



LABORATORIUM LEGO[®] MINDSTORMS[®] EV3

Buduj, programuj i eksperymentuj

Daniele Benedettelli



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 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/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
Zaczynamy wreszcie!	16



Komiks: Uczeń mechatronika	17
<i>ciąg dalszy</i> 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 ciągną	24
Łączniki	24
Piny i piny z osi	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

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

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 podczewieni EV3	105
Zdalny nadajnik podczewieni	105
Postępowanie się zdalnym nadajnikiem podczewieni 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 podczewieni	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

8		
	Instrukcje LEGO	127
	Odstaniamy sekrety belek łamanych	127
	Trójkąty kontra prostokąty	128
	Wydłużanie belek	131
	Wzmacnianie	132
	Łączniki wielopłaszczyznowe	134
	Powtórka z przekładni	135
	Prawidłowe łączenie kół zębatach	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 głównej	169
	Konstrukcja lewej stopy	171
	Konstrukcja prawej stopy	174
	Konstrukcja głównej	176
	Konstrukcja tylnego wspornika	179
	Konstrukcja przedniego wspornika	184
	Konstrukcja głównej	185
	Konstrukcja szyi	191
	Konstrukcja głównej	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

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 przzerwania pętli	273
Blok zakończenia programu	274
Podsumowanie	274

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 ostony	307
Podkonstrukcja środkowej części tylnej ostony	309
Ciąg dalszy konstrukcji tylnej ostony	310
Podkonstrukcja głowy	311
Finalizacja konstrukcji tylnej ostony	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

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
Blok własny 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

4

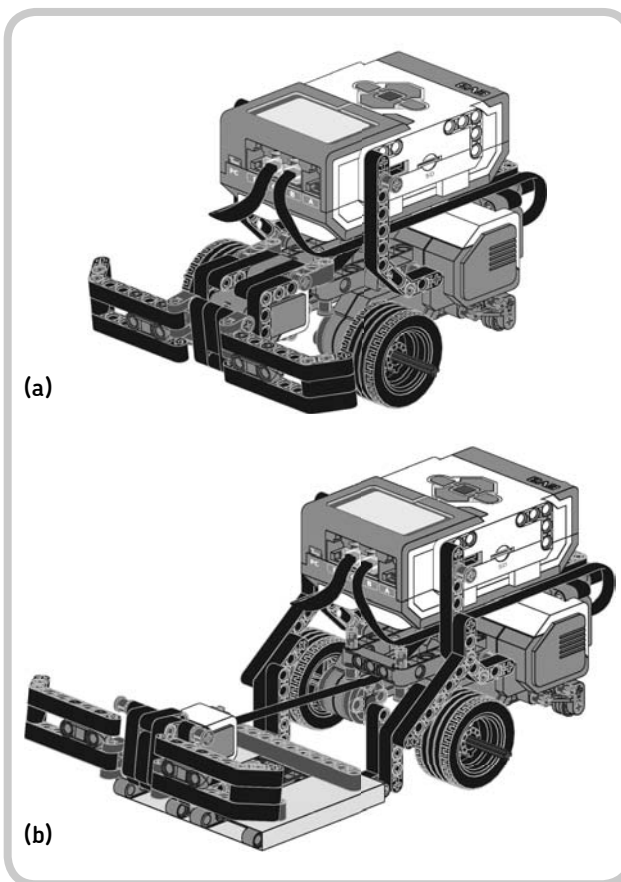
Zaawansowane programowanie za pomocą programu klocka EV3

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!

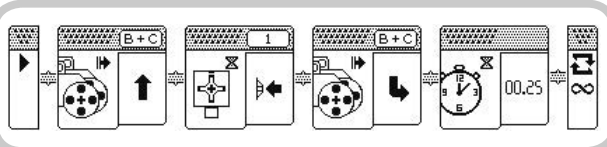
Wędrowiec ze zderzakiem z czujnikiem dotyku

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 przedstawię 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”).



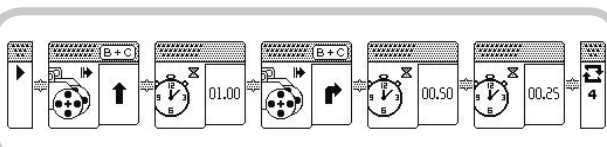
Rysunek 4.1. Wędrowiec ze zderzakiem z czujnikiem dotyku, bez kurzołapki (a) i z kurzołapką (b)



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

Każemy Wędrowcowi jechać po geometrycznie określonej trasie

Chociaż nie możesz precyzyjnie określić, o ile stopni obróci 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, przesuując 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.

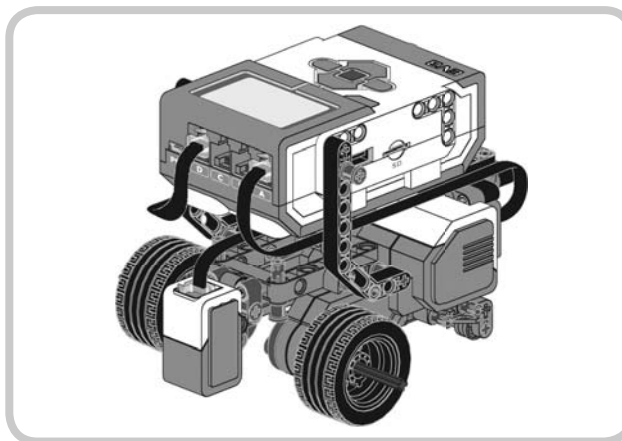
EKSPERYMENT 4.1

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?

To podejście, dzięki któremu powstaje **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 czarna i biała; czerwone linie na białym tle (jak na papierowej podkładce testowej EV3) mogą nie zadziałać równie dobrze.

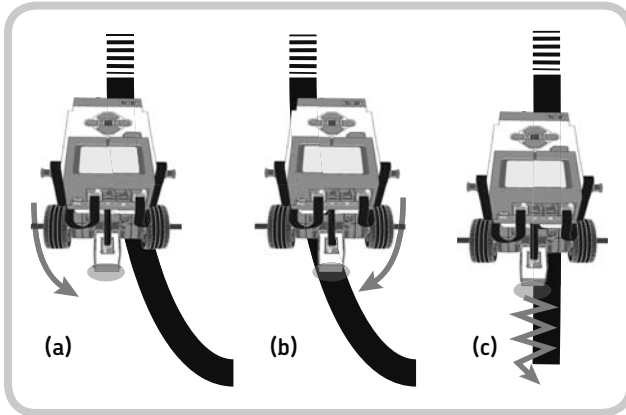
Możesz bez trudu stworzyć trasy, którymi ma podążać robot, przyklejając czarną taśmę (na przykład taśmę izolacyjną) na jasnej powierzchni lub drukując czarne „ścieżki” na białym papierze.



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

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).

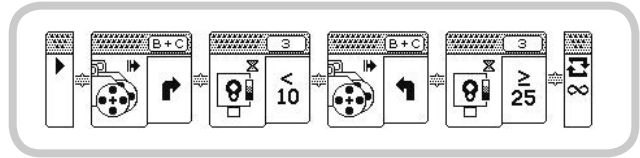


Rysunek 4.5. Wędrowiec wykorzystujący prostą technikę podążania wzdłuż linii

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 czarnej 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 koloru 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 .

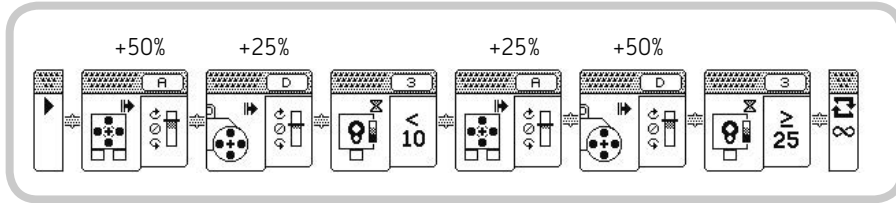
Doskonalenie charakterystyki ruchu

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?



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.

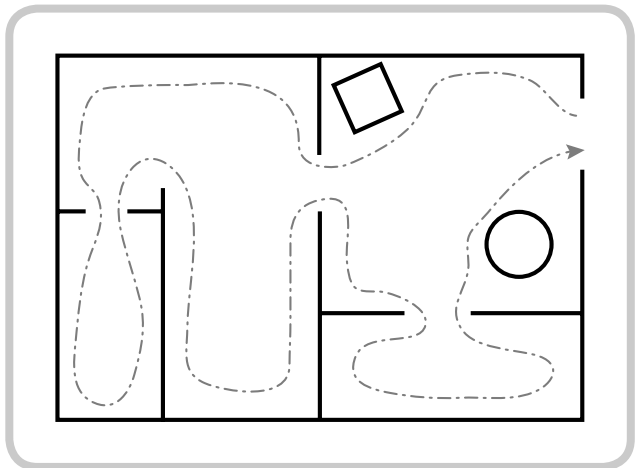
Jak widzisz, zamiast stosować pojedynczy blok ruchu, by skręcić w prawo, wykorzystaliśmy dwa bloki silnika. Lewy silnik (port A) został ustawiony na szybsze obroty niż prawy silnik (port D), przez co robot porusza się naprzód, skręcając jednocześnie lekko w prawo. Analogicznie zastępujemy drugi blok 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

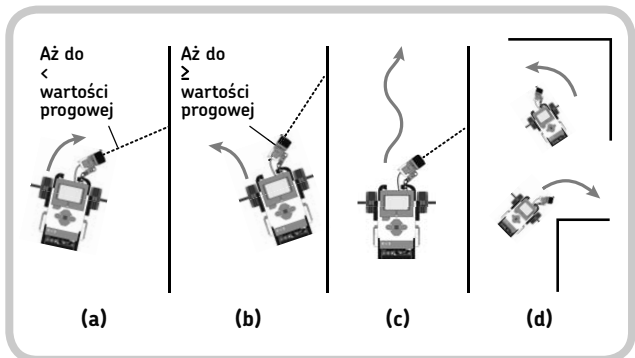
Każmy Wędrowcowi zbadać okolicę i powrócić do punktu wyjścia. Jak? Nakazując mu jechać wzdłuż ścian!

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).

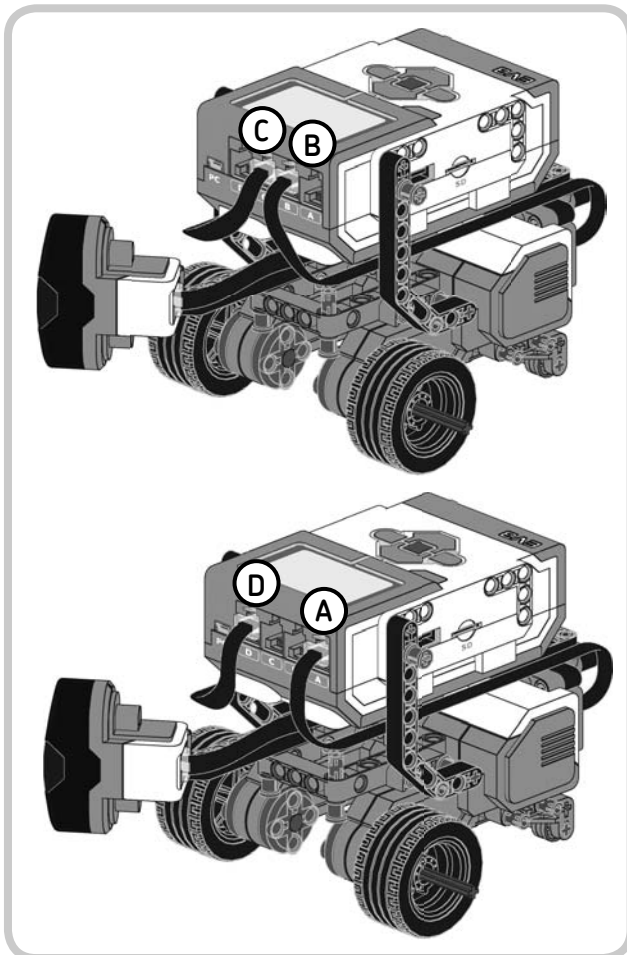


Rysunek 4.8. Wędrowiec może zbadać otoczenie i powrócić do punktu wyjścia, jeśli jego trasa nie jest zbyt zagrożona



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.



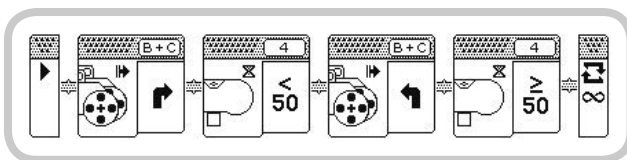
Rysunek 4.10. Wędrowiec wyposażony w moduł czujnika podczerwieni, dzięki któremu może podążać wzdłuż ścian. Kable silników powinny być podłączone do portów B i C lub A i D, zależnie od Twojego programu

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.

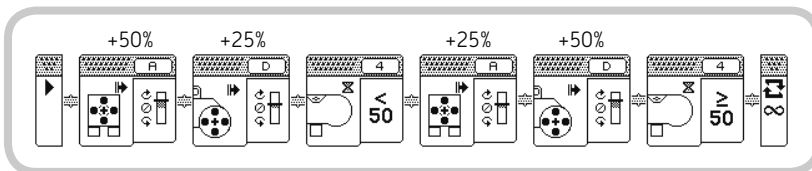
Doskonalenie charakterystyki ruchu

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 zbaczać 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 4.11. 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

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!



04X1



04X2

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

ciągno, 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

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 kapitołińska, 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
O, 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

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

wypustka, *Patrz:* stud
wzmocnienie, 37, 39, 132
strukturalne, 37

Z

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

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

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



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



cena: 69,00 zł

ISBN 978-83-246-9579-9



9 788324 695799

Informatyka w najlepszym wydaniu