



Poznajemy LEGO® MINDSTORMS® EV3

Narzędzia i techniki
budowania i programowania robotów

Eun Jung (EJ) Park

APN Promise
Warszawa 2015

Poznajemy LEGO® MINDSTORMS® EV3: Narzędzia i techniki budowania i programowania robotów

Original English language edition © 2014 by John Wiley & Sons, Inc.

Tytuł oryginału: **Exploring LEGO® MINDSTORMS® EV3: Tools and Techniques for Building and Programming Robots**

All rights reserved. Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Inc.

© Polish edition by APN PROMISE SA, Warszawa 2015

APN PROMISE SA, ul. Kryniczna 2, 03-934 Warszawa

tel. +48 22 35 51 600, fax +48 22 35 51 699

e-mail: mspress@promise.pl

Wszystkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszej książki nie może być powielana ani rozpowszechniana w jakiegokolwiek formie i w jakikolwiek sposób (elektroniczny, mechaniczny), włącznie z fotokopiowaniem, nagrywaniem na taśmy lub przy użyciu innych systemów bez pisemnej zgody wydawcy.

Książka ta przedstawia poglądy i opinie autorki. Przykłady firm, produktów, osób i wydarzeń opisane w niniejszej książce są fikcyjne i nie odnoszą się do żadnych konkretnych firm, produktów, osób i wydarzeń, chyba że zostanie jednoznacznie stwierdzone, że jest inaczej. Ewentualne podobieństwo do jakiegokolwiek rzeczywistej firmy, organizacji, produktu, nazwy domeny, adresu poczty elektronicznej, logo, osoby, miejsca lub zdarzenia jest przypadkowe i niezamierzone.

Wiley i logo Wiley są znakami towarowymi zastrzeżonymi lub nazwami zastrzeżonymi John Wiley & Sons, Inc. LEGO i Mindstorms są zastrzeżonymi znakami towarowymi LEGO Juris A/S Corporation. Wszystkie inne znaki i nazwy mogą być znakami towarowymi lub nazwami zastrzeżonymi odnośnych właścicieli.

APN PROMISE SA dołożyła wszelkich starań, aby zapewnić najwyższą jakość tej publikacji. Jednakże nikomu nie udziela się rękojmi ani gwarancji.

APN PROMISE SA nie jest w żadnym wypadku odpowiedzialna za jakiegokolwiek szkody będące następstwem korzystania z informacji zawartych w niniejszej publikacji, nawet jeśli APN PROMISE została powiadomiona o możliwości wystąpienia szkód.

ISBN: 978-83-7541-159-1

Przekład: Maria Chaniewska

Redakcja: Marek Włodarz

Projekt graficzny okładki: Wiley

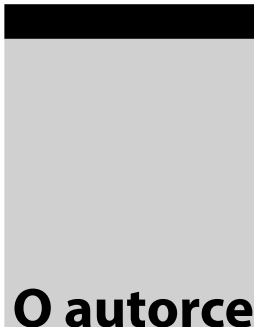
Fotografia na okładce: © EJ Park

Korekta: Ewa Swędrowska

Skład i łamanie: MAWART Marek Włodarz

나의 부모님께 바칩니다.

(Niniejszą książkę dedykuję moim rodzicom)

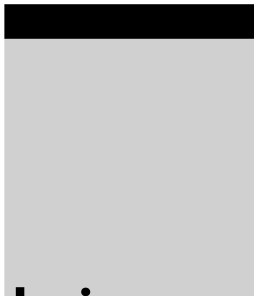


O autorce

Eun Jung (EJ) Park tworzy roboty LEGO i materiały edukacyjne w firmie RoboFun od roku 2010. Projektuje tam roboty używane w programach STEM (nauka, technologia, inżynieria i matematyka) dla dzieci i młodzieży. Ma nadzieję, że jej praca daje uczniom możliwości rozwoju kreatywności i rozbudza zainteresowanie nauką przez robotykę i programowanie. Jej projekty robotów LEGO i instrukcje konstrukcyjne są używane w programach dla dzieci i młodzieży w rejonie Nowego Jorku.

EJ urodziła się w Seulu w Korei Południowej. Studiowała różne dziedziny przez ponad 12 lat, co dało podstawy jej zamiłowania sztukami interaktywnymi. EJ wyjechała do USA, aby zdobyć tytuł magistra ITP (Interactive Telecommunications Program) na uniwersytecie NYU (New York University). W USA wzbogaciła swoją wiedzę o informatykę fizyczną, programowanie, inżynierię mechaniczną i różnorodne technologie. Na uniwersytecie NYU zaczęła budować mechaniczne, ruchome rzeźby nazywane „automatonami”, a w swoich konstrukcjach używała wielu elementów mechanicznych, takich jak koła zębate, krzywki i wielokrążki.

Dzięki swojej pracy w ITP – oraz, oczywiście, pasji dla klocków LEGO – stała się kreatywną siłą w firmie Vision Education & Media/RoboFun, gdzie tworzy materiały edukacyjne do robotyki LEGO. Prawie zawsze można ją spotkać, gdy buduje roboty LEGO gdzieś w Nowym Jorku. Jej prace są pokazane na stronie www.ejpark.com.

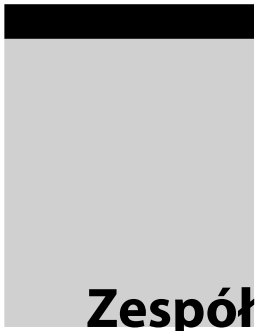


O redaktorze technicznym

Dr. Damien Kee ma tytuł doktora robotyki oraz inżyniera elektryka. Prowadzi warsztaty technologiczne dla uczniów i profesjonalne kursy dla nauczycieli od roku 2003 zarówno w swojej ojczystej Australii, jak i za granicą.

Damien prezentuje różnorodne tematy związane z technologią edukacyjną w takich miejscach, jak QSITE (Australia), Google Apps for Education Summit (Australia), RoboCupJunior (Chiny), Jubilee Centre (Jordan), Tufts University (USA), RoboFest (Singapur) oraz ATLAB (Zjednoczone Emiraty Arabskie i Katar).

Od roku 2001 Damien zaangażował się mocno w zawody RoboCup Junior na poziomach lokalnym, stanowym, narodowym i międzynarodowym. W latach 2009–2011 był przewodniczącym RoboCup Junior Australia i kierownikiem technicznym RoboCup Junior International Rescue Committee. Jest autorem wielu książek z zasobami dla nauczycieli, współpracownikiem theNEXTstep.com oraz należy do programu społeczności LEGO MINDSTORMS, grupy osób na całym świecie, który konsultują się z firmą LEGO, aby system MINDSTORMS stawał się lepszym produktem.



Zespół

Redaktor prowadzący

Mary James

Redaktor projektu

Jennifer Lynn

Redaktor techniczny

Damien Kee

Redaktor produkcyjny

Christine Mugnolo

Adiustator

Keith Cline

Manager ds. tworzenia i składania treści

Mary Beth Wakefield

Dyrektor ds. marketingu społecznościowego

David Mayhew

Manager ds. marketingu

Carrie Sherrill

Wydanie polskie

Przekład

Maria Chaniewska

Redakcja

Marek Włodarz

Manager ds. biznesu

Amy Knies

Zastępca dyrektora i kierownik grupy wydawnictwa

Richard Swadley

Współwydawca

Jim Minatel

Koordinator projektu, okładka

Todd Klemme

Korektor

Nancy Carrasco

Indeksator

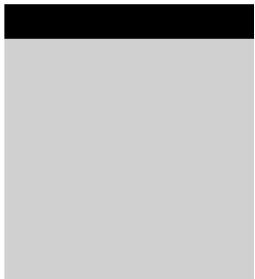
John Sleeva

Projekt okładki

Wiley

Ilustracja na okładce

Dzięki uprzejmości Eun Jung (EJ) Park



Podziękowania

Od dnia, kiedy zaczęłam pisać tę książkę, aż do tej chwili, nie byłabym w stanie przeżyć bez wsparcia wielu osób, którym chcę tutaj podziękować.

Moje redaktorki z wydawnictwa Wiley Publishing, Inc., Mary James i Jennifer Lynn, zachęcały mnie do podjęcia tego wyzwania i pomogły mi dotrzymać terminów, a redaktor techniczny Damien Kee dostarczył wartościowych rad do tej książki.

Tom Igoe z programu ITP (Interactive Telecommunications Program) na uniwersytecie NYU umożliwił powstanie tej książki, ponieważ skontaktował mnie z wydawnictwem Wiley.

Zespół firmy RoboFun, szczególnie dyrektorka firmy Laura Allen, dali mi szansę zacząć karierę w tworzeniu technologicznych materiałów edukacyjnych, głównie dotyczących robotyki LEGO. Na moją wdzięczność zasłużyła również Lisa Whitmer, dyrektorka programowa w RoboFun, która zawsze zachęcała mnie do pełnego rozwinięcia moich pomysłów.

Duch kreatywności i pozytywne nastawienie moich przyjaciół, Briana Cohena i Marii Tranquilli, dały mi więcej pewności jako artystce.

Moje współlokatorki, Aya Takemoto i Christine McCaleb, sprawdzały, czy wszystko w porządku, gdy pisałam w moim pokoju i nie słyszały mnie od wielu godzin.

Moi pierwsi opiekunowie i nauczyciele, czyli moi rodzice Sun Tae Park i Soon Gil Lee, zawsze dawali mi wsparcie i chcieli, aby spełniały się moje marzenia, a moje siostry, Ji Hye Park i Hyun Jung Park, zawsze mnie rozweselały, nie pozwalały popaść w rutynę i wierzyły, że uda mi się pokonać każdą przeszkodę.

Lucian Reynolds wspierał mnie w każdej chwili pracy z nieskończoną cierpliwością, zaangażowaniem, radą i humorem. Nigdy nie przestał wierzyć w moją zdolność do napisania tej książki, nawet gdy sama wątpiłam.

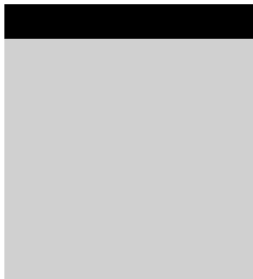
Jestem wdzięczna również innym osobom, których nie wymieniłam. Zwłaszcza tym wszystkim, którzy ciągle musieli na mnie czekać, ponieważ byłam zbyt zajęta pisaniem tej książki, ale którzy nie wykreślili mnie ze swego życia. Dziękuję Wam wszystkim.

EJ Park



Skrócony spis treści

	Przedmowa	xxi
	Wstęp	xxiii
Rozdział 1	Wprowadzenie do LEGO MINDSTORMS EV3	1
Rozdział 2	Budujemy robota Auto-Driver: podstawowy pojazd	13
Rozdział 3	Zaczynamy programować	39
Rozdział 4	Poznajemy bloki akcji część 1: programujemy silniki	59
Rozdział 5	Poznajemy bloki akcji część 2: bloki wyświetlacza, dźwięku i światła stanu klocka	85
Rozdział 6	Poznajemy bloki przepływu	113
Rozdział 7	Budujemy robota Spy Rabbit, który potrafi reagować na otoczenie	135
Rozdział 8	Badamy środowisko: czujniki podczerwieni, dotyku i koloru	161
Rozdział 9	Używamy czasomierza i czujnika obrotu	199
Rozdział 10	Budujemy robota Mr. Turto: żółwia morskiego	217
Rozdział 11	Programujemy przy użyciu przewodów danych i własnych bloków	249
Rozdział 12	Używamy bloków operacji na danych	273
Rozdział 13	Budujemy robota Big Belly Bot, który je i wydala	297
Rozdział 14	Projektujemy własnego robota: jak powstał szczeniak Guapo?	325
Dodatek	Połączenia Bluetooth i Wi-Fi z klockiem EV3	365
	Indeks	371



Spis treści

	Przedmowa	xxi
	Wstęp	xxiii
Rozdział 1	Wprowadzenie do LEGO MINDSTORMS EV3	1
	Zestaw EV3: otwieramy opakowanie	2
	Części elektroniczne EV3	2
	Oprogramowanie EV3	5
	Części konstrukcyjne TECHNIC	7
	Instrukcje konstruowania i plansza testowa	10
	Porównanie zestawów EV3 i NXT	11
	Podsumowanie	12
Rozdział 2	Budujemy robota Auto-Driver: podstawowy pojazd	13
	Podstawy robota Auto-Driver	13
	Zastosowania robota Auto-Driver	13
	Składamy robota Auto-Driver	16
	Interfejs klocka EV3	29
	Przyciski klocka	29
	Cztery podstawowe ekrany	30
	Obsługa robota Auto-Driver	36
	Podsumowanie	37
Rozdział 3	Zaczynamy programować	39
	Co to jest programowanie?	39
	Komunikacja z robotami	39
	Języki programowania	40
	Poznajemy system oprogramowania EV3	40
	Uruchamianie oprogramowania EV3	41
	Co widać na ekranie?	42
	Interfejs programowania i języki graficzne	47

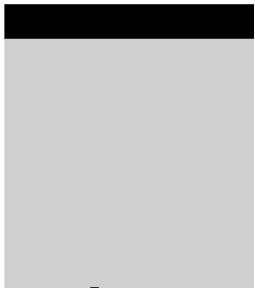
	Przyzwyczajanie do interfejsu.....	49
	Pobieranie programów do robota.....	52
	Łączenie klocka EV3 z komputerem.....	52
	Odczytywanie klocka EV3 w oprogramowaniu.....	55
	Podsumowanie.....	58
Rozdział 4	Poznajemy bloki akcji część 1: programujemy silniki.....	59
	Podstawy programowania blokowego.....	59
	Reguła 1: używaj bloku startowego.....	59
	Reguła 2: przestrzegaj przepływu programu.....	61
	Przegląd struktury bloku programowania.....	62
	Poznajemy wartości wejściowe dla silników.....	62
	Tryby wyłączony, włączony i włączony przez sekundy.....	63
	Tryby włączony przez stopnie i włączony przez obroty.....	65
	Wejście mocy silnika oraz określanie kierunku.....	67
	Sterowanie silnikami za pomocą bloku dużego silnika i bloku średniego silnika.....	68
	Praca z blokiem dużego silnika.....	68
	Tworzenie programów z blokiem dużego silnika.....	69
	Sterowanie dwoma silnikami za pomocą bloku poruszania z kierowaniem.....	73
	Praca z blokiem poruszania z kierowaniem.....	73
	Tworzenie programów z blokiem poruszania z kierowaniem.....	76
	Używanie bloku poruszania jak czołgiem do sterowania poziomem mocy silnika.....	82
	Praca z blokiem poruszania jak czołgiem.....	82
	Tworzenie programów za pomocą bloku poruszania jak czołgiem.....	83
	Podsumowanie.....	83
Rozdział 5	Poznajemy bloki akcji część 2: bloki wyświetlacza, dźwięku i światła stanu klocka.....	85
	Blok wyświetlacza.....	85
	Wyświetlanie tekstu: tryby pikseli i siatki.....	88
	Rysowanie kształtów: tryby linii, koła, prostokąta i punktu.....	94
	Wyświetlanie obrazów: tryb obrazu.....	98
	Resetowanie wyświetlacza: tryb resetowania ekranu.....	103
	Blok dźwięku.....	103
	Tryb odtwarzania pliku.....	105
	Tryb odtwarzania tonów.....	107
	Tryb odtwarzania nut.....	108
	Tryb zatrzymywania.....	109
	Blok światła stanu klocka.....	110
	Tryb włączenia.....	110

	Tryby wyłączenia i resetowania	111
	Podsumowanie	111
Rozdział 6	Poznajemy bloki przepływu	113
	Blok startowy	113
	Uruchamianie programu	114
	Demonstracja linii kodu	114
	Blok oczekiwania	115
	Tryb porównywania w bloku oczekiwania	116
	Tryb zmiany w bloku oczekiwania	117
	Tryb czasu	118
	Tryb przycisków klocka	119
	Blok pętli	122
	Tryby bez ograniczeń, licznika i czasu	124
	Tryb przycisków klocka	126
	Blok przerwania pętli	127
	Blok przełącznika	128
	Tryb porównania w bloku przełącznika	129
	Tryb pomiaru w bloku przełącznika	132
	Używanie wartości z przewodu danych	133
	Podsumowanie	134
Rozdział 7	Budujemy robota Spy Rabbit, który potrafi reagować na otoczenie	135
	Królik Spy Rabbit	135
	Osobowość robota Spy Rabbit	136
	Składamy robota Spy Rabbit	136
	Testowanie ruchomych części robota Spy Rabbit	158
	Podsumowanie	159
Rozdział 8	Badamy środowisko: czujniki podczerwieni, dotyku i koloru	161
	Czujniki	161
	Wprowadzenie do czujników EV3	162
	Czujnik podczerwieni i zdalny nadajnik podczerwieni	163
	Zdalny nadajnik podczerwieni	163
	Tryb pilota	165
	Tryb nawigacji	169
	Tryb pomiaru odległości	171
	Odczytywanie wartości w aplikacji Port View z czujnika podczerwieni	173
	Programowanie z czujnikiem podczerwieni i pilotem	175
	Czujnik dotyku	179
	Dodawanie czujnika dotyku do robota Spy Rabbit	181
	Odczytywanie wartości z czujnika dotyku w aplikacji Port View	184

	Programowanie czujnika dotyku	184
	Czujnik koloru	187
	Tryb koloru	187
	Tryb intensywności światła odbitego	190
	Tryb intensywności światła otoczenia	191
	Dodawanie czujnika koloru do robota Spy Rabbit	192
	Odczytywanie wartości z czujnika koloru w aplikacji Port View ..	195
	Programowanie czujnika kolorów	196
	Podsumowanie	198
Rozdział 9	Używamy czasomierza i czujnika obrotu	199
	Czasomierz	199
	Praca z czasomierzem w blokach programowania	201
	Programowanie z czasomierzem	204
	Czujnik obrotu silnika	206
	Używanie czujnika obrotów silnika w blokach programowania ..	207
	Programowanie z czujnikiem obrotów silnika	210
	Podsumowanie	215
Rozdział 10	Budujemy robota Mr. Turto: żółwia morskiego	217
	Żółw Mr. Turto	217
	Struktura ciała robota Mr. Turto	218
	Składanie robota Mr. Turto	219
	Testowanie ruchów robota Mr. Turto	247
	Podsumowanie	248
Rozdział 11	Programujemy przy użyciu przewodów danych i własnych bloków	249
	Co to jest przewód danych?	249
	Jak działają przewody danych?	250
	Wprowadzenie do programowania przy użyciu przewodów danych	251
	Używanie wejścia i wyjścia klocka	253
	Typy danych i typy przewodów danych	254
	Bloki czujników i przewody danych	258
	Konfigurowanie bloków czujników	258
	Ćwiczenie 1: Hurra! Znalazłem coś	260
	Ćwiczenie 2: Słyszysz mnie?	262
	Ćwiczenie 3: Jasne światło budzi robota Mr. Turto.	263
	Wprowadzenie do własnych bloków	264
	Używanie kreatora My Block Builder	264
	Eksportowanie i importowanie własnych bloków	269
	Podsumowanie	271

Rozdział 12	Używamy bloków operacji na danych	273
	Blok zmiennej.....	274
	Co to jest zmienna?.....	274
	Konfigurowanie bloku zmiennej.....	275
	Blok stałej.....	281
	Wiele trybów bloku stałej.....	281
	Działanie bloków stałych.....	282
	Blok operacji na tablicy.....	282
	Tryb dopisywania.....	283
	Tryby odczytu i zapisu w indeksie.....	283
	Tryb długości.....	285
	Blok operacji logicznych.....	285
	Tryb And.....	286
	Tryb Or.....	287
	Tryb XOR.....	287
	Tryb Not.....	287
	Bloki matematyczny i zaokrąglania.....	289
	Blok matematyczny.....	289
	Blok zaokrąglania.....	291
	Bloki porównywania, zakresu i losowania.....	292
	Blok porównania.....	293
	Blok zakresu.....	293
	Blok losowania.....	294
	Blok tekstowy.....	295
	Podsumowanie.....	296
Rozdział 13	Budujemy robota Big Belly Bot, który je i wydalą	297
	Robot Big Belly Bot.....	297
	Osobowość robota Big Belly Bot.....	298
	Mechanizmy robota Big Belly Bot.....	299
	Składanie robota Big Belly Bot.....	301
	Programowanie robota Big Belly Bot.....	320
	Akcja 1 – Prostowanie: odchyl się do tyłu, aby poprawić postawę.....	320
	Akcja 2 – Odżywianie: sprawdź, czy brzuch jest pełen po przyjęciu pożywienia. Kiedy jest pełen, powiedz „Uh-oh”.....	321
	Akcja 3 – Wydalanie: Pochyl się, otwórz tyłek, wydal, a następnie potrząśnij ciałem.....	322
	Akcja 4 – zamykanie tyłka.....	323
	Podsumowanie.....	323
Rozdział 14	Projektujemy własnego robota: jak powstał szczeniak Guapo? ..	325
	Budujemy robota-szczeniaka Guapo.....	325

	Ustalanie celu: co chcemy zbudować?	354
	Czerpanie inspiracji dla celu	354
	Definiowanie akcji robota: co robi robot?.....	354
	Dobór części ruchomych i czujników.....	355
	Planowanie za pomocą szkicowania: sposób	
	decydowania, które części będą się ruszać.....	355
	Dodawanie czujników: gdzie będą najbardziej użyteczne.....	357
	Budowanie i modyfikowanie: od fragmentów	
	podstawowych do dekoracyjnych	360
	Czas na programowanie.....	362
	Podsumowanie	364
Dodatek	Połączenia Bluetooth i Wi-Fi z klockiem EV3	365
	Połączenie Bluetooth z klockiem EV3	365
	Łączenie klocka EV3 z komputerem	366
	Pobieranie programu do klocka EV3 za pomocą sieci Wi-Fi.....	368
	Używanie urządzeń Apple iOS z klockiem EV3.....	369
	Indeks	371



Przedmowa

Zajmuję się robotyką LEGO od 25 lat. Najwcześniejsze moje doświadczenia dotyczą pracy z Seymourem Papertem (MIT Media Lab) i kolegami projektującymi materiały edukacyjne i używającymi ich podczas pracy z dziećmi. Od tamtej pory miałam nadzwyczajną możliwość poprowadzenia własnej firmy, która pomaga dzieciom i nauczycielom używać technologii w sposób kreatywny i skuteczny.

Około trzy lata temu kolega zarekomendował mi EJ Park. W chwili, gdy EJ weszła przez drzwi, wiedziałam już, że jest w niej coś specjalnego. Szybko poprosiłam ją, aby ze mną pracowała, a przez kolejne lata tworzyła w mojej firmie projekty robotów LEGO. Praca EJ jest zawsze wspaniała. Nigdy nie zgadza się na słabsze rozwiązania. Przede wszystkim jest życzliwa i skupiona na dzieleniu się swoją niezwykle wiedzą dotyczącą systemu Mindstorms. Ta książka jest niezwykle cenna, ponieważ została starannie wykonana i dostarcza pomysłów, przykładów i instrukcji krok po kroku.

Być może, kiedy słyszysz termin „robotyka LEGO”, myślisz o wynalazkach, innowacjach i rozległych możliwościach związanych z platformą EV3 oraz jej miejscem w programie STEAM (nauka, technologia, inżynieria, sztuka i matematyka) oraz majsterkowaniu?

A może „robotyka” oznacza 600 części zestawu LEGO Mindstorms rozłożonych po całym pokoju, kiedy pomimo braku wiedzy próbujesz dołączyć do swojego dziecka zainteresowanego robotyką?

Nie ma znaczenia, na jakim etapie przygody z robotyką jesteś, będzie trudno znaleźć lepszy podręcznik niż *Poznajemy LEGO Mindstorms EV3*. EJ jest pasjonatką wynalazczości i majsterkowania z wieloletnim doświadczeniem tworzenia automatów i projektów robotyki LEGO. EJ nauczała na wszystkich poziomach robotyki, więc wie, jakie umiejętności chcą poznać początkujący, a jakie wyzwania będą ekscytujące dla ekspertów.

Podręcznik *Poznajemy LEGO Mindstorms EV3* uczy robotyki dzięki jasnym i łatwym w użyciu instrukcjom krok po kroku. Książka zawiera pięć projektów,

które uczą, jak zbudować robota, jak napisać kod, aby robot działał, oraz jak równocześnie dobrze się bawić.

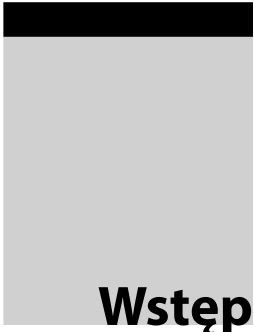
Robotyka jednak nie polega tylko na ścisłym przestrzeganiu instrukcji w celu wykonania ruchomych obiektów. Jak napisała EJ – oraz jak uczymy w RoboFun w Nowym Jorku – chcemy, aby proces i produkt były kreatywne i wynikały z pomysłów i pasji majsterkowiczów.

Kodowanie i majsterkowanie jest potężną kombinacją edukacyjną. Obejmuje wiele obszarów myślenia, takich jak planowanie, obliczanie, szacowanie, używanie zmiennych, stosowanie przełożeń kół zębatych, a także wiele prób i błędów. Kodowanie i budowanie pozwala uczniom rozwijać umiejętności w swoim tempie nauki, co jest istotnym narzędziem intelektualnym i rozwojowym, które często jest pomijane w szkolnych programach nauczania.

Książka *Poznajemy LEGO Mindstorms EV3* uczy, że końcowy efekt tego wielowarstwowego procesu nauki wprawia uczniów w ekscytację i dumę, gdy rozwijają swoją inwencję i widzą, jak ich dzieło – *własny* robot – powstaje do życia.

— Laura Allen

Założycielka i dyrektorka, RoboFun, Nowy Jork



Wstęp

Oto najnowszy zestaw LEGO MINDSTORMS! Dzięki EV3 możemy budować inteligentniejsze, bardziej potężne roboty, które mogą być zarówno autonomiczne, jak i interaktywne. Ten zestaw składa się z ponad 500 części LEGO TECHNIC, ale otrzymujemy także zaktualizowane składniki, które pozwalają przekształcić konstrukcję LEGO w robota. Obejmują one programowalny klocek (minikomputer), który będzie mózgiem robota, silniki, które będą mięśniami robota, oraz czujniki, które pozwalają robotowi uważać na świat wokoło. Funkcja, która sprawia, że ten zestaw jest jeszcze fajniejszy, to oprogramowanie EV3, które działa jako pomost między człowiekiem a robotem. Możemy pisać niezliczone programy przy użyciu tego oprogramowania i pobierać je do programowalnego klocka w celu ożywienia robota.

Uważam, że zestaw EV3 jest jednym z najbardziej przyjaznych dla użytkowników zestawów do robotyki, które były kiedykolwiek dostępne. Zdumiewające jest, że budowanie i programowanie z tym zestawem nie wymaga faktycznie żadnego wcześniejszego doświadczenia. Wystarcza sama pasja do robotyki. Jednak poznawanie świata robotów z EV3 może być pełniejsze, jeśli mamy przewodnika. Takim przewodnikiem jest niniejsza książka.

Książka zaczyna się od przedstawienia części widocznych po otwarciu pudełka EV3, a kończy się sugestiami, jak zacząć budować własne roboty. Środek obejmuje szeroki zakres programowania od podstawowego do zaawansowanego. W kolejnych lekcjach wprowadzane są projekty, które możemy budować za pomocą własnego zestawu EV3. W sumie będzie pięć robotów, które mam nadzieję zachęcą do stawiania własnych wyzwań, aby zostać lepszym majsterkowiczem korzystającym z systemu EV3.

Oto podział książki:

- Rozdział 1 „Wprowadzenie do LEGO MINDSTORMS EV3” stanowi zapoznanie z zestawem LEGO MINDSTORMS EV3.

- Podstawowy pojazd zbudowany w rozdziale 2 „Budujemy robota Auto-Driver: podstawowy pojazd” o nazwie Auto-Driver działa jako podstawowy robot, którego będziemy używać, ucząc się kodowania w rozdziałach od 3 do 6.
- Robot Spy Rabbit, którego spotykamy w rozdziale 7 „Budujemy robota Spy Rabbit, który potrafi reagować na otoczenie”, będzie towarzyszył nam w rozdziałach 8 i 9, wprowadzając do programowania czujników.
- W rozdziałach 10 „Budujemy robota Mr. Turto: żółwia morskiego” i 11 „Programujemy przy użyciu przewodów danych i własnych bloków” zbudujemy i ożywimy robota Mr. Turto – żółwia morskiego.
- Zaawansowane techniki programowania zostały wprowadzone w rozdziale 12 „Używamy bloków operacji na danych”.
- W rozdziale 13 „Budujemy robota Big Belly Bot, który je i wydała” wykonamy humanoidalnego robota Big Belly Bot, który, zgodnie z tytułem rozdziału, je i wydała.
- Na końcu jest rozdział 14 „Projektujemy własnego robota: jak powstał szczeniak Guapo?” Nie tylko przedstawiam Guapo, robota-szczeniaka, ale daję także parę wskazówek dotyczących projektowania własnych robotów.
- Umieściłam także dodatek, który pomoże pobierać programy do klocka EV3 przy użyciu połączeń Bluetooth i Wi-Fi.

Jeśli jesteś osobą początkującą, zalecam przeczytanie książki od początku do końca. Zyskasz większą pewność swoich umiejętności budowania i programowania robotów w systemie EV3. Jeśli masz doświadczenie w budowaniu robotów LEGO MINDSTORMS, możesz swobodnie pomijać fragmenty książki zgodnie z potrzebami (ale nie przegap robotów). Ta książka będzie służyć jako punkt odniesienia do zdobytej już wiedzy, jak również przydatne narzędzie do przyszłego budowania i programowania.

Czy pamiętasz smak twardego cukierka z nadzieniem? Podczas pisania tej książki miałam nadzieję, że Czytelnicy podejną do nauki korzystania z EV3 jak do takiego cukierka. Pracujesz ciężko, aby rozpuścić zewnętrzną warstwę cukierka, aby dostać się do smacznego środka. Nie ma znaczenia, jak ciężko trzeba było pracować, ten proces zawsze kończy się nagrodą, ponieważ jedzenie cukierka daje słodycz i satysfakcję. Poznawanie systemu EV3, by stać się mistrzem budowy robotów, może trwać długo, ale mam nadzieję, że wertując tę książkę, strona po stronie, poczujesz się jak podczas jedzenia cukierka.

Wprowadzenie do LEGO MINDSTORMS EV3

Masz zestaw podobny do pokazanego na rysunku 1-1?



Rysunek 1-1: Zestaw LEGO MINDSTORMS EV3, numer katalogowy 31313

Jeśli tak, możesz zaczynać lekturę. Istnieje wiele wersji zestawów LEGO, jednak w tej książce będziemy zajmować się zestawem LEGO MINDSTORMS EV3, oznaczonym numerem katalogowym LEGO 31313. Ten rozdział zawiera krótkie omówienie wyposażenia zestawu oraz jego funkcji.

Zestaw EV3: otwieramy opakowanie

Zestaw EV3 składa się z różnych elementów. Niektóre nich występują również w innych zestawach LEGO, ale są też takie, których nie znajdziecie nawet w starszych wersjach LEGO MINDSTORMS. Przed użyciem nowego zestawu ważne jest, aby zapoznać się z jego elementami. Najważniejsze z nich to:

- Elementy elektroniczne wchodzące w skład zestawu EV3
- Oprogramowanie EV3
- Części konstrukcyjne TECHNIC
- Instrukcje konstruowania
- Plansza testowa

Dzięki znajomości różnych elementów możemy lepiej projektować roboty. Przyjrzyjmy się tym elementom bardziej szczegółowo.

Części elektroniczne EV3

Jedną z najważniejszych cech definiujących robota jest to, że przetwarza on polecenia i generuje ruchy. Elementy elektroniczne, które wchodzi w skład zestawu EV3, umożliwiają konstruowanie robotów, które przetwarzają napisane przez nas polecenia i generują ruchy definiowane w tych poleceniach.

Klocek EV3

Klocek EV3, pokazany na rysunku 1-2, działa jak mózg robota. Podobnie jak nasz mózg informuje ciało, co robić, klocek EV3 instruuje robota, jak ma działać. Różnica między naszym mózgiem a klockiem EV3 jest taka, że nasz mózg pracuje samodzielnie, a klocek EV3 jedynie interpretuje programy, które napiszemy. Zauważ, że do działania klocka EV3 potrzeba sześciu baterii AA 1,5V.

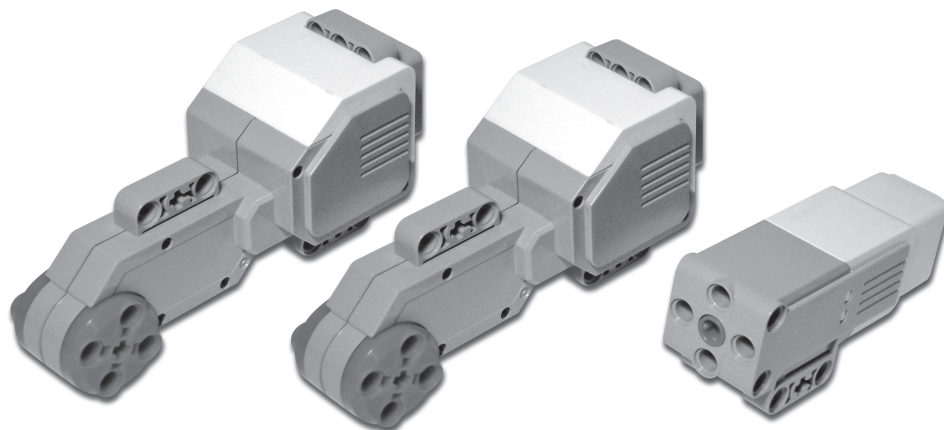
Silniki

Będziemy programować silniki EV3, pokazane na rysunku 1-3, aby tworzyć ruchy robota. Podobnie jak klocek EV3 jest mózgiem robota, silniki przypominają mięśnie. Tak jak nasze mięśnie powodują ruchy naszego ciała, silniki dają

moc działaniom robota, takim jak jeżdżenie, chodzenie, podnoszenie, obracanie itd.



Rysunek 1-2: Kłosek EV3



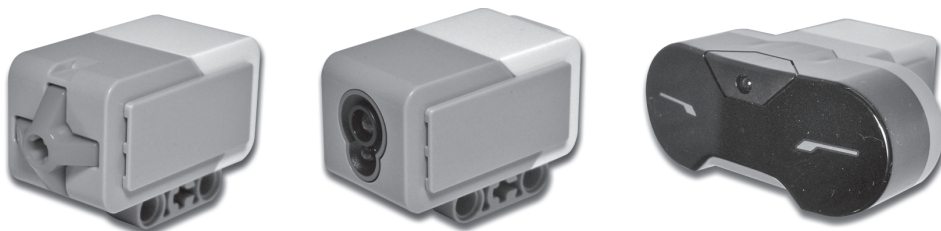
Rysunek 1-3: Silniki EV3: dwa duże i jeden średni

Jak widać na rysunku 1-3, duże i średnie silniki różnią się trochę wyglądem. Duży silnik jest większy od średniego, a rozmiar odzwierciedla jego siłę. Ponadto te silniki ruszają się w różnych kierunkach względem swoich obudów: ruch dużego silnika jest równoległy, a ruch średniego silnika — prostopadły, co pozwala projektować roboty doskonale z naszymi zamierzeniami.

Czujniki

W zestawie EV3 znajdziemy czujniki dotyku, koloru i podczerwieni (patrz rysunek 1-4). Podczas wykonywania projektów z tej książki nauczysz się

korzystać z czujników, aby konstruowane roboty były interaktywne. Innymi słowy robot będzie mógł decydować o swoim działaniu na podstawie bodźców z otoczenia. Weźmy na przykład robot-pojazd, który dzięki czujnikowi podczerwieni może wykrywać odległość od znajdującego się przed nim obiektu. Na podstawie danych z czujnika robot może odtwarzać głośniejszy dźwięk, gdy zbliża się do obiektu.



Rysunek 1-4: Czujniki EV3

Zdalny nadajnik podczerwieni

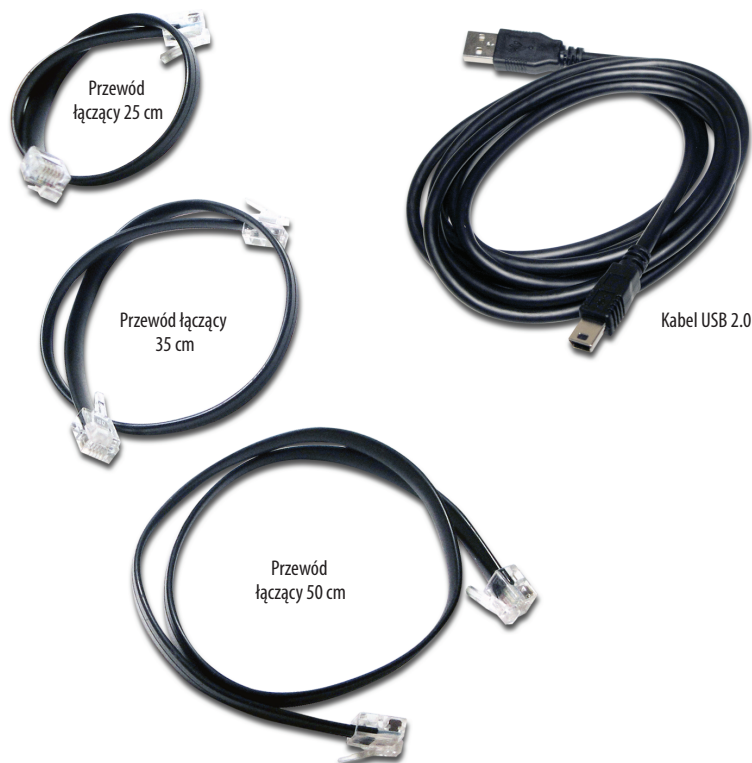
Zdalny nadajnik podczerwieni, czyli nadajnik IR, jest jedną z fajnych nowych funkcji zestawu EV3 (patrz rysunek 1-5). Możemy używać go jako pilota robota i możemy programować różne polecenia dla poszczególnych przycisków lub ich kombinacji. Ponadto możemy skonfigurować robota, aby wykrywał położenie nadajnika IR. Zauważ, że nie powinniśmy używać tego urządzenia z czujnikiem podczerwieni.



Rysunek 1-5: Zdalny nadajnik podczerwieni

Kable

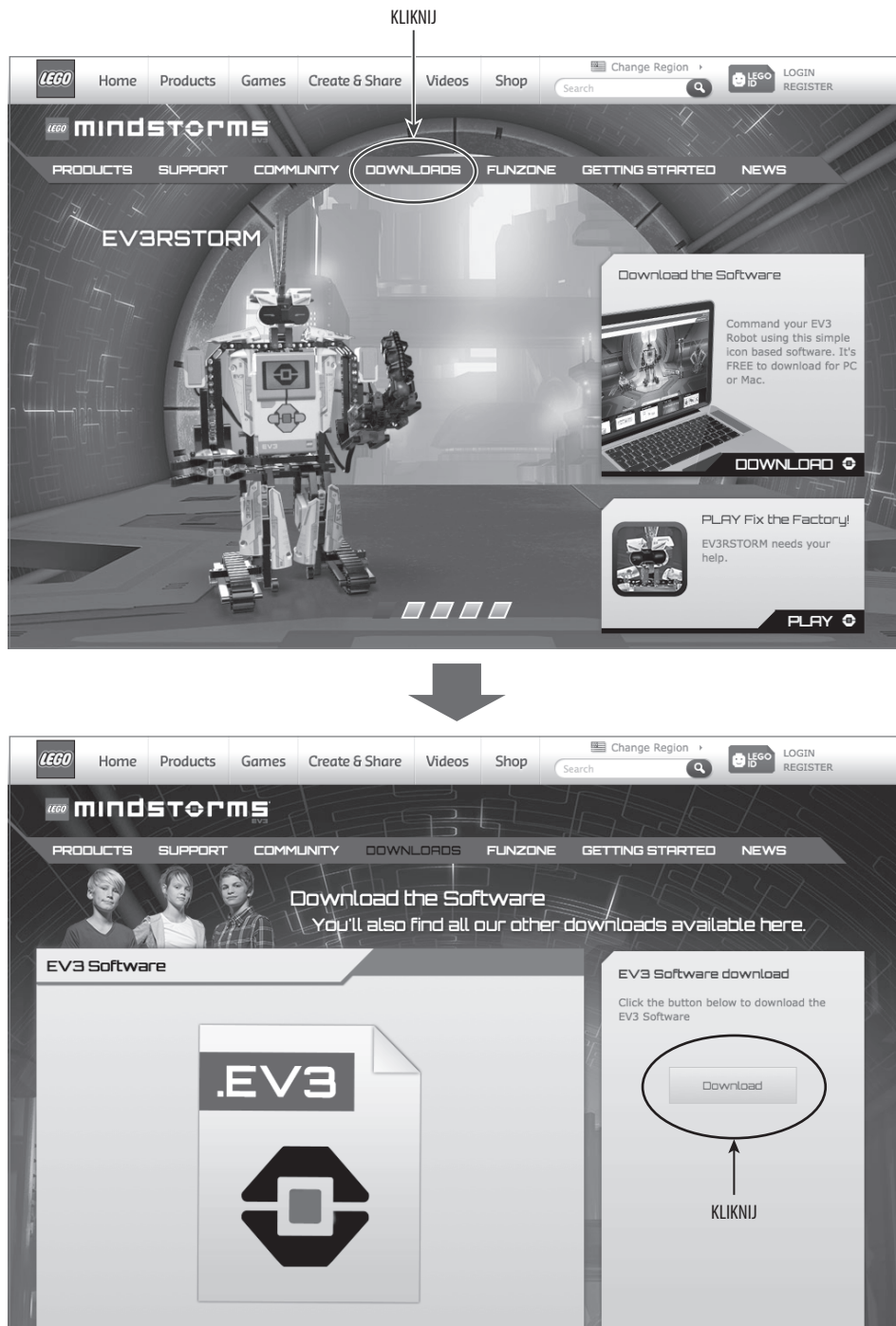
Ten zestaw zawiera dwa typy kabli (patrz rysunek 1-6): przewody łączące i kabel USB 2.0. Przewody łączące służą do podłączania silników i czujników do klocka EV3. Kabel USB służy do pobierania programu do klocka EV3 z komputera.



Rysunek 1-6: Przewody łączące i kabel USB 2.0

Oprogramowanie EV3

Do przekazywania instrukcji do robota EV3 potrzebne jest oprogramowanie EV3 specjalnie przeznaczone do tego zestawu. Jeśli szukasz dysku instalacyjnego w opakowaniu zestawu, tracisz czas. LEGO oferuje swoje darmowe oprogramowanie EV3 tylko do pobrania z witryny www.LEGO.com/mindstorms. Na stronie głównej kliknij łącze Downloads, aby wyświetlić stronę pokazaną na rysunku 1-7. Następnie kliknij przycisk Download.



Rysunek 1-7: Pobieranie oprogramowania EV3

Nie martw się, jeśli nie masz dostępu do oprogramowania EV3, gdy chcesz testować robota. Istnieje aplikacja dołączona do klocka, która pozwala programować robota. Utworzony za jej pomocą program będzie prostszy niż wykonany za pomocą oprogramowania EV3, ale nadal bardzo użyteczny! W rozdziale „Budujemy robota Auto-Driver: podstawowy pojazd” przyjrzymy się interfejsowi klocka EV3 i wtedy dowiesz się, gdzie znaleźć tę aplikację.

Którą wersję pobrać?

Oprogramowanie EV3 jest zgodne z komputerami PC i Mac. Jeśli używasz systemu operacyjnego Windows, powinna to być jedna z następujących wersji: Windows XP (tylko wersja 32-bitowa), Windows Vista (32-/64-bitowa, z wyjątkiem wersji Starter), Windows 7 (32-/64-bitowa) lub Windows 8.x w trybie pulpitu (z wyjątkiem wersji Starter). Jeżeli używasz systemu operacyjnego Mac OS X, powinna to być jedna z następujących wersji: Mac OS X 10.6, 10.7 lub 10.8 (tylko procesory Intel).

Strona pobierania zawiera opcje wyboru systemu operacyjnego (Mac OS X i Win32) oraz języka. Jeśli pobierasz plik instalacyjny dla komputerów PC, zobaczysz plik z rozszerzeniem .exe. W przypadku komputerów Mac będzie to plik .dmg. Po pobraniu pliku na komputer po prostu kliknij dwukrotnie jego ikonę i wykonaj instrukcje pokazane na ekranie.

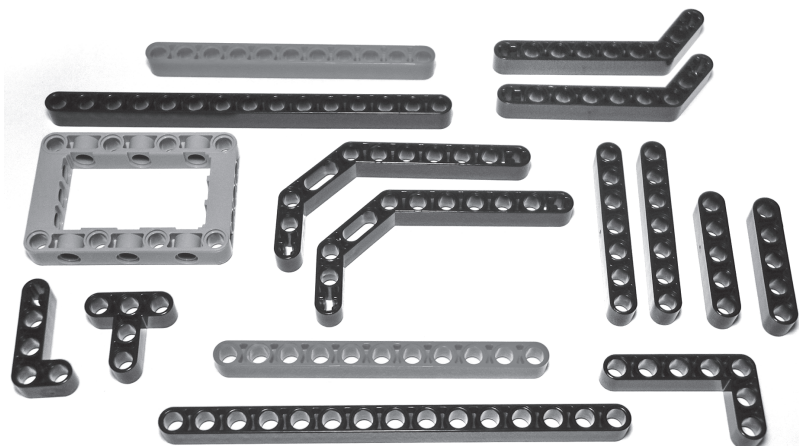
Części konstrukcyjne TECHNIC

Oprócz części elektronicznych zestaw zawiera różne części do konstruowania robotów. Zanim zajmiemy się budowaniem, przyjrzymy się głównym częściom konstrukcyjnym, których będziemy często używać, oraz ich ważnym cechom.

Belki TECHNIC bez studów

Podczas konstruowania robotów EV3 będziemy używać belek TECHNIC bez studów* (patrz rysunek 1-8). Oficjalna nazwa jest dość nieporęczna, więc od tej pory będę po prostu używać określenia belka. Te części są niezwykle istotne podczas budowania złożonych, poruszających się robotów, co nie byłoby możliwe przy użyciu standardowych klocków LEGO.

* Stud to charakterystyczny kołek służący do łączenia tradycyjnych klocków LEGO (przyp. tłum.)



Rysunek 1-8: Różne belki TECHNIC bez studów

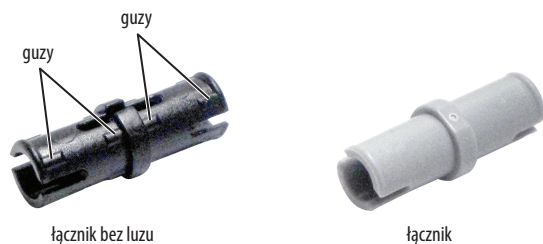
Łączniki

Zestaw zawiera wiele małych części, ale większość z nich wygląda jak łączniki pokazane na rysunku 1-9. Są one także nazywane pinami.



Rysunek 1-9: Różne typy łączników

Te elementy są nazywane łącznikami, ponieważ pozwalają na spajanie ze sobą wielu części. Łączniki występują w różnych rozmiarach o różnych cechach, ale ważne jest, aby rozróżniać ich dwa podstawowe typy: łącznik i łącznik bez „luzu”. Jeśli patrzysz na zwykły łącznik, jego powierzchnia jest gładka, zapewnia „luz” (zobacz rysunek 1-10), natomiast łącznik bez luzu ma na powierzchni małe guzki.



Rysunek 1-10: Łącznik bez luzu oraz łącznik z luzem

Jeśli umieścimy łącznik w belce, zauważymy, że belka może się łatwo obracać. Jeśli jednak zamiast niego użyjemy łącznika bez luzu, obracanie belki będzie znacznie utrudnione, ponieważ małe guzy na łączniku powodują większy opór.

Części mechaniczne

Podczas projektowania ruchów robota części mechaniczne pozwalają na bardziej wydajną konstrukcję (patrz rysunek 1-11). Zapewniają m.in. zysk mechaniczny występujący podczas zmieniania kierunku ruchu koła zębatego, budowanie układu napędowego, zmiany prędkości kół zębatach itp.



Rysunek 1-11: Części mechaniczne zestawu EV3: koła zębate walcowe, dwustronne koła zębate stożkowe, przekładnia ślimakowa, krzywka itd.

Porządkowanie zestawu EV3

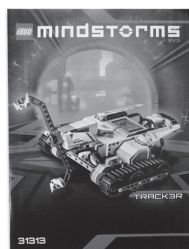
Zestaw EV3 zawiera wiele różnych części. Na podstawie doświadczenia podczas projektowania robota wolę mieć wszystkie części posegregowane. Mogę wtedy zobaczyć od razu, co jeszcze zostało, aby nie przerywać procesu myślowego i nie tracić czasu na wyszukiwanie części. Zapewne można używać plastikowych kubków lub małych pojemniczków, ale zalecam, aby do porządkowania części EV3 użyć skrzynki z przegródkami, która jest zwykle używana na części zamienne (patrz rysunek 1-12). W ten sposób możemy posegregować części według rozmiaru lub typu i przechowywać wszystko razem. Takie skrzynki można znaleźć w każdym dobrze wyposażonym sklepie ze sprzętem lub w Internecie.



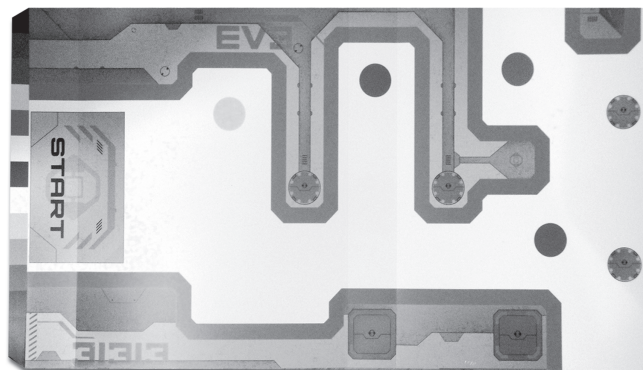
Rysunek 1-12: Porządkowanie zestawu EV3

Instrukcje konstruowania i plansza testowa

Oprócz części w zestawie EV3 znajduje się także broszura z instrukcjami konstruowania jednego robota i prostymi wskazówkami dotyczącymi używania klocka EV3 (patrz rysunek 1-13). Dokładny opis klocka EV3 zawarty w niniejszej książce uzupełnia podstawowe instrukcje z broszury. Pierwsza warstwa opakowania zawiera planszę testową (rysunek 1-13). Użyjemy tej planszy do testowania robota w dalszej części książki.



Broszura z instrukcjami konstruowania



Plansa testowa

Rysunek 1-13: Broszura z instrukcjami konstruowania i plansza testowa

Porównanie zestawów EV3 i NXT

NXT to poprzednia wersja zestawu LEGO MINDSTORMS. Osoby korzystające wcześniej z zestawów NXT, a które mają także zestawy EV3, może interesować porównanie tych wersji. Zasadniczo sprzęt EV3 działa lepiej niż sprzęt NXT. Jeśli weźmiemy pod uwagę zdolności klocka do przetwarzania danych, dokładność dołączonych czujników oraz udoskonalony projekt części elektronicznych, zestaw EV3 pozwala budować lepsze roboty. Silniki NXT i EV3 są wzajemnie zgodne i działają dobrze w każdym z zestawów. Natomiast czujniki EV3 nie są zgodne z systemem NXT, chociaż w zestawie EV3 możemy używać czujników z zestawu NXT. Wystarczy pamiętać, że używanie czujnika światła NXT z systemem EV3 może działać dość niestabilnie. Darmowe oprogramowanie EV3 jest potężnym oprogramowaniem sterującym dostępnym dla serii MINDSTORMS i będzie działać z NXT (patrz rysunek 1-14).

	EV3	NXT
SILNIKI	← →	← →
CZUJNIKI	← →	X
OPROGRAMOWANIE	X	← →

Rysunek 1-14: Wykres zgodności elementów zestawów EV3 i NXT

Podsumowanie

W tym rozdziale poznaliśmy:

- Elementy elektroniczne zestawu EV3
- Proces pobierania i instalacji oprogramowania EV3
- Cechy podstawowych części konstrukcyjnych
- Zgodność między elementami NXT i EV3

Budujemy robota Auto-Driver: podstawowy pojazd

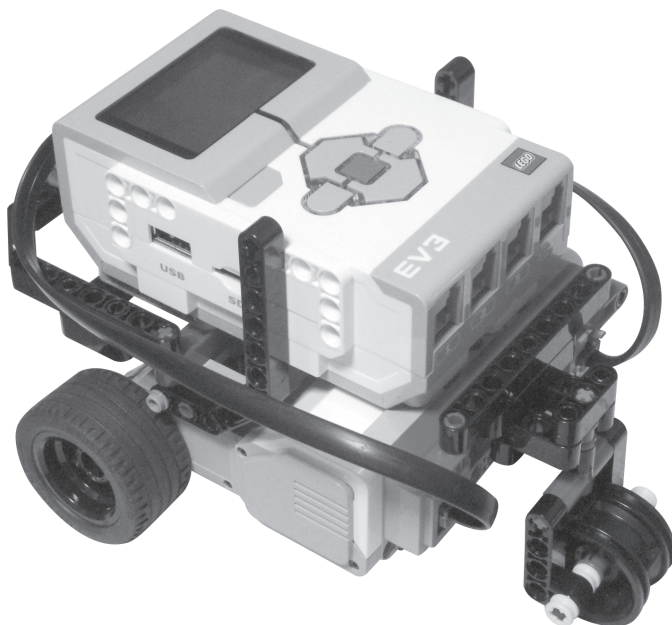
Znasz już rodzaje części w zestawie, zatem nadszedł czas, aby je połączyć i zrobić robota. W tym rozdziale zbudujesz swojego pierwszego robota: Auto-Driver, korzystając z niektórych elementów. Ponadto poznasz podstawy pracy z interfejsem klocka EV3 i użyjesz aplikacji w klocku EV3, aby wprowadzić robota w ruch.

Podstawy robota Auto-Driver

Auto-Driver to trójkołowy pojazd (patrz rysunek 2-1). Jest to jeden z podstawowych typów robotów z dwoma dużymi silnikami. Podczas budowania robota Auto-Driver nauczysz się korzystać z instrukcji konstruowania w tej książce i lepiej poznasz działanie systemu konstrukcyjnego.

Zastosowania robota Auto-Driver

Auto-Driver będzie miał kilka funkcji, które ma samochód: będzie mógł się poruszać do przodu i do tyłu, skręcać w prawo i w lewo oraz przyspieszać i zwalniać. W rozdziale 3 „Zaczynamy programować” użyjemy robota Auto-Driver, aby przetestować parę programów do sterowania silnikami, dzięki którym robot będzie krążył.

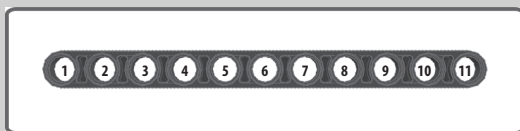


Rysunek 2-1: Robot Auto-Driver

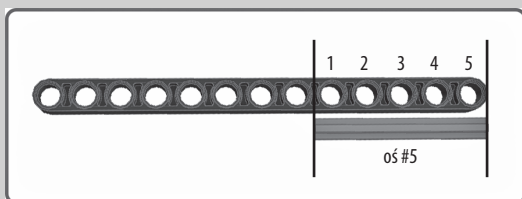
Identyfikacja części w instrukcjach konstruowania

Zestaw EV3 zawiera wiele części o różnych rozmiarach i zastosowaniach. Ma także wbudowany system mierzenia, który pozwala rozpoznawać rozmiary części. Dokładne dopasowanie rozmiaru jest istotne, gdy korzystamy z instrukcji konstruowania, a także gdy tworzymy własne projekty, aby przedstawić je innym osobom.

Korzystanie z instrukcji z tej książki wymaga rozumienia sposobu mierzenia długości belki i osi. Jak widać na rysunku 2-2, możemy liczyć liczbę otworów, aby określać różne długości belek. W celu zmierzenia rozmiaru osi umieszczamy oś obok belki, a następnie liczymy liczbę otworów, które oś zakrywa (patrz rysunek 2-3).

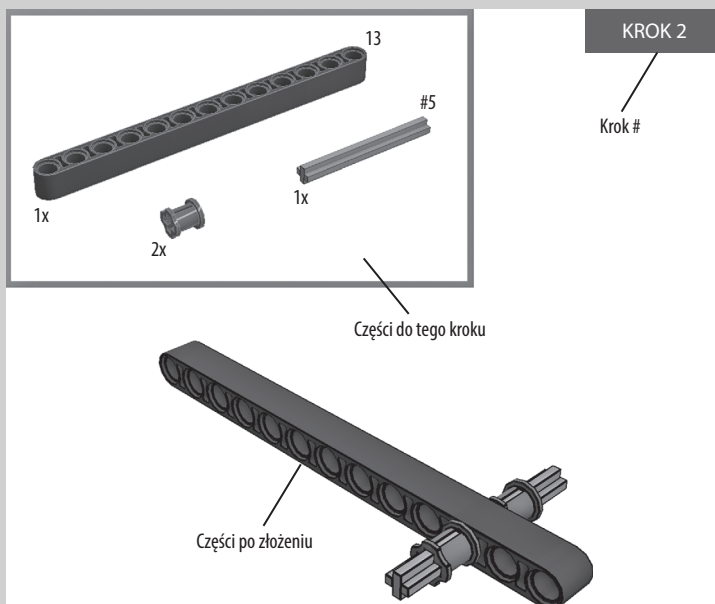


Rysunek 2-2: Liczenie liczby otworów w belce, aby poznać jej długość



Rysunek 2-3: Mierzenie długości osi

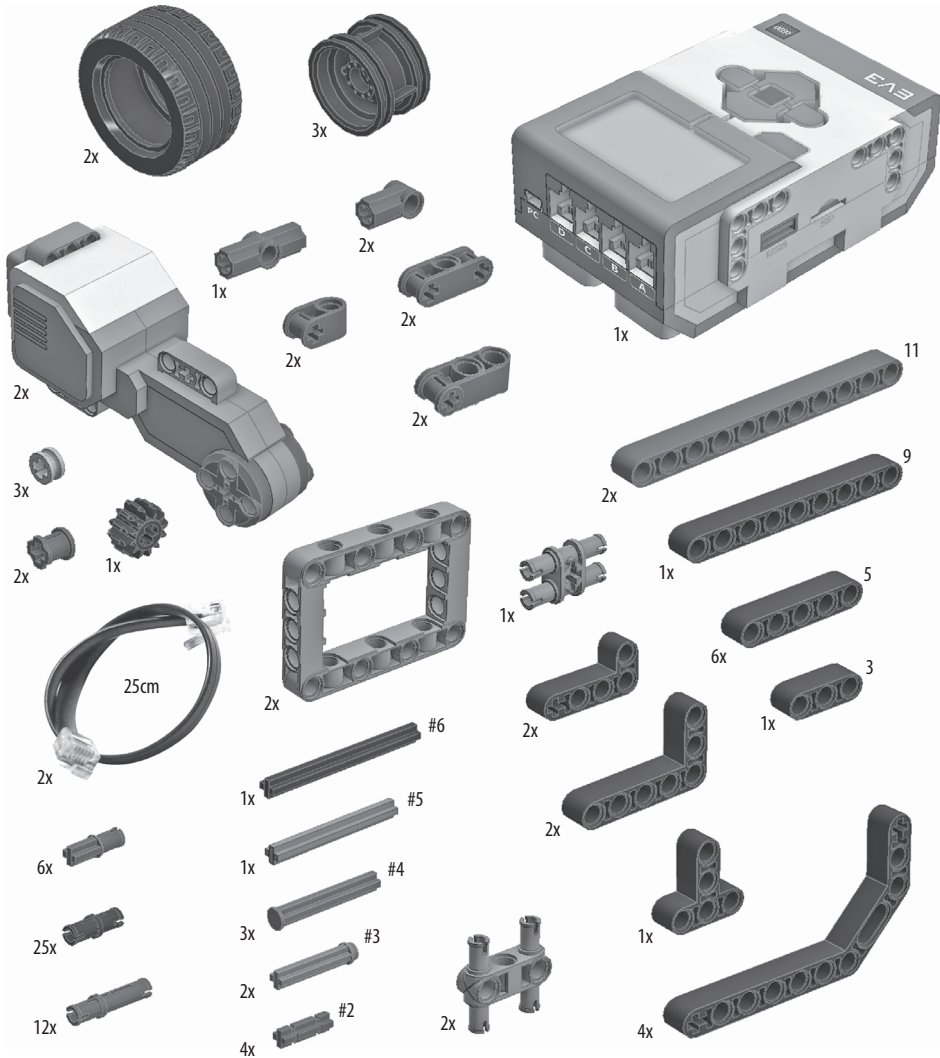
We wszystkich instrukcjach konstruowania w tej książce używałam tego samego szablonu pokazanego na rysunku 2-4. Numer kroku jest umieszczony w prawym górnym rogu, a potrzebne do niego części są przedstawione w lewym górnym rogu szablonu. Liczba obok belki to jej długość, a liczba obok osi poprzedzona znakiem # określa jej względną długość. Znajdujące się obok części liczby, po których następuje znak x, oznaczają, ile takich części jest potrzebnych w danym kroku.



Rysunek 2-4: Szablon instrukcji konstruowania

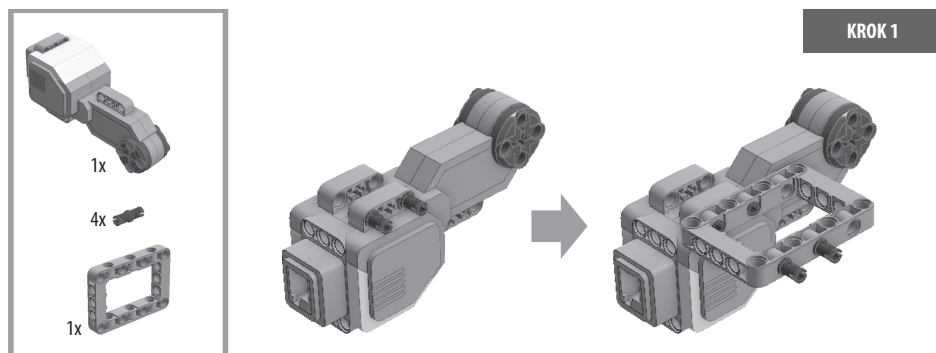
Składamy robota Auto-Driver

Teraz, gdy potrafimy wybrać właściwe części na podstawie instrukcji konstruowania, możemy zaczynać składanie robota Auto-Driver. Na początek znajdujemy wszystkie potrzebne części (patrz rysunek 2-5).

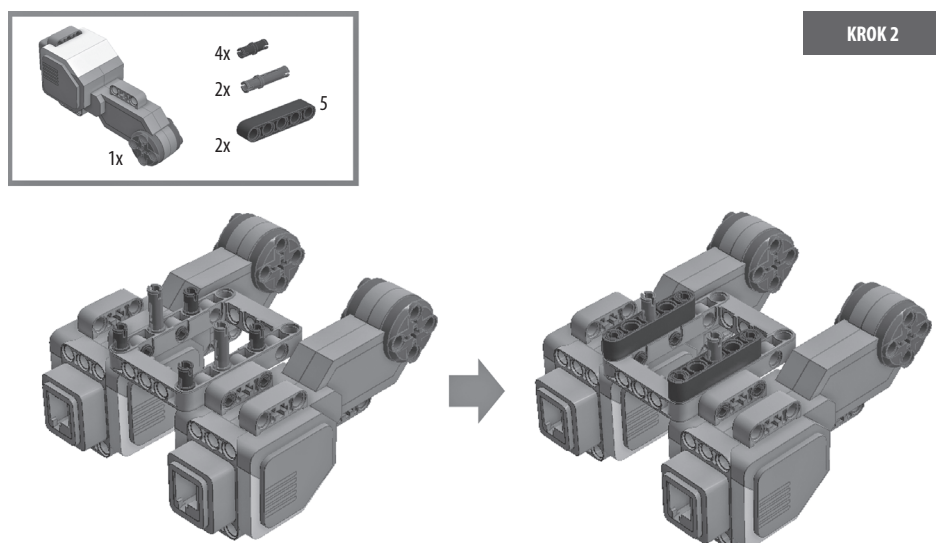


Rysunek 2-5: Lista części do zbudowania robota Auto-Driver

Po wybraniu wszystkich części zaprezentowanych na rysunku 2-5 korzystamy z instrukcji krok po kroku przedstawionych na rysunkach od 2-6 do 2-25, aby skonstruować robota Auto-Driver.



Rysunek 2-6: Krok 1: rozpoczynanie bazy robota Auto-Driver



Rysunek 2-7: Krok 2: dodawanie drugiego dużego silnika do bazy