

Inhaltsverzeichnis

Prolog	11
Einleitung	13
1 LEGO als Rahmen für unsere Roboter	19
1.1 LEGO mit Elektronikkomponenten versehen	21
1.1.1 Folgende Fremdkomponenten werden verwendet	21
1.1.2 Folgende LEGO-Elektronikkomponenten werden verwendet	24
1.2 Ein vorhandenes LEGO-Modell hacken	25
2 Den Arduino Uno kennenlernen	27
2.1 Der Computer	27
2.2 Die Entwicklungsumgebung installieren	28
2.2.1 Windows	28
2.2.2 OS X	28
2.2.3 Linux	28
2.2.4 Einrichtung der Entwicklungsumgebung	28
2.3 Die Schnittstelle	29
2.4 Das Standardprogramm für den Arduino	30
3 Den Raspberry Pi kennenlernen	31
3.1 Der Computer	31
3.2 Die GPIO-Schnittstelle	32
3.3 Den Raspberry Pi konfigurieren	34
3.3.1 Hardwareausstattung	34
3.3.2 SD-Karte vorbereiten	35
3.3.3 Erster Start von Raspbian	36
3.3.4 Mit Python 3 die GPIO-Schnittstelle ansprechen	36
3.3.5 Aktivierung der SPI-Schnittstelle	37
3.3.6 Anschluss an das WLAN	37
3.3.7 Den BrickPi+ anbinden	38
3.4 Die Softwareschnittstelle	39
3.4.1 Das Rahmenprogramm für die Fremdkomponenten	39
3.4.2 Das Rahmenprogramm für das BrickPi+-Modul	40
3.4.3 Das Rahmenprogramm für Experimente	43

4	Hilfsplatinen bauen	49
4.1	Einen Licht-Sensor bauen	50
4.2	Einen Line-Sensor bauen	51
4.3	Touch-Sensoren bauen	52
4.4	Eine Hilfsplatine für den Arduino bauen	53
4.4.1	Die Spannungsversorgung	54
4.4.2	Das I ² C-Interface	55
4.4.3	Der Taster	55
4.4.4	Die LED	56
4.4.5	Der Piezo-Schallgeber	57
4.5	Eine Hilfsplatine für den Raspberry Pi bauen	57
4.5.1	Die Spannungsversorgung	58
4.5.2	Die Spannungsteiler	59
4.5.3	Das I ² C-Interface	60
4.5.4	Der Taster	60
4.5.5	Die LED	61
4.5.6	Der Piezo-Schallgeber	61
4.5.7	Das MCP3008 IC	62
4.6	Eine Stromversorgung bauen	63
5	Einsatz von Motoren	65
5.1	Getriebemotoren	65
5.1.1	Getriebemotoren mit Motortreiber am Beispiel des Arduino	67
5.1.2	Getriebemotoren mit Motortreiber am Beispiel des Raspberry Pi	72
5.1.3	Umsetzung der analogen Achsstände in digitale Informationen, die Encoder am Beispiel des Arduino	75
5.1.4	Die Encoder am Beispiel des Raspberry Pi	80
5.1.5	Abfahren der »platonischen Flächen« (1) mit dem Arduino	84
5.1.6	Abfahren der »platonischen Flächen« (2) mit dem Raspberry Pi	90
5.2	Die LEGO-Motoren	96
5.2.1	LEGO-Motoren mit dem BrickPi+ ansteuern	97
5.2.2	Abfahren der »platonischen Flächen« (3) mit dem Raspberry Pi und dem BrickPi+-Modul	99
5.3	Aufgabe und Lösung	103
6	Einsatz von Sensoren	105
6.1	Auf Helligkeit reagieren	105
6.1.1	Fototransistoren verwenden mit dem Arduino	105

6.1.2	Fototransistoren verwenden mit dem Raspberry Pi	107
6.1.3	Der Color-Sensor von LEGO	110
6.1.4	Die hellste Lichtquelle des Raumes finden mit dem Arduino	111
6.1.5	Die hellste Lichtquelle des Raumes finden mit dem Raspberry Pi	115
6.2	Auf Entfernung reagieren	118
6.2.1	Einen Ultraschall-Sensor verwenden mit dem Arduino	119
6.2.2	Einen Ultraschall-Sensor verwenden mit dem Raspberry Pi	121
6.2.3	Der Ultraschall-Sensor von LEGO	123
6.2.4	Einen Infrarot-Sensor verwenden mit dem Arduino	124
6.2.5	Einen Infrarot-Sensor verwenden mit dem Raspberry Pi	127
6.2.6	Der Infrarot-Sensor von LEGO	128
6.2.7	Wänden und Gegenständen ausweichen mit dem Arduino	128
6.2.8	Wänden und Gegenständen ausweichen mit dem Raspberry Pi	130
6.3	Gegenstände wahrnehmen	134
6.3.1	Einen Touch-Sensor verwenden mit dem Arduino	134
6.3.2	Einen Touch-Sensor verwenden mit dem Raspberry Pi	137
6.3.3	Der Touch-Sensor von LEGO	138
6.3.4	Hindernisse erkennen mit dem Arduino	141
6.3.5	Hindernisse erkennen mit dem Raspberry Pi	144
6.4	Auf die Himmelsrichtung reagieren	147
6.4.1	Einen Kompass-Sensor verwenden mit dem Arduino	147
6.4.2	Der Kompass-Sensor von Hitechnic für LEGO	149
6.4.3	Nach Himmelsrichtungen ausrichten mit dem Arduino	150
6.5	Aufgaben und Lösungen	153
7	Einsatz weiterer Komponenten	157
7.1	LEDs verwenden	157
7.1.1	Eine LED blinken lassen mit dem Arduino	157
7.1.2	Eine LED blinken lassen mit dem Raspberry Pi	160
7.1.3	Eine LED dimmen mit dem Arduino	163
7.1.4	Eine LED dimmen mit dem Raspberry Pi	164
7.2	Töne fabrizieren	166
7.2.1	Einen Piezo-Schallgeber verwenden mit dem Arduino	166
7.2.2	Einen Piezo-Schallgeber verwenden mit dem Raspberry Pi	168
7.2.3	Texte morsen mit dem Arduino	169
7.2.4	Texte morsen mit dem Raspberry Pi	174

7.3	Die Umgebung visuell auswerten	177
7.3.1	Die Raspberry-Pi-Kamera verwenden	177
7.3.2	Bunte Pappkarten abschießen mit dem LEGO-Shooter und dem Brick Pi+	180
7.4	Musik ausgeben mit dem Raspberry Pi	183
7.5	Informationen sichtbar machen	185
7.5.1	Ein LCD-Display für den Arduino	186
7.5.2	Ein LCD-Display für den Raspberry Pi	190
7.6	Aufgaben und Lösungen	191
8	Auf dem Tisch bleiben mit dem Raspberry Pi	195
8.1	Der Roboter	196
8.2	Die Sensoren	198
8.2.1	Der Ultraschall-Sensor	198
8.2.2	Der Touch-Sensor vorne	199
8.2.3	Der Touch-Sensor hinten	199
8.3	Das Programm	199
8.4	Die Parametrisierung	202
8.5	Ein Programm für den Arduino	202
9	Ein Labyrinth lösen mit einem Expertensystem und dem Arduino	205
9.1	Erst ein wenig Theorie	205
9.2	Der Roboter	208
9.3	Die Sensoren	211
9.3.1	Der Kompass-Sensor	211
9.3.2	Der Line-Sensor	212
9.3.3	Der Touch-Sensor	214
9.4	Das Programm	214
9.5	Die Parametrisierung	220
9.6	Ein Labyrinth lösen mit dem Raspberry Pi	221
10	Die Linienverfolgung mit einem neuronalen Netz mit dem Raspberry Pi	223
10.1	Kurze Einführung in neuronale Netze	223
10.2	Der Roboter	225
10.3	Der Line-Sensor	227
10.4	Das klassische Programm zur Linienverfolgung	227
10.4.1	Das Programm	228
10.4.2	Die Parametrisierung	233
10.5	Das Lernen der Linienverfolgung durch ein neuronales Netz	234
10.6	Das Durchführen der Linienverfolgung durch ein neuronales Netz	238
10.7	Die Linienverfolgung mit dem Arduino	239

11	Einen Roboter fernsteuern mit dem Raspberry Pi	241
11.1	Der Roboter	241
11.2	Fernsteuerung mit Raspberry SSH	243
	11.2.1 Das Programm	245
	11.2.2 Die Parametrisierung	247
11.3	Fernsteuerung mit einem Webserver und PHP	247
	11.3.1 Das PHP-Programm	248
	11.3.2 Das Python-Programm	250
	11.3.3 Die Parametrisierung	252
11.4	Der Ausbau des Roboters	252
11.5	Einen Roboter fernsteuern mit dem Arduino	252
12	Joghurtbecher sammeln mit dem Raspberry Pi und dem BrickPi+	253
12.1	Der Roboter	254
12.2	Die Erkennung der Joghurtbecher per Kamera	256
12.3	Die übrigen Sensoren	257
	12.3.1 Der Kompass-Sensor	257
	12.3.2 Der Color-Sensor	258
	12.3.3 Der Touch-Sensor	258
12.4	Joghurtbecher sammeln	258
12.5	Parametrisieren des Programms	259
	12.5.1 Joghurtbecher sammeln mit dem Arduino	260
13	Ein vorhandenes LEGO-Modell aufmotzen	261
13.1	Der Roboter mit dem Arduino	261
13.2	Der Roboter mit dem Raspberry Pi	263
13.3	Die Sensoren	264
13.4	Ausblick	264
	Anhang	267
A.1	Codeschnipsel zu den einzelnen Komponenten	267
	A.1.1 Licht-Sensor	267
	A.1.2 Infrarot-Sensor	267
	A.1.3 Ultraschall-Sensor	267
	A.1.4 Touch-Sensor	268
	A.1.5 Kompass-Sensor	268
	A.1.6 Motortreiber	268
	A.1.7 LED	268
	A.1.8 Piezo-Schallgeber	269
	A.1.9 Aktivlautsprecher	269

A.1.10	LCD-Display	269
A.1.11	LEGO-Color-Sensor	270
A.1.12	LEGO-Infrarot-Sensor	270
A.1.13	LEGO-Ultraschall-Sensor	270
A.1.14	LEGO-Touch-Sensor	270
A.1.15	Hitechnic-Kompass-Sensor	271
A.1.16	LEGO-NXT-Motor	271
A.1.17	LEGO EV3 mittlerer Motor	271
A.1.18	LEGO-EV3-Motor	271
A.2	Die Programmiersprache C(++)	271
A.2.1	Schnittstellenfunktionen	272
A.2.2	Datentypen	272
A.2.3	Datenstrukturen	272
A.2.4	Steuerungsstatements	273
A.2.5	Programmschleifen	274
A.2.6	Mathematisch-logische Operationen	274
A.2.7	Mathematische und Zeit-Funktionen	275
A.2.8	Serielle Kommunikation	276
A.3	Die Programmiersprache Python	276
A.3.1	Schnittstellenfunktionen	276
A.3.2	Datentypen	276
A.3.3	Datenstrukturen	277
A.3.4	Steuerungsstatements	278
A.3.5	Mathematisch-logische Operationen	279
A.3.6	Mathematische und Zeit-Funktionen	280
A.4	Bezugsquellennachweis	280
A.5	Einrichten eines VNC-Servers für den Raspberry Pi	281
A.6	Über neuronale Netze	282
A.6.1	Künstliche neuronale Netze	283
A.6.2	Das Backpropagation-Netz	284
	Stichwortverzeichnis	289