JAVA

Podstawy

WYDANIE XII

ORACLE

Cay S. Horstmann

Tytuł oryginału: Core Java, Volume I: Fundamentals, 12th Edition

Tłumaczenie: Łukasz Piwko

ISBN: 978-83-283-9479-7

Authorized translation from the English language edition, entitled Core Java, Volume I: Fundamentals, 12th Edition by Cay Horstmann, published by Pearson Education, Inc, publishing as Addison-Wesley Professional, Copyright © 2022 Pearson Education Inc.

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 Pearson Education, Inc.

Polish language edition published by Helion S.A., Copyright © 2022.

Figure 1.1: © Jmol
Figures 2.1-2.3, 2.9: © Microsoft 2021
Figures 2.5-2.8: © Eclipse Foundation
Figures 3.2-3.5, 4.9, 3.2-3.5, 4.9, 5.4, 7.2, 7.3, 10.1, 10.3, 10.8, 10.10, 10.11, 10.14-10.16, 11.4, 11.5, 11.8-11.34, 12.5, 12.6: © 2021 Oracle

Portions copyright © 1996-2013 Oracle and/or its affiliates. All Rights Reserved.

Microsoft® Windows®, and Microsoft Office® are registered trademarks of the Microsoft Corporation in the U.S.A. and other countries. This book is not sponsored or endorsed by or affiliated with the Microsoft Corporation.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiejkolwiek 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 wydawca 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 wydawca nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
https://helion.pl/user/opinie/javp12
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Pliki z przykładami omawianymi w książce można znaleźć pod adresem: *https://ftp.helion.pl/przyklady/javp12.zip*

Helion S.A.
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: *helion@helion.pl*
WWW: *https://helion.pl* (księgarnia internetowa, katalog książek)

Printed in Poland.

- Kup książkę
- Poleć książkę
- Oceń książkę

- Księgarnia internetowa
- Lubię to! » Nasza społeczność

Spis treści

Wstęp **15**
Do Czytelnika 15
O książce 17
Konwencje typograficzne 19
Przykłady kodu 20

Podziękowania **21**

Rozdział 1. Wprowadzenie do Javy **23**
1.1. Java jako platforma programistyczna 23
1.2. Słowa klucze białej księgi Javy 24
1.2.1. Prostota 25
1.2.2. Obiektowość 26
1.2.3. Sieciowość 26
1.2.4. Niezawodność 26
1.2.5. Bezpieczeństwo 27
1.2.6. Niezależność od architektury 27
1.2.7. Przenośność 28
1.2.8. Interpretacja 29
1.2.9. Wysoka wydajność 29
1.2.10. Wielowątkowość 29
1.2.11. Dynamiczność 30
1.3. Aplety Javy i internet 30
1.4. Krótka historia Javy 31
1.5. Główne nieporozumienia dotyczące Javy 34

Rozdział 2. Środowisko programistyczne Javy **38**
2.1. Instalacja oprogramowania Java Development Kit 38
2.1.1. Pobieranie pakietu JDK 39
2.1.2. Instalacja pakietu JDK 39
2.1.3. Instalacja plików źródłowych i dokumentacji 40
2.2. Używanie narzędzi wiersza poleceń 42
2.3. Praca w zintegrowanym środowisku programistycznym 47
2.4. JShell 50

Kup ksi k   Pole ksi k

Rozdział 3. Podstawowe elementy języka Java 53

3.1. Prosty program w Javie 54
3.2. Komentarze 57
3.3. Typy danych 58
3.3.1. Typy całkowite 58
3.3.2. Typy zmiennoprzecinkowe 59
3.3.3. Typ char 61
3.3.4. Unicode i typ char 62
3.3.5. Typ boolean 63
3.4. Zmienne i stałe 64
3.4.1. Deklarowanie zmiennych 64
3.4.2. Inicjalizacja zmiennych 65
3.4.3. Stałe 66
3.4.4. Typ wyliczeniowy 67
3.5. Operatory 67
3.5.1. Operatory arytmetyczne 67
3.5.2. Funkcje i stałe matematyczne 68
3.5.3. Konwersja typów numerycznych 70
3.5.4. Rzutowanie 71
3.5.5. Przypisanie 72
3.5.6. Operatory inkrementacji i dekrementacji 72
3.5.7. Operatory relacyjne i logiczne 73
3.5.8. Operator warunkowy 74
3.5.9. Wyrażenia switch 74
3.5.10. Operatory bitowe 75
3.5.11. Nawiasy i priorytety operatorów 76
3.6. Łańcuchy 77
3.6.1. Podłańcuchy 77
3.6.2. Konkatenacja 78
3.6.3. Łańcuchów nie można modyfikować 79
3.6.4. Porównywanie łańcuchów 80
3.6.5. Łańcuchy puste i łańcuchy null 81
3.6.6. Współrzędne kodowe znaków i jednostki kodowe 82
3.6.7. API String 83
3.6.8. Dokumentacja API w internecie 86
3.6.9. Składanie łańcuchów 86
3.6.10. Bloki tekstowe 90
3.7. Wejście i wyjście 92
3.7.1. Odbieranie danych wejściowych 92
3.7.2. Formatowanie danych wyjściowych 94
3.7.3. Zapis i odczyt plików 97
3.8. Sterowanie wykonywaniem programu 99
3.8.1. Zasięg blokowy 99
3.8.2. Instrukcje warunkowe 100
3.8.3. Pętle 102
3.8.4. Pętle o określonej liczbie powtórzeń 106
3.8.5. Wybór wielokierunkowy — instrukcja switch 110
3.8.6. Instrukcje przerywające przepływ sterowania 114

Kup ksi k Pole ksi k

3.9. Wielkie liczby ... 117
3.10. Tablice ... 120
3.10.1. Deklarowanie tablic ... 120
3.10.2. Dostęp do elementów tablicy ... 121
3.10.3. Pętla typu for each ... 122
3.10.4. Kopiowanie tablicy ... 123
3.10.5. Parametry wiersza poleceń ... 124
3.10.6. Sortowanie tablicy ... 125
3.10.7. Tablice wielowymiarowe ... 128
3.10.8. Tablice postrzępione ... 130

Rozdział 4. Obiekty i klasy ... 134

4.1. Wstęp do programowania obiektowego ... 135
4.1.1. Klasy ... 136
4.1.2. Obiekty ... 137
4.1.3. Identyfikacja klas ... 137
4.1.4. Relacje między klasami ... 138
4.2. Używanie klas predefiniowanych ... 139
4.2.1. Obiekty i zmienne obiektów ... 140
4.2.2. Klasa LocalDate ... 143
4.2.3. Metody udostępniające i zmieniające wartość elementu ... 145
4.3. Definiowanie własnych klas ... 148
4.3.1. Klasa Employee ... 148
4.3.2. Używanie wielu plików źródłowych ... 151
4.3.3. Analiza klasy Employee ... 152
4.3.4. Pierwsze kroki w tworzeniu konstruktorów ... 152
4.3.5. Deklarowanie zmiennych lokalnych za pomocą słowa kluczowego var ... 154
4.3.6. Praca z referencjami null ... 154
4.3.7. Parametry jawne i niejawne ... 156
4.3.8. Korzyści z hermetyzacji ... 157
4.3.9. Przywileje klasowe ... 159
4.3.10. Metody prywatne ... 160
4.3.11. Stałe jako pola klasy ... 160
4.4. Pola i metody statyczne ... 161
4.4.1. Pola statyczne ... 161
4.4.2. Stałe statyczne ... 162
4.4.3. Metody statyczne ... 163
4.4.4. Metody fabryczne ... 164
4.4.5. Metoda main ... 165
4.5. Parametry metod ... 168
4.6. Konstruowanie obiektów ... 174
4.6.1. Przeciążanie ... 174
4.6.2. Domyślna inicjalizacja pól ... 174
4.6.3. Konstruktor bezargumentowy ... 175
4.6.4. Jawna inicjalizacja pól ... 176
4.6.5. Nazywanie parametrów ... 177
4.6.6. Wywoływanie innego konstruktora ... 178
4.6.7. Bloki inicjalizujące ... 178
4.6.8. Niszczenie obiektów i metoda finalize ... 183

Kup ksi k Pole ksi k

4.7. Rekordy ... 183
4.7.1. Koncepcja rekordu ... 184
4.7.2. Konstruktory: kanoniczny, niestandardowy i kompaktowy ... 186
4.8. Pakiety ... 188
4.8.1. Nazwy pakietów ... 188
4.8.2. Importowanie klas ... 188
4.8.3. Importowanie statyczne ... 190
4.8.4. Dodawanie klasy do pakietu ... 191
4.8.5. Dostęp do pakietu ... 194
4.8.6. Ścieżka klas ... 195
4.8.7. Ustawianie ścieżki klas ... 197
4.9. Pliki JAR ... 198
4.9.1. Tworzenie plików JAR ... 198
4.9.2. Manifest ... 198
4.9.3. Wykonywalne pliki JAR ... 200
4.9.4. Pliki JAR z wieloma wersjami klas ... 201
4.9.5. Kilka uwag na temat opcji wiersza poleceń ... 202
4.10. Komentarze dokumentacyjne ... 203
4.10.1. Wstawianie komentarzy ... 203
4.10.2. Komentarze do klas ... 204
4.10.3. Komentarze do metod ... 205
4.10.4. Komentarze do pól ... 205
4.10.5. Komentarze ogólne ... 206
4.10.6. Komentarze do pakietów ... 207
4.10.7. Pobieranie komentarzy ... 207
4.11. Porady dotyczące projektowania klas ... 208

Rozdział 5. Dziedziczenie ... 211

5.1. Klasy, nadklasy i podklasy ... 212
5.1.1. Definiowanie podklas ... 212
5.1.2. Przesłanianie metod ... 214
5.1.3. Konstruktory podklas ... 215
5.1.4. Hierarchia dziedziczenia ... 219
5.1.5. Polimorfizm ... 220
5.1.6. Zasady wywoływania metod ... 221
5.1.7. Wyłączanie dziedziczenia — klasy i metody finalne ... 224
5.1.8. Rzutowanie ... 225
5.1.9. Operator instanceof i dopasowywanie wzorców ... 227
5.1.10. Ograniczanie dostępu ... 229
5.2. Kosmiczna klasa wszystkich klas — Object ... 230
5.2.1. Zmienne typu Object ... 231
5.2.2. Metoda equals ... 231
5.2.3. Porównywanie a dziedziczenie ... 233
5.2.4. Metoda hashCode ... 236
5.2.5. Metoda toString ... 239
5.3. Generyczne listy tablicowe ... 244
5.3.1. Deklarowanie list tablicowych ... 245
5.3.2. Dostęp do elementów listy tablicowej ... 247
5.3.3. Zgodność pomiędzy typowanymi a surowymi listami tablicowymi ... 250

Kup ksi k Pole ksi k

5.4. Opakowania obiektów i automatyczne pakowanie 252
5.5. Metody ze zmienną liczbą parametrów 255
5.6. Klasy abstrakcyjne 257
5.7. Klasy wyliczeniowe 262
5.8. Klasy zapieczętowane 264
5.9. Refleksja 269
5.9.1. Klasa Class 270
5.9.2. Podstawy deklarowania wyjątków 273
5.9.3. Zasoby 274
5.9.4. Zastosowanie refleksji w analizie funkcjonalności klasy 276
5.9.5. Refleksja w analizie obiektów w czasie działania programu 283
5.9.6. Zastosowanie refleksji w generycznym kodzie tablicowym 288
5.9.7. Wywoływanie dowolnych metod i konstruktorów 291
5.10. Porady projektowe dotyczące dziedziczenia 295

Rozdział 6. Interfejsy, wyrażenia lambda i klasy wewnętrzne 298

6.1. Interfejsy 299
6.1.1. Koncepcja interfejsu 299
6.1.2. Własności interfejsów 305
6.1.3. Interfejsy a klasy abstrakcyjne 306
6.1.4. Metody statyczne i prywatne 308
6.1.5. Metody domyślne 308
6.1.6. Wybieranie między metodami domyślnymi 310
6.1.7. Interfejsy i wywołania zwrotne 311
6.1.8. Interfejs Comparator 314
6.1.9. Klonowanie obiektów 315
6.2. Wyrażenia lambda 322
6.2.1. Po co w ogóle są lambdy 322
6.2.2. Składnia wyrażeń lambda 323
6.2.3. Interfejsy funkcyjne 326
6.2.4. Referencje do metod 328
6.2.5. Referencje do konstruktorów 331
6.2.6. Zakres dostępności zmiennych 332
6.2.7. Przetwarzanie wyrażeń lambda 334
6.2.8. Poszerzenie wiadomości o komparatorach 338
6.3. Klasy wewnętrzne 339
6.3.1. Dostęp do stanu obiektu w klasie wewnętrznej 340
6.3.2. Specjalne reguły składniowe dotyczące klas wewnętrznych 343
6.3.3. Czy klasy wewnętrzne są potrzebne i bezpieczne? 344
6.3.4. Lokalne klasy wewnętrzne 346
6.3.5. Dostęp do zmiennych finalnych z metod zewnętrznych 346
6.3.6. Anonimowe klasy wewnętrzne 348
6.3.7. Statyczne klasy wewnętrzne 351
6.4. Moduły ładowania usług 355
6.5. Klasy pośredniczące 357
6.5.1. Kiedy używać klas pośredniczących 358
6.5.2. Tworzenie obiektów pośredniczących 358
6.5.3. Właściwości klas pośredniczących 362

Kup ksi k Pole ksi k

Rozdział 7. Wyjątki, asercje i dzienniki ... 365

7.1. Obsługa błędów ... 366
7.1.1. Klasyfikacja wyjątków ... 367
7.1.2. Deklarowanie wyjątków kontrolowanych ... 369
7.1.3. Zgłaszanie wyjątków ... 371
7.1.4. Tworzenie klas wyjątków ... 373
7.2. Przechwytywanie wyjątków ... 374
7.2.1. Przechwytywanie wyjątku ... 374
7.2.2. Przechwytywanie wielu typów wyjątków ... 376
7.2.3. Powtórne generowanie wyjątków i budowanie łańcuchów wyjątków ... 377
7.2.4. Klauzula finally ... 378
7.2.5. Instrukcja try z zasobami ... 381
7.2.6. Analiza danych ze stosu wywołań ... 382
7.3. Wskazówki dotyczące stosowania wyjątków ... 387
7.4. Asercje ... 390
7.4.1. Koncepcja asercji ... 390
7.4.2. Włączanie i wyłączanie asercji ... 391
7.4.3. Zastosowanie asercji do sprawdzania parametrów ... 392
7.4.4. Zastosowanie asercji do dokumentowania założeń ... 394
7.5. Dzienniki ... 395
7.5.1. Podstawy zapisu do dziennika ... 396
7.5.2. Zaawansowane techniki zapisu do dziennika ... 396
7.5.3. Zmiana konfiguracji menedżera dzienników ... 398
7.5.4. Lokalizacja ... 400
7.5.5. Obiekty typu Handler ... 401
7.5.6. Filtry ... 405
7.5.7. Formatery ... 405
7.5.8. Przepis na dziennik ... 405
7.6. Wskazówki dotyczące debugowania ... 414

Rozdział 8. Programowanie generyczne ... 420

8.1. Dlaczego programowanie generyczne ... 421
8.1.1. Zalety parametrów typów ... 421
8.1.2. Dla kogo programowanie generyczne ... 422
8.2. Definicja prostej klasy generycznej ... 423
8.3. Metody generyczne ... 425
8.4. Ograniczenia zmiennych typowych ... 427
8.5. Kod generyczny a maszyna wirtualna ... 429
8.5.1. Wymazywanie typów ... 429
8.5.2. Translacja wyrażeń generycznych ... 430
8.5.3. Translacja metod generycznych ... 431
8.5.4. Używanie starego kodu ... 433
8.6. Ograniczenia i braki ... 434
8.6.1. Nie można podawać typów prostych jako parametrów typowych ... 434
8.6.2. Sprawdzanie typów w czasie działania programu jest możliwe tylko dla typów surowych ... 435
8.6.3. Nie można tworzyć tablic typów generycznych ... 435
8.6.4. Ostrzeżenia dotyczące zmiennej liczby argumentów ... 436
8.6.5. Nie wolno tworzyć egzemplarzy zmiennych typowych ... 437

Kup ksi k Pole ksi k

8.6.6. Nie można utworzyć egzemplarza generycznej tablicy 438
8.6.7. Zmiennych typowych nie można używać w statycznych kontekstach klas generycznych 440
8.6.8. Obiektów klasy generycznej nie można generować ani przechwytywać 440
8.6.9. Można wyłączyć sprawdzanie wyjątków kontrolowanych 441
8.6.10. Uważaj na konflikty, które mogą powstać po wymazaniu typów 442
8.7. Zasady dziedziczenia dla typów generycznych 443
8.8. Typy wieloznaczne 445
8.8.1. Koncepcja typu wieloznacznego 445
8.8.2. Ograniczenia nadtypów typów wieloznacznych 447
8.8.3. Typy wieloznaczne bez ograniczeń 450
8.8.4. Chwytanie typu wieloznacznego 450
8.9. Refleksja a typy generyczne 453
8.9.1. Generyczna klasa Class 453
8.9.2. Zastosowanie parametrów Class<T> do dopasowywania typów 454
8.9.3. Informacje o typach generycznych w maszynie wirtualnej 454
8.9.4. Literały typowe 458

Rozdział 9. Kolekcje 464

9.1. Architektura kolekcji Javy 465
9.1.1. Oddzielenie warstwy interfejsów od warstwy klas konkretnych 465
9.1.2. Interfejs Collection 467
9.1.3. Iteratory 468
9.1.4. Generyczne metody użytkowe 470
9.2. Interfejsy w systemie kolekcji Javy 473
9.3. Konkretne klasy kolekcyjne 475
9.3.1. Listy powiązane 476
9.3.2. Listy tablicowe 486
9.3.3. Zbiór HashSet 486
9.3.4. Zbiór TreeSet 490
9.3.5. Kolejki Queue i Deque 494
9.3.6. Kolejki priorytetowe 496
9.4. Słowniki 497
9.4.1. Podstawowe operacje słownikowe 497
9.4.2. Modyfikowanie wpisów w słowniku 501
9.4.3. Widoki słowników 502
9.4.4. Klasa WeakHashMap 504
9.4.5. Klasy LinkedHashSet i LinkedHashMap 505
9.4.6. Klasy EnumSet i EnumMap 506
9.4.7. Klasa IdentityHashMap 507
9.5. Kopie i widoki 509
9.5.1. Małe kolekcje 509
9.5.2. Niemodyfikowalne kopie i widoki 511
9.5.3. Przedziały 513
9.5.4. Widoki kontrolowane 513
9.5.5. Widoki synchronizowane 514
9.5.6. Uwagi dotyczące operacji opcjonalnych 514
9.6. Algorytmy 519
9.6.1. Dlaczego algorytmy generyczne 519
9.6.2. Sortowanie i tasowanie 520

Kup ksi k Pole ksi k

9.6.3. Wyszukiwanie binarne 523
9.6.4. Proste algorytmy 524
9.6.5. Operacje zbiorowe 526
9.6.6. Konwersja pomiędzy kolekcjami a tablicami 527
9.6.7. Pisanie własnych algorytmów 528
9.7. Stare kolekcje 529
9.7.1. Klasa Hashtable 529
9.7.2. Wyliczenia 530
9.7.3. Słowniki własności 531
9.7.4. Stosy 534
9.7.5. Zbiory bitów 535

Rozdział 10. Graficzne interfejsy użytkownika 539

10.1. Historia zestawów narzędzi do tworzenia interfejsów użytkownika 539
10.2. Wyświetlanie ramki 541
10.2.1. Tworzenie ramki 541
10.2.2. Właściwości ramki 543
10.3. Wyświetlanie informacji w komponencie 547
10.3.1. Figury 2D 551
10.3.2. Kolory 557
10.3.3. Czcionki 559
10.3.4. Wyświetlanie obrazów 565
10.4. Obsługa zdarzeń 566
10.4.1. Podstawowe koncepcje obsługi zdarzeń 567
10.4.2. Przykład — obsługa kliknięcia przycisku 569
10.4.3. Zwięzłe definiowanie procedur nasłuchowych 572
10.4.4. Klasy adaptacyjne 573
10.4.5. Akcje 575
10.4.6. Zdarzenia generowane przez mysz 580
10.4.7. Hierarchia zdarzeń w bibliotece AWT 585
10.5. API Preferences 587

Rozdział 11. Komponenty Swing interfejsu użytkownika 595

11.1. Swing i wzorzec model-widok-kontroler 596
11.2. Wprowadzenie do zarządzania rozkładem 599
11.2.1. Zarządcy układu 600
11.2.2. Rozkład brzegowy 601
11.2.3. Rozkład siatkowy 603
11.3. Wprowadzanie tekstu 604
11.3.1. Pola tekstowe 605
11.3.2. Etykiety komponentów 606
11.3.3. Pola haseł 608
11.3.4. Obszary tekstowe 608
11.3.5. Panele przewijane 609
11.4. Komponenty umożliwiające wybór opcji 611
11.4.1. Pola wyboru 612
11.4.2. Przełączniki 614
11.4.3. Obramowanie 617
11.4.4. Listy rozwijane 620
11.4.5. Suwaki 623

Kup ksi k Pole ksi k

11.5. Menu ... 629
11.5.1. Tworzenie menu ... 629
11.5.2. Ikony w elementach menu ... 631
11.5.3. Pola wyboru i przełączniki jako elementy menu ... 632
11.5.4. Menu podręczne ... 634
11.5.5. Mnemoniki i akceleratory ... 635
11.5.6. Aktywowanie i dezaktywowanie elementów menu ... 637
11.5.7. Paski narzędzi ... 641
11.5.8. Dymki ... 643
11.6. Zaawansowane techniki zarządzania rozkładem ... 644
11.6.1. Rozkład GridBagLayout ... 644
11.6.2. Niestandardowi zarządcy rozkładu ... 653
11.7. Okna dialogowe ... 657
11.7.1. Okna dialogowe opcji ... 658
11.7.2. Tworzenie okien dialogowych ... 663
11.7.3. Wymiana danych ... 666
11.7.4. Okna dialogowe wyboru plików ... 672

Rozdział 12. Współbieżność ... 680

12.1. Czym są wątki ... 681
12.2. Stany wątków ... 686
12.2.1. Wątki tworzone za pomocą operatora new ... 686
12.2.2. Wątki RUNNABLE ... 686
12.2.3. Wątki BLOCKED i WAITING ... 687
12.2.4. Zamykanie wątków ... 688
12.3. Własności wątków ... 689
12.3.1. Przerywanie wątków ... 689
12.3.2. Wątki demony ... 692
12.3.3. Nazwy wątków ... 692
12.3.4. Procedury obsługi nieprzechwyconych wyjątków ... 693
12.3.5. Priorytety wątków ... 694
12.4. Synchronizacja ... 695
12.4.1. Przykład sytuacji powodującej wyścig ... 695
12.4.2. Wyścigi ... 698
12.4.3. Obiekty klasy Lock ... 699
12.4.4. Warunki ... 702
12.4.5. Słowo kluczowe synchronized ... 707
12.4.6. Bloki synchronizowane ... 711
12.4.7. Monitor ... 713
12.4.8. Pola ulotne ... 714
12.4.9. Zmienne finalne ... 716
12.4.10. Zmienne atomowe ... 716
12.4.11. Zakleszczenia ... 718
12.4.12. Dlaczego metody stop i suspend są wycofywane ... 720
12.4.13. Inicjalizacja na żądanie ... 722
12.4.14. Zmienne lokalne wątków ... 722
12.5. Kolekcje bezpieczne wątkowo ... 724
12.5.1. Kolejki blokujące ... 725
12.5.2. Szybkie słowniki, zbiory i kolejki ... 731
12.5.3. Atomowe modyfikowanie elementów słowników ... 733

12.5.4. Operacje masowe na współbieżnych słownikach skrótów 736
12.5.5. Współbieżne widoki zbiorów 738
12.5.6. Tablice kopiowane przy zapisie 739
12.5.7. Równoległe algorytmy tablicowe 739
12.5.8. Starsze kolekcje bezpieczne wątkowo 740
12.6. Zadania i pule wątków 741
12.6.1. Interfejsy Callable i Future 742
12.6.2. Klasa Executors 743
12.6.3. Kontrolowanie grup zadań 746
12.6.4. Metoda rozgałęzienie-złączenie 751
12.7. Obliczenia asynchroniczne 754
12.7.1. Klasa CompletableFuture 754
12.7.2. Tworzenie obiektów CompletableFuture 756
12.7.3. Czasochłonne zadania w wywołaniach zwrotnych interfejsu użytkownika 762
12.8. Procesy 769
12.8.1. Budowanie procesu 769
12.8.2. Uruchamianie procesu 771
12.8.3. Uchwyty procesów 772

Dodatek 776

Skorowidz 780

Kup ksi k Pole ksi k

5

Dziedziczenie

W tym rozdziale:

- 5.1. Klasy, nadklasy i podklasy
- 5.2. Kosmiczna klasa wszystkich klas — Object
- 5.3. Generyczne listy tablicowe
- 5.4. Opakowania obiektów i automatyczne pakowanie
- 5.5. Metody ze zmienną liczbą parametrów
- 5.6. Klasy abstrakcyjne
- 5.7. Klasy wyliczeniowe
- 5.8. Klasy zapieczętowane
- 5.9. Refleksja
- 5.10. Porady projektowe dotyczące dziedziczenia

Rozdział 4. wprowadził pojęcia klas i obiektów. Ten rozdział wprowadza kolejne zagadnienie o fundamentalnym znaczeniu dla programowania obiektowego — **dziedziczenie** (ang. *inheritance*). Z założenia technika ta umożliwia tworzenie nowych klas na bazie klas już istniejących. Klasa, która dziedziczy po innej klasie, przejmuje jej metody i pola oraz dodaje własne metody i pola, które służą przystosowaniu do nowych zadań. Technika ta ma kluczowe znaczenie dla programowania w Javie.

Dodatkowo rozdział ten opisuje **refleksję** (ang. *reflection*), czyli technikę inspekcji klas w trakcie działania programu. Mimo że refleksja daje ogromne możliwości, jest bez wątpienia techniką skomplikowaną. Ponieważ ma ona większe znaczenie dla twórców narzędzi niż programistów aplikacji, tę część rozdziału można przeczytać pobieżnie i wrócić do niej w razie potrzeby.

Kup ksi k   Pole ksi k

5.1. Klasy, nadklasy i podklasy

Wróćmy do omawianej w poprzednim rozdziale klasy `Employee`. Wyobraźmy sobie, że (niestety) pracujemy w firmie, w której kierownicy są traktowani inaczej niż pozostali pracownicy. Oczywiście istnieje między nimi też wiele podobieństw. Zarówno zwykli pracownicy, jak i kierownictwo dostają wypłatę. Jednak podczas gdy zwykli pracownicy, aby otrzymać pensję, muszą ukończyć powierzone im zadania, kierownicy, jeśli osiągną zamierzony cel, dostają *dodatek* do wypłaty. Jest to typowa sytuacja, w której należy wykorzystać dziedziczenie. Dlaczego? Oczywiście można utworzyć całkiem nową klasę o nazwie `Manager` o odpowiednich właściwościach. Można jednak wykorzystać część kodu, który został napisany wcześniej w klasie `Employee`. *Wszystkie* pola oryginalnej klasy zostałyby zachowane. Stosując bardziej abstrakcyjną terminologię, istnieje oczywisty związek „jest" pomiędzy klasami `Manager` i `Employee`. Każdy kierownik (ang. *manager*) *jest* pracownikiem (ang. *employee*). Relacja typu „jest" stanowi cechę charakterystyczną dziedziczenia.

W rozdziale tym omawiamy klasyczny przykład z pracownikami i dyrektorami, ale pamiętaj, że należy do niego podchodzić z przymrużeniem oka. W prawdziwym świecie pracownik może zostać dyrektorem, więc dyrektor powinien być rolą pracownika, a nie podklasą. W naszym przykładzie jednak zakładamy, że świat korporacji zamieszkują tylko dwa rodzaje ludzi — ci, którzy po wsze czasy będą szeregowymi pracownikami, i ci, którzy od zawsze byli dyrektorami.

5.1.1. Definiowanie podklas

Do wyrażania relacji dziedziczenia służy słowo kluczowe `extends`. W poniższym przykładowym kodzie klasa `Manager` dziedziczy po klasie `Employee`.

```
class Manager extends Employee
{
   Dodatkowe metody i pola.
}
```

Dziedziczenie w Javie i C++ jest podobne, jednak w Javie wyraża się je za pomocą słowa kluczowego `extends`, a w C++ za pomocą symbolu `:`. W Javie dziedziczenie może być wyłącznie publiczne. Nie ma w tym języku odpowiedników znanych z C++ dziedziczenia prywatnego i chronionego.

Słowo kluczowe `extends` oznacza, że tworzona jest nowa klasa na podstawie istniejącej klasy. Klasa istniejąca nazywana jest **nadklasą** (ang. *superclass*), **klasą bazową** (ang. *base class*) lub **klasą macierzystą** (ang. *parent class*). Nowo utworzona klasa nazywa się **podklasą** (ang. *subclass*), **klasą pochodną** (ang. *derived class*) lub **klasą potomną** (ang. *child class*). Większość programistów Javy używa terminów „nadklasa" i „podklasa", ale niektórym bardziej odpowiada analogia klasy macierzystej i potomnej, która bardzo dobrze pasuje do koncepcji dziedziczenia.

Kup ksi k   Pole ksi k

Klasa `Employee` jest nadklasą, ale nie ze względu na to, że jest wyższa rangą albo ma większą funkcjonalność. *W rzeczywistości jest odwrotnie*: podklasa ma *większą* funkcjonalność niż nadklasa. Będzie można się o tym przekonać, kiedy przejdziemy do analizy klasy `Manager`, która zawiera więcej danych i ma większą funkcjonalność niż jej nadklasa `Employee`.

Przedrostki *nad-* i *pod-* pochodzą od sposobu opisu zbiorów w informatyce teoretycznej i matematyce. Zbiór wszystkich pracowników zawiera zbiór wszystkich kierowników, czyli zbiór pracowników jest **nadzbiorem** zbioru kierowników. Albo w drugą stronę — zbiór kierowników jest **podzbiorem** zbioru pracowników.

Klasa `Manager` zawiera dodatkowe pole do przechowywania dodatku do pensji i nową metodę do ustawiania jego wysokości:

```
public class Manager extends Employee
{
   private double bonus;

   . . .
   public void setBonus(double bonus)
   {
      this.bonus = bonus;
   }
}
```

Powyższego pola i powyższej metody nie wyróżnia nic szczególnego. Po utworzeniu obiektu klasy `Manager` można na jego rzecz wywołać metodę `setBonus`:

```
Manager boss = . . .;
boss.setBonus(5000);
```

Oczywiście na rzecz obiektu klasy `Employee` nie można wywołać metody `setBonus`. Nie ma jej wśród metod tej klasy.

Natomiast na rzecz obiektów klasy `Manager` *można* wywoływać metody `getName` i `getHireDay`, mimo że nie zostały one zdefiniowane bezpośrednio w tej klasie. Są dostępne, ponieważ zostały odziedziczone po klasie `Employee`.

Każdy obiekt klasy `Manager` ma cztery pola: `name`, `salary`, `hireDay` i `bonus`. Pola `name`, `salary` i `hireDay` pochodzą z nadklasy.

W specyfikacji języka Java napisano: „Składowe klasy, które są zadeklarowane jako prywatne, nie są dziedziczone przez podklasy tej klasy”. To zdanie od lat wprowadza w konsternację wielu moich czytelników. W specyfikacji słowo „dziedziczenie” jest używane w bardzo wąskim znaczeniu. Prywatne pola zostały opisane jako niedziedziczone, ponieważ klasa `Manager` nie ma do nich bezpośredniego dostępu. W związku z tym każdy obiekt klasy `Manager` ma trzy pola z nadklasy, ale klasa `Manager` ich nie „dziedziczy”.

W definicji klasy rozszerzającej inną klasę konieczne jest podanie tylko *różnic* pomiędzy tymi klasami. Metody ogólnego przeznaczenia należy umieszczać w nadklasie, a metody bardziej

Kup ksi k Pole ksi k

wyspecjalizowane — w podklasie. Wydzielanie wspólnego kodu i umieszczanie go w nadklasie jest często stosowaną techniką programowania obiektowego.

W rozdziale 4. zostały opisane **rekordy**, czyli klasy, których stan w całości określają parametry konstruktora. Rekordu nie można rozszerzyć i rekord nie może rozszerzać żadnej innej klasy.

5.1.2. Przesłanianie metod

Niektóre obecne w klasie nadrzędnej metody są niewłaściwe dla klasy `Manager`. Jest tak w przypadku metody `getSalary`, która powinna zwracać sumę podstawy wynagrodzenia i dodatku. Konieczne jest napisanie nowej metody **przesłaniającej** (ang. *override*) metodę z nadklasy:

```
public class Manager extends Employee
{
   . . .
   public double getSalary()
   {
      . . .
   }
   . . .
}
```

Jak powinna wyglądać implementacja tej metody? Na pierwszy rzut oka wydaje się to proste — wystarczy zwrócić sumę pól `salary` i `bonus`:

```
public double getSalary()
{
   return salary + bonus;    // nie działa
}
```

Tak się jednak nie da. Tylko metody klasy `Employee` mają bezpośredni dostęp do prywatnych pól klasy `Employee`. Oznacza to, że metoda `getSalary` klasy `Manager` nie ma bezpośredniego dostępu do pola `salary`, mimo że każdy obiekt tej klasy zawiera pole o nazwie `salary`. Jeśli metody klasy `Manager` chcą uzyskać do nich dostęp, muszą zrobić to co wszystkie inne metody — użyć interfejsu publicznego. W tym przypadku konieczne jest użycie metody `getSalary` klasy `Employee`.

Spróbujmy jeszcze raz. Zamiast bezpośrednio odwoływać się do pola `salary`, użyjemy metody `getSalary`:

```
public double getSalary()
{
   double baseSalary = getSalary();    // nadal nie działa
   return baseSalary + bonus;
}
```

Problem polega na tym, że metoda `getSalary` wywołuje *sama siebie*, ponieważ klasa `Manager` zawiera metodę o takiej nazwie (dokładniej mówiąc, jest to ta metoda, którą próbujemy zaimplementować). W ten sposób powstała nieskończona seria wywołań jednej metody, która prowadzi do załamania programu.

Kup ksi k Pole ksi k

Musimy zaznaczyć, że odwołujemy się do metody `getSalary` klasy `Employee`, a nie klasy, w której się znajdujemy. Do tego celu służy słowo kluczowe `super`. Instrukcja:

```
super.getSalary()
```

wywoła metodę `getSalary` klasy `Employee`. Poniżej znajduje się poprawna wersja metody `get` ↪`Salary` w klasie `Manager`:

```
public double getSalary()
{
   double baseSalary = super.getSalary();
   return baseSalary + bonus;
}
```

Niektórzy programiści uważają, że słowo kluczowe `super` jest odpowiednikiem referencji `this`. Nie jest to jednak precyzyjne porównanie, ponieważ słowo `super` nie jest referencją do obiektu. Nie można na przykład przypisać jego wartości do innej zmiennej obiektowej. `super` to słowo kluczowe, które nakazuje kompilatorowi wywołanie metody z nadklasy.

Wiemy już, że do podklasy można *dodawać* nowe pola oraz *dodawać* lub *przesłaniać* metody z nadklasy. Dziedziczenie nie umożliwia natomiast pozbycia się żadnych metod ani pól.

W Javie do wywoływania metod nadklasy służy słowo kluczowe `super`. W C++ w takiej sytuacji należy użyć nazwy nadklasy z operatorem `::`. Na przykład metoda `getSalary` klasy `Manager` wywoływałaby `Employee::getSalary` zamiast `super.getSalary`.

5.1.3. Konstruktory podklas

Na koniec dodamy konstruktor.

```
public Manager(String n, double s, int year, int month, int day)
{
   super(n, s, year, month, day);
   bonus = 0;
}
```

W tym miejscu słowo kluczowe `super` znaczy co innego. Instrukcja:

```
super(name, salary, year, month, day);
```

mówi: „wywołaj konstruktor nadklasy `Employee` z parametrami `n`, `s`, `year`, `month` i `day`”.

Ponieważ konstruktor `Manager` nie ma dostępu do pól prywatnych klasy `Employee`, musi je zainicjalizować poprzez inny konstruktor. Konstruktor jest wywoływany za pomocą specjalnej składni z użyciem słowa kluczowego `super`. Wywołanie z tym słowem kluczowym musi być pierwszą instrukcją konstruktora podklasy.

Jeśli obiekt podklasy jest tworzony bez jawnego wywołania konstruktora nadklasy, to nadklasa musi mieć konstruktor bezargumentowy, który jest wywoływany przed konstruktorem podklasy.

Przypomnijmy, że słowo `this` ma dwa zastosowania: określa referencję do parametru niejawnego i wywołuje inny konstruktor tej samej klasy. Podobnie dwa zastosowania ma słowo `super`: wywołuje metody nadklasy i konstruktory nadklasy. W przypadku wywoływania konstruktorów słowa te są blisko spokrewnione. Wywołanie konstruktora może następować tylko w pierwszej instrukcji innego konstruktora. Parametry konstrukcyjne są przekazywane albo do innego konstruktora tej samej klasy (`this`), albo do konstruktora nadklasy (`super`).

W języku C++ nie używa się w konstruktorze słowa kluczowego `super`, tylko składni listy inicjalizującej nadklasy. Konstruktor `Manager` w C++ wyglądałby następująco:

```
Manager::Manager(String n, double s, int year, int month, int day)   // C++
: Employee(n, s, year, month, day)
{
   bonus = 0;
}
```

Po ponownym zdefiniowaniu metody `getSalary` dla obiektów `Manager` dodatki do pensji kierowników będą dodawane *automatycznie*.

Oto praktyczny przykład obrazujący powyższe rozważania. Utworzymy nowy obiekt klasy `Manager` i ustawimy dodatek dla kierownika:

```
Manager boss = new Manager("Karol Parol", 80000, 1987, 12, 15);
boss.setBonus(5000);
```

Tworzymy tablicę trzech pracowników:

```
Employee[] staff = new Employee[3];
```

Wstawiamy do niej obiekty zwykłych pracowników i kierowników:

```
staff[0] = boss;
staff[1] = new Employee("Henryk Kwiatek", 50000, 1989, 10, 1);
staff[2] = new Employee("Artur Kwiatkowski", 40000, 1990, 3, 15);
```

Wyświetlamy pensję każdego z nich:

```
for (Employee e : staff)
   System.out.println(e.getName() + " " + e.getSalary());
```

Powyższa pętla zwraca następujące dane:

```
Karol Parol 85000.0
Henryk Kwiatek 50000.0
Artur Kwiatkowski 40000.0
```

Obiekty `staff[1]` i `staff[2]` drukują podstawowe wynagrodzenie, ponieważ są to obiekty klasy `Employee`. Natomiast obiekt `Staff[0]` jest obiektem klasy `Manager`, a więc jego metoda `getSalary` dolicza dodatek do podstawowego wynagrodzenia.

Kup ksi k Pole ksi k

Na uwagę zasługuje fakt, że wywołanie:

```
e.getSalary()
```

wybiera *odpowiednią* metodę `getSalary`. Warto zauważyć, że zmienna `e` jest *zadeklarowana* jako typ `Employee`, ale *rzeczywistym* typem, do którego odwołuje się ta zmienna, może być albo `Employee`, albo `Manager`.

Kiedy zmienna `e` odwołuje się do obiektu klasy `Employee`, wywołanie `e.getSalary()` wywołuje metodę `getSalary` klasy `Employee`. Jeśli jednak `e` odwołuje się do obiektu klasy `Manager`, metoda `getSalary` jest wywoływana z klasy `Manager`. Maszyna wirtualna rozpoznaje, do jakiego typu odwołuje się zmienna `e`, dzięki czemu może wywołać odpowiednią metodę.

Możliwość odwoływania się przez obiekty (jak zmienna `e`) do wielu różnych typów nosi nazwę **polimorfizmu** (ang. *polymorphism*). Automatyczny dobór odpowiednich metod w trakcie działania programu nazywa się **wiązaniem dynamicznym** (ang. *dynamic binding*). Oba te zagadnienia zostały szczegółowo opisane w tym rozdziale.

W języku C++ wiązaniu dynamicznemu podlegają metody, które mają w deklaracji słowo kluczowe `virtual`. W Javie wiązanie dynamiczne jest domyślne. Aby metoda **nie była** wirtualna, należy użyć słowa kluczowego `final` (opis słowa kluczowego `final` znajduje się dalej w tym rozdziale).

Listing 5.1 przedstawia program demonstrujący różnicę naliczania pensji dla obiektów klasy `Employee` (listing 5.2) i `Manager` (listing 5.3).

Listing 5.1. inheritance/ManagerTest.java

```
package inheritance;

/**
 * Ten program demonstruje dziedziczenie.
 * @version 1.21 2004-02-21
 * @author Cay Horstmann
 */
public class ManagerTest
{
   public static void main(String[] args)
   {
      // Tworzenie obiektu klasy Manager.
      var boss = new Manager("Karol Parol", 80000, 1987, 12, 15);
      boss.setBonus(5000);

      var staff = new Employee[3];

      // Wstawienie obiektów klas Manager i Employee do tablicy staff.

      staff[0] = boss;
      staff[1] = new Employee("Henryk Kwiatek", 50000, 1989, 10, 1);
      staff[2] = new Employee("Artur Kwiatkowski", 40000, 1990, 3, 15);

      // Wyświetlanie informacji o wszystkich obiektach klasy Employee.
```

Kup ksi k Pole ksi k

```
      for (Employee e : staff)
         System.out.println("name=" + e.getName() + ",salary=" + e.getSalary());
   }
}
```

Listing 5.2. inheritance/Employee.java

```
package inheritance;

import java.time.*;

public class Employee
{
   private String name;
   private double salary;
   private LocalDate hireDay;

   public Employee(String name, double salary, int year, int month, int day)
   {
      this.name = name;
      this.salary = salary;
      hireDay = LocalDate.of(year, month, day);
   }

   public String getName()
   {
      return name;
   }

   public double getSalary()
   {
      return salary;
   }

   public LocalDate getHireDay()
   {
      return hireDay;
   }

   public void raiseSalary(double byPercent)
   {
      double raise = salary * byPercent / 100;
      salary += raise;
   }
}
```

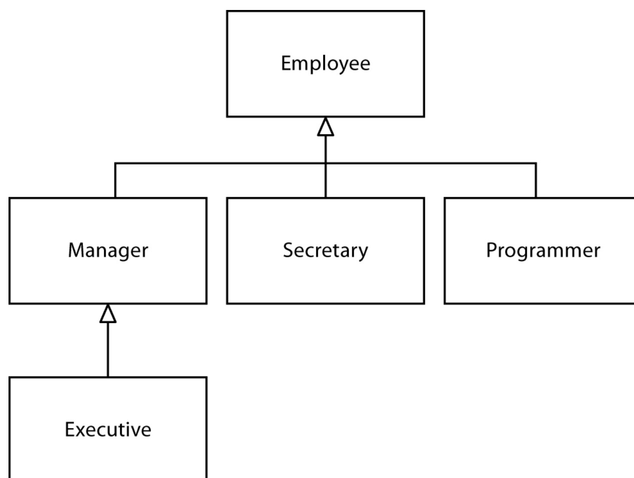
Listing 5.3. inheritance/Manager.java

```
package inheritance;

public class Manager extends Employee
{
   private double bonus;
   /**
    * @param n imię i nazwisko pracownika
    * @param s pensja
    * @param year rok przyjęcia do pracy
```

```
    * @param month miesiąc przyjęcia do pracy
    * @param day dzień przyjęcia do pracy
    */
   public Manager(String n, double s, int year, int month, int day)
   {
      super(n, s, year, month, day);
      bonus = 0;
   }

   public double getSalary()
   {
      double baseSalary = super.getSalary();
      return baseSalary + bonus;
   }

   public void setBonus(double b)
   {
      bonus = b;
   }

}
```

5.1.4. Hierarchia dziedziczenia

Dziedziczenie nie dotyczy tylko jednego poziomu klas. Na przykład rozszerzeniem klasy `Manager` może być klasa `Executive` (dyrektor). Strukturę klas i ich drogi dziedziczenia od wspólnej klasy bazowej nazywa się **hierarchią dziedziczenia** (ang. *inheritance hierarchy*) — zobacz rysunek 5.1. Ścieżka od danej klasy do jej przodków w hierarchii dziedziczenia ma nazwę **łańcucha dziedziczenia** (ang. *inheritance chain*).



Rysunek 5.1. Hierarchia dziedziczenia klasy Employee

Łańcuchów dziedziczenia może być wiele. Na przykład klasę `Employee` mogą rozszerzać klasy `Programmer` i `Secretary`, które nie muszą mieć nic wspólnego z klasą `Manager` (albo ze sobą nawzajem). Struktura ta może mieć dowolną długość.

Kup ksi k Pole ksi k

Java nie obsługuje dziedziczenia wielokrotnego. Sposoby naśladowania techniki dziedziczenia wielokrotnego są opisane w części o interfejsach w podrozdziale 6.1.

5.1.5. Polimorfizm

W podjęciu decyzji dotyczącej tego, czy w danym przypadku zastosować dziedziczenie, pomaga prosta zasada. Reguła „jest" mówi, że każdy obiekt podklasy jest obiektem nadklasy. Na przykład każdy kierownik jest pracownikiem. W związku z tym klasa `Manager` może być podklasą klasy `Employee`. Oczywiście twierdzenia tego nie można odwrócić — nie każdy pracownik jest kierownikiem.

Regułę relacji „jest" można także sformułować jako **zasadę zamienialności** (ang. *substitution principle*). Zasada ta głosi, że wszędzie tam, gdzie można użyć obiektu nadklasy, można użyć obiektu podklasy.

Można na przykład przypisać obiekt podklasy do zmiennej nadklasy.

```
Employee e;
e = new Employee(. . .);    // Powinien być obiekt klasy Employee.
e = new Manager(. . .);     // OK, obiekt klasy Manager też może być.
```

W Javie zmienne obiektowe są **polimorficzne**. Zmienna typu `Employee` może odwoływać się do dowolnego obiektu klasy `Employee`, jak również do każdego obiektu podklasy klasy `Employee` (jak `Manager`, `Executive`, `Secretary` itd.).

Skorzystaliśmy z tej zasady w programie z listingu 5.1:

```
Manager boss = new Manager(. . .);
Employee[] staff = new Employee[3];
staff[0] = boss;
```

W tym przypadku zmienne `staff[0]` i `boss` odwołują się do tego samego obiektu. Jednak dla kompilatora `staff[0]` jest obiektem wyłącznie klasy `Employee`.

Oznacza to, że można użyć poniższego wywołania:

```
boss.setBonus(5000);        // OK
```

Ale poniższe spowoduje błąd:

```
staff[0].setBonus(5000);    // błąd
```

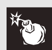
Typ zadeklarowany zmiennej `staff[0]` to `Employee`, a metoda `setBonus` nie jest obecna w tej klasie.

Nie można przypisać referencji nadklasy do zmiennej podklasy. Na przykład poniższe przypisanie jest niedozwolone:

```
Manager m = staff[i];        // błąd
```

Kup ksi k
Pole ksi k

Powód jest jasny — nie wszyscy pracownicy są kierownikami. Gdyby powyższe przypisanie udało się i zmienna m byłaby referencją do obiektu klasy Employee, który nie jest kierownikiem, to możliwe byłoby też wywołanie m.setBonus(...), a to z kolei spowodowałoby błąd czasu wykonania.



W Javie możliwa jest konwersja tablic referencji do obiektów podklasy na tablicę referencji do obiektów nadklasy bez rzutowania. Spójrzmy na poniższą tablicę obiektów klasy Manager:

```
Manager[] managers = new Manager[10];
```

Można ją przekonwertować na tablicę Employee[]:

```
Employee[] staff = managers;   // OK]
```

Można pomyśleć, czemu nie. Przecież każdy kierownik jest też pracownikiem. Jednak dzieje się tu coś zaskakującego. Pamiętajmy, że zmienne managers i staff są referencjami do tej samej tablicy. Spójrzmy teraz na poniższą instrukcję:

```
staff[0] = new Employee("Henryk Kwiatek", ...);
```

Kompilator nie zgłosi żadnego sprzeciwu przy kompilacji tego przypisania, ale zmienne staff[0] i manager[0] są tą samą referencją, a więc wygląda na to, że awansowaliśmy zwykłego pracownika na stanowisko kierownicze. Byłaby to bardzo zła sytuacja. Wywołanie managers[0].setBonus(1000) usiłowałoby uzyskać dostęp do nieistniejącego pola i spowodowałoby uszkodzenie okolicznej pamięci.

Aby uniknąć takiego zniszczenia, wszystkie tablice pamiętają, z jakim typem zostały utworzone, i pilnują, aby przechowywane w nich były tylko odpowiednie referencje. Na przykład tablica utworzona za pomocą instrukcji new Manager[10] pamięta, że jest tablicą kierowników. Próba zapisania w niej referencji do typu Employee spowoduje wyjątek ArrayStoreException.

5.1.6. Zasady wywoływania metod

Programista musi dokładnie wiedzieć, jak wywołanie metody jest stosowane do obiektu. Powiedzmy, że mamy w programie wywołanie x.f(arg) i że niejawny parametr x jest zadeklarowany jako obiekt klasy C. Oto co się dzieje:

1. Kompilator sprawdza zadeklarowany typ obiektu i nazwę metody. Pamiętajmy, że metod o nazwie f może być kilka, a różnica między nimi polega na tym, że mają różne listy parametrów. Na przykład mogą to być metody f(int) i f(String). Kompilator tworzy listę wszystkich metod o nazwie f dostępnych w klasie C i wszystkich dostępnych metod o tej nazwie w nadklasie klasy C (prywatne metody nadklasy są niedostępne).

   W ten sposób powstaje lista wszystkich potencjalnych metod do wywołania.

2. Następnie kompilator sprawdza typy parametrów podanych w wywołaniu metody. Jeśli wśród zebranych metod o nazwie f znajduje się taka, której parametry pasują dokładnie do podanych parametrów, to zostaje ona wywołana. Proces ten nazywa się **rozstrzyganiem przeciążania**. Na przykład dla wywołania x.f("Witaj")

kompilator wybierze metodę `f(String)`, a nie `f(int)`. Sytuacja może się skomplikować ze względu na konwersję typów (`int` na `double`, `Manager` na `Employee` itd.). Jeśli kompilator nie może znaleźć metody pasującej do podanych parametrów lub znajdzie kilka pasujących metod, zgłasza błąd.

W ten sposób kompilator znajduje metodę, którą należy wywołać.

3. Jeśli metoda jest prywatna, statyczna lub finalna albo jest konstruktorem, kompilator wie, którą dokładnie metodę wywołać (modyfikator `final` jest opisany w kolejnym podrozdziale). Nazywa się to **wiązaniem statycznym** (ang. *static binding*). W przeciwnym przypadku to, która metoda zostanie wywołana, zależy od rzeczywistego typu parametru niejawnego; musi też być zastosowane wiązanie dynamiczne w trakcie działania programu. W naszym przykładzie kompilator wygenerowałby instrukcję wywołującą metodę `f(String)` za pomocą wiązania dynamicznego.

Przypomnijmy, że nazwa oraz lista typów parametrów metody są nazywane **sygnaturą** metody. Na przykład metody `f(int)` i `f(String)` mają takie same nazwy, ale różne sygnatury. Jeśli w podklasie zostanie zdefiniowana metoda o takiej samej sygnaturze jak metoda w klasie nadrzędnej, dana metoda nadklasy zostanie przesłonięta.

Typ zwrotny nie jest częścią sygnatury, ale musi się on w metodzie przesłaniającej zgadzać z tym w metodzie przesłoniętej. Podklasa może zmienić typ zwrotny na podtyp oryginalnego typu. Wyobraźmy sobie na przykład, że klasa `Employee` zawiera metodę

```
public Employee getKumpel() { ... }
```

Menedżer nie chciałby się kolegować ze zwykłym pracownikiem. Dlatego w podklasie metoda ta może zostać przesłonięta:

```
public Manager getKolega() { ... }    // Można zmienić typ zwrotny
```

Mówi się, że obie metody `getKolega` mają **kowariantne** typy zwrotne (ang. *covariant return types*).

4. Kiedy program działa i wywołuje metodę za pomocą wiązania dynamicznego, maszyna wirtualna musi wywołać tę wersję niniejszej metody, która odpowiada *rzeczywistemu* typowi obiektu, do którego odwołuje się zmienna `x`. Niech tym typem będzie `D` — podklasa klasy `C`. Jeśli klasa `D` zawiera definicję metody `f(String)`, wywołana zostaje właśnie ta metoda. W przeciwnym przypadku metoda ta jest szukana w nadklasie klasy `D` itd.

Gdyby to wyszukiwanie było przeprowadzane przy każdym wywołaniu tej metody, tracono by dużo czasu. Dlatego maszyna wirtualna tworzy na początku **tabelę metod** zawierającą sygnatury i ciała wszystkich metod, które mogą być wywołane.

Maszyna wirtualna może utworzyć tabelę metod po załadowaniu klasy, przez połączenie metod znalezionych w pliku klasy z tabelą metod nadklasy.

Kiedy dana metoda jest wywoływana, maszyna wirtualna odszukuje ją w swojej tabeli. W naszym przykładzie maszyna wirtualna przeszukuje tabelę metod klasy `D` i odnajduje metodę `f(String)`. Może to być metoda `D.f(String)` albo `X.f(String)`,

Kup ksi k Pole ksi k

gdzie X to jedna z nadklas klasy D. Scenariusz ten może się zmienić w jednej sytuacji. Jeśli wywołanie ma postać super.f(param), to maszyna wirtualna przeszukuje tabelę metod nadklasy.

Przeanalizujmy ten proces na przykładzie wywołania e.getSalary() z listingu 5.1. Obiekt e jest typu Employee. Klasa Employee zawiera tylko jedną metodę o nazwie getSalary, która nie ma parametrów. Dzięki temu w tym przypadku nie ma problemu z rozstrzyganiem przeciążania.

Ponieważ metoda getSalary nie jest prywatna, statyczna ani finalna, jest wiązana dynamicznie. Maszyna wirtualna tworzy tabele metod dla klas Employee i Manager. Tabela Employee wskazuje, że wszystkie jej metody są zdefiniowane w samej klasie Employee:

```
Employee:
   getName() -> Employee.getName()
   getSalary() -> Employee.getSalary()
   getHireDay() -> Employee.getHireDay()
   raiseSalary(double) -> Employee.raiseSalary(double)
```

To jednak nie wszystko. Jak się niebawem dowiemy, klasa Employee ma nadklasę Object, po której dziedziczy kilka metod. Na razie ignorujemy te dodatkowe metody.

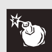
Tabela metod klasy Manager wygląda nieco inaczej. Trzy metody są odziedziczone, jedna przedefiniowana, a jedna została dodana.

```
Manager:
   getName() -> Employee.getName()
   getSalary() -> Manager.getSalary()
   getHireDay() -> Employee.getHireDay()
   raiseSalary(double) -> Employee.raiseSalary(double)
   setBonus(double) -> Manager.setBonus(double)
```

Oto co się dzieje z wywołaniem e.getSalary() w trakcie działania programu:

1. Maszyna wirtualna tworzy tabelę metod dla rzeczywistego typu e. Może to być tabela klasy Employee lub jednej z jej podklas, np. Manager.
2. Następnie maszyna wirtualna szuka klasy zawierającej definicję metody o sygnaturze getSalary(). W ten sposób znajduje metodę, którą ma wywołać.
3. Ostatecznie maszyna wirtualna wywołuje odpowiednią metodę.

Wiązanie dynamiczne ma jedną bardzo ważną cechę: umożliwia *rozszerzanie* programów bez modyfikacji istniejącego kodu. Przypuśćmy, że została utworzona klasa Executive i istnieje możliwość, że zmienna e odwołuje się do obiektu tej klasy. Kod zawierający wywołanie e.getSa↪lary() nie musi być ponownie kompilowany. Metoda Executive.getSalary() zostanie wywołana automatycznie, jeśli zmienna e odwołuje się do obiektu typu Executive.



Kiedy metoda jest przesłaniana, jej odpowiednik w podklasie musi mieć *przynajmniej taką samą widoczność* jak oryginał. Jeśli metoda w nadklasie jest publiczna, w podklasie również musi być publiczna. Pominięcie specyfikatora public w metodzie podklasy jest częstym błędem. W takim przypadku kompilator informuje, że usiłowano zastosować niższy przywilej dostępu.

5.1.7. Wyłączanie dziedziczenia — klasy i metody finalne

Zdarzają się sytuacje, kiedy chcemy, aby nie tworzono podklas jednej z klas. Klasy, których nie można rozszerzać, nazywają się klasami **finalnymi** (ang. *final*), a do ich oznaczania służy modyfikator `final`. Załóżmy na przykład, że nie chcemy, aby klasa `Executive` była rozszerzana. W tym celu należy w jej definicji użyć modyfikatora `final`:

```
public final class Executive extends Manager
{
   . . .
}
```

Finalna może też być metoda w klasie. W takim przypadku nie można jej przesłonić w żadnej z podklas (wszystkie metody w klasie finalnej są finalne). Na przykład:

```
public class Employee
{
   . . .
   public final String getName()
   {
      return name;
   }
   . . .
}
```

Przypomnijmy, że pola również mogą być finalne. Wartość takiego pola nie może być zmieniana po utworzeniu obiektu. Jeśli klasa jest finalna, tylko jej metody są automatycznie finalne, nie dotyczy to pól.

Jest tylko jeden powód, dla którego warto zdefiniować klasę lub metodę jako finalną: aby zapewnić, że żadna podklasa nie zmieni semantyki. Na przykład metody `getTime` i `setTime` klasy `Calendar` są finalne. Oznacza to, że projektanci tej klasy wzięli na siebie ciężar odpowiedzialności za konwersję pomiędzy klasą `Date` a stanem kalendarza. Żadna podklasa nie powinna mieć możliwości mieszania się w to. Klasa `String` też jest finalna. Oznacza to, że nie można utworzyć jej podklasy. Innymi słowy, jeśli mamy referencję do obiektu `String`, wiemy, że jest to obiekt klasy `String` i nic innego.

Według niektórych programistów wszystkie metody powinny być finalne, chyba że istnieje dobry powód, dla którego potrzebny jest w danym przypadku polimorfizm. W C++ i C# metody nie są polimorficzne, dopóki jawnie się tego nie zażąda. Może to jest w pewnym sensie skrajne podejście, ale zgadzamy się, że przy projektowaniu hierarchii klas należy poważnie rozważyć możliwość zastosowania modyfikatora `final` dla klas i metod.

Na początku istnienia Javy niektórzy programiści używali słowa kluczowego `final` w nadziei, że unikną narzutu powodowanego przez wiązanie dynamiczne. Jeśli metoda nie jest przesłonięta i jest krótka, kompilator może zoptymalizować jej wywoływanie poprzez proces polegający na wstawieniu jej kodu w **miejsce wywołania** (ang. *inlining*). Na przykład wywołanie metody `e.getName()` zostałoby zastąpione dostępem do pola `e.name`. Jest to godna uwagi poprawa — procesory nie przepadają za rozgałęzianiem, ponieważ stoi ono w sprzeczności z ich strategią

Kup ksi k Pole ksi k

pobierania zawczasu kolejnej funkcji podczas przetwarzania innej. Jeśli jednak metoda `getName` może być przesłonięta w innej klasie, kompilator nie może zastosować wstawiania kodu, ponieważ nie wie, jak działa ta przesłonięta wersja.

Na szczęście kompilator JIT w maszynie wirtualnej spisuje się lepiej niż zwykły kompilator. Wie dokładnie, które klasy są rozszerzeniem danej klasy, i ma możliwość sprawdzenia, czy dana metoda jest przesłonięta w którejś z tych klas. Jeśli metoda jest krótka, często wywoływana i nie jest przesłonięta, kompilator JIT może zastosować inlining. Co się stanie, jeśli maszyna wirtualna załaduje inną podklasę, która przesłania naszą metodę? Wtedy proces inliningu musi zostać cofnięty. Jest to operacja powolna, ale zdarza się bardzo rzadko.

Wyliczenia i rekordy zawsze są finalne, tzn. nie można ich rozszerzać.

5.1.8. Rzutowanie

Przypomnijmy z rozdziału 3., że proces wymuszania konwersji pomiędzy dwoma typami nazywa się rzutowaniem (ang. *casting*). W Javie dostępna jest specjalna notacja oznaczająca rzutowanie. Na przykład:

```
double x = 3.405;
int nx = (int) x;
```

W powyższym kodzie wartość zmiennej `x` została przekonwertowana na typ całkowitoliczbowy, co spowodowało utratę części ułamkowej.

Podobnie jak od czasu do czasu konieczna jest konwersja typu `double` na `int`, tak samo bywa, że trzeba przekonwertować referencję do obiektu jednej klasy na referencję do obiektu innej klasy. Po raz kolejny posłużę się przykładem tablicy zawierającej mieszankę obiektów klas `Employee` i `Manager`:

```
var staff = new Employee[3];
staff[0] = new Manager("Carl Cracker", 80000, 1987, 12, 15);
staff[1] = new Employee("Harry Hacker", 50000, 1989, 10, 1);
staff[2] = new Employee("Tony Tester", 40000, 1990, 3, 15);
```

Do rzutowania referencji do obiektów używa się podobnej notacji jak do rzutowania typów liczbowych. Nazwę klasy docelowej należy umieścić w nawiasach i wstawić przed referencją, która ma być rzutowana. Na przykład:

```
Manager boss = (Manager) staff[0];
```

Tego typu rzutowanie może być potrzebne tylko w jednego rodzaju sytuacji — aby w pełni wykorzystać obiekt, którego typ został chwilowo zgubiony. Na przykład w klasie `TestManager` tablica `staff` musiała być typu `Employee`, ponieważ *niektóre* z przechowywanych w niej obiektów reprezentowały zwykłych pracowników. Aby uzyskać dostęp do nowych składowych obiektów klasy `Manager`, konieczne by było ich przekonwertowanie z powrotem na typ `Manager` (w zaprezentowanym wcześniej przykładowym kodzie specjalnie uniknęliśmy rzutowania, inicjalizując

Kup ksi k Pole ksi k

zmienną `boss` obiektem klasy `Manager` przed zapisaniem jej w tablicy — aby ustawić dodatek do wypłaty, potrzebny jest odpowiedni typ obiektu).

Wiadomo, że każdy obiekt w Javie ma typ. Typ ten określa rodzaj obiektu, do którego odwołuje się zmienna, i wskazuje, co obiekt ten może robić. Na przykład zmienna `staff[i]` odwołuje się do obiektu klasy `Employee` (a więc może także odwoływać się do obiektu klasy `Manager`).

Kompilator sprawdza, czy programista nie wymaga zbyt wiele, zapisując wartość w zmiennej. Jeśli przypisze referencję do obiektu podklasy do zmiennej obiektowej nadklasy, zmniejsza swoje wymagania, więc kompilator bez problemu się na to zgodzi. Jeśli jednak referencja do obiektu nadklasy zostanie przypisana zmiennej obiektu podklasy, zwiększa swoje wymagania. W takim przypadku konieczne jest zastosowanie rzutowania, które umożliwi sprawdzenie tych wymagań w trakcie działania programu.

Co się stanie, jeśli programista spróbuje wykonać rzutowanie w dół łańcucha dziedziczenia i „oszuka” w kwestii zawartości obiektu?

```
Manager boss = (Manager) staff[1];   // Błąd
```

W trakcie działania programu systemy wykonawcze Javy wykryją niedorzeczne wymagania i wygenerują wyjątek `ClassCastException`. Jeśli wyjątek nie zostanie przechwycony, program zostanie zamknięty. W związku z tym do dobrych praktyk programistycznych należy sprawdzenie, czy rzutowanie się powiedzie, przed jego zastosowaniem. Do tego celu służy operator `instanceof`. Na przykład:

```
if (staff[1] instanceof Manager)
{
   boss = (Manager) staff[1];
   . . .
}
```

I wreszcie, kompilator nie pozwoli na rzutowanie, które nie ma szans powodzenia. Na przykład rzutowanie:

```
Date c = (Date) staff[1];
```

spowoduje błąd kompilacji, ponieważ `Date` nie jest podklasą klasy `Employee`.

Podsumowując:

- Rzutowanie jest możliwe wyłącznie w obrębie hierarchii dziedziczenia.
- Przy rzutowaniu typu nadklasy na typ podklasy należy sprawdzić wykonalność operacji za pomocą operatora `instanceof`.

Test:

```
x instanceof C
```

nie wygeneruje wyjątku, jeśli zmienna `x` ma wartość `null`, tylko zwróci wartość `false`. Sens tego zachowania polega na tym, że skoro `null` oznacza, iż referencja nie wskazuje na żaden obiekt, z pewnością nie odwołuje się do obiektu klasy `C`.

Faktem jest, że konwersja typu obiektu za pomocą rzutowania nie jest z reguły dobrym pomysłem. W naszym przykładzie rzadko potrzebne jest rzutowanie obiektu klasy `Employee` na obiekt klasy `Manager`. Metoda `getSalary` działa prawidłowo na obiektach obu tych klas. Wiązanie dynamiczne, na którym opiera się polimorfizm, automatycznie lokalizuje odpowiednią metodę.

Jedyna sytuacja, w której potrzebne jest takie rzutowanie, ma miejsce wtedy, gdy chcemy użyć metody dostępnej tylko dla obiektów klasy `Manager`, czyli `setBonus`. Jeśli wywołanie metody `set↪Bonus` na rzecz obiektów klasy `Employee` okaże się konieczne, należy rozważyć możliwość, że nadklasa została źle zaprojektowana. Niewykluczone, że dobrym rozwiązaniem okaże się dodanie do nadklasy metody `setBonus`. Pamiętajmy, że do przerwania działania programu wystarczy jeden nieprzechwycony wyjątek. Zasadniczo najlepiej jest wystrzegać się rzutowania i operatora `instanceof`.

C++ Składnia rzutowania w Javie pochodzi ze „starego i złego" języka C, natomiast działanie tego mechanizmu jest podobne do bezpiecznego rzutowania `dynamic_cast` w C++. Na przykład:

```
Manager boss = (Manager) staff[1];                  // Java
```

jest odpowiednikiem:

```
Manager* boss = dynamic_cast<Manager*>(staff[1]);   // C++
```

Jest tylko jedna różnica. Jeśli rzutowanie nie powiedzie się, nie powstaje obiekt `null`, ale wyjątek. W tym sensie przypomina to znane z C++ rzutowanie *referencji*. Jest to jedna z bolączek. W C++ można zadbać o test typu i konwersję w jednej operacji.

```
Manager* boss = dynamic_cast<Manager*>(staff[1]);   // C++
if (boss != NULL) . . .
```

W Javie konieczne jest użycie operatora `instanceof` i zastosowanie rzutowania:

```
if (staff[1] instanceof Manager)
{
   Manager boss = (Manager) staff[1];
   . . .
}
```

5.1.9. Operator instanceof i dopasowywanie wzorców

Kod

```
if (staff[i] instanceof Manager)
{
    Manager boss = (Manager) staff[i];
    boss.setBonus(5000);
}
```

nie grzeszy zwięzłością. Czy naprawdę musimy powtarzać nazwę podklasy `Manager` aż trzy razy?

Od Javy 16 można to uprościć. Zmienną podklasy można zadeklarować wprost w teście operatora `instanceof`:

Kup ksi k Pole ksi k

```
if (staff[i] instanceof Manager boss)
{
    boss.setBonus(5000);
}
```

Jeśli `staff[i]` jest egzemplarzem klasy `Manager`, to zostaje on przypisany zmiennej `boss` i można jej używać jako obiektu klasy `Manager`. Pominęliśmy rzutowanie.

Jeśli `staff[i]` nie odnosi się do obiektu klasy `Manager`, zmienna `boss` nie otrzymuje przypisania i operator `instanceof` zwraca wartość `false`. Treść główna instrukcji `if` zostaje pominięta.

W większości sytuacji, w których jest używany operator `instanceof`, konieczne jest zastosowanie metody podklasy. W takich przypadkach, zamiast stosować rzutowanie, należy używać tej wersji operatora „z dopasowywaniem wzorców”.

Bezsensowne użycie wzorca operatora `instanceof` jest błędem:

```
Manager boss = . . .;
if (boss instanceof Employee e) . . . // BŁĄD: to oczywiste, że to jest obiekt klasy Employee
```

Równie bezsensowna konstrukcja

```
if (boss instanceof Employee) . . .
```

jest dozwolona ze względu na zgodność z Javą 1.0.

Jeśli wzorzec operatora `instanceof` wprowadza zmienną, to można jej od razu użyć w tym samym wyrażeniu:

```
        Employee e;
if (e instanceof Manager m && m.getBonus() > 10000) . . .
```

To działa, ponieważ prawa strona wyrażenia `&&` jest obliczana tylko wtedy, gdy lewa strona jest prawdziwa. Jeśli prawa strona zostanie obliczona, to znaczy, że zmienna `m` została powiązana z egzemplarzem klasy `Manager`.

Jednak poniższy kod spowoduje błąd kompilacji:

```
if (e instanceof Manager m || m.getBonus() > 10000) . . . // BŁĄD
```

Prawa strona wyrażenia `||` jest wykonywana, gdy lewa strona jest fałszywa, a więc zmienna `m` nie jest z niczym powiązana.

Poniżej znajduje się kolejny przykład, w którym użyto operatora warunkowego:

```
double bonus = e instanceof Manager m ? m.getBonus() : 0;
```

Zmienna `m` jest zdefiniowana w części wyrażenia za znakiem `?`, ale nie ma jej w części za znakiem `:`.

Wersja operatora `instanceof` z deklaracją zmiennej to tzw. wersja „z dopasowywaniem wzorca", ponieważ jest podobna do wzorców typów w konstrukcji `switch`, która na próbę została dodana do Javy 17. Nie opisuję szczegółowo próbnych konstrukcji, ale poniżej przedstawiam przykład składni:

```
String description = switch (e)
{
    case Executive exec -> "Dyrektor o efektownym tytule " + exec.getTitle();
    case Manager m -> "Kierownik, któremu przysługuje premia " + m.getBonus();
    default -> "Zwykły pracownik zarabiający " + e.getSalary();
}
```

Podobnie jak w przypadku wzorca operatora `instanceof` każdy wzorzec typu deklaruje zmienną.

Zmienna lokalna zdefiniowana przez wzorzec operatora `instanceof` jak każda zmienna lokalna może zasłaniać pole. Na przykład:

```
class Value
{
    private double v;
    public boolean equals(Value other)
    {
        if (other instanceof LabeledValue v)
            // v jest taka sama jak other
        else
            // v oznacza pole
    }
    . . .
}
```

5.1.10. Ograniczanie dostępu

Wiemy już, że najlepiej jest, kiedy pola metody są prywatne, a metody publiczne. Wszystko, co jest oznaczone słowem kluczowym `private`, jest niewidoczne dla innych klas. Na początku tego rozdziału dowiedzieliśmy się też, że powyższa zasada dotyczy także podklas — podklasa nie ma dostępu do pól prywatnych swojej nadklasy.

W niektórych sytuacjach konieczne jest ograniczenie widoczności metody tylko do podklas lub, rzadziej, zezwolenie metodom podklas na dostęp do pól nadklasy. W takim przypadku należy użyć słowa kluczowego `protected`. Jeśli na przykład klasa `Employee` zawiera pole `hireDay` zadeklarowane jako `protected`, a nie `private`, metody klasy `Manager` mają do tego pola bezpośredni dostęp.

W Javie pole chronione jest dostępne dla każdej klasy znajdującej się w tym samym pakiecie. Teraz wyobraź sobie podklasę `Administrator` z innego pakietu. Jej metody mogą zaglądać tylko do pola `hireDay` klasy `Administrator`, ale nie klasy `Employee`. Ograniczenie to ma zapobiec nadużywaniu mechanizmu ochrony w celu tworzenia podklas tylko po to, aby uzyskać dostęp do chronionych pól.

Kup ksi k Pole ksi k

W praktyce z pól chronionych należy korzystać ostrożnie. Załóżmy, że nasza klasa, która zawiera pola chronione, jest używana przez innych programistów. Ci programiści mogą tworzyć bez naszej wiedzy klasy dziedziczące po naszej klasie i w ten sposób uzyskać dostęp do chronionych pól naszej klasy. W takiej sytuacji zmiana implementacji owej nadklasy pociągałaby za sobą problemy u wspomnianych programistów. Takie działanie jest sprzeczne z ideą OOP, która opiera się na hermetyzacji danych.

Więcej sensu ma tworzenie chronionych metod. Metoda może być chroniona, jeśli jej użycie może sprawiać problemy. Oznacza to, że podklasy (które prawdopodobnie dobrze znają swoich przodków) z pewnością użyją danej metody prawidłowo, podczas gdy metody innych klas niekoniecznie.

Dobrym przykładem tego rodzaju metody jest metoda `clone` z klasy `Object` — więcej szczegółów znajdziesz w rozdziale 6.

Składowe chronione klasy w Javie są widoczne dla wszystkich jej podklas i innych klas w pakiecie. Jest to nieco inne pojęcie ochrony niż w C++ i powoduje ono, że składowe chronione w Javie są jeszcze mniej bezpieczne niż w C++.

Oto zestawienie wszystkich czterech modyfikatorów dostępu Javy służących do kontroli widoczności:

1. `private` — widoczność w obrębie klasy;
2. `public` — widoczność wszędzie;
3. `protected` — widoczność w pakiecie i wszystkich podklasach;
4. widoczność w obrębie pakietu — (niefortunne) zachowanie domyślne, które nie wymaga żadnego modyfikatora.

5.2. Kosmiczna klasa wszystkich klas — Object

Klasa `Object` jest podstawą wszystkich pozostałych klas w Javie. Każda klasa w tym języku rozszerza klasę `Object`. Nigdy jednak nie trzeba pisać czegoś takiego:

```
public class Employee extends Object
```

Jeśli żadna nadklasa nie jest jawnie podana, to automatycznie jest nią klasa `Object`. Ponieważ *każda* klasa w Javie stanowi rozszerzenie klasy `Object`, trzeba się zapoznać z usługami świadczonymi przez tę klasę. W tym rozdziale opisujemy tylko podstawowe zagadnienia, a po szczegółowe informacje odsyłamy do kolejnych rozdziałów lub dokumentacji internetowej (niektóre metody klasy `Object` mogą być używane tylko podczas pracy z wątkami — więcej o wątkach dowiesz się w rozdziale 12.).

Kup ksi k Pole ksi k

5.2.1. Zmienne typu Object

Za pomocą zmiennej typu `Object` można się odwoływać do wszystkich typów obiektów:

```
Object obj = new Employee("Henryk Kwiatek", 35000);
```

Oczywiście zmienna typu `Object` jest jedynie generycznym kontenerem dla dowolnych wartości. Aby zrobić z niej użytek, trzeba posiadać wiedzę na temat oryginalnego typu i wykonać rzutowanie:

```
Employee e = (Employee) obj;
```

W Javie tylko *typy podstawowe* (liczby, znaki i wartości logiczne) nie są obiektami.

Wszystkie typy tablicowe — bez względu na to, czy przechowują obiekty, czy typy podstawowe — są typami klasowymi rozszerzającymi klasę `Object`.

```
Employee[] staff = new Employee[10];
obj = staff;          // OK
obj = new int[10];    // OK
```

W języku C++ nie ma uniwersalnej klasy bazowej, jednak każdy wskaźnik można przekonwertować na wskaźnik `void*`.

5.2.2. Metoda equals

Dostępna w klasie `Object` metoda `equals` porównuje dwa obiekty. Jej implementacja w klasie `Object` sprawdza, czy dwie referencje do obiektów są identyczne. Jest to bardzo rozsądne działanie domyślne — jeśli dwa obiekty są identyczne, powinny być sobie równe. W przypadku wielu klas nie potrzeba nic więcej. Na przykład porównywanie dwóch obiektów `PrintStream` pod kątem równości nie ma większego sensu, jednak często potrzebne jest porównywanie stanów, czyli sytuacji, w której dwa obiekty są równe, jeśli mają ten sam stan.

Na przykład dwóch pracowników uznamy za równych, jeśli mają identyczne imię i nazwisko, pensję i zostali zatrudnieni w tym samym czasie (w prawdziwej bazie danych pracowników lepiej byłoby porównać identyfikatory pracowników; ten przykład ma na celu zobrazowanie mechanizmów implementacyjnych metody `equals`).

```
public class Employee
{
   . . .
   public boolean equals(Object otherObject)
   {
      // Szybkie sprawdzenie, czy obiekty są identyczne.
      if (this == otherObject) return true;

      // Musi zwrócić false, jeśli parametr jawny ma wartość null.
      if (otherObject == null) return false;

      // Jeśli klasy nie pasują, nie mogą być równe.
```

```
      if (getClass() != otherObject.getClass())
         return false;

      // Wiadomo, że otherObject nie jest obiektem null klasy Employee.
      Employee other = (Employee) otherObject;

      // Sprawdzenie, czy pola mają identyczne wartości.
      return name.equals(other.name)
         && salary == other.salary
         && hireDay.equals(other.hireDay);
   }
}
```

Metoda `getClass` zwraca nazwę klasy obiektu — szczegółowy opis tej metody znajduje się w dalszej części tego rozdziału. W naszym teście dwa obiekty mogą być równe tylko wtedy, kiedy należą do tej samej klasy.

Aby zabezpieczyć się na wypadek, gdyby zmienne `name` lub `hireDay` były `null`, można użyć metody `Objects.equals`. Wywołanie `Objects.equals(a, b)` zwraca `true`, jeśli oba argumenty są `null`, `false` — jeśli jeden z argumentów jest `null`, a w pozostałych przypadkach wywołuje `a.equals(b)`. Przy użyciu tej metody ostatnią instrukcję w metodzie `Employee.equals` można zmienić następująco:

```
return Objects.equals(name, other.name)
   && salary == other.salary
   && Objects.equals(hireDay, other.hireDay);
```

Implementując metodę `equals` w podklasie, najpierw należy wywołać metodę `equals` należącą do nadklasy. Jeśli test zakończy się niepowodzeniem, obiekty nie mogą być równe. Jeśli pola nadklasy są równe, można porównywać składowe obiektów podklasy.

```
public class Manager extends Employee
{
   . . .
   public boolean equals(Object otherObject)
   {
      if (!super.equals(otherObject)) return false;
      // Metoda super.equals sprawdziła, czy this i otherObject należą do tej samej klasy.
      Manager other = (Manager) otherObject;
      return bonus == other.bonus;
   }
}
```

Przypomnę z rozdziału 4., że rekord jest specjalnym rodzajem niezmiennej klasy, której stan jest w całości zdefiniowany przez pola ustawione w konstruktorze „kanonicznym”. Rekordy automatycznie definiują metodę `equals`, która porównuje pola. Dwa egzemplarze rekordu są równe, gdy odpowiednie wartości pól są równe.

Kup ksi k Pole ksi k

5.2.3. Porównywanie a dziedziczenie

Jak powinna się zachować metoda equals, jeśli parametry jawny i niejawny nie należą do tej samej klasy? Jest to dość kontrowersyjna kwestia. W poprzednim przykładzie metoda equals zwracała wartość false, jeśli klasy nie były identyczne. Jednak wielu programistów zamiast tej metody używa operatora instanceof:

```
if (!(otherObject instanceof Employee)) return false;
```

Dzięki temu obiekt otherObject może należeć do podklasy klasy Employee. Metoda ta może jednak sprawiać problemy. Specyfikacja języka Java wymaga, aby metoda equals miała następujące własności:

1. **Zwrotność**: x.equals(x) powinno zwracać true, jeśli x nie ma wartości null.
2. **Symetria**: dla dowolnych referencji x i y, x.equals(y) powinno zwrócić wartość true wtedy i tylko wtedy, gdy y.equals(x) zwróci wartość true.
3. **Przemienność**: dla dowolnych referencji x, y i z, jeśli x.equals(y) zwraca wartość true i y.equals(z) zwraca true, to x.equals(y) zwraca tę samą wartość.
4. **Niezmienność**: jeśli obiekty, do których odwołują się zmienne x i y, nie zmieniły się, kolejne wywołania x.equals(y) zwracają tę samą wartość.
5. Dla każdego x różnego od null, wywołanie x.equals(null) powinno zwrócić wartość false.

Powyższe reguły są oczywiście podyktowane zdrowym rozsądkiem. Programista biblioteki nie powinien być zmuszany do tracenia czasu na podejmowanie decyzji, czy wywołać x.equals(y), czy y.equals(x), aby zlokalizować jakiś element w strukturze danych.

Jednak w przypadku gdy parametry należą do różnych klas, reguła symetrii może pociągnąć za sobą pewne konsekwencje. Przeanalizujmy poniższe wywołanie:

```
e.equals(m)
```

gdzie e jest obiektem klasy Employee, a m — klasy Manager. Tak się składa, że każdy z nich ma takie samo imię i nazwisko, pensję i datę zatrudnienia. Jeśli wywołanie Employee.equals użyje operatora instanceof, zostanie zwrócona wartość true. Oznacza to jednak, że wywołanie odwrotne:

```
m.equals(e)
```

także musi zwrócić wartość true — reguła symetrii nie zezwala na zwrócenie wartości false ani spowodowanie wyjątku.

To krępuje klasę Manager. Jej metoda equals zmuszą ja do porównywania się z klasą Employee bez brania pod uwagę informacji właściwych tylko kierownikom! Nagle operator instanceof przestał wydawać się tak atrakcyjny!

Niektórzy twierdzą, że test getClass jest błędny, ponieważ łamie regułę zamienialności. Często przytaczany jest przykład metody equals w klasie AbstractSet, która sprawdza, czy dwa zbiory

Kup ksi k Pole ksi k

mają te same elementy. Klasa `AbstractSet` ma dwie konkretne podklasy: `TreeSet` i `HashSet`. Każda z nich lokalizuje elementy za pomocą innego algorytmu. Bez względu na implementację potrzebna jest możliwość porównywania zbiorów.

Jednak przykład zbioru dotyczy raczej wąskiej specjalizacji. Można by było zdefiniować metodę `AbstractSet.equals` jako finalną, ponieważ nikt nie powinien zmieniać semantyki równości zbiorów (obecnie metoda ta nie jest finalna, dzięki czemu możliwe jest zaimplementowanie w podklasie bardziej efektywnego algorytmu porównującego).

Z naszego punktu widzenia możliwe są dwa odrębne scenariusze:

- Jeśli podklasy mają własny mechanizm porównywania, reguła symetrii zmusza nas do użycia testu `getClass`.
- Jeśli mechanizm porównujący jest ustalony w nadklasie, można użyć operatora `instanceof`, pozwalając, aby obiekty różnych podklas były równe.

W przypadku klas `Employee` i `Manager` dwa obiekty uznajemy za równe, jeśli mają takie same pola. Jeśli dwa obiekty klasy `Manager` mają takie same imiona i nazwiska, pensje i daty zatrudnienia, ale różne dodatki do pensji, chcemy, aby były uznane za różne. Dlatego użyliśmy testu `getClass`.

Załóżmy jednak, że do porównywania użyliśmy identyfikatorów pracowników. Ten rodzaj porównania jest odpowiedni dla wszystkich podklas. W takim przypadku moglibyśmy zastosować operator `instanceof`, a metodę `Employee.equals` zadeklarować jako finalną.

Standardowa biblioteka Javy zawiera ponad 150 implementacji metody `equals`. Znajdują się wśród nich wersje z operatorem `instanceof`, wywołaniem `getClass`, przechwytywaniem wyjątku `ClassCastException` i nierobiące nic. W dokumentacji API klasy `java.sql.Timestamp` można znaleźć notatkę, w której implementatorzy sami ze wstydem przyznają, że zapędzili się w kozi róg. Klasa `java.sql.Timestamp` dziedziczy po klasie `java.util.Date`, której metoda `equals` wykorzystuje operator `instanceof`. Nie da się przesłonić metody `equals`, aby była dokładna i symetryczna.

Poniżej znajduje się opis procedury pisania idealnej metody `equals`:

1. Nadaj parametrowi jawnemu nazwę `otherObject` — później konieczne będzie rzutowanie go na inną zmienną, która powinna mieć nazwę `other`.

2. Sprawdź, czy `this` i `otherObject` są identyczne:

   ```
   if (this == otherObject) return true;
   ```

   Ta instrukcja służy tylko do optymalizacji. Jest to dość często spotykany przypadek. Łatwiej sprawdzić tożsamość obiektów, niż porównywać ich pola.

3. Sprawdź, czy obiekt `otherObject` jest równy `null`, i zwróć wartość `false`, jeśli jest.

   ```
   if (otherObject == null) return false;
   ```

4. Porównaj klasy obiektów `this` i `otherObject`. Jeśli semantyka metody `equals` może zmienić się w podklasach, użyj testu `getClass`:

```
if (getClass() != otherObject.getClass()) return false;
ClassName other = (ClassName) otherObject;
```

Jeśli *wszystkie* podklasy korzystają z tej samej semantyki, można użyć operatora `instanceof`:

```
if (!(otherObject instanceof ClassName)) return false;
```

Zwróć uwagę, że test operatora `instanceof` w przypadku powodzenia ustawia zmienną `other` na `otherObject`. Nie trzeba stosować rzutowania.

5. Rzutuj obiekt `otherObject` na zmienną typu swojej klasy:

```
ClassName other = (ClassName) otherObject
```

6. Porównaj pola zgodnie z własnymi wymaganiami. Dla pól typów podstawowych użyj operatora `==`, a metody `Objects.equals` dla obiektów. Zwróć wartość `true`, jeśli wszystkie pola się zgadzają, lub `false` w przeciwnym przypadku.

```
return field1 == other.field1
   && field2.equals(other.field2)
   && . . .;
```

Jeśli przedefiniujesz metodę `equals` w podklasie, użyj odwołania `super.equals(other)`.

Do porównania elementów dwóch tablic można użyć statycznej metody `Arrays.equals`. W przypadku tablic wielowymiarowych należy używać metody `Arrays.deepEquals`.

Poniżej znajduje się często spotykany błąd w implementacji metody `equals`. Na czym on polega?

```
public class Employee
{
   public boolean equals(Employee other)
   {
      return other != null
         && getClass() == other.getClass()
         && Objects.equals(name, other.name)
         && salary == other.salary
         && Objects.equals(hireDay, other.hireDay);
   }
   ...
}
```

Ta metoda deklaruje parametr jawny jako typ `Employee`. W wyniku tego nie przesłania ona metody `equals` z klasy `Object`, ale tworzy zupełnie nową metodę.

Można chronić się przed tego typu błędem, oznaczając metody mające przesłaniać metody nadklasy znacznikiem `@Override`:

```
@Override public boolean equals(Object other)
```

Kup ksi k Pole ksi k

> Jeśli zostanie popełniony błąd i zdefiniowana nowa metoda, kompilator zgłosi błąd. Przypuśćmy na przykład, że dodano poniższą deklarację do klasy `Employee`:
>
> ```
> @Override public boolean equals(Employee other)
> ```
>
> Zostanie zgłoszony błąd, ponieważ ta metoda nie przesłania żadnej metody w nadklasie `Object`.

`java.util.Arrays` **1.2**

- `static boolean equals(`*`xxx`*`[] a, `*`xxx`*`[] b)` **5**

  Zwraca wartość `true`, jeśli tablice są równe pod względem liczby elementów i elementy te są takie same na odpowiadających sobie pozycjach w obu tablicach. Tablice te mogą przechowywać elementy następujących typów: `Object`, `int`, `long`, `short`, `char`, `byte`, `boolean`, `float`, `double`.

`java.util.Objects` **7**

- `static boolean equals(Object a, Object b)`

  Zwraca wartość `true`, jeśli `a` i `b` są `null`, `false` — jeśli `a` lub `b` jest `null`, oraz `a.equals(b)` w pozostałych przypadkach.

5.2.4. Metoda hashCode

Wartość skrótu (ang. *hash code*) obiektu to obliczona dla niego specjalna liczba całkowita. Skróty powinny mieć różne wartości. To znaczy, że jeśli `x` i `y` to dwa różne obiekty, powinno istnieć wysokie prawdopodobieństwo, że `x.hashCode()` i `y.hashCode()` to dwie różne liczby. Tabela 5.1 przedstawia trzy przykładowe wartości skrótu zwrócone przez metodę `hashCode` klasy `String`.

Tabela 5.1. Wartości skrótu zwrócone przez metodę hashCode

Łańcuch	Wartość skrótu
`Witaj`	83588971
`Henryk`	-2137002381
`Kwiatek`	1350142454

Klasa `String` oblicza wartości skrótu za pomocą następującego algorytmu:

```
int hash = 0;
for (int i = 0; i < length(); i++)
   hash = 31 * hash + charAt(i);
```

Metoda `hashCode` znajduje się w klasie `Object`. Dlatego każdy obiekt ma domyślny skrót, który jest obliczany na podstawie adresu obiektu w pamięci. Przeanalizujmy poniższy kod:

```
var s = "Ok";
var sb = new StringBuilder(s);
System.out.println(s.hashCode() + " " + sb.hashCode());
```

Kup ksi k Pole ksi k

```
var t = new String("Ok");
var tb = new StringBuilder(t);
System.out.println(t.hashCode() + " " + tb.hashCode());
```

Wynik przedstawia tabela 5.2.

Tabela 5.2. Skróty łańcuchów i obiektów klasy StringBuilder

Obiekt	Wartość skrótu	Obiekt	Wartość
s	2556	t	2556
sb	20526976	tb	20527144

Należy zauważyć, że łańcuchy s i t mają takie same wartości skrótu, ponieważ skróty łańcuchów są pochodnymi ich *zawartości*. Obiekty sb i tb mają różne skróty, ponieważ dla klasy String↪Builder nie zdefiniowano metody hashCode. W związku z tym domyślna metoda hashCode klasy Object wygenerowała ich wartości skrótu na podstawie adresów w pamięci.

W przypadku przedefiniowania metody equals należy także przedefiniować metodę hashCode dla obiektów, które użytkownicy mogą wstawiać do tablicy skrótów (ang. *hash table*) — tablice skrótów zostały opisane w rozdziale 9.

Metoda hashCode powinna zwracać liczbę całkowitą (może być ujemna). Aby wartości skrótu różnych obiektów były różne, wystarczy użyć kombinacji skrótów pól tych obiektów.

Poniżej znajduje się przykładowa metoda hashCode klasy Employee:

```
public class Employee
{
   public int hashCode()
   {
      return 7 * name.hashCode()
      + 11 * Double.valueOf(salary).hashCode()
      + 13 * hireDay.hashCode();
   }
   . . .
}
```

Można tu jednak dokonać dwóch udoskonaleń. Po pierwsze, lepiej użyć zabezpieczonej przed null metody Objects.hashCode, która zwraca 0, jeśli jej argument jest null, albo wynik wywołania hashCode na tym argumencie w pozostałych przypadkach. Dodatkowo można użyć statycznej metody Double.hashCode, aby nie musieć tworzyć obiektu typu Double:

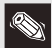
```
public int hashCode()
{
   return 7 * Objects.hashCode(name)
   + 11 * Double.hashCode(salary)
   + 13 * Objects.hashCode(hireDay);
}
```

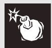
Po drugie, gdy trzeba połączyć kilka wartości skrótu (ang. *hash value*), można wywołać metodę Objects.hash, przekazując jej wszystkie te wartości. Spowoduje to wywołanie metody Objects.↪hashCode dla każdego argumentu i połączenie wartości. Wówczas metoda Employee.hashCode może być o wiele prostsza:

```
public int hashCode()
{
   return Objects.hash(name, salary, hireDay);
}
```

Definicje metod `equals` i `hashCode` muszą się ze sobą zgadzać — jeśli `x.equals(y)` zwraca wartość `true`, to `x.hashCode()` musi mieć taką samą wartość jak `y.hashCode()`. Jeśli na przykład metoda `Employee.equals` porównuje identyfikatory pracowników, metoda `hashCode` musi obliczać skróty na podstawie identyfikatorów, a nie imion i nazwisk pracowników czy adresów w pamięci.

Jeśli pola są typu tablicowego, można użyć metody `Arrays.hashCode`, która oblicza skrót złożony ze skrótów elementów tablicy.


Typ `record` automatycznie dostarcza metodę `hashCode`, która generuje kod skrótu z kodów skrótu wartości pól.


Jeśli zmienne egzemplarza mają małe zakresy możliwych wartości, to należy osiągnąć możliwie jak najwięcej osobnych kodów skrótu. Weźmy na przykład daty z kalendarza. Operacja 7 * rok + 11 * miesiąc + 13 * dzień generuje wiele kolizji. Natomiast 31 * 12 * rok + 31 * miesiąc + dzień jest „idealną funkcją skrótu”. Przy założeniu rozsądnego zakresu lat żadne dwie daty nie mają takiego samego kodu skrótu. (Metoda `hashCode` z klasy `LocalDate`, która obsługuje zakres ±999 999 999 lat, jest nieco bardziej skomplikowana).

`java.lang.Object` **1.0**

- `int hashCode()`

  Zwraca wartość skrótu dla obiektu. Skrót ten może być każdą dodatnią lub ujemną liczbą całkowitą. Identyczne obiekty powinny mieć takie same skróty.

`java.lang.Objects` **7**

- `int hash(Object... objects)`

  Zwraca wartość skrótu będącą kombinacją wartości skrótu wszystkich podanych obiektów.

- `static int hashCode(Object a)`

  Zwraca `0`, jeśli `a` jest `null`, lub `a.hashCode()` w pozostałych przypadkach.

`java.lang.(Integer|Long|Short|Byte|Double|Float|Character|Boolean)` **1.0**

- `static int hashCode(`*xxx* `value)` **8**

  Zwraca skrót podanej wartości. W tym przypadku *xxx* oznacza typ podstawowy odpowiadający danemu typowi opakowania.

`java.util.Arrays` **1.2**

- `static int hashCode(xxx[] a)` **5**

  Oblicza skrót tablicy `a`, która może przechowywać elementy następujących typów: `Object`, `int`, `long`, `short`, `char`, `byte`, `boolean`, `float`, `double`.

5.2.5. Metoda toString

Kolejną ważną metodą klasy `Object` jest metoda `toString`, która zwraca obiekt reprezentujący wartość obiektu. Z typowym przykładem jej zastosowania mamy do czynienia, gdy metoda `toString` klasy `Point` zwraca następujący łańcuch:

```
java.awt.Point[x=10,y=20]
```

Większość metod `toString` (ale nie wszystkie) ma następujący format: nazwa klasy plus wartości pól wymienione w nawiasach kwadratowych. Poniżej znajduje się implementacja metody `toString` w klasie `Employee`:

```
public String toString()
{
   return "Employee[name=" + name
      + ",salary=" + salary
      + ",hireDay=" + hireDay
      + "]";
}
```

Można to jednak zrobić nieco lepiej. Zamiast na sztywno wpisywać nazwę klasy w metodzie `toString`, nazwę tę można pobrać za pomocą wywołania `getClass().getName()`.

```
public String toString()
{
   return getClass().getName()
      + "[name=" + name
      + ",salary=" + salary
      + ",hireDay=" + hireDay
      + "]";
}
```

Dzięki temu metoda ta będzie działała także w podklasach.

Oczywiście twórca podklasy powinien zdefiniować własną metodę `toString`, uwzględniającą pola tej klasy. Jeśli w nadklasie użyto wywołania `getClass().getName()`, w podklasie można użyć wywołania `super.toString()`. Poniżej znajduje się przykładowa metoda `toString` klasy `Manager`:

```
public class Manager extends Employee
{
   . . .
   public String toString()
   {
      return super.toString()
         + "[bonus=" + bonus
         + "]";
   }
}
```

Kup ksi   k   Pole   ksi   k

Wydruk zawartości obiektu Manager wyglądałby następująco:

```
Manager[name=...,salary=...,hireDay=...][bonus=...]
```

Metoda toString jest bardzo często używana z jednego ważnego powodu: za każdym razem, gdy obiekt jest łączony z łańcuchem za pomocą operatora +, kompilator automatycznie wywołuje metodę toString, aby utworzyć łańcuchową reprezentację obiektu. Na przykład:

```
var p = new Point(10, 20);
String message = "Aktualne położenie to " + p;
// Automatyczne wywołanie p.toString().
```

Zamiast x.toString() można napisać "" + x. Ta instrukcja łączy pusty łańcuch z łańcuchową reprezentacją x, czyli robi dokładnie to samo co x.toString(). W przeciwieństwie do metody toString, ta instrukcja działa nawet wtedy, gdy x jest typu podstawowego.

Jeśli x jest dowolnego typu, w wywołaniu:

```
System.out.println(x);
```

metoda println wywołuje x.toString() i drukuje powstały w ten sposób łańcuch.

Klasa Object zawiera metodę toString, która drukuje nazwę klasy i skrót obiektu. Na przykład wywołanie:

```
System.out.println(System.out)
```

zwróci wynik podobny do poniższego:

```
java.io.PrintStream@187aeca
```

Jest to spowodowane tym, że programista implementujący klasę PrintStream nie zadał sobie trudu, aby przesłonić metodę toString.

Niestety tablice dziedziczą metodę toString po klasie Object, przez co typ tablicy jest drukowany w przestarzałym formacie. Na przykład:

```
int[] luckyNumbers = { 2, 3, 5, 7, 11, 13 };
String s = "" + luckyNumbers;
```

Powyższy kod zwraca łańcuch typu [I@e48e1b (przedrostek [I oznacza tablicę liczb całkowitych). Można temu zaradzić poprzez wywołanie metody Arrays.toString. Poniższy kod:

```
String s = Arrays.toString(luckyNumbers);
```

zwróci łańcuch [2, 3, 5, 7, 11, 13].

Aby prawidłowo wydrukować zawartość tablicy wielowymiarowej (tzn. tablicy tablic), należy użyć metody Arrays.deepToString.

Metoda `toString` jest doskonałym narzędziem do rejestracji danych. Wiele klas biblioteki standardowej zawiera metodę `toString`, która umożliwia uzyskanie informacji na temat stanu obiektu. Jest to szczególnie przydatne w przypadku komunikatów rejestracyjnych typu:

```
System.out.println("Aktualne położenie = " + position);
```

Jak piszemy w rozdziale 7., jeszcze lepszym rozwiązaniem jest użycie obiektu klasy `Logger` i zastosowanie następującego wywołania:

```
Logger.global.info("Aktualne położenie = " + position);
```

Zdecydowanie zalecam dodawanie metody `toString` do każdej nowej klasy. Każdy, kto będzie tych klas używał, z pewnością doceni ułatwienia dotyczące rejestracji danych.

W typach `record` metoda `toString` jest od razu dostępna. Zwraca ona nazwę klasy oraz nazwy i zamienione na łańcuchy wartości pól.

Program z listingu 5.4 testuje metody `equals`, `hashCode` oraz `toString` w klasach `Employee` (listing 5.5) i `Manager` (listing 5.6).

Listing 5.4. equals/EqualsTest.java

```
package equals;

/**
 * Jest to program demonstrujący użycie metody equals.
 * @version 1.12 2012-01-26
 * @author Cay Horstmann
 */
public class EqualsTest
{
   public static void main(String[] args)
   {
      var alice1 = new Employee("Alicja Adamczuk", 75000, 1987, 12, 15);
      var alice2 = alice1;
      var alice3 = new Employee("Alicja Adamczuk", 75000, 1987, 12, 15);
      var bob = new Employee("Bartosz Borkowski", 50000, 1989, 10, 1);

      System.out.println("alice1 == alice2: " + (alice1 == alice2));

      System.out.println("alice1 == alice3: " + (alice1 == alice3));

      System.out.println("alice1.equals(alice3): " + alice1.equals(alice3));

      System.out.println("alice1.equals(bob): " + alice1.equals(bob));

      System.out.println("bob.toString(): " + bob);

      var carl = new Manager("Karol Krakowski", 80000, 1987, 12, 15);
      var boss = new Manager("Karol Krakowski", 80000, 1987, 12, 15);
      boss.setBonus(5000);
      System.out.println("boss.toString(): " + boss);
      System.out.println("carl.equals(boss): " + carl.equals(boss));
```

Kup ksi k Pole ksi k

```
      System.out.println("alice1.hashCode(): " + alice1.hashCode());
      System.out.println("alice3.hashCode(): " + alice3.hashCode());
      System.out.println("bob.hashCode(): " + bob.hashCode());
      System.out.println("carl.hashCode(): " + carl.hashCode());
   }
}
```

Listing 5.5. equals/Employee.java

```
package equals;

import java.time.*;
import java.util.Objects;

public class Employee
{
   private String name;
   private double salary;
   private LocalDate hireDay;

   public Employee(String n, double s, int year, int month, int day)
   {
      name = n;
      salary = s;
      hireDay = LocalDate.of(year, month, day);
   }

   public String getName()
   {
      return name;
   }

   public double getSalary()
   {
      return salary;
   }

   public LocalDate getHireDay()
   {
      return hireDay;
   }

   public void raiseSalary(double byPercent)
   {
      double raise = salary * byPercent / 100;
      salary += raise;
   }

   public boolean equals(Object otherObject)
   {
      // Sprawdzenie, czy obiekty są identyczne
      if (this == otherObject) return true;

      // Musi zwrócić false, jeśli jawny parametr jest null
      if (otherObject == null) return false;

      // Jeśli klasy nie zgadzają się, nie mogą być jednakowe
      if (getClass() != otherObject.getClass()) return false;
```

```
      // Teraz wiadomo, że otherObject jest typu Employee i nie jest null
      var other = (Employee) otherObject;

      // Sprawdzenie, czy pola mają identyczne wartości
      return Objects.equals(name, other.name) && salary == other.salary &&
      ↪Objects.equals(hireDay, other.hireDay);
   }

   public int hashCode()
   {
      return Objects.hash(name, salary, hireDay);
   }

   public String toString()
   {
      return getClass().getName() + "[name=" + name + ",salary=" + salary +
      ↪",hireDay=" + hireDay
            + "]";
   }
}
```

Listing 5.6. equals/Manager.java

```
package equals;

public class Manager extends Employee
{
   private double bonus;

   public Manager(String n, double s, int year, int month, int day)
   {
      super(n, s, year, month, day);
      bonus = 0;
   }

   public double getSalary()
   {
      double baseSalary = super.getSalary();
      return baseSalary + bonus;
   }

   public void setBonus(double b)
   {
      this.bonus = bonus;
   }

   public boolean equals(Object otherObject)
   {
      if (!super.equals(otherObject)) return false;
      var other = (Manager) otherObject;
      // Metoda super.equals określiła, że obiekty należą do tej samej klasy
      return bonus == other.bonus;
   }

   public int hashCode()
   {
      return super.hashCode() + 17 * new Double(bonus).hashCode();
```

Kup ksi k Pole ksi k

```
    }

    public String toString()
    {
       return java.util.Objects.hash(super.hashCode(), bonus);
    }
}
```

`java.lang.Object` **1.0**

- `Class getClass()`

  Zwraca obiekt `Class` zawierający informacje dotyczące klasy obiektu. W dalszej części tego rozdziału dowiemy się, że w Javie istnieje zamknięta w klasie `Class` reprezentacja czasu wykonywania klas.

- `boolean equals(Object otherObject)`

  Porównuje dwa obiekty. Zwraca wartość `true`, jeśli oba obiekty wskazują ten sam obszar pamięci, lub `false` w przeciwnym przypadku. We własnych klasach powinno się tę metodę przesłaniać.

- `String toString()`

  Zwraca łańcuch reprezentujący wartość obiektu. We własnych klasach powinno się tę metodę przesłaniać.

`java.lang.Class` **1.0**

- `String getName()`

  Zwraca nazwę klasy.

- `Class getSuperClass()`

  Zwraca nadklasę danej klasy w postaci obiektu klasy `Class`.

5.3. Generyczne listy tablicowe

W niektórych językach programowania, zwłaszcza w C, rozmiary wszystkich tablic muszą być ustalone w czasie kompilacji. Nie podoba się to programistom, ponieważ zmusza ich to do niewygodnych kompromisów. Ilu pracowników będzie zatrudniał dany dział? Z pewnością nie więcej niż 100. Co zrobić, jeśli jeden dział będzie zatrudniać aż 150 pracowników? Czy dla każdego działu z tylko 10 pracownikami konieczne jest marnowanie 90 pozostałych miejsc?

W Javie sytuacja ta przedstawia się nieco lepiej. Rozmiar tablicy można ustawić w trakcie działania programu.

```
int actualSize = . . .;
var staff = new Employee[actualSize];
```

Oczywiście powyższy fragment kodu nie rozwiązuje w pełni problemu dynamicznej zmiany rozmiaru tablic w trakcie działania programu. Kiedy rozmiar tablicy jest ustalony, nie można go łatwo zmienić. W Javie najprostszy sposób na poradzenie sobie z taką często spotykaną sytuacją jest użycie klasy o nazwie `ArrayList`. Obiekty tej klasy są podobne do tablic, z tą różnicą, że automatycznie dostosowują swoje rozmiary w wyniku dodawania i odejmowania elementów. Nie wymaga to żadnych modyfikacji kodu.

`ArrayList` jest **klasą generyczną** z **parametrem typu**. Aby określić typ obiektów przechowywanych przez listę tablicową, należy podać nazwę klasy w nawiasach ostrych, np. `ArrayList<Employee>`. Sposób definiowania klas generycznych został opisany w rozdziale 8., choć znajomość tych technik nie jest konieczna, aby móc używać typu `ArrayList`.

W kolejnych punktach dowiesz się, jak posługiwać się listami tablicowymi.

5.3.1. Deklarowanie list tablicowych

Poniższy kod deklaruje i tworzy listę tablicową przechowującą obiekty klasy `Employee`:

```
ArrayList<Employee> staff = new ArrayList<Employee>();
```

Od Javy 10 dobrym pomysłem jest używanie słowa `var`, aby uniknąć powielania nazwy klasy:

```
var staff = new ArrayList<Employee>();
```

Jeśli nie używasz słowa kluczowego `var`, parametr po prawej stronie możesz opuścić.

```
ArrayList<Employee> staff = new ArrayList<>();
```

Jest to tzw. składnia diamentowa (ang. *diamond syntax*), nazwana tak ze względu na to, że pusty nawias <> przypomina kształtem diament. Należy ją stosować w połączeniu z operatorem `new`. Kompilator sprawdza, co się dzieje z nową wartością. Jeżeli zostaje przypisana do zmiennej, przekazana do metody lub zwrócona przez metodę, to kompilator sprawdza generyczny typ tej zmiennej lub tego parametru albo tej metody. Następnie wstawia ten typ w nawias <>. W przedstawionym przykładzie znajduje się przypisanie `new ArrayList()` do zmiennej typu `ArrayList<Employee>`, więc typ generyczny to `Employee`.

Jeśli deklarujesz listę `ArrayList` przy użyciu słowa kluczowego `var`, nie stosuj składni diamentowej. Deklaracja:

```
var elements = new ArrayList<>();
```

da w wyniku `ArrayList<Object>`.

Przed wersją 5.0 w Javie nie było klas generycznych. Zamiast tego była sama klasa `ArrayList`, która mogła przechowywać elementy typu `Object`. Nadal można używać klasy `ArrayList` bez <...>. Jest to tak zwany typ surowy (ang. *raw*), w którym usunięto parametr typu.

W jeszcze starszych wersjach Javy tablice dynamiczne tworzono za pomocą klasy `Vector`. Klasa `ArrayList` jest jednak bardziej efektywna i nie ma powodu do używania starej klasy `Vector`.

Nowe elementy do listy są dodawane za pomocą metody `add`. Poniższy fragment kodu zapełnia listę tablicową pracownikami:

```
staff.add(new Employee("Henryk Kwiatek", . . .));
staff.add(new Employee("Waldemar Kowalski", . . .));
```

Lista tablicowa zawiera wewnętrzną tablicę referencji do obiektów. Kiedy skończy się miejsce w tej tablicy, lista wykonuje swoje magiczne sztuczki. Jeśli wewnętrzna tablica jest pełna i zostanie wywołana metoda `add`, lista automatycznie utworzy większą tablicę i skopiuje do niej wszystkie obiekty.

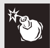
Jeśli liczba elementów, które będą przechowywane w tablicy, jest znana, przynajmniej w przybliżeniu, przed zapełnieniem listy należy wywołać metodę `ensureCapacity`.

```
staff.ensureCapacity(100);
```

Powyższe wywołanie zarezerwuje miejsce dla wewnętrznej tablicy mogącej przechowywać 100 elementów. Dzięki temu 100 pierwszych wywołań metody `add` nie spowoduje czasochłonnej realokacji.

Początkową pojemność listy można także przekazać do konstruktora klasy `ArrayList`:

```
ArrayList<Employee> staff = new ArrayList<>(100);
```



Alokacja listy tablicowej:

```
new ArrayList<>(100)    // Pojemność 100
```

nie jest tym samym co alokacja nowej tablicy:

```
new Employee[100]       // Rozmiar 100
```

Pomiędzy pojemnością listy tablicowej a rozmiarem tablicy jest duża różnica. Tablica o rozmiarze 100 zawiera 100 miejsc, w których może przechowywać dane. Lista tablicowa o pojemności 100 ma *możliwość* przechowywania 100 elementów (a nawet więcej kosztem dodatkowej realokacji). Jednak na początku, nawet po jej utworzeniu, lista tablicowa nie zawiera żadnych elementów.

Metoda `size` sprawdza liczbę elementów w liście tablicowej. Na przykład wywołanie:

```
staff.size()
```

zwróci bieżącą liczbę elementów w liście tablicowej `staff`. To wywołanie jest odpowiednikiem wywołania:

```
a.length
```

dla tablicy `a`.

Kup ksi k Pole ksi k

Kiedy jest już pewne, że rozmiar listy tablicowej się nie zmieni, można wywołać metodę trimTo↪Size. Metoda ta dostosowuje rozmiar bloku pamięci przechowującego listę dokładnie do aktualnego rozmiaru listy. Nadmiar pamięci zostanie wyczyszczony przez system zbierania nieużytków.

Jeśli po dopasowaniu rozmiaru listy zostaną dodane do niej nowe elementy, blok ponownie zostanie przeniesiony, co zabiera czas. Metody trimToSize należy używać wyłącznie wtedy, gdy jest pewne, że do listy tablicowej nie będą dodawane już nowe elementy.

> C++ Klasa ArrayList przypomina dostępny w C++ szablon vector. Jedno i drugie jest typem generycznym. Ale szablon vector przeciąża operator [], dzięki czemu dostęp do elementów jest wygodniejszy. Ponieważ w Javie nie można przeciążać operatorów, trzeba używać do tego celu metod. Ponadto wektory w C++ są kopiowane przez wartość. Jeśli a i b są wektorami, przypisanie a = b tworzy nowy wektor a o takiej samej długości jak b i kopiuje wszystkie elementy z b do a. Takie samo przypisanie w Javie powoduje, że zarówno a, jak i b odwołują się do tej samej listy tablicowej.

java.util.ArrayList<E> **1.2**

- ArrayList<E>()

  Tworzy pustą listę tablicową.

- ArrayList<E>(int initialCapacity)

  Tworzy pustą listę tablicową o podanej pojemności.

- boolean add(E obj)

  Dodaje obiekt na końcu listy. Zawsze zwraca wartość true.

- int size()

  Zwraca liczbę elementów aktualnie przechowywanych w liście (wartość ta nie może być większa niż pojemność listy).

- void ensureCapacity(int capacity)

  Zapewnia, że lista będzie miała wystarczającą pojemność do przechowywania danej liczby elementów, bez potrzeby realokacji wewnętrznej tablicy.

- void trimToSize()

  Redukuje pojemność listy do jej aktualnego rozmiaru.

5.3.2. Dostęp do elementów listy tablicowej

Niestety nie ma nic za darmo. Ceną za wygodę związaną z automatycznym powiększaniem się listy tablicowej jest bardziej skomplikowany dostęp do jej elementów. Powód jest taki, że klasa ArrayList nie należy do języka Java — została utworzona przez jakiegoś programistę i dodana do standardowej biblioteki.

Kup ksi k Pole ksi k

Zamiast składni z operatorem [], aby uzyskać dostęp do obiektów w celu ich odczytania lub modyfikacji, konieczne jest stosowanie metod get i set.

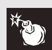
Aby na przykład ustawić wartość *i*-tego elementu, należy napisać:

```
staff.set(i, harry);
```

Powyższy zapis jest odpowiednikiem poniższego:

```
a[i] = harry;
```

dla tablicy a (tak samo jak w tablicach, numerowanie indeksów zaczyna się od zera).



Nie należy wywoływać list.set(i, x), jeśli *rozmiar* tablicy nie jest większy od i. Na przykład poniższy kod jest błędny:

```
var list = new ArrayList<Employee>(100);    // Pojemność 100, rozmiar 0
list.set(0, x);                             // Nie ma jeszcze elementu 0
```

Do zapełniania tablicy używaj metody add zamiast set, którą należy stosować tylko w celu podmiany wcześniej dodanego elementu.

Aby pobrać wartość elementu listy tablicowej, należy napisać:

```
Employee e = staff.get(i);
```

Zapis ten jest odpowiednikiem poniższego:

```
Employee e = a[i];
```

Gdy nie było generycznych klas, metoda get surowej klasy ArrayList nie miała innego wyjścia, jak zwracać obiekty klasy Object. Z tego powodu wywołujący tę metodę musiał rzutować zwróconą wartość na odpowiedni typ:

```
Employee e = (Employee) staff.get(i);
```

Ponadto surowa klasa ArrayList nie jest w pełni bezpieczna. Jej metody add i set przyjmują obiekty każdego typu. Poniższe wywołanie:

```
staff.set(i, "Henryk Kwiatek");
```

w czasie kompilacji spowoduje tylko ostrzeżenie, a problemy zaczną się dopiero po uzyskaniu obiektu i próbie rzutowania go. Przy użyciu ArrayList<Employee> kompilator wykryje ten błąd.

Czasami możliwe jest wzięcie tego, co najlepsze, z tablic i list tablicowych — elastyczności i wygodnego dostępu do elementów. Trzeba zastosować następującą sztuczkę. Należy utworzyć listę tablicową i wstawić do niej wszystkie potrzebne elementy:

```
var list = new ArrayList<X>();
while (. . .)
{
   x = . . .;
   list.add(x);
}
```

Następnie wszystkie elementy należy skopiować do tablicy za pomocą metody `toArray`:

```
var a = new X[list.size()];
list.toArray(a);
```

Aby dodać element w środku listy, należy użyć metody `add` z parametrem określającym indeks:

```
int n = staff.size() / 2;
staff.add(n, e);
```

Elementy znajdujące się na pozycjach od `n` do góry są przesuwane, aby zrobić miejsce dla nowego elementu. Jeśli nowy rozmiar listy przekracza jej pojemność, następuje realokacja wewnętrznej tablicy.

Podobnie ze środka listy można usunąć dowolny element:

```
Employee e = staff.remove(n);
```

Elementy znajdujące się nad nim zostaną skopiowane w dół, a rozmiar tablicy zostanie zmniejszony o jeden.

Operacje wstawiania i usuwania elementów nie należą do najefektywniejszych. W przypadku małych list nie ma raczej czym się przejmować, ale jeśli elementów jest dużo i są one często wstawiane do środka kolekcji i z niej usuwane, należy rozważyć użycie listy dwukierunkowej (ang. *linked list*). Zagadnienia związane z listami dwukierunkowymi zostały poruszone w rozdziale 9.

Zawartość listy tablicowej można przemierzać za pomocą pętli typu `for each`:

```
for (Employee e : staff)
   działania związane z e
```

Ta pętla daje taki sam rezultat jak poniższa:

```
for (int i = 0; i < staff.size(); i++)
{
   Employee e = staff.get(i);
   działania związane z e
}
```

Listing 5.7 przedstawia zmodyfikowaną wersję programu *EmployeeTest* z rozdziału 4. Tablica `Employee[]` została zastąpiona listą tablicową `ArrayList<Employee>`. Należy zwrócić uwagę na następujące zmiany:

- Nie ma konieczności określenia rozmiaru tablicy.
- Za pomocą metody `add` można dodać dowolną liczbę elementów.
- Do sprawdzenia liczby elementów została użyta metoda `size()` zamiast metody `length`.
- Dostęp do elementu daje wywołanie `a.get(i)` zamiast `a[i]`.

Listing 5.7. arrayList/ArrayListTest.java

```
package arrayList;

import java.util.*;
```

Kup ksi k Pole ksi k

```
/**
 * Ten program demonstruje użycie klasy ArrayList.
 * @version 1.11 2012-01-26
 * @author Cay Horstmann
 */
public class ArrayListTest
{
   public static void main(String[] args)
   {
      // Wstawienie do listy staff trzech obiektów klasy Employee.
      var staff = new ArrayList<Employee>();

      staff.add(new Employee("Karol Krakowski", 75000, 1987, 12, 15));
      staff.add(new Employee("Henryk Kwiatek", 50000, 1989, 10, 1));
      staff.add(new Employee("Waldemar Kowalski", 40000, 1990, 3, 15));

      // Zwiększenie pensji wszystkich pracowników o 5%.
      for (Employee e : staff)
         e.raiseSalary(5);

      // Drukowanie informacji o wszystkich obiektach Employee.
      for (Employee e : staff)
         System.out.println("name=" + e.getName() + ",salary=" + e.getSalary()
         ↪+ ",hireDay="
               + e.getHireDay());
   }
}
```

`java.util.ArrayList<E>` **1.2**

- `E set(int index, T obj)`

  Wstawia wartość `obj` do listy tablicowej w miejscu o określonym indeksie, zwraca poprzednią zawartość.

- `E get(int index)`

  Pobiera wartość zapisaną w określonym indeksie.

- `void add(int index, E obj)`

  Przesuwa elementy, aby dodać `obj` w określonym miejscu.

- `E remove(int index)`

  Usuwa element o określonym indeksie i przesuwa w dół wszystkie elementy, które znajdują się nad nim. Usunięty element jest zwracany.

5.3.3. Zgodność pomiędzy typowanymi a surowymi listami tablicowymi

Pisząc własny program, ze względów bezpieczeństwa należy zawsze używać parametrów typu. W tej części dowiesz się, jak korzystać ze starego kodu, w którym parametry te nie zostały użyte.

Mając poniższą starą klasę:

```
public class EmployeeDB
{
   public void update(ArrayList list) { ... }
   public ArrayList find(String query) { ... }
}
```

listę tablicową z typem można przekazać do metody `update` bez rzutowania.

```
ArrayList<Employee> staff = ...;
employeeDB.update(staff);
```

Do metody `update` przekazywany jest obiekt `staff`.

Mimo że kompilator nie zgłasza żadnego błędu ani ostrzeżenia, to wywołanie nie jest w pełni bezpieczne. Metoda `update` może dodać do listy tablicowej elementy, które nie są typu `Employee`. Kiedy te elementy są pobierane, powstaje wyjątek. Mimo że brzmi to strasznie, działanie to jest dokładnie takie samo jak przed Java SE 5.0. Integralność maszyny wirtualnej nigdy nie jest zagrożona. W tej sytuacji nie zostaje naruszone bezpieczeństwo, ale nie ma też żadnych korzyści z testów przeprowadzanych w czasie kompilacji.

Jeśli natomiast obiekt surowej klasy `ArrayList` zostanie przypisany do typu z parametrem, zostanie wyświetlone ostrzeżenie.

```
ArrayList<Employee> result = employeeDB.find(query);    // Powoduje ostrzeżenie
```

Aby ostrzeżenie się pojawiło, należy podać kompilatorowi opcję `-Xlint:unchecked`.

Zastosowanie rzutowania nie powoduje zniknięcia ostrzeżenia.

```
ArrayList<Employee> result = (ArrayList<Employee>)
   employeeDB.find(query);    // Powoduje kolejne ostrzeżenie
```

Zostanie wyświetlone inne ostrzeżenie informujące, że rzutowanie może wprowadzać w błąd.

Jest to spowodowane niezbyt udanym ograniczeniem typów generycznych w Javie. Ze względów zgodności kompilator konwertuje wszystkie listy tablicowe z typem na surowe obiekty klasy `ArrayList` po uprzednim sprawdzeniu, że reguły dotyczące typów nie zostały złamane. W działającym programie wszystkie listy tablicowe są takie same — w maszynie wirtualnej nie ma parametrów określających typ. W związku z tym rzutowania `(ArrayList)` i `(ArrayList<Employee>)` powodują przeprowadzenie identycznych sprawdzeń w trakcie działania programu.

Niewiele można z tym zrobić. Pracując ze starszym kodem, należy przyglądać się ostrzeżeniom zgłaszanym przez kompilator i pocieszać się tym, że nie mają one wielkiego znaczenia.

Gdy już osiągniesz zadowalający rezultat, możesz oznaczyć rzutowaną zmienną adnotacją `@SuppressWarnings("unchecked")`:

```
@SuppressWarnings("unchecked") ArrayList<Employee> result =
   (ArrayList<Employee>) employeeDB.find(query); // Powoduje zgłoszenie kolejnego ostrzeżenia
```

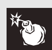
Kup ksi k   Pole ksi k

5.4. Opakowania obiektów i automatyczne pakowanie

Od czasu do czasu konieczna jest konwersja typu podstawowego, jak `int`, na obiekt. Każdy typ podstawowy ma swój odpowiednik w postaci klasy. Na przykład typowi `int` odpowiada klasa `Integer`. Tego typu klasy często są nazywane klasami **opakowującymi** (ang. *wrapper*). Nazwy klas opakowujących są oczywiste: `Integer`, `Long`, `Float`, `Double`, `Short`, `Byte`, `Character`, `Void` i `Boolean` (sześć pierwszych dziedziczy po wspólnej nadklasie `Number`). Klasy te są niezmienne, tzn. nie można zmienić opakowanej wartości po utworzeniu opakowania. Ponadto są finalne, co oznacza, że nie można tworzyć ich podklas.

Załóżmy, że potrzebujemy tablicy liczb całkowitych. Niestety parametr typu w nawiasach ostrych nie może określać typu podstawowego. Nie można utworzyć listy `ArrayList<int>`. W takiej sytuacji przydatna okazuje się klasa opakowująca. Listę obiektów klasy `Integer` można zadeklarować bez problemu.

```
var list = new ArrayList<Integer>();
```


Lista `ArrayList<Integer>` jest znacznie mniej wydajna niż tablica `int[]`, ponieważ każda wartość jest osobno zapakowana wewnątrz obiektu. Tego typu konstrukcji należy używać wyłącznie w przypadku małych kolekcji, kiedy wygoda programisty jest ważniejsza od wydajności.

Na szczęście istnieje technika umożliwiająca łatwe dodawanie i pobieranie elementów z tablicy. Wywołanie:

```
list.add(3);
```

jest automatycznie konwertowane na:

```
list.add(new Integer(3));
```

Tego typu konwersja nazywa się **automatycznym opakowywaniem** (ang. *autoboxing*).

Mogłoby się wydawać, że bardziej odpowiednim terminem byłoby **autowrapping**, ale człon **boxing** został przejęty z języka C#.

Jeśli natomiast obiekt klasy `Integer` zostanie przypisany do wartości `int`, zostanie automatycznie odpakowany. To znaczy kompilator przekonwertuje:

```
int n = list.get(i);
```

na:

```
int n = list.get(i).intValue();
```

Kup ksi k Pole ksi k

Automatyczne opakowywanie i odpakowywanie działa nawet w przypadku operacji arytmetycznych. Można na przykład zastosować do referencji do obiektu opakowującego operator inkrementacji:

```
Integer n = 3;
n++;
```

Kompilator automatycznie wstawi instrukcje odpakowujące obiekt, zwiększające opakowaną w nim wartość i opakowujące ją z powrotem.

W większości przypadków wydaje się, że typy podstawowe i ich opakowania są jednym i tym samym. Jest między nimi tylko jedna znacząca różnica: tożsamość. Jak wiadomo, operator == zastosowany do obiektów opakowujących sprawdza tylko, czy obiekty te mają identyczne lokalizacje w pamięci. W związku z tym poniższe porównanie prawdopodobnie zakończyłoby się niepowodzeniem:

```
Integer a = 1000;
Integer b = 1000;
if (a == b) ...
```

Jednak implementacja Javy *może*, jeśli tak zdecyduje, opakować często pojawiające się wartości w identyczne obiekty i wtedy takie porównanie zakończyłoby się powodzeniem. Taka dwuznaczność nie jest pożądana. Rozwiązaniem problemu jest porównywanie obiektów opakowujących za pomocą metody `equals`.

Specyfikacja automatycznego opakowywania wymaga, aby typy `boolean`, `byte`, `char` o wartościach mniejszych bądź równych 127 oraz `short` i `int` w przedziale od –128 do 127 były opakowywane w ustalone obiekty. Jeśli na przykład w powyższym fragmencie kodu `a` i `b` zostałyby zainicjalizowane wartością 100, porównywanie musiałoby się zakończyć powodzeniem.

Nigdy nie polegaj na tożsamości obiektów opakowujących. Nie porównuj ich za pomocą operatora == i nie używaj ich jako blokad (rozdział 14.).

Nie używaj konstruktorów klas opakowujących. Są wycofywane i przeznaczone do usunięcia. Na przykład pisz `Integer.valueOf(1000)`, a nie `new Integer(1000)`. Ewentualnie polegaj po prostu na automatycznym opakowywaniu: `Integer a = 1000`.

Z automatycznym pakowaniem wiążą się jeszcze pewne inne subtelne kwestie. Przede wszystkim referencje do obiektów klasy opakowującej mogą mieć wartość `null`, więc operacja automatycznego odpakowywania może spowodować zgłoszenie wyjątku `NullPointerException`.

```
Integer n = null;
System.out.println(2 * n); // powoduje wyjątek NullPointerException
```

A jeśli zmiesza się typy `Integer` i `Double` w wyrażeniu warunkowym, to wartość `Integer` zostanie odpakowana, przekonwertowana na `double` i spakowana w `Double`:

Kup książkę Poleć książkę

```
Integer n = 1;
Double x = 2.0;
System.out.println(true ? n : x); // drukuje 1.0
```

Należy również zaznaczyć, że opakowywanie i odpakowywanie zawdzięczamy „uprzejmości” *kompilatora*, a nie maszyny wirtualnej. Kompilator wstawia odpowiednie wywołania, kiedy generuje kod bajtowy klasy. Rola maszyny wirtualnej sprowadza się tylko do wykonywania tego kodu.

W przyszłej wersji Javy programista będzie mógł definiować własne typy danych o takich samych cechach jak podstawowe typy danych, czyli nie przechowujące wartości w obiektach. Na przykład wartość podstawowego typu danych `Point` zawierającego pola `x` i `y` typu `double` jest w pamięci 16-bajtowym blokiem obejmującym dwie przylegające do siebie wartości typu `double`. Można go skopiować, ale nie można utworzyć referencji do niego.

Jeśli potrzebna jest referencja, należy użyć automatycznie wygenerowanej klasy towarzyszącej (zgodnie z obecnymi propozycjami miałaby nazwę `Point.ref`). Pakowanie i rozpakowywanie odbywa się automatycznie, tak samo jak w przypadku wszystkich typów podstawowych.

Kiedyś klasy opakowujące typów podstawowych zostaną zunifikowane z tymi klasami. Na przykład `Double` będzie aliasem `double.ref`.

Obiekty opakowujące typów liczbowych są także często używane do innego celu. Projektanci Javy odkryli, że obiekty opakowujące są dobrym miejscem na przechowywanie niektórych podstawowych metod, jak te, które służą do konwersji łańcuchów cyfr na liczby.

Aby przekonwertować łańcuch na liczbę, należy użyć następującej instrukcji:

```
int x = Integer.parseInt(s);
```

Kod ten nie ma nic wspólnego z obiektami klasy `Integer` — metoda `parseInt` jest statyczna. Jednak klasa `Integer` była dobrym miejscem na przechowywanie tej metody.

W opisie API znajdują się informacje o innych ważniejszych metodach klasy `Integer`. Pozostałe klasy odpowiadające typom liczbowym zawierają podobne metody.

Niektórzy programiści uważają, że klas opakowujących można używać do implementacji metod, które mogą modyfikować parametry liczbowe. Są jednak w błędzie. Pamiętamy z rozdziału 4., że w Javie nie można napisać metody zwiększającej parametr liczbowy, ponieważ parametry są zawsze przekazywane do metod przez wartość.

```
public static void triple(int x)      // nie zadziała
{
   x = 3 * x;                          // modyfikacja lokalnej zmiennej
}
```

Czy można to ominąć, stosując typ `Integer` zamiast `int`?

Kup ksi k Pole ksi k

```
public static void triple(Integer x)    // nie zadziała
{
   ...
}
```

Problem polega na tym, że obiekty klasy `Integer` są **niezmienialne** — informacje zawarte w obiekcie opakowującym nie mogą być zmieniane. Nie można użyć tych klas opakowujących do tworzenia metod modyfikujących parametry liczbowe.

`java.lang.Integer` **1.0**

- `int intValue()`

  Zwraca wartość obiektu `Integer` jako liczbę typu `int` (przesłania metodę `intValue` z klasy `Number`).

- `static String toString(int i)`

  Zwraca nowy obiekt klasy `String` reprezentujący liczbę `i` w systemie dziesiętnym.

- `static String toString(int i, int radix)`

  Zwraca reprezentację liczby `i` w systemie określonym przez parametr `radix`.

- `Static int parseInt(String s)`
- `Static int parseInt(String s, int radix)`

  Zwraca liczbę całkowitą utworzoną z cyfr w łańcuchu `s`. Łańcuch ten musi reprezentować liczbę w systemie dziesiętnym (w przypadku pierwszej metody) lub w systemie określonym przez parametr `radix` (druga metoda).

- `static Integer valueOf(String s)`
- `static Integer valueOf(String s, int radix)`

  Zwraca obiekt klasy `Integer` zainicjalizowany liczbą całkowitą reprezentowaną przez łańcuch `s`. Łańcuch ten musi reprezentować liczbę w systemie dziesiętnym (w przypadku pierwszej metody) lub w systemie określonym przez parametr `radix` (druga metoda).

`java.text.NumberFormat` **1.1**

- `Number parse(String s)`

  Zwraca wartość liczbową, jeśli łańcuch `s` reprezentuje liczbę.

5.5. Metody ze zmienną liczbą parametrów

Programista może tworzyć metody, które da się wywoływać z różną liczbą parametrów (można spotkać ich angielską nazwę **varargs**).

Kup ksi k Pole ksi k

Znamy już metodę `printf`. Na przykład wywołania:

```
System.out.printf("%d", n);
```

i

```
System.out.printf("%d %s", n, "widgets");
```

dotyczą tej samej metody, mimo że pierwsze z nich ma dwa parametry, a drugie trzy.

Definicja metody `printf` wygląda następująco:

```
public class PrintStream
{
   public PrintStream printf(String fmt, Object... args)
   {
      return format(fmt, args);
   }
}
```

W powyższym kodzie wielokropek (...) jest częścią kodu Javy. Określa on, że metoda może przyjmować dowolną liczbę obiektów (parametr `fmt` jest obowiązkowy).

Metoda `printf` w rzeczywistości przyjmuje dwa parametry — łańcuch formatu i tablicę `Object[]`, która zawiera wszystkie pozostałe parametry (jeśli zostanie podana wartość typu podstawowego, jak `int`, mechanizm automatycznego opakowywania zamieni ją na obiekt). Musi ona przeskanować łańcuch `fmt` i dopasować *i*-ty specyfikator formatu do wartości `args[i]`.

Innymi słowy, z punktu widzenia programisty implementującego metodę `printf` typ parametru `Object...` jest dokładnie tym samym co `Object[]`.

Kompilator musi przekonwertować każde wywołanie metody `printf`, pakując parametry do tablicy i wykonując w razie potrzeby automatyczne opakowywanie:

```
System.out.printf("%d %s", new Object[] { Integer.valueOf(n), "widgets" } );
```

Można definiować własne metody ze zmienną liczbą parametrów. Parametry te mogą być każdego typu, także podstawowego. Poniżej znajduje się prosty przykład takiej funkcji — zwraca największą liczbę w zbiorze o zmiennych rozmiarach:

```
public static double max(double... values)
{
   double largest = Double.NEGATIVE_INFINITY;
   for (double v : values) if (v > largest) largest = v;
   return largest;
}
```

Należy ją wywołać w następujący sposób:

```
double m = max(3.1, 40.4, -5);
```

Kompilator przekazuje tablicę `new double[] {3.1, 40.4, -5}` do funkcji `max`.

Kup książkę Poleć książkę

Ostatnim parametrem metody o zmiennej liczbie parametrów może być tablica. Na przykład:

```
System.out.printf("%d %s", new Object[] { Integer.valueOf(1), "widgets" } );
```

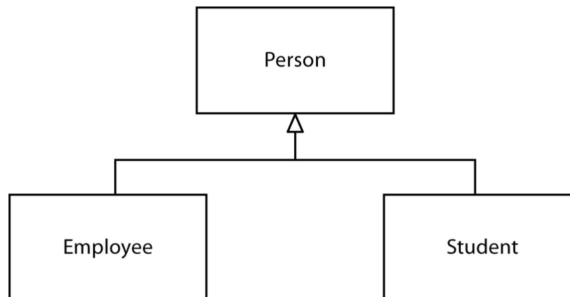
W związku z tym można przedefiniować istniejącą funkcję, której ostatni parametr jest tablicą, na metodę ze zmienną liczbą parametrów, nie uszkadzając istniejącego kodu. Na przykład w ten sposób rozszerzono metodę `MessageFormat.format` w Java SE 5.0. Można nawet zadeklarować metodę `main` w następujący sposób:

```
public static void main(String... args)
```

5.6. Klasy abstrakcyjne

Im bliżej wierzchołka hierarchii dziedziczenia, tym klasy są bardziej ogólne i często bardziej abstrakcyjne. W pewnym momencie klasa nadrzędna staje się tak abstrakcyjna, że zaczyna być traktowana nie jako klasa do tworzenia obiektów o określonym przeznaczeniu, a jako podstawa do tworzenia innych klas. Przeanalizujmy na przykład rozszerzenie hierarchii klasy `Employee`. Pracownik (ang. *employee*), podobnie jak student, jest osobą. Poszerzymy naszą hierarchię klas o klasy `Person` (osoba) i `Student`. Rysunek 5.2 przedstawia relacje dziedziczenia zachodzące pomiędzy tymi klasami.

Rysunek 5.2. Diagram dziedziczenia klasy Person i jej podklas



Po co w ogóle zaprzątać sobie głowę takim poziomem abstrakcji? Niektóre cechy ma każda osoba, np. nazwisko. Zarówno studenci, jak i pracownicy mają nazwiska, a więc wprowadzenie wspólnej nadklasy umożliwia wydzielenie metody `getName` i przeniesienie jej na wyższy poziom hierarchii dziedziczenia.

Dodamy teraz nową metodę o nazwie `getDescription`, która zwraca krótki opis osoby, np.:

```
pracownik zarabiający 50 000,00 zł
student specjalizacji informatyka
```

Implementacja tej metody dla klas `Employee` i `Student` jest łatwa. Jakie natomiast informacje można podać w klasie `Person`? Klasa ta ma jedynie informacje na temat nazwiska osoby. Oczywiście można zaimplementować metodę `Person.getDescription()`, która zwraca pusty łańcuch.

Kup ksi k Pole ksi k

Istnieje jednak lepsze rozwiązanie. Dzięki użyciu słowa kluczowego `abstract` w ogóle nie ma potrzeby implementowania tej metody.

```
public abstract String getDescription();
   // nie jest potrzebna żadna implementacja
```

Klasa zawierająca przynajmniej jedną metodę abstrakcyjną sama musi być abstrakcyjna.

```
public abstract class Person
{ . . .
   public abstract String getDescription();
}
```

Poza metodami abstrakcyjnymi klasy abstrakcyjne mogą zawierać pola i metody konkretne. Na przykład klasa `Person` przechowuje nazwisko osoby i ma metodę konkretną, która zwraca te dane.

```
public abstract class Person
{
   private String name;

   public Person(String name)
   {
      this.name = name;
   }
   public abstract String getDescription();
   public String getName()
   {
     return name;
   }
}
```

Niektórzy programiści nie wiedzą, że klasy abstrakcyjne mogą zawierać metody konkretne. Należy zawsze przenosić wspólne pola i metody (bez względu na to, czy są abstrakcyjne, czy nie) do nadklasy (abstrakcyjnej lub nie).

Metody abstrakcyjne pełnią rolę symbolu zastępczego dla metod, które są implementowane w podklasach. Przy rozszerzaniu klasy abstrakcyjnej programista ma do wyboru jedną z dwóch opcji: może pozostawić niezdefiniowane niektóre lub wszystkie metody nadklasy — wtedy podklasa również musi być abstrakcyjna, albo zdefiniować wszystkie metody i wtedy podklasa nie jest abstrakcyjna.

Jako przykład zdefiniujemy klasę `Student`, która będzie rozszerzała abstrakcyjną klasę `Person` i implementowała metodę `getDescription`. Ponieważ żadna z metod klasy `Student` nie jest abstrakcyjna, klasa ta również nie musi być abstrakcyjna.

Klasę można zdefiniować jako abstrakcyjną, nawet jeśli nie zawiera żadnych metod abstrakcyjnych.

Nie można tworzyć obiektów klas abstrakcyjnych. To znaczy, że jeśli klasa ma w deklaracji słowo `abstract`, nie może mieć obiektów. Na przykład poniższe wyrażenie:

Kup ksi k Pole ksi k

```
new Person("Wincenty Witos")
```

jest błędne. Można natomiast tworzyć obiekty podklas konkretnych.

Nadal można tworzyć zmienne obiektów klas abstrakcyjnych, ale takie zmienne muszą się odnosić do obiektu podklasy nieabstrakcyjnej. Na przykład:

```
Person p = new Student("Vince Vu", "Economics");
```

Tutaj zmienna `p` jest typu abstrakcyjnego `Person`, ale odnosi się do egzemplarza nieabstrakcyjnej podklasy `Student`.

W C++ metoda abstrakcyjna nazywa się **funkcją czysto wirtualną** i jest oznaczana końcowymi znakami =0:

```
class Person   // C++
{
public:
   virtual string getDescription() = 0;
   . . .
};
```

W C++ klasa jest abstrakcyjna, jeśli zawiera co najmniej jedną funkcję czysto wirtualną. Nie ma w tym języku specjalnego słowa kluczowego określającego klasę abstrakcyjną.

Zdefiniujemy konkretną podklasę `Student`, która rozszerza abstrakcyjną klasę `Person`:

```
public class Student extends Person
{
   private String major;

   public Student(String name, String major)
   {
      super(name);
      this.major = major;
   }
   public String getDescription()
   {
      return "student specjalizacji " + major;
   }
}
```

Klasa `Student` zawiera definicję metody `getDescription`. W związku z tym wszystkie metody tej klasy są konkretne, czyli nie jest ona abstrakcyjna.

Program przedstawiony na listingach 5.8, 5.9, 5.10 i 5.11 definiuje abstrakcyjną nadklasę o nazwie `Person` i dwie konkretne podklasy o nazwach `Employee` i `Student`. Do tablicy referencji typu `Person` wstawiane są obiekty klas `Employee` i `Student`:

```
var people = new Person[2];
people[0] = new Employee(. . .);
people[1] = new Student(. . .);
```

Kup książkę Poleć książkę

Listing 5.8. abstractClasses/PersonTest.java

```
package abstractClasses;

/**
 * Ten program demonstruje klasy abstrakcyjne.
 * @version 1.01 2004-02-21
 * @author Cay Horstmann
 */
public class PersonTest
{
   public static void main(String[] args)
   {
      var people = new Person[2];

      // Wstawienie do tablicy people obiektów Student i Employee.
      people[0] = new Employee("Henryk Kwiatek", 50000, 1989, 10, 1);
      people[1] = new Student("Maria Mrozowska", "informatyka");

      // Drukowanie imion i nazwisk oraz opisów wszystkich obiektów klasy Person.
      for (Person p : people)
         System.out.println(p.getName() + ", " + p.getDescription());
   }
}
```

Listing 5.9. abstractClasses/Person.java

```
package abstractClasses;

public abstract class Person
{
   public abstract String getDescription();
   private String name;

   public Person(String name)
   {
      this.name = name;
   }

   public String getName()
   {
      return name;
   }
}
```

Listing 5.10. abstractClasses/Employee.java

```
package abstractClasses;

import java.time.*;

public class Employee extends Person
{
   private double salary;
   private LocalDate hireDay;
```

Kup ksi k Pole ksi k

```
   public Employee(String n, double s, int year, int month, int day)
   {
      super(name);
      this.salary = salary;
      hireDay = LocalDate.of(year, month, day);
   }

   public double getSalary()
   {
      return salary;
   }

   public Date getHireDay()
   {
      return hireDay;
   }

   public String getDescription()
   {
      return String.format("pracownik zarabiający  %.2f zł", salary);
   }

   public void raiseSalary(double byPercent)
   {
      double raise = salary * byPercent / 100;
      salary += raise;
   }
}
```

Listing 5.11. abstractClasses/Student.java

```
package abstractClasses;

public class Student extends Person
{
   private String major;

   /**
    * @param n imię i nazwisko studenta
    * @param m specjalizacja studenta
    */
   public Student(String name, String major)
   {
      // Przekazanie name do konstruktora nadklasy.
      super(name);
      this.major = major;
   }

   public String getDescription()
   {
      return "student specjalizacji " + major;
   }
}
```

Poniższy fragment kodu odpowiada za wydruk imion i nazwisk oraz opisów powyższych obiektów:

```
for (Person p : people)
   System.out.println(p.getName() + ", " + p.getDescription());
```

Wątpliwości może budzić poniższe wywołanie:

```
p.getDescription()
```

Czy nie jest to wywołanie niezdefiniowanej metody? Należy pamiętać, że zmienna `p` nie odwołuje się nigdy do obiektu `Person`, ponieważ nie można utworzyć obiektu klasy abstrakcyjnej `Person`. Zmienna `p` zawsze odwołuje się do obiektu konkretnej podklasy, jak `Employee` lub `Student`. Dla tych obiektów metoda `getDescription` jest zdefiniowana.

Czy można by było pominąć abstrakcyjną metodę nadklasy abstrakcyjnej `Person` i zdefiniować metody `getDescription` w podklasach `Employee` i `Student`? Gdybyśmy tak zrobili, niemożliwe byłoby wywołanie metody `getDescription` na rzecz zmiennej `p`, ponieważ kompilator zezwala na wywoływanie tylko tych metod, które są zdefiniowane w danej klasie.

Metody abstrakcyjne są bardzo ważnym elementem języka programowania Java. Najczęściej występują w *interfejsach*. Więcej informacji na temat interfejsów zawiera rozdział 6.

5.7. Klasy wyliczeniowe

W rozdziale 3. nauczyliśmy się definiować typy wyliczeniowe. Oto typowy przykład:

```
public enum Size {SMALL, MEDIUM, LARGE, EXTRA_LARGE}
```

Typ zdefiniowany przez powyższą deklarację jest w rzeczywistości klasą. Ma ona dokładnie cztery egzemplarze — nie można tworzyć jej nowych obiektów.

W związku z tym do porównywania typów wyliczeniowych nie trzeba używać metody `equals`. Wystarczy operator `==`.

Do typu wyliczeniowego można dodać konstruktory, metody i pola. Oczywiście konstruktory są wywoływane tylko wówczas, gdy są konstruowane stałe wyliczeniowe. Na przykład:

```
public enum Size
{
   SMALL("S"), MEDIUM("M"), LARGE("L"), EXTRA_LARGE("XL");

   private String abbreviation;

   Size(String abbreviation) { this.abbreviation = abbreviation; }
      // prywatna automatycznie
   public String getAbbreviation() { return abbreviation; }
}
```

Konstruktor wyliczenia zawsze jest prywatny. Modyfikator `private` można opuścić, jak pokazano w poprzednim przykładzie. Zadeklarowanie konstruktora wyliczenia jako publicznego lub chronionego stanowi błąd składni.

Wszystkie typy wyliczeniowe są podklasami abstrakcyjnej klasy `Enum`. Dziedziczą po niej kilka metod. Do najbardziej przydatnych należy metoda `toString`, która zwraca nazwę stałej wyliczeniowej. Na przykład wywołanie `Size.SMALL.ToString()` zwraca łańcuch `"SMALL"`.

Kup ksi k Pole ksi k

Przeciwieństwem metody `toString` jest statyczna metoda `valueOf`. Na przykład poniższa instrukcja ustawia `s` na `Size.SMALL`.

```
Size s = (Size) Enum.valueOf(Size.class, "SMALL");
```

Każdy typ wyliczeniowy ma statyczną metodę `values`, która zwraca wszystkie wartości wyliczenia. Na przykład wywołanie:

```
Size[] values = Size.values();
```

zwraca tablicę zawierającą następujące elementy: `Size.SMALL`, `Size.MEDIUM`, `Size.LARGE` oraz `Size.EXTRA_LARGE`.

Metoda `ordinal` zwraca położenie stałej wyliczeniowej w deklaracji `enum`, zaczynając liczenie od zera. Na przykład wywołanie `Size.MEDIUM.ordinal()` zwraca wartość 1.

Krótki program przedstawiony na listingu 5.12 demonstruje zastosowanie typów wyliczeniowych.

Klasa `Enum` ma parametr typu, który dla uproszczenia pominęliśmy. Na przykład typ wyliczeniowy `Size` w rzeczywistości rozszerza `Enum<Size>`. Parametr typu jest używany przez metodę `compareTo` (metodę `compareTo` opisujemy w rozdziale 6., a parametry typu w rozdziale 8.).

Listing 5.12. enums/EnumTest.java

```
package enums;

import java.util.*;

/**
 * Ten program demonstruje typy wyliczeniowe.
 * @version 1.0 2004-05-24
 * @author Cay Horstmann
 */
public class EnumTest
{
   public static void main(String[] args)
   {
      var in = new Scanner(System.in);
      System.out.print("Podaj rozmiar: (SMALL, MEDIUM, LARGE, EXTRA_LARGE) ");
      String input = in.next().toUpperCase();
      Size size = Enum.valueOf(Size.class, input);
      System.out.println("rozmiar=" + size);
      System.out.println("skrót=" + size.getAbbreviation());
      if (size == Size.EXTRA_LARGE)
         System.out.println("Dobra robota -- nie pominąłeś znaku podkreślenia _.");
   }
}

enum Size
{
   SMALL("S"), MEDIUM("M"), LARGE("L"), EXTRA_LARGE("XL");

   private Size(String abbreviation) { this.abbreviation = abbreviation; }
```

```
    public String getAbbreviation() { return abbreviation; }

    private String abbreviation;
}
```

java.lang.Enum<E> **5**

- `static Enum valueOf(Class enumClass, String name)`

  Zwraca stałą wyliczeniową danej klasy o podanej nazwie.

- `String toString()`

  Zwraca nazwę stałej wyliczeniowej.

- `int ordinal()`

  Zwraca położenie w deklaracji `enum` (licząc od zera) stałej wyliczeniowej.

- `int compareTo(E other)`

  Zwraca ujemną liczbę całkowitą, jeśli stała wyliczeniowa występuje przed `other`, zero — jeśli `this == other`, lub liczbę dodatnią w przeciwnym przypadku. Kolejność stałych jest określana przez deklarację `enum`.

5.8. Klasy zapieczętowane

Jeśli klasa nie jest zadeklarowana jako finalna, to każdy może utworzyć jej podklasę. Czy można mieć nad tym bardziej szczegółową kontrolę? Powiedzmy na przykład, że chcemy napisać własną bibliotekę JSON, ponieważ żadna z istniejących nie odpowiada w pełni naszym potrzebom.

W standardzie JSON znajduje się zapis informujący, że wartością JSON jest tablica, liczba, łańcuch, wartość logiczna, obiekt lub null. Oczywistym wyborem do reprezentowania tych wartości są klasy `JSONArray`, `JSONNumber` itd., które rozszerzają klasę `JSONValue`:

```
public abstract class JSONValue
{
    // Metody dotyczące wszystkich wartości JSON
}
public final class JSONArray extends JSONValue
{
    . . .
}
public final class JSONNumber extends JSONValue
{
    . . .
}
```

Przez dodanie słowa `final` do deklaracji klas `JSONArray`, `JSONNumber` itd. uniemożliwiamy komukolwiek utworzenie ich podklas. Nie możemy natomiast zabronić utworzenia kolejnej podklasy klasy `JSONValue`.

Do czego mogłaby być nam potrzebna taka możliwość? Spójrz na poniższy kod:

```
JSONValue v = . . .;
if (v instanceof JSONArray a) . . .
else if (v instanceof JSONNumber n) . . .
else if (v instanceof JSONString s) . . .
else if (v instanceof JSOBoolean b) . . .
else if (v instanceof JSONObject o) . . .
else . . . // Musi być JSONNull
```

W tym przypadku przepływ sterowania implikuje, że znamy wszystkie bezpośrednie podklasy klasy `JSONValue`. To nie jest otwarta hierarchia. Standard JSON się nie zmieni, a jeśli tak, to my, jako implementatorzy biblioteki, dodamy siódmą podklasę. Nie chcemy, aby ktokolwiek inny mieszał w tej hierarchii klas.

Mechanizmem pozwalającym kontrolować dziedziczenie w Javie jest **pieczętowanie** klas. Technika ta została wprowadzona na próbę w wersji 15 i ostatecznie zaimplementowana w wersji 17 języka.

Poniżej znajduje się przykład zapieczętowania klasy `JSONValue`:

```
public abstract sealed class JSONValue
    permits JSONArray, JSONNumber, JSONString, JSONBoolean, JSONObject, JSONNull
{
    . . .
}
```

Próba zdefiniowania klasy spoza dozwolonej listy jest błędem:

```
public class JSONComment extends JSONValue { . . . } // Błąd
```

W tym przypadku to bardzo dobrze, bo standard JSON nie przewiduje komentarzy. Zatem klasy zapieczętowane umożliwiają precyzyjne modelowanie ograniczeń dziedziny.

Dopuszczalne podklasy klasy zapieczętowanej muszą być dostępne. Nie mogą być prywatnymi konstrukcjami zagnieżdżonymi w innej klasie ani jednostkami widocznymi tylko w obrębie innego pakietu.

Reguły dotyczące dozwolonych podklas publicznych są jeszcze surowsze. Te klasy muszą się znajdować w tym samym pakiecie co klasa zapieczętowana. Jeśli jednak w użyciu są moduły (rozdział 9. tomu drugiego), to wystarczy, aby taka klasa znajdowała się w tym samym module.

Klasę zapieczętowaną można zadeklarować bez klauzuli `permits`. W takim przypadku wszystkie jej bezpośrednie podklasy muszą być zadeklarowane w tym samym pliku. Programiście nie mający do niego dostępu nie mogą tworzyć podklas.

W pliku może się znajdować tylko jedna klasa publiczna, a więc zasada ta wydaje się dotyczyć wyłącznie sytuacji, w której podklasy nie są przeznaczone do publicznego użytku.

Z drugiej strony w następnym rozdziale poznasz techniki używania klas wewnętrznych jako publicznych podklas.

Kup ksi k Pole ksi k

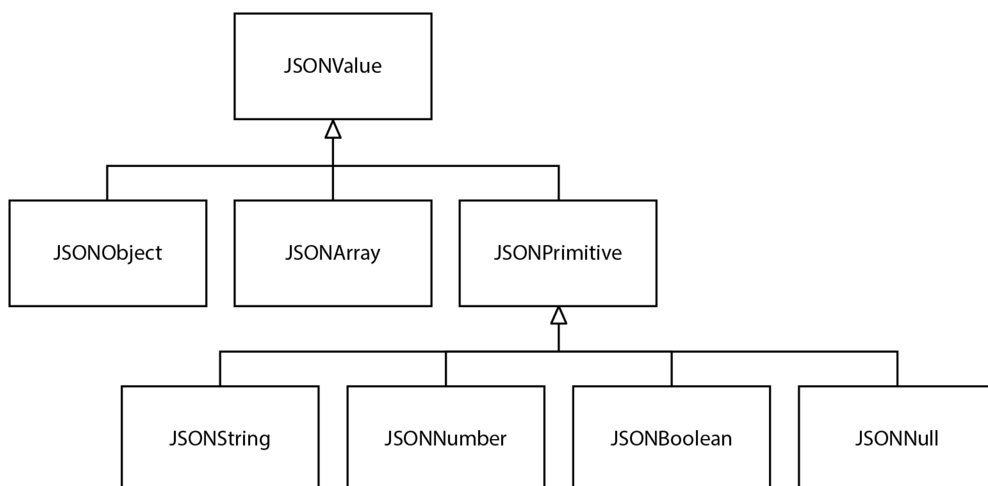
Ważnym argumentem przemawiającym za klasami zapieczętowanymi jest możliwość przeprowadzania kontroli przez kompilator. Spójrz na poniższą metodę z klasy `JSONValue`, która zawiera wyrażenie `switch` z dopasowywaniem wzorca (próbny dodatek do Javy 17):

```
public String type()
{
    return switch (this)
    {
        case JSONArray j -> "array";
        case JSONNumber j -> "number";
        case JSONString j -> "string";
        case JSONBoolean j -> "boolean";
        case JSONObject j -> "object";
        case JSONNull j -> "null";
        // Klauzula domyślna jest niepotrzebna
    };
}
```

Skoro wszystkie bezpośrednie podklasy klasy `JSONValue` zostały ujęte w klauzulach `case`, kompilator będzie „wiedział”, że klauzula `default` jest niepotrzebna.

Powyższa metoda `type` nie wygląda na konstrukcję w technice obiektowej. Zgodnie z założeniami tej metodyki należałoby raczej utworzyć osobną metodę `type` w każdej z sześciu klas, z wykorzystaniem polimorfizmu, a nie konstrukcji `switch` — takie podejście dobrze się sprawdza w przypadku hierarchii otwartych. Kiedy natomiast zestaw klas jest określony na sztywno, często wygodniej jest zdefiniować wszystkie alternatywne opcje w jednej metodzie.

Na pierwszy rzut oka można odnieść wrażenie, że podklasa klasy zapieczętowanej musi być finalna. Jednak na potrzeby testów kompletności musimy znać tylko wszystkie bezpośrednie podklasy. Nie jest problemem, jeśli mają one jakieś dalsze podklasy. Naszą hierarchię klas JSON możemy na przykład przeorganizować w sposób pokazany na rysunku 5.3.



Rysunek 5.3. Kompletna hierarchia klas reprezentujących wartości JSON

W tej hierarchii klasa `JSONValue` może mieć trzy podklasy:

```
public abstract sealed class JSONValue permits JSONObject, JSONArray, JSONPrimitive
{
    . . .
}
```

Klasa `JSONPrimitive` też jest zapieczętowana:

```
public abstract sealed class JSONPrimitive extends JSONValue
permits JSONString, JSONNumber, JSONBoolean, JSONNull
{
    . . .
}
```

Podklasa zapieczętowanej klasy musi określać, czy jest zapieczętowana, finalna czy otwarta na dalsze tworzenie podklas. W drugim z wymienionych przypadków konieczna jest deklaracja, że klasa nie jest zapieczętowana (ang. `non-sealed`).

Słowo kluczowe `non-sealed` to pierwsze słowo kluczowe z łącznikiem w języku Java. Może zwiastować początek przyszłego trendu. Dodawanie słów kluczowych do języka programowania zawsze jest ryzykowne, ponieważ może spowodować trudności z kompilacją istniejącego kodu. Dlatego też `sealed` jest słowem „kontekstowym", tzn. nadal można go używać do nazywania zmiennych i metod:

```
int sealed = 1; // Można użyć kontekstowego słowa kluczowego jako identyfikatora
```

W przypadku gdy zostanie użyty łącznik, nie trzeba się o to martwić. Jedyna dwuznaczność może dotyczyć operacji odejmowania:

```
int non = 0;
non = non-sealed; // Odejmowanie, nie słowo kluczowe
```

Po co w ogóle ktoś miałby tworzyć niezapieczętowaną podklasę? Wyobraź sobie klasę węzła XML, która ma sześć bezpośrednich podklas:

```
public abstract sealed class Node permits Element, Text, Comment,
CDATASection, EntityReference, ProcessingInstruction
{
    . . .
}
```

Zdejmujemy ograniczenie dotyczące podklas z klasy `Element`:

```
public non-sealed class Element extends Node
{
    . . .
}
public class HTMLDivElement extends Element
{
    . . .
}
```

W tym podrozdziale opisałem klasy zapieczętowane, a w następnym rozdziale poznasz *interfejsy*, które są uogólnieniem klas abstrakcyjnych. W Javie interfejsy także mogą mieć podtypy.

Kup ksi k Pole ksi k

Zapieczętowane interfejsy mają dokładnie takie same cechy jak zapieczętowane klasy w zakresie kontroli nad tworzeniem bezpośrednich podtypów.

Przykładowy program przedstawiony na listingu 5.13 ilustruje implementację hierarchii klas reprezentujących typy JSON. W implementacji klasy `JSONObject` została wykorzystana klasa `HashMap`, której opis znajduje się w rozdziale 9. W przykładzie użyto interfejsów zamiast klas abstrakcyjnych, dzięki czemu klasy `JSONNumber` i `JSONString` mogą być rekordami, a klasy `JSON↪Boolean` i `JSONNull` mogą być wyliczeniami. Rekordy i wyliczenia mogą implementować interfejsy, ale nie mogą rozszerzać klas.

Listing 5.13. sealed/SealedTest.java

```
package sealed;

import java.util.*;

sealed interface JSONValue permits JSONArray, JSONObject, JSONPrimitive
{
    public default String type()
    {
        if (this instanceof JSONArray) return "array";
        else if (this instanceof JSONObject) return "object";
        else if (this instanceof JSONNumber) return "number";
        else if (this instanceof JSONString) return "string";
        else if (this instanceof JSONBoolean) return "boolean";
        else return "null";
    }
}

final class JSONArray extends ArrayList<JSONValue> implements JSONValue {}

final class JSONObject extends HashMap<String, JSONValue> implements JSONValue
{
    public String toString()
    {
        StringBuilder result = new StringBuilder();
        result.append("{");
        for (Map.Entry<String, JSONValue> entry : entrySet())
        {
            if (result.length() > 1) result.append(",");
            result.append(" \"");
            result.append(entry.getKey());
            result.append("\": ");
            result.append(entry.getValue());
        }
        result.append(" }");
        return result.toString();
    }
}

sealed interface JSONPrimitive extends JSONValue
      permits JSONNumber, JSONString, JSONBoolean, JSONNull
{
}

final record JSONNumber(double value) implements JSONPrimitive
```

```
{
    public String toString() { return "" + value; }
}

final record JSONString(String value) implements JSONPrimitive
{
    public String toString() { return "\"" + value.translateEscapes() + "\""; }
}

enum JSONBoolean implements JSONPrimitive
{
    FALSE, TRUE;
    public String toString() { return super.toString().toLowerCase();}
}

enum JSONNull implements JSONPrimitive
{
    INSTANCE;
    public String toString() { return "null"; }
}

public class SealedTest
{
    public static void main(String[] args)
    {
        JSONObject obj = new JSONObject();
        obj.put("name", new JSONString("Harry"));
        obj.put("salary", new JSONNumber(90000));
        obj.put("married", JSONBoolean.FALSE);
        JSONArray arr = new JSONArray();
        arr.add(new JSONNumber(13));
        arr.add(JSONNull.INSTANCE);

        obj.put("luckyNumbers", arr);
        System.out.println(obj);
        System.out.println(obj.type());
    }
}
```

5.9. Refleksja

Biblioteka refleksyjna dostarcza bogaty i zaawansowany zestaw narzędzi do pisania programów, które dynamicznie zarządzają kodem Javy. Z mechanizmów refleksji w Javie korzystają kreatory interfejsów, mapery obiektowo-relacyjne i inne narzędzia programistyczne, które dynamicznie sprawdzają właściwości klas.

Program, który może analizować funkcjonalność klas, nazywa się **programem refleksyjnym**. Mechanizm refleksji ma bardzo duże możliwości. W kolejnych podrozdziałach opisujemy jego następujące zastosowania:

Kup ksi k Pole ksi k

- Analiza właściwości klasy w trakcie działania programu.
- Inspekcja obiektów w czasie działania programu, na przykład do napisania jednej metody `toString`, która działa we *wszystkich* klasach.
- Implementacja generycznego kodu manipulującego tablicami.
- Wykorzystanie obiektów `Method`, które działają tak jak wskaźniki do funkcji w innych językach, np. C++.

Refleksja to wszechstronny i skomplikowany mechanizm. Jest interesująca przede wszystkim dla twórców narzędzi, mniej dla programistów aplikacji. Osoby, które są zainteresowane pisaniem aplikacji, a nie narzędzi dla innych programistów Javy, mogą pominąć resztę rozdziału i wrócić do niego kiedy indziej.

5.9.1. Klasa Class

Kiedy uruchomiony jest program, system wykonawczy Javy cały czas przechowuje informacje o typach wszystkich obiektów. Do informacji tych zaliczają się nazwy klas, do których należą obiekty. Informacje o typach czasu wykonywania programu są wykorzystywane przez maszynę wirtualną do wyboru odpowiednich metod do wykonania.

Do informacji tych można jednak uzyskać dostęp także dzięki specjalnej klasie. Klasa przechowująca te informacje ma nazwę `Class`. Metoda `getClass()` klasy `Object` zwraca egzemplarz klasy `Class`.

```
Employee e;
. . .
Class cl = e.getClass();
```

Podobnie jak obiekt klasy `Employee` opisuje cechy określonego pracownika, obiekt klasy `Class` opisuje cechy określonej klasy. Chyba najczęściej używaną metodą klasy `Class` jest metoda `getName`, która zwraca nazwę klasy. Na przykład poniższa instrukcja:

```
System.out.println(e.getClass().getName() + " " + e.getName());
```

drukuje:

```
Employee Henryk Kwiatek
```

jeśli e jest zwykłym pracownikiem, lub

```
Manager Henryk Kwiatek
```

jeśli e jest kierownikiem.

Jeśli klasa należy do jakiegoś pakietu, nazwa tego pakietu stanowi część nazwy tej klasy:

```
var generator = new Random();
Class cl = generator.getClass();
String name = cl.getName(); // name ustawiono na "java.util.Random"
```

Kup ksi k Pole ksi k

Obiekt klasy `Class` odpowiadający nazwie wybranej klasy można utworzyć za pomocą statycznej metody `forName`.

```
String className = "java.util.Date";
Class cl = Class.forName(className);
```

Metody tej należy użyć, jeśli nazwa klasy jest przechowywana w łańcuchu, który zmienia się w czasie działania programu. Powyższy kod działa, jeśli `className` jest nazwą klasy lub interfejsu. W przeciwnym przypadku metoda `forName` powoduje **wyjątek kontrolowany** (ang. *checked exception*). Informacje na temat **obsługi wyjątków** podczas używania tej metody znajdują się w punkcie 5.9.2, „Podstawy deklarowania wyjątków".

Trzecia metoda tworzenia obiektu typu `Class` jest wygodnym skrótem. Jeśli `T` jest dowolnym typem Javy (lub słowem kluczowym `void`), `T.class` jest odpowiadającym mu obiektem klasy `Class`. Na przykład:

```
Class cl1 = Random.class;    // Należy zaimportować java.util.*;.
Class cl2 = int.class;
Class cl3 = Double[].class;
```

Należy zauważyć, że obiekt klasy `Class` w rzeczywistości oznacza *typ*, który może, ale nie musi być klasą. Na przykład `int` nie jest klasą, ale `int.class` jest z pewnością obiektem typu `Class`.

Klasa `Class` jest sparametryzowana. Na przykład `Employee.class` jest typu `Class` ↪`<Employee>`. Nie będziemy drążyć tego tematu, ponieważ jeszcze bardziej skomplikowalibyśmy i tak już wystarczająco abstrakcyjną koncepcję. Dla praktycznych celów można zignorować parametr typu i pracować na surowym typie `Class`. Więcej informacji na ten temat znajduje się w rozdziale 8.

Z powodów historycznych metoda `getName` zwraca nieco dziwne nazwy typów tablicowych:

- `Double[].class.getName()` zwraca `[Ljava.lang.Double;`,
- `int[].class.getName()` zwraca `[I`.

Maszyna wirtualna obsługuje unikatowy obiekt `Class` dla każdego typu. W związku z tym do porównywania obiektów `class` można używać operatora `==`. Na przykład:

```
if (e.getClass() == Employee.class) . . .
```

Wynik tego testu będzie pozytywny, gdy `e` będzie egzemplarzem klasy `Employee`. W odróżnieniu od warunku `e instanceof Employee`, w tym przypadku wynik będzie negatywny, jeśli `e` będzie egzemplarzem podklasy, np. `Manager`.

Jeśli masz obiekt typu `Class`, przy jego użyciu możesz tworzyć egzemplarze tej klasy. Wywołaj metodę `getConstructor`, aby otrzymać obiekt typu `Constructor`, a następnie za pomocą metody `newInstance` utwórz nowy egzemplarz. Na przykład:

Kup ksi k Pole ksi k

```
var className = "java.util.Random"; // lub nazwa jakiejkolwiek innej klasy
                                    // z konstruktorem bezargumentowym
Class cl = Class.forName(className);
Object obj = cl.getConstructor().newInstance();
```

Jeżeli klasa nie ma konstruktora bezargumentowego, metoda `getConstructor` zgłasza wyjątek. W punkcie 5.9.7, „Wywoływanie dowolnych metod i konstruktorów”, dowiesz się, jak wywoływać inne konstruktory.

Istnieje wycofywana z użycia metoda `Class.toInstance`, która także tworzy egzemplarz przy użyciu konstruktora bez argumentów. Jeśli jednak konstruktor zgłosi wyjątek kontrolowany, zostaje on ponownie zgłoszony bez sprawdzenia. To stanowi złamanie zasady sprawdzania wyjątków w czasie kompilacji. Natomiast `Constructor.newInstance` opakowuje każdy wyjątek konstruktora w obiekt `InvocationTargetException`.

Metoda `newInstance` jest odpowiednikiem **konstruktora wirtualnego** w C++. Jednak konstruktory wirtualne w tym języku nie są właściwością języka, a tylko idiomem, który musi być obsługiwany przez specjalną bibliotekę. Klasa `Class` jest podobna do klasy `type_info` w C++, a metoda `getClass` jest odpowiednikiem operatora `typeid`. Klasa `Class` Javy jest jednak nieco bardziej wszechstronna niż `type_info`. Ta druga potrafi tylko zwrócić łańcuch z nazwą typu. Nie tworzy nowych obiektów tego typu.

`java.lang.Class` **1.0**

- `static Class forName(string className)`

  Zwraca obiekt klasy `Class` reprezentujący klasę o nazwie `className`.

- `Constructor getConstructor(Class... parameterTypes)` **1.1**

  Zwraca obiekt opisujący konstruktor za pomocą podanych typów parametrów. Zobacz punkt 5.9.7 „Wywoływanie dowolnych metod i konstruktorów”, aby się dowiedzieć, jak dostarczać te typy parametrów.

`java.lang.reflect.Constructor` **1.1**

- `Object newInstance(Object[] args)`

  Tworzy nowy egzemplarz klasy zawierającej deklarację konstruktora, przekazując do niego parametry. Więcej informacji na temat przekazywania parametrów znajduje się w punkcie 5.9.7.

`java.lang.Throwable` **1.0**

- `void printStackTrace()`

  Drukuje obiekt `Throwable` i dane ze stosu do standardowego strumienia błędów.

Kup ksi k Pole ksi k

5.9.2. Podstawy deklarowania wyjątków

Techniki przechwytywania wyjątków zostały opisane w rozdziale 7., ale zanim do niego dojdziemy, napotkamy po drodze kilka metod, które grożą, że mogą spowodować wyjątek.

Kiedy w czasie działania programu występuje błąd, program może spowodować wyjątek. Mechanizm wyjątków zapewnia większą elastyczność niż kończenie programu, ponieważ można napisać procedurę, która *przechwyci taki* wyjątek i go odpowiednio obsłuży.

Jeśli nie ma procedury obsługi wyjątku, program zostaje zakończony, a w konsoli zostaje wydrukowany komunikat informujący o jego typie. Komunikat taki może się pojawić w wyniku przypadkowego użycia referencji `null` lub przekroczenia rozmiaru tablicy.

Są dwa rodzaje wyjątków: **niekontrolowane** (ang. *unchecked*) i **kontrolowane** (ang. *checked*). W przypadku tych drugich kompilator sprawdza, czy programista wie o wyjątku i czy jest przygotowany na konsekwencje jego zgłoszenia. Jednak wiele wyjątków, na przykład błędy zakresu i dostęp do referencji `null`, jest niekontrolowanych, tzn. kompilator nie oczekuje, że programista dostarczy dla nich procedurę obsługi. W ich przypadku energię należy poświęcić na uniknięcie ich powstania, a nie na tworzenie procedur do ich obsłużenia.

Nie wszystkich błędów można jednak uniknąć. Jeśli mimo najlepszych chęci programisty wyjątek może się pojawić, większość API Javy zgłasza wyjątek kontrolowany. Przykładem jest metoda `Class.forName`. Nie da się zagwarantować, że będzie istniała klasa o określonej nazwie. W rozdziale 7. znajduje się opis kilku technik obsługi wyjątków. Poniżej pokazana jest tylko najprostsza strategia.

Jeśli metoda zawiera instrukcję mogącą zgłosić kontrolowany wyjątek, do nazwy tej metody należy dodać klauzulę `throws`.

```
public static void doSomethingWithClass(String name)
      throws ReflectiveOperationException
{
    Class cl = Class.forName(name); // może zgłosić wyjątek
    jakieś operacje na cl
}
```

Każda metoda wywołująca tę metodę również musi mieć deklarację `throws`. Dotyczy to także metody `main`. Jeśli rzeczywiście wystąpi wyjątek, metoda `main` zakończy działanie, wyświetlając dane ze stosu. (W rozdziale 7. dowiesz się, jak przechwytywać wyjątki, zamiast pozwalać im doprowadzić do zamknięcia programu).

Klauzula `throws` jest wymagana tylko dla wyjątków kontrolowanych. To, które metody zgłaszają takie wyjątki, można łatwo sprawdzić – kompilator zawsze informuje o próbie wywołania metody grożącej wyjątkiem kontrolowanym, gdy programista nie dostarczy odpowiedniej procedury obsługi tego wyjątku.

Kup ksi k Pole ksi k

5.9.3. Zasoby

Klasy często mają powiązane pliki danych, np.:

- pliki graficzne i dźwiękowe,
- pliki tekstowe z komunikatami i etykietami przycisków.

W Javie takie pliki powiązane nazywają się **zasobami**.

Spójrz na przykład na okno dialogowe z napisem widoczne na rysunku 5.4.

Rysunek 5.4. Wyświetlony obraz i tekst

Oczywiście tytuł książki i informacja o prawach autorskich w następnym wydaniu książki zostaną zmienione. Aby ułatwić sobie zmianę tych informacji, umieścimy ten tekst w pliku, zamiast kodować go w łańcuchu.

Tylko gdzie umieścić taki plik jak *about.txt*? Najwygodniej byłoby go wrzucić razem z pozostałymi plikami programu do archiwum JAR.

Klasa `Class` zawiera praktyczną usługę do znajdowania plików zasobów. Poniżej znajduje się lista czynności, jakie należy wykonać, aby z niej skorzystać:

1. Zdobądź obiekt klasy `Class` zawierający interesujący Cię zasób — na przykład `ResourceTest.class`.
2. Niektóre metody, takie jak `getImage` z klasy `ImageIcon`, przyjmują adresy URL określające położenie zasobów. Wówczas należy zastosować wywołanie `URL url = cl.getResource("about.gif");`.
3. W przeciwnym przypadku należy użyć metody `getResourceAsStream`, aby uzyskać strumień wejściowy do wczytywania danych z pliku.

Maszyna wirtualna Javy potrafi znaleźć klasę, a więc potem może także poszukać powiązanych z nią zasobów *w tej samej lokalizacji*. Załóżmy, że klasa `ResourceTest` znajduje się w pakiecie `resources`. Wówczas plik *ResourceTest.class* znajduje się w katalogu *resources*, w którym należy też umieścić plik ikony.

Ewentualnie, zamiast umieszczać plik zasobu w tym samym katalogu, w którym znajduje się klasa, można podać względną lub bezwzględną ścieżkę, na przykład:

```
data/about.txt
/corejava/title.txt
```

Jedynym zadaniem funkcji ładowania zasobów jest automatyzacja ładowania plików. Nie ma żadnych standardowych metod do interpretacji zawartości plików zasobów. Każdy program musi mieć zdefiniowane własne techniki.

Zasoby są często wykorzystywane także do internacjonalizacji programów. Teksty, które powinny występować w wielu językach, na przykład powiadomienia i nazwy elementów interfejsu użytkownika, przechowuje się w plikach zasobów — po jednym dla każdego języka. **API internacjonalizacji**, którego opis znajduje się w rozdziale 7. tomu II, obsługuje standardową metodę organizacji i dostępu do plików lokalizacyjnych.

Na listingu 5.14 znajduje się program demonstrujący zastosowanie techniki ładowania zasobów. (Nie przejmuj się kodem wczytującym tekst i wyświetlającym okna dialogowe — wszystko wyjaśni się później). Skompiluj program, utwórz plik JAR i uruchom go:

```
javac resource/ResourceTest.java
jar cvfe ResourceTest.jar resources.ResourceTest \
resources/*.class resources/*.gif resources/data/*.txt corejava/*.txt
java -jar ResourceTest.jar
```

Przenieś plik JAR do innego katalogu i uruchom go ponownie, aby sprawdzić, czy program wczytuje zasoby z archiwum, a nie z bieżącego katalogu.

Listing 5.14. resources/ResourceTest.java

```
package resources;

import java.io.*;
import java.net.*;
import java.nio.charset.*;
import javax.swing.*;
/**
 * @version 1.5 2018-03-15
 * @author Cay Horstmann
 */
public class ResourceTest
{
    public static void main(String[] args) throws IOException
    {
        Class cl = ResourceTest.class;
        URL aboutURL = cl.getResource("about.gif");
        var icon = new ImageIcon(aboutURL);

        InputStream stream = cl.getResourceAsStream("data/about.txt");
        var about = new String(stream.readAllBytes(), "UTF-8");

        InputStream stream2 = cl.getResourceAsStream("/corejava/title.txt");
        var title = new String(stream2.readAllBytes(),
        ➥StandardCharsets.UTF_8).trim();

        JOptionPane.showMessageDialog(
           null, about, title, JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE, icon);
    }
}
```

Kup książkę Poleć książkę

java.lang.Class 1.0

- `URL getResource(String name)` **1.1**
- `InputStream getResourceAsStream(String name)` **1.1**

  Znajduje zasób w tym samym miejscu, w którym znajduje się klasa, i zwraca URL lub strumień wejściowy, przy użyciu którego można załadować ten zasób. Jeśli nie znajdzie zasobu, zwraca `null`, a więc nie zgłasza wyjątku w przypadku błędu wejścia-wyjścia.

5.9.4. Zastosowanie refleksji w analizie funkcjonalności klasy

Poniżej znajduje się zwięzły opis najważniejszych funkcji mechanizmu refleksji, które umożliwiają analizę struktury klasy.

Trzy klasy — `Field`, `Method` i `Constructor` — dostępne w pakiecie `java.lang.reflect` opisują odpowiednio pola, metody i konstruktory klasy. Każda z nich ma metodę o nazwie `getName`, która zwraca nazwę odpowiedniego elementu. Klasa `Field` ma metodę `getType`, która zwraca obiekt typu `Class`, zawierający informacje o typie pola. Klasy `Method` i `Constructor` mają metody informujące o typach parametrów, a klasa `Method` informuje dodatkowo o typie zwrotnym. Każda z trzech wymienionych klas ma metodę `getModifiers`, która zwraca liczbę całkowitą z włączonymi i wyłączonymi różnymi bitami, określającą użyte modyfikatory, jak `public` i `static`. Do analizy liczby zwróconej przez tę metodę można użyć metod statycznych klasy `Modifier` dostępnej w pakiecie `java.lang.reflect`. Aby sprawdzić, czy metoda lub konstruktor miał modyfikator `public`, `private` lub `final`, należy użyć metod `isPublic`, `isPrivate` lub `isFinal` dostępnych w klasie `Modifier`. Jedyne, co jest potrzebne, to odpowiednia metoda w klasie `Modifier` działająca na liczbie zwróconej przez metodę `getModifiers`. Modyfikatory można także drukować za pomocą metody `Modifier.toString`.

Metody `getFields`, `getMethods` i `getConstructors` klasy `Class` zwracają tablice *publicznych* pól, metod i konstruktorów klasy. Do tego wliczają się publiczne składowe nadklasy. Metody `getDe`↪`claredFields`, `getDeclaredMethods` i `getDeclaredConstructors` klasy `Class` zwracają tablice zawierające wszystkie pola, metody i konstruktory zadeklarowane w klasie. Wliczają się do nich składowe prywatne, pakietów i chronione, jak również składowe z dostępem pakietowym, ale nie nadklasy.

Listing 5.15 prezentuje sposób wydrukowania wszystkich informacji o klasie. Ten program monituje o podanie nazwy klasy, po czym drukuje sygnatury wszystkich metod i konstruktorów oraz nazwy wszystkich pól klasy. Jeśli na przykład programowi zostanie podana klasa `java.lang.Double`, wydrukuje on następujące dane:

```
public final class java.lang.Double extends java.lang.Number
{
    public java.lang.Double(double);
    public java.lang.Double(java.lang.String);

    public boolean equals(java.lang.Object);
```

Kup ksi k Pole ksi k

```
    public static java.lang.String toString(double);
    public java.lang.String toString();
    public static int hashCode(double);
    public int hashCode();
    public static double min(double, double);
    public static double max(double, double);
    public static native long doubleToRawLongBits(double);
    public static long doubleToLongBits(double);
    public static native double longBitsToDouble(long);
    public int compareTo(java.lang.Double);
    public volatile int compareTo(java.lang.Object);
    public static int compare(double, double);
    public byte byteValue();
    public short shortValue();
    public int intValue();
    public long longValue();
    public float floatValue();
    public double doubleValue();
    public static java.lang.Double valueOf(java.lang.String);
    public static java.lang.Double valueOf(double);
    public static java.lang.String toHexString(double);
    public volatile java.lang.Object resolveConstantDesc(
        java.lang.invoke.MethodHandles$Lookup);
    public java.lang.Double resolveConstantDesc(java.lang.invoke.MethodHandles$Lookup);
    public java.util.Optional describeConstable();
    public boolean isNaN();
    public static boolean isNaN(double);
    public static double sum(double, double);
    public boolean isInfinite();
    public static boolean isInfinite(double);
    public static boolean isFinite(double);
    public static double parseDouble(java.lang.String);

    public static final double POSITIVE_INFINITY;
    public static final double NEGATIVE_INFINITY;
    public static final double NaN;
    public static final double MAX_VALUE;
    public static final double MIN_NORMAL;
    public static final double MIN_VALUE;
    public static final int MAX_EXPONENT;
    public static final int MIN_EXPONENT;
    public static final int SIZE;
    public static final int BYTES;
    public static final java.lang.Class TYPE;
    private final double value;
    private static final long serialVersionUID;
}
```

Należy zauważyć, że program ten potrafi przeanalizować każdą klasę, którą interpreter Javy potrafi załadować, a nie tylko te klasy, które były dostępne w czasie kompilacji. Ten program będziemy wykorzystywać w kolejnym rozdziale, w którym będziemy zaglądać do wnętrza klas wewnętrznych generowanych automatycznie przez kompilator.

`java.lang.Class` **1.0**

- `Field[] getFields()` **1.1**

Kup książkę Poleć książkę

Listing 5.15. reflection/ReflectionTest.java

```
package reflection;

import java.util.*;
import java.lang.reflect.*;

/**
 * Ten program wykorzystuje technikę refleksji do wydrukowania pełnych informacji o klasie.
 * @version 1.12 2021-06-15
 * @author Cay Horstmann
 */
public class ReflectionTest
{
   public static void main(String[] args)
   {
      // Wczytanie nazwy klasy z argumentów wiersza poleceń lub danych od użytkownika.
      String name;
      if (args.length > 0) name = args[0];
      else
      {
         var in = new Scanner(System.in);
         System.out.println("Podaj nazwę klasy (np. java.util.Date): ");
         name = in.next();
      }

      // drukowanie modyfikatorów i nazwy klasy oraz nazwy nadklasy (if != Object)
         Class cl = Class.forName(name);
    String modifiers = Modifier.toString(cl.getModifiers());
    if (modifiers.length() > 0) System.out.print(modifiers + " ");
    if (cl.isSealed())
        System.out.print("sealed ");
    if (cl.isEnum())
        System.out.print("enum " + name);
    else if (cl.isRecord())
        System.out.print("record " + name);
    else if (cl.isInterface())
        System.out.print("interface " + name);
    else
        System.out.print("class " + name);
    Class supercl = cl.getSuperclass();
    if (supercl != null && supercl != Object.class) System.out.print(" extends "
            + supercl.getName());

    printInterfaces(cl);
    printPermittedSubclasses(cl);

    System.out.print("\n{\n");
    printConstructors(cl);

    System.out.println();
    printMethods(cl);
    System.out.println();
    printFields(cl);
    System.out.println("}");
}
```

```
/**
 * Drukowanie wszystkich konstruktorów klasy.
 * @param cl klasa
 */
public static void printConstructors(Class cl)
{
   Constructor[] constructors = cl.getDeclaredConstructors();

   for (Constructor c : constructors)
   {
      String name = c.getName();
      System.out.print("   ");
      String modifiers = Modifier.toString(c.getModifiers());
      if (modifiers.length() > 0) System.out.print(modifiers + " ");
      System.out.print(name + "(");

      // Drukowanie typów parametrów.
      Class[] paramTypes = c.getParameterTypes();
      for (int j = 0; j < paramTypes.length; j++)
      {
         if (j > 0) System.out.print(", ");
         System.out.print(paramTypes[j].getName());
      }
      System.out.println(");");
   }
}

/**
 * Drukuje wszystkie metody klasy.
 * @param cl klasa
 */
public static void printMethods(Class cl)
{
   Method[] methods = cl.getDeclaredMethods();

   for (Method m : methods)
   {
      Class retType = m.getReturnType();
      String name = m.getName();

      System.out.print("   ");
      // Drukowanie modyfikatorów, typu zwrotnego i nazwy metody.
      String modifiers = Modifier.toString(m.getModifiers());
      if (modifiers.length() > 0) System.out.print(modifiers + " ");
      System.out.print(retType.getName() + " " + name + "(");

      // Drukowanie typów parametrów.
      Class[] paramTypes = m.getParameterTypes();
      for (int j = 0; j < paramTypes.length; j++)
      {
         if (j > 0) System.out.print(", ");
         System.out.print(paramTypes[j].getName());
      }
      System.out.println(");");
   }
}
```

Kup ksi k Pole ksi k

```
   /**
    * Drukowanie wszystkich pól klasy.
    * @param cl klasa
    */
   public static void printFields(Class cl)
   {
      Field[] fields = cl.getDeclaredFields();

      for (Field f : fields)
      {
         Class type = f.getType();
         String name = f.getName();
         System.out.print("   ");
         String modifiers = Modifier.toString(f.getModifiers());
         if (modifiers.length() > 0) System.out.print(modifiers + " ");
         System.out.println(type.getName() + " " + name + ";");
      }
   }

/**
* Drukuje wszystkie dozwolone podtypy zapieczętowanej klasy
* @param cl a class
*/
public static void printPermittedSubclasses(Class cl)
{
    if (cl.isSealed())
    {
        Class<?>[] permittedSubclasses = cl.getPermittedSubclasses();
        for (int i = 0; i < permittedSubclasses.length; i++)
        {
            if (i == 0)
                System.out.print(" permits ");
            else
                System.out.print(", ");
                System.out.print(permittedSubclasses[i].getName());
            }
        }
    }

    /**
     * Drukuje wszystkie bezpośrednio zaimplementowane interfejsy klasy
     * @param cl a class
     */
    public static void printInterfaces(Class cl)
    {
        Class<?>[] interfaces = cl.getInterfaces();
        for (int i = 0; i < interfaces.length; i++)
    {
        if (i == 0)
            System.out.print(cl.isInterface() ? " extends " : " implements ");
        else
            System.out.print(", ");
            System.out.print(interfaces[i].getName());
        }
    }
}
```

- `Field[] getDeclaredFields()` **1.1**

  Metoda `getFields` zwraca tablicę zawierającą obiekty `Field` reprezentujące pola publiczne klasy lub nadklasy. Metoda `getDeclaredFields` zwraca tablicę obiektów `Field` reprezentujących wszystkie pola klasy. Obie metody zwracają tablicę o zerowej długości, jeśli nie ma takich pól lub obiekt `Class` reprezentuje typ podstawowy bądź tablicowy.

- `Method[] getMethods` **1.1**
- `Method[] getDeclaredMethods()` **1.1**

  Zwraca tablicę obiektów `Method`. Metoda `getMethods` zwraca metody publiczne, wliczając metody odziedziczone. Metoda `getDeclaredMethods` zwraca wszystkie metody klasy lub interfejsu, ale nie uwzględnia metod odziedziczonych.

- `Constructor[] getConstructors()` **1.1**
- `Constructor[] getDeclaredConstructors()` **1.1**

  Zwraca tablicę obiektów `Constructor` reprezentujących wszystkie konstruktory publiczne (`getConstructors`) lub wszystkie konstruktory w ogóle (`getDeclared ➥Constructors`) klasy reprezentowanej przez obiekt `Class`.

- `isInterface()`

  Zwraca `true`, jeśli ten obiekt `Class` opisuje interfejs (interfejsy są opisane w rozdziale 6.).

- `isEnum()` **1.5**

  Zwraca `true`, jeśli ten obiekt `Class` opisuje wyliczenie.

- `isRecord()` **16**

  Zwraca `true`, jeśli ten obiekt `Class` opisuje rekord.

- `RecordComponent[] getRecordComponents()` **16**

  Zwraca tablicę obiektów `RecordComponent`, które opisują pola rekordu, lub `null`, jeśli ta klasa nie jest rekordem.

- `String getPackageName()` **9**

  Pobiera nazwę pakietu zawierającego ten typ lub pakietu typu elementu, jeśli jest to typ tablicowy, lub `"java.lang"`, jeśli jest to typ podstawowy.

`java.lang.reflect.Field` **1.1**
`java.lang.reflect.Method` **1.1**
`java.lang.reflect.Constructor` **1.1**

- `Class getDeclaringClass()`

  Zwraca obiekt klasy `Class` reprezentujący klasę, która definiuje dany konstruktor, metodę lub pole.

- Class[] getExceptionTypes() (tylko klasy Constructor i Method)

  Zwraca tablicę obiektów Class, które reprezentują typy wyjątków powodowanych przez metodę.

- int getModifiers()

  Zwraca liczbę całkowitą opisującą modyfikatory konstruktora, metody lub pola. Do analizy zwróconej wartości służą metody klasy Modifier.

- String getName()

  Zwraca w postaci łańcucha nazwę konstruktora, metody lub pola.

- Class[] getParameterTypes() (tylko klasy Constructor i Method)

  Zwraca tablicę obiektów klasy Class reprezentujących typy parametrów.

- Class getReturnType() (tylko w klasie Method)

  Zwraca obiekt klasy Class reprezentujący typ zwrotny.

java.lang.reflect.RecordComponent **16**

- String getName()
- Class<?> getType()

  Pobiera nazwę i typ tego komponentu rekordu.

- Method getAccessor()

  Zwraca obiekt Method dający dostęp do tego komponentu rekordu.

java.lang.reflect.Modifier **1.1**

- static String toString(int modifiers)

  Zwraca w postaci łańcucha modyfikatory odpowiadające bitom ustawionym przez metodę modifiers.

- static boolean isAbstract(int modifiers)
- static boolean isFinal(int modifiers)
- static boolean isInterface(int modifiers)
- static boolean isNative(int modifiers)
- static boolean isPrivate(int modifiers)
- static boolean isProtected(int modifiers)
- static boolean isPublic(int modifiers)
- static boolean isStatic(int modifiers)
- static boolean isStrict(int modifiers)
- static boolean isSynchronized(int modifiers)

- `static boolean isVolatile(int modifiers)`

  Sprawdza bit w wartości `modifiers` odpowiadający modyfikatorowi znajdującemu się w nazwie metody.

5.9.5. Refleksja w analizie obiektów w czasie działania programu

W poprzednim podrozdziale nauczyliśmy się sprawdzać *nazwy* i *typy* pól egzemplarza:

- Tworzymy odpowiedni obiekt klasy `Class`.
- Wywołujemy na rzecz obiektu `Class` metodę `getDeclaredFields`.

Teraz pójdziemy o krok dalej i dobierzemy się do **zawartości** pól danych. Oczywiście zawartość określonego pola obiektu o znanych w trakcie pisania programu typie i nazwie można podejrzeć bez trudu. Jednak refleksja umożliwia uzyskanie informacji o polach obiektów, które w czasie kompilacji nie były jeszcze znane.

Kluczowe znaczenie ma w tym przypadku metoda `get` z klasy `Field`. Jeśli `f` jest obiektem typu `Field` (na przykład utworzonym za pomocą metody `getDeclaredFields`), a `obj` jest obiektem klasy, której polem jest `f`, wywołanie `f.get(obj)` zwraca obiekt, którego wartością jest aktualna wartość pola obiektu `obj`. Przeanalizujmy to nieco skomplikowane zagadnienie na przykładzie.

```
var harry = new Employee("Henryk Kwiatek", 35000, 10, 1, 1989);
Class cl = harry.getClass();
    // Obiekt Class reprezentujący pracownika.
Field f = cl.getDeclaredField("name");
    // Pole name klasy Employee.
Object v = f.get(harry);
    // Wartość pola name obiektu harry
    // tj. obiekt klasy String "Henryk Kwiatek".
```

Oczywiście wartości, które można pobrać, można też ustawiać. Wywołanie `f.set(obj, value)` ustawia wartość pola reprezentowanego przez `f` obiektu `obj` na nową wartość.

Ten kod sprawia jednak jeden problem. Ponieważ pole `name` jest prywatne, metody `get` i `set` spowodują wyjątek `IllegalAccessException`. Za pomocą tych metod można uzyskać dostęp tylko do wartości dostępnych pól. Zabezpieczenia w Javie zezwalają na sprawdzenie, jakie pola zawiera obiekt, ale nie pozwalają na sprawdzenie ich wartości bez odpowiednich uprawnień dostępu.

Przy standardowych ustawieniach mechanizm refleksji honoruje mechanizmy ochronne Javy. Można jednak ominąć ustawienia ochrony dostępu. W tym celu należy wywołać metodę `set↪Accessible` na rzecz obiektu klasy `Field`, `Method` lub `Constructor`. Na przykład:

```
f.setAccessible(true);    // Teraz można wywołać f.get(harry);.
```

Metoda `setAccessible` należy do klasy `AccessibleObject`, która jest wspólną nadklasą klas `Field`, `Method` i `Constructor`. Została ona utworzona z myślą o debuggerach, schowkach i podobnych mechanizmach. Nieco dalej używamy tej metody dla generycznej metody `toString`.

Wywołanie metody `setAccessible` powoduje zgłoszenie wyjątku, jeśli dostęp nie zostanie udzielony. Dostępu może odmówić system modułów (rozdział 9. w tomie II) lub menedżer zabezpieczeń (rozdział 10. w tomie II). Menedżery zabezpieczeń są używane rzadko i w Javie 17 otrzymały status wycofywanych. Natomiast od Javy 9 każdy program zawiera moduły, ponieważ API został na nie podzielony.

Na przykład program znajdujący się na końcu tego punktu zagląda do wnętrza obiektów `Array↪List` i `Integer`. Kiedy go uruchomisz w wersji Javy od 9 do 16, pojawi się następujące złowieszcze ostrzeżenie:

```
WARNING: An illegal reflective access operation has occurred
WARNING: Illegal reflective access by objectAnalyzer.ObjectAnalyzer
↪(file:/home/cay/books/cj11/code/v1ch05/bin/) to field
↪java.util.ArrayList.serialVersionUID
WARNING: Please consider reporting this to the maintainers of
↪objectAnalyzer.ObjectAnalyzer
WARNING: Use --illegal-access=warn to enable warnings of further illegal reflective
↪access operations
WARNING: All illegal access operations will be denied in a future release
```

Jeśli uruchomisz ten program w Javie 17, zostanie zgłoszony wyjątek `InaccessibleObjectEx↪ception`.

Aby program nadal działał, „otwórz" pakiety `java.util` i `java.lang` w module `java.base` do „modułu bez nazwy". Szczegółowe informacje znajdują się w rozdziale 9. tomu II. Oto cała składnia:

```
java --add-opens java.base/java.util=ALL-UNNAMED \
--add-opens java.base/java.lang=ALL-UNNAMED \
objectAnalyzer.ObjectAnalyzerTest
```

Przyszłe wersje bibliotek mogą używać *uchwytów do zmiennych* zamiast refleksji w celu odczytu i zapisu pól. Obiekt `VarHandle` jest podobny do `Field`. Przy jego użyciu możesz odczytać lub zapisać określone pole dowolnego egzemplarza wybranej klasy. Aby jednak uzyskać `VarHandle`, biblioteka musi mieć obiekt `Lookup`:

```
public Object getFieldValue(Object obj, String fieldName, Lookup lookup)
throws NoSuchFieldException, IllegalAccessException
{
Class<?> cl = obj.getClass();
    Field field = cl.getDeclaredField(fieldName);
    VarHandle handle = MethodHandles.privateLookupIn(cl, lookup)
    .unreflectVarHandle(field);
    return handle.get(obj);
}
```

To zadziała, pod warunkiem że obiekt `Lookup` zostanie wygenerowany w module, który ma uprawnienia dostępu do pola. Metoda w module po prostu wywołuje `MethodHand↪les.lookup()`, która zwraca obiekt i posiada prawa dostępu wywołującego. W ten sposób jeden moduł może udzielić prawa dostępu do prywatnych składowych innego modułu. Praktycznym problemem jest to, jak te uprawnienia można nadać jak najmniejszym wysiłkiem.

Kup ksi k Pole ksi k

Dopóki można jeszcze korzystać z tej techniki, przyjrzymy się generycznej metodzie `toString`, która działa dla każdej klasy (listing 5.16). Generyczna metoda `toString` pobiera wszystkie pola egzemplarza za pomocą metody `getDeclaredFields`. Następnie metoda `setAccessible` umożliwia dostęp do wszystkich tych pól. Pobierane są nazwa i wartość każdego pola. Program przedstawiony na listingu 5.16 rekurencyjnie wywołuje metodę `toString`, zamieniając każdą wartość na łańcuch.

Listing 5.16. objectAnalyzerTest/ObjectAnalyzerTest.java

```
package objectAnalyzer;

import java.util.*;

/**
 * Ten program analizuje obiekty za pomocą refleksji.
 * @version 1.13 2018-03-16
 * @author Cay Horstmann
 */
public class ObjectAnalyzerTest
{
   public static void main(String[] args)
      throws ReflectiveOperationException
   {
      var squares = new ArrayList<Integer>();
      for (int i = 1; i <= 5; i++)
         squares.add(i * i);
      System.out.println(new ObjectAnalyzer().toString(squares));
   }
}
```

Generyczna metoda `toString` musi rozwiązywać kilka problemów. Cykliczne odwołania mogą spowodować nieskończoną rekurencję. Dlatego klasa `ObjectAnalyzer` (listing 5.17) zapamiętuje obiekty, które były już odwiedzane. Aby zajrzeć do tablic, potrzebne jest zastosowanie innej metody. Więcej szczegółów na ten temat znajduje się w kolejnym podrozdziale.

Listing 5.17. objectAnalyzer/ObjectAnalyzer.java

```
package objectAnalyzer;

import java.lang.reflect.AccessibleObject;
import java.lang.reflect.Array;
import java.lang.reflect.Field;
import java.lang.reflect.Modifier;
import java.util.ArrayList;

class ObjectAnalyzer
{
   private ArrayList<Object> visited = new ArrayList<>();

   /**
    * Konwertuje obiekt na łańcuch zawierający listę wszystkich pól.
    * @param obj obiekt
    * @return łańcuch zawierający nazwę klasy obiektu oraz nazwy i wartości wszystkich pól.
    */
```

Kup książkę Poleć książkę

```
   public String toString(Object obj)
         throws ReflectiveOperationException
   {
      if (obj == null) return "null";
      if (visited.contains(obj)) return "...";
      visited.add(obj);
      Class cl = obj.getClass();
      if (cl == String.class) return (String) obj;
      if (cl.isArray())
      {
         String r = cl.getComponentType() + "[]{";
         for (int i = 0; i < Array.getLength(obj); i++)
         {
            if (i > 0) r += ",";
            Object val = Array.get(obj, i);
            if (cl.getComponentType().isPrimitive()) r += val;
            else r += toString(val);
         }
         return r + "}";
      }

      String r = cl.getName();
      // Inspekcja pól tej klasy i wszystkich nadklas.
      do
      {
         r += "[";
         Field[] fields = cl.getDeclaredFields();
         AccessibleObject.setAccessible(fields, true);
         // Pobranie nazw i wartości wszystkich pól.
         for (Field f : fields)
         {
            if (!Modifier.isStatic(f.getModifiers()))
            {
               if (!r.endsWith("[")) r += ",";
               r += f.getName() + "=";
               Class t = f.getType();
               Object val = f.get(obj);
               if (t.isPrimitive()) r += val;
               else r += toString(val);
            }
         }
         r += "]";
         cl = cl.getSuperclass();
      }
      while (cl != null);

      return r;
   }
}
```

Za pomocą metody `toString` można zajrzeć do środka każdego obiektu. Na przykład wywołanie:

```
var squares = new ArrayList<Integer>();
for (int i = 1; i <= 5; i++) squares.add(i * i);
System.out.println(new ObjectAnalyzer().toString(squares));
```

Kup książkę Poleć książkę

zwraca:

```
java.util.ArrayList[elementData=class java.lang.Object[]{java.lang.Integer[value=1][][],
java.lang.Integer[value=4][][],java.lang.Integer[value=9][][],
java.lang.Integer[value=16][][],
java.lang.Integer[value=25][][],null,null,null,null,null},size=5][modCount=5][][]
```

Przy użyciu generycznej metody `toString` można zaimplementować metody `toString` w poszczególnych klasach:

```
public String toString()
{
   return new ObjectAnalyzer().toString(this);
}
```

Jest to bezproblemowa metoda na utworzenie uniwersalnej metody `toString`. Zanim jednak zaczniesz się cieszyć, że to koniec z samodzielnym implementowaniem metody `toString`, przypomnij sobie, że dni niekontrolowanego dostępu do mechanizmów wewnętrznych są już policzone.

`java.lang.reflect.AccessibleObject` **1.2**

- `void setAccessible(boolean flag)`

  Ustawia lub czyści znacznik dostępności obiektu lub zgłasza wyjątek `IllegalAccessException` w przypadku odmowy dostępu.

- `boolean trySetAccessible()` **9**

  Ustawia znacznik dostępności dla tego dostępnego obiektu lub zwraca fałsz w przypadku odmowy dostępu.

- `boolean canAccess()`

  Sprawdza, czy wywołujący ma dostęp do `obj` przez ten obiekt pola, metody lub konstruktora. Dla statycznego pola lub metody albo dla konstruktora należy przekazać `null`.

- `static void setAccessible(AccessibleObject[] array, boolean flag)`

  Ustawia znacznik dostępności obiektów tablicowych.

`java.lang.Class` **1.1**

- `Field getField(String name)`
- `Field[] getFields()`

  Zwraca pole publiczne o danej nazwie lub tablicę wszystkich pól.

- `Field getDeclaredField(String name)`
- `Field[] getDeclaredFields()`

  Zwraca pole o danej nazwie zadeklarowane w klasie lub tablicę wszystkich pól.

Kup książkę Poleć książkę

`java.lang.reflect.Field` **1.1**

- `Object get(Object obj)`

  Zwraca wartość pola reprezentowanego przez obiekt `Field` w obiekcie `obj`.

- `void set(Object obj, Object newValue)`

  Ustawia pole reprezentowane przez obiekt `Field` w obiekcie `obj` na nową wartość.

5.9.6. Zastosowanie refleksji w generycznym kodzie tablicowym

Klasa `Array` dostępna w pakiecie `java.lang.reflect` umożliwia dynamiczne tworzenie tablic. Możliwość ta jest wykorzystana na przykład w implementacji metody `copyOf` w klasie `Array`. Przypomnijmy sobie, jak użyć tej metody do powiększenia tablicy, która została zapełniona.

```
var a = new Employee[100];
. . .
// Tablica jest pełna.
a = Arrays.copyOf(a, 2 * a.length);
```

Jak napisać taką metodę? Pomocny jest fakt, że tablicę `Employee[]` można przekonwertować na tablicę `Object[]`. Brzmi obiecująco. Oto pierwsza próba.

```
public static Object[] badCopyOf(Object[] a, int newLength) // nieprzydatna
{
   var newArray = new Object[newLength];
   System.arraycopy(a, 0, newArray, 0, Math.min(a.length, newLength));
   return newArray;
}
```

Niestety jest problem z *użyciem* powstałej tablicy. Ten kod zwraca tablicę *obiektów* (`Object[]`). Odpowiada za to poniższy wiersz:

```
new Object[newLength]
```

Tablicy obiektów *nie można* rzutować na tablicę pracowników (`Employee[]`) — w czasie działania programu zostałby spowodowany wyjątek `ClassCastException`. Problem polega na tym, że jak nam wiadomo, tablice w Javie pamiętają typ swoich elementów, to znaczy typ elementu, który był użyty w wyrażeniu `new` podczas ich tworzenia. Można tymczasowo przekonwertować tablicę `Employee[]` na `Object[]`, a później wrócić do poprzedniego stanu. Niemożliwe jednak jest rzutowanie tablicy, która od chwili powstania jest typu `Object[]`, na typ `Employee[]`. Do napisania tego rodzaju generycznego kodu tablicy konieczna jest możliwość utworzenia nowej tablicy *tego samego* typu co oryginalna tablica. Do tego celu potrzebne są metody dostępne w klasie `Array` z pakietu `java.lang.reflect`. Kluczowe znaczenie ma metoda `newInstance` klasy `Array`, która tworzy nową tablicę. Metoda ta przyjmuje jako argumenty typ elementów i żądany rozmiar tablicy.

```
Object newArray = Array.newInstance(componentType, newLength);
```

Aby tego dokonać, trzeba znać typ elementów i rozmiar nowej tablicy.

Kup ksi k Pole ksi k

Pierwszą wartość można uzyskać za pomocą wywołania `Array.getLength(a)`. Statyczna metoda `getLength` klasy `Array` zwraca rozmiar tablicy. Aby sprawdzić typ elementów nowej tablicy:

1. Utwórz obiekt klasowy `a`.
2. Sprawdź, czy to na pewno jest tablica.
3. Znajdź odpowiedni typ dla tablicy za pomocą metody `getComponentType` (która jest zdefiniowana tylko dla obiektów klasowych reprezentujących tablice) klasy `Class`.
4. Z drugiej strony dla każdego obiektu `Class` reprezentującego klasę `C` metoda `arrayType` zwraca obiekt `Class` reprezentujący `C[]`.

Dlaczego metoda `getLength` należy do klasy `Array`, a `getComponentType` do klasy `Class`? Nie wiadomo — czasami wydaje się, że rozkład w klasach metod refleksyjnych jest nieco przypadkowy.

Oto potrzebny kod:

```
public static Object goodCopyOf(Object a, int newLength)
{
   Class cl = a.getClass();
   if (!cl.isArray()) return null;
   Class componentType = cl.getComponentType();
   int length = Array.getLength(a);
   Object newArray = Array.newInstance(componentType, newLength);
   System.arraycopy(a, 0, newArray, 0, Math.min(length, newLength));
   return newArray;
}
```

Należy zauważyć, że metoda `copyOf` może powiększać tablice każdego typu, nie tylko przechowujące obiekty.

```
int[] a = { 1, 2, 3, 4 };
a = (int[]) goodCopyOf(a, 10);
```

Aby to było możliwe, parametr metody `goodCopyOf` jest typu `Object`, a *nie tablicą obiektów* (`Object[]`). Tablicę typu `int[]` można przekonwertować na `Object`, ale nie na tablicę obiektów!

Listing 5.18 demonstruje obie metody powiększania tablicy. Zauważ, że rzutowanie typu zwrotnego metody `badCopyOf` spowoduje wyjątek.

Listing 5.18. arrays/CopyOfTest.java

```
package arrays;

import java.lang.reflect.*;
import java.util.*;

/**
 * Ten program demonstruje zastosowanie refleksji do manipulacji tablicami.
 * @version 1.2 2012-05-04
 * @author Cay Horstmann
 */
public class CopyOfTest
{
   public static void main(String[] args)
```

Kup ksi k Pole ksi k

```
    {
        int[] a = { 1, 2, 3 };
        a = (int[]) goodCopyOf(a, 10);
        System.out.println(Arrays.toString(a));

        String[] b = { "Tomek", "Daniel", "Henryk" };
        b = (String[])goodCopyOf(b, 10);
        System.out.println(Arrays.toString(b));

        System.out.println("Poniższe wywołanie spowoduje wyjątek.");
        b = (String[]) badCopyOf(b, 10);
    }

    /**
     * Ta metoda próbuje powiększyć tablicę, tworząc nową tablicę i kopiując wszystkie elementy.
     * @param a tablica, która ma być powiększona.
     * @param newLength nowa długość tablicy
     * @return większa tablica zawierająca wszystkie elementy tablicy a. Zwrócona tablica jest
     * typu Object[], a nie takiego samego jak a.
     */
    public static Object[] badCopyOf(Object[] a, int newLength) // nieprzydatna
    {
        var newArray = new Object[newLength];
        System.arraycopy(a, 0, newArray, 0, Math.min(a.length, newLength));
        return newArray;
    }

    /**
     * Ta metoda powiększa tablicę, tworząc nową tablicę tego samego typu
     * i kopiując wszystkie elementy.
     * @param a tablica, która ma być powiększona. Może to być tablica obiektów lub
     * elementów typu podstawowego.
     * @return większa tablica zawierająca wszystkie elementy tablicy a.
     */
    public static Object goodCopyOf(Object a, int newLength)
    {
        Class cl = a.getClass();
        if (!cl.isArray()) return null;
        Class componentType = cl.getComponentType();
        int length = Array.getLength(a);
        Object newArray = Array.newInstance(componentType, newLength);
        System.arraycopy(a, 0, newArray, 0, Math.min(length, newLength));
        return newArray;
    }
}
```

`java.lang.Class` **1.1**

- `boolean isArray()`

  Zwraca `true`, jeśli ten obiekt reprezentuje typ tablicowy.

- `Class<?> getComponentType()`
- `Class<?> componentType()` **12**

  Zwraca obiekt `Class` opisujący typ komponentu, jeśli ten obiekt reprezentuje typ tablicowy, lub `null` w przeciwnym razie.

Kup książkę Poleć książkę

- `Class<?> arrayType()` **12**

  Zwraca obiekt `Class` opisujący typ tablicy, którego typ komponentu jest reprezentowany przez ten obiekt.

`java.lang.reflect.Array` **1.1**

- `static Object get(Object array, int index)`
- `static` *`xxx`* `get`*`Xxx`*`(Object array, int index)`

  `xxx` to jeden z typów podstawowych: `boolean`, `byte`, `char`, `double`, `float`, `int`, `long`, `short`. Te metody zwracają wartość przechowywaną w określonym indeksie tablicy.

- `static void set(Object array, int index, Object newValue)`
- `static set`*`Xxx`*`(Object array, int index,` *`xxx`* `newValue)`

  `xxx` to jeden z typów podstawowych: `boolean`, `byte`, `char`, `double`, `float`, `int`, `long`, `short`. Te metody zapisują nową wartość w danej tablicy w określonym indeksie.

- `static int getLength(Object array)`

  Zwraca długość tablicy.

- `static Object newInstance(Class componentType, int length)`
- `static Object newInstance(Class componentType, int[] lengths)`

  Zwraca nową tablicę danego typu o określonych rozmiarach.

5.9.7. Wywoływanie dowolnych metod i konstruktorów

W językach C i C++ można wywołać dowolną funkcję, posługując się ustawionym na nią wskaźnikiem. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że w Javie nie ma wskaźników do metod — umożliwiają one podanie lokalizacji metody innej metodzie, dzięki czemu ta druga może później wywołać tę pierwszą. Projektanci języka Java stwierdzili nawet, że wskaźniki do metod nie są bezpieczne, mogą bowiem stanowić źródło błędów, a lepszym od nich rozwiązaniem są **interfejsy** i wyrażenia lambda (opisane w kolejnym rozdziale). Jednak dzięki refleksji także w Javie można wywoływać dowolne metody.

Przypomnijmy sobie, że za pomocą metody `get` klasy `Field` można sprawdzić dowolne pole obiektu. Podobnie klasa `Method` zawiera metodę `invoke`, która umożliwia wywołanie metody zapakowanej w bieżący obiekt klasy `Method`. Sygnatura metody `invoke` wygląda następująco:

```
Object invoke(Object obj, Object... args)
```

Pierwszy jest parametr niejawny, a pozostałe obiekty to parametry jawne.

W przypadku metody statycznej pierwszy parametr jest ignorowany — można go ustawić na `null`.

Jeśli na przykład `m1` reprezentuje metodę `getName` klasy `Employee`, poniższy kod pokazuje, jak można ją wywołać:

Kup ksi k Pole ksi k

```
String n = (String) m1.invoke(harry);
```

Jeśli typ zwrotny jest podstawowy, metoda `invoke` zwróci typ opakowania. Załóżmy na przykład, że `m2` reprezentuje metodę `getSalary` klasy `Employee`. Zwrócony obiekt będzie typu `Double` i trzeba wykonać odpowiednie rzutowanie. Można do tego celu zastosować automatyczne odpakowywanie.

```
double s = (Double) m2.invoke(harry);
```

Jak uzyskać obiekt klasy `Method`? Można oczywiście wywołać metodę `getDeclaredMethods` i przeszukać zwróconą tablicę w celu znalezienia żądanej metody. Można również wywołać metodę `getMethod` klasy `Class`. Jest ona podobna do metody `getField`, która przyjmuje nazwę pola w postaci łańcucha i zwraca obiekt typu `Field`. Jednak metod o takiej samej nazwie może być kilka, więc należy uważać, aby się nie pomylić. Z tego powodu konieczne jest podanie dodatkowo typów parametrów żądanej metody. Sygnatura metody `getMethod` jest następująca:

```
Method getMethod(String name, Class... parameterTypes)
```

Poniższy kod przedstawia sposób uzyskania wskaźników do metod `getName` i `raiseSalary` klasy `Employee`:

```
Method m1 = Employee.class.getMethod("getName");
Method m2 = Employee.class.getMethod("raiseSalary", double.class);
```

W podobny sposób można wywoływać dowolne konstruktory. Należy przekazać typy parametrów wybranego konstruktora do metody `Class.getConstructor` i dostarczyć ich wartości do metody `Constructor.newInstance`:

```
Class cl = Random.class; // lub dowolna inna klasa z konstruktorem
                         // przyjmującym parametr typu long
Constructor cons = cl.getConstructor(long.class);
Object obj = cons.newInstance(42L);
```

Klasy `Method` i `Constructor` rozszerzają klasę `Executable`. Od Javy 17 klasa `Execu`↪`table` jest zapieczętowana oraz zezwala na tworzenie tylko podklas `Method` i `Constructor`.

Skoro znamy już zasady używania obiektów klasy `Method`, wykorzystajmy je w praktyce. Listing 5.19 przedstawia program drukujący tabelę wartości funkcji matematycznych, jak `Math.sqrt` lub `Math.sin`. Wydruk wygląda następująco:

```
public static native double java.lang.Math.sqrt(double)
1.0000  |   1.0000
2.0000  |   1.4142
3.0000  |   1.7321
4.0000  |   2.0000
5.0000  |   2.2361
6.0000  |   2.4495
7.0000  |   2.6458
8.0000  |   2.8284
9.0000  |   3.0000
10.0000 |   3.1623
```

Kup ksi k Pole ksi k

Oczywiście kod drukujący tabelę jest niezależny od samej funkcji, dla której zastosowano wcięcia.

```
double dx = (to - from) / (n - 1);
for (double x = from; x <= to; x += dx)
{
   double y = (Double) f.invoke(null, x);
   System.out.printf("%10.4f | %10.4f%n", x, y);
}
```

W powyższym kodzie `f` jest obiektem typu `Method`. Pierwszy parametr metody `invoke` ma wartość `null`, ponieważ wywoływana jest metoda statyczna.

Wyrównanie funkcji `Math.sqrt` zostało uzyskane poprzez ustawienie `f` na:

```
Math.class.getMethod("sqrt", double.class)
```

czyli metodę klasy `Math` o nazwie `sqrt`, z parametrem typu `double`.

Listing 5.19 przedstawia pełny kod generycznego tabulatora i kilka przykładowych wywołań.

Listing 5.19. methods/MethodTableTest.java

```
package methods;

import java.lang.reflect.*;

/**
 * Ten program demonstruje sposób wywoływania metod poprzez refleksję.
 * @version 1.2 2012-05-04
 * @author Cay Horstmann
 */
public class MethodTableTest
{
   public static void main(String[] args) throws ReflectiveOperationException
   {
      // Pobranie wskaźników do metod square i sqrt.
      Method square = MethodTableTest.class.getMethod("square", double.class);
      Method sqrt = Math.class.getMethod("sqrt", double.class);

      // Drukowanie tabel wartości x i y.
      printTable(1, 10, 10, square);
      printTable(1, 10, 10, sqrt);
   }

   /**
    * Zwraca kwadrat liczby.
    * @param x liczba
    * @return x podniesione do kwadratu
    */
   public static double square(double x)
   {
      return x * x;
   }

   /**
    * Drukuje tablicę wartości x i y dla danej metody.
```

Kup ksi k Pole ksi k

```
     * @param od dolnej granicy wartości x
     * @param do górnej granicy wartości x
     * @param n liczba wierszy w tabeli
     * @param f metoda z parametrem i typem zwrotnym typu double
     */
    public static void printTable(double from, double to, int n, Method f)
          throws ReflectiveOperationException
    {
       // Drukowanie metody jako nagłówka tabeli
       System.out.println(f);

       double dx = (to - from) / (n - 1);

       for (double x = from; x <= to; x += dx)
       {
          double y = (Double) f.invoke(null, x);
          System.out.printf("%10.4f | %10.4f%n", x, y);
       }
    }
}
```

Powyższy program pokazuje, że z obiektami klasy Method można zrobić wszystko to co ze wskaźnikami do funkcji w języku C (i delegacjami w C#). Podobnie jak w C, taki styl programowania jest niewygodny i zawsze podatny na błędy. Co się stanie, jeśli metoda zostanie wywołana przy użyciu nieprawidłowych parametrów? Metoda `invoke` spowoduje wyjątek.

Dodatkowo parametry i typy zwrotne metody `invoke` muszą być typu `Object`. Oznacza to konieczność częstego rzutowania w obie strony. W ten sposób kompilator zostaje pozbawiony możliwości sprawdzenia kodu. Przez to błędy ujawniają się tylko podczas testów, kiedy są trudniejsze do naprawienia. Ponadto kod tworzący wskaźnik do metody przy użyciu refleksji jest znacznie wolniejszy niż kod, który wywołuje metody bezpośrednio.

Z wymienionych powodów zalecamy używać obiektów klasy `Method` wyłącznie wtedy, kiedy jest to absolutnie niezbędne. Prawie zawsze lepiej jest używać interfejsów lub (od Java 8) wyrażeń lambda (które są tematem kolejnego rozdziału). Zgadzamy się zwłaszcza ze stanowiskiem projektantów języka Java i nie polecamy używania obiektów typu `Method` dla funkcji zwrotnych. Dzięki użyciu interfejsów dla metod zwrotnych (zobacz następny rozdział) kod jest znacznie szybszy i łatwiejszy w utrzymaniu.

`java.lang.reflect.Method` **1.1**

- `public Object invoke(Object implicitParameter, Object[] explicitParameters)`

  Wywołuje metodę reprezentowaną przez obiekt, przekazując podane parametry, oraz zwraca wartość, którą zwraca ta metoda. W przypadku metod statycznych parametr niejawny powinien mieć wartość `null`. Wartości typów podstawowych należy przekazywać w obiektach opakowujących. Wartości zwrotne typów podstawowych muszą być odpakowywane.

Kup ksi k Pole ksi k

5.10. Porady projektowe dotyczące dziedziczenia

Na zakończenie tego rozdziału przedstawiamy kilka porad dotyczących dziedziczenia.

1. **Wspólne metody i pola umieszczaj w nadklasie.**

   Z tego powodu pole `name` umieszczamy w klasie `Person` zamiast w klasach `Employee` i `Student`.

2. **Nie używaj pól chronionych.**

   Niektórzy programiści uważają, że zdefiniowanie większości pól jako chronionych jest dobrym pomysłem, ponieważ dzięki temu podklasy mają w razie potrzeby do nich dostęp. Jednak mechanizm stojący za słowem kluczowym `protected` nie daje dobrej ochrony, i to z dwóch powodów. Po pierwsze, liczba podklas jest nieskończona — każdy może napisać podklasę naszej klasy, a następnie napisać kod uzyskujący bezpośredni dostęp do chronionych pól egzemplarzy, co stanowi złamanie zasad hermetyzacji. Po drugie, w Javie wszystkie klasy znajdujące się w jednym pakiecie mają dostęp do pól chronionych pozostałych klas, bez względu na to, czy są podklasami.

   Użyteczne mogą natomiast być metody chronione, które nie są gotowe do użytku i powinny zostać ponownie zdefiniowane w podklasach.

3. **Za pomocą dziedziczenia imituj relację „jest".**

   Dziedziczenie umożliwia zaoszczędzenie wielu wierszy kodu, ale niestety jest często nadużywane. Wyobraźmy sobie na przykład, że potrzebujemy klasy o nazwie `Contractor` (pracownik kontraktowy). Pracownik kontraktowy ma imię i nazwisko oraz datę zatrudnienia, ale nie ma stałej pensji. Zamiast tego otrzymuje wynagrodzenie zależne od liczby przepracowanych godzin i nie pracuje na tyle długo, aby dostać podwyżkę. Istnieje więc pokusa, aby utworzyć podklasę `Contractor` klasy `Employee` i dodać pole `hourlyWage` (stawka godzinowa).

   ```
   class Contractor extends Employee
   {
      private double hourlyWage;
      . . .
   }
   ```

   Nie jest to jednak dobre rozwiązanie, ponieważ każdy obiekt pracownika kontraktowego będzie miał zarówno pole pensji, jak i stawki godzinowej. Stanie się to źródłem niekończących się problemów podczas implementacji metod generujących rachunki lub formularze podatkowe. Będzie konieczne napisanie większej ilości kodu, niż gdyby zrezygnowano na początku z dziedziczenia.

   Relacja pracownik – pracownik kontraktowy nie jest typu „jest". Pracownik kontraktowy nie jest specjalnym typem pracownika.

Kup ksi k Pole ksi k

4. **Nie używaj dziedziczenia, jeśli któraś z metod nie działa odpowiednio.**

   Wyobraźmy sobie, że chcemy napisać klasę o nazwie `Holiday`. Jak wiadomo, każde święto jest jakimś dniem, a dni można reprezentować jako obiekty klasy `GregorianCalendar`. W związku z tym możemy wykorzystać dziedziczenie.

```
class Holiday extends GregorianCalendar { . . . }
```

   Niestety zbiór dni wolnych nie jest zamknięty dla wszystkich odziedziczonych metod. Jedną z publicznych metod klasy `GregorianCalendar` jest `add`. Za jej pomocą dni świąteczne można zamienić w dni nieświąteczne:

```
Holiday christmas;
christmas.add(Calendar.DAY_OF_MONTH, 12);
```

   Z tego powodu dziedziczenie nie jest właściwą techniką w tym przypadku.

   Problem ten nie wystąpiłby w przypadku rozszerzenia klasy niezmiennej. Powiedzmy, że mamy niezmienną klasę reprezentującą datę, podobną do `localDate`, ale nie finalną. Jeśli utworzymy podklasę `Holiday`, to nie będzie takiej metody, która mogłaby zamienić święto na dzień nieświąteczny.

5. **Przesłaniając metodę, nie zmieniaj jej spodziewanego działania.**

   Zasada zamienialności ma zastosowanie nie tylko do składni, ale co ważniejsze — do zachowania. Przesłaniając metodę, nie należy bez powodu zmieniać jej zachowania. Kompilator w takiej sytuacji nie pomoże, ponieważ nie może sprawdzić, czy nowa definicja metody jest właściwa. Na przykład problem z metodą `add` w klasie `Holiday` można rozwiązać, definiując tę metodę ponownie w taki sposób, aby nic nie robiła lub powodowała wyjątek czy też przechodziła do kolejnego święta.

   Niestety ta poprawka łamie zasadę zamienialności. Poniższe instrukcje:

```
int d1 = x.get(Calendar.DAY_OF_MONTH);
x.add(Calendar.DAY_OF_MONTH, 1);
int d2 = x.get(Calendar.DAY_OF_MONTH);
System.out.println(d2 - d1);
```

   powinny *działać przewidywalnie*, bez względu na to, czy `x` jest typu `Gregorian` ➥`Calendar`, czy `Holiday`.

   Oczywiście na ten temat można toczyć zażarte spory dotyczące tego, co należy uważać za przewidywalne działanie. Na przykład niektórzy programiści stwierdzą, że zasada zamienialności wymaga, aby metoda `Manager.equals` ignorowała pole `bonus`, ponieważ robi to także metoda `Employee.equals`. Takie dyskusje są bezcelowe, jeśli prowadzi się je bez odpowiedniego kontekstu. Przede wszystkim należy pamiętać, aby przesłaniając metody w podklasach, nie zacierać przeznaczenia oryginalnego projektu.

6. **Wykorzystuj polimorfizm zamiast informacji o typach.**

   Kiedy napotkasz kod typu:

Kup książkę Poleć książkę

```
if (x jest typu 1)
działanie1(x);
else if (x jest typu 2)
działanie2(x);
```

zawsze pomyśl o polimorfizmie.

Czy *działanie*$_1$ i *działanie*$_2$ reprezentują wspólną koncepcję? Jeśli tak, zamień tę koncepcję na metodę nadklasy lub interfejsu wspólnego dla obu typów. Dzięki temu wystarczy wywołanie typu:

```
x.działanie();
```

Polimorficzny mechanizm dynamicznego przydzielania zadań wywoła odpowiednią metodę.

Kod wykorzystujący metody polimorficzne lub interfejsy jest zdecydowanie łatwiejszy do utrzymania i rozszerzania niż kod zawierający wiele sprawdzeń typów.

7. **Nie nadużywaj refleksji.**

   Możliwość wykrywania pól i metod w czasie działania programu pozwala na pisanie programów o zadziwiającym stopniu uogólnienia. Ta funkcjonalność jest przydatna w programowaniu systemów, ale nie sprawdza się w aplikacjach. Refleksja jest wrażliwym mechanizmem — kompilator nie może pomóc w znajdowaniu błędów. Wszystkie błędy są odkrywane w czasie działania programu i wtedy powodują wyjątki.

Znamy już zasady działania fundamentów programowania obiektowego: klas, dziedziczenia i polimorfizmu. W kolejnym rozdziale opisujemy dwa zaawansowane zagadnienia, bardzo ważne dla tych, którzy chcą efektywnie wykorzystywać możliwości Javy. Są to interfejsy i wyrażenia lambda.

Skorowidz

A

- abstract, 258
- abstrakcja, 257
- accelerators, 636
- access modifier, 54
- accessor method, 145
- accessory component, 676
- action map, 579
- Action.MNEMONIC_KEY, 636
- adapter class, 573
- adnotacje, 434–437
  - @author, 204, 206
  - @link, 207
  - @Override, 235
  - @param, 204, 205
  - @return, 205
  - @SuppressWarnings, 434
  - @throws, 205
  - @version, 206
- agregacja, 138, 139
- akceleratory, 635, 636
- akcesorium, 676
- akcesory, 145, 158
- akcje, 575
- aktywność komponentu, 577
- aktywowanie elementów menu, 637
- algorytmy, 135, 519, 524
  - generyczne, 519
  - quick sort, 125, 521
  - równoległe, 739
  - sortowania, 520, 521
  - tasowania, 520
  - tworzenie, 528
  - wyszukiwania binarnego, 523
  - znajdowania liczb pierwszych, 536
- analiza
  - danych ze stosu wywołań, 382
  - funkcjonalności klasy, 276
  - obiektów w czasie działania programu, 283
- annotation, 434
- anonimowe klasy wewnętrzne, 348
- anonymous inner class, 348
- API Preferences, 587
  - dostęp do tablicy par klucz-wartość, 589
  - dostęp do węzła drzewa, 589
  - repozytorium, 589
  - zapis danych w repozytorium, 590
- aplety, 30
- argumenty, 56
- ascender, 561
- ascent, 561
- asercje, 390
  - dokumentacja założeń, 394
  - sprawdzanie parametrów, 392
  - stosowanie, 392
  - warunek wstępny, 393
  - włączanie, 391
  - wyłączanie, 392
- asocjacja, 139
- assert, 391
- asynchroniczne obliczenia, 754
- autoboxing, 33, 252, 253
- automatyczne
  - opakowywanie, 252
  - usuwanie nieużytków, 24

Kup ksi k Pole ksi k

autowrapping, 252
AWT, Abstract Window Toolkit, 539, 540
  dziedziczenie klas zdarzeniowych, 586
  hierarchia zdarzeń, 585
  zdarzenia niskiego poziomu, 586
  zdarzenia semantyczne, 586

B

base class, 212
baseline, 561
bazowy katalog drzewa pakietu, 195
bezpieczeństwo, 27, 36
biblioteka
  AWT, 586
  JSON, 264
  refleksyjna, 269
  Swing, 540
big numbers, 58
bitowe, *Patrz także* operatory
  alternatywa, |, 75
  koniunkcja, &, 75
  negacja, ~, 75
  przesunięcie, >>, 75
blocking queue, 725
blok, 55, 99
  inicjujący, 178
  synchronizowany, 711
  try-catch, 374
  try-finally, 380
blokady, 701
  jawne, 708
  wewnętrzne, 708
  wielowejściowe, 701
bloki tekstowe, 90
blokowanie po stronie klienta, 712
błędy, 366
  danych wejściowych, 366
  debugowanie, 414
  kompilacji, 440
  nieprawidłowego typu, 446
  pomyłka o jeden, 519
  przekroczenie zakresu liczby całkowitej, 58
  urządzeń, 366
  w kodzie, 366
BMP, Basic Multilingual Plane, 63
boolean, 58, 63
border layout manager, 601
bridge method, 432
bucket, 487
budowanie łańcuchów wyjątków, 377
byte, 58

C

call
  by name, 168
  by reference, 168
  by value, 168
callback, 311
CamelCase, 54
casting, 71, 225
catch, 374
char, 61, 62, 82
checkbox, 611
checked exception, 271, 368
child class, 212
chwytanie typu wieloznacznego, 450
ciało metody, 56
class, 54, 148
  field, 162
  loader, 358, 391
CLASSPATH, 197
client-side locking, 712
code
  planes, 63
  point, 62
  units, 63
combo box, 620
const, 67
content pane, 547
coupling, 139
covariant return types, 222
czcionki, 559
  opcje, 645
  Font, 560
  interlinia, 561
  linia
    bazowa, 561
    dolna pisma, 561
    górna pisma, 561
  logiczne nazwy, 560
  nazwa, 559
  rodzina, 559
  styl, 560

czcionki
- wydłużenie
  - dolne, 561
  - górne, 561
- wysokość, 561

czytanie danych, 92

D

dane
- XML, 34
- ze stosu wywołań, 382

deadlock, 704, 718
debugger, 414
debugowanie, 414
deep copying, 317
default, 110
- package, 191

definicja
- klasy, 148
- klasy uogólnionej, 422
- stałej klasowej, 66
- zmiennej, 66

deklaracja
- list tablicowych, 245
- tablic, 120
- wyjątków kontrolowanych, 369
- zmiennej tablicowej, 120
- zmiennych, 64

dekrementacja, --, 72
delegacja zdarzeń, 569
demony, 692
deque, 495
derived class, 212
descender, 561
descent, 561
dezaktywacja elementu menu, 587, 637
diagram
- dziedziczenia, 257
- klasy, 139

diamond syntax, 245
dokumentacja, 40
- API, 86
- generowanie, 207
- założeń, 394

dostęp
- chroniony, 229
- do elementów listy tablicowej, 247
- do pakietu, 194
- do plików, 98
- do pól, 157
- do zmiennych, 332
- swobodny, 474

double, 59
doubly linked list, 476
drukowanie, 33
drzewo czerwono-czarne, 490
duże liczby, 58
dymki, 643
dynamic binding, 217
dziedziczenie, 137–139, 211, 295, 421
- dostęp chroniony, 229
- hierarchia, 219
- interfejs, 305
- klasy
  - abstrakcyjne, 257
  - finalne, 224
- metody
  - finalne, 224
  - przesłaniające, 214, 215
- nadklasy, 212
- Object, 230
- podklasy, 212
- polimorfizm, 217, 220
- porównywanie obiektów, 233
- rzutowanie, 225
- super, 215
- typy uogólnione, 443
- wielokrotne, 307

dzielenie modulo, 67
dzienniki, 395, 405
- filtry, 405
- formatery, 405
- konfiguracja menedżera, 398
- lokalizacja, 400
- poziomy ważności komunikatów, 396
- rotacja plików, 402
- śledzenie przepływu wykonywania, 397
- zapis zaawansowany, 396

E

Eclipse, 47
- edytowanie kodu, 49
- komunikaty o błędach, 50
- konfiguracja projektu, 49
- okno New Project, 48

egzemplarz klasy, 136

elementy menu, 629
eliminowanie wywołań funkcji, 29
enum, 67, 262
epoka, 143
etykiety, 606
event dispatch thread, 542, 721
event object, 567
exit code, 56
explicit parameter, 156
extends, 212, 305
external padding, 647

F

factory method, 164
false, 58, 63
field accessor, 157
figury
    2D, 551
    geometryczne, 551
file chooser, 675
filtr plików, 673
filtry, 405
float, 59, 70
flow layout manager, 600
formatery, 405
formatowanie danych wyjściowych, 94
funkcje
    czysto wirtualne, 259
    matematyczne, 68

G

Garbage Collector, 24, 505
GBC, *Patrz* klasa GridBagConstraints, 646–649, 653
generator liczb losowych, 723
generic
    class, 422, 423
    programming, 421
    types, 33
generowanie dokumentacji javadoc, 207
generyczne listy tablicowe, 244
    dostęp do elementów, 247
glass pane, 547
głęboka kopia, 317
graficzny interfejs użytkownika, GUI, 539
    komponenty Swing, 595
    wywołania zwrotne, 762
group layout manager, 644
grupy przycisków radiowych, 614

H

hash
    code, 236, 487
    table, 237, 625
heap, 124, 496
hermetyzacja, 136, 157
hierarchia
    dziedziczenia, 219
        klas ramek, 544
        klasy Component, 601
    interfejsów, 305
    klas JSON, 266
    wyjątków, 368
    zdarzeń w bibliotece AWT, 585
historia Javy, 31
HTML, 34

I

identyfikacja klas, 137
IEEE 754, 60
IFC, Internet Foundation Classes, 540
ikony w elementach menu, 631
immutable class, 161
implementacja interfejsu, 298, 300
implements, 300
implicit parameter, 156
import, 93, 189
    klas, 188
    statyczny, 190
informacje o typach
    czasu wykonywania, 270
    generycznych w maszynie wirtualnej, 454
inheritance, 211
    chain, 219
    hierarchy, 219
inicjalizacja
    na żądanie, 722
    pól, 176
    pól wartościami domyślnymi, 174
    z podwójną klamrą, 351
    zmiennych, 65
inkrementacja, ++, 72
inline method, 157
inlining, 29, 224
inner class, 298, 339
input
    dialog, 658
    maps, 578

Kup ksi k   Pole ksi k

instalacja Java Development Kit, 38, 39
instanceof, 226, 227, 318
instrukcja, *Patrz także* słowo kluczowe
- break z etykietą, 115
- break, 99, 112, 115
- case, 110
- continue, 116
- else, 101
- goto, 114
- if, 100
- if-else if, 103
- if-else, 101, 102
- switch, 74, 110, 111
- try, 374
- try-finally, 380
- yield, 113

instrukcje
- sterujące, 99, 110, 114
- warunkowe, 100

int, 58, 59
interfejs, 262, 291, 298
- Action, 575, 580, 630, 636
- ActionListener, 312, 348, 568, 575, 588, 612
- AdjustmentListener, 588
- Array, 288, 289
- BlockingDeque, 730
- BlockingQueue, 730
- ButtonModel, 598, 599, 615, 617
- Callable, 742, 743
- ChangeListener, 623
- Cloneable, 318
- Collection<E>, 467, 471–473, 482
- Comparable, 299, 427, 496
- Comparator, 314, 338
- Condition, 707–710
- Delayed, 730
- Deque, 494
- Enumerable, 465
- Enumeration, 469, 530
- ExecutorService, 744, 746, 750
- Filter, 414
- FocusListener, 588
- Formattable, 96
- Future, 742, 743, 767
- GenericArrayType, 455, 463
- Handler, 401, 402, 411
- ProcessHandle.Info, 775
- InvocationHandler, 358, 363
- ItemListener, 588
- ItemSelectable, 615
- Iterable, 122, 469
- Iterator<E>, 468–473
- JSONValue, 264, 266
- KeyListener, 588
- LayoutManager, 653–657
- List<E>, 484, 485, 515, 522, 526
- ListIterator<E>, 479, 484, 485
- Lock, 699, 702, 707, 709
- Map, 473
- MenuListener, 637
- MouseEvent, 585, 587, 635
- MouseListener, 581, 583, 588
- MouseMotionListener, 581–583, 588
- MouseWheelListener, 588
- NavigableMap, 475, 518
- NavigableSet, 475, 491, 494, 518
- Object, 136, 230, 231, 238, 490, 711
- ParameterizedType, 455, 463
- ProcessHandle, 772–775
- PropertyChangeListener, 677
- Queue, 465, 494
- RandomAccess, 475
- Runnable, 441, 681, 686, 742, 745
- ScheduledExecutorService, 745, 746
- Set, 475, 515
- Shape, 552
- SortedMap, 475, 501–504, 518
- SortedSet, 475, 494, 518
- StackFrame, 385
- Thread.UncaughtExceptionHandler, 693, 694
- Type, 455
- TypeVariable, 455, 462
- WildcardType, 423, 455, 462
- WindowEvent, 567, 573, 587
- WindowFocusListener, 588
- WindowListener, 573, 574, 588
- WindowStateListener, 575, 588

interfejsy, 262, 291, 298
- architektury kolekcji, 474
- definicja, 299
- dziedziczenie, 305
- ewolucja, 309
- funkcyjne, 326, 335, 336
- hierarchia, 305
- implementacja, 298, 300
- klasy abstrakcyjne, 306
- metody, 306
- nasłuchu, 567

Kup ksi k

Pole ksi k

sprzężenie zwrotne, 311
własności, 305
zmienne, 305
znacznikowe, 318
interlinia, 561
internal padding, 647
interpreter, 29
interrupted state, 689
ISO 8859-1, 62
iteratory, 468
słabo spójne, 731

J

JAR, 195, 198
opcje, 199
Java, 23, 33, 43, 55
Archive, 198
Community Process, 36
wersje, 35
java.lang.reflect, 276, 455
java.util.concurrent, 687, 699, 726
java.util.EventObject, 567
java.util.logging.config.file, 399
java.util.logging.LogManager, 400
Java2D, 551
Ellipse2D, 552–554
figury geometryczne, 551
Line2D, 551
Rectangle2D, 551–554
rysowanie figur, 555
Shape, 552
współrzędne, 553
javac, 43, 151
javadoc, 203, 207
generowanie dokumentacji, 207
komentarze
do klas, 204
do metod, 205
do pakietów, 207
do pól, 205
ogólne, 206
wstawianie, 203
streszczenie, 204
znaczniki dokumentacyjne, 204
JavaFX Script, 541
javap, 699
JavaScript, 37
javax.swing, 312, 542
jawna inicjalizacja pól, 176
JDK, Java Development Kit, 27, 38, 39
jednostki kodowe, 63, 82
język
C++, 25
HTML, 34
interpretowany, 36
J++, 30
Java, 23
JavaScript, 37
UML, 139
JRE, Java Runtime Environment, 39
JShell, 50
JSON, 264
JUnit, 415
just-in-time compilation, 28
JVM, 200

K

kalendarz, 143, 146
katalog bazowy drzewa pakietu, 195
keyboard focus, 577
klasa, 54, 136, *Patrz także* kolekcja, wyjątek
AbstractAction, 576, 579, 630
AbstractButton, 617, 631, 632, 637
AbstractCollection, 471, 482
AccessibleObject, 287
ActionEvent, 567, 587
ActionMap, 579
AdjustmentEvent, 587
ArrayBlockingQueue, 729
ArrayDeque, 476, 494, 496
ArrayList<E>, 246, 247, 327, 421, 469, 486, 740
Arrays, 125, 127, 518, 739
AssertionError, 391
AWTEvent, 585
BigDecimal, 117, 119, 301
BigInteger, 117, 119
BitSet, 465, 535
BorderFactory, 617, 618
BorderLayout, 602, 603, 654
BoxLayout, 644
ButtonGroup, 614–617, 633
ChangeEvent, 623
Class, 270, 277, 359
Class<T>, 453–455, 462
ClassLoader, 394
Cleaner, 183

klasa
- Collections, 473, 516, 520–523, 741
- Color, 558
- ColorAction, 570, 577
- CompletableFuture, 754, 756
- Component, 545, 559, 600, 606
- ConcurrentHashMap, 731, 732, 741
- ConcurrentLinkedQueue, 732
- ConcurrentSkipListMap, 731, 732
- ConcurrentSkipListSet, 731, 733
- Console, 93, 94
- ConsoleHandler, 401, 405, 412
- Constructor, 272, 276, 281, 283
- Constructor<T>, 454
- Container, 572, 600, 601
- CopyOnWriteArrayList, 739
- CopyOnWriteArraySet, 739
- Cursor, 581
- Date, 140–144, 158
- DefaultButtonModel, 598, 599
- DelayQueue, 726, 730
- Dictionary, 433
- Dimension, 545
- Double, 59
- Ellipse2D, 552–554
- Ellipse2D.Double, 557
- EnumMap, 476, 506, 508
- EnumSet, 476, 506, 508
- Enum<T>, 264
- Error, 367
- EventObject, 567, 585
- ExecutorCompletionService, 747, 751
- Executors, 743, 745
- Field, 276, 281, 283, 288, 291
- File, 99
- FileFilter, 674, 678
- FileHandler, 402, 405
- FileInputStream, 369
- FileNameExtensionFilter, 679
- FileView, 675, 679
- FlowLayout, 601
- FocusEvent, 587
- Font, 560, 564
- FontMetrics, 565
- FontRenderContext, 561
- Formatter, 405, 414
- Frame, 541, 546
- FutureTask, 743
- Graphics, 547, 549, 565, 566
- Graphics2D, 551, 552, 558, 561, 562, 565
- GraphicsEnvironment, 559
- GridBagConstraints, 645–648, 652
- GridBagLayout, 644–650, 654
  - anchor, 647, 653
  - bottom, 647
  - dopełnienie, 647
  - dopełnienie wewnętrzne, 647
  - dopełnienie zewnętrzne, 647
  - fill, 647
  - GBC, 648
  - gridheight, 646, 647
  - gridwidth, 646, 647
  - gridx, 646, 647
  - gridy, 646, 647
  - ipadx, 647
  - ipady, 647
  - klasa pomocnicza, 648
  - left, 647
  - ograniczenia, 646
  - right, 647
  - top, 647
  - weight, 646
- GridLayout, 604
- HashMap, 476, 497, 500, 740
- HashSet, 469, 476, 486, 488–491
- Hashtable, 465, 529, 740
- IdentityHashMap, 476, 507, 509
- ImageIcon, 547, 565
- InputMap, 579
- Integer, 254, 255
- ItemEvent, 587
- JButton, 568–572, 577, 598, 672
- JCheckBox, 612, 614
- JCheckBoxMenuItem, 633
- JComboBox, 529, 620, 623
- JComponent, 547, 562, 578, 599, 606, 635, 672
- JDialog, 663, 666
- JFileChooser, 672–674, 677
- JFrame, 541, 544
- JLabel, 607
- JMenu, 630
- JMenuBar, 629
- JMenuItem, 631, 632, 635–638
- JOptionPane, 314, 658, 660, 663, 668
- JPanel, 603
- JPasswordField, 608
- JPopupMenu, 634
- JRadioButton, 614, 617

- JRadioButtonMenuItem, 633
- JRootPane, 672
- JScrollPane, 609, 611
- JSlider, 433, 623, 628
- JTextArea, 604, 608, 610
- JTextComponent, 604, 605
- JTextField, 604, 605, 606
- JToolBar, 643
- KeyEvent, 587
- KeyStroke, 577, 580, 636
- Line2D, 551, 557
- LineBorder, 618, 620
- LineMetrics, 562, 565
- LocalDate, 143
- Logger, 410
- Math, 68–70, 162
- Method, 276, 281, 283, 292, 294, 462
- MouseWheelEvent, 587
- NumberFormat, 164, 255
- PaintEvent, 586
- PasswordChooser, 668
- Point, 553
- Point2D, 553, 557
- Preferences, 589, 593
- PrintStream, 240
- PrintWriter, 97, 99
- Process, 769, 774
- ProcessBuilder, 769, 773
- Properties, 532, 533
- Proxy, 358, 362, 363
- Random, 182
- RecordComponent, 282
- Rectangle, 553
- Rectangle2D, 551–557
- RectangularShape, 553, 556
- ReentrantLock, 699–702
- Scanner, 92, 93, 99
- SocketHandler, 402
- SoftBevelBorder, 618, 619
- SpringLayout, 644
- Stack, 465, 534
- StackTraceElement, 386
- StreamHandler, 402, 404
- String, 77–80, 83, 236
- StringBuilder, 89
- SwingUtilities, 671
- SwingWorker, 766, 768
- Thread, 684, 692, 694
- ThreadDeath, 688
- ThreadGroup, 693, 694
- ThreadLocal, 722
- ThreadLocalRandom, 724
- ThreadPoolExecutor, 744, 746
- Throwable, 272, 367, 373, 384, 388
- Timer, 312, 314
- Toolkit, 314, 545, 546
- TreeMap, 475, 476, 498, 500
- TreeSet, 475, 476, 490–496
- Vector, 246, 465, 740
- WeakReference<T>, 505
- Window, 546
- WindowEvent, 573

klasy, 54, 56, 136
- abstrakcyjne, 257
  - interfejs, 305
- adaptacyjne, 573
- agregacja, 138
- anonimowe, 348
- bazowe, 212
- definiowanie, 148
- diagramy, 139
- dodawanie do pakietu, 191
- dziedziczenie, 138, 139, 212
- egzemplarz, 136
- finalne, 224
- generyczne, 244, 422, 423
- identyfikacja, 137
- implementacja interfejsu, 298
- komentarze, 204
- konstruktory, 140, 152
- ładowanie, 358
- macierzyste, 212
- metody, 136
  - prywatne, 160
  - statyczne, 163
- nadklasy, 212
- nazwy, 54
- opakowujące, 252
- parametryzowane, 422
- plik źródłowy, 197
- pochodne, 212
- podklasy, 212
- pola statyczne, 161
- pośredniczące, 357
  - właściwości, 362
- predefiniowane, 139
- projektowanie, 208

- klasy
  - proxy
    - invocation handler, 358
    - ładowanie klas, 358
  - publiczne, 188
  - relacje między klasami, 138
  - rozszerzanie, 136
  - stałe, 66
  - stałe pola, 160
  - tworzenie egzemplarza, 424
  - uogólnione, 244, 422
    - definicja, 423
  - wewnętrzne, 298, 339
    - anonimowe klasy, 348
    - dostęp do stanu obiektu, 340
    - dostęp do zmiennych finalnych z metod zewnętrznych, 346
    - lokalne, 346
    - metody, 339
    - referencja do klasy zewnętrznej, 343
    - referencja do obiektu zewnętrznego, 341
    - reguły składniowe, 343
    - składnia, 340
    - statyczne, 351
    - this, 343
    - zastosowanie, 344
  - wyliczeniowe, 262
  - zagnieżdżone, 339
  - zależność, 138
  - zapieczętowane, 264
- klasyfikacja wyjątków, 367
- klawisze, 577
- kliknięcie przycisku, 569
- klonowanie obiektów, 159, 315
- kod
  - bajtowy, 29
  - mieszający, 236, 487
  - uogólniony, 429
  - wyjścia, 56
- kodowanie
  - Unicode, 62
  - UTF-16, 63
- kolejka, 465, 494, 731
  - implementacje, 466
  - blokująca, 725
  - dwukierunkowa, 494
  - priorytetowa, 496
- kolekcja, 122, 464–538
  - ArrayDeque, 476, 494, 496
  - ArrayList, 245–252, 327, 421, 469, 740
  - BitSet, 465, 535
  - Collections, 516, 520–523, 741
  - ConcurrentHashMap, 731, 732, 741
  - ConcurrentLinkedQueue<E>, 732
  - ConcurrentSkipListMap, 731, 732
  - ConcurrentSkipListSet, 731, 733
  - CopyOnWriteArrayList, 739
  - CopyOnWriteArraySet, 739
  - Deque, 495
  - Enumeration, 469, 530
  - EnumMap, 476, 506, 508
  - EnumSet, 476, 506, 508
  - HashMap, 476, 497, 500, 740
  - HashSet, 469, 476, 486, 488–491
  - Hashtable, 465, 529, 740
  - IdentityHashMap, 476, 507, 509
  - LinkedBlockingDeque, 726, 729
  - LinkedBlockingQueue, 726
  - LinkedHashMap, 476, 505–508
  - LinkedHashSet, 476, 505, 507
  - LinkedList, 467, 476, 479, 482
  - LinkedList<E>, 485
  - List, 486, 515, 523
  - List<E>, 484, 526
  - Map, 473, 499
  - NavigableMap, 475, 518
  - NavigableSet, 475, 491, 494, 518
  - PriorityBlockingQueue, 726, 730
  - PriorityQueue, 476, 497
  - Properties, 531, 533
  - Queue, 465, 494
  - SortedMap, 475, 501–503, 518
  - SortedSet, 475, 494, 518
  - Stack, 465, 534
  - TreeMap, 475, 476, 498, 500
  - TreeSet, 475, 476, 490–496
  - Vector, 246, 465, 740
  - WeakHashMap, 476, 504, 507
- kolekcje, 122, 464–538
  - algorytmy, 519
  - bezpieczne wątkowo, 724
  - dostęp swobodny, 475
  - interfejsy, 465, 473
  - klasy, 475, 477
  - kolejność odwiedzania elementów, 469
  - konwersja pomiędzy kolekcjami a tablicami, 527
  - kopie niemodyfikowalne, 511
  - listy

Kup ksi k Pole ksi k

cykliczne, 467
powiązane, 476
tablicowe, 486
mapy własności, 531
obiekty opakowujące, 509
ograniczone, 467
operacje
opcjonalne, 514, 515
zbiorcze, 526
słabo spójne iteratory, 731
słowniki, 497
sortowanie, 520
uporządkowane, 474, 479
stare, 529
starsze kolekcje bezpieczne wątkowo, 740
stos, 534
tablice kopiowane przy zapisie, 739
tasowanie, 520
warstwa
interfejsów, 465
klas konkretnych, 465
widoki, 509
kontrolowane, 513
niemodyfikowalne, 512
przedziałowe, 513
synchronizowane, 514
wyliczenia, 530
wyszukiwanie binarne, 523
zbiory bitów, 535
kolizja, 487
nazw, 188
kolory, 557
Color, 558, 570, 577
definiowanie, 558
tło, 558
komentarze
/* */, 57
/** */, 57
//, 57
do klas, 204
do metod, 205
do pakietów, 207
do pól, 205
dokumentacyjne, 57, 203
ogólne, 57, 206
komórki, 487
komparatory, 315, 338, 739
kompilacja w czasie rzeczywistym, 28
kompilator, 43
komponenty, 548, 600
dymki, 643
etykiety, 606
listy rozwijalne, 620
menu, 629
menu podręczne, 634
obszary tekstowe, 608
panele przewijane, 609
paski narzędzi, 641
pola
haseł, 608
tekstowe, 605
wyboru, 612
przełączniki, 614
rekordy, 184
suwaki, 623
Swing, 595
wybór opcji, 611
zarządzanie rozkładem, 599
komputer wieloprocesorowy, 714
komunikat
ERROR_MESSAGE, 658
INFORMATION_MESSAGE, 658
QUESTION_MESSAGE, 658
WARNING_MESSAGE, 658
PLAIN_MESSAGE, 658
komunikaty o błędach, 50, 658
konfiguracja menedżera dzienników, 398
konkatenacja, 78
konstruktory, 140, 152
bezargumentowe, 175
domyślne, 175
kanoniczne, 186
kompaktowe, 186
niestandardowe, 186
podklas, 215
przeciążanie, 176
referencje, 331
wirtualne, 272
kontener, 600
kontrola grup zadań, 746
kontroler, 596
konwersja
automatyczne opakowywanie, 252
łańcucha na liczbę, 254
pomiędzy kolekcjami a tablicami, 527
typów numerycznych, 70
kończenie działania programu, 56

kopiowanie
- głębokie, 317
- obiektów, 316
- płytkie, 317
- tablicy, 123

kowariantne typy zwracane, 222, 433
kubełki, 487
kursory, 582

L

lambdy, 322, 323
layered pane, 547
leniwa ewaluacja, 327
licencja GPL, 36
liczby
- całkowite, 58
- zmiennoprzecinkowe, 59

linia
- bazowa, 561
- dolna pisma, 561
- górna pisma, 561

linked list, 476
listener
- interface, 567
- object, 313

listy
- cykliczne, 467
- dwukierunkowe, 476, 478
- modyfikowalne, 521
- powiązane, 467, 476
  - dodawanie elementów, 479, 480
  - ListIterator, 479
  - metody get i set, 483
  - ogniwa, 476
  - usuwanie elementów, 477, 478
- rozwijalne, 620
- tablicowe, 250, 486
  - deklarowanie, 245
  - dostęp do elementów, 248
  - generyczne, 245
- zmiana rozmiaru, 521

literały typowe, 458
load factor, 488
logging proxy, 415
logic_error, 369
logiczne nazwy czcionek, 560
lokalizacja, 400
lokalne klasy wewnętrzne, 346
long, 58
long int, 28
LTS, Long Term Support, 39

Ł

ładowanie
- klas, 358
- usług, 355

łańcuchy, 77
- długość, 82
- dziedziczenia, 219
- identyczność, 80
- jednostki kodowe, 82
- konkatenacja, 78
- niezmienialność, 79
- null, 81
- podłańcuchy, 77
- porównywanie, 80
- składanie, 86
- String, 79, 83
- StringBuilder, 89
- współdzielenie, 79
- współrzędne kodowe znaków, 82
- wyjątków, 377

M

manifest, 198
mapa
- wejścia, 578
- własności, 531

marker interface, 318
maszyna wirtualna, 274, 429
- informacja o typach generycznych, 454

ME, Micro Edition, 39
mechanizm ładowania klas, 358
menedżer dzienników, 399
menu, 629
- akceleratory, 635, 636
- akcje, 630
- elementy, 629
  - aktywowanie, 637
  - dezaktywowanie, 637
  - ikony, 631
- mnemoniki, 635
- pasek, 629
- podmenu, 629

podręczne, 634
obsługa, 634
tworzenie, 634
pola wyboru, 632
przełączniki, 632
separatory, 630
skróty klawiszowe, 636
tworzenie, 629
metadane, 33
metoda, 55, 136
accept(), 678
acceptEither(), 759
accumulateAndGet(), 717
actionPerformed(), 312, 347, 568, 575, 630
add(), 118, 472, 551, 617, 725
addActionListener(), 567, 612, 630, 664
addAll(), 472, 484, 525, 527
addChoosableFileFilter(), 675, 678
addFirst(), 486, 495
addHandler(), 411
addItem(), 621, 623
addLast(), 486, 495
addLayoutComponent(), 654, 657
addPropertyChangeListener(), 575
addSeparator(), 629, 631, 642, 643
addSuppressed(), 384
adjustmentValueChanged(), 588
allOf(), 508, 759
allProcesses(), 772, 775
and(), 536
andNot(), 536
anyOf(), 759
append(), 89, 611
appendCodePoint(), 89
applyToEither(), 759
arguments(), 775
Array.newInstance(), 439
ArrayAlg.getMiddle(), 426
arrayType(), 291
asIterator(), 530
asList(), 518
await(), 704–708
beep(), 314
binarySearch(), 127, 360, 362, 523, 524
BorderFactory.createCompoundBorder(), 618
BorderFactory.createEtchedBorder(), 618
BorderFactory.createTitledBorder(), 618
call(), 743
cancel(), 743, 745
cast(), 453, 454
ceiling(), 494
charAt(), 82, 84
checkedCollection(), 517
checkedList(), 517
checkedMap(), 517
checkedSet(), 517
checkedSortedMap(), 517
checkedSortedSet(), 517
Class.newInstance(), 437
clear(), 472, 535, 536
clearAssertionStatus(), 394
clone(), 316–320, 362
close(), 412
codePointAt(), 82, 84
codePointCount(), 82, 85
codePoints(), 83
command(), 776
commandLine(), 776
compare(), 304, 322
compareTo(), 84, 119, 263, 299–303, 424
completeOnTimeout(), 757
componentType(), 290
compute(), 502
computeIfAbsent(), 502
computeIfPresent(), 502
config(), 410
contains(), 472
containsAll(), 472
containsKey(), 500
containsValue(), 500
copy(), 525
copyArea(), 566
copyOf(), 123, 127, 515, 516
createBevelBorder(), 619
createCompoundBorder(), 619
createEmptyBorder(), 618
createEtchedBorder(), 619
createLineBorder(), 618
createLoweredBevelBorder(), 619
createMatteBorder(), 618
createRaisedBevelBorder(), 619
createTitledBorder(), 619
current(), 724, 775
currentThread(), 689, 692
delete(), 90
deriveFont(), 560, 564
descendants(), 775
descendingIterator(), 494

metoda
destroy(), 774
destroyForcibly(), 774
disjoint(), 525
divide(), 119
doInBackground(), 766, 768
Double.isNaN(), 60
draw(), 552, 558
drawImage(), 565, 566
drawString(), 557–560, 565
element(), 495, 725
Employee.clone(), 433
emptyEnumeration(), 517
emptyIterator(), 517
emptyList(), 517
emptyListIterator(), 518
emptyMap(), 517
emptyNavigableMap(), 517
emptyNavigableSet(), 517
emptySet(), 517
emptySortedMap(), 517
emptySortedSet(), 517
endsWith(), 84
ensureCapacity(), 247
entering(), 410
entry(), 516
entrySet(), 502, 503
enumeration(), 530
equals(), 80, 84, 127, 231–237, 362, 443, 475
equalsIgnoreCase(), 80, 84
exceptionally(), 757
execute(), 768
exiting(), 410
exitValue(), 774
exportNode(), 594
exportSubtree(), 594
fill(), 127, 525, 557–559
finalize(), 183
fine(), 410
finer(), 410
finest(), 410
first(), 494
firstKey(), 501
flipDone(), 715
floor(), 494
flush(), 412
focusGained(), 588
focusLost(), 588
forEach(), 385
forEachRemaining(), 473
format(), 405, 414
formatMessage(), 405, 414
forName(), 272
frequency(), 525
get(), 248, 288, 474, 499, 535, 589, 724, 743
getActionCommand(), 617
getActionCommands(), 585
getActionMap(), 580
getActualTypeArguments(), 463
getAncestorOfClass(), 671
getAscent(), 565
getAvailableFontFamilyNames(), 559
getBackground(), 559
getBoolean(), 590, 593
getBounds(), 462
getByteArray(), 590, 593
getCause(), 384
getCenter(), 553
getCenterX(), 553, 556
getCenterY(), 553, 556
getClass(), 232, 244, 270, 271, 362
getClassName(), 385, 386
getClickCount(), 585
getColumns(), 606
getComponentPopupMenu(), 635
getComponentType(), 290
getConstructor(), 453, 454
getConstructors(), 276, 281
getDay(), 144
getDayOfMonth(), 144, 146, 148
getDeclardeFields(), 287
getDeclaredConstructor(), 453, 454
getDeclaredConstructors(), 276, 281
getDeclaredField(), 287
getDeclaredFields(), 276, 281, 283, 285
getDeclaredMethods(), 276, 281
getDeclaringClass(), 281, 386
getDefaultToolkit(), 314, 545, 546
getDefaultUncaughtExceptionHandler(), 694
getDelay(), 726, 730
getDescent(), 565
getDescription(), 678
getDouble(), 589, 593
getEnumConstants(), 453, 454
getErrorStream(), 774
getExceptionTypes(), 282
getFamily(), 564
getField(), 287

getFields(), 276, 277, 287
getFileName(), 385, 386
getFilter(), 411, 412
getFintName(), 564
getFirst(), 486, 495
getFloat(), 589, 593
getFont(), 606
getFontMetrics(), 562, 565
getFontRenderContext(), 561, 562, 565
getForeground(), 559
getFormatter(), 412
getGenericComponentType(), 463
getGenericInterfaces(), 462
getGenericParameterTypes(), 462
getGenericReturnType(), 462
getGenericSuperclass(), 462
getHandlers(), 411
getHead(), 405, 414
getHeight(), 553, 557, 562, 565
getIcon(), 608, 675, 679
getIconImage(), 546
getImage(), 547
getImageURLs(), 757
getInheritsPopupMenu(), 635
getInputMap(), 578, 580
getInputStream(), 774
getInt(), 589, 593
getKey(), 504
getKeyStroke(), 577, 579, 580
getLargestPoolSize(), 746
getLast(), 486, 495
getLeading(), 565
getLength(), 289, 291
getLevel(), 411–413
getLineMetrics(), 562, 564
getLineNumber(), 385, 386
getLogger(), 410
getLoggerName(), 412
getLogManager(), 413
getLong(), 589, 593
getLongThreadID(), 413
getLowerBounds(), 462
getMaxX(), 556
getMaxY(), 557
getMessage(), 373, 413
getMethod(), 292, 293
getMethodName(), 386
getMethods(), 276, 281
getMillis(), 413
getMinX(), 556
getMinY(), 556
getModifiers(), 276, 282
getMonth(), 144
getMonthValue(), 144, 146, 148
getName(), 244, 271, 282, 462, 564, 679
getOrDefault(), 499, 501
getOutputStream(), 774
getOwnerType(), 463
getPackageName(), 281
getPaint(), 558
getParameters(), 413
getParameterTypes(), 282
getParent(), 411
getPassword(), 608
getPath(), 674
getPoint(), 585
getPredefinedCursor(), 581
getPreferredSize(), 551
getProperties(), 533
getProperty(), 533
getProxyClass(), 363
getRawType(), 463
getRecordComponents(), 281
getResourceBundle(), 413
getResourceBundleName(), 413
getReturnType(), 282
getRootPane(), 668, 672
getScreenSize(), 545, 546
getSelectedFile(), 674, 678
getSelectedFiles(), 674, 678
getSelectedItem(), 621, 623
getSelectedObjects(), 615
getSelection(), 615, 617
getSequenceNumber(), 413
getSource(), 585
getSourceClassName(), 413
getSourceMethodName(), 413
getStackTrace(), 382, 384
getState(), 689, 768
getStringBounds(), 561, 564
getSuperClass(), 244, 454
getSuppressed(), 382, 385
getTail(), 405, 414
getText(), 604, 606, 607
getThrown(), 413
getTime(), 224
getTitle(), 545, 546
getTotalBalance(), 701

metoda
getTypeDescription(), 675, 679
getTypeParameters(), 462
getUncaughtExceptionHandler(), 694
getUpperBounds(), 463
getUseParentHandlers(), 411
getValue(), 504, 575, 576, 580
getWidth(), 552, 553, 557, 562
getX(), 557, 585
getXxx(), 291
getY(), 557, 562, 585
getYear(), 144, 146, 148
handle(), 757
hashCode(), 236–238, 262, 487, 490
hasMoreElements(), 469, 530
hasNext(), 94, 468, 469, 473, 480
hasNextDouble(), 94
hasNextInt(), 94
hasPrevious(), 479, 485
headMap(), 513, 518
headSet(), 513, 518
higher(), 494
identityHashCode(), 509
importPreferences(), 594
increment(), 717
incrementAndGet(), 716
indexOf(), 85, 174, 485
indexOfSubList(), 525
info(), 410, 775
initCause(), 384
initialValue(), 723
insert(), 89, 631
insertItemAt(), 621, 623
insertSeparator(), 631
Integer.parseInt(), 254
interrupt(), 689, 692
interrupted(), 691, 692
intValue(), 255
invoke(), 292, 294, 363
invokeAll(), 751
invokeAny(), 746
invokeDefault(), 363
isAbstract(), 282
isAccessible(), 287
isAlive(), 774
isArray(), 290
isBlank(), 84
isCancelled(), 743, 745
isDefaultButton(), 672
isDone(), 715, 742–745
isEditable(), 604, 623
isEmpty(), 84, 472
isEnabled(), 575, 580
isEnum(), 281
isFinal(), 276, 282
isInterface(), 281, 282
isInterrupted(), 689–692
isLoggable(), 405, 414
isNaN(), 60
isNative(), 282
isNativeMethod(), 386
isPopupTrigger(), 635
isPrivate(), 276, 282
isProtected(), 282
isProxyClass(), 363
isPublic(), 276, 282
isRecord(), 281
isResizable(), 546
isSelected(), 614, 615, 633
isStatic(), 282
isStrict(), 282
isSynchronized(), 282
isTraversable(), 675, 679
isVisible(), 545
isVolatile(), 283
itemStateChanged(), 588
iterator(), 468, 471, 472
JMenu.remove(), 637
join(), 688
keyPressed(), 588
keyReleased(), 588
keys(), 593
keySet(), 503, 504, 738
keyTyped(), 588
last(), 494
lastIndexOf(), 85, 485
lastIndexOfSubList(), 525
lastKey(), 501
layoutContainer(), 654, 657
length(), 82, 85, 89, 122, 535
listIterator(), 484
lock(), 702
log(), 410
Logger.global.info(), 396
Logger.global.setLevel(), 396
logp(), 397, 410
lower(), 494
main(), 54, 55, 165

Kup ksi k
Pole ksi k

Math.round(), 71
Math.sqrt(), 293, 390
max(), 524, 525
menuCanceled(), 638
menuDeselected(), 638
menuSelected(), 638
merge(), 501
min(), 524
minimumLayoutSize(), 654, 657
minusDays(), 148
mod(), 119
Modifier.toString(), 276
mouseClicked(), 581, 588
mouseDragged(), 582, 588
mouseEntered(), 582, 588
mouseExited(), 582, 588
mouseMoved(), 582, 588
mousePressed(), 581, 588
mouseReleased(), 581, 588
mouseWheelMoved(), 588
multiply(), 118, 119
nCopies(), 517
newCachedThreadPool(), 743–745
newCondition(), 707
newFixedThreadPool(), 744, 745
newInstance(), 272, 291, 453, 454
newKeySet(), 738
newProxyInstance(), 358, 363
newScheduledThreadPool(), 744, 745
newSingleThreadExecutor(), 744, 745
newSingleThreadScheduledExecutor(), 744, 745
next(), 92, 468, 469, 470, 473
nextDouble(), 92, 94
nextElement(), 469, 530
nextIndex(), 482, 485
nextInt(), 92, 94
nextLine(), 92, 93
node(), 593
noneOf(), 508
notify(), 708, 711, 714
notifyAll(), 708–711, 714
now(), 148
Object.clone(), 318, 433
of(), 148, 515, 516
ofEntries(), 510, 516
off-by-one error, 519
offer(), 495, 725, 730
offerFirst(), 495, 731
offerLast(), 495, 731
offsetByCodePoints(), 82, 84
onExit(), 775
or(), 536
ordinal(), 264
orTimeout(), 757
pack(), 551
paintComponent(), 371, 547–551, 562, 659, 721
parallelSetAll(), 739
parse(), 255
parseInt(), 254, 255
peek(), 495, 534, 725
peekFirst(), 495
peekLast(), 496
pid(), 775
plusDays(), 145, 148
poll(), 495, 725, 730, 751
pollFirst(), 494, 495, 731
pollLast(), 494, 495, 731
pop(), 534
pow(), 68
Preferences.systemNodeForPackage(), 589
Preferences.systemRoot(), 589
Preferences.userNodeForPackage(), 589
Preferences.userRoot(), 589
preferredLayoutSize(), 654, 657
previous(), 479, 482, 485
previousIndex(), 482, 485
print(), 57, 94
printf(), 95, 256
println(), 68, 362
printStackTrace(), 272, 416
process(), 767, 768
process.onExit(), 772
publish(), 411, 768
push(), 534
put(), 473, 500, 590, 725, 730
putAll(), 500
putBoolean(), 594
putByteArray(), 594
putDouble(), 594
putFirst(), 730
putFloat(), 593
putIfAbsent(), 502
putInt(), 590, 593
putLast(), 730
putLong(), 593
putValue(), 575, 576, 580, 632, 643
random(), 126
range(), 508

Kup ksi k Pole ksi k

metoda
- readConfiguration(), 413
- readLine(), 94
- readPage(), 757
- readPassword(), 94
- redirectError(), 770, 773
- redirectErrorStream(), 773
- redirectInput(), 773
- redirectOutput(), 773
- remove(), 468–474, 484, 495, 631, 725
- removeAll(), 472
- removeAllItems(), 623
- removeEldestEntry(), 508
- removeFirst(), 486, 495
- removeHandler(), 411
- removeIf(), 327, 472, 526
- removeItem(), 621, 623
- removeItemAt(), 621, 623
- removeLast(), 486, 495
- removeLayoutComponent(), 654, 657
- removePropertyChangeListener(), 575
- repaint(), 549, 551
- repeat(), 86
- replace(), 85
- replaceAll(), 502, 525, 526
- resetChoosableFileFilters(), 678
- resetChoosableFilters(), 675
- resume(), 689
- retainAll(), 473, 526
- revalidate(), 605, 606
- reverse(), 525
- reverseOrder(), 521
- reverseOrder(), 521
- rotate(), 525
- round(), 71
- run(), 685
- runAfterBoth(), 759
- runAfterEither(), 759
- schedule(), 746
- scheduleAtFixedRate(), 746
- scheduleWithFixedDelay(), 746
- set(), 248, 288, 291, 480, 485, 535, 724
- setAccelerator(), 636, 637
- setAcceptAllFileFilterUsed(), 675, 678
- setAccessible(), 283, 287, 288
- setAccessory(), 678
- setAction(), 631
- setActionCommand(), 617
- setAnchor(), 649
- setBackground(), 558, 559
- setBorder(), 618, 620
- setBounds(), 544–546
- setCharAt(), 89
- setClassAssertionStatus(), 394
- setColumns(), 605, 606, 609, 611
- setComponentPopupMenu(), 634, 635
- setCurrentDirectory(), 673, 677
- setCursor(), 585
- setDaemon(), 692
- setDefaultAssertionStatus(), 394
- setDefaultButton(), 668, 672
- setDefaultCloseOperation(), 543
- setDefaultUncaughtExceptionHandler(), 693, 694
- setDisplayedMnemonicIndex(), 636, 637
- setDone(), 715
- setEchoChar(), 608
- setEditable(), 604, 623
- setEnabled(), 575, 580, 638
- setFileFilter(), 678
- setFileSelectionMode(), 673, 677
- setFileView(), 676, 678
- setFill(), 649
- setFilter(), 405, 411, 412
- setFont(), 606
- setForeground(), 559
- setFormatter(), 412
- setFrameFromCenter(), 554
- setHorizontalTextPosition(), 632
- setIcon(), 607, 608
- setIconImage(), 544, 546
- setInheritsPopupMenu(), 635
- setInverted(), 628
- setJMenuBar(), 629, 631
- setLabelTable(), 625, 628
- setLayout(), 600, 601, 604
- setLevel(), 411, 412
- setLineWrap(), 609, 611
- setLocation(), 544, 546
- setLocationByPlatform(), 546
- setMajorTickSpacing(), 624, 628
- setMinorTickSpacing(), 624, 628
- setMnemonic(), 636, 637
- setMultiSelectionEnabled(), 673, 677
- setName(), 692
- setPackageAssertionStatus(), 394
- setPaint(), 557–559
- setPaintLabels(), 625, 628
- setPaintTicks(), 624, 628

setPaintTrack(), 628, 629
setParent(), 411
setPriority(), 694, 695
setProperty(), 532
setResizable(), 544, 546
setRows(), 609, 611
setSelected(), 612, 614, 633
setSelectedFile(), 673, 677
setSelectedFiles(), 677
setSize(), 546
setSnapToTicks(), 624, 628
setTabSize(), 611
setText(), 604–607, 667
setTime(), 224
setTitle(), 544–546
setToolTipText(), 643, 644
setUncaughtExceptionHandler(), 693, 694
setUseParentHandlers(), 411
setValue(), 504
setVisible(), 543, 545, 664, 666, 667
setWrapStyleWord(), 611
setXxx(), 291
severe(), 410
show(), 634
showConfirmDialog(), 659, 661
    DEFAULT_OPTION, 659
    OK_CANCEL_OPTION, 659
    YES_NO_CANCEL_OPTION, 659
    YES_NO_OPTION, 659
showDialog(), 678
showInputDialog(), 659, 662
showInternalConfirmDialog(), 661
showInternalInputDialog(), 662
showInternalMessageDialog(), 661
showInternalOptionDialog(), 662
showMessageDialog(), 314, 660
showOpenDialog(), 672, 673, 678
showOptionDialog(), 659, 662
showSaveDialog(), 673, 678
shuffle(), 522
shutdown(), 746
signal(), 705–708, 720
signalAll(), 704–708, 719
singleton(), 517
singletonList(), 517
singletonMap(), 517
size(), 247, 471, 472, 482
sleep(), 685
sort(), 125, 302, 520, 522
sqrt(), 68, 119
start(), 314, 682, 685
startInstant(), 775
stop(), 314, 688, 689, 720
store(), 533
stream(), 357, 536
String.format(), 96
stringPropertyNames(), 533
stripLeading(), 85
subList(), 513, 518
subMap(), 513, 518
submit(), 746, 751
subSet(), 513, 518
substring(), 77, 81, 85
subtract(), 119
super.clone(), 318
supplyAsync(), 755, 756
supportsNormalTermination(), 774
suspend(), 689, 720
swap(), 450, 525
synchronizedCollection(), 516, 741
synchronizedList(), 516, 741
synchronizedMap(), 514, 516, 741
synchronizedSet(), 516, 741
synchronizedSortedMap(), 515, 741
synchronizedSortedSet(), 516
System.exit(), 56, 543
System.out.print(), 94
System.out.println(), 92
systemNodeForPackage(), 593
systemRoot(), 589, 593
tailMap(), 513, 518, 519
tailSet(), 513, 518
take(), 725, 730, 751
takeFirst(), 730
takeLast(), 731
text(), 94
thenAccept(), 757
thenAcceptBoth(), 759
thenApply(), 757, 758
thenCombine(), 759
thenCompose(), 758
thenRun(), 757
Thread.dumpStack(), 416
ThreadLocalRandom.current(), 723
throwing(), 410
toArray(), 439, 473
toHandle(), 774
toLowerCase(), 85

metoda
- toString(), 90, 96, 127, 239, 244, 255, 362, 386
- totalCpuDuration(), 776
- toUpperCase(), 85
- transfer(), 701
- trim(), 85, 606
- trimToSize(), 247
- trySetAccessible(), 287
- unlock(), 700, 702
- unmodifiableList(), 516
- unmodifiableMap(), 516
- unmodifiableSet(), 516
- unmodifiableSortedMap(), 516
- unmodifiableSortedSet(), 516
- updateConfiguration(), 414
- user(), 775
- userNodeForPackage(), 593
- userRoot(), 589, 593
- validate(), 606
- valueOf(), 119, 255, 264
- values(), 504
- wait(), 710, 711
- walk(), 385
- warning(), 410
- whenComplete(), 757–759
- windowActivated(), 573, 574, 588
- windowClosed(), 573, 574, 588
- windowClosing(), 573, 574, 588
- windowDeactivated(), 573, 588
- windowDeiconified(), 573, 574, 588
- windowGainedFocus(), 588
- windowIconified(), 573, 574, 588
- windowLostFocus(), 588
- windowOpened(), 573, 574, 588
- windowStateChanged(), 575, 588
- withInitial(), 724
- xor(), 536

metody, 55, 136
- abstrakcyjne, 258, 326
- akcesory, 145, 157
- ciało, 56
- domyślne, 308, 310
- dostępu do pól, 157
- fabryczne, 144, 164
- finalne, 224
- generyczne, 425, 455, 470
- klasy
  - Executors, 744
  - Math, 70
  - String, 88
- kolejek blokujących, 726
- komentarze, 205
- parametry, 56, 168
- parametryzowane, 426
- pomostowe, 432
- prywatne, 160, 308
- przeciążanie, 174
- przesłanianie, 214, 296
- referencje, 328
- rodzime, 163
- statyczne, 68, 163
- sygnatura, 174, 222
- synchronizowane, 708, 709
- udostępniające, 145
- uogólnione, 425, 455, 470
  - typ w wywołaniu, 426
  - wnioskowanie o typie, 426
- wstawiane, 157
- wyjątki, 369
- wywoływanie, 221, 292
- zmieniające wartość elementu, 145
- zmienna liczba parametrów, 255

mnemoniki, 635
modal dialog box, 657
modalność, 663
model, 596, 597
modeless dialog box, 657
moduł ładujący klasy, 391
modyfikacja parametru obiektowego, 170
modyfikatory dostępu, 54, 230
- final, 716
- volatile, 716

monitor, 713
multiple inheritance, 307
multithreaded, 680
mutable class, 161
mutatory, 145, 158
MVC, Model-View-Controller, 596
mysz, 580, 587
- kursory, 582

N

nadklasy, 212
nadtypy
- ograniczenia, 447, 448
- typów wieloznacznych, 447

NaN, Not a Number, 60, 68
narzędzia wiersza poleceń, 42

narzędzie, *Patrz* program
nawiasy, 76
  klamrowe, 55, 458
  kwadratowe, 120
  ostre, 424
nazwy
  klas, 210
  metod, 210
  pakietów, 188
  parametrów, 177
  rodziny czcionek, 559
niemodyfikowalne
  kopie kolekcji, 511
  widoki kolekcji, 512
nierówność, *Patrz* operatory relacyjne, 73
nieskończoność, 60
niezależność od architektury, 27
niezawodność, 26
niezmienność, 233
niszczenie obiektów, 183
notacja wielbłądzia, 54
null, 81, 154, 174, 329, 502

O

obiektowość, 26
obiekty, 58, 137
  autoboxing, 252
  Handler, 401
  hermetyzacja, 136
  klasy uogólnionej, 440
  klonowanie, 159, 315
  konstruktory, 140
  kopiowanie, 316
  metody, 136
  metody prywatne, 160
  nasłuchujące, 313
  niemodyfikowalne, 511
  niszczenie, 183
  obsługujące wywołanie, 358
  opakowujące, 509
  opakowywanie automatyczne, 253
  polimorfizm, 217
  porównywanie, 231
  pośredniczące, 358
  składowe, 136, 157
  stan, 136, 137
  tożsamość, 137
  tworzenie, 140, 174
  warunków, 702
  właściwości, 136
  zachowanie, 137
  zdarzeń, 567
obliczenia, 68
  asynchroniczne, 754
obramowanie, 617
obrazy, 565
  wyświetlanie, 565
obsługa
  błędów, 366
  wyjątków, *Patrz* wyjątek, wyjątki
  zdarzeń, 312, 588
    akcje, 568, 575
    hierarchia zdarzeń w AWT, 585
    interfejs nasłuchu, 567
    klasy, 567, 573, 585, 587, 623
    kliknięcia przycisku, 569
    myszy, 580
    obiekt zdarzeń, 567
obszary
  surogatów, 63
  tekstowe, 608
odczyt
  danych, 92
  z pliku, 97
odmierzanie czasu, 312
odpakowywanie, 253
odradzane metody, 144
ogniwa, 476
ograniczenia zmiennych typowych, 427
okna dialogowe, 657
  akcesorium, 676
  dane wejściowe, 658
  klasy, 658, 672
  klawisz wyzwolenia, 668
  komunikaty, 658
  modalne, 657, 663
  niemodalne, 657
  opcje, 658, 660
  panel główny, 668
  potwierdzenia, 660
  przycisk domyślny, 668
  przyciski, 659
  ramka nadrzędna, 663
  tworzenie, 663
  wybór plików, 672
  wymiana danych, 666
  wyświetlanie, 667

okno
 New Project, 48
 zdarzenia, 573
OOP, Object Oriented Programming, 135
opakowywanie obiektów, 252, 253
operacje
 masowe, 736
 opcjonalne, 515
 słownikowe, 497
 zbiorcze, 526
operator
 ::, 328
 ->, 112
 [], 124
 dekrementacji, --, 72
 inkrementacji, ++, 72
 instanceof, 226, 305
 new, 92, 120, 140
 przypisania, =, +=, 72
 trójargumentowy, ?:, 74
operatory
 arytmetyczne, +, –, *, /, %, 67
 bitowe, &, ^, |, ~, 75
 logiczne, &&, ||, !, 73
 priorytety, 76
 przesunięcia bitowe, >>, <<, >>>, <<<, 75
 przyrostkowe, 73
 relacyjne, !=, ==, >, <, <=, >=, 73
opóźnione wykonywanie procedur, 334
optional operations, 515
overloading resolution, 174

P

package, 191, 194
packages, 188
pakiet, 188
 java.lang.reflect, 276, 455
 java.util.concurrent, 687, 699, 726
 java.util.concurrent.atomic, 716
 java.util.EventObject, 567
 java.util.logging.config.file, 399
 java.util.logging.LogManager, 400
 javax.swing, 312
 JDK, 39
pakiety
 dodawanie klasy, 191
 import klas, 188
 komentarze, 207
 lokalizacyjne, 400
 modyfikatory dostępu, 194
 nazwy, 188
 nienazwane, 191
panel przewijany, 609
para klucz-wartość, 509, 589
parametr, 56, 168, 255
 super, 330
 this, 330
parametry
 jawne, 156
 nazwy, 177
 niejawne, 156
 przekazywane przez referencję, 168
 przekazywane przez wartość, 168
 typowe, 421
 wiersza poleceń, 124
parent class, 212
pasek menu, 629
paski narzędzi, 641
pętle
 for, 106, 107
 for each, 33, 122, 249
 do while, 105, 107
 liczba iteracji, 106
 przerywanie działania, 115, 116
 REPL, 50
 while, 102, 105
pieczętowanie klas, 265
pierwszy program, 54
platforma programistyczna, 23
pliki
 .class, 54
 .java, 54
 dziennika, 403
 JAR, 195, 198
  manifest, 198
  różne wersje klas, 201
  sekcja główna, 198
  wykonywalne, 200
  zmiana zawartości pliku manifestu, 199
 kompresja ZIP, 198
 lokalizacyjne, 275
 odczyt, 97
 zapis, 97
 źródłowe, 40
  stosowanie, 151
płytka kopia, 317

Kup ksi k Pole ksi k

pobieranie
danych, 92
pakietu JDK, 39
podklasy, 212
podkradanie pracy, 753
podłańcuchy, 77
podmenu, 629
pola
haseł, 608
klasowe, 162
kombi, 620
statyczne, 161
tekstowe, 605
ulotne, 714
wyboru, 612
polimorfizm, 217, 220, 296
pop-up menu, 634
pop-up trigger, 634
porównywanie
łańcuchów, 80
obiektów, 231
powiązania między klasami, 139
powtórne generowanie wyjątków, 377
pozycjonowanie ramki, 543
preferencje użytkownika
API Preferences, 587
priorytety
operatorów, 76, 77
wątków, 694
private, 152, 160, 194, 229, 230
procedura
nasłuchu zdarzeń, 572
obsługi błędów, 367
obsługi nieprzechwyconych wyjątków, 693
proces, 680, 769
budowanie, 769
uchwyt, 772
uruchamianie, 771
program
javadoc, 203
javap, 202, 344
jconsole, 418
junit, 415
jshell, 50
programowanie
generyczne, *Patrz programowanie uogólnione*
proceduralne, 136
uogólnione, 421
dziedziczenie, 443
egzemplarze zmiennych typowych, 437
klasy uogólnione, 422, 423
konflikty, 442
maszyna wirtualna, 429
metody uogólnione, 425
ograniczenia, 434
parametry typowe, 421
refleksja, 453
sprawdzanie typów w czasie działania programu, 435
statyczny kontekst klas uogólnionych, 440
tablice typów uogólnionych, 435
translacja metod uogólnionych, 431
translacja wyrażeń generycznych, 430
typy proste jako parametry typowe, 434
typy surowe, 429
typy wieloznaczne, 445
wyjątki, 440
zastosowanie, 422
zachowawcze, 390
zorientowane obiektowo, 26, 135
programy
refleksyjne, 269
wielowątkowe, 680
projektowanie klas, 208
property, 545
property map, 531
prostokąt, 553
protected, 204, 229, 230
próg zrównoleglania, 736
prywatne pola, 158
przechwytywanie wyjątków, 273, 374, 376
przeciążanie
konstruktorów, 176
metod, 174
przekazywanie
przez nazwę, 168
przez referencję, 170
przez wartość, 171
wyjątków, 389
przekierowywanie strumieni, 774
przełączniki, 614
powiadamianie o zdarzeniach, 615
przemienność, 233
przenośność, 28
przepełnienie stosu, 27

przepływ sterowania, 99
przerywanie
  działania pętli, 115
  przepływu sterowania, 114
  wątków, 689
przesłanianie
  metod, 214
  składowych obiektów, 177
przestrzeń numeracyjna, 63
przetwarzanie danych wejściowych, 93
przycisk radiowy, 611, 614
przyciski, 569, 614
przypisanie, =, 72
przywileje klasowe, 159
public, 54, 55, 152, 194, 230
publiczne
  metody akcesora, 158
  metody mutatora, 158
  pola danych, 158
puchnięcie kodu szablonów, 430
pule wątków, 742
  kontrola grup zadań, 747
  tworzenie, 743

Q

queue, 465, 494, 731
quick sort, 125, 521

R

race condition, 695
ragged arrays, 131
ramki, 541
  pozycjonowanie, 543
  struktura wewnętrzna, 548
  warstwy, 547
  wyświetlanie, 543
random access, 474
referencja, 142, 171
  listener, 347
  null, 142, 154
  this, 343
referencje
  do konstruktorów, 331
  do metod, 328, 330
  do obiektu, 142
  słabe, 505
refleksja, 211, 269, 297
  analiza
    funkcjonalności klasy, 276
    obiektów w czasie działania programu, 283
  generyczny kod tablicowy, 288
  informacje o typach generycznych, 454
  klasy, 270, 276
  nazwy pól, 283
  parametry Class<T>, 454
  typy
    pól, 283
    uogólnione, 453
  wskaźniki do metod, 291
rejestrujący obiekt pośredni, 415
rekordy, 183
  dziennika, 402
relacje
  między klasami, 138
  między modelem, widokiem i kontrolerem, 598
  między typami generycznymi, 445
REPL, read-evaluate-print loop, 50
repozytorium Preferences, 589
resource boundle, 400
rodzina czcionek, 559
root pane, 547
rozgałęzienie-złączenie, fork-join, 751
rozkład
  brzegowy, 601
  GridBagLayout, 644–650, 655
  siatkowy, 603
  sprężynowy, 644
rozmiar ekranu, 545
rozstrzyganie przeciążania, 174, 221
rozszerzanie klas, 136
równość, *Patrz* operatory relacyjne, 73
runtime_error, 369
rysowanie, 540, 547
  figury 2D, 551
rzutowanie, 71, 225, 227

S

scroll pane, 609
SE, Standard Edition, 39
short, 58
siatka, 646
sieciowość, 26
składanie łańcuchów, 79, 86, 561

składnia
  diamentowa, 245
  Javy, 25
  wyrażeń lambda, 323
składowe, 136, 157
skróty, 487
slider, 611
słowniki, 497, 731
  akcji, 579
  modyfikowanie atomowe, 733
  modyfikowanie wpisów, 501
  próg zrównoleglania, 737
  sprawdzanie, 578, 579
  tworzenie widoku, 502
  wejściowe, 578
  własności, 531
słowo kluczowe, 776–779
  abstract, 258
  assert, 391
  break, 112, 115
  case, 110
  catch, 374
  class, 54
  const, 67
  continue, 116
  default, 110
  else, 101
  enum, 67
  extends, 212, 305
  final, 66, 160, 217, 224
  finally, 378, 380
  if, 100
  implements, 300
  import, 93, 189
  instanceof, 226
  interface, 299
  new, 92, 120, 140
  non-sealed, 267
  package, 191, 194
  private, 152, 160, 229, 230
  protected, 229, 230
  public, 54, 152, 230
  static, 162, 163
  super, 215
  switch, 74, 110
  synchronized, 699, 707
  this, 178, 178, 216, 330, 343
  throw, 371
  throws, 98, 369, 371
  try, 374
  try-finally, 380
  var, 154
  void, 56
  volatile, 715
  while, 102, 104
  yield, 113
sortowanie, 520
  quick sort, 521
  tablicy, 125
specyfikacja wyjątku, 370
specyfikator formatu, 95
sprawdzanie
  parametrów, 392
  zakresu, [], 124
sprzężenie zwrotne, 311
stack trace, 382
stałe, 66
  interfejsu Action, 576
  klasowe, 66, 160
  łańcuchowe, 81
  matematyczne, 68
  statyczne, 162
stan
  obiektu, 136, 137
  wątku, 686
static, 162–164, 179, 353
  binding, 222
  final, 66
  void, 55
statyczne klasy wewnętrzne, 351
statyczny inicjalizator, 722
sterta, 124, 496
STL, Standard Template Library, 465
stos, 534
  wywołań, 382
stosowanie wyjątków, 387
struktura danych, 464
  drzewo czerwono-czarne, 490
  kolejka, 465, 494
  kolejka priorytetowa, 496
  lista powiązana, 476
  lista tablicowa, 486
  słownik, 497
  sterta, 124, 496
  stos, 534
  tablica mieszająca, 486
  zbiór, 488

strumień
System.err, 401
System.in, 92
System.out, 56, 98
subclass, 212
substitution principle, 220
super, 215
superclass, 212
supplementary characters, 63
surrogates area, 63
suwaki, 623
podziałka, 624
Swing
akceleratory, 636
czcionki, 559
dodawanie komponentów, 602
dymki, 643
etykiety, 606
figury 2D, 551
ikony, 544
klasy, 541, 598, 600, 602-609, 614, 635, 645, 672
kolory, 557
komponenty, 548, 595, 600
konfiguracja komponentów, 542
kontener, 600
listy rozwijalne, 620
mapa wejścia, 578
menu, 629
menu podręczne, 634
niestandardowi zarządcy rozkładu, 653
obramowanie, 617
obsługa zdarzeń, 548
obszary tekstowe, 608
okna dialogowe, 657
panel przewijany, 609
paski narzędzi, 641
pola
haseł, 608
tekstowe, 605
wyboru, 612
przełączniki, 614
ramki, 541
pozycjonowanie, 543, 544
warstwy, 547
wyświetlanie, 543
relacje pomiędzy modelem, widokiem i kontrolerem, 598
rozkład
brzegowy, 601
siatkowy, 603
rozmiar ekranu, 545
rysowanie, 547
suwaki, 623
tekst pasku tytułu, 544
treść, 596
wątek dystrybucji zdarzeń, 542
wprowadzanie tekstu, 604
wybór opcji, 611
wygląd, 596
wymuszanie ponownego rysowania ekranu, 549
wysyłanie zdarzeń, 542
wyświetlanie informacji w komponencie, 547
zachowanie, 596
zamykanie ramki aplikacji, 543
zarządca rozkładu grupowego, 644
zarządzanie rozkładem, 599, 644
switch, 74, 110
break, 112
case, 110
default, 110
rodzaje konstrukcji, 113
sygnał SIGTERM, 772
sygnatura metody, 174, 222
symbole zastępcze znaków specjalnych, 61
symetria, 233
synchronizacja wątków, 695
synchronizacyjne obiekty opakowujące, 740
synchronized, 699, 707

Ś

ścieżka do klasy, 195
ustawianie, 197
ścisła kontrola typów, 301
śledzenie przepływu wykonywania, 397
środowisko programistyczne, 38

T

tabela metod, 222
tablica powiązana skrótów, 486, 505
tablice, 120
deklaracja, 120
for each, 122, 123
generyczne, 438
kopiowane przy zapisie, 739
kopiowanie, 123
liczba elementów, 122
numerowanie elementów, 121

Kup ksi k Pole ksi k

mieszające, 237, 486
kolizja, 487
komórki, 487
kubełki, 487
reorganizacja, 488
współczynnik zapełnienia, 488
postrzępione, 130
przetwarzanie, 122
sortowanie, 125
tworzenie, 120, 438
wielowymiarowe, 128
tagging interface, 318
tasowanie, 520
tekst, 604
pasku tytułu, 544
template code bloat, 430
thread of control, 680
toolbar, 641
tooltips, 643
tożsamość obiektu, 137
translacja
metod uogólnionych, 431
wyrażeń generycznych, 430
trigger key, 668
true, 58, 63
tworzenie
akceleratorów, 636
algorytmów, 528
egzemplarzy klas, 136
egzemplarzy typu uogólnionego, 424
GUI, 539
klasy wyjątków, 373
konstruktorów, 152
menu, 629
metod uogólnionych, 425
obiektów, 140, 154, 174, 358, 756
okna dialogowego, 663
plików JAR, 198
puli wątków, 743
ramek, 541
tablic, 120, 131, 438
widoków słowników, 502
zegara, 312
type parameters, 421
typy danych, 58
generyczne, 244, 423, 435
interfejsowe, 467
łańcuchy, 77
numeryczne, 59
konwersja, 70
rzutowanie, 71
sparametryzowane, 33, 444
surowe, 246, 429, 435, 444
uogólnione, 244, 423, 435
refleksja, 453
wieloznaczne, 423, 445
bez ograniczeń, 450
chwytanie, 450
nadtypy, 447
ograniczenia nadtypów, 447, 448
wyliczeniowe, 67
zmiennoprzecinkowe, 59

U

uchwyty procesów, 772
ukrywanie danych, 136
UML, Unified Modeling Language, 139
unchecked exception, 368
Unicode, 61, 62, 77
uruchamianie
aplikacji, 54
procesu, 771
usługi, 355
moduły, 355
usuwanie
błędów, 414
nieużytków, 24, 183
UTC, Coordinated Universal Time, 143
UTF-16, 63

V

varargs, 255, 398
view, 509, 596
void, 56
volatile, 715

W

wait set, 704
wartości
domyślne, 174
logiczne, 63
wartość null, 81, 154, 174, 329, 502
warunki, 702
wątek
dystrybucji zdarzeń, 542, 721
sterowania, 680

wątki, 680, 681
blok synchronizowany, 711
blokowanie po stronie klienta, 712
demony, 692
dostęp jednoczesny, 698
interfejs, 699, 707, 742
kolejka blokująca, 725
klasa, 743
metoda rozgałęzienie-złączenie, 751
monitor, 713
niesynchronizowane, 701
oczekujące, 704
podkradanie pracy, 753
pola ulotne, 714
priorytety, 694
MAX_PRIORITY, 694, 695
MIN_PRIORITY, 694, 695
NORM_PRIORITY, 694, 695
przerywanie, 682, 689
pule, 741
stany, 686
BLOCKED, 687, 690, 701
NEW, 686
RUNNABLE, 686
TERMINATED, 686
WAITING, 687
starsze kolekcje bezpieczne wątkowo, 740
status przerwania, 689
synchronizowane, 695, 701, 707
tablice kopiowane przy zapisie, 739
volatile, 715
warunki, 702
wyścig, 695, 698
wywłaszczanie, 686
wyzerowanie statusu przerwania, 691
zakleszczenia, 704, 718
zamykanie, 688
zatrzymanie wykonywania, 685
zmienne lokalne, 722
weak reference, 505
weakly consistent iterators, 731
wejście i wyjście, 92
wiązanie
dynamiczne, 217
statyczne, 222
widoczność, 223
widoki, 509, 596
kontrolowane, 513
przedziałowe, 513
słowników, 502
synchronizowane, 514
współbieżne zbiorów, 738
wielkie liczby, 117
wielkość liter, 54
wielowątkowość, 29
wiersz poleceń, 42
opcje, 202
parametry, 124
własności
interfejsów, 305, 599
klas pośredniczących, 362
wątków, 689
włączanie asercji, 391
wprowadzanie tekstu, 604
wskaźnik
do obiektu, 141
do metody, 292
współbieżność, 680
współrzędne, 553
kodowe znaków, 63, 82
wstawianie komentarzy javadoc, 203
wydajność kodu bajtowego, 29
wyjątek, 271, 366, 387
ArrayIndexOutOfBoundsException, 368–370
ArrayStoreException, 221, 435, 437
BadCastException, 453
CancellationException, 767
ClassCastException, 226, 234, 288, 444, 514
CloneNotSupportedException, 319
ConcurrentModificationException, 481, 731
EmptyStackException, 389
EOFException, 371
Exception, 367, 385
FileNotFoundException, 369, 371
IllegalAccessException, 283
IllegalArgumentException, 390
IllegalStateException, 470
InterruptedException, 442, 682, 690, 742
IOException, 371, 375
NoSuchElementException, 473, 485, 519, 750
NullPointerException, 154, 368, 389, 393
NumberFormatException, 381, 388
RuntimeException, 367–369, 385, 388
ServletException, 377
TimeoutException, 742
UnsupportedOperationException, 503, 514

Kup ksi k Pole ksi k

wyjątki, 271, 366, 387
analiza danych ze stosu wywołań, 382
blok
try-catch, 374
try-finally, 380
budowanie łańcuchów wyjątków, 377
diagram hierarchii, 367
finally, 378
hierarchia, 388
klasy wyjątków, *Patrz* wyjątek
klasyfikacja, 367
kontrolowane, 271, 273, 368–370
metody, 369
niekontrolowane, 273, 368
powtórne generowanie, 377
przechwytywanie, 273, 374, 376
przekazywanie, 389
specyfikacja, 370
stosowanie, 387
tworzenie klas wyjątków, 373
wyciszanie, 388
wykonawcze, 367
wyłączanie, 441
zgłaszanie, 371
wyliczenia, 67, 262, 530
wyłączanie
asercji, 391
dziedziczenia, 224
wymazywanie typów, 431
wymiana danych, 666
wyrażenia
skracanie, 72
lambda, 322–334
WYSIWYG, 597
wysyłanie zdarzeń, 542
wyszukiwanie
binarne, 523
błędów, 414
wyścig, 695, 698
wyświetlanie
informacji w komponencie, 547
obrazów, 565
ramki, 543
wywłaszczanie wątków, 686
wywołania zwrotne, 311
wywołanie
przez nazwę, 168
przez referencję, 168
przez wartość, 168
wywoływanie
konstruktorów, 178, 291
metod, 221, 292
wzorzec MVC, 596

X

XML, 34

Z

zachowanie obiektu, 137
zadania, 741, 746
czasochłonne, 762
zakleszczenie, 704, 718
zależność, 138
zamiana parametrów obiektowych, 171
zamykanie
aplikacji, 543
wątków, 688
zapis
do dziennika, 396
do pliku, 97, 403
zarządca rozkładu, 599, 644
brzegowego, 601
ciągłego, 600
grupowego, 644
siatkowego, 603
zarządzanie rozkładem
GridBagLayout, 644
niestandardowe, 653
zasada zamienialności, 220
zasięg zmiennych, 99
zasoby, 274
zbiory, 488, 497, 731
część wspólna, 526
uporządkowane, 490
widoki współbieżne, 738
zdarzenia, 312, 566
interfejs nasłuchu, 567
klasy, 567, 573, 586, 587
myszy, 580
niskiego poziomu, 586
obiekty nasłuchujące, 313
obsługa, 312, 566, 588
okna, 573
semantyczne, 586
zegar, 312
zgłaszanie wyjątków, 371

zintegrowane środowisko programistyczne, IDE, 47
zmiana stanu okna, 587
zmienna liczba parametrów, 255
zmienne, 64, 332
  atomowe, 716
  definicja, 66
  deklaracja, 64, 66, 154
  finalne, 333, 346, 716
  inicjalizacja, 65
  interfejsowe, 305
  lokalne, 154, 722
  obiektowe, 140, 142
  polimorficzne, 220
  typu Object, 231
  typu T, 424, 427
    ograniczenia, 428
    używanie, 437
  warunkowe, 702
  zasięg, 99
znacznik
  @Override, 235
  append, 403
  dokumentacyjny, 204
znak
  echa, 608
  średnika, 64
znaki
  dodatkowe, 63
  konwersji, 95
  specjalne, 61
  Unicode, 64
zwracanie referencji, 159
zwrotność, 233

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:

biegle opanuj język mistrzów programowania!

W 1995 roku świat ujrzał przyszłą gwiazdę programowania: Javę. Dziś to język dojrzały i elastyczny, dzięki czemu może służyć do pisania dużych systemów, małych programów, aplikacji mobilnych i internetowych. Java została zaprojektowana z ogromną starannością. W język wbudowano wysublimowane zabezpieczenia, a także pewne zaawansowane funkcje, które docenia każdy programista tworzący systemy o skomplikowanej architekturze.

Ta książka jest kolejnym, zaktualizowanym i uzupełnionym wydaniem kultowego podręcznika dla profesjonalnych programistów Javy. To pierwszy tom, w którym opisano podstawy języka i najważniejsze zagadnienia związane z programowaniem interfejsu użytkownika, a także kolekcje, wyrażenia lambda, techniki programowania współbieżnego i funkcyjnego. W tym wydaniu poszczególne zagadnienia zoptymalizowano pod kątem Javy 17, opisano też takie nowości jak bloki tekstu, rozszerzenia konstrukcji *switch*, rekordy, dopasowywanie wzorców operatora *instanceof*, klasy zapieczętowane i wiele więcej. Podręcznik zawiera mnóstwo przykładów kodu obrazujących zasady działania niemal każdej opisywanej funkcji czy biblioteki. Aby nauka najważniejszych zagadnień była jeszcze łatwiejsza, przykładowe programy są proste i realistyczne.

W książce między innymi:

- składnia i najlepsze praktyki pisania kodu w języku Java
- interfejsy, klasy wewnętrzne i wyrażenia lambda
- obsługa wyjątków i skuteczne techniki debugowania
- korzystanie z typów generycznych i standardowych kolekcji Javy
- nowoczesne graficzne interfejsy użytkownika przy użyciu komponentów Swing
- stosowanie modelu współbieżności Javy

Cay S. Horstmann jest autorem najpopularniejszych w Polsce podręczników do nauki Javy, zdobywcą tytułu Java Champion i częstym gościem konferencji programistycznych. Urodził się w północnych Niemczech, obecnie mieszka w USA, gdzie pracuje jako profesor informatyki na Uniwersytecie Stanowym w San José.

Helion

helion.pl

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

KOD KORZYŚCI
Sięgnij po więcej!

ISBN 978-83-283-9479-7

Cena: 129,00 zł