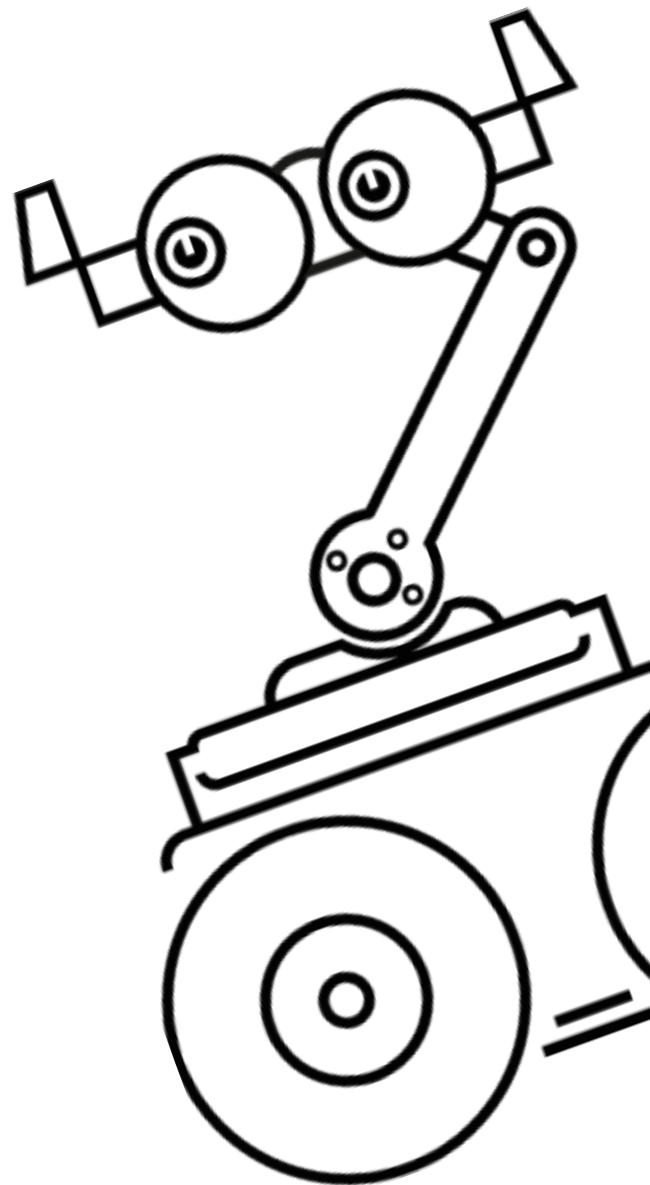


Wozu braucht man Geometrie?

Kreisumfang

Roberta-Experiment mit dem LEGO Mindstorms NXT



ROBERTA
INITIATIVE

Inhalt

Allgemeine Informationen.....	3
1. Einführung	4
Aufgabenstellung	4
Vorgehensweise	4
Hinweise	4
2. Lösungshinweise	5
Berechnung	5
Programmierung	7
3. Anregungen	8
Zusatzaufgaben.....	8
Kontakt.....	9

Allgemeine Informationen



Info

Diese Aufgabe eignet sich für »ProgrammiererInnen«, die bereits Erfahrungen mit der Programmierung von Variablen und Datenleitungen haben.

Ziel

Der Roboter soll sich kontrolliert um 360° auf der Stelle drehen. Die dazu benötigten Werte für die Motoransteuerung sollen nicht experimentell, sondern allein durch Berechnung ermittelt werden. Der Vorteil der Berechnung liegt darin, dass das Programm einfach für verschiedene Robotermodelle angepasst werden kann und die Lösung genauer ist als eine durch Versuche gefundene Lösung.

Roboterkonstruktion

Es kann ein beliebiges Robotermodell gewählt werden. Wichtig ist, dass es sich um einen sogenannten »Differentialen Antrieb« handelt, der durch das unterschiedliche Ansteuern seiner beiden separat angetriebenen Räder lenkbar ist. Die allermeisten herkömmlichen Modelle wie z. B. der TriBot sind differentiell angetriebene Roboter. Sie haben zwei motorisierte Räder, die auf einer Achse liegen und ein freilaufendes Hilfsrad zur Stabilisierung.

1. Einführung

Aufgabenstellung

Programmiere deinen Roboter so, dass er sich exakt einmal um sich selbst dreht. Verwende dabei außer dem Raddurchmesser und der Spurweite keine anderen Werte (wie z. B. die Zeit) zur Motorsteuerung.

Vorgehensweise

1. Fertige eine Zeichnung an, auf der die vorgegebenen Werte »Durchmesser der Reifen« und »Spurweite« ersichtlich sind.
2. Überlege dir, welche Formel/n zur Berechnung wichtig sind und schreibe sie auf.
3. Prüfe, ob und wie deine Berechnung vereinfacht werden könnten.
4. Miss den Durchmesser der Reifen und die Spurweite an deinem Robotermodell genau aus.
5. Berechne zunächst schriftlich die Werte zur Motorsteuerung deines Roboters.
6. Programmiere den Roboter mit NXT-G nach deiner Berechnung.
Achtung: Die Berechnung muss auch programmiert werden, damit später das Programm nur durch Änderung der vorgegebenen Werte (Reifendurchmesser und Spurweite) auf einen anderen Roboter übertragen werden kann.
7. Teste das Programm. Dreht der Roboter sich exakt um 360° auf der Stelle?
8. Ändere deine Roboterkonstruktion, verwende größere oder kleinere Reifen oder ändere die Spurweite. Passe in deinem Programm nur genau die veränderten Werte in der entsprechenden Variable an. Dreht der Roboter sich wieder exakt um 360° auf der Stelle?
9. Beachte, dass das Programm keine exakte Parallelität liefern kann. Steuert man zwei Motoren »gleichzeitig« an, wird immer ein Motor zuerst angesteuert. Entsprechend wird bei gleicher Ansteuerung auch ein Motor später mit der Ausführung fertig sein als der andere.

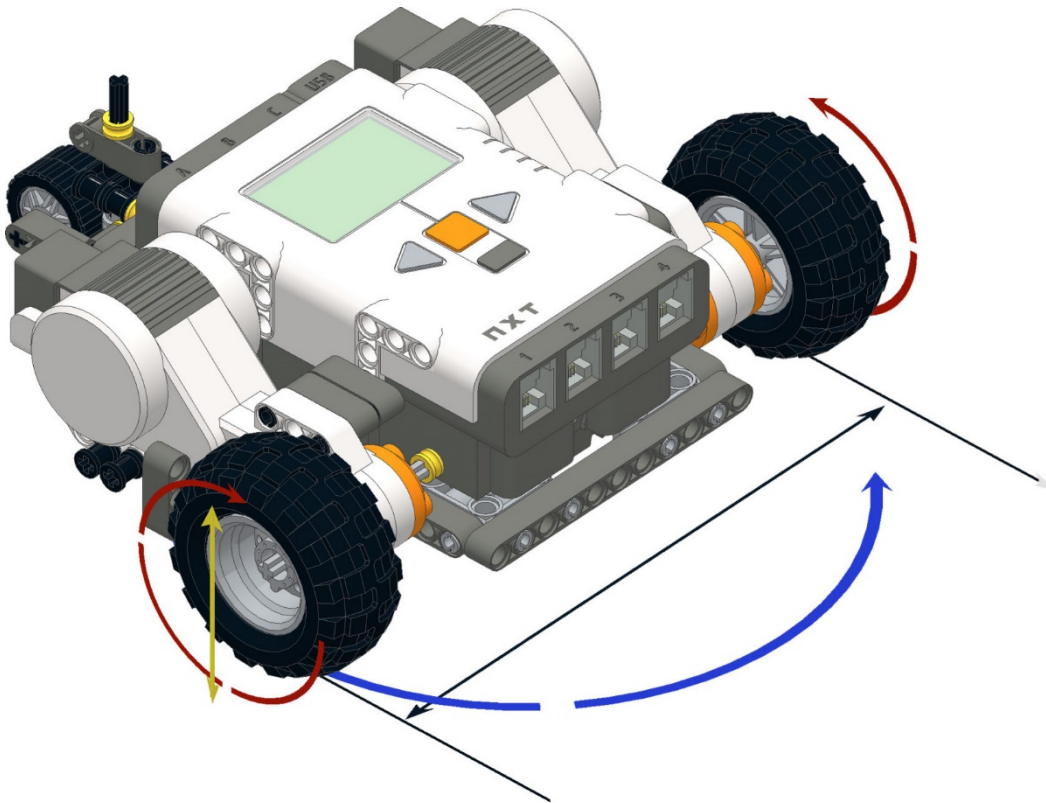
Hinweise

- Die Kreiszahl π hat den Wert 3,14...
- Der Motorblock benötigt am Anschluss »Dauer« eine Gradzahl, dieses gilt wenn bei »Gradzahl« eingestellt ist, aber auch wenn bei »Umdrehungen« eingestellt ist.¹
- Gib den Wert zur Kontrolle auf dem Bildschirm aus.

¹ Näheres zum Motor-Block in der Programmierumgebung unter Hilfe → Aktions-Blöcke → Motor-Block

2. Lösungshinweise

Berechnung



Der Roboter soll sich auf der Stelle drehen, das heißt er fährt mit seinen Rädern auf einer Kreisbahn (blaue Linien in der Grafik). Nimm den Roboter zu Hilfe und drehe ihn vorsichtig auf der Stelle und beobachte dabei die Räder. Jedes Rad fährt auf der Kreisbahn bis die Ausgangsposition wieder erreicht wird. Die zu fahrende Strecke für jedes einzelne Rad ist also genau der Umfang des gefahrenen Kreises. Der Umfang eines Kreises lässt sich mit folgender Formel berechnen:

$$U = 2\pi r$$

Die Variable r steht für den Radius des Kreises. Anhand des Roboters lässt sich in diesem Fall der Durchmesser des Kreises leichter bestimmen als der Radius (schwarze Linie in der Grafik).

Der Durchmesser entspricht genau der Spurweite des Roboters. Da $d = 2r$, umgeformt $r = \frac{d}{2}$ ist, ersetzen wir r in unserer Formel und erhalten:

$$U = 2\pi \frac{d}{2}$$

Das lässt sich weiter kürzen:

$$U = \pi d$$

Mit jeder Radumdrehung, die einer Motorumdrehung entspricht, fährt der Roboter einen Teil der Strecke ab. Dieser Teil entspricht genau dem Umfang des Reifens (rote Linie in der Grafik) und kann mit derselben Formel berechnet werden.

Jetzt fehlt noch die Anzahl der Radumdrehungen, die benötigt werden, um die Kreisbahn genau einmal abzufahren. Wir kennen nun den Umfang des Kreises $Kreisumfang = \pi \text{Spurweite}$ und den Radumfang $Radumfang = \pi Raddurchmesser$. Die Anzahl der benötigten Radumdrehungen berechnet sich wie folgt:

$$Umdrehungen = \frac{Kreisumfang}{Radumfang} = \frac{\pi \text{Spurweite}}{\pi Raddurchmesser}$$

Die Gleichung ist im Grunde genommen fertig. Allerdings lässt sie sich noch vereinfachen, indem wir sie kürzen. Wir erhalten als endgültige Gleichung:

$$Umdrehungen = \frac{\text{Spurweite}}{Raddurchmesser}$$

Programmierung



Wir beginnen mit der Erstellung der zwei wesentlichen Variablen »Spurweite« und »Reifendurchmesser«. Dazu erstellen wir wie in nebenstehender Abbildung zwei Konstanten. Konstanten haben den Vorteil, dass sie im weiteren Verlauf des Programmes wiederholt genutzt, aber nicht verändert werden können.

Wir können ihnen jedoch mit einem Klick auf **bearbeiten** einen anderen Wert zuweisen.

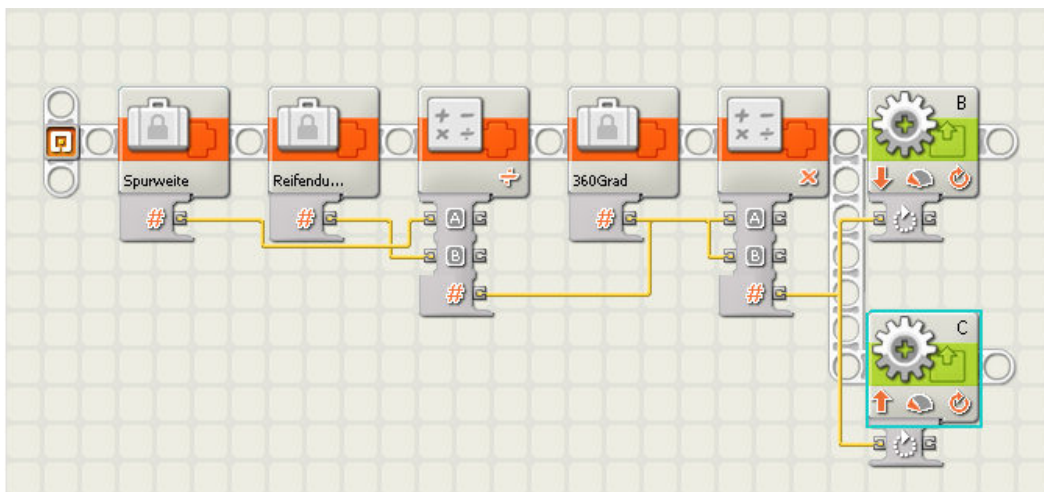
In unserem Beispiel erhalten die Variablen die Werte 16,9 für die Spurweite und 5,6 für den Reifendurchmesser.

Im Programm werden diese Variablen gemäß unserer Formel verwendet und das Ergebnis der Berechnung wird den Motoren direkt zugewiesen. Beide Motoren werden parallel angesteuert, da sie »gleichzeitig« aktiv sind.

Damit das Programm nicht direkt nach dem Ansteuern der Motoren beendet wird, wird bei jedem Motorblock **Warten auf Abschluss** angeklickt.



Das fertige Programm:



3. Anregungen

Zusatzaufgaben

Wiederverwendbarkeit

Erstelle aus dem fertigen Programm einen „eigenen Block“ zur Wiederverwendung.

Flexibilität

Erweitere deinen neuen Block so, dass man die Gradzahl der Umdrehung übergeben muss.

Hin- und zurrückfahren

Verwende den neuen Block zum Umdrehen (50cm fahren, umdrehen (180°), 50cm fahren) und teste das Programm.

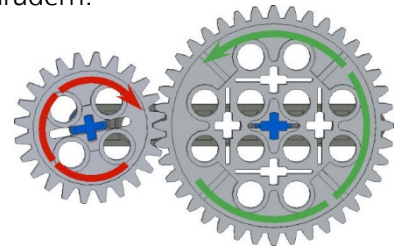
Im Quadrat fahren

Verwende den Block, um ein Quadrat zu fahren und teste das Programm.

Übersetzungen

Suche Informationen zur Berechnung von „Übersetzungen“ von Zahnrädern.

- Was fällt dir auf?
- Wo ist der Unterschied?



Kontakt

Die Roberta-Initiative im Web

roberta-home.de

lab.open-roberta.org

FAQ rund um die Roberta-Initiative

roberta-home.de/faq

Informationen zum Datenschutz

roberta-home.de/datenschutz



Info

Verfasser: Beate Jost | Roberta-Initiative

© 2004-2018 Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse und Informationssysteme IAIS

Version: 1.0

Stand: Februar 2013

Warenzeichen

LEGO® und Mindstorms™ sind eingetragene Warenzeichen der Firma The LEGO Group.

Roberta, Open Roberta und NEPO sind eingetragene Warenzeichen der Fraunhofer-Gesellschaft e.V.