helion.pl

IDŹ DO

PRZYKŁADOWY ROZDZIAŁ

SPIS TREŚCI

KATALOG KSIĄŻEK

KATALOG ONLINE

ZAMÓW DRUKOWANY KATALOG

TWÓJ KOSZYK

DODAJ DO KOSZYKA

CENNIK I INFORMACJE

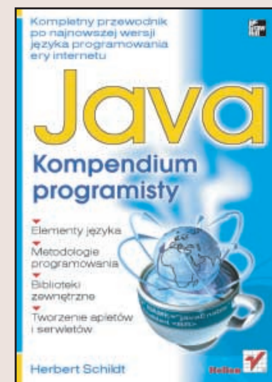
ZAMÓW INFORMACJE O NOWOŚCIACH

ZAMÓW CENNIK

CZYTELNIA

FRAGMENTY KSIĄŻEK ONLINE

Java. Kompendium programisty



Autor: Herbert Schildt
Tłumaczenie: Rafał Jońca, Mikołaj Szczepaniak, Jakub Thiele-Wieczorek
ISBN: 83-7361-862-7
Tytuł oryginału: Java: The Complete Reference, J2SE 5 Edition (Complete Reference)
Format: B5, stron: 1112

Popularność języka Java stale rośnie. Programiści z całego świata wykorzystują go do tworzenia zarówno prostych aplikacji, jak i złożonych systemów. Podstawowa zaleta Javy — przenośność kodu — powoduje, że programy napisane w Javie możemy spotkać nie tylko na dyskach komputerów i serwerów, ale również w telefonach komórkowych i innych urządzeniach mobilnych. Java jest ciągle rozwijana — w każdej kolejnej wersji pojawiają się nowe elementy, ułatwiające realizację coraz bardziej złożonych zagadnień programistycznych.

„Java. Kompendium programisty” to doskonały przewodnik po najnowszym wcieleniu języka Java, noszącym oznaczenie J2SE5. Każdy twórca aplikacji w Javie znajdzie tu niezbędne do swojej pracy informacje. Autor — Herb Schildt, znany z wielu bestsellerowych pozycji dotyczących programowania w Javie i C++ — opisuje wszystkie elementy języka Java w wersji 5. Typy danych, metody, konstrukcje, podstawowe biblioteki i techniki programistyczne — wszystko zostało opisane prostym i zrozumiałym językiem oraz zilustrowane przykładami.

- Historia języka Java
- Podstawowe założenia programowania obiektowego
- Typy danych i zmienne
- Operatory
- Klasy, metody, pakiety i interfejsy
- Wątki i wyjątki
- Elementy bibliotek Javy
- Operacje wejścia i wyjścia
- Programowanie sieciowe
- Biblioteki AWT i Swing
- JavaBeans i serwlety

W tym podręczniku znajdziesz odpowiedzi na wszystkie pytania związane z Javą.

Wydawnictwo Helion
ul. Chopina 6
44-100 Gliwice
tel. (32)230-98-63
e-mail: helion@helion.pl

Spis treści

O Autorze ... 21

Przedmowa ... 23

Część I Język Java ... 27

Rozdział 1. Historia i ewolucja języka Java ... 29

Rodowód Javy ... 29
- Narodziny nowoczesnego języka — C ... 30
- Język C++ — następny krok ... 31
- Podwaliny języka Java ... 32

Powstanie języka Java ... 32
- Powiązanie z językiem C# ... 34

Dlaczego język Java jest tak ważny dla internetu ... 35
- Aplety Javy ... 35
- Bezpieczeństwo ... 36
- Przenośność ... 36

Magia języka Java — kod bajtowy ... 36

Hasła języka Java ... 37
- Prostota ... 38
- Obiektowość ... 38
- Solidność ... 38
- Wielowątkowość ... 39
- Neutralność architektury ... 39
- Interpretowalność i wysoka wydajność ... 40
- Rozproszenie ... 40
- Dynamika ... 40

Ewolucja Javy ... 40

Rewolucja J2SE 5 ... 41

Kultura innowacji ... 42

Rozdział 2. Podstawy języka Java ... 43

Programowanie obiektowe ... 43
- Dwa paradygmaty ... 43
- Abstrakcja ... 44
- Trzy zasady programowania obiektowego ... 44

Pierwszy przykładowy program ... 49
- Wpisanie kodu programu ... 50
- Kompilacja programów ... 50
- Bliższe spojrzenie na pierwszy przykładowy program ... 51

Drugi prosty program 53
Dwie instrukcje sterujące 55
Instrukcja if 55
Pętla for 57
Bloki kodu 58
Kwestie leksykalne 59
Znaki niedrukowane 60
Identyfikatory 60
Literał 60
Komentarze 60
Separatory 61
Słowa kluczowe języka Java 61
Biblioteki klas Javy 62

Rozdział 3. Typy danych, zmienne i tablice 63
Java to język ze ścisłą kontrolą typów 63
Typy proste 63
Typy całkowite 64
Typ byte 65
Typ short 65
Typ int 66
Typ long 66
Typy zmiennoprzecinkowe 67
Typ float 67
Typ double 67
Typ znakowy 68
Typ logiczny 69
Bliższe spojrzenie na literały 70
Literały będące liczbami całkowitymi 70
Literały zmiennoprzecinkowe 71
Literały logiczne 71
Literały znakowe 71
Literały tekstowe 72
Zmienne 72
Deklaracja zmiennej 73
Inicjalizacja dynamiczna 73
Zasięg i czas życia zmiennych 74
Konwersja typów i rzutowanie 76
Automatyczna konwersja typów 76
Rzutowanie dla typów niezgodnych 77
Automatyczne rozszerzanie typów w wyrażeniach 78
Zasady rozszerzania typu 79
Tablice 80
Tablice jednowymiarowe 80
Tablice wielowymiarowe 83
Alternatywna składnia deklaracji tablicy 86
Kilka słów na temat ciągów znaków 87
Uwaga dla programistów języka C lub C++ na temat wskaźników 87

Rozdział 4. Operatory 89
Operatory arytmetyczne 89
Podstawowe operatory arytmetyczne 89
Operator reszty z dzielenia 91
Operatory arytmetyczne z przypisaniem 91
Inkrementacja i dekrementacja 92

Operatory bitowe ... 94
Podstawowe operatory bitowe ... 95
Przesunięcie w lewo ... 97
Przesunięcie w prawo ... 99
Przesunięcie w prawo bez znaku ... 100
Operatory bitowe z przypisaniem ... 102
Operatory relacji ... 103
Operatory logiczne ... 104
Operatory logiczne ze skracaniem ... 105
Operator przypisania ... 106
Operator ?: ... 106
Kolejność wykonywania operatorów ... 107
Wykorzystanie nawiasów okrągłych ... 107

Rozdział 5. Struktury sterujące ... 109
Instrukcje wyboru ... 109
Konstrukcja if ... 109
Konstrukcja switch ... 112
Instrukcje iteracji ... 116
Pętla while ... 116
Pętla do-while ... 118
Pętla for ... 121
Wersja for-each pętli for ... 124
Pętle zagnieżdżone ... 129
Instrukcje skoku ... 130
Instrukcja break ... 130
Instrukcja continue ... 134
Instrukcja return ... 135

Rozdział 6. Wprowadzenie do klas ... 137
Klasy ... 137
Ogólna postać klasy ... 137
Prosta klasa ... 139
Tworzenie obiektów ... 141
Bliższe spojrzenie na klasę ... 142
Przypisywanie zmiennych referencyjnych do obiektów ... 143
Metody ... 144
Dodanie metody do klasy Box ... 145
Zwracanie wartości ... 146
Dodanie metody przyjmującej parametry ... 148
Konstruktor ... 150
Konstruktor sparametryzowany ... 152
Słowo kluczowe this ... 153
Ukrywanie zmiennych składowych ... 153
Mechanizm odzyskiwania pamięci ... 154
Metoda finalize() ... 154
Klasa stosu ... 155

Rozdział 7. Dokładniejsze omówienie metod i klas ... 159
Przeciążanie metod ... 159
Przeciążanie konstruktorów ... 162
Obiekty jako parametry ... 164
Dokładniejsze omówienie przekazywania argumentów ... 166
Zwracanie obiektów ... 168
Rekurencja ... 169

Wprowadzenie do sterowania dostępem ... 171
Składowe statyczne ... 175
Słowo kluczowe final ... 177
Powtórka z tablic ... 177
Klasy zagnieżdżone i klasy wewnętrzne ... 179
Omówienie klasy String ... 182
Wykorzystanie argumentów wiersza poleceń ... 184
Zmienna liczba argumentów ... 185
Przeciążanie metod o zmiennej liczbie argumentów ... 188
Zmienna liczba argumentów i niejednoznaczności ... 189

Rozdział 8. Dziedziczenie ... 191
Proste dziedziczenie ... 191
Dostęp do składowych a dziedziczenie ... 193
Bardziej praktyczny przykład ... 194
Zmienna klasy bazowej może zawierać referencję do obiektu podklasy ... 196
Słowo kluczowe super ... 197
Wykorzystanie słowa kluczowego super do wywołania konstruktora klasy bazowej ... 197
Drugie zastosowanie słowa kluczowego super ... 200
Tworzenie hierarchii wielopoziomowej ... 201
Kiedy dochodzi do wywołania konstruktorów? ... 204
Przesłanianie metod ... 205
Dynamiczne przydzielanie metod ... 208
Dlaczego warto przesłaniać metody? ... 209
Zastosowanie przesłaniania metod ... 210
Klasy abstrakcyjne ... 211
Słowo kluczowe final i dziedziczenie ... 214
Słowo kluczowe final zapobiega przesłanianiu ... 214
Słowo kluczowe final zapobiega dziedziczeniu ... 215
Klasa Object ... 215

Rozdział 9. Pakiety i interfejsy ... 217
Pakiety ... 217
Definiowanie pakietu ... 218
Znajdowanie pakietów i ścieżka CLASSPATH ... 219
Prosty przykład pakietu ... 219
Ochrona dostępu ... 220
Przykład dostępu ... 221
Import pakietów ... 224
Interfejsy ... 226
Definiowanie interfejsu ... 227
Implementacja interfejsu ... 227
Zastosowanie interfejsów ... 230
Zmienne w interfejsach ... 233
Interfejsy można rozszerzać ... 235

Rozdział 10. Obsługa wyjątków ... 237
Podstawy obsługi wyjątków ... 237
Typy wyjątków ... 238
Nieprzechwycone wyjątki ... 238
Wykorzystanie konstrukcji try i catch ... 240
Wyświetlenie opisu wyjątku ... 241
Wiele klauzul catch ... 241
Zagnieżdżone konstrukcje try ... 243

Instrukcja throw 245
Klauzula throws 246
Słowo kluczowe finally 248
Wyjątki wbudowane w język Java 249
Tworzenie własnej podklasy wyjątków 250
Łańcuch wyjątków 252
Wykorzystanie wyjątków 254

Rozdział 11. Programowanie wielowątkowe 255
Model wątków języka Java 256
Priorytety wątków 257
Synchronizacja 257
Przekazywanie komunikatów 258
Klasa Thread i interfejs Runnable 258
Wątek główny 259
Tworzenie wątku 261
Implementacja interfejsu Runnable 261
Rozszerzanie klasy Thread 263
Wybór odpowiedniego podejścia 264
Tworzenie wielu wątków 264
Wykorzystanie metod isAlive() oraz join() 266
Priorytety wątków 268
Synchronizacja 271
Synchronizacja metod 271
Konstrukcja synchronized 274
Komunikacja międzywątkowa 275
Blokada wzajemna 279
Zawieszanie, wznawianie i zatrzymywanie wątków 281
Zawieszanie, wznawianie i zatrzymywanie wątków w Java 1.1 lub starszej 282
Nowoczesny sposób zawieszania, wznawiania i zatrzymywania wątków 284
Korzystanie z wielowątkowości 286

Rozdział 12. Wyliczenia, automatyczne otaczanie typów prostych i metadane 287
Wyliczenia 287
Podstawy wyliczeń 288
Metody values() i valueOf() 290
Wyliczenia Javy jako typ klasy 291
Wyliczenia dziedziczą po klasie Enum 293
Inny przykład wyliczenia 295
Typy otoczkowe 296
Automatyczne otaczanie typów prostych 298
Automatyczne otaczanie i metody 299
Automatyczne otaczanie i rozpakowywanie w wyrażeniach 300
Automatyczne otaczanie dla typów znakowych i logicznych 302
Automatyczne otaczanie pomaga zapobiegać błędom 303
Słowo ostrzeżenia 303
Metadane (notatki) 304
Podstawy tworzenia notatek 304
Określenie strategii zachowania 305
Pobieranie notatek w trakcie działania programu dzięki refleksji 306
Interfejs AnnotatedElement 310
Wartości domyślne 311
Notatki znacznikowe 312
Notatki jednoelementowe 313
Wbudowane notatki 315
Ograniczenia 316

Rozdział 13. Wejście-wyjście, aplety i inne tematy 317
Podstawowa obsługa wejścia i wyjścia 317
Strumienie 318
Strumienie znakowe i bajtowe 318
Predefiniowane strumienie 319
Odczyt danych z konsoli 321
Odczyt znaków 321
Odczyt ciągów znaków 322
Wyświetlanie informacji na konsoli 324
Klasa PrintWriter 324
Odczyt i zapis plików 325
Podstawy apletów 328
Modyfikatory transient i volatile 331
Operator instanceof 332
Modyfikator strictfp 334
Metody napisane w kodzie rdzennym 335
Problemy z metodami rdzennymi 338
Asercja 338
Opcje włączania i wyłączania asercji 341
Import statyczny 341

Rozdział 14. Typy sparametryzowane 345
Czym są typy sparametryzowane? 346
Prosty przykład zastosowania typów sparametryzowanych 346
Typy sparametryzowane działają tylko dla obiektów 350
Typy sparametryzowane różnią się, jeśli mają inny argument typu 350
W jaki sposób typy sparametryzowane zwiększają bezpieczeństwo? 350
Klasa sparametryzowana z dwoma parametrami typu 353
Ogólna postać klasy sparametryzowanej 354
Typy ograniczone 354
Zastosowanie argumentów wieloznacznych 357
Ograniczony argument wieloznaczny 359
Tworzenie metody sparametryzowanej 364
Konstruktory sparametryzowane 366
Interfejsy sparametryzowane 367
Typy surowe i dotychczasowy kod 369
Hierarchia klas sparametryzowanych 372
Zastosowanie sparametryzowanej klasy bazowej 372
Podklasa sparametryzowana 374
Porównywanie typów w trakcie działania programu dla hierarchii klas sparametryzowanych 375
Rzutowanie 378
Przesłanianie metod w klasach sparametryzowanych 378
Znoszenie 379
Metody mostu 381
Błędy niejednoznaczności 383
Pewne ograniczenia typów sparametryzowanych 384
Nie można tworzyć egzemplarza parametru typu 384
Ograniczenia dla składowych statycznych 385
Ograniczenia tablic typów sparametryzowanych 385
Ograniczenia wyjątków typów sparametryzowanych 386
Ostatnie uwagi na temat typów sparametryzowanych 387

Cześć II Biblioteka języka Java 389

Rozdział 15. Ciągi znaków 391
Konstruktory klasy String 392
Konstruktory dodane w wydaniu J2SE 5 394
Długość ciągu znaków 394
Specjalne operacje na ciągach znaków 394
Literały tekstowe 395
Konkatenacja ciągów znaków 395
Konkatenacja ciągu znaków z innymi typami danych 396
Konwersja do ciągu znaków i metoda toString() 396
Wydobycie znaków 397
Metoda charAt() 398
Metoda getChars() 398
Metoda getBytes() 399
Metoda toCharArray() 399
Porównywanie ciągów znaków 399
Metody equals() i equalsIgnoreCase() 399
Metoda regionMatches() 400
Metody startsWith() i endsWith() 401
Metoda equals() a operator == 401
Metoda compareTo() 402
Wyszukiwanie podciągów znaków 403
Modyfikacja ciągu znaków 405
Metoda substring() 405
Metoda concat() 406
Metoda replace() 406
Metoda trim() 407
Konwersja danych za pomocą metody valueOf() 408
Zmiana wielkości liter ciągu znaków 408
Dodatkowe metody klasy String 409
Klasa StringBuffer 409
Konstruktory klasy StringBuffer 411
Metody length() i capacity() 411
Metoda ensureCapacity() 412
Metoda setLength() 412
Metody charAt() i setCharAt() 412
Metoda getChars() 413
Metoda append() 413
Metoda insert() 414
Metoda reverse() 414
Metody delete() i deleteCharAt() 415
Metoda replace() 416
Metoda substring() 416
Dodatkowe metody klasy StringBuffer 416
Klasa StringBuilder 418

Rozdział 16. Pakiet java.lang 419
Otoczki typów prostych 420
Klasa Number 420
Klasy Double i Float 420
Klasy Byte, Short, Integer i Long 424
Klasa Character 432
Dodatki wprowadzone w celu obsługi rozszerzonych znaków Unicode 434
Klasa Boolean 435

Klasa Void ... 435
Klasa Process ... 436
Klasa Runtime ... 437
Zarządzanie pamięcią ... 438
Wykonywanie innych programów ... 440
Klasa ProcessBuilder ... 441
Klasa System ... 442
Wykorzystanie metody currentTimeMillis() do obliczania czasu wykonywania programu ... 444
Użycie metody arraycopy() ... 445
Właściwości środowiska ... 446
Klasa Object ... 446
Wykorzystanie metody clone() i interfejsu Cloneable ... 446
Klasa Class ... 449
Klasa ClassLoader ... 452
Klasa Math ... 452
Funkcje trygonometryczne ... 452
Funkcje wykładnicze ... 453
Funkcje zaokrągleń ... 453
Różnorodne metody klasy Math ... 454
Klasa StrictMath ... 455
Klasa Compiler ... 455
Klasy Thread i ThreadGroup oraz interfejs Runnable ... 455
Interfejs Runnable ... 456
Klasa Thread ... 456
Klasa ThreadGroup ... 458
Klasy ThreadLocal i InheritableThreadLocal ... 462
Klasa Package ... 463
Klasa RuntimePermission ... 463
Klasa Throwable ... 463
Klasa SecurityManager ... 463
Klasa StackTraceElement ... 464
Klasa Enum ... 465
Interfejs CharSequence ... 466
Interfejs Comparable ... 467
Interfejs Appendable ... 467
Interfejs Iterable ... 467
Interfejs Readable ... 468
Podpakiety pakietu java.lang ... 468
Podpakiet java.lang.annotation ... 468
Podpakiet java.lang.instrument ... 469
Podpakiet java.lang.management ... 469
Podpakiet java.lang.ref ... 469
Podpakiet java.lang.reflect ... 469

Rozdział 17. Pakiet java.util, część 1. — kolekcje ... 471

Wprowadzenie do kolekcji ... 472
Zmiany w kolekcjach spowodowane wydaniem J2SE 5 ... 473
Typy sparametryzowane w znaczący sposób zmieniają kolekcje ... 473
Automatyczne otaczanie ułatwia korzystanie z typów prostych ... 474
Pętla for typu for-each ... 474
Interfejsy kolekcji ... 474
Interfejs Collection ... 475
Interfejs List ... 477

Interfejs Set ... 478
Interfejs SortedSet ... 479
Interfejs Queue ... 479
Klasy kolekcji ... 480
Klasa ArrayList ... 481
Klasa LinkedList ... 484
Klasa HashSet ... 486
Klasa LinkedHashSet ... 488
Klasa TreeSet ... 488
Klasa PriorityQueue ... 489
Klasa EnumSet ... 490
Dostęp do kolekcji za pomocą iteratora ... 490
Korzystanie z iteratora Iterator ... 492
Pętla typu for-each jako alternatywa dla iteratora ... 494
Przechowywanie w kolekcjach własnych klas ... 495
Interfejs RandomAccess ... 496
Korzystanie z map ... 496
Interfejsy map ... 497
Klasy map ... 499
Komparatory ... 505
Wykorzystanie komparatora ... 505
Algorytmy kolekcji ... 508
Klasa Arrays ... 513
Dlaczego kolekcje są sparametryzowane? ... 516
Starsze klasy i interfejsy ... 519
Interfejs wyliczeń ... 520
Klasa Vector ... 520
Klasa Stack ... 524
Klasa Dictionary ... 526
Klasa Hashtable ... 527
Klasa Properties ... 530
Wykorzystanie metod store() i load() ... 533
Ostatnie uwagi na temat kolekcji ... 535

Rozdział 18. Pakiet java.util, część 2. — pozostałe klasy użytkowe ... 537
Klasa StringTokenizer ... 537
Klasa BitSet ... 539
Klasa Date ... 542
Klasa Calendar ... 543
Klasa GregorianCalendar ... 546
Klasa TimeZone ... 548
Klasa SimpleTimeZone ... 548
Klasa Locale ... 550
Klasa Random ... 551
Klasa Observable ... 553
Interfejs Observer ... 554
Przykład użycia interfejsu Observer ... 555
Klasy Timer i TimerTask ... 557
Klasa Currency ... 560
Klasa Formatter ... 561
Konstruktory klasy Formatter ... 561
Metody klasy Formatter ... 562
Podstawy formatowania ... 562
Formatowanie tekstów i znaków ... 565

Formatowanie liczb ... 565
Formatowanie daty i godziny ... 567
Specyfikatory %n i %% ... 567
Określanie minimalnej szerokości pola ... 569
Określanie precyzji ... 570
Używanie znaczników formatów ... 571
Wyrównywanie danych wyjściowych ... 572
Znaczniki spacji, plusa, zera i nawiasów ... 573
Znacznik przecinka ... 574
Znacznik # ... 574
Opcja wielkich liter ... 574
Stosowanie indeksu argumentu ... 575
Metoda printf() w Javie ... 576
Klasa Scanner ... 577
Konstruktory klasy Scanner ... 577
Podstawy skanowania ... 578
Kilka przykładów użycia klasy Scanner ... 580
Ustawianie separatorów ... 585
Pozostałe elementy klasy Scanner ... 586
Podpakiety pakietu java.util ... 587
java.util.concurrent, java.util.concurrent.atomic oraz java.util.concurrent.locks ... 588
java.util.jar ... 588
java.util.logging ... 588
java.util.prefs ... 588
java.util.regex ... 588
java.util.zip ... 588

Rozdział 19. Operacje wejścia-wyjścia: analiza pakietu java.io ... 589
Dostępne w Javie klasy i interfejsy obsługujące operacje wejścia-wyjścia ... 590
Klasa File ... 590
Katalogi ... 593
Stosowanie interfejsu FilenameFilter ... 594
Alternatywna metoda listFiles() ... 595
Tworzenie katalogów ... 596
Interfejsy Closeable i Flushable ... 596
Klasy strumienia ... 597
Strumienie bajtów ... 597
Klasa InputStream ... 598
Klasa OutputStream ... 598
Klasa FileInputStream ... 599
Klasa FileOutputStream ... 601
Klasa ByteArrayInputStream ... 602
Klasa ByteArrayOutputStream ... 603
Filtrowane strumienie bajtów ... 605
Buforowane strumienie bajtów ... 605
Klasa SequenceInputStream ... 609
Klasa PrintStream ... 610
Klasy DataOutputStream i DataInputStream ... 613
Klasa RandomAccessFile ... 615
Strumienie znaków ... 616
Klasa Reader ... 616
Klasa Writer ... 616
Klasa FileReader ... 616
Klasa FileWriter ... 618

Klasa CharArrayReader ... 619
Klasa CharArrayWriter ... 620
Klasa BufferedReader ... 621
Klasa BufferedWriter ... 623
Klasa PushbackReader ... 623
Klasa PrintWriter ... 624
Stosowanie operacji wejścia-wyjścia na strumieniach ... 626
Usprawnienie metody wc() przez zastosowanie klasy StreamTokenizer ... 627
Serializacja ... 629
Interfejs Serializable ... 630
Interfejs Externalizable ... 630
Interfejs ObjectOutput ... 631
Klasa ObjectOutputStream ... 631
Interfejs ObjectInput ... 633
Klasa ObjectInputStream ... 633
Przykład serializacji ... 634
Korzyści wynikające ze stosowania strumieni ... 636

Rozdział 20. Obsługa sieci ... 637
Podstawy obsługi sieci ... 637
Przegląd gniazd ... 638
Klient-serwer ... 638
Gniazda zastrzeżone ... 639
Serwery pośredniczące ... 639
Obsługa adresów internetowych ... 640
Java i usługi sieciowe ... 641
Klasy i interfejsy obsługujące komunikację sieciową ... 641
Klasa InetAddress ... 642
Metody fabryczne ... 642
Metody klasy ... 643
Klasy Inet4Address oraz Inet6Address ... 644
Gniazda klientów TCP/IP ... 644
Przykład użycia usługi whois ... 645
URL ... 646
Format ... 647
Klasa URLConnection ... 648
Gniazda serwerów TCP/IP ... 651
Serwer pośredniczący protokołu HTTP z pamięcią podręczną ... 651
Kod źródłowy ... 652
Datagramy ... 672
Klasa DatagramPacket ... 672
Przesyłanie datagramów pomiędzy serwerem a klientem ... 673
Klasa URI ... 674
Nowe klasy środowiska J2SE 5 ... 675

Rozdział 21. Klasa Applet ... 677
Podstawy apletów ... 677
Klasa Applet ... 678
Architektura apletu ... 680
Szkielet apletu ... 681
Inicjalizacja i przerywanie działania apletu ... 682
Przysłanianie metody update() ... 684
Proste metody wyświetlania składników apletów ... 684
Żądanie ponownego wyświetlenia ... 686
Prosty aplet z paskiem reklamowym ... 688

Wykorzystywanie paska stanu ... 690
Znacznik APPLET języka HTML ... 691
Przekazywanie parametrów do apletów ... 692
    Udoskonalenie apletu z paskiem reklamowym ... 694
Metody getDocumentBase() i getCodeBase() ... 695
Interfejs AppletContext i metoda showDocument() ... 696
Interfejs AudioClip ... 698
Interfejs AppletStub ... 698
Wyświetlanie danych wyjściowych na konsoli ... 698

Rozdział 22. Obsługa zdarzeń ... 699
Dwa mechanizmy obsługi zdarzeń ... 699
Model obsługi zdarzeń oparty na ich delegowaniu ... 700
    Zdarzenia ... 700
    Źródła zdarzeń ... 701
    Obiekty nasłuchujące zdarzeń ... 702
Klasy zdarzeń ... 702
    Klasa ActionEvent ... 704
    Klasa AdjustmentEvent ... 704
    Klasa ComponentEvent ... 705
    Klasa ContainerEvent ... 706
    Klasa FocusEvent ... 706
    Klasa InputEvent ... 707
    Klasa ItemEvent ... 708
    Klasa KeyEvent ... 709
    Klasa MouseEvent ... 710
    Klasa MouseWheelEvent ... 712
    Klasa TextEvent ... 713
    Klasa WindowEvent ... 713
Źródła zdarzeń ... 714
Interfejsy nasłuchujące zdarzeń ... 715
    Interfejs ActionListener ... 715
    Interfejs AdjustmentListener ... 715
    Interfejs ComponentListener ... 716
    Interfejs ContainerListener ... 717
    Interfejs FocusListener ... 717
    Interfejs ItemListener ... 717
    Interfejs KeyListener ... 717
    Interfejs MouseListener ... 717
    Interfejs MouseMotionListener ... 718
    Interfejs MouseWheelListener ... 718
    Interfejs TextListener ... 718
    Interfejs WindowFocusListener ... 718
    Interfejs WindowListener ... 719
Stosowanie modelu delegowania zdarzeń ... 719
    Obsługa zdarzeń generowanych przez mysz ... 720
    Obsługa zdarzeń generowanych przez klawiaturę ... 722
Klasy adapterów ... 726
Klasy wewnętrzne ... 728
    Anonimowa klasa wewnętrzna ... 729

Rozdział 23. Wprowadzenie do AWT: praca z oknami, grafiką i tekstem ... 731
Klasy AWT ... 732
Podstawy okien ... 734
    Klasa Component ... 734
    Klasa Container ... 735

Klasa Panel ... 735
Klasa Window ... 735
Klasa Frame ... 736
Klasa Canvas ... 736
Praca z oknami typu Frame ... 736
Ustawianie wymiarów okna ... 737
Ukrywanie i wyświetlanie okna ... 737
Ustawianie tytułu okna ... 737
Zamykanie okna typu Frame ... 737
Tworzenie okna typu Frame z poziomu apletu ... 738
Obsługa zdarzeń w oknie typu Frame ... 740
Tworzenie programu wykorzystującego okna ... 743
Wyświetlanie informacji w oknie ... 745
Praca z grafiką ... 746
Rysowanie prostych ... 746
Rysowanie prostokątów ... 747
Rysowanie elips, kół i okręgów ... 748
Rysowanie łuków ... 749
Rysowanie wielokątów ... 750
Dostosowywanie rozmiarów obiektów graficznych ... 751
Praca z klasą Color ... 752
Metody klasy Color ... 753
Ustawianie bieżącego koloru kontekstu graficznego ... 754
Aplet demonstrujący zastosowanie klasy Color ... 754
Ustawianie trybu rysowania ... 755
Praca z czcionkami ... 757
Określanie dostępnych czcionek ... 757
Tworzenie i wybieranie czcionek ... 759
Uzyskiwanie informacji o czcionkach ... 761
Zarządzanie tekstowymi danymi wyjściowymi z wykorzystaniem klasy FontMetrics ... 762
Wyświetlanie tekstu w wielu wierszach ... 763
Wyśrodkowanie tekstu ... 766
Wyrównywanie wielowierszowych danych tekstowych ... 767

Rozdział 24. Stosowanie kontrolek AWT, menadżerów układu graficznego oraz menu ... 771

Podstawy kontrolek ... 772
Dodawanie i usuwanie kontrolek ... 772
Odpowiadanie na zdarzenia kontrolek ... 772
Etykiety ... 773
Stosowanie przycisków ... 774
Obsługa zdarzeń przycisków ... 775
Stosowanie pól wyboru ... 777
Obsługa zdarzeń pól wyboru ... 778
CheckboxGroup ... 780
Kontrolki list rozwijanych ... 782
Obsługa zdarzeń list rozwijanych ... 783
Stosowanie list ... 784
Obsługa zdarzeń generowanych przez listy ... 786
Zarządzanie paskami przewijania ... 787
Obsługa zdarzeń generowanych przez paski przewijania ... 789
Stosowanie kontrolek typu TextField ... 790
Obsługa zdarzeń generowanych przez kontrolkę TextField ... 792
Stosowanie kontrolek typu TextArea ... 794

Wprowadzenie do menadżerów układu graficznego komponentów 795
FlowLayout 797
BorderLayout 799
Stosowanie obramowań 800
GridLayout 801
Klasa CardLayout 803
Klasa GridBagLayout 806
Menu i paski menu 811
Okna dialogowe 817
FileDialog 822
Obsługa zdarzeń przez rozszerzanie dostępnych komponentów AWT 823
Rozszerzanie kontrolki Button 824
Rozszerzanie kontrolki Checkbox 825
Rozszerzanie komponentu grupy pól wyboru 826
Rozszerzanie kontrolki Choice 827
Rozszerzanie kontrolki List 828
Rozszerzanie kontrolki Scrollbar 829
Poznawanie środowiska kontrolek, menu i menadżerów układu 830

Rozdział 25. Obrazy 831
Formaty plików 832
Podstawy przetwarzania obrazów: tworzenie, wczytywanie i wyświetlanie 832
Tworzenie obiektu obrazu 832
Wczytywanie obrazu 833
Wyświetlanie obrazu 833
Interfejs ImageObserver 835
Podwójne buforowanie 836
Klasa MediaTracker 839
Interfejs ImageProducer 842
Klasa MemoryImageSource 843
Interfejs ImageConsumer 844
Klasa PixelGrabber 845
Klasa ImageFilter 847
Klasa CropImageFilter 848
Klasa RGBImageFilter 850
Animacja poklatkowa 861
Dodatkowe klasy obsługujące obrazy 863

Rozdział 26. Narzędzia współbieżności 865
Pakiety interfejsu Concurrent API 866
java.util.concurrent 866
java.util.concurrent.atomic 867
java.util.concurrent.locks 867
Korzystanie z obiektów służących do synchronizacji 868
Semaphore 868
Klasa CountDownLatch 874
CyclicBarrier 875
Klasa Exchanger 878
Korzystanie z egzekutorów 880
Przykład prostego egzekutora 881
Korzystanie z interfejsów Callable i Future 883
Obiekty typu TimeUnit 885
Kolekcje współbieżne 887
Blokady 887
Operacje atomowe 890
Pakiet Concurrency Utilities a tradycyjne metody języka Java 891

Rozdział 27. System NIO, wyrażenia regularne i inne pakiety 893
Pakiety głównego API języka Java 893
System NIO 895
Podstawy systemu NIO 896
Zestawy znaków i selektory 898
Korzystanie z systemu NIO 899
Czy system NIO jest przyszłością operacji wejścia-wyjścia? 905
Przetwarzanie wyrażeń regularnych 905
Klasa Pattern 906
Klasa Matcher 906
Składnia wyrażeń regularnych 907
Przykład wykorzystania dopasowywania do wzorca 908
Typy operacji dopasowywania do wzorca 913
Przegląd wyrażeń regularnych 914
Refleksje 914
Zdalne wywoływanie metod (RMI) 917
Prosta aplikacja typu klient-serwer wykorzystująca RMI 918
Formatowanie tekstu 921
Klasa DateFormat 921
Klasa SimpleDateFormat 923

Część III Pisanie oprogramowania w języku Java 927

Rozdział 28. Java Beans 929
Czym jest komponent typu Java Bean? 929
Zalety komponentów Java Beans 930
Introspekcja 930
Wzorce właściwości 931
Wzorce projektowe dla zdarzeń 932
Metody i wzorce projektowe 932
Korzystanie z interfejsu BeanInfo 933
Właściwości ograniczone 933
Trwałość 934
Interfejs Customizer 934
Interfejs Java Beans API 934
Klasa Introspector 936
Klasa PropertyDescriptor 937
Klasa EventSetDescriptor 937
Klasa MethodDescriptor 937
Przykład komponentu typu Bean 937

Rozdział 29. Przewodnik po pakiecie Swing 941
Klasa JApplet 942
Klasy JFrame i JComponent 943
Ikony i etykiety 943
Problemy z wątkami 945
Pola tekstowe 947
Przyciski 948
Klasa JButton 949
Pola wyboru 951
Przyciski opcji 953
Listy kombinowane 955
Okna z zakładkami 957
Okna przewijane 959
Drzewa 961
Przegląd pakietu Swing 965

Rozdział 30. Serwlety 967
Podstawy 967
Cykl życia serwletu 968
Korzystanie ze środowiska Tomcat 969
Przykład prostego serwletu 970
Tworzenie i kompilacja kodu źródłowego serwletu 971
Uruchamianie środowiska Tomcat 971
Uruchamianie przeglądarki i generowanie żądania 972
Interfejs Servlet API 972
Pakiet javax.servlet 972
Interfejs Servlet 973
Interfejs ServletConfig 974
Interfejs ServletContext 974
Interfejs ServletRequest 975
Interfejs ServletResponse 975
Klasa GenericServlet 976
Klasa ServletInputStream 976
Klasa ServletOutputStream 977
Klasy wyjątków związanych z serwletami 977
Odczytywanie parametrów serwletu 977
Pakiet javax.servlet.http 979
Interfejs HttpServletRequest 979
Interfejs HttpServletResponse 979
Interfejs HttpSession 980
Interfejs HttpSessionBindingListener 981
Klasa Cookie 981
Klasa HttpServlet 983
Klasa HttpSessionEvent 983
Klasa HttpSessionBindingEvent 984
Obsługa żądań i odpowiedzi HTTP 985
Obsługa żądań HTTP GET 985
Obsługa żądań HTTP POST 986
Korzystanie ze znaczników kontekstu użytkownika 988
Śledzenie sesji 990

Część IV Zastosowanie Javy w praktyce 993

Rozdział 31. Aplety i serwlety finansowe 995
Znajdowanie raty pożyczki 996
Pola apletu 999
Metoda init() 1000
Metoda actionPerformed() 1002
Metoda paint() 1002
Metoda compute() 1003
Znajdowanie przyszłej wartości inwestycji 1004
Znajdowanie wkładu początkowego wymaganego do uzyskania przyszłej wartości inwestycji 1007
Znalezienie inwestycji początkowej wymaganej do uzyskania odpowiedniej emerytury 1011
Znajdowanie maksymalnej emerytury dla danej inwestycji 1015
Obliczenie pozostałej kwoty do spłaty kredytu 1019
Tworzenie serwletów finansowych 1022
Konwersja apletu RegPay do serwletu 1023
Serwlet RegPayS 1023
Możliwe rozszerzenia 1026

Rozdział 32. Wykonanie menedżera pobierania plików w Javie 1027
Sposoby pobierania plików z internetu 1028
Omówienie programu 1028
Klasa Download 1029
Zmienne pobierania 1033
Konstruktor klasy 1033
Metoda download() 1033
Metoda run() 1033
Metoda stateChanged() 1037
Metody akcesorowe i działań 1037
Klasa ProgressRenderer 1037
Klasa DownloadsTableModel 1038
Metoda addDownload() 1040
Metoda clearDownload() 1041
Metoda getColumnClass() 1041
Metoda getValueAt() 1041
Metoda update() 1042
Klasa DownloadManager 1042
Zmienne klasy DownloadManager 1047
Konstruktor klasy 1048
Metoda verifyUrl() 1048
Metoda tableSelectionChanged() 1049
Metoda updateButtons() 1049
Obsługa zdarzeń akcji 1050
Kompilacja i uruchamianie programu 1051
Rozszerzanie możliwości programu 1051

Dodatki 1053

Dodatek A Korzystanie z komentarzy dokumentacyjnych Javy 1055
Znaczniki komentarzy dokumentacyjnych 1055
Znacznik @author 1056
Znacznik {@code} 1057
Znacznik @deprecated 1057
Znacznik {@docRoot} 1057
Znacznik @exception 1057
Znacznik {@inheritDoc} 1057
Znacznik {@link} 1057
Znacznik {@linkplain} 1058
Znacznik {@literal} 1058
Znacznik @param 1058
Znacznik @return 1058
Znacznik @see 1058
Znacznik @serial 1059
Znacznik @serialData 1059
Znacznik @serialField 1059
Znacznik @since 1059
Znacznik @throws 1059
Znacznik {@value} 1059
Znacznik @version 1060
Ogólna postać komentarzy dokumentacyjnych 1060
Wynik działania narzędzia javadoc 1060
Przykład korzystający z komentarzy dokumentacyjnych 1061

Skorowidz 1063

Rozdział 3.
Typy danych, zmienne i tablice

Ten rozdział dotyczy trzech najbardziej podstawowych elementów Javy: typów danych, zmiennych i tablic. Podobnie jak wszystkie nowoczesne języki programowania, Java obsługuje kilka podstawowych typów danych. Używamy tych typów do deklarowania zmiennych i tworzenia tablic. Rozwiązanie proponowane w tej kwestii przez Javę jest czyste, wydajne i spójne.

Java to język ze ścisłą kontrolą typów

Trzeba podkreślić, iż Java jest językiem ze ścisłą kontrolą typów. Między innymi właśnie z tego stwierdzenia bierze się bezpieczeństwo i solidność Javy. Przekonajmy się, co to oznacza. Po pierwsze, każda zmienna ma ściśle określony typ, każde wyrażenie ma typ. Każdy typ jest dokładnie zdefiniowany. Po drugie, wszystkie przypisania, jawne lub przez parametry w wywołaniach metod, są sprawdzane pod kątem zgodności typów. Nie istnieje automatyczna konwersja niezgodnych typów występująca w niektórych innych językach programowania. Kompilator Javy sprawdza wszystkie wyrażenia i parametry, aby sprawdzić, czy typy są zgodne. Wszelkie niezgodności powodują zgłoszenie błędów, które muszą zostać poprawione, by doprowadzić kompilację klasy do szczęśliwego końca.

Typy proste

Język Java definiuje osiem **prostych** typów danych: `byte`, `short`, `int`, `long`, `float`, `double` i `boolean`. Typy proste nazywane są czasem typami **podstawowymi**. W książce oba stwierdzenia będą stosowane zamiennie. Typy proste dzielimy na cztery grupy:

- typy całkowite — do tej grupy należą typy `byte`, `short`, `int` i `long`, które zawsze określają liczby całkowite ze znakiem;
- typy zmiennoprzecinkowe — do tej grupy należą typy `float` i `double`, które reprezentują liczby z ułamkami;
- typy znakowe — ta grupa zawiera tylko typ `char`, który reprezentuje pojedynczy znak, na przykład literę lub cyfrę;
- typy logiczne — ta grupa zawiera tylko typ `boolean`, który jest specjalnym typem reprezentującym wartości typu prawda lub fałsz.

Przedstawione typy można stosować w oryginalnej postaci, tworzyć z nich tablice lub na ich podstawie kreować własne klasy (klasa definiuje nowy typ danych). Innymi słowy, typy te stanowią podstawę wszelkich innych typów tworzonych w programie.

Typy proste reprezentują pojedyncze wartości — nie są złożonymi obiektami. Jest to w zasadzie jedyne odstępstwo od w pełni obiektowego modelu w języku Java. Powód takiego rozwiązania jest bardzo prosty — wydajność. Uczynienie z typów prostych obiektów spowodowałoby zbyt znaczący spadek wydajności.

Typy proste mają ściśle określony zakres wartości i zachowanie w operacjach matematycznych. Języki takie jak C lub C++ pozwalają, aby rozmiar typu `int` zmieniał się w zależności od wykorzystywanego środowiska. W Javie jest inaczej. Przenośność programów Javy wymaga, aby wszystkie typy miały ściśle zdefiniowany zakres. Na przykład typ `int` jest zawsze 32-bitowy, niezależnie od platformy sprzętowej. W ten sposób programista ma pewność, że napisany przez niego program będzie działał poprawnie na innej architekturze systemowej **bez dokonywania żadnych modyfikacji**. Choć takie wymuszanie rozmiaru typów całkowitych potrafi zmniejszyć wydajność w pewnych środowiskach, jest wymogiem przenośności.

Przyjrzyjmy się po kolei poszczególnym typom danych.

Typy całkowite

Java definiuje cztery typy całkowite: `byte`, `short`, `int` oraz `long`. Wszystkie te typy mogą przechowywać wartości ze znakiem, czyli liczby ujemne i dodatnie. Java nie obsługuje typów bez znaku. Choć większość innych języków programowania obsługuje liczby całkowite z i bez znaku, projektanci Javy stwierdzili, że takie rozróżnienie nie jest potrzebne. Koncepcja **bez znaku** była najczęściej stosowana do sterowania zachowaniem **najbardziej znaczącego bitu** liczby, który definiuje **znak**. W rozdziale 4. dokładnie omówię operator przesunięcia w prawo bez znaku, który praktycznie eliminuje potrzebę stosowania typów bezznakowych.

Rozmiaru typu całkowitego nie należy rozumieć jako liczby bitów zajmowanych przez dany typ, ale raczej jako **zachowanie** zdefiniowane dla danego typu. Środowisku wykonawcze Javy może wewnętrznie używać dowolnej liczby bitów dla danego typu, o ile zachowuje się on tak, jak powinien. W rzeczywistości typy `byte` i `short` są zewnętrznie

zaimplementowane jako liczby 32-bitowe (zamiast 8- i 16-bitowych), aby poprawić wydajność, gdyż właśnie taki jest rozmiar słowa większości komputerów osobistych.

Rozmiar i zakres typów całkowitych są bardzo różne, co przedstawia tabela 3.1.

Tabela 3.1. *Rozmiar i zakres typów całkowitych*

Nazwa	Rozmiar	Zakres
`long`	64	od –9 223 372 036 854 775 808 do 9 223 372 036 854 775 807
`int`	32	od –2 147 483 648 do 2 147 483 647
`short`	16	od –32 768 do 32 767
`byte`	8	od –128 do 127

Przyjrzyjmy się poszczególnym typom liczb całkowitych.

Typ byte

Najmniejszym typem całkowitym jest `byte`. Jest to 8-bitowy typ znakowy od zakresie od –128 do 127. Zmienne typu `byte` są szczególne przydatne wtedy, gdy przetwarza się strumień danych odczytany z pliku lub otrzymany przez sieć. Poza tym przydaje się do obróbki surowych danych binarnych, które mogą nie być bezpośrednio zgodne z innymi wbudowanymi typami.

Zmienne bajtowe deklaruje się za pomocą słowa kluczowego `byte`. Poniższy przykład deklaruje dwie zmienne bajtowe o nazwach `b` i `c`.

```
byte b, c;
```

Typ short

Typ `short` to typ 16-bitowy o zakresie od –32 768 do 32 767. Prawdopodobnie jest to najrzadziej stosowany typ danych, ponieważ jest on tak zdefiniowany że jego pierwszy bit jest najbardziej znaczący (tak zwany format **big-endian**). Typ ten jest najlepszy dla komputerów 16-bitowych, które w zasadzie już wymarły.

Oto kilka przykładów deklaracji zmiennych tego typu.

```
short s;
short t;
```

Określenia endian wskazują na sposób w przechowywania w pamięci typów wielobajtowych takich jak `short`, `int` lub `long`. Typ `short` składa się z dwóch bajtów, ale który z tych bajtów ma być bardziej znaczący: pierwszy czy drugi? Mówimy, że procesor jest typu **big-endian**, jeśli najpierw pojawia się bardziej znaczący bajt, a dopiero po nim mniej znaczący. Procesory takie jak SPARC lub PowerPC są typu **big-endian**, natomiast procesory serii Intell x86 są typu **little-endian**.

Typ int

Prawdopodobnie najczęściej stosowanym typem jest 32-bitowy typ int o zakresie od –2 147 483 648 do 2 147 483 647. Poza innymi zastosowaniami, zmienne tego typu są najczęściej wykorzystywane w strukturach sterujących lub jako indeksy tablic. Jeśli jakieś wyrażenie zawiera zlepek zmiennych typu byte, short, int i stałych liczb, jest ono automatycznie konwertowane do typu int przed dokonaniem jakichkolwiek obliczeń.

Typ int jest najbardziej elastyczny i wydajny, więc powinien być stosowany zawsze wtedy, gdy trzeba zliczać wartości, przechodzić po kolejnych elementach tablicy lub wykonywać działania arytmetyczne na liczbach całkowitych. Choć może się wydawać, iż typy short i byte pozwalają zaoszczędzić miejsce, nie ma żadnej gwarancji, iż wewnętrznie nie będą reprezentowane przez typ int. Pamiętaj, że typ określa zachowanie, a nie rzeczywisty rozmiar. (Jedynym wyjątkiem są tablice, w których gwarantuje się, że typ byte będzie zajmował tylko jeden bajt na element, typ short 2 bajty na element, a typ int 4 bajty na element).

Typ long

Typ long to 64-bitowy typ stosowany wszędzie tam, gdzie wiadomo, iż zakres typu int nie jest wystarczający. Zakres typu long jest naprawdę imponujący, więc przydaje się w momencie wykonywania obliczeń na bardzo dużych liczbach. Poniżej znajduje się przykładowy program, który oblicza liczbę kilometrów, jaką przebędzie światło w podanej liczbie dni.

```
// Obliczanie odległości przebytej przez światło za pomocą zmiennych typu long.
class Light {
  public static void main(String args[]) {
    int lightspeed;
    long days;
    long seconds;
    long distance;

    // przybliżona prędkość światła w kilometrach na sekundę
    lightspeed = 186000;

    days = 1000; // określenie liczby dni

    seconds = days * 24 * 60 * 60; // konwersja na sekundy

    distance = lightspeed * seconds; // obliczenie odległości

    System.out.print("W " + days);
    System.out.print(" dni światło przebędzie ");
    System.out.println(distance + " kilometrów.");
  }
}
```

Wykonanie programu spowoduje wyświetlenie następującego komunikatu.

```
W 1000 dni światło przebędzie 25920000000000 kilometrów.
```

Z pewnością taki wynik nie zmieściłby się w zmiennej typu int.

Typy zmiennoprzecinkowe

Liczby zmiennoprzecinkowe, nazywane również liczbami **rzeczywistymi**, stosowane są zawsze tam, gdzie potrzebna jest informacja z dokładnością do ułamków liczb. Wykonywanie obliczeń takich jak pierwiastek kwadratowy lub sinus wymaga zastosowania typu o bardzo wysokiej precyzji, czyli typu zmiennoprzecinkowego. Java implementuje standardowy (IEEE-754) zbiór typów i operatorów zmiennoprzecinkowych. Istnieją dwa typy zmiennoprzecinkowe, `float` i `double`, które odpowiadają liczbom pojedynczej i podwójnej precyzji. Tabela 3.2 przedstawia rozmiar i zakresy obu typów.

Tabela 3.2. *Rozmiary i zakresy typów zmiennoprzecinkowych*

Nazwa	Rozmiar	Przybliżony zakres
`double`	64	od 4.9e–324 do 1.8e+308
`float`	32	od 1.4e–045 do 3.4e+038

Oba typy omawiam w kolejnych punktach.

Typ float

Typ `float` określa wartość zmiennoprzecinkową **pojedynczej precyzji**, która używa 32 bajtów pamięci. Pojedyncza precyzja jest szybsza na niektórych procesorach i zajmuje dwa razy mniej miejsca od podwójnej precyzji, ale z drugiej strony jest mniej dokładna dla bardzo małych lub bardzo dużych wartości. Zmienne typu `float` przydają się wtedy, gdy potrzebna jest część ułamkowa, ale nie zależy nam na dużej precyzji. Na przykład, ten typ doskonale nadaje się do reprezentacji złotówek i groszy.

Oto przykład deklaracji zmiennych typu `float`.

```
float hifhtemp, lowtemp;
```

Typ double

Zmienne o podwójnej precyzji zajmującej 64-bity oznacza się za pomocą słowa kluczowego `double`. Niektóre nowoczesne procesory potrafią szybciej wykonywać obliczenia na liczbach podwójnej precyzji, gdyż zostały odpowiednio zoptymalizowane. Wszystkie funkcje trygonometryczne i nie tylko — `sin()`, `cos()`, `sqrt()` — zwracają wartości typu `double`. Jeśli trzeba zachować dobrą dokładność dla wielu iteracyjnie wykonywanych obliczeń lub obsługiwać bardzo duże liczby, typ `double` jest najlepszym wyborem.

Poniższy program wykorzystuje zmienne typu `double` do obliczenia pola koła.

```
// Obliczenie pola koła.
class Area {
  public static void main(String args[]) {
    double pi, r, a;
```

```
    r = 10.8; // promień koła
    pi = 3.1416; // przybliżona wartość pi
    a = pi * r * r; // obliczenie pola

    System.out.println("Pole koła wynosi " + a);
  }
}
```

Typ znakowy

W Javie typem danych używanym do przechowywania znaków jest typ `char`. Programiści języka C lub C++ powinni jednak uważać, gdyż typ ten **nie** oznacza dokładnie tego samego, co w języku C. W języku C lub C++ typ `char` to 8-bitowy typ całkowity, ale w Javie jest całkiem inaczej, gdyż do reprezentacji znaków używa się unikodu. Unikod (ang. *Unicode*) definiuje pełny zbiór znaków używanych przez większość języków, jakimi obecnie posługują się ludzie na całym świecie. Jest to unifikacja dziesiątek dawnych zbiorów znaków: łacińskiego, greckiego, arabskiego, cyrylicy, hebrajskiego, Katakana, Hangul i wielu innych. Z tego powodu unikod wymaga 16 bitów. Ponieważ Java obsługuje unikod, typ `char` jest 16-bitowy i ma zakres od 0 do 65 535. Nie istnieją ujemne wartości znaków. Zbiór znaków ASCII znajduje się w zakresie od 0 do 127, a 8-bitowy zbiór znaków ISO Latin 1 znajduje się w zakresie od 0 do 255. Ponieważ Java została tak zaprojektowana, aby jej aplety mogły być uruchamiane na całym świecie, zastosowanie unikodu do reprezentacji znaków wydaje się sensownym wyborem. Oczywiście unikod jest mniej wydajny dla języków takich jak angielski, niemiecki czy francuski, które łatwo mieściłyby się w 8 bitach. Zapewnienie globalnej przenośności ma swoją cenę.

Więcej informacji na temat kodowania znaków Unicode znajduje się na witrynie *www.unicode.org*.

Poniżej znajduje się prosty program obrazujący wykorzystanie zmiennych typu `char`.

```
// Przykład użycia typu danych char.
class CharDemo {
  public static void main(String args[]) {
    char ch1, ch2;

    ch1 = 88;  // kod dla X
    ch2 = 'Y';

    System.out.print("ch1 i ch2: ");
    System.out.println(ch1 + " " + ch2);
  }
}
```

Wykonanie programu spowoduje wyświetlenie następującego wyniku.

```
ch1 i ch2: X Y
```

Zauważ, że zmiennej ch1 została przypisana wartość 88, która w kodzie ASCII i Unicode odpowiada znakowi X. Jak wspomniałem, zbiór znaków ASCII zajmuje pierwsze 127 znaków zbioru znaków Unicode. Z tego powodu w Javie nadal można stosować wiele sztuczek ze znakami.

Choć typ `char` nie jest typem całkowitym, to jednak w wielu sytuacjach działa dokładnie tak samo jak typ `int`. Umożliwia dodanie dwóch znaków do siebie lub zwiększenie wartości zmiennej znakowej. Rozważmy następujący program.

```
// Zmienne typu char zachowują się jak zmienne typu int.
class CharDemo2 {
  public static void main(String args[]) {
    char ch1;

    ch1 = 'X';
    System.out.println("ch1 zawiera znak " + ch1);

    ch1++; // inkrementacja ch1
    System.out.println("teraz ch1 ma wartość " + ch1);
  }
}
```

Wykonanie programu spowoduje wyświetlenie następującego wyniku.

```
ch1 zawiera znak X
teraz ch1 ma wartość Y
```

W programie zmienna `ch1` najpierw przyjmuje wartość `'X'`. Następnie jest inkrementowana. Po tej operacji zmienna `ch1` zawiera wartość `'Y'`, czyli następny znak w ciągu znaków ASCII (i Unicode).

Typ logiczny

Java posiada typ prosty dla wartości logicznych o nazwie `boolean`. Może on przyjąć tylko jedną z dwóch wartości: `true` (prawda) lub `false` (fałsz). Ten właśnie typ zwracają wszystkie operatory relacji, na przykład `a < b`. Co więcej, typ `boolean` jest **wymagany** przez wszystkie wyrażenia warunkowe w strukturach sterujących takich jak `if` oraz `for`.

Poniższy program obrazuje wykorzystanie typu `boolean`.

```
// Przykład użycia typu boolean.
class BoolTest {
  public static void main(String args[]) {
    boolean b;

    b = false;
    System.out.println("b wynosi " + b);
    b = true;
    System.out.println("b wynosi " + b);

    // wartość logiczna potrafi sterować instrukcją if
```

```
        if(b) System.out.println("To zostało wykonane.");

        b = false;
        if(b) System.out.println("To nie zostało wykonane.");

        // wynik operatora relacji jest wartością logiczną
        System.out.println("10 > 9 to wartość " + (10 > 9));
    }
}
```

Wykonanie programu spowoduje wyświetlenie następującego wyniku.

```
b wynosi false
b wynosi true
To zostało wykonane.
10 > 9 to wartość true
```

W tym programie warto zauważyć trzy interesujące kwestie. Po pierwsze, próba wyświetlenia zawartości zmiennej logicznej powoduje wyświetlenie tekstu „true" lub „false". Po drugie, sama wartość zmiennej wystarcza do sterowania działaniem instrukcji `if`. Nie trzeba na przykład pisać następującej konstrukcji.

```
if(b == true) ...
```

Po trzecie, wynik działania operatora relacji, na przykład <, jest wartością typu `boolean`. Z tego powodu wyrażenie `10 > 9` zawsze zwróci wartość „true". Potrzebujemy dodatkowych nawiasów wokół `10 > 9`, ponieważ operator + ma wyższy priorytet niż operator >.

Bliższe spojrzenie na literały

W rozdziale 2. pokrótce wspomniałem o literałach. Ponieważ omówiłem już podstawowe typy danych, warto dokładniej się im przyjrzeć.

Literały będące liczbami całkowitymi

Liczby całkowite są zapewne najczęściej stosowanym typem danych w każdym programie komputerowym. Każda liczba całkowita wpisana na stałe w programie jest literałem liczbowym. Kilka przykładów: `1`, `2`, `3` i `42`. Są to wartości dziesiętne, czyli liczby o podstawie 10. W Javie w literałach całkowitych można stosować jeszcze dwie inne podstawy: **ósemkową** (podstawa 8) i **szesnastkową** (podstawa 16). Wartości ósemkowe muszą zaczynać się od 0. Liczby dziesiętne nie mogą mieć na początku cyfry 0. Z tego powodu napisanie `09` spowoduje zgłoszenie błędu kompilatora, ponieważ 9 wykracza poza zakres liczb ósemkowych (od 0 do 7). Liczby szesnastkowe są stosowane przez programistów znacznie częściej niż ósemkowe, gdyż ułatwiają rozróżnienie poszczególnych bajtów liczby. Wartości szesnastkowe muszą zaczynać się od konstrukcji `0x` lub `0X`. Zakres dla liczb szesnastkowych wynosi od 0 do 15, przy czym litery od A do F (lub od a do f) zastępują wartości od 10 do 15.

Literały całkowite tworzą wartość typu `int`, czyli 32-bitową liczbę całkowitą. Ponieważ Java jest językiem o ścisłej kontroli typów, niektóre osoby dziwią się, że można przypisać literał całkowity do innego typu, takiego jako `byte` lub `long`, bez powodowania błędu kompilatora. Po prostu kompilator potrafi sobie poradzić z takimi sytuacjami. Gdy literał przypisuje się do typu `byte` lub `short`, błąd nie jest generowany, jeśli literał reprezentuje wartość z przedziału docelowego typu. Literał zawsze zostanie poprawnie przypisany do typu `long`. Aby jednak określić literał typu `long`, trzeba jawnie wskazać kompilatorowi, że dana wartość jest typu `long`. W tym celu należy dodać literę `l` lub `L` na końcu literału, na przykład `0x7fffffffffffffffL` lub `9223372036854775807L` w celu przypisania największej dopuszczalnej wartości typu `long`.

Literały zmiennoprzecinkowe

Liczby zmiennoprzecinkowe to wartości dziesiętne wraz z częścią ułamkową. Mogą zostać podane w notacji standardowej lub naukowej. **Notacja standardowa** wymaga podania części całkowitej liczby i po kropce części ułamkowej, na przykład 2.0, 3.14150 lub 0.6667. **Notacja naukowa** używa notacji standardowej, czyli liczby zmiennoprzecinkowej, ale dodatkowo zawiera informację o potędze liczby 10, przez której wartość trzeba pomnożyć wcześniej podaną liczbę. Eksponentę wskazuje się za pomocą znaku `E` lub `e`, po którym występuje dodatnia lub ujemna liczba całkowita oznaczająca potęgę. Oto przykłady notacji naukowej: `6.022E23`, `314159E-05` i `2e+100`.

Domyślnie literały zmiennoprzecinkowe traktowane są jako wartości podwójnej precyzji (typ `double`). Aby wymusić pojedynczą precyzję (typ `float`), trzeba do stałej dodać literę `F` lub `f`. Można też jawnie określić typ double, dodając na końcu literę `D` lub `d`. Domyślna podwójna precyzja zajmuje 64 bity pamięci, natomiast mniej dokładna pojedyncza precyzja wymaga tylko 32 bitów.

Literały logiczne

Literały logiczne są proste, ponieważ istnieją tylko dwie wartości logiczne: `true` i `false`. Wartości te nie konwertują się na żadną reprezentację numeryczną. Innymi słowy, w Javie literał `true` nie jest równy 1, a literał `false` nie jest równy 0. Literały mogą być przypisane tylko do zmiennych typu `boolean` lub zostać użyte w operatorach logicznych.

Literały znakowe

Znaki w Javie są niejako indeksami ze zbioru znaków Unicode. Są 16-bitowymi wartościami, które można konwertować do typu całkowitego lub wykonywać na nich działania arytmetyczne takie jak dodawanie i odejmowanie. Literał znakowy zawsze znajduje się wewnątrz apostrofów. Wszystkie znaki ASCII można wpisać bezpośrednio w cudzysłowach, na przykład `'a'`, `'z'` lub `'@'`. Dla znaków, których nie można wpisać bezpośrednio, istnieją specjalne sekwencje sterujące. Na przykład wpisanie znaku apostrofu wymaga użycia konstrukcji `'\''`, a wpisanie znaku nowego wiersza konstrukcji `'\n'`. Istnieje także mechanizm bezpośredniego wpisania znaku jako wartości ósemkowej lub szesnastkowej. Dla notacji ósemkowej trzeba najpierw wpisać lewy ukośnik, a następnie

podać trzycyfrową liczbę, na przykład `'\141'` dla litery `'a'`. Dla notacji szesnastkowej najpierw trzeba wpisać konstrukcję `\u`, a następnie podać cztery cyfry szesnastkowe, na przykład `'\u0061'` oznacza literę `'a'`, natomiast `'\ua432'` to jeden ze znaków japońskiego języka Katakana. Tabela 3.3 przedstawia dostępne sekwencje sterujące.

Tabela 3.3. *Sekwencje sterujące dla znaków*

Sekwencja sterująca	Opis
`\dddd`	Znak jako liczba ósemkowa (ddd)
`\uxxxx`	Znak Unicode jako liczba szesnastkowa (xxxx)
`\'`	Apostrof
`\"`	Cudzysłów
`\\`	Lewy ukośnik
`\r`	Powrót karetki
`\n`	Nowy wiersz (nazywany również przesunięciem papieru)
`\f`	Wysunięcie kartki
`\t`	Znak tabulacji
`\b`	Cofnięcie

Literały tekstowe

Ciągi znaków w Javie określa się tak samo, jak w większości innych języków — umieszczając tekst między cudzysłowami. Oto kilka przykładów ciągów znaków.

```
"Witaj świecie"
"dwa\nwiersze"
"\"Tekst w cudzysłowach.\""
```

W literałach tekstowych działają dokładnie te same sekwencje sterujące co w przypadku znaków. Java wymaga, aby ciąg znaków zaczynał się i kończył w tym samym wierszu. Nie istnieje coś takiego jak znak sterujący kontynuacji wiersza, jak w niektórych innych językach programowania.

W niektórych językach, na przykład C lub C++, ciągi znaków są zaimplementowane jako tablice znaków. W Javie jest inaczej. Ciągi znaków (typ `String`) są tak naprawdę obiektami. Ponieważ w Javie zaimplementowano teksty jako obiekty, ich wykorzystanie jest zarówno bardzo proste, jak i wyjątkowo rozbudowane.

Zmienne

Zmienna to podstawowa jednostka przechowywania informacji w programie Javy. Zmienną deklaruje się przez podanie nazwy identyfikatora, typu i opcjonalnej inicjalizacji. Poza tym wszystkie zmienne mają określony zasięg, który określa ich widoczność i czas życia. Tymi aspektami zajmę się nieco później.

Deklaracja zmiennej

W Javie wszystkie zmienne trzeba zadeklarować, zanim się z nich skorzysta. Podstawowa postać deklaracji zmiennej wygląda następująco.

```
typ identyfikator [ = wartość][, identyfikator [ = wartość] ...];
```

Element *typ* to jeden z typów prostych, nazwa klasy lub interfejsu. (Klasy i interfejsy zostaną dokładniej omówione w kolejnych rozdziałach tej części książki). Element *identyfikator* to nazwa zmiennej. Inicjalizacji zmiennej dokonuje się, używając znaku równości i podając *wartość*. Pamiętaj, że wyrażenie inicjalizacji musi powodować powstanie wartości takiego samego (lub zgodnego) typu jak tworzona zmienna. Aby zadeklarować kilka zmiennych, używa się listy oddzielanej przecinkami.

Oto kilka przykładów deklaracji zmiennych różnych typów. Zauważ, że niektóre są inicjalizowane.

```
int a, b, c;            // deklaruje trzy zmienne całkowite a, b i c
int d = 3, e, f = 5;    // deklaruje trzy zmienne całkowite, inicjalizuje d i f
byte z = 22;            // deklaruje i inicjalizuje z
double pi = 3.14159;    // deklaruje aproksymację liczby pi
char x = 'x';           // zmienna x ma wartość 'x'
```

Identyfikatory w swoich nazwach nie zawierają żadnych informacji na temat tego, jakiego są typu. W Javie każda poprawna nazwa identyfikatora może zostać przypisana do dowolnego typu.

Inicjalizacja dynamiczna

Choć poprzednie przykłady używały stałych do inicjalizacji, Java umożliwia inicjalizację dynamiczną wyrażeniami poprawnymi w momencie deklaracji zmiennej.

Poniżej znajduje się prosty program, który oblicza długość przeciwprostokątnej trójkąta prostokątnego na podstawie długości dwóch przyprostokątnych.

```
// Przykład inicjalizacji dynamicznej.
class DynInit {
    public static void main(String args[]) {
      double a = 3.0, b = 4.0;

      // c jest inicjalizowane dynamicznie
      double c = Math.sqrt(a * a + b * b);

      System.out.println("Przeciwprostokątna ma wartość " + c);
    }
}
```

W programie pojawia się deklaracja trzech zmiennych lokalnych — `a`, `b` i `c`. Dwie pierwsze są inicjalizowane stałymi, ale zmienna c jest inicjalizowana dynamicznie na długość przeciwprostokątnej (przy użyciu twierdzenia Pitagorasa). Poza tym program wykorzystuje wbudowaną metodę języka Java o nazwie `sqrt()`, będącą składową klasy

`Math`. Metoda zwraca pierwiastek kwadratowy z przekazanego argumentu. Dzięki przykładowemu programowi łatwo stwierdzić, że inicjalizacja dynamiczna może wykorzystać dowolne elementy poprawne w momencie wykonywania inicjalizacji, włączając w to wywołania metod, wykorzystanie innych zmiennych lub stałych.

Zasięg i czas życia zmiennych

Do tej pory wszystkie zmienne były deklarowane na początku metody `main()`. Tak naprawdę Java dopuszcza deklarowanie zmiennych w dowolnym bloku. W rozdziale 2. zdefiniowałem blok jako fragment kodu zaczynający się od otwierającego nawiasu klamrowego, a kończący na zamykającym nawiasie klamrowym. Blok definiuje **zasięg**, czyli rozpoczęcie nowego bloku to utworzenie nowego zasięgu. Zasięg określa, które obiekty są widziane przez inne części programu. Dodatkowo określa czas życia obiektów.

Wiele innych języków programowania definiuje dwa rodzaje zasięgów: lokalny i globalny. Niestety, te tradycyjne zasięgi nie pasują najlepiej do ścisłego, obiektowego modelu stosowanego przez Javę. Choć możliwe jest wykonanie czegoś na kształt zasięgu globalnego, to jest to raczej wyjątek aniżeli reguła. W Javie występuje inny podział zasięgów: na te zdefiniowane przez klasę i te zdefiniowane przez metodę. W zasadzie podział ten jest nieco sztuczny. Ponieważ jednak zasięg klasy posiada pewne unikatowe właściwości i atrybuty, które nie mają zastosowania w zasięgu metody, takie rozróżnienie ma sens. Z powodu tych różnic omówienie zasięgu klasy (i zadeklarowanych w nim zmiennych) odkładam aż do rozdziału 6., w którym dokładniej zostaną opisane klasy. Na razie skupię się na zasięgu związanym z metodami.

Zasięg definiowany przez metodę rozpoczyna się od otwierającego nawiasu klamrowego. Jeśli metoda posiada parametry, należą one do zasięgu metody. Ponieważ dokładne omówienie parametrów znajduje się dopiero w rozdziale 5., tutaj wspomnę tylko, że parametry działają dokładnie tak samo jak inne zmienne metody.

Ogólnie zmienne zadeklarowane wewnątrz zasięgu nie są widziane (czyli dostępne) przez kod znajdujący się poza danym zasięgiem. Z tego powodu zadeklarowanie zmiennej wewnątrz zasięgu powoduje przypisanie jej do konkretnego miejsca, a także chroni ją przez niepowołanym dostępem i modyfikacją. Właściwie zasady związane z zasięgiem są podstawą hermetyzacji.

Zasięg można zagnieżdżać. Na przykład za każdym razem, gdy tworzy się blok kodu, powstaje nowy, zagnieżdżony zasięg. W takiej sytuacji zasięg zewnętrzny zawiera zasięg wewnętrzny. Innymi słowy, zmienne zadeklarowane w zasięgu zewnętrznym będą widoczne w zasięgu wewnętrznym. Sytuacja odwrotna nie jest prawdziwa — zmienne zadeklarowane wewnątrz zasięgu wewnętrznego nie są widoczne na zewnątrz niego.

Aby lepiej zrozumieć efekt zagnieżdżania zasięgów, rozważmy następujący program.

```
// Przykład zasięgu bloku.
class Scope {
  public static void main(String args[]) {
    int x; // widziany przez cały kod metody
```

```
      x = 10;
      if(x == 10) { // początek nowego zasięgu
        int y = 20; // o tej zmiennej wie tylko ten blok

        // tutaj znana jest zarówno zmienna x, jak i y
        System.out.println("x i y: " + x + " " + y);
        x = y * 2;
      }
      // y = 100; // Błąd! Zmienna y nie jest znana.

      // nadal znamy wartość zmiennej x
      System.out.println("x wynosi " + x);
    }
  }
```

Zgodnie z komentarzami, zmienna `x` jest deklarowana na początku metody `main()` i jest widziana przez cały jej kod. Wewnątrz bloku `if` dochodzi do deklaracji zmiennej `y`. Ponieważ blok określa zasięg, zmienna jest widoczna tylko wewnątrz bloku. Właśnie z tego powodu poza blokiem wiersz `y = 100;` został wyłączony za pomocą komentarza. Jeśli zostałby włączony, spowodowałby zgłoszenie błędu w trakcie kompilacji, ponieważ `y` nie jest widoczne poza swoim blokiem. Wewnątrz bloku `if` można korzystać ze zmiennej `x`, gdyż została ona zdefiniowana w bloku zewnętrznym, do którego ma dostęp blok wewnętrzny.

Wewnątrz bloku deklaracja zmiennej może pojawić się w dowolnym wierszu, ale jest poprawna dopiero po nim. Z tego powodu zadeklarowanie zmiennej na początku metody powoduje, że jest ona dostępna dla całego kodu tej metody. Deklaracja zmiennej na końcu bloku nie ma sensu, ponieważ żaden fragment kodu nie będzie miał do niej dostępu. Poniższy fragment kodu nie jest poprawny, gdyż zmienna `count` nie może zostać użyta przed jej zadeklarowaniem.

```
// Ten fragment zawiera błąd!
count = 100; // Ojej! Nie można użyć zmiennej count zanim nie zostanie zadeklarowana!
int count;
```

Warto pamiętać o innej bardzo istotnej kwestii: zmienne są tworzone w momencie wejścia w ich zasięg i niszczone przy wychodzeniu z danego zasięgu. Oznacza to, że zmienna nie będzie przechowywała swojej wartości, gdy znajdzie się poza zasięgiem. Właśnie z tego powodu zmienne metody nie zachowują swoich wartości między kolejnymi wywołaniami metody. Podobna sytuacja dotyczy bloków — zmienna utraci swoją wartość, gdy wyjdziemy z bloku. Innymi słowy, czas życia zmiennej jest ściśle związany z jej zasięgiem.

Jeśli deklaracja zmiennej zawiera inicjalizację, zmienna ta zostanie ponownie zainicjalizowana przy każdym wejściu do bloku, do którego jest przypisana. Rozważmy następujący program.

```
// Przykład czasu życia zmiennej.
class LifeTime {
  public static void main(String args[]) {
    int x;

    for(x = 0; x < 3; x++) {
      int y = -1; // y jest inicjalizowane przy każdej iteracji pętli
```

```
        System.out.println("y wynosi " + y); // zawsze zostanie wyświetlone –1
        y = 100;
        System.out.println("teraz y wynosi " + y);
      }
    }
  }
```

Wykonanie programu spowoduje wyświetlenie następującego wyniku.

```
y wynosi -1
teraz y wynosi 100
y wynosi -1
teraz y wynosi 100
y wynosi -1
teraz y wynosi 100
```

Jak łatwo zauważyć, przy każdej nowej iteracji pętli `for` zmienna `y` jest ponownie inicjalizowana wartością –1. Choć później zostaje jej przypisana wartość 100, jest ona tracona w kolejnej iteracji.

Ostatnia uwaga: choć bloki mogą być zagnieżdżane, nie można zadeklarować zmiennej o takiej samej nazwie jak zmienna z bloku zewnętrznego. Poniższego programu nie uda się skompilować.

```
// Ten program się nie skompiluje.
class ScopeErr {
   public static void main(String args[]) {
     int bar = 1;
     {                // tworzy nowy zasięg
       int bar = 2;  // Błąd kompilacji -- zmienna bar jest już zadeklarowana!
     }
   }
}
```

Konwersja typów i rzutowanie

Jeśli ktoś wcześniej pisał programy komputerowe, zapewne wie, że często zachodzi potrzeba przypisania wartości jednego typu do zmiennej innego typu. Jeśli oba typy są ze sobą zgodne, Java dokona automatycznej konwersji. Na przykład zawsze można przypisać wartość typu `int` do zmiennej `long`. Niestety, nie wszystkie typy są ze sobą zgodne i z tego powodu niejawna konwersja nie zawsze jest dozwolona. Na przykład Java nie wykona automatycznej konwersji z typu `double` do typu `byte`. Na szczęście nadal można dokonać takiej konwersji, ale trzeba to zrobić jawnie, używając tak zwanego **rzutowania typów**. Przyjrzyjmy się teraz konwersji automatycznej oraz rzutowaniu.

Automatyczna konwersja typów

Gdy jeden typ danych jest przypisywany do zmiennej innego typu, **automatyczna konwersja typu** zostanie wykonana, jeśli zostaną spełnione oba poniższe warunki:

- oba typy danych są zgodne,
- typ docelowy jest pojemniejszy (w sensie zakresu) od typu źródłowego.

Po spełnieniu obu warunków dochodzi do tak zwanej **konwersji rozszerzającej**. Na przykład typ `int` jest na tyle pojemny, że zawsze potrafi pomieścić wszystkie wartości typu `byte`, więc Java nie wymaga jawnego rzutowania.

W przypadku konwersji rozszerzającej, typy numeryczne (typy całkowite i zmiennoprzecinkowe) są ze sobą zgodne. Z drugiej strony, typy numeryczne nie są zgodne z typami `char` i `boolean`. Dodatkowo, typy `char` i `boolean` nie są zgodne między sobą.

Wspomniano już wcześniej, że Java dokonuje automatycznej konwersji literałów całkowitych do zmiennych typu `byte`, `short` oraz `long`.

Rzutowanie dla typów niezgodnych

Choć konwersja automatyczna jest pomocna, nie pokrywa wszelkich możliwych sytuacji. Na przykład zachodzi potrzeba konwersji z typu `int` do typu `byte`. Nie dojdzie w tej sytuacji do konwersji automatycznej, ponieważ typ `byte` jest mniejszy od typu `int`. Teki rodzaj konwersji jest często nazywany konwersją zawężającą, gdyż dokonuje jawnego ograniczenia wartości źródłowej do zakresu docelowego typu.

Aby dokonać konwersji między dwoma niezgodnymi typami, trzeba użyć rzutowania. **Rzutowanie** to po prostu jawna konwersja typu. Jego ogólna postać jest następująca.

```
(typ-docelowy) wartość
```

Element *typ-docelowy* określa typ, do którego ma zostać skonwertowana *wartość*. Poniższy fragment kodu dokonuje konwersji z typu `int` do typu `byte`. Jeśli wartość w zmiennej `a` jest większa od dopuszczalnego zakresu typu `byte`, zostanie wykonana operacja modulo (reszta z dzielenia liczby `int` przez zakres nowego typu) ograniczająca tę wartość do zakresu `byte`.

```
int a;
byte b;
// ...
b = (byte) a;
```

Inny rodzaj konwersji wystąpi, gdy liczba zmiennoprzecinkowa będzie konwertowana do typu całkowitego — wystąpi wtedy tak zwane **obcięcie**. Liczby całkowite nie mają części ułamkowej. Z tego powodu przy opisanej konwersji tracona jest informacja na temat ułamka. Jeśli na przykład przypiszemy wartość 1,23 do typu całkowitego, uzyskamy wartość 1. Ułamek 0,23 zostanie obcięty. Oczywiście, jeśli ogólna wartość będzie za duża, aby zmieścić się w docelowym typie, zostanie dodatkowo wykonana redukcja modulo dla zakresu docelowego typu.

Poniższy program przedstawia kilka konwersji wymagających rzutowania.

```
// Przykłady rzutowania.
class Conversion {
```

```
  public static void main(String args[]) {
    byte b;
    int i = 257;
    double d = 323.142;

    System.out.println("\nKonwersja z int na byte.");
    b = (byte) i;
    System.out.println("i oraz b " + i + " " + b);

    System.out.println("\nKonwersja z double na int.");
    i = (int) d;
    System.out.println("d oraz i " + d + " " + i);

    System.out.println("\nKonwersja z double na byte.");
    b = (byte) d;
    System.out.println("d oraz b " + d + " " + b);
  }
}
```

Wynik działania programu jest następujący.

```
Konwersja z int na byte.
i oraz b 257 1
Konwersja z double na int.
d oraz i 323.142 323
Konwersja z double na byte.
d i b 323.142 67
```

Przyjrzyjmy się poszczególnym konwersjom. Gdy wartość 257 jest rzutowana do typu `byte`, wynikiem jest reszta z dzielenia 257 przez 256 (zakres typu `byte`), czyli wartość 1. Gdy zmienną d konwertujemy do typu `int`, tracimy część ułamkową. Gdy zmienną d konwertujemy do typu `byte`, tracimy część ułamkową **oraz** dodatkowo dochodzi do redukcji modulo 256, co powoduje uzyskanie wartości 67.

Automatyczne rozszerzanie typów w wyrażeniach

Poza przypisaniami, istnieje jeszcze inne miejsce, w którym może dojść do konwersji typów: w wyrażeniach. Rozważmy następującą sytuację. W wyrażeniu precyzja wymagana w obliczeniach pośrednich wykracza poza zakres operandów. Oto przykład takiej sytuacji.

```
byte a = 40;
byte b = 50;
byte c = 100;
int d = a * b / c;
```

Wynik wykonania działania `a * b` z pewnością przekroczy dopuszczalny rozmiar operandów typu `byte`. Z tego powodu Java automatycznie rozszerza (promuje) w wyrażeniu każdy operand typu `byte` lub `short` do typu `int`. Oznacza to, że obliczenie działania `a * b` jest wykonywane dla typu `int`, zamiast dla typu `byte`. Wynik wyrażenia pośredniego, 2000, jest więc poprawny, choć zmienne `a` i `b` są typu `byte`.

Choć automatyczne rozszerzanie typów jest pomocne, czasem powoduje tajemnicze błędy kompilacji. Na przykład poniższy kod, który wydaje się poprawny, nie daje się skompilować.

```
byte b = 50;
b = b * 2; // Błąd! Niemożliwe przypisanie wartości typu int do byte!
```

Kod próbuje przypisać wartość wyniku mnożenia 50*2, czyli całkowicie poprawną liczbę typu `byte`, z powrotem do zmiennej typu `byte`. Ponieważ jednak operandy zostały automatycznie rozszerzone do typu `int`, wynik wyrażenia także jest typu `int`. Zgodnie z wcześniejszymi zasadami, nie można automatycznie przypisać typu `int` do zmiennej typu `byte`, nawet jeśli wynik całej operacji mieści się w zakresie docelowego typu.

W przypadku, gdy w pełni rozumie się konsekwencje przepełnienia, można wykorzystać jawne rzutowanie.

```
byte b = 50;
b = (byte)(b * 2);
```

Spowoduje to poprawne przypisanie wartości 100 do zmiennej `b`.

Zasady rozszerzania typu

Poza wspomnianym wcześniej przypadkiem rozszerzania typów `byte` i `short` do typu `int`, Java definiuje kilka **zasad rozszerzania typów** stosowanych w wyrażeniach. Oto te zasady. Po pierwsze, wszystkie wartości typu `byte` lub `short` są rozszerzane do typu `int` (wcześniejszy przykład). Po drugie, jeśli którykolwiek z operandów jest typu `long`, całe wyrażenie jest rozszerzane do tego typu. Po trzecie, jeśli którykolwiek z operandów jest typu `float`, całe wyrażenie jest rozszerzane do tego typu. Po czwarte, jeśli którykolwiek z operandów jest typu `double`, wynikiem wykonania wyrażenia jest typ `double`.

Poniższy program obrazuje to, w jaki sposób każda z wartości wyrażenia jest rozszerzana w celu dopasowania się do zakresu pozostałych argumentów.

```
class Promote {
  public static void main(String args[]) {
    byte b = 42;
    char c = 'a';
    short s = 1024;
    int i = 50000;
    float f = 5.67f;
    double d = .1234;
    double result = (f * b) + (i / c) - (d * s);
    System.out.println((f * b) + " + " + (i / c) + " - " + (d * s));
    System.out.println("wynik = " + result);
  }
}
```

Przyjrzyjmy się bliżej rozszerzaniu typów występującym w poniższym wierszu programu.

```
double result = (f * b) + (i / c) - (d * s);
```

W pierwszym podwyrażeniu, `f * b`, `b` zostaje rozszerzone do typu `float`, więc całe podwyrażenie jest typu `float`. W następnym podwyrażeniu, `i / c`, `c` zostaje rozszerzone do typu `int`, więc całe podwyrażenie jest typu `int`. W kolejnym podwyrażeniu, `d * s`, `s` zostaje rozszerzone do typu `double`, więc całe podwyrażenie jest typu `double`. Następnie rozważane są trzy wartości pośrednie typów `float`, `int` oraz `double`. Wynikiem dodania typu `float` do typu `int` jest `float`. Na końcu wynikiem odejmowania typu `double` od typu `float` jest rozszerzenie do typu `double`, co w efekcie powoduje zwrócenie całego wyrażenia typu `double`.

Tablice

Tablica to zbiór zmiennych tego samego typu, do których odwołujemy się przy użyciu wspólnej nazwy. Można tworzyć tablice dowolnego typu o jednym lub wielu wymiarach. Konkretny element tablicy jest dostępny poprzez swój indeks. Tablice na ogół służą do grupowania powiązanych ze sobą informacji.

> Jeżeli dobrze zna się język C lub C++ należy uważać, ponieważ w Javie tablice działają inaczej niż we wcześniej wymienionych językach.

Tablice jednowymiarowe

Tablica jednowymiarowa to po prostu lista zmiennych tego samego typu. Aby utworzyć tablicę, trzeba najpierw zadeklarować zmienną tablicową odpowiedniego typu. Ogólna postać deklaracji tablicy jednowymiarowej jest następująca.

```
typ nazwa-zmiennej[];
```

Element *typ* określa typ bazowy tablicy, czyli typ poszczególnych elementów przechowywanych w tablicy. Innymi słowy, typ bazowy określa, jakiego rodzaju dane będą mogły być przechowywane w tablicy. Poniższa deklaracja tablicy o nazwie `month_days` będzie przechowywać liczby całkowite typu `int`.

```
int month_days[];
```

Choć deklaracja określa, że nazwa `month_days` oznacza zmienną tablicową, tak naprawdę nie powstała jeszcze żadna tablica. Java ustawi wartość zmiennej `month_days` na wartość `null`, co oznacza, że tablica niczego nie przechowuje. Aby połączyć `month_days` z rzeczywistą tablicą liczb całkowitych, trzeba ją najpierw zaalokować za pomocą operatora `new`. Operator ten powoduje alokację odpowiedniej ilości pamięci.

Operator `new` zostanie dokładniej omówiony w kolejnych rozdziałach. Na razie wystarczy wiedzieć jedynie, iż alokuje on pamięć dla tablic. Poniżej znajduje się ogólna postać wykorzystania operatora do utworzenia tablicy jednowymiarowej.

```
nazwa-zmiennej = new typ[rozmiar];
```

Element *typ* oznacza typ danych, dla których powstaje tablica. Element *rozmiar* określa liczbę elementów tablicy, a element *nazwa-zmiennej* to nazwa zadeklarowanej wcześniej zmiennej tablicowej. Wynika z tego, że do alokacji tablicy potrzebna jest informacja na temat typu i liczby elementów, które mają się w niej znaleźć. Elementy tablicy alokowane operatorem `new` są automatycznie zerowane. Poniższy kod alokuje 12-elementową tablicę liczb całkowitych i przypisuje ją do zmiennej `month_days`.

```
month_days = new int[12];
```

Po wykonaniu tej instrukcji zmienna `month_days` odnosi się do tablicy 12 liczb całkowitych. Co więcej, wszystkie elementy tablicy przyjęły wartość 0.

Podsumujmy: utworzenie tablicy jest procesem dwuetapowym. Najpierw deklaruje się zmienną odpowiedniego typu tablicowego. Następnie alokuje się za pomocą operatora `new` pamięć, która będzie przechowywała elementy tablicy, po czym przypisuje się ją do zmiennej tablicowej. Wynika z tego, że w Javie wszystkie tablice są alokowane dynamicznie. Jeśli koncepcja alokacji dynamicznej nic Czytelnikowi nie mówi, nie należy się przejmować, ponieważ zostanie ona opisana dokładniej w dalszej części książki.

Po zaalokowaniu tablicy do jej poszczególnych elementów odwołujemy się, podając indeks elementu zawarty w nawiasach kwadratowych. Indeksy wszystkich tablic rozpoczynają się od 0. Poniższy kod przypisuje wartość 28 drugiemu elementowi tablicy `month_days`.

```
month_days[1] = 28;
```

Poniższy kod spowoduje wyświetlenie wartości przechowywanej w elemencie o indeksie 3.

```
System.out.println(month_days[3]);
```

Po złożeniu wszystkich części otrzymujemy program, który tworzy tablicę liczby dni w każdym z miesięcy.

```
// Przykład tablicy jednowymiarowej.
class Array {
  public static void main(String args[]) {
    int month_days[];
    month_days = new int[12];
    month_days[0] = 31;
    month_days[1] = 28;
    month_days[2] = 31;
    month_days[3] = 30;
    month_days[4] = 31;
    month_days[5] = 30;
    month_days[6] = 31;
    month_days[7] = 31;
    month_days[8] = 30;
    month_days[9] = 31;
    month_days[10] = 30;
    month_days[11] = 31;
    System.out.println("Kwiecień ma " + month_days[3] + " dni.");
  }
}
```

Uruchomienie programu spowoduje wyświetlenie liczby dni w miesiącu kwietniu. Jak wspomniano, indeksy tablic w Javie zaczynają się od zera, więc liczbę dni dla kwietnia odczytujemy jako month_days[3].

Można połączyć deklarację zmiennej tablicowej z alokacją pamięci. Oto przykład.

```
int month_days[] = new int[12];
```

Na ogół w profesjonalnie napisanych programach stosuje się takie właśnie rozwiązanie.

Tablice można inicjalizować w momencie deklaracji. Sposób wykonania tego zadania nie różni się znacząco od inicjalizacji typów prostych. **Inicjalizacja tablicy** polega na podaniu listy wyrażeń oddzielonych przecinkami, zawartej wewnątrz nawiasów klamrowych. Przecinki rozdzielają wartości poszczególnych elementów tablicy. Zostanie automatycznie utworzona tablica na tyle duża, aby pomieściła wszystkie przekazane elementy. Nie trzeba w takiej sytuacji stosować operatora new. Poniżej znajduje się zmodyfikowana wersja poprzedniego przykładu. Tym razem jednak do określenia liczby dni w miesiącach stosuje inicjalizację tablicy.

```
// Ulepszona wersja poprzedniego programu.
class AutoArray {
  public static void main(String args[]) {
    int month_days[] = { 31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31 };
    System.out.println("Kwiecień ma " + month_days[3] + " dni.");
  }
}
```

Po uruchomieniu programu pojawi się dokładnie taki sam komunikat jak dla poprzedniego przykładu.

Java zawsze sprawdza, czy nie próbuje się zapisać lub odczytać wartości spoza zakresu tablicy. Innymi słowy, system wykonawczy Javy sprawdza, czy wszystkie stosowane indeksy znajdują się w poprawnym zakresie. Na przykład przy każdym odwołaniu do elementu tablicy month_days maszyna wirtualna sprawdzi, czy indeks to wartość z zakresu od 0 do 11. Gdy zostanie przekazana wartość spoza zakresu (liczba ujemna lub powyżej długości tablicy), program zgłosi błąd wykonania.

Kolejny program w nieco bardziej zaawansowany sposób korzysta z tablicy jednowymiarowej, ponieważ oblicza średnią z kilku wartości.

```
// Średnia wartości znajdujących się w tablicy.
class Average {
  public static void main(String args[]) {
    double nums[] = {10.1, 11.2, 12.3, 13.4, 14.5};
    double result = 0;
    int i;

    for(i=0; i<5; i++)
      result = result + nums[i];

    System.out.println("Średnia wynosi " + result / 5);
  }
}
```

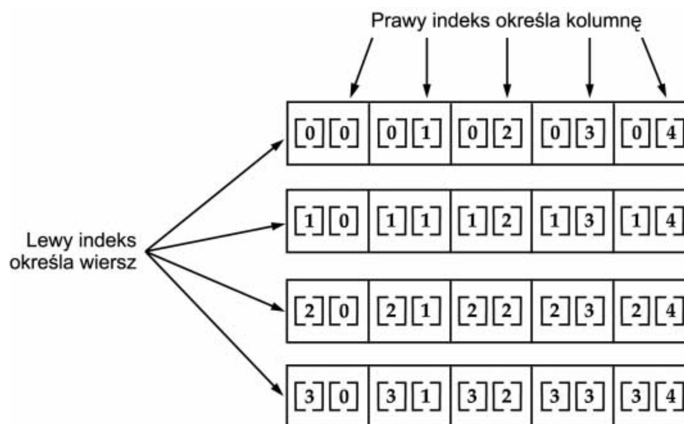
Tablice wielowymiarowe

W Javie **tablice wielowymiarowe** są tak naprawdę tablicami tablic. Działają one dokładnie tak samo jak rzeczywiste tablice wielowymiarowe, choć występuje kilka subtelnych różnic. W celu zadeklarowania tablicy wielowymiarowej należy dodać dodatkowe indeksy, używając kolejnych par nawiasów kwadratowych. Poniższy przykład deklaruje tablicę dwuwymiarową o nazwie `twoD`.

```
int twoD[][] = new int[4][5];
```

Tablica ma rozmiar 4 na 5. Wewnętrznie macierz jest implementowana jako **tablica tablic** typu `int`. Koncepcyjnie wygląda ona mniej więcej tak, jak na rysunku 3.1.

Rysunek 3.1. *Widok koncepcyjny tablicy dwuwymiarowej o wymiarach 4 na 5*



Instrukcja: int twoD [ ] [ ] = new int [4] [5];

Poniższy program numeruje poszczególne elementy tablicy, posuwając się od lewej do prawej i z góry na dół. Następnie wyświetla te wartości.

```
// Przykład tablicy dwuwymiarowej.
class TwoDArray {
  public static void main(String args[]) {
    int twoD[][]= new int[4][5];
    int i, j, k = 0;

    for(i=0; i<4; i++)
      for(j=0; j<5; j++) {
        twoD[i][j] = k;
        k++;
      }

    for(i=0; i<4; i++) {
      for(j=0; j<5; j++)
        System.out.print(twoD[i][j] + " ");
      System.out.println();
    }
  }
}
```

Wykonanie programu powoduje uzyskanie następującego wyjścia.

```
0 1 2 3 4
5 6 7 8 9
10 11 12 13 14
15 16 17 18 19
```

Gdy alokuje się pamięć dla tablicy wielowymiarowej, obowiązkowe jest podanie tylko pierwszego (najbardziej lewego) wymiaru. Pozostałe wymiary można deklarować osobno. Poniższy kod tworzy dokładnie tę samą dwuwymiarową tablicę co wcześniej, ale drugi wymiar jest ustalany ręcznie.

```
int twoD[][]= new int[4][];
twoD[0] = new int[5];
twoD[1] = new int[5];
twoD[2] = new int[5];
twoD[3] = new int[5];
```

Choć w tej sytuacji sposób ręcznej alokacji tablicy nie ma żadnej przewagi nad alokacją automatyczną, są sytuacje, w których warto go stosować. Przykładem może być sytuacja, w której poszczególne wymiary mają posiadać różną liczbę elementów. Ponieważ tablica wielowymiarowa jest tak naprawdę tablicą tablic, mamy pełną swobodę w dobieraniu rozmiarów podtablic. Poniższy program obrazuje, w jaki sposób wykonać dwuwymiarową tablicę, w której liczba elementów w drugim wymiarze zmienia się.

```
// Ręczna alokacja różnych rozmiarów dla drugiego wymiaru.
class TwoDAgain {
  public static void main(String args[]) {
    int twoD[][] = new int[4][];
    twoD[0] = new int[1];
    twoD[1] = new int[2];
    twoD[2] = new int[3];
    twoD[3] = new int[4];

    int i, j, k = 0;

    for(i=0; i<4; i++)
      for(j=0; j<i+1; j++) {
        twoD[i][j] = k;
        k++;
      }

    for(i=0; i<4; i++) {
      for(j=0; j<i+1; j++)
        System.out.print(twoD[i][j] + " ");
      System.out.println();
    }
  }
}
```

Wykonanie programu powoduje uzyskanie następującego wyjścia.

```
0
1 2
3 4 5
6 7 8 9
```

Rysunek 3.2 przedstawia tablicę utworzoną przez program.

Rysunek 3.2.
Dwuwymiarowa tablica z różnym rozmiarem drugiego wymiaru

[0][0]			
[1][0]	[1][1]		
[2][0]	[2][1]	[2][2]	
[3][0]	[3][1]	[3][2]	[3][3]

Wykorzystanie nieregularnych tablic wielowymiarowych w wielu zastosowaniach nie jest pożądane, ponieważ ludzie na ogół oczekują symetryczności takiej tablicy. Z drugiej strony są sytuacje, w których nieregularność zwiększa wydajność. Przykładem może być algorytm, który potrzebuje bardzo dużej tablicy dwuwymiarowej, ale zapełnia tylko niewielki jej fragment.

Tablice wielowymiarowe także można inicjalizować. W tym celu inicjalizację każdego z wymiarów trzeba zawrzeć wewnątrz własnego zestawu nawiasów klamrowych. Poniższy przykładowy program tworzy macierz, w której każdy element zawiera wartość mnożenia indeksu wiersza i kolumny. Zauważ, że przy inicjalizacji tablicy można stosować nie tylko literały, ale również wyrażenia.

```
// Inicjalizacja tablicy wielowymiarowej.
class Matrix {
  public static void main(String args[]) {
    double m[][] = {
      { 0*0, 1*0, 2*0, 3*0 },
      { 0*1, 1*1, 2*1, 3*1 },
      { 0*2, 1*2, 2*2, 3*2 },
      { 0*3, 1*3, 2*3, 3*3 }
    };
    int i, j;

    for(i=0; i<4; i++) {
      for(j=0; j<4; j++)
        System.out.print(m[i][j] + " ");
      System.out.println();
    }
  }
}
```

Wyniki działania programu są następujące.

```
0.0 0.0 0.0 0.0
0.0 1.0 2.0 3.0
0.0 2.0 4.0 6.0
0.0 3.0 6.0 9.0
```

Jak łatwo zauważyć, każdy element został zainicjalizowany zgodnie z listą inicjalizacji.

Przyjrzyjmy się bardziej złożonemu przykładowi, który wykorzystuje tablicę wielowymiarową. Kolejny program tworzy tablicę trójwymiarową 3 na 4 na 5. Następnie zapełnia elementy wartościami mnożenia ich indeksów. Na końcu wyświetla obliczone wartości.

```
// Przykład tablicy trójwymiarowej.
class ThreeDMatrix {
  public static void main(String args[]) {
    int threeD[][][] = new int[3][4][5];
    int i, j, k;

    for(i=0; i<3; i++)
      for(j=0; j<4; j++)
        for(k=0; k<5; k++)
        threeD[i][j][k] = i * j * k;

    for(i=0; i<3; i++) {
      for(j=0; j<4; j++) {
        for(k=0; k<5; k++)
          System.out.print(threeD[i][j][k] + " ");
        System.out.println();
      }
      System.out.println();
    }
  }
}
```

Wyniki działania programu są następujące.

```
0 0 0 0 0
0 0 0 0 0
0 0 0 0 0
0 0 0 0 0

0 0 0 0 0
0 1 2 3 4
0 2 4 6 8
0 3 6 9 12

0 0 0 0 0
0 2 4 6 8
0 4 8 12 16
0 6 12 18 24
```

Alternatywna składnia deklaracji tablicy

Java obsługuje alternatywną postać deklaracji tablicy.

```
typ[] nazwa-zmiennej;
```

W tej postaci nawiasy kwadratowe pojawiają się po nazwie typu zamiast po nazwie zmiennej. Dwie poniższe deklaracje są sobie równoważne.

```
int a1[] = new int[3];
int[] a2 = new int[3];
```

Poniższe deklaracje również są sobie równoważne.

```
char twod1[][] = new char[3][4];
char[][] twod1 = new char[3][4];
```

Alternatywna postać deklaracji przydaje się przede wszystkim wtedy, gdy w jednym wierszu deklaruje się wiele tablic. Oto przykład.

```
int[] nums, nums2, nums3; // powstają trzy tablice
```

W ten sposób powstają trzy tablice typu `int`. Gdyby zastosować podstawową postać deklaracji, trzeba by napisać następujący wiersz.

```
int nums[], nums2[], nums3[]; // powstają trzy tablice
```

Dodatkowo, postać alternatywna przydaje się także wtedy, gdy tablica ma być typem zwracanym przez metodę. W książce obie składnie pojawiają się zamiennie.

Kilka słów na temat ciągów znaków

W poprzednich opisach związanych z typami danych oraz tablicami praktycznie nie pojawiały się żadne informacje na temat ciągów znaków i związanych z nimi typów. Nie oznacza to, że Java nie obsługuje ciągów znaków — wręcz przeciwnie. Istnieje w Javie typ tekstowy o nazwie `String`, ale nie jest on typem prostym ani tablicą znaków. Typ `String` to klasa, więc jej pełny opis wymaga dobrej znajomości elementów obiektowych dostępnych w Javie. Z tego powodu zostanie opisana dopiero po dokładnym omówieniu obiektowości. Ponieważ jednak proste teksty pojawiają się w wielu przykładowych programach, oto krótkie wyjaśnienie.

Typ `String` służy do deklarowania ciągów znaków. Oczywiście można również deklarować tablice ciągów znaków. Do zmiennej typu `String` można przypisać dowolny tekst ujęty w cudzysłowy lub też przypisać zawartość jednej zmiennej typu `String` do innej zmiennej tego samego typu. Metoda `println()` jako argumenty przyjmuje obiekty typu `String`. Rozważmy następujący fragment kodu.

```
String str = "to jest test";
System.out.println(str);
```

W tym przykładzie `str` to obiekt typu `String`, któremu został przypisany tekst „to jest test”. Tekst zostaje wyświetlony za pomocą instrukcji `println()`.

Obiekty `String` posiadają wiele cech i atrybutów, które czynią je bardzo elastycznymi i łatwymi w użyciu. Jednak w kilku kolejnych rozdziałach będziemy korzystać tylko z ich najprostszej postaci.

Uwaga dla programistów języka C lub C++ na temat wskaźników

Jeśli jest się doświadczonym programistą języka C lub C++, z pewnością wielokrotnie stosowało się w nim wskaźniki. W tym rozdziale do tej pory ani razu nie padło słowo wskaźnik. Powód jest bardzo prosty: Java po prostu nie obsługuje wskaźników.

(W zasadzie to nie obsługuje wskaźników, które mogłyby być modyfikowane lub odczytywane przez programistę). Java nie może sobie pozwolić na udostępnienie wskaźników, gdyż takie rozwiązanie złamałoby ścianę dzielącą środowisko wykonawcze Javy od systemu operacyjnego komputera. (Pamiętaj, że wskaźnik może przyjąć dowolny adres — nawet taki, który znajduje się poza systemem wykonawczym Javy). Ponieważ języki C i C++ intensywnie korzystają ze wskaźników, może się wydawać, iż ich brak w języku Java jest znaczącym ograniczeniem. Na szczęście nie jest to prawda. Java została tak zaprojektowana, że wskaźniki w ogóle nie są potrzebne, jeśli pozostaje się wewnątrz środowiska wykonawczego.