

Vorwort

Wie aus dem Titel dieses Buches unmissverständlich hervorgeht, verfolgt es zum einen den Zweck, den ohnehin großen Spaß beim Umgang mit dem Kleinroboter ASURO zu mehren, zum anderen ist es bereits der zweite Band dieser Reihe. Wer dieses Buch in der Hand hält und weder den ASURO noch den ersten Band kennt, fragt sich sicherlich,

1. was genau denn dieser ASURO ist,
2. worin sich dieses Buch vom ersten Band unterscheidet,
3. wie das Buch den ASURO-Spaß vergrößern soll,
4. und ob das Lesen des zweiten die Kenntnis des ersten Bandes voraussetzt.

Das Wichtigste gleich vorneweg: Den ASURO muss man gebaut haben, bevor man sich diesem Buch widmet.

Aber der Reihe nach:

Den Kleinroboter ASURO kann man mit wenigen Hilfsmitteln und Werkzeugen selbst zusammenbauen und programmieren. LötKolben, Standard-Werkzeugsatz, ein PC, etwas Geduld und Durchhaltevermögen, etwas mehr Geschicklichkeit, und noch etwas mehr Interesse an Mechanik und Elektronik sind hilfreiche Voraussetzungen. Das kann man im DLR_School_Lab im Schüler-Team unter fachkundiger wissenschaftlicher Anleitung ausprobieren, oder aber allein zu Hause im stillen Kämmerlein. Dass beide Methoden funktionieren zeigen die im School_Lab zusammengebauten etwa 200 funktionierenden ASUROS, die zahlreichen positiven Urteile von Fachleuten, die beinahe 10.000 über den Handel vertriebenen Bausätze und ein reger Informationsaustausch in den „robotischen“ Internet-Foren.

Während der erste Band in die Tiefe geht und die Grundlagen von Elektronik und Mechanik ebenso vermittelt, wie einen Einstieg in die Informationstechnologie und die Programmierung, erweitert das vorliegende Buch die Perspektive in einer anderen Dimension (sozusagen in die Breite) an anwendungsbezogenen Aufgabenstellungen moderner Robotik:

- Wie regelt man die Geschwindigkeit?
- Wie misst man den Abstand zu einem anderen Objekt?
- Wie erkennt man einen warmen Gegenstand?
- Wie teilt der Roboter sein „Befinden“ mit?

Hinzu kommen die etwas grundsätzlichere Behandlung des wohl wichtigsten elektronischen Bausteins (OpAmp) und zwei Happen aus der modernen Programmier- und Steuerungstechnik.

Spaß hat man zunächst einmal beim Lesen dieses Buches, eine solch souverän-lockere „Schreibe“ findet man kaum in einem Lehrbuch. Vielen Abbildungen, zahlreiche Programmierbeispiele, Aufgaben (mit Lösungen!) und Hilfestellungen für die Beschaffung der Bauteile erleichtern die Arbeit. Und nach jedem Kapitel hat der Leser „seinem“ ASURO wieder etwas Neues beigebracht.

Wie bereits mit dem ersten Band schließen die Autoren auch mit diesem Buch eine Lücke zu den Universitäts-Lehrbüchern. Dabei ist es hilfreich (aber nicht notwendig), den ersten Band gründlich studiert zu haben. Großen Spaß mit angewandter Robotik hat man mit diesem Buch allemal.

Dr. Dieter Hausamann,
Leiter DLR_School_Lab
Oberpfaffenhofen Dezember 2006

Einleitung



Die mit einem Glühbirnensymbol markierten Textbereiche enthalten weiterführende Information zum jeweiligen Thema, sind aber für das Gesamtverständnis nicht zwingend erforderlich.



Das Achtung-Symbol weist – wie in der Bauanleitung – auf Abschnitte hin, die sehr sorgfältig beachtet werden müssen, da Fehler zu zerstörter Hardware oder beeinträchtigter Gesundheit führen können, oder die aus Nichtbeachtung resultierende Fehlersuche den Anwender zum Wahnsinn treiben kann.

Wenn man tiefer in ASURO einsteigen und die angegebenen Datenblätter zu Rate ziehen möchte, so sind Englischkenntnisse sinnvoll.

Ach ja, ASURO steht übrigens immer noch für “Another Small and *U*nique Robot from Oberpfaffenhofen”!

Inhaltsverzeichnis

1. Nur ein wenig Odometrie	11
1.1. Zählen der Umdrehungen	11
1.2. Die Regelung	13
1.3. Software	14
1.4. Aufgaben	15
1.4.1. Im Kreis	15
1.4.2. Nur ein Stückchen geradeaus...	15
1.4.3. Da vorne links abbiegen!	15
1.4.4. Im Quadrat	16
1.4.5. Regelabweichung speichern	16
1.4.6. Tatsächlicher Verlauf der Odometerspannungen	16
1.5. Lösungen	16
1.5.1. Im Kreis	16
1.5.2. Nur ein Stückchen geradeaus...	17
1.5.3. Da vorne links abbiegen!	19
1.5.4. Im Quadrat	21
1.5.5. Regelabweichung speichern	21
1.5.6. Tatsächlicher Verlauf der Odometerspannungen	23
2. Optische Abstandsmessung	25
2.1. Wie funktioniert Triangulation?	25
2.2. Anordnung der Sensoren	28
2.3. Funktion und Aufbau der Schaltung	29
2.4. Montage der Sensoren	30
2.5. Software	31
2.6. Aufgaben	34
2.6.1. Rechte Hand an der Wand	34
2.6.2. Bessere Sensorenanordnung	35
2.7. Lösungen	36
2.7.1. Rechte Hand an der Wand	36
2.7.2. Bessere Sensorenanordnung	37
3. Von runden Puffern und rollenden Zeigern: Neue Tricks für die IR-Schnittstelle	39
3.1. Kontroll- und Datenregister, oder: Wie sag' ich's meiner Schnittstelle?	39
3.2. Interrupts für die Kommunikation	40
3.3. Daten, die sich anstellen: Der Ringpuffer	41
3.4. Die Realisierung	42

4. Module in C: Software Engineering für Anfänger	47
4.1. Die Deklaration	47
4.2. Aufbau einer Header-Datei	50
4.3. Anpassung des Makefiles	51
5. Der I²C-Bus	53
5.1. Grundlagen	53
5.2. Das Protokoll des Single Master I ² C-Busses	54
5.3. Aufgabe zum I ² C-Bus	60
5.4. Lösung zum I ² C-Bus	61
6. Tastatur und Bildschirm	62
6.1. Funktionsprinzip der Display-Hardware	63
6.1.1. Das LC-Displaymodul	63
6.1.2. Anschluss und Beschaltung des Displays	65
6.1.3. Konstantspannungsschaltung für saubere Kontrastregelung	66
6.1.4. Die Taster-Einheit	67
6.2. Ab in die Hardware	70
6.2.1. Benötigte Bauteile	71
6.2.2. Zusammenbau	72
6.2.3. Funktionstest	75
6.3. Software	76
6.3.1. Ansteuerung des I/O-Expanders	77
6.3.2. Ansteuerung eines Displays	79
6.3.3. Ansteuerung des Displays über den PCF8574	84
6.3.4. Befehlsübersicht	90
6.3.5. Ein kleines Demoprogramm	92
6.4. Aufgaben	93
6.4.1. ASURO „textet“	93
6.4.2. Die Taster	93
6.4.3. ASURO bekommt ein Gesicht	93
6.5. Lösungen	94
6.5.1. ASURO „textet“	94
6.5.2. Die Taster	94
6.5.3. ASURO bekommt ein Gesicht	95
7. Der ideale Operationsverstärker	96
7.1. Funktion	96
7.2. Schaltungsbeispiele	97
7.2.1. Der nicht invertierende Verstärker	97
7.2.2. Der invertierende Verstärker	99
7.2.3. Der Addierer	99
7.2.4. Der Subtrahierer	101
7.2.5. Der Transimpedanzverstärker	101
7.2.6. Der Integrator	102
7.2.7. Der Differenzierer	103
7.3. Bezugsquellen	104

7.4.	Aufgaben	104
7.4.1.	Strommessung	104
7.4.2.	Halbe Versorgungsspannung	104
7.4.3.	Mikrofonvorverstärker	104
7.4.4.	Stereo zu Mono	104
7.4.5.	UKW in Stereo	105
7.4.6.	Temperaturmessung	105
7.4.7.	Dehnungsmessstreifen	105
7.4.8.	Piezosensor	105
7.5.	Lösungen	106
7.5.1.	Strommessung	106
7.5.2.	Halbe Versorgungsspannung	108
7.5.3.	Mikrofonvorverstärker	110
7.5.4.	Stereo zu Mono	111
7.5.5.	UKW in Stereo	112
7.5.6.	Temperaturmessung	113
7.5.7.	Dehnungsmessstreifen	116
7.5.8.	Piezosensor	118
8.	Der reale Operationsverstärker, Teil I – Spannungen und Ströme	120
8.1.	Versorgungs-, Eingangs- und Ausgangsspannung, sowie Ausgangsstrom	120
8.2.	Offset-Spannung	122
8.3.	Bias- und Offset-Ströme	124
8.4.	Aufgaben	125
8.4.1.	Strommessung	125
8.4.2.	Dehnungsmessstreifen	125
8.4.3.	Beschleunigungssensoren	125
8.4.4.	Ionisationskammer	126
8.5.	Bezugsquellen	126
8.6.	Lösungen	127
8.6.1.	Strommessung	127
8.6.2.	Dehnungsmessstreifen	129
8.6.3.	Beschleunigungssensoren	130
8.6.4.	Ionisationskammer	132
9.	Snake-Vision	135
9.1.	Grundlagen elektromagnetischer Wellen	135
9.2.	Plancksches Strahlungsgesetz	137
9.3.	Seebeck-Effekt und Pyrometer	138
9.4.	Messverfahren	140
9.5.	Funktion der Schaltung	143
9.6.	Zusammenbau	148
9.7.	Auswertung der gemessenen Signale	151
9.8.	Aufgaben	154
9.8.1.	Maximaler Strom durch den Spannungsverdoppler	154
9.8.2.	Abgleich mit Taster	154
9.8.3.	Weglaufen	154

Inhaltsverzeichnis

9.9. Lösungen	156
9.9.1. Maximaler Strom durch den Spannungsverdoppler	156
9.9.2. Abgleich mit Taster	156
9.9.3. Weglaufen	157
A. Bezugsquellen	159
B. Ascii-Code für das Display	160
C. Einheiten	161
D. Schaltpläne	162