

AMS-Projekt im WS 2019/20

Pizzabote

I. Boersch, J. Heinsohn

1 SAE-Level 5

Im Straßenverkehr werden Autos von leistungsfähigen Fahrerassistenzsystemen gesteuert - aber bisher nur unter Beobachtung des Fahrers. Wir nennen das SAE-Level¹ 2. Aktuelle Pressemeldungen berichten von ersten Serien-Fahrzeugen mit SAE-Level 3, in denen der Fahrer seine Aufmerksamkeit abwenden darf, und bei Problemen vom Auto gerufen wird².

Stellen wir uns nun einen unbemannten Transportroboter vor, der auf einer öffentlichen Straße vorsichtig Güter von A nach B transportiert, bspw. einen Pizzaboten mit SAE-Level 5 für den Stadtverkehr. Probleme bei der Auslieferung entstehen bei Staus, Baustellen oder durch liegenbleibende Fahrzeuge. Der damit verbundene Verlust befahrbarer Strecken erfordert ein Neuplanen von Fahrtrouten. Und hier kommen Sie ins Spiel.

2 Aufgabe

Ihr Roboter erhält den Auftrag, eine oder mehrere Pizzen auszuliefern. Das Streckennetz ist ein einfaches Gitter, in dem es allerdings zu Störungen und damit unbefahrbaren Kreuzungen kommen kann. Die gute Nachricht ist, das Sie über globales Wissen verfügen und die aktuelle Karte der befahrbaren Wege dem Roboter kurz vor dem Start zur Verfügung gestellt wird.

3 Lieferadressen, Karte und Fahrauftrag

Das Streckennetz (Abb. 1 links) besteht aus Strecken, Kreuzungen und den Lieferadressen H_1 bis H_{21} . Einige Kreuzungen können gesperrt sein, wie bei F_2 und F_3 in Abb. 1. Die in der Pizzeria frisch gebackene Pizzen werden an den Startpunkten A bzw. B südlich der Strecke \overline{AB} eingeladen. Da die Pizzen immer frisch sein sollen, dürfen sie nur einzeln transportiert werden.

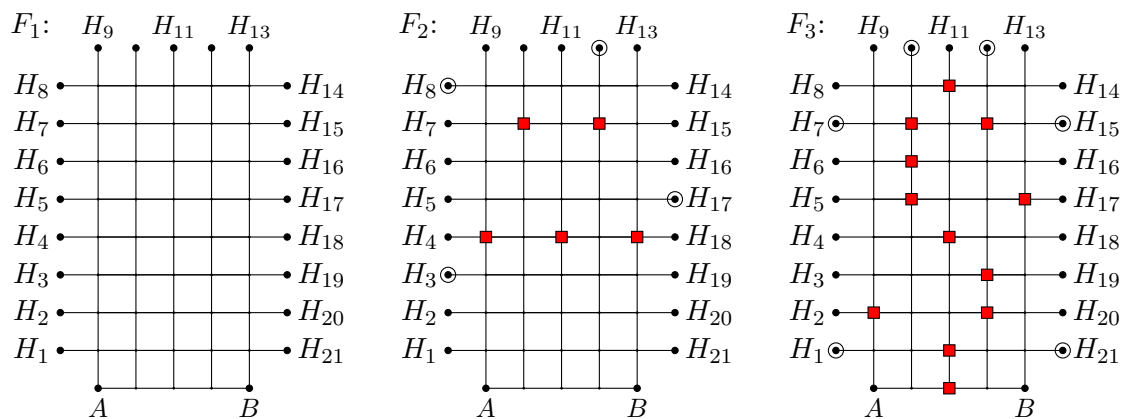


Abbildung 1: Fahraufträge: Fahrauftrag F_1 - alle Kreuzungen sind befahrbar, keine Lieferung, Fahrauftrag F_2 - fünf Kreuzungen sind gesperrt (Rechteck), vier Lieferadressen warten (Kreis), F_3 - zwölf Kreuzungen sind gesperrt, sechs Lieferungen warten

¹Levels of driving automation are defined in SAE INTERNATIONAL STANDARD J3016

²Audi 07/11/17 The new Audi A8: future of the luxury class, <https://www.audi-mediacycenter.com/en/press-releases/the-new-audi-a8-future-of-the-luxury-class-9124>

4 Repräsentation eines Fahrauftrages

Kodieren wir eine befahrbare Kreuzung mit '.', eine gesperrte Kreuzung mit 'x' und eine Lieferadresse mit 'F', so entsteht Tabelle 1.

F_1 :																																																																						
<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> </table>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x																																																																
x	x																																																																
x	x																																																																
x	x																																																																
x	x																																																																
x	x																																																																
x	x																																																																
x	x																																																																
x	x																																																																
x	x																																																																

F_2 :																																																																						
<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>F</td><td>x</td><td>x</td></tr> <tr><td>F</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>x</td><td>.</td><td>x</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>F</td></tr> <tr><td>x</td><td>x</td><td>.</td><td>x</td><td>.</td><td>x</td><td>x</td></tr> <tr><td>F</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> </table>	x	x	x	x	F	x	x	F	x	x	.	x	.	x	.	x	x	x	x	F	x	x	.	x	.	x	x	F	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	F	x	x																																																																
F	x																																																																
x	.	x	.	x	.	x																																																																
x	x																																																																
x	F																																																																
x	x	.	x	.	x	x																																																																
F	x																																																																
x	x																																																																
x	x																																																																
x	x																																																																

F_3 :																																																																						
<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>x</td><td>x</td><td>F</td><td>x</td><td>F</td><td>x</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>F</td><td>.</td><td>x</td><td>.</td><td>x</td><td>.</td><td>F</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td><td>.</td><td>x</td></tr> <tr><td>F</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>F</td></tr> <tr><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td><td>.</td><td>.</td><td>x</td></tr> </table>	x	x	F	x	F	x	x	x	.	.	x	.	.	x	F	.	x	.	x	.	F	x	.	x	.	.	.	x	x	.	x	.	.	x	x	x	.	.	x	.	.	x	x	.	.	.	x	.	x	x	x	.	.	x	.	x	F	.	.	x	.	.	F	x	.	.	x	.	.	x
x	x	F	x	F	x	x																																																																
x	.	.	x	.	.	x																																																																
F	.	x	.	x	.	F																																																																
x	.	x	.	.	.	x																																																																
x	.	x	.	.	x	x																																																																
x	.	.	x	.	.	x																																																																
x	.	.	.	x	.	x																																																																
x	x	.	.	x	.	x																																																																
F	.	.	x	.	.	F																																																																
x	.	.	x	.	.	x																																																																

Tabelle 1: Fahraufträge in Zeichenkodierung

Beginnen wir mit dem Auslesen links oben, dann werden die Fahraufträge durch folgende Zeichenketten repräsentiert:

$$\begin{aligned}
 F_1 &= \text{xxxxxxxxx.....xx.....xx.....xx.....xx.....xx.....xx.....xx.....xx.....x} \\
 F_2 &= \text{xxxxFxxF.....xx.x.x.xx.....xx.....Fxx.x.xxF.....xx.....xx.....xx.....x} \\
 F_3 &= \text{xxFxFxxx..x..xF..x.x.Fx.x...xx.x...xxx..x..xx...x.xxx..x.xF..x..Fx..x..x}
 \end{aligned}$$

5 Wie kommt der Fahrauftrag in den Roboter - eine Variante

Die Übertragung des Fahrauftrages ist noch nicht abschließend entschieden. Eine Zwischenlösung ist die Definition des Fahrauftrages im Quelltext unter Verwendung der Files in:

U:\2017 - AMS-Projekt\fa-import

6 Ampel und Ausrichtung beim Start

Der Roboter zeigt deutlich eine Ampel: wird er gestartet zeigt er ROT ('habe keinen Plan, warte auf einen Fahrauftrag'), nach dem erfolgreichen Einlesen eines Fahrauftrages zeigt er GELB ('habe einen Fahrauftrag und plane ...'). GRÜN bedeutet 'habe einen Plan und warte auf das Startlicht'. Beim Warten ist der Roboter in Fahrrichtung Norden ausgerichtet.

7 Wettbewerb und Punkte

Wettbewerbstermin: letzte Vorlesungswoche des Semesters

Zunächst beweisen alle Roboter im Einzelstart, dass sie die Aufgabe allein perfekt lösen können. Dann folgen die Wettkampfrunden, in denen zwei Roboter gegeneinander antreten. Die erste Pizza wird eingeladen. Sie starten gleichzeitig an den ausgelosten Startpositionen *A* bzw. *B*. Der Wettbewerb beginnt, sobald die Lampen in den Startpunkten aufleuchten. Beim Einladen der nächsten Pizzen darf der Roboter nicht berührt werden und er muss sich über einer Startlampe befinden. Die Dauer des Rennens beträgt 120 Sekunden. Nach Ablauf dieser Zeit müssen die Roboter stehenbleiben. Ein Roboter wird disqualifiziert und erhält für diese Runde keine Punkte, wenn:

- er eine gesperrte Kreuzung befährt
- er Bauteile verliert und diese nach Wettkampfe noch auf dem Spielfeld liegen

- er nach Zeitablauf nicht anhält oder vor dem Startsignal losfährt
- er Roboter oder Menschen angreift.
- er von Teammitgliedern während der Runde Informationen erhält

Punkte werden wie folgt vergeben:

Lebenspunkt: 1 Punkt fürs Losfahren bei dem Lichtsignal

Wegpunkte: 3 Punkte für eine Pizza auf dem Roboter, wenn er sich nicht über einer Startlampe befindet

Transportpunkte: 10 Punkte für jede gelieferte Pizza, die sich am Ende komplett im Zielgebiet befindet

8 Projektschein

Voraussetzung für den Projektschein ist eine aussagekräftige Dokumentation mit folgenden Inhalten:

Lösungsweg Stellen Sie Ihre Ideen und Strategien dar, auch solche, die Sie vielleicht verworfen haben. Beschreiben Sie Ihre Designentscheidungen und versuchen Sie diese zu begründen! Wie teilten Sie die Arbeit im Team, welche Probleme traten auf? Versuchen Sie eine zeitliche Achse einzubeziehen! Verdeutlichen Sie Ihre Gedanken durch Skizzen!

Vorstellung Stellen Sie Ihren Roboter vor. Können Sie Bilder einbeziehen? Welche Komponenten sind Ihnen besonders gut gelungen, welche nicht? Werten Sie Ihre Arbeit.

Hardware Antriebsart, Wendigkeit, Steuerbarkeit, besondere Elemente, Sensoren Typen, Anordnung, Erfassung und Vorverarbeitung der Sensordaten

Software Erläutern Sie hier Ihr Programm und die Strategie, die Ihr System verfolgt! Welche Schwierigkeiten traten im Wettbewerb auf?

Vorschläge Haben Sie Vorschläge zur Verbesserung des Projektes?

Der Umfang ist selbstverständlich Ihnen überlassen, aber zur Orientierung sei eine Seitenzahl von 10-20 erwähnt. Die Dokumentation muss in maschinenlesbarer Form abgegeben werden und die kommentierten Quelltexte als Anhang enthalten. **Machen Sie sich in den Konstruktionsphasen Notizen, halten Sie Ideen fest.**

Abgabetermin: letzte Vorlesungswoche des Semesters

9 Regeln im KI-Labor

- Achten Sie auf Ihre Sensorik und Elektronik - sehr empfindlich und teuer!
- Was dürfen Sie mit anderen Teams tauschen: LEGO und Ideen.
- Essen oder Trinken ist im Labor nicht gestattet.
- Alle Teile bleiben stets im Labor.
- Irreversible Änderungen an Teilen sind nicht gestattet, Isolierband vermeiden.
- Löt- oder Heißklebearbeiten nach Anfrage - alles da
- Ordnung am Arbeitsplatz

Neu: Thermoplast verfügbar, falls mal ein spezielles Teil fehlt