Efekty graficzne i animowane dla aplikacji Desktop Java. Tworzenie atrakcyjnych programów

Autor: Chet Haase, Romain Guy
Tłumaczenie: Paweł Gonera
ISBN: 978-83-246-1462-2
Tytuł oryginału: Filthy Rich Clients: Developing Animated and Graphical Effects for Desktop Java(TM) Applications (The Java Series)
Format: 180x235, stron: 584

Poznaj tajniki tworzenia efektownych, a jednocześnie funkcjonalnych aplikacji, które przyciągają rzesze klientów

- Jak tworzyć obrazy i wykorzystywać je w aplikacjach?
- Jak sterować działaniem animacji?
- Jak korzystać z grafiki pulpitu dla języka Java?

Informatyka jest dziedziną, która rozwija się w naprawdę szalonym tempie, a użytkownicy komputerów i konsumenci stawiają coraz większe wymagania wszelkim jej produktom. Oczywiście, to, co atrakcyjne, przyciąga, ale równie istotna jest łatwość korzystania z produktu czy intuicyjność jego użytkowania. Współczesny klient oczekuje takiego właśnie idealnego połączenia. Jak tworzyć funkcjonalne, a jednocześnie efektowne aplikacje? Co powoduje, że klienci są zachwyceni i bawią się, używając aplikacji? O tym właśnie jest książka, którą trzymasz w rękach.

W książce „Efekty graficzne i animowane dla aplikacji Desktop Java. Tworzenie atrakcyjnych programów" autorzy w przystępny, a czasami zabawny sposób opisują dostępne technologie do tworzenia bogatych aplikacji. Czytając ją, nauczysz się, jak wykorzystywać grafikę i animację oraz w jakie efekty wyposażyć interfejs użytkownika, aby był naprawdę atrakcyjny. Z tego podręcznika dowiesz się wszystkiego na temat podstawowych mechanizmów języka Java, Swing, Java 2D czy graficznych interfejsów użytkownika (GUI). Poznasz techniki tworzenia aplikacji z bogatym interfejsem użytkownika, którą będziesz mógł wykonać sam, poczynając od szkiców projektu, poprzez implementację różnych elementów, aż do porywającego końcowego efektu!

- Podstawy grafiki i interfejsów GUI
- Biblioteki grafiki pulpitu dla języka Java
- Podstawy renderingu w Swing
- Java 2D
- Typy obrazów i ich przetwarzanie
- Gradienty
- Animacja
- Efekty statyczne i dynamiczne
- Tworzenie własnych efektów
- Biblioteki – Animated Transitions i Timing Framework

Oto Twoje atrakcyjne aplikacje — wyjątkowe połączenie estetyki i funkcjonalności oraz milionów zadowolonych klientów!

Wydawnictwo Helion
ul. Kościuszki 1c
44-100 Gliwice
tel. 032 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl

Spis treści

Słowo wstępne 13

Przedmowa 15

Podziękowania 21

O autorach 23

Wstęp 25

CZĘŚĆ I PODSTAWY GRAFIKI I INTERFEJSÓW GUI 33

Rozdział 1. Biblioteki grafiki pulpitu dla języka Java — Swing, AWT oraz Java 2D 35

Abstract Window Toolkit (AWT) 36
Java 2D 37
Swing 37

Rozdział 2. Podstawy renderingu w Swing 39

Zdarzenia 40
Rysowanie w Swing 41
Asynchroniczne żądania odrysowania 42
Synchroniczne żądania odrysowania 43
Renderowanie w Swing 44
paintComponent() 46
paint() 48
setOpaque() 51
Podwójne buforowanie 52

Wątki **55**
Model wątków 57
Stopery a wątek rozsyłania zdarzeń 62
Bezbolesna obsługa wątków poprzez SwingWorker 63
Podsumowanie wątków 66

Rozdział 3. Podstawy grafiki 67

Java 2D **67**
Rendering **69**
Pobieranie obiektu Graphics 70
Stan grafiki 72
Elementarne operacje graficzne 97

Rozdział 4. Obrazy 115

Typy obrazów **116**
BufferedImage **119**
Skalowanie obrazów **122**
Jakość kontra wydajność 125
Metoda getFasterScaledInstance()
— narzędzie do szybszego i lepszego skalowania obrazów 134

Rozdział 5. Wydajność 137

Zastosowanie obcinania **137**
Obrazy zapewniające zgodność **143**
Dlaczego powinniśmy się nimi zajmować? 143
Co można powiedzieć o obrazach zarządzanych? 145
Zapewnianie zgodności 146
Obrazy zarządzane **148**
Odczytywanie danych z DataBuffer 152
Częste renderowanie obrazu 154
Obrazy pośrednie **156**
Zasada ogólna 157
Jak to jest realizowane? 157
Uwagi 163
Podsumowanie 165
Optymalne rysowanie figur **165**
Testowanie wydajności **167**
Opcje wiersza poleceń **167**
Renderowanie 169
Debugowanie wydajności 171

CZĘŚĆ II RENDEROWANIE ZAAWANSOWANEJ GRAFIKI 173

Rozdział 6. Przezroczystość 175

Obiekt AlphaComposite 175
Obiekt AlphaComposite. 12 reguł 177
Clear 179
Dst 179
DstAtop 179
DstIn 180
DstOut 180
DstOver 181
Src 182
SrcAtop 183
SrcIn 183
SrcOut 183
SrcOver 184
Xor 185
Tworzenie i konfigurowanie obiektu AlphaComposite 186
Typowe zastosowania AlphaComposite 187
Zastosowanie reguły Clear 187
Zastosowanie reguły SrcOver 188
Zastosowanie reguły SrcIn 189
Problemy z użyciem AlphaComposite 191
Tworzenie własnej klasy Composite 193
Tryb mieszania Add 193
Implementowanie CompositeContext 197
Łączenie pikseli 198
Podsumowanie 200

Rozdział 7. Gradienty 201

Dwuelementowy gradient liniowy 202
Efekty specjalne korzystające ze zwykłych gradientów 204
Wieloelementowy gradient liniowy 208
Gradient kołowy 211
Optymalizacja gradientów 214
Buforowanie gradientu 215
Sprytniejsze buforowanie 216
Optymalizacja z użyciem gradientów cyklicznych 217

Rozdział 8. Przetwarzanie obrazu 219

Filtry obrazów 219
Przetwarzanie obrazu za pomocą BufferedImageOp 221
AffineTransformOp 223
ColorConvertOp 224

ConvolveOp **226**
Tworzenie jądra 228
Praca na krawędzi 229
LookupOp **231**
RescaleOp **232**
Własna klasa BufferedImageOp **234**
Klasa bazowa filtra 234
Filtr barwiący 236
Uwaga na temat wydajności **241**
Podsumowanie **242**

Rozdział 9. Szklany panel 243

Rysowanie na szklanym panelu **246**
Optymalizacja rysowania na szklanym panelu 247
Blokowanie zdarzeń wejściowych **250**
Problemy ze zdarzeniami myszy 251

Rozdział 10. Panele warstwowe 255

Wykorzystanie paneli warstwowych **256**
Porządkowanie komponentów wewnątrz jednej warstwy **260**
Panele warstwowe i warstwy **261**
Alternatywa dla JLayeredPane w postaci obiektów Layout **262**

Rozdział 11. Zarządca rysowania 267

Gdy Swing staje się zbyt sprytny **267**
Poznajemy RepaintManager **269**
Zarządzanie obiektami RepaintManager 270
Odbicia i RepaintManager **271**
Zapewnienie miejsca na odbicie 272
Rysowanie odbicia 275
Prostszy, przez co sprytniejszy RepaintManager 277
Podsumowanie **280**

CZĘŚĆ III ANIMACJA 281

Rozdział 12. Podstawy animacji 283

Wszystko o czasie **283**
Podstawowe koncepcje **284**
Animacja bazująca na ramkach 284
Częstotliwość klatek 286
Ruch bazujący na czasie 286

Mierzenie czasu (oraz narzędzia pomiaru czasu platformy) 293
„Która godzina?" 293
„Czy mogę zamówić budzenie?" 296
„Zadzwoń do mnie ponownie. I ponownie. I ponownie" 298
Rozdzielczość stopera 305
Rozdzielczość System.currentTimeMillis() oraz System.nanoTime() 308
Rozdzielczość usypiania 310
Rozdzielczość stopera 315
Rozwiązanie problemu rozdzielczości 317
Animacje w aplikacjach Swing 318
Grafika animowana 319
Animowany interfejs użytkownika 321
Podsumowanie 331

Rozdział 13. Płynne przesunięcia 333

Podstawy. Dlaczego moja animacja źle wygląda? 333
Co powoduje „szarpanie" animacji i jak można ją wygładzić? 334
Synchronizacja jest (niemal) wszystkim 335
Kolor — co za różnica? 338
Pionowy powrót plamki — poczucie synchronizacji 348
SmoothMoves — program demonstracyjny 353
Tworzenie obiektów graficznych 353
Uruchamianie stopera 354
Renderowanie 355
Opcje renderowania 356
Podsumowanie 360

Rozdział 14. Biblioteka Timing Framework. Podstawy 361

Wstęp 361
Podstawowe koncepcje 363
Animator 364
Wywołania zwrotne 366
Czas trwania 368
Powtarzanie 369
Rozdzielczość 370
Operacje startowe 370
Interpolacja 377
Przyspieszenia i opóźnienia 378
Interpolator 383
Podsumowanie 395

Rozdział 15. Biblioteka Timing Framework. Funkcje zaawansowane 397

Wyzwalacze 398
Koncepcje i wykorzystanie 398
Klasy bazowe wyzwalaczy 400
Wbudowane wyzwalacze 400
Metody ustawiania właściwości 410
PropertySetter 413
Evaluator 417
KeyFrames 419
Podsumowanie 437

CZĘŚĆ IV EFEKTY 439

Rozdział 16. Efekty statyczne 441

Rozmycie 441
Motywacja 441
Proste rozmycie 443
Rozmycie Gaussa 446
Sposób na wydajność 451
Odbicia 452
Motywacja 453
Rysowanie odbić 453
Rozmyte odbicia 454
Rzucanie cieni 455
Motywacja 455
Proste rzucanie cieni 457
Realistyczne rzucanie cieni 459
Wyróżnienia 460
Motywacja 461
Rozjaśnienie 462
Oświetlenie punktowe 464
Podświetlanie tekstu dla zapewnienia lepszej czytelności 466
Wyostrzanie 468
Motywacja 468
Proste wyostrzanie 470
Wyostrzanie selektywne 472
Wyostrzanie zmniejszonych obrazów 473
Podsumowanie 476

Rozdział 17. Efekty dynamiczne 477
Ruch 478
Motywacja 478
Ruch 480
Zanikanie 483
Motywacja 483
Strategie zanikania 486
Zanikanie przy użyciu AlphaComposite 486
Zanikanie koloru 488
Wzajemne przenikanie 490
Proste zanikanie 490
Pulsowanie 491
Motywacja 491
Poczuj puls 492
Automatyczne podświetlenie 496
Przyspieszony puls 501
Sprężyny 503
Motywacja 504
Gorączka sprężynowania 505
Morfing 508
Motywacja 508
Morfing przycisków 510
Podsumowanie 514
Rozdział 18. Biblioteka Animated Transitions 515
Płynne animowanie stanu aplikacji 515
Zasada ogólna 516
Płynne przejścia — biblioteka 519
Animacja stanu aplikacji 519
Stany GUI 519
API 520
Efekty 527
Struktura GUI 540
Obrazy i ImageHolder 540
ScreenTransition 542
Płynne przejścia — mechanizmy wewnętrzne, czyli jak zmusić Swing do takich rzeczy 543
Konfigurowanie następnego ekranu — po cichu 544
Animowanie zmian układu 545
Przyspieszanie Swing — wydajność 546
Podsumowanie 546

Rozdział 19. Narodziny bogatego interfejsu użytkownika 547
Aerith **547**
Uruchamianie programu Aerith 548
Organizacja kodu 549
Projekt przepływu sterowania na papierze **549**
Wizja **551**
Projektowanie ekranu na papierze **553**
Makiety **553**
Od makiety do kodu **555**
Zastosowanie warstw 556
Tryby mieszania 557
Stosowanie prowadnic 558
Ale… ja nie jestem artystą! **559**
Wybór ładnych kolorów **561**
Książki na temat projektowania **563**
Podsumowanie **564**
Zakończenie 565
Skorowidz 569

6

Przezroczystość

Efekt przezroczystości jest bardzo ważnym narzędziem dla programisty bogatego interfejsu użytkownika. Przezroczystość należy uznać za zasadę określającą sposób przechowywania i łączenia kolorów rysowanych figur z zastanym tłem. Przezroczystość może być zdefiniowana również w taki sposób, aby na przykład tylko czerwony składnik rysowanego obrazu był kopiowany na obszar grafiki. Przezroczystość jest również znana pod nazwą *trybu łączenia* w aplikacjach służących do edycji grafiki, takich jak Adobe Photoshop lub The GIMP, w których jest on używany do tworzenia złożonych efektów oświetleniowych. W środowisku Java przezroczystość jest reprezentowana przez obiekt implementujący interfejs `java.awt.Composite`, który może być dodany do `Graphics2D` przez wywołanie `setComposite()`.

Obiekt AlphaComposite

Platforma Java zawiera tylko jedną implementację interfejsu `Composite`, `java.awt.AlphaComposite`. Obiekt ten implementuje podstawowe mieszanie typu alfa, pozwalające na osiągnięcie efektów przeświticywania. Klasa `AlphaComposite` implementuje zbiór 12 reguł opisanych w artykule *Compositing Digital Images* autorstwa T. Portera oraz T. Duffa[1]. Wszystkie te reguły bazują na równaniach matematycznych definiujących wartości koloru i komponentu alfa wynikowego piksela dla danego źródła (rysowanej figury) i obszaru docelowego (obszaru graficznego). Implementacja w środowisku Java zawiera dodatkowy parametr, wartość alfa wykorzystywaną do modyfikowania przezroczystości źródła przed wykonaniem mieszania.

[1] Thomas Porter i Tom Duff, *Composing Digital Images*, [w:] *Computer Graphics*, 18, s. 253 – 259, lipiec 1984.

Uwaga
Komponenty i kanały

Kolory są kodowane za pomocą trzech wartości, nazywanych również komponentami lub kanałami. Najczęściej stosowane kodowanie programowe jest znane pod nazwą RGB, które korzysta czerwonego, zielonego i niebieskiego komponentu. Innym sposobem kodowania jest Yuv, które korzysta z kanału luminancji (*Y*) oraz dwóch kanałów chrominancji (*u* oraz *v*).

Kanał alfa, czyli komponent alfa, jest czwartym komponentem, niezależnym od kodowania kolorów, który definiuje poziom przezroczystości lub nieprzezroczystości koloru. Na przykład kolor z kanałem alfa równym 50% wartości maksymalnej będzie w połowie przezroczysty.

Aby móc zdecydować, której zasady należy użyć, konieczne jest zrozumienie równań Portera-Duffa, przedstawionych w dokumentacji `java.awt.AlphaComposite`. Aby uniknąć zanudzenia Czytelnika matematycznymi opisami (przeanalizowanie wszystkich 12 równań doświadczyłoby ciężko autorów), skupimy się również na jednej z najużyteczniejszych reguł Source Over, która pozwala na łączenie źródła z powierzchnią docelową tak, jakby źródło było przezroczystym rysunkiem na szkle umieszczonym na powierzchni docelowej. Równanie opisujące tę zasadę jest następujące:

$$A_r = A_s + A_d \times (1 - A_s)$$

$$C_r = C_s + C_d \times (1 - A_s)$$

Składnik *A* oznacza kanał alfa koloru piksela, natomiast *C* — każdy z komponentów koloru piksela. Indeksy *r*, *s* oraz *d* oznaczają odpowiednio wynik, źródło oraz cel. Łącząc wszystko razem, A_s oznacza kanał alfa źródła, czyli figury rysowanej na obszarze graficznym, natomiast A_d — kanał alfa piksela znajdującego się na obszarze graficznym. Wartości te są używane do wyliczenia wynikowej wartości kanału alfa, A_r. Wszystkie wartości używane w tych równaniach są liczbami rzeczywistymi z zakresu od 0,0 do 1,0, a wynik jest przycinany do tego zakresu.

W naszym kodzie wartości te są konwertowane do zakresów typów Java. Na przykład, gdy kolory są przechowywane przy użyciu typu całkowitego bez znaku, zamiast korzystać z zakresu od 0,0 do 1,0, każdy komponent ma wartość między 0 a 255.

Uwaga
Komponenty wstępnie pomnożone

Należy pamiętać, że równania Portera-Duffa są definiowane przy użyciu komponentu koloru, który jest wstępnie przemnożony przez odpowiedni komponent alfa.

Jak będzie wyglądał wynik, gdy narysujemy półprzezroczysty czerwony prostokąt na niebieskim prostokącie? Zacznijmy od zapisania równań w postaci kodu Java, w których każdy komponent będzie reprezentowany w całości:

```
int srcA = 127;                 // półprzezroczyste źródło
int srcR = 255;                 // pełny czerwony
int srcG = 0;                   // bez zielonego
int srcB = 0;                   // bez niebieskiego

int dstA = 255;                 // nieprzezroczysta powierzchnia docelowa
int dstR = 0;                   // bez czerwonego
int dstG = 0;                   // bez zielonego
int dstB = 255;                 // pełny niebieski

srcR = (srcR * srcA) / 255;     // wstępne mnożenie srcR
srcG = (srcG * srcA) / 255;     // wstępne mnożenie srcG
srcB = (srcB * srcA) / 255;     // wstępne mnożenie srcB

dstR = (dstR * dstA) / 255;     // wstępne mnożenie dstR
dstG = (dstG * dstA) / 255;     // wstępne mnożenie dstG
dstB = (dstB * dstA) / 255;     // wstępne mnożenie dstB

int resultA = srcA + (dstA * (255 - srcA)) / 255;
int resultR = srcR + (dstR * (255 - srcR)) / 255;
int resultG = srcG + (dstG * (255 - srcR)) / 255;
int resultB = srcB + (dstB * (255 - srcR)) / 255;

System.out.printf("(%d, %d, %d, %d)",
  resultA, resultR, resultG, resultB);
```

Po wykonaniu tego programu otrzymamy następujący wynik:

```
(255, 127, 0, 128)
```

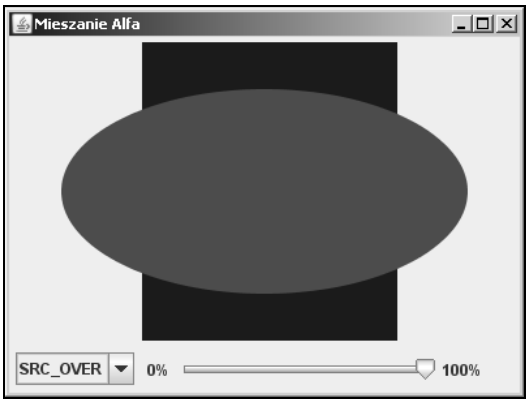
Wynikiem będzie nieprzezroczysty kolor magenta, którego możemy się spodziewać po umieszczeniu przezroczystego czerwonego arkusza na niebieskim tle[2]. Choć zachęcamy do wykonania tych samych operacji dla pozostałych reguł, to jednak nic nie przebije pokazania przykładów grafiki.

Obiekt AlphaComposite. 12 reguł

Przedstawimy teraz 12 reguł Portera i Duffa z krótkim opisem każdej z nich oraz rysunkiem czerwonego owalu narysowanego na niebieskim prostokącie. Proces rysowania przebiega w następujący sposób — na przezroczystym obrazie jest rysowany nieprzezroczysty niebieski prostokąt, więc mamy docelowy obraz z przezroczystymi pikselami (alfa = 0) poza niebieskim prostokątem oraz nieprzezroczyste piksele (alfa = 1) wewnątrz niebieskiego prostokąta.

[2] Jednak nie jest jasne, po co to chcielibyśmy zrobić.

Następnie rysowany jest czerwony owal o innej wartości alfa, tak jak jest to pokazane w oknie aplikacji z rysunku 6.1. Na koniec obraz jest kopiowany do komponentu Swing, który jest umieszczany w oknie widocznym na rysunku.



Rysunek 6.1. Demo AlphaComposites z zasadą SRC_OVER i dodatkowym kanałem alfa równym 100%

DEMO W SIECI

Każda zasada została skonfigurowana z dodatkową przezroczystością równą 50%. Można samodzielnie wypróbować różne wartości przezroczystości, korzystając z aplikacji `AlphaComposites`, dostępnej na witrynie WWW książki. Można również porównać wyniki uzyskane dla każdej reguły z rysunkiem 6.1, który zawiera scenę z domyślną regułą ustawioną w `Graphics2D`, czyli `AlphaComposite.SrcOver` z wartością alfa równą 100%.

Kolejne reguły są przedstawiane razem z równaniami wykorzystywanymi do obliczenia wyniku. Podobnie jak w opisie reguły Source Over, składnik *A* oznacza kanał alfa koloru piksela, natomiast *C* — każdy z komponentów koloru piksela. Indeksy *r*, *s* oraz *d* oznaczają odpowiednio wynik, źródło oraz cel.

Uwaga
Terminologia

Gdy mówimy o pikselu *źródłowym*, mamy na myśli obszary źródła, które nie są przezroczyste. Podobnie piksel *docelowy* określa te obszary powierzchni docelowej, które nie są przezroczyste. Z tego powodu określenie „obszar źródłowy wewnątrz docelowego" oznacza te nieprzezroczyste piksele źródłowe, które są narysowane na nieprzezroczystym obszarze docelowym.

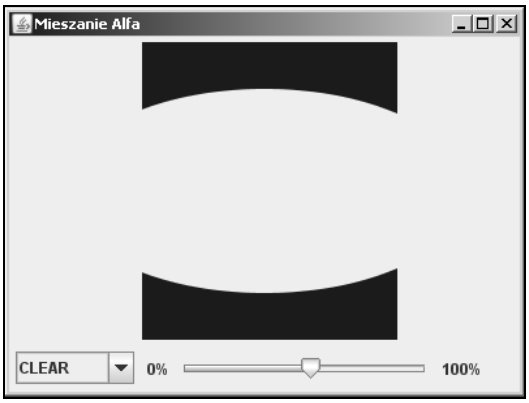
Oprócz przeczytania opisu (i porównania wyników ze zrzutami ekranu) można się również zapoznać z artykułami JavaDoc na temat `AlphaComposite`, które dokładniej opisują sposób działania tych reguł.

Clear

$$A_r = 0$$

$$C_r = 0$$

Zarówno kolor, jak i kanał alfa są zerowane. Niezależnie od koloru użytego do rysowania każdy piksel docelowy pokryty przez piksel źródłowy znika, tak jak jest to pokazane na rysunku 6.2.



Rysunek 6.2. Demo AlphaComposites z zasadą Clear

Dst

$$A_r = A_d$$

$$C_r = C_d$$

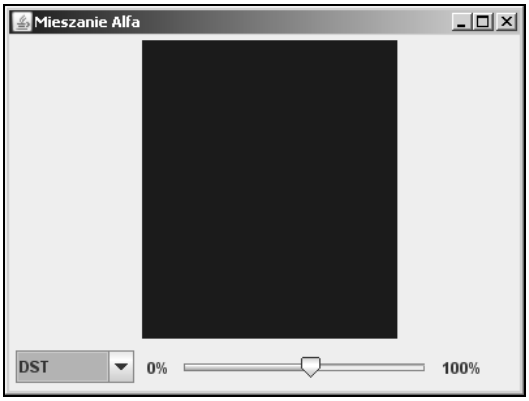
Obszar docelowy pozostaje niezmieniony. Cokolwiek zostanie narysowane na powierzchni docelowej, zostanie anulowane, tak jak jest to pokazane na rysunku 6.3.

DstAtop

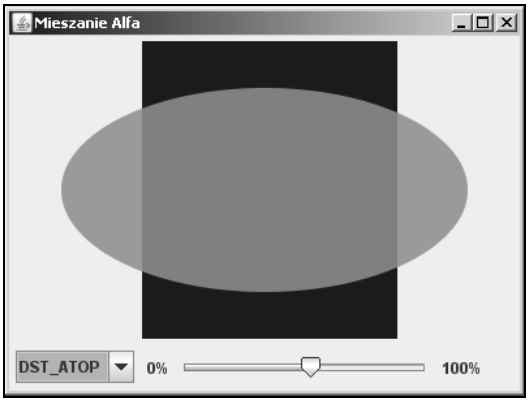
$$A_r = A_s \times (1 - A_d) + A_d \times A_s = A_s$$

$$C_r = C_s \times (1 - A_d) + C_d \times A_s$$

Część obszaru docelowego znajdującego się wewnątrz źródłowego jest łączona ze źródłem i zastępuje obszar docelowy. Daje to efekt rysowania obszaru docelowego na źródłowym (rysunek 6.4), a nie odwrotnie.



Rysunek 6.3. Demo AlphaComposites z zasadą Dst



Rysunek 6.4. Demo AlphaComposites z zasadą DstAtop

DstIn

$$A_r = A_d \times A_s$$

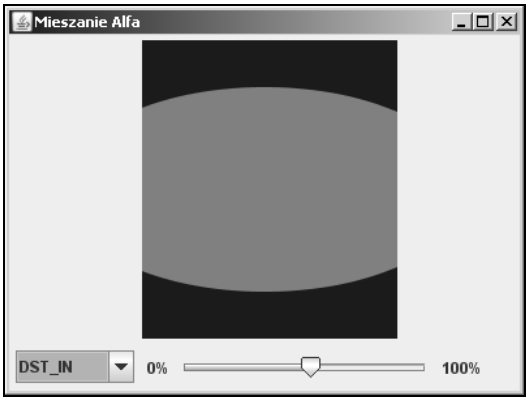
$$C_r = C_d \times A_s$$

Część obszaru docelowego leżąca wewnątrz źródłowego zastępuje obszar docelowy. Jest to odwrotność `DstOut`, ale przy wartości alfa 50% obie operacje dają te same wyniki (rysunek 6.5).

DstOut

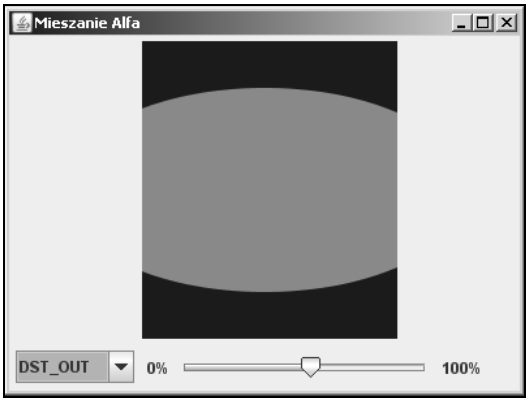
$$A_r = A_d \times (1 - A_s)$$

$$C_r = C_d \times (1 - A_s)$$



Rysunek 6.5. Demo AlphaComposites z zasadą DstIn

Część obszaru docelowego leżąca na zewnątrz źródłowego zastępuje obszar docelowy. Jest to odwrotność `DstIn`, ale przy wartości alfa 50% obie operacje dają te same wyniki (rysunek 6.6).



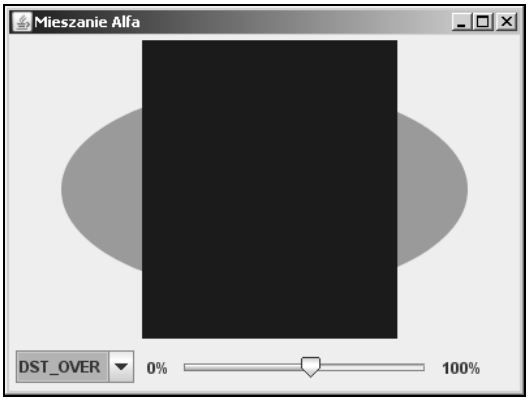
Rysunek 6.6. Demo AlphaComposites z zasadą DstOut

DstOver

$$A_r = A_s \times (1 - A_d) + A_d$$

$$C_r = C_s \times (1 - A_d) + C_d$$

Obszar docelowy jest łączony ze źródłowym, a wynik zastępuje obszar docelowy. Części źródła leżące poza obszarem docelowym są rysowane normalnie z dodatkową przezroczystością, tak jak jest to pokazane na rysunku 6.7.



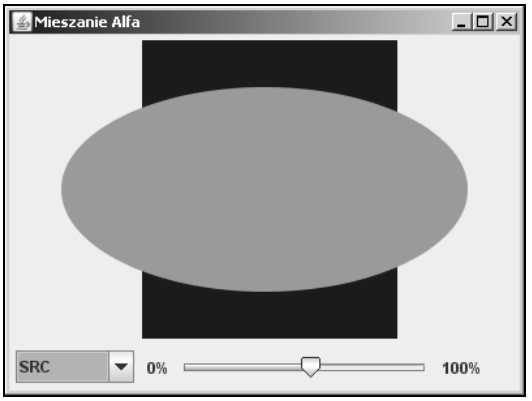
Rysunek 6.7. Demo AlphaComposites z zasadą DstOver

Src

$$A_r = A_s$$

$$C_r = C_s$$

Obszar źródłowy jest kopiowany do docelowego. Jest on zastępowany przez obszar źródłowy. Na rysunku 6.8 niebieski prostokąt (docelowy) nie jest widoczny pod czerwonym owalem, ponieważ owal ten (źródło) zastępuje go.



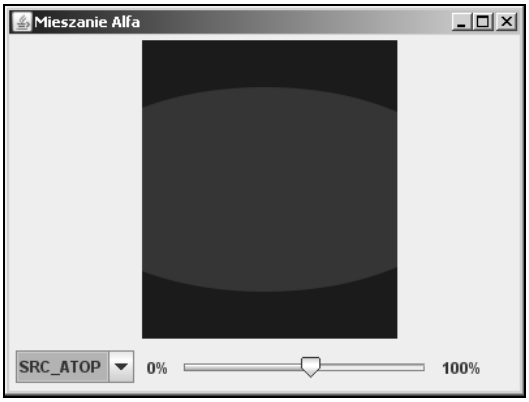
Rysunek 6.8. Demo AlphaComposites z zasadą Src

SrcAtop

$$A_r = A_s \times A_d + A_d \times (1 - A_s) = A_d$$

$$C_r = C_s \times A_d + C_d \times (1 - A_s)$$

Część obszaru źródłowego leżąca wewnątrz docelowego jest łączona z obszarem docelowym. Część obszaru źródłowego leżąca poza docelowym jest usuwana (rysunek 6.9).



Rysunek 6.9. Demo AlphaComposites z zasadą SrcAtop

SrcIn

$$A_r = A_s \times A_d$$

$$C_r = C_s \times A_d$$

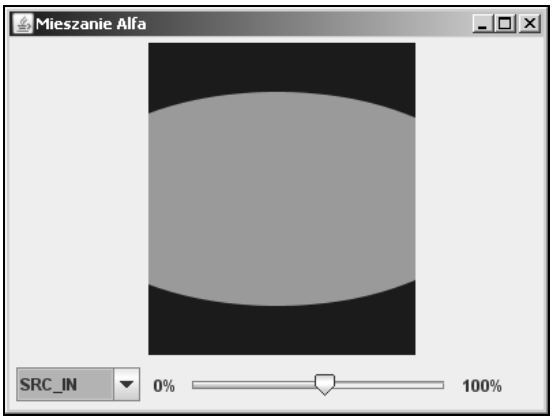
Część obszaru źródłowego leżąca wewnątrz docelowego zastępuje obszar docelowy. Część obszaru źródłowego leżąca poza docelowym jest usuwana (rysunek 6.10).

SrcOut

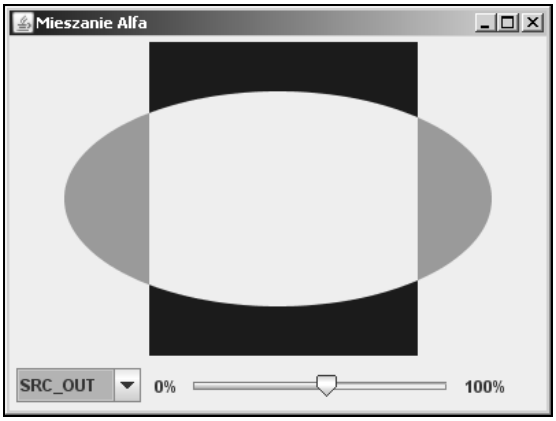
$$A_r = A_s \times (1 - A_d)$$

$$C_r = C_s \times (1 - A_d)$$

Część obszaru źródłowego leżąca na zewnątrz docelowego zastępuje obszar docelowy. Część obszaru źródłowego leżąca wewnątrz docelowego jest usuwana (rysunek 6.11).



Rysunek 6.10. Demo AlphaComposites z zasadą SrcIn



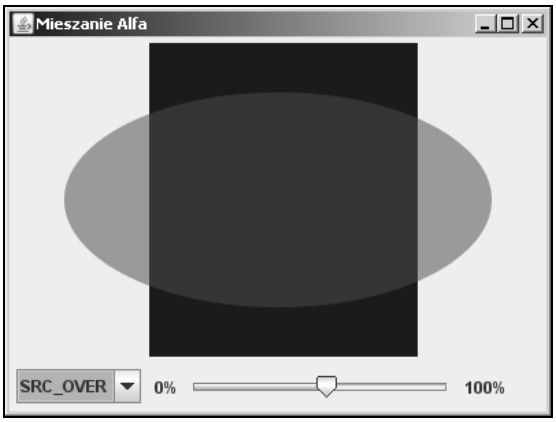
Rysunek 6.11. Demo AlphaComposites z zasadą SrcOut

SrcOver

$$A_r = A_s + A_d \times (1 - A_s)$$

$$C_r = C_s + C_d \times (1 - A_s)$$

Obszar źródłowy jest łączony z obszarem docelowym (rysunek 6.12). `SrcOver` jest domyślną regułą ustawianą dla powierzchni `Graphics2D`.



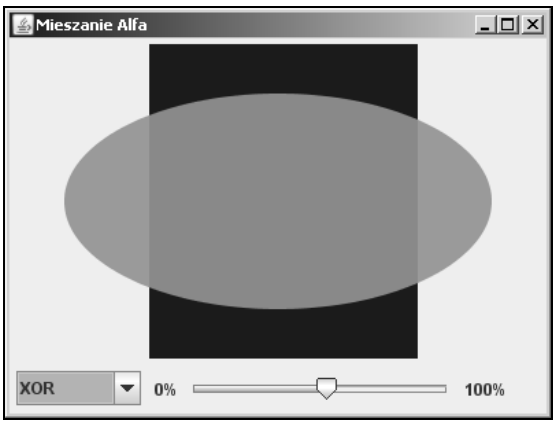
Rysunek 6.12. Demo AlphaComposites z zasadą SrcOver

Xor

$$A_r = A_s \times (1 - A_d) + A_d \times (1 - A_s)$$

$$C_r = C_s \times (1 - A_d) + C_d \times (1 - A_s)$$

Część obszaru źródłowego, który znajduje się poza obszarem docelowym, jest łączona z częścią obszaru docelowego leżącego poza źródłowym (rysunek 6.13).



Rysunek 6.13. Demo AlphaComposites z zasadą Xor

Tworzenie i konfigurowanie obiektu AlphaComposite

Obiekt `AlphaComposite` może być ustawiony w `Graphics2D` w dowolnym momencie przez wywołanie metody `setComposite()`. Metoda ta wpływa na wszystkie kolejne operacje graficzne, więc po zakończeniu rysowania należy pamiętać o przywróceniu wcześniejszego obiektu.

Wskazówka

Można również użyć metody `Graphics.create()` do wykonania kopii powierzchni rysowania, którą można usunąć po zakończeniu rysowania.

Mamy dwie możliwości utworzenia obiektu `AlphaComposite`. Pierwsza, prostsza, polega na wykorzystaniu instancji predefiniowanych w klasie `AlphaComposite`. Wszystkie te instancje są udostępniane jako publiczne pola statyczne, których nazwy są zgodne z konwencją nazewnictwa dla klas. Na przykład instancja Source Over może być pobrana za pomocą wyrażenia `AlphaComposite.SrcOver`. Poniżej przedstawiony jest przykład wykorzystania tej metody:

```
@Override
protected void paintComponent(Graphics g) {
  Graphics2D g2 = (Graphics2D) g;
  Composite oldComposite = g2.getComposite();

  g2.setComposite(AlphaComposite.SrcOver);
  g2.setColor(Color.RED);
  g2.fillOval(0, 0, 80, 40);
  g2.setComposite(oldComposite);
}
```

Predefiniowane instancje `AlphaComposite` mają ustawioną dodatkową wartość alfa na 100%.

Innym sposobem na utworzenie instancji z wartością alfa równą 100% jest wykorzystanie metody `getInstance(int)`. Poprzedni kod pozostanie bez zmian, poza następującym wierszem:

```
g2.setComposite(AlphaComposite.getInstance(AlphaComposite.SRC_OVER));
```

Gdy chcemy użyć obiektu `AlphaComposite` z wartością alfa mniejszą niż 100%, musimy skorzystać z wywołania `getInstance(int, float)`. Drugi parametr reprezentuje przezroczystość i może przyjmować wartości od `0.0f` do `1.0f`. W poniższym wierszu tworzona jest instancja dla metody Source Over z wartością alfa równą 50%:

```
g2.setComposite(AlphaComposite.getInstance(AlphaComposite.SRC_OVER, 0.5f));
```

Łatwiejsze tworzenie obiektu AlphaComposite

Jedną z moich ulubionych funkcji w Java SE 6[3] są dwie nowe metody klasy `AlphaComposite`: `derive(int)` oraz `derive(float)`. Można z nich skorzystać do utworzenia kopii istniejącego obiektu `AlphaInstance` z nowymi ustawieniami. Poniżej przedstawiony jest sposób konwersji obiektu ze zdefiniowaną zasadą Source In na Source Over:

```
AlphaComposite composite = AlphaComposite.SrcIn;
composite = composite.derive(AlphaComposite.SRC_OVER);
```

Wywołanie `derive()` w celu zmiany zasady pozostawia niezmienioną wartość alfa i przypisuje ją do nowej zasady. Można również zmieniać przezroczystość, pozostawiając tę samą zasadę. Zamiast wywołania `getInstance(int, float)` można użyć:

```
g2.setComposite(AlphaComposite.SrcOver.derive(0.5f));
```

Wywołania `derive()` mogą być łączone, aby jednocześnie zmienić wartość alfa oraz regułę:

```
g2.setComposite(composite.derive(0.5f).derive(AlphaComposite.DST_OUT));
```

Kod ten jest czytelniejszy i łatwiejszy do utrzymania niż w przypadku ogólnego wywołania `getInstance()` dostępnego w wersjach wcześniejszych niż Java SE 6.

Typowe zastosowania AlphaComposite

Obiekty `AlphaComposite` są uniwersalnym i zaawansowanym narzędziem, o ile umie się z nich korzystać. Choć nie jesteśmy w stanie zdefiniować sytuacji, w których należy użyć każdej z 12 zasad, przedstawimy tu cztery najbardziej przydatne: `Clear`, `Src`, `SrcOver` oraz `SrcIn`.

Zastosowanie reguły Clear

Reguła `Clear` może być wykorzystywana w przypadkach, gdy chcemy ponownie wykorzystać przezroczysty lub prześwitujący obraz. Można w ten sposób wymazać tło, aby obraz był całkowicie przezroczysty. Jak pamiętamy, równanie dla reguły `Clear` jest następujące:

$$A_r = 0$$

$$C_r = 0$$

[3] Faktycznie metody te są moim numerem jeden. Gdy korzysta się z `AlphaComposite` każdego dnia, to prędzej lub później konieczność kolejnego wywołania `getInstance(int, float)` powoduje odruch gryzienia biurka.

Jak można zauważyć, wynik nie zależy od koloru źródłowego ani docelowego. Dzięki temu można narysować cokolwiek, aby skasować obraz. Oznacza to również, że przezroczystość obiektu `Composite` nie ma znaczenia. Wynikiem operacji z zastosowaniem tej reguły jest wycięcie dziury o kształcie rysowanej figury. Dzięki temu reguła `Clear` może być traktowana identycznie jak gumka z Adobe Photoshop lub innego podobnego programu. Poniżej zamieszczony jest przykład kasowania zawartości przezroczystego obrazu:

```
// Obraz ma kanał alfa
BufferedImage image = new BufferedImage(200, 200, BufferedImage.TYPE_INT_ARGB);
Graphics2D g2 = image.createGraphics();
// Rysowanie obrazu
// ...
// Usuwanie zawartości obrazu
g2.setComposite(AlphaComposite.Clear);
// Kolor i pędzel nie mają znaczenia
g2.fillRect(0, 0, image.getWidth(), image.getHeight());
```

Reguła `Clear` pozwala kasować obszary o dowolnym kształcie.

Zastosowanie reguły SrcOver

`SrcOver` jest domyślną regułą ustawianą dla powierzchni `Graphics2D`. Tego typu obiekt `Composite` zapewnia, że źródło zostanie narysowane w całości, bez żadnych modyfikacji. Można użyć tej reguły, aby upewnić się, że obszar grafiki jest prawidłowo skonfigurowany i renderowanie nie będzie zakłócane przez modyfikacje wprowadzone w obiekcie `Graphics` przez inny komponent naszej aplikacji.

Można również użyć `SrcOver` do rysowania prześwitujących obiektów bez wpływania na powierzchnię docelową. Spójrzmy na aplikację pokazaną na rysunku 6.14.

W kilku miejscach można zauważyć, że metoda `SrcOver` została wykorzystana do osiągnięcia efektu przezroczystości. Okno dialogowe pośrodku oraz palety z brzegu ekranu są prześwitujące.

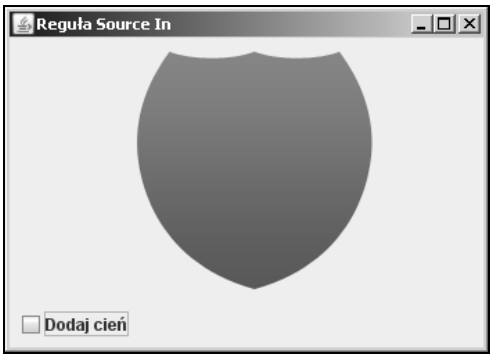
Można sterować przezroczystością źródła, zmieniając wartość alfa skojarzoną z obiektem `AlphaComposite`, zgodnie z informacjami z punktu „Tworzenie i konfigurowanie obiektu AlphaComposite”.

Należy pamiętać, że obiekty `Composite` działają w przypadku wszystkich rysowanych figur, również obrazów. Można również animować wartość alfa dla reguły `SrcOver`, co pozwala na tworzenie interesujących efektów przenikania.

Rysunek 6.14. Wynik zastosowania metody Source Over

Zastosowanie reguły SrcIn

`SrcIn` jest przydatną, ale zbyt rzadko stosowaną regułą dla `Composite`. Może być ona wykorzystywana w przypadku, gdy chcemy zastąpić zawartość istniejącego obrazu. Na rysunku 6.15 przedstawiona jest aplikacja, która rysuje na ekranie rysunek tarczy wypełnionej niebieskim gradientem.

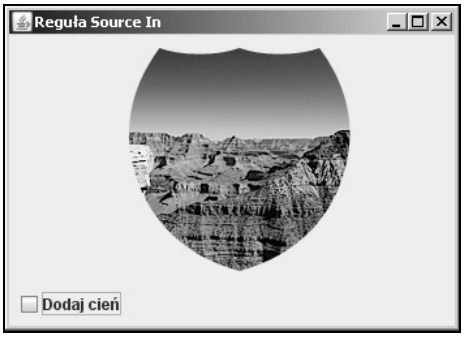


Rysunek 6.15. Proste wypełnienie gradientem

W jaki sposób można narysować podobną tarczę, ale z fotografią zamiast gradientu? Można to łatwo osiągnąć ustawiając obiekt `Composite` z regułą `SrcIn` dla obszaru graficznego:

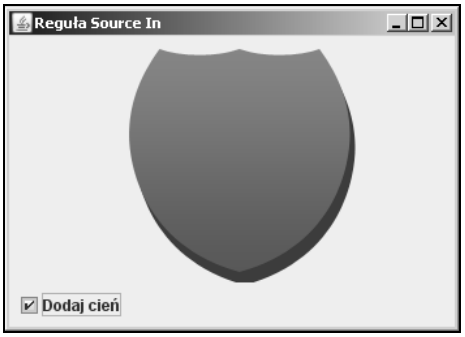
```
// Rysowanie niebieskiej tarczy
g2.drawImage(image, x, y, null);
// Zmiana zawartości tarczy na zdjęcie Wielkiego Kanionu
g2.setComposite(AlphaComposite.SrcIn);
g2.drawImage(landscape, x, y, null);
```

Zgodnie z regułą `SrcIn` Java 2D zamienia zawartość powierzchni docelowej na zawartość powierzchni źródłowej, która znajduje się wewnątrz docelowej, jak jest to pokazane na rysunku 6.16.



Rysunek 6.16. Przycięcie fotografii do kształtu tarczy

Można skorzystać z tej techniki do tworzenia ramek zdjęć, do przycinania rysunków lub obrazów, a nawet do tworzenia cieni. Jeżeli wypełnimy czarny prostokąt na oryginalnym obrazie, uzyskamy cień. Po ponownym narysowaniu oryginalnego rysunku, ale nieco przesuniętego, uzyskamy oczekiwany efekt, pokazany na rysunku 6.17.



Rysunek 6.17. Prosty efekt cienia

Jeżeli zmienimy przezroczystość obiektu `SrcIn`, otrzymamy przezroczysty cień.

DEMO W SIECI

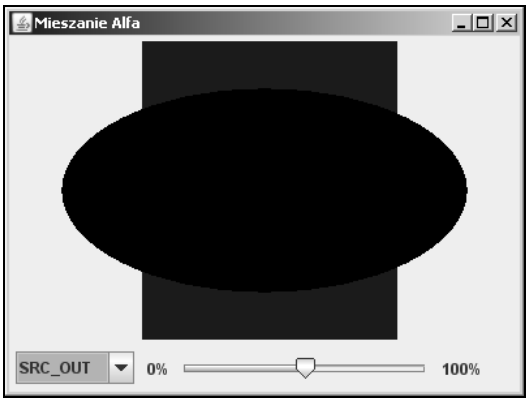
Pełny kod źródłowy tych przykładów można znaleźć w projekcie `SourceIn` na witrynie WWW tej książki.

Uwaga
Miękkie przycinanie

Przykład ten przedstawia zastosowanie reguły `SrcIn` do wykonania miękkiego przycinania lub przycinania z wygładzaniem z użyciem dowolnych kształtów.

Problemy z użyciem AlphaComposite

Niektóre z reguł `AlphaComposite` mogą dawać dziwne wyniki w przypadku ich użycia w komponentach Swing. Może się zdarzyć, że zobaczymy dużą czarną dziurę w miejscu, które powinno być puste lub zawierać inny kolor naszego rysunku, tak jak jest to pokazane na rysunku 6.18.



Rysunek 6.18. W tym użyciu SrcOut czarny owal w złożeniach miał być czerwony

Problem ten występuje, jeżeli rysujemy bezpośrednio na obszarze docelowym, który nie posiada wartości alfa, na przykład buforze tylnym Swing lub innym obrazie bez kanału alfa z użyciem reguły wymagającej wartości z tego kanału w swoim równaniu. W tym przypadku reguła `SrcOut` korzysta z następujących równań:

$$A_r = A_s \times (1 - A_d)$$

$$C_r = C_s \times (1 - A_d)$$

Wartości koloru i kanału alfa dla wyniku są obliczane z wykorzystaniem wartości alfa powierzchni docelowej. Gdy rysujemy komponent Swing, docelowy bufor tylny nie posiada kanału alfa. W takiej sytuacji wszystkie piksele docelowe są traktowane jako nieprzezroczyste i ich wartości alfa (A_d) mają zawsze wartość `1.0`. Jest to dosyć nienaturalne, ponieważ jako programiści zawsze uważaliśmy, że interfejsy użytkownika są strukturami warstwowymi.

Gdy spojrzymy na rysunek 6.18, zauważymy jedną warstwę szarego koloru (tło), jedną warstwę niebieskiego (prostokąt) oraz jedną warstwę czarnego (owal). Można więc uważać, że oczywiste jest, że niebieski prostokąt jest otoczony przezroczystymi pikselami. W rzeczywistości okno Swing jest płaskie, a nie warstwowe. Za każdym razem, gdy rysujemy komponent Swing, bufor tła reprezentuje obraz nieprzezroczysty.

Dlaczego więc owal jest nadal czarny?

Jeżeli rozwiążemy poprzednie równania i w miejsce A_d umieścimy jej wartość `1.0`, otrzymamy następujące wyniki:

$$A_r = A_s \times (1 - 1) = 0$$

$$C_r = C_s \times (1 - 1) = 0$$

Wartości wszystkich komponentów mają wartość 0, co reprezentuje kolor czarny. Nawet jeżeli wynikowy kanał alfa ma wartość 0, czyli jest całkowicie przezroczysty, nie ma to znaczenia, ponieważ bufor tła Swing nie uwzględnia wartości alfa. Za każdym razem, gdy rysujemy komponent Swing lub na innej nieprzezroczystej powierzchni przy użyciu reguły odczytującej wartość alfa powierzchni docelowej, otrzymamy nieprawidłowe wyniki.

Na szczęście rozwiązanie tego problemu jest dosyć łatwe do zaimplementowania. Zamiast rysować bezpośrednio w komponencie Swing, należy wcześniej narysować potrzebne elementy na obrazie z kanałem alfa, a następnie skopiować wynik na ekran.

```
@Override
protected void paintComponent(Graphics g) {
  // Tworzenie obrazu z kanałem alfa
  // Obraz ten może być buforowany dla uzyskania lepszej wydajności
  BufferedImage image = new BufferedImage(getWidth(),
      getHeight(), BufferedImage.TYPE_INT_ARGB);

  Graphics2D g2 = image.createGraphics();
  g2.setRenderingHint(RenderingHints.KEY_ANTIALIASING,
      RenderingHints.VALUE_ANTIALIAS_ON);

  g2.setColor(Color.BLUE);
  g2.fillRect(4 + (getWidth() / 4), 4,
  getWidth() / 2, getHeight() - 8);

  // Ustawianie obiektu Composite
  g2.setComposite(AlphaComposite.SrcOut);
  g2.setColor(Color.RED);
  g2.fillOval(40, 40, getWidth() - 80, getHeight() - 80);
  g2.dispose();

  // Rysowanie obrazu na ekranie
  g.drawImage(image, 0, 0, null);
}
```

Obraz z kanałem alfa jest po utworzeniu całkowicie pusty; każdy piksel jest domyślnie przezroczysty. Dzięki temu równania działają tak, jak tego oczekujemy.

Wskazówka
Tymczasowe obrazy pamięciowe

Tworzenie tymczasowego obrazu pamięciowego jest dodatkową operacją, która może być kosztowna, jeżeli wykonujemy ją przy każdym odrysowaniu komponentu, więc prawdopodobnie warto go ponownie wykorzystywać. Można buforować gotowy rysunek, buforować wyniki rysowania lub po prostu przechowywać obiekt `BufferedImage` i rysować na nim przy każdym wywołaniu metody `paintComponent()`. Jeżeli zdecydujemy się na jego późniejsze wykorzystanie, nie należy zapominać o wcześniejszym jego wyczyszczeniu.

Jeżeli kiedykolwiek zobaczymy nieoczekiwane czarne piksele na ekranie, należy sprawdzić, czy docelowa powierzchnia posiada kanał alfa. Jeżeli nie, należy rozwiązać problem przez użycie obrazu pamięciowego.

Tworzenie własnej klasy Composite

W Java SE 6 jedyną klasą `Composite` dostępną w podstawowej platformie jest `AlphaComposite`. W większości aplikacji jest to wystarczające, ponieważ i tak niektóre reguły są rzadko wykorzystywane. Niemniej przydatne jest posiadanie różnych takich klas, szczególnie gdy trzeba zaimplementować makiety przygotowane przez projektantów grafiki.

Programiści żyją w świecie utworzonym przez środowiska IDE oraz kompilatory, natomiast projektanci mają do dyspozycji tak zaawansowane narzędzia, jak Adobe Photoshop. Narzędzia te pozwalają użytkownikom na stosowanie różnych trybów mieszania warstw składających się na projekt graficzny, a większość z nich nie waha się z nich skorzystać.

Implementowanie projektu graficznego zbudowanego na bazie tych trybów mieszania może stać się trudnym zadaniem, jeżeli będziemy korzystać z podstawowych trybów mieszania dostępnych w JDK. Nie należy jednak się załamywać, możemy napisać własne klasy realizujące mieszanie!

Tryb mieszania Add

Tworzenie klas `Composite` nie wymaga zbyt wiele pracy. Faktycznie najtrudniejsze jest opracowanie interesującej reguły mieszania, a nie jej zakodowanie.

DEMO W SIECI

Na witrynie WWW tej książki dostępny jest projekt o nazwie `BlendComposities`, który zawiera 31 nowych metod mieszania, które zostały zainspirowane funkcjami graficznymi dostępnymi w takich programach, jak Adobe Photoshop. Pokażemy tutaj, jak zaimplementować jedną z nich — `Add`. Sposób realizacji innych metod można znaleźć w tym projekcie dostępnym poprzez WWW.

Tryb mieszania `Add` polega na dodawaniu do siebie wartości źródłowej i docelowej.

$$A_r = A_s + A_d$$

$$C_r = C_s + C_d$$

Rysunki 6.19, 6.20 oraz 6.21 ilustrują efekty osiągane za pomocą tej metody.

Rysunek 6.19. Obraz docelowy w przypadku obiektu Composite

Pierwszym krokiem jest utworzenie nowej klasy implementującej interfejs `java.awt.Composite`:

```
public class AddComposite implements Composite {
  private static boolean checkComponentsOrder(ColorModel cm) {
    if (cm instanceof DirectColorModel &&
        cm.getTransferType() == DataBuffer.TYPE_INT) {
      DirectColorModel directCM = (DirectColorModel) cm;
      return directCM.getRedMask() == 0x00FF0000 &&
             directCM.getGreenMask() == 0x0000FF00 &&
```

Rysunek 6.20. Obraz źródłowy w przypadku obiektu Composite

Rysunek 6.21. Wynik mieszania — ciemne piksele źródła mają mniejszy wpływ na wynik

```
                directCM.getBlueMask() == 0x000000FF &&
               (directCM.getNumComponents() == 3 ||
                directCM.getAlphaMask() == 0xFF000000);
        }

        return false;
      }

      public CompositeContext createContext(
          ColorModel srcColorModel, ColorModel dstColorModel,
          RenderingHints hints) {
        if (!checkComponentsOrder(srcColorModel) ||
            !checkComponentsOrder(dstColorModel)) {
          throw new RasterFormatException(
            "Niezgodne modele kolorów");
        }

        return new BlendingContext(this);
      }
    }
```

Jest to bardzo prosta klasa, ponieważ konieczne jest zaimplementowanie w niej tylko jednej metody, `createContext()`. Metoda `checkComponentsOrder()` jest wykorzystywana przez `createContext()` do zagwarantowania prawidłowego formatu źródłowego i docelowego. Kod ten sprawdza model kolorów, by ustalić, czy piksele są zapisywane jako liczby całkowite. Dodatkowo kontrolowane jest to, czy komponenty kolorów są w następującym porządku: alfa (jeżeli istnieje), czerwony, zielony i niebieski.

Oprócz tego dokumentacja zobowiązuje programistów, aby obiekty `Composite` były niezmienne.

Uwaga
Dlaczego niezmienność jest tak ważna?

Gdy mamy instancje niezmiennej klasy `Composite`, to nie ma możliwości zmiany jej wewnętrznych wartości. Wystarczy sobie wyobrazić, co by się stało, gdyby wątek tła zmienił ustawienia obiektu `Composite`, gdyby był on wykorzystywany do rysowania na ekranie. W przypadku niezmiennych obiektów `Composite` zawsze możemy zagwarantować wynik operacji rysowania.

Można sprawdzić w dokumentacji, w jaki sposób osiągnięta jest niezmienność `AlphaComposite`. Jedne metody, które pozwalają na zmodyfikowanie wartości obiektu, zwracają nowe instancje — `getInstance()` oraz `derive()`. Nie ma żadnego sposobu, aby pobrać obiekt przypisany do obszaru graficznego i zmienić jego ustawienia.

Przedstawiona poniżej klasa `AddComposite` jest zgodna z tą zasadą, ponieważ nie ma publicznie dostępnych metod modyfikujących stan. Instancja `AddContext` zwracana przez metodę `createContext()` jest częścią implementacji; przedstawiono ją poniżej.

Implementowanie CompositeContext

Wszystkie operacje związane z mieszaniem kolorów są wykonywane w klasie `CompositeContext` zwracanej przez `createContext()`. Jak już wspominaliśmy, dokumentacja ostrzega przed środowiskami wielowątkowymi i wyjaśnia, jak można jednocześnie korzystać z kilku kontekstów. Dlatego właśnie metoda implementowana w `AddComposite` zwraca nowy obiekt `AddContext`. Jeżeli obiekt ma parametry, na przykład wartość alfa, tak jak `AlphaComposite`, można przekazać je do konstruktora kontekstu. W metodzie `createContext()` można zapisywać kontekst potrzebny do wykonania operacji mieszania.

Poniżej zamieszczone są dwie metody, które muszą być zdefiniowane w klasie implementującej interfejs `CompositeContext`:

```
void compose(Raster src, Raster dstIn, WritableRaster dstOut);
void dispose();
```

Pierwsza metoda, `compose()`, realizuje operację mieszania. Druga, jest wywoływana po zakończeniu mieszania i może być wykorzystywana do czyszczenia zasobów, które mogły być zbuforowane w konstruktorze lub metodzie `compose()`.

Implementowanie metody `compose()` wymaga zrozumienia znaczenia jej trzech parametrów. Obiekt `Raster` jest reprezentacją prostokątnej tablicy pikseli. Dlatego `src Raster` jest tablicą pikseli reprezentujących źródło, które jest obiektem graficznym do połączenia z docelowym obszarem grafiki. Parametr `dstnIn Raster` reprezentuje docelową tablicę pikseli lub inaczej piksele znajdujące się już w obszarze grafiki. Ostatni parametr, `dstOut`, jest tablicą pikseli, w której będzie zapisany wynik połączenia. Zarówno `src`, jak i `dstIn` są tylko do odczytu, a nowe dane będą zapisane w `dstOut`. Obiekt `Raster` przechowuje dosyć dużo informacji, razem z rozmiarem tablicy oraz jej typu przechowywania.

Dla uproszczenia `AddContext` działa tylko na obiektach `Raster`, przechowujących reprezentację pikseli w postaci liczb całkowitych. Jeżeli na przykład za pomocą tego obiektu będziemy próbować obraz o typie `BufferedImage.TYPE_3BYTE_BGR`, zostanie zgłoszony wyjątek.

W implementacji klasy `AddComposite` nie ma potrzeby buforowania wartości, więc metoda `dispose()` będzie pusta. Zanim napiszemy kod metody `compose()`, potrzebne będą dwie metody narzędziowe `fromRGBArray()` oraz `toRGBArray()`. Ponieważ ta klasa mieszająca operuje na pikselach przechowywanych jako wartości całkowite, wszystkie cztery komponenty (alfa, czerwony, zielony i niebieski) są reprezentowane jako jedna liczba całkowita. Aby zastosować zdefiniowane wcześniej równanie, konieczne jest rozbicie wartości piksela na cztery liczby, reprezentujące kolejne komponenty. Metody `fromRGBArray()` oraz `toRGBArray()` są prostymi metodami pomocniczymi przekształcającymi piksele na komponenty kolorów oraz komponenty kolorów na piksele. Niekompletna implementacja `AddContext` wygląda następująco:

```
private class AddContext implements CompositeContext {
  public void dispose() {
  }

  public void compose(Raster src, Raster dstIn, WritableRaster dstOut) {
    // Tu znajdzie się dalszy kod
  }

  private static void toRGBArray(int pixel, int[] argb) {
    argb[0] = (pixel >> 24) & 0xFF;
    argb[1] = (pixel >> 16) & 0xFF;
    argb[2] = (pixel >> 8) & 0xFF;
    argb[3] = (pixel ) & 0xFF;
  }

  private static int fromRGBArray(int[] argb) {
    return (argb[0] & 0xFF) << 24 |
           (argb[1] & 0xFF) << 16 |
           (argb[2] & 0xFF) << 8 |
           (argb[3] & 0xFF);
  }
}
```

Łączenie pikseli

Pierwszym krokiem przy implementacji metody `compose()` jest zdefiniowanie obszaru, w którym zostanie wykonane łączenie. Można odczytać wymiary wejściowych obiektów `Raster`, ale niekoniecznie muszą być takie same. Na przykład raster źródłowy może być mniejszy niż docelowy. Aby uniknąć odczytywania lub zapisywania poza granicami obiektu `Raster`, należy znaleźć wymiary wspólne dla obu obiektów:

```
int width = Math.min(src.getWidth(), dstIn.getWidth());
int height = Math.min(src.getHeight(), dstIn.getHeight());
```

Ponieważ równania są zdefiniowane wcześniej, proces łączenia polega na przejściu przez wszystkie piksele źródłowe i docelowe w zdefiniowanym właśnie obszarze i zmieszaniu ich ze sobą. W tym celu napiszemy dwie pętle, jedną dla wierszy i drugą dla kolumn, wewnątrz których będą odczytywane piksele za pomocą `src.getPixel()` oraz `dstIn.getPixel()` i będzie wykonywana operacja łączenia.

Podejście to działa bez zarzutu, ale wymaga wywołania metody `Raster.getPixel()` dwukrotnie dla każdego piksela w obszarze łączenia, co powoduje powstanie kilkuset lub kilku tysięcy wywołań metody. Jeżeli wykorzystana zostanie metoda `Raster.getDataElements()`, można ograniczyć tę liczbę i poprawić wydajność. Metoda ta pozwala na jednoczesne pobranie całego prostokątnego obszaru pikseli.

Wyobraźmy sobie łączenie obszaru o wymiarach 640×400 z obszarem grafiki o wymiarach również 640×400 — konieczne będzie wywołanie metody `getPixel()` 512 000 razy i tylko 800-krotny odczyt obiektów `Raster`, jeżeli będziemy odczytywali wiersze za pomocą `getDataElements()`. Wywoływanie metod w wewnętrznej pętli powinno być w razie możliwości unikane; `getDataElements()` oferuje bardzo efektywny sposób na uniknięcie wielokrotnych wywołań metody. Rozmiar obszaru pobieranego za pomocą `getDataElements()` jest pozostawiony programiście. Im większy obszar, tym mniej będzie potrzebnych wywołań metod, ale każdy przebieg pętli będzie wymagał przydzielenia większego obszaru pamięci.

W naszym przypadku odczytujemy obiekt `Raster` wierszami, zachowując równowagę między szybkością i zużyciem pamięci. Po zdefiniowaniu strategii odczytu obiektów `Raster` można zadeklarować struktury danych, w których będą przechowywane połączone piksele:

```
// Tymczasowa tablica dla operacji łączenia
// Przechowuje komponenty koloru dla jednego piksela źródłowego
int[] srcPixel = new int[4];
// Przechowuje komponenty koloru jednego piksela docelowego
int[] dstPixel = new int[4];
// Przechowuje jeden wiersz rastra źródłowego
int[] srcPixelsArray = new int[width];
// Przechowuje jeden wiersz rastra docelowego
int[] dstPixelsArray = new int[width];
// Przechowuje wyniki łączenia
int[] result = new int[4];
```

Najważniejsza część łączenia czeka jeszcze na napisanie. Zewnętrzna pętla przebiega po kolejnych wierszach obszaru łączenia i zapisuje je w `srcPixels` oraz `dstPixels`. Zadaniem pętli wewnętrznej jest odczyt wszystkich pikseli przechowywanych w wierszu i wykonywanie łączenia. Wyniki są przechowywane w `dstPixelsArray` i zapisywane do parametru `dstOut Raster`:

```
// Dla każdego wiersza w obszarze grafiki
for (int y = 0; y < height; y++) {
  // Odczytanie tablicy pikseli z rastrów wejściowych
  src.getDataElements(0, y, width, 1, srcPixelsArray);
  dstIn.getDataElements(0, y, width, 1, dstPixelsArray);

  // Dla każdego piksela w wierszu
    for (int x = 0; x < width; x++) {
      // Wyodrębnienie komponentów koloru
      toRGBArray(srcPixelsArray[x], srcPixel);
      toRGBArray(dstPixelsArray[x], dstPixel);

      // Wykonanie mieszania
      result[0] = Math.min(255, srcPixel[0] + dstPixel[0]);
      result[1] = Math.min(255, srcPixel[1] + dstPixel[1]);
      result[2] = Math.min(255, srcPixel[2] + dstPixel[2]);
```

```
            result[3] = Math.min(255, srcPixel[3] + dstPixel[3]);

            // Zapisanie wyniku
            dstPixelsArray[x] = fromRGBArray(result);
        }
        // Zapisanie wiersza pikseli do rastra docelowego
        dstOut.setDataElements(0, y, width, 1, dstPixelsArray);
    }
```

Implementowanie algorytmu łączenia wymaga napisania dużej ilości kodu bazowego. Jeżeli przyjrzymy się dokładniej klasom `AddComposite` oraz `AddContext`, można zauważyć, że tylko cztery wiersze kodu są związane z równaniami definiującymi sposób łączenia. Projekt `BlendComposities` implementuje 32 metody łączenia w mniej niż 600 wierszach kodu przez utworzenie ogólnych klas `Composite` oraz `Context` i przez zdefiniowanie każdego trybu mieszania za pomocą czterech wierszy kodu realizujących faktycznie to zadanie.

Podsumowanie

Operacje łączenia są początkowo trudne do zrozumienia, ale szybko udowadniają swoją przydatność w wielu sytuacjach. Przez tworzenie własnych klas realizujących łączenie można zrealizować funkcje, o których twórcy JDK nawet nie pomyśleli, i bez trudu powielić najbardziej popularne funkcje aplikacji edycji grafiki, takich jak Adobe Photoshop.