



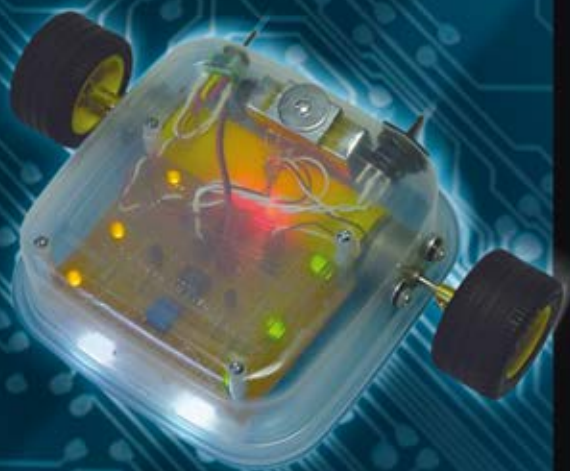
TECHNOLOGY IN ACTION™

Apress®



Budowa robotów dla początkujących

— ZBUDUJ WŁASNEGO POMOCNIKA!



David Cook



Tytuł oryginału: Robot Building for Beginners

Tłumaczenie: Jacek Janczyk (wstęp, rozdz. 1 – 19, 27), Łukasz Piwko (rozdz. 20 – 26)

ISBN: 978-83-246-3436-1

Original edition copyright © 2009 by David Cook.
All rights reserved.

Polish edition copyright © 2012 by Helion S.A.
All rights reserved.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione.

Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz Wydawnictwo HELION dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz Wydawnictwo HELION nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Wydawnictwo HELION
ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
WWW: <http://helion.pl> (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

<http://helion.pl/user/opinie/budrob>

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

- [Kup książkę](#)
- [Poleć książkę](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

Spis treści

O autorze	17
O korektorze merytorycznym	19
Podziękowania	21
Wprowadzenie	23
Dla kogo jest ta książka?	23
„Gdzie jest ten rozdział o robocie zabójcy?”	23
„Houston, mamy problem!”	23
Nie jesteś gotów, aby nauczyć się lutować?	24
LEGO to za mało, lecz wciąż nie chcesz lutować?	24
Uwaga dotycząca listy części	24
Bądź na bieżąco	24
Rozdział 1. Witaj, twórczo robotów!	25
Cztery dziedziny	25
Anatomia amatorskiego robota	26
Układy sterujące	27
Zasilanie elektryczne	27
Czujniki	29
Napęd i interakcja z otoczeniem	30
Pozostałe elementy	31
Korpus	32
Proces budowy	32
Kawałek po kawałku	33
Tworzenie komponentów	33
Wyluzuj i baw się dobrze	33
Znajdź towarzyszy i pomoc	35
Dalej w las	35

Rozdział 2.	Gdzie zdobyć narzędzia i podzespoły	37
	Zamów bezpłatne informacje	37
	Odczytaj ukryte informacje	38
	Zwróć uwagę na kolumny	38
	Licz strony	39
	Porównuj ceny	39
	Oszczędzaj pieniądze	39
Rozdział 3.	Zasady bezpieczeństwa	43
	Korzystaj z wieku i doświadczenia	43
	Przestrzegaj instrukcji	43
	Czytanie etykiet na środkach chemicznych	44
	Noś okulary ochronne	44
	Zawieszaj okulary albo kładź szkłem do góry	45
	Używaj ubrań ochronnych	45
	Zapewnij właściwą wentylację	45
	Właściwie przechowuj materiały i narzędzia	46
	Informuj o tym, co robisz i czego używasz	46
	Umyj się przed jedzeniem	46
	Unikaj groźnych substancji	46
	Ołów	47
	Rtęć	47
	Kadm	48
	Kupuj bezpieczne części z oznaczeniem RoHS	48
	Porażenia	49
	Prąd stały czy prąd przemienny	49
	Używaj akumulatorów i firmowych ładowarek	49
	Użycie bezpieczników automatycznych i wyłączników różnicowoprądowych	49
	Zadbaj o uziemienie	51
	Odłączaj zasilanie	52
	Trzymaj się z daleka od niebezpiecznych robotów	52
	Dobierz rozmiar silników	52
	Dobierz oświetlenie	52
	Bądź wypoczęty i zrównoważony	53
Rozdział 4.	Uniwersalny miernik cyfrowy	55
	Niezbędne cechy	56
	Powinien to być miernik cyfrowy	56
	Ilość wyświetlanych cyfr	56
	Pomiar napięcia stałego	57
	Pomiar prądu stałego	57
	Pomiar rezystancji	57
	Końcówki lub wyprowadzenia testowe	57
	Bezpiecznik lub zabezpieczenie przed przeciążeniem	57
	Przydatne cechy	58
	Pomiar pojemności	58
	Badanie diod	58

Badanie ciągłości obwodu	58
Pomiar częstotliwości	58
Pomiar wypełnienia przebiegu	59
Automatyczny dobór zakresów	59
Automatyczne wyłączanie	60
Pomiar tranzystorów	60
Podwójny wyświetlacz	61
Pomiar wartości maksymalnej	61
Pomiar wartości minimalnej	61
Podstawka	61
Dodatkowe cechy	62
Pomiar indukcyjności	62
Interfejs komunikacyjny RS-232 lub USB	62
Funkcja oscyloskopu	62
Podświetlenie	63
Stoper (miernik) szerokości impulsu	63
Pomiar temperatury	63
Pomiar natężenia dźwięku	63
Licznik zdarzeń	63
Wskaźnik paskowy	63
Zatrzymanie wartości pomiaru	64
Podtrzymanie odczytu	64
Pomiar stanów logicznych	64
Pamięć pomiarów	64
Pomiar względny	64
Pomiar przesunięcia	64
Wykrywanie przekroczenia zadanego poziomu	65
Uchwyt lub gumowa osłona	65
Funkcje dotyczące prądu przemiennego	65
Pomiar napięcia przemiennego	65
Pomiar „True RMS” (prawdziwej wartości skutecznej)	66
Pomiar prądu przemiennego	66
Zdobądź zaciski haczykowe	66
Porównanie konkretnych mierników	67
Możliwości taniego miernika	67
Możliwości miernika ze średniej półki	69
Możliwości miernika klasy wyższej	70
Porównanie cen i możliwości	72
Dalsza praca bez miernika	72
Rozdział 5. Wartości i jednostki	73
Wybór systemu metrycznego	73
Pozbywanie się potęg tysiąca	73
„M” i „m”	75
Alternatywa dla greckiego „mikro”	75
Skróty dla jednostek	76

Gdy brakuje miejsca	76
Określanie brakującej jednostki	77
Rozkodowanie trzech cyfr	78
Zamiana kolorów na wartości	78
Określenie wartości elementu przy użyciu miernika cyfrowego	80
Omówiłem podstawy	80
Rozdział 6. Robot podążający wzdłuż linii	81
Budowa trasy	82
Powierzchnia trasy	82
Oświetlenie trasy	82
Linia wyznaczająca trasę	82
Zakręty i przecięcia linii	84
Budowa trasy — podsumowanie	85
Wybór rozmiaru robota	85
Przedstawiam „Knapkę”	86
Anatomia „Knapki”	86
Korpus „Knapki”	91
Budowa	94
Rozdział 7. Baterie i akumulatory 9-woltowe	95
Pomiar napięcia baterii	96
Przygotowanie miernika do pomiaru napięcia	96
Interpretacja wyników pomiaru	98
Charakterystyka baterii i akumulatorów 9-woltowych	98
Zalecenia dla ogniw 9-woltowych	100
Polecane ogniwa	100
Niepolecane ogniwa	102
Marki i producenci ogniw	104
Użycie ogniw 9-woltowych w robotach	104
Montaż baterii	105
Idźmy z prądem	106
Rozdział 8. Zaciski i końcówki pomiarowe	107
Krokodyle są dziś głodne	107
Zaciski haczykowe	108
Sprawdzanie przewodów pomiarowych	109
Ustawienie trybu pomiaru ciągłości obwodów	109
Test otwartego obwodu	110
Test zamkniętego obwodu	111
Test połączenia przewodem mostkującym z krokodylkami	111
Wykrywanie niepożądanych połączeń	112
Hydraulik z kabelkami	113
Rozdział 9. Rezystory	115
Ograniczanie napięcia i prądu za pomocą rezystorów	115
Zdobądź zestaw rezystorów o różnych wartościach	116
Dlaczego ważny jest rozmiar i tolerancja	116
Wycinanki	117
Zaopatrz się w cążki do cięcia przewodów	117

Rezystancja i omy	118
Pomiar rezystancji	119
Interpretacja wartości rezystancji wyświetlanej przez miernik	119
Poznaj zakresy pomiarowe rezystancji	120
Sprawdzanie wartości rezystora on-line	121
Oznaczanie i przechowywanie	121
Zdobądź pojemniki na części	122
Powstrzymaj pokusę, aby kawałek przeskoczyć	123
Rozdział 10. Diody świeące (LED)	125
Cechy diod świeących	125
Rozmiary diod świeących	125
Kształty diod świeących	127
Przejrzystość obudowy diody	128
Kąty widzenia	129
Kolory diod	129
Jasność diod świeących	130
Sprawność diod świeących	131
Spojrzenie z bliska na budowę diody	131
Rozróżnianie diod wielokolorowych	132
Diody dwukolorowe	133
Diody trójkolorowe lub trójstanowe	133
Diody pełnokolorowe	133
Sprawdzanie diod świeących	134
Przygotowanie miernika do badania diody	134
Interpretacja wyników badania diody świeącej	135
Diody w zestawach	137
Rozświetlamy drogę	137
Rozdział 11. Włączamy zasilanie!	139
Poznajemy listę elementów	139
Sprawdzanie części przed montażem	139
Czytanie schematów elektrycznych	140
Budujemy obwód wskaźnika zasilania	141
Czy widzisz światło?	142
Kilka eksperymentów z obwodem wskaźnika zasilania	142
Zadania każdego z elementów	142
Pomiary obwodu wskaźnika zasilania	142
Pomiar napięcia w obwodzie	143
Pomiar prądu	146
Obliczanie żywotności baterii	147
Nie próbuj mierzyć napięcia z przewodem włożonym do gniazda do pomiaru prądu	150
Podsumowanie wiedzy o obwodach	151
Rozdział 12. Budowa prototypów bez lutowania	153
Potrzeba czegoś lepszego	153
Płytki montażowe niewymagające lutowania	153
Połączenia w otworkach	154

Gniazda przyłączeniowe	158
Płytki stykowe wysoce pożądane	159
Przewody do pracy z płytkami stykowymi	160
Wybór przewodów mostkujących	161
Jak zrobić własne przewody mostkujące	163
Usuwanie izolacji z końcówek przewodu	163
Przycięcie przewodu do odpowiedniej długości	164
Zagięcie końcówek przewodu	165
Połączenia	167
Rozdział 13. Przygotowanie płytki prototypowej do pracy	169
Rozważania na temat źródła zasilania	169
Zatrzaski do baterii 9 V	170
Podłączenie zasilania do gniazd przyłączeniowych	170
Wybór wyłącznika zasilania	171
Co oznacza SPDT?	172
Montaż wyłącznika zasilania na płytce prototypowej	173
Połączenie szyn zasilających	173
Dopasowanie końcówek pomiarowych miernika przy użyciu przewodu mostkującego	173
Podłączanie dolnej szyny zasilającej	175
Podział na środku	175
Montaż diodowego wskaźnika zasilania	175
Pomiar napięcia w wybranych punktach	176
Przycinanie wyprowadzeń	176
Cała prawda o wyłączniku zasilania robota	177
Gotowi na więcej?	178
Rozdział 14. Rezystory zmienne	179
Potencjometry	179
Potencjometr dostrojczy	180
Obracanie pokrętki	181
Zakup trymerów	181
Pomiary potencjometru	181
Obwód z diodą świecącą o regulowanej jasności	183
Budowa obwodu z diodą świecącą o regulowanej jasności	184
Obwód równoważenia jasności diod	184
Budowa obwodu pozwalającego na zrównoważenie jasności diod	185
Fotorezystory na bazie siarczku kadmu	185
Wybór fotorezystorów	186
Doświadczenie z fotorezystorem	187
Obwód sterowany światłem	187
Zrównoważony układ odczytu jasności	188
Lista elementów	188
Czujniki w parach	189
Dobieranie fotorezystorów	189
Potencjometr do równoważenia rezystancji	190
Rezystor ograniczający prąd	190
Punkty testowe	191

Zamiana rezystancji na napięcie przy użyciu dzielnika napięcia	193
Budujemy zrównoważony układ odczytu jasności	193
Niemожność zbalansowania układu odczytu jasności	194
Rozdział 15. Komparatory	195
Komparator napięciowy	195
Analiza układu LM393	196
Zakup komparatorów	199
Obwód porównywania jasności z komparatorem	199
Porównanie schematu elektrycznego z diagramem połączeń	199
Oznaczenia elementów	200
Rysowanie połączonych i niepołączonych przewodów	200
Zasada działania obwodu porównywania jasności z komparatorem	201
Lista elementów obwodu porównywania jasności z komparatorem	201
Budowa obwodu porównywania jasności opartego na komparatorze	201
Dodajemy reflektory	204
Działanie obwodu reflektorów z dwiema diodami LED	205
Budowa obwodu reflektorów	206
Powtarzamy sztuczkę z połączeniem kilku diod	206
Doceniamy prostotę	207
Rozdział 16. Przełączniki tranzystorowe	209
Czym jest „plus” i „minus” zasilania	210
Poznajemy tranzystor 2907A	210
Badanie miernikiem tranzystora bipolarnego	212
Badanie miernikiem wyposażonym w gniazdo pomiaru tranzystorów	212
Badanie tranzystora, gdy nie posiadasz noty katalogowej	214
Badanie tranzystora miernikiem wyposażonym jedynie w tryb badania diod	215
Obwody pomiarowe dla tranzystorów bipolarnych	216
Schemat obwodu do badania tranzystorów PNP	216
Budowa obwodu do badania tranzystorów PNP	218
Schemat obwodu do badania tranzystorów NPN	219
Budowa obwodu do badania tranzystorów NPN	220
Obwód porównywania jasności z tranzystorami	220
Obliczanie wartości rezystorów ograniczających	220
Budowa obwodu porównywania jasności z komparatorem i tranzystorami	222
Podsumowanie informacji o tranzystorach PNP i NPN	223
Rozdział 17. Silniki prądu stałego	225
Zasada działania silnika prądu stałego	225
Rzut oka do wnętrza komutatorowego silnika prądu stałego z magnesami trwałymi i żelaznym rdzeniem	226
Zaglądamy do wnętrza silnika bezszczotkowego	229
Budowa silnika komutatorowego z magnesem trwałym, ale bez rdzenia	231
Prosty obwód z silnikiem prądu stałego	232
Wybór silnika	232
Wybór baterii	233
Budowa prostego obwodu z silnikiem prądu stałego	233

Podstawowe parametry silników prądu stałego	234
Prędkość obrotowa silników prądu stałego	234
Moment obrotowy silników	237
Charakterystyka napięciowa silnika prądu stałego	240
Charakterystyka prądowa silnika prądu stałego	241
Analiza poboru prądu przez silniki	244
Sprawność silnika prądu stałego	245
Głośność silnika	245
Zakłócenia (szumy) elektryczne wnoszone przez silnik prądu stałego	245
Ciężar silników elektrycznych	246
Wymiary silników	246
Podsumowanie właściwości silników prądu stałego	247
Silniki z przekładnią	247
Budowa silnika z przekładnią zębatą	248
Współczynnik przełożenia przekładni	250
Niedoskonałość zamiany prędkości na moment obrotowy	252
Wady stosowania przekładni	252
Porównanie przekładni planetarnych i zębatych	252
Dobór silnika z przekładnią	253
Co dalej?	254
Rozdział 18. Dodajemy silniki z przekładnią	255
Wybór silnika z przekładnią	255
Zakup silników z przekładnią	256
Badamy silnik z przekładnią	257
Dodajemy silniki do naszego obwodu porównywania jasności z komparatorem	259
Poznajemy diodę	260
Dołączenie silników do obwodu porównywania jasności	261
Zakończyliśmy część elektroniczną	263
Rozdział 19. Koła	265
Budowa koła	265
Cechy kół robota	266
Wypełnienie powietrzem	266
Kształty opon	267
Szerokość opon	268
Średnica opony	269
Wybieramy koła dla robota	271
Wybór kół dla „Kanapki”	272
Określenie minimalnej i maksymalnej średnicy kół	273
Określanie maksymalnej średnicy w zależności od prędkości	273
Mój wybór kół dla robota „Kanapki”	274
Wybór innych kół dla „Kanapki”	275
Czyszczenie opon	278
Na kołach do przodu	279

Rozdział 20. Łączniki	281
Inne rozwiązania	281
Ręczne wykonanie łączników	282
Rurki	282
Wybór materiału na rurkę	282
Zakup rurek o odpowiednich rozmiarach	283
Mierzenie i cięcie rurek	285
Określanie i oznaczanie długości rurek	285
Cięcie rurek	285
Szlifowanie uciętej krawędzi	288
Testowanie uciętych kawałków	288
Osie krzyżakowe LEGO	289
Wybór osi o odpowiedniej długości	289
Zakup osi krzyżakowych z klocków LEGO	289
Klejenie części łącznika	290
Rozklejanie się elementów	290
Montaż wkrętu dociskowego	292
Oznaczanie miejsca do wywiercenia otworu na wkręt dociskowy	292
Stojak do wiertarki	292
Wiercenie otworu na wkręt dociskowy	294
Gwintowanie otworu	294
Wkładanie wkrętu dociskowego	295
Wspaniały łącznik	296
Rozdział 21. Sprzęt do lutowania	297
Drut do lutowania	298
Topnik	299
Lutownica	299
Podstawka pod lutownicę	301
Gąbka	301
Uchwyt pomocniczy	302
Odsysacze do cyny	303
Lutowanie krok po kroku	304
Do biegu gotowi: lutujemy	304
Rozdział 22. Lutowanie i łączenie	305
Montaż silników i przełączników	305
Montaż silników	306
Montaż przełącznika trybu śledzenia linii	317
Obwód diodowego oświetlenia „komory silników”	322
Kończenie pracy	323
Lutowanie	324
Rozdział 23. Finalny montaż elementów na płytce	325
Układ śledzenia linii	325
Optymalizacja wydajności działania robota	327
Lutowanie punktowe a lutowanie na płytce drukowanej	328
Lutowanie punktowe układu śledzenia linii	330

Testowanie układu robota	337
Uwaga na niską rezystancję	337
Nieprzylutowane wyprowadzenia	337
Sprawdź wszystkie wyprowadzenia podłączone bezpośrednio do dodatniego źródła napięcia	337
Pomiar rezystancji całego obwodu	338
Pomiar spadku napięcia	339
Podgrzewanie spoin z lutowia	340
Wstrzymaj oddech	340
Rozdział 24. Korpus, czyli obudowa	341
Wybór obudowy	341
Bujanie w obłokach, czyli wymyślanie obudowy idealnej	341
Sprowadzenie na ziemię, czyli szukanie dostępnych części	341
Projektowanie własnej obudowy	342
Korzystanie z gotowych produktów	344
Obudowa z pojemnika na kanapki	345
Wycinanie otworów na silniki	345
Montowanie silników	348
Montaż rurki podtrzymującej silniki	350
Montaż silników i rurki	354
Montaż przełączników i oprawki baterii	354
Montaż płytki układu	356
Wiercenie otworów na potencjometri	360
Wycinanie okna w wieczku pojemnika	360
Czynności końcowe	361
Zwarty i gotowy	361
Rozdział 25. Uruchamianie robota	363
Poprawki i dostrajanie	363
Oględziny	363
Próbne uruchomienie — jazda po prostej linii	367
Rozwiązywanie typowych problemów	367
Czy on jedzie prosto?	371
Dziewicza podróż	373
Rozwiązywanie problemów ze sterowaniem	373
Możliwości udoskonalania	374
Zabezpieczenie przed niepoprawnym podłączeniem baterii	374
Zapobieganie przepięciom przy użyciu kondensatorów	375
Poprawianie podążania za linią	376
Podsumowanie	378
Rozdział 26. Dalszy rozwój	379
Części do robotów	379
Układy logiczne	379
Mikrokontrolery	380
Stabilizatory napięcia	381

Kondensatory	383
Wykorzystanie energii słonecznej	384
Drabinki rezystorów	385
Przyciski	386
Przełączniki DIP	386
Zworki	387
Czujnik nachylenia	388
Czujniki temperatury	388
Czujniki dotyku	389
Wykrywanie przedmiotów i zdalne sterowanie za pomocą podczerwieni	389
Czujnik odległości i przedmiotów	390
Oscylatory i rezonatory kwarcowe	391
Dźwięk	391
Przełączniki	392
Koła zębate	393
Serwomechanizmy	394
Kodery, czyli mierzenie prędkości obrotowej kół	394
Wyświetlacze	395
Bezprzewodowe sterowanie i przesyłanie danych	396
Codzienne wyzwania	396
Robot do podlewania kwiatów	397
Wózek na kompost	397
Robot śmieciarz	397
Robot do mycia okien	397
Dachowy dozorca	397
Miniaturowy pług do odśnieżania	398
Pogromca ślimaków	398
Robot listonosz	398
Zawody	398
Robocomp	398
Cybairbot	399
Robotic Arena	399
PozRobot	399
Cały świat możliwości	399
Rozdział 27. Dodatek	401
Magiczne prawo Ohma	401
Prawo Ohma pomaga dobierać rezystory ograniczające	402
Pomoc w określeniu natężenia prądu na podstawie napięcia	402
Klucz do prawa Ohma	403
Dalsze skutki prawa Ohma	403
Rzeczy, które niechcący popsulem, pracując nad tą książką	403
W którą stronę podłączyłem baterię 9 V?	404
Stopione przełączniki	405

Strzelające bezpieczniki w mierniku	406
Niech mnie, znowu!	406
Właściwe nazewnictwo napięcie	407
Masa zamiast „minusa” zasilania	407
V z podwójnymi literami	407
Skorowidz	409

ROZDZIAŁ 1



Witaj, twórcu robotów!

Wybrałeś sobie satysfakcjonujące i inspirujące hobby. Choć jest ono bardziej kosztowne niż zbieranie owadów, to jednak pochłania mniej gotówki niż wyścigi starych samochodów.

Pomyśl, że pewnego dnia zaczniesz kreować nowe formy życia. Choć początkowo dość prymitywna, każda z nich będzie unikalna, stworzona od zera Twoimi rękami. I — jak na wielkiego artystę przystało — z czasem kolejne Twoe dzieła będą coraz bardziej złożone i wspaniałe.

Pomimo dziesiątek lat powszechnej fascynacji koncepcją robotów, prawdziwie użyteczne roboty osobiste pozostają ciągle w sferze marzeń. Postęp w dziedzinie robotyki, poza robotami przemysłowymi, powodowany jest głównie przez zupełnie niezależne obszary rynku, takie jak komputery osobiste, odtwarzacze CD, zabawki, układy zdalnego sterowania czy sprzęt AGD.

Przygnębiające? Wcale nie. To przecież takie ekscytujące! Można zaangażować się w dziedzinę, która niesie potencjał przemiany całego naszego świata. Ty także możesz wnieść coś od siebie, bo miejsca na nowe odkrycia nie brakuje. Zatem witaj w świecie robotyki. Zaczynamy!

Cztery dziedziny

Robotyka to co najmniej cztery główne dziedziny wiedzy:

- elektrotechnika i elektronika (czujniki i obwody elektryczne),
- mechanika (silniki, przekładnie i korpus robota),
- informatyka (pseudointeligentne zachowanie robota),
- sztuka (styl, wrażenia i prezencja robota).

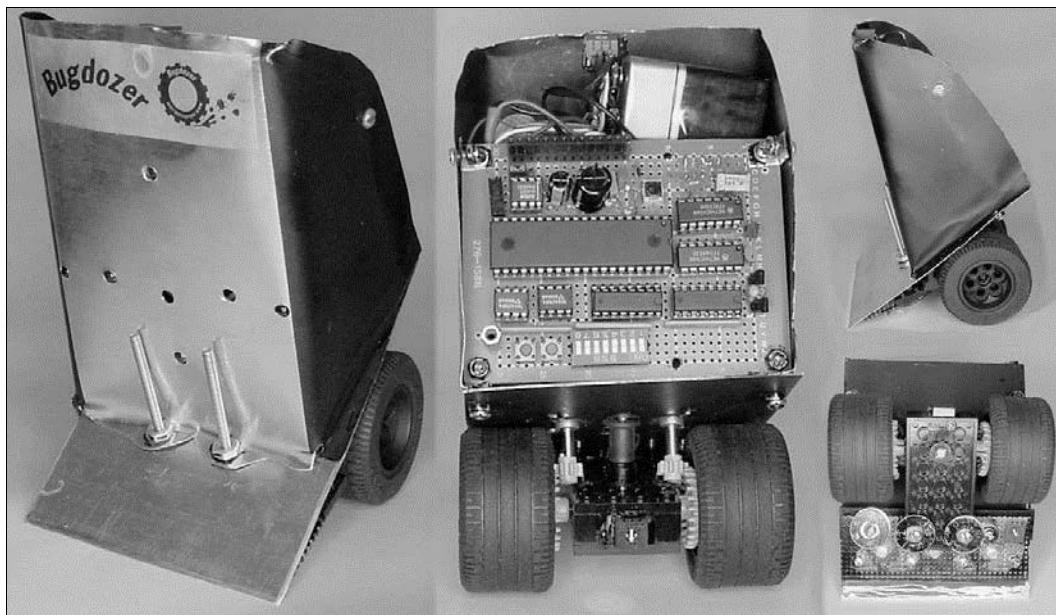
Na szczęście, nie musisz być ekspertem w każdej z tych dziedzin, aby zbudować porządnego robota. Oczywiście, jeśli masz odpowiednie przygotowanie w którejś z nich, będzie to mocną stroną Twoich konstrukcji. Zagłębiając się w robotykę, zyskasz doskonałą możliwość, aby zdobyć nowe umiejętności i ujawnić ukryte talenty.

Pomyśl o renesansowym artyście i uczonym Leonardzie da Vinci. Gdyby żył dziś, budowałby roboty.

Anatomia amatorskiego robota

Roboty występują w rozmaitych kształtach i rozmiarach. Dyskusyjny pozostaje moment, w którym mechaniczne czy elektroniczne urządzenie staje się robotem. Podstawowym wymaganiem wydaje się możliwość zarówno poruszania się, jak również wyposażenie w czujniki oraz pewien rodzaj „inteligencji”.

Na rysunku 1.1 przedstawiam typowego amatorskiego robota. Potrafi on odnaleźć na stole roboty będące jego przeciwnikami (lub inne przedmioty) i strącić je ze stołu. Dzieje się to całkowicie bez udziału człowieka. Czy większość ludzi uznałaby go za robota?



Rysunek 1.1. Różne ujęcia wysłużonego mistrza zawodów sumo — robota „Buldożer”

Ludzie z większą pewnością uznają obiekt za robota, gdy posiada podstawowe elementy żywej istoty. Oczekują oczu i ust (czyli generalnie twarzy), nóg oraz tułowia, jakby obserwowali owada czy egzotycznego zwierzę.

Z punktu widzenia anatomii elementy robota kwalifikują się zasadniczo do jednej lub wielu spośród następujących kategorii, takich jak:

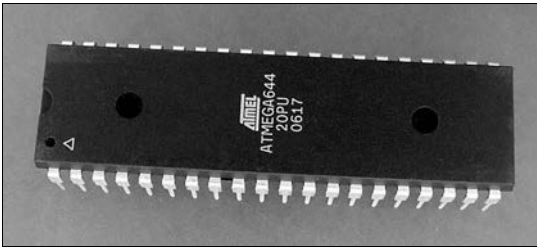
- układy sterujące,
- zasilanie elektryczne,
- czujniki,
- napęd i interakcja z otoczeniem,
- korpus i wykończenie.

Jak na specja od robotów przysłało, zaznajomisz się z ich wnętrznościami. W kolejnych punktach opiszę typowe elementy, jakie możesz znaleźć „pod maską” robota.

Układy sterujące

Robot może być wykonany bez własnych układów sterujących. Tak jest w przypadku robotów sterowanych zdalnie przez człowieka. Roboty mogą także posiadać rozproszone sterowanie, gdzie proste układy obsługują jego pojedyncze elementy (np. rękę czy nogę), ale nie mają informacji o tym, co robi reszta robota. Robot może także być zbudowany w taki sposób, iż jego system sterowania znajduje się daleko poza jego ciałem — np. w postaci programu uruchomionego na laptopie.

Jednak najczęstszym wyborem przy budowie układu sterowania robotem jest wykorzystanie mikrokontrolera (patrz rysunek 1.2). Mikrokontrolery są to układy bardzo zbliżone do mikroprocesorów spotykanych w komputerach osobistych. Różnica polega na tym, iż mikrokontroler to — w uproszczeniu — niemal cały komputer umieszczony w jednym układzie.



Rysunek 1.2. Mikrokontroler ATmega644 firmy Atmel

Mikrokontrolery wyposażone są w pewną ilość pamięci operacyjnej oraz pamięci nieulotnej wbudowanej bezpośrednio w układ scalony. Gdy w procesorze wykorzystywanym w komputerach PC znaczna część złączy jest przeznaczona do komunikacji z zewnętrzną, szybką pamięcią, to w mikrokontrolerze złącza te są różnymi wejściami i wyjściami, do których bezpośrednio można podłączyć różne czujniki, przyciski i inne dziwaczne urządzenia.

Mikrokontrolery to niedocenieni bohaterowie, którzy otaczają nas ze wszystkich stron, choć niewiele osób zdaje sobie z tego sprawę. Mikrokontrolery pracują w samochodach, pralkach, suszarkach, odtwarzaczach wideo i innych domowych sprzętach. Wart wiele miliardów złotych rynek mikrokontrolerów zapewnia szeroki wybór modeli o różnicowanej cenie i możliwościach.

Tak jest! Pewnego dnia Twoje roboty będą miały „mózg” ze zmywarki! Dołóż kółka do swojej Amiki czy Polara i będziesz miał wspaniałego robota.

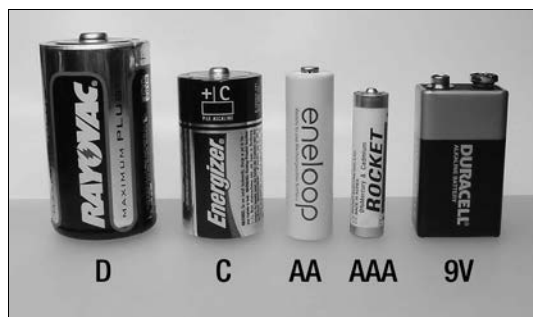
Dla uproszczenia robot zbudowany w tej książce wykorzystuje prosty układ sterowania oparty na komparatorze analogowym, a nie na mikrokontrolerze. W mojej kolejnej książce, *Intermediate Robot Building* („Budowa robotów dla średnio zaawansowanych”) wydanej przez wydawnictwo Apress w 2010 r., omawiam robota ze sterowaniem opartym o mikrokontroler.

Zasilanie elektryczne

Można zbudować robota napędzanego silnikiem spalinowym i wyposażonego w siłowniki hydrauliczne, ale jednak w którymś miejscu w każdym robocie znajdują się układy elektroniczne. Układ zasilania elektrycznego zawiera samo źródło energii elektrycznej, obwód przetwarzający i stabilizujący napięcie oraz włącznik pozwalający na włączenie i wyłączenie zasilania robota.

Źródło energii

Amatorskie roboty, poza jakimiś szczególnymi przypadkami, zasilane są zazwyczaj typowymi bateriami lub akumulatorami (patrz rysunek 1.3). Są one bezpieczne, niezawodne, niedrogie, łatwo dostępne i zestandaryzowane. Z tego powodu robot opisywany w tej książce wykorzystuje typową baterię 9-woltową.



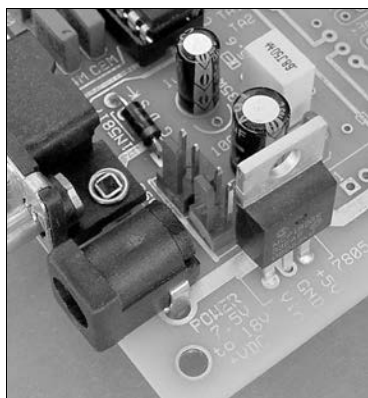
Rysunek 1.3. Powszechnie spotykane rozmiary baterii

Wskazane jest użycie akumulatorów. Choć koszt ich zakupu jest większy niż zwykłych baterii, to jednak w dłuższej perspektywie pozwolą Ci zaoszczędzić sporo pieniędzy.

Inną możliwością jest zasilanie energią słoneczną. Ponieważ światło słoneczne nie jest dostępne bezustannie, prosty robot zasilany w ten sposób funkcjonuje w powtarzających się cyklach ładowania oraz rozładowania i wyłącza się pomiędzy okresami aktywności. Bardziej zaawansowany robot będzie ładował akumulatory, gdy wykryje odpowiednie warunki oświetleniowe, a później w ciemności wykorzysta zgromadzoną energię, dostarczając zasilanie do układów sterujących.

Stabilizacja napięcia

Większość robotów wyposażona jest w mały fragment odpowiedzialny za utrzymanie pewnego stałego poziomu napięcia dla zasilania wszystkich układów elektronicznych. Nosi on nazwę stabilizatora napięcia (patrz rysunek 1.4).



Rysunek 1.4. Obwód stabilizacji napięcia zbudowany w oparciu o układ MCP1826S firmy Microchip będący nowoczesnym odpowiednikiem klasycznego stabilizatora 7805

W miarę zużywania się baterie dostarczają coraz mniej i mniej energii. Bez stabilizatora doprowadziłoby to do sytuacji, w której — w zależności od stanu baterii — robot poruszałby się z różną szybkością, zmieniałoby się jasność kontrolki i odczyty z czujników.

Innym powodem stosowania regulatorów zasilania jest fakt, iż niektóre podzespoły robota mogą wymagać więcej mocy niż inne. Przykładowo silniki potrzebują znacznie większej mocy niż układy sterujące czy lampki kontrolne. Układ regulacji obniża (bądź przeciwnie — podwyższa) napięcie uzyskiwane z baterii do poziomu wymaganego przez każdy z głównych modułów robota. Aby nie komplikować robota omawianego w tej książce,

wszystkie jego komponenty mogą pracować ze zmieniającym się napięciem pochodzącym bezpośrednio z baterii, więc układ stabilizacji napięcia nie jest konieczny.

We wspomnianej wcześniej książce *Intermediate Robot Building* porównuję kilka metod regulacji napięcia i przedstawiam zalecenia dotyczące budowy pełnego układu zasilania.

Wyłącznik

Większość robotów wyposażona jest w wyłącznik zasilania (patrz rysunek 1.5), który pozwala wyłączyć robota na czas konserwacji lub przechowywania.



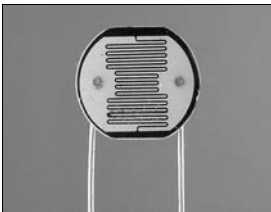
Rysunek 1.5. Wyłącznik zasilania

Co ciekawe, roboty zasilane energią słoneczną przeważnie *nie posiadają* wyłącznika. Budzą się do życia rano, wraz z pierwszym promieniem słońca i dokazują przez cały dzień.

Czujniki

Twoja jedna zmarszczka na czole zawiera więcej receptorów niż dowolny robot kiedykolwiek zbudowany. Ilość czujników zainstalowanych w większości amatorskich robotów, z wyjątkiem pikseli w sensorze wizyjnym, ogranicza się do mniej niż tuzina, w czterech czy pięciu głównych odmianach.

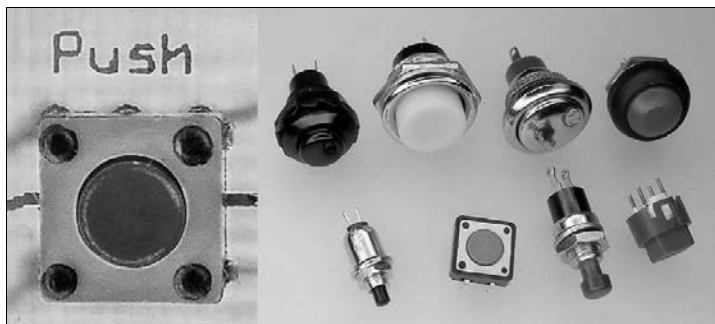
Zaawansowany amatorski robot może być wyposażony w działający w podczerwieni układ wykrywania przedmiotów, czujniki dotykowe, czujnik natężenia światła (patrz rysunek 1.6), próbnik baterii, czujniki położenia i przechyłu, a może nawet czujnik temperatury. Mimo stosunkowo niewielu źródeł danych, taki robot może mieć naprawdę wiele interesujących funkcji.



Rysunek 1.6. Półprzewodnikowy czujnik natężenia światła wykorzystujący siarczek kadmu

Przyciski

Przełączniki i przyciski (patrz rysunek 1.7) stanowią pewien podzbiór czujników. Reagują na naciśnięcie.



Rysunek 1.7. Po lewej miniaturowy przycisk przylutowany do płytki drukowanej, którą wytrawiłem w swoim warsztacie w piwnicy. Po prawej kilka przykładów przycisków o różnych rozmiarach, kolorach i sprężystości

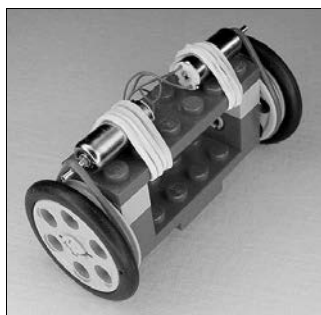
Większość robotów wyposażona jest w kilka przycisków przeznaczonych do sterowania ich działaniem przez człowieka. Mogą one służyć do przełączania trybów pracy robota lub uruchamiania jakiejś testowej sekwencji działań. Pomysłowy projektant może w ogóle zrezygnować z przycisków i wybierać pożądane akcje przez np. machnięcie ręki przed odpowiednimi czujnikami.

Napęd i interakcja z otoczeniem

Roboty podejmują działania zgodnie z informacjami otrzymanymi z czujników. Działanie jest zwykle jakąś formą ruchu. Jednakże działaniem jest także wydawanie dźwięków, wyświetlanie komunikatów, użycie lampek kontrolnych czy inne sposoby sygnalizacji mające na celu skłonić człowieka do działania.

Ruch

Większość amatorskich robotów przemieszcza się przy użyciu pojedynczej pary kół (patrz rysunek 1.8). Inaczej niż ma to miejsce w samochodach z czterema kołami i jednym silnikiem, robot ma dwa koła napędzane przez dwa niezależne silniki, co daje mu wystarczającą moc i pozwala sprawnie skręcać bez obciążania skomplikowanymi układami sterowniczymi.

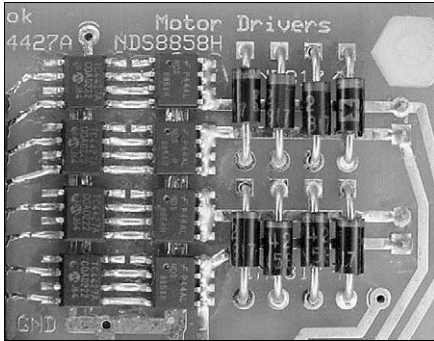


Rysunek 1.8. Dwa miniaturowe silniczki połączone z kołami za pomocą gumek

Mechaniczne nogi w akcji robią piorunujące wrażenie, ale są zdecydowanie trudniejsze do zbudowania. Istnieją pewne prostsze w budowie odmiany konstrukcji na sześciu wzajemnie powiązanych nogach, lecz w projektach tych tracimy na sprawności poruszania się robota.

Sterowanie silnikiem

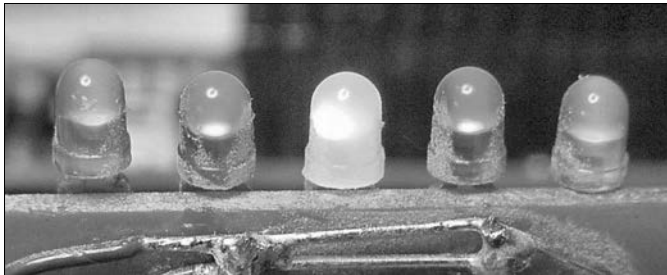
Większość robotów, poza stabilizatorem napięcia, wymaga także układu sterowania pracą silników (patrz rysunek 1.9). Szybkie ruszanie z miejsca i zatrzymywanie się czy hamowanie silnikiem wymaga impulsów energii zdecydowanie większych, niż logika sterująca robotem może dostarczyć bezpośrednio. Dlatego niezbędny jest układ odpowiedzialny za sterowanie silnikami i ochronę pozostałych układów elektronicznych przed zakłóceniami i przepięciami.



Rysunek 1.9. Układ sterowania silnikiem oparty na układach MOSFET i diodach Schottky’ego

Lampki kontrolne

Większość robotów ozdobiona jest licznymi, małymi lampkami. Diody LED (diody elektroluminescencyjne) sygnalizują stan zasilania, użycie silników, odczyty z czujników czy też przebieg procesów decyzyjnych (patrz rysunek 1.10). Wyświetlanie przez robota stanu, w jakim aktualnie się znajduje, znacząco ułatwia rozwiązywanie problemów i ulepszanie konstrukcji. Jednocześnie lampki sprawiają, że wygląd robota jest bardziej intrygujący.



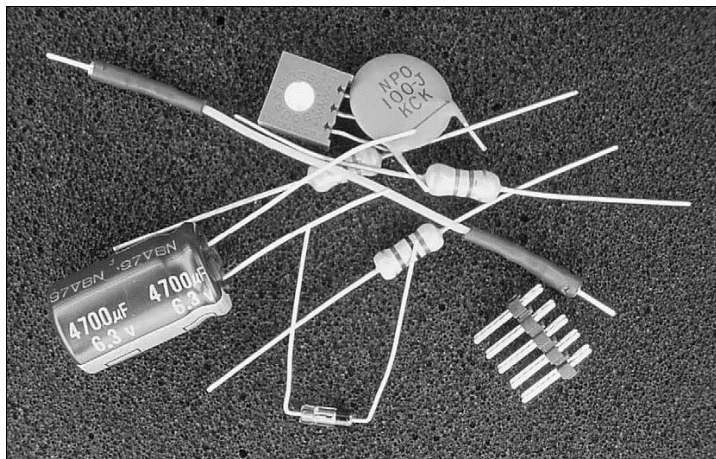
Rysunek 1.10. Rząd diod LED sygnalizujących wykrycie celu

Diody LED są bardzo wygodne w użyciu — nie kosztują wiele, nie wydzielają ciepła, są lekkie i produkowane w coraz większej gamie kolorów.

Pozostałe elementy

Będziesz zaskoczony, jak szybko mogą się wyczerpać dostępne porty mikrokontrolera. Powszechnie używa się więc różnych układów wspomagających, aby zgrupować sygnały wejściowe przed przekazaniem ich do mikrokontrolera. Dodatkowe układy mogą także wstępnie przetwarzać te sygnały (np. z czujników czy przycisków), aby odciążyć główny procesor.

Potrzebujesz jeszcze wielu innych rzeczy. Przewody, złącza, rezystory, kondensatory, diody i inne elementy są niezbędne, aby zbudować działający układ (patrz rysunek 1.11).



Rysunek 1.11. Przewody, złącza, rezystory, kondensatory, diody — o rany!

Korpus

Jeśli nie budujesz celowo bezkształtnego robota, wówczas wszystkie jego elementy powinny być przymocowane do jakiegoś solidnego korpusu lub ramy. To zadziwiające, jak wielu konstruktorów nie przykłada do tego należytej uwagi. W efekcie otrzymują konstrukcję, która załamuje się pod własnym ciężarem albo — w najlepszym razie — kuśtyka dookoła w dziwaczny sposób.

Porządny korpus nie tylko zapewnia solidne mocowanie części, ale również chroni je przed uszkodzeniami. Niestety, nazbyt często amatorskie roboty ze zwisającymi przewodami i wystającymi fragmentami płytek drukowanych okazują się zbyt delikatne.

Wykończenie

Kolejnym istotnym aspektem korpusu jest jego wykończenie (patrz rysunek 1.12). Nieważne, jak bardzo zaawansowany technicznie będzie Twój robot, to jego ostateczny wygląd znacząco wpływa na to, jak widzowie będą go postrzegać. Nie lekceważ odrobiny efekciarstwa.

Proces budowy

Robot to złożony twór i potrzeba wiele pracy, nim zacznie poprawnie funkcjonować. Istnieje kilka technik, które pomogą Ci wytrwać do końca i cieszyć się każdą przepracowaną chwilą.



Rysunek 1.12. Robot podążający wzdłuż linii w obudowie z pudełka po cukierkach

Kawałek po kawałku

Nawet najmniejszy robot to duży projekt. Łatwo może Cię przytłoczyć.

Po powrocie ze szkoły, czy też gdy wreszcie nadejdzie weekend, skoncentruj się na małym fragmencie pracy, który akurat Cię wciągnął. Spraw, aby silnik kręcił się w przód i wstecz. Albo połącz koło z silnikiem. Albo po prostu wybierz z katalogu kilka części i je kup.

Na koniec dnia weź do ręki fragment, nad którym pracowałeś, i podziwiał go przez chwilę. Jeśli nawet nie wyszedł tak dobrze, jak tego chciałeś, pomyśl o wszystkim, czego się nauczyłeś.

Kwituj ukończenie kolejnych etapów pracy i doceniaj postępy. Bądź konstruktorem, nie wizjonerem.

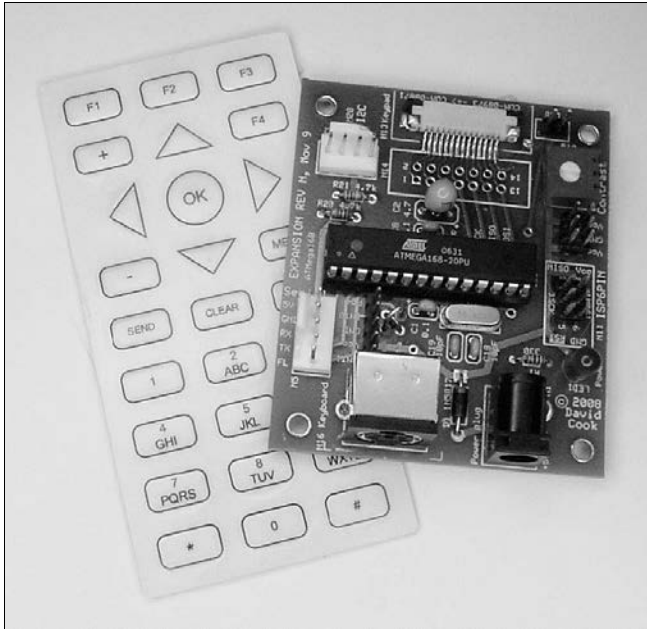
Tworzenie komponentów

Unikaj pokusy, aby za jednym zamachem zbudować całego robota. Twórz pojedyncze komponenty, które staną się robotem, gdy je ze sobą połączysz (patrz rysunek 1.13). W ten sposób, jeśli projekt danego komponentu się sprawdzi, będziesz mógł ponownie go wykorzystać w kolejnych robotach. Jeśli komponent ulegnie uszkodzeniu lub nie będzie działał tak dobrze, jak tego oczekujesz, tylko ten element będziesz musiał zmienić.

Ponieważ czas pracy nad pojedynczym komponentem jest stosunkowo krótki i możesz go kontrolować, łatwiej ukończyć coś znaczącego. Niektórzy twierdzą, że zbudowali całego robota w weekend. Nie sądzę. Nie liczą czasu spędzonego na nauce, projektowaniu, zakupach, dokonywaniu przeróbek czy tworzeniu mniejszych fragmentów.

Wyluzuj i baw się dobrze

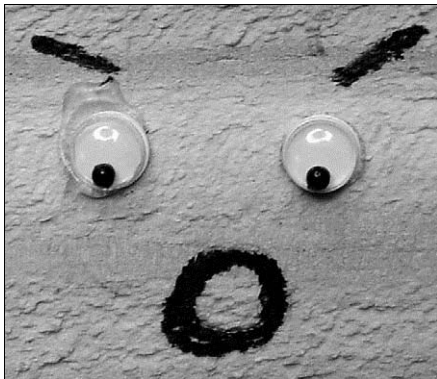
Jeśli poczujesz się sfrustrowany i będziesz miał ochotę rozdeptać oporny element, po prostu odłóż go na bok. To w końcu hobby, prawda?



Rysunek 1.13. Interfejs klawiatury gotowy do wielokrotnego wykorzystania

Narysuj dymek z tekstem: „Jestem dla Ciebie za cwany, człowieczku!” i przyklej go do robota. Później udowodnij swą wyższość, wyzywając tę bezmyślną puszkę na partyjkę szachów.

Albo przeciwnie — przyjmijmy, że robot jest ukończony i działa jak należy. Przed oficjalną prezentacją upewnij się, że niczego nie brakuje. Jakies gołe miejsca? Może Twój robot potrzebuje roześmianej buźki albo plastikowych oczu (patrz rysunek 1.14)? Malowanie, nalepki, oznaczenia czy migające światelka to znakomite elementy wykończenia robota.



Rysunek 1.14. Twarz, z którą należy się liczyć

Nazwij swojego robota mądrze albo pomysłowo prowokująco. Unikaj liczb, przydomków z filmów czy imion klaunów („M1734”, „R2-D2”, „Puł”). Co powiesz na „Grahamek”, „Zdobywca” czy „Postrach sąsiedztwa”?

Pomyśl nad jakąś muzyką na uroczystą premierę. Czy przygotowałeś poczęstunek? Nastrojowe oświetlenie?

Znajdź towarzyszy i pomoc

Strony WWW zapoczątkowały nową erę w dzieleniu się informacjami. Noty katalogowe opisujące w szczególności działanie różnych podzespołów są w każdej chwili dostępne na stronach producentów i sprzedawców. Chwila poszukiwań owocuje mnóstwem informacji związanych z robotami. Zamieszczone w sieci zdjęcia i filmy dostarczają informacji i inspiracji.

Jeszcze lepszym źródłem są lokalne kluby pasjonatów robotyki. Znajdziesz tam nowych przyjaciół — zarówno ludzi, jak i roboty. Co ważniejsze, niezobowiązujące dyskusje często pomagają zrozumieć lub rozwiązać trapiący Cię problem. Wiele klubów organizuje comiesięczne bądź coroczne zawody. Jeśli lubisz wyzwania, może to stanowić doskonałe źródło motywacji. Choć wartość nagród przeważnie jest dość niska, to jednak możesz zdobyć fajne gadżety, których sam byś sobie nie kupił.

Informacje o lokalizacji klubów znajdziesz w internecie. Użyj odpowiednich słów kluczowych. Większość poważniejszych organizacji publikuje linki do innych klubów, więc znalezienie choć jednego — jeśli nawet nie będzie w Twojej okolicy — może doprowadzić do klubu blisko Ciebie.

Jeśli nie znajdziesz w pobliżu żadnego klubu, pomyśl nad jego założeniem. To całkiem proste — po prostu zainteresowani spotykają się w jakimś ustalonym miejscu, np. w bibliotece czy w domu kultury.

Wciągnij w swoje hobby członków rodziny. Nie tylko będą lepiej rozumieć Twoje osiągnięcia, ale ich udział może także przynieść więcej satysfakcji z pracy. Gdy po raz pierwszy udałem się na zawody robotów w Illinois, uderzyła mnie rodzinna atmosfera tam panująca. Były dzieci w każdym wieku, mężowie z żonami, babcie, dziadkowie i przyjaciele.

Dalej w las

W kolejnych rozdziałach omawiam istotne podstawy, takie jak katalogi, zasady bezpieczeństwa, zakup multimetru i numeracja.

Sednem tej książki jest przedstawienie każdego elementu, narzędzia i kolejnych kroków niezbędnych, aby zbudować robota podążającego wzdłuż linii. Na początek omówię wymagania dotyczące zbudowania odpowiedniej trasy. Przyjrzymy się też już zbudowanemu robotowi tego typu. W każdym następnym rozdziale skoncentruję się na kolejnym elemencie bądź etapie na drodze do zaprojektowania i zbudowania własnego robota. Dowiesz się, do czego dokładnie przeznaczone są konkretne elementy; omówię także ewentualne zastępniki.

Jeśli ukończysz każde ćwiczenie, na końcu książki będziesz posiadaczem własnej kopii robota podążającego wzdłuż linii. W ręku trzymasz kompletny projekt i szczegółową instrukcję, które pozwolą Ci — bez żadnej wstępnej wiedzy z dziedziny elektroniki, mechaniki czy programowania — zbudować od zera własnego robota.

Robota podążającego wzdłuż linii wybrałem na główny przedmiot tej książki w odpowiedzi na niezliczone prośby płynące od początkujących pasjonatów robotyki. Skupienie się na jednym projekcie spowodowało, że w książce omawiam w szczególności każdy aspekt budowy takiego robota. Wiele innych książek prezentuje mnóstwo różnych projektów robotów, lecz przez to nie zawierają one dość szczegółów niezbędnych początkującym, aby zbudować któregośkolwiek z nich.

Robot podążający wzdłuż linii nie wyruszy w trasę aż do ostatnich rozdziałów, jednak po drodze będzie wiele momentów, gdy zamkniesz pewien etap prac (np. zbudujesz w całości jakiś komponent robota) i będziesz mógł podsumować swoje dokonania i ocenić poczynione postępy. Jeśli nawet postanowisz, iż nie będziesz budował robota podążającego wzdłuż linii, prezentowany tu projekt stanowi doskonałą podstawę, którą możesz przekształcić, aby zbudować robota o całkiem odmiennych zastosowaniach.

W ostatnich rozdziałach zamieściłem pomysły i sugestie, jak mogą wyglądać Twoje dalsze kroki we wspólnym świecie robotyki.

Skorowidz

A

aceton, 353
akumulatorki, 95
 litowo-polimerowe, 101
 niklowo-kadmowe, 103
 niklowo-magnezowo-wodorkowe, 100
analiza skręcania, 376
automatyczne wyłączanie, 60
automatyczny dobór zakresów, 59

B

badanie
 ciągłości obwodu, 58
 diod, 58
 tranzystora, 212, 214
 tranzystora miernikiem, 215
 tranzystorów NPN
 budowa obwodu, 220
 schemat obwodu, 219
 tranzystorów PNP, 216
 budowa obwodu, 218
 schemat obwodu, 217
bateria
 9-woltowa, 95
 alkaliczna, 101
 litowa, 102
 typu NiMH, 373
 węglowo-cynkowa, 103
baza, 213
baza tranzystora PNP, 211
bezpieczeństwo, 43
 bezpieczniki automatyczne, 49
 groźne substancje, 46

 niebezpieczne pierwiastki, 48
 porażenia, 49
 przestrzeganie instrukcji, 43
 RoHS, 48
 ubrania ochronne, 45
 wentylacja, 45
 wyłącznik różnicowoprądowy, 49
bezpiecznik, 50, 57
bezpiecznik topikowy, 51
brakujące jednostki, 77
budowa diody LED, 131
budowa diody świecącej, 131
budowa trasy, 82

C

cążki boczne, 118
cążki do cięcia przewodów, 118
cechy miernika, 56
ceny układów, 39
charakterystyki baterii i akumulatorków, 99
CIE, Commission Internationale de l'Eclairage, 130
ciężar silników elektrycznych, 246
Cook David, 17
Cybairbot, 399
części do robotów, 379
czujnik
 dotyku, 389
 nachylenia, 388
 odległości, 390
 odległości Sharp GP2D02, 390
 światła, 202
 temperatury, 388
czujniki, 29

D

dekoder kodów kolorów, 79
 diagramy połączeń, 200
 dioda 1N5817, 260
 dioda gasząca, 260
 dioda LED, 31, 125–137
 budowa, 131
 jasność, 130
 kolory, 129
 kształt, 127
 matowa biała, 128
 matowa kolorowa, 128
 przezroczysta
 kąt widzenia, 128
 rozmiar, 126
 sprawność, 131
 dioda Schottky'ego, 259, 261
 diody dwukolorowe, 133
 diody pełnokolorowe, 133
 diody robota, 137
 diody świecące, *Patrz* dioda LED
 diody świecące w zestawach, 137
 diody trójkolorowe, 133
 diody trójstanowe, 133
 DIP, Dual Inline Package, 156
 długość fali, λ , 129
 dobór
 fotorezystorów, 189
 oświetlenia, 52
 rezystorów, 149
 silnika, 52
 silnika z przekładnią, 253
 średnicy kół, 273
 drabinki rezystorów, 385
 druga zasada lutowania, 308
 drut, 160
 drut do lutowania, 298
 dźwięk, 391

E

emiter, 213
 energia słoneczna, 384

F

felga, 265, 277
 firma
 AND-TECH, 38
 Atmel, 381

AVT, 38
 Conrad Electronic, 38
 ELFA, 38
 Dremel, 293
 Hsiang Neng, 256
 mobot, 38
 modele.sklep.pl, 38
 Parallax, 24
 SEMICONDUCTORS BANK Ltd, 38
 Solarbotics, 24
 SparkFun Electronics, 24
 TME, 38
 Trobot, 38
 fotorezystor, 185, 187
 fototranzystor, 376
 funkcja oscyloskopu, 62
 funkcje kondensatorów, 383

G

gąbka, 301
 głośność silnika, 245
 gniazdo „A”, 150
 gniazdo „V”, 150
 gniazdo przyłączeniowe, 158, 170
 groźne substancje, 46
 gwintownik, 294

H

hamulce, 377

I

imadło, 294
 informacje, 37
 interfejs klawiatury, 34
 interfejs komunikacyjny, 62
 inwerter logiczny, 380
 izolowane przewody połączeniowe, 161

J

jasność diody, 130
 jasność, mcd, 130
 jazda po ciemnej linii, 371
 jazda po jasnej linii, 372

K

kadm, 48
 kalkulator wartości rezystancji, 121
 kamień szlifierski, 347
 Kanapka, 86, 378
 katalogi, 37
 klej cyjanoakrylowy, 290
 klej silikonowy, 333
 klejenie
 części łącznika, 290
 gniazd Molex, 332
 kodery, 394
 kolektor, 213
 kolory paska, 78
 koła, 91, 265
 budowa, 265
 cechy, 266
 koła LEGO, 272
 koła zębate, 393
 komparator, 195
 analogowy, 195
 napięciowy, 195
 podwójny, 199
 typu push-pull, 377
 komutacja elektroniczna, 230
 komutator, 228
 kondensatory, 383
 funkcje, 383
 właściwości, 383
 końcówki pomiarowe, 107
 korpus, 32, 91, 341

L

lampa fluorescencyjna, 52
 lampki kontrolne, 31
 LED, Light Emitting Diode, 125
 LEGO, 24, 91
 LEGO MINDSTORMS, 24
 LEGO MINDSTORMS NXT, 24
 LEGO Technic, 342
 licznik zdarzeń, 63
 linia wyznaczająca trasę, 82
 linka, 160
 lutowanie, 297, 304, 324
 czujników, 336
 na płycie drukowanej, 328
 przełącznika, 319
 punktowe, 328
 silnika, 307
 lutownica, 299

Ł

łączniki, 281, 296

M

magistrala 25-stykowa, 157
 magistrala dystrybucyjna, 175
 magistrala zasilająca, 334
 maksymalna średnica koła, 273
 masa, 407
 masa mocująca, 236
 maska przeciwpylowa, 46
 mechanizm równoważenia jasności, 185
 miernik
 cechy, 56
 porównanie jakości, 67
 tryb pracy, 109
 miernik cyfrowy, 55, 72
 miernik DT-830B, 67
 miernik VA38, 70
 miernik VC97, 69
 mierzenie prędkości obrotowej kół, 394
 mikrokontroler ATmega664, 27
 mikrokontrolery, 380
 pamięć operacyjna, 380
 programator, 380
 właściwości, 380
 milikandela, mcd, 130
 minus zasilania, 210
 moment obrotowy silników, 237, 239
 montaż
 baterii, 105
 oprawki baterii, 356
 płytki układu, 356, 358
 przełącznika trybu śledzenia linii, 317
 przełączników, 173, 354, 355
 rurki, 350, 354
 silników, 306, 348, 354
 wkrętu dociskowego, 292
 wskaźnika zasilania, 175
 mostek, 161
 myjka ultradźwiękowa, 279

N

napęd, 30, 90
 napięcia na punktach pomiarowych, 370
 napięcie pracy robota, 105
 napięcie przewodzenia, 136
 narzędzia, 37

narzędzie do zdejmowania izolacji, 163
 niebezpieczne pierwiastki
 kadm, 48
 ołów, 47
 rtęć, 47
 niutonometr, Nm, 238
 nota katalogowa tranzystora, 212

O

obcinak do rur, 286
 obliczanie
 maksymalnego poboru prądu, 207
 napięcia, 191
 prądu, 149
 prędkości liniowej, 270
 wartości rezystorów, 220
 żywności baterii, 147
 obrotomierz, 236
 obudowa
 konstrukcja, 344
 projekt z papieru, 343
 z pojemnika, 345
 obudowa dwurzędowa, 156
 obwody testowe, 153
 obwód diodowego oświetlenia, 322
 budowa, 322
 schemat, 322
 obwód porównywania jasności
 budowa, 201
 elementy, 201
 napięcia, 203
 z komparatorem, 199
 z komparatorem i tranzystorami, 222
 z silnikiem, 259
 z tranzystorami, 220
 zasada działania, 201
 obwód reflektorów, 205
 budowa, 206
 schemat, 205
 obwód równoważenia jasności diod, 184
 obwód sterowany światłem, 187
 obwód wskaźnika zasilania, 139, 141
 obwód z diodą LED
 budowa, 184
 schemat, 183
 ochrona styków, 310
 odbłyśnik, 132
 odsysacz do cyny, 303
 określenie natężenia prądu, 402

okulary ochronne, 44
 ołów, 47
 om, Ω , 118
 opona
 czyszczenie, 278
 kształt, 267
 kształt bieżnika, 268
 rodzaj bieżnika, 269
 szerokość, 268
 średnica, 269
 opona jednolita, 266
 opona piankowa, 266
 opona pneumatyczna, 266
 opona półpneumatyczna, 266
 optymalizacja wydajności, 327
 oscylatory, 391
 oś krzyżakowa LEGO, 284, 289
 oznaczenia jednostek, 76
 oznaczenia rezystora, 148

P

pamięć operacyjna, 380
 pamięć pomiarów, 64
 pierścień dociskowy, 282
 pierwiastki toksyczne, 46
 pierwsza zasada lutowania, 306
 pin, 197
 platforma Arduino, 24
 plus zasilania, 210
 płytka
 drukowana, 297
 drukowana robota, 178
 montażowa, 153
 prototypowa, 169
 stykowa, 154, 159
 układu drukowanego, 329
 uniwersalna, 329
 pobór prądu, 244, 258
 podstawka dla układu scalonego, 331
 podstawka pod lutownicę, 301
 podtrzymanie odczytu, 64
 podtrzymywanie silników, 350
 podzespoły, 37
 pojemnik na części, 122
 połączenia elektryczne, 93
 połączenia niepożądane, 112
 połączenia w otworkach, 154
 połączenie szyn zasilających, 173
 pomiar „spadku napięcia”, 144
 pomiar „True RMS”, 66

- logarytmiczny, 183
 - wielobrotowy, 181
 - wykładniczy, 183
 - potęga tysiąca, 74
 - PozRobot, 399
 - półprzewodniki bipolarne, 210
 - półprzewodniki polowe, 210
 - prawo Ohma, 401
 - prąd blokowania, 244
 - prąd jałowy, 242
 - prąd obciążenia (znamionowy), 243
 - prąd rozruchowy, 242
 - Preston Scott, 19
 - prędkość obrotowa silnika, 234
 - programator, 380
 - projekt robota, 86
 - czujniki, 88
 - korpus, 91
 - napęd, 90
 - oświetlenie trasy, 88
 - układy sterujące, 90
 - wskaźniki, 89
 - źródło zasilania, 87
 - prototyp, 153
 - próbne uruchomienie, 367
 - przedłużanie żywotności baterii, 148
 - przedrostki, 74
 - przekładniki, 392
 - przekładnie planetarne, 252
 - przekroczenie wartości pomiaru, 65
 - przeliczanie obrotów, 237
 - przełączniki, 172
 - przełączniki DIP, 386
 - przełączniki tranzystorowe, 209
 - przełożenia nietypowe, 250
 - przełożenie bezwzględne, 250
 - przesyłanie danych, 396
 - przewody miedziane, 160
 - przewody miedziane ocnkowane, 160
 - przewody mostkujące, 161, 163
 - przewody z zaciskami, 109
 - przyciski, 29, 386
- R**
- ramię siły, 239
 - reflektory, 204, 207
 - regulacja czujników, 89
 - rezonatory kwarcowe, 391
 - rezystancja, 118

rezystor, 115
 moc, 117
 rozmiar, 116
 tolerancja, 116
 rezystory
 do montażu powierzchniowego, 116
 o różnych wartościach, 116
 ograniczające, 190, 402
 zmienne, 179
 Robocomp, 398
 robot
 Buldożer, 26
 Penguin, 24
 Scribbler, 24
 Stingray, 24
 Boe-Bot, 24
 robot podążający wzdłuż linii, 81
 Robotic Arena, 399
 Robotics Invention System, 24
 roboty typu BEAM, 385
 robotyka, 25
 rozmiar robota, 85
 rozmieszczenie elementów układu, 330
 rozróżnianie komparatorów, 198
 RPM, 234
 RS-232, 62
 rtęć, 47
 rurki, 282
 cięcie, 285
 mocowanie osi, 284
 mocowanie wału, 284
 szlifowanie, 288
 teleskopowe łączenie, 284
 testowanie, 288
 rurki termokurczliwe, 310

S

schemat
 obwodu reflektorów, 205
 obwodu wskaźnika zasilania, 140
 obwodu zabezpieczającego, 375
 połączeń układu śledzenia linii, 326
 schyłek ery układów logicznych, 380
 serwomechanizmy, 394
 silnik bezrdzeniowy, 231
 silnik bezszczotkowy, 229
 silnik escap, 240
 silnik GM2, 257
 silnik Hsiang Neng, 346
 silnik komutatorowy, 231

silnik prądu stałego, 225
 charakterystyka napięciowa, 240
 charakterystyka prądowa, 241
 parametry, 234
 prędkość obrotowa, 234
 schemat obwodu, 234
 sprawność, 245
 zakłócenia, 245
 zasada działania, 225
 silnik z przekładnią, 248, 256
 budowa, 248
 pobór prądu, 258
 silnik z rdzeniem, 231
 skręcanie, 376
 skróty dla jednostek, 76
 skróty dla liczb, 74
 SMD, 116
 SMT, 116
 spadek napięcia w kierunku przewodzenia, 136
 SPDT, Single Pole Double Throw, 172
 spoiwo lutownicze bezołowiowe, 47
 sprawdzanie przewodów pomiarowych, 109
 sprawność diody LED, 131
 sprawność silnika prądu stałego, 245
 sprzedawcy dystansów, 358
 stabilizator napięcia, 28, 381
 sterowanie, 396
 sterowanie silnikiem, 31
 sterowanie za pomocą podczerwieni, 389
 stojan, 226
 stoper, 63
 sygnały wejściowe komparatora, 204
 symbol masy na schematach, 407
 system kolorymetryczny CIE, 130
 system metryczny, 73
 szczotki zasilające, 229
 szczypce, 165, 166
 szczypce do zacisków złączy Molex, 314
 szczypce z karbowanymi szczękami, 167
 szyna rozprowadzająca, 157

Ś

śledzenie linii, 87

T

tachometr, 236
 test otwartego obwodu, 110
 test połączenia, 111

test zamkniętego obwodu, 111
 testowanie układu robota, 337
 rezystancja, 337
 spadek napięcia, 339
 tolerancja, 79
 topnik, 299
 tranzystor 2907A, 210–212
 nota katalogowa, 211
 tranzystor BC327, 212
 tranzystor bipolarny, 211, 216, 407
 tranzystor NPN, 211, 219
 tranzystor PNP, 211, 218
 tranzystor polowy, 407
 trasa
 linia, 82
 oświetlenie, 82
 powierzchnia, 82
 rozwidlenie, 85
 skrzyżowanie, 85
 zakręty i przecięcia, 84
 trójpoziomy przełącznik typu DPDT, 318
 tryb badania diod, 136, 215
 tryb pomiaru ciągłości obwodów, 109
 tryb pomiaru wzmocnienia tranzystora, 213
 tryb pracy miernika, 109
 tryb śledzenia linii, 319
 trymer, 180
 trzecia ręka, 302
 typowe problemy, 367
 ocena czujników, 369
 reflektory, 368
 sterowanie, 373
 umieszczenie czujników, 368
 ustawienie przełącznika, 367

U

U zamiast μ , 75
 ubrania ochronne, 45
 udoskonalanie, 374
 układ 7404, 379
 układ LM193, 195
 układ LM293, 195
 układ LM393, 195, 196, 221
 identyfikacja pinów, 197
 nota katalogowa, 196
 rozkład wyprowadzeń, 197
 układ LM393M, 199
 układ MCP1826S, 28

układ odczytu jasności, 188
 czujniki, 189
 fotorezystory, 189
 potencjometr, 190
 punkty testowe, 191
 rezystor, 190
 układ odczytu jasności zrównoważony, 193
 układ robota, 337
 układ scalony, 157
 układ scalony 74LS04, 408
 układ sterujący, 90
 układ śledzenia linii, 325
 lutowanie punktowe, 330
 schemat, 326
 układy logiczne, 379
 układy sterujące, 27
 układy typu DIP, 332
 uniwersalny miernik cyfrowy, 55
 zaciski haczykowe, 66
 uproszczony współczynnik przełożenia, 250
 uruchamianie robota, 363
 dostrajanie, 363
 pozycja przełącznika, 366
 równoważenie czujników, 364
 sprawdzanie czujników, 364
 sprawdzanie silników, 365
 sprawdzanie zasilania, 363
 USB, 62
 usuwanie izolacji, 163
 uziemienie, 51

W

wał przekładni, 249
 wartości fotorezystorów, 189
 wartość rezystora, 121
 wirnik, 227
 wkręt dociskowy, 296
 właściwości kondensatorów, 383
 właściwości mikrokontrolerów, 380
 wskaźnik diodowy, 202
 wskaźnik paskowy, 63
 wskaźnik zasilania, 175
 współczynnik przełożenia przekładni, 250
 współczynnik wzmocnienia tranzystora, h_{FE} , 213
 wtyki bananowe, 158
 wybór kół, 272
 wybór kół dla Kanapki, 274
 wybór obudowy, 341
 wybór silnika z przekładnią, 255

wykrywanie przedmiotów, 389
wyłącznik różnicowoprądowy, 49
wyłącznik zasilania, 29, 171, 177
wyłączniki dla robota, 324
wyświetlacze, 395
wyświetlacze LED, 127
wzmacniacz, 211

Z

zablokowanie silnika, 244
zaciski, 107
zaciski haczykowe, 108, 174
zaciski krokodylkowe, 107
zakres długości fal, 130
zakresy napięć, 371
zakresy pomiarowe rezystancji, 120
zakręty 45°, 135°, 180°, 84
zamiana prędkości na moment obrotowy, 252
zamiana rezystancji na napięcie, 193

zapobieganie przepięciom, 375
zasilanie, 52, 139, 210
zatraski do baterii 9 V, 170
zatrzymanie wartości pomiaru, 64
zawody, 398
zestaw rezystorów, 116
złącze COM, 96, 146
złącze Molex KK, 312
złota zasada wiercenia i szlifowania, 348
zwarcie obwodu, 136
zworki, 162, 387

Ż

źródło energii, 27
źródło zasilania, 169

Ż

żywica epoksydowa, 291
żywność baterii, 147, 148

PROGRAM PARTNERSKI

GRUPY WYDAWNICZEJ HELION



1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

Zmień swoją stronę WWW
w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!

<http://program-partnerski.helion.pl>

Nie musisz mieć żadnego doświadczenia, aby zbudować własnego robota. Zaczniij już dziś!

Czy nie masz czasami dość zajmowania się wszystkim i rozwiązywania problemów wszystkich dookoła? Czy nie marzy Ci się w takich momentach, by wyręczył Cię jakiś pomocnik? Nieomylny i zawsze gotowy do działania? Mówiąc wprost – robot? Nie jesteś sam. My też o nim marzymy!

Dzięki tej książce własnoręcznie go zbudujesz! Pewnie nie zrobi za Ciebie zakupów, ale froterowanie podłogi może być już w zasięgu jego możliwości. W trakcie lektury zdobędziesz niezbędną wiedzę o robotyce: układy zasilania, napędy i czujniki wszelkiego rodzaju przestaną być Ci obce. Ponadto dowiesz się, jakie narzędzia oraz materiały są potrzebne do budowy robota, nauczysz się precyzyjnie lutować układy elektroniczne, przygotowywać płytki drukowane, testować silniki oraz korzystać z siłowników. Znajdziesz tu instrukcje krok po kroku oraz ponad 400 ilustracji pozwalających samodzielnie zbudować robota na baterie.

Oddajemy w Twoje ręce książkę, która zapewni Ci długie godziny świetnej zabawy i nauki. Jest ona jednocześnie doskonałą przepustką do fascynującego świata amatorskich robotów!

W trakcie lektury:

- poznasz mechaniczne i elektroniczne aspekty budowy robota,
- dowiesz się, jak komunikować się z robotem,
- wybierzesz odpowiednie silniki i źródło zasilania dla Twojego robota,
- wyposażysz Twoją konstrukcję w czujniki,
- zbudujesz w pełni funkcjonalnego robota.

helion.pl
księgarnia
internetowa

Nr katalogowy: 7841



Księgarnia internetowa
http://helion.pl



Zamówienia telefoniczne:
0 801 339900



0 601 339900



Helion

Sprawdź najnowsze promocje:
• <http://helion.pl/promocje>
Książki najchętniej czytane:
• <http://helion.pl/bestsellery>
Zamów informacje o nowościach:
• <http://helion.pl/nawosci>

Helion SA
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice
tel.: 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
<http://helion.pl>

sięgnij po **WIĘCEJ**



KOD KORZYŚCI

ISBN 978-83-246-3436-1



Cena: 69,00 zł

Informatyka w najlepszym wydaniu