



TECHNOLOGY IN ACTION™

Apress®

Budowa robotów dla średnio zaawansowanych

PRZEJDŹ NA NASTĘPNY POZIOM ROBOTYKI!



David Cook



Tytuł oryginału: Intermediate Robot Building, Second Edition

Tłumaczenie: Paweł Gonera

ISBN: 978-83-246-5529-8

Original edition copyright © 2010 by David Cook.
All rights reserved.

Polish edition copyright © 2013 by HELION SA.
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/budros>

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	11
O korektorze merytorycznym	13
Podziękowania	15
Wstęp	17
Dla kogo jest ta książka?	17
Wymagania wstępne	17
Czy nie będzie dla Ciebie lepsze LEGO MINDSTORMS?	19
Czy nie będą dla Ciebie lepsze roboty BEAM?	19
Nie ma tu schematu zdalnie sterowanego robota zabójcy	19
Propozycje części	19
Zasady bezpieczeństwa	20
Preferencja systemu metrycznego	20
Aktualizacje i nowości	20
Rozdział 1. Budowanie robota modułowego	21
Budowanie modułów	21
Budować Rondo czy nie?	22
Organizacja rozdziałów	22
Zapoznanie się z obróbką mechaniczną	23
Wypożyczenie Twojego warsztatu	23
Miniaturowa frezarka	24
Łączymy wszystko ze sobą	27
Grupowanie części mechanicznych	27
Grupowanie osobnych modułów elektronicznych	28
Montaż i testowanie robota	28
Wykorzystanie części i technik w innych robotach	28

Rozdział 2. Porównanie dwóch typów samodzielnie wykonanych łączników silnika oraz często spotykane błędy	31
Porównanie dwóch technologii budowy łączników	32
Przegląd łączników teleskopowych	32
Porównanie łączników teleskopowych z łącznikami z pręta	33
Oczekiwane efekty wiercenia otworów w łączniku oraz częste błędy i ich skutki	33
Łączenie otworu na śrubę ustalającą z otworem na wałek silnika	34
Wyrównanie kątów i środków otworów	35
Gotowy do wykonania łącznika z pręta?	38
Rozdział 3. Wykonanie uchwytu oraz wiercenie otworów w prętach na łączniki	39
Kompletowanie narzędzi i części	39
Przygotowanie kawałków prętów na łączniki	40
Pomiar wałka silnika i osi	40
Wybór pręta na łącznik	40
Przycinanie prętów do odpowiedniej długości	42
Wyrównywanie końców łączników	43
Odkładamy przycięte pręty	45
Wykonanie uchwytu łącznika	45
Wycinanie bloku uchwytu łącznika	46
Wiercenie otworu na śrubę ustalającą	47
Gwintowanie otworu na śrubę ustalającą	48
Wiercenie otworu na pręt łącznika w uchwycie	49
Wykorzystanie uchwytu	54
Powiększanie ciasnych otworów	54
Dodanie śruby ustalającej do uchwytu łącznika	54
Zmiana pozycji uchwytu łącznika	55
Wiercenie w łączniku otworów na wałek silnika i oś LEGO	55
Wymieniaj wiertła, a nie pręty	57
Prace wykończeniowe — spłaszczanie końców	58
Sprawdzenie postępów w wykonywaniu łącznika	58
Rozdział 4. Kończymy wykonywanie łącznika silnika z pręta	59
Montaż śruby ustalającej łącznika	59
Określanie położenia śruby ustalającej łącznika	59
Wiercenie w łączniku otworu na śrubę ustalającą	60
Gwintowanie otworu na śrubę ustalającą łącznika	61
Wybór śruby ustalającej	62
Dodanie osi LEGO	63
Podsumowanie	65
Rozdział 5. Zabudowanie silnika wewnątrz koła	67
Uwaga! Niebezpieczeństwo! Wygięte wałki na horyzoncie	68
Prawidłowe napędzanie z podparciem	68
Wykonywanie łącznika piasty	69
Dostosowanie zewnętrznej średnicy wałka silnika do wewnętrznej średnicy koła LEGO	69
Zaczynamy od pręta łącznika	71

Wykonywanie wewnętrznych i zewnętrznych dysków adaptera piasty	72
Przygotowanie piast LEGO	82
Dopasowanie i klejenie części	85
Podsumowanie	87
Rozdział 6. Standardy stosowane w elektronice oraz przygotowanie do eksperymentów	89
Czytanie schematów	89
Łączenie przewodów	90
Wybór części	90
Oznaczanie elementów	92
Definiowanie zasilacza	96
Użycie płytki stykowej	97
Wybór płytki stykowej	98
Konfigurowanie płytki stykowej	98
Oscylogramy	102
Wykorzystanie nowoczesnej elektroniki	103
Przeskoczenie bariery krzywej doświadczenia	103
Unikanie przestarzałych technologii	103
Użycie komponentów do montażu powierzchniowego	103
Podsumowanie	106
Rozdział 7. Budowa zasilacza z liniowym stabilizatorem napięcia	107
Stabilizatory napięcia	107
Zasilacze z liniowym stabilizatorem napięcia	108
Stabilizator napięcia 7805	108
Ulepszanie zasilacza przez obniżenie minimalnego wymaganego napięcia niestabilizowanego	113
Inne ważne cechy liniowych stabilizatorów napięcia	122
Zmiany na rynku ograniczają wybór liniowych stabilizatorów napięcia 5 V	126
Kurs na optymalizację	126
Rozdział 8. Ulepszanie zasilacza robota	129
Użycie wejściowych i wyjściowych kondensatorów buforowych	130
Wydłużanie żywotności baterii z wykorzystaniem kondensatorów buforowych	131
Opóźnione wyłączanie z powodu użycia kondensatorów buforowych	131
Użycie przełącznika DPDT do skrócenia czasu wyłączania	132
Dobór kondensatorów buforowych	133
Powiększanie marginesu bezpieczeństwa dla kondensatorów tantalowych	134
Kondensatorowe czary	134
Użycie kondensatorów blokujących	135
Skracanie długiej ścieżki do źródła zasilania	136
Izolowanie zakłóceń przy każdym źródle	137
Dobór kondensatorów blokujących/odsprężających	137
Ochrona przed uszkodzeniami spowodowanymi przez zwarcia i przepięcia	137
Decyzja, czy wymagane jest zabezpieczenie nadprądowe	137
Zabezpieczanie z użyciem bezpiecznika topikowego	138
Zabezpieczanie z użyciem bezpiecznika automatycznego	138
Zabezpieczanie robotów przed zwarciami i przeciążeniami za pomocą półprzewodnikowych, samoresetujących się bezpieczników polimerowych	139

Zapobieganie uszkodzeniom spowodowanym przez przepięcia w obwodzie stabilizowanym	142
Dioda Zenera	142
Użycie diody Zenera do zwarcia zasilania w przypadku wystąpienia przepięcia	143
Wybór odpowiedniego napięcia przebiecia	145
Zakup diody Zenera	145
Kompletujemy niezawodne źródło zasilania	145
Rozdział 9. Sterowanie silnikiem	147
Po co nam sterownik silnika?	147
Dostarczanie do silników wyższego napięcia, niż są w stanie dostarczyć układy logiczne	148
Dostarczanie większego prądu, niż mogą zapewnić układy logiczne	148
Błędy logiczne spowodowane zakłóceniami generowanymi przez silnik	148
Zasilanie silnika z obwodu niestabilizowanego kontra stabilizowanego	149
Cztery tryby pracy silnika	149
Obroty zgodne z kierunkiem ruchu wskazówek zegara	150
Obroty przeciwne do kierunku ruchu wskazówek zegara	151
Obroty swobodne (powolne wytracanie prędkości)	151
Hamowanie (gwałtowne wytracanie prędkości)	151
Proste sterowanie z użyciem jednego tranzystora	152
Obwód sterownika silnika z jednym tranzystorem bipolarnym NPN	153
Budowa obwodu sterownika silnika z jednym tranzystorem bipolarnym NPN	156
Obwód sterownika silnika z jednym tranzystorem bipolarnym PNP	157
Budowa obwodu sterownika silnika z jednym tranzystorem bipolarnym PNP	158
Łączenie ze sobą sterownika NPN i PNP	159
Budowa obwodu sterownika silnika z połączeniem obwodów NPN i PNP	159
Unikanie zwarcia	160
Klasyczny bipolarny mostek H	161
Obroty zgodne z kierunkiem ruchu wskazówek zegara z użyciem mostka H	162
Obroty przeciwne do kierunku ruchu wskazówek zegara z użyciem mostka H	162
Zwalnianie ruchu z wykorzystaniem hamulca elektronicznego mostka H	162
Hamowanie wysokim napięciem	164
Obroty swobodne z użyciem mostka H	165
Pozostałe kombinacje w mostku H	165
Konstruowanie klasycznego bipolarnego mostka H	166
Sterowanie stroną o wysokim napięciu	167
Unikanie konwersji poziomów dzięki rezygnacji ze stabilizacji zasilania układów logicznych	167
Rezygnacja z interfejsu dzięki zasilaniu mostka H napięciem stabilizowanym	168
Interfejs do PNP z wykorzystaniem NPN	168
Użycie scalonego interfejsu	171
Kontrola nad silnikiem	173
Rozdział 10. Sterowanie silnikiem — druga runda	175
Sterowanie silnikami za pośrednictwem tranzystorów MOSFET	175
Obwód sterownika silnika z jednym tranzystorem mocy MOSFET z kanałem n	176
Doprowadzanie domyślnego napięcia z wykorzystaniem rezystora	178
Uzupełnianie obwodu sterownika silnika z jednym tranzystorem mocy MOSFET z kanałem n o rezystor obniżający	182

Budowa obwodu sterownika silnika z jednym tranzystorem mocy MOSFET z kanałem n i rezystorem obniżającym	183
Obwód sterownika silnika z jednym tranzystorem mocy MOSFET z kanałem p	184
Budowa obwodu sterownika silnika z jednym tranzystorem mocy MOSFET z kanałem p	184
Mostek H z tranzystorami mocy MOSFET	185
Dobór tranzystorów mocy MOSFET	191
Sterowanie silnikami z wykorzystaniem układów scalonych	195
Marzenia o ideale	195
Zastosowanie układu z rodziny 4427 jako samodzielnego sterownika silnika	196
Użycie klasycznego bipolarnego mostka H w układzie scalonym	199
MC33887 — zaawansowany sterownik silnika z mostkiem H MOSFET	201
Ocena sterowników silników	207
Ocena wydajności prądowej sterowników silników	208
Ocena efektywności sterowników silników	210
Podsumowanie	212
Rozdział 11. Tworzenie modulowanego, używającego podczerwieni detektora przeszkód, przeciwników i ścian	213
Wykrywanie modulowanej fali podczerwonej	
za pomocą popularnego modułu lub inny powód przejścia pilota	214
Układ Panasonic PNA4602M	214
Podłączamy układ Panasonic PNA4602M	215
Testowanie układu Panasonic PNA4602M	215
Rozszerzenie obwodu wykrywającego o wskaźnik LED	217
Dodanie układu inwertera 74AC14 do sterowania diodą LED	218
Przegląd obwodu wskaźnika	218
Kończymy układ wykrywania fali odbitej	221
Przegląd pełnego schematu detektora odbić	221
Budowa detektora odbić na płytce stykowej	222
Uruchamianie	228
Rozdział 12. Dostrajanie detektora odbić	229
Dostrajanie do 38 kHz	229
Wybór połowy zakresu pomiędzy początkiem a końcem reakcji na odbitą falę	230
Użycie multimetru z trybem pomiaru częstotliwości	233
Użycie oscyloskopu	233
Przyczyny zastosowania inwertera z wejściami Schmitta	234
Diagnozowanie problemów występujących w obwodach taktujących	234
Ograniczenia detektora odbić	236
Brak działania na otwartej przestrzeni lub przy jasnym świetle	236
Brak możliwości wykrycia określonych rodzajów obiektów	237
Brak możliwości wykrycia dalekich lub bardzo bliskich obiektów	237
Brak możliwości pomiaru odległości	240
Jesteś gotowy do zbudowania robota	240

Rozdział 13. Robot Rondo	241
Robot Rondo	242
Rzut oka na robota Rondo z boków	242
Rondo z góry i z dołu	243
Obwody elektroniczne robota Rondo	243
Wykonywanie obudowy robota Rondo	248
Problemy z dostępnością silników z przekładniami	248
Pożądane cechy robota	250
Projektowanie korpusu robota	250
Budowa centralnej platformy dla robota Rondo	255
Mechanizm silników robota Rondo	256
Wybór zębatek LEGO	259
Osiąganie fizycznych ograniczeń ruchomych części LEGO	262
Wykonywanie uchwytów na silniki robota Rondo	262
Podsumowanie budowy robota Rondo	272
Rozdział 14. Jazda próbna robota Rondo	273
Przygotowanie do jazdy próbnej	273
Ustawienie wszystkich elementów regulowanych na średnie lub bezpieczne pozycje	273
Testowanie modułów jeden po drugim	274
Pomiar rezystancji kompletnego obwodu	274
Umieszczanie robota na podnośniku	276
Sprawdzanie napięcia i polaryzacji baterii	276
Kontrola poboru prądu w czasie włączania obwodu	277
Przygotowanie robota i korygowanie niewielkich błędów	278
Dostrajanie detektora odbić pracującego w podczerwieni	278
Przełączanie dwukolorowej diody LED	278
Testowanie sensorów	278
Podłączanie silników	279
Ocena osiągnięć robota Rondo	279
Problemy napotymane w czasie jazdy próbnej	279
Testowanie wszystkich manewrów robota	282
Wyzwania dla robota Rondo	283
Utknąłem	285
Spacer pijaka	285
Spacer robota Rondo	286
Ograniczenie niejednoznaczności wykrycia	287
Rozdział 15. Chciałbym mieć mózg	293
Przykładowy mikrokontroler Atmel ATtiny84	293
Porównanie mikrokontrolera z układem logicznym	294
Wybór układu logicznego zamiast mikrokontrolera	294
Wybór mikrokontrolera zamiast układu logicznego	295
Programowanie mikrokontrolera	296
Zapisywanie programów	296
Określanie wielkości programu	296
Pisanie programów	297
Praca bez użycia .NET	297

Kompilowanie i przysyłanie programu	298
Debugowanie programu	298
Przegląd wspólnych funkcji mikrokontrolerów	302
Obudowy mikrokontrolerów	303
Wyprowadzenia mikrokontrolera	303
Pamięć mikrokontrolera	309
Rozmiar instrukcji mikrokontrolera	311
Złożoność instrukcji mikrokontrolera	311
Szybkość mikrokontrolera	312
Specjalne zegary nadzorujące	315
Moduł nadzorujący dla niskiego napięcia	315
Wybór mikrokontrolera	316
Brakuje mi... ..	316
Rekomendacja 8-bitowych mikrokontrolerów Atmel AVR	317
Rekomendacja zestawu Parallax Basic Stamp	317
Po prostu zapytaj	318
Rozbudowa robota	318
Rozdział 16. Budowa karty rozszerzającej dla robota Rondo	319
Przekształcenie w konfigurację dwupiętrową	319
Podłączanie do gniazda DIP	321
Problemy z dostępem do płyty głównej	328
Oslanianie detektorów odbić podczerwieni	330
Przechwytywanie sygnałów — poznaj nowego szefa	331
Zachowanie przydatnych funkcji	331
Przekierowanie sygnałów wykrycia podczerwieni	331
Wykrywanie i przerywanie stanu zatrzymania	332
Przekierowanie silników i elementów bipolarnych	332
Zapewnienie (niemal) kompletnej kontroli	332
Rozszerzanie zakresu funkcji	333
Przegląd wyprowadzeń mikrokontrolera	333
Zasilanie mikrokontrolera	333
Wykrywanie ścian i przeszkód	334
Sterowanie silnikami i diodami dwukolorowymi	334
Sterowanie dwukolorowymi diodami LED	334
Odczyt stanu przycisku	335
Udostępnianie opcji za pomocą przełączników DIP	337
Generowanie muzyki	338
Pozostałe wyprowadzenia dostępne dla rozszerzeń	339
Ulepszanie robota	340
Rozdział 17. Dodajemy moduł sensora podłogi	341
Wykrywanie jasności za pomocą fotorezystora	341
Konwersja zmiennej rezystancji na zmienne napięcie z użyciem dzielnika napięcia	342
Odpowiedź fotorezystora jest nieliniowa	345
Określanie rozrzutu pomiędzy fotorezystorami	347
Szybkość wzrostu i spadku rezystancji	348
Ponowne użycie zrównoważonego obwodu odczytu jasności	348

Wykrywanie jasności za pomocą fotodiody	348
Układ wykrywania odbicia światła od podłogi	349
Budowa układu wykrywania odbicia światła od podłogi	350
Podążanie za linią	355
Autodetekcja jasności linii	355
Odczyt wartości sensora podłogi	356
Odwracanie wartości czujnika	356
Podążanie za ciemną linią	356
Centrowanie ciemnej linii	357
Ulepszanie algorytmu podążania za linią	357
Zawody robotów sumo	357
Przystosowanie robota Rondo do zawodów sumo	358
Zmiana strategii z wykorzystaniem przełączników DIP	359
Rosnące możliwości	359
Rozdział 18. Gotujemy gulasz z robota	361
Generowanie muzyki	361
Obwód dźwiękowy	362
Budowa obwodu dźwiękowego	362
Regulacja siły dźwięku	362
Sterowanie głośnikiem	363
Podglądanie dźwięku	364
Odtwarzanie nuty	365
Odtwarzanie muzyki	365
Skalowanie w górę	367
Tworzenie podwójnej platformy	367
Ulepszone poruszanie się robota	367
Zapewnienie odstępu między platformami za pomocą własnoręcznie wykonanych tulejek dystansowych	368
Szczeliny na koła	369
Podparcie obu końców osi	369
Montaż silników	370
Montaż z wykorzystaniem kątownika	370
Oszczędzanie miejsca przez użycie przekładni prostopadłej	373
Adaptacja wałka silnika o małej średnicy oraz zintegrowany uchwyt zgodny ze standardami LEGO	374
Eksploracja terenów nasłonecznionych	378
Wybór kół do płynnej jazdy	378
Wykrywanie przeszkód	379
Chwilowe wejście w buty robota	382
Dodanie do robota bezprzewodowej kamery wideo	383
Eksploracja pomieszczeń z bezprzewodowym wideo	384
Spojrzenie na siebie w bezprzewodowym wideo	384
Dziękuję	384
Dodatek Źródła internetowe	385
Skorowidz	387

ROZDZIAŁ 1



Budowanie robota modułowego

Książka ta była znacznie trudniejsza do napisania niż moja pierwsza książka na temat robotów, *Budowa robotów dla początkujących* (Helion 2012). W pierwszej książce założyłem, że Czytelnik nic nie wie o elektronice i mechanicznej obróbce materiałów. Dzięki temu założeniu zagadnienia poruszane w książce mieściły się w zakresie wiedzy na temat robotów.

Jednak wtedy zauważyłem ciekawe zjawisko. Roboty mają tak różnorodne możliwości i zastosowania, że gdy przedstawiłem podstawy, wiedza na temat robotów szybko podzieliła się na wiele gałęzi skierowanych w różnych kierunkach.

Z tego powodu niemożliwe było wybranie jednego typu robota, który zainteresowałby wszystkich średnio zaawansowanych konstruktorów. Mając do dyspozycji (niemal) całą potrzebną wiedzę, każdy konstruktor może podążać własną ścieżką. W książce tej opisuję zatem to, w jaki sposób doskonalić swojego robota, a nie to, jakiego typu roboty można budować.

Budowanie modułów

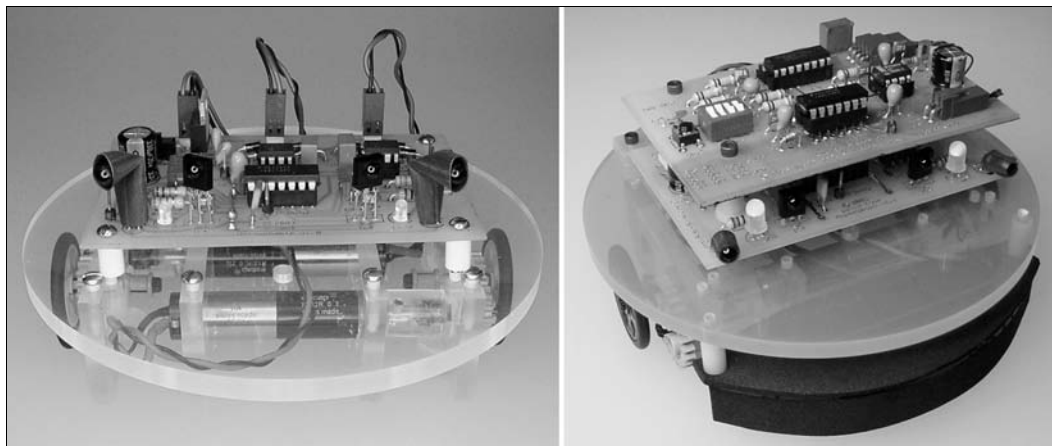
Zamiast budować robota, buduj moduły. Zbuduj moduł zasilacza, moduły sterowników silników, moduły sensorów, moduły dźwięku oraz moduły sterujące. Nie musisz później budować robota — wystarczy go złożyć!

Montowanie robotów z modułów ma wiele zalet:

- Możesz samodzielnie zbudować interesujące Cię moduły i kupić te, które nie są interesujące (lub których nie można wykonać we własnym zakresie).
- Możesz udoskonalić robota, wymieniając moduł, a nie budując całego robota od początku.
- Możesz wykorzystywać udane moduły w innych robotach.
- Możesz skrócić czas, jaki mija od pojawienia się pomysłu do wyniku.
- Możesz uzyskać funkcjonalną bazę (i poczucie spełnienia), której będziesz używać do dalszych prac. Najambitniejsze projekty nierzadko kończą na sterce niedokończonych prac, ponieważ są zbyt skomplikowane do zrealizowania w dwóch (lub dwudziestu) podejściach.

Budować Rondo czy nie?

W książce tej pokazuję, w jaki sposób zbudować robota o nazwie Rondo. W rozdziale 13. wyjaśniam, jak zmontować najprostszy model robota Rondo (widoczny po lewej stronie rysunku 1.1), korzystając z modułów i technik zaprezentowanych w rozdziałach od 1. do 12. Ta wersja robota zawiera stabilizator napięcia, czujniki podczerwieni wykrywające ściany i obiekty oraz sterowniki silników. Ponieważ do sterowania zastosowałem układy logiczne, robot ten nie wymaga programowania i jest zbudowany wyłącznie z części elektronicznych dostępnych w handlu.



Rysunek 1.1. Najprostsza wersja robota Rondo (po lewej stronie). Ulepszona wersja robota Rondo (po prawej stronie)

Od rozdziału 16. ulepszamy Rondo przez dołączenie drugiej płyty na górze oraz trzeciej na dole (jak pokazano po prawej stronie rysunku 1.1). Ulepszonym robotem steruje mikrokontroler, dzięki czemu Rondo może wykonywać wiele różnych funkcji — może być eksploratorem pokoju, podążać po liniach lub być robotem sumo. Może nawet dodać do niego algorytm wychodzenia z labiryntów?

Rondo składa się z modułów, które możesz dowolnie dobierać, więc robot, którego będziesz budować, nie musi być identyczny z przedstawionym w książce. Po kilku zmianach możesz zbudować robota do innych celów i o innym zachowaniu. Rondo jest tylko szkieletem łączącym pojedyncze elementy i demonstrującym ich działanie jako części większej konstrukcji.

Organizacja rozdziałów

Jak możesz się spodziewać na podstawie poprzedniego punktu, rozdziały w książce są pogrupowane według modułów. Podobnie jak nie musisz budować każdego z modułów składających się na robota, nie musisz czytać i przyswajać sobie każdego rozdziału tej książki.

Niektóre rozdziały, na przykład przedstawiające sterownik silnika, mogą Ci się wydawać nieco odstrasające. Możesz je pominąć, podobnie jak rozdziały oraz fragmenty dotyczące na przykład budowania nowego robota na bazie robota Kanapka (rysunek 1.2), opisanego w książce *Budowa robotów dla początkujących*. Pozwala to zaoszczędzić czas i pieniądze.



Rysunek 1.2. Płytkę z układami robota Rondo zainstalowaną wewnątrz robota Kanapka (po lewej stronie). Możesz użyć tych samych przełączników, złączy, baterii oraz obudowy, montując płytkę z układami robota Rondo na górze obudowy

Jeżeli jesteś zainteresowany skomplikowanymi zagadnieniami, wiele z rozdziałów zawiera wystarczająco dużo informacji, aby w pełni zaspokoić Twój głód wiedzy. Równie dobrze możesz przekartkować te rozdziały lub czytać je, dopóki ich zrozumienie nie będzie sprawiać Ci problemu. Później, gdy będziesz chciał uczyć się dalej, możesz wrócić do tych trudniejszych fragmentów.

Chciałem przez to powiedzieć, że nie wszystkie aspekty budowania robotów są interesujące dla każdego konstruktora. Ciesz się budowaniem, koncentrując się na elementach, które lubisz najbardziej.

Zapoznanie się z obróbką mechaniczną

Jak wcześniej wspomniałem, gdy będziesz wykorzystywać mechanizmy robota Kanapka i techniki obróbki mechanicznej opisane w pierwszej książce, to nie będziesz potrzebował dodatkowych narzędzi i umiejętności przy budowaniu przedstawionego tu robota Rondo. Treści dotyczące obróbki mechanicznej to mniej niż jedna trzecia tej książki (rozdziały od 2. do 5. oraz fragmenty rozdziałów 13., 16. i 18.). Jednak zachęcam Cię, abyś nauczył się korzystać z narzędzi do obróbki, o ile jeszcze tego nie potrafisz. To wspaniałe uczucie, gdy możesz wykonać niemal wszystko, o czym wcześniej tylko marzyłeś.

Na spotkaniach klubu Chicago Area Robotics Club (ChiBots) nowi członkowie świetnie orientują się w programowaniu, dają sobie radę z elektroniką, ale boją się obróbki mechanicznej. Jeżeli zatem nie czujesz się komfortowo przy maszynie, to wiedz, że nie jesteś jedyny. Jednak tak jak w niemal każdym innym przypadku, możesz przezwyciężyć te obawy po krótkim treningu.

Prawdopodobnie najlepszym sposobem na zapoznanie się z obróbką jest ukończenie kursu ślusarstwa. Możesz również spędzić kilka popołudni z innym konstruktorem robotów, posiadającym narzędzia, których Ty jeszcze nie masz. To niesamowite, jak wiele można się nauczyć, patrząc tylko na działania operatora maszyny (naprawdę nie da się tego nauczyć wyłącznie z tej książki). Większość konstruktorów chętnie dzieli się swoim doświadczeniem i wiedzą, ponieważ liczba osób zainteresowanych tymi umiejętnościami się zmniejsza.

Wyposażenie Twojego warsztatu

Aby skompletować wyposażenie domowego warsztatu, potrzebujesz mniej więcej tyle samo pieniędzy co na średniej klasy domowy komputer. Zapewne masz w domu proste narzędzia, takie jak śrubokręty, klucze, młotki, pilniki, piły, linijki, kątowniki, nożyce, szczypce, imadła i wiertła. Gwintowniki i narzynki są rzadziej spotykane w domowych warsztatach, ale nie są ani drogie, ani przerażające. Oczywiście, będziesz potrzebował również dobrze oświetlonego stołu warsztatowego lub innej płaskiej i solidnej powierzchni.

Przy budowaniu robotów korzystam z kilku narzędzi elektrycznych:

- narzędzia wysokoobrotowego, takiego jak Dremel,
- wiertarki stołowej,
- frezarki,
- przecinarki tarczowej (rysunek 1.3).



Rysunek 1.3. Przecinarką tarczową z dużą tarczą można ciąć znaczne ilości materiału szybciej niż ręczną piłką do metalu i uzyskać równiejsze krawędzie

Wielu konstruktorów robotów wspomina jeszcze o takich narzędziach, jak:

- tokarka,
- piła taśmowa,
- wyrzynarka lub ręczna frezarka,
- szlifierka,
- prasa, zacisk, zginarka, dziurkownica,
- spawarka.

Lista ta nie jest kompletna. Jest jeszcze wiele typów urządzeń i maszyn łączących w sobie różne funkcje. W książce tej najczęściej korzystałem z narzędzi z pierwszej listy.

Miniaturowa frezarka

Moim ulubionym narzędziem przy budowaniu robotów jest miniaturowe urządzenie będące połączeniem wiertarki z frezarką. Gdy się w nie zaopatrzyłem, otworzyły się przede mną nowe możliwości.

W podstawowym zakresie pionowa frezarka pozwala ciąć surowy materiał (taki jak plastik lub metal) i tworzyć płaskie lub prostopadłe powierzchnie, ponadto może wycinać rowki, gniazda, otwory, a nawet fazować (zaokrąślać) brzegi. Gdy do tego dołączy się dodatkowe akcesoria, to niemal nie ma ograniczeń w wytwarzaniu potrzebnych elementów. Jeżeli Twój robot będzie potrzebował niewielkiej, niepowtarzalnej części z wycięciem i kilkoma otworami, to do jej wykonania będziesz mógł użyć frezarki.

Przemysłowe frezarki ważą co najmniej kilka ton, są wyższe od lodówki i mają szerokość drzwi garażowych. Używane egzemplarze można kupić już za kilkadziesiąt tysięcy złotych. Nowoczesne frezarki na ogół są skomputeryzowane i zapewniają wysoką precyzję, szybkość i powtarzalność wykonywanych zadań. Oczywiście nie nadają się one dla większości hobbystów z powodów budżetowych oraz z braku miejsca.

Na szczęście dostępne są miniaturowe frezarki o odpowiednich rozmiarach (ważące od 15 do 50 kg i mające wielkość połowy dużego komputera) i cenie (1500 – 3000 zł wraz z akcesoriami i przesyłką) do użytku domowego. Większość frezarek ma również funkcję wiertarki stołowej¹.

Osobiście posiadam urządzenie firmy MicroLux zakupione w sklepie Micro-Mark (<http://www.micromark.com/>). Niezbędnymi akcesoriami są frezy oraz imadło do mocowania obrabianego materiału. Jednak jest to dopiero początek długiej listy wspaniałych akcesoriów, jakie można dokupić. Po kilku latach można się zdziwić, gdy będziemy otoczeni akcesoriami, które razem kosztowały więcej niż sama frezarka.

Maszynę MicroLux wybrałem dlatego, że była największa i najcięższa z modeli w tej cenie. Hobbyści mający mniej miejsca mogą zdecydować się na model Sherline.

Frezarka MicroLux jest dostarczana w częściach — trzeba ją samodzielnie zmontować. Ułatwia to jej transport do warsztatu, jednak może budzić obawy, czy poradzimy sobie z jej złożeniem. Przed zakupem można zapoznać się z instrukcją montażu dostępną na stronie sklepu Micro-Mark. Istnieją również bardzo podobne maszyny firm Harbor Freight oraz Grizzly, niewymagające montażu.

Korzystanie z frezarki

Frezarka jest łatwa w użyciu, ale trudna do mistrzowskiego opanowania. Poniżej wymienione są najważniejsze zagadnienia, o których trzeba pamiętać:

- Frezarka służy wyłącznie do obróbki precyzyjnej. Na początek użyj piły lub podobnego narzędzia do zgrubnego przycięcia materiału i dopiero wtedy rozpocznij obróbkę frezarką.
- Zawsze dokładnie mocuj obrabiany element. Każda wibracja lub nieoczekiwane przesunięcie materiału może uszkodzić narzędzie tnące, obrabiany element, maszynę lub zranić Ciebie.
- Bądź cierpliwy! Tnij powoli, cienkimi warstwami.

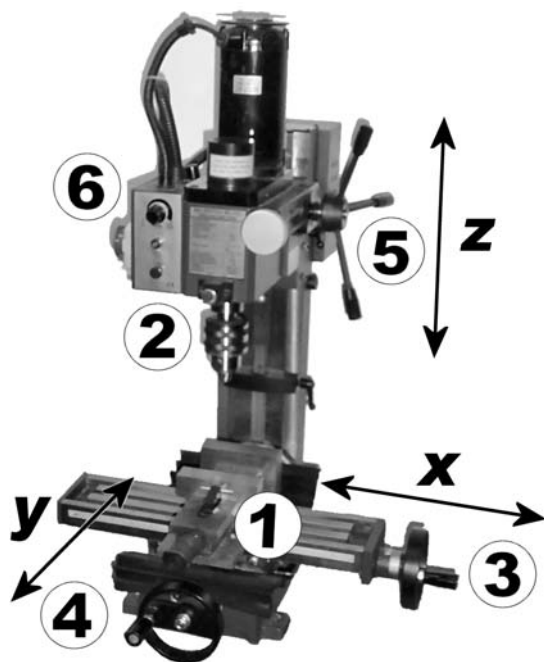
Poniżej przedstawiona jest najczęściej stosowana procedura frezowania (rysunek 1.4):

1. Przytnij materiał (plastik, mosiądz lub aluminium nadające się do miniaturowych frezarek) piłą lub pilarką do mniej więcej oczekiwanej wielkości.
2. Zamocuj element bezpośrednio do stołu frezarki lub w imadle ①.
3. Umieść wiertło lub frez (który wygląda podobnie jak wiertło, ale ma spłaszczoną końcówkę i boczne krawędzie skrawające) w uchwycie frezarki ②.
4. Ustaw pozycję obrabianego elementu, przesuwając za pośrednictwem pokręteł maszynę od lewej do prawej ③, w przód i w tył ④ oraz w górę i w dół ⑤.
5. Włącz zasilanie i ustaw prędkość ⑥.
6. Skoryguj położenie obrabianego elementu za pomocą pokręteł, pozwalając wiertłu na wycięcie otworu lub frezowi na odcięcie fragmentu elementu.

Precyzyjne pozycjonowanie obrabianego elementu za pomocą pokręteł

Zwykle jestem nieco niezgrabny, co powoduje, że nie mogę dokładnie ustawić elementów. Dlatego lubię w frezarce to, że pokrętła (nawet przy ich dosyć dużych obrotach) pozwalają na precyzyjne ustawienie położenia obrabianego elementu. Jeżeli element musi zostać przesunięty nieco w lewo, wystarczy przekręcić odpowiednie pokrętło. Teraz nieco w górę? Nie ma problemu. Przekręcam nieco drugie pokrętło. Za daleko? Co z tego. Przekręcam z powrotem. Ustawienie obrabianego elementu dokładnie tak, jak potrzebuję, nie zajmuje zbyt wiele czasu.

¹ Poszukiwania w polskich sklepach z elektronarzędziami najlepiej prowadzić pod hasłem „wiertarkofrezarka” — *przyp. red.*



Rysunek 1.4. Miniaturowa frezarka MicroLux

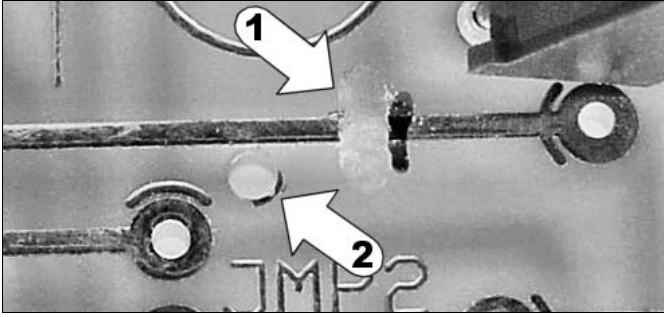
Dane pokrętko zmienia położenie elementu w konkretnej osi, nie zmieniając jego położenia w pozostałych osiach. Aby wyciąć prosty rowek, wystarczy pokręcić jedno pokrętko, gdy pozostałe są zablokowane w odpowiednim położeniu. To bardzo proste.

Jednym z najciekawszych zastosowań wiertarkofrezarki stołowej jest wytwarzanie płytek drukowanych. Zamontuj wytrawioną płytkę w imadle i ustaw ją (stukając w brzeg imadła gumowym młotkiem) równoległe do stołu. Pokrętkami ustaw wiertło na pierwszej linii, na której mają być otwory, i wywierć pierwszy otwór. Następnie kręć tylko jednym pokrętkiem (na przykład pokrętkiem osi x) i wywierć następny otwór na tej linii (wyobraź sobie połowę gniazda DIP z ośmioma otworami). Jeżeli pokrętkła są wyskalowane w tych samych jednostkach co odstęp pomiędzy otworami płytki (na przykład w dziesiątych częściach milimetra), to każdy obrót (lub dwa i pół obrotu) pokrętkła przesuną płytkę dokładnie do następnego otworu.

Po wywierceniu wszystkich otworów wymień wiertło na frez. Ustaw frez na zewnętrznym brzegu płytki i zacznij cięcie. Obracaj jednym pokrętkiem (na przykład osi x), aby wyciąć jeden brzeg płytki. Następnie obracaj drugim pokrętkiem (na przykład osi y), potem wróć do pierwszego pokrętkła (oś x) i na koniec ponownie obracaj drugim pokrętkiem (osi y). W tym przykładzie stół przesuną się w lewo, wstecz, w prawo i w przód, co pozwala uzyskać dokładnie prostokątne brzegi płytki.

Korygowanie błędów na płytce

Innym dobrym zastosowaniem wiertarkofrezarki jest korygowanie błędów na płytce drukowanej. Na rysunku 1.5 widać, jak ściąłem frezem błędnie poprowadzoną ścieżkę miedzianą ①, a następnie wywierciłem wiertłem nowy otwór ② do wstawienia zastępczego przewodu. Czy było trudno ustawić frez i wiertło? Nie, każdy obrót pokrętkła stopniowo ustawiał płytkę dokładnie tam, gdzie chciałem.



Rysunek 1.5. Wiertarkofrezarka pozwala korygować błędy na płytkach drukowanych przez przecinanie ścieżek ① i wiercenie nowych otworów ②

Uzależnienie od frezowania

Przyznaję się, że naprawdę uwielbiam frezować. Jest to bardzo relaksujące. Wiertarkofrezarka to nieocenione narzędzie przy budowaniu robotów. Nie uwierzysz, dopóki sam nie spróbujesz.

Książka ta zaczyna się od przedstawienia sposobów obróbki detali w rozdziałach od 2. do 5. Jeżeli nadal nie jesteś przekonany, czy Ci się to przyda, możesz przejść od razu do opisu elektroniki, który zaczyna się od rozdziału 6.

Łączymy wszystko ze sobą

Budowanie robota wymaga od konstruktora odwoływania się do wielu różnych dyscyplin. Bardzo lubię to, że gdy przy budowaniu robota znudzę się jednym problemem, mogę zająć się innym, który wygląda na całkiem nowy, i nadal przy tym buduję robota.

Czasami na przykład mam ochotę na obróbkę, czasami buduję prototyp z klocków lego, eksperymentuję z układami na płytce prototypowej, projektuję płytkę drukowaną na komputerze, montuję komponenty na płytce i lutuję, łączę ze sobą płytki i części czy też piszę oprogramowanie, jeszcze innym razem zdarza mi się testować robota, a nieraz bawię się po prostu swoją kolekcją robotów.

W książce tej przedstawiłem wszystkie te aspekty. Po przeczytaniu jednej trzeciej książki możesz stracić z oczu jej cel (lub pomyśleć, że to ja go straciłem), dlatego poniżej zamieściłem podsumowanie jej zawartości z uwzględnieniem różnych części, modułów i procesów oraz tego, jak one pasują do siebie.

Grupowanie części mechanicznych

Najważniejsze części mechaniczne opisane w tej książce można pogrupować w następujący sposób:

- **Łącznik silnika (do łączenia silnika z kołem):** rozdziały od 2. do 5. i środek rozdziału 18.
- **Okrągłe platformy robotów:** część rozdziałów 5., 13. oraz 18. Informacje o testowaniu można znaleźć w rozdziale 14.
- **Uchwyty silników (do ich mocowania do konstrukcji robota):** część rozdziałów 13. i 18.

Grupowanie osobnych modułów elektronicznych

Osobne moduły elektroniczne opisane w tej książce można pogrupować w następujący sposób:

- **Zasilacze:** rozdziały 7. i 8.
- **Sterowniki silników (dostarczające prąd do silników):** rozdziały 9. i 10.
- **Czujniki ścian i obiektów:** rozdziały 11. i 12.
- **Wykrywanie podłogi i światła:** rozdział 17.
- **Dźwięk (tony i muzyka):** pierwsza połowa rozdziału 18.

Montaż i testowanie robota

Choć możesz użyć gotowych części oraz modułów elektronicznych, to jednak możesz też zmontować Rondo w następujący sposób:

- **Płyta główna:** łączy zasilacz, sterownik silnika oraz czujnik obiektów na jednej płycie drukowanej opisanej w rozdziale 13.
- **Układ przeniesienia napędu:** łączy silnik, łącznik i uchwyt — rozdział 13.
- **Robot:** łączy w sobie układ przeniesienia napędu, płytkę z układami i bazową platformę z rozdziału 13.
- **Testowanie:** włączanie i testowanie robota Rondo jest przedstawione w rozdziale 14.

Pod koniec rozdziału 13. masz już robota Rondo zmontowanego z części opisanych w książce. Rozdział 14. kończę omówieniem wielu udoskonalień. Zamiast rozpoczynać budowę nowego robota, możesz udoskonalić Rondo w następujący sposób:

- **Sterowanie:** w rozdziale 15. opisałem mikrokontrolery. W rozdziale 16. dodaję jeden z nich do robota wraz z przyciskiem i przełącznikiem DIP pozwalającym na konfigurację.
- **Rozbudowa sensorów:** w rozdziale 17. dodałem wykrywanie podłogi.
- **Dźwięki:** w rozdziale 18. dodałem generowanie dźwięków i muzyki.

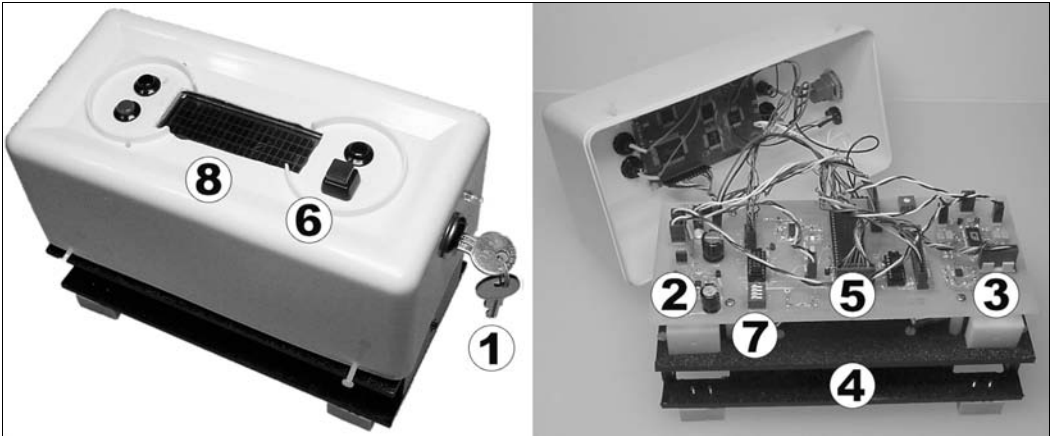
Wykorzystanie części i technik w innych robotach

Gdy na witrynie WWW, w czasopiśmie lub w prezentacji przedstawionej przez znajomego konstruktora natkniesz się na opis szczególnie dobrze zaprojektowanego robota, możesz poczuć się nieco onieśmielony, a nawet zniechęcony. Jest to iluzja powodowana postrzeganiem robota jako całości, a nie jako zbioru części, z których większość nie jest prawdopodobnie skomplikowana bardziej niż przykładowe obwody zalecane przez producentów części.

Po zbudowaniu kilku robotów zaczynasz nabywać umiejętność dostrzegania pojedynczych części tych skomplikowanych maszyn. Zauważasz wtedy moduły robota skonstruowanego przez znajomego, z których kilka to specjalne rozwiązania, sprawiające, że całość prezentuje się doskonale.

W książce tej przedstawię poza robotem Rondo kilka innych robotów. Niektóre części (moduły) robotów Kanapka, Zupa, Bugdozer, Miłego Dnia, Hard2C, Prędkość Światła oraz Beztroski będą ilustrowały określoną technikę czy alternatywne rozwiązanie. Choć każdy z tych robotów jest unikatowy, wszystkie one mogą być podzielone na klasyczne elementy zademonstrowane w robocie Rondo.

Na przykład Zupa wydaje się zupełnie innym robotem (rysunek 1.6), a jednak ma włącznik zasilania ①, zasilacz ②, sterownik silnika ③, uchwyt silnika i łączniki ④, mikrokontroler ⑤, przyciski ⑥ oraz przełączniki DIP ⑦, które służą do tych samych celów co w robocie Rondo.



Rysunek 1.6. Tak samo jak każdy inny robot, Zupa ma wiele elementów identycznych z tymi, które występują w robocie Rondo (plastikowa obudowa została wykonana z pudełka po chusteczkach dla niemowląt)

Kilka części robota Zupa jest fajniejszych niż ich odpowiedniki z robota Rondo. Na przykład przełącznikiem zasilania stała się stacyjka ① pozyskana ze starego komputera, zasilacz zawiera cewkę ②, co pozwala zaoszczędzić prąd z baterii, a wyświetlacz jest wykonany w technologii LCD ⑧ zamiast LED. Jednak robot ten nie jest zbyt daleko od robota Rondo w obrębie wiedzy na temat robotów.

Mam nadzieję, że po przeczytaniu tej książki będziesz patrzył na inne roboty inaczej niż wcześniej. Będziesz umiał podzielić je na części, powielić moduły, które uznasz za interesujące lub wartościowe, a następnie dodać coś od siebie.

Zgoda? Gotowy? Zaczynamy!

Skorowidz

A

akryl, 34
aktualizacje, 20
akumulator 12 V, 126
akumulatory niklowo-wodorkowe, 125
algorytm podążania za linią, 355–357

B

badanie minimalnego napięcia
wejściowego, 117
bateria, 125, 137
bezpieczeństwo, 20
bezpiecznik
automatyczny, 138
polimerowy, 139
PPTC, 134, 139–141
topikowy, 138
beziprzewodowe wideo, 384
bicie, 57
blokada głębokości, 52
błędy logiczne, 148
bramka logiczna, 89, 177
budowa
detektora, 222
mostka H, 188
obwodu dźwiękowego, 362
obwodu sterownika silnika, 183
platformy, 255
robota Rondo, 241–272
zasilacza, 111

C

cechy
stabilizatorów, 122
sterownika, 148
centrowanie
kół, 259
otworów, 35
piasty, 84
wiertła, 60, 270
cięcie aluminium, 46, 73
cyfrowy światłomierz, 345
czas
ładowania kondensatora, 133
wyłączania, 132
części mechaniczne, 27
czułość fotorezystora, 346

D

detektor podczerwieni, 214, 229–236
Patrz także układ PNA4602M
ograniczenia, 236
zasięg, 238
detektor podwójny, 223
diagnozowanie problemów, 234
diagram połączeń, 89
dioda
dwukolorowa, 218, 219
gasząca, flyback, 156
IR, 95
LED, 95, 152
matowana, 102
podczerwieni, 224
podczerwieni standardowa, 231

Schottky'ego 1N5817, 143, 156, 185
Zenera, 142–145
długość fali, 223
dobór
bezpieczników PPTC, 141
kondensatorów, 225
kondensatorów blokujących, 137
kondensatorów buforowych, 133
 tranzystorów mocy MOSFET, 191
wartości rezystora, 180
dogrzewanie końcówek, 326
dopasowanie częstotliwości, 235
dostrajanie detektora, 229, 278
dyski adaptera piasty, 72
dzielnik napięcia, 342–344

E

efektywność sterownika, 210, 211
eksploracja pomieszczeń, 384
eliminowanie
odbić, 335, 337
przebić, 188
emiter, 230

F

fala 38 kHz, 216, 221
fałszywe impulsy, 226
fotodioda, 348
fotorezystor, 341
badanie rozbieżności, 347
obliczanie czułości, 346
obliczanie rezystancji, 346
określanie rozrzutu, 347

fototranzystor, 216
 frezarka, 24
 frezarka MicroLux, 25
 frezowanie, 47, 75, 78, 255, 354
 funkcje mikrokontrolerów, 302

G

generator PWM, 338
 generowanie
 muzyki, 338, 361
 sygnału zegarowego, 313
 głębokość otworu, 51
 głośność, 363
 gniazda dla układu 74AC14, 322
 gniazdo DIP, 321
 gwintowanie, 48, 59–62, 255, 271
 gwintownik
 wstępny, 61
 zwykły, 61

H

hamowanie, 151, 164
 hamulec elektroniczny, 152, 162

I

informacja zwrotna, 202
 interfejs, 167, 187
 NPN, 170
 SPI, 339
 TWI, 339
 inwerter, 234
 inwerter 74AC14, 218
 izolowanie
 mocy, 123
 zakłóceń, 123, 137, 182

J

jazda do tyłu, 280
 jazda próbna, 273
 język programowania, 297

K

kamera wideo, 383
 kanał n, 176, 182, 188
 kanał p, 184, 188
 karta rozszerzeń, 320, 323, 330
 kątownik aluminiowy, 371

klej
 cyjanoakrylowy, 85
 epoksydowy, 63, 85
 klejenie, 85, 86
 kod paskowy rezystorów, 93
 koła, 379
 koła LEGO, 69
 koło pasowe, 261
 kombinacje
 przełączników mostka, 166
 w układzie SN754410, 200
 w układzie MC33887, 203
 komponenty
 montowane powierzchniowo, 103, 106
 przewlekane, 104
 komunikacja szeregową, 339
 kondensator, 110, 135
 aluminiowy elektrolityczny, 227
 blokujący, 136
 buforowy, 130
 konstrukcje, 95
 monolityczny, 135
 napięcie, 95
 niespolaryzowany, 94
 odsprężający, 137
 poliestrowy, 135
 tantalowy, 134, 226
 temperatura robocza, 95
 konfiguracja
 płytki stykowej, 99
 układu LM1117, 119
 konwerter poziomów, 167
 korygowanie błędów, 278
 krzywa doświadczenia, 103

L

LEGO MINDSTORMS®, 19
 liniowy stabilizator napięcia, 108, 114,
 117, 146
 lutowanie
 gniazda DIP, 327
 komponentów, 105
 skręconych płytek, 325
 złącza szpilkowego, 325

Ł

łączenie
 przewodów, 90
 równoległe tranzystorów, 193
 silnika z kołem, 31
 tranzystorów bipolarnych, 195

łącznik, 31
 centrowanie otworów, 35–37
 piasty, 70, 71
 łączniki teleskopowe, 32
 łączniki z prętów, 33, 39, 65
 długość, 40
 materiał, 34, 41
 narzędzia, 39
 spłaszczanie końców, 58
 średnica, 41
 uchwyt, 45
 wyrównywanie końców, 43

M

maksymalna pojemność, 133
 materiały na śruby, 324
 mikrokontroler, 147, 167, 170, 217
 Atmel, 317
 ATmega168PA, 333
 ATtiny84, 293
 moduł nadzorujący, 315
 obudowy, 303
 pamięć, 309
 Parallax, 317
 szybkość, 312
 wyprowadzenia, 333
 wejściowe, 303
 wyjściowe, 305
 zerowania, 304
 zasilanie, 333
 zegar nadzorujący, 315
 mikroprzełącznik, 336
 minimalne napięcie wejściowe, 113, 117
 modulator PWM, 366
 moduły, 21
 moduły elektroniczne, 28
 moment obrotowy, 260
 montaż, 28
 bezpieczników PPTC, 140
 kondensatorów, 227
 osi kół, 374
 powierzchniowo, 103
 sensorów, 381
 silnika, 370
 silników, 258
 układu napędowego, 374
 mostek, 90
 bipolarny H, 161, 165, 170, 190, 199
 H MOSFET, 201
 multimetr, 118, 233, 354

N

nadajnik podczerwieni, 223
 napięcie
 baterii, 125
 domyslnie, 178, 180
 dostarczane silnikom, 148
 stabilizowane, 168
 VGS, 116
 wejściowe stabilizatora, 121
 wyjściowe sterownika, 208, 209
 narzędzia elektryczne, 23
 natężenie dostarczane silnikom, 148
 niejednoznaczność wykrycia, 287
 niski spadek napięcia, 114
 nylon, 263

O

obciążanie
 stabilizatora napięcia, 124
 aktywne, 159
 obracanie się robota, 281, 284
 obroty, 151, 162
 obroty swobodne, 151
 obróbka mechaniczna, 23
 obudowa przewlekana, 117
 obudowa robota
 Rondo, 248
 Rondo Pro, 367
 obwody
 NPN i PNP, 159
 robota Rondo, 244
 stabilizowane, 142
 obwód
 „światel drogowych”, 288, 289
 dźwiękowy, 362
 mostka H, 166
 odczytu jasności, 348
 opornik-kondensator, 287
 sterownika silnika, 153, 157, 170,
 176, 183–185
 wskaźnika, 218
 wykrywający, 217
 odczyt stanu przycisku, 335
 odsprężanie, 137
 odtwarzanie
 muzyki, 365
 nuty, 365
 odwrotne podłączenie
 przełącznika, 169
 baterii, 110, 114, 119–122, 169
 odwrotny przepływ prądu, 110, 143

ograniczanie zakłóceń, 123, 137, 182
 ograniczenia
 detekcji, 236
 obwodu oscylatora, 236
 opona, 83
 opóźnienie w wykrywaniu, 217
 oscylogram, 102, 132
 oscyloskop, 233
 osłanianie detektorów, 330
 oś LEGO, 63
 oznaczenia
 diod, 95
 kondensatorów, 94
 rezystorów, 92
 oznaczenia elementów
 liczbowe, 91
 literowe, 91

P

pakiet BASCOM-AVR, 297
 pamięć
 EEPROM, 296
 Flash, 296
 mikrokontrolera, 309
 nieulotna, 309
 RAM, 310
 SRAM, 310
 ulotna, 310
 PCW, 34
 piasta, 70, 83
 pilot, 216
 piłowanie, 44
 plastik, 33, 73
 pleksiglas, 34
 płyn do gwintowania, 49
 płyta główna, 323
 płyta stykowa
 konfiguracja, 99
 zasilanie, 99
 płytki do montażu
 powierzchniowego, 105
 podłączanie silników, 124, 279
 pojemności
 bramek, 188
 kondensatorów, 94, 130
 poliwęglan, 34
 pomiar
 częstotliwości, 233
 odległości, 238
 prądu silnika, 205
 rezystancji, 274, 275
 światła, 345
 wałka silnika, 40

porażenie, 101
 porty szeregowo, 308
 poruszanie się robota, 280, 367
 powiększanie otworów, 54, 81
 pozycjonowanie
 otworów, 79
 wiertła, 266
 półmostek, 159
 prąd spoczynkowy, 123
 pręt aluminiowy, 41
 program
 debugowanie, 298
 kompilowanie, 298
 przesyłanie, 298
 programowanie mikrokontrolera, 296
 projekt
 karty rozszerzeń, 319
 korpusu, 250
 promieniowanie podczerwone, 214
 protokoły szeregowo, 308
 przebiecie, 188
 przebieg trójkątny, 234
 przebiegi napięcia, 131
 przecinanie ścieżek, 27
 przekierowanie
 silników, 332
 sygnałów, 331
 przełączanie
 diody dwukolorowej, 278
 tranzystora, 176
 przełącznik, 155
 DIP, 337
 DPDT, 132
 dźwigniowy, 381, 382
 przepięcie, 137, 143
 przerzutnik Schmitta, 234
 przetwornik analogowo-cyfrowy, 206
 przycinanie prętów, 42
 przycisk, 336
 pseudokod, 300, 314
 punktak, 254
 punktowanie otworów, 253

R

rezystancja, 275, 276
 przełącznika, 192
 tranzystora MOSFET, 193
 układów robota, 133
 zastępcza, 194
 rezystor
 kod paskowy, 93
 konstrukcje, 92

rezystor
 obniżający, 181, 182
 ograniczający prąd, 155
 podciągający, 181, 184

robot
 BEAM, 19
 Beztroski, 378, 383
 Bugdozer, 28
 Hard2C, 28
 Kanapka, 23, 158
 Miłego Dnia, 152, 214
 minisumo, 67
 minisumo Hard2C, 237
 Prędkość Światła, 28
 sumo, 359
 Zupa, 29, 257, 270

robot Rondo, 22, 241–272
 cechy, 250
 centralna platforma, 255
 jazda próbna, 273
 karta rozszerzeń, 320
 kierunek ruchu, 245
 koła, 257
 korpus, 250
 korygowanie błędów, 278
 manewry, 282
 obudowa, 248
 obwody elektroniczne, 243
 ograniczenia, 262
 osiągi, 279
 silniki, 248, 256
 skręcanie, 246
 uchwyt na silniki, 262, 271
 zasilanie, 245
 zębatki, 259

robot Rondo Pro, 367
 montaż silnika, 370
 podwójna platforma, 367
 silnik, 370
 szczeliny na koła, 369
 układ napędowy, 369, 374

rozmiary fotorezystorów, 342

rozwiertak, 54

równoległy montaż, 194

ryzyko
 porażenia, 101
 wygięcia wałka, 69

S

schemat, 89
 chronionego robota, 140
 detektora, 221
 mikrokontrolera, 299, 307

modułu zasilania, 109, 111
 mostka H, 170, 186, 189, 190
 mostka H MOSFET, 187
 obwodów robota Rondo, 244
 obwodu dźwiękowego, 362
 obwodu eliminacji odbić, 335
 obwodu stabilizatora napięcia, 130
 przełączników DIP, 337
 regulowanego stabilizatora
 napięcia, 119
 sterownika silnika, 154, 157, 168,
 176, 183, 184, 193, 202
 układu konwertera światła, 343
 zabezpieczenia
 przeciwpięciowego, 144

sensor
 kontaktu fizycznego, 378
 TSL257, 350, 351

silnik
 hamowanie, 151, 152, 163
 kontrola szybkości, 190
 moc, 148
 obroty, 150, 165
 pomiar prądu, 205
 sterowanie, 147–212
 sterownik, 196, 207
 sterownik zaawansowany, 201
 włączanie, 178
 wyłącznik zasilania, 154
 zakłócenia, 148
 zasilanie, 149

silniki
 Escap, 249
 LEGO, 68
 Nihon, 375
 w kole, 67

siła dźwięku, 362

skręcanie, 246

spacer pijaka, 285

spacer robota Rondo, 286

spadek napięcia, 125

sprawdzanie
 głębokości otworu, 57, 84
 napięcia, 276
 natężenia, 277

stabilizacja zasilania, 167

stabilizator napięcia, 101, 107
 7805, 108, 125
 LM1117, 118, 120
 LM1117T ADJ, 117

stabilizatory napięcia
 impulsowe, 129
 liniowe, 108, 129
 regulowane, 118

stabilizowanie silników, 182

stan
 pośredni przełącznika, 338
 zatrzymania, 332

sterowanie
 dwukolorowymi diodami, 334
 głośnikiem, 363
 silnikami, 332, 334
 wyświetlaczem, 301

sterownik silnika, 147, 170, 176,
 196–198
 dwutranzystorowy, 159
 tranzystorowy, 224

stół obrotowy, 87

sygnał
 modulowany, 216
 wykrycia, 288
 zegarowy, 313, 314

sygnały PWM, 308

symbol
 diody LED, 96
 masy, 97

szczelina, 81

szlifowanie, 43, 85

szybkie impulsy, 202

szybkość zegara, 312

Ś

ślizgacze, 269

ślizganie się pasa, 261

śruba
 imbusowa, 324
 M3, 54
 M6, 76
 ustalająca, 59, 62

T

tarcie, 374

teflon, 73, 86

test stabilizatorów napięcia, 120

testowanie
 modułów, 274, 353
 robota, 28
 sensorów, 278

tranzystor
 bipolarny, 154, 195
 NPN 2222A, 153, 157, 170
 PNP 2907A, 157, 158
 FU5505, 116
 mocy, 114
 MOSFET, 115, 176, 186, 192
 MOSFET T1, 115

tryby pracy silnika, 149, 172, 203
trymer Bourns, 225
tworzywo ABS, 34

U

uchwyty
 łącznika, 39, 45, 54
 silnika, 256, 262, 269, 374
układ
 25C320, 310
 4424, 173
 4426, 173
 4427, 171, 173
 4427A, 197
 4428, 173
 74AC14, 219, 322, 331, 340
 7805, 108
 Advanced CMOS, 219
 CD74AC05E, 171
 CMOS, 167
 DS1230, 310
 IR4427, 173
 IRF7343, 189
 IXDN404PI, 173, 198, 199
 IXYS IXDN404PI, 173
 LM2940, 123
 LM2940CT-5.0, 113
 LP2954IT, 113
 MAX4427, 189
 MAX8881EUT50, 127
 MC33887, 201–206
 MCP1702-5002E, 113
 MOSFET, 92, 195
 MOSFET FU5505, 116
 MOSFET IRLU024N, 177
 MOSFET MC33887VW, 204
 PNA4602M, 214–228, 240
 PPTC, 140
 SN754410, 199
 TAOS TSL257, 349
 TC4427ACPA, 173
 TPS2812P, 173
układy
 bipolarne, 103, 195
 CMOS, 103, 177
 logiczne, 147, 168, 172
 scalone, 195
 sterownika silnika, 156, 158, 169
wykrywania
 dźwięku, 135
 fali, 221
 odbicia światła, 350
usuwanie zakłóceń, 218
usypianie, 202

W

walek silnika, 34, 68, 375
wasy robota, 380, 381
widok robota Rondo, 242, 243
wielkość programu, 297
wiercenie otworów, 33, 47, 78,
 266–269, 372
 w aluminium, 73
 w łączniku, 55, 60
 w plastiku, 33
 w środku piasty, 84
wiertarkofrezarka, 27
wiertło
 do nawiercania, 53
 o szlifie krzyżowym, 50
 o zmniejszonym chwycie, 84
 standardowe, 50
witryny internetowe, 385
wybór
 części, 90
 diod podczerwieni, 223
 głośnika, 363
 gwintownika, 61
 kondensatora taktującego, 228
 konstrukcji kondensatora, 95
 kół, 378
 materiału, 73
 mikrokontrolera, 295, 316
 napięcia, 343
 napięcia przebiecia, 145
 płytki stykowej, 98
 rezystora, 344
 tranzystora mocy, 116
 trymerów, 224
 układu 4427, 171
 układu logicznego, 294
 układu wzmacniacza dźwięku, 364
 wiertła, 49, 83
 wyłącznika zasilania, 113
 zasilacza sieciowego, 99
 zębatek LEGO, 259
wyciek
 podczerwieni, 247
 sygnału, 230
wydajność prądowa sterowników, 208
wykonywanie płytek drukowanych, 103
wykres
 fali dźwiękowej, 364
 odpowiedzi fotorezystora, 347
 prądu zaporowego, 143
 rezystancji, 345
wykrywacz dymu, 135

wykrywanie
 cieni, 380
 fali podczerwonej, 214
 jasności, 341, 348
 niskiego napięcia, 132
 odbicia światła, 349
 budowa układu, 350–354
 schemat układu, 349
 testowanie obwodu, 353
 ścian i przeszkód, 334, 379
 unoszenia robota, 382
 zdarzeń, 206
wyłączanie, 131
wyłącznik zasilania, 154, 329
wymagania, 17
wyprowadzenia
 mikrokontrolera, 303
 detektora, 218
wyświetlacz, 301
wytaczadło, 54
wzmacniacz dźwięku LM386, 362

Z

zabezpieczanie
 podobwodów, 182
 stabilizatora, 110
 tranzystora, 156
zabezpieczenie
 nadprądowe, 137
 przeciwprzeciężeniowe, 144
 przeciwzwarceniowe, 122, 137
zabezpieczenie przed
 odwrotnym podłączeniem, 122
 przegrzaniem, 122
zalety
 mikrokontrolerów, 295
 układów logicznych, 294
zasilacz, 96
 kondensatory, 112
 obniżenie napięcia, 113
 przepływ prądu, 112
 wyłącznik, 113
zasilacze
 z zabezpieczeniem, 112
 profesjonalne, 100
 regulowane, 117
zastępcza rezystancja szeregową, 130
zawody robotów sumo, 357
złącze
 Molex, 322, 339
 szpilkowe, 291, 321
zmiana w obwodzie detektora, 289

zmniejszanie spadku napięcia, 115
zwarcie, 137, 160
przeciwpzepięciowe, 144
zasilania, 143

zwiększanie
przełożenia, 260
rezystancji, 116, 139

Ż

żywołność baterii, 131

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>

GRUPA WYDAWNICZA



Helion SA

Spełnij swoje marzenia o budowie robota!

Czy chcesz zbudować robota, który choć nie ma zdalnego sterowania, jest w stanie przemierzać pomieszczenia, kroczyć po linii lub walczyć z przeciwnikami? W tej książce znajdziesz dokładne instrukcje oraz zdjęcia, opisy obwodów i części — wszystko, dzięki czemu będziesz mógł bez trudu skonstruować własnego, użytecznego robota.



Książka *Budowa robotów dla średnio zaawansowanych* zawiera praktyczną wiedzę, którą może się podzielić wyłącznie doświadczony budowniczy robotów — wiedzę, którą początkujący może zdobyć tylko ucząc się na własnych błędach. Znajdziesz tu wypróbowane algorytmy podążania za linią oraz porady na temat tego, które elementy elektroniczne warto szlifować. Dowiesz się, że dobrze umieszczony przełącznik pozwala unikać przeszkód lepiej niż para czulek. Nauczysz się również, jak zabezpieczać kondensatory przed eksplozją... Będziesz korzystać z wielu technik stosowanych przez zawodowych inżynierów robotyków — doświadczysz przy tym tych samych wyzwań i radości, gdy Twój robot „ożyje”.

To doskonała propozycja zarówno dla czytelników pierwszej książki Davida Cooka *Budowa robotów dla początkujących*, jak i dla domorośłych naukowców, którzy samodzielnie nauczyli się podstaw. Powodzenia!

W trakcie lektury:

- zastęsujesz zaawansowane detektory przeszkód
- rozwiążesz problemy z zarządzaniem energią
- efektywnie wykorzystasz silniki
- zbudujesz w pełni funkcjonalnego robota



TECHNOLOGY IN ACTION™

Apress®

helion.pl
księgarnia
internetowa

(Nr katalogowy: 13280)



Księgarnia internetowa
<http://helion.pl>



Zamówienia telefoniczne:

0 801 339900



0 601 339900



Helion

Sprawdź najnowszą promocję:
• <http://helion.pl/promocje>
Książki najchętniej czytane:
• <http://helion.pl/bestsellery>
Zamów informacje o nowościach:
• <http://helion.pl/novosci>

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

sięgnij po **WIECEJ**



KOD KORZYŚCI

ISBN 978-83-246-5529-8



Cena: 69,00 zł

Informatyka w najlepszym wydaniu