

ORACLE®



Java

Kompendium programisty

Wydanie X

Herbert Schildt



Helion 

Oracle
Press™

Tytuł oryginału: Java™: The Complete Reference, Tenth Edition

Tłumaczenie: Piotr Rajca oraz Mikołaj Szczepaniak (fragmenty pochodzące z „Java. Kompendium programisty. Wydanie VIII”)

ISBN: 978-83-283-4613-0

Original edition copyright © 2018 by McGraw-Hill Education (Publisher)
All rights reserved.

Polish edition copyright © 2018 by Helion SA
All rights reserved.

Oracle and Java are registered trademarks of Oracle Corporation and/or its affiliates. All other trademarks are the property of their respective owners, and McGraw-Hill Education makes no claim of ownership by the mention of products that contain these marks.

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 Helion SA 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 Helion SA nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Helion SA
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/javk10>
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Pliki z przykładami omawianymi w książce można znaleźć pod adresem:
<ftp://ftp.helion.pl/przyklady/javk10.zip>

Printed in Poland.

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

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

Spis treści

O autorze	25
Przedmowa	27

CZĘŚĆ I Język Java

1 Historia i ewolucja języka Java	33
Rodowód Javy	33
Narodziny nowoczesnego języka — C	33
Język C++ — następny krok	35
Podwaliny języka Java	35
Powstanie języka Java	35
Powiązanie z językiem C#	37
Jak Java wywarła wpływ na internet	37
Aplety Javy	37
Bezpieczeństwo	38
Przenośność	38
Magia języka Java — kod bajtowy	39
Wychodząc poza aplety	40
Serwlety — Java po stronie serwera	40
Hasła języka Java	40
Prostota	41
Obiektowość	41
Niezawodność	41
Wielowątkowość	42
Neutralność architektury	42
Interpretowalność i wysoka wydajność	42
Rozproszenie	42
Dynamika	42
Ewolucja Javy	43
Java SE 9	46
Kultura innowacji	46

2	Podstawy języka Java	47
	Programowanie obiektowe	47
	Dwa paradygmaty	47
	Abstrakcja	48
	Trzy zasady programowania obiektowego	48
	Pierwszy przykładowy program	52
	Wpisanie kodu programu	52
	Kompilacja programów	53
	Blizsze spojrzenie na pierwszy przykładowy program	53
	Drugi prosty program	55
	Dwie instrukcje sterujące	56
	Instrukcja if	56
	Pętla for	58
	Bloki kodu	59
	Kwestie składniowe	60
	Znaki białe	60
	Identyfikatory	60
	Stałe	60
	Komentarze	61
	Separatory	61
	Słowa kluczowe języka Java	61
	Biblioteki klas Javy	62
3	Typy danych, zmienne i tablice	63
	Java to język ze ścisłą kontrolą typów	63
	Typy proste	63
	Typy całkowitoliczbowe	64
	Typ byte	64
	Typ short	65
	Typ int	65
	Typ long	65
	Typy zmiennoprzecinkowe	65
	Typ float	66
	Typ double	66
	Typ znakowy	66
	Typ logiczny	68
	Blizsze spojrzenie na stałe	68
	Stałe całkowitoliczbowe	68
	Stałe zmiennoprzecinkowe	69
	Stałe logiczne	70
	Stałe znakowe	70
	Stałe łańcuchowe	71
	Zmienne	71
	Deklaracja zmiennej	71
	Inicjalizacja dynamiczna	72
	Zasięg i czas życia zmiennych	72
	Konwersja typów i rzutowanie	74
	Automatyczna konwersja typów	74
	Rzutowanie niezgodnych typów	75
	Automatyczne rozszerzanie typów w wyrażeniach	76
	Zasady rozszerzania typu	76
	Tablice	77
	Tablice jednowymiarowe	77
	Tablice wielowymiarowe	79
	Alternatywna składnia deklaracji tablicy	82
	Kilka słów o łańcuchach	83

4	Operatory	85
	Operatory arytmetyczne	85
	Podstawowe operatory arytmetyczne	86
	Operator reszty z dzielenia	86
	Operatory arytmetyczne z przypisaniem	87
	Inkrementacja i dekrementacja	88
	Operatory bitowe	89
	Logiczne operatory bitowe	90
	Przesunięcie w lewo	92
	Przesunięcie w prawo	93
	Przesunięcie w prawo bez znaku	94
	Operatory bitowe z przypisaniem	95
	Operatory relacji	96
	Operatory logiczne	97
	Operatory logiczne ze skracaniem	98
	Operator przypisania	99
	Operator ?	99
	Kolejność wykonywania operatorów	100
	Stosowanie nawiasów okrągłych	100
5	Instrukcje sterujące	103
	Instrukcje wyboru	103
	Instrukcja if	103
	Instrukcja switch	106
	Instrukcje iteracyjne	109
	Pętla while	110
	Pętla do-while	111
	Pętla for	113
	Wersja for-each pętli for	116
	Pętle zagnieżdżone	120
	Instrukcje skoku	121
	Instrukcja break	121
	Instrukcja continue	124
	Instrukcja return	125
6	Wprowadzenie do klas	127
	Klasy	127
	Ogólna postać klasy	127
	Prosta klasa	128
	Deklarowanie obiektów	130
	Blizsze spojrzenie na operator new	131
	Przypisywanie zmiennych referencyjnych do obiektów	131
	Wprowadzenie do metod	132
	Dodanie metody do klasy Box	132
	Zwracanie wartości	134
	Dodanie metody przyjmującej parametry	135
	Konstruktor	137
	Konstruktor sparametryzowany	138
	Słowo kluczowe this	139
	Ukrywanie zmiennych składowych	139
	Mechanizm odzyskiwania pamięci	140
	Klasa stosu	140

7	Dokładniejsze omówienie metod i klas	143
	Przeciążanie metod	143
	Przeciążanie konstruktorów	145
	Obiekty jako parametry	147
	Dokładniejsze omówienie przekazywania argumentów	149
	Zwracanie obiektów	150
	Rekurencja	151
	Wprowadzenie do kontroli dostępu	153
	Składowe statyczne	156
	Słowo kluczowe final	157
	Powtórka z tablic	158
	Klasy zagnieżdżone i klasy wewnętrzne	159
	Omówienie klasy String	162
	Wykorzystanie argumentów wiersza poleceń	163
	Zmienna liczba argumentów	164
	Przeciążanie metod o zmiennej liczbie argumentów	167
	Zmienna liczba argumentów i niejednoznaczności	168
8	Dziedziczenie	171
	Podstawy dziedziczenia	171
	Dostęp do składowych a dziedziczenie	172
	Bardziej praktyczny przykład	173
	Zmienna klasy bazowej może zawierać referencję do obiektu klasy pochodnej	175
	Słowo kluczowe super	176
	Wykorzystanie słowa kluczowego super do wywołania konstruktora klasy bazowej	176
	Drugie zastosowanie słowa kluczowego super	179
	Tworzenie hierarchii wielopoziomowej	180
	Kiedy są wykonywane konstruktory?	182
	Przesłanianie metod	183
	Dynamiczne przydzielanie metod	185
	Dlaczego warto przesłaniać metody?	186
	Zastosowanie przesłaniania metod	186
	Klasy abstrakcyjne	188
	Słowo kluczowe final i dziedziczenie	190
	Słowo kluczowe final zapobiega przesłanianiu	190
	Słowo kluczowe final zapobiega dziedziczeniu	191
	Klasa Object	191
9	Pakiety i interfejsy	193
	Pakiety	193
	Definiowanie pakietu	193
	Znajdowanie pakietów i ścieżka CLASSPATH	194
	Prosty przykład pakietu	195
	Dostęp do pakietów i składowych	195
	Przykład dostępu	196
	Import pakietów	199
	Interfejsy	200
	Definiowanie interfejsu	201
	Implementacja interfejsu	202
	Interfejsy zagnieżdżone	204
	Stosowanie interfejsów	205
	Zmienne w interfejsach	207
	Interfejsy można rozszerzać	209

Metody domyślne	210
Podstawy metod domyślnych	211
Bardziej praktyczny przykład	212
Problemy wielokrotnego dziedziczenia	213
Metody statyczne w interfejsach	213
Stosowanie metod prywatnych w interfejsach	214
Ostatnie uwagi dotyczące pakietów i interfejsów	215
10 Obsługa wyjątków	217
Podstawy obsługi wyjątków	217
Typy wyjątków	218
Nieprzechwycone wyjątki	218
Stosowanie instrukcji try i catch	219
Wyświetlenie opisu wyjątku	220
Wiele klauzul catch	221
Zagnieżdżone instrukcje try	222
Instrukcja throw	224
Klauzula throws	225
Słowo kluczowe finally	225
Wyjątki wbudowane w język Java	227
Tworzenie własnej klasy pochodnej wyjątków	227
Łańcuch wyjątków	230
Trzy dodatkowe cechy wyjątków	231
Wykorzystanie wyjątków	232
11 Programowanie wielowątkowe	233
Model wątków języka Java	234
Priorytety wątków	235
Synchronizacja	235
Przekazywanie komunikatów	236
Klasa Thread i interfejs Runnable	236
Wątek główny	236
Tworzenie wątku	238
Implementacja interfejsu Runnable	238
Rozszerzanie klasy Thread	240
Wybór odpowiedniego podejścia	240
Tworzenie wielu wątków	241
Stosowanie metod isAlive() i join()	242
Priorytety wątków	244
Synchronizacja	245
Synchronizacja metod	245
Instrukcja synchronized	247
Komunikacja międzywątkowa	248
Zakleszczenie	252
Zawieszanie, wznawianie i zatrzymywanie wątków	254
Uzyskiwanie stanu wątku	256
Stosowanie metody wytwórczej do tworzenia i uruchamiania wątku	257
Korzystanie z wielowątkowości	258
12 Wyliczenia, automatyczne opakowywanie typów prostych i adnotacje	259
Typy wyliczeniowe	259
Podstawy wyliczeń	259
Metody values() i valueOf()	261
Wyliczenia Javy jako typy klasowe	262

Wyliczenia dziedziczą po klasie Enum	264
Inny przykład wyliczenia	265
Opakowania typów	267
Klasa Character	267
Klasa Boolean	267
Opakowania typów numerycznych	268
Automatyczne opakowywanie typów prostych	269
Automatyczne opakowywanie i metody	270
Automatyczne opakowywanie i rozpakowywanie w wyrażeniach	270
Automatyczne opakowywanie typów znakowych i logicznych	272
Automatyczne opakowywanie pomaga zapobiegać błędom	272
Słowo ostrzeżenia	273
Adnotacje	273
Podstawy tworzenia adnotacji	274
Określanie strategii zachowywania adnotacji	274
Odczytywanie adnotacji w trakcie działania programu za pomocą refleksji	275
Interfejs AnnotatedElement	279
Wartości domyślne	279
Adnotacje znacznikowe	281
Adnotacje jednoelementowe	281
Wbudowane adnotacje	283
Adnotacje typów	284
Adnotacje powtarzalne	288
Ograniczenia	290
13 Wejście-wyjście, instrukcja try z zasobami i inne tematy	291
Podstawowa obsługa wejścia i wyjścia	291
Strumienie	292
Strumienie znakowe i bajtowe	292
Predefiniowane strumienie	294
Odczyt danych z konsoli	294
Odczyt znaków	294
Odczyt łańcuchów	295
Wyświetlanie informacji na konsoli	297
Klasa PrintWriter	297
Odczyt i zapis plików	298
Automatyczne zamykanie pliku	303
Modyfikatory transient i volatile	306
Operator instanceof	307
Modyfikator strictfp	309
Metody napisane w kodzie rdzennym	309
Stosowanie asercji	309
Opcje włączania i wyłączania asercji	311
Import statyczny	312
Wywoływanie przeciążonych konstruktorów za pomocą this()	314
Kilka słów o kompaktowych profilach API	316
14 Typy sparametryzowane	317
Czym są typy sparametryzowane?	317
Prosty przykład zastosowania typów sparametryzowanych	318
Typy sparametryzowane działają tylko dla typów referencyjnych	321
Typy sparametryzowane różnią się, jeśli mają inny argument typu	321
W jaki sposób typy sparametryzowane zwiększają bezpieczeństwo?	321

Klasa sparametryzowana z dwoma parametrami typu	323
Ogólna postać klasy sparametryzowanej	324
Typy ograniczone	324
Zastosowanie argumentów wieloznacznych	326
Ograniczony argument wieloznaczny	329
Tworzenie metody sparametryzowanej	333
Konstruktory sparametryzowane	334
Interfejsy sparametryzowane	335
Typy surowe i starszy kod	337
Hierarchia klas sparametryzowanych	339
Zastosowanie sparametryzowanej klasy bazowej	339
Podklasa sparametryzowana	341
Porównywanie typów w hierarchii klas sparametryzowanych w czasie wykonywania	342
Rzutowanie	344
Przesłanianie metod w klasach sparametryzowanych	344
Wnioskowanie typów a typy sparametryzowane	345
Znoszenie	346
Metody mostu	346
Błędy niejednoznaczności	348
Pewne ograniczenia typów sparametryzowanych	349
Nie można tworzyć egzemplarza parametru typu	349
Ograniczenia dla składowych statycznych	349
Ograniczenia tablic typów sparametryzowanych	349
Ograniczenia wyjątków typów sparametryzowanych	350
15 Wyrażenia lambda	351
Wprowadzenie do wyrażen lambda	351
Podstawowe informacje o wyrażeniach lambda	352
Interfejsy funkcyjne	352
Kilka przykładów wyrażen lambda	353
Blokowe wyrażenia lambda	356
Sparametryzowane interfejsy funkcyjne	358
Przekazywanie wyrażen lambda jako argumentów	359
Wyrażenia lambda i wyjątki	362
Wyrażenia lambda i przechwytywanie zmiennych	363
Referencje do metod	364
Referencje do metod statycznych	364
Referencje do metod instancyjnych	365
Referencje do metod a typy sparametryzowane	368
Referencje do konstruktorów	370
Predefiniowane interfejsy funkcyjne	374
16 Moduły	377
Podstawowe informacje o modułach	377
Przykład prostego modułu	378
Kompilowanie i uruchamianie przykładowej aplikacji	382
Dokładniejsze informacje o instrukcjach requires i exports	383
java.base i moduły platformy	384
Stary kod i moduł nienazwany	384
Eksportowanie do konkretnego modułu	385
Wymagania przechodnie	386
Stosowanie usług	390
Podstawowe informacje o usługach i dostawcach usług	390
Słowa kluczowe związane z usługami	391
Przykład stosowania usług i modułów	391

Grafy modułów	397
Trzy wyspecjalizowane cechy modułów	398
Moduły otwarte	398
Instrukcja opens	398
Instrukcja requires static	398
Wprowadzenie do jlink i plików JAR modułów	399
Dołączanie plików dostarczonych jako struktura katalogów	399
Konsolidacja modularnych plików JAR	399
Pliki JMOD	400
Kilka słów o warstwach i modułach automatycznych	400
Końcowe uwagi dotyczące modułów	401

CZĘŚĆ II

Biblioteka języka Java

17 Obsługa łańcuchów	405
Konstruktory klasy String	405
Długość łańcucha	407
Specjalne operacje na łańcuchach	407
Literały tekstowe	407
Konkatenacja łańcuchów	408
Konkatenacja łańcuchów z innymi typami danych	408
Konwersja łańcuchów i metoda toString()	409
Wyodrębnianie znaków	410
Metoda charAt()	410
Metoda getChars()	410
Metoda getBytes()	410
Metoda toCharArray()	411
Porównywanie łańcuchów	411
Metody equals() i equalsIgnoreCase()	411
Metoda regionMatches()	412
Metody startsWith() i endsWith()	412
Metoda equals() kontra operator ==	412
Metoda compareTo()	413
Przeszukiwanie łańcuchów	414
Modyfikowanie łańcucha	415
Metoda substring()	415
Metoda concat()	416
Metoda replace()	416
Metoda trim()	417
Konwersja danych za pomocą metody valueOf()	417
Zmiana wielkości liter w łańcuchu	418
Łączenie łańcuchów	419
Dodatkowe metody klasy String	419
Klasa StringBuffer	419
Konstruktory klasy StringBuffer	420
Metody length() i capacity()	421
Metoda ensureCapacity()	421
Metoda setLength()	421
Metody charAt() i setCharAt()	422
Metoda getChars()	422
Metoda append()	422
Metoda insert()	423

Metoda reverse()	423
Metody delete() i deleteCharAt()	424
Metoda replace()	424
Metoda substring()	425
Dodatkowe metody klasy StringBuffer	425
Klasa StringBuilder	426
18 Pakiet java.lang	427
Opakowania typów prostych	427
Klasa Number	428
Klasy Double i Float	428
Metody isInfinite() i isNaN()	431
Klasy Byte, Short, Integer i Long	431
Klasa Character	439
Dodatki wprowadzone w celu obsługi punktów kodowych Unicode	440
Klasa Boolean	443
Klasa Void	443
Klasa Process	444
Klasa Runtime	445
Zarządzanie pamięcią	446
Wykonywanie innych programów	447
Runtime.Version	447
Klasa ProcessBuilder	448
Klasa System	450
Wykorzystanie metody currentTimeMillis()	
do obliczania czasu wykonywania programu	452
Użycie metody arraycopy()	452
Właściwości środowiska	453
Interfejs System.Logger i klasa System.LoggerFinder	453
Klasa Object	453
Wykorzystanie metody clone() i interfejsu Cloneable	454
Klasa Class	456
Klasa ClassLoader	458
Klasa Math	458
Funkcje trygonometryczne	458
Funkcje wykładnicze	459
Funkcje zaokrągleń	459
Inne metody klasy Math	461
Klasa StrictMath	462
Klasa Compiler	463
Klasy Thread i ThreadGroup oraz interfejs Runnable	463
Interfejs Runnable	463
Klasa Thread	463
Klasa ThreadGroup	465
Klasy ThreadLocal i InheritableThreadLocal	469
Klasa Package	469
Klasa Module	469
Klasa ModuleLayer	471
Klasa RuntimePermission	471
Klasa Throwable	471
Klasa SecurityManager	471
Klasa StackTraceElement	471
Klasa StackWalker i interfejs StackWalker.StackFrame	471
Klasa Enum	471

Klasa ClassValue	473
Interfejs CharSequence	473
Interfejs Comparable	473
Interfejs Appendable	473
Interfejs Iterable	474
Interfejs Readable	474
Interfejs AutoCloseable	474
Interfejs Thread.UncaughtExceptionHandler	475
Podpakiety pakietu java.lang	475
Podpakiety pakietu java.lang.annotation	475
Podpakiety pakietu java.lang.instrument	475
Podpakiety pakietu java.lang.invoke	475
Podpakiety pakietu java.lang.module	475
Podpakiety pakietu java.lang.management	476
Podpakiety pakietu java.lang.ref	476
Podpakiety pakietu java.lang.reflect	476

19 Pakiet java.util, część 1. — kolekcje 477

Wprowadzenie do kolekcji	478
Interfejsy kolekcji	479
Interfejs Collection	480
Interfejs List	482
Interfejs Set	483
Interfejs SortedSet	484
Interfejs NavigableSet	484
Interfejs Queue	485
Interfejs Deque	486
Klasy kolekcji	487
Klasa ArrayList	488
Klasa LinkedList	491
Klasa HashSet	492
Klasa LinkedHashMap	493
Klasa TreeSet	493
Klasa PriorityQueue	495
Klasa ArrayDeque	495
Klasa EnumSet	496
Dostęp do kolekcji za pomocą iteratora	496
Korzystanie z iteratora Iterator	498
Pętla typu for-each jako alternatywa dla iteratora	499
Spliterator	500
Przechowywanie w kolekcjach własnych klas	503
Interfejs RandomAccess	504
Korzystanie z map	504
Interfejsy map	504
Klasy map	510
Komparatory	514
Wykorzystanie komparatora	516
Algorytmy kolekcji	520
Klasa Arrays	525
Starsze klasy i interfejsy	529
Interfejs Enumeration	529
Klasa Vector	530
Klasa Stack	533
Klasa Dictionary	534

Klasa Hashtable	535
Klasa Properties	538
Wykorzystanie metod store() i load()	541
Ostatnie uwagi na temat kolekcji	542
20 Pakiet java.util, część 2. — pozostałe klasy użytkowe	543
Klasa StringTokenizer	543
Klasa BitSet	545
Klasy Optional, OptionalDouble, OptionalInt oraz OptionalLong	547
Klasa Date	550
Klasa Calendar	551
Klasa GregorianCalendar	554
Klasa TimeZone	555
Klasa SimpleTimeZone	556
Klasa Locale	557
Klasa Random	558
Klasy Timer i TimerTask	560
Klasa Currency	562
Klasa Formatter	563
Konstruktory klasy Formatter	564
Metody klasy Formatter	564
Podstawy formatowania	564
Formatowanie łańcuchów i znaków	567
Formatowanie liczb	567
Formatowanie daty i godziny	568
Specyfikatory %n i %%	569
Określanie minimalnej szerokości pola	570
Określanie precyzji	571
Używanie znaczników (flag) formatów	572
Wyrównywanie danych wyjściowych	572
Znaczniki spacji, plusa, zera i nawiasów	573
Znacznik przecinka	574
Znacznik #	574
Opcja wielkich liter	574
Stosowanie indeksu argumentu	575
Zamykanie obiektu klasy Formatter	576
Metoda printf() w Javie	576
Klasa Scanner	576
Konstruktory klasy Scanner	577
Podstawy skanowania	578
Kilka przykładów użycia klasy Scanner	581
Ustawianie separatorów	584
Pozostałe elementy klasy Scanner	585
Klasy ResourceBundle, ListResourceBundle i PropertyResourceBundle	586
Dodatkowe klasy i interfejsy użytkowe	590
Podpakiety pakietu java.util	591
java.util.concurrent, java.util.concurrent.atomic oraz java.util.concurrent.locks	592
java.util.function	592
java.util.jar	594
java.util.logging	594
java.util.prefs	594
java.util.regex	594
java.util.spi	595
java.util.stream	595
java.util.zip	595

21	Operacje wejścia-wyjścia: analiza pakietu java.io	597
	Klasy i interfejsy obsługujące operacje wejścia-wyjścia	598
	Klasa File	598
	Katalogi	601
	Stosowanie interfejsu FilenameFilter	602
	Alternatywna metoda listFiles()	603
	Tworzenie katalogów	603
	Interfejsy AutoCloseable, Closeable i Flushable	603
	Wyjątki operacji wejścia-wyjścia	604
	Dwa sposoby zamykania strumieni	604
	Klasy strumieni	605
	Strumienie bajtów	606
	Klasa InputStream	606
	Klasa OutputStream	607
	Klasa FileInputStream	607
	Klasa FileOutputStream	609
	Klasa ByteArrayInputStream	611
	Klasa ByteArrayOutputStream	612
	Filtrowane strumienie bajtów	614
	Buforowane strumienie bajtów	614
	Klasa SequenceInputStream	617
	Klasa PrintStream	619
	Klasy DataOutputStream i DataInputStream	621
	Klasa RandomAccessFile	622
	Strumienie znaków	623
	Klasa Reader	623
	Klasa Writer	623
	Klasa FileReader	623
	Klasa FileWriter	625
	Klasa CharArrayReader	626
	Klasa CharArrayWriter	627
	Klasa BufferedReader	628
	Klasa BufferedWriter	630
	Klasa PushbackReader	630
	Klasa PrintWriter	631
	Klasa Console	632
	Serializacja	633
	Interfejs Serializable	634
	Interfejs Externalizable	634
	Interfejs ObjectOutput	634
	Klasa ObjectOutputStream	635
	Interfejs ObjectInput	636
	Klasa ObjectInputStream	636
	Przykład serializacji	637
	Korzyści wynikające ze stosowania strumieni	639
22	System NIO	641
	Klasy systemu NIO	641
	Podstawy systemu NIO	642
	Bufory	642
	Kanały	642
	Zestawy znaków i selektory	645

Udoskonalenia dodane w systemie NIO.2	645
Interfejs Path	645
Klasa Files	645
Klasa Paths	648
Interfejsy atrybutów plików	649
Klasy FileSystem, FileSystems i FileStore	650
Stosowanie systemu NIO	651
Stosowanie systemu NIO dla operacji wejścia-wyjścia na kanałach	651
Stosowanie systemu NIO dla operacji wejścia-wyjścia na strumieniach	659
Stosowanie systemu NIO dla operacji na ścieżkach i systemie plików	661
23 Obsługa sieci	669
Podstawy działania sieci	669
Klasy i interfejsy obsługujące komunikację siecią	670
Klasa InetAddress	671
Metody wytwórcze	671
Metody klasy	672
Klasy InetAddress oraz Inet6Address	673
Gniazda klientów TCP/IP	673
URL	676
Klasa URLConnection	678
Klasa HttpURLConnection	680
Klasa URI	682
Pliki cookie	682
Gniazda serwerów TCP/IP	682
Datagramy	683
Klasa DatagramSocket	683
Klasa DatagramPacket	684
Przykład użycia datagramów	685
24 Obsługa zdarzeń	687
Dwa mechanizmy obsługi zdarzeń	687
Model obsługi zdarzeń oparty na ich delegowaniu	688
Zdarzenia	688
Źródła zdarzeń	688
Obiekty nasłuchujące zdarzeń	689
Klasy zdarzeń	689
Klasa ActionEvent	691
Klasa AdjustmentEvent	691
Klasa ComponentEvent	692
Klasa ContainerEvent	692
Klasa FocusEvent	693
Klasa InputEvent	694
Klasa ItemEvent	694
Klasa KeyEvent	695
Klasa MouseEvent	696
Klasa MouseWheelEvent	697
Klasa TextEvent	698
Klasa WindowEvent	698
Źródła zdarzeń	699
Interfejsy nasłuchujące zdarzeń	700
Interfejs ActionListener	701
Interfejs AdjustmentListener	701
Interfejs ComponentListener	701

Interfejs ContainerListener	701
Interfejs FocusListener	701
Interfejs ItemListener	701
Interfejs KeyListener	701
Interfejs MouseListener	702
Interfejs MouseMotionListener	702
Interfejs MouseWheelListener	702
Interfejs TextListener	702
Interfejs WindowFocusListener	702
Interfejs WindowListener	702
Stosowanie modelu delegowania zdarzeń	703
Kluczowe zagadnienia tworzenia aplikacji graficznych z użyciem AWT	703
Obsługa zdarzeń generowanych przez mysz	704
Obsługa zdarzeń generowanych przez klawiaturę	707
Klasy adapterów	710
Klasy wewnętrzne	712
Anonimowa klasa wewnętrzna	714
25 Wprowadzenie do AWT: praca z oknami, grafiką i tekstem	717
Klasy AWT	718
Podstawy okien	720
Klasa Component	720
Klasa Container	720
Klasa Panel	720
Klasa Window	721
Klasa Frame	721
Klasa Canvas	721
Praca z oknami typu Frame	721
Ustawianie wymiarów okna	721
Ukrywanie i wyświetlanie okna	722
Ustawianie tytułu okna	722
Zamykanie okna typu Frame	722
Metoda paint()	722
Wyświetlanie łańcuchów znaków	722
Określanie koloru tekstu i tła	723
Żądanie ponownego wyświetlenia zawartości okna	723
Tworzenie aplikacji korzystających z klasy Frame	724
Wprowadzenie do stosowania grafiki	725
Rysowanie odcinków	725
Rysowanie prostokątów	725
Rysowanie elips, kół i okręgów	726
Rysowanie łuków	726
Rysowanie wielokątów	726
Prezentacja metod rysujących	727
Dostosowywanie rozmiarów obiektów graficznych	728
Praca z klasą Color	729
Metody klasy Color	730
Ustawianie bieżącego koloru kontekstu graficznego	731
Program demonstrujący zastosowanie klasy Color	731
Ustawianie trybu rysowania	732
Praca z czcionkami	733
Określanie dostępnych czcionek	735
Tworzenie i wybieranie czcionek	736
Uzyskiwanie informacji o czcionkach	738
Zarządzanie tekstowymi danymi wyjściowymi z wykorzystaniem klasy FontMetrics	739

26	Stosowanie kontrolek AWT, menedżerów układu graficznego oraz menu	743
	Podstawy kontrolek AWT	744
	Dodawanie i usuwanie kontrolek	744
	Odpowiadanie na zdarzenia kontrolek	744
	Wyjątek HeadlessException	745
	Etykiety	745
	Stosowanie przycisków	746
	Obsługa zdarzeń przycisków	747
	Stosowanie pól wyboru	750
	Obsługa zdarzeń pól wyboru	751
	Klasa CheckboxGroup	752
	Kontrolki list rozwijanych	754
	Obsługa zdarzeń list rozwijanych	755
	Stosowanie list	756
	Obsługa zdarzeń generowanych przez listy	757
	Zarządzanie paskami przewijania	759
	Obsługa zdarzeń generowanych przez paski przewijania	760
	Stosowanie kontrolek typu TextField	762
	Obsługa zdarzeń generowanych przez kontrolkę TextField	763
	Stosowanie kontrolek typu TextArea	764
	Wprowadzenie do menedżerów układu graficznego komponentów	766
	FlowLayout	767
	BorderLayout	768
	Stosowanie obramowań	769
	GridLayout	771
	Klasa CardLayout	772
	Klasa GridBagLayout	775
	Menu i paski menu	779
	Okna dialogowe	784
	Przesłanianie metody paint()	787
27	Obrazy	789
	Formaty plików	789
	Podstawy przetwarzania obrazów: tworzenie, wczytywanie i wyświetlanie	790
	Tworzenie obiektu obrazu	790
	Ładowanie obrazu	790
	Wyświetlanie obrazu	791
	Podwójne buforowanie	792
	Interfejs ImageProducer	794
	Klasa MemoryImageSource	795
	Interfejs ImageConsumer	796
	Klasa PixelGrabber	796
	Klasa ImageFilter	799
	Klasa CropImageFilter	799
	Klasa RGBImageFilter	800
	Dodatkowe klasy obsługujące obrazy	811
28	Narzędzia współbieżności	813
	Pakiety interfejsu Concurrent API	814
	Pakiet java.util.concurrent	814
	Pakiet java.util.concurrent.atomic	815
	Pakiet java.util.concurrent.locks	815
	Korzystanie z obiektów służących do synchronizacji	815
	Klasa Semaphore	815
	Klasa CountdownLatch	820
	CyclicBarrier	822

Klasa Exchanger	824
Klasa Phaser	825
Korzystanie z egzekutorów	832
Przykład prostego egzekutora	832
Korzystanie z interfejsów Callable i Future	834
Typ wylczeniowy TimeUnit	836
Kolekcje współbieżne	837
Blokady	837
Operacje atomowe	840
Programowanie równoległe przy użyciu frameworku Fork/Join	841
Najważniejsze klasy frameworku Fork/Join	842
Strategia dziel i zwyciężaj	845
Prosty przykład użycia frameworku Fork/Join	845
Znaczenie poziomu równoległości	848
Przykład użycia klasy RecursiveTask<V>	850
Asynchroniczne wykonywanie zadań	852
Anulowanie zadania	853
Określanie statusu wykonania zadania	853
Ponowne uruchamianie zadania	853
Pozostałe zagadnienia	853
Wskazówki dotyczące stosowania frameworku Fork/Join	855
Pakiet Concurrency Utilities a tradycyjne metody języka Java	856
29 API strumieni	857
Podstawowe informacje o strumieniach	857
Interfejsy strumieni	858
Jak można uzyskać strumień?	860
Prosty przykład stosowania strumieni	861
Operacje redukcji	864
Stosowanie strumieni równoległych	866
Odwzorowywanie	868
Tworzenie kolekcji	872
Iteratory i strumienie	875
Stosowanie typu Iterator i strumieni	875
Stosowanie spliteratorów	876
Inne możliwości API strumieni	879
30 Wyrażenia regularne i inne pakiety	881
Przetwarzanie wyrażeń regularnych	881
Klasa Pattern	882
Klasa Matcher	882
Składnia wyrażeń regularnych	883
Przykład dopasowywania do wzorca	883
Dwie opcje dopasowywania do wzorca	888
Przegląd wyrażeń regularnych	888
Refleksje	888
Zdalne wywoływanie metod (RMI)	891
Prosta aplikacja typu klient-serwer wykorzystująca RMI	892
Formatowanie dat i czasu przy użyciu pakietu java.text	895
Klasa DateFormat	895
Klasa SimpleDateFormat	896
Interfejs API dat i czasu — java.time	898
Podstawowe klasy do obsługi dat i czasu	898
Formatowanie dat i godzin	900
Analiza łańcuchów zawierających daty i godziny	902
Inne możliwości pakietu java.time	903

CZĘŚĆ III

Wprowadzenie do programowania GUI przy użyciu pakietu Swing

31	Wprowadzenie do pakietu Swing	907
	Geneza powstania biblioteki Swing	907
	Bibliotekę Swing zbudowano na bazie zestawu narzędzi AWT	908
	Podstawowe cechy biblioteki Swing	908
	Komponenty biblioteki Swing są lekkie	908
	Biblioteka Swing obsługuje dołączany wygląd i sposób obsługi	909
	Podobieństwo do architektury MVC	909
	Komponenty i kontenery	910
	Komponenty	910
	Kontenery	911
	Panele kontenerów najwyższego poziomu	911
	Pakiety biblioteki Swing	912
	Prosta aplikacja na bazie biblioteki Swing	912
	Obsługa zdarzeń	916
	Rysowanie w bibliotece Swing	919
	Podstawy rysowania	919
	Wyznaczanie obszaru rysowania	920
	Przykład rysowania	920
32	Przewodnik po pakiecie Swing	923
	Klasy JLabel i ImageIcon	923
	Klasa JTextField	925
	Przyciski biblioteki Swing	926
	Klasa JButton	927
	Klasa JToggleButton	929
	Pola wyboru	930
	Przyciski opcji	932
	Klasa JTabbedPane	934
	Klasa JScrollPane	936
	Klasa JList	938
	Klasa JComboBox	941
	Drzewa	943
	Klasa JTable	945
33	Wprowadzenie do systemu menu pakietu Swing	949
	Podstawy systemu menu	949
	Przegląd klas JMenuBar, JMenu oraz JMenuItem	951
	Klasa JMenuBar	951
	Klasa JMenu	952
	Klasa JMenuItem	953
	Tworzenie menu głównego	953
	Dodawanie mnemonik i kombinacji klawiszy do opcji menu	957
	Dodawanie obrazów i etykiet ekranowych do menu	959
	Stosowanie klas JRadioButtonMenuItem i JCheckBoxMenuItem	960
	Tworzenie menu podręcznych	962
	Tworzenie paska narzędzi	964
	Stosowanie akcji	967
	Finalna postać programu MenuDemo	971
	Dalsze poznawanie pakietu Swing	977

CZĘŚĆ IV

Wprowadzenie do programowania GUI przy użyciu platformy JavaFX

34	Wprowadzenie do tworzenia interfejsów graficznych z użyciem JavaFX	981
	Podstawowe pojęcia z zakresu JavaFX	982
	Pakiety JavaFX	982
	Klasy Stage i Scene	982
	Węzły i graf sceny	983
	Układy	983
	Klasa Application i metody cyklu życia	983
	Uruchamianie aplikacji JavaFX	984
	Szkielet aplikacji JavaFX	984
	Kompilacja i uruchamianie programów JavaFX	987
	Wątek aplikacji	988
	Prosta kontrolka JavaFX: Label	988
	Stosowanie przycisków i zdarzeń	990
	Podstawowe informacje o zdarzeniach	990
	Prezentacja kontrolki Button	991
	Przedstawienie obsługi zdarzeń i kontrolki Button	991
	Bezpośrednie rysowanie na płótnie	994
35	Prezentacja kontrolki JavaFX	999
	Stosowanie klas Image i ImageView	999
	Dodawanie obrazów do etykiet	1001
	Stosowanie obrazów w przyciskach	1003
	Kontrolka ToggleButton	1005
	Kontrolka RadioButton	1008
	Obsługa zdarzeń w grupie	1010
	Alternatywne sposoby obsługi przycisków opcji	1011
	Kontrolka CheckBox	1014
	Kontrolka ListView	1017
	Paski przewijania w kontrolkach ListView	1020
	Włączanie możliwości wielokrotnego wyboru	1021
	Kontrolka ComboBox	1022
	Kontrolka TextField	1024
	Kontrolka ScrollPane	1026
	Kontrolka TreeView	1029
	Prezentacja efektów i transformacji	1033
	Efekty	1034
	Transformacje	1035
	Prezentacja zastosowania efektów i transformacji	1036
	Dodawanie etykiet ekranowych	1038
	Dezaktywacja kontrolki	1039
36	Prezentacja systemu menu platformy JavaFX	1041
	Podstawowe informacje o menu	1041
	Prezentacja klas MenuBar, Menu oraz MenuItem	1043
	Klasa MenuBar	1043
	Klasa Menu	1043
	Klasa MenuItem	1044
	Tworzenie menu głównego	1045
	Dodawanie mnemonik i akceleratorów do elementów menu	1050
	Dodawanie obrazów do elementów menu	1051
	Stosowanie klas RadioMenuItem i CheckMenuItem	1052

Tworzenie menu podręcznego	1054
Tworzenie paska narzędzi	1057
Kompletna nowa wersja programu demonstracyjnego	1059
Dalsze poznawanie platformy JavaFX	1064

CZĘŚĆ V

Stosowanie Javy w praktyce

37 Java Beans	1067
Czym jest komponent typu Java Bean?	1067
Zalety komponentów Java Beans	1068
Introspekcja	1068
Wzorce właściwości	1068
Wzorce projektowe dla zdarzeń	1069
Metody i wzorce projektowe	1070
Korzystanie z interfejsu BeanInfo	1070
Właściwości ograniczone	1070
Trwałość	1071
Interfejs Customizer	1071
Interfejs Java Beans API	1071
Klasa Introspector	1073
Klasa PropertyDescriptor	1073
Klasa EventSetDescriptor	1073
Klasa MethodDescriptor	1073
Przykład komponentu Java Bean	1073
38 Serwlety	1077
Podstawy	1077
Cykl życia serwletu	1078
Sposoby tworzenia serwletów	1078
Korzystanie z serwera Tomcat	1079
Przykład prostego serwletu	1080
Tworzenie i kompilacja kodu źródłowego serwletu	1080
Uruchamianie serwera Tomcat	1081
Uruchamianie przeglądarki i generowanie żądania	1081
Interfejs Servlet API	1081
Pakiet javax.servlet	1081
Interfejs Servlet	1082
Interfejs ServletConfig	1082
Interfejs ServletContext	1083
Interfejs ServletRequest	1083
Interfejs ServletResponse	1083
Klasa GenericServlet	1083
Klasa ServletInputStream	1083
Klasa ServletOutputStream	1085
Klasy wyjątków związanych z serwletami	1085
Odczytywanie parametrów serwletu	1085
Pakiet javax.servlet.http	1086
Interfejs HttpServletRequest	1087
Interfejs HttpServletResponse	1087
Interfejs HttpSession	1087
Klasa Cookie	1089
Klasa HttpServlet	1090

Obsługa żądań i odpowiedzi HTTP	1090
Obsługa żądań GET protokołu HTTP	1090
Obsługa żądań POST protokołu HTTP	1092
Korzystanie ze znaczników kontekstu użytkownika	1093
Śledzenie sesji	1095

DODATKI

A Komentarze dokumentujące	1099
Znaczniki narzędzia javadoc	1099
Znacznik @author	1100
Znacznik {@code}	1100
Znacznik @deprecated	1101
Znacznik {@docRoot}	1101
Znacznik @exception	1101
Znacznik @hidden	1101
Znacznik {@index}	1101
Znacznik {@inheritDoc}	1101
Znacznik {@link}	1101
Znacznik {@linkplain}	1102
Znacznik {@literal}	1102
Znacznik @param	1102
Znacznik @provides	1102
Znacznik @return	1102
Znacznik @see	1102
Znacznik @serial	1102
Znacznik @serialData	1103
Znacznik @serialField	1103
Znacznik @since	1103
Znacznik @throws	1103
Znacznik @uses	1103
Znacznik {@value}	1103
Znacznik @version	1103
Ogólna postać komentarzy dokumentacyjnych	1104
Wynik działania narzędzia javadoc	1104
Przykład korzystający z komentarzy dokumentacyjnych	1104
B Przegląd technologii Java Web Start	1107
Czym jest Java Web Start?	1107
Cztery kluczowe aspekty Java Web Start	1108
Aplikacje Java Web Start wymagają pliku JAR	1108
Aplikacje Java Web Start są podpisywane cyfrowo	1108
Java Web Start bazuje na JNLP	1109
Tworzenie odnośnika do pliku JNLP	1110
Eksperymenty z Java Web Start z wykorzystaniem lokalnego systemu plików	1111
Utworzenie pliku JAR aplikacji ToggleButtonDemo	1112
Utworzenie magazynu kluczy i podpisanie pliku ButtonDemo.jar	1112
Utworzenie pliku JNLP dla aplikacji ToggleButtonDemo	1113
Utworzenie pliku HTML o nazwie StartTBD.html	1114
Dodanie pliku ToggleButtonDemo.jnlp	
do listy wyjątków w aplikacji Java Control Panel	1114
Wykonanie aplikacji ButtonDemo z poziomu przeglądarki	1114
Uruchamianie aplikacji Java Web Start przy użyciu programu javaws	1115
Stosowanie technologii Java Web Start z apletami	1115

C	Wprowadzenie do JShell	1117
	Podstawy JShell	1117
	Wyświetlanie, edytowanie i ponowne wykonywanie kodu	1119
	Dodanie metody	1120
	Utworzenie klasy	1121
	Stosowanie interfejsu	1121
	Przetwarzanie wyrażeń i wbudowane zmienne	1122
	Importowanie pakietów	1123
	Wyjątki	1124
	Inne polecenia JShell	1124
	Dalsze poznawanie możliwości JShell	1125
D	Podstawy apletów	1127
	Dwa rodzaje apletów	1127
	Podstawy apletów	1128
	Klasa Applet	1129
	Architektura apletów	1129
	Szkielet apletu	1129
	Inicjalizacja i zakończenie działania apletu	1131
	Aplety Swinga	1132
	Skorowidz	1135

Wejście-wyjście, instrukcja try z zasobami i inne tematy

Niniejszy rozdział zawiera wprowadzenie do jednego z najważniejszych pakietów: `io`. Pakiet `io` zawiera podstawowy podsystem wejścia-wyjścia stosowany w Javie, włącznie z obsługą plików. Obsługa wejścia-wyjścia nie stanowi części samego rdzenia języka Java, ale jest zawarta w podstawowych bibliotekach. Z tego powodu dokładne omówienie tego tematu znajduje się w części II, która zajmuje się kilkoma pakietami tworzącymi API Javy. Ten rozdział to tylko wprowadzenie do zagadnień tego ważnego podsystemu, które ma pokazać, jakie jest jego miejsce w bardziej ogólnym kontekście programowania w Javie i jej środowiska wykonawczego. Zawiera on również omówienie instrukcji `try` zarządzającej zasobami i następujących słów kluczowych Javy: `transient`, `volatile`, `instanceof`, `native`, `strictfp` i `assert`. Na końcu rozdziału przeanalizujemy działanie mechanizmu importu statycznego i alternatywne zastosowanie słowa kluczowego `this`.

Podstawowa obsługa wejścia i wyjścia

W poprzednich 12 rozdziałach w zasadzie nie pojawiały się żadne informacje na temat obsługi wejścia-wyjścia. Przykładowe programy korzystały tylko i wyłącznie z metod `print()` oraz `println()`. Powód jest bardzo prosty: niewiele rzeczywistych programów Javy działa w trybie tekstowym. Współczesne aplikacje albo oferują graficzne interfejsy użytkownika tworzone na bazie jednego z pakietów: `Swing`, `AWT` lub `JavaFX`, albo mają postać aplikacji internetowych. Choć programy tekstowe doskonale nadają się do nauki programowania, bardzo rzadko występują w rzeczywistym świecie. Korzystanie z konsoli w Javie jest ograniczone i nieco dziwaczne — nawet w prostych programach. Po prostu konsola nigdy nie była bardzo ważnym elementem programowania w języku Java.

Oczywiście poprzedni akapit nie neguje, iż Java zawiera bardzo elegancką i elastyczną obsługę wejścia-wyjścia związanego z plikami i siecią. System wejścia-wyjścia Javy jest zwarty i spójny. Wystarczy poznać jego podstawy, aby niezwykle szybko opanować pozostałe zagadnienia. W tym rozdziale dokonamy ogólnego przeglądu podsystemu wejścia-wyjścia; szczegółowy opis poszczególnych mechanizmów można znaleźć w rozdziałach 21. i 22.

Strumienie

Programy Javy wykonują operacje wejścia-wyjścia za pośrednictwem strumieni. **Strumień** to pewien abstrakcyjny byt, który produkuje lub konsumuje informacje. Strumień łączy się z fizycznym urządzeniem dzięki systemowi wejścia-wyjścia Javy. Strumienie zachowują się zawsze tak samo, niezależnie od tego, jakiego urządzenia fizycznego dotyczą. Oznacza to, iż te same klasy i metody wejścia-wyjścia służą do obsługi różnych urządzeń: strumień wejściowy służy do odczytu danych z pliku, klawiatury lub gniazdka sieciowego, natomiast strumień wyjściowy wysyła dane do pliku, na konsolę lub do innego komputera. Strumienie to wręcz doskonała abstrakcja, gdyż poszczególne części kodu nie muszą znać różnicy między klawiaturą a siecią. Implementacja strumieni w Javie opiera się na hierarchii klas zawartych w pakiecie `java.io`.



Oprócz operacji wejścia-wyjścia na strumieniach zaimplementowanych w pakiecie `java.io` język Java obsługuje też operacje wejścia-wyjścia na buforach i kanałach, które zaimplementowano w pakiecie `java.nio` i jego podpakietach. Te operacje zostaną omówione w rozdziale 22.

Strumienie znakowe i bajtowe

Java definiuje dwa rodzaje strumieni: znakowe i bajtowe. **Strumień bajtów** stanowi wygodny sposób obsługi wejścia i wyjścia bajtowego. Używa się go na przykład do zapisu i odczytu danych binarnych. **Strumień znaków** zapewnia wygodny sposób przekazywania znaków. Strumień korzysta ze standardu Unicode, więc obsługuje wiele różnych języków. W pewnych zastosowaniach strumienie znaków są bardziej wydajne od strumieni bajtów.

Oryginalne wydanie Javy (1.0) nie zawierało strumieni znaków, więc cała komunikacja odbywała się bajtowo. Strumienie znaków pojawiły się w Javie 1.1, a pewne klasy i metody związane z bajtami zostały zabronione. Właśnie z tego powodu warto uaktualnić kod, który jeszcze nie korzysta ze strumieni znaków.

Trzeba pamiętać o tym, iż na najniższym poziomie cała komunikacja wejścia-wyjścia odbywa się bajtowo. Strumienie znaków po prostu ułatwiają przekazywanie znaków.

Kolejne podpunkty omawiają dostępne strumienie bajtów i znaków.

Klasy strumieni bajtów

Strumienie bajtów zaimplementowano w ramach dwóch hierarchii klas. Na samym szczycie tych hierarchii znajdują się dwie klasy abstrakcyjne: `InputStream` i `OutputStream`. Dla każdej z tych klas abstrakcyjnych istnieje wiele konkretnych klas pochodnych obsługujących różnego rodzaju urządzenia, na przykład pliki, połączenia sieciowe, a nawet bufor pamięci. Klasy strumieni bajtów należące do pakietu `java.io` opisano w tabeli 13.1. Niektóre z klas zostaną omówione w niniejszym rozdziale; pozostałe są opisane w części II. Pamiętaj, że korzystanie z klas strumieni wymaga zaimportowania pakietu `java.io`.

Klasy abstrakcyjne `InputStream` i `OutputStream` definiują kilka kluczowych metod implementowanych przez pozostałe klasy strumieni. Najważniejszymi metodami są `read()` i `write()`, które odpowiednio odczytują i zapisują bajty danych. Obie metody są zadeklarowane jako abstrakcyjne w klasach `InputStream` i `OutputStream`. Klasy pochodne przesłaniają je konkretnymi implementacjami.

Klasy strumieni znaków

Strumienie znaków korzystają z dwóch hierarchii klas. Na samym szczycie tych hierarchii znajdują się dwie klasy abstrakcyjne: `Reader` i `Writer`. Obie klasy obsługują strumienie znaków Unicode. Istnieje kilka konkretnych klas pochodnych wspomnianych klas abstrakcyjnych. Tabela 13.2 zawiera listę klas strumieni znaków.

Klasy abstrakcyjne `Reader` i `Writer` definiują kilka kluczowych metod implementowanych przez pozostałe klasy strumieni. Najważniejszymi metodami są `read()` i `write()`, które odpowiednio odczytują i zapisują znaki danych. Klasy pochodne przesłaniają je konkretnymi implementacjami.

Tabela 13.1. *Klasy strumieni bajtowych*

Klasa strumienia	Znaczenie
BufferedInputStream	Buforowany strumień wejściowy
BufferedOutputStream	Buforowany strumień wyjściowy
ByteArrayInputStream	Strumień wejściowy czytający z tablicy bajtów
ByteArrayOutputStream	Strumień wyjściowy zapisujący do tablicy bajtów
DataInputStream	Strumień wejściowy zawierający metody do odczytywania podstawowych typów danych Javy
DataOutputStream	Strumień wyjściowy zawierający metody do zapisywania podstawowych typów danych Javy
FileInputStream	Strumień wejściowy odczytujący z pliku
FileOutputStream	Strumień wyjściowy zapisujący do pliku
FilterInputStream	Implementuje InputStream
FilterOutputStream	Implementuje OutputStream
InputStream	Klasa abstrakcyjna opisująca strumień wejściowy
ObjectInputStream	Strumień wejściowy dla obiektów
ObjectOutputStream	Strumień wyjściowy dla obiektów
OutputStream	Klasa abstrakcyjna opisująca strumień wyjściowy
PipedInputStream	Potok wejściowy
PipedOutputStream	Potok wyjściowy
PrintStream	Strumień wyjściowy zawierający metody print() i println()
PushbackInputStream	Strumień wejściowy pozwalający zwracać do strumienia odczytane z niego bajty
SequenceInputStream	Strumień wejściowy łączący kilka innych strumieni wejściowych odczytywanych jeden po drugim

Tabela 13.2. *Klasy strumieni znaków*

Klasa strumienia	Znaczenie
BufferedReader	Buforowany strumień wejściowy znaków
BufferedWriter	Buforowany strumień wyjściowy znaków
CharArrayReader	Strumień wejściowy czytający z tablicy znaków
CharArrayWriter	Strumień wyjściowy zapisujący do tablicy znaków
FileReader	Strumień wejściowy czytający z pliku
FileWriter	Strumień wyjściowy zapisujący do pliku
FilterReader	Filtrowany strumień wejściowy
FilterWriter	Filtrowany strumień wyjściowy
InputStreamReader	Strumień wejściowy zamieniający bajty na znaki
LineNumberReader	Strumień wejściowy zliczający wiersze
OutputStreamWriter	Strumień wyjściowy zamieniający znaki na bajty
PipedReader	Potok wejściowy
PipedWriter	Potok wyjściowy
PrintWriter	Strumień wyjściowy zawierający metody print() i println()
PushbackReader	Strumień wejściowy umożliwiający zwrócenie znaku z powrotem do strumienia
Reader	Klasa abstrakcyjna opisująca strumień wejściowy znaków
StringReader	Strumień wejściowy czytający z łańcucha
StringWriter	Strumień wyjściowy zapisujący w łańcuchu
Writer	Klasa abstrakcyjna opisująca strumień wyjściowy znaków

Predefiniowane strumienie

Wszystkie programy Javy automatycznie importują pakiet `java.lang`. Pakiet ten definiuje klasę o nazwie `System` dotyczącą kilku aspektów środowiska, w którym działa aplikacja. Na przykład przy użyciu jej metod można pobrać aktualny czas lub ustawienia zmiennych systemowych. Klasa `System` zawiera trzy predefiniowane zmienne strumieni: `in`, `out` i `err`. Wymienione pola zadeklarowano jako zmienne publiczne, statyczne i finalne. Oznacza to, iż można z nich korzystać w pozostałych częściach programu bez konieczności tworzenia egzemplarza klasy `System`.

Składowa `System.out` to standardowy strumień wyjściowy. Domyślnie jest to konsola. Składowa `System.in` to standardowy strumień wejściowy, którym domyślnie jest klawiatura. Składowa `System.err` to standardowy strumień błędów, który domyślnie dotyczy konsoli. Wszystkie te strumienie można przekierować do dowolnego innego, zgodnego urządzenia wejścia-wyjścia.

Składowa `System.in` jest obiektem typu `InputStream`. Składowe `System.out` i `System.err` to obiekty typu `OutputStream`. Są to strumienie bajtowe, choć na ogół służą do odczytywania i zapisywania znaków do konsoli. W razie konieczności strumienie te można otoczyć strumieniami znakowymi.

W wielu przykładach z poprzednich rozdziałów stosowaliśmy składową `System.out`. Składowej `System.err` używa się dokładnie tak samo. Używanie składowej `System.in` jest nieco bardziej złożone.

Odczyt danych z konsoli

W początkowym okresie stosowania Javy jedynym sposobem odczytania danych z konsoli było zastosowanie strumienia bajtów. Także dzisiaj odczyt informacji z konsoli za pomocą strumienia bajtów jest dopuszczalny. W komercyjnych aplikacjach zalecaną metodą odczytywania danych wejściowych z konsoli jest stosowanie strumieni znaków. Takie rozwiązanie ułatwia umiędzynarodowienie i konserwację oprogramowania.

W Javie odczyt danych z konsoli odbywa się za pomocą `System.in`. Aby odczytać strumień znaków z konsoli, należy opakować obiekt `System.in` obiektem klasy `BufferedReader`. Klasa `BufferedReader` obsługuje buforowany odczyt ze strumienia wejściowego. Najczęściej stosowana wersja konstruktora jest następująca.

```
BufferedReader(Reader czytnikWej)
```

Parametr `czytnikWej` to strumień, który zostanie połączony z właśnie tworzonym egzemplarzem klasy `BufferedReader`. Klasa `Reader` to klasa abstrakcyjna. Jedną z jej konkretnych klas pochodnych jest `InputStreamReader`, która konwertuje bajty na znaki. Aby utworzyć obiekt `InputStreamReader` powiązany z `System.in`, korzysta się z następującego konstruktora.

```
InputStreamReader(InputStream strumieńWej)
```

Ponieważ pole `System.in` wskazuje na obiekt typu `InputStream`, można go przekazać jako parametr `strumieńWej`. Po połączeniu wszystkiego razem poniższy wiersz kodu tworzy obiekt `BufferedReader` związany z klawiaturą.

```
BufferedReader br = new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));
```

Po wykonaniu tej instrukcji zmienna `br` zawiera strumień znaków połączony z konsolą za pośrednictwem składowej `System.in`.

Odczyt znaków

Do odczytania znaku z obiektu `BufferedReader` służy metoda `read()`. Stosowana przez nas wersja `read()` ma następującą postać.

```
int read() throws IOException
```

Każde wywołanie metody powoduje odczytanie jednego znaku ze strumienia wejściowego i zwrócenie jego wartości całkowitoliczbowej. Zwrócenie wartości `-1` oznacza osiągnięcie końca strumienia wejściowego. Co więcej, metoda może zgłosić wyjątek `IOException`.

Poniższy program odczytuje znaki z klawiatury za pomocą metody `read()` aż do momentu przekazania znaku „q”. Warto zwrócić uwagę na to, że ewentualne wyjątki operacji wejścia-wyjścia, które mogą zostać zgłoszone w trakcie działania tego programu, będą zgłaszane dalej przez metodę `main()`. To dość typowe rozwiązanie podczas odczytywania danych wejściowych z konsoli w prostych programach (w tym w przykładach prezentowanych w tej książce), jednak w bardziej zaawansowanych aplikacjach należałoby wprost zaimplementować obsługę wszystkich potencjalnych wyjątków.

```
// R13\BRRead.java
// Użycie BufferedReader do odczytu znaków z konsoli
import java.io.*;

class BRRead {
    public static void main(String args[]) throws IOException
    {
        char c;
        BufferedReader br = new
            BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));
        System.out.println("Wpisz znaki, wpisanie 'q' powoduje zakończenie programu.");

        // Odczyt znaków
        do {
            c = (char) br.read();
            System.out.println(c);
        } while(c != 'q');
    }
}
```

Oto przykładowy wynik działania programu.

```
Wpisz znaki, wpisanie 'q' powoduje zakończenie programu.
123abcq
1
2
3
a
b
c
q
```

Wynik może wyglądać inaczej, niż niektórzy się spodziewali, ponieważ `System.in` jest domyślnie buforowane wierszami. Oznacza to, że wejście trafia do programu dopiero po naciśnięciu klawisza *Enter*. Jak łatwo się domyślić, nie czyni to metody `read()` zbyt użyteczną w interaktywnym odczycie danych z klawiatury.

Odczyt łańcuchów

Do odczytania łańcucha z klawiatury służy metoda `readLine()` należąca do klasy `BufferedReader`. Ogólna postać metody jest następująca.

```
String readLine() throws IOException
```

Metoda zwraca obiekt klasy `String`.

Poniższy program ilustruje wykorzystanie metody `readLine()` klasy `BufferedReader`. Odczytuje i wyświetla przekazane wiersze tekstu aż do momentu wpisania słowa „stop”.

```
// R13\BRReadLines.java
// Odczyt łańcucha z konsoli za pomocą klasy BufferedReader
import java.io.*;

class BRReadLines {
    public static void main(String args[]) throws IOException
    {
```

```
// Utworzenie BufferedReader na podstawie System.in
BufferedReader br = new BufferedReader(new
    InputStreamReader(System.in));

String str;

System.out.println("Wpisz wiersze tekstu.");
System.out.println("Wpisz 'stop', aby wyjść.");
do {
    str = br.readLine();
    System.out.println(str);
} while(!str.equals("stop"));
}
}
```

Kolejny przykład to bardzo prosty edytor tekstu. Tworzy tablicę obiektów String, a następnie odczytuje wiersze tekstu i zapamiętuje je w tablicy. Zakończenie wpisywania kończy się w momencie wpisania słowa „stop” lub zapamiętania 100 wierszy. Do odczytu danych z konsoli służy klasa `BufferedReader`.

```
// R13\TinyEdit.java
// Prosty edytor
import java.io.*;

class TinyEdit {
    public static void main(String args[])
        throws IOException
    {
        // Utworzenie BufferedReader na podstawie System.in
        BufferedReader br = new BufferedReader(new
            InputStreamReader(System.in));

        String str[] = new String[100];
        System.out.println("Wpisz wiersze tekstu.");
        System.out.println("Wpisz 'stop', aby wyjść.");
        for(int i=0; i<100; i++) {
            str[i] = br.readLine();
            if(str[i].equals("stop")) break;
        }

        System.out.println("\n0to wpisane dane:");
        // Wyświetlenie tekstu
        for(int i=0; i<100; i++) {
            if(str[i].equals("stop")) break;
            System.out.println(str[i]);
        }
    }
}
```

Oto przykład wykonania programu.

```
Wpisz wiersze tekstu.
Wpisz 'stop', aby wyjść.
To jest pierwszy wiersz.
To jest drugi wiersz.
Java ułatwia korzystanie z łańcuchów.
Wystarczy tworzyć obiekty String.
stop
Oto wpisane dane:
To jest pierwszy wiersz.
To jest drugi wiersz.
Java ułatwia korzystanie z łańcuchów.
Wystarczy tworzyć obiekty String.
```

Wyświetlanie informacji na konsoli

Wyświetlanie informacji na konsoli najłatwiej wykonać, wywołując metodę `print()` lub `println()`. Metody te były już stosowane w wielu przykładach z niniejszej książki. Są one zdefiniowane w klasie `PrintStream` (jest to typ zmiennej referencyjnej `System.out`). Choć `System.out` to w zasadzie strumień bajtów, można go stosować do wyświetlania komunikatów. Alternatywa w postaci rozwiązania znakowego jest opisana w kolejnym podrozdziale.

Ponieważ `PrintStream` jest klasą pochodną klasy `OutputStream`, implementuje również niskopoziomową metodę `write()`. Służy ona do przekazania do konsoli pojedynczego bajta. Najprostsza wersja tej metody ma następującą postać.

```
void write(int wartośćBajta)
```

Metoda zapisuje do strumienia bajt podany jako argument *wartośćBajta*. Choć argument jest typu `int`, na wyjście przekazywany jest tak naprawdę tylko najniższy bajt wartości (osiem najmniej znaczących bitów). Poniższy prosty przykład używa metody `write()` do wyświetlenia na ekranie znaku „A” oraz przejścia do kolejnego wiersza.

```
// R13\WriteDemo.java
// Przykład użycia System.out.write()
class WriteDemo {
    public static void main(String args[]) {
        int b;

        b = 'A';
        System.out.write(b);
        System.out.write('\n');
    }
}
```

Bardzo rzadko korzysta się z metody `write()` do wyświetlania informacji na konsoli (choć w pewnych sytuacjach jest to przydatne). Metody `print()` i `println()` są w tej kwestii znacznie łatwiejsze w użyciu.

Klasa `PrintWriter`

Choć zastosowanie `System.out` do przekazywania informacji do konsoli jest poprawne, używa się go jedynie w celach testowych lub przy pisaniu przykładowych programów, takich jak w niniejszej książce. W aplikacjach rzeczywiście stosowanych przez użytkowników zaleca się stosowanie klasy `PrintWriter`, czyli jednej z klas znakowych. Takie rozwiązanie ułatwia umiędzynarodawianie oprogramowania.

Klasa `PrintWriter` definiuje kilka konstruktorów. Skorzystamy z następującej wersji.

```
PrintWriter(OutputStream strumieńWyjściowy, boolean wysłanieDla)
```

Parametr *strumieńWyjściowy* to obiekt typu `OutputStream`, natomiast parametr *wysłanieDla* informuje, czy Java ma przesyłać dane po każdym wywołaniu metody `println()` (lub kilku innych). Dla wartości `true` przesyłanie jest wykonywane automatycznie. Dla wartości `false` nie jest przeprowadzane.

Klasa `PrintWriter` udostępnia metody `print()` i `println()`. Wymienione metody działają dokładnie tak samo jak ich odpowiedniki dostępne dla obiektu `System.out`. Jeżeli argument nie jest typem prostym, metody te wywołują najpierw metodę `toString()` dla przekazanego obiektu i dopiero wtedy wyświetlają wynik.

Aby zapisywać dane do konsoli za pomocą klasy `PrintWriter`, wystarczy wskazać obiekt `System.out` jako strumień wyjściowy i użyć automatycznego wysyłania zawartości strumienia. Poniższy wiersz kodu tworzy obiekt `PrintWriter` połączony z konsolą.

```
PrintWriter pw = new PrintWriter(System.out, true);
```

Następujący program ilustruje wykorzystanie klasy `PrintWriter`.

```
// R13\PrintWriterDemo.java
// Przykład użycia klasy PrintWriter
import java.io.*;

public class PrintWriterDemo {
    public static void main(String args[]) {
        PrintWriter pw = new PrintWriter(System.out, true);

        pw.println("To jest łańcuch.");
        int i = -7;
        pw.println(i);
        double d = 4.5e-7;
        pw.println(d);
    }
}
```

Wynik działania programu jest następujący.

```
To jest łańcuch.
-7
4.5E-7
```

Pamiętaj, że nie ma nic złego w korzystaniu z `System.out` do wyświetlania na konsoli prostych tekstów lub danych testowych. Zaletą klasy `PrintWriter` jest możliwość łatwiejszego umiędzynarodawiania oprogramowania. Ponieważ klasa `PrintWriter` nie zapewnia żadnych dodatkowych zalet ponad standardowy strumień `System.out`, nie korzystam z niej w przedstawionych przykładach.

Odczyt i zapis plików

Java dostarcza wiele klas i metod związanych z odczytem i zapisem plików. Warto na początku podkreślić, że zagadnienia związane z plikowymi operacjami wejścia-wyjścia są dość złożone i zostaną szczegółowo omówione w części II. W tym podrozdziale ograniczymy się tylko do wprowadzenia podstawowych technik odczytywania i zapisywania danych. Mimo że będziemy posługiwali się strumieniami bajtowymi, opisane techniki można bez trudu dostosować także do strumieni znakowych.

Najczęściej stosuje się klasy `FileInputStream` i `FileOutputStream`, które tworzą strumienie bajtów powiązane z plikami. Aby otworzyć plik, wystarczy utworzyć egzemplarz jednej ze wspomnianych klas, jako argument konstruktora podając nazwę pliku. Choć obie klasy posiadają dodatkowe, przeciążone konstruktory, będziemy korzystali tylko z dwóch przedstawionych poniżej postaci.

```
FileInputStream(String nazwaPliku) throws FileNotFoundException
FileOutputStream(String nazwaPliku) throws FileNotFoundException
```

Parametr *nazwaPliku* to nazwa otwieranego pliku. Jeśli tworzy się strumień wejściowy, a podany plik nie istnieje, konstruktor zgłasza wyjątek `FileNotFoundException`. Jeśli tworzy się strumień wyjściowy i podany plik nie może zostać utworzony, konstruktor zgłasza wyjątek `FileNotFoundException`. Gdy plik podany w strumieniu wyjściowym jest otwierany, wcześniejszy plik o tej samej nazwie jest niszczoney.



Uwaga

W razie stosowania menedżera zabezpieczeń wiele spośród klas operujących na plikach, w tym klasy `FileInputStream` i `FileOutputStream`, zgłasza wyjątek `SecurityException` w odpowiedzi na każdą próbę naruszenia zabezpieczeń podczas otwierania pliku. Ponieważ jednak aplikacje uruchamiane za pomocą polecenia `java` domyślnie nie stosują menedżera zabezpieczeń, prezentowane w tej książce przykłady operacji wejścia-wyjścia nie muszą przechwytywać ani obsługiwać wyjątku `SecurityException`. Warto jednak pamiętać, że pozostałe typy aplikacji mogą używać menedżera zabezpieczeń i muszą być przygotowane na generowanie wyjątku `SecurityException` przez operacje wejścia-wyjścia — w tych aplikacjach koniecznie należy zaimplementować właściwą obsługę tego wyjątku.

Po zakończeniu działań na pliku należy go zamknąć za pomocą metody `close()`. Jest ona zdefiniowana w klasach `FileInputStream` i `FileOutputStream` w następujący sposób.

```
void close() throws IOException
```

Zamknięcie pliku zwalnia związane z nim zasoby i umożliwia wykorzystanie tych zasobów na potrzeby operacji na innym pliku. Brak wywołania zamykającego plik może skutkować tzw. wyciekami pamięci (ang. *memory leaks*), ponieważ nieużywane zasoby nie są zwalniane.



Począwszy od wersji JDK 7, metoda `close()` należy do interfejsu `AutoCloseable` wchodzącego w skład pakietu `java.lang`. Interfejs `AutoCloseable` dziedziczy po interfejsie `Closeable` z pakietu `java.io`. Oba te interfejsy są implementowane przez klasy strumieni, w tym `FileInputStream` i `FileOutputStream`.

Zanim przystąpimy do analizy kolejnych zagadnień, warto zwrócić uwagę na istnienie dwóch podstawowych technik zamykania plików po zakończeniu pracy. Pierwszym, tradycyjnym rozwiązaniem jest wywołanie wprost metody `close()` dla pliku, który nie jest już potrzebny. Właśnie to rozwiązanie obowiązywało we wszystkich wersjach sprzed wydania JDK 7 i jako takie występuje w całym wcześniejszym kodzie Javy. Druga technika polega na użyciu instrukcji *try-with-resources* dodanego w wersji JDK 7 — instrukcja ta automatycznie zamyka plik, który nie jest już potrzebny. W tym modelu nie jest konieczne bezpośrednie wywołanie metody `close()`. Ponieważ wciąż można spotkać kod opracowany przed wydaniem wersji JDK 7, który jeszcze jest stosowany i podlega konserwacji, warto znać i dobrze rozumieć to tradycyjne rozwiązanie. Naszą analizę rozpoczniemy właśnie od tego modelu; do zautomatyzowanego zamykania plików wrócimy w kolejnym podrozdziale.

Do odczytania danych z pliku może służyć wersja metody `read()` zdefiniowana w klasie `FileInputStream`. Jej postać używana w tym rozdziale jest następująca.

```
int read() throws IOException
```

Każde jej wywołanie powoduje odczytanie z pliku pojedynczego bajta i zwrócenie go jako wartość `int`. Metoda zwraca wartość `-1`, gdy zostanie podjęta próba odczytu po przekroczeniu końca pliku. Co więcej, metoda może zwrócić wyjątek `IOException`.

Przedstawiony poniżej program używa metody `read()` do odczytania i wyświetlenia zawartości pliku tekstowego zawierającego tekst ASCII. Nazwę pliku należy przekazać w formie argumentu wiersza poleceń.

```
// R13\ShowFile.java
```

```
/* Wyświetla zawartość pliku tekstowego
```

```

Aby użyć programu, określ nazwę
pliku do wyświetlenia
Na przykład wyświetlenie pliku o nazwie TEST.TXT
wymaga wpisania poniższego wiersza
```

```

java ShowFile TEST.TXT
*/
```

```
import java.io.*;
```

```
class ShowFile {
    public static void main(String args[])
    {
        int i;
        FileInputStream fin;

        // Sprawdź, czy podano nazwę pliku
        if(args.length != 1) {
            System.out.println("Sposób użycia: ShowFile nazwa-pliku");
            return;
        }
    }
}
```

```
// Próba otwarcia pliku
```

```

try {
    fin = new FileInputStream(args[0]);
} catch(FileNotFoundException e) {
    System.out.println("Nie można otworzyć pliku ");
    return;
}

// Na tym etapie plik jest otwarty i gotowy do odczytu
// Poniższy kod odczytuje znaki do osiągnięcia końca pliku
try {
    do {
        i = fin.read();
        if(i != -1) System.out.print((char) i);
    } while(i != -1);
} catch(IOException e) {
    System.out.println("Błąd odczytu pliku ");
}

// Zamyka plik
try {
    fin.close();
} catch(IOException e) {
    System.out.println("Błąd zamykania pliku ");
}
}
}

```

Warto zwrócić uwagę na blok try-catch w powyższym programie. Zadaniem tego bloku jest obsługa ewentualnych błędów operacji wejścia-wyjścia. Każda taka operacja jest monitorowana pod kątem wyjątków; jeśli wystąpi jakiś wyjątek, zostanie prawidłowo obsłużony. O ile w prostych programach czy przykładowym kodzie (jak w dotychczasowych przykładach) zgłaszanie wyjątków operacji wejścia-wyjścia przez metodę main() jest uzasadnione, o tyle w rzeczywistych aplikacjach wyjątki należy propagować do kodu wywołującego, tak aby dysponował informacjami o niepowodzeniu żądanych operacji. Większość prezentowanych tutaj przykładów ilustrujących operacje wejścia-wyjścia na plikach wprost obsługuje wszystkie potencjalne wyjątki.

Mimo że w powyższym przykładzie strumień został zamknięty dopiero po odczytaniu zawartości pliku, w wielu sytuacjach stosuje się nieco inne rozwiązanie. Alternatywnym sposobem realizacji tego zadania jest wywołanie metody close() w ramach bloku finally. W tym modelu wszystkie metody uzyskujące dostęp do pliku powinny znajdować się w bloku try, a blok finally powinien służyć do zamknięcia tego pliku. Oznacza to, że niezależnie od tego, jak zakończy się wykonywanie bloku try, plik zostanie ostatecznie zamknięty. Poniżej przedstawiono nową wersję bloku try z poprzedniego przykładu, w której zaimplementowano opisany mechanizm:

```

try {
    do {
        i = fin.read();
        if(i != -1) System.out.print((char) i);
    } while(i != -1);
} catch(IOException e) {
    System.out.println("Błąd odczytu pliku");
} finally {
    // Zamyka plik zawsze po zakończeniu bloku try
    try {
        fin.close();
    } catch(IOException e) {
        System.out.println("Błąd zamykania pliku");
    }
}
}

```

Jedną z zalet tego rozwiązania jest gwarancja zamknięcia pliku w bloku finally, nawet jeśli wykonywanie kodu uzyskującego dostęp do pliku zostanie przerwane wskutek wyjątku niezwiązanego z operacjami wejścia-wyjścia.

W pewnych sytuacjach prostszym rozwiązaniem jest umieszczenie wyrażeń otwierających plik i uzyskujących dostęp do tego pliku w jednym bloku try (zamiast w dwóch osobnych blokach), po którym następuje blok finally odpowiedzialny za zamknięcie niepotrzebnego pliku. Odpowiednio zmodyfikowaną wersję programu ShowFile pokazano poniżej:

```
// R13\ShowFile2.java
/* Wyświetla zawartość pliku tekstowego

Podczas uruchamiania programu podaj nazwę
pliku do wyświetlenia
Na przykład wyświetlenie pliku o nazwie TEST.TXT
wymaga wpisania poniższego wiersza

java ShowFile2 TEST.TXT

Ta wersja programu umieszcza kod otwierający plik i
uzyskujący dostęp do jego zawartości w jednym bloku
try, plik jest zamykany w bloku finally
*/

import java.io.*;

class ShowFile2 {
    public static void main(String args[])
    {
        int i;
        FileInputStream fin = null;

        // Sprawdź, czy podano nazwę pliku
        if(args.length != 1) {
            System.out.println("Sposób użycia: ShowFile2 nazwa-pliku");
            return;
        }

        // Poniższy kod otwiera plik, odczytuje jego zawartość do momentu
        // osiągnięcia końca pliku, po czym zamyka plik w bloku finally
        try {
            fin = new FileInputStream(args[0]);

            do {
                i = fin.read();
                if(i != -1) System.out.print((char) i);
            } while(i != -1);

        } catch(FileNotFoundException e) {
            System.out.println("Nie znaleziono pliku");
        } catch(IOException e) {
            System.out.println("Wystąpił błąd wejścia-wyjścia");
        } finally {
            // Zamyka plik niezależnie od sytuacji
            try {
                if(fin != null) fin.close();
            } catch(IOException e) {
                System.out.println("Błąd zamykania pliku");
            }
        }
    }
}
```

Warto zwrócić uwagę na sposób inicjalizacji zmiennej `fin`, której początkowo przypisano wartość `null`. Nieco później, już w bloku `finally` plik jest zamykany, pod warunkiem że zmienna `fin` jest różna od `null`. Takie rozwiązanie jest uzasadnione, ponieważ zmienna `fin` jest różna od `null` tylko wtedy, gdy plik został prawidłowo otwarty. Oznacza to, że metoda `close()` nie zostanie wywołana, jeśli w czasie otwierania pliku wystąpił jakiś wyjątek.

Sekwencję try-catch z powyższego przykładu można zapisać w bardziej zwartej formie. Ponieważ `FileNotFoundException` jest klasą pochodną klasy `IOException`, osobne przechwytywanie wyjątków obu typów nie jest potrzebne. Poniżej pokazano zmienioną sekwencję try-catch, z której wyeliminowano przechwytywanie samego wyjątku `FileNotFoundException`. W razie wystąpienia jakiegokolwiek wyjątku typu `IOException` (i jego podtypów) zostanie wyświetlony standardowy komunikat z opisem błędu.

```
try {
    fin = new FileInputStream(args[0]);

    do {
        i = fin.read();
        if(i != -1) System.out.print((char) i);
    } while(i != -1);
} catch(IOException e) {
    System.out.println("Błąd wejścia-wyjścia: " + e);
} finally {
    // Zamyka plik niezależnie od sytuacji
    try {
        if(fin != null) fin.close();
    } catch(IOException e) {
        System.out.println("Błąd zamykania pliku");
    }
}
```

W tym rozwiązaniu wszystkie błędy, w tym błąd podczas otwierania pliku, są obsługiwane przez jedno wyrażenie `catch`. Z uwagi na prostotę proponowanej konstrukcji właśnie ona będzie stosowana w wielu przykładach stosowania podsystemu wejścia-wyjścia. Warto jednak pamiętać, że powyższe rozwiązanie nie zdaje egzaminu w sytuacji, gdy chcemy inaczej reagować na błędy podczas otwierania plików, na przykład wskutek nieprawidłowego wpisania nazwy pliku. W takim przypadku przed przekazaniem sterowania do bloku try uzyskującego dostęp do tego pliku można na przykład poprosić użytkownika o wpisanie prawidłowej nazwy.

Do zapisu danych do pliku służy metoda `write()` zdefiniowana w klasie `FileOutputStream`. Jej najprostsza postać jest następująca.

```
void write(int wartośćBajta) throws IOException
```

Metoda zapisuje *wartośćBajta* do pliku. Choć przekazuje się wartość typu `int`, do pliku zapisywanych jest tylko 8 najmniej znaczących bitów liczby. Gdy w trakcie zapisu wystąpi błąd, zostaje zgłoszony wyjątek `IOException`. Kolejny przykład używa metody `write()` do skopiowania pliku tekstowego.

```
// R13\CopyFile.java
```

```
/* Kopiowanie plików tekstowych
```

```

Aby użyć programu, należy wpisać nazwę
pliku źródłowego i docelowego
Na przykład aby skopiować plik FIRST.TXT
do pliku SECOND.TXT, trzeba wpisać poniższe
polecenie w wierszu poleceń
```

```
java CopyFile FIRST.TXT SECOND.TXT
```

```
*/
```

```
import java.io.*;

class CopyFile {
    public static void main(String args[]) throws IOException
    {
        int i;
        FileInputStream fin = null;
        FileOutputStream fout = null;

        // Najpierw sprawdza, czy podano nazwy obu plików
```

```

if(args.length != 2) {
    System.out.println("Sposób użycia: CopyFile źródło cel");
    return;
}

// Kopiuje plik
try {
    // Próba otwarcia plików
    fin = new FileInputStream(args[0]);
    fout = new FileOutputStream(args[1]);

    do {
        i = fin.read();
        if(i != -1) fout.write(i);
    } while(i != -1);

} catch(IOException e) {
    System.out.println("Błąd wejścia-wyjścia: " + e);
} finally {
    try {
        if(fin != null) fin.close();
    } catch(IOException e2) {
        System.out.println("Błąd zamykania pliku źródłowego");
    }
    try {
        if(fout != null) fout.close();
    } catch(IOException e2) {
        System.out.println("Błąd zamykania pliku docelowego");
    }
}
}
}

```

W powyższym kodzie warto zwrócić szczególną uwagę na dwa odrębne bloki try używane podczas zamykania plików. W ten sposób gwarantujemy, że oba pliki zostaną zamknięte, nawet jeśli wywołanie `fin.close()` zgłosi jakiś wyjątek.

Warto zwrócić uwagę także na sposób obsługi potencjalnych błędów operacji wejścia-wyjścia w tym i poprzednim programie. Różni się on od rozwiązań stosowanych w innych językach, w których informacje o błędach są zwracane przy użyciu kodów. Rozwiązanie zastosowane w Javie nie tylko upraszcza obsługę plików, lecz także pozwala na łatwe rozróżnienie osiągnięcia końca pliku od wystąpienia jakichś błędów.

Automatyczne zamykanie pliku

Przykładowe programy prezentowane w poprzednim podrozdziale zawierały bezpośrednie wywołania metody `close()` zamykającej pliki, które nie były już potrzebne. Jak już wspomniano, ten sposób zamykania plików stosowano w wersjach Javy sprzed wydania JDK 7. Mimo że opisany model wciąż jest prawidłowy i przydatny, w wersji JDK 7 dodano rozwiązanie umożliwiające nieco inne zarządzanie zasobami, w tym strumieniami plikowymi. W nowym modelu proces zamykania zasobów jest automatyczny. Mechanizm nazywany czasem **automatycznym zarządzaniem zasobami** (ang. *automatic resource management* — *ARM*) zaimplementowano na bazie rozszerzonej wersji wyrażenia try. Największą zaletą automatycznego zarządzania zasobami jest brak ryzyka przypadkowego pozostawienia otwartego pliku (lub innego zasobu), mimo że nie jest już potrzebny. Jak już wspomniano, brak konsekwentnego zamykania plików może skutkować zjawiskiem wycieku pamięci i prowadzić do innych poważnych problemów.

Automatyczne zarządzanie zasobami zaimplementowano na bazie rozszerzonej formy wyrażenia try. Ogólną postać tego wyrażenia pokazano poniżej:

```

try (specyfikacja-zasobu) {
    // Użycie zasobu
}

```

Element *specyfikacja-zasobu* zazwyczaj reprezentuje wyrażenie deklarujące i inicjalizujące jakiś zasób, na przykład strumień plikowy. Wyrażenie składa się z deklaracji i inicjalizacji zmiennej przy użyciu referencji do obiektu, który ma być przedmiotem zarządzania. Po zakończeniu wykonywania bloku try tak zadeklarowany i zainicjalizowany zasób zostanie automatycznie zwolniony. W przypadku pliku automatyczne zwolnienie jest równoznaczne z zamknięciem pliku. (Oznacza to, że bezpośrednie wywołanie metody `close()` jest zbędne). Nowa forma wyrażenia try może oczywiście obejmować klauzule `catch` i `finally`. Ta forma wyrażenia try bywa nazywana *try-with-resources*.



Uwaga

Począwszy od JDK 9 specyfikacja zasobu używana w instrukcji *try-with-resources* może także mieć postać zmiennej zadeklarowanej i zainicjalizowanej we wcześniejszej części programu. Jednak musi to być zmienna **praktycznie finalna**, czyli po określeniu wartości początkowej wartość tej zmiennej nie ulega zmianie.

Wyrażenie *try-with-resources* można stosować tylko dla zasobów implementujących interfejs `AutoCloseable` zdefiniowany w pakiecie `java.lang`. Wspomniany interfejs definiuje metodę `close()`. Po interfejsie `AutoCloseable` dziedziczy interfejs `Closeable` wchodzący w skład pakietu `java.io`. Oba interfejsy są implementowane przez klasy strumieni. Oznacza to, że wyrażenia *try-with-resources* można z powodzeniem stosować w operacjach na strumieniach, w tym na strumieniach plikowych.

W roli pierwszego przykładu automatycznego zamykania plików wykorzystamy przebudowaną wersję programu `ShowFile`:

```
// R13\ShowFile3.java
/* Ta wersja programu ShowFile używa wyrażenia try-with-resources
   do automatycznego zamknięcia pliku, który nie jest już potrzebny
*/

import java.io.*;

class ShowFile3 {
    public static void main(String args[])
    {
        int i;

        // Sprawdź, czy podano nazwę pliku
        if(args.length != 1) {
            System.out.println("Sposób użycia: ShowFile3 nazwa-pliku");
            return;
        }

        // Poniższy kod używa wyrażenia try-with-resources do otwarcia pliku, po czym
        // automatycznie zamyka ten plik w momencie zakończenia bloku try
        try(FileInputStream fin = new FileInputStream(args[0])) {

            do {
                i = fin.read();
                if(i != -1) System.out.print((char) i);
            } while(i != -1);

        } catch(FileNotFoundException e) {
            System.out.println("Nie znaleziono pliku.");
        } catch(IOException e) {
            System.out.println("Wystąpił błąd wejścia-wyjścia ");
        }

    }
}
```

W powyższym programie należy zwrócić uwagę na sposób otwierania pliku w ramach wyrażenia try:

```
try(FileInputStream fin = new FileInputStream(args[0])) {
```

Szczególnie interesująca jest część specyfikacji zasobu, w której zadeklarowano obiekt klasy `FileInputStream` nazwany `fin`. Przypisano mu referencję do pliku otwartego przez konstruktor klasy `FileInputStream`. Oznacza to, że w tej wersji programu zmienna `fin` ma zasięg lokalny względem bloku `try`, ponieważ została utworzona w momencie wejścia sterowania do tego bloku. Po opuszczeniu bloku `try` łańcuch skojarzony ze zmienną `fin` zostanie automatycznie zamknięty za pomocą niejawnego wywołania metody `close()`. Skoro nie musimy wprost wywoływać metody `close()`, siłą rzeczy nie możemy zapomnieć o tym wywołaniu. To jedna z największych zalet instrukcji `try-with-resources`.

Warto mieć na uwadze, że zasób zadeklarowany w wyrażeniu `try` jest niejawnie traktowany jako zmienna finalna. Oznacza to, że po tej deklaracji nie można przypisać użytej zmiennej żadnej innej wartości. Co więcej, zasięg tego zasobu jest ograniczony do wyrażenia `try-with-resources`.

W ramach jednego wyrażenia `try` można zarządzać wieloma zasobami. Wystarczy oddzielić specyfikacje poszczególnych zasobów znakiem średnika. Przykładem zastosowania takiej konstrukcji jest poniższy program. Ten przebudowany program `CopyFile` zawiera pojedyncze wyrażenie `try-with-resources` zarządzające zarówno strumieniem `fin`, jak i strumieniem `fout`.

```
// R13\CopyFile2.java
/* Wersja programu CopyFile korzystająca z instrukcji try-with-resources
   Program demonstruje sposób zarządzania dwoma zasobami (w tym przypadku
   plikami) przez pojedyncze wyrażenie try
*/
```

```
import java.io.*;

class CopyFile2 {
    public static void main(String args[]) throws IOException
    {
        int i;

        // Najpierw sprawdza, czy podano nazwy obu plików
        if(args.length != 2) {
            System.out.println("Sposób użycia: CopyFile2 źródło cel");
            return;
        }

        // Otwiera dwa pliki i zarządza nimi w ramach wyrażenia try
        try (FileInputStream fin = new FileInputStream(args[0]);
            FileOutputStream fout = new FileOutputStream(args[1]))
        {
            do {
                i = fin.read();
                if(i != -1) fout.write(i);
            } while(i != -1);

        } catch(IOException e) {
            System.out.println("Błąd wejścia-wyjścia: " + e);
        }
    }
}
```

W powyższym programie szczególnie interesujący jest sposób otwierania plików wejściowego i wyjściowego w ramach bloku `try`:

```
try (FileInputStream fin = new FileInputStream(args[0]);
    FileOutputStream fout = new FileOutputStream(args[1]))
{
    // ...
```

Po zakończeniu tego bloku oba pliki (reprezentowane przez `fin` i `fout`) zostaną automatycznie zamknięte. Wystarczy porównać tę wersję programu z poprzednią, aby przekonać się, że nowa instrukcja pozwala znacznie skrócić kod operujący na zasobach. Możliwość skrócenia i poprawy czytelności kodu to jedna z niewątpliwych zalet automatycznego zarządzania zasobami.

Warto wspomnieć o jeszcze jednym ważnym aspekcie stosowania instrukcji `try-with-resources`. Ogólnie podczas wykonywania bloku `try` nie można wykluczyć sytuacji, że wyjątek zgłoszony w ramach tego bloku będzie powodował inny wyjątek występujący podczas zamykania odpowiedniego zasobu w klauzuli `finally`. W przypadku tradycyjnego wyrażenia `try` oryginalny wyjątek jest gubiony i zastępowany przez wyjątek zgłoszony jako drugi. Okazuje się, że w przypadku zastosowania instrukcji `try-with-resources` to drugi wyjątek jest ukrywany. Wyjątek nie jest jednak gubiony — trafia na listę wyjątków skojarzonych z pierwszym wyjątkiem. Listę tych wyjątków można uzyskać za pośrednictwem metody `getSuppressed()` zdefiniowanej w klasie `Throwable`.

Z uwagi na zalety wyrażenia `try-with-resources` właśnie ta forma będzie stosowana w wielu, choć nie we wszystkich, przykładowych programach w tym wydaniu książki. W niektórych przykładach będziemy stosowali tradycyjny sposób zamykania zasobów. Decyzja o pozostawieniu części przykładów niezmiennych wynika po części z tego, że wciąż istnieje bardzo dużo kodu stosującego tradycyjny model zarządzania zasobami. W tej sytuacji każdy programista Javy powinien dobrze rozumieć dotychczasowe rozwiązania i biegle nimi operować (choćby na potrzeby konserwacji istniejącego kodu). Co więcej, może się zdarzyć, że niektórzy programiści będą jeszcze przez pewien czas pracować w środowiskach sprzed wydania JDK 7. W takich przypadkach rozszerzona forma instrukcji `try` jest po prostu niedostępna. I wreszcie nie można wykluczyć sytuacji, w której jawne, bezpośrednie zamknięcie zasobu okaże się lepszym rozwiązaniem niż poleganie na automatycznych mechanizmach. Właśnie dlatego część przykładów w tej książce nadal będzie stosowała tradycyjny model polegający na ręcznym wywołaniu metody `close()`. Ta część przykładów nie tylko ilustruje tradycyjną technikę zarządzania zasobami, ale też może być kompilowana i uruchamiana przez czytelników we wszystkich, także starszych środowiskach.



Pamiętaj

Część przykładów w tej książce stosuje tradycyjny model zamykania plików, aby przyzwyczaić czytelników do tej wciąż powszechnej techniki. W nowym kodzie należy jednak stosować zautomatyzowany model w formie instrukcji `try-with-resources`.

Modyfikatory transient i volatile

Java definiuje dwa interesujące modyfikatory typu: `transient` i `volatile`. Stosuje się je na ogół w dosyć specyficznych sytuacjach.

Gdy zmienną składową zadeklaruje się jako `transient`, jej wartość nie zostanie utrwalona przy zapisie obiektu na dysku. Oto przykład.

```
class T {
    transient int a; // Nie jest trwała
    int b; // Jest trwała
}
```

Jeśli obiekt `T` zostanie zapisany w trwałym magazynie danych, zawartość zmiennej `a` nie zostanie zachowana, natomiast wartość zmiennej `b` zostanie zapamiętana.

Modyfikator `volatile` informuje kompilator, iż oznaczona nim zmienna może zostać nieoczekiwanie zmieniona przez inną część programu. Taka sytuacja często zachodzi w przypadku programowania wielowątkowego. W środowisku wielowątkowym często dwa lub więcej wątków współdzieli tę samą zmienną składową. Ze względu na wydajność każdy wątek może przechowywać własną, prywatną kopię współdzielonej zmiennej. Rzeczywista (**macierzysta**) kopia zmiennej jest uaktualniania tylko co jakiś czas, na przykład w momencie rozpoczynania metody typu `synchronized`. Choć takie rozwiązanie działa, nie zawsze jest poprawne. Czasem macierzysta kopia powinna cały czas przechowywać aktualną wartość. Aby to zapewnić, wystarczy użyć modyfikatora `volatile`, który informuje kompilator o tym, iż musi on zawsze stosować wersję macierzystą zmiennej (lub przynajmniej stale aktualizować jej kopie i na odwrót). Co więcej, dostęp do współdzielonej zmiennej musi być wykonywany w ściśle określonej kolejności podanej przez program.

Operator instanceof

Czasem zachodzi potrzeba uzyskania typu obiektu w trakcie działania programu. Możemy na przykład dysponować wątkiem generującym obiekty różnych typów. Aby przetwarzać je poprawnie, warto byłoby znać typ każdego z otrzymanych obiektów. Inną ważną sytuacją wymagającą sprawdzenia typu obiektu jest rzutowanie. W Javie rzutowanie na niepoprawny typ powoduje zgłoszenie wyjątku wykonywania. Wiele błędnych rzutowań udaje się wychwycić na etapie kompilacji, ale rzutowania związane z hierarchią klas mogą być sprawdzone tylko w trakcie działania programu. Na przykład klasa bazowa A ma dwie klasy pochodne B i C. Oznacza to, iż rzutowanie obiektu B na typ A lub rzutowanie obiektu C na typ A jest w pełni poprawne, ale rzutowanie obiektu B na typ C (i na odwrót) jest błędem. Skoro zmienna referencyjna typu A może przechowywać referencję do obiektu B lub C, jak bez rzutowania na typ C sprawdzić rzeczywisty typ wskazywanego obiektu? Nic nie stoi na przeszkodzie, by był to obiekt typu A, B lub C. Jeśli znajduje się tam obiekt typu B, próba rzutowania na typ C zakończy się zgłoszeniem wyjątku. Na szczęście Java posiada operator instanceof, dzięki któremu łatwo sprawdzić rzeczywisty typ obiektu.

Ogólna postać operatora instanceof jest następująca.

obiekt instanceof typ

Element *obiekt* to egzemplarz klasy, natomiast element *typ* to typ klasy. Jeśli obiekt jest wskazanego typu lub może być na niego rzutowany, operator instanceof zwraca wartość true. W przeciwnym razie zwraca wartość false. Oznacza to, iż operator ten zapewnia bezpieczny i wygodny sposób sprawdzania typu obiektu w trakcie działania programu.

Oto program wykorzystujący operator instanceof.

//R13\InstanceOf.java

//Przykład użycia operatora instanceof

```
class A {
    int i, j;
}

class B {
    int i, j;
}

class C extends A {
    int k;
}

class D extends A {
    int k;
}

class InstanceOf {
    public static void main(String args[]) {
        A a = new A();
        B b = new B();
        C c = new C();
        D d = new D();

        if(a instanceof A)
            System.out.println("a to egzemplarz A");
        if(b instanceof B)
            System.out.println("b to egzemplarz B");
        if(c instanceof C)
            System.out.println("c to egzemplarz C");
        if(c instanceof A)
            System.out.println("c może być rzutowany na A");
    }
}
```

```

if(a instanceof C)
    System.out.println("a może być rzutowany na C");

System.out.println();

// Porównanie typów pochodnych
A ob;

ob = d; // A zawiera referencję do d
System.out.println("ob zawiera referencję do d");
if(ob instanceof D)
    System.out.println("ob to egzemplarz D");

System.out.println();

ob = c; // A zawiera referencję do c
System.out.println("ob zawiera referencję do c");

if(ob instanceof D)
    System.out.println("ob może być rzutowany na D");
else
    System.out.println("ob nie może być rzutowany na D");

if(ob instanceof A)
    System.out.println("ob może być rzutowany na A");

System.out.println();

// Wszystkie obiekty można rzutować na Object
if(a instanceof Object)
    System.out.println("a może być rzutowany na Object");
if(b instanceof Object)
    System.out.println("b może być rzutowany na Object");
if(c instanceof Object)
    System.out.println("c może być rzutowany na Object");
if(d instanceof Object)
    System.out.println("d może być rzutowany na Object");
}
}

```

Wynik działania programu jest następujący.

```

a to egzemplarz A
b to egzemplarz B
c to egzemplarz C
c może być rzutowany na A

```

```

ob zawiera referencję do d
ob to egzemplarz D

```

```

ob zawiera referencję do c
ob nie może być rzutowany na D
ob może być rzutowany na A

```

```

a może być rzutowany na Object
b może być rzutowany na Object
c może być rzutowany na Object
d może być rzutowany na Object

```

Większość programów nie musi stosować operatora `instanceof`, ponieważ programiści zwykle wiedzą, którym typem posługują się w swoim kodzie. Operator staje się niezwykle przydatny wtedy, gdy pisze się ogólne procedury działające na obiektach złożonej hierarchii klas.

Modyfikator `strictfp`

Wraz z pojawieniem się kilka lat temu Javy 2 model obliczeń zmiennoprzecinkowych stał się mniej restrykcyjny. Nowy model nie wymaga na przykład obcinania pewnych wartości pośrednich występujących w trakcie obliczeń. Obcinanie tych wartości w pewnych przypadkach zapobiega przepełnieniom lub niedomiarom (niedopełnieniom). Zastosowanie modyfikatora `strictfp` dla klasy lub metody wymusza, aby wszystkie przeprowadzane w niej obliczenia zmiennoprzecinkowe były przeprowadzane tak samo, jak w pierwszych wersjach Javy. Gdy modyfikator zostanie użyty dla klasy, wszystkie metody klasy są nim oznaczane automatycznie.

Poniższy kod informuje Javę, aby używała oryginalnego modelu obliczeń zmiennoprzecinkowych dla wszystkich metod zdefiniowanych w klasie `MyClass`.

```
strictfp class MyClass { //...
```

Zdecydowana większość programistów nigdy nie musi korzystać z modyfikatora `strictfp`, ponieważ jego wpływ ogranicza się do bardzo wąskiej kategorii obliczeń.

Metody napisane w kodzie rdzennym

Bardzo rzadko występuje potrzeba wywołania podprogramu napisanego w innym języku niż Java. Tego rodzaju podprogramy zwykle zawierają kod wykonywalny przystosowany do konkretnego procesora i środowiska — innymi słowy, jest to tzw. kod rdzenny (ang. *native code*). Taki kod z reguły stosuje się wtedy, gdy pewne obliczenia trzeba wykonywać niezwykle szybko lub gdy należy skorzystać z wyspecjalizowanej biblioteki innej firmy, na przykład pakietu statystycznego. Ponieważ programy Javy są kompilowane do kodu bajtowego, a ten jest interpretowany (lub kompilowany „w locie”) przez system wykonawczy Javy, niektórym osobom może się wydawać, iż wywołanie funkcji kodu rdzennego nie jest możliwe. Nie jest to prawdą. Java zawiera słowo kluczowe `native`, które służy do deklarowania metod napisanych w kodzie rdzennym. Po takiej deklaracji można wywoływać te metody w taki sam sposób jak pozostałe metody Javy. Mechanizm używany do integrowania kodu rdzennego z programami pisanymi w Javie nosi nazwę *Java Native Interface* (w skrócie *JNI*).

W celu deklaracji metody kodu rdzennego należy poprzedzić nazwę metody modyfikatorem `native` i nie określać żadnego ciała metody. Oto przykład.

```
public native int meth();
```

Po takiej deklaracji metody należy jeszcze napisać metodę rdzenną i wykonać dość złożony ciąg kroków, aby dołączyć taką metodę do kodu Javy. Wszelkie szczegóły można znaleźć w dokumentacji Javy.

Stosowanie asercji

Kolejnym interesującym słowem kluczowym Javy jest `assert`. W trakcie tworzenia i testowania programów używa się go do **asercji**, czyli sprawdzania, czy dany warunek jest spełniony w trakcie działania programu. Na przykład jedna z metod zawsze powinna zwrócić wartość dodatnią. Do sprawdzenia poprawności tej wartości można użyć asercji — jeśli metoda zawsze zwraca liczbę większą od 0, nie zostaną podjęte żadne dodatkowe działania. Jeśli jednak warunek nie zostanie spełniony, Java zgłosi wyjątek `AssertionError`. Asercji używa się najczęściej w trakcie testowania programów w celu sprawdzenia, czy spełnione są pewne założenia. Na ogół nie stosuje się ich w wynikowym kodzie dostarczanym klientowi.

Słowo kluczowe `assert` ma dwie postacie. Oto pierwsza z nich.

```
assert warunek;
```

Element *warunek* to wyrażenie, które musi dać w wyniku wartość typu `boolean`. Jeśli warunek zwróci wartość `true`, asercja jest spełniona i program działa dalej bez najmniejszych przeszkód. W przeciwnym razie asercja nie zostaje spełniona i jest zgłaszany wyjątek `AssertionError`.

Druga postać asercji jest następująca.

`assert warunek: wyrażenie;`

W tej wersji element *wyrażenie* to wartość przekazywana do konstruktora wyjątku `AssertionError`. Przekazana wartość jest konwertowana na łańcuch i wyświetlona w razie niespełnienia asercji. W większości przypadków jako *wyrażenie* stosuje się gotowy łańcuch komunikatu, ale dopuszczalne są dowolne wyrażenia różne od `void`, o ile można dokonać ich konwersji na łańcuch.

Poniżej znajduje się przykład użycia słowa kluczowego `assert`. Asercja sprawdza, czy wartość zwrócona przez metodę `getnum()` jest dodatnia.

```
//R13\AssertDemo.java
//Przykład asercji
class AssertDemo {
    static int val = 3;

    //Zwraca wartość całkowitoliczbową
    static int getnum() {
        return val--;
    }

    public static void main(String args[])
    {
        int n;

        for(int i=0; i < 10; i++) {
            n = getnum();

            assert n > 0; //Spowoduje zgłoszenie wyjątku dla n równego 0

            System.out.println("n wynosi " + n);
        }
    }
}
```

Aby włączyć sprawdzanie asercji w trakcie działania programu, trzeba użyć opcji `-ea`. Aby włączyć asercje dla programu `AssertDemo`, należy użyć następującego polecenia.

```
java -ea AssertDemo
```

Po kompilacji i uruchomieniu programu w opisany sposób na konsoli pojawiają się następujące komunikaty.

```
n wynosi 3
n wynosi 2
n wynosi 1
Exception in thread "main" java.lang.AssertionError
    at AssertDemo.main(AssertDemo.java:17)
```

Metoda `main()` wielokrotnie wywołuje metodę `getnum()`, która zwraca wartość całkowitoliczbową. Zwrócona wartość jest najpierw przypisywana do zmiennej `n`, a następnie testowana za pomocą następującej asercji.

```
assert n > 0; //Spowoduje zgłoszenie wyjątku dla n równego 0
```

Asercja nie będzie poprawna, gdy zmienna `n` będzie zawierała wartość 0 (w tym przypadku będzie to sytuacja po czwartym wywołaniu metody `getnum()`). Spowoduje to zgłoszenie wyjątku.

Zgodnie z wcześniejszym opisem można określić komunikat wyświetlany w momencie niespełnienia asercji. Po zastąpieniu wcześniejszego wiersza poniższym:

```
assert n > 0: "n nie jest dodatnie!";
```

i ponownym skompilowaniu programu wynik jego działania byłby następujący.

```
n wynosi 3
n wynosi 2
n wynosi 1
Exception in thread "main" java.lang.AssertionError: n nie jest dodatnie!
    at AssertDemo.main(AssertDemo.java:17)
```

Bardzo ważna uwaga: nie należy polegać na asercjach w kwestii wykonywania istotnych działań wymaganych przez program. Wynika to z faktu, iż kod udostępniany użytkownikom zapewne będzie miał wyłączone asercje. Rozważmy następującą odmianę poprzedniego programu.

```
//R13\AssertDemo2.java
//Bardzo zły sposób stosowania asercji!!!
class AssertDemo2 {
    //Ustalenie wartości początkowej
    static int val = 3;

    //Zwrócenie liczby całkowitej
    static int getnum() {
        return val--;
    }

    public static void main(String args[])
    {
        int n = 0;

        for(int i=0; i < 10; i++) {

            assert (n = getnum()) > 0; //To na pewno nie jest dobry pomysł!

            System.out.println("n wynosi " + n);
        }
    }
}
```

W tej wersji wywołanie `getnum()` zostało przeniesione do asercji. Choć program działa poprawnie dla włączonych asercji, przestanie działać po ich wyłączeniu, ponieważ wtedy metoda `getnum()` nigdy nie zostanie wykonana! Co więcej, teraz zmienna `n` musi zostać zainicjalizowana, gdyż w przeciwnym razie kompilator zgłosiłby błąd (zmienna może nie zostać ustawiona przez asercję).

Asercje mogą być bardzo przydatne, gdyż ułatwiają poszukiwanie błędów w trakcie pracy nad programem. Przed pojawieniem się asercji, aby sprawdzić, czy `n` jest dodatnie, trzeba było użyć następującego fragmentu kodu.

```
if(n < 0) {
    System.out.println("n jest ujemne!");
    return; //Albo zgłoszenie wyjątku
}
```

Stosując asercję, wystarczy napisać tylko jeden wiersz kodu. Co więcej, nie trzeba usuwać instrukcji `assert` z kodu źródłowego wersji programu udostępnianej użytkownikom.

Opcje włączania i wyłączania asercji

W trakcie uruchamiania kodu można wyłączyć asercje za pomocą opcji `-da`. Aby włączyć lub wyłączyć asercje tylko dla wybranego pakietu, wystarczy podać nazwę tego pakietu po opcji `-ea` lub `-da`. Opcja włączenia asercji dla pakietu `MyPack` ma następującą postać:

```
-ea:MyPack...
```

Wyłączenie asercji dla pakietu `MyPack` wymaga użycia następującej opcji.

```
-da:MyPack...
```

Po opcji `-da` lub `-ea` może się również pojawić nazwa klasy. Poniższy kod włącza asercje tylko dla klasy `AssertDemo`.

```
-ea:AssertDemo
```

Import statyczny

Java obsługuje mechanizm tzw. **importu statycznego**, która rozszerza możliwości słowa kluczowego `import`. Zastosowanie przed słowem `import` słowa kluczowego `static` umożliwi zaimportowanie statycznych składowych klasy lub interfejsu. Po takim imporcie można bezpośrednio używać samych nazw składowych statycznych — nie trzeba ich już poprzedzać nazwą klasy. Upraszcza to znacząco składnię związaną ze składowymi statycznymi.

Aby zrozumieć użyteczność importu statycznego, najlepiej przedstawić przykładowy kod, który go *nie* używa. Poniższy program oblicza przeciwprostokątną trójkąta prostokątnego. W tym celu używa dwóch metod statycznych klasy `Math` stanowiącej część pakietu `java.lang`. Pierwsza z metod, `Math.pow()`, zwraca wartość podniesioną do wskazanej potęgi. Druga metoda, o nazwie `Math.sqrt()`, zwraca pierwiastek kwadratowy przekazanej wartości.

```
// R13\Hypot.java
// Obliczenie przeciwprostokątnej trójkąta prostokątnego
class Hypot {
    public static void main(String args[]) {
        double side1, side2;
        double hypot;

        side1 = 3.0;
        side2 = 4.0;

        // Zauważ, że metody sqrt() i pow() trzeba poprzedzać
        // nazwą klasy, w której się znajdują — Math
        hypot = Math.sqrt(Math.pow(side1, 2) +
                          Math.pow(side2, 2));

        System.out.println("Dla przyprostokątnych " +
                           side1 + " i " + side2 +
                           " przeciwprostokątna wynosi " +
                           hypot);
    }
}
```

Ponieważ `pow()` i `sqrt()` to metody statyczne, muszą być poprzedzane nazwą klasy, w której zostały zdefiniowane. Oznacza to znaczne skomplikowanie zapisu obliczania przeciwprostokątnej z wzoru Pitagorasa.

```
hypot = Math.sqrt(Math.pow(side1, 2) + Math.pow(side2, 2));
```

Jak łatwo się domyślić, wielokrotne stosowanie przedrostka `Math.` dla metod `pow()` i `sqrt()` (a także wielu innych metod takich jak `sin()`, `cos()` i `tan()`) na pewno nie jest wygodne.

Wystarczy jednak zastosować import statyczny, aby cały problem z podawaniem nazwy klasy zniknął. Oto ulepszona wersja wcześniejszego programu.

```
// R13\Hypot2.java
// Użycie importu statycznego do przeniesienia
// metod sqrt() i pow() do aktualnej przestrzeni nazw
import static java.lang.Math.sqrt;
import static java.lang.Math.pow;

// Obliczenie przeciwprostokątnej trójkąta prostokątnego
class Hypot2 {
    public static void main(String args[]) {
        double side1, side2;
        double hypot;

        side1 = 3.0;
        side2 = 4.0;

        // Tutaj wywołań sqrt() i pow() nie trzeba
```

```
// już poprzedzać nazwą klasy
hypot = sqrt(pow(side1, 2) + pow(side2, 2));

System.out.println("Dla przyprostokątnych " +
    side1 + " i " + side2 +
    " przeciwprostokątna wynosi " +
    hypot);
}
}
```

W tej wersji programu nazwy `sqrt` i `pow` są przenoszone do aktualnej przestrzeni nazw za pomocą następujących instrukcji importu statycznego.

```
import static java.lang.Math.sqrt;
import static java.lang.Math.pow;
```

Po wykonaniu tych instrukcji nie trzeba już podawać nazwy klasy przed wywołaniami metod `pow()` i `sqrt()`. Oto krótszy zapis obliczeń przeciwprostokątnej.

```
hypot = sqrt(pow(side1, 2) + pow(side2, 2));
```

Łatwo zauważyć, że taka wersja jest znacznie bardziej czytelna.

Istnieją dwie ogólne postacie instrukcji `import static`. Pierwsza, zastosowana w powyższym przykładzie, ma następującą postać.

```
import static pakiet.nazwa-typu.nazwa-skladowej-statycznej;
```

Element *nazwa-typu* to nazwa klasy lub interfejsu zawierającego składową statyczną. Element *pakiet* to pełna nazwa pakietu, w którym znajduje się klasa lub interfejs. Element *nazwa-skladowej-statycznej* określa nazwę importowanej składowej statycznej.

Druga postać importu statycznego powoduje zaimportowanie wszystkich składowych statycznych wskazanej klasy. Oto jej ogólna wersja.

```
import static pakiet.nazwa-typu.*;
```

Jeżeli chce się używać wielu składowych statycznych wybranej klasy, ta postać znacznie ułatwia zadanie — nie trzeba określać nazw poszczególnych składowych. Aby w poprzednim przykładzie użyć tylko jednej instrukcji importu do zaimportowania metod `pow()` i `sqrt()`, a także **wszystkich innych** metod statycznych klasy `Math`, wystarczy napisać następujący kod.

```
import static java.lang.Math.*;
```

Oczywiście import statyczny nie jest ograniczony tylko i wyłącznie do klasy `Math` lub tylko do metod. Poniższa instrukcja powoduje umieszczenie w aktualnej przestrzeni pola `System.out`.

```
import static java.lang.System.out;
```

W dalszej części kodu zawierającego taką instrukcję nie trzeba już poprzedzać `out` nazwą klasy `System`. Oto przykład.

```
out.println("Po zaimportowaniu System.out, można bezpośrednio używać out.");
```

Czy importowanie `System.out` w ten sposób jest dobrym pomysłem? Choć skraca składnię, inne osoby czytające kod mogą nie domyślić się, iż stosowane w kodzie `out` tak naprawdę dotyczy `System.out`.

Dodatkowa uwaga: import statyczny nie ogranicza się jedynie do klas i interfejsów wbudowanych w Javę. Równie dobrze można w ten sposób importować składowe statyczne własnych klas i interfejsów.

Choć import statyczny jest bardzo wygodny, nie należy go nadużywać. Należy pamiętać, że stosowane w Javie pakiety mają za zadanie ograniczać ryzyko konfliktów nazw. Import statyczny powoduje umieszczenie składowych statycznych w globalnej przestrzeni nazw. Zwiększa się w ten sposób ryzyko konfliktów nazw i przypadkowego ukrycia innych nazw. Jeśli istnieje w programie tylko jedno lub dwa miejsca, gdzie warto byłoby zastosować import statyczny, nie warto tego czynić. Poza tym pewne nazwy, na przykład `System.out`, są na tyle rozpoznawalne, że nie warto ograniczać czytelności kodu importem statycznym. Import statyczny wprowadzono w celu ułatwienia programistom pisania kodu, który wielokrotnie odwołuje się do składowych statycznych, na przykład w trakcie wykonywania wielu operacji matematycznych. Innymi słowy, warto korzystać z tego nowego elementu z rozważą.

Wywoływanie przeciążonych konstruktorów za pomocą `this()`

Podczas pracy z przeciążonymi konstruktorami często najwygodniejszym rozwiązaniem jest wywoływanie jednej wersji konstruktora przez inną wersję. W Javie podobne wywołania nie stanowią żadnego problemu — wystarczy użyć nieco innej formy słowa kluczowego `this`. Ogólną postać takiego wywołania pokazano poniżej:

```
this(lista-argumentów)
```

Wywołanie `this()` spowoduje najpierw wykonanie przeciążonego konstruktora, którego lista parametrów pasuje do parametru *lista-argumentów*. Dopiero potem zostaną wykonane ewentualne wyrażenia w oryginalnym konstruktorze (zawierającym to wywołanie). Wywołanie `this()` musi być pierwszym wyrażeniem w ciele konstruktora.

Aby zrozumieć sposób stosowania wywołania `this()`, warto przeanalizować prosty przykład. Przyjrzyjmy się najpierw poniższej klasie, w której wywołanie `this()` nie jest stosowane:

```
// R13\MyClass.java
class MyClass {
    int a;
    int b;

    // Inicjalizuje składowe a oraz b
    MyClass(int i, int j) {
        a = i;
        b = j;
    }

    // Inicjalizuje składowe a oraz b przy użyciu tej samej wartości
    MyClass(int i) {
        a = i;
        b = i;
    }

    // Przypisuje składowym a oraz b domyślną wartość 0
    MyClass() {
        a = 0;
        b = 0;
    }
}
```

Klasa zawiera trzy konstruktory, z których każdy odpowiada za inicjalizację składowych `a` oraz `b`. Pierwszy konstruktor otrzymuje na wejściu osobno wartości dla obu składowych. Drugi konstruktor otrzymuje tylko jedną wartość, którą przypisuje obu składowym. Trzeci konstruktor przypisuje tym składowym domyślną wartość `0`.

Wywołanie `this()` umożliwiła przebudowę klasy `MyClass` do następującej postaci:

```
// R13\MyClass_2.java
class MyClass {
    int a;
    int b;

    // Inicjalizuje składowe a oraz b
    MyClass(int i, int j) {
        a = i;
        b = j;
    }

    // Inicjalizuje składowe a oraz b przy użyciu tej samej wartości
    MyClass(int i) {
        this(i, i); // Wywołuje MyClass(i, i)
    }
}
```



```
}  
  
// Przypisuje składowym a oraz b domyślną wartość 0  
MyClass( ) {  
    this(0); // Wywołuje MyClass(0)  
}  
}
```

W tej wersji klasy `MyClass` jedynym konstruktorem, który rzeczywiście przypisuje wartości składowym `a` oraz `b`, jest konstruktor w wersji `MyClass(int, int)`. Dwa pozostałe konstruktory ograniczają się do wywołania tego konstruktora za pośrednictwem wyrażenia `this()`. Warto na przykład zastanowić się, jaki będzie efekt wykonania następującego wyrażenia:

```
MyClass mc = new MyClass(8);
```

Wywołanie `MyClass(8)` powoduje wykonanie `this(8, 8)`, czyli w praktyce wywołanie konstruktora `MyClass(8, 8)`, ponieważ lista parametrów tej wersji konstruktora `MyClass` pasuje do listy argumentów przekazanych za pośrednictwem wywołania `this()`. Przeanalizujmy teraz następujące wyrażenie, które odwołuje się do konstruktora domyślnego:

```
MyClass mc2 = new MyClass();
```

Tym razem zostanie użyte wywołanie `this(0)`. Efektem tego wywołania będzie wywołanie konstruktora `MyClass(0)`, którego lista parametrów pasuje do listy użytych argumentów. Jak wiemy, konstruktor `MyClass(0)` wywoła następnie konstruktor `MyClass(0,0)`.

Jednym z argumentów na rzecz wywoływania konstruktorów za pośrednictwem wyrażenia `this()` jest możliwość unikania niepotrzebnego powielania kodu. W wielu przypadkach ograniczenie ilości powielonego kodu pozwala skrócić czas ładowania klasy, ponieważ kod odpowiedniego obiektu jest krótszy. Ten aspekt jest szczególnie ważny w przypadku programów dostarczanych za pośrednictwem internetu, gdzie czas ładowania nierzadko stanowi poważny problem. Stosowanie wywołania `this()` ułatwia też zarządzanie strukturą kodu w sytuacji, gdy poszczególne wersje przeciążonego konstruktora zawierają sporo powtarzającego się kodu.

Warto jednak zachować ostrożność. Wykonywanie konstruktorów zawierających wywołania `this()` przebiega nieco wolniej niż w przypadku konstruktorów zawierających w swoim ciele cały kod inicjalizujący. Wolniejsze działanie wynika z tego, że mechanizm wywołania drugiego konstruktora i zwrócenia wartości wiąże się z pewnymi dodatkowymi kosztami. Jeśli projektowana klasa będzie używana do tworzenia zaledwie kilku obiektów lub jeśli konstruktory tej klasy zawierające wywołania `this()` są dość rzadko stosowane, spadek wydajności w czasie wykonywania najprawdopodobniej będzie nieistotny. Jeśli jednak projektowana klasa ma być używana do tworzenia ogromnej liczby obiektów (liczonych na przykład w tysiącach), negatywny wpływ wspomnianych kosztów na wydajność aplikacji może być dość widoczny. Ponieważ dłuższy proces tworzenia obiektu wpływa na odczucia wszystkich użytkowników, w pewnych przypadkach warto dokładnie rozważyć zalety i wady krótszego czasu ładowania aplikacji kosztem bardziej czasochłonnego tworzenia obiektów (już w czasie działania).

Warto mieć na uwadze jeszcze jeden aspekt. W przypadku bardzo niewielkich konstruktorów (podobnych do tych stosowanych w klasie `MyClass`) różnica w wielkości kodu obiektu wynikająca ze stosowania wywołań `this()` jest stosunkowo niewielka. (W skrajnych przypadkach stosowanie wywołań `this()` w ogóle nie powoduje ograniczenia ilości kodu). Niewielka różnica lub jej brak wynika z tego, że kod bajtowy odpowiedzialny za wywołanie i zwrócenie wartości przez konstrukcję `this()` wymaga dodatkowych instrukcji w kodzie obiektu. W takich przypadkach nawet wyeliminowanie powtórzeń kodu dzięki wywołaniom `this()` nie spowoduje znacznego skrócenia czasu ładowania. Okazuje się jednak, że nawet wówczas trzeba się liczyć z dodatkowymi kosztami podczas konstruowania każdego obiektu. Oznacza to, że wywołanie `this()` należy stosować przede wszystkim w konstruktorach zawierających dużą ilość kodu inicjalizującego (nie w konstruktorach ograniczających się do ustawienia wartości kilku pól).

Istnieją dwa ograniczenia, o których warto pamiętać podczas korzystania z wywołań `this()`. Po pierwsze, w wywołaniu `this()` nie można używać żadnych zmiennych egzemplarza klasy, do której należy dany konstruktor. Po drugie, ten sam konstruktor nie może jednocześnie zawierać wywołań `super()` i `this()`, ponieważ każde z tych wywołań musi być pierwszym wyrażeniem w ciele konstruktora.

Kilka słów o kompaktowych profilach API

W JDK 8 wprowadzono funkcje pozwalające organizować fragmenty biblioteki API w tak zwane **profile kompaktowe** (ang. *compact profile*). Noszą one nazwy `compact1`, `compact2` oraz `compact3`. Każdy z tych profili zawiera podzbiór biblioteki API. Co więcej, profil `compact2` obejmuje cały profil `compact1`, a profil `compact3` obejmuje cały profil `compact2`. A zatem każdy z nich bazuje na poprzednim. Zaleta profili kompaktowych polega na tym, że aplikacja, która nie potrzebuje pełnej biblioteki API, nie będzie jej pobierać. Stosowanie profili pozwala na zmniejszenie wielkości biblioteki, dzięki czemu można uruchamiać niektóre typy aplikacji Javy na urządzeniach, które z jakichś przyczyn nie są w stanie obsługiwać pełnej wersji Java API. Oprócz tego stosowanie profili kompaktowych pozwala skrócić czas wczytywania programu. Dokumentacja Java JDK 8 API zawiera informacje o tym, do którego z profili kompaktowych należy dany element API (jeśli w ogóle do jakiegoś należy). Warto zauważyć, że nowy mechanizm modułów wprowadzony w JDK 9 zastępuje kompaktowe profile API.

PROGRAM PARTNERSKI

— GRUPY 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
Helion

Java: zdobądź solidne podstawy i twórz kod mistrzów!

Niemal od chwili, gdy powstała, Java jest jednym z najważniejszych i najpopularniejszych języków programowania. Dzieje się tak dzięki konsekwentnemu rozwijaniu tego języka i poszukiwaniu coraz to nowszych technologii. Sprawia to, że Java jest pierwszym i najlepszym wyborem dla programistów zainteresowanych tworzeniem aplikacji internetowych. Oprócz tego nadaje się do wielu innych zastosowań. Łatwo można się przekonać, że większość współczesnego świata korzysta z kodu Javy. Dotyczy to nie tylko komputerów czy smartfonów, ale także wielu innych urządzeń.

Ta książka jest dziesiątym wydaniem znakomitego podręcznika, w pełni zaktualizowanym o informacje dotyczące Java SE 9. W przystępny sposób wyjaśniono w nim, jak pisać, kompilować, debugować i uruchamiać kod Javy. Znalazły się tu także informacje o kluczowych elementach biblioteki Java API, takich jak obsługa wejścia-wyjścia, Collections Framework, biblioteka strumieni oraz narzędzia do programowania współbieżnego. W praktyczny sposób przedstawiono bibliotekę Swing, JavaFX, technologię JavaBeans oraz serwetów. Książka zawiera również szczegółowy opis modułów i praktyczne wprowadzenie do JShell, narzędzia do interaktywnego programowania w Javie.

Najważniejsze zagadnienia ujęte w książce:

- typy danych, zmienne, tablice i operatory oraz instrukcje sterujące
- programowanie obiektowe i dziedziczenie
- interfejsy i pakiety oraz obsługa wyjątków
- programowanie wielowątkowe
- wyrażenia lambda, moduły, programowanie sieciowe
- obsługa zdarzeń i programowanie współbieżne

Herbert Schildt — jest uznanym autorytetem w dziedzinie programowania w Javie. Jego książki o programowaniu w Javie, C, C++ i C# przetłumaczono na dziesiątki języków. Doskonale zna wszystkie aspekty technologii komputerowej, jednak najbardziej interesuje się językami programowania. Szczególnie aktywnie działa na rzecz ich standaryzacji.

Helion
hellon.pl
HELION SA
ul. Kościuszki 1c
44-100 Gliwice
tel.: 32 230 98 63
hellon@helion.pl

Sprawdź nasze szkolenia!
SZKOLENIA
AKADEMIA IT & BUSINESS
WWW.SZKOLENIA.HELION.PL

KOD KORZYŚCI
Sięgnij po więcej! ▶



ISBN 978-83-283-4613-0



9 788328 346130

