



Die Aufgabenstellung

Die diesjährige Roborace-Aufgabe ist an Platooning angelehnt, bei welchen mehrere Lkws mit einem geringen Abstand zueinander fahren. Durch Platooning fahren die Fahrzeuge energieeffizienter und die Emission von Treibhausgasen wird reduziert. Ziel der Aufgabe ist es, ein Roboterfahrzeug zu bauen, welches selbstständig auf eine Kreisbahn auffährt, ein bereits fahrendes Fahrzeug einholt und diesem in einem vorgegebenen Abstand folgt. Sobald das Roboterfahrzeug eine bestimmte Zeit im Platoon gefahren ist, soll es die Kreisbahn verlassen und zu seinem Zielparkplatz fahren.

Die Strecke

Bei der Strecke handelt es sich um einen Kreis mit einem Radius zwischen 40-70 cm sowie eine Zu- und Abfahrt, welche Kurven mit einem Radius zwischen 40-70 cm enthalten kann. Zur Orientierung ist die Strecke mit einer schwarzen Linie auf weißem Untergrund markiert. Die Linie ist ca. 2 cm breit. Durch alleinige Orientierung an der schwarzen Linie erreicht der Roboter das Ziel. Insbesondere gibt es immer genau eine schwarze Linie, welcher der Teamroboter folgen kann.

Der Teamroboter startet am Beginn der Zufahrt zur Kreisbahn. Auf der Kreisbahn befindet sich, mit einem Vorsprung von einem Viertel des Kreisumfanges nach der Einfahrt, ein Führungsfahrzeug.

Das Führungsfahrzeug wird gestartet, sobald sich der Roboter ca. 20 cm vor der Einfahrt auf die Kreisbahn befindet. Die Position des Roboters wird hierbei mit einer Lichtschranke auf einer Höhe von 5 cm festgestellt.

Das Führungsfahrzeug folgt auch der Kreisbahn und kann seine Geschwindigkeit während dem Lauf auf einen Wert zwischen 0-30 cm/s ändern. Nach einer gewissen Zeit beträgt die Höchstgeschwindigkeit nur noch 15 cm/s. Es ist auch bekannt, dass das Führungsfahrzeug niemals rückwärtsfährt. Das Geschwindigkeitsprofil des Führungsfahrzeugs ist für alle Teilnehmer das Gleiche.

Der Teamroboter muss zu dem Führungsfahrzeug aufschließen und insgesamt 15 Sekunden lang dem Führungsfahrzeug in einem vorgegebenen Abstand folgen. Es wird die Zeit aufsummiert, während welcher der Roboter im gewährten Bereich fährt. Der Abstand wird weiter unten näher definiert.

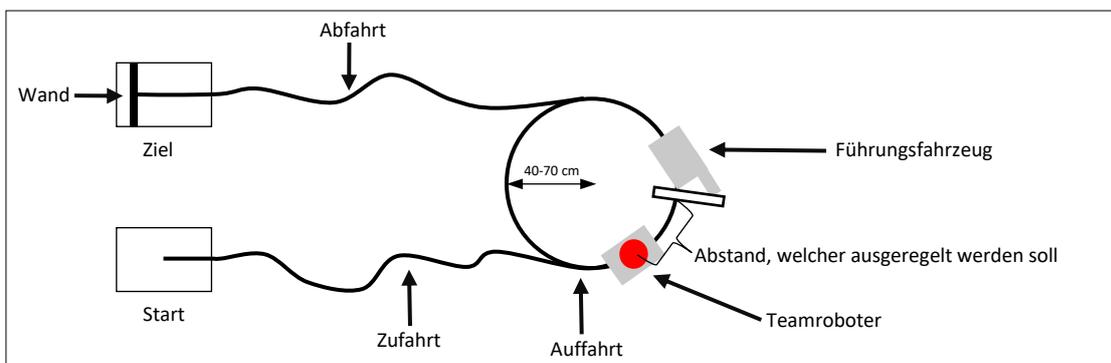


Abbildung 1: Beispielhafte Strecke



Studiengang Technische Kybernetik

ROBORACE 2023

Zur Erleichterung der Abstandsmessung ist an dem Führungsfahrzeug eine ca. 40 cm breite und ca. 20 cm hohe Reflexionsfläche befestigt. Die Reflexionsfläche ragt ca. 10 cm in das Kreisinnere und ca. 30 cm ragen aus dem Kreis heraus. Die obere Kante der Reflexionsfläche befindet sich auf einer Höhe von ca. 22 cm.

Der Abstand, in welchem der Roboter das Führungsfahrzeug folgen muss, ist 20 cm (eine Toleranz von ± 10 cm wird zugelassen) zu der genannten Reflexionsfläche. Die Reflexionsfläche ist derart an dem Führungsfahrzeug montiert, dass die Tangente des Kreises an der Position des Roboters, im Abstand von 20 cm zur Reflexionsfläche, orthogonal die Reflexionsfläche schneidet. Die geometrischen Gegebenheiten sind in Abbildung 2 verdeutlicht.

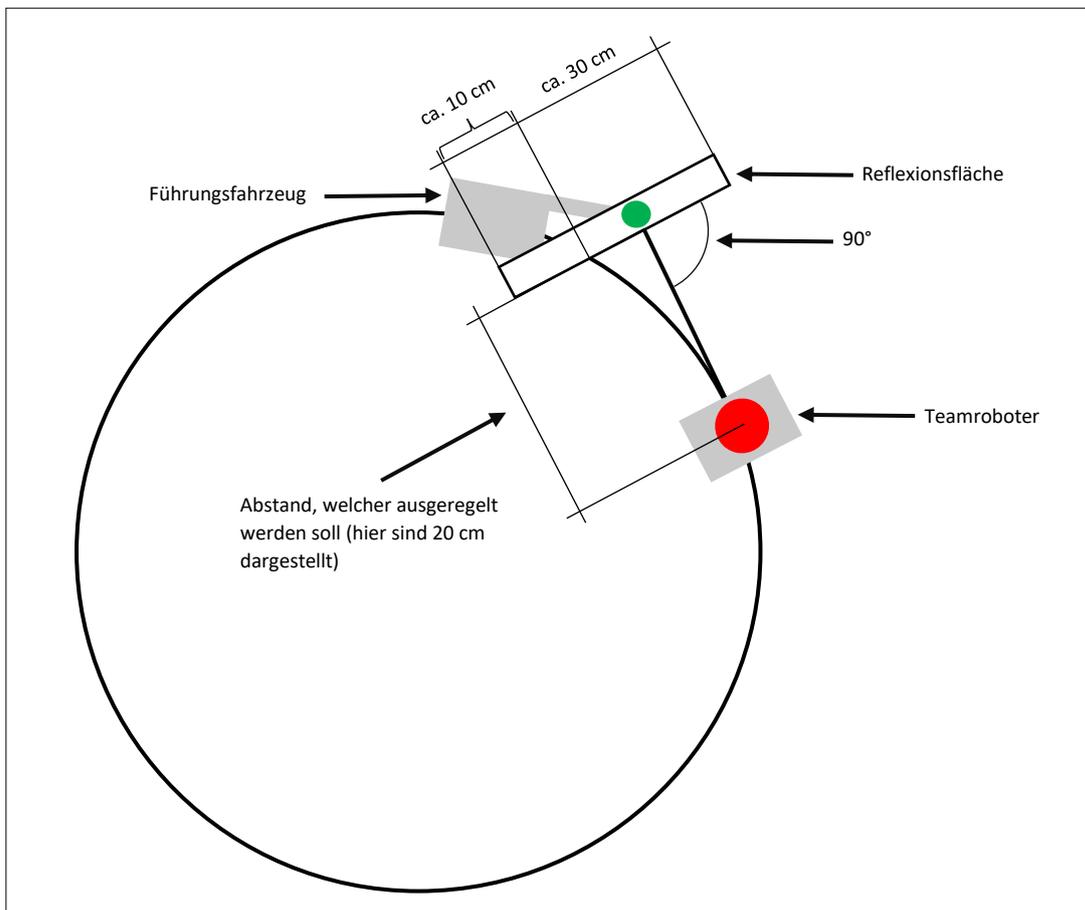


Abbildung 2: Beispielhafte schematische Darstellung der Geometrien auf der Kreisbahn. Die Abbildung stellt die Gegebenheiten beim idealen Abstand von 20 cm zwischen dem Roboter und der Reflexionsfläche dar.

Sollte das Führungsfahrzeug den Roboter einholen, bleibt es 5 Sekunden lang stehen, bis es wieder weiterfährt. Das Geschwindigkeitsprofil beim Anfahren ist bei allen Teilnehmern das Gleiche. Das Führungsfahrzeug hat den Teamroboter eingeholt, sobald dieser sich ca. 30 cm hinter dem letzten Bauteil des Teamroboters befindet.



Studiengang Technische Kybernetik

ROBORACE 2023

Sobald der Roboter 15 Sekunden lang dem Führungsfahrzeug im korrekten Abstand gefolgt ist, verlässt das Führungsfahrzeug die Strecke. Nach der Abfahrt des Führungsfahrzeuges von der Strecke, muss der Teamroboter eine weitere Runde in der Kreisbahn fahren. Danach wird die Abfahrt geöffnet, indem die schwarze Linie umgelegt wird. Der Roboter erreicht das Ziel, indem er weiterhin der schwarzen Linie folgt.

Zu Beginn und am Ende der Strecke befindet sich auf einer Höhe von 5 cm Lichtschranken (Start- und Ziel-Lichtschranke). Die Zeitdauer zwischen dem Passieren der beiden Lichtschranken dient der Wertung. Die Start-Lichtschranke befindet sich ca. 30 cm nach dem Startpunkt des Teamroboters. Nach dem Passieren der Ziel-Lichtschranke folgt der Teamroboter weiter der schwarzen Linie, um seinen Parkplatz zu erreichen. Dieser ist durch eine Wand auf der Strecke gekennzeichnet. Der Roboter muss in einem Abstand zwischen 10-30 cm zu dieser Wand zum Stehen kommen, um erfolgreich einzuparken.

Der Roboter

Das ausgeteilte LEGO-Material umfasst ein LEGO Mindstorms EV3 Basisset und ein LEGO Mindstorms EV3 Ergänzungsset, woraus der Teamroboter gebaut werden muss. Diese Sets beinhalten drei Motoren, zwei Berührungssensoren, einen Lichtsensor, einen Ultraschallsensor und einen Gyrosensor. Zusätzlich erhält jedes Team ein Netzteil, einen Akku, ein USB-Kabel, eine Micro-SD-Karte mit SD-Adapter und einen roten Punkt, der auf dem Roboter angebracht werden muss (weitere Informationen diesbezüglich finden sich im Abschnitt „Die Wertung“). Für die Konstruktion des Roboters dürfen nur LEGO-Teile aus den bereitgestellten Baukästen verwendet werden.

Roboter: Der Roboter wird von einem LEGO EV3-Computer-Baustein gesteuert. Die Programmierung ist mit beliebigen Programmiersprachen (z.B. LEGO Mindstorms EV3 Software, NXC, LeJOS, Python) und Betriebssystemen erlaubt. Zur Installation von LeJOS und zu den grundlegenden LEGO EV3 spezifischen Befehlen, sind weitere Informationen auf der Webseite <https://www.ist.uni-stuttgart.de/de/lehre/roborace/informationen/> verfügbar. Der EV3-Roboter darf nur mit den dafür vorgesehenen Batterien, Akkus oder Netzteilen betrieben werden. Während der Wettbewerbsfahrt darf der Roboter nicht von außen – z.B. durch Berühren oder Steuern über die Bluetooth-Verbindung – beeinflusst werden. Der Roboter kann händisch gestartet werden.

Wertung

Die Wertung basiert auf der Zeit, welche vergeht, zwischen dem Passieren der Start- und der Ziel-Lichtschranke.

Damit die gemessene Zeit gültig ist, muss der Roboter die Strecke in der beschriebenen Reihenfolge abfahren. Jede Kollision mit dem Führungsfahrzeug führt zu einer Zeitstrafe von 5 Sekunden. Sollte der Roboter das Führungsfahrzeug aus der Bahn werfen, ist der Lauf beendet und das Team hat keine gültige Wertung.

Die Abstandsmessung seitens der Organisatoren erfolgt über eine digitale Videoauswertung. Deshalb dürfen keine roten oder grünen LEGO-Bauteile von oben am Roboter sichtbar sein. Sie könnten die Videoauswertung verfälschen. Auf dem Roboter muss ein roter Punkt auf 20 cm Höhe angebracht



Studiengang Technische Kybernetik

ROBORACE 2023

werden. Er dient der Abstandsmessung. Der Punkt wird mit den LEGO-Material ausgeteilt und kann des Weiteren über die Roborace-Homepage heruntergeladen werden. Der rote Punkt darf auf Karton geklebt werden, um ihn stabiler am Roboter befestigen zu können. Zur Abstandsmessung wird der Mittelpunkt des roten Punktes auf die Kreisbahn projiziert und der Abstand zwischen diesem Punkt und der Reflexionsfläche gemessen. Der Teamroboter darf seinen roten Punkt (teilweise) verdecken; dies geschieht jedoch auf Gefahr des teilnehmenden Teams.

Falls der Teamroboter am Ende der Strecke mit einem Abstand zwischen 10-30 cm vor der Wand zum Stehen kommt (maßgeblich ist der Mittelpunkt des roten Punktes) und kein Bauteil des Teamroboters auf 5 cm Höhe den Abstand von 10 cm während dem Einparkprozess unterschreitet, erhält der Roboter einen Zeitbonus von 3 Sekunden.

Das Führungsfahrzeug transportiert an der Stelle, welche in Abbildung 2 mit einem grünen Punkt gekennzeichnet ist (ca. 3 cm hinter der Reflexionsfläche), auf einer Höhe von ca. 25 cm einen Ball. Dieser Ball (Bauteilnummer: 4100758) ist auf dem Bauteil mit der Bauteilnummer 4297210 auf der tieferen Vertiefung lose befestigt. Schafft der Roboter diesen Ball zu entfernen, so erhält dieser einen Zeitbonus von 5 Sekunden. Die Wahl der Entfernungsmethode ist dem Team freigestellt.

Der Wettbewerb

Qualifikation: Für die Qualifikation, welche am 10.11.2023 an der Universität stattfindet, muss der Roboter eine kreisförmige Linie folgen und zu einem Führungsfahrzeug aufschließen, welches mit einer konstanten Geschwindigkeit von 10 cm/s im Kreis fährt. Beim Erreichen des Führungsfahrzeuges muss der Roboter einen Abstand von 20 cm (± 10 cm Toleranz wird gewährt) für 10 Sekunden am Stück halten. Jedes Team hat zwei Versuche, wobei jeder Versuch maximal 2 Minuten dauern darf.

Vorrunde: In der Vorrunde am 01.12.2023 hat jedes Team zwei Versuche, um eine möglichst kurze Fahrzeit zu erzielen. Gewertet wird die beste Rundenzeit aus den beiden Versuchen. Zu Beginn der Vorrunde haben alle Teams 25 Minuten Zeit, um ihre Roboter auf einer Teststrecke mit Führungsfahrzeug zu testen. Die Strecke in der Vorrunde kann von der Teststrecke abweichen, bleibt jedoch über die gesamte Vorrunde unverändert. Zwischen den beiden Zeitläufen haben die Teams 15 Minuten Zeit, ihre Roboter anzupassen. Es besteht keine Möglichkeit an der Wettbewerbsstrecke Abmessungen vorzunehmen. Außerdem haben die Teams maximal 2 Minuten vor jedem Durchlauf Zeit, den Roboter auf den Durchgang vorzubereiten. Die Teams treten in zwei Gruppen an, von denen jeweils die 13 besten Teams in das Finale einziehen.

Finale: Das Finale findet am 08.12.2023 statt. Im Wettbewerb hat jedes Team zwei Versuche, die Strecke in möglichst kurzer Zeit zu absolvieren. Anschließend treten die acht schnellsten Teams in einem K.o.-System an. Hierbei treten zwei Teams gegeneinander an, wobei das schnellere Team eine Runde weiterkommt. Falls beide Teams das Ziel nicht erreichen, wird der Lauf wiederholt. Zwischen den beiden Zeitläufen und vor der K.o.-Runde haben die Teams 15 Minuten Zeit, ihre Roboter anzupassen. Außerdem haben die Teams maximal 2 Minuten vor jedem Durchlauf Zeit, den Roboter auf den Durchgang vorzubereiten.



Das Ende des Wettbewerbs

Das zur Verfügung gestellte Material muss nach Ende des Wettbewerbs innerhalb von einer Woche, d.h. bis spätestens 15.12.2023, wieder komplett an das Institut für Systemtheorie und Regelungstechnik zurückgegeben werden. Die Kästen können am 13. und 15. Dezember zwischen 15 und 17 Uhr im Raum 2.253 am Pfaffenwaldring 9 zurückgegeben werden.

Bitte sortieren Sie die Bauteile, zählen Sie die Teile durch und notieren Sie eventuell fehlende oder beschädigte Teile auf den beigelegten Prüflisten. Ladegerät, USB-Kabel, Brick, SD-Adapter und SD-Karte bitte gut sichtbar in die LEGO-Kästen legen.

Die Betreuer

Nutzen Sie die Chance, unsere studentischen Betreuer bei Fragen zu kontaktieren:

Name	E-mail
Hanns Wieland	} hiwi.roboration@ist.uni-stuttgart.de
Hanna Birkner	
Angel Rafa Calvo Hernández	
David Jiménez	
Benjamin Rott	

Nutzen Sie außerdem die Möglichkeit nach einer virtuellen Sprechstunde zu fragen, um Probleme direkt mit unseren studentischen Betreuern zu lösen. Schreiben Sie dazu einen Terminvorschlag an hiwi.roboration@ist.uni-stuttgart.de.

Bei organisatorischen Fragen wenden Sie sich bitte an:

Name	E-mail
Simon Lang, M.Sc.	simon.lang@ist.uni-stuttgart.de



Studiengang Technische Kybernetik

ROBORACE 2023

Hinweise für Studierende

Kriterien, um das Modul zu bestehen:

- Erfolgreiche Teilnahme an der Qualifikation
- Teilnahme an der Vorrunde
- Qualifikation für das Finale und Teilnahme am Finale **oder** Bericht (Aufgabenbeschreibung, Vorgehensweise, aufgetretene Probleme, Lösungsansätze) bis 15.01.2024 an Simon Lang (per E-Mail)
- LEGO-Kästen **SORTIERT** zurückgeben

Simon Lang, M.Sc.

Stand 27.10.2023



Institut für Systemtheorie und Regelungstechnik
Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 9, 70569 Stuttgart



Anhang

Markierung für die Kamera-Auswertung

Die unten abgebildete rote Farbmarkierung dient zur Positionserfassung über eine Kamera, welche sich über der Bahn befindet. Die Markierung muss, wie vorgegeben ausgeschnitten und auf dem Roboter angebracht werden. Dazu kann diese auf eine Pappe angebracht werden, damit eine Wellung oder Verformung ausgeschlossen wird. Andere verwendete rote oder rotähnliche (orange, braun) Legoteile müssen abgedeckt sein, da es sonst zu einer Verfälschung der Messung kommen könnte. Das Gleiche gilt auch für grüne und grünähnliche Bauteile.

Tipp: Die Markierung kann aus Platzgründen abnehmbar konstruiert werden und nach Programmstart oberhalb des EV3 Bausteins angebracht werden.

