



INSTYTUT RADIOELEKTRONIKI I TECHNIK MULTIMEDIALNYCH

Grafika Komputerowa (GRK)

Laboratorium

Ćwiczenie 1

Cyfrowa reprezentacja barw i obrazów



Politechnika Warszawska

Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny



Materiały opracowane w ramach zadania 15 "Modyfikacja międzywydziałowych studiów I stopnia na kierunku Inżynieria Biomedyczna" projektu "NERW PW. Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca", współfinansowanego jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

1. Wstęp

Celem ćwiczenia jest prezentacja podstawowych pojęć z zakresu cyfrowej reprezentacji barw i obrazów. Temat zajęć jest ściśle związany z zagadnieniami omawianymi w trakcie wykładu nr 2 z GRK, stąd też zalecane jest zapoznanie się z jego treścią przed przystąpieniem do laboratorium.

W części praktycznej ćwiczenia używany będzie program GIMP (<u>https://www.gimp.org</u>).

2. Bitmapowa reprezentacja obrazów

Przedmiotem zainteresowania niniejszego ćwiczenia są **obrazy bitmapowe (rastrowe)**. Obraz *I* w takiej reprezentacji ma postać dwuwymiarowej tablicy o wymiarach $M \ge N$, gdzie *M* oznacza szerokość, a *N* to wysokość. Pojedynczy wpis w tej tablicy reprezentuje jeden **piksel** (ang. *pixel*), czyli najmniejszy jednolity element obrazu. Każdy piksel o współrzędnych przestrzennych (*x*, *y*), takich, że $0 \le x < M$ i $0 \le y < N$, przyjmuje wartość *I*(*x*, *y*), która determinuje kolor danego fragmentu obrazu podczas jego wyświetlania. Sposób interpretacji tej wartości (czyli inaczej: sposób przechowywania informacji o kolorach) zależy od **trybu obrazu** oraz **liczby bitów na piksel** (ang. *bits per pixel, bpp*).

2.1. Tryby obrazu

Piksele obrazu w **skali szarości** (ang. *grayscale*) niosą jedynie informacje o jasności. Każdy z nich jest pojedynczą liczbą całkowitą z dyskretnego przedziału [0; 2^{B} -1], gdzie *B* jest liczbą bitów na piksel. Liczba bitów kodujących wartość pojedynczego piksela często określana jest dynamiką poziomów jasności. Dla typowych obrazów w skali szarości wykorzystujemy *B* = 8 bitów, więc piksele mogą przyjmować wartości całkowite od 0 do 255, gdzie 0 oznacza czerń, a 255 to kolor biały (maksymalna jasność).

Reprezentacja w skali szarości znajduje zastosowanie w cyfrowym przetwarzaniu obrazów, a także przy prezentacji danych pomiarowych, w tym również tych pochodzących z technik obrazowania medycznego. Przykład obrazu cyfrowego w skali szarości pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Przykład obraz o 8-bitowej dynamice poziomów szarości. Po prawej stronie ilustracji pokazano powiększony fragment obrazu wraz z wartościami wybranych pikseli

Obraz kolorowy w trybie RGB zawiera piksele definiowane przez trzy liczby całkowite odpowiadające trzem barwom podstawowym modelu RGB (*Red-Green-Blue*): czerwonej, zielonej i niebieskiej. W modelu tym kolor można zapisać jako wektor [*r g b*], którego elementy przyjmują wartości z przedziału [0; 2^{*B*}-1] i reprezentują udział poszczególnych barw podstawowych (nazywanych też składowymi lub kanałami). Głębia koloru, czyli liczby bitów *B* na składową jest kompromisem między zdolnością rozróżniania barw przez ludzki narząd wzroku, a możliwościami urządzeń wyświetlających i rozmiarami plików graficznych. Obecnie standardem jest **24-bitowa reprezentacja** *true color*, w której każda składowa opisywana jest przez 8 bitów, czyli jej wartości pochodzą z zakresu [0, 255]. Przy takim kodowaniu można przedstawić ponad 16,7 mln kolorów. Często dodatkowym elementem jest 8-bitowy kanał alfa (ang. *alpha channel*), który decyduje o przezroczystości pikseli: wartość 0 w tym kanale oznacza pełną przezroczystość, 255 to jej zupełny brak, zaś wartości pośrednie odpowiadają częściowemu przenikaniu. W przypadku użycia kanału alfa mówi się, że obraz jest w **trybie RGBA**.

Tryb RGB jest obecnie podstawowym sposobem reprezentacji obrazów kolorowych. W szczególności jest powszechnie używany do przechowywania i wyświetlania zdigitalizowanych obrazów naturalnych (zdjęć cyfrowych) oraz fotorealistycznych scen generowanych komputerowo. Przykładowy obraz w trybie RGB został przedstawiony na rysunku 2.



Rys. 2. Kolorowy obraz w trybie RGB

W trybie **indeksowanym** (ang. *indexed color*), podobnie jak w skali szarości, każdy z pikseli zawiera liczbę naturalną z zakresu [0; 2^{*B*}-1]. Liczba ta jednak nie koduje bezpośrednio jasności piksela, a jest indeksem w **palecie**, czyli tablicy kolorów zdefiniowanych zgodnie z modelem RGB. Paleta zazwyczaj zawiera 256 (2⁸) pozycji, a na każdą składową opisywanych przez nią kolorów przeznacza się po 8 bitów (rysunek 3). Główną zaletą takiej reprezentacji jest trzykrotnie mniejsza zajętość pamięci niż w przypadku trybu RGB.

Tryby indeksowane były powszechnie stosowane w czasach, gdy typowe komputery nie były w stanie obsłużyć 24-bitowej reprezentacji *true color*. Odpowiedni dobór palety pozwalał zachować akceptowalną jakość wyświetlania, a dodatkową poprawę płynności przejść tonalnych uzyskiwano dzięki **ditheringowi**, czyli algorytmicznemu zastąpieniu brakujących kolorów regularnym "wzorkiem" złożonym z pikseli

w kolorach występujących w palecie. Współcześnie obrazy w tym trybie nadal są często wykorzystywane, ale głównie w zastosowaniach, w których znaczenie mają niewielkie rozmiary plików graficznych i nie jest wymagany fotorealizm. Przykładem tutaj mogą być proste grafiki będące elementami stron WWW.



Rys. 3. Kolorowy obraz w trybie indeksowanym

2.2. Ograniczenia reprezentacji bitmapowej

Bitmapowa reprezentacja obrazów jest prosta koncepcyjnie i łatwa w implementacji. Jest też w pełni zgodna z architekturą układów graficznych oraz urządzeń digitalizujących i wyświetlających. Posiada ona jednak pewne wady i ograniczenia, które zostaną pokrótce omówione poniżej.

Obrazy bitmapowe, szczególnie te o dużych rozmiarach i głębi koloru, **zajmują znaczne ilości pamięci operacyjnej i przestrzeni dyskowej**. Przykładowo zdjęcie z aparatu cyfrowego 12 megapikseli zajmuje ponad 33 MB (tryb RGB bez kanału alfa, 8 bitów na składową, rozmiar 4000 x 3000). Dlatego też obrazy te przed zapisem praktycznie zawsze są poddawane **kompresji**. Używane w tym celu algorytmy w ogólności można podzielić na dwie podstawowe grupy: kompresji bezstratnej (ang. *lossless compression*) i stratnej (ang. *lossy compression*).

Metody **kompresji bezstratnej** zapewniają odtworzenie danych skompresowanych bez utraty informacji. Czyli obraz po dekompresji jest identyczny jak oryginał przed kompresją, co jest oczywiście cechą bardzo pożądaną. Niestety jednak uzyskiwany przez takie metody stopień kompresji (czyli stosunek rozmiarów danych przed i po kompresji) zazwyczaj nie jest znacząco większy od 3:1. Popularnymi formatami plików graficznych, które zapewniają kompresję bezstratną są PNG, TIFF oraz GIF.

Kompresja stratna pozwala osiągnąć zdecydowanie większe stopienie kompresji (przekraczające nawet 100:1) kosztem utarty części informacji. Tym samym zdekompresowany obraz nie jest dokładnie taki sam jak oryginał, jednak dzięki użyciu odpowiedniego modelu psychowizualnego różnice mogą być trudne do wychwycenia przez ludzkie oko. Warto jednak pamiętać, że w przypadku obrazów o wyraźnych

krawędziach, bez łagodnych przejść tonalnych (np. map, wykresów, tekstu) algorytmy stratne mogą spowodować widoczne artefakty. Przykładem często używanego formatu z kompresją stratną jest JPEG.

Istotną wadą obrazów bitmapowych jest **niemożność skalowania bez utraty jakości**. Wszelkie zmiany wielkości obrazu (za wyjątkiem wykadrowania wybranego fragmentu) wymagają ponownego określenia kolorów wszystkich jego pikseli na drodze **interpolacji**. Proces ten polega – w dużym uproszczeniu – na wyznaczaniu koloru piksela na podstawie kolorów jego sąsiadów w oryginalnym obrazie. W zależności od liczby uwzględnionych sąsiadów, może to prowadzić do nadmiernego uwidocznienia pikselowej struktury obrazu (tak się dzieje gdy użyta zostanie metoda najbliższego sąsiada) lub do utraty ostrości i rozmycia krawędzi (przy interpolacji sześciennej, w której bierze się pod uwagę 16 najbliższych pikseli). Problem ten w równym stopniu dotyczy innych transformacji geometrycznych, w tym m. in. obracania, pochylania, czy też przekształceń nieliniowych.

Obrazy w reprezentacji bitmapowej **nie niosą bezpośrednio informacji o przedstawionych obiektach**, ich rodzaju, liczbie i zachodzących pomiędzy nimi relacjach. Przykładowo wypełniony okrąg jest tylko zbiorem pikseli o pewnych wartościach, a nie figurą geometryczna opisywaną przez zestaw parametrów. Konsekwencją tej cechy jest **niezależność rozmiaru danych od stopnia skomplikowania obrazu**: jednolicie czarny obraz zajmuje tyle samo miejsca w pamięci co fotorealistyczna scena, jeżeli tylko mają takie same rozmiary w pikselach i tryb.

Wymienione ograniczenia sprawiają, że w pewnych zastosowaniach korzysta się głównie z **reprezentacji wektorowej**, w której obraz jest zbiorem obiektów złożonych z prymitywów, czyli podstawowych figur geometrycznych (np. odcinków, krzywych, okręgów). Prymitywy te definiowane są przez parametry figur (np. położenie środka i promień w przypadku okręgu) oraz atrybuty związane z kolorem i wypełnieniem. Tego typu reprezentacja jest powszechnie wykorzystywana w poligrafii, ale ma również zastosowanie przy tworzeniu wszelkich grafik nie wymagających fotorealizmu, w tym: map, logotypów, infografik, rysunków technicznych, wykresów oraz diagramów i schematów.

3. Podstawy obsługi programu GIMP

Podczas ponad dwudziestu lat swojego rozwoju GIMP stał się niezwykle rozbudowanym narzędziem. Stąd też w niniejszej instrukcji możliwe jest jedynie zwięzłe przedstawienie wybranych funkcji, istotnych dla realizacji laboratorium. Pełna dokumentacja programu dostępna jest pod adresem <u>https://docs.gimp.org</u>.

3.1. Organizacja interfejsu użytkownika

GIMP pozwala na pracę w trybach jednego lub wielu okien. Przełączanie się między trybami jest możliwe dzięki opcji menu **Okna** \rightarrow **Tryb jednego okna**. Instrukcja zakłada, że wybrano pracę w jednym oknie (rysunek 4). Dla zapewnienia większej czytelności ilustracji użyty został motyw graficzny *System* i ikony *Legacy*. Aby uzyskać taki sam wygląd trzeba zmienić ustawienia dostępne w panelach **Interfejs** \rightarrow **Motyw** i **Interfejs** \rightarrow **Motyw** ikon okna **Edycja** \rightarrow **Preferencje**. W panelu **Interfejs** można też zmienić język na polski. Jeśli przybornik (nr 3 na rysunku 4) nie zawiera ikon pojedynczych narzędzi, tylko ikony grup, to w panelu **Interfejs** \rightarrow **Przybornik** okna preferencji należy usunąć zaznaczenie przy opcji **Grupy narzędzi**.



Rys. 4. Interfejs użytkownika programu GIMP w trybie pojedynczego okna

Środkową część głównego okna programu zajmuje przestrzeń robocza z aktualnie edytowanym obrazem (nr 1 na rysunku 4). Podgląd obrazu można skalować poruszając rolką myszki przy wciśniętym klawiszu **Ctrl**, skrótami klawiszowymi + i -, albo z poziomu menu **Widok → Powiększenie**.

GIMP umożliwia edycje wielu obrazów jednocześnie. Przełączanie się pomiędzy nimi jest możliwe dzięki zakładkom umieszczonym powyżej obszaru roboczego (nr 2 na rysunku 4).

W lewym górnym rogu okna umieszczony jest przybornik z ikonami aktywującymi narzędzia służące do rysowania, przekształcania obrazu i zaznaczania jego obszarów (nr 3). Wszystkie narzędzia są również

dostępne w menu **Narzędzia**, gdzie są reprezentowane takimi samymi ikonami, jak w przyborniku. Po wyborze konkretnego narzędzia, w panelu **Opcje narzędzia** dostępne są ustawiania, które wpływają na sposób jego działania (nr 4). Elementem przybornika są też dwa przyciski, których wygląd odzwierciedla używane kolory farby i tła (opis w punkcie 3.6).

Z prawej strony okna głównego znajduje się miejsce na dodatkowe dokowalne okna dialogowe (nr 5), które można włączać z poziomu menu **Okna** → **Dokowalne okna dialogowe**. Domyślnie otwarte są dwa tego typu okna: **Warstwy** i **Historia działań**. Pierwsze zawiera listę warstw obrazu, zaś drugie wyświetla historię zmian obrazu i pozwala cofnąć efekty poszczególnych operacji. W ramach ćwiczenia używane będą jeszcze dokowalne okna **Kanały** oraz **Paleta kolorów**.

3.2. Tworzenie nowego obrazu

Do tworzenia nowego obrazu służy opcja menu **Plik** \rightarrow **Nowy** (**Ctrl+N**). Związane z nią okno dialogowe pozwala ustalić rozmiary obrazu, zaś w jego opcjach zaawansowanych można dodatkowo wybrać tryb obrazu (RGB lub skala szarości), głębie koloru (od 8 do 32 bitów na składową), sposób zarządzania kolorami oraz barwę jaką wypełnione będzie tło (domyślnie jest ono białe).

W wielu sytuacjach bardzo przydatne są też opcje z menu **Plik** → **Utwórz**, dzięki którym można utworzyć nowy obraz m. in. na podstawie zawartości schowka (**Ctrl+Shift+V**) lub jako zrzut ekranu.

3.3. Odczyt i zapis obrazu

Program GIMP obsługuje wiele rodzajów plików graficznych, w tym również najpopularniejsze formaty, takie jak PNG, JPEG, TIFF i GIF. Do odczytu obrazów z dysku służy opcja menu **Plik → Otwórz (Ctrl+O**).

Opcja **Plik** → **Zapisz** (**Ctrl+S**) pozwala zapisać obraz w formacie XCF. Jest to natywny format GIMPa, który może przechowywać nie tylko obraz, ale również dodatkowe informacje dotyczące procesu jego edycji. Użycie go jest właściwym wyborem w przypadku zapisywania obrazów, które będą poddawane dalszej obróbce w programie GIMP (np. będących pośrednimi etapami pracy). Niestety jednak pliki XCF nie są obsługiwane przez większość aplikacji, dlatego ostateczną wersję pracy warto zapisać również w jednym ze standardowych formatów (PNG, JPEG, ...) za pośrednictwem opcji **Plik** → **Wyeksportuj jako**.

3.4 Informacje o obrazie

Podstawowe informacje rozmiarach, trybie i głębi koloru obrazu wyświetlane są na pasku tytułowym głównego okna aplikacji. Bardziej szczegółowe dane można uzyskać w oknie dialogowym otwieranym za pomocą opcji **Obraz** → **Właściwości** (**Alt+Enter**).

3.5 Tryby koloru obrazu

GIMP pozwala edytować zarówno kolorowe obrazy RGB (mające od 8 do 32 bitów na składową barwną), jak i w skali szarości (8-32 bit) oraz indeksowane (8 bit). Obsługiwany jest również kanał 8-bitowy alfa: jeżeli obraz go zawiera, to przezroczyste obszary (o wartości kanału alfa mniejszej od 255) wyświetlane są jako szara szachownica (rysunek 5). Jeżeli obraz nie zawiera kanału alfa, to można go dodać za pomocą opcji **Warstwa → Przezroczystość → Dodaj kanał alfa** lub z menu kontekstowego listy warstw.

Podgląd składowych obrazu RGB jest dostępny w dokowalnym oknie dialogowym **Kanały** (jeśli nie jest widoczne panelu bocznym, to można je otworzyć w menu **Okna→Dokowalne okna dialogowe**).

Funkcja **Kolory** \rightarrow **Składowe** \rightarrow **Rozłóż** pozwala utworzyć na podstawie kanałów osobne obrazy w skali szarości, które można niezależnie modyfikować, a następnie ponownie połączyć w jeden obraz RGB za pomocą opcji **Kolory** \rightarrow **Składowe** \rightarrow **Złóż**.

Do podglądu i edycji palety obrazów indeksowanych służy dokowalne okno dialogowe **Paleta kolorów**.



Rys. 5. Obraz RGB z kanałem alfa (**a**) oraz obraz indeksowany o 16 kolorach w palecie (**b**)

Zmiana trybu obrazu jest możliwa z poziomu menu **Obraz** → **Tryb**, zawierającego trzy pozycje: **RGB**, **Odcienie szarości** oraz **Indeksowany**. W przypadku pierwszych dwóch działanie jest automatyczne, natomiast przy zamianie na tryb indeksowany wyświetlane jest okno dialogowe pozwalające ustalić liczbę kolorów docelowego obrazu (maksymalnie 256) i włączyć dithering.

3.6. Definiowanie kolorów

W przyborniku, poniżej ikon narzędzi znajdują się przyciski odpowiadające dwóm kolorom: aktywnemu (pierwszoplanowemu) oraz tła. Pierwszy z nich jest kolorem farby narzędzi malarskich (punkt 3.11), drugi służy do wypełniania obszarów pozostałych po użyciu gumki lub wycięciu zaznaczenia (punkt 3.10). Kliknięcie na któryś z przycisków kieruje użytkownika do okna, które pozwala zdefiniować składowe koloru w przestrzeni RGB lub HSV (rysunek 6).

🕶 Zmiana aktywnego koloru		×
ب الح الح الح الح الح	0100 0255	LCh HSV
	• <u>R</u> -	255.0
	○ <u>G</u>	0.0
	<u> </u>	0.0
	⊖н-	0.0
	0 <u>s</u> -	100.0
	○ <u>v</u> -	100.0
	Zapis języka HTML: ff	0000
Bieżący:		
Poprzedni:		
Pomo <u>c</u> Przyw	róć <u>O</u> K	<u>A</u> nuluj

Rys. 6. Okno dialogowe wyboru koloru. Widoczne są: koło barw oraz suwaki składowych modeli RGB i HSV

Możliwe jest również wybranie koloru na podstawie obrazu – w tym celu należy aktywować narzędzie pobierania koloru (ikona \swarrow w przyborniku, skrót klawiszowy **0**) i kliknąć myszą na punkt obrazu o interesującej nas barwie.

3.7. Zmiana wymiarów obrazu

Skalowanie obrazu realizowane jest przez opcję **Obraz** → **Skaluj obraz**. Po jej wybraniu pojawi się okno pozwalające określić nową szerokość i/lub wysokość (rysunek 7). Domyślnie wartości definiowane są w pikselach, ale możliwe jest wyrażenie ich w inny sposób, np. w procentach. Zazwyczaj chcemy, aby zmiana jednego z parametrów (np. szerokości) powodowała również zmianę drugiego z zachowaniem proporcji. Aby móc niezależnie wpisać wartości obu parametrów należy kliknąć na ikonę "łańcucha" łączącego pola edycyjne – "ogniwa" wówczas rozłączą się na znak, że współczynnik proporcji został odblokowany. Okno pozwala również wybrać metodę interpolacji, co będzie miało wpływ na jakość obrazy wynikowego.

	Skalowanie obrazu Skalowanie obrazu baboon.xcf-4	×
Fee the the the the the the the the the t	Wymiary obrazu Szerokość: 75.00 Wysokość: 75.00 Pozioma rozdzielczość: 300.000 Pionowa rozdzielczość: 300.000 Jakość Jakość	
	I <u>n</u> terpolacja: Sześcienna Pomo <u>c</u> <u>P</u> rzywróć <u>S</u> kaluj <u>A</u> n	

Rys. 7. Okno dialogowe skalowania obrazu. Na czerwono zaznaczona ikona blokowania współczynnika proporcji

Jeżeli nie chcemy, aby zmiana wymiarów obrazu wiązała się z przeskalowaniem jego zawartości, wówczas należy skorzystać z opcji **Obraz → Wymiary płótna**. Tworzy ona nowy obszar ("płótno") o zadanych wymiarach i umieszcza w nim obecny obraz, pozwalając jednocześnie określić jego pozycję (rysunek 8).

	W Ustawienie wymiarów płótna obrazu × Ustawienie wymiarów płótna obrazu Image: Constraint of the second
	Przesunięcie
	Pionowo: 60.00 V Wyśrodkuj
	Warstwy Zmiana wymiarów warstw:
	Wypeł <u>n</u> ienie: Przezroczystość
So and a second s	Zmień wymiary warstw tekstowych
	Pomo <u>c</u> <u>P</u> rzywróć <u>Z</u> mień wymiary <u>A</u> nuluj
	······································

Rys. 8. Okno dialogowe zmiany rozmiarów płótna

Jeżeli płótno jest większe od obrazu, to nowe piksele traktowane są jako przezroczyste (w ich obszarze będzie widoczne szara szachownica). Aby umożliwić ich edycję i wypełnić kolorem tła można użyć np. opcji **Obraz → Spłaszcz obraz**. Jeżeli płótno jest mniejsze od obrazu, to nastąpi przycięcie tego ostatniego.

3.8. Kadrowanie obrazu

Narzędzie kadrowania (ikona 22 w przyborniku, **Shift+C**) pozwala przyciąć obraz do obszaru wybranego przy użyciu myszki z wciśniętym lewym przyciskiem (**LPM**). Pierwotnie wybrane pole kadrowania można korygować przez przeciąganie kwadratowych znaczników w jego rogach. Akceptacja zmian następuje przez wciśnięcie klawisza **Enter** lub kliknięcie **LPM** w obszarze kadrowania.

3.9. Przekształcenia geometryczne obrazu

Zarówno cały obraz, jak i jego fragment można poddać różnym przekształceniom geometrycznym, w tym: skalowaniu (ikona w przyborniku, **Shift+S**), odbiciu lustrzanemu (, **Shift+F**), obrotowi (, **Shift+R**), pochyleniu (, **Shift+H**) czy też zmianie perspektywy (, **Shift+P**). Po aktywacji któregoś z narzędzi należy kliknąć w obszarze obrazu i ustalić parametry przekształcenia ruchami myszki z wciśniętym **LPM**. Zmiany akceptuje się klawiszem **Enter**. Rysunek 9 przestawia przykłady użycia narzędzi skalowania i perspektywy. W zakładce **Opcje narzędzia** poniżej przybornika znajdują się dodatkowe ustawienia wpływające na działanie każdego z wymienionych powyżej narzędzi. Wśród nich największe znaczenie dla jakości obrazu wyjściowego ma wybór rodzaju interpolacji.



Rys. 9. Efekty działania narzędzi skalowania (a) i zmiany perspektywy (b)

3.10. Zaznaczanie obszarów obrazu

Zaznaczanie wybranych obszarów ma podstawowe znaczenie dla edycji i retuszu obrazów. Zaznaczone obszary można wycinać, kopiować, wypełniać wybranym kolorem, a także poddawać działaniu filtrów i przekształceń w sposób niezależny od reszty obrazu. Zaznaczania ograniczają również zasięg działania narzędzi malarskich i pozwalają w łatwy sposób rysować figury geometryczne (punkt 3.11).

Najprostszymi rodzajami zaznaczeń są te o kształcie prostokątnym (\square , **R**) lub eliptycznym (\square , **E**). Ich położenie i rozmiar definiuje się przy użyciu myszki z wciśniętym **LPM**, a następnie można je korygować przeciągając narożniki prostokąta ograniczającego zaznaczenie (rysunek 10a).

Bardziej złożone kształty można uzyskać korzystając z narzędzia odręcznego zaznaczania obszarów (czyli tzw. lassa, *F*), które pozwala utworzyć ścieżkę otaczającą wybrany obszar. Tworzy się ją dodając punkty węzłowe za pomocą kolejnych kliknięć **LPM**. Zamknięcie ścieżki następuje automatycznie po ponownym kliknięciu na węzeł początkowy (rysunek 10b).

Dla obszarów o jednolitej kolorystyce warto używać "różdżki" (**N**, **U**): po jej aktywacji kliknięcie na wybrany punkt obrazu spowoduje zaznaczenie sąsiednich pikseli o zbliżonym kolorze (rysunek 10c). O dopuszczalnej różnicy barw decyduje wartość progu wpisanego w panelu **Opcje narzędzia**. Podobnie działa zaznaczanie według koloru (**N**, **Shift+O**), z tym że pozwala ono zaznaczyć niestykające się obszary.

Możliwe jest dodawanie kolejnych zaznaczeń do już istniejących: w tym celu należy trzymać wciśnięty klawisz **Shift** podczas selekcji nowego obszaru. Trzymanie klawisza **Ctrl** spowoduje odjęcie wybranego obszaru od dotychczasowego zaznaczenia.

Na sposób działania narzędzi zaznaczania można wypływać za pośrednictwem ustawień znajdujących się w zakładce **Opcje narzędzia** poniżej przybornika. W szczególności możliwe jest włączenie wygładzania lub zmiękczania krawędzi poprzez ustawienie odpowiednich wartości kanału alfa. Pozwala to uzyskać efekt łagodnego przenikania po wklejeniu zawartości zaznaczenia do innego obrazu.



Rys. 10. Przykładowe rodzaje zaznaczeń: eliptyczne (a), odręczne (b) oraz za pomocą różdżki (c)

Poniżej wymieniono podstawowe operacje, które można wykonać na zaznaczonych obszarach:

- kopiowanie (Ctrl+C), wycinanie (Ctrl+X) i wklejanie (Ctrl+V);
- odwrócenie (Ctrl+I), czyli zaznaczenie dopełnienia obecnie wybranego obszaru;
- wypełnienie kolorem aktywnym (Ctrl+,) lub tła (Ctrl+.);
- powiększenie, zmniejszenie i obramowanie;
- zmiękczenie lub wyostrzenie krawędzi.

3.11 Narzędzia służące do rysowania

Jakkolwiek GIMP nie jest programem malarskim, a przynajmniej nie w ścisłym znaczeniu tego terminu, to jednak udostępnia zestaw narzędzi do rysowania (rysunek 11), w tym m. in.:

- ołówek (∕∕, N) rysowanie linii o ostrych krawędziach;
- pędzel (**A**, **P**) malowanie linii o rozmytych krawędziach, podobnych do pociągnięć pędzla;
- aerograf (*M*, **A**) "rozpylanie" farby w sposób naśladujący tradycyjny aerograf;

• gumka (, Shift+E) – "ścieranie" do koloru tła lub przezroczystości (jeżeli obraz ma kanał alfa).

Wszystkie wymienione narzędzia – za wyjątkiem gumki – rysują przy użyciu koloru pierwszoplanowego (jego szybkiej zamiany z obecnym kolorem tła można dokonać klawiszem **X**). Jeżeli jakiś obszar obrazu został wcześniej zaznaczony, to modyfikowane będą jedynie wartości pikseli znajdujących się w obrębie zaznaczenia. Przytrzymywanie podczas rysowania klawisza **Shift** powala szybko tworzyć linie proste oraz łamane, a jednoczesne wciśnięcie **Ctrl** ułatwia rysowanie linii prostopadłych lub równoległych. Sposób działania narzędzi malarskich można zmienić dzięki ustawieniom w panelu **Opcje narzędzia** poniżej przybornika. Każde z nich dysponuje podobnym zestawem opcji, które wpływają m. in. na kształt, rozmiar oraz przezroczystość linii.



Rys. 11. Przykłady działania narzędzi malarskich: ołówek (**a**), pędzel (**b**), aerograf (**c**), wypełnianie zaznaczeń (**d**)

Narzędzie "kubełek" (^{KS}, **Shift+B**) służy do wypełnianie obszarów obrazu wybranym kolorem (domyślnie używany jest kolor aktywny, ale można go tymczasowo zmienić na kolor tła przytrzymując klawisz **Alt**). Gdy narzędzie jest aktywne, to kliknięcie LPM na wybrany punkt spowoduje wypełnienie wszystkich sąsiednich pikseli mających zbliżony kolor (dopuszczalny stopień podobieństwa określa próg w zakładce **Opcje narzędzia**). Możliwe jest również wypełnienie całego obszaru aktualnie objętego zaznaczeniem – w tym celu należy trzymać klawisz **Shift**.

Wypełnianie obszarów w połączeniu z odpowiednim wykorzystaniem narzędzi zaznaczania (punkt 3.10) daje możliwość rysowania zarówno prostych figur geometrycznych, jak i bardziej złożonych kształtów. Poniżej podano przykłady rysowania prostokątów i elips (lub kwadratów i kół, jeżeli po rozpoczęciu zaznaczania trzymany będzie klawisz **Shift**):

- z wypełnieniem: wybranie obszaru za pomocą narzędzia zaznaczania prostokątnego lub eliptycznego, wypełnienie kolorem aktywnym (**Ctrl+**. lub **Edycja** → **Wypełnij kolorem pierwszoplanowym**);
- bez wypełnienia: wybranie obszaru zaznaczaniem prostokątnym/eliptycznym, wypełnienie kolorem aktywnym (Ctrl+. lub Edycja → Wypełnij kolorem pierwszoplanowym), zmniejszenie zaznaczenia (Zaznaczenie → zmniejsz), wypełnienie kolorem tła (Ctrl+, lub Edycja → Wypełnij kolorem tła).

Możliwe są również alternatywne procedury, wykorzystujące np. opcje obramowania zaznaczenia, rysowania wzdłuż zaznaczenia lub zamienienia go na ścieżkę.

4. Zadania do wykonania

W trakcie zajęć należy przygotować dokument zawierający sprawozdanie w edytorze MS Word lub Writer z pakietu LibreOffice. Obrazy można kopiować do sprawozdania za pośrednictwem schowka (kombinacja klawiszowa **Win+Shift+S** kopiuje do niego obraz wybranego fragmentu ekranu), lub też eksportować z GIMPa w formacie PNG, a następnie importować je do edytora. W trakcie realizacji ćwiczenia używany będzie również program **IrfanView**, który pozwala przeglądać obrazy i poddawać je przekształceniom (<u>https://www.irfanview.com</u>).

Podstawy obsługi programu GIMP

Zad. 1. Wykonać wspólnie z prowadzącym zestaw zadań mających na celu zapoznanie się z podstawami obsługi programu GIMP.

Tryby obrazów bitmapowych (2 punkty)

Zad. 2.1. Wczytać obraz *RGB.png*. Ustalić jego podstawowe parametry: tryb, głębie koloru i rozmiary (opis w punkcie 3.4). Na ich podstawie obliczyć ilość pamięci zajmowanej przez obraz. Uzyskany wynik można potwierdzić w programie **IrfanView** za pomocą opcji **Image** \rightarrow **Information** (skrót **I**).

W sprawozdaniu umieścić wynik obliczeń wyrażony w kibibajtach (1 KiB = 2¹⁰ B) oraz jego uzasadnienie.

Zad. 2.2 Rozłożyć obraz *RGB.png* na trzy osobne obrazy reprezentujące składowe RGB (punkt 3.5, w oknie dialogowym wybrać model kolorów RGB, a opcję "Rozłożenie na warstwy" pozostawić bez zaznaczenia). Obejrzeć uzyskane obrazy i zwrócić uwagę na ich tryb.

W sprawozdaniu umieścić obrazy składowych RGB i wyjaśnić w jaki sposób jasność ich pikseli jest powiązana z oryginalnym obrazem.

UWAGA: w interpretacji wyników pomocna może być zawartość dokowalnego okna dialogowego **Kanały** dla obrazu RGB.png.

Zad. 2.3. Zmodyfikować obraz reprezentujący jedną ze składowych RGB (np. czerwoną) w taki sposób, aby koło wypełnione było kolorem szarym o jasności 50% (RGB: [127 127 127], HSV: [0 0 50]). Po dokonaniu zmian połączyć kanały w jeden obraz typu RGB (punkt 3.5).

W sprawozdaniu umieścić obraz wynikowy i skomentować, jak zmiana w kanale wpłynęła na kolory obrazu.

Zad. 2.4. Wykorzystać umiejętności nabyte w trakcie realizacji dwóch poprzednich zadań do redukcji efektu "czerwonych oczu" widocznego w obrazie *RedEye.png*. Do korekcji jasności kanału czerwonego w obszarze źrenicy można użyć zaznaczania i wypełniania (punkt 3.11), albo narzędzia przyciemniania (ikona *Shift+D*). Uzyskany wynik można porównać z działaniem funkcji Filtry→ Uwydatnianie→ Usuwanie efektu czerwonych oczu.

W sprawozdaniu umieścić obraz po korekcji.

Zad. 2.5. Wrócić do obrazu *RGB.png* lub ponownie go wczytać. Dodać do obrazu kanał alfa (punkt 3.5). Rozłożyć obraz na osobne składowe podobnie jak w zadaniu 2.2, jednak w oknie dialogowym wybierając model kolorów RGBA (powstaną cztery, a nie trzy obrazy). Powrócić do *RGB.png*, narzędziem "różdżki" (punkt 3.10) zaznaczyć czarne tło i usunąć je klawiszem **Delete**. Efektem będzie obraz z przezroczystym tłem. Ponownie dokonać rozkładu na kanały i porównać je w tymi uzyskanymi poprzednio.

W sprawozdaniu umieścić obrazy składowych RGBA. Wyjaśnić znaczenie czwartego kanału.

Zad. 2.6. Wrócić do obrazu *RGB.png* lub ponownie go wczytać. Zamienić tryb na indeksowany (punkt 3.5). W dokowalnym oknie dialogowym **Paleta kolorów** sprawdzić liczbę kolorów w palecie. W dowolny sposób zmodyfikować jeden z kolorów palety (kliknięcie na kolor otwiera odpowiednie okno dialogowe) i sprawdzić jak to wypływa na zawartość obrazu.

W sprawozdaniu odpowiedzieć, czy zmiana trybu wpłynęła negatywnie na obraz (inaczej mówiąc: czy przechowywanie obrazu o takiej licznie kolorów w trybie RGB jest uzasadnione).

Zad. 2.7. Wyeksportować obraz indeksowany *RGB.png* do pliku w formacie PNG (punkt 3.3). W programie **IrfanView** sprawdzić ilość pamięci zajmowanej przez obraz, zwracając również uwagę na liczbę bitów użytych do kodowania pikseli. Porównać odczytaną wartość z tą obliczoną dla trybu RGB.

W sprawozdaniu uzasadnić różnice w ilości zużytej pamięci dla obrazów w trybach RGB i indeksowanym.

Zad. 2.8. Wykorzystać wiedzę nabytą podczas realizacji zadań 2.5-2.7 do przygotowania grafiki mającej być elementem ozdobnym strony WWW. W tym celu należy wczytać obraz *lkona.png*, zmienić w nim tło na przezroczyste (aby w pełni pozbyć się białej otoczki przydatne będą opisane opcje odwracania zaznaczenia oraz jego zmniejszania i zmiękczania – punkt 3.10), a następnie przekształcić do trybu indeksowanego, aby zmniejszyć rozmiar pliku.

W sprawozdaniu umieścić obraz końcowy na czarnym tle.

Skalowanie obrazów bitmapowych (1 punkt)

Zad. 3.1. Otworzyć obraz *Rysunek.png* i powiększyć go z wyłączoną interpolacją (pozycja "Brak" z listy "Interpolacja") w taki sposób, aby miał zachowane proporcje i szerokość równa 800 pikseli (punkt 3.7). Zachować wynik operacji, a następnie powrócić do pierwotnego obrazu i ponownie przeskalować, tym razem z włączoną interpolacją sześcienną. Wrócić do oryginalnego obrazu *Rysunek.png* i powtórzyć wcześniejsze czynności dla operacji pomniejszenia do szerokości 400 pikseli z zachowaniem proporcji.

W sprawozdaniu umieścić wybrane fragmenty obrazów, które dobrze ilustrują wpływ skalowania na jakość obrazów. Skomentować również to, w jaki sposób interpolacja zmienia efekt skalowania.

Zad. 3.2. Otworzyć obrazy Zdjecie.png i powtórzyć dla niego czynności z zadaniu 3.1.

W sprawozdaniu odpowiedzieć na pytanie, czy utrata jakości przy skalowaniu jest równie zauważalna dla zdjęć, jak dla rysunków?

Kompresja obrazów bitmapowych (1 punkt)

Zad. 4.1. Otworzyć dwa obrazy: *Zdjecie.png* (bez kompresji) oraz *Zdjecie_kompresja.png* (z kompresją bezstratną). Porównać je i sprawdzić czy różnią się od siebie. Zanotować rozmiary ich plików i wyznaczyć współczynnik kompresji jako stosunek rozmiaru pliku bez kompresji do skompresowanego.

UWAGA: tak obliczony współczynnik nie będzie dokładny, gdyż pliki zawierają nie tylko dane o pikselach, ale także dodatkowe informacje umieszczone w nagłówkach.

W sprawozdaniu umieścić wynik obliczeń oraz komentarz dotyczący porównania wizualnego obrazów.

Zad. 4.2. Otworzyć dwa obrazy: *Rysunek.png* (bez kompresji) oraz *Rysunek_kompresja.png* (z kompresją bezstratną). Powtórzyć obliczenia z poprzedniego zadania.

W sprawozdaniu porównać wynik z tymi uzyskanym w zadaniu 4.1. Spróbować wyjaśnić przyczynę różnic wartości współczynników kompresji w obu przypadkach.

Zad. 4.3. Otworzyć obraz *Zdjecie.png* a następnie wyeksportować do pliku w formacie JPG (punkt 3.3, lista formatów jest dostępna w oknie wyboru nazwy pliku po kliknięciu na opcję "Wybór typu pliku"). Czynność powtórzyć czterokrotnie przy różnych ustawieniach jakości: 0%, 50%, 80% oraz 90%. Wczytać zapisane obrazy i ocenić ich jakość. Zanotować rozmiary plików i wyznaczyć współczynniki kompresji.

W sprawozdaniu umieścić wartości współczynników kompresji oraz skomentować jak kompresja stratna wpływa na jakość wizualną obrazów (przy ocenie zwrócić szczególną uwagę na typowe dla algorytmu JPEG zniekształcenia w okolicach krawędzi i efekty blokowe).

Zad. 4.4. Otworzyć obraz *Rysunek.png* i powtórzyć czynności z zadania 4.3.

W sprawozdaniu umieścić wartości współczynników kompresji i porównać je z tymi obliczonymi w zadaniach 4.2 oraz 4.3. Odpowiedzieć na pytanie, czy utrata jakości na skutek kompresji stratnej jest równie zauważalna dla zdjęć, jak dla rysunków? Zważywszy uzyskane efekty, czy stosowanie kompresji stratnej ma uzasadnienia dla rysunków?



Politechnika Warszawska

Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny



Materiały opracowane w ramach zadania 15 "Modyfikacja międzywydziałowych studiów I stopnia na kierunku Inżynieria Biomedyczna" projektu "NERW PW. Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca", współfinansowanego jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego