## Thymio, ein mobiler Roboter

Thymio ist ein mobiler Roboter, welcher an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) zu Ausbildungszwecken entwickelt wurde.

```
https://de.wikipedia.org/wiki/Thymio
```

Sein Antrieb besteht aus zwei Rädern, deren Geschwindigkeiten unabhängig voneinander gesteuert werden können.

```
https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_wheeled_robot
```

Auf diese Weise kann der Thymio geradeaus fahren, Kurven durchfahren und auf der Stelle drehen. Er kann in verschiedenen Programmiersprachen programmiert werden:

```
https://www.thymio.org/de/programmieren/
```

Möchte man den Thymio in Python programmieren, kann man dazu thymiodirect

```
https://pypi.org/project/thymiodirect/
```

verwenden. Ein Programmierbeispiel für Jupyter Notebook mit Python findet sich in Ilias.

## Aufgabe 1: Thymio fährt geradeaus

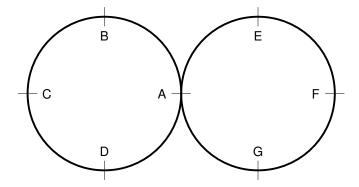
Programmieren Sie den Thymio, so dass er eine vorgegebene Zeit lang geradeaus fährt. Unter

Finden Sie heraus, wie man die Geschwindigkeit der Motoren einstellt und einen Timer progammiert. Setzen Sie zu Beginn des Programms die Geschwindigkeit auf den gewünschten Werte, und halten Sie den Thymio nach Ablauf des Timers an, indem Sie im Eventhandler des Timers die Geschwindigkeit auf Null setzen. Sollte der Thymio nicht exakt geradeaus laufen, können Sie ihn mittels der Prozedur unter

http://wiki.thymio.org/de:thymiomotorcalibration-v8 entsprechend kalibrieren.

#### Aufgabe 2: Thymio fährt eine Acht

a) Bewegen Sie den Thymio auf einer Kurve, welche die Gestalt einer liegenden Acht hat. Die Kurve besteht aus zwei gleichgrossen Kreisen, die sich in einem Punkt berühren.

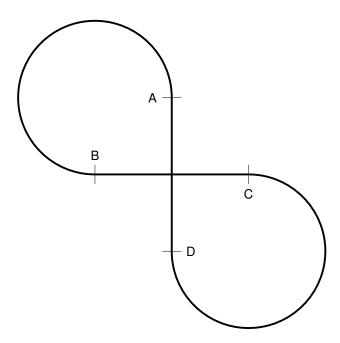


Der erste Kreis soll in positivem Drehsinn (links herum, A-B-C-D-A) durchlaufen werden, der anschliessende Kreis in negativem Drehsinn (rechts herum, A-E-F-G-A).

b) Programmieren Sie den Thymio so, dass er während seiner Bewegung auf dem ersten Kreis rot leuchtet und während seiner Bewegung auf dem zweiten Kreis grün. Am Ende der Bewegung soll er weiss leuchten.

# Aufgabe 3: Thymio fährt eine elegante Acht

Eine elegantere Form im Vergleich zum vorhergehenden Abschnitt erhält man, indem man zwei Dreiviertelkreise (A-B und C-D) mit zwei Geradensegmenten (B-C) und (D-A) verbindet.



Von A nach B soll der Thymio rot leuchten, von B nach C gelb, von C nach D grün, von D nach A blau und schliesslich am Ende der Bewegung weiss.

## Aufgabe 4: Thymio fährt ferngesteuert

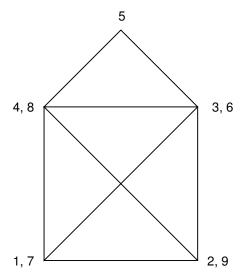
Schreiben Sie ein Thymio-Programm, welches auf die Fernbedienung reagiert. Der Thymio soll sich

- a) geradlinig vorwärts und rückwärts bewegen,
- b) nach links und rechts abbiegen sowie
- c) auf Befehl anhalten können.

Überlegen Sie, wie mit der Fernbedienung unterschiedliche Kurvenradien durchfahren werden können, und wie sich Kurven sowohl vorwärts als auch rückwärts durchfahren lassen.

#### Aufgabe 5: Thymio zeichnet das Haus des Nikolaus

Bewegen Sie den Thymio längs folgender Figur,



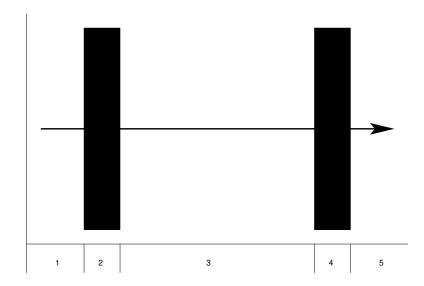
so dass er nacheinander die numerierten Positionen "(1) Das (2) ist (3) das (4) Haus (5) des (6) Ni- (7) ko- (8) laus. (9)" durchfährt.

Wählen Sie die Längen der Geradensegmente und die Geschwindigkeit des Thymio so, dass eine vernünftige Bewegung entsteht.

#### Aufgabe 6: Thymio kalibrieren

Die Steuerdaten der Motorgeschwindigkeiten haben nicht viel mit den üblichen Masseinheiten zu tun. Gesucht ist nun der Zusammenhang zwischen den Daten im Programm und den Geschwindigkeiten in mm/s.

a) Bringen Sie zwei parallele Streifen auf der Unterlage an, auf der sich der Thymio bewegt.



Die Streifen sollen einen deutlichen Kontrast zur Unterlage haben und ca. 300 bis 500 mm voneinander entfernt sein.

b) Der Thymio soll sich senkrecht zu den Streifen bewegen (Pfeil in obiger Skizze). Nach einer Beschleunigungsphase (1) überquert er den ersten Streifen (2), danach den Zwischenraum zwischen beiden Streifen (3) und schliesslich den zweiten Streifen (4), bevor im Auslauf (5) die Bewegung beendet werdenkann. Verwende Sie zum Erkennen der Streifen

prox.ground.delta

im Thymio-Programm.

- c) Verwenden Sie einen Timer und eine Zählervariable, um die Zeit zu messen, welche der Thymio benötigt, um die Zone 3 mit konstanter Geschwindigkeit zu durchfahren.
- d) Messen Sie für verschiedene Geschwindigkeiten

motor.target.left bzw.motor.target.right

die Zeit, welche für die Durchquerung der Zone 3 benötigt wird.

- e) Tragen Sie die Zeiten in eine geeignete Excel-Tabelle ein und bestimmen Sie aus dem Abstand der beiden Streifen in Millimeter die Geschwindigkeit des Thymio in Millimeter pro Sekunde. Zeichnen Sie mit Excel ein Diagramm, welches die Abhängigkeit der Geschwindigkeit von den Steuerdaten graphisch darstellt.
- f) Ermittlen Sie mit einer geeigneten Trendlinie in Excel eine Geradengleichung, welche aus den Steuerdaten des Thymio dessen Geschwindigkeit in Millimeter pro Sekunde berechnet.
- g) Bestimmen Sie auch die Umkehrfunktion, welche aus der Geschwindigkeit in Millimeter pro Sekunde diejenigen Steuerdaten berechnet, mit denen der Thamio programmiert werden muss. Dazu können Sie entweder die Funktion aus Teilaufgabe c) umstellen, oder Sie verwenden ein zweites Diagramm mit der entsprechenden Trendlinie.

## Aufgabe 7: Masshaltige Bahnen

Bearbeiten Sie die Abschnitte "Acht", "elegante Acht" und "Haus des Nikolaus" nochmals, indem Sie die Abmessungen der Figuren und die Geschwindigkeiten des Thymio vorgeben. Verwenden Sie einen Stift, um die Bahn des Thymio aufzuzeichnen und vergleiche Sie die Bahnplanung mit der tatsächlichen Bahn, indem Sie die Thymio-Zeichnungen ausmessen.

## Aufgabe 8: Fahren längs einer vorgegebenen Kurve

Bestimmen Sie die mathematische Beschreibung einer Bahn, längs derer sich der Mittelpunkt des Thymio bewegen soll. Es handelt sich dabei um eine Kurve, also eine Funktion, welche den Ort des Thymio in Abhängigkeit von der Zeit angibt. Schreiben Sie ein Python-Programm, welches zu jedem Punkt der Kurve den Ort der Berührpunkte von rechtem und linkem Rad mit dem Boden berechnet. Damit haben Sie zur Bahnkurve zwei Parallelkurven bestimmt. Wenn Sie diese Kurven nach der Zeit differenzieren, erhalten Sie die Geschwindigkeiten von linkem und rechtem Rad in Abhängigkeit von der Zeit. Dies sind direkt die Steuerdaten des Thymio. Bewegen sie den Thymio mit diesen Steuerdaten und überprüfen Sie, ob er tatsächlich der vorgegebenen Bahn folgt.