestartet. Die verbrachte Zeit bis zum Zielpunkt wird notiert.

Verschiedene Hinderniskonstellationen und Start- und Zielpositionen werden getestet.

1.3 Ergebnis

- Kurvenfahrt (Ja/Nein)
⇒ Ja
- Ziel erreicht (Ja/Nein)
⇒ Ja
- Zeit bis Ziel:
⇒ 85s, 210s, 152s, 276s
- Von Menschen verständliche Fahrweise (Ja/Nein)
⇒ Meistens ja. In manchen Stellen steckt der Roboter lange fest, bevor er weiterfahren kann.

1.4 Auswertung

Keine Abnormalitäten bei meisten Fahrten. Der Roboter ist meistens schnell und sinnvoll um die Hindernisse umgefahren.

2 Grenzfall: Minimaler Abstand zwischen zwei Hindernissen

2.1 Bezug zu Prüfspezifikation

Es wird „4.2. Grenzfall: Minimaler Abstand zwischen zwei Hindernissen“ aus der Prüfspezifikation geprüft. Zu prüfen ist die Robotersteuerung im Grenzfall minimaler Abstand zwischen zwei Hindernissen.

2.2 Prüfprozedur

Im Simulator werden zwei Hindernisse auf das Feld gelegt, deren Abstand kaum größer als den Durchmesser des Roboters ist. Dann wird das Programm gestartet. Als Startkoordinaten werden diejenigen aus einer beliebigen Position vor dem Spalt eingegeben und als Zielkoordinaten werden diejenigen aus einer beliebigen Position nach dem Spalt eingegeben. Es werden dann die Einträge bestätigt und die Stoppuhr gestartet. Es wird mit Hindernissen, die parallel und schräg zueinander getestet.

2.3 Ergebnis

- Spalt passiert (Ja/Nein)
⇒ Ja, Nein, Ja
- Zeit bis Ziel
⇒ 10s, - , 31s
- Sinnvolles Verhalten (Ja/Nein)
⇒ Ja, Nein: Roboter ist aus dem Feld gefahren, Ja.

2.4 Auswertung

Im zweiten Test wurde die Startrotation auf 90° festgelegt. Der Roboter hat sich nicht umgedreht und ist bis zur unteren Kante gefahren und sie überschritten. Es könnte sein, dass die untere Wand nicht als Grenze festgelegt worden.

3 Grenzfall: Sackgasse

3.1 Bezug zu Prüfspezifikation

Es wird „4.3. Grenzfall: Sackgasse“ aus der Prüfspezifikation geprüft. Zu prüfen ist die Robotersteuerung im Grenzfall einer Sackgasse.

3.2 Prüfprozedur

Im Simulator werden Hindernisse auf dem Feld so ausgelegt, dass sie dem Roboter eine Sackgasse bilden. Dann wird das Programm gestartet. Als Startkoordinaten werden diejenigen aus einer beliebigen Position innerhalb der Sackgasse eingegeben. Beliebige Zielkoordinaten werden eingegeben. Es werden dann die Einträge bestätigt und die Stoppuhr gestartet. Verschiedene Hinderniskonstellationen werden getestet, so dass sich die Sackgassen mittig im Feld und neben den Wänden befinden.

3.3 Ergebnis

- Sackgasse verlassen (Ja/Nein)
⇒ Ja, Nein, Ja
- Ziel erreicht/Sackgasse vermieden (Ja/Nein)
⇒ Ja, Nein, Ja
- Zeit
⇒ 235s, - , 181s
- Sinnvolles Verhalten (Ja/Nein)
⇒ Ja, Nein, Ja

3.4 Auswertung

Im ersten Test hat der Roboter viel Zeit gebraucht, aus den Sackgassen heraus zu fahren. Dieses Verhalten ist aber sinnvoll und hat eine genaue Kartografie der Hindernisse ermöglicht.

Im zweiten Test wurde die Startrotation auf 90° festgelegt. Der Roboter ist in der Gasse stecken geblieben. Er pendelte zwischen der oberen Wand und einem Hindernis von unten.

Weitere Tests haben ein gutes Verhalten aufgewiesen.

4 Hauptprüffall: Positionserfassung

4.1 Bezug zu Prüfspezifikation

Es wird „4.4. Hauptprüffall: Positionserfassung“ aus der Prüfspezifikation geprüft. Dieser Test prüft, ob die Position des Roboters aus den Kameradaten erfasst werden kann. Daher ist dieser nur für das Rennen im Labor als Hauptprüffall. Der Test wird trotzdem am Simulator durchgeführt. Zu prüfen ist nun die Positionserfassung aus Simulator Daten.

4.2 Prüfprozedur

Das Programm wird gestartet. Beliebige Einträge werden in das Eingabefenster eingegeben. Die reale Position wird im Simulator verfolgt. Die Softwareposition wird mit der realen Position verglichen.

4.3 Ergebnis

- Welche Softwareposition entspricht welcher realen Position? Wie genau?
 - ⇒ Die Software und die reale Position sind überall identisch mit dem bloßen Auge. Es gibt manchmal eine Verzögerung von ca. 1s zwischen den Positionen.
- Genauigkeit abhängig von Position?
 - ⇒ Nein
- Andere Faktoren für Genauigkeit?
 - ⇒ Nein

4.4 Auswertung

Global sinnvolle Ergebnisse. Die Verzögerung holt automatisch auf. Sie verursacht keine weiteren Probleme.

5 Hauptprüffall: Wegfindung

5.1 Bezug zu Prüfspezifikation

Es wird „4.5. Hauptprüffall: Wegfindung“ aus der Prüfspezifikation geprüft. Zu prüfen ist die Strategie vom Start- zum Zielpunkt anzukommen.

5.2 Prüfprozedur

Die Prozedur von 1.2 wird gefolgt. Der Weg des Roboters wird verfolgt.

5.3 Ergebnis

- Folgt Strategie?
 - ⇒ Ja
- Anomalien die nicht erwartet wurden?
 - ⇒ Nein

5.4 Auswertung

Sinnvolles Verhalten. Keine Anomalien.

6 Hauptprüffall: Kartografie

6.1 Bezug zu Prüfspezifikation

Es wird „4.6. Hauptprüffall: Kartografie“ aus der Prüfspezifikation geprüft. Die Kartografie unter normalen Bedingungen ist hier zu prüfen.

6.2 Prüfprozedur

Die Prozedur von 1.2 wird gefolgt. Die reale und die kartografierte Hinderniskonstellationen werden verglichen.

6.3 Ergebnis

- Können die Hindernisse vom Roboter erkannt werden?
⇒ Ja, die vom Roboter angefahrenen Hindernis Seiten werden kartografiert.
- Kann die Karte erstellt und auf dem Rechner visualisiert werden?
⇒ Ja
- Ist die erstellte Karte konform zur Hinderniskonstellation?
⇒ Ja, alle angefahrenen Hindernisse werden kartografiert. Die Grenzen der Hindernisse werden manchmal länger als die Realität dargestellt.
- Wie genau ist die Karte?
⇒ Überdurchschnittlich. Manche Stellen neben den Wänden und neben den Hindernissen werden ohne Grund kartografiert.

6.4 Auswertung

Global sinnvolles Verhalten. Die kleinen Ungenauigkeiten sind vernachlässigbar, da die dafür kartografierten Linien schmal sind, außer für den Fall, dass nur es nur einen Ausweg gibt und dieser als blockiert kartografiert wird.

7 Hauptprüffall: Erweiterte Wegfindung

7.1 Bezug zu Prüfspezifikation

Es wird „4.7. Hauptprüffall: Erweiterte Wegfindung“ aus der Prüfspezifikation geprüft. Zu prüfen ist die Strategie, wenn eine Karte des vorherigen Durchlaufs vorhanden ist.

7.2 Prüfprozedur

Als erster Durchgang wird die Prozedur von 1.2 gefolgt und die verbrachte Zeit bis zum Zielpunkt notiert. Im zweiten Durchgang werden dieselben Start- und Zielkoordinaten eingegeben und auf „Vorherige Karte verwenden“ gedrückt. Bei der Bestätigung der Einträge wird die Stoppuhr gestartet. Die Routen sowie die Zeit der ersten und zweiten Durchgänge werden verglichen.

7.3 Ergebnis

- Werden die kartografierten Hindernisse vermieden?
⇒ Manche ja, manche nein für den 1. Test. Ja für die anderen Tests
- Wird die Zeit im Vergleich zum ersten Durchlauf verbessert?
⇒ 276s zu 213s, 38s zu 21s, -, 152s zu 70s

7.4 Auswertung

Global gute Ergebnisse.

8 Prüffall bei fehlerhaften Werten: Falsche Benutzereingaben

8.1 Bezug zu Prüfspezifikation

Es wird „4.8. Prüffall bei fehlerhaften Werten: Falsche Benutzereingaben“ aus der Prüfspezifikation geprüft. Hier wird die Benutzerschnittstelle geprüft.

8.2 Prüfprozedur

Die Benutzerschnittstelle wird geöffnet. Es werden falsche Eingaben jeweils in einem der Eingabefelder eingetragen (Startposition: X-Koordinate, Startposition: Y-Koordinate, Startposition: Rotation, Endposition: X-Koordinate, Endposition: Y-Koordinate). Verschiedene Arten von falschen Eingaben werden getestet (Zahlen außerhalb der bestimmten Bereiche, Buchstaben, Sonderzeichen, Leerzeichen...)

8.3 Ergebnis

- Zeigt die Software ein Fehler oder stürzt sie ab?
⇒ Fehler gezeigt

8.4 Auswertung

Gutes Verhalten

9 Visualisierung

9.1 Bezug zu Prüfspezifikation

Zu prüfen ist Es werden „4.2. Visualisierung der Parcoursumrandung, des Zielpunkts und von Hindernissen“, „4.4. Visualisierung des Roboters“ und „4.7. Visualisierung des geplanten Wegs“ aus der Testfallspezifikation-Visualisierung geprüft.

9.2 Prüfprozedur

Die Prozedur von 1.2 wird gefolgt, ohne die Zeit zu notieren.

9.3 Ergebnis

- Wird zu jederzeit die aktuelle Position des Roboters auf der Karte angezeigt?
⇒ Meistens. Manchmal gibt es Verzögerungen, die automatisch aufholen.
- Wird die Richtung, in die der Roboter ausgerichtet ist, korrekt visualisiert?
⇒ Ja. Manchmal mit einer kleinen Verzögerung.
- Werden die Hindernisse auf der Karte an der korrekten Position angezeigt?
⇒ Ja
- Stimmt auch die Ausrichtung der Hindernisse?
⇒ Ja

- Hebt sich die, für die Visualisierung der Hindernisse gewählte, Farbe von den anderen verwendeten Farben ab?
⇒ Ja

9.4 Auswertung

Global sinnvolle Ergebnisse