

Jarosław Krochmalski

Docker

Projektowanie
i wdrażanie
aplikacji

Helion 

Packt 

Tytuł oryginału: Developing with Docker

Tłumaczenie: Piotr Pilch

ISBN: 978-83-283-3534-9

Copyright © 2016 Packt Publishing

First published in the English language under the title 'Developing with Docker - (9781786469908)'

Polish edition copyright © 2017 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/docpro>

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

- [Kup książkę](#)
- [Poleć książkę](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

Spis treści

O autorze	9
O recenzentach	10
Przedmowa	11
Rozdział 1. Wprowadzenie do Dockera	15
Podstawowa idea	16
Porównanie konteneryzacji i wirtualizacji	16
Tradycyjna wirtualizacja	16
Konteneryzacja	17
Korzyści wynikające z zastosowania Dockera	17
Szybkość i wielkość	18
Odtwarzalne i przenośne kompilacje	18
Trwała i „zwinna” infrastruktura	19
Narzędzia i interfejsy API	19
Przegląd narzędzi	20
Środowisko Docker Engine i jego klient	20
Docker Machine	21
Kitematic	22
Narzędzie Compose Dockera	23
Oracle VirtualBox	23
Git	24
Podsumowanie	25
Rozdział 2. Instalowanie Dockera	27
Wymagania sprzętowe	28
Instalacja w systemie Windows	29
Instalacja w systemie Mac OS	36

Instalacja w systemie Linux	40
Instalacja w chmurze — AWS	43
Podsumowanie	47
Rozdział 3. Obrazy i kontenery Dockera	49
Obrazy	50
Warstwy	52
Kontenery	56
Zapisywanie zmian w kontenerze	59
Rejestr, repozytorium i indeks Dockera	62
Podsumowanie	64
Rozdział 4. Rozwiązania sieciowe i pamięć trwała kontenerów	67
Rozwiązania sieciowe Dockera	68
Sieci domyślne	69
Brak połączenia sieciowego	70
Sieć hosta	70
Sieć z mostem	71
Tworzenie sieci	72
Uruchamianie kontenera w sieci	73
Tworzenie sieci z wieloma hostami	75
Udostępnianie i mapowanie portów	82
Łączenie kontenerów	86
Dodatki sieciowe	88
Wolumeny Dockera	89
Tworzenie wolumenu	89
Usuwanie wolumenu	94
Sterowniki wolumenów	96
Podsumowanie	97
Rozdział 5. Znajdowanie obrazów	99
Serwis Docker Hub	100
Konto w serwisie Docker Hub	102
Konto organizacji i zespoły	103
Współpracownicy	104
Repozytoria prywatne	105
Logowanie w serwisie Docker Hub	106
Wyszukiwanie obrazów	108
Nazewnictwo obrazów i znaczniki	109
Wyszukiwanie za pośrednictwem interfejsu strony internetowej	110
Wyszukiwanie za pomocą wiersza poleceń	112
Interfejs API REST rejestru Dockera i serwisu Docker Hub	114
Podsumowanie	116

Rozdział 6. Tworzenie obrazów	117
Instrukcje pliku Dockerfile	119
FROM	119
MAINTAINER	120
ADD	121
COPY	123
CMD	124
ENTRYPOINT	126
LABEL	129
EXPOSE	131
RUN	132
USER	135
VOLUME	135
WORKDIR	137
ARG	137
ONBUILD	138
STOPSIGNAL	139
HEALTHCHECK	139
SHELL	140
Użycie plików Dockerfile	141
Podsumowanie	144
Rozdział 7. Uruchamianie kontenerów	145
Tryby środowiska wykonawczego — odłączony i pierwszoplanowy	147
Tryb odłączony	147
Tryb pierwszoplanowy	148
Identyfikowanie obrazów i kontenerów	149
Ustawienia identyfikatorów procesów PID	150
Ustawienia przestrzeni nazw UTS	151
Nadpisywanie domyślnych poleceń w pliku Dockerfile	151
Nadpisywanie instrukcji CMD	152
Nadpisywanie instrukcji ENTRYPOINT	152
Wykonywanie dowolnych poleceń za pomocą polecenia exec	153
Monitorowanie kontenerów	154
Wyświetlanie dzienników	155
Zdarzenia kontenera	157
Inspekcja kontenera	158
Statystyki	160
Kody wyjścia kontenera i zasady restartowania	161
Zasada no	162
Zasada always	162
Zasada on-failure	162
Zasada unless-stopped	163
Aktualizowanie zasady restartowania dla działającego kontenera	163

Ograniczenia uruchomionego kontenera dotyczące zasobów	165
Pamięć	165
Procesory	167
Aktualizowanie ograniczeń dla działającego kontenera	169
Tryb Swarm Dockera	170
Cel	171
Terminologia	171
Polecenia trybu Swarm	172
Podsumowanie	174
Rozdział 8. Publikowanie obrazów	175
Publikowanie obrazów	175
Tworzenie znaczników	176
Usuwanie znacznika z obrazu	176
Umieszczanie obrazu w repozytorium	176
Elementy Webhook i zautomatyzowany proces budowania	177
Konfigurowanie zautomatyzowanego procesu budowania	178
Wyzwalacze budowania	183
Elementy Webhook i wdrożenia ciągłe	184
Podsumowanie	190
Rozdział 9. Użycie Dockera w programowaniu	191
Użycie Dockera z narzędziem Maven	192
Wtyczka Spotify docker-maven-plugin	193
Wtyczka fabric8.io Maven Docker	194
Aplikacja Spring Boot w kontenerze Dockera	198
Umieszczanie w kontenerze aplikacji Angular.js	206
Podsumowanie	212
Dodatek A. Dodatkowe zasoby	215
Oficjalna dokumentacja	215
Strona Awesome Docker	216
Szkolenie	217
Skorowidz	219

Wprowadzenie do Dockera

Pierwotnie Docker został utworzony jako wewnętrzne narzędzie przez firmę o nazwie **dotCloud**, która oferowała usługę PaaS (ang. *Platform as a Service*). Później, w marcu 2013 r., Docker udostępnił w postaci oprogramowania *open source*. Oprócz zespołu firmy Docker Inc., która jest głównym twórcą, wkład w rozwój tego narzędzia ma kilka innych dużych firm, między innymi Red Hat, IBM, Microsoft, Google i Cisco Systems. Narzędzia do tworzenia oprogramowania muszą obecnie cechować się „zwinnością” i zapewniać możliwość szybkiego reagowania na zmiany. Stosowane są metodologie, takie jak Scrum, nakład pracy szacowany jest za pomocą jednostek względnych (ang. *story points*), a ponadto mają miejsce codzienne spotkania. Jak jednak wygląda kwestia przygotowania oprogramowania do dostarczenia i wdrożenia? Dowiedzmy się, jak Docker sprawdza się w takim scenariuszu, a także w jaki sposób może ułatwić uzyskanie „zwinności”.

W rozdziale zostaną omówione następujące zagadnienia:

- podstawowa idea przyświecająca powstaniu Dockera,
- różnica między wirtualizacją i konteneryzacją,
- korzyści wynikające z zastosowania Dockera,
- komponenty dostępne do zainstalowania.

Zacniemy od podstawowej idei przyświecającej powstaniu tego wspianego narzędzia.

Podstawowa idea

Podstawową ideą przyświecającą powstaniu narzędzia Docker jest umieszczenie aplikacji z jej wszystkimi zależnościami (mogą to być dane binarne, biblioteki, pliki konfiguracyjne, skrypty, pliki JAR itd.) w jednostce standaryzowanej pod kątem procesu tworzenia i wdrażania oprogramowania. Kontenery Dockera zawierają nie tylko kod programu, ale posiadają dodatkowo narzędzia i biblioteki systemowe, środowisko uruchomieniowe wraz z gotową konfiguracją, czyli wszystko to, co musiałoby być zainstalowane na serwerze. Gwarantuje to, że oprogramowanie zawsze będzie działać w taki sam sposób, niezależnie od tego, w jakim środowisku zostanie wdrożone. Dzięki Dockerowi możesz utworzyć projekt dla środowiska Node.js lub Java (nie jesteś oczywiście ograniczony wyłącznie do nich) bez konieczności instalowania któregośkolwiek z tych środowisk na komputerze hosta. Gdy projekt już nie będzie potrzebny, możesz po prostu usunąć obraz Dockera, tak jakby nic wcześniej nie miało miejsca. Docker nie jest językiem programowania ani platformą programistyczną. Traktuj go raczej jak narzędzie, które ułatwia rozwiązywanie typowych problemów, takich jak instalacja i dystrybucja oprogramowania oraz zarządzanie nim. Docker pozwala programistom i osobom korzystającym z metodyki DevOps tworzyć, dostarczać i uruchamiać kod w dowolnym miejscu.

Możesz uznać, że Docker to mechanizm wirtualizacji, ale jak się wkrótce okaże, narzędzie to dalekie jest od tego.

Porównanie konteneryzacji i wirtualizacji

Aby w pełni zrozumieć, czym naprawdę jest Docker, konieczne jest najpierw uzmysłowienie sobie różnicy między tradycyjną wirtualizacją i konteneryzacją. Porównajmy teraz te dwie technologie.

Tradycyjna wirtualizacja

Tradycyjna maszyna wirtualna, która reprezentuje wirtualizację na poziomie sprzętowym, to zasadniczo kompletny system operacyjny, działający na bazie systemu operacyjnego hosta. Istnieją dwa typy hipernadzorców wirtualizacji: **typ 1** i **typ 2**. Hipernadzorca typu 1. zapewniają wirtualizację serwera na sprzęcie pozbawionym tradycyjnego systemu operacyjnego obsługiwanego przez zwykłych użytkowników. Z kolei hipernadzorca typu 2. są powszechnie wykorzystywani do wirtualizacji desktopów. W tym wypadku mechanizm wirtualizacji działa na bazie systemu operacyjnego stosowanego przez użytkownika. Istnieje mnóstwo zastosowań, które korzystają z wirtualizacji. Największą zaletą jest możliwość uruchomienia na jednym hoście wielu maszyn wirtualnych z całkowicie odmiennymi systemami operacyjnymi.

Ponieważ maszyny wirtualne są w pełni izolowane, są bardzo bezpieczne. Nic jednak nie odbywa się bez ponoszenia kosztów. Wyróżnić można wiele mankamentów, które obejmują wszystkie elementy, jakie musi mieć system operacyjny: sterowniki urządzeń, podstawowe biblioteki

systemowe itp. Maszyny wirtualne są ciężkie, zużywają zwykle wiele zasobów, a ponadto nie są łatwe do skonfigurowania i wymagają przeprowadzenia pełnej instalacji systemu. Dodatkowo podczas działania zużywają więcej zasobów na własne potrzeby. Aby pomyślnie uruchomić aplikację na maszynie wirtualnej, hipernadzorca musi ją najpierw zaimportować, a następnie załadować, co wymaga czasu. Co więcej, wydajność maszyn może znacznie spaść. W rezultacie na jednym komputerze efektywnie może zostać uruchomionych tylko kilka maszyn wirtualnych.

Konteneryzacja

Narzędzie Docker działa w izolowanym środowisku nazywanym **kontenerem Dockera**. Nie jest to maszyna wirtualna w ogólnie przyjętym znaczeniu. Kontener Dockera reprezentuje wirtualizację systemu operacyjnego. Każdy obraz maszyny wirtualnej działa w niezależnym systemie operacyjnym gościa, natomiast obrazy Dockera funkcjonują w obrębie jądra tego samego systemu operacyjnego. Kontener ma własny system plików i zmienne środowiskowe. Jest samowystarczalny. Ponieważ kontenery działają wewnątrz jednego jądra, zużywają mniej zasobów systemowych. Podstawowy kontener może być, i zwykle jest, bardzo lekki. Warto wiedzieć, że kontenery Dockera są izolowane nie tylko od bazowego systemu operacyjnego, ale też wzajemnie od siebie samych. Nie jest generowane żadne dodatkowe obciążenie związane z klasycznym hipernadzorcą wirtualizacji i systemem operacyjnym gościa. Pozwala to na uzyskanie wydajności równej niemal wydajności sprzętowej bez narzutu innego systemu operacyjnego. Czas rozruchu aplikacji **korzystającej z Dockera** jest zwykle bardzo krótki, co wynika z niewielkiego obciążenia powodowanego przez kontenery. Możliwe jest również przyspieszenie procesu wprowadzania w ciąg kilku sekund setek kontenerów aplikacji i skrócenie czasu, jaki zajmuje dostarczenie oprogramowania.

Jak widać, Docker w dość znacznym stopniu różni się od tradycyjnych mechanizmów wirtualizacji. Miej świadomość tego, że kontenery nie mogą zastąpić maszyn wirtualnych we wszystkich zastosowaniach. Wnikliwa ocena wymagań w dalszym ciągu niezbędna jest do stwierdzenia, co jest najlepsze z punktu widzenia aplikacji. Oba rozwiązania mają swoje zalety. Z jednej strony dysponujemy w pełni izolowaną i bezpieczną maszyną wirtualną o średniej wydajności, a z drugiej kontenerami pozbawionymi części kluczowych cech (np. całkowita izolacja), ale zapewniającymi dużą wydajność oraz możliwość szybszego wdrożenia w środowisku.

Dowiedzmy się, jakie inne korzyści osiągane są podczas stosowania konteneryzacji Dockera.

Korzyści wynikające z zastosowania Dockera

Porównując kontenery Dockera z tradycyjnymi maszynami wirtualnymi, wspomniano o niektórych ich zaletach. Pora je teraz dokładniej przeanalizować i zaprezentować kilka dodatkowych korzyści.

Szybkość i wielkość

Jak już wcześniej wspomniano, pierwszą widoczną korzyścią wynikającą z użycia Dockera będzie bardzo zadowalająca wydajność i krótki czas dostarczania. Możliwe jest szybkie i łatwe tworzenie lub usuwanie kontenerów. Docker współużytkuje wyłącznie jądro i nic ponadto. Korzysta jednak ponownie z warstw obrazów, na bazie których tworzony jest konkretny obraz. W rezultacie wiele wersji aplikacji uruchomionych w kontenerach będzie bardzo lekkich. Dzięki temu zapewniane są szybsze wdrożenie, łatwiejsza migracja i krótkie czasy rozruchu.

Odtwarzalne i przenośne kompilacje

Użycie Dockera pozwala na wdrożenie oprogramowania gotowego do uruchomienia, które jest przenośne i szczególnie łatwo może być rozprowadzane (proces tworzenia obrazu zostanie omówiony w rozdziale 6., „Tworzenie obrazów”). Aplikacja objęta konteneryzacją po prostu działa w obrębie własnego kontenera: nie trzeba przeprowadzać tradycyjnej instalacji. Kluczową korzyścią związaną z obrazem Dockera jest to, że zawiera on wszystkie zależności, jakie aplikacja musi posiadać, aby poprawnie się uruchomić. Brak instalacji zależności na serwerze stanowi ogromną zaletę. Eliminuje to takie problemy, jak konflikty oprogramowania i bibliotek, a nawet problemy ze zgodnością sterowników. Dzięki środowisku odtwarzalnych kompilacji narzędzia Docker jest ono szczególnie dobrze przystosowane do testowania, zwłaszcza w przypadku przepływu integracji ciągłej (ang. *Continuous Integration*). W celu przeprowadzenia testów możesz szybko dokonać rozruchu identycznych środowisk. Ponieważ obrazy kontenera są każdorazowo takie same, możliwa jest dystrybucja obciążenia i bezproblemowe uruchamianie równoległych testów. Programiści mogą na swoich komputerach uruchamiać ten sam obraz, który później zostanie użyty na komputerze produkcyjnym. I tym razem zapewnia to ogromną korzyść związaną z testowaniem. Użycie kontenerów Dockera przyspiesza integrację ciągłą. Nie występuje już niekończona liczba cykli kompilowanie-testowanie-wdrażanie. Kontenery Dockera zapewniają, że aplikacje działają identycznie w środowiskach projektowych, testowych i produkcyjnych.

Jedną z najwspanialszych cech Dockera to przenośność. Kontenery Dockera są przenośne, więc mogą być uruchomione gdziekolwiek: na komputerze lokalnym, na pobliskim lub odległym serwerze albo w prywatnej lub publicznej chmurze. Skoro mowa o chmurze — wszyscy najważniejsi dostawcy usług obliczeniowych opartych na chmurze, takich jak Amazon Web Services i Google Compute Platform, zdali sobie sprawę z dostępności narzędzia Docker, które jest obecnie przez nich obsługiwane. Kontenery Dockera mogą być uruchamiane wewnątrz instancji usługi Amazon EC2 lub instancji usługi Google Compute Engine, pod warunkiem że Docker obsługiwany jest przez system operacyjny hosta. Kontener działający w instancji usługi Amazon EC2 z łatwością może zostać przeniesiony do jakiegoś innego środowiska, osiągając identyczny poziom spójności i funkcjonalności. Docker bardzo dobrze współpracuje z różnymi innymi dostawcami modelu **IaaS** (ang. *Infrastructure-as-a-Service*), takimi jak Microsoft Azure, IBM SoftLayer lub OpenStack. Taki dodatkowy poziom abstrakcji względem warstwy infrastruktury jest czymś niezastąpionym. Oprogramowanie może być po prostu tworzone bez martwienia się tym, na jakiej później platformie zostanie uruchomione. Jest to rzeczywiście rozwiązanie typu *utwórz raz i uruchamiaj gdziekolwiek*.

Trwała i „zwinna” infrastruktura

Utrzymywanie prawdziwie nieziennej bazy kodu zarządzania konfiguracją może być złożonym i czasochłonnym procesem. Z upływem czasu kod zwiększa swoją wielkość i staje się coraz bardziej kłopotliwy. Z tego właśnie powodu idea trwałej infrastruktury zyskuje obecnie coraz większą popularność. Na ratunek przychodzi konteneryzacja. Użycie kontenerów podczas procesu programowania i wdrażania aplikacji pozwala uprościć proces. Zastosowanie lekkiego serwera Dockera, który nie wymaga prawie żadnego zarządzania konfiguracją, powoduje, że zarządzanie aplikacjami sprowadza się do wielokrotnego wdrażania kontenerów na serwerze. I tym razem lekkie kontenery sprawiają, że ich użycie wymaga poświęcenia jedynie kilku sekund.

Na początek możesz pobrać wstępnie utworzony obraz Dockera z serwisu Docker Hub, który przypomina repozytorium gotowych do użycia obrazów. W serwisie dostępnych jest wiele opcji wyboru serwerów WWW, platform środowiska uruchomieniowego, baz danych, serwerów przesyłania komunikatów itp. Serwis jest jak prawdziwa kopalnia złota w postaci darmowego oprogramowania, które może być fundamentem Twojego własnego projektu. Serwis Docker Hub oraz proces wyszukiwania w nim obrazów zostanie omówiony w rozdziale 5., „Znajdowanie obrazów”.

Efekt niezmienności obrazów Dockera wynika ze sposobu, w jaki są one tworzone. Docker korzysta ze specjalnego pliku o nazwie *Dockerfile*. Plik zawiera wszystkie instrukcje instalacyjne dotyczące tego, jak ma zostać utworzony obraz. Instrukcje odwołują się do niezbędnych komponentów, bibliotek, udostępnionych katalogów współużytkowanych, konfiguracji sieciowej itp. Obraz może być bardzo prosty i nie zawierać niczego oprócz podstawowych składników systemu operacyjnego. Obraz może też, co jest częściej spotykane, zawierać cały wstępnie przygotowany stos technologii gotowych do uruchomienia. Obrazy mogą być tworzone ręcznie, ale też może to być zautomatyzowany proces.

Docker tworzy obrazy w sposób warstwowy: każdy dołączany składnik będzie dodawany jako kolejna warstwa podstawowego obrazu. W ten sposób uzyskuje się poważy przyrost szybkości w porównaniu z tradycyjnymi technikami wirtualizacji.

Szczegółami związanymi z tworzeniem obrazów zajmiemy się w rozdziale 6., „Tworzenie obrazów”.

Narzędzia i interfejsy API

Docker to oczywiście nie tylko procesor pliku *Dockerfile* i mechanizm środowiska uruchomieniowego. Jest to kompletny pakiet oferujący bogatą gamę narzędzi i interfejsów API, które są pomocne w czasie codziennej pracy programistów i osób korzystających z metodyki DevOps. Przede wszystkim dostępne jest narzędzie Docker Toolbox, które pełni funkcję instalatora pozwalającego szybko i łatwo zainstalować i skonfigurować środowisko Dockera na własnym komputerze. Kitematic to klienckie środowisko graficzne przeznaczone do zarządzania kontenerami oraz obrazami Dockera w systemach Windows i Mac OS X. Dystrybucja Dockera zawiera również całą grupę narzędzi wiersza poleceń, które będą omawiane w książce. Przyjmy się im teraz.

Przegląd narzędzi

Zależnie od używanej wersji systemu Windows dostępne są dwie opcje. W przypadku systemu Windows 10 lub nowszego możesz skorzystać z narzędzia Docker for Windows. Jeśli używasz jednego z wcześniejszych wersji systemu Windows, dostępne jest narzędzie Docker Toolbox. Najnowsza oferta to narzędzie Docker for Mac, które działa jako natywna aplikacja systemu Mac OS, a ponadto używa narzędzia xhyve do wirtualizacji środowiska Docker Engine i jądra systemu Linux. W przypadku wcześniejszej wersji systemu Mac OS, która nie spełnia wymagań narzędzia Docker for Mac (zostaną one wyszczególnione w rozdziale 2., „Instalowanie Dockera”), należy wybrać narzędzie Docker Toolbox for Mac. Idea przyświecająca narzędziu Docker Toolbox i natywnym aplikacjom Dockera jest taka sama, czyli wirtualizacja jądra systemu Linux i środowiska Docker Engine na bazie używanego systemu operacyjnego. Na potrzeby książki będziemy korzystać z narzędzia Docker Toolbox, ponieważ jest uniwersalne. Będzie ono działać we wszystkich wersjach systemów Windows i Mac OS. Pakiet instalacyjny dla tych systemów zawarty jest w pliku wykonywalnym o nazwie Docker Toolbox. W pakiecie znajdują się wszystkie narzędzia niezbędne do rozpoczęcia pracy z Dockerem. Istnieje oczywiście całe mnóstwo zgodnych z Dockerem dodatkowych narzędzi zewnętrznych dostawców, spośród których część jest bardzo przydatna. Niektóre z nich w skrócie zostaną zaprezentowane w rozdziale 9., „Użycie Dockera do projektowania”. Skoncentrujemy się jednak na razie na domyślnym zestawie narzędzi. Przed rozpoczęciem instalacji przyjrzyjmy się narzędziom oferowanym przez pakiet instalatora, aby lepiej zrozumieć, jakie zmiany zostaną wprowadzone w systemie.

Środowisko Docker Engine i jego klient

Docker to aplikacja klient-serwer. Uwzględnia ona demona realizującego ważne zadania, a mianowicie tworzenie i pobieranie obrazów, uruchamianie i zatrzymywanie kontenerów itp. Docker udostępnia interfejs API REST, który określa interfejsy prowadzące interakcję z demonem i używane na potrzeby zdalnego zarządzania. Środowisko Docker Engine akceptuje polecenia Dockera wprowadzane w wierszu poleceń, na przykład polecenie `docker run nazwa-obrazu` uruchamiające obraz, polecenie `docker ps` wyświetlające listę działających kontenerów oraz polecenie `docker images`, które wyszczególnia obrazy.

Klient Dockera to program wiersza poleceń służący do zarządzania hostami Dockera z uruchomionymi kontenerami systemu Linux. Komendy klienta są zamieniane na odpowiednie zapytania interfejsu REST API, a następnie wysyłane do serwera Dockera.

Środowisko Docker Engine działa tylko w systemie Linux. Aby uruchomić Dockera w systemie Windows lub Mac OS albo by zapewnić wiele hostów Dockera w sieci lub chmurze, niezbędne będzie narzędzie Docker Machine.

Docker Machine

Docker Machine to dość nowe narzędzie wiersza poleceń, stworzone przez zespół rozwijający Dockera z myślą o zarządzaniu serwerami Dockera, na których mogą być wdrażane kontenery. Narzędzie to zastąpiło dotychczasową metodę instalowania Dockera za pomocą **Boot2Docker**. Docker Machine eliminuje konieczność ręcznego tworzenia maszyn wirtualnych i instalowania Dockera przed uruchomieniem na nich kontenerów. Docker Machine automatycznie obsługuje proces dostarczania i instalowania Dockera. Inaczej mówiąc, jest to szybki sposób dostarczania nowej maszyny wirtualnej i przygotowania jej do uruchomienia kontenerów Dockera. Narzędzie Docker Machine okazuje się niezastąpione podczas rozwoju architektury modelu **PaaS** (ang. *Platform as a Service*). Nie tylko tworzy nową maszynę wirtualną z zainstalowanym na niej środowiskiem Docker Engine, ale też konfiguruje pliki certyfikatów na potrzeby uwierzytelniania, a następnie konfiguruje klienta Dockera, tak aby mógł komunikować się ze środowiskiem. Z myślą o elastyczności w Docker Machine wprowadzono pojęcie sterowników. Dzięki nim Docker ma możliwość komunikowania się z różnym oprogramowaniem wirtualizacji i dostawcami usługi chmury. Tak naprawdę podczas instalacji Dockera dla systemu Windows lub Mac OS używany będzie domyślny sterownik VirtualBox. W tle zostanie wykonane następujące polecenie:

```
docker-machine create --driver=virtualbox default
```

Kolejny dostępny sterownik to amazonec2, przeznaczony dla usługi Amazon Web Services. Sterownik może posłużyć do instalacji Dockera w chmurze firmy Amazon, co zostanie omówione w dalszej części rozdziału. Istnieje mnóstwo sterowników gotowych do użycia, a ponadto nieustannie pojawiają się kolejne. Lista istniejących oficjalnych sterowników wraz z dokumentacją jest dostępna w witrynie internetowej **Docker Drivers** pod adresem <https://docs.docker.com/machine/drivers>.

Lista obejmuje aktualnie sterowniki dla następujących usług:

- Amazon Web Services,
- Microsoft Azure,
- Digital Ocean,
- Exoscale,
- Google Compute Engine,
- Generic,
- Microsoft Hyper-V,
- OpenStack,
- Rackspace,
- IBM Softlayer,
- Oracle VirtualBox,

- VMware vCloud Air,
- VMware Fusion,
- VMware vSphere.

Oprócz tego istnieje wiele zewnętrznych dodatkowych sterowników dostępnych bezpłatnie w witrynach internetowych, takich jak GitHub. Dodatkowe sterowniki możesz znaleźć dla różnych dostawców chmury i platform wirtualizacji, takich na przykład jak OVH Cloud lub Parallels for Mac OS. Nie ma ograniczenia tylko do usług Amazon AWS lub Oracle VirtualBox. Jak widać, do wyboru jest wiele różnych sterowników.

Jeśli nie możesz znaleźć konkretnego sterownika dla używanego dostawcy chmury, spróbuj poszukać go w witrynie GitHub.

W przypadku instalowania narzędzia Docker Toolbox w systemie Windows lub Mac OS narzędzie Docker Machine zostanie wybrane domyślnie. Jest ono niezbędne i obecnie stanowi jedyną metodę uruchomienia Dockera w tych systemach operacyjnych. Instalowanie Docker Machine nie jest obligatoryjne w przypadku systemu Linux. Nie ma tutaj potrzeby wirtualizacji jądra systemu Linux. Aby jednak skorzystać z dostawców chmury lub po prostu dysponować wspólnym środowiskiem uruchomieniowym, które może być przenoszone między systemami Mac OS, Windows i Linux, możesz też zainstalować Docker Machine for Linux. Proces ten zostanie opisany w dalszej części rozdziału. Narzędzie Docker Machine będzie również stosowane w tle podczas korzystania z narzędzia graficznego Kitematic, które zostanie zaprezentowane wkrótce.

Po przeprowadzeniu procesu instalacji narzędzie Docker Machine będzie dostępne z poziomu wiersza poleceń po wpisaniu polecenia `docker-machine`.

Kitematic

Kitematic to narzędzie umożliwiające uruchamianie kontenerów za pośrednictwem prostego, a przy tym dającego duże możliwości graficznego interfejsu użytkownika (GUI). W 2015 r. firma Docker przejęła firmę tworzącą Kitematic, oczekując, że rozwiązanie dotyczące konteneryzacji zyska uznanie większej liczby programistów, a co za tym idzie, większą popularność.

Kitematic jest obecnie domyślnie dołączany w trakcie instalowania narzędzia Docker Toolbox w systemach Mac OS i Windows. Kitematic pozwala w wygodny sposób wyszukiwać i pobierać niezbędne obrazy z serwisu Docker Hub. Narzędzie to może również być używane do uruchamiania własnych kontenerów. Pozwala edytować zmienne środowiskowe, mapować porty, konfigurować wolumeny, analizować dzienniki i uzyskiwać dostęp do kontenerów z poziomu wiersza poleceń. Warto wspomnieć, że możliwe jest płynne przełączenie się między tym interfejsem i interfejsem wiersza poleceń, aby uruchamiać kontenery aplikacji oraz zarządzać nimi. Kitematic jest bardzo wygodny w użyciu. Jeśli jednak wymagasz większego poziomu kontroli podczas

pracy z kontenerami albo po prostu chcesz uruchomić skrypt, wiersz poleceń będzie lepszym rozwiązaniem. Okazuje się, że Kitematic umożliwia przełączanie się między Docker CLI i interfejsem graficznym. Wszelkie zmiany dokonane w interfejsie wiersza poleceń zostaną bezpośrednio uwzględnione w Kitematicu. Jak się okaże na końcu rozdziału, gdzie zostanie przetestowana instalacja na komputerze z systemem Mac OS lub Windows, narzędzie to jest proste w użyciu. W pozostałej części książki do pracy z Dockerem będzie stosowany interfejs wiersza poleceń.

Narzędzie Compose Dockera

Compose to narzędzie wykonywane z poziomu wiersza poleceń jako polecenie `docker-compose`. Zastępuje ono stare narzędzie `fig`. Compose służy do definiowania i uruchamiania aplikacji Dockera z wieloma kontenerami. Choć bardzo łatwo można sobie wyobrazić taką aplikację (np. serwer WWW w jednym kontenerze, a bazę danych w drugim kontenerze), taki podział nie jest wymagany. A zatem, jeśli zdecydujesz, że aplikacja będzie zawarta w jednym kontenerze Dockera, nie będzie konieczne użycie polecenia `docker-compose`. Jednak w rzeczywistości z bardzo dużym prawdopodobieństwem aplikacja będzie rozmieszczona w wielu kontenerach. Polecenie `docker-compose` pozwala użyć pliku kompozycji do skonfigurowania usług aplikacji tak, aby mogły być uruchamiane razem w wyizolowanym środowisku. Korzystając następnie z jednego polecenia, tworzysz i uruchamiasz wszystkie usługi na bazie utworzonej konfiguracji. W przypadku aplikacji z wieloma kontenerami polecenie `docker-compose` sprawdza się znakomicie podczas programowania i testowania, a także w odniesieniu do przepływów integracji ciągłej.

Polecenie `docker-compose` zostanie zastosowane do utworzenia aplikacji z wieloma kontenerami w dalszej części książki, w rozdziale 6., „Tworzenie obrazów”.

Oracle VirtualBox

Sterownik Oracle VM VirtualBox to bezpłatny hipernadzorca *open source* firmy Oracle przeznaczony dla komputerów o architekturze x86. Zostanie domyślnie zainstalowany w trakcie instalacji narzędzia Docker Toolbox. Hipernadzorca obsługuje tworzenie maszyn wirtualnych działających w systemach Windows, Linux, BSD, OS/2, Solaris itp., a także zarządzanie nimi. W omawianym przypadku narzędzie Docker Machine korzystające ze sterownika hipernadzorcy VirtualBox użyje go do utworzenia i rozruchu niewielkiej dystrybucji systemu Linux, która umożliwia uruchomienie polecenia `docker-engine`. Warto wspomnieć, że możliwe jest też uruchomienie niewielkiej instalacji systemu Linux poddanej wirtualizacji bezpośrednio z poziomu samego hipernadzorcy VirtualBox.

Każda maszyna Dockera utworzona za pomocą polecenia `docker-machine` lub Kitematic będzie widoczna i dostępna do rozruchu w oknie hipernadzorcy VirtualBox uruchomionego bezpośrednio. Prezentuje to poniższy zrzut ekranu.



Możliwe jest uruchamianie, zatrzymywanie, resetowanie, zmienianie ustawień i wczytywanie dzienników w taki sam sposób, jak w przypadku innych systemów operacyjnych poddanych wirtualizacji.

Hipernadzorca VirtualBox może być używany w systemie Windows lub MacOS do innych celów niż narzędzie Docker.

Git

Git to rozproszony system kontroli wersji, który jest powszechnie wykorzystywany na potrzeby tworzenia oprogramowania oraz innych zadań związanych z kontrolą wersji. System kładzie nacisk na szybkość, integralność danych oraz wsparcie rozproszonych, nieliniowych przepływów informacji. Narzędzie Docker Machine i klient Dockera bazują na modelu pobierania/wypychania systemu Git, aby uzyskiwać z sieci niezbędne zależności. Jeśli na przykład zdecydujesz się na uruchomienie obrazu Dockera, którego nie ma na komputerze lokalnym, Docker uzyska ten obraz z serwisu Docker Hub. Docker nie używa wewnętrznie systemu Git w odniesieniu do jakiegokolwiek rodzaju numeracji wersji zasobów. Bazuje jednak na haszowaniu, aby w unikalny sposób identyfikować warstwy systemu plików, co pod względem działania bardzo przypomina system Git. Początkowo Docker czerpał też inspirację z takich działań, jak zatwierdzanie, wypychanie i pobieranie. Git również wchodzi w skład pakietu instalacyjnego narzędzia Docker Toolbox.

Z perspektywy programisty dostępne są narzędzia, które okazują się szczególnie przydatne w jego codziennej pracy. Może to być wtyczka IntelliJ IDEA Docker Integration przeznaczona dla miłośników języka Java lub oprogramowanie Visual Studio 2015 Tools for Docker dla tych osób, które preferują język C#. Narzędzia te umożliwiają pobieranie i budowanie obrazów Dockera, tworzenie i uruchamianie kontenerów oraz realizowanie innych powiązanych zadań bezpośrednio z poziomu zintegrowanego środowiska programistycznego. Narzędzia te zostaną omówione bardziej szczegółowo w następnych rozdziałach.

Oprócz narzędzi dołączonych do pakietu dystrybucji Dockera (w przypadku starszych wersji systemu Windows będzie to Docker Toolbox albo Docker for Windows i Docker for Mac) istnieją setki niezależnych narzędzi, takich jak Kubernetes i Helios (służą do organizacji Dockera), Prometheus (monitorowanie statystyk) albo Swarm i Shipyard, które umożliwiają zarządzanie klastrami. Wraz z zyskiwaniem coraz większej popularności przez Dockera niemal każdego tygodnia pojawiają się nowe powiązane z nim narzędzia. W rozdziale 9., „Użycie Dockera w programowaniu”, spróbujemy w skrócie omówić najbardziej interesujące spośród tych narzędzi, jak również dodatkowe zasoby.

Nie są to jednak jedyne dostępne narzędzia. Dodatkowo Docker zapewnia zestaw interfejsów API, które mogą być bardzo pomocne. Jednym z nich jest interfejs Remote API służący do zarządzania obrazami i kontenerami. Korzystając z niego, będziesz w stanie kierować obrazami do środowiska uruchomieniowego Dockera. Kontener może zostać przeniesiony na inny komputer z działającym Dockerem i uruchomiony na nim bez obaw o problemy ze zgodnością. Może to być szczególnie przydatne podczas tworzenia architektury modelu PaaS (ang. *Platform-as-a-Service*). Dostępny jest też interfejs Stats API, który zapewni bieżące informacje o wykorzystaniu zasobów (np. procesor, pamięć, sieciowe oraz blokowe wejście-wyjście) na potrzeby kontenerów. Ten punkt końcowy API może zostać użyty do tworzenia narzędzi informujących o działaniu kontenerów (na przykład w systemie produkcyjnym).

Podsumowanie

Na tym etapie odróżniasz wirtualizację od konteneryzacji. Mam nadzieję, że zauważyłeś korzyści wynikające z użycia drugiego rozwiązania. Wiesz również, jakie komponenty są dostępne do zainstalowania i wykorzystania. Rozpocznijmy podróż po świecie kontenerów i przejdźmy od razu do dzieła, przeprowadzając instalację oprogramowania.

Skorowidz

A

aktualizowanie zasady restartowania, 163
Angular.js, 206
aplikacja Spring Boot, 198–206
atak
 fork-bomba, 150
 typu DoS, 150
AWS, 43

B

biblioteka Angular.js, 206, 207
brak połączenia sieciowego, 70

C

chmura
 instalacja Dockera, 43
CIFS, 96
CNM, Container Network Model, 68
Compose, 23

D

Docker, 15
Docker Machine, 21
Docker Volume Driver, 96
dodatki sieciowe, 88, *Patrz także* wtyczka
dokumentacja, 215
dzienniki, 155

E

elementy Webhook, 177, 184

G

Git, 24

I

identyfikatory procesów PID, 150
identyfikowanie obrazów i kontenerów, 149
indeks, 62
infrastruktura, 19
inspekcja kontenera, 158
instalacja, 27
 w chmurze, 43
 w systemie Linux, 40
 w systemie Mac OS, 36
 w systemie Windows, 29
instrukcja, 50
 ADD, 121
 ARG, 137
 CMD, 124
 nadpisywanie, 152
 COPY, 123
 ENTRYPOINT, 126
 nadpisywanie, 152
 EXPOSE, 131
 FROM, 119
 HEALTHCHECK, 139
 LABEL, 129
 MAINTAINER, 120
 ONBUILD, 138
 RUN, 132
 SHELL, 140
 STOPSIGNAL, 139
 USER, 135

instrukcja
 VOLUME, 135
 WORKDIR, 137
instrukcje pliku Dockerfile, 119
interfejs API REST, 19, 114
IPFS, 96

K

Keywhiz, 96
Kitematic, 22
kłaster, 76
klient Dockera, 20
kody wyjścia kontenera, 161
konfigurowanie zautomatyzowanego procesu
 budowania, 178
kontenery, 56
 aktualizowanie ograniczeń, 169
 aplikacje Java, 198
 identyfikowanie, 149
 inspekcja, 158
 kody wyjścia, 161
 łączenie, 86
 monitorowanie, 154
 ograniczenia wykorzystania zasobów, 165
 uruchamianie, 145
 uruchamianie w sieci, 73
 zapisywanie zmian, 59
 zdarzenia, 157
konteneryzacja, 17

L

Linux
 instalacja Dockera, 40

Ł

łączenie kontenerów, 86

M

Mac OS
 instalacja Dockera, 36
magazyn par klucz-wartość, 77
mapowanie portów, 82
menedżer Swarm, 171

model CNM, 68
 piaskownica, 68
 punkt końcowy, 68
 sieć, 68
monitorowanie kontenerów, 154

N

nadpisywanie
 domyślnych poleceń, 151
 instrukcji CMD, 152
 instrukcji ENTRYPOINT, 152
narzędzie, 20
 Bower, 207
 Compose, 23
 Docker, 15
 Docker Engine, 20
 Docker Machine, 21
 Git, 24
 Kitematic, 22
 Maven, 192
 Oracle VirtualBox, 23
nazewnictwo obrazów, 109
Node.js, 206

O

obrazy, 50
 identyfikowanie, 149
 nazwa, 109
 publikowanie, 175
 tworzenie, 117
 umieszczanie w repozytorium, 176
 usuwanie znacznika, 176
 wyszukiwanie, 99, 108
Oracle VirtualBox, 23

P

pamięć, 165
planowanie, 171
pliki
 AUFS, 50
 Dockerfile, 119, 141
polecenia trybu Swarm, 172
polecenie
 attach, 62, 147
 bowee install, 207
 build, 50, 56, 118, 193, 211

commit, 57, 59, 61
 cp, 56, 62
 create, 62, 72
 curl, 115, 184, 202
 diff, 62
 docker-machine create, 78
 events, 158
 exec, 62, 153
 export, 55
 grep, 70
 help, 49
 history, 53, 56
 ifconfig, 71
 images, 51, 56, 60, 149, 176
 import, 55
 info, 76
 inspect, 56, 62, 83, 91, 150,
 install, 198
 java -jar, 204
 join, 173
 kill, 62, 83
 load, 56
 login, 64, 176
 logout, 64
 logs, 62, 147
 ls, 80
 mkdir, 211
 mve package, 200
 mvn deploy, 194
 network create, 77
 network disconnect, 75
 network help, 68
 network inspect, 72, 74
 network ls, 69, 80
 node, 210
 npm install, 209
 pause, 62
 ping, 73
 port, 62, 85
 ps, 59, 83
 pull, 64, 188
 push, 64, 177, 182
 rename, 62
 restart, 62
 rm, 59, 94
 rmi, 56, 176
 run, 57, 62, 73, 146
 save, 56
 scale, 173
 search, 64

sed, 160
 service create, 173
 setdomainname, 151
 sethostname, 151
 start, 62
 stats, 62, 160
 stop, 58, 62, 84
 swarm init, 76, 173
 tag, 176
 tail, 147
 top, 62
 uname, 151
 untag, 176
 unpause, 62
 update, 62, 164
 wait, 62
 volume create, 90, 93
 volume inspect, 91, 95
 volume ls, 90, 95
 volume rm, 95
 wget, 81, 82
 procesory, 167
 procesy PID, 150
 programowanie, 191
 przestrzeń nazw UTS, 151
 publikowanie obrazów, 175

R

reguła restartu, 161
 rejestr, 62
 repozytorium, 62
 zautomatyzowanego procesu budowania, 178
 rozwiązania sieciowe, 68

S

serwis Docker Hub, 100
 konto organizacji, 103
 logowanie, 106
 repozytoria prywatne, 105
 tworzenie konta, 102
 współpracownicy, 104
 zautomatyzowany proces budowania, 177
 zespoły, 103
 sieć
 domyślna, 69
 hosta, 70
 nakładkowa, 77
 z mostem, 71

SMB, Server Message Block), 96
 statystyki środowiska wykonawczego, 160
 sterownik Oracle VM VirtualBox, 23
 sterowniki wolumenów, 96
 Swarm, 170
 menedżer Swarm, 171
 planowanie, 171
 polecenia, 172
 tryb Swarm, 171
 usługa, 172
 Węzeł, 171
 system
 kontrola wersji, *Patrz* GIT
 magazynowania danych, 96
 plików, 52, 89

Ś

środowisko
 Docker Engine, 20
 Node.js, 206

T

tryb
 odłączony, 147
 pierwszoplanowy, 148
 Swarm Dockera, 170
 tryby środowiska wykonawczego, 147
 tworzenie
 obrazów, 117
 sieci, 72
 sieci nakładkowej, 77
 sieci z wieloma hostami, 75
 wolumenu, 89
 znaczników, 176

U

udostępnianie portów, 82
 uruchamianie kontenerów, 145
 usługa, 172

ustawienia
 identyfikatorów procesów PID, 150
 przestrzeni nazw UTS, 151
 usuwanie
 wolumenu, 94
 znacznika, 176
 użycie plików Dockerfile, 141

W

warstwy, 52
 wdrożenia ciągłe, 184
 węzeł, 76, 171
 Windows
 instalacja Dockera, 29
 virtualizacja, 16
 wolumeny, 89
 sterowniki, 96
 tworzenie, 89
 usuwanie, 94
 wtyczka
 fabric8.io Maven Docker, 194
 Spotify docker-maven-plugin, 193
 wyszukiwanie obrazów, 99, 108
 interfejs strony internetowej, 110
 wiersz poleceń, 112
 wyświetlanie dzienników, 155
 wyzwalacze budowania, 183

Z

zapisywanie zmian w kontenerze, 59
 zasada
 always, 162
 no, 162
 on-failure, 162
 unless-stopped, 163
 zasady restartowania, 161
 zautomatyzowany proces budowania, 177
 zdarzenia kontenera, 157
 znaczniki, 109, 176
 znajdowanie obrazów, 99, 108

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

Docker: już dziś korzystaj z narzędzi jutra!

Piętnastego marca 2013 roku na jednej z konferencji dla projektantów aplikacji zaprezentowano światu Dockera. Choć wystąpienie to trwało zaledwie kilka minut, wzbudziło ogromne zainteresowanie. Nic dziwnego — nowe narzędzie znacząco uprościło tworzenie oprogramowania i wdrażanie go na dużą skalę w dowolnym środowisku oraz usprawniło przepływ pracy. Docker ułatwia decyzje dotyczące architektury, co przekłada się na tworzenie narzędzi pomocniczych i ich wykorzystanie w różnych aplikacjach. Jednak aby w pełni skorzystać z tych licznych zalet, trzeba zrozumieć specyficzne podejście Dockera do budowy aplikacji.

Dzięki tej książce zrozumiesz, skąd się wziął lawinowy wzrost popularności Dockera. Przyjrzyj się mu się z punktu widzenia projektanta i dowiesz się, dlaczego dzięki temu narzędziu projektowanie, testowanie i wdrażanie aplikacji jest szybsze i prostsze. Najpierw zapoznasz się z zagadnieniami podstawowymi, takimi jak kontenery, środowisko wykonawcze i narzędzia systemowe, aby potem skupić się na tworzeniu, uruchamianiu i publikowaniu obrazów Dockera. Znajdziesz tu również informacje o dotyczących go — i przydatnych — zasobach internetowych, a także o wartościowych narzędziach zewnętrznych, znakomicie poprawiających komfort pracy z Dockerem.

Najważniejsze zagadnienia:

- wprowadzenie do Dockera i przygotowanie środowiska pracy
- architektura Dockera: obrazy, woluminy, kontenery
- proces dystrybucji oprogramowania
- najlepsze praktyki tworzenia plików Dockera
- przykłady tworzenia rzeczywistych aplikacji w Dockerze

Jarosław Krochmalski — od kilkunastu lat tworzy oprogramowanie, specjalizuje się w aplikacjach dla branży finansowej. Jest projektantem z pasją, entuzjastą przejrzystego kodu i kunsztu w pisaniu oprogramowania. Otrzymał certyfikat Scrum Master. Szczególnie interesuje się nowymi technologiami związanymi z projektowaniem aplikacji internetowych, wzorcami projektowymi, architekturą dla przedsiębiorstw oraz wzorcami integracji. Brał udział w wielu projektach o dużej skali, takich jak międzynarodowe przekazy pieniężne, płatności ekspresowe i systemy gromadzenia danych. Obecnie pracuje jako konsultant w duńskiej firmie 7N.

Helion

księgarnia internetowa

<http://helion.pl>

zamówienia telefoniczne



0 801 339900



0 601 339900

Informatyka w najlepszym wydaniu

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

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

sięgnij po WIĘCEJ



KOD KORZYŚCI

ISBN 978-83-283-3534-9



cena: 54,90 zł

Packt