Massimo Banzi

Wprowadzenie do Arduino

Przekład: Maria Chaniewska

APN Promise 2014

Wprowadzenie do Arduino
Polish edition copyright © 2014 APN PROMISE SA

Authorized Polish translation of English edition of **Getting Started with Arduino**, ISBN: 978-1-449-309879
Copyright © 2011 Massimo Banzi. All rights reserved.

This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., which owns or controls all rights to sell the same.

APN PROMISE SA, biuro: 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 jakiejkolwiek formie i w jakikolwiek sposób (elektroniczny, mechaniczny), włącznie z fotokopiowaniem, nagrywaniem na taśmy lub przy użyciu innych systemów bez pisemnej zgody wydawcy.

Wszystkie wymienione w książce nazwy mogą być znakami towarowymi lub zarejestrowanymi znakami towarowymi ich odnośnych właścicieli i zostały użyte tylko w celach identyfikacyjnych.

Ważna informacja dla Czytelników: Czytelnicy sami odpowiadają za swoje bezpieczeństwo, w tym właściwe użycie sprzętu i elementów ochronnych, oraz decydują, czy mają odpowiednie umiejętności i doświadczenie. Elektryczność i elementy używane w tych projektach są niebezpieczne, o ile nie są właściwie używane i bez właściwych środków ostrożności. Niektóre ilustracje nie przedstawiają elementów zabezpieczających ani stosownych przyrządów, aby bardziej czytelnie przedstawić kroki projektu.
Te projekty nie są przeznaczone dla dzieci. Instrukcji i sugestii z książki Wprowadzenie do Arduino należy używać na własne ryzyko. Wydawnictwo O'Reilly Media, Inc. i autor nie ponoszą żadnej odpowiedzialności za żadne skutki, w tym zniszczenia, uszkodzenia zdrowia i koszty. Do Czytelników należy odpowiedzialność za zgodność ich działalności z odpowiednimi prawami, w tym prawami autorskimi.

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 jakiekolwiek szkody będące następstwem korzystania z informacji zawartych w niniejszej publikacji, nawet jeśli APN PROMISE została powiadomiona o możliwości wystąpienia szkód.

ISBN: 978-83-7541-149-2

Projekt graficzny okładki: Randy Comer
Ilustracje: Elisa Canducci, Shawn Wallace

Przekład: Maria Chaniewska
Korekta: Ewa Swędrowska
Skład i łamanie: MAWart Marek Włodarz

Spis treści

Przedmowa ..... **ix**

1 Wstęp **1**

Grupa docelowa 2
Czym jest programowanie urządzeń? 3

2 Droga Arduino **5**

Prototypowanie 5
Majstrowanie 6
Spinanie 7
Zwieranie obwodów 8
Rozpracowywanie klawiatury 10
Uwielbiamy śmieci! 11
Rozpracowywanie zabawek 12
Współpraca 13

3 Platforma Arduino **15**

Sprzęt Arduino 15
Oprogramowanie (IDE) 18
Instalacja Arduino na komputerze 19
Instalacja sterowników: Macintosh 19
Instalacja sterowników: Windows 20
Identyfikacja portu: Macintosh 21
Identyfikacja portu: Windows 22

4 Prawdziwe wprowadzenie do Arduino **25**

Anatomia urządzeń interaktywnych 25
Czujniki i elementy wykonawcze 26
Migotanie diody LED 26
Podaj mi parmezan 30
Arduino nie dla dezerterów 31
Prawdziwi majsterkowicze piszą komentarze 31

Kod krok po kroku 32
Co będziemy budować 35
Co to jest elektryczność? 35
Używanie przycisku do sterowania diodą LED 38
Jak to działa? 41
Jeden obwód, tysiące działań 41

5 Zaawansowane wejście i wyjście 49

Próbowanie innych czujników dwustanowych 49
Sterowanie światłem przy użyciu modulacji szerokości impulsu 52
Używanie czujnika światła zamiast przycisku 58
Wejście analogowe 60
Próbowanie innych czujników analogowych 64
Komunikacja szeregowa 64
Sterowanie większymi obciążeniami (silnikami, lampami itp.) 66
Czujniki złożone 68

6 Rozmowy z chmurą 69

Planowanie 71
Kodowanie 72
Składanie obwodu 79
Sposób montażu 81

7 Rozwiązywanie problemów 83

Testowanie płytki 84
Testowanie obwodu na płytce prototypowej 85
Izolowanie problemów 86
Problemy ze środowiskiem IDE 87
Korzystanie z pomocy online 88

A Płytka prototypowa 91

B Odczytywanie wartości oporników i kondensatorów 93

C Vademecum Arduino 95

Struktura 95
Symbole specjalne 95
Stałe 96
Zmienne 96

Struktury sterujące 99
Arytmetyka i wzory 102
Operatory porównania 102
Operatory logiczne 102
Operatory złożone 103
Funkcje wejścia i wyjścia 103
Funkcje czasu 105
Funkcje matematyczne 106
Funkcje liczb losowych 108
Komunikacja szeregowa 108

D Czytanie schematów 111

Indeks 113

Podziękowania

Tę książkę dedykuję Luisie i Alexandrze.

Po pierwsze chcę podziękować moim partnerom z zespołu Arduino, są to: David Cuartielles, David Mellis, Gianluca Martino i Tom Igoe. Praca z Wami była rewelacyjnym doświadczeniem.

Barbara Ghella – ona o tym nie wie, ale bez jej cennej rady Arduino i ta książka mogłyby nigdy nie powstać.

Bill Verplank – za nauczenie mnie więcej niż programowania urządzeń. Gillian Crampton-Smith – za szansę i wszystko, czego się od niej dowiedziałem.

Hernando Barragan – za pracę, którą wykonał przy Wiring.

Brian Jepson – za bycie wspaniałym redaktorem i entuzjastyczne wsparcie przez cały czas.

Nancy Kotary, Brian Scott, Terry Bronson i Patti Schiendelman – za przekształcenie tego, co napisałem, w ukończoną książkę.

Chcę podziękować jeszcze wielu osobom, ale Brian mówi, że mam mało miejsca, więc po prostu wymienię krótką listę osób, którym muszę podziękować z wielu powodów:

Adam Somlai-Fisher, Ailadi Cortelletti, Alberto Pezzotti, Alessandro Germinasi, Alessandro Masserdotti, Andrea Piccolo, Anna Capellini, Casey Reas, Chris Anderson, Claudio Moderini, Clementina Coppini, Concetta Capecchi, Csaba Waldhauser, Dario Buzzini, Dario Molinari, Dario Parravicini, Donata Piccolo, Edoardo Brambilla, Elisa Canducci, Fabio Violante, Fabio Zanola, Fabrizio Pignoloni, Flavio Mauri, Francesca Mocellin, Francesco Monico, Giorgio Olivero, Giovanna Gardi, Giovanni Battistini, Heather Martin, Jennifer Bove, Laura Dellamotta, Lorenzo Parravicini, Luca Rocco, Marco Baioni, Marco Eynard, Maria Teresa Longoni, Massimiliano Bolondi, Matteo Rivolta, Matthias Richter, Maurizio Pirola, Michael Thorpe, Natalia Jordan, Ombretta Banzi, Oreste Banzi, Oscar Zoggia, Pietro Dore, Prof Salvioni, Raffaella Ferrara, Renzo Giusti, Sandi Athanas, Sara Carpentieri, Sigrid Wiederhecker, Stefano Mirti, Ubi De Feo, Veronika Bucko.

Przedmowa

Parę lat temu stanąłem przed bardzo interesującym wyzwaniem: miałem nauczyć projektantów technicznych absolutnego minimum elektroniki, aby mogli budować interaktywne prototypy obiektów, które projektują.

Na początku zacząłem, kierując się podświadomym instynktem, uczyć elektroniki w taki sam sposób, w jaki byłem jej uczony w szkole. Później stwierdziłem, że nie przynosi to zamierzonych efektów, i zacząłem przypominać sobie, jak piekielnie znudzony siedziałem w klasie, zalewany całą tą teorią bez wzmianki o jakimkolwiek praktycznym zastosowaniu.

W rzeczywistości, gdy byłem w szkole, znałem już elektronikę w bardzo empiryczny sposób: niewiele teorii, ale mnóstwo przydatnych doświadczeń.

Zacząłem myśleć o tym, jak naprawdę uczyłem się elektroniki:

- Rozkładałem na części dowolne urządzenia elektroniczne, które wpadały mi w ręce.
- Powoli poznawałem wszystkie elementy.
- Zaczynałem z nimi majstrować, zmieniając pewne wewnętrzne połączenia i patrząc, co dzieje się z urządzeniem: zwykle coś między wybuchem a smugą dymu.
- Zaczynałem budować pewne zestawy z czasopism elektronicznych.
- Łączyłem rozpracowane urządzenia oraz zestawy i inne obwody, znalezione w czasopismach, zmieniając ich zastosowanie, aby powstawały nowe rzeczy.

Jako małe dziecko, zawsze byłem zafascynowany odkrywaniem, jak rzeczy działają. Dlatego miałem zwyczaj rozbierania ich na części. Ta pasja rozwijała się, a celem stawały się różne nieużywane sprzęty domowe, które następnie rozkładałem na najmniejsze kawałki. W końcu ludzie zaczęli przynosić mi wszelkiego rodzaju urządzenia do rozmontowania. Moim największym

projektem w tym czasie były zmywarka i wczesny komputer, który pochodził z biura ubezpieczeniowego. Ten komputer miał dużą drukarkę, karty elektroniczne, magnetyczne czytniki kart i wiele innych rzeczy, które oczywiście były bardzo interesujące, a ich całkowite rozłożenie było wspaniałym wyzwaniem.

Po rozmontowaniu wielu urządzeń znałem elementy elektroniczne i z grubsza wiedziałem, do czego służą. Na dobitek mój dom był pełen starych czasopism elektronicznych, które mój ojciec kupił zapewne na początku lat siedemdziesiątych. Spędziłem wiele godzin, czytając te artykuły i przyglądając się schematom obwodów – bez większego zrozumienia.

Czytanie w kółko artykułów wraz ze wzrostem wiedzy zdobywanej dzięki rozkładaniu sprzętu na części tworzyły powoli efekt spirali.

Wspaniały przełom nastąpił w pewne Boże Narodzenie, gdy mój ojciec dał mi zestaw pozwalający nastolatkom uczyć się na temat elektroniki. Każdy element był umieszczony w plastikowej kostce, która magnetycznie łączyła się z innymi kostkami, ustanawiając połączenie. Na wierzchu był umieszczony symbol elektroniczny. Nie zdawałem sobie wtedy sprawy, że ta zabawka, która powstała w latach sześćdziesiątych, była także charakterystyczna dla niemieckiego stylu projektowania, ponieważ jej projektantem był Dieter Rams.

Dzięki temu nowemu narzędziu mogłem szybko składać obwody i wypróbowywać ich działanie. Cykl prototypowania stawał się coraz krótszy.

Następnie budowałem radia, wzmacniacze, obwody wydające straszne hałasy i przyjemne dźwięki, czujniki deszczu i małe roboty.

Szukałem długo słowa, które podsumowuje sposób pracy bez specyficznego planu, zaczynający się od jednego pomysłu, a kończący się na całkowicie nieoczekiwanym wyniku. W końcu nazwałem to „majstrowaniem" (ang. tinkering). Odkryłem, że to słowo jest używane w wielu innych dziedzinach do opisania sposobu działania i określenia osób, które wytyczają drogę rozwoju. Na przykład pokolenie francuskich reżyserów, którzy powołali do życia „Nową falę", było nazywane mianem „tinkerers". Najlepsza definicja majstrowania, jaką kiedykolwiek spotkałem, pochodzi z wystawy w Exploratorium w San Francisco:

> *Majstrowanie polega na próbowaniu czegoś, gdy nie do końca wiemy, co chcemy osiągnąć. Kierunek wskazuje humor, wyobraźnia i zaciekawienie. Podczas majstrowania nie ma żadnych instrukcji – ale nie ma też błędów ani dobrych czy złych sposobów wykonania. Jest to rozpoznawanie, jak rzeczy działają i przerabianie ich.*

Przyrządy, maszyny, niedopasowane obiekty działające w harmonii – to istota majstrowania.
Majstrowanie to zasadniczo proces łączący zabawę i dociekanie.
—www.exploratorium.edu/tinkering

Dzięki moim wczesnym eksperymentom wiedziałem, ile doświadczenia wystarcza do zbudowania obwodu działającego zgodnie z oczekiwaniami, gdy zaczynamy od podstawowych elementów.

Inny przełom przyszedł latem 1982 r., kiedy przyjechałem do Londynu z moimi rodzicami i spędziłem wiele czasu zwiedzając Muzeum Nauki. Właśnie otworzyli wtedy nowy dział komputerowy, gdzie dzięki seriom ćwiczeń z instruktorem nauczyłem się podstaw matematyki binarnej i programowania.

Wtedy odkryłem, że w wielu zastosowaniach inżynierowie nie muszą już budować obwodów z podstawowych elementów, ale zamiast tego mogą implementować znaczną część logiki przy użyciu mikroprocesorów. Oprogramowanie zastąpiło wiele godzin projektowania elektronicznego i pozwoliło skrócić cykl majstrowania.

Gdy wróciłem, zacząłem oszczędzać pieniądze, ponieważ chciałem kupić komputer i nauczyć się programować.

Moim pierwszym i najważniejszym projektem po tym wydarzeniu było użycie mojego fabrycznie nowego komputera ZX81 do sterowania spawarką. Wiem, że nie brzmi to jak bardzo ekscytujący projekt, ale był potrzebny i stanowił dla mnie wspaniałe wyzwanie, ponieważ właśnie nauczyłem się programować. W tym momencie stało się jasne, że pisanie wierszy kodu zabiera mniej czasu niż modyfikowanie złożonych obwodów.

Dwadzieścia parę lat później zacząłem myśleć, że to doświadczenie pozwala mi uczyć osoby, które niewiele pamiętają z lekcji matematyki, i zarazić je tym samym entuzjazmem i zdolnością do majstrowania, które miałem w młodości i zachowałem do tej pory.

—Massimo

1 Wstęp

Arduino to platforma programowania urządzeń o otwartych źródłach (open source), oparta na prostej płytce z wejściami i wyjściami (I/O) oraz środowisku projektowym, które implementuje język Processing (*www.processing.org*). Platforma Arduino może służyć do tworzenia samodzielnych obiektów interaktywnych lub może być połączona z oprogramowaniem na komputerze (takim jak Flash, Processing, VVVV lub Max/MSP). Płytki można złożyć ręcznie lub zakupić fabrycznie złożone, zaś otwarte środowisko programistyczne IDE (Integrated Development Environment) jest dostępne do pobrania za darmo z witryny *www.arduino.cc*.

Arduino różni się od innych platform na rynku, ponieważ ma następujące cechy:

- Jest to środowisko dla wielu systemów operacyjnych – Windows, Macintosh i Linux.
- Jest oparte na środowisku programistycznym Processing, łatwym do użycia środowisku projektowym IDE używanym przez artystów i projektantów.
- Arduino programujemy przez kabel USB, a nie port szeregowy. Ta cecha jest przydatna, ponieważ wiele nowoczesnych komputerów nie ma portów szeregowych.
- Sprzęt i oprogramowanie są otwarte (open source) – jeżeli chcemy, możemy pobrać schemat obwodu, kupić wszystkie elementy i wykonać własną płytkę, bez płacenia ani grosza twórcom Arduino.
- Sprzęt jest tani. Płytka USB kosztuje około 20 euro (obecnie około 35 dolarów), a wymiana spalonego układu scalonego na płytce jest prosta i nie kosztuje więcej niż 5 euro. Dlatego możemy pozwolić sobie na błędy.

- Istnieje aktywna społeczność użytkowników, więc jest mnóstwo osób, które chętnie nam pomogą.
- Projekt Arduino powstał w środowisku edukacyjnym i właśnie dlatego jest wspaniały dla osób początkujących, ponieważ pozwala im szybko uzyskać działające rozwiązania.

Niniejsza książka ma za zadanie pomóc początkującym poznać korzyści, jakie odniosą z nauki korzystania z platformy Arduino i działania zgodnie z jej koncepcją.

Grupa docelowa

Ta książka została napisana dla „pierwotnych" użytkowników Arduino: projektantów i artystów. Dlatego sposób wytłumaczenia pewnych rzeczy może doprowadzić niektórych inżynierów do szału. Faktycznie jeden z nich nazwał wstępne rozdziały mojego pierwszego brudnopisu „banałami". To oddaje istotę rzeczy. Zmierzmy się z tym: większość inżynierów nie potrafi wyjaśnić, co robią, innym inżynierom, a co dopiero zwykłym ludziom. Dlatego teraz zagłębimy się w banały.

UWAGA: Arduino powstało na podstawie pracy dyplomowej Hernanda Barragana na platformie Wiring w szkole IDII w Ivrea. Pracą oprócz mnie kierował Casey Reas.

Po tym, jak Arduino zaczęło stawać się popularne, zauważyłem, jak wielu eksperymentatorów, hobbystów i majsterkowiczów różnego rodzaju zaczęło używać tej platformy do tworzenia pięknych i zwariowanych obiektów. Zauważyłem, że wszyscy oni są sami w sobie artystami i projektantami, więc ta książka jest również dla nich.

Arduino powstało, aby można było nauczać projektowania interaktywnego, dyscypliny projektowej, która umieszcza prototypowanie w centrum swojej metodologii. Istnieje wiele definicji projektowania interaktywnego, ale najbardziej podoba mi się następująca:

Projektowanie interaktywne to projektowanie dowolnych doświadczeń interaktywnych.

W dzisiejszym świecie projektowanie interaktywne skupia się na tworzeniu znaczących doświadczeń między nami (ludźmi) i obiektami. Jest dobrą drogą, która pozwala zagłębić się w tworzenie pięknych – a może nawet kontrowersyjnych – doświadczeń między nami a technologią. Projektowanie interaktywne stymuluje proces tworzenia dzięki interaktywnemu procesowi opartemu na prototypach o coraz większej dokładności. To podejście – również stanowiące część pewnego rodzaju „konwencjonalnego" projektowania – może być rozszerzone, aby obejmowało prototypowanie przy użyciu technologii. W szczególności – prototypowanie z wykorzystaniem elektroniki.

Szczególnym polem projektowania interaktywnego, dotyczącym Arduino, jest programowanie urządzeń (lub projektowanie interakcji z urządzeniami).

Czym jest programowanie urządzeń?

Programowanie urządzeń korzysta z elektroniki do prototypowania nowych materiałów dla projektantów i artystów.

Obejmuje projektowanie interaktywnych obiektów, które mogą się komunikować z ludźmi przy użyciu czujników i elementów aktywnych sterowanych oprogramowaniem działającym w mikrokontrolerze (małym komputerze zawartym w jednym układzie scalonym).

W przeszłości korzystanie z elektroniki oznaczało konieczność nieustannej współpracy z inżynierami oraz tworzenie obwodów po jednym małym elemencie na raz. Te problemy powodowały, że kreatywne osoby trzymały się z dala od bezpośredniej zabawy z medium. Większość narzędzi była przeznaczona dla inżynierów i wymagała dużej wiedzy. W ostatnich latach mikrokontrolery stały się tańsze i łatwiejsze w użyciu, co pozwala na tworzenie lepszych narzędzi.

Dzięki Arduino dokonaliśmy postępu, który polegał na przybliżeniu tych narzędzi do nowicjuszy. Teraz tworzenie własnych projektów jest możliwe po zaledwie dwóch czy trzech dniach warsztatów.

Korzystając z Arduino, projektant lub artysta może bardzo szybko poznać podstawy elektroniki i czujników, a następnie zacząć budować prototypy przy bardzo małym nakładzie finansowym.