Mindroid Pilotworkshop am xx.06.2018

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

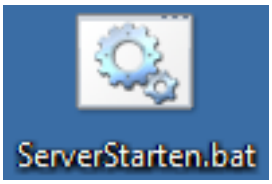
FG ES / MAKI
TU Darmstadt

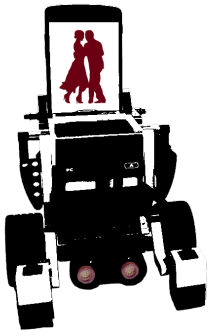
Aufgabe 1 Hallo Welt

In der Informatik ist es üblich, ein Hallo-Welt-Programm[1] zu schreiben, wenn man eine Programmierumgebung kennenlernt. Deshalb fangen wir damit an.

Aufgabe 1.1 Roboter und Smartphone einrichten

1. Als erstes startest du den **Message-Server**. Er ist später wichtig, damit die Roboter untereinander kommunizieren können. Dazu startest du die **ServerStarten.bat** auf dem Desktop mit einem Doppelklick.
2. Um eine dauerhafte Verbindung herzustellen, müssen wir nun das Smartphone mit dem Server bekannt machen. Dazu öffnest du auf dem Smartphone die **Mindroid-App**.





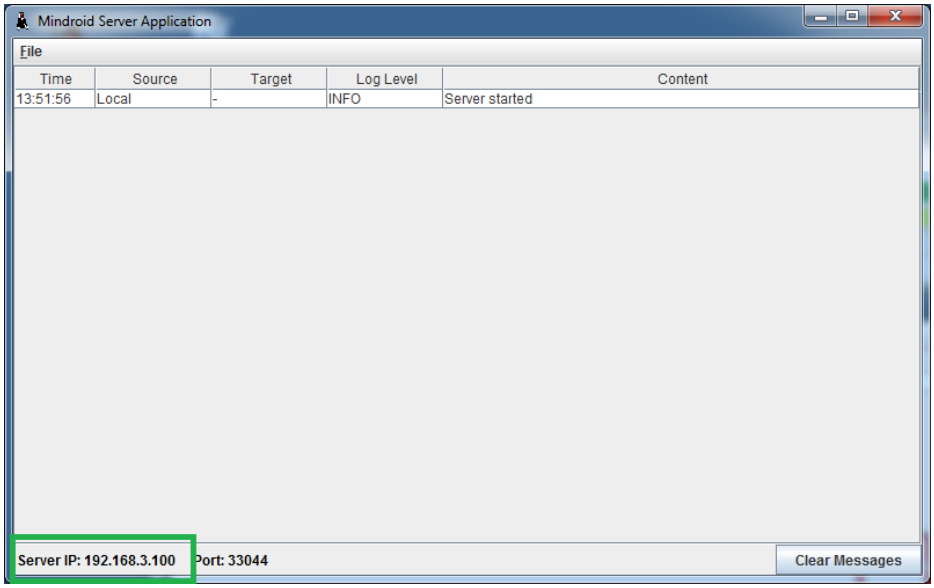
3. Der Message-Server zeigt dir links unten in der Ecke seine IP an. Diese musst du nun der Mindroid-App mitteilen. Dazu navigierst du über das Menü oben links in den **Einstellungen-Bildschirm**.

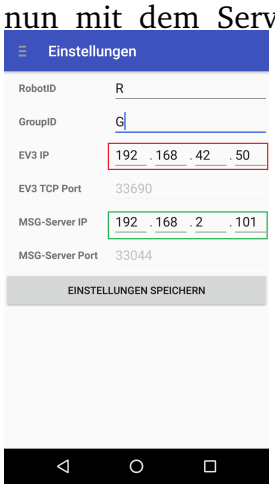
   Einstellungen Bild

   dort trägst du unter **MSG-Server IP** die IP des Servers ein. Ist dies erledigt, kannst du zurück zum Hauptbildschirm der App und auf **Verbinden** klicken. Die App verbindet sich

[1] https://de.wikipedia.org/wiki/Hallo-Welt-Programm

nun mit dem Server.





Aufgabe 1.2 Der Quelltext erklärt

Nachdem du den Roboter erfolgreich eingerichtet und das erste mal getestet hast, gehen wir jetzt daran, uns den Quelltext näher anzusehen.

```
1  package org.mindroid.android.app.workshopSolutions;
2
3  import org.mindroid.api.ImperativeWorkshopAPI;
4  import org.mindroid.impl.brick.Textsize;
5
6  public class HelloWorld extends ImperativeWorkshopAPI {
7
8      public HelloWorld() {
9          super("Hello World");
10     }
11
12     @Override
13     public void run() {
14             clearDisplay();
15             drawString("Hello World", Textsize.MEDIUM, 10 , 50);
16             }
17   }
```

Das Verhalten des Roboters befindet sich in der **run-Methode** (Zeilen 13-16). Wenn ein Mindroid-Programm ausgeführt wird, werden die Befehle in dieser Methode nacheinander abgearbeitet.

- **`clearDisplay()`** löscht den Display-Inhalt
- **`drawString(text, textsize, xPosition, yPosition)`** schreibt einen gegebenen Text(text) an die gegebenen Koordinaten (**`xPosition, yPosition`**) und verwendet dabei die definierte Schriftgröße (**`textsize`**).

Daneben gibt es noch die sogenannten "**imports**". Da die Programm-Bibliotheken der MindroidApp sehr groß sind, hat jede Klasse einen ausführlichen Namen, der dabei hilft, den Überblick zu bewahren. Der Teil vor dem Klassennamen heißt **Paket** (engl. package). Zum Beispiel ist die Klasse **ImperativeWorkshopAPI** im Paket **org.mindroid.api.**

Aufgabe 1.3 Erste eigene Änderungen vornehmen

Um zu sehen, wie die Entwicklung deiner eigenen Roboter-Software im Folgenden ablaufen wird, wirst du nun am Hello-World-Programm eine kleine Änderung durchführen und anschließend das aktualisierte Programm auf den Roboter laden.

Ändere die **run-Methode**, sodass sie dem folgenden Code ähnelt:

```
1  package org.mindroid.android.app.workshopSolutions;
2
3  import org.mindroid.api.ImperativeWorkshopAPI;
4  import org.mindroid.impl.brick.Textsize;
5
6  import java.text.SimpleDateFormat;
7  import java.util.Date;
8
9  public class HelloDate extends ImperativeWorkshopAPI {
10
11     public HelloDate() {
12         super("Hello Date");
13     }
14
15     @Override
16     public void run() {
17            SimpleDateFormat formatter = new SimpleDateFormat("dd.MM.yyy");
18            clearDisplay();
19            drawString("Datum: " + formatter.format(new Date()), Textsize.SMALL, 1, 1);
20            }
21  }
```

- Die Imports von **`java.text.SimpleDateFormat`** und **`java.util.Date`** sind neu hinzugekommen.
- Außerdem gibt es nun eine Variable **`formatter`** (Zeile 17), die in der Lage ist, das aktuelle Datum formatiert auszugeben (**`formatter.format(new Date())`**, Zeile 19)).

Um die Änderungen nun auf das Handy zu übertragen, muss die App neu installiert werden.

1. Betätige jetzt die Schaltfläche "Starten" .

2. Nachdem im Compiler-Fenster die Meldung “BUILD SUCCESSFUL” erschienen ist, wird auf dem Handy die Mindroid-App automatisch geschlossen und wieder geöffnet.
3. Wähle “Verbindung zum EV3-Brick herstellen”
4. Wähle im Dropdown “HelloWorld” aus und betätige “Start”.
5. Auf dem Display sollte nun das aktuelle Datum ausgegeben werden.

Übrigens

Falls du erfahren möchtest, wie man bspw. die aktuelle Uhrzeit mithilfe von SimpleDateFormat ausgibt, klicke mit Rechts auf den Klassennamen SimpleDateFormat und wähle den Eintrag “API-Hilfe.” Im sich öffnenden Fenster findest du die Dokumentation der Formatierungsparameter, die im Konstruktor verwendet werden. Die vollständige Doku aller Klassen für die Mindroid-App erhältst du, indem du auf dem Desktop den Link “Mindroid Doku” anklickst. Die vollständige Doku aller Klassen der Java-Standardbibliothek erhältst du, indem du auf dem Desktop den Link “JDK Doku” anklickst oder die folgende URL aufrufst: https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/index.html

Aufgabe 2 Den Roboter kennenlernen

In dieser Aufgabe wollen wir gemeinsam die Fähigkeiten des Roboters kennenlernen. Das Display ist nützlich, um bestimmte Informationen schnell auszugeben, aber wirklich nützlich wird der Roboter erst durch seine beiden **Antriebsmotoren**, den **Gyrosensor**, die beiden **Lichtsensoren** und den **Ultraschallsensor**.

Aufgabe 2.1 Fahren - die Antriebsmotoren

Wir schauen uns als Erstes an, wie man den Roboter fahren lassen kann. Der Roboter unterstützt folgende **Bewegungsrichtungen**:

- Vorwärts fahren,
- Rückwärts fahren,
- Drehen nach Rechts und
- Drehen nach Links

Um die Fahr-Fähigkeiten des Roboters kennenzulernen, wirst du den folgenden Code nachprogrammieren, der ein etwas **spezielles Quadrat** fährt.

```
1  package org.mindroid.android.app.workshopSolutions;
2
3  import org.mindroid.api.ImperativeWorkshopAPI;
4
5
6  public class DriveSquare extends ImperativeWorkshopAPI {
7
8      public DriveSquare() {
9              super("Drive Square");
10     }
```

```
11
12      @Override
13      public void run() {
14        for (int i = 0; i<3 && !isInterrupted(); i++) {
15            int angle = 90;
16            forward();
17            delay(1000);
18            turnRight(angle);
19            forward();
20            delay(1000);
21            turnLeft(angle);
22            backward();
23            delay(1000);
24            turnRight(angle);
25            backward();
26            delay(1000);
27            turnLeft(angle);
28        } // end of for
29        stop();
30      }
31  }
```

- Alle benötigten Methoden werden von der Klasse **`ImperativeWorkshopAPI`** bereitgestellt. Wir brauchen daher keine zusätzlichen Imports.
- In Zeile 14 bestimmt die **for-Schleife**, dass der Roboter das Quadrat dreimal abfahren soll.
- Der **`forward()`**-Befehl (Zeile 16) setzt den Roboter in Bewegung. Dabei fährt der Roboter solange, bis er einen anderslautenden Befehl erhält (wie bspw. **`stop()`** in Zeile 29).
- Anschließend wird für 2 Sekunden **gewartet** (Zeile 16). In dieser Zeit fährt der Roboter vorwärts.
- Daraufhin vollführt der Roboter eine Drehung nach Rechts um 90° (**`turnRight(angle)`**, Zeile 18).
- Nach der nächsten Geraden (Zeile 19) dreht der Roboter nach links (**`turnLeft(angle)`**, Zeile 21), um anschließend die verbleibenden beiden Geraden rückwärts zu fahren (**`backward()`**-Befehl, Zeile 22 und 25).

Aufgabe 2.2 Der Ultraschallsensor - Abstand Messen

Um dich mit dem Ultraschall-Distanzssensor vertraut zu machen, implementiere den folgenden Code nach. Er stellt einen einfachen Parksensor dar, der wie folgt funktioniert:

1. Liegt die Distanz zu einem Objekt vor dem Roboter **unter 15cm**, dann blinkt die Status-LED schnell rot und es wird "**Oh oh :-O**" ausgegeben.
2. Liegt die Distanz **zwischen 15cm und 30cm**, dann blinkt die Status-LED gelb und es wird "**Hm :-/**" ausgegeben.
3. Liegt die Distanz **über 30cm**, dann leuchtet die Status-LED grün und es wird "**OK :-)**" ausgegeben.

```
1  package org.mindroid.android.app.workshopSolutions;
2
3  import org.mindroid.api.ImperativeWorkshopAPI;
4  import org.mindroid.api.ev3.EV3StatusLightColor;
5  import org.mindroid.api.ev3.EV3StatusLightInterval;
6  import org.mindroid.impl.brick.Textsize;
7
8  public class ParkingSensor extends ImperativeWorkshopAPI {
9
10     public ParkingSensor() {
11         super("Parking Sensor");
12     }
13
14   @Override
15     public void run() {
16         String previousState = "";
17         clearDisplay();
18         drawString("Parking sensor", Textsize.MEDIUM, 10, 10);
19         while (!isInterrupted()) {
20             clearDisplay();
21             if(getDistance() < 0.30f && getDistance() > 0.15f) {
22                 drawString("Hm :-/", Textsize.MEDIUM, 10, 10);
23                 if (!previousState.equals("hm")) {
24                     setLED(EV3StatusLightColor.YELLOW,
25                             EV3StatusLightInterval.BLINKING);
26                 }
27                 previousState = "hm";
28             } else if (getDistance() < 0.15f) {
29                 drawString("Oh oh :-O", Textsize.MEDIUM, 10, 10);
30                 if (!previousState.equals("oh")) {
31                     setLED(EV3StatusLightColor.RED,
32                             EV3StatusLightInterval.DOUBLE_BLINKING);
33                 }
34                 previousState = "oh";
35             } else {
36                 drawString("OK :-)", Textsize.MEDIUM, 10, 10);
37                 if (!previousState.equals("ok")) {
38                     setLED(EV3StatusLightColor.GREEN,
39                             EV3StatusLightInterval.ON);
40                 }
41                 previousState = "ok";
42             }
43             delay(100);
44         }
45     }
46 }
```

- Um die LED ansteuern zu können, müssen wir die Pakete **org.mindroid.api.ev3.EV3StatusLightCo** und **org.mindroid.api.ev3.EV3StatusLightInterval** importieren.
- Wie in Zeile 19 zu sehen ist, läuft das Programm in einer Endlosschleife, bis der “Stop”-Knopf in der App betätigt wird.
- Wir müssen uns jeweils den vorherigen Zustand in der Variablen **previousState** (Zeile 17) merken, da wir ansonsten alle 100ms den Zustand der LED zurücksetzen würden, was

das Blinken verhindert. Mithilfe von **previousState** ändern wir den LED-Modus nur dann, wenn wir müssen.

Aufgabe 2.3 Die Farbsensoren - Farbe messen

In dieser Aufgabe lernst du die Farbsensoren des Roboters kennen. Der folgende Quelltext liest kontinuierlich den aktuell gemessenen Farbwert des linken und rechten Lichtsensors aus (**getLeftColor()** bzw. **getRightColor()** in Zeilen 16 und 17).

```
1  package org.mindroid.android.app.workshopSolutions;
2
3  import org.mindroid.api.ImperativeWorkshopAPI;
4  import org.mindroid.impl.brick.Textsize;
5  import org.mindroid.impl.statemachine.properties.Colors;
6
7  public class ColourTest extends ImperativeWorkshopAPI {
8
9      public ColourTest() {
10         super("Colour Test");
11     }
12
13      @Override
14     public void run() {
15         while (!isInterrupted()) {
16             Colors leftColorValue = getLeftColor();
17             Colors rightColorValue = getRightColor();
18             clearDisplay();
19             drawString("Colors", Textsize.MEDIUM, 1, 1);
20             drawString("L: " + describeColor(leftColorValue), Textsize.MEDIUM, 1, 17);
21             drawString("R: " + describeColor(rightColorValue), Textsize.MEDIUM, 1, 33);
22             delay(500);
23         }
24     }
25
26     private static String describeColor(final Colors colorValue) {
27         if (colorValue == Colors.NONE)   return "None";
28         if (colorValue == Colors.BLACK)  return "Black";
29         if (colorValue == Colors.BLUE)   return "Blue";
30         if (colorValue == Colors.GREEN)  return "Green";
31         if (colorValue == Colors.YELLOW) return "Yellow";
32         if (colorValue == Colors.RED)    return "Red";
33         if (colorValue == Colors.WHITE)  return "White";
34         if (colorValue == Colors.BROWN)  return "Brown";
35         return "unknown";
36     }
37 }
```

- Die Methode **describeColor** (Zeilen 29-39) zeigt, wie du den Rückgabewert in einen lesbaren Text umwandelst.
- In den Zeilen 20-21 siehst du, wie man auf dem Display mehrzeiligen Text ausgeben kann. Die Buchstaben haben jeweils eine Höhe von 16 Pixeln, sodass die zweite Zeile an der y-Position 17 und die dritte Zeile an der y-Position 33 beginnt.

- Um die Qualität der Farbmessung näher zu betrachten, haben wir für dich Farbtafeln mit allen sieben unterstützten Farben des EV3-Lichtsensors vorbereitet. Bei welchen Farben funktioniert die Erkennung gut, bei welchen eher weniger?
- Der Farbsensor kann auch zur Erkennung von Abgründen eingesetzt werden: Welche Farbwerte werden gemessen, wenn der Roboter auf der Tischplatte steht und wenn die Farbsensoren über den Tischrand ragen?

Aufgabe 2.4 Kommunikation zwischen Robotern - Verteiltes "Hallo Welt!"

In der vorherigen Aufgaben hast du kennengelernt, wie ein Programm auf einem einzelnen Roboter ausgeführt wird. Als nächstes wollen wir die Roboter **miteinander sprechen lassen**. Auch hier starten wir mit einem einfachen (diesmal verteilten) "Hallo Welt!"-Programm. Die Kommunikation läuft über das bereits vorgestellten "Server"-Programm, welches ihr vorhin schon auf dem Entwicklungsrechner gestartet habt. Damit die Roboter voneinander unterschieden werden können, benötigt jeder einen eigenen Namen. Um diese Einstellungen ändern zu können, müsst ihr die Verbindung zum Server erst einmal trennen. Navigiert nun wieder in das Einstellungs-Menü der App und gebt den Robotern Namen. Stellt sicher, dass die Roboter auch in Gruppen eingeteilt sind. Die Screenshots zeigen euch wie das geht.

Screenshots für Namen einstellen, Gruppe einstellen

Wiederhole diesen Schritt nun auch für den zweiten Roboter. In unserem Beispiel gehen wir davon aus, die Roboter heißen Robert und Berta.

Wir möchten nun, dass Berta eine Nachricht mit dem Inhalt **"Hallo Robert!"** an den Nachrichtenserver versendet. Robert soll diese Nachricht empfangen und die Nachricht auf seinem Display ausgeben. Dazu sind zwei unterschiedliche Programme für Robert und Berta notwendig.

```
1  package org.mindroid.android.app.workshopSolutions;
2
3  import org.mindroid.api.ImperativeWorkshopAPI;
4
5  public class HelloWorldPingB extends ImperativeWorkshopAPI {
6
7      public HelloWorldPingB() {
8          super("Hello World Ping Berta");
9      }
10
11     @Override
12     public void run() {
13         clearDisplay();
14         sendMessage("Robert", "Hallo Robert!");
15     }
16 }
```

- Bei Programmstart sendet Berta in Zeile 14 eine Nachricht an **Robert** mit den Inhalt **"Hallo Robert!"**

```
1  package org.mindroid.android.app.workshopSolutions;
2
3  import org.mindroid.api.ImperativeWorkshopAPI;
```

```
4  import org.mindroid.impl.brick.Textsize;
5
6  public class HelloWorldPingR extends ImperativeWorkshopAPI {
7
8      public HelloWorldPingR() {
9          super("Hello World Ping Robert");
10     }
11
12     @Override
13     public void run() {
14         clearDisplay();
15         while(!isInterrupted()){
16             if (hasMessage()){
17                 String msg = getNextMessage().getContent();
18                 if (msg.equals("Hallo Robert!")){
19                     drawString("Nachricht von Berta erhalten", Textsize.MEDIUM, 1, 60);
20                 }
21             }
22             delay(100);
23         };
24     }
25 }
```

- Robert überprüft mit **`hasMessage()`** (Zeilte 16) ob neue Nachrichten auf dem Message-Server vorhanden sind.
- Sobald eine Nachricht vorliegt, wird der Inhalt der Nachricht in die Variable **`msg`** gespeichert (Zeile 16).
- die Nachricht wird nun mit dem String **"Hallo Robert!"** verglichen[2]. Stimmen beide überein, schreibt Robert auf sein Display einen Text (Zeile 19).

Aufgabe 2.5 Nächste Schritte

Du hast jetzt alle wesentlichen Fähigkeiten des Roboters kennengelernt. Nun ist es an der Zeit, dass du deine eigenen Projekte umsetzt. Die folgenden Aufgaben geben dir dazu Anregungen. Falls du bestimmte Sensorwerte zur Kalibrierung nutzen willst, ist dir die Anwendung Sensor Monitoring bestimmt eine Hilfe.

1. Wähle dazu auf der Übersichtsseite des der Mindroid-App im Dropdown **"SensorMonitoring"** aus.
2. Betätige **"Start"**.
3. Öffne anschließend im Menü links oben den Eintrag **"Sensor Monitoring"**.
4. Du siehst die aktuell gemessenen Werte der Sensoren
   - Der Wert **"Color ID"** beschreibt die aktuell gemessene Farbe unter dem linken Sensor. Ihre Werte sind in der Klasse *org.mindroid.impl.statemachine.properties.sensorproperties.Color* dokumentiert. Wenn du ein weißes Blatt Papier direkt unter den linken Farbsensor

[2] Beachte: Strings werden in Java nicht mit == verglichen, sondern mittels der equals-Methode

legst, sollte der Wert auf 6 (=Weiß) wechseln (manchmal wird auch 2 (=Blau) gemessen). Wenn du einen schwarzen Gegenstand direkt unter den Sensor legst, sollte der Wert auf 1 wechseln. Die Farbbestimmung mittels Color-ID ist leider relativ unpräzise.

- Der Wert **"Distance"** gibt die aktuell vom Ultraschallsensor gemessene Distanz in Metern an. Bewege deine Hand vor dem Sensor vor und zurück und beobachte die Veränderung des Wertes.
- Der Wert **"Angle"** gibt den aktuell gemessenen Winkel des Gyro-Sensors an. Drehe den Roboter um die Hochachse und beobachte die Veränderung des Wertes.

Aufgabe 2.6 Nützliche Imports

- *import org.mindroid.api.ImperativeWorkshopAPI* für die Elternklasse
- EV3-Statuslicht:
  - Farbe: *import org.mindroid.api.ev3.EV3StatusLightColor;*
  - Werte: **`EV3StatusLightColor.GREEN, .RED, .YELLOW, .OFF`**
  - Blinkhäufigkeit: *import org.mindroid.api.ev3.EV3StatusLightInterval;*
  - Werte: **`EV3StatusLightInterval.ON, .BLINKING, .DOUBLE_BLINKING`**

Aufgabe 3 Wand-Ping-Pong

Nutze deine Kenntnisse, um den Roboter wie einen Ping-Pong-Ball in gerader Linie zwischen zwei Wänden/Gegenständen/... hin und her fahren zu lassen. Anweisungen:

1. Der Roboter soll solange geradeaus fahren, bis er eine Wand erkennt. Er soll dabei so nah wie möglich an die Wand heranfahren, ohne mit ihr zu kollidieren.
2. Dann soll er ein kleines Stück rückwärts fahren und sich um 180° drehen
3. Beginne bei 1.

Bewertungskriterien:

- (1P) Ist die 180°-Drehung exakt?
- (1P) Vergleich: Wie nahe kommst du an die Wand heran?
- (1P) Vergleich: Wie schnell schaffst du eine Runde (Fahren → Wand+Drehen → Fahren)?

Aufgabe 4 Koordiniertes Wand-Ping-Pong

Diese Aufgabe lehnt sich an die vorherige an. Allerdings sollen sich nun zwei Roboter abstimmen. Beide Roboter starten nebeneinander und blicken in die gleiche Richtung. Anweisungen:

1. Roboter A fährt solange, bis er eine Wand entdeckt. Er setzt zurück, dreht sich um und bleibt stehen.
2. Roboter A sendet Roboter B eine “Start”-Nachricht.
3. Daraufhin setzt sich Roboter B in Bewegung, bis er auf die Wand trifft. Daraufhin setzt Roboter B zurück, wendet und bleibt stehen.
4. Roboter B sendet Roboter A eine “Weiter”-Nachricht.
5. Beginne bei 1.

Bewertungskriterien:

- (1P) Roboter kollidieren nicht.
- (1P) Vergleich: Wie schnell schaffen die Roboter eine “Runde” (A: Fahren → Wand+Drehen+Stop; B: Warten → Fahren → Wand+Drehen+Stop)? Hier sollen die Roboter nicht möglichst nahe, sondern nahe genug an die Wand heranfahren (Abstand der Vorderachse kleiner 20cm).

Aufgabe 5 Mähroboter

Nutze deine Kenntnisse, um den Roboter in einem mit schwarzem (oder weißem) Klebeband abgesperrten Bereich herumfahren zu lassen (so ähnlich wie beispielsweise viele Mähroboter arbeiten).

1. Wie beim Wand Ping-Pong soll der Roboter erstmal geradeaus fahren.
2. Wenn er eine Grenze erkennt, soll er zurücksetzen und sich eine neue Richtung aussuchen.
3. Beginne bei 1.

Tipp: Überprüfe, welche Color-IDs auf dem Boden und den Begrenzungen erkannt werden, um festzustellen, wann der Roboter an die Umzäunung gelangt ist.

Bewertungskriterien:

- (1P) Der umgrenzte Bereich darf nicht verlassen werden! Keines der Räder darf die Umgrenzung berühren!
- (1P) Vergleich: Wer schafft es am schnellsten, alle vier Seiten eines viereckigen Bereichs zu “treffen”?

Aufgabe 6 Platooning

In dieser Aufgabe geht es darum, zwei Roboter hintereinander her fahren zu lassen, ohne dass es einen Auffahrunfall gibt. Aktuell forschen zahlreiche Unis und Unternehmen unter dem Schlagwort Platooning an genau dieser Problemstellung bei echten LKWs und PKWs: Die Fahrzeuge fahren dabei so nahe, dass sie den Windschatten des Vorausfahrenden ausnutzen können.

Roboter A und B werden hintereinander platziert, sodass sie in die gleiche Richtung blicken. Ziel ist es zunächst, dass Roboter B den Abstand zu Roboter A in einem bestimmen Toleranzbereich hält. Die Distanzangaben im Folgenden sind nur mögliche Werte - du bestimmst selbst, was geeignete Grenzwerte sind.

1. Roboter A fährt los. Sobald der Abstand zwischen Roboter A und Roboter B größer als 35cm wird, beginnt Roboter B aufzuschließen.
2. Wird der Abstand kleiner als 25cm, hält Roboter B die Geschwindigkeit von Roboter A .
3. Wird der Abstand kleiner als 15cm, lässt Roboter B sich zurückfallen (oder fährt sogar rückwärts).

Bewertungskriterien

- (1P) Roboter A und B fahren mind. 1 Meter hintereinander her ohne Kollisionen (weder mit anderen Robotern noch mit der Wand).
- (1P) Abstand bleibt in einem von euch zuvor bestimmten Bereich (Schnur), wenn beide Roboter vorwärts fahren.
- (1P) Vergleich: Geringstmöglicher Abstand, bei dem keine Kollision stattfindet.

Aufgabe 7 Verfolgung

Beim Cha-Cha-Cha gibt es die Tanzfigur “Verfolgung”. Dabei verfolgt jeweils ein Tanzpartner den anderen, bis beide sich umdrehen und die Rollen wechseln. Diese Figur ist tatsächlich nicht sehr weit vom Platooning-Beispiel aus der vorherigen Aufgabe entfernt. Der Ablauf soll dieses Mal wie folgt aussehen:

1. Roboter A übernimmt zunächst das Kommando und fährt voraus, während Roboter B einen möglichst gleichbleibenden Abstand hält.
2. Roboter A beschließt nach einer gewissen Zeit, dass nun die Drehung folgt. Er stoppt und sendet eine “Drehen”-Nachricht an Roboter B.
3. Roboter B stoppt, wendet und sendet Roboter A eine “Gedreht”-Nachricht.
4. Daraufhin dreht Roboter A ebenfalls um 180°.
5. Nun tauschen Roboter A und B die Rollen: Roboter B fährt voraus und gibt den Ton bis zur nächsten Drehung an.

Bewertungskriterien

- (1P) Einmal Verfolgung hin (Roboter A ist der Führende) und einmal Verfolgung zurück (Roboter B ist der Führende) und dabei keine Kollision!
- (1P) Es sollte klar erkennbar sein (bspw. per LED-Statusleuchte), wer aktuell der “Führende” ist.