LABORATORIUM LEGO® MINDSTORMS® EV3

Buduj, programuj i eksperymentuj

Daniele **Benedettelli**

Helion

no starch press

Tytuł oryginału: The LEGO MINDSTORMS EV3 Laboratory:
Build, Program, and Experiment with Five Wicked Cool Robots!

Tłumaczenie: Dorota Konowrocka-Sawa
Skład: Marcin Chłąd

ISBN: 978-83-246-9579-9

Original edition Copyright © 2014 by Daniele Benedettelli.
All rights reserved.

Published by arrangement with No Starch Press, Inc.

Polish edition copyright © 2015 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 jakiejkolwiek 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/lableg
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

• Kup książkę
• Poleć książkę
• Oceń książkę

• Księgarnia internetowa
• Lubię to! » Nasza społeczność

Spis treści

Wprowadzenie **15**
Zabawa bez komputera. 15
Dla kogo jest ta książka?. 15
Czego potrzebujesz, by móc skorzystać z tej książki?. 15
Oprogramowanie EV3. 15
Układ tej książki 16
Strona internetowa. 16
Zaczynajmy wreszcie! 16

Komiks: Uczeń mechatronika **17**
ciąg dalszy 33, 63, 85, 104, 116, 124, 153, 199, 215, 254, 275, 321, 336, 388, 411, 434

1
Twój zestaw LEGO MINDSTORMS EV3 . . . . . **21**
Budowanie bez studów. 21
Ze studami kontra bez studów: różnice strukturalne. 21
Nazywanie elementów 22
Belki 23
Belki proste 23
Belki łamane 23
Ramki. 24
Cienkie belki i cięgna 24
Łączniki 24
Piny i piny z osią 24
Otwory krzyżowe i okrągłe 25
Osie i nakładki 26
Łączniki pinów, łączniki osi oraz łączniki kątowe. 27
Łączniki wielopłaszczyznowe. 27
Koła zębate 28
Koła, opony i gąsienice. 29
Elementy dekoracyjne 29
Inne części 30
Elementy elektroniczne 30
Różnice pomiędzy zestawami EV3 dostępnymi w sprzedaży detalicznej i zestawami edukacyjnymi. 31
Podsumowanie 32

2
Budujemy Wędrowca **35**
Moduł podstawowy. 37
Wędrowiec na kołach 41
Zderzak z czujnikiem dotyku. 43
Wędrowiec ze zderzakiem z czujnikiem dotyku 45
Moduł podążania wzdłuż linii. 46
Wędrowiec podążający wzdłuż linii. 46
Przedni czujnik podczerwieni 48
Wędrowiec z przednim czujnikiem podczerwieni 49
Moduł podążania wzdłuż ściany. 50

Kup książkę Poleć książkę

Wędrowiec podążający wzdłuż ściany . . . 50
Alternatywa: Wędrowiec z modułami podążania wzdłuż ściany lub podążania wzdłuż linii . . . 51
Kurzołapka Dextera . . . 52
Wędrowiec z kurzołapką . . . 54
Wariant nr 1: Wędrowiec z kurzołapką i zderzakiem z czujnikiem dotyku . . . 56
Wariant nr 2: Wędrowiec podążający wzdłuż ściany z kurzołapką . . . 57
Wędrowiec na gąsienicach . . . 58
Sekretny projekt: moduł chwytania . . . 62
Podsumowanie . . . 62

3
Programowanie . . . 65
Elementy składowe każdego programu . . . 65
Sekwencje . . . 66
Decyzje . . . 66
Pętle . . . 66
Programowanie za pomocą programu klocka EV3 . . . 67
Twój pierwszy program dla klocka EV3 . . . 67
Paleta bloków . . . 72
Bloki akcji . . . 72
Blok ruchu . . . 72
Blok dużego silnika . . . 73
Blok średniego silnika . . . 73
Blok wyświetlacza . . . 74
Blok dźwięku . . . 74
Blok lampki statusu klocka EV3 . . . 75
Bloki oczekiwania . . . 75
Blok oczekiwania czujnika dotyku . . . 75
Blok oczekiwania czujnika światła odbitego . . . 75
Blok oczekiwania czujnika koloru . . . 75
Blok oczekiwania przycisków klocka EV3 . . . 76
Blok oczekiwania obrotów silnika . . . 76
Blok czasu oczekiwania . . . 76
Blok oczekiwania czujnika podczerwieni . . . 77
Blok oczekiwania zdalnego nadajnika podczerwieni . . . 77
Blok pętli . . . 77
Podsumowanie . . . 78

4
Zaawansowane programowanie za pomocą programu klocka EV3 . . . 79
Wędrowiec ze zderzakiem z czujnikiem dotyku . . . 79
Każemy Wędrowcowi jechać po geometrycznie określonej trasie . . . 80
Każemy Wędrowcowi podążać wzdłuż linii . . . 80
Wykorzystywanie programu klocka do podążania wzdłuż linii . . . 81
Doskonalenie charakterystyki ruchu . . . 81
Każemy Wędrowcowi podążać wzdłuż ścian . . . 82
Doskonalenie charakterystyki ruchu . . . 83
Podsumowanie . . . 84

Kup książkę Poleć książkę

5
Programowanie EV3 . . . 87
Ustawienia oprogramowania EV3 . . . 87
Przegląd oprogramowania EV3 . . . 87
Hol . . . 87
Interfejs programowania . . . 88
Karta sprzętu . . . 90
Menu narzędzi . . . 91
Palety programowania . . . 92
Bloki akcji . . . 92
Bloki przebiegu programu . . . 92
Bloki czujników . . . 92
Bloki operacji na danych . . . 93
Bloki zaawansowane . . . 93
Moje bloki . . . 93
Właściwości projektu . . . 93
Podłączanie klocka EV3 do Twojego komputera . . . 94
Importowanie programu klocka EV3 . . . 95
Analiza zaimportowanego programu klocka EV3 . . . 96
Edycja zaimportowanego programu klocka . . . 96
Dążenie do precyzji . . . 97
Pokonywanie określonej odległości . . . 98
Obrót o ściśle określoną liczbę stopni . . . 98
Eksperymentowanie z blokami akcji . . . 99
Sterowanie przebiegiem programu . . . 101
Blok przełącznika . . . 102
Podsumowanie . . . 103

6
Eksperymentowanie z systemem podczerwieni EV3 . . . 105
Zdalny nadajnik podczerwieni . . . 105
Posługiwanie się zdalnym nadajnikiem podczerwieni jako pilotem . . . 106
Wykorzystanie bloków czujników i kabli danych . . . 107
Funkcje oprogramowania EV3 służące usuwaniu błędów programów . . . 108
Eleganckie wyświetlanie danych za pomocą bloku tekstu . . . 109
Rozumienie typów danych . . . 110
Zamiana typu danych . . . 111
Podążanie za zdalnym nadajnikiem podczerwieni . . . 111
Wykorzystywanie podstawowych operacji bloku operacji arytmetycznych . . . 114
Podsumowanie . . . 115

7
Matematyka leżąca u podstaw magii! . . . 117
Radzenie sobie z błędem pomiaru . . . 117
Blok operacji arytmetycznych w trybie zaawansowanym . . . 118
Blok zaokrąglenia . . . 118
Blok porównania . . . 120
Przekształcanie wartości liczbowych w wartości logiczne . . . 120
Wbudowane bloki porównania . . . 120
Blok stałej . . . 121
Doskonalenie naszego programu podążania wzdłuż ściany . . . 121
Podsumowanie . . . 123

Kup książkę
Poleć książkę

8
Instrukcje LEGO . . . 127
Odsłaniamy sekrety belek łamanych . . . 127
Trójkąty kontra prostokąty . . . 128
Wydłużanie belek . . . 131
Wzmacnianie . . . 132
Łączniki wielopłaszczyznowe . . . 134
Powtórka z przekładni . . . 135
Prawidłowe łączenie kół zębatych . . . 135
Konstruowanie przekładni . . . 137
Połączenia kół . . . 138
Przekładnie pod kątem prostym . . . 139
Przekładnie . . . 142
Przekładnia ślimakowa . . . 143
Przekształcenie ruchu . . . 145
Koncepcje konstrukcji silników . . . 147
Średni silnik z wyjściem przednim nr 1 . . . 147
Średni silnik z wyjściem przednim nr 2 . . . 148
Średni silnik z pojedynczym wyjściem bocznym . . . 149
Średni silnik z podwójnym wyjściem bocznym . . . 149
Średni silnik z pojedynczym zredukowanym wyjściem bocznym . . . 150
Średni silnik z przekładnią . . . 150
Średni silnik z wieloma wyjściami . . . 151
Duży silnik z wyjściem poziomym . . . 152
Opcje przekładni dużego silnika . . . 152
Podsumowanie . . . 152

9
Budujemy Gęś Kapitolińską . . . 155
Jak chodzi Gęś? . . . 155
Konstrukcja prawej nogi . . . 156
Konstrukcja lewej nogi . . . 162
Konstrukcja główna . . . 169
Konstrukcja lewej stopy . . . 171
Konstrukcja prawej stopy . . . 174
Konstrukcja główna . . . 176
Konstrukcja tylnego wspornika . . . 179
Konstrukcja przedniego wspornika . . . 184
Konstrukcja główna . . . 185
Konstrukcja szyi . . . 191
Konstrukcja główna . . . 195

10
Programujemy Gęś Kapitolińską . . . 201
Program klocka EV3 dla Gęsi Kapitolińskiej . . . 201
Program . . . 201
Jak to działa . . . 201
Uruchamianie robota i rozwiązywanie problemów . . . 202
Importowanie i edytowanie programu w oprogramowaniu EV3 . . . 203
Robienie kopii . . . 203
Modyfikacja programu . . . 203

Kup książkę Poleć książkę

Tworzenie bloków własnych za pomocą narzędzia My Block Builder . . . 204
Tworzenie bloków własnych z gniazdkami wejściowymi i wyjściowymi . . . 206
Automatyczne dodawanie parametrów i gniazdek wyjściowych do bloków własnych . . . 208
Dodatkowa konfiguracja bloku własnego . . . 209
Tworzenie programu zaawansowanego . . . 209
Blok własny ResetBody . . . 209
Tworzenie zaawansowanego bloku własnego sterującego kroczeniem . . . 211
Ostateczny program Gęsi Kapitolińskiej . . . 212
Blok operacji logicznych . . . 213
Blok czasomierza . . . 213
Podsumowanie . . . 214

11
Budujemy Superauto . . . 217
Konstrukcja główna . . . 218
Konstrukcja maski . . . 222
Konstrukcja główna . . . 225
Konstrukcja dachu samochodu . . . 239
Konstrukcja główna . . . 240
Konstrukcja układu kierowniczego . . . 242
Konstrukcja główna . . . 244
Budujemy pilota . . . 248
Podsumowanie . . . 253

12
Programujemy Superauto . . . 257
Dyferencjał elektroniczny kontra dyferencjał mechaniczny . . . 257
Wykorzystanie zmiennych . . . 258
Zastosowanie tablic . . . 259
Stosowanie bloku zmiennej z tablicami liczbowymi i logicznymi . . . 259
Używanie bloku operacji tablicowych . . . 260
Zastosowanie bloku przełącznika z wieloma ramkami . . . 260
Wykonywanie sekwencji równoległych (multitasking) . . . 261
Budujemy bloki własne . . . 262
Blok własny ResetSteer . . . 262
Blok własny Steer . . . 262
Blok własny Drive . . . 263
Blok własny ReadRemote2 . . . 264
Programowanie samochodu do omijania przeszkód . . . 266
Programowanie samochodu pod kątem zdalnego sterowania . . . 267
Posługiwanie się tablicami do wyczyszczenia bloku własnego ReadRemote . . . 267
Programowanie samochodu do podążania za nadajnikiem . . . 269
Blok własny Sign . . . 269
Blok własny Saturation . . . 271
Blok własny ReadBeacon . . . 271
Blok zakresu . . . 271
Program FollowBeacon . . . 272
Wzbogacanie Superauta o syrenę . . . 272
Blok przerwania pętli . . . 273
Blok zakończenia programu . . . 274
Podsumowanie . . . 274

Kup książkę
Poleć książkę

13
Budujemy Wartownika 277
Konstrukcja główna 278
Konstrukcja prawej nogi 282
Konstrukcja główna 285
Konstrukcja lewej nogi 285
Konstrukcja główna 288
Konstrukcja torsu 292
Konstrukcja główna 297
Konstrukcja lewego ramienia 301
Konstrukcja prawego ramienia 302
Konstrukcja główna 304
Konstrukcja tylnej osłony 307
Podkonstrukcja środkowej części tylnej osłony 309
Ciąg dalszy konstrukcji tylnej osłony 310
Podkonstrukcja głowy 311
Finalizacja konstrukcji tylnej osłony 313
Konstrukcja główna 316
Budowa kolorowej kostki 318
Podsumowanie 320

14
Programujemy Wartownika 323
Blok dostępu do pliku 323
Tworzenie i kasowanie pliku oraz zapisywanie danych 323
Odczytywanie danych z pliku 324
Wykrywanie końca pliku 324
Blok losowania 324
Budowanie bloków własnych 324
Blok własny ResetLegs 326
Blok własny WalkFWD 327
Blok własny Laser 327
Blok własny Turn 327
Blok własny PowerDownFX 328
Blok własny WaitButton 328
Blok własny SayColor 328
Blok własny ExeCode 329
Blok własny MakeProgram 331
Blok własny RunProgram 331
Blok własny MakePrgFile 332
Blok własny ParseFile 332
Blok własny RunPrgFile 332
Programowanie Wartownika do patrolowania 333
Programowanie Wartownika kolorami w trakcie wykonywania programu 334
Tworzenie trwałych programów kolorów w trakcie wykonywania programu 334
Podsumowanie 335

15
Budujemy Tyranozaura 339
Konstrukcja główna 340
Konstrukcja ramy nóg 343
Konstrukcja główna 345
Lewa noga 348

Kup książkę Poleć książkę

Konstrukcja prawej nogi . . . 353
Konstrukcja główna . . . 358
Konstrukcja klocka EV3 . . . 363
Konstrukcja główna . . . 364
Konstrukcja głowy i torsu . . . 375
Konstrukcja główna . . . 385
Podsumowanie . . . 387

16
Programujemy Tyranozaura . . . 393
Budowanie bloków własnych do programu Wander . . . 393
Blok własny Reset . . . 393
Bloki własne MoveAbsolute i MoveAbsolute2 . . . 393
Blok własny Step . . . 394
Blok własny Roar . . . 394
Blok własny Chew . . . 394
Blok własny Look . . . 394
Blok własny Right . . . 396
Blok własny Left . . . 396
Blok własny TurnUntil . . . 397
Programowanie Tyranozaura do wędrowania . . . 397
Projektowanie zachowania Tyranozaura . . . 397
Programowanie automatu skończonego . . . 398
Struktura ogólna . . . 400
Stan wyjściowy . . . 400
Zmienna czasu . . . 400
Przejścia . . . 400
Zdarzenia czujnika . . . 401
Zdarzenia czasomierzy . . . 401
Zdarzenia przepuszczone przez filtr czasomierza . . . 401
Działania . . . 402
Tworzenie bloków własnych dla ostatecznego programu . . . 404
Blok własny Turn . . . 404
Blok własny ReadBeacon . . . 404
Blok własny INIT . . . 405
Blok własny IDLE . . . 405
Blok własny HUNGRY . . . 407
Blok własny SEEK . . . 407
Blok własny CHASE . . . 408
Programowanie zachowania Tyranozaura . . . 408
Podsumowanie . . . 410

A
Lista elementów zestawu EV3 #31313 . . . 413

B
Różnice między zestawami 31313 LEGO MINDSTORMS EV3 a 45544 LEGO MINDSTORMS Education EV3 Core . . . 421
Urządzenia elektroniczne . . . 421
Oprogramowanie EV3 . . . 421
Przekształcanie zestawu domowego w zestaw Education Core . . . 422
Przekształcanie zestawu Education Core w zestaw do użytku domowego . . . 426
Przekształcanie zestawu Education Expansion w zestaw do użytku domowego . . . 431

Skorowidz . . . 435

Kup książkę
Poleć książkę

Kup książkę

Poleć książkę

4

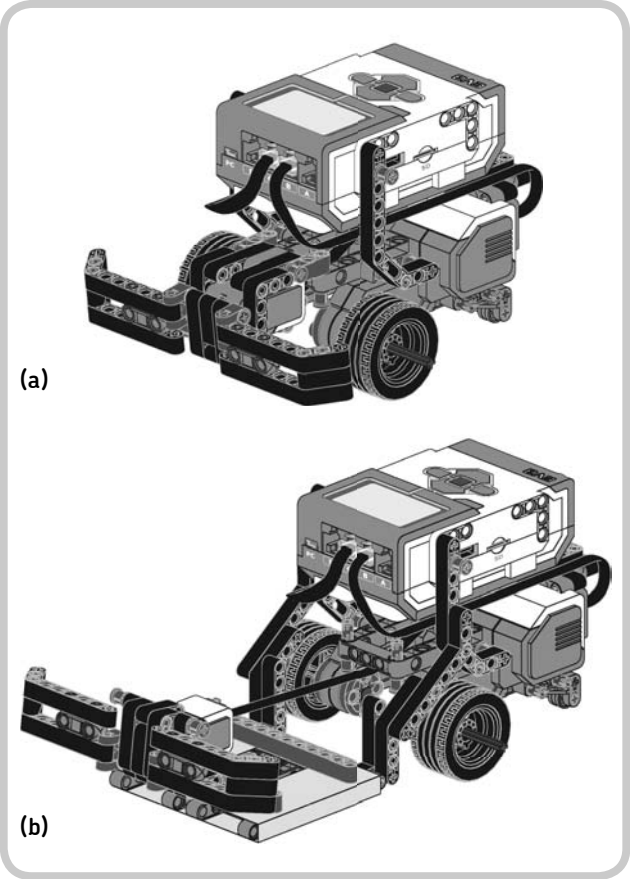
Zaawansowane programowanie za pomocą programu klocka EV3

W rozdziale 3. dowiedziałeś się, jak zaprogramować Wędrowca, którego zbudowałeś w rozdziale 2., aby jeździł po pokoju i omijał przeszkody. Odkryłeś, że klocek EV3 może zostać zaprogramowany bez komputera PC, za pomocą samego programu klocka EV3. W tym rozdziale dowiesz się więcej o programowaniu bezpośrednio na klocku EV3. Nauczysz się, jak sprawić, by Wędrowiec jechał po określonej trasie, podążał wzdłuż linii na podłodze lub też poruszał się wzdłuż ścian, by zwiedzić cały dom!

Wędrowiec ze zderzakiem z czujnikiem dotyku

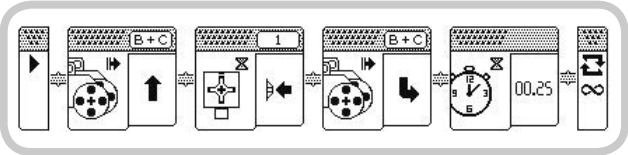
Pod koniec rozdziału 3. postawiłem Ci wyzwanie („Eksperyment 3.2"): zmodyfikować program tak, by Wędrowiec wyczuwał przeszkody za pomocą modułu zderzaka z czujnikiem dotyku, a nie zderzaka z czujnikiem podczerwieni. Poniżej przedstawiam rozwiązanie tego problemu. Na rysunku 4.1 pokazano Wędrowca wyposażonego w zderzak z czujnikiem dotyku oraz kurzołapkę i Wędrowca bez kurzołapki (w rozdziale 2. znajdują się instrukcje składania Wędrowca i jego modułów).

Jak widać na rysunku 4.2, sekwencja omijania przeszkód wygląda następująco: jedź prosto, czekaj, aż zostanie wciśnięty czujnik dotyku, wycofaj się po łuku, skręć i czekaj 0,25 s. Sekwencja ta powtarzana jest w pętli w nieskończoność. Możesz zbudować ten program z wykorzystaniem programu klocka EV3 (aby uzyskać konkretne wskazówki, zajrzyj do rozdziału 3., do podrozdziału „Twój pierwszy program dla klocka EV3").



Rysunek 4.1. Wędrowiec ze zderzakiem z czujnikiem dotyku, bez kurzołapki (a) i z kurzołapką (b)

Kup książkę Poleć książkę



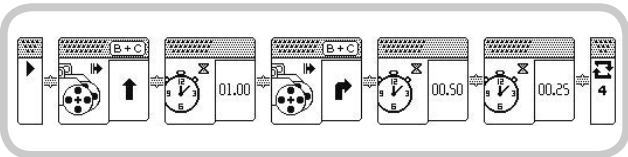
Rysunek 4.2. Program klocka EV3 do omijania przeszkód za pomocą zderzaka z czujnikiem dotyku

EKSPERYMENT 4.1

Który parametr byś zmienił, by wydłużyć bok kwadratu? Który parametr byś zmienił, aby Wędrowiec jechał po innej trasie, na przykład po obwodzie trójkąta albo pięciokąta?

Każemy Wędrowcowi jechać po geometrycznie określonej trasie

Chociaż nie możesz precyzyjnie określić, o ile stopni obrócą się koła Twojego robota, możesz — za pomocą programu pokazanego na rysunku 4.3 — wykorzystać bloki oczekiwania, by dostosować czas oczekiwania i sprawić, aby Wędrowiec pojechał po kwadracie. Na każdym zakręcie robot powinien się obracać mniej więcej o 90°.



Rysunek 4.3. Program klocka EV3 kierujący Wędrowcem po kwadracie

Aby podnieść precyzję pokonywania zakrętów, powiększ lekko fizyczny dystans dzielący koła, przesuwając je nieco na zewnątrz wzdłuż ich osi. Jeśli silnik będzie pracował tak samo długo (0,75 s), a odległość między kołami się zwiększy, robot będzie skręcał pod mniejszym kątem, ponieważ koła będą się poruszać po większym okręgu.

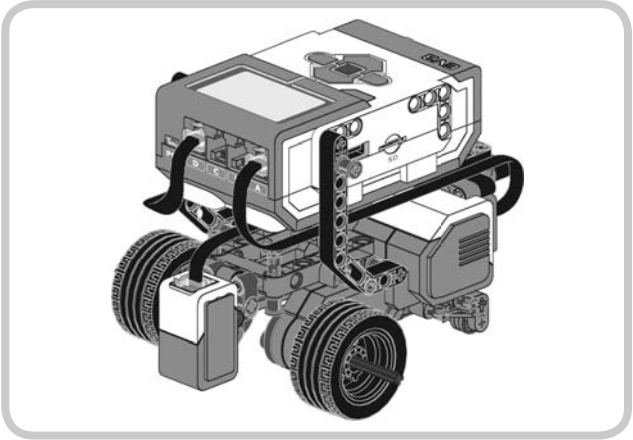
Każemy Wędrowcowi podążać wzdłuż linii

Jednym z największych wyzwań badań robotycznych jest nauczenie robota pokonywania drogi od punktu do punktu. Najprostszym rozwiązaniem tego problemu jest skierowanie robota na określoną wcześniej trasę, oznaczoną biegnącą po ziemi linią.

To podejście, dzięki któremu powstał **robot podążający wzdłuż linii**, wykorzystuje się nawet do programowania prawdziwych robotów, przenoszących z miejsca na miejsce towary, pracujących w magazynach i halach fabrycznych, by roboty te mogły się przemieszczać precyzyjnie z jednego punktu na linii produkcyjnej do drugiego. Tak naprawdę sama firma LEGO wykorzystuje tego typu roboty! (Zazwyczaj podążają one wzdłuż linii wymalowanych na ziemi, rozpoznając je za pomocą kamer, lub wzdłuż metalowych przewodów zatopionych w posadzce, rozpoznając je za pomocą czujników magnetycznych).

Wędrowiec może podążać wzdłuż krawędzi biegnącej po ziemi linii za pomocą skierowanego w dół czujnika kolorów. Linia, wzdłuż której Wędrowiec ma się poruszać, musi na tyle kontrastować z kolorem podłoża, by czujnik kolorów mógł wychwycić różnicę. Możesz się posłużyć zarówno ciemną linią na jasnym podłożu, jak i jasną linią na ciemnym podłożu. Optymalne kolory to czarny i biały; czerwone linie na białym tle (jak na papierowej podkładce testowej EV3) mogą nie zadziałać równie dobrze.

Możesz bez trudu stworzyć trasy, którymi ma podążać robot, przyklejając czarną taśmę (na przykład taśmę izolacyjną) na jasnej powierzchni lub drukując czarne „ścieżki" na białym papierze.

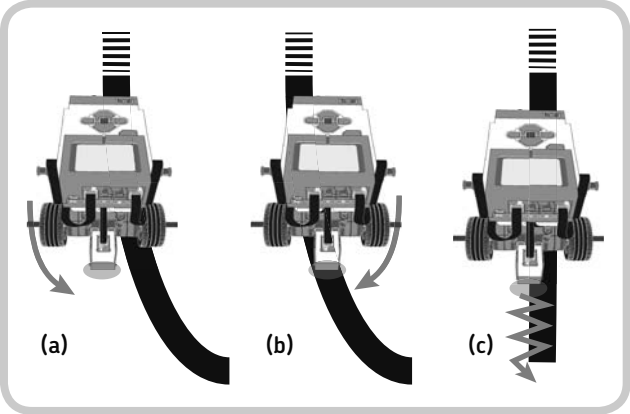


Rysunek 4.4. Wędrowiec wyposażony w czujnik kolorów umożliwiający mu podążanie wzdłuż linii. Kable silników powinny zostać przyłączone do portów B i C lub A i D, zależnie od programu

Kup książkę Poleć książkę

Rysunek 4.4 przedstawia Wędrowca podążającego wzdłuż linii (instrukcja składania w rozdziale 2.).

Rysunek 4.5 pokazuje, w jaki sposób Wędrowiec podąża wzdłuż linii. Kiedy robot porusza się naprzód, skręca w kierunku czarnej linii, jeśli czujnik kolorów odczytuje jasny kolor (a), lub w kierunku jasnego podłoża, jeśli czujnik kolorów odczytuje ciemny kolor (b). W efekcie robot porusza się ruchem zygzakowatym wzdłuż *krawędzi* linii (c).

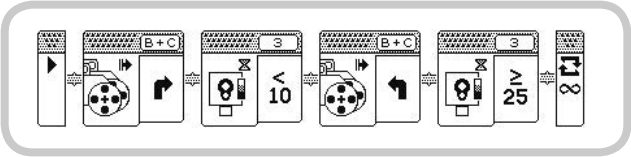


Rysunek 4.5. Wędrowiec wykorzystujący prostą technikę podążania wzdłuż linii

Wykorzystywanie programu klocka do podążania wzdłuż linii

Zaprogramujemy teraz Wędrowca do jechania wzdłuż linii, wykorzystując tylko bloki akcji i oczekiwania z palety bloków programu klocka EV3. Jak pamiętasz z rozdziału 3., używając programu klocka EV3, nie możesz zaprogramować swojego robota tak, by zależnie od odczytu czujnika wykonywał taką lub inną czynność. W jaki sposób możesz go więc skłonić, aby w szybkiej pętli reagował na rozmaite odczyty czujnika? To proste! Ustawiasz robota tak, by skręcał w prawo *do momentu* (nie *jeśli*), aż zobaczy krawędź linii, a wtedy przestawiasz go tak, aby skręcał w lewo *do momentu*, aż zobaczy jasne podłoże — i tak dalej w pętli. Możesz zastosować bloki oczekiwania, by wykryć zmianę odczytu czujnika, oraz bloki akcji, by skłonić robota do skrętu. Program wykonuje się w nieskończoność, wykorzystując ustawienie powtórzeń na nieskończoność w ostatnim bloku pętli, jak pokazano na rysunku 4.6 i opisano niżej. Całą sprawę załatwiają zaledwie cztery bloki!

UWAGA **Na potrzeby tego programu prawy silnik powinien zostać podłączony do portu C, a lewy silnik do portu B.**



Rysunek 4.6. Program klocka EV3 do podążania wzdłuż ciemnej linii

- Pierwszy blok ruchu sprawia, że robot skręca w prawo.
- Blok oczekiwania czeka, aż czujnik koloru (w trybie światła odbitego) odczyta wartość mniejszą niż 10% (ciemny kolor). Kiedy tak się stanie, program wykonywany jest dalej.
- Drugi blok ruchu sprawia, że robot skręca w lewo.
- Drugi blok oczekiwania czeka, aż czujnik ruchu odczyta wartość równą 25% lub większą (jaśniejszy kolor). Ponieważ blok pętli został ustawiony na *nieskończoność* (∞), kiedy drugi blok oczekiwania pozwoli na dalsze wykonywanie programu, sekwencja zacznie się od początku, od pierwszego bloku ruchu.

Jeśli robot nie zachowuje się właściwie (na przykład gubi linię albo kręci się w kółko), spróbuj dostroić program, zmieniając wartości progowe parametrów bloku oczekiwania. Możesz na przykład zmienić próg określający ciemniejszy kolor z **<10** do **<25** lub **<5** albo też zmienić próg odnoszący się do jaśniejszego koloru z **≥25** do **≥35** lub **≥10**.

Doskonalenie charakterystyki ruchu

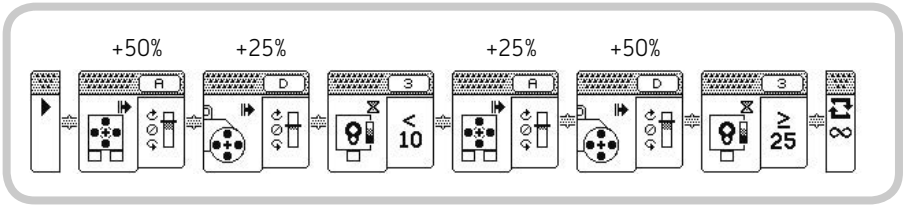
Mogłeś zauważyć, że ruch robota jest nerwowy i szarpany, a każda gwałtowna zmiana kierunku powoduje zachwianie. Dzieje się tak dlatego, że bloki ruchu napędzają silniki z dużą mocą i sprawiają, że robot skręca poprzez zatrzymanie jednego koła i jednoczesne napędzanie drugiego.

Aby poprawić charakterystykę ruchu, przepnij prawy silnik do portu D, a lewy silnik do portu A, a następnie zastąp bloki ruchu blokami akcji, które sterują silnikami A i D oddzielnie: blok dużego silnika będzie sterować silnikiem podłączonym do portu D, a blok średniego silnika będzie sterować silnikiem podłączonym do portu A. (Te bloki mogą napędzać albo duży, albo średni silnik i pozwalają Ci oddzielnie sterować ich mocą). Zmieniając poziom mocy, będziesz w stanie doprowadzić do tego, by ruch robota stał

EKSPERYMENT 4.2

Spróbuj ustawić wartość progową czujnika koloru na **<10** i **≥10**. Jak się zmieni charakterystyka ruchu robota?

Kup książkę Poleć książkę



Rysunek 4.7. Udoskonalony program klocka EV3 do podążania wzdłuż ciemnej linii

się płynniejszy. Na rysunku 4.7 pokazano udoskonalony program klocka EV3 dla robota podążającego wzdłuż linii.

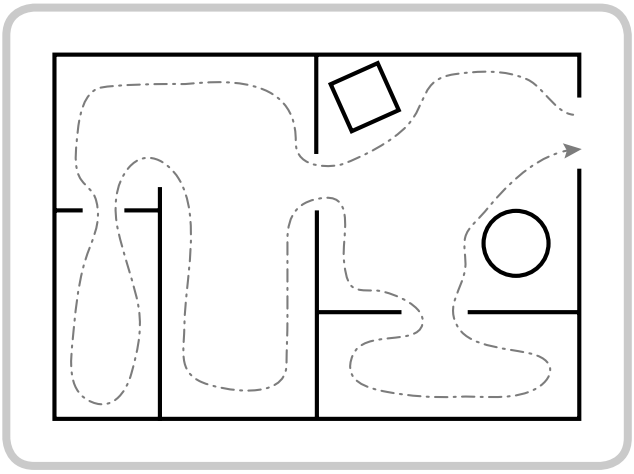
Jak widzisz, zamiast stosować pojedynczy blok ruchu, by skręcić w prawo, wykorzystaliśmy dwa bloki silnika. Lewy silnik (port A) został ustawiony na szybsze obroty niż prawy silnik (port D), przez co robot porusza się naprzód, skręcając jednocześnie lekko w prawo. Analogicznie zastępujemy drugi blok ruchu, który skręca w lewo, dwoma blokami silników, napędzającymi prawy silnik (D) szybciej niż lewy silnik (A). Bloki oczekiwania pozostają takie same jak we wcześniejszym programie. Uzyskany w efekcie ruch jest płynniejszy, ponieważ silniki pracują z dwoma różnymi prędkościami obrotowymi i nigdy się nie zatrzymują, jak to robiły wcześniej zgodnie z poleceniami bloków ruchu na rysunku 4.6.

Każemy Wędrowcowi podążać wzdłuż ścian

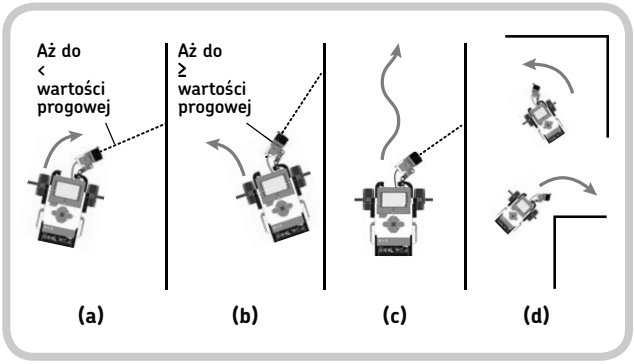
Każmy Wędrowcowi zbadać okolicę i powrócić do punktu wyjścia. Jak? Nakazując mu jechać wzdłuż ścian!

Jak widzisz na rysunku 4.8, robot może zbadać każde otoczenie (Twój pokój, Twój dom, Twoją szkołę), próbując utrzymać stałą odległość od ścian lub jakichkolwiek innych obiektów (takich jak meble, buty, koty itd.), które dostrzeże za pomocą swojego czujnika podczerwieni.

Technika podążania wzdłuż ściany jest analogiczna do techniki podążania wzdłuż linii, jak pokazano na rysunku 4.9. Robot skręca w kierunku ściany, dopóki odczytana odległość nie spadnie poniżej pewnej wartości progowej (a). W tym momencie skręca w kierunku przeciwnym do ściany, dopóki odczytana odległość nie wzrośnie powyżej wartości progowej (b). Uzyskany w efekcie ruch wyznacza krętą ścieżkę biegnącą w stałej średniej odległości od ściany (c). Tak długo, jak długo robot utrzymuje odpowiednią odległość od ściany, radzi sobie z załomami ścian i narożnikami pomieszczeń, nie utykając w nich (d).



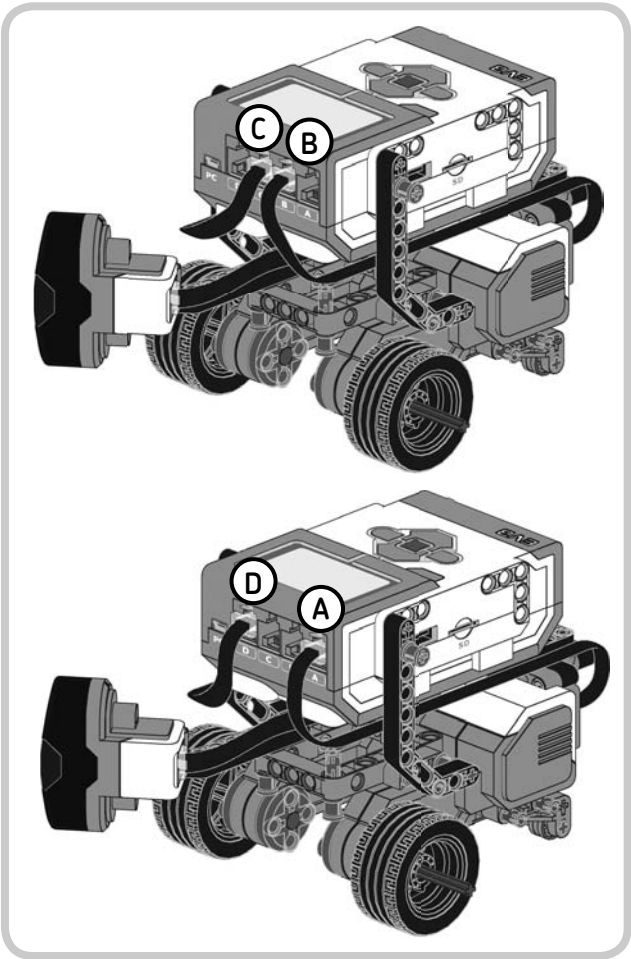
Rysunek 4.8. Wędrowiec może zbadać otoczenie i powrócić do punktu wyjścia, jeśli jego trasa nie jest zbyt zagracona



Rysunek 4.9. Wędrowiec wykorzystujący prostą strategię podążania wzdłuż ściany

Zbuduj Wędrowca z czujnikiem podczerwieni zamontowanym jako czujnik podążania wzdłuż ściany, jak pokazano na rysunku 4.10 (patrz „Wędrowiec podążający wzdłuż ściany" w rozdziale 2.). Czujnik podczerwieni umieszczony pod skosem po prawej stronie Twojego robota będzie widział przedmioty przed nim.

Kup książkę Poleć książkę



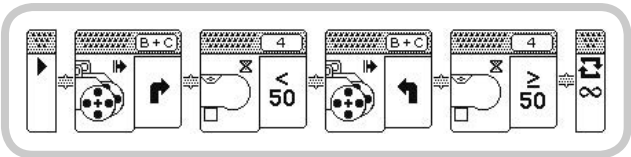
Na potrzeby tego programu zastąp bloki oczekiwania czujnika światła odbitego wykorzystane w programie podążania wzdłuż linii (rysunek 4.6) blokami oczekiwania czujnika podczerwieni, by otrzymać program, który wygląda jak ten przedstawiony na rysunku 4.11.

Doskonalenie charakterystyki ruchu

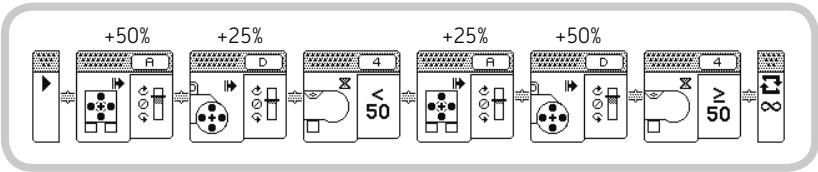
Podobnie jak program podążania wzdłuż linii pokazany na rysunku 4.6 również program podążania przy ścianie wykorzystuje bloki ruchu, by napędzić silniki podłączone do portów B i C, a będący tego efektem ruch jest mało płynny. Aby wyrównać tor Wędrowca, spróbuj posłużyć się programem pokazanym na rysunku 4.12. Podobnie jak w przypadku programu z rysunku 4.7 możesz wykorzystać oddzielne bloki, by ustawić silniki podłączone do portów A i D do poruszania się z niższą prędkością, unikając w ten sposób zatrzymywania jednego koła w celu wykonania skrętu.

Jeśli obniżysz wartości progowe do <25 i ≥25, robot będzie utrzymywał mniejszą odległość od ściany i będzie próbował zbadać wąskie przejścia, ale może utknąć, przejeżdżając w pobliżu załomów (kątów wypukłych) lub objeżdżając cienkie ściany. Jeżeli zwiększysz progi do <75 i ≥75, będzie się trzymał dalej od ścian i innych przedmiotów, dzięki czemu pokonywanie narożników stanie się łagodniejsze, ale może się to skończyć przejeżdżaniem blisko środka pokoju i omijaniem wąskich przejść.

Rysunek 4.10. Wędrowiec wyposażony w moduł czujnika podczerwieni, dzięki któremu może podążać wzdłuż ścian. Kable silników powinny być podłączone do portów B i C lub A i D, zależnie od Twojego programu



Rysunek 4.11. Program podążania przy ścianie. Kable silników powinny być podłączone do portów B i C



Rysunek 4.12. Alternatywny program podążania przy ścianie. Kable silników powinny być podłączone do portów A i D

Kup książkę Poleć książkę

EKSPERYMENT 4.3

Zbuduj ramkę przytrzymującą kamerę wideo skierowaną do przodu. Następnie włącz nagrywanie i pozwól Wędrowcowi zbadać teren. Kiedy Twój robot powróci, będziesz miał nagranie z jego wycieczki. Posługując się smartfonem z oprogramowaniem do czatów wideo (jak na przykład Skype), możesz nawet transmitować na żywo nagranie z eksploracji terenu w wykonaniu Wędrowca!

Podsumowanie

W tym rozdziale nauczyłeś się, jak sprawić, by Wędrowiec jechał po z góry opracowanej trasie i podążał wzdłuż linii i ścian. Robot podążający wzdłuż ścian może autonomicznie zbadać każdy teren, transmitując nagranie z powrotem do bazy, a nawet pomóc Ci wydostać się z tarapatów. Jakich tarapatów? Czytaj dalej!

Kup książkę Poleć książkę

Kup książkę Poleć książkę

Kup książkę Poleć książkę

Skorowidz

A

automat skończony, 398, 399

B

belka, 22, 23
  cienka, 24
  łamana, 23, 127
  prosta, 23
  wydłużanie, 131
blok
  akcji, 72, 92, 99
  Array Operations, 260
  czasomierza, 213
  czasu oczekiwania, 70, 74, 75, 76
  czujnika, 92, 107
  czujnika tryb, 107
  dostępu do pliku, *Patrz*: blok File Access
  dużego silnika, 73
  dźwięku, 74
  File Access, 323
  lampki statusu klocka EV3, 75
  Loop Interrupt, 273
  losowania, 324
  Math, 114, 117
    tryb zaawansowany, 118, 119
  oczekiwania, 72, 267
    czujnika dotyku, 75, 202
    czujnika koloru, 75
    czujnika podczerwieni, 70, 77, 201
    czujnika światła odbitego, 75
    obrotów silnika, 76
    przycisków klocka EV3, 76
    zdalnego nadajnika podczerwieni, 77
  operacji
    na danych, 93
    arytmetycznych, *Patrz*: blok Math
    logicznych, 213
    tablicowych, *Patrz*: blok Array Operations
  pętli, 70, 77
  porównania, 120
  przebiegu programu, 92
  przełącznika, 102, 328, 329, 332, 397,400
    z wieloma ramkami, 260
  przerwania pętli, *Patrz*: blok Loop Interrupt
  Range, 271
  ruchu, 69, 72, 73
  stałej, 121
  Stop Program, 273
  średniego silnika, 73
  tekstu, 109
  Variable, 258
  własny, 91, 93, 204, 206, 208, 209, 262
    CHASE, 407
    Chew, 394
    Drive, 258, 259, 263
    ExeCode, 328
    HUNGRY, 407
    IDLE, 405
    INIT, 405
    Laser, 327
    Left, 397
    Look, 394
    MakePrgFile, 332
    MakeProgram, 331
    MoveAbsolute, 393
    ParseFile, 332
    PowerDownFX, 328
    ReadBeacon, 271, 404
    ReadRemote, 264, 267
    Reset, 393
    ResetBody, 209
    ResetLegs, 326
    ResetSteer, 259
    Right, 397
    Roar, 394
    RunPrgFile, 332
    RunProgram, 331
    Saturation, 271
    SayColor, 328
    SEEK, 407
    Sign, 269
    Steer, 259
    Step, 394, 397
    Turn, 327, 404
    TurnUntil, 397
    tworzenie, 204, 205, 206
    WaitButton, 328
    Walk FWD, 327
  wyświetlacza, 74
  zakończenia programu, *Patrz*: blok Stop Program
  zakresu, *Patrz*: blok Range
  zaokrąglenia, 118
  zmiennej, *Patrz*: blok Variable
Bluetooth, 93
błąd
  operacji tablicowej, 260
  pomiaru, 117
  programu, 108
bushing, *Patrz*: pin z nakładką

C

cięgno, 22, 23, 24
czujnik
  obrotów silnika, 76
  dotyku, 31, 43, 45, 75, 79, 201
  koloru, 31, 46, 75, 76
  podczerwieni, 31, 48, 77, 82, 105
    tryb naprowadzania, 48, 106
    tryb zbliżeniowy, 48
    tryb zdalnego sterowania, 48
  światła odbitego, 75

D

dane, 109
  typ, 110, 111
  wejściowe, 65
  wyjściowe, 65

Kup książkę

Poleć książkę

decyzja, 66
dioda RGB, 46
dyferencjał
elektroniczny, 257, 258
mechaniczny, 257

E

element
dekoracyjny, 22, 29
elektroniczny, 22, 30
lista, 413, 422, 426, 431
nazwa, 22
oznaczenia kolorów, 36

G

gąsienica, 22, 29, 58
gęś kapitolińska, 155
programowanie, 201, 212
gniazdo kulowe, 23, 24, 294
gumka, 30

H

hol, 87

I

instrukcja
użytkownika, 87, 88
programowania, 87, 88

J

język programowania, 65
graficzny, 67

K

kabel danych, 30, 107, 108, 112, 267
karta sprzętu, 90
katapulta, 30
klocek EV3, 67, 79
instrukcja użytkownika, 68
menu, 67
podłączanie do komputera, 94
koło, 22, 29
pośredniczące, 142
zębate, 22, 26, 28, 135
połączenie, 135, 138
kompilator, 90
kontroler włącz/wyłącz, 122
krzywka, 283, 296
kurzołapka dextera, 52

L

Lobby, *Patrz*: hol

Ł

łącznik, 22, 24
wielopłaszczyznowy, 27, 28, 134, 304

M

magazyn kul, 30
mechanizm
różnicowy, *Patrz*: dyferencjał
samoblokujący, 143
menu narzędzi, 91
moduł chwytania, 62
moment obrotowy, 135, 325
multitasking, 261, 262

N

nadajnik podczerwieni, 77, 105, 111, 248, 267
nakładka, 26

O

oprogramowanie EV3, 21, 87, 421
oś, 26

P

paleta
bloków, 68, 69, 72
programowania, 92
parametr, 67
pętla, 66, 70
pilot, 106, 248
pin
bez luzu, 24, 26, 36
gładki, *Patrz*: pin zwykły
z kulą, 24
z nakładką, 24
z osią, 24, 26, 36
z osią, 24, 26
zwykły, 24, 26
port
1, 45, 106
3, 47, 106
4, 49, 106, 107
A, 73, 81, 106, 107
B, 73, 81
C, 73, 81
D, 73, 81, 107
prędkość obrotowa, 135, 325
program, 65
edytowanie, 96, 203
importowanie, 95, 203
kompilowanie, 90
kopia zapasowa, 203
sterowanie przebiegiem, 101
usuwanie błędów, 108
Wander, 393
programowanie, 67, 69, 79
oprogramowanie EV3, *Patrz*: oprogramowanie EV3
przejście, 400
przekładnia, 135, 137, 139, 140, 141, 142
ślimakowa, 143
zębata, 257
przewód sekwencji, *Patrz*: sekwencja przewód
przyrost, 122

R

R3MOTE, 217
ramka, 24
0, 37
robot
dwunożny, 156, 339
lokalizacja w przestrzeni, 113
z napędem różnicowym, 72, 106
ROV3R, *Patrz*: Wędrowiec

S

schemat blokowy, 65
sekwencja, 66
przewód, 69
równoległa, *Patrz*: multitasking
SENTIN3L, *Patrz*: Wartownik

Kup książkę Poleć książkę

silnik elektryczny, 30, 31, 147, 148, 149, 150, 151
prędkość obrotowa, *Patrz*: prędkość obrotowa
stan pochłaniający, 399
stud, 21
SUP3R CAR, 217
programowanie, 257, 266, 267, 269
syrena, 272
układ kierowniczy, 242
zbieżność, 243

T

tablica, 259, 267
indeks, 259
liczbowa, 259
logiczna, 259
T-R3X, *Patrz*: Tyranozaur
Tyranozaur, 339
programowanie, 393, 397, 408

W

Wartownik, 277
programowanie, 323, 333, 334
Wędrowiec, 35
charakterystyka ruchu, 81, 83
na gąsienicach, 37, 58
na kołach, 36, 37
podążający wzdłuż
linii, 36, 46, 51, 80
ściany, 36, 50, 51, 57, 82, 121
z czujnikiem dotyku, 79
z czujnikiem podczerwieni, 36, 49
z kurzołapką, 54, 57
wielozadaniowość, *Patrz*: multitasking
wtyczka
liczbowa, 110
logiczna, 110
tablica
liczbowa, 110, *Patrz* też: tablica liczbowa
logiczna, 110, *Patrz* też: tablica logiczna
tekstowa, 110
wypustka, *Patrz*: stud
wzmocnienie, 37, 39, 132
strukturalne, 37

Z

zapadka, 281
zdarzenie
czasomierzy, 401
czujnika, 401
zmienna, 258
globalna, 259

Kup książkę
Poleć książkę

Kup książkę

Poleć książkę

PROGRAM PARTNERSKI

GRUPY WYDAWNICZEJ HELION

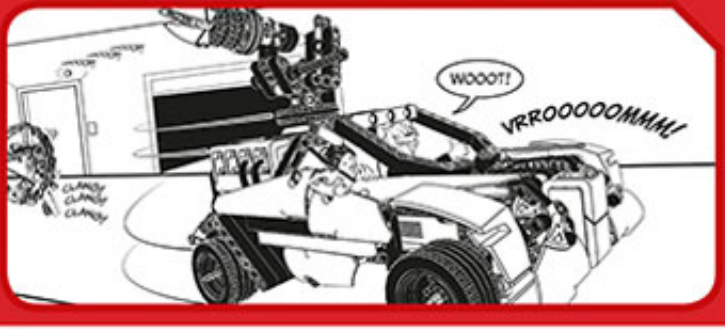
1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

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!

Jeśli posiadasz pełny zestaw Lego Mindstorms, możesz zbudować i zaprogramować robota używającego licznych czujników i napędów. Żeby jednak w pełni wykorzystać potencjał jego elementów, warto pokierować się wskazówkami światowej klasy specjalisty — Daniele'a Benedettelliego.

Wprowadzi Cię w świat robotów Lego. Sięgnij po tę książkę i przekonaj się, jak korzystać z dostępnych mechanizmów — kół zębatych, belek, silników i czujników. W trakcie lektury zbudujesz różnego typu roboty, potrafiące omijać przeszkody, odczytywać polecenia lub podążać po narysowanej trasie. Ponadto poznasz dokładnie język programowania, dzięki czemu będziesz mógł zrealizować nawet najbardziej skomplikowane zadania. To obowiązkowa lektura dla każdego posiadacza zestawu Lego Mindstorms. Dzięki niej w pełni wykorzystasz jego możliwości!

Dzięki tej książce:

- zbudujesz roboty różnego typu
- nauczysz się programować skonstruowane urządzenia
- zostaniesz mistrzem Lego Mindstorms

helion.pl
księgarnia internetowa

Nr katalogowy: 25901

Księgarnia internetowa
http://helion.pl

Zamówienia telefoniczne:
0 801 339900
0 601 339900

Informatyka w najlepszym wydaniu

Helion

Sprawdź najnowsze promocje:
http://helion.pl/promocje
Książki najchętniej czytane:
http://helion.pl/bestsellery
Zamów informacje o nowościach:
http://helion.pl/nowosci

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

no starch press

cena: 69,00 zł

ISBN 978-83-246-9579-9
9 788324 695799