TAJNIKI JĘZYKA JAVA 7!

PRENTICE HALL

JAVA®

Techniki zaawansowane

WYDANIE IX

CAY S. HORSTMANN · GARY CORNELL

Helion

Tytuł oryginału: Core Java, Volume II - Advanced Features (9th Edition)

Tłumaczenie: Jaromir Senczyk

ISBN: 978-83-246-7762-7

Authorized translation from the English language edition, entitled CORE JAVA, VOLUME II – ADVANCED FEATURES, Ninth Edition; ISBN 013708160X; by Cay S. Horstmann; and Gary Cornell; published by Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall.

Wydawnictwo HELION
ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE
tel. 032 231 22 19, 032 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
WWW: http://helion.pl (księgarnia internetowa, katalog książek)

Pliki z przykładami omawianymi w książce można znaleźć pod adresem:
ftp://ftp.helion.pl/przyklady/javtz9.zip

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
http://helion.pl/user/opinie/javtz9
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

Spis treści

7

Zaawansowane możliwości biblioteki AWT

W tym rozdziale:

- Potokowe tworzenie grafiki.
- Figury.
- Pola.
- Ślad pędzla.
- Wypełnianie.
- Przekształcenia układu współrzędnych.
- Przycinanie.
- Przezroczystość i składanie obrazów.
- Wskazówki operacji graficznych.
- Czytanie i zapisywanie plików graficznych.
- Operacje na obrazach.
- Drukowanie.
- Schowek.
- Mechanizm „przeciągnij i upuść”.
- Integracja z macierzystą platformą.

Do tworzenia prostych rysunków możemy wykorzystać metody klasy `Graphics`. Metody te są wystarczające w przypadku podstawowych apletów i aplikacji, ale nie nadają się do zastosowań wymagających tworzenia skomplikowanych rysunków lub potrzebujących daleko idącej kontroli nad tworzoną grafiką. Do takich zastosowań przeznaczona jest biblioteka Java 2D, której możliwości przedstawimy w bieżącym rozdziale.

Zajmiemy się także omówieniem implementacji drukowania w aplikacjach Java.

Omówimy też dwa sposoby przekazywania danych pomiędzy programami: schowek systemowy oraz mechanizm „przeciągnij i upuść". Mogą one być wykorzystywane do przekazywania danych między dwiema aplikacjami Java lub pomiędzy aplikacją Java i programem rodzimym danej platformy. Na koniec przedstawimy techniki pozwalające zbliżyć zachowanie aplikacji tworzonych w języku Java do aplikacji macierzystych platformy: tworzenie ekranu powitania i korzystanie z zasobnika systemowego.

7.1. Potokowe tworzenie grafiki

JDK 1.0 dysponował bardzo prostym mechanizmem tworzenia grafiki. Wystarczyło wybrać jedynie kolor i tryb rysowania, a następnie wywołać odpowiednią metodę klasy `Graphics`, na przykład `drawRect` lub `fillOval`. Tworzenie grafiki za pomocą Java 2D udostępnia wiele więcej możliwości:

- tworzenie różnorodnych *figur*,
- kontrolę nad sposobem tworzenia *obrysu* figur,
- *wypełnianie* figur różnymi kolorami i ich odcieniami, a także wzorami wypełnień,
- metody *przekształceń* figur — przesunięcia, skalowania, obrotu i zmian proporcji,
- *przycinanie* figur do dowolnie wybranych obszarów,
- wybór *zasad składania* obrazów opisujących sposób tworzenia kombinacji pikseli nowej figury z istniejącymi już pikselami tła,
- *wskazówki tworzenia grafiki* umożliwiające uzyskanie kompromisu pomiędzy szybkością tworzenia grafiki a jej jakością.

Aby narysować figurę, należy kolejno wykonać następujące kroki.

1. Musimy uzyskać obiekt klasy `Graphics2D`, która jest klasą pochodną klasy `Graphics`. Począwszy od Java SE 1.2 metody, takie jak `paint` czy `paintComponent`, automatycznie otrzymują jako parametr obiekty klasy `Graphics2D`. Wystarczy więc wykonać następujące rzutowanie:

```
public void paintComponent(Graphics g)
{
   Graphics2D g2 = (Graphics2D)g;
   . . .
}
```

2. Korzystamy z metody `setRenderingHints` w celu ustalenia kompromisu między szybkością tworzenia grafiki a jej jakością.

```
RenderingHints hints = . . . ;
g2.setRenderingHints(hints);
```

3. Wywołujemy metodę `setStroke` w celu określenia rodzaju *śladu pędzla*, który zostanie użyty do narysowania obrysu figury. Musimy wybrać odpowiednią grubość śladu pędzla oraz sposób jego pozostawiania (ciągły, przerywany).

```
Stroke stroke = . . . ;
g2.setStroke(stroke);
```

4. Wywołujemy metodę `setPaint` w celu określenia sposobu *wypełnienia* obszaru ograniczonego obrysem. Należy wybrać wypełnienie stałym kolorem, kolorem o zmieniających się odcieniach lub wzorem wypełnienia.

```
Paint paint = . . . ;
g2.setPaint(paint);
```

5. Korzystamy z metody `clip` w celu określenia *obszaru przycięcia*.

```
Shape clip = . . . ;
g2.clip(clip);
```

6. Wywołujemy metodę `transform`, aby *przekształcić* współrzędne użytkownika na współrzędne urządzenia. Przekształcenie takie stosujemy, jeśli w programie łatwiej nam posługiwać się własnym układem współrzędnych niż współrzędnymi pikseli.

```
AffineTransform transform = . . . ;
g2.transform(transform);
```

7. Wywołujemy metodę `setComposite` dla określenia *zasady składania* obrazów opisującej tworzenie kombinacji nowych pikseli z już istniejącymi.

```
Composite composite = . . . ;
g2.setComposite(composite);
```

8. Tworzymy figurę. Java 2D udostępnia w tym celu wiele obiektów i metod umożliwiających tworzenie kombinacji figur.

```
Shape shape = . . . ;
```

9. Rysujemy i (lub) wypełniamy figurę. Jeśli narysujemy figurę, to powstanie jedynie jej obrys, który następnie możemy wypełnić.

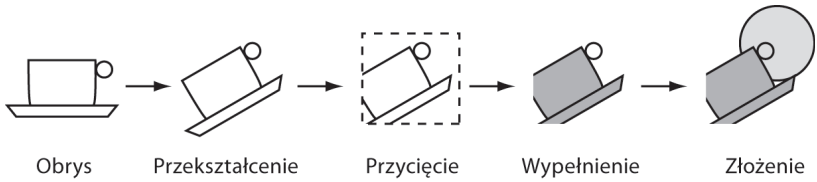
```
g2.draw(shape);
g2.fill(shape);
```

Oczywiście nie zawsze musimy realizować wszystkie wymienione etapy. Parametry kontekstu graficznego posiadają wartości domyślne wystarczające w wielu przypadkach.

W kolejnych podrozdziałach przedstawimy sposób tworzenia figur, definiowania śladów pędzla i wypełnień, przekształcenia i zasady składania obrazów.

Metody `set` nie wywołują żadnych operacji graficznych, a powodują jedynie zmiany stanu kontekstu graficznego. Podobnie utworzenie obiektu reprezentującego figurę nie powoduje narysowania jej reprezentacji. Operacje graficzne wykonywane są jedynie na skutek wywołania metod `draw` lub `fill`. W ich rezultacie reprezentacja graficzna figury tworzona jest w *potoku rysowania* (patrz rysunek 7.1).

Rysunek 7.1.
Potok rysowania



W potoku tym wykonywane są następujące operacje prowadzące do utworzenia reprezentacji graficznej obiektu.

1. Tworzony jest obrys figury.
2. Obrys figury jest przekształcany.
3. Obrys figury jest przycinany. Jeśli figura i obszar przycięcia nie mają części wspólnej, to przetwarzanie w potoku kończy się na tym etapie.
4. Wypełniany jest obszar figury powstały po przycięciu.
5. Piksele wypełnionej figury składane są z istniejącymi pikselami tła. (Na rysunku 7.1 koło stanowi fragment tła, na które nakładana jest figura filiżanki).

W kolejnym podrozdziale przedstawimy sposób definiowania figur, a następnie przejdziemy do omówienia kontekstów graficznych.

API `java.awt.Graphics2D` **1.2**

- `void draw(Shape s)` rysuje obrys figury zgodnie z bieżącymi parametrami kontekstu graficznego.
- `void fill(Shape s)` wypełnia obrys figury zgodnie z bieżącymi parametrami kontekstu graficznego.

7.2. Figury

Klasa `Graphics` udostępnia szereg metod umożliwiających rysowanie figur:

```
drawLine
drawRectangle
drawRoundRect
draw3DRect
drawPolygon
drawPolyline
drawOval
drawArc
```

Posiada także odpowiadające im metody `fill` tworzenia *wypełnień* figur. Wszystkie te metody dostępne są w klasie `Graphics` już od wersji JDK 1.0. Natomiast Java 2D proponuje inne, bardziej obiektowe podejście. Zamiast metod udostępnia odpowiednie klasy:

```
Line2D
Rectangle2D
RoundRectangle2D
```

```
Ellipse2D
Arc2D
QuadCurve2D
CubicCurve2D
GeneralPath
```

Wszystkie wymienione klasy implementują interfejs `Shape`.

Zdefiniowana jest także klasa `Point2D`, która choć reprezentuje punkt o współrzędnych *x* i *y*, a nie figurę, to używana jest podczas definiowania figur.

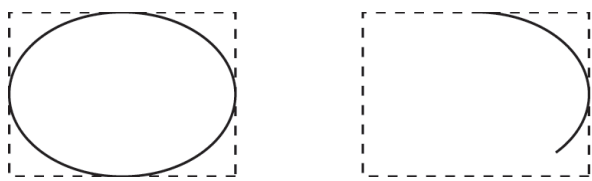
Aby uzyskać reprezentację graficzną figury, musimy więc najpierw utworzyć obiekt klasy implementującej interfejs `Shape`, a następnie wywołać metodę `draw` klasy `Graphics2D`.

Jak łatwo zauważyć, klasy `Line2D`, `Rectangle2D`, `RoundRectangle2D`, `Ellipse2D` i `Arc2D` odpowiadają metodom `drawLine`, `drawRectangle`, `drawRoundRectangle`, `drawOval` i `drawArc` klasy `Graphics`. (Koncept „prostokąta w trzech wymiarach" zarzucono i dlatego metoda `draw3DRect` nie posiada swego odpowiednika w postaci klasy). Java 2D udostępnia dodatkowo klasy `QuadCurve2D` i `CubicCurve2D` reprezentujące krzywe drugiego i trzeciego stopnia. Omówimy je w dalszej części tego podrozdziału. Nie istnieje natomiast bezpośredni odpowiednik metody `drawPolygon`. Możemy jednak do tworzenia wielokątów wykorzystać klasę `GeneralPath`, która opisuje ścieżki złożone z odcinków, a także krzywych drugiego i trzeciego stopnia.

Klasy

```
Rectangle2D
RoundRectangle2D
Ellipse2D
Arc2D
```

są pochodnymi klasy `RectangularShape`. Choć elipsy i łuki nie są prostokątami, to jednak podczas ich definiowania wykorzystywany jest *prostokąt ograniczający* (patrz rysunek 7.2).



Rysunek 7.2. *Prostokąt ograniczający elipsę i łuk*

Każda z klas, której nazwa zakończona jest przyrostkiem 2D, posiada dwie klasy pochodne umożliwiające określanie współrzędnych za pomocą wartości typu `float` lub `double`. W książce *Java. Podstawy* spotkaliśmy już klasy `Rectangle2D.Float` i `Rectangle2D.Double`.

Ten sam schemat stosowany jest w przypadku pozostałych klas, na przykład `Arc2D.Float` i `Arc2D.Double`.

Implementacja wszystkich klas graficznych wykorzystuje w rzeczywistości współrzędne typu `float`, ponieważ reprezentacja tego typu zajmuje mniej miejsca i posiada wystarczającą dokładność dla operacji graficznych. Ponieważ jednak operowanie wartościami typu `float` jest w języku Java mało wygodne, to większość metod klas graficznych posiada parametry i zwraca wartości typu `double`. Zwykle więc jedynie podczas tworzenia obiektu klasy graficznej wybierać możemy pomiędzy konstruktorem o parametrach typu `float` i konstruktorem o parametrach typu `double`, na przykład:

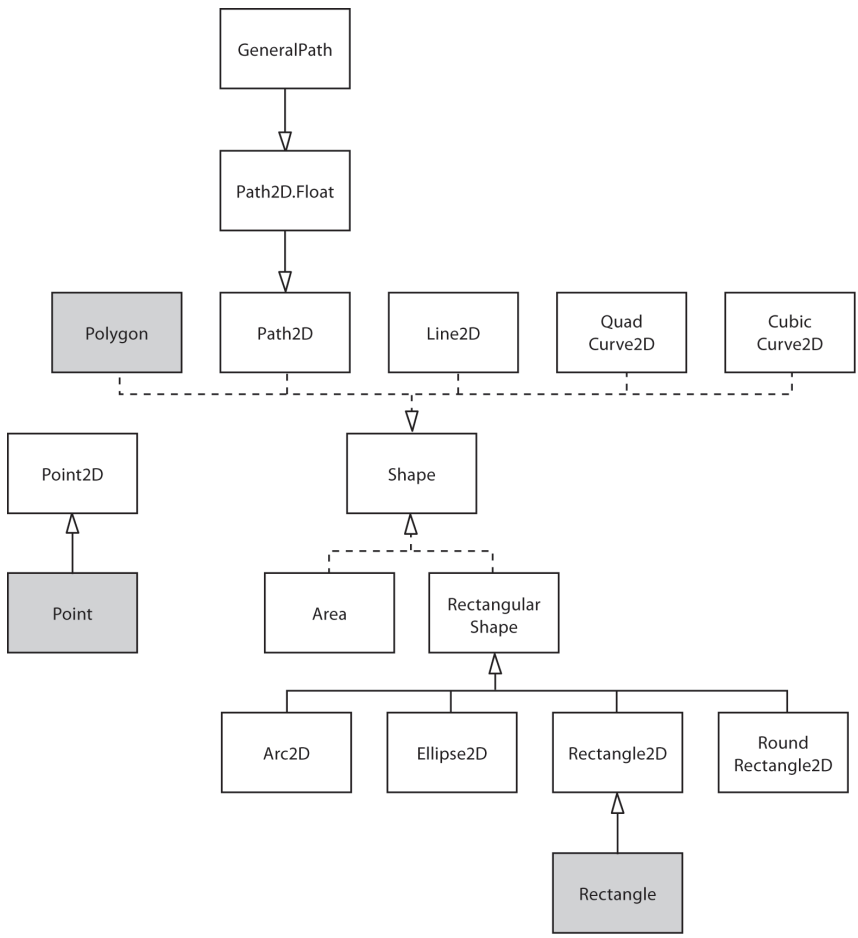
```
Rectangle2D floatRect
   = new Rectangle2D.Float(5F, 10F, 7.5F, 15F);
Rectangle2D doubleRect
   = new Rectangle2D.Double(5, 10, 7.5, 15);
```

Klasy *Xxx*`2D.Float` i *Xxx*`2D.Double` są klasami pochodnymi klas *Xxx*`2D`. Po utworzeniu obiektu nie ma już znaczenia, do której z klas pochodnych on należy. Do przechowywania referencji obiektu możemy wtedy używać zmiennej o typie klasy bazowej, tak jak pokazaliśmy to w powyższym przykładzie.

Jak łatwo domyślić się na podstawie nazw klas *Xxx*`2D.Float` i *Xxx*`2D.Double`, są one klasami wewnętrznymi klas *Xxx*`2D`. Rozwiązanie takie ma na celu uniknięcie nadmiaru nazw klas zewnętrznych.

Rysunek 7.3 przedstawia zależności pomiędzy klasami reprezentującymi figury. Pominięto na nim podklasy *Xxx*`2D.Float` i *Xxx*`2D.Double`. Tradycyjne klasy dostępne zanim pojawiła się Java 2D zaznaczono na nim za pomocą prostokątów wypełnionych kolorem szarym.

Rysunek 7.3. *Zależności pomiędzy klasami reprezentującymi figury*



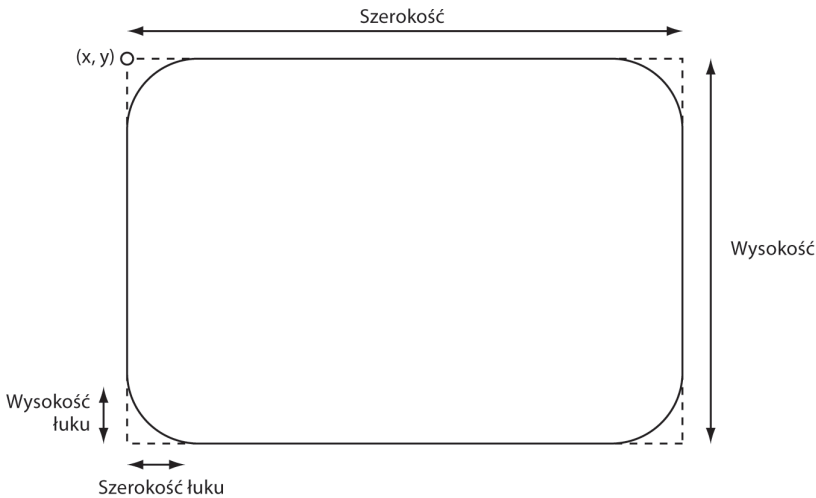
7.2.1. Wykorzystanie klas obiektów graficznych

W rozdziale 7. książki *Java. Podstawy* pokazaliśmy już sposób wykorzystania klas `Rec ↪tangle2D`, `Ellipse2D` i `Line2D`. Teraz zajmiemy się więc pozostałymi klasami.

W przypadku klasy `RoundRectangle2D` musimy określić współrzędne lewego górnego wierzchołka figury, jej szerokość i wysokość, a także szerokość i wysokość obszaru narożnika, który powinien zostać zaokrąglony (patrz rysunek 7.4). Na przykład wywołanie

```
RoundRectangle2D r = new RoundRectangle2D.Double(150, 200, 100, 50, 20, 20)
```

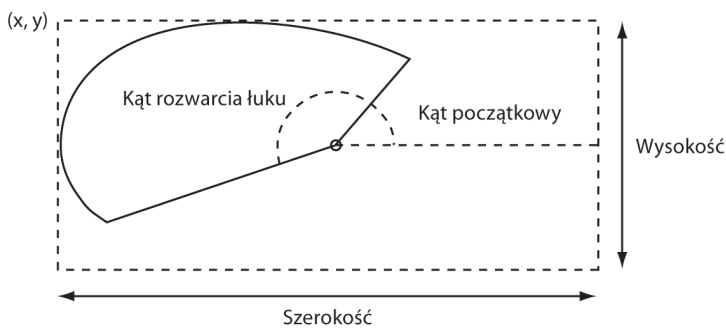
utworzy obiekt reprezentujący prostokąt, którego narożniki będą zaokrąglone za pomocą łuków okręgu o promieniu 20 pikseli.



Rysunek 7.4. *Parametry prostokątów klasy RoundRectangle2D*

Tworząc łuk, musimy określić ograniczający go prostokąt, kąt początkowy, kąt rozpinający łuku (patrz rysunek 7.5) oraz sposób jego zamknięcia jako jedną z wartości `Arc2D.OPEN`, `Arc2D.PIE`, `Arc2D.CHORD`.

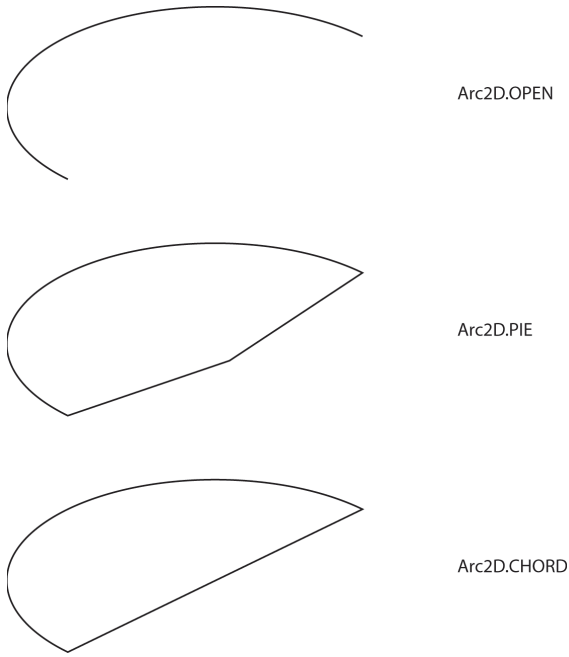
```
Arc2D a = new Arc2D(x, y, width, height, startAngle, arcAngle, closureType);
```



Rysunek 7.5. *Parametry łuku klasy Arc2D*

Rysunek 7.6 pokazuje różne rodzaje zamknięcia łuku.

Rysunek 7.6.
Rodzaje łuków



Jeśli łuk jest eliptyczny, to wyznaczenie kątów łuku nie jest trywialne. Dokumentacja mówi na ten temat: „Kąty podaje się względem prostokąta ograniczającego w taki sposób, że kąt 45 stopni zawsze wypada na linii biegnącej ze środka elipsy do prawego górnego wierzchołka prostokąta ograniczającego. W rezultacie, jeśli prostokąt ograniczający jest wyraźnie dłuższy wzdłuż jednej osi, kąty do początku i końca segmentu łuku będą zniekształcone wzdłuż dłuższej osi ograniczenia". Niestety dokumentacja milczy na temat sposobu wyznaczenia tego zniekształcenia. A oto szczegóły:

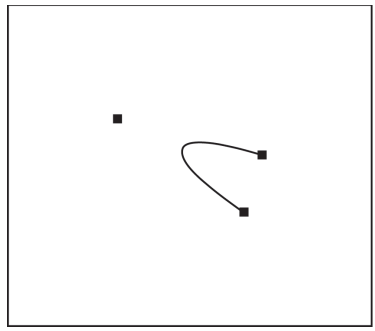
Załóżmy, że środkiem łuku jest początek układu współrzędnych, a punkt (*x*, *y*) leży na łuku. Wartość kąta zniekształconego wyznaczymy wtedy w sposób podany poniżej.

```
skewedAngle = Math.toDegrees(Math.atan2(-y * height, x * width));
```

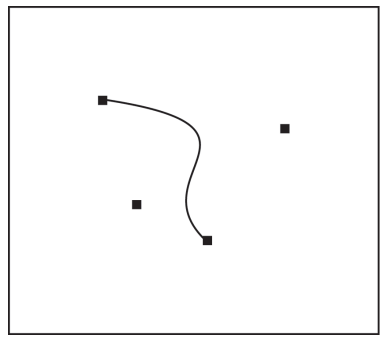
Otrzymana wartość będzie należeć do przedziału od –180 do 180 stopni. W ten sposób musimy obliczyć wartość początkową i końcową zniekształconego kąta łuku, a następnie wyznaczyć ich różnicę. Jeśli początkowa wartość kąta bądź różnica wartości kąta jest ujemna, to należy dodać do niej 360. Uzyskaną wartość początkową kąta oraz różnicę wartości kąta przekazujemy konstruktorowi łuku.

Uruchamiając przykładowy program zamieszczony na końcu tego podrozdziału, możemy przekonać się, że opisana powyżej metoda daje właściwe wyniki (patrz rysunek 7.9).

Java 2D udostępnia krzywe *drugiego* i *trzeciego* stopnia. W rozdziale tym nie będziemy zajmować się matematycznymi podstawami ich działania. Sugerujemy praktyczne zapoznanie się z ich możliwościami za pomocą programu z listingu 7.1. Rysunki 7.7 i 7.8 przedstawiają krzywe drugiego i trzeciego stopnia, które tworzone są przez określenie ich *końców* oraz jednego lub dwu *punktów kontrolnych*. Zmiana położenia punktów kontrolnych umożliwia zmianę kształtu krzywych.



Rysunek 7.7. *Krzywa drugiego stopnia*



Rysunek 7.8. *Krzywa trzeciego stopnia*

Parametrami konstruktorów krzywych drugiego i trzeciego stopnia są współrzędne ich końców i punktów kontrolnych:

```
QuadCurve2D q = new QuadCurve2D.Double(startX, startY,
   controlX, controlY, endX, endY);
CubicCurve2D c = new CubicCurve2D.Double(startX, startY,
   control1X, control1Y, control2X, control2Y, endX, endY);
```

Krzywe drugiego stopnia nie są zbyt uniwersalne i dlatego w praktyce stosowane są rzadko. Natomiast krzywe trzeciego stopnia (takie jak krzywe Beziera reprezentowane przez klasę `CubicCurve2D`) wykorzystywane są powszechnie. Łącząc je w łańcuchy, w których koniec jednej krzywej jest początkiem następnej, możemy tworzyć skomplikowane kształty o dowolnym obrysie. Więcej informacji na ten temat zawiera książka *Computer Graphics: Principles and Practice, Second Edition in C* autorstwa Jamesa D. Foleya, Andriesa van Dama, Stevena K. Feinera i in. (Addison-Wesley, 1995).

Klasa `GeneralPath` umożliwia tworzenie dowolnych sekwencji złożonych z odcinków prostych oraz krzywych drugiego i trzeciego stopnia. Współrzędne początku takiego obiektu określamy za pomocą metody `moveTo`, co pokazano poniżej.

```
GeneralPath path = new GeneralPath();
path.moveTo(10, 20);
```

Następnie rozbudowujemy sekwencję o odcinek linii prostej, krzywej drugiego lub trzeciego stopnia, korzystając odpowiednio z metod `lineTo`, `quadTo` bądź `curveTo`. W przypadku metody `lineTo` musimy określić jedynie koniec odcinka. W pozostałych wypadkach najpierw przekazujemy metodom współrzędne punktów kontrolnych, a następnie współrzędne końca segmentu, na przykład:

```
path.lineTo(20, 30);
path.curveTo(control1X, control1Y, control2X, control2Y, endX, endY);
```

Tworzoną sekwencję możemy zamknąć, korzystając z metody `closePath`. Rysuje ona odcinek do punktu, którego współrzędne zawierało ostatnie wywołanie metody `moveTo`.

Aby, korzystając z obiektu klasy `GeneralPath`, utworzyć wielokąt, należy wywołać metodę `moveTo`, przekazując jej współrzędne pierwszego wierzchołka, a następnie wywoływać metodę `lineTo`, podając współrzędne kolejnych wierzchołków. Wywołanie metody `closePath` spowoduje połączenie ostatniego z wierzchołków z pierwszym. Tekst źródłowy programu z listingu 7.1 pokazuje szczegóły tych operacji.

Listing 7.1. *shape/ShapeTest.java*

```
package shape;

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import java.awt.geom.*;
import java.util.*;
import javax.swing.*;

/**
 * Program demonstrujący tworzenie figur za pomocą Java 2D.
 * @version 1.02 2007-08-16
 * @author Cay Horstmann
 */
public class ShapeTest
{
   public static void main(String[] args)
   {
      EventQueue.invokeLater(new Runnable()
         {
            public void run()
            {
               JFrame frame = new ShapeTestFrame();
               frame.setTitle("ShapeTest");
               frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
               frame.setVisible(true);
            }
         });
   }
}

/**
 * Ramka zawierająca listę rozwijalną wyboru figury
 * oraz panel, na którym rysowana jest jej reprezentacja.
 */
class ShapeTestFrame extends JFrame
{
   public ShapeTestFrame()
   {
      final ShapeComponent comp = new ShapeComponent();
      add(comp, BorderLayout.CENTER);
      final JComboBox<ShapeMaker> comboBox = new JComboBox<>();
      comboBox.addItem(new LineMaker());
      comboBox.addItem(new RectangleMaker());
```

```
      comboBox.addItem(new RoundRectangleMaker());
      comboBox.addItem(new EllipseMaker());
      comboBox.addItem(new ArcMaker());
      comboBox.addItem(new PolygonMaker());
      comboBox.addItem(new QuadCurveMaker());
      comboBox.addItem(new CubicCurveMaker());
      comboBox.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               ShapeMaker shapeMaker = comboBox.getItemAt(comboBox.getSelectedIndex());
               comp.setShapeMaker(shapeMaker);
            }
         });
      add(comboBox, BorderLayout.NORTH);
      comp.setShapeMaker((ShapeMaker) comboBox.getItemAt(0));
      pack();
   }

}

/**
 * Komponent rysujący figurę
 * i umożliwiający przesuwanie definiujących ją punktów.
 */
class ShapeComponent extends JComponent
{
   private static final int DEFAULT_WIDTH = 300;
   private static final int DEFAULT_HEIGHT = 200;

   private Point2D[] points;
   private static Random generator = new Random();
   private static int SIZE = 10;
   private int current;
   private ShapeMaker shapeMaker;

   public ShapeComponent()
   {
      addMouseListener(new MouseAdapter()
         {
            public void mousePressed(MouseEvent event)
            {
               Point p = event.getPoint();
               for (int i = 0; i < points.length; i++)
               {
                  double x = points[i].getX() - SIZE / 2;
                  double y = points[i].getY() - SIZE / 2;
                  Rectangle2D r = new Rectangle2D.Double(x, y, SIZE, SIZE);
                  if (r.contains(p))
                  {
                     current = i;
                     return;
                  }
               }
            }

            public void mouseReleased(MouseEvent event)
            {
```

```
                current = -1;
             }
          });
       addMouseMotionListener(new MouseMotionAdapter()
          {
             public void mouseDragged(MouseEvent event)
             {
                if (current == -1) return;
                points[current] = event.getPoint();
                repaint();
             }
          });
       current = -1;
    }

    /**
     * Inicjuje obiekt ShapeMaker losowo wybranym zbiorem punktów kontrolnych.
     * @param aShapeMaker obiekt klasy ShapeMaker definiujący figurę
     * za pomocą zbioru punktów kontrolnych.
     */
    public void setShapeMaker(ShapeMaker aShapeMaker)
    {
       shapeMaker = aShapeMaker;
       int n = shapeMaker.getPointCount();
       points = new Point2D[n];
       for (int i = 0; i < n; i++)
       {
          double x = generator.nextDouble() * getWidth();
          double y = generator.nextDouble() * getHeight();
          points[i] = new Point2D.Double(x, y);
       }
       repaint();
    }

    public void paintComponent(Graphics g)
    {
       if (points == null) return;
       Graphics2D g2 = (Graphics2D) g;
       for (int i = 0; i < points.length; i++)
       {
          double x = points[i].getX() - SIZE / 2;
          double y = points[i].getY() - SIZE / 2;
          g2.fill(new Rectangle2D.Double(x, y, SIZE, SIZE));
       }

       g2.draw(shapeMaker.makeShape(points));
    }

    public Dimension getPreferredSize() { return new Dimension(DEFAULT_WIDTH,
    ➥DEFAULT_HEIGHT); }
}

/**
 * Klasa abstrakcyjna reprezentująca figurę
 * za pomocą zbioru punktów kontrolnych.
 * Jej konkretne klasy pochodne muszą implementować
 * metodę makeShape zwracającą dany rodzaj figury.
 */
```

```
abstract class ShapeMaker
{
   public abstract Shape makeShape(Point2D[] p);
   private int pointCount;

   /**
    * Tworzy obiekt klasy ShapeMaker.
    * @param aPointCount liczba punktów kontrolnych definiujących figurę.
    */
   public ShapeMaker(int aPointCount)
   {
      pointCount = aPointCount;
   }

   /**
    * Zwraca liczbę punktów kontrolnych definiujących figurę.
    * @return liczba punktów kontrolnych
    */
   public int getPointCount()
   {
      return pointCount;
   }

   /**
    * Tworzy figurę na podstawie zbioru punktów.
    * @param p punkty definiujące figurę
    * @return zdefiniowana figura
    */

   public String toString()
   {
      return getClass().getName();
   }

}

/**
 * Tworzy odcinek linii prostej łączący dwa punkty.
 */
class LineMaker extends ShapeMaker
{
   public LineMaker()
   {
      super(2);
   }

   public Shape makeShape(Point2D[] p)
   {
      return new Line2D.Double(p[0], p[1]);
   }
}

/**
 * Tworzy prostokąt rozpięty za pomocą dwu narożników.
 */
class RectangleMaker extends ShapeMaker
{
   public RectangleMaker()
   {
```

```
      super(2);
   }

   public Shape makeShape(Point2D[] p)
   {
      Rectangle2D s = new Rectangle2D.Double();
      s.setFrameFromDiagonal(p[0], p[1]);
      return s;
   }
}

/**
 * Tworzy zaokrąglony prostokąt rozpięty za pomocą dwu narożników.
 */
class RoundRectangleMaker extends ShapeMaker
{
   public RoundRectangleMaker()
   {
      super(2);
   }

   public Shape makeShape(Point2D[] p)
   {
      RoundRectangle2D s = new RoundRectangle2D.Double(0, 0, 0, 0, 20, 20);
      s.setFrameFromDiagonal(p[0], p[1]);
      return s;
   }
}

/**
 * Tworzy elipsę zawartą w prostokącie ograniczającym
 * rozpiętym za pomocą dwu narożników.
 */
class EllipseMaker extends ShapeMaker
{
   public EllipseMaker()
   {
      super(2);
   }

   public Shape makeShape(Point2D[] p)
   {
      Ellipse2D s = new Ellipse2D.Double();
      s.setFrameFromDiagonal(p[0], p[1]);
      return s;
   }
}

/**
 * Tworzy łuk zawarty w prostokącie ograniczającym
 * rozpiętym za pomocą dwu narożników. Dodatkowe dwa punkty
 * kontrolne umożliwiają określenie wartości początkowej i końcowej
 * kąta łuku. Aby zilustrować poprawność obliczeń kątów łuku, metoda makeShape
 * zwraca figurę złożoną z łuku, prostokąta ograniczającego i linii
 * łączących środek łuku z punktami kontrolnymi kąta.
 */
class ArcMaker extends ShapeMaker
{
```

```
   public ArcMaker()
   {
      super(4);
   }

   public Shape makeShape(Point2D[] p)
   {
      double centerX = (p[0].getX() + p[1].getX()) / 2;
      double centerY = (p[0].getY() + p[1].getY()) / 2;
      double width = Math.abs(p[1].getX() - p[0].getX());
      double height = Math.abs(p[1].getY() - p[0].getY());

      double skewedStartAngle = Math.toDegrees(Math.atan2(-(p[2].getY() - centerY) *
      ↪width, (p[2].getX() - centerX) * height));
      double skewedEndAngle = Math.toDegrees(Math.atan2(-(p[3].getY() - centerY) *
      ↪width, (p[3].getX() - centerX) * height));
      double skewedAngleDifference = skewedEndAngle - skewedStartAngle;
      if (skewedStartAngle < 0) skewedStartAngle += 360;
      if (skewedAngleDifference < 0) skewedAngleDifference += 360;

      Arc2D s = new Arc2D.Double(0, 0, 0, 0, skewedStartAngle,
      ↪skewedAngleDifference, Arc2D.OPEN);
      s.setFrameFromDiagonal(p[0], p[1]);

      GeneralPath g = new GeneralPath();
      g.append(s, false);
      Rectangle2D r = new Rectangle2D.Double();
      r.setFrameFromDiagonal(p[0], p[1]);
      g.append(r, false);
      Point2D center = new Point2D.Double(centerX, centerY);
      g.append(new Line2D.Double(center, p[2]), false);
      g.append(new Line2D.Double(center, p[3]), false);
      return g;
   }
}

/**
 * Tworzy wielokąt o sześciu wierzchołkach.
 */
class PolygonMaker extends ShapeMaker
{
   public PolygonMaker()
   {
      super(6);
   }

   public Shape makeShape(Point2D[] p)
   {
      GeneralPath s = new GeneralPath();
      s.moveTo((float) p[0].getX(), (float) p[0].getY());
      for (int i = 1; i < p.length; i++)
         s.lineTo((float) p[i].getX(), (float) p[i].getY());
      s.closePath();
      return s;
   }
}
```

```
/**
 * Tworzy krzywą drugiego stopnia zdefiniowaną przez jej końce
 * i pojedynczy punkt kontrolny.
 */
class QuadCurveMaker extends ShapeMaker
{
   public QuadCurveMaker()
   {
      super(3);
   }

   public Shape makeShape(Point2D[] p)
   {
      return new QuadCurve2D.Double(p[0].getX(), p[0].getY(), p[1].getX(),
      ↪p[1].getY(), p[2].getX(), p[2].getY());
   }
}

/**
 * Tworzy krzywą trzeciego stopnia zdefiniowaną przez jej końce
 * i dwa punkty kontrolne.
 */
class CubicCurveMaker extends ShapeMaker
{
   public CubicCurveMaker()
   {
      super(4);
   }

   public Shape makeShape(Point2D[] p)
   {
      return new CubicCurve2D.Double(p[0].getX(), p[0].getY(), p[1].getX(),
      ↪p[1].getY(), p[2].getX(), p[2].getY(), p[3].getX(), p[3].getY());
   }
}
```

W ogólności obiekt klasy `GeneralPath` nie musi reprezentować sekwencji połączonych ze sobą odcinków. Metodę `moveTo` możemy wywoływać dla niego dowolną ilość razy, rozpoczynając za każdym razem nowy fragment sekwencji.

Do sekwencji możemy także dodać obiekt dowolnej klasy implementującej interfejs `Shape`. Jego obrys zostanie dołączony na końcu sekwencji za pomocą metody `append`. Jej drugi parametr zadecyduje o tym, czy obrys powinien zostać połączony z ostatnim punktem sekwencji. Na przykład wywołanie

```
Rectangle2D r = . . . ;
path.append(r, false);
```

spowoduje dodanie obrysu prostokąta do sekwencji, ale bez połączenia. Natomiast wywołanie

```
path.append(r, true);
```

połączy dodatkowo za pomocą odcinka początkowy wierzchołek prostokąta z ostatnim punktem sekwencji.

Program, którego tekst źródłowy zawiera listing 7.1, pozwala tworzyć proste sekwencje na przykład, takie jak pokazano na rysunkach 7.7. i 7.8. Z listy rozwijalnej można wybrać następujące rodzaje tworzonych figur:

- odcinki linii prostych,
- prostokąty, zwykłe i zaokrąglone, elipsy,
- łuki (tworzone przez zmianę rozmiarów prostokąta ograniczającego oraz kąta początkowego i końcowego łuku),
- wielokąty (przy użyciu klasy `GeneralPath`),
- krzywe drugiego i trzeciego stopnia.

Punkty kontrolne wszystkich figur można zmieniać za pomocą myszy. Podczas ich przesuwania reprezentacja graficzna figury odrysowywana jest na bieżąco.

Kod programu jest dość skomplikowany, głównie za sprawą obsługi wielu rodzajów figur i przesuwania punktów kontrolnych.

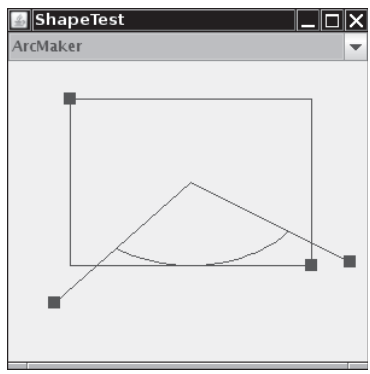
Bazowa klasa abstrakcyjna `ShapeMaker` hermetyzuje wspólne właściwości klas umożliwiających tworzenie różnych rodzajów figur. Każda z tych klas definiuje określoną liczbę punktów kontrolnych, którymi może manipulować użytkownik. Metoda `getPointCount` zwraca liczbę tych punktów. Metoda abstrakcyjna

```
Shape makeShape(Point2D[] points)
```

tworzy reprezentację figury, korzystając z aktualnego położenia punktów kontrolnych. Metoda `toString` zwraca po prostu nazwę klasy, umożliwiając w ten sposób wypełnienie listy rozwijalnej klasy `JComboBox` nazwami specjalizowanych obiektów `ShapeMaker`.

Aby umożliwić przesuwanie punktów kontrolnych, klasa `ShapePanel` musi obsługiwać zdarzenia związane zarówno z wyborem za pomocą myszy, jak i jej ruchem. Jeśli klawisz myszy przyciśnięty zostanie, gdy jej kursor znajduje się ponad prostokątem reprezentującym punkt kontrolny, to przesunięcie kursora spowoduje także przesunięcie punktu kontrolnego.

Implementacja większości klas umożliwiających tworzenie figur jest stosunkowo prosta. Ich metody `makeShape` tworzą figury na podstawie bieżącego położenia punktów kontrolnych. Jedynie klasa `ArcMaker` musi dodatkowo wyznaczać zniekształcone wartości początkowe i końcowe kąta łuku. Dodatkowo aby pokazać, że obliczenia te są prawidłowe, metoda `makeShape` klasy `ArcMaker` zwraca obiekt klasy `GeneralPath` złożony z łuku, ale i ograniczającego go prostokąta oraz linii łączących środek łuku z punktami kontrolnymi kątów (patrz rysunek 7.9).



Rysunek 7.9. *Program ShapeTest w działaniu*

API `java.awt.geom.RoundRectangle2D.Double` 1.2

- `RoundRectangle2D.Double(double x, double y, double w, double h, double arcWidth, double arcHeight)`

  tworzy prostokąt o zaokrąglonych narożnikach o podanej pozycji i wymiarach. Objaśnienie parametrów `arcWidth` i `arcHeight` znajdziesz na rysunku 7.4.

API `java.awt.geom.Arc2D.Double` 1.2

- `Arc2D.Double(double x, double y, double w, double h, double startAngle, double arcAngle, int type)`

  tworzy łuk ograniczony prostokątem o określonych wartościach początkowej i kącie rozwarcia, a także typie zamknięcia. Parametry `startAngle` i `arcAngle` zostały omówione na rysunku 7.5. Parametr `type` może przyjmować jedną z wartości `Arc2D.OPEN`, `Arc2D.PIE` i `Arc2D.CHORD`.

API `java.awt.geom.QuadCurve2D.Double` 1.2

- `QuadCurve2D.Double(double x1, double y1, double ctrlx, double ctrly, double x2, double y2)`

  tworzy krzywą drugiego stopnia na podstawie współrzędnych początku krzywej, punktu kontrolnego i końca krzywej.

API `java.awt.geom.CubicCurve2D` 1.2

- `CubicCurve2D.Double(double x1, double y1, double ctrlx1, double ctrly1, double ctrlx2, double ctrly2, double x2, double y2)`

  tworzy krzywą trzeciego stopnia na podstawie współrzędnych początku krzywej, dwu punktów kontrolnych i końca krzywej.

API `java.awt.geom.GeneralPath` 1.2

- `GeneralPath()`

  tworzy pustą sekwencję.

API `java.awt.geom.Path2D.Float` 6

- `void moveTo(float x, float y)`

  przyjmuje punkt (`x`, `y`) za *punkt bieżący* nowego segmentu.

- `void lineTo(float x, float y)`
- `void quadTo(float ctrlx, float ctrly, float x, float y)`
- `void curveTo(float ctrlx1, float ctrly1, float ctrlx2, float ctrly2, float x, float y)`

  Rysują odcinek linii prostej, krzywej drugiego bądź trzeciego stopnia łączący bieżący punkt z punktem (`x`, `y`), który staje się nowym punktem bieżącym segmentu.

API java.awt.geom.Path2D 6

- `void append(Shape s, boolean connect)`

  dodaje obrys figury do sekwencji. Jeśli `connect` posiada wartość `true`, to bieżący punkt sekwencji łączony jest za pomocą odcinka linii prostej z początkowym wierzchołkiem figury.

- `void closePath()`

  zamyka sekwencję wierzchołków, łącząc bieżący punkt z pierwszym z wierzchołków sekwencji.

7.3. Pola

W poprzednim podrozdziale pokazaliśmy, w jaki sposób można tworzyć skomplikowane figury, konstruując je z odcinków prostych i krzywych. Stosując odpowiednio dużą liczbę takich odcinków, możemy narysować dowolnie skomplikowaną figurę. Nawet czcionki, które widzimy na ekranie bądź wydruku, tworzone są jako kombinacje odcinków prostych i krzywych trzeciego stopnia.

Czasami prościej jednak opisać figurę jako kombinację *pól* ograniczonych prostokątami, wielokątami czy elipsami. Java 2D udostępnia cztery operacje *geometrii pól*, z których każda tworzy nowe pole jako kombinację dwu innych pól:

- `add` — utworzone pole zawiera wszystkie punkty, które należały do jednego z pól wyjściowych,
- `subtract` — utworzone pole zawiera wszystkie punkty, które należały do pierwszego pola, ale nie do drugiego,
- `intersect` — utworzone pole zawiera wszystkie punkty, które należały jednocześnie do obu pól,
- `exclusiveOr` — utworzone pole zawiera wszystkie punkty, które należały do jednego z pól wyjściowych, ale nie do obu naraz.

Rysunek 7.10 przedstawia wymienione operacje.

Tworzenie skomplikowanego pola rozpoczynamy od utworzenia domyślnego obiektu pola.

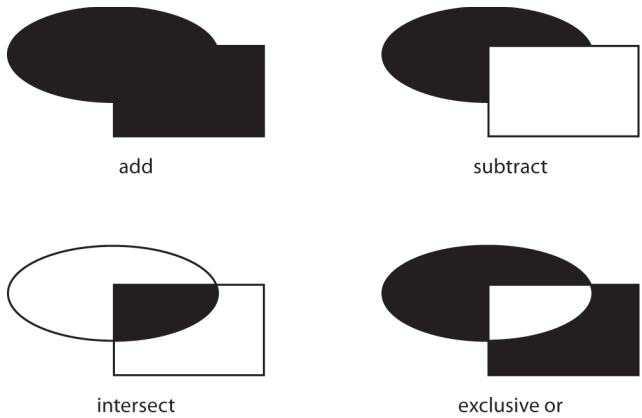
```
Area a = new Area();
```

Następnie tworzymy jego kombinację z dowolnym innym polem:

```
a.add(new Rectangle2D.Double(. . .));
a.subtract(path);
. . .
```

Klasa `Area` implementuje interfejs `Shape`. Możemy więc narysować obrys pola, korzystając z metody `draw` klasy `Graphics2D` i wypełnić go za pomocą metody `fill`.

Rysunek 7.10.
Operacje na polach



API `java.awt.geom.Area`

- `void add(Area other)`
- `void subtract(Area other)`
- `void intersect(Area other)`
- `void exclusiveOr(Area other)`

  Wykonują operacje geometrii pól na danym obiekcie oraz obiekcie będącym parametrem metody. Obiekt, na rzecz którego wywołano metody, staje się automatycznie wynikiem operacji.

7.4. Ślad pędzla

Metoda `draw` klasy `Graphics2D` rysuje obrys figury, korzystając z aktualnego *śladu pędzla*. Domyślnie ślad pędzla posiada postać ciągłej linii o szerokości jednego piksela. Możemy go zmienić, używając metody `setStroke`, której parametrem jest obiekt klasy implementującej interfejs `Stroke`. Java 2D definiuje tylko jedną taką klasę o nazwie `BasicStroke`. W tym podrozdziale przedstawimy jej możliwości.

Stosując klasę `BasicStroke`, możemy utworzyć ślad pędzla dowolnej szerokości. Poniższy przykład tworzy ślad pędzla o szerokości 10 pikseli.

```
g2.setStroke(new BasicStroke(10.0F));
g2.draw(new Line2D.Double(. . .));
```

Gdy ślad pędzla posiada szerokość większą niż jeden piksel, to dostępne są różne jego *zakończenia*. Rysunek 7.11 przedstawia następujące rodzaje zakończeń:

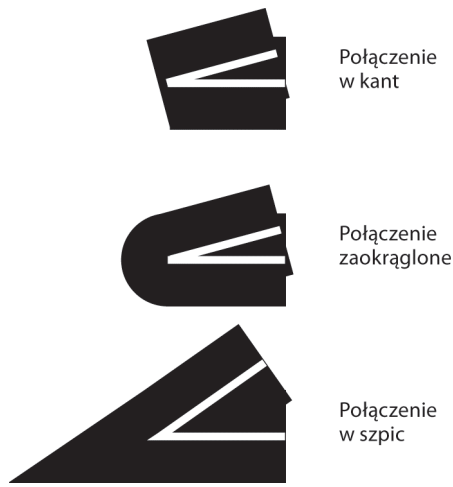
- *proste* — urywa ślad pędzla w punkcie końcowym,
- *zaokrąglone* — dodaje półkole za punktem końcowym,
- *kwadratowe* — dodaje półkwadrat za punktem końcowym.

Rysunek 7.11.
Rodzaje zakończeń śladu pędzla

Podobnie możemy określić też trzy rodzaje *połączeń* dwu śladów pędzla (patrz rysunek 7.12):

- *kant* — kończy połączenie śladów pędzla prostym odcinkiem prostopadłym do dwusiecznej kąta pomiędzy śladami,
- *okrągłe* — dodaje zaokrąglone połączenie śladów,
- *szpic* — przedłuża ślady, tak by tworzyły szpiczaste zakończenie.

Rysunek 7.12.
Rodzaje połączeń



Połączenie w szpic nie może być zastosowane w przypadku śladów łączących się pod niewielkim kątem. Zapobiega to tworzeniu wyjątkowo długich zakończeń połączeń. Jeśli kąt jest mniejszy od pewnej *wartości granicznej* kąta ustalonej dla połączenia w szpic, to automatycznie zastępowane jest ono kantem, co zapobiega powstawaniu zbyt długich „szpiców". Domyślna wartość graniczna kąta wynosi 10 stopni.

Rodzaj zakończenia oraz połączenia możemy określić, tworząc obiekt klasy `BasicStroke`, na przykład jak poniżej:

```
g2.setStroke(new BasicStroke(10.0F, BasicStroke.CAP_ROUND,
   BasicStroke.JOIN_ROUND));
g2.setStroke(new BasicStroke(10.0F, BasicStroke.CAP_BUTT,
   BasicStroke.JOIN_MITER, 15.0F /* kąt graniczny połączenia w szpic */));
```

Możemy określić także dowolny *przerywany wzór* śladu pędzla. Program z listingu 7.2 umożliwia wybranie śladu pędzla odpowiadającego sygnałowi SOS w alfabecie Morse'a. Przerywany wzór śladu pędzla opisujemy za pomocą tablicy `float[]`, której kolejne pozycje określają na przemian długości odcinków ciągłych i przerw wzoru (patrz rysunek 7.13).

Rysunek 7.13. *Przerywany wzór śladu pędzla*

Listing 7.2. *stroke/StrokeTest.java*

```
package stroke;

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import java.awt.geom.*;
import javax.swing.*;

/**
 * Program demonstrujący różne ślady pędzla.
 * @version 1.03 2007-08-16
 * @author Cay Horstmann
 */
public class StrokeTest
{
   public static void main(String[] args)
   {
      EventQueue.invokeLater(new Runnable()
         {
            public void run()
            {
               JFrame frame = new StrokeTestFrame();
               frame.setTitle("StrokeTest");
               frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
               frame.setVisible(true);
            }
         });
   }
}

/**
 * Ramka zawierająca przyciski wyboru parametrów śladu pędzla
 * i pokazująca efekt zastosowania śladu pędzla.
 */
class StrokeTestFrame extends JFrame
{
   private StrokeComponent canvas;
   private JPanel buttonPanel;

   public StrokeTestFrame()
   {
      canvas = new StrokeComponent();
      add(canvas, BorderLayout.CENTER);

      buttonPanel = new JPanel();
      buttonPanel.setLayout(new GridLayout(3, 3));
```

```
      add(buttonPanel, BorderLayout.NORTH);

      ButtonGroup group1 = new ButtonGroup();
      makeCapButton("Butt Cap", BasicStroke.CAP_BUTT, group1);
      makeCapButton("Round Cap", BasicStroke.CAP_ROUND, group1);
      makeCapButton("Square Cap", BasicStroke.CAP_SQUARE, group1);

      ButtonGroup group2 = new ButtonGroup();
      makeJoinButton("Miter Join", BasicStroke.JOIN_MITER, group2);
      makeJoinButton("Bevel Join", BasicStroke.JOIN_BEVEL, group2);
      makeJoinButton("Round Join", BasicStroke.JOIN_ROUND, group2);

      ButtonGroup group3 = new ButtonGroup();
      makeDashButton("Solid Line", false, group3);
      makeDashButton("Dashed Line", true, group3);
   }

   /**
    * Tworzy przycisk wyboru zakończenia śladu pędzla.
    * @param label etykieta przycisku
    * @param style rodzaj zakończenia
    * @param group grupa przycisków wyboru
    */
   private void makeCapButton(String label, final int style, ButtonGroup group)
   {
      // wybiera pierwszy przycisk grupy
      boolean selected = group.getButtonCount() == 0;
      JRadioButton button = new JRadioButton(label, selected);
      buttonPanel.add(button);
      group.add(button);
      button.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               canvas.setCap(style);
            }
         });
      pack();
   }

   /**
    * Tworzy przycisk wyboru połączenia śladów pędzla.
    * @param label etykieta przycisku
    * @param style rodzaj połączenia
    * @param group grupa przycisków wyboru
    */
   private void makeJoinButton(String label, final int style, ButtonGroup group)
   {
      // wybiera pierwszy przycisk grupy
      boolean selected = group.getButtonCount() == 0;
      JRadioButton button = new JRadioButton(label, selected);
      buttonPanel.add(button);
      group.add(button);
      button.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               canvas.setJoin(style);
```

```
            }
         });
   }

   /**
    * Tworzy przycisk wyboru wzoru śladu pędzla.
    * @param label etykieta przycisku
    * @param style false dla linii ciągłej, true dla przerywanej
    * @param group grupa przycisków wyboru
    */
   private void makeDashButton(String label, final boolean style, ButtonGroup group)
   {
      // wybiera pierwszy przycisk grupy
      boolean selected = group.getButtonCount() == 0;
      JRadioButton button = new JRadioButton(label, selected);
      buttonPanel.add(button);
      group.add(button);
      button.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               canvas.setDash(style);
            }
         });
   }
}

/**
 * Komponent rysujący dwa połączone odcinki
 * za pomocą różnych śladów pędzla i umożliwiający
 * użytkownikowi manipulację końcami odcinków.
 */
class StrokeComponent extends JComponent
{
   private static final int DEFAULT_WIDTH = 400;
   private static final int DEFAULT_HEIGHT = 400;
   private static int SIZE = 10;

   private Point2D[] points;
   private int current;
   private float width;
   private int cap;
   private int join;
   private boolean dash;

   public StrokeComponent()
   {
      addMouseListener(new MouseAdapter()
         {
            public void mousePressed(MouseEvent event)
            {
               Point p = event.getPoint();
               for (int i = 0; i < points.length; i++)
               {
                  double x = points[i].getX() - SIZE / 2;
                  double y = points[i].getY() - SIZE / 2;
                  Rectangle2D r = new Rectangle2D.Double(x, y, SIZE, SIZE);
                  if (r.contains(p))
```

```
                {
                   current = i;
                   return;
                }
             }
          }

          public void mouseReleased(MouseEvent event)
          {
             current = -1;
          }
       });

    addMouseMotionListener(new MouseMotionAdapter()
       {
          public void mouseDragged(MouseEvent event)
          {
             if (current == -1) return;
             points[current] = event.getPoint();
             repaint();
          }
       });

    points = new Point2D[3];
    points[0] = new Point2D.Double(200, 100);
    points[1] = new Point2D.Double(100, 200);
    points[2] = new Point2D.Double(200, 200);
    current = -1;
    width = 8.0F;
}

public void paintComponent(Graphics g)
{
    Graphics2D g2 = (Graphics2D) g;
    GeneralPath path = new GeneralPath();
    path.moveTo((float) points[0].getX(), (float) points[0].getY());
    for (int i = 1; i < points.length; i++)
       path.lineTo((float) points[i].getX(), (float) points[i].getY());
    BasicStroke stroke;
    if (dash)
    {
       float miterLimit = 10.0F;
       float[] dashPattern = { 10F, 10F, 10F, 10F, 10F, 10F, 30F, 10F, 30F, 10F,
       ↪30F, 10F, 10F, 10F, 10F, 10F, 10F, 30F };
       float dashPhase = 0;
       stroke = new BasicStroke(width, cap, join, miterLimit, dashPattern, dashPhase);
    }
    else stroke = new BasicStroke(width, cap, join);
    g2.setStroke(stroke);
    g2.draw(path);
}

/**
 * Określa rodzaj połączenia.
 * @param j rodzaj połączenia
 */
public void setJoin(int j)
{
```

```
      join = j;
      repaint();
   }

   /**
    * Określa rodzaj zakończenia.
    * @param c rodzaj zakończenia
    */
   public void setCap(int c)
   {
      cap = c;
      repaint();
   }

   /**
    * * Określa rodzaj linii.
    * @param d false dla ciągłej, true dla przerywanej
    */
   public void setDash(boolean d)
   {
      dash = d;
      repaint();
   }

   public Dimension getPreferredSize() { return new Dimension(DEFAULT_WIDTH,
DEFAULT_HEIGHT); }
}
```

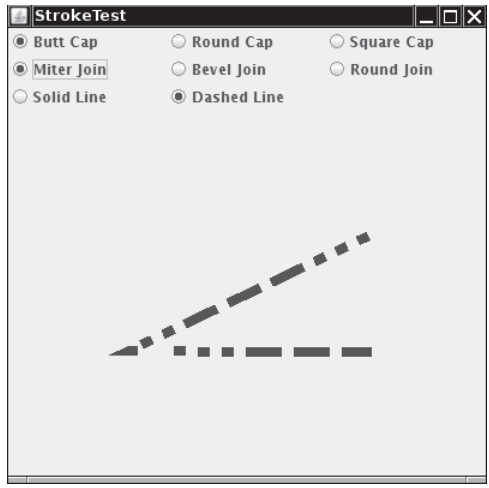
Tworząc obiekt klasy `BasicStroke`, możemy określić nie tylko wzór śladu pędzla, ale także jego *fazę*. Określa ona miejsce wzoru pędzla, od którego powinno rozpoczynać się rysowanie linii. Najczęściej wartość ta wynosi 0 i oznacza rozpoczęcie rysowania od początku wzoru.

```
float[] dashpattern
   = { 10, 10, 10, 10, 10, 10, 30, 10, 30, ...};
g2.setStroke(new BasicStroke(10.0F, BasicStroke.CAP_BUTT,
   BasicStroke.JOIN_MITER, 15.0F /* kąt graniczny połączenia w szpic */,
   dashPattern, 0 /* faza */));
```

Wybrany rodzaj zakończenia używany jest także dla *poszczególnych odcinków* przerywanego wzoru pędzla.

Program z listingu 7.2 pozwala określać rodzaj zakończeń i połączeń oraz wybierać ciągły lub przerywany wzór pędzla (patrz rysunek 7.14). Dodatkowo pozwala on na zmianę położenia niepołączonych końców odcinków. Dzięki temu możliwe jest przetestowanie granicznej wartości kąta dla połączenia w szpic. Jeśli wybierzemy połączenie w szpic, a następnie będziemy zmniejszali kąt pomiędzy odcinkami, to po przekroczeniu wartości granicznej kąta połączenie w szpic zostanie automatycznie zastąpione kantem.

Program ten działa podobnie jak program z listingu 7.1. Obiekt nasłuchujący zdarzenia wyboru myszą zapamiętuje sytuacje wyboru końca odcinka, a obiekt nasłuchujący ruchu myszy monitoruje przesuwanie tego punktu. Zestaw przycisków wyboru służy określeniu rodzaju śladu pędzla. Metoda `paintComponent` klasy `StrokePanel` tworzy obiekt klasy `GeneralPath` złożony z trzech punktów połączonych dwoma odcinkami, którymi może manipulować użytkownik. Następnie kreuje obiekt klasy `BasicStroke` zgodnie z wyborem jego parametrów dokonanym przez użytkownika i rysuje obiekt `GeneralPath`.



Rysunek 7.14.
Program StrokeTest w działaniu

API java.awt.Graphics2D 1.2

- `void setStroke(Stroke s)`

  sprawia, że obiekt implementujący interfejs `Stroke` tworzyć będzie ślad pędzla dla danego kontekstu graficznego.

API java.awt.BasicStroke 1.2

- `BasicStroke(float width)`
- `BasicStroke(float width, int cap, int join)`
- `BasicStroke(float width, int cap, int join, float miterLimit)`
- `BasicStroke(float width, int cap, int join, float miterLimit, float[] dash, float dashPhase)`

  Tworzą ślad pędzla o określonych atrybutach.

  Parametry:

`width`	szerokość pędzla,
`cap`	zakończenie śladu pędzla, jedna z wartości `CAP_BUTT`, `CAP_ROUND` i `CAP_SQUARE`,
`join`	połączenie śladów pędzla, jedna z wartości `JOIN_BEVEL`, `JOIN_MITER` i `JOIN_ROUND`,
`miterLimit`	wartość graniczna kąta wyrażona w stopniach, poniżej której połączenie w szpic jest automatycznie zastępowane kantem,
`dash`	tablica długości występujących na przemian odcinków ciągłych i odstępów przerywanego śladu pędzla,
`dashPhase`	„faza” wzoru przerywanego pędzla. Określa długość segmentu wzoru pędzla, która powinna zostać pominięta za każdym razem, gdy rozpoczynane jest rysowanie.

7.5. Wypełnienia

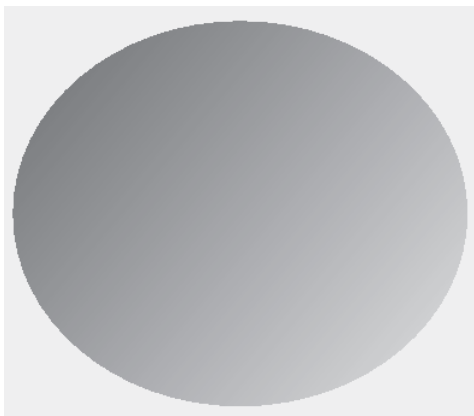
Wywołanie metody `fill` powoduje *wypełnienie* obszaru figury. Metoda `setPaint` umożliwia określenie rodzaju wypełnienia za pomocą obiektu implementującego interfejs `Paint`. Java 2D udostępnia trzy klasy implementujące ten interfejs:

- `Color` — umożliwia wypełnienie figury pojedynczym kolorem, na przykład:

```
g2.setPaint(Color.RED);
```

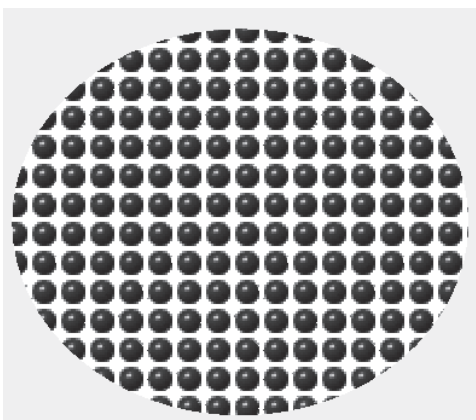
- `GradientPaint` — zmienia stopniowo kolor wypełnienia pomiędzy dwiema określonymi wartościami (patrz rysunek 7.15),

Rysunek 7.15. *Przykład zastosowania klasy GradientPaint*



- `TexturePaint` — wypełnia obszar figury, powtarzając zadany wzorzec (patrz rysunek 7.16).

Rysunek 7.16. *Przykład zastosowania klasy TexturePaint*



Obiekt klasy `GradientPaint` tworzymy, określając kolor w dwu wybranych punktach obszaru figury.

```
g2.setPaint(new GradientPaint(p1, Color.RED, p2, Color.YELLOW));
```

Kolory są zmieniane wzdłuż linii łączącej te punkty, natomiast pozostają stałe wzdłuż prostopadłych. Punktom, które znajdują się poza punktami końcowymi odcinka, przyporządkowany zostaje taki sam kolor jak dla punktów końcowych.

Alternatywnie, możemy także wykorzystać inną wersję konstruktora, w której dodatkowy parametr `cyclic` określa, czy kolor zmieniać ma się także dla punktów leżących na zewnątrz odcinka.

```
g2.setPaint(new GradientPaint(p1, Color.RED, p2, Color.YELLOW, true));
```

Aby utworzyć obiekt klasy `TexturePaint`, musimy przekazać mu obiekt klasy `BufferedImage` zawierający obrazek wzorca wypełnienia i określić prostokąt *zakotwiczenia*.

```
g2.setPaint(new TexturePaint(bufferedImage, anchorRectangle));
```

Klasę `BufferedImage` omówimy dokładniej podczas przedstawiania operacji na obrazach. Najprościej możemy utworzyć obiekt klasy `BufferedImage` wczytując plik zawierający obrazek:

```
bufferedImage = ImageIO.read(new File("blue-ball.gif "));
```

Obrazek wzorca jest skalowany, tak by mieścił się w prostokącie zakotwiczenia, a prostokąt ten powielany jest następnie w kierunkach osi *x* i *y* tak, by pokryć obszar całej figury.

API java.awt.Graphics2D 1.2

- `void setPaint(Paint s)`

  sprawia, że obiekt implementujący interfejs `Paint` tworzyć będzie wypełnienie dla danego kontekstu graficznego.

API java.awt.GradientPaint 1.2

- `GradientPaint(float x1, float y1, Color color1, float x2, float y2, Color color2)`
- `GradientPaint(float x1, float y1, Color color1, float x2, float y2, Color color2, boolean cyclic)`
- `GradientPaint(Point2D p1, Color color1, Point2D p2, Color color2)`
- `GradientPaint(Point2D p1, Color color1, Point2D p2, Color color2, boolean cyclic)`

  Tworzą obiekt, który wypełnia obszar figury w taki sposób, że punkt początkowy posiada kolor `color1`, a punkt końcowy kolor `color2`. Punkty leżące na odcinku pomiędzy punktem początkowym i końcowym posiadają zmieniający się stopniowo kolor. Punkty leżące na prostopadłych do odcinka posiadają ten sam kolor. Domyślnie wzór zmiany koloru nie jest cykliczny. Oznacza to, że punkty leżące poza odcinkiem posiadają taki sam kolor jak punkt początkowy lub końcowy. Jeśli wzór zmiany koloru jest cykliczny, oznacza to, że powtarzany będzie także dla punktów leżących poza odcinkiem.

API java.awt.TexturePaint 1.2

- `TexturePaint(BufferedImage texture, Rectangle2D anchor)`

  tworzy wypełnienie za pomocą wzorca. Prostokąt kotwiczący definiuje sposób wypełnienia obszaru figury wzorcem. Prostokąt ten jest powtarzany w kierunkach osi *x* i *y*, a wymiary wzorca są dopasowywane do jego wymiarów.

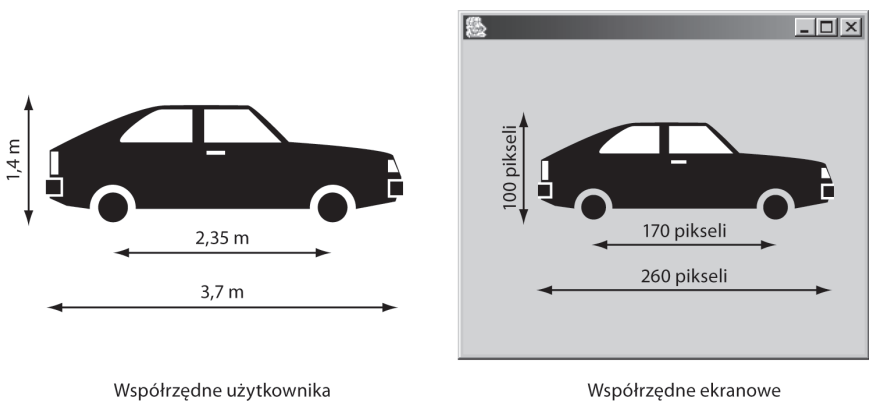
7.6. Przekształcenia układu współrzędnych

Załóżmy, że naszym zadaniem jest przedstawienie na rysunku pewnego modelu samochodu. Z jego specyfikacji technicznej znamy wymiary, takie jak wysokość, rozstaw osi i długość całkowita. Możemy oczywiście sami wyznaczyć rozmiary rysunku, przyjmując pewną liczbę pikseli na metr. Jest jednak łatwiejszy sposób. Wykonanie odpowiednich przekształceń możemy zlecić kontekstowi graficznemu.

```
g2.scale(pixelsPerMeter, pixelsPerMeter);
g2.draw(new Line2D.Double(współrzędne wyrażone w metrach));
   // przekształcenie metrów na piksele i narysowanie linii w odpowiedniej skali
```

Metoda `scale` klasy `Graphics2D` określa w tym przypadku *przekształcenie układu współrzędnych* polegające na jego przeskalowaniu. Przekształcenie to zamienia *współrzędne użytkownika* (w określonych przez niego jednostkach) na *współrzędne ekranowe* (piksele). Rysunek 7.17 przedstawia zasadę takiego przekształcenia.

Rysunek 7.17. *Współrzędne użytkownika i współrzędne ekranowe*



Przekształcenia układu współrzędnych okazują się bardzo przydatne w praktyce. Pozwalają pisać programy z wykorzystaniem najwygodniejszego w danym momencie układu współrzędnych. Przekształceniem do układu współrzędnych ekranowych zajmuje się kontekst graficzny.

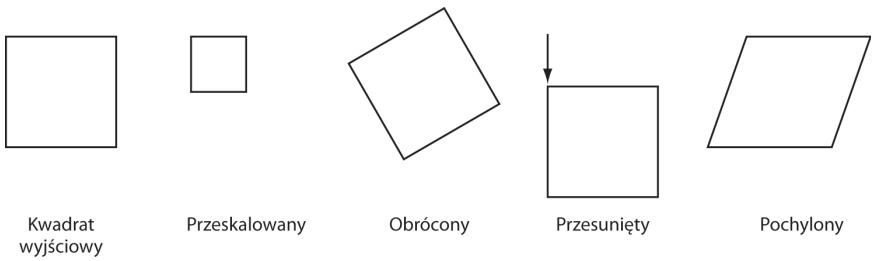
Wyróżniamy cztery podstawowe rodzaje przekształceń układu współrzędnych:

- *skalowanie* polegające na wydłużeniu lub skróceniu wszystkich odległości mierzonych od pewnego punktu,
- *obrót* wszystkich punktów rysunku wokół środka obrotu,

- *przesunięcie* wszystkich punktów o pewną odległość,
- *pochylanie* polegające na przesunięciu wszystkich linii rysunku równoległych do wybranej linii o wartość proporcjonalną do ich odległości od tej linii.

Rysunek 7.18 pokazuje efekt zastosowania tych przekształceń na przykładzie kwadratu.

Rysunek 7.18. *Podstawowe przekształcenia*



Metody `scale`, `rotate`, `translate` i `shear` klasy `Graphics2D` pozwalają określić jeden z wymienionych rodzajów przekształcenia dla danego kontekstu graficznego.

Możliwe jest *składanie* przekształceń. Możemy na przykład obrócić daną figurę i następnie powiększyć ją dwukrotnie. W tym celu musimy określić oba przekształcenia dla kontekstu graficznego.

```
g2.rotate(angle);
g2.scale(2, 2);
g2.draw(. . .);
```

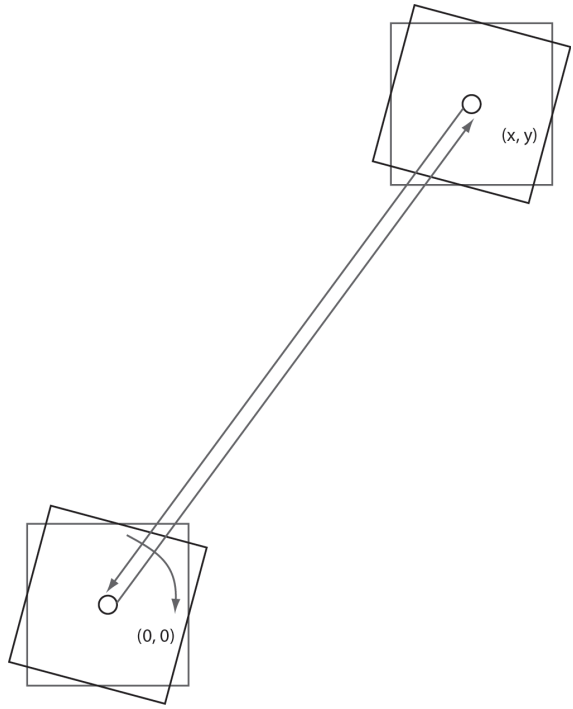
W powyższym przypadku kolejność określenia przekształceń nie ma znaczenia. Jednak w większości przypadków złożeń przekształceń kolejność jest istotna. Na przykład kiedy składamy obrót i pochylenie, uzyskany efekt zależy od tego, które z przekształceń zostanie wykonane jako pierwsze. Kontekst graficzny wykonuje przekształcenia w porządku odwrotnym do tego, w którym je określiliśmy. Tak więc ostatnie przekształcenie określone dla danego kontekstu wykonywane jest jako pierwsze.

Dla danego kontekstu graficznego możemy określić dowolnie wiele przekształceń. Rozważmy na przykład poniższą sekwencję:

```
g2.translate(x, y);
g2.rotate(a);
g2.translate(-x, -y);
```

Ostatnie z przekształceń (wykonywane jako pierwsze) przesuwa punkt (`x`, `y`) do początku układu współrzędnych. Kolejne wykonuje obrót o kąt *a* dookoła początku układu współrzędnych. Ostatnie z przekształceń umieszcza początek układu współrzędnych na powrót w punkcie (`x`, `y`). Efektem złożenia tych trzech przekształceń jest obrót dookoła punktu (`x`, `y`), co możemy zobaczyć na rysunku 7.19. Ponieważ obroty względem punktu innego niż początek układu współrzędnych są często spotykanym rodzajem przekształcenia, to Java 2D udostępnia dla nich osobną metodę:

```
g2.rotate(a, x, y);
```



Rysunek 7.19. *Składanie przekształceń*

Wszystkie rodzaje przekształceń oraz ich złożenia opisane mogą być za pomocą działania na macierzach poniższej postaci:

$$\begin{bmatrix} x_{nowe} \\ y_{nowe} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & c & e \\ b & d & f \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

Takie przekształcenie macierzy nazywane jest *przekształceniem afinicznym*. W Java 2D jest ono reprezentowane przez klasę `AffineTransform`. Jeśli znamy elementy macierzy przekształceń, to możemy utworzyć obiekt tej klasy w poniższy sposób:

```
AffineTransform t = new AffineTransform(a, b, c, d, e, f);
```

Dostępne są metody fabryki `getRotateInstance`, `getScaleInstance`, `getTranslateInstance` oraz `getShearInstance`, które tworzą macierze dla odpowiednich rodzajów przekształceń. Na przykład wywołanie:

```
t = AffineTransform.getScaleInstance(2.0F, 0.5F);
```

zwraca przekształcenie reprezentowane przez następującą macierz:

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0{,}5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Metody `setToRotation`, `setToScale`, `setToTranslation` i `setToShear` umożliwiają zmianę przekształcenia reprezentowanego przez obiekt, na przykład:

```
t.setToRotation(angle); // przekształcenie t będzie obrotem
```

Za pomocą obiektu klasy `AffineTransform` możemy także określić przekształcenie układu współrzędnych dla danego kontekstu graficznego.

```
g2.setTransform(t);  // zastępuje dotychczasowe przekształcenie układu współrzędnych
```

W praktyce jednak metoda ta nie jest zalecana, ponieważ zastępuje także obszar przycięcia danego kontekstu graficznego. W praktyce może zdarzyć się, że na przykład kontekst graficzny dla drukowania na arkuszu o orientacji poziomej zawiera już odpowiedni obrót o 90 stopni. Jeśli wywołamy metodę `setTransform`, to zastąpimy ten obrót własnym przekształceniem. W takim przypadku lepiej więc skorzystać z metody `transform`, która złoży istniejące przekształcenie z reprezentowanym przez obiekt klasy `AffineTransform`.

```
g2.transform(t); // składa bieżące przekształcenie z reprezentowanym przez t
```

Jeśli chcemy zastosować pewne przekształcenie tylko jednorazowo, to powinniśmy najpierw zachować istniejące przekształcenie, następnie dokonać złożenia przekształceń, wykonać operacje graficzne i przywrócić wyjściowe przekształcenie.

```
AffineTranform oldTransform = g2.getTransform();
   // przechowuje bieżące przekształcenie
g2.transform(t); // dodaje nowe przekształcenie
operacje graficzne z wykorzystaniem kontekstu g2
g2.setTransform(oldTrasform); // przywraca wyjściowe przekształcenie
```

API java.awt.geom.AffineTransform 1.2

- `AffineTransform(double a, double b, double c, double d, double e, double f)`
- `AffineTransform(float a, float b, float c, float d, float e, float f)`

  Tworzą macierz przekształcenia afinicznego postaci.

$$\begin{bmatrix} a & c & e \\ b & d & f \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- `AffineTransform(double[] m)`
- `AffineTransform(float[] m)`

  Tworzą macierz przekształcenia afinicznego postaci.

$$\begin{bmatrix} m[0] & m[2] & m[4] \\ m[1] & m[3] & m[5] \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- `static AffineTransform getRotateInstance(double a)`

  tworzy obrót dookoła początku układu współrzędnych o kąt `a` (wyrażony w radianach). Macierz przekształcenia ma postać:

$$\begin{bmatrix} \cos(a) & -\sin(a) & 0 \\ \sin(a) & \cos(a) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Jeśli `a` jest z przedziału od 0 do $\pi/2$, to dodatnia część osi `x` zostaje obrócona w kierunku dodatniej części osi `y`.

- `static AffineTransform getRotateInstance(double a, double x, double y)`

  tworzy obrót dookoła początku punktu (`x`, `y`) o kąt `a` (wyrażony w radianach).

- `static AffineTransform getScaleInstance(double sx, double sy)`

  tworzy przekształcenie skalowania o współczynnik `sx` dla osi `x` i współczynnik `sy` dla osi `y`. Macierz przekształcenia ma postać:

$$\begin{bmatrix} sx & 0 & 0 \\ 0 & sy & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- `static AffineTransform getShearInstance(double shx, double shy)`

  tworzy pochylenie o współczynnik `shx` dla osi `x` i współczynnik `shy` dla osi `y`. Macierz przekształcenia ma postać:

$$\begin{bmatrix} 1 & shx & 0 \\ shy & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- `static AffineTransform getTranslateInstance(double tx, double ty)`

  tworzy przesunięcie o współczynnik na odległość `tx` w osi `x` i odległość `ty` w osi `y`. Macierz przekształcenia ma postać:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & tx \\ 0 & 1 & ty \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- `void setToRotation(double a)`
- `void setToRotation(double a, double x, double y)`
- `void setToScale(double sx, double sy)`
- `void setToShear(double shx, double shy)`
- `void setToTranslation(double tx, double ty)`

  Określają rodzaj danego przekształcenia afinicznego za pomocą jednego z czterech podstawowych przekształceń. Opis przekształceń i ich parametrów zawiera opis metod `getXxxInstance`.

API java.awt.Graphics2D 1.2

- `void setTransform(AffineTransform t)`

  zastępuje istniejące przekształcenie układu współrzędnych danego kontekstu graficznego za pomocą przekształcenia `t`.

- `void transform(AffineTransform t)`

  składa istniejące przekształcenie układu współrzędnych danego kontekstu graficznego z przekształceniem `t`.

- `void rotate(double a)`
- `void rotate(double a, double x, double y)`
- `void scale (double sx, double sy)`
- `void shear (double shx, double shy)`
- `void translate(double tx, double ty)`

  Składają istniejące przekształcenie układu współrzędnych danego kontekstu graficznego z podstawowym przekształceniem o podanych parametrach. Opis przekształceń i ich parametrów zawiera opis metody `AffineTransfor.get`*`Xxx`*`Instance`.

7.7. Przycinanie

Przez *określenie obszaru* przycięcia ograniczamy wszystkie operacje graficzne do jego wnętrza.

```
g2.setClip(clipShape);  // efekt dla metody poniżej
g2.draw(shape);     // rysuje jedynie tę część figury, która mieści się w obszarze przycięcia
```

Zwykle jednak nie będziemy korzystać z metody `setClip`, ponieważ zastępuje ona istniejący już obszar przycięcia kontekstu graficznego, na przykład, jak pokażemy w dalszej części tego rozdziału, kontekst graficzny drukowania zawiera już obszar przycięcia uniemożliwiający drukowanie na marginesach. Dlatego też lepiej w takim przypadku skorzystać z metody `clip`.

```
g2.clip(clipShape); // lepiej
```

Metoda `clip` powoduje utworzenie nowego obszaru przycięcia, który jest częścią wspólną istniejącego dotąd obszaru i obszaru przekazanego jako jej parametr.

Jeśli chcemy wykorzystać dany obszar przycięcia jednorazowo, to powinniśmy zachować najpierw istniejący obszar przycięcia, następnie dodać nowy obszar, wykonać operacje graficzne kontekstu i odtworzyć wyjściowy obszar przycięcia:

```
Shape oldClip = g2.getClip(); // przechowuje obszar przycięcia
g2.clip(clipShape);  // dodaje nowy obszar przycięcia
operacje graficzne kontekstu g2
g2.setClip(oldClip); // przywraca wyjściowy obszar przycięcia
```

Rysunek 7.20 demonstruje sposób przycięcia rysunku złożonego z wielu linii za pomocą złożonego obszaru wyznaczonego przez obrys znaków tekstu.

Rysunek 7.20.
Przycięcie za pomocą obrysu liter

Aby otrzymać obrys czcionek, musimy uzyskać najpierw *kontekst tworzenia czcionki*. Użyjemy w tym celu metody `getFontRenderContext` klasy `Graphics2D`.

```
FontRenderContext context = g2.getFontRenderContext();
```

Następnie, używając łańcucha znaków, czcionki i kontekstu tworzenia czcionki, tworzymy obiekt klasy `TextLayout`:

```
TextLayout layout = new TextLayout("Hello", font, context);
```

Obiekt ten opisuje wygląd ciągu znaków utworzonych za pomocą określonego kontekstu tworzenia czcionki. Wygląd ten zależy od zastosowanego kontekstu tworzenia czcionki i będzie różny w przypadku ekranu i drukarki.

Jego metoda `getOutline` zwraca obiekt implementujący interfejs `Shape` opisujący obrys czcionek tekstu. Obrys ten umieszczony jest w początku układu współrzędnych, co nie jest odpowiednie dla większości przypadków. Dlatego też operacji `getOutline` musimy dostarczyć odpowiednio zdefiniowane przekształcenie afiniczne, które spowoduje umieszczenie obrysu tekstu w żądanym miejscu. W naszym przypadku przekształceniem tym będzie przesunięcie do punktu (0, 100).

```
AffineTransform transform
   = AffineTransform.getTranslateInstance(0, 100);
Shape outline = layout.getOutline(transform);
```

Uzyskany w ten sposób obrys tekstu dołączamy do obszaru przycięcia.

```
GeneralPath clipShape = new GeneralPath();
clipShape.append(outline, false);
```

Następnie określamy obszar przycięcia dla kontekstu graficznego i rysujemy zbiór linii, które widoczne są jedynie wewnątrz obszaru znaków tekstu.

```
g2.setClip(clipShape);
Point2D p = new Point2D.Double(0, 0);
for(int i = 0; i < NLINES; i++)
{
   double x = . . . ;
   double y = . . . ;
   Point2D q = new Point2D.Double(x, y);
   g2.draw(new Line2D.Double(p, q)); // linie są przycinane
}
```

API java.awt.Graphics 1.0

- `void setClip(Shape s)` 1.2

  sprawia, że obszar przycięcia określony jest przez obiekt `s`.

- `Shape getClip()` 1.2

  zwraca bieżący obszar przycięcia

API java.awt.Graphics2D 1.2

- `void clip(Shape s)`

  tworzy część wspólną bieżącego obszaru przycięcia z obszarem definiowanym przez `s`.

- `FontRendererContext getFontRendererContext()`

  zwraca kontekst tworzenia czcionki niezbędny do utworzenia obiektów klasy `TextLayout`.

API java.awt.font.TextLayout 1.2

- `TextLayout(String s, Font f, FontRendererContext context)`

  zwraca obiekt opisujący obrys łańcucha znaków `s` zapisanego czcionką `f` w kontekście graficznym `context`.

- `float getAdvance()`

  zwraca szerokość obrysu tekstu.

- `float getAscent()`
- `float getDescent()`

  Zwracają wysokość obrysu tekstu odpowiednio nad i pod linią bazową tekstu.

- `float getLeading()`

  zwraca odległość między kolejnymi liniami czcionki używanej do utworzenia obrysu tekstu.

7.8. Przezroczystość i składanie obrazów

W modelu kolorów RGB każdy kolor opisany jest przez wartość jego czerwonej, zielonej i niebieskiej składowej. Czasami przydatna okazuje się jednak możliwość określenia także stopnia *przejrzystości* obrazu. Gdy nakładamy obraz na już istniejący, to przejrzyste piksele nie zastępują zupełnie istniejących wcześniej pikseli, lecz tworzona jest ich kombinacja. Rysunek 7.21 pokazuje efekt nałożenia częściowo przezroczystego prostokąta na obrazek. Jak widać, nadal możemy rozróżnić szczegóły obrazka przesłonięte częściowo przez prostokąt.

Rysunek 7.21. *Nałożenie częściowo przezroczystego prostokąta na obrazek*

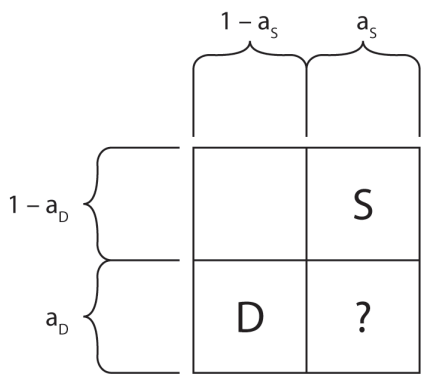
Java 2D opisuje przezroczystość za pomocą *wartości alfa*. Każdy piksel oprócz wartości składowej czerwonej, zielonej i niebieskiej jest scharakteryzowany także przez wartość alfa z przedziału od 0 (całkowita przezroczystość) do 1 (całkowite przesłanianie). Prostokąt na pokazany rysunku 7.21 został wypełniony kolorem żółtym o przejrzystości 50%:

```
new Color(0.7F, 0.7F, 0.0.F, 0.5F);
```

Podczas składania obrazów musimy utworzyć nie tylko kombinację składowych kolorów, ale także i wartości alfa. Dwóch badaczy z dziedziny grafiki komputerowej, Porter i Duff, podało dwanaście możliwych *reguł składania*. Java 2D implementuje wszystkie te reguły. Zanim przejdziemy do ich omówienia, należy zaznaczyć, że jedynie dwie z tych reguł posiadają znaczenie praktyczne. Jeśli reguły składania obrazów wydadzą się mało czytelne, to polecamy korzystanie jedynie z reguły `SRC_OVER`. Jest ona domyślną regułą składania obrazów dla obiektów klasy `Graphics2D` i daje rezultaty zgodne z naszą intuicją.

Przejdźmy zatem do teorii reguł składania obrazów. Założymy w tym celu, że *piksel źródłowy* posiada wartość alfa równą a_S. Natomiast istniejący już obraz posiada *piksel docelowy* o wartości alfa równej a_D. Będziemy chcieli utworzyć kombinację obu pikseli. Sposób tworzenia reguły ich złożenia pokazuje diagram na rysunku 7.22.

Rysunek 7.22. *Projektowanie reguły składania obrazów*



Porter i Duff przez wartość alfa rozumieją prawdopodobieństwo, że zostanie użyty kolor piksela. Z perspektywy piksela źródłowego prawdopodobieństwo to wynosi a_S, natomiast prawdopodobieństwo, że jego kolor nie zostanie użyty, wynosi $1–a_S$. Analogicznie wartości te wyglądają dla piksela docelowego. Tworząc kombinację pikseli, musimy założyć, że są to prawdopodobieństwa zdarzeń niezależnych. W rezultacie otrzymujemy cztery przypadki pokazane na rysunku 7.22. Jeśli kolor piksela źródłowego ma być użyty, a docelowego nie, to oczywiście zastosujemy kolor piksela źródłowego. Dlatego też prawe górne pole diagramu oznaczyliśmy literą *S*. Prawdopodobieństwo tego zdarzenia wynosi $a_S*(1–a_D)$. Analogicznie lewe dolne pole oznaczyliśmy literą *D*. A co w przypadku, gdy każdy z pikseli będzie chciał

zastosować własny kolor? Właśnie tu znajdują zastosowanie reguły Portera-Duffa. Jeśli zdecydujemy, że piksel źródłowy jest „ważniejszy", to także lewe dolne pole oznaczymy literą *S*. Na tym polega właśnie domyślna reguła `SRC_OVER`. Tworzy ona kombinację koloru piksela źródłowego o wadze a_S z kolorem piksela docelowego o wadze $(1–a_S)*a_D$.

Efektem graficznym zastosowania tej reguły jest złożenie kolorów piksela źródłowego i docelowego z przewagą koloru źródłowego. W szczególności jeśli a_S wynosi 1, to kolor piksela źródłowego w ogóle nie jest brany pod uwagę. Natomiast w przypadku wartości 0 piksel źródłowy jest zupełnie przezroczysty i zachowany zostaje niezmieniony kolor piksela docelowego.

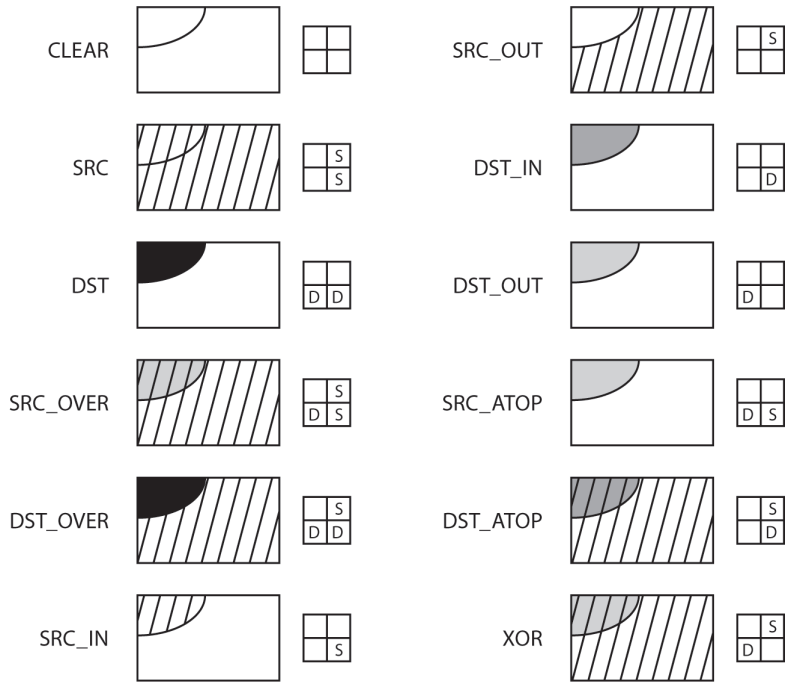
Możliwe są inne reguły składania obrazów różniące się sposobem umieszczenia liter na diagramie. Tabela 7.1 oraz rysunek 7.23 prezentują reguły Portera-Duffa. Rysunek 7.23 pokazuje wyniki reguł złożenia źródłowego obszaru prostokąta o wartości alfa równej 0,75 z docelowym obszarem wycinka elipsy o wartości alfa równej 1.

Tabela 7.1. *Zasady składania obrazów Portera-Duffa*

Zasada	Opis
`CLEAR`	Piksele obrazu źródłowego usuwają piksele obrazu docelowego.
`SRC`	Piksele obrazu źródłowego zastępują piksele obrazu docelowego oraz puste piksele.
`DST`	Piksele obrazu źródłowego nie mają wpływu na piksele obrazu docelowego.
`SRC_OVER`	Piksele obrazu źródłowego tworzą kombinację z pikselami obrazu docelowego i zastępują puste piksele.
`DST_OVER`	Piksele obrazu źródłowego nie mają wpływu na piksele obrazu docelowego, ale zastępują puste piksele.
`SRC_IN`	Piksele obrazu źródłowego zastępują piksele obrazu docelowego.
`SRC_OUT`	Piksele obrazu źródłowego usuwają piksele obrazu docelowego i zastępują puste piksele.
`DST_IN`	Wartość alfa pikseli obrazu źródłowego modyfikuje piksele obrazu docelowego.
`DST_OUT`	Uzupełnienie wartości alfa pikseli obrazu źródłowego modyfikuje piksele obrazu docelowego.
`SRC_ATOP`	Piksele obrazu źródłowego tworzą kombinację z pikselami obrazu docelowego.
`DST_ATOP`	Wartość alfa pikseli obrazu źródłowego modyfikuje piksele obrazu docelowego. Piksele obrazu źródłowego zastępują puste piksele.
`XOR`	Uzupełnienie wartości alfa pikseli obrazu źródłowego modyfikuje piksele obrazu docelowego. Piksele obrazu źródłowego zastępują puste piksele.

Jak łatwo zauważyć większość reguł jest mało przydatna. Skrajnym przypadkiem jest reguła `DST_IN`. Nie bierze ona w ogóle pod uwagę koloru źródła, ale używa jego wartości alfa do modyfikacji obrazu docelowego. Natomiast reguła `SRC` jest przynajmniej potencjalnie przydatna — wymusza ona użycie koloru źródła, nie tworząc jego kombinacji z kolorem obrazu docelowego.

Więcej informacji o regułach Portera-Duffa odnajdziemy na przykład we wspomnianej już książce autorstwa Foleya, van Dama, Feinera et al.



Rysunek 7.23. *Reguły składania obrazów Portera-Duffa*

Metody `setComposite` klasy `Graphics2D` używamy w celu instalacji obiektu implementującego interfejs `Composite`. Java 2D dostarcza jedną klasę o nazwie `AlphaComposite`, która implementuje reguły Portera-Duffa przedstawione na rysunku 7.23.

Metoda fabryki `getInstance` klasy `AlphaComposite` udostępnia obiekt klasy `AlphaComposite` na podstawie podanej reguły i wartości alfa.

```
int rule = AlphaComposite.SRC_OVER;
float alpha = 0.5;
g2.setComposite(AlphaComposite.getInstance(rule, alpha));
g2.setPaint(Color.blue);
g2.fill(rectangle);
```

Powyższy fragment kodu rysuje prostokąt wypełniony kolorem niebieskim. Ponieważ wartość alfa wynosi dla niego 0,5, a regułą złożenia jest `SRC_OVER`, to nakrywa on półprzezroczyście już istniejący rysunek.

Program z listingu 7.3 umożliwia zapoznanie się w praktyce z działaniem reguł składania obrazów. Lista rozwijalna ułatwia wybór jednej z reguł złożenia, a suwak wartości alfa — nakładanego obrazu.

Dodatkowo program wyświetla krótkie objaśnienie sposobu działania wybranej reguły. Zwróćmy uwagę, że opisy te tworzone są na podstawie zawartości diagramu składania obrazów.

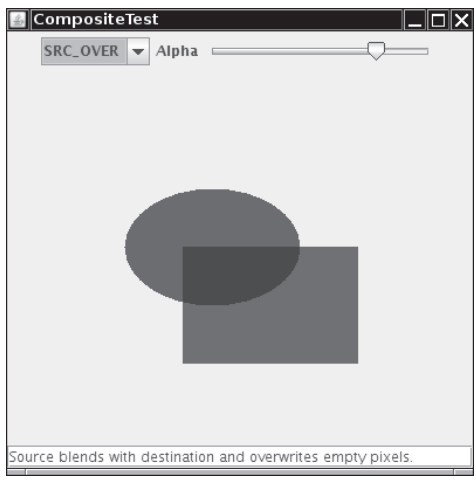
Z działaniem programu składającego obrazy wiąże się pewien problem. Nie ma żadnej gwarancji, że kontekst graficzny związany z ekranem wyposażony jest w kanał wartości alfa. (W rzeczywistości najczęściej nie jest). Gdy piksele umieszczane są bez wykorzystania kanału alfa, to wartości ich kolorów są przemnażane przez wartość alfa, która następnie jest pomi-

jana. Ponieważ kilka reguł Portera-Duffa korzysta jednak z wartości alfa obrazu docelowego, to istotne jest, by posiadał on kanał alfa. Z tego też powodu do składania kolorów wykorzystujemy obiekt klasy `BufferedImage` wyposażony w model kolorów ARGB. Dopiero po złożeniu obrazów rysujemy je na ekranie.

```
BufferedImage image = new BufferedImage(getWidth(),
   getHeight(), BufferedImage.TYPE_INT_ARGB);
Graphics2D gImage = image.createGraphics();
// teraz możemy narysować obraz
g2.drawImage(image, null, 0, 0);
```

Na listingach 7.3 i 7.4 przedstawiamy kod klasy ramki i klasy komponentu. Klasa `Rule` pokazana na listingu 7.5 dostarcza krótkiego objaśnienia dla każdej z reguł złożenia, co ilustruje rysunek 7.24. Po wybraniu reguły złożenia obrazów warto przesunąć suwak, aby zaobserwować wpływ wartości alfa. W szczególności warto też zwrócić uwagę, że jedyną różnicą między regułami `DST_IN` i `DST_OUT` jest sposób zmiany koloru obrazu docelowego (!) w odpowiedzi na zmianę wartości alfa obrazu źródłowego.

Rysunek 7.24. *Program CompositeTest w działaniu*



Listing 7.3. *composite/CompositeTestFrame.java*

```
package composite;

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;
import javax.swing.event.*;

/**
 * Ramka zawierająca listę rozwijalną wyboru reguły,
 * suwak zmiany wartości źródłowej alfa
 * oraz komponent prezentujący efekt złożenia.
 */
class CompositeTestFrame extends JFrame
{
   private static final int DEFAULT_WIDTH = 400;
   private static final int DEFAULT_HEIGHT = 400;

   private CompositeComponent canvas;
```

```
   private JComboBox<Rule> ruleCombo;
   private JSlider alphaSlider;
   private JTextField explanation;

   public CompositeTestFrame()
   {
      setSize(DEFAULT_WIDTH, DEFAULT_HEIGHT);

      canvas = new CompositeComponent();
      add(canvas, BorderLayout.CENTER);

      ruleCombo = new JComboBox<>(new Rule[] { new Rule("CLEAR", "  ", "  "),
            new Rule("SRC", " S", " S"), new Rule("DST", "  ", "DD"),
            new Rule("SRC_OVER", " S", "DS"), new Rule("DST_OVER", " S", "DD"),
            new Rule("SRC_IN", "  ", " S"), new Rule("SRC_OUT", " S", "  "),
            new Rule("DST_IN", "  ", " D"), new Rule("DST_OUT", "  ", "D "),
            new Rule("SRC_ATOP", "  ", "DS"), new Rule("DST_ATOP", " S", " D"),
            new Rule("XOR", " S", "D "), });
      ruleCombo.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               Rule r = (Rule) ruleCombo.getSelectedItem();
               canvas.setRule(r.getValue());
               explanation.setText(r.getExplanation());
            }
         });

      alphaSlider = new JSlider(0, 100, 75);
      alphaSlider.addChangeListener(new ChangeListener()
         {
            public void stateChanged(ChangeEvent event)
            {
               canvas.setAlpha(alphaSlider.getValue());
            }
         });
      JPanel panel = new JPanel();
      panel.add(ruleCombo);
      panel.add(new JLabel("Alpha"));
      panel.add(alphaSlider);
      add(panel, BorderLayout.NORTH);

      explanation = new JTextField();
      add(explanation, BorderLayout.SOUTH);

      canvas.setAlpha(alphaSlider.getValue());
      Rule r = ruleCombo.getItemAt(ruleCombo.getSelectedIndex());
      canvas.setRule(r.getValue());
      explanation.setText(r.getExplanation());
   }
}
```

Listing 7.4. *composite/CompositeComponent.java*

```
package composite;

import java.awt.*;
```

```
import java.awt.geom.*;
import java.awt.image.*;
import javax.swing.*;

/**
 * Komponent prezentujący złożenie dwu figur.
 */
class CompositeComponent extends JComponent
{
   private int rule;
   private Shape shape1;
   private Shape shape2;
   private float alpha;

   public CompositeComponent()
   {
      shape1 = new Ellipse2D.Double(100, 100, 150, 100);
      shape2 = new Rectangle2D.Double(150, 150, 150, 100);
   }

   public void paintComponent(Graphics g)
   {
      Graphics2D g2 = (Graphics2D) g;

      BufferedImage image = new BufferedImage(getWidth(), getHeight(),
      ↪BufferedImage.TYPE_INT_ARGB);
      Graphics2D gImage = image.createGraphics();
      gImage.setPaint(Color.red);
      gImage.fill(shape1);
      AlphaComposite composite = AlphaComposite.getInstance(rule, alpha);
      gImage.setComposite(composite);
      gImage.setPaint(Color.blue);
      gImage.fill(shape2);
      g2.drawImage(image, null, 0, 0);
   }

   /**
    * Określa regułę złożenia.
    * @param r reguła (jako stała AlphaComposite)
    */
   public void setRule(int r)
   {
      rule = r;
      repaint();
   }

   /**
    * Określa wartość alfa dla źródła
    * @param a wartość alfa z przedziału od 0 do 100
    */
   public void setAlpha(int a)
   {
      alpha = (float) a / 100.0F;
      repaint();
   }
}
```

Listing 7.5. *composite/Rule.java*

```
package composite;

import java.awt.*;

/**
 * Klasa reprezentująca regułę Portera-Duffa.
 */
class Rule
{
   private String name;
   private String porterDuff1;
   private String porterDuff2;

   /**
    * Tworzy obiekt reprezentujący regułę Portera-Duffa
    * @param n nazwa reguły
    * @param pd1 pierwszy wiersz diagramu Portera-Duffa
    * @param pd2 drugi wiersz diagramu Portera-Duffa
    */
   public Rule(String n, String pd1, String pd2)
   {
      name = n;
      porterDuff1 = pd1;
      porterDuff2 = pd2;
   }

   /**
    * Zwraca objaśnienie sposobu działania reguły.
    * @return objaśnienie
    */
   public String getExplanation()
   {
      StringBuilder r = new StringBuilder("Source ");
      if (porterDuff2.equals("  ")) r.append("clears");
      if (porterDuff2.equals(" S")) r.append("overwrites");
      if (porterDuff2.equals("DS")) r.append("blends with");
      if (porterDuff2.equals(" D")) r.append("alpha modifies");
      if (porterDuff2.equals("D ")) r.append("alpha complement modifies");
      if (porterDuff2.equals("DD")) r.append("does not affect");
      r.append(" destination");
      if (porterDuff1.equals(" S")) r.append(" and overwrites empty pixels");
      r.append(".");
      return r.toString();
   }

   public String toString()
   {
      return name;
   }

   /**
    * Zwraca wartość wyznaczoną przez regułę
    * jako obiekt klasy AlphaComposite
    * @return stała AlphaComposite lub -1, jeśli nie istnieje odpowiednia stała.
    */
   public int getValue()
   {
```

```
            try
            {
               return (Integer) AlphaComposite.class.getField(name).get(null);
            }
            catch (Exception e)
            {
               return -1;
            }
         }
      }
```

API java.awt.Graphics2D 1.2

- `void setComposite(Composite s)`

  sprawia, że sposób składania obrazów dla danego kontekstu graficznego określony jest przez obiekt `s` implementujący interfejs `Composite`.

API java.awt.AlphaComposite 1.2

- `static AlphaComposite getInstance(int rule)`
- `static AlphaComposite getInstance(int rule, float alpha)`

  Tworzą obiekt klasy `AlphaComposite`. Parametr `rule` przyjmuje jedną z wartości `CLEAR`, `SRC`, `SRC_OVER`, `DST_OVER`, `SRC_IN`, `SRC_OUT`, `DST_IN`, `DST_OUT`, `DST`, `DST_ATOP`, `SRC_ATOP` lub `XOR`.

7.9. Wskazówki operacji graficznych

Na podstawie lektury poprzednich podrozdziałów można przekonać się, że proces tworzenia obrazów może być bardzo złożony. Choć Java 2D okazuje się w większości przypadków zaskakująco efektywna, to jednak zdarzają się sytuacje, w których przydatna jest możliwość określenia kompromisu między szybkością operacji graficznych a jakością otrzymanych obrazów. Java 2D udostępnia w tym celu *wskazówki operacji graficznych*. Metoda `setRenderingHint` klasy `Graphics2D` umożliwia określenie pojedynczej wskazówki. Klucze i wartości dostępnych wskazówek zadeklarowane są w klasie `RenderingHints`. Tabela 7.2 prezentuje wszystkie możliwości. Wartości, których nazwa kończy się przyrostkiem `_DEFAULT`, oznaczają wartości domyślne wybrane przez określoną implementację jako najlepszy kompromis pomiędzy szybkością działania i jakością obrazu.

Jedna z bardziej przydatnych wskazówek związana jest z techniką *antialiasingu*. Technika ta służy wygładzeniu pochyłych linii prostych oraz krzywych. Jak pokazano na rysunku 7.25, krzywa rysowana jest za pomocą pikseli układających się w „schodki”. Zwłaszcza w przypadku prezentacji za pomocą urządzeń o niskiej rozdzielczości daje to niezbyt elegancki efekt. Okazuje się, że reprezentację krzywej można wygładzić, rysując dodatkowo piksele krzywej o „częściowym” wypełnieniu. Efekt ten uzyskujemy, nadając pikselom wartość koloru proporcjonalną do stopnia ich pokrycia przez krzywą. Jednak ceną, jaką musimy zapłacić za wygładzenie krzywej, są oczywiście obliczenia związane z wyznaczeniem kolorów dodatkowych pikseli.

Tabela 7.2. *Wskazówki operacji graficznych*

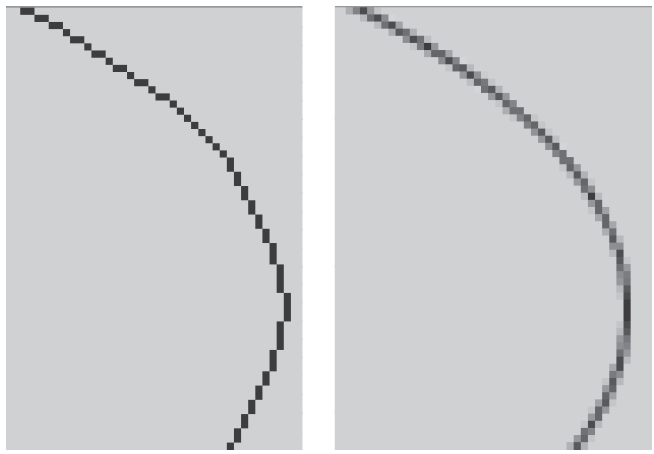
Klucz	Wartości	Objaśnienie
KEY_ANTIALIASING	VALUE_ANTIALIAS_ON VALUE_ANTIALIAS_OFF VALUE_ANTIALIAS_DEFAULT	Włącza (wyłącza) antialiasing dla rysowania figur.
KEY_TEXT_ANTIALIASING	VALUE_TEXT_ANTIALIAS_ON VALUE_TEXT_ANTIALIAS_OFF VALUE_TEXT_ANTIALIAS_DEFAULT VALUE_TEXT_ANTIALIAS_GASP 6 VALUE_TEXT_ANTIALIAS_LCD_HRGB 6 VALUE_TEXT_ANTIALIAS_LCD_HRGR 6 VALUE_TEXT_ANTIALIAS_LCD_VRGB 6 VALUE_TEXT_ANTIALIAS_LCD_VBGR 6	Włącza (wyłącza) antialiasing dla czcionek. W przypadku wartości VALUE_TEXT_ANTIALIAS_GASP decyzja o zastosowaniu antialiasingu dla określonego rozmiaru czcionki jest podejmowana na podstawie tabeli opisującej rasteryzację czcionki.
KEY_FRACTIONAL_METRICS	VALUE_FRACTIONALMETRICS_ON VALUE_FRACTIONALMETRICS_OFF VALUE_FRACTIONALMETRICS_DEFAULT	Zwiększa lub zmniejsza dokładność obliczeń rozmiarów czcionek.
KEY_RENDERING	VALUE_RENDER_QUALITY VALUE_RENDER_SPEED VALUE_RENDER_DEFAULT	Wybiera algorytmy rysowania o większej efektywności lub dokładności (jeśli są dostępne).
KEY_STROKE_CONTROL 1.3	VALUE_STROKE_NORMALIZE VALUE_STROKE_PURE VALUE_STROKE_DEFAULT	Wybiera tworzenia śladów pędzla kontrolowane przez akcelerator graficzny (który może przesuwać ślad pędzla o nie więcej niż pół piksela) lub przez „czystą” regułę dopuszczającą jedynie przebieg śladu przez „środek” pikseli.
KEY_DITHERING	VALUE_DITHER_ENABLE VALUE_DITHER_DISABLE VALUE_DITHER_DEFAULT	Włącza (wyłącza) symulowanie wartości kolorów za pomocą grup pikseli o różnych kolorach. (Sposób działania może zależeć od tego, czy stosowany jest również antialiasing).
KEY_ALPHA_INTERPOLATION	VALUE_ALPHA_INTERPOLATION_QUALITY VALUE_ALPHA_INTERPOLATION_SPEED VALUE_ALPHA_INTERPOLATION_DEFAULT	Włącza (wyłącza) precyzyjne obliczenia wartości alfa.
KEY_COLOR_RENDERING	VALUE_COLOR_RENDER_QUALITY VALUE_ COLOR_RENDER _SPEED VALUE_ COLOR_RENDER _DEFAULT	Zwiększa dokładność lub efektywność wyznaczania kolorów.
KEY_INTERPOLATION	VALUE_ INTERPOLATION_NEAREST_NEIGHBOR VALUE_ INTERPOLATION_BILINEAR VALUE_ INTERPOLATION_BICUBIC	Wybiera regułę interpolacji pikseli podczas skalowania obrazów.

Na przykład wykorzystania antialiasingu podczas rysowania obrysów figur zażądamy w następujący sposób:

```
g2.setRenderingHint(RenderingHints.KEY_ANTIALIASING,
   RenderingHints.VALUE_ANTIALIAS_ON);
```

Technika antialiasingu jest także przydatna w przypadku rysowania czcionek:

Rysunek 7.25.
Antialiasing



```
g2.setRenderingHint(RenderingHints.KEY_TEXT_ANTIALIASING,
   RenderingHints.VALUE_TEXT_ANTIALIAS_ON);
```

Pozostałe wskazówki operacji graficznych używane są rzadziej.

Zbiór par klucz-wartość wskazówek możemy także umieścić na mapie i wyegzekwować je wszystkie za pomocą pojedynczego wywołania metody `setRenderHints`. Wykorzystać możemy w tym celu dowolną klasę kolekcji implementującą interfejs mapy, ale także i samą klasę `RenderingHints`. Implementuje ona także interfejs `Map` i dostarcza domyślnej implementacji mapy, jeśli jej konstruktorowi przekażemy wartość `null`, na przykład:

```
RenderingHints hints = new RenderingHints(null);
hints.put(RenderingHints.KEY_ANTIALIASING,
   RenderingHints.VALUE_ANTIALIAS_ON);
hints.put(RenderingHints.KEY_TEXT_ANTIALIASING,
   RenderingHints.VALUE_TEXT_ANTIALIAS_ON);
g2.setRenderHints(hints);
```

Technikę tę wykorzystujemy w programie z listingu 7.6. Tworzy on obrazek, korzystając na początku z wartości wskazówek, które uznaliśmy za potencjalnie przydatne w tym przypadku. Zauważmy, że:

- Antialiasing wygładza elipsę.
- Antialiasing wygładza tekst.
- Na niektórych platformach zastosowanie dokładniejszych obliczeń dla czcionek (`VALUE_FRACTIONALMETRICS_ON`) powoduje ich nieco ciaśniejsze wyświetlanie.
- Zastosowanie wskazówki `VALUE_RENDER_QUALITY` wygładza przeskalowany obrazek (ten sam efekt uzyskamy, stosując wartość `VALUE_ INTERPOLATION_BICUBIC` dla wskazówki `KEY_INTERPOLATION`).
- Jeśli wyłączymy antialiasing, to wybór wartości `VALUE_STROKE_NORMALIZE` spowoduje zmianę wyglądu elipsy oraz zmianę położenia przekątnej kwadratu.

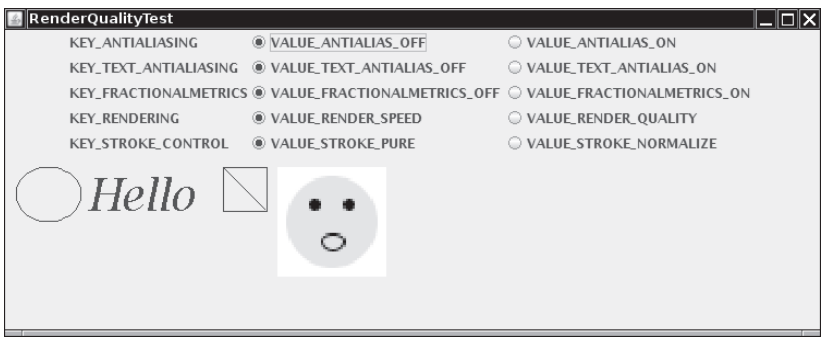
Listing 7.6. *renderQuality/RenderQualityTestFrame.java*

```
package renderQuality;

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import java.awt.geom.*;
import javax.swing.*;

/**
 * Ramka zawierająca przyciski wyboru wskazówek
 * oraz obrazek tworzony przy ich zastosowaniu.
 */
public class RenderQualityTestFrame extends JFrame
{
   private RenderQualityComponent canvas;
   private JPanel buttonBox;
   private RenderingHints hints;
   private int r;

   public RenderQualityTestFrame()
   {
      buttonBox = new JPanel();
      buttonBox.setLayout(new GridBagLayout());
      hints = new RenderingHints(null);

      makeButtons("KEY_ANTIALIASING", "VALUE_ANTIALIAS_OFF", "VALUE_ANTIALIAS_ON");
      makeButtons("KEY_TEXT_ANTIALIASING", "VALUE_TEXT_ANTIALIAS_OFF",
      ↪"VALUE_TEXT_ANTIALIAS_ON");
      makeButtons("KEY_FRACTIONALMETRICS", "VALUE_FRACTIONALMETRICS_OFF",
            "VALUE_FRACTIONALMETRICS_ON");
      makeButtons("KEY_RENDERING", "VALUE_RENDER_SPEED", "VALUE_RENDER_QUALITY");
      makeButtons("KEY_STROKE_CONTROL", "VALUE_STROKE_PURE", "VALUE_STROKE_NORMALIZE");
      canvas = new RenderQualityComponent();
      canvas.setRenderingHints(hints);

      add(canvas, BorderLayout.CENTER);
      add(buttonBox, BorderLayout.NORTH);
      pack();
   }

   /**
    * Tworzy zestaw przycisków wyboru wskazówek
    * @param key nazwa klucza
    * @param value1 nazwa pierwszej wartości dla klucza
    * @param value2 nazwa drugiej wartości dla klucza
    */
   void makeButtons(String key, String value1, String value2)
   {
      try
      {
         final RenderingHints.Key k = (RenderingHints.Key)
         ↪RenderingHints.class.getField(key).get(
               null);
         final Object v1 = RenderingHints.class.getField(value1).get(null);
         final Object v2 = RenderingHints.class.getField(value2).get(null);
         JLabel label = new JLabel(key);
```

```
            buttonBox.add(label, new GBC(0, r).setAnchor(GBC.WEST));
            ButtonGroup group = new ButtonGroup();
            JRadioButton b1 = new JRadioButton(value1, true);

            buttonBox.add(b1, new GBC(1, r).setAnchor(GBC.WEST));
            group.add(b1);
            b1.addActionListener(new ActionListener()
               {
                  public void actionPerformed(ActionEvent event)
                  {
                     hints.put(k, v1);
                     canvas.setRenderingHints(hints);
                  }
               });
            JRadioButton b2 = new JRadioButton(value2, false);

            buttonBox.add(b2, new GBC(2, r).setAnchor(GBC.WEST));
            group.add(b2);
            b2.addActionListener(new ActionListener()
               {
                  public void actionPerformed(ActionEvent event)
                  {
                     hints.put(k, v2);
                     canvas.setRenderingHints(hints);
                  }
               });
            hints.put(k, v1);
            r++;
         }
         catch (Exception e)
         {
            e.printStackTrace();
         }
      }
   }

   /**
    * Komponent tworzący rysunek z zastosowaniem wskazówek.
    */
   class RenderQualityComponent extends JComponent
   {
      private static final int DEFAULT_WIDTH = 750;
      private static final int DEFAULT_HEIGHT = 150;

      private RenderingHints hints = new RenderingHints(null);
      private Image image;

      public RenderQualityComponent()
      {
         image = new ImageIcon(getClass().getResource("face.gif")).getImage();
      }

      public void paintComponent(Graphics g)
      {
         Graphics2D g2 = (Graphics2D) g;
         g2.setRenderingHints(hints);

         g2.draw(new Ellipse2D.Double(10, 10, 60, 50));
```

```
      g2.setFont(new Font("Serif", Font.ITALIC, 40));
      g2.drawString("Hello", 75, 50);

      g2.draw(new Rectangle2D.Double(200, 10, 40, 40));
      g2.draw(new Line2D.Double(201, 11, 239, 49));

      g2.drawImage(image, 250, 10, 100, 100, null);
   }

   /**
    * Konfiguruje wskazówki i powoduje odrysowanie obrazka.
    * @param h wskazówki
    */
   public void setRenderingHints(RenderingHints h)
   {
      hints = h;
      repaint();
   }

   public Dimension getPreferredSize() { return new Dimension(DEFAULT_WIDTH,
DEFAULT_HEIGHT); }
}
```

Na rysunku 7.26 przedstawiony został efekt działania programu.



Rysunek 7.26. *Program RenderingHints w działaniu*

API java.awt.Graphics2D 1.2

- `void setRenderingHint(RenderingHints.Key key, Object value)`

  stosuje wskazówkę do danego kontekstu graficznego.

- `void setRenderingHints(Map m)`

  stosuje do danego kontekstu graficznego wszystkie wskazówki, których pary klucz-wartość przechowuje mapa.

API java.awt.RenderingHints 1.2

- `RenderingHints(Map<RenderingHints.Key, ?> m)`

  tworzy mapę wskazówek operacji graficznych. Jeśli `m` posiada wartość `null`, to wykorzystywana jest domyślna implementacja mapy.

7.10. Czytanie i zapisywanie plików graficznych

W wersjach wcześniejszych niż 1.4, Java SE posiadała bardzo ograniczone możliwości odczytu i zapisu plików graficznych. Możliwy był odczyt plików zapisanych w formatach GIF oraz JPEG, ale zapis obrazów nie był możliwy w żadnym z formatów.

Sytuacja ta uległa poprawie z wprowadzeniem Java SE 1.4. Pakiet `javax.imageio` dostarcza gotowej implementacji operacji odczytu i zapisu plików graficznych w kilku powszechnie stosowanych formatach, a także szkielet umożliwiający tworzenie własnych implementacji dla innych formatów plików graficznych. W Java SE 6 możliwy jest odczyt i zapis plików zapisanych w formatach GIF, JPEG, PNG, BMP (Windows bitmap) i WBMP (wireless bitmap). Brak możliwości zapisu plików w formacie GIF we wcześniejszych wersjach był spowodowany ograniczeniami patentowymi.

Sposób korzystania z podstawowych operacji na plikach graficznych jest bardzo prosty. Aby załadować zawartość pliku graficznego, korzystamy z metody statycznej `read` klasy `ImageIO`:

```
File f = . . . ;
BufferedImage image = ImageIO.read(f);
```

Klasa `ImageIO` sama dobiera odpowiedni obiekt do odczytu danego formatu na podstawie rozszerzenia pliku oraz identyfikatora formatu zapisanego na początku pliku. Jeśli obiekt odczytu dla danego formatu jest niedostępny, to metoda `read` zwraca wartość `null`.

Równie łatwo można zapisać obraz w pliku:

```
File f = . . . ;
String format = . . . ;
ImageIO.write(image, format, f);
```

Parametr `format` metody `write` identyfikuje docelowy format pliku za pomocą łańcucha znaków postaci `"JPEG"` lub `"PNG"`. Na tej podstawie klasa `ImageIO` dobiera odpowiedni obiekt zapisu pliku.

7.10.1. Wykorzystanie obiektów zapisu i odczytu plików graficznych

W przypadku bardziej zaawansowanych operacji na plikach graficznych metody statyczne `read` i `write` klasy `ImageIO` mogą okazać się niewystarczające. W takich sytuacjach musimy najpierw uzyskać odpowiedni dla danego formatu obiekt odczytu `ImageReader` lub obiekt zapisu `ImageWriter`. Klasa `ImageIO` tworzy wyliczenie dostępnych obiektów na podstawie jednej z poniższych informacji:

- formatu pliku (na przykład `"JPEG"`),
- rozszerzenia nazwy pliku (na przykład `"jpg"`),
- typu określonego w standardzie MIME (na przykład `"image/jpeg"`).

Standard MIME (*Multipurpose Internet Mail Extensions*) definiuje formaty wymiany danych, na przykład `"image/jpeg"` czy `"application/pdf"`. Wersję dokumentu RFC w formacie HTML definiującego standard MIME można odnaleźć pod adresem *http://www.oac.uci.edu/indiv/ehood/MIME*.

Obiekt odczytu pliku w formacie JPEG możemy uzyskać w poniższy sposób:

```
ImageReader reader = null;
Iterator<ImageReader> iter =
   ImageIO.getImageReadersByFormatName("JPEG");
if (iter.hasNext()) reader = iter.next();
```

Można też wykorzystać w tym celu metody `getImageReadersBySuffix` lub `getImageReaders➥ByMIMEType`, które tworzą wyliczenie na podstawie odpowiednio rozszerzenia pliku lub typu MIME.

Może zdarzyć się, że klasa `ImageIO` zlokalizuje więcej niż jeden obiekt umożliwiający odczyt danego formatu pliku. Należy wtedy wybrać jeden z nich. Aby uzyskać więcej informacji o dostępnych obiektach odczytu, musimy utworzyć dla nich *interfejs dostawcy*:

```
ImageReaderSpi spi = reader.getOriginatingProvider();
```

Korzystając z niego, możemy pobrać informację o nazwie producenta (dostawcy) i numerze wersji:

```
String vendor = spi.getVendor();
String version = spi.getVersion();
```

Informacja ta może okazać się pomocna w wyborze odpowiedniego obiektu lub zostać wykorzystana do utworzenia listy, która pozwoli wybrać obiekt użytkownikowi programu. Dla dalszych rozważań przyjmiemy, że korzystać będziemy z pierwszego ze znalezionych obiektów.

Program zamieszczony na listingu 7.7 znajduje wszystkie rozszerzenia plików dla wszystkich dostępnych obiektów odczytu plików graficznych. Rozszerzenia te wykorzystuje następnie do utworzenia filtru nazw plików. W tym celu używamy metody statycznej `ImageIO.get➥ReaderFileSuffixes`:

```
String[] extensions = ImageIO.getWriterFileSuffixes();
chooser.setFileFilter(new FileNameExtensionFilter("Image files", extensions));
```

Listing 7.7. *imageIO/ImageIOFrame.java*

```
package imageIO;

import java.awt.event.*;
import java.awt.image.*;
import java.io.*;
import java.util.*;
import javax.imageio.*;
import javax.imageio.stream.*;
import javax.swing.*;
import javax.swing.filechooser.*;

/**
 * Ramka wyświetlająca zawartość pliku graficznego.
 * Jej menu umożliwia odczyt i zapis plików.
 */
public class ImageIOFrame extends JFrame
{
   private static final int DEFAULT_WIDTH = 400;
   private static final int DEFAULT_HEIGHT = 400;
```

```
private static Set<String> writerFormats = getWriterFormats();

private BufferedImage[] images;

public ImageIOFrame()
{
   setSize(DEFAULT_WIDTH, DEFAULT_HEIGHT);

   JMenu fileMenu = new JMenu("File");
   JMenuItem openItem = new JMenuItem("Open");
   openItem.addActionListener(new ActionListener()
      {
         public void actionPerformed(ActionEvent event)
         {
            openFile();
         }
      });
   fileMenu.add(openItem);

   JMenu saveMenu = new JMenu("Save");
   fileMenu.add(saveMenu);
   Iterator<String> iter = writerFormats.iterator();
   while (iter.hasNext())
   {
      final String formatName = iter.next();
      JMenuItem formatItem = new JMenuItem(formatName);
      saveMenu.add(formatItem);
      formatItem.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               saveFile(formatName);
            }
         });
   }

   JMenuItem exitItem = new JMenuItem("Exit");
   exitItem.addActionListener(new ActionListener()
      {
         public void actionPerformed(ActionEvent event)
         {
            System.exit(0);
         }
      });
   fileMenu.add(exitItem);

   JMenuBar menuBar = new JMenuBar();
   menuBar.add(fileMenu);
   setJMenuBar(menuBar);
}

/**
 * Otwiera plik i ładuje obrazek.
 */
public void openFile()
{
```

```
      JFileChooser chooser = new JFileChooser();
      chooser.setCurrentDirectory(new File("."));
      String[] extensions = ImageIO.getReaderFileSuffixes();
      chooser.setFileFilter(new FileNameExtensionFilter("Image files", extensions));
      int r = chooser.showOpenDialog(this);
      if (r != JFileChooser.APPROVE_OPTION) return;
      File f = chooser.getSelectedFile();
      Box box = Box.createVerticalBox();
      try
      {
         String name = f.getName();
         String suffix = name.substring(name.lastIndexOf('.') + 1);
         Iterator<ImageReader> iter = ImageIO.getImageReadersBySuffix(suffix);
         ImageReader reader = iter.next();
         ImageInputStream imageIn = ImageIO.createImageInputStream(f);
         reader.setInput(imageIn);
         int count = reader.getNumImages(true);
         images = new BufferedImage[count];
         for (int i = 0; i < count; i++)
         {
            images[i] = reader.read(i);
            box.add(new JLabel(new ImageIcon(images[i])));
         }
      }
      catch (IOException e)
      {
         JOptionPane.showMessageDialog(this, e);
      }
      setContentPane(new JScrollPane(box));
      validate();
   }

   /**
    * Zapisuje bieżący obrazek w pliku.
    * @param formatName format pliku
    */
   public void saveFile(final String formatName)
   {
      if (images == null) return;
      Iterator<ImageWriter> iter = ImageIO.getImageWritersByFormatName(formatName);
      ImageWriter writer = iter.next();
      JFileChooser chooser = new JFileChooser();
      chooser.setCurrentDirectory(new File("."));
      String[] extensions = writer.getOriginatingProvider().getFileSuffixes();
      chooser.setFileFilter(new FileNameExtensionFilter("Image files", extensions));

      int r = chooser.showSaveDialog(this);
      if (r != JFileChooser.APPROVE_OPTION) return;
      File f = chooser.getSelectedFile();
      try
      {
         ImageOutputStream imageOut = ImageIO.createImageOutputStream(f);
         writer.setOutput(imageOut);

         writer.write(new IIOImage(images[0], null, null));
         for (int i = 1; i < images.length; i++)
         {
```

```
                IIOImage iioImage = new IIOImage(images[i], null, null);
                if (writer.canInsertImage(i)) writer.writeInsert(i, iioImage, null);
             }
          }
          catch (IOException e)
          {
             JOptionPane.showMessageDialog(this, e);
          }
       }

       /**
        * Tworzy zbiór "preferowanych" nazw formatów plików graficznych,
        * dla których istnieją obiekty odczytu. Preferowaną nazwą formatu
        * zostaje pierwsza nazwa dla danego obiektu odczytu.
        * @return zbiór nazw formatów
        */
       public static Set<String> getWriterFormats()
       {
          Set<String> writerFormats = new TreeSet<>();
          Set<String> formatNames = new TreeSet<>(Arrays.asList(ImageIO
                .getWriterFormatNames()));
          while (formatNames.size() > 0)
          {
             String name = formatNames.iterator().next();
             Iterator<ImageWriter> iter = ImageIO.getImageWritersByFormatName(name);
             ImageWriter writer = iter.next();
             String[] names = writer.getOriginatingProvider().getFormatNames();
             String format = names[0];
             if (format.equals(format.toLowerCase())) format = format.toUpperCase();
             writerFormats.add(format);
             formatNames.removeAll(Arrays.asList(names));
          }
          return writerFormats;
       }
    }
```

Zapis plików wymaga trochę więcej pracy. Chcemy zaprezentować użytkownikowi menu formatów graficznych do wyboru, ale, niestety, metoda `getWriterFormatNames` klasy `ImageIO` tworzy mało przydatną listę powtarzających się nazw:

```
jpg, BMP, bmp, JPG, jpeg, wbmp, png, JPEG, PNG, WBMP, GIF, gif
```

Na pewno menu wyboru nie powinno wyglądać w ten sposób. Musimy raczej stworzyć listę „preferowanych” nazw formatów. W tym celu tworzymy metodę pomocniczą `getWriter`
`↪Formats` (patrz listing 7.7). Przeglądając listę, możemy pobrać pierwszą nazwę formatu i wyszukać związany z nią obiekt zapisu. Następnie pobrać dla niego nazwę formatu w nadziei, że będzie to najbardziej popularna wersja nazwy. Dla obiektu zapisu formatu JPEG rozwiązanie takie sprawdza się: otrzymujemy nazwę `"JPEG"`. (Jednak już dla obiektu zapisu formatu PNG jako pierwszą uzyskamy nazwę `"png"`. Mamy nadzieję, że sytuacja ta zostanie uporządkowana w kolejnej wersji biblioteki. Tymczasem rozwiązujemy problem, zamieniając wszystkie nazwy na duże litery). Po wybraniu preferowanej nazwy usuwamy wszystkie alternatywne nazwy z listy wyjściowej. W ten sposób postępujemy dla wszystkich formatów.

7.10.2. Odczyt i zapis plików zawierających sekwencje obrazów

Niektóre pliki, w szczególności pliki animacji w formacie GIF, mogą zawierać wiele obrazów. Metoda `read` klasy `ImageIO` umożliwia odczyt pojedynczego obrazu. Aby załadować wiele obrazów, musimy przekształcić źródło wejścia (na przykład strumień wejściowy lub plik) w obiekt klasy `ImageInputStream`.

```
InputStream in = . . . ;
ImageInputStream imageIn = ImageIO.createImageInputStream(in);
```

A następnie dołączyć uzyskany obiekt do obiektu odczytu pliku:

```
reader.setInput(imageIn, true);
```

Drugi z parametrów metody `setInput` wskazuje, że źródło umożliwiać będzie tylko odczyt w trybie „do przodu". W przeciwnym razie możliwy będzie swobodny dostęp do danych źródła albo przez buforowanie ich w czasie odczytu, albo za pomocą pliku o dostępie swobodnym. Swobodny dostęp do pliku graficznego bywa przydatny w pewnych sytuacjach. Na przykład jeśli chcemy uzyskać informacje o liczbie obrazów w pliku GIF, musimy przeczytać cały plik. Jeśli zechcemy następnie pobrać jeden z obrazów, to plik nie będzie musiał być odczytany ponownie.

Powyższa uwaga jest istotna jedynie w przypadku odczytu za pośrednictwem strumienia, pliku, który zawiera wiele obrazów i jego format nie udostępnia w nagłówku pliku informacji o liczbie zapisanych obrazów. Natomiast kiedy czytamy obrazy bezpośrednio z pliku, wystarczy nam poniższy fragment kodu:

```
File f = . . . ;
ImageInputStream imageIn = ImageIO.createImageInputStream(f);
reader.setInput(imageIn);
```

Dysponując obiektem odczytu pliku, możemy wczytać określony obraz za pomocą poniższego wywołania:

```
BufferedImage image = reader.read(index);
```

gdzie `index` jest numerem obrazu (numeracja rozpoczyna się od zera).

Jeśli źródło obrazów jest w trybie odczytu „do przodu", to metodę `read` wywołujemy tak długo, aż nie wyrzuci ona wyjątku `IndexOutOfBoundsException`. W przeciwnym razie możemy skorzystać z metody `getNumImages`:

```
int n = reader.getNumImages(true);
```

Jej parametr zezwala na przeszukanie zawartości pliku w celu ustalenia liczby obrazów. Jeśli ich źródło jest jednak w trybie odczytu „do przodu", to metoda ta wyrzuci wyjątek `IllegalState`
`↪Exception`. Jeśli podając metodzie parametr o wartości `false`, zabronimy przeszukiwania pliku, to zwróci ona wartość `-1`, w przypadku gdy ustalenie liczby obrazów bez przeszukania pliku nie jest możliwe. W takiej sytuacji musimy odczytywać kolejne obrazy aż do wyrzucenia wyjątku `IndexOutOfBoundsException`.

Nagłówki niektórych plików graficznych mogą zawierać miniatury umożliwiające podgląd ich zawartości. Liczbę miniatur obrazu o danym indeksie możemy określić, wywołując poniższą metodę:

```
int count = reader.getNumThumbnails(index);
```

Określoną miniaturę danego obrazu wczytujemy, tak jak poniżej:

```
BufferedImage thumbnail = reader.readThumbnail(index,
   thumbnailIndex);
```

Często przydatna jest możliwość uzyskania informacji o rozmiarze obrazu — na przykład zanim zostanie załadowany za pośrednictwem sieci o niskiej przepustowości. Następujące wywołania

```
int width = reader.getWidth(index);
int height = reader.getHeight(index);
```

umożliwiają uzyskanie informacji o rozmiarach obrazu o danym indeksie.

Aby zapisać w pliku sekwencję obrazów, musimy najpierw uzyskać odpowiedni obiekt klasy `ImageWriter`. Klasa `ImageIO` umożliwia wyliczenie obiektów zapisu dla określonego formatu graficznego:

```
String format = . . . ;
ImageWriter writer = null;
Iterator<ImageWriter> iter =
   IOImage.getImageWriterByFormatName(format);
if (iter.hasNext()) writer = iter.next();
```

Następnie musimy przekształcić strumień wyjścia lub plik w obiekt klasy `ImageOutputStream`, który udostępnimy obiektowi zapisu. Możemy to zrobić w sposób przedstawiony poniżej:

```
File f = . . . ;
ImageOutputStream imageOut = ImageIO.createImageOutputStream(f);
writer.setOutput(imageOut);
```

Każdy z zapisywanych obrazów musimy obudować jeszcze za pomocą obiektu klasy `IIOImage`. Opcjonalnie możemy dostarczyć także listę miniatur oraz metadane obrazów (opisujące na przykład algorytm kompresji czy sposób kodowania kolorów). W naszym przypadku użyjemy wartości `null` dla obu opcjonalnych parametrów. Więcej informacji na temat ich wykorzystania znajdziemy w dokumentacji Java 2D.

```
IIOImage iioImage = new IIOImage(images[i], null, null);
```

Pierwszy z obrazów zapiszemy, korzystając z metody `write`:

```
writer.write(new IIOImage(images[0], null, null));
```

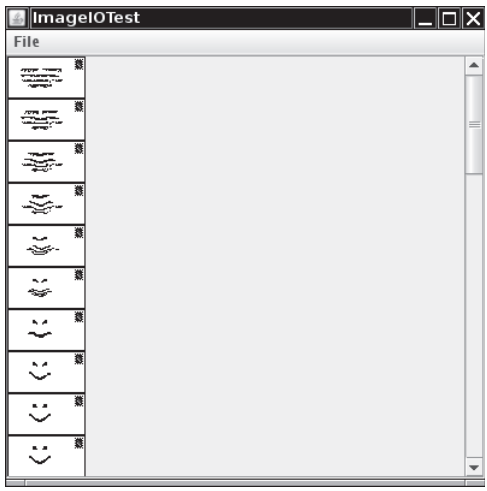
Natomiast kolejne w następujący sposób:

```
if (writer.canInsertImage(i))
   writer.writeInsert(i, iioImage, null);
```

Trzeci z parametrów metody `writeInsert` może być obiektem klasy `ImageWriteParam` opisującym szczegóły zapisu obrazu, takie jak na przykład sposób kompresji. Jeśli chcemy skorzystać z domyślnych sposobów zapisu obrazów, to podajemy po prostu wartość `null`.

Nie wszystkie formaty graficzne umożliwiają zapis wielu obrazów w jednym pliku. W takim przypadku metoda `canInsertImage` zwróci dla wartości indeksu większych od zera wartość `false`.

Program, którego tekst źródłowy zawiera listing 7.7, umożliwia odczyt i zapis plików graficznych w formatach, dla których biblioteka języka Java dostarcza implementacji obiektów odczytu i zapisu. Program wyświetla wszystkie obrazy zawarte w pliku (patrz rysunek 7.27), ale nie wyświetla miniatur.



Rysunek 7.27. *Plik animacji w formacie GIF*

API `javax.imageio.ImageIO` **1.4**

- `static BufferedImage read(File input)`
- `static BufferedImage read(InputStream input)`
- `static BufferedImage read(URL input)`

  Czytają obraz ze źródła `input`.

- `static boolean write(RenderedImage image, String formatName, File output)`
- `static boolean write(RenderedImage image, String formatName, OutputStream output)`

  Zapisują obraz w określonym formacie do wyjścia `output`. Zwraca wartość `false`, jeśli nie został znaleziony obiekt zapisu odpowiedni dla danego formatu.

- `static Iterator<ImageReader> getImageReadersByFormatName(String formatName)`
- `static Iterator<ImageReader> getImageReadersBySuffix(String fileSuffix)`
- `static Iterator<ImageReader> getImageReadersByMIMEType(String mimeType)`
- `static Iterator<ImageWriter> getImageWritersByFormatName(String formatName)`
- `static Iterator<ImageWriter> getImageWritersBySuffix(String fileSuffix)`
- `static Iterator<ImageWriter> getImageWritersByMIMEType(String mimeType)`

  Tworzą wyliczenie wszystkich obiektów odczytu lub zapisu odpowiednich dla danego formatu (określonego za pomocą nazwy — na przykład `"JPEG"`, rozszerzenia nazwy pliku — na przykład `"jpg"` bądź typu zgodnego ze standardem MIME — na przykład `"image/jpeg"`).

- `static String[] getReaderFormatNames()`
- `static String[] getReaderMIMETypes()`
- `static String[] getWriterFormatNames()`
- `static String[] getWriterMIMETypes()`
- `static String[] getReaderFileSuffixes()` **6**
- `static String[] getWriterFileSuffixes()` **6**

  Zwracają tablicę nazw formatów, nazw typów MIME lub rozszerzeń nazw, dla których istnieją obiekty odczytu lub zapisu.

- `ImageInputStream createImageInputStream(Object input)`
- `ImageOutputStream createImageOutputStream(Object output)`

  Przekształca podany obiekt na obiekt klasy `ImageInputStream` lub `ImageOutputStream`. Parametrem może być plik, strumień, obiekt klasy `RandomAccessFile` lub inny obiekt, dla którego istnieje dostawca usługi. Zwraca wartość `null`, jeśli żaden z zarejestrowanych dostawców usług nie potrafi dokonać konwersji.

API `javax.imageio.ImageReader` 1.4

- `void setInput(Object input)`
- `void setInput(Object input, boolean seekForwardOnly)`

  Określają źródło danych dla obiektu odczytu.

  Parametry: `input` obiekt klasy `ImageInputStream` lub inny obiekt akceptowany przez obiekt odczytu,

  `seekForwardOnly` wartość `true` oznacza, że obiekt może czytać jedynie dane „do przodu”. Domyślnie obiekt odczytu wykorzystuje swobodny dostęp do danych, które buforuje, jeśli zachodzi taka potrzeba.

- `BufferedImage read(int index)`

  wczytuje obraz o danym indeksie (wartości indeksu rozpoczynają się od 0). Wyrzuca wyjątek `IndexOutOfBoundsException`, jeśli obraz taki nie jest dostępny.

- `int getNumImages(boolean allowSearch)`

  pobiera liczbę obrazów dostępnych za pomocą danego obiektu odczytu. Jeśli parametr `allowSearch` ma wartość `false`, a liczba obrazów nie może być ustalona bez wcześniejszego odczytania danych, to metoda zwraca wartość –1. Jeśli parametr `allowSearch` ma wartość `true`, a obiekt odczytu znajduje się w trybie odczytu „do przodu”, to wyrzucany jest wyjątek `IllegalStateException`.

- `int getNumThumbnails(int index)`

  zwraca liczbę miniatur obrazu o podanym indeksie.

- `BufferedImage readThumbnail(int index, int thumbnailIndex)`

  zwraca miniaturę o indeksie `thumbnailIndex` dla obrazu o indeksie `index`.

- `int getWidth(int index)`
- `int getHeight(int index)`

  Zwracają szerokość i wysokość obrazu. Wyrzucają wyjątek `IndexOutOfBoundsException`, jeśli obraz taki nie jest dostępny.

- `ImageReaderSpi getOriginatingProvider()`

  zwraca dostawcę usługi dla danego obiektu odczytu.

API `javax.imageio.spi.IIOServiceProvider` 1.4

- `String getVendorName()`
- `String getVersion()`

  Zwracają nazwę producenta i wersję danego dostawcy usługi.

API `javax.imageio.spi.ImageReaderWriterSpi` 1.4

- `String[] getFormatNames()`
- `String[] getFileSuffixes()`
- `String[] getMIMETypes()`

  Zwracają nazwy formatów, rozszerzenia nazw plików lub typy MIME obsługiwane przez obiekty odczytu i zapisu danego dostawcy usługi.

API `javax.imageio.ImageWriter` 1.4

- `void setOutput(Object output)`

  określa cel danych dla obiektu zapisu.

  Parametry: `output` obiekt klasy `ImageOutputStream` lub inny obiekt akceptowany przez obiekt zapisu.

- `void write(IIOImage image)`
- `void write(RenderedImage image)`

  Zapisują pojedynczy obraz.

- `void writeInsert(int index, IIOImage image, ImageWriteParam param)`

  zapisuje obraz do pliku zawierającego sekwencję obrazów.

  Parametry: `index` indeks obrazu,
  `image` zapisywany obraz,
  `param` parametry zapisu lub wartość `null`.

- `boolean canInsertImage(int index)`

  zwraca wartość `true`, jeśli obraz może zostać zapisany na pozycji określonej wartością indeksu.

- `ImageWriterSpi getOriginatingProvider()`

  zwraca dostawcę usługi dla danego obiektu zapisu.

API `javax.imageio.IIOImage` 1.4

- `IIOImage(RenderedImage image, List thumbnails, IIOMetadata metadata)`

  obudowuje obraz, jego miniatury i metadane za pomocą obiektu klasy `IIOImage`.

  Parametry: `image` obraz,
  `thumbnails` lista obiektów klasy `BufferedImage` lub wartość `null`,
  `metadata` metadane opisujące obraz lub wartość `null`.

7.11. Operacje na obrazach

W praktyce często pojawia się potrzeba dostosowania wczytanego z pliku obrazu do własnych potrzeb przez modyfikację części jego pikseli, a nawet utworzenia własnego obrazu od podstaw — na przykład w celu prezentacji wyników pomiarów lub obliczeń. Klasa `BufferedImage` umożliwia pełną kontrolę nad pikselami obrazu, a klasy implementujące interfejs `Buffered`
`↪ImageOp` pozwalają wykonywać operacje na obrazach.

JDK 1.0 dysponowało zupełnie innym, znacznie bardziej skomplikowanym szkieletem przetwarzania obrazów, zoptymalizowanym pod kątem *przyrostowego tworzenia obrazów* ładowanych z serwerów internetowych linia po linii i prezentowanych użytkownikowi stopniowo w miarę napływania kolejnych danych. Wykorzystanie tego rozwiązania było w praktyce dość trudne. W tej książce nie będziemy zajmować się wspomnianym szkieletem.

7.11.1. Dostęp do danych obrazu

W większości przypadków obrazy, na których operują nasze programy, wczytywane są z pliku — zapisanego przez cyfrowy aparat fotograficzny, skaner bądź program graficzny. W bieżącym podrozdziale zajmiemy się tworzeniem obrazów od podstaw — piksel po pikselu.

Aby utworzyć nowy obraz, musimy najpierw skonstruować obiekt klasy `BufferedImage`.

```
image = new BufferedImage(width, height, BufferedImage.TYPE_INT_ARGB);
```

Korzystając z metody `getRaster`, uzyskamy obiekt typu `WritableRaster`, który umożliwi modyfikacje pikseli obrazu.

```
WritableRaster raster = image.getRaster();
```

Metoda `setPixel` tego obiektu pozwala modyfikować pojedynczy piksel. Nie wystarczy jednak w tym celu przypisać mu po prostu odpowiedniej wartości typu `Color`. Musimy wiedzieć, w jaki sposób obraz przechowuje informacje o kolorach, co zależy od jego *typu*. W przypadku typu `TYPE_INT_ARGB` każdy z pikseli opisany jest przez cztery wartości z przedziału od 0 do 255

reprezentujące wartość koloru czerwonego, zielonego, niebieskiego oraz wartość alfa. Przekażemy je metodzie `setPixel` za pomocą tablicy.

```
int[] black = { 0, 0, 0, 255 };
raster.setPixel(i, j, black);
```

W żargonie Java 2D wartości te określa się mianem *wartości próbki* piksela.

Istnieją także wersje metody `setPixel`, których parametrami są tablice typów `float[]` bądź `double[]`. Wartości, które należy umieścić w tych tablicach, *nie* są jednak znormalizowanymi wartościami kolorów z przedziału od 0 do 1.

```
float[] red = { 1.0F, 0.0F, 0.0F, 1.0F };
raster.setPixel(i, j, red);  // ŹLE
```

Niezależnie od typu tablicy zawsze musimy dostarczyć w niej wartości z przedziału od 0 do 255.

Za pomocą metody `setPixels` możemy zmodyfikować od razu prostokątny obszar pikseli. Metodzie musimy przekazać pozycję pierwszego z pikseli, szerokość i wysokość obszaru prostokąta oraz tablicę zawierającą wartości próbek dla wszystkich pikseli obszaru. Jeśli obraz jest typu `TYPE_INT_ARGB`, to w tablicy tej umieścimy wartości koloru czerwonego, zielonego, niebieskiego i wartość alfa dla pierwszego piksela, następnie wartości dla drugiego piksela itd.

```
int[] pixels = new int [4 * width * height];
pixels[0] = . . . // wartość koloru czerwonego dla pierwszego piksela
pixels[1] = . . . // wartość koloru zielonego dla pierwszego piksela
pixels[2] = . . . // wartość koloru niebieskiego dla pierwszego piksela
pixels[3] = . . . // wartość alfa dla pierwszego piksela
. . .
raster.setPixels(x, y, width, height, pixels);
```

Aby odczytać wartości piksela, korzystamy z metody `getPixel`, której musimy dostarczyć tablicę dla wartości próbki.

```
int[] sample = new int[4];
raster.getPixel(x, y, sample);
Color c = new Color(sample[0], sample[1], sample[2], sample[3]);
```

Za pomocą metody `getPixels` możemy odczytać wartości próbek dla wielu pikseli.

```
raster.getPixels(x, y, width, height, samples);
```

Metod `setPixel` i `getPixel` możemy oczywiście używać także dla innych typów obrazów niż `TYPE_INT_ARGB` pod warunkiem, że znamy sposób reprezentacji wartości pikseli dla danego typu obrazu.

Jeśli natomiast musimy operować na obrazie dowolnego typu, to zadanie jest nieco trudniejsze. Każdy typ obrazu posiada określony *model kolorów*, który umożliwia przekształcenie wartości próbek na model kolorów RGB.

Metoda `getColorModel` zwraca model kolorów dla danego obrazu.

```
ColorModel model = image.getColorModel();
```

Kolor zapisany przy użyciu modelu RGB może wyglądać różnie w zależności od charakterystyki konkretnego urządzenia. International Color Consortium (*www.color.org*) zaleca więc, aby danym o kolorach towarzyszył zawsze *profil ICC* określający sposób odwzorowania kolorów w stosunku do standardowej specyfikacji kolorów 1931 CIE XYZ. Specyfikacja ta została zaproponowana przez międzynarodową organizację CIE (*Commision Internationale de l'Eclairage — www.cie.co.at/cie*) zajmującą się tworzeniem technicznych standardów związanych z kolorami. Specyfikacja ta określa kolory rozróżniane przez ludzkie oko za pomocą trzech współrzędnych X, Y, Z. (Więcej informacji na ten temat znajdziemy w rozdziale 13. książki Foleya, van Damma, Feinera, et al.)

Profile ICC są dość skomplikowane i dlatego zaproponowano prostszy standard sRGB (patrz *http://www.w3.org/Graphics/Color/sRGB.html*) określający odwzorowanie pomiędzy wartościami modelu RGB a wartościami specyfikacji 1931 CIE XYZ, które sprawdza się w przypadku typowych monitorów kolorowych. Java 2D korzysta z tego odwzorowania podczas konwersji pomiędzy RGB i innymi modelami kolorów.

Aby uzyskać informacje o kolorze piksela, wywołujemy metodę `getDataElements` klasy `Raster`. Zwraca ona obiekt zawierający opis wartości koloru piksela w danym modelu kolorów.

```
Object data = raster.getDataElements(x, y, null);
```

Obiekt zwracany przez metodę `getDataElements` jest w rzeczywistości tablicą wartości próbki. Oczywiście przetwarzając go, nie musimy tego wiedzieć, ale wyjaśnia to nazwę wybraną przez projektantów dla tej metody.

Model kolorów umożliwia zamianę wartości próbki zawartych w obiekcie na standardowe wartości ARGB. Metoda `getRGB` zwraca wartość typu `int`, która zawiera wartości koloru czerwonego, zielonego, niebieskiego i wartość alfa upakowane w czterech blokach po osiem bitów każdy. Na podstawie tej wartości możemy utworzyć obiekt klasy `Color`, korzystając z konstruktora `Color(int argb, boolean hasAlpha)`.

```
int argb = model.getRGB(data);
Color color = new Color(argb, true);
```

Jeśli chcemy nadać pikselowi pewien kolor, to musimy wykonać opisane kroki w odwrotnej kolejności. Metoda `getRGB` zwróci wartość typu `int` zawierającą upakowane wartości koloru czerwonego, zielonego, niebieskiego i wartość alfa. Wartość tę musimy przekazać metodzie `getDataElements` klasy `ColorModel`. Zwróci ona obiekt zawierający wartości próbki w danym modelu. Obiekt ten przekażemy następnie metodzie `setDataElements` klasy `WritableRaster`.

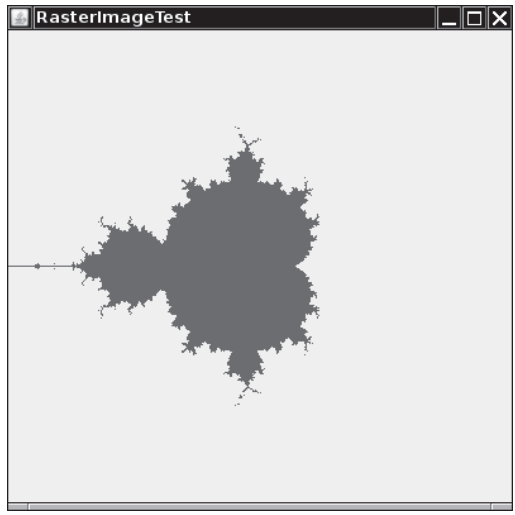
```
int argb = color.getRGB();
Object data = model.getDataElements(argb, null);
raster.setDataElements(x, y, data);
```

Ilustracją omówionych metod tworzenia obrazu z pojedynczych pikseli zbiór Mandelbrota pokazany na rysunku 7.28.

Idea zbioru Mandelbrota opiera się na związaniu z każdym punktem płaszczyzny ciągu liczb. Jeśli ciąg ten posiada skończoną granicę, to zaznaczamy odpowiadający mu punkt. Jeśli dąży do nieskończoności, to związany z ciągiem punkt płaszczyzny pozostawiamy bez zmian.

A oto sposób konstrukcji najprostszego zbioru Mandelbrota. Dla każdego punktu (`a`, `b`) tworzenie ciągu rozpoczynamy od (`x`, `y`) = (0, 0) i następnie wykonujemy iteracje, korzystając z poniższych wzorów:

Rysunek 7.28.
Zbiór Mandelbrota



$$x_{new} = x^2 - y^2 + a$$

$$y_{new} = 2 * x * y + b$$

Następnie należy sprawdzić, czy uzyskany ciąg posiada granicę, czy dąży do nieskończoności. W praktyce okazuje się, że jeśli x i y będą większe od 2, do ciąg będzie dążył do nieskończoności. Zaznaczamy jedynie te piksele, dla których ciąg posiada skończoną granicę. (Formuła tworzenia ciągu liczb wywodzi się z matematyki liczb zespolonych. Nie będziemy jej wyprowadzać, lecz skorzystamy z gotowego wzoru. Więcej informacji na temat fraktali znajdziesz na stronie *http://classes.yale.edu/fractals*).

Listing 7.8 zawiera kompletny tekst źródłowy programu. Program pokazuje między innymi, w jaki sposób należy wykorzystać klasę `ColorModel` do przekształcenia wartości typu `Color` na dane opisujące piksel. Sposób ten jest niezależny od typu obrazu. Możemy sprawdzić jego działanie, zmieniając typ obrazu na przykład na `TYPE_BYTE_GRAY`. Nie wymaga to żadnych innych modyfikacji kodu, ponieważ przekształceniem wartości kolorów na wartości próbek zajmie się automatycznie model kolorów.

Listing 7.8. *rasterImage/RasterImageFrame.java*

```
package rasterImage;

import java.awt.*;
import java.awt.image.*;
import javax.swing.*;

/**
 * Ramka wyświetlająca zbiór Mandelbrota.
 */
public class RasterImageFrame extends JFrame
{
   private static final double XMIN = -2;
   private static final double XMAX = 2;
   private static final double YMIN = -2;
```

```
   private static final double YMAX = 2;
   private static final int MAX_ITERATIONS = 16;
   private static final int IMAGE_WIDTH = 400;
   private static final int IMAGE_HEIGHT = 400;

   public RasterImageFrame()
   {
      BufferedImage image = makeMandelbrot(IMAGE_WIDTH, IMAGE_HEIGHT);
      add(new JLabel(new ImageIcon(image)));
      pack();
   }

   /**
    * Tworzy obraz zbioru Mandelbrota.
    * @param width szerokość
    * @parah height wysokość
    * @return obraz
    */
   public BufferedImage makeMandelbrot(int width, int height)
   {
      BufferedImage image = new BufferedImage(width, height, BufferedImage.TYPE_INT_ARGB);
      WritableRaster raster = image.getRaster();
      ColorModel model = image.getColorModel();

      Color fractalColor = Color.red;
      int argb = fractalColor.getRGB();
      Object colorData = model.getDataElements(argb, null);

      for (int i = 0; i < width; i++)
         for (int j = 0; j < height; j++)
         {
            double a = XMIN + i * (XMAX - XMIN) / width;
            double b = YMIN + j * (YMAX - YMIN) / height;
            if (!escapesToInfinity(a, b)) raster.setDataElements(i, j, colorData);
         }
      return image;
   }

   private boolean escapesToInfinity(double a, double b)
   {
      double x = 0.0;
      double y = 0.0;
      int iterations = 0;
      while (x <= 2 && y <= 2 && iterations < MAX_ITERATIONS)
      {
         double xnew = x * x - y * y + a;
         double ynew = 2 * x * y + b;
         x = xnew;
         y = ynew;
         iterations++;
      }
      return x > 2 || y > 2;
   }
}
```

API java.awt.image.BufferedImage 1.2

- `BufferedImage(int width, int height, int imageType)`

  tworzy obiekt klasy `BufferedImage`.

  Parametry: `width, height` szerokość i wysokość obrazu

  `imageType` jedna z wartości `TYPE_INT_RGB`, `TYPE_INT_ARGB`, `TYPE_BYTE_GRAY`, `TYPE_BYTE_INDEXED`, `TYPE_USHORT_555_RGB` itd.

- `ColorModel getColorModel()`

  zwraca model kolorów dla danego obrazu.

- `WritableRaster getRaster()`

  pobiera raster umożliwiający operacje na pikselach obrazu.

API java.awt.image.Raster 1.2

- `Object getDataElements(int x, int y, Object data)`

  zwraca wartości próbki piksela w postaci tablicy, której typ i liczba elementów zależy od modelu kolorów. Jeśli parametr `data` różny jest od `null`, to metoda przyjmuje, że reprezentuje on tablicę odpowiednią do umieszczenia wartości próbek w danym modelu. W przeciwnym razie tworzona i wypełniana jest nowa tablica. Typ i liczba elementów tablicy zależą od modelu kolorów.

- `int[] getPixel(int x, int y, int[] sampleValues)`
- `float[] getPixel(int x, int y, float[] sampleValues)`
- `double[] getPixel(int x, int y, double[] sampleValues)`
- `int[] getPixels(int x, int y, int w, int h, int[] sampleValues)`
- `float[] getPixels(int x, int y, int w, int h, float[] sampleValues)`
- `double[] getPixels(int x, int y, int w, int h, double[] sampleValues)`

  Zwracają wartości próbki dla pojedynczego piksela lub wielu pikseli leżących w obszarze prostokąta. Wartości te zwracane są w postaci tablicy, której długość zależy od modelu kolorów. Jeśli parametr `sampleValues` jest różny od `null`, to przyjmuje się, że reprezentuje on tablicę o odpowiedniej długości do umieszczenia w niej wartości próbek i wypełnia ją. W przeciwnym razie tworzona jest nowa tablica. Metody te są przydatne pod warunkiem, że znamy sposób interpretacji wartości próbek w danym modelu kolorów.

API java.awt.image.WritableRaster 1.2

- `void setDataElements(int x, int y, Object data)`

  nadaje pikselowi wartość próbki. Argument `data` jest tablicą wypełnioną wartościami próbki w danym modelu kolorów. Typ i liczba elementów tablicy zależą od modelu kolorów.

- `void setPixel(int x, int y, int[] sampleValues)`
- `void setPixel(int x, int y, float[] sampleValues)`
- `void setPixel(int x, int y, double[] sampleValues)`
- `void setPixels(int x, int y, int width, int height, int[] sampleValues)`
- `void setPixels(int x, int y, int width, int height, float[] sampleValues)`
- `void setPixels(int x, int y, int width, int height, double[] sampleValues)`

  nadają wartości próbki pojedynczemu pikselowi lub prostokątnemu obszarowi pikseli. Metody te są przydatne pod warunkiem, że znamy sposób interpretacji wartości próbek w danym modelu kolorów.

API `java.awt.image.ColorModel` **1.2**

- `int getRGB(Object data)`

  zwraca wartość ARGB odpowiadającą wartości próbki przekazanej za pomocą tablicy `data`. Typ i liczba elementów tablicy zależą od modelu kolorów.

- `Object getDataElements(int argb, Object data)`

  zwraca wartości próbki dla danej wartości koloru. Jeśli parametr `data` różny jest od `null`, to metoda przyjmuje, że reprezentuje on tablicę odpowiednią do umieszczenia wartości próbek w danym modelu i wypełnia ją. W przeciwnym razie tworzona i wypełniana jest nowa tablica. Typ i liczba elementów tablicy zależą od modelu kolorów.

API `java.awt.Color` **1.0**

- `Color(int argb, boolean hasAlpha)` 1.2

  tworzy kolor o podanej wartości ARGB, gdy parametr `hasAlpha` ma wartość `true` lub o podanej wartości RGB, gdy parametr `hasAlpha` ma wartość `false`.

- `int getRGB()`

  zwraca wartość koloru ARGB odpowiadającą danemu kolorowi.

7.11.2. Filtrowanie obrazów

W poprzednim podrozdziale pokazaliśmy, w jaki sposób utworzyć obraz od podstaw. Często jednak dysponujemy już gotowym obrazem, który następnie należy poddać obróbce.

Oczywiście możemy w tym celu użyć przedstawionych już metod `getPixel/getDataElements`. Jednak Java 2D dostarcza także gotowych *filtrów* obrazów, które implementują najczęściej spotykane operacje.

Klasy operacji na obrazach implementują interfejs `BufferedImageOp`. Po utworzeniu obiektu takiej klasy wywołujemy jej metodę `filter`, aby wykonać operację na obrazie.

```
BufferedImageOp op = . . . ;
BufferedImage filteredImage
   = new BufferedImage(image.getWidth(), image.getHeight(), image.getType());
op.filter(image, filteredImage);
```

Jedynie niektóre operacje mogą być wykonane bez konieczności utworzenia wynikowego obrazu (czyli przez wywołanie `op.filter(image, image)`).

Interfejs `BufferedImageOp` implementuje pięć następujących klas:

```
AffineTransformOp
RescaleOp
LookupOp
ColorConvertOp
ConvolveOp
```

Klasa `AffineTransformOp` umożliwia afiniczne przekształcenie pikseli. Poniżej przykład obrotu obrazu dookoła jego środka.

```
AffineTransform transform
   = AffineTransform.getRotateInstance(Math.toRadians(angle), image.getWidth() /
   ↪2, image.getHeight() / 2);
AffineTransformOp op
   = new AffineTransformOp(transform, interpolation);
op.filter(image, filteredImage);
```

Konstruktorowi klasy `AffineTransformOp` musimy przekazać przekształcenie afiniczne oraz strategię *interpolacji*. Interpolacja wykorzystywana jest do tworzenia pikseli obrazu wynikowego, w przypadku gdy nie istnieje jednoznaczne odwzorowanie pikseli obrazu źródłowego na piksele obrazu wynikowego. Sytuacja taka występuje na przykład podczas obrotu obrazu. Dostępne są dwie strategie interpolacji: `AffineTransformOp.TYPE_BILINEAR` oraz `AffineTrans` `↪formOp.TYPE_NEAREST_NEIGHBOR`. Pierwsza z nich wymaga nieco więcej obliczeń, ale daje lepszy efekt.

Program z listingu 7.9 pozwala wykonywać obrót obrazu o kąt 5 stopni (patrz rysunek 7.29).

Rysunek 7.29.
Obrót obrazu

Listing 7.9. *imageProcessing/ImageProcessingFrame.java*

```
package imageProcessing;

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import java.awt.geom.*;
import java.awt.image.*;
import java.io.*;
import javax.imageio.*;
import javax.swing.*;
import javax.swing.filechooser.*;

/**
 * Ramka posiadająca menu umożliwiające załadowanie obrazu z pliku
 * i wybór przekształcenia oraz komponent przedstawiający wynik przekształcenia.
 */
public class ImageProcessingFrame extends JFrame
{
   private static final int DEFAULT_WIDTH = 400;
   private static final int DEFAULT_HEIGHT = 400;

   private BufferedImage image;

   public ImageProcessingFrame()
   {
      setTitle("ImageProcessingTest");
      setSize(DEFAULT_WIDTH, DEFAULT_HEIGHT);

      add(new JComponent()
         {
            public void paintComponent(Graphics g)
            {
               if (image != null) g.drawImage(image, 0, 0, null);
            }
         });

      JMenu fileMenu = new JMenu("File");
      JMenuItem openItem = new JMenuItem("Open");
      openItem.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               openFile();
            }
         });
      fileMenu.add(openItem);

      JMenuItem exitItem = new JMenuItem("Exit");
      exitItem.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               System.exit(0);
            }
         });
      fileMenu.add(exitItem);
```

```
JMenu editMenu = new JMenu("Edit");
JMenuItem blurItem = new JMenuItem("Blur");
blurItem.addActionListener(new ActionListener()
   {
      public void actionPerformed(ActionEvent event)
      {
         float weight = 1.0f / 9.0f;
         float[] elements = new float[9];
         for (int i = 0; i < 9; i++)
            elements[i] = weight;
         convolve(elements);
      }
   });
editMenu.add(blurItem);

JMenuItem sharpenItem = new JMenuItem("Sharpen");
sharpenItem.addActionListener(new ActionListener()
   {
      public void actionPerformed(ActionEvent event)
      {
         float[] elements = { 0.0f, -1.0f, 0.0f, -1.0f, 5.f, -1.0f, 0.0f,
         ↪-1.0f, 0.0f };
         convolve(elements);
      }
   });
editMenu.add(sharpenItem);

JMenuItem brightenItem = new JMenuItem("Brighten");
brightenItem.addActionListener(new ActionListener()
   {
      public void actionPerformed(ActionEvent event)
      {
         float a = 1.1f;
         // float b = 20.0f;
         float b = 0;
         RescaleOp op = new RescaleOp(a, b, null);
         filter(op);
      }
   });
editMenu.add(brightenItem);

JMenuItem edgeDetectItem = new JMenuItem("Edge detect");
edgeDetectItem.addActionListener(new ActionListener()
   {
      public void actionPerformed(ActionEvent event)
      {
         float[] elements = { 0.0f, -1.0f, 0.0f, -1.0f, 4.f, -1.0f, 0.0f,
         ↪-1.0f, 0.0f };
         convolve(elements);
      }
   });
editMenu.add(edgeDetectItem);

JMenuItem negativeItem = new JMenuItem("Negative");
negativeItem.addActionListener(new ActionListener()
   {
      public void actionPerformed(ActionEvent event)
```

```
            {
               short[] negative = new short[256 * 1];
               for (int i = 0; i < 256; i++)
                  negative[i] = (short) (255 - i);
               ShortLookupTable table = new ShortLookupTable(0, negative);
               LookupOp op = new LookupOp(table, null);
               filter(op);
            }
         });
      editMenu.add(negativeItem);

      JMenuItem rotateItem = new JMenuItem("Rotate");
      rotateItem.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               if (image == null) return;
               AffineTransform transform =
               ↪AffineTransform.getRotateInstance(Math.toRadians(5),
                     image.getWidth() / 2, image.getHeight() / 2);
               AffineTransformOp op = new AffineTransformOp(transform,
                     AffineTransformOp.TYPE_BICUBIC);
               filter(op);
            }
         });
      editMenu.add(rotateItem);

      JMenuBar menuBar = new JMenuBar();
      menuBar.add(fileMenu);
      menuBar.add(editMenu);
      setJMenuBar(menuBar);
   }

   /**
    * Otwiera plik i ładuje obrazek.
    */
   public void openFile()
   {
      JFileChooser chooser = new JFileChooser(".");
      chooser.setCurrentDirectory(new File(getClass().getPackage().getName()));
      String[] extensions = ImageIO.getReaderFileSuffixes();
      chooser.setFileFilter(new FileNameExtensionFilter("Image files", extensions));
      int r = chooser.showOpenDialog(this);
      if (r != JFileChooser.APPROVE_OPTION) return;

      try
      {
         Image img = ImageIO.read(chooser.getSelectedFile());
         image = new BufferedImage(img.getWidth(null), img.getHeight(null),
               BufferedImage.TYPE_INT_RGB);
         image.getGraphics().drawImage(img, 0, 0, null);
      }
      catch (IOException e)
      {
         JOptionPane.showMessageDialog(this, e);
      }
      repaint();
   }
```

```
    /**
     * Stosuje filtr obrazu i odrysowuje obraz.
     * @param op rodzaj przekształcenia
     */
    private void filter(BufferedImageOp op)
    {
       if (image == null) return;
       image = op.filter(image, null);
       repaint();
    }

    /**
     * Wykonuje operację splotu i odrysowuje obraz.
     * @param elements jądro splotu (tablica zawierająca 9 elementów macierzy)
     */
    private void convolve(float[] elements)
    {
       Kernel kernel = new Kernel(3, 3, elements);
       ConvolveOp op = new ConvolveOp(kernel);
       filter(op);
    }
}
```

Klasa `RescaleOp` umożliwia wykonanie na pikselach operacji określonej wzorem:

$$x_{\text{nowe}} = a*x+b$$

gdzie x jest wartością próbki piksela. W wyniku operacji, dla której $a > 1$, otrzymujemy rozjaśniony obraz. Obiekt klasy `RescaleOp` tworzymy, określając parametry skalowania oraz opcjonalne wskazówki. W programie z listingu 7.9 używamy następujących parametrów:

```
float a = 1.1f;
float b = 20.0f;
RescaleOp op = new RescaleOp(a, b, null);
```

Można również dostarczyć osobny parametr skalowania dla każdej składowej koloru — patrz omówienie metod klasy `RescaleOp` na końcu tego podrozdziału.

Klasa `LookupOp` pozwala określić dowolne odwzorowanie wartości próbek. W tym celu musimy dostarczyć jej tablicy opisującej sposób odwzorowania. Nasz przykładowy program wykorzystuje klasę `LookupOp` do utworzenia *negatywu* obrazu zamieniając kolor c na 255 — c.

Konstruktor klasy `LookupOp` musi otrzymać jako parametr obiekt klasy `LookupTable` oraz opcjonalnie mapę wskazówek. Klasa `LookupTable` jest klasą abstrakcyjną. Dostępne są dwie jej konkretne klasy pochodne: `ByteLookupTable` i `ShortLookupTable`. Ponieważ wartości RGB zapisywane są za pomocą bajtów, powinna nam wystarczyć klasa `ByteLookupTable`. Jednak ze względu na błąd opisany na stronie *http://bugs.sun.com/bugdatabase/view_bug.do?bug_id=6183251* użyjemy zamiast niej klasy `ShortLookupTable`. Oto sposób, w jaki tworzymy obiekt `LookupOp` w programie przykładowym:

```
short negative[] = new short[256];
for (int i = 0; i < 256; i++) negative[i] = (short) (255 - i);
ShortLookupTable table = new ShortLookupTable(0, negative);
LookupOp op = new LookupOp(table, null);
```

Odwzorowywanie wykonywane jest dla wartości każdego z kolorów oddzielnie, lecz nie dla wartości alfa. Można również dostarczyć osobne tablice odwzorowań dla każdej składowej koloru — patrz omówienie klas na końcu podrozdziału.

Klasy `LookupOp` nie możemy zastosować w przypadku obrazów posiadających kolor indeksowany. (W ich przypadku wartości próbki są indeksami palety kolorów).

Klasa `ColorConvertOp` przydatna jest do przekształceń przestrzeni kolorów. Nie będziemy jej tutaj omawiać.

Największych możliwości dostarcza klasa `ConvolveOp`, która umożliwia realizację operacji *splotu*. Nie będziemy wnikać głębiej w jej matematyczne podstawy. Podstawowa idea tej operacji jest prosta. Rozważmy na przykład *filtr rozmycia* (patrz rysunek 7.30).

Rysunek 7.30.
Rozmycie obrazu

Efekt rozmycia uzyskujemy, zastępując każdy piksel wartością *średnią* danego piksela i jego ośmiu sąsiadów. Intuicyjnie rozumiemy sposób działania takiego przekształcenia. Natomiast matematyka pozwala nam je opisać jako splot o następującym *jądrze*:

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \end{bmatrix}$$

Jądro splotu jest macierzą przedstawiającą wagi, które zastosowane mają być do sąsiednich wartości. Efektem splotu o powyższym jądrze jest rozmycie obrazu. Natomiast jądro postaci

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

pozwala *wykryć krawędzie*, na których dokonuje się zmiana koloru (patrz rysunek 7.31). Wykrywanie krawędzi jest ważną techniką stosowaną w przetwarzaniu obrazów fotograficznych.

Rysunek 7.31. *Wykrywanie krawędzi*

Aby wykonać operację splotu, musimy najpierw utworzyć jej jądro jako obiekt klasy `Kernel`. Dla utworzonego na jego podstawie obiektu klasy `ConvolveOp` wykonujemy jak zwykle metodę `filter`.

```
float[] elements =
   {
       0.0f, -1.0f, 0.0f,
       -1.0f,  4.f, -1.0f,
       0.0f, -1.0f, 0.0f
   };
Kernel kernel = new Kernel(3, 3, elements);
ConvolveOp op = new ConvolveOp(kernel);
op.filter(image, filteredImage);
```

Program z listingu 7.9 pozwala załadować obraz zapisany w pliku GIF lub JPEG i wykonać na nim omówione dotąd operacje. Dzięki wykorzystaniu implementacji tych operacji dostępnych w postaci klas Java 2D program jest bardzo prosty.

API *java.awt.image.BufferedImageOp* 1.2

- `BufferedImage filter(BufferedImage source, BufferedImage dest)`

  wykonuje operację na obrazie `source`, której wynikiem jest obraz `dest`. Jeśli `dest` posiada wartość `null`, to tworzony jest i zwracany nowy obraz.

API `java.awt.image.AffineTransformOp` 1.2

- `AffineTransformOp(AffineTransform t, int interpolationType)`

  tworzy obiekt przekształcenia afinicznego obrazu. Parametr `interpolationType` przyjmuje jedną z wartości `TYPE_BILINEAR` lub `TYPE_NEAREST_NEIGHBOR`.

API java.awt.image.RescaleOp 1.2

- `RescaleOp(float a, float b, RenderingHints hints)`
- `RescaleOp(float[] as, float[] bs, RenderingHints hints)`

tworzą obiekt klasy `RescaleOp` umożliwiający wykonanie operacji skalowania określonej wzorem $x_{nowe} = a*x+b$. W przypadku zastosowania pierwszego konstruktora podczas skalowania wszystkich składowych (ale nie wartości alfa) zastosowany zostaje ten sam współczynnik. W przypadku drugiego konstruktora dostarczamy osobnej wartości współczynników dla każdej składowej koloru (wtedy wartość alfa nie jest modyfikowana) lub dla każdej składowej koloru i wartości alfa.

API java.awt.image.LookupOp 1.2

- `LookupOp(LookupTable table, RenderingHints hints)`

tworzy obiekt odwzorowania wartości próbek obrazu.

API java.awt.image.ByteLookupTable 1.2

- `ByteLookupTable(int offset, byte[] data)`
- `ByteLookupTable(int offset, byte[][] data)`

tworzą tablicę odwzorowania złożoną z bajtów. Wartość parametru `offset` zostaje odjęta od danych wejściowych przed zastosowaniem wartości `data`. W przypadku zastosowania pierwszego konstruktora podczas skalowania wszystkich składowych (ale nie wartości alfa) zastosowany zostaje ten sam współczynnik. W przypadku drugiego konstruktora dostarczamy osobnej wartości współczynników dla każdej składowej koloru (wtedy wartość alfa nie jest modyfikowana) lub dla każdej składowej koloru i wartości alfa.

API java.awt.image.ShortLookupTable 1.2

- `ByteLookupTable(int offset, short[] data)`
- `ByteLookupTable(int offset, short[][] data)`

tworzą tablicę odwzorowania złożoną z wartości typu `short`. Wartość parametru `offset` zostaje odjęta od danych wejściowych przed zastosowaniem wartości `data`. W przypadku zastosowania pierwszego konstruktora podczas skalowania wszystkich składowych (ale nie wartości alfa) zastosowany zostaje ten sam współczynnik. W przypadku drugiego konstruktora dostarczamy osobnej wartości współczynników dla każdej składowej koloru (wtedy wartość alfa nie jest modyfikowana) lub dla każdej składowej koloru i wartości alfa.

API java.awt.ConvolveOp 1.2

- `ConvolveOp(Kernel kernel)`

- `ConvolveOp(Kernel kernel, int edgeCondition, RenderingHints hints)`

  Tworzy obiekt splotu. Warunki brzegowe zostają określone za pomocą stałej `EDGE_NO_OP` lub `EDGE_ZERO_FILL`. Wartości brzegowe wymagają specjalnego traktowania, ponieważ nie posiadają wystarczającej liczby wartości sąsiednich dla wyznaczenia splotu. Wartością domyślną jest `EDGE_ZERO_FILL`.

API `java.awt.image.Kernel` **1.2**

- `Kernel(int width, int height, float[] matrixElements)`

  tworzy jądro splotu dla podanej macierzy.

7.12. Drukowanie

Początkowo Java Development Kit nie zawierał obsługi operacji drukowania. Drukowanie z apletów nie było w ogóle możliwe, natomiast drukowanie z aplikacji wymagało wykorzystania bibliotek dostarczanych przez innych producentów. JDK 1.1 umożliwiał już tworzenie prostych wydruków o niskiej jakości. Model drukowania dostępny w tej wersji JDK służyć miał przede wszystkim producentom przeglądarek stron internetowych do wydruku apletów pojawiających się na stronach WWW. Nie zyskał sobie jednak sympatii ani producentów przeglądarek, ani pozostałych programistów.

Java SE 1.2 wprowadziła nowy model drukowania zintegrowany z możliwościami graficznymi platformy Java 2D. Java SE 1.4 przyniosła istotne rozszerzenia jego możliwości, takie jak wykrywanie charakterystyki drukarek czy wysyłanie prac do serwerów wydruków.

Omawiając możliwości drukowania na platformie Java, przedstawimy sposób tworzenia podstawowych wydruków, wydruków wielostronicowych oraz wykorzystania możliwości graficznych Java 2D do tworzenia podglądu wydruku.

7.12.1. Drukowanie grafiki

W podrozdziale tym przedstawimy sposób drukowania grafiki 2D. Oczywiście grafika taka może zawierać także tekst tworzony za pomocą różnych czcionek, a nawet składać się wyłącznie z samego tekstu.

Aby utworzyć wydruk, musimy:

- dostarczyć obiekt implementujący interfejs `Printable`,
- uruchomić zadanie drukowania.

Interfejs `Printable` posiada tylko jedną metodę:

```
int print(Graphics g, PageFormat format, int page)
```

Metoda ta jest wywoływana przez podsystem drukowania, gdy chce on uzyskać kolejną sformatowaną stronę do wydruku. Nasza implementacja tej metody musi więc utworzyć obraz

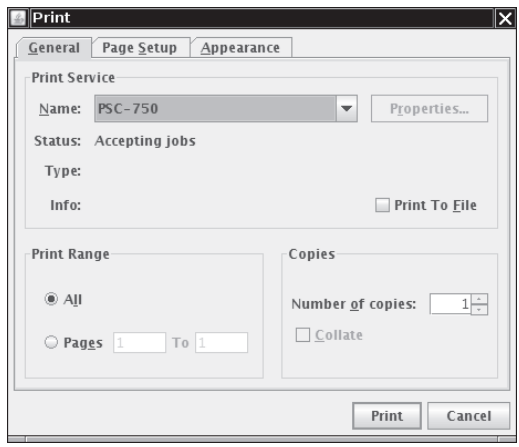
wydruku, korzystając z dostarczonego kontekstu graficznego. Drugi z parametrów metody opisuje rozmiary strony i marginesów, a trzeci parametr określa numer drukowanej strony.

Aby uruchomić zadanie drukowania, korzystamy z klasy `PrinterJob`. Najpierw musimy wywołać jej metodę statyczną `getPrinterJob`, która zwróci obiekt tej klasy. Następnie musimy przekazać otrzymanemu obiektowi klasy `PrinterJob` nasz obiekt implementujący interfejs `Printable`.

```
Printable canvas = . . . ;
PrinterJob job = PrinterJob.getPrinterJob();
job.setPrintable(canvas);
```

W JDK 1.1 dostępna jest klasa `PrintJob` wykorzystywana przez przestarzały model drukowania. Nie należy jej mylić z klasą `PrinterJob`.

Zanim uruchomimy zadanie drukowania, powinniśmy najpierw wywołać metodę `printDialog` wyświetlającą okno dialogowe drukowania (patrz rysunek 7.32). Umożliwia ono użytkownikowi wybór drukarki (jeśli dostępna jest więcej niż jedna), określenie zakresu drukowanych stron i innych opcji drukowania.



Rysunek 7.32. *Okno dialogowe wydruku dla dowolnej platformy*

Parametry wydruku zbieramy za pomocą obiektu implementującego interfejs `PrintRequestAttributeSet`. Dostępna jest gotowa klasa `HashPrintRequestAttributeSet` implementująca ten interfejs.

```
HashPrintRequestAttributeSet attributes = new HashPrintRequestAttributeSet();
```

Po dodaniu odpowiednich atrybutów obiekt `attributes` przekazujemy metodzie `printDialog`.

Metoda ta zwraca wartość `true`, jeśli użytkownik zaakceptował wydruk, wybierając przycisk *OK* lub wartość `false` — w przeciwnym razie. Jeśli użytkownik zaakceptował operację drukowania, to wywołujemy metodę `print` klasy `PrinterJob` uruchamiającą proces drukowania. Metoda `print` może wyrzucić wyjątek `PrinterException`. Poniżej przedstawiamy ogólną postać kodu wydruku.

```
if (job.printDialog(attributes))
{
   try
```

```
        {
           job.print(attributes);
        }
        catch (PrinterException exception)
        {
           . . .
        }
    }
```

W wersjach wcześniejszych niż JDK 1.4 używano okna dialogowego wydruku dostarczanego przez konkretny system. Jeśli chcemy skorzystać z tego okna w nowszych wersjach JDK, należy wywołać metodę `printDialog` bez parametrów (nie można wtedy zebrać ustawień użytkownika w postaci zbioru atrybutów).

Podczas drukowania metoda `print` klasy `PrinterJob` wywołuje wielokrotnie metodę `print` obiektu implementującego interfejs `Printable`.

Ponieważ obiekt klasy `PrinterJob` nie posiada informacji o liczbie stron, które będą wydrukowane, to wywołuje po prostu cyklicznie metodę `print`. Tak długo, jak zwraca ona wartość `Printable.PAGE_EXISTS`, obiekt `PrinterJob` tworzy kolejne strony wydruku. Swoje działanie kończy, gdy metoda print zwróci wartość `Printable.NO_SUCH_PAGE`.

Numery stron, które obiekt klasy `PrinterJob` przekazuje metodzie `print`, rozpoczynają się od 0.

Obiekt klasy `PrinterJob` nie dysponuje więc informacją o liczbie drukowanych stron, dopóki wydruk nie zakończy się. Z tego powodu okno dialogowe drukowania nie potrafi wyświetlić odpowiedniego zakresu drukowanych stron, a jedynie zakres od 1 do 1. Pokażemy później, w jaki sposób można to poprawić, dostarczając obiektowi klasy `PrinterJob` obiektu klasy `Book`.

Jak już wspomnieliśmy w procesie drukowania metoda `print` obiektu typu `Printable` wywoływana jest wielokrotnie. Obiekt klasy `PrinterJob` może wywołać ją wielokrotnie *dla tej samej strony wydruku*. Dlatego też metoda `print` nie powinna sama zliczać drukowanych stron, a jedynie bazować na przekazywanym jej parametrze określającym numer strony. Metoda `print` wywoływana jest wielokrotnie dla tej samej strony, zwłaszcza w przypadku wydruku za pomocą drukarek igłowych lub atramentowych, które stopniowo tworzą wydruk linia po linii. Także w przypadku drukarek laserowych, które posiadają techniczną możliwość wydrukowania od razu całości strony, metoda `print` może być wywoływana wielokrotnie, umożliwiając w ten sposób obiektowi klasy `PrinterJob` lepsze zarządzanie buforem wydruku.

Jeśli obiekt klasy `PrinterJob` chce wydrukować kolejny fragment strony, to określa odpowiednio granicę obszaru przycięcia kontekstu graficznego i wywołuje metodę `print`. Utworzony przez nią wydruk zostanie automatycznie przycięty do obszaru odpowiadającego bieżącemu fragmentowi strony. Metoda `print` nie musi być nawet tego świadoma z jednym wyjątkiem: *nie* powinna ona zmieniać obszaru przycięcia.

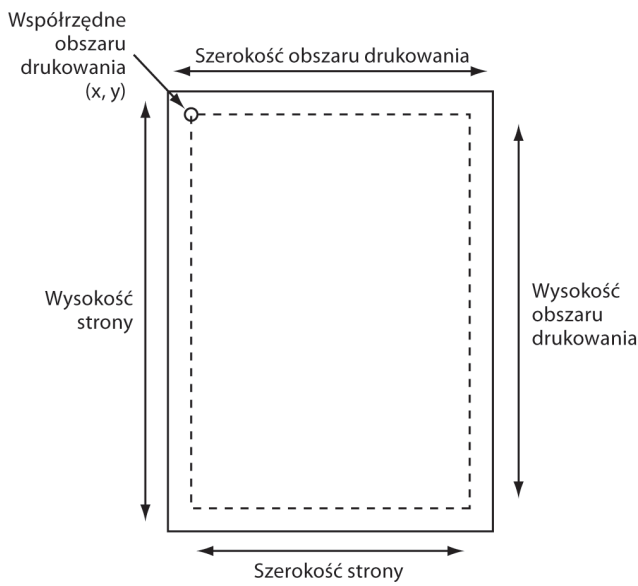
Parametr klasy `PageFormat` przekazuje metodzie `print` informacje o formacie drukowanej strony. Metody `getWidth` i `getHeight` zwracają rozmiar strony w *punktach*. Jeden punkt odpowiada $^1/_{72}$ cala. (Jeden cal to 25,4 milimetra). Strona formatu *A4* posiada w przybliżeniu wymiary 595 na 842 punkty, a amerykańskiego formatu *letter* 612 na 792 punkty.

Kontekst graficzny otrzymywany przez metodę `print` posiada obszar przycięcia odpowiadający marginesom strony. Jeśli metoda `print` zmieni obszar przycięcia, to może uzyskać możliwość drukowania także w obszarze marginesów. Metoda `print` powinna jednak przestrzegać obszaru przycięcia przekazanego jej kontekstu graficznego. Operując na obszarze przycięcia, powinna korzystać z metody `clip` zamiast `setClip`. Jeśli z konkretnych powodów musi ona usunąć przekazany jej obszar przycięcia, to powinna go najpierw zachować, korzystając z metody `getClip` i odtworzyć po zakończeniu operacji z własnym obszarem przycięcia.

Punkty stosowane są nie tylko jako jednostka wymiarów strony i marginesów, ale także jako domyślna jednostka dla wszystkich kontekstów graficznych związanych z drukowaniem. Można sprawdzić to za pomocą przykładowego programu zamieszczonego na końcu podrozdziału. Drukuje on dwa wiersze tekstu w odległości 72 jednostek od siebie. Jeśli zmierzymy odległość między liniami bazowymi obu wierszy, to okaże się, że wynosi ona dokładnie 1 cal czyli 25,4 milimetra.

Metody `getWidth` i `getHeight` pozwalają określić wymiary całej strony. Jednak wydruk z reguły nie odbywa się na całym obszarze strony, ponieważ ograniczony jest marginesami. Nawet jeśli zrezygnujemy z marginesów, to i tak dla większości drukarek pozostaną pewne niewielkie obszary strony, na których nie możemy drukować, co związane jest z koniecznością uchwycenia arkusza papieru przez mechanizm przesuwu papieru drukarki.

Metody `getImageableWidth` i `getImageableHeight` umożliwiają uzyskanie rozmiarów obszaru, na którym możemy drukować. Ponieważ marginesy nie muszą być symetryczne, to istotne są też współrzędne lewego górnego wierzchołka tego obszaru (patrz rysunek 7.33), które możemy uzyskać, korzystając z metod `getImageableX` i `getImageableY`.



Rysunek 7.33. *Rozmiary strony*

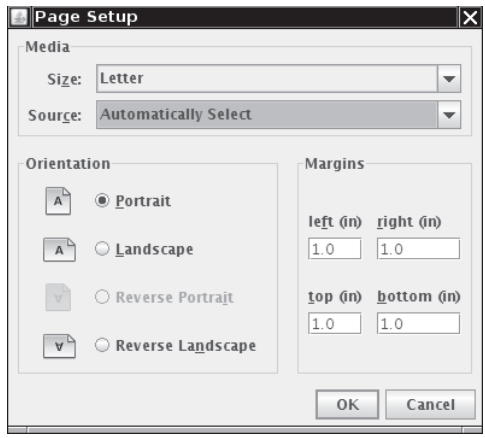
Jeśli chcemy umożliwić użytkownikowi zmianę rozmiarów marginesów lub orientacji strony, to wywołujemy metodę `pageDialog` klasy `PrinterJob`:

```
PageFormat format = job.pageDialog(attributes);
```

Kontekst graficzny przekazywany metodzie `print` posiada obszar przycięcia wyznaczony przez marginesy strony. Jednak układ współrzędnych strony nadal ma swój początek w lewym górnym narożniku arkusza papieru. Wygodnie więc dokonać przekształcenia układu współrzędnych, tak by jego początek znajdował się w lewym górnym narożniku obszaru strony, na którym możemy drukować. W tym celu na początku metody `print` najlepiej wykonać poniższe wywołanie:

```
g.translate(pageFormat.getImageableX(), pageFormat.getImageableY());
```

Jedna z zakładek okna dialogowego wydruku także umożliwia określenie parametrów strony (rysunek 7.34). Metoda `pageDialog` zwraca obiekt `PageFormat` zawierający atrybuty strony określone przez użytkownika.



Rysunek 7.34. *Okno dialogowe ustawień strony dla dowolnej platformy*

Program przedstawiony na listingach 7.10 i 7.11 tworzy ten sam rysunek na ekranie i na wydruku. Klasa pochodna klasy `JPanel` implementuje interfejs `Printable`. Jej metody `paintComponent` oraz `Print` korzystają z jednej i tej samej metody tworzenia rysunku.

```
class PrintPanel extends JPanel implements Printable
{
   public void paintComponent(Graphics g)

   {
      super.paintComponent(g);
      Graphics2D g2 = (Graphics2D)g;
      drawPage(g2);
   }

   public int print(Graphics g, PageFormat pf, int page)
      throws PrinterException
   {
      if (page >= 1) return Printable.NO_SUCH_PAGE;
      Graphics2D g2 = (Graphics2D)g;
      g2.translate(pf.getImageableX(), pf.getImageableY());
      drawPage(g2);
      return Printable.PAGE_EXISTS;
   }

   public void drawPage(Graphics2D g2)
```

```
   {
      // kod tworzenia rysunku tak na ekranie, jak i na wydruku
      ...
   }
   ...
}
```

Listing 7.10. *print/PrintTestFrame.java*

```
package print;

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import java.awt.print.*;
import javax.print.attribute.*;
import javax.swing.*;

/**
 * Ramka zawierająca panel z grafiką 2D
 * i przyciski umożliwiające wydruk grafiki
 * oraz określenie formatu strony.
 */
public class PrintTestFrame extends JFrame
{
   private PrintComponent canvas;
   private PrintRequestAttributeSet attributes;

   public PrintTestFrame()
   {
      canvas = new PrintComponent();
      add(canvas, BorderLayout.CENTER);

      attributes = new HashPrintRequestAttributeSet();

      JPanel buttonPanel = new JPanel();
      JButton printButton = new JButton("Print");
      buttonPanel.add(printButton);
      printButton.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               try
               {
                  PrinterJob job = PrinterJob.getPrinterJob();
                  job.setPrintable(canvas);
                  if (job.printDialog(attributes)) job.print(attributes);
               }
               catch (PrinterException e)
               {
                  JOptionPane.showMessageDialog(PrintTestFrame.this, e);
               }
            }
         });

      JButton pageSetupButton = new JButton("Page setup");
      buttonPanel.add(pageSetupButton);
      pageSetupButton.addActionListener(new ActionListener()
         {
```

```
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               PrinterJob job = PrinterJob.getPrinterJob();
               job.pageDialog(attributes);
            }
         });

      add(buttonPanel, BorderLayout.NORTH);
      pack();
   }
}
```

Listing 7.11. *print/PrintComponent.java*

```
package print;

import java.awt.*;
import java.awt.font.*;
import java.awt.geom.*;
import java.awt.print.*;
import javax.swing.*;

/**
 * Panel tworzący grafikę 2D na potrzeby prezentacji na ekranie
 * i wydruku.
 */
public class PrintComponent extends JComponent implements Printable
{
   private static final int DEFAULT_WIDTH = 300;
   private static final int DEFAULT_HEIGHT = 300;

   public void paintComponent(Graphics g)
   {
      Graphics2D g2 = (Graphics2D) g;
      drawPage(g2);
   }

   public int print(Graphics g, PageFormat pf, int page) throws PrinterException
   {
      if (page >= 1) return Printable.NO_SUCH_PAGE;
      Graphics2D g2 = (Graphics2D) g;
      g2.translate(pf.getImageableX(), pf.getImageableY());
      g2.draw(new Rectangle2D.Double(0, 0, pf.getImageableWidth(),
      ↪pf.getImageableHeight()));

      drawPage(g2);
      return Printable.PAGE_EXISTS;
   }

   /**
    * Metoda tworząca obraz strony, wykorzystująca kontekst
    * graficzny ekranu oraz drukarki.
    * @param g2 kontekst graficzny
    */
   public void drawPage(Graphics2D g2)
   {
      FontRenderContext context = g2.getFontRenderContext();
```

```
      Font f = new Font("Serif", Font.PLAIN, 72);
      GeneralPath clipShape = new GeneralPath();

      TextLayout layout = new TextLayout("Hello", f, context);
      AffineTransform transform = AffineTransform.getTranslateInstance(0, 72);
      Shape outline = layout.getOutline(transform);
      clipShape.append(outline, false);

      layout = new TextLayout("World", f, context);
      transform = AffineTransform.getTranslateInstance(0, 144);
      outline = layout.getOutline(transform);
      clipShape.append(outline, false);

      g2.draw(clipShape);
      g2.clip(clipShape);

      final int NLINES = 50;
      Point2D p = new Point2D.Double(0, 0);
      for (int i = 0; i < NLINES; i++)
      {
         double x = (2 * getWidth() * i) / NLINES;
         double y = (2 * getHeight() * (NLINES - 1 - i)) / NLINES;
         Point2D q = new Point2D.Double(x, y);
         g2.draw(new Line2D.Double(p, q));
      }
   }

   public Dimension getPreferredSize() { return new Dimension(DEFAULT_WIDTH,
DEFAULT_HEIGHT); }
}
```

Program wyświetla i drukuje obrazek pokazany na rysunku 7.20, czyli zbiór linii przycięty obrysem tekstu „Hello, World”.

Wybranie przycisku *Print* umożliwia wydrukowanie rysunku, a przycisku *Page Setup* — określenie parametrów strony. Listing 7.10 zawiera pełen tekst źródłowy programu.

Aby uzyskać okno dialogowe ustawień strony właściwe danemu systemowi, przekazujemy domyślny obiekt klasy `PageFormat` metodzie `pageDialog`. Metoda ta klonuje uzyskany obiekt, modyfikuje go zgodnie z wyborem dokonanym przez użytkownika i zwraca klon obiektu.

```
PageFormat defaultFormat = printJob.defaultPage();
PageFormat selectedFormat = printJob.pageDialog(defaultFormat);
```

java.awt.print.Printable 1.2

- `int print(Graphics g, PageFormat format, int pageNumber)`

  tworzy stronę i zwraca wartość `PAGE_EXISTS` lub `NO_SUCH_PAGE`.

  Parametry: `g` kontekst graficzny,
  `format` format tworzonej strony,
  `numer` tworzonej strony.

API `java.awt.print.PrinterJob` 1.2

- `static PrinterJob getPrinterJob()`

  zwraca obiekt klasy `PrinterJob`.

- `PageFormat defaultPage()`

  zwraca domyślny format strony dla danej drukarki.

- `boolean printDialog(PrintRequestAttributSet attributes)`
- `boolean printDialog()`

  Wyświetlają okno dialogowe wydruku umożliwiające użytkownikowi wybór drukowanych stron i opcji drukowania. Pierwsza z metod wyświetla okno niezależne od platformy, na której pracuje aplikacja, natomiast druga — okno specyficzne dla danej platformy. Pierwsza z metod modyfikuje obiekt `attributes`, tak by odzwierciedlał wybór dokonany przez użytkownika. Obie metody zwracają wartość `true`, jeśli użytkownik zaakceptował wydruk.

- `PageFormat pageDialog(PrintRequestAttributSet attributes)`
- `PageFormat pageDialog()`

  Wyświetlają okno dialogowe ustawień strony. Pierwsza z nich wyświetla okno niezależne od platformy, natomiast druga — okno specyficzne dla danej platformy. Obie metody zwracają obiekt klasy `PageFormat` określający format wybrany przez użytkownika. Pierwsza z metod modyfikuje obiekt `attributes`, tak by odzwierciedlał wybór dokonany przez użytkownika. Druga z metod nie modyfikuje obiektu `defaults`.

- `void setPrintable(Printable p)`
- `void setPrintable(Printable p, PageFormat format)`

  Określają obiekt typu `Printable` wykorzystywany przez dany obiekt klasy `PrinterJob` i opcjonalnie format strony.

- `void print()`
- `void print(PrintRequestAttributeSet attributes)`

  wywołuje cyklicznie metodę `print` obiektu typu `Printable` i wysyła uzyskane obrazy stron na drukarkę tak długo, dopóki kolejna strona nie jest dostępna.

API `java.awt.print.PageFormat` 1.2

- `double getWidth()`
- `double getHeight()`

  Zwracają szerokość i wysokość strony.

- `double getImageableWidth()`
- `double getImageableHeight()`

  Zwracają szerokość i wysokość obszaru strony, na którym możliwe jest drukowanie.

- `double getImageableX()`
- `double getImageableY()`

  Zwracają współrzędne lewego górnego wierzchołka obszaru strony, na którym możliwe jest drukowanie.

- `int getOrientation()`

  zwraca jedną z wartości `PORTRAIT`, `LANDSCAPE`, `REVERSE_LANDSCAPE`. Programista nie musi zajmować się opisaniem orientacji strony, ponieważ jest ona określana automatycznie dla formatu strony i kontekstu graficznego drukowania.

7.12.2. Drukowanie wielu stron

W praktyce obiektowi klasy `PrinterJob` nie przekazujemy zwykle obiektu implementującego jedynie interfejs `Printable`, a wykorzystujemy raczej obiekt implementujący interfejs `Pageable`. Java dostarcza klasę o nazwie `Book` implementującą interfejs `Pageable`. Obiekt klasy `Book` składa się z rozdziałów, z których każdy implementuje interfejs `Printable`. Obiekt klasy `Book` tworzymy, dodając do niego kolejne rozdziały i liczniki ich stron.

```
Book book = new Book();
Printable coverPage = . . . ;
Printable bodyPages = . . . ;
book.append(coverPage, pageFormat);   // dodaje pierwszą stronę
book.append(bodyPages, pageFormat, pageCount);
```

Aby przekazać obiektowi klasy `PrinterJob` obiekt klasy `Book`, korzystamy z metody `setPageable`.

```
printJob.setPageable(book);
```

W ten sposób obiekt klasy `PrinterJob` zna zawsze liczbę stron, które będą wydrukowane. Dzięki temu okno dialogowe wydruku może zaprezentować użytkownikowi właściwy zakres drukowanych stron.

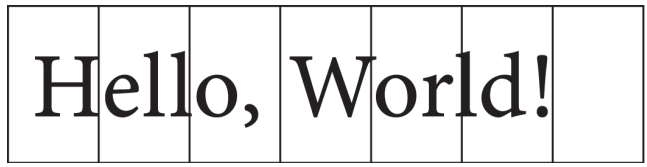
Gdy obiekt klasy `PrinterJob` wywołuje metodę `print` rozdziału reprezentowanego przez obiekt typu `Printable`, to przekazuje jej numer strony w obrębie *całego wydruku*, a nie danego *rozdziału*. Jest to poważny problem, ponieważ jeśli metoda `print` chce wykorzystać przekazany jej numer strony, to musi znać także wartości liczników stron poprzednich rozdziałów.

Z punktu widzenia programisty największy problem związany z wykorzystaniem obiektów klasy `Book` polega na określeniu liczby stron dla każdego z rozdziałów. Klasa implementująca interfejs `Printable` dysponować musi w tym celu *algorytmem rozmieszczenia* tworzonego materiału na kolejnych stronach. Algorytm ten musi zostać wykonany przed rozpoczęciem drukowania w celu ustalenia początku kolejnych stron i ich liczby. Informację tę warto zachować i wykorzystać w procesie tworzenia wydruku.

Pamiętać przy tym należy, że jeśli użytkownik zmieni format strony, to algorytm musi zostać wykonany od nowa, nawet jeśli drukowana informacja nie uległa zmianie.

Program z listingu 7.13 pokazuje sposób tworzenia wydruku wielostronicowego. Drukuje on tekst komunikatu bardzo dużą czcionką, tak że zajmuje on kilka stron (patrz rysunek 7.35). Możemy obciąć marginesy wydrukowanych stron i skleić je razem w transparent.

Rysunek 7.35. *Transparent*



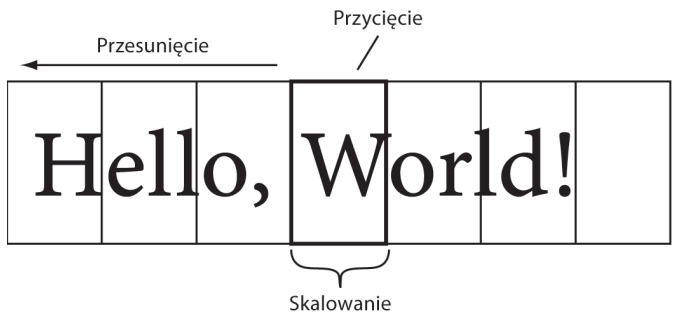
Metoda `layoutPages` klasy `Banner` wyznacza rozmieszczenie tekstu na stronach, korzystając z czcionki o rozmiarze 72 punktów. Obliczamy wysokość tekstu i porównujemy ją z wysokością obszaru strony, na którym można drukować. Z porównania tego uzyskujemy współczynnik przeskalowania tekstu, który wykorzystujemy do powiększenia tekstu podczas wydruku.

> Aby precyzyjnie wyznaczyć rozmieszczenie materiału na stronach, z reguły potrzebne są informacje, które możemy uzyskać z kontekstu graficznego drukowania. Jednak dostęp do niego nie jest możliwy przed rozpoczęciem drukowania. Nasz przykładowy program wyznacza sposób rozmieszczenia tekstu, korzystając z ekranowego kontekstu graficznego w nadziei, że rozmiary czcionek ekranowych i na wydruku nie będą się różnić.

Metoda `getPageCount` klasy `Banner` wywołuje najpierw metodę wyznaczającą rozmieszczenie wydruku. Następnie przeskalowuje szerokość łańcucha znaków i dzieli ją przez szerokość zadrukowywanego obszaru strony. Uzyskany wynik po zaokrągleniu w górę jest liczbą stron wydruku.

Drukowanie transparentu wydawać się może kłopotliwe ze względu na to, że poszczególne znaki mogą być dzielone pomiędzy kolejne strony. Jednak gdy korzystamy z Java 2D, problem ten nie występuje. Kiedy obiekt klasy `PrinterJob` żąda utworzenia wydruku kolejnej strony, posługujemy się po prostu metodą `translate` klasy `Graphics2D`, aby przesunąć lewy górny wierzchołek łańcucha znaków w lewo. Następnie określamy obszar przycięcia jako obszar bieżącej strony (patrz rysunek 7.36) i skalujemy kontekst graficzny za pomocą współczynnika uzyskanego przez metodę wyznaczającą rozmieszczenie tekstu.

Rysunek 7.36. *Drukowanie strony transparentu*

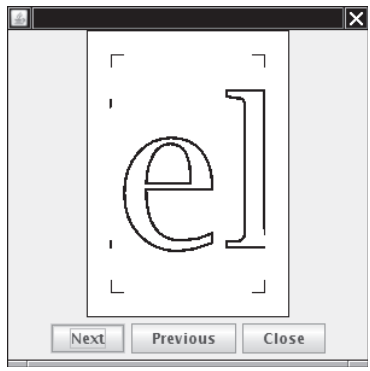


Przykład ten stanowi doskonałą ilustrację praktycznej przydatności przekształceń. Dzięki ich wykorzystaniu do umieszczania rysunku w żądanym położeniu kod programu pozostaje prosty i przejrzysty. Operacja przycięcia umożliwia łatwe usunięcie fragmentów rysunku, które nie mieszczą się na danej stronie. W następnym podrozdziale przedstawimy kolejny przykład wykorzystania przekształceń do tworzenia podglądu wydruku.

7.12.3. Podgląd wydruku

Większość profesjonalnych aplikacji udostępnia mechanizm podglądu wydruku, który pozwala obejrzeć jego strony przed ich wydrukowaniem i uniknąć marnowania papieru, jeśli efekt nie jest zadowalający. Klasy języka Java nie dostarczają wprawdzie gotowego okna dialogowego dla podglądu wydruku, ale jego zaimplementowanie okazuje się dość proste (patrz rysunek 7.37). Program z listingu 7.14 pokazuje, w jaki sposób można to osiągnąć. Co ważne, zdefiniowana w nim klasa `PrintPreviewDialog` jest zupełnie ogólna i może być wykorzystywana do podglądu dowolnych wydruków.

Rysunek 7.37. *Okno dialogowe podglądu wydruku*



Listing 7.12. *book/BookTestFrame.java*

```
package book;

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import java.awt.print.*;
import javax.print.attribute.*;
import javax.swing.*;

/**
 * Ramka zawierająca pole tekstowe umożliwiające wprowadzenie
 * tekstu transparentu oraz przyciski wydruku, formatu strony i podglądu wydruku.
 */
public class BookTestFrame extends JFrame
{
   private JTextField text;
   private PageFormat pageFormat;
   private PrintRequestAttributeSet attributes;

   public BookTestFrame()
   {
      text = new JTextField();
      add(text, BorderLayout.NORTH);

      attributes = new HashPrintRequestAttributeSet();

      JPanel buttonPanel = new JPanel();

      JButton printButton = new JButton("Print");
```

```
      buttonPanel.add(printButton);
      printButton.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               try
               {
                  PrinterJob job = PrinterJob.getPrinterJob();
                  job.setPageable(makeBook());
                  if (job.printDialog(attributes))
                  {
                     job.print(attributes);
                  }
               }
               catch (PrinterException e)
               {
                  JOptionPane.showMessageDialog(BookTestFrame.this, e);
               }
            }
         });

      JButton pageSetupButton = new JButton("Page setup");
      buttonPanel.add(pageSetupButton);
      pageSetupButton.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               PrinterJob job = PrinterJob.getPrinterJob();
               pageFormat = job.pageDialog(attributes);
            }
         });

      JButton printPreviewButton = new JButton("Print preview");
      buttonPanel.add(printPreviewButton);
      printPreviewButton.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               PrintPreviewDialog dialog = new PrintPreviewDialog(makeBook());
               dialog.setVisible(true);
            }
         });

      add(buttonPanel, BorderLayout.SOUTH);
      pack();
   }

   /**
    * Tworzy obiekt klasy Book zawierający stronę okładki
    * i kolejne strony transparentu.
    */
   public Book makeBook()
   {
      if (pageFormat == null)
      {
         PrinterJob job = PrinterJob.getPrinterJob();
         pageFormat = job.defaultPage();
      }
```

```
      Book book = new Book();
      String message = text.getText();
      Banner banner = new Banner(message);
      int pageCount = banner.getPageCount((Graphics2D) getGraphics(), pageFormat);
      book.append(new CoverPage(message + " (" + pageCount + " pages)"), pageFormat);
      book.append(banner, pageFormat, pageCount);
      return book;
   }
}
```

Listing 7.13. *book/Banner.java*

```
package book;

import java.awt.*;
import java.awt.font.*;
import java.awt.geom.*;
import java.awt.print.*;

/**
 * Klasa reprezentująca transparent drukowany na wielu stronach.
 */
public class Banner implements Printable
{
   private String message;
   private double scale;

   /**
    * Tworzy obiekt reprezentujący transparent.
    * @param m tekst transparentu
    */
   public Banner(String m)
   {
      message = m;
   }

   /**
    * Zwraca liczbę stron danego rozdziału.
    * @param g2 kontekst graficzny
    * @param pf format strony
    * @return liczba stron
    */
   public int getPageCount(Graphics2D g2, PageFormat pf)
   {
      if (message.equals("")) return 0;
      FontRenderContext context = g2.getFontRenderContext();
      Font f = new Font("Serif", Font.PLAIN, 72);
      Rectangle2D bounds = f.getStringBounds(message, context);
      scale = pf.getImageableHeight() / bounds.getHeight();
      double width = scale * bounds.getWidth();
      int pages = (int) Math.ceil(width / pf.getImageableWidth());
      return pages;
   }

   public int print(Graphics g, PageFormat pf, int page) throws PrinterException
   {
      Graphics2D g2 = (Graphics2D) g;
      if (page > getPageCount(g2, pf)) return Printable.NO_SUCH_PAGE;
```

```
            g2.translate(pf.getImageableX(), pf.getImageableY());

            drawPage(g2, pf, page);
            return Printable.PAGE_EXISTS;
        }

        public void drawPage(Graphics2D g2, PageFormat pf, int page)
        {
            if (message.equals("")) return;
            page--; // uwzględnia okładkę

            drawCropMarks(g2, pf);
            g2.clip(new Rectangle2D.Double(0, 0, pf.getImageableWidth(),
            ↪pf.getImageableHeight()));
            g2.translate(-page * pf.getImageableWidth(), 0);
            g2.scale(scale, scale);
            FontRenderContext context = g2.getFontRenderContext();
            Font f = new Font("Serif", Font.PLAIN, 72);
            TextLayout layout = new TextLayout(message, f, context);
            AffineTransform transform = AffineTransform.getTranslateInstance(0,
            ↪layout.getAscent());
            Shape outline = layout.getOutline(transform);
            g2.draw(outline);
        }

        /**
         * Rysuje znaki wyznaczające obszar drukowania
         * w odległości ½ cala od narożników strony.
         * @param g2 kontekst graficzny
         * @param pf format strony
         */
        public void drawCropMarks(Graphics2D g2, PageFormat pf)
        {
            final double C = 36; // znak obszaru drukowania = 1/2 cala
            double w = pf.getImageableWidth();
            double h = pf.getImageableHeight();
            g2.draw(new Line2D.Double(0, 0, 0, C));
            g2.draw(new Line2D.Double(0, 0, C, 0));
            g2.draw(new Line2D.Double(w, 0, w, C));
            g2.draw(new Line2D.Double(w, 0, w - C, 0));
            g2.draw(new Line2D.Double(0, h, 0, h - C));
            g2.draw(new Line2D.Double(0, h, C, h));
            g2.draw(new Line2D.Double(w, h, w, h - C));
            g2.draw(new Line2D.Double(w, h, w - C, h));
        }
    }

    /**
     * Klasa drukująca stronę okładki zawierającą tytuł.
     */
    public class CoverPage implements Printable
    {
        private String title;

        /**
         * Tworzy stronę okładki.
         * @param t tytuł
         */
```

```
   public CoverPage(String t)
   {
      title = t;
   }

   public int print(Graphics g, PageFormat pf, int page) throws PrinterException
   {
      if (page >= 1) return Printable.NO_SUCH_PAGE;
      Graphics2D g2 = (Graphics2D) g;
      g2.setPaint(Color.black);
      g2.translate(pf.getImageableX(), pf.getImageableY());
      FontRenderContext context = g2.getFontRenderContext();
      Font f = g2.getFont();
      TextLayout layout = new TextLayout(title, f, context);
      float ascent = layout.getAscent();
      g2.drawString(title, 0, ascent);
      return Printable.PAGE_EXISTS;
   }
}
```

Listing 7.14. *book/PrintPreviewDialog.java*

```
package book;

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import java.awt.font.*;
import java.awt.print.*;
import javax.swing.*;

/**
 * Klasa implementująca uniwersalne okno dialogowe podglądu wydruku.
 */
class PrintPreviewDialog extends JDialog
{
   private static final int DEFAULT_WIDTH = 300;
   private static final int DEFAULT_HEIGHT = 300;

   private PrintPreviewCanvas canvas;

   /**
    * Tworzy okno dialogowe podglądu wydruku.
    * @param p obiekt typu Printable
    * @param pf format strony
    * @param pages liczba stron obiektu p
    */
   public PrintPreviewDialog(Printable p, PageFormat pf, int pages)
   {
      Book book = new Book();
      book.append(p, pf, pages);
      layoutUI(book);
   }

   /**
    * Tworzy okno podglądu wydruku.
    * @param b obiekt klasy Book
    */
   public PrintPreviewDialog(Book b)
```

```
      {
         layoutUI(b);
      }

      /**
       * Rozmieszcza komponenty okna dialogowego.
       * @param book obiekt klasy Book, którego podgląd będzie prezentowany
       */
      public void layoutUI(Book book)
      {
         setSize(DEFAULT_WIDTH, DEFAULT_HEIGHT);

         canvas = new PrintPreviewCanvas(book);
         add(canvas, BorderLayout.CENTER);

         JPanel buttonPanel = new JPanel();

         JButton nextButton = new JButton("Next");
         buttonPanel.add(nextButton);
         nextButton.addActionListener(new ActionListener()
            {
               public void actionPerformed(ActionEvent event)
               {
                  canvas.flipPage(1);
               }
            });

         JButton previousButton = new JButton("Previous");
         buttonPanel.add(previousButton);
         previousButton.addActionListener(new ActionListener()
            {
               public void actionPerformed(ActionEvent event)
               {
                  canvas.flipPage(-1);
               }
            });

         JButton closeButton = new JButton("Close");
         buttonPanel.add(closeButton);
         closeButton.addActionListener(new ActionListener()
            {
               public void actionPerformed(ActionEvent event)
               {
                  setVisible(false);
               }
            });

         add(buttonPanel, BorderLayout.SOUTH);
      }
   }
```

Listing 7.15. *book/PrintPreviewCanvas.java*

```
package book;

import java.awt.*;
import java.awt.geom.*;
```

```
import java.awt.print.*;
import javax.swing.*;

/**
 * Komponent prezentacji podglądu wydruku.
 */
class PrintPreviewCanvas extends JComponent
{
   private Book book;
   private int currentPage;

   /**
    * Tworzy obiekt prezentacji podglądu wydruku.
    * @param b obiekt klasy Book, którego podgląd będzie prezentowany
    */
   public PrintPreviewCanvas(Book b)
   {
      book = b;
      currentPage = 0;
   }

   public void paintComponent(Graphics g)
   {
      Graphics2D g2 = (Graphics2D) g;
      PageFormat pageFormat = book.getPageFormat(currentPage);

      double xoff; // przesunięcie wzdłuż osi x początku strony w oknie
      double yoff; // przesunięcie wzdłuż osi y początku strony w oknie
      double scale; // współczynnik przeskalowania strony w oknie
      double px = pageFormat.getWidth();
      double py = pageFormat.getHeight();
      double sx = getWidth() - 1;
      double sy = getHeight() - 1;
      if (px / py < sx / sy) // centruje w poziomie
      {
         scale = sy / py;
         xoff = 0.5 * (sx - scale * px);
         yoff = 0;
      }
      else
      // centruje w pionie
      {
         scale = sx / px;
         xoff = 0;
         yoff = 0.5 * (sy - scale * py);
      }
      g2.translate((float) xoff, (float) yoff);
      g2.scale((float) scale, (float) scale);

      // rysuje obraz strony (ignorując marginesy)
      Rectangle2D page = new Rectangle2D.Double(0, 0, px, py);
      g2.setPaint(Color.white);
      g2.fill(page);
      g2.setPaint(Color.black);
      g2.draw(page);

      Printable printable = book.getPrintable(currentPage);
      try
```

```
            {
               printable.print(g2, pageFormat, currentPage);
            }
            catch (PrinterException e)
            {
               g2.draw(new Line2D.Double(0, 0, px, py));
               g2.draw(new Line2D.Double(px, 0, 0, py));
            }
         }

         /**
          * Przesuwa się o zadaną liczbę stron.
          * @param liczba stron. Wartość ujemna oznacza kierunek wstecz.
          */
         public void flipPage(int by)
         {
            int newPage = currentPage + by;
            if (0 <= newPage && newPage < book.getNumberOfPages())
            {
               currentPage = newPage;
               repaint();
            }
         }
      }
```

Aby utworzyć obiekt klasy `PrintPreviewDialog`, należy dostarczyć obiekt typu `Printable` lub klasy `Book` wraz z obiektem klasy `PageFormat`. Okno dialogowe klasy `PrintPreviewDialog` zawiera komponent klasy `PrintPreviewCanvas` (patrz listing 7.15). Gdy użytkownik wybiera przyciski podglądu poprzedniej lub następnej strony, to metoda `paintComponent` wywołuje metodę `print` obiektu `Printable` dla żądanej strony.

Zwykle metoda `print` tworzy rysunek strony, korzystając z kontekstu graficznego drukarki. Jednak tym razem dostarczamy jej kontekst graficzny ekranu przeskalowany, tak by obraz strony znalazł się w prostokącie okna dialogowego.

```
float xoff = . . . ; // współrzędna x lewego górnego wierzchołka strony
float yoff = . . . ; // współrzędna y lewego górnego wierzchołka strony
float scale = . . . ; // współczynnik skalowania strony do okna dialogowego
g2.translate(xoff, yoff);
g2.scale(scale, scale);
Printable printable = book.getPrintable(currentPage);
printable.print(g2, pageFormat, currentPage);
```

W ten sposób metoda `print` nie wie nawet, czy tworzy stronę wydruku, czy też jej podgląd na ekranie. Jest to kolejny przykład przemyślanej konstrukcji modelu tworzenia obrazów zastosowanej przez projektantów Java 2D.

Listing 7.12 zawiera kod programu drukującego transparent wyposażonego w okno podglądu wydruku. Umożliwia on wpisanie dowolnej treści transparentu, następnie podejrzenie jego rozkładu na stronach i na tej podstawie zdecydowanie o jego wydruku.

API java.awt.print.PrinterJob 1.2

- `void setPageable(Pageable p)`

  instaluje drukowany obiekt typu `Pageable` (na przykład klasy `Book`).

API java.awt.print.Book 1.2

- `void append(Printable p, PageFormat format)`
- `void append(Printable p, PageFormat format, int pageCount)`

  Dołączają kolejny rozdział do obiektu klasy `Book`. Jeśli parametr `pageCount` jest pominięty, to dodawana jest jedna strona.
- `Printable getPrintable(int page)`

  pobiera obiekt typu `Printable` dla podanej strony.

7.12.4. Usługi drukowania

Dotychczas pokazaliśmy sposoby drukowania grafiki Java 2D. Jednak Java SE 1.4 posiada o wiele szersze możliwości. Definiuje szereg typów danych, dla których możliwe jest odnalezienie odpowiedniej usługi drukowania. Należą do nich między innymi:

- obrazy w formatach GIF, JPEG i PNG,
- dokumenty w formacie tekstowym, HTML, PostScript i PDF,
- dane przekazywane bez interpretacji wprost do drukarki,
- obiekty klas implementujących interfejsy `Printable`, `Pageable` i `RenderableImage`.

Źródłem tych danych może być strumień wejściowy, lokalizacja o podanym adresie URL bądź tablica. *Rodzaj dokumentu* opisuje kombinację źródła danych i ich typu. Klasa `DocFlavor` definiuje szereg klas wewnętrznych dla różnych źródeł danych. Każda z tych klas definiuje z kolei stałe określające rodzaj dokumentu. Na przykład stała

```
DocFlavor.INPUT_STREAM.GIF
```

opisuje obraz w formacie GIF dostępny za pomocą strumienia wejścia. Tabela 7.3 przedstawia pozostałe kombinacje.

Tabela 7.3. *Rodzaje dokumentów dla usług drukowania*

Źródło danych	Typ danych	Typ MIME
INPUT_STREAM	GIF	image/gif
URL	JPEG	image/jpeg
BYTE_ARRAY	PNG	image/png
	POSTSCRIPT	application/postscript
	PDF	application/pdf
	TEXT_HTML_HOST	text/html (wykorzystujący kodowanie znaków hosta)
	TEXT_HTML_US_ASCII	text/html; charset=us-ascii

Tabela 7.3. *Rodzaje dokumentów dla usług drukowania — ciąg dalszy*

Źródło danych	Typ danych	Typ MIME
	TEXT_HTML_UTF_8	text/html; charset=utf-8
	TEXT_HTML_UTF_16	text/html; charset=utf-16
	TEXT_HTML_UTF_16LE	text/html; charset=utf-16le (najpierw bajt mniej znaczący)
	TEXT_HTML_UTF_16BE	text/html; charset=utf-16be (najpierw bajt bardziej znaczący)
	TEXT_PLAIN_HOST	text/plain (wykorzystujący kodowanie znaków hosta)
	TEXT_PLAIN_US_ASCII	text/plain; charset=us-ascii
	TEXT_PLAIN_UTF_8	text/plain; charset=utf-8
	TEXT_PLAIN_UTF_16	text/plain; charset=utf-16
	TEXT_PLAIN_UTF_16LE	text/plain; charset=utf-16le (najpierw bajt mniej znaczący)
	TEXT_PLAIN_UTF_16BE	text/plain; charset=utf-16be (najpierw bajt bardziej znaczący)
	PCL	application/vnd.hp_PCL (Hewlett Packard Printer Control Language)
	AUTOSENSE	application/octet-stream (dane wysyłane bez interpretacji wprost do drukarki)
READER	TEXT_HTML	text/html; charset=utf-16
STRING	TEXT_PLAIN	text/plain; charset=utf-16
CHAR_ARRAY		
SERVICE_FORMATTED	PRINTABLE	nie dotyczy
	PAGEABLE	nie dotyczy
	RENDERABLE_IMAGE	nie dotyczy

Załóżmy, że chcemy wydrukować obraz w formacie GIF zapisany w pliku. Musimy najpierw sprawdzić, czy istnieje *usługa drukowania*, która wykona to zadanie. Metoda statyczna `lookup ↪PrintServices` klasy `PrintServiceLookup` zwraca tablicę obiektów typu `PrintService`, które umożliwiają wydruk danego rodzaju dokumentu.

```
DocFlavor flavor = DocFlavor.INPUT_STREAM.GIF;
PrintService[] services
   = PrintServiceLookup.lookupPrintServices(flavor, null);
```

Drugi z parametrów metody `lookupPrintServices` jest wartością `null`, co wskazuje, że nie chcemy zawężać zakresu poszukiwania przez wskazanie atrybutów drukarki, które omówimy w kolejnym podrozdziale.

Jeśli tablica zwrócona przez metodę `lookupPrintServices` zawiera więcej niż jeden element, musimy zdecydować, którą z usług chcemy wykorzystać. Metoda `getName` klasy `PrintService` zwraca nazwę drukarki, która posłużyć może jako kryterium wyboru.

Następnie uzyskujemy dla danej usługi obiekt klasy `DocPrintJob`:

```
DocPrintJob job = services[i].createPrintJob();
```

Do drukowania musimy dostarczyć obiekt implementujący interfejs `Doc`. Java udostępnia klasę `SimpleDoc` implementującą ten interfejs. Konstruktor klasy `SimpleDoc` wymaga, aby jako parametrów obiektu reprezentującego źródło danych użyć rodzaju dokumentu i, opcjonalnie, zbioru atrybutów. Na przykład:

```
InputStream in = new FileInputStream(fileName);
Doc doc = new SimpleDoc(in, flavor, null);
```

Możemy teraz uruchomić proces drukowania:

```
job.print(doc, null)
```

Podobnie jak wcześniej, wartość `null` może zostać zastąpiona zbiorem atrybutów.

Zwróćmy uwagę, że proces drukowania przebiega teraz inaczej, niż zostało to opisane w poprzednim podrozdziale, ponieważ nie ma miejsca żadna interakcja z użytkownikiem wykorzystująca okna dialogowe. Możemy za to zaimplementować na przykład mechanizm wydruku na serwerze, któremu użytkownicy będą przekazywać prace do wydruku za pośrednictwem formularza na stronie internetowej.

Program z listingu 7.16 demonstruje sposób wykorzystania usług drukowania na przykładzie wydruku pliku graficznego.

Listing 7.16. *printService/PrintServiceTest.java*

```
package printService;

import java.io.*;
import java.nio.file.*;
import javax.print.*;

/**
 * Program demonstrujący wykorzystanie usług drukowania.
 * Drukuje obrazek w formacie GIF za pomocą jednej z usług
 * dostępnych dla tego rodzaju dokumentu (wybranej przez użytkownika).
 * @version 1.10 2007-08-16
 * @author Cay Horstmann
 */
public class PrintServiceTest
{
   public static void main(String[] args)
   {
      DocFlavor flavor = DocFlavor.URL.GIF;
```

```
        PrintService[] services = PrintServiceLookup.lookupPrintServices(flavor, null);
        if (args.length == 0)
        {
           if (services.length == 0) System.out.println("No printer for flavor " + flavor);
           else
           {
              System.out.println("Specify a file of flavor " + flavor
                    + "\nand optionally the number of the desired printer.");
              for (int i = 0; i < services.length; i++)
                 System.out.println((i + 1) + ": " + services[i].getName());
           }
           System.exit(0);
        }
        String fileName = args[0];
        int p = 1;
        if (args.length > 1) p = Integer.parseInt(args[1]);
        if (fileName == null) return;
        try (InputStream in = Files.newInputStream(Paths.get(fileName)))
        {
           Doc doc = new SimpleDoc(in, flavor, null);
           DocPrintJob job = services[p - 1].createPrintJob();
           job.print(doc, null);
        }
        catch (Exception ex)
        {
           ex.printStackTrace();
        }
     }
  }
```

API javax.print.PrintServiceLookup 1.4

- `PrintService[] lookupPrintServices(DocFlavor flavor, AttributeSet attributes)`

  wyszukuje usługi drukowania dla danego rodzaju dokumentu i zbioru atrybutów.

  Parametry: `flavor` rodzaj dokumentu,
  `attributes` wymagane atrybuty drukowania lub wartość `null`.

API *javax.print.PrintService* 1.4

- `DocPrintJob createPrintJob()`

  zwraca obiekt `DocPrintJob` umożliwiający wydruk obiektu implementującego interfejs `Doc`, na przykład klasy `SimpleDoc`.

API *javax.print.DocPrintJob* 1.4

- `void print(Doc doc, PrintRequestAttributeSet attributes)`

  drukuje dokument o podanych atrybutach.

  Parametry: `doc` drukowany dokument,
  `attributes` wymagane atrybuty drukowania lub wartość `null`.

API javax.print.SimpleDoc 1.4

- SimpleDoc(Object data, DocFlavor flavor, DocAttributeSet attributes)

  tworzy obiekt klasy SimpleDoc, który może być wydrukowany za pomocą obiektu klasy DocPrintJob.

  Parametry: data — obiekt zawierający dane do wydruku, na przykład strumień wejściowy lub obiekt typu Printable,
  flavor — rodzaj dokumentu,
  attributes — wymagane atrybuty drukowania lub wartość null.

7.12.5. Usługi drukowania za pośrednictwem strumieni

Usługa drukowania tworzy wydruk, wysyłając dane do drukarki. Usługa drukowania za pośrednictwem strumienia tworzy te same dane, ale zamiast wysyłać je do drukarki, umieszcza je w strumieniu, aby odroczyć proces drukowania lub umożliwić zinterpretowanie danych wydruku innemu programowi. Platforma Java udostępnia usługę drukowania za pośrednictwem strumienia, która umożliwia utworzenie danych w formacie PostScript dla obrazów i grafiki 2D. Usługa ta dostępna jest w każdym systemie, nawet jeśli nie posiada on zainstalowanej żadnej drukarki.

Znalezienie odpowiedniej usługi drukowania za pośrednictwem strumienia jest nieco bardziej pracochłonne niż znalezienie zwykłej usługi drukowania. Musimy określić rodzaj drukowanego dokumentu i typ MIME dla strumienia wyjściowego. W rezultacie otrzymamy tablicę StreamPrintServiceFactory zawierającą fabryki.

```
DocFlavor flavor = DocFlavor.SERVICE_FORMATTED.PRINTABLE;
String mimeType = "application/postscript";
StreamPrintServiceFactory[] factories =
   StreamPrintServiceFactory.lookupStreamPrintServiceFactories(flavor, mimeType);
```

Klasa StreamPrintServiceFactory nie posiada żadnej metody, która umożliwiłaby rozróżnienie poszczególnych fabryk, dlatego wybierzemy po prostu pierwszą z nich czyli factories[0]. Wywołamy następnie jej metodę getPrintService z parametrem w postaci strumienia wyjściowego, aby uzyskać obiekt klasy StreamPrintService.

```
OutputStream out = new FileOutputStream(fileName);
StreamPrintService service = factories[0].getPrintService(out);
```

Klasa StreamPrintService jest klasą pochodną klasy PrintService. Aby uzyskać wydruk, należy następnie powtórzyć kroki podane w poprzednim rozdziale.

API javax.print.StreamPrintServiceFactory 1.4

- StreamPrintServiceFactory[] lookupStreamPrintServiceFactories(DocFlavor flavor, String mimeType)

  wyszukuje fabryki usług drukowania umożliwiające wydruk danego rodzaju dokumentów za pomocą strumienia wyjściowego podanego typu MIME.

- `StreamPrintService getPrintService(OutputStream out)`

  zwraca usługę drukowania, która wysyła dane do podanego strumienia wyjściowego.

7.12.6. Atrybuty drukowania

Usługi drukowania dostarczają bogatego zestawu interfejsów i klas umożliwiających wyspecyfikowanie różnego rodzaju atrybutów. Możemy wyróżnić cztery najistotniejsze grupy atrybutów. Dwie pierwsze pozwalają wyspecyfikować żądania wysyłane do drukarki.

- *Atrybuty żądań wydruku* wykorzystywane są do określenie opcji wydruku (takich jak na przykład druk dwustronny czy format papieru) dla wszystkich dokumentów danego wydruku.
- *Atrybuty dokumentów* dotyczące poszczególnych dokumentów w ramach danego wydruku.

Pozostałe dwie grupy atrybutów dotyczą informacji o drukarce i stanie wydruku.

- *Atrybuty usługi drukowania* zawierają informacje o usłudze drukowania, takie jak marka i model drukarki i określenie, czy przyjmuje ona zlecenia wydruku.
- *Atrybuty wydruku* zawierają informacje o stanie określonego wydruku (na przykład, czy został on wykonany).

Do opisu różnych atrybutów służy interfejs `Attribute` wraz z następującymi interfejsami pochodnymi:

```
PrintRequestAttribute
DocAttribute
PrintServiceAttribute
PrintJobAttribute
SupportedValuesAttribute
```

Klasy poszczególnych atrybutów implementują jeden lub więcej wymienionych interfejsów. Na przykład obiekt klasy `Copies` używany do opisu liczby kopii wydruku implementuje interfejsy `PrintRequestAttribute` i `PrintJobAttribute`. W przypadku pierwszego z nich oznacza to, że żądanie wydruku może określać liczbę kopii. Natomiast implementacja drugiego z interfejsów oznacza, że wydruk zawiera określoną liczbę kopii, która może być mniejsza od żądanej ze względu na ograniczone możliwości drukarki lub brak papieru.

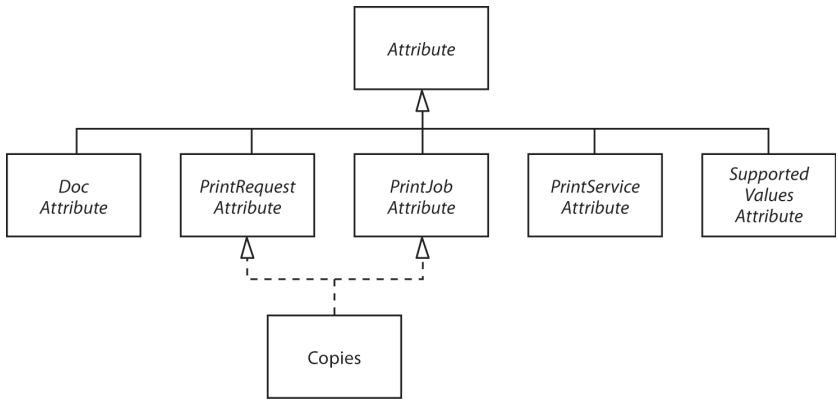
Implementacja przez atrybut interfejsu `SupportedValuesAttribute` wskazuje, że wartość atrybutu nie jest związana z określonym żądaniem lub stanem, ale określa potencjalne możliwości usługi. Istnieje na przykład klasa `CopiesSupported` implementująca interfejs `SupportedValues`
`↪Attribute`. Obiekt tej klasy podaje, ile kopii może wydrukować dana drukarka.

Rysunek 7.38 prezentuje diagram hierarchii atrybutów.

Oprócz klas i interfejsów reprezentujących pojedyncze atrybuty zdefiniowano także klasy i interfejsy dla zbiorów atrybutów. Interfejs `AttributeSet` posiada cztery interfejsy pochodne:

```
PrintRequestAttributeSet
DocAttributeSet
PrintServiceAttributeSet
PrintJobAttributeSet
```

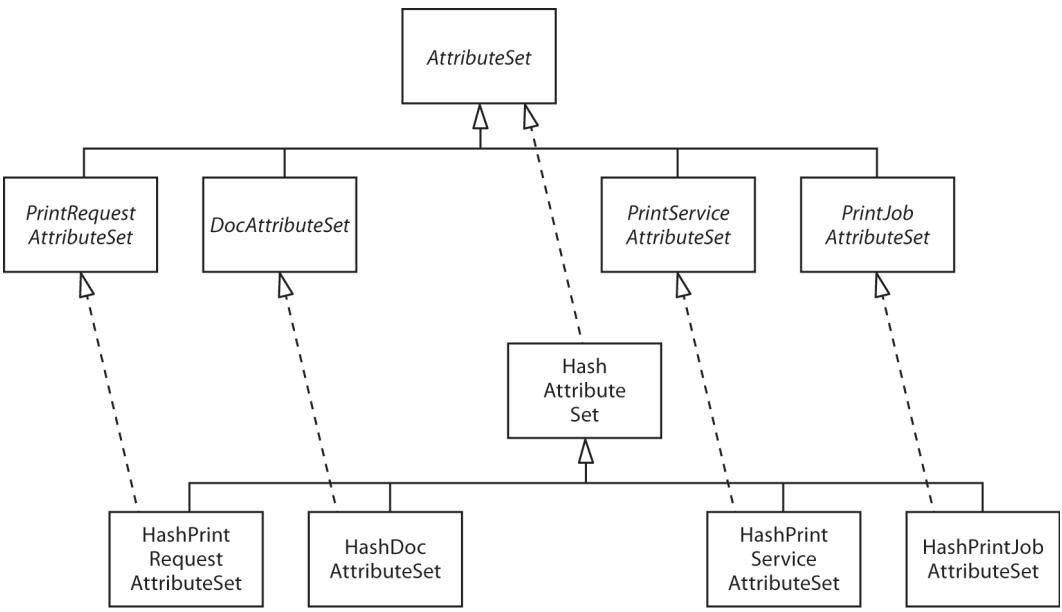
Rysunek 7.38. *Hierarchia atrybutów*



Dla każdego z tych interfejsów dostępna jest klasa implementacji:

```
HashAttributeSet
HashPrintRequestAttributeSet
HashDocAttributeSet
HashPrintServiceAttributeSet
HashPrintJobAttributeSet
```

Na rysunku 7.39 przedstawiony został diagram klas dla hierarchii zbiorów atrybutów.



Rysunek 7.39. *Hierarchia zbiorów atrybutów*

Na przykład zbiór atrybutów żądania wydruku tworzymy w następujący sposób:

```
PrintRequestAttributeSet attributes
   = new HashPrintRequestAttributeSet();
```

Po utworzeniu zbioru atrybutów nie musimy już posługiwać się przedrostkiem `Hash`.

W jakim celu utworzono tyle interfejsów? Umożliwiają one kontrolę poprawności użycia atrybutów. Na przykład interfejs `DocAttributeSet` akceptuje jedynie obiekty implementujące interfejs `DocAttribute`. Próba dodania innego atrybutu kończy się błędem wykonania programu.

Zbiór atrybutów jest specjalizowaną odmianą mapy, której klucze są typu `Class`, a wartości należą do klasy implementującej interfejs `Attribute`. Na przykład jeśli w zbiorze atrybutów umieścimy obiekt

```
new Copies(10)
```

to jego kluczem będzie obiekt `Copies.class`. Klucz ten nazywany jest *kategorią* atrybutu. Interfejs `Attribute` definiuje metodę

```
Class getCategory()
```

która zwraca kategorię atrybutu. Klasa `Copies` implementuje tę metodę, tak by zwracała ona obiekt `Copies.class`. Nie jest jednak wymagane, by kategoria atrybutu była równoznaczna z jego klasą.

Gdy umieszczamy atrybut w zbiorze atrybutów, to informacja o jego kategorii pobierana jest automatycznie. Wystarczy więc jedynie umieścić atrybut w zbiorze, jak pokazano poniżej:

```
attributes.add(new Copies(10));
```

Jeśli następnie dodamy do zbioru inny atrybut tej samej kategorii, to zastąpi on poprzedni atrybut.

Aby pobrać atrybut, musimy użyć jego kategorii jako klucza, na przykład:

```
AttributeSet attributes = job.getAttributes();
Copies copies = (Copies)attribute.get(Copies.class);
```

Atrybuty są także zorganizowane wokół wartości, które mogą przyjmować. Atrybut klasy `Copies` może posiadać dowolną wartość całkowitą i dlatego jego klasa jest pochodną klasy `IntegerSyntax`, podobnie jak klasy innych atrybutów przyjmujących wartości całkowite. Metoda `getValue` umożliwia pobranie wartości atrybutu:

```
int n = copies.getValue();
```

Istnieją także klasy

```
TextSyntax
DateTimeSyntax
URISyntax
```

hermetyzujące odpowiednio łańcuch znaków, datę i czas lub identyfikator URI (*Uniform Resource Identifier*).

Istnieje także wiele atrybutów, które mogą przyjmować określoną liczbę wartości. Na przykład atrybut `PrintQuality` umożliwia określenie jakości wydruku jako roboczej, zwykłej i wysokiej za pomocą następujących stałych:

```
PrintQuality.DRAFT
PrintQuality.NORMAL
PrintQuality.HIGH
```

Klasy atrybutów przyjmujących skończoną liczbę wartości są pochodnymi klasy `EnumSyntax`, która posiada szereg metod umożliwiających zorganizowanie wyliczeń wartości atrybutów. Dzięki temu, korzystając z atrybutu, nie musimy sami tworzyć odpowiedniego mechanizmu do posługiwania się jego wartościami. Wystarczy gdy podamy jedynie nazwę wartości, umieszczając atrybut w zbiorze:

```
attributes.add(PrintQuality.HIGH);
```

Poniżej przedstawiamy sposób sprawdzenia wartości atrybutu.

```
if (attribute.get(PrintQuality.class) == PrintQuality.HIGH)
   . . .
```

Tabela 7.4 prezentuje atrybuty drukowania. Jej druga kolumna zawiera nazwę klasy bazowej dla klasy atrybutu (na przykład `IntegerSyntax` dla `Copies`) lub zbiór wartości w przypadku atrybutów, dla których jest on skończony. Ostatnie cztery kolumny pokazują, czy klasa atrybutu implementuje interfejs `DocAttribute` (DA), `PrintJobAttribute` (PJA), `PrintRequestAttribute` (PRA) i `PrintServiceAttribute` (PSA).

Tabela 7.4. *Atrybuty drukowania*

Atrybut	Klasa bazowa lub wyliczenie wartości atrybutu	DA	PJA	PRA	PSA
Chromaticity	MONOCHROME, COLOR	✓	✓	✓	
ColorSupported	SUPPORTED, NOT_SUPPORTED				✓
Compression	COMPRESS, DEFLATE, GZIP, NONE	✓			
Copies	IntegerSyntax		✓	✓	
DateTimeAtCompleted	DateTimeSyntax		✓		
DateTimeAtCreation	DateTimeSyntax		✓		
DateTimeAtProcessing	DateTimeSyntax		✓		
Destination	UriSyntax		✓	✓	
DocumentName	TextSyntax	✓			
Fidelity	FIDELITY_TRUE, FIDELITY_FALSE		✓	✓	
Finishings	NONE, STAPLE, EDGE_STITCH, BIND, SADDLE_STITCH, COVER, . . .	✓	✓	✓	
JobHoldUntil	DateTimeSyntax		✓	✓	
JobImpressions	IntegerSyntax		✓	✓	
JobImpressionsCompleted	IntegerSyntax		✓		
JobKOctets	IntegerSyntax		✓	✓	
JobKOctetsProcessed	IntegerSyntax		✓		
JobMediaSheets	IntegerSyntax		✓	✓	
JobMediaSheetsCompleted	IntegerSyntax		✓		
JobMessageFromOperator	TextSyntax		✓		
JobName	TextSyntax		✓	✓	

Tabela 7.4. *Atrybuty drukowania — ciąg dalszy*

Atrybut	Klasa bazowa lub wyliczenie wartości atrybutu	DA	PJA	PRA	PSA
JobOriginatingUserName	TextSyntax		✓		
JobPriority	IntegerSyntax		✓	✓	
JobSheets	STANDARD, NONE		✓	✓	
JobState	ABORTED, CANCELED, COMPLETED, PENDING, PENDING_HELD, PROCESSING, PROCESSING_STOPPED		✓		
JobStateReason	ABORTED_BY_SYSTEM, DOCUMENT_FORMAT_ERROR i wiele innych				
JobStateReasons	HashSet		✓		
MediaName	ISO_A4_WHITE, ISO_A4_TRANSPARENT, NA_LETTER_WHITE, NA_LETTER_TRANSPARENT	✓	✓	✓	
MediaSize	ISO.A0 – ISO.A10, ISO.B0 – ISO.B10, ISO.C0 – ISO.C10, NA.LETTER, NA.LEGAL oraz inne rozmiary papieru i kopert				
MediaSizeName	ISO_A0 – ISO_A10, ISO_B0 – ISO_B10, ISO_C0 – ISO_C10, NA_LETTER, NA_LEGAL oraz inne nazwy rozmiarów papieru i kopert	✓	✓	✓	
MediaTray	TOP, MIDDLE, BOTTOM, SIDE, ENVELOPE, LARGE_CAPACITY, MAIN, MANUAL	✓	✓	✓	
MultipleDocumentHandling	SINGLE_DOCUMENT, SINGLE_DOCUMENT_NEW_SHEET, SEPARATE_DOCUMENTS_COLLATED_COPIES, SEPARATE_DOCUMENTS_UNCOLLATED_COPIES		✓	✓	
NumberOfDocuments	IntegerSyntax		✓		
NumberOfInterveningJobs	IntegerSyntax		✓		
NumberUp	IntegerSyntax	✓	✓	✓	
OrientationRequested	PORTRAIT, LANDSCAPE, REVERSE_PORTRAIT, REVERSE_LANDSCAPE	✓	✓	✓	
OutputDeviceAssigned	TextSyntax		✓		
PageRanges	SetOfInteger	✓	✓	✓	
PagesPerMinute	IntegerSyntax				✓
PagesPerMinuteColor	IntegerSyntax				✓
PDLOverrideSupported	ATTEMPTED, NOT_ATTEMPTED				✓
PresentationDirection	TORIGHT_TOBOTTOM, TORIGHT_TOTOP, TOBOTTOM_TORIGHT, TOBOTTOM_TOLEFT, TOLEFT_TOBOTTOM, TOLEFT_TOTOP, TOTOP_TORIGHT, TOTOP_TOLEFT		✓	✓	
PrinterInfo	TextSyntax				✓
PrinterIsAcceptingJobs	ACCEPTING_JOBS, NOT_ACCEPTING_JOBS				✓

Tabela 7.4. *Atrybuty drukowania — ciąg dalszy*

Atrybut	Klasa bazowa lub wyliczenie wartości atrybutu	DA	PJA	PRA	PSA
PrinterLocation	TextSyntax				✓
PrinterMakeAndModel	TextSyntax				✓
PrinterMessageFromOperator	TextSyntax				✓
PrinterMoreInfo	UriSyntax				✓
PrinterMoreInfoManufacturer	UriSyntax				✓
PrinterName	TextSyntax				✓
PrinterResolution	ResolutionSyntax	✓	✓	✓	
PrinterState	PROCESSING, IDLE, STOPPED, UNKNOWN				✓
PrinterStateReason	COVER_OPEN, FUSER_OVER_TEMP, MEDIA_JAM i wiele innych				
PrinterStateReasons	HashMap				
PrinterURI	UriSyntax				✓
PrintQuality	DRAFT, NORMAL, HIGH	✓	✓	✓	
QueuedJobCount	IntegerSyntax				✓
ReferenceUriSchemesSupported	FILE, FTP, GOPHER, HTTP, HTTPS, NEWS, NNTP, WAIS				
RequestingUserName	TextSyntax			✓	
Severity	ERROR, REPORT, WARNING				
SheetCollate	COLLATED, UNCOLLATED	✓	✓	✓	
Sides	ONE_SIDED, DUPLEX (=TWO_SIDED_LONG_EDGE), TUMBLE (=TWO_SIDED_SHORT_EDGE)	✓	✓	✓	

Istnieje wiele wyspecjalizowanych atrybutów drukowania. Większość z nich związana jest z protokołem Internet Printing Protocol 1.1 (RFC 2911).

We wcześniejszych wersjach JDK wprowadzono klasy `JobAttributes` i `PageAttributes`, których przeznaczenie podobne jest do atrybutów omówionych w tym rozdziale. Obecnie klasy te są uważane za przestarzałe.

API *javax.print.attribute.Attribute* 1.4

- `Class getCategory()`

  zwraca kategorię atrybutu.

- `String getName()`

  zwraca nazwę atrybutu.

API *javax.print.attribute.AttributeSet* 1.4

- `boolean add(Attribute attr)`

  dodaje atrybut do zbioru atrybutów. Jeśli zbiór zawiera już atrybut tej samej kategorii, to zostanie on zastąpiony. Zwraca wartość `true`, jeśli zbiór uległ zmianie na skutek wykonania metody.

- `Attribute get(Class category)`

  pobiera atrybut, którego kluczem jest podana kategoria lub zwraca wartość `null`, jeśli taki atrybut nie istnieje w zbiorze.

- `boolean remove(Attribute attr)`

- `boolean remove(Class category)`

  usuwają ze zbioru atrybut lub atrybut danej kategorii. Zwraca wartość `true`, jeśli zbiór uległ zmianie na skutek wykonania metody.

- `Attribute[] toArray()`

  zwraca tablicę zawierającą wszystkie atrybuty danego zbioru.

API *javax.print.PrintService* 1.4

- `PrintServiceAttributeSet getAttributes()`

  zwraca atrybuty danej usługi drukowania.

API *javax.print.DocPrintJob* 1.4

- `PrintJobAttributeSet getAttributes()`

  zwraca atrybuty danego wydruku.

Na tym kończymy omówienie zagadnień związanych z drukowaniem. Przedstawiliśmy sposób drukowania grafiki 2D i innych rodzajów dokumentów, system wyszukiwania drukarek i usług drukowania za pośrednictwem strumieni oraz metody korzystania z atrybutów drukowania. W dalszej części rozdziału omówimy zagadnienia związane z wykorzystaniem schowka oraz mechanizmu „przeciągnij i upuść”.

7.13. Schowek

Mechanizm „wytnij i wklej” jest jednym z najwygodniejszych i bardziej przydatnych elementów graficznych interfejsów użytkownika (takich jak X Window czy Windows). Dzięki niemu możemy zaznaczyć pewne dane programu i wyciąć je lub skopiować do schowka. Następnie zawartość schowka możemy wkleić w zupełnie innym programie. Korzystając z pośrednictwa schowka, możemy przekazywać tekst, grafikę i inne dane z jednego dokumentu do innego, a także z jednego miejsca do innego miejsca w obrębie tego samego dokumentu. Mechanizm ten jest tak naturalny, że większość użytkowników nie zastanawia się nawet nad sposobem jego działania.

Mimo że koncepcja schowka jest bardzo prosta, to jego implementacja jest trudniejsza, niż mogłoby się to wydawać. Załóżmy, że do schowka skopiowaliśmy tekst z edytora. Jeśli będziemy chcieli skopiować go do innego dokumentu, to oczywiście informacja o sposobie sformatowania tekstu powinna zostać zachowana. Natomiast umieszczając tekst ze schowka w zwykłym pliku tekstowym, oczekujemy jedynie wstawienia samych znaków tekstu bez dodatkowych kodów formatowania. Aby takie różne zachowania schowka były możliwe, dane muszą być do niego dostarczane w wielu formatach, z których odbiorca wybiera jeden.

Implementacje schowka w systemach Microsoft Windows i Macintosh posiadają podobne możliwości, ale występują też między nimi pewne różnice. Natomiast schowek systemu X Window posiada zdecydowanie mniejsze możliwości — wycinanie i wklejanie danych innych niż zwykły tekst jest rzadko dostępne. Ograniczenia te należy uwzględnić, wypróbowując działanie przykładowych programów zamieszczonych w dalszej części rozdziału.

Informacje o tym, jakiego rodzaju obiekty mogą być przekazywane między schowkiem systemowym a aplikacjami Java, można odnaleźć w pliku *jre/lib/flavormap.properties*.

Często zdarza się, że programy muszą umożliwiać kopiowanie i wklejanie takich typów danych, których nie obsługuje schowek systemowy. Java umożliwia przekazywanie referencji do dowolnych lokalnych obiektów w obrębie tej samej maszyny wirtualnej. Pomiędzy różnymi maszynami wirtualnymi można przekazywać serializowane obiekty oraz referencje obiektów zdalnych.

Tabela 7.5 podsumowuje możliwości przekazywania danych za pośrednictwem schowka.

Tabela 7.5. *Możliwości przekazywania danych na platformie Java*

Rodzaj transferu danych	Typ danych
Pomiędzy programem w języku Java a programem w kodzie macierzystym maszyny.	Tekst, grafika, listy plików, … (w zależności od platformy).
Pomiędzy dwoma programami w języku Java.	Obiekty serializowane i obiekty zdalne.
W obrębie jednego programu w języku Java.	Dowolne obiekty.

7.13.1. Klasy i interfejsy umożliwiające przekazywanie danych

Pakiet `java.awt.datatransfer` zawiera implementację mechanizmu przekazywania danych. Poniżej zamieszczamy przegląd najważniejszych dostępnych w nim klas i interfejsów.

- Obiekty przekazywane za pomocą schowka muszą implementować interfejs `Transferable`.
- Klasa `Clipboard` reprezentuje schowek. W schowku mogą być umieszczane lub pobierane jedynie obiekty implementujące interfejs `Transferable`. Schowek systemowy reprezentowany jest przez obiekt klasy `Clipboard`.
- Klasa `DataFlavor` opisuje rodzaje danych, które mogą być umieszczane w schowku.

- Klasa `StringSelection` jest klasą konkretną implementującą interfejs `Transferable`. Jest ona wykorzystywana do przekazywania łańcuchów znaków.
- Klasa musi implementować interfejs `ClipboardOwner`, jeśli chce być powiadamiana o tym, że zawartość schowka została nadpisana przez inny obiekt. Posiadanie schowka umożliwia odroczenie formatowania skomplikowanych danych. Jeśli program wysyła proste dane, na przykład łańcuch danych, to wystarczy, że umieści go w schowku i może przejść do wykonywania innych zadań. Jeśli jednak program przekazuje za pomocą schowka skomplikowane dane, które mogą być dostępne w różnych formatach, to nie ma sensu, by umieszczał je wszystkie w schowku, dopóki nie będą rzeczywiście potrzebne. Musi wtedy jednak nasłuchiwać żądań pobrania zawartości schowka. O zmianie zawartości schowka zostaje powiadomiony przez wywołanie metody `lostOwnership`, co oznacza, że dane nie będą już potrzebne. W naszych programach ilustrujących działanie schowka nie będziemy wykorzystywać możliwości posiadania schowka.

7.13.2. Przekazywanie tekstu

Najlepszym sposobem na zapoznanie się ze sposobem korzystania z klas mechanizmu „wytnij-wklej" jest najprostszy przypadek przekazywania tekstu do schowka i z niego. Na początek musimy uzyskać referencję schowka systemowego.

```
Clipboard clipboard =
   Toolkit.getDefaultToolkit().getSystemClipboard();
```

Aby przekazywać łańcuchy znaków za pomocą schowka, należy je obudować obiektami klasy `StringSelection`. Konstruktorowi tej klasy przekazujemy obudowywany łańcuch.

```
String text = . . . ;
StringSelection selection = new StringSelection(text);
```

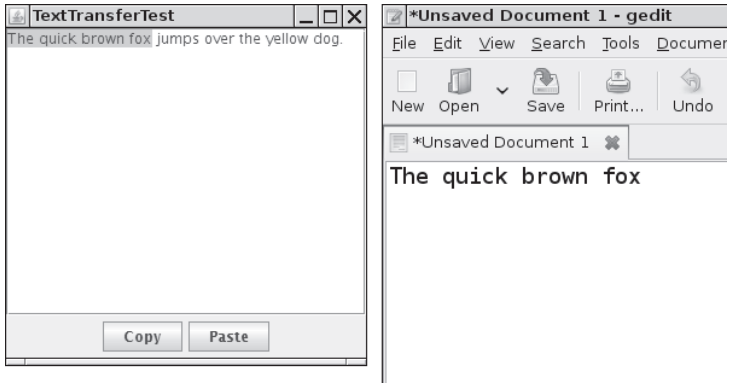
Przekazanie obiektu do schowka odbywa się za pomocą metody `setContents`, której parametrami są obiekty klasy `StringSelection` i `ClipboardOwner`. Jeśli nie chcemy wyznaczać posiadacza schowka, to jako drugi z parametrów metody przekazujemy wartość `null`.

```
clipboard.setContents(selection, null);
```

Przyjrzyjmy się operacji odwrotnej, polegającej na odczycie łańcucha znaków ze schowka:

```
DataFlavor flavor = DataFlavor.stringflavor;
if (clipboard.isDataFlavorAvailable(flavor)
   String text = (String) clipboard.getData(flavor);
```

Program, którego tekst źródłowy zawiera listing 7.17, demonstruje sposób korzystania ze schowka systemowego w aplikacjach Java. Wybranie tekstu w oknie programu, a następnie przycisku *Copy* powoduje umieszczenie tekstu w schowku. Rysunek 7.40 pokazuje, że uzyskaną w ten sposób zawartość schowka możemy następnie skopiować do dowolnego edytora tekstu. I na odwrót, jeśli skopiujemy tekst z edytora, możemy wkleić go w naszym przykładowym programie.



Rysunek 7.40. *Program TextTransferTest w działaniu*

Listing 7.17. *transferText/TextTransferFrame.java*

```
package transferText;

import java.awt.*;
import java.awt.datatransfer.*;
import java.awt.event.*;
import java.io.*;
import javax.swing.*;

/**
 * Ramka zawierająca obszar tekstowy
 * oraz przyciski umożliwiające kopiowanie do schowka
 * i wklejanie ze schowka.
 */
public class TextTransferFrame extends JFrame
{
   private JTextArea textArea;
   private static final int TEXT_ROWS = 20;
   private static final int TEXT_COLUMNS = 60;

   public TextTransferFrame()
   {
      textArea = new JTextArea(TEXT_ROWS, TEXT_COLUMNS);
      add(new JScrollPane(textArea), BorderLayout.CENTER);
      JPanel panel = new JPanel();

      JButton copyButton = new JButton("Copy");
      panel.add(copyButton);
      copyButton.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               copy();
            }
         });

      JButton pasteButton = new JButton("Paste");
      panel.add(pasteButton);
      pasteButton.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
```

```
            {
               paste();
            }
         });

      add(panel, BorderLayout.SOUTH);
      pack();
   }

   /**
    * Kopiuje wybrany tekst do schowka systemowego.
    */
   private void copy()
   {
      Clipboard clipboard = Toolkit.getDefaultToolkit().getSystemClipboard();
      String text = textArea.getSelectedText();
      if (text == null) text = textArea.getText();
      StringSelection selection = new StringSelection(text);
      clipboard.setContents(selection, null);
   }

   /**
    * Wkleja tekst ze schowka systemowego.
    */
   private void paste()
   {
      Clipboard clipboard = Toolkit.getDefaultToolkit().getSystemClipboard();
      DataFlavor flavor = DataFlavor.stringFlavor;
      if (clipboard.isDataFlavorAvailable(flavor))
      {
         try
         {
            String text = (String) clipboard.getData(flavor);
            textArea.replaceSelection(text);
         }
         catch (UnsupportedFlavorException e)
         {
            JOptionPane.showMessageDialog(this, e);
         }
         catch (IOException e)
         {
            JOptionPane.showMessageDialog(this, e);
         }
      }
   }
}
```

API `java.awt.Toolkit 1.0`

- `Clipboard getSystemClipboard() 1.1`

  zwraca obiekt reprezentujący schowek systemowy.

API `java.awt.datatransfer.Clipboard 1.1`

- `Transferable getContents(Object requester)`

zwraca zawartość schowka.

Parametry: `requester` obiekt pobierający zawartość schowka. W rzeczywistości nie jest używany.

- `void setContents(Transferable contents, ClipboardOwner owner)`

  umieszcza dane w schowku.

  Parametry: `contents` obiekt typu `Transferable` hermetyzujący dane umieszczane w schowku,

  `owner` obiekt, który będzie powiadamiany (przez wywołanie jego metody `lostOwnership`), gdy w schowku umieszczone zostaną nowe dane lub wartość `null`, jeśli powiadamianie nie jest potrzebne.

- `boolean isDataFlavorAvailable(DataFlavor flavor)` **5.0**

  zwraca wartość `true`, jeśli schowek zawiera dane w podanym formacie.

- `Object getData(DataFlavor flavor)` **5.0**

  zwraca dane w określonym formacie lub zgłasza wyjątek `UnsupportedFlavorException`, gdy dane w tym formacie nie są dostępne.

API *java.awt.datatransfer.ClipboardOwner* **1.1**

- `void lostOwnership(Clipboard clipboard, Transferable contents)`

  powiadamia obiekt, że nie jest on już posiadaczem zawartości schowka.

  Parametry: `clipboard` schowek, w którym obiekt umieścił dane,

  `contents` obiekt, który został umieszczony w schowku.

API *java.awt.datatransfer.Transferable* **1.1**

- `boolean isDataFlavorSupported(DataFlavor flavor)`

  zwraca wartość `true`, jeśli możliwe jest przekazywanie danego formatu danych, wartość `false` — w przeciwnym razie.

- `Object getTransferData(DataFlavor flavor)`

  zwraca dane w żądanym formacie. Wyrzuca wyjątek `UnsupportedFlavor`, jeśli dane nie są dostępne w danym formacie.

7.13.3. Interfejs Transferable i formaty danych

Format danych reprezentowany przez obiekt klasy `DataFlavor` określony jest przez:

- nazwę typu MIME (na przykład `"image/gif"`),
- klasę reprezentującą dane i umożliwiającą dostęp do nich (na przykład `java.awt.Image`).

Dodatkowo każdy format danych posiada czytelną nazwę (na przykład "GIF Image").

Klasa reprezentująca dane może być podana jako parametr class typu MIME, na przykład

```
image/gif;class=java.awt.Image
```

Powyższy przykład ilustruje jedynie składnię. Nie istnieje standardowy format umożliwiający przekazywanie danych w formacie GIF.

Jeśli nie podamy żadnego parametru class, to domyślną klasą reprezentacji będzie InputStream.

Zdefiniowano trzy typy MIME dla transferu lokalnych, serializowanych i zdalnych obiektów Java.

```
application/x-java-jvm-local-objectref
application/x-java-serialized-object
application/x-java-remote-object
```

Prefiks x- sygnalizuje, że są to tzw. nazwy eksperymentalne, czyli nie są oficjalnie zaakceptowane przez IANA — organizację zajmującą się przydziałem nazw typów MIME.

Standardowy format danych stringFlavor opisany jest przez następujący typ MIME:

```
application/x-java-serialized-object;class=java.lang.String
```

Istnieje możliwość odpytania wszystkich dostępnych formatów danych schowka:

```
DataFlavor[] flavors = clipboard.getAvailableDataFlavors();
```

Możemy również zainstalować obiekt nasłuchujący FlavorListener schowka, który będzie powiadamiany o zmianach formatów danych schowka. Więcej szczegółów na ten temat można odnaleźć w dokumentacji klas i interfejsów przedstawionej poniżej.

API java.awt.datatransfer.DataFlavor 1.1

- `DataFlavor(String mimeType, String humanPresentableName)`

  tworzy obiekt reprezentujący format strumienia danych opisany podanym typem MIME.

  Parametry: `mimeType` łańcuch znaków opisujący typ MIME,
  `humanPresentableName` czytelna nazwa formatu.

- `DataFlavor(Class class, String humanPresentableName)`

  tworzy obiekt reprezentujący format danych reprezentowany przez klasę Java. Jego typem MIME jest `application/x-java-serialized-object;class=`*`className`*.

  Parametry: `class` klasa obiektu zawartego w obiekcie `Transferable`,
  `humanPresentableName` czytelna nazwa formatu.

- `String getMimeType()`

  zwraca łańcuch znaków reprezentujący typ MIME dla danego formatu.

- `boolean isMImeTypeEqual(String mimeType)`

  sprawdza, czy format danych jest określonego typu MIME.

- `String getHumanPresentableName()`

  zwraca czytelną nazwę formatu danych.

- `Class getRepresentationClass()`

  zwraca obiekt klasy `Class` reprezentujący klasę obiektu, który zwróci obiekt `Transferable`, jeśli zażądamy danego formatu danych. Klasa ta będzie odpowiadać parametrowi `class` typu MIME lub będzie klasą `InputStream`.

API `java.awt.datatransfer.Clipboard` **1.1**

- `DataFlavor[] getAvailableDataFlavors()` **5.0**

  zwraca tablicę dostępnych formatów danych.

- `void addFlavorListener(FlavorListener listener)` **5.0**

  instaluje obiekt nasłuchujący schowka powiadamiany o zmianach w zbiorze formatów danych.

API *`java.awt.datatransfer.Transferable`* **1.1**

- `DataFlavor[] getTransferDataFlavors()`

  zwraca tablicę dostępnych formatów.

API *`java.awt.datatransfer.FlavorListener`* **5.0**

- `void flavorsChanged(FlavorEvent event)`

  metoda wywoływana, gdy zmianie ulega zbiór formatów danych schowka.

7.13.4. Przekazywanie obrazów za pomocą schowka

Obiekty przekazywane za pomocą schowka muszą implementować interfejs `Transferable`. Klasa `StringSelection` jest obecnie jedyną publicznie dostępną klasą w standardowej bibliotece Java implementującą ten interfejs. W bieżącym podrozdziale pokażemy, w jaki sposób przekazywać obrazy za pomocą schowka. Ponieważ Java nie dostarcza klasy do tego odpowiedniej, musimy zaimplementować ją sami.

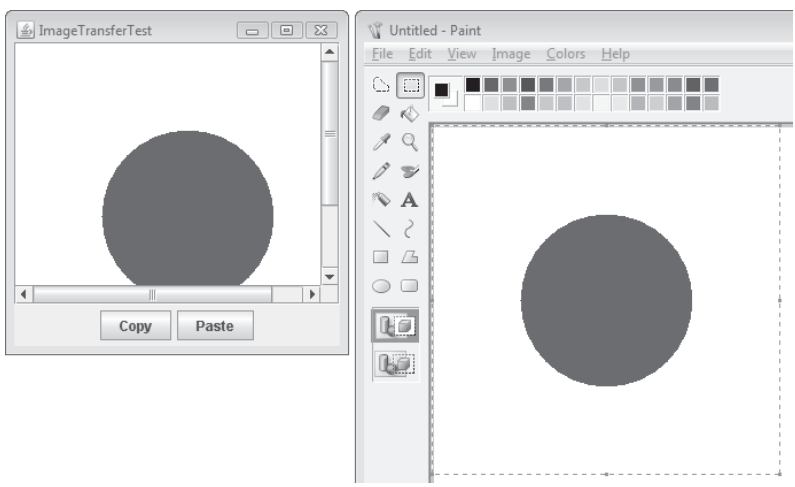
Implementacja takiej klasy jest banalna. Przechowuje ona obiekt klasy `Image` i informuje, że jedynym dostępnym formatem danych jest `DataFlavor.imageFlavor`.

```
class ImageSelection implements Transferable
{
   private Image theImage;

   public ImageSelection(Image image)
   {
```

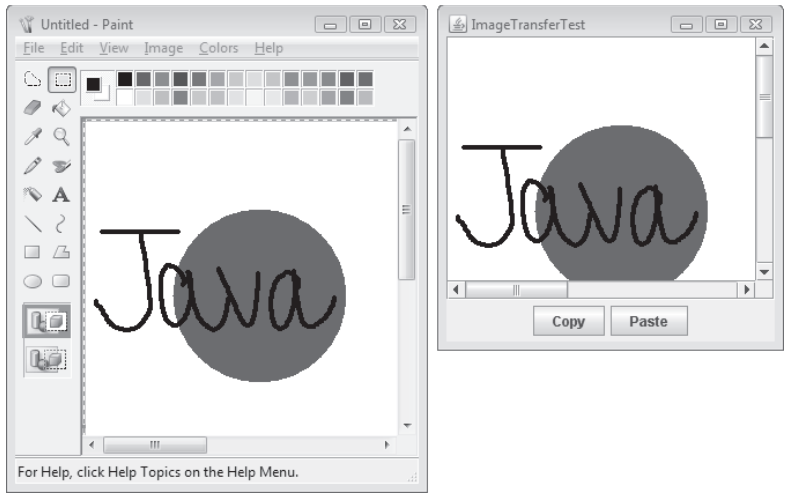
```
        theImage = image;
    }

    public DataFlavor[] getTransferDataFlavors()
    {
        return new DataFlavor[] { DataFlavor.imageFlavor };
    }

    public boolean isDataFlavorSupported(DataFlavor flavor)
    {
        return flavor.equals(DataFlavor.imageFlavor);
    }

    public Object getTransferData(DataFlavor flavor)
        throws UnsupportedFlavorException
    {
        if(flavor.equals(DataFlavor.imageFlavor))
        {
            return theImage;
        }
        else
        {
            throw new UnsupportedFlavorException(flavor);
        }
    }
}
```

Java SE definiuje stałą `DataFlavor.imageFlavor` i wykonuje konwersję między formatem obrazów w języku Java a formatem schowka. Nie dostarcza jednak klasy obudowującej, która umożliwiałaby umieszczanie obrazów Java w schowku.

Program z listingu 7.18 demonstruje przekazywanie obrazów między aplikacją Java a schowkiem systemowym. Po uruchomieniu tworzy on obraz zawierający czerwone koło. Wybranie przycisku *Copy* powoduje umieszczenie obrazu w schowku, skąd może zostać wklejony do innych aplikacji (patrz rysunek 7.41). Możemy także umieścić w schowku obraz pochodzący z dowolnej innej aplikacji, a następnie wkleić go do okna naszego przykładowego programu, wybierając przycisk *Paste* (patrz rysunek 7.42).



Rysunek 7.41. *Kopiowanie obrazu z aplikacji Java do macierzystej aplikacji systemu*



Rysunek 7.42. *Kopiowanie obrazu z macierzystej aplikacji systemu do aplikacji Java*

Listing 7.18. *imageTransfer/ImageTransferFrame.java*

```
package imageTransfer;

import java.awt.*;
import java.awt.datatransfer.*;
import java.awt.event.*;
import java.awt.image.*;
import java.io.*;
import javax.swing.*;

/**
 * Ramka zawierająca etykietę wyświetlającą obraz
 * i przyciski umożliwiające jego kopiowanie i wklejanie
 * za pośrednictwem schowka systemowego.
 */
class ImageTransferFrame extends JFrame
{
   private JLabel label;
   private Image image;
   private static final int IMAGE_WIDTH = 300;
   private static final int IMAGE_HEIGHT = 300;

   public ImageTransferFrame()
   {
      label = new JLabel();
      image = new BufferedImage(IMAGE_WIDTH, IMAGE_HEIGHT, BufferedImage.TYPE_INT_ARGB);
      Graphics g = image.getGraphics();
      g.setColor(Color.WHITE);
      g.fillRect(0, 0, IMAGE_WIDTH, IMAGE_HEIGHT);
      g.setColor(Color.RED);
      g.fillOval(IMAGE_WIDTH / 4, IMAGE_WIDTH / 4, IMAGE_WIDTH / 2, IMAGE_HEIGHT / 2);

      label.setIcon(new ImageIcon(image));
      add(new JScrollPane(label), BorderLayout.CENTER);
      JPanel panel = new JPanel();

      JButton copyButton = new JButton("Copy");
```

```
        panel.add(copyButton);
        copyButton.addActionListener(new ActionListener()
           {
              public void actionPerformed(ActionEvent event)
              {
                 copy();
              }
           });

        JButton pasteButton = new JButton("Paste");
        panel.add(pasteButton);
        pasteButton.addActionListener(new ActionListener()
           {
              public void actionPerformed(ActionEvent event)
              {
                 paste();
              }
           });

        add(panel, BorderLayout.SOUTH);
        pack();
     }

     /**
      * Kopiuje bieżący obraz do schowka systemowego.
      */
     private void copy()
     {
        Clipboard clipboard = Toolkit.getDefaultToolkit().getSystemClipboard();
        ImageTransferable selection = new ImageTransferable(image);
        clipboard.setContents(selection, null);
     }

     /**
      * Wkleja obraz ze schowka systemowego.
      */
     private void paste()
     {
        Clipboard clipboard = Toolkit.getDefaultToolkit().getSystemClipboard();
        DataFlavor flavor = DataFlavor.imageFlavor;
        if (clipboard.isDataFlavorAvailable(flavor))
        {
           try
           {
              image = (Image) clipboard.getData(flavor);
              label.setIcon(new ImageIcon(image));
           }
           catch (UnsupportedFlavorException exception)
           {
              JOptionPane.showMessageDialog(this, exception);
           }
           catch (IOException exception)
           {
              JOptionPane.showMessageDialog(this, exception);
           }
        }
     }
  }
```

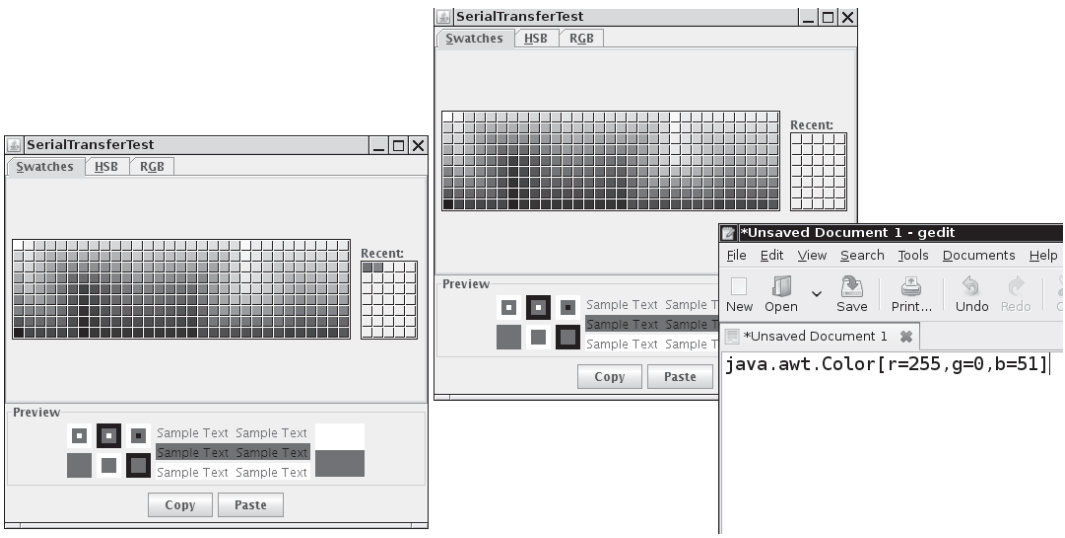
Program przekazywania obrazów powstał jako modyfikacja programu przekazywania tekstów. Formatem danych jest teraz `DataFlavor.imageFlavor`, a klasa `ImageSelection` umożliwia umieszczanie obrazów w schowku systemowym.

7.13.5. Wykorzystanie schowka systemowego do przekazywania obiektów Java

Załóżmy, że chcemy kopiować obiekty pomiędzy aplikacjami Java. Możemy to osiągnąć, umieszczając serializowane obiekty Java w schowku systemowym.

Program, którego kod źródłowy zawiera listing 7.19, demonstruje taką możliwość. Program zawiera komponent wyboru kolorów. Wybranie przycisku *Copy* powoduje umieszczenie w schowku systemowym informacji o wybranym kolorze w postaci serializowanego obiektu klasy `Color`. Po wybraniu przycisku *Paste* program sprawdza, czy schowek systemowy zawiera serializowany obiekt klasy `Color`. Jeśli tak, to pobiera go i wykorzystuje jako bieżący wybrany kolor komponentu wyboru kolorów.

Serializowane obiekty możemy przekazywać między aplikacjami Java (rysunek 7.43). W tym celu najlepiej uruchomić dwie kopie przykładowego programu `SerialTransferTest`. W jednej z nich wybierzmy przycisk *Copy*, a następnie w drugiej — przycisk *Paste*. Obiekt klasy `Color` zostanie przekazany w ten sposób z jednej maszyny wirtualnej do drugiej.



Rysunek 7.43. *Kopiowanie danych między dwiema instancjami aplikacji Java*

Listing 7.19. *serialTransfer/SerialTransferFrame.java*

```
package serialTransfer;

import java.awt.*;
import java.awt.datatransfer.*;
```

```
import java.awt.event.*;
import java.io.*;
import javax.swing.*;

/**
 * Ramka zawierająca komponent wyboru kolorów
 * oraz przyciski operacji kopiowania i wklejania.
 */
class SerialTransferFrame extends JFrame
{
   private JColorChooser chooser;

   public SerialTransferFrame()
   {
      chooser = new JColorChooser();
      add(chooser, BorderLayout.CENTER);
      JPanel panel = new JPanel();

      JButton copyButton = new JButton("Copy");
      panel.add(copyButton);
      copyButton.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               copy();
            }
         });

      JButton pasteButton = new JButton("Paste");
      panel.add(pasteButton);
      pasteButton.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent event)
            {
               paste();
            }
         });

      add(panel, BorderLayout.SOUTH);
      pack();
   }

   /**
    * Kopiuje wybrany kolor do schowka systemowego.
    */
   private void copy()
   {
      Clipboard clipboard = Toolkit.getDefaultToolkit().getSystemClipboard();
      Color color = chooser.getColor();
      SerialTransferable selection = new SerialTransferable(color);
      clipboard.setContents(selection, null);
   }

   /**
    * Wkleja kolor ze schowka systemowego do komponentu wyboru koloru.
    */
   private void paste()
   {
```

```
      Clipboard clipboard = Toolkit.getDefaultToolkit().getSystemClipboard();
      try
      {
         DataFlavor flavor = new DataFlavor(
               "application/x-java-serialized-object;class=java.awt.Color");
         if (clipboard.isDataFlavorAvailable(flavor))
         {
            Color color = (Color) clipboard.getData(flavor);
            chooser.setColor(color);
         }
      }
      catch (ClassNotFoundException e)
      {
         JOptionPane.showMessageDialog(this, e);
      }
      catch (UnsupportedFlavorException e)
      {
         JOptionPane.showMessageDialog(this, e);
      }
      catch (IOException e)
      {
         JOptionPane.showMessageDialog(this, e);
      }
   }
}

/**
 * Klasa obudowująca serializowane obiekty
 * przekazywane za pomocą schowka systemowego.
 */
class SerialTransferable implements Transferable
{
   private Serializable obj;

   /**
    * Tworzy obiekt klasy SerialSelection.
    * @param o dowolny serializowany obiekt
    */
   SerialTransferable(Serializable o)
   {
      obj = o;
   }

   public DataFlavor[] getTransferDataFlavors()
   {
      DataFlavor[] flavors = new DataFlavor[2];
      Class<?> type = obj.getClass();
      String mimeType = "application/x-java-serialized-object;class=" + type.getName();
      try
      {
         flavors[0] = new DataFlavor(mimeType);
         flavors[1] = DataFlavor.stringFlavor;
         return flavors;
      }
      catch (ClassNotFoundException e)
      {
         return new DataFlavor[0];
      }
```

```
    }

    public boolean isDataFlavorSupported(DataFlavor flavor)
    {
       return DataFlavor.stringFlavor.equals(flavor)
             || "application".equals(flavor.getPrimaryType())
             && "x-java-serialized-object".equals(flavor.getSubType())
             && flavor.getRepresentationClass().isAssignableFrom(obj.getClass());
    }

    public Object getTransferData(DataFlavor flavor) throws UnsupportedFlavorException
    {
       if (!isDataFlavorSupported(flavor)) throw new UnsupportedFlavorException(flavor);

       if (DataFlavor.stringFlavor.equals(flavor)) return obj.toString();

       return obj;
    }
}
```

Aby możliwe było przemieszczanie obiektów w ten sposób, Java umieszcza w schowku systemowym binarną reprezentację serializowanego obiektu. Inna aplikacja Java, niekoniecznie tego samego typu co aplikacja, która umieściła obiekt w schowku, może pobrać dane ze schowka i odtworzyć obiekt.

Oczywiście aplikacja, która nie została napisana w języku Java, nie będzie wiedzieć, jak zinterpretować dane schowka. Z tego powodu przykładowy program umożliwia pobranie danych ze schowka także w formacie tekstowym. Tekst ten uzyskiwany jest jako wynik zastosowania metody `toString` do obiektu przekazywanego za pomocą schowka. Aby to sprawdzić, wystarczy po umieszczeniu koloru w schowku uruchomić na przykład program edytora tekstu i wkleić do niego informację ze schowka. Łańcuch znaków w postaci

```
java.awt.Color[r=255,g=51,b=51]
```

zostanie wstawiony w dokumencie edytora tekstów.

Przekazywanie serializowanych obiektów za pośrednictwem schowka nie wymaga zbyt wiele programowania. Korzystamy z typu MIME:

```
application/x-java-serialized-object:class=nazwaKlasy
```

Podobnie jak w poprzednich przykładach tworzymy własną klasę obudowującą — szczegóły znajdziesz w kodzie programu.

7.13.6. Zastosowanie lokalnego schowka do przekazywania referencji obiektów

Czasami pojawia się potrzeba skopiowania i wklejenia danych, których typ nie jest obsługiwany przez schowek systemowy oraz nie jest serializowalny. Aby przekazać za pośrednictwem schowka dowolną referencję obiektu Java w obrębie tej samej maszyny wirtualnej, używamy następującego typu MIME:

```
application/x-java-jvm-local-objectref;class=nazwaKlasy
```

Dla tego typu musimy sami zdefiniować obiekt obudowujący `Transferable`. Proces ten jest analogiczny jak w przypadku obiektu obudowującego `SerialTransferable` z poprzedniego przykładu.

Ponieważ referencja obiektu ma sens jedynie w obrębie danej maszyny wirtualnej, to do jej przekazywania nie możemy użyć schowka systemowego. Zamiast nim posłużymy się schowkiem lokalnym:

```
Clipboard clipboard = new Clipboard("local");
```

Parametrem konstruktora schowka jest jego nazwa.

Korzystanie z lokalnego schowka ma jedną istotną wadę. Musimy synchronizować schowek lokalny z systemowym, aby użytkownicy ich nie pomylili. Obecnie synchronizacja taka nie jest automatycznie wykonywana na platformie Java.

API `java.awt.datatransfer.Clipboard` 1.1

- `Clipboard(String name)`

  tworzy lokalny schowek o podanej nazwie.

7.14. Mechanizm „przeciągnij i upuść”

Schowek odgrywa rolę pośrednika, gdy korzystamy z mechanizmu „skopiuj i wklej” do przekazywania danych między programami. Mechanizm „przeciągnij i upuść” pozwala pominąć programom wszelkie pośrednictwo i komunikować się bezpośrednio. Platforma Java 2 oferuje podstawową obsługę tego mechanizmu. Obiekty możemy przeciągać między aplikacjami Java oraz macierzystymi aplikacjami danej platformy. W podrozdziale tym pokażemy, w jaki sposób zaimplementować aplikację w języku Java, która umożliwia upuszczanie obiektów oraz aplikację, która jest źródłem przeciąganych obiektów.

Zanim wnikniemy głębiej w implementację mechanizmu „przeciągnij i upuść” w języku Java, przyjrzyjmy się najpierw sposobowi jego działania. Zilustrujemy go na przykładzie programów Windows Explorer oraz WordPad — dla innych platform należy eksperymentować z dostępnymi aplikacjami korzystającymi z mechanizmu „przeciągnij i upuść”.

Operację przeciągnięcia inicjujemy odpowiednim *gestem* wewnątrz okna *źródła* — zwykle wybierając najpierw jeden lub więcej elementów, a następnie przeciągając je z wyjściowej lokalizacji. Jeśli zwolnimy klawisz myszy nad celem, to zapyta on źródło o informacje dotyczące upuszczanych elementów i zainicjuje pewne operacje. Na przykład jeśli przeciągniemy ikonę pliku z menedżera plików i upuścimy ją na ikonę reprezentującą katalog, to plik zostanie przeniesiony do tego katalogu. Jeśli natomiast upuścimy ją w oknie edytora tekstu, to edytor otworzy ten plik. (Oczywiście wymaga to użycia menedżera plików i edytora tekstu, które obsługują mechanizm „przeciągnij i upuść”, na przykład pary Explorer/WordPad w systemie Windows lub Nautilus/gedit w środowisku Gnome).

Jeśli podczas przeciągania przytrzymamy klawisz *Ctrl*, to typ operacji związanej z upuszczeniem zmieni się z *przesunięcia* na *kopiowanie* i kopia pliku zostanie umieszczona w danym katalogu. Jeśli przytrzymamy *oba* klawisze *Shift* i *Ctrl*, to w katalogu umieszczone zostanie *łącze* do pliku (inne platformy mogą wykorzystywać w tym celu inne kombinacje klawiszy).

Istnieją więc trzy rodzaje operacji dostępne za pomocą różnych gestów:

- przesunięcie,
- kopiowanie,
- utworzenie łącza.

Intencją operacji utworzenia łącza jest utworzenie referencji upuszczanego elementu. Operacja taka wymaga zwykle odpowiedniej obsługi ze strony systemu operacyjnego (na przykład tworzenia łączy dla plików lub łączy obiektów w dokumentach) i dlatego nie ma sensu tworzenie przenośnych aplikacji korzystających z tej operacji. Omawiając mechanizm „przeciągnij i upuść", skoncentrujemy się zatem na operacjach przesunięcia i kopiowania.

Operacja przeciągnięcia zwykle posiada pewien rodzaj graficznej ilustracji. W najprostszym przypadku polega on na zmianie kształtu kursora. Kursor myszy zmienia swój kształt, gdy przemieszczany jest nad celami, w zależności od tego, czy *upuszczenie obiektu* jest możliwe, czy też nie. Jeśli upuszczenie jest możliwe, to kształt kursora ilustruje typ wykonywanej operacji. Tabela 7.6 pokazuje możliwe kształty, które przyjmuje kursor nad celami.

Tabela 7.6. *Kształty kursora podczas operacji upuszczania*

Akcja	Ikona Windows	Ikona Gnome
Przesunięcie		
Kopiowanie		
Utworzenie łącza		
Upuszczenie zabronione		

Oprócz ikon plików możemy także przeciągać inne obiekty. W programie WordPad możemy na przykład wybrać fragment tekstu i przeciągnąć go do pewnego celu, aby sprawdzić, jak on się zachowa.

Powyższy eksperyment pokazuje pewną wadę mechanizmu „przeciągnij i upuść". Użytkownikowi trudno przewidzieć, jakie elementy interfejsu może przeciągać, gdzie je upuszczać i co to spowoduje. Ponieważ operacja przesunięcia powoduje usunięcie oryginału, to wielu użytkowników wyraża uzasadnioną obawę przed eksperymentowaniem z mechanizmem „przeciągnij i upuść".

7.14.1. Przekazywanie danych pomiędzy komponentami Swing

Począwszy od wersji Java SE 1.4, niektóre komponenty biblioteki Swing obsługują mechanizm „przeciągnij i upuść" (patrz tabela 7.7). Wybrany tekst możemy przeciągać z szeregu komponentów i upuszczać na komponenty tekstowe. Ze względu na konieczność zachowania zgodności z wcześniejszymi wersjami przeciąganie należy uaktywnić, wywołując metodę `setDragEnabled`. Natomiast obsługa upuszczania jest zawsze włączona.

Tabela 7.7. *Komponenty Swing umożliwiające przekazywanie danych*

Komponent	Jako źródło	Jako cel
`JFileChooser`	Przekazuje listę plików.	Niedostępny.
`JColorChooser`	Przekazuje lokalną referencję do obiektu klasy `Color`.	Akceptuje dowolny obiekt klasy `Color`.
`JTextField` `JformattedTextField`	Przekazuje wybrany tekst.	Akceptuje tekst.
`JPasswordField`	Niedostępny (ze względów bezpieczeństwa).	Akceptuje tekst.

`JTextArea`
`JTextPane`
`JEditorPane`
	Przekazuje wybrany tekst.	Akceptuje tekst i listy plików.

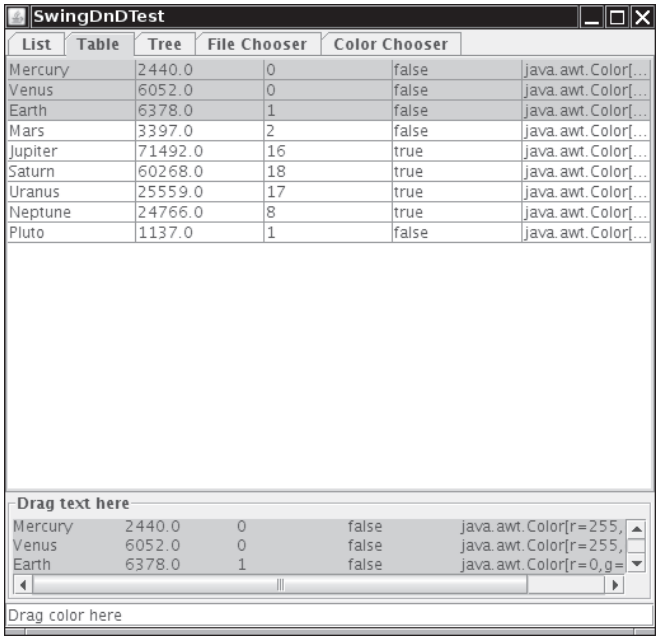
`JList`
`JLabel`
`Jtree`
	Przekazuje tekstowy opis wyboru (tylko kopiowanie).	Niedostępny.

Pakiet `java.awt.dnd` dostarcza niskopoziomowy interfejs mechanizmu „przeciągnij i upuść", który stanowi bazę dla obsługi tego mechanizmu przez komponenty Swing. Interfejsu tego nie będziemy tutaj omawiać.

Program przedstawiony na listingu 7.20 demonstruje zachowanie komponentów Swing. Zauważmy, że:

- Możemy wybierać wiele elementów list, tabel i drzew (patrz listing 7.21) i przeciągać je.
- Przeciąganie elementów tabeli jest nieco kłopotliwe. Najpierw musimy wybrać dany element za pomocą myszy, po czym należy zwolnić jej klawisz. Następnie jeszcze raz kliknąć i dopiero wtedy możemy przeciągnąć element.
- Upuszczając elementy w obszarze tekstowym, możemy zaobserwować sposób formatowania przeciąganej informacji. Komórki tabeli są oddzielone znakami tabulacji, a każdy wiersz tabeli zostaje umieszczony w osobnym wierszu tekstu (patrz rysunek 7.44).
- Elementy list, tabel, drzew oraz komponentów wyboru plików lub kolorów możemy jedynie kopiować, a nie przesuwać. Usuwanie elementów list, tabel i drzew nie jest możliwe dla wszystkich modeli danych. W następnym podrozdziale pokażemy, w jaki sposób zaimplementować tę możliwość, gdy model danych umożliwia edycję.

Rysunek 7.44. *Program SwingDnDTest w działaniu*



Listing 7.20. *dnd/SwingDnDTest.java*

```
package dnd;

import java.awt.*;
import javax.swing.*;

/**
 * Program demonstrujący podstawową obsługę mechanizmu "przeciągnij i upuść"
 * przez komponenty Swing.
 * @version 1.10 2007-09-20
 * @author Cay Horstmann
 */
public class SwingDnDTest
{
   public static void main(String[] args)
   {
      EventQueue.invokeLater(new Runnable()
         {
            public void run()
            {
               JFrame frame = new SwingDnDFrame();
               frame.setTitle("SwingDnDTest");
               frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
               frame.setVisible(true);
            }
         });
   }
}
```

Listing 7.21. *dnd/SampleComponents.java*

```
package dnd;

import java.awt.*;

import javax.swing.*;
import javax.swing.tree.*;

public class SampleComponents
{
   public static JTree tree()
   {
      DefaultMutableTreeNode root = new DefaultMutableTreeNode("World");
      DefaultMutableTreeNode country = new DefaultMutableTreeNode("USA");
      root.add(country);
      DefaultMutableTreeNode state = new DefaultMutableTreeNode("California");
      country.add(state);
      DefaultMutableTreeNode city = new DefaultMutableTreeNode("San Jose");
      state.add(city);
      city = new DefaultMutableTreeNode("Cupertino");
      state.add(city);
      state = new DefaultMutableTreeNode("Michigan");
      country.add(state);
      city = new DefaultMutableTreeNode("Ann Arbor");
      state.add(city);
      country = new DefaultMutableTreeNode("Germany");
      root.add(country);
      state = new DefaultMutableTreeNode("Schleswig-Holstein");
      country.add(state);
      city = new DefaultMutableTreeNode("Kiel");
      state.add(city);
      return new JTree(root);
   }

   public static JList<String> list()
   {
      String[] words = { "quick", "brown", "hungry", "wild", "silent", "huge", "private",
            "abstract", "static", "final" };

      DefaultListModel<String> model = new DefaultListModel<>();
      for (String word : words)
         model.addElement(word);
      return new JList<>(model);
   }

   public static JTable table()
   {
      Object[][] cells = { { "Mercury", 2440.0, 0, false, Color.YELLOW },
            { "Venus", 6052.0, 0, false, Color.YELLOW },
            { "Earth", 6378.0, 1, false, Color.BLUE }, { "Mars", 3397.0, 2, false,
            ↪Color.RED },
            { "Jupiter", 71492.0, 16, true, Color.ORANGE },
            { "Saturn", 60268.0, 18, true, Color.ORANGE },
            { "Uranus", 25559.0, 17, true, Color.BLUE },
            { "Neptune", 24766.0, 8, true, Color.BLUE },
            { "Pluto", 1137.0, 1, false, Color.BLACK } };
```

```
        String[] columnNames = { "Planet", "Radius", "Moons", "Gaseous", "Color" };
        return new JTable(cells, columnNames);
    }
}
```

- Nie możemy przeciągać elementów pomiędzy listami, tabelami, drzewami i komponentami wyboru plików.
- Jeśli uruchomimy dwie kopie programu, możemy przeciągnąć kolor pomiędzy komponentami wyboru kolorów.
- Nie możemy przeciągać tekstu z obszaru tekstowego, ponieważ dla tego komponentu nie wywołaliśmy metody `setDragEnabled`.

Pakiet Swing dostarcza potencjalnie użytecznego mechanizmu umożliwiającego przekształcenie komponentu w źródło przeciągania lub cel upuszczania. Wystarczy zainstalować *obiekt obsługi transferu* dla danej właściwości. Nasz przykładowy program używa w tym celu poniższego wywołania:

```
textField.setTransferHandle(new TransferHandler("background"));
```

Dzięki niemu przeciągnięcie koloru do pola tekstowego powoduje zmianę tła pola tekstowego.

Po upuszczeniu obiekt obsługi transferu sprawdza, czy jeden z formatów danych jest reprezentowany przez klasę `Color`. Jeśli tak, wywołuje metodę `setBackground`.

Instalując obiekt obsługi transferu dla pola tekstowego, powodujemy wyłączenie standardowego obiektu obsługi transferu. Oznacza to, że nie możemy już ani przeciągać tekstu z tego pola, ani upuszczać tekstu na to pole, a nawet wycinać i wklejać tekstu. Natomiast możemy wybrać tekst i przeciągnąć go do komponentu wyboru koloru, który pokaże wtedy kolor tła pola tekstowego.

API `javax.swing.JComponent` **1.2**

- `void setTransferHandler(TransferHandler handler)` **1.4**

  określa procedurę obsługi komponentu związaną z przekazywaniem danych (wycinaniem, kopiowaniem, wklejaniem, przeciąganiem i upuszczaniem).

API `javax.swing.TransferHandler` **1.4**

- `TransferHandler(String propertyName)`

  tworzy procedurę obsługi, która odczytuje lub nadaje wartość właściwości JavaBeans o podanej nazwie, gdy wykonywana jest operacja przekazywania danych.

API `javax.swing.JFileChooser` **1.2**
`javax.swing.JColorChooser` **1.2**
`javax.swing.JTextComponent` **1.2**
`javax.swing.JList` **1.2**
`javax.swing.JTable` **1.2**
`javax.swing.JTree` **1.2**

- `void setDragEnabled(boolean b)` **1.4**

  aktywuje lub dezaktywuje przeciąganie danych z komponentu.

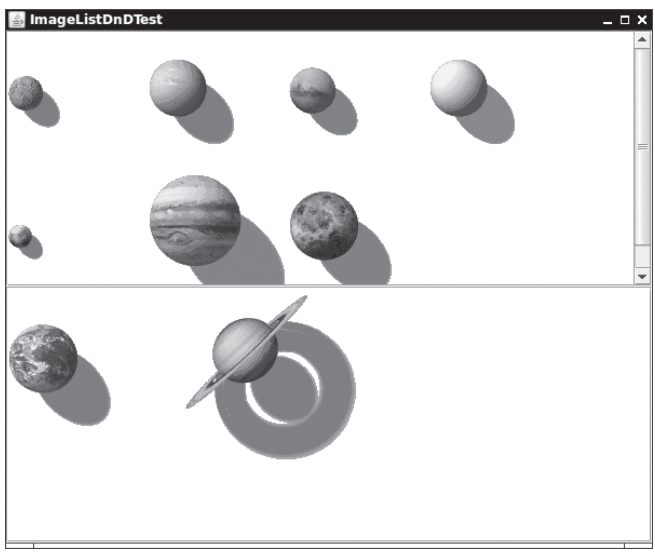
7.14.2. Źródła przeciąganych danych

W poprzednim podrozdziale pokazaliśmy zalety podstawowej obsługi mechanizmu „przeciągnij i upuść" przez komponenty Swing. Teraz zajmiemy się konfigurowaniem komponentów jako źródeł przeciąganych danych. W następnym podrozdziale omówimy cele, na które można upuszczać przeciągane dane, i przedstawimy przykładowy komponent, który będzie zarówno źródłem jak i celem mechanizmu „przeciągnij i upuść" dla danych w postaci obrazów.

Aby zindywidualizować działanie mechanizmu „przeciągnij i upuść" dla komponentu Swing, musimy stworzyć klasę pochodną klasy `TransferHandler`. Najpierw zastępujemy metodę `getSourceActions`, która informuje o akcjach (`COPY`, `MOVE`, `LINK`) obsługiwanych przez nasz komponent. Następnie zastępujemy metodę `createTransferable`, która tworzy obiekt `Transferable`, tak samo jak w przypadku implementowanej wcześniej operacji kopiowania do schowka.

W naszym przykładowym programie umożliwimy przeciąganie obrazów z listy `JList` wypełnionej ich ikonami (patrz rysunek 7.45). Poniżej przedstawiamy implementację metody `createTransferable`. Wybrany obraz zostaje po prostu obudowany obiektem `ImageTransfe➥rable`.

```
protected Transferable createTransferable(JComponent source)
{
   JList list = (JList) source;
   int index = list.getSelectedIndex();
   if (index < 0) return null;
   ImageIcon icon = (ImageIcon) list.getModel().getElementAt(index);
   return new ImageTransferable(icon.getImage());
}
```



Rysunek 7.45. *Aplikacja ImageList w działaniu*

W naszym przykładzie sprzyja nam fakt, że komponent JList obsługuje operację przeciągania. Wystarczy uaktywnić ją za pomocą metody setDragEnabled. Jeśli chcemy dodać operację przeciągania dla komponentu, który standardowo jej nie obsługuje, musimy sami zainicjować transfer. Poniżej przedstawiamy przykład takiej inicjacji dla komponentu JLabel:

```
label.addMouseListener(new MouseAdapter()
{
   public void mousePressed(MouseEvent evt)
   {
      int mode;
      if ((evt.getModifiers() & (InputEvent.CTRL_MASK | InputEvent.SHIFT_MASK))
      ↪!= 0)
                  mode = TransferHandler.COPY;
      else mode = TransferHandler.MOVE;
      JComponent comp = (JComponent) evt.getSource();
      TransferHandler th = comp.getTransferHandler();
      th.exportAsDrag(comp, evt, mode);
   }
});
```

W tym przypadku rozpoczynamy transfer, gdy użytkownik kliknie etykietę. Bardziej zaawansowana implementacja wykrywałaby raczej przeciągnięcie kursora myszy.

Gdy użytkownik zakończy operację upuszczania, wywołana zostaje metoda exportDone obiektu obsługującego transfer źródła. Metoda ta powinna usunąć przeciągnięty obiekt w przypadku, gdy użytkownik dokonał jego przesunięcia. Oto jej implementacja dla listy obrazków:

```
protected void exportDone(JComponent source, Transferable data, int action)
{
   if (action == MOVE)
   {
      JList list = (JList) source;
      int index = list.getSelectedIndex();
      if (index < 0) return;
      DefaultListModel model = (DefaultListModel) list.getModel();
      model.remove(index);
   }
}
```

Podsumowując, aby przekształcić komponent w źródło przeciąganych danych, dodajemy do niego obiekt obsługi transferu, który specyfikuje:

- Akcje obsługiwane przez komponent.
- Dane przekazywane przez komponent.
- Sposób usunięcia oryginalnych danych po wykonaniu operacji przesunięcia.

Dodatkowo, jeśli nasz komponent nie został wymieniony w tabeli 7.7, musimy sami wykrywać rozpoczęcie operacji przeciągania i inicjować transfer.

API javax.swing.TransferHandler 1.4

- `int getSourceActions(JComponent c)`

  metodę tę zastępujemy, aby poinformować o akcjach dopuszczalnych dla danego komponentu, gdy jest on źródłem przeciąganych danych (suma logiczna na bitach stałych COPY, MOVE i LINK).

- `protected Transferable createTransferable(JComponent source)`

  metodę tę zastępujemy, aby stworzyć obiekt dla przeciąganych danych.

- `void exportAsDrag(JComponent comp, InputEvent e, int action)`

  rozpoczyna akcję przeciągnięcia dla danego komponentu. Parametr `action` przyjmuje jedną z wartości `COPY`, `MOVE` lub `LINK`.

- `protected void exportDone(JComponent source, Transferable data, int action)`

  metodę tę zastępujemy, aby skorygować dane źródła po pomyślnym transferze danych.

7.14.3. Cele upuszczanych danych

W tym podrozdziale przedstawimy sposób implementacji celu upuszczanych danych. Naszym przykładem będzie ponownie komponent `JList` zawierający ikony obrazków. Wzbogacimy go o obsługę operacji upuszczania, co pozwoli użytkownikom upuszczać obrazki na listę.

Aby przekształcić komponent w cel upuszczanych danych, musimy skonfigurować dla niego obiekt klasy `TransferHandler` i zaimplementować metody `canImport` i `importData`.

Obiekt obsługi transferu możemy dodać do komponentu `JFrame`. Możliwość ta jest najczęściej używana do obsługi upuszczania plików w oknie aplikacji. Dozwolone miejsca upuszczania zawierają dekoracje ramki oraz pasek menu, ale nie komponenty umieszczone w ramce (które mają własne obiekty obsługi transferu).

Metoda `canImport` jest ciągle wywoływana, gdy użytkownik przemieszcza kursor myszy nad komponentem będącym celem upuszczanych danych. Jeśli upuszczenie jest dozwolone, zwraca wartość `true`. Pozwala to zmienić ikonę kursora myszy w taki sposób, aby sygnalizowała użytkownikowi możliwość upuszczenia.

Metoda `canImport` ma parametr typu `TransferHandler.TransferSupport`. Za jego pośrednictwem otrzymujemy informacje o akcji upuszczania wybranej przez użytkownika, miejscu upuszczenia i przekazywanych danych. (W wersjach wcześniejszych od Java SE 6 wywoływana była w tym celu inna metoda `canImport`, która dostarczała jedynie listę formatów danych).

Implementując metodę `canImport`, możemy również zmienić akcję upuszczania wybraną przez użytkownika. Na przykład jeśli użytkownik wybrał akcję przesunięcia, ale oryginał z pewnych względów nie powinien zostać usunięty, możemy wymusić na obiekcie obsługi transferu wykonanie akcji kopiowania.

Oto typowy przykład. Komponent w postaci listy obrazków będzie akceptować upuszczenia list plików oraz obrazków. W przypadku, gdy upuszczona zostanie lista plików, akcja `MOVE` wybrana przez użytkownika zostanie zastąpiona akcją `COPY`, aby zapobiec usunięciu plików obrazków.

```
public boolean canImport(TransferSupport support)
{
   if (support.isDataFlavorSupported(DataFlavor.javaFileListFlavor))
```

```
        {
           if (support.getUserDropAction() == MOVE) support.setDropAction(COPY);
           return true;
        }
        else return support.isDataFlavorSupported(DataFlavor.imageFlavor);
     }
```

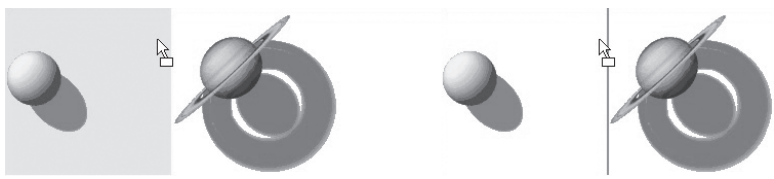
Bardziej zaawansowana implementacja metody `canImport` sprawdzałaby, czy pliki rzeczywiście zawierają obrazki.

Gdy użytkownik przesuwa kursor nad celem upuszczenia, komponenty `JList`, `JTable`, `JTree` i `JTextComponent` dostarczają wizualnej informacji o pozycji, na którą zostaną wstawione upuszczone dane. Domyślnie odbywa się to poprzez wybór pozycji komponentu (`JList`, `JTable`, `JTree`) lub odpowiednie umiejscowienie kursora (`JTextComponent`). Rozwiązanie takie nie jest szczególnie udane i pozostawiono je jedynie w celu zachowania zgodności z poprzednimi wersjami. Doskonalszej wizualizacji miejsca upuszczenia możemy dostarczyć, wywołując metodę `setDropMode`.

Możemy wybrać, czy upuszczane dane zastąpią istniejącą pozycję komponentu, czy zostaną umieszczone pomiędzy istniejącymi pozycjami. W naszym przykładowym programie wywołujemy

```
setDropMode(DropMode.ON_OR_INSERT);
```

aby umożliwić użytkownikowi zastąpienie istniejącej pozycji poprzez upuszczenie na nią nowych danych lub wstawienie danych pomiędzy istniejącymi pozycjami listy (patrz rysunek 7.46). Tryby upuszczania obsługiwane przez komponenty Swing zostały przedstawione w tabeli 7.8.



Rysunek 7.46. *Wizualizacja upuszczenia na istniejący element lub pomiędzy elementy*

Tabela 7.8. *Tryby upuszczania*

Komponent	Obsługiwane tryby upuszczania
`JList`, `JTree`	`ON`, `INSERT`, `ON_OR_INSERT`, `USE_SELECTION`
`Jtable`	`ON`, `INSERT`, `ON_OR_INSERT`, `INSERT_ROWS`, `INSERT_COLS`, `ON_OR_INSERT_ROWS`, `ON_OR_INSERT_COLS`, `USE_SELECTION`
`JtextComponent`	`INSERT`, `USE_SELECTION` (w rzeczywistości przesuwa kursor, a nie wybór)

Gdy użytkownik upuści wreszcie dane, wywołana zostaje metoda `importData`. Musimy wtedy pobrać dane ze źródła przeciągnięcia. Wywołując metodę `getTransferable` dla parametru `Tran`
`↪sferSupport`, uzyskujemy referencję do obiektu klasy `Transferable`. Jest to ten sam interfejs, który znajduje zastosowanie w przypadku mechanizmu „wytnij i wklej”.

Jednym z typów danych często używanych przez mechanizm „przeciągnij i upuść” jest `Data`
`↪Flavor.javaFileListFlavor`. Reprezentuje on zbiór plików upuszczany na komponent celu.

Przekazywane dane są w tym przypadku typu `List<File>`. A oto kod umożliwiający pobranie plików:

```
DataFlavor[] flavors = transferable.getTransferDataFlavors();
if (Arrays.asList(flavors).contains(DataFlavor.javaFileListFlavor))
{
   List<File> fileList = (List<File>)
   ➥transferable.getTransferData(DataFlavor.javaFileListFlavor);
   for (File f : fileList)
   {
      operacje na f;
   }
}
```

Jeśli dane zostały upuszczone na jeden z komponentów wymienionych w tabeli 7.8, musimy poznać dokładne miejsce upuszczenia. W tym celu wywołujemy metodę `getDropLocation` dla parametru `TransferSupport`. Metoda ta zwraca obiekt klasy pochodnej klasy `Transfer➥Handler.DropLocation`. Klasy `JTable`, `JTree` i `JTextComponent` definiują własne klasy pochodne klasy `TransferHandler.DropLocation` określające miejsce upuszczenia w określonym modelu danych. Na przykład miejsce upuszczenia na liście wystarczy określić za pomocą wartości indeksu, ale w przypadku drzewa wymaga podania ścieżki w drzewie. Poniżej przedstawiamy sposób określenia miejsca upuszczenia zastosowany dla naszej listy obrazków:

```
int index;
if (support.isDrop())
{
   JList.DropLocation location = (JList.DropLocation) support.getDropLocation();
   index = location.getIndex();
}
else index = model.size();
```

Klasa pochodna `JList.DropLocation` udostępnia metodę `getIndex` zwracającą indeks upuszczenia. (Klasa `JTree.DropLocation` dysponuje zamiast niej metodą `getPath`).

Metoda `importData` jest również wywoływana na skutek wklejenia danych do komponentu za pomocą kombinacji klawiszy *Ctrl+V*. W tym przypadku metoda `getDropLocation` wyrzuci wyjątek `IllegalStateException`. Dlatego jeśli metoda `isDrop` zwraca wartość `false`, umieszczamy wklejone dane na końcu listy.

W przypadku wstawiania danych na listę, do tabeli lub drzewa musimy sprawdzić także, czy dane mają być umieszczone pomiędzy istniejącymi elementami, czy zastąpić element znajdujący się w miejscu upuszczenia. W przypadku listy wywołujemy w tym celu metodę `isInsert` klasy `JList.DropLocation`. W przypadku innych komponentów sprawdź opis odpowiednich klas umieszczony na końcu tego podrozdziału.

Podsumowując, aby przekształcić komponent w cel upuszczenia, dodajemy do niego obiekt obsługi transferu specyfikujący:

- Sytuacje, gdy upuszczany element może zostać zaakceptowany.
- Sposób importu upuszczonych danych.

Dodatkowo, jeśli dodajemy obsługę upuszczania do komponentów `JList`, `JTable`, `JTree` lub `JTextComponent`, należy określić również tryb upuszczania.

Kompletny kod przykładowego programu został przedstawiony na listingu 7.22. Zwróćmy uwagę, że klasa `ImageList` jest zarówno źródłem przeciągania, jak i celem upuszczania. Uruchom program i spróbuj przeciągnąć obrazki pomiędzy dwiema listami. Możesz również przeciągnąć listę plików obrazków z komponentu wyboru plików innego programu na listę obrazków w naszym programie.

Listing 7.22. *dndImage/ImageListDnDFrame.java*

```
package dndImage;

import java.awt.*;
import java.awt.datatransfer.*;
import java.io.*;
import java.nio.file.*;
import java.util.*;
import java.util.List;
import javax.imageio.*;
import javax.swing.*;

public class ImageListDnDFrame extends JFrame
{
   private static final int DEFAULT_WIDTH = 600;
   private static final int DEFAULT_HEIGHT = 500;

   private ImageList list1;
   private ImageList list2;

   public ImageListDnDFrame()
   {
      setSize(DEFAULT_WIDTH, DEFAULT_HEIGHT);

      list1 = new ImageList(Paths.get(getClass().getPackage().getName(), "images1"));
      list2 = new ImageList(Paths.get(getClass().getPackage().getName(), "images2"));

      setLayout(new GridLayout(2, 1));
      add(new JScrollPane(list1));
      add(new JScrollPane(list2));
   }
}

class ImageList extends JList<ImageIcon>
{
   public ImageList(Path dir)
   {
      DefaultListModel<ImageIcon> model = new DefaultListModel<>();
      try (DirectoryStream<Path> entries = Files.newDirectoryStream(dir))
      {
         for (Path entry : entries)
            model.addElement(new ImageIcon(entry.toString()));
      }
      catch (IOException ex)
      {
         ex.printStackTrace();
      }

      setModel(model);
      setVisibleRowCount(0);
```

```
      setLayoutOrientation(JList.HORIZONTAL_WRAP);
      setDragEnabled(true);
      setDropMode(DropMode.ON_OR_INSERT);
      setTransferHandler(new ImageListTransferHandler());
   }
}

class ImageListTransferHandler extends TransferHandler
{
   // Obsługa przeciągania

   public int getSourceActions(JComponent source)
   {
      return COPY_OR_MOVE;
   }

   protected Transferable createTransferable(JComponent source)
   {
      ImageList list = (ImageList) source;
      int index = list.getSelectedIndex();
      if (index < 0) return null;
      ImageIcon icon = list.getModel().getElementAt(index);
      return new ImageTransferable(icon.getImage());
   }

   protected void exportDone(JComponent source, Transferable data, int action)
   {
      if (action == MOVE)
      {
         ImageList list = (ImageList) source;
         int index = list.getSelectedIndex();
         if (index < 0) return;
         DefaultListModel<?> model = (DefaultListModel<?>) list.getModel();
         model.remove(index);
      }
   }

   // Obsługa upuszczania

   public boolean canImport(TransferSupport support)
   {
      if (support.isDataFlavorSupported(DataFlavor.javaFileListFlavor))
      {
         if (support.getUserDropAction() == MOVE) support.setDropAction(COPY);
         return true;
      }
      else return support.isDataFlavorSupported(DataFlavor.imageFlavor);
   }

   public boolean importData(TransferSupport support)
   {
      ImageList list = (ImageList) support.getComponent();
      DefaultListModel<ImageIcon> model = (DefaultListModel<ImageIcon>) list.getModel();

      Transferable transferable = support.getTransferable();
      List<DataFlavor> flavors = Arrays.asList(transferable.getTransferDataFlavors());

      List<Image> images = new ArrayList<>();
```

```
            try
            {
               if (flavors.contains(DataFlavor.javaFileListFlavor))
               {
                  @SuppressWarnings("unchecked") List<File> fileList
                     = (List<File>) transferable.getTransferData(DataFlavor.javaFileListFlavor);
                  for (File f : fileList)
                  {
                     try
                     {
                        images.add(ImageIO.read(f));
                     }
                     catch (IOException ex)
                     {
                        // obrazek nie został odczytany — pomija
                     }
                  }
               }
               else if (flavors.contains(DataFlavor.imageFlavor))
               {
                  images.add((Image) transferable.getTransferData(DataFlavor.imageFlavor));
               }

               int index;
               if (support.isDrop())
               {
                  JList.DropLocation location = (JList.DropLocation) support.getDropLocation();
                  index = location.getIndex();
                  if (!location.isInsert()) model.remove(index); // miejsce zastąpienia
               }
               else index = model.size();
               for (Image image : images)
               {
                  model.add(index, new ImageIcon(image));
                  index++;
               }
               return true;
            }
            catch (IOException ex)
            {
               return false;
            }
            catch (UnsupportedFlavorException ex)
            {
               return false;
            }
         }
      }
```

API `javax.swing.TransferHandler` **1.4**

- `boolean canImport(TransferSupport support)` **6**

  metodę tę zastępujemy, aby poinformować, czy komponent będący celem upuszczania może zaakceptować dane opisane przez parametr TransferSupport.

- `boolean importData(TransferSupport support)` 6

  metodę tę zastępujemy, aby przeprowadzić operację upuszczenia lub wklejenia danych opisaną przez parametr `TransferSupport`. Metoda zwraca wartość `true`, jeśli import danych zakończył się pomyślnie.

API `javax.swing.JFrame` 1.2

- `void setTransferHandler(TransferHandler handler)` 6

  określa obiekt obsługi transferu tylko dla operacji upuszczenia i wklejenia.

API `javax.swing.JList` 1.2
`javax.swing.JTable` 1.2
`javax.swing.JTree` 1.2
`javax.swing.JTextComponent` 1.2

- `void setDropMode(DropMode mode)` 6

  określa tryb upuszczania dla danego komponentu za pomocą jednej z wartości podanych w tabeli 7.8.

API `javax.swing.TransferHandler.TransferSupport` 6

- `Component getComponent()`

  zwraca komponent będący celem tego transferu.

- `DataFlavor[] getDataFlavors()`

  zwraca formaty transferowanych danych.

- `boolean isDrop()`

  zwraca wartość `true`, jeśli transfer jest wynikiem operacji upuszczenia, `false` — jeśli operacji wklejania.

- `int getUserDropAction()`

  zwraca akcję upuszczania wybraną przez użytkownika (`MOVE`, `COPY` lub `LINK`).

- `getSourceDropActions()`

  zwraca akcje upuszczania dozwolone dla źródła przeciągania.

- `getDropAction()`
- `setDropAction()`

  zwraca lub konfiguruje akcję upuszczania dla danego transferu. Początkowo jest to akcja wybrana podczas upuszczania przez użytkownika, ale może zostać zmieniona przez obiekt obsługi transferu.

- `DropLocation getDropLocation()`

  zwraca miejsce upuszczenia lub wyrzuca wyjątek `IllegalStateException`, jeśli dany transfer nie jest skutkiem upuszczenia.

API javax.swing.TransferHandler.DropLocation 6

- `Point getDropPoint()`

  zwraca miejsce upuszczenia dla komponentu będącego celem.

API javax.swing.JList.DropLocation 6

- `boolean isInsert()`

  zwraca wartość `true`, jeśli dane mają zostać wstawione przed danym elementem listy, `false` — jeśli zastąpią istniejące dane.

- `int getIndex()`

  zwraca indeks modelu dla wstawienia nowych danych lub zastąpienia starych.

API javax.swing.JTable.DropLocation 6

- `boolean isInsertRow()`
- `boolean isInsertColumn()`

  zwraca wartość `true`, jeśli dane mają zostać wstawione przed danym wierszem lub kolumną.

- `int getRow()`
- `int getColumn()`

  zwraca indeks wiersza lub kolumny w modelu danych właściwy dla wstawienia nowych danych lub zastąpienia starych. Gdy upuszczenie miało miejsce nad pustym obszarem komponentu, zwraca wartość –1.

API javax.swing.JTree.DropLocation 6

- `TreePath getPath()`
- `int getChildIndex()`

  zwraca ścieżkę drzewa lub węzeł podrzędny, które wraz z trybem upuszczenia komponentu będącego celem określają miejsce upuszczenia (patrz tabela 7.9).

Tabela 7.9. *Obsługa miejsca upuszczenia dla komponentu JTree*

Tryb upuszczenia	Akcja
`INSERT`	Wstawienie jako węzeł podrzędny ścieżki, przed indeksem węzła podrzędnego.
`ON` lub `USE_SELECTION`	Zastąpienie danych ścieżki (indeks węzła podrzędnego nie jest używany).
`INSERT_OR_ON`	Jeśli indeks węzła podrzędnego ma wartość –1, akcja jak w trybie `ON`, w przeciwnym razie jak w trybie `INSERT`.

API javax.swing.JTextComponent.DropLocation 6

- `int getIndex()`

  zwraca indeks pozycji, na której mają być wstawione dane.

7.15. Integracja z macierzystą platformą

Rozdział zakończymy omówieniem kilku nowości wprowadzonych w wersji Java SE 6, które sprawiają, że aplikacje tworzone w języku Java coraz bardziej przypominają w użytkowaniu aplikacje poszczególnych systemów. Jedną z nich jest możliwość wyświetlania ekranu powitalnego aplikacji podczas ładowania maszyny wirtualnej. Natomiast klasa `java.awt.Desktop` pozwala uruchamiać macierzyste aplikacje systemu, na przykład domyślną przeglądarkę internetową czy klienta poczty elektronicznej. W wersji Java SE 6 uzyskujemy również dostęp do zasobnika systemowego, w którym, podobnie jak czyni to wiele aplikacji macierzystych, możemy umieszczać własne ikony.

7.15.1. Ekran powitalny

Jedną z częściej wymienianych wad aplikacji Java jest ich długi czas uruchamiania. Rzeczywiście maszyna wirtualna potrzebuje trochę czasu, aby załadować wszystkie potrzebne klasy, zwłaszcza w przypadku aplikacji Swing, które wymagają obszernego kodu bibliotek Swing i AWT. Może to być nieco irytujące dla użytkownika, który zniecierpliwiony może nawet próbować ponownie uruchomić aplikację, gdyż nie ma żadnej informacji o tym, czy pierwsze uruchomienie dało jakiś rezultat. Rozwiązaniem tej kłopotliwej sytuacji może okazać się wyświetlenie *ekranu powitalnego* aplikacji, czyli niewielkiego okna, które pojawia się bardzo szybko i informuje użytkownika, że aplikacja jest uruchamiana.

Dotychczas wyświetlenie takiego ekranu przez aplikację Java było co najmniej trudne, jeśli nie niemożliwe. Oczywiście kod aplikacji może wyświetlić takie okno, gdy tylko rozpocznie się wykonywanie metody `main`. Problem w tym, że metoda ta jest uruchamiana dopiero po załadowaniu wszystkich klas potrzebnych do jej działania, co zawsze wymaga pewnego czasu.

W wersji Java SE 6 rozwiązano problem ekranu powitalnego, umożliwiając wyświetlenie go przez maszynę wirtualną natychmiast po jej uruchomieniu. Istnieją dwa mechanizmy określenia obrazu wyświetlanego jako ekran powitalny. Możemy użyć opcji `-splash` w wierszu poleceń:

```
java -splash:myimage.png MyApp
```

Alternatywa polega na podaniu pliku zawierającego ekran powitalny w manifeście pliku JAR:

```
Main-Class: MyApp
SplashScreen-Image: myimage.gif
```

Ekran powitalny rzeczywiście zostaje wyświetlony błyskawicznie i znika automatycznie w momencie wyświetlenia pierwszego okna AWT. Ekran powitalny możemy zapisać w formacie GIF, JPEG lub PNG. Animacje (w formacie GIF) oraz przezroczystość (w formatach GIF i PNG) nie są obsługiwane.

Jeśli aplikacje, które tworzysz, są zawsze gotowe do działania w momencie uruchomienia metody `main`, to możesz pominąć lekturę pozostałej części tego podrozdziału. Wiele aplikacji posiada jednak architekturę modularną, w której niewielki rdzeń ładuje po uruchomieniu zbiór wtyczek. Typowymi przykładami takich aplikacji na platformie Java są Eclipse i NetBeans. W przypadku takiej architektury warto informować użytkownika o postępie ładowania modułów, używając w tym celu ekranu powitalnego.

Istnieją dwa podejścia do tego zagadnienia. Możemy albo rysować bezpośrednio na ekranie powitalnym, albo zastąpić go oknem o identycznej zawartości i bez ramki, a następnie rysować wewnątrz okna. Nasz przykładowy program prezentuje zastosowanie obu technik.

Aby rysować bezpośrednio na ekranie powitalnym, musimy pobrać jego referencję, a następnie kontekst graficzny i rozmiary:

```
SplashScreen splash = SplashScreen.getSplashScreen();
Graphics2D g2 = splash.createGraphics();
Rectangle bounds = splash.getBounds();
```

Samo rysowanie grafiki odbywa się w tradycyjny sposób. Po zakończeniu rysowania wywołujemy metodę `update`, aby spowodować odświeżenie ekranu powitalnego. Nasz przykładowy program rysuje prosty pasek postępu pokazany w lewej części rysunku 7.47.

```
g.fillRect(x, y, width * percent / 100, height);
splash.update();
```

Rysunek 7.47. *Początkowy ekran powitalny zostaje zastąpiony oknem o takiej samej zawartości*

Ekran powitalny jest singletonem. Nie możemy utworzyć własnego ekranu powitalnego. Jeśli ekran powitalny nie zostanie określony w wierszu poleceń lub w manifeście, metoda `getSplashScreen` zwróci wartość `null`.

Jednak rysowanie bezpośrednio na ekranie powitalnym ma swoje wady. Wyznaczanie pozycji pikseli jest żmudne i w efekcie nasz wskaźnik postępu znacznie odstaje w działaniu od podobnych rozwiązań stosowanych w macierzystych aplikacjach systemu. Aby uniknąć tego problemu, możemy zastąpić początkowy ekran powitalny oknem tego samego rozmiaru i o tej samej zawartości, jak tylko rozpocznie się wykonywanie metody `main`. Okno to może zawierać dowolne komponenty Swing.

Zastosowanie tej techniki ilustruje przykładowy program przedstawiony na listingu 7.23. W prawej części rysunku 7.47 widzimy okno pozbawione ramki i zawierające panel, który rysuje ekran powitalny oraz zawiera komponent `JProgressBar`. W ten sposób mamy pełen dostęp do interfejsu programowego Swing i możemy łatwo wyświetlać komunikaty bez zajmowania się szczegółami związanymi z wyznaczaniem położenia pikseli.

Listing 7.23. *splashScreen/SplashScreenTest.java*

```
package splashScreen;

import java.awt.*;
import java.util.List;
import javax.swing.*;

/**
 * Program demonstrujący sposób użycia ekranu powitalnego.
 * @version 1.00 2007-09-21
 * @author Cay Horstmann
 */
public class SplashScreenTest
{
   private static final int DEFAULT_WIDTH = 300;
   private static final int DEFAULT_HEIGHT = 300;

   private static SplashScreen splash;

   private static void drawOnSplash(int percent)
   {
      Rectangle bounds = splash.getBounds();
      Graphics2D g = splash.createGraphics();
      int height = 20;
      int x = 2;
      int y = bounds.height - height - 2;
      int width = bounds.width - 4;
      Color brightPurple = new Color(76, 36, 121);
      g.setColor(brightPurple);
      g.fillRect(x, y, width * percent / 100, height);
      splash.update();
   }

   /**
    * Metoda rysująca na ekranie powitalnym.
    */
   private static void init1()
```

```
{
   splash = SplashScreen.getSplashScreen();
   if (splash == null)
   {
      System.err.println("Did you specify a splash image with -splash or in the
      ↪manifest?");
      System.exit(1);
   }

   try
   {
      for (int i = 0; i <= 100; i++)
      {
         drawOnSplash(i);
         Thread.sleep(100); // symuluje ładowanie aplikacji
      }
   }
   catch (InterruptedException e)
   {
   }
}

/**
 * Metoda wyświetlająca ramkę o tej samej zawartości
 * co ekran powitalny.
 */
private static void init2()
{
   final Image img = new ImageIcon(splash.getImageURL()).getImage();

   final JFrame splashFrame = new JFrame();
   splashFrame.setUndecorated(true);

   final JPanel splashPanel = new JPanel()
      {
         public void paintComponent(Graphics g)
         {
            g.drawImage(img, 0, 0, null);
         }
      };

   final JProgressBar progressBar = new JProgressBar();
   progressBar.setStringPainted(true);
   splashPanel.setLayout(new BorderLayout());
   splashPanel.add(progressBar, BorderLayout.SOUTH);

   splashFrame.add(splashPanel);
   splashFrame.setBounds(splash.getBounds());
   splashFrame.setVisible(true);

   new SwingWorker<Void, Integer>()
   {
      protected Void doInBackground() throws Exception
      {
         try
         {
            for (int i = 0; i <= 100; i++)
            {
```

```
                publish(i);
                Thread.sleep(100);
             }
          }
          catch (InterruptedException e)
          {
          }
          return null;
       }

       protected void process(List<Integer> chunks)
       {
          for (Integer chunk : chunks)
          {
             progressBar.setString("Loading module " + chunk);
             progressBar.setValue(chunk);
             splashPanel.repaint(); // ponieważ obrazek został załadowany
          }
       }

       protected void done()
       {
          splashFrame.setVisible(false);

          JFrame frame = new JFrame();
          frame.setSize(DEFAULT_WIDTH, DEFAULT_HEIGHT);
          frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
          frame.setTitle("SplashScreenTest");
          frame.setVisible(true);
       }
    }.execute();
 }

 public static void main(String args[])
 {
    init1();

    EventQueue.invokeLater(new Runnable()
       {
          public void run()
          {
             init2();
          }
       });
 }
}
```

Zwróćmy uwagę, że nie musimy usuwać początkowego ekranu powitalnego. Zostaje on automatycznie usunięty, gdy tylko pojawia się okno, które go zastępuje.

Niestety moment zastąpienia ekranu powitalnego przez okno jest dość łatwy do zauważenia.

API java.awt.SplashScreen 6

- `static SplashScreen getSplashScreen()`

  zwraca referencję ekranu powitalnego lub wartość `null`, jeśli nie został skonfigurowany.

- `URL getImageURL()`
- `void setImageURL(URL imageURL)`

  zwraca lub określa adres URL obrazka wyświetlanego jako ekran powitalny. Wywołanie drugiej wersji powoduje aktualizację ekranu powitalnego.

- `Rectangle getBounds()`

  zwraca granice ekranu powitalnego.

- `Graphics2D createGraphics()`

  zwraca kontekst graficzny umożliwiający rysowanie na ekranie powitalnym.

- `void update()`

  aktualizuje wyświetlany ekran powitalny.

- `void close()`

  zamyka ekran powitalny. Ekran powitalny zostaje automatycznie zamknięty w momencie wyświetlenia pierwszego okna AWT.

7.15.2. Uruchamianie macierzystych aplikacji pulpitu

Klasa `java.awt.Desktop` pozwala uruchomić domyślną przeglądarkę internetową i program obsługi poczty elektronicznej. Możemy również otwierać, edytować i drukować pliki za pomocą aplikacji, które zostały zarejestrowane dla określonych typów plików.

Posługiwanie się wspomnianą klasą jest bardzo proste. Najpierw wywołujemy metodę statyczną `isDesktopSupported`. Jeśli zwróci ona wartość `true`, to platforma na której działa maszyna wirtualna obsługuje uruchamianie aplikacji pulpitu. Następnie wywołujemy metodę statyczną `getDesktop`, aby uzyskać instancję klasy `Desktop`.

Nie wszystkie środowiska wykorzystujące koncepcję pulpitu obsługują wszystkie operacje. Na przykład pulpit Gnome w systemie Linux umożliwia otwieranie plików, ale nie pozwala na ich drukowanie. Aby sprawdzić czy operacja jest dostępna na danej platformie, wywołujemy metodę `isSupported` przekazując jej wartość zdefiniowaną przez wyliczenie `Desktop.Action`. Nasz program zawiera na przykład poniższy test:

```
if (desktop.isSupported(Desktop.Action.PRINT)) printButton.setEnabled(true);
```

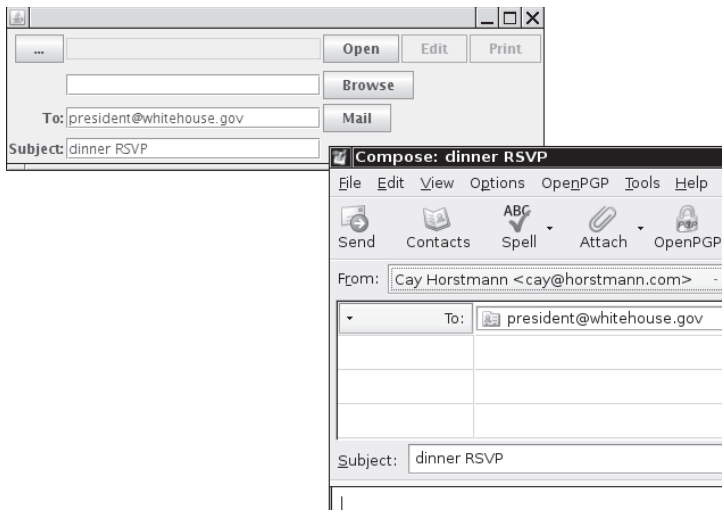
Zanim otworzymy, poddamy edycji lub wydrukujemy plik, musimy najpierw sprawdzić czy dana akcja jest obsługiwana, a dopiero potem wywołać metodę `open`, `edit` lub `print`. Aby uruchomić przeglądarkę, należy przekazać obiekt klasy `URI`. (Więcej informacji na temat klasy `URI` znajdziesz w rozdziale 3.). W tym celu wystarczy wywołać konstruktor klasy `URI` i przekazać mu łańcuch URL rozpoczynający się przedrostkiem *http* lub *https*.

Aby uruchomić domyślny program obsługi poczty elektronicznej, musimy skonstruować obiekt `URI` w poniższym formacie:

```
mailto:odbiorca?kwerenda
```

Przez *odbiorcę* rozumiemy w tym przypadku adres poczty elektronicznej, na przykład *presi*
➥*dent@whitehouse.gov*, a *kwerenda* zawiera pary postaci *nazwa=wartość* rozdzielone znakiem & i zakodowane przy użyciu znaku %. (Kodowanie przy pomocy znaku % jest zasadniczo tożsame z kodowaniem łańcuchów URL omówionym w rozdziale 3., z tą różnicą, że znak spacji jest kodowany jako %20, a nie za pomocą znaku +). Przykładem kwerendy może być łańcuch *subject=dinner%20RSVP&bcc=putin%40kremvax.ru*. Format ten jest opisany szczegółowo w dokumencie RFC 2368 (*http://www.ietf.org/rfc/rfc2368.txt*). Niestety klasa `URI` nie rozpoznaje łańcuchów `mailto` i wobec tego musimy tworzyć je samodzielnie.

Program przykładowy przedstawiony na listingu 7.24 pozwala użytkownikowi otwierać, edytować i drukować wybrany plik, a także przeglądać podany URL lub uruchamiać klienta poczty elektronicznej (patrz rysunek 7.48).



Rysunek 7.48. *Uruchamianie aplikacji pulpitu*

Listing 7.24. *desktopApp/DesktopAppFrame.java*

```
package desktopApp;

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import java.io.*;
import java.net.*;
import javax.swing.*;

class DesktopAppFrame extends JFrame
{
   public DesktopAppFrame()
   {
      setLayout(new GridBagLayout());
      final JFileChooser chooser = new JFileChooser();
      JButton fileChooserButton = new JButton("...");
```

```
final JTextField fileField = new JTextField(20);
fileField.setEditable(false);
JButton openButton = new JButton("Open");
JButton editButton = new JButton("Edit");
JButton printButton = new JButton("Print");
final JTextField browseField = new JTextField();
JButton browseButton = new JButton("Browse");
final JTextField toField = new JTextField();
final JTextField subjectField = new JTextField();
JButton mailButton = new JButton("Mail");

openButton.setEnabled(false);
editButton.setEnabled(false);
printButton.setEnabled(false);
browseButton.setEnabled(false);
mailButton.setEnabled(false);

if (Desktop.isDesktopSupported())
{
   Desktop desktop = Desktop.getDesktop();
   if (desktop.isSupported(Desktop.Action.OPEN)) openButton.setEnabled(true);
   if (desktop.isSupported(Desktop.Action.EDIT)) editButton.setEnabled(true);
   if (desktop.isSupported(Desktop.Action.PRINT)) printButton.setEnabled(true);
   if (desktop.isSupported(Desktop.Action.BROWSE)) browseButton.setEnabled(true);
   if (desktop.isSupported(Desktop.Action.MAIL)) mailButton.setEnabled(true);
}

fileChooserButton.addActionListener(new ActionListener()
   {
      public void actionPerformed(ActionEvent e)
      {
         if (chooser.showOpenDialog(DesktopAppFrame.this) ==
         ↪JFileChooser.APPROVE_OPTION)
            fileField.setText(chooser.getSelectedFile().getAbsolutePath());
      }
   });

openButton.addActionListener(new ActionListener()
   {
      public void actionPerformed(ActionEvent e)
      {
         try
         {
            Desktop.getDesktop().open(chooser.getSelectedFile());
         }
         catch (IOException ex)
         {
            ex.printStackTrace();
         }
      }
   });

editButton.addActionListener(new ActionListener()
   {
      public void actionPerformed(ActionEvent e)
      {
         try
```

```
            {
               Desktop.getDesktop().edit(chooser.getSelectedFile());
            }
            catch (IOException ex)
            {
               ex.printStackTrace();
            }
         }
      });

      printButton.addActionListener(new ActionListener()
      {
         public void actionPerformed(ActionEvent e)
         {
            try
            {
               Desktop.getDesktop().print(chooser.getSelectedFile());
            }
            catch (IOException ex)
            {
               ex.printStackTrace();
            }
         }
      });

      browseButton.addActionListener(new ActionListener()
      {
         public void actionPerformed(ActionEvent e)
         {
            try
            {
               Desktop.getDesktop().browse(new URI(browseField.getText()));
            }
            catch (URISyntaxException ex)
            {
               ex.printStackTrace();
            }
            catch (IOException ex)
            {
               ex.printStackTrace();
            }
         }
      });

      mailButton.addActionListener(new ActionListener()
      {
         public void actionPerformed(ActionEvent e)
         {
            try
            {
              String subject = percentEncode(subjectField.getText());
              URI uri = new URI("mailto:" + toField.getText() + "?subject=" + subject);

               System.out.println(uri);
               Desktop.getDesktop().mail(uri);
            }
            catch (URISyntaxException ex)
```

```
                {
                   ex.printStackTrace();
                }
                catch (IOException ex)
                {
                   ex.printStackTrace();
                }
             }
          });

       JPanel buttonPanel = new JPanel();
       ((FlowLayout) buttonPanel.getLayout()).setHgap(2);
       buttonPanel.add(openButton);
       buttonPanel.add(editButton);
       buttonPanel.add(printButton);

       add(fileChooserButton, new GBC(0, 0).setAnchor(GBC.EAST).setInsets(2));
       add(fileField, new GBC(1, 0).setFill(GBC.HORIZONTAL));
       add(buttonPanel, new GBC(2, 0).setAnchor(GBC.WEST).setInsets(0));
       add(browseField, new GBC(1, 1).setFill(GBC.HORIZONTAL));
       add(browseButton, new GBC(2, 1).setAnchor(GBC.WEST).setInsets(2));
       add(new JLabel("To:"), new GBC(0, 2).setAnchor(GBC.EAST).setInsets(5, 2, 5, 2));
       add(toField, new GBC(1, 2).setFill(GBC.HORIZONTAL));
       add(mailButton, new GBC(2, 2).setAnchor(GBC.WEST).setInsets(2));
       add(new JLabel("Subject:"), new GBC(0, 3).setAnchor(GBC.EAST).setInsets(5, 2, 5, 2));
       add(subjectField, new GBC(1, 3).setFill(GBC.HORIZONTAL));

       pack();
    }

    private static String percentEncode(String s)
    {
       try
       {
          return URLEncoder.encode(s, "UTF-8").replaceAll("[+]", "%20");
       }
       catch (UnsupportedEncodingException ex)
       {
          return null; // UTF-8 jest zawsze obsługiwany
       }
    }
}
```

API `java.awt.Desktop` 6

- `static boolean isDesktopSupported()`

  zwraca wartość `true`, jeśli platforma obsługuje uruchamianie aplikacji pulpitu.

- `static Desktop getDesktop()`

  zwraca obiekt `Desktop` umożliwiający wykonywanie operacji pulpitu. Wyrzuca wyjątek `UnsupportedOperationException` jeśli platforma nie obsługuje uruchamianie aplikacji pulpitu.

- `boolean isSupported(Desktop.Action action)`

  zwraca wartość `true` jeśli dana akcja jest obsługiwana. Parametr `action` może przyjmować jedną z wartości `OPEN`, `EDIT`, `PRINT`, `BROWSE` lub `MAIL`.

- `void open(File file)`

  uruchamia aplikację zarejestrowaną do prezentacji zawartości plików danego typu.

- `void edit(File file)`

  uruchamia aplikację zarejestrowaną w celu edycji zawartości plików danego typu.

- `void print(File file)`

  drukuje dany plik.

- `void browse(URI uri)`

  uruchamia domyślną przeglądarkę dla podanego URI.

- `void mail()`

- `void mail(URI uri)`

  uruchamia domyślny program obsługi poczty elektronicznej. Druga z wersji metody może być używana do wypełniania poszczególnych części wiadomości.

7.15.3. Zasobnik systemowy

Wiele środowisk wykorzystujących koncepcję pulpitu posiada również specjalny obszar zawierający ikony programów wykonywanych w tle, które okazjonalnie powiadamiają użytkownika o pewnych zdarzeniach. W systemie Windows obszar ten nosi nazwę *zasobnika systemowego*, a znajdujące się w nim ikony nazwane zostały *ikonami zasobnika*. Na platformie Java przyjęto tę samą terminologię. Typowym przykładem takiego programu jest monitor sprawdzający dostępność nowych wersji oprogramowania. Jeśli pojawi się aktualizacja oprogramowania, monitor zmienia wygląd swojej ikony bądź wyświetla komunikat w jej pobliżu.

Zasobnik systemowy bywa nadużywany przez twórców oprogramowania i użytkownicy zwykle nie są zachwyceni odkryciem jeszcze jednej ikony zasobnika. Nasz przykładowy program nie stanowi wyjątku od tej reguły.

Klasa `java.awt.SystemTray` umożliwia wykorzystanie zasobnika systemowego na różnych platformach. Podobnie jak w przypadku klasy `Desktop` omówionej w poprzednim podrozdziale, najpierw wywołujemy metodę statyczną `isSupported`, aby sprawdzić czy dana platforma obsługuje zasobnik systemowy. Jeśli tak, pobieramy singleton `SystemTray` wywołując w tym celu metodę statyczną `getSystemTray`.

Najważniejszą metodą klasy `SystemTray` jest oczywiście metoda add pozwalająca dodawać instancję klasy `TrayIcon`. Instancja taka posiada trzy właściwości:

- Obrazek ikony.
- Podpowiedź wyświetlaną gdy kursor myszy przesuwa się nad ikoną.
- Podręczne menu wyświetlane, gdy użytkownik kliknie ikonę prawym klawiszem myszki.

Menu podręczne jest instancją klasy `PopupMenu` z biblioteki AWT, reprezentującej menu macierzystej platformy, a nie menu Swing. Do menu dodajemy instancje klasy `MenuItem` (również z biblioteki AWT), z których każda posiada obiekt nasłuchujący akcji podobnie jak jej odpowiednik z biblioteki Swing.

Ikona zasobnika może wyświetlać powiadomienia (patrz rysunek 7.49). W tym celu wywołujemy metodę `displayMessage` określając nagłówek, tekst powiadomienia i jego typ.

```
trayIcon.displayMessage("Your Fortune", fortunes.get(index),
➥TrayIcon.MessageType.INFO);
```

Rysunek 7.49. *Powiadomienie wyświetlane przez ikonę zasobnika*

Listing 7.25 przedstawia kod aplikacji, która umieszcza w zasobniku systemowym ikonę wyświetlającą sentencje, których źródłem jest plik (utworzony za pomocą nieśmiertelnego programu fortune z systemu Unix). Poszczególne sentencje są oddzielone wierszem zawierającym znak %. Program wyświetla kolejną sentencję co 10 sekund. Na szczęście posiada również menu umożliwiające zakończenie jego pracy. Gdyby tylko wszyscy twórcy ikon zasobnika byli równie przewidujący!

Listing 7.25. *systemTray/SystemTrayTest.java*

```
package systemTray;

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import java.io.*;
import java.util.*;
import java.util.List;
import javax.swing.*;
import javax.swing.Timer;

/**
 * Program demonstrujący wykorzystanie zasobnika systemowego.
 * @version 1.01 2012-01-26
 * @author Cay Horstmann
 */
public class SystemTrayTest
{
   public static void main(String[] args)
```

```
   {
      SystemTrayApp app = new SystemTrayApp();
      app.init();
   }
}

class SystemTrayApp
{
   public void init()
   {
      final TrayIcon trayIcon;

      if (!SystemTray.isSupported())
      {
         System.err.println("System tray is not supported.");
         return;
      }

      SystemTray tray = SystemTray.getSystemTray();
      Image image = new ImageIcon(getClass().getResource("cookie.png")).getImage();

      PopupMenu popup = new PopupMenu();
      MenuItem exitItem = new MenuItem("Exit");
      exitItem.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent e)
            {
               System.exit(0);
            }
         });
      popup.add(exitItem);

      trayIcon = new TrayIcon(image, "Your Fortune", popup);

      trayIcon.setImageAutoSize(true);
      trayIcon.addActionListener(new ActionListener()
         {
            public void actionPerformed(ActionEvent e)
            {
               trayIcon.displayMessage("How do I turn this off?",
                     "Right-click on the fortune cookie and select Exit.",
                     TrayIcon.MessageType.INFO);
            }
         });

      try
      {
         tray.add(trayIcon);
      }
      catch (AWTException e)
      {
         System.err.println("TrayIcon could not be added.");
         return;
      }

      final List<String> fortunes = readFortunes();
      Timer timer = new Timer(10000, new ActionListener()
```

```
            {
               public void actionPerformed(ActionEvent e)
               {
                  int index = (int) (fortunes.size() * Math.random());
                  trayIcon.displayMessage("Your Fortune", fortunes.get(index),
                        TrayIcon.MessageType.INFO);
               }
            });
         timer.start();
      }

      private List<String> readFortunes()
      {
         List<String> fortunes = new ArrayList<>();
         try (InputStream inStream = getClass().getResourceAsStream("fortunes"))
         {
            Scanner in = new Scanner(inStream);
            StringBuilder fortune = new StringBuilder();
            while (in.hasNextLine())
            {
               String line = in.nextLine();
               if (line.equals("%"))
               {
                  fortunes.add(fortune.toString());
                  fortune = new StringBuilder();
               }
               else
               {
                  fortune.append(line);
                  fortune.append(' ');
               }
            }
         }
         catch (IOException ex)
         {
            ex.printStackTrace();
         }
         return fortunes;
      }
   }
```

API `java.awt.SystemTray` 6

- `static boolean isSupported()`

  zwraca wartość `true`, jeśli dana platforma udostępnia zasobnik systemowy.

- `static SystemTray getSystemTray()`

  zwraca obiekt `SystemTray` umożliwiający dostęp do zasobnika systemowego. Wyrzuca wyjątek `UnsupportedOperationException` jeśli platforma nie udostępnia zasobnika systemowego.

- `Dimension getTrayIconSize()`

  zwraca rozmiary ikony w zasobniku systemowym.

- `void add(TrayIcon trayIcon)`
- `void remove(TrayIcon trayIcon)`

  dodaje lub usuwa ikonę w zasobniku systemowym.

API `java.awt.TrayIcon` 6

- `TrayIcon(Image image)`
- `TrayIcon(Image image, String tooltip)`
- `TrayIcon(Image image, String tooltip, PopupMenu popupMenu)`

  tworzy ikonę zasobnika o podanym obrazku, tekście podpowiedzi i menu podręcznym.

- `Image getImage()`
- `void setImage(Image image)`
- `String getTooltip()`
- `void setTooltip(String tooltip)`
- `PopupMenu getPopupMenu()`
- `void setPopupMenu(PopupMenu popupMenu)`

  zwracają lub określają obrazek ikony, tekst podpowiedzi i menu podręczne.

- `boolean isImageAutoSize()`
- `void setImageAutoSize(boolean autosize)`

  zwracają lub konfigurują właściwość `imageAutoSize`. Jeśli właściwość jest skonfigurowana, obrazek zostaje przeskalowany do obszaru ikony. Jeśli nie (domyślnie) zostaje przycięty (jeśli jest zbyt duży) lub wycentrowany (jeśli jest za mały).

- `void displayMessage(String caption, String text, TrayIcon.MessageType messageType)`

  wyświetla powiadomienie w pobliżu ikony zasobnika. Parametr `messageType` może przyjmować jedną z wartości `INFO`, `WARNING`, `ERROR` lub `NONE`.

- `public void addActionListener(ActionListener listener)`
- `public void removeActionListener(ActionListener listener)`

  dodaje lub usuwa obiekt nasłuchujący akcji zależnej od konkretnej platformy. Typowym przypadkiem jest kliknięcie powiadomienia lub podwójne kliknięcie ikony w zasobniku systemowym.

W ten sposób dotarliśmy do końca tego długiego rozdziału poświęconego zaawansowanym możliwościom AWT. W następnym rozdziale przedstawimy specyfikację JavaBeans i jej wykorzystanie przez narzędzia budowy interfejsów użytkownika.

Skorowidz

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

Ł

M

N

O

Q

R

S

Ś

T

U

V

W

X

Z

Ź

WYKORZYSTAJ W PEŁNI MOŻLIWOŚCI JĘZYKA JAVA 7!

Zastanawiasz się, dlaczego język Java zdobył taką popularność? Przyczyn jest co najmniej kilka: automatyczne zarządzanie pamięcią, możliwość uruchamiania kodu na różnych platformach, ogrom dodatkowych narzędzi oraz wyjątkowo aktywna społeczność. Nie bez znaczenia jest również świetna dokumentacja, wsparcie dla usług sieciowych oraz aktywny rozwój, którego dowodem są kolejne wersje tego języka.

Dziewiąte wydanie bestsellerowej pozycji *Java*. Techniki zaawansowane zostało zaktualizowane i uzupełnione o nowinki z najnowszej wersji języka Java oznaczonej numerem 7. W trakcie lektury dowiesz się, jak wydajnie korzystać ze strumieni, wyrażeń regularnych oraz baz danych. Java 7 to całkowicie nowy, mocno rozbudowany dostęp do plików — opis wszystkich niuansów znajdziesz w tej publikacji. Co jeszcze? Tworzenie aplikacji dla różnych języków i lokalizacji, zaawansowane wykorzystanie biblioteki Swing oraz dystrybucja stworzonych aplikacji. To tylko niektóre z zagadnień poruszonych w tej wyjątkowej książce, która musi się znaleźć na półce każdego programisty języka Java.

POZNAJ:

- nowości języka Java 7
- zaawansowane techniki korzystania ze strumieni
- całkowicie nowe metody dostępu do plików
- techniki łączenia się z bazą danych
- potencjał języka Java

PRENTICE HALL
PEARSON EDUCATION

helion.pl
księgarnia internetowa

Nr katalogowy: 15689

Księgarnia internetowa
http://helion.pl

Zamówienia telefoniczne:
0 801 339900
0 601 339900

Helion

Sprawdź najnowsze promocje:
http://helion.pl/promocje
Książki najchętniej czytane:
http://helion.pl/bestsellery
Zamów informacje o nowościach:
http://helion.pl/nowosci

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

Informatyka w najlepszym wydaniu

sięgnij po WIĘCEJ
KOD KORZYŚCI

cena: 149,00 zł

ISBN 978-83-246-7762-7

9 788324 677627

ALWAYS LEARNING

PEARSON