Studiengang Technische Kybernetik
der Universität Stuttgart
ROBORACE 2012

Die Aufgabenstellung

Die Aufgabe ist angelehnt an einen Lastwagen, der mit konstantem Abstand neben einem Mähdrescher fährt und das Erntegut auffängt, das der Mähdrescher über einen Arm abgibt.

In loser Analogie zum Mähdrescher sollen im Roborace 2012 die Teams ein Roboter-Fahrzeug (siehe Abschnitt ”Der Roboter”) aus dem zur Verfügung stehenden LEGO-Material bauen, das in einem konstanten Abstand seitlich zu einem Führungsfahrzeug (siehe Abschnitt ”Das Führungsfahrzeug”) fährt. Das Führungsfahrzeug fährt entlang einer vorher nicht bekannten Strecke. Dabei muss der Roboter so geregelt werden, dass er einen Ausleger möglichst genau oberhalb einer vorgegebenen Stelle des Führungsfahrzeugs hält. Dies soll auf autonome Weise erfüllt werden. Das Team gewinnt, dessen Roboter am genauesten dem Führungsfahrzeug folgen kann.

Abbildung 1: Mähdrescher

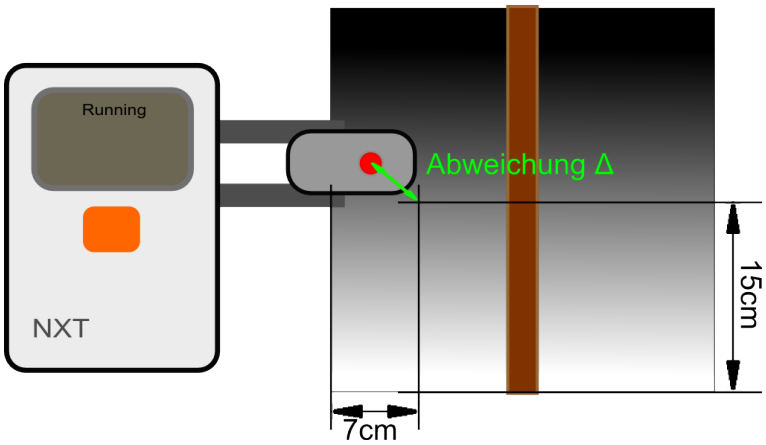

Abbildung 2: Abweichung von der optimalen Position

Das Führungsfahrzeug

Das Führungsfahrzeug ist ein modifizierter Modelleisenbahnwagen. Auf der Oberseite des Führungsfahrzeugs befindet sich eine horizontale quadratische Platte (Maße: ca. 30 cm x 30 cm) auf der ein Helligkeitsverlauf von schwarz (vorne) nach weiß (hinten) aufgebracht ist (siehe Abbildung 3). Die Oberseite der Platte befindet sich in ca. 9,5 cm Höhe über der Fahrbahn. Es treten immer zwei Teams gleichzeitig an, deren Roboter auf der rechten und linken Seite des Führungsfahrzeugs fahren. Die Platte wird zu diesem Zweck in der Mitte zwischen den beiden Seiten durch eine feste Trennwand geteilt (siehe Abbildung 3 und 4). An den Seiten des Führungsfahrzeugs sind ebenfalls feste Abschirmungen angebracht, die den Robotern als Reflektorfläche für den Ultraschallsensor dienen können. Das Führungsfahrzeug wird von einer handelsüblichen Modelleisenbahn, über eine durch Schienen festgelegte Strecke, gezogen. Die Geschwindigkeit des Führungsfahrzeugs kann variieren und der exakte Streckenverlauf ist unbekannt. Die Fahrtrichtung ändert sich aber nicht, d.h. das Führungsfahrzeug bewegt sich immer in die selbe Richtung. Die Strecke kann sowohl Geraden, als auch leichte Kurven (Kurvenradius $>$60cm) enthalten.

Roboter

Das ausgeteilte LEGO Material umfasst ein ”LEGO Mindstorms NXT Basisset“ und ein ”LEGO Mindstorms NXT Ergänzungsset“, woraus der Roboter gebaut werden muss. Diese Sets beinhalten drei Motoren, zwei

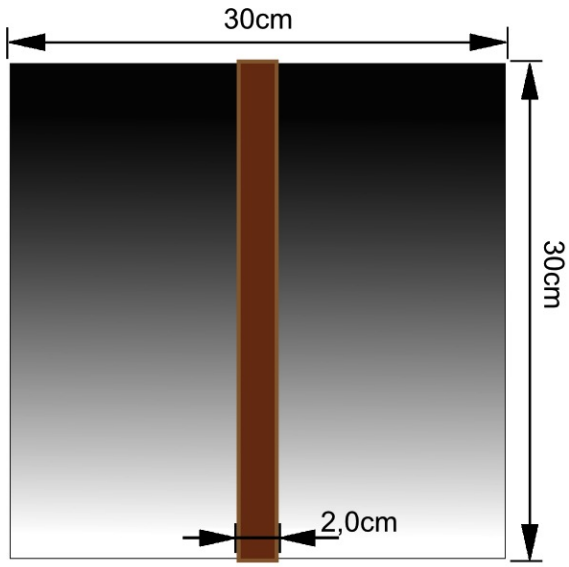

Abbildung 3: Wagen von oben

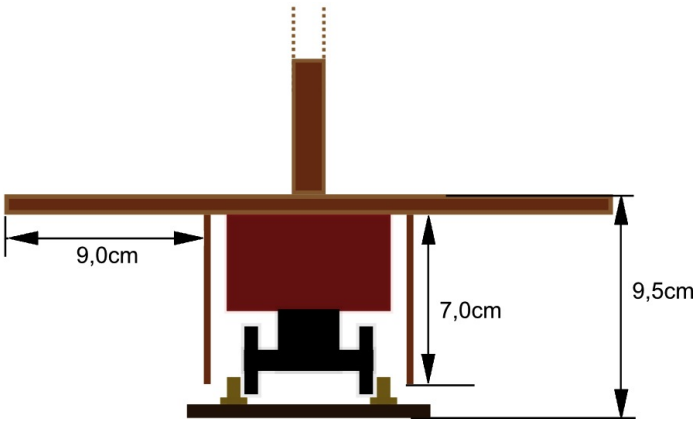

Abbildung 4: Wagen von vorne

Berührungssensoren, einen Lichtsensor, einen Ultraschallsensor und einen Geräuschsensor. Zusätzlich erhält jedes Team ein Netzteil, einen Akku und ein USB Kabel. Für die Konstruktion des Roboters dürfen, soweit nicht explizit erlaubt, nur Teile aus den bereitgestellten Baukästen verwendet werden (und insbesondere nur die LEGO-Teile, also nicht die Unterlagen, CDs oder gar die Kästen selbst).

Jeder Roboter muss einen Ausleger besitzen, auf dem oben gut sichtbar eine runde Markierung angebracht werden kann (Durchmesser: 1cm, wird beim Testlauf ausgeteilt). Die Markierung dient während des Wettbewerbs dazu, die Position des Auslegers zu bestimmen. Sie soll auf einer Höhe von 14cm bis 15cm über der Fahrbahn angebracht werden. Außer der Markierung dürfen auf dem Ausleger keine farbigen Steine verbaut sein, sondern nur graue, weiße und schwarze Steine.

Die Länge, Breite und Höhe des Roboters darf jeweils 30cm nicht überschreiten. Er darf das Führungsfahrzeug (einschließlich Aufbauten und Lokomotive) während der Läufe zu keinem Zeitpunkt berühren. Ein Berühren führt zur Disqualifikation im jeweiligen Lauf.

Der Roboter wird von einem LEGO-NXT-Computer-Baustein gesteuert. Die Programmierung ist mit beliebigen Programmiersprachen (z.B. LEGO Mindstorms NXT Software, NXC) und Betriebssystemen erlaubt. Die Verwendung von LeJos zur Programmierung wird nicht empfohlen. Der NXT darf nur mit den dafür vorgesehenen Batterien, Akkus oder Netzteilen betrieben werden.

Ziel/Messung/Kriterium

Ziel der Teams ist es, dass ihr Roboter während der Läufe auf autonome Weise seinen Ausleger so nahe und so lange wie möglich an der optimalen Position hält. Dabei muss der Roboter in der Lage sein, sowohl auf der rechten, als auch auf der linken Seite des Führungsfahrzeugs zu fahren. Eine diesbezügliche Anpassung des Roboters muss in einer Minute abgeschlossen sein.

Gewertet wird der horizontale Abstand der Markierung von einem festgelegten Punkt auf der Platte (siehe

Abbildung 2). Die Punktzahlt, die ein Team erreicht, wird durch die gemessene Abweichung bestimmt. Wenn die Markierung auf der optimalen Position ist, erhält das Team 7 Punkte pro Sekunde. Je größer die Abweichung ist, desto weniger Punkte bekommt das Team. In der Zeit während die Markierung 7 cm oder weiter von der optimalen Position entfernt ist, erhält das Team keine Punkte.

Mathematisch formuliert, können die zum Schluss erreichten Punkte mit folgender Gleichung beschrieben werden:

$$P = \int_0^{T_{end}} \max\{0; 7 - \Delta/cm\} \left[\frac{\text{Punkte}}{s}\right] dt$$

T_{end} ist hierbei die Dauer des Laufes.

Qualifikation

Beim Testlauf am 16. November muss jeder Roboter eine **Qualifikation** bestehen. Diese besteht darin, dass der Roboter am hellen oder dunklen Rand des Helligkeitsverlaufs aufgestellt wird und dann den mittleren Bereich (Breite: 3cm) finden muss. Dabei bewegt sich das Führungsfahrzeug nicht. Der Test muss innerhalb von einer Minute nach Anschalten des Roboters abgeschlossen sein, wobei jedem Team, falls nötig, ein zweiter Versuch gewährt wird. Dieser Test ist einmalig und qualifiziert das Team für den Wettbewerb.

Wettbewerb

Bei der **Vorausscheidung** am 28. November absolviert jeder Roboter zwei Läufe, von denen jeweils der bessere gewertet wird. Die 24 besten Teams ziehen in das Finale ein.

Bei den zwei Läufen fährt jeder Roboter einmal rechts und einmal links vom Führungsfahrzeug. Welche Seite zuerst kommt wird für jedes Team vorab bekanntgegeben. Jedes Team hat zu Beginn des zweiten Laufes eine Minute Zeit, um seinen Roboter für den Seitenwechsel anzupassen.

Im **Finale** am 4. Dezember absolviert wiederum jedes Team zwei Läufe, von denen jeweils der bessere gewertet wird.

Bei den zwei Läufen fährt jeder Roboter erneut einmal rechts und einmal links vom Führungsfahrzeug. Welche Seite zuerst kommt wird für jedes Team vorab bekanntgegeben. Zum Anpassen der Roboter kann eine Pause von ca. 15 Minuten genutzt werden.

Die vier besten Teams treten ein drittes Mal an. Die Punktzahl aus dem dritten Lauf wird zur Punktzahl des besseren der ersten beiden Läufe addiert. Sieger ist das Team mit der höchsten Gesamtpunktzahl.

Auf welcher Seite die Roboter fahren, wird ausgelost. Teams, die Ihren Roboter daraufhin anpassen müssen, bekommen vorher eine Minute Zeit.

Wettbewerbsregeln

- Das Ausrichten des Roboters zu Beginn eines Laufes darf maximal eine Minute dauern und darf von bis zu drei Teammitgliedern ausgeführt werden. Hilfsmittel wie Geodreieck sind erlaubt.

- Nach dem Ausrichten des Roboters darf er nicht mehr berührt werden, so lange er nicht ausgeschieden oder die Runde beendet ist.
- Durch eine Kollision mit dem Führungsfahrzeug (einschließlich Aufbauten und Lokomotive) wird der Lauf für den verursachenden Roboter als ungültig gewertet.
- Sollte die Messung ohne Verschulden eines der Teams gestört werden, wird der Lauf des betroffenen Teams wiederholt.
- Das Fahrzeug darf während der Wettbewerbsfahrten nicht von außen - z.B. durch Berühren, Klatschen oder Steuerung über die Bluetooth Verbindung - beeinflusst werden. Aus diesem Grund müssen während des Wettbewerbes jegliche Bluetooth Verbindungen, insbesondere die des NXTs, abgeschaltet werden.
- Vor Beginn der Wettbewerbe besteht die Möglichkeit zu Tests auf der Spielfläche. Während des Wettbewerbs stehen die Roboter im vorderen Bereich des Hörsaals und dürfen nicht angepasst werden. Ausnahme ist eine Pause von ca. 15 Minuten, die beim Finale etwa zur Halbzeit durchgeführt wird.

Ein Verstoß gegen die aufgeführten Regeln kann zum Ausschluss aus dem Wettbewerb führen.

Aktualisierungen

Bitte sehen Sie regelmäßig auf der Homepage

`http://www.ist.uni-stuttgart.de/roborace`

nach, ob dort von uns eventuelle Präzisierungen der Aufgabenstellung veröffentlicht werden.

Ende des Wettbewerbes

Das zur Verfügung gestellte Material muss nach Ende des Wettbewerbs innerhalb von zwei Wochen wieder komplett an das Institut für Systemtheorie und Regelungstechnik zurückgegeben werden. Bitte notieren Sie eventuell fehlende Teile auf den beigelegten Prüflisten und sammeln Sie überschüssige Teile in einer kleinen Tüte. Sie erleichtern es uns damit im nächsten Jahr vollständige Kästen auszugeben. Wir und die nächsten Teilnehmer werden es Ihnen danken.

Betreuer

Nutzen Sie die Chance, unsere Betreuer bei Fragen zur Lösung der Aufgabe zu kontaktieren:

Name	E-Mail
Philipp Glaser	`philipp.glaser@ist.uni-stuttgart.de`
Andreas Wachter	`andreas.wachter@ist.uni-stuttgart.de`
Elisa Rothacker	`elisa.rothacker@ist.uni-stuttgart.de`
Andreas Feder	`andreas.feder@ist.uni-stuttgart.de`

Bei organisatorischen Fragen wenden Sie sich bitte an

Sandra Siegfried	`sandra.siegfried@ist.uni-stuttgart.de`
Jingbo Wu	`jingbo.wu@ist.uni-stuttgart.de`

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

Dipl.-Ing. Jingbo Wu
Stand 23.10.2012